https://doi.org/10.5933/JKAPD.2019.46.1.48
J Korean Acad Pediatr Dent 46(1) 2019
ISSN (print) 1226-8496 ISSN (online) 2288-3819

# Measuring Agreement of Modified MP3 and CVMS according to BMI Percentile

Seoksoon Yi, Daewoo Lee, Yeonmi Yang, Jaegon Kim

*Department of Pediatric Dentistry and Institute of Oral Bioscience, School of Dentistry, Chonbuk National University*

**Abstract**

The objective of this study was to examine measuring agreement between middle phalanx of the third finger and cervical vertebrae analysis for assessing skeletal maturity according to body mass index percentile. A retrospective chart view was used to select patients with body mass index data, hand - wrist radiographs and lateral cephalograms of same day. The patients were divided into 4 groups by body mass index percentile. The hand - wrist radiographs were analyzed using modified middle phalanx of the third finger method and the lateral cephalograms were categorized according to cervical vertebral maturation stage. The degree of agreement between the 2 methods of analyzing skeletal maturation was measured by calculating weighted kappa statistic according to body mass index percentile group. There was a good agreement between the 2 methods in the entire body mass index percentile group. According to the body mass index percentile group, the agreement was found to be different, and the pattern was different between boys and girls. Pediatric dentist should consider sex and weight status when evaluating growing children and adolescents because it can affect the agreement of 2 method of analyzing skeletal maturation.

**Key words :** Body mass index, Skeletal maturation, Middle phalanx of the third finger, Cervical vertebrae

## Ⅰ. 서 론

소아 청소년의 체중 상태는 골격 및 치열 발달에 영향을 미칠 수 있다. 과체중 및 비만 아동은 정상의 체질량 지수(Body mass index)를 가진 또래보다 골격과 치열 발달이 더 빠르게 진행된다[1-3]. 반대로 낮은 체질량 지수는 골격과 치열의 발달을 지연 시킨다[4-6]. 최근 성장에 대한 연구들에서는 소아 청소년의 체중 상태가 골 및 치아의 성숙 뿐 아니라 사춘기의 시작 시기, 두개안면의 형태, 골 대사에도 영향을 줄 수 있다고 보고하고 있다[7].

성장 양상은 연령 및 성별과 관련되어 있기 때문에 신장과 체중을 측정한 결과로 계산한 Raw - BMI (Body mass index) score는 성장하는 아동에게는 거의 의미가 없다. 그러나 연령 및 성별에 특이한 체질량 지수 백분위 수를 이용한다면 신속하고 쉽게 접근 가능한 방법으로 아동의 체중 상태를 평가할 수 있다. 보건복지부 질병관리본부의 기준에 따라 95 백분위 수 이상인 아동들은 비만, 85 - 95 백분위 수는 과체중, 15 - 85 백분위 수는 정상 체중, 15 백분위 수 미만은 저체중으로 간주한다[8-12].

수완부 골과 경추 성숙의 단계들은 사춘기 동안 골격 발달과 상호 연관이 있다[13-15]. 많은 연구들은 골의 형태, 밀도, 그리고 골단 - 골간단 단계들과 사춘기 성장 폭발(pubertal growth spurt)간에 밀접한 상관 관계를 발견하였다[16,17]. 대부분의 연구들에서 전체 수완부 골을 이용하여 성장을 평가하였다[16,18,19]. 그러나 중지의 중절골 만을 이용한 성장 평가 역시

*Corresponding author : Jaegon Kim*
*Department of Pediatric Dentistry, School of Dentistry, Chonbuk National University, 20, Geonji-ro, Deokjin-gu, Jeonju, 54907, Republic of Korea*
*Tel: +82-63-250-2223 / Fax: +82-63-250-2131 / E-mail: pedokjg@jbnu.ac.kr*
*Received July 30, 2018 / Revised September 6, 2018 / Accepted August 27, 2018*

신뢰할 만한 것으로 알려졌다[13,14,20,21]. 측방 두부 방사선 사진은 교정 치료를 위한 진단 자료로 촬영되므로 성장 평가를 위한 경추의 사용은 부가의 방사선 사진 촬영을 필요로 하지 않는 이점이 있다. 따라서 경추 성숙 단계의 평가가 수완부 골의 성숙 단계를 대체할 수 있는지에 대한 연구들이 이루어졌고 둘 사이의 높은 상관 관계를 확인하였다[15,17,22]. 또한 중지의 중절골만을 대상으로 경추 성숙과 상관 관계를 평가한 연구에서도 유사한 상관 관계가 얻어졌다[13,14].

그러나 소아 청소년의 체중 상태가 골격 발달에 미치는 영향에 대해서 수완부 골과 경추 성숙의 관계를 비교하여 평가한 연구는 드물었다.

이에 이 연구에서는 한국 소아 청소년에서 체질량 지수 백분위 수에 따라 중지 중절골 및 경추를 이용한 골 성숙 평가의 일치 정도가 어떠한 변화를 보이는지 확인하고자 하였다.

