

2차원 방사선 규격사진에서 하악골 상행지 고경의 보정분석에 관한 3차원 CT 영상 연구

황현식^a · 김형민^b · 이기현^c · 임회정^d

안면비대칭 환자의 진단 및 치료계획 수립 시 하악골 상행지 고경의 좌우 차이를 정확히 판정하는 것이 필요하다. 본 연구는 2차원 방사선사진에서 정면 상행지경사도 및 측면 상행지경사도를 이용하여 하악골 상행지 고경을 보정하는 방법이 비대칭 판정에 도움이 되는지 알아보고자 시행되었다. 이부 편위가 있는 안면비대칭자 40명을 대상으로 정모두부방사선규격사진을 촬영하고 좌우 각각의 하악골 상행지 고경을 측정하는 한편 정모 및 측면 방사선사진에서 계측된 정면 상행지 경사도 및 측면 상행지 경사도를 이용하여 상행지 고경을 3차원적 개념으로 보정한 후, 실제 3차원 영상에서의 비대칭 판정 결과와 비교 분석을 시행하였다. 측정결과, 정면 및 측면 상행지 경사도는 이부 편위측에 비하여 반대측에서 크게 나타났으며 보정 후 상행지 고경의 좌우 차이는 증가하는 양상을 나타내었다. 보정 전 그리고 보정 후 각각에서 상행지 고경의 좌우비대칭 여부를 판정한 후, 3차원 영상에서의 판정을 기준으로 하여 보정에 따른 sensitivity, specificity 그리고 accuracy 변화를 살펴본 결과, specificity는 44%에서 22%로 감소하였으나 sensitivity는 74%에서 94%로 증가하는 것으로 나타났다. 아울러 accuracy가 보정 전 68%에서 보정 후 78%로 증가하는 것으로 나타나 정면 및 측면 상행지 경사도를 이용하여 상행지 고경을 3차원적 개념으로 보정할 경우, 이는 보다 정확한 비대칭 판정에 유용함을 보여주었다. (대치교정지 2007;37(5):319-30)

주요 단어: 정모두부방사선사진, 하악골 상행지 고경 보정, 상행지 경사도, accuracy

서론

정중선에 대하여 안면 양측 구조물의 크기나 형태가 일치하지 않는 경우 이를 안면비대칭이라 한다. 안면비대칭은 다양한 양상을 보이고 있으며 원인 또한 복잡하여 정확한 진단과 치료를 위해서는 이에 대한 체계적 접근의 필요성이 제기되고 있다.¹

최근 Hwang²은 정모두부방사선사진 상의 형태적 특징에 따라 안면비대칭을 네 가지 유형으로 분류하는 새로운 분류법을 발표하면서 이러한 분류를 통하여 안면비대칭의 원인을 파악할 수 있으며 나아가

정확한 치료계획을 수립할 수 있음을 주장하였다. 하악골 상행지 고경의 좌우 차이와 이부 편위 여부에 따라 RM (Ramus Menton), RA (Ramus Angle), M (Menton) 그리고 B (Bulkiness) 유형 등 4가지로 비대칭을 분류하였는데, RM과 RA 유형에서는 하악골 상행지 고경의 좌우 차이가 있는 반면 M과 B 유형에서는 좌우 차이가 미미하여 이부 편위 정도와 함께 하악골 상행지 고경의 좌우 차이가 비대칭 진단에 매우 중요함을 보고하였다. 특히 공통적으로 이부 편위를 보이는 RM과 M 유형의 감별진단은 하악골 상행지 고경의 좌우 차이 정도에 의해 이루어지는데 주로 선천적인 요인에 의해 나타나고 불량한 예후를 보이는 RM 유형과 하악골의 기능적 편위 등 후천적으로 나타나고 양호한 예후를 보이는 M 유형의 구분은 치료계획 수립과 아울러 예후 판정에도 큰 영향을 미치므로 정확한 하악골 상행지 고경 계측의 필요성을 시사하였다.^{2,3}

정모두부방사선규격사진에서 하악골 상행지 고경의 좌우 차이 계측은 과두가 잘 보이지 않는 2차원

^a교수, ^b대학원생, ^c부교수, ^d조교수, 전남대학교 치과대학 치의학연구소 및 치과교정학교실.

