

## 저체온 순환정지를 이용한 흉부 대동맥 수술 시 뇌관류 방법에 따른 수술결과

김 재 현\* · 나 찬 영\* · 오 삼 세\*

### Influence of Cerebral Protection Methods in Thoracic Aortic Surgery Using Hypothermic Circulatory Arrest

Jae Hyun Kim, M.D.\*, Chan-Young Na, M.D.\*, Sam-Sae Oh, M.D.\*

**Background:** Protection of the brain is a major concern during thoracic aortic surgery using hypothermic circulatory arrest (HCA). This study compares the surgical outcomes of two different cerebral protection methods in thoracic aortic surgery using HCA: retrograde cerebral protection (RCP) and antegrade cerebral protection (ACP). **Material and Method:** We retrospectively reviewed data on 146 patients who underwent thoracic aortic surgery from May 1995 to February 2007 using either RCP (114 patients, Group 1) or ACP (32 patients, Group 2) during HCA. There were 104 dissections (94 acute and 10 chronic) and 42 aneurysms (41 true aneurysms and 1 pseudoaneurysm), and all patients underwent ascending aortic replacement. There were 33 cases of hemiarch replacement, 5 of partial arch replacement, and 21 of total arch replacement. **Result:** The two groups were similar in preoperative and operative characteristics, but Group 2 had more elderly (over 70 years old) patients (34.4% vs. 10.5%), more coronary artery diseases (18.8% vs. 4.4%), more total arch replacements (46.9% vs. 5.3%) and longer HCA time (50±24 minutes vs. 32±17 minutes) than Group 1. The operative mortality was 4.4% (5/114) and 3.1% (1/32), the incidence of permanent neurologic deficits was 5.3% (6/114) and 3.1% (1/32), and the incidence of temporary neurologic deficits was 1.8% (2/114) and 9.4% (3/32) in Groups 1 and 2, respectively. There were no statistical differences between the two groups in operative mortality, postoperative bleeding, or neurologic deficits (permanent and temporary). **Conclusion:** The early outcomes of aortic surgery using HCA were favorable and showed no statistical difference between RCP and ACP. However, the ACP patients endured longer HCA times and more extended arch surgeries. ACP is the preferred brain protection technique when longer HCA time is expected or extended arch replacement is needed.

(Korean J Thorac Cardiovasc Surg 2008;41:229-238)

- Key words:**
1. Aorta, surgery
  2. Cerebral perfusion
  3. Cerebral protection
  4. Circulatory arrest

\*부천세종병원 흉부외과

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

†본 논문은 제39차 추계학술대회에서 구연하였으며 우촌 박영관 학술상을 수상하였음.

논문접수일 : 2007년 12월 6일, 심사통과일 : 2007년 12월 22일

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.

## 서 론

저체온 순환정지를 이용한 흉부 대동맥 수술 시 뇌보호법은 수술 후 신경학적 손상과 사망률을 줄이기 위해 무엇보다도 중요하게 고려되어야 될 부분이다. 뇌보호 방법으로는 초저체온 순환정지법이 오래 전부터 이용되어 왔지만 높은 사망률 및 뇌손상 발생률로 인해 더 나은 뇌보호법을 찾게 되었고 역행성 뇌관류법과 전방성 뇌관류법 등이 저체온 순환정지 시의 추가적인 뇌보호 방법으로 제시되어졌다. 하지만 아직까지 어느 것이 가장 좋은 방법인가에 대한 논란의 여지는 많다. 따라서 이 연구는 저체온 순환정지를 이용한 흉부 대동맥 수술 시 뇌관류 방법(역행성 뇌관류법과 전방성 뇌관류법)에 따른 수술 결과를 비교함으로써 더 나은 뇌보호법에 대해서 알아보고자 하였다.

## 대상 및 방법

### 1) 연구대상

1995년 5월부터 2007년 2월까지 저체온 순환정지를 이용한 흉부 대동맥 수술 중 역행성 뇌관류법이나 전방성 뇌관류법을 이용한 146명의 환자를 연구대상으로 후향적으로 분석하였다. 환자들의 나이는 최연소 19세, 최고령 81세(평균  $56.6 \pm 13.4$ 세)였고 남자가 77명, 여자가 69명이었다. 이 중 역행성 뇌관류법을 사용한 경우가 114예(1군)였으며 전방성 뇌관류법은 32예(2군)에서 사용되었다. 원인별로는 대동맥 박리증이 104명(급성 박리증 94명, 만성 박리증 10명), 대동맥류가 42명(진성 대동맥류 41명, 가성 대동맥류 1명)이었다. 환자에 대한 분석은 대상 환자의 의무기록을 바탕으로 분석하였고 추적 관찰은 외래 방문기록 및 전화통화로 확인하였다.

### 2) 수술 방법

모든 환자들은 정중 흉골절개법으로 접근하였다. 동맥도관 삽입부위로는 일측 대퇴동맥(108예), 우측 액와동맥(31예) 혹은 상행대동맥(7예)이 사용되었고 정맥도관은 우심방(130예) 혹은 대퇴정맥(16예)에 삽관한 후 심폐기를 가동하였다. 우측 액와동맥을 이용하여 뇌관류를 시행한 환자 중 9명은 액와동맥 도관 삽관 시 작은 인조혈관을 액와동맥에 측-단 문합한 후 문합된 인조혈관에 도관삽관을 하였다. 수술 당시 심낭 압전이나 쇼크로 인해 환자 상태가 매우 불안정한 경우는 대퇴 동맥과 대퇴 정

맥에 도관을 삽관하여 심폐기 가동상태에서 흉골 정중 절개를 시행하기도 하였다.

