

학동기 아동의 정상 혈압치와 퍼센타일 곡선

이화여자대학교 의과대학 소아과학교실,¹ 부천세종병원 소아과,² 아주대학교 의과대학 소아과학교실,³
한양대학교 의과대학 소아과학교실,⁴ 서울대학교 의과대학 소아과학교실,⁵
아주대학교 의과대학 예방의학교실,⁶ 서울특별시 학교 보건 진흥원⁷

홍영미¹ · 이재영² · 정조원³ · 김남수⁴ · 노정일⁵ · 이순영⁶ · 이희우⁷

Normal Blood Pressure Values and Percentile Curves in Children

Young Mi Hong, MD¹, Jae Young Lee, MD², Jo Won Jung, MD³, Nam Su Kim, MD⁴,
Chung IL Noh, MD⁵, Soon Young Lee, MD⁶ and Hee Woo Lee, MD⁷

¹Department of Pediatrics, Ewha Womans University, Seoul, ²Department of Pediatrics, Sejong General Hospital, Bucheon,

³Department of Pediatrics, Ajou University, Suwon, ⁴Department of Pediatrics, Hanyang University, Seoul,

⁵Department of Pediatrics, Seoul National University, Seoul, ⁶Department of Preventive Medicine, Ajou University, Suwon,

⁷Seoul School Health Promotion Center, Seoul, Korea

ABSTRACT

Background and Objectives : The prevalence of pediatric hypertension appears to be increasing, and secondary hypertension is more common in children than in adults. Essential hypertension is increasing in obese adolescents. An elevated blood pressure (BP) during childhood is associated with premature cardiovascular morbidity and mortality in adulthood. Oscillometric devices are convenient and minimize observer error. The purposes of this study were to measure the BP, using an oscillometric device, in relation to age, sex, weight, height and body mass index (BMI), in normal school aged children, and to identify the 95 and 99 percentile values for the diagnosis of hypertension by age group. **Subjects and Methods :** Between May and June 2005, the oscillometric blood pressure was measured, using a Dinamap monitor (Procare-200, GE, USA), in 9,499 Seoul school children (male 4,993, female 4,506), aged 7-18 years. The BP was measured on the right arm, in the sitting position, using a BP cuff having a width of 40-50% of the arm circumference. The mean and 5, 10, 25, 50, 75, 90, 95 and 99 percentile values and percentile curves of the systolic and diastolic BP were obtained in relation to age, sex, height, weight and BMI. **Results :** The systolic and diastolic BP levels were significantly increased in relation to age, height, weight and BMI. A correlation analysis showed that the BP levels were significantly correlated with weight ($r=0.553$), followed by height ($r=0.491$), BMI ($r=0.470$) and age ($r=0.445$) in males, and significantly correlated with weight ($r=0.332$), followed by height ($r=0.317$), BMI ($r=0.286$) and age ($r=0.213$) in females. **Conclusion :** Percentile values and percentile curves for the systolic and diastolic BP were obtained in normal children. These data will be useful in the diagnosis and treatment of pediatric hypertension. (Korean Circulation J 2006;36:744-752)

KEY WORDS : Blood pressure ; Children ; Hypertension.

서론

소아에서 고혈압의 진단과 평가는 잘 알려져 있지 않고

논문접수일 : 2006년 9월 15일

수정논문접수일 : 2006년 11월 7일

심사완료일 : 2006년 11월 14일

교신저자 : 홍영미, 110-126 서울 종로구 종로 6가 70

이화여자대학교 의과대학 소아과학교실

전화 : (02) 760-5427 · 전송 : (02) 745-9545

E-mail : hongym@chollian.net

혈압 측정하는 방법과 사용하는 혈압계에 따라 고혈압 진단에 차이가 있다. 소아에서 고혈압은 연령, 성별, 신장에 따라 95 퍼센타일 이상일 때로 정의되지만 소아에서 고혈압의 진단은 어렵고 일률적으로 절대치를 사용하는 것은 부적합하다.

6세 이하의 소아에서 이차성 고혈압의 원인으로는 신장 실질 질환, 신혈관 협착, 대동맥 축착¹⁾ 등을 들 수 있고 청소년기가 되면 일차성 고혈압이 증가한다.²⁾ 소아기의 고혈압이 장래 성인기에 일차성 고혈압의 선행 원인이 된다. 사춘기동

안에 일어나는 고혈압은 비만이 증가함에 따라 증가하고 있다. 사춘기에 관찰되는 고혈압의 약 30%에서 성인 고혈압으로 이행되는 것으로 알려져 있다. 소아의 경우 연령이 증가하면서 일정 시기까지 혈압이 증가하므로, 소아에서 연령에 따른 혈압의 정상치를 알아야만 소아기 고혈압을 선별하여 예방하거나 치료할 수 있을 것이다.

2004년에 미국 전국 소아 청소년 교육 사업단(National high blood pressure education working group)에서 4차 보고서를 통해 소아와 청소년에서 수은 혈압계를 이용하여 혈압을 측정하여 연령과 신장 퍼센타일에 따른 혈압 퍼센타일을 발표하였다.³⁾ 인종에 따른 혈압의 차이에 대해서는 논란이 많지만 미국의 혈압치를 우리나라의 소아 및 청소년에서 적용하는 데는 무리가 있다. 진동 혈압계를 이용하여 측정된 국내외 보고⁴⁻⁷⁾는 있으나 오래되었고, 학동기 소아들의 체중, 신장이 급증하고 있으므로 체중, 신장에 따른 혈압의 정상치와 퍼센타일 곡선이 필요하고, 외국 자료와 비교할 국내 자료가 없는 실정이다. 앞으로 체중과 신장에 따른 혈압의 정상치가 고려되어야 할 것이고 한 순간의 혈압보다는 하루 중 여러 순간의 혈압을 연속적으로 측정하는 것이 고혈압을 일찍 발견하는데 필요하다.

수은 혈압계가 혈압을 측정하는 표준화된 측정 방법이지만³⁾ 비협조적인 어린 소아, 신생아, 영아 등은 혈압 측정 중에 움직임이며 이런 경우에 숙련된 사람에게도 Kortokoff 음을 청진하기가 어렵다. 신생아부터 청소년까지 혈압의 평균치와 95 및 99 백분위수를 비교하기 위해서는 신생아부터 같은 방법에 의한 측정이 필요하다. 또한 검증된 oscillometric device로 측정된 혈압치와 수은 혈압계 및 동맥에서 관혈적으로 측정된 혈압치와 높은 상관관계가 보고되었다.⁶⁾ 실제로 국내에서 뿐 아니라 외국에서도 소아에서는 수은 혈압계를 사용한 혈압 측정보다 oscillometric device를 이용한 혈압 측정이 더 보편적으로 시행되고 있다.