교신저자: 황현식.

광주광역시 동구 학동 8번지 전남대학교 치과대학 교정학교실.

062-220-5486; e-mail, hhwang@chonnam.ac.kr.

원고접수일: 2007년 5월 4일 / 원고최종수정일: 2007년 6월 24일 /

원고채택일: 2007년 6월 26일.

*이 논문은 2005년도 전남대학교 학술연구비 지원에 의하여 연구되었음.

방사선사진의 특성 상, 수평 기준선을 작도하고 이 기준선에서 좌측 및 우측 antegonion (Ag)까지의 수직거리 차이로 평가되어 왔다.^{3,7} 그러나 2차원 방사선사진은 확대 및 왜곡이 나타난다는 근본적인 한계를 갖고 있어^{8,9} 정모두부방사선사진 분석을 체계적으로 연구한 Grummons와 Kappeyne van de Coppello⁶도 정모두부방사선사진 계측치는 방사선투사 특성상 변형이 나타나므로 그대로 믿어서는 안된다고 언급하였다. 3차원 구조물인 악안면의 형태 및 크기 계측을 정확하게 하기 위하여 3차원 영상 분석의 필요성이 제시되어 온 바, 최근 전산화단층사진(CT)의 기술과 컴퓨터 테크놀로지의 발달로 이러한 분석이 가능하게 되었으며¹⁰⁻¹² 안면비대칭 진단을 위한 3차원 영상분석 또한 발표되기에 이르렀다. Hwang 등¹³은 maxillary height, ramus length, frontal ramal inclination, lateral ramal inclination, body length, 그리고 body height 등 6가지 계측항목의 좌우차이를 통하여 이부편위의 원인 및 양상을 정확히 파악할 수 있음을 보고하면서 하악골 상행지의 길이로 하악골 우각부부터 과두의 상연까지 정확하게 계측할 수 있음을 발표하였다.¹³⁻¹⁵

그러나 CT를 통한 3차원 영상이 정확하고 유용한 반면 촬영 장치 및 촬영 비용이 고가라는 문제가 있으므로 임상에서 의례적 사용에는 한계가 있는 바, 2차원 방사선사진에서의 계측치를 보다 정확하게 보정하여 사용하는 필요성이 제기되고 있다. 이에 본 연구는 안면비대칭 진단에 중요하게 사용되고 있는 하악골 상행지 고경을 방사선사진의 특성을 이용하여 3차원적 개념으로 보정한 후 이의 좌우 차이를 3차원 CT 영상에서의 좌우 차이와 비교함으로써 2차원 방사선사진에서의 하악골 상행지 고경의 보정 분석이 비대칭 진단에 도움이 되는지 알아보하고자 시행되었다.

연구방법

연구대상

본 연구에서는 안면비대칭이 있는 성인 부정교합자를 연구대상으로 선정하였다. 연구대상자를 편안한 자세로 직립하게 하고 대상자와 같은 눈 높이에 서 대상자의 정면을 바로 보았을 때 이부의 편위가 있는 경우를 일차적으로 선정 한 후, 이차적으로 정모두부방사선사진을 촬영하여 crista galli와 ANS를

연결한 수직기준선에 대하여 ANS와 menton을 연결한 선이 이루는 각이 2° 이상인 자 40명(남자 20명, 여자 20명)을 선정하였다. 본 연구에 사용된 대상자의 평균연령은 남자의 경우 23.9 ± 4.7세, 여자의 경우 23.4 ± 3.6세 이었다.

