가변성 폐동맥 협착기구의 실험적 연구

홍유선* · 박영환*

=Abstract=

Experimental Study of Adjustable Pulmonary Artery Banding Device

Yoo Sun Hong, M.D.*, Young Hwan Park, M.D.*,

We developed a subcutaneously adjustable new pulmonary artery banding device which can be easily tightened or released in patients with unstable postoperative hemodynamics. The banding device consists of stainless spring which is enveloped with PTFE, and polyvinyl catheter(5F). And the adjuster consists of another polyvinyl tube with forming cap. We mark transluscent polyvinyl tube 1mm each in length. 6 dogs weighing 15 to 25 kg underwent banding of descending thoracic aorta with the device. At postoperative 1 and 2 day, the device was effectively banded and released. Even 3 months later, we noted effective banding with some degree of vessel injury. The preliminary animal study suggests that this new device may be applicable in patient with excessive pulmonary blood flow.

(Korean J Thorac Cardiovasc Surg 1997:30:747-51)

Key words: 1. Banding
2. Prosthesis

서 론

폐동맥협착술은 점차적으로 줄어들고 있는 고식적 수술이나 1차로 완전교정을 시행할수 없는 복잡심장기형이나 심폐기의 사용등으로 대수술에 견디기 어려운 경우에 아직도 시행을 하고 있다. 그러나 좌-우 단락에 의해 시행하는 환아를 제외하고 청색증을 보이는 환아에서는 폐동맥교약에 의해 산소포화도가 수술전보다 더욱 낮아지게 되므로 활력증후의 변화가 심하며 우심실의 부전 등의 위험성이 증가되어 높은 사망을 보인다[1]. 그러므로 수술후에 변화하는 혈역학에 대처하기 위하여 흉부를 완전히 열지않고 조절할수 있는 여러 기구들이 개발되어 있다.

본 연구소에서는 쉽게 피하에서 조절이 가능하고 간단한 형태의 폐동맥 협착기구를 고안하였으며 그 유용성을 보고자 한다.

대상 및 방법

Stainless steel wire를 이용하여 지름 1.7 mm의 스프링을 만든후 3 mm PTFE관 안에 넣고 이 스프링 내부로 snare할 수 있게 stainless steel wire를 통과시켰으며 이 wire는 5Fr polyvinyl 카테타를 통하여 피하조직에서 조정을 할 수 있게 고안하였다. 스프링의 장력을 이용하여 교약된 기구가 쉽게 이완이 될수 있게 하였고 PTFE는 스프링에 의한 혈관벽의 손상을 최소화 하기 위하여 사용되었다. 교약의 조정은 피하조직에 위치하는 카테타의 끝에 cap을 덮는 형식을 취하

* 연세대학교 심장혈관센타 심장혈관외과 연세대학교 의과대학 심장혈관연구소
* Division of Cardiovascular Surgery, Yonsei Cardiovascular Center Yonsei University College of Medicine
† 본 논문은 1995년 연세대학교 학술연구비의 보조로 이루어졌음.
논문접수일 : 96년 7월 5일 심사통과일 : 96년 11월 25일 통과
책임저자 : 홍유선, (120-752) 서울시 서대문구 신촌동 134번지, 연세대학교 의과대학 심장혈관연구소, Tel. (02)361-7283, Fax : (02)393-2041

