

# 하행 흉부 및 흉복부 대동맥 수술 후 척수 손상과 뇌손상 위험인자 분석

김재현\* · 나찬영\* · 오삼세\* · 백만종\* · 정성철\* · 김종환\*

## Risk Factor Analysis for Spinal Cord and Brain Damage after Surgery of Descending Thoracic and Thoracoabdominal Aorta

Jae Hyun Kim, M.D.\*, Chan Young Na, M.D.\*, Sam Sae Oh, M.D.\*, Man Jong Baek, M.D.\*  
Sung Cheol Jung, M.D.\*, Chong Whan Kim, M.D.\*

**Background:** Surgery of descending thoracic or thoracoabdominal aorta has the potential risk of causing neurological injury including spinal cord damage. This study was designed to find out the risk factors leading to spinal cord and brain damage after surgery of descending thoracic and thoracoabdominal aorta. **Material and Method:** Between October 1995 and July 2005, thirty three patients with descending thoracic or thoracoabdominal aortic disease underwent resection and graft replacement of the involved aortic segments. We reviewed these patients retrospectively. There were 23 descending thoracic aortic diseases and 10 thoracoabdominal aortic diseases. As an etiology, there were 23 aortic dissections and 10 aortic aneurysms. Preoperative and perioperative variables were analyzed univariately and multivariately to identify risk factors of neurological injury. **Result:** Paraplegia occurred in 2 (6.1%) patients and permanent in one. There were 7 brain damages (21%), among them, 4 were permanent damages. As risk factors of spinal cord damage, Crawford type II · III ( $p=0.011$ ) and intercostal artery anastomosis ( $p=0.040$ ) were statistically significant. Cardiopulmonary bypass time more than 200 minutes ( $p=0.023$ ), left atrial vent catheter insertion ( $p=0.005$ ) were statistically significant as risk factors of brain damage. Left heart partial bypass (LHPB) was statistically significant as a protecting factor of brain ( $p=0.032$ ). **Conclusion:** The incidence of brain damage was higher than that of spinal cord damage after surgery of descending thoracic and thoracoabdominal aorta. There was no brain damage in LHPB group. LHPB was advantageous in protecting brain from postoperative brain injury. Adjunctive procedures to protect spinal cord is needed and vigilant attention should be paid in patients with Crawford type II · III and patients who have patent intercostal arteries.

(Korean J Thorac Cardiovasc Surg 2006;39:440-448)

- Key words:** 1. Aorta  
2. Aorta, descending  
3. Aorta, thoracoabdominal  
4. Risk analysis  
5. Neurologic injury

### 서 론

하행 대동맥 및 흉복부 대동맥 수술은 척수 손상을 포

함한 신경학적 손상의 가능성이 높은 수술로서 이에 대한 상당한 주의를 요한다. 특히 척수 손상에 의한 하지 마비는 환자의 일상 생활을 불가능하게 만드는 중증의 합병증

\*부천세종병원 흉부외과, 심장연구소

Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Sejong General Hospital, Sejong Heart Institute

논문접수일 : 2005년 9월 26일, 심사통과일 : 2006년 4월 11일

책임저자 : 나찬영 (422-711) 경기도 부천시 소사구 소사본 2동 91-121, 부천세종병원 흉부외과

(Tel) 032-340-1151, (Fax) 032-340-1236, E-mail: koreahearturgeon@hotmail.com

본 논문의 저작권 및 전자매체의 지적소유권은 대한흉부외과학회에 있다.

으로 척수 손상을 방지하기 위한 방법으로 척수액 배액 [1-4], 전신 혹은 국소 저체온[5], 늑간 동맥 재부착[6], 좌심실 부분 바이패스[7], 약물요법[3,4] 등이 제시되어 왔다. 하지만 척수 손상을 확실히 방지할 수 있는 것으로 알려진 방법은 현재까지 없다. 또한 하행 대동맥 및 흉복부 대동맥 수술 후 발생하는 뇌 손상은 비록 척수 손상보다는 주목을 덜 받는 편이지만 상당수에서 발생하는 것이 사실이다. 이 연구의 목적은 하행 대동맥 및 흉복부 대동맥 수술 후의 척수 손상과 뇌 손상의 발생빈도와 위험요소를 알아봄으로써 신경학적 손상을 예방하는데 기여하고자 한다.

## 대상 및 방법

### 1) 연구대상

1995년 10월부터 2005년 7월까지 하행 흉부 대동맥 및 흉복부 대동맥 질환으로 흉부 혹은 흉복부 절개를 통한 인조혈관 치환술을 시행 받은 33명의 환자를 대상으로 후향적 분석을 하였다. 정중 흉골절개를 통하여 근위부 하행 흉부 대동맥 수술을 시행한 경우나 대동맥 축삭증 등으로 대동맥 바이패스 수술을 시행한 경우 혹은 스텐포드 B형 대동맥 박리증에 의한 하지 허혈 증상으로 axillo-femoral bypass를 시행한 환자 등은 연구 대상에서 제외하였다.

대상 환자들 중 남자가 17명, 여자가 16명이었고 평균 연령은  $48.4 \pm 14.4$ 세(최소 12세, 최고 73세)였다. 고혈압이 있는 환자가 24명으로 고혈압은 가장 흔한 동반 질환이었고 Marfan 증후군을 가진 환자는 4명 있었다. 그 외의 동반 질환은 Table 1과 같다.

