KISEP Clinical Researches J Korean Neurosurg Soc 30 : 168-172, 2001

경사에코자기공명영상을 이용한 뇌미만성 축삭 손상 환자의 예후 분석*

경상대학교 의과대학 신경외과학교실, 방사선과학교실,** 신경과학연구소
김형종 · 박인성 · 김재형** · 김기정 · 황수현 · 김은상 · 정진명 · 한종우

= Abstract =

Clinical Analysis of the Prognosis of the Patients with Cerebral Diffuse Axonal Injuries, Based on Gradient-echo MR Imaging

Hyoung Jong Kim, M.D., In Sung Park, M.D., Jae Hyoung Kim, M.D.,**
Ki Jeong Kim, M.D., Soo Hyun Hwang, M.D., Eun-Sang Kim, M.D.,
Jin-Myung Jung, M.D., Jong Woo Han, M.D.

*Department of Neurosurgery and Radiology,** Gyeongsang National University College of Medicine, Gyeongsang Institute for Neuroscience, Jinju, Korea.*

Objective : The authors have studied the clinical outcome of patients with diffuse axonal injuries(DAI) to evaluate the prognostic value of gradient - echo MR imaging findings.

Materials and Methods : From March 1995 to March 1998, there were nineteen patients with DAI whose initial Glasgow coma scales were eight or less. Authors divided them into two groups according to Glasgow outcome scales ; those patients with GOS 3 or less(group A ; 9) and those with 4 or more(group B ; 10). We subdivided the lesions as superficial and deep lesion, and analyzed the numbers, anatomical loci of the lesions on the gradient echo images of each group.

Results : Mean numbers of the lesions were 15 per case in group A(135/9) and 10 in group B(100/10). The common loci involved in DAI were cerebral cortex, brain stem, and corpus callosum. Cortical lesions were 31.1% in group A(42/135) and 47% in group B(47/100). Brain stem lesions were 25.9%(35/135) and 15%(15/100) each. Callosal lesions were 31.1%(26/135) and 13%(13/100) each. The frequency of callosal and brain stem lesions was significantly different between two groups($p<0.05$). We divided callosal lesions as genu, body, and splenium and body lesions as anterior, middle, posterior, but no significant topographical difference of lesions was observed between two groups. Deep lesions were observed more frequently in group A(58.5%, 79/135) than group B(36%, 36/100).

Conclusion : The poor outcome group showed more numbers of lesion and more frequent involvement of brain stem and corpus callosum than favorable outcome group. Gradient - echo MR imaging seems to have predictive value for clinical outcome in patients with DAI.

KEY WORDS : Diffuse axonal injury · Gradient echo image · Prognosis · Glasgow outcome scale.

서 론

미만성 축삭 손상(diffuse axonal injury)은 종괴병소나 허혈성 병변 없이 지속적인 혼수상태를 나타내는 경우를 말한다. 이는 주로 각가속도(angular acceleration)에 의해 한쪽 대뇌 반구가 다른 쪽으로 회전함으로써 백질신경섬유(axon)가 끊어지고 주위의 혈관들이 파열되어 출혈을 일으키는 전단손상(shearing injury)에 의하여 발생한다. 부

*본 논문은 1998년 대한신경외과학회에서 논문의 요지가 구연되었음.

검 소견상 뇌량이나 뇌간 부위에 점상출혈과 뇌백질의 위축에 의한 뇌실 확장 등의 소견을 보인다[16].

지난 수십년간 뇌 전산화단층촬영은 뇌 외상 환자들을 보다 정확하게 진단하고 빠르고 적절한 치료를 가능하게 함으로써 뇌 외상에 의한 사망율과 2차적인 뇌 손상을 줄이는데 기여하였다. 그러나 Glasgow 혼수 계수로 기술된 환자의 의식수준이나 신경학적 결손상태가 뇌 전산화단층촬영소견과 일치하지 않는 경우가 많고 또한 전산화단층촬영 소견으로는 환자의 예후를 추정하는데 어려움이 많았다[18]. 이후 자기공명영상의 도입으로 뇌 미만성 축삭 손상 환자는 뇌 자기공명영상의 T2 강조영상소견이 예후를 측정하는데 가장 민감한 검사로 보고되었으나[13] 뇌 자기공명영상의 경사에코(Gradient - echo) 영상이 기존의 스핀에코(spin - echo)영상보다 출혈이나 석회화와 같은 상자성 병변(paramagnetic lesion)에 훨씬 민감하기 때문에 뇌 미만성 축삭 손상의 진단에 있어 더 가치가 있을 것으로 생각된다. 따라서 본 연구에서는 뇌 미만성 축삭 손상으로 진단 받은 환자의 예후를 판단하는데 있어 뇌 자기공명영상에서 경사에코영상기법의 유용성을 알아보고자 하였다.

