

역동적 심근성형술의 마취

—증례 보고—

중앙길병원 마취과

권진형·권도현·조영래

= Abstract =

Anesthetic Experience of Dynamic Cardiomyoplasty

— A case report —

Jin Hyung Kwon, M.D., Do Hyun Kwon, M.D. and Young Rae Cho, M.D.

Department of Anesthesiology, Gil General Hospital

Dynamic cardiomyoplasty is a recently introduced surgical method to improve myocardial performance. It consists of a placement of a skeletal muscle flap around the heart and stimulation of the flap in synchrony with ventricular contraction. We experienced a case of cardiomyoplasty in a 25 year old male patient with congestive heart failure. Anesthesia was induced and maintained with fentanyl, midazolam and isoflurane. The operation was performed for 8hrs without cardiopulmonary bypass and the patient was transferred to the intensive care unit. He was mechanically ventilated electively overnight and extubation was done 18hrs postoperatively. The patient was discharged home on the 40days after operation and improved in exercise tolerance.

We report the anesthetic management and hemodynamic changes in a patient who underwent dynamic cardiomyoplasty. (Korean J Anesthesiol 1997; 33: 162~166)

Key Words: Heart: congestive heart failure. Surgery: cardiomyoplasty

역동적 심근성형술은 심부전을 교정하기 위하여 생체내의 수축력이 있는 자가근육편을 이용하여 심장을 감싼 뒤, 이를 전기적 자극을 통해서 일정하게 수축시켜 심근을 도와주게 하는 외과적 수술방법으로 1985년 Carpentier에 의해 처음 시도되었다¹⁾. 최근 심장이식술과 내과적 치료의 발전에도 불구하고 말기 심부전은 사망률의 주요 원인으로 남아있으며, 본 과에서 말기 심부전 환자에서 경험한 역동적 심근성형술의 마취에 대하여 보고하는 바이다.

증례

환자는 25세 남자로 입원 3년전부터 시작된 호흡곤란을 주소로 입원하였고, 과거력상 3년전 만성 활동성 B형간염과 2년전 Coxackie type B₄ myopericarditis로 진단받고 심부전 증상으로 여러 번 입원하였으며, 가족력으로 부모가 고혈압으로 인한 뇌졸중과 만성심부전으로 사망하였고 치료약물로 digoxin, furosemide, captopril을 복용하고 있었으며 NYHA functional class III의 환자였다.

술전 혈액검사상 HBsAg이 양성이었고 SGOT와

SGPT는 정상이었으며, 동맥혈 가스분석에서 동맥혈 산소분압은 대기호흡시 55.7 mmHg, 분당 4리터의 산소를 비 캐놀러를 통해 흡입시 105 mmHg로 낮은 것 외에는 정상이었으며 폐기능 검사에서 FVC 2.7L (61%), FEV₁ 2.3L(61%)였고, 흉부 X선검사상 척추측만증(scoliosis)과 심한 심비대를 보였다. 24시간 심전도에선 빈번한 심실 조기 수축이 있었고 심초음파 검사상 중등량의 심낭액 삼출이 있었으며 승모판막 폐쇄부전과 삼첨판막 폐쇄부전이 각각 grade II와 III 였고 좌심실 박출계수는 40%로써 postviral dilated cardiomyopathy로 진단받았다.

환자의 체중은 58 kg으로 마취전처치로써 morphine 5 mg을 수술실로 오기 1시간전에 근육주사 후 midazolam 3 mg을 수술실로 오기 직전에 정주하였다. 수술실 도착시 5-leads의 심전도와 자동혈압기, 맥박산소계 측기를 연결하여 측정된 결과 혈압은 110/70 mmHg, 심박수 분당 70회, 동맥혈 산소포화도는 97%이었다.

마취유도는 midazolam 3 mg을 정주한 후 fentanyl 750 µg, vecuronium 4 mg을 분할정주하였으며 내경 8 mm의 단일기공 튜브로 기관내삽관을 시행하여 동맥혈 이산화탄소분압이 30~35 mmHg를 유지하도록 조절호흡을 하였다. 마취유도 후 우측 요골동맥에 20-gauge 카테테르를 장착하여 지속적으로 동맥압을 측정하였고, 우측 내경정맥을 통해 7Fr. 폐동맥 카테테르를 삽입하였으며 우측 주전정맥에 16-gauge 카테테르를 거치하여 추가정맥로를 확보하였다. 수술 중 감시장치는 lead II와 V₃의 심전도, 자동혈압기, 침습적 동맥혈압, 중심정맥압, 맥박산소계측기, 호기말 이산화탄소분압, 폐동맥압과 심박출량, 직장내 체온과 동맥혈가스분석, 신경근차단감시, 경식도 심초음파였다. 마취유지는 2 L/min의 산소, 2 L/min의 의료용 공기와 0.5~1.0 vol%의 isoflurane흡입과 fentanyl의 분할투여로 하였다.

