

# 한국인 남자 아동에서 위턱뼈 성장과 목뼈의 상관관계

서울대학교 치의학대학원 구강해부학교실 및 치학연구소  
\*서울대학교 치의학대학원 구강해부학교실, 치학연구소 및 BK21 치의학생명과학사업단  
안희진 · 이유미\* · 박영석 · 장미숙\* · 이승표\*

## Relationships between maxillary growth and cervical vertebrae in Korean boys

Hee-Jin Ahn, Yoo-Mee Lee\*, Young-Seok Park, Mi-Sook Chang\*, Seung-Pyo Lee\*

Department of Oral Anatomy and Dental Research Institute, School of Dentistry, Seoul National University

\*Department of Oral Anatomy, Dental Research Institute, and BK21 Craniomaxillofacial Life Science, School of Dentistry, Seoul National University

### ABSTRACT

**Purpose** : This study was to investigate whether cervical vertebrae can be utilized in evaluating the growth of the maxilla.

**Materials and Methods** : Fifty one male patients took lateral cephalometric radiographs once in every two years from the age of 8 till 14. Measured parameters were the concavity depth at the lower border of the third and fourth cervical vertebrae, and three analytical maxillary dimensions.

**Results** : The analysis of the maxillary measurements and the concavity depth at the lower border of the cervical vertebrae in the lateral cephalometric radiographs showed that the measured parameters gradually increased as the patients aged. Moreover, while the parameters of the patients in age 8 and 10 did not show any correlation, those of the patients in age 12 and 14 definitely showed the correlations.

**Conclusion** : Although certain correlations were seen in particular parameters, further researches and studies with various parameters and shorter age intervals are needed. The result of this study will help clinicians in making plans and evaluating the proposed treatment plans. (*Korean J Oral Maxillofac Radiol* 2010; 40 : 143-7)

**KEY WORDS** : Cervical Vertebrae; Maxilla; Growth

## 서론

성장기 아동에서 치아 외상은 빈번히 일어나며 선천적인 이유로 치아의 결손이 나타나기도 하며 이는 주로 위턱뼈 앞쪽치아 간니에서 발생하게 된다.

치아 외상에 의하여 치아를 잃은 경우 재식술 치료가 이루어지지만 여러 가지 이유로 치아를 상실하게 되며 수복을 시도하더라도 실패할 수 있으며 여러 합병증으로 인하여 치아를 유지할 수 없어서 발치하는 경우가 있다.<sup>1</sup> 한편 선천적인 간니의 결손은 아래턱뼈 둘째 작은어금니에서 호

발하며 위턱뼈 가쪽앞니에서도 이와 비슷한 발생 빈도를 보인다.<sup>2</sup> 위턱뼈 앞쪽치아에서 결손이 일어난 경우 기능적 이유뿐만 아니라 외모에 민감한 성장기에서 심미적인 이유로도 이 부위의 수복 치료가 필요하다. 하지만 지속적인 치조골의 성장에 따라 수복물의 심미성이 파괴되는 경우가 있어<sup>3</sup> 본래 치료의 목적을 이루지 못하고 기능적, 심미적 문제를 야기하게 될 수 있다. 따라서 성장 중인 아동에서 수복물 제작 및 적용은 치조골의 성장을 고려하여 다각적으로 수행하여야 한다. 이를 위해서는 주기적으로 아동의 손목뼈 방사선 사진이나 측방두부규격방사선 사진의 분석을 통해서 뼈 성장을 평가하여 위턱뼈 앞부분의 최대성장기 및 잔존 성장량의 예측을 통하여 적절한 치료시기를 결정하는 것이 바람직하다.

성장 발육을 평가하는 방법으로는 연령, 신장, 체중의 변화를 이용하는 신체 성숙도, 2차 성징의 발현 유무와 초경 유무를 이용하는 성적 성숙도, 치아의 발육, 맹출 시기 등

\*본 연구는 보건복지가족부 보건의료기술연구개발사업의 지원에 의하여 이루어진 것임. A(084491).