## Ⅱ. 연구 재료 및 방법

### 1. 연구 대상

후향의 차트 분석을 통해 2015년 1월 1일 부터 2018년 3월 1일 까지 전북대학교 치과 병원에 내원한 7 - 17세의 소아, 청소년 중 수완부 및 측방 두부 방사선 사진 그리고 신장 및 체중의 자료가 모두 같은 날 채득되었고 수완부 및 경추의 이상을 포함하는 전신 질환이 없는 경우 연구 대상으로 하였다. 다른 전신 질환은 없으나 저성장으로 인한 성장 호르몬 치료를 받는 대상에 대해서는 별도의 군으로 정하여 연구 대상으로 삼았다.

### 2. 연구 방법

1) 신장 및 체중과 체질량 지수 백분위 수

신장(m) 및 체중(kg)의 자료를 얻어 보건복지부 질병관리본부의 기준에 따라 신장 하위 3% 미만을 저신장 군, 상위 3% 이상을 고신장 군으로 하였고, 체중 하위 5% 미만을 저체중 군, 상위 5% 이상은 고체중 군으로 하였다[8].

체중을 신장의 제곱으로 나누어 체질량 지수를 얻었다. 이를 다시 질병관리본부에서 2017년 제정한 성장 도표를 이용하여 연령 및 성별에 특이한 체질량 지수 백분위 수로 변환하고 이에 따라 연구 대상을 4개의 체질량 지수 백분위 수 군으로 나누어 저체중(Underweight)은 5% 미만, 정상(Normal)은 5% 이상 85% 미만, 과체중(Overweight)은 85% 이상 95% 미만, 비만(Obese)은 95% 이상으로 하였다[8].

2) 중지 중절골 성숙 단계

수완부 방사선 사진은 Rajagopal과 Kansal[20]이 발표한 변형된 중지 중절 골의 성숙 단계(modified developmental stages of the middle phalanx of the third finger)에 따라 분류하였다(Fig. 1). 이는 중지 중절골의 골단과 골간단의 관계에 따라 Hägg와 Taranger[16]가 5단계로 분류했던 성숙 단계에 middle phalanx of the third finger - HI stage (MP3 - HI stage)를 추가하여 총 6개의 단계로 이루어졌다. Rajagopal과 Kansal[20]은 3번째 단계인 MP3 - G stage가 사춘기 성장 폭발의 최대점이라고 하였다.

3) 경추 성숙 단계

측방 두부 방사선 사진을 이용한 경추 성숙 단계는 Hassel과 Farman[23]의 Cervical vertebrae maturation index (CVMI)를 변형하여 Baccetti 등[17]이 발표한 Cervical vertebral maturation stage (CVMS)에 따라 각각 6단계로 분류하였다(Fig. 2). Baccetti 등[17]은 3번째 단계인 CVMS 3 stage가 사춘기 성장 폭발의 최대점이라고 하였다.

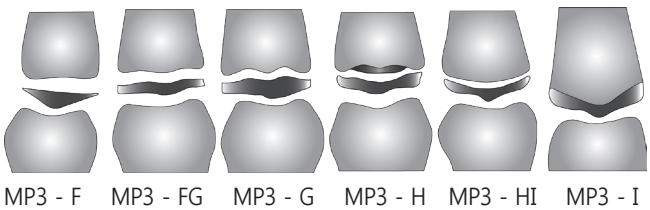


**Fig. 1.** Six modified developmental stages of the middle phalanx of the third finger.

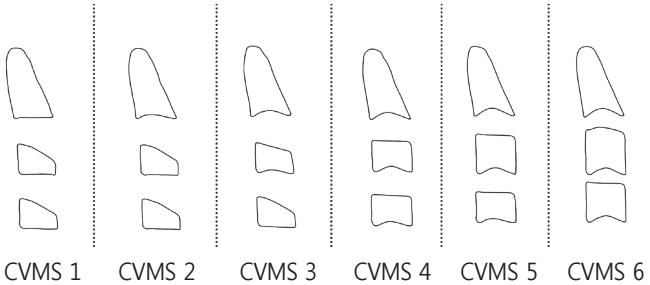


**Fig. 2.** Six stages of cervical vertebral maturation.

### 3. 통계 분석

체질량 지수 백분위 수의 변화에 따라 modified MP3 stage 및 CVMS를 통한 성장 평가의 일치도를 확인하기 위하여 4개의 체질량 지수 백분위 수 군 각각에서의 modified MP3 stage 및 CVMS를 통한 성장 평가의 weighted kappa statistic을 얻었다. 저성장으로 인한 성장 호르몬 치료를 받는 대상에 대해서는 별도의 군으로 하여 weighted kappa statistic을 계산하였다. 남녀의 역연령과 체질량 지수 백분위 수 분포의 차이를 확인하기 위해 unpaired t-test를 사용하여 분석하였다. 평가된 골령과 역연령, 성별, 체질량 지수 백분위 수의 상호 관계를 파악하기 위하여 로지스틱 회귀 분석 시행하였다. 조사자 내의 일치도를 확인하기 위하여 modified MP3 stage 및 CVMS를 이용한 골령 평가는 2주 간격으로 반복하여 chronbach's alpha를 계산하였다. 통계의 산출은 SPSS 22 (IBM SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하였다.