연구방법

2차원 두부방사선규격사진 촬영

정모 및 측모 두부방사선사진을 90° 각도로 촬영하기 위하여 김과 황¹⁶의 방법에 따라 두부자세재현기(Head Posture Aligner, KJ Meditec, Gwangju, Korea)를 연구대상자의 좌측 관골부 하방에 부착한 후 거울 앞 1.5 m 지점에 서서 거울 속의 눈동자를 보게끔 지시하였다. 두부자세재현기 내 수평계의 물방울이 중앙에 오도록 조정 한 다음 두부방사선규격사진 촬영기(Cranex 3+, Soredex, Helsinki, Finland)에서 이를 이용하여 같은 두부자세를 재현시키고 정모 및 측모 두부방사선사진을 촬영하였다.

이때 촬영 후 정모두부방사선사진 상에서 수평기준선을 작도하기 위하여 황 등¹⁷의 방법에 따라 두부방사선규격사진촬영기의 두부고정대에 있는 좌우 ear rod 끝에 직경 1.0 mm의 metal ball을 부착하였으며, 차후 측모방사선사진 상에서 하악골 상행지의 좌우측을 구분하기 위하여 연구대상자의 좌우 우각부에 서로 다른 모양(우측에는 O, 좌측에는 +모양)의 metal marker를 부착하고 촬영하였다. 촬영 시 필름-피사체 거리는 15 cm, 피사체-방사선원 거리는 150 cm로 하였으며, 정모방사선사진의 경우 촬영 조건은 관전류 7 - 8 mA, 관전압 80 kVp, 노출시간은 1.2 - 1.7초로, 측모방사선사진의 경우 관전류 10 mA, 관전압 75 - 85 kVp, 노출시간은 1.6초의 조건으로 촬영을 시행하였다.

전산화단층사진 촬영

전산화단층사진 촬영을 위하여 연구대상자를 Frankfort 수평면이 바닥에 수직이 되도록 전산화단층사진촬영장치(Light Speed QX/i, GE Medical System, Milwaukee, WI, USA)에 위치시키고 상악 치열의 정중선이 촬영장치의 장축과 일치되게 한 후, gantry 각도는 0°, scanning matrix size는 512 × 512 pixels로 하고, 120 kV, 200 mA 조건하에 2.5 mm thickness, slice pitch 3, scanning time 0.8초, 시야 (FOV, field of view) 180 mm 로 하악골이 포함되도록 두개악안면

Table 1. Two-dimensional cephalometric landmarks used in this study

Landmarks	Abbreviation	Description
Frontal view		
Ear rod	ER	The metal ball on the tip of ear rods (right and left)
Anterior nasal spine	ANS	The tip of anterior nasal spine
Condyle	Cd'	Intersection of lateral contour of ascending ramus with the horizontal plane (the line connecting the right and the left ear rods) (right and left)
Antegonial notch	Ag	The deepest point of antegonial notch (right and left)
Menton	Me	The most inferior point on symphyseal outline
Lateral view		
Porion	Po	The highest point on the roof of the external auditory meatus
Orbitale	Or	The most inferior point on the averaged outline of the lower border of the orbit
Articulare	Ar	Intersection of the posterior ramal plane and the superstructure of the temporal bone (right and left)
Gonion posterius	Go _{post}	The most posterior point at the angle of the mandible in lateral view (right and left)

