

유·소아에서 체외순환 전후의 요골·대퇴동맥압간의 차이의 변화 비교

연세대학교 의과대학 마취과, 심장혈관센터 연구소 및 원주의과대학 마취과*

곽영란 · 유은숙 · 배선준 · 방서욱
이 춘 수 · 조 범 준 · 임 현 교*

= Abstract =

Comparison of Radial and Femoral Arterial Pressure in Pediatric Patients Undergoing Open Heart Surgery

Young-Lan Kwak, M.D., Eun-Sook Yoo, M.D., Sun-Jun Bai, M.D., Sou-Ouk Bang, M.D.
Chun-Soo Lee, M.D., Bum Joon Cho, M.D. and Hyun-Kyo Lim, M.D.*

Department of Anesthesiology, Yonsei Cardiovascular Center and
Research Institute, Yonsei University College of Medicine

*Department of Anesthesiology, Yonsei University Wonju College of Medicine

Background: It has been known that a reversal of usual relationship between aortic and radial artery pressures(RAP) can occur in adult patients following cardiopulmonary bypass(CPB). The phenomenon of a pressure gradient between RAP and femoral artery pressure(FAP) were evaluated in pediatric patients before and after CPB.

Methods: 141 pediatric patients undergoing open heart surgery were allocated into 2 groups. Group 1(n=77): infant's body weight was below 10kg. Group 2(n=64): child's body weight was between 10 and 20kg. After induction of anesthesia RAP was measured through 22G(1 inch) or 24G(3/4 inch) catheters and FAP was measured through 20G(2 inch) or 22G(1 inch) catheters using calibrated transducers. Hematocrit, rectal and nasopharyngeal temperature and left atrial pressure(LAP) were recorded 10 min after induction, immediately, 15, 30 and 60 min after CPB. Values are expressed as mean \pm SD and analysed using paired and unpaired t-test; $p < 0.05$ was considered significant.

Result: Systolic femoral arterial pressure(SFAP) was higher than radial arterial pressure(SRAP) before CPB in both groups. After CPB, the pressure gradient persisted in group 2 but was reversed with statistical significance in group 1.

Conclusion: When hypotension occurs during cardiac surgery, a comparison is recommended between radial and femoral or aortic pressure before treatment for hypotension is contemplated.(*Korean J Anesthesiol* 1996; 30: 178~185)

Key Words: Monitoring: blood pressure. Surgery: cardiac; pediatric

서 론

요골동맥 삼관을 통한 지속적 요골동맥압의 감시는 수기가 간편하고 합병증이 적게 발생하며 전신혈압을 정확하게 반영하는 것으로 알려져 왔으며^{1,2)} 개심술시 가장 흔하게 이용되는 전신혈압의 감시방법이다^{3,4)}. 정상인에서 수축기 요골동맥압은 수축기 대동맥압(중심동맥압과 같은 의미)보다 30~40 mmHg 더 높은 것으로 되어 있으며⁵⁾ 평균 요골동맥압은 평균 대동맥압과 같거나 2~3 mmHg 낮은 것으로 알려져 있는데 이는 말초혈관에서의 혈관저항의 증가와 반향(reflection)되는 맥파(arterial pulsewave)의 summing up현상에 의해 말초혈관에서의 맥압(pulse pressure)이 증폭됨으로써 일어난다고 알려져 있다⁶⁾.

