

Tissue Stabilizer를 이용한 체외순환 없는 관상동맥우회술의 마취 관리

계명대학교 의과대학 마취과학교실

홍지희 · 한성욱 · 김진모 · 김애라

= Abstract =

Intraoperative Management of Patients Undergoing Off-pump Coronary Artery Bypass Graft Using the Tissue Stabilizer

Ji Hee Hong, M.D., Sung Wook Han, M.D., Jin Mo Kim, M.D., and Ae Ra Kim, M.D.

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

Background: Coronary artery bypass graft with cardiopulmonary bypass is the standard surgical coronary revascularization procedure; however, there are many adverse effects such as air embolism, and high rate of neurologic and coagulation complications. In this article, we describe hemodynamic alterations during coronary bypass grafting (CABG) without cardiopulmonary bypass but using a medical tissue stabilizer.

Methods: Thirty patients were included in our study who underwent an off-pump CABG (OPCAB) between 1/1999 and 12/1999.

Results: We created 73 anastomoses. Movement of the heart to reach the target site of anastomosis caused hemodynamic alterations. These could be corrected by anesthetic interventions such as fluid load and low dose inotropics. Complications included postoperative panperitonitis (one patient), and delirium tremens (one patient). On the other hand, major complications, such as intraoperative myocardial infarction and stroke did not occur. The median postoperative length of hospital stay was 14 days. Overall operative mortality was 3.3% (one patient).

Conclusions: On the basis of the present data, off-pump coronary artery bypass grafting appeared to be a safe and effective technique in selected patients with appropriate coronary lesions. Off-pump CABG surgery requires anesthetic interventions because hemodynamic alterations are caused by the presentation of the heart to the surgeon. (Korean J Anesthesiol 2001; 40: 329 ~ 334)

Key Words: Anesthesia: cardiac. Equipment: tissue stabilizer. Surgery: off-pump coronary artery bypass graft.

서 론

기존의 관상동맥 우회술시에는 체외 심폐기를 이용

하여 심정지를 시켜 무혈 시야 하에서 시술하였다. 그러나 수술 중 또는 수술 후의 심근경색증, 뇌졸중, 신부전증, 대동맥 손상, 신경계 손상, 수술 후 호흡부전 등의 다양한 합병증이 호발하며 이것들은 체외순환, 체외순환을 위한 항 응고제, 대동맥차단에 따른 기계적 손상 등의 수술조작과 밀접한 관계가 있다.¹⁾ 이러한 관상동맥우회술시의 체외순환 및 심 정지에 의하여 불가피하게 초래되는 문제점으로 인하여 1995년 Robinson

논문접수일 : 2001년 3월 2일

책임저자 : 김진모, 대구시 중구 동산동 194번지
동산의료원 마취과, 우편번호: 700-712
Tel: 053-250-7234, Fax: 053-250-7240

등이²⁾ MIDCAB (minimal invasive coronary artery bypass grafting)의 개념을 보고한 이래 새로운 경향의 관상동맥우회술이 도입되어 많이 시행되고 있다. 새로운 경향의 관상동맥우회술의 종류를 보면 고식적인 관상동맥우회술은 전흉골 절제(full sternotomy) 후 심정지액을 주입하여 심폐기를 가동하면서 시행하는 관상동맥우회술을 말하며 Off-pump coronary artery bypass grafting (OPCAB)은 체외 순환없이 심정지액을 사용하지 않고 전흉골 절제술을 시행 후 심박동이 유지되는 상태에서 시행하는 관상동맥우회술을 말하며 MIDCAB은 체외 순환없이 심 정지액을 사용하지 않고 부분 흉골 절개(ministernotomy) 또는 부분 늑골 절개(minithoracotomy)를 넣어 심박동이 유지되는 상태에서 시행하는 관상동맥우회술을 말한다.¹⁾ 하지만 이때의 이식 절편의 문합시 유도 서맥 및 수술적 필요에 따른 심장의 위치 변화로 혈액학적 불안정을 초래하는 경우가 많고 또 이로 인하여 수술 중 체외순환을 하는 경우가 생기게 되었다. 이에 저자들이 경험한 체외순환 없는 관상동맥우회술(OPCAB) 30예의 술 중 혈액학적 변화 및 술 후 경과에 대하여 보고하고자 한다.

