

Risser 증후와 역연령, 골연령, 초경 시기 및 성인 예측신장 (AHP-TW3)과의 관계

구은진 · 이진화 · 김윤희

대전대학교 한의과대학 소아과학교실

Abstract

The Study on Correlations of Risser Sign with the Chronological Age, Bone Age, Menarche, and Adult Height Prediction according to TW3 Method

Koo Eun Jin · Lee Jin Hwa · Kim Yun Hee

Department of Pediatrics, College of Korean Medicine, Daejeon University

Objectives

The purpose of this study was to find out the clinically reliable relationships between the Risser sign and chronological age, bone age, menarche, and adult height prediction (AHP) and to evidence the reliability of the Risser sign.

Methods

This study had been carried out with 50 children who had their growth checked in an oriental medical hospital from January 2015 to February 2017. We investigated Risser sign in AP X-rays with iliac crest, bone age, AHP for all 50 children and the timing of menarche from the 22 girls in the study subjects. We also investigated a correlation between the Risser stage and the other indicators to analyze statistical data.

Results

The mean chronological ages of Risser 1, 2, 3 and 4 were 11.2, 12.6, 14.4, and 15.5 years respectively for the boys and 10.8, 12.2, 13.8 and 14.8 years respectively for the girls. The mean bone ages of Risser 1, 2, 3 and 4 were 12.3, 13.6, 15.7 and 16.5 years respectively for the boys and 11.7, 13.8, 14.3 and 14.9 years respectively for the girls. We analyzed 22 girls' Risser stages in accordance with the duration from menarche. The result showed that in the first six months after menarche, all girls were in Risser 1 and 2; in the next six months, the girls were in Risser 2 on average; in the next 12 months, all girls were in Risser 3 and 4; after more than two years from menarche, all girls were in Risser 4. The mean remaining growth height of Risser 1, 2, 3 and 4 were 27.8, 17.3, 4.4 and 1.0 cm respectively for the boys and 14.5, 5.1, 3.1 and 1.1 cm respectively for the girls. The Risser stage was correlated strongly with chronological age (Spearman's rho=0.707 (boy), 0.841 (girl)), bone age (Spearman's rho=0.869 (boy), 0.875 (girl)), duration from menarche (Spearman's rho=0.909) and remaining growth height (Spearman's rho=-0.784 (boy), -0.878 (girl)).

Conclusions

This study showed that the Risser sign can be useful in assessing skeletal maturity and predicting remaining growth height based on the Risser stage and the other growth indicators.

Key words: Risser sign, Chronological age, Bone age, Menarche, Adult Height Prediction (AHP), TW3, Remaining growth height

I. Introduction

최근 우리나라는 지속적인 경제 발전과 함께 식습관 및 생활환경 등의 변화로 소아청소년의 성장 발육 속도가 점차 빨라지고 있다¹⁾. 이에 따라 사회적으로 신장에 대한 관심이 높아지고 큰 키를 선호하는 사회적 분위기가 조성됨에 따라 많은 부모들이 자녀의 키 성장 증진을 위해 노력하고 있으며, 성장클리닉에 내원하여 성장에 대한 평가를 받고자 하는 소아청소년이 증가하고 있다²⁻⁴⁾.

일반적으로 성장평가에는 유전, 가족력, 출생 시 체중 등의 병력과 현재의 체중, 신장 등 신체지표, 골연령, 성장속도 등이 중요한 평가 요소가 되며 성장기 동안 정기적인 검진을 통한 지속적인 관찰이 필요하다⁵⁾.

소아의 성장 단계에서 사춘기는 제 2의 급성장기로, 성 성숙 및 골격의 성장이 두드러지게 나타나는 시기이다. 여아에서 2차 성징의 첫 징후는 유방 발달(유두 발달, breast budding)이며, 음모와 액모가 뒤이어 나타나고 사춘기 시작 후 약 2~2.5년 사이에 키의 급성장이 일어난 후 초경이 시작된다. 남아의 사춘기는 고환의 부피 증가에서 시작되며 6~8개월 후 점차 성기가 커지고 음모가 발달하기 시작한다. 이후 사춘기 후반부터는 점차 완만한 성장속도를 보이다가 뼈의 골단(epiphysis)이 융합(fusion)되면서 성장이 멈추게 된다^{5,6)}.

1958년 Risser⁷⁾가 장골능 골단의 골화가 완성되면 척추의 성장이 완료된다는 사실을 처음 발표한 이후 장골능 골단의 골화 과정에서 보이는 Risser 증후는 골연령과 골격 성장을 예측하는 신뢰성 있는 지표로 인식되어 왔다. 일반적으로 초경 이후 매 6개월마다 Risser 단계가 한 단계씩 높아지는 것으로 알려져 있다⁸⁾. 하지만 초경 시기와 골반 장골능 골단의 골화가 일치하지 않는 경우도 적지 않으며, 실제 Risser 증후가 역연령, Tanner stage, 2차 성징 발현 등 기타 성장 지표들과 비교하여 얼마나 정확하게 골연령 및 키 성장을 예측할 수 있는지에 대해서는 아직까지 논란이 있다⁹⁻¹²⁾. 국내에서는 2000년 이 등⁹⁾과 2003년 서 등¹⁰⁾이 한국 소아청소년의 Risser 단계에 따른 연령 및 초경 시기와의 상관관계를 조사하였다. 이후 Risser 증후를 주제로 한 연구는 발표되지 않았으나, 2014년 임 등¹¹⁾이 진맥 시의 맥박변화와 골연령, 역연령 등 성장 지표와의 상관성을 분석하는 연구에서 Risser 증후와 골연령, 역연령과의 상관관계를 밝힌 바 있다.

