

# 중증 두부 외상 환자에서 조기 예방적 감압 개두술

연세대학교 원주의과대학 신경외과학교실

신상하 · 황 금 · 백승정 · 김현주 · 홍순기 · 허 철

Early Preventive Decompressive Craniectomy in Patients with Severe Traumatic Brain Injury

Sang-ha Shin, M.D., Kum Whang, M.D., Seung-Jung Paik, M.D., Hun-Joo Kim, M.D.,  
Soon-ki Hong, M.D., and Chul Hu, M.D.,

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

**Objective:** The aim of this study is to evaluate the outcomes of severe head injury patient who underwent decompressive craniectomy by correlating clinical characteristics and radiologic findings.

**Methods:** The medical records of 52 patients with severe head injury who underwent early large fronto-subtemporo-parietal craniectomies, from January 2001 to December 2004 were reviewed retrospectively. The inclusion criteria for decompressive craniectomy are as follows: Glasgow Coma Scale (GCS) score of 8 or below, midline shift greater than 1cm on brain CT or increased brain swelling compared to initial status in operation for hematoma evacuation, absent mesencephalic cistern and compressed gyral pattern, and signs of brain stem compression. The changes in radiologic finding after decompressive craniectomy and preoperative clinical characteristics were evaluated.

**Results:** Favorable outcome was seen in patients with higher GCS scores and in patients with decompressed mesencephalic cisterns. Favorable outcome was also seen in patients with greater resolution of midline shift after operation. Age, intracranial pathology, and area of dominant cerebral edema had no influence in patient outcome.

**Conclusion:** In severe head trauma patients with a GCS score of 8 or lower, radiological findings of compressed mesencephalic cistern or midline shift of greater than 10 mm, and signs of brain stem compression, early large decompressive craniectomy can help in achieving favorable outcome.

**Key Words:** Severe traumatic brain injury · Decompressive craniectomy · Intracranial hypertension · Outcome



## 서론

감압 개두술은 중증 뇌부종 환자에서 보존적인 치료에 반응이 없는 경우 선택할 수 있는 치료 중의 하나로, 이 수술이 중증 뇌부종에서 다른 치료에 반응이 없는 경우에 한하여 시행되어야 할 지 우선적으로 시행되어야 하는 지에 대해서는 논란의 여지가 있다. 지금까지 발표된 여러 연구 결과를

볼 때, 중증 두부 외상 환자에서 감압 개두술은 두개강 내압 감소에 도움이 된다고 하였다<sup>1,3,4,6,11,16,17,20,22,25,27</sup>. 또한 감압 개두술은 비용이 많이 들지 않고, 합병증이 적으며, 개두술 시 감압 개두술을 동시에 쉽게 할 수 있다는 장점을 가지며 뇌간 압박 징후를 보이는 환자에서 두개강 내압 감소를 위하여 다른 치료 방법을 시도하기 전 두개강 내압에 대한 감시 없이도 우선적으로 시행될 수 있다<sup>17</sup>. 감압 개두술의 효과를 판단하는데 있어서는 수술 전 후 두개강 내압의 비교가 가장 좋으나, 본 연구에서 처럼 외상 직후 의식 저하로 내원한 환자 중 뇌전산화단층촬영(CT) 후 수술을 시행하여야 하는 경우에 수술 전 두개강 내압을 측정하는 것은 치료를 지연시키게 되는 경우도 있다.

Corresponding Author: Kum Whang, M.D.

Department of Neurosurgery, Wonju College of Medicine, Yonsei University, 162, Ilsan-Dong, Wonju-Si, Kangwon-Do, 220-701 Korea  
Tel: 82-33-741-0592, Fax: 82-33-746-2287  
E-mail: whangkum@wonju.yonsei.ac.kr

저자들은 두부외상 후 응급실로 내원한 환자 중 초기 의식 상태가 불량하여 조기에 예방적 감압적 개두술을 시행한 환자들을 대상으로 하여 임상적 및 방사선학적 분석을 통해 감압 개두술의 유용성을 평가하고자 하였다.



