

최근 10년간 신생아 심도자술의 변화

부천세종병원 소아과

송진영 · 이성규 · 이재영 · 김수진 · 심우섭

Study of Neonatal Cardiac Catheterization for Over the Last 10 Years

Jinyoung Song, M.D., Sungkyu Lee, M.D., Jaeyoung Lee, M.D., Sujin Kim, M.D. and Wooseup Shim, M.D.

Department of Pediatrics, Pucheon Sejong General Hospital, Pucheon, Korea

Purpose: The neonatal cardiac catheterization and angiogram for transcatheter therapy are still essential methods in congenital heart disease, so we reviewed our experience with neonatal cardiac catheterization over 10 years at a single institution.

Methods: A retrospective review of all 139 neonatal catheterizations from January 1991 to December 2000 at Sejong Heart Institution was performed. The purpose of the catheterizations, ages, body weights and the complications by the exam was surveyed.

Results: The mean age of our 139 patients was 14.9 days and the mean body weight was 3.3 kg. As for the diagnosis: TGA in 49 patients, PAIVS in 26 patients, DORV in 14 patients, PS in 14 patients, PAVSD in 11 patients. For the cardiac catheterization, general anesthesia was performed in 65% of total and fluoroscopy time was 20.1 ± 14.5 minutes during cardiac catheterization. In the interventional cardiac catheterization which was 75% of the total, the age and body weight were statistically the same but the irradiation time was longer than the diagnostic catheterization ($P=0.001$). There were 48 cases of atrial septostomy, 16 cases of balloon pulmonary valvuloplasty and 25 cases of transcatheter pulmonary valvotomy. Complications of cardiac catheterization were found in 16.3%, but there was no difference between interventional catheterization and diagnostic catheterization.

Conclusion: Therapeutic cardiac catheterization in neonates is a relatively safe and effective method in congenital heart disease. (*J Korean Pediatr Soc* 2002;45:615-621)

Key Words: Neonate, Cardiac catheterization, Therapeutic intervention

서 론

심도자 및 혈관 조영술은 선천성 심장병의 중요한 진단적 방법의 하나로 지금까지 유용하게 사용되고 있는 방법이다. 그러나 최근 이면성 심초음파(2-D echo-

cardiogram)와 도플러(doppler)의 진단적 발달로 심도자 및 조영술(이하 심도자술)의 빈도가 많이 줄어들고 있으며 특히 신생아들에게 있어서는 심도자와 연관된 사망률과 이환률이 높다는 보고가 있어¹⁾ 더욱 드물게 시행되고 있는 형편이다. 그러나 반면 심도자술에서 사용되는 카테타의 발달과 숙련된 기술로 심도자의 중재적 기술은 그 빈도를 더해가고 있으며 이는 신생아에 있어서는 마찬가지로 적용되고 있는 바이다. 따라서 본 연구에서는 최근 10년간 신생아에서 시행된 심

접수: 2001년 12월 4일, 승인: 2002년 2월 5일

책임저자: 송진영, 부천세종병원 소아과

Tel: 032)340-1125 Fax: 032)340-1236

E-mail: amyjys@hanmail.net

도자술을 한 병원의 경험을 중심으로 관찰해 봄으로 급격하게 발달하는 소아 심장분야의 심도자술의 유용성을 살펴보고자 한다.

대상 및 방법

1. 대상

부천세종병원 소아과에 내원하여 선천성 심장병을 진단받고 1991년 1월 1일부터 2000년 12월 31일까지 심도자술을 시행한 환아들 중 30일 이하의 신생아 139명을 대상으로 이들의 의무기록을 후향적으로 고찰하였다.

