

한국 소아 청소년 정상 혈압 참고치

소아청소년 신체발육 표준치 제정위원회*, 대한소아과학회 학교보건 및 보건통계위원회†, 질병관리본부 만성병 조사팀‡

이종국*·† · 문진수*·† · 최종명*·† · 남정모* · 이순영* · 오경원*·‡ · 김영택*·‡

Normative blood pressure references for Korean children and adolescents

Chong Guk Lee, M.D.*·†, Jin Soo Moon, M.D.*·†, Joong-Myung Choi, M.D.*·†, Chung Mo Nam, M.D.*
Soon Young Lee, M.D.*, Kyungwon Oh, Ph.D.*·‡ and Young Taek Kim, M.D.*·‡

*The Committee for the Development of Growth Standard for Korean Children and Adolescents**
The Committee for School Health and Public Health Statistics, The Korean Pediatric Society†
Division of Chronic Disease Surveillance, Korea Centers for Disease Control and Prevention‡

Purpose: It is now understood that blood pressure (BP) measurement in the routine pediatric examination is very important because of the relevance of childhood BP to pediatric health care and the development of adult essential hypertension. There hasn't been a reference table of BP for Korean children and adolescents up to now. This study was to make normative BP references and to provide criteria of hypertension for Korean children and adolescents.

Methods: BP measurements were done on 57,433 Korean children and adolescents (male: 29,443, female: 27,990), aged 7 to 20 years, in 2005. Heights and weights were measured simultaneously. Oscillometric devices, Dinamap Procare 200 (GE Inc., Milwaukee, WI, USA), were used for the measurements. BPs were measured 2 times and mean levels were gathered for the analysis. Outliers of 2,373 subjects with overweight per height, over +3SD, were excluded for the analysis. For the BP centiles adjusted by sex, age and height, fixed modified LMS method which was adopted from the mixed effect model of 2004 Task Force in NHLBI (USA) was used.

Results: Normative BP tables for Korean children and adolescents adjusted for height percentiles (5th, 10th, 25th, 50th, 75th, 90th, 95th), gender (male, female) and age(7 to 18 years) were completed. Height centiles of Korean children and adolescents are available from Korean Center for Disease Control and Prevention homepage, <http://www.cdc.go.kr/webcdc/>. Criteria of hypertension (95th, 99th percentile) and normal range of BP (50th, 90th) adjusted for height percentiles, age and gender were made.

Conclusion: This is the first study to make normative BP tables and define hypertension for the Korean children and adolescents. Reliability and accuracy of Dinamap Procare 200 oscillometer for BP measurements remains debatable. (Korean J Pediatr 2008;51:33-41)

Key Words: Blood pressure, Hypertension, Oscillometric device, Dinamap

서 론

최근 20-30년 동안 어린이 건강관리에서 중요한 변화는 혈압측정의 중요성이 강조되고 있다는 점일 것이다. 첫째는, 성인에서 문

제가 되고 있는 본태성고혈압의 발생시기가 이미 어린이시기에 시작된다고 보기 때문이다. 실제로 학동기나 청소년기가 되면 본태성고혈압이 이차성고혈압 만큼이나 임상적으로나 역학적으로 문제가 되고 있고¹⁾ 좌심실 비대와 같은 말단 기관 손상과 동맥경화증이 조기 발현되면서 성인의 심 혈관 질환으로 이어 질 수 있다²⁾. 둘째는, 소아기의 혈압이 성인 혈압으로 이어지는 연결이동 현상(tracking phenomenon)이 있다는 점이다³⁾. Barker 등⁴⁾은 고혈압은 이미 태내에서 프로그램 된 후 출산 후 발육과정에서 여러 가지 환경적인 요인에 의해 재형성되는 'developmental plasticity' 이론을 주장하며 소아기 혈압관리의 중요성을 강조하고 있다. 셋째는, 최근 사회경제적인 발전과 영양 여건의 변화로 소아-청소년기에 비만과 당뇨병의 빈도가 현격히 증가되고 있는데 이

접수: 2007년 11월 5일, 승인: 2007년 12월 28일
본 연구는 2005년 보건복지부 국가 지원사업으로 이루어짐.
현주소: 문진수(인제대 일산백병원 소아청소년과), 이종국(인제대 일산백병원 소아청소년과), 최종명(경희대 예방의학교실), 남정모(연세의대 예방의학교실), 이순영(아주대 예방의학교실)
책임저자: 이종국, 인제대학교 일산백병원 소아청소년과
Correspondence: Chong Guk Lee, M.D.
Tel: 031)910-7104 Fax: 031)910-7108
E-mail: chonglee@ilsanpaik.ac.kr

런 요인들은 성인에서와 마찬가지로 소아고혈압 빈도를 더욱 증가시키고 있어 혈압측정의 필요성이 강조된다^{2,5)}.

잘 알려진 대로 고혈압은 적절히 치료되지 않을 경우 심장 질환, 뇌혈관질환, 신 질환, 말초 혈관질환 등과 같은 심각한 만성 질환들로 이어질 수 있다. 따라서 소아-청소년기에 혈압을 적절히 관리하는 것은 성인으로 이어지는 고혈압 합병증의 유병율을 감소시키는 데에도 크게 기여할 수 있을 것이다²⁾. 이런 이유로 미국 소아과학회(American Academy of Pediatrics)에서는 3세부터 모든 소아에서 매년 혈압을 측정할 것을 권고하고 있다⁶⁾.

소아-청소년기에 고혈압 환자를 찾아내어 적절한 진단과 치료를 하기 위해서는 고혈압과 정상 혈압 범위에 관한 기준 마련이 필요하다. 소아-청소년기가 성장의 시기인 만큼 체격의 발달에 따라 심폐기능도 변화하며, 일반적으로 연령이 증가함에 따라 정상 혈압도 증가한다. 연령 뿐 아니라 성별과 체격이 정상 혈압에 영향을 미치므로 미국과 같은 선진국에서는 연령, 성별, 신장 백분위수에 따라 정상 혈압의 분포를 세분하여 정의하고 있다⁶⁻⁸⁾.

고혈압의 빈도는 인종에 따라 차이를 보이는 것으로 알려져 있다. 예를 들어 미국의 자료에서 흑인과 백인, 히스패닉 간에는 인종에 따른 혈압의 차이가 있는 것이 확인되고 있으나 미국의 자료에 포함된 동양계 인종의 자료는 상대적으로 적다⁶⁻⁸⁾. 그러므로 소아의 경우 인종의 구분이 되어 있지 않은 미국 전체의 자료를 바로 우리나라 소아 청소년에게 적용하는 것은 적절하지 않으며 우리나라의 소아-청소년을 위해서는 우리 국적의 자료가 필수적이다.

