

대동맥 축착 환아에서 시행한 경피적 풍선 혈관성형술의 결과

연세대학교 의과대학 심장혈관병원 소아심장과, 심혈관 연구소

노현경 · 서봉희 · 최재영 · 고진성 · 이종균 · 설준희 · 이승규

Results of Balloon Angioplasty in Patients with Coarctation of the Aorta

Hyun Kyung Roh, M.D., Bong Hee Seo, M.D., Jae Young Choi, M.D.
Jin Sung Ko, M.D., Jong Kyun Lee, M.D.
Jun Hee Sul, M.D. and Sung Kyu Lee, M.D.

Division of Pediatric Cardiology, Yonsei Cardiovascular Center and Cardiovascular Research Institute, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

Purpose : This study was undertaken to analyze and compare the effects of percutaneous balloon angioplasty(BAP) on postoperative re-coarctation and native coarctation of the aorta(CoA) and to thereby contribute to the development of treatment methods for CoA.

Methods : The subjects in this study were 21 children who had undergone BAP from Jan. 1996 to Dec. 2000 in the Division of Yonsei Pediatric Cardiology. The relation between factors such as pressure and diameter changes across the coarctation segment together with hemodynamic and morphologic variables of children with postoperative re-coarctation and native CoA was analyzed through retrospective study of medical records.

Results : Among the 21 cases, 11 children showed a decreased pressure gradient across the coarctation segment of less than 20 mmHg(average : 11 ± 5 mmHg) after BAP was performed. In postoperative re-coarctation, the pressure gradient across the coarctation segment significantly fell from $56 \pm 21(30-90)$ mmHg to $20 \pm 13(0-50)$ mmHg($P < 0.001$) after BAP, while in native CoA, the pressure gradient decreased from $57 \pm 13(40-70)$ mmHg to $22 \pm 14(10-40)$ mmHg($P < 0.001$) after BAP. The diameter of the narrowest coarctation segment was significantly increased in native CoA and postoperative re-coarctation after BAP. The factor that most affected our results was the ratio of isthmic/descending aortic dimension showing an inverse relationship between the ratio of isthmic/descending aortic dimension and pressure gradient after BAP($\gamma = -0.473, P = 0.030$). Complications included one case of femoral artery stenosis, one case of femoral artery interruption, and one case in which seizure occurred two days after BAP due to cerebral thrombosis.

Conclusion : We conclude that BAP is an effective treatment modality in postoperative re-coarctation and native CoA. (*J Korean Pediatr Soc* 2001;44:1404-1412)

Key Words : Coarctation of the aorta, Balloon angioplasty, Isthmus

접수 : 2001년 7월 25일, 승인 : 2001년 9월 3일
책임저자 : 이종균, 연세의대 심장혈관병원 소아심장과
Tel : 02)361-7273 Fax : 02)312-9538
E-mail : jklee2@yumc.yonsei.ac.kr

대동맥 부위에서 분리형 협착으로 인하여 협착 부위 양측에 압력차가 야기되는 질환이다¹⁾. 치료는 수술적 방법으로 절제술 후 단단 문합술(end-to-end anastomosis) 또는 쇄골하 동맥의 이식편(subclavian flap) 성형술 등이 시행되었으며^{2,3)} 최근에는 수술로 인한 합병증 및 사망률을 감소시키기 위해 분리형(discrete type) 대동맥 축착인 경우 경피적 풍선 혈관성형술(balloon angioplasty)이 시행되고 있으며⁴⁻⁹⁾, 수술 후 재축착이 발생한 경우는 재수술로 인한 위험요인으로 인하여 풍선 혈관성형술이 이미 표준 치료법으로 인정되어 성공적으로 시행되고 있다^{10,11)}.

저자들은 연세대학교 심장혈관병원 소아심장과에서 수술 후 축착이 재발한 경우(재발군, post-operative re-CoA)와 수술을 시행하지 않은 대동맥 축착(비수술군, native CoA) 환아를 대상으로 비수술적 경피적 풍선 혈관성형술의 결과를 비교하였고, 그 예후에 영향을 미치는 형태학적 및 혈액학적 인자들을 비교 분석함으로써 향후 대동맥 축착 치료 방침을 결정하는데 도움이 되고자 본 연구를 시행하였다.

대상 및 방법

1996년 1월부터 2000년 1월까지 연세대학교 심장혈관병원 소아심장과에서 대동맥 축착으로 진단 받고 경피적 풍선 혈관성형술을 시술한 후 추적조사 중인 21명의 환자를 대상으로 하였다.

심도자 검사는 Optimus 200 양면 X-선 발생기(Philips Medical System, Netherlands)를 사용하여 시행하였으며, 심혈관 조영술시 사용한 조영제로는 Optiray(Mallincrodt Medical Inc., Quebec, Canada)로서 자동 주입기를 이용하여 체중 1 kg당 1-2 mL를 1-2초에 걸쳐서 주입하였다. 경피적 풍선 혈관성형술에서 풍선의 지름은 좌 쇄골하동맥 근위부의 대동맥궁 직경과 같거나 1-2 mm 크게 하였으며, 횡격막 부위 하행 대동맥의 직경보다는 작은 것을 선택하였다. 상기한 풍선의 지름은 가장 좁은 축착부 직경의 4배를 초과하지 않게 하였다. 초기에 5-10초간 2-4회에 걸쳐서 풍선을 확장시켰으며, 풍선 확장시 하행 대동맥의 압력과 풍선내 압력을 지속적으로 측정 및 관찰하였다⁴⁻⁹⁾. 모든 환자에서 축착 근위부 및 원위부에서 압력을 연속적으로 측정하였고, 좌 총경동맥과 쇄골하동맥 사이의 대동맥궁 횡행부(transverse aortic

arch)와 쇄골하동맥과 협착부 사이의 대동맥궁 협부(isthmus), 축착부, 횡격막 부위의 하행 대동맥 직경을 측정하였으며, 모든 측정은 수축기 말에 이루어졌다.

