

제4경추의 형태와 초경을 통한 성숙지표에 관한 연구

이규홍^a, 황용인^a, 김윤지^a, 박양호^b, 백승학^c, 차경석^d

본 연구는 측모 두부 규격 방사선사진을 이용하여 성장 중인 아동의 제4경추 형태를 경추 몸체부 하연의 만곡 정도에 따라 분류하고 초경의 시기와 수완부 골 성숙 단계를 평가하여, 성장 중인 아동의 골격적 부정교합의 진단 및 악정형 치료를 위한 성장 시기 평가에 제4경추의 형태 변화가 진단의 참고자료로 활용될 수 있는지를 연구하였다. 11-14세 여자 환자 중, 같은 날짜에 촬영된 측모 두부 규격 방사선사진과 수완부 방사선사진이 모두 있는 81명을 대상으로 환자의 측모 두부 규격 방사선사진상 제4경추 몸체부 하연의 만곡 정도에 따라 세 그룹으로 분류하였다. (Group A - 제4경추 몸체부 하연의 만곡 정도가 1.05 mm 이하, Group B - 제4경추 몸체부 하연의 만곡 정도가 1.05 - 2.07 mm 사이, Group C - 제4경추 몸체부 하연의 만곡 정도가 2.07 mm 이상) 세 그룹에서 각각 제4경추 몸체부의 수직 길이, 수평 길이, 수직/수평 비율, 초경의 시기, 수완부 골 성숙 단계를 측정하고 다음과 같은 결론을 얻었다. 평균 수완부 골 성숙 단계는 Group A가 SMI 5.67 ± 2.57 단계, Group B는 SMI 8.73 ± 2.41 단계, Group C는 SMI 10.00 ± 1.47 단계로 나타났다. Group A에서 Group B, Group C로 갈 수록 제4경추의 수직 길이, 수평 길이, 수직/수평 비율, 수완부 골 성숙 단계에 있어서 각각 유의하게 더 큰 값을 보였다. 본 연구대상 아동의 평균 초경 시기는 11.64 ± 0.92세를 보였다. 제4경추 몸체부 하연의 만곡 정도, 수직 길이, 수평 길이, 수직/수평 비율은 수완부 골 성숙 단계와 각각 서로 유의한 양의 상관관계를 나타냈다. 초경을 경험한 그룹이 초경을 경험하지 않은 그룹에 비해 제4경추의 수직 길이, 수평 길이, 수직/수평 비율, 수완부 골 성숙 단계에 있어서 유의하게 큰 값을 보였다. 연구 결과 측모 두부 규격 방사선사진상 제4경추 하연의 만곡 깊이가 2.07 mm 이상인 경우 성장의 완료 단계에 가까운 시기로 나타나 이 시기의 악정형적 치료는 큰 효과를 얻을 수 없을 것으로 사료된다. (대치교정지 2008;38(1):52-9)

주요 단어: 경추, 수완부, 초경, 골 성숙

서론

아동의 성장발육은 사춘기를 전후로 대개 유사한 양상을 보이지만, 성별, 세대간, 인종 및 종족, 환경, 그리고 개인에 따라 상당한 차이가 있다. 이러한 아동의 성장과 발육에 대한 이해는 성장 중인 아동의 부정교합의 진단 및 치료에 도움이 된다.¹ 부정교합은 성장 중인 아동의 치아와 악골의 크기 차이 및 안면골격의 성장 형태의 부조화에 의해 발생되며, 골

격성 부정교합을 야기하는 안면부 부조화는 사춘기 중의 급격한 성장에 의해 그 정도가 심화된다. 따라서 골격성 부정교합 아동의 치료에 있어서 가장 중요한 것은 성장 및 발육에 따른 적절한 치료시기의 선택이다. 치료시기의 결정을 위한 개인의 성숙도를 평가하는 방법으로는 연령, 신장이나 체중의 변화를 이용하는 신체성숙도, 2차 성징의 발현 유무와 여자의 경우 초경 유무 등을 이용하는 성적성숙도, 치아의 발육과 맹출 시기 등에 대한 치아성숙도, 그리고 골의 화골정도에 의한 골 성숙도 등이 있다.^{2,4} 이중 골 성숙도는 근래에 널리 사용되는 성숙지표로서, 골 성숙도를 평가하는데 이용되는 부위는 수완부, 수부, 족부, 경추부, 슬부 등이 있다. 이러한 골 성숙도를 평가하는 부위 중 가장 많이 이용되는 부위는 수완부로서 이는 수완부의 골들이 출생과 더불어 성숙이 종료될 때까지 화골현상이 계속 진행되고, 각 부위의 화골현상의 시작과 정도 및 양상이 다르므로

^a전공의, ^b부교수, 한림대학교 의료원 강동성심병원 치과 교정과.

