

# 심장보조를 위한 흉부대동맥 근성형술 개발(에비 동물실험)

오 중 환\* · 박 승 일\* · 김 은 기\* · 김 영 호\*\* · 류 기 홍\*\*  
이 상 현\* · 원 준 호\* · 서 재 정\*

=Abstract=

## Development of Descending Thoracic Aortomyoplasty for Cardiac Bioassist

Joong Hwan Oh, M.D.\*, Seung Il Park, M.D.\*, Eun Gi Kim, M.D.\*, Young Ho Kim, Ph.D.\*\*,  
Ki Hong Ryu, M.S.\*\*, Sang Hun Lee, B.S(c)\*, Jun Ho Won, M.D.\*, Jae Jeung Suh, M.D.\*

**Background:** Thoracic aortomyoplasty is one of the surgical treatment for heart failure and has advantages over artificial heart or intraaortic balloon pumps. It uses autogenous skeletal muscles and solves problems such as energy source. However its use in clinical settings has been limited. This preliminary study was designed to develop surgical techniques and to determine the effect of acute descending thoracic aortomyoplasty. **Material and Method:** Thirteen adult Mongrel dogs were used. The left latissimus dorsi muscle was wrapped around the descending aorta under general anesthesia. Swan-Ganz and microtipped Millar catheter were used for the hemodynamics and endocardial viability ratio. Data were collected with myostimulator on and off in normal hearts and the ischemic hearts. **Result:** In normal hearts, the mean aortic diastolic pressure increased from  $72 \pm 15$  mmHg at baseline to  $78 \pm 13$  mmHg with stimulator on. Coronary perfusion pressure increased from  $61 \pm 11$  mmHg to  $65 \pm 9$  mmHg. Diastolic time increased from  $0.288 \pm 0.003$  msec to  $0.290 \pm 0.003$  msec. Systolic time decreased from  $0.164 \pm 0.002$  msec to  $0.160 \pm 0.002$  msec. Endocardial viability ratio increased from  $1.21 \pm 0.22$  to  $1.40 \pm 0.18$ . In ischemic hearts, mean aortic diastolic pressure increased from  $56 \pm 21$  mmHg at baseline to  $61 \pm 15$  mmHg with stimulator on. Coronary perfusion pressure increased from  $48 \pm 17$  mmHg to  $52 \pm 15$  mmHg. Diastolic time increased from  $0.290 \pm 0.003$  msec to  $0.313 \pm 0.004$  msec. Systolic time decreased from  $0.180 \pm 0.002$  msec to  $0.177 \pm 0.003$  msec. Endovascular viability ratio increased from  $0.9 \pm 0.31$  to  $1.1 \pm 0.31$ . The limited number of cases ruled out the statistic significance. **Conclusion:** Descending thoracic aortomyoplasty is a simple operation designed to use patient's own skeletal muscles.

---

\*연세대학교 원주의과대학 흉부외과학교실

Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Yonsei University Wonju College of Medicine, Wonju, Korea

\*\*연세대학교 보건과학대학 의용전자공학과

Department of Biomedical Engineering, Yonsei University College of Health Science, Wonju, Korea

†본 연구는 1998년도 보건복지부 보건의료기술개발사업의 새로운 치료기술개발연구 지원에 의해 이루어졌음.

‡본 논문은 요지는 1999년도 제31차 추계 대한흉부외과 학술대회에서 구연되었음.

논문접수일 : 2000년 2월 22일 심사통과일 : 2000년 5월 22일

책임저자 : 오중환(220-701) 강원도 원주시 일산동 162. 연세대학교 원주의과대학 흉부외과. (Tel) 0371-741-1323 (Fax) 0371-742-0666,

E-mail: mdjhoh@wonju.yonsei.ac.kr

본 논문의 저작권 및 전자매체의 지적소유권은 대한흉부외과학회에 있다

It trends to increase diastolic augmentation and coronary perfusion pressure. Modification of surgical technique and stimulator protocol would maximize the effect to assist the heart.  
(Korean Thorac Cardiovasc Surg 2000;33:469-75)

- Key Ward:** 1. Myoplasty  
2. Muscle transplantation  
3. Pacemaker, artificial  
4. Aorta, descending  
5. Heart failure