본 연구는 다기관(multicenter) 공동으로 학동기 정상 소아에서 성별, 연령, 체중, 신장, 체질량지수에 따른 혈압의 퍼센타일치 및 퍼센타일 곡선을 구하여 소아에서 혈압의 정상치를 구하고, 고혈압을 선별하는데 도움이 되고자 본 연구를 실시하였다.

대상 및 방법

대 상

서울시내 초, 중, 고등학교 학생 9,499명(남학생은 4,993명, 여학생은 4,506명)을 대상으로 2005년 5~6월 사이에 진동 혈압계(Dinamap, Procare-200, GE, USA)를 이용하여 혈압을 측정하였다. 대상 학생은 서울시 학생 인구를 고려하여 구를 대표할 수 있는 학교를 선택적으로 선정하였고, 연령 성별 분포는 다음과 같다(Table 1, 2).

Table 1. Age distribution in study group (year)

Age	No.
6	354
7	611
8	614
9	632
10	632
11	671
12	927
13	908
14	906
15	917
16	1,056
17	1,049
18	220
Total	9,499

Table 2. Sex distribution in study group

Sex	No.
Male	4,993
Female	4,506
Total	9,499

방 법

신체 계측

대상자들의 신장은 맨발로 선 상태에서 신장 측정계를 이용하여 측정하였고, 체중은 표준 체중계의 영점을 맞춘 후 소수점 한자리까지 측정하였다.

체질량지수(Body mass index, BMI)

체질량지수의 정의는 체중(kg)을 신장의 제곱(m^2)으로 나눈 값으로 소수점 한자리까지 표기하였다.

혈압 측정

진동 혈압계(Dinamap, Procare-200, GE, USA)를 이용하여 측정하였다. 혈압대의 넓이는 대상 소아의 상완 둘레의 40~50% 정도가 되도록 선택하였다. 측정 방법은 소음이 없는 조용한 상태에서 5분이상 안정시킨 후에 우완을 완전히 노출시킨 후 오차를 줄이기 위해 잘 훈련된 동일 조사원이 수축기, 확장기 혈압을 시간 간격을 두고 각각 2회 측정하였고, 평균 및 5, 10, 25, 50, 75, 90, 95, 99 퍼센타일치를 구하였다.

통계 방법

통계처리는 SPSS 프로그램을 이용하여 연령에 따라 수축기 및 확장기 혈압의 평균 및 표준편차를 구하였다. 5, 10, 25, 50, 75, 90, 95, 99 퍼센타일을 구하였고, 퍼센타일 곡선을 그렸다. 연령과 체중, 신장, 체질량지수에 따른 혈압과의 관련성을 보기 위해 Pearson 분석법을 시행하였다.

결 과

연령에 따른 수축기 혈압치

남학생의 평균 수축기 혈압은 6세에 104.6 ± 10.7 mmHg, 18세는 127.5 ± 13.9 mmHg로 연령이 증가함에 따라 점차 증

가하였다(Table 3)(Fig. 1A). 6세에 수축기 혈압의 95 퍼센타일은 125.0 mmHg, 99 퍼센타일은 137.9 mmHg이었다. 18세에 수축기 혈압의 95 퍼센타일은 149.8 mmHg, 99 퍼센타일은 158.9 mmHg이었다. 여학생의 평균 수축기 혈압은 6세에 99.8 ± 9.1 mmHg, 18세는 110.6 ± 10.5 mmHg로 연

Table 3. Systolic blood pressure according to age

(mmHg)

Age (year)	Male						Female					
	Mean	S.D.	50th	90th	95th	99th	Mean	S.D.	50th	90th	95th	99th
6	104.6	10.7	103.5	117.5	125.0	137.9	99.8	9.1	99.0	112.8	115.1	120.3
7	105.7	10.9	104.5	119.0	125.8	137.4	103.5	10.6	102.5	118.1	121.4	132.0
8	108.1	11.0	108.0	122.0	127.5	138.0	105.7	10.5	105.0	119.5	124.1	132.9
9	109.4	11.3	108.5	123.7	129.6	139.0	108.7	10.6	108.0	123.5	129.0	138.1
10	111.3	11.3	110.5	125.0	131.0	145.3	110.5	11.9	110.0	125.5	134.0	144.6
11	113.3	11.7	113.0	129.8	134.9	142.6	112.5	10.8	111.5	127.6	133.8	139.4
12	115.9	13.2	115.5	133.9	138.5	148.3	113.9	12.0	113.5	128.5	134.8	149.3
13	117.8	13.5	117.0	135.8	142.4	150.5	114.8	12.9	113.5	133.0	137.5	151.6
14	122.7	13.6	121.0	141.4	147.0	158.0	114.9	12.2	114.5	131.2	136.0	145.2
15	120.2	12.8	118.5	136.0	142.5	154.7	109.9	11.7	109.5	124.0	128.5	141.1
16	122.4	12.6	120.5	139.3	144.5	156.5	111.7	10.9	110.5	126.5	132.0	139.1
17	123.8	14.1	122.0	141.5	147.5	161.8	112.0	11.1	111.5	126.9	132.5	138.1
18	127.5	13.9	127.5	146.5	149.8	158.9	110.6	10.5	111.0	123.6	126.6	139.5

S.D.: standard deviation

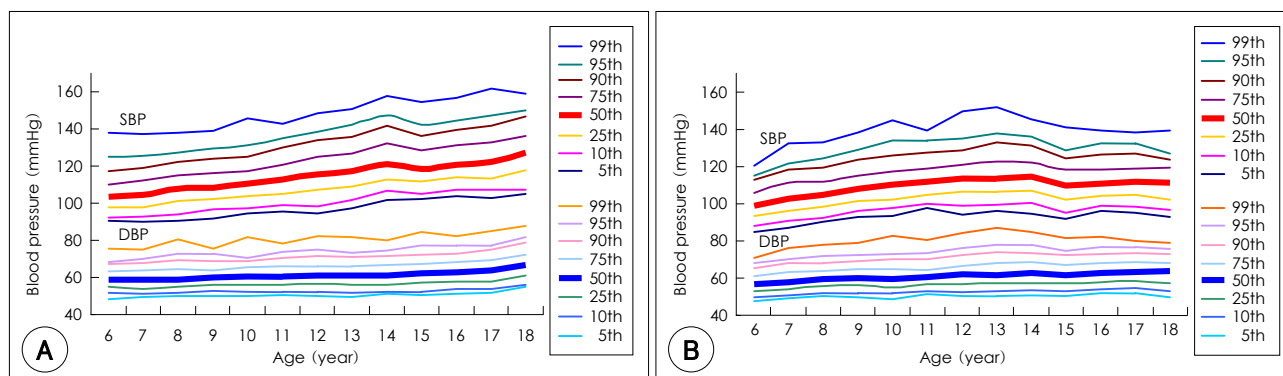


Fig. 1. Blood pressure percentile curves according to age in male (A) and female (B). SBP: systolic blood pressure, DBP: diastolic blood pressure.