대동맥 축착의 경피적 풍선 혈관성형술을 시행한 21례 중 수술 후 재발군이 14례이었고 수술적 처치를 시행하지 않은 비수술군이 7례이었다. 성별로는 재발군에서 남아가 각각 8명 및 6명이었고, 비수술군의 경우 남아가 각각 3명 및 4명이었다. 재발군에서 수술 시 평균연령은 15±34개월(생후 15일-10세)이었으며, 경피적 풍선 혈관성형술 시술시 연령은 각각 95±64개월(6-336개월) 및 125±164개월(9-472개월)이었으며, 체중은 양군간에 차이가 없었다. 경피적 풍선 혈관성형술 후 추적조사 기간은 재발군이 17±5개월(4-52개월), 비수술군은 19±20개월(5-61개월)이었다(Table 1). 동반된 심장 기형으로는 재발군은 5례가 단순 대동맥 축착(simple CoA)이었으며, 이중 4례에서 동맥관 개존이 동반되었다. 복합 대동맥 축착(complex CoA) 9례 중 8례에서 심실 중격 결손이 동반되었고 이중 6례에서 동맥관 개존이 병발하였으며, 2례에서는 이첨판 대동맥 판막으로 인한 대동맥 협착이 있었다. 1례에서 대혈관 전위 및 심실 중격 결손, 동맥관 개존, 심방 중격 결손이 동반되었다. 비수술군의 경우 3례가 단순 대동맥 축착이었고, 복합 대동맥 축착인 4례 중 심실 중격 결손이 2례에서 동반되어 있었지만 좌우 단락량이 작아 치료가 필요하지 않은 경우로 풍선 판막성형술을 시행하고 외래 추적 중이다. 이외에도 승모판 협착이 2례 있었는데 이는 낙하산 승모판(parachute mitral valve)에 기인한 소위 Shone 증후군 환자였다. 수술 방법으로는 패치 복구술(patch

Table 1. Clinical Parameters of Study Group(n=21)

Parameter	Post-op. re-CoA	Native CoA
No. of cases	14	7
Male/Female	8/6	3/4
Age at op.(mo)	15±34(0.5-120)	-
Age at BAP(mo)	95±64(6-336)	125±164(9-472)
Body weight at BAP(kg)	26±18(5-60)	21±16(4-46)
F/U duration after BAP(mo)	17±15(4-52)	19±20(5-61)

Abbreviations : CoA, coarctation of aorta, BAP, balloon angioplasty(mean±SD; Range)

repair)이 12례, 쇄골하동맥의 이식편 성형술이 1례, 단단 문합술이 1례에서 시행되었다(Table 2).

통계적 분석 방법으로는 paired t-test, independent t-test, correlation analysis 등을 시행하였으며 $P < 0.05$ 를 통계적 유의수준으로 하였다.

결 과

1. 풍선 혈관성형술 후 혈액학적 및 형태학적 변화

경피적 풍선 혈관성형술 전, 후의 축착부 압력차는 재발군에서 시술 전 $56 \pm 21(30-90)$ mmHg에서 시술

후 $20 \pm 13(0-50)$ mmHg로 현저하게 감소하였고($P < 0.001$), 비수술군 역시 시술 전, 후에 각각 $57 \pm 13(40-70)$ mmHg 및 $22 \pm 14(10-40)$ mmHg로 경피적 풍선 혈관성형술 후 압력차가 현저히 감소함을 알 수 있었다($P < 0.001$)(Table 3). 또한 경피적 풍선 혈관성형술 전, 후의 축착부 최소 직경은 재발군에서 각각 $5.7 \pm 2.5(1.5-10.0)$ mm 및 $8.4 \pm 3.0(3.0-15)$ mm로 평균 1.5배 증가하였으며($P = 0.015$), 비수술군 역시 시술 전 $3.9 \pm 1.6(1.3-6.0)$ mm에서 시술 후 $7.5 \pm 2.9(2.5-10.4)$ mm로 풍선 혈관성형술로 축착부의 최소 직경이 유의하게 증가하는 것을 알 수 있다($P = 0.013$)(Fig. 1)(Table 3). 재발군과 비수술군 사이에 경피적 풍선 혈관성형술 전, 후의 축착부 압력차 및 최소 직경, 횡격막 부위의 하행대동맥 직경에 대한 대동맥궁의 횡행부, 협부 및 축착부 직경의 비율은 통계학적으로 유의한 차이가 없었다(Table 3).

2. 풍선 혈관성형술 후 추적 조사 결과

경피적 풍선 혈관성형술 후 재발군은 17 ± 15 개월에 시행한 추적 심초음파 검사시 11명(78.6%)에서 축착부 압력차가 증가하는 양상을 나타냈지만 평균 압력차는 $20 \pm 11(15-44)$ mmHg로 시술 직후의 압력차와 비교시 유의한 차이는 보이지 않았다. 비수술군의 경우도 19 ± 20 개월에 시행한 추적검사 결과가 비슷한 양상을 나타내었다(Fig. 1). 시술 후 전예에서 축착부 압력차가 현저히 감소하였지만, 시술의 완전한 성공은 시술 후 축착부 압력차가 20 mmHg 미만인 경우로 정의 할 때⁴⁻⁹⁾, 본 연구에서는 총 21명 중 11명(재발군 7례 및 비수술군 4례)에서 있었고, 시술 후 압력차는 $11 \pm 5(0-20)$ mmHg였다. 반면 20mmHg 이상인

Table 2. Associated Anomalies and Types of Repair of the Coarctation Segment(n=21)