## 대상 및 방법

2001년 1월부터 2004년 12월까지 본원에 입원한 중증 두부 외상 환자 중 초기 예방적 감압 개두술을 시행한 52명을 대상으로 후향적으로 조사하였다. 모든 환자에서 뇌전산화 단층촬영을 시행하였으며, 감압 개두술 시행을 위한 조건은 다음과 같았다.

① 글라스 고우 혼수 계수(Glasgow Coma Scale)가 8점 이하이며, ② 뇌 CT 상 중앙선 변위가 1 cm 이상이거나, 혈종 제거를 위한 수술에서 수술 시야 상 초기보다 진행된 뇌부종이 관찰된 경우(Fig. 1), ③ 뇌 CT 상 mesencephalic cistern 소실, gyral marking 압박 소견이 보이는 경우(Fig. 2), ④ 뇌간 압박 징후가 보이는 경우이다.

뇌 CT는 내원 당시와 감압 개두술 후에 시행하였다. 모든 환자에서 전두-하측두-두정부 부위를 포함한 광범위한 감압 개두술을 시행하였으며, 인조 경막을 사용하여 경막 성형술을 시행하였다. 뇌 CT 상 수술 전 후 중앙선 변위 정도와 그 차이를 측정하였고, mesencephalic cistern이 존재하는 경우, gyral marking의 압박 정도가 감소된 경우를 호전된 것으로 평가하였다.

임상적으로는 초기 GCS점수 및 뇌내 병변의 종류 및 위치 등을 조사하였고, 신경학적 예후는 퇴원 시 Glasgow Out-

come Scale(GOS) 점수를 조사하여 GOS점수가 4, 5점 일때 좋은 예후로 하였고, GOS 점수가 1, 2, 3점을 불량한 예후로 정하였다. 통계학적 분석은 SPSS 12.0을 이용하여 chi-square test와 independent sampled T-test로 하였으며,  $p < 0.05$ 로 통계학적 유의성을 검증하였다.



## 결 과

대상자는 52명이었는데 이중 남자가 37명, 여자가 15명으로 남자가 많았다. 뇌 부종의 방향은 우측 뇌부종을 보인 경우가 25례, 좌측 뇌부종을 보인 경우가 27례 였다. 두개강내 병변은 경막하 혈종이 25례, 경막상 혈종 12례, 좌상성 뇌부종 5례였고, 나머지 10례는 경막하 혈종, 경막상 혈종, 좌상성 뇌부종이 복합된 양상이었다(Table 1).

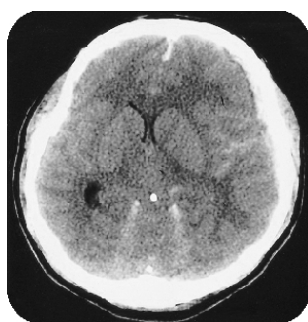
조기 예방적 감압적 개두술을 시행한 환자 중 18명(34.6%)에서 양호한 예후를 보였고, 34명(65.4%)에서 불량한 예후를 보였다(Table 2). 전체적인 사망률은 44.2%(23/52)였다.

예후에 있어서 남녀의 차이는 없었고( $p=0.40$ ), 뇌부종의 방향성, 두개강내 병변도 예후에 있어 차이가 없었다( $p=0.10$ ) (0.215). Mesencephalic cistern은 수술 후 23%(12/52)에서 호전되었고, 이는 환자의 좋은 예후와 통계학적으로 유의하였다( $p=0.002$ ). Gyral pattern은 11%(6/52)에서 호전되었으나, 좋은 예후와 통계학적 의미는 없었다( $p=0.16$ )(Table 3).

환자의 평균 연령은  $38.06 \pm 18.48$ 세였으며, 환자의 연령이 낮을수록 양호한 예후를 보이는 경향이 있었으나, 통계학적 의미는 없었다( $p=0.116$ ). 초기 GCS점수는 평균  $5.38 \pm 1.46$ 점이었고, 초기 GCS점수가 높을수록 예후가 양호하였다( $p=0.003$ ).



**Fig. 1.** Preoperative computed tomography reveals midline shift left to right due to subdural hemorrhage and brain swelling.



