

심인성 쇼크를 동반한 급성 심근경색증 환자에서 대동맥 내 풍선펌프를 이용한 관상동맥 중재술 후 사망 예측인자

전남대학교병원 심장센터, ¹전남대학교 대학원 보건학협동과정

김정훈¹ · 정명호^{1*} · 최진수¹ · 이정애¹ · 김인수 · 최옥자 · 김은정
심두선 · 홍영준 · 김주한 · 안영근 · 조정관 · 박종춘 · 강정채

Predictors of Mortality in Acute Myocardial Infarction Patients with Cardiogenic Shock Who Underwent Percutaneous Coronary Intervention with the Aid of an Intra-Aortic Balloon Pump

Jeong Hun Kim¹, Myung Ho Jeong^{1*}, Jin Su Choi¹, Jung Ae Rhee¹, In Soo Kim, Ok Ja Choi, Eun Jeong Kim, Doo Sun Sim, Young Joon Hong, Ju Han Kim, Young Keun Ahn, Jeong Gwan Cho, Jong Chun Park and Jung Chae Kang

The Heart Center of Chonnam National University Hospital,

¹Department of Public Health, Chonnam National University Graduate School, Gwangju, Korea

Despite recent advances in the treatment of acute myocardial infarction (AMI), the mortality of AMI patients with cardiogenic shock remains high, especially in those who fail to receive adequate coronary revascularization. Even though it is reported that coronary revascularization with an intra-aortic balloon pump (IABP) support improves survival, such patients are still at high risk of early mortality. Therefore, the present study aimed to discover predictors of death in AMI patients with cardiogenic shock undergoing percutaneous coronary intervention (PCI) with the aid of an IABP. Of AMI patients presenting with cardiogenic shock between June 2005 and September 2007, 51 patients (67.4±9.9 years of age, 30 males) who underwent PCI with IABP support were grouped into in-hospital survivors and non-survivors and were compared for clinical, laboratory, echocardiographic, and coronary angiographic characteristics. The overall in-hospital mortality rate of the study patients was 52.9%. There were no statistically significant differences between the two groups in the indices of baseline clinical characteristics, laboratory findings, echocardiographic findings, and coronary angiographic findings. Non-survivors received more mechanical ventilation (25 vs. 15, p=0.009), the duration of stay in the coronary care unit was shorter in the non-survivors (3.6±2.9 vs. 9.0±6.7 days, p=0.001), and systolic blood pressure was lower in non-survivors (75.6±57.2 vs. 105.3±44.5 mmHg, p=0.045). Multivariate regression analysis for predictors of in-hospital mortality demonstrated that diabetes mellitus (OR: 6.51, 1.225 ~ 34.632 95% CI: p=0.028) was significantly associated with in-hospital death. In AMI patients with cardiogenic shock who underwent PCI with IABP support, diabetes mellitus was a significant predictor of mortality.

Key Words: Shock; Myocardial infarction; Intra-aortic balloon pump

서 론

급성 심근경색증 환자에 있어서 심인성 쇼크가 동반되는 경우는 10% 정도이며, 병원 내 사망의 가장 흔한 원인으로 보고되고 있다.¹ 급성 심근경색증에 의해 심인성 쇼크가 발생하는 경우 관상동맥 재관류를 시행하지 않으면 사망률이 78%에 이르고 관상동맥 재관류를 시행하여도 46%의 사망률을 보이는 것으로 알려져 있으며,² 관상동맥 중재술과 대동맥 내 풍선펌프 사용과 같은 적극적인 치료에도 불구하고 사망률은 여전히 높은 수준을 유지하고 있다.^{3,4}

심인성 쇼크 상태에 있는 환자에게 관상동맥 재관류 시술 전에 대동맥 내 풍선펌프를 적절히 사용하면 확장기에 관상동맥 혈류를 증가시키고 수축기에 후부하를 감소시켜 심기능의 개선과 혈액학적 안정을 주는 이점이 있다.⁵ 그러나 혈액학적 대상부전에 이르기 전에 대동맥 내 풍선펌프를 시행해야 심기능을 개선시킬 수 있으며, 생존율은 관상동맥 중재술이나 관상동맥 우회술을 시행한 환자에서만 호전되었다고 보고되었다.⁶ 따라서 심인성 쇼크를 동반한 급성 심근경색증 환자에 대한 적극적인 관상동맥 재관류술과 대동맥 내 풍선펌프 사용은 생존율을 높이는데 중요한 역할을 한다고 할 수 있다.

