

## 개심술 후 발생한 우심실부전 환자에서 대동맥 내 풍선펌프를 이용한 치료경험

- 증례보고 -

연세대학교 의과대학 <sup>1</sup>마취통증의학교실 및 <sup>2</sup>마취통증의학연구소

최승호<sup>1</sup> · 나성원<sup>1</sup> · 오영준<sup>1,2</sup> · 심재광<sup>1</sup> · 정형준<sup>1</sup> · 곽영란<sup>1,2</sup>

### Use of Intraaortic Balloon Pump in a Patient with Right Ventricular Failure after Cardiac Surgery - A case report -

Seung Ho Choi, M.D.<sup>1</sup>, Sungwon Na, M.D.<sup>1</sup>, Young Joon Oh, M.D.<sup>1,2</sup>, Jae Kwang Shim, M.D.<sup>1</sup>, Hyeong Jun Jeong, M.D.<sup>1</sup>, and Young Lan Kwak, M.D.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Department of Anesthesiology and Pain Medicine, <sup>2</sup>Anesthesia and Pain Research Institute, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

The intraaortic balloon pump (IABP) is the most effective and widely used device for temporary mechanical assistance of left heart. Considering left and right ventricular (RV) interdependence, IABP may also alleviate predominantly RV dysfunction following cardiac surgery. This is the case of a 61-year-old female patient who had experienced RV failure after cardiac surgery. After tricuspid valve replacement, preexisting RV failure was progressively aggravated and systemic blood pressure could not be maintained in spite of aggressive pharmacological support on second postoperative day. Thus, mechanical support with IABP was considered to increase coronary perfusion pressure in this case. IABP dramatically improved hemodynamics and cardiac function. It was removed on fifth postoperative day and she has remained well. In conclusion, IABP could play a role in RV failure following cardiac surgery and timely treatment of the heart failure with mechanical circulatory assistance would prevent further complications. (**Korean J Anesthesiol 2006; 50: 596~9**)

**Key Words:** cardiac surgery, intraaortic balloon pump, right ventricular failure.

대동맥내 풍선펌프(intraaortic balloon pump, IABP)는 가장 널리 사용되고 있는 순환 보조장치로 좌심실 이완기에 대동맥 내에 삽입된 풍선이 팽창하여 관상동맥의 관류압을 증가시키고 수축기 초기에 풍선이 수축하여 심장의 후부하를 감소시킴으로써, 심장의 작업수행능력(cardiac performance)을 향상시키고 혈액학을 안정적으로 유지할 수 있도록 도움을 준다.<sup>1)</sup> IABP의 적응증은 심인성 속, 개심술 전의 보조요법, 심폐우회로(cardiopulmonary bypass)로부터의 이탈(weaning) 실패, 불안정 협심증 등으로 좌심실 기능이 저하된 환자에서 약물요법만으로는 안정적인 혈액학을 유지하기 어려운 경우에 사용이 권장되고 있다.<sup>1)</sup> IABP는 좌심실부전

치료를 위하여 고안되었지만 관상동맥관류압을 증가시키기 때문에 이론적으로는 우심실부전 치료 및 우심실부전으로 인해 좌심실부전이 초래되는 것을 예방하는데도 도움이 될 수 있다. 그러나 우심실부전 환자에서의 IABP 사용에 대해서는 알려진 바가 거의 없으며, 이를 이용한 우심실 부전의 치료 예도 국내에서는 보고된 바 없었다. 이에 저자들은 개심술 후 우심실부전에 빠진 환자에서 IABP를 이용하여 뚜렷한 치료 효과를 경험하였기에 이를 문헌 고찰과 함께 보고하는 바이다.

### 증 례

신장 149 cm, 체중 56 kg인 61세 여자 환자가 교착성심낭염(constrictive pericarditis)과 삼첨판역류(tricuspid regurgitation)로 심장막절제술과 삼첨판윤성형술(tricuspid valve annuloplasty)을 위해 내원하였다. 환자는 과거력상 25년 전 좌측

논문접수일 : 2005년 12월 28일  
책임저자 : 곽영란, 서울시 서대문구 신촌동 134  
연세의료원 마취통증의학과, 우편번호: 120-752  
Tel: 02-2228-8513, Fax: 02-364-2951  
E-mail: ylkwak@yumc.yonsei.ac.kr

**Fig. 1.** Transesophageal echocardiography performed after tricuspid annuloplasty demonstrates remaining tricuspid regurgitation.

