

동반 병변 없는 급성 경막하혈종의 예후에 관계되는 위험인자

동국대학교 의과대학 경주병원 신경외과학교실

이 영 배

Risk Factors Related to Prognosis in Patients with Isolated Traumatic Subdural Hematoma

Young Bae Lee, MD

Department of Neurosurgery, Gyeongju Hospital, Dongguk University College of Medicine, Gyeongju, Korea

Objective: The purpose of this study was to analyze risk factors related to prognosis in patients treated for isolated traumatic acute subdural hematoma (ASDH). **Methods:** A retrospective study of 164 blunt head trauma patients with isolated ASDH who were admitted to our hospital between January 2002 and December 2009 were reviewed. Information regarding age, sex, trauma mechanism, Glasgow Coma Scale (GCS) score, symptoms, brain computed tomography (CT) findings, hospital course and 6-months outcome were collected and analyzed. **Results:** The overall mortality was 19.6 % (32/164). A lower GCS score at the time of admission, the presence of brain herniation were identified as independent risk factors, while no independent association was observed between mortality and hematoma volume, thickness, midline shift and obliteration of patency of the basal cisterns, although these variables were correlated with mortality in univariate analyses. **Conclusion:** These findings can be used to predict outcome and may also be useful in making decisions about triage, quality assurance, and improve survival. (J Kor Neurotraumatol Soc 2011;7:12-18)

KEY WORDS: Subdural hematoma · Risk factor · CT scan findings · GCS score · Prognosis.

서 론

급성 경막하혈종은 신속한 진단과 치료에도 불구하고 높은 사망률과 생존하여도 심한 후유장애를 남기는 신경외과 의사들이 극복해야 될 병변 중 하나이다.^{5,20,25)} 현재까지 보고되고 있는 급성 경막하혈종 환자의 예후에 영향을 주는 인자들은 나이, 원인, 신경학적 상태, 외상 후 수술까지의 경과 시간, 이차손상의 정도, 두개강내압, 뇌전산화단층촬영(computed tomography: CT)에서 동반 병변 유무, 혈종의 크기 및 양, 정중선 변위 정도, 전신상태 등

이다.^{11,12,16,24,26,27)} 그러나 어떤 인자가 예후에 결정적으로 관여하는가에 대하여 명확히 밝혀진 것은 없다.

급성 경막하혈종은 동반 병변 없는 경막하혈종과 다른 병소와 동반된 경막하혈종으로 분류될 수 있는데, 현재까지 동반 병변 없는 급성 경막하혈종 환자의 예후에 대한 보고는 매우 드문 편이다.^{3,9)}

이에 본 교실에서는 동반 병변 없는 급성 경막하혈종 환자들을 대상으로 임상적 특징과 예후에 영향을 주는 위험인자들에 대하여 알아보려고 하였다.

대상 및 방법

2002년 1월부터 2009년 12월까지 두부 외상으로 본원에 입원 치료 하였던 환자 중 동반 병변 없는 경막하혈종으로 진단되었던 164명을 대상으로 후향적으로 조사하였다. 동반 병변 없는 경막하혈종은 내원 당시 뇌CT 소견으로 진

Received: March 24, 2011 / Revised: March 29, 2011

Accepted: April 29, 2011

Address for correspondence: Young Bae Lee, MD

Department of Neurosurgery, Gyeongju Hospital, Dongguk University College of Medicine, 1090-1 Seokjang-dong, Gyeongju 780-350, Korea

Tel: +82-54-770-8230, Fax: +82-54-770-8378

E-mail: leeyb@dongguk.ac.kr

단하였다. 이들에 대하여 내원 당시 생체 징후, 성별, 나이, 사고 유형, 의식 소실 유무, 경련, 저혈압, 저산소증, 알코올 섭취 여부, 내원 당시 의식 상태(glasgow coma scale: GCS), 동공 크기 및 대광반사 등을 임상 기록지 분석을 통해 기록하였다. 대상군의 뇌CT에서 두개골 골절 유무, 충/반충 손상 여부, 혈종의 위치, 혈종의 양, 중심선 편위 정도, 뇌저저조(basal cistern) 압박 유무 등을 측정하여 기록하였다. 혈종의 양은 Somatom Definition AS Leonardo (Siemens, Munich, Germany) 프로그램을 이용하여 산출하였다. 환자의 예후는 퇴원 6개월 후를 기준으로 Glasgow outcome scale에 의하여 측정하였는데, 양호한 회복(good recovery)과 중증도 장애(moderate disability)를 양호한 예후(good outcome)로 분류하였고, 중증 장애(severe disability), 식물인간 상태(vegetative state), 사망(death)을 불량한 예후(bad outcome)으로 분류하였다.