심폐바이패스 시행 후 환자의 체온을 계속 낮추는 동안 좌심실 vent 도관을 우상부 폐정맥을 통해서 삽입하고, 역행성 심정지액 도관은 우심방을 통하여 관상 정맥동에 삽입하였다. 심근 보호방법으로는 냉혈 정지액을 역행성으로 초기 주입하고 이후 20분마다 간헐적으로 주입하였다. 환자의 직장 온도가  $16 \sim 18^\circ\text{C}$  이하까지 내려간 경우, 혹은 뇌파 검사를 한 경우는 뇌파 정지 후 3분 이상 더 감온하여 순환정지를 하였다. 순환정지와 동시에 역행성 뇌관류 혹은 전방성 뇌관류를 시행하였고 순환정지 기간에는 두경부 주위에 얼음주머니를 놓아서 국소 냉각을 함께 시행하였다. 상행 대동맥 절개 후 대동맥 내부를 관찰하고 치환해야 할 부위가 상행 대동맥에 국한되어 있는 경우 혹은 대동맥궁 반치환술(hemi-arch replacement)을 시행할 경우에는 순환정지 하에서 원위부 문합을 먼저 시행하였다. 원위부 문합 후 연결된 인조혈관을 대동맥 겹자로 잡은 후 심폐바이패스를 다시 시행하고 체온을 서서히 올리면서 근위부 문합을 시행하였다. 이때 우측 액와동맥에 동맥관이 거치된 경우는 액와동맥 도관을 심폐기 재가동 시 그대로 사용하였으나 대퇴 동맥에 동맥도관이 있을 경우에는 주 인조혈관에 작은 직경의 결가지 혈관이 연결되어져 있는 인조혈관(branched graft)을 사용하여 원위부 문합 후에 심폐기 재가동 시 인조혈관의 결가지 혈관으로 동맥도관의 위치를 바꾸어서 순행성 관류를 함으로써 대퇴 동맥도관에 의한 역행성 관류 시 발생할 수 있는 죽상경화성 찌꺼기에 의한 뇌경색 등의 부작용을 줄이고자 하였다. 치환해야 할 부위가 광범위하여 대동맥궁 완전 혹은 부분 치환술(partial arch replacement)을 시행해야 하는 경우는 역시 순환정지 하에서 하행 흉부 대동맥에 원위부 문합을 먼저 시행하고 연결된 인조혈관의 결가지 혈관에 동맥 도관을 삽관 후 그 근위부를 대동맥 겹자로 잡고 심폐바이패스를 다시 시행하고 체온을 서서히 올리는 동안 대동맥궁 혈관을 연결한 후 대동맥 겹자의 위치를 대동맥궁 근위부로 옮겨서 마지막으로 근위부 문합을 시행하였다. 대동맥 관막 폐쇄부전이 심하여 체온을 감온하는 중 심실세동과 함께 좌심실이 확장되는 경우는 상행 대동맥에 겹자 후 체온이 충분히 감온되는 동안 근위부 문합을 먼저 시행하였고 순환정지 후에 원위부 문합을 시행하기도 하였다.

수술범위로는 대동맥궁 완전치환술 21명, 대동맥궁 부

Table 1. Preoperative characteristics

	Group 1 (%), n=114	Group 2 (%), n=32	p-value
Female	55 (48.2)	14 (43.8)	NS
Age (years)	55.4±12.7	61.1±15.2	0.014
Age ≥ 70	12 (10.5)	11 (34.4)	0.002
Dissection	80 (70.2)	24 (75.0)	NS
Aneurysm	34 (29.8)	8 (25.0)	NS
Emergency	50 (43.9)	17 (53.1)	NS
CPR	2 (1.8)	0	NS
Cardiac tamponade	48 (42.1)	12 (37.5)	NS
Aortic diameter (mm)	58±12	56±13	NS
Hypertension	69 (60.5)	27 (84.4)	0.012
Diabetes mellitus	7 (6.1)	3 (9.4)	NS
CAD	5 (4.4)	6 (18.8)	0.014
Obesity	8 (7.0)	1 (3.1)	NS
CVA	8 (7.0)	3 (9.4)	NS
COPD	10 (8.8)	3 (9.4)	NS
CRF	2 (1.8)	2 (6.3)	NS
Bicuspid AV	18 (15.8)	1 (3.1)	NS
Marfan's synd.	6 (5.3)	2 (6.3)	NS
Previous operation	8 (7.0)	2 (6.3)	NS

CPR=Cardio-pulmonary resuscitation; CAD=Coronary artery disease; CVA=Cerebro-vascular accident; COPD=Chronic obstructive pulmonary disease; CRF=Chronic renal failure; AV=Aortic valve; synd.=Syndrome; NS=Not significant.

분치환술 5명, 대동맥궁 반치환술을 33명에서 시행하였으며 모든 환자에서 상행 대동맥 치환술을 시행하였다.

### 3) 뇌관류 방법

역행성 뇌관류법을 사용할 경우에는 역행성 심정지액 주입용 도관을 상대정맥에 직접 삽입하고 상대정맥 입구를 조인 후 관류를 시작하였다. 역행성 뇌관류 시 관류량은 분당 300~500 mL 정도로 유지하였고 관류압은 25 mmHg가 넘지 않도록 주의하였다.

전방성 뇌관류법을 사용 시에는 Trendelenburg position에서 대동맥궁 혈관을 육안으로 확인 후 역행성 심정지액 주입 시 사용되는 도관을 무명동맥과 좌측 총경동맥에 삽입하였다. 도관을 정확히 위치시킨 후 도관의 풍선을 팽창시키고 혈관의 입구를 테이프로 조였다. Steal phenomenon을 방지하기 위해 좌측 쇄골하동맥의 입구를 겸자하거나 Foley 도관으로 막았다. 액외동맥에 도관이 거치되어 있는 경우에는 무명동맥의 입구를 조여서 막거나 겸자하고 좌측 총경동맥에만 뇌관류 도관을 삽입하였다. 전방성 뇌관류량은 10 mL/kg/min로 유지하였고 요골동맥압이 40~70 mmHg 정도에서 조절하였다.