그러나 Stern등⁷⁾은 체외순환 직후 18명의 환자중 13명의 환자에서 수축기 및 평균 요골동맥압이 대동맥압에 비해 크게 감소되었으며 그 결과 중심동맥압과 말초동맥압간의 차이가 역전이 되었음을 보고한 바 있으며 그 밖에 체외순환 직후 대퇴동맥압 역시 요골동맥압보다 높게 나타난다는 Mohr등⁸⁾의 보고등 성인에서 체외순환 후의 중심동맥압과 말초동맥압의 차이 변화에 대한 많은 연구가 있었는데 대퇴동맥압은 대동맥압(중심동맥압)을 대신하는 것으로 중심-말초동맥압의 상관관계에 따른 대부분의 연구는 대퇴동맥압과 요골동맥압을 측정 비교함으로써 진행되었다. 한편 소아에서의 체외순환 후 중심-말초동맥압 차이의 변화에 대한 보고는 Gallagher등⁹⁾이 58%의 환자에서 평균 요골동맥압이 평균 대퇴동맥압의 90%이하로 떨어지는 성인에서와 유사한 역전현상이 나타났었다고 보고한 것 외에는 별다른 연구가 진행된 바가 없으며, Gallagher등의 연구는 표본이 적고 15세 이상, 체중 40kg이상의 환아들이 포함되어 있어 어린소아(young children)에 대한 연구는 거의 전무한 실정이다. 일반적으로 정상소아에서는 성인보다 말초-중심동맥압의 차이가 더 크다고¹⁰⁾ 알려져 있으며 동맥의 유순도(compliance)가 나이에 따라 달라지는 등 생리학적 차이가 어른과 큰 점을 감안할 때 성인에서와는 다른 양상이 나타날 수도 있다고 생각되며 영·유아 및 소아에서의 5~10 mmHg의 혈압의 차이는 치료지침을 바꿀 수도 있는

중요한 차이라고 사료되어 저자들은 몸무게 20kg 미만의 환아 141명을 대상으로 체외순환에 따른 말초-중심동맥압 차이의 변화를 살펴보고자 하였다.

대상 및 방법

1) 대상

본 연구는 대상 환아 부모의 동의하에 전향적 이루어졌으며 선천성심장기형으로 개심술을 시행 받는 체중 20 kg미만의 소아 141명을 대상으로 하였고, 1세 이하, 10 kg미만인 유아를 1군(77명)으로 1세 초과, 10 kg이상, 20 kg미만인 소아를 2군(64명)으로 분류하였다. 환자의 demographic data는 table 1과 같다.

2) 방법

모든 환아는 전처치 없이 수술방에 도착한 직후 100% 산소 마스크하에서 ketamin 2 mg/kg(IV), ketamin 5~10 mg/kg(IM)과 약간의 흡입 마취제, vecuronium 0.15 mg~0.2 mg/kg, 아트로핀 0.25~0.5 mg(IM), 3~5 µg/kg의 fentanyl으로 마취유도 하였으며 마취유지는 ketamin 10 mg/kg/hr 점적주입과 함께 소량의 fentanyl과 흡입마취제를 이용하였다. 마취유도 직후 요골동맥에는 1-inch 22-gauge 또는 3/4 inch 24-gauge의 teflon (Angiocath, Becton Dickison, Sandy Utah, USA)으로 요골동맥삼관을 시행하였으며 대퇴동맥에는 2 inch 20-gauge 또는 1-inch 22-gauge의 teflon catheter를 삽입한 후 요골동맥관은 50 inch 길이의 low volume, high pressure tube (MEDCOMP®, Harleysville, PA, USA)에, 대퇴동맥관은 72inch 길이의 동일 tube를 2개의 three-way stopcocks을 이용해

Table 1. Dermographic Data of Patients

	Group I	Group II	Total
No	77	64	141
Age(months)	6.5 ± 3.4	41.7 ± 18.0	22.7 ± 21.6
BWt(kg)	6.3 ± 1.7	13.8 ± 2.5	9.7 ± 4.3

Group I; infants weighting less than 10 kg, Group II; children weighting between 10 kg and 20 kg

동일 transducer (H91295A, Hewlett-packard Company, Andover, Massachusetts, USA)에 연결하였다. Catheter-transducer 체계(system)의 자연빈도(natural-frequency)와 damping coefficient는 Gardner¹¹⁾에 의해 기술된 방법에 의해 측정되었으며 각각 11.2Hz와 0.27이었다. HP transducer는 Space Labs Medical's Patient Care Management System(PCMS™, Space Labs Medicals, Inc., Redmond, WA, USA)에 연결한 후 혈압을 관찰, 기록 하였다. 모든 수축기, 이완기의 혈압은 monitor 상의 숫자로 기록되었으며 평균 동맥압은(수축기혈압+2×이완기 혈압)/3으로 계산하여 기록하였다. 요골동맥압과 대퇴동맥압은 모든 환자에서 마취유도 직후, 체외순환 종료직후, 체외순환 종료 15, 30, 60 분후에 심박동수, 비인두 및 직장온도, 헤마토크릿치, 동맥혈가스분석 결과와 함께 기록하였다. 체외순환 후에는 좌심방으로 카테터를 삽입하여 좌심방압을 관찰하였으며 치료에 이용된 심근수축촉진제 및 혈관수축·이완제의 용량을 좌심방압 및 위에 기

