

## 미만성 뇌손상 환자의 MRI 소견과 임상경과\*

계명대학교 의과대학 신경외과학교실

김원기 · 손은익 · 박병규 · 이장철 · 김동원 · 임만빈 · 김인홍

### =Abstract=

#### The MRI Findings in the Patients of Diffuse Brain Injury - Review of the Distribution and Clinical Course -

Won Gi Kim, M.D., Eun Ik Son, M.D., Byung Kyu Park, M.D.,  
Jang Chull Lee, M.D., Dong Won Kim, M.D.,  
Man Bin Yim, M.D., In Hong Kim, M.D.

*Department of Neurosurgery, School of Medicine, Keimyung University, Taegu, Korea*

In the last decade Computed Tomography(CT) has played a critical role in the diagnostic evaluation of the patients with focal brain injury.

But it is apparent from pathologic studies that CT underestimates the severity of the many forms of cerebral injury such as primary brain stem injury, non-hemorrhagic cortical contusion and diffuse axonal injury(DAI).

Magnetic Resonance Imaging(MRI), however, has been shown to be highly sensitive in detecting diffuse brain injury(DBI). Among the consecutive 13 cases of DBI patients in this series for 10 months, twelve patients were verified as MR evidence of injury in prospective studies. The anatomical distribution of the injuries were 11 cases of corpus callosal lesion, 6 cases of lobar white matter lesion, 1 case of primary brain stem lesion. The sensitivities of MR imaging in detecting the primary lesion were 76.9%(10/13) in T1WI and 92.3%(12/13) in T2WI.

In DBI, patients with callosal injuries had higher incidence(8/12) than lobar white matter and primary brain stem lesion, the corpus callosal atrophy by midsagittal MR imaging and behavioral sequellae in survivors of severe head injury implicate the corpus callosal injury and degeneration.

More accurate detection and delineation of traumatic lesions with MR should permit more accurate prediction of neurologic and cognitive recovery and assist in optimizing form of treatment.

**KEY WORDS :** Diffuse brain injury · MRI · Sensitivity · DAI · Corpus callosal injury.

\*본 논문은 1993년도 계명대학교 동산의료원 조사연구비로 이루어 졌음.

## 서 론

미만성 뇌 손상(DAI)은 국소손상에 대한 개념으로 1982년 Gennarelli에 의해 분류되었다. 자기 공명영상(MRI)이 나오기 전까지는 뇌전산화 단층 활영(CT)이 국소손상에 대하여 중요한 진단적 가치를 제공하였으나 미만성 뇌 손상, 뇌간 손상, 비출혈성 뇌 피질 손상과 같은 경우에는 병리에서 보여주는 병변을 충분히 보여주지 못하였다.

최근 미만성 뇌 손상에 있어서 MRI는 매우 높은 진단적 가치가 있음을 여러 저자들이 보고하였다. 본 교실에서는 이미 중증 미만성 뇌손상 환자의 예후에 관한 분석에서 CT의 미진함과 MRI의 이용으로 미만성 뇌손상의 진단과 분류가 용이하여 지며 그 개념의 보편화 및 구체화가 가능할 것으로 보고한 바 있어<sup>1)</sup>, 저자들은 16례 환자중 10개월간의 연속적인 임상 상태와 CT를 근거로한 중증 미만성 뇌손상 환자를 계획(Prospective)에 의한 MRI 검사 및 임상경과 추적을 하고 그 결과를 문헌고찰과 함께 보고하고자 한다.

Table 1. Demographic and clinical features of 13 patients with DBI

Factor	
Mean age(yrs)	32.1±12.6
Sex(M/F)	12 / 1
GCS score 3~5	4
6~8	4
9~12	5(13*)
Mean duration of impaired consciousness(days)	56.9±64.9
Mean injury-MRI interval(days)	33.1±48.9

\*post-resuscitation GCS

## 임상대상 및 방법

대상 환자는 1990년 9월까지 10개월간 본 계명 대학교 동산의료원에 입원한 환자중 증등도 이상의 중증 뇌손상 상태에 있으나 CT상 국소 뇌 손상이 발견되지 않으면서 혼수의 지속시간이 24시간 이상인 증등도 및 중증의 미만성 축색손상 환자 16 명중 추적이 가능했던 13명의 환자에서 MRI 및 임상경과를 관찰하였다.