### 4) 통계 처리 및 분석

통계 처리는 SPSS 11.5 statistical software (SPSS Inc, Chicago, IL, USA)를 사용하였고 모든 연속변수는 평균 값±표준편차로 표시하였고 비연속변수는 빈도와 백분율로 표시하였다. 역행성 및 전방성 뇌관류법 두 군간의 비교에는 비연속변수일 경우에는  $\chi^2$  test 혹은 Fisher's exact test를 사용하였고 연속변수일 경우에는 unpaired Student's t-test 혹은 Mann-Whitney U test를 이용하였다. 생존률에 대한 자유도는 Kaplan-Meier 생존분석법을 이용하였다. 뇌손상에 대한 위험인자 분석에는 logistic regression 분석을 이용하였다. 통계적인 유의성은 p 값이 0.05 이하일 때 유의한 차이가 있는 것으로 하였다.

## 결 과

### 1) 수술 전 및 수술 특성 비교

환자들의 수술 전 특성들을 살펴보면 남녀 성비는 두 군이 비슷하였으며 평균 나이는 1군이 55.4±12.7세, 2군이 61.1±15.2세로 2군의 평균 나이가 더 많았으며 70세

**Table 2.** Operative characteristics

	Group 1 (%), n=114	Group 2 (%), n=32	p-value
Total arch rpl.	6 (5.3)	15 (46.9)	<0.001
Partial arch rpl.	4 (3.5)	1 (3.1)	NS
Hemi-arch rpl.	29 (25.4)	4 (12.5)	NS
Only ascending rpl.	34 (29.8)	15 (46.9)	NS
AV resuspension	34 (29.8)	14 (43.8)	NS
AVR	20 (17.5)	1 (3.1)	0.046
Aortic root rpl.	22 (19.3)	1 (3.1)	0.027
Root remodeling	4 (3.5)	1 (3.1)	NS
CABG	7 (6.1)	3 (9.4)	NS
Other operations	10 (8.8)	1 (3.1)	NS
CPB time ≥ 200 min.	27 (23.7)	8 (25.0)	NS
CA time ≥ 120 min.	38 (33.3)	13 (40.6)	NS
HCA time ≥ 60 min.	8 (7.0)	9 (28.1)	0.003
CPB time (min.)	178±68	188±41	0.038
CI time (min.)	110±50	111±38	NS
HCA time (min.)	32±17	50±24	<0.001
Rectal temp (°C)	15.9±2.1	16.7±2.4	NS
Esophageal temp (°C)	12.2±2.6	11.9±2.7	NS

Rpl.=Replacement; AV=Aortic valve; AVR=Aortic valve replacement; CABG=Coronary artery bypass grafting; CPB=Cardio-pulmonary bypass; CI=Cardiac ischemic; HCA=Hypothermic circulatory arrest; temp=Temperature; NS=Not significant.

이상의 고령 환자들도 2군에서 더 많았다. 병인으로서 대동맥 박리증이 1군에서는 80예(70.2%), 2군에서는 24예(75.0%)였고 대동맥류는 1군이 34예(29.8%), 2군이 8예(25.0%)였다. 발병 후 1일 이내 수술한 응급수술이 1군에서는 50예(43.9%), 2군에서는 17예(53.1%)였고 심낭 압전의 소견이 있었던 경우는 1군이 48예(42.1%), 2군이 12예(37.5%)였다. 고혈압과 관상동맥 질환이 2군에서 더 많았다. 그 외 수술 전 특성들은 큰 차이가 없었으며 Table 1과 같다.

수술 범위를 살펴보면 대동맥궁 완전치환술은 1군에서 6예(5.3%), 2군에서 15예(46.9%)를 시행하여서 2군에서 대동맥궁 완전치환술을 더 많이 시행하였다. 대동맥궁 부분치환술은 1군에서 4예, 2군에서 1예가 시행되었고 대동맥궁 반치환술은 1군에서 29예, 2군에서 4예가 시행되었으나 두 군 간 의미있는 차이는 관찰되지 않았다. 모든 환자에서 상행대동맥 치환술을 시행하였으며 상행대동맥 치환술만 시행한 환자들도 두 군 간의 차이는 관찰되지 않았다. 대동맥 근부에 대한 수술로는 대동맥판막 치환술이 1군에서 20예, 2군에서 1예가 시행되었고 대동맥근부 치환술은 1군에서 22예, 2군에서 1예로 1군

에서 대동맥판막 치환술과 대동맥근부 치환술이 더 많이 시행되었다. 그 외 대동맥판막 재고정술이나 대동맥근부 개형술은 두 군간 차이가 관찰되지 않았다. 동반된 수술로서 관상동맥우회술, 대퇴동맥간 우회술, 심실중격 결손 교정술 등이 시행되었으나 두 군간 차이는 관찰되지 않았다. 각 군의 심폐기 가동시간, 심허혈 시간, 순환정지 시간은 각각 1군이 178분, 110분, 32분이었고 2군이 188분, 111분, 50분으로 2군의 심폐기 가동시간과 순환정지시간이 의미있게 더 긴 것으로 나타났으며 순환정지시간이 60분 이상인 환자들도 더 많았다. 수술 시 최저 직장온도와 최저 이후부 온도는 군 간의 차이가 관찰되지 않았다. 수술 특성은 Table 2와 같다.

