

Oscillometry에 의한 정상 신생아의 상하지 혈압 측정과 대동맥 혈류 속도에 관한 연구

이화여자대학교 의과대학 소아과학교실

배상영 · 김혜순 · 손세정 · 홍영미

Oscillometric Blood Pressure of Upper and Lower Extremities and Aortic Blood Flow Velocity in Neonates

Sang Young Bae, M.D., Hae Soon Kim, M.D.
Se Jung Sohn, M.D. and Young Mi Hong, M.D.

*Department of Pediatrics, College of Medicine,
Ewha Womans University, Seoul, Korea*

Purpose : We studied the blood pressure difference between the upper and lower extremities in healthy newborn infants and the effect of isthmic narrowing of the aorta on making a possible difference.

Methods : The blood pressure was measured with an oscillometric blood pressure device from four extremities of 62 healthy infants aged 1-15 days. A Doppler echocardiography was performed for each infant to measure the aortic blood flow velocities in the ascending, just above and below the aortic arch isthmic narrowing.

Results : The blood pressure readings were as follow : right arm $69.7(\pm 7.5)/42.7(\pm 7.2)$ mmHg, right calf $69.5(\pm 6.1)/42.6(\pm 6.3)$ mmHg, left arm $69.0(\pm 7.3)/43.1(\pm 6.3)$ mmHg, and left calf $68.9(\pm 7.4)/42.9(\pm 5.6)$ mmHg. The estimated pressure gradient between the ascending aorta and aorta below the isthmus was 2.4 ± 1.3 mmHg and between opposite sides of the isthmus was 1.2 ± 0.8 mmHg.

Conclusion : Unlike in childhood and adolescence, the blood pressure in the lower extremities of healthy newborn infants is not higher than in the upper extremities. But the isthmic narrowing of the aortic arch does not explain this phenomenon. (*J Korean Pediatr Soc* 2000;43:484-488)

Key Words : Blood pressure, Oscillometric method, Newborn infant, Doppler echocardiography

서 론

신생아에서 혈압은 활력징후의 하나로서 소아나 성인에서와 마찬가지로 중요한 지표이나 측정이 쉽지

않

고 측정 방법의 정확도의 문제 등으로 쉽게 측정되지 못했다. 신생아에서의 혈압 측정은 동맥 삽관술에 의한 직접적인 혈압 측정이 가장 정확하나 경제적인 면과 위험성을 고려하여 Korotkoff음을 청진(auscultation)하거나 맥박 촉진(palpation), 발적법(flush method), 초음파(doppler), oscillometry(Dinamap) 등의 비관혈적인 방법을 시행하여 간접적으로 측정하는 경우가 많으며 최근 oscillometry를 이용한 혈압 측정법이 많이 이용되고 있으며 다른 방법들과 비교해 일치

* 본 논문의 요지는 제 48차 대한소아과학회 추계학술대회에서 발표되었음.

접수 : 1999년 8월 20일, 승인 : 1999년 10월 22일

책임저자 : 김혜순, 이화여자대학교 의과대학 소아과학교실

Tel : 02)650-5275 Fax : 02)653-3718

되는 결과들을 보고하고 있다¹⁻³⁾. 혈압측정에서 상하지 혈압의 차이는 대동맥 축착의 진단에 중요한 단서가 되는데 신생아에서는 성인이나 소아와는 달리 상하지 간의 차이가 없거나 오히려 상지에서 높게 측정되는 결과를 보고하고 있다⁴⁻⁶⁾. 이에 저자들은 정상 신생아에서 oscillometry를 이용하여 상하지 혈압을 측정하여 상하지 혈압차를 알아보고, 출생 직후 동맥관의 수축으로 형성된 대동맥 협부가 혈류 저항을 일으켜 이러한 상하지 혈압차에 영향을 미치는지 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

1. 대 상

이화대학교 의과대학 부속 목동병원에서 출생한 건강한 만삭아 62명을 대상으로 하였다. 심혈관계나 그 외 혈압에 영향을 미칠 수 있는 신체적 이상(변형 흡인성 폐렴, 폐 유리질막증, 저산소증, 횡경막 탈장, 폐혈증, 신질환)이 있는 경우는 제외하였다. 대상아의 재태중량은 39.1±1.2(36.4-41.4)주였고 생후 3.5±2.5(1-15)일로 출생체중은 3.2±0.4(2.3-3.9)kg이었으며 남아 26명, 여아 36명이었다.

