

뇌지주막하 출혈 후 발생한 심전도 異常

계명대학교 의과대학 마취과학고실

배 정 인

= Abstract =

Electrocardiographic Abnormalities after Subarachnoid Hemorrhage

Jung In Bae, M.D.

Department of Anesthesiology, Keimyung University School of Medicine, Taegu, Korea

Background: Electrocardiogram was one of the routine monitorings not only using for preanesthetic assessment but also in the operation room and ICU. Electrocardiographic changes are reported frequently after subarachnoid hemorrhage. Preanesthetic assessment of ECG abnormalities in the patients with subarachnoid hemorrhage is important. The aim of this study was to investigate the functional significance of ECG changes for perioperative assessment of cardiac function.

Methods: For premedication, patients were administered glycopyrrolate 0.2 mg 1 hour prior to induction. Induction was established with pentothal sodium, succinylcholine after precurarization and preoxygenation. N₂O/O₂ (2 : 1), isoflurane and pancuronium were administered for maintenance. The monitorings for patients were performed ECG (5 leads), direct atrial pressure, ETCO₂, CVP and rectal temperature.

Results: ECG abnormalities consisted of T wave abnormalities, ST segment changes, abnormal Q wave, QT interval prolongation, LVH and arrhythmia etc. We analyzed 41 of 108 SAH patients who had ECG abnormalities of neurogenic origin preoperatively. Of these, 46% in T wave, 17% in LVH, 15% in Q wave, 15% in ST segment changes and 7% in the others (CRBBB, PAC, AF) were found.

Conclusions: It is concluded that we found a poor relationship between electrocardiographic changes after subarachnoid hemorrhage and evidences of myocardial dysfunction on the echocardiogram. General anesthesia in the patients of the subarachnoid hemorrhage must not be delayed in the patients with ECG abnormalities of neurogenic origin. A preanesthetic cardiac assessment in the patients with ECG abnormalities of cardiogenic origin must be always performed. (Korean J Anesthesiol 1998; 35: 1136~1141)

Key Words: Brain: cerebral aneurysm; subarachnoid hemorrhage. Monitoring: electrocardiogram.

서 론

두 개강내 질환에 대한 심혈관계 異常 증상은

논문접수일 : 1998년 8월 5일

책임저자 : 배정인, 대구광역시 중구 동산동 194번지

계명대학교 의과대학 마취과학고실, 우편번호:

700-712, Tel: 053-250-7232, Fax: 053-250-7240

1900년대 초부터 언급되어 왔으며 Byer등과¹⁾ Burch 등이²⁾ 뇌출혈과 심전도 변화에 대한 관계를 보고한 후 많은 저자들은 두 개강내 출혈이 발생된 후 심근허혈 및 심근 경색증 뿐 아니라 여러 가지로 변화되는 심전도 모양(pattern)에 관한 연구가 심장 및 신경학적 문헌에 보고되었다. 그러나 뇌지주막하 출혈이 발생하는 동시에 나타나는 심전도 변화는 심전도상에서 급성 심근허혈을 나타내며 술중에 두

개강내 동맥류를 clipping할 경우에 나타나는 심전도 변화와 유사한 변화를 나타내지만 술중에 나타나는 심전도 변화를 인식하지 못하고 뇌지주막하 출혈시 발생한 심전도 변화는 비 정상적인 심전도 변화로 인식하고 환자들에게 진단과 처방의 문제점을 제시하게 되었다.

심전도 검사는 최근에 신경외과 수술환자 뿐 아니라 수술받는 모든 환자에게 술전에 보편적으로 시행하는 검사들 중의 하나이며 술전 심전도 검사를 시행함으로써 환자의 심장기능을 사전에 파악하여 술중 및 술후에 혈액학적 변화에 대처할 수 있다.

