

최소 침습적 관상동맥 우회술의 마취경험

- 증례 보고 -

계명대학교 의과대학 마취과학교실

최 윤 정 · 이 주 영 · 김 진 모

= Abstract =

Anesthetic Experience for Minimally Invasive Direct Coronary Artery Bypass Surgery (MIDCAB)

- A case report -

Yoon Jeong Choi, M.D., Joo Yeung Rhee, M.D. and Jin Mo Kim, M.D.

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

Minimally invasive direct coronary artery bypass surgery (MIDCAB) is now an accepted technique of myocardial revascularization in selective cases of coronary arterial occlusive disease. A 55-year-old male admitted for frequent anterior chest pain who was heavy alcoholics and smoker. The lesion was nearly total (95%) occlusion of proximal left anterior descending artery. We herein report a case of successful MIDCAB with mini-sternotomy approach to left anterior descending artery in which we used propofol for induction and maintenance, additionally, adenosine and esmolol for ischemia management and providing a slower rate and hence a "quieter" field for the surgeon to work. (Korean J Anesthesiol 1998; 35: 1210~1215)

Key Words: Surgery: minimally invasive direct coronary artery bypass surgery. Anesthetics, intravenous: propofol.

체외순환을 이용하지 않고 관상동맥우회술을 시행하는 방법은 1967년 구소련의 Kolessov가 내흉동맥(internal mammary artery)을 관상동맥에 직접 연결한 것이 보고된 이후 Benetti와 Buffalo등이 1980년대 이후로 많은 수술 결과를 보고하여 왔다.^{1~4)} 최근 들어 최소 침습 수술(minimally invasive surgery)이 대두되면서 1995년 Robinson의 mini-anterior medias-tinotomy approach를 이용한 최소 침습적 관상동맥

우회술(minimally invasive coronary artery bypass surgery, 이후 MIDCAB)이 최초 보고되었고 이 후로 Subramanian, Arom, Calafiore 등에 의해서 많은 증례 축적에 의한 경험이 보고되었다.^{5~8)}

협심증시 수술요법은 경피적 풍선확장술에 비해 재발이나 급작스런 사망률이 낮고 항협심증 치료제의 요구량이 적은 것으로 보고되고 있다.¹⁾ MIDCAB은 선택된 관상동맥에 작은 절개를 가하여 직접 시야에서 심박을 유지하면서 우회술을 시행하는 방법으로서 전흉골 절개(complete median sternotomy)가 아니며 심폐기를 가동하지 않음으로써 심폐기 가동시 동반되는 합병증이 없으며 조기발관에 따른 중

논문접수일: 1998년 6월 5일

책임저자: 최윤정, 대구시 중구 동산동 194번지

계명대학교 의과대학 마취과학교실, 우편번호: 700-310, Tel: 053-250-7234, Fax: 053-250-7240

환자실에서서의 기간이 단축되고 빠른 회복으로 입원 기간도 단축되는 반면 기술적인 어려움과 마취관리에 어려움이 따르는 등의 문제점이 있다.⁹⁾

최근에는 승모판막, 대동맥판막을 작은 절개를 통하여 심폐기 가동 하에 직접 시야에서 치환 또는 성형술을 시행하는 minimally invasive valve technique 이나 특수기를 이용하여 대동맥교차차단을 하지 않고 상행대동맥내 풍선으로 차단 후 심폐기 가동 하에 작은 절개를 통한 판막의 성형이나 치환, 관상동맥 우회술을 시행하는 Port-access technique 등이 새로운 분야로 각광받고 있다.¹⁾ 이 방법으로 MIDCAB에서 접근하지 못하였던 위치의 관상동맥혈관에 우회술을 시행하는 것이 보고되기 시작하였다. 저자들은 propofol의 지속적 정주에 의한 마취유도 및 유지와 adenosine, esmolol을 이용한 허혈관리를 통해 순간적인 심정지와 서맥을 유도하여 부분정중흉골절개(mini-sternotomy approach)를 이용한 MIDCAB 수술의 성공적인 마취를 경험하였기에 이를 보고하고자 한다.