2. 방법

먼저 최근 10년간 소아 전체에서 시행된 심도자술과 비교하여 신생아에서 시행된 심도자술의 빈도 변화를 관찰하였고 그 중 진단적 심도자술과 각 중재적 시술이 차지하는 비중의 변화를 살펴보았다. 심도자술 시행 당시의 체중과 연령을 측정하였고 심도자술 당시의 처치로 단순 수면 진정법을 사용하여 시술한 경우와 전신마취 하에 시행한 경우를 관찰하였다. 심도자술을 시행하기 전 시행된 이면성 심초음파 및 도플러 검사로 진단을 내리고 이에 따라 진단명을 분류하였으며 심도자술을 통해 시행된 시술을 그 목적에 따라 진단적 목적과 중재적 목적으로 구분하였다. 심도자술의 목적에 따라 방사선 조사시간(radiation time)을 측정하였고 시술 중 혹은 직후에 발생한 합병증을 조사하였으며 또한 심도자술 직후 혹은 경과 관찰 중 1주일 이내 중환자실에서 사망하여 수술을 진행하지 못한 경우도 관찰하여 심도자술의 종류와의 연관성을 살펴보았다. 이 중 중재적 시술인 경우 그 종류를 구분하여 각각에 따른 환자들의 연령과 체중 그리고 방사선 조사시간을 동일하게 관찰하였다. 중재적 심도자술의 성공은 시술 후 혈액학적 결과의 호전 혹은 산소포화도의 호전이 있었거나 중재적 시술로 인하여 기대되었던 고식적 수술을 피할 수 있었던 경우로 하였다.

3. 분석

통계적 방법은 윈도우용 SPSS 10.0 프로그램을 사용하여 student t-test와 chi-square test 그리고 one way ANOVA를 사용하여 P값이 0.05 미만을 유의한

것으로 하였다.

결 과

1. 임상적 특징

139명 신생아들의 성별은 남아 92명(66%), 여아 47명(34%)이었고 이들의 시술 당시 연령은 14.9±8.9 일이고 체중은 3.3±0.5 kg(2.6-5.0 kg)이었다. 이들 중 진단이 확인된 123명의 환자들을 살펴보면 완전 대혈관전위(D-TGA)가 49명으로 제일 많았고 그 다음이 pulmonary atresia with intact ventricular septum(PAIVS)로 26명, 폐동맥판막 협착(valvar PS) 14명, 양대혈관 우실기시(DORV) 14명 그리고 pulmonary atresia with ventricular septal defect (PAVSD)가 11명의 순서였다. 그 외에도 대동맥 판막 협착(AS), 활로씨 4징(TOF)이 각각 2명, 관상동정맥루(coronary arteriovenous fistular), interruption of aortic arch(IAA), 폐동맥 폐쇄를 동반한 엡슈타인 기형(Ebstein anomaly with pulmonary atresia), 확장성 심근증(D-CMP) 및 Hemitruncus가 각각 1명씩 있었다(Table 1). 심도자술을 위한 처치로 수면진정을 한 경우는 42명이었고, 전신마취를 한 경우는 78명으로 의무기록이 가능했던 환자들 120명 중 전신마취를 시행한 환자가 65%를 차지하여 단순 수면진정 보다는 전신마취를 많이 한 것으로 나타났다. 또한 시술 중 방사선 조사시간은 20.1±14.5분이었다.

Table 1. Diagnoses in Neonatal Cardiac Catheterization for 10 Years

Diagnosis	Cases(%)
D-Transposition of great arteries	49(39.8)
Pulmonary atresia without VSD	26(21.1)
Valvar pulmonary stenosis	14(11.4)
Double outlet of right ventricle	14(11.4)
Pulmonary atresia with VSD	11(8.9)
Aortic stenosis	2(1.6)
Tetralogy of Fallot	2(1.6)
Coronary arteriovenous fistula	1(0.8)
Interruption of aortic arch	1(0.8)
Ebstein anomaly with pulmonary atresia	1(0.8)
Dilated cardiomyopathy	1(0.8)
Hemitruncus	1(0.8)
Total	123(100.0)

Abbreviation : VSD, ventricular septal defect

Table 2. Evolution of the Neonatal Cardiac Catheterization Over the Last 10 Years

	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Total pediatric cardiac cath.	451	412	517	516	480	476	397	464	329	318
Total neonatal cardiac cath.	7	1	15	22	16	12	15	15	17	19
Diagnostic neonatal cath.	3	0	4	6	5	3	4	3	2	2
Interventional neonatal cath.	3	0	9	9	9	8	10	12	14	17
Balloon atrial septostomy	3	0	6	4	5	5	4	6	9	6
Balloon valvuloplasty	0	0	1	2	1	2	3	1	2	4
Transcatheter valvotomy	0	0	2	3	2	1	3	5	2	7

