

## 성장과 관련된 측정 수치와 예상키의 관계에 대한 연구

김형중 · 이선행 · 장규태

경희대학교 한의과대학 임상한의학과 소아과학교실

### Abstract

## The Study on Relationships between Predicted Height and the Measurements Related to Growth

Kim Hyung Joong · Lee Sun Haeng · Chang Gyu Tae

*Pediatrics of Clinical Korean Medicine, College of Korean Medicine, Kyung Hee University*

### Objectives

The purpose of this study is to find out the relationship between mid parental height (MPH), birth weight, current growth condition of children (height, weight, BMI, body fat percentage, bone age) and final height of the future.

### Methods

The study was conducted with 237 children, who were 12 - 14 years old. They were analyzed to find out the relationship between MPH, birth weight, height, current weight, BMI, body fat percentage, bone age and predicted height.

### Results

1. As MPH was increased, height and predicted height were also increased. As MPHs in girls were increased, 'bone age - chronological age' were decreased. As MPHs in girls were increased, body fat percentages were decreased.
2. As birth weights were increased, height, weight, BMI and body fat percentages were also increased in boys.
3. As body fat percentage was increased, predicted height was decreased. As 'bone age - chronological age' was increased, predicted height was decreased. As BMI was increased, 'bone age - chronological age' was increased. As body fat percentages in boys were increased, heights were decreased. As body fat percentages in girls were increased, 'bone age - chronological age' were increased.

### Conclusions

MPH, birth weight, current growth condition (height, weight, BMI, body fat percentage, bone age) and predicted height are correlated to each other. There are some differences between boys and girls in these relationships.

**Key words** : MPH, Birth weight, Height, Weight, BMI, Body fat percentage, Bone age, Predicted height

## I. Introduction

성장이란 키, 체중, 장기의 무게 등이 양적으로 증가해 가는 과정을 말한다. 성장은 소아청소년기의 주된 특징 중 하나로 어린이의 건강 상태를 잘 반영하며 신체적인 측면뿐만 아니라 정신적, 사회적 건강 상태와도 밀접한 관계가 있다. 성장에 영향을 주는 요인은 크게 유전적 요인과 환경적 요인으로 나눌 수 있다. 인종, 민족, 가계, 연령, 성별, 염색체 이상, 선천 대사 이상은 유전적 요인에 해당이 되고 영양, 사회경제적 요인, 질병, 계절, 심리적 요인 등은 환경적인 요인에 해당 된다<sup>1)</sup>.

최근 성장에 대한 사회적인 관심의 증가로 성장클리닉에 내원하는 소아와 청소년들이 많아지고 있다. x-ray나 초음파를 통해 성장하는 동안의 뼈의 일련의 변화를 판독할 수가 있으며 뼈의 성장 과정은 각 개인이 거의 동일한 과정을 밟는다고 알려져 있어 골연령 측정은 소아의 성장 상태를 평가하는 데에 있어서 가장 신뢰할만한 방법으로 받아들여지고 있다<sup>2,3)</sup>. 특히 수완부골 x-ray영상을 이용한 골연령 판독은 출생부터 성인이 될 때까지의 순차적인 골성숙 과정을 비교적 쉽게 판독할 수 있고 방사선 사진 촬영이 간편하여 보편적으로 이용되고 있다<sup>4)</sup>.

또 다른 성장상태 평가 방법으로는 체성분 분석이 있다. 체성분 분석은 비만에 대한 평가도 가능하여 소아비만의 유병률 증가<sup>5,6)</sup>와 맞물려 소아에게 흔히 시행되고 있다. 체성분 분석을 통한 연구는 Hwang 등<sup>6)</sup>과 같이 비만과 관련된 연구가 대부분이지만<sup>7)</sup> 성장평가에 골연령 측정과 체성분 분석을 동시에 이용한 연구도 발표된 바 있었다. Soe<sup>5)</sup>는 비만일수록 골성숙도가 높다는 연구결과를 발표하였고, Lee<sup>7)</sup>는 키, 체중, BMI (Body mass index)와 골연령간의 상관관계에 대하여 발표한 바 있었다.

한편 Hales<sup>8)</sup>가 출생체중이 적으면 성인이 되었을 때 2형 당뇨병에 걸릴 가능성이 증가한다고 1991년에 발표한 후로 출생체중과 성장 후 건강과의 관련성의 대해 다양한 연구가 있었다<sup>9)</sup>. Karaolis-Danckert<sup>10)</sup>는 출생체중이 적은 아이들은 급속한 따라잡기 성장을 하는데 그 따라잡기 성장의 결과 비만의 위험도가 증가한다는 연구결과를 발표하기도 하였으며 Azadbakht<sup>11)</sup>는 출생체중이 높으면 심혈관계 질환위험이 증가하고 출생체중이 작거나 크면 mental problem의 가능성이 증가한

다는 연구결과를 발표하기도 하였다.

하지만 대부분의 출생체중과 관련된 연구들이 성인의 건강상태나 신장과의 관련성을 연구한 것이어서 소아청소년의 성장상태와의 연관성을 연구한 자료는 부족하였다. 또한 MPH (mid parental height)와 관련된 연구도 대부분 신장과 관련된 연구였고 소아청소년의 체성분, 골연령과의 연관성을 살펴 본 연구는 찾아보기 어려웠다.

