

## 아동혈압의 지속성에 관한 시계열 분석

연세대학교 의과대학 예방의학교실

이 순 영 · 서 일 · 남 정 모

= Abstract =

### Tracking of blood pressure during childhood

Soon Young Lee, Il Seo, Jeung Mo Nam

*Department of Preventive Medicine and Public Health  
Yonsei University College of Medicine*

The purpose of this study is to find the tracking of blood pressure in primary school-age children. A follow-up study was conducted from 1986 to 1990 on 330 first grade children attending primary schools in Kangwha County, Kyungki-Do.

Basically we employed a linear regression model with random coefficients to figure out the relation between blood pressure changes and initial blood pressure.

We obtained the following results :

1. The mean blood pressures were increased grade went up in both sexes and were generally higher in female than male except for the systolic blood pressure at first grade. The size of difference was about 0.8 mmHg in mean systolic blood pressure and 1.5 mmHg in mean diastolic blood pressure.
2. The average annual increasing rates of systolic blood pressure were 2.5 mmHg in male and 3.1 mmHg in female respectively. For the diastolic blood pressure the average annual increasing rates were observed to be 3.0 mmHg in male and 2.9 mmHg in female respectively. Increasing rate of systolic blood pressure was significantly higher in female than male.
3. The adjusted regression coefficient of systolic blood pressure change on initial value was -0.11 in male and -0.13 in female and that coefficient of diastolic blood pressure change on initial value was -0.01 in male and -0.11 in female. This result shows that children with higher initial blood pressure do not pick up their blood pressure faster than others with lower initial blood pressure. There is no evidence of tracking of blood pressure in children.

It is essential to find the earliest age having the tracking of blood pressure and we leave it for the further study.

**Key Word:** *blood pressure, childhood, tracking*

## I. 서 론

사춘기 및 그 이전의 소아의 혈압은 아동의 성장(growth) 및 성숙(maturation)과 밀접한 관계가 있다(Voors 등, 1977; Katz 등, 1980). 따라서 충분한 성장 이전의 혈압으로 그 아동의 성인혈압을 예측하는 것은 용이하지 않다. 그러나 심혈관계 질환이 중요한 질환으로 부각된 지난 1960년 중반이후부터 임상증상을 동반한 질환의 단순한 치료뿐 아니라 증상이 발현되기 이전의 혈압의 자연史(natural history) 및 혈압 결정요인들을 찾고자한 노력으로 성인혈압 뿐 아니라 아동혈압에 대한 연구가 진행되었다.

소아혈압에 대한 연구는 1960년대에 시작되어 초기에는 소아의 혈압분포와 혈압을 결정하는 요인을 구명하는 연구들이 주로 시행되었으나 1970년대 후반에 들어서는 추적조사를 통한 시계열 연구로 발전되었다. 최근에 이들 위험요인들의 지속성(tracking phenomenon)에 대한 개념이 들어오면서 실제로 이러한 위험인자들을 소지한 소아들이 결국 성인이 되어 임상증상을 발현하게 될 것인가가 연구의 과제가 되었다. 소아와 청소년의 혈압을 시계열로 연구한 바에 의하면 같은 나이에 있는 소아의 혈압의 상대적 순위는 일정 기간후에도 지속되는 경향을 보인다는 보고가 있는 반면(Oberman 등, 1967; Zinner 등, 1975; Buck 등, 1973; Webber 등, 1983) 일반적으로 초기 고혈압의 혈압수준은 불안정(lability)하고 (Fronhlich 등, 1970; Genest, 1974) 소아기 특히 사춘기에는 혈압의 지속성이 없다는 보고도 있어(Bringgold 등, 1976; Katz 등, 1980) 소아혈압의 지속성 여부는 여전히 매우 관심이 있는 연구과제이다. 특히 상대적으로 상위 백분위수에 해당되는 소아의 혈압이 지속성을 보인다면 성인이 되어 고혈압으로 될 소질이 다분히 있다고 볼 수 있으나 실제로 사춘기 전후의 성장과 성숙 등 아동의 다양한 신체적 변화를 고려한다면 아동혈압의 지속성 여부는

쉽게 단정하기 어렵다(Fig. 1).

혈압의 시계열 분석에는 혈압의 지속성을 상대 백분율로 설명한 연구와 더불어 일정기간 동안의 혈압 변화와 초기 기준시점의 혈압(initial value)과의 관계를 연구한 것(Blomqvist, 1977; Margaret 등, 1980; Kurt 등, 1980; Wu 등, 1980; Svarsdud 등, 1980)이 있다. 초기 기준시점에서 혈압이 높았던 아동이 혈압변화도 크며 더 나아가 혈압변화율과 성인 혈압과도 양의 상관성이 있어(Sparrow 등, 1982) 결국 성인 고혈압으로 될 위험이 큰 것으로 보고된 반면에 그와는 반대로 성인에서 볼 수 있는 'horse racing effect' 즉 한 시점에서 혈압이 높은 사람이 그 이후 혈압의 증가율도 크다는 것이 아동에서는 적용되지 않는다는 보고도 있다(Woynarowska 등, 1985; Hofman 등, 1983; Peto, 1981; Scardsudd, 1980; Wu 등, 1980).

