

# 대동맥 내 풍선 차단법을 이용한 여러 가지 심장수술

최진호\* · 박포원\*\*

## Endovascular Aortic Balloon Clamping for Various Heart Disease

Jin Ho Choi, M.D.\*, Pyo Won Park, M.D.\*\*

**Background:** Conventional ascending aortic cross clamping is often limited. This study was carried out to evaluate the safety and efficacy of an endovascular aortic clamping technique with an intraaortic balloon catheter. **Material and Method:** From April 2004 to January 2007, surgery with endoaortic clamping was performed in seven patients. A retrograde access perfusion (RAP) catheter was used in six patients and a Pruitt's balloon catheter in two patients. The indication for the operation was a retrosternal pseudoaneurysm of the aortic root in six patients, diffuse calcification of the ascending aorta with aortic regurgitation in 2 patients and an atrial septal defect in one patient. Five patients had at least two prior cardiac surgeries. **Result:** Successful insertion of the catheter and endoaortic clamping was achieved in all patients. **Conclusion:** The endovascular aortic clamping technique with a balloon catheter was a useful alternative method for patients in whom conventional cardiac surgery was limited.

(Korean J Thorac Cardiovasc Surg 2008;41:61-67)

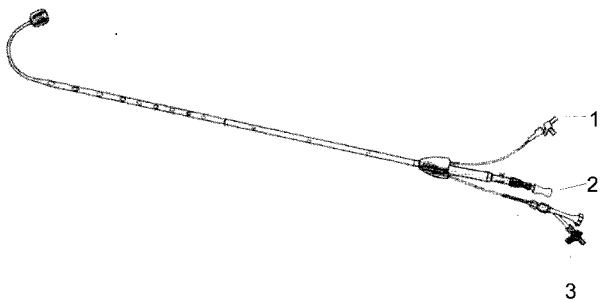
- Key words:**
1. Retrograde perfusion
  2. Cardiopulmonary bypass
  3. Aneurysm, false
  4. Minimal invasive surgery
  5. Balloon occlusion

### 서론

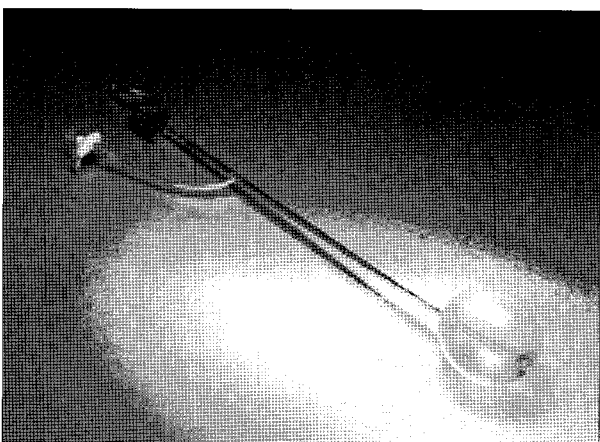
심장수술을 위한 일반적인 체외순환법은 상행 대동맥에 동맥관 삽입과, 상-하대정맥 또는 우심방에 정맥환류용 관을 삽입함으로써 시작되며, 체외순환 후 혈관검자로 대동맥을 차단한 후 심장 내 수술이 진행된다. 그러나 이와 같은 수술방법이 제한되는 경우가 있으며, 여러 가지 대안이 제시되고 있다. 재수술인 경우에는 흉골하 유착으로 인하여 흉골절개 및 박리 시 대동맥의 파열 위험이 있으며, 특히 상행대동맥에 가성 동맥류가 존재할 시

에는 파열 위험이 더 높다고 할 수 있다[1]. 상행대동맥의 광범위한 석회화를 보이는 경우에는 대동맥 교차차단 시 뇌졸중 또는 색전증의 위험도가 높으며, 대동맥 차단을 피하기 위하여 저체온하 순환정지를 이용시에는 대동맥관막 역류가 동반된 경우에는 좌심실 확장으로 인한 좌심부전이 발생할 가능성이 높아진다[2]. 또한, 미용적인 목적으로 최소절개술이 도입된 후, 최근에는 가능하면 절개범위를 줄여서 미용적인 효과를 극대화하려는 여러 가지 노력들이 시도되고 있으며, 이러한 제한된 절개창을 통해서도 대동맥 차단이 어려운 경우가 종종

