冠狀動脈 回路手術에 對한 麻醉

—4例 報告—

延世大學校 醫科大學 麻醉科學敎室

方 瑞 旭·吳 興 根

=Abstract=

Anesthesia for Aortocoronary Bypass Surgery

Sou*Ouk Bang, M.D. and Hung Kun Oh, M.D.

Department of Anesthesiology, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

Coronary artery disease is an ever-increasing problem to anesthesiologists as more patients with severe coronary artery are being accepted for surgery.

Four cases of aortocoronary bypass graft procedure were done at Severance hospital. The procedure itself can result in perioperative myocardial infarction leading to death. Greater understanding of and constant attention to the myocardial oxygen supply and demand may reduce the incidence of perioperative myocardial infarction. Among the four patients, three tolerated the anesthesia and surgery well without gross pre and postoperative complications. However one patient developed hypotension in the recovery room and died 6 hours postoperatively, in spite of an intensive effort at resuscitation.

The problems, complications and precautions for anesthesia are discussed.

서 론

虛血性心疾患 즉 狹心症과 急性心筋梗塞症患者에 對한 근대적인 수술은 1967년 Cleveland clinic의 Favaloro와 Effer[1], 그리고 Marquette의과대학의 Johnson과 Lepley[2]가 협심증을 각각 伏在정맥 또는 內乳동맥을 이용해서 관상동맥의 좁아진 부위를 우회순환시키는데 성공하므로서 비롯됐으며, 특히 최근에 와서는 이 수술을 받은 환자가 내과적 치료를 받은 환자에 비해서 수명이 연장된다는 것이 보고됨에 따라 현재 歐美各地의 수많은 환자들이 이 수술의 혜택을 받고 있는 실정이다[3,4]. 그러나 韓國에서는 아직도 稀貴한 手術에 屬하며 1977年 本院의 李등[5]이 成功한 1例가 있을 뿐이다.

최근 저자들은 세브란스병원에서 관상동맥회로 수술을 시행한 4例에서 마취를 경험한 바 있어 이에 문헌적 고찰과 함께 보고하는 바이다.

症 例

症 例 I：김○교 男子, 58세

본 환자는 胸骨下部 疼痛을 주소로 1980년 4월 2일 본 병원 심장내과에 입원하였다. 이미 1977년 1월 같은 증상으로 심근경색증의 진단아래 본 병원에서 입원치료를 받았었고 1980년 2월 다시 협심증의 진단으로 입원 치료한 병력이 있다. 胸痛은 主로 새벽에 5~20분 지속되었고 최근에는 통증의 强度가 보다 심해졌으며 지속시간도 연장되었다. 이때 nitroglycerin 舌下투여로 동통이 해소되었다고 한다. 기타 과거력과 가족력상에는 특이사항이 없었다. 입원 당시 理學的 所見은 혈압이 120/90 torr, 맥박수 78회/분으로 규칙적이었다. 흉부 및 심청진上 양측 肺野의 呼吸音은 깨끗하였으며 심잡음도 청진되지 않았다. 간장이나 비장은 촉진되지 않았으며 上下肢의 浮腫도 발견되지 않았다. 혈색소 및 적혈구, 백혈구 검사소견, 그리고 전해질과 뇨검사 소견도

모두 정상이었다. 肝 및 신기능검사도 이상이 없었으며 cholesterol 225 mg/dl, LDH 150 mu/ml, SGOT 20 mu/ml, BUN 13 mg%, creatinine 1.0 mg/dl 이었다. 흉부단순X線 소견상 心肥大나 大動脈弓의 돌출등도 보이지 않았으며 肺血管음영의 증가나 울혈현상도 나타나지 않았다. 심전도 소견은 흉통이 없을때는 정상이었으나 痛症의 발작이 있을때는 Ⅱ, Ⅲ, aVF leads 上 심한 S-T 節上昇과 第二度 房室遮斷이 보이는 전형적인 프린츠메탈氏 협심증(Prinzmetal's variant)의 所見을 보였다. 관상동맥조형술 소견으로는 左側관상동맥의 左前下行관상동맥의 중앙부에 약 50%의 협착이 두곳에서 발견되었으며 diagonal branch에도 몇군데 작은 협착이 발견되었다. 그리고 右側 主관상동맥의 중앙부위에 약 75%의 협착이 1.5 cm의 길이에 걸쳐 나타났으며 협착부以下의 遠位血流유통은 양호하였다.

左心室造影術에 의한 심박출계수(ejection fraction)는 0.7이었고 LVEDP는 8 torr 이었다.

麻醉經過

수술 당일 새벽 2 및 4시에 각각 심한 흉통이 있어 nitroglycerin을 모두 4정 사용하였다.

마취전투약으로는 Librium 22.5 mg, Seconal 75 mg을 오전 5시 30분에 내복시키고 triflupromazine 11.25 mg, Demerol 37.5 mg 및 hydroxyzine 37.5 mg을 오전 6시 30분 및 7시에 각각 근주하였고 triflupromazine 11.25 mg, Demerol 37.5 mg을 오전 7시 30분에 근주하였다. 수술대에 옮긴 후 혈압은 105/80 torr, 심박수 73회/분 이었다.