우리나라에서 이루어진 소아혈압에 대한 역학적 연구는 주로 단면적인 연구로써 주로 혈압분포(이병윤, 1963; 최계영, 1968; 최용 등, 1989)와 그 관련요인 규명에 관한 것이다(서일, 1987; 박종구, 1988, 1989). 시계열 분석과 관련된 연구로는 아동혈압의 시계열 변화 양상을 본 서 등(1989)에 의한 것으로 국민학교 1학년 아동을 4년간 추적관찰하여 상위 백분위수에 해당되는 소아의 혈압이 지속성을 분석하였는데 상위 20백분위수의 혈압을 가진 아동의 지속성은 유의하였으나 고혈압군 아동(Shear 등, 1987; Londe, 1971; Buck, 1973)에 속하는 상위 10백분위수의 아동의 지속성은 유의하지 않았다고 했다. 따라서 백분위수를 기준으로한 기존의 분석에서 더 나아가 각 아동의 혈압변화와 초기 기준혈압과의 관계를 분석함으로써 지속성을 더 분명하게 밝히는 연구가 필요하다.

이 연구는 한 지역사회의 4개 국민학교의 학생을 대상으로 1986년 1학년 재학 중이었던 아동의 그당시 혈압과 몇몇 관련된 변수들을 1990년 5학년때까지 매년 추적조사하여 측정된 혈압자료를 기초로 초기 기준혈압

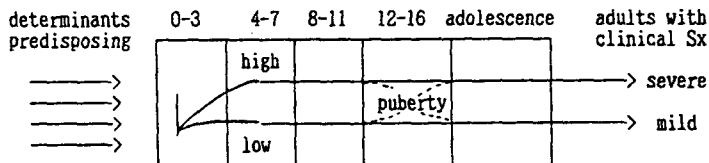


Fig. 1. A schematic presentation of the change of risk factor variables over time (Berenson, 1980)

과 그 이후 측정된 혈압의 변화와의 관계를 분석하여 혈압의 지속성 여부를 밝히고자 한다.

구체적인 연구목적은 다음과 같다.

첫째, 국민학교 아동의 혈압과 혈압변화율의 분포를 파악하고, 둘째, 아동혈압의 지속성 여부(tracking phenomenon) 를 밝힌다.

최근 고혈압성 질환을 포함한 순환기질환이 사망원인의 제1위인 우리나라에서 이미 미국 등지에서 권장하고 있는 소아 연령층에 대한 규칙적인 혈압 측정과 성인 고혈압이 예측되는 아동에 대한 위험요인 관리 및 교육 등을 포함한 고혈압 예방사업계획의 필요성 여부와 적절한 시기를 제시하는 기초자료가 되길 기대한다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구의 틀

아동의 혈압변화와 초기 기준혈압과의 관계를 분석하기 위하여 조사대상자로 선정된 아동의 1학년에서 5학년때까지의 혈압을 매년 측정하여 단순회귀모형으로 각 아동의 혈압변화율을 구한다. 여기서 구한 혈압변화율과 각 아동의 초기 기준혈압과의 관계를 단순회귀모형을 통하여 회귀계수를 구하고 이것을 보정한다.

### 2. 조사대상 및 조사기간

1986년 7월 현재 경기도 강화군 강화읍에 소재하고 있는 4개의 국민학교(강화, 합일, 감용 및 대월국민학교)에 1학년 재학중인 430명을 기준아동으로 선정하여 1990년 5학년인 현재까지 각 아동의 혈압을 매년 추적조사하였다. 1986년도에 1학년에 재학 중이던 남아 211명, 여아 219명 중 5년동안 추적조사가 가능하였던 아동은 매년 전학년 아동과 측정 당일 결석생 103명을 제외한 330명으로 연도별 추적 조사한 아동의 분포는 Table 1과 같으며 5년동안 조사가 가능하였던 아동을 코호트로 분석하였다.

### 3. 조사내용

기준아동의 수축기혈압(Korotkoff Phase I)과 이완기혈압(Korotkoff Phase IV & V), 맥박, 신장, 체중, 팔둘레 및 피부두께(삼두박근)를 매년 조사하였다.

Table 1. Frequency of follow-up children by sex

Grade(Year)	Male(%)	Female(%)	Total(%)
1('86)	211(100.0)	219(100.0)	430(100.0)
5('90)	166( 78.7)	164( 74.9)	330( 76.7)

## 4. 조사방법

### 가. 조사원 선정과 훈련방법

의과대학 4학년 학생 중 이 연구에 참여하고자 하는 학생 10~12명을 매년 조사원으로 선정하였다. 조사원간의 측정오차를 줄이고 매년 측정치의 비교성을 높이기 위하여 선발된 조사원에게 매년 같은 자료 및 방법으로 일주일간 훈련하였다. 조사원들에게 연구의 취지와 목적에 대해 교육하고, 혈압, 맥박, 신장, 체중 및 피부두께 측정을 반복 훈련하였다.

혈압측정은 The Task Force On Blood Pressure Control (1977, 1987)에서 권장하는 방법을 기준으로 교육하였고, 조사원간의 측정오차를 줄이기 위하여 한개의 cuff에 3개의 청진기(three way)를 연결하여 측정한 후 각자의 측정치를 비교하는 훈련을 하여 Texas대학교 보건대학원 역학연구센터의 혈압측정자료(Program on epidemiology on blood pressure in childhood, youth and early adulthood)로 정확도를 평가하였다.

피부두께는 2명의 측정자를 선정하여 triceps skinfold & upper arm muscle size norms for assessment of nutritional status(1974) 연구에서 권장하는 측정방법으로 반복 훈련하였다.

