

소아 및 청소년에서 24시간 활동 혈압 측정의 임상적 유용성

경북대학교 의학전문대학원 소아과학교실, 내과학교실*, 창원파티마병원 소아청소년과†

황영주 · 박효정 · 양은애 · 조민현 · 고철우 · 양동헌* · 황현희†

= Abstract =

Clinical Usefulness of Ambulatory Blood Pressure Monitoring in Children and Adolescents

Department of Pediatrics and Internal Medicine*, Kyungpook National University School of Medicine
Department of Pediatrics†, Changwon Fatima Hospital

Young Ju Hwang, M.D., Hyo Jung Park, M.D., Eun Ae Yang, M.D., Min Hyun Cho, M.D.
Cheol Woo Ko, M.D., Dong Heon Yang, M.D.* and Hyun Hee Hwang, M.D.†

Purpose: With increasing prevalence of hypertension (HTN) in children and adolescent, pediatricians have become more interested in blood pressure (BP) measurements. The ambulatory blood pressure monitoring (ABPM) is known to be useful to differentiate true HTN and white coat HTN. The object of this study is to assess the clinical usefulness of ABPM in Korean children and adolescents.

Methods: A retrospective review of 51 patients in Kyungpook National University Hospital from January 2002 to February 2010 was done. All patients were 6–18 years old and underwent ABPM. We calculated the mean value of ABP, BP load, nocturnal dip and compared the results with the patients' diagnosis and characteristics.

Results: The mean age of the 51 patients was 17.8 ± 1.8 years and 19 children were obese. 37 patients (72.5%) were truly hypertensive and 1 patient was diagnosed as masked HTN and 7 children (14%) as white coat HTN. The rest of the patients were normotensive. Among patients with white coat HTN, 5 were in a prehypertensive state. Mean systolic and diastolic BP load of patients with true HTN were significantly higher than non-hypertensive children ($P < 0.001$). Although the nocturnal dip of all patients were below 10%, there was no statistical significance. The obese patients showed higher systolic and diastolic BP. Their systolic and diastolic BP load were significantly higher than non-obese patients ($P < 0.001$).

Conclusion: ABPM in children and adolescents seems to be a valuable tool in the assessment of white coat HTN and in the confirmation of true HTN. A considerable number of white coat HTN patients are revealed to be in a prehypertensive state and need close follow-up. (*J Korean Soc Pediatr Nephrol* 2011;15:154–162)

Key Words : Hypertension, Ambulatory blood pressure monitoring, Children

*본 연구 내용의 일부는 2011년 아시아소아신장학회(ACPN, Japan)에서 포스터로 발표 되었음.

접수: 2011년 7월 11일, 수정: 2011년 8월 24일, 승인: 2011년 8월 31일

책임저자: 조민현, 대구광역시 중구 동덕로 130 경북대학교 의학전문대학원 소아과학교실

Tel: 053) 420-5704 Fax: 053) 425-6683 E-mail: chomh@knu.ac.kr

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

서 론

소아 청소년에서 본태성 고혈압의 유병률이 증가하고, 소아의 혈압 측정과 그 추적 관찰이 성인기 본태성 고혈압 환자의 발견을 용이하게 하는 것으로 알려지면서 [1], 소아 청소년에서 혈압의 측정과 고혈압 진단에 관련된 여러 연구들이 시행되고 있다 [2-4]. 최근 여러 국가의 대규모 조사를 통해 소아 청소년 혈압의 정상치에 대한 자료가 마련되고 있으며 이를 통해 더욱 쉽게 고혈압을 발견할 수 있게 되었다 [5]. 우리나라도 2008년 대한소아과학회에서 Lee 등이 성별, 연령별, 신장별 수축기와 이완기 수시 혈압의 정상치를 발표하였다 [6].

반면, 수시 혈압만으로 고혈압의 진단과 합병증에 대한 평가, 이에 따른 치료 방향의 설정이 가능하다고 알려져 왔으나 [7], 일회적 측정이 혈압의 일중 변동을 반영하지 못하고 여러 가지 생리적, 환경적인 요소에 따라 영향을 받는 단점이 있어 더 정확한 혈압 측정의 필요성이 제기되었다 [8]. 또한 수시 혈압의 측정만으로 진단할 수 없는 가면 고혈압(masked hypertension)이나 백의 고혈압(white coat hypertension)의 중요성이 강조되면서 최근 여러 연구와 임상에서 활동 혈압 감시(ambulatory blood pressure monitoring)가 널리 이용되고 있다 [9, 10].