마취유도는 morphine 7.5mg과 2.5% thiopental 250mg을 서서히 정주하였던바 혈압은 83/60 torr로 하강하면서 二段洞律(bigeminy)이 나타났다.

Succinylcholine 75mg을 정주하고 100% 산소로 가압환기시킨후 4% lidocaine을 인후두에 분무하고 기관내 삽관하였을 때 심박동은 정상 洞律動(sinus rhythm)으로 돌아왔고 심박수는 72회/분 이었으나 혈압은 180/110 torr으로 상승되었다.

Thiopental 50mg와 morphine 2mg을 다시 정주하고 N_2O-O_2 (1 : 1 L/min)과 methoxyflurane (0.2~0.5%)을 흡입시키면서 혈압은 110~130/85~60 torr로 유지 되었으며 근 이완제로는 gallamine을 사용하였다. 마취유도후 매트리스를 이용한 체표냉각법에 의하여 약 1시간이 경과한 피부절개 직전의 식도온도는 35.4°C이었다. 그리고 중심 정맥압은 9 cmH_2O 이었으며 혈압은 110/60 torr 이었다. 수술 중 심전도는 lead Ⅱ 및 V_5로 감시하였다. N_2O-O_2-methoxyflurane (0.2%)으로 유지하면서 morphine을 피부절개 전에 추가 정주했음에도 불구하고 혈압은 160/95 torr, 심박수 63회/분 이었고, morphine을 더 추가 후 흉골을 정중 절개 하였을 때의 혈압은 다시 190/100 torr로 상승되었고 심박수는 70회/분 이었다. 그후 소량의 morphine을 추가 반복 정주함으로써 혈압은 하강 140~100/95~56 torr로 유지되었다. 부분적 체외순환을 시작 후 대동맥기시부를 차단하고 냉동심근정지액을 사용하여 심장을 정지시키고 대동맥 우측및 좌측 관상동맥 회로술을 시행하였다. 그동안 최저 직장및 식도온도는 27 및 26.8°C 이었다. 이 환자의 체중 및 체표면적은 74.5 kg 및 1.84 M^2 였는데 대동맥 혈류차단 때 심폐기 관류량은 4400ml/min 였으나 평균동맥압이 점차 100 torr 以上이되어 관류량을 3000ml/min으로 줄이고 대동맥 혈류차단 시간 61분간에 triflupromazine 2 mg 씩 도합 14mg을 산소화기를 통해 주입하여 평균동맥압을 조절하였다. 그후 체표 및 심폐기에 의한 체온 상승을 시작하고 KCl, $CaCl_2$, Effortil 및 제세동기 등을 사용하여 심소생을 시킨 후 2시간 22분 만에 부분적 체외순환을 끝마쳤고 그 동안의 뇨량은 2500ml이었다. 이때 식도 및 직장온도는 36.6 및 33.2°C, CVP 6.5cmH_2O 좌심실압 9 torr 였으며 혈압은 체외순환 종료직후 190~115/110~75 torr로 불안정했으나 약35분 후부터는 140~115/70~90 torr로 안정되었고 마취는 N_2O-O_2-methoxyflurane으로 유지하였다. RPP (rate-pressure product)는 마취유도 前 7665, 마취유도 중 기관내삽관 時 12960으로 상승하였으나 그 후 9350 이었고 피부절개 時 10080, 흉골정중절개때 13300으로 많이 증가하였으나 그후 12000 以下로 잘 유지되었다. 수술시간 7시간 10분, 마취시간 8시간 35분 소요됐었다.

회복실에 옮겨진 후 3시간 동안 Bennett MA-I으로 보조 호흡을 시키면서 관찰하였는데 출혈이 있어 재수술을 시행, 2시간 30분 만에 지혈 조작을 마쳤으며 마취는 morphine 3mg, N_2O-O_2-methoxyflurane, gallamine 40mg을 사용하여 무사히 끝마쳤다. 그 후 회복실 및 중환자실로 옮겨져 약 9시간 동안 Bennett MA-I을 사용했고 그 후 30분만에 拔管하였다. 수술후 40일째 상태가 호전되어 퇴원하였다.

症 例 Ⅱ : 강○근 남자, 37세

본 환자는 좌측前胸部 동통을 주소로 1980년 5월 7일 본 병원 심장내과에 입원하였다. 입원 8개월전 구보시 갑작스런 흉부동통이 발생했으며 모 병원에서 협

심증으로 진단되어 nitroglycerine으로 치료를 받아왔다. 2~3개월 前부터 동통의 빈도가 하루 3~4회 정도로 증가하고 동통의 지속시간도 연장되었으며 입원 직전에는 안정 時에도 흉통이 가끔 있었다고 한다. 과거력이나 가족력상에는 특이사항은 없었으나 술을 좋아했으며 담배를 약 20년간 하루 한갑씩 피워왔다고 한다. 입원당시 理學的所見은 혈압 140/90 torr 심박수 80회/분이었고 흉부 청진상 양측 폐의 호흡음은 깨끗하였고 심잡음도 들리지 않았다. 肝이나 비장도 촉진되지 않았으며 전신적 부종도 발견되지 않았다. 혈액검사상 혈색소 혈구는 모두 정상이었고 전해질과 尿검사도 정상이었다. 肝기능검사상 cholesterol 185 mg/dl, SGOT 10mu/ml, LDH 125 mu/ml로 정상이었고 腎기능도 정상범위이었다. 흉부단순 X線 소견上 심비대는 보이지 않았으며 肺의 혈관상도 정상이었다. 심전도上 S-T depression이 lead Ⅰ과 $V_{4\sim6}$에서 나타났으며 左심실비대를 보였다. 관상동맥조형술소견은 左下行枝의 上部에 약 1 cm에 걸쳐 협착을 보였으며(약 75%) 廻旋枝와 邊緣枝의 接合部에도 약간의 협착이 관찰되었다.