## 서 론

매년 급증하는 순환기 질환 중에서 심부전은 사망률이 높고 내과적 치료에 실패하면 보다 침습적인 혹은 외과적인 심장보조장치에 의존해야한다. 심장보조장치에는 인공심장, intraaortic balloon pump, 골격근을 이용한 보조장치 등 여러 가지가 있으나 인공심장은 에너지원으로 체내에 부착하여야 하는 거추장스러운 장비, 에너지 수명 등은 아직 해결해야할 문제이고 intraaortic balloon pump를 사용하는 경우 혈전, 전색 등의 합병증이 발생할 수 있으며 환자의 거동이 불편한 단점이 있다. 반면 환자 자신의 골격근을 이용한 흉부대동맥 근성형술은 60g 이하의 조그만 박동기를 에너지원으로 사용하여 최대 10년간 에너지문제를 해결할 수 있으며 최근 골격근의 피로현상이 극복됨으로써 임상응용이 가능하게 되었다<sup>1-4)</sup>. 그러나 기존 수술법에 관하여 많은 논란이 있어 문제점을 보완하여 새로운 술식의 개발이 필요한 실정이다. 본 연구는 보건의료 신기술개발 사업의 일환으로 세 단계로 나누어 고안되었다. 첫째 예비동물실험을 실시하여 수학적 모델을 위한 자료를 제공하며, 둘째 골격근의 복잡한 파라미터를 적용한 기하학적 모델을 설계하고 여러 형상에 따른 수축력의 차이를 수학적 모델로 해석하고, 셋째 수학적 모델에 바탕을 둔 동물실험을 시행하여 새로운 술식을 제시하는 것이다. 본 연구는 그 첫 단계로 예비동물실험을 시행하여 흉부대동맥 근성형술의 효과를 정상의 심장과 심근경색에 의한 이심박동 심장에서 관찰하고자 하였다.

## 대상 및 방법

성숙한 13마리의 잡견(20~25 kg)을 암수 구별 없이 사용하였으며, 마취는 정상의 심장을 가진 성견에서 Ketamine hydrochloride(10 mg/kg)를 근육 주사하여 마취를 유도시킨 후 기관삽관(I.D. 8.5Fr, Baxter, U.S.A.)을 실시하여 호흡마취제인 Enflurane(중외제약)과 산소를 인공호흡기(EVA-900, Aika, Japan)를 이용하여 실험 종료까지 마취를 유지하였으며, 근육

이완제는 사용하지 않았다.

## 파라미터 측정

정상의 심장에서 심전도를 설치하여 맥박을 관찰하였고, 우측면외위 자세를 취한 후 좌측 경부를 노출시켜 경정맥을 통하여 Swan-Ganz 카테터(Opticath SO<sub>2</sub> SAT system, Abbot, U.S.A.)를 폐동맥에 삽입하였으며, 5F Micro-Tip catheter transducers(Millar®, U.S.A.)는 경정맥을 통하여 우심방과 경동맥을 통하여 대동맥궁 부위에 삽입하여 우심방압과 대동맥궁압을 MacLab 컴퓨터를 이용하여 연속 측정 기록하였다. 또한 좌심방에 직접 카테터를 삽입하여 좌심방압을 연속 측정하였다. 흉부대동맥 근성형술이 심장에 미치는 영향을 관찰하기 위하여 정상의 심장과 심근경색심장에서 우심방압, 우심실압, 폐동맥압, 폐동맥 췌기압, 대동맥궁압, 평균 대동맥 이완기 및 수축기압, 이완기 및 수축기 시간, 그리고 심장의 회복 정도를 알 수 있는 endocardial viability ratio를 측정하였다. 모든 자료는 MacLab 컴퓨터를 이용하여 디지털화한 후 SPSS 8.0 프로그램을 이용하여 분석하였다.

## 수술방법

우측면외위 자세에서 좌측 흉부를 노출시킨 후 좌측 광배근을 상완부의 기시부에서부터 제12번째 늑골과 장골의 부착부위까지 박리 하여 일부분 띠 모양으로 혹은 전체 부채 모양으로 박리 하였다(Fig. 1A, B). 기시부에서 흉배신경 및 혈관의 분포상황을 확인한 후 광배근 수축을 위한 두 개의 박동전극(Intra muscular pacing lead, SP5528, Medtronic)을 흉배신경 주위에 3 cm 간격으로 두 개를 설치하였다. 박동기(Myostimulator, SP1005A, Medtronic)에 미리 연결하여 골격근의 수축 상태를 파악한 후 수축력이 가장 뛰어난 부위를 선택하여 전극을 설치하였다. 감지전극(Epicardial sensing lead, 5071, Medtronic) 한 개를 좌측 4번째 늑간을 열고 심낭을 절개한 후 우심실 심첨에 설치하였다(Fig. 1C). 두 개의 전극이 설치되고 수축력 검사가 끝난 광배근은 좌측 3번째 늑골을 5 cm가량 절개한 후 구멍을 통하여 흉강내로 이동시켰다.