접수일 (2010년 7월 26일), 수정일 (1차: 2010년 8월 18일, 2차: 2010년 8월 25일), 채택일 (2010년 8월 30일)

Correspondence to : Prof. Seung-Pyo Lee  
Department of Oral Anatomy School of Dentistry, Seoul National University 28 Yeongeong-dong, Jongno-gu, Seoul 110-768, Korea  
Tel) 82-2-740-8671, Fax) 82-2-740-8674, E-mail) orana9@snu.ac.kr

에 대한 치아 성숙도와 뼈되기 정도에 의한 뼈 성숙도 등이 있다.<sup>4,5</sup> 이중 뼈 성숙도는 근래에 널리 사용되는 성숙지표로, 손목뼈는 뼈 성숙도 평가에서 가장 많이 이용되는 부위이다. 이 손목뼈는 출생 시부터 성숙이 종료될 때까지 골화 현상이 계속 진행되고, 각 부위의 골화 현상의 시작과 정도, 양상이 달라서 성숙도 평가에 유용하다.<sup>4,5</sup> 손목뼈 외에 측방두부규격방사선 사진 상에 기록된 목뼈를 이용하여 뼈 성숙도를 평가할 수도 있다. 목뼈는 전연의 길이가 후연의 길이보다 짧아서 위모서리가 경사지고 납작한 형태에서 성숙함에 따라 아래모서리에 만곡이 생기고 전연의 길이가 증가한다. 점차 전연과 후연의 길이가 같아지고 평행해지면서 만곡도도 더 깊어져서 전체적으로 높아진 길쭉한 사각형으로 변화하게 된다.<sup>6</sup> 목뼈 성숙도 평가방법은 측방두부규격방사선 사진에서 대부분 제2, 3, 4목뼈의 측면형태를 관찰하는 것으로 손목뼈 사진이 필요 없어 추가적인 방사선 노출을 피할 수 있는 장점이 있다.

뼈 성숙도를 평가한 이전의 연구들을 살펴보면 대부분 손목뼈 성숙도와 목뼈 성숙도는 서로 높은 상관관계를 나타내었다. 또한 O'Reilly와 Yaniello,<sup>7</sup> Gu와 McNamara<sup>8</sup>는 아래턱뼈 성장과 목뼈 성숙도가 높은 상관관계가 있음을 보고 하였고 국내에서도 목뼈와 아래턱뼈 성장의 상관관계에 관한 연구가 보고 되었다.<sup>9,10</sup> 그러나 목뼈와 위턱뼈 성장의 상관관계에 관한 연구는 거의 보고 되지 않은 실정이다.

이에 본 연구는 측방두부규격방사선 사진을 이용하여 만 8세에서 만 14세 아동의 제3, 4목뼈의 만곡도와 위턱뼈 앞부분 성장의 상관관계를 조사하여 목뼈가 위턱뼈 성장을 평가하는 데 유용한 지표로 이용될 수 있는지 연구하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 연구대상

서울대학교 치과대학에서 얼굴 성장에 관한 누년적 연구의 일환으로 촬영한 연속적 측방두부규격방사선 사진을 연구 자료로 하였다. 1996년부터 안모와 치아활상태가 양호한 정상 교합자를 선발하여 매 2년마다 측방두부규격방사선 사진을 촬영하였고, 2002년까지 4차례 촬영에 모두 참가한 남자 51명을 대상으로 하였다. 촬영시작 당시 대상자의 평균연령은 만 8세이고 종료 시 만 14세이었다.