## Ⅲ. 연구 성적

### 1. 성별에 따른 연령과 체질량 지수 백분위 수의 분포

포함된 연구 대상은 남자 177명, 여자 186명으로 총 363명이었다. 남자의 평균 연령은 11.7세, 여자의 경우 11.5세로 성별에 따른 연령의 유의한 차이는 없었다. 체질량 지수 백분위 수의 평균은 남자 46.8%, 여자 42.9%로 성별에 따라서 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 1).

### 2. 체질량 지수 백분위 수 군에 따른 분포

체질량 지수 백분위 수에 따라 분류된 4군에서의 분포는 남자에서 저체중 12명(6.8%), 정상 129명(72.9%), 과체중 14명(7.9%), 비만 22명(12.4%)으로 나타났다. 여자에서는 저체중 19명(10.2%), 정상 137명(73.7%), 과체중 15명(8.1%), 비만 15명(8.1%)으로 나타났다. 남녀를 합쳐서 저체중과 비만은 각각 31명(8.5%)과 37명(10.2%)로 보건복지부 질병관리본부의 성장 도표에서 기대되는 5%에 비하여 높은 비율로 나타났다(Fig. 3)[8].

**Table 1.** Age and body mass index percentile distribution according to sex

| | Male | Female | Total | *p* value |
|---|---|---|---|---|
| No. of subjects | 177 | 186 | 363 | |
| Percentage of subjects (%) | 48.7 | 51.3 | 100.0 | |
| Chronological age (Mean ± SD, year) | 11.7 ± 3.0 | 11.5 ± 2.7 | 11.6 ± 2.8 | 0.331 |
| BMI percentile (Mean ± SD, %) | 46.8 ± 33.1 | 42.9 ± 31.4 | 44.8 ± 32.3 | 0.244 |

*p* value from unpaired student t - test
BMI = Body mass index

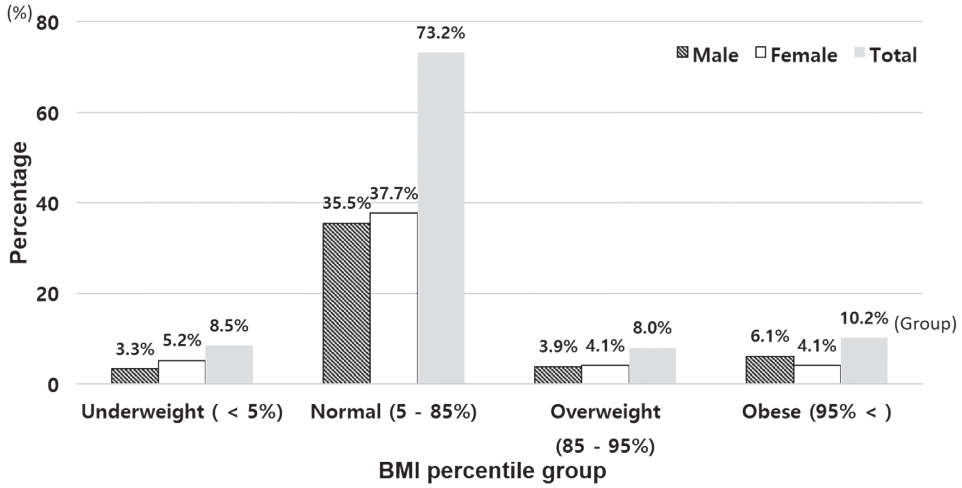


**Fig. 3.** Subject distribution according to body mass index percentile group.

### 3. 골령 평가에 따른 분포

Modified MP3 stage와 CVMS 분포에서 1단계가 각각 36.6%와 31.7%로 가장 많았다(Fig. 4). 조사자내 일치도 확인을 위해 약 2주 후의 반복 측정으로 확인한 Cronbach's alpha는 modified MP3 stage에 대하여 0.88, CVMS에 대하여 0.81로 적절한 신뢰도를 보였다.

### 4. 골령과 성별, 역연령 체질량 지수 백분위 수의 관계

골령과 역연령, 성별 및 체질량 지수 백분위 수의 상호관계를 확인하기 위하여 Modified MP3 stage 및 CVMS 1, 2, 3 stage를 성장 폭발 이전으로, 4, 5, 6 stage를 성장 폭발 이후로 나누어 종속 변수로 정하고 성별, 역연령, 체질량 지수 백분위 수는 독립 변수로 정하여 로지스틱 회귀 분석 시행하였다(Table 2).