증 례

55세된 남자환자(체중 62 kg)가 내원 약 2개월전 부터 가벼운 운동시 10~15분간 지속되는 전흉부 흉통을 느껴 왔으나 특별한 치료 없이 지내다가 내원 2주전부터 잦은 빈도로 발생되는 비슷한 양상의 전흉부 흉통을 주소로 입원하였다. 10년 이상의 흡

연력과 음주력을 가지고 있으며 그 외의 위험 인자는 없었다.

환자의 이학적 소견상 특이 소견 없었으며 혈액 검사상 간효소치가 약간 증가된 소견이 보였고 안정시 실시한 심전도 검사에서는 특별한 이상 소견은 보이지 않았다. 운동부하검사상 lead II, III, aVF, V_{5,6}에서 ST분절의 하강이 있었다. 심초음파 검사상 좌심실 구축률(ejection fraction)은 60%로 정상이었고 좌심실의 이완이상소견을 보였다. 이상과 같은 소견으로 협심증으로 진단되어 관상동맥조영술을 실시하였다. 관상동맥조영술 소견에서 좌전하행동맥 근위부의 95% 협착소견을 보였으며 좌회선동맥과 우관상동맥, 좌전하행동맥 원위부에서는 20~30%의 협착이 관찰되었다. 그러나 좌주관상동맥이 매우 짧아서 경피적 풍선확장술보다 관상동맥 우회술을 실시하기로 하였다.

마취전 투약은 midazolam 2.5 mg, morphine 3 mg, glycopyrrolate 0.2 mg을 수술시작 1시간 전에 근주하였으며 수술실 도착 당시 혈압은 120/70 mmHg, 심박수는 72회/분이었다. 환자 감시장치는 SIEMENS (Siveinst 1261, Sweden)를 이용하여 심전도 lead II, V₅를 부착해 허혈상태를 감시하였고 우측 요골동맥에 카테테르를 거치하여 지속적으로 혈압을 측정하였다. 마취 유도는 propofol 90 mg, lidocaine 30 mg 과 fentanyl 200 µg, succinylcholine 75 mg을 정주한 후 100% 산소로 조절 호흡한 후 one lumen endotra-

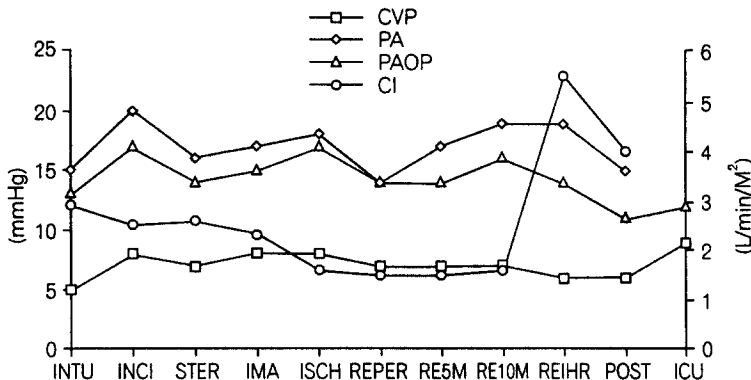


Fig. 1. Trends of CVP, Mean PA, PAOP and CI during perioperative period. INTU: intubation, INCI: skin incision, STER: sternotomy, IMA: internal mammary artery transection ISCH: ischemia, REPER: reperfusion, RE5M: 5 minutes after reperfusion, RE10M: 10 minutes after reperfusion, RE1HR: 1 hour after reperfusion, POST: post-operation, ICU: arrival at ICU