연구대상 및 방법

1995년 3월부터 1998년 3월까지 두부외상으로 본원에 입원하였던 환자중 뇌 전산화단층 촬영상 종괴 병소 없이 24시간 이상 지속적인 의식 혼수를 보이며 Gennarelli[3]등의 정의상 중등도 혹은 중증 미만성 축삭손상으로 분류된 환자 중에서 Glasgow coma scale이 8이하이고 경사에코 자기공명영상을 시행한, 사망하지 않은 19명을 대상으로 하였다(Table 1).

경사에코영상에서 관찰되는 병변은 심부와 표층부로 나누었다. 심부는 다시 해부학적 분류에 따라 뇌량 : 슬부, 체부(전, 중, 후), 팽대부, 뇌간 : 연수(배부, 복부), 뇌교(교저, 교피개), 중뇌(대뇌각, 피개, 개), 소뇌각(상, 중, 하), 시상(좌, 우), 방선관(좌, 우), 기저핵(좌, 우)으로 나누었다. 표층부는 대뇌 : 전두엽(좌, 우), 측두엽(좌, 우), 두정엽(좌, 우), 후두엽(좌, 우) 도(좌, 우) 와 소뇌로 나누고 피질위축정도(I.II.III)도 포함시켜 관찰하였다(Table 2).

환자의 예후는 Glasgow outcome scale(GOS)(Table 7)을 이용하여 3이하인 예후가 불량한 군과 4이상인 양호한 군으로 나누어 고찰하였으며 통계처리는 SPSS(Release 8.0.0)의 독립 T검정을 사용하였다.

결 과

경사에코영상의 병소 분포를 보면 A군(GOS 3이하인 군, 9명)에서 뇌량 26개, 뇌간 35개, 시상 7개, 방선관 4개, 기저핵 8개, 대뇌피질 42개, 소뇌 5개, 뇌위축 8개였고 B군(GOS 4 이상인 군, 10명)에서 뇌량 13개, 뇌간 15개, 시상 6개, 방선관 2개, 기저핵 9개, 대뇌피질 47개, 소뇌 4개, 뇌위축 4개였다. 환자당 평균 병변 수는 A군에서 15개이었고 B군에서 10개이었다. 뇌간과 뇌량의 병변은 B군에 비하여 A군에서 더 많았으며 이는 통계학적 유의성을 보였다($p<0.05$)(Table 3).

뇌량을 세부 위치에 따라 병변 분포를 보면 A군에서 슬부 2개, 체부 17개, 팽대부 7개였고 B군에서 슬부 1개, 체부 8개, 팽대부 4개였다. 체부를 다시 전, 중, 후로 구분하여 병변분포를 보면 A군에서 전 4개, 중 6개, 후 7개였으며, B군에서 전 0개, 중 3개, 후 5개였다(Table 4). 두 군 모두에서 뇌량의 중, 후반부에 병소가 많았고, 특히 A군에서 중, 후반부 병소가 좀 더 많은 경향을 보였으나 통계학적으로 유의한 차이는 없었다.병소를 심부와 표층부로 구분하여서 보면 A군에서 심부 79개, 표층부 42개 그리고 B군에서 심부 36개, 표층부 47개로 예후가 불량한 군에서 심부병변이 많은 것을 알 수 있다(Table 5). 두 군에서 뇌 피질 위축정도는 유

Table 1. Age, sex, initial Glasgow coma scale, and Glasgow outcome scale of 19 patients

Case No.	Age/Sex	Initial G.C.S	G.O.S
1.	40/M	4	3
2.	41/M	4	3
3.	54/M	8	3
4.	27/M	4	3
5.	18/M	5	3
6.	26/M	3	2
7.	25/M	6	2
8.	30/ F	5	3
9.	35/ F	6	3
10.	10/M	7	4
11.	4/ M	6	5
12.	24/M	8	5
13.	12/M	8	5
14.	19/M	5	5
15.	10/F	8	5
16.	36/M	8	5
17.	17/M	6	4
18.	3/ M	8	5
19.	39/M	6	5

의한 차이가 없었다(Table 3).