**Fig. 2.** Preoperative computed tomography reveals absent mesencephalic cistern and compressed gyral marking.

**Table 1.** Number of cases underwent decompressive craniectomy according to sex, dominant hemisphere, intracranial pathology

		No. of cases
Sex	Male	37
	Female	15
Dominant hemisphere	Right	25
	Left	27
Intracranial pathology	Acute SDH	25
	Acute EDH	12
	Contusion(s)	5
	Mixed	10

No.: Number, SDH: Subdural hemorrhage, EDH: Epidural hemorrhage

중심선 변위는 수술 전 평균  $14.0 \pm 2.5$  mm였고, 수술 후 평균  $10.6 \pm 3.0$  mm이었으며, 수술에 의한 중심선 변위 감소는  $3.3 \pm 2.0$  mm이었다. 수술 전 중심선 변위가 작을수록 환자의 예후가 좋았으나 통계학적으로 유의 하지는 않았고( $p=0.056$ ), 수술 후 중심선 변위는 작을수록 환자 예후가 좋았

고, 통계학적으로 유의 하였다( $p=0.002$ ). 수술 후 중심선 변위감소는 예후가 좋았던 군에서 그렇지 않았던 군보다 더 크게 나타났으며, 통계학적 의의를 보였다( $p=0.001$ )(Table 4). 또한 수술 후 mesencephalic cistern이나, gyral cistern이 호전을 보이는 경우 중심선 변위 감소는 증가 하는 경향을 보였으나 통계학적 의의는 없었다( $p=0.08$ ,  $p=0.11$ ).

**Table 2.** Outcome of patients underwent decompressive craniectomy

Outcome	No. of cases(%)
Favorable(GOS score 4~5)	18(34.6)
Unfavorable(GOS score 1~3)	34(65.4)
Total	52(100)

No.: Number, GOS: Glasgow outcome scale

**Table 3.** Correlations of outcome with clinical characteristics I

		Outcome		p value
		Favorable	Unfavorable	
Sex	Male	11(29.7%)	26(70.3%)	0.40
	Female	7(46.7%)	8(53.3%)	
Dominant hemisphere	Right	9(35.0%)	16(64.0%)	1.0
	Left	9(33.3%)	18(66.7%)	
Intracranial pathology	Acute SDH	7(28.0%)	18(72.0%)	0.215
	Acute EDH	7(58.3%)	5(41.7%)	
	Contusion(s)	2(40.0%)	3(60.0%)	
	Mixed	2(20.0%)	8(80.0%)	
Mesencephalic cistern	Improved	9(75.0%)	3(25.0%)	0.002
	No improved	9(22.5%)	31(77.5%)	
Gyral pattern	Improved	4(66.7%)	2(33.3%)	0.166
	No improved	14(30.4%)	32(69.6%)	

SDH: Subdural hemorrhage, EDH: Epidural hemorrhage

**Table 4.** Correlations of outcome with clinical characteristics II

		Outcome		p value
		Favorable	Unfavorable	
Age(year)		$32.50 \pm 16.32$	$41.00 \pm 19.10$	0.116
Initial GCS* Score		$6.28 \pm 1.56$	$4.91 \pm 1.16$	0.003
Preoperative mid-line shift(mm)		$13.16 \pm 2.03$	$14.55 \pm 2.63$	0.056
Postoperative mid-line shift(mm)		$8.88 \pm 1.77$	$11.58 \pm 3.22$	0.002
Difference of mid-line shift(mm)		$4.50 \pm 2.28$	$2.67 \pm 1.57$	0.001