Fig 1. A: Dissection of latissimus dorsi muscle(whole type), B: Dissection of latissimus dorsi muscle(partial type), C: Two myocardial leads on the thoracodorsal nerve(two arrows) and one epicardial sensing lead(one arrow), D: Skeletal muscle wrapping around the descending aorta(a: Left lung, b: Descending aorta).

늑간동맥 3쌍을 절찰하고 흉부대동맥 시작부위부터 8 cm 가량 박리 하여 노출시킨 후 흉강으로 이동된 광배근을 이용하여 시계방향 혹은 시계반대방향으로 감싸주었다(Fig. 1D). 정상의 심장에서 박동기가 작동하기 전의 상태와 작동 후의 상태를 비교하여 관찰하였다. 또한 좌관상동맥 절찰에 의하여 박동력이 저하된 심근경색심장에서도 같은 실험을 실시하였다.

#### 자료분석

모든 실험 성적은 MacLab 컴퓨터를 이용하여 디지털화한 후 SPSS 8.0 프로그램을 이용하여 각각의 평균값을 비교, 검토하였다. 예비 실험에서는 통계적 의의를 배제하였으며 다음 단계의 실험을 위한 자료로 제공되었다.

#### 박동기 프로토콜

광배근 수축을 위한 박동기의 전기자극 프로토콜은 5 volt of amplitude, pulse width는 210  $\mu$ sec, AV interval은 175~250 msec, burst 수는 1~6회 다양하게 이용하였으며, synchronization ratio는 1:2를 이용하였다(Fig 2).

### 결 과

총 13마리의 실험 성견 중 5마리는 synchronization failure, 2마리는 영양상태의 불량으로 광배근이 너무 얇아서 충분한 수축력을 얻을 수 없었으며, 1마리는 수술도중 늑간동맥 파열에 의한 출혈로 사망하여 이를 제외한 5마리에서만 자료를 얻을 수 있었다. 정상의 심장에서 광배근의 수축은 평균 대동맥 이완기압을  $72 \pm 15$  mmHg에서  $78 \pm 13$  mmHg로 증가

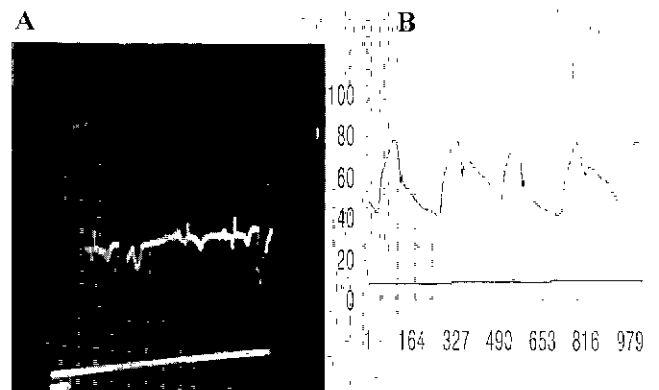


Fig 2. A: Electrical stimuli was obtained with pulse train, 1:2 on the surface of electrocardiogram signal(Synchronization ratio 1:2). B: Pressure tracing from ascending aorta with descending thoracic aortomyoplasty.

시켰고, 관상동맥 관류압은  $61 \pm 11$  mmHg에서  $65 \pm 9$  mmHg(Fig. 3), endocardial viability ratio는  $1.21 \pm 0.22$ 에서  $1.40 \pm 0.18$ (Fig. 4), 이완기 시간은  $0.288 \pm 0.003$  msec에서  $0.290 \pm 0.003$  msec로 증가하였고(Fig. 5), 수축기 시간은  $0.164 \pm 0.002$  msec에서  $0.160 \pm 0.002$  msec로 감소하였다(Fig. 6). 심근경색에 의한 이상박동 심장에서는 평균대동맥 이완기압을  $56 \pm 21$  mmHg에서  $61 \pm 15$  mmHg로 증가시켰고, 관상동맥 관류압은  $48 \pm 17$  mmHg에서  $52 \pm 15$  mmHg(Fig. 3), endovascular viability ratio는  $0.9 \pm 0.31$ 에서  $1.1 \pm 0.31$ (Fig. 4), 이완기 시간은  $0.290 \pm 0.003$  msec에서  $0.313 \pm 0.004$  msec로 증가하였고(Fig. 5), 수축기 시간은  $0.180 \pm 0.002$  msec에서  $0.177 \pm 0.003$  msec로 감소하였다(Fig. 6). 제한된 숫자의 예비실험에서 통계적인 의의를 배제한 실험이었지만 흉부대동맥 근성형술이