### 2. 목뼈 아래모서리의 만곡도 측정 (concavity)

Baccetti 등<sup>11</sup>의 연구에서와 같이 목뼈의 아래모서리에서 가장 앞점과 가장 뒷점을 잇는 점선을 기준으로 하여, 목뼈 아래모서리의 만곡된 부위 중 가장 깊은 점까지의 수직거리를 측정하였고, 이를 만곡도라 하였다. 제3목뼈 아래모서리의 만곡도를 C3Conc, 제4목뼈 아래모서리의 만곡도를

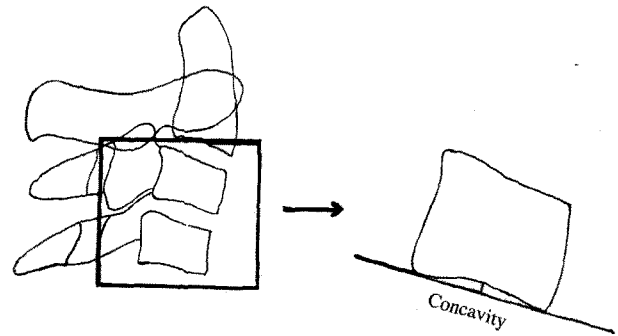


Fig. 1. Method of measuring the concavity of the cervical vertebrae. The shortest distance was measured between the line connecting most anterior and posterior point of lower border and deepest point of the third and fourth cervical vertebra as a concavity.

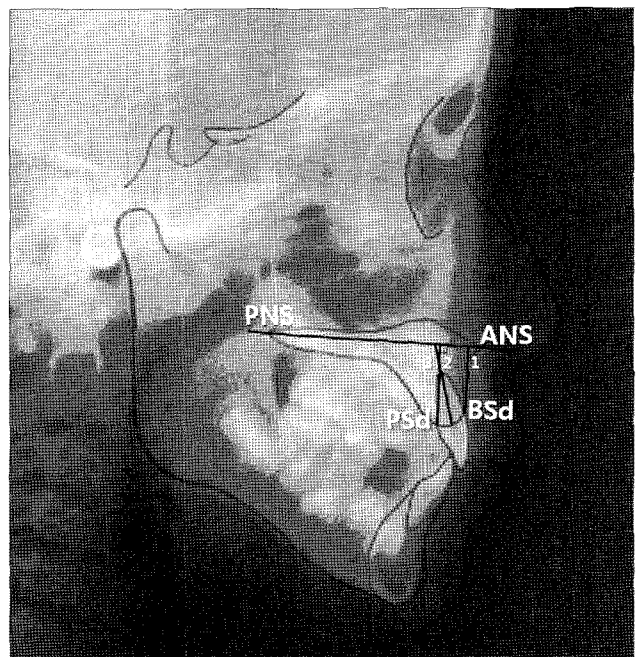


Fig. 2. Landmark and Linear measurement (ANS: anterior nasal spine, PNS: posterior nasal spine, palatalplane: a line connecting ANS and PNS, BSd: buccal suprardental point, PSd: palatal suprardental point, 1: a perpendicular distance between palatal plane and BSd, 2: a perpendicular distance between palatal plane and PSd, 3: a distance between palatal plane and point crossing root axis and cervical line).

를 C4Conc로 하였다 (Fig. 1).

### 3. 위턱뼈 계측

위턱뼈의 성장을 평가하기 위해서 측방두부규격방사선 사진에서 계측점을 정하고 이 계측점을 연결한 선으로 3가지의 계측항목을 정하였다 (Fig. 2). 1) BSd': palatal plane (ANS-PNS로 설정)에서 BSd (buccal suprardental point)까지

**Table 1.** Descriptive statistics of cephalometric measurements (Mean  $\pm$  SD)

	8 years	10 years	12 years	14 years
C3Conc (mm)	0.27 $\pm$ 0.25	0.51 $\pm$ 0.25	0.83 $\pm$ 0.27	1.35 $\pm$ 0.37
C4Cons (mm)	0.17 $\pm$ 0.19	0.37 $\pm$ 0.24	0.65 $\pm$ 0.27	1.10 $\pm$ 0.45
BSd' (mm)	14.69 $\pm$ 1.89	16.03 $\pm$ 2.15	17.17 $\pm$ 2.29	18.39 $\pm$ 2.39
PSd' (mm)	17.13 $\pm$ 1.59	18.57 $\pm$ 1.81	19.98 $\pm$ 2.12	21.11 $\pm$ 2.30
Ui' (mm)	17.80 $\pm$ 1.64	19.66 $\pm$ 2.00	21.41 $\pm$ 2.30	22.88 $\pm$ 2.43