\*서울대학교 의과대학 분당서울대학교병원 흉부외과  
 Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Seoul National University Bundang Hospital, Seoul National University College of Medicine  
 \*\*성균관대학교 의과대학 삼성서울병원 흉부외과학교실  
 Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Samsung Medical Center, Sungkyunkwan University School of Medicine  
 논문접수일 : 2007년 10월 29일, 심사통과일 : 2007년 11월 21일  
 책임저자 : 박포원 (135-710) 서울시 강남구 일원동 50번지, 성균관대학교 의과대학 삼성서울병원 흉부외과  
 (Tel) 02-3410-3489, (Fax) 02-3410-0089, E-mail: pwpark@smc.samsung.co.kr  
 본 논문의 저작권 및 전자매체의 지식소유권은 대한흉부외과학회에 있다.



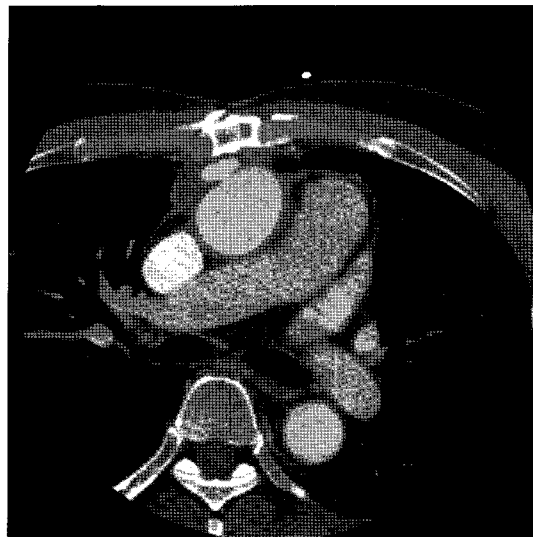
**Fig. 1.** Schematic representation of the Retrograde Access Port (RAP) catheter. 1: lumen for cardioplegia administration and venting, 2: lumen for arterial perfusion, 3: lumen for balloon inflation and monitoring balloon pressure.



**Fig. 2.** The Pruitt's aortic occlusion catheter.

있다[3].

Remote Access Perfusion (RAP) Catheter (Estech Inc, Danville, CA) (Fig. 1)는 폴리우레탄 재질의 일회용 도관으로서, 3개의 내부 도관과 원위부에 위치한 확장 가능한 폴리우레탄 풍선으로 구성되어 있다[4]. 이 도관은 대퇴동맥 또는 장골동맥을 통해 대동맥내로 삽입하여, 전신관류 및 대동맥 차단을 동시에 가능하게 하는 장치이다. 대동맥의 동맥경화성 병변이 있는 환자에게서 체외순환을 위해 대퇴동맥으로 동맥관의 삽입은 역행성 혈류로 인하여 뇌졸중의 위험도가 증가하는 문제가 있지만, 이 RAP catheter는 순행성(antegrade) 혈류를 가능하게 하여 색전증의 위험도를 감소시킨다. RAP catheter는 또한 심정지액 주입통로를 통해 심정지액 주입이 가능하며, 좌심감압을 위한 벤트(vent)로도 사용할 수 있다. Pruitt's balloon catheter (Fig. 2) (LeMaitre Inc, St. Petersburg, Florida)는 역시 풍선이 부착된 일회용 도관이나, 내부에



**Fig. 3.** The computed tomography shows retrosternal pseudoaneurysm of ascending aorta.

단일 도관으로 구성되어 있다. Pruitt's balloon catheter는 상행대동맥을 통하여 대동맥 내로 직접 삽입하여 대동맥 차단을 가능하게 해 주며, 역시 심정지액의 주입이 가능하나 체외순환시 동맥관으로 사용은 불가능하여, 추가적인 동맥관 삽입이 필요하며, RAP catheter와 같이 순행성 혈류의 공급은 불가능하다.