이에 저자는 Risser 증후와 역연령, 골연령, 초경 시기, 그리고 TW3 (Tanner Whitehouse 3)법으로 추정된 예측 신장 (Adult Height Prediction, AHP)까지 남은 키를 비교 분석하여 추후 골반뼈의 방사선 검사를 통한 골 성숙도 평가 및 최종 신장 예측에 유용하게 활용할 수 있는 근거 자료로서 소아청소년의 성장평가 및 치료에 도움이 되고자 하였다.

II. Materials and Methods

1. 연구 대상

2015년 1월부터 2017년 2월까지 대전대학교 부속 단산한방병원 소아청소년과 성장클리닉에 내원하여 손과 골반의 X-ray 검사가 포함된 성장검진을 받은 소아청소년 233명 중 골반 X-ray 상 1-4단계의 Risser 증후 (Fig. 1)가 나타난 소아 50명을 대상으로 하였다.

2. 연구 방법

1) 진료기록 수집

① 대상자 정보 및 신체 지표

환아의 신장 및 체중은 내원 당시 신장체중 자동측정기 (FANICS, BF-50)를 이용하여 측정하였으며, 환아의 초경 시기 및 부모의 키는 환아와 보호자에게 직접 설문하여 조사하였다.

② Risser 증후 및 골연령, 성인 예측 신장 (AHP) 분석

모든 대상자는 본원 영상의학과 의 진단용 엑스선 장비 (LISTEM, REX-650R)를 이용하여 양측 손과 골반의 X-ray 사진을 촬영하였다.

TW3법으로 추정된 예측 신장 (AHP-TW3)은 환아의 Hand AP X-ray 필름 영상을 바탕으로 요골, 척골, 중수골 (제 1, 3, 5지), 기절골 (제 1, 3, 5지), 중절골 (제 3, 5지), 말절골 (제 1, 3, 5지) 총 13개의 골연령 및 성숙도와, 단계마다 매겨진 등급으로 산출된 RUS (Radius, Ulna and Short bone) score 및 환아의 성별 및 역연령, 여아의 경우 초경 여부를 고려하여 이미 설계된 회귀식¹³⁾에 따라 자동 계산되는 EXA-3000 프로그램에 의해 분석되었다.

TW3법에 따른 골연령 및 Risser 단계는 숙련된 한방소아청소년과 수련의 1인에 의해 측정되었다. Risser

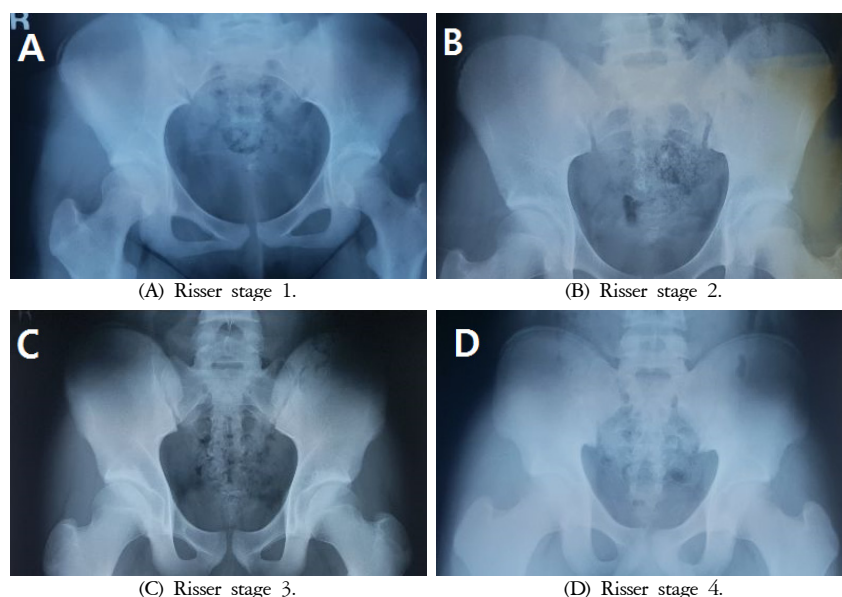


Fig. 1. Radiographs in pelvic anterior-posterior view showing Risser sign

증후는 장골능 골단의 골화 정도에 따라 5단계로 분류하였으며 연령 분포의 범위가 넓은 0단계 및 5단계는 분석 대상에서 제외하였다.

