

소아청소년 고혈압

송영환

분당서울대병원 소아청소년과

Hypertension in children and adolescents

Young Hwan Song, MD

Department of pediatrics, Bundang Seoul National University Hospital, Seongnam, Korea

Hypertension is a major health problem in most developed and developing countries. Worldwide, approximately 1 billion people have hypertension, and 13% of all deaths are closely related to hypertension. Recently, the prevalence of elevated blood pressure (BP) in children and adolescents has increased, probably due to the increased prevalence of overweight and obesity among youths. Increasing evidence suggests that adult hypertension has its antecedents in childhood, as childhood BP predicts adult BP. Additionally, pediatric hypertension may cause premature atherosclerosis and early development of cardiovascular disease. Therefore, the identification and treatment of hypertension in childhood is likely to have an important impact on long-term outcomes of cardiovascular disease. International hypertension guidelines for children and adolescents have recently been significantly revised, especially regarding the diagnosis of hypertension. This review presents the recent guidelines for the diagnosis, evaluation, management, and treatment of hypertension in children and adolescents.

Key Words: Child; Adolescent; Hypertension

서론

고혈압은 소아청소년에서 1-5% 정도 발생하는 것으로 알려져 있으며, 예전에는 이차적인 원인이 있는 고혈압이 흔하였으나, 최근에 소아청소년 비만이 증가하면서 일차성 고혈압도 증가하는 추세이다[1,2]. 소아청소년기 일차성 고혈압은 임상증상이 심하지 않지만, 좌심실 비대가 흔하게

동반되며, 성인 고혈압으로 연결되는 경우가 많으므로, 철저한 검사와 치료가 필요하다.

소아청소년 고혈압의 정의 및 분류

미국 소아과학회 지침서(2017년)에서는 다음과 같은 소아청소년 고혈압 진단기준을 제시하고 있다[3]. 우선 정상 성장 도표를 이용하여 대상 소아청소년의 신장 백분위수를 구하고, 다음 단계로 정상 혈압 기준표에서 성별, 나이, 신장 백분위수, 측정된 혈압을 대입하여 혈압 백분위수를 구한다. 이 혈압 백분위수로 Table 1을 기준으로 혈압을 분류한다[3].

Received: June 6, 2020 Accepted: June 29, 2020

Corresponding author: Young Hwan Song
E-mail: yhsong@snuh.org

© Korean Medical Association

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Table 1. Classification of hypertension in children and adolescents

	For children aged 1–13 yr	For children aged ≥13 yr
Normal BP	<90th percentile	<120/<80 mmHg
Elevated BP	≥90th to <95th percentile or 120/80 mmHg to <95th percentile (whichever is lower)	120/<80 to 129/<80 mmHg
Stage 1 HTN	≥95th to <95th percentile + 12 mmHg, or 130/80 to 139/89 mmHg (whichever is lower)	130/80 to 139/89 mmHg
Stage 2 HTN	≥95th percentile + 12 mmHg, or ≥140/90 mmHg (whichever is lower)	≥140/90 mmHg

Adapted from Flynn JT et al. Pediatrics 2017;140:e20171904 [3]. BP, blood pressure; HTN, hypertension.

원인

특별한 원인 질환이 없는 일차성 고혈압과 원인 질환이 있는 이차성 고혈압이 있다. 주산기력, 영양력, 심리사회력, 가족력, 신체활동력, 신체 진찰 등을 분석하여 이차성 고혈압을 감별해야 한다(Table 2) [3]. 6세 이상이고, 고혈압의 가족력이 있고, 비만이고, 병력과 신체 진찰 상에서 이차성 고혈압을 의심할 만한 소견이 없다면, 이차성 고혈압을 감별하기 위한 광범위한 검사는 필요 없다.

병력 및 증상

소아청소년기에 고혈압에 의한 직접적인 증상이 발생하는 경우는 거의 없다. 이차성 고혈압의 원인 질환을 의심할 만한 병력과 증상은 Table 2와 같다[3].