고 찰

미만성 축삭 손상은 각이 있거나 회전성이 있는 힘으로 인한 외상으로 유발되며, 손상된 축삭의 양과 병소의 부위가 손상의 정도를 결정하고 회복의 정도에도 관련이 있다. 또한 미만성 축삭 손상은 급성 경막하 출혈에 비해 충격 기간이 긴 가속력이나 점진적인 충격으로 유발되며 미만성 축삭 손상은 사위회전 가속력이 가해졌을 때 더욱 심한 손상이 발생한다. 즉 두부의 사위측방의 운동이 가해지면 대뇌반구는 이동하려는 경향을 갖게 되나 대뇌겸에 막혀 중앙선을 넘어 이동하는 것이 제한된다. 이때 전단 장력이 대뇌반구를 연결하는 뇌량에 가해지게 되는데 대뇌겸의 앞부분은 높이가 낮으므로 순간적으로 대뇌 반구 일부가 중앙선을 지나 어느 정도 반대편으로 이동할 수 있어 전단 장력이 약하게 발생되나 대뇌겸의 뒷부분은 높이가 높아서 뇌의 전위가 어려우므로 회전 가속력이 주어지면 뇌량의 후반부에 보다 큰 전단 장력이 가해지게 되기 때문에 뇌 미만성 축삭 손상 병소는 주로 뇌량의 후반부에 나타난다고 설명하고 있다[4]. 한편, Komatsu[7]등은 46례의 뇌손상 환자의 부검에서 뇌량부 출혈을 발견하고 이중 대뇌겸과 가장 근접해 있는 뇌량 팽대부의 출혈은 4례에 불과하며 대뇌겸에 의한 출혈을 부인하였고, Lindenberg[9]등은 물리적인 힘에 의하여 성상이 다른 뇌조직의 전단손상을 설명하고 Holbourn[6]은 두개골이 회전할 때 뇌는 " left behind "를 피하기 위해 brain rigidity에 의존한다고 가정하였다. Strich[16]는 이때의 출혈을 현미경으로 관찰하면 뇌량외에도 뇌간부, 뇌궁, 전교련등에도 축삭돌기의 손상이 있는 것으로 보고하였다. 저자의 예에서도 경사에코영상에서 뇌간부, 뇌량 후반부에 많은 손상이 관찰되었다(Table 3, 4) 내원당시의 혼수정도와 예후와의 관계에서 Levati[8]등은 내원당시의 GCS가 5점 이하와 6점 이상의 예후를 비교하여 아주 유의한 차이를 보고하였다. 저자의 예에서도 내원당시의 GCS 5점이하와 6점이상의 예후를 비교하였을 때 내원당시 GCS 6점 이상인 군은 33%가 의식을 회복하지 못하였고 5점 이하인 군은 67%

Table 2. Distribution of lesions on gradient-echo images

No	Deep																			Superficial									
	c.callosum					med		pons		midbrain			cbll. pdn			th	cr	bg		cerebral					cb		c. atro.		
	ge	a.	m.	p.	sp	ve	dr	bp	pt	cc	te	tc	s.	m.	i.	th	cr	bg	fr	te	pa	oc	in	cb	I	II	III
1.			+	+				+		+		++						++	++	++	++				+		
2.					+			+	+	+				+		+	+	++	++	+					+	+		
3.				+	+					++	+						++	++		++	++						+	
4.					+				++		++			+					+		++	+					+	
5.		+	+	+				+		+	+		+	+	+	+			++	++	+				+			
6.	+	+	+	+	+	++			+		++		+	+		+	+		++	+	+					+		
7.	+	+	+	+	+				+					+		+	+		++	++	++						+	
8.		+	+	+	+				+							+		++	++	++	++						+	
9.			+	+	+			+		+		+	++		+	++								+	+		+	
10.	+		+	+	+			+											+	+	+						+	
11.	+			+	+										+	+			++	+					+			
12.					+						+																	
13.			+	+					+			++	+	+	+	+		++	++	++	++		+	+		+	
14.																+			++	++	+				+			
15.														+		+			++								+	
16.																++			++	++								
17.														+			+	+	++	++	++			+				
18.			+	+													+	+	++	++			+		+			
19.			+	+				+		+	+				+			++	++	++	++							

Abbreviation ; ge. : genu, a. : anteiror body, m. : middle body, p. : posterior body, sp. : splenium, med. : medulla, ve. : ventral, dr : dorsum, bp. : basis pontis, t. : pontine tegmentum, cc. : crus cerebri, te. : tegmentum, tc. : tectum, cbll. pdn. : cerebellar peduncle, s. : superior, m. : middle, l. : inferior, th. : thalamus, cr. : corona radiata, bg. : basal ganglia, fr. : frontal, te. : temporal, pa. : parietal, oc. : occipital, in. : insula, cb. : cerebellum.