^c부교수, 서울대학교 치과대학 교정학교실.

^d교수, 단국대학교 치과대학 교정학교실.

교신저자: 박양호.

서울특별시 강동구 길동 445 한림대학교 의료원 강동성심병원 치과교정과.

02-2225-2969; e-mail, dentpark64@hanmail.net.

원고접수일: 2007년 9월 14일 / 원고최종수정일: 2008년 2월 12일 /

원고재택일: 2008년 2월 14일.

골 성숙도의 평가에 유용하기 때문이다.^{5,6} 또한 골 성숙도를 평가할 수 있는 방법으로는 경추부를 이용할 수 있는데, 경추는 성장함에 따라 경추의 본체에서 수평, 수직적 길이와 모양에 변화가 일어난다고 보고되며,⁷ Lamparski⁸는 경추를 이용한 골 성숙도의 평가 방법이 수완부 골 성숙도와 비교하여 믿을만하고 높은 상관관계가 있을 뿐 아니라 측모 두부 규격 방사선사진상에 경추가 기록되어 있으므로 경제적이고 추가적인 방사선 노출을 피할 수 있는 장점이 있다고 하였다. 그러나 갑상선을 보호하기 위한 납복의 착용은 경추의 전체적 모습을 나타내는 것을 방해하게 된다. 그래서 1995년에 Hassel과 Farman⁹은 새로운 경추의 성숙도를 평가하는 방법을 찾아내었는데 그들은 측모 두부 규격 방사선사진상에 나타난 제 2,3,4 경추의 골 성숙 단계를 관찰하여 Lamparski와 유사하게 여섯 단계로 분류하였다. 그리고 이 분류는 Fishman¹⁰에 의한 수완부의 골 성숙 단계와 밀접한 관계가 있었다. Hassel과 Farman⁹은 경추의 형태 변화가 골 성숙도와 성장 잠재력을 평가하는데 도움을 준다고 결론을 내었다. 그리고 Garcia-Fernandez 등¹¹은 이 방법이 측정대상의 인종에 관계없이 효과적이라고 주장하였다.

한편, Krogman¹²은 초경이 골 성숙도와 높은 상관성이 있어서 골격적으로 성장발육이 빠른 소녀가 빠른 초경을 보인다고 하였다.

경추의 성장 양상을 이용하여 개인의 골 성숙도를 평가한 이전의 연구들은 대부분 수완부 골 성숙 단계와의 상관성을 보고하거나 경추 자체의 성장 양상을 연구하였으며, 경추 만곡도와 초경과의 관계에 대한 상호 연관성에 대해서는 연구 보고된 바 없는 실정이다.

이에 본 연구는 측모 두부 규격 방사선사진을 이용하여 성장 중인 아동의 제4경추 형태 중 경추 몸체부 하연의 만곡 정도와 수완부 골 성숙 단계 및 초경 시기와의 관계를 조사하여 부정교합 진단의 참고 자료로 이용될 수 있는지를 연구하였다.

연구방법

연구대상

한림대학교 의료원 강동성심병원 치과 교정과에 내원한 11 - 14세 여자 환자 중, 같은 날짜에 촬영된 측모두부규격방사선사진과 수완부방사선사진이 모

두 있는 81명을 대상으로 하여 측모 두부 규격 방사선사진상 제4경추의 형태, 수완부 방사선 사진상 골 성숙단계, 초경의 시기를 조사하였다. 모든 환자는 성장발육에 영향을 미칠 수 있는 특이 질환이나 장애를 보이지 않았다.

연구방법

측모 두부 규격 방사선사진의 촬영

한림대학교 의료원 강동성심병원에 설치된 측모 두부 규격 방사선 촬영 장치(Planmeca Proline EC, Planmeca, Helsinki, Finland)를 이용하였다. 환자의 안이평면이 바닥면과 평행이 되도록 한 후 안정교합위에서 통법에 따라 측모 두부 규격 방사선사진을 촬영하였다. 촬영 조건은 환자에 따라 통상적으로 적용시켰다.

경추의 선정 및 대상의 분류

제4경추의 만곡도는 사춘기 성장이 감소하는 시기에 나타나기 시작하며 성장 완료 시까지 만곡도가 증가한다.⁹ 또한 경추의 평가시 제1경추의 경우 두부 규격방사선사진에서 몸체부가 나타나지 않고, 제2경추는 성장에 따른 큰 변화를 보이지 않고 투사하기 어려우며, 제5경추 이후부터는 방사선 사진에 촬영되지 않는 경우가 있다.¹³ 이에 본 연구는 성장 완료 시점을 평가하기 위한 기준으로 제4경추를 연구 대상으로 선정하였다.