**Table 2.** Correlation coefficient of cephalometric measurements

	8 years	10 years	12 years	14 years
C3Conc and C4Conc	0.771*	0.886*	0.735*	0.723*
BSd' and PSd'	0.890*	0.932*	0.923*	0.968*
BSd' and Ui'	0.855*	0.887*	0.826*	0.841*
PSd' and Ui'	0.946*	0.955*	0.947*	0.921*
C3Conc and BSd'	0.123	0.126	0.234	0.165
C3Conc and PSd'	0.141	0.106	0.161	0.186
C3Conc and Ui'	0.131	0.104	0.151	0.216
C4Conc and BSd'	0.151	0.250	0.279*	0.339*
C4Conc and PSd'	0.135	0.183	0.206	0.341*
C4Conc and Ui'	0.094	0.167	0.158	0.398*

\*P &lt; 0.05

의 수직거리. 2) PSd': palatal plane에서 PSd (palatal supra-dental point)까지의 수직거리. 3) Ui': palatal plane상에서 위턱뼈 안쪽 앞니(Upper incisor)의 치아축과 만나는 점에서부터 위턱 이틀뼈끝까지의 거리.

측방두부구격방사선 사진에서 목뼈와 위턱뼈 계측은 0.003 inch 아세테이트지 상에서 0.3 mm 두께의 펜으로 트레이싱하고 버어니아 캘리퍼스로 측정하였다.

#### 4. 통계분석

목뼈 아래모서리의 만곡도와 위턱뼈를 계측한 5가지 항목은 연령별로 평균 및 표준편차를 구하였고 각 측정항목 자체가 연령별로 유의성 있는 차이를 보이는지 검정하기 위하여 Kruskal Wallis test를 시행하였다. Kolmogorov-Smirnov test를 시행하여 연령별로 각 5가지 측정항목의 정규 분포성을 검정하였고, 정규 분포를 따르지 않는 값들이 포함되어 이후에는 비모수 통계방법을 사용하였다. 각 측정항목간의 상관관계는 비모수 통계방법인 Spearman correlation을 연령별로 시행하여 분석하였다. 통계처리는 SPSS (SPSS 11.5 for windows, SPSS Inc., Chicago, USA)를 이용하였다.

## 결 과

5가지 측정항목은 연령별로 평균 및 표준편차를 구하였고 (Table 1), 모든 항목에서 연령별로 유의성 있는 차이를

보였다. C3Conc, C4Conc의 평균은 연령별로 유의성 있게 증가하였으며, 만 12세에서 만 14세의 평균의 증가량이 다른 연령에 비해 다소 높았다. BSd', PSd', Ui'는 연령별로 유의성 있게 증가하였고, 평균의 증가량은 연령별로 비슷한 수준이었다.

연령별로 측정항목간의 상관관계 (Table 2)는 Spearman correlation을 시행하여 알아보았다. 그 결과 모든 연령에서 C3Conc, C4Conc은 서로 높은 상관관계를 보였고, BSd', PSd', Ui' 항목도 서로 상관관계가 높았다. 목뼈 만곡도와 위턱뼈 계측항목의 상관관계는 만 8세와 만 10세에서 보이지 않았으나, 만 12세의 C4Conc와 BSd' 항목과 만 14세의 C4Conc와 BSd', PSd', Ui' 항목에서 유의수준의 상관계수를 나타냈다.

## 고 찰

성장은 각 아동마다 그 개시기나 최대성장기, 기간 등 많은 차이가 존재하므로 연대연령 (chronologicage) 자체만으로 평가하는 것은 많은 문제점이 있다.<sup>12</sup> 이러한 이유로 인하여 아동의 성장평가는 다양한 발육연령 (developmental age)을 이용한 방법들이 시도되어 왔다. 그러나 대개는 손목뼈의 뼈 성숙도 평가와 목뼈의 발육정도를 평가하는 방법이 이용된다.