이에 저자는 한방병원에 내원한 만 12세에서 14세의 소아를 대상으로 부모의 신장을 통해 산출한 MPH, 출생시에 정해지는 과거 자료인 출생체중, 아이의 현재 성장상태를 나타내는 신장, 체중, 골연령, BMI, 체지방률, 그리고 TW3 (Tanner-whitehouse 3)법에 의해 예측한 아이의 미래의 예측신장간의 상관관계를 관찰하여 다음과 같은 결과를 얻었기에 보고하는 바이다.

## II. Materials and methods

### 1. 대상

2009년 1월부터 2013년 8월 31일까지 OO대학교 부속 OO병원 한방소아청소년클리닉에 내원한 환자 중 체성분 분석 및 x-ray 골연령 측정을 시행한 만 12~14세의 환자 237명 (남아 141명, 여아 96명)을 연구대상으로 하였다. 체성분 분석 날짜와 x-ray 골연령 측정 날짜의 차이가 한 달 이내인 경우만을 대상으로 하였으며 2회 이상 결과가 있는 경우 역연령이 올라갈수록 예측키의 정확도가 더 높아지는 것을 고려하여<sup>12)</sup> 가장 최근의 검사결과를 데이터로 사용하였다. 나이가 어린 경우 TW3법에 의한 최종키 예측 정확성이 떨어지며 4~9세까지는 MPH로 최종키를 예측하는 경우가 TW3법을 통해 성인키를 예측하는 것보다 더 예측정확도가 높다. 11세 이후부터는 TW3법 만으로 최종키를 예측한 것이 MPH 만으로 예측한 것보다 더 낮다<sup>12)</sup>. 이 때문에 대상자의 연령을 11세 이후로 정하는 것이 적당하다고 판단하였으나 여아의 경우 초경 후 예측키는 만 12세 이상에서 가능하며 11세에 초경을 한 경우에는 정확한 예측키의 산출이 불가능하여 최종적으로 연구대상을 만 12세 이상으로 정하였다. 또한 TW3법 상에 남아의 골연령 최대값은 16.5세이며 여아는 16.0세인데 역연령이 15세가 넘는 경우 TW3법 상의 골연령

최대값과 가까워 골연령이 최대값에 도달한 경우가 많으며 이런 경우 골연령이 역연령보다 몇 개월 빠르지를 정확히 파악할 수 없기 때문에 연구대상을 만 14세 이하 (만 15세 미만)로 정하였다.

## 2. 연구방법

### 1) 신체계측과 체성분 분석

신장과 체중, 체지방률은 체성분분석 (inbody J10, (주)Biospace, 천안)으로 측정하였다. BMI는 체중을 신장의 제곱으로 나눈 수치이다. 역연령에 따라 BMI의 평균치가 달라지기 때문에 BMI를 분석자료로 바로 사용하지 않고 연구대상자의 BMI와 2007년 성장도표<sup>15)</sup>상의 해당 월령 표준 BMI의 차 (개인BMI-표준BMI)를 사용하여 표준BMI보다 얼마나 BMI가 높은지 혹은 낮은지를 자료로 이용하였다. 하지만 체지방률은 BMI와 달리 공식적인 표준데이터가 없고 연구자간의 표준치에도 차이가 크다. 문화체육관광부에서 시행한 국민체력실태조사<sup>14,15)</sup>에서 2001년의 경우 중학생 남아의 평균 체지방률이 중학교 1학년은 16.8%, 중학교 2학년은 16.7% 중학교 3학년은 17.3%이었으나 3년 후인 2004년 연구에서는 중학교 1학년 10.7%, 중학교 2학년 11.8%, 중학교 3학년 10.8%로 발표되었다. 2001년 통계치와 2004년 통계치 간의 차이도 너무 클 뿐만 아니라 2004년에는 중학교 2학년때 체지방률이 가장 적은 것으로 나타나나 2004년 연구에서는 오히려 중학교 2학년때 체지방률이 가장 높은 것으로 나타나는 등 차이가 심하여 정확도 높은 연령별 표준 체지방률을 설정하는데 무리가 있었다. 이 때문에 월령별 표준체지방률을 설정하지 않고 통계분석과정에서 역연령을 보정하여 분석하는 방향으로 하였다.

### 2) 골연령 측정

소아청소년과에 의뢰하여 영상의학과에서 촬영된 x-ray 자료를 수련 받은 한의사가 TW3법으로 판독하였다. 골연령과 역연령의 차이를 구하여 (골연령-역연령) 골연령이 역연령에 비해서 얼마나 성숙하였는가를 분석자료로 활용하였다.

