

만성 경막하 혈종의 단순 천공-배액술 후 재발에 영향을 미치는 인자에 대한 연구

월레스기념 침례병원 신경외과

김환수 · 허 원 · 차재훈 · 송준석 · 이동열

Factor Affecting Recurrence of Chronic Subdural Hematoma after Burr-Hole Drainage

Hwan Soo Kim, MD, Weon Heo, MD, Jae Hun Cha, MD, Joon Suk Song, MD and Dong Youl Rhee, MD

Department of Neurosurgery, Wallace Memorial Baptist Hospital, Busan, Korea

Objective: A variety of factors are known to have an influence on the recurrence of chronic subdural hematoma (CSDH). In this study, the authors investigated the influential factors for recurrence of CSDH after burr hole drainage.

Methods: 45 patients with unilateral CSDH were treated with one-burr hole trephination and closed drainage in our hospital during last 6 years, whom the drainage catheter tip was randomly located and checked on postoperative computed tomography (CT). The clinical status of patients, thickness of hematoma, midline displacement of before and after surgery, amount of subdural air collection, drainage catheter tip location were estimated and the relationship of those factors with the recurrence was analyzed.

Results: Patients with located catheter tip in frontal had a better clinical and radiological result. And the recurrence of CSDH was lower who has lesser amount of subdural air collection in postoperative CT.

Conclusion: The recurrence rate of unilateral CSDH is influenced by the location of drainage catheter tip and the amount of subdural air collection.

(Korean J Neurotrauma 2012;8:73-78)

KEY WORDS: Chronic subdural hematoma · Recurrence · Catheter tip location · Air collection.

서 론

만성 경막하 혈종은 노인들에 있어 신경외과영역에서 비교적 흔한 질병이며, 주로 외상에 의해 경막과 지주막 사이공간의 혈관들이 손상되어 경막하 공간에 혈종이 생기고 이후 이것이 용혈되어 발생하는 것으로 알려져 있다.^{1,10,17)} 증상을 나타내는 환자에서는 수술적 치료가 원칙이며 수술방법이 간단하고 효과적인 천공 후 폐쇄 배액술이 보편적으로 시행되

고 있다.²⁷⁾ 수술 후 대부분 2~3주 내에 뇌팽창이 이루어지며 양호한 임상경과를 보이지만,²⁴⁾ 일부 환자에게서 뇌실질의 팽창이 지연되어 경막하 공간에 혈종이 남아있거나 혈종이 재형성되어 재수술이 필요한 경우가 있으며²⁰⁾ 두껍게 섬유화된 혈종의 피막이나, 뇌혈관 기능 이상으로 인한 뇌혈류의 저하, 퇴행성 뇌수축, 단락술을 시행했거나 뇌척수액 유출로 두개강내압이 저하된 경우 등이 천공-배액술 후 뇌팽창에 나쁜 영향을 주는 요소로 알려져 있다.²⁵⁾ 그러나 천공-배액술 시술자가 임의로 결정하였던 배액 도관의 위치와 경막하 공기 유입에 대해서 많은 연구가 이루어 지지는 않았다.

이에 본 연구에서는 최근 6년간 단순 천공-배액술(one burr-hole trephination with close drainage)을 시행한 만성 경막하 혈종 환자에서 혈종의 재형성에 관여할 것으로 추정

Received: May 21, 2012 / **Revised:** August 13, 2012

Accepted: August 15, 2012

Address for correspondence: Weon Heo, MD

Department of Neurosurgery, Wallace Memorial Baptist Hospital
200 Geumdan-ro, Geumjeong-gu, Busan 609-728, Korea

Tel: +82-51-580-1282, Fax: +82-51-582-6682

E-mail: hw610202@hanmail.net

되는 여러 인자 중 배액 도관 끝의 위치와 수술 후 전산화단층촬영(computed tomography: CT)에서 보여지는 경막하 공기 음영의 양이 뇌팽창의 지연 및 혈종의 재형성에 미치는 영향을 알아보았다.