대상 및 방법

1999년 1월부터 12월까지 30예의 환자에서 체외순환을 하지 않고 관상동맥우회술을 시행하여 총 73개의 혈관을 연결하였다. 대상 환자 중 남자가 18명, 여자가 12명이었으며 남자 평균연령은 59세, 여자는 66.5세였으며 수술 전 위험인자로서 고혈압이 13예(44.8%), 당뇨병이 3예(10.3%), 흡연자가 16예(55.2%), 콜레스테롤 과잉 혈증이 6예(20.7%)였다. 수술 전 시행한 심초음파상 좌심실 심박출계수는 평균 56%였으며 심근 경색 과거력은 7예(24%)였다(Table 1). 마취 전 투약으로 midazolam 0.5 mg/kg, morphine 0.1 mg/kg, glycopyrrolate 0.2 mg을 수술 시작 전 30분에 근주하였으며 마취 유도는 thiopental sodium 5 mg/kg, succinylcholine 1 mg/kg를 정주한 뒤 100% 산소로 조절호흡을 한 후 단일관 tube로 기관내 삽관을 하였으며 fentanyl 5 mcg/kg를 정주한 뒤 vecuronium bromide 0.1 mg/kg를 정주하여 근 이완을 시켰으며 isoflurane 1 MAC 이하로 마취유지를 하였다. 일회 호흡량 10 ml/kg, 호흡수 10 breathes/min, 100% 산소로 기계 환기를 시켰으며(Servoventilator 900C[®], Si-

Table 1. Demographic Data in OPCAB

Patient characteristic	Patient number
Sex	
Men	18
Women	12
Age (yr)	62 ± 10.1*
1-vessel	8
2-vessel	5
3-vessel	5
4-vessel	12
LVEF (%)	
> 60	8
40-60	22
< 40	0
Prior myocardial infarction	7
Diabetes mellitus	3
Hypertension	13
Prior CVA	1
Hypercholesterolemia	7
Smoking	16
Prior PTCA	5
Renal insufficiency	1
Prior cardiac surgery	1

*: The number is expressed as mean ± SD.

CVA: cerebrovascular attack, PTCA: percutaneous transluminal coronary angioplasty, OPCAB: off-pump coronary artery bypass grafting.

mens Inc, Sweden) lead II, V₅의 심전도(Siveinst 1261[®], Simens Inc, Sweden)를 지속적으로 감시하였고 우측 요골동맥에 20 G angiocatheter를 거치하여 지속적으로 혈압을 감시하였으며 우측 내경 정맥을 천자하여 폐동맥 카테테르를 삽입하여 Continuous cardiac output monitor (Vigilance monitor[®] Baxter Inc, USA)를 이용하여 지속적으로 심박출량과 폐동맥압 및 폐동맥쇄기압을 측정하였다. 좌측 내흉 동맥 박리시 헤파린 150 IU/kg를 투여하였고 평균적으로 교질용액 500 ml와 정질용액 2000 ml 정도를 정주하여 중심 정맥압을 10-15 mmHg정도를 유지하였다. 필요에 따라 서맥을 유도하기 위하여 neostigmine 0.1 mg/kg을 정주하였으며 근 이완을 유지하기 위하여 vecuronium bromide 4 mg을 추가 정주하였다. 전 수술 과정 중 isosorbide dinitrate 1 mcg/kg/min을 투여하였다.

관상동맥을 봉합한 뒤에는 protamine sulfate를 투여하여 헤파린의 항응고효과를 중화하였다. 기계적 심장고정기(CTS Access Ultima System[®], CardioThoracic System Inc, USA)를 부착하기 전, 기계적 심장 고정기를 부착하여 심장 박동에 영향을 받지 않고 관상동맥 문합부위가 고정된 후 3분 후, 기계적 심장고정기를 제거 후 3분에서의 맥박, 평균 동맥압, 중심정맥압, 폐동맥압, 폐동맥폐쇄압, 심박출량을 측정하였고 이들 환자의 술 후 경과, 중환자실 입원 기간과 총 입원 일수를 알아보았다.