### 3) 출생체중, MPH

아이의 과거 자료인 출생체중과 MPH (mid parental height)에 대해서는 전자의무기록 상에 기록이 있는 경우에는 해당 자료를 분석에 사용하였다. 전체 대상자

237명 (남아 141명, 여아 96명) 중 출생체중 자료가 있는 대상자는 196명 (남아 115명, 여아 81명)이었고 MPH 자료가 있는 대상자는 195명 (남아 114명, 여아 81명)이었으며 출생체중과 MPH 자료가 모두 있는 대상자는 179명 (남아 105명, 여아 74명)이었다. MPH는 Paternal height와 Maternal height를 평균내서 남아의 경우 6.5 cm를 더하여 산출하였고 여아의 경우 6.5 cm를 빼서 산출 하였다.

## 3. 통계처리

SPSS 19 for window program을 이용하여 자료를 분석하였으며, 각각의 자료들의 상관성을 단순상관분석인 pearson 상관계수를 이용하여 p-value 0.05 미만을 통계적으로 유의성 있다고 판정하였다. 체지방률이나 현재신장, 체중을 변수로 쓸 때는 partial correlation 분석을 이용하여 역연령을 통제하여 상관성을 분석하였으며 p-value 0.05 미만을 통계적으로 유의성 있다고 판정하였다.

## III. Results

### 1. 대상군의 일반적인 특성

연구대상의 연령은 만 12~14세였으며 평균 연령은 남아 13.55 ± 0.89세, 여아 13.16 ± 0.77세였으며 전체 연령 평균은 13.39 ± 0.86세였다. 평균 골연령은 남아 13.81 ± 1.78세, 여아 13.52 ± 1.38세, 전체 13.70 ± 1.63세였다. 평균 신장은 남아 158.52 ± 8.81 cm, 여아 153.10 ± 5.25 cm였고 평균 예측신장은 남아 172.75 ± 6.07 cm 여아 159.28 ± 5.42 cm였다. 평균 MPH는 남자 170.49 ± 3.12 cm 여자 159.63 ± 3.84 cm였고 평균 출생체중은 남아 3.23 ± 0.41 Kg, 여아 3.04 ± 0.43 Kg, 전체 3.16 ± 0.42 Kg이었다. 평균 체중은 남아 50.68 ± 9.80 Kg, 여아 45.46 ± 8.13 Kg이었다. 평균 BMI는 남아 20.06 ± 3.09 Kg/m<sup>2</sup>, 여아 19.32 ± 2.92 Kg/m<sup>2</sup>였고 평균 체지방률은 남아 18.83 ± 8.66% 여아 26.36 ± 6.60% 이었다. 골연령과 역연령의 차 (골연령-역연령)의 평균은 남아 0.25 ± 1.35 y, 여아 0.36 ± 1.15 y, 전체 0.30 ± 1.27 y였다. 아이의 BMI와 해당월령 평균 BMI의 차 (BMI-표준BMI)의 평균은 남아 0.06 ± 3.06 Kg/m<sup>2</sup>, 여아 0.07 ± 2.91 Kg/m<sup>2</sup>, 전체 0.06 ± 2.99 Kg/m<sup>2</sup> 였다 (Table 1).

Table 1. General Characteristics of the Subjects

	Boys	Girls	Total
Number	141	96	237
Age (years)	13.55 ± 0.89	13.16 ± 0.77	13.39 ± 0.86
Bone age (years)	13.81 ± 1.78	13.52 ± 1.38	13.70 ± 1.63
Height (cm)	158.52 ± 8.81	153.10 ± 5.25	
Predicted height (cm)	172.75 ± 6.07	159.28 ± 5.42	
MPH (cm)	170.49 ± 3.12	159.63 ± 3.84	
Weight (Kg)	50.68 ± 9.80	45.46 ± 8.13	
Birth weight (Kg)	3.23 ± 0.41	3.04 ± 0.43	3.16 ± 0.42
BMI (Kg/m <sup>2</sup> )	20.06 ± 3.09	19.32 ± 2.92	
Body fat percentage (%)	18.83 ± 8.66	26.36 ± 6.60	
BMI - Standard BMI (Kg/m <sup>2</sup> )	0.06 ± 3.06	0.07 ± 2.91	0.06 ± 2.99
Bone age - Chronological age (years)	0.25 ± 1.35	0.36 ± 1.15	0.30 ± 1.27

Table 2. Relations between MPH and Birth Weight

value	MPH	
	boys	girls
Birth weight	pearson	0.138
	sig.	0.160
		0.070
		0.552

Table 3. Relation between MPH and Other Variables (Height, Predicted Height, Bone Age – Chronological Age, BMI – Standard BMI, Body Fat Percentage, Weight)

value	MPH	
	boys	girls
Height	partial correlation (control : age)	0.378**
	sig.	<0.001
Predicted height	pearson	0.477**
	sig.	<0.001
Bone age - Chronological age	pearson	-0.057
	sig.	0.546
BMI - Standard BMI	pearson	-0.029
	sig.	0.758
Body fat percentage	partial correlation (control : age)	-0.324**
	sig.	0.089
Weight	partial correlation (control : age)	0.174
	sig.	0.065
		0.003
		0.090
		0.003
		-0.008
		0.943

\*\* ; correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

\* ; correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

## 2. MPH와 출생체중의 상관관계

전체 대상자 중 MPH와 출생체중에 대한 데이터가 있는 남아 105명 여아 74명을 대상으로 MPH와 출생체중 간에 유의한 상관관계를 발견하지 못하였다 (Table 2).