본 연구에서는 심인성 쇼크를 동반한 급성 심근경색증 환자에서 관상동맥 중재술과 대동맥 내 풍선펌프 시술을 시행 후 원내 사망과 관련된 유의한 예측 인자를 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

1. 대상 환자

2005년 6월부터 2007년 9월까지 심인성 쇼크를 동반한 급성 심근경색증 환자로 관상동맥 중재술과 대동맥 내 풍선펌프 시술을 시행한 51예 중 원내 사망군 27예와 생존군 24예를 대상으로 하였다.

급성 심근경색증은 30분 이상 지속되는 전형적인 흉통, 심근 효소 수치가 정상의 2배 이상 증가한 경우, 추적 심전도에서 심근 손상을 나타내는 ST절의 변화 또는 새로운 Q파의 존재 중 2가지 이상을 만족할 경우로 정의하였고, 심인성 쇼크는 수축기 혈압이 90 mmHg 이하로 유지되거나 90 mmHg 이상의 유지를 위해 승압제가 필요한 경우, 조직 저관류의 징후(말초혈관 수축의 증거, 말초 청색증, 펄노, 의식저하), 좌심

실 충만압 상승의 증거가 있는 경우로 하였다.

2. 방법

대상 환자의 입원기간 중의 진료기록을 검토하여 환자의 성별, 나이, 위험요인, 심허혈 질환의 과거력 등 임상적 특성 및 혈액학적 검사소견(maximum troponin I, creatinine, high sensitivity C-reactive protein, N-terminal pro-brain natriuretic peptide)을 조사하였으며, 심초음파도를 이용한 좌심실 구혈률, 그리고 관상동맥 조영술 소견으로 병변의 형태, 병변 혈관의 위치, 관상동맥 질환의 범위, 관상동맥 중재술 전후에 Thrombolysis In Myocardial Infarction (TIMI) flow, 인공호흡기의 사용 및 중환자실 재원기간 등을 조사하였다. 시간 변수로는 증상 발현 후 병원 도착시간(symptom to door time), 병원 도착 후 중재시술을 통한 혈관재개통 시간(door to balloon time), 증상 발현 후 중재시술을 통한 혈관재개통 시간(symptom to balloon time)을 조사하였다.

대상 환자를 원내 생존군과 사망군으로 나누어 비교하였다. 사망은 심부전증, 다기관 부전증, 출혈 등 모든 원인에 의한 사망으로 정의하였다.

3. 자료 분석

통계처리는 SPSS for Windows 12.0 (Statistical Package for the Social Sciences, SPSS INC. USA)을 이용하였다. 연속형 변수는 평균값±표준편차 혹은 중앙값으로, 비연속형 변수는 빈도 및 율(%)로 기술하였다. 대상비교는 독립 t-test, Chi-square test와 Mann-Whitney test를 시행하였고, 다변량 회귀분석(multivariate logistic regression analysis)을 통하여 사망 예측 인자를 평가하였고, 통계학적 유의수준은 $p < 0.05$ 로 하였다.

결 과

1. 임상적 특성

대상 환자(평균 연령 67.4±9.9세, 남 : 여=30 : 21)는 51명이었고 27명의 환자(평균 연령 68.3±11.3세, 남 : 여=16 : 11)는 입원기간 중 사망하였고 24명의 환자(66.3±8.1세, 남 : 여=14 : 10)는 생존하여 원내 사망률은 52.9%였다. 질환별 분포는 ST분절 상승 심근경색증 45예(88.2%), ST분절 비상승 심근경색증 6예(11.8%)로 나타났으며, 위험 인자는 고혈압 27예(55.1%), 당뇨병 20예(41.7%), 고지혈증