Table 4. Diastolic blood pressure according to age

(mmHg)

Age (year)	Male						Female					
	Mean	S.D.	50th	90th	95th	99th	Mean	S.D.	50th	90th	95th	99th
6	59.1	6.2	59.0	67.0	68.5	75.5	57.2	5.9	56.5	65.5	68.1	70.6
7	59.2	6.6	59.0	68.0	70.0	74.9	56.6	6.6	58.0	67.8	70.4	75.9
8	60.1	7.0	59.0	69.5	73.0	80.8	60.0	6.8	59.5	67.8	72.0	77.6
9	60.2	6.3	59.8	69.0	73.0	75.5	60.4	6.7	60.0	69.0	72.1	79.1
10	60.8	6.7	60.5	69.0	70.5	81.6	60.4	7.5	59.5	70.2	73.0	82.8
11	61.3	7.0	60.5	70.5	74.0	78.5	61.1	6.7	60.5	70.1	73.6	80.4
12	61.5	7.5	61.0	71.5	75.0	82.0	62.2	7.9	62.0	72.2	76.3	84.3
13	61.1	7.5	61.0	71.0	73.4	81.9	62.9	8.3	61.5	74.0	78.0	86.7
14	61.6	7.5	61.3	71.5	74.2	80.0	63.2	8.0	62.5	73.5	77.5	84.6
15	62.6	7.9	62.5	72.5	77.0	84.6	62.1	7.6	61.5	72.5	74.5	81.3
16	63.3	7.7	63.0	73.0	77.4	82.4	63.0	7.4	62.5	73.0	76.5	82.0
17	64.1	8.0	64.0	75.0	77.5	85.2	63.5	7.3	63.0	73.5	76.5	80.1
18	66.8	8.3	66.5	79.1	81.4	87.8	61.2	7.5	63.5	73.1	75.5	79.0

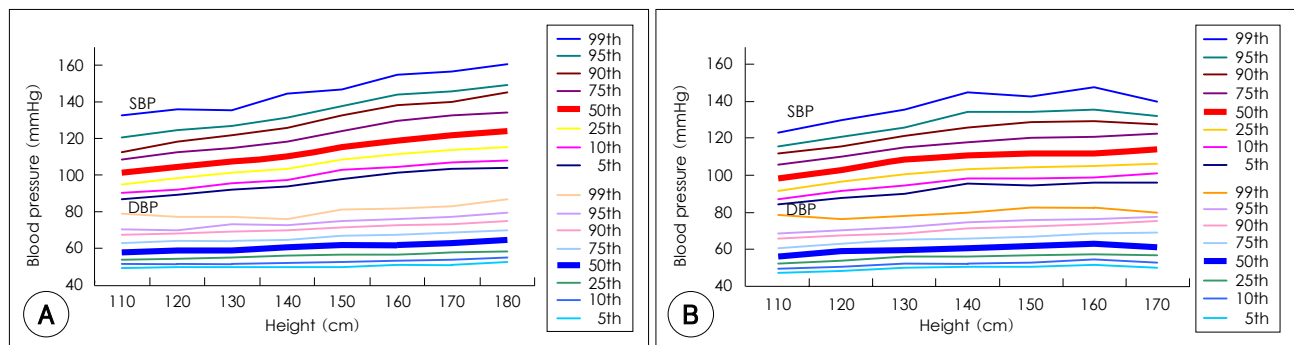
S.D.: standard deviation

Table 5. Systolic blood pressure according to height

(mmHg)

Height (cm)	Male						Female					
	Mean	S.D.	50th	90th	95th	99th	Mean	S.D.	50th	90th	95th	99th
110	102.1	10.0	101.0	113.0	120.9	133.0	98.7	9.3	98.0	112.0	115.8	122.8
120	105.7	10.9	105.0	118.5	125.0	136.1	103.2	9.6	102.5	115.5	120.5	129.4
130	108.1	10.5	107.5	121.9	127.0	135.8	108.1	10.6	108.5	121.0	126.0	135.0
140	111.4	11.5	110.5	126.0	131.5	144.7	111.5	11.4	110.5	125.5	134.4	145.0
150	116.5	11.9	115.5	132.8	138.0	147.0	112.7	11.7	112.0	128.5	134.3	142.4
160	120.8	13.3	119.0	138.5	144.5	155.1	113.2	11.9	112.0	129.0	135.0	147.6
170	123.2	13.1	122.0	140.4	146.0	157.0	114.1	11.3	114.0	127.5	132.0	140.0
180	125.6	14.2	124.0	145.5	149.6	161.0						

S.D.: standard deviation

**Fig. 2.** Blood pressure percentile curves according to height in male (A) and female (B). SBP: systolic blood pressure, DBP: diastolic blood pressure.**Table 6.** Diastolic blood pressure according to height

(mmHg)

Height (cm)	Male						Female					
	Mean	S.D.	50th	90th	95th	99th	Mean	S.D.	50th	90th	95th	99th
110	58.6	6.4	58.0	67.3	70.1	78.9	56.9	6.3	56.0	66.0	68.3	78.8
120	59.4	6.5	59.0	68.0	70.0	77.1	58.9	6.7	59.0	67.5	70.5	76.4
130	59.9	6.8	59.0	69.0	73.0	77.5	60.3	6.7	59.5	68.5	71.9	77.9
140	60.5	6.6	60.5	69.5	72.5	75.9	61.2	7.4	60.5	71.4	75.0	79.8
150	62.0	7.6	61.5	71.5	75.0	81.5	62.4	7.7	62.0	72.5	76.0	82.4
160	62.2	7.7	62.0	72.5	76.0	82.0	63.3	7.6	63.0	73.5	76.5	82.5
170	63.4	7.8	63.0	73.5	77.5	83.0	62.9	7.9	61.5	75.2	77.4	80.0
180	64.4	8.0	64.5	75.1	79.8	87.1						

S.D.: standard deviation

령이 증가함에 따라 점차 증가하였다(Table 3)(Fig. 1B). 6세에 수축기 혈압의 95 퍼센타일은 115.1 mmHg, 99 퍼센타일은 120.3 mmHg이었다. 18세에 수축기 혈압의 95 퍼센타일은 126.6 mmHg, 99 퍼센타일은 139.5 mmHg이었다.

연령에 따른 이완기 혈압치

남학생의 평균 수축기 혈압은 6세에 59.1 ± 6.2 mmHg, 18세는 66.8 ± 8.3 mmHg로 연령이 증가함에 따라 점차 증가하였다(Table 4)(Fig. 1A). 6세에 수축기 혈압의 95 퍼센타일은 68.5 mmHg, 99 퍼센타일은 75.5 mmHg이었다. 18세에 95 퍼센타일은 81.4 mmHg, 18세는 87.8 mmHg이었다. 여학생의 평균 수축기 혈압은 6세에 57.2 ± 5.9 mmHg, 18세는 61.2 ± 7.5 mmHg로 연령이 증가함에 따라 점차 증가하였다

(Table 4) (Fig. 1B). 6세에 수축기 혈압의 95 퍼센타일은 68.1 mmHg, 99 퍼센타일은 70.6 mmHg이었다. 18세에 95 퍼센타일은 75.5 mmHg, 99 퍼센타일은 79.0 mmHg이었다.