## 3. MPH와 신장, 예측신장, 골연령, BMI, 체지방률, 체중의 상관관계

전체 대상자 중 MPH에 대한 데이터가 있는 남아 114명, 여아 81명을 대상으로 남녀 모두에서 MPH가

클수록 신장, 예측신장이 증가하는 정상관관계가 있었다. 여아에서는 MPH가 클수록 체지방률이 낮은 역상관관계가 있었고 MPH가 클수록 골연령이 역연령에 비해 낮은 역상관관계가 있었다 (Table 3).

## 4. 출생체중과 신장, 예측신장, 골연령, BMI, 체지방률, 체중의 상관관계

전체 대상자 중 출생체중 데이터가 있는 남아 115명, 여아 81명을 대상으로 남아에서 출생체중이 클수록 신장, 체중이 증가하는 정상관관계가 있었으며 출

Table 4. Relation between Birth Weight and Other Variables (Height, Predicted Height, Bone Age – Chronological Age, BMI – Standard BMI, Body Fat Percentage, Weight)

value	Birth weight	
	boys	girls
Height	partial correlation (control : age)	0.204*
	sig.	0.028
Predicted height	pearson	0.097
	sig.	0.295
Bone age - Chronological age	pearson	0.169
	sig.	0.067
BMI - Standard BMI	pearson	0.324**
	sig.	<0.001
Body fat percentage	partial correlation (control : age)	0.274**
	sig.	0.003
Weight	partial correlation (control : age)	0.354**
	sig.	<0.001

\*\* ; correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

\* ; correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Table 5. Relations between Height, Predicted Height, Bone Age – Chronological Age, BMI – Standard BMI, Body Fat Percentage and Weight in Boys

Correlation analysis - Boys	Height	Predicted height	Bone age - Chronological age	BMI - Standard BMI	Body fat percentage	Weight	
Height	partial correlation (control : age)	-	0.633**	0.636**	0.068	-0.248**	0.549**
	sig.	-	<0.001	<0.001	0.427	0.003	<0.001
Predicted height	pearson	0.633**	-	-0.185*	-0.133	-0.214*	0.191*
	sig.	<0.001	-	0.028	0.117	0.011	0.024
Bone age - Chronological age	pearson	0.636**	-0.185*	-	0.252**	-0.064	0.523**
	sig.	<0.001	0.028	-	0.003	0.451	<0.001
BMI - Standard BMI	pearson	0.068	-0.133	0.252**	-	0.838**	0.864**
	sig.	0.427	0.117	0.003	-	<0.001	<0.001
Body fat percentage	partial correlation (control : age)	-0.248**	-0.214*	-0.064	0.838**	-	0.559**
	sig.	0.003	0.011	0.451	<0.001	-	<0.001
Weight	partial correlation (control : age)	0.549**	0.191*	0.523**	0.864**	0.559**	-
	sig.	<0.001	0.024	<0.001	<0.001	<0.001	-

\*\* ; correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

\* ; correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

생체중이 클수록 BMI와 체지방률이 높은 정상관관계가 있었다. 여아에서는 출생체중과 관련된 유의한 상관관계를 발견하지 못하였다 (Table 4).

**5. 현재키, 체중, BMI, 체지방률, 골연령, 예측신장 간의 상관관계**

남녀모두 체지방률이 클수록 예측신장이 감소하는 역상관관계가 있었으며 골연령이 역연령에 비해 낮을수록 예측신장이 커지는 역상관관계가 있었다. 남아에서 체중이 클수록 예측신장이 증가하는 정상관관계가 있었으나 여아에서는 유의한 상관관계가 없었다. 남녀

모두에서 BMI가 해당월령 평균에 비해 클수록 골연령이 역연령에 비해서 높은 정상관관계가 있었고 체중이 많이 나갈수록 골연령이 역연령에 비해서 높은 정상관관계가 있었다. 남아에서 체지방률이 높을수록 현재키가 작아지는 역상관관계가 있었고 남아에서 현재키가 클수록 골연령이 역연령에 비해 높은 정상관관계가 있었다. 여아에서는 체지방률이 높을수록 골연령이 역연령에 비해 높은 정상관관계가 있었으며 여아에서 현재키가 클수록 BMI가 해당월령 평균에 비해 높은 정상관관계가 있었다 (Table 5, 6).