Table 3. Evolution of the Ratio between Neonatal Cardiac Operation and Diagnostic Cardiac Catheterization in Neonate

	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Diagnostic cath.	3	0	4	6	5	3	4	3	2	2
Neonatal cardiac operation	3	1	10	11	5	7	8	8	25	42
Ratio of diagnostic cath.	1.00	0.00	0.40	0.54	1.00	0.43	0.50	0.38	0.08	0.05

2. 연도별 변화

최근 10년간의 신생아 심도자술은 점차로 증가하는 추세로 2000년의 신생아 심도자술은 전체 소아 심도자술의 약 6.0%에 달했고 이중 특별히 신생아 중재적 시술이 뚜렷이 증가하여 전체 신생아 심도자술의 89.5%이었다. 이는 10년 전 신생아 심도자술이 전체 소아의 1.5%였으며 이중 신생아 중재적 심도자술이 42.9%였던 것에 비하면 상당한 변화가 있는 것이다 (Table 2). 이로써 최근의 증가된 신생아 심도자술은 진단적 목적에 의한 것이라기 보다는 중재적 시술이 많아진 것에 기인한다고 보인다. 또한 각 연도별로 신생아 심장수술과 진단적 심도자술의 비율을 살펴보면 경우 역시 1991년 그 비 값이 1이었던 것이 2000년에는 0.05로 진단적 심도자술 없이 수술하는 경우가 월등히 많아졌다 (Table 3).

3. 심도자술의 목적과 합병증

심도자술의 목적으로는 중재적 시술인 경우가 전체의 74%에 달해 진단적인 목적(26%) 보다는 많은 것으로 관찰되었다. 이들 진단적 시술과 중재적 시술의 연령은 각각 16.9±8.5일, 13.5±8.9일로 유의한 차이는 없었고(P=0.057), 그 체중 역시 3.3±0.5 kg, 3.3±0.5 kg로 역시 동일하였다(P=0.830). 그러나 방사선 조사시간은 진단적 시술의 경우 11.7±8.4분으로 중재적 시술의 그것 22.8±14.9분에 비하여 의미있게 짧았다(P=0.001)(Table 4). 이들 중재적 시술은 풍선 심

Table 4. Comparisons between Diagnostic and Interventional Catheterization in Neonate

	Diagnostic cath.	Interventional cath.
Cases	32(26.0%)	91(74.0%)
Age(day) [†]	16.9±8.5	13.5±8.9
Weight(kg) [†]	3.3±0.5	3.3±0.5
Radiation(min) ^{*†}	11.7±8.4*	22.8±14.9*
Complications	4(12.5%)	16(17.8%)
Cardiac death	3(9.4%)	8(9.0%)

*P<0.05, †values are expressed by mean±SD

방 충격 절제술(atrial septostomy) 48례, 풍선 폐동맥 판막 확장술(balloon pulmonary valvuloplasty) 16례 그리고 경도관 폐동맥 판막 천공술(transcatheter pulmonary valvotomy)이 25례에서 시행되었고 심근 조직검사를 위한 생검도 1례에서 있었다. 그리고 대퇴정맥 천자가 되지 않아 심도자술을 포기한 경우가 1례 있었다.

심도자술로 인한 합병증은 모두 20례(16.3%)에서 관찰되었는데 시술 중 혹은 직후에 심폐소생술을 시행한 경우가 14례로 가장 많았고 급성 신부전증이 시술 후에 발생한 경우가 2례 그 외 시술 중 spell, PSVT 및 시술 후 패혈증이 1례씩 있었고 정맥의 파열도 1례에서 관찰되었다 (Table 5). 전체적으로는 전체 20례 중 4례가 진단적 심도자술 중 관찰되었고 나머지 16례는 중재적 시술에서 관찰되었다. 따라서 진단적 심도자술인 경우 12.5%의 발생률을 보였고 중재

Table 5. Comparison of the Complications during Catheterization between Diagnostic and Interventional Catheterization