본 연구의 결과들은 Oneway ANOVA와 paired t-

test를 이용하여 비교하였으며 P값이 0.05 미만인 경우를 통계학적으로 유의한 것으로 판정하였다.

결 과

기계적 심장고정기를 부착하는 동안의 혈액학적 수치변화는(Table 2) 좌전하행지동맥에서는 심박동수는 기계적 심장고정기를 부착 전 75.2 ± 10.5 beats/min, 부착 후 3분에서 69.2 ± 12.7 beats/min으로 변화되었고 평균 동맥압은 기계적 심장고정기를 부착 전 76.5 ± 8.7 mmHg, 부착 후 3분에서 75.2 ± 12.8

Table 2. Hemodynamic Data during the Mechanical Stabilizer Procedure

	LAD (n = 30)	RCA (n = 14)	DI (n = 18)	OM (n = 11)
Heart rate (beats/min)				
Pre-stabilizer	75.2 ± 10.5	70.7 ± 7.6	60.7 ± 8.6	73.7 ± 7.5
During stabilizer	$69.2 \pm 12.7^*$	$68.5 \pm 11.9^*$	$62.8 \pm 9.8^*$	72.0 ± 13.4
Post-stabilizer	$68.9 \pm 11.8^{\dagger}$	$68.0 \pm 9.3^{\dagger}$	$62.8 \pm 9.5^{\dagger}$	$71.1 \pm 8.9^{\dagger}$
Mean blood pressure (mmHg)				
Pre-stabilizer	76.5 ± 8.7	73.7 ± 10.6	78.3 ± 7.5	75.5 ± 8.6
During stabilizer	75.2 ± 12.8	$68.3 \pm 13.6^*$	$73.3 \pm 14.3^*$	$71.8 \pm 8.1^*$
Post-stabilizer	$74.4 \pm 10.8^{\dagger}$	$70.5 \pm 12.4^{\dagger}$	$73.1 \pm 8.54^{\dagger}$	$65.7 \pm 8.6^{\dagger}$
Central venous pressuer (mmHg)				
Pre-stabilizer	8.1 ± 4.7	10.4 ± 3.6	8.7 ± 4.6	8.3 ± 3.6
During stabilizer	$10.1 \pm 3.3^*$	$13.5 \pm 5.2^*$	$11.9 \pm 4.7^*$	$11.8 \pm 3.9^*$
Post-stabilizer	$10.2 \pm 3.3^{\dagger}$	11.9 ± 4.2	$11.8 \pm 4.9^{\dagger}$	$11.0 \pm 3.8^{\dagger}$
Mean pulmonary artery pressure (mmHg)				
Pre-stabilizer	20.3 ± 4.3	17.8 ± 7.6	18.7 ± 6.6	17.5 ± 5.6
During stabilizer	21.6 ± 6.5	$20.7 \pm 7.2^*$	$22.1 \pm 5.4^*$	$23.2 \pm 4.2^*$
Post-stabilizer	21.1 ± 5.5	$20.5 \pm 6.6^{\dagger}$	$23.0 \pm 6.3^{\dagger}$	$23.1 \pm 3.7^{\dagger}$
Cardiac output (l/min)				
Pre-stabilizer	5.3 ± 3.7	4.2 ± 1.3	4.9 ± 2.6	3.7 ± 1.5
During stabilizer	$5.0 \pm 2.3^*$	$4.0 \pm 1.0^*$	$4.7 \pm 2.6^*$	3.8 ± 1.3
Post-stabilizer	$4.6 \pm 2.1^{\dagger}$	$3.5 \pm 1.3^{\dagger}$	$4.5 \pm 2.3^{\dagger}$	3.8 ± 1.4
Phenyleprine requirements during stabilizer (%)	15%	21%	22%	9%
Amrinone requirements during stabilizer (%)	3%	7%	5%	9%