**The degree of brain atrophy is classified into mild(Ⅰ), moderate(Ⅱ), and severe(Ⅲ)atrophy according to comparing precentral gyrus thickness with superficial gyrus thickness.

Table 3. Distribution of lesions in poor and favorable outcome groups.

Location	Group A*(n=9)	Group B(n=10)	p-value
Stem	35	15	.001
Corpus callosum	26	13	.034
Thalamus	7	6	.528
Corona radiata	4	2	.229
Basal ganglia	8	9	.578
Cortex	42	47	.836
Cerebellum	5	4	.548
Atropy	8	4	.076
Total	135	100	

* group A : GOS≤3
group B : GOS≥4

Table 4. Subdivision of callosal lesions in poor and favorable outcome groups.

Location	Group A*(n=9)	Group B(n=10)
Genu	2	1
Body		
ant.	4	0
mid.	6	3
post.	7	5
Splenium	7	4

* group A : GOS≤3
group B : GOS≥4

Table 5. Distribution of superficial and deep lesions in poor and favorable outcome groups.

	Group A*(n=9)	Group B(n=10)
Superf.	42	47
Deep	79	36

* group A : GOS≤3
group B : GOS≥4

가 의식을 회복하지 못하여 초기 GCS점수가 낮은 군에서 예후가 불량하였다(Table 6).

Anderson[1]등에 의하면 병변 부피(lesion voume)과 초기 GCS점수가 통계학적으로 의미있는 연관성을 보인다고 보고 하였는바 저자의 경우 GOS와 병변의 개수의 통계학적 연관성을 분석하였기에 병변부피와의 관계는 앞으로 더 연구되어야 한다고 본다. 예후를 예측하는데 있어 영상검사(imaging feature)의 기여도에 관하여, Narayan[12]은 뇌전산단층 촬영에서 손상의 정도를 판정함으로써 예측지수가 임상정보만으로 했을 때 42%에 불과 하던 것을 52%로 증가되었다고 보고 하였으며 van Dongen[17]등은 임상정보만으로 48%이던 것을 62%로 증가하였다고 보고 하였고 Lipper[10]등은 Narayan이 보고한 뇌 전산단층촬영 소견을 더 세분화하여 69.7%에서 75.8%로 향상 시켰다.경사에코 영상이 기존의 스핀에코 T2강조영상보다 출혈이나 석회화

Table 6. Relation between initial Glasgow coma scale and Glasgow outcome scale.

Initial GCS	GOS	
	favorable	poor
GCS≥6	8	4
GCS≤5	2	4

Table 7. Glasgow outcome scale

Score		Meaning
5	Excellent	- resumption of normal lifestyle
4	Good	- disabled but independent
3	Fair	- conscious but dependent
2	Poor	- unresponsive and speechless
1	Death	

와 같은 상자성 병소(paramagnetic lesion)를 훨씬 민감하게 찾아내고 오래된 출혈에서도 보다 낮은 신호강도 를 보여 출혈당시의 소견이 오랫동안 변하지 않는 장점이 있다[2)3)5)11)14)15)]. 내원 당시 환자의 상태의 변화에 따라 뇌 자기공명영상을 촬영할 수 있으며 손상 발생과 자기공명영상 검사사이의 기간은 다양해질 수 있다. 출혈후 시간경과에 따라 변할 수 있는 스핀에코 T2 강조영상보다는 오랫동안 그 소견이 변하지 않는 경사에코영상이 병소를 명확하게 밝혀 낼 수 있을 것으로 사료된다.