활동 혈압 감시는 1962년 Hinman 등 [11]에 의해 처음 보고되었으며 일상생활 중 생리적 변동을 더 정확하게 반영하는 장점을 가져 백의 고혈압이나 가면 고혈압의 진단에 매우 유용하고, 항고혈압 약제에 대한 반응 등을 평가할 수 있으며, 심혈관계 질환의 이환률과 사망률의 예측하는데 있어 수시 혈압에 비해 우월한 것으로 보고되고 있다 [9]. 1990년대 초반부터 소아 청소년 영역에서도 활동 혈압 감시가 사용되기 시작하였고 현재까지 그 활용과 유용성이 보

고되고 있다 [12-14]. 그러나 우리나라 소아 청소년을 대상으로 한 활동 혈압 감시에 대한 연구는 아직 부족한 상태로, 이에 저자들은 그 임상적 유용성을 평가하고자 본 연구를 시행하였다.

대상 및 방법

1. 대 상

2002년 1월부터 2010년 2월까지 경북대학교병원 소아청소년과 및 내과를 방문하여 활동 혈압 감시를 시행한 6세부터 18세까지의 소아 및 청소년 51명을 대상으로 하였다. 모든 대상자들은 본원 외래에 2회 이상 방문하여 수시 혈압을 측정하였고 이후 활동 혈압 감시를 시행하였다. 소아 청소년에서 고혈압은 3회 이상 측정된 수시 혈압이 성별, 연령별, 신장별 수축기 또는 이완기 혈압의 95 백분위수 이상일 때 진단되는데, 본 연구에서는 수시 혈압과 활동 혈압 감시 결과 모두 Lee 등 [6]이 발표한 한국 소아 청소년 정상 혈압 참고치를 기준으로 하였다.

2. 방 법

수시 혈압은 미국 Colin 사의 진동식 자동 혈압계인 Press Mate BP 8800p로 측정하였으며 환자들은 외래에 방문하여 5분간 앉은 자세로 안정을 취하고 난 뒤 팔 둘레에 맞는 적절한 혈압대로 오른쪽 상완에서 혈압을 측정하였다 [5].

활동 혈압 감시는 독일 GE Healthcare 사의 진동식 자동 혈압계인 Tonoport V를 이용하여 24시간 동안 시행되었고 모든 환자는 매 활동 혈압 측정 시 활동 상태에 대한 일상 일지를 기록하도록 하였다. 혈압의 측정은 7시와 22시를 기준으로 하여 주간 혈압은 30분 간격으로, 야간 혈압은 1시간 간격

으로 시행되었다. 활동 혈압 감시의 결과는 모든 유효 측정값을 적용하여 24시간 동안의 수축기 및 이완기 평균 활동 혈압, 혈압 부하(BP load)와 야간 혈압 강하(nocturnal dip)의 정도 등을 계산하였다. 혈압 부하는 전체 혈압 측정 시간 중 환자의 성별, 연령별, 신장별 표준 혈압의 95 백분위수를 넘는 시간의 백분율이고, 야간 혈압 강하는 평균 주간 혈압에서 평균 야간 혈압을 뺀 값을 평균 주간 혈압으로 나누어 계산하였으며[15], 각각의 결과에 따라 환자들의 진단과 임상적 특징을 비교, 분석하였다.

3. 통계분석

자료 입력과 통계처리 및 분석은 SPSS for Windows (version 18.0, SPSS, Chicago, IL, USA) 프로그램을 이용하였다. 독립표본 T 검정, 교차분석 및 상관 분석을 사용하여 임상적 특징과 수시혈압, 24시간 활동 혈압 측정치를 분석하였으며 *P* 값이 0.05 미만인 경우를 통계학적으로 유의하다고 하였다.