통계학적 유의성은 stata 11.0을 이용하여 교차분석(Chi-square test)하였고, 독립 예측 인자들을 찾기 위해 다변량 로지스틱 회귀분석(multivariate analysis logic regression test)을 이용하여 95% 신뢰구간에서 우도비

(odds ratio: OR)를 구하였다. 통계에서 p 값이 0.05 미만이면 유의하다고 정의하였다.

결 과

164명의 환자 중 남자 96명 (59%), 여자 68명 (41%)으로 남자에서 약간 많았으며, 연령분포는 2세부터 96세까지로 평균연령은 58 ± 17.3 세였다. 기왕증의 여부를 조사한 결과 164명 중 70명 (43%)에서 고혈압, 뇌혈관 질환, 당뇨병의 만성 질환을 가지고 있었다. 두부 손상의 원인은 교통사고가 99명 (60%)로 가장 많았으며, 낙상 51명 (31%) 등의 순이었다. 내원 당시 의식 정도를 GCS 점수에 따라 분류하였을 때 GCS 점수 3~7점이 52명 (32%), 8~12점이 22명 (13%), 13~15점이 90명으로 경증두부손상 환자가 55%로 가장 많았다 (Table 1). 내원 당시 뇌CT 소견에서 두개골 골절은 53명 (32%)에서 관찰되었으며, 충돌의 기전은 반충 손상이 115명 (70%)이었다 (Table 2). 예후에 영향을 주는 인자들을 확인하기 위한 단변량 분석에

TABLE 1. Summary of the patient's characteristics

Patient characteristic	Number of patients
Total cases	164
Gender	
Male	96
Female	68
Age distribution	
≤ 15	4
16-40	21
41-65	74
≥ 66	65
Causes of injury	
Transport related injuries	99
Motor vehicles	34
Pedestrian	21
Motor cycles	18
Bicycles	17
Farm machine	9
Fall down	51
Assault	3
Others	11
GCS score at the time of admission	
3-7	52
8-12	22
13-15	90

GCS: glasgow coma scale

TABLE 2. Radiographic findings on initial CT

Patient characteristic	Number of patients
Total cases	164
Skull fracture	
Absent	111
Present	53
Impact mechanism	
Coup	49
Contre coup	115
Location	
One lobe	20
Two lobes	53
Three lobes	91
Initial hematoma volume (cc)	
≤ 50	100
51-100	27
> 100	37
Hematoma thickness (mm)	
≤ 10	111
11-20	39
> 20	14
Midline shift (mm)	
≤ 5	94
6-15	63
> 15	22
Appearance of basal cistern	
Normal	121
Compression	30
Completely effacement	13

서 내원 당시 의식 수준 ($p=0.001$), 동공의 크기 및 대광반사 ($p=0.001$), 의식소실 ($p=0.001$), 기왕증 ($p=0.003$), 저산소증 ($p=0.001$), 치료 방법 ($p=0.001$), 혈종의 위치 ($p=0.001$), 혈종의 양 ($p=0.021$), 혈종의 두께 ($p=0.001$), 정중선 병위 ($p=0.001$), 뇌기저조의 압박 소견 ($p=0.001$) 등은 예후와 통계학적인 유의성을 보였으나, 입원 당시 나이, 성별, 두개골 골절, 손상 기전(충/반충 손상) 등은 통계학적으로 유의하지 않았다 (Table 3, 4). 그러나 다변량 로지스틱 회귀분석 결과 내원 당시 의식 수준 ($p=0.008$)

과 동공의 크기 및 대광반사 ($p=0.013$) 만이 동반 병변 없는 급성 뇌경막하혈종의 예후에 영향을 주는 독립적 인자로서 연관성이 있었다 (Table 5). 혈종 제거를 위한 수술적 치료는 75명에서 시행되었으며, 164명 중 32명에서 사망하여 사망률은 19.5%였다 (Table 6).