저자들은 RAP catheter 및 Pruitt's balloon catheter를 이용한 대동맥 내 풍선 차단법의 결과를 분석하여, 대동맥 내 풍선 차단법의 안정성 및 유용성을 알아보려고 하였다.

### 대상 및 방법

2004년 4월부터 2007년 1월까지 총 7명의 환자가 대동맥 내 풍선차단법을 이용하여 수술을 받았다. 6예에서 RAP catheter가 사용되었으며, Pruitt's balloon catheter가 2예에서 사용되었다. RAP catheter가 사용된 6예에서는 처음부터 RAP catheter가 사용되었으며, 이 중 1예에 추가적인 Pruitt's balloon catheter가 사용되었으며, 1예에서는 처음부터 Pruitt's balloon catheter만 사용되었다.

수술 적응증으로는 흉골하 대동맥근부의 가성대동맥류(Fig. 3)가 4예, 상행대동맥의 광범위한 석회화를 동반한 대동맥 판막 역류증이 2예 그리고 심방중격결손이 1예이었다(Table 1). 이 중 5예에서 2~4회의 반복된 심장수술의 병력이 있었다. 심방중격결손 수술에서는 미용적

Table 1. Patients characteristics

| Case No | Age/Sex | Diagnosis  | previous operation  | New operation   |
|---------|---------|--|---|---|
| 1       | 26/M    | retrosternal pseudoaneurysm of aortic root<br>infective endocarditis     | Bentall operation due to acute aortic dissection<br>Redo Bentall operation due to infective endocarditis  | 2 <sup>nd</sup> Redo Bentall operation with Homograft |
| 2       | 46/F    | Diffuse aortic calcification<br>severe AR                                | AVR with tissue valve   | Redo AVR,<br>Ascending aorta replacement              |
| 3       | 50/M    | Retrosternal pseudoaneurysm of aortic root                               | AVR, aortic annular reconstruction due to infective endocarditis<br>Bentall operation & MVR due to infective endocarditis permanent pacemaker insertion | Heart transplantation                                 |
| 4       | 49/M    | Retrosternal pseudoaneurysm of ascending aorta<br>Behcet disease         | Bentall operation with homograft<br>AVR & ascending aorta replacement<br>Redo Bentall operation with Stentless valved conduit<br>MIDCAB                 | Dacron patch repair                                   |
| 5       | 44/M    | retrosternal pseudoaneurysm of aortic root<br>Behcet disease             | Bentall operation with homograft & permanent pacemaker insertion<br>Redo Bentall operation  | Heart transplantation                                 |
| 6       | 33/F    | ASD  | None  | Autopericardial patch closure                         |
| 7       | 65/F    | Diffuse aortic calcification,<br>ascending aortic aneurysm,<br>severe AR | None  | AVR with tissue valve & ascending aorta replacement   |

AR=Aortic regurgitation; AVR=Aortic valve replacement; MVR=Mitral valve replacement; MIDCAB=Minimally invasive direct coronary artery bypass; ASD=Atrial septal defect.

인 목적으로 우측 소개흉술을 통해 수술이 진행되었으며, 대동맥 차단을 위한 추가적인 작업창을 피하기 위하여 RAP catheter를 사용하였다.

전 예에서 수술 전 컴퓨터 단층촬영을 통해 상행대동맥의 직경을 측정하여 풍선으로 차단가능한지 여부를 확인하였으며, 하행대동맥과 장골 및 대퇴동맥에 동맥경화성 또는 박리성 병변이 없음을 확인하였다.