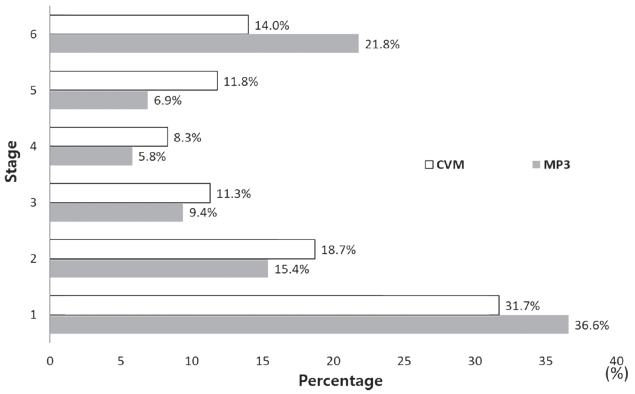


**Fig. 4.** Subject distribution according to skeletal age.

Modified MP3 stage 및 CVMS로 측정되는 골령 양측 모두 성별, 역연령, 체질량 지수 백분위 수에 유의하게 증가하였다. 즉 여자인 경우, 역연령이 증가하는 경우와 체질량 지수 백분위 수가 증가하는 경우에 두 지표로 측정된 골령이 증가하였다. 하지만 모든 종속 변수에 대하여 modified MP3 stage에서 종속 변수에 따른 독립 변수의 변화 정도인 Odds ratio 값이 더 크게 나타나, 여자인 경우, 역연령이 증가하는 경우 그리고 체질량 지수 백분위 수가 증가하는 경우에 골령 증가가 더 빠르게 나타났다.

### 5. 체질량 지수 백분위 수 군에 따른 weighted kappa statistic

남녀 전체 대상에 대하여 weighted kappa statistic을 계산한 결과 0.694로 좋은 일치도를 나타냈다. 남자만을 대상으로 계산했을 때 0.680 이었으나 여자에서는 0.691로 나타나 여자에서 보다 높은 일치도를 보였다. 성별과 체질량 지수 백분위 수 군에 따른 추이를 확인 하였을 때, 남자의 경우 체질량 지수 백분위 수 군에 따른 특별한 양상 없이 과체중 군에서 가장 큰 일치도를 보였으나 여자의 경우 저체중에서 비만으로 감에 따라 일치도가 더 증가하는 경향을 보였다.

보통의 사춘기 성장 폭발 연령군인 12 - 17세의 남자, 10 - 15세의 여자에서는 모두 모든 군에서 weighted kappa statistic이 감소하여 상대적으로 낮은 일치도를 보였다(Fig. 5).

### 6. 신장 및 체중에 따른 weighted kappa statistic

고신장에서 0.779로 저신장의 0.496에 비해 좋은 일치도를 보였으며, 고체중에서 0.725로 저체중의 0.582에 더 좋은 일치도를 보였다(Fig. 6).

**Table 2.** Logistic model results for modified developmental stage of the middle phalanx of the third finger and cervical vertebral maturation stage before and after growth spurt

| Dependent variable | Independent variable | Odds ratio | *p* value |
|---|---|---|---|
| Modified MP3 stage post growth spurt | Sex (Female) | 146.225 | .000 |
| (- H, - HI, - I stage) | Chronological age | 16.202 | .000 |
| | BMI percentile | 1.025 | .010 |
| CVMS post growth spurt | Sex (Female) | 6.429 | .000 |
| (4, 5, 6 stage) | Chronological age | 3.118 | .000 |
| | BMI percentile | 1.015 | .011 |

Logistic regression analysis
Modified MP3 stage = modified developmental stage of the middle phalanx of the third finger, CVMS = Cervical vertebral maturation stage, BMI = Body mass index