MRI는 금성사 제품인 Spectro-20000 MR System 이용하여 Thickness/Gap : 4~8mm/1~2mm, T1WI : TR/TE 400~600/30 msec, T2WI : TR/TE 2000~2500/80 msec 상태하에서 시행하였다.

## 결 과

### 1. 환자의 임상 및 통계적 소견

대상의 나이는 9세부터 52세 까지 평균  $32.1 \pm 12.6$  세였으며 남자가 12명, 여자가 1명으로 대부분 남자였다. 환자의 상태는 GCS score를 이용하였으며 그 분포는 3~5점이 4명, 6~8점이 4명, 9~12 점이 5명이었고 치료후에는 13명 모두 GCS score가 9~12점으로 호전되었다. 의식 소실기간은 5일에서 180일까지 평균  $56.9 \pm 64.9$ 일이었으며 손상부터 MRI를 시행하기까지의 평균기간은  $33.1 \pm 48.9$ 일이었다(Table 1).

### 2. DBI 환자에서 MRI상의 병변 분포

13명의 DBI 환자에서 MRI를 시행한 결과 12명의 환자에서 이상소견을 발견하였으며 그 해부학적인 분포는 뇌량이 11례, 뇌엽 백질부가 6례, 일차 뇌간 손상이 1례였다(Table 2).

Table 2. Distribution of anatomical loci in 12 patients with DBI

Diffuse Axonal Injury		
Corpus callosum	11	
Lobar white matter	6	
Primary brain stem injury	1	
Genu		3
Body		7
Splenium		1
Frontal		5
Temporal		1
Parieto-occipital		
		1

뇌량 손상중 body portion의 이상이 7례, Genu portion이 3례, Splenium이 1례에서 손상받은 소견을 보였으며 Body portion의 손상중 3례에서 위축된 소견을 보여주었다.

뇌엽 백질부 손상중 5례에서 전두엽의 손상을 보였으며 1례에서 측두엽의 손상을 보였고 일차뇌간손상은 뇌교에서 1례가 발견되었다.

### 3. 환자에서 MRI의 민감도

Table 3. Sensitivities of MR Imaging in detecting the primary lesions

T1-Weighted	10/13 (76.9 %)
T2-Weighted	12/13 (92.3 %)

MRI 소견은 T1 강조영상에서 76.9% (10/13) T2 강조영상에서 92.3% (12/13)의 민감도(Sensitivity)를 보여주었다(Table 3).

## 고 칠

미만성 뇌손상은 1956년 Strich에 의해 중증 뇌외상 후성 치매(severe posttraumatic dementia)로 처음 보고 되었고, 1982년 Gennarelli에 의해 국소병변(focal lesion)에 반대되는 개념으로 뇌진탕과 미만성 축색 손상으로 분류되었으며<sup>3)12)</sup>, 이는 축색돌기 손상과 퇴축구(Axonal retraction ball)등의 병리조직학적인 소견을 기초로 한 것이었으나<sup>4)10)</sup>