左心室造影術에 의한 심박출계수는 0.85이었으나. LVEDP는 23 torr이었다.

麻酔經過

마취전투약은 증례 Ⅰ과 같은 요령으로 하였으며 수술실에 오는 도중 가슴이 뛰고 답답하여 nitroglycerin 1정을 舌下로 투여하였다.

수술대 위에서의 혈압 150/100 torr, 심박수 120회/분이었고 가슴이 답답하다고 호소하여 morphine 20mg와 Inderal 1mg을 분할 정주하였던바 혈압 120/90 torr, 심박수 95회/분으로 안정되어 diazepam 10mg, alcuronium 6mg정주후 기관내 삽관하였다. 이때 혈압 100/70 torr, 심박수 85회/분 이었다.

수술중 환자 관리는 증례 Ⅰ과 같은 요령으로 하였으며 마취유도는 morphine 20 mg, Inderal 0.025 mg, valium 10 mg, alcuronium 20 mg을 각각 정주한 후 4% lidocaine을 인후두에 분무한후 기관내 삽관을 시행하였다. 마취유지는 N_2O-O_2-methoxyflurane, morphine, alcuronium으로 하였으며 혈압 120/80 torr, 심박수 70회/분으로 계속 잘 유지되었다. RPP는 마취유도 前 18000으로 위험율을 내포하고 있었고 그 후 약물투여로 11400으로 안정되었을때 기관내 삽관을 하였다. 이때 RPP는 8500 이었고 그 후 8400~10000의 범위內에서 잘 유지되었다.

마취시간은 6시간 30분, 수술시간은 5시간 50분 체외순환시간 142분, 大動脈起始部 차단시간 77분이었고 수술은 左側관상동맥회로조성술(double bypass)를 실시하였다.

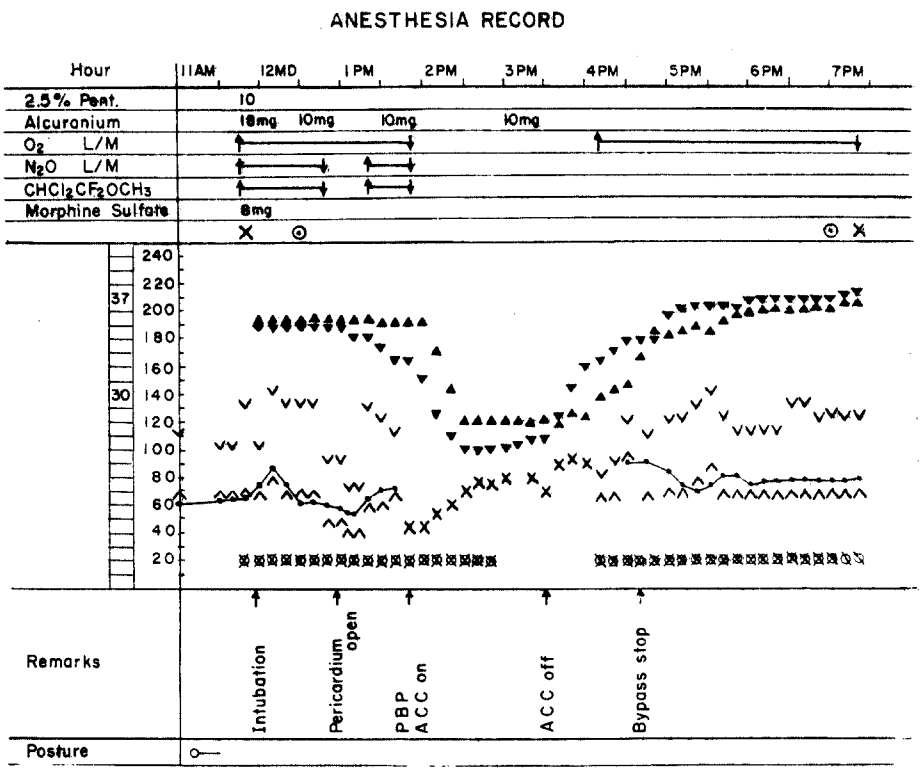
수술후 환자는 약물의 사용없이 혈압 110/80 torr 심박수 100회/분으로 잘 유지되었으며 반의식상태에서 회복실로 옮겨졌으며 소변량은 40~50 cc/시간이었다. Bennet MA Ⅰ으로 기계적 환기를 시켰으며 동맥혈中 기체분압치는 만족할만하였다. 수술후 4시간이 되었을때 회복실에서 갑자기 빈맥이 발생되고 저혈압상태가 되면서 의식소실과 함께 심정지가 돌발하였다. 즉시 심소생술을 시행하고 재수술을 한 결과 左前下行枝와 廻旋枝사이의 avascular area의 心筋의 硬化가 관찰촉지되었으며 心搏動時 이 부위는 전혀 수축이 되지 않는 것이 확인되었다. 여러 차례 체외순환을 중지해보려 하였으나 체외순환을 중지하였을때마다 곧 심정지가 유발되어 재수술 6시간만에 환자는 사망하였다. 死亡原因은 左心室心筋의 급성경색으로 이 때문에 左心室의 급성失調가 유발된 결과라고 생각된다.