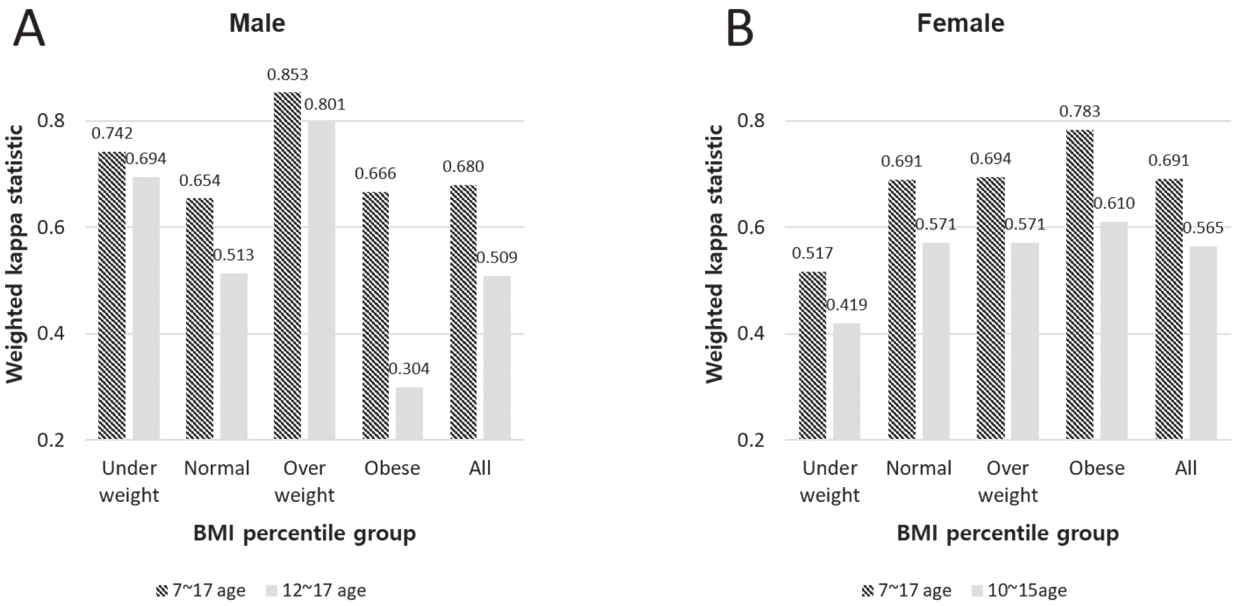


**Fig. 5.** Weighted kappa statistic according to sex and body mass index percentile group. A: Male, B: Female.

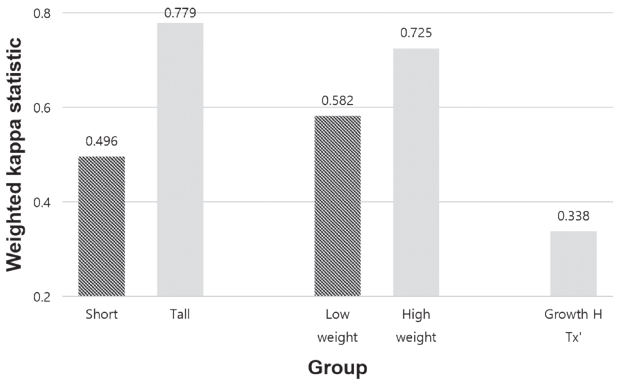


**Fig. 6.** Weighted kappa statistic according to weight and height status.

### 7. 성장 호르몬 치료 중인 환자들에서의 weighted kappa statistic

연구 대상 중 성장 호르몬 치료를 받고 있는 대상은 남자 4명, 여자 11명으로 총 15명이었다. 성장 호르몬 치료 중인 환자들만을 대상으로 modified MP3 stage 및 CVMS를 이용한 성장 평가의 일치도를 확인한 결과 0.338로 가장 낮은 일치도를 보였다 (Fig. 6).

## IV. 총괄 및 고찰

사춘기 성장 폭발을 추정하는데 역연령, 치령, 체중, 신장, 초경 및 변성기 시작 여부와 가슴의 변화 등은 신뢰할 수 없고 실용성이 떨어진다[16,24]. Nanda[25]는 하악골의 성장 속도가 사춘기 시기 정점을 이루며 발달 동안에 일정하지 않다고 하였으며 Baccetti 등[17]은 소아 청소년기에 교정 치료를 시행할 때 골격성 2급 관계의 해소를 위한 기능성 교정 장치의 사용 및 골격성 3급 관계의 해소를 위한 페이스 마스크의 사용, 그리고 상악 급속 확장 장치 및 이모 장치의 사용 등에 있어 치료의 시기에 따라 그 효과가 달라지며 골격 성숙을 정확히 평가하는 것이 중요하다고 하였다.

사춘기 성장 폭발을 정확히 평가하기 위해 수완부 방사선 사진을 주로 사용하였으나 이를 위해서는 추가의 방사선 조사가 발생한다. 이를 피하기 위해 측방 두부 방사선 사진을 이용한 성장 평가의 가능성을 조사한 연구들은 수완부 방사선 사진의 대체 가능성을 제시하였다[15,17,22]. 일부의 연구에서 경추를 이용한 골령 평가의 재현성에 대해 의문을 제기하기도 하였지만 이 연구에서는 CVMS의 평가에 대하여 chronbach's alpha 값이 0.81로 나타나 신뢰할만한 조사자내 일치도를 보였다[26,27].

수완부골 평가의 경추 평가에 의한 대체 가능성을 조사한 이전의 대부분의 연구들은 Hägg와 Taranger[16], Fishman[18] 등

이 발표한 수완부 골 전체의 성숙 단계 혹은 MP3 stage와의 관련성을 Hassel과 Farman[23]이 발표한 CVMI와 비교하였다. 이들 연구들 중 대부분은 상관 분석을 이용하여 수완부골과 경추의 성숙도를 비교하여 대체 가능성을 확인하였다. 하지만 이러한 상관 분석만으로는 진단을 위한 대체 가능성을 확신할 수 없는 한계가 존재한다[28,29].