대흉외지
1997;30:47-51

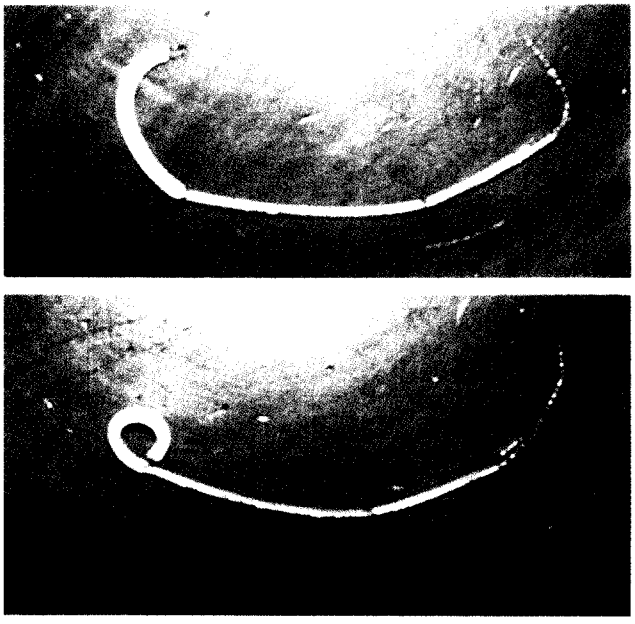

Fig. 1. The adjustable pulmonary artery banding device

였으며 교약의 정도는 직접압력을 측정함으로써 그 정도를 판단하였다(Fig 1).

6마리의 잡종견을 이용하여 실험을 하였다. 실험 전날 자정부터 금식을 시킨후 pentobarbital 20 mg/kg로 정맥주사를 한후 기관삽관을 시행하였다. 앙와위 체위에서 좌측 늑간을 열고 하행흉부 대동맥을 노출하였다. 폐동맥 협착기를 신동맥하 하행흉부 대동맥에 장착시킨 후 기구 상하 부위에서 직접 압력을 측정하여 압력차가 40~50 mmHg정도 나게 협착을 시행후 협착기의 끝부위를 피하에 위치시킨후 흉부를 봉합하였다(Fig 2). 수술1과 2일째 기관지삽관은 시행하지 않은 상태로 마취후 대퇴동맥을 노출후 혈관도자 카테타를 삽입하여 협착부위의 혈압차를 측정하여 압력차가 유지됨을 확인하였고 피부를 절개하여 협착기를 노출후 기구를 이완시켜 협착기가 완전히 이완되면 그부위의 혈압차가 없음을 확인한 후 다시 협착을 시행하였다. 수술후 1, 2, 3개월후 각각 2마리의 개에 다시 마취를 시행하여 협착부위의 압력을 측정후 대동맥과 함께 협착기를 적출하여 조직학적 검사를 시행하였다.

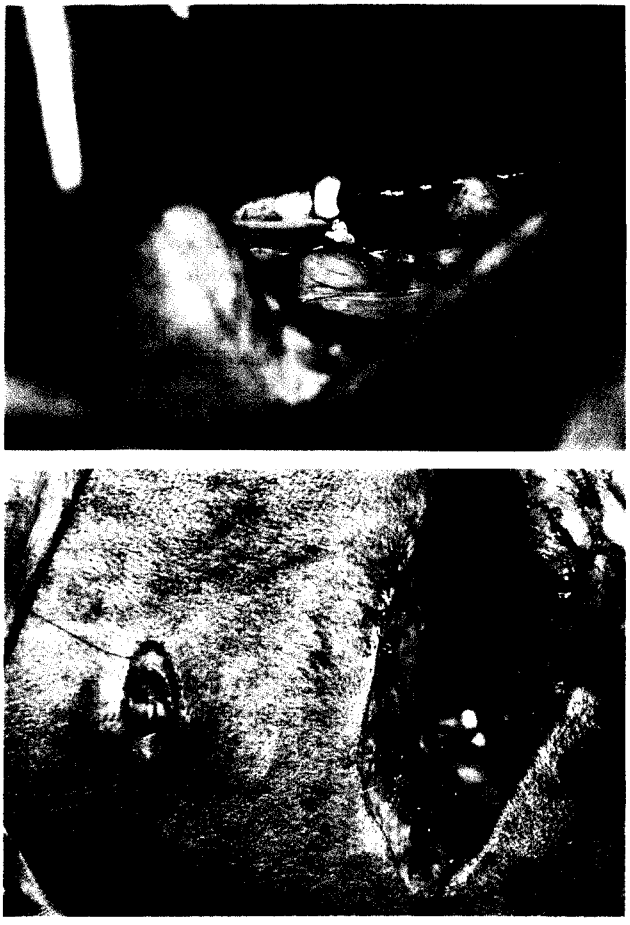

Fig. 2. The adjustable banding device was tightened around the descending thoracic aorta and the control unit was placed subcutaneously

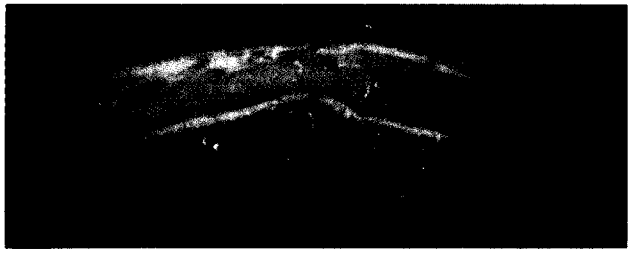

Fig. 3. Cut surface of descending thoracic aorta with banding device.

