

소아의 디지털 Hand 영상에서 TW3를 이용한 성장판의 회귀분석

이동성* · 조광섭* · 임한섭* · 정선경* · 장화영* · 김수현* · 강세식* · 김창수*

*부산가톨릭대학교 보건과학대학 방사선학과

A study of Growth Plate regression analysis using
Tanner-Whitehouse 3 in hand AP of pediatrics

DongSeong Lee* · GuangSub Jo* · HanSub Lim* · SeonKyoung Jeong* ·

HwaYoung Jang* · SuHyun Kim* · SeSik Kang* · ChangSoo Kim*

*Dept of Radiological Science, College of Health Sciences, Catholic University of Pusan

E-mail : dksldksl2001@naver.com

요 약

임상에서는 GP-BP (Greulich-Pyle and Bayley-Pinneau) 법과 TW3 (Tanner-Whitehouse 3) 법을 사용하여 골연령을 평가하고 있다. Hand AP 영상에서 골성숙도 평가는 전문의의 임상적 경험에 의해 이루어지며 이는 정성적 평가로 모든 전문의마다 동일하게 적용되지 않고 있는 실정이다. 이러한 실정 속에서 TW3 방법이 아닌 새로운 방법을 고안 및 평가하기 위해 2014년 3월부터 2015년 3월까지 양산P병원에서 성장판 검사를 시행한 소아 70명(남 35명, 여 35명)을 대상으로 TW3에서 골성숙 가중치가 가장 높은 7부위를 선정하여 성장판과 골말단 부위의 길이를 측정하여 골연령별 길이의 차이를 측정하였으며 통계적 유의성을 평가하기 위해 회귀분석을 실시하였다. 각 골연령 마다 특정범위에 상응하는 평균과 표준편차 값이 나타났으며, 골연령이 증가할수록 성장판과 뼈 말단부 길이가 규칙성 있게 감소하였다. 여아의 경우 남아에 비해 골성장이 빠르므로, 남아보다 길이 평균값이 전체적으로 작은 값을 가졌다. 이는 12~14세 초경이 나타남에 따라 초경 전후 길이 감소 변화가 크게 나타났기 때문이다. 그 결과 값으로 회귀분석을 하였으며 도출된 값을 분석한 결과 통계적으로 유의함을 알 수 있었다

ABSTRACT

They evaluate the bone age using the GP-BP (Greulich-Pyle and Bayley-Pinneau) and TW3 (Tanner-Whitehouse 3) in clinical. The skeletal maturity in Hand AP is evaluated by clinical experience of physicians and this is qualitative evaluation not same in every physicians. In order to devise and evaluate new methods not using TW3 method in this situation. The study was conducted with 70 (Male 35, Female 35) children who visited Yangsan P Hospital from March 2014 to March 2015. The study measured the length of growth plate and distal proximal phalanx and conducted regression analysis for statistical significance test of bone age length difference. The study found average and standard deviation corresponding to certain ranges each bone age. The more bone age increase, the more the length of growth plate and distal proximal phalanx decreased. The girls have less average rather than the boys because bone grows fast. The girls have first period age of 12 to 14, it appears length variation significantly. The study conducted regression analysis and this has statistical significance.

키워드

골 연령, TW3, 회귀분석, 회귀방정식

1. 서 론

소아의 성장은 유전, 호르몬, 영양적 요인뿐만 아니라 질환이나 정신적 요인들에 의해서도 영향을 받는다. 그러므로 성장이 정상 수준에서 벗어난 유의할만한 변화를 보이면 이를 모든 질환의 신호로 볼 수 있다^[1].

성장 평가 방법에는 크게 신장 및 몸무게를 이용한 방법과 골연령을 이용한 방법이 있다. 신장 및 몸무게를 이용한 방법은 대상자의 신장 및 몸무게를 질병관리본부에서 공고한 성장도표의 백분위 수와 비교하여 정상성장 여부를 판별하는 방법이다. 하지만 이 방법은 영양과 호르몬, 유전적 요인에 의한 영향 때문에 편차 범위가 넓어 정확한 평가를 위해서는 부모의 키와 사춘기 발달 정도 등의 추가적인 요소들에 대한 정보가 필요하다. 반면에 골연령을 이용한 성장 평가 방법은 그 원리상, 소아의 신장과 사춘기 발달 및 호르몬의 영향을 포함하고 있으므로 추가적인 조사가 필요하지 않기 때문에 임상에서 성장을 평가하기에 유용한 검사이다.