유방암으로 유방절제술과 방사선치료를 받았고 6년 전 관상동맥질환으로 관상동맥확장술과 스텐트설치술을 시행받았다. 내원 당시 시행한 흉부방사선 검사 상 심장비대 소견을, 심전도에서 분당 86회의 심방조동과 우각차단 소견을 보였으며 심초음파 검사에서 삼첨판역류(grade IV) 소견을 보였고 좌심실박출계수는 61%였다. 관상동맥조영술에서 이전에 삽입한 스텐트에 좁아진 소견은 보이지 않았으며 혈액 검사, 활력 징후 등은 정상이었다.

수술당일 마취전처치는 하지 않았다. 수술실 도착 후 심전도를 부착하여 II와 V<sub>5</sub> 유도를 지속적으로 감시하였으며 20 gauge 카테터를 요골동맥에 삽입하여 혈압을 지속적으로 감시하였다. 우측 내경정맥을 통해 중심정맥카테터를 삽입하여 중심정맥압을 지속적으로 감시하였고 삼첨판막대치술을 시행할 가능성이 있어서 폐동맥카테터를 삽입하지 않았다.

마취유도 전 혈압은 130/85 mmHg였고 심박수는 분당 90회의 심방조동 리듬이었다. Sufentanil 50µg과 midazolam 2.5 mg 및 rocuronium 50 mg으로 마취유도 후 sufentanil 지속정주(0.5-1.5µg/kg/hr)와 저농도의 sevoflurane (0.6-2.0 vol%)으로 마취를 유지하였다. 마취유도 후 혈압은 105/60 mmHg, 심박수는 분당 90회, 중심정맥압은 21 mmHg이었다. 마취유도 후 경식도심초음파 소식자를 삽입하여, 심한 삼첨판역류 소견과 우심실의 수축력이 감소된 소견을 확인하였으며, 좌심실의 수축력과 전부하는 정상 범주에 있음을 확인하였다. 흉곽절개 후 먼저 심장막절제술을 시행하였고 심폐우회로 하에 삼첨판윤성형술을 시행하였다. 대동맥교차차단(aortic cross clamp) 34분 후 대동맥차단을 풀고 심장을 박출시키면서 경식도심초음파로 관찰한 결과 grade II-III 정도의 삼첨판역류가 여전히 존재하며(Fig. 1) 우심실 수축력이 현저히 감소되어 있음을 알 수 있었다. 우심실 수축력을 증가시키기 위하여 milrinone을 2.5 mg 정주한 후 0.3µg/kg/min의 속도로 지속정주하면서 우심실 기능의 변화 추이를 지켜보았지만

상태가 호전되지 않아 삼첨판막대치술을 시행하기로 하였다. 다시 심폐우회로를 이용하여 삼첨판막대치술을 시행 후 관찰한 경식도심초음파 상 삼첨판역류는 미미하게(trivial) 남아있으나 우심실 수축력은 여전히 저하되어 있었다. Milrinone 및 epinephrine (0.03µg/kg/min)을 지속정주하면서 우심실 기능이 호전되기를 30여 분 가까이 기다린 결과 경식도심초음파 상 우심실의 수축기능이 향상되었고 혈압 95/65 mmHg, 맥박 95회/분 및 중심정맥압 13 mmHg으로 혈액역학적으로 안정된 소견을 보여 심폐우회로를 종료하였다. 총 심폐우회로 사용 시간은 2시간 29분, 수술 시간은 4시간 55분이었으며 수술 종료 후 환자를 중환자실로 옮겼다.