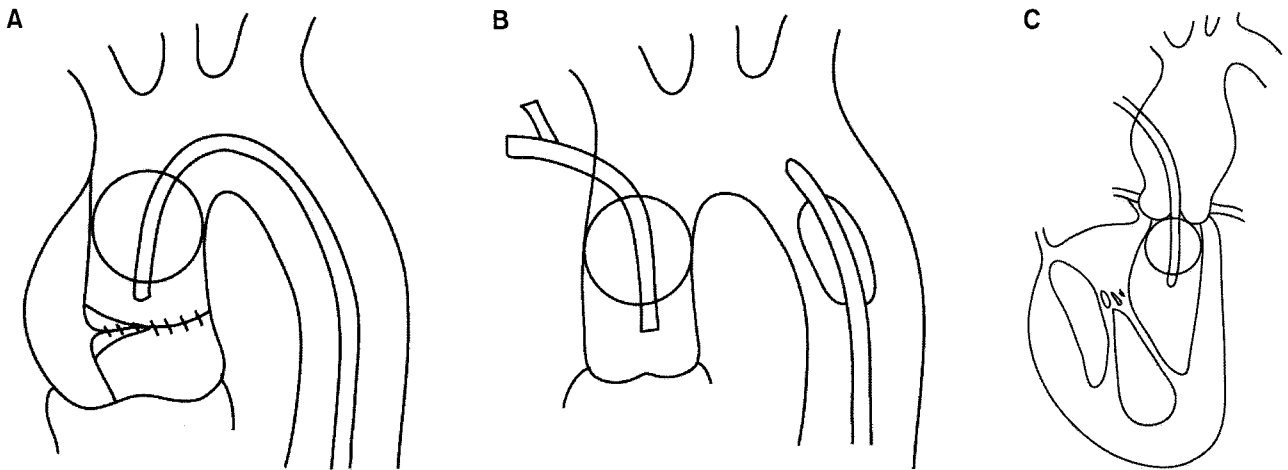
### 1) 수술방법

RAP catheter가 사용된 6예에서는 수술 중 지속적으로 양측 요골동맥압을 관찰하였으며, 경식도 초음파를 통해 도관의 위치 및 하행대동맥의 죽종(atheroma)의 존재유무를 확인하였다.

흉골하 가성대동맥류 환자에서는 흉골절개 이전에 RAP catheter와 정맥관을 삽입하여 체외순환을 미리 시작하였다. 서혜부를 종절개 또는 횡절개하여 대퇴동-정맥을 노출하였다. 헤파린 주입 후 정맥관(the DLP femoral ve-

nous cannula, Medtronic Ind, Minneapolis, MN) 및 동맥관(the RAP catheter, Estech Inc, Danville, CA)을 유도철선을 따라 셀딩거 방법(Seldinger technique)으로 삽입하였다. 경식도 초음파 감시하에 정맥관은 우심방 또는 하대정맥내에, 동맥관(the RAP catheter, Estech Inc, Danville, CA)은 상행대동맥에 첨부가 위치하도록 하였고, 풍선의 위치를 가성동맥류 부위 또는 원위부에 위치시켜 흉골절개 도중 가성대동맥류가 파열되어도 대량출혈이 발생하지 않도록 하였다(Fig. 4A). 풍선확장 시에는 양측 요골동맥압을 통해 무명동맥의 폐쇄여부를 확인하여 무명동맥의 폐쇄를 방지하였다. 풍선확장을 통한 대동맥차단 및 심정지액 주입으로 인한 심정지가 이루어진 후 흉골절개를 진행하였다.

상행대동맥의 광범위한 석회화와 대동맥 판막역류가 동반된 예에서는, 먼저 흉골절개 후, 상행 및 하행대정맥에 직접 정맥관을 삽입하였다. 풍선으로 대동맥 차단이 가능하리라 판단된 환자(case 2 in the Table 1)에서는



**Fig. 4.** Schematic diagrams of endovascular balloon positioning. (A) Positioning of the RAP catheter in patients with retrosternal pseudoaneurysm. (B) Positioning of the RAP catheter and the Pruitt's aortic occlusion catheter in patients with Porcelain aorta. After rupture of balloon of the RAP catheter, the Pruitt's aortic occlusion catheter was inserted to ascending aorta directly. (C) Positioning of the Pruitt's aortic occlusion catheter in patients with ascending aortic aneurysm.

