

유소아 개심술 환아에서 대동맥 캐놀러의 이상위치에 의한 요골·대퇴동맥압간 차이의 발생

연세대학교 및 ¹아주대학교 의과대학 마취과학교실

유은숙¹ · 곽영란 · 남상범 · 박원선 · 한동우
한상건¹ · 이영석¹ · 방서욱

- Abstract -

Development of Pressure Gradient between Radial and Femoral Artery due to Aortic Cannula Malposition in Pediatric Cardiac Surgery

Eun Sook Yoo, M.D.¹, Young Lan Kwak, M.D., Sang Beom Nam, M.D.

Won Sun Park, M.D., Dong Woo Han, M.D., Sang Gun Han, M.D.¹

Young Seok Lee, M.D.¹ and Sou Ouk Bang, M.D.

Department of Anesthesiology, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

¹Department of Anesthesiology, Ajou University College of Medicine, Suwon, Korea

Background: Appropriate placement of aortic and venous cannulas is important to ensure effective systemic perfusion. The malposition of the aortic cannula may promote preferential flow down the aorta or induce flow to aortic arch vessels causing pressure gradient between mean radial arterial pressure (RAP) and femoral arterial pressure (FAP). In this study we compared mean radial to femoral artery pressure gradient before and immediately after aortic cannulation and during cardiopulmonary bypass (CPB).

Methods: Ninety two pediatric patients undergoing open heart surgery were examined. After induction of anesthesia RAP and FAP were measured. The pressure gradient was measured before and after aortic cannulation, 15, 30 and 60 minutes after aortic cross clamping (ACC). When the pressure gradient of more than 10 mmHg developed, the surgeon was recommended to manipulate position of the aortic cannula. If the pressure gradient returned to pre-CPB level after manipulation, the pressure gradient was considered to develop due to aortic cannula. The age, presence of cyanosis, adjustment of shape of aortic cannula tip before cannulation and side of radial artery cannulation as factors developing pressure gradient were examined.

Results: Fifteen patients (16.3%) developed pressure gradient due to position of aortic cannula. Two patients (2.2%) developed immediately after aortic cannulation and fourteen patients (15.2%) during CPB. There was no statistically significant factor developing pressure gradient except non-cyanotic disease.

Conclusions: The pediatric patient could develop pressure gradient due to malposition of aortic cannula frequently during CPB. Therefore, the simultaneous monitoring of RAP and FAP may be beneficial for managing CPB in pediatric cardiac surgery. (Korean J Anesthesiol 1998; 35: 1124~1128)

Key Words: Anesthesia: cardiac; pediatric. Complication: aortic cannula malposition.

논문접수일: 1998년 3월 27일

책임저자: 유은숙, 경기도 수원시 팔달구 원천동 산 5번지, 아주대학교 의과대학 마취과학교실, 우편번호: 442-749

Tel: 0331-219-5576, Fax: 0331-219-5579, E-mail: yooes@madang.ajou.ac.kr

서 론

체외순환시 산화기를 통해 나온 동맥혈액은 주로 상행대동맥에 위치한 캐놀러를 통해 환자에게로 공급되는데 이 캐놀러의 크기는 환자의 크기와 요구되는 혈류량에 의해 결정된다. 그런데 유소아에서 대동맥의 크기는 작는데, 충분한 유량을 공급하기 위해서는 어느정도 이상의 크기를 가진 캐놀러를 넣어야 한다. 따라서 때로는 캐놀러 자체가 대동맥의 유출로(outflow)를 막을 수도 있고 무명동맥 쪽으로 들어갈 수도 있다.¹⁾ 저자들은 개심술 환자의 마취시 요골동맥압과 대퇴동맥압을 동시에 감시하는데 때때로 대동맥에 캐놀러 삽입직후 요골동맥압과 대퇴동맥압간에 차이가 발생하는 경우가 있고 이때 캐놀러의 위치를 변경해주면 다시 캐놀러 삽입전으로 돌아가는 것을 종종 경험하였다. 이와 같은 대동맥 캐놀러의 이상위치(malposition)에 대해서는 몇몇 증례보고가^{2,3)} 있으며 Salerno 등은⁴⁾ 뇌파기록법에 의해 발견된 대동맥 캐놀러의 이상위치가 84명 중 3명으로 3.5%였다고 하였다.