중추신경계에 병변이 발생되어 나타날 수 있는 심전도 변화는 T파 역위 및 ST 분절 저하, QT 간격 연장, U파 출현, Q파 및 부정맥 등이 나타날 수 있으며 특히 T파, Q파 및 U파가 심전도상에 나타난 경우는 뇌지주막하 출혈시 심근손상없이 발생한 경색증, 심내막하 출혈 혹은 심근경색과 동반되어 발생할 수 있으므로 술전 심장기능의 파악을 위하여 다른 검사를 시행하게 되는 경우가 많다. 그래서 본 저자는 뇌지주막하 출혈이 발생한 환자에서 술전 심전도상에서 비 정상적인 심전도가 나타난 환자를 대상으로 심전도 이상과 및 심장기능 등을 분석, 연구하였다.

대상 및 방법

뇌지주막하 출혈로 인하여 수술받은 환자 108예 중 41예(37.7%)가 술전 심전도 검사상에서 비 정상적인 심전도가 나타났다. 뇌지주막하 출혈로 인하여 환자가 응급실 혹은 병실에 입원한 후 심전도 검사가 시행되었으며 심전도 검사상에서 비 정상적인 심전도 파 즉 Q파, T파, ST 분절 저하, QT 간격 연장, U파 출현, 부정맥 등으로 분류하여 평가하였다. 환자 및 환자 보호자에게 수술 및 마취에 대한 충분한 설명을 시행한 후 동의서를 환자 및 환자 보호자에게 각각 얻은 후 마취 및 수술을 시행하였다. 마취전처치는 glycopyrrolate 0.2 mg을 수술 1시간전에 근육주하고 환자가 수술실에 도착하면 18 gauze 정맥카테터로 마취기가 있는 쪽의 下膊(forearm)에 정맥로를 확보한 후 서서히 하트만씨 용액을 정주하고 심전도 감시장치(Vitalert 1000, North American Drager, USA)를 정위치에 설치하고 술중에 비 정상

적인 심전도가 나타나는지를 지속적으로 관찰하였고 맥박 산소측정기를 설치하여 동맥혈 산소포화도를 감시하였다. 정맥로가 설치되지 않은 손에 modified Allen 검사법이 양성인 환자의 요골동맥에 20 gauze 카테터로 동맥천자를 시행하여 동맥혈 가스 측정과 혈압을 지속적으로 측정하였다.

심전도 및 요골동맥설치가 완성된 후 마취유도를 위하여 환자에게 midazolam을 정주하고 산소마스크로 예비산소포화(preoxygenation)를 시행하면서 비탈 분극성 근이완제로 precurarization을 시행한 후 pentothal sodium 시험 용량을 주입한 후 환자의 활력징후가 안정된 것을 확인한 후 pentothal sodium 4 mg/kg 와 succinylcholine 1.5 mg/kg, fentanyl 2~3 mcg/kg, lidocaine 1.5 mg/kg를 정주한 후 내경 7.5 혹은 8.0 armored 튜브를 기관내 삽관하였다. 마취유도 후 우측 쇄골하정맥에 중심정맥압 측정을 위한 중심정맥압 카테터를 삽입하여 지속적으로 중심정맥압 측정을 위한 감시장치를 설치하였고 그 후 두개강내압 및 척수액 배액을 위하여 요추 3~4부위에 요추천자를 시행하였다. 수술시간이 장시간 소요되므로 배뇨를 위한 도뇨카테터를 삽입하여 소변량을 측정하였고 또 출혈량의 측정을 위하여 술전 및 술후 헤모글로빈과 헤마트크리트치를 측정하였으며 체온변화 및 호기말 산소농도 측정을 위한 감시장치(Vitalert 1000, North American Drager, USA)를 설치하였다. 마취유지는 N_2O/O_2 2:1, isoflurane, pancuronium을 정주하고 일회 호흡량 10~15 ml/kg, 호흡수 12회/분으로 호기말 이산화탄소분압을 26~32 mmHg 정도로 조절호흡을 유지하였다.