\*GCS: Glasgow coma scale



## 고 찰

두부 외상 후에 혈관인성 부종, 세포독성 부종, 대뇌의 vasocongestion 등에 의해 중증의 뇌부종이 발생할 수 있다. 만약 보존적 치료가 항진된 두개강 내압의 치료에 실패하면 barbiturate coma therapy, 저 체온요법, 과 호흡 치료, 감압 개두술 등을 시행할 수 있으며, 이중 Kleist 등<sup>17)</sup>은 감압 두개술이 두개강 내압을 즉각적으로 감소시키는 것이 가장 빠른 방법이며, 가장 낮은 합병증을 보인다고 하였다. 또한 Polin 등<sup>25)</sup>도 감압 개두술이 두개강 내압을 유의하게 감소시킨다는 것을 보여주었다. 감압 개두술의 효과를 연구한 동물 실험에서는 긍정적인 효과를 명확하게 입증할 수 없다는 연구도 있었으나<sup>9,13,21)</sup>, 대부분은 감압 개두술이 두개강 내압을 감소시킨다고 하였다<sup>5,21,26)</sup>. 또한 뇌경색의 경우에서도 두개강 내압이 증가 할 수 있다면 감압 개두술을 시행함으로써 사망률이 감소하며, 예후가 호전 되었다는 보고도 있다<sup>7)</sup>.

감압 개두술은 1900년대 초부터 시행되었으며, 병소의 위치와 크기 등에 따라 다양한 방법의 감압술이 시행되어 왔다<sup>4,5)</sup>. 그 중 전두부 감압개두술과 양측성, 또는 편측성 감압 개두술은 현재도 많이 시행되고 있으며, 그 수술 결과도 좋다고 보고 되고 있으며<sup>4,25)</sup>, 또한 Münch 등<sup>23)</sup>은 수상 초기에 수술하는 것이 환자의 예후를 결정하는데 중요하며, 특히 수상 후 4시간 이내에 수술한 환자에서 사망률이 현저히 감소한다고 하였고 다른 여러 연구에서도 수술 시기가 환자의 사망률을 결정하는데 있어서 중요하다는 결과를 보였다<sup>2,14)</sup>. 본 연구에서도 두부손상 직후 중증 뇌부종을 보이는 환자

에서 광범위한 전두-하측두-두정부 부위를 포함한 조기 예방적 감압 개두술을 시행하여 만족 할 만한 결과를 얻었다.

감압 개두술의 예후에 대한 여러 임상 연구들에 따르면 사망률은 13.5%에서 90%까지 다양하였다<sup>10,23</sup>. 본 연구에서 사망률은 약 44%였으며, 좋은 예후를 보인 경우는 약 34%였다. 환자군의 크기, 수술 방법, 다양한 연령 분포 및 치료 개념의 변화 등으로 인하여 이러한 연구들 사이의 사망률과 예후를 적절히 비교하기는 어려우나 본 연구가 초기 GCS 점수 8점 이하 환자들을 대상으로 평균 GCS 점수가 상당히 낮았던 환자였음을 감안 할 때 생존율 및 예후는 좋았다고 생각된다. 이는 두부외상으로 인한 의식이 좋지 못한 중증 뇌부종 환자에 있어서 조기 예방적 광범위 감압 개두술이 두개강 내압 상승으로 인한 조기 사망률을 줄이며, 이후 발생하는 뇌부종에 대한 감압으로 예후를 향상시켰기 때문으로 사료된다.

감압 개두술을 시행한 환자에서 그 효과를 평가하기 위해서 여러 객관적인 지표들을 측정한 여러 임상 연구들이 있어 왔다. 그러나 이러한 연구들은 감압 개두술의 긍정적인 효과를 입증하지는 못했다. Yamakami 등<sup>28</sup>은 감압 개두술을 시행한 환자들에서 국소적인 뇌 혈류량의 변화와 hyperperfusion을 연구하기 위하여 single-photon emission CT를 시행하였다. 이 연구에 따르면 국소 뇌혈류량의 증가는 손상된 뇌 조직이 neural damage로 인한 뇌경색을 막는데, 기여할 수 있다고 하였다. 반면에 Ogawa 등<sup>24</sup>은 감압 개두술 후에 두개강 내압이 감소한다고 해서 반드시 뇌 조직의 산소화 정도가 좋아지지 않는다는 것을 발견하였다.