Table 6. Relations between Height, Predicted Height, Bone Age – Chronological Age, BMI – Standard BMI, Body Fat Percentage and Weight in Girls

Correlation analysis - Girls		Height	Predicted height	Bone age - Chronological age	BMI - Standard BMI	Body fat percentage	Weight
Height	partial correlation (control : age)	-	0.714**	0.138	0.204*	0.019	0.513**
	sig.	-	<0.001	0.233	0.047	0.854	<0.001
Predicted height	pearson	0.714**	-	-0.456**	-0.053	-0.214*	0.192
	sig.	<0.001	-	<0.001	0.605	0.037	0.063
Bone age - Chronological age	pearson	0.138	-0.456**	-	0.359**	0.406**	0.357**
	sig.	0.181	<0.001	-	<0.001	<0.001	<0.001
BMI - Standard BMI	pearson	0.204*	-0.053	0.359**	-	0.822**	0.943**
	sig.	0.047	0.605	<0.001	-	<0.001	<0.001
Body fat percentage	partial correlation (control : age)	0.019	-0.214*	0.406**	0.822**	-	0.719**
	sig.	0.854	0.037	<0.001	<0.001	-	<0.001
Weight	partial correlation (control : age)	0.513**	0.192	0.357**	0.943**	0.719**	-
	sig.	<0.001	0.063	<0.001	<0.001	<0.001	-

\*\* ; correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

\* ; correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

#### IV. Discussion

성장이란 키, 체중, 장기의 무게 등이 양적으로 증가해 가는 과정을 말한다. 하지만 일반적으로 성장장애라 함은 키에 있어서의 성장장애를 말하는 경우가 많다<sup>23)</sup>. 성장과 관련된 문제는 2가지의 경우로 나타나는데 첫째는 신장의 문제이고, 둘째는 성장 속도의 문제이다<sup>24)</sup>. 때문에 의학적으로 성장장애라 하면 해당 연령에서 키가 3백분위수 미만인 경우, 성장속도가 해당 연령 성장속도의 25백분위수 미만일 경우를 말한다<sup>25)</sup>. 어느 한 시점의 신장 측정치 보다는 그 어린이가 정상 속도로 키가 자라고 있는가 하는 것이 더 중요하다<sup>26)</sup>.

MPH는 부모의 신장에 따라 산출된 예측 신장으로서 Paternal height와 Maternal height를 평균내서 남아의 경우 6.5 cm를 더하여 산출하고 여아의 경우 6.5 cm를 빼서 산출 한다<sup>26)</sup>. MPH는 많은 연구에서 최종키와 큰 상관성이 있는 것으로 밝혀져 있으며 9세 이하에서는 TW3법을 통해 최종키를 예측하는 것 보다 MPH를 통해 최종키를 예측하는 것이 더 정확도가 높은 것으로 알려져 있다<sup>12)</sup>.

출생체중은 아이가 태어났을 때의 체중이며 자궁내에서의 양적 성장을 나타내는 지표이다. 인종별, 국가별로 차이가 있으며 임신주수, 태아수에도 영향을 받는다<sup>27)</sup>. 출생체중이 적으면 따라잡기 성장이라는 유아기 급성장이 나타나며 이를 통해서 유아기 사망률을

낮춘다고 알려져 있다<sup>10)</sup>. 하지만 추후 성인이 되었을 때 2형 당뇨병이나 심혈관계 질환 위험성이 증가한다고 발표된 바 있으며<sup>8,11)</sup> 그 외에도 신장, 체중, 여러 가지 질환과 출생체중의 관련성에 대한 다양한 연구가 있었다<sup>8-11)</sup>.

손과 손목뼈를 이용한 골 성숙도 측정방법은 Greulich-Pyle (1959)에 의해 개발되었다<sup>12)</sup>. Greulich-Pyle에 의한 골 성숙도 측정방법은 성숙도 등급에 따라 일련의 전형적인 방사선 사진으로 이루어져 있으며 사용자는 비교를 통해 가장 근접한 골연령을 판단한다. 하지만 비교되는 뼈보다 하나의 뼈는 더 발달되고 하나는 덜 발달 된 것으로부터 제기되는 불일치를 어떻게 조정하느냐 하는 문제가 있다. 반면에 TW3법은 손과 손목 뼈 각각을 8~9단계로 분류하여 위와 같은 불일치문제를 해결하였고<sup>12)</sup> 비교적 다수의 화골핵의 성숙도를 각각 세밀하게 평가하여 골연령을 측정하기 때문에 Greulich-Pyle에 의한 방법보다 믿을만하고 정확한 것으로 알려져 있다<sup>28)</sup>.

본 연구의 결과는 부모의 키로 산출된 MPH, 과거 자료인 출생체중, 현재의 성장상태를 나타내는 신장, 체중, 골연령, BMI, 체지방률, 그리고 TW3법을 통하여 예측된 성인신장 사이에 유의한 상관관계가 있음을 나타낸다. MPH의 경우 남녀모두에서 현재키, 예측신장과 유의한 정상관관계가 있으며 남녀모두에서 현재키 보다는 예측신장과 더 상관계수가 높았다. 또한 남아보다 여아에서 MPH와 현재키, 예측신장의 상관성이