술된 변수와 함께 매 시기에 기록하였다(Table 2). 수술시작부터 끝까지 동일한 catheter-transducer-monitor system이 이용되었다. 모든 결과는 mean±S.D.로 표시하였으며 각 군간의 비교는 unpaired Student's t-test로 각 군내에서의 대조치와 시간대별 측정시간의 비교는 paired Student's t-test를 시행하였고 요골동맥압과 대퇴동맥압간의 차이와 그시기의 요골·대퇴동맥압간의 correlation coefficients를 구하였다. 모든 결과는 p<0.05 일때 의미있는 것으로 간주 하였다.

결 과

1세이하 10 kg 미만의 유아(1군)에서는 체외순환전 수축기 대퇴동맥압(108.8±17.0 mmHg)이 요골동맥압(106.1±17.8 mmHg)보다 통계학적으로 유의있게 높게 나타났다(p<0.05) 이러한 관계는 체외순환 직후에는 역전이 되어 수축기 요골동맥압(96.6±18.1

Table 2. Comparison of Radial and Femoral Blood Pressure^a

Group	Pressure	Before CPB	After CPB			
			Immed	15 min	30 min	60 min
I	radial					
	S	106.1±17.8	96.6±18.1	104.2±17.0	105.5±17.1	108.4±14.2
	D	59.1±13.9	50.2±11.1	54.3±12.5	56.9±11.8	62.4±10.3
	M	74.7±14.1	65.7±12.3	70.9±12.9	73.1±12.7	77.7±10.7
	femoral					
	S	108.8±17.0*	95.7±16.0	103.9±19.7	106.8±16.7	110.6±14.9
II	radial					
	S	120.2±14.6	104.6±17.6	106.9±16.0	109.6±14.7	111.2±16.4
	D	69.2±10.2	55.0±13.4	57.2±12.1	58.6±11.2	61.8±12.1
	M	86.2±10.8	71.6±13.8	73.8±12.4	75.6±11.5	78.3±12.6
	femoral					
	S	126.6±14.0*	109.9±19.6*	110.9±16.9	113.1±14.4*	116.4±13.8
	D	67.6±11.4*	54.9±13.1	55.9±12.0	58.0±11.2	61.6±13.3
	M	87.2±11.0	73.2±14.5*	74.3±12.7	76.4±11.4*	79.9±12.5

CPB = cardiopulmonary bypass, ^a = All values are reported in mmHg and are mean ±SD, S = systolic, D = diastolic, M = mean, *, P<0.05; compared with radial arterial pressure, group I; infants weighting less than 10kg, group II; children weighting between 10 kg and 20 kg

Table 3. Gradients Between Radial and Femoral Arterial Blood Pressure(mmHg)^a

Group	△P	Before CPB	After CPB			
			Immed	15 min	30 min	60 min
I	S	-2.6±9.2	1.7±9.2 [†]	-0.0±10.0	-1.3±8.4	-2.1±6.7 [@]
	D	-0.1±7.2	1.0±4.0	-0.2±4.2	0.1±5.2	0.8±3.7
	M	-1.0±6.0	1.4±4.5 [†]	-1.4±4.5	-0.4±4.5	-0.2±3.8
II	S	-6.6±10.6*	-6.4±11.2*	-4.3±10.6*	-4.4±10.0	-5.3±11.7
	D	1.8±5.2*	-0.0±5.0	1.1±3.6	0.3±4.4	0.2±5.4
	M	1.0±5.8	-2.1±5.5*	-0.7±4.2	-1.2±4.9	-1.6±5.1