症 例 Ⅱ : 정○량 남자, 57세

본 환자는 좌측前胸部 동통을 주소로 1981년 3월 4일 본 병원 심장내과에 입원하였다. 입원 6개월前 갑작스런 흉부동통이 발생하여 본병원에서 협심증진단아래 두번 입원했었으며 그후 계속 약물치료를 하였으나 동통은 하루 4~5차례씩 계속되었다고 한다. 그의 疼痛은 主로 새벽에 잘 발생하여 15~20분 정도 지속되었고 舌下 nitroglycerin 치료에 효과가 있었다고 한다. 과거력이나 가족력上에는 특이한 사항이 없었다. 입원당시 理學的所見은 혈압 110/80 torr, 심박수 65회/분이었고 흉부청진상 심잡음도 없었다. 肝이나 비장은 촉지되지 않았으며 전신적 浮腫도 없었다. 혈액검사上 血色素 및 백혈구도 모두 정상이었고 전해질과 尿검사도 정상범위였다. 肝기능검사上 cholesterol 155 mg/dl SGOT 40 mu/dl, LDH 100 mu/dl로 정상이었고 腎기능도 정상범위이었다. 흉부단순 X線소견上 심비대는 보이지 않았으며 肺의 혈관像도 정상이었다. 심전도는 휴식상태에서는 정상이었으나 Master's test후의 심전도는 S-T segment의 현저한 상승을 보였으며 疼痛이 있는 동안도 S-T절 상승을 볼 수 있었다.

관상동맥造影術소견은 左側下行枝에 90% 협착과 기시부에 75% 협착이 보였으며 廻旋枝에도 역시 협착이 있었고 右側관상동맥에 약 50%협착을 보였다.

左心室조형술에 의한 심박출계수는 0.8이었고 LVEDP는 11 torr이었다.



▲ : 직장온도 × : 평균 동맥압 PBP : 부분 체외순환
▼ : 식도온도 ⊗ : 조절 산흡 ACC : 대동맥 기시부차단

그림 1 症例 Ⅲ의 麻醉記錄

麻醉經過

마취前투약은 앞의 증례와 같은 요령으로 하였으며 마취유도 前 혈압은 110/60 torr, 심박수는 60회/분이었다. 마취유도는 thiopenal 250 mg, alcuronium 18 mg, morphine sulfate 8 mg을 정주한 후 4% lidocaine을 인후두로 분무한 후 기관내 삽관을 하였다. 마취유지는 O_2-N_2O-methoxyflurane으로 유지하였고 근이완제로는 alcuronium을 필요에 따라 10 mg씩 정주하였다. 마취 1시간후 pericardium을 절개할때 혈압이 60/34 torr 심박수 50회/분으로 감소하여 잠시 methoxyflurane과 N_2O 투여를 중단시켰으며 20분후 다시 정상범위로 혈압 맥박이 유지되었다. 수술 중 다른 특별한 변화 없이 잘 유지되었다. 수술 前 RPP는 6600이었고 기관내 삽관時 10080, 피부절개時 9504, 흉골정중절개 때 6272로 기관내삽관時 약간 상승을 보였으나 그 후 특별한 증가없이 잘 유지되었다.

마취시간 7시간, 수술시간 6시간 30분, 체외순환시간 172분, 大動脈起始部 차단시간 105분이었고 수술은 관상동맥회로조성술(triple bypass)를 시행하였다. 수술후 회복실에서 의식이 회복된 상태였으며 이때 일회호흡량 250 ml, 폐활량 500 ml, 吸氣壓 -35 CmH_2O 이었고 혈압, 맥박도 정상이었으며 약물사용없이 vital sign이 잘 유지되어 다음날(약 10시간後) 기관내관을 제거하였다. 그후 경과가 순조로웠고 수술후 3일째 발작성 심실수축이 가끔 나타나 lidocaine 30~50 mg을 간헐적으로 정주하여 치료하였다. 수술후 30일째 되는날 증상이 잘 호전 되어 퇴원하였고 현재까지 건강하게 지내고 있다(그림 1).