## Pressure Change

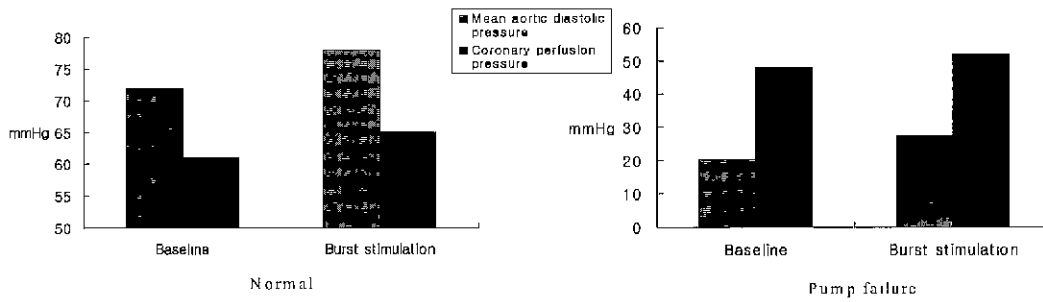


Fig 3. Changes of mean aortic diastolic pressure and coronary perfusion pressure in normal and pump failure heart.

## Endocardial Viability Ratio

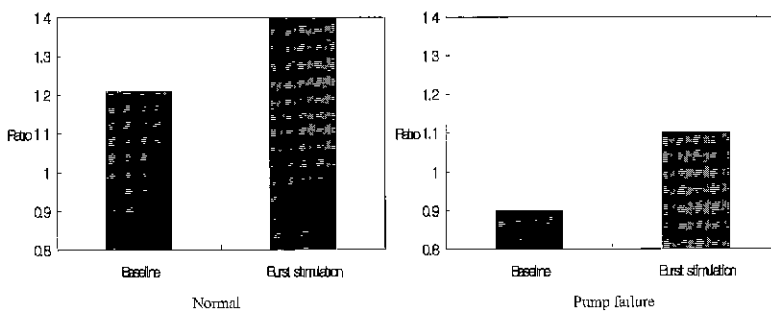


Fig 4. Endocardial viability ratio to calculate the myocardial supply-demand ratio in normal and pump failure heart.

심장보조의 역할을 하는 경향을 예측할 수 있었다.

## 고 찰

흉부대동맥 근성형술은 환자 자신의 골격근을 이용하여 흉부대동맥을 감싸주고 이완기에 골격근이 전기자극에 의하여 수축하면 흉부대동맥을 외부에서 눌러주어 관상동맥의 혈류를 증가시켜 심장을 보조하도록 고안된 수술 방법이다<sup>5)</sup>. 1959년 Kantrowitz 등<sup>9)</sup>이 횡격막을 이용하여 처음 시도하였는데 골격근의 피로현상을 극복하지 못하여 20여년간 더 이상의 연구가 진행되지 못했다. 그러나 Salmons 등<sup>6)</sup>에 의하여 저주파의 전기자극으로 골격근의 피로를 방지할 수 있음이 발견되고, Dewar 등<sup>11)</sup>에 의하여 피로현상을 극복할 수 있는 박동기가 개발됨에 따라 골격근을 이용한 심장보조장치의 개발이 가능하게 되었다. 이러한 장치에는 심장을 감싸주는 심근성형술, 대동맥 근성형술, 골격근 심실, 골격근의 수축력을 이용한 인공심장 등 여러 가지가 있다<sup>7,8)</sup>. 이 중에서 흉부대동맥 근성형술은 환자 자신의 조직을 이용하고 인공심폐기를 사용하지 않으며 대동맥을 절찰할 필요가 없고 심장의 운동에 지장을 주는 술식을 하지 않으며 기술적으로 단순한 술식이므로<sup>9)</sup> intraaortic balloon pump나 인공심장에 비하여 많

은 장점이 보고되고 있지만<sup>3)</sup> 임상적용에 있어서는 전 세계적으로 극소수의 기관에서만 시행되고 있는 실정이고<sup>10,11)</sup> 아직도 수술의 정립에는 문제점이 있어 본 연구를 시도하였다. 흉부대동맥 근성형술에서 광배근을 좌측상완부 기시부에서 좌측 12번째 늑골부위까지 박리 하여 전체를 사용하기도 하고 일부를 띠 모양으로 사용하기도 하는데 Lazzara 등<sup>3)</sup>은 광배근의 일부를 4cm 폭의 띠 모양으로 박리 하여 근육의 피로현상을 극복하도록 전기자극으로 훈련시킨 후 사용한 결과 평균 이완기압이 9 mmHg 증가하였다고 보고하였다. 저자들은 훈련되지 않은 광배근을 띠 모양으로 박리 하여 사용한 경우는 골격근의 수축력이 약하여 이완기압 증가의 효과를 별로 볼 수 없었지만 광배근 전체를 이용하는 경우는 평균 7 mmHg의 이완기압 증가를 볼 수 있었고 Bolotin 등<sup>12)</sup>도 훈련되지 않은 근육을 사용하여 평균 20 mmHg의 평균 이완기압 증가를 보고하였다. Flum 등<sup>13)</sup>은 골격근의 끝 부분에 심낭을 이용하여 봉합한 후 흉부대동맥을 감싸는 시술을 시행하여 평균 대동맥 이완기압을 16 mmHg 증가함을 보고하였다. 그리고 광배근 수축시에 흉부대동맥의 단면적이 약 50% 정도 감소한다고 하였다. 저자들의 실험에서는 광배근 자체가 전기자극에 훈련된 근육이 아니므로 피로현상에 빠지지 않도록 지속적인 자극을 피하고 전기자극 후 충분한