③ 통계 분석

본 연구의 통계 분석은 sas 9.4 프로그램을 이용하였으며 각 Risser 단계에서 역연령, 골연령 및 남은 키의 평균값 차이는 ANOVA test를 이용하여 유의성을 검증하였다. Risser 단계와 골연령, 역연령, 초경 후 경과 기간 그리고 예측 신장까지 남은 키와의 상관성은 Spearman test를 이용하여 분석하였다. 모든 분석의 유의수준은 $P < 0.05$ 를 기준으로 하였다.

3. 연구 지원

본 논문은 2017학년도 대전대학교 교내학술연구비 지원에 의해 연구되었으며, 대전대학교 둔산한방병원 기관생명윤리위원회의 심의를 통과하였다 (심의번호 DJDSKH-17-E-03).

III. Results

1. 대상자 분석 (연령 및 성별 분포)

2015년 1월부터 2017년 2월까지 본원에서 성장검진을 받은 환이는 총 233명이었으며, 그 중 골반 X-ray

사진 상 Risser 증후가 나타난 환이는 총 51명으로 대부분 Risser 증후가 아직 나타나지 않는 사춘기 이전에 성장클리닉을 찾았음을 알 수 있었다.

본 연구에서는 Risser 증후가 나타난 51명 중 Risser 5단계에 속한 1명 (17세 8개월)을 제외한 50명을 대상으로 조사하였다. 50명 중 남이는 28명으로, 연령은 10세 6개월부터 17세 5개월까지 분포하였으며 여이는 총 22명으로, 연령은 8세 5개월부터 17세 5개월까지 분포하였다 (Table 1).

Table 1. Distribution of Age and Sex (Number of Patients)

| Age (yrs) | Sex | | Total (%) |
|-----------|----------|----------|-----------|
| | Boy (%) | Girl (%) | |
| 8 | - | 1 (4.5) | 1 (2) |
| 9 | - | - | - |
| 10 | 1 (3.6) | 1 (4.5) | 2 (4) |
| 11 | 1 (3.6) | 3 (13.6) | 4 (8) |
| 12 | 3 (10.7) | 4 (18.1) | 7 (14) |
| 13 | 4 (14.3) | 6 (27.3) | 10 (20) |
| 14 | 9 (32.1) | 4 (18.1) | 13 (26) |
| 15 | 6 (21.4) | 1 (4.5) | 7 (14) |
| 16 | 3 (10.7) | 1 (4.5) | 4 (8) |
| 17 | 1 (3.6) | 1 (4.5) | 2 (4) |
| Total | 28 (100) | 22 (100) | 50 (100) |

2. Risser 증후와 기타 성장 지표와의 관계

남아 28명은 Risser 1단계부터 4단계까지 각각 1명, 5명, 13명, 9명이 속하였으며, 여아 22명은 단계별로 각각 4명, 5명, 6명, 7명의 분포를 보였다.

1) Risser 증후와 역연령과의 관계

Risser 단계별 평균 역연령은 남아의 경우 각각 11.2세, 12.6세, 14.4세, 15.5세였으며, 여아는 10.8세, 12.2세, 13.8세, 14.8세로 측정되었다 (Table 2).

Table 2. Relation between Risser Stage and Chronological Age (yrs)

| Risser sign | Boy | | | Girl | | |
|-------------|--------|------|-----------------|--------|------|-----------------|
| | Number | Mean | SD [†] | Number | Mean | SD [†] |
| 1 | 1 | 11.2 | - | 4 | 10.8 | 1.6 |
| 2 | 5 | 12.6 | 1.4 | 5 | 12.2 | 0.8 |
| 3 | 13 | 14.4 | 1.1 | 6 | 13.8 | 0.8 |
| 4 | 9 | 15.5 | 1.1 | 7 | 14.8 | 1.5 |

[†]: Standard deviation

Risser 단계 간 역연령의 평균 차이를 ANOVA test (p<0.05)를 통해 검증한 결과 남학생과 여학생 모두 구간 유익한 차이를 보였으며, Risser 단계와 역연령의 상관관계를 살펴본 결과 Spearman's rho=0.707 (남), 0.841 (여)로 남녀에서 모두 높은 상관도를 보였다 (p<0.01) (Table 6).

2) Risser 증후와 골연령과의 관계

Risser 단계별 평균 골연령은 남아의 경우 각각 12.3세, 13.6세, 15.7세, 16.5세였으며, 여아는 11.7세, 13.8세, 14.3세, 14.9세로 측정되었다 (Table 3).

Table 3. Relation between Risser Stage and Bone Age (yrs)

| Risser sign | Boy | | | | Girl | |
|-------------|--------|----------|-----------------|--------|----------|-----------------|
| | Number | Bone age | | Number | Bone age | |
| | | Mean | SD [†] | | Mean | SD [†] |
| 1 | 1 | 12.3 | - | 4 | 11.7 | 1.9 |
| 2 | 5 | 13.6 | 1.5 | 5 | 13.8 | 0.7 |
| 3 | 13 | 15.7 | 0.7 | 6 | 14.3 | 0.6 |
| 4 | 9 | 16.5 | 0.1 | 7 | 14.9 | 0.3 |

[†]: Standard deviation

Risser 단계 간 골연령의 평균 차이를 ANOVA test (p<0.05)를 통해 검증한 결과 남학생과 여학생 모두 구간 유익한 차이를 보였으며, Risser 단계와 골연령의 상관관계를 살펴본 결과 Spearman's rho=0.869 (남), 0.875 (여)로 남녀에서 모두 높은 상관도를 보였다 (p<0.01) (Table 6).