더욱 큰 것으로 나타났다. 이는 부모의 신장이라는 유전적 요소가 남아보다는 여아에서 영향력이 크다는 것인데 반대로 보면 남아가 여아보다 키의 성장에서 환경적인 영향을 더 많이 받는다는 것을 짐작케 한다. 여아의 경우 MPH가 클수록 골연령이 역연령보다 낮아지는 경향이 있었으며 MPH가 클수록 체지방률이 낮아지는 역상관관계가 있었다. MPH와의 상관계수를 살펴보면 신장, 예측신장의 상관계수가 남아보다 여아에서 더 높고 여아에서만 MPH와 ‘골연령-역연령’, 체지방률이 유의한 상관관계가 있었다는 점에서 성장과정에서 남아에 비해 여아가 더 MPH의 영향을 많이 받고 있음을 유추할 수 있었다. MPH는 최종키를 예측하는 보편적인 방법의 하나로<sup>16)</sup> 아이가 10세 미만인 경우에는 최종키를 예측하는 가장 예측도 높은 방법으로 알려져 있다<sup>12)</sup>. Choi<sup>22)</sup>는 최종키와 관련 있는 유전적, 환경적 요인에 대해 연구하여 MPH가 상관계수 0.520 ( $p < 0.001$ )로 유전적, 환경적 요인 중에 최종키에 가장 많은 영향을 주는 요소라고 발표하였다. Kang<sup>16)</sup>은 MPH와 예측신장 간의 상관성 분석을 시행하여 남아의 경우 상관계수가 0.465 ( $p < 0.001$ ), 여아의 경우 상관계수가 0.573 ( $p < 0.001$ )라는 연구결과를 발표하였으며 여아가 남아에 비해 MPH와 최종예측키 사이의 상관관계가 더 크다는 본 연구의 결과와 일치한다. 본 연구는 여기서 더 나아가 연령대를 한정하고 다시 역연령을 보정하여 현재키와 MPH의 상관관계를 알아보았으며 골연령, 체지방률, BMI와의 상관성도 연구하여 여아의 경우에는 MPH와 골연령, MPH와 체지방률이 역상관관계가 있음을 알아내었다. 이에 대해서는 MPH와 ‘골연령-역연령’, MPH와 체지방률 사이의 직접적인 인과관계라고 생각하기 보다는 ‘골연령-역연령’이 낮거나 체지방률이 낮은 것이 최종 예측키를 크게 만드는 요인이라는 본 연구의 결과 (Table 5, 6)를 참고로 ‘골연령-역연령’이 낮거나 체지방률이 낮은 경향을 가진 부모가 최종 키가 크고, ‘골연령-역연령’이 낮거나 체지방률이 낮은 경향성이 부모에서 아이로 유전되면서 부모의 신장 (MPH)과 아이의 ‘골연령-역연령’, 체지방률간의 유의한 역상관관계로 나타난 것이 아닌가 생각된다. 좀 더 연구가 필요한 부분이라고 생각된다.

본 연구에서 출생체중의 경우 남아에서는 출생체중이 클수록 12-14세의 신장과 체중이 큰 경향이 있었으나 여아에서는 유의한 상관이 없었고 남아에서 출생체중이 클수록 또래에 비해 BMI, 체지방률이 증가하는 경향이 있었으나 여아에서는 유의한 상관관계가 없었

다. 남아에서는 출생체중이 신장, 체중, BMI, 체지방률과 정상상관계가 있어 출생체중이 12-14세 남아의 체격에 영향을 준다는 것을 알 수 있으며 출생체중은 여아보다는 남아의 양적 성장에 더 많은 영향을 준다고 짐작할 수 있었다. 출생체중과 최종성인키의 상관관계에 대해서는 Choi<sup>22)</sup>가 상관계수 0.183 ( $p = 0.016$ )의 정상상관계가 있다고 보고한 바 있으나 본 연구에서는 출생체중과 예측된 최종키 사이에는 유의한 상관관계를 발견하지는 못하였다. 출생체중과 비만의 관계에 대한 연구는 연구마다 다양한 결론을 나타내고 있는데 Karaolis-Danckert<sup>10)</sup>는 출생체중이 적은 아이들이 비만의 위험도가 크며 그 원인은 출생 직후 급속한 따라잡기 성장 때문이라고 하였으며 Ogonowski<sup>9)</sup>는 여성만을 대상으로 한 연구에서 출생체중이 큰 경우에 성인이 되었을 때 비만의 위험이 커진다고 하였다. 본 연구에서는 기존연구들과 달리 출생체중과 성인의 비만도가 아닌 출생체중과 12-14세의 청소년의 비만도와 상관성을 연구한 것이 특별한 점이라고 할 수 있으며 비만도 뿐만 아니라 출생체중과 12-14세 아동 신장의 상관관계를 알아본 점이 기존 연구들과 다른 점이라 할 수 있다.

본 연구에서 남녀 공통적으로 체지방률과 예측신장은 유의한 역상관관계가 있어 체지방률이 높을수록 최종 예측신장이 작아지는 경향을 볼 수 있었고 최종키를 크게 하기 위해서는 체지방률과 비만에 대한 관리가 필요함을 간접적으로 예측해볼 수 있었다. 비만과 성장의 관련성에 대해서는 비만인 경우 성장호르몬의 반감기도 짧아지고 성장호르몬의 분비 빈도와 일간 생산율도 감소한다는 것이 알려져 있으며<sup>17)</sup> 이런 경우 적절한 운동을 통해서 아동의 혈중 성장 호르몬 농도를 증가시킬 수 있다<sup>18)</sup>고 알려져 있다. 아이의 체지방률이 높은 경우 신장을 키우기 위해서는 적절한 운동이 포함된 체지방률 관리가 요구된다고 할 수 있다.