Data are presented as mean $\pm$ SD. Data represent measurements determined 3 minutes after placement of the Mechanical stabilizer (during stabilizer) and 3 minutes after release of the Mechanical stabilizer (post-stabilizer). *: P < 0.05 significant difference between pre-stabilizer & during stabilizer value. [†]: P < 0.05 significant difference between pre-stabilizer & post-stabilizer value. LAD: left anterior descending artery, RCA: right coronary artery, DI: diagonal artery, OM: obtuse marginal artery.

mmHg로 변화되었고 심박출량은 기계적 심장고정기를 부착 전 5.3 ± 3.7 L/min, 부착 후 3분에서 5.0 ± 2.3 L/min으로 변화되었다. 우측관상동맥에서는 심박동수는 기계적 심장고정기를 부착 전 70.7 ± 7.6 beats/min, 부착 후 3분에서 68.5 ± 11.9 beats/min으로 변화되었고 평균 동맥압은 기계적 심장고정기를 부착 전 73.7 ± 10.6 mmHg, 부착 후 3분에서 68.3 ± 13.6 mmHg로 감소되었고($P < 0.05$) 심박출량은 기계적 심장고정기를 부착 전 4.2 ± 1.3 L/min, 부착 후 3분에서 4.0 ± 1.0 L/min으로 변화되었다. 기계적 심장고정기를 부착하는 동안의 혈액학적 수치들은 부착 전에 비해 통계학적으로 유의 있게($P < 0.05$) 변화하였다.

술 중 inotropics 사용은 phenylephrine 사용이 좌전하행지동맥에서 5예, 우측관상동맥에서 3예, 좌관상동맥의 모서리가지에서 4예, 둔각변연동맥에서 1예가 있었으며 amrinon 사용은 5-10 mcg/kg/min의 용량으로 좌전하행지에서 1예, 좌관상동맥의 모서리가지에서 1예, 둔각변연동맥에서 1예가 있었다.

평균 문합 시간은 각각 18.6 ± 4.82 min (좌전하행지동맥), 22 ± 8.88 min (우측관상동맥), 21.4 ± 5.75 min (좌관상동맥의 모서리가지), 21.3 ± 6.64 min (둔각변연동맥)이 걸렸다. 21예에서 수술실에서 발판하였고 5예에서 중환자실에서 4시간 이내에 발판을 하였으며 4예에서는 대동맥내 풍선펌프를 넣은 경우로 술 후 2일에 발판을 하였다. 평균 6.3일 동안 중환자실에 있다가 일반병실로 옮겨졌다. 평균 입원기간은 14일이었다. 2예에서 대동맥내 풍선펌프를 수술 중 삽입하였고 2예에서 수술 전에 대동맥내 풍선펌프를 삽입하고 수술실로 들어 왔다. 술 후 범발성 복막염으로 사망한 1예 있었고 술 후 섬망이 1예에서 있었다.

고 찰

체외순환없는 관상동맥우회술은 Buffalo 등이³⁾ 1980년대 이후로 현재까지 시행하여 왔고 Robinson에²⁾ 의해 1995년 mini-anterior mediasternotomy approach를 이용한 MIDCAB이 최초 보고되었다. 체외순환을 하지 않고 관상동맥우회술을 시행할 경우의 이점으로는 인공 심폐기에 의한 출혈이나 전색증, 감염 등의 위험이 없으므로 수술 필요성이 줄어들고, 수술비용의 절감 및 입원기간의 단축효과가 있으며 체외순환

을 할 수 없는 환자에게까지 적응증을 넓힐 수 있으며 대동맥을 조작할 필요가 없다.⁴⁾ 이에 반해 단점으로는 완전한 sternotomy가 필요하며 수술의 기술이 더 필요하며, 심실후방의 접근이 어렵다.

Buffalo 등의³⁾ 보고에 의하면 수술 사망률이나 술 중 심근 경색 발생 빈도, 이식혈관의 개통률에 있어서 체외순환을 하지 않은 환자 군에서 체외순환은 사용한 군과의 차이가 없지만, 술 후 부정맥 발생률과 호흡기 또는 신경계 합병증 발생률은 체외순환을 하지 않은 군에서 현저히 감소하였다고 하였다. 특히 노령, 신부전, 호흡기질환자 등의 고위험군에서 유리하다고 하였으며 심실기능저하도 문제가 되지 않는다고 하였다.

