

외상성 뇌량 손상 환자의 임상 고찰

연세대학교 원주의과대학 신경외과학교실

최종원 · 김현주 · 정현호 · 한용표 · 허 철 · 변진수 · 황 금

Corpus Callosal Injury in Head Trauma

Jong Won Choe, MD, Hun Joo Kim, MD, Hyun Ho Jung, MD, Yong Pyo Han, MD,
Chul Hu, MD, Jhin Soo Pyen, MD and Kum Whang, MD

Department of Neurosurgery, Wonju College of Medicine, Yonsei University, Wonju, Korea

Objective: Corpus callosum is one of the common sites of brain lesion, whose involvement is an indicator of a more severe prognosis, produced by traumatic shearing stresses resulting in diffuse axonal injury. We analyzed the relationship between clinical parameters and outcome of traumatic brain injury with corpus callosal injury (CCI). **Methods:** From January, 1989 to June, 2006, 58 patients with contusion on corpus callosum, detected by computed tomography or magnetic resonance imaging, were selected among patients with head injury who were admitted to our hospital. Clinical records and radiological studies of all patients were reviewed and evaluated retrospectively. **Results:** CCI was most frequently observed in cases with impact to the frontal and parietal region. Fifty three patients (91.4%) had the lesion within the body and splenium of corpus callosum. The combined lesions with CCI were contusional hemorrhage (59.9%), subarachnoid hemorrhage (34.5%), skull fracture (31.0%), intraventricular hemorrhage (22.4%) in order. The good glasgow outcome score (GOS) group (good recovery & moderate disability) at discharge was revealed in 69.0% of total population. There was no definite statistical significance between GOS and impact site, combined lesions. **Conclusion:** More than half of the patients with CCI have severe head injury, but this type of injury also occurs in nonfatal head injury. In our study, the 65% of patients with CCI showed a good outcome. The splenium was the frequent CCI site in patient with low initial glasgow coma scale (GCS). The poor outcome was associated with low initial GCS score, splenium lesion and brainstem lesion. (J Kor Neurotraumatol Soc 2007;3:43-47)

KEY WORDS: Corpus callosum · Head injury · Impact site · Combined lesions · Outcome.

서 론

두부 외상으로 사망한 환자의 부검에서 뇌량의 외상성 병변은 16~100% 정도로 다양하게 관찰된다.^{6,12,15} 외상으로 인한 뇌량의 손상은 전단 응력(shearing stress)에 의해 주로 발생하며, 뇌량 손상은 미만성 축상 손상에 이르는, 좋지 않은 예후의 표지자로 생각되어 왔다.⁸⁾ 그러나 다른 저자들은 외상 후 시행한 방사선학적 검사상, 의

식 상태가 양호한 환자에서도 뇌량 손상이 발견됨을 보고하기도 하였다.^{5,17,21)}

저자는 뇌량 손상이 있는 외상성 두부 손상 환자에서 충돌 부위(impact site), 초기 의식 상태, 동반된 외상성 두개강 내 병변, 뇌량 손상의 위치와 같은 임상적 요소(parameter)와 환자의 예후와의 관계를 분석하고자 한다.

대상 및 방법

본원에서 1989년 1월부터 2006년 6월까지 외상성 두부 손상 후 전산화 단층 촬영(CT) 또는 자기공명영상(MRI)상 뇌량 손상이 확인되어 입원 치료받은 환자들 중 적어도 3개월 이상 추적 관찰이 가능하였던 환자를 대

Address for correspondence: Kum Whang, MD
Department of Neurosurgery, Wonju College of Medicine, Yonsei University, 162 Ilisan-dong, Wonju 220-701, Korea
Tel: +82-33-741-0592, Fax: +82-33-746-2287
E-mail: whangkum@yonsei.ac.kr

본 논문의 요지는 2007년 대한신경외과 춘계학술대회에서 발표된 바 있음.

상으로 후향적으로 분석하였다.