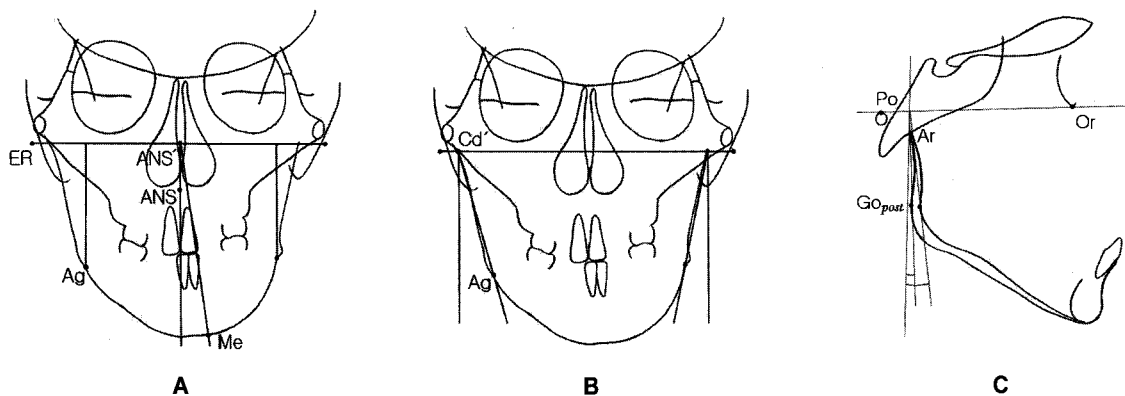


Fig 1. Frontal and lateral cephalometric tracings showing menton deviation and ramus height (A), frontal ramal inclination (B), and lateral ramal inclination (C). Detailed description of landmarks are shown in Table 1.

부위의 촬영을 시행하고 1.0 mm의 slice thickness로 Digital Imaging & Communication in Medicine (DICOM) 영상정보를 구성하였다.

두부방사선규격사진 투사도 작성 및 계측

각 연구대상자에서 채득된 정모 및 측모 방사선사진 상에 투사도를 작성하고 Table 1과 같은 계측점을 설정하였다. 정모두부방사선사진에 설정된 좌측 및 우측 ear rod를 서로 연결하여 수평기준선(HP, horizontal plane)을 작도한 후 ANS를 지나면서 HP에

내린 수선이 HP와 만나는 점인 ANS'과 Me을 연결한 선이 HP의 수선과 이루는 각도를 이부 편위로 정의하고 이를 모든 연구대상자에서 계측하는 한편, HP에서 Ag에 내린 수선의 길이를 하악골 상행지 고경으로 정의하고 이부 편위측과 반대측을 구분하여 각각 계측하였다 (Fig 1, A).

정모두부방사선사진에서 하악골 상행지의 외연이 HP와 만나는 점인 Cd'에서 HP에 내린 수선과 Cd'과 Ag를 이은 선이 이루는 각도를 정면 하악골상행지 경사도(FRI, frontal ramal inclination)로 정의하고, 이

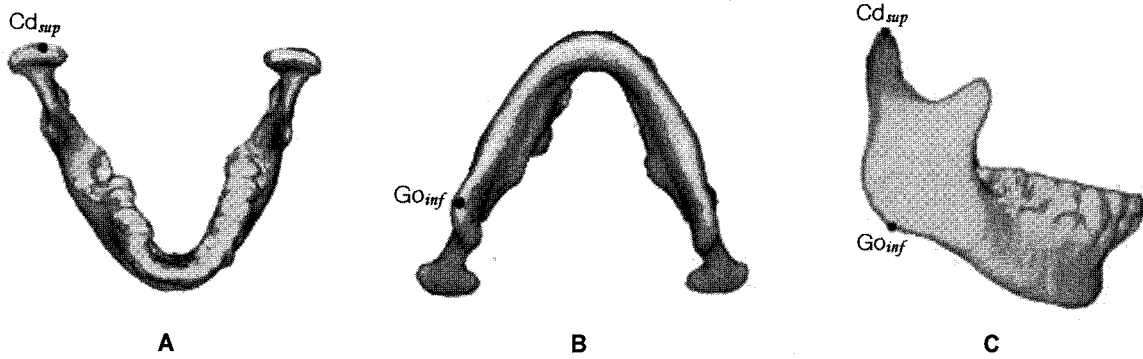


Fig 2. Landmarks used in the measurement of ramus length in 3D CT image. Cd_{sup}, the most superior point of the condyle head; Go_{inf}, the most inferior point of curvature along the angle of the mandible. A, Superior view; B, inferior view; C, lateral view.