고 찰

급성 경막하혈종은 교정맥 파열, 두개골 골절과 동반된

TABLE 3. Results of univariate analyses relating the clinical variables to the outcome in patients for isolated traumatic acute subdural hematoma

Clinical variables	Good outcome		Bad outcome			p-value
	GR	MD	SD	VS	D	
Total	89	25	15	3	32	
Gender						0.926
Male	49	18	7	2	20	
Female	44	7	8	1	12	
Age						0.437
≤ 40	17	3	0	1	4	
41–65	40	11	7	1	15	
≥ 66	32	11	8	1	13	
GCS score						0.001
3–7	7	3	9	3	30	
8–12	11	6	4	0	1	
13–15	71	16	2	0	1	
Pupil						0.001
Normal	79	20	4	1	1	
Anisocoria	6	5	7	0	7	
Full dilatation	4	0	4	2	4	
LOC						0.001
Absent	29	10	2	0	2	
Present	60	15	13	3	30	
Intercurrent disease						0.003
Absent	62	12	5	2	13	
Present	27	13	10	1	19	
Hypoxia						0.001
Absent	82	24	8	1	8	
Present	7	1	7	2	24	
Alcohol						0.973
Absent	58	13	10	2	19	
Present	31	12	5	1	13	
Anticoagulant						0.419
Absent	80	19	10	2	29	
Present	9	6	5	1	3	
Treatment modality						0.001
Conservative	66	15	2	0	6	
Operation	23	10	13	3	26	

GR: good recovery, MD: moderate disability, SD: severe disability, VS: vegetative state, D: death, GCS: glasgow coma scale, LOC: loss of consciousness

TABLE 4. Results of univariate analyses relating the CT findings to the outcome in patients for isolated traumatic acute subdural hematoma

Clinical variables	Good outcome		Bad outcome			p-value
	GR	MD	SD	VS	D	
Total	89	25	15	3	32	
Skull fracture						0.455
Absent	65	14	11	2	19	
Present	24	11	4	1	13	
Impact mechanism						0.455
Coup	26	6	6	0	11	
Contre coup	63	19	9	3	21	
Hematoma location						0.001
1 lobe	15	3	2	0	0	
2 lobe	42	11	0	0	0	
3 lobe	32	11	13	3	32	
Hematoma volume						0.001
≤ 50	70	19	5	1	5	
51–100	11	6	4	0	6	
> 100	8	0	6	2	21	
Hematoma thickness						0.001
≤ 10	77	18	7	1	8	
11–20	10	7	5	2	15	
> 20	2	0	3	0	9	0.001
Midline shift						
≤ 5	70	18	5	0	1	
6–5	15	6	6	3	18	
> 15	4	1	4	0	13	
Appearance of basal cistern						0.001
Normal	84	24	8	0	5	
Compression	3	1	7	2	17	
Completely efface	2	0	0	1	10	

GR: good recovery, MD: moderate disability, SD: severe disability, VS: vegetative state, D: death

뇌표면의 작은 동맥 파열 또는 뇌좌상이나 열상에 동반되어 발생되는데,⁸⁾ 혈종 형성의 원인에 따라 동반 병변 없는 단순 경막하혈종과 뇌좌상을 동반한 경막하혈종 혹은 타 병변에 합병된 경막하혈종으로 분류된다. 후자의 경우는 급한 가속-감속에 의해 발생되고, 예후는 매우 불량하다고 하는데, 많은 저자들은 급성 경막하혈종의 사망율과 이환율은 혈종의 양보다는 충돌 당시 뇌실질 조직에 가해지는 손상의 정도에 의해 결정된다고 한다.^{4,6,25,26)} 한편 경막하혈종이 동반병변 없이 발생되는 경우는 비교적 드문 것으로 알려져 있으며^{3,20)} 예후에 영향을 미치는 인자에 대한 연구도 미흡한 상태다. 이에 저자는 동반 병변 없는 경막하혈종 환자의 예후에 영향을 주는 인자들을 조사하여 이들 환자의 치료에 도움을 얻고자 이 연구를 시행하였다.