## 2) 조기결과

수술 사망은 1군에서 5명(4.4%)이 사망하였고 2군에서는 1명(3.1%)이 사망하였다. 수술 사망의 원인으로서는 1군에서는 패혈증으로 사망한 환자가 2명이었고 뇌사, 하행대동맥 파열, 다발성 장기부전으로 각각 1명씩 사망하였으며 2군에서는 호흡부전으로 1명이 사망하였다. 수술 사망률에서 두 군 간의 차이는 관찰되지 않았다.

Table 3. Complications

	Group 1 (%), n=114	Group 2 (%), n=32	p-value
PND	6 (5.3)	1 (3.1)	NS
TND	2 (1.8)	3 (9.4)	NS (0.07)
Exploration for bleeding	13 (11.4)	1 (3.1)	NS
Superficial w. problems	6	2	NS
ARF	4	1	NS
Respiratory failure	3	2	NS
Pericardial effusion	3	3	NS
Vocal cord injury	1	2	NS
Diaphragm palsy	1	3	NS
Brachial plexus injury	3		NS
Mediastinitis	2		NS
GI bleeding	2		NS
Atrial fibrillation	1		NS
Pleural effusion	1		NS
CAVB	1		NS
Myocardial infarction	1		NS
Paraplegia	1		NS
Quadriplegia	1		NS
Leg ischemia	1		NS
Leriche syndrome	1		NS

PND=Permanent neurologic deficit; TND=Temporary neurologic deficit; w.=Wound; ARF=Acute renal failure; GI=Gastro-intestinal; CAVB=Complete atrio-ventricular block; NS=Not significant.

사망 환자들을 살펴보면 뇌사 환자는 57세 여자 환자로 급성대동맥 박리증으로 수술 전 심정지 상태에서 응급소생술을 시행하면서 수술을 시작한 경우로 대동맥궁 반치환술과 대동맥판막 치환술을 시행하였으나 술 후 2일에 사망하였다. 하행대동맥 파열이 발생한 환자는 Debakey I형 대동맥 박리증으로 수술 당시 내막 파열부위가 발견되지 않았던 경우로 상행 대동맥 치환술을 시행받고 수술 후 6일째 하행대동맥 파열이 발생하였다. 다발성 장기부전으로 사망한 환자는 76세 남자로 수술 전 관상동맥 질환으로 관상동맥 조영술을 시행하던 도중 쇼크가 발생하여 응급으로 관상동맥 우회술을 시행할 목적으로 수술을 시행하였다. 그러나 수술 소견에서 의인성(iatrogenic) 대동맥 박리가 발견되어 관상동맥 우회술과 동시에 상행대동맥 치환술을 시행 받았으나 술 후에 심인성 쇼크에 의한 다발성 장기부전이 지속되어 사망하였다. 2군의 사망 환자는 81세 남자로 대동맥 박리증으로 대동맥궁 완전치환술을 시행받았으나 술 후 발생한 중격동염으로 변연절제술 및 장간막판(omental flap) 수술을 두 차례 시행하고 치료 받던 중 수술 후 67일에 호흡 부전

으로 사망하였다.

영구적 뇌손상은 국한된 신경학적 징후가 있고 뇌 컴퓨터 단층 촬영 검사에서 신경학적 징후와 연관된 부위에 새로운 이상이 관찰되는 경우로 정의하였으며 일시적 뇌손상의 증상으로는 정신착란, 섬망, 지남력 장애, 일과성 허혈 발작(transient ischemic attack, TIA) 등이 포함되며 뇌 컴퓨터 단층 촬영 검사를 시행한 경우에는 뇌의 기질적 이상이 없는 경우로 정의하였다. 영구적 뇌손상은 1군에서 6예(5.3%), 2군에서 1예(3.1%)가 발생하였고 일시적 뇌손상은 1군에서 2예(1.8%), 2군에서 3예(9.4%)가 발생하였다. 뇌손상 발생률에서 두 군간의 차이는 관찰되지 않았다. 영구적 뇌손상의 양상을 살펴보면 1군에서는 뇌경색이 5예였으며 미만성 저관류(diffuse hypoperfusion)에 의한 것이 1예 있었다. 미만성 저관류에 의한 뇌손상 환자는 뇌사로 사망한 환자이다. 2군의 영구적 뇌손상 환자 1명은 뇌경색이 원인이었다. 일시적 뇌손상의 양상은 1군의 일과성 허혈 발작 1예를 제외한 양군의 모든 환자가 섬망의 소견을 보였다. 다른 합병증들로서 1군에서는 수술 후 출혈에 의한 재수술이 13예,

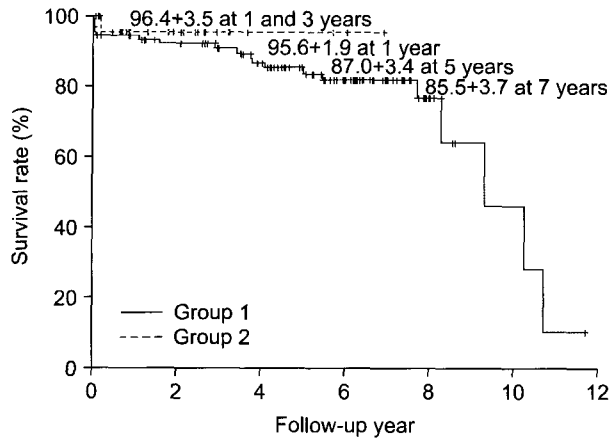


Fig. 1. Acturial survival curve.

급성 신부전 4예, 호흡부전 3예, 심낭삼출 3예, 상완신경총 손상 3예, 종격동염 2예 등이 발생하였고, 2군에서는 출혈에 의한 재수술 1예, 횡격막 마비 3예, 심낭삼출 3예, 성대 마비 2예 등이 발생하였다(Table 3).