58명 모두 외상 초기에 CT를 시행하였다. CT상 뇌량 손상이 관찰되었거나, 환자의 신경학적 상태를 설명할 수 있는 병변이 보이지 않은 경우에 MRI를 시행하였다.

입원당시 환자의 신경학적 검사와 연령, 성별, 손상 원인(mode of injury), 충돌 부위, 동반된 두개강 내 손상에 대해 조사하였다.

내원 초기와 퇴원 시의 상태 변화를 비교하기 위하여 초기 의식 상태는 glasgow coma scale (GCS) 점수에 따라 3~8점, 9~12점, 13~15점 군으로 분류하였고, 퇴원시 상태는 glasgow outcome score (GOS) 점수에 따라 분류한 후 이를 다시 양호한 결과 (GOS 4, 5)와 불량한 결과 (GOS 1, 2, 3)의 두 군으로 나누어 비교 분석하였다.

각 요소와 예후와의 관계를 SPSS 10.0을 사용하여 chi-square test를 이용해 $p < 0.05$ 일 때 유의한 차이가 있는 것으로 판정하였다.

결 과

연령 및 성별 분포

연령 분포는 3세에서 77세까지로, 평균 연령은 35.0 ± 17 세였다. 남자가 41예, 여자가 17예로서 남녀 비는 2.4 : 1의 비율로 남자에서 더 많았다 (Table 1).

손상 원인 및 초기 의식 상태

손상 원인으로 교통사고가 50예 (86.2%)로 가장 많았으며, 추락 사고가 8예 (13.8%)였다. 교통사고는 차내 손상이 22예, 보행자 사고가 19예, 자전거나 오토바이 사고가 9예였다.

환자의 초기 의식상태를 GCS 점수에 따라 3~8점군, 9~12점군, 13~15점군의 3군으로 나누었을 때, 각각 34

명 (58.6%), 13명 (22.4%), 11명 (19.0%)로서 대부분 중등도 이하의 의식 상태를 보였다 (Table 1).

충돌 부위

충돌 부위는 두개부가 38예 (65.5%)로 안면부 20예 (34.5%)에 비해 더 많았다. 두개부에서는 전두부와 두정부가 각각 14예 (24.1%)로 측두부 9예 (15.5%)나 후두부 1예 (1.7%)에 비해 더 많았다. 충돌 부위에 따른 뇌량 손상 부위 ($p=0.295$) 및 예후 ($p=0.222$)와의 연관성은 관찰되지 않았다 (Table 2).

TABLE 1. Demographic and clinical features in 58 patients with CCI

Feature	Value	%
Sex		
Male	41	70.6
Female	17	29.4
Age (yrs)	$35.0 \pm 17^{\dagger}$	
GCS score		
3-8	34	58.6
8-12	13	22.4
13-15	11	19.0
Mode of injury		
Traffic accident	50	86.2
In car accident	22	37.9
Pedestrian	19	32.7
Motorcycle	9	15.6
Falling	8	13.8
Combined intracranial lesions*		
Contusional hemorrhage	35	59.9
Traumatic SAH	20	34.5
Skull fracture	18	31.0
Traumatic IVH	13	22.4
Subdural hemorrhage	9	15.5
Epidural hemorrhage	5	8.6

*cumulative, \dagger values are presented as means \pm SD. CCI: corpus callosal injury, GCS: glasgow coma scale, SAH: subarachnoid hemorrhage, IVH: intraventricular hemorrhage

TABLE 2. Relationship between Impact site and location of CCI, outcome

		Impact site						Total	<i>p</i> value
		Cranium					Face		
		Frontal	Parietal	Temporal	Occipital				
Location of CCI	Rostrum, Genu	0	0	1	0	1	4	5	NS* (<i>p</i> =0.295)
	Body	5	7	2	0	14	9	23	
	Splenium	9	7	6	1	23	7	30	
Outcome	Poor outcome	5	6	3	1	15	3	18	NS* (<i>p</i> =0.222)
	Good outcome	9	8	6	0	23	17	40	
Total		14	14	9	1	38	20	58	

*no significant. CCI: corpus callosal injury

뇌량 손상의 위치

뇌량 손상은 splenium이 30예 (51.7%)로 가장 많았으며, body가 23예 (39.7%), rostrum과 genu가 5예 (8.6%)였다 (Table 2). 뇌량 손상의 위치에 따른 손상 초기의 의식 상태 및 예후 분석 결과, splenium 손상이 있는 환자군에서 초기 의식 상태가 더 나빴으며 ($p<0.05$), 예후도 좋지 않았다 ($p<0.05$) (Table 3).