### 나. 조사방법

조사장소는 조용한 검사실에 조사 순서에 따라 세트를 마련하였다. 조사가 시작되기 전에 아동들에게 측정하고자 하는 항목과 순서를 상세히 설명하여 준 다음 소변을 보고 조용히 걸어서 검사실로 오도록 주지시켰다. 검사실에 도착하면 준비된 걸상에 약 10분이상 앉아 안정을 취하게 한뒤 다음의 순서에 따라 조사하였다.

첫째, 오른쪽 윗팔의 중간지점에서 줄자로 팔둘레를 측정된 후 팔을 자연스럽게 구부린 상태에서 피부두께측정기로 삼두박근 부위의 피부두께를 측정한다.

둘째, 의자에 앉힌 후 안정된 상태에서 요동맥에서 30초간 맥박을 측정하고 영정보정이 확인된 수은주혈압계로 우상완에 소아용 cuff(9×22 cm)로 수축기와 이완기

혈압을 측정하였다(팔둘레가 22.6 cm 이상인 아동은 성인용 cuff를 사용함).

세째, 신장과 체중을 측정한다.

네째, 5분간 안정후 두번째 맥박과 혈압을 같은 방법으로 측정하였다.

마지막으로 심폐기능진찰을 하였다.

### 5. 분석방법

#### 가. 분석대상 및 변수선정

기준아동 430명중 5학년때까지 계속 추정조사가 가능했던 남아 166명, 여아 164명의 연구대상자 중 異常值(outlier)를 제외한 남아 162명, 여아 160명을 분석 대상으로 하였다. 이완기 혈압은 Korotkoff phase IV를 사용하였으며(Berenson 등, 1980) 각 학년의 혈압은 첫번째로 측정된 혈압과 두번째 측정된 혈압의 평균을 이용하였다.

#### 나. 학년별 성별 아동혈압 분포

기준아동의 1학년, 2학년, 3학년, 4학년 및 5학년 때의 평균혈압과 각 아동의 5년간 혈압변화의 평균과 표준편차를 남녀별로 각각 구하였다.

#### 다. 혈압 변화율과 초기 기준혈압

연속된 시점에서 측정한 혈압의 시간에 따른 변화율은 아래 회귀 방정식의 기울기  $b_1$ 가 된다. Feinleib는(1969) 혈압이 시간에 따라 선형추세로(linear trend) 변화하고 각 개인의 혈압의 시계열에서 구한 기울기(혈압 변화율)와 절편(초기 기준값)은 이변수 정규분포를 한다고 가정하였다.

즉,  $i$ 번째 사람의  $j$ 시점에서의 혈압을  $Y_{ij}$ 로 할때  
 $Y_{ij} = m_i + b_1 t_j + \epsilon_{ij}$  ( $j=1, 2, \dots, k; i=1, 2, \dots, n$ )  
 ..... (식 1)

단,  $Y_{ij}$  : 관측혈압

$m_i$  : 참 초기 기준혈압  $\sim N(\mu, \sigma_m^2)$

$b_1$  : 참 기울기

$(m_i, b_1)$  : independent bivariate normal distribution  
 mean( $\mu, \beta$ )

covariance matrix  $\Sigma = \begin{bmatrix} \sigma_m^2 & \sigma_{mb} \\ \sigma_{mb} & \sigma_b^2 \end{bmatrix}$

$\epsilon_{ij} \sim N(0, \sigma_\epsilon^2)$

혈압은 그 특성상 같은 시점 같은 이동에 있어서도

상황에 따라 변하므로(intra-individual variation) 측정된 1학년때의 혈압을 초기 기준혈압으로 하여 분석하면 편의가 생긴다(Feinleib 등, 1969). 따라서 식 1의 모형추정 과정에서 0시점에서의 혈압으로 간주될 수 있는  $m_i$ 를 초기 기준혈압으로 하였다. 그리고 각 아동의 혈압 변화율( $b_1$ )과 초기 기준혈압( $m_i$ )을 단순회귀식을 이용하여 구하였다.

라. 혈압 변화율과 초기 기준혈압(initial value)과의 관계 규명

혈압 변화율과 초기 기준혈압과의 관계를 보기 위하여 앞에서 추정한 혈압 변화율을 반응변수로, 추정한 초기 기준혈압을 설명변수로 하여 단순회귀분석을 할 경우 시계열 분석에서 볼 수 있는 'regression toward the mean' 효과를 초래한다. 이러한 편의를 제거하기 위하여 FHG(the method of Feinleib, Halperin and Garrison) 및 최대우도법(ML; Maximum Likelihood Method)이 제시되었는데 설명력이 큰(Wu 등, 1980) 최대우도법으로 식 2의  $\theta$ 를 교정하였다.