CPB = cardiopulmonary bypass, a = All values are mean±SD, S = systolic, D = diastolic, M = mean, △P = radial arterial pressure - femoral arterial pressure, *, P<0.05 ; compared with group I, @, P<0.05 ; compared with immediately after CPB, †, P<0.05 ; compared with before CPB, group I ; infants weighting less than 10 kg, group II ; children weighting between 10 kg and 20 kg

mmHg)이 대퇴동맥압(95.7±16.0)보다 높았으나 통계학적 의의는 없었다(Table 2). 이러한 수축기 요골동맥압과 대동맥압간의 차이의 체외순환에 따른 변화(-2.6±9.2 mmHg에서 1.7±9.2 mmHg으로)는 통계학적으로 의미있는 변화인 것으로 나타났다(Table 3). 이완기 및 평균 대퇴·요골동맥압은 체외순환 전후 모두에서 의미있는 차이가 없었다. 수축기 대퇴동맥압이 요골동맥압보다 10 mmHg 이상, 평균대퇴동맥압이 요골동맥압보다 5 mmHg 이상 높았던 환자의 수는 체외순환전 16명(21%), 17명(22%)에서 체외순환 후에는 5명(7%), 7명(9%)로 감소하였다(Table 4).

1세 초과 10 kg이상 20 kg 미만의 어린소아(young children, 2군)군에서는 수축기 대퇴동맥압이 요골동맥압보다 체외순환 전·후 모두에서 통계학적으로 의의있게 높았으며 (126.6±14.0 vs 120.0±14.6 mmHg, 109.9±19.6 vs 104.6±17.6 mmHg) 체외순환에 따른 두 동맥압간의 관계의 의의있는 변화는 관찰되지 않았다(Table 2). 어린소아군에서의 대퇴·요골동맥압간의 차이는 유아군에서의 두동맥압간의 차이보다 체외순환 전·후 모두에게 의의있게 큰 것으로 나타났다.

체외순환전 이완기 대퇴동맥압이 요골동맥압보다 높았으며 평균동맥압은 차이가 없었으나 체외순환 후에는 이완기 대퇴·요골동맥압간의 차이는 소실되었고 평균대퇴동맥압이 요골동맥압보다 의의있게

높았다. 2군에서 체외순환전 수축기 대퇴동맥압이 요골동맥압보다 10 mmHg, 평균대퇴동맥압이 요골동맥압보다 5 mmHg이상 높았던 환자의 수는 23명(37%), 15명(23%)에서 체외순환 후에는 22명(34%), 23명(36%)로 큰 차이가 없었다(Table 4).

환아를 청색증 유무에 따라 분류하여 보았을때 유아군에서는 청색증 및 비청색증 환아간의 의미있는 차이없이 양군 모두에서 앞서 기술된 전체 유아군과 비슷한 양상이 관찰되었으나 어린소아군에서는 체외순환전 수축기 대퇴동맥압 및 요골동맥압간의 차이가 청색증 환아에서 비청색증 환아보다 통계학적으로 의의있게 큰 것으로 나타났으며(-11.7±7.5 vs -5.0±11.0 mmHg) 청색증·비청색증 환아간의 차이는 체외순환 후 소실되었다.

시기별로 측정된 비인두 및 직장온도는 1군과 2군 모두에서 체외순환 후 체외순환 전보다 증가하였으며 체외순환 전후에서 모두 비인두온도가 직장온도보다 높게 나타났으나 두군간에 유의한 차이는 없었다. 헤마토크릿치는 1군 및 2군 모두에서 체외순환 후보다 체외순환 직후에 의의있게 낮았으며 1에서는 체외순환 종료 15분부터 이러한 차이가 소실되었으며 2군에서는 체외순환 종료 60분까지 지속되었다(Table 5).

1군 및 2군 모두에서 매시기별 대퇴동맥압에 대한 요골동맥압의 비와 요골·대퇴동맥압과의 상관관

계를 살펴본 결과 체외순환 전에는 수축기 및 평균 요골동맥압과만 상관관계가 있는($r=0.31, r=0.32, p<0.05$) 것으로 나타났으며, 체외순환 후에는 오히려 수축기 대퇴동맥압과만 상관관계가 있는 것으로 나타났다($r=-0.41, p<0.05$). 또한 이러한 환자의 두 동맥압간 수축기 및 평균동맥압의 비는 체중과도 상관관계가 있었으며($r=-0.34, p<0.05$) 체외순환 후 사용

된 심근수축촉진제의 사용정도 및 좌심방압과는 상관관계가 없었다.

