

한국의 3세 미만 정상 아동의 혈압과 백분위 곡선

포천중문의과대학 소아과학교실¹, 제일병원 소아과², 부천세종병원 소아과³,
아주대학교 의과대학 소아과학교실⁴, 이화여자대학교 의과대학 소아과학교실⁵,
한양대학교 의과대학 소아과학교실⁶, 서울대학교 의과대학 소아과학교실⁷, 아주대학교 의과대학 예방의학교실⁸
임경아¹ · 윤소영² · 이재영³ · 정조원⁴ · 홍영미⁵ · 김남수⁶ · 노정일⁷ · 이순영⁸

Normal blood pressure values and percentile curves below 3 years of age in Korea

Kyoung Ah Lim, M.D.¹, So Young Yoon, M.D.², Jae Young Lee, M.D.³, Jo Won Jung, M.D.⁴,
Young Mi Hong, M.D.⁵, Nam Su Kim, M.D.⁶, Chung Il Noh, M.D.⁷, Soon Young Lee, M.D.⁸

Department of Pediatrics, College of Medicine, Pochon CHA University¹, Cheil General Hospital², Sejong General Hospital³,
Ajou University⁴, Ewha Womans University⁵, Hanyang University⁶, Seoul National University⁷,
Department of Preventive Medicine, College of Medicine, Ajou University⁸

ABSTRACT

Background : Blood pressure measurement is an important diagnostic tool in pediatric practice. An indirect automatic blood pressure monitor is being used frequently with the oscillometric device. However there are only a few currently available normative data. Therefore, it was the purpose of this study to establish normative blood pressure values for the first 3 years of age by the use of one of oscillometric devices, Dinamap. **Method** : Oscillometric blood pressure was measured in 2509 infants and young children under 3 years of age from March 2005 to December 2005 in Korea. We measured children's body weight and height to analyze the correlation of blood pressure with them. **Results** : Our distribution curves of systolic and diastolic blood pressure were generally in agreement with published values, but showed somewhat higher values in small children. During the first three years of life, blood pressure-weight correlation and blood pressure-height correlation were significant. The correlation between blood pressure and weight seemed slightly better than that of blood pressure and height in this age group. **Conclusion** : We established the normal reference values of systolic and diastolic blood pressure in healthy infants and young children below 3 years of age using automatic non-invasive oscillometric method. This blood pressure data may be useful in identifying hypertension in Korean children of this age. (*Korean Hypertension J* 2006;12(3):27-38)

Key Words : Blood pressure, infant, children, oscillometric device, hypertension

서 론

과거에는 소아기 고혈압의 대부분이 이차성 고혈압인 것으로 생각하였으나 최근에는 소아 고혈압의 경우에도

상당수 본태성 고혈압이 그 원인인 것으로 알려졌고 이들 중 일부는 성인에 이르기까지 고혈압이 지속된다.¹⁻³⁾ 따라서 소아기에 정확하게 고혈압을 선별하여 예방하거나 적극적인 치료를 계획하는 것이 무엇보다 중요하다고 할 수 있다.

소아기의 혈압은 특별히 성인기와는 달리 종족, 연령, 성별, 신체 조건에 따라 큰 편차를 보인다고 알려져 있으므로 고혈압을 진단하기 위해서는 각 연령별, 성별, 체중, 신장별 혈압의 백분위수를 아는 것이 필수적이다.⁴⁻⁸⁾ 우리

주관책임저자 : 김남수, 133-792, 서울시 성동구 행당동 1번지
한양대학교 의과대학 소아과학교실
Tel : (02) 2290-8397, Fax : (02) 2297-2380
E-mail : namsukim@hanyang.ac.kr
* 이 연구는 2005년도 대한고혈압학회 연구비 지원으로 소아고혈압 연구회 주관으로 이루어졌음.

나라에서는 정상아동의 혈압 표준치를 제시하고자 하는 연구들이 선행되어 왔으나 특정 연령층에 제한되어 있는 경우가 많았다.⁹⁻¹⁷⁾ 특히 학동 전기 유아에 대하여는 서 등¹⁸⁾의 연구 외에 최근 보고된 표준치가 거의 없는 실정이다.

이에 본 연구에서는 한국의 건강한 3세 미만 소아를 대상으로 진동 혈압계에 의한 혈압을 측정하고 이의 연령별, 성별, 체중, 신장에 따른 정상 분포를 얻어 소아 고혈압의 발견 및 진단, 그리고 치료에 필요한 기본 자료로 삼고자 하였다. 이 연구는 2005년 대한고혈압학회 학술 연구비 지원으로 소아 고혈압 연구회의 공동 연구로 이루어졌다.

대상 및 방법

가. 대상

2005년 3월부터 2005년 12월까지 서울 시내 유아원 25 곳과 2개 대학 병원 소아과 외래를 방문한 3세 미만의 소아 2509명(남아 1323명, 여아 1186명)을 대상으로 하였다. 이들 중 유아원에서 혈압을 측정하였던 소아는 377명

이었다. 혈압 측정 전에 일차 진료를 실시하여 심혈관계 및 기타 혈압에 영향을 미칠 수 있는 신장 및 내분비계, 신경계, 호흡기계 질병이 없고, 빈혈이나 발열 등의 신체적 이상이 없는 소아를 연구 대상으로 하였다. 전체 측정치 가운데 표준 편차의 3.5배 초과자는 대상에서 제외하였다.

나. 방법

대상아들의 체중과 신장을 각각 측정하여 기록하였다. 혈압은 자동 진동 혈압계 (Dinamap ProCare Monitor, GE medical systems, Milwaukee, WI)를 이용하여 측정하였다. 소아가 안정된 상태에서 우완을 완전히 노출시킨 후 오차를 줄이기 위해 수축기 및 이완기 혈압을 시간 간격을 두고 각각 2회씩 측정하여 평균값을 기록하였다.

혈압 측정에 사용된 혈압대는 Critikon사의 Dura-cuf (Critikon Co., Tampa, FL)로 신생아용, 영아용, 작은 소아용 혈압대 중 그 넓이가 대상 소아의 상완 둘레의 40-50% 정도가 되는 것으로 선택하여 사용하였다. 측정에는 잘 훈련된 3명의 조사원이 동원되었다.

Table 1. Distribution characteristics of body weight

A. Boys

Age	N*	Mean (kg)	S.D.	Percentiles								
				5th	10th	25th	50th	75th	90th	95th	99th	
<1m	132	3.9	0.6	3.0	3.1	3.5	3.8	4.3	4.7	5.1	5.7	
1m ≤ <6m	316	6.9	1.6	4.4	4.8	5.7	6.8	8.0	9.0	9.5	10.5	
6m ≤ <12m	350	9.3	1.2	7.5	7.9	8.5	9.1	10.0	11.0	11.4	12.6	
12m ≤ <18m	150	10.7	1.2	8.8	9.1	9.9	10.7	11.5	12.2	12.7	14.1	
18m ≤ <24m	100	12.2	1.5	10.0	10.3	11.0	12.0	13.0	14.5	15.0	16.5	
24m ≤ <30m	130	13.5	1.6	11.0	11.5	12.2	13.5	14.6	15.8	16.3	17.7	
30m ≤ <36m	134	14.5	1.8	11.5	12.2	13.4	14.6	15.5	17.0	17.7	19.8	