### Diastolic Time

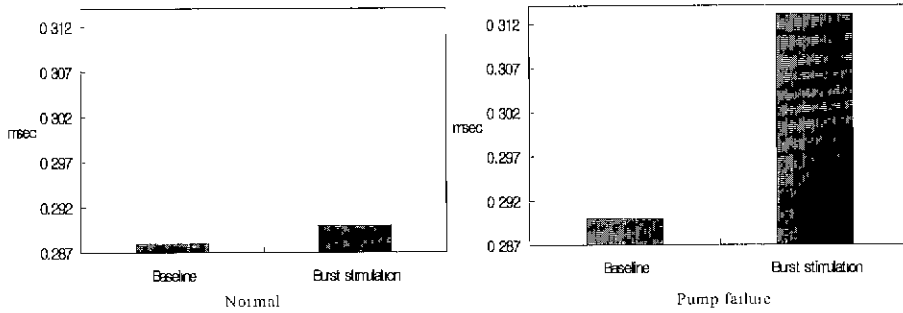


Fig 5. Diastolic time increases after stimulator on in normal and pump failure heart.

### Systolic Time

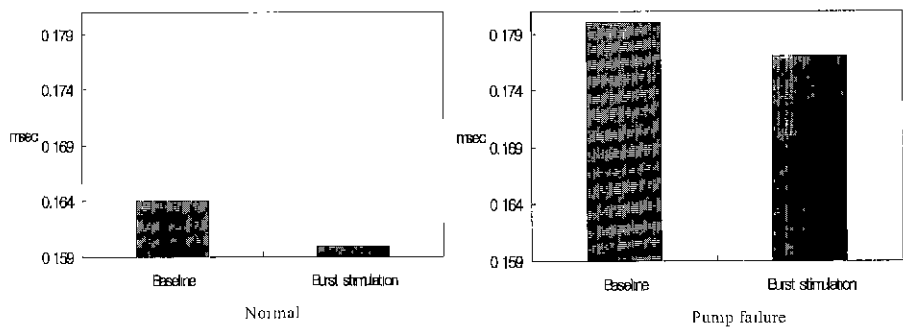


Fig 6. Systolic time decreases after stimulator on in normal and pump failure heart.

휴식시간을 가진 후 실험을 계속하였다. 저자들의 경우 이완기압의 증가치가 다른 보고보다 적은 것은 근육의 피로를 방지하기 위하여 박동기 프로토콜의 수치를 최소화한 상태로 유지한 것으로 해석할 수 있다. Salmons 등<sup>6)</sup>은 훈련된 근육을 사용하는 경우 피로현상은 얼마든지 극복할 수 있다고 보고하여 흉부대동맥 근성형술의 장기간 사용이 가능하다고 제시하였다. 또한 Chiu 등<sup>2)</sup>은 훈련된 골격근을 직접 흉부대동맥에 감싸주지 않고 골격근의 수축력을 이용하여 흉부대동맥을 밖에서 눌러 이완기압을 증가시키는 장치를 고안하여 변형된 흉부대동맥 근성형술을 제시하였다.

광배근이 흉부대동맥을 감싸는 방법에 있어서 시계 방향과 시계 반대방향 두 가지 방법이 있는데 Bolotin 등<sup>12)</sup>은 시계 반대방향으로 적용하였을 때 관상동맥 혈류가 증가한다고 하였고, Lazzara 등<sup>3,4)</sup>은 시계방향을 선호하였다. 저자들의 경우 양 방향 모두 사용한 결과 시계방향일 경우 더 강한 광배근의 수축을 볼 수 있었다. 이는 시술자의 기술과 박동기 프로토콜에 따라 다소 차이가 나는 것으로 해석할 수 있으며 어느 방향이 절대적으로 좋다고 단정지을 수는 없을 것으로 생각된다. 충분한 길이의 광배근은 흉부대동맥을 두바퀴 이상 감싸므로 수축력을 더욱 증가시키는 효과를 볼 수 있었다. Fisher 등<sup>14)</sup>은 횡격막을 이용하여 복부대동맥을 감싸