우리나라에서는 1965년 이후 매 10년 마다 신체계측을 실시하여 소아-청소년 발육 표준치를 발표해 오고 있다. 2005년, 제5차 소아 청소년 신체발육 표준치 개정을 위해 전국규모의 신체계측을 기획하였을 때 동시에 혈압 측정을 시행하여 우리나라 소아 청소년의 정상 혈압 참고 치를 마련하고자 하였다.

대상 및 방법

2005년 새로운 소아 청소년 성장도표 개발을 위한 신체계측 사업에서 측정된 자료 중 7-20세의 혈압 및 신체계측 자료를 대상으로 하였다. 신체계측에 관한 사항은 대한소아과학회 보고서 자료를 참조하도록 한다⁹⁾. 전국적으로 남자 29,443명, 여자 27,990명으로 총 57,433명에서 혈압을 측정할 수 있었다. 연령 및 남녀 별 대상자수는 6세 1,466/1,367명, 7세 2,705/2,487명, 8세 2,675/2,510명, 9세 2,704/2,588명, 10세 2,792/2,504명, 11세 2,677/2,249명, 12세 2,247/2,105명, 13세 1,923/1,871명, 14세 1,873/1,945명, 15세 1,606/1,591명, 16세 1,579/1,782명, 17세 1,205/1,490명, 18세 2,838/2,722명, 19세 803/549명, 20세 344/228명으로 Fig. 1과 같았다. 19세와 20세 군은 여건상 충분한 자료를 확보하지 못하였다. 이들 자료 중 이상치 제거를 위해 연령별 평균 신장 대비 체중 +3 SD 이상 되는 2,373명의 소아 청소년 혈압 치는 제외하고 남녀 각각 27,403명, 25,657명의 자료를 사용하였다¹⁰⁾.

혈압 측정은 자동 진동혈압계 Dinamap procare 200(GE Inc., Milwaukee, Wi, USA)를 이용해 측정 하였으며 측정 장소는 학교에서 신체계측 시 동시에 이루어 졌다. 대상자들은 일단 발이 지면에 닿은 앉은 자세에서 안정상태를 유지하도록 하고 우측 상박에서 5분 간격으로 2번, 자동 진동혈압계 사용법을 훈련받은 보조자들에 의해 측정되었다. cuff는 회사에서 제공된 3가지 cuff를 대상자의 팔 길이 및 둘레를 고려하여 상박길이 2/3이상을 덮을 수 있는 것을 선택하였다. 측정된 2번의 수축기 및 이완기 혈압치의 평균치를 사용하여 분석하였다.

혈압 normogram 개발 과정 : 성별, 연령, 신장별 혈압 곡선은 2004년 미국 국립심폐혈관계연구소(National Heart, Lung and Blood Institute, 이하 NHLBI)의 Task Force에서 적용한 방법⁶⁾을 우리나라 혈압 자료에 적용하여 개발하였으며 미국과는 달리 우리나라에서는 한 아동에 대해 한 연령 범주에만 혈압을 측정하였기 때문에 개인 내 상관관계는 고려할 수 없으므로 성별에 따라 신장의 Z값과 연령을 포함하는 고정효과모형(fixed-effects model), 일반적인 회귀모형을 적용하였다. 연령이 y 년이고, 키가 h 센티미터인 한 아동의 수축기 혈압 백분위수는 최근의 우리나라 2007년 소아 및 청소년 표준 성장 표^{11, 12)}에서 h 센티미터를 같은 연령 소년의 신장 Z score (Zht)에 따라 다음 모형에 의해 기대되는 혈압수준을 산출하였다.

$$\mu = \alpha + \sum_{j=1}^4 \beta_j (y-10)^j + \sum_{k=1}^4 \gamma_k (Zht)^k$$

이때 관찰된 수축기 혈압을 주어진 식 $Zbp = (x - \mu) / \sigma$ 를 이용하여 Z score (Zbp)로 전환하고, 혈압 Z score는 정상분포에서 Z값 아래 면적인 p를 구할 수 있게 된다. $P = \Phi(Zbp) \times 100\%$ 만약, 해당아동의 $Zbp = 1.28$ 이면, $\Phi(Zbp) = 0.9$, 혈압백분위수 = $0.9 \times 100\% = 90\%$. 즉, 90백분위수에 해당되는 혈압수준이다. 필요한 신장 표준 정규분포 값(Zht)은 연령별 신장 성장 표에서 구한 성별, 연령별

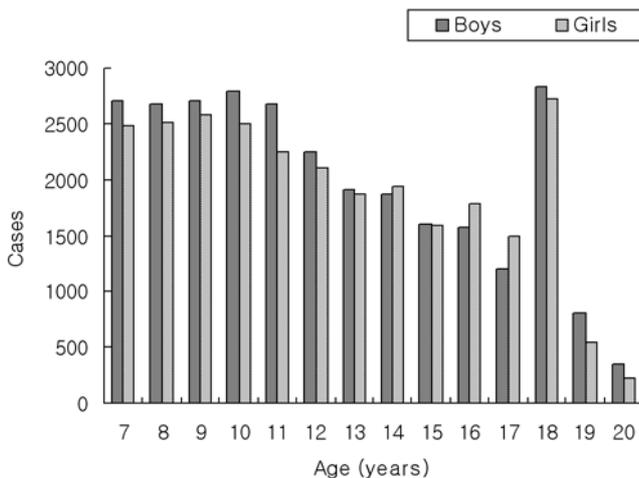


Fig. 1. Distribution of subjects by sex and age. Totally, 57,433 participants were included for this study (male: 29,443, female: 27,990)

L, M, S값으로부터 산출되었다¹¹⁾. 여기서 μ 는 수축기혈압 또는 이완기혈압(mmHg)이고 y는 7-20세의 연령 값이다. 위 식을 통해 추정된 상수(α)는 y=10이고 Zht=0일 때의 혈압이므로 연령 10세이면서 50 백분위수의 신장인 아동의 혈압으로 해석할 수 있다. 위의 식에서 추정된 α, β, γ 로 부터 각 연령(y)과 표준화 신장치(Zht)에 대한 50, 90, 95, 99 백분위수 수축기/이완기 혈압을 계산하는 방법은 다음과 같았다.

(가) 연령(y)은 7-20세의 1세 간격으로 입력하고 표준화 신장치(Zht)는 5, 10, 25, 50, 75, 90, 95의 신장 백분위수에 해당하는 표준정규분포 값(-1.645, -1.282, -0.674, 0, 0.674, 1.282, 1.645)을 입력하였다.

(나) (가)의 y, Zht를 성장곡선 모형에 대입하여 계산한 혈압(μ)은 해당 연령, 신장별의 50 백분위수의 혈압이라 볼 수 있다.

(다) 해당 연령, 신장별 90, 95, 99 백분위수 혈압은 (나)에서 구한 50백분위수 혈압에 성장곡선 모형에서 추정된 혈압(μ)의 표준편차에 90, 95, 99 백분위수의 각 표준정규분포 값(1.282, 1.645, 2.326)을 곱한 후 이를 더하여 추정하였다.