본 연구에서는 유소아에서 개심술시 대동맥 캐놀러의 삽관 후 캐놀러의 이상위치에 의해 요골-대퇴동맥압간의 혈압차이가 발생하는 경우의 발생 빈도를 알아보고 이에 영향을 미치는 인자를 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

1) 대 상

본원 심장 혈관 센터에서 선천성 심장 기형으로 개심술을 시행받는 체중 20 kg 미만의 환자 92명을 대상으로 환자 부모의 동의하에 전향적으로 연구를 시행하였다. 환자의 demographic data는 Table 1과 같다.

2) 방 법

모든 환자는 전처치 없이 수술방에 도착한 직후 ketamine 2 mg/kg을 정맥주사 한후 100% 산소 마스크하에서 vecuronium 0.15~0.2 mg/kg과 fentanyl 3~5 µg/kg을 정맥주사하고 ketamine 5~10 mg/kg과 atropine 0.25~0.5 mg을 근육주사하여 마취를 유도하였으며 기관내 삽관후 흡입 산소 분율 0.6, 호흡

수 15~25회/분, 일회 호흡량 10~15 ml/kg으로 조절 호흡을 하였다. 마취유지는 ketamine을 1 mg/kg/hr로 점적주입하였으며 소량의 fentanyl과 흡입마취제를 이용하였다. 마취유도 직후 요골동맥과 대퇴동맥에 도관을 삽입하여 동맥혈압을 감시하였고, 우측 내경정맥으로 카테테르를 삽입하여 중심정맥압을 감시하였다. 요골동맥에는 22-gauge 또는 24-gauge의 teflon 카테테르(Angiocath®, Becton Dickison Co, USA)를 거치하였고 대퇴동맥에는 20-gauge 또는 22-gauge의 teflon 카테테르를 삽입한 후 요골동맥관은 50 inch 길이의 low volume, high pressure tube (MEDCOMP, USA)에 대퇴 동맥관은 72-inch 길이의 동일 tube를 transducer(H91295A®, Hewlett-Packard Co, USA)에 연결하였다. HP transducer는 Space Labs Medical's Patient Care Management System(PCMS™, Space Labs Medicals, Inc., USA)에 연결한 후 혈압을 관찰, 기록 하였다. 모든 수축기, 이완기 및 평균 동맥압은 모니터상의 숫자로 기록하였다.

요골 동맥압과 대퇴 동맥압을 동시에 감시하면서 대동맥 캐놀러 삽입전 요골-대퇴동맥압간에 평균 동맥압의 차이를 기준치로 하여 삽입 후 이 평균 동맥압의 차이에 변화가 생기는지 관찰하였다. 대동맥 캐놀러(ARGYLE angled aortic perfusion catheter)는 환자의 대동맥의 크기 및 삽관위치와 무명동맥까지의 길이에 따라 수술자의 판단에 의해 캐놀러 끝을 일부 자르거나 혹은 자르지 않고 삽관을 시행하였고 대동맥캐놀러와 심폐우회로 circuit을 연결하고 대동맥과 직각이 되게 하여 마취과쪽에 설치한 머리보호대에 고정하였다. 기준치 평균 동맥압의 차이보다 10 mmHg 이상 차이가 생겼다가 캐놀러의 위치를 변화시켰을 때 평균 동맥압의 차이가 캐놀러 삽입 전과 같아진 경우에 이를 대동맥 캐놀러의 이상위치가 발생한 것으로 간주하였다. 만약 캐놀러 삽입 후 변화가 없더라도 체외순환 동안에 수술적

Table 1. Demographic Data

Age (yrs)	2.0 ± 1.9
Sex (m/f)	50/42
Weight (kg)	10.1 ± 5.0
Height (cm)	79.9 ± 20.4

Values are mean ± SD except sex. n=92

조작과 관련되어 캐놀러의 위치에 영향을 미칠수도 있으므로 체외순환 동안에도 평균동맥압의 차이를 감시하였으며 대동맥경자 거치 동안에만 감시하였다. 대동맥 경자 거치후 15분, 30분과 60분에 각각 평균동맥압을 관찰하여 평균동맥압의 차이가 10 mmHg 이상 생기면 삽입된 캐놀러를 조금 빼줌으로써 캐놀러의 위치를 변화시켜서 이런 평균동맥압의 차이가 적어지면 의의가 있는 경우로 보았다. 전체 환자중에서 대동맥캐놀러의 이상위치에 의해 요골-대퇴동맥압간의 차이가 발생하는 경우의 발생빈도를 보고 캐놀러의 끝을 잘랐는지 여부, 요골 동맥 삽관 위치가 오른쪽인지 왼쪽인지 여부, 청색증 여부 및 환자의 나이가 발생빈도와 관련이 있는지를 알아보았다. 통계는 Chi-square test를 이용하였고 $p < 0.05$ 인 경우 통계적으로 유의한 것으로 하였다.