체외순환없는 관상동맥우회술의 적응대상으로는 다발성 경피적 관상동맥 성형술(multiple percutaneous coronary angioplasty), 또는 체외순환을 건널 수 없는 고위험 군의 환자이며 연령은 특별한 제한이 없다. 대동맥 판막 폐쇄부전, 비만이나 만성폐쇄성 질환, 미만성 혈관질환 심한 심부전, 근육내의 관상동맥은 대상에서 제외된다.⁵⁾ 체외순환을 하지 않는 관상동맥우회술은 마취과적 수술이라 할 정도로 마취의 도움이 절실히 필요한 수술이다.⁶⁾ 체외순환을 하지 않는 관상동맥우회술의 마취목표는 첫째, 안전한 전신 마취유도와 유지, 둘째, 심장 보호하는 마취기술로써 최대한의 심장 보호, 셋째, 적절한 환자감시와 약제 사용을 통한 혈액학적 안정성유지, 넷째, 심장의 혈액학적 불안정성의 일정 범위 내에서의 심장의 노출을 가능하게 함, 다섯째, 마취로부터의 빠른 회복, 여섯째, 술 후의 통증 조절, 조기 발판 및 퇴원을 위한 안전한 마취유도와 마취유지 등이다.^{5,6)}

마취유도 시 두 가지 고려하여야 할 것으로는 첫째 좌심실기능이다. 좌심실기능이 양호한 경우는 통상 용량의 마취제와 베타-차단제를 사용하지만 좌심실기능이 양호한 경우는 교감 신경적 자극에 대한 정상적인 반응을 할 수 없다는 것을 고려해야한다. 둘째는 조기 발판으로서 전 수술기간 동안에 환자의 체온유지가 중요하다. 좌심실기능이 양호한 환자에게는 수술 후 4시간에서 좌심실기능이 90%에서 회복되므로 술 후 통증과 호흡부전이 없으면 술 후 4시간이면 발판을 해도 무방하다. 체외순환없는 관상동맥 우회술의 마취 시 가장 중요한 것은 심근 허혈의 조기 진단과 치료라 할 수 있다. 수축력 이상

이 이완력 이상보다 선행하며 심근에 산소가 부족 시 초기에는 오히려 유순도가 증가된 상태로 나타날 수 있다. 반대로 심근에 산소요구가 많아진 경우에 심장 유순도의 감소가 나타나고 심박출량을 유지하기 위해 심실 충전압(ventricular filling pressure)의 증가로 심실말기 충전압의 증가가 오며 허혈이 진행되면 국소적 심근벽 운동이상, 부정맥, 전도 이상으로 나타나며 폐울혈, 심인성 속으로 진행된다.

심근 허혈의 감시방법으로, 첫째, 심전도를 들 수 있다. J-point에서 0.06초에서 0.1 mV 이상의 수평적 또는 하향적 ST 분절의 하강이 있거나 0.08초에서 최소한 0.2 mV 이상의 상향적 ST 분절의 상승 또는 0.15 mV 이상의 ST 분절의 상승이 있는 때를 말하며 그 외 심전도상의 이상으로는 T파의 역전이나 부정맥 및 전도 이상이 새롭게 나타날 수 있다. Lead II와 V₅를 겸한 것이 심근 허혈의 96%를 찾을 수 있다고 한다.⁷⁾ 둘째로는, 심 초음파로 심근 허혈의 초기에 아주 민감하다. 심 초음파상의 국소 심근운동 이상이 심전도나 혈액학적 수치 이상에 선행해서 나타난다.⁸⁾ 따라서 수술시 경식도 초음파가 유용하다. 하지만 수술시 필요에 따라 심장의 위치의 변화가 올 수 있으므로 심전도나 경식도 초음파로 정확한 판독이 어렵다는 단점이 있다.¹⁾ 셋째로, 지속적인 심박출량의 감시이다. 폐동맥 카테테르로 심허혈에 동반된 좌심방 유순도의 감소를 감시할 수 있다. 문합하려는 동맥을 미리 3-5분간 원위부와 근위부를 동시에 결찰하여 혈류를 차단함으로써 야기될 수 있는 허혈에 대한 환자의 저항성을 평가하는 것이 필요하다. 또 손상된 심근이 반복성 허혈에 저항성을 보이는 것을 허혈성 전조건화(preischemic conditioning)이라 한다. 이것의 기전은 myocardial inhibitory protein (G1 protein)을 통해 이루어지고 심근세포내의 ATP-ase의 활동력 저하에 따라 ATP 손실의 감소로 이루어진다고 생각된다.^{9,10)}