주는 수술을 시행하여 보고하였으며, 이완기때 혈압의 증가를 알 수 있는 지표로서 Buckberg<sup>15)</sup>가 제시한 subendocardial viability ratio(diastolic pressure-time index to tension-time index)를 측정하였으며 저자들의 경우도 0.9에서 1.1로 증가하는 양상을 알 수 있었다. Chachques 등<sup>11,16)</sup>은 염소를 대상으로 흉부대동맥보다는 상행대동맥을 감싸는 술식을 보고하였으며, 상행대동맥의 직경이 작은 실험동물에서는 대동맥을 폐치를 이용하여 확장시키는 수술 후에 근육으로 감싸는 술식을 시행하여 대동맥의 직경이 클수록 효과가 큼을 보고하였다. 또한 Fischer 등<sup>17)</sup>은 좌측 광배근을 이용하여 흉부대동맥을 감싸고 동시에 우측 광배근을 이용하여 폐동맥을 감싸는 수술을 시행하여 좋은 결과를 보고하였다. Cardone 등<sup>9)</sup>은 대동맥 근성형술은 관상동맥 우회수술이 불가능한 심장 환자에게 도움이 된다고 보고하여 임상응용의 가능성을 제시하였다. 저자들의 경우는 근성형술 중에서 간단한 술식인 흉부대동맥 근성형술만을 시도하였다. Mesana 등<sup>18,19)</sup>은 내시경을 이용한 더욱 더 간편한 술식의 가능성을 제시하기도 하였다. 흉부대동맥을 감싸기 위하여 늑간동맥을 희생시켜야하는 단점을 보강하기 위하여 Cernaianu 등<sup>20)</sup>은 전거근을 이용하여 근육을 훈련시킨 후 수술을 시행하였는데 광배근에 비하여 근육의 섬유화가 빨리 나타나 이의 극복이 문제점으로 제기.

되었다. Chachques 등<sup>11)</sup>이 5마리의 염소를 대상으로 대동맥 근성형술을 시행하여 12개월 후 대동맥을 감싼 광배근의 조직소견을 보면 정상의 세포구조가 유지되어 섬유화의 문제점을 배제할 수 있었다. Flum 등<sup>13)</sup>은 늑간동맥의 손상을 방지하기 위하여 글루트알데하이드로 처리된 심낭을 이용하여 흉부대동맥을 감싸는 아이디어를 제공하였다. 저자들의 경우 7~8 cm 길이의 흉부대동맥을 박리 하였으며 3쌍의 늑간동맥을 절찰하여 가능한 한 늑간동맥의 손상을 최소화하도록 하였다. Chachques 등<sup>11)</sup>은 Prometheus model 6101을 이용하여 상행대동맥과 하행대동맥에 동시에 근성형술을 시행하였는데 그 프로토콜은 amplitude 5 volt, burst 수 5회(30Hz), pulse width 210 msec, burst duration 185 msec, AV delay는 R-R interval의 50% delay를 적용하여 우수한 심장보조 효과를 보고하였다. 저자들의 경우는 SP1005 model을 이용하여 AV delay를 175~250 msec 등으로 다양하게 적용시켜 보았다. 빈맥이 있는 경우 burst 수가 많으면 짧은 이완기시기에 충분한 전기자극이 전달되지 않아 synchronization failure가 나타나므로 환자의 맥박수에 적절한 박동기 프로토콜의 개발은 필수적이다. Bolotin 등<sup>12)</sup>은 AV delay를 450 msec까지 늘여서 사용하였는데 이완기때 골격근 수축시간이 늘어나면 다음 수축기때에 골격근이 충분히 이완되지 않은 상태에서 수축기를 맞이하므로 하행대동맥 내경이 좁아져 혈류의 장애를 초래한다고 보고하였다.

최근 심장의 박동에 맞추어 수축하는 synchronization 기술이 발전함으로써 그 효율성에서 많은 진보가 있었다<sup>2)</sup>. 1990년대 Chachque 등<sup>11)</sup>은 심부전 시에 흉부대동맥 근성형술과 같은 외과적인 치료가 도움이 된다고 보고하였지만 그 수술법과 박동기 프로토콜에 관하여 아직도 많은 논란이 있어왔다. Hakami 등<sup>21)</sup>은 박동기의 voltage, pulse train duration, burst pulse 수, AV delay 기간 등의 여러 가지 파라미터를 변경하면서 대동맥 근성형술의 효과를 측정 한 결과 4 volt, 33 Hz, 6회의 burst 수가 적용될 때 그 효과가 극대화된다고 보고하였으며, Thomson 등<sup>22)</sup>은 근육수축을 위한 박동기 작동시 근육과 심장의 수축 시기를 결정하는 것이 매우 중요하다고 하였다. 저자들의 경우는 burst 수가 늘어남에 따라 강력한 근육수축을 볼 수 있으나 사용중인 박동기에서는 부분적인 synchronization failure을 해결할 수 없어 새로운 모델의 박동기 프로토콜 도입이 절실한 실정이다.