3) Risser 증후와 초경 시기와의 관계

초경의 경과 기간은 초경 시작 전 및 0~6개월, 7~12개월, 13~18개월, 19~24개월, 그리고 25개월 이상

의 6개월 간격으로 분류하여 조사하였다.

22명의 여아 중 초경 전의 환아는 3명으로, 역연령은 8세 5개월, 11세, 13세 1개월이었으며 2명은 Risser 1단계, 1명은 2단계에 속했다. 이미 초경이 시작된 환아는 19명으로, 10세 11개월부터 17세 5개월까지의 연령 분포를 보였다.

초경 경과 0~6개월까지는 모두 1, 2단계에 분포하였고, 7~12개월은 평균 2단계, 13~24개월은 3, 4단계, 2년 이상은 모두 4단계에 분포하였다 (Table 4).

Table 4. Relation between Risser Stage and Duration after Menarche (Number of Patients)

| Duration after Menarche (months) | Risser sign | | | | Total |
|----------------------------------|-------------|---|---|---|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| no Mens | 2 | 1 | - | - | 3 |
| 0-6 | 1 | 1 | - | - | 2 |
| 7-12 | 1 | 3 | 1 | - | 5 |
| 13-18 | - | - | 4 | 1 | 5 |
| 19-24 | - | - | 1 | 1 | 2 |
| >24 | - | - | - | 5 | 5 |
| Total | 4 | 5 | 6 | 7 | 22 |

Risser 단계와 초경 경과 기간의 상관관계를 살펴본 결과, Spearman's rho=0.909로 높은 상관도를 보였다 (p<0.01) (Table 6).

4) Risser 증후와 성인 예측 신장 (AHP)과의 관계

장골능 골단의 골화 완성단계인 5단계에 이르면 성장이 거의 완료된다. 이에 Risser 단계에 따라 앞으로 얼마나 더 성장할 수 있는지 예측해보고자 대상 환아들의 성인 예측 신장 (AHP)과 현재 키와의 차이를 계산한 남은 키와 Risser 단계와의 상관성을 분석하였다.

조사 결과, Risser 단계별 평균 남은 키는 남아의 경우 1단계부터 각각 27.8 cm, 17.3 cm, 4.4 cm, 1.0 cm였으며 여아는 1단계부터 14.5 cm, 5.1 cm, 3.1 cm, 1.1 cm로 측정되었다 (Table 5).

Table 5. Relation between Risser Stage and Remaining Growth Height[†] (cm)

| Risser sign | Boy | | | Girl | | |
|-------------|--------|------|-----------------|--------|------|-----------------|
| | Number | Mean | SD [†] | Number | Mean | SD [†] |
| 1 | 1 | 27.8 | - | 4 | 14.5 | 11.7 |
| 2 | 5 | 17.3 | 10.1 | 5 | 5.1 | 1.9 |
| 3 | 13 | 4.4 | 4.1 | 6 | 3.1 | 1.6 |
| 4 | 9 | 1.0 | 1.6 | 7 | 1.1 | 1.3 |

[†]: Remaining growth height = AHP (TW3) - Present height

[†]: Standard deviation

Table 6. Correlation Coefficient between Risser Stage and the Other Parameters (Spearman's rho)

| | Risser stage | | Chr. age [*] | | Bone age | | Menarche | | R. height [†] | |
|--------------|--------------|--------|-----------------------|--------|----------|--------|----------|--------|------------------------|--------|
| | Boy | Girl | Boy | Girl | Boy | Girl | Boy | Girl | Boy | Girl |
| Risser stage | 1.000 | 1.000 | 0.707 | 0.841 | 0.869 | 0.875 | - | 0.909 | -0.784 | -0.878 |
| Chr. age | 0.707 | 0.841 | 1.000 | 1.000 | 0.873 | 0.865 | - | 0.766 | -0.726 | -0.896 |
| Bone age | 0.869 | 0.875 | 0.873 | 0.865 | 1.000 | 1.000 | - | 0.826 | -0.902 | -0.955 |
| Menarche | - | 0.909 | - | 0.766 | - | 0.826 | - | 1.000 | - | -0.789 |
| R. height | -0.784 | -0.878 | -0.726 | -0.896 | -0.902 | -0.955 | - | -0.789 | 1.000 | 1.000 |

Correlation coefficients are Spearman correlation coefficient. All correlations are significant at the 0.01 level (2-tailed).

^{*}: Chronological age, [†]: Remaining growth height

Risser 단계 간 남은 키의 평균 차이를 ANOVA test ($p < 0.05$)를 통해 검증한 결과 남학생과 여학생 모두 각 군간 유의한 차이를 보였으며, Risser 단계와 남은 키의 상관관계를 살펴본 결과 Spearman's $\rho = -0.784$ (남), -0.878 (여)로 남녀에서 모두 높은 상관도를 보였다 ($p < 0.01$) (Table 6).