대상 및 방법

2006년 1월부터 2011년 12월까지 본 병원에서 CT 및 뇌자기공명영상(magnetic resonance imaging: MRI)으로 단측성 만성 경막하 혈종으로 진단받고 천공-배액술을 시행한 114예 중 두 개의 천공(two burr-hole)을 시행하였거나 만성 경막하 혈종의 재발에 영향을 줄 수 있는 혈액투석, 혈소판 감소증, 뇌실-복강 단락술을 받는 등 다른 질환을 동반하고 있는 경우를 제외한 45예의 환자를 대상으로 하였다.

혈종의 두께는 수술 전 CT나 MRI의 횡단면에서 가장 두꺼운 부분에서 M-view Marosis™ (Infinit Co., Seoul, Korea)를 이용해 측정하였다. 추적검사는 수술 후 CT로 하였으며 정중 편위가 없고 경막하 공간의 두께가 5 mm 이하로 측정되면 뇌팽창이 이루어져 완치되었다고 판정하였다. 특이소견이 없을 경우 CT 검사는 수술 후 3일과 한 달째 시행하였다.

천공의 위치는 수술 직전 촬영한 CT에서 혈종의 최대 두께 부위에서 시행하였으며 배액관은 수술 중 작위 방법으로 집도도가 임의로 경막하 공간에 삽입하였다. 수술 후 병원 내 활동 및 자세에 대해 특별한 제약을 두지 않았으나 머리를 심장 높이 정도로 유지하게 하였다. 배액관은 수술 후 3일째 촬영한 CT에서 남아있는 혈종의 양이나 공기 음영의 양과 무관하게 제거되었으며, 수술 후 3일째에 촬영한 CT로 배액 도관 끝의 위치를 전두부, 측두부, 두정부, 후두부로 구분하여 경막하 공간의 공기 음영의 양을 M-view 프로그램을 이용해 그 분율을 계산하였다. 혈종의 밀도 역시 M-view 프로그램을 이용하여 수술 전 CT에서 측정된 Hounsfield Unit (H.U.)에 따라 고밀도 (35 H.U. 이상), 등밀도 (14~24 H.U.), 저밀도 (4~14 H.U.), 혼합밀도로 나누었다.

이들 요소와 뇌팽창과의 상관 관계는 chi-square 및 Fisher's exact test를 이용하여 통계학적으로 분석하였고, p -value가 0.05 미만인 경우를 통계학적 의미가 있는 것으로 판정하였다.

결 과

한 달 후 촬영한 두부 CT에서 경막하 혈종의 두께가 10 mm 이상으로 나타난 경우는 12예로 전체의 27%를 차지하였고, 이들 중 재수술을 시행한 경우는 없었다. 수술 후 1예

에서 사망하였으며, 1예에서는 천공-배액술 후 급성 경막하 출혈이 동반되어 개두술을 시행하였다.

연령 및 성별, 특성

환자의 연령분포는 24세에서 95세 (평균 63.6세)였으며, 60세 이상이 32명으로 71%를 차지하였으며 남녀간 성비는 29 : 16 (1.8 : 1)로 남자에게서 많은 것으로 확인되었다.

60세 기준으로 연령을 구분하였을 때 나이에 따른 수술 전 혈종의 두께나 혈종 재형성 유무와의 상관관계에서는 통계적으로 유의하지 않았으며, 60세 이상의 고령이 술 후 예후에는 비교적 영향을 미치지 않는 것으로 생각된다 ($p=0.151$, 0.241) (Table 1).

당뇨, 고혈압 등 전신질환을 가진 경우가 전체 환자의 23%와 34%를 차지하였으나 혈종의 재형성과는 상관관계가 없었다 ($p \geq 0.05$) (Table 2).

수술 전 혈종의 두께 및 정중편위와 혈종 재형성과의 관계

수술 전 촬영한 CT에서 측정된 혈종의 두께는 20 mm 이상이 31명 (69%), 20 mm 미만이 14명 (31%)이었다. 이 중 혈종이 재형성된 경우는 각각 9예와 3예였으며 혈종의 두께와 혈종 재형성 여부와는 통계적으로 유의하지 않았다 ($p=0.442$) (Table 3). 수술 전 촬영한 CT에서 정중 편위가 10 mm 이상이 27명 (60%), 10 mm 미만이 18명 (40%)이었으며 이 중 혈종이 재형성된 경우는 각각 7예, 5예로 수술 전 정중 편위의 정도와 혈종 재형성과는 통계적으로 유의하지 않았다 ($p=0.577$) (Table 3).