### 3) 뇌손상 위험인자 분석

영구적 혹은 일시적 뇌손상 발생에 대한 위험인자를 분석해 보았으나 단변량분석에서 특별한 위험인자는 발견되지 않았다.

### 4) 만기결과

평균 추적관찰 기간은 1군이 62.1±32.6개월이었고 2군이 22.9±21.0개월이었다.

추적관찰기간동안 1군에서 14명이 사망하였다. 사망원인으로는 뇌출혈 2예, 대동맥류 파열 1예, 폐암 1예였으며 나머지 사망환자들의 사망원인은 정확히 알 수 없었다. 1군에 비해서 비교적 짧은 관찰기간으로 인해서 2군에서는 만기 사망 환자가 없었다. 1군의 생존율은 1년, 3년, 5년, 7년에 각각 95.6±1.9, 91.6±2.7, 87.0±3.4, 85.5±3.7개월이었다. 2군의 생존율은 1년, 3년에 96.4±3.5개월이었다(Fig. 1).

추적 기간 동안 재수술은 8명에서 시행되었는데 모두 1군에서 발생하였다. 재수술 1번 환자는 대동맥류가 하행대동맥과 복부대동맥까지 진행되어있던 환자로 상행대동맥 치환술과 대동맥궁 완전치환술을 시행 후 2개월에 흉복부대동맥 치환술을 시행 받았다. 재수술 2번 환자는 수술 당시 발견하지 못한 대동맥축삭에 의한 하행흉부 대동맥류로 수술 3개월 후에 하행흉부 대동맥치환

술을 시행받았다. 재수술 3번 환자는 Debakey I형 대동맥 박리증 환자로 상행대동맥 치환술을 시행받고 5개월 후에 하행 대동맥 치환술을 단계적으로 시행하였다. 재수술 4번 환자는 첫 수술 당시 메치실린 저항성 포도상구균 감염에 의한 종격동염이 발생하였고 수술 11개월 후 아급성 세균성 심내막염과 대동맥 판막의 균중(vegetation)으로 대동맥 판막과 상행 대동맥 치환술을 시행하였다. 재수술 5번 환자는 첫 수술 당시 3등급의 대동맥 판막 폐쇄부전으로 대동맥 판막 재고정술을 시행하였고 수술 15개월 후 대동맥 판막 폐쇄부전이 심해져서 대동맥 판막 치환술과 삼첨 판막 성형술을 시행하였으며 동시에 하행 대동맥 박리에 의한 혈류장애 증상이 있어서 상행 대동맥과 복부 대동맥 간의 바이패스수술을 하였다. 재수술 6번 환자는 처음 수술 당시 2등급의 대동맥 판막 폐쇄부전이 있어 대동맥 판막 재고정술을 시행하였으나 수술 20개월 후 발살바동이 확장되면서 대동맥 판막 폐쇄부전이 심해져서 복합 인조혈관(composite graft)를 이용한 Cabrol 수술을 시행하였다. 재수술 7번 환자는 첫 수술 당시 대동맥판막 치환술과 상행대동맥 치환술을 시행하였으나 베체트 병으로 인한 판막주위 누출(paravalvular leakage)로 인해서 수술 후 8개월과 15개월에 동종 이식판막을 이용한 대동맥근부 치환술을 두 차례 시행 받았다. 재수술 8번 환자는 Marfan 환자로 만성 대동맥박리증으로 대동맥근부 치환술을 시행받고 7년 후에 흉복부 대동맥류가 심해져서 흉복부대동맥 치환술을 시행 받았다.

## 고 찰

저체온 순환정지를 이용한 흉부 대동맥 수술 시 뇌보호법은 수술 후 신경학적 손상과 수술 사망률을 줄이기 위해 무엇보다도 중요하게 고려되어야 될 부분이다. 뇌보호의 방법으로는 저체온 순환정지법을 단독으로 이용하거나 저체온 순환정지법과 함께 역행성 뇌관류법이나 전방성 뇌관류법을 병행하는 방법 등이 사용되어왔다. 하지만 아직까지 ‘어느 방법이 가장 좋은 것인가’에 대한 논란의 여지는 많다.

여러 가지 뇌보호 방법들의 가장 근간이 되는 것은 저체온 순환정지법이다. 저체온 순환정지법은 순환정지 기간동안 저체온을 유지함으로써 뇌의 대사량을 최소한으로 줄여서 뇌를 보호하는 것이다. 하지만 저체온 상태에서도 뇌의 대사가 미약하지만 계속 진행되어서 순환정

지 시간이 길어질수록 뇌손상이나 사망이 발생할 가능성이 증가한다[1]. 또한 저체온 후 순환을 재개한 직후에 일시적으로 혈류량이 증가되었다가 혈관저항이 높아지면서 혈류량이 심하게 줄어드는 시기가 발생하므로 추가적인 뇌손상의 가능성이 있고 체온을 심하게 낮추는 경우에는 심폐기 가동시간의 연장, 염증반응의 활성화, 혈액응고 장애 등의 초저체온에 따른 부작용을 피할 수 없다[2,3]. 따라서 이러한 우려들로 인해서 더 나은 뇌보호 방법에 대한 많은 연구들이 진행되어왔으며 역행성 혹은 전방성 뇌관류법을 추가적으로 사용하게 되었다. 최근 Gega 등[4]의 보고에 의하면 뇌보호법으로 저체온 순환정지만을 시행한 394명을 대상으로 한 후향적 연구에서 사망률 6.3%, 뇌졸중 발생률 4.8%, 발작 발생률(seizure rate) 3.1%의 우수한 결과를 보고하면서 저체온 순환정지법만으로도 뇌보호가 충분하다도 주장하였으며 다른 추가적인 뇌관류법들이 필요가 없을 것으로 보고하였다. 이 논문은 저체온 순환정지법의 중요성을 강조함과 동시에 저체온 순환정지 시 추가적인 뇌관류의 필요성에 대한 의문을 다시 제기한 중요한 연구였지만 이 연구에서도 순환정지 시간이 40분을 초과한 환자들에서는 뇌졸중 발생이 13.1%로 증가하였으며 순환정지 시간이 길어지는 환자들에서는 여전히 추가적인 뇌보호법이 필요하다는 것을 재확인시켜주었다.