IV. Discussion

많은 부모들이 키가 클수록 사회적 영향력이 크다고 여기며 우리나라 성인의 표준 키보다 평균 5~6 cm 이상 큰 키를 이상적으로 생각하는 경향이 있다⁴. 이러한 사회적 분위기에서 키에 대한 관심과 걱정이 높아짐에 따라 성장클리닉에 내원하는 소아청소년 및 부모가 점차 증가하고 있다². 성장에 대한 적절한 치료시기를 결정하고, 예후를 판단하기 위해서는 정확한 성장 발달 평가가 이루어져야 하며, 이를 위해 신체 계측, 골격 및 성적 성숙도 등에 대한 평가가 필요하다⁴.

일반적으로 신체발달 척도로 많이 이용되고 있는 골연령은 골의 석회화 정도를 나타내며, 성장하는 동안 모든 뼈는 방사선이나 초음파 검사로 일련의 변화를 관찰할 수 있다. 성장에 따른 골의 석회화 변화는 개인차가 있기는 하나 모든 사람에서 거의 일정하고 재현성이 높아 소아의 성장 상태 및 성장 잠재력을 평가하며 최종 성인신장을 예측하는데 중요한 수단이 된다^{15,16}. 골연령의 측정 방법으로는 골밀도 및 성장판 길이 등을 이용한 방법 등 여러 가지가 있는데, 대표적으로 많이 이용되는 방법은 X-ray 검사를 통해 손 부위의 화골핵 및 골단 융합 정도를 관찰하는 Greulich-Pyle (GP)법과 Tanner-Whitehouse3 (TW3)법이다¹. GP법은 왼쪽 손목 사진을 이용해 연령별로 표본사진이 나열되

어 있는 GP 도감과 대조하여 골연령을 측정하는 방식으로, 빠르고 간편하지만 정확하지 못한 단점이 있다. TW법은 손목과 손의 뼈들을 TW 도감에 있는 각 부위별 성숙도에 따라 등급을 매기고 이에 따른 점수를 합산하여 골연령을 측정하는 방식으로, 숙련도를 필요로 하며 GP에 비해 오랜 시간이 걸린다. TW법의 표준치는 1990년 9대 유럽과 북미 소아들을 대상으로 개발되었으며 2000년도에 최근 자료를 받아들여 TW2에서 TW3로 개정되었다¹⁷.

Risser 증후는 X-ray 상에서 관찰되는 골반 장골능의 골화를 통해 사춘기의 골 성숙도를 추정할 수 있는 방법이다. 1958년 Risser의 연구⁷에서 장골능 골화의 진행이 척추의 잔여 성장을 나타내는 중요한 척도로서 보고된 이후 여러 연구¹⁸⁻²⁰에서 골연령 및 역연령을 결정하고 척추 만곡의 진행을 예측하는데 유용한 지표로써 언급되었다. Scoles 등¹⁸은 Risser 증후를 2차 성징 등 기타 신체 지표와 함께 사용한다면 손과 손목뼈의 방사선 검사 없이도 유용한 골 성장의 평가 지표로 이용할 수 있다고 하였으며, 현재 임상에서는 청소년기 특발성 척추 측만증 환자의 치료 시기, 방법 및 예후를 결정하는 데 많이 사용하고 있다^{9,10}. Scoles 등¹⁸, Biondi 등¹⁹은 Risser 단계에 따른 연령 분포를 제시하였는데 이러한 서양의 연구 자료를 바탕으로 같은 기준이 동양인에게도 적용되어 왔다. 국내에서는 2000년 이 등⁹이 척추측만증이 의심되어 내원한 환자를 대상으로 Risser 단계별 연령 분포 및 역연령, 초경 경과 기간과의 상관도를 조사하였으며 2003년 서 등¹⁰이 국내 초, 중, 고등학생을 대상으로 Risser 증후와 평균 역연령, 초경 시기와의 관계에 대해 조사하였다. 이후 2014년 임 등¹¹이 소아청소년 44명을 대상으로 한 진행성 맥박 변화와 골연령, 역연령, 키, 체중 등 신체 지표와의 상관성 연구에서 Risser 증후가 골연령, 역연령과의 상관

도가 높음이 입증되었다. 이들 외 국내 소아청소년을 대상으로 한 연구는 찾지 못했으며, 최근 10년 이내의 관련 연구로 2014년 임 등¹⁾의 연구가 있었으나 이는 Risser 증후를 주제로 한 연구가 아니었기 때문에 표본이 적어 Risser 증후의 유용성을 높이기 위한 자료로는 다소 부족하였다. 이에 본 연구에서는 한방병원의 성장클리닉을 찾은 소아청소년 50명을 대상으로 하여 Risser 증후와 역연령, 골연령, 초경 시기 등 기타 성장지표와의 상관성을 조사하고, 예측 신장 (AHP-TW3)을 통해 계산한 남은 키와의 비교를 통해 Risser 증후가 키 성장 예측에 얼마나 유용한 지표가 될 수 있는지 알아보려고 하였다.