## 결 론

연세대학교 원주의과대학 흉부외과학교실에서는 자신의 골격근을 이용한 흉부대동맥 근성형술은 다른 심장보조장치에 비하여 간단한 술식으로 이완기압을 증가시키고 관상동

맥 관류압을 증가시켜 심장기능을 보조할 수 있으며, 수술방법과 박동기 프로토콜의 새로운 조합에 따라 그 효능을 극대화할 수 있을 것으로 예측하며 향후 내시경을 이용한 기술의 개발은 흉부대동맥 근성형술이 심장보조 수술뿐만 아니라 보다 간편한 혈관수술의 한 분야로 자리잡을 것을 확신한다.

## 참 고 문 헌

1. Dewar ML, Chiu RC. Cardiomyoplasty and the pulse train stimulator(In: Chiu RC(ed)) *Biomechanical cardiac assist: Cardiomyoplasty and muscle-powered devices* Mount Kisco, NY, Futra Publishing Company, Inc., 1986, pp.43-58.
2. Chiu RC, Walsh GL, Dewar ML, De Simon JH, Khalafalla AS, Ianuzzo D. *Implantable extra-aortic balloon assist powered by transformed fatigue-resistant skeletal muscle.* J Thorac Cardiovasc Surg 1987;94:694-701.
3. Lazzara RR, Trumble DR, Magovern JA. *Dynamic descending thoracic aortomyoplasty: comparison with intraaortic balloon pump in a model of heart failure.* Ann Thorac Surg 1994;58:366-70.
4. Lazzara RR, Trumble DR, Magovern JA. *Chronic counterpulsation with descending thoracic aortomyoplasty improved cardiac function in animals with heart failure.* J Heart Lung Transplant 1994;13:652-60.
5. Kantrowitz A, McKinnon WMP. *The experimental use of the diaphragm as an auxiliary myocardium.* Surg Fourm 1959;9:266-8
6. Salmons S. *Permanent cardiac assistance from skeletal muscle: a prospect for the new millennium.* Artif Organs 1999;23:380-7.
7. Oh JH, Badhwar V, Chiu RC *Mechanisms of dynamic cardiomyoplasty. current concepts.* J Card Surg 1996;11: 194-9.
8. Badhwar V, Badhwar RK, Oh JH, Chiu RC. *Power generation from four skeletal muscle configurations. Design implications for a muscle powered cardiac assist device.* ASAIO J 1997;43:M651-7.
9. Cardone JC, Yoon PD, Trumble DR, Magovern JA. *Regional effects of aortomyoplasty in acute ischemia.* Ann Thorac Surg 1996;61:426-9.
10. Trainini J, Barisani JC, Cabrera Fischer EI, Chada S, Christen AI, Elenicwajg B. *Chronic aortic counterpulsation with latissimus dorsi in heart failure: clinical follow-up.* J Heart Lung Transplant 1999;18:1120-5.
11. Chachques JC, Radermercker M, Tolan MJ, Fischer EI, Grandjean PA, Carpentier AF. *Aortomyoplasty counterpulsation. experimental results and early clinical experience.* Ann Thorac Surg 1996;61:420-5.
12. Bolotin G, Wolf T, van der Veen FH, et al. *Acute descending aortomyoplasty induces coronary blood flow augmentation.* Ann Thorac Surg 1999;68:1668-75.

13. Flum DR, Cernaianu AC, Meada R, et al. *Descending thoracic aortomyoplasty: a technique for clinical application.* Ann Thorac Surg 1996;61:93-8.

14. Fischer EI, Chachques JC, Christen AI, Risk MR, Carpentier AF. *Benefits of aortic and pulmonary counterpulsation using dynamic latissimus dorsi myoplasty.* Ann Thorac Surg 1995;60:417-21.

15. Buckberg GD, Fixler DE, Archie JP, Hoffman JJ. *Experimental subendocardial ischemia in dogs with normal coronary arteries.* Circ Res 1972;30:67-81.

16. Chachques JC, Grandjean PA, Carpentier AF. *Dynamic aortomyoplasty.* In Carpentier AF(ed). *Cardiomyoplasty.* Mount Kisco, NY, Futra Publishing Company, Inc, 1991, pp.199-208.