고 찰

본 연구를 통해 저자들은 유아 및 소아에서의 요골-대퇴동맥압간의 차이가 성인에서와는 다르며 유아 및 어린소아군간에도 차이가 있는 것을 알 수 있었다. 성인에서 알려진 것과는 다르게 유아 및 소아에서는 요골동맥압보다 대퇴동맥압이 높았으며 이 차이는 1세 이상의 어린 소아에서 더 큰 것으로 나타났다. 그러나 이러한 사실을 일반화 시키는데는 한가지 문제가 있는 바 환자의 몸무게와 체표면적을 고려할 때 요골동맥과 대퇴동맥에 같은 크기의 카테테르를 삽입하는 것이 어려웠으며 요골동맥압과 대퇴동맥에 삽입된 카테테르의 내경, 길이 및 연결코브의 길이와 내경이 혈압 측정치에 미치는 영향에 대해서는 명확히 보고된 바는 없으나 두동맥압의 측정치에 영향을 미칠 수 있음을 배제할 수는 없을 것으로 사료된다. 그러나 술전과 술중 및 후에는 이러한 system에 변화가 없었으므로 두동맥압간의 차이의 체외순환에 따른 변화의 양상은 의미있

Table 4. Gradients Between Radial and Femoral Arterial Blood Pressure

Group	Before CPB		After CPB	
	systolic ^a	mean ^b	systolic ^a	mean ^b
I	16(21%)	17(22%)	5(7%)	7(9%)
II	23(37%)	15(23%)	22(34%)	23(36%)
total	39(28%)	32(23%)	23(19%)	30(21%)

ΔP = radial arterial pressure-femoral arterial pressure, a = Number of patients with $\Delta P \geq -10$ mmHg, b = Number of patients with $\Delta P \geq -5$ mmHg, group I ; infants weighting less than 10 kg, group II ; children weighting between 10 kg and 20 kg, CPB = cardiopulmonary bypass

Table 5. Variables Before and After CPB in Patients^a

Group	Variables	Before CPB	Post CPB			
			Immed	15 min	30 min	60 min
I	HR	157.4 ± 18.3	164.0 ± 27.4	167.6 ± 17.3*	168.8 ± 16.9*	161.9 ± 29.2
	Hct	34.2 ± 6.1	30.3 ± 3.6*	31.9 ± 4.3*	32.9 ± 4.4	32.0 ± 5.7
	OT	36.8 ± 0.6 [@]	37.1 ± 0.8 ^{*@}	37.1 ± 0.8 ^{*@}	37.2 ± 0.8*	36.4 ± 4.1
	RT	36.5 ± 0.8	36.8 ± 0.6*	36.9 ± 0.7*	37.1 ± 0.7*	37.3 ± 0.8*
	LAP	0.0 ± 0.0	7.8 ± 3.9	7.1 ± 3.5	6.9 ± 3.1	6.7 ± 4.0
II	HR	133.6 ± 17.8	154.3 ± 43.0*	149.9 ± 21.8*	148.8 ± 22.2*	148.7 ± 23.3*
	Hct	38.6 ± 6.8	28.4 ± 4.4*	31.4 ± 4.8*	32.4 ± 5.0*	32.0 ± 5.7*
	OT	37.0 ± 0.7 [@]	37.2 ± 0.6 [@]	37.3 ± 0.7	37.3 ± 0.7	37.6 ± 0.8
	RT	36.8 ± 0.6	36.8 ± 0.7	37.0 ± 0.6*	37.2 ± 0.6*	37.5 ± 0.6*
	LAP	0.0 ± 0.0	7.3 ± 3.0	6.5 ± 3.3	6.3 ± 2.9	6.1 ± 3.2

CPB=cardiopulmonary bypass, a=All values are mean ± SD, Hct=hematocrit(%), OT=oral temperature(°C), RT=rectal temperature(°C), HR=heart rate (beats/min), LAP=left atrial pressure (mmHg), *, p<0.05; compared with before CPB, @, p<0.05; compared with RT, Group I; infants weighting less than 10 kg, Group II; children weighting between 10 kg and 20 kg