부 편위측과 반대측을 구분하여 측정하였으며, 측모 두부방사선사진의 경우 Po과 Or를 연결한 선을 수평기준선으로 작도하고 하악골 상행지의 후연이 두개골 외연과 만나는 점인 Ar에서 하악골 상행지 후연에 즉 하악골 우각부 후연에 내린 접선이 수평기준선의 수선과 이루는 각을 측면 하악골 상행지 경사도(LRI, lateral ramal inclination)로 정의하고 이부 편위측과 반대측을 구분하여 각각 측정하였다 (Fig 1, B, C).

하악골 상행지 고경 보정치 산출

정모 및 측모 두부방사선사진에서 측정된 하악골 상행지 고경, 정면 하악골상행지 경사도 및 측면 하악골상행지 경사도 값을 이용하여 하악골 상행지 고경 보정치를 이부 편위측과 반대측을 구분하여 코사인 정의와 피타고라스 정리에 따라 다음과 같이 산출하였다.

$$\text{Corrected RH}_f = \frac{RH}{\cos FRI}$$

$$\text{Corrected RH}_l = \frac{RH}{\cos LRI}$$

$$\text{Corrected RH}_{fl} = RH \sqrt{1 + \tan^2 FRI + \tan^2 LRI}$$

Corrected RH, corrected ramus height with frontal view, lateral view, or frontal and lateral views; RH, ramus height; FRI, frontal ramal inclination; LRI, lateral ramal inclination.

3차원 영상에서 하악골 상행지 길이 측정

CT촬영으로 얻은 DICOM 영상정보를 컴퓨터로 옮긴 후 V-Works 4.0 (CyberMed, Seoul, Korea)을 이용하여 삼차원 영상으로 구성한 후 하악골의 SOD (selection of demand) 화일을 제작한 다음 Hwang 등¹³의 방법에 따라 하악과두의 최상방점(Cd_{sup})에서 하악우각부의 최하방점(Go_{inf})까지의 거리인 ramus length를 컴퓨터 프로그램의 3D measure 기능을 이용하여 이부 편위측과 반대측을 구분하여 각각 측정하였다 (Fig 2).

측치 및 보정치의 비교분석

정모두부방사선사진에서 측정된 하악골 상행지 고경을 이용하여 좌우 차이를 산출하는 한편, 정면 상행지 경사도, 측면 상행지 경사도, 또는 정면과 측면 상행지 경사도 모두를 이용하여 산출한 하악골 상행지 고경 보정치를 이용하여 좌우 차이를 각각 산출하였다. 아울러 3차원 영상에서 측정된 ramus length 측정치를 이용하여 ramus length의 좌우 차이를 연구대상자 별로 산출하였다.

2차원 사진에서 얻은 하악골 상행지 고경의 좌우 차이 측정치 및 보정치는 황 등⁷의 연구결과에 따라 남자의 경우 2.38 mm, 여자의 경우 1.42 mm를 넘는 경우 하악골 상행지 고경의 좌우 차이가 있는 것으로 간주하였고, 3차원 영상에서 얻은 ramus length의 경우 안 등¹⁵의 연구 결과에 따라 남자의 경우 1.9 mm, 여자의 경우 2.2 mm가 넘는 경우 ramus length의 좌우 차이가 있는 것으로 각각 판정하였다.

정면 및 측면 상행지 경사도를 이용하여 상행지

고경을 보정하는 것이 비대칭 진단에 도움이 되는지 알아보기 위하여 상행지 고경 좌우 차이 계측치 및 정면, 측면 그리고 정면과 측면 경사도를 이용한 각각의 보정치에서의 비대칭 판정 결과를 3차원 영상에서의 비대칭 판정결과와 비교하여 각각의 경우의 sensitivity, specificity 그리고 accuracy를 산출하고 비교 분석하였다.

연구성적

본 연구에서 사용된 안면비대칭자 40명의 정모두 부방사선사진을 촬영하고 이부 편위를 계측한 결과 평균 4.8°의 menton 편위가 있는 것으로 나타났다. 수평기준선에서 Ag까지의 수직거리를 이용하여 하악골 상행지 고경의 좌우 차이를 계측한 결과 평균 4.8 mm의 차이를 보였다. 정면 상행지 경사도는 이부 편위측(12.8°)에 비하여 반대측(17.9°)이 5.1° 크게 나타났으며 측면 상행지 경사도는 이부 편위측(6.1°)에 비하여 반대측(8.4°)이 평균 2.3° 크게 나타났다 (Table 2).