症 例 Ⅳ : 김○득 남자, 44세

본 환자는 흉부동통을 주소로 1981년 4월 8일 본 병원 심장내과를 통해 입원하였다. 약 5주前 출근길에 걸음을 걷는 도중 흉부동통이 있었으며 3일후 언덕을 오르다가 같은 증세가 나타났다고 한다. 그후부터 약

3주간 10차례의 증상이 발생하여 성분도 병원에 입원하였는데 이때 휴식상태와 운동후 찍은 심전도상에서 협심증이 있다고 진단을 받았다. 이 당시 疼痛의 지속시간은 약 2~3분이었으며 휴식을 취하면 증상이 없어졌다고 한다. 또한 다른부위로 이동하는 동통은 없었으며 nitroglycerin은 효과가 없는 것 같다고 하였다. 최근 일주일 동안에는 휴식도중에도 경미한 흉부동통이 나타나 입원하였다. 과거력상에 약 17년전부터 고혈압 증상이 있었으나 약물투여 없이 지냈으며 약물을 투여할 경우 혈압은 180/100 torr에서 140/100 torr로 하강 유지되었다고 한다. 또한 7년전에 신장결석이 있었던 것을 제외하면 특별한 병없이 잘 지냈다고 한다. 입원당시 理學的所見은 혈압 130/90 torr 맥박수 70회/분이었고 흉부 청진상 특이한 소견은 없었다. 혈액검사상 혈색소, 혈구 모두 정상이었고 전해질과 尿검사도 정상범위이었다. 肝기능검사上 cholesterol 175 mg/dl, SGOT 25 mu/ml, LDH 130 mu/ml로 정상이었고 腎기능도 정상범위에 있었다. 흉부 단순X線所見上 心肥大는 없었으며 肺의 혈관상도 정상이었다. 冠狀動脈造影術所見은 색소 주입후 흉부동통과 발한이 심하게 나타나고 두통이 생겨 확실한 진단을 내릴 수 없었으나 아마도 主관상동맥의 심한 협착이 있음을 알 수 있었다.

左心室造影術에 의한 심박출계수는 0.63이었다. LVEDP는 10 torr이었다.

麻醉經過

마취前투약으로는 diazepam 14 mg을 경구투여하고 1시간후 triflupromazine 10 mg, hydroxyzine 35 mg, Demerol 35 mg을 근주하고 30분후 triflupromazine 10 mg, hydroxyzine 35 mg, Demerol 35 mg을 다시 근주하였다. 마취유도는 morphine sulfate 10 mg, midazolam 17.5 mg, succinylcholine 75 mg을 정주한 후 4% lidocaine을 인후두에 분무한 후 기관내 삽관을 하였고 이때 혈압은 삽관前 140/90 torr에서 190/100 torr, 심박수 80회/분에서 100회/분으로 증가하였다. 마취유지는 N_2O-O_2-methoxyflurane을 사용하였다. 마취 시작 후 40분경에 혈압이 120/90 torr로 되어 methoxyflurane 투여를 잠시 감소시키고 morphine 6 mg을 투여하였다. 체외순환 중 평균동맥압의 상승이 있어 triflupromazine을 소량씩 투여하여 혈압을 정상범위로 유지시켰다. 마취시간은 9시간, 수술시간은 7시간 30분, 체외순환시간은 145분, 대동맥起始部 차단시간은 84분이었고 수술은 左側관상동맥회로 조성술(double bypass)를 실시하였다. 수술후 혈압상승을 막기 위해 triflupromazine 10 mg을 정주하고 Inderal 0.5 mg을 정주한 후 30분 지나서 다시 trifupromazine 25 mg과 Inderal 0.5 mg을 정주하였으며 이때 심박출량 3.75 *l*/min, cardiac index 2.11 *l*/min/m_2, 혈압 120/90 torr, 맥박수 100회/분이었으며 左心室 平均壓은 4~5 torr로 다른 문제점없이 잘 유지되었다. 수술후 12시간 지나서 호흡기를 떼고 15시간반에 拔管하였다. 20일 후 증상이 잘 호전되어 퇴원하였다.

고 안

관상동맥질환을 갖인 환자의 수술과 마취에 대한 위험율은 두개의 범주로 나누어 생각할 수 있다. 위험성이 경도인 환자는 좌심실기능이 충분하며 심근 경색과 수축장애부위 (dyskinetic area)가 없는 증례들로서 심박출량은 정상이며 LVEDP는 12 torr 以下, 심박출계수는 0.5 以上인 협심증 환자를 말한다. 그리고 위험성이 높은 환자는 좌심실기능이 아주 저하되어 있고 수축장애 부위가 있는 심근 경색증 환자로서 심박출량이 정상이하로 저하되고 심부전의 증상이 흔히 있는 경우이며 LVEDP는 15 torr 以上, 심박출계수는 0.3~0.5 以下인 환자를 말한다. 그런데 본 증례들에 있어서는 3例 에서는 경도의 위험성을 갖인 환자이었으나 사망한 1例 에서는 LVEDP가 23 torr나 되는 높은 위험성을 갖인 환자이었다.

관상혈류량은 주로 물리적, neurohumoral 그리고 metabolic factor들의 변화에 영향을 받는다. 관상혈류의 대부분은 心室이 이완되고 冠狀血管의 extravascular compression이 최소한 일때, 즉 이완기(diastole)의 초기에 일어난다. 그러므로 관상혈류량은 이완기 동안 관상순환(coronary circulation)을 통과하는 pressure gradient에 대부분 의존하게 된다. 이러한 pressure gradient의 결정요소로는 이완기 동맥압과 左室終末확장기壓이 있는데 이완기 동맥압이 감소하거나 左室終末확장기壓이 증가하게 되면 관상동맥관류압이 감소하게 되고 관상관류저항의 변화없이 관상동맥혈류량이 감소하게 된다.