B. Girls

Age	N*	Mean (kg)	S.D.	Percentiles								
				5th	10th	25th	50th	75th	90th	95th	99th	
<1m	125	3.7	0.6	2.8	3.0	3.3	3.8	4.1	4.5	4.8	5.3	
1m ≤ <6m	255	6.0	1.4	3.8	4.2	4.9	6.0	7.0	7.9	8.6	9.1	
6m ≤ <12m	307	8.7	1.1	7.0	7.3	7.9	8.7	9.3	10.0	10.5	11.7	
12m ≤ <18m	162	10.1	1.2	8.1	8.5	9.4	10.0	10.9	11.5	12.3	13.1	
18m ≤ <24m	87	11.7	1.4	10.0	10.2	11.0	11.7	12.5	13.5	14.0	18.0	
24m ≤ <30m	111	13.0	1.5	10.7	11.2	12.0	13.0	14.0	15.0	16.0	17.9	
30m ≤ <36m	127	14.2	1.6	12.0	12.2	13.0	14.0	15.4	16.3	17.0	18.7	

*, number of children

다. 분석 방법

통계 분석을 위해서 전체 측정치 표준 편차의 3.5배를 벗어난 극단적인 측정치를 제외한 후 성별, 연령별 5, 10, 25, 50, 75, 90, 95, 99 백분위수에 해당하는 수축기 및 이완기 혈압을 구하고 이를 백분위수 곡선으로 나타내었다. 체중에 따른 혈압의 차이를 알아 보기 위하여 체중 3.9 kg 이하에서부터 2 kg 간격으로 대상아를 나누어 각 군에서 수축기 및 이완기 혈압의 백분위 분포를 구하였다. 신장에 따른 혈압의 차이를 알아보기 위해 신장 54.9 cm 이하에서부터 신장 5 cm 간격으로 대상아를 나누어 각 군에서 수축기 및 이완기 혈압의 백분위 분포를 구하였다.

체중 및 신장과 혈압의 상관성을 보기 위해 체중, 신장에 대한 수축기 및 이완기 혈압을 산점도로 나타내고 이에 대한 회귀식을 구하였다. 연령, 체중, 그리고 신장이 수축기 및 이완기 혈압에 미치는 영향을 상관계수로 표시하고 이들 변수를 포함한 회귀 방정식을 구하였다. 자료 분석 및 통계처리는 SPSS 프로그램(version 11.0)을 이용하였다.

결 과

가. 대상아의 체중 및 신장 분포

대상아의 연령 및 성별 5, 10, 25, 50, 75, 90, 95, 99 백분위수에 해당하는 체중 분포는 (Table 1)과 같았다. 대상아의 연령 및 성별, 신장 백분위 분포는 (Table 2)와 같았다.

나. 연령별 혈압 백분위수 분포

서울 시내 거주하는 영아 및 3세 미만 소아에서 연령에 따른 수축기 및 이완기 혈압의 백분위 곡선을 얻었다 (Fig. 1). 남녀의 수축기 혈압은 전체적으로 연령이 증가할수록 점차 상승하는 경향을 나타내었다. 소아 고혈압 진단의 기준이 되는 95백분위수에 해당하는 수축기 혈압도 일부 구간을 제외하고 연령이 증가함에 따라 증가하는 경향을 보였다. 이완기 혈압은 생후 6개월까지 상승폭이 크고 그 이후에는 적은 폭으로 증가하였다. 연령이 증가함에 따라 이완기 혈압도 증가하는 경향을 보였으나 일부 구간에서는 백분위 곡선이 정점을 이룬 후 다시 감소하였다.

Table 2. Distribution characteristics of height

A. Boys

Age	N*	Mean (cm)	S.D.	Percentiles							
				5th	10th	25th	50th	75th	90th	95th	99th
<1m	130.0	52.0	2.6	48.0	49.0	50.0	52.0	54.0	55.0	57.1	59.4
1m≤ <6m	306.0	61.8	6.4	49.0	51.6	58.0	63.0	67.0	69.0	70.4	73.0
6m≤ <12m	346.0	72.1	3.6	67.0	68.0	69.6	72.0	74.5	77.0	78.4	80.0
12m≤ <18m	148.0	79.3	3.4	74.0	75.0	77.0	79.0	81.9	83.0	85.0	90.0
18m≤ <24m	98.0	84.2	4.1	77.0	78.5	81.0	84.0	87.0	90.0	92.0	93.5
24m≤ <30m	128.0	89.7	4.0	82.7	85.0	87.0	90.0	92.2	94.5	95.8	101.1
30m≤ <36m	129.0	93.2	3.6	86.7	89.0	91.0	93.0	95.6	97.7	99.0	101.4

B. Girls

Age	N*	Mean (cm)	S.D.	Percentiles							
				5th	10th	25th	50th	75th	90th	95th	99th
<1m	126.0	52.5	3.8	47.0	47.9	50.5	53.0	54.0	56.4	57.0	71.0
1m≤ <6m	249.0	59.6	6.0	48.8	50.0	56.0	60.0	64.0	67.0	68.1	72.9
6m≤ <12m	298.0	70.5	3.8	65.0	66.0	68.0	70.0	73.0	76.0	77.0	81.0
12m≤ <18m	162.0	77.7	3.6	72.0	73.2	75.5	77.9	80.0	82.0	83.4	87.4
18m≤ <24m	85.0	84.2	4.5	76.0	78.0	82.0	84.0	87.0	90.0	90.6	95.0
24m≤ <30m	109.0	88.9	3.6	83.0	84.0	87.0	89.2	90.8	94.0	95.0	99.6
30m≤ <36m	121.0	93.1	3.3	88.0	89.0	91.0	93.0	95.0	98.0	98.5	101.4

*, number of children

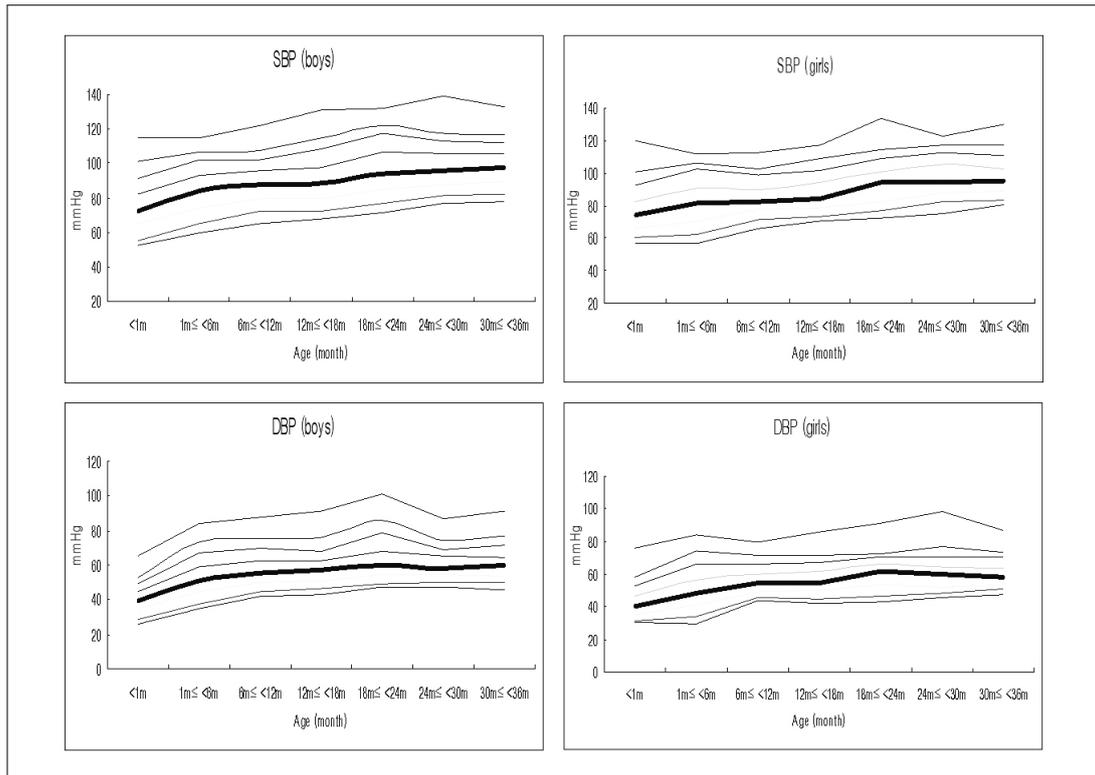


Fig. 1. Percentile curves of systolic and diastolic blood pressure in each sex according to age