대동맥 질환과 연관된 증상을 보인 경우는 모두 17예로 흉부 혹은 배부(back) 통증 12예, 좌상복부 통증, 측복부 통증(flank pain), 연하곤란, 각혈, 전신 발열이 각각 1예씩 있었다. 측복부 통증은 신장 경색에 의한 증상이었고 각혈이 증상으로 나타난 환자는 동반된 대동맥-기관지루에 의한 것이었다. 전신 발열은 대동맥류의 감염에 의한 증상이었다. 대동맥 질환과 연관된 급성 통증이 있거나 급성 대동맥 박리증인 경우 혹은 수술 소견에서 대동맥 파열 또는 임박 파열(impending rupture)의 소견을 보일 경우를 급성 발현(acute presentation)으로 구분하였고 14명의 환자가 이에 해당되었다. 급성 대동맥 박리증이나 대동맥류 파열로 증상 후 24시간 이내 응급 수술을 시행한 경우는 5예가 있었다.

Table 1. Patient characteristics

| Variable                            | Number of patient (%) |
|-------------------------------------|-----------------------|
| Male                                | 17 (51.5)             |
| Age $\geq 65$                       | 5 (15.2)              |
| Hypertension                        | 24 (72.7)             |
| Diabetes mellitus                   | 4 (12.1)              |
| Obesity                             | 5 (15.2)              |
| Hyperlipidemia                      | 2 (6.1)               |
| Smoking history                     | 13 (39.4)             |
| History of CVA                      | 4 (12.1)              |
| COPD                                | 5 (15.2)              |
| CAD                                 | 2 (6.1)               |
| Marfan's syndrome                   | 4 (12.1)              |
| Renal insufficiency                 | 2 (6.1)               |
| Acute presentation                  | 14 (42.4)             |
| Rupture (or impending rupture)      | 10 (30.3)             |
| Left hemothorax                     | 7 (21.2)              |
| Emergency                           | 5 (15.2)              |
| Previous cardiovascular surgery     | 6 (18.2)              |
| Dissection                          | 23 (69.7)             |
| Acute                               | 7                     |
| Chronic                             | 16                    |
| Traumatic                           | 5                     |
| Aneurysm                            | 10 (30.3)             |
| Degenerative                        | 8                     |
| COA + Aneurysm                      | 2                     |
| Concurrent aneurysm                 | 26 (78.8)             |
| Maximum aortic diameter $\geq 6$ Cm | 18 (54.5)             |

CVA=Cerebrovascular accident; COPD=Chronic obstructive pulmonary disease; CAD=Coronary artery disease; COA=Coactation of aorta.

심혈관계 수술의 과거력이 있는 환자는 모두 6명으로 수술명은 Table 2와 같다.

원인 질환으로는 대동맥 박리증이 23예, 대동맥류가 10예였다. 대동맥 박리증 환자 중 급성 대동맥 박리증이 7명, 만성 대동맥 박리증이 16명이었고 외상에 의한 대동맥 박리증이 5예 포함되었다. 대동맥 박리증을 동반하지 않은 대동맥류 환자는 10명으로 이 중 2명은 선천성 대동맥 축삭증과 동반된 대동맥류 환자였으며 나머지 8명은 죽상 변성에 의한 대동맥류였다. 원인 질환에 관계없이 주위 정상 대동맥의 직경보다 2배 이상 커져있는 경우나 연속적인 컴퓨터 단층촬영 검사에서 대동맥 직경의 확장 소견이 증가되는 경우 대동맥류가 동반된 것으로 판단하

**Table 2.** Previous cardiovascular operation

| Operation name                       | Number of patient (total 6) |
|--------------------------------------|-----------------------------|
| Bentall operation                    | 1                           |
| Ascending aorta replacement          | 1                           |
| Aortic root remodeling               | 1                           |
| TOF repair                           | 1                           |
| Coactoplasty with VSD closure        | 1                           |
| Cabrol operation with elephant trunk | 1                           |

TOF=Tetralogy of Fallot; VSD=Ventricular septal defect.

였고 26명이 이에 해당되었다. 환자들의 대동맥 최대 직경은 평균  $6.2 \pm 2.6$  cm (최소 2.4 cm, 최대 12 cm)였고 직경 6 cm 이상인 환자가 18명이 있었다.

질환의 대동맥 침범 부위가 하행 대동맥에 국한되어 있는 경우가 23예였고 흉복부 대동맥을 동시에 침범한 경우가 10예로 흉복부 대동맥류의 Crawford 분류에 따르면 I형이 6예, II형이 3예, III형이 1예 있었다.

## 2) 수술 방법

이중관 기관내 튜브(double-lumen endotracheal tube)를 삽관한 후 전신마취를 하였고 환자의 흉부는 우측 하방 측외위로 하고 둔부는 수평면에서 30~40도 정도 비스듬히 눕혀서 좌측 대퇴 동정맥의 노출이 용이하게 하였다. 좌후측방 흉부절개 후 병변의 부위에 따라서 제4늑간 혹은 제5늑간을 통해 하행 흉부 대동맥에 접근하였다. 흉복부 절개술이 필요한 경우는 주로 제6늑간을 통해서 개흉을 한 후에 흉부절개를 늑연골을 비스듬히 가로질러서 앞쪽으로 연장하고 배꼽 하방부까지 정중 복부절개를 시행하였다. 이때 횡격막은 흉벽에서 약 1~1.5 cm 정도를 남겨두고 환상으로 절개를 가하여 흉복부 대동맥에 접근하였다. 본 연구 대상 환자 중에서 흉복부절개술을 행한 경우는 전부 11예로 흉복부 대동맥 질환이 있었던 10명의 환자 외에 하행흉부대동맥의 원위부 문합을 해야 할 부위가 횡격막과 너무 근접해있어서 불가피하게 흉복부절개술을 시행한 환자가 1명 있었다.