역행성 뇌관류법은 순환정지 기간 동안 뇌에 영양을 공급하여 뇌허혈에 대한 저항성을 높이고 뇌실질의 재가온(rewarming)을 방지하며 공기나 죽상경화성 찌꺼기(atheromatous debris) 및 뇌 독성 물질을 제거할 수 있다는 이론적 장점으로 인하여 1990년 이후부터 선호되어 왔다. 특히 Coselli와 LeMaire[5]은 순환정지를 이용한 479명의 대동맥 수술 환자를 대상으로 한 연구에서 역행성 뇌관류법을 이용한 군의 병원사망률은 3.4%, 뇌졸중(stroke) 발생률은 2.4%로 순환정지법만을 이용한 환자군의 병원사망률 16.9%, 뇌졸중 발생률 6.5%보다 우수한 결과를 보고하면서 순환정지 시 역행성 뇌관류법은 안전하고 이로운 방법이라고 피력하였다. 또한 Safi 등[6]도 역행성 뇌관류를 사용한 경우에 stroke 발생에 대한 예방효과가 있으며 이러한 효과는 특히 70세 이상의 고령 환자에서 두드러진다고 보고하였다. 그러나 많은 동물실험이나 임상연구에서 역행성으로는 뇌관류가 불충분하고 부행 정맥(collateral vein)을 통한 shunting 문제, 뇌관류압이 높을 경우 뇌부종의 발생 가능성 등의 문제점들이 제기[7,8]되면서 최근에는 역행성 뇌관류법 사용을 기피하

는 경향이다.

전방성 뇌관류법은 뇌관류 시간이 길어지더라도 수술 사망률을 높이지 않으면서 신경학적 손상이 적게 발생한다는 보고들[9,10]에 힘입어 최근 많이 선호되고 있는 방법이다. Di Eusanio 등[9]은 전방성 뇌관류법을 사용하여 대동맥 수술을 시행한 413명의 환자들에서 병원 사망률 9.4%, 영구적 신경학적 손상 3.7%, 일시적 신경학적 손상 5.1%의 우수한 결과를 보고하면서 전방성 뇌관류법은 믿을 만한 뇌보호 방법으로 전방성 뇌관류법을 이용한 환자들에서 병원 사망이나 신경학적 손상의 발생은 순환정지 시간의 길이와는 무관하였다고 하였다. 또한 Kazui 등[11]도 전방성 뇌관류법을 이용하여 대동맥궁 완전치환술을 시행한 472명에 대한 연구에서 병원 사망률 19.3%, 영구적 신경학적 손상 발생률 3.2%, 일시적 신경학적 손상 발생률 4.7%로 신경학적 손상 발생이 매우 적었으며 뇌관류 시간은 병원사망이나 신경학적 발생에 별다른 영향을 미치지 않았다고 보고하였다. 전방성 뇌관류법의 또다른 장점으로는 중등도 저체온 상태에서도 뇌 보호가 가능하므로 앞에서 언급된 초저체온법에 따른 여러 가지 부작용을 피할 수 있다는 점이다 [12]. 물론 전방성 뇌관류법은 대동맥궁 혈관에 죽상경화성 변화가 심한 환자에서는 오히려 뇌색전을 일으킬 위험이 있으며 수술 시야에 전방성 뇌관류를 위한 도관이 위치함으로 인해서 수술 시 방해가 되기도 한다. 또한 전방성 뇌관류량 조절이 잘못될 경우에는 오히려 뇌부종이나 뇌허혈 등의 뇌손상을 일으킬 가능성도 있으므로 각별한 주의가 필요하다.

본 연구에서의 결과를 살펴보면 수술 사망률은 1군이 4.4% (5/114)였고 2군이 3.1% (1/32)였다. 영구적 뇌손상 발생률은 1군이 5.3% (6/114)였고 2군이 3.1% (1/32)였다. 일시적 뇌손상은 1군이 1.8% (2/114)였고 2군이 9.4% (3/32)였다. 두 군의 수술 결과는 모두 양호하였으며 수술사망, 술 후 영구적 혹은 일시적 신경학적 뇌손상 발생, 술 후 출혈 및 기타 합병증 등의 측면에서 두 군간에 통계적 유의성이 있는 차이는 관찰되지 않았다. 비록 일시적 신경학적 손상은 전방성 뇌관류법을 시행한 군에서 더 많이 발생하는 경향(p-value=0.07)을 보였지만 전방성 뇌관류법 사용 군에서 고령 환자가 더 많았고 순환정지 시간이 더 길었다는 것이 결과에 영향을 미쳤을 것으로 생각된다.