Parameter	Post-op. re-CoA (n=14)	Native CoA (n=7)
Associated anomaly		
Simple CoA	5	3
+PDA	4	1*
Complex CoA	9	4
+VSD	8	2
+PDA	6 [†]	-
+D-TGA	1 [‡]	-
+MS	-	2 [§]
Type of repair		
Patch	12	
Subclavian flap	1	
End-to-end anastomosis	1	

*Associated with subaortic stenosis, [†]aortic stenosis due to bicuspid aortic valve; 2 cases, [‡]associated with VSD, PDA and ASD, and [§]due to parachute mitral valve(Shone s syndrome)

Table 3. Comparison of The Hemodynamic and Morphologic Parameters between Post-operative Group and Native Groups

Parameter	Post-op. re-CoA(n=14)	Native CoA(n=7)	P-value
Pressure gradient(mmHg)			
Pre-BAP	$56 \pm 2(30-90)$ 1	$57 \pm 13(40-70)$	0.986
Post-BAP	$20 \pm 13(0-50)$ *	$22 \pm 14(10-40)$ *	0.719
Coarctation diameter(mm)			
Pre-BAP	$5.7 \pm 2.5(1.5-10.0)$	$3.9 \pm 1.6(1.3-6.0)$	0.064
Post-BAP	$8.4 \pm 3.0(3.0-15.0)$ [†]	$7.5 \pm 2.9(2.5-10.4)$ [‡]	0.521
Transverse/Descending aortic dimension	$0.88 \pm 0.20(0.56-1.19)$	$0.90 \pm 0.11(0.71-1.00)$	0.827
Isthmic/Descending aortic dimension	$0.64 \pm 0.21(0.29-1.09)$	$0.76 \pm 0.08(0.64-0.85)$	0.109
Coarcted/Descending aortic dimension	$0.44 \pm 0.12(0.26-0.65)$	$0.47 \pm 0.07(0.40-0.57)$	0.476

P-values: * < 0.001 , [†]0.015 and [‡]0.013 vs pre-BAP values(mean \pm SD; Range)

불완전 성공인 경우는 10명으로 평균 압력차는 34±8(22-50) mmHg였다(Fig. 2).

3. 풍선 혈관성형술의 결과에 미치는 형태학적 요인 분석

시술 완전 성공군과 불완전 성공군으로 나누어 분석한 결과 횡격막 부위의 하행 대동맥 직경에 대한 대동맥궁 횡행부 및 축착부 직경의 비율은 경피적 풍선 성형술 시술 후 축착부 압력차에 별 영향을 미치지 못함을 알 수 있었고, 횡격막 부위의 하행대동맥 직경에 대한 대동맥궁 협부의 비율은 완전 성공군에서 0.77±0.16(0.51-1.09)였던 반면 불완전군에서 0.58±0.17(0.29-0.85)로 대동맥궁 협부가 좁을수록 시술 후

축착부 잔존 압력차가 높아짐을 알 수 있었다(Table 4). 경피적 풍선 혈관성형술 전 축착부 압력차에 영향을 미치는 요인으로는 축착부의 압력차($\gamma=-0.621, P=0.003$)이었지만 시술 후에는 횡격막 부위의 하행대동맥 직경에 대한 대동맥궁 협부의 비율($\gamma=-0.473, P=0.030$)로 나타나, 이는 풍선 혈관성형술로 축착부가 좁은 것은 충분히 확장시킬 수 있지만 축착부 주위 대동맥궁 협부의 확장은 완전하지 않아 발육 부전이 지속적으로 남게되어 잔존 압력차를 유발함을 알 수 있었다. 즉 횡격막 부위의 하행대동맥 직경에 대한 대동맥궁 협부의 비율은 경피적 풍선 혈관성형술 후의 축착부 압력차와 역상관계가 있음을 알 수 있었다

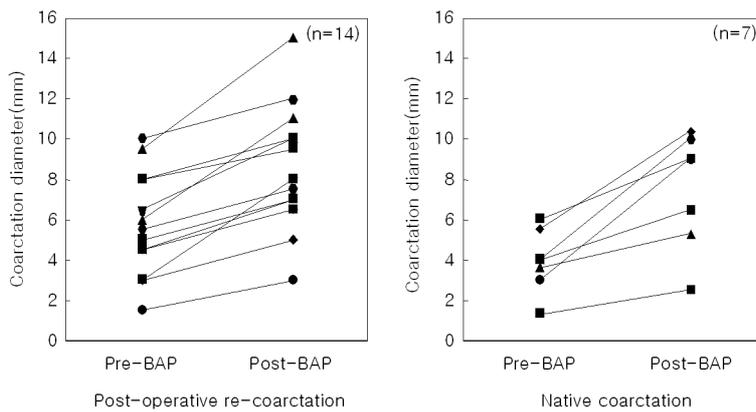


Fig. 1. Changes of the coarctation diameter after balloon angioplasty in patients with post-operative recurrent and native coarctations. All measurements were made at end-systole with cineangiograms.

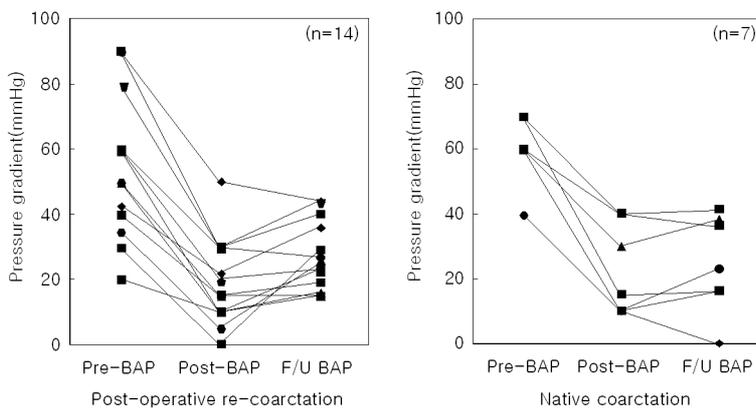


Fig. 2. Changes of the pressure gradient across the coarctation segment in patients with post-operative recurrent and native coarctations. Pre-/Post-BAP values were measured by pull back tracing of pressure during cardiac catheterization and F/U BAP values by continuous wave Doppler at echocardiography laboratory.