신장에 따른 수축기 혈압치

신장에 따른 수축기 평균 혈압치는 남학생은 신장 110 cm에서 102.1 ± 10 mmHg, 180 cm에 125.6 ± 14.2 mmHg이었다(Table 5). 여학생은 신장 110 cm에 98.7 ± 9.3 mmHg, 170 cm에 114.1 ± 11.3 mmHg이었다(Table 5). 남녀 모두 신장이 증가할수록 수축기 혈압이 증가하였다(Fig. 2).

신장에 따른 이완기 혈압치

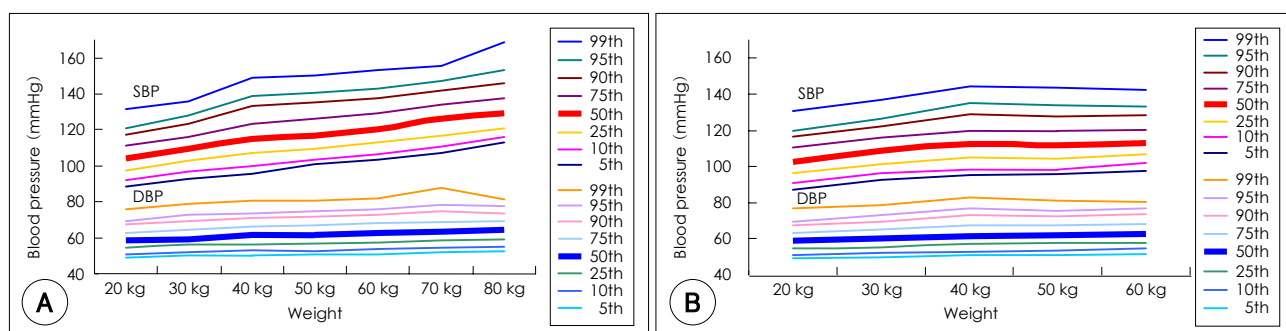
신장에 따른 이완기 평균 혈압치를 보면 남학생은 신장 110

Table 7. Systolic blood pressure according to weight

(mmHg)

Weight (kg)	Male						Female					
	Mean	S.D.	50th	90th	95th	99th	Mean	S.D.	50th	90th	95th	99th
10	100.4	10.2	101.3	113.1	121.1	124.5	97.5	8.8	97.3	110.3	114.5	122.5
20	104.5	10.1	104.3	117.5	121.0	131.9	103.5	10.0	102.5	116.5	120.0	130.8
30	109.6	10.4	109.3	123.5	127.8	135.8	109.0	10.5	108.5	122.0	126.5	136.9
40	115.6	12.7	115.0	133.5	139.0	149.0	113.1	11.8	112.5	129.0	135.0	144.0
50	118.3	12.2	116.5	135.5	140.5	150.5	112.6	11.6	112.0	127.5	133.8	143.5
60	121.5	12.2	120.5	137.5	143.2	153.5	114.1	10.6	113.0	128.0	133.3	142.1
70	125.8	12.3	126.0	142.0	147.5	155.8	119.0	13.9	116.0	137.0	139.5	171.0
80	130.5	12.8	129.5	146.2	153.0	168.8	126.4	17.0	125.0	155.2	160.4	161.0
90	135.1	15.1	132.5	156.0	162.0	171.5	123.3	18.9	112.8	154.0	154.0	154.0
100	139.5	16.4	142.5	154.5	175.0	175.0	120.3	9.5	120.3	127.0	127.0	127.0

S.D.: standard deviation

**Fig. 3.** Blood pressure percentile curves according to weight in male (A) and female (B). SBP: systolic blood pressure, DBP: diastolic blood pressure.**Table 8.** Diastolic blood pressure according to weight

(mmHg)

Weight (kg)	Male						Female					
	Mean	S.D.	50th	90th	95th	99th	Mean	S.D.	50th	90th	95th	99th
10	56.8	6.8	55.8	66.0	70.4	78.5	56.8	6.8	55.8	66.0	70.4	78.5
20	59.0	6.6	59.0	67.5	69.5	76.8	59.0	6.6	59.0	67.5	69.5	76.8
30	60.6	7.0	60.0	69.5	73.0	78.5	60.6	7.0	60.0	69.5	73.0	78.5
40	62.6	7.8	61.5	73.0	76.5	83.0	62.6	7.8	61.5	73.0	76.5	83.0
50	62.6	7.5	62.0	72.5	75.5	81.3	62.6	7.5	62.0	72.5	75.5	81.3
60	63.2	7.5	62.5	73.6	77.0	80.2	63.2	7.5	62.5	73.6	77.0	80.2
70	65.5	8.8	64.5	79.4	80.5	84.5	65.5	8.8	64.5	79.4	80.5	84.5
80	68.0	6.8	68.5	78.7	83.5	84.0	68.0	6.8	68.5	78.7	83.5	84.0
90	64.2	6.0	65.5	71.5	71.5	71.5	64.2	6.0	65.5	71.5	71.5	71.5
100	66.8	6.8	66.8	71.5	71.5	71.5	66.8	6.8	66.8	71.5	71.5	71.5

S.D.: standard deviation

cm에서 58.6 ± 6.4 mmHg, 180 cm에 64.4 ± 8.0 mmHg이 었다(Table 6). 여학생은 신장 110 cm에 56.9 ± 6.3 mmHg, 170 cm에 62.9 ± 7.9 mmHg이었다(Table 6). 남녀 모두 신장 이 증가할수록 이완기 혈압이 증가하였다(Fig. 2).

체중에 따른 수축기 혈압

체중에 따른 수축기 평균 혈압은 남학생에서 10~20 kg에서 100.4 ± 10.2 mmHg이고 100~110 kg에는 139.5 ± 16.4 mmHg로 체중이 증가함에 따라 수축기 혈압이 증가하였다 (Table 7)(Fig. 3A). 여학생에서는 10~20 kg에서 97.5 ± 8.8

mmHg이고 100~110 kg에는 120.3 ± 9.5 mmHg로 체중이 증가함에 따라 수축기 혈압이 증가하였다(Table 7)(Fig. 3B).