2. 측정 방법

1) 혈압 측정

대상아가 수유후 양와위로 잠든 상태에서 심장 높이에서 좌우 상지(arm, brachial artery)와 하지(calf, popliteal artery)에서 측정하였고 움직임이 심한 경우에는 환아가 안정될 때까지 낭대를 감아둔 채로 기다렸다. 혈압 측정은 oscillometry 혈압측정계(Dinamap 8100T, Criticon Inc.)를 이용하였으며 혈압 낭대 넓이는 상하지(arm & calf) 모두 neonatal #4(4.6cm)를 사용하여 우상지, 우하지, 좌상지, 좌하지에서 측정하였다.

2) 대동맥 혈류 속도 측정

Hewlett-Packard사의 77025A 심에코도와 7MHz 변환기를 사용하여 심기형이 없음을 확인하고 대상아 모두에서 동맥관은 이미 닫힌 상태였다. 흉골 상외부에서 pulsed Doppler를 이용하여 상행대동맥과 하행대동맥의 협부 전후의 최고 혈류 속도를 측정하였다. 압력차(ΔP)의 측정은 Bernoulli공식에 의해 아래와 같이 구하였고 모든 통계는 P-value가 0.05 미만인

경우에만 통계적 유의성이 있다고 판정하였다.

$$\Delta P_1 = 4(V_1^2 - V_2^2), \Delta P_2 = 4(V_1^2 - V_3^2)$$

V1=Peak flow velocity below the ductal shelf

V2=Peak flow velocity above the ductal shelf

V3=Peak flow velocity of the ascending aorta

결 과

1. 상하지 혈압 측정 결과

우상지 혈압은 69.7(±7.5)/42.7(±7.2)mmHg이었으며 우하지 혈압은 69.5(±6.1)/42.6(±6.3)mmHg이었으며 좌상지 혈압은 69.0(±7.3)/43.1(±6.3)mmHg이었으며 좌하지 혈압은 68.9(±7.4)/42.9(±5.6)mmHg으로 상하지 혈압의 유의한 차이는 없었고, 성별에 따른 혈압 차이도 없었다(Table 1, 2). 상지와 하지 수축기압의 차(arm-calf)는 우측에서 -0.2±7.4mmHg, 좌측에서 -0.1±8.0mmHg이었고 이완기압의 차이는 우측에서 -0.1±6.8mmHg, 좌측에서 -0.4±5.9mmHg였다.

2. Doppler 심에코도 결과

1) 상행 대동맥의 혈류속도는 0.85±0.12m/s, 대동맥 협부 전후의 혈류속도는 협부 전부위에서 1.0±0.16m/s, 협부 후부위에서 1.14±0.18m/s로 혈류

Table 1. Systolic Blood Pressure(mean±S.D.) According to Site and Sex

Site	Blood pressure(mmHg)		
	Male	Female	Total
Right arm	70.6±6.7	69.1±8.1	69.7±7.5
Left arm	69.3±8.8	68.8±6.2	69.0±7.3
Right calf	70.1±7.3	68.5±5.0	69.5±6.1
Left calf	68.3±8.0	69.4±7.0	68.9±7.4

P>0.05

Table 2. Diastolic Blood Pressure(mean±S.D.) According to Site and Sex

Site	Blood pressure(mmHg)		
	Male	Female	Total
Right arm	43.2±8.2	42.3±6.5	42.7±7.2
Left arm	43.6±6.5	43.3±6.3	43.1±6.3
Right calf	44.8±7.0	41.1±5.4	42.6±6.3
Left calf	43.8±5.5	42.3±5.6	42.9±5.6