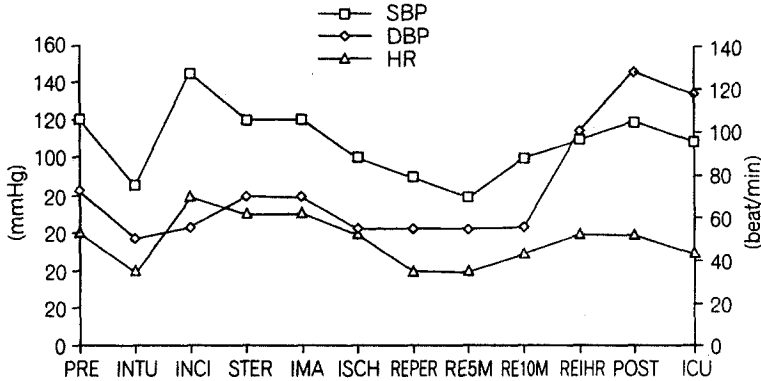


Fig. 2. Trends of SBP, DBP and HR during perioperative period.

PRE: pre-operation, INTU: intubation, INCI: skin incision, STER: sternotomy, IMA: internal mammary artery transection, ISCH: ischemia, REPER: reperfusion, RE5M: 5 minutes after reperfusion, RE10M: 10 minutes after reperfusion, RE1HR: 1 hour after reperfusion, POST: post-operation, ICU: arrival at ICU

cheal tube로 기관내 삽관하였다. 일회호흡량 600 ml, 호흡수 10/min, 흡입산소 농도 0.5로 설정하여 기계 환기를 실시하였으며(SIEMENS, Servoventilator 900 C, Sweden) 마취 유지는 propofol을 지속적 정주(2~8 mg/kg/hr)하였고 근육 이완제는 vecuronium을 사용하였다. 혈액학적 감시를 위해 우측 내경정맥에 폐동맥 카테테르를 거치하여 심박출량과 중심정맥압 및 폐동맥압을 측정하였다. 마취중 각 시기의 혈액학적 수치는 Fig. 1, 2와 같았다. 수술 시작 직전의 수축기혈압이 85 mmHg로 떨어져 ephedrine 6 mg투여 후 수축기혈압은 115 mmHg로 상승하였으며 이 때의 심박수는 분당 65회이었고 중심정맥압 7 mmHg, 평균폐동맥압 17 mmHg, 폐동맥쇄기압 12 mmHg, 심박출량은 5.0 L/min이었다. 피부절개시 fentanyl 200 µg을 정주하였고 흉골절개(sternotomy)시 fentanyl 200 µg을 추가 정주하였다. 피부절개는 검상돌기 연골 상방 5 cm에서 제 3늑간 위치까지 10 cm의 정중 피부절개를 시행하였으며 흉골절개는 정중에서 약간 좌측으로 마지막 연골부터 시행하여 제 2늑간까지 올라가고 여기서 좌측 제 2늑간으로 들어갔다. 내용동맥 절개시 헤파린 10,000 단위를 투여하였고 심근허혈전 fentanyl 100 µg과 esmolol 30 mg 정주한 후 esmolol은 300 µg/kg/min으로 지속적 주입하였다. 심박수는 마취유도후 분당 70~75회이었고 허혈전 esmolol 정주 후부터 분당 50~55회로 유지되었다. 허혈후 문합시 외과의의 필요에 의해 adenosine 6

mg을 3차례 정주하였는데 adenosine 6 mg 정주후 6~10초후 심정지가 초래되었고 심정지 기간은 3~6초였고 심정지후 혈압의 정상화까지는 20~40초가 소요되었다. 혈압의 정상화를 위해 phenylephrine을 0.5 µg/kg/min으로 지속적으로 정주하였으며 전 수술 과정중 isosorbide dinitrate 0.5 µg/kg/min을 투여하였다. 봉합 후 protamine 2 mg/kg을 서서히 정주하여 헤파린 효과를 중화시켰고 술중 심전도상 심근허혈 소견이 없음을 확인하고 흉관삽관후 흉골봉합을 하였다. 술중 농축혈구 한 단위를 수혈하였고 수술이 종료될 때까지 propofol을 정주하였으며 재관류전 부정맥을 예방하기 위해 lidocaine 1 mg/kg을 정주하였다. 환자는 수술 종료 5시간후 흉부외과 중환자실에서 기관삽관을 발관하였고 수술후 2일째 일반 병실로 전실 되었으며 합병증 없이 회복되었다. 술후 간헐적인 심실기의수축이 동반되어 lidocaine 20 µg/kg/min을 지속적 정주하였고 통증조절을 위해 morphine 5 mg을 규칙적으로 투여하였다.