결 과

전체 51명의 환자 중 남자가 49명, 여자가 2명이었으며 평균연령은 17.8±1.8세(6.5-18.9세)이었고 이 중 19명(37.3%)은 신체 질량 지수가 95 백분위수를 넘는 비만이었다. 대상 환자들은 모두 타 기관에서 수시 혈압 측정 후 고혈압이 의심되어 본원으로 의뢰되었고 의뢰 경로는 군대 신체검사가 29명(56.9%), 타 병원 진료 후 전원 된 경우가 11명(21.6%), 학교 신체검사가 9명(17.6%), 보건소 검진이 2명(3.9%)이었다. 활동 혈압 감시 시행 중 총 혈압의 측정횟수는 평균 40.1회(33-55회)였고 낮 평균 31.5회, 밤 평균 8.6회였으며 유효 측정횟수는 37.8회, 유효 측정율은 94.3%이었다.

평균 수축기 또는 이완기 수시혈압이 95 백분위수 이상인 환자는 전체 51명 중 43명(84.3%), 95 백분위수 미만인 환자는 8명(15.7%)이었다. 2회 측정된 수시 혈압간의 차이는 수축기 혈압이 12.1±9.9 mmHg, 이완기 혈압이 11.0±9.3 mmHg이었다.

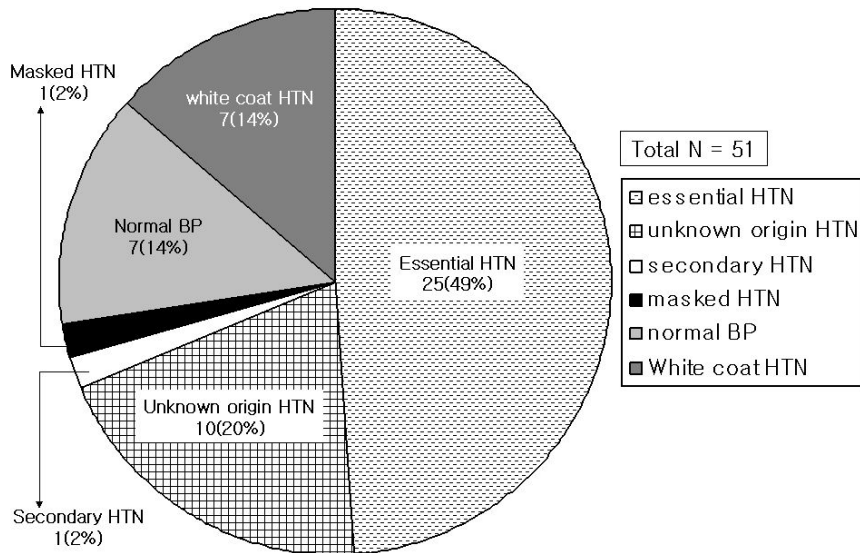


Fig. 1. Patients grouping by the results of ambulatory blood pressure monitoring. Abbreviations: HTN, hypertension; BP, blood pressure.

이들의 활동 혈압 감시 결과를 보면 평균 수축기 또는 이완기 혈압이 95 백분위 이상인 진성 고혈압 환자가 37명(72.5%)이었고 이 중 1명은 수시 혈압이 95 백분위수 미만으로 가면 고혈압으로 진단되었다(Fig. 1). 7명(14%)은 수시 혈압이 95 백분위수 이상이었으나 24시간 활동 혈압의 평균은 정상인 백의 고혈압으로 진단되었으며 나머지 7명은 수시 혈압과 24시간 활동 혈압 모두 정상이었다. 백의 고혈압으로 진단된 7명 중 5명은 평균 수축기 혈압이 90-95 백분위수 범위인 고혈압 전단계로 확인되었다(Fig. 2).

진성 고혈압 환자에서 고혈압의 가족력이 있는 경

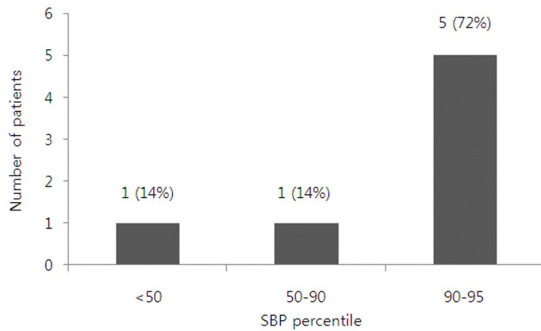


Fig. 2. Distribution of systolic blood pressure percentile in white coat hypertension patients.