P>0.05

Table 3. Aortic Peak Blood Flow Velocities(mean±S.D.) According to Site and Sex

Site	Blood Flow Velocity(m/s)		
	Male	Female	Total
Ascending aorta	0.85±0.12	0.83±0.12	0.88±0.12
Descending aorta			
Above ductal shelf	1.02±0.15	0.99±0.17	1.00±0.16
Below ductal shelf	1.15±0.17	1.14±0.19	1.14±0.18

 $P>0.05$ **Table 4.** Doppler-calculated Pressure gradient Across the Ductal Shelf(mmHg)

	Pressure Gradients(mmHg)	
	Mean±SD	Range
ΔP_1	1.2±0.8	0.0-3.8
ΔP_2	2.4±1.3	0.2-6.2

$\Delta P_1=4(V_1^2-V_2^2)$, $\Delta P_2=4(V_1^2-V_3^2)$,
 V_1 =peak flow velocity below the ductal shelf,
 V_2 =peak flow velocity above the ductal shelf,
 V_3 =peak flow velocity, ascending aorta

속도의 차이는 없었다(Table 3).

2) 혈류 속도에 의해 계산된 협부 전후의 압력차이는 1.2 ± 0.8 mmHg, 상행대동맥과 협착후 부위의 압력차이는 2.4 ± 1.3 mmHg로 통계적으로 유의한 차이는 없었다(Table 4).

고 찰

신생아에서의 혈압측정은 관혈적인 방법과 비관혈적인 방법으로 가능하나 경제적인 면과 위험요소를 감안하여 청진(auscultation), 촉진(palpation), 발적법(flush method), 초음파(Doppler), oscillometry(Dinamap) 등의 비관혈적인 방법을 시행하는 경우가 많으며 1970년대 이후, 우리나라에서도 Doppler 방법에 의한 혈압측정이 효과적으로 사용되고 있으며^{9, 10)} 최근에는 oscillometry를 이용한 혈압 측정의 유용성이 보고된 바 있으며^{3, 6, 11)} 관혈적인 방법에 의한 직접적인 측정법과 비교시에도 일치하는 결과를 얻었다^{2, 12)}.

신생아에서 청진법은 진동수나 진폭이 가청한계 이하에 있어 청진기로 감지가 어렵고 촉진법은 심박출량이 적은 경우에 정확한 수축기압을 측정하기 어렵고 확장기압, 평균 동맥압을 측정할 수 없다. Doppler

법은 동맥벽의 진동을 측정하기 때문에 속이나 혈관 수축 시에도 사용할 수 있으나 동맥에 정확히 위치해야 하고 관찰자의 편견이 배제될 수 없으며 확장기 혈압을 측정하기 어렵다^{9, 10)}. 본 연구에서는 oscillometric device를 이용하여 상하지 혈압을 측정하였는데 이는 혈관을 통한 맥압의 혈류가 동맥벽에 진동을 일으키고 이 진동이 혈압 낭대에 전달되는 진동을 측정한 것으로 Korotkoff 음이 약한 영유아에서 작동이 간편하고 측정치가 정확하며 직접 수치가 표시되고 관찰자에 따른 오차가 적다는 장점이 있으나 환아가 심하게 움직이는 경우는 부정확하게 측정이 될 수 있다. 측정 원리는 수축기 혈압은 진동 폭이 급격히 증가하는 시점이 되고 진동 폭이 최대인 순간이 평균 동맥압이며 진동이 급격히 감소하는 순간이 확장기 혈압이 된다²⁾.