1예(2.4%), 흡연력 19예(37.3%)로 고혈압의 빈도가 높았다. 허혈성 심장질환의 과거력 10예(19.6%), 기관지 삽관을 통한 인공호흡 40예(78.4%), 평균 중환자실 재원일수는 6.2±5.7일로서 많은 환자에 있어서 기관지 삽관을 통한 인공호흡이 필요하였다. 내원시 초기 심실 수축기 혈압은 평균 89.6±53.3 mmHg를 보였으며, 증상 발현 후 병원 도착시간, 병원 도착 후 중재시술을 통한 혈관재개통 시간, 증상 발현 후 중재시술을 통한 혈관재개통 시간은 각각 374.5±763.9분, 319±593.1분, 693.9±1038.7분이었다. 신부전(혈청 크레아티닌 >1.4 mg/dL)은 16예(31.4%)로 나타났다. 두 군 간에 기관지 삽관을 통한 인공호흡(생존군 15예, 사

망군 25예, p=0.009), 중환자실 재원일수(생존군 9.0±6.7일, 사망군 3.6±2.9일, p=0.001), 내원시 초기 심실 수축기 혈압(생존군 105.3±44.5 mmHg, 사망군 75.6±57.2 mmHg, p=0.045)에 있어서 통계학적 유의한 차이를 보였고 성별, 나이, 임상진단명, 위험인자 등에 있어서는 차이를 보이지 않았다(Table 1).

2. 검사실 소견과 심초음파도 소견

내원 시 시행한 혈액 검사에서 high sensitivity C-reactive protein, N-terminal pro-brain natriuretic peptide, maximum troponin I, creatinine은 두 군 간에 유의한 차이를 보이지

Table 1. Baseline clinical characteristics

Variables	Survivors (n=24)	Non-survivors (n=27)	Total (n=51)	p value
Gender (%)				0.947
Male	14 (58.3)	16 (59.3)	30 (58.8)	
Female	10 (41.7)	11 (40.7)	21 (41.2)	
Age (years)	66.3±8.1	68.3±11.3	67.3±9.9	0.485
Clinical diagnosis (%)				0.878
STEMI	21 (87.5)	24 (88.9)	45 (88.2)	
NSTEMI	3 (12.5)	3 (11.1)	6 (11.8)	
Risk factors (%)				
Hypertension	11 (47.8)	16 (61.5)	27 (55.1)	0.336
Diabetes mellitus	7 (30.4)	13 (52.0)	20 (41.7)	0.130
Hyperlipidemia	0 (0)	1 (4.2)	1 (2.4)	0.381
Current smoking	9 (37.5)	10 (37.0)	19 (37.3)	0.973
History of IHD (%)	7 (29.2)	3 (11.1)	10 (19.6)	0.105
Use of mechanical ventilation (%)	15 (62.5)	25 (92.6)	40 (78.4)	0.009
Duration of CCU stay (days)	9.0±6.7	3.6±2.9	6.2±5.7	0.001
Systolic blood pressure (mmHg)	105.3±44.5	75.6±57.2	89.6±53.3	0.045
Renal insufficiency (%)*	5 (20.8)	11 (40.7)	16 (31.4)	0.126
Symptom to door time (minutes)	304.1±305.7	437.0±1015.4	374.5±763.9	0.541
Door to balloon time (minutes)	241.9±331.3	388.48±754.3	319.5±593.1	0.384
Symptom to balloon time (minutes)	546.0±440.9	825.4±1365.6	693.9±1038.7	0.343

STEMI, ST-elevation myocardial infarction; NSTEMI, non ST-elevation myocardial infarction; History of IHD, history of ischemic heart disease; CCU, coronary care unit; *Renal insufficiency defined as baseline serum creatinine level >1.4 mg/dL.