혈압측정을 통한 고혈압 진단

1. 혈압측정 대상

3세 이상 소아에서는 매년 혈압을 측정하는 것을 권장하며, 특히 비만하거나, 신장 질환이나 대동맥 질환이 있거나, 혈압을 올리는 약물(스테로이드, 메틸페니데이트, 에페드린,

Table 2. Examples of physical examination findings and history suggestive of secondary hypertension or related end organ damage secondary to hypertension

Body system	Finding history	Possible etiology
Vital signs	Tachycardia	Hyperthyroidism pheochromocytoma Neuroblastoma
	Decreased lower extremity pulses; drop in BP from upper to lower extremities	Coarctation of the aorta
Eyes	Proptosis	Hyperthyroidism
	Retinal changes	Severe HTN, more likely to be associated with secondary HTN
Ear, nose, throat	Adenotonsillar hypertrophy	SDB
	History of snoring	Sleep apnea
Height, weight	Growth retardation	Chronic renal failure
	Obesity (high BMI)	Cushing syndrome
	Truncal obesity	Insulin resistance syndrome
Head, neck	Elfin facies	Williams syndrome
	Moon facies	Cushing syndrome
	Thyromegaly, goiter	Hyperthyroidism
	Webbed neck	Turner syndrome
Skin	Pallor, flushing, diaphoresis	pheochromocytoma
	Acne, hirsutism, striae	Cushing syndrome
		Anabolic steroid abuse
	Cafe-au-lait spots	Neurofibromatosis
	Adenoma sebaceum	Tuberous sclerosis
	Malar rash	Systemic lupus
	Acanthosis nigricans	T2DM
Hematologic	Pallor	Renal disease
	Sickle cell anemia	
Chest, cardiac	Chest pain	Heart disease
	Palpitations	
	Exertional dyspnea	
	Widely spaced nipples	Turner syndrome
	Heart murmur	Coarctation of the aorta
	Friction rub	Systemic lupus (pericarditis)
		Collagen vascular disease
Abdomen	Apical heave	LVH
	Abdominal mass	Wilms tumor
		Neuroblastoma
Genitourinary		pheochromocytoma
		RAS
	Epigastric, flank bruit	Polycystic kidney disease
	Palpable kidneys	Hydronephrosis
		Multicystic dysplastic kidney
	Ambiguous or virilized genitalia	Congenital adrenal hyperplasia
	Urinary tract infection	Renal disease
Extremities	Vesicoureteral reflux	
	Hematuria, edema, fatigue	
	Abdominal trauma	
	Joint swelling	Systemic lupus
Neurologic, metabolic	Muscle weakness	Collagen vascular disease
		Hyperaldosteronism
		Liddle syndrome
Neurologic, metabolic	Hypokalemia, headache, dizziness, polyuria, nocturia	Reninoma
	Muscle weakness, hypokalemia	Monogenic HTN (Liddle syndrome, GRA, AME)

Adapted from Flynn JT et al. Pediatrics 2017;140:e20171904 [3]. PCC, pheochromocytoma; BP, blood pressure; HTN, hypertension; SDB, sleep-disordered breathing; BMI, body mass index; T2DM, type 2 diabetes mellitus; LVH, left ventricle hypertrophy; RAS, renin-angiotensin system; GRA, glucocorticoid-remediable aldosteronism; AME, apparent mineralocorticoid excess.

Table 3. Suggested schema for staging of ambulatory BP levels in children

Classification	Office BP ^{a)}	Mean ambulatory SBP or DBP ^{b,c)}	SBP or DBP load (%) ^{d)}
Normal BP	<90th percentile	<95th percentile	<25
White coat hypertension	≥95th percentile	<95th percentile	<25
Prehypertension	≥90th percentile or >120/80 mmHg	<95th percentile	≥25
Masked hypertension	<95th percentile	>95th percentile	≥25
Ambulatory hypertension	>95th percentile	>95th percentile	25–50
Severe ambulatory hypertension (at risk for end-organ damage)	>95th percentile	>95th percentile	>50

Adapted from Flynn JT et al. Hypertension 2014;63:1116-1135 [4].
 BP, blood pressure; SBP, systolic blood pressure; DBP, diastolic blood pressure.
^{a)}Based on Table 1. ^{b)}Based on normative pediatric ambulatory blood pressure monitoring values [4]. ^{c)}For either the wake or sleep period of the study, or both.