신생아에서 혈압측정에 영향을 미치는 요소들은 출생시 체중, 성별, 제태 기간, 주산기 질식 정도, 생후 시간 경과, 수면 상태, 수유 상태, 배변 유무 등이 관계하는 것으로 보고되고 있으며^{9, 13, 14)} 본 연구에서는 정상 만삭아를 대상으로 수면 상태에서 시행하였으며 환아들의 성별에 따른 차이는 없었다($P>0.05$) 이외에도 낭대의 폭이 혈압에 영향을 미치는데 낭대 크기에 따른 측정오차를 줄이기 위해 낭대 폭을 사지 둘레의 40%로 낭대 길이를 낭대 폭의 2배로 이용하거나 상지 둘레의 50%폭을 이용할 경우 직접적인 동맥압과 잘 일치된다는 보고가 있다^{15, 16)}. 본 연구에서는 상하지 모두 4.6cm 폭의 낭대를 사용하여 혈압을 측정하였다^{15, 17)}.

소아에서 하지의 수축기압이 상지보다 6-9mmHg 더 높게 측정¹⁸⁾되는 것과는 달리 신생아에서는 상하지의 수축기 혈압 차가 없거나 상지에서 더 높게 측정되는 것으로 보고되고 있는데⁴⁻⁸⁾ 본 연구에서도 이를 증명할 수 있었다. 이는 성인이나 소아의 하지 혈압 측정시 상지보다 뚜렷이 나타나는 peripheral systolic amplification이 없고^{5, 8, 18)} 신생아 하지는 상지에 비해 미발육되어 있으며 태생기 동안 산소공급이 적은 것으로 설명되어 왔으며⁴⁾ 대동맥의 협부가 이에 관계할 것으로 생각되어 왔다^{6, 19)}. 따라서 저자들은 출생 직후 태생기 동맥관의 수축으로 생긴 ductal shelf가 생리적인 협착을 일으킴으로써 상하지 혈압에 영향을 미치는 알아 보았으나, 도플러 심에코로 상행대동맥과 대동맥 협부 전후의 혈류 속도를 구하여

Bernoulli 공식에 의해 얻은 대동맥 협부 전후의 압력차는 매우 적어 이것으로 상하지 혈압과의 상관 관계를 설명하기는 어려웠다. Rahila와 Tikanaja¹⁷⁾의 연구에서도 36명의 건강한 신생아를 대상으로 같은 결과를 보고하여 생리적 대동맥 협부로 인한 혈류저항으로 생긴 압력차이로 상하지 혈압차를 설명하기는 어렵다는 결론을 얻었다.

본 연구 결과에서 볼 때, 신생아의 상하지 혈압의 차이가 소아나 성인과 다른 이유는 생리적 대동맥 협부에 의한 것보다는 peripheral amplification이 없고 하지 발육이 늦는 것 등으로 설명하는 것이 더욱 타당할 것으로 보여진다. 또한 신생아에서 대동맥 축착을 의심하여 상하지 혈압을 측정할 때 정상 신생아 혈압의 상하지 차이가 소아나 성인과 다를 수 있다고, 의심되는 경우에는 심초음파를 실시하여 정확한 진단을 내려야 할 것으로 생각된다.

요 약

목 적 : 정상 신생아에서 oscillometry에 의하여 상하지 혈압을 측정하였고 대동맥 협부의 혈류 저항이 상하지 혈압차에 영향을 미치는지 알아보려고 하였다.

방 법 : Oscillometric device(Dinamap)을 이용하여 제태 주령 39.1±1.2(36.4-41.4)주, 생후 3.5±2.5(1-15)일의 출생체중 3.2±0.4(2.3-3.9)kg인 건강한 남아 26명, 여아 36명의 상하지 혈압을 측정하고 도플러 심초음파로 상행 대동맥과 하행대동맥 축착 부위 전후의 혈류 속도를 측정하였다.

결 과 :

1) 우상지 혈압은 69.7(±7.5)/42.7(±7.2)mmHg이었으며 우하지 혈압은 69.5(±6.1)/42.6(±6.3)mmHg이었고 좌상지 혈압은 69.0(±7.3)/43.1(±6.3)mmHg이었으며 좌하지 혈압은 68.9(±7.4)/42.9(±5.6)mmHg으로 상하지 혈압의 유의한 차이는 없었다.