이 연구에서 사용한 Rajagopal과 Kansal[20]의 modified MP3 stage와 Baccetti 등[17]의 CVMS의 대체 가능성을 확인한 연구는 상대적으로 그 수가 적었지만 Tikku 등[30]에 따르면 CVMS의 modified MP3 stage와의 상관성이 CVMI와 modified MP3 stage와의 상관성과 비교하여 유사하다고 하였으며 Perinetti 등[13]은 MP3 stage가 CVMS와 만족할만한 진단의 일치도를 보인다고 하였다. 이 연구에서는 상관 분석을 이용하는 것에 비해 진단의 일치 정도를 더 신뢰성 있게 확인할 수 있는 weighted kappa statistic을 이용하였다. 전체 연구 대상을 통해 얻은 weighted kappa statistic은 0.694로 modified MP3 stage와 CVMS 사이의 좋은 일치도를 확인하였다. 이를 통해 진단을 위한 수완부 방사선 사진의 사용과 측방 두부 방사선 사진의 사용이 상호 대체 가능한 것으로 판단할 수 있다.

Cericato 등[31]은 메타 분석을 통하여 여자가 남자에 비해 수완부 골 평가와 경추 평가에 있어 더 큰 상관성를 나타낸다고 하였다. 이 연구에서 얻어진 weighted kappa statistic 값은 여자에서 0.691, 남자에서 0.680으로 역시 여자가 남자보다 더 좋은 일치도를 나타냈다. Danaei 등[32]은 저신장 환자들을 대상으로 진단의 일치도를 평가하였던 연구에서 저신장 환자가 정상 성장 상태에 있는 대상들에 비해 덜 두드러지는 일치도를 보인다고 하였다. 이번 연구에서 저신장 군은 고신장 군에 비해, 저체중 군은 고체중 군에 비해 일치도가 감소하였다. 또한 성장 저하로 인하여 성장 호르몬을 투여 받고 있는 환자들에서 일치도가 가장 낮았다. 이를 통해 적절한 성장 상태에서의 골령 평가가 일치도가 더 높음을 알 수 있다.

성별 및 체질량 지수 백분위 수 군에 따라 진단의 일치도는 서로 다른 경향을 나타내었다. 남자의 경우 체질량 지수 백분위 수에 따른 특별한 양상 없이 과체중 군에서 일치도가 가장 컸으나 여자의 경우 저체중에서 비만으로 감에 따라 일치도가 더 증가하는 경향을 보였다.

Sandhu 등[33]은 지방 조직이 androgen을 estrogen으로 전환시키는 활성 부위이며, 시상 하부 - 뇌하수체 - 생식선 축의 조기 활성화를 촉진하여 비만인 경우 조기 성숙이 시작되도록 한다고 하였다. 또한 Fuente Martín 등[34]은 체내 지방 조직의 생리 효과는 성별에 따라 다르게 나타날 수 있다고 하였다. 즉 지방 조직에 의한 효과의 크기는 성별에 따라 다르게 나타나며 골성숙의 가속에 있어서도 이러한 효과는 달라질 수 있음을 이 연구 결과로 유추해볼 수 있다. 또한 이 연구에서 시행한 회귀 분석에 따르면 체질량 지수 백분위 수에 의한 효과는 modified MP3 stage와 CVMS에서 서로 다르게 나타났다. 이러한 요소들로 인해 성별 및 체질량 지수 백분위 수 군에 따른 일치도의 변화가 발생한 것으로 보인다.

이 연구에서 사춘기 성장 폭발 연령군인 12 - 17세의 남자, 10 - 15세의 여자에서는 modified MP3 stage와 CVMS의 평가 일치도가 떨어졌다. 이는 Sohrabi 등[35]에 의해 CVMS의 좋지 않은 재현성의 원인으로 지적된 C3와 C4의 형태 변화의 모호함과 이로 인한 CVMS 3단계와 4단계 사이의 모호함 때문으로 생각된다.

즉, modified MP3 stage와 CVMS는 일반적으로 좋은 일치도를 보이며 임상에서 상호 대체 가능한 골령 평가 방법이지만 성별 및 연령, 그리고 체질량 지수 백분위 수에 따라 그 일치도가 변화하였다. 이를 통해 도출할 수 있는 임상에 적용될 수 있는 의미는 다음과 같다. 교정 치료를 위한 진단 자료로써 채득한 측방 두부 방사선 사진을 확인하여 CVMS 3단계에 도달하지 않았다면 사춘기 성장 폭발에 도달하지 않은 것으로 판단하고 CVMS 3 단계에 도달했다면 이의 신뢰 여부를 결정한다. 소년이거나 저체중의 소녀이거나 정상 성장에 문제를 보이는 환자에 대하여는 modified MP3 stage를 이용한 골령의 재평가로 사춘기 성장 폭발의 시작 여부를 확정할 수 있다. 이 때 modified MP3 stage는 치과 진료실에서 대개 이용 가능한 치근단 방사선 사진의 촬영을 통해 적은 방사선 노출로 쉽게 평가가 가능하다[21].