개발된 혈압 분포 고정효과 회귀 모형을 이용하여 추정된 회귀 계수와 표준편차는 Table 1과 같다. 우리나라 50 백분위수 신장을 가진 10세 남자의 50 백분위수 수축기 혈압은 104.54 mmHg, 이완기 혈압은 59.56 mmHg이었고, 여자의 경우 수축기 혈압은 103.44 mmHg, 이완기 혈압은 58.97 mmHg이었다.

결 과

우리나라 소아 청소년의 성별, 연령별, 신장변화에 따른 수축기 혈압과 이완기 혈압 분포 개발 결과는 Table 2-5와 같다. 성별, 연령별 신장 백분위수는 별도로 발표된 보고서를 참조하도록 하였다^{11, 12)}. 성별, 연령별, 신장별 50 백분위수, 90백분위수, 95백분위수, 99백분위수의 수축기 및 이완기 혈압 치를 표기하였다.

Table 1. Regression Coefficients from Blood Pressure Regression Models by Age and Height

Variables	Systolic BP		Diastolic BP		
	Male	Female	Male	Female	
Constant	α	104.5391	103.4481	59.5567	58.9688
Age (year)					
Age-10	β_1	1.52583	1.22710	0.41282	0.48253
(Age-10) ²	β_2	0.24947	-0.07233	-0.00292	0.01780
(Age-10) ³	β_3	-0.01947	-0.01175	-0.00265	-0.00061
(Age-10) ⁴	β_4	0.00062	0.00230	0.00075	0.00007
Normalized height (Zht)*					
Zht	γ_1	2.77300	1.92821	0.85444	0.76145
Zht2	γ_2	0.17028	0.36102	0.01654	0.14436
Zht3	γ_3	-0.04358	-0.01842	-0.02434	-0.02829
Zht4	γ_4	0.00177	-0.01651	0.00877	-0.00610
Standard deviation σ		12.06416	11.02304	7.93985	7.55387
N		27,403	25,657	27,403	25,657

Table 2. Systolic Blood Pressure of Boys by Age and Height (mmHg)

Age (year)	SBP percentiles	Percentile of height						
		5th	10th	25th	50th	75th	90th	95th
7-8*	50th	99	100	101	103	105	107	108
	90th	114	115	116	118	120	122	123
	95th	119	119	121	123	125	126	127
	99th	127	128	129	131	133	135	136
8-9	50th	99	99	101	103	105	106	107
	90th	114	115	116	118	120	122	123
	95th	119	119	121	122	124	126	127
	99th	127	128	129	131	133	134	136
9-10	50th	99	100	102	103	105	107	108
	90th	115	116	117	119	121	122	124
	95th	119	120	121	123	125	127	128
	99th	127	128	130	131	133	135	136
10-11	50th	101	101	103	105	106	108	109
	90th	116	117	118	120	122	124	125
	95th	120	121	123	124	126	128	129
	99th	129	129	131	133	135	136	137
11-12	50th	102	103	105	106	108	110	111
	90th	118	119	120	122	124	126	127
	95th	122	123	124	126	128	130	131
	99th	130	131	133	134	136	138	139
12-13	50th	105	105	107	108	110	112	113
	90th	120	121	122	124	126	128	129
	95th	124	125	127	128	130	132	133
	99th	133	133	135	137	138	140	141
13-14	50th	107	108	109	111	113	115	116
	90th	122	123	125	126	128	130	131
	95th	127	128	129	131	133	134	136
	99th	135	136	137	139	141	143	144
14-15	50th	110	110	112	114	115	117	118
	90th	125	126	127	129	131	133	134
	95th	129	130	132	133	135	137	138
	99th	138	138	140	142	144	145	146
15-16	50th	112	113	115	116	118	120	121
	90th	128	129	130	132	134	136	137
	95th	132	133	134	136	138	140	141
	99th	141	141	143	144	146	148	149
16-17	50th	115	116	117	119	121	123	124
	90th	131	132	133	135	137	138	140
	95th	135	136	137	139	141	143	144
	99th	143	144	146	147	149	151	152
17-18	50th	118	119	120	122	124	126	127
	90th	134	135	136	138	140	141	143
	95th	138	139	140	142	144	146	147
	99th	146	147	149	150	152	154	155
18-19	50th	121	122	124	125	127	129	130
	90th	137	138	139	141	143	144	146
	95th	141	142	143	145	147	149	150
	99th	149	150	152	153	155	157	158

*Definition of '7-8' means all the age from 7 to 8 years, including 7 but not 8 years. The other age groups are under the same rules. Abbreviation: SBP, systolic blood pressure.

Table 3. Systolic Blood Pressure of Girls by Age and Height (mmHg)

Age (year)	SBP percentiles	Percentile of height						
		5th	10th	25th	50th	75th	90th	95th
7-8	50th	97	98	98	100	101	103	104
	90th	112	112	113	114	115	117	118
	95th	116	116	117	118	119	121	122
	99th	123	123	124	125	127	128	129
8-9	50th	99	99	100	101	102	104	105
	90th	113	113	114	115	116	118	119
	95th	117	117	118	119	120	122	123
	99th	124	125	125	126	128	129	130
9-10	50th	100	100	101	102	104	105	106
	90th	114	114	115	116	118	119	120
	95th	118	118	119	120	122	123	124
	99th	126	126	127	128	129	131	132
10-11	50th	101	102	102	103	105	106	107
	90th	115	116	116	118	119	121	122
	95th	119	120	120	122	123	125	126
	99th	127	127	128	129	131	132	133
11-12	50th	102	103	103	105	106	108	109
	90th	116	117	118	119	120	122	123
	95th	120	121	122	123	124	126	127
	99th	128	128	129	130	132	133	134
12-13	50th	103	104	104	106	107	109	110
	90th	117	118	119	120	121	123	124
	95th	121	122	123	124	125	127	128
	99th	129	129	130	131	133	134	135
13-14	50th	104	104	105	106	108	109	110
	90th	118	119	119	120	122	123	124
	95th	122	123	123	124	126	127	128
	99th	130	130	131	132	133	135	136
14-15	50th	105	105	106	107	108	110	111
	90th	119	119	120	121	123	124	125
	95th	123	123	124	125	127	128	129
	99th	130	131	132	133	134	136	137
15-16	50th	106	106	107	108	109	111	112
	90th	120	120	121	122	123	125	126
	95th	124	124	125	126	127	129	130
	99th	131	132	132	133	135	136	137
16-17	50th	106	107	108	109	110	112	113
	90th	121	121	122	123	124	126	127
	95th	125	125	126	127	128	130	131
	99th	132	132	133	134	136	137	138
17-18	50th	108	108	109	110	111	113	114
	90th	122	122	123	124	126	127	128
	95th	126	126	127	128	130	131	132
	99th	133	134	134	136	137	139	140
18-19	50th	110	110	111	112	113	115	116
	90th	124	124	125	126	128	129	130
	95th	128	128	129	130	132	133	134
	99th	135	136	137	138	139	141	142