RAP catheter를 대퇴동맥을 통해 삽입하였고, 상행대동맥에 동맥류성 변화로 인해 풍선으로 대동맥 차단이 불가능하리라 판단된 1예(case 7 in the Table 1)에서는 상행대동맥에 씌지못함 후 처음부터 Pruitt's balloon catheter를 삽입하였다. 상행대동맥의 석회화 및 대동맥 판막역류가 동반된 환자 중 RAP catheter가 사용된 예(case 2 in the Table 1)에서는 도관의 조작 중 석회화된 죽종으로 인해 풍선의 파열이 발생하였으며, 대동맥 차단을 위해 상행대동맥에 추가적으로 Pruitt's balloon catheter를 삽입한 후, RAP catheter의 침부를 하행대동맥까지 후퇴시켜 관류용 동맥관으로만 사용하였다(Fig. 4B). 상행대동맥의 전반적인 동맥류성 변화를 보인 환자(case 7 in the Table 1)에서는, 상행대동맥이 풍선의 최대크기보다 커서 풍선 차단이 불가능하였다. 이 환자에서는 Pruitt's balloon catheter의 풍선을 좌심실 내부로 삽입한 후, 풍선을 확장시켜 좌심실유출로(대동맥 판막륜부위)를 풍선으로 막아 좌심실이 확장을 방지하는 동시에 관상동맥으로의 혈류는 유지하였다(Fig. 4C). 체온을 낮춘 후 완전순환 정지하에 대동맥을 절제하여 대동맥판막 및 상행대동맥 치환술을 시행하였다. 2예에서 모두 우심방의 소절개를 통해 관상정맥동을 확인한 후, 역행성 심정지액을 주입하였다.

심방중격결손 환자의 수술 시에는 이중 기관삽관과 우측 내경정맥을 통한 상대정맥 삽관 후, 대퇴정맥을 통한 하대정맥에 정맥삽관이 이루어졌다. 4번째 늑간을 따라

우측 전흉부에 4 cm 길이의 소개흉을 통한 작업창을 만들었으며, 대동맥 차단 및 심정지액 주입을 위한 추가적인 작업창을 만들지 않도록 하기 위해 RAP catheter가 사용되었다. 심장 내 수술이 종결된 후에는 확장된 풍선을 제거한 후 도관의 심정지액 주입부를 통해 심장 내의 공기를 제거하면서 체외순환을 이탈하였다.

## 결 과

전 예에서 수술사망은 없었으며, 뇌경색이나 대동맥 박리 또는 말초혈관계 합병증 발생하지 않았다. 1예에서 표재성 창상감염이 있었으며, 그외 출혈로 인한 재수술이나 기타 합병증은 발생하지 않았다. 수술시간은 평균 420 (±124)분이었고, 체외순환시간은 평균 253 (±121)분, 대동맥 차단 시간은 136 (±82)분이었다.

전 예에서 성공적인 도관의 삽입 및 대동맥의 풍선 차단이 가능하였다. 그러나 앞에서 언급한 바와 같이, RAP catheter를 사용한 6예 중 5예에서 RAP catheter 단독으로 대동맥 차단 및 전신관류가 가능하였으며, 1예에서는 추가적인 풍선도관의 삽입이 필요하였다. 상행대동맥의 광범위한 석회화와 대동맥 판막역류가 동반된 1예(case 2 in the Table 1)에서 풍선 확장도중 풍선이 파열이 발생하여 도관(RAP catheter)을 하행대동맥으로 후퇴시킨 후 상행대동맥에 씌지못함을 한 후, 풍선도관(Pruitt's balloon catheter)을 상행대동맥에 추가적으로 삽입하여 대동맥을

차단한 후 수술을 성공적으로 진행할 수 있었다.

상행대동맥의 전반적인 동맥류성 변화를 보인 환자(case 7 in the Table 1)에서는, 풍선으로 좌심실유출로를 효과적으로 차단하여 좌심실 확장을 방지할 수 있었고, 저체온하 순환정지하에 수술을 성공적으로 진행할 수 있었다.

## 고 찰

전통적인 심장수술은 흉골절개 후, 상행 대동맥과, 상-하대정맥 또는 우심방에 체외순환용 동맥관 및 정맥관을 삽입하여 체외순환 시작 후 혈관경자로 상행대동맥을 차단하여 수술이 진행된다. 그러나 이러한 수술법이 제한되는 경우가 종종 발생하며, 이러한 제한을 극복하기 위해 여러 가지 대안이 제시되고 있다[1-5].