연구대상의 제4경추 하연의 만곡도는 0.0 mm - 3.2 mm 범위의 값을 보였으며 만곡도의 증가에 따른 골 성숙의 차이를 평가하기 위하여 표본의 크기를 삼등분 하도록 세 그룹으로 분류하였다. (Group A - 제4경추 몸체부 하연의 만곡 정도가 1.05 mm 이하, Group B - 제4경추 몸체부 하연의 만곡 정도가 1.05 mm - 2.07 mm 사이, Group C - 제4경추 몸체부 하연의 만곡 정도가 2.07 mm 이상) (Table 1).

또한 초경의 경험 유무에 따른 차이를 알아보기 위해 두 그룹으로(Post-menarche Group, Pre-menarche Group) (Table 2) 각각 분류하였다.

제4경추의 골 성숙단계 측정

동일한 한 사람의 분석자가 측모 두부 규격 방사선사진을 V-Ceph version 5.0 (Cybermed, Seoul, Korea) 프로그램에 입력하여 measurement tool을 이용하여 본 연구에서 설정한 측정항목을 측정하였다.

Table 1. Distribution of subjects by concavity depth of the inferior border at the 4th cervical vertebra

Group	Number	Concavity depth (mm)		Subjects past menarche
		Mean	Range	
A	27	0.76	0.00 - 1.05	12
B	27	1.45	1.07 - 1.89	16
C	27	2.45	2.07 - 3.20	19

Table 2. Distribution of subject by menarche

Group	Number	Menarcheal timing (year)		
		Mean	Minimum	Maximum
Post-menarche	47	11.64	10	14
Pre-menarche	34	*	*	*

*Values were measured by questionnaire

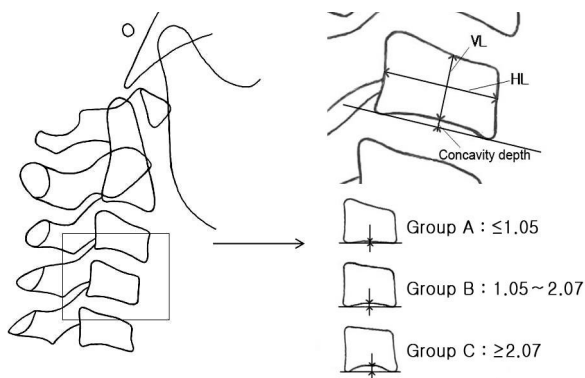


Fig 1. Measurements of the 4th cervical vertebra.

각 측정치는 program 상에서 계측된 수치를 변환 없이 그대로 이용하였다. 제4경추의 계측항목은 다음과 같이 하였다 (Fig 1).

- 1, 몸체부 하연의 만곡 깊이(concavity depth), 몸체부 하연의 접선에서 몸체부 만곡의 가장 깊은 부위까지의 수직 거리;
- 2, 수직 길이(VL), 몸체부 하연의 접선에 수직이면서 몸체부의 상연과 하연사이의 거리가 가장 짧은 곳에서의 수직 거리;
- 3, 수평 길이(HL), 몸체부 하연의 접선에 평행하면서 몸체부의 전연과 후연사이의 거리가 가장 짧은 곳에서의 수평 거리;
- 4, VL/HL, 수평 길이에 대한 수직 길이의 비.

수완부 방사선사진의 촬영

한림대학교 의료원 강동성심병원 방사선과에 설치된 두부 규격 방사선사진 촬영기(Bucky Diagnostic TH, Philips Medical Systems, Eindhoven, Netherland)를 이용하여 관전압 75 - 78 kVp, 관전류 11 mA, 노출시간 0.6 - 0.8 sec의 촬영조건으로 X선 target에서 피검자의 손까지의 거리는 100 - 120 cm가 되도록 한 후 피검자의 손가락을 자연스럽게 벌리게 하고 X선 장치의 관구가 수직으로 수근부위의 중심에 향하도록 한 후 촬영하였다.

수완부 골 성숙 단계의 측정

Fishman¹⁰이 제안한 SMI (Skeletal Maturity Indicators)를 이용하여 수완부 방사선 사진을 판독하여 수완부 골 성숙 단계를 평가하였다. SMI는 엄지, 중지, 약지, 요골에 위치한 6부위의 해부학적 위치에서 일어나는 4단계의 골 성숙을 이용한 것으로 총 11단계로 분류된다.