이 연구는 modified MP3 stage와 CVMS를 이용한 성장 평가의 일치도에 있어 성별, 성장 상태 및 체질량 지수 백분위 수의 영향을 처음으로 조사하였다. 비록 modified MP3 stage 평가의 사용이 임상에서 더 간편하고 실용성이 있다고 하더라도 정확한 골령 평가를 위해서는 수완부 골 전체의 성숙 평가가 더 신뢰성이 있음을 고려할 때 수완부 골 전체를 이용하여 이러한 요소들의 영향을 조사하는 추가 연구가 필요하다. 또한 이 연구는 성장의 양상을 횡단면 연구를 통해 평가한 한계가 존재하므로 체질량 지수 백분위 수에 따른 수완부 골과 경추의 성숙 양상을 연령 증가에 따라 종단 연구로 비교하는 것이 필요하다.

## V. 결 론

이 연구에서는 체질량 지수 백분위 수와 성별에 따라 modified MP3 stage와 CVMS 사이의 일치도를 확인하였다. 일치도는 체질량 지수 백분위 수에 따라 달라지며 그 양상은 성별에 따라 달랐다. 이를 통해 성장에 대한 체질량 지수의 영향은 성별에 따라 다르게 나타날 수 있으며 성장의 저하 혹은 촉

진이 modified MP3 stage와 CVMS 사이의 일치도에 영향을 줄 수 있음을 알 수 있었다. 따라서 임상가가 골령 평가를 위하여 modified MP3 stage와 CVMS를 적절히 사용하기 위해서는 환자의 체질량 지수와 성별을 고려하는 것이 필요하다.

## References


1. Mack KB, Phillips C, Jain N, Koroluk LD : Relationship between body mass index percentile and skeletal maturation and dental development in orthodontic patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 143:228-234, 2013.
2. Must A, Phillips SM, Hayes C, *et al*. : The association between childhood obesity and tooth eruption. *Obesity*, 20: 2070-2074, 2012.
3. Giuca MR, Pasini M, Marzo G, *et al*. : Skeletal maturation in obese patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 142:774-779, 2012.
4. DuPlessis EA, Araujo EA, Behrents RG, Kim KB : Relationship between body mass and dental and skeletal development in children and adolescents. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 150:268-273, 2016.
5. Gaur R, Kumar P : Effect of undernutrition on deciduous tooth emergence among Rajput children of Shimla District of Himachal Pradesh, India. *Am J Phys Anthropol*, 148:54-61, 2012.
6. Gaur R, Boparai G, Saini K : Effect of under-nutrition on permanent tooth emergence among Rajputs of Himachal Pradesh, India. *Ann Hum Biol*, 38:84-92, 2011.
7. Olszewska K, Ważna-Olszewska M, Dunin-Wilczyńska I : Obesity in children and Adolescents - a New Challenge in Orthodontic Practice. *Dent Med Probl*, 52:131-136, 2015.
8. Korean Centers for Disease Control : 2017 Korean National Growth Charts. Available from URL: http://www.cdc.go.kr/CDC/contents/CdcKrContentView.jsp?cid=77683&menuIds=HOME001-MNU1130-MNU2743-MNU2748-MNU2744 (Accessed on February 4, 2018).
9. Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM, Dietz WH : Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *BMJ*, 320:1240-1243, 2000.
10. Cole TJ : A method for assessing age-standardized weight-for-height in children seen cross-sectionally. *Ann Hum Biol*, 6:249-268, 1979.
11. Pecoraro P, Guida B, Pietrobelli A, *et al*. : Body mass index and skinfold thickness versus bioimpedance analysis: fat mass prediction in children. *Acta Diabetol*, 40:278-281, 2003.
12. Maffeis C, Pietrobelli A, Tatò L, *et al*. : Waist circumference and cardiovascular risk factors in prepubertal children. *Obes Res*, 9:179-187, 2001.
13. Perinetti G, Perillo L, Contardo L, *et al*. : Maturation of the middle phalanx of the third finger and cervical vertebrae: a comparative and diagnostic agreement study. *Orthod Craniofac Res*, 17:270-279, 2014.
14. Ozer T, Kama JD, Ozer SY : A practical method for determining pubertal growth spurt. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 130:131.e1-6, 2006.
15. Szemraj A, Wojtaszek Słomińska A, Racka-Pilszak B : Is the cervical vertebral maturation (CVM) method effective enough to replace the hand-wrist maturation (HWM) method in determining skeletal maturation?-A systematic review. *Eur J Radiol*, 102:125-128, 2018.
16. Hägg U, Taranger J : Maturation indicators and the pubertal growth spurt. *Am J Orthod*, 82:299-309, 1982.
17. Baccetti T, Franchi L, McNamara JA Jr : The Cervical Vertebral Maturation (CVM) Method for the Assessment of Optimal Treatment Timing in Dentofacial Orthopedics. *Semin Orthod*, 11:119-129, 2005.
18. Fishman LS : Radiographic evaluation of skeletal maturation. A clinically oriented study based on hand-wrist films. *Angle Orthod*, 52:88-112, 1982.
19. Greulich WW, Pyle SI : Radiographic Atlas of Skeletal Development of the Hand and Wrist, 2nd ed. Stanford University Press, 61-231, 1959.
20. Rajagopal R, Kansal S : A comparison of modified MP3 stages and the cervical vertebrae as growth indicators. *J Clin Orthod*, 36:398-406, 2002.
21. Abdel-Kader HM : The reliability of dental x-ray film in assessment of MP3 stages of the pubertal growth spurt. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 114:427-429, 1998.
22. Wong RW, Alkhal HA, Rabie AB : Use of cervical vertebral maturation to determine skeletal age. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 136:484.e1-6, 2009.
23. Hassel B, Farman AG : Skeletal maturation evaluation using cervical vertebrae. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 107:58-66, 1995.
24. Franchi L, Baccetti T, McNamara JA Jr : Mandibular growth as related to cervical vertebral maturation and body height. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 118:335-340, 2000.
25. Nanda RS : The rates of growth of several facial components measured from serial cephalometric roentgenograms. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 41:658-673, 1955.