Table 4. Diastolic Blood Pressure of Boys by Age and Height (mmHg)

Age (year)	DBP percentiles	Percentile of height						
		5th	10th	25th	50th	75th	90th	95th
7-8	50th	57	57	58	58	59	60	60
	90th	67	68	68	69	69	70	70
	95th	70	70	71	71	72	73	73
	99th	76	76	76	77	77	78	78
8-9	50th	58	58	58	59	59	60	60
	90th	68	68	68	69	70	70	70
	95th	71	71	71	72	72	73	73
	99th	76	76	77	77	78	78	79
9-10	50th	58	58	59	59	60	60	61
	90th	68	68	69	69	70	70	71
	95th	71	71	72	72	73	73	74
	99th	76	77	77	78	78	79	79
10-11	50th	58	59	59	60	60	61	61
	90th	69	69	69	70	70	71	71
	95th	71	72	72	73	73	74	74
	99th	77	77	77	78	79	79	79
11-12	50th	59	59	59	60	61	61	61
	90th	69	69	70	70	71	71	72
	95th	72	72	72	73	74	74	74
	99th	77	77	78	78	79	80	80
12-13	50th	59	59	60	60	61	61	62
	90th	69	70	70	71	71	72	72
	95th	72	72	73	73	74	75	75
	99th	78	78	78	79	79	80	80
13-14	50th	60	60	60	61	61	62	62
	90th	70	70	70	71	72	72	72
	95th	73	73	73	74	74	75	75
	99th	78	78	79	79	80	80	81
14-15	50th	60	60	61	61	62	62	63
	90th	70	70	71	71	72	72	73
	95th	73	73	74	74	75	75	76
	99th	78	79	79	80	80	81	81
15-16	50th	61	61	61	62	62	63	63
	90th	71	71	71	72	72	73	73
	95th	74	74	74	75	75	76	76
	99th	79	79	80	80	81	81	82
16-17	50th	61	61	62	62	63	63	64
	90th	71	72	72	73	73	74	74
	95th	74	74	75	75	76	76	77
	99th	80	80	80	81	81	82	82
17-18	50th	62	62	63	63	64	64	65
	90th	72	72	73	73	74	74	75
	95th	75	75	76	76	77	77	78
	99th	80	81	81	82	82	83	83
18-19	50th	63	63	64	64	65	66	66
	90th	73	74	74	75	75	76	76
	95th	76	76	77	77	78	79	79
	99th	82	82	82	83	83	84	84

Abbreviation : DBP, diastolic blood pressure

Table 5. Diastolic Blood Pressure of Girls by Age and Height (mmHg)

Age (year)	DBP percentiles	Percentile of height						
		5th	10th	25th	50th	75th	90th	95th
7-8	50th	57	57	57	58	58	59	59
	90th	67	67	67	67	68	69	69
	95th	69	69	70	70	71	71	72
	99th	74	75	75	75	76	76	77
8-9	50th	57	57	58	58	59	59	60
	90th	67	67	67	68	68	69	69
	95th	70	70	70	71	71	72	72
	99th	75	75	75	76	76	77	77
9-10	50th	58	58	58	59	59	60	60
	90th	67	67	68	68	69	69	70
	95th	70	70	70	71	71	72	72
	99th	75	75	76	76	77	77	78
10-11	50th	58	58	59	59	60	60	60
	90th	68	68	68	69	69	70	70
	95th	71	71	71	71	72	73	73
	99th	76	76	76	77	77	78	78
11-12	50th	59	59	59	59	60	61	61
	90th	68	68	69	69	70	70	71
	95th	71	71	71	72	72	73	73
	99th	76	76	77	77	78	78	79
12-13	50th	59	59	60	60	61	61	61
	90th	69	69	69	70	70	71	71
	95th	72	72	72	72	73	74	74
	99th	77	77	77	78	78	79	79
13-14	50th	60	60	60	61	61	62	62
	90th	69	70	70	70	71	71	72
	95th	72	72	73	73	74	74	74
	99th	77	77	78	78	79	79	80
14-15	50th	60	60	61	61	62	62	63
	90th	70	70	70	71	71	72	72
	95th	73	73	73	74	74	75	75
	99th	78	78	78	79	79	80	80
15-16	50th	61	61	61	62	62	63	63
	90th	71	71	71	71	72	73	73
	95th	73	74	74	74	75	75	76
	99th	79	79	79	79	80	81	81
16-17	50th	62	62	62	62	63	64	64
	90th	71	71	72	72	73	73	74
	95th	74	74	74	75	75	76	76
	99th	79	79	80	80	81	81	82
17-18	50th	62	62	63	63	64	64	65
	90th	72	72	72	73	73	74	74
	95th	75	75	75	76	76	77	77
	99th	80	80	80	81	81	82	82
18-19	50th	63	63	63	64	65	65	65
	90th	73	73	73	74	74	75	75
	95th	76	76	76	76	77	78	78
	99th	81	81	81	82	82	83	83

고 찰

혈압분포는 0-20세까지 개발되었으나, 19세와 20세의 자료수가 작아 이들 연령의 결과가 불안정한 점이 있어 결과 제시에서 19-20세는 제외하였다.

소아에서의 혈압 측정은 전통적으로 수은혈압계를 이용한 혈압 측정을 표준으로 하고 있다. 사용되는 많은 자동 진동혈압계들의 성능이 검증되어 있지 않고, 계측기의 종류에 따라 측정치의 차이가 있으며, 참고가 가능한 대부분의 정상 혈압치가 수은혈압계로 측정되어 있기 때문이다. 그러나 실제로 국내에서 뿐 아니라 외국에서도 소아에서는 수은 혈압계를 사용한 혈압 측정보다 자동 진동혈압계를 이용한 혈압 측정이 더 보편적으로 시행되고 있다. 자동 진동혈압계를 이용할 경우 측정 시 숙련된 기술을 필요로 하지 않고, 가만히 있지 못하는 어린 소아에서 Kortokoff 음을 청진하려고 애쓸 필요가 없기 때문이다. 수은 혈압계를 사용할 경우 이완기 혈압을 음이 없어지는 Kortokoff 제5음의 혈압으로 정하고 있는데⁷⁾ 실제 측정 시에는 0까지 음이 들려, 특히 13세 미만의 소아들에서는 이 같은 현상이 현저하여 이완기 혈압을 정하기가 쉽지 않다. 최근에는 검증된 진동혈압계(예를 들어 Dinamap 모델)를 사용하여 측정된 혈압 치와 수은 혈압계로 측정된 혈압 치와의 상관관계에 관한 자료가 보고 되고 있어¹³⁾ 진동혈압계를 이용하여 측정된 혈압의 신뢰도가 어느 정도 확인되고 있다. 진동혈압계는 혈관 벽에 전달된 혈류량의 변화에 따라 발생한 진동을 감고 있는 압박대가 감지해서 혈압을 표시하는데 수축기 혈압과 평균혈압, 이완기 혈압이 표시된다.