대동맥 치환술 시 말초장기 보호를 위한 보조 순환방법으로 심폐바이패스 후 저체온 완전 순환정지하에서 수술한 환자가 19명, 좌심실 부분 바이패스를 이용한 환자가 12명이었고 보조 순환 없이 수술한 경우가 2명 있었다. 보조 순환방법을 선택 시에는 치환해야 할 흉복부 대동맥 병변 부위가 광범위하여 저체온하에서 척수 및 복부 장기

의 보호가 필요하다고 판단되거나 치환해야 할 부위의 근위부와 원위부에 대동맥 겹자를 사용하는 것이 불가능한 경우에는 심폐바이패스 후 저체온 완전 순환정지를 시행하였으며, 치환해야 할 병변 부위의 근위부와 원위부에 대동맥 겹자를 이용하는 것이 가능하고 병변 부위가 비교적 짧은 경우에는 좌심실 부분 바이패스를 이용하였다.

심폐바이패스를 이용하는 경우는 개흉과 동시에 대퇴동맥과 대퇴 정맥에 심폐기 도관을 삽관하여 심폐바이패스를 시작하였다. 대퇴 동맥 도관의 혈류량이 충분하지 못하거나 동맥 경화가 심하여 도관 삽관에 어려움이 있을 경우 상행대동맥이나 하행 대동맥에 동맥 도관을 삽관하여 단독으로 혹은 대퇴동맥 도관과 함께 사용하였다. 대퇴 정맥 도관의 혈액 배액이 불충분한 경우는 중심 폐동맥을 이용하기도 하였다. 심폐바이패스 후 충분한 체온 하강을 기다리는 동안 치환해야 할 대동맥의 근위부와 원위부 문합부위 박리 및 주 인조혈관의 측부에 작은 직경(8 mm)의 인조혈관을 문합하였다. 체온 하강 도중 심실세동이 발생하면 심실의 팽창 유무를 관찰하여 필요 시 좌심방이 혹은 좌상엽 폐정맥에 vent 도관을 삽입하였다. 심장은 체온 하강이 계속 진행되면 저절로 심정지가 일어나며 별도의 심정지액을 사용하지 않았다. 본 연구에서는 심폐바이패스를 이용한 19명 중 12명에서 vent 도관을 삽입하였다. 직장 온도가 17도, 비강인두 온도가 13도 이하까지 하강하면 완전 순환 정지를 시행하였고 뇌파 검사를 한 경우는 뇌파 정지 후 3분 이상 기다려 완전 순환정지를 하였다. 그리고 두경부 주위에는 얼음주머니를 놓아서 국소 냉각을 하였다. 완전 순환정지와 동시에 하행 흉부 대동맥 절개를 가하여 동맥 내부를 관찰하고 근위부 문합을 우선적으로 시행하였다. 근위부 문합이 완성된 후에 심폐바이패스를 다시 시작하여 연결된 인조혈관을 대동맥 겹자로 잡고 작은 직경의 겹가지 혈관에 삽관된 또 하나의 동맥도관을 통해서 상반신 관류를 하고 대퇴 동맥 도관을 통해서 하반신 관류가 되도록 한 상태에서 늑간동맥, 내장동맥, 신장동맥, 원위부 문합을 순차적으로 시행하였다. 이때 인조혈관 위의 대동맥 겹자는 문합 진행에 따라서 겹자 위치를 원위부로 이동하였다. 척수 보호를 위하여 제6늑간 이하 부위의 늑간동맥 중 역류되는 혈류량이 많은 동맥은 반드시 인조혈관에 문합하였으나 제6늑간 이하 부위가 수술에 포함된 18명의 환자 중 7명에서만 늑간동맥 문합이 시행되었고 나머지 환자들은 질환의 만성화에 의해 개방된 늑간동맥이 없거나 역류 혈류량이 적은 경우는 봉합 폐쇄하였다.

**Table 3.** Extent of aortic replacement

| Extent                   | Number of patient |
|--------------------------|-------------------|
| Distal arch+proximal DTA | 2                 |
| Distal arch+entire DTA   | 1                 |
| Proximal DTA             | 13                |
| Distal DTA               | 1                 |
| Entire DTA               | 6                 |
| Thoracoabdominal aorta   |                   |
| Crawford type I          | 6                 |
| Crawford type II         | 3                 |
| Crawford type III        | 1                 |

DTA=Descending thoracic aorta.

좌심실 부분 바이패스를 이용하는 경우는 좌심방 혹은 좌상엽 폐정맥에 정맥 도관을 삽관하고 하행 대동맥 혹은 대퇴 동맥에 동맥 도관을 삽관한 후 대동맥 병변의 근위부와 원위부에 대동맥 겹자를 시행함과 동시에 원심펌프(centrifugal pump)를 가동하여 하반신에 혈액 관류를 하였다. 문합 방법은 근위부 문합에서 시작하여 순차적으로 시행하였고 병변부위가 긴 경우는 문합 진행에 따라서 인조혈관 위의 대동맥 겹자 위치를 원위부로 이동하면서 문합을 진행하였다.

대동맥 치환 범위를 살펴보면 근위부 하행 대동맥만 치환한 경우가 13예로 가장 많았고 쇄골하 동맥을 인조혈관으로 치환한 경우가 3예, 흉복부 대동맥 전장을 모두 치환한 경우도 3예 있었다(Table 3).

동반 수술은 3예에서 시행되었고 대동맥-기관지루에 대한 좌하엽 절제술, 횡격막 주름성형술, 관상동맥 우회술이 각각 1예씩 있었다. 관상동맥 우회술을 시행한 환자는 좌심실 바이패스를 이용하여 대동맥 치환술을 시행한 후 심폐기 이탈 시 ST분절 상승과 함께 심폐기 이탈이 잘 안되어서 중심 폐동맥에 정맥도관을 삽입 후 심폐바이패스를 가동하면서 좌내흉 동맥을 좌전하행지에 문합한 경우였다.