수술은 2단계로 시행되었는데 좌측 광배근(latissimus dorsi)을 이용하였기 때문에 우선 환자의 자세를 우측와위로 취하여 액와부부터 12번째 늑골까지 길게 절개를 가한 뒤, 좌측 광배근을 흉배신경혈관경(thoracodorsal neurovascular pedicle)과 상완골에 부착된 부분만 남기고 자유로이 이동할 수 있게 흉벽에서 박리하였으며, 상완골에 부착된 건은 절단하지 않으면 근육수축 자극시에 팔이 함께 움직이게 되므로 조심스럽게 절단박리하였다. 2개의 근육내전극을 광배

근편의 근위부 1/3의 신경근차단부위에 심은 다음 신경근차단 감시를 하여 근이완으로부터 회복된 것을 확인하고, 일단 체외용 유발기(external generator)인 Stimilac을 사용하여 자극역치(threshold) 및 자극의 유효성 여부를 평가하였는데 0.25 volt에서 광배근이 강한 수축을 보여 근육내전극의 위치가 좋음을 확인하였으며 근이완제 사용으로 인한 자극 평가에 지장은 없었다. 좌측 두번째 늑골을 3cm정도 잘라내어 이 곳을 통해 근육내 전극이 손상을 받지 않게 조심해서 광배근을 흉곽속으로 집어 넣었는데 이 때 폐를 용수환기해 줌으로써 근육이 들어갈 공간을 확보하도록 도와주었다. 광배근을 넣은 뒤 절개부위를 닫을 때 측정된 심장 지수(cardiac index, CI)는 2.2 L/min/m², 폐모세혈관쇄기압은 24 mmHg이었다. 절개부위를 닫고 환자의 체위를 양와위로 바꿔 정중흉골절개(median sternotomy)후 심낭막을 넓게 절개한 뒤 좌측 늑막을 열어 좌측 광배근을 좌측 흉강내로 빼낸 다음 광배근편으로 심장의 좌우심실의 앞쪽 표면을 감싸주었으며, 이 때 심전도상 심실 조기수축이 발생해 2% lidocaine 60 mg을 정주한 후 2 mg/min의 속도로 지속정주하였으며 더 이상의 부정맥은 없었다. 심전도를 감지하기 위해 심외막 감지전극(epicardial sensing electrodes)을 우심실내에 심어준 뒤 심근자극기(cardiomyostimulator)를 pocket에 넣어 좌측 복직근(rectus abdominis)의 근막뒤에 공간을 만들어 위치시키고 모든 전극을 횡경막을 통과시킨 다음 유발기에 접속시켜, 1 : 16 폭발자극빈도에서 16번째의 심실수축시마다 심전도와 동시에 1회의 근수축이 일어남을 확인한 뒤 모든 상처를 봉합하였다. 수술이 끝나고 술후 인공호흡관리를 위해 추가의 4 mg의 vecuronium을 투여하여 주었다. 사용된 심근자극기는 Russian mode ECS-445 type이었다. 흉골을 닫기 전과 닫은 후 측정된 CI는 각각 2.5와 2.2 L/min/m², 폐모세혈관쇄기압은 각각 17과 20 mmHg이었으며 수술이 끝날 무렵 시행한 경식도 심초음파검사상 좌심실 박출계수는 35%였다.