수술 다음날 환자가 기관내삽관이 되어 있는 상태에서 갑자기 혈압이 80/50 mmHg으로 감소하면서 중심정맥압이 25 mmHg 이상으로 상승하였으며 이때 시행한 경식도심초음파에서 심장압전(cardiac tamponade) 소견이 보여 응급 혈종제거술을 위해 환자를 수술실로 옮겼다. 마취 유도 후 심낭을 절개하자 500 ml 이상의 혈액이 심낭 내에서 흡인기를 통해 배출되었고 이때 혈압은 70/35 mmHg, 맥박은 90회/분이었으며 중심정맥압은 20 mmHg이었다. 즉시 수액과 혈액을 빠르게 투여하면서 두부하강 체위를 시행하고 0.05-0.1µg/kg/min의 norepinephrine을 지속정주하였으나 혈압이 상승하지 않아서 0.08 unit/min의 vasopressin 지속정주를 시작하였다. 수술 종료 후에도 혈압은 80/40 mmHg이고, 중심정맥압은 25 mmHg이었으며 이때 시행한 동맥혈가스검사서 pH 7.258, HCO<sub>3</sub> 15.3 mM로 대사성산증 소견을 보이면서 경식도심초음파에서 우심실의 수축력이 매우 감소되어 있어 우심실부전에 의한 순환장애로 환자의 상태를 진단하였다. 이에 약물치료만으로는 혈액역학을 유지하기가 어렵다고 생각되어 기계적순환보조장치를 사용하기로 하였다. 환자가 출혈경향을 보이고 있어 우심실보조기구를 삽입하는 것은 무리라고 판단하였으며 우선 IABP를 삽입하여 혈압을 증가시킨 후 기다려 보기로 하였다. 경식도심초음파에서 대동맥의 죽상(atheroma)이나 대동맥판막역류는 없었고, IABP는 우측 대퇴동맥을 통하여 삽입하였다. 풍선의 위치는 경식도심초음파로 확인하여 조절하였으며 동맥혈압파형에 맞추어 1:1로 순환보조를 시작하였다. IABP 삽입 10분 후 환자의 혈압이 100/65 mmHg으로 상승하고, 맥박은 85회/분으로, 중심정맥압은 18 mmHg로 호전되는 양상을 보였으며 이때 시행한 동맥혈가스검사 결과는 pH 7.292, HCO<sub>3</sub> 16.1 mM로 호전되는 소견 보여 중환자실로 이동하였다. 중환자실에서 vasopressin의 점적주입속도를 점차 감소하여 IABP 삽입 2일째에 vasopressin을 중단하였으며 norepinephrine의 주입량도 0.02µg/kg/min로 줄일 수 있었다. IABP 삽입 3일 후 시행한 심초음파 검사상 우심실압 30 mmHg, 좌심실박출계수는 50%였고 우심실과 좌심실 수축력이 많이 호전된 양상을

보였고, 혈압 138/67 mmHg, 중심정맥압 12 mmHg로 활력 징후가 안정된 양상을 보이면서 동맥혈가스검사에서 pH 7.473, HCO<sub>3</sub> 24.3 mM로 대사성산증 소견도 소실되어 순환 보조비를 점차 낮추었으며 IABP삽입 5일째 환자는 IABP에서 이탈하였다. 이후 수술 후 10일째에 시행한 경식도심초음파에서 우심실기능이 더욱 호전되었음을 알 수 있었다. 그러나 환자는 호흡계 합병증으로 호흡계로부터의 이탈을 반복하였으며 수술 3주 후 기관절개술을 시행하였으며 혈액학은 계속 안정적으로 유지되었다. 이후 수술 후 65일째에 호흡계로부터 완전히 이탈하였으며 현재 별다른 합병증은 없으나 흡인성폐렴의 위험 때문에 중환자실에서 관찰치료 중이다.

## 고 찰

본 증례는 교착성심낭염과 삼첨판역류로 심장막절제술과 삼첨판막대치술을 시행받은 후 심장압전과 저혈압으로 악화된 우심실부전이 약물치료에 반응하지 않을 때 대동맥내 풍선펌프를 이용한 순환보조를 이용하여 치료함으로써 환자 상태가 악화되는 것을 막을 수 있었던 증례이다.

Mouloupoulos 등에<sup>2)</sup> 의해 counterpulsation의 개념이 도입된 이래 현재까지 IABP는 주로 저심박출증후군이 있는 환자에서 좌심실보조를 위해 사용되었으며, 고위험군 환자에서 수술 전 순환장애 예방을 위하여 사용하거나 급성 심근경색증 환자의 혈전용해술 후에 순환보조장치로 사용하는 등에 이르기까지 광범위하게 사용되는 순환보조장치이다.<sup>1)</sup> IABP는 수축기에 하행대동맥 내에 삽입된 풍선을 수축시켜 심장의 후부하를 감소시키고 이완기에는 풍선을 확장하여 이완기압을 증가시킴으로써 관상동맥혈류를 개선시키는 효과가 있다.<sup>3)</sup> 결과적으로 IABP의 사용은 관상동맥관류압 및 평균혈압을 증가시키고 좌심실충만압을 감소시켜 심장의 작업수행능력을 향상시키고 혈액학을 안정적으로 유지하는데 도움을 준다. 최근에는 심폐우회로를 사용하지 않는 관상동맥우회술(off pump coronary artery bypass graft surgery, OPCAB)을 시행할 때 심장 후방의 혈관봉합 시술 시 나타나는 저혈압과 저심박출량 상태를 완화시키기 위해 IABP를 수술 전에 삽입하는 등 IABP의 사용 영역이 확대되고 있다.<sup>4)</sup>