수술후 8일째 시행한 추적관상동맥조영술상 개통이 좋은 것을 확인하고 환자는 수술후 10일째 퇴원하였다.

고 찰

관상동맥질환의 혈관재생수술요법은 1940년대말 Vineberg등이 내용동맥을 심근에 직접 심어준 것이

그 시초이며 내용동맥을 관상동맥에 직접 연결한 것은 구소련의 Kolessov에 의하여 1967년에 체외순환 없이 시행된 것이 보고되었다.¹⁾ 1960년대에 미국에서 Faraloro와 Garrett등이 복재정맥을 이용한 관상동맥 우회술을 시행, 보고하였고 Benetti와 Buffalo등이 1980년대 이후로 현재까지 주로 좌관상동맥의 전하행지나 우관상동맥병변에 대한 수술 결과를 보고하면서 체외순환을 이용하지 않은 관상동맥우회술이 다시 각광받기 시작하고 있다.⁴⁾

최소 침습 수술은 20세기초 스웨덴 내과외과가 흉곽내시경을 이용하여 결핵성 늑막유착을 박리한 것이 최초로 서술되었고¹⁾ 1990년대 VATS(video assisted thoracic surgery)가 흉부외과 영역에서의 최소 침습술의 근간이 되었다.⁹⁾ 근자에는 최소절개(minimal invasive)하에 내용동맥 또는 우위대망동맥(right gastroepiploic artery)을 이용하여 좌전하행동맥, 우관상동맥에로의 우회술이 시도되고 있다.

심폐기 가동 없는 관상동맥우회술은 Benetti와 Buffalo등이 1980년대 이후로 현재까지 시행하여 왔고 Robinson에 의해 1995년 mini-anterior mediastinotomy approach를 이용한 MIDCAB이 최초 보고되었고 Subramanian등은 mini-lateral thoracotomy를, Arom등은 partial sternotomy approach를, Calafiore등은 LAST(left anterior small thoracotomy)를 이용한 MIDCAB을 보고하였다.⁵⁻⁸⁾

Benetti와 Buffalo등의 보고에 의하면 수술 사망률이나 술중 심근경색 발생 빈도, 이식 혈관의 개통률에 있어서는 체외순환을 하지 않은 환자 군에서 보편적인 체외순환을 사용한 군과 차이가 없지만, 술 후 부정맥 발생률이나 호흡기 또는 신경계 합병증 발생률은 체외순환을 하지 않은 군에서 현저히 감소하였다고 하였다. 특히 노령, 신부전, 호흡기 질환자 등 고위험군(high risk patient)에서 유리하다고 하였으며 심실 기능의 저하도 문제가 되지 않는다고 하였다.³⁾ 널리 알려진 바와 같이 심폐기의 가동은 그 자체의 이병율(morbidity)이 있으며 보체활성화 및 염증반응이 따르게 된다.¹⁾ 체외순환을 하지 않을 경우 인공심폐기에 의한 출혈이나 전색증, 감염 등의 위험이 없으므로 수술의 필요성이 감소하며, 수술비용의 절감 및 입원 기간의 단축 효과도 탁월한 반면 단점으로는 심정지상에서 수술하는 것보다 기술적으로 어려움이 있으며, 좌회선지의 둔각지나 우

관상동맥 후하행지의 병변에 대하여는 적응하기에 어려움이 있다는 점이다. 또한 좌주관상동맥의 협착이나 판막 질환이 동반된 경우에도 이 방법의 사용이 제한된다.³⁾