골연령은 골 성숙도의 측정을 통해서 이루어진다. 성숙도는 성장 과정이 완전히 미숙한 상태에서 완전히 성숙한 경우까지의 단계를 의미하며, 신장 및 골연령과 같은 측정치와 다르게 최종점을 가지기 때문에 성장 변화와 사회경제적 계급, 인종과 같은 영향과 무관한 결과를 얻을 수 있다. 그런데 현재 사용되는 GP 법의 표준치는 1931년부터 1942년까지의 미국 오하이주 클리블랜드의 소아들을 대상으로 개발되었고 TW3 법의 표준치는 1990년대 유럽과 북미 소아들을 대상으로 개발되었다^[2]. 따라서 기존 골 성숙도의 표준치가 한국인에게 적합한지 않으며 TW3법과 GP법은 정량적이지 않았다.

본 논문에서는 성장판과 뼈 말단부 사이 길이의 유의성 평가를 시행하였다^{[3],[4]}.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료

2014년~2015년 양산부산대학교병원에서 성장판 검사를 시행한 소아 70명(남 35명, 여 35명)을 대상으로 선정하였으며 선정한 소아는 2007년 발표된 질병관리본부의 정상인 기준을 근거하여 키와 몸무게가 표준성장도표의 95% 범위 이내에 속하며 선천적 질환이나 내분비 질환, 성조숙증과 같은 질환에 걸리지 아니하고, 호르몬 치료를 받지 않은 자를 선별하였다. 본 연구에서는 Hand AP 영상을 실험에 용이하게 변환하기 위해 Image J를 사용하였고, 성장판 사이 길이를 측정하기 위해 PACS Plus view 5.1을 사용하였다. 이 프로그램은 영상 처리된 Hand AP 영상을 불러 성장판과 골 말단부 길이를 측정하였다.

2. 실험방법

1) 골 성장판의 길이 측정

소아 Hand AP 영상을 길이 측정을 쉽게 하기 위해 Image J 1.48V 를 이용하여 find edge 검출을 한 후 영상을 Invert 시켜 영상을 획득하였다^{[7],[8],[9],[10]}.

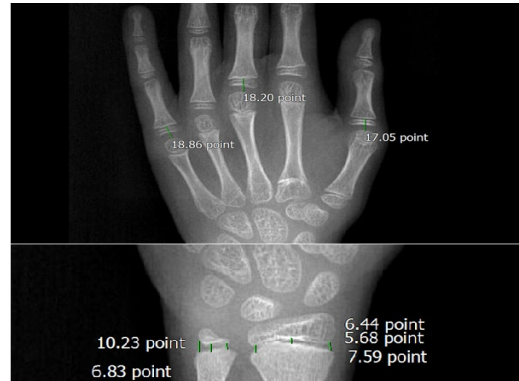


Fig. 1. Growth plate length measurement with the Hand Ap

획득한 영상을 PACS 을 통해 TW3법에 의거한 각각의 7부 위의 길이를 측정하였다. 측정할 때 노뼈(Radius)와 자뼈(Ulna) 부위는 TW3 가중치가 높아 좀 더 정확한 측정을 위해 양 끝단과 중심부 3부 위를 측정하여 그 값의 평균값을 도출하였다. 1st~5th까지의 부위는 성장판과 골 말단부 위의 최소값의 길이를 측정하였으며 통계적으로 좀 더 유의한 평가를 하기 위해 3회에 걸쳐 측정하였다. 도출한 값들을 엑셀 프로그램을 이용하여 평균과 표준편차를 구하였다^[5].

2) 통계적 유의성 평가

회귀분석을 이용한 통계적 유의성 평가를 통계처리하기 위해 엑셀 데이터 분석 프로토콜을 적용하여 평균과 표준편차의 값들을 산포도 그래프를 나타내었다. 도출한 회귀분석 그래프를 통해 회귀방정식, 회귀분석 통계량과 분산분석을 하였다^[6].

III. 결과

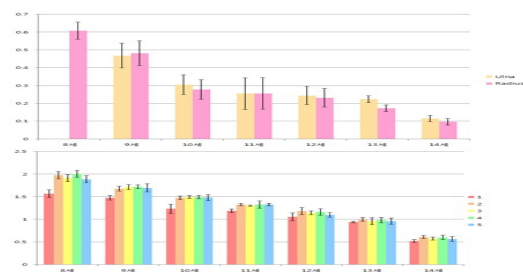


Fig. 2. The mean and S·D of the growth plate length of M(padiactrics)

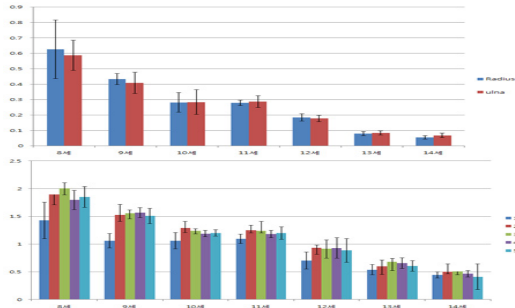


Fig. 3. The mean and S·D of the growth plate length of F(padiatric)

소아 Hand AP 영상에 성장판과 골 말단부 길이를 성별을 나누어 측정한 결과 남아와 여아 연령의 증가에 따른 노뼈 길이의 평균과 표준 편차 값을 측정한 결과 연령증가에 따른 길이의 평균과 표준편차 값이 감소하는 결과를 나타내었다^[7] (Fig. 2, 3).