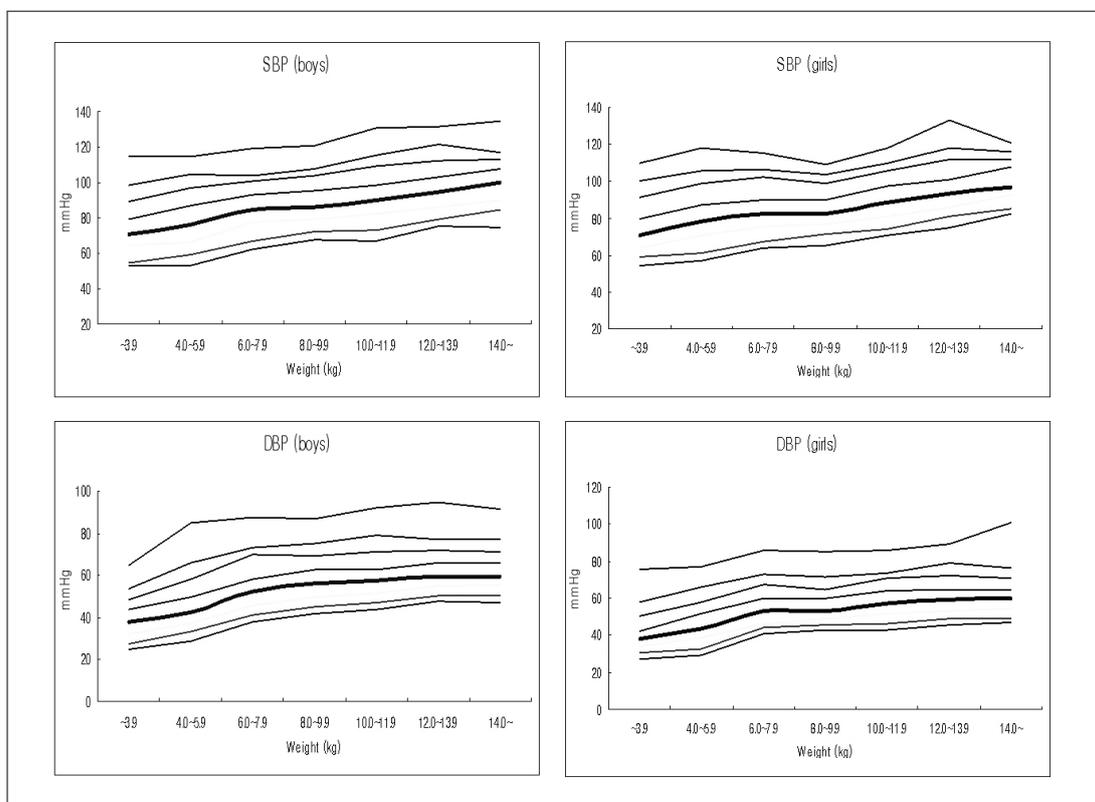


Fig. 2. Percentile curves of systolic and diastolic blood pressure in each sex according to body weight

Table 3. Distribution characteristics of systolic and diastolic blood pressure according to age

A. Boys

Age	SBP*, mmHg								DBP†, mmHg							
	Percentile								Percentile							
	5th	10th	25th	50th	75th	90th	95th	99th	5th	10th	25th	50th	75th	90th	95th	99th
<1m	52.4	54.8	65.0	72.5	82.1	91.6	101.3	115.0	26.0	29.0	34.5	39.0	45.0	49.5	52.6	65.0
1m ≤ <6m	60.0	65.0	74.0	84.0	93.0	102.0	107.0	115.1	34.5	38.0	44.5	51.0	59.0	67.5	73.0	83.8
6m ≤ <12m	64.8	72.0	79.6	87.8	96.0	102.5	107.4	121.9	42.0	45.0	50.0	55.5	62.5	69.5	75.1	87.9
12m ≤ <18m	67.8	72.3	79.5	89.0	97.9	108.0	114.7	131.1	43.2	46.3	51.0	57.5	63.0	68.4	76.1	91.1
18m ≤ <24m	71.2	77.2	85.3	94.0	106.8	117.7	121.8	131.9	47.5	49.1	54.5	60.0	68.3	79.2	85.9	101.0
24m ≤ <30m	76.4	81.2	88.0	95.5	106.0	112.5	117.4	139.1	47.3	50.5	54.3	58.0	65.0	69.0	74.3	87.1
30m ≤ <36m	77.5	82.5	89.4	97.8	105.5	112.3	116.3	133.1	46.1	50.0	54.0	60.0	64.5	71.5	76.6	91.3

B. Girls

Age	SBP*, mmHg								DBP†, mmHg							
	Percentile								Percentile							
	5th	10th	25th	50th	75th	90th	95th	99th	5th	10th	25th	50th	75th	90th	95th	99th
<1m	57.0	60.0	65.5	74.0	82.5	92.5	100.9	119.9	30.2	31.6	35.0	40.0	46.3	53.0	58.4	75.9
1m ≤ <6m	57.0	62.0	70.5	81.0	90.5	102.6	106.5	112.0	30.0	34.4	41.3	48.0	56.5	66.0	74.1	83.8
6m ≤ <12m	66.2	71.0	77.5	82.5	89.5	99.0	102.8	112.8	44.0	46.0	49.5	54.5	60.0	66.6	72.0	80.0
12m ≤ <18m	70.6	72.8	78.5	84.3	93.8	101.8	108.9	116.8	42.5	45.0	50.1	55.0	62.0	67.0	72.0	86.2
18m ≤ <24m	72.0	77.0	82.1	93.8	100.5	108.5	114.1	134.0	42.9	47.0	54.0	62.0	66.0	71.1	72.8	91.0
24m ≤ <30m	74.6	82.5	87.5	94.5	105.0	112.4	117.4	122.5	45.8	48.0	52.1	59.8	64.9	71.0	77.4	98.5
30m ≤ <36m	80.4	83.0	89.0	95.5	102.5	110.7	117.5	129.5	47.7	50.9	54.0	58.5	63.5	70.9	73.5	87.2

*, systolic blood pressure
†, diastolic blood pressure

Table 4. Distribution characteristics of systolic and diastolic blood pressure according to body weight

A. Boys

Weight (kg)	SBP*, mmHg								DBP†, mmHg							
	Percentile								Percentile							
	5th	10th	25th	50th	75th	90th	95th	99th	5th	10th	25th	50th	75th	90th	95th	99th
~3.9	53.1	54.7	64.5	71.0	79.5	89.1	98.4	115.0	24.8	27.5	32.0	38.0	43.5	48.4	53.8	65.0
4.0~5.9	53.3	59.5	66.0	76.0	87.0	97.0	105.0	114.4	29.0	33.6	37.0	42.5	49.5	58.0	65.9	85.0
6.0~7.9	62.0	67.0	77.5	84.5	93.0	100.5	104.0	119.4	38.0	41.0	46.0	52.0	58.0	70.0	73.0	87.5
8.0~9.9	68.0	72.5	79.5	86.5	95.5	103.5	108.0	120.8	42.0	45.0	50.0	56.5	63.0	69.5	75.1	86.8
10.0~11.9	66.6	73.0	82.6	90.0	98.5	109.0	115.4	131.0	44.1	47.0	51.5	57.5	62.5	71.0	79.0	92.4
12.0~13.9	75.2	79.5	86.3	95.0	103.3	112.5	121.3	131.8	47.5	50.3	55.0	59.8	65.9	72.0	77.4	94.5
14.0~	74.6	85.0	90.3	100.0	107.5	112.9	117.0	134.3	47.1	50.1	55.3	59.5	65.8	71.4	77.0	91.2