Table 2. Laboratory findings and left ventricular function

Variables	Survivors (n=24)	Non-survivors (n=27)	Total (n=51)	p value
hs-CRP (mg/dL)	6.9 (7.0)	3.5 (13.2)	5.7 (8.2)	0.664
NT-proBNP (pg/mL)	2642.0 (13066.3)	1894.0 (6847.0)	2201.0 (9922.0)	0.406
Creatinine (mg/dL)	1.3±0.6	1.7±1.5	1.5±1.2	0.167
Maximum Tnl (ng/mL)	80.5 (126.8)	84.8 (114.5)	81.8 (56.6)	0.664
CIN (%)*	9 (37.5)	11 (55.0)	20 (45.5)	0.246
LVEF (%)	43.6±11.6	45.5±13.4	44.3±12.2	0.652

hs-CRP, high sensitivity C-reactive protein; NT-proBNP, N-terminal pro-brain natriuretic peptide; Tnl, troponin I; CIN, contrast induced nephropathy; LVEF, left ventricular ejection fraction; Data were expressed as median (interquartile range), comparisons of variables were tested by means of Mann-Whitney U test; *Contrast induced nephropathy defined as an absolute increase in serum creatinine level >0.5 mg/dL within the 72-hour period after angioplasty.

않았다. 또한 조영제에 의한 급성신부전증(contrast induced nephropathy, CIN)도 두 군 간에 유의한 차이를 보이지 않았다. 심초음파도를 이용한 좌심실 구혈률도 두 군 간에 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 2).

3. 관상동맥 조영술 소견

대상 환자의 34예(66.7%)에서 일차적 관상동맥 중재술이 이루어졌으며, 관상동맥 조영술상 심근경색 관련 동맥(좌주간지 11.8%, 좌전하행지 43.1%, 좌회선지 19.6%, 우관상동맥 25.5%), 관상동맥 질환의 범위(단일혈관 29.4%, 다혈관 70.6%), American College of Cardiology/American Heart Association classification에 의한 병변 형태 분류에서 A, B1형 27.5%, B2, C형 72.5%로서 좌전하행지 병변, 다혈관 질환 그리고 복잡병변의 빈도가 많았다. 시술 전 TIMI flow 0는 60.8%, 시술 후 TIMI 3는 84.3%를 보였다. 두 군간의 관상동맥 조영술 소견과 시술 후 합병증에서 통계학적 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 3).

4. 원내 사망률과 관련된 독립 예측 인자

대상 환자의 원내 사망은 51예 중 27예로써 52.9%이었고, 사망 원인은 심부전증 85%로 가장 많았으며, 그밖에 다기관부전증, 출혈 등이었다. 원내 사망에 관련된 예측 인자를 얻기 위한 다변량 회귀분석(multivariate logistic regression analysis)에서 당뇨병(OR: 6.51, 1.225~34.632 95% CI: p=0.028)이 유의한 사망 예측 인자였다(Table 4).

고 찰

본 연구는 심인성 쇼크를 동반한 급성 심근경색증 환자의 관상동맥 중재술과 대동맥 내 풍선펌프 삽입 후 원내 사망률을 예측할 수 있는 인자를 알아보기로 진행하였으며, 당뇨병 등이 유의한 사망 예측 인자이었다.

급성 심근경색증에 의해 심인성 쇼크가 발생하는 경우 관

Table 3. Coronary angiographic findings

Variables (%)	Survivors (n=24)	Non-survivors (n=27)	Total (n=51)	p value
Primary PCI	16 (66.7)	18 (66.7)	34 (66.7)	1.000
Successful PCI	21 (87.5)	22 (81.5)	43 (84.3)	0.555
Infarct-related artery				
LM	2 (8.3)	4 (14.8)	6 (11.8)	0.473
LAD	9 (37.5)	13 (48.1)	22 (43.1)	0.443
LCX	7 (29.2)	3 (11.1)	10 (19.6)	0.105
RCA	6 (25.0)	7 (25.9)	13 (25.5)	0.940
Numbers of involved artery				0.971
Single vessel	7 (29.2)	8 (29.6)	15 (29.4)	
Multivessel	17 (70.8)	19 (70.4)	36 (70.6)	
ACC/AHA classification				0.712
Complex lesion (B2, C)	18 (75.0)	19 (70.4)	37 (72.5)	
TIMI flow before PCI				
TIMI 0	13 (54.2)	18 (66.7)	31 (60.8)	0.361
TIMI 1	1 (4.2)	2 (7.4)	3 (5.9)	0.623
TIMI 2	9 (37.5)	4 (14.8)	13 (25.5)	0.064
TIMI 3	1 (4.2)	3 (11.1)	4 (7.8)	0.357
TIMI flow after PCI				
TIMI 0	2 (8.3)	1 (3.7)	3 (5.9)	0.483
TIMI 1	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1.000
TIMI 2	1 (4.2)	4 (14.8)	5 (9.8)	0.202
TIMI 3	21 (87.5)	22 (81.5)	43 (84.3)	0.555
Complication				
Major bleeding	0 (0)	2 (7.4)	2 (3.9)	0.174
Cerebrovascular accident	0 (0)	1 (3.7)	1 (2.0)	0.341
Ventricular arrhythmias	8 (33.3)	10 (37.0)	18 (35.3)	0.782
Atrioventricular block	5 (20.8)	6 (22.2)	11 (21.6)	0.904