대동맥 근부 또는 상행대동맥을 침범한 질병의 재수술 시에는 사망률이 매우 높으며, 많은 경우에 수술 도중에 발생을 하게 된다[6,7]. 재수술로 인해 흉골절개 및 박리의 과정을 거쳐야 상행대동맥과 상-하대정맥이 노출되며, 특히 상행대동맥에 가성동맥류가 존재할 시에는 흉골절개 및 박리 시 가성동맥류의 파열로 인한 치명적인 출혈이 발생할 위험이 높다[1,5]. 이러한 문제점을 극복하기 위한 몇 가지 방법이 제시되고 있다. 우선, 출혈 및 뇌손상의 위험을 낮추기 위해 저체온하 순환정지를 이용하는 방법이다[1]. 먼저, 대퇴동-정맥을 통한 체외순환 후, 체온을 낮추면서 흉골을 절개를 시작하며, 흉골절개 및 박리도중 가성동맥류의 파열이 발생 시, 저체온하 순환정지하에서 흉골절개 및 박리를 진행하는 방법이다. 이 방법은 대량 출혈 시 뇌와 장기를 보호할 수 있는 유용한 방법이나, 대동맥 판막역류가 동반된 경우, 좌심실 확장으로 인해 좌심실 근육손상 및 좌심부전이 발생할 가능성이 높다. Mohammadi 등은 대퇴동맥과 양측 경동맥에 직접 삽관하여 체온을 덜 낮추면서, 흉골절개 도중 출혈 발생 시 전향성 뇌관류법을 동시에 시행하는 방법을 제시하였다[5]. 이 방법은 심실세동을 유발하지 않아서 경도의 대동맥 역류가 동반된 경우에도 좌심부전이 발생할 가능성이 낮고, 가성동맥류 파열 시 경동맥으로 직접 혈류공급이 가능한 장점이 있다. 하지만, 흉골박리 이전에는 좌심벤트 삽입이 불가능하여 고도의 대동맥 역류가 존재 시 역시 좌심실 근육손상의 가능성이 존재한다.

D'Attellis 등은 상행대동맥의 가성동맥류를 대동맥 내

풍선 차단법 및 저체온하 순환정지를 이용한 성공적인 수술을 처음으로 보고하였다[8]. Pettersson 등과 Maselli 등은 상행대동맥의 가성동맥류 및 대동맥 판막역류가 동반된 경우에 있어서 대동맥 내 풍선차단법 및 경피적 역행성 심정지액 주입을 이용한 수술법을 보고하였다[2,9]. 이러한 대동맥 내 풍선차단법을 이용한 수술법은 흉골절개이전 심정지 및 대동맥 차단이 가능하므로 대량의 출혈을 막을 수 있으며, 대동맥 판막역류가 동반된 경우에도 효과적인 방법이라 할 수 있다. 특히 흉골절개 이전에 미리 체온을 낮출 필요가 없으므로 수술시간이 줄어드는 장점도 있다.

상행대동맥의 광범위한 석회화를 보이는 경우에는 혈관경자로 대동맥 교차차단을 할 경우 뇌졸중 또는 색전증의 위험도가 매우 높다[10]. 대퇴동맥이나 액와동맥 삽관을 통한 체외순환 및 저체온하 순환정지법은 상행대동맥 삽관이나 대동맥 교차차단과 같은 조작을 피할 수 있는 장점이 있으나, 대동맥 판막역류가 동반된 경우에는 좌심부전이 발생할 수 있으므로 대동맥 차단이 반드시 필요하다. 대동맥 내 풍선으로 상행대동맥을 차단하는 방법은 혈관경자를 사용하지 않으므로, 상행대동맥의 석회화를 동반한 경우에도 뇌혈관으로의 색전증 발생 위험도를 높이지 않으면서 좌심실 확장을 방지하는 효과적인 방법이다.