수술 종료 전 pyridostigmine 과 glycopyrrolate를 정주하여 잔여 근이완제의 효과를 역전시킨 후 N_2O 공급을 중단하고 100% 산소(5 L/min) 공급을 5분 이상 공급한 후 기관내삽관 튜브를 발관하고 산소마스크로 100% 산소공급을 계속한 후 환자의 활력징후 및 의식이 회복되면 회복실로 환자를 이송하였다. 회복실에서 산소마스크로 산소를 공급한 후 활력징후 및 호흡상태가 정상이면 중환자실로 환자를 이송한 후 중환자실에서 산소마스크로 계속 산소공급을 시행하였다. 수술 다음날 마취과 회진을 실시하여 수술 부위 혈종, 고혈압, 저혈압, 호흡곤란, 신경학적 휴유증 등의 합병증 유무를 관찰하고 마취 기록지에 기록하였다. 술전 환자 의식상태는 modi-

fied Hunt and Hess's clinical grades로 분류하였다.

결 과

뇌저주막하 출혈로 수술을 시행한 환자의 일반적 인 통계자료는 Table 1과 같다.

비 정상적인 심전도가 나타난 환자의 통계자료는 Table 2와 같고 심전도 이상이 나타난 결과 중 T파 역위, T파 역위와 ST 분절 저하, T파 역위와 심실세 동, T파 역위와 동성서맥, T파 역위와 좌심실비후가 함께 나타난 경우 46%, 좌심실비후만 나타난 경우 17%, ST 분절 저하, ST 분절 저하와 좌심실비후, ST 분절 저하와 불완전 우각블록(ICRBBB), ST 분절

Table 1. Demographic Data

No. of patients	41
Sex(M/F)	5/36
Age(yr)	57.6 ± 10.42
Weight(kg)	56.7 ± 7.4
Height(cm)	158.1 ± 6.5
Operation time(hr)	6.3 ± 1.96
Preoperation	
Hemoglobin(gm/dl)	11.5 ± 1.52
Hematocrit(%)	35.7 ± 4.83
Postoperation	
Hemoglobin(mg/dl)	10.5 ± 1.23
Hematocrit(%)	32.8 ± 4.34

All values are mean ± SD.

Table 2. The Preoperative ECG Abnormalities and Hunt and Hess's Clinical Grades

Clinical grade		H-H clinical grade					Total
ECG abnormalities	0	I	II	III	IV	V	
Q		1	2	3			
Q+T		1	1				
Q+ST		1	1				
Q+LVH		1	1				
T		5	7	1	13		
T+ST		1	1				
T+AF		1	1				
T+SB		1	1	2			
T+LVH		2	2				
ST		1	1				
ST+LVH		1	1	2			
ST+ICRBBB		1	1				
ST+LVH+PAC		1	1				
ST+LAHB+CRBBB		1	1				
LVH		4	1	2	7		
CRBBB		1	1				
PAC		1	1				
AF		1	1				
Total		2	16	13	10	0	41

Q: Q wave. Q+T: Q wave+T wave. Q+ST: Q wave+ST segment. Q+LVH: Q wave+left ventricular hypertrophy. T: T wave. T+ST: T wave+ST segment. T+AF: T wave+atrial fibrillation. T+SB: T wave+sinus bradycardia. T+LVH: T wave+left ventricular hypertrophy. ST: ST segment. ST+LVH: ST segment+left ventricular hypertrophy. ST+ICRBBB: ST segment+incomplete right bundle branch block. ST+LVH+PAC: ST segment+left ventricular hypertrophy+paroxysmal atrial contraction. ST+LAHB+CRBBB: ST segment+left anterior hemiblock+complete right bundle branch block. LVH: left ventricular hypertrophy. CRBBB: complete right bundle branch block. PAC: paroxysmal atrial contraction. AF: atrial fibrillation.

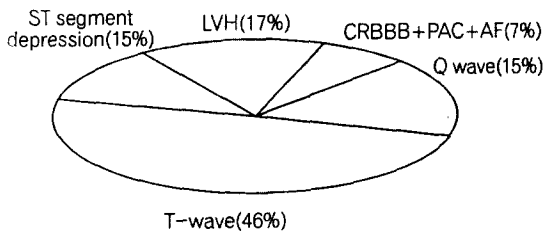


Fig. 1. Abnormal ECG patterns.