	Diagnostic cath.*	Interventional cath.*	Total
Resuscitation	3(12.2%)	11(9.4%)	14
ARF	1(3.1%)	1(1.1%)	2
Spell		1(1.1%)	1
PSVT		1(1.1%)	1
Sepsis		1(1.1%)	1
Vein rupture		1(1.1%)	1
Total	4(12.5%)	16(17.8%)	20

P>0.05, *values are expressed by number(%), Abbreviations : ARF, acute renal failure; PSVT, paroxysmal supraventricular tachycardia

적 심도자술은 17.8%의 합병증 발생률을 보여 통계적으로 의미있는 차이가 없었다(*P*=0.489). 또한 심폐소생술을 시행한 치명적인 경우는 중재적 시술에서 11례(9.4%), 진단적 시술에서 3례(12.2%)로 중재적 시술에서 약간 많았으나 여전히 의미 있는 차이는 없었다(*P*=0.664)(Table 5). 한편 심도자술 중이나 검사 후 사망한 경우는 전체적으로 11명이 있어서 9.0%에 달하였는데 중재적 시술의 경우 9.0%로써 이는 진단적 시술의 그것이 9.4%인 것과 비교하면 통계적으로 유의하지 않았다(*P*=0.934)(Table 4).

4. 신생아기의 중재적 심도자술에 따른 성공률

신생아기의 심도자술에서 시행된 중재술은 앞에서 언급되었듯이 풍선 심방중격 절제술, 풍선 폐동맥 판막 확장술 그리고 경도관 폐동맥 판막 천공술 의 주로 3가지인데 각각의 시행 연령은 13.2±9.9, 17.6±8.2, 10.8±7.2일로 경도관 폐동맥 판막 천공술이 가장 낮은 연령에 시행되었으나 통계적으로 큰 차이는 없었다(*P*=0.061). 방사선 조사시간은 16.5±8.6, 26.9±14.7 그리고 33.9±17.8분으로 이는 경도관 폐동맥 판막 천공술에서 유의하게 길었다(*P*<0.001)(Table 6).

신생아기에 시행된 중재적 심도자술의 모두 91례가 있었는데 그 중 75.5%에서 만족스러운 결과를 얻었다. 그러나 신생아기에 시행된 경도관 폐동맥 판막 천공술은 모든 경우 전신마취 하에서 시도되었음에도 불구하고 그 성공률이 40.0%로 풍선 심방 중격 절제술인 경우 91.7%, 풍선 폐동맥 판막 확장술은 75.0%에 비해 상당히 낮은 것을 알 수 있었다(Fig. 1). 반면 경도관 폐동맥 판막 천공술로 인한 합병증은 28.0

Table 6. The Summary of Neonatal Cardiac Intervention

	AtS	BPV	TPV
Number of neonates	48	16	25
Age(days) [†]	13.2±9.9	17.6±8.2	10.8±7.2
Radiation(min) [†]	16.5±8.6*	26.9±14.7*	33.8±17.8*
General anesthesia	32	11	25
Success cases	44	12	10
Expired cases	5	0	3
Complications	6	3	7
CPR	4	2	5
ARF	1	0	0
Sepsis	1	0	0
PSVT	0	0	1
Spell	0	1	0
Vein rupture	0	0	1

**P*<0.05, †values are expressed by mean±SD Abbreviations : AtS, atrial septostomy; BPV, balloon pulmonary valvuloplasty; TPV, transcatheter pulmonary valvotomy; CPR, cardiopulmonary resuscitation; ARF, acute renal failure; PSVT, paroxysmal supraventricular tachycardia

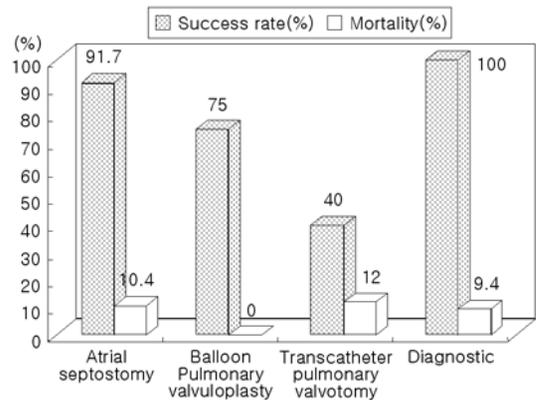


Fig. 1. Success rate and mortality in intervention and diagnostic neonatal cardiac catheterization shows the lowest success rate in transcatheter pulmonary valvotomy.