Table 4. Comparison of The Hemodynamic and Morphologic Parameters According to The Grade of Post-balloon Angioplasty Pressure Gradient(mean±SD; Range)

Parameter	Post-BAP pressure gradient		P-value
	<20 mmHg(n=11)	>20 mmHg(n=10)	
Pre-BAP pressure gradient(mmHg)	46±15(20-70)	69±16(43-90)	0.003
Post-BAP pressure gradient(mmHg)	11±5(0-20)	34±8(22-50)	0.001
Transverse/Descending aortic dimension	0.90±0.17(0.56-1.19)	0.90±0.11(0.58-1.10)	0.626
Isthmic/Descending aortic dimension	0.77±0.16(0.51-1.09)	0.58±0.17(0.29-0.85)	0.027
Coarcted/Descending aortic dimension	0.47±0.10(0.26-0.61)	0.47±0.07(0.29-0.65)	0.476

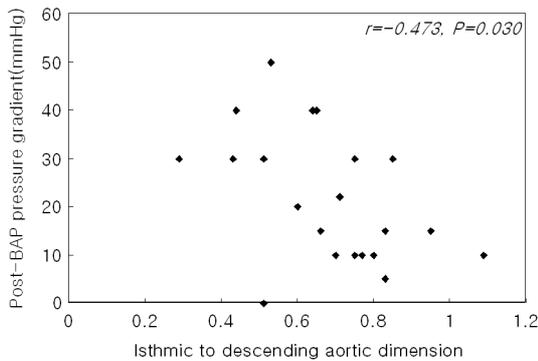


Fig. 3. Distribution of the pressure gradient across the coarctation segment after balloon angioplasty in patients with coarctations(n=21).

Table 5. Correlation of the Pre-/Post-balloon Angioplasty Pressure Gradient with Morphologic Parameters (n=21)

Parameter	Correlation	Pre-BAP pressure gradient	Post-BAP pressure gradient
Pre-BAP pressure gradient(mmHg)	γ^*		0.687
	P-value		0.001
Transverse/Descending aortic dimension	γ	0.163	-0.009
	P-value	0.480	0.967
Isthmic/Descending aortic dimension	γ	-0.365	-0.473
	P value	0.104	0.030
Coarcted/Descending aortic dimension	γ	-0.621	-0.342
	P-value	0.003	0.130

*Pearson correlation coefficient

(Fig. 3)(Table 5).

4. 풍선 혈관성형술의 합병증

풍선 혈관성형술의 합병증으로는 대퇴동맥의 협착 및 중단(interruption)이 유발된 경우가 각각 1례씩 있었고 경피적 풍선 혈관성형술 후 뇌혈전에 의한 국

소경련이 유발된 경우가 1례 있었지만 추적 관찰 중 신경학적 후유증은 관찰되지 않았다. 그러나 시술의 증대한 합병증인 대동맥파열이나 대동맥류의 발생은 없었다(Fig. 4).

고찰

대동맥 축착은 선천성 심장병을 가진 환아에서 약 6-8%의 빈도로 발생하는 비교적 흔한 기형이다^{12, 13}. 1760년 Morgagni에 의해서 처음 언급되었으며, 흉부 대동맥의 동맥관 위치 근처에서 비연속적 협착이 존재하는 질환이다. 대동맥 축착은 단독으로만 존재하는 경우도 있으나 많은 경우에서 다른 선천성 심질환이 동반되어 치료 및 예후에 영향을 미치게 된다. 1960년부터 1992년까지 대동맥 축착 환자 216명을 대상으로 한 연구에서 52%가 단순 대동맥 협착이었으며, 48%는 복합 대동맥 협착으로 심실 중격 결손이 가장 많이 동반되는 것으로 나타났으며, 그 외에도 대동맥 관하 협착, 방실 중격 결손, 대혈관 전위 등 다양한 선천성 심기형이 동반되는 것으로 보고되었다¹⁴. 본 연구에서도 단순 대동맥 협착은 33%로 다소 적은 빈도를 보였으나, 복합 대동맥 협착은 67%로 많은 빈도를 나타내었으며, 이 경우 가장 흔하게 동반되는 심기형은 심실 중격 결손으로 복합 대동맥 축착 13례 중 10례에서 동반되었다. 대동맥 축착은 치료하지 않는 경우 50세 이전에 급성 만성 심부전, 세균성 심내막염, 대동맥 파열, 두개내 출혈, 고혈압, 판막성 심질환 등의 여러 가지 합병증으로 사망하는 것으로 알려져 있다^{15, 16}. 이에 대한 치료로 1944년 Crafoord에 의해서 처음으로 축착부의 양단을 연결시키는 수술적 처치가 성공적으로 이루어진 후 외과적 치료는 과거 수십년 동안 획기적인 진보를 이루었다^{17, 18}. 그러나 조기에 수술적 처치를 시행했음에도 재협착의 발생 빈