MIDCAB의 요구조건으로는 내경 1.5 mm 이상의 적당한 크기의 관상동맥과 도관(conduit)이 있어야 하고 재혈관이 요구되는 관상동맥의 위치와 작은 절개로 접근이 가능한 지가 결정되어야 한다. 이외에 대동맥 내에 석회화 등이 심하여 조작이 힘들 때나 심폐기 가동이 용이하지 않은 환자, 흉골절개 등의 대수술을 원하지 않는 환자의 경우 그 적응이 된다.¹⁾ 크기가 작은 관상동맥이나 내용동맥은 대상에서 제외되며 심방세동이나 양심실비대, 폐동맥고혈압이 있거나 대동맥폐쇄부전, 대동맥질환이 있는 환자의 경우도 제외된다. 비만이나 만성폐쇄성 폐질환(COPD), 미만성 혈관질환, 심한 심부전, 근육내의 관상동맥은 상대적 부적응증이 되며 연령은 특별한 제한이 없다.⁵⁾

MIDCAB은 마취과적 수술이라고 할 정도로 마취의 도움이 절대적으로 필요하다. 마취시 주목표는 안전한 마취유도와 유지 및 응급상황에 즉각 대처할 수 있어야 하고 모니터와 약물로서 혈류역학적 안정이 유지되어야 하며 일측폐환기나 기타의 방법에 의한 수술시야의 확보와 빠른 회복이다.¹⁾ 수술시 환자감시장치로는 심전도, 지속적 동맥압, 정맥혈 산소포화도와 심박출량을 측정할 수 있는 폐동맥내 카테테르가 필요하며 경식도 초음파로 수술중 전조전화(preconditioning)시 심근수축력 변화를 관찰하여야 한다. 필요시 혈관조영술을 시행하여 graft의 개통여부를 검사할 수도 있다.^{5,9)}

마취의 유도과 유지시 propofol의 지속적 정주 또는 일회정주, midazolam, pentobarbital, isoflurane, desflurane, fentanyl, 또는 sufentanil 등이 사용될 수 있는데 이 중 propofol이 흉부 및 심장수술시 안전하고 효과적이라고 보고되고 있다.⁵⁾ Mini-thoracotomy approach의 경우 심장 및 내용동맥 박리시 수술시야의 확보를 위해 일측폐환기가 필요해지는데 이 경우 double lumen tube(DLT)나 endobronchial blocker(EBB)를 미리 선택하여 거치시킨다. 저자들의 경우와 같이 부분정중흉골절개(ministernotomy)의 경우는 일회 호흡량과 호흡수를 줄여 같은 효과를 볼 수 있다.^{5,9)}