결 과

대동맥 캐놀러의 이상위치에 의해 평균 요골-대퇴 동맥압 사이에 차이가 생긴 경우는 전체 92명의 환자중에서 15명으로 16.3%의 발생빈도를 보였다. 대동맥 캐놀러 삽입 직후 평균 요골-대퇴동맥압의 차이가 생긴 경우가 2명(2.2%)으로 평균 동맥압간의 차이가 각각 15 mmHg와 21 mmHg로 요골동맥압이 현저히 낮아졌다. 체외순환 동안에 차이가 생긴 경우는 14명으로 15.2%였다. 대동맥 캐놀러 삽입 직후에 혈압차가 발생한 한 명의 환자에서 체외순환 중에도 캐놀러에 의한 혈압차가 발생하였다. 3명의 환자가 체외순환중에 10 mmHg의 혈압차가 발생하였으나 캐놀러 위치를 변화시켜도 혈압차이에 변화가 없었다. 대동맥 캐놀러에 의해 혈압 차이가 생긴 경우는 비청색성의 심장질환이 있는 환자에서 발생빈도가 높았고($p < 0.05$), 캐놀러 끝을 자르지 않은 경우가 자른 경우보다 더 많았으나 통계적인 의의는 없었다(Table 2). 대동맥 캐놀러의 이상위치에 의해 평균 요골-대퇴동맥압의 차이가 생긴 환자를 질환별로 보면 심실중격결손 환자가 13명, 팔로사징 환자가 2명이었다. 전체 환자중 대혈관전위 환자는 2명이었으나 대동맥 캐놀러의 이상위치에 의한 혈압차이는 보이지 않았다.

Table 2. Characteristics of Patients

	PG	no PG	Total	
Age(year)	< 1	5	39	44
	> 1	9	39	48
Sex	male	5	45	50
	female	10	32	42
ADJ	yes	4	35	39
	no	11	42	53
RAC	right	5	26	31
	left	10	51	61
Cyanosis	yes	2	33	35
	no	13*	44	57
Disease	VSD	13	44	57
	TOF	2	23	25
	TGV		2	2
	Others		8	8

Values are number of patients. PG, patients developed pressure gradient between mean radial artery pressure and femoral artery pressure due to malposition of aortic cannula; ADJ, adjustment of shape of aortic cannula tip before cannulation; RAC, side of radial artery cannulation; VSD, ventricular septal defect; TOF, tetralogy of Fallot; TGV, transposition of great vessels. * $p < 0.05$ vs patients with cyanosis

고 찰

체외순환동안 환자에게 산소화된 혈액을 공급하는 유입캐놀러는 상행대동맥, 쇄골하동맥, 대퇴동맥 혹은 장골동맥(iliac artery)에 삽관할 수 있다. 현재는 상행대동맥이 가장 흔하게 선택되는 부위인데 삽관하기 편하고, 전방향 혈류(forward flow)를 줄 수 있으며, 죽상색전(atheromatous emboli)의 빈도가 적고, 큰 캐놀러를 삽입할 수 있다는 장점이 있기 때문이다.

그러나 상행대동맥삽관도 몇가지 주의해야할 점이 있다. 상행대동맥 내에 캐놀러의 위치가 적절치 못하면 캐놀러가 대동맥궁혈관(aortic arch vessels)쪽으로 향하거나 대동맥궁혈관을 넘게 되는데 이러한 이상위치는 중대한 결과를 초래할 수 있다. 이러한 잘못된 삽관은 좌측 쇄골하동맥,²⁾ 무명동맥,³⁾ 좌측 총경동맥에⁵⁾ 생길 수 있다. 만약 캐놀러 끝이 대동맥혈관 내막에 위치하면 대동맥박리(aortic dissection)

가 되어 체외순환 시작과 함께 전신관류가 되지 않는 심각한 결과를 초래할 수도 있다. 역행성으로 삼관된 경우에는 유량이 대동맥 판막쪽으로 향하게 되어 전신순환을 방해하고 체외순환 시작시 심각한 좌심실의 팽창을 유발할 수 있으며 캐논러가 너무 깊이 삼관되면 대동맥폐쇄를 유발할 수 있고 대동맥궁의 원위부에 위치하면 뇌관류 및 심장혈관 관류도 감소할 수 있다.