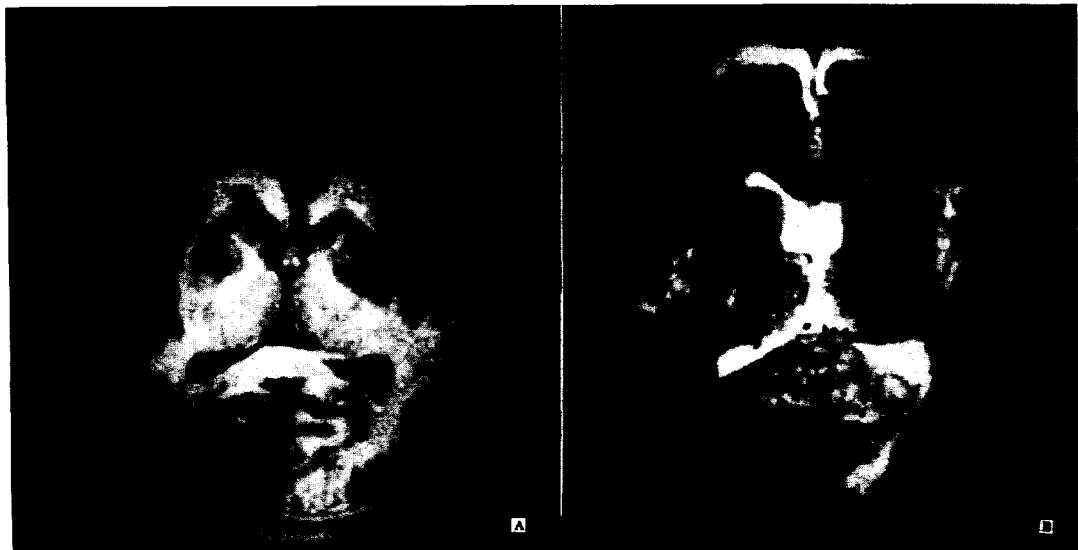


Fig. 1. Axial T<sub>2</sub>-weighted SE(TR/TE=2500/80 msec) MR image(a) and axial T<sub>1</sub>-weighted SE shows a round T<sub>2</sub> high and T<sub>1</sub> low signal intensity lesion in the right frontal lobar white matter(arrows), which is parallel to the direction of fiber bundles.



Fig. 2. Midsagittal T<sub>1</sub>-weighted SE(TR/TE=500/30 msec) MR image show an ovoid T<sub>1</sub> low signal intensity lesion in the corpus callosum each in the body portion(a,b) and splenium(c).



Fig. 3. Axial T<sub>2</sub>-weighted SE(TR/TE=2500/80 msec) MR image shows a focal high signal intensity lesion in the left lateral portion of the pons (arrow) but the lesion is not visualized on axial T<sub>1</sub>-weighted SE(TR/TE=500/30 msec) MR image.



Fig. 4. Midsagittal T<sub>1</sub>-weighted SE(TR/TE=500/30 msec) MR image shows corpus callosal atrophy ( $n=3/12$ ), reflected primarily by reduction in size of anterior 4/5 of corpus callosum.

임상적으로는 미만성 즉시충격손상(Diffuse brain damage of immediate impact type), 미만성 백질변성(Diffuse degeneration of white matter), 미만성 백질

전단손상(Diffuse white matter shearing injury), 내부뇌손상(Inner cerebral trauma)등의 의미로 사용된다<sup>12)</sup>. 또한 Gennarelli는 동물실험에서 DAI는 coronal head acceleration에 의해 유발된다고 하였다<sup>5)</sup>.

Adams등은 45명의 DAI 환자의 신경 병리학적 소견을 1) 뇌량의 국소 병변, 2) 상소뇌각에 인접한 뇌간병변, 3) 미만성 축색손상(Diffuse damage to axon) 등으로 기술하였다<sup>2)</sup>.

그리고 1982년 Gennarelli 등이 보고한 DAI의 분류에 의하면 뇌반구에 국한된 손상을 Grade I으로 분류하고 여기에 뇌량의 손상이 합쳐지면 Grade II라 하였으며, 가장 흔한 형태인 Grade III는 상소뇌각(superior cerebellar peduncle)의 손상이 합쳐질 때로 분류하고 있다<sup>5)</sup>.

CT가 두부 외상에 있어서 국소 병변에는 중요한 진단적 방법을 제공하였으나 DAI를 비롯한 뇌간 손상, 비출혈성 피질 손상 등에서는 환자의 증상과 일치 되는 소견을 보여주지 못하는 경우가 많았다.

Strich는 1961년 20례의 두부외상으로 인한 뇌 손상의 경우 신경섬유의 전단 손상에 대한 병리 소견으로 모든 경우에서 뇌량에서 출혈을 발견했으며 12례에서 상소뇌각에 출혈을 보였다고 보고하였다<sup>17)</sup>.

그러나 이러한 병리소견에도 불구하고 1978년 Zimmerman등은 11.4%에서만 CT상 전단손상을 발견하였다고 보고하였고<sup>18)</sup> 1988년 Gentry등은 40명의 폐쇄성 두부 손상(closed head trauma) 환자중 121곳의 비출혈성 병변중 단지 19%에서 CT상 DAI를 발견할수 있었으며 MRI상에서는 T1WI에서 72.3%, T2WI에서 92.4%의 민감도를 보였다고 보고하였다<sup>18)</sup>.

이 결과는 본 저자들의 T1WI에서 76.9%(10/13), T2WI에서 92.3%(12/13)와 유사한 결과이다.