맥박수 역시 중요한 영향을 미치게 되는데 빈맥이 있는 경우 이완기의 기간(duration)이 감소하게 되고 그로 인하여 심근관류에 필요한 시간이 감소하게 된다. 이러한 이완기 동안의 pressure gradient나 이완기의 기간의 감소가 관상혈류량을 감소시키나 관상관류저항의 변화에는 크게 관여하지는 않는다. 그러나 심근경색증

을 가진 관상동맥에 atherosclerotic plaque가 있는 경우 혈관확장(vasodilation)이 잘 안되어 이런 경우에는 주로 이완기 동안의 관상혈류량에 의존하게 된다. 이런 점들을 고려하여 RPP(rate-pressure products)를 수술前과 中에 계산하여 그 수치가 12,000 以下의 level로 유지시켜 심근 산소 수요(myocardium oxygen demand)를 최소한으로 감소시켜 주는것이 바람직하다 한다.

마취 중에 일어 나는 가장 중요한 문제인 심근의 최대한 보호를 하기 위해서는 산소 需要와 공급 사이의 상호작용을 좀더 잘 이해함으로서 마취 중 일어나는 심근경색을 예방해야 한다. 심근산소수요는 cardiac work이 증가할때 증가되고 때때로 afterload증가나 preload증가 時에도 증가하게 된다. 이러한 심근산소수요의 가장 중요한 영향을 주는 요인으로는 심박수의변동을 들 수 있다[7]. 또한 심근 산소공급은 관상혈류에 영향을 받고 이것은 확장기 동맥압, 관상 동맥의 patency에 영향을 받게 된다. 이런 원인이외에도 저산소증이나 산소운반능력의 감소 등도 산소공급을 감소시키는 요인이 된다. 휴식상태에서 심장은 혈액內의 산소의 약 65%를 취하게 되는데[8] 산소에 대한 수요가 증가하게 되면 관상혈류도 반드시 증가되어야만 한다. 정상적인 관상순환을 가진 심장에서는 평균동맥압의 큰 변동이 있는 경우 관상 혈관의 확장(dilatation)에 의하여 산소수요를 충족시킬수 있는데 이러한 능동적확장은 주로 local autoregulation에 의하여 이루어지고 이것을 설명할 정확한 기전은 아직 불충분하지만 심근 산소분압의 변동, metabolites의 축적, catecholamine의 분비 등에 의할 수도 있는 것 같다. 동물실험에서 보면 심장의 완전한 신경차단 후에도 이러한 autoregulation의 현상이 나타남을 보여준다[9]. Feinberg 등은 심박출량과 심근산소소모량은 거의 연관성이 없음을 보여주며 혈압과 심박수가 심근 산소소모량과 밀접한 상호작용을 나타낸다고 하였다[9]. 공급과 수요에 영향을 미치는 어떤 因子들은 약물로 약간 조절할 수가 있는 것으로 되어 있어서 심근경색증의 내과적 치료를 하는 경우 관상혈류의 증가보다는 主로 심근산소수요의 감소를 일으킬 수 있는 약물, 즉 vasodilator인 nitroglycerin은 주로 preload 및 경도의 afterload를 감소시켜 치료효과를 나타내고 nitroprusside는 afterload의 감소, phentolamine은 afterload와 preload양쪽을 다 감소시켜 줌으로서 cardiac work를 적게 해 주게 되며 이 결과로 심근 산소소모량(MVO_2)를 감소시키게 된다[7]. 반면 propranolol은 심박수를 감소시켜 심근 수축이 감소되어 간접적으로 심근산소수요를 감소시켜 줌으로써 효과를 얻을 수 있게 된다고 하였다[10]. 그러나 우리가 수술중 혈압을 낮추기 위해서 사용한 chloropromazine계 약물인 triflupromazine은 아마도 afterload와 preload를 어느 정도 감소시켜 줌으로써 간접적으로 심근산소수요를 감소시켜 주는 것으로 사려된다.