소염진통제, 카페인 등)을 복용 중이면 병원을 방문할 때마다 혈압측정이 필요하다. 3세 이전이라도 다음과 같은 병력이 있으면 혈압측정이 필요하다. 미숙아로 태어난 경우나 신생아집중치료실에 입원한 적이 있는 경우, 선천성 심장병을 가진 소아, 반복되는 요로감염 및 혈뇨·단백뇨를 가진 소아, 신장 및 요로계에 기형을 가진 소아, 가족력상 유전성 신장질환이 있는 소아, 장기이식을 받은 소아, 악성종양을 진단받은 소아, 혈압을 높이는 약물을 복용 중인 소아, 고혈압과 연관된 전신질환을 가진 소아(예: 신경섬유종), 뇌압 상승의 증거가 있는 경우가 이에 해당된다.

2. 혈압측정 방법

혈압측정 전에 조용한 방에서 3-5분 정도 앉은 자세로 안정을 취해야 한다. 오른팔에서 혈압을 측정해야 하며, 심장과 같은 높이에서 측정한다. 혈압대는 길이가 상완둘레의 80-100% 정도이고, 너비는 상완둘레의 40% 정도인 것을 사용한다. 좁은 혈압대를 사용하면 혈압이 실제보다 높게 측정되고, 넓은 것을 사용하면 실제보다 낮게 측정된다. 혈압대 아래 끝은 팔꿈치 앞쪽 오목으로부터 2-3 cm 위에 위치하도록 하고, 청진기는 팔꿈치 앞쪽 오목의 상완동맥에 위치하도록 한다. 혈압 측정을 시작할 때, 혈압대는 요골동맥 맥박이 사라지는 지점으로부터 20-30 mmHg만큼 더 부풀린다. 이후에 혈압대 압력을 초당 2-3 mmHg 속도로 낮추면서 맥박을 청진한다. 첫 맥박음이 들리는 지

점을 수축기 혈압, 마지막 맥박음이 들리는 지점을 이완기 혈압으로 정한다. 하지 혈압은 가능하면 엎드린 자세에서 측정해야 한다. 혈압대는 허벅지 중간 부위에 위치하도록 하고, 청진기는 슬와동맥에 위치하고 혈압을 측정한다.

혈압을 처음 측정하는 경우에 사지 혈압을 측정할 필요가 있다. 일반적으로 하지 혈압이 상지 혈압보다 10-20% 정도 높는데, 상지 혈압이 더 높다면 대동맥축착이나 다카야스 동맥염 등을 의심

해 볼 수 있다.

선별 혈압측정 방법으로 진동혈압계를 사용할 수 있지만, 고혈압이 의심된다면 청진혈압계로 다시 확인해야 한다.

3. 24시간혈압측정

1년 이상 상승된 혈압으로 측정되거나, 세 번 이상 병원 방문에서 일단계 고혈압으로 측정되었다면 24시간혈압측정이 필요하다. 백의고혈압이나 가면고혈압이 의심되는 경우에도 24시간혈압측정이 필요하다. 24시간혈압측정이 필요한 고위험군은 다음과 같다. 이차성 고혈압, 만성 신장질환, 구조적 신장 이상, 1형 당뇨병·2형 당뇨병, 고형 기관 이식, 비만, 폐쇄수면무호흡증후군, 대동맥축착(수술 전과 후), 고혈압과 연관된 유전질환(neurofibromatosis, Turner syndrome, Williams syndrome), 치료된 고혈압, 미숙아로 태어난 과거력 등이 이에 해당한다. 24시간혈압의 고혈압 진단기준은 Table 3과 같다[4].