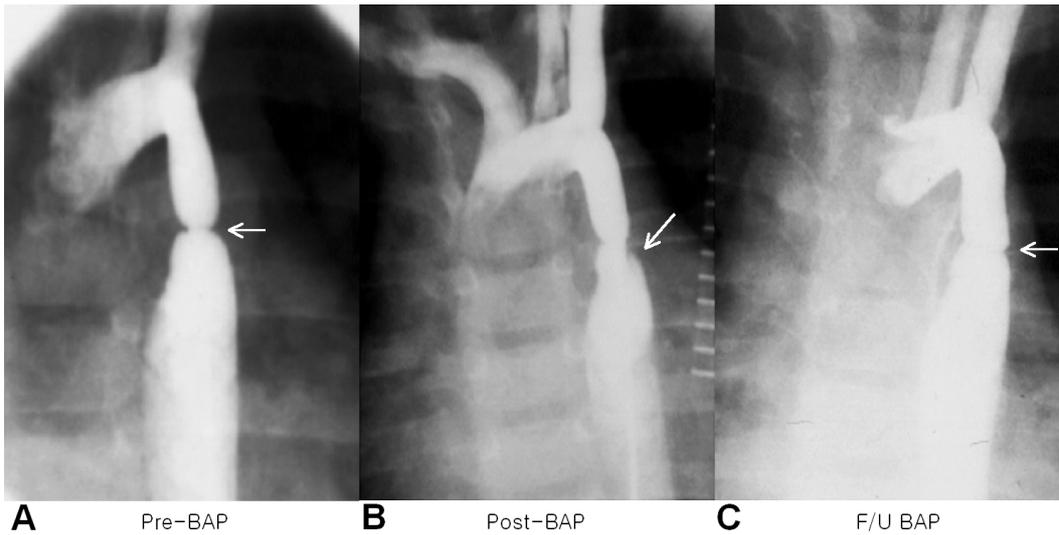


Fig. 4. Lateral angiogram of a 3-year-old boy with coarctation of aorta(CoA). A discrete CoA(arrow) is outlined(A). After BAP, dilated CoA segment with intimal flap(arrow) is observed(B). There is still slight indentation(arrow) on angiographic study performed 24 months after BAP. But there was no pressure gradient across the CoA segment on pressure tracing during cardiac catheterization(C).

도가 높고, 수술 사망률이 영아 및 동반된 심기형이 심할수록 높은 것으로 보고되고 있으며, 특히 수술 후 재발된 협착은 재수술을 시행하여도 다시 협착이 재발하는 빈도가 높다¹⁷⁻²⁰. 실제로 Kappetein 등은 수술 후 사망률이 32%, 재협착이 41%에서 유발된다고 보고하였다. 또한 수술 후 재발된 축착의 수술적 처치도 예후가 나쁜 것으로 알려져 있다^{18, 21-24}. 이에 최근에는 수술로 인한 합병증 및 사망률을 감소시키기 위하여 분리형 대동맥 축착의 경우 경피적 풍선 혈관성형술이 시행되고 있으며, 수술 후 재축착이 발생한 경우와 수술을 시행하지 않은 대동맥 축착의 치료에도 풍선 혈관성형술을 시행하여 성공한 결과들을 보고되고 있다^{5, 7-9, 25-32}. 그 결과 최근에는 수술을 시행하지 않은 분리형 대동맥 축착의 경우 수술을 대치할 수 있는 치료법으로서 풍선 혈관성형술이 시술되고 있다. 그러나 유아, 특히 생후 7개월 미만의 수술을 시행하지 않은 대동맥 축착에 대해서는 잔존하는 동맥관 조직이 재협착에 관여할 수 있으므로 경피적 풍선 혈관성형술이 선택적 치료법이 아니라는 보고도 있다. 저자들의 경우 경피적 풍선성형술 전, 후 압력차 및 협착부 최소직경, 횡격막 부위의 하행 대동맥 직경에 대한 대동맥궁 횡행부 및 협부의 비율이 수술 후 재발군과 수술을 시행하지 않은 비수술군 사이에 유의한 차이를 보이지 않는 것으로 보아 비수술 대동맥 협착

의 치료에서도 풍선 혈관성형술이 유용하게 사용될 수 있는 치료법이라고 생각된다. 풍선 혈관성형술의 완전한 성공은 축착부 압력차가 20 mmHg 이하인 경우로 정의하며, 타 저자들의 보고에 의하면 나이에 상관없이 풍선 혈관성형술 후 축착부 압력차가 20 mmHg 이하로 감소하는 결과를 볼 수 있었으며, 비교적 높은 성공율을 보고하고 있다³³⁻³⁵.

본 연구 대상 21명 전체에서 축착부 압력차가 현저하게 감소하였으며, 11명에서 풍선 혈관성형술 후 축착부 압력차가 20 mmHg 미만으로 측정되어 만족할 만한 결과를 얻었다(완전 성공률 : 52.4%).

시술 후 재협착의 발생 요인으로 시술시 연령이 1세 미만인 경우, 대동맥궁 협부의 발육부진, 축착부 직경이 시술 전 3.5 mm 미만, 시술 후 6 mm 미만인 경우 등이 알려져 있으며^{30, 33, 36}, Kaine 등은 대동맥궁 협부 직경이 풍선 혈관성형술의 가장 중요한 예후인자라고 하였으며, 시술 전 대동맥궁 협부의 z-value가 -2 이하인 경우 초기 실패율이 84%라고 하였다³⁷. 또한 Yetman 등은 대동맥궁 횡행부의 발육부진이 재협착의 중요한 요인이라고 보고하였다³⁸. 본 연구에서는 대동맥궁 협부의 직경만 풍선 성형술 시술 후의 축착부 압력차와 역 상관관계가 있음을 알 수 있었다 ($\gamma = -0.473, P < 0.05$).