Feinleib 등과 같은 가정하에서 Blomqvist는 추정된 초기 기준값( $m_i$ )에 혈압 변화율( $b_1$ )을 회귀시킨  $\theta$ 의 교정 추정치인  $\hat{\theta}$ 를 제시하였다.

$$b_1 = a + \theta m_i + \delta_i (i=1, 2, \dots, n) \dots\dots\dots (식 2)$$

단,  $m_i$  : 참 초기 기준혈압  $\sim N(\mu, \sigma_m^2)$

$b_1$  : 참 기울기

$(m_i, b_1)$  : independent bivariate normal distribution  
 mean( $\mu, \beta$ ) covariance matrix

$\Sigma = \begin{bmatrix} \sigma_m^2 & \sigma_{mb} \\ \sigma_{mb} & \sigma_b^2 \end{bmatrix}$

$a$  : constant

$\delta_i \sim N(0, \sigma_\delta^2)$

식 1에서 참 기준혈압( $m_i$ )과 혈압변화율( $b_1$ ; 식 1에서의 기울기)을 추정한 후 식 2에서 회귀계수인  $\theta$ 를 구하여 아래의 식 3에 따라 참 회귀계수를 구한다(Blomqvist, 1977).  $\hat{\theta}$ 가 양의 값을 가질 때 초기기준혈압이 높은 아동이 혈압 증가율이 크고, 결국 혈압의 지속성이 있다고 말할 수 있다.

$$\hat{\theta} = (\hat{\beta} + a_1 \lambda) / (1 - a_2 \lambda) \dots\dots\dots (식 3)$$

$$a_1 = \bar{t} / S_{tt}, t = \sum_{j=1}^k (t_j - \bar{t})^2,$$

$$a_2 = \sum_{j=1}^k t_j^2 / (KS_{tt}),$$

$$\lambda = \sigma_c^2 / S_m^2,$$

$\sigma_c^2$  = mean of the individual residual mean squares  
as an estimate of the error variance

$S_m^2$  = sample variance of the estimated intercepts

### III. 연구 결과

#### 1. 학년별 성별 아동혈압의 분포

코호트아동은 학년이 올라감에 따라 남녀 모두에 있어서 수축기 혈압과 이완기 혈압이 증가하였다(Table 2-1, Table 2-2). 1학년때의 수축기 혈압을 제외하고는 매 학년마다 여아의 수축기 혈압과 이완기 혈압이 남아에 비하여 수축기 혈압은 평균 0.8 mmHg, 이완기 혈압은 평균 1.5 mmHg가 높은 것을 보여준다(Fig. 2).

#### 2. 성별 혈압변화 및 변화율과 초기 기준혈압

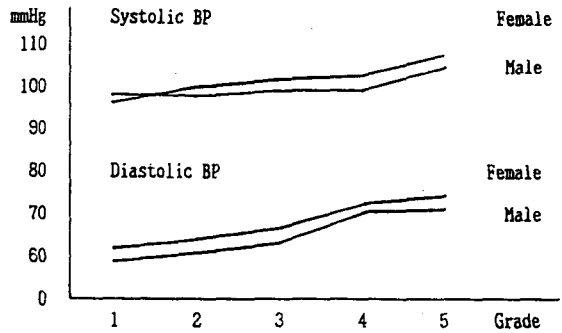
수축기 혈압은 5년동안 남아에서 평균 10.3 mmHg, 여아가 13.2 mmHg 증가하였고, 이완기 혈압은 남아에서 평균 11.6 mmHg, 여아가 11.5 mmHg 증가하였다. 단순 회귀식에서 구한 각 아동의 수축기 혈압의 변화율은 연평균 남아에서 2.5 mmHg, 여아가 3.1 mmHg이었고 남녀의 차는 통계학적으로 유의하였다. 그리고 이완기 혈압

**Table 2-1.** Mean systolic blood pressure by sex  
unit : mmHg

Grade(year)	Male	Female
1('86)	97.6(± 9.5)	96.5(± 9.9)
1('87)	99.5(± 7.6)	99.6(± 9.3)
3('88)	102.6(± 8.5)	103.1(±10.4)
4('89)	103.7(± 9.0)	104.6(± 9.1)
5('90)	107.9(±10.5)	109.7(±10.6)

**Table 2-2.** Mean diastolic blood pressure by sex  
unit : mmHg

Grade(year)	Male	Female
1('86)	60.1(±7.5)	61.7(±8.0)
2('87)	63.3(±6.8)	65.1(±7.2)
3('88)	64.6(±9.8)	66.8(±9.0)
4('89)	70.5(±8.5)	71.1(±8.2)
5('90)	71.7(±8.0)	73.2(±8.4)



**Fig. 2.** Distribution of mean blood pressure by sex.

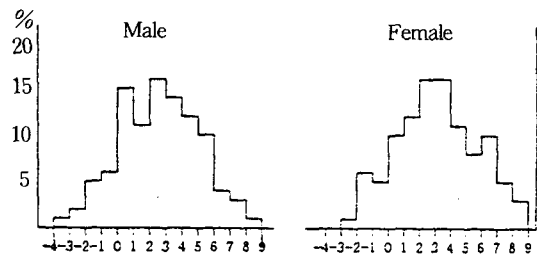
의 변화율은 연평균 남아에서 3.0 mmHg, 여아가 2.9 mmHg이며, 남녀의 차는 통계학적으로 유의하지 않았다(Table 3). 남녀 수축기 및 이완기 혈압 변화율은 일산분포의 경향을 보인다(Fig. 3-1, Fig. 3-2).

같은 회귀식에서 구한 수축기의 초기 기준혈압은 남아가 98.8 mmHg, 여아가 93.3 mmHg이며 이완기의 초기 기준혈압은 남아가 56.9 mmHg, 여아가 58.8 mmHg로 (Table 4) 각각 일산분포의 경향을 보인다(Fig. 4-1, Fig. 4-2).