대상자의 연령별 분포를 분석한 결과 남자는 14~15세, 여자는 12~14세에 50% 이상이 분포하고 있음을 알 수 있었다 (Table 1). 이는 일반적으로 신장의 급성장이 일어나는 사춘기 초기, 남자 평균 14세, 여자 평균 12세⁶⁾와 유사한 분포로, 보통 성장클리닉에 내원하는 부모와 자녀들은 2차 성징이 나타나기 시작하고 또래 아이들의 키 성장이 급격히 일어나는 시기에 성장에 대한 관심과 고민이 높아지면서 병원을 찾는 것으로 생각된다.

본 연구에서 Risser 단계별 평균 역연령은 남자는 각각 11.2세, 12.6세, 14.4세, 15.5세, 여자는 10.8세, 12.2세, 13.8세, 14.8세로 나타났다 (Table 2). Risser 1, 2단계에 비해 Risser 3, 4단계로 갈수록 남녀 간 역연령 차이가 증가하였는데, 이는 여아에 비해 남아의 사춘기 혹은 성장기가 늦게까지 진행됨을 의미한다고 여겨진다.

이 등⁹⁾의 연구에서는 Risser 1단계의 평균 역연령이 남녀 각각 12세 11개월, 12세 6개월, Risser 4단계는 15세 7개월, 15세 2개월이었으며, 서 등¹⁰⁾의 연구에서는 Risser 단계별로 남자는 14.0세, 14.3세, 14.5세, 15.6세, 여자는 12.9세, 13.3세, 13.6세, 14.3세로 나타났다. 임 등¹⁾의 연구에서는 14명의 대상 환아가 모두 Risser 3, 4단계에 분포하였는데 각각의 평균 역연령이 남자는 13.3세, 14.9세, 여자는 12.5세, 14.6세였다. 이와 비교할 때 본 연구 결과는 이 등⁹⁾에 비해 모든 단계에서 역연령이 앞서 있었으며, 서 등¹⁰⁾에 비해서도 대체로 앞서 있는 편이었으나 여아의 Risser 3, 4단계에서는 약간 늦은 경향을 보였다. 반면 임 등¹⁾보다는 평균 역연령이 높게 나타났다. 시대별 연구에서 사춘기 시작 초기인 Risser 1단계의 평균 역연령을 비교해보면, 1988년에 발표된 Scoles 등¹⁷⁾의 연구와 2000년대 초에 발표

된 이 등⁹⁾과 서 등¹⁰⁾의 연구 결과는 남녀 모두 약 12개월 이상의 차이를 보이며, 이 등⁹⁾과 서 등¹⁰⁾의 연구 결과에 비해 본 연구 결과 또한 12개월 이상 낮게 측정되었다. 이는 인종, 조사 대상 수 등의 차이와 더불어 10년 이상의 연대, 사회적 차이로 인한 신체 발달 변화에서 비롯된 결과라고 사료된다.

Risser 단계별 평균 골연령은 남자의 경우 각각 12.3세, 13.6세, 15.7세, 16.5세, 여아는 11.7세, 13.8세, 14.3세, 14.9세로 측정되었다 (Table 3). 역연령과 마찬가지로 Risser 2단계 이후부터 남녀 간 차이가 점차 증가하였으며 남아의 골 성숙이 여아에 비해 길게 진행되며 성숙이 완료되는 시기가 여아보다 늦다는 것을 유추할 수 있었다.

이 등⁹⁾의 연구에서는 Risser 단계별 평균 골연령이 남자는 13세 1개월, 14세 9개월, 15세 5개월, 16세 6개월, 여아는 12세 9개월, 14세 4개월, 14세 7개월, 15세 9개월로 나타났으며 임 등¹⁾의 연구에서는 Risser 3, 4단계에서 남자는 14.7세, 15.3세, 여아는 13.6세, 15.0세의 분포를 보였다. 본 연구 결과는 이 등⁹⁾이 측정된 골연령에 비해 대체로 빠른 연령 분포를 보였으나 임 등¹⁾에 비해서는 여아의 Risser 4단계를 제외하고 대체로 늦은 연령을 보였다. Risser 1단계가 나타나는 평균 연령은 이 등⁹⁾의 연구 결과가 Scoles 등¹⁸⁾에서 보고된 것보다 약 6~12개월 낮게 나타났으며 본 연구에서는 이 등⁹⁾에 비해 반년 정도 낮아진 수치를 보였다.

여아에서 초경 경과 0~6개월까지는 모두 1, 2단계에 분포하였고, 7~12개월은 평균 2단계, 13~24개월은 3, 4단계, 2년 이상은 모두 4단계에 분포하였다 (Table 4). 이와 더불어 Risser 단계별 평균 초경 후 경과 기간을 분석한 결과, 1단계부터 3단계까지는 각각 약 3개월, 5.4개월, 15개월로 나타났으며, 4단계에 속한 군은 초경 경과 13개월과 22개월인 2명 외에 모두 3년 이상의 경과를 보였다. 본 연구에서 Risser 단계와 초경 경과 기간은 Spearman's rho=0.909로 강한 상관성을 가졌다. 이 등⁹⁾과 서 등¹⁰⁾도 두 지표 간에 중등도 이상의 상관관계가 나타난다고 보고하였으며, 서 등¹⁰⁾의 연구에서는 초경 시작 24개월 이후의 군부터 Risser 단계가 유의하게 증가하였다. 반면 본 연구의 남아 28명의 2차 성징 여부를 조사한 결과, Risser 1단계의 1명과 2단계의 1명이 아직 2차 성징이 나타나지 않은 상태였고, 나머지는 모두 고환 발달이 진행된 상태였다.