본 연구에서 두 군 간의 결과에는 의미있는 차이가 비록 없었지만 주목해야 할 것은 전방성 뇌관류법을 사용

한 군에서는 고령 환자나 고혈압, 관상동맥 질환 환자가 더 많았고 수술 시 순환정지시간과 심폐기 가동시간이 훨씬 더 길었으며 대동맥궁 완전치환술을 시행한 경우가 더 많았다는 점이다. 이러한 차이는 본원에서 시행되고 있는 수술 방침에 따른 차이로 해석된다. 본원에서는 환자의 나이가 많고 관상동맥 질환 등 동맥경화가 심하게 진행된 경우에는 가급적 대퇴동맥을 피하고 액와동맥을 동맥 도관 삽입부로 이용하며 순환정지 시에는 무명동맥을 겸자하고 액와동맥 도관을 이용하여서 전방성 뇌관류를 시행한다. 또한 대동맥궁 완전치환술이 예상되거나 순환정지 시간이 길어질 것으로 예상되는 경우에는 가급적 전방성 뇌관류법은 이용하려고 하였다. 반면 역행성 뇌관류법은 순환정지 시간이 짧을 것으로 예상되거나 대동맥궁 혈관 입구부위에 동맥경화성 찌꺼기가 많아서 색전이 우려되는 경우에 사용하였다. 이러한 수술 방침으로 인해서 결과적으로 저체온 순환정지 시간이 더 길거나 더 광범위한 대동맥궁 수술에서 전방성 뇌관류법이 이용되었음에도 불구하고 대등한 결과를 보인 점을 고려할 때 전방성 뇌관류법은 역행성 뇌관류법보다는 더 안전한 방법으로 생각되며 대동맥궁을 침범하여 수술범위가 넓은 경우나 순환정지 시간이 길어질 것으로 예상되는 환자에서는 전방성 뇌관류법을 이용하는 것이 바람직할 것으로 생각된다.

지금까지 역행성 뇌관류법과 전방성 뇌관류법에 대한 비교연구들을 살펴보면, Okita 등[13]은 대동맥궁 완전치환술을 시행한 60명의 환자들을 대상으로 순환정지 시 역행성 뇌관류법과 전방성 뇌관류법을 비교한 전향적 연구에서 병원 사망률이나 영구적 뇌손상의 발생은 두 군간 비슷하였지만 역행성 뇌관류법을 이용한 군에서 일시적 뇌손상 발생률이 더 높았으며 일시적 뇌손상의 심한 정도는 순환정지 시간과 연관이 있는 것으로 보고하였다. Matalanis 등[14]도 저체온 순환정지만을 사용한 군과 역행성 뇌관류이나 전방성 뇌관류법을 사용한 세 군을 비교한 결과 수술 결과에서는 각 군 간의 차이를 발견하지 못하였으나 전방성 뇌관류법을 이용한 군에서 대동맥 궁을 포함하는 수술범위가 더 넓었으며 뇌관류 시간이 더 길었던 것으로 보고하였다. 이러한 결과들은 전방성 뇌관류법이 역행성 뇌관류법보다는 좀 더 안전하고 순환정지 시간이 길어지거나 수술 범위가 넓은 경우에도 안전하게 사용될 수 있다는 것을 직, 간접적으로 시사하며 본 연구와도 부합한다.

지금까지 대동맥 수술 후 뇌 손상에 대한 위험인자로

는 고령, 고혈압, 수술 전 새로이 발생한 신경학적 증상, 뇌 경색 기왕력, 심낭 압전 및 술 전 혈액학적 불안정 상태, 응급 수술, 뇌관류 방법 혹은 미사용, 심폐기 가동 시간, 심장 허혈 시간, 순환 정지 시간, 동반된 관상동맥 우회술, 하행 흉부 대동맥 수술 과거력 등이 보고되어 왔다[9,10,15-18]. 본 연구에서는 뇌손상에 대한 위험인자 분석에서 특별히 나타난 위험인자는 없었으며 뇌손상의 중요한 위험인자로 간주되고 있는 순환정지 시간 역시 본 연구에서는 위험인자가 아니었다. 이러한 결과는 이 연구의 대상 환자가 적을 뿐아니라 뇌손상의 발생 수가 상대적으로 적었던 것이 그 원인일 것으로 생각한다.

## 결 론

저체온 순환정지를 이용한 대동맥 수술의 조기 결과는 양호하였고 뇌관류법에 따른 차이는 관찰되지 않았다. 하지만 저체온 순환정지 시간이 더 길거나 더 광범위한 대동맥궁 수술에서 전방성 뇌관류법이 이용되었음에도 불구하고 대등한 결과를 보인 점을 고려할 때 저체온 순환정지 시간이 길어질 것으로 예상되거나 수술범위가 커질 것으로 예상되는 경우에는 순행성 뇌관류법을 사용하는 것이 바람직할 것으로 생각한다.

## 참 고 문 헌

1. Mault J, Ohtake S, Klingensmith M, Heinle J, Greeley W, Ungerleider R. *Cerebral metabolism and circulatory arrest: effects of duration and strategies for protection.* Ann Thorac Surg 1993;55:57-64.
2. Mezrow C, Midulla P, Sadeghi A, et al. *Evaluation of cerebral metabolism and quantitative electroencephalography after hypothermic circulatory arrest and low-flow cardiopulmonary bypass at different temperatures.* J Thorac Cardiovasc Surg 1994;107:1006-19.
3. Kawata H, Fackler J, Aoik M, et al. *Recovery of cerebral blood flow and energy state in piglets after hypothermic circulatory arrest versus recovery after low-flow bypass.* J Thorac Cardiovasc Surg 1993;106:671-85.
4. Gega A, Rizzo JA, Johnson MH, Tranquilli M, Farkas EA, Elefteriades JA. *Straight deep hypothermic arrest: experience in 394 patients supports its effectiveness as a sole means of brain preservation.* Ann Thorac Surg 2007;84:759-67.
5. Coselli JS, LeMaire SA. *Experience with retrograde cerebral perfusion during proximal aortic surgery in 290 patients.* J Card Surg 1997;12(2 Suppl):322-5.
6. Safi HJ, Letsou GV, Iliopoulos DC, et al. *Impact of retro-*