17. Cabrera Fischer EI, Christen AI, de Forteza E, Risk MR. *Dynamic abdominal and thoracic aortomyoplasty in heart failure. assessment of counterpulsation.* Ann Thorac Surg 1999;67:1022-9.

18. Mesana TG, Ferzoco SJ, Rcul RM, et al. *Innovative techniques in skeletal muscle cardiac assistance: first experimental study on minimally invasive aortomyoplasty and cardiomyoplasty.* ASAIO J 1997;43:M791-6.

19. Mesana TG, Mouly-Bandini A, Ferzoco SJ, et al. *Dynamic aortomyoplasty: clinical experience and thoracoscopic surgery feasibility study.* J Card Surg 1998;13:60-9.

20. Cernaianu AC, Vassilidze TV, Flum DR, et al. *Latissimus dorsi and serratus anterior dynamic descending aortomyoplasty for ischemic cardiac failure.* Ann Thorac Surg 1995;59:639-43.

21. Hakami A, Santamore WP, Stremel RW, Tobin G, Hjortdal VE. *Evaluation of stimulation parameters on aortomyoplasty, using Latissimus Dorsi muscle in a goat model. an acute study.* Eur J Cardiothorac Surg 1999;16:228-32.

22. Thompson DR, Cmolik BL, Checver EA, Geha AS, George DT. *Optimizing muscle-to-cardiac timing for aortomyoplasty.* Biomed Sci Instrum 1997;33:486-90.

**=국문초록=**

**배경:** 심부전의 외과적 치료법의 하나인 흉부대동맥 근성형술은 인공심장이나 Intraaortic balloon pump에 비하여 환자 자신의 조직을 이용하고 에너지원 문제를 해결할 수 있는 많은 장점이 있으나 아직 임상응용에는 제한성이 있고 기존 수술법에 관하여 많은 논란이 있어 새로운 술식의 개발이 필요한 실정이다. 본 연구는 예비동물실험을 시행하여 흉부대동맥 근성형술의 효과를 정상의 심장과 심근경색에 의한 이상박동 심장에서 관찰하고자 하였다. **대상 및 방법:** 성숙한 13마리의 잡견(20~25 kg)을 대상으로 전신마취 하에 좌측 광배근을 이용하여 흉부대동맥을 감싸는 근성형술을 시행하였다. 혈액학적 자료와 Endocardial viability ratio를 얻기 위하여 Swan-Ganz 카테터와 micro-tipped Millar 카테터를 이용하였다. 박동기 자극의 효과를 정상의 심장과 심근경색 심장에서 관찰하였다. **결과:** 정상의 심장에서 광배근의 수축은 평균대동맥 이완기압을  $72 \pm 15$  mmHg에서  $78 \pm 13$  mmHg로 증가시켰고, 관상동맥 관류압은  $61 \pm 11$  mmHg에서  $65 \pm 9$  mmHg, Endocardial viability ratio는  $1.21 \pm 0.22$ 에서  $1.40 \pm 0.18$ , 이완기 시간은  $0.288 \pm 0.003$  msec에서  $0.290 \pm 0.003$  msec로 증가하였고, 수축기 시간은  $0.164 \pm 0.002$  msec에서  $0.160 \pm 0.002$  msec로 감소하였다. 심근경색에 의한 이상박동 심장에서는 평균대동맥 이완기압을  $56 \pm 21$  mmHg에서  $61 \pm 15$  mmHg로 증가시켰고, 관상동맥 관류압은  $48 \pm 17$  mmHg에서  $52 \pm 15$  mmHg, Endovascular viability index는  $0.9 \pm 0.31$ 에서  $1.1 \pm 0.31$ , 이완기 시간은  $0.290 \pm 0.003$  msec에서  $0.313 \pm 0.004$  msec로 증가하였고, 수축기 시간은  $0.180 \pm 0.002$  msec에서  $0.177 \pm 0.003$  msec로 감소하였다. 제한된 숫자의 예비실험에서 통계적인 의의를 배제한 실험이었지만 흉부대동맥 근성형술이 심장보조의 역할을 하는 경향을 예측할 수 있었다. **결론:** 자신의 골격근을 이용한 흉부대동맥 근성형술은 다른 심장보조장치에 비하여 간단한 술식으로 이완기압을 증가시키고 관상동맥 관류압을 증가시켜 심장기능을 보조할 수 있으며, 수술방법과 박동기 프로토콜의 새로운 조합에 따라 그 효능을 극대화할 수 있을 것으로 사료된다.

- 중심단어:** 1. 근성형술  
2. 근 이식술  
3. 심박동기  
4. 하행 대동맥  
5. 심부전