초경의 시기

교정 설문지를 이용하여 환자의 초경 시기를 파악하였다.

통계적 분석

각 측정 항목의 평균 및 표준 편차를 산출하였고 A, B, C group간 항목의 유의성 검증은 oneway ANOVA, Post-menarche Group과 Pre-menarche Group

Table 3. Comparison of measurements between Group A, Group B and Group C

Group	Mean age (year)	Menarcheal timing (year) Mean ± SD	SMI stage Mean ± SD	4th Cervical vertebra stage		
				VL (mm)	HL (mm)	VL/HL
				Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD
A	11.96 ± 0.95	11.36 ± 0.92	5.67 ± 2.57	9.87 ± 1.86	13.52 ± 1.45	0.73 ± 0.12
B	12.32 ± 1.19	11.80 ± 1.01	8.73 ± 2.41	11.20 ± 1.10	14.31 ± 1.44	0.79 ± 0.08
C	12.69 ± 0.95	11.67 ± 0.84	10.00 ± 1.47	12.19 ± 1.46	14.84 ± 1.58	0.83 ± 0.09
Total	12.61 ± 1.09	11.64 ± 0.92	8.11 ± 2.85	11.08 ± 1.78	14.22 ± 1.57	0.78 ± 0.11
<i>p value</i>	0.001 [†]	0.490	0.000 [†]	0.000 [†]	0.012 [†]	0.008 [*]

SD, Standard deviation; VL, vertical length; HL, horizontal length; **p* < 0.05; [†]*p* < 0.01.

Table 4. Comparison of measurements between menarche group and non menarche group

Group	Hand-Wrist stage Mean ± SD	4th Cervical vertebra stage		
		VL (mm)	HL (mm)	VL/HL
		Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD
Post-menarche	8.91 ± 2.79	11.47 ± 1.74	14.31 ± 1.69	0.80 ± 0.10
Pre-menarche	6.77 ± 2.45	10.43 ± 1.68	14.06 ± 1.36	0.74 ± 0.11
<i>p value</i>	0.002 [†]	0.017 [*]	0.528	0.026 [*]

SD, Standard deviation; VL, vertical length; HL, horizontal length; **p* < 0.05; [†]*p* < 0.01.

간 항목의 유의성 검증은 *t*-test 를 이용하여 비교하였다. 또한 수완부 골 성숙단계와 제4경추의 계측치들 간의 상관관계는 Spearman correlation test를 이용하였다. Concavity depth와 age의 초경에 대한 영향을 평가하기 위해 logistic regression analysis를 시행하였다. 모든 통계적 검증 결과는 양측 검정이며, windows용 SPSS 프로그램 version 11.5 (SPSS, Chicago, IL, USA)를 이용하여 분석을 수행하였다.

연구성적

제4경추 몸체부 하연의 만곡 정도가 1.05 mm이하인 그룹(Group A)의 평균 나이는 11.96세(약 12세), 제4경추 몸체부 하연의 만곡 정도가 1.05 - 2.07 mm인 그룹(Group B)의 평균 나이는 12.32세(약 12세 4개월), 제4경추 몸체부 하연의 만곡 정도가 2.07 mm 이상인 그룹(Group C)의 평균 나이는 12.69세(약 12세 8개월)로 나타났다 (Table 3).

Group A의 평균 수완부 골 성숙단계는 SMI 5.67 ± 2.57단계, Group B의 평균 수완부 골 성숙단계는

SMI 8.73 ± 2.41단계로 나타났고, Group C의 평균 수완부 골 성숙단계는 SMI 10.00 ± 1.47단계로 나타났다 (Table 3).

Group A, B, C의 각 항목의 유의성 검증을 위해 oneway ANOVA를 시행한 결과 Group A에 비해 Group B에서, Group B에 비해 Group C에서 제4경추의 수직 길이, 수평 길이, 수직/수평 비율, 수완부 골 성숙 단계에 있어서 각각 유의하게 큰 값을 보였다 (Table 3).

연구 대상 전체의 평균 초경 시기는 11.64 ± 0.92세 이고, Group A, B, C의 평균 초경 시기는 유의한 차이를 보이지 않았다 (Table 3).

초경을 경험한 그룹이 초경을 경험하지 않은 그룹에 비해 제4경추의 수직 길이, 수평 길이, 수직/수평 비율, 수완부 골 성숙 단계에 있어서 평균적으로 큰 값을 보였다 (Table 4).

제4경추의 만곡 정도, 제4경추의 수직 길이, 수직/수평 비율은 SMI stage와 각각 서로 양의 상관관계를 보였으며 만곡 정도가 가장 높은 상관성을 나타냈다 (Table 5 and Fig 2).