4. 가정혈압측정

가정에서 측정한 혈압은 고혈압이 진단된 후에 병원에서 측정한 혈압과 24시간혈압에 추가적으로 참고할 수 있는 보조적인 수단이고, 고혈압 진단이나, 백의 고혈압 진단, 혹은 가면 고혈압 진단에 사용하면 안된다[5]. 가정에서 측정한 혈압 기준은 Table 4와 같다[3].

Table 4. Home blood pressure values (SBP/DBP mmHg)

Height (cm)	Boy			Girl		
	Number	50th percentile (SBP/DBP)	95th percentile ^{a)} (SBP/DBP)	Number	50th percentile (SBP/DBP)	95th percentile ^{a)} (SBP/DBP)
120-129	23	105/64	119/76	36	101/64	119/74
130-139	51	108/64	121/77	51	103/64	120/76
140-149	39	110/65	125/77	61	105/65	122/77
150-159	41	112/65	126/78	71	108/66	123/77
160-169	45	115/65	128/78	148	110/66	124/78
170-179	91	117/66	132/78	46	112/66	125/79
180-189	57	121/67	134/79	7	114/67	128/80

Adapted from Flynn JT et al. Pediatrics 2017;140:e20171904 [3].

SBP, systolic blood pressure; DBP, diastolic blood pressure.

^{a)}Hypertension level.**Table 5.** Screening tests

Patient population	Screening test
All patients	Urinalysis Chemistry panel, including electrolytes, blood urea nitrogen, and creatinine Lipid profile (fasting or nonfasting to include high-density lipoproteina and total cholesterol) Renal ultrasonography in those <6 yr of age or those with abnormal urinalysis or renal function
In the obese (BMI >95th percentile) child or adolescent, in addition to the above	Hemoglobin A1c (accepted screen for diabetes) Aspartate transaminase and alanine transaminase (screen for fatty liver) Fasting lipid panel (screen for dyslipidemia)
Optional tests to be obtained on the basis of history, physical examination, and initial studies	Fasting serum glucose for those at high risk for diabetes mellitus Thyroid-stimulating hormone Drug screen Sleep study (if loud snoring, daytime sleepiness, or reported history of apnea) Complete blood count, especially in those with growth delay or abnormal renal function

Adapted from Flynn JT et al. Pediatrics 2017;140:e20171904 [3].

BMI, body mass index.

검사

고혈압으로 진단되면 필요한 선별검사를 시행하여 이차적인 원인과 합병증 유무를 확인 해야 한다(Table 5) [3]. 소아청소년기에 고혈압으로 인한 뇌졸중이나 심근경색증 같은 심혈관질환이 발생하는 경우는 매우 드물지만, 표적 장기 손상 표지들(left ventricular mass index, carotid intima-media thickness, pulse wave velocity, hypertensive retinopathy, early renal injury)의 변화는 올 수 있다.

심장초음파 검사는 다음의 경우에 시행한다. 고혈압 약물

치료를 고려할 때, 치료 중에도 고혈압이 지속될 때, 좌심실 비대·좌심실 기능저하, 이단계 고혈압, 이차성 고혈압 등이 이에 해당된다.

고혈압에서 흔한 표적 장기 손상은 좌심실 비대이다. 좌심실 비대 진단기준은 8세 이상인 경우 $51 \text{ g/m}^{2.7}$ (키) 초과이고, 다른 기준은 남아 115 g/체표면적 초과, 여아 95 g/체표면적 초과이다. 정상 체중이고 8세 이상인 경우에 신동맥협착 가능성이 있으므로, 신장 초음파검사나 컴퓨터단층촬영, 혹은 자기공명영상을 고려해 볼 수 있다.

치료

1. 치료목표

고혈압 치료에서 1-13세 소아에서는 수축기혈압과 이완기혈압은 90백분위수 미만으로 유지하고, 13세 이상 청소년에서는 $130/80 \text{ mmHg}$ 미만으로 유지하는 것을 목표로 한다.