Table 1. Regression Equation in the Male

	Regression Equation	Multiple correlation coefficient	R ²	R ² (ad)
Radius	$y = -0.0786x + 1.167$	0.946	0.895	0.875
Ulna	$y = -0.0577x + 0.931$	0.939	0.883	0.860
1st PP	$y = -0.1570x + 2.865$	0.966	0.934	0.921
2nd PP	$y = -0.2054x + 3.576$	0.988	0.977	0.972
3rd PP	$y = -0.2096x + 3.601$	0.992	0.984	0.981
4th PP	$y = -0.2150x + 3.689$	0.991	0.983	0.980
5th PP	$y = -0.2081x + 3.573$	0.991	0.983	0.980

Table 2. Regression Equation in the Female

	Regression Equation	Multiple correlation coefficient	R ²	R ² (adj)
Radius	$y = -0.0877x + 1.245$	0.963	0.928	0.913
Ulna	$y = -0.0818x + 1.172$	0.963	0.935	0.922
1st PP	$y = -0.1555x + 2.613$	0.953	0.909	0.890
2nd PP	$y = -0.2282x + 3.650$	0.987	0.974	0.969
3rd PP	$y = -0.2344x + 3.739$	0.982	0.964	0.957
4th PP	$y = -0.2166x + 3.493$	0.989	0.977	0.975
5th PP	$y = -0.2294x + 3.616$	0.988	0.977	0.973

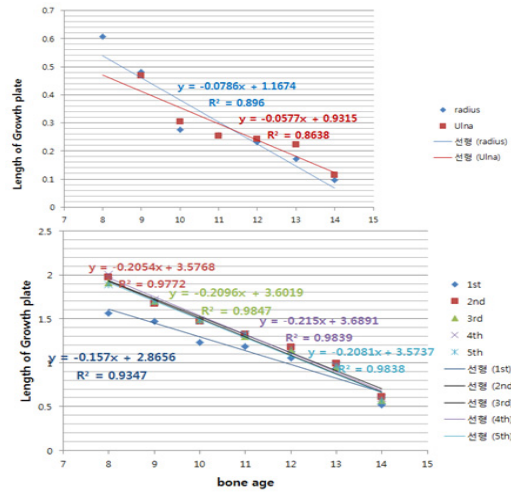


Fig. 4. Linearity Verification using regression Analysis in the Male

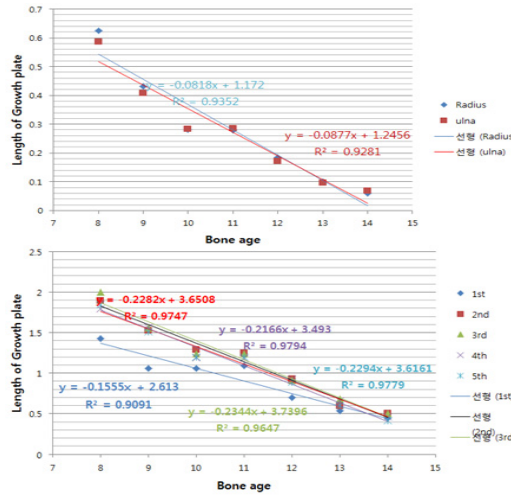


Fig. 5. Linearity Verification using regression Analysis in the Female

단순회귀분석을 시행하여 남아 여아의 연령을 X, 부위별 성장판과 골말단부 길이값의 평균을 Y로 하여 남아와 여아의 연령에 따른 각 부위의 길이 변화를 선형회귀곡선으로 나타냈으며 단순회귀방정식을 얻었다(Fig. 4, 5).

남아 여아의 연령에 따른 각 부위의 길이 변화의 측정방법이 통계적으로 유의 ($p < 0.05$) 하였으며 각각의 회귀분석의 값들이 0.89 이상의 결정계수를 얻었다. 따라서 연령에 따른 길이를 예측함에서 유의하다는 것을 확인할 수 있었다^{[9],[10]} (Table 1, 2).