26. Gabriel DB, Southard KA, Southard TE, *et al*. : Cervical vertebrae maturation method: poor reproducibility. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 136:478.e1-7, 2009.
27. Nestman TS, Marshall SD, Southard TE, *et al*. : Cervical vertebrae maturation method morphologic criteria: poor reproducibility. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 140:182-188, 2011.
28. Müller R, Büttner P : A critical discussion of intraclass correlation coefficients. *Stat Med*, 13:2465-2476, 1994.
29. Flores Mir C, Burgess CA, Major PW, *et al*. : Correlation of skeletal maturation stages determined by cervical vertebrae and hand-wrist evaluations. *Angle Orthod*, 76:1-5, 2006.
30. Tikku T, Khanna R, Sachan K, Agrawal S : Correlation of Improved Version of Cervical Vertebral Maturation Indicator with Other Growth Maturity Indicators. *J Indian Orthod Soc*, 47:28-32, 2013.
31. Cericato GO, Bittencourt MA, Paranhos LR : Validity of the assessment method of skeletal maturation by cervical vertebrae: a systematic review and meta-analysis. *Dentomaxillofac Radiol*, 44:20140270, 2015.
32. Danaei SM, Karamifar A, Ghodsi Boushehri S, *et al*. : Measuring agreement between cervical vertebrae and hand-wrist maturation in determining skeletal age: reassessing the theory in patients with short stature. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 146:294-298, 2014.
33. Sandhu J, Ben-Shlomo Y, Davey Smith G, *et al*. : The impact of childhood body mass index on timing of puberty, adult stature and obesity: a follow-up study based on adolescent anthropometry recorded at Christ's Hospital (1936-1964). *Int J Obes (Lond)*, 30:14-22, 2006.
34. Fuente-Martín E, Argente-Arizón P, Chowen JA, *et al*. : Sex differences in adipose tissue: It is not only a question of quantity and distribution. *Adipocyte*, 2:128-134, 2013.
35. Sohrabi A, Babay Ahari S, Aghazadeh Z, *et al*. : The reliability of clinical decisions based on the cervical vertebrae maturation staging method. *Eur J Orthod*, 38:8-12, 2016.

국문초록

# 중지 중절골과 경추를 이용한 골령 평가의 체질량 지수에 따른 일치도

이석순 · 이대우 · 양연미 · 김재곤

*전북대학교 치의학전문대학원 소아치과학교실 및 구강생체과학연구소*

이 연구의 목적은 골격 성숙도를 평가하기 위해 3번째 손가락의 중간 지골을 이용하는 방법과 경추를 이용하는 방법 사이의 체질량 지수 백분위 수에 따른 일치도를 조사하는 것이다. 후향의 차트 분석을 통하여 체질량 지수 자료, 수완부 방사선 사진, 측방 두부 방사선 사진이 같은 날에 채득된 경우를 조사 대상으로 하였다. 조사 대상은 체질량 지수 백분위 수에 따라 4개 군으로 나뉘었다. 2가지 방법 사이의 체질량 지수 백분위 수 군에 따른 일치도는 가중치 카파 통계량을 계산하여 측정되었다. 전체 군에 대해 2가지 방법 간에 좋은 일치도를 보였지만 성별 및 체질량 지수 백분위 수 군에 따라서 일치도가 달랐다. 남자는 과체중 군에서 가장 큰 일치도를 보였으나 여자의 경우 저체중에서 비만으로 감에 따라 일치도가 더 증가하는 경향을 보였다.

어린이와 청소년의 성장을 평가할 때 성별과 체중 상태가 골령을 분석하는 2가지 방법의 일치도에 영향을 줄 수 있기 때문에 소아치과 의사는 이를 고려해야 한다.