마취제의 심근 산소수요와 공급에 관한 약물의 작용 특히 심근 경색이 있는 경우의 연구문헌은 많지 않다. 몇몇 문헌에 의하면 마취된 건강한 사람에서 관상관류압이 감소되었을때 심근 산소수요는 개[11,12], 돼지[13] 및 사람에서[14,15] 거의 같은 정도로 감소되는 것을 보여준다. 분명하게 말할 수 있는 것은 심근 산소수요와의 상호작용을 이루는 autoregulation은 마취 下에서 그리 크게 변화하지않는다는 것이다[15,16]. 그러나 이것이 ischemic heart에서도 유사한 작용을 나타내는지는 불분명한데, 동물 실험에서 보면 개에서 관상동맥를 묶은 後 halothane[17]과 경막외 마취[18]를 각각 시행한 결과 myocardial perfusion과 oxygenation이 improve된 것을 볼 수 있었는데 이것은 아마도 마취의 主된 효과가 심박수, 혈압, cardiac contrcatile performance 등의 감소로 인한 심근산소수요 감소가 주된 기전이지 심근산소공급이 감소됨에 따라 관상관류압이 감소된 것 같지는 않은 것으로 나타나 있다. 각각의 마취제의 작용을 비교해 보면 halothane은 정상 인에서 preload, afterload 및 inotropic state의 감소를 일으켜[19] 그 결과로 MVO_2를 감소시키고 또한 심실부전이 없는 경우 halothane은 심근산소수요와 공급의 상호관계에 영향을 미치게 되나 failing heart인 경우의 작용은 아직 잘 모르고 있다. Halothane 마취의 短點으로는 LVEDP의 증가와 함께 wall tension, 그리고 MVO_2의 증가가 올수 있어 관상혈류에 장애를 일으킬 수 있다고 하였다. Ketamine은 마취中 심혈관계의 안정을 잘 유지하기 때문에 심장수술에 알맞는 약물로 추천되어 왔으나 최근 연구에서 ketamine은 MVO_2와 관상혈류량을 2~3배증가시킨다는 보고가 있는데 이것은 아마도 동맥압과 심박수의 증가가 원인인 것으로 보인다. 이러한 MVO_2에 대한 효과때문에 fixed hypertension, 심근경색증, mitral valve disease등에서는 금기로 되어 있고 또한 작은 量이라 할지라도 강력한 폐혈관수축을 일으키는 것으로 알려져 있다[20]. Nitrous oxide는 과거 심근경색증의 동통해소를 위한 analgesic agents로 사용되어 오고있는데 최근 연구문헌[21]에서도 좌심실기능장애없이 산소수요에 좋은 효과를 보여 마취 중 심근경색 환자의 치료에 좋은 약물로 되어 있다. Neuroleptanalgesia인 droperidol과 fenta-

nyl은 심장수술에서 많이 사용되고 있는데 한 연구에서 보면 droperidol(0.33 mg/kg) 단독으로 사용할 경우 말초저항의 감소로 인한 동맥압의 약간의 하강과 함께 심박수의 많은 증가를 보이고 이것으로 인한 MVO_2가 38% 증가되나 fentanyl(0.067/kg)의 subsequent injection으로 droperidol에 의한 변화를 antagonize하여 관상혈류와 MVO_2를 정상으로 유지시켜 주는 것으로 알려져 있다.[22] Diazepam은 central sedative effects가 있는 동시에 nitroglycerin-like action, 즉 아마도 afterload와 preload를 양쪽 다 감소시켜 LVEDP의 감소를, 그리고 intracavitary volume, myocardial wall tension 및 left ventricular MVO_2를 감소시켜[23] 좋은 효과를 얻을 수 있다. Morphine sulfate는 심혈관계에 대한 비교적 경한 효과가 있어 심장수술마취 時 널리 사용되고 있으나 사람에서 endogenous norpinephrine 혹은 epinephrine을 분비시켜 혈압을 증가시킨다. Morphine은 의식의 소실없이 profound analgesia를 일으키기 때문에 N_2O와함께 사용하게 되는데 이 경우 심박출량의 감소가 일어난다[24] 최근 연구보고에서 N_2O와 morphine으로 마취를 한 경우에서 halothane만을 투여받은 경우 보다 심근산소수요가 더 증가한다고 하였고 halothane으로 因한 심근역압은 별로 문제가 없는 것을 보이며 심근산소공급과 수요의 비율이 더 잘 유지되는 것을 보여주고 있다[25]. Methoxyflurane은 analgesic supplement로 사용되는 0.3~0.5%의 농도에서는 cardiac rhythm에 대한 안정 효과가 있으며 특히 심장조작 時 안정효과가 있으며 또한 다른 narcotics의 작은 양에서 나타나는 것보다 체내의 slow desaturation으로 인하여 체외순환 중 및 후에 gradual emergence를 얻을 수 있는 장점이 있으며 기관내관이나 기계적 환기의 유지를 더 좋게 할수 있다. 단점인 negative inotropic effect나 nephrotoxicity는 아마도 dose-related phenomena로 생각되고 있어 조심만 하면 그리 큰 문제는 없는 것으로 되어있다[26].

마취 중 심실세동을 유발시킬 수 있는 요소로서, 1) 불완전한 마취, 2) 마취제 자체의 작용, 3) metabolic or respiratory acidosis 등에 의한 증가된 catecholamine level 등이 문제가 되는데, catecholamine release의 stimulant factor인 respiratory acidosis는 적절한 환기기능을 선택 유지시킴으써 예방할 수 있고, 적절하고 안정된 마취의 level을 유지함으로서 sensory input에 의한 catecholamine의 release를 방지할 수 있다. 그리고 pain stimuli에 의하야 반사성 관상혈관수축의 위험과 sympathetic activity의 증가로 인한 말초저항의 증가가 올수 있는데 이 결과로 오는 afterload의 증가 및 MVO_2의 증가가 문제 될 수 있다. 마취제 중에서 cyclopropane, succinylcholine 그리고 대량의 morphine 등은 약물 자체의 성질상 catecholamine level을 증가시키게 되는데 intact human에서 sympathetic stimulation에 대한 관상 혈관계의 reactivity는 아직 증명되어 있지는 않지만 sympathetic overactivity는 relative myocardial ischemia를 유발시킬 수도 있다 하였다. 일시적 심근경색증이 영구적 근육손실를 일으키는 시간은 아직 잘 모르지만 마취 중에 적절한 평균 동맥압을 유지하면서 계속적인 관상혈관 확장을 유지하는 것이 바람직하다. Price에 의하면 심실 기능의 감소는 마취의 깊이와 비례한다고 하였으나[9] 마취가 낮은 경우 위에 기술한 것과 같은 문제점이 있어 주의하여야 할것이며, 수술 중 일어나는 저혈압의 경우 사용하게 되는 vasopressor는 과도한 혈압의 상승을 초래하지 않고 심장의 산소수요를 증가시키는 inotropic effect가 최소한인 것이 좋으며 주로 말초저항의 증가를 통한 혈압과 관류압 증가가 요망된다.