본 연구자들은 단기간에 이루어지는 집단 측정의 어려움을 감안하여 자동혈압계인 진동혈압계를 선택하기로 하고 비교적 검증이 되어있고 국내에서 구하기 쉬운 Dinamap Procare 200(GE Inc., Milwaukee, WI, USA) 모델을 선택하였다. 본 모델의 정확성은 공급처가 제시한 자료를 미국국가 표준기준인 평균 오차 5 mmHg 이내, 표준편차 7 mmHg 미만¹⁴⁾과 비교하여 타당하다고 인정하였다.

이번에 발표되는 한국 소아청소년 혈압 참고 치에는 몇 가지 특기할 만한 사항이 있다. 2004년 미국의 NHLBI Task Force에서 발표한 혈압 참고 치('2004 CDC 혈압 표')와 비교하여 볼 때 Fig. 2와 3에서 보는 바와 같이 수축기 혈압은 특히 남자의 경우 '2004 CDC 혈압 표'의 수치보다 월등 높았으며 이완기혈압은 남녀모두에서 낮은 수준을 보였다. 이 같은 차이의 가장 큰 이유는 아마도 혈압 측정 방법의 차이에 있지 않나 생각된다. Park 등¹³⁾은 영유아에서 카테타를 이용한 직접 혈압 측정치와 Dinamap 1846 모델을 이용한 혈압 측정치를 비교 했을 때 수은혈압계를 이용한 청진혈압 측정보다 훨씬 실제 혈압에 근접한다는 사실을 보고하면서 Dinamap 모델이 비교적 쉽게 정확한 혈압을 측정할 수 있다고 하였다. 그 후 12세 소아로 제한된 연령층이지만 같은 Dinamap 1846 모델로 청진법과 비교했을 때 수축기 혈압이 6 mmHg 높게

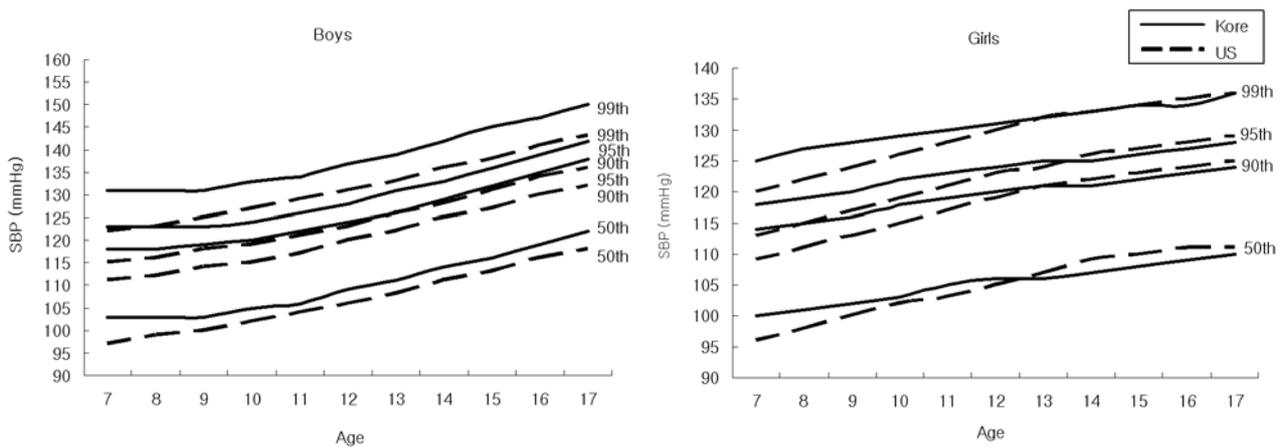


Fig. 2. Systolic blood pressure in comparison with CDC 2004 blood pressure tables (USA) by sex and age (blood pressure denotes that of 50 percentile height on each age)¹⁰⁾. Abbreviation : SBP, systolic blood pressure.

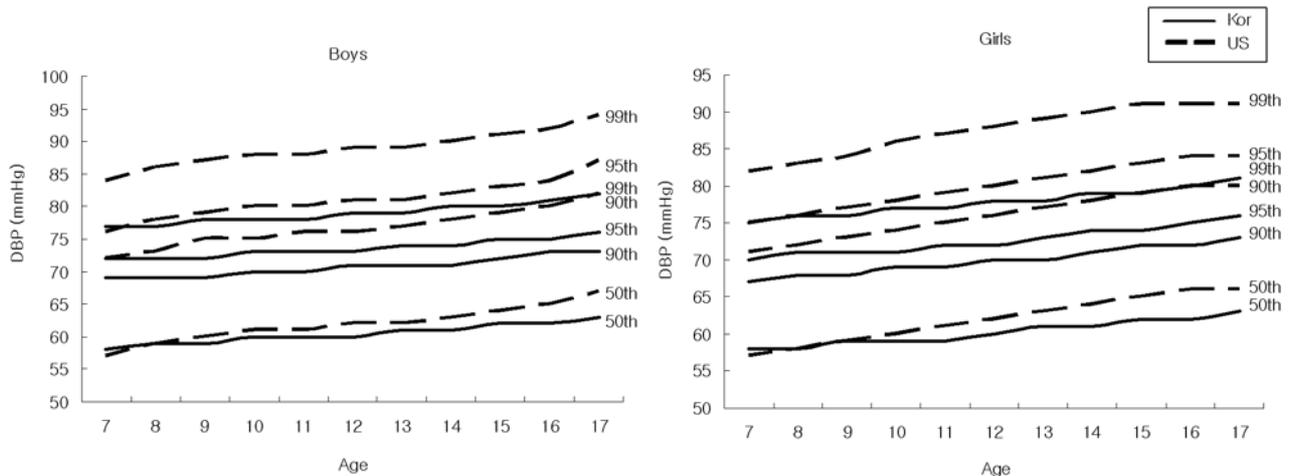


Fig. 3. Diastolic blood pressure in comparison with CDC 2004 blood pressure tables (USA) by sex and age (blood pressure denotes that of 50 percentile height on each age)¹⁰⁾. Abbreviation : DBP, diastolic blood pressure.