위의 저자들에 있어서 외상후 CT와 MRI를 시행한 기간이 일치하지는 않았으나(0~10일간의 차이) 외상후 1일이내에 CT와 MRI를 동시에 시행하여 비교한 연구에서 1) 비 출혈성 병변(non-hemorrhagic parenchymal lesion)시 CT에서 26.8%, MRI에서 T1WI: 61.7%, T2WI: 100%의 민감도를 보였으며, 2) 출혈성 병변(hemorrhagic lesion)의 경우 CT에서 84.8%, T1WI MRI에서 86.6%, T2WI MRI에서 90.9%로 CT보다 MRI에서 유용하게 민

감도가 높은것을 보여주고 있다<sup>8)</sup>.

DAI의 MRI 소견으로 1982년 Adams등은 뇌량, 뇌간, 뇌 백질부의 triad form을 기술하였고 1988년 Gentry등에 의하면 가장 많은 위치가 전두엽과 측두엽의 백질 손상이며(71/149) 다음이 뇌량(32/149)이고 그외 방선관(corona radiata)(28/149) 내포(internal capsule)(12/149) 등이었다<sup>7)</sup>.

뇌량 중에서는 splenium이 가장 많았으며(23/32) 주로 비출혈성 병변이었다. 이러한 병변들이 원형 또는 타원형으로 섬유 속(fiber bundle) 방향에 평행하게 유발되는 소견을 보여주고 있다<sup>7)</sup>.

그러나 본 저자들의 경우는 뇌량의 병변이 66%로 가장 많았으며(8/12) 뇌량 중에서는 body portion의 병변이 가장 많았다(8/9).

그외 전두엽과 측두엽이 각각 5례와 1례였다. 타 저자들의 보고에서는 주로 splenium이 뇌량 병변 중에서 가장 많은 빈도를 나타냈다고 보고하고 있고<sup>6)7)11)</sup> 본 연구에서는 body portion이 가장 많은 빈도를 나타내고 있으나 주로 splenium에 인접한 후반부에 호발하는 것으로 보아 해부학적인 구분의 차이에 의한것이지 전혀 별개의 결과는 아니라고 생각된다.

뇌량의 병변은 주로 MRI의 midsagittal imaging에서 발견할 수 있었으며, 임상적으로는 심한 행동장애(behavior sequelae)와 연관이 있다고 생각되어 진다. 뇌 외상에 의한 뇌량의 출혈은 1954년 Lindenberg등이 보고하였으며 1979년 Komatsu등은 교통사고로 인한 충격 손상을 받은 46명의 환자중 18명의 환자에서 autopsy로 뇌량 손상을 발견했으며(39%)<sup>11)</sup> 1988년 Gentry등은 뇌손상을 받은 78명의 환자중 47%에서 MRI로 뇌량 손상을 발견했다고 보고하고 있다<sup>6)</sup>.

또한 Levin등은 DAI의 정도와 분류, 그리고 hemispheric disconnection effect의 정도를 반영할 수 있는 뇌량 위축의 정도를 MRI로 측정한 보고를 하였다<sup>13)</sup>. 뇌량 손상의 발생기전으로서 Rowbotham등은 대뇌경에 의한 충돌에 의한것으로 생각하였으나<sup>16)</sup>, 이 가설은 Lindenberge에 의하여 물리적인 힘에 의한 전단손상 때문이라고 바뀌어졌으며<sup>14)</sup> Holbourn은 두개골이 회전할때 brain은 "left behind"를 피하기 위해 brain rigidity에 의존한다고 가정하였다<sup>9)</sup>.

이러한 장력에 의해 피질과 백질 사이의 신경섬유에 파열이 일어난다고 Peerless와 Newcastle이 보고하고 있다<sup>15)16)</sup>.

또한 Gentry등은 뇌량의 전반부에는 대뇌경이 짧아서 장력을 적게 받게 되지만 후반부에는 대뇌경이 넓어서 뇌외상시 뇌가 중앙선을 넘어 전위되는것을 방지함으로서 큰 장력이 유발되어 결과적으로 뇌량의 후반부에 손상이 다발하는것으로 설명하고 있다<sup>6)</sup>.

1990년 Levin등의 보고에 의하면 뇌량의 위축의 정도와 환자의 만성도(chronicity)와는 직접적인 연관이 있으며 서서히 진행하는 퇴행성 변화를 설명할수 있다고 하였고, 뇌량의 청각신경섬유의 파열에 의한 좌측 귀의 기능저하와 뇌량 전반부의 기능장애에 의한 좌측 수부의 ideomotor apraxia, agraphia, alexia등과 같은 행동장애를 남긴다고 보고하였다<sup>13)</sup>.