마취유도후 수술이 끝날 때까지 환자의 혈압은 110~130/60~80 mmHg, 심박수 60~80 회/분으로 매우 안정된 활력 징후를 유지하였고, 중심정맥압은 16~18 mmHg사이였다. 수술 중 환자의 체온과 동맥혈가스분석치는 정상범위였고 강심제의 사용과 수혈은 필요로 하지 않았으며 Hartmann씨 용액 400

ml, pentastarch 600 ml를 투여하였고 소변량은 1,230 ml이었다. 총 마취시간은 8시간이었으며, 사용된 fentanyl 총량은 3,500 μg 으로 체중 kg당 60 μg 이 사용되었고 midazolam 8 mg이 보조로 투여되었으며, vecuronium은 마취 시작시와 수술이 끝날 무렵 각각 4 mg씩 총 8 mg이 투여되었다. 수술 중 심한 부정맥이나 저혈압의 발생이 없었으므로 심폐기 가동없이 수술을 마칠 수 있었다. 환자는 심중환자실로 옮겨져 인공호흡 관리를 받았으며 술후 18시간에 기관내튜브를 발관하였고, 수술 다음날 심전도상 심방조동 (atrial flutter)과 서맥이 나타나면서 혈압하강이 있어 분당 100회의 신속심방조율(rapid atrial pacing)을 시행한 후 정상 심전도로 돌아왔고 이 때 측정된 CI는 1.9 L/min/m²였으며 수술후 동맥혈가스분석치는 정상범위였다. 좌심실 박출계수의 변화는 수술 다음날 21%로 좌심실의 전방적인 수축기능저하가 있었고, 술후 2일째 40%, 술후 35일째 46%였다. 환자의 수술후 폭발자극빈도는 수술 당일날 1 : 16, 술후 11일째 1 : 7, 술후 19일째 1 : 6, 술후 27일째 1 : 5, 술후 41일째 1 : 4, 술후 9주째 1 : 2, 술후 11주째 1 : 1로 점차 자극빈도를 높였으며 술후 40일째 퇴원하였고 현재 환자는 술후 5개월이 경과한 상태로 술전보다 전신건강상태의 많은 호전을 보이고 있다.

고 찰

말기 심부전환자에서 효과적인 치료는 심장이식이지만 제공 장기의 부족으로 상당히 제약을 받고 있다. 역동적 심근성형술은 심장을 감싸고 있는 골격근이 심장수축시 함께 수축하도록 하는 말기심장 질환의 외과적 수술 방법으로¹⁾ 몇주에 걸쳐 골격근이 저주파의 전기자극을 받게 됨으로써 피로에 대한 저항력이 향상되어 심장 형태의 일을 수행하게 된다. 심근자극기는 심실수축과 동시에 근육에 폭발적 자극을 전달함으로써 심박출을 촉진하도록 프로그램화할 수 있다. 처음 술후 2주간은 근육이 쉴 수 있도록 근육에 어떠한 자극도 주지 않는데 이 이유는 박리한 근육편의 원위부 반은 혈관경(vascular pedicle)에 의해 잘 공급되지 않기 때문에 어느 정도의 허혈을 초래하나 2주후에는 혈액공급이 대부분 회복되므로²⁾ 자극에 의한 허혈성 근육손상이 덜 되기 때문이며, 두 번째 이유는 심장표면에 근육편이

잘 부착되게 함으로써 근육편의 이동가능성을 줄이는 데 있다³⁾. 2주가 지난 다음 6~8주에 걸쳐 골격근이 근육피로를 극복하도록 훈련시키기 위한 점진적이고 단계적인 자극계획도 요구되므로 이에 맞춰 자동입력프로그램을 갖춘 전달체계가 필요하다. 수술후에 단계적으로 근육에 전기자극을 줌으로써 모든 근섬유들이 조직화학적, 생화학적으로 심근의 특성을 갖고 있고 피로에 저항력을 갖는 산화성 섬유로 변형이 되는데⁴⁾ 이런 과정이 처음 술후 2주에 시작되어서 6주후에 끝나게 되고 이러한 훈련기 이후에는 근육편이 심박수와 동시에 1 : 1 mode에 놓이게 된다.