**Table 3.** 5-year change and change rate of blood pressure of children by sex

Variables	Change for 5years			Change rate		
	(mmHg)			(mmHg/yr)		
	Male	Female	t-value	Male	Female	t-value
Systolic BP	10.3	13.2	2.41*	2.5	3.1	2.45*
Diastolic BP	11.6	11.5	-1.4	3.0	2.9	-0.55

\* : p<0.05



**Fig. 3-1.** Distribution of change rates for systolic blood pressure

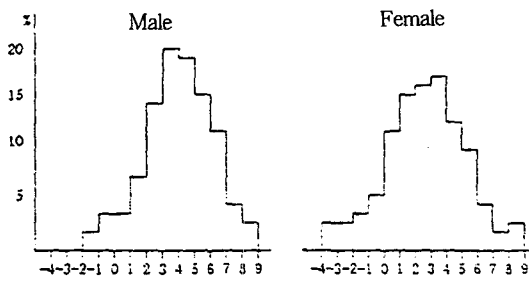


Fig. 3-2. Distribution of change rates for diastolic blood pressure

Table 4. Initial values of blood pressure using linear regression unit : mmHg

Variables	Male	Female
Systolic BP	94.8(±9.38)	93.3(±11.1)
Diastolic BP	56.9(±7.94)	58.8(±8.41)

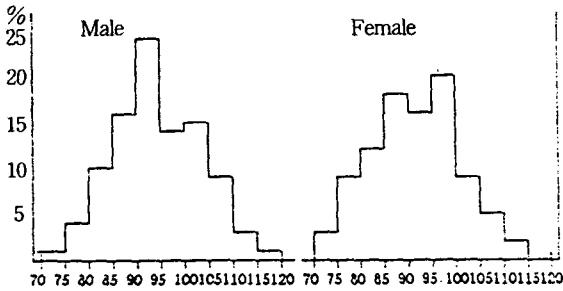


Fig. 4-1. Distribution of initial values for systolic blood pressure



Fig. 4-2. Distribution of initial values for diastolic blood pressure

### 3. 혈압 변화율과 초기 기준혈압과의 관계

아동혈압의 지속성 여부(tracking phenomenon)를 알

기 위하여 단순회귀식을 통하여 구한 각 아동의 혈압변화율과 초기 기준혈압과의 관계를 분석하였다. 보정하기 전 남녀 아동의 각 수축기와 이완기 혈압의 초기 기준혈압과 혈압변화는 모두 음의 관계로 통계학적으로 유의하였다. 이것을 보정계수  $\lambda$ 를 이용한 최대 우도법으로 보정한 후에도 초기 기준혈압과 음의 관계를 보인다(Table 5). 즉, 교정 후에도 기울기의 절대값은 감소하였으나 양의 값으로 전환되지 않았다. 이것은 초기 기준혈압이 높은 아동이 초기 기준혈압이 낮은 아동에 비하여 혈압 증가율이 크지는 않다는 것이며, 곧 혈압의 지속성이 없음을 시사한다(Fig. 5-1, Fig. 5-2).

## IV. 고찰

본태성 고혈압이 소아기에 이미 존재하기 시작한다는 보고(Voors 등, 1977; Londe 등, 1971)가 있는 후 성인 중심의 고혈압 연구가 소아기에까지 발전되었다. 아동혈압의 연구는 혈압의 自然史(natural history)를 밝히려는, 고혈압의 형성과정을 밝히고, 아동혈압과 관련된 요인을 분석함으로써 성인이 되어 임상적 고혈압으로 발현될 수 있는 소지를 미리 예측하고 조절할 수 있다는 점에

Table 5. Regression coefficients of estimated blood pressure changes on initial value using ML methods

Method used	Systolic BP		Diastolic BP	
	Male	Female	Male	Female
Regression				
$R^2$	.41	.51	.48	.55
Linear regression coefficient( $\beta'$ )	-.16*	-.17*	-.18*	-.20*
Variance of initial value( $S_m^2$ )	87.91	122.96	63.10	70.79
MSE <sup>1)</sup>	25.68	33.52	36.96	35.58
Maximum likelihood				
Adjustment coefficient( $\lambda$ )	.29	.27	.59	.50
Adjusted regression coefficient( $\hat{\beta}$ )	-.11	-.13	-.01	-.11

1) MSE : Average mean square error from linear regression of blood pressure on age (mmHg<sup>2</sup>)

\* : p<0.05

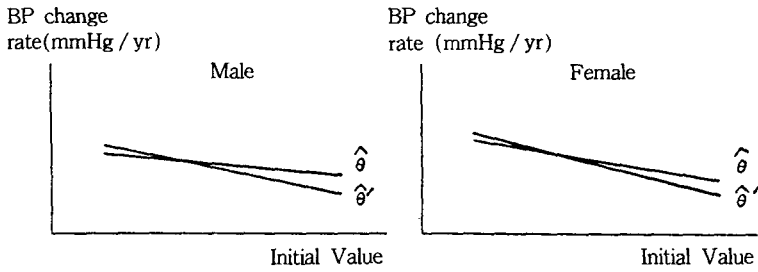


Fig. 5-1. Change rate for systolic blood pressure on initial value

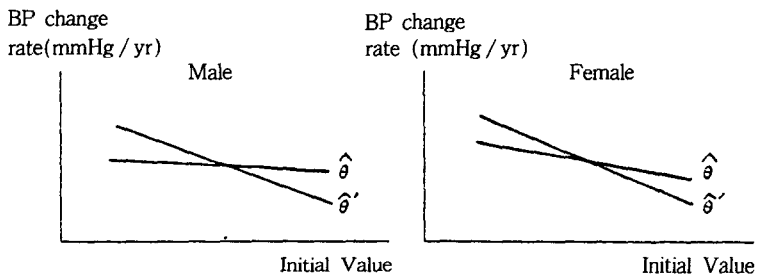


Fig. 5-2. Change rate for diastolic blood pressure on initial value

서 큰 의미를 갖는다. 특히 한 시점에서 측정된 혈압이 높은 아동이 혈압증가율도 크다면 아동의 혈압으로 그 아동이 성인이 되었을 때의 혈압을 예측할 수 있고 소아기의 혈압측정, 관리 및 교육은 효과적인 고혈압 예방 사업으로 고려될 수 있다.