우심실부전은 심장 수술 후 발생할 수 있는 중요한 합병증의 하나로 경미한 가역적 허혈성 기능이상부터 심인성 속까지 다양한 임상 증상을 나타내며 심장 수술 후 이환율 및 사망률과 밀접한 관련을 지니고 있다.<sup>5)</sup> Davila-Roman 등은<sup>6)</sup> 수술 후 저심박출증후군(low-output syndrome)을 나타낸 환자의 23%에서 우심실부전이 있었으며 우심실부전이 심장 수술 후 저심박출증후군의 중요한 인자라고 제시하였다. 우심실과 좌심실은 해부학적으로나 생리학적으로 밀접하게

연결되어 있다. 두 심실은 동일 심실중격을 가지면서 근섬유를 공유하므로 한쪽 심실중격에 압력이 가해지게 되면 반대쪽 심실의 압력에 영향을 미친다. 따라서 우심실부전으로 이완기말 우심실용적이 증가하면 심실중격이 좌심실쪽으로 이동하여 좌심실용적과 유순도가 감소되고 좌심실기능이 저하되어 심박출량이 감소한다.<sup>7,8)</sup>

심장 수술 후 발생하는 우심실부전의 원인은 확실치 않으나 수술 중 심실 보존이 제대로 되지 못한 것이 중요한 원인으로 생각되고 있다.<sup>9)</sup> 본 증례에서는 만성 삼첨판역류로 인해 수술 전 환자의 우심실기능이 많이 저하되어 있었으며, 심폐우회로를 이용한 삼첨판막대치술로 우심실기능에 손상을 입은 상태에서 수술 후 심장압전과 저혈압으로 우심실 관상동맥관류에 심각한 장애가 초래되면서 결국 우심실부전에 빠진 것으로 생각된다. 수술 후 우심실부전은 다양한 원인에 의해 유발되지만 이의 치료는 비슷한데, 이는 관상동맥관류압을 유지하면서 우심실의 후부하를 감소시키고 전부하를 적절히 유지하여 우심실과 좌심실수축력과 작업수행능력을 보존하는 것이다.<sup>5,8)</sup> 그 중에서도 우심실부전 환자에서 우심실기능을 최대한 회복시키기 위해서는 우심실로의 적절한 관상동맥혈류를 유지시키는 것이 일차적인데, 이는 좌심실의 작업량과 혈압을 가능한 최대한으로 유지하여야 한다.<sup>8)</sup> 특히 우심실부전의 경우 적절한 우심실의 박출은 좌심실에서의 충분한 압력 발생에 의존한다.

Nordhaug 등은<sup>10)</sup> 돼지에서 급성 허혈성 우심실부전 모델에서 IABP가 좌심실과 우심실기능에 직접적인 영향을 미치지 않는으나 혈압과 심박출량을 증가시키고 폐혈관저항을 감소시켜 우심실의 작업효율을 개선시켰다고 보고하였는데, 이 외에도 IABP가 우심실의 압력과부하 모델에서 우심실기능을 향상시켰다는 보고도 있다.<sup>11)</sup> Arafa 등은<sup>12)</sup> IABP가 심장이식 수술 후 종종 발생하는 우심실의 후부하 증가가 동반된 우심실부전에서 효과적이었다고 보고하였다. 이를 종합해 볼 때 IABP의 사용은 혈압과 심박출량 증가로 인한 관상동맥혈류의 개선 효과 및 심박출량 증가에 따른 폐혈관저항 감소로 우심실의 후부하가 감소되는 효과를 통해 우심실부전 치료에 도움을 준다고 생각된다.

본 증례의 환자는 수술 전 이미 심한 삼첨판역류로 우심실용적이 증가되어 있었고, 수축기능이 감소되어 있어 수술 후 우심실부전의 발생이 우려되었던 환자였다. 수술 직후 심폐우회로부터 어렵게 이탈할 수 있었으나 중환자실에서 출혈과 심장압전으로 저혈압이 발생하면서 중심정맥압이 상승하고 경식도심초음파에서 우심실기능이 더욱 감소되어 적극적인 우심실기능 보조가 필요하다고 생각되었다. 이를 위해 우심실 수축보조기능과 후부하 감소기능을 갖고 있는 milrinone을 투여하고 있었으나 동맥혈가스검사 상 대사성산증 소견이 있는 것으로 미루어 심박출량이 감소되어