동반된 두개강 내 병소

동반된 두개강 내 병소의 유형은 두개골 골절, 급성 경막하 출혈, 급성 경막하 출혈, 외상성 지주막하 출혈, 외상성 뇌실 내 출혈, 좌상성 출혈로 구분할 수 있었다. 좌상성 출혈이 35예 (59.9%)로 가장 많았고, 외상성 지주

막하 출혈 20예 (34.5%), 두개골 골절 18예 (31.0%), 외상성 뇌실 내 출혈 13예 (22.4%) 순이었다 (Table 1).

동반된 두개강 내 병소에 따른 뇌량 손상 위치와의 연관성은 보이지 않았다 (Table 4). 좌상성 출혈은 35예에서 동반되어 있었고, 좌상의 위치에 따라 천막상 출혈이 31예, 천막하 출혈이 20예였다. 천막하 출혈의 경우 소뇌 출혈은 없었으며, 모두 뇌간 출혈이었다.

동반된 두개강 내 병소에 따른 예후와의 분석에서는 뇌간 손상만이 유일하게 좋지 않은 예후와 유의한 관계를 보였다 ($p<0.05$) (Table 4).

뇌량 손상 환자의 회복

58명의 뇌량 손상 환자 중 40명 (69.0%)이 양호한 예후를 보였다. 58명의 환자 중 두부 외상 후 6시간 이상 혼

TABLE 3. Relationship between location of CCI and GCS, outcome

	Location of CCI		Total	<i>p</i> value
	Rostrum, Genu, Body	Splenium		
GCS				
3-8	14	20	34	$p<0.05$
9-12	5	8	13	
13-15	9	2	11	
Outcome				
Poor outcome	5	13	18	$p<0.05$
Good outcome	23	17	40	
Total	28	30	58	

CCI: corpus callosal injury, GCS: glasgow coma scale

TABLE 5. Relationship between Adams' stage and outcome*

	Outcome		Total
	Poor	Good	
Adams' stage [†]			
I	0	0	0
II	4	11	15
III	9	5	14
Total	13	16	29

* $p<0.05$, [†]Adams' stage in DAI, according to the location of lesion. Stage I: parasagittal region of frontal, periventricular temporal region, Stage II: corpus callosum in addition to stage I, Stage III: brainstem addition to stage II. DAI: diffuse axonal injury

TABLE 4. Relationship between combined intracranial lesions and location of CCI, outcome

		Location of CCI*		Outcome [†]		Total
		Rostrum, Genu, Body	Splenium	Poor	Good	
Combined lesions						
Fx	-	21	19	13	27	40
	+	7	11	5	13	18
EDH	-	27	26	16	37	53
	+	1	4	2	3	5
SDH	-	26	23	14	35	49
	+	2	7	4	5	9
SAH	-	21	17	11	27	38
	+	7	13	7	13	20
IVH	-	23	22	12	33	45
	+	5	8	6	7	13
Supratentorial contusion	-	15	12	6	21	27
	+	13	18	12	19	31
Brainstem contusion	-	21	17	8	30	38
	+	7	13	10	10	20
Total		28	30	18	40	58

*all statistically not significant, [†]only brainstem contusion has statistical significance ($p<0.05$). CCI: corpus callosal injury, Fx: fracture, EDH: epidural hemorrhage, SDH: subdural hemorrhage, SAH: subarachnoid hemorrhage, IVH: intraventricular hemorrhage

수 상태가 지속되어, 임상적으로 미만성 축삭 손상으로 진단되었던 환자는 29명 (50%)이었다. 이 중 16명 (55.2%)이 양호한 예후를 보였다.