이 연구는 대상이 된 국민학교 아동들을 개인적인 차이는 있지만 사춘기전인 국민학교 1학년부턴 사춘기 직전 또는 사춘기인 5학년때까지 매년 혈압을 측정함으로써, 각 아동의 혈압증가율을 시계열 분석을 통해 구할 수 있었다.

혈압수준은 피측정자의 자세, 수면, 정서, 운동유무, 식사경과기간, 두팔간의 혈압차이, 생리와 임신, 담배, 기후, 측정장소의 환경 등에 변화할 수 있다(대한산업보건협회, 1989). 이런점을 고려하여 학교마다 동일한 측정세트를 매년 동일한 장소에 설치하였고 매년 6월~8월 사이에 시행하도록 하였다. 또한 혈압을 측정하기 이전에 소변을 보고 10분이상 앉아서 안정하도록 하였다. 혈압측정자간의 측정오차를 줄이고 매년 측정치의 비교성을 높이기 위해 매년 같은 방법으로 교육하고 반복 훈련하였다.

아동혈압의 측정은 연령에 따라 측정기술을 달리하고 있는데(National heart, lung, and blood institute, 1987)

팔 둘레가 22.6cm가 넘는 아동은 성인용 cuff를 그 이하의 소아용 cuff를 이용하였다.

성인이 되기전의 혈압은 연령이 증가하면서 수축기 및 이완기 혈압이 증가하고, 특히 30대 이전에는 남녀 혈압의 차가 없는 것으로 알려져 있다(Woynarowska 등, 1985). 이 연구에서 수축기 혈압은 남녀 모두 급격한 변화없이 어느 정도 일정한 양상으로 증가하였으며, 1학년 때의 수축기혈압을 제외하고는 남아에 비하여 여아의 수축기 혈압과 이완기 혈압이 모두 높았다. 미국아동의 평균혈압과 비교해 볼 때(National Heart, Lung, Blood Institute, 1987) 남녀공히 같은 나이의 미국 아동에 비하여 수축기혈압은 1.8~5.4 mmHg, 이완기혈압은 3.3~9.2 mmHg 정도 높았다. 특히 미국아동의 경우는 여아에 비하여 남아의 혈압이 더 높은데 이는 이 연구와 상치되는 결과이다.

이 연구에서 수축기 혈압의 변화율은 남아가 연평균 2.5 mmHg, 여아가 3.1 mmHg로 남녀의 차가 통계학적으로 유의하였고 이완기혈압의 변화율은 남아가 연평균 3.0 mmHg, 여아가 2.9 mmHg로 남녀의 차가 없었다.

Woynarowsk 등(1985)에 의하면 각 아동의 선형 회귀식을 통해 구한 수축기 혈압의 평균변화율은 남아가 연

평균 2.4 mmHg, 여아가 연평균 1.3 mmHg로 남녀의 차이가 통계학적으로 유의하였고, 이완기혈압은 평균 변화율이 0.8 mmHg로 남녀의 차가 없었다. 이것과 더불어 Voors 등(1976)과 Berenson(1978)의 보고에 의한 수축기와 이완기혈압의 연간 증가율인 1.5 mmHg, 1.0 mmHg와 비교해 볼 때 우리나라 아동의 혈압 증가율이 높음을 보여준다. 이러한 결과들은 혈압의 장기간 관찰의 필요성과 더불어 혈압변화에 관련된 요인을 분석할 필요성을 제시한다.

혈압의 지속성 여부는 이론적 측면뿐 아니라 실제의 관리측면에서도 흥미로운 연구가 아닐 수 없다. 혈압의 지속성이란 연령이 증가하면서 혈압의 상대적 순위가 유지되는 것(Webber 등, 1980) 즉 한시점에서 측정된 혈압이 높은 아동이 이후 혈압증가율이 큰 것으로 정의하며, 더 나아가 초기의 측정치로써 추후의 수준을 예측할 수 있다는 의미를 포함한다. 혈압의 지속성에 관한 연구는 크게 3가지 분석으로 진행되어 왔다.

첫째, 초기 기준혈압수준과 일정 시일후의 혈압과의 부분상관계수와 단순회귀계수를 구하므로써 서로의 연관성을 보는 것이다. 미국의 Bogalusa Heart Study에서 소개된 아동의 초기혈압과 5년후 혈압과의 상관계수는 수축기혈압이 0.59, 이완기혈압이 0.29이고, Kotchen 등(1989)은 수축기혈압이 0.48, 이완기혈압은 0.29로 모두 통계학적으로 의미있는 것으로 보고하였다. 따라서 이러한 연구에서는 소아의 초기혈압이 추후혈압 즉, 성인혈압과 의미있는 관계가 있는 것으로 설명하였다.