Table 5. Correlation between SMI stage and measurements of 4th cervical vertebra

	First visit age		4th Cervical vertebra		
		Concavity	VL	HL	VL/HL
Hand - wrist stage	0.600*	0.681*	0.565*	0.383*	0.375*

VL, Vertical length; HL, horizontal length; **p* < 0.01.

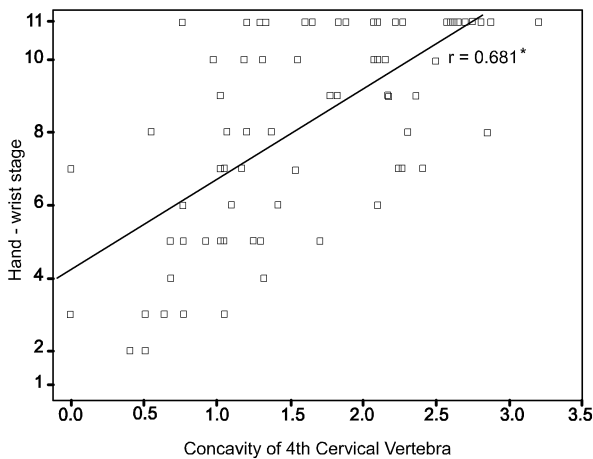


Fig 2. Scattergram of concavity of 4th cervical vertebra and hand-wrist stage; **p* < 0.01.

제4경추 하연의 만곡도 증가에 따라 초경의 경험이 각각 A-B에서 75% 증가, B-C에서 초경의 경험은 145% 증가하는 것으로 나타났으며 나이의 1세 증가에 따라 초경의 경험은 50%씩 증가하는 것으로 또한 나타났다 (Table 6).

고찰

제4경추의 만곡도와 수완부 골 성숙 단계

성장 중인 아동의 골격적 부정교합 치료에 있어서 사춘기 동안의 최대 성장 시기 및 잔여 성장량을 예측하는 것은 중요하다. 일반적으로 여자는 사춘기 최대 성장을 10 - 12세에 시작하며 초경은 사춘기 최대 성장기가 지난 후에 시작되는 것으로 보고되고 있다.¹⁴ 본 연구에서는 11 - 14세 여자 환자 81명을 대상으로 제4경추의 형태적 변화 및 수완부 골 성숙 단계를 평가하였다. 경추의 성장에 따른 형태적 변화는 여러 선학들에 의해 언급되었으며 두부규격방사선사진에서 투사가 편리하고 추가적인 방사선 노출을 줄일 수 있는 장점이 있다.

Table 6. Menarche occurrence according to concavity depth of the fourth vertebra and age

	Odds ratio	95% Confidence interval
A - B	1.75	0.48 - 6.44
B - C	2.45	0.66 - 9.14
Age	1.50	0.89 - 2.53

출을 줄일 수 있는 장점이 있다.

Lamparski⁸는 연령의 증가에 따라 경추 몸체부의 하연에 만곡이 형성되며, 전방부위가 수직적으로 빠르게 증가하여 wedge 모양이 점차 수평 길이가 긴 직사각형, 정사각형, 후에는 수직 길이가 긴 직사각형으로 변화한다고 하였으며 이를 Cervical vertebral system (CVS) 이라고 하였다.

Gandini 등¹⁵은 골 성숙 시기를 측정하는데 사용되는 방법 중 수완부 골 성숙 단계와 경추의 형태 변화를 이용하는 것 중에서 어떤 것이 보다 효율적인지를 비교하여 분석하였는데, 이 연구에서는 측모두부규격방사선사진 상에서 나타난 경추를 이용하여 골 성숙 시기를 측정하는 것이 방사선 노출량도 줄이면서 수완부 골 성숙 단계와 유사한 결과를 얻을 수 있으므로 보다 유용하다고 하였다.

San Roman 등¹⁶은 5 - 18세의 스페인 사람 958명을 대상으로 수완부 골 성숙 단계와 경추 하연의 만곡도 측정이 골 성숙 시기를 알아보는데 가장 정확하며 유용하다고 하였다.