그러나 시술 전에는 대동맥궁 협부의 직경과 축착

부 압력차는 유의한 상관관계가 없고 축착부 직경만 유의한 차이를 보인 것에 비추어 볼 때, 풍선 혈관성형술에 의하여 축착부는 성공적으로 확장되지만 주변의 혈관은 효과적으로 확장되지 않음을 알 수 있으며 그로 인하여 재발의 빈도가 높음을 알 수 있었다. 이는 또한 수술 방법과도 밀접한 연관이 있으리라 사료되며 실제로 저자들의 경우 대부분이 패치(patch)를 이용한 확장 수술을 시행하였지만 대동맥궁 협부까지는 충분히 확장하지 못한 결과로 생각할 수 있으며, 이러한 문제를 해결하기 위하여 최근에는 협착부의 양단을 충분히 절제한 후에 단단 문합술(extended end-to-end anastomosis)을 시행하는 경우가 대부분이며, 이로써 수술 후 축착의 재발이 현저히 감소하였다.

재협착의 발생기전은 동맥관 조직의 수축 및 혈관 내막의 증식과 연관이 있다고 알려지고 있으며, 풍선 혈관성형술 후 재협착은 축착부 주위 동맥관 조직의 수축, 풍선팽창으로 대동맥을 확장시킬 때 손상을 받지 않은 대동맥벽 부분의 수축에 의한 탄성 반동(elastic recoil), 평활근 세포의 증식에 의한 내막 증식, 동맥혈관 재구성 등의 다양한 요소에 기인하는 것으로 생각되어진다. 동맥관 조직이 재발에 관여하는 것이 어느 시기인지까지는 명확하지 않으나 생후 7개월 이후에는 재발의 위험도는 낮아진다고 되어있다. 또한 풍선 혈관성형술은 혈관 내막과 중막의 일부를 찢는 인위적인 손상을 가함으로써 혈관내경을 넓히는 방법이기에 때문에 대동맥벽에 예기치 못한 과다한 손상이 가해질 수 있으며, 이로 인해 중막의 완전한 파열로 인한 동맥류 및 대동맥 박리 또는 파열 그리고 섬유성 반흔에 의한 재협착 등의 위험성이 보고되고 있으나, 수술 후 발생한 재협착의 경우 수술 후 문합부에 생긴 섬유화 조직이 고착되어 풍선 확장에 의한 동맥의 파열을 방지할 수 있기 때문에 재협착에 대한 수술적 치료보다 안전하게 시행할 수 있다고 한다³⁹⁾. 본 연구에서는 동맥류 및 대동맥 박리 또는 파열 등의 합병증이 없이 안전하게 풍선 혈관성형술을 시행되었다.

경피적 풍선성형술의 합병증은 13.6-20.6%로 보고되고 있으며 그 중 대부분은 일과성 대퇴동맥 맥박 감소로 장애가 남을 정도의 중대한 합병증의 빈도는 적다. 유아의 경우 특히 대퇴동맥 폐쇄가 염려되나 가능한 가는 도자를 사용하고 단시간에 시술함으로써 예방 가능하다고 생각되고 있다. 또한 혈전에 의한 중추 신경계 장애나 대퇴동맥 폐쇄를 예방하기 위해 시술

시 항응고제를 충분히 투여해야 한다. 저자들의 경우 대퇴 동맥의 협착 및 중단이 각각 1례씩 있었고, 시술 2일째 발견된 뇌혈전에 의한 경련이 1례 있었지만 중대한 신경학적 후유증은 병발하지 않았다.

현 시점에서 수술을 시행하지 않은 대동맥 축착의 풍선 혈관성형술은 수술과 비교하여 동등한 중, 장기 성적을 내고 있음에도 불구하고 흔히 일어나는 재협착, 동맥류나 대동맥박리 발생 위험 등의 점에서 모든 연령군 특히 유아의 경우에는 적용에 한계가 있다. 이러한 풍선 혈관성형술에 따르는 합병증을 최소화시키기 위해 최근에는 스텐트 삽입술이 대동맥 축착의 치료에 사용되고 있다. 스텐트 삽입술은 내막 손상의 정도에 관계없이 확장된 내경의 유지가 가능하여 재협착의 발생을 줄일 수 있으며⁴⁰⁾, 손상 받은 내막을 중막에 밀착시켜 더 이상의 손상을 막아서 대동맥벽의 구조를 안정화 시켜 대동맥 박리, 대동맥류의 발생을 막을 수 있을 것으로 알려져 있다⁴¹⁾. 또한 삽입된 스텐트의 재확장이 가능하며, 신체 성장기에 있는 소아의 경우도 스텐트 삽입술이 양호한 결과를 얻을 수 있어 풍선 성형술을 재시행하는 것이 위험성이 있는 경우 스텐트 삽입을 고려한다면, 재발하는 대동맥 축착의 치료 및 예후에 보다 좋은 결과가 있을 것으로 사료된다. 스텐트 삽입은 협착부 주위를 동시에 확장할 수 있으므로 본 연구 결과 밝혀진 재발의 위험 요인인 대동맥궁 협부의 발육 부진을 동시에 확장시킴으로써 풍선 혈관성형술의 시술 성적을 현저히 향상시킬 수 있으리라 사료된다. 그러나 스텐트 삽입시 대퇴동맥을 통해 11-12 Fr 크기의 long sheath를 삽입하여야 하므로 대퇴동맥의 폐쇄 가능성이 있다. 따라서 성인과 비슷한 체격으로 성장할 때까지는 풍선 혈관성형술로 경과를 관찰 하다가 확대가 불충분할 경우에 스텐트 삽입을 시행함이 올바른 선택이라고 생각된다. 또한 유아의 경우 풍선 혈관성형술 후 재협착의 빈도가 증가하지만 수술의 위험요인을 감안한다면 울혈성 심부전 및 쇼크증상이 심한 유아의 경우 증상 완화를 위해 풍선 혈관성형술을 시행할 수 있으리라 생각되지만, 이는 각 기관의 수술성적 및 치료방침을 고려하여 결정할 사항으로 생각된다.