CRBBB: complete right bundle branch block, PAC: paroxysmal atrial contraction, AF: atrial fibrillation, LVH: left ventricular hypertrophy

저하와 좌심실비후 및 발작성 심방성 수축(PAC), ST 분절 저하와 좌전 헤마이블록(LAHB) 및 완전 우각블록(CRBBB)이 함께 나타난 경우 15%, Q파, Q파 및 T파, Q파와 ST 분절 저하, Q파와 좌심실비후가 함께 나타난 경우 15%였으며 완전 우각블록(CRBBB), 발작성 심방성 수축(PAC), 심실세동이 단독으로 나타난 경우는 각각 1예로 모두 7%를 차지하였다(Fig. 1).

술중에 PVC가 나타난 경우 3예, PAC가 나타난 경우 2예였다.

술전 전해질 검사를 시행하였던 바 전해질 이상이 있는 환자는 한 예도 없었다.

수술 부위 혈종으로 인하여 재 수술을 받은 환자는 한 예도 없었고 고혈압이 나타난 경우는 술전 고혈압의 과거력이 있던 환자가 술후 고혈압이 나타났고 혈압하강제는 사용하지 않았으며 고혈압의 과거경력이 있는 환자는 14예로 34%였다. 저혈압, 호흡곤란, 신경학적 후유증은 술후 즉시 나타난 경우는 한 예도 없었다.

고 찰

심전도 감시장치는 오늘날 수술실에서 뿐 아니라 중환자실에서 보편적으로 사용되는 감시장치로 수술받는 환자에게 사용되는 꼭 필요한 감시장치 중의 하나이다. Andreoli등은³⁾ 뇌지주막하 출혈이 발생한 환자 중에서 50~100%의 환자가 심전도상에서 비 정상적인 rhythm과 형태가 발현된다고 했고 심전도상에서 나타날 수 있는 부정맥은 동성서맥 및 빈맥, 심방실해리, 생명에 위협을 주는 심실성빈맥, 심

실세동 등이며 형태는 T파 역위 및 ST 분절 저하, U파 출현, QT 간격 연장, 회귀하게 Q파 출현 등이 있고 QT 간격 연장은 20~41%에서 나타날 수 있다고 하였다. 또 Byer등은¹⁾ 뇌출혈과 Q-T 간격 연장 및 large T파와 연관된 심전도 변화와의 관계를 보고하였다. 심전도 변화는 뇌지주막하 출혈이 발병된 후 첫 48시간내 보통 발생되며 회복되는 기간은 다양하여 Vidal등은⁴⁾ 10일 이내에 정상 회복된다고 하였고 또 Harries는⁵⁾ 6주가 지나면 정상으로 회복된다고 하여 회복되는 기간은 정확하지 않았다. 그러나 심전도 변화는 날마다 변화될 수 있으며 술중 또는 술후에도 변화될 수 있다고 Manninen등은⁶⁾ 주장했다. 그러나 본 연구에서는 뇌지주막하 출혈이 발병된 후 술전 심전도상에서 Q파가 출현한 경우는 15%나 되었지만 술중에 Q파가 출현한 경우는 한 예도 없었고 또 PVC가 출현한 경우도 한 예도 없었지만 술중에 PVC가 출현한 경우가 3예 있어 원인을 제거해 준 결과 술중 심전도상에서 사라졌다. PAC가 출현한 경우는 술전 2예였고 술중에도 나타났으며 특별한 처치는 하지 않았다. 술전 T파 역위가 46%로 가장 많았지만 술중 T파 역위가 출현한 경우는 1예로 극히 회귀하였다. 심전도 변화가 있었던 환자들 중 술중, 술후에 심전도 이상이 계속 지속되는 경우는 한 예도 없었고 술전 심전도 이상이 있었지만 술후에 심전도 이상이 지속적으로 계속되는 경우는 한 예도 없었다.