결 론

저자들은 1995년 3월부터 1998년 3월까지 GCS 8이하인 미만성 축삭 손상으로 진단받은 19명의 환자를 대상으로 경사에코자기공명영상 자료를 분석한 결과 병변의 수가 많을수록, 심부병변이 많을수록 예후가 불량함을 알 수 있었고 뇌간과 뇌량의 병변의 수가 환자의 예후에 따라 통계학적으로 유의한 차이가 있음을 알 수 있었다. 예후가 불량한 군에서 뇌량의 중, 후반부 손상이 많은 경향을 보였으나 통계학적 유의성은 찾을 수 없었다. 경사에코자기공명영상검사는 출혈후 오랫동안 소견이 변화하지 않는 장점이 있으므로 미만성 축삭 손상 환자의 진단과 예후를 평가하는데 좋은 지표가 될 수 있을 것으로 사료된다.

• 논문접수일 : 2000년 6월 14일
• 심사완료일 : 2000년 9월 29일
• 책임저자 : 박 인 성
660 - 702 경남 진주시 칠암동 92번지
경상대학교 의과대학 신경외과학교실
전화 : 055) 750 - 8112, 전송 : 055) 759 - 0817
E - mail : gnuhpis@nongae.gsnu.ac.kr

References

1) Anderson CV, Wood DM, Bigler ED, Blatter DD : *Lesion volume, injury severity, and thalamic integrity following head injury. J Neurotrauma 13(2) : 59-65, 1996*
2) Atlas SW, Grossman RI, Hackney DB, Gomori JM, Camagna N, Goldberg HI, et al : *Calcified intracranial lesions : detection with gradient-echo-acquisition rapid MR imaging. AJR 150(6) : 1383-1389, 1988*
3) Gennarelli TA, Thibault LE, Adams JH, Graham DI, Thompson CJ, Marcincin RP : *Diffuse axonal injury and traumatic coma in the primate. Ann Neurol 12(6) : 564-574, 1982*
4) Gentry LR, Godersky JC, Thompson BH : *Traumatic brain stem injury : MR imaging. Radiology 171(1) : 177-187, 1989*
5) Gustafsson O, Rossitti S, Ericsson A, Raininko R : *MR imging of expeimentally induced intracranial hemorrhage in rabbits during the first 6 hours. Acta Radiol 40(4) : 360-368, 1999*
6) Holbourn AHS : *The mechanism of brain injuries. Br Med Bull 3 : 147-149, 1945*
7) Komatsu S, Sato T, Kagawa S, Mori T, Namiki T : *Traumatic lesions of the corpus callosum. Neurosurg 5(1 Pt 1) : 32-35, 1979*
8) Levati A, Farina MI, Vecchi G, Rossanda M, Marrubini MB : *Prognosis of severe head injuries. J Neurosurg 57(6) : 779-783, 1982*
9) Lindenberg R, Freytag E : *The mechanism of cerebral contusions : A pathologic-anatomic study. Arch pathol 69 : 440-469, 1960*
10) Lipper MH, Kishore PRS, Girevendulis AK, Miller JD, Becker DP : *Delayed intracranial hematoma in patients with severe head injury. Radiology 133(3 Pt 1) : 645-649, 1979*
11) Luedeke KM, Roeschmann P, Tischler R : *Susceptibility arifacts in NMR imaging. Magn Reson Imaging 3(4) : 329-343, 1985*
12) Narayan RK, Greenberg RP, Miller JC, Enas GG, Choi SC, Kishore PR, et al : *Improved confidence of outcome prediction in severe head injury. J Neurosurg 54(6) : 751-762, 1984*
13) Park CW, Kim ES, Kim JH, Park IS, Jung JM, Han JW : *MR Imaging of Diffuse Axonal Injury. J Kor Neurosurg Soc 25(5) : 977-983, 1996*
14) Rockwell DT, Melhem ER, Bhatia RG : *GRASE(Gradient-and Spin-echo) MR of the Brain. AJNR 18(10) : 1923-1928, 1997*
15) Siebner HR, Graflin von Einsiedel H, Wilhelm T, Auer C, Conrad B : *The "heme"- sequence. Value in differential spontaneous intracerebral hemorrhage diagnosis. Nervenarzt 70(8) : 714-722, 1999*
16) Strich SH, Oxon DM : *Shearing of nerve fibers as a cause of brain damage due to head injury-a pathological study of twenty cases. Lancet 2 : 443-448, 1961*
17) van Dongen KJ, Braaakman R, Gelpke GJ : *The prognostic value of computerized tomography in comatose head injured patients. J Neurosurg 59(6) : 951-957, 1983*
18) Zimmerman RA, Bilaniuk LT, Hackney DB, Goldber HI, Grossman RI : *Head injury : Early results comparing CT and high field MR. AJR 147(6) : 1215-1222, 1986*