심폐바이패스 후 저체온 완전 순환정지를 시행한 환자들의 체외순환 시간은 평균  $169.5 \pm 72.8$ 분이었고 완전 순환정지 시간은 평균  $28.7 \pm 9.2$ 분이었다. 심폐바이패스 이용 환자들의 최저 비강인두 온도는 평균  $12.5 \pm 2.8$ 도, 최저 직장온도는 평균  $14.3 \pm 2.7$ 도였다. 좌심실 부분 바이패스를 이용 환자들의 체외순환 시간은 평균  $116.2 \pm 103.5$ 분이었고 최저 비강인두 온도는 평균  $34.5 \pm 1.3$ 도, 최저 직

장온도는 평균  $34.8 \pm 1.1$ 도였다.

### 3) 용어 정의

비만은 체질량지수(Body mass index=body weight/body height<sup>2</sup>)가 30 이상인 경우로 정의하였다.

신 기능 저하(renal insufficiency)은 소변량이 0.5 cc/kg/hr 이하의 뇨(oliguria) 혹은 무뇨(anuria) 증상이 있는 경우 혹은 술 전 크레아티닌 수치가 2.0 mg/dl 이상 상승되어 있는 경우로 정의하였다.

급성 대동맥 박리증은 흉통 발생 후 2주일 이내 수술을 시행한 경우로 정의하였고 그 이후에 수술한 경우는 만성예로 분류하였다.

응급 수술은 흉통 발생 후 24시간 이내 수술을 시행한 경우로 정의하였다.

급성 발현(acute presentation)은 대동맥 질환과 연관된 급성 통증이 있거나 급성 대동맥 박리증인 경우 혹은 수술 소견에서 대동맥 파열 또는 임박 파열의 소견을 보인 경우로 정의하였다.

동반 대동맥류는 원인 질환에 관계없이 주위 정상 대동맥의 직경보다 2배 이상 커져있는 경우나 연속적인 컴퓨터 단층촬영 검사에서 대동맥 직경의 확장이 증가하는 소견이 관찰되는 경우로 정의하였다.

수술 범위 구분에서 하행 대동맥의 근위부와 원위부의 구분은 흉추 6번을 기준으로 하였다.

흉복부 대동맥류의 형태 구분은 Crawford 분류를 사용하였다[8].

수술 사망은 수술 후 30일 이내 사망한 경우로 정의하였다.

수술 후 4일 이상의 호흡기 치료가 필요했거나 기관 절개술이 필요한 경우를 호흡부전으로 정의하였다.

일시적 뇌손상의 증상으로는 정신착란, 섬망, 지남력장애, 일과성 허혈 발작(transient ischemic attack, TIA) 등이 포함된다.

영구적 뇌손상은 국한된 신경학적 징후가 있고 뇌 컴퓨터 단층 촬영 검사에서 신경학적 징후와 연관된 부위에 새로운 이상이 관찰되는 경우로 정의하였다.

### 4) 통계 처리

통계 처리는 SPSS 11.5 statistical software (SPSS Inc, Chicago, Ill)를 사용하였고 모든 실험값은 평균값  $\pm$  표준편차로 표시하였다. 생존율은 Kaplan-Meier 생존분석법을 이용하였다. 척수 손상과 뇌 손상에 대한 위험인자를 알아

내기 위한 단변량 분석은 모든 변수를 비연속 변수로 전환하여 Fisher's exact test를 이용하였다. 단변량 분석에서 p값이 0.1 이하인 경우에 다변량 분석의 변수로 인정하였고, 다변량 분석은 다중 로지스틱 회귀 분석 방법(multiple logistic regression analysis)을 사용하였다. 통계적인 유의성은 p값이 0.05 이하일 때 유의한 차이가 있는 것으로 하였다.

## 결 과

### 1) 조기 결과

수술 사망은 1예에서 발생하였다. 사망 원인은 뇌사였으며 이 환자는 수술 전부터 뇌혈관사고의 후유증으로 좌측 전신 마비가 있었던 환자로 대동맥류는 대동맥궁의 원위부에서 시작하여 하행흉부 대동맥의 전장에 걸쳐 있었다. 수술은 심폐기를 가동하여 저체온 완전 순환정지하에서 근위부 문합을 시행하였고 좌쇄골하 동맥도 인조혈관으로 대체하였다. 환자는 수술 직후부터 의식이 불명확하였고 전산화 단층 촬영 검사에서 양측 뇌에 심한 뇌경색 소견이 관찰되었고 수술 후 18일째 사망하였다.

수술 후 발생한 신경학적 손상으로는 하지마비가 2예(6.1%)에서 발생하였고 이 중 1예는 영구적 손상이었다. 영구적 척수손상이 발생한 환자는 수술 시 흉복부 절개 후 제8늑간 부위의 흉부 대동맥부터 신장 동맥 하방의 복부 대동맥까지를 인조혈관으로 치환하였고 일시적 척수 손상이 발생한 환자는 하행 흉부 대동맥 전장과 신장 동맥 하방부 복부 대동맥까지를 치환하였다. 뇌 손상은 뇌사로 인한 수술 사망 환자를 포함하여 7예(21%)에서 발생하였고 영구적 뇌 손상은 4예(12%), 일시적 뇌 손상은 3예 발생하였다. 뇌사한 환자 1명을 제외하고 영구적 뇌 손상이 발생한 3명의 환자는 모두 좌측 뇌경색에 의한 우반신 마비가 발생하였으며 이 중 2명은 우반신 마비가 거의 회복된 상태에서 퇴원하였다.

혈액투석 혹은 복막투석이 필요한 급성 신부전은 단 한 예도 발생하지 않았으나 신 기능 저하 소견을 보이는 환자는 3명이 있었으며 이들 중 2예는 수술 전부터 신 기능 저하 소견이 있던 환자였다. 3명 모두 퇴원 무렵 크레아티닌 수치는 정상화되었다.

호흡부전은 4예에서 발생하였으며 이 중 1예는 기관지 절개술이 필요하였다. 4명의 호흡부전 환자 중 흉복부 절개술을 시행한 환자는 1명으로 절개술의 방법에 따른 호흡부전 발생의 차이는 관찰되지 않았다.