본 연구에서는 11 - 14세 여자 환자 81명을 제4경추의 몸체부 하연의 만곡 정도에 따라 분류하여 제4경추의 몸체부 수직 길이, 수평 길이, 수직/수평 비율을 구하여 비교하였다. 그 결과 제4경추의 몸체부 하연의 만곡 정도가 작은 그룹에서 큰 그룹으로 갈수록 제4경추의 몸체부 수직 길이, 수평 길이, 수직/수평 비율, 수완부 골 성숙 단계에 있어서 유의하게 큰 값을 보였다. 이는 제4경추의 몸체부 만곡 정도가

증가한다는 것이 신체의 골 성숙도가 좀 더 진행되었다는 것을 의미한다 (Table 3). 그리고 본 연구에서 제4경추의 만곡 정도, 제4경추의 수직 길이, 수직/수평 비율은 수완부 골 성숙 단계와 각각 서로 양의 상관관계를 나타냈다. 목체부 하연의 만곡 정도에서 수완부 골 성숙 단계와 가장 높은 상관관계를 보였다 (Table 5 and Fig 2).

제4경추 목체부 하연의 만곡 정도가 1.05 mm 이하인 그룹(Group A)의 평균 나이는 11.96세 (약 12세), 평균 초경 시기는 11.36 ± 0.92 세(약 11세 5개월), 수완부 골 성숙단계는 $SMI 5.67 \pm 2.57$ 단계로 나타났고, 제4경추 목체부 하연의 만곡 정도가 1.05 - 2.07 mm인 그룹(Group B)의 평균 나이는 12.32세(약 12세 4개월), 평균 초경 시기는 11.80 ± 1.01 세(약 11세 10개월), 수완부 골 성숙단계는 $SMI 8.73 \pm 2.41$ 단계를 보였으며, 제4경추 목체부 하연의 만곡 정도가 2.07 mm 이상인 그룹(Group C)의 평균 나이는 12.69세(약 12세 8개월), 평균 초경 시기는 11.67 ± 0.84 세(약 11세 8개월), 수완부 골 성숙단계는 $SMI 10.00 \pm 1.47$ 단계로 나타났다 (Table 3). 제4경추의 목체부 하연의 만곡 정도가 2.07 mm 이상인 그룹(Group C)은 초경 후 약 12개월 후에 내원한 환자로 수완부 골 성숙 단계로는 9 - 11단계이며 수완부 골의 골단 융합이 일어나는 시기로서 성장의 완료 시점에 가깝다. 따라서 제4경추의 목체부 하연의 만곡 정도가 2.07 mm 이상 크다고 판명된 환자는 악정형 치료를 진행할 경우 큰 치료 효과를 얻기는 힘들 것으로 판단된다. 반면에 제4경추의 목체부 하연의 만곡 정도가 1.05 mm 이하인 그룹(Group A)은 평균 연령이 평균 초경 시기에 가까우며 수완부 골 성숙 단계상 3 - 7 단계를 보여 사춘기 최대성장기에 해당하므로 잔여 성장을 이용한 악정형 치료를 시행할 경우 치료 효과를 기대해볼 수 있는 시기라고 사료된다. 제4경추 목체부 하연의 만곡 정도가 1.05 - 2.07 mm인 그룹(Group B)은 초경 후 약 8개월 후 내원한 환자로 A, B 그룹의 중간 정도의 성장을 보이고 수완부 골 성숙 단계는 6 - 10 단계를 보이며 악정형 치료 시 제한적인 치료 효과를 얻을 수 있을 것으로 볼 수 있다.

기존의 경추 평가 방법의 경우 수완부 골 성숙 단계와 같이 명확한 시기의 구분이 이루어지지 않아 눈으로 쉽게 평가하기가 어려우며, 또한 성장 단계 평가에 복잡한 계산 방법이 필요할 수도 있다. 경추의 평가가 갖는 장점들에도 불구하고 짧은 시간에 쉽게 평가하기가 어려운 경우 임상 진료에 적용하기

힘들다. 본 연구는 제4경추의 성숙 단계를 하연의 만곡도를 기준으로 1.05 mm이하, 1.05 - 2.07 mm, 2.07 mm이상의 세 단계로 나누어 평가하였으며 추가적인 방사선 촬영 없이 보다 간편하게 성장을 평가할 수 있는 방법으로 제안하고자 한다.

제4경추의 만곡도와 초경

초경은 교정 설문지를 통해 임상에서 쉽게 얻을 수 있는 성숙 지표이고, 경추는 부가적인 방사선 사진 촬영 없이 측모 두부 규격 방사선사진상에서 쉽게 형태 변화를 알아볼 수 있다. 따라서 이들을 이용하여 아동의 성장 양상을 예측해 볼 수 있다.