게 받아들여질 수 있다고 생각된다. 심장에서 말초 혈관으로 멀어질수록 수축기 혈압이 높아지고 이완기 혈압이 낮아져 맥압은 커지나 평균 동맥압은 별 변화가 없는 것이 성인에서 관찰 할 수 있는 일반적인 현상이며^{6,12)}, O'Rourke등¹⁰⁾은 10세 소아에서 대동맥궁에서 iliac artery에 이르면서 맥파가 50%이상 증폭됨을 관찰할 수 있었다고 한다. 이러한 말초에서의 수축기 동맥압의 증가는 동맥지(arterial tree)의 특징적인 impedance, 보다 빠른 심박동에서의 맥파의 harmonics의 전달, 반향파(reflected waves)에 의한 맥박의 절멸(annihilation) 또는 증폭에 의해 결정되어진다¹³⁾.

이러한 관계가 왜 체외순환이후 변화를 겪게 되는지는 아직 확실하게 알려진 바는 없다. Stern등⁷⁾이 1982년 체외순환 후 요골동맥압이 중심동맥압에 비해 큰 폭으로 감소함을 처음으로 보고한 후 Pauca등¹⁴⁾이나 Manuyama등¹⁵⁾ 오등¹⁶⁾의 이와 유사한 보고가 있었는데 이들의 연구결과를 종합할 때 이러한 체외순환에 따른 두 동맥압간의 차이는 말초혈관 확장 및 동·정맥압간의 섀트등이 중요 인자인 것으로 사료된다. 한편 Urzua¹⁷⁾는 혈액회석에 의한 혈액 점도의 감소가 말초 혈관의 저항을 떨어뜨리고 동맥지가 하나의 탄성관(elastic tube)임을 감안할 때 이러한 등벽저항(transmural pressure)의 감소는 동맥 직경을 축소시켜 Poiseuille의 법칙에 따라 적어진 말초 동맥내경의 근위부의 저항을 높게 된다고 설명하고 있다. 그러나 혈액회석에 의한 말초동맥압의 감소 이론은 개심술을 시행받는 모든 환자에서 혈액회석법이 사용되에도 불구하고 체외순환 후의 중심-말초동맥압의 차이 역전 현상이 전체 환자에서 관찰되지는 않는다는 점에서 한계를 지니고 있다. 그 밖에도 Mohr등⁸⁾은 중심단락(central shunt)과 저혈량, 저체온이 복합적으로 관여하고 있으며 혈액을 충분히 수혈해주면서 이러한 차이가 소실되었다고 보고하기도 하였다. 그 원인이 불분명함에도 불구하고 체외순환 후 요골동맥압이 중심정맥압을 제대로 반영하지 못한다는 사실은 부적절한 심근수축촉진제, 혈관수축제를 사용하여 tachyphylaxis를 유발하는 등 환자의 치료에 상당한 혼란을 겪을 수 있다는 점에서 임상적으로 매우 큰 의미를 지니며 이는 혈압의 안전역이 좁은 소아에서는 더욱 문제가 될 수 있다