MIDCAB시 허혈 전조전화(ischemic precondition-

ing)가 수반되는데 여기서 전조건화란 짧은 기간의 가역성의 심근허혈시 빠른 적응반응(rapid adaptive response)이 일어나는데, 이후 이어지는 지속적인 허혈기간동안 세포사망속도(cell death rate)가 늦어지게 되는 것으로서 심근의 허혈기에 대한 손상을 최소화하는 방법으로 짧은 기간의 허혈과 재관류를 반복하여 전조건화시킨다.¹⁰⁾ 흔히 쓰이는 전조건화에는 기계적인 방법과 약물적인 방법이 있는데 기계적인 방법은 심전도와 심초음파의 관찰 하에서 관상동맥 예정부위의 원위부와 근위부를 5분간 묶은 뒤 다시 5분간 재관류 시키는 방법이며 약물적인 방법으로는 초속효성 β -blocker가 전통적으로 쓰여왔는데 esmolol infusion(1 mg/kg 일회주입, 0.1~0.3 mg/kg/min 지속적 정주)이 유도저혈압과 서맥을 만드는 데 추천되는 방법이나 심박수의 저하능력이 불규칙적이고 혈액학적 영향의 조절이 용이하지 않다. 그 외 acetylcholine을 사용한 일시적인 심정지나 미주신경을 자극하는 방법은 부정확한 반응으로 인해 사용에 제약이 따른다. 반면 adenosine은 내인성 뉴클레오타이드로써 세포막에서 칼슘의 유입을 억제하여 심방결절에서의 자동성을 억제시키고 방실결절에서 전도속도를 느리게 하며 불응기를 연장시키는 한편 혈관의 확장도 초래한다. Adenosine은 적절한 기간의 심정지를 유발하면서 혈액학적 반응의 조절이 용이하고 acetylcholine에 의한 심정지시와는 달리 재분극시 부정맥이 없고 문합시 허혈성 변화의 빈도와 강도가 이전의 방법들에 비해 감소한 것으로 보고되고 있다. 또한 관상동맥 및 말초혈관확장을 초래하고 비독성 대사산물로 전환되기 때문에 심근의 전조건화에 적절한 약물로 평가되고 있다. Adenosine에 의해 초래되는 심정지는 이에 앞서 2도 방실차단이 동반되기 때문에 심정지 시작의 신호가 되기도 한다. 투여방법으로는 0.15 mg/kg를 시험용량으로 먼저 투여한 후 심정지 정도와 시간의 반응을 토대로 0.15~0.3 mg/kg를 심정지가 필요할 때 중심정맥 카테테르로 급속일회정주한다. 이때 심박수는 35~60회/min이 적당하며 이 이상의 서맥 시는 정주를 중단하거나 외과의에게 직접적인 심장의 자극을 요청하여야 한다. Adenosine의 재투여는 혈압이 정상화되고 나면 외과의의 필요에 따라 다시 정주할 수 있다. 본 증례에서는 adenosine 6 mg 정주 후 6~10초후 심정지가 초래되었고 심정지 기간은

3~6초였고 심정지후 20~40초후 혈압이 정상화되었으며 Gayes등의⁵⁾ 보고에 따르면 8~10초후 심정지가 초래되고 심정지 기간은 3~19(평균 6)초였으며 혈압의 정상화까지는 13~48(평균 35)초가 소요되었다고 한다. Adenosine의 길항제로는 atropine이 아니라 caffeine, theophylline 제제가 사용되며 허혈시의 심근의 보호를 위해 전 수술과정중 nitroglycerine을 지속적(0.5 μ g/kg/min)으로 투여하여 관상동맥을 확장시키고 저혈압이 지속되면 phenylephrine이나 neosynephrine의 지속적 투여로 수축기혈압을 80~110 mmHg으로 유지한다. 내흉동맥 절개 전에 헤파린 10,000 단위를 정주, 혈액응고와 혈전형성을 막고 혈관의 재관류 시는 lidocaine 1 mg/kg을 예방적으로 정주한다.^{1,5,12)}

MIDCAB시 이용되는 접근방법으로는 5가지가 보고되고 있는데 부분정중흉골절개법, parasternal approach, anterior mini-thoracotomy approach, subxiphoid approach, posterolateral approach 등으로 이 중 부분정중흉골절개법과 anterior mini-thoracotomy approach가 주로 이용되고 있다. 부분정중흉골절개법은 우관상동맥과 좌전하행동맥을 동일절개상에서 문합할 수 있으며 늑골제거나 서혜부절개가 필요 없으며 체외순환기의 가동이 용이하다는 장점이 있는 반면 재수술시 시간이 더 많이 소요되며 흉골절개에 의한 합병증을 완전히 배제할 수 없다는 단점이 있다. Mini-thoracotomy approach의 경우 문합시 내흉동맥의 박리를 적게 해도 된다는 장점이 있으나 체외순환기 가동시 흉골절개를 다시 해야한다는 점과 내흉동맥의 완전박리시 시야와 접근이 좋지않다는 단점이 있다. 정상정중흉골절개로 전환, 심폐기를 가동시켜야 되는 경우는 수해혈관을 발견하지 못한 경우 즉, 심근내 동맥, 과도한 심의막의 지방층 또는 혈관의 위치가 확인되지 않는 등의 경우와 부적절한 접근, 혈류역학의 불안정한 변화, 부정맥 또는 심전도 변화, 심정지 및 부적절한 도관의 경우로 MIDCAB을 시행하는 경우에도 standard CPB support, IABP와 femoral-femoral bypass 등이 준비되어 있어야 한다.⁹⁾