B. Girls

Weight (kg)	SBP*, mmHg								DBP†, mmHg							
	Percentile								Percentile							
	5th	10th	25th	50th	75th	90th	95th	99th	5th	10th	25th	50th	75th	90th	95th	99th
~3.9	54.6	59.0	64.0	70.5	80.0	91.0	100.5	109.5	27.0	31.0	34.0	38.0	42.0	50.3	57.8	75.5
4.0~5.9	57.0	61.0	70.5	78.5	87.5	99.0	106.0	117.8	29.0	32.9	38.6	43.8	51.5	58.0	66.1	77.3
6.0~7.9	63.6	67.3	75.4	82.3	90.1	102.4	106.4	115.4	41.0	44.0	46.5	53.0	60.0	67.3	73.0	85.6
8.0~9.9	65.0	71.3	77.0	82.5	90.0	99.0	104.0	109.1	42.7	46.0	49.3	53.5	60.0	65.0	71.4	85.1
10.0~11.9	71.0	74.2	81.0	88.5	97.5	106.0	109.6	118.2	42.8	46.6	52.0	57.5	64.0	71.0	73.4	86.1
12.0~13.9	75.0	81.0	86.0	93.5	101.0	112.0	118.0	133.4	46.0	49.0	53.5	59.5	65.0	72.0	79.0	89.2
14.0~	82.6	85.0	92.5	97.0	107.5	111.9	116.2	120.5	47.1	49.1	54.5	60.0	65.0	70.9	76.1	100.7

*, systolic blood pressure
†, diastolic blood pressure

연령별 5, 10, 25, 50, 75, 90, 95, 99 백분위수에 해당하는 수축기 및 이완기 혈압을 (Table 3)에 나타내었다.

다. 체중에 따른 혈압 백분위수 분포

대상아를 체중 2 kg 간격으로 나누고 각 체중에 해당하는 소아의 수축기 및 이완기 혈압을 백분위수 곡선으로 나타내었다(Fig. 2). 남녀의 체중이 클수록 수축기 및 이완기 혈압이 높은 경향을 나타내었다. 체중별 95 백분위수에 해당하는 수축기 및 이완기 혈압도 일부 구간을 제외하고 체중이 클수록 높은 것으로 나타났다. 체중에 따라 나는 대상군에서 수축기 및 이완기 혈압의 95백분위 값은 남녀 간에 뚜렷한 차이가 없었다. 체중별 5, 10, 25, 50, 75, 90, 95, 99백분위수에 해당하는 수축기 및 이완기 혈압을 (Table 4)에 나타내었다.

라. 신장에 따른 혈압 백분위수 분포

대상아를 신장 5 cm 간격으로 나누고 각 신장에 해당하는 소아의 수축기 및 이완기 혈압을 백분위수 곡선으로 나

타내었다(Fig. 3). 신장별 95 백분위수에 해당하는 수축기 및 이완기압은 일부 구간을 제외하고는 신장이 클수록 혈압도 높은 경향을 나타내었다. 신장에 따른 수축기 및 이완기 혈압의 95백분위 값은 남녀 간에 뚜렷한 차이가 없었다. 신장별 5, 10, 25, 50, 75, 90, 95, 99백분위수에 해당하는 수축기 및 이완기 혈압을 (Table 5)에 나타내었다.

마. 체중, 신장 및 연령과 혈압의 상관 관계

남녀 모두에서 체중이 클수록 수축기 및 이완기 혈압이 증가하는 경향을 보였다. 수축기 혈압의 경우 남아에서 $r=0.484$ ($p<0.001$), 여아에서 $r=0.494$ ($p<0.001$)의 상관 계수를 나타내었다. 이완기 혈압의 경우에도 체중에 비례하는 관계를 나타냈으며 상관계수는 남아에서 $r=0.488$ ($p<0.001$), 여아에서 $r=0.514$ ($p<0.001$)이었다(Fig. 4).

남녀 모두에서 신장이 클수록 수축기 혈압이 증가하는 경향을 보여주었고 각각의 상관계수는 남아에서 $r=0.471$ ($p<0.001$), 여아에서 $r=0.476$ ($p<0.001$)이었다. 이완기 혈압도 신장과 비례관계를 나타내었고 각각의 상관 계

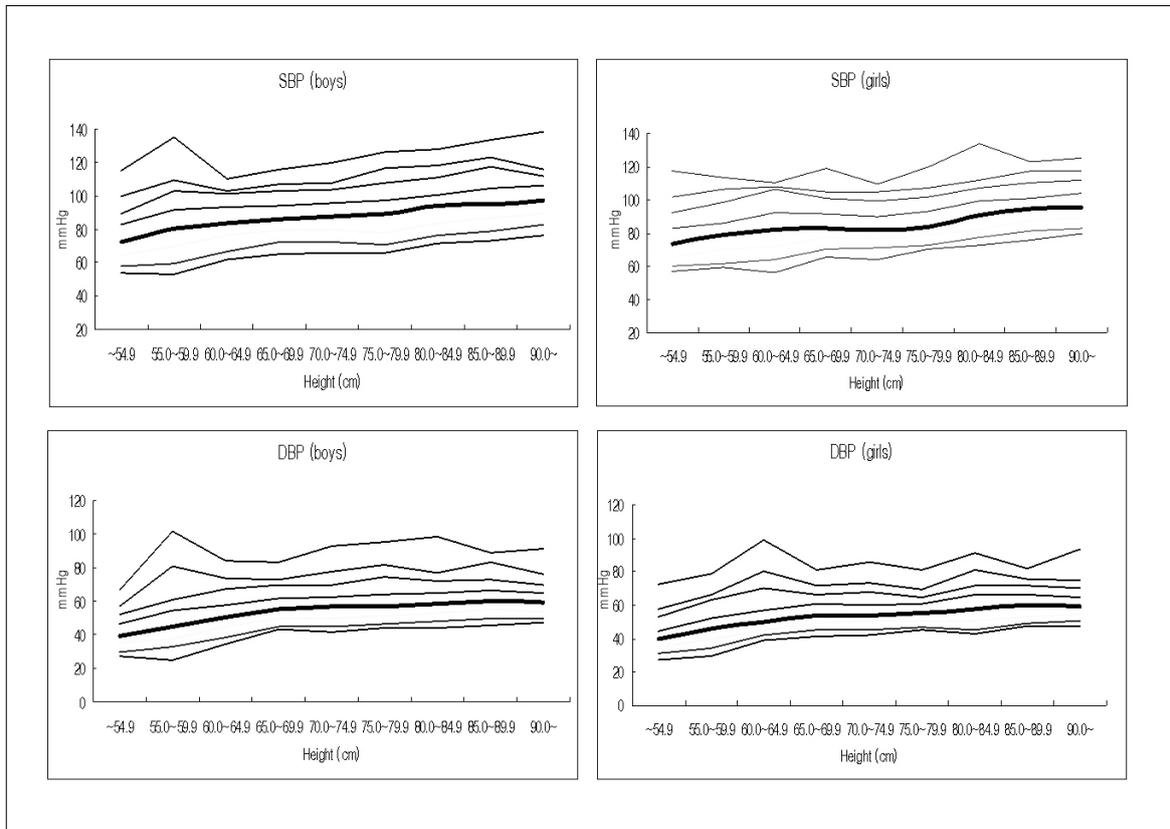


Fig. 3. Percentile curves of systolic and diastolic blood pressure in each sex according to height

Table 5. Distribution characteristics of systolic and diastolic blood pressure according to height