2) 혈류 속도에 의해 계산된 대동맥 협부 전후의 압력차이는 1.2±0.8mmHg, 상행대동맥과 협착후 부위의 압력 차이는 2.4±1.3mmHg로 통계적 유의성은 없었고 상하지 혈압차와의 상관관계도 없었다.

결 론 : 정상 신생아에서는 소아나 성인에서와 달리 상하지 혈압차가 없었다. 그러나 그 원인이 심초음파상 쉽게 관찰되는 신생아 대동맥 협부의 ductal shelf에 의한 대동맥 협착으로 설명하기는 어려웠다.

참 고 문 헌

- 1) Park MK, Menard SM. Accuracy of blood pressure measurements by the Dinamap monitor in infants and children. *Pediatrics* 1987;79:907-14.
- 2) 남궁란, 배기수, 이 철, 한동관. 신생아 혈압 측정에 관한 연구. *소아과* 1988;31:541-5.
- 3) 박정혜, 최혜진, 강은식, 정종성, 최규철. Oscillometric monitor를 이용한 비관혈적 신생아 혈압 측정에 관한 연구. *소아과* 1993;36:1211-8.
- 4) Cowan F, Thoresen M, Walleoe L. Arm and leg blood pressure—are they really so different in newborns? *Early Hum Dev* 1991;26:203-11.
- 5) Park MK, Lee D. Normative arm and leg blood pressure values in the newborn. *Pediatrics* 1989;83:240-3.
- 6) Sweit M, Peto J, Shinebourne EA. Difference between upper and lower limb blood pressure in normal neonates using doppler technique. *Arch Dis Child* 1974;49:734-5.
- 7) Piazza SF, Chandra M, Harper RG, Sia CG, Vicar MM, Huang H. Upper- vs lower-limb systolic blood pressure in fullterm normal newborns. *Am J Dis Child* 1985;139:797-9.
- 8) Park MK, Guntheroth WG. Direct blood pressure measurements in brachial and femoral arteries in children. *Circulation* 1970;41:231-7.
- 9) 김윤덕, 최중환, 윤종구. 신생아의 혈압 측정에 관한 연구. *소아과* 1986;29:7-16.
- 10) 이진모, 심태섭. 도플러 방법을 이용한 신생아의 혈압에 관한 연구. *한국의과학* 1981;13:29-36.
- 11) Freisen RH, Lichtor JL. Indirect measurement of blood pressure in neonates and infants utilizing an automatic noninvasive oscillometric monitor. *Anesth Analg* 1981;60:742.
- 12) Keith JK, Robert AD. An automated oscillometric technique for estimating mean arterial pressure in critically ill neonates. *Anesthesiology* 1981;54:423-5.
- 13) 김주룡. 신생아의 혈압에 대한 연구. *소아과* 1974;17:424-32.
- 14) 이은희, 남궁란, 이 철, 한동관. 비관혈적 방법에 의한 신생아 혈압 측정에 관한 연구. *소아과* 1989;32:1216-23.
- 15) Lum LG, Jones. The effect of cuff width on systolic blood pressure measurement in neonates. *J Pediatr* 1977;91:963-6.
- 16) Kirkendall WM, Feinleib M, Bethesda J, Freis ED. Recommendation for human blood pressure

- determination by sphygmomanometers. *Circulation* 1980;62:1146A-55A.
- 17) Rahila E, Tikanoja T. Non-invasive blood pressure measurements and aortic blood flow velocity in neonates. *Early Hum Dev* 1997;49:107-12.
- 18) Butt WW, White H. Blood pressure monitoring in neonates: Comparison of umbilical and peripheral artery catheterization. *J Pediatr* 1984;105:630-2.
- 19) Park MK, Lee D, Johnson GA. Oscillometric blood pressure in the arm, thigh, and calf in healthy children and those with aortic coarctation. *Pediatrics* 1993;91:761-5.
-