본 연구에서 초경의 평균시기는 11.64 ± 0.92 세를 보였는데 (Table 3) 이는 국외의 연구 결과 중 1985년 Demirjian 등⁴이 보고한 12.91 ± 0.82 세 보다는 약 1.3세 빠르게 나타났고, 국내의 연구 결과 중 1995년 Chang과 Chung¹⁷등이 보고한 12.04 ± 0.82 세와 비교하면 약 0.4세 빠른 초경시기를 나타냈다. 육체적 성숙의 중요 지표인 초경은 빠르게 발전하고 있는 사회 경제적 상태와 좋은 영양 및 건강 상태 등에 영향을 받는다고 사료된다.

초경을 경험하지 않은 그룹에 비해 초경을 경험한 그룹에서 제4경추의 수직 길이, 수평 길이, 수직/수평 비율, 수완부 골 성숙 단계에 있어서 평균적으로 큰 값을 보였으며 (Table 3) 이는 초경을 경험한 그룹이 그렇지 않은 그룹에 비해 골 성숙이 더 진행되었음을 나타낸다.

제4경추 하연의 만곡도 증가에 따라 초경의 경험이 각각 A-B에서 75% 증가, B-C에서 초경의 경험은 145% 증가하는 것으로 나타났다. 나이에 따른 초경의 증가에서는 1세 증가에 따라 초경의 경험은 50%씩 증가하는 것으로 또한 나타났다 (Table 6). 이는 초경의 시기가 제4경추 하연의 만곡도와 유의한 관련을 가지며 만곡도가 2.07 mm 이상일 경우 초경의 경험이 두 배 이상 증가하는 것으로 볼 수 있다. 따라서 성장의 시기 및 성장 잠재력을 평가함에 있어서 어느 하나의 지표만을 사용하기 보다는 여러 부가적인 지표들을 활용하여야 하며 지속적인 상호연구가 뒤따라야 한다고 사료된다.

결론

골격성 부정교합 아동의 치료에 있어서 성장 및

발육에 따른 적절한 치료시기의 선택은 중요한 문제이다. 본 연구는 측모 두부 규격 방사선사진을 이용하여 성장 중인 아동의 제4경추 형태를 경추 몸체부 하연의 만곡 정도에 따라 분류하고 초경의 시기와 수완부 골 성숙 단계를 평가하여, 성장 중인 아동의 골격적 부정교합의 진단 및 악정형 치료를 위한 성장 시기 평가에 제4경추의 형태 변화가 진단의 참고 자료로 활용될 수 있는지를 연구하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 평균 수완부 골 성숙단계는 Group A가 SMI 5.67 ± 2.57 단계, Group B는 SMI 8.73 ± 2.41 단계, Group C는 SMI 10.00 ± 1.47 단계로 나타났다.
2. Group A에서 Group B, Group C로 갈수록 제4경추의 수직 길이, 수평 길이, 수직/수평 비율, 수완부 골 성숙 단계에 있어서 각각 유의하게 더 큰 값을 보였다.
3. 본 연구대상 아동의 평균 초경 시기는 11.64 ± 0.92 세를 보였다.
4. 제4경추 몸체부 하연의 만곡 정도, 수직 길이, 수평 길이, 수직/수평 비율은 수완부 골 성숙 단계와 각각 서로 유의한 양의 상관관계를 나타냈다.
5. 초경을 경험한 그룹이 초경을 경험하지 않은 그룹에 비해 제4경추의 수직 길이, 수평 길이, 수직/수평 비율, 수완부 골 성숙 단계에 있어서 유의하게 큰 값을 보인다.

제4경추 만곡도가 2.07 mm 이상인 환자는 성장의 완료시기에 가까워 악정형적 치료에 치료 효과가 적을 것으로 판단되며, 만곡도가 0 - 1.05 mm인 환자는 최대성장기를 보여 악정형적 치료 시 효과를 기대할 수 있을 것으로 사료된다. 또한 만곡도가 1.05 - 2.07 mm인 환자는 제한적인 악정형적 효과를 기대해볼 수 있다. 그러므로 제4경추의 만곡도 측정은 추가적인 방사선 촬영 없이 측모 두부 규격 방사선사진상에서 쉽게 할 수 있으며 성장의 완료시점을 평가하는 보다 간편한 방법으로 제안하고자 한다. 향후 정확한 성장 평가를 위해서는 여러 성장 지표들을 중

합적으로 판단하는 것이 바람직하며 지속적인 상호 연구가 필요할 것이다.