2016년 천²¹⁾은 2010~2012년 '제5기 국민건강영양조사' 통계자료를 분석한 결과 1951~1955년생 여성의

초경 연령은 16.3세, 1996~2000년생은 12.7세로 45년 사이에 약 3.6년 낮아졌다고 보고하였고, 같은 해 한 등²²⁾의 연구에서 따르면 1988년생의 초경연령은 12.61 ± 1.32 세, 2002년생은 11.88 ± 0.75 세로 나타났으며, 조기 초경 비율은 1988년생의 19.7%에서 2002년생의 25.2%로 유의하게 증가하였다. 이는 사회 경제가 발전하고 영양 상태가 좋아지면서 신체 발육이 빨라진 것이 중요한 이유가 될 수 있으며, 우리나라 여학생의 초경 연령이 지속적으로 낮아지면서 Risser 증후가 나타나는 역연령과 골연령도 함께 빨라질 수 있음을 뒷받침한다. 이처럼 소아의 초경기와 골성숙은 인종, 사회 경제 발달 정도와 문화, 유전과 영양 등에 따라 영향을 받고 시대에 따라 변화하기 때문에 각 인구 집단과 세대에 따른 확립이 필요하다¹⁷⁾.

본 연구에서는 TW3법을 이용해 AHP를 추정된 후 환아의 현재 키에서 남은 키를 계산하여 Risser 단계별로 평균치를 분석하였다 (Table 5). 골격 성숙도를 나타내는 RUS score는 키와 유의한 상관관계를 보이며 TW3법 또한 키와 높은 상관관계를 갖고 있기에, RUS score를 바탕으로 예측된 AHP (TW3)는 키와 유의한 상관도를 보임을 유추할 수 있다²⁾. 분석 결과 Risser 2단계 이하에서는 남아가 여아에 비해 남은 키가 2배 가까이 많았다. 이는 남아 Risser 1단계 군의 경우 아직 2차 성징이 나타나지 않아 사춘기가 시작되었다고 보기 어렵지만, 고환 발달 등의 2차 성징이 나타난 후에도 남아가 여아에 비해 남은 성장 기간이 길며 성장 속도가 빠르다는 점을 시사하는 결과라 생각된다. 반면 Risser 3단계 이후에는 남녀 간 차이가 적어지는데 사춘기 후기인 4단계에서는 오히려 남아의 남은 키가 여아보다 0.1 cm 가량 적게 나타났다.

이상의 연구 결과 Risser 증후는 앞서 많은 연구들에 서처럼 골연령, 역연령, 초경 경과 기간, 남은 키 등과 모두 높은 상관관계를 보였으며 (Table 6), 이를 통해 사춘기 시기의 골 성숙도 평가 및 성장 발달 예측에 의미 있는 척도로 활용될 수 있을 것으로 사료된다. 몇몇 연구^{11,12)}에서는 Risser 증후가 골연령을 예측하는 데 부족한 지표임을 언급하며 다소 부정적인 견해를 보이기도 했으나, 역연령, Tanner 등급, 초경 등 어떠한 지표도 그 하나만으로는 완벽하게 골 성숙도를 평가할 수 없다. Risser 증후 또한 다른 지표들과 종합적으로 고려하여 판정할 때 보다 정확하고 신뢰도 높은 결과를 가져올 수 있을 것이다. 본 연구는 측정자가 1명이었기에 숙련도에 따라 결과 값이 달라질 수 있는 한계

가 있었으며, 조사 대상수가 다소 적은 아쉬움이 있었다. 향후에 이러한 점을 보완하고, 성인기의 최종 신장을 추적 조사하여 현재 예측된 수치와 비교하는 연구를 추가 진행한다면 Risser 증후의 성장 예측에 보다 높은 신뢰도를 더할 수 있을 것으로 생각된다.