A. Boys

Height (cm)	SBP*, mmHg								DBP†, mmHg							
	Percentile								Percentile							
	5th	10th	25th	50th	75th	90th	95th	99th	5th	10th	25th	50th	75th	90th	95th	99th
~54.9	53.8	57.6	64.5	72.5	82.5	88.9	99.5	115.0	27.3	29.5	35.0	39.5	46.3	52.0	56.5	66.3
55.0~59.9	53.2	59.2	69.9	80.8	91.6	103.2	109.6	135.0	24.8	32.5	37.3	45.0	54.8	60.9	80.6	101.5
60.0~64.9	62.0	66.5	76.3	83.3	93.1	101.6	103.0	110.0	34.2	38.7	45.0	50.5	58.0	67.4	73.9	84.0
65.0~69.9	65.0	72.5	79.8	86.0	94.0	103.0	107.3	116.0	43.0	45.0	49.5	55.0	61.8	69.5	73.0	83.4
70.0~74.9	66.3	72.0	80.0	87.3	96.0	103.5	108.0	119.5	41.8	45.0	50.0	57.0	62.3	69.5	77.5	92.7
75.0~79.9	66.0	70.5	78.3	89.0	97.0	108.0	116.6	126.7	44.0	46.6	51.0	57.0	63.8	74.6	81.6	95.2
80.0~84.9	71.8	76.3	84.0	93.8	100.5	111.3	118.5	128.0	44.1	48.0	52.9	58.5	64.6	71.8	76.6	98.7
85.0~89.9	73.0	78.5	86.9	95.0	104.3	117.7	123.3	133.9	45.7	49.3	55.5	60.0	66.5	72.6	83.5	89.0
90.0~	76.6	83.0	89.5	97.5	106.1	111.8	116.0	138.2	46.9	50.0	54.0	59.0	64.8	70.0	76.2	91.0

B. Girls

Height (cm)	SBP*, mmHg								DBP†, mmHg							
	Percentile								Percentile							
	5th	10th	25th	50th	75th	90th	95th	99th	5th	10th	25th	50th	75th	90th	95th	99th
~54.9	57.0	60.0	65.1	73.5	82.9	92.1	101.3	117.1	27.5	31.0	35.0	39.5	44.8	52.7	57.4	72.1
55.0~59.9	59.0	61.3	70.0	79.0	86.0	98.7	106.1	113.5	29.8	34.6	40.0	46.0	52.0	62.8	66.6	79.0
60.0~64.9	56.3	64.3	71.9	82.0	92.1	106.0	108.0	110.0	38.6	42.0	45.5	50.0	57.0	70.1	80.1	99.0
65.0~69.9	65.7	70.0	77.3	83.0	91.0	100.5	104.6	118.5	41.4	45.5	49.0	54.0	60.5	66.4	72.0	81.2
70.0~74.9	63.9	71.1	76.4	82.0	90.0	99.5	105.0	109.5	41.8	45.5	50.3	54.0	60.0	67.5	73.5	85.8
75.0~79.9	70.1	72.5	78.9	83.3	92.6	101.4	107.4	119.8	45.0	47.0	51.0	55.5	61.0	65.0	69.7	80.8
80.0~84.9	72.4	77.0	81.8	90.5	99.1	107.3	111.9	134.0	43.0	45.0	50.9	57.5	66.0	72.0	81.3	91.0
85.0~89.9	75.9	80.9	87.1	94.8	100.5	110.2	117.2	122.5	47.9	49.2	53.1	60.3	66.0	72.0	75.6	82.0
90.0~	79.7	82.8	89.0	95.0	103.8	111.4	117.2	124.8	47.2	50.3	54.5	59.5	64.5	70.5	74.6	93.7

*, systolic blood pressure
†, diastolic blood pressure

수는 남아에서 $r=0.472$ ($p<0.001$), 여아에서 $r=0.511$ ($p<0.001$) 이었다(Fig. 5).

연령과 수축기압의 비례계수는 남아에서 $r=0.429$ ($p<0.001$), 여아에서 $r=0.457$ ($p<0.001$)이었다. 연령과 이완기압과의 상관계수는 남아에서 $r=0.374$ ($p<0.001$), 여아에서 $r=0.419$ ($p<0.001$)이었다.

연령, 체중, 그리고 신장 변수를 이용하여 수축기 및 이완기 혈압을 구하는 회귀 방정식은 각각 다음과 같았다.

$$SBP \text{ (mmHg)} = 68.249 + 2.082 \text{weight (kg)} - 1.143 \text{sex (남:0, 여:1)}$$

$$DBP \text{ (mmHg)} = 13.8 + 1.362 \text{weight (kg)} + 0.475 \text{height (cm)} - 0.017 \text{나이 (day)}$$

고 찰

소아기 고혈압은 성인과는 달리 건강한 소아 집단에서 측정된 혈압의 정상 분포에 따라 정의된다. 미국에서 발표된 4차 소아 및 청소년 고혈압 진단, 평가 및 치료에 관한 보고에 따르면 정상 혈압 분포도에서 모집단 혈압의 95 백분위 이상을 소아 고혈압으로 정의하였고 90~95 백분위의 범위를 전고혈압 단계로 정의하고 있다.⁸⁾ 많은 나라에서 연령, 성별, 신장 백분위에 따른 고혈압의 기준이 제시되어 있으나 인종이나 지역적, 또는 혈압측정의 방법적인 차이로 인해 이 결과를 그대로 임상에 적용하는 것은 적절하지 않으며 우리 나라 고유의 소아 혈압 표준치가 적용되어야 한다.