McLeskey와 Cheney는²⁾ 좌측 쇄골하 동맥에 캐논러가 삼관되어 체외순환 시작후 좌측 평균 요골동맥압이 갑자기 증가하고 크게 진동하는 혈압파형(wide swinging pressure wave)을 보이며, 소변량이 감소하는 증상을 보인 경우에서 대동맥 캐논러의 이상 위치를 의심하여 캐논러를 3 cm 정도 빼내자 혈압이 떨어졌다고 하였다. 이렇게 쇄골하동맥이나 무명동맥에 삼관된 경우 동측의 요골동맥압이 큰 맥압을 가지며 비정상적으로 높게 나타날 수가 있고 반대쪽 요골동맥압 혹은 대퇴동맥압은 비정상적으로 극히 낮으며 신장 및 뇌는 저관류가 될 수 있다.

경동맥 삼관시에는 낮은 요골동맥압과 일측성의 이루(otorrhea), 비루(rhinorrhoea), 결막부종, 안면부종, 안면 한랭 등이 뇌의 과관류의 결과로 나타날 수 있다. 경동맥에 삼관된 경우외에도 캐논러를 통해 유입되는 혈액이 제트(jet)를 형성하여 이 제트의 방향이 무명동맥쪽을 향하게 되면 뇌의 과관류를 유발할 수 있다. 동맥캐논러의 원위부는 동맥혈 유입관보다 작아서 어른에서 외경 6.5 mm 캐논러를 통해 2.0 L/min/m²의 바이패스 유량을 주는 경우에 120 mmHg의 압력차이가 생긴다고 한다. 따라서 이런 작은 캐논러의 원위부에서 제트가 형성될 수 있다.

환아에서 캐논러 선택은 대동맥의 크기에 의해 영향을 받을 수 있다. 예를 들어 크기가 작은 대동맥을 가진 소아에서 적절한 크기의 대동맥 캐논러는 때로 대동맥 유출로를 막을 수도 있게된다. 또한 캐논러 삼관 위치는 대동맥의 해부학적 특징에 의해 영향을 받을 수도 있는데 좌심실형성부전증후군(hypoplastic left heart syndrome)과 같은 경우 상행대동맥은 매우 작아서 삼관을 할 수 없을 정도가 되기도 한다. 또한 심실 중격결손과 같이 좌·우 섀트(shunt)를 동반하는 비 청색성의 심장질환에서는 폐혈류가 증가하고 전신혈류는 감소하며 대동맥을 통해 나가는 혈류량 감소에 따라 폐동맥은 확대되고

대동맥은 상대적으로 덜 발달된다. 반대로 팔로사징과 같이 청색증을 나타내는 심장질환은 폐동맥의 발육 부전 혹은 폐동맥 협착 등에 의해 폐동맥쪽으로의 혈류는 감소하고 상대적으로 대동맥의 크기는 잘 발달된다. 이와같은 이유로 본 연구에서 대동맥 캐논러에 의한 이상위치의 발생빈도에 영향을 미칠 수 있는 요인으로 청색증여부를 살펴보았으며 비청색성 심장질환에서 더욱 대동맥캐논러의 이상위치의 발생빈도가 증가함을 알 수 있었다.

수술 방법도 대동맥 캐논러의 삼관위치에 영향을 줄 수 있는데 예를들어 대혈관전위를 가진 환아에서는 대동맥근 쪽에 많은 부분을 수술을 위해 확보해야 하므로 대동맥캐논러 끝이 대동맥궁 혈관쪽에 삼관되거나 이런 혈관을 지나쳐서 더 원위부에 위치하면 뇌에 저관류상태가 될 수 있다. Kern등은⁶⁾ 유소아에서 어른과 비교할 때 냉각양식이 다른 것을 발견하였는데 직장냉각이 고막냉각보다 먼저 이루어지는 경우가 있으며 이것은 펌프 유량이 부적절하게 분포되어 뇌순환이 그만큼 감소했기 때문이라고 하였다.