Rudehill등은⁷⁾ 전해질 이상은 심전도 변화를 초래할 수 있으며 ST 분절 저하, T파 크기 감소, U파 크기 증가, 부정맥 등이 나타날 수 있는 경우는 저 칼륨혈증이 원인이라고 하였고 QT 간격 연장, 심근 실조, 심 부정맥의 촉진은 저 칼슘혈증이 원인이라고 하였다. 그러나 뇌지주막하 출혈이 발병된 후 수술받는 환자들 중에서 술전에 모두 교정한 경우인지 정확하게 알 수는 없었지만 저 칼륨혈증 및 저 칼슘혈증이 있었던 환자는 한 예도 없었고 다른 전해질 이상이 있었던 환자도 한 예도 없었다.

Cruickshank등과⁸⁾ Smith 및 Ray는⁹⁾ 또 심전도 변화를 초래할 수 있는 다른 요인은 급성 출혈인데 두개강내압의 급작스런 증가로 인하여 시상하부-중재자인 압도적인 교감성 방전(hypothalamic-mediated overwhelming sympathetic discharge)을 유도하여 결과적으로 심 변화가 초래된다고 하였고 Cruickshank등

은⁸⁾ 급성 뇌지주막하 출혈이 발생한 환자에서 catecholamine치가 소변에 증가되는 것과 QT 간격 연장, Q파 출현, T파역위 와는 밀접한 관계가 있다고 하였다.

Cruickshank등과⁸⁾ Marion등은¹⁰⁾ catecholamines 유리 특히 norepinephrine은 좌 심실 긴장(strain) 혹은 직접적인 조직독성을 유도하여 전신성 고혈압으로 인한 심근 손상의 원인이 되며 또 corticosteroid치는 역시 증가되고 심근은 catecholamines에 더 민감하고 catecholamines작용이 더 강하게 된다고 하였다. 본 연구에서는 고혈압의 과거 경력이 있는 환자는 14예(34%)였지만 수술실에서 측정된 수축기 및 이완기혈압은 평균 128 ± 18.43 및 77 ± 9.18 mmHg로 정상범위내였으며 고혈압으로 인하여 마취를 힘들게 한 환자는 한례도 없었다. 그러나 술전 수축기 및 이완기혈압이 180/100 mmHg인 남자 환자는 환자 자신이 술전 고혈압인지조차도 모르는 환자로 술전 혈압치료를 받은 적이 없었고 술전 초음파 심장조영술을 시행하여 박출계수가 65% 이상임을 확인한 후 마취를 시행하였고 술중에 isoflurane 자체만으로 혈압조절이 잘 유지되었다.

Andreoli등과³⁾ Vidal등은⁴⁾ QT 간격 연장, T파 異常, Q파는 전해질 이상 교정과 항 부정맥 약으로 즉시 교정해야 한다고 했으며 실험적으로 교감신경계의 외과적 차단이나 약리학적인 차단은 심전도 변화를 방지하던지 혹은 폐지시킨다고 Vidal등과⁴⁾ Weintraub와 McHenry는¹²⁾ 주장했다. 그러나 β -adrenergic 혹은 다른 자율신경 길항제를 예방적으로 주입하는 경우는 결과가 의의있게 변화된다는 증거는 없고 β -adrenergic 혹은 자율신경 길항제를 사용하여 결과를 의의있게 변경시키고자 하는 경우는 정당하지 못한 것 같다고 Marion등과¹⁰⁾ Grad등은¹¹⁾ 주장했다.