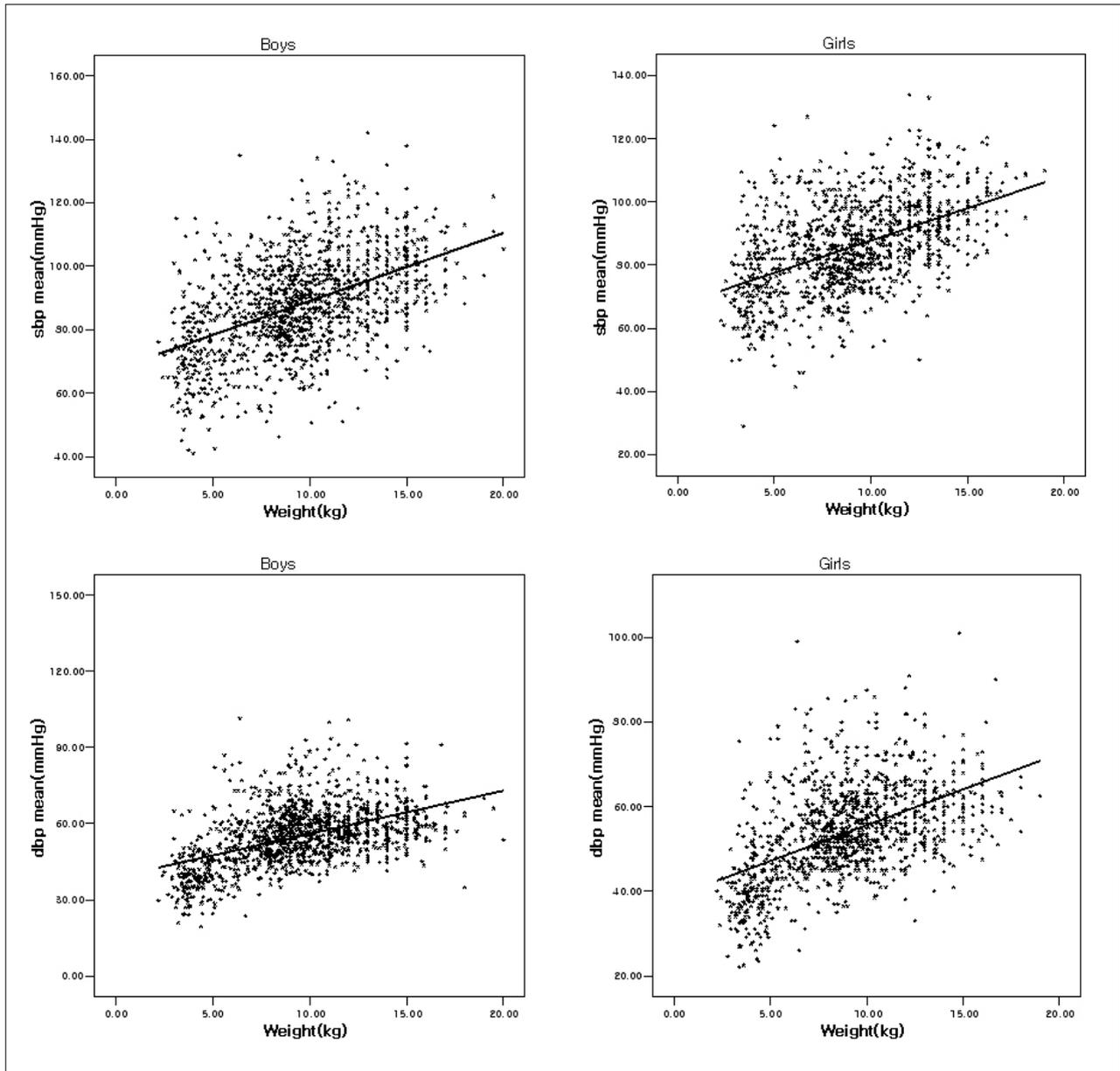


Fig. 4. Regression analysis between systolic and diastolic blood pressure and body weight

sbp, systolic blood pressure; dbp, diastolic blood pressure

혈압측정 방법에 있어서 유아에서 사용되어 온 비관혈적 측정법으로는 촉진법, 청진법, 발적법 등 여러 가지가 있으나 최근 도플러 방법을 이용한 혈압측정과 oscillometry를 이용한 혈압측정이 많이 이용되고 있다. 도플러법은 동맥벽의 진동을 측정하기 때문에 탐촉자가 동맥에 정확히 위치해야 하고 관찰자의 편견이 배제될 수 없으며 확장기 혈압을 측정하기 어려운 단점이 있다.¹⁹⁾ 진동 혈압계는 혈관을 통한 맥압의 혈류가 동맥벽에 진동을 일으키고 이 진

동이 혈압 낭대에 전달되는 진동을 측정하는 것으로 Korotkoff음이 약한 영유아에서 작동이 간편하고 측정치가 비교적 정확하며 직접 수치가 표시되어 관찰자에 따른 오차가 적다는 장점이 있다.^{20,21)} 또한 진동 혈압계는 시끄러운 장소에서나 의료진이 없는 곳에서도 측정이 가능해 white coat hypertension의 가능성을 줄일 수 있다. 단점으로는 청진법에 의해 측정 조사된 참고치를 기준으로 이용하기 어렵다는 점을 들 수 있겠다.

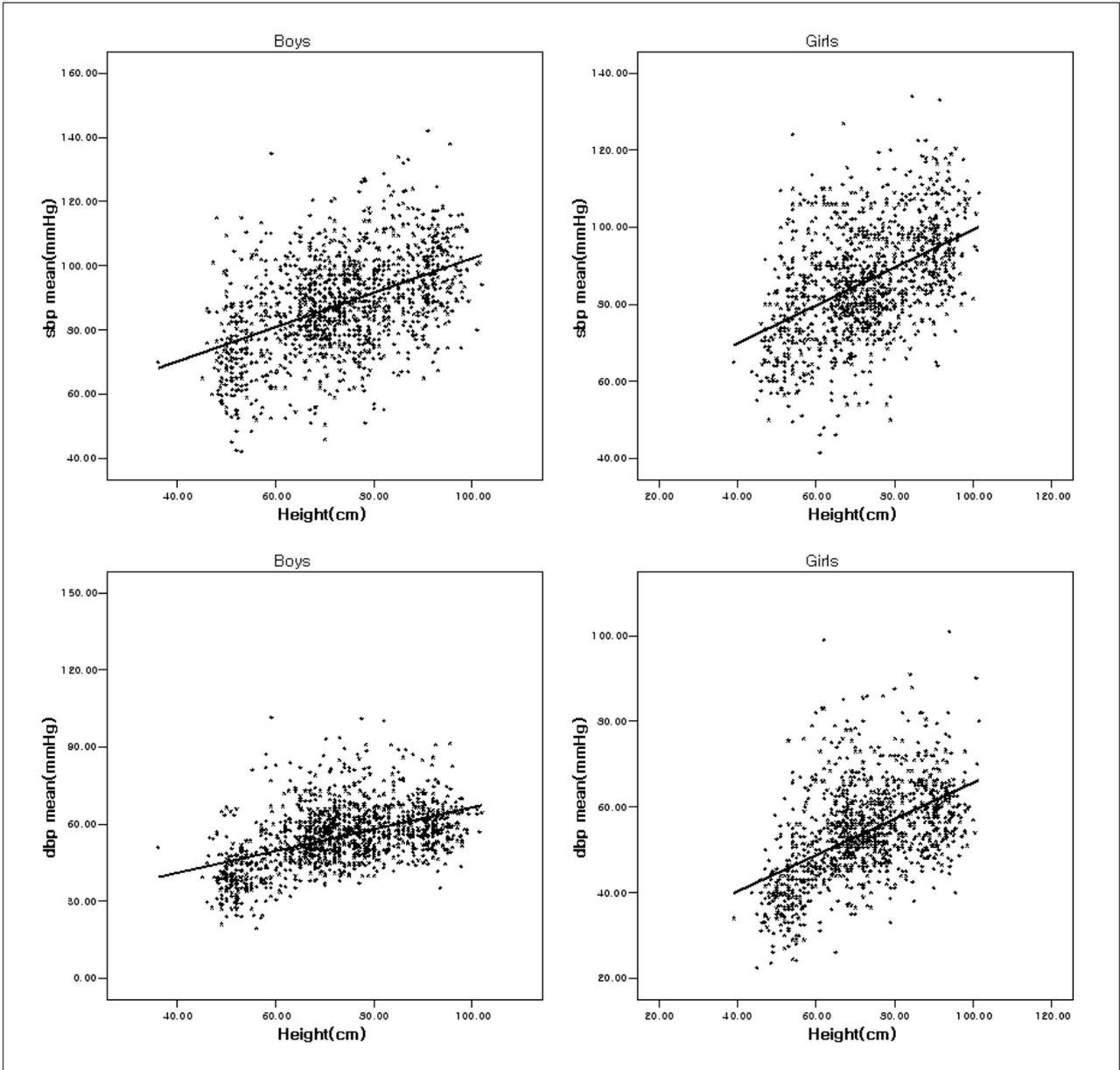


Fig. 5. Regression analysis between systolic and diastolic blood pressure and height

sbp, systolic blood pressure; dbp, diastolic blood pressure

진동 혈압계로 측정된 혈압의 정확도에 대하여 여러 연구가 선행되어 왔다. Weaver 등은 소아 연령에서 진동 혈압계를 이용하여 측정된 혈압은 수은 혈압계를 이용하여 측정된 값보다 수축기압은 평균 6.4(5~8) mmHg 높았고, 이완기압은 8.7(8~9) mmHg 낮았다고 보고하였다.²²⁾ 진동 혈압계를 사용하여 측정된 혈압을 동맥에서 직접 측정된 혈압과 비교하였을 때, 수축기압의 경우는 0.96, 이완기압의 경우는 0.94의 높은 상관계수를 보여 주었다.²³⁾

Park 등에 의하면 직접 측정된 동맥압과 진동 혈압계를 이용하여 측정된 값의 차이는 수축기압에서 -7~7 mmHg, 이완기압에서 -9~10 mmHg였으며, 상관계수는 수축기압에서 $r=0.970$, 이완기압에서 $r=0.903$ 을 나타내어 일반적인 청진법과 직접 측정된 동맥압과의 상관계수보다 높게 나타났다.²⁴⁾ 이와 같이 소아 연령에서 진동 혈압계를 이용하여 측정된 수축기 및 이완기 혈압이 비교적 동맥압을 정확히 반영하는 것으로 보고되고 있어 어린 소

아에서는 수은 혈압계를 이용한 혈압측정을 대신할 수 있을 것으로 생각된다.^{24,25)} 또한 최근 진료 환경에서 진동 혈압계의 사용이 늘고 있으므로 이와 같은 방법으로 혈압을 측정하였을 때 그 결과를 비교 검토할 수 있는 통계적 연구 자료가 시급한 실정이다.