최근에는 미용적인 목적으로 최소절개술이 도입된 후, 가능하면 절개범위를 줄여서 미용적인 효과를 극대화하려는 여러 가지 노력들이 시도되고 있다. 제한된 절개범위내에서는 대동맥 차단이 불가능한 경우가 종종 있으며, 추가적인 절개를 통해서야 대동맥 차단이 가능한 경우가 있다[4,11-13].

Remote Access Perfusion (RAP) Catheter (Estech Inc, Danville, CA)는 일회용 도관으로 대퇴동맥 또는 장골동맥을 통해 대동맥 내로 삽입하여, 대동맥 차단과 관류를 가능하게 하는 장치이다[4]. 이는 대동맥 차단 및 심정지액 주입을 위한 추가적인 절개를 피할 수 있어 미용적인 만족도를 높이는 장점 이외에도 흉골절개 이전에 대동맥 차단이 가능한 장점이 있다. 또한 RAP catheter는 순행성 혈류를 가능하게 해 주어, 일반적인 대퇴동맥을 이용한 체외순환 시 역행성 혈류로 인해 발생 가능한 뇌졸중의 위험도를 낮추는 장점이 있다. 또한 심정지액 주입과 좌심감압을 위한 벤트(vent) 사용을 가능하게 한다. 수술 중 뇌허혈을 예방하기 위하여 도관의 첨부에 위치한 풍선이 무명동맥 하방의 상행대동맥에 위치하도록 해야

하며, 대부분 수술 중 경식도 초음파가 이용된다. 또한 방사선 투시조영(fluoroscopy, C-arm)하에 조영제를 이용한 풍선확장법이나 양측 요골 동맥의 혈압의 변화를 통해 위치를 확인하는 방법 역시 유용한 방법이다[2].

RAP catheter의 단점으로는, 우선 도관의 직경이 21Fr로 비교적 크다. 대부분의 환자에서 대퇴동맥을 통해서 삽입이 가능하지만, 대퇴동맥의 크기가 작을 경우 장골동맥으로 직접 삽입이 필요한 경우도 있다. 또한 첨부에 위치한 풍선의 크기가 제한되어 있어 상행대동맥의 직경이 큰 경우에는 풍선을 이용한 대동맥 차단이 불가능하며, 대동맥 내 조작 도중 풍선파열의 가능성이 존재한다[2]. 풍선의 파열 시에는 증례 2 (case 2 in Table 1)와 같이 Pruitt's balloon catheter나 Foley catheter와 같은 풍선도관을 추가적으로 상행대동맥으로 직접 삽입하여 풍선을 확장함으로써 대동맥 차단이 가능하였다. 상행대동맥의 직경이 큰 경우에는 상행대동맥을 풍선으로 직접 차단이 불가능하며, 이러한 경우에는 풍선을 좌심실 내로 삽입한 후 풍선을 확장시켜 풍선이 좌심실 유출로를 차단하는 방법이 있다. 풍선으로 좌심실 유출로를 막아서 좌심실 확장을 방지하도록 하는 동시에 관상동맥으로는 지속적으로 관류가 유지되도록 하여 심근을 보호하며, 저체온하 순환정지하에 대동맥을 절제하여 인조혈관으로 치환하므로 뇌졸중 및 색전증을 예방할 수 있다. 이때에는 풍선이 관상동맥 입구를 막지 않고, 관상동맥으로는 지속적으로 관류가 되는지 경식도초음파로 확인하는 것이 중요하다. 또한 좌심벤트를 미리 삽입하는 것이 좌심실 확장을 방지하는데 도움이 된다.

## 결론

결론적으로 대동맥 내 풍선을 이용한 대동맥차단법은 통상적인 대동맥 차단이 곤란한 경우에 있어서 유용하며, 비교적 안전하게 사용할 수 있는 방법이라고 할 수 있다.