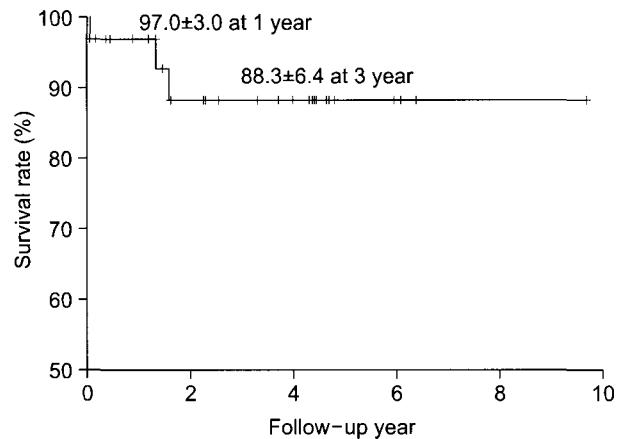


Fig. 1. Actuarial survival curve.

그 외의 합병증으로는 출혈에 의한 지혈 수술 1예, 횡격막 마비 3예, 성대 마비 5예, 유미흉 2예, 상처 감염 혹은 파열(disruption) 2예 등이 발생하였다.

수술 사망 환자를 제외한 환자들의 호흡기 사용일수는 평균 1.44±0.9일이었고 중환자실 체류일수는 평균 5.4±4.8일, 수술 후 병원 입원일수는 평균 34.0±19.3일이었다.

### 2) 만기 결과

추적 관찰 기간은 평균 35.7±27.7개월(최소 1개월, 최고 117개월)로 추적 관찰이 안 되는 환자가 7명이었다. 추적 기간 중 만기 사망한 환자는 2명으로 사망 원인은 심내막염에 의한 색전성 두개내출혈과 급성 심근경색에 의한 급사였다.

추적 관찰 중 하행흉부 대동맥 및 흉복부 대동맥에 대한 재수술을 시행한 예는 없었다.

전체 환자들의 1년, 3년 생존율은 각각 97.0±3.0, 88.3±6.4%였다(Fig. 1).

### 3) 위험인자 분석

위험인자 분석에 사용된 변수는 성별, 고령(65세 이상), 고혈압, 당뇨, 비만, 고지혈증, 흡연 과거력, 관상동맥 질환, 뇌혈관 사고의 과거력, 만성 폐쇄성 폐질환, Marfan 증후군, 심혈관질환 수술 과거력, 신 기능 저하, 대동맥 최대 직경이 6 cm 이상, 급성 발현, 대동맥 파열 혹은 압박 파열, 응급 수술, 좌측 혈흉, 대동맥 박리증, 급성 대동맥 박리증, 외상성 대동맥 박리증, 동반 대동맥류, 질환의 침범 정도(하행 흉부 대동맥 질환, Crawford I형, II형, III형) 등이 술 전 인자로 사용되었다. 수술 중 인자는 보조 순환방

법(심폐 바이패스, 좌심실 부분 바이패스, 보조 순환 미사용), 수술 범위(대동맥궁 혈관 치환, 하행 대동맥 근위부 치환, 하행 대동맥 원위부 치환, 신 동맥 상방부 치환, 신 동맥 하방부 치환), 늑간 동맥 문합군, 내막판 개창술(flap fenestration) 시행군, 좌심방 vent 사용 여부, 동반수술 여부, 심폐기 가동시간 200분 이상, 완전 순환정지 시간 45분 이상, 흉복부 절개술 등이었다.

단변량 분석에서 척수 손상에 대한 위험인자로서 통계적 의미를 보이는 인자는 흉복부 대동맥질환 분류의 Crawford II·III형( $p=0.011$ )과 늑간 동맥 문합을 시행한 환자군( $p=0.040$ )이었다. 다변량 분석에서 통계적 의미를 지니는 위험인자는 없었다.

뇌 손상에 대한 위험인자로는 단변량 분석에서 심폐기 가동시간 200분 이상( $p=0.023$ ), 좌심방 vent를 시행한 환자군( $p=0.005$ )으로 나타났으며 좌심실 부분 바이패스를 시행한 군에서는 뇌 손상이 발생하지 않았으며 좌심실 부분 바이패스는 뇌 손상을 예방하는 인자로서 의미 있게 나타났다( $p=0.032$ ). 좌심방 vent를 시행한 환자군은 다변량 분석에서도 위험인자로서 의미( $p=0.011$ )가 있었으며 상대 위험도는 20배였다.

## 고 찰

하행 대동맥 및 흉복부 대동맥 수술이 상행 대동맥이나 대동맥궁 부위의 수술과 다른 점 중 가장 큰 차이는 척수 손상의 가능성이 항상 존재하므로 척수 보호를 위한 조치 혹은 주의가 필요하다는 것이다. 척수 손상을 방지하기 위한 방법으로 척수액 배액[1-4], 전신 혹은 국소 저체온[5], 늑간 동맥 재부착[6], 좌심실 부분 바이패스[7], 약물요법[3,4] 등이 제시되어 왔으나 척수 손상을 확실하게 예방할 수 있는 것으로 알려진 방법은 현재까지 없다.

수술 후 척수 손상의 빈도는 하행흉부 대동맥의 대부분 혹은 전장을 침범한 대동맥류인 경우에 약 6~13%에 이르고 흉복부 대동맥류인 경우는 약 5~21% 정도로 보고[9]되고 있으며 Coselli 등[10]은 흉복부 대동맥류 환자 1,220명에서 척수 손상의 발생 빈도를 4.6%로 보고하였다. 그러나 척수 손상을 줄이기 위한 방법으로 Coselli 등[2]은 척수액 배액을 시행하여 척수액 배액 시행군에서 척수 손상이 2.6% 발생하여 대조군의 13%보다 우수한 척수 보호 효과가 있음을 보고하였고 Svensson 등[4]은 척수액 배액과 함께 intrathecal papaverine을 주입한 군에서 척수 손상 발생빈도는 3%로 적극적 체온 냉각법과 병용하면 척수

손상을 효과적으로 감소시킬 수 있다고 하였다.