체중에 따른 이완기 혈압

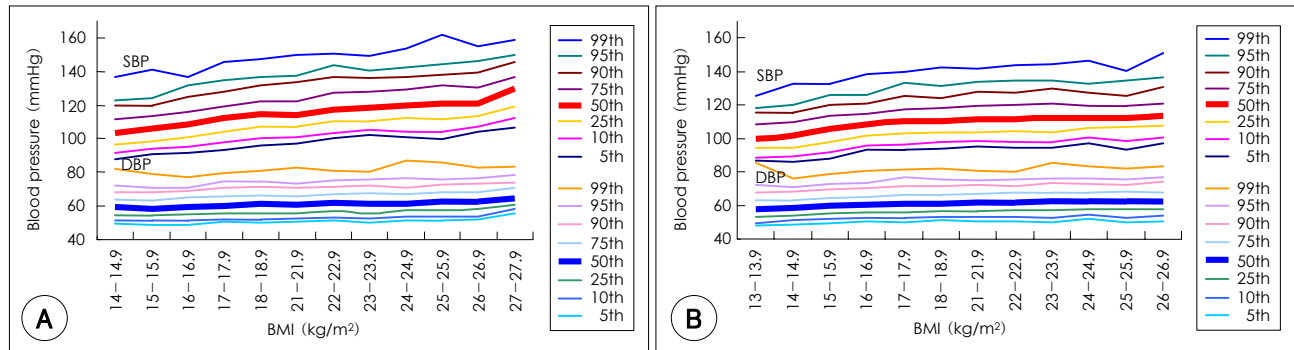
체중에 따른 이완기 평균 혈압은 남학생에서 10~20 kg에서 56.8 ± 6.8 mmHg이고 100~110 kg에는 66.8 ± 6.8 mmHg로 체중이 증가함에 따라 이완기 혈압이 증가하였다(Table 8) (Fig. 3A). 여학생에서 10~20 kg에서 56.8 ± 6.8 mmHg이 고 100~110 kg에는 68.0 ± 6.8 mmHg로 체중이 증가함에 따 라 이완기 혈압이 증가하였다(Table 8)(Fig. 3B).

Table 9. Systolic blood pressure according to BMI

(mmHg)

BMI (kg/m ²)	Male						Female					
	Mean	S.D.	50th	90th	95th	99th	Mean	S.D.	50th	90th	95th	99th
12-12.9	99.9	9.9	98.5	117.0	124.5	124.5	99.5	8.2	102.3	110.8	113.0	113.0
13-13.9	99.8	12.4	100.5	114.5	116.5	150.0	101.0	9.4	100.0	115.3	118.3	125.1
14-14.9	104.7	11.2	103.5	120.0	123.0	136.9	102.1	10.4	101.5	115.5	120.0	132.3
15-15.9	106.5	10.6	105.8	119.5	124.2	140.9	105.8	11.1	105.5	120.0	126.2	132.9
16-16.9	109.0	11.6	108.5	125.0	131.5	137.0	108.7	10.3	108.5	121.0	125.8	138.4
17-17.9	112.5	12.1	112.0	128.0	135.0	145.5	110.6	11.4	110.0	125.3	133.0	139.5
18-18.9	115.1	12.3	114.5	131.5	136.5	147.5	111.1	11.2	110.0	124.1	131.5	142.4
19-19.9	115.8	12.3	115.0	134.0	138.0	151.0	112.3	11.7	112.0	128.0	134.0	142.0
20-20.9	118.7	12.6	117.0	137.0	144.0	151.0	112.4	11.8	112.0	127.0	134.0	144.0
21-21.9	115.6	12.3	114.0	133.5	137.5	150.0	112.4	11.7	111.5	128.0	134.0	141.9
22-22.9	118.9	12.7	117.0	136.5	143.5	150.5	112.5	11.8	111.5	127.5	134.3	143.9
23-23.9	119.8	12.0	118.8	136.2	140.2	149.0	112.8	12.5	112.0	129.8	134.6	144.5
24-24.9	120.6	12.4	119.5	136.8	142.2	153.6	113.3	10.8	112.5	127.0	132.6	146.5
25-25.9	121.8	14.2	121.0	137.8	144.3	161.7	112.8	10.9	112.0	125.5	134.5	140.5
26-26.9	122.5	12.7	121.0	139.5	146.3	154.8	114.8	11.7	113.5	130.6	136.8	150.8
27-27.9	128.8	12.8	130.0	145.7	150.0	158.7	117.5	11.6	115.8	134.8	136.8	141.0
28-28.9	131.5	13.3	130.0	150.0	157.0	169.0	119.4	11.7	118.5	137.8	139.2	139.5
29-29.9	128.9	13.1	129.3	144.8	155.6	161.5	126.7	20.1	125.8	162.0	171.0	171.0
30-30.9	131.3	14.6	129.0	147.6	168.0	171.5	117.2	16.0	117.5	139.9	140.0	140.0
31-31.9	132.3	14.0	130.0	151.0	156.5	158.5	128.2	17.3	127.5	157.0	157.0	157.0
32-32.9	136.0	16.1	143.0	159.1	161.5	161.5	130.8	21.5	127.0	154.0	154.0	154.0

BMI: body mass index, S.D.: standard deviation

**Fig. 4.** Blood pressure percentile curves according to BMI in male (A) and female (B). BMI: body mass index, SBP: systolic blood pressure, DBP: diastolic blood pressure.**체질량지수에 따른 수축기 혈압**

체질량지수에 따른 수축기 혈압은 남학생에서 12~12.9 kg/m²에서 99.9±9.9 mmHg이고 32~32.9 kg/m²에는 136±16.1 mmHg로 체질량지수가 증가함에 따라 수축기 혈압이 증가하였다(Table 9)(Fig. 4A). 여학생에서 12~12.9 kg/m²에서 99.5±8.2 mmHg이고 32~32.9 kg/m²에는 130.8±21.5 mmHg로 체질량지수가 수축기 혈압이 증가함에 따라 혈압이 증가하였다(Table 9)(Fig. 4B).

체질량지수에 따른 이완기 혈압

체질량지수에 따른 이완기 혈압은 남학생에서 12~12.9 kg/m²에서 59.3±7.0 mmHg이고 32~32.9 kg/m²에는 75.4±

5.5 mmHg로 체질량지수가 증가함에 따라 이완기 혈압이 증가하였다(Table 10)(Fig. 4A). 여학생에서 12~12.9 kg/m²에서 60.0±7.2 mmHg이고 32~32.9 kg/m²에는 67.7±3.8 mmHg로 체질량지수가 증가함에 따라 이완기 혈압이 증가하였다(Table 10)(Fig. 4B).

혈압과 다른 계측치와의 상관관계

남학생에서 수축기 혈압과 체중($r=0.553$), 신장($r=0.491$), 체질량지수($r=0.470$), 연령($r=0.445$)과 유의한 양의 상관관계가 있었다(Table 11). 여학생에서도 수축기 혈압과 체중($r=0.332$), 신장($r=0.317$), 체질량지수($r=0.286$), 연령($r=0.213$)과 유의한 양의 상관관계가 있었다(Table 12).