임상적 미만성 축삭 손상 환자 29명을 뇌간 손상 동반 여부에 따라 (Adams' stage) 분류하였다. 14명 (48.2%)의 환자는 뇌간 손상이 동반되어 있었으며, 뇌간 손상이 동반된 경우에 통계학적으로 유의하게 불량한 예후를 보였다 ($p < 0.05$) (Table 5).

고 찰

외상성 뇌량 손상은 신경 병리학자에 의해 많이 연구되었지만,^{1,2,12,14,15} 임상적 또는 방사선학적으로는 많은 관심을 받지 못하였다.^{8,17,21} 이는 뇌량 손상을 진단하는 데 있어 전산화 단층 촬영의 감수성이 높지 않기 때문이다.⁶⁻⁸ 또한 뇌량 손상이 특정한 신경학적 증상을 나타내지 않기 때문에, 뇌량 손상을 명확히 평가하려는 임상적 노력이 적은데도 그 이유가 있다. 그러나 이것이 뇌량 손상의 인식이 중요하지 않다는 의미는 아니다.^{1,2,8}

Zimmerman과 Bilaniuk은, 명백한(significant) 두부 손상을 입은 환자의 41%에서 CT에서는 정상 또는 경미한 이상 소견을 보일 수 있다고 보고하였다.²¹ 이 환자들의 신경학적 증상은 광범위한 축삭의 손상 때문이며, 이는 종종 현미경적으로 관찰이 가능하다고 하였다.^{1,2} Adams 등은 이러한 병변의 흔한 위치를 대뇌의 백질, 뇌량, 뇌간이라고 하였다.^{1,2} 대뇌의 백질과 뇌간의 미만성 축삭 병변은 대개 미세적일 정도로 작은 반면, 뇌량의 병변은 전형적으로 더 크며, 더 쉽게 CT나 MRI에서 발견할 수 있다. 따라서 뇌량 손상 확인의 중요성은, 뇌량 손상이 보다 광범위하지만 잘 발견되지 않는 미만성 축삭 손상을 더 쉽게 알려줄 수 있는 표시자라는데 있다.⁸

Komatsu 등의 뇌량 손상과 충돌 부위에 대한 부검 연구에서, 충돌 부위가 두정부인 경우에 뇌량 손상이 가장 많았으며, 전두부, 측두부의 순으로 나타났다고 보고하였다.¹² 그들은 육안적 검사를 통해 뇌량의 splenium이 대뇌점(falx)과 가장 가깝지만, 대뇌점으로 인한 직접적인 손상의 증거는 찾을 수 없었으며, 조직학적으로 축삭의 후퇴 망울 형성(retraction bulb formation)의 관찰을 통해 Lindenberg가 제안한 기전¹⁵을 가장 합당한 이론으로 받아들였다. Lindenberg는 뇌량 손상은 근본적으로 뇌의 측면 이동(lateral movement of brain)에 의해 야기되는 뇌량의 신장(stretching)에 의해 일어난다고 하였다.¹⁵

저자들의 경우에도 뇌량 손상 위치의 빈도는 전방에서 후방으로 갈수록 증가하였다.^{6-8,15} Splenium 손상이 51.7%에서 보였으며, genu와 body는 각각 8.6%, 39.7%였다. 대뇌점은 뇌량 손상에 직접적인 역할을 하지 않지만, 간접적인 영향을 미친다. 전단-변형력(shear-strain force)은 단일체로 자유롭게 함께 움직인다면, 같은 밀도(density)의 조직 사이에서는 일어나지 않는다.^{10,11} 가속하고 회전하는 뇌의 일부분이 인접한 다른 빠른 부분에 비해 뒤쳐진다면, 전단 응력이 조직 사이에 일어난다. 이러한 현상이 뇌량에서는 쉽게 일어날 수 있는데, 이는 부피가 크고, 독립적으로 움직이는 대뇌 반구가 보다 덜 움직이는 뇌량에 의해 연결되어 있기 때문이다. 두부의 측방 또는 비스듬한 측방 운동 시에 단단히 고정된 대뇌점이 대뇌 반구가 중심선을 넘지 못하게 하기 때문에, 두 대뇌반구의 연결점 (뇌량)에서 전단 변형이 발생한다.⁸ 전방의 대뇌점이 더 짧기 때문에 뇌의 일부가 일시적으로 중심선을 넘는 것을 허용할 수 있는 데 반해,^{14,15} 후방의 대뇌점은 더 넓기 때문에 이러한 이동을 더 효과적으로 막는다. 이것으로 뇌량의 후방이 더 선택적으로 취약성을 보이는 것을 설명할 수 있다.⁸