본 연구에서는 뇌전산화단층촬영 상 나타나는 변화와 임상 변수에 따라 예후를 평가하였다. Münch 등<sup>23</sup>은 감압 개두술 후 뇌실과 gyral pattern의 변화가 없어도 mesencephalic cistern의 모양은 유의한 호전을 보였고, 환자의 예후를 향상 시키는데 도움이 될 수 있다고 하였고, mesencephalic cistern의 호전이 있을 때 중심선 변위가 감소하였다고 하였다. 본 연구에서도 예후가 좋았던 거의 모든 환자에서 소실되었던 mesencephalic cistern이 감압되는 소견을 보였다. gyral pattern은 대다수의 경우에서 변화를 보이지 않았고, 통계학적 유의성은 없었으나, 예후가 좋았던 환자에서 압박되었던 gyral pattern이 감압된 경우가 많았다. 하지만 중심선 변위 감소와 통계학적 의미는 없었다. 또한 Eisenberg 등<sup>8</sup>은 중심선 변위는 두개강 내압 향진을 잘 보여 주는 지표 중의 하나이며, 중심선 변위가 크면 클수록, 사망률이 높다고 하였다. 본 연구에서 중심선 변위는 감압 개두술 이후  $3.3 \pm 2.0$  mm 감소하였고, 이는 환자의 좋은 예후와 관련이 있었다.

두부 손상에 있어 예후는 50세 이하의 젊은 연령군의 환자가 50세 이상의 고 연령군의 환자보다 더 좋다고 하였다<sup>12,15,18</sup>. 감압 개두술을 시행한 경우에도 마찬가지로 젊은 연령군의 환자가 예후가 좋다고 하였다<sup>19</sup>. 본 연구에서는 나이가 어린 경우 예후가 좋은 환자가 많았으나, 나이와 예후 사이에 통계적 유의성은 없었다. 나이와 예후와의 연관성에 대해서 향후 많은 수의 표본을 대상으로 한 전향적 연구가 필요할 것으로 사료된다.

본 연구에서는 뇌 CT 소견 및 임상적 상태에 따라 수술 여부를 결정하였고, 수술 후 예후와 비교하였다. 이는 뇌 상태를 객관적으로 평가할 수 있는 지표라 하기 힘들다. 조기 수술이 필요한 환자에서 수술 전 뇌 관류 전산화단층촬영 등의 검사를 통한 뇌 관류 상태 파악과 수술 후 추적 검사를 통한 비교 분석은 환자의 예후를 평가하는데 있어 많은 도움이 될 것으로 판단된다.



## 결론

중증 두부 외상으로 인해 의식이 저하된 환자(GCS 점수 8 이하)에서 방사선학적으로 mesencephalic cistern이 압박 소견이 보이거나, 중앙선 변위가 10 mm 이상, 뇌간 압박징후를 보이는 경우 조기 광범위 감압 개두술을 시행함으로써 환자의 예후 향상에 도움이 될 수 있을 것으로 사료된다. 또한 수술 후 예후를 판단하는데 있어 초기 GCS점수 및 mesencephalic cistern의 눌림 정도의 변화, 수술 전 후 중심선 변위의 감소 차이에 대한 분석이 환자의 예후를 추정하는데 도움이 될 것으로 사료된다.



## 참고 문헌

1. Alexander E III, Bail MR, Laster DW: Subtemporal decompression: Radiological observations and current surgical experience. *Br J Neurosurg* 1:427-433, 1987
2. Becker DP, Miller JD, Ward JD, Greenberg RP, Young HF, Sakalas R: The outcome from severe head injury with early diagnosis an intensive management. *J Neurosurg* 47:491-502, 1977
3. Britt RH, Hamilton RD: Large decompressive craniotomy in the treatment of acute subdural hematoma. *Neurosurgery* 2: 195-200, 1978
4. Clark K, Nash TM, Hutchison GC: The failure of circum-