국내에서 보고된 소아의 정상 혈압치는 대부분 신생아,⁹⁻¹²⁾ 학동기 소아¹³⁻¹⁷⁾를 대상으로 조사되어 있으며 특히 유아기 혈압측정에 관하여 최근에 보고된 국내 자료는 부족한 실정이다. 본 연구에서의 혈압 측정치는 3세 미만 전 연령에서 남녀 모두, 1963년 이²⁶⁾의 보고 보다 전반적으로 높은 결과를 나타내었는데, 이는 서로 다른 혈압계를 사용하였다는 점이 한 요인이 될 수 있겠으나, 지난 30여 년 간 우리 나라 아동들의 체격 증가가 현저하였다는 데 더 큰 요인이 있다고 생각된다. 비교적 최근에 국내에서도 진동 혈압계를 이용한 소아의 혈압 측정이 이루어졌다.¹⁸⁾ 이 연구에서 서 등은 Korin 103N 혈압계를 이용하였고 혈압대 선택의 기준은 본 연구와 동일하였다. 두 연구에서 50 백분위에 해당하는 수축기 혈압 수준은 거의 일치하였으나 90 백분위와 95 백분위에 해당하는 수축기 혈압은 생후 1개월에서 6개월 사이 구간과 3세에 가까운 연령에서는 본 연구에서 제시된 혈압 수준이 서 등의 결과에 비해 높게 나타났다. 이완기 혈압에 있어서도 50 백분위에 해당하는 혈압은 두 연구 간에 큰 차이가 없었으나 90과 95 백분위에 해당하는 혈압 수준은 본 연구에서 다소 높게 나타났다. 이 같은 결과가 지역적인 차이에 의한 것인지, 대상 소아들의 신체 조건이 그 간에 변화했기 때문인지, 또는 측정 기체에 따른 차이인지는 분석할 수 있는 자료가 충분히 제시되어 있지 않았다.

국외에서는 1989년 Park 등에 의해 미국에서 5세 미만의 소아를 대상으로 진동혈압계를 이용한 혈압 측정이 이루어져 그 결과가 보고된 바 있다.²⁷⁾ 사용된 혈압계는 Dinamap 1846이었으며 대상자는 백인, 흑인, 스페인계로 구성되었다. 50 백분위에 해당하는 수축기 혈압은 본 연구 결과와 유사하였으나 90 및 95 백분위 수축기 혈압은 1세 이상에서는 본 연구 결과가 다소 높은 것으로 나타났다. 이완기 혈압에서도 50 백분위 곡선은 거의 일치하는 반면 남녀 모두 18개월 이후에 해당하는 연령에서는 90 및 95 백분위수가 본 연구에서 더 높게 나타났다. 이와 같은 차이가 실제 혈압의 차이를 반영한 결과인지, 측정 기체가 다르기 때문인지, Park 등의 주장대로 높은 쪽 혈압에서 진동 혈압계에 의한 오차가 크기 때문인지, 우리 나라 아동의 혈압 분포가 중간 값은 미국의 결과와 비슷하지

만 높은 혈압이 더 많이 높은 것인지 또 그 이유는 무엇인지 등에 대해 후속 연구가 필요하리라 사료된다.

연령에 따라 혈압이 증가함은 국내외의 다른 보고들과 일치하였다.^{3,28)} 특히 수축기 및 이완기 혈압에 있어서, 생후 6개월까지의 증가 폭이 가장 크며 그 이후에는 연령이 증가함에 따라 완만하게 증가함을 확인할 수 있었다.²⁷⁾ 고혈압 진단의 기준이 되는 90 및 95 백분위수에 해당하는 수축기 혈압과 이완기 혈압은 혈압분포의 표준편차가 큰 일부 구간을 제외하고 연령이 증가함에 따라 증가하는 경향을 보여 주었다. 이와 같은 현상은 대상군의 크기가 충분히 커서 표준편차가 줄어들 경우 완화될 수 있으리라고 생각된다. 여아의 수축기 혈압 곡선에서 18개월에서 24개월 사이 연령의 99 백분위 값이 정점을 이루었는데 이와 같은 모양은 여아의 연령별 체중 곡선에서 보여지는 정점과 일치되고 있어 이 군의 체중 분포와 연관이 있을 것으로 생각된다.

Bogalusa 연구 등에서는 혈압에 영향을 미치는 여러 요소 가운데 신장과 비만 지표인 체중/신장³ 값이 가장 의미 있는 변수라고 하였고,^{5,29)} 이 중 신장을 기준으로 정상 혈압 분포도를 제시한 연구들이 발표되었다.^{8,30)} 본 연구에서는 체중과 신장 모두 수축기 및 이완기 혈압에 대해 양의 비례 관계를 나타내었는데, 상관의 크기는 유사하였으나 체중에 대한 상관계수가 신장에 비해 다소 높게 나타났다. 이는 5세 이하의 소아를 대상으로 한 Park 등의 연구 결과와 일치하였다.²⁷⁾ Park 등은 수축기 혈압이 체중 및 연령과 다소 상관이 있으며 체중이 좀 더 밀접한 상관관계를 가진다고 하였다. 그러나 이완기 혈압은 체중, 신장 및 연령과 상관성이 매우 낮다고 하였으며 이 점은 본 연구의 결과와 상이하였다. 정상적인 혈압의 변화를 결정하는 요소로 연령 외에 가장 강력한 결정인자는 신체성숙도라고 할 수 있는데 체중이 가장 대표적인 성숙지표라고 하겠다. 다만 체중은 신체성숙 뿐 만 아니라 비만이나 지방 증가에 의한 영향을 함께 반영하기 때문에 혈압을 판정할 때 부적절한 지표로 알려져 왔다. 그러나 Brompton 연구에서도 1세 이하의 소아에서 혈압은 체중과 유의한 상관관계가 있다고 보고한 바 있다.³¹⁾ 또한 Schachter등도 2세 이하에서는 수축기 혈압이 체중에 비례한다고 하였고,³²⁾ 출생 후부터 5세 이하의 소아를 포함시킨 후속 연구에서는 체중과 신장이 혈압과 유의한 상관성이 있으며 혈압-신장 간의 상관도가 혈압-체중에 비해 다소 낮은 것으로 보고하였다.³³⁾ 따라서 영아 및 유아의 혈압에 있어서 체중이 영향이 큰 변수라고 볼 수 있겠으며, 이를 고려하여 영 유아

의 연령과 체중을 기준으로 정상 혈압 분포를 마련하는 것이 재고되어야 할 것이다.

요컨대 본 연구 결과는 3세 미만의 건강아에서 측정된 혈압의 분포를 파악한 기초 자료로서 의미 있게 사용될 수 있을 것이며 향후 전국적인 규모의 연구 조사로 확대하면 이를 바탕으로 우리 나라의 정상 혈압의 기준을 마련하는데 도움이 될 수 있을 것으로 사료된다.