수술 전 혈종의 밀도에 따른 혈종 재형성과의 관계

수술 전 촬영한 CT를 M-view Marosis™ (Infinit Co.,

TABLE 1. Relationship between age and CSDH preoperative thickness, recurrence

Age	CSDH thickness of pre-op CT (%)		p -value	Recurrence of CSDH (%)	p -value
	10–20 mm	>20 mm			
< 60	7 (16)	6 (13)		2 (5)	
> 60	24 (53)	8 (18)	0.151	10 (22)	0.241
Total	31 (69)	14 (31)		12 (27)	

CSDH: chronic subdural hematoma, CT: computed tomography

TABLE 2. DM, hypertension and recurrence of CSDH

	Recurrence of CSDH		p -value
	Total (%)	Recurred (%)	
Hypertension	15 (34)	5 (11)	0.379
DM	10 (23)	5 (11)	0.079

CSDH: chronic subdural hematoma, DM: diabetes mellitus

Seoul, Korea)를 이용하여 2명의 신경외과 의사가 판단하여 Hounsfield Unit에 따라 고밀도 (25 H.U. 이상), 등밀도 (14~24 H.U.), 저밀도 (4~14 H.U.), 혼합밀도로 나누었으며 고밀도를 나타낸 경우가 3예 (7%), 등밀도 및 저밀도로 나타낸 경우가 31예 (69%), 혼합밀도로 나타낸 경우가 11예 (24%)로 나타났다. 수술 전 CT에서 보였던 밀도와 혈종의 재형성 여부와는 상관관계가 없었다 ($p=0.847$)(Table 4).

수술 후 경막하 공간의 공기 음영의 양과

혈종 재형성과의 관계

수술 후 3일째 시행한 CT에서 경막하 공간의 공기 음영이 50% 이상 보이는 경우가 2예에서 있었으며 모두 혈종이 재형성되었다. 반면 공기 음영이 10% 미만으로 보였던 36예에서는 29예 (64%)에서, 10~50% 미만의 공기 음영을 보였던

7예 중 4예 (9%)에서 혈종의 재형성을 보이지 않았다.

CT에서 공기음영이 적을수록 혈종의 재형성되는 경우가 적었으며 이는 통계학적으로 유의하였다 ($p<0.05$)(Table 4).

배액 도관 끝의 위치와 혈종 재형성 및 공기 음영과의 관계

배액관 끝이 전두부에 위치하였던 26예 중 3예에서 혈종이 재형성되었으며 반면 측두부나 두정부에 있던 15예 중 9예에서 혈종이 재형성되었다. 배액 도관의 끝이 전두부에 위치할수록 혈종이 재형성되는 경우는 적었으며 이는 통계적으로 유의하였다 ($p<0.05$)(Table 4).

그리고 배액 도관의 끝이 전두부에 있을 때와 전두부 이외의 부위에 있을 때를 비교할 때 전두부에 위치한 경우에 경막하 공기 분율이 더 적었으며, 이는 통계적으로 유의하였다 (Mann-Whitney test, $p<0.05$)(Table 5).

TABLE 3. Relationship between CSDH thickness, midline shifting of pre-operative CT and recurrence of CSDH

	CSDH thickness of pre-operative CT (%)		p-value	Midline shifting of pre-operative CT (%)		p-value
	10–20 mm	>20 mm		<10 mm	>10 mm	
Resolved	11 (24)	22 (49)	0.442	13 (29)	20 (44)	0.577
Recurred	3 (7)	9 (20)		5 (11)	7 (16)	
Total	14 (31)	31 (69)		18 (40)	27 (60)	

CSDH: chronic subdural hematoma, CT: computed tomography

TABLE 4. Relationship between CSDH density, air collection, catheter tip location in subdural space and recurrence of CSDH