%(7례), 심도자술 후 사망률이 12.0%로 다른 중재적 시술에 비해 높았고(Table 6) 2000년 최근의 성적도 7례 중 2례만 성공하였을 뿐 초기와 큰 차이가 없는 것으로 나타나서 여전히 위험도가 높은 시술인 것을 관찰할 수 있었다(Fig. 2).

고 찰

신생아기에 많은 심장병이 진단되지만 특별히 심도



Fig. 2. The evolution of the success rate of transcatheter pulmonary valvotomy shows no differences.

자술이 필요한 경우는 드문 편이다. 1999년 Shim 등에 의하면 1994년 이후 중재적 심도자술의 증가가 뚜렷하여 완전 대혈관전위(D-TGA), 폐동맥 판막협착(PS)의 비중이 높아진 것이 사실이다²⁾. 그러나 본 연구에서는 Shim 등의 연구와는 심장병의 종류가 많이 다른데 1994년의 그것에서는 심도자술을 시행한 심장병의 종류가 다양한데 비해 최근의 본 조사에서는 그렇지 않다. 이것은 선천성 심장병의 진단에 있어서 심초음파 및 도플러의 발달을 증명한다고 하겠다. 또한 본 연구에서의 심도자술 시행 연령이 그들의 연령보다 높은 것은 전체의 74%에 달하는 중재적 심도자술과 prostagladin 등의 약제 발달로 인해 선천성 심장병의 시술 전 처치가 환자의 상태를 많이 호전시킨 것으로 추정된다. 또한 중재적 시술의 증가와 경도관 폐동맥 판막 천공술과 같은 위험도가 높은 시술로 인해 많은 경우 전신 마취 하에서 시술이 시행되었다.

풍선 폐동맥 판막 확장술이나 풍선 심방 중격 절제술 등이 소아과 영역에서 비교적 안전하게 시행된다고 보고된 바가 있었으나^{3, 4)} 경도관 폐동맥 판막 천공술은 1991년 처음으로 도입된 비교적 최근에 시작한 중재적 시술로^{5, 6)} 그 위험도를 고려해 볼 때 전신마취 하에서 시행하는 심도자술이 비교적 안전하다고 생각되며 환자의 상태가 나빠 호흡기 치료를 하고 있는 경우 역시 전신마취가 선호되었다.

풍선 심방 중격 절제술은 2% 정도의 시술 중 사망률을 보고하고 있었으나³⁾ 우리가 조사 한 바에 의하면 10.4%로 단순히 시술 뿐이 아니라 시술 후의 경과 중 사망한 경우를 포함하여 더 높게 관찰 되었다.

1990년대 초기에는 시행 연령과 관계하여 신생아인

경우 위험도가 높은 시술로 보고한 바가 있었던^{7, 8)} 풍선 폐동맥 판막 확장술은 시술 후 사망한 환자가 없어서 신생아기에 시행된 중재적 시술 중 가장 안전하게 행하여졌다고 생각된다. 이로 인해 최근까지도 소아과 영역에서 가장 흔하게 시행되는 중재적 시술로 좋은 결과를 보이고 있다.

최근에 Wang 등에 의하면 14명 중 11명에서 경도관 폐동맥 판막 천공술을 성공하여 안전하고 효과적인 결과를 보고하고 있으며⁹⁾ 다른 연구에서도 89%의 조기 성공률을 보고하고 있으나¹⁰⁾ 본 조사에서는 이에 훨씬 못하는 정도의 성공을 관찰하였다. 이것은 일반 wire를 쓰는 우리의 실정과 시행 초기의 많은 환자들을 대상으로 하여 시행된 것이 중요한 원인으로 생각된다. 따라서 환자를 정확히 평가하여 대상 환자를 보다 엄밀하게 제한하는 것이 필요하다고 생각한다.