전조건화의 다른 효과로는 항 부정맥효과를 볼 수 있다. 전조건화 방법으로는 기계적 방법으로 2-3회 3-5분간 일시적으로 결찰하거나 adenosine이나 nicorandil, acadesine 등의 약제를 사용한다. 전조건화동안 심전도상의 ST 분절변화, PCWP의 변화, 경식도 심초음파를 이용한 부분 심근운동이상 등을 주의 깊게 관찰하고 심근수축력의 급격한 감소나 심전도이상, 부정맥이 나타나면 즉각 항부정맥제나 승압제

(phenylephrine)을 주입해야한다.¹⁾ 환자의 혈압을 감시할 때 요골 동맥을 천자하는데 내유동맥(internal mammary artery) 박리시 쇄골하동맥을 덮고있는 흉골을 누르기에 반대편의 요골 동맥을 천자하는 것이 정확한 혈압을 감시하는 데 도움이 된다. 또한 다른 판단기준으로는 비우세한 쪽이기도 하다.¹¹⁾ 아산화질소는 체외순환없는 관상동맥우회술에서 항시 체외순환으로의 복귀 가능성과 이때의 공기 색전증을 줄이기 위해 사용하지 않는 것이 현명하다. 문합술 직전에 heparin 1 mg/kg를 정주하여 ACT를 200초 이상 유지하며 문합 후 protamine으로 역전시킨다. 문합술시 서맥과 저혈압이 요구되는데 이때의 필요한 서맥의 정도는 35-60 beats/min 정도가 적당하며 이때 심각한 저혈압이 동반되지 않도록 한다.^{1,5)}

MIDCAB에서는 일측 폐환기와 유도서맥이 수술을 위해 필수적이었다. Buffington은¹²⁾ 평균동맥압과 심박수의 비가 심근 허혈에 관계가 있다고 주장하였바, 즉 개에서 저혈압과 빠른 심박수가 심장의 수축기간의 단축을 악화시킨다고 주장했다. 이 때 서맥을 위해서 verapamil 5 mg, diltiazem 5-10 mg, 또는 esmolol 0.5-1 mg/kg 주입 후 esmolol의 지속적인 정주(100-200 mcg/kg/min)가 효과적이다. 하지만 기계적 심장 고정기(mechanical stabilizer)의 개발로 일측폐환기와 서맥 유도의 중요성이 점차 감소하였다.^{1,13)}

저자들은 유도 서맥이 필요시에만 neostigmine 1 mg (anticholinesterase 0.5-1 mg)과 vecuronium 4 mg을 정주하여 서맥을 유도하였다. 저자들이 겪은 증례들에서는 기계적 심장 고정기를 부착 전에 비해서 부착하여 문합부위가 고정된 후 3분 후와 제거 후 3분에서의 심박수, 평균동맥압, 중심정맥압, 평균동맥압, 심박출량이 통계학적으로 유의하게 변화되었다. 이 때 심장의 위치(position)가 부적절하면 폐혈관 폐쇄압의 증가와 함께 심박출량 감소, 심한 저혈압과 서맥 등이 발생하였으며 심장 위치의 재변화, 교질 용액과 정질 용액의 정주, epinephrine, norepinephrine 등의 약물투여, 대동맥 내 풍선펌프의 삽입 등을 통해 혈액학적 수치의 안정화를 시켜 수술을 끝낼 수 있었다. 이러한 조치들로 안정화가 되지 않는 환자에 있어서는 술 후 예후가 좋지 않았다. 따라서 기계적 심장 고정기를 댈 때부터 혈관 문합술이 끝날 때까지 부정맥, 심허혈, 저혈압에 대한 마취과의사의

지속적인 감시와 적절한 치료가 필요하다. 전 lead의 심전도감시와 혈압, 심박수, 폐혈관 폐쇄압, 연속적인 심박출량의 변화 등이 요구된다. 저자들이 경험한 증례들에서 술 후 기도내 분비물의 증가가 보였는데 이것은 향콜린에스테르의 작용으로 생각된다.