고 생각된다. 그러나 소아에서의 연구는 Gallagher등⁹⁾에 의한 것 외에는 별로 진행된 바 없으며 그는 이 연구에서 소아에서도 성인에서와 마찬가지로 대퇴-요골동맥압간의 차이가 역전되는 현상이 체외순환 후 관찰되었으며 이는 요골동맥압이 낮을수록 그 차이가 크게 나타났고 수축기 동맥압간의 차이 변화는 전신혈관저항 계수와는 상관관계가 없었다고 보고하고 있다. 또한 최등¹⁷⁾은 선천성 심장 기형을 갖는 1세에서 27세 사이의 20여명의 환자를 대상으로 체외순환 전후의 요골-대퇴동맥압의 관계를 관찰해 본 결과 매시기 통계적 의의가 있는 차이는 없었으며 요골동맥압이 대퇴동맥압보다 낮은 경향만을 보였다고 밝힌 바 있다. 그러나 이 두 연구 모두 표본의 수가 20~30명으로 적었고 나이도 1세에서 20세 까지 다양해 어린 소아(young children)에 국한된 연구라고 보기에에는 어려운 문제가 있다. 이에 비해 본 연구는 141명의 유아 및 어린소아들만을 대상으로 하였으며 그 결과 Gallagher등의 연구와는 달리 유아와 어린 소아간에는 체외순환에 따른 수축기 요골-대퇴동맥압의 변화 양상이 성인과 다르게 나타남을 알 수 있었다. 1세 미만의 유아에서는 성인에서와 같이 체외순환 후 요골-대퇴동맥압간의 차이가 체외순환전의 -2.6 ± 9.2 mmHg에서 후에는 1.7 ± 9.2 mmHg으로 관계가 역전되었으나 이러한 변화는 성인과는 반대되는 방향으로의 변화이다. 한편 이와는 또 다르게 어린소아에서는 체외순환이 수축기 두동맥압간의 차이에 영향을 미치지 못하는 것으로 나타났다. 성인 및 Gallagher의 연구에서도 체외순환에 따른 두동맥압간의 차이가 모든 환자에서 관찰되지는 않았으며 그 결과 두동맥압간의 전체 환자에서의 차이는 임상적 의의를 나타내기 힘든 바 수축기 동맥압이 10 mmHg이상, 평균동맥압이 5 mmHg이상되는 임상적 의의가 있는 환자의 빈도를 중요한 결과치로 제시하였다. 본 연구에서도 유아에서의 체외순환 전·후의 -2.6 및 1.7 mmHg의 차이가 임상적 의의가 있는 차이라고 보기는 어려우나 수축기 동맥압의 차이가 10 mmHg이상되는 환자의 수가 21%에서 7%로 통계학적으로 의의있게 감소한 것($p < 0.05$)은 중요한 변화로 볼 수 있다. 또한 2군에서는 체외순환 전·후 모두에서 10 mmHg이상 수축기 대퇴동맥압의 높았던 환자의 수가 30%이상 되었

다.

체온(직장 및 비인두온도 모두) 및 헤마토크릿치의 체외순환에 따른 변화양상이 유아 및 어린소아 군간에 차이가 없었던 것으로 미루어 두군간의 차이를 유발하는 다른 인자가 있을 것으로 사료된다. 한가지 흥미로운 것은 어린 소아군에서의 청색증, 비청색증군 간 비교에서(청색증환아가 적어 단순비교에는 문제가 있지만) 체외순환 전에는 청색증 환자에서 두동맥압간의 차이가 유의하게 크나 체외순환 후에는 청색증환아와 비청색증환아간의 차이가 소실된다는 점으로 이는 저산소증에 의한 혈관확장이 두동맥압간의 차이를 유발하는데 주요요소가 될 수 있으며 혈액의 점도는 체외순환 전·후 모두에서 청색증군에서 유의하게 높았던 것으로 미루어 변화의 중요 변수는 아닐 수도 있다는 점이다. 본 연구에서는 다른 혈액학적 계수를 측정치는 못하였던 바 성인 및 두군간의 차이를 유발하는 인자를 규명하기는 어려웠으며 체외순환 전후에 이용된 심·혈관계 작용 약물을 정확히 기록치 못했던 결과로 이러한 약물의 영향을 밝혀보지 못했던 것이 과제로 남는다. 또한 혈관내 용적(intravascular volume)이 중요한 변수로 작용할 수 있을 것으로 예상되었으나 좌심방압과 수축기 두 동맥압의 차이간에는 상관관계가 없는 것으로 나타났는데 좌심방압이 혈관내 용적을 정확히 반영하지는 못했다고 보여지며 술전 혈관내 용적상태가 모두 다르므로 술중 투여된 혈액 및 수액의 양만으로 용적의 변화를 언급하는 것은 부정확하다고 생각되므로 용적의 변화에 따른 두동맥압간의 차이에 관한 또다른 연구가 필요할 것으로 사료된다. 본 연구에서 선천성 심장기형 환아를 대상으로 한 결과 환아간의 질병, 용적상태, 혈액학적 상태, 심장혈관 약제 사용정도등이 너무나 다양하여 숫자적 결과를 임상적으로 일반화시키기는 어렵다는 지적이 있을 수 있으며 보다 세분화되고 정교한 연구가 더 진행되어야 한다고 생각한다.