우는 15명(40.5%)으로 정상 혈압 소아군에서의 2명(14.3%)에 비해 많았고 비만 환자도 18명(48.6%)으로 정상 혈압 소아군에서의 1명(7%)에 비해 많았으나 통계적 유의성은 없었다(Table 1). 평균 수축기와 이완기 혈압 부하는 정상 혈압 소아에 비해 유의하게 높았고($P<0.001$), 수축기와 이완기 야간 혈압 강하는 정상 혈압 소아 군에 비해 낮았으나 통계적으로 유의하지는 않았다(Fig. 3).

신체 질량 지수가 95 백분위수 이상인 비만 환자

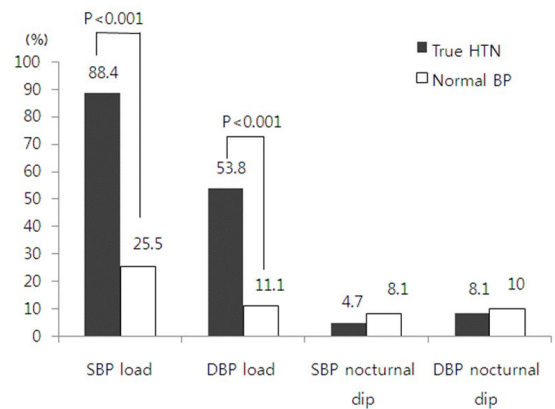


Fig. 3. BP load and nocturnal dip in hypertensive patients. Abbreviations : HTN, hypertension; SBP, systolic blood pressure; DBP, diastolic blood pressure.

Table 1. Characteristics of the Patients Divided by the Results of the Ambulatory Blood Pressure Monitoring

	True HTN group (n=37)	Normal BP group (n=14)	P value
Mean SBP (mmHg)	159.3±17.7	122.7±11.4	0.175
Mean DBP (mmHg)	91.3±15.5	70.6±9.5	0.195
Age (yr)	18.1±0.9	17.2±3.1	0.33
Sex (Male/Female)	37/0	12/2	0.019
BMI (Kg/m ²)	27.1±5.1	22.7±3.6	0.045
Obese patients (n)	18	1	0.127
Family history of HTN (n)	15	2	0.076
Mean SBP dip (%)	4.7±5.1	8.1±5.8	0.65
Mean DBP dip (%)	8.1±1.2	10.0±3.0	0.23
Mean SBP load (%)	88.4±11.1	25.5±21.2	0.001
Mean DBP load (%)	53.8±30.1	11.1±14.5	<0.001

Abbreviations : HTN, hypertension; SBP, systolic blood pressure; DBP, diastolic blood pressure; BMI, body mass index

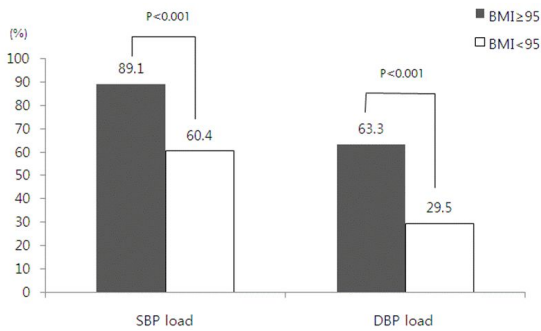


Fig. 4. BP load in obese patients. Abbreviations : SBP, systolic blood pressure; DBP, diastolic blood pressure; BMI, body mass index.

19명 중 18명(94.7%)이 진성 고혈압으로 진단되었고 이들은 신체 질량 지수 95 백분위수 미만인 군보다 평균 수축기 혈압과 평균 이완기 혈압 및 혈압 부하가 의미 있게 높았다($P < 0.001$, Fig. 4). 수축기 야간 혈압 강하의 경우 비만 환자에서 10% 미만이었으나 이완기 야간 혈압의 강하는 10.1%이었고 신체 질량 지수가 95 백분위수 미만인 군에서 역시 10% 미만의 수축기, 이완기 혈압 강하를 보여 유의하지 않았다.

수축기 또는 이완기 혈압 부하가 50% 이상인 군에서 수축기와 이완기 평균 야간 혈압 강하가 모두 낮았으나 통계적으로 유의하지는 않았다. 수시 혈압의 평균 수축기, 이완기 혈압은 활동 혈압 감시로 측정된 평균 혈압에 비해 모두 높게 측정되었다($P < 0.001$).