있다고 판단되었으며, 고용량의 말초혈관수축제를 투여함에도 불구하고 전신혈압을 유지할 수 없었다. 이에 저자들은 본 환자에서 혈압을 증가시키고 심박출량을 증가시킬 수 있는 최소한의 침습적인 기계적순환보조장치로 IABP를 생각하였기에 이를 삽입하였다. IABP 삽입 후 일차적으로 환자의 혈압이 증가하였으며, 그 결과 말초혈관수축제의 사용량을 권장범위 내로 감소시킬 수 있었다. 말초혈관수축제의 사용량이 감소하면서 동맥혈가스분석 결과에서 관찰되던 대사성산증 소견이 개선되었다. 이후 중심정맥압이 감소하기 시작하였는데 중심정맥압의 감소는 우심실기능이 호전되는 것을 반영하는 매우 중요한 지표이다.<sup>9)</sup> 경식도심초음파 상에서의 우심실 수축기능과 용적 또한 IABP 삽입 후 개선되었다. IABP 삽입 5일만에 환자의 우심실기능은 거의 정상으로 향상되었으며 혈압과 중심정맥압 또한 정상범주 내로 회복되었다.

본 환자에서와 같이 수술 전 삼첨판역류로 이미 우심실기능이 저하되어 있는 환자에서 삼첨판막대치술을 시행받은 후 발생한 우심실부전은 치료가 어려우며, 이로 인한 지속적인 저혈압과 저관류는 좌심실 기능부전과 다발성 장기부전 등의 치명적인 결과를 초래할 수 있다.<sup>9)</sup> 따라서 적절한 약물 및 기계적순환보조는 환자의 예후를 결정하는데 매우 중요하며, 저자들은 본 환자에서 IABP를 사용하여 효과적인 우심실부전 치료를 할 수 있었으며 이는 좌심실부전뿐만 아니라 우심실부전의 치료에도 IABP의 사용이 도움이 될 수 있음을 보여주는 증례라고 생각한다.

결론적으로 저자들은 심장수술 후 우심실부전이 악화되어 약물치료에 반응하지 않는 환자에서 IABP를 삽입하여 효과적인 치료를 할 수 있었던 바, 수술 후 우심실부전이 발생한 경우 이의 기전을 정확히 이해하고 진단하여 적절한 시기에 IABP와 같은 기계적순환보조장치를 사용한다면 환자의 생존율을 높이는데 도움을 될 것으로 생각되어 본 증례를 보고하는 바이다.

## 참 고 문 헌

1. Papaioannou TG, Stefanadis C: Basic principles of the intra-

aortic balloon pump and mechanisms affecting its performance. *ASAIO J* 2005; 51: 296-300.

2. Mouloupoulos SD, Topaz SR, Kolff WJ: Diastolic balloon pumping in aorta: mechanical assistance to failing circulation. *Am Heart J* 1962; 63: 669-73.

3. Kim KM, Kim HS, Oh TH: Hemodynamic effects of intra-aortic balloon pump. *Korean J Anesthesiol* 1988; 21: 361-71.

4. Craver JM, Murrah P: Elective intraaortic balloon counterpulsation for high-risk off-pump coronary artery bypass operation. *Ann Thorac Surg* 2001; 71: 1220-3.

5. Vlahakes GJ: Right ventricular failure following cardiac surgery. *Coron Artery Dis* 2005; 16: 27-30.

6. Davila-Roman VG, Waggoner AD, Hopkins WE, Barzilai B: Right ventricular dysfunction in low output syndrome after cardiac operations: assessment by transesophageal echocardiography. *Ann Thorac Surg* 1995; 60: 1081-6.

7. Pavie A, Leger P: Physiology of univentricular versus biventricular support. *Ann Thorac Surg* 1996; 61: 347-9.

8. Mebazaa A, Karpati P, Renaud E, Algotsson L: Acute right ventricular failure-from pathophysiology to new treatments. *Intensive Care Med* 2004; 30: 185-96.

9. Moazami N, Pasque MK, Moon MR, Herren RL, Bailey MS, Lawton JS, et al: Mechanical support for isolated right ventricular failure in patients after cardiomy. *J Heart Lung Transplant* 2004; 23: 1371-5.

10. Nordhaug D, Steensrud T, Muller S, Husnes KV, Myrmet T: Intraaortic balloon pumping improves hemodynamics and right ventricular efficiency in acute ischemic right ventricular failure. *Ann Thorac Surg* 2004; 78: 1426-32.

11. Darrach WC, Sharpe MD, Guiraudon GM, Neal A: Intraaortic balloon counterpulsation improves right ventricular failure resulting from pressure overload. *Ann Thorac Surg* 1997; 64: 1718-23.

12. Arafa OE, Geiran OR, Anderson K, Fosse E, Simonsen S, Svennevig JL: Intraaortic balloon pumping for predominantly right ventricular failure after heart transplantation. *Ann Thorac Surg* 2000; 70: 1587-93.