목뼈 성숙도 평가법에는 Lamparski의 방법,<sup>13</sup> Hassel과 Farman<sup>14</sup>의 cervical vertebral maturational index, Baccetti 등<sup>11</sup>의 cervical stage 방법 등이 있다. Lamparski는 제2목뼈에서

제6목뼈의 형태변화를 이용하여, 목뼈를 이용한 뼈 성숙도 평가방법이 손목뼈 성숙도와 비교하여 신뢰할 만한 높은 상관관계가 있다고 하였다.<sup>13</sup> Baccetti 등<sup>11</sup>과 Hassel과 Farman<sup>14</sup>은 측방두부규격방사선 사진에서 관찰하기 쉬운 제2, 3, 4목뼈를 이용하였다. 현재 임상에서 촬영하는 측방두부규격방사선 사진은 대체적으로 제2, 3, 4목뼈의 상이 촬영되며 제5목뼈 이후부터는 방사선사진에 촬영되지 않는 경우가 있다. 또한 갑상샘 보호를 위해 환자가 납 방어복을 착용하여도 방사선 사진 상에서 모두 확인이 가능하므로 제2, 3, 4목뼈를 이용한 평가방법이 더 용이하다. 그러나 제2목뼈는 제3, 4목뼈와 형태가 다르고 성장에 따른 큰 변화를 보이지 않는다.<sup>15</sup> Baccetti 등<sup>11</sup>의 연구에서도 제3, 4경추의 형태변화를 뼈 성숙 단계를 구분하는 주요 결정인자로 보았다. 따라서 본 연구에서는 제3, 4목뼈를 이용하여 성장을 평가하였다.

기존의 목뼈 평가방법은 목뼈 아래모서리의 굴곡도 변화와 목뼈의 형태변화의 특징이 서술형으로 제시되어 이를 단계별 평가기준으로 하였다. 이 평가방법들은 유용하나 기준이 수치화되어 있지 않아 눈으로 평가를 내리는 데 모호함이 있다.<sup>6</sup> 이러한 평가기준의 모호함을 해결하기 위한 여러 연구들이 있었다. 이 중 목뼈 아래모서리 만곡도의 계측치가 다른 성장지표들과 통계학적으로 유의수준의 상관관계가 있음이 평가되었다. San Román 등<sup>16</sup>은 목뼈 성숙을 평가하는 가장 좋은 형태학적 기준은 목뼈 아래모서리의 만곡도이고 이것은 또한 손목뼈 성숙도 평가법을 대체할 수도 있다고 하였다. 따라서 본 연구에서도 제3, 4목뼈 아래모서리의 만곡도를 계측하여 평가하였다.

위턱뼈의 길이 성장은 입천장뼈를 향한 봉합 성장과 위턱뼈 용기로서의 뼈막성 침착에 의해서 일어나며, 위턱뼈의 앞부분에서 뼈막성 침착이 일어나 길이가 성장하는 경우는 없다. 높이 성장은 이마돌기와 광대 돌기의 봉합 성장과 이틀뼈 아래모서리에서의 뼈막성 침착에 의해 일어난다. 비저에서는 뼈흡수와 입천장부위에서의 뼈막성 침착이 일어나, 위턱뼈는 머리뼈와 머리뼈바닥으로부터 전하방으로 성장한다. 하지만 전면은 흡수되어 부분적으로 전방이동되는 효과를 감소시킨다. 위턱뼈 계측항목은 이러한 위턱뼈의 성장 양상을 참고로 하여 수직적인 계측으로 시행하였고, 위턱뼈 앞쪽치아의 결손으로 인하여 추후 임플란트 등 보철치료 계획 시에 참고할 수 있는 입천장면과 이틀돌기와의 수직거리(BSD', PSD'), 위턱뼈 안쪽앞니의 치아축을 반영한 입천장면과의 거리(Ui')를 계측하였다.