둘째, 소아에 있어서 고혈압 기준을 정하는 것은 쉽지 않다. 실제로 임상증상이 있거나 임상병리학적 변화가 있다는 증거가 아직은 밝혀지지 않았기 때문이다. 그동안 대부분의 연구에서의 소아 고혈압 연구는 백분위를 기준으로 하였다. 즉 같은 연령군의 아동들의 정상분포 중 90 또는 95 백분위수 이상을 고혈압 기준으로 정하고 연구하였는데(Londe, 1971; Buck, 1973), 초기혈압을 기준으로 90 또는 95퍼센타일에 속하는 아동을 추적관찰하여 이들의 상대순위가 지속되는 정도를 분석하였다.

Webber 등(1982)에 의하면 같은 학년의 수축기와 이완기혈압의 90백분위수 이상에 속하는 아동을 3년간 추적조사한 결과 수축기혈압은 30%, 이완기혈압은 23%의 지속성이 있음을 보고하였다. 같은 방법으로 4년간 추적한 Hofman 등(1985)은 수축기혈압은 27%, 이완기혈압은 44%의 지속성을 보임으로써 단지 기준이 되는 초기

의 높은 혈압을 초기 고혈압으로 단정하는 것은 불가능하며, 특히 14세이후에나 이러한 예측이 가능하다고 하였다. 한편 Burk 등(1986)은 소아의 높은 혈압을 초기 고혈압으로 확정하기는 어려우나 혈압과 함께 그외의 임상증상과 검사자료 및 비만 등의 신체적인 요건을 종합하여 계속적으로 높은 혈압을 유지할 아동을 밝혀므로써 선택적 예방을 하는데 기여할 수 있다고 했다. 서등(1989)의 연구에서도 90백분위수를 기준으로 한 경우 1학년 아동이 4학년이 되었을 때 혈압의 지속성은 유의하지 않았으며, 고혈압 기준을 80백분위로 한 경우에는 수축기혈압은 35%, 이완기혈압은 30%로 통계학적으로 유의한 지속성을 보였다.

그 이외에 Clarke 등(1978), Hait 등(1982), Higgins 등(1980), Kotchen 등(1980), Rosner 등(1977)과 Voor 등(1979)이 혈압의 상대 백분위수로 시계열 분석하여 소아 및 사춘기에 혈압의 지속성이 있다고 보고하였다.

셋째, 한 초기 기준혈압의 수준과 이후의 혈압 변화율과의 관계를 분석하여 혈압의 지속성을 밝히려 한 것이다. 성인을 대상으로 한 Framingham 연구자료로 초기 기준혈압과 혈압 변화율과의 관계를 본 Wu 등(1980)과 Svardsuud(1980)의 연구에서는 최대우도법(Maximum Likelihood) 교정방법으로 'Regression toward the mean'의 효과를 수정한 후에는 수축기혈압과 혈압 변화율과는 양의 관계가 있음을 밝혔다. 그러나 소아를 대상으로 연구한 Hofman 등(1982)에 의하면 초기기준혈압과 수축기, 이완기혈압 각각의 변화율과의 관계는 교정후에도 음의 관계로써 성인에 비해 소아의 경우 일관성있는 통계학적 유의성이 떨어지는데 이는 아마도 개인의 혈압의 유동이 원인일 것으로 설명하였다. Woynarowska 등(1985)도 9~18세사이의 아동을 대상으로 단순회귀를 통해 구한 각 아동의 혈압변화율과 초기기준혈압과의 회귀계수를 최대우도법으로 교정한 결과 절대치는 줄었으나 수정회귀계수가 여전히 남녀 모두 음의 관계에 있어, 초기기준혈압과 혈압변화율과는 유의있는 관계가 없다고 보고하였고 독일의 5~19세 아동은 대상으로 한 Hofman 등(1982)의 결과와 같다. 그 밖에 Sparrow 등(1982)에 의하여 혈압변화가 초기 기준혈압과 양의 관계가 있으며 Svardsuud 등(1980)은 수축기혈압 변화는 초기혈압과 양의 관계가 있고 이완기혈압 변화는 초기혈압과 음의 관계가 있다는 연구가 있었다.

이 연구에서는 각 아동의 혈압변화율을 구하고 초기



기준혈압에 회귀시킨 결과의 회귀계수를 최대우도법으로 교정한 결과, 초기혈압과 변화율은 음의 관계를 보여주어, 혈압의 지속성이 있지는 않은 것으로 나타났다. 따라서 국민학교 1학년에서 5학년까지의 아동혈압으로 그 아동의 성인혈압을 예측하기는 어려울 것 같으며 성장발달이 급격해지는 사춘기를 포함하여 계속적인 추적관찰이 필요하다고 생각한다. 그러므로써, 성인혈압수준을 예측할 수 있는 시기 즉 혈압의 지속성이 나타나는 시기를 찾는 추적조사 연구가 앞으로 요망된다.

## V. 결 론

아동혈압의 지속성여부를 밝히고자 1986년 1학년 재학 중이었던 한지역사회의 4개 국민학교 학생 330명의 아동을 1990년 5학년때까지 매년 추적조사하여 측정된 혈압을 분석한 결과는 다음과 같다.

첫째, 아동은 학년이 증가함에 따라 남녀 모두 수축기혈압과 이완기혈압이 증가하였는데 1학년때의 수축기혈압을 제외하고는 매 학년마다 여아의 혈압이 남아에 비하여 수축기혈압은 평균 0.8 mmHg, 이완기혈압은 평균 1.5 mmHg 정도 높았다.