측정된다고 보고 하였고, 비교적 최신 모델인 Dinamap 8100으로 5-18세 집단에서 측정하여 비교했을 때는 수축기 혈압 10 mmHg, 이완기 혈압 5 mmHg 높게 측정된다고 보고 하였다¹⁵⁾. 이 같은 점을 고려하면, 미국의 ‘2004 CDC 혈압 표’는 수은혈압계를 이용한 측정 자료를 원 자료로 해서 마련된 것이기 때문에 차이가 날 수 있다고 생각한다. 또 하나 지적할 점은 미국의 혈압 표는 축적된 별개의 자료 11개를 원 자료로해서 통계기법을 사용해 만들었는데, Fig. 4에서 보듯이 16세 남녀의 경우 고혈압의 기준치가 남자 수축기 혈압이 1977년 152 mmHg에서 2004년에는 134 mmHg, 여자는 145 mmHg에서 128 mmHg로, 남자 이완기 혈압은 95 mmHg에서 84 mmHg, 여자는 95 mmHg에서 84 mmHg 로 점차 낮아진 것을 알 수 있다¹⁰⁾. 아마도 소아청소년의 정상 혈압 분포라기보다는 소아기 혈압관리라는 의도된 목적을 가지고 만들어진 혈압표이기 때문에 실제보다 낮게 작성되지 않았나 생각한다.

따라서 앞서 지적한 바와 같이 Dinamap과 같은 자동 진동혈압계를 이용해서 측정된 혈압치를 마련된 혈압 표와 비교해서 판단하는 것은 적합하지 않다고 생각된다. Park 등¹⁶⁾은 Dinamap 8100 모델로 측정된 7,208명의 자료를 가지고 연령별 혈압 백분위수를 발표하였는데 우리나라의 자료와 비교해보면 남자의 95백분위수 혈압 치만을 비교했을 때 8-15세까지는 오히려 우리나라 남자아이들이 1 mmHg 낮게 제시되고 16세 이후에 다소 높게 나타나고 있다(Fig. 5). 여자아이들의 수축기 혈압도 우리나라 혈압치가 2-3 mmHg 낮게 나타난다. 영국의 Jackson 등¹⁷⁾은 1995-1998년 사이에 측정된 총 22,974명의 혈압자료를 가지고 영국 정상 혈압 표를 만들어 발표하였다. 원 자료는 영국 전역에서 이루어진 7개의 계측 자료를 모았고 측정 방법은 자동 진동혈압계인 Dinamap 8100 모델을 사용하였으며 동일한 기준으로 계측되었다. 혈압은 3번 측정하도록 하였고 첫 번 계측치는 버리고 나머지

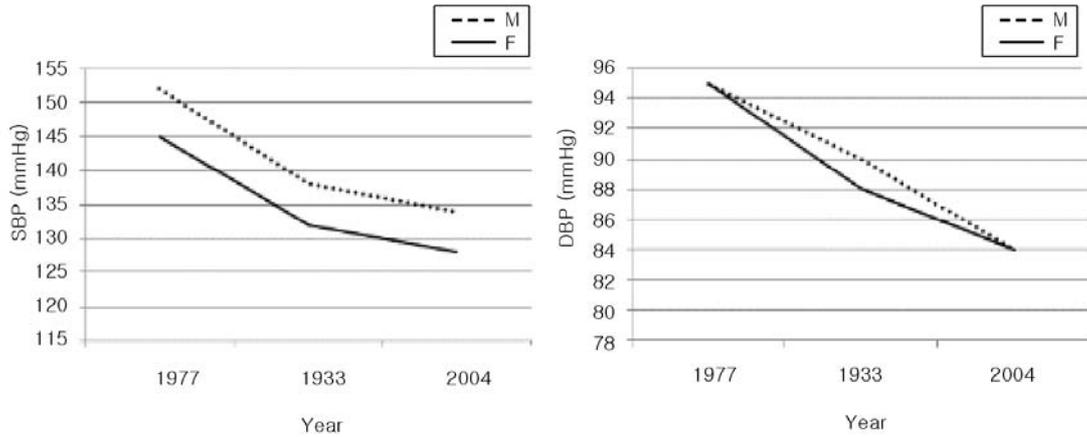


Fig. 4. Change of blood pressure of 95 percentile in CDC blood pressure nomogram of 1977, 1993 and 2004, respectively¹⁰⁾. Abbreviations: SBP, systolic blood pressure; DBP, diastolic blood pressure.

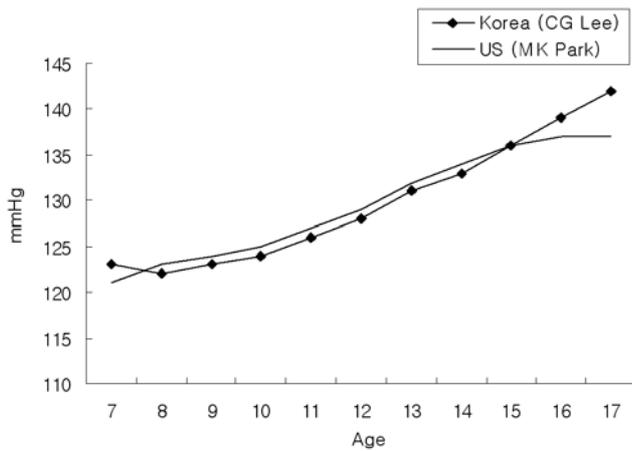


Fig. 5. Comparison of 2007 Korean blood pressure tables (blood pressure of 95 percentile by age in male with height of 50 percentile) with USA blood pressure tables (blood pressure of 95 percentile by age in male) prepared by Dinamap oscillometer.

2개의 계측치를 평균해서 수축기와 이완기 혈압으로 하였다. 발표된 백분위수 곡선에 우리나라 결과를 대입한 결과 남자의 수축기 혈압은 비슷한 수치를 보였지만 여자는 오히려 우리나라 결과치가 다소 낮게 나왔으며 이완기 혈압은 남녀 모두 비슷한 수치를 보였다. 이 같은 비교결과를 보더라도 이번에 마련된 우리나라 혈압 표가 Dinamap 자동 진동혈압계로 측정된 자료로서는 가치가 있다고 볼 수 있다.