하행흉부 대동맥 및 흉복부 대동맥 질환의 수술 후에 비록 척수 손상보다는 상대적으로 주목을 덜 받지만 뇌 손상도 상당수 발생하며 LeMaire 등[11]의 보고에 의하면 영구적 뇌 손상은 1.4%였고 Kouchoukos 등[12]의 보고에 의하면 영구적 뇌 손상은 1.9%, 일시적 신경학적 이상은 9.6%로 영구적 뇌 손상과 일시적 신경학적 이상을 모두 합할 경우 3.2%의 척수 손상의 빈도를 훨씬 상회하였다. 본 연구에서도 하지마비가 2예(6.1%) 발생한 반면 영구적 뇌 손상은 4예(12%)였고 일시적 뇌 손상을 포함한 전체 뇌 손상은 7예(21%)에서 발생하여 의외로 뇌 손상의 발생 빈도가 높은 것을 알 수 있었다. 국내에서도 조광조 등[13]의 보고에 의하면 대상 환자 36명 중 하지 마비가 1예 발생한 반면 뇌경색은 7예 발생하였다. 따라서 하행흉부 대동맥 및 흉복부 대동맥 수술을 시행할 경우 척수 손상에 대한 주의뿐만 아니라 뇌 손상을 줄이기 위한 세심한 주의와 조치가 또한 필요하다.

뇌 손상에 대한 위험인자 분석 결과를 살펴보면 단변량 분석에서 좌심방 vent를 시행한 환자군과 심폐기 가동시간이 200분 이상인 환자군이 위험인자로 나타났으며 좌심실 부분 바이패스는 뇌 손상을 예방하는 인자로서 의미 있게 나타났다.

좌심방 vent를 시행한 환자군은 다변량 분석에서도 위험인자로서 의미가 있었으며 상대 위험도는 20배였다. 본 원에서는 심폐기 가동 후 심실의 팽창이 관찰되거나 수술 전 대동맥 판막폐쇄부전이 있는 환자에서 좌심방 vent를 삽입하는 것을 원칙으로 하고 있는데 이러한 좌심방 vent의 삽입과 제거 및 좌측 심장의 조작은 상행 대동맥에 대동맥 점자가 없는 상태에서 공기나 발견하지 못한 좌심방 혈전 등의 색전을 일으킬 가능성이 있다. 또한 좌심방 vent는 심폐기를 가동하는 경우에만 삽입하므로 좌심실 부분 바이패스를 사용하지 않고 심폐 바이패스를 사용함에 따르는 뇌 손상의 위험에 좌측 심장 조작에 의한 위험이 가중되어서 더 통계적인 의미를 부여한 것으로 생각된다.

일반 심장 수술에서 심폐 바이패스 시간은 뇌 손상의 가능성과 밀접한 관계가 있으며 Almassi 등[14]의 보고에서도 총 심폐 바이패스 시간이 증가할수록 뇌졸중의 가능성이 증가하며 상대 위험도는 1.47로 보고하였다. 본 연구를 통해서 하행흉부 대동맥 및 흉복부 대동맥 질환의 수술에서도 심폐기 가동시간이 길어질수록 뇌 손상의 위험성이 증가하는 것을 알 수 있었다.

좌심실 부분 바이패스는 뇌 손상을 예방하는 인자로서 나타났으며 본 연구에서 좌심실 부분 바이패스를 이용한 12명의 환자에서 뇌 손상은 단 한 예도 발생하지 않은 반면 심폐기를 이용한 19명의 환자 중 뇌 손상이 발생한 환자는 모두 6명으로 극명한 차이를 관찰할 수 있었다. 좌심실 부분 바이패스가 심폐바이패스보다 뇌 보호 측면에서 우수한 점은 대퇴 동맥이나 하행 대동맥에서 역행적 순환을 하는 심폐바이패스는 항상 죽상경화성 찌꺼기나 혈전 및 공기의 색전이 발생할 가능성이 높은 반면 좌심실 부분 바이패스는 색전이 발생할 가능성이 낮다는 것이다. 또한 완전 순환정지 시간이 없이 수술 중에도 계속 뇌 쪽으로 정상적인 혈류 순환이 이루어진다는 점과 해파린을 저용량으로 사용함으로 뇌출혈의 가능성이 더 낮다는 점을 들 수 있겠다. 따라서 흉복부 대동맥 수술 시 치환해야 할 부위가 비교적 짧고 변형 부위의 근위부와 원위부에 대동맥 겹자가 가능한 환자에서는 심폐바이패스 후 저체온 완전 순환정지하에서 수술하는 것보다는 가능한 한 좌심실 부분 바이패스를 시행하는 것이 뇌보호 측면에서 유리할 것이다.

척수 손상에 대한 위험인자 분석 결과를 살펴보면 단변량 분석에서 통계적 의미가 있는 인자는 두 가지로 늑간 동맥 문합을 시행한 환자군과 Crawford II·III형인 경우였다.