본 연구에서 남녀모두 골연령이 역연령보다 높을수록 최종신장이 작게 예측되었는데 이는 성조숙과 관련지어 생각해볼 수 있으며 골연령이 역연령보다 앞서갈수록 최종 예측키가 작아지는 요인이 됨을 알 수 있다. 남녀모두 또래에 비해 BMI가 높을수록 골연령이 역연령보다 앞서가는 경향이 있었으며 이는 Soe<sup>5)</sup>의 연구결과와 일치하는 점이고 이 역시 최종키를 증가시키기 위해서 소아청소년기의 비만관리가 필요함을 말해준다. 여아의 경우 체지방률이 높을수록 골연령이 역연령보다 앞서가는 경향이 있었는데 이것 역시 높은 체

지방률이 간접적으로 성장을 저해하는 요인이 될 수 있음을 말해준다. Soe<sup>5)</sup>는 체지방률과 ‘골연령-역연령’ 간의 상관분석을 시행하여 유의한 상관관계를 발견하지 못하였다고 한 바 있으나 본 연구에서 남녀를 나누어 상관분석을 시행한 결과 남아에서는 체지방률과 ‘골연령-역연령’의 유의한 상관관계가 없었으나 여아에서는 유의한 정상관계를 확인하였다. 역연령에 비해 높은 골연령은 성조숙과 관련이 있으며 골연령이 실제 연령보다 2표준편차 이상 성숙된 경우를 성조숙 치료 적응증 중 하나로 보기도 한다<sup>21)</sup>. 비만, 높은 체지방률은 사춘기를 앞당기는 요인 중 하나로 알려져 있으며 기존의 연구에서도 비만인 여아에서 초경이 빠르며 여아에서는 어느 정도의 체지방률이 달성되어야 사춘기를 진행시키게 된다고 보고 하였다<sup>19)</sup>. 하지만 남아에서는 비만이 오히려 사춘기를 늦춘다는 연구결과<sup>20)</sup>도 있어 남아에 대해서는 더 많은 연구가 필요할 것 같다.

남아에서 체지방률과 예측신장은 역상관관계가 있지만 체중과 예측신장은 정상관관계가 있었는데 이는 신장이 클수록 체중도 자연히 높아지는 경향이 있어 체중이 클수록 신장이 크고 신장이 클수록 예측신장이 커지기 때문이라고 생각된다. 여아에서 BMI가 클수록 신장이 큰 정상관관계가 있었으나 BMI가 클수록 최종 예측신장이 커지는 것은 아니었는데 BMI가 높으면 현재는 신장이 크더라도 BMI와 ‘골연령-역연령’이 정상관관계가 있기 때문에 성장판이 빨리 닫혀서 최종키에서는 이익이 없다고 추론해 볼 수 있다.

본 연구는 한방병원에 내원한 소아들만을 연구의 대상으로 하였다는 점에서 한계가 있으며 MPH를 계산하는데 필요한 부모의 키와 아이의 출생체중을 보호자 진술에 의존하였다는 점에서 다소 정확도의 한계점을 가질 수 있다. 그럼에도 불구하고 소아를 대상으로 성장과 큰 관련이 있는 과거 요인인 MPH, 출생체중과 현재의 성장상태를 나타내는 신장, 체중, BMI, 체지방률, 골연령, 그리고 TW3법을 통해 예측한 미래의 최종 키 간에 상관관계를 연구하였다는 점에서 기존 연구들과의 차별점이 있다고 할 수 있다.

## V. Conclusion

OO대학교 부속 OO병원 한방소아과에 내원한 만 12-14세의 환자 237명을 대상으로 MPH, 출생체중, 신

장, 체중, BMI, 체지방률, 골연령, 예측신장의 상관성에 대하여 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. MPH는 남녀 모두에게서 현재키, 예측신장과 정상관관계가 있으며 현재키보다 예측신장이 MPH와의 상관계수가 더 높다. 남아보다는 여아에서 MPH와 현재키, 예측신장의 상관계수가 더 크다. 여아에서 MPH와 ‘골연령-역연령’은 역상관관계가 있고 MPH와 체지방률도 역상관관계가 있다.
2. 남아에서 출생체중과 12-14세의 신장, 체중은 유의한 정상관관계가 있으며 남아의 출생체중은 BMI, 체지방률과도 유의한 정상관관계가 있다.
3. 남녀모두 체지방률과 예측신장은 역상관관계가 있고 ‘골연령-역연령’과 예측신장은 역상관관계가 있다. 남녀모두 BMI와 ‘골연령-역연령’은 정상관관계가 있다. 남아에서 체지방률과 신장은 역상관관계가 있다. 여아에서 체지방률과 ‘골연령-역연령’은 정상관관계가 있다.