위턱뼈 계측항목과 목뼈 아래모서리의 만곡도 사이의 상관관계를 분석한 결과 만 12세와 만 14세의 결과에서 제4목뼈 아래모서리의 만곡도와 위턱뼈 계측항목에서 상관관계를 보이는 것으로 나타났다. 남아를 대상으로 한 Bergersen<sup>17</sup>의 연구에서는 신장 및 얼굴 계측부위의 사춘기 성장개시기를 만 12.98세에서 만 13.70세까지 보았고, 이 개시

기를 시점으로 하여 최대성장기는 2년의 기간으로 보았다. Arat 등<sup>18</sup>은 성장기 아동을 세 그룹으로 나누어 머리얼굴부의 계측지점과 뼈나이(skeletal age)를 이용한 growth potential 간의 상관관계를 연구하였다. 각 그룹 연구시작 시 평균나이는 만 10.27세, 11.55세, 14.99세이었고, 종료 시에는 만 12.05세, 14.79세, 16.77세이었다. 머리얼굴부의 계측부위중 위턱, 아래턱뼈 앞부분 치조골높이(total anterior alveolar heights)와 growth potential과의 상관관계는 만 11.55세부터 만 14.79세까지의 그룹에서 가장 높게 나타났다. 이러한 연구결과들은 만 12세와 만 14세에서 목뼈 아래모서리 만곡도와 위턱뼈계측항목 간의 상관관계를 나타낸 본 연구 결과와 비슷한 연령대를 나타내고 있다.

여아의 제4목뼈의 만곡도를 측정하고 수치별로 그룹을 나누어 초경과의 상관관계를 분석한 연구에서는<sup>5</sup> 아래모서리의 만곡정도가 2.07 mm 이상인 그룹의 평균연령은 만 12.69세이며, 성장 완료 시점에 가깝다고 하였다. 또한 1.05-2.07 mm인 경우에는 손목뼈 성숙단계는 6-10단계를 보였으며 평균연령은 만 12.32세이고, 만곡정도가 1.05 mm 이하인 그룹의 평균연령은 만 11.96세이며 사춘기 최대성장기에 해당한다고 하였다. 본 연구에서는 만 12세에서 제4목뼈의 만곡도는 0.65 mm, 만 14세에서는 1.10 mm로 나타났는데, 여러 연구 등으로 볼 때 이 시기 사이에 최대성장기 일어났음을 알 수 있으며, 남아를 대상으로 하여 여아 보다는 최대성장기와 성장완료 되는 시기가 더 늦으므로 연령 차이를 보이는 것으로 생각된다.

이러한 목뼈 성숙 평가에 계측을 통한 수치화된 기준이 있으면 측방두부규격방사선 사진상에서 쉽게 측정하여 간편한 방법으로 성장을 평가할 수 있다. 그러나 목뼈아래모서리의 만곡도는 연도별로 수치의 변화가 크지 않으므로 쉽게 눈으로 측정하기에는 어려움이 있다. 여러 연구에서 보인 목뼈 아래모서리의 길이에 대한 전연의 길이의 변화 동식별이 쉬운 계측항목들을 보완한다면 목뼈 성숙을 보다 효율적이고 간편하게 평가할 수 있을 것이다.

이상의 결과로 위턱뼈 성장에 관한 데이터가 정립된다면 다양한 치과 치료에 사용될 것으로 기대되며 한 예로 최근 치과 치료의 여러 분야에 적용되고 있는 임플란트 치료에도 적용될 것이다. 성장기 아동의 치조골에 임플란트를 식립하는 경우 식립체는 마치 유착된 치아처럼 작용하여 식립된 부위는 주변 뼈의 정상적인 성장을 따라가지 못하게 되고, 결과적으로 성장 완료 후에는 수복물이 주변치아보다 더 아래에 위치하게 된다.<sup>3</sup> 성장에 관한 정보를 이용한다면 이러한 문제를 극복하는 데 도움이 될 것이다.