고 찰

소아 청소년 고혈압의 유병률은 2~5%로 보고되며[16, 17], 성인에 비해 이차성 고혈압이 더 흔한 것이 특징이다[18]. 그러나 최근 선진국과 후진국 모두에서 소아 청소년의 비만이 늘어나면서 이에 따른 소아 당뇨, 고혈압 등의 유병률이 점차 증가하고 있으며[19-21], 우리나라에서도 경제적 발전, 영양 상태의 변화와 운동 부족 등으로 소아 비만의 빈도가 증가하면서 청소년의 본태성 고혈압 빈도가 증

가하는 것으로 보고되었다[22, 23]. Joseph [24]은 소아 청소년 고혈압의 유병률 증가 뿐 아니라 실제 혈압의 수준도 이전에 비해 상승하였음을 강조하였다. 이러한 소아기의 높은 수축기 혈압은 이후 성인의 고혈압과 대사 증후군 등의 발생 위험 인자로 보고되고 있다[25].

이러한 다양한 이유로 인해 최근 소아 청소년에서 혈압 측정의 중요성이 강조되고 있다. 미국에서는 이미 소아 청소년에서 혈압 측정을 정기 건강 검진에 포함할 것을 강력히 권고하고 있으며[5], Lurbe와 Redon [26]은 예방적 혈압 측정을 통해 의료진으로 하여금 가능한 한 어린 나이에 고혈압의 위험 요소를 가진 환자를 발견하도록 해야 한다고 주장하였다.

활동 혈압 감시는 고혈압의 진단에 유용한 도구로 수시 혈압보다 생리적 일중변동을 잘 반영하고 그 외에도 평균 혈압, 혈압 부하, 야간 혈압 강하의 유무 등을 평가할 수 있어 표적 장기 손상과 심혈관 질환의 예측을 더 정확하게 반영한다고 알려져 있다[27-29].

본 연구에서는 수시 혈압 측정 후 고혈압이 의심되어 의뢰된 환자들을 대상으로 24시간 동안 활동 혈압 감시를 시행하였고 이를 통해 진성 고혈압과 백의 고혈압 및 가면 고혈압을 감별 진단할 수 있었다.

병원에서 혈압을 측정하는 것이 환자를 각성시키고 혈압을 증가시킨다고 하여 이를 백의 효과라고 하며 Pickering 등[30]은 외래에서 측정한 혈압이 95 백분위수 이상인데 활동 혈압은 정상인 백의 효과가 약 25%에서 나타난다고 보고하였다. 소아에서 백의 고혈압의 유병률은 12.9-44%까지 보고되고 있으며[31] 본 연구에서도 7명(14%)이 백의 고혈압으로 진단되었다. 백의 고혈압은 심혈관 질환의 발생과는 무관하다고 알려져 왔으나[32] 최근 여러 연구에서 백의 고혈압으로 진단된 소아들이 정상 혈압을 가진 소아보다 신체 질량 지수가 높고, 좌심실 질량 지수(left ventricular mass index)가 증가하는 경향을 보이며[32-35] 고혈압 전단계 상태의 환자가 많은 것으로 보고되고 있다[33]. 실제로 본 연구에

서 백의 고혈압으로 진단된 환자 7명 중 5명(71.4%)이 평균 수축기 혈압이 90에서 95 백분위수인 고혈압 진단계로 확인되었다.

백의 고혈압과는 다르게 수시 혈압은 정상이나 활동 혈압은 연령별, 성별, 신장별 95 백분위수 이상인 경우를 가면 고혈압이라고 한다[36]. 소아 청소년에서 가면 고혈압의 유병률은 약 10%로 보고되며[31, 37] 이는 성인기에 진성 고혈압으로의 진행과 관련이 있고 정상 혈압을 가진 소아에 비해 좌심실 질량 지수가 높다고 한다[31]. 본 연구에서는 51명 중 1명(2%)이 가면 고혈압으로 진단되었다.

저자들은 본 연구에서도 백의 고혈압과 가면 고혈압의 진단에 있어 활동 혈압 감시가 유용함을 알 수 있었다. 또한 본 연구에서는 좌심실 질량 지수 등 표적 기관 손상에 대한 평가가 이루어지지 않았으나 향후 이들에 대한 정기적인 혈압의 추적과 예후 예측에 대한 장기적 연구가 필요할 것으로 생각된다.