		Recurrence of CSDH (%)		p-value
		Resolved	Recurred	
Density of pre-operative CT	High*	2 (4)	1 (2)	0.847
	Iso†	2 (4)	0 (0)	
	Low‡	21 (47)	8 (18)	
	Mix	8 (18)	3 (7)	
Air collection in subdural space	<10%	29 (64)	7 (16)	0.025
	10–50%	4 (9)	3 (7)	
	>50%	0	2 (4)	
Catheter tip location	Frontal	23 (51)	3 (7)	0.01
	Temporal	0	3 (7)	
	Parietal	6 (13)	6 (13)	
	Occipital	4 (9)	0	
Total		33 (73)	12 (27)	

*high density: >24 Hounsfield Unit (H.U.), †iso density: 14–24 H.U., ‡low density: 4–14 H.U. CSDH: chronic subdural hematoma

TABLE 5. Relationship between catheter tip location and subdural air collection

		Air collection in subdural space			Total	Mann-Whitney p-value
		<10%	10–50%	>50%		
Catheter tip location	Frontal	23	3	0	26	0.004
	Temporal	3	0	0	3	
	Parietal	6	4	2	12	
	Occipital	4	0	0	4	
Total		36	7	4	45	

고찰

만성 경막하 혈종은 두부의 직·간접 외상에 의해 교정맥이 파열되거나 Mittenzweig's vessels이 손상된 후 경막하 공간에 급성 혈종이 생성되고, 용혈되면서 흡수 소실되기도 하지만 점차 팽창되어 증상을 유발시키기도 한다. 혈종 형성 후 일련의 과정을 통해 경막 안쪽 면에서 콜라겐의 합성과 섬유모세포의 분포로 두꺼운 피막이 형성된다고 알려져 있으며,^{7,26)} 혈종의 외막은 신생 혈관의 투과성 증가로 혈관내막이 변성되어 쉽게 출혈이 발생할 수 있어 피막 혈관내피세포를 통한 단백질 유출과 더불어 재출혈로 인해 혈종의 양은 서서히 증가하게 되고 팽창하게 되고^{16,19)} 뇌압상승을 유발하여 증상을 일으키게 된다.

만성 경막하 혈종의 수술적 치료는 단순 천공-배액술이 널리 시행되고 있으며 수술 이후 신경학적인 회복 정도는 최근의 논문에서 72~95% 정도로 보고되었다. 사망률은 2~4.3%로 다양하며 고령, 심혈관계 질환과 같은 전신질환, 혈액응고장애, 수술 전 신경학적 이상증상이 심각한 경우 등이 예후와 관련이 있다고 보고되었으나,^{8,21)} 최근 보고에 따르면 고령의 나이는 비교적 예후와 관련이 없으며 80세 이상의 노인에서도 단순 천공-배액술 이후에는 좋은 예후를 나타내는 것으로 나타났다.^{12,29)}

배액술 이후에도 경막하 공간이 지속적으로 남아있거나 뇌팽창이 지연되는 경우에는 경막하 혈종이 재형성되어 재발될 가능성이 높다.^{11,28)} 따라서 술 후 뇌팽창을 유도하는 것이 혈종의 재형성을 막고 예후를 좋게 할 것이다. 뇌팽창을 억제하는 요인으로는 경막하 혈종의 섬유질로 구성된 신생외막 형성이나 뇌탄성도의 증가가 경막하 공간을 확장시키는 것으로 생각되어졌으며,¹¹⁾ 고령이나 이전의 뇌졸중 병력, 경막하 공간의 공기의 유무, 항응고제 복용 등이 뇌팽창을 저해하는 것으로 보고되었다.¹⁹⁾ 특히 뇌졸중의 병력이 있거나 뇌위축이 심한 경우 천공 후 뇌박동이 잘 나타나지 않았으며 이러한 경우 뇌팽창이 지연되었다.^{18,22)}