요 약

목 적 : 수술 후 재축착이 발생한 수술군과 수술을

시행하지 않은 비수술군의 대동맥 축착 환아에서 경피적 풍선 혈관성형술의 예후와 이에 미치는 혈역학적 및 형태학적 특징을 비교 분석함으로써 향후 대동맥 축착의 치료방법 결정에 도움을 주고자 이 연구를 시행하였다.

방 법 : 1996년 1월부터 2000년 12월까지 연세대학교 심장혈관병원 소아심장과에서 대동맥 축착의 경피적 풍선 혈관성형술을 시행한 21례를 대상으로 하여 수술 후 재축착군과 비수술군의 축착부 압력차 및 직경의 변화를 검토하고 혈역학적 및 형태학적 매개 변수와의 관계를 분석하기 위하여 본 연구를 시행하였다.

결 과 : 대동맥 축착의 경피적 풍선 혈관성형술 시술한 총 21명 중 11명에서 압력차가 20 mmHg 미만으로 평균 $11 \pm 5(0-20)$ mmHg였다(성공률: 52.4%). 수술 후 재축착군의 경우 시술 후 압력차가 유의하게 감소(56 ± 21 mmHg vs 20 ± 13 mmHg, $P < 0.001$)하였고 비수술군의 경우도 유사한 결과(57 ± 13 mmHg vs 22 ± 14 mmHg, $P < 0.001$)를 나타내었다. 상기한 결과에 영향을 미치는 주된 요인은 시술 전에는 축착부 직경이었지만 시술 후에는 대동맥궁 협부의 직경으로, 풍선 혈관성형술 후의 축착부 압력차와 역상관계가 있음을 알 수 있었다. 합병증으로는 대퇴동맥의 협착 및 중단이 각각 1례씩 있었고 시술 2일 발견된 뇌혈전이 1례 있었다.

결 론 : 수술 후 재축착이 발생한 수술군의 경우와 수술적 처치를 시행하지 않은 비수술군 대동맥 축착의 치료에서 경피적 풍선 혈관 성형술은 소아에서 매우 유용하고 안전하게 사용할 수 있지만, 향후 장기적인 추적결과 나타날 수 있는 재협착의 치료에 있어서는 스텐트 삽입술 등의 보다 근본적인 치료를 고려하여야 할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

- 1) Beekman RH. Coarctation of the aorta. In: Emmanouilides GC, Riemenschneider TA, Gutgesell HP, editors. Moss and Adams Heart disease in infants, children, and adolescents. 5th ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 1995:1111-33.
- 2) Bromberg BI, Beekman RH, Rocchini AP, Snider AR, Bank ER, Heiderlberger K, et al. Aortic aneurysm after patch aortoplasty repair of coarction: a prospective analysis of prevalence, screening tests and risks. J Am Coll Cardiol 1989;14:734-41.
- 3) Van Son JA, Daniels O, Vincent JG, van Lier HJ, Lacquet LK. Appraisal of resection and end-to-end anastomosis for repair of coarctation of the aorta in infancy; preference for resection. Ann Thorac Surg 1989;48:496-502.
- 4) Lababidi Z. Neonatal transluminal balloon coarctation angioplasty. Am Heart J 1983;106:752-3.
- 5) Allen HD, Marx GR, Ovitt TW, Goldberg SJ. Balloon dilation angioplasty for coarctation of the aorta. Am J Cardiol 1986;57:828-32.
- 6) Anjos R, Qureshi SA, Rosenthal E, Murdoch I, Hayes A, Parsons J, et al. Determinants of hemodynamic results of balloon dilation of aortic recoarctation. Am J Cardiol 1992;69:665-71.
- 7) Attia IM, Lababidi ZA. Early results of balloon angioplasty of native aortic coarctation in young adults. Am J Cardiol 1988;61:930-1.
- 8) Bank ER, Aisen AM, Rocchini AP, Hernandez RJ. Coarctation of the aorta in children undergoing angioplasty: pretreatment and posttreatment MR imaging. Radiology 1987;162:235-40.
- 9) Beekman RH, Rocchini AP, Dick II M, Snider AR, Crowley DC, Serwer GA, et al. Percutaneous balloon angioplasty for native coarctation of the aorta. J Am Coll Cardiol 1987;10:1078-84.
- 10) Ino T, Ohkubo M. Dilation mechanism, causes of restenosis and stenting in balloon coarctation angioplasty. Acta Paediatr 1997;86:367-71.
- 11) Isner JM, Donaldson RF, Fulton D, Bhan I, Payne DD, Cleveland RJ. Cystic medial necrosis in coarctation of the aorta: a potential factor contributing to adverse consequences observed after percutaneous balloon angioplasty of coarctation sites. Circulation 1987;75:689-95.
- 12) Lock JE, Bass JL, Amplatz K, Fuhrman BP, Castaneda-Zuniga W. Balloon dilation angioplasty of aortic coarctations in infants and children. Circulation 1983;68:109-16.
- 13) Samanek M, Slavid Z, Zborilova B, Hrobonova V, Voriskova M, Skovranek J, et al. Prevalence, treatment and outcome of heart disease in live-born children: a prospective analysis of 91,823 live-born children. Pediatr Cardiol 1989;10:205-11.
- 14) Bergdahl LA, Blackstone EH, Kirklin JW, Pacifico AD, Barger LM Jr. Determinants of early success in repair of aortic coarctation in infants. J Thorac Cardiovasc Surg 1982;83:736-42.
- 15) Campbell M. Natural history of coarctation of the aorta. Br Heart J 1970;32:633-40.
- 16) Kirklin JW, Barratt-Boyes BG. Coarctation of the aorta and interrupted aortic arch. In: Kirklin JW, Barratt-Boyes BG, editors. Cardiac surgery. 2nd ed. New York: Churchill-Livingstone, 1992: 1263-325.