PCI, percutaneous coronary intervention; LM, left main coronary artery; LAD, left anterior descending coronary artery; LCX, left circumflex coronary artery; RCA, right coronary artery; ACC/AHA, American College of Cardiology/American Heart Association; TIMI, Thrombolysis In Myocardial Infarction.

Table 4. Multivariate logistic regression analysis for predictive factors of hospital mortality

Variables	OR	95% CI	p value
Diabetes mellitus	6.51	1,225 ~ 34,632	0.028
Systolic blood pressure	0.99	0.972 ~ 1,003	0.107
Use of mechanical ventilation	5.83	0.509 ~ 66,702	0.156
Renal insufficiency*	2.94	0.489 ~ 17,640	0.239
History of IHD	0.37	0.053 ~ 2,606	0.318
CIN [†]	2.28	0.450 ~ 11,506	0.320
Infarct-related artery (LCX)	0.40	0.018 ~ 8,723	0.559

OR, odds ratio; CI, confidence interval; History of IHD, history of ischemic heart disease; CIN, contrast induced nephropathy; LCX, left circumflex coronary artery; *Renal insufficiency defined as baseline serum creatinine level >1.4 mg/dL; [†]Contrast induced nephropathy defined as an absolute increase in serum creatinine level >0.5 mg/dL within the 72-hour period after angioplasty.

상동맥 재관류를 시행하지 않으면 사망률이 78%에 이르고 관상동맥 재관류를 시행하여도 46%의 사망률을 보이는 것으로 알려져 있으며 사망자 군에서 다혈관 질환과 좌측 주 관동맥 질환의 빈도가 높은 것으로 보고 되었다.² 본 연구에서도 관상동맥 중재술과 대동맥 내 풍선펌프 삽입의 적극적인 치료에도 불구하고 53%에 이르는 높은 원내 사망률을 나타내었으며 전체 환자군에서 다혈관 질환, 좌측 주 관동맥 질환 그리고 복잡병변의 빈도가 많았지만 두 군 간에 유의한 차이를 나타내지는 않았다.

대동맥 내 풍선펌프의 개념은 1961년 Mouloupoulos 등⁷에 의해 시험되었으며, 1967년 Kantrowitz 등⁸에 의해 약물 치료에 반응하지 않는 심인성 쇼크 환자를 대상으로 처음 응용되었다. 대동맥 내 풍선펌프는 심실의 수축기에 대동맥 내 풍선을 수축시켜 후부하를 감소시키고 심실 확장기에 풍선을 확장하여 관상동맥 및 말초혈관에 혈류를 개선시키는 효과가 있으며 이로 인해 평균 동맥압 및 심박출량을 상승시키고 좌심실 충만압을 감소시키게 된다.^{9,10}

현재 심인성 쇼크를 동반한 급성 심근경색증 환자에게는 모두 일차적 관상동맥 중재술은 통한 경색관련 혈관의 재관류와 대동맥 내 풍선펌프 사용을 권장하고 있다.¹¹ 대동맥 내 풍선펌프가 심인성 쇼크 환자들의 예후를 향상시킨다는 명확한 증거는 없지만 SHOCK registry에서는 대동맥 내 풍선펌프를 사용하여 심인성 쇼크환자들을 조기에 안정시키는 경우 원내 사망률을 감소시킬 수 있다고 보고하였으며,⁶ 심인성 쇼크를 동반한 급성 심근경색증의 치료로 관상동맥 재관류술과 대동맥 내 풍선펌프를 사용하면 생존율을 향상시키며 급성 심근경색 후 기계적 합병증이 발생한 경우도

마찬가지로 생존율을 향상시킬 수 있다고 보고되었다.¹² Kurisu 등¹³도 관상동맥 중재술 후 ST분절의 상승이 지속되는 환자에게도 효과가 있다고 보고하였다.