심전도상에서 Q파와 허혈이 나타나는 경우는 항상 마취과 의사 뿐 아니라 환자 및 환자 보호자들을 불안하고 초조하게 할 뿐 아니라 매우 힘들게 하고 진단하기가 어려웠다고 Samra 및 Kroll과¹³⁾ White등은¹⁴⁾ 주장했다. Rudehill등과⁷⁾ Samra 및 Kroll은¹³⁾ 비록 심전도 검사가 뇌지주막하 출혈 환자에서 대부분 심장원성인 것 보다 신경성 심전도 異常으로 나타난다고 할지라도 비정상적으로 나타난 심전도 결과로 인하여 심장에 정확한 진단을 필요로 하는 애로 때문에 종종 수술을 지연하게 된다고 하였다. 그

러나 심전도상에서 희귀하게 Q파가 출현한 경우는 모든 환자에게 초음파 심장조영술을 시행하여 심장 기능을 반드시 점검해야 하지만 본 저자들은 환자 상태가 너무 위중하여 술전 점검을 모든 환자에게 시행하지 못하였다. 심전도상에서 T파 및 Q파가 출현한 경우, 연령이 65세 이상으로 심전도상에 비정상적인 형태의 심전도가 나타난 경우에 초음파 심장조영술을 시행하였고 초음파 심장조영술에서 박출계수가 45%로 기록된 환자가 한례 있었지만 박출계수가 너무 낮아 마취를 못 할 경우가 아니었으며 그외의 환자들은 모두 박출계수가 60% 이상으로 기록되어 마취를 시행하였고 박출계수가 45%로 기록된 환자도 수술종료 후 기관내 삽관 튜브를 발관한 후 중환자실로 이송하여 잘 치유된 후 퇴원하였다.

허혈을 의심케하는 비 정상적인 심전도를 나타낼 수 있는 가능성이 있는 요인은 첫째 급성 심근경색, 둘째 지주막하 출혈로 유도된 심근경색, 셋째 경색 증없는 심전도 변화 등이며 더 의심스러운 경우에 심효소와 초음파 심장조영술을 반드시 시행해야 한다. H-H clinical grade 와 심전도 異常은 밀접한 관계가 있는 것은 아니다. H-H clinical grade가 더 나쁜 환자라고 반드시 심전도 異常이 나타나는 것은 아니며 grade IV인 경우 보다 grade II인 경우에 심전도 異常이 나타나는 경우가 더 많았다. 뇌지주막하 출혈로 수술을 받은 환자는 재 출혈의 위험성이 있으므로 파열된 두개강내 동맥류환자의 외과적 시술은 반드시 응급으로 시행되어야 한다. 뇌 지주막하 출혈이 발생한 후 나타난 심전도 변화와 초음파 심장 조영술상에서 나타난 심근 기능장애와의 관계는 별로 덜 밀접하고 초음파 심장조영술과 신경학적 손상의 심도(severity)와의 관계가 더 밀접하다고 Davies등은¹⁵⁾ 주장했다.

전판석등은¹⁶⁾ 뇌동맥류에 기인된 뇌 지주막하 출혈에서 심전도 異常 소견을 가진 환자를 수술 후 임상적으로 분석하여 심전도 異常으로 인한 사망의 상관관계는 심전도상 병적인 Q파 및 심장원성 심전도 異常이 발현되지 않는 한 뇌동맥류 수술 후 사망하지 않고 또 고혈압 및 선천성, 후천성 심혈관계 질환의 병력이 없었던 뇌지주막하 출혈 환자에서 심전도상 병적인 Q파 및 심장원성 심전도 異常이 발현되지 않았으며 뇌동맥류 수술을 심전도 異常으로 지연시킬 필요가 없다고 하였다.

결론적으로 뇌지주막하 출혈이 발생된 후 T파 역위, Q파, ST 분절 저하, 부정맥, 좌심실비후 등의 심전도 변화가 나타날 수 있다. 술전 심전도 검사에서 심전도 변화가 신경성 손상의 심한 정도를 나타낸다고 하더라도 실질적으로 술중 사망률과 이환율을 나타내지 못하기 때문에 생명의 위협을 받는 뇌지주막하 출혈이 있는 환자에서 마취에 대한 결정은 심전도 변화에 의해서 영향을 받지않아야 한다.