IV. 결 론

골 연령에 따른 성장판과 뼈 말단 부위 사이 길이 값을 측정된 평균과 표준편차 값을 나타내고 있다. 각 골연령 마다 특정 범위의 평균과 표준편차 값을 나타내고 있었으며, 골 연령이 증가할수록 성장판과 뼈 말단부 길이 차이가 감소하는데 노뼈와 자뼈는 다른 부위에 비해 골 성장이 빨라, 길이 값이 작게 나타났다. 여아의 경우 남아와 비교하면 골 성장이 빠르므로, 남아보다 여아의 성장판과 뼈 말단 부위 사이 길이 평균값이 낮음을 확인할 수 있었다. 여아의 경우 12~14세 초경이 나타남에 따라 초경 전후 길이 감소 변화가 크게 나타났다.

골 연령에 따른 성장판과 뼈 말단 부위 사이 길이 값을 측정된 평균과 표준편차 값을 이용하여 회귀분석한 결과값이다. 다중상관계수 값은 -1과 1사이 범위에 있어 높은 상관관계를 가지고 있다. 결정계수값이 자연과학 회귀분석 시 0.65보다 높으면, 유의한 상관관계를 가진다고 할 수 있는데, 본 논문에서는 0.92를 가져 유의하다고 판단할 수 있다. 수정된 결정계수값이 결정계수값과 유사하였고, F-검정 값은 0.05보다 작거나 같아 귀무가설이 기각되며, 해당 회귀식이 유의하므로 대립가설을 채택할 수 있다. P-value 값은 0.05보다 작거나 같아 통계적 유의성을 확인할 수 있으며, 계수값을 이용한 회귀방정식은 $y=a+bx$ 공식으로, 각각의 계수 값에서 x 절편값과 y 절편값을 대입하여 도출할 수 있다.

V. 고 찰

본 연구에서는 디지털 방사선영상을 이용하여 소아 골 성장판 길이 측정 및 통계적 유의성을 평가하였다. 그 결과는 골연령 별 특정 평균분포 범위가 존재 하였고 골연령이 증가할수록 골 성장판과 골 말단부 부위 측정 길이가 감소함을 알 수 있었다. 그리고 결과값의 통계적 유의성을 평가하기 위해 회귀분석을 하였다.

하지만 본 논문의 한계점은 정상소아만 고려하였고 성조숙증 소아와 성장지연 소아를 포함하지 못하였고, 전체적인 표본수가 적었기 때문에 실험을 통해 얻은 정량적인 값들을 표준화시키기에는 무리가 있다고 생각되며 참고할만한 명확한 기준이 없어 앞으로 성장에 대한 향후 연구가 필요할 것으로 사료된다.

참고문헌

[1] 이윤진의 5명, 골연령 측정법의 평가와 반자동 골등급 측정의 알고리즘 개발, 이화여자대학교 대학원 석사논문, 2011
 [2] 오연정의 4명, 정상소아, 성조숙증 및 체질성 성장지연 소아에서 Bayley-Pinneau

방법과 Tanner-Whitehouse 방법에 의한 예측 성인신장 비교, 한국소아학회지, Vol.52, No.3, 2009.

[3] 강기연, 한재경, 김윤희 부모의 신장과 TW3법에 의한 예측신장(AHP TW3)의 상관성연구, 대한한방소아과학회지, Vol.26, No.3, 2012.
 [4] 남효경외 4명, 진성 성조숙증 여아에서 Gonadotropin-Releasing Hormone Agonist 치료 중 성장속도에 따른 임상인자들의 비교, Journal of Endocrinology and Metabolism, Vol.25, No.3, 2010.
 [5] 박선일, 오태호, 상관성과 단순선형회귀 분석, 한국임상수의학회, Vol.27, No.4, pp.427-434, 2010.
 [6] 박천건, 이경은, 단순회귀모형에서 서현성 검정 통계량, 한국데이터정보과학회지, Vol.25, No.2, pp.305-315, 2014.
 [7] 김숙영, MS Excel 함수들을 이용한 회귀분석 모형 추정 및 관계 분석 검정을 위한 매크로 개발(지하철 전기요금 자료 회귀분석에 응용), 컴퓨터산업교육학회논문지, Vol.10, No.5, pp.213-220, 2009.
 [8] 신영호, 창잉, 강효율, Tanner-Whitehouse 3 (TW3) 방법에 의한 아동기 남아의 우세손과 비우세손의 골성숙 차이 비교, 한국체육학회지, Vol.23, No.3, pp.1459-1466, 2014.
 [9] 정영선, 김도완, 문성호, 장병관, 단순회귀 분석에 의한 배수성 아스팔트의 투수계수 산정모델 제안, 한국도로학회지, Vol.15, No.3, 2013.
 [10] 김광복, 김수형, 나인섭, 소벨에지 영역 기반의 연결요소 분석을 이용한 차량 번호판 영역 탐색, 전남대학교 전자컴퓨터공학과 학사논문, 2013.