- ferential craniotomy in acute traumatic brain swelling. **J Neurosurg** 29:367-371, 1968
5. Cooper PR, Hagler H, Clark WK, Barnett P: Enhancement of experimental cerebral edema after decompressive craniectomy; Implications for the management of severe head injuries. **Neurosurgery** 4:296-300, 1979
6. Cooper PR, Rovit RL, Ransohoff J: Hemicraniectomy in the treatment of acute subdural hematoma: A re-appraisal. **Surg Neurol** 5:25-28, 1976
7. Doerfler A, Forsting M, Reith W, Staff C, Heiland S, Schwabitz WR, et al: Decompressive craniectomy in a rat model of "malignant" cerebral hemispheric stroke; Experimental support for an aggressive therapeutic approach. **J Neurosurg** 85:853-859, 1996
8. Eisenberg HM, Garry HE, Aldrich EF, Saydjari C, Turner B, Foulkes MA, et al: Initial CT finding in 753 patients with severe head injury; A report from the NIH traumatic coma data bank. **J Neurosurg** 73:688-698, 1990
9. Gaab MR, Knoblich OE, Fuhrmeister U, Pflughaupt KW, Dietrich K: Comparison of the effects of surgical decompression and resection of local edema in the therapy of experimental brain trauma. **Childs Brain** 5:484-498, 1979
10. Gaab MR, Rithierodt M, Lorenz M, Heissler HE: Traumatic brain swelling and operative decompression: A prospective investigation. **Acta Neurochir Suppl(Wien)** 51:326-328, 1990
11. Gower DJ, Lee KS, Mcwhorter JM: Role of subtemporal decompression in severe closed head injury. **Neurosurgery** 23:417-422, 1988
12. Gutterman P, Shenkin HA: Prognostic features in recovery from traumatic decerebration. **J Neurosurg** 32:330-335, 1970
13. Hamington ML, Bagley RS, Moore MP, Tyler JW: Effect of craniectomy, duroplasty and wound closure on intracranial pressure in healthy cats: **Am J Vet Res** 57:1659-1661, 1996
14. Haselsberger K, Pucher R, Arer LM: Prognosis after acute subdural or epidural hemorrhage. **Acta Neurochir** 90:111-116, 1988
15. Howard MA III, Gross AS, Dacey RG Jr, Winn HR: Acute subdural hematomas; An age-dependent clinical entity. **J Neurosurg** 71:858-863, 1989
16. Jamieson KG, Yelland JD: Surgically treated traumatic subdural hematoma. **J Neurosurg** 37:137-149, 1972
17. Kleist-Welch Guerra W, Gaab MR, Dietz H, Mueller JU, Pik J, Fritsch MJ: Surgical decompression for traumatic brain swelling: Indications and results. **J Neurosurgery** 90:187-196, 1999
18. Luerssen TG, Klauber MR, Marshall LF: Outcome from head injury related to patients age; A longitudinal prospective study of adult and pediatric head injury. **J Neurosurg** 68:409-416, 1988
19. Marshall LF, Gantille T, Klauber MR: The outcome of severe closed head injury. **J Neurosurg** 75:28-36, 1991
20. 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
21. Moody RA, Ruamsuke S, Mullan SF: An evaluation of decompression in experimental head injury. **J Neurosurg** 29:568-590, 1968
22. Morantz RA, Abad RM, George AE, Rovit RL: Hemicraniectomy for acute extracerebral hematoma: An analysis of clinical and radiographic findings. **J Neurosurg** 39:622-628, 1973
23. Munch E, Horn P, Schurer L: Management of severe traumatic brain injury by decompressive craniectomy. **Neurosurgery** 47:315-323, 2000
24. Ogawa M, Minami T, Katsurada K, Sugimoto T: Evaluation of external cranial decompression for traumatic acute brain swelling. **Med J Osaka Univ** 25:73-78, 1974
25. Polin RS, Shaffrey ME, Bogaer CA, Teasdale N, Germanson T, Bocchicchio B, et al: Decompressive bifrontal posttraumatic cerebral edema. **Neurosurgery** 41:84-94, 1997
26. Rinaldi A, Mangriola A, Anile C, Maria G, Arnante P, Ferraresi A: Hemodynamic effects of decompressive craniectomy in cold-induced brain edema. **Acta Neurochir Suppl (Wien)** 51:394-396, 1990
27. Venes JL, Collins WE: Bifrontal decompressive craniectomy in the management of head trauma. **J Neurosurg** 42:429-433, 1975
28. Yamakami I, Yamamura A: Effects of decompressive craniectomy on regional blood flow in severe head trauma patients. **Neurol Med Chir** 33:616-620, 1993