결론적으로 선천성 심장기형으로 개심술을 시행받는 체중 20 kg 미만의 유·소아에서 체외순환 전·후의 요골·대퇴동맥압을 비교해 본 결과 유아에서는 체외순환 전 수축기 대퇴동맥압보다 낮았던 요골동맥압이 체외순환 후에는 높아지는 의의있는 변화가 있었으며 소아에서는 체외순환에 관계없이 수축기

요골동맥압이 대퇴동맥압보다 10 mmHg이상 낮았던 환아의 수가 체외순환 전·후 모두에서 30%이상 되었던 바 선천성심장기형 환자에서는 요골동맥압만으로 환아의 상태를 감시하고 치료하는 것은 부적절한 혈관 수축제나 심근수축촉진제의 사용 또는 용적과부하 (volume overload)로 초래할 수 있으며 대퇴동맥압을 함께 관찰하는 것이 도움이 될 수 있다고 사료된다.

참 고 문 헌

1. Slogoff S, Keats AS, Arlund C: On the safety of radial artery cannulation. *Anesthesiology* 1983; 59: 42-7.
2. Kaplan JA : *Cardiac Anesthesia*. 2nd ed. Philadelphia: Grune and Stratton, 1987, pp180-5.
3. Kroeker EJ, Wood EH: Comparison of simultaneously recorded central and peripheral arterial pressure pulses during rest, exercise and tilted position in man. *Circ Res* 1955; 3: 623-32.
4. Pascarelli EF, Bertrand CA: Comparison of blood pressures in the arm and legs. *N Engl J Med* 1964; 270: 693-8.
5. Hamilton WF: The patterns of the arterial pressure pulse. *Am J Physiol* 1944; 141: 235-41.
6. Guyton AG: *Textbook of medical physiology*. 6th ed. Philadelphia: W.B. Saunders, 1981, p222.
7. Stern DH, Gerson JI, Allen FB: Can we trust the direct radial pressure immediately following cardiopulmonary bypass? *Anesthesiology* 1985; 62: 557-61.
8. Mohr R, Lavee J, Goor DA: Inaccuracy of radial artery pressure measurement after cardiac operation. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1987; 94: 286-90.
9. Gallagher JD, Moore RA, Mc Nicholas KW, Jase AB: Comparison of radial and femoral arterial blood pressures in children after cardiopulmonary bypass. *Journal of Clinical Monitoring* 1985; 1: 168-71.
10. O'Rourke MF, Blazek JV, Morrels CL Jr, Krovetz LT: Pressure wave transmission along the human aorta changes with age and in arterial degenerative disease. *Circ Res* 1968; 23: 567-79.
11. Gardner RM: Direct blood pressure measurement-dynamic response requirements. *Anesthesiology* 1981; 54: 227-36.
12. Remington JW, Wood EH: Formation of peripheral pulse contour in man. *J Appl Physiol* 1956; 9: 433-42.
13. McDonald DA: *Blood flow in arteries*. 1st ed. London: Edward Arnold, 1974, p389.

14. Pauca AL, Hudspeth AS, Wallenhaupt SL, Tucker WY, Kon ND, Mills SA, et al: Radial artery to aorta pressure difference after discontinuation of cardiopulmonary bypass. *Anesthesiology* 1989; 70: 935-41.
 15. Maruyama K, Horiguchi R, Hashimoto H, Ohi Y, Okuda M, Kurioka T, et al: Effect of combined infusion of nitroglycerin and nicardipine on femoral-to-radial arterial pressure gradient after cardiopulmonary bypass. *Anesth Analg* 1990; 70: 428-32.
 16. 오용석, 안 혁, 함병문: 심폐체외순환 전후 요골동맥과 대동맥에서 직접 측정한 혈압의 비교 연구. *대한마취과학회지* 1989; 22: 247-251.
 17. Urzua J: Aortic-to-radial arterial pressure gradient after bypass. *Anesthesiology* 1990; 73: 191.
 18. 최 윤, 정영균, 송인현: 심폐 체외순환 중 요골동맥압의 신빙성에 대한 연구. *대한마취과학회지* 1991; 24: 163-168.
-