결론적으로 측방두부규격방사선 사진 상에서 목뼈 형태를 측정하여 뼈 성숙도 평가방법은 방사선 노출량을 줄이면 수치화된 기준을 제시하여 보다 간편하고 효율적으로 뼈 성숙도를 평가할 수 있다. 그러나 격년 간격으로 촬영한 방사선 사진을 연구 자료로 하여 급성장기 아동의 목뼈 성

속의 변화를 파악하기에는 부족함이 있었으므로 좀 더 짧은 간격으로 촬영하여 누년적 자료를 이용한 종단적 연구가 필요할 것으로 생각된다. 그리고 보다 다양하고 넓은 표본을 대상으로 하여, 목뼈 성숙의 수치화된 기준을 통해서 향후 목뼈 성숙도가 위턱뼈 성장의 유용한 지표로 이용 가능성에 대해서도 지속적인 연구가 이루어져야 할 것이다.

### 참 고 문 헌

1. Andersson L, Emami-Kristiansen Z, Högstrom J. Single-tooth implant treatment in the anterior region of the maxilla for the treatment of tooth loss after trauma: a retrospective clinical and interview study. *Dent Traumatol* 2003; 19 : 126-31.
2. Salinas TJ, Sheridan PJ, Castellon P, Block MS. Treatment planning for multiunit restorations-the use of diagnostic planning to predict implant and esthetic results in patients with congenitally missing teeth. *J Oral Maxillofac Surg* 2005; 63 : 45-58.
3. Rossi E, Andreasen JO. Maxillary bone growth and implant positioning in a young patient: a case report. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2003; 23 : 113-9.
4. Baume RM, Buschang PH, Weinstein S. Stature, head height, and growth of the vertical face. *Am J Orthod* 1983; 83 : 477-84.
5. Lee KH, Hwang YI, Kim YJ, Park YH, Baek SH, Cha KS. Skeletal maturation associated with the fourth cervical vertebra and menarcheal timing. *Korean J Orthod* 2008; 38 : 52-9.
6. Lee JH, Kang YG, Lee KS, Nam JH. Maturation of cervical vertebrae in relation to menarche. *Korean J Orthod* 2009; 39 : 28-35.
7. O'Reilly MT, Yanniello GJ. Mandibular growth changes and maturation of cervical vertebrae-a longitudinal cephalometric study. *Angle Orthod* 1988; 58 : 179-84.
8. Gu Y, McNamara JA. Mandibular growth changes and cervical vertebral maturation. a cephalometric implant study. *Angle Orthod* 2007; 77 : 947-53.
9. Bae JH, Park HS, Sung JH. Maturation of cervical vertebrae and mandibular growth changes. *Korean J Orthod* 1997; 27 : 481-92.
10. Choi BS, Choi NK, Kim SM, Yang KH, Chung SS. Usefulness of cervical vertebrae maturation stage as a mandibular maturation indicator. *J Korean Acad Pediatr Dent* 2007; 34 : 551-9.
11. Baccetti T, Franchi L, McNamara JA Jr. An improved version of the cervical vertebral maturation (CVM) method for the assessment of mandibular growth. *Angle Orthod* 2002; 72 : 316-23.
12. Björk A, Helm S. Prediction of the age of maximum pubertal growth in body height. *Angle Orthod* 1967; 37 : 134-43.
13. Lamparski D. Skeletal age assessment utilizing cervical vertebrae [thesis]. Pittsburgh: University of Pittsburgh; 1972.
14. Hassel B, Farman AG. Skeletal maturation evaluation using cervical vertebrae. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1995; 107 : 58-66.
15. Mito T, Sato K, Mitani H. Cervical vertebral bone age in girls. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2002; 122 : 380-5.
16. San Román P, Palma JC, Oteo MD, Nevado E. Skeletal maturation determined by cervical vertebrae development. *Eur J Orthod* 2002; 24 : 303-11.
17. Bergersen EO. The male adolescent facial growth spurt: its prediction and relation to skeletal maturation. *Angle Orthod* 1972; 42 : 319-38.
18. Arat M, Köklü A, Ozdiler E, Rübendüz M, Erdoğan B. Craniofacial growth and skeletal maturation: a mixed longitudinal study. *Eur J Orthod* 2001; 23 : 355-61.