나이는 예후에 영향을 주는 인자로 특히 노년층에서 사망률이 높은 것으로 보고되고 있다. Mosenthal 등⁹⁾은 동반 병변 없는 단독 두부손상 환자들에게서 노년층이 청년

층에 비해 2배의 사망률을 보인다고 하였으며, Munro 등¹⁰⁾은 65세를 기준으로, 65세 이상의 환자군에서 생존율이 낮다고 보고하였다. 노년층에서 사망률이 증가하는 이유는 노화된 뇌의 자체 성질과 이미 존재하는 이환율 및 합병증으로 설명하고 있다. 아울러 수술이 필요한 경우 전신마취와 수술에 따른 부작용이 호흡기와 순환기의 기능에 영향을 주고 결국에는 뇌손상을 증가 시킨다고 한다.²¹⁾ 저자의 경우에는 장년층과 노년층 환자군에서 높은 사망률을 보였지만 통계학적으로 유의하지 않았는데 (Table 3), 이유는 나이를 청년, 장년, 노년 3군으로 나누어서 분석한 결과로 추정된다.

내원 당시 GCS 점수는 환자의 예후를 추정하는데 좋은 지표로 이용되고 있다.^{7,17)} 본 연구에서도 내원 당시 GCS 점수가 낮을수록 통계학적으로 유의하게 나쁜 예후를 보였으며 ($p=0.008$) 동반 병변 없는 경막하혈종 환자의 예후에 영향을 주는 독립적 인자로서 연관성이 있었다

TABLE 5. Results of multivariate analyses relating the clinical variables to the outcome in patients for isolated traumatic acute subdural hematoma

Variable	Multivariate analysis		
	Odd ratio	95% CI	p value
GCS score	36.765	2.589–522.116	0.008
Brain herniation	51.337	2.275–1158.39	0.013
Loss of consciousness	1.114	2.589–522.116	0.934
Intercurrent disease	6.415	0.992–41.497	0.051
Hypoxia	0.449	0.044–4.547	0.498
Location of hematoma	6.083	0.296–124.8	0.242
Volume of hematoma	2.181	0.066–71.784	0.662
Thickness of hematoma	8.332	0.0142–487.95	0.307
Midline shift	0.04	0.001–1.890	0.102
Basal cistern appearance	4.196	0.060–292.642	0.508

CI: confidence interval, GCS: glasgow coma scale

TABLE 6. Time of surgery, outcome and mortality rate

Treatment modality	Good outcome		Bad outcome			Mortality (%)
	GR	MD	SD	VS	D	
No surgery	66	15	2	0	6	7
> 4 hours after trauma	7	4	1	0	2	20
< 4 hours after trauma	16	6	12	3	24	39

GR: good recovery, MD: moderate disability, SD: severe disability, VS: vegetative state, D: death

(Table 5).

동공의 크기와 대광반사에 따른 예후와의 관계에서 동공산대를 보이며 대광반사가 소실된 경우 사망률이 64~88%로 아주 불량한 예후를 보인다고 한다.^{13,18)} 저자의 분석에서도 동공의 크기와 대광반사가 정상 소견을 보인 105명 중 사망 1명을 포함 6명에서 불량한 예후를 보인 반면, 동공 산대를 보이며 대광반사가 저하된 39명에서는 사망 11명을 포함 24명에서 불량한 예후를 보여 ($p=0.013$), 동반 병변 없는 경막하혈종 환자의 예후에 영향을 주는 독립적 인자로서 연관성이 있었다 (Table 3, 5). 동공산대와 대광반사의 소실은 뇌탈출을 의미하는 소견으로, 철저한 환자 감시와 이런 소견이 나타나는 경우 신속한 감압개두술 및 혈종제거가 필요하다고 하겠다.