- grade cerebral perfusion on ascending aortic and arch aneurysm repair.* Ann Thorac Surg 1997;63:1601-7.
7. Boeckxstaens CJ, Flameng WJ. *Retrograde cerebral perfusion does not perfuse the brain in nonhuman primates.* Ann Thorac Surg 1995;60:319-28.
  8. Reich DL, Uysal S, Ergin MA, Griep RB. *Retrograde cerebral perfusion as a method of neuroprotection during thoracic aortic surgery.* Ann Thorac Surg 2001;72:1774-82.
  9. Di Eusanio M, Schepens MA, Morshuis WJ, Di Bartolomeo R, Pierangeli A, Dossche KM. *Antegrade selective cerebral perfusion during operations on the thoracic aorta: factors influencing survival and neurologic outcome in 413 patients.* J Thorac Cardiovasc Surg 2002;124:1080-6.
  10. Kazui T, Washiyama N, Muhammad BA, et al. *Total arch replacement using aortic arch branched grafts with the aid of antegrade selective cerebral perfusion.* Ann Thorac Surg 2000;70:3-9.
  11. Kazui T, Yamashita K, Washiyama N, et al. *Aortic arch replacement using selective cerebral perfusion.* Ann Thorac Surg 2007;83:s796-8.
  12. Hagl C, Khaladj N, Karck M, et al. *Hypothermic circulatory arrest during ascending and aortic arch surgery: the theoretical impact of different cerebral perfusion techniques and other methods of cerebral protection.* Eur J Cardiothorac Surg 2003;24:371-8.
  13. Okita Y, Minatoya K, Tagusari O, Ando M, Nagatsuka K, Kitamura S. *Prospective comparative study of brain protection in total arch replacement: deep hypothermic circulatory arrest with retrograde cerebral perfusion or selective antegrade cerebral perfusion.* Ann Thorac Surg 2001;72:72-9.
  14. Matalanis G, Hata M, Buxton BF. *A retrospective comparative study of deep hypothermic circulatory arrest, retrograde, and antegrade cerebral perfusion in aortic arch surgery.* Ann Thorac Cardiovasc Surg 2003;9:174-9.
  15. Di Eusanio M, Tan ME, Schepens MA, et al. *Surgery for acute type A dissection using antegrade selective cerebral perfusion: experience with 122 patients.* Ann Thorac Surg 2003;75:514-9.
  16. Sinatra R, Melina G, Pulitani I, Fiorani B, Ruvolo G, Marino B. *Emergency operation for acute type A aortic dissection: neurologic complications and early mortality.* Ann Thorac Surg 2001;71:33-8.
  17. Wong CH, Bonser RS. *Does retrograde cerebral perfusion affect risk factors for stroke and mortality after hypothermic circulatory arrest?* Ann Thorac Surg 1999;67:1900-3.
  18. Svensson LG, Crawford ES, Hess KR, et al. *Deep hypothermia with circulatory arrest. Determinants of stroke and early mortality in 656 patients.* J Thorac Cardiovasc Surg 1993;106:19-31.

=국문 초록=

배경: 뇌관류 방법은 저체온 순환정지를 이용한 흉부 대동맥 수술 시 가장 중요한 관심사이다. 이 연구는 저체온 순환정지를 이용한 흉부 대동맥 수술 시 뇌관류 방법(역행성 뇌관류법과 전방성 뇌관류법)에 따른 수술 결과를 비교하였다. 대상 및 방법: 1995년 5월부터 2007년 2월까지 저체온 순환정지를 이용한 흉부 대동맥 수술 중 역행성 뇌관류법이나 전방성 뇌관류법을 이용한 146명의 환자를 연구대상으로 후향적으로 분석하였다. 이 중 역행성 뇌관류법을 사용한 경우가 114예(1군)였으며 전방성 뇌관류법은 32예(2군)에서 사용되었다. 원인별로는 대동맥 박리증이 104명(급성 박리증 94명, 만성 박리증 10명), 대동맥류가 42명(진성 대동맥류 41명, 가성 대동맥류 1명)이었다. 수술 범위로는 대동맥궁 완전치환술 21명, 대동맥궁 부분치환술 5명, 대동맥궁 반치환술을 33명에서 시행하였으며 모든 환자에서 상행대동맥 치환술을 시행하였다. 결과: 두 군간의 수술 전 혹은 수술 특성은 대부분 비슷하였지만 2군에서는 70세 이상 고령 환자가 더 많았으며(34.4% vs. 10.5%), 관상동맥 질환이 더 많았고(18.8% vs. 4.4%), 대동맥궁 완전치환술을 더 많이 시행하였고(46.9% vs. 5.3%), 저체온 순환정지 시간이 더 길었다(50±24분 vs. 32±17분). 수술 사망률은 1군이 4.4% (5/114)였고 2군이 3.1% (1/32)였다. 영구적 뇌손상 발생률은 1군이 5.3% (6/114)였고 2군이 3.1% (1/32)였다. 일시적 뇌손상은 1군이 1.8% (2/114)였고 2군이 9.4% (3/32)였다. 수술 사망률, 수술 후 출혈 및 뇌손상(영구적 혹은 일시적) 발생률은 두 군간 통계적 유의성이 있는 차이는 보이지 않았다. 결론: 저체온 순환정지를 이용한 대동맥 수술의 조기 결과는 양호하였고 뇌관류법에 따른 차이는 관찰되지 않았다. 하지만 저체온 순환정지 시간이 더 길거나 더 광범위한 대동맥궁 수술에서 전방성 뇌관류법이 이용되었음에도 불구하고 대등한 결과를 보인 점을 고려할 때 저체온 순환정지 시간이 길어질 것으로 예상되거나 수술범위가 커질 것으로 예상되는 경우에는 전방성 뇌관류법을 사용하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

중심 단어 : 1. 대동맥, 수술  
2. 뇌관류  
3. 뇌보호  
4. 순환정지