저자들의 동반된 두개강 내 병변에 대한 연구에서는 뇌간 손상만이 통계학적으로 유의하게 나쁜 예후와 관련이 있었고, 다른 병변은 연관성을 보이지 않았다. 다른 연구자들의 보고에서,^{4,13} 피질하 회질 손상이 동반된 미만성 축삭 손상의 경우가 동반되지 않은 군에 비해 더 불량한 예후를 보였으며, 뇌실 내 출혈이 동반된 경우에도 불량한 예후와 연관이 있다고 하였다. 본 연구는 3개월 이전에 사망한 환자군을 배제한 연구로, 선택편의(selection bias)로 인한 결과의 차이로 생각된다.

Wada 등은 미만성 축삭 손상 환자의 연구에서, 뇌량의 splenium 손상과 등쪽 상부 뇌간(dorsal upper brainstem) 손상이 환자의 지속적 식물인간 상태와 연관이 있다고 보고하였는데,^{3,18} 저자들의 연구에서도 splenium 손상과 뇌간 손상이 있는 경우에 예후가 통계학적으로 유의하게 불량하였다.

교뇌중간뇌 뇌간(pontomesencephalic brainstem)의 병변은 특징적으로, 뇌량, 기저핵, 해마 및 해마결미랑과 같이, 깊이 위치하며 기능적으로 중요한 부위에 다른 병변을 동반한다.^{9,19,20} 이 특징적인 일치(coincidence)는 Ommaya와 Gennarelli가 제안한 둔상에 의한 (blunt traumatic) 뇌손상 병태 생리학적 모델로 설명할 수 있다.¹⁶ 그들은 영장류 실험을 통해, 외상의 심각성은 구심성 연속(centripetal sequence)에 따라, 유발된 뇌손상의 깊

이와 밀접하게 연관되어 증가한다고 하였다.

뇌량은 학습으로 터득한 판별(learned discrimination), 감각적 경험(sensory experience), 기억의 반구간 전이(interhemispheric transfer)에 중요한 역할을 한다. 본 연구는 뇌량 손상 환자의 GOS 점수로 양호한 결과와 불량한 결과로 신경학적 예후를 분석하였으나, 일반적인 검사 방법으로는 정확하게 발견하지 못한 뇌량 손상의 증상들이 있었을 것으로 생각된다. 신경 심리학적 검사와 반구간 분리(interhemispheric disconnection)의 진단을 위한 특수 검사를 시행하여야 뇌량 손상의 예후에 대한 보다 정확한 연구 결과를 얻을 수 있을 것이다.

결 론

뇌량 손상은 중증도 및 경미한 두부 외상 환자에서도 발견되었으며, 충돌 부위가 안면부보다는 두개부일 때 더 흔했고, 그 중에서도 전두부와 두정부 부위일 때 더 많았다. 뇌량 손상의 위치가 splenium인 경우에 다른 위치일 때 보다 환자들의 초기 의식 상태가 좋지 않았으며, 예후가 불량하였다. 뇌량 손상 환자에서 낮은 초기 GCS 점수 및 splenium 손상, 뇌간 손상의 동반이 불량한 예후와 연관이 있었다.

중심 단어: 뇌량 · 두부손상 · 충격부위 · 동반손상 · 예후.