Table 10. Diastolic blood pressure according to BMI

(mmHg)

BMI (kg/m ²)	Male						Female					
	Mean	S.D.	50th	90th	95th	99th	Mean	S.D.	50th	90th	95th	99th
12-12.9	59.3	7.0	60.5	70.1	72.5	72.5	60.0	7.2	58.8	72.8	75.5	75.5
13-13.9	58.0	6.5	57.5	67.0	70.0	74.0	58.6	7.5	57.5	67.3	72.0	85.0
14-14.9	59.5	7.1	59.5	68.0	71.8	82.0	58.7	6.9	58.5	68.5	71.0	76.3
15-15.9	59.1	6.9	58.5	68.0	70.7	79.2	60.1	7.2	59.5	69.5	73.0	78.7
16-16.9	59.9	6.8	59.5	69.0	71.0	77.3	61.0	7.0	60.5	70.0	73.5	80.6
17-17.9	61.0	7.2	60.0	71.0	74.5	79.5	61.7	7.7	61.0	71.5	77.0	81.3
18-18.9	61.5	7.5	61.3	71.5	74.5	81.0	61.7	7.4	61.0	71.5	75.5	81.8
19-19.9	61.4	7.1	61.0	71.0	74.0	83.0	61.9	7.5	62.0	72.0	75.0	81.0
20-20.9	62.2	7.3	62.0	72.0	75.0	80.0	62.3	7.3	62.0	72.0	75.0	81.0
21-21.9	61.3	7.3	60.5	71.0	73.5	83.0	61.9	7.4	61.5	72.5	75.0	80.5
22-22.9	62.2	7.3	62.0	71.5	75.4	80.6	62.2	7.3	61.5	71.5	75.3	79.9
23-23.9	61.9	7.6	61.5	72.2	75.5	80.3	62.3	8.1	62.0	73.3	76.0	85.3
24-24.9	62.4	7.6	61.5	71.0	76.7	87.0	63.1	7.3	62.3	72.8	75.9	83.5
25-25.9	62.9	7.7	62.5	72.5	76.1	86.1	62.8	7.5	62.5	72.5	75.7	81.8
26-26.9	63.2	7.5	62.5	73.0	76.7	83.0	62.8	7.7	62.0	74.1	77.0	83.6
27-27.9	65.6	6.8	64.8	74.2	78.6	83.6	64.3	7.2	64.3	73.3	78.6	80.0
28-28.9	66.1	8.2	66.5	77.5	81.0	89.0	66.2	8.2	65.0	79.5	81.6	84.5
29-29.9	65.5	8.0	65.8	74.8	79.9	86.5	69.0	9.8	70.8	82.1	82.5	82.5
30-30.9	66.4	8.0	65.5	78.2	81.2	82.5	65.0	8.9	63.8	79.6	80.5	80.5
31-31.9	65.5	6.8	66.0	75.5	76.5	76.5	67.1	5.7	68.5	77.5	77.5	77.5
32-32.9	75.4	5.5	75.0	83.6	84.0	84.0	67.7	3.8	67.5	71.5	71.5	71.5

BMI: body mass index, S.D.: standard deviation

Table 11. Correlation between blood pressure and age, height, weight, BMI in male

	Age	Height	Weight	BMI	SBP
Height	0.927*				
Weight	0.807*	0.864*			
BMI	0.477*	0.509*	0.859*		
SBP	0.445*	0.491*	0.553*	0.470*	
DBP	0.207*	0.211*	0.249*	0.224*	0.568*

*: p<0.001. BMI: body mass index, SBP: systolic blood pressure, DBP: diastolic blood pressure

Table 12. Correlation between blood pressure and age, height, weight, BMI in female

	Age	Height	Weight	BMI	SBP
Height	0.865*				
Weight	0.784*	0.857*			
BMI	0.531*	0.535*	0.884*		
SBP	0.213*	0.317*	0.332*	0.286*	
DBP	0.205*	0.226*	0.216*	0.164*	0.637*

*: p<0.001. BMI: body mass index, SBP: systolic blood pressure, DBP: diastolic blood pressure

고 찰

고혈압은 소아에서 자주 시작되고 성인 고혈압은 심혈관 질환 위험의 중요하고 독립된 예측인자이며^{8,9)} 높은 수축기 혈압을 가진 성인의 45%는 소아기에 90 퍼센타일 이상의 혈압을 갖고 있음이 발견되었다.

성, 연령, 신장에 따른 수축기 또는 이완기 혈압이 95 퍼센타일 이상인 경우를 고혈압으로 정의한다. 혈압이 90 퍼센타일 이하를 정상, 90~95 퍼센타일 또는 이보다 적더라도 120/80 mmHg 이상을 고혈압 전단계(prehypertension)라고 한다. 95 퍼센타일에서 99 퍼센타일에 5 mmHg를 더한 혈압을 1단계 고혈압, 99 퍼센타일에 5 mmHg를 더한 값을 2단계 고혈압으로 분류한다.³⁾ 일시적인 고혈압이 훨씬 많기 때문에 상재성 고혈압은 시기를 달리하여 3번 이상 반복해서 혈압 측정을 한 후에야 진단이 가능하다.

소아에서 고혈압 유병율은 고혈압의 진단 기준이 달라서 보고자마다 다르게 보고하고 있다. 소아 고혈압의 빈도는 사춘기 이전 소아의 1~2%에서 사춘기 소아의 10%^{4,10)}까지 다양하게 보고되고 있다. Sorof 등¹¹⁾은 Houston 공립학교 검진에서 사춘기의 13%에서 지속적으로 95 퍼센타일 이상의 혈압을 관찰하였다. Sorof 등¹²⁾은 5~17세 사이의 소아에서 수축기 고혈압은 4.4~4.7%, 이완기 고혈압은 3.1~3.2%로 보고하였다.

성인 고혈압 빈도가 인종 간에 차이가 있음이 잘 알려졌고⁶⁾ 성인 백인보다 흑인에서 혈압이 더 높다. 소아와 청소년에서 혈압의 인종 간의 차이에 대해서는 서로 상반된 연구들이 보고되었다.^{13,14)} 혈압에서 인종 차이가 나타나는 연령은 명확하게 밝혀지지 않았다. 신생아, 영아, 학령 전 아동 소아 연구에서 흑인과 백인 사이에 혈압의 차이가 없었고, 나이 든 소아나 사춘기에서도 인종 간에 혈압의 차이가 없다고 보고하였다.¹⁵⁾ 반면에 어떤 논문¹⁶⁾은 흑인 소아에서 혈압이 더 높다