뇌지주막하 출혈이 있는 환자에서 술전 심전도상에서 심전도 異常이 신경원성(neurogenic) 심전도 異常인 경우는 수술을 지연 시킬 필요가 없을 뿐 아니라 심장원성(cardiogenic) 심전도 異常이라면 술전 초음파 심장조영술 및 효소, 전해질 검사 뿐 아니라 심장에 필요한 모든 술전 검사를 시행한 후 수술을 시행해야 하겠다. 그러나 술전 심전도 검사는 침습적 혹은 비침습적 감시장치를 선택하는데 결정적인 영향을 미치게 될 수도 있다.

참 고 문 헌

- Byer E, Ashman R, Tuth LA: Electrocardiograms with large upright T-waves and long Q-T intervals. *Am Heart J* 1947; 33: 796-806.
- Burch GE, Meyers R, Abildskow JA: A new electrocardiographic pattern observed in cerebrovascular accidents. *Circulation* 1954; 9: 719-23.
- Andreoli A, diPasquale G, Pinelli G, Grazi P, Tognetti F, Testa C: Subarachnoid hemorrhage: frequency and severity of cardiac arrhythmias. A survey of 70 cases studied in the acute phase. *Stroke* 1987; 18: 558-64.
- Estanol Vidal B, Badui Dergal E, Cesarman E, Marin San Martin O, Loyo M, Vargas Lugo B, et al: Cardiac arrhythmia associated with subarachnoid hemorrhage: prospective study. *Neurosurgery* 1979; 5: 675-80.
- Harries AD: Subarachnoid hemorrhage and the electrocardiogram: a review. *Postgrad Med J* 1981; 57: 294-6.
- Manninen PH, Lam AM, Gelb AW: Eletrocardiographic changes during and after isoflurane-induced hypotension for neuromuscular surgery. *Can J Anaesth* 1987; 34: 549-53.
- Rudehill A, Gordon E, Sundqvist K, Sylven C, Wahlgren G: A study of ECG abnormalities and myocardial specific enzymes in patients with subarachnoid hemorrhage. *Acta Anaesth Scand* 1982; 26: 344-50.
- Cruickshank JM, Neil-Dwyer G, Stott AW: Possible role of catecholamines, corticosteroids, and potassium in production of electrocardiographic abnormalities associated with subarachnoid hemorrhage. *Br Heart J* 1974; 36: 697-706.
- Smith M, Ray CT: Cardiac-arrhythmias, increased intracranial pressure, and the autonomic nervous system. *Chest* 1972; 61: 125-33.
- Marion DW, Segal R, Thompson ME: Subarachnoid hemorrhage and the heart. *Neurosurgery* 1986; 18: 101-6.
- Grad A, Kiauta T, Osredkar J: Effect of elevated plasma norepinephrine on electrocardiographic changes in the subarachnoid hemorrhage. *Stroke* 1991; 22: 746-9.
- Weintraub BM, McHenry LC Jr: Cardiac abnormalities in subarachnoid hemorrhage: a resume. *Stroke* 1974; 5: 384-92.
- Samra SK, Kroll DA: Subarachnoid hemorrhage and intraoperative electrocardiographic changes simulating myocardial ischemia: anesthesiologist's dilemma. *Anesth Analg* 1985; 64: 86-9.
- White JC, Parker SD, Rogers MC: Preanesthetic evaluation of a patient with pathologic Q waves following subarachnoid hemorrhage. *Anesthesiology* 1985; 62: 351-4.
- Davies KR, Gelb AW, Manninen PH, Boughner DR, Bisnaire D: Cardiac function in aneurysmal subarachnoid hemorrhage: A study of electrocardiographic and echocardiographic abnormalities. *Br J Anaesthesia* 1991; 67: 58-63.
- 전판석, 이승명, 조하영, 양의중, 장석정, 신 호: 심전도 이상 뇌동맥류 환자에서의 수술후 임상적 고찰. *대한 신경외과학회지* 1995; 24: 5-12.