일반적으로 영아기의 심도자술은 소아기의 심도자술보다 위험한 것으로 알려져 있는데 1968년의 보고에 의하면 신생아기의 심도자술은 7-9%의 치명적인 합병증을 유발할 수 있다고 하였고¹¹⁾ 이는 비슷한 시기의 다른 결과들도 마찬가지였었다^{12, 13)}. 그러나 최근의 심도자술 장비의 발달과 prostagladin의 사용으로 사망률을 줄어드는 경향을 보이는 것이 일반적이지만¹⁴⁻¹⁶⁾ 10-20% 정도의 치명적이지 않은 심도자술 합병증이 영아기에서 여전히 발생한다고 보고되고 있다^{1, 16)}.

본 조사에서는 16.3%의 합병증과 9.0%의 사망률을 관찰하여 비슷한 결과를 보였으나 특징적인 것은 진단적 심도자술과 중재적 심도자술에 있어서 그 차이가 없었다는 것이며 전체적으로 심폐소생술의 치명적인 합병증이 많이 관찰되어 위험도가 높은 중재적 시술이 많이 시행되었다는 것을 알 수 있다. 그러나 혈관 접근에 따른 합병증은 1례에서만 있었을 뿐이어서 심도자술 장비의 발달을 미루어 짐작할 수 있었다.

매년 심도자술의 증례수는 전체적인 소아 심도자술이 줄어드는 반면 중재적 시술의 신생아 심도자술이 증가하는 추세를 보여 이는 중재적 시술의 발달과 심도자 장비의 발전의 결과로 생각된다.

요 약

목적 : 최근 이면성 심초음파와 도플러의 발달로 선천성 심장병의 진단에 심도자 및 조영술이 차지하는 비중이 감소하였으나 심도자술의 장비 발달로 인

해 치료적 의미의 중재술은 그 수를 더해가고 있으며 이는 신생아에게 있어서도 마찬가지로 적용되고 있다. 따라서 본 연구에서는 최근 10년간의 신생아 심도자술의 경향을 관찰하였다.

방 법 : 1991년부터 2000년까지 세종병원에서 시행한 심도자 및 조영술 환자들 중 30일 이하의 신생아 139명을 대상으로 이들의 의무기록지를 고찰하였다. 이들의 심도자술 시행한 목적에 따라 진단적 심도자술과 중재적 심도자술로 나누고 당시의 연령과 체중 그리고 진단을 조사하였으며 시술로 인한 합병증과 사망을 조사하였다. 중재적 심도자술인 경우 그 성공 여부를 시술 후의 결과로 관찰하였다.

결 과 : 139명 신생아들의 성별은 남아 92명, 여아 47명이었고 이들의 시술 당시 연령은 14.9 ± 8.9 일이고 체중은 3.3 ± 0.5 kg ($2.6-5.0$ kg)이었다. 최근 10년간의 신생아 심도자술은 점차로 증가하는 추세로 특별히 신생아 중재적 시술이 뚜렷이 증가하여 전체 신생아 심도자술의 89.5%이었다. 이들의 진단을 살펴보면 완전 대혈관전위(D-TGA)가 49명으로 제일 많았고 그 다음이 pulmonary atresia with intact ventricular septum(PAIVS)로 26명, 폐동맥판막 협착(valvar PS) 14명, 양대혈관 우실기시(DORV) 14명 그리고 pulmonary atresia with ventricular septal defect(PAVSD)가 11명의 순서였다. 심도자술을 위한 처치로 전신마취를 한 경우가 전체의 65%로 단순 수면진정 보다 많이 한 것으로 나타났다. 심도자술의 목적은 중재적 시술을 목적으로 한 경우가 전체의 74%에 달해 진단적인 목적보다는 많은 것으로 관찰되었다. 중재적 시술은 풍선 심방중격 절제술 48례, 풍선 폐동맥 판막 확장술 16례 그리고 경도관 폐동맥 판막 천공술이 25례에서 시행되었다. 심도자술로 인한 합병증은 중재적 시술에서 더 높지는 않았고($P=0.489$) 사망률 역시 중재적 심도자술에서 의미있게 높지는 않았다($P=0.934$). 신생아기에 시행된 중재적 심도자술의 시행 연령은 경도관 폐동맥 판막 천공술이 가장 낮은 연령에 시행되었으나 통계적으로 의미는 없었다($P=0.061$). 방사선 조사시간은 경도관 폐동맥 판막 천공술에서 의미있게 길었다($P<0.001$). 그러나 신생아기에 시행된 경도관 폐동맥 판막 천공술은 성공률이 40.0%, 합병증이 28%, 심도자술 후 사망률이 12.0%로 나타났다.