- 17) Brouwer RM, Erasmus ME, Ebels T, Eijgelaar A. Influence of age on survival, late hypertension and recoarctation in elective aortic coarctation repair. Including long-term results after elective aortic coarctation repair with a follow-up from 25 to 44 years. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1994;108:525-31.
- 18) Cohen M, Fuster V, Steele PM, Driscoll D, McGoon DC. Coarctation of the aorta: long-term follow-up and prediction of outcome after surgical correction. *Circulation* 1989;80:840-5.
- 19) Clarkson PM, Nicholson MR, Barratt-Boyes BG, Neutze JM, Whitlock RM. Results after repair of coarctation of the aorta beyond infancy: a 10 to 28 year follow-up with particular reference to late systemic hypertension. *Am J Cardiol* 1983; 51:1481-8.
- 20) Cardiner SM, Celermajer JM, Sorensen KE, Georgakopoulos D, Robinson J, Thomas O, et al. Arterial reactivity is significantly impaired in normotensive young adults after successful repair of aortic coarctation in childhood. *Circulation* 1994; 89:1745-50.
- 21) Kappetein AP, Zwinderman AH, Bogers AJ, Rohmer J, Huysmans HA. More than thirty-five years of coarctation repair. An unexpected high relapse rate. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1994;107:87-95.
- 22) Beekman R, Rocchini A, Behrendt D, Rosenthal A. Reoperation for coarctation of the aorta. *Am J Cardiol* 1981;48:1108-14.
- 23) Brewer LA, Fosburg RG, Mulder GA, Verska JJ. Spinal cord complications following surgery for coarctation of the aorta. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1972;64:368-81.
- 24) Pollack P, Freed MD, Castaneda AR, Norwood WI. Reoperation for isthmic coarctation of the aorta: follow-up of 26 patients. *Am J Cardiol* 1983;51:1690-4.
- 25) Rao PS. Aortic rupture after balloon angioplasty of aortic coarctation(editorial comment). *Am Heart J* 1993;125:1205-6.
- 26) Roberts DH, Bellamy CM, Ramsdale DR. Fatal aortic rupture during balloon dilatation of recoarctation. *Am Heart J* 1993;125:1181-2.
- 27) Burrows PE, Benson L, Williams W, Trusler GT, Coles J, Smallhorn J, et al. Iliofemoral arterial complications of balloon angioplasty for systemic obstructions in infants and children. *Circulation* 1990;82:1697-704.
- 28) Cooper RS, Ritter SB, Rothe WB, Chen CK, Grepp R, Colinko RJ. Angioplasty for coarctation of the aorta: long-term results. *Circulation* 1987; 75:600-4.
- 29) Suarez de Lezo J, Sancho M, Pan M, Romeo M, Luque M. Angiographic follow-up after balloon angioplasty for coarctation of aorta. *Am J Cardiol* 1989;13:689-95.
- 30) Rao PS, Thapar MK, Kutayli R, Carey P. Causes of recoarctation after balloon angioplasty of unoperated aortic coarctation. *J Am Coll Cardiol* 1989;13:109-15.
- 31) Rao PS, Chopra PS. Role of balloon angioplasty in the treatment of aortic coarctation. *Ann Thorac Surg* 1991;52:621-31.
- 32) Ino T, Ohkubo M. Dilation mechanism, causes of restenosis and stenting in balloon coarctation angioplasty. *Acta Paediatr* 1997;86:367-71.
- 33) Fletcher SE, Nihill MR, Grifka RG, O Laughlin MP, Mullins CE. Balloon angioplasty of native coarctation of the aorta: midterm follow-up and prognostic factors. *J Am Coll Cardiol* 1995;25:730-4.
- 34) Mendelsohn AM, Lloyd TR, Crowley DC, Sandhu SK, Kocis KC, Beekman RH 3rd. Late follow-up of balloon angioplasty in children with a native coarctation of the aorta. *Am J Cardiol* 1994;74:696-700.
- 35) McCrindle BW, Jones TK, Morrow WR, Hagler DJ, Lloyd TR, Nouri S, et al. Acute results of balloon angioplasty of native coarctation versus recurrent aortic obstruction are equivalent. Valvuloplasty and Angioplasty of Congenital Anomalies(VACA) Registry Investigators. *J Am Coll Cardiol* 1996;28:1810-7.
- 36) Rao PS, Galal O, Smith PA, Wilson AD. Five to nine year follow-up results of balloon angioplasty of native coarctation in infants and children. *J Am Coll Cardiol* 1996;27:462-70.
- 37) Kaine SF, O'Brian Smith E, Mott AR, Mullins CE, Geva T. Quantitative echocardiographic analysis of the aortic arch predicts outcome of balloon angioplasty of native coarctation of the aorta. *Circulation* 1996;94:1056-62.
- 38) Yetman AT, Nykanen D, McCrindle BW, Sunnegardh J, Adatia I, Freedom RM, et al. Balloon angioplasty of recurrent coarctation: A 12-year review. *J Am Coll Cardiol* 1996;27:462-70.
- 39) Isner JM, Donaldson RF, Fulton D, Bhan I, Cleveland J. Cystic medial necrosis in coarctation of the aorta: potential factor contributing to adverse consequences after percutaneous balloon angioplasty for coarctation sites. *Circulation* 1987;75:689-95.
- 40) Marrow WR, Smith VC, Ehler WJ, Van Dellen AF, Mullins CE. Balloon angioplasty with stent implantation in experimental coarctation of the aorta. *Circulation* 1994;89:2677-83.
- 41) O'Laughlin MP, Perry SB, Lock JE, Mullins CE. Use of endovascular stents in congenital heart disease. *Circulation* 1991;83:1923-39.