고 하였고, 다른 논문은 백인 소아에서 더 혈압이 높다고 보고하였다.¹⁴⁾

혈압은 지속적으로 변화하기 때문에 안정된 상태에서 조차 측정 혈압이 다르다. 혈압 측정의 좋은 방법은 수은 혈압계가 gold standard로 사용되지만, 어린 나이에 수은 혈압계에 의한 혈압 측정이 어렵고, 수은 혈압계 수치를 조정하고 유지하는 것이 필요하다. 진동 혈압계는 평균 동맥 혈압을 측정하고 그 후에 수축기와 이완기 혈압을 계산한다.³⁾ 진동 혈압계는 이미 넓게 사용되고 혈압의 타당성 있는 근사치를 제공하고, 사용하기 쉽고 측정자의 오차를 최소화할 수 있다.³⁾ 또한 진동 혈압계는 청진하기가 어려운 신생아와 어린 영아에서 혈압 측정하는데 좋고, 중환자실에서 빈번하게 혈압을 측정해야 할 때 필요하다. 그러나 진동 혈압계에서 사용되는 알고리즘은 회사마다 사용하는 혈압계에 따라 다르고 이에 따라 혈압 측정치에 차이가 있음이 단점으로 제시되고 있다. 진동 혈압계로 측정된 혈압이 90 퍼센타일 이상이거나 120/80 mmHg 이상인 소아는 수은 혈압계로 반복 측정해야 한다.⁴⁾¹⁷⁾ 24시간 휴대용(ambulatory) 혈압 측정은 고혈압 소아의 평가와 유지를 위해 임상적으로 사용된다.¹⁸⁻²⁰⁾ 진동 혈압계는 동맥에서 관혈적으로 측정된 혈압과 유의한 상관관계가 있음이 발표되었다.⁶⁾

본 연구에서는 남자에서 진동 혈압계로 측정된 혈압이 수은 혈압계에 의한 측정보다 수축기가 8 mmHg가 더 높았고 이완기 혈압은 비슷하였다. 15세 이후에는 청진법과 진동 혈압계로 측정된 혈압이 비슷하였다.³⁾

박 등⁶⁾의 논문에서 진동 혈압계로 측정된 수축기 혈압은 수은 혈압계에 의한 측정보다 수축기 혈압이 10 mmHg, 이완기 혈압은 5 mmHg 더 높았다. 박 등⁶⁾의 진동 혈압계에 의해 측정된 결과는 본 연구 결과와 비슷하였다. 2005년 실시한 본 연구 결과가 1999년에 최 등⁴⁾에 의한 결과보다 수축기 혈압이 6~8 mmHg가 더 높았고 이완기 혈압은 거의 비슷하였다.

2005년 본 연구결과가 1999년 최 등⁴⁾의 연구 결과보다 수축기 혈압이 더 높은 이유는 1999년 보다 측정된 소아의 체중이 더 늘었기 때문으로 생각한다. 1985년 Shioda⁷⁾의 결과는 본 연구 결과에 비해 6~7세, 15~17세에서 수축기 및 이완기 혈압이 4~5 mmHg 더 높았고, 나머지 연령은 거의 비슷하였다.

박 등⁶⁾은 수축기 혈압과 체중($r=0.6777$), 신장($r=0.626$), 연령($r=0.569$) 체질량지수($r=0.545$)와 유의한 상관관계가 있음을 보고하였다. 본 연구 결과에서는 남학생에서는 수축기 혈압과 체중($r=0.553$), 신장($r=0.491$), 체질량지수($r=0.470$), 연령($r=0.445$)이 유의한 상관관계가 있었고, 여학생에서도 수축기 혈압과 체중($r=0.332$), 신장($r=0.317$), 체질량지수($r=0.286$), 연령($r=0.213$) 순으로 유의한 상관관계가 있었다.

신장에 따른 혈압의 정상치가 제시되어 있고,³⁾ 신장과 체중이 혈압을 평가하는데 사용되어야 한다. 혈압도 한 순간만 측정하는 것보다 지속적으로 측정하는 것이 필요하다. 박 등⁶⁾

의 연구에서 혈압은 신장보다 체중이 더 연관관계가 있어서 체중 퍼센타일이 더 좋은 선택이라고 하였다. 본 연구 결과에서도 수축기 혈압이 신장보다 체중과 상관성이 더 높았다. 혈압을 측정할 때 적어도 3번을 측정하고 간격을 띄어야 한다. Sorof 등²¹⁾은 고혈압의 빈도는 첫 번째 검진 때는 19.4%, 2 번째 검진때 9.5%, 3 번째 검진때 4.5%이어서 고혈압이 발견 되면 반드시 반복적으로 혈압을 측정하여야 한다.

90 퍼센타일 이상의 혈압을 가진 소아는 90 퍼센타일 이하의 혈압을 가진 소아보다 성인에 고혈압을 가질 확률이 2.4 배나 된다.²²⁾²³⁾ 소아기에 지속적인 혈압의 증가는 성인의 고혈압과 관계가 있다. 혈압의 증가는 동맥경화증과 다른 심혈관질환의 진전에 중요할 수 있다.²⁴⁾

2기 고혈압(99 퍼센타일+5 mmHg 이상의 혈압)을 가진 소아를 위해서 즉각적인 평가 및 치료가 필요하다. 이완기 혈압이 정상보다 5 mmHg 이상인 경우 관상동맥 심질환의 위험이 20% 증가하고 일회 박출량은 35% 증가한다.

약물치료는 혈압이 99 퍼센타일 이상을 가진 소아에서 사용한다.²⁵⁾ 고혈압을 가진 소아에서 고혈압 약을 시작하는 시기는 아직 의문으로 남아있다. 소아기와 청소년기에서의 고혈압이 성인기에 심혈관 질환으로 발전할 위험에 대한 장기 추적 결과는 아직 보고된 바 없다.²⁴⁾ 소아기에 고혈압 치료를 하는 것이 더 나이가 들어 치료하는 것보다 더 큰 위험을 감소시킬지에 대해서는 명확하지 않고 또한 소아에서 고혈압 약에 대해서 아직 검증되지 않았다. 소아에서 고혈압은 거의 심부전증, 신질환, 눈의 이상을 일으키지 않기 때문에 소아 환자에서 고혈압의 치료와 심혈관 위험과 연결시키는 것은 어렵다.

많은 연구들은 비만이 소아 혈압에 상당히 영향을 미친다고 보고하였다.²⁶⁾ 체질량지수의 증가가 수축기 혈압의 증가와 더 상관관계가 높다. 비만 소아의 30%가 대사증후군을 나타낸다. 최근 연구는 소아기 동안에 대사증후군을 나타내고 비만 소아와 청소년에서 고혈압의 빈도가 높다.²⁶⁾ 소아에서 대사증후군의 정의를 위한 검진과 치료 전략을 위한 적절한 지침을 제공하는 것이 필요하다.²⁷⁾ 대사증후군과 관련된 질환의 예방과 치료를 위한 소아 지침을 만들고 95 퍼센타일 이상의 혈압을 가진 3세 이상의 소아를 대상으로 치료한다. 치료의 목적은 혈압을 95 퍼센타일 이하로 낮추고 체중을 감량하고 식이와 육체 활동 등 생활 습관을 변화시키는 것이다.

6~18세의 소아 및 청소년에서 진동혈압계에 의한 연령, 체중, 신장, 체질량지수에 따른 정상 혈압의 장상치와 퍼센타일 곡선을 구했고 이 자료를 바탕으로 소아 및 청소년에서 고혈압을 진단하고 치료하는데 매우 도움이 되리라 생각한다.