둘째, 수축기혈압은 남아에서 연평균 2.5 mmHg, 여아는 3.1 mmHg 증가하였고 이완기혈압 IV는 남아에서 연평균 3.0 mmHg, 여은 2.9 mmHg 증가하였는데 남아에 대하여 여아의 수축기혈압증가율이 통계학적으로 유의하게 높았다.

셋째, 초기 기준혈압에 대한 혈압변화율의 회귀분석후 최대우도법으로 보정한 회귀계수가 수축기혈압은 남아에서 -0.11, 여아가 -0.13이었고 이완기혈압은 남아에서 -0.01, 여아가 -0.11로 모두 음의 관계를 나타냈다.

아동의 초기기준혈압과 혈압변화율은 음의 관계로, 아동혈압의 지속성이 있지는 않음을 시사한다. 따라서 국민학교 1학년에서 5학년까지의 아동혈압으로 그 아동의 성인혈압을 예측할 수 없다. 신체적 성장발달이 급격해지는 사춘기를 포함한 계속적인 추적관찰을 통해 성인혈압수준을 예측할 수 있는 시기 즉 지속성이 나타나는 시기를 찾는 연구가 요망된다.

## 참 고 문 헌

- 서 일, 김일순, 남정모, 이순영, 오희철, 김춘배, 박은철. 아동혈압의 시계열 변화 양상 및 평균혈압에 관련된 요인 분석. *예방의학회지* 1989; 22(3): 303-312
- 유언호. 고혈압등의 역학적 고찰. *한국의과학* 1988; 20: 1-10
- 이병운. 한국인 소아의 혈압. *소아과* 1963; 6: 35-39
- 채수인, 최인태, 송주홍, 김희재, 박 석, 조원섭, 나용호. 한국 성인에서 신체계측치. *내과학회지* 1987; 32(3): 401-409
- 최주영. 국민학교아동 및 중학생의 혈압. *소아과* 1968; 11: 65-71
- Beaglehole R, et al. A longitudinal study of blood pressure in Polynesian children. *Am J Epidemiol* 1977; 105(1): 87-89
- Berenson GS, et al. Cardiovascular risk factors in children: the early natural history of atherosclerosis and essential hypertension. New York, London; Oxford University Press. 1980
- Berenson GS, et al. High blood pressure in the young. *Annu Rev Med* 1984; 35: 535-560
- Blomqvist N. On the relation between change and initial value. *J Am Statist Asso* 1977; 72(360): 746-749
- Buck CW. The persistence of elevated blood pressure first observed at age five. *J Chron Dis* 1973; 26: 101-104
- Burke GL, et al. Persistence of high diastolic blood pressure in thin children. *Hypertension* 1986; 8(1): 24-29
- Clarke WR, et al. Tracking of blood lipids and blood pressures in school age children. *Circulation* 1978; 58(4): 626-634
- Cook NR, et al. Regression analysis of changes in blood pressure with oral contraceptive use. *Am J Epidemiol* 1985; 121(4): 530-540
- Cretens ML, et al. Hypertension screening program and follow-up of previously identified children with elevated blood pressure. *J Fam Pract* 1978; 6: 891-892
- Esrey SA, et al. The use of residuals for longitudinal data analysis; the example of child growth. *Am J Epidemiol* 1990; 131(2): 365-372
- Feinleib M, et al. Relations between blood pressure and age; regression analysis of longitudinal data. Presented at the 97th Annual Meeting of the American Public Health Association, Philadelphia, Pennsylvania. 1969
- Hait HI, et al. A longitudinal study of blood pressure in a national survey of children. *Am J Public Health* 1982; 72(11): 1285-1287
- Heyden S, et al. Elevated blood pressure levels in adolescents, Evans County, Georgia. *JAMA* 1969; 209: 1683-1689

- Hofman A, et al. *Determinants of change in blood pressure during childhood.* *Am J Epidemiol* 1981; 3: 521-527
- Kotchen JM, et al. *Correlates of adolescent blood pressure at five-year follow-up.* *Hypertension* 1980; 2(suppl I); I 124-I 129
- Lauer RM, et al. *Level trend and variability of blood pressure during childhood: the muscatine study.* *Hypertension* 1984; 69(2); 242-2
- Peto R. *The horse racing effect; statistical peculiarities of rates of change of medical parameters observed in protective studies, with special reference to lung disease.* 1976: 3-14
- Rosner B, et al. *Age-specific correlation analysis of longitudinal blood pressure data.* *Am J Epidemiol* 1977; 106(4): 306-313
- Rosner B. *The analysis of longitudinal data in an epidemiologic studies.* *J Chron Dis* 1979; 32: 163-173
- Svardsudd, et al. *A longitudinal blood pressure study. Change of blood pressure during 10 yr in relation to initial values. The study of men born in 1913.* *J Chron Dis* 1980; 33: 627-636
- Voors AW, et al. *Time course studies of blood pressure in children.* *Am J Epidemiol* 1979; 103: 320-334
- Voors AW, et al. *Time course studies of blood pressure over a three-year period.* *Hypertension* 1980; 2(suppl I); I 102-I 108
- Webber LS, et al. *Tracking of cardiovascular disease risk factor variables in school-age children.* *J Chron Dis* 1983; 36(9): 647-660
- Wu M, et al. *On the relation between blood pressure change and initial value.* *J Chron Dis* 1980; 33: 637-644
- Zinner SH, et al. *A longitudinal study of blood pressure in childhood.* *Am J Epidemiol* 1975; 100(6): 437-442