그동안 만성 경막하 혈종의 수술적 치료에 관해서는 천공의 개수, 천공의 크기, 전신마취의 유무, 혈종 세척의 유무 등에 대해서 많은 논의가 있었다. 그러나 수술 중 배액관 삽입 시 술자로 하여금 조절 가능한 요소에 대한 논의는 많지 않았다. 특히 배액관 끝의 위치에 대해서는 국내외적으로 보고가 많지 않았다.^{6,23)} 본원에서 시행하였던 천공-배액술의 45예의 후향적 조사에서 다른 보고들과 마찬가지로 전두부에 배액관 끝이 위치한 경우에서 혈종의 재형성이 적었다. 만성 경막하 출혈의 수술 중 천공 과정에서 발생하는 경막하 공간의 공기는 보통 적은 양으로 신경학적 이상을 보이지 않

나 양이 많은 경우에는 대뇌의 정중 편위나 압박을 하면서 수술 후 24시간 내에 증상을 보이는 경우도 있다.¹⁵⁾ 공기가 유입되는 요인들에는 천공 후 배액관 삽입과정에서의 발생, 배액관을 통한 유입, 뇌팽창의 지연, 심각한 뇌위축 등으로 알려져 있으며 체온의 상승으로 공기의 양이 증가한다는 보고도 있다.^{4,5)}

수술 후 CT 촬영을 하기 전에 두부 X-ray나 fluoroscope로 진단은 가능하지만 정확한 양의 측정은 어려우며 두부 CT에서는 최저밀도 (-1,000 H.U.)로 관찰되어 쉽게 진단할 수 있을 뿐 아니라, PACS 하에서는 경막하 공기의 용적 및 분율의 계산도 쉽게 가능하다. 그러나 공기의 양과 뇌팽창의 연속적인 추적검사에는 두부 X-ray로 추정하는 것이 좋은 것으로 생각된다.

여러 연구에서 경막하 공기 유입 및 기뇌증을 방지하기 위한 몇 가지 방법들이 제안되었다. 천공-배액과정에서 환자를 수평으로 유지하면서 생리식염수로 세척술을 시행하거나,¹³⁾ 경막하 공간 내에 생리식염수 혹은 하트만 용액으로 채우기,³⁾ 피하주사를 통한 경막하 공간 내에 산소 주입 후 혈종배액술,²⁾ 수술 후 1~2일간 상체를 15~30도 가량 거상시키기, 척추 경막하 공간에 생리식염수의 주입¹⁴⁾ 등 여러 방법이 시도되었으나 현재로는 널리 사용되지는 않고 있다. 그러나 여러 저자들에서 두개강 내의 공기의 잔류 여부가 혈종의 재형성이나 뇌팽창에 더 중요하다고 언급되었으며 수술 중 공기의 경막하 공간으로의 유입이 뇌의 팽창을 방해하여 재발률을 높인다고 보고하였으며,^{6,21)} 천공 후 생리식염수로 세척하지 않고 배액관을 삽입한 경우보다 만성 경막하 혈종을 생리식염수로 세척 후 배액을 한 경우에서 경막하 공기의 양이 많을 확률이 더 높다고 하였다.^{9,13)}

본 연구에서는 수술 후 3일째 촬영한 CT에서 경막하 공간 내의 공기의 양이 적은 경우보다 많은 경우에서 뇌팽창이 지연되는 경우가 많았다 ($p < 0.05$). 두개강 내의 낮은 압력이나 뇌위축 같은 내막 안팎의 압력 불균형이 원인으로 생각되며 두부 천공과 배액관 삽입과정, 생리식염수 세척과정에서 공기가 경막하 공간 내로 유입될 것으로 추측된다. 수술 과정에서 공기유입이 없도록 노력하는 것이 빠른 뇌팽창을 유도하며 이후 혈종이 재형성되는 것을 억제할 것으로 생각된다. 이를 위해 천공시 천공의 직경을 작게 하고 알맞은 배액관을 짧은 시간 내에 삽입한 후 생리식염수와 같은 용액의 지속적인 주입을 통해 경막하 공간의 공기를 두개외로 배출시키는 것이 도움을 줄 것으로 생각한다.