뇌CT 소견에서 혈종의 양은 불규칙한 두개골의 내연과 초생달 모양으로 넓은 부위에 걸쳐 퍼져 있기 때문에 정확하게 계산하기 어려움이 있으며, 일부 저자들은 혈종의 최대 두께로 혈종의 양을 대체하기도 한다.¹⁸⁾ 저자의 경우는 Siemens Somatom Definition AS Leonardo 프로그램을 이용하여 혈종의 양을 비교적 정확하게 계산할 수 있었다. 혈종의 양과 예후와의 관계를 보면, Yanaka 등²⁶⁾은 중증 두부 손상환자에서 혈종의 양이 평균 31 mL의 경우 양호한 예후를, 평균 104 mL의 경우 불량한 예후를 보인다고 하였으며, Stone 등¹⁹⁾도 유사한 보고를 하였다. 반면 Van den Brink 등²⁴⁾은 혈종의 양은 예후와 큰

상관관계가 없다고 하였다. D'Amato 등³⁾은 동반 병변 없는 급성 경막하혈종 환자에서 혈종의 양은 예후와 관계가 없다고 하였으며, Sawauchi 등¹⁴⁾도 동반된 뇌파상이 없는 경우, 혈종의 크기가 아닌, 뇌조직에 미치는 영향이 예후를 결정한다고 하였다. 예를 들어 뇌부종이 공간 점유성 병변으로 발생하여 정중선 변위를 유발한다면, 작은 혈종도 환자의 생명에 위험을 줄 수 있다고 하였다. 저자의 경우에서도 혈종의 양이나 두께는 예후와 밀접한 관계가 없었다.

정중선 변위 정도와 예후는 밀접한 관계가 있다고 알려져 있다. 정중선 변위는 1) 혈종의 두께 2) 병변 동측의 뇌부종 3) 동반된 뇌실질내 손상 등 3가지 요소가 관계된다고 한다.^{18,22,27)} 일반적으로 혈종의 두께와 정중선 변위 정도는 일치한다고 하며, 동반된 뇌실질내 손상은 지연성으로 두개강내압이 증가 되고 정중선 변위가 생긴다고 한다.²²⁾ Yanaka 등²⁶⁾은 급성 경막하혈종 환자에서 평균 2.9 mm의 정중선 변위에서는 예후가 양호하였으나, 평균 12.8 mm의 정중선 변위를 보인 경우에서는 불량한 예후를 보였다고 하였다. Valadka 등²³⁾은 정중선 변위로 인하여 뇌혈관계 손상 및 뒤뜰림이 발생하고 CMRO₂가 감소되기 때문에 불량한 예후를 보인다고 하였다. 저자의 경우에서는 26명의 환자에서 혈종의 양과 정중선 변위정도가 일치하지 않았으며 또한 혈종의 양과 최종 예후와도 일치하지 않는 소견을 보였다. 이런 소견은 뇌의 탄성(compli-

ance) 역할을 암시하는 주요 소견이라고 하겠다. 두개강내 공간이 심한 뇌조직의 전위 없이도 혈종의 양을 수용 할 수 있다면 예후는 상당히 양호할 것이며, 반대로 뇌부종 등으로 추가적인 공간 점유성 병소가 발생하여 탄성을 감소시킨다면 환자의 생명은 위태롭게 될 것이다. 이런 관점에서 혈종의 양은 오직 혈종 형성 과정과 보상 기전의 소견에 대한 제한된 정보를 제공할 뿐이고 할 수 있다.