## 참고 문헌

1. Dumont E, Carrier M, Cartier R, et al. *Repair of aortic false aneurysm using deep hypothermia and circulatory arrest.* Ann Thorac Surg 2004;78:117-21.
2. Maselli D, Santise G, Montalto A, Musumeci F. *Endovascular aortic clamping for pseudoaneurysms of the aortic root with aortic regurgitation.* Ann Thorac Surg 2005;80:1303-8.
3. Steven JH, Burdon TA, Peters WS, et al. *Port-access coronary artery bypass grafting: a proposed surgical method.* J Thorac Cardiovasc Surg 1996;111:567-73.
4. Van Nooten GJ. *Multicenter experience with the remote access perfusion (RAP) catheter.* Ann Thorac Surg 2001;72: S1065-8.
5. Mohammadi S, Bonnet N, Leprince P, et al. *Reoperation for false aneurysm of the ascending aorta after its prosthetic replacement: surgical strategy.* Ann Thorac Surg 2005;79:147-52.
6. Dougenis D, Daily BB, Kouchoukos NT. *Reoperations on the aortic root and ascending aorta.* Ann Thorac Surg 1997;64:986-92.
7. Kirsch EWM, Radu NC, Mekontso-Dessap A, Hillion ML, Loisanse D. *Aortic root replacement after previous surgical intervention on the aortic valve, aortic root, or ascending aorta.* J Thorac Cardiovasc Surg 2006;131:601-8.
8. D'Attellis N, Diemont F, Julia P, Cardon C, Fabiani JN. *Management of pseudoaneurysm of the ascending aorta performed under circulatory arrest by port-access.* Ann Thorac Surg 2001;71:1010-1.
9. Petterson G, Nores M, Gillinov AM. *Transfemoral control of ruptured aortic pseudoaneurysm at aortic root reoperation.* Ann Thorac Surg 2004;77:311-2.
10. Girardi LN, Krieger KH, Mack CA, Isom OW. *No-clamp technique for valve repair or replacement in patients with a porcelain aorta.* Ann Thorac Surg 2005;80:1688-92.
11. Argenziano M, Oz MC, Kohmoto T, et al. *Totally Endoscopic atrial septal defect repair with robotic assistance.* Circulation 2003;108:191-4.
12. Casselman FP, Dom H, De Bruyene B, Vermeulen Y, Vanermen H. *Thoracoscopic ASD closure is a reliable supplement for percutaneous treatment.* Heart 2005;91:791-4.
13. Torracca L, Ismeno G, Alfieri O. *Totally endoscopic computer-enhanced atrial septal defect closure in six patients.* Ann Thorac Surg 2001;72:1354-7.

=국문 초록=

배경: 여러 가지 원인에 의해서 일반적인 상행대동맥 차단법을 이용한 수술이 제한되는 경우가 있다. 본 연구는 대동맥 내 풍선카테터를 이용하여 대동맥 내 차단법을 이용한 수술의 효용성 및 안전성에 대해 알아보려고 하였다. 대상 및 방법: 2004년 4월부터 2007년 1월까지 총 7명의 환자에서 대동맥 내 차단법을 이용한 수술을 시행하였다. 6예에서 RAP catheter를 사용하였고, 2예에서 Pruitt's balloon catheter를 사용하였다. 원인 질환으로는 흉골하 대동맥 근부의 가성대동맥류가 4예, 상행대동맥의 광범위한 석회화를 동반한 대동맥 판막 역류증이 2예, 심방중격결손이 1예이었다. 5예에서 이전에 1회 이상의 심장수술을 받은 과거력이 있었다. 결과: 전 예에서 성공적인 도관의 삽입 및 대동맥 차단이 이루어졌다. 1예에서 RAP catheter의 풍선이 파열되어, 상행대동맥 내 풍선도관을 추가적으로 삽입하여 대동맥 차단을 하였다. 수술사망은 없었으며, 대동맥 박리, 뇌졸중이나 혈관계 합병증은 없었다. 결론: 대동맥 내 풍선을 이용한 대동맥 차단법은 전통적인 수술방법으로 접근하기 어려운 질환에서 유용한 대안으로 이용될 수 있다고 생각된다.

- 중심 단어 : 1. 역행성 관류  
2. 체외순환  
3. 가성 동맥류  
4. 최소절개술  
5. 풍선차단