혈압 부하는 전체 혈압 측정 시간 중 환자의 성별, 연령별, 신장별 표준 혈압의 95 백분위수를 넘는 시간의 백분율이다. 성인에서는 평균 혈압과 상관없이 혈압 부하가 높은 것만으로 심혈관계 질환 발생의 독립적 위험인자인 것이 알려져 있고[38] 소아에서도 Sorof 등[39]이 수축기 혈압 부하가 50% 이상인 경우 좌심실비대가 더 많은 것으로 보고하였다. 본 연구에서도 진성 고혈압 환자의 경우 이전의 보고들과 같이 평균 수축기, 이완기 혈압 부하가 정상 혈압을 가진 소아에 비해 높았다.

비만인 소아에서도 신체 질량 지수가 95 백분위수 미만인 소아에 비해 평균 수축기, 이완기 혈압과 평균 수축기, 이완기 혈압 부하 모두 높게 측정되었고 이들 모두 통계적으로 유의하였다.

정상적인 혈압의 일주기 양상에서 수면 중 혈압은 활동 시 보다 10% 이상 낮은데 이를 야간 혈압 강하라고 하고 이는 평균 주간 혈압에서 평균 야간 혈압을 뺀 값을 평균 주간 혈압으로 나누어 계산한다[35, 40]. 본 연구에서 진성 고혈압 환자는 정상 혈압을 가진 소아에 비해 낮은 야간 혈압 강하를 보였지만

통계적 유의성은 없었고, 정상 혈압을 가진 소아 역시 10% 미만의 야간 혈압 강하를 보여 정상 혈압의 일중 변동인 10% 이상의 야간 혈압 강하는 확인할 수 없었다. 이는 야간 혈압 측정에 의한 수면의 방해, 소아용 혈압대가 없어 일부 소아에서 크기가 부적절하였던 점, 우리나라 소아 청소년을 대상으로 한 활동 혈압 감시에 대한 기준치가 정립되어 있지 않아 수시 혈압 정상치를 기준으로 그 결과를 평가한 점 등에 의한 오차가 있었을 것으로 생각된다.

또한 본 연구에서 대상 환자의 평균 연령이 17.8 ± 1.8 세로 청소년 시기로, 성별은 남자가 49명(96%)으로 편중되어 연령, 성별에 따른 비교에 한계를 가졌다.

본 연구는 소아 청소년에서 활동 혈압 감시가 진성 고혈압 및 백의 고혈압을 진단하는데 유용하였음을 보이는데 그 의의가 있으며 백의 고혈압의 상당수가 고혈압 전 단계에 해당되는 것으로 나타나 향후 이들에 대한 지속적인 추적 관찰이 필요한 것으로 생각된다. 또한 우리나라는 소아 청소년을 대상으로 한 활동 혈압 감시에 대한 기준치가 정립되지 않은 상태로 이에 대한 더 많은 연구가 필요하겠다.

요 약

목적: 소아 청소년에서 고혈압의 유병률이 증가하면서 혈압의 측정에 대한 관심이 증가하고 있다. 활동 혈압 감시는 진성 고혈압과 백의 고혈압의 진단에 유용하다고 알려져 있어 우리나라 소아 청소년을 대상으로 활동 혈압 감시의 임상적 유용성을 알아보기 위해 본 연구를 시행하였다.

방법: 2002년 1월부터 2010년 2월까지 경북대학교병원 소아청소년과 및 내과를 방문하여 활동 혈압 감시를 시행한 6세부터 18세까지의 소아 및 청소년 51명을 대상으로 하였다. 외래에서 측정된 수시 혈압과 활동 혈압 감시 결과로 계산된 평균 혈압, 혈압 부하 및 야간 하강 정도를 환자들의 임상적 특징과 진단 별로 비교하였다.