결 과

수술 2일과 80일째 2마리가 사망을 하였다. 2일째 사망은 심부전이 의심되며 80일째 사망한 개는 카세타를 따라 퍼진 염증에 의한 대동맥파열이 그 원인이었다. 2일째 사망한 개를 제외하고 모든 개에서 수술1일과 2일째 피하에 위치한 협착기를 노출시켜 이완과 재 협착을 시행하여 쉽게 이완이 되어 압력차가 없음을 확인 할수 있었으며 다시 재협착을 시행하여 40~50mmHg 정도의 압력차가 나게 협착을 시행하였다. 또한 각각 2마리의 개에서 1개월, 2개월, 3개월에 협착부위의 압력을 측정하여 표와 같은 결과를 얻었다(Table 1). 협착은 원위부 압력이 급격하게 떨어지기 직전인 40~50mmHg 정도에서 시행을 하였다. 표에서 보는 바와 같

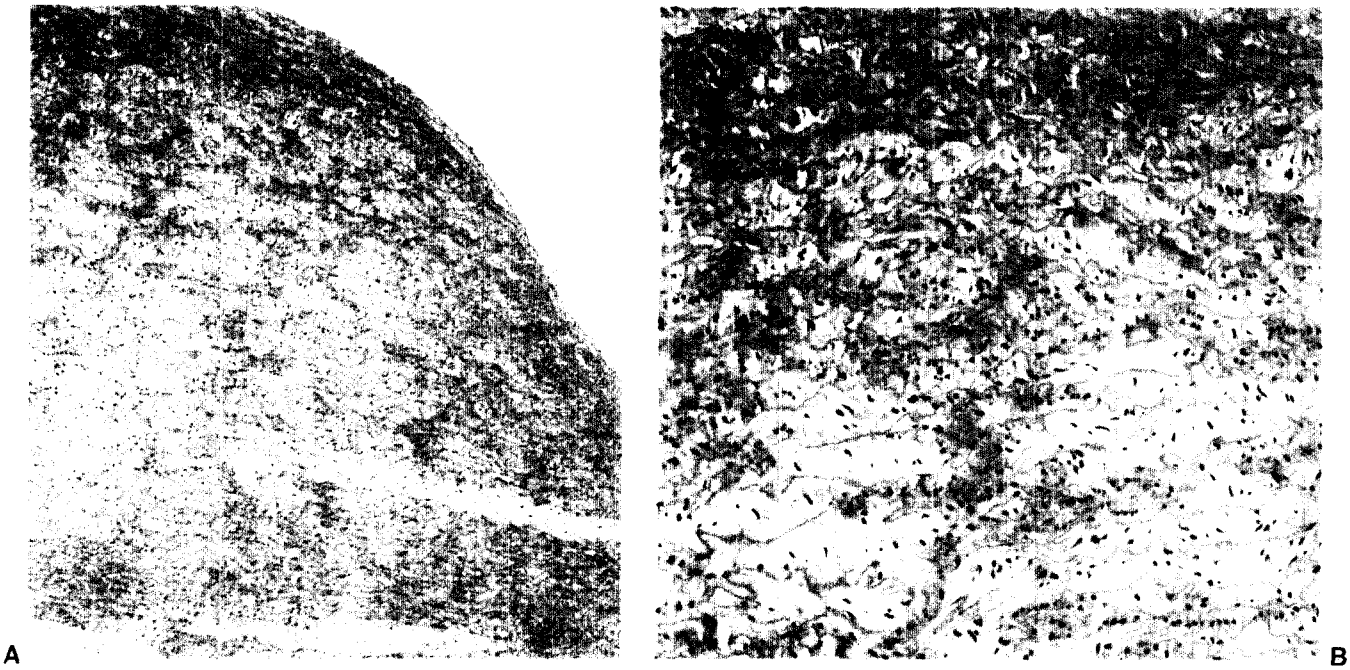

Fig. 4. (A) Disruption of elastic fiber was noted in medial layer and (B) medial hypertrophy, myxoid degeneration and disarray of elastic fiber was shown(H-E stain)