급성 경막하혈종 환자의 수술적 치료의 적응증은 1) GCS 점수와 상관없이 뇌CT에서 혈종의 두께가 10 mm 이상이거나 정중선변위가 5 mm 이상일 때 2) 혈종의 두께가 10 mm 미만, 정중선변위가 5 mm 미만의 GCS 9점 미만 환자들은 GCS 점수가 수상 직후부터 내원까지 2점 이상 떨어지거나, 동공 크기의 변화를 보일 때 혹은 두개강내압이 20 mmHg 이상일 때이다.¹⁾ 수술적 치료의 시기와 예후와의 관계에서, Seeling 등¹⁵⁾은 82명의 혼수상태 환자들을 대상으로 조사한 결과, 수상 후 4시간 이내 수술을 시행하였던 군은 60~70%의 기능적 회복을 보였으나, 4시간 이후 수술을 시행한 군에서는 10% 만이 기능적 회복을 보였으며, 사망율의 비교에서도 4시간 이내 수술을 시행한 경우 사망율이 30%였으나, 4시간 이후 수술한 경우 90%로 수상 후 수술까지의 경과시간이 짧을수록 좋은 결과를 얻을 수 있다고 하였다. 그러나 Stone 등¹⁹⁾은 혼수상태 환자들에서 수술까지 경과시간은 예후에 영향을 주지 않는다고 상반된 결과를 보고하였으며, Croce 등²⁾도 GCS 점수 11~15점의 환자들에서 수술까지의 경과 시간과 예후와는 상관관계가 없다고 하였다. 한편 Hatashita 등⁵⁾은 4시간에서 10시간 사이에 수술한 군에서 오히려 사망률이 낮았다는 상반된 보고를 하였다. 저자의 경우에는 4시간 이내 수술을 한 군에서 더 불량한 예후를 보였는데 (Table 6), 수상 후 수술까지의 경과 시간이 짧을수록 사망률이 높았던 이유는 이들 환자의 상태가 아주 나빴거나 손상의 정도가 심하였기 때문으로, 혈종의 제거까지 소요된 시간보다 충돌 당시의 뇌실질 조직에 가해지는 손상의 정도가 예후 결정에 더 중요한 인자로 작용한다고 추정하였다. 그러나 두개강 내 혈종 병소가 확인되고 수술적 치료의 적응증이 된다면 가능한 빨리 제거하는 것이 환자의 예후에 많은 도움을 주리라 생각된다.

결 론

본 연구에서는 내원 당시 의식 수준과 뇌탈출 소견이 동반 병변 없는 급성 경막하혈종 환자의 예후에 영향을 주는 위험인자로 확인되었으며, 혈종의 양이나 정중선 변

위는 예후와 밀접한 관계는 없었다. 이러한 위험인자를 조기에 확인하여, 신속하고 적극적인 치료를 하는 것이 환자의 예후에 매우 중요하다고 하겠다.

중심 단어: 동반 병변 없는 급성 경막하혈종·위험인자·내원 당시 의식 수준·뇌탈출·예후.

■ The author has no financial conflicts of interest.

REFERENCES

- 1) Bullock MR, Chesnut R, Ghajar J, Gordon D, Hartl R, Newell DW, et al. Surgical management of acute subdural hematomas. *Neurosurgery* 58:S16-S24; discussion S1-Siv, 2006
- 2) Croce MA, Dent DL, Menke PG, Robertson JT, Hinson MS, Young BH, et al. Acute subdural hematoma: nonsurgical management of selected patients. *J Trauma* 36:820-826; discussion 826-827, 1994
- 3) D'Amato L, Piazza O, Allia L, Sabia G, Zito G, Frassanito L, et al. Prognosis of isolated acute post-traumatic subdural haematoma. *J Neurosurg Sci* 51:107-111, 2007
- 4) Gutman MB, Moulton RJ, Sullivan I, Hotz G, Tucker WS, Muller PJ. Risk factors predicting operable intracranial hematomas in head injury. *J Neurosurg* 77:9-14, 1992
- 5) Hatashita S, Koga N, Hosaka Y, Takagi S. Acute subdural hematoma: severity of injury, surgical intervention, and mortality. *Neurol Med Chir (Tokyo)* 33:13-18, 1993
- 6) Jamieson KG, Yelland JDN. Surgically treated traumatic subdural haematoma: Review of 144 cases. *J Neurosurg* 37:137-149, 1972
- 7) Jiang J, Zhu C. Experimental and clinical studies of traumatic brain injury in China. *Chin Med J (Engl)* 111:180-182, 1998
- 8) Miller SD, Statham PF. Surgical management of traumatic intracranial haematomas in Schmidek HH, Sweet WH (eds): *Operative Neurosurgical Techniques*. Philadelphia: W.B. Saunders Company, pp73-80, 1995
- 9) Mosenthal AC, Lavery RF, Addis M, Kaul S, Ross S, Marburger R, et al. Isolated traumatic brain injury: age is an independent predictor of mortality and early outcome. *J Trauma* 52:907-911, 2002
- 10) Munro PT, Smith RD, Parke TR. Effect of patients' age on management of acute intracranial haematoma: prospective national study. *BMJ* 325:1001, 2002
- 11) Ono J, Yamaura A, Kubota M, Okimura Y, Isobe K. Outcome prediction in severe head injury: analyses of clinical prognostic factors. *J Clin Neurosci* 8:120-123, 2001
- 12) Phuenpathom N, Choomuang M, Ratanalert S. Outcome and outcome prediction in acute subdural hematoma. *Surg Neurol* 40:22-25, 1993
- 13) Sakas DE, Bullock MR, Teasdale GM. One-year outcome following craniotomy for traumatic hematoma in patients with fixed dilated pupils. *J Neurosurg* 82:961-965, 1995
- 14) Sawauchi S, Marmarou A, Beaumont A, Signoretti S, Fukui S. Acute subdural hematoma associated with diffuse brain injury and hypoxemia in the rat: effect of surgical evacuation of the hematoma. *J Neurotrauma* 21:563-573, 2004
- 15) Seelig JM, Becker DP, Miller JD, Greenberg RP, Ward JD, Choi SC. Traumatic acute subdural hematoma: major mortality reduction in comatose patients treated within four hours. *N Engl J Med* 304:1511-1518, 1981
- 16) Servadei F. Prognostic factors in severely head injured adult patients with acute subdural haematoma's. *Acta Neurochir (Wien)* 139:279-285, 1997
- 17) Servadei F, Nasi MT, Cremonini AM, Giuliani G, Cenni P, Nanni A. Importance of a reliable admission Glasgow Coma Scale score