또한 배액관 끝의 위치가 전두부에 위치한 경우에서 수술 후 3일째 촬영한 CT에서 경막하 공간내의 공기의 양이 적은 경우가 더 많았다 ($p < 0.05$). 이를 위해서 Choi 등⁶⁾은 두부

천공의 위치에 따라 혈종의 재형성률과 공기 음영의 차이를 보이며 두정골에 천공을 한 경우보다 전두골에 천공을 한 경우에 더 나은 결과를 보이며, 천공의 위치를 전두골의 최첨단에 위치시키기 위해 두개골의 수술위치 설정에 유의해야 한다고 주장하였다.⁶⁾ 부가적으로 실제 술 후 배액관 끝이 전두부에 위치하였던 환자에서 폐쇄된 배액관을 통해 경막하 공간내의 공기가 배출되는 경우가 있었던 예도 있어 수술 후 침상안정을 유지하는 자세에서 전두부에 위치한 배액관은 뇌팽창이 진행되면서 경막하 공간 내 공기를 두개외로 배출시키는 효과도 있는 것으로 생각된다.

결 론

저자는 최근 6년간 단측성 만성 경막하 혈종에서 단순-천공 배액술을 시행한 45예의 환자들에서 수술 후 혈종의 재형성에 영향을 주는 요소 중 수술 중 조절 가능한 부분에 대한 연구를 시행하였으며, 그 결과 배액 도관 끝의 위치와 수술 후 경막하 공간의 공기의 양이 혈종의 재형성과 관련이 있었다. 배액 도관 끝의 위치는 전두부에 위치한 경우에서 두정부나 후두부에 위치한 경우보다 수술 후 혈종이 재형성되는 경우가 적었으며, 수술 후 시행한 CT에서 경막하 공간의 공기 음영의 분율이 적을수록 수술 후 혈종의 재형성률이 낮았다. 즉 만성 경막하 혈종의 천공-배액술을 시행함에 있어 배액 도관의 끝이 전두부에 위치하도록 하며 수술 도중 경막하 공간 내로 공기의 유입을 적게 하는 것이 혈종의 재형성을 줄이는 것과 상관관계가 있다고 생각된다.

■ The authors have no financial conflicts of interest.