본 연구에서 사용한 대동맥캐논러는 각진 캐논러로 일정길이 만큼이 대동맥 구경(lumen)내로 들어가도록 되어있는데 환아의 대동맥의 크기나 대동맥궁 혈관의 해부학 또는 삼관의 위치에따라 대동맥 구경내로 들어가는 부분이 상대적으로 길어져서 이상위치의 원인이 될 수 있으므로 수술자의 판단에 따라 캐논러 끝을 일정부분 잘라냄으로 길이를 조절하는 것이 대동맥 캐논러의 이상위치 발생에 영향을 미칠 것으로 예상하였다. 본 연구에서는 통계적의의는 없었으나 이상 위치가 발생한 경우 캐논러 끝을 자르지 않은 경우가 더 많았다.

환아의 나이가 어릴수록 대동맥 크기가 작아서 혹은 좁은 시야 때문에 체외순환중에 캐논러에 의한 이상위치 발생이 많을 것으로 예상하였으나 본 연구의 결과에서는 영향이 없었고, 무명 동맥삼관이 좌측 쇄골하동맥이나 좌측중경동맥 삼관보다 상대적으로 흔하므로 요골 동맥삼관의 위치가 좌측이나 혹은 우측이나도 영향이 있을 것으로 생각하였으나 본 연구 결과에서는 영향이 없었다.

Rich등은⁷⁾ 체외순환중에 평균 요골-대동맥압의 차이가 5 mmHg인 환자가 30명 중에 23명에서 있었고 그 중에서 16 mmHg까지 혈압차를 보인 경우도 있

었다. 그 원인은 불분명하다고 하였다. Gallagher 등도⁸⁾ 평균 대퇴동맥압의 20% 이상 요골동맥압이 낮아진 경우가 주로 체외순환중에 나타났다고 하였다. 본 연구에서 3명의 환아가 체외순환중에 10 mmHg의 혈압차이를 보였으나 대동맥 캐논리의 위치와는 관계가 없었던 데 체외순환중의 현저한 평균동맥압 차이가 모두 대동맥 캐논리의 이상위치에 의한 것은 아니며 원인은 더 연구가 필요할 것으로 생각된다.

일반적으로 심장수술시 한쪽 요골동맥 혹은 대퇴동맥에만 삽관하여 혈압을 감시하므로 대동맥 캐논리의 착오삽관(miscannulation)시 혈압의 변화만으로 이를 발견해 내기는 어렵다. 또한 체외순환시 낮은 혈압을 나타내는 경우에는 다른 원인도 많이 있고 뇌의 과관류에 의해 나타나는 징후 혹은 신장의 저관류에 의한 핏뇨는 비교적 늦게 나타나므로 착오삽관의 발견이 쉽지 않다. 이에 반해서 대동맥 캐논리의 이상위치에 의해 생길 수 있는 요골-대퇴동맥압의 차이는 요골 및 대퇴동맥압을 동시에 감시한다면 간편하고 빠르게 발견할 수 있는 방법이라고 생각된다.

결론적으로 유소아 심장수술시 요골 및 대퇴동맥압을 동시에 감시한다면 대동맥 캐논리의 이상위치를 빠르게 발견할 수 있을 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

1. Lake CL: Pediatric cardiac anesthesia. 2nd ed. Norwalk Connecticut, Appleton and Lange. 1993, pp 155-7.
2. McLeskey CH, Cheney FW: A correctable complication of cardiopulmonary bypass. *Anesthesiology* 1982; 56: 214-6.
3. Watson BG: Unilateral cold neck. *Anaesthesia* 1983; 38: 659-61.
4. Salerno TA, Lince DP, White DN, Lynn RB, Charrette EJ: Arch versus femoral artery perfusion during cardiopulmonary bypass. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1978; 76: 681-4.
5. Ross WT, Lake CL, Wellons HA: Cardiopulmonary bypass complicated by inadvertent carotid cannulation. *Anesthesiology* 1981; 54: 85-6.
6. Kern FH, Jonas RA, Mayer JE, Hanley F, Castenada AR, Hickey PR: Conventional temperature monitoring is a poor correlate of efficient brain cooling. *Anesthesiology* 1991; 75: A57.
7. Rich GF, Lubanski RE, McLoughlin TM: Differences between aortic and radial artery pressure associated with cardiopulmonary bypass. *Anesthesiology* 1992; 77: 63-6.
8. Gallagher JD, Moore RA, McNicholas KW, Jose AB: Comparison of radial and femoral arterial blood pressures in children after cardiopulmonary bypass. *J Clin Monit* 1985; 1: 168-71.