이 중 늑간 동맥 문합을 시행한 환자군이 문합을 시행하지 않은 군에 비해 척수 손상의 위험이 더 높은 것으로 나타난 것은 예상과는 다른 의외의 결과였다. 하행흉부 대동맥 및 흉복부 대동맥 수술 시에 늑간 동맥에 대한 수술 방침은 제6늑간 이하 부위의 늑간 동맥 중에서 역류되는 혈류량이 많은 경우만 문합을 시행하고 제6늑간 상부나 역류 혈류량이 작은 경우는 봉합 폐쇄하는 것인데 역류되는 혈류량이 많은 늑간 동맥이 있을 경우 부행 혈관 형성이 적고 그만큼 척수의 혈액 공급에서 늑간 동맥이 차지하는 역할이 크다고 할 수 있다. 이러한 늑간 동맥을 문합 시에는 문합이 완성되어서 완전한 혈액공급이 이루어지기까지의 척수허혈 시간이 있으며 선택적 늑간 동맥 관류 등의 특별한 조치가 취해지지 않았을 경우 비록 짧은 척수 허혈 시간일지라도 척수 손상의 위험이 증가하는 것으로 생각된다. 본 연구에서 선택적 늑간 동맥관류를 시행한 예는 없었다. 따라서 늑간 동맥의 문합이 필요하다고 판단되는 환자에서는 선택적 늑간 동맥관류를 시행하여 척수 허혈 시간을 줄이고 척수 손상을 막기 위한 세심한 주위와 노력이 필요할 것으로 생각된다.

지금까지의 보고된 바에 따르면 Crawford 분류 중에서

II형이 척수 손상의 위험인자로 지적되어 왔다[10,15,16]. Coselli 등[10]에 의하면 1,220명의 대상 환자 중 척수 손상의 발생 빈도는 I형에서 3.9%, II형에서 8.2%, III형 3.5%, IV형 1.3%로 II형 환자에서 척수 손상의 위험이 증가되는 것으로 보고하였다. 본 연구에서는 척수 손상의 위험인자로서 Crawford II·III형이 의미 있게 나타났다. Crawford II·III형이 Crawford I형이나 하행 흉부 대동맥에만 질환이 국한된 경우와의 차이점은 신동맥 하방부위가 수술 범위에 포함된다는 것이다. 비록 신동맥 하방부위가 척수 손상을 줄이기 위해 특히 주의를 해야 하는 T6에서 L2까지의 부위는 아니지만 신동맥 하방 부위에서도 main radiculomedullary artery, 즉 아담키웁스 동맥이 기시하는 경우가 있으며 동맥의 죽상경화성 변화와 오래된 혈전 등에 의해서 segmental 동맥들이 막힌 경우는 척수의 혈액공급이 다양한 부행 혈관에 의존하게 되는데 이때 하부 요추와 골반부에서 부행 혈관이 기시하는 경우가 있다. 일반적으로 질환이 없는 정상 대동맥에서 아담키웁스 동맥은 T5에서 T8 사이에서 기시하는 경우가 약 12~15%, T9에서 T12 사이가 약 60%, L1에서 L2 사이가 약 24%이며 L3에서 1.4%, L4에서 L5에서도 0.2%가 기시한다[17]. 그러나 대동맥 질환으로 만성 변성이 진행되면 대부분의 segmental 동맥들은 혈전이나 죽상경화성 plaque 등으로 막히게 되어 척수의 혈액공급은 다양한 부행 혈관에 의존하게 된다. Jacobs 등[18]에 의하면 Crawford II, III형 동맥류 환자의 16%에서 척수에 혈류를 공급하는 주된 동맥이 L3에서 L5 사이에서 기시하였고 8%에서는 골반골 순환(pelvic circulation)에 의존하는 것으로 보고하였다. Griep 등[19]도 흉복부 대동맥류 환자에서는 아담키웁스 동맥의 기능이 기대보다는 중요하지 않으며 실제 존재하지 않는 경우도 있다고 보고하였다. 따라서 본 연구에서 척수 손상의 위험인자로서 Crawford II·III형이 의미 있게 나타난 것은 척수 혈액 공급의 다양성(variability)과도 부합하는 중요한 결과이며 흉복부 대동맥류 수술에서 신동맥 하방부가 포함될 경우는 더욱 더 세심한 주의가 필요하며 척수 허혈 여부를 미리 알아보기 위한 MEP (moter-evoked potential), SSEP (somatosensory-evoked potential) 등의 검사 장비를 사용하는 것도 좋은 방법일 것이다[18,19].

## 결 론

하행 흉부 대동맥 및 흉복부 대동맥 수술 후에 발생하

는 신경학적 손상 중에서 뇌 손상의 발생빈도가 척수 손상에 비해 높았다. 좌심실 부분 바이패스를 시행한 군에서는 뇌 손상이 발생하지 않았으며 뇌 보호 측면에서 유리한 것으로 나타났다. 또한 척수 손상의 위험이 높은 Crawford II·III형 환자나 늑간 동맥 문합이 필요한 환자들에서는 척수 보호를 위한 별도의 조치와 세심한 주의가 필요하다.