Table 1. Hemodynamic data of descending aortic presurre after banding (mmHg)

		Op date	POD #1	POD #2	Follow-up	
Dog 1	Band. prox	160/98	167/99	150/92	1 month	150/91
	Band. dist	104/95	112/96	100/90		110/92
Dog 2	Band. prox	165/102	155/96		expire(POD #2)	
	Band. dist	112/92	106/94			
Dog 3	Band. prox	157/97	145/89	156/94	2 months	150/97
	Band. dist	104/91	97/85	108/92		104/90
Dog 4	Band. prox	165/110	186/117	152/97	2 months	157/92
	Band. dist	130/100	125/107	98/89		102/96
Dog 5	Band. prox	159/95	150/96	147/92	3 months	149/96
	Band. dist	104/92	106/89	100/86		110/89
Dog 6.	Band. prox	170/108	165/106	166/102	expire(POD #80)	
	Band. dist	120/95	108/95	105/93		

Op : operation, POD : postoperative date, Band. prox : banding proximal Band. dist : banding distal

이 협착에 의해 압력의 변화를 볼수 있으며 3개월후에 시행한 압력 측정역시 비슷한 양상을 보이고 있다.

그림에서 보이는 바와 같이 협착기를 삽입한 부위의 대동맥은 크게 좁아져 보이지는 않으나(Fig 3) 조직학적 소견상 내피층의 비후를 보이며 탄성섬유는 규칙적이지 못하고 내피층의 평활근은 공포(vacule) 변형과 점액성(myxoid)변화를 보이고 있다(Fig 4).

고 찰

폐동맥협착술은 임상적으로 과도한 폐혈류를 보이는 환아에서 증상의 완화를 위한 고식적 수술로써 시작되었다[2]. 그

러나 심폐기의 발달과 수술의 발달로 인해 이와같은 폐동맥 협착술은 많이 감소하였으나 한번에 완전교정을 시행할수 없는 복잡심장기형이나 또는 대혈관전위증에서의 좌심실 준비 등을 위하여 시행을 하고 있다[3~5]. 그러나 일반적으로 시행하는 폐동맥의 협착술에 의해서는 원하는 만큼의 폐혈류량 감소를 얻기가 어려우며 또한 갑작스러운 혈역학적 변화에 환아가 적응이 되지않아 사망을 초래하게 된다. 갑작스러운 혈역학적 변화는 수술시에도 발생되나 수술후 1~2일경에도 발생되어 대부분의 조기사망의 원인이 되며 특히 저산소증의 발생은 환아의 사망에 매우 주된 영향을 미치므로 이러한 상황이 발생되었을 때에는 다시 폐동맥협착을 이완시키는 수술을 위하여 재개흉이 필요하다. 수술후 갑작스런 혈역학의 변화에 신속히 그리고 쉽게 대처하기 위하여 가변성 폐동맥협착기의 필요성이 대두되어 여러 저자에 의해 개발되었다. 폐동맥협착기는 1966년 Shane등[6]이 처음 시행하였으나 stainless steel의 사용으로 혈관벽의 손상을 초래하였고, Muraoka등[7]은 tourniquet system으로, Park등[8]과 Solis등[9]은 balloon occluder를 이용하여 고안하였다. 또한 Higashidate등[10]은 피하에 삽입하여 피부를 열지 않고 screw-drive로 조절이 가능한 협착기구를 발표하였다. 그러나 이와같은 여러 조절기구는 제작이 복잡하여 여러기관에서 사용하기 어려우나 본 경우에 고안된 기구는 쉽게 제작할 수 있어 어느 기관에서나 이용이 가능할 것으로 보인다.