2. 비약물요법

식생활과 운동으로 혈압을 조절하는 비약물적 치료를 시도할 수 있다. 일주일에 3-5일 이상, 30-60분 정도, 중간 이상의 격렬한 신체활동을 운동요법으로 권장한다.

3. 약물요법

비약물적 치료로 혈압 조절이 안 될 때, 좌심실비대가 있을 때, 고혈압으로 증상이 있을 때, 이단계 고혈압, 이차성 고혈압, 당뇨병을 동반한 고혈압의 경우에 약물치료를 고려한다. 고혈압 치료 약물로는 칼슘 통로 차단제, 안지오텐신 전환효소 억제제, 안지오텐신 수용기 차단제, 이뇨제 등을 사용할

Table 6. Antihypertension medications for use in children and adolescents

Class of drug	Drug	Age or weight	Starting dose (per day)	Maximum dose (per day)
Thiazidediuretics	Chlorthalidone	Child	0.3 mg/kg	2 mg/kg/day (50 mg)
	Chlorothiazide	Child	10 mg/kg/day	20 mg/kg/day (375 mg/day)
	Hydrochlorothiazide	Child	1 mg/kg/day	2 mg/kg/day (37.5 mg/day)
Calcium channel blockers	Amlodipine	1-4 yr	0.1 mg/kg	0.6 mg/kg (5 mg/day)
		≥6 yr	2.5 mg	10 mg
	Felodipine	≥6 yr	2.5 mg	10 mg
	Isradipine	Child	0.05-0.1 mg/kg	0.6 mg/kg (10 mg/day)
	Nifedipine extended release	Child	0.2-0.5 mg/kg/day	3 mg/kg/day (120 mg/day)
ACE inhibitors	Benazepril	≥6 yr	0.2 mg/kg/day (10 mg/day)	0.6 mg/kg/day (40 mg/day)
	Captopril	<1 yr	0.05 mg/kg/dose	6 mg/kg/day
		≥1 yr	0.5 mg/kg/dose	6 mg/kg/day
	Enalapril	≥1 mo	0.08 mg/kg/day (5 mg/day)	0.6 mg/kg/day (40 mg/day)
	Fosinopril	≥6 yr, <50 kg	0.1 mg/kg/day (5 mg/day)	40 mg/day
		≥50 kg	5 mg/day	40 mg/day
	Lisinopril	≥6 yr	0.07 mg/kg/day (5 mg/day)	0.6 mg/kg/day (40 mg/day)
	Ramipril		1.6 mg/m ² /day	6 mg/m ² /day
	Quinapril		5 mg/day	80 mg/day
ARBs	Candesartan	1-5 yr	0.02 mg/kg/day (4 mg/day)	0.4 mg/kg/day (16 mg/day)
		≥6 yr, <50 kg	4 mg/day	16 mg/day
		≥50 kg	8 mg/day	32 mg/day
	Irbesartan	6-12 yr	75 mg/day	150 mg/day
		≥13 yr	150 mg/day	300 mg/day
	Losartan	≥6 yr	0.7 mg/kg (50 mg)	1.4 mg/kg (100 mg)
	Olmesartan	≥6 yr, <35 kg		10 mg
≥35 kg			20 mg	
Valsartan	≥6 yr	1.3 mg/kg (40 mg)	2.7 mg/kg (160 mg)	

Adapted from Flynn JT et al. Pediatrics 2017;140:e20171904 [3].
ACE, angiotensin converting enzyme; ARB, angiotensin receptor blocker.

Table 7. Antihypertensive drugs for hypertensive emergencies and urgencies

Drug	Class	Dose	Route
Esmolol	Beta-blocker	100-500 µg/kg/min	Intravenous infusion
Hydralazine	Direct vasodilator	0.1-0.2 mg/kg/dose (0.4 mg/kg/dose)	Intravenous or intramuscular bolus
Labetalol	Alpha and beta bloker	Bolus: 0.2-1 mg/kg/dose (40 mg/dose) Infusion: 0.25-3 mg/kg/hr	Intravenous bolus or infusion
Nicardipine	Calcium channel blocker	Bolus: 30 µg/kg (2 mg) Infusion: 0.5-4 µg/kg/min	Intravenous bolus or infusion
Sodium nitroprusside	Direct vasodilator	Strating: 0-3 µg/kg/min Maximum: 10 µg/kg/min	Intravenous infusion

Adapted from Flynn JT et al. Pediatrics 2017;140:e20171904 [3].