## 참 고 문 헌

1. Safi HJ, Hess KR, Randel M, et al. *Cerebrospinal fluid drainage and distal aortic perfusion: reducing neurologic complications in repair of thoracoabdominal aortic aneurysms type I and II*. J Vasc Surg 1996;23:223-9.
2. Coselli JS, LeMaire SA, K ksoy C, Schmittling ZC, Curling PE. *Cerebrospinal fluid drainage reduces paraplegia after thoracoabdominal aortic aneurysm repair: results of a randomized clinical trial*. J Vasc Surg 2002;35:631-9.
3. Archer CW, Wynn MM, Hoch JR, Popic P, Archibald J, Turnipseed WD. *Combined use of cerebral spinal fluid drainage and naloxone reduces the risk of paraplegia in thoracoabdominal aortic aneurysm repair*. J Vasc Surg 1994;19:236-48.
4. Svensson LG, Hes KR, D'Agostino RS, et al. *Reduction of neurologic injury after high-risk thoracoabdominal aortic operation*. Ann Thorac Surg 1998;66:132-8.
5. Cambria RP, Davison K, Carter C, et al. *Epidural cooling for spinal cord protection during thoracoabdominal aneurysm repair: a five year experience*. J Vasc Surg 2000;31:1093-102.
6. Safi HJ, Miller CC III, Carr C, Iliopoulos DC, Dorsay DA, Baldwin JC. *Importance of intercostal artery reattachment during thoracoabdominal aortic aneurysm repair*. J Vasc Surg 1998;27:58-66.
7. Coselli JS, LeMaire SA. *Left heart bypass reduces paraplegia rates after thoracoabdominal aortic aneurysm repair*. Ann Thorac Surg 1999;67:1931-4.
8. Crawford ES, Crawford JL, Safi HJ, et al. *Thoracoabdominal aortic aneurysms: preoperative and intraoperative factors determining immediate and long-term results of operations in 605 patients*. J Vasc Surg 1986;3:389-404.
9. Kouchoukos NT, Daily BB, Rokkas CK, Murphy SF, Bauer S, Abboud N. *Hypothermic bypass and circulatory arrest for operations on the descending thoracic and thoracoabdominal aorta*. Ann Thorac Surg 1995;60:67-77.
10. Coselli JS, LeMaire SA, Miller CC, et al. *Mortality and paraplegia after thoracoabdominal aortic aneurysm repair: a risk factor analysis*. Ann Thorac Surg 2000;69:409-14.
11. LeMaire SA, Miller CC, Conklin LD, Schmittling ZC, K ksoy C, Coselli JS. *A new predictive model for advanced outcomes after elective thoracoabdominal aortic aneurysm repair*. Ann Thorac Surg 2001;71:1233-8.
12. Kouchoukos NT, Masetti P, Rokkas CK, Murphy SF, Blackstone EH. *Safety and efficacy of hypothermic cardiopulmonary bypass and circulatory arrest for operations on the descending thoracic and thoracoabdominal aorta*. Ann Thorac Surg 2001;72:699-708.
13. Cho KJ, Woo JS, Sung SC, Choi PJ. *The clinical experience of the descending thoracic and thoracoabdominal aortic surgery*. Korean J Thorac Cardiovasc Surg 2002;35:584-9.
14. Almassi GH, Sommers T, Moritz TE, et al. *Stroke in cardiac surgical patients: determinants and outcome*. Ann Thorac Surg 1999;68:391-8.
15. Svensson LG, Crawford ES, Hess KR, Coselli JS, Safi HJ. *Experience with 1,509 patients undergoing thoracoabdominal aortic operations*. J Vasc Surg 1993;17:357-70.
16. Archer CW, Wynn MM, Hoch JR, Kranner PW. *Cardiac function is a risk factor for paralysis in thoracoabdominal aortic replacement*. J Vasc Surg 1998;27:821-30.
17. Coselli JS, Moreno PL. *Descending and thoracoabdominal aneurysm*. In: Cohn LH, Edmunds LH. *Cardiac surgery in the adult*. 2nd ed. New York: McGraw-Hill Co. 2003;1169-89.
18. Jacobs MJ, de Mol BA, Elenbaas T, et al. *Spinal cord blood supply in patients with thoracoabdominal aortic aneurysms*. J Vasc Surg 2002;35:30-7.
19. Griep RB, Ergin MA, Galla JD, et al. *Looking for the artery of Adamkiewicz: a quest to minimize paraplegia after operations for aneurysms of the descending thoracic and thoracoabdominal aorta*. J Thorac Cardiovasc Surg 1996;112:1202-15.



=국문 초록=

**서론:** 하행 흉부 대동맥 및 흉복부 대동맥 수술은 척수 손상을 포함한 신경학적 손상의 가능성이 높은 수술로서 이에 대한 상당한 주의를 요한다. 이 연구의 목적은 하행 흉부 대동맥 및 흉복부 대동맥 수술 후의 척수 손상과 뇌 손상의 발생빈도와 위험요소를 알아봄으로써 신경학적 손상을 예방하는데 기여하고자 한다. **대상 및 방법:** 1995년 10월부터 2005년 7월까지 하행 흉부 대동맥 및 흉복부 대동맥 수술을 시행 받은 33명의 환자를 후향적으로 분석하였다. 하행 흉부 대동맥 수술은 23예, 흉복부 대동맥 수술은 10예였고, 원인 질환으로는 대동맥 박리증이 23예, 대동맥류가 10예였다. 신경학적 손상에 대한 위험인자를 알아내기 위해 수술 전 및 수술 중 변수에 대한 단변량 및 다변량 분석을 시행하였다. **결과:** 하지마비가 2예(6.1%)에서 발생하였고 이 중 1예는 영구적 손상이었다. 뇌 손상은 7예(21%)에서 발생하였고 영구적 뇌 손상은 4예(12%), 일시적 뇌 손상은 3예 발생하였다. 척수 손상에 대한 위험인자로는 흉복부 대동맥질환 분류의 Crawford II·III형( $p=0.011$ )과 늑간 동맥 문합을 시행한 환자군( $p=0.040$ )으로 나타났다. 뇌 손상에 대한 위험인자로는 심폐기 가동시간이 200분 이상( $p=0.023$ ), 좌심방 vent를 시행한 환자군( $p=0.005$ )으로 나타났으며 좌심실 부분 바이패스(left heart partial bypass)는 뇌 손상을 예방하는 인자로서 의미 있게 나타났다( $p=0.032$ ). **결론:** 하행 흉부 대동맥 및 흉복부 대동맥 수술 후에 발생하는 신경학적 손상 중에서 뇌 손상의 발생빈도가 척수 손상에 비해 높았다. 좌심실 부분 바이패스를 시행한 군에서는 뇌 손상이 발생하지 않았으며 뇌 보호 측면에서 유리한 것으로 나타났다. 또한 척수 손상의 위험이 높은 Crawford II·III형 환자나 늑간 동맥 문합이 필요한 환자들에서는 척수 보호를 위한 별도의 조치와 세심한 주의가 필요하다.

- 중심단어 :**
1. 대동맥
  2. 하행 대동맥
  3. 흉복부 대동맥
  4. 위험 분석
  5. 신경학적 손상