결 과: 전체 51명의 환자 중 남자가 49명이었으며 평균연령은 17.8 ± 1.8 세였고 19명(37.3%)이 비만이었다. 활동 혈압 감시 시행 중 평균 유효 측정횟수는 37.8회, 유효 측정률은 94.3%이었다. 활동 혈압 감시 결과 진성 고혈압 환자가 37명(72.5%)이었고 이 중 1명이 가면 고혈압이었다. 7명(14%)은 백의 고혈압으로 진단되었으며 나머지 7명은 수시 혈압과 24시간 활동 혈압 모두 정상이었다. 백의 고혈압으로 진단된 7명 중 5명이 고혈압 전 단계였다. 진성 고혈압 환자에서 평균 수축기와 이완기 혈압 부하는 정상 혈압 소아에 비해 유의하게 높았고($P < 0.001$) 야간 강하는 10% 이하였으나 통계적 유의성은 없었다. 비만 환자에서 평균 수축기, 이완기 혈압 및 혈압 부하가 유의하게 높았다($P < 0.001$).

결 론: 본 연구에서 소아 청소년에서 활동 혈압 감시가 진성 고혈압 및 백의 고혈압을 진단하는데 유용하였으며 백의 고혈압을 가진 소아의 상당수가 고혈압 전 단계에 해당되어 향후 이들에 대한 지속적인 추적 관찰이 필요한 것으로 생각된다.

References

- 1) Bao W, Threefoot SA, Srinivasan SR, Berenson GS. Essential hypertension predicted by tracking of elevated blood pressure from childhood to adulthood. *Am J Hypertens* 1995;8:657-65.
- 2) Soergel M, Kirschstein M, Busch C, Danne T, Gellermann J, Holl R, et al. Oscillometric twenty-four-hour ambulatory blood pressure values in healthy children and adolescents: a multicenter trial including 1141 subjects. *J Pediatr* 1997;130:178-84.
- 3) Gellermann J, Kraft S, Ehrich JH. Twenty-four-hour ambulatory blood pressure monitoring in young children. *Pediatr Nephrol* 1997;11:707-10.
- 4) Harshfield GA, Alpert BS, Pulliam DA, Somes GW, Wilson DK. Ambulatory blood pressure recordings in children and adolescents. *Pediatrics* 1994;94:180-4.
- 5) 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.
- 6) Lee CG, Moon JS, Choi JM, Nam CM, Lee SY, Oh KW, et al. Normative blood pressure references for Korean children and adolescents. *Korean J Pediatr* 2008;51:33-41.
- 7) MacMahon S, Peto R, Cutler J, Collins R, Sorlie P, Neaton J, et al. Blood pressure, stroke, and coronary heart disease. Part 1, Prolonged differences in blood pressure: prospective observational studies corrected for the regression dilution bias. *Lancet* 1990; 335:76-74.
- 8) Littler WA, Honour AJ, Puqley DJ, Sleight P. Continuous recording of direct arterial pressure in unrestricted patients. Its role in the diagnosis and management of high blood pressure. *Circulation* 1975;51:1101-6.
- 9) Metoki H, Ohkubo T, Kikuya M, Asayama K, Obara T, Hara A, et al. Prognostic significance of night-time, early morning, and day-time blood pressures on the risk of cerebrovascular and cardiovascular mortality: the Ohasama Study. *J Hypertens* 2006;24:1841-8.
- 10) O'Brien E. Ambulatory blood pressure measurement is indispensable to good clinical practice. *J Hypertens* 2003;21:S11-8.
- 11) Hinman AT, Engel BT, Bickford AF. Portable blood pressure recorder. Accuracy and preliminary use in evaluating intradaily variations in pressure. *Am Heart J* 1962;63: 663-8.
- 12) Lurbe E, Sorof JM, Daniels SR. Clinical and research aspects of ambulatory blood pressure monitoring in children. *J Pediatr* 2004; 144:7-16.
- 13) Sorof JM, Portman RJ. Ambulatory blood pressure measurements. *Curr Opin Pediatr* 2001;13:133-7.