대동맥 내 풍선펌프 삽입 환자의 사망률과의 관련인자로 는 급성 심근경색, 좌심실 구혈률 30% 이하, New York Heart Association (NYHA)의 기능적 분류 IV, 인공심폐기와 대동맥 결찰 시간 등으로 보고되었으며.^{14,15} 국내 연구에서는 관상동맥 중재술 후 경색 관련 혈관의 TIMI 3 혈류를 유지하는 것이 환자의 사망률에 영향을 미친다고 보고하였다.¹⁶ 하지만 본 연구에서는 이러한 인자가 사망률을 예측하는데 영향을 주지 못하였고, 이는 모든 대상군에서 관상동맥 중재술과 대동맥 내 풍선펌프를 시행한 연구이기 때문에 유사한 선행 연구의 결과와 조금은 상이한 결과를 보인 것으로 생각된다.

급성 심근경색증으로 인한 좌심실 영역의 허혈성 손상의 발생은 급성 폐부종의 발생과 같은 합병증을 일으킬 수 있으며, 이러한 합병증이 동반된 고위험 심근경색증 환자들은 인공호흡기나 대동맥 내 풍선펌프의 사용이 필요하다.¹⁷ 또한 이런 환자군에서 원내 사망률이 높음을 본 연구에서도 보여 주고 있다. 김 등¹⁸이 진행한 인공호흡기나 대동맥 내 풍선펌프를 사용하여 치료한 급성 심근경색증 환자의 원내 사망 예측인자를 알아보는 연구에서는 사망군의 입원기간이 생존군에 비하여 유의하게 짧아서 사망이 주로 입원초기에 일어남을 보여 주었고, 유의한 사망 예측인자는 IABP 사용 여부, 관상동맥 중재술 여부와 높은 Global registry of acute coronary event (GRACE) 점수를 제시하였다. 본 연구에서는 유일하게 당뇨병이 사망을 예측하는 인자였다.

Troponin I, hs-CRP 및 NT-proBNP와 같은 생화학적 지표들은 심근허혈의 병태생리학적 기전을 평가하는데, 이러한 지표들이 ST분절 상승이 없는 급성 관상동맥 증후군 환자를 대상으로 한 임상 시험에서 각각 독립적인 예후 예측인자로 확인되었다.^{19,20} 하지만 본 연구에서는 사망군에서 지표의 값이 상승하는 경향은 보이나 통계학적 유의성은 보이지 않았다.

결론적으로 심인성 쇼크를 동반한 급성 심근경색증 환자는 현재 많은 치료 기술과 약물이 개발되었어도 여전히 높은 사망률을 나타내는 고위험군의 환자로서 더욱 적극적인 관상동맥 재관류술과 대동맥 내 풍선펌프와 같은 시술의 적절한 적용이 필요하며, 당뇨병 환자군에 있어서 높은 원내 사망률을 보임으로 보다 적극적인 치료가 뒷받침되어야 하겠다. 더불어 원내 사망과 관련된 지표를 개발하는데 노력이

필요하며, 이에 더욱 많은 환자군에 대한 연구가 필요하다고 하겠다.