요 약

배경 및 목적 :

소아 고혈압의 빈도는 증가하는 경향을 보인다. 이차성 고

혈압이 성인보다 소아에서 더 흔하나 본태성 고혈압이 비만 청소년에서 증가하고 있다. 소아기에 증가된 혈압은 성인에 조기 심혈관질환의 이환율과 사망률과 연관이 있다. 본 연구의 목적은 학동기 정상 소아에서 진동 혈압계를 사용하여 성별, 연령, 신장, 체중, 체질량지수에 따른 혈압의 정상치를 구하고, 95, 99 퍼센타일을 구함으로 고혈압을 진단하는데 도움이 되고자 하였다.

방 법 :

서울에 있는 6~18세 사이의 초, 중, 고등학교 9,499명(남학생: 4,993명, 여학생: 4,506명) 학생을 대상으로 2005년 5~6월에 진동 혈압계(Dinamap)를 이용하여 혈압을 측정하였다. 혈압은 우 상완에서 앉은 상태에서 측정하였으며 혈압대의 넓이는 대상 소아의 상완 둘레의 40~50% 정도가 되도록 선택하였다. 통계처리는 SPSS 프로그램을 이용하여 연령, 성별, 신장, 체중, 체질량지수에 따라 수축기 및 확장기 혈압의 평균치 및 5, 10, 25, 50, 75, 90, 95, 99 백분위수를 구하였다.

결 과 :

수축기 및 이완기 혈압은 연령, 신장, 체중, 체질량지수가 증가할수록 유의하게 증가하였다. 남학생에서는 수축기 혈압과 체중($r=0.553$), 신장($r=0.491$), 체질량지수($r=0.470$), 연령($r=0.445$)이 유의한 상관관계가 있었고, 여학생에서도 수축기 혈압과 체중($r=0.332$), 신장($r=0.317$), 체질량지수($r=0.286$), 연령($r=0.213$) 순으로 유의한 상관관계가 있었다.

결 론 :

6~18세 사이에서 정상 소아의 백분위수와 백분위 곡선을 구하였으며 이 자료는 정상 소아에서 고혈압을 진단하는데 매우 유용하게 사용될 수 있을 것으로 생각한다.

중심 단어 : 혈압 ; 소아 ; 고혈압.

이 연구는 2004년도 산학협동 연구비 지원에 의해 이루어졌음.

REFERENCES

- Kim GB, Song YH, Kwon HJ, et al. Evaluation of resting blood pressure, left ventricular function and mass in young children with successful coarctoplasty in infancy. *Korean Circ J* 2002;32:829-36.
- Varda NM, Gregoric A. A diagnostic approach for the child with hypertension. *Pediatr Nephrol* 2005;20:499-506.
- 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;114:555-76.
- Chi Y, Lee CY, Noh JI, Hong CY. A study on blood pressure measurement in school children. *J Korean Prdiatr Soc* 1989;32:1086-92.
- Suh HI, Hong YM. Oscillometric blood pressure value in infants and children. *J Korean Pediatr Soc* 2000;43:1029-36.
- Park MK, Menard SW, Yuan C. Comparison of blood pressure in children from three ethnic groups. *Am J Cardiol* 2001;87:1305-8.
- Shioda Y. Studies on screening of hypertension in children. *J Japan Pediatr Soc* 1985;89:1876-94.
- Kay JD, Sinaiko AR, Daniels SR. Pediatric hypertension. *Am Heart J* 2001;142:422-32.
- Hwang WM, Bae JH, Kim KY, et al. Impacts of atherosclerotic coronary risk factors on atherosclerotic surrogates in patients with coronary artery disease. *Korean Circ J* 2005;35:131-9.
- European Society of Hypertension-European Society of Cardiology guidelines for Cardiology guidelines Committee. 2003 European Society of Hypertension-European Society of Cardiology guidelines for the management of arterial hypertension. *J Hypertens* 2003;21:1011-53.
- Sorof JM, Poffenbarger T, Franco K, Bernard L, Portman RJ. Isolated systolic hypertension, obesity, and hyperkinetic hemodynamics states in children. *J Pediatr* 2002;140:660-6.
- Sorof JM. Systolic hypertension in children: benign or beware? *Pediatr Nephrol* 2001;16:517-25.
- Baron AE, Freyer B, Fixler DE. Longitudinal blood pressure in blacks, whites and Mexican-Americans during adolescence and early adulthood. *Am J Epidemiol* 1986;123:809-17.
- Alpert BS, Fox ME. Racial aspects of blood pressure in children and adolescents. *Pediatr Clin North Am* 1993;40:13-22.
- Rosner B, Prineas R, Daniels SR, Loggie J. Blood pressure differences between blacks and whites in relation to body size among US children and adolescents. *Am J Epidemiol* 2000;151:1007-19.
- Manatunga AK, Jones JJ, Pratt JH. Longitudinal assessment of blood pressure in black and white children. *Hypertension* 1993;22:84-9.
- Portman RJ, McNiece KL, Swinford RD, Braun MC, Samuels JA. Pediatric hypertension: diagnosis, evaluation, management, and treatment for the primary care physician. *Curr Probl Pediatr Adolesc Health Care* 2005;35:262-94.
- Morgenstern B. Blood pressure, hypertension, and ambulatory blood pressure monitoring in children and adolescents. *Am J Hypertens* 2002;15:64S-6S.
- O'Brien E, Asmar R, Beilin L, et al. European Society of Hypertension recommendations for conventional, ambulatory and home blood pressure measurement. *J Hypertens* 2003;21:821-48.
- Kim SJ, Kang HS, Hwang SJ, et al. The relation of circadian blood pressure variation to left ventricular mass, diastolic function, and dynamic QT dispersion. *Korean Circ J* 2005;35:382-8.
- Sorof JM, Lai D, Turner J, Poffenbarger T, Portman RJ. Overweight, ethnicity, and the prevalence of hypertension in school-aged children. *Pediatrics* 2004;113:475-82.
- Kay JD, Sinaiko AR, Daniels SR. Pediatric hypertension. *Am Heart J* 2001;142:422-32.
- Mahoney LT, Clarke WR, Burns TL, Lauer TM. Childhood predictors of high blood pressure. *Am J Hypertens* 1991;4:608S-10S.
- Daniels SR. Cardiovascular sequelae of childhood hypertension. *Am J Hypertens* 2002;15:61S-3S.
- Munoz S. Blood pressure studies in pediatric population: metabolic syndrome in hypertensive children and adolescents. *J Hum Hypertens* 2000;14:S10-5.
- Rocchini AP. Obesity hypertension. *Am J Hypertens* 2002;15:50S-2S.
- Cruz ML, Goran MI. The metabolic syndrome in children and adolescents. *Curr Diab Rep* 2004;4:53-62.