- 14) Simckes AM, Srivastava T, Alon US. Ambulatory blood pressure monitoring in children and adolescents. *Clin Pediatr (Phila)* 2002; 41:549-64.
- 15) Sorof JM, Portman RJ. Ambulatory blood pressure monitoring in the pediatric patient. *J Pediatr* 2000;136:578-86.
- 16) 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.
- 17) Moore WE, Stephens A, Wilson T, Wilson W, Eichner JE. Body mass index and blood pressure screening in a rural public school system: the Healthy Kids Project. *Prev Chronic Dis* 2006;3:A114.
- 18) Sinaiko AR. Hypertension in children. *N Engl J Med* 1996;335:1968-73.
- 19) Ebbeling CB, Pawlak DB, Ludwig DS. Childhood obesity: public-health crisis, common sense cure. *Lancet* 2002;360:473-82.
- 20) Tounian P, Aggoun Y, Dubern B, Varille V, Guy-Grand B, Sidi D, et al. Presence of increased stiffness of the common carotid artery and endothelial dysfunction in severely obese children: a prospective study. *Lancet* 2001;358:1400-4.
- 21) Woo KS, Chook P, Yu CW, Sung RY, Qiao M, Leung SS, et al. Overweight in children is associated with arterial endothelial dysfunction and intima-media thickening. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2004;28:852-7.
- 22) Kim EY, Rho YI, Yang ES, Park SK, Park YB, Moon KR, et al. Six year follow-up of childhood obesity. *J Korean Pediatr Soc* 2001;44:1295-300.
- 23) Park YS, Lee DH, Choi JM, Kang YJ, Kim CH. Trend of obesity in school age children in Seoul over the past 23 years. *Korean J Pediatr* 2004;47:247-57.
- 24) Joseph T. Pediatric hypertension update. *Curr Opin Nephrol Hypertens* 2010;19:292-7.
- 25) Sun SS, Grave GD, Siervogel RM, Pickoff AA, Arslanian SS, Daniels SR. Systolic blood pressure in childhood predicts hypertension and metabolic syndrome later in life. *Pediatrics* 2007;119:237-46.
- 26) Lurbe E, Redon J. Discrepancies in office and ambulatory blood pressure in adolescents: help or hindrance? *Pediatr Nephrol* 2008;23:341-5.
- 27) Belsha CW, Wells TG, McNiece KL, Seib PM, Plummer JK, Berry PL. Influence of diurnal blood pressure variations on target organ abnormalities in adolescents with mild essential hypertension. *Am J Hypertens* 1998; 11:410-7.
- 28) Verdecchia P. Prognostic value of ambulatory blood pressure: current evidence and clinical implications. *Hypertension* 2000;35: 844-51.
- 29) Mancia G, Parati G. Ambulatory blood pressure monitoring and organ damage. *Hypertension* 2000;36:894-900.
- 30) Pickering TG, James GD, Boddie C, Harshfield GA, Blank S, Laragh JH. How common is white coat hypertension? *JAMA* 1998;259: 225-8.
- 31) Stabouli S, Kotsis V, Toumanidis S, Papamichael C, Constantopoulos A, Zakopoulos N. White-coat and masked hypertension in children: association with target organ damage. *Pediatr Nephrol* 2005;20:1151-5.
- 32) Verdecchia P, Schillaci G, Borgioni C, Ciucci A, Porcellati C. Prognostic significance of the white coat effect. *Hypertension* 1997; 29:1218-24.
- 33) Stergiou GS, Yiannes NJ, Rarra VC, Alamara CV. White-coat hypertension and masked hypertension in children. *Blood Press Monit* 2005;10:297-300.
- 34) Kavey RE, Kveselis DA, Atallah N, Smith FC. White coat hypertension in childhood: evidence for end-organ effect. *J Pediatr* 2007;150:491-7.
- 35) Hassler C, Burnier M. Circadian variations in blood pressure: implications for chronotherapeutics. *Am J Cardiovasc Drugs* 2005; 5:7-15.

- 36) Pickering TG, Davidson K, Gerin W, Schwartz JE. Masked hypertension. *Hypertension* 2002;40:795-6.
- 37) Lurbe E, Torro I, Alvarez V, Nawrot T, Paya R, Redon J, et al. Prevalence, persistence, and clinical significance of masked hypertension in youth. *Hypertension* 2005;45:493-8.
- 38) Mule G, Nardi E, Andronico G, Cottone S, Raspanti F, Piazza G, et al. Relationships between 24 h blood pressure load and target organ damage in patients with mild-to-moderate essential hypertension. *Blood Press Monit* 2001;6:115-23.
- 39) Sorof JM, Cardwell G, Franco K, Portman RJ. Ambulatory blood pressure and left ventricular mass index in hypertensive children. *Hypertension* 2002;39:903-8.
- 40) Pickering TG, Shimbo D, Haas D. Ambulatory blood-pressure monitoring. *N Engl J Med* 2006;354:2368-74.