술후 관리에서 가장 중요한 것은 심근허혈의 예방과 감시, 치료이다. 심근의 산소소모를 줄이기 위해 nitroglycerine과 β -blocker인 esmolol의 지속적 정주는 수술후에도 지속하여야 하고 가능한 한 조기

발관하여 중환자실 입원기간을 단축하여야 하며 적절한 동통관리가 필요하다. 이를 위해 늑간신경차단 (intercostal block), ketorolac과 마약성 진통제의 규칙적인 투여, 흉부 경막의 차단 그리고 척수강내 마약 투여 등을 고려할 수 있다. 수술 후 CPK-MB 효소의 연속적인 검사가 필요하며 혈관개통의 추적을 위해서 도플러나 혈관조영술을 시행한다.⁹⁾

본 저자들은 근자에 들어 각광받고 있는 최소 침습적 관상동맥우회술을 이용한 협심증환자에서의 혈관재생술시의 마취 1예를 보고하면서 선택적인 적응증에 대해서 이 방법을 사용하고 수술기술의 발전과 함께 심근허혈기간동안의 심근보호와 수술 후 적절한 통증관리를 통해 수술 후 회복기간의 단축과 빠른 일상생활에로의 복귀를 도모할 수 있으리라 생각한다.

참 고 문 헌

1. 이영탁, 나찬영: 최소 침습적 관상동맥우회술. 세종의학 1997; 14: 1-8.
2. Kolessov VL: Mammary artery-coronary artery anastomosis as method of treatment for angina pectoris. J Thorac Cardiovasc Surg 1967; 54: 535-44.
3. 임창영, 이헌재, 박철현, 임정철, 현성렬, 박국양 등: 체외순환을 사용하지 않은 관상동맥우회술. 대한흉부의과학회지 1997; 30: 326-9.
4. Buffalo E, de Anerade JCS, Branco JNR, Teles CA, Aguiar LF, Gomes WJ: Coronary artery bypass grafting without cardiopulmonary bypass. Ann Thorac Surg 1996; 61: 63-6.
5. Gayes JM, Emery RW, Nissen MD: Anesthetic consideration for patients undergoing minimally invasive coronary artery bypass surgery: Mini-sternotomy and Mini-thoracotomy approaches. J Cardiothorac Vasc Anesth 1996; 10: 531-5.
6. Subramanian VA, Sani G, Benetti FJ, Calafiore AM: Minimally invasive coronary bypass surgery: A multi-center report of preliminary experience. Circulation 1995; 92: I-645.
7. Calafiore AM, Gimmarrco GD, Teodori G, Bosco G, D'Annunzio E, Barsotti A, et al: Left anterior descending coronary artery grafting via left anterior small thoracotomy without cardiopulmonary bypass. Ann Thorac Surg 1996; 61: 1658-65.
8. Arom KV, Emery RW, Nicolloff DM: Mini-sternotomy for coronary artery bypass grafting. Ann Thorac Surg 1996; 61: 1271-2.
9. 문현수: 최소 침습 수술의 마취관리. 세종의학 1997; 14: 47-52.
10. Vroom MB, van Wezel HB: Myocardial stunning, Hibernation, and ischemic preconditioning. J Cardiothorac Vasc Anesth 1996; 10: 789-99.
11. Robinson MC, Thielmeier KA, Hill BB: Transient ventricular asystole using adenosine during minimally invasive and open sternotomy coronary artery bypass grafting. Ann Thorac Surg 1997; 63: S30-4.
12. Greenspun HG, Adourian UA, Fonger JD, Fan JS: Minimally invasive direct coronary artery bypass (MIDCAB): Surgical techniques and anesthetic considerations. J Cardiothorac Vasc Anesth 1996; 10: 507-9.