V. Conclusion

2015년 1월부터 2017년 2월까지 한방소아청소년과에서 성장검진을 받은 50명을 대상으로, Risser 증후와 역연령, 골연령, 초경 시기, 예측 신장 (AHP-TW3)을 통해 산출한 남은 키와의 비교를 통해 지표들 간 상관성을 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. Risser 단계별 평균 역연령을 분석한 결과, 남이는 각각 11.2세, 12.6세, 14.4세, 15.5세, 여이는 10.8세, 12.2세, 13.8세, 14.8세로 측정되었다. 남녀 모두 각 구간 유의한 차이를 보였으며, Risser 단계와 역연령은 남녀에서 모두 높은 상관도를 보였다.
2. Risser 단계별 평균 골연령을 분석한 결과, 남이는 각각 12.3세, 13.6세, 15.7세, 16.5세, 여이는 11.7세, 13.8세, 14.3세, 14.9세로 측정되었다. 남녀 모두 각 구간 유의한 차이를 보였으며, Risser 단계와 골연령은 남녀에서 모두 높은 상관도를 보였다.
3. 여아 22명의 초경 경과 기간에 따른 Risser 단계를 조사 분석한 결과, 초경 경과 0~6개월까지는 모두 1, 2단계에 분포하였고, 7~12개월은 평균 2단계, 13~24개월은 3, 4단계, 2년 이상은 모두 4단계에 분포하였다. Risser 단계와 초경 경과 기간은 높은 상관도를 보였다.
4. Risser 단계별 평균 남은 키를 분석한 결과, 남이는 각각 27.8 cm, 17.3 cm, 4.4 cm, 1.0 cm, 여이는 14.5 cm, 5.1 cm, 3.1 cm, 1.1 cm로 측정되었다. 남녀 모두 각 구간 유의한 차이를 보였으며, Risser 단계와 남은 키는 남녀에서 모두 높은 상관도를 보였다.

이상의 결과에서 Risser 증후는 골연령, 역연령, 초경 경과 기간, 남은 키 등과 높은 상관관계를 보이며

추후 골 성숙도 평가 및 성장 발달 예측에 기타 성장 지표와 종합하여 의미 있는 척도로 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

References

1. Lim YK, Min SR, Hur KW, Kim HM, Chun SY, Suh KS, Kim Y, Lee H, Park HJ, Baik YS, Kim HC. Relationship between bone age, chronological age, anthropometric parameters, and diagnosed pulse rate on secondary sexual character development of child-adolescence. *J Korean Med.* 2014;35(1):88-98.
2. 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.
3. Kim SJ, Kim KN. Perception of child growth and dietary management behavior to support growth among mothers with children in the upper grades in elementary school. *J Hum Ecol.* 2013;17(1):83-97.
4. Oh JN. Perception concerning height and child height-promoting behavior among mothers of 4th grade elementary school students in a general hospital. *J Korean Soc Matern Child Health.* 2011;15(1):60-70.
5. Lee KH. Growth assessment and diagnosis of growth disorders in childhood. *Pediatr.* 2003;42(12):1171-7.
6. Kim KB, Kim DG, Kim YH, Kim JH, Min SY, Park EJ, Baek JH, Yu SA, Lee SY, Lee JY, Lee HJ, Chang GT, Chai JW, Han YJ, Han JK. *Pediatrics of Korean medicine.* Seoul: Eui Seong Dang Publishing Co. 2015:99-103.
7. Risser JC. The iliac apophysis; an invaluable sign in the management of scoliosis. *Clin Orthop.* 1958;11:111-9.
8. Suk SI. Spinal surgery. In: introduction of spinal deformity and idiopathic scoliosis. Seoul: Choi Sin Medical Books. 1997:279-326.
9. Lee CS, Chung SS, Son HS, Park BJ, Choi MD. Reevaluation of Risser sign in estimating skeletal maturity. *J Korean Orthop Assoc.* 2000;35(1):135-9.
10. Suh SW, Hur CY, Lee SH, Wang JH, Moon JK, Bae JH. Relationship of Risser sign with chronological age, menarche in elementary, middle, and high school students in Korea. *J Korean Orthop Assoc.* 2003;38(6):607-11.
11. Little DG, Sussman MD. The Risser sign: a critical analysis. *J Pediatr Orthop.* 1994;14(5):569-75.
12. Shuren N, Kasser JR, Emans JB, Rand F. Reevaluation of the use of the Risser sign in idiopathic scoliosis. *Spine.* 1992;17(3):359-61.
13. Tanner JM, Healy MJR, Goldstein H, Cameron N. Assessment of skeletal maturity and prediction of adult height (TW3 method), 3/e. London: WB Saunders Ltd. 2001:1-128.
14. 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.
15. 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.
16. Kim HJ, Lee HJ, Park EJ. A clinical study on the effect of oriental medical treatment to the growth of children using bone age as measurer. *J Korean Orient Pediatr.* 2006;20(3):23-32.
17. Lee JS. The application of TW3 method for prediction about bone age in hand AP image of children. *J Korean Soc Radiol.* 2015;9(6):349-56.
18. Scoles PV, Salvagno R, Villalba K, Riew D. Relationship of iliac crest maturation to skeletal and chronologic age. *J Pediatr Orthop.* 1988;8(6):639-44.
19. Biondi J, Weiner DS, Bethem D, Reed JF. Correlation of Risser sign and bone age determination in adolescent idiopathic scoliosis. *J Pediatr Orthop.* 1985;5(6):697-701.
20. Dhar S, Dangerfield PH, Dorgan JC, Klenerman L. Correlation between bone age and Risser sign in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine.* 1993;18(1):14-9.
21. Chun HR. Korean women's reproductive health indicators. *Health and welfare policy forum.* 2016;5(235):34-46.
22. Han DL, Lee JE, Kim SH. Secular trends and influencing factors for the early menarche among Korean middle and high school girls. *J Kor Contents Assoc.* 2016;16(3):319-27.