- for determining the need for evacuation of posttraumatic subdural hematomas: a prospective study of 65 patients. **J Trauma** 44: 868-873, 1998
- 18) Servadei F, Nasi MT, Giuliani G, Cremonini AM, Cenni P, Zappi D, et al. CT prognostic factors in acute subdural haematomas: the value of the 'worst' CT scan. **Br J Neurosurg** 14:110-116, 2000
 - 19) Stone JL, Rifai MH, Sugar O, Lang RG, Oldershaw JB, Moody RA. Subdural hematomas. I. Acute subdural hematoma: progress in definition, clinical pathology, and therapy. **Surg Neurol** 19:216-231, 1983
 - 20) Tandon PN. Acute subdural haematoma: a reappraisal. **Neurol India** 49:3-10, 2001
 - 21) Tian HL, Chen SW, Xu T, Hu J, Rong BY, Wang G, et al. Risk factors related to hospital mortality in patients with isolated traumatic acute subdural haematoma: analysis of 308 patients undergone surgery. **Chin Med J (Engl)** 21:1080-1084, 2008
 - 22) Unterberg A, Kiening K, Schmiedek P, Lanksch W. Long-term observations of intracranial pressure after severe head injury. The phenomenon of secondary rise of intracranial pressure. **Neurosurgery** 32:17-23; discussion 23-24, 1993
 - 23) Valadka AB, Gopinath SP, Robertson CS. Midline shift after severe head injury: pathophysiologic implications. **J Trauma** 49:1-8; discussion 8-10, 2000
 - 24) van den Brink WA, Zwienenberg M, Zandee SM, van der Meer L, Maas AI, Avezaat CJ. The prognostic importance of the volume of traumatic epidural and subdural haematomas revisited. **Acta Neurochir (Wien)** 141:509-514, 1999
 - 25) Wilberger JE Jr, Harris M, Diamond DL. Acute subdural hematoma: morbidity and mortality related to timing of operative intervention. **J Trauma** 30:733-736, 1990
 - 26) Yanaka K, Kamezaki T, Yamada T, Takano S, Meguro K, Nose T. Acute subdural hematoma--prediction of outcome with a linear discriminant function. **Neurol Med Chir (Tokyo)** 33:552-558, 1993
 - 27) Zumkeller M, Behrmann R, Heissler HE, Dietz H. Computed tomographic criteria and survival rate for patients with acute subdural hematoma. **Neurosurgery** 39:708-712; discussion 712-713, 1996