References

1. Goldberg RJ, Samad NA, Yarzebski J, Gurwitz J, Bigelow C, Gore JM. Temporal trends in cardiogenic shock complicating acute myocardial infarction. *N Engl J Med* 1999;340:1162-8.
2. Webb JG, Sanborn TA, Sleeper LA, Carere RG, Buller CE, Slater JN, et al. Percutaneous coronary intervention for cardiogenic shock in the SHOCK trial registry. *Am Heart J* 2001;141:964-70.
3. Barron HV, Every NR, Parsons LS, Angeja B, Goldberg RJ, Gore JM, et al. The use of intra-aortic balloon counterpulsation in patients with cardiogenic shock complicating acute myocardial infarction: data from the National Registry of Myocardial Infarction 2. *Am Heart J* 2001; 141:933-9.
4. Hochman JS, Buller CE, Sleeper LA, Boland J, Dzavik V, Sanborn TA, et al. Cardiogenic shock complicating acute myocardial infarction-etiologies, management and outcome: a report from the SHOCK Trial Registry. *J Am Coll Cardiol* 2000;36:1063-70.
5. Califf RM, Bengtson JR. Cardiogenic shock. *N Engl J Med* 1994;330: 1724-30.
6. Sanborn TA, Sleeper LA, Bates ER, Jacobs AK, Boland J, French JK, et al. Impact of thrombolysis, intraaortic balloon pump counterpulsation, and their combination in cardiogenic shock complicating acute myocardial infarction: a report from the SHOCK trial registry. *J Am Coll Cardiol* 2000;36(Suppl 3):S1123-9.
7. Mouloupoulos SD, Topaz S, Kolff WJ. Diastolic balloon pumping (with carbon dioxide) in the aorta-a mechanical assistance to the failing circulation. *Am Heart J* 1962;63:669-75.
8. Kantrowitz A, Tjonneland S, Freed PS, Phillips SJ, Butner AN, Sherman JL Jr. Initial clinical experience with intraaortic balloon pumping in cardiogenic shock. *JAMA* 1968;203:113-8.
9. Urschel CW, Eber L, Forrester J, Matloff J, Carpenter R, Sonnenblick E. Alteration of mechanical performance of the ventricle by intraaortic balloon counterpulsation. *Am J Cardiol* 1970;25:546-51.
10. Hoffman JI, Spaan JA. Pressure-flow relation in coronary circulation. *Physiol Rev* 1990;70:331-90.
11. Hochman JS, Sleeper LA, Webb JG, Sanborn TA, White HD, Talley JD, et al. Early revascularization in acute myocardial infarction complicated by cardiogenic shock. *N Engl J Med* 1999;341:625-34.
12. Cohn LH. Surgical management of acute and chronic cardiac mechanical complications due to myocardial infarction. *Am Heart J* 1981; 102:1049-60.
13. Kurisu S, Inoue I, Kawagoe T, Ishihara M, Shimatani Y, Nishioka K, et al. Effect of intraaortic balloon pumping on left ventricular function in patients with persistent ST segment elevation after revascularization for acute myocardial infarction. *Circ J* 2003;67:35-9.
14. Corral CH, Vaughn CC. Intraaortic balloon counterpulsation: an eleven year review and analysis of determinants of survival. *Tex Heart Inst J* 1986;13:39-44.
15. Pi K, Block PC, Warner MG, Diethrich EB. Major determinant of survival and nonsurvival of intraaortic balloon pumping. *Am Heart J* 1995;130:849-53.
16. Ahn MS, Yoo BS, Kim JY, Ko JY, Lee KH, Kim WJ, et al. Predictive factors of survival for intra-aortic balloon pump in acute myocardial infarction treated with angioplasty. *Korean Circ J* 2003; 33:22-9.
17. Pena-Gil C, Figueras J, Soler-Soler J. Acute cardiogenic pulmonary edema: relevance of multivessel disease, conduction abnormalities and silent ischemia. *Int J Cardiol* 2005;103:59-66.
18. Kim JY, Jeong MH, Cho JH, Hong YJ, Kim JH, Ahn YK, et al. Predictors of hospital mortality for patient with acute myocardial infarction that was treated with an artificial ventilator and/or an intra-aortic balloon pump. *Korean Circ J* 2008;38:257-63.
19. Levin ER, Gardner DG, Samson WK. Natriuretic peptides. *N Engl J Med* 1998;339:321-8.
20. Cannon CP, Weintraub WS, Demopoulos LA, Vicari R, Frey MJ, Lakkis N, et al. Comparison of early invasive and conservative strategies in patients with unstable coronary syndromes treated with the glycoprotein IIb/IIIa inhibitor tirofiban. *N Engl J Med* 2001;344: 1879-87.