요 약

이 연구는 2005년 3월부터 2005년 12월까지 서울시내 25곳의 유아원과 두 곳의 종합병원 외래를 방문한 3세 미만의 건강한 소아 2,509명을 대상으로 혈압을 측정하여 소아의 정상 혈압 분포를 얻었으며 동시에 연령, 체중, 신장과의 상관 관계를 파악하였다. 본 연구에 나타난 정상 소아의 혈압 수준은 지금까지 알려진 바와 대체로 유사하였으나 3세에 가까운 소아 연령에서는 보고된 자료 간에 차이가 존재했다. 또한 본 연구는 소아의 수축기 혈압이 체중 및 신장과 의미 있는 상관관계를 가진다는 이전의 연구 결과들을 다시 확인 해 주었으며, 특히 체중의 영향이 컸다. 따라서 영 유아에서는 연령과 체중을 기준으로 정상 혈압 분포를 마련하는 것이 고려되어야 할 것이다. 또한 영아 및 유아 연령에서도 정확한 사용 기준에 따라 진동 혈압계를 이용한다면 일상적인 혈압 측정이 가능하리라 사료된다. 고혈압에 대한 인식이 새롭게 높아지고 있는 반면 이를 정확하게 진단할 수 있는 참고 자료가 부족한 시점에서, 본 연구는 3세 미만 정상 소아의 혈압 분포를 알아볼 수 있는 중요한 국내 자료라고 생각한다.

중심단어 : 정상 혈압, 유소아, oscillometric monitor

REFERENCES

1. Clarke WR, Schrott HG, Leaverton PE, Connor WE, Lauer RM. Tracking of blood lipids and blood pressures in school age children: the Muscatine study. *Circulation* 1978;58:626-634.
2. Sparrow D, Garvey AJ, Rosner B, Thomas HE Jr. Factors in predicting blood pressure change. *Circulation* 1982;65:789-794.
3. Zinner SH, Rosner B, Oh W, Kass EH. Significance of blood pressure in infancy. Familial aggregation and predictive effect on later blood pressure. *Hypertension* 1985;7:411-416.

4. Shear CL, Burke GL, Freedman DS, Berenson GS. Value of childhood blood pressure measurements and family history in predicting future blood pressure status: results from 8 years of follow-up in the Bogalusa Heart Study. *Pediatrics* 1986;77:862-869.
5. Voors AW, Webber LS, Frerichs RR, Berenson GS. Body height and body mass as determinants of basal blood pressure in children-The Bogalusa Heart Study. *Am J Epidemiol* 1977;106:101-108.
6. Report of the Second Task Force on Blood Pressure Control in Children-1987. Task Force on Blood Pressure Control in Children. National Heart, Lung, and Blood Institute, Bethesda, Maryland. *Pediatrics* 1987;79:1-25.
7. Goonasekera CD, Dillon MJ. Measurement and interpretation of blood pressure. *Arch Dis Child* 2000;82:261-265.
8. National High Blood Pressure Education Program Working Group on High Blood Pressure in Children and Adolescents. The fourth report on the diagnosis, evaluation, and treatment of high blood pressure in children and adolescents. *Pediatrics* 2004;114:555-576.
9. 남궁란, 배기수, 이철, 한동관. 신생아 혈압측정에 관한 연구-관혈적 및 비관혈적 방법의 비교. *소아과* 1988;31:541-546.
10. 이은희, 남궁란, 이 철, 한동관. 비관혈적 방법에 의한 신생아 혈압측정에 관한 연구. *소아과* 1989;32:1216-1223.
11. 박정혜, 최혜진, 강은식, 정종성, 최규철. Oscillometric Monitor를 이용한 비관혈적 신생아 혈압 측정에 관한 연구. *소아과* 1993;36:1211-1218.
12. 배상영, 김혜순, 손세정, 홍영미. Oscillometry에 의한 정상 신생아의 상하지 혈압 측정과 대동맥 혈류 속도에 관한 연구. *소아과* 2000;43:484-488.
13. 최 용, 이창연, 노정일, 홍창의, 이상일. 서울지역 학동의 혈압측정에 관한 연구. *소아과* 1989;32:1086-1091.
14. 최진수, 박기원, 마재숙, 황태주. 광주지역 초, 중, 고 학생의 혈압. *소아과* 1990;33:952-958.
15. 최연호, 박강용, 하일수, 정해일, 최 용, 김진규. 서울지역 중학생에서의 비만도, 혈압, 혈중콜레스테롤, 아포단백질B 및 노중 Na, K에 관한 연구. *소아과* 1992;35:1546-1558.
16. 하성훈. 괴산지역 학동기 아동에서의 혈압측정. *소아과* 1993;36:705-712.
17. 홍영미, 강윤주, 서성제. 소아에서의 고혈압과 지질치의 상관성 연구. *소아과* 1995;38:1645-1651.
18. 서혜인, 홍영미. 진동식 자동혈압계로 측정된 소아의 혈압. *소아과* 2000;43:1029-1036.
19. Nuntnarumit P, Yang W, Bada-Ellzey HS. Blood pressure measurements in the newborn. *Clin Perinatol* 1999;26:981-996.
20. Park MK, Lee DH. Normative arm and calf blood pressure values in the newborn. *Pediatrics* 1989;83:240-243.
21. Sarici SU, Alpay F, Okutan V, Gokcay E. Is a standard proctocol necessary for oscillometric blood pressure

- measurement in term newborns? *Biol Neonate* 2000;77: 212-216.
22. Weaver MG, Park MK, Lee DH. Differences in blood pressure levels obtained by auscultatory and oscillometric methods. *Am J Dis Child* 1990;144:911-914.
 23. Friesen RH, Lichtor JL. Indirect measurement of blood pressure in neonates and infants utilizing an automatic noninvasive oscillometric monitor. *Anesth Analg* 1981; 60:742-745
 24. Park MK, Menard SM. Accuracy of blood pressure measurement by the Dinamap monitor in infants and children. *Pediatrics* 1987;79:907-914.
 25. Colan SD, Fujii A, Borow KM, MacPherson D, Sanders SP. Noninvasive determination of systolic, diastolic and end-systolic blood pressure in neonates, infants and young children: comparison with central aortic pressure measurements. *Am J Cardiol* 1983;52:867-870.
 26. 이병윤. 한국인 소아의 혈압. *소아과* 1963;6:35-39.
 27. Park MK, Menard SM. Normative oscillometric blood pressure values in the first 5 years in an office setting. *Am J Dis Child* 1989;143:860-864.
 28. Harada T, Fukushige J, Ueda K. Blood pressure in Japanese children during the first three years of life. The Hisayama Study. *Am J Dis Child* 1988;142:875-877.
 29. Voors AW, Foster TA, Frerichs RR, Webber LS, Berenson GS. Studies of blood pressures in children, ages 5-14 years, in a total biracial community: The Bogalusa Heart Study. *Circulation* 1976;54:319-327.
 30. Rosner B, Prineas RJ, Loggie JM, Daniels SR. Blood pressure nomograms for children and adolescents, by height, sex, and age, in the United States. *J Pediatr* 1993; 123:871-886.
 31. de Swiet M, Fayers P, Shinebourne EA. Systolic blood pressure in a population of infants in the first year of life: The Brompton study. *Pediatrics* 1980;65:1028-1035.
 32. Schachter J, Kuller LH, Perfetti C. Blood pressure during the first two years of life. *Am J Epidemiol* 1982;116: 29-41.
 33. Schachter J, Kuller LH, Perfetti C. Blood pressure during the first five years of life: relation to ethnic group (black or white) and to parental hypertension. *Am J Epidemiol* 1984;119:541-553.