## References

1. Anh HS, Hong CH Textbook of pediatrics, 10th ed. Seoul: Mirae-n Publishing co. 2012:20-1.
2. Lee DH, Lee JY, Kim DG. Measure of bone age through Greulich-Pyle method, Tanner-Whitehouse method and ultrasound transonic velocity of inferior radiocarpal joint. J Korean Orient Pediatr. 2008;22(2):69-80.
3. Yun HJ, Seo JM, Kang MS, Baek JH. A clinical study on growth and development of children based on their bone age measured by hand's x-ray image and calcaneus's ultrasonic image. J Korean Orient Pediatr. 2008;22(2):155-70.
4. Yoon KH, Koh DJ, You HJ, Lee JY, Kim DG. A study on growth and development of children by ultrasound transonic velocity of inferior radiocarpal joint. J Korean Orient Pediatr. 2005;19(2):165-74.
5. Soe HJ, Han JK, Kim YH. A study on relations between obesity and skeletal maturity. J Korean Orient



- Pediatr. 2008;22(2):19-35.
6. Hwang IC, Kim KK, Suh DH, Lee KR. The cut off value of body fat percentage for diagnosing obesity among selected number of elementary school students in seoul. Journal of Korean society for the study of obesity. 2008;17(4):169-74.
  7. Lee YJ, Yun HJ, Kwak MA, Baek JH. A study on relationships between bone age and body composition. J Korean Orient Pediatr. 2009;23(2):145-57.
  8. Hales CN, Barker DJ, Clark PM, Cox LJ, Fall C, Osmond C, Winter PD. Fetal and infant growth and impaired glucose tolerance at age 64. BMJ. 1991;303:1019-22.
  9. Ogonowski J, Miazgowski T, Engel K, Celewicz Z. Birth weight predicts the risk of gestational diabetes mellitus and pregravid obesity. Nutrition. 2014;30:39-43.
  10. Nadina Karaolis-Danckert, Anette E Buyken, Katja Bolzenius, Carolina Perim de Faria, Michael J Lentze, Anja Kroke. Rapid growth among term children whose birth weight was appropriate for gestational age has a longer lasting effect on body fat percentage than on body mass index. Am J Clin Nutr. 2006;84:1449-55.
  11. Azadbakht L, Kelishadi R, Saraf-Bank S, Qorbani M, Ardalan G, Heshmat R, Taslimi M, Motlagh ME. The association of birth weight with cardiovascular risk factors and mental problems among Iranian school-aged children: the CASPIAN-III study. Nutrition. 2013;29:1-9.
  12. Tanner JM, Healy MJR, Goldstein H, Cameron N. Assessment of skeletal maturity and prediction of adult height (TW3 method). E PUBLIC. 2005;1-3,38-9.
  13. The Committee for Public Health Statistics, The Korean Pediatric Society. 2007 Korean National Growth Charts. 2007.
  14. Ministry of Culture, Sports and Tourism. National physical fitness survey. Ministry of Culture, Sports and Tourism. 2001.
  15. Ministry of Culture, Sports and Tourism. National physical fitness survey. Ministry of Culture, Sports and Tourism. 2004.
  16. Kang KY, Han JK, Kim YH. The study on correlation between parent's height and adult height prediction according to TW3 method. J Korean Orient Pediatr. 2012;26(3):46-54.
  17. Scacchi M, Pincelli AI, Cavagnini F. Growth hormone in obesity. Int J Obes Relat Metab Disord. 1999 Mar;23(3):260-71.
  18. Choi WY, Lee CM, Kim SM. The Effects of ropeless-skipping exercise on blood lipids and growth hormone for obese middle school students. Korean J Exerc Rehabil. 2012(3):193-201.
  19. Dunger DB, Ahmed ML, Ong KK. Effects of obesity on growth and puberty. Best Pract Res Clin Endocrinol Metab. 2005;19(3):375-90.
  20. Wang Y. Is obesity associated with early sexual maturation? A comparison of the association in American boys versus girls. Pediatrics. 2002;110(5):903-10.
  21. Park MJ. Recent advance in pathogenesis and treatment of precocious precocity. Dev Reprod. 2006;10(4):215-25.
  22. Choi MH, Lee JY. A Pilot Study for Analysis of Genetic and Environmental Factors on Final Adult Height. J Korean Orient Pediatr. 2011;25(3):57-69.
  23. Lee S, Choi H, Son J, Jeong J, Kim Y, Kang D, Park S, Kang S, Leem K. Effects of horse bone powder extract on longitudinal bone growth in adolescent male rats. Kor J Herbology. 2009;24(3):69-77.
  24. Grimberg A, Lifshitz F. Worrisome growth. In Pediatric endocrinology, 5th ed. Vol. 2, Chapter 1. Ed F. Lifshitz. Informa NY. 2007:1-50.
  25. Rosenfeld RG. Disorders of growth hormone and insulin-like growth factor secretion and action. In Sperling MA ed. Pediatric Endocrinology. 2002:116-69.
  26. Hong CE. Pediatric medical treatment. Korea medical book publisher. 2003:10-1.
  27. Lee JJ. Birth weight for gestational age patterns by sex, plurality, and parity in Korean population. Korean J Pediatr. 2007;50(8):732-9.
  28. Kim SY, Yang SW. Assessment of bone age: A comparison of the Greulich-Pyle method to the Tanner-Whitehouse method. J Korean Endocr Soc. 1998;13(2):198-204.