수 있으며(Table 6) [3], 이차적 원인이 있는 경우 그 원인 질환에 따라서 선별적으로 사용한다.

4. 고혈압 응급치료

급성으로 심한 이단계 고혈압이 발생하면 주사 약물 치료를 고려한다(Table 7) [3]. 혈압을 낮추는 속도는 첫 8시간 동안 목표 혈압까지 25% 이상 낮추면 안 된다.

결론

세계적으로 소아청소년에서 고혈압 유병률이 점점 증가하고 있고, 이 시기의 고혈압이 성인기 심혈관 질환과 연관성이 있다고 알려져 있다. 그러므로, 본

종설에서 제시한 것처럼, 소아청소년에서 고혈압을 진단하고 치료하는 것이, 성인기 심혈관 질환을 예방하는 데에 매우 중요한 일이다.

찾아보기말: 소아; 청소년; 고혈압

ORCID

Young Hwan Song, <https://orcid.org/0000-0001-6355-9440>.

Conflict of Interest

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

References

1. Uchiyama M, Sakai K. Studies of blood pressures in school children in northern Japan. *Public Health* 1985;99:18-22.
2. Tochikubo O, Sasaki O, Umemura S, Kaneko Y. Management of hypertension in high school students by using new salt titrator tape. *Hypertension* 1986;8:1164-1171.
3. Flynn JT, Kaelber DC, Baker-Smith CM, Blowey D, Carroll AE, Daniels SR, de Ferranti SD, Dionne JM, Falkner B, Flinn SK, Gidding SS, Goodwin C, Leu MG, Powers ME, Rea C, Samuels J, Simasek M, Thaker VV, Urbina EM; Subcommittee on Screening and Management of High Blood Pressure in Children. Clinical practice guideline for screening and management of high blood pressure in children and adolescents. *Pediatrics* 2017;140:e20171904.
4. Flynn JT, Daniels SR, Hayman LL, Maahs DM, McCrindle BW, Mitsnefes M, Zachariah JP, Urbina EM; American Heart Association Atherosclerosis, Hypertension and Obesity in Youth Committee of the Council on Cardiovascular Disease in the Young. Update: ambulatory blood pressure monitoring in children and adolescents: a scientific statement from the American Heart Association. *Hypertension* 2014;63:1116-1135.
5. Stergiou GS, Yiannes NG, Rarra VC, Panagiotakos DB. Home blood pressure normalcy in children and adolescents: the Arsakeion School study. *J Hypertens* 2007;25:1375-1379.

Peer Reviewers' Commentary

이 논문은 최근 증가하고 있는 소아청소년기의 고혈압에 대한 정의, 분류, 원인, 진단, 치료에 대해 2017년 개정된 미국 소아 과학회 지침과 함께 최신 지식을 정리하여 기술하고 있다. 소아 및 청소년 고혈압은 성인보다는 빈도가 낮지만 최근 소아 비만의 증가에 따라 그 빈도가 증가하고 있다. 또한, 소아청소년기에 발생한 고혈압은 성인 고혈압으로 지속되는 경우가 많으므로 소아청소년 고혈압에 대해 좀 더 주의를 기울여야 한다. 소아청소년의 경우는 성인과는 달리 고혈압의 정의 등 여러 가지 어려운 점이 있는데, 이 논문은 좋은 지침을 제공할 것이다. 특히 소아 고혈압에서 고려해야 할 여러 가지 주의점 및 특수한 상황, 치료 약제 등을 자세하게 소개하고 있어, 소아청소년 고혈압을 진료하는 임상 현장에 많은 도움을 줄 것으로 판단된다.

[정리: 편집위원회]