우리나라 정상 혈압 표에서 관찰되는 또 하나의 특징은, 사춘기 전후의 남자와 여자의 혈압을 비교해 보면 수축기 혈압의 경우 남자아이들이 훨씬 높은 혈압 수준을 보이고 있는 점이다. 신장 50백분위수의 남녀 95 백분위수 수축기 혈압치를 비교하면 12세에 4 mmHg, 13세 7 mmHg, 15세에 10 mmHg, 17세 14 mmHg, 18세에는 15 mmHg 남자가 여자보다 높은 혈압치를 보였다. 이완기 혈압은 남녀 모두 연령 및 신장 수준에 따라 비슷한 수준을 보였

다. 이 같은 현상은 미국의 자료들^{6, 15, 18)}이나 영국의 Jackson 혈압 표¹⁷⁾에서도 관찰되고 있다. 이 같은 현상의 원인은 음식이나 활동성, 유전성 등 여러 가지로 설명할 수 있지만 체질량지수(Body Mass Index, 이하 BMI)의 증가, 비만의 증가가 가장 중요한 요인이 된다고 설명하고 있다^{15, 19)}. 우리나라 자료에서도 보면 12세 이후 남아에서 신장대비 체중 증가가 여아에서보다 현저하였다⁹⁾. 2005년 자료에서 비만의 기준인 체 질량 지수(BMI) 95백분위수 수치를 비교해 보면 남아의 경우 13세 28.4 kg/m², 14세 29.7 kg/m², 15세 30.1 kg/m², 16세 29.8 kg/m² 인 반면에 여자는 13세 26.4.1 kg/m², 14세 27.1 kg/m², 15세 27.4 kg/m², 16세 27.1 kg/m²로 남자의 체중증가가 뚜렷하였다⁹⁾. Muntner 등¹⁸⁾은 미국의 3차 국민건강영양조사(National Health and Nutrition Examination Survey, 이하 NHANES) (1988-1994) 자료와 NHANES 1999-2000 자료를 비교한 결과 8-17세의 소아청소년의 수축기 평균혈압은 1.4 mmHg, 이완기 혈압은 3.3 mmHg 증가하였고 이러한 변화의 가장 큰 이유는 BMI의 증가로 설명하고 있다. Sorof 등⁵⁾의 보고에 의하면 퀘벡 지역의 9세, 13세, 16세 남자의 경계 고혈압의 빈도를 12%, 22%, 30%로 보고하면서 여자에서는 빈도가 훨씬 떨어진다고 하였고 비만의 빈도와 관계있다고 설명하였다. Dinamap 진동 혈압계로 측정된 Park 등¹⁶⁾의 혈압 표에서도 역시 12세 이후 남자가 여자보다 높은 수축기 혈압을 보이고 있으며 남자의 체중증가와 관계있다고 설명하고 있다. 이와 같이 비만과 연관되어서 혈압이 증가하는 현상이 우리나라 소아 청소년에서도 관찰되고 있기 때문에 소아 고혈압 관리 면에서 관심을 가지고 주시해야 할 부문이라고 본다. 물론 혈압 측정 시 아무래도 아이들이 활동성이 크기 때문에 흥분되어 수축기 혈압이 높아 질 수 있다는 점도 무시할 수는 없을 것이다.

소아 청소년들의 고혈압 기준을 정하는 것은 쉽지만은 않다. 실제로 소아청소년들의 어느 수준 이상의 혈압이 성인의 심 혈관 질환과 연관되어 있는지에 대한 코호트 연구 자료가 없기 때문이다. 미국의 2004 Task Force의 4차 보고서⁶⁾는 소아 고혈압의 기준을

자세히 설명하고 있다. 성별, 연령 및 신장별로 혈압 치가 95 백분위수 이상이면 고혈압으로 정하고 90에서 95백분위수 미만까지는 전고혈압, 혈압 치가 수축기 혈압 120 mmHg, 이완기 혈압 80 mmHg 이상이면 백분위수에 상관없이 전고혈압으로 정하고 있다. 하지만 이들의 기준은 수은혈압계로 측정된 자료에 의한 기준이기 때문에 이들 기준을 자동 진동혈압계로 만들어진 우리나라 자료에 적용하기에는 적당하지 않다고 본다. 자동 진동혈압계로 만들어진 영국의 혈압 표에서는 98 백분위수 이상을 고혈압으로, 91에서 98미만 백분위수를 고혈압 위험군인 전고혈압으로 정하고 있다. 이들이 미국의 2004 Task Force의 4차 보고서와는 다르게 기준을 정한 것은 그들 기준으로 보면 예상되는 고혈압 빈도가 2.3%, 전고혈압이 6.9%로 기존 보고된 소아 고혈압의 발생 빈도 3% 전후(<1-5.1%)^{20, 21)}와 비슷한 수치를 보이기 때문으로 설명하고 있다. 하지만 영국의 혈압 표에서는 성인 고혈압의 기준인 수축기 혈압 140 mmHg 이상, 이완기 혈압 90 mmHg 이상(미국, 영국, 한국 성인의 고혈압 기준)보다 높은 혈압을 사춘기 이후의 남자들 중 23%가 가지고 있는 것으로 되기 때문에 이표의 정당성이 재검토되어야 한다는 주장도 있다¹⁹⁾. 우리나라 혈압 표에서도 90백분위수 수축기 혈압 치가 140 mmHg 이상 되는 연령층이 남자 16세부터 나타나기 때문에 본 혈압 표에서 고혈압 기준을 정한다는 것이 쉽지만은 않다. 소아청소년 신체발육 표준치 제정위원회에서는 성별, 연령별, 신장대비 수축기 또는 이완기 혈압이 95백분위수 혈압 치 이상을 보이면 고혈압으로 정의하고 백분위수와 상관없이 수축기 혈압 130 mmHg 이상 또는 이완기 혈압 80 mmHg 이상을 보이거나 90-95백분위수 혈압은 고혈압 위험군으로 정의하도록 하였다. 물론 이 같은 기준은 앞으로 좀더 많은 논의와 축적된 자료가 필요할 것으로 생각 된다.

요 약

목적 : 소아 청소년 건강관리에서 혈압 측정의 중요성이 점차 강조되고 있는 시점에서 한국의 소아 청소년들을 위한 정상 혈압 참고 치를 만들고자 하였다.

방법 : 2005년에 새로운 신체성장 표준치를 만들기 위해 시행한 전국 소아 청소년들의 신체계측사업에 혈압 계측사업을 포함시켜 7-20세에 해당하는 소아 청소년 57,433명(남: 29,443명, 여: 27,990명)에서 신장, 체중 및 혈압 계측치를 얻었다. 혈압은 자동 진동혈압계인 Dinamap Procare 200(GE Inc., Milwaukee, WI, USA)를 이용하여 측정하였고 앉은 자세에서 안정한 후 우측 팔에서 5분 간격으로 2번 측정하였다. 두 측정치의 평균치를 수축기 혈압과 이완기 혈압으로 기록하여 원 자료로 하였다. 체중이 +3SD 이상인 과체중아들 2,373명의 혈압은 제외하고 분석 하였다. 혈압 백분위수 표는 성별, 연령별, 신장 백분위수별로 만들어 졌으며 통계기법은 2004 Task Force in NHLBI (USA)이 사용한 통계기법을 원용한 고정 변형 LMS 방법을 사용하였다.