또한 뇌 손상후 MRI를 시행하기 까지의 기간이 길수록 위축도 증가한다고 보고하였다<sup>13)</sup>. 본 연구에서도 3례에서 뇌량의 위축을 볼 수 있었는데 MRI를 시행한 기간이 손상후 2년 6개월, 5개월, 3개월로 다른 5명에서 보다 긴 것을 보여주었다. 또한 손상 직후의 GCS score상에서도 유의하게 낮은 소견을 보였으나 치료 후의(post-resuscitation) GCS score에서는 별다른 차이를 발견할 수 없었다.

## 요약

DBI 환자에서 뇌량 손상의 빈도가(8/12) 뇌엽 백질부나 일차 뇌간 손상보다 높았다.

그리고 뇌량 위축은 mid-saggital imaging에서 가장 잘 볼수 있었으며 심한 두부손상후 생존한 환자에서의 행동장애는 뇌량손상과 위축으로 설명되어질 수 있을것이다.

결론적으로 심한 두부 손상후 MR imaging을 이용하여 보다 정확하게 손상부위를 찾아내게 됨으로서 신경학적인 회복의 예측과 치료에 도움을 줄 수 있을것으로 생각된다.

## References

- 1) 손은익 · 임만빈 · 김인홍 : 중증 미만성 뇌손상의

- 예후에 관한 분석. 대한신경외과학회지 18 : 10  
38-1044, 1989
- 2) Adams JH, Graham DI, Murray LS, Scott G : *Diffuse axonal injury due to nonmissile head injury in humans : an analysis of 45 cases.* AnnNeurol 12 : 557-563, 1982
  - 3) Gennarelli TA, Spielman GM, Langfitt TW, et al : *Influence of the type of intracranial lesion on outcome from the severe head injury.* J Neurosurg 56 : 26-36, 1982
  - 4) Gennarelli TA, Thibault LE : *Biomechanics of head injury.* Neurosurg. Edited by Wilkins RH, Rengachary SS, pp1531-1536, 1985
  - 5) Gennarelli TA, Thibault LE, Adams JH, Graham DI, Thompson CJ, Marcincin RP : *Diffuse axonal injury and traumatic coma in the primate.* Ann Neurol 12 : 564-574, 1982
  - 6) Gentry LR, Thompson B, Godersky JC : *Trauma to the corpus callosum : MR features.* AJNR 9 : 1129-1138, 1988
  - 7) Gentry LR, Godersky JC, Thompson B : *MR Imaging of Head trauma.* AJNR 9 : 101-110, 1988
  - 8) Gentry LR, Godersky JC, Thompson B, Dunn VD : *Prospective comparative study of intermediate field MR and CT in the evaluation of closed head trauma.* AJNR 9 : 91-100, 1988
  - 9) Holbourn AHS : *The mechanism of brain injuries.* Br MED Bull 3 : 147-149, 1945
  - 10) Kim HJ : *Pathophysiology of craniocerebral trauma.* J Kor Neurosurg Soci 16(4) : 1183-1189, 1987
  - 11) Komatsu S, Sato T, Kagawa S, Mori T, Namiki T : *Traumatic lesions of the corpus callosum.* Neurosurgery 5 : 32-35, July 1979
  - 12) Langfitt TW and Gennarelli TA : *A holistic view of head injury including a new clinical classification : Seminars in neurological surgery.* Edited by Grossman RG, Gildenberg PL, pp1-14, 1982
  - 13) Levin HS, Williams DH, Valastro M, Eisenberg HM, Crofford MJ, Handel SF : *Corpus callosal atrophy following closed head injury : detection with MRI.* J Neurosurg 73 : 77-81, 1990
  - 14) Linden berg R, Fisher RS, Durlacher SH, Lovitt WV, Freytag E : *Lesions of corpus callosum following blunt mechanical trauma to the head.* Am J Pathol 31 : 297-317, 1955
  - 15) Peerless SJ, Newcastle NB : *Shear injuries of the brain.* Canad Med Assoc J 96 : 577-582, 11 Mar 1966
  - 16) Rowbotham GF : *Acute injuries of the head.* Baltimore, Williarms & Wilkins, 3d ed, 1949
  - 17) Strich SJ, Oxon DM : *Shearing of nerve fibers as a cause of brain damage due to head injury.* The Lancet 26 : 443-448, August 1961
  - 18) Zimmerman RA, Bilaniuk LT, Gennaralli T : *The cerebral white matter.* Radiology 127 : 293-396, May 1978