REFERENCES

- Adhiyaman V, Asghar M, Ganeshram KN, Bhowmick BK. Chronic subdural haematoma in the elderly. *Postgrad Med J* 78:71-75, 2002
- Aoki N. A new therapeutic method for chronic subdural hematoma in adults: replacement of the hematoma with oxygen via percutaneous subdural tapping. *Surg Neurol* 38:253-256, 1992
- Aung TH, Wong WK, Mo HP, Tsang CS. Management of chronic subdural haematoma: burr hole drainage, replacement with Hartmann's solution, and closed-system drainage. *Hong Kong Med J* 5:383-386, 1999
- Bremer AM, Nguyen TQ. Tension pneumocephalus after surgical treatment of chronic subdural hematoma: report of three cases. *Neurosurgery* 11:284-287, 1982
- Caron JL, Worthington C, Bertrand G. Tension pneumocephalus after evacuation of chronic subdural hematoma and subsequent treatment with continuous lumbar subarachnoid infusion and craniostomy drainage. *Neurosurgery* 16:107-110, 1985
- Choi CH, Moon BG, Kang HI, Lee SJ, Kim JS. Factors affecting the reaccumulation of chronic subdural hematoma after burr-hole trephination and closed-system drainage. *J Korean Neurosurg Soc* 35:192-198, 2004
- Drapkin AJ. Chronic subdural hematoma: pathophysiological basis for treatment. *Br J Neurosurg* 5:467-473, 1991
- Ernestus RI, Beldzinski P, Lanfermann H, Klug N. Chronic subdural hematoma: surgical treatment and outcome in 104 patients. *Surg Neurol* 48:220-225, 1997
- Erol FS, Topsakal C, Faik Ozveren M, Kaplan M, Tiftikci MT. Irrigation vs. closed drainage in the treatment of chronic subdural hematoma. *J Clin Neurosci* 12:261-263, 2005
- Fogelholm R, Heiskanen O, Waltimo O. Chronic subdural hematoma in adults. Influence of patient's age on symptoms, signs, and thickness of hematoma. *J Neurosurg* 42:43-46, 1975
- Fukuhara T, Gotoh M, Asari S, Ohmoto T, Akioka T. The relationship between brain surface elastance and brain reexpansion after evacuation of chronic subdural hematoma. *Surg Neurol* 45:570-574, 1996
- Fukui S. [Evaluation of surgical treatment for chronic subdural hematoma in extremely aged (over 80 years old) patients]. *No To Shinkei* 45:449-453, 1993
- Jang JW, Kim TW, Park KH, Kim JO, Kim JC, Chi MP. The saline irrigation effect using closed system drainage on chronic subdural hematoma. *J Kor Neurotraumatol Soc* 3:25-58, 2007
- Lalonde AA, Gardner WJ. Chronic subdural hematoma; expansion of compressed cerebral hemisphere and relief of hypotension by spinal injection of physiologic saline solution. *N Engl J Med* 239:493-496, 1948
- Lavano A, Benvenuti D, Volpentesta G, Donato G, Marotta R, Zappia M, et al. Symptomatic tension pneumocephalus after evacuation of chronic subdural haematoma: report of seven cases. *Clin Neurol Neurosurg* 92:35-41, 1990
- Lee JY, Ebel H, Ernestus RI, Klug N. Various surgical treatments of chronic subdural hematoma and outcome in 172 patients: is membranectomy necessary? *Surg Neurol* 61:523-527; discussion 527-528, 2004
- Lee KS, Bae WK, Park YT, Yun IG. The pathogenesis and fate of traumatic subdural hygroma. *Br J Neurosurg* 8:551-558, 1994
- Lee SC, Kang JK, Jung HT, Dho JO. Factors affecting brain re-expansion after simple burr hole drainage in chronic subdural hematoma. *J Korean Neurosurg Soc* 27:757-762, 1998
- Markwalder TM. Chronic subdural hematomas: a review. *J Neurosurg* 54:637-645, 1981
- Markwalder TM, Steinsiepe KF, Rohner M, Reichenbach W, Markwalder H. The course of chronic subdural hematomas after burr-hole craniostomy and closed-system drainage. *J Neurosurg* 55:390-396, 1981
- Mori K, Maeda M. Surgical treatment of chronic subdural hematoma in 500 consecutive cases: clinical characteristics, surgical outcome, complications, and recurrence rate. *Neurol Med Chir (Tokyo)* 41:371-381, 2001
- Nagata K, Asano T, Basugi N, Tango T, Takakura K. [Studies of the factors affecting the reduction of chronic subdural hematoma: effect of preoperative factors with special reference to cerebral atrophy]. *No Shinkei Geka* 16:1347-1353, 1988
- Nakaguchi H, Tanishima T, Yoshimasu N. Relationship between drainage catheter location and postoperative recurrence of chronic subdural hematoma after burr-hole irrigation and closed-system drainage. *J Neurosurg* 93:791-795, 2000
- Richter HP, Klein HJ, Schäfer M. Chronic subdural haematomas treated by enlarged burr-hole craniotomy and closed system drainage. Retrospective study of 120 patients. *Acta Neurochir (Wien)* 71:179-188, 1984
- Rust T, Kierner N, Erasmus A. Chronic subdural haematomas and anticoagulation or anti-thrombotic therapy. *J Clin Neurosci* 13:823-827, 2006

- 26) Sajanti J, Majamaa K. High concentrations of procollagen propeptides in chronic subdural haematoma and effusion. **J Neurol Neurosurg Psychiatry** 74:522-524, 2003
- 27) Santarius T, Kirkpatrick PJ, Ganesan D, Chia HL, Jalloh I, Smielewski P, et al. Use of drains versus no drains after burr-hole evacuation of chronic subdural haematoma: a randomised controlled trial. **Lancet** 374:1067-1073, 2009
- 28) Stroobandt G, Fransen P, Thauvoy C, Menard E. Pathogenetic factors in chronic subdural haematoma and causes of recurrence after drainage. **Acta Neurochir (Wien)** 137:6-14, 1995
- 29) Traynelis VC. Chronic subdural hematoma in the elderly. **Clin Geriatr Med** 7:583-598, 1991