결 론 : 신생아의 심도자 및 조영술은 심초음파적

진단의 발전으로 선천성 심질환에서 진단적 비중은 줄어들었으나 치료 목적의 중재적 시술이 체중과 관계없이 비교적 안전하게 시행되고 있으며 경도관 폐동맥 판막 천공술을 제외하면 비교적 좋은 결과를 나타내고 있다.

참 고 문 헌

- 1) Cassidy SC, Schmidt KG, Van Hare GF, Stanger P, Teitel DF. Complications of pediatric cardiac catheterization: a 3-year study. *J Am Coll Cardiol* 1992;19:1285-93.
- 2) Shim D, Lloyd TR, Crowley DC, Beekman RH 3rd. Neonatal cardiac catheterization: a 10-year transition from diagnosis to therapy. *Pediatr Cardiol* 1999;20:131-3.
- 3) Mok Q, Darvell F, Mattos S, Smith T, Fayers P, Rigby ML, et al. Survival after balloon atrial septostomy for complete transposition of great arteries. *Arch Dis Child* 1987;62:549-53.
- 4) McCrindle BW. Independent predictors of long-term results after balloon pulmonary valvuloplasty. *Valvuloplasty and Angioplasty of Congenital Anomalies(VACA) Registry Investigators. Circulation* 1994;89:1751-9.
- 5) Qureshi SA, Rosenthal E, Tynan M, Anjos R, Baker EJ. Transcatheter laser-assisted balloon pulmonic valve dilatation in pulmonary valve atresia. *Am J Cardiol* 1991;67:428-31.
- 6) Parsons JM, Rees MR, Gibbs JL. Percutaneous laser valvotomy with balloon dilatation of the pulmonary valve as primary treatment for pulmonary atresia. *Br Heart J* 1991;66:36-8.
- 7) Stanger P, Cassidy SC, Girod DA, Kan JS, Lababidi Z, Shapiro SR. Balloon pulmonary valvuloplasty: results of the valvuloplasty and angioplasty of congenital anomalies registry. *Am J Cardiol* 1990;65:775-83.
- 8) Booth P, Redington AN, Shinebourne EA, Rigby ML. Early complications of interventional balloon catheterization in infants and children. *Br Heart J* 1991;65:109-12.
- 9) Wang JK, Wu MH, Chang CI, Chen YS, Lue HC. Outcomes of transcatheter valvotomy in patients with pulmonary atresia and intact ventricular septum. *Am J Cardiol* 1999;84:1055-60.
- 10) Gibbs JL, Blackburn ME, Uzun O, Dickinson DF, Parsons JM, Chartrath RR. Laser valvotomy with balloon valvoplasty for pulmonary atresia with intact ventricular septum: five years' experience. *Heart* 1997;77:225-8.

- 11) Braunwald E, Swan HJC. Cooperative study on cardiac catheterization. *Circulation* 1968;37(suppl III):III59-III66.
 - 12) Krovetz LJ, Shanklin DR, Schiebler GL. Serious and fatal complications of catheterization and angiocardiology in infants and children. *Am Heart J* 1968;76:39-47.
 - 13) Ho CS, Krovtz LJ, Rowe RD. Major complications of cardiac catheterization and angiocardiology in infants and children. *Johns Hopkins Med J* 1972;131:247-58.
 - 14) Stanger P, Heymann MA, Tarnoff H, Hoffman JI, Rudolph AM. Complications of cardiac catheterization of neonates, infants and children. A 3-year study. *Circulation* 1974;50:595-608.
 - 15) Vitiello R, McCrindle BW, Nykanen D, Freedom RM, Benson LN. Complications associated with pediatric cardiac catheterization. *J Am Coll Cardiol* 1998;32:1433-40.
 - 16) Cohn HE, Freed MD, Hellenbrand WF, Fyler DC. Complications and mortality associated with cardiac catheterization in infants under one year : a prospective study. *Pediatr Cardiol* 1985;6:123-31.
-