마취와 관련된 문제로는 환자의 술전 상태가 나쁘다는 것과 근육 박리를 위해 측와위를 취해야 하므로 환기/관류의 불균등이 생기고 특히 근육을 흉곽속으로 넣을 때 환기에 제한을 받기 때문에 저산소증을 초래할 수 있다^{5,6)}. 측와위 자세로 있는 동안 아래쪽 폐의 환기를 도와주기 위해서 5 mmHg 정도의 호기말 양압을 사용해 주고 100% 산소로 용수환기를 해 줌으로써 저산소증을 피할 수 있고 수술중 혈액가스분석을 통해 심한 저산소혈증 상태를 감시해야 하며 맥박산소계측기의 지속적인 감시를 통해서 이를 조기에 발견할 수 있다³⁾. 늑골절개와 근육편의 전위시 Greenhalgh등³⁾은 일측 폐환기를 사용하지 않았으나 Auler등⁶⁾은 일측 폐환기를 추천하는 등 논란이 많으나 본 환자에선 사용치 않았으며 이 과정에서 시행한 동맥혈 가스분석검사상 저산소증은 없었다. 흉곽속으로 광배근을 넣었을 때 근육용적은 한 쪽 흉곽의 약 5~10%를 차지하는데 이 정도로 거의 정상 폐기능이 보존되며⁶⁾, Moreira등⁷⁾의 관찰 결과 광배근의 박리와 전이는 폐활량을 18.4%정도 감소시킨다고 하고, 이러한 감소는 임상 증상을 나타내지 않는다고 하였다. 심장의 조작이 필요한 수술이므로 순간적으로 위험한 부정맥과 저혈압을 초래할 수 있고 환자의 심장이 너무 예민해서 조그마한 조작에도 쉽게 심실세동, 심정지등으로 이어질 수 있으며 심한 부정맥이나 저혈압이 발생하면 주저없이 체외순환을 실시해야 한다. 환자의 20%에서 심폐기 가동을 필요로 하며 관상동맥우회술이나 판막대치술과 같은 심장수술을 동시에 시행해줄 때 필요로 하는데⁸⁾ 심근성형술후 심장기능이 저하되는 경우가 발생할 때에는 수술직후부터 강심제나 대동맥내 풍

선 펌프(IABP)등을 사용하여 심장기능을 회복시키도록 해야한다. 수술후 Bocchi등⁹⁾은 32명의 환자 중 5명에서 급성심방세동과 1명에서 심실빈맥을 보고하였는데, 모두 항부정맥제의 정맥내투여나 cardioversion으로 치료가 되었다.

근이완제의 사용시 근육내 전극의 전기생리학적 평가를 위해 Train-of-four(TOF) ratio가 거의 100%에 도달하도록 30분전에 근육이완제 투여를 중지하여야 한다³⁾. Auler등⁹⁾은 마취유도시 atracurium 0.4 mg/kg을 투여하여 기관내 삽관을 시행하였으나 vecuronium도 같은 효과를 나타낼 수 있다고 하였으며, 속상수축을 유발하고 심박출량을 감소시키는 탈분극성근이완제의 사용은 피하는 것이 좋다고 하였다³⁾. 본 환자의 경우 기관내 삽관을 위해 vecuronium을 사용하였고, 근이완제 사용으로 인해 근육편의 전기생리학적 검사시 장애가 되는 것을 예방하기 위해 마취유도시 소량만을 사용하여 기관내삽관을 순조롭게 시행하였으며 수술중 추가의 근이완제는 사용하지 않고 수술이 끝날무렵 인공호흡관리를 위해서만 투여하였으며, 소량의 근이완제 사용으로 인한 수술 중 조절호흡에는 지장이 없었다.

환자가 혈액학적 효과를 기대하기 위해선 수술후에도 몇주를 기다려야 하기 때문에 심장기능이 이 기간을 버틸 수 있는 여력을 가지고 있어야 하므로 술전부터 이미 혈액학적으로 불안한 상태이거나 강심제같은 약물에 의존하고 있는 환자는 이미 그 대상이 될 수 없으며 NYHA functional class IV의 환자보다 III의 환자가 심근성형술에 더 적합하며, 조기 사망률도 20%정도가 된다³⁾. 사망률이 class IV에서 아주 높으므로 분명 이런 환자에선 심장이식이 가장 좋은 것으로 되어 있으며⁸⁾ 심장이식과 심근성형술에서 1개월 생존율은 각각 94%와 75%로 심근성형술시 저박출 심부전과 심실부정맥이 사망원인이었으며, 만기 이환율은 심근성형술에서 더 낮았다. 심근성형술은 우심실기능이 보존된 심부전환자에선 도움이 될 수 있지만 양심실부전의 치료시는 심장이식이 선택되어야 한다고 하였고⁹⁾ Auler등⁹⁾은 좌심실직경이 많이 커져있는 경우 심실기능이 덜 호전되었다고 한다.