REFERENCES

- 1) Adams JH, Graham DI, Murray LS, Scott G. Diffuse axonal injury due to non-missile head injury in human: an analysis of 45 cases. *Ann Neurol* 12:557-563, 1982
- 2) Adams JH, Graham DI, Scott G, Parker LS, Doyle D. Brain image in fatal non-missile head injury. *J Clin Pathol* 33:1132-1145, 1980
- 3) Andreas K, Erich S, Gerhard F, Bettina P, Hans-Peter H, Hanno U, et al. Prediction of recovery from post-traumatic vegetative state with cerebral magnetic-resonance imaging. *Lancet* 351:1763-1767, 1998
- 4) Colquhoun IR, Rawlinson J. The significance of hematomas of the basal ganglia in closed brain injury. *Clin Radiol* 40: 619-621, 1989
- 5) French BN, Dublin AB. The value of computerized tomography in the management of 1000 consecutive head injuries. *Surg Neurol* 7:171-183, 1977
- 6) Gentry LR, Godersky JC, Thompson B. MR imaging of head trauma: review of the distribution and radiopathologic features of traumatic lesions. *AJR Am J Roentgenol* 150:663-672, 1988
- 7) Gentry LR, Godersky JC, Thompson B, Dunn VD. Prospective comparative study of intermediate-field MR and CT in the evaluation of closed head trauma. *AJR Am J Roentgenol* 150:673-682, 1988
- 8) Gentry LR, Thompson B, Godesky JC. Trauma to the corpus callosum: MR features. *AJNR* 9:1129-1138, 1988
- 9) Hashimoto T, Nakamura N, Richard KE, Frowein RA. Primary brainstem lesions caused by closed head injuries. *Neurosurg Rev* 16:291-298, 1993
- 10) Holbourn AHS. Mechanics of head injuries. *Lancet* 2:438-441, 1943
- 11) Holbourn AHS. The mechanics of brain injuries. *Br Med Bull* 3:147-149, 1945
- 12) Komatsu S, Sato T, Kagawa S, Mori T, Namiki T. Traumatic lesions of the corpus callosum. *Neurosurgery* 5:32-35, 1979
- 13) Kostas P, Apostolos HK, Apostolos K, Zaharias V. Outcome of patients with diffuse axonal injury: the significance and prognostic value of MRI in the acute phase. *J Trauma* 49: 1071-1075, 2000
- 14) Lindenberg R. Significance of the tentorium in head injuries from blunt forces. *Clin Neurosurg* 12:129-142, 1966
- 15) Lindenberg R, Fisher RS, Durlacher SH, Lovitt WV Jr, Freytag E. Lesions of the corpus callosum following blunt mechanical trauma to the head. *Am J Pathol* 31:297-317, 1955
- 16) Ommaya AK, Gennarelli TA. Cerebral concussion and traumatic unconsciousness. *Brain* 97:633-654, 1974
- 17) Rapoport AM, Falvey CF. Post traumatic headache caused by hematoma of the corpus callosum. *Headache* 20:279-281, 1980
- 18) Wada T, Kuroda K, Yoshida Y, Ogawa A, Endo S. Recovery process of immediate prolonged posttraumatic coma following severe head injury with out mass lesion. *Neurol Med Chir (Tokyo)* 45:614-620, 2005
- 19) Wedekind C, Fischbach R, Pakos P, Terhaag D, Klug N. Comparative use of magnetic resonance imaging and electrophysiologic investigation for prognosis of head injury. *Trauma* 47: 44-49, 1999
- 20) Wedekind C, Hesselmann V, Lippert-Gruner M, Ebel M. Trauma to the pontomesencephalic brainstem-a major clue to the prognosis of severe traumatic brain injury. *Br J Neurosurg* 16:256-260, 2002
- 21) Zimmerman RA, Bilaniuk LT. Computed tomography in diffuse traumatic cerebral injury in Popp AJ, Bourke RS, Nelson LR, Kimelberg HK (eds): Neural trauma. New York: Raven, pp253-262, 1979