이번 연구의 문제점으로는 폐동맥에 협착을 시행하여 압력차를 50 mmHg 발생시키면 우심실부전에 의한 사망이 초래되어 폐동맥 협착기를 하행흉부대동맥에 위치를 시켜 실제 폐동맥의 협착과 다르다는 점이고 이 기구의 조절을 정량화하기 어려운 문제가 있어 polyvinyl tube에 1 mm 간격으로 표시를 하여 협착의 정도를 알수 있게 한점이다.

조직학적 소견상 조직의 손상이 심하게 나타나는 양상을 보여 소아에서는 협착기를 제거한 후에 동맥의 협착여부 및 성장에 따른 변화를 살펴보아야 하겠다.

결 론

본 연세대학교 심장혈관센타에서는 stainless steel wire를 이용하여 가변성 폐동맥협착기를 개발하여 가변성 폐동맥협착기가 원하는 정도의 협착을 일으키며 또한 수술 1,2일후에도 피부만을 절개하여 간단하게 재조절이 가능함을 보였다. 이는 앞으로 실제 환자에 적용하여 폐동맥 협착술의 이환률과 사망률을 줄일 수 있을 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

1. Stewart S, Harris P, Manning J. *Pulmonary artery banding: An analysis of current risks, results, and indications.* J Thorac Cardiovasc Surg 1980;80:431-6
2. Muller WH, Damman JF. *Treatment of certain congenital malformations of the creation of pulmonic stenosis to reduce pulmonary hypertension and excessive pulmonary flow.* Surg Gynecal Obstet 1952;95:213-19
3. Albus RA, Trusler GA, Izukawa T, Williams WG. *Pulmonart artery banding.* J Thorac Cardiovasc Surg 1984; 88:645-53
4. Yacoub M, Bernhard A, Lange P, et al. *Clincal and hemodynamic results of the two-stage anatomic correction of simple transposition of the great arteries.* Circulation 1980;62(Pt 2):I109-6
5. Solis E, Bell D, Alboliras H, Seward J, Kaye MP. *Left ventricular preparation with an extrathoracically adjustable balloon occluder.* Ann Thorac Surg 1987;44:58-61
6. Shane RA, Kimmell GO, Jaques WE, Campbell GS. *Adjustable prosthesis for pulmonary artery banding: Comparison with umbilical tape and Teflon bands.* Circulation 1966:35(Pt 2):I148-51
7. Muraoka R, Yokota M, Aoshima M, et al. *Extrathoracically adjustable pulmonary artery banding.* J Thorac Cardiovasc Surg 1983;86:582-6
8. Park SC, Griffith BP, Siewers RD, et al. *A percutaneously adjustable device for banding of the pulmonary trunk.* Int J Cardiol 1985;9:477-84
9. Solis E, Heck CF, Seward JB, Kaye MP. *Percutaneously adjustable pulmonary artery band.* Ann Thorac Surg 1986;41:65-9
10. Higashidate M, Beppu T, Imai Y, Kurosawa H. *Percutaneously adjustable pulmonary artery band: An experimental study.* J Thorac Cardiovasc Surg 1989;97: 864-9

=국문초록=

폐동맥협착을 시행한 환아에서 수술직후 변화하는 혈역학에 대응하기 위하여 피하조직에 위치시켜 쉽게 조절할 수 있는 기구를 개발하였다. stainless steel wire를 이용하여 스프링을 만든후 이것의 표면을 PTFE로 덮은 형태로 제작하였으며 스프링 내부로 wire를 통과시켜 이것을 올가미 형식으로 죄는 방법으로 협착을 할 수 있게 하였으며 협착의 정도를 피하조직으로 통하는 투명한 tube에 1mm간격으로 표시하여 알수 있게 하였다. 6마리의 개의 하행대동맥에 협착을 시행하였다. 수술후 1,2일째에도 이완과 협착을 효과적으로 유도 할수 있었으며 3개월후 어느정도의 혈관손상은 있었으나 큰 합병증 없이 유지함을 보였다. 비록 실험적인 연구이지만 인체에 삽입할수 있는 재료로 쉽게 기구제작이 가능하며 앞으로 피하를 열고 조절가능한 폐동맥협착술에 이용할 수 있으리라 생각된다.