이런 모든 것의 최종적인 목적은 심근의 대사성 수요를 줄이고 산소 공급를 증가시키는데 있으며 이것은 환자의 일상생활이나 마취 및 수술 중 혹은 수술후에도 같은 방법으로 환자를 관리해야할 것이다. 그러나 아직도 수술자체의 시행여부가 문제라고 말하는 사람들도 있고 특히 수술 중 발생하는 심근경색이 7~46% 정도로 있을 수 있다고 보고한 문헌[27]도 있어, 환자선택에 신중을 기해야 될것으로 사려된다.

결 론

연세대학교 의과대학 마취과에서 경험한 4예의 관상동맥회로수술에 대한 마취경과를 보고하였다. 그 중 3예는 아무런 합병증없이 잘 완쾌 되어 퇴원 하였고 나머지 1예는 수술은 무사히 끝마쳤으나 회복실에서 갑자기 저혈압이 발생하여 2차 수술을 하였먼 바 심한 심근경색증이 있어 사망한 것으로 사료되는 예를 경험하였다.

참 고 문 헌

1) Effler DB, Favaloro RG, Groves LK, et al: *The simple approach to direct coronary artery*

surgery. J Thorac Cardiovasc Surg 62:503, 1971

2) Johnson WD, Lepley D Jr: *An aggressive surgical approach to coronary disease. J Thorac Cardiovasc Surg 59:128, 1970*

3) Green GE, Kemp HG, Alam SE, et al: *Coronary bypass surgery five-year followup; A consecutive series of 140 patients. J Thorac Cardivasc Surg 77: 48, 1979*

4) Loop FD, Cosgrove DM, Lytle BW, et al: *An 11 years evaluation of conary arterial surgery (1967-1978). Ann Surg 190:444, 1979*

5) 이두연, 조규석, 조범구, 홍승록, 차홍도, 김성순 : 관상동맥 회로술 치험 1예. 대한 흉부외과학회지 *12: 299, 1979*

6) Emerson AM: *Anesthetic management for coronary artery bypass surgery. Canad Anaesth Soc J 25:462, 1978*

7) Cohn JN, Franciosa JA: *Vasodilator therapy of cardiac failure. N Engl J Med 297:254, 1977*

8) Guyton AC: *Textbook of medical physiology. Philalpiha, WB Saunders Co(1966), p 22*

9) Feinbery AC, Katz LN: *Role of catecholamines in energetics of the heart and its blood supply. Am J Physiol 196:394, 1959*

10) Kaplan JA: *The pharmacological treatment of the cardiovascular system. 28th Annual re fresher Course Lectures, American Society of Anesthesiologists, New Orlenans, Oct. 1519, 1977, Lecture 212, pp 1*

11) Merin RG: *Inhalation anesthetics and myocardial metabolism; Possible mechanisms of functional effects. Anesthesiology 39:216, 1973*

12) Merin RG, Kumzawa T, Luka NL: *Enflurane depresses myocardial function, perfusion and metabolism in the dog. Anesthesiology 45:501, 1976*

13) Merin RG, Verdow, Jong JL: *Dose-dependent depression of cardiac function and metabolism by halothane in swine(Sus scrofa). Anesthesiology 46:417, 1977*

14) Hackel DB, Scancetta SM, Kleinerman J: *Effect of hypotension due to spinal anesthesia on coronary blood flow and myocardial metabolism in man. Circulation 13:92, 1956*

15) Sonntag H, Merin RG, Donath V, et al: *Myocardial metabolism and oxygenation in man awake and during halothane anesthesia. Anesthesiology 51:204, 1979*

16) Wolff G, Claud B, Rist M, et al: *Regulation of coronary blood flow during ether and halothane anesthesia. Brit J Ansesth 44:1139, 1972*

17) Bland GHL, Lowenstein E: *Halothane-induced decreases in experimental myocardial ischemia in the non-failing canine heart. Anesthesiology 45:287, 1976*

18) Vik-mo H, Otteen S, Renck H: *Cardiac effects of thoracic epidural analgesia before and during acute coronary artery occlusion on open chest dogs. Scand J Clin Lab Invest 38:737, 1978*

19) Theye RA: *Myocardial and total oxygen consumption with halothane. Anesthesthesiology 28: 1042, 1967*

20) De Master RJ, Fogadall RP: *The effects of ketamine on the pulmonary and systemic circulations in patients with coronary artery disease. Abstract of Scientific papers, American Soceity of Anesthesiologists Annual Meeting, New Orleans, Oct 15-19, 1977, p 721*

21) Wynne J, Mann T, Alpert JS, et al: *Beneficial effects of nitrous oxide in patients with ischemic heart disease(abstract). Circulation 56: suppl 3:8, 1977*