수술 전과정에서 심근 허혈의 예방을 위해 nitroglycerin (0.5-1 mcg/kg)의 지속적 정주가 필요하다.¹⁴⁾ 문합술 후 재관류에 따른 부정맥이 올 수 있으며 이를 방지하기 위해 lidocaine을 재관류 직전에 투여하여야 한다. 문합술시 심근이 허혈을 견디지 못하거나 이식술의 기술적인 문제점 등이 발생시 즉각적으로 체외순환을 해야하므로 심폐기의 대기 등의 준비가 돼있어야 한다. 체외순환 없는 관상동맥 우회술시 동반되는 혈액학적 불안정성을 문합술 이전 및 문합술 중에 정질 용액과 교질 용액의 충분한 공급, 술 중 저체온의 방지, 문합술 중의 적절한 환자감시 및 norepinephrine 등의 약제 투여로 관리가 가능하고, 조기발관 등으로 환자의 술 후 경과를 좋게 할 수 있으리라 사료된다.

참 고 문 헌

1. 문현수: 최소 침습 수술의 마취관리. 세종의학 1997; 14: 47-52.
2. Robinson MC, Gross DR, Zeman W, Stedje-Lasen E: Minimally invasive coronary artery bypass grafting: A new method using an anterior mediasternotomy. J Card Surg 1995; 10: 529-36.
3. Buffalo E, de Anerade JCS, Branco JNR, Tels CA, Aguiar LF, Gomes WJ: Coronary artery bypass grafting without cardiopulmonary bypass. Ann Thorac Surg 1996; 61: 63-6.
4. 이영탁, 나찬영: 최소 침습적 관상동맥우회술. 세종의학 1997; 14: 1-8.
5. Gayes JM, Emery RW, Nissen MD: Anesthetic considerations for patients undergoing minimally invasive coronary artery bypass surgery: mini-sternotomy and minithoracotomy approaches. J Cardiothoracic Vasc Anesth 1996; 10: 531-5.
6. 임창영, 이헌재, 박철현, 임정철, 현성렬, 박국양 등: 체외순환을 사용하지 않은 관상동맥우회술. 대한흉부외과학회지 1997; 30: 326-9.
7. Tuman KJ, McCarty RJ, Spiess BD, Davalle M, Hompland SJ, Dabir R, et al: Effect of pulmonary artery catheter on outcome in patients undergoing coronary artery bypass. Anesthesiology 1989; 70: 199-206.
8. Leung JM, O'Kelly B, Browner WS, Tubau J, Hollenberg M, Mangano DT: Prognostic importance of post-bypass regional wall motion abnormalities in patients undergoing coronary artery bypass graft surgery. Anesthesiology 1989; 71: 16-25.
9. Vroom MB, van Wezel HB: Myocardial stunning, hibernation, and ischemic preconditioning. J Cardiothoracic Vasc Anesth 1996; 10: 789-99.
10. Murry CE, Richard VJ, Reimer KA, Jennings RB: Ischemic preconditioning slows energy metabolism and delays ultrastructural damage during a sustained ischemic episode. Circ Res 1990; 66: 913-31.
11. Kinzer JB, Lichtenthal PR, Wade LD: Loss of radial artery pressure trace during internal mammary artery dissection for coronary artery bypass graft surgery. Anesth Analg 1985; 64: 1134-6.
12. Buffington CW: Hemodynamic determinants of ischemic myocardial dysfunction in the presence of coronary stenosis in dogs. Anesthesiology 1985; 63: 651-62.
13. Gayes JM: The minimally invasive cardiac surgery voyage. J Cardiothorac Vasc Anesth 1999; 13: 119-22.
14. 최윤정, 이주영, 김진모: 최소 침습적 관상동맥 우회술의 마취경험. 대한마취과학회지 1998; 35: 1210-5.