결과 : 성별, 연령별(7-18세), 신장 백분위수별(5th, 10th, 25th,

50th, 75th, 90th, 95th) 혈압 참고치가 완성되었으며 신장 백분위수에 대한 자료는 질병관리본부 홈페이지인 <http://www.cdc.go.kr/webcdc/>에서 확인 할 수 있다. 고혈압의 기준치는 성별, 연령별, 신장대비에서 95 백분위수 이상으로 하고, 전고혈압 기준치는 90-95 백분위수 또는 수축기 및 이완기 혈압 130/80 mmHg 이상으로 정하였다.

결론 : 이번에 마련된 우리나라 소아 청소년 정상 혈압 참고치는 처음이기 때문에 사용기준 및 고혈압의 기준은 앞으로 지속적인 논의와 연구가 필요할 것으로 생각된다. 또한 본 혈압 표는 자동 진동혈압계로 마련된 것이기 때문에 수동 수은 혈압계를 이용한 혈압 치를 평가하는 기준표로 사용하는 것은 주의해야 할 것이다.

감사의 글

한국 소아 청소년 정상 혈압 참고 치 작성을 위해 기획과 연구비 지원을 해주신 질병관리본부 만성병조사팀, 원 자료 수집을 위해 수고하신 경희의대 예방의학 교실, 진행과 자문을 아끼지 않았던 대한소아과학회 학교보건 및 보건통계위원회, 소아영양위원회, 최종적으로 자료의 검토와 통계처리를 맡아 정상 혈압 표 작성이 가능 하게한 소아청소년 발육표준치 제정위원회 여러분에게 진심으로 감사드립니다. 한국 소아 청소년 정상 혈압 참고 치 작성을 위해 참여한 기관은 다음과 같습니다.

질병관리본부 만성병 조사팀

김영택(팀장), 오경원(검진영양코호트 PL)

대한소아과학회 학교보건 및 보건통계위원회

이종국(인제의대), 문진수(인제의대), 최종명(경희의대), 강희경(서울의대), 손창성(고려의대), 이흥진(한림의대), 차성호(경희의대)

경희대 예방의학교실

최중명, 최봉근, 김지영

소아청소년 발육표준치 제정위원회

이종국(인제의대), 문진수(인제의대), 이순영(아주의대), 남정모(연세의대), 최종명(경희의대), 서정완(이화의대), 이기형(고려의대), 이동환(순천향의대), 김남수(한양의대), 하일수(서울의대), 홍영미(이화의대), 김영택(질병관리본부), 오경원(질병관리본부) 김초일(한국보건산업진흥원), 박순우(대구가톨릭의대) 성은주(성균관대의대), 유선미(인제의대), 강재현(인제의대)

References

- 1) Sinaiko AR. Hypertension in children. N Engl J Med 1996; 335:1968-73.
- 2) Celermajer DS, Ayer JG. Childhood risk factors for adult cardiovascular disease and primary prevention in childhood. Heart 2006;92:1701-6.
- 3) Whincup PH, Cook DG, Geleijnse JM. A life course approach

- to blood pressure. In : Kuh D, Ben-Shlomo Y, editors. A life course approach to chronic disease epidemiology. Oxford: Oxford University Press, 2004:218-39.
- 4) Barker DJ, Bagby SP, Hanson MA. Mechanisms of disease: in utero programming in the pathogenesis of hypertension. *Nat Clin Pract Nephrol* 2006;2:700-7.
 - 5) Sorof J, Daniels S. Obesity hypertension in children: a problem of epidemic proportions. *Hypertension* 2002;40:441-7.
 - 6) 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(2 Suppl 4th Report):555-76.
 - 7) National High Blood Pressure Education Program Working Group on Hypertension Control in Children and Adolescents. Update on the 1987 Task Force Report on High Blood Pressure in Children and Adolescents: a working group report from the National High Blood Pressure Education Program. *Pediatrics* 1996;98:649-58.
 - 8) Chobanian AV, Bakris GL, Black HR, Cushman WC, Green LA, Izzo JL Jr, et al. The seventh report of the joint national committee on prevention, detection, evaluation, and treatment of high blood pressure: the JNC 7 report. *JAMA* 2003;289:2560-72.
 - 9) Lee CG, Choi JM, Moon JS, Choe BK, Son CS, Yang SW, et al. 2005 Korean national survey of children and adolescents to establish the reference standard of growth and blood pressure. Final report. Gwacheon(Korea): Ministry of Health and Welfare(Korea); 2006 Mar.
 - 10) Lee SY, Nam CM, Kim JH, Oh KW, Kim YN, Kang YJ, et al. Development of growth curves and the criteria of obesity in Korean children and adolescents. Final report. Gwacheon (Korea): Ministry of Health and Welfare(Korea); 2007 July.
 - 11) Korea Center for Disease Control and Prevention, The Korean Pediatric Society, The Committee for the Development of Growth Standard for Korean Children and Adolescents. 2007 Korean Children and Adolescents Growth Standard (commentary for the development of 2007 growth charts). [Government report online]. Seoul: Division of Chronic Disease Surveillance; 2007 Nov. Available from: URL://www.cdc.go.kr/webcdc/
 - 12) Lee CG, Kim YT. 2007 Korean Children and Adolescents Growth Standard. Seoul: Korean Center for Disease Control and Prevention, The Korean Pediatric Society, The Committee for the Development of Growth Standard for Korean Children and Adolescents; 2007 Oct.
 - 13) Park MK, Menard SM. Accuracy of blood pressure measurement by the Dinamap monitor in infants and children. *Pediatrics* 1987;79:907-14.
 - 14) Ramsey M III. Noninvasive blood pressure monitoring methods and validation. In: Gravenstein JS, Newbower R, Ream AK, editors. *Essential Noninvasive Monitoring in Anesthesia*. New York: Grune & Stratton Inc; 1980:37-51.
 - 15) Park MK, Menard SW, Yuan C. Comparison of auscultatory and oscillometric blood pressures. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2001;155:50-3.
 - 16) Park MK, Menard SW, Schoolfield J. Oscillometric blood pressure standards for children. *Pediatr Cardiol* 2005;26:601-7.
 - 17) Jackson LV, Thalange NK, Cole TJ. Blood pressure centiles for Great Britain. *Arch Dis Child* 2007;92:298-303.
 - 18) Muntner P, He J, Cutler JA, Wildman RP, Whelton PK. Trends in blood pressure among children and adolescents. *JAMA* 2004;291:2107-13.
 - 19) Stranges S, Cappuccio FP. Children under pressure: an underestimated burden? *Arch Dis Child* 2007;92:288-90.
 - 20) McNiece KL, Poffenbarger TS, Turner JL, Franco KD, Sorof JM, Portman RJ. Prevalence of hypertension and pre-hypertension among adolescents. *J Pediatr* 2007;150:640-4.
 - 21) Adrogué HE, Sinaiko AR. Prevalence of hypertension in junior high school-aged children: effect of new recommendations in the 1996 Updated Task Force Report. *Am J Hypertens* 2001;14:412-4.