Benasson등⁵⁾은 CI가 1.3 L/min/m²이하인 환자에서 이 수술을 권장하고, 부종과 복수, 우심부전의 증상이 있는 폐모세혈관폐기압이 40 mmHg 이상 또는

LVEDP가 50 mmHg 이상인 환자는 이 수술을 고려해서는 안된다고 하였으며 다른 위험인자로는 NYHA functional class IV, 술전 심한부정맥, 폐모세혈관폐기압이 30 mmHg 이상, 심한 신장애, 최근 폐부종과 판막질환 동반시이며 Magovern등¹⁰⁾은 증상이 있는 심실부정맥, 퇴행성 신경근질환을 대상에서 제외하였다.

Lange등¹¹⁾에 의하면 심근성형술후 상당한 정도의 임상증세에 있어서의 호전을 나타내는 것으로 보고하였으며 객관적인 혈액학적 지수에 있어서의 개선은 언제나 동반되는 것은 아니었고 심근성형술 자체가 심장이식의 대체술로 여기지는 않았지만 심장이식이 금기되는 환자에서 시행할 수 있는 수술로 생각하였다. Magovern등¹²⁾과 Moreira등¹³⁾은 수술후 기능적인 상태에 있어서 호전을 보이고 환자 자신이 평가한 삶의 질에 있어서도 좋아진 것을 보고하였으며 본 환자의 경우도 수술 후 임상증상에 있어서 많은 호전을 보였다.

본 병원에서 국내에선 처음으로 확장성 심근병증 환자에서 역동적 심근성형술을 시행하여 좋은 결과를 얻었기에, 본 과에서 경험한 마취에 대하여 보고하는 바이다.

참 고 문 헌

1. Carpentier A, Chachques JC: Myocardial substitution with a stimulated skeletal muscle: First succesful clinical case. *Lancet* 1985; 1: 1267.
2. Mannion JD, Velchik M, Hammond R, Alavi A, Mackler T, Duckett S, et al: Effects of collateral blood vessel ligation and electrical conditioning on blood flow in the dog latissimus dorsi muscle. *J Surg Res* 1989; 47: 332-40.
3. Greenhalgh DL, Barman D, Hooper TL: Anesthesia for cardiomyoplasty. *Anesthesia* 1993; 48: 972-4.
4. Chiu RCJ, Bourgeois IM: Transformed muscle for cardiac assist and repair. 1st ed. New York, Futura Publishing Co. 1990, pp 9-24.
5. Carpentier A, Chachques JC, Grandjean PA: Cardiomyoplasty. 1st ed. New York, Futura Publishing Co. 1991, pp 99-103.
6. Auler JOC, Moreira LFP, Carvalho MJ, Stolf NAG, Amaral RVG, Jatun AD: Anesthetic management of patients undergoing cardiomyoplasty. *Anesthesiology* 1992; 379-81.

7. Chiu RCJ, Bourgeois IM: Transformed Muscle for Cardiac Assist and Repair. 1st ed. New York, Futura Publishing Co. 1990, pp 179-88.
 8. Grandjean PA, Austin L, Chan S, Terpstra S, Bourgedis IM: Dynamic cardiomyoplasty: clinical follow-up results. J Card Surg 1991; 6: 80-8.
 9. Bocchi EA, Moreira LFP, Moraes AV, Bacal F, Sosa E, Stolf NAG, et al: Arrhythmias and sudden death after dynamic cardiomyoplasty. Circulation 1994; 90: II-107-11.
 10. Magovern JA, Magovern GJ Jr., Magovern GJ, Palumbi MA, Orié JE: Surgical therapy for congestive heart failure: Indications for transplantation versus cardiomyoplasty. J Heart Lung Transplant 1992; 11: 538-44.
 11. Lange R, Sack F, Voss B, Simone RD, Nair MTA, Brachmann J, et al: Treatment of dilated cardiomyopathy with dynamic cardiomyoplasty: The Heidelberg experience. Ann Thorac Surg 1995; 60: 1219-25.
 12. Magovern JA, Park SE, Cmolik BL, Trumble DR, Christlieb IY, Magovern GJ: Early effects of right latissimus dorsi cardiomyoplasty on left ventricular function. Circulation 1993; 88: 298-303.
 13. Moreira LFP, Stolf NAG, Bocchi EA, Barreto ACP, Meneghetti JC, Giorgi MPC, et al: Latissimus dorsi cardiomyoplasty in the treatment of patients with dilated cardiomyopathy. Circulation 1990; 82: IV-257-63.
-