참고문헌

1. Bjork A, Helm S. Prediction of the age of maximum pubertal growth in body height. *Angle orthod* 1967;37:134-43.
2. Cha DS, Cha KS. A study on the comparisons between dental calcification and skeletal maturity. *Korean J Orthod* 1994;24:841-9.
3. Baume RM, Buschang PH, Weinstein S. Stature, head height and growth of the vertical face. *Am J Orthod* 1983;83:477-84.
4. Demirijian A, Buschang PH, Tanguay R, Patterson DK. Inter relationships among measures of somatic, skeletal, dental, and sexual maturity. *Am J Orthod* 1985;88:433-8.
5. Chapman SM. Ossification of the adductor sesamoid and the adolescent growth spurt. *Angle Orthod* 1972;42:236-44.
6. Liliequist B, Lundburg M. A methodological investigation. *Acta Radio* 1971;11:97-112.
7. Nanda SK. Prediction of facial growth using different biologic criteria in females. *Craniofacial Growth Series*, 20, Center for Human Growth and Development. Univ. of Michigan 1986.
8. Lamparski DG. Skeletal age assessment utilizing cervical vertebrae. Master of dental thesis Pittsburgh Univ of Pittsburgh School of Dental Medicine 1972.
9. Hassel B, Farman AG. Skeletal maturation evaluation using cervical vertebrae. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1995;107:58-66.
10. Fishman LS. Radiographic evaluation of skeletal maturation; a clinically oriented method based on hand wrist films. *Angle Orthod* 1982;52:88-112.
11. Garcia-Fernandez P, Torre H, Flores L, Rea J. The cervical vertebrae as maturational indicators. *J Clin Orthod* 1998;32:221-5.
12. Krogman WM. The meaningful interpretation of growth and growth data by the clinician. *Am J Orthod* 1958;44:411-32.
13. Mito T, Sato K, Mitani H. Cervical vertebral bone age in girls. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2002;122:380-5.
14. Bjork A. Sutural growth of the upper face studied by the implant method. *Rep Congr Eur Orthod Soc* 1964;40:49-65.
15. Gandini P, Mancini M, Andreani F. A comparison of hand-wrist bone and cervical vertebral analyses in measuring skeletal maturation. *Angle Orthod* 2006;76:984-9.
16. San Roman P, Palma JC, Oteo MD, Nevado E. Skeletal maturation determined by cervical vertebrae development. *Eur J Orthod* 2002;24:303-11.
17. Chang YH, Chung KR. The study on the relationship between the menarche and the bone maturity of malocclusion group. *Korean J Orthod* 1995;25:415-23.

Skeletal maturation associated with the fourth cervical vertebra and menarcheal timing

Kyu-hong Lee, DDS,^a Yong-in Hwang, DDS,^a Yoon-ji Kim, DDS,^a
Yang-ho Park, DDS, MSD, PhD,^b Seung-hak Baek, DDS, MSD, PhD,^c
Kyung-suk Cha, DDS, MSD, PhD^d

Objective: This study analyzed the morphologic changes of the fourth cervical vertebra body to determine the skeletal age of orthodontic patients during growth. **Methods:** Eighty-one female patients aged from 11 to 14 who had cephalograms taken on the same day were examined. The subjects were divided into three groups depending on the depth of the concavity of the lower border of the fourth cervical vertebra (Group A: less than 1.05 mm, Group B: 1.05 - 2.07 mm, Group C: greater than 2.07 mm). Menarcheal timing, SMI stage, length, width and ratio of length and width of the fourth cervical vertebra body were analyzed and the following results were obtained. **Results:** The average SMI stage of group A,B and C were 5.67 ± 2.57 , 8.73 ± 2.41 , and 10.00 ± 1.47 , respectively. Length, width, ratio of length and width, and SMI stage were greater in group B than group A and in group C than group B. Mean menarcheal timing was 11.64 ± 0.92 years. Concavity depth, length, width, ratio of length and width showed a significant positive correlation with SMI stage, especially with the concavity depth. **Conclusion:** The results of this study propose a simple method for determining the timing of orthopedic treatment by measuring the concavity depth of the fourth cervical vertebra on the cephalogram. (*Korean J Orthod* 2008;38(1):52-9)

Key words: Cervical vertebra, Hand-wrist, Menarche, Skeletal maturation

^aResident, ^bAssociate Professor, Department of Orthodontics, Kangdong Sacred Heart Hospital, Hallym University Medical Center.

^cAssociate Professor, Department of Orthodontics, School of Dentistry, Seoul National University.

^dProfessor, Department of Orthodontics, School of Dentistry, Dankook University.

Corresponding author: **Yang-ho Park.**

Department of Orthodontics, Kangdong Sacred Heart Hospital, Hallym University Medical Center, 445 Gil-Dong, Gangdong-Gu, Seoul 134-701, Korea.

+82 2 2225 2969; e-mail, dentpark64@hanmail.net.

Received September 14, 2007; Last Revision February 12, 2008; Accepted February 14, 2008.