각 연구대상자에서 계측된 정면 상행지 경사도 및 측면 상행지 경사도 값을 이용하여 하악골 상행지 고경을 보정한 결과 Table 3과 같은 결과를 얻었다. 정면 상행지 경사도를 이용하여 보정한 경우에는 6.5 mm, 측면 상행지 경사도를 이용하여 보정한 경우에는 5.3 mm, 그리고 정면과 측면 상행지 경사도를 함께 이용하여 보정한 경우에는 7.0 mm를 나타내어 상행지 경사도를 이용하여 보정할 경우 상행지 고경 차이는 증가하는 것으로 나타났다. 이러한 증가 효과는 측면 상행지 경사도보다 정면 상행지 경사도에 의한 보정 시 더욱 크게 나타났다 (Table 3).

정상기준치 연구결과를 이용하여 각 연구 대상자의 상행지 고경 좌우 차이 계측치 및 정면, 측면, 그리고 정면과 측면 경사도를 모두 이용한 각각의 보정치에서, 그리고 3차원 영상의 좌우 ramus length 차이에서 비대칭 유무를 각각 판정한 결과 Table 3에서와 같이 밀줄로 표시되었으며, 보정 전 계측치 그리고 정면 경사도만을 이용하여, 그리고 측면 경사도만을 이용하여 그리고 정면 및 측면 경사도를 모두 이용하여 보정한 경우 각각의 비대칭 판정 결과를 3차원 영상에서의 비대칭 판정 결과와 비교하는 한편 각각의 경우의 sensitivity, specificity, 그리고 accuracy를 산출한 결과 Table 4와 같은 결과를 얻었다. Sensitivity의 경우 보정 전 74%에서 정면 경사도

만을 이용한 경우, 측면 경사도만을 이용한 경우, 그리고 정면 및 측면 경사도 모두를 이용한 경우 각각의 보정에 의해 90%, 81%, 94%로 크게 증가하는 양상을 보였다. 그러나 specificity의 경우 보정 전에도 44%로 그리 높지 않은 수치를 보였으며 보정 후에는 세 가지 경우 모두에서 22%로 감소하는 양상을 나타내었다. Accuracy는 보정 전 68%에서 각각 75%, 68%, 78%를 보여 측면 경사도만에 의한 보정은 도움이 되지 않는 반면, 정면 경사도에 의한 보정이나 또는 정면 및 측면 경사도를 모두 이용한 보정은 accuracy 증진에 도움이 되는 것으로 나타났다 (Table 4).

고찰

최근 Hwang 등³은 안면비대칭 분류를 위하여 정모두부방사선사진 계측치를 이용한 군집분석을 시행하였는데 이부 편위와 하악골 상행지 고경 두 계측 항목만으로 비대칭 분류가 가능함을 보여주었다. 이부 편위에 사용되는 menton 계측점의 설정은 비교적 정확하고 그 재현성도 우수한 반면 상행지 고경 계측 항목 측정은 많은 문제를 갖고 있다. 임상적으로 의미있는 상행지 고경 계측을 위해서는 과두부터 우각부까지 측정해야 하는 반면 정모두부방사선사진에서 과두는 인접 해부학적 구조물과의 중첩으로 인해 정확하게 파악되지 못하고 있어 일반적으로 수평 기준선에서 우각부까지의 수직 고경으로 대체되고 있는 실정이다. 또한 우각부의 수직 위치를 대표하는 antegonion 점도 재현도나 정확도가 의심이 되고 있다. 경우에 따라서는 정모두부방사선사진 상에서 우각부 절흔 자체가 보이지 않는 경우도 있으며, 실제 Legrell 등¹⁸은 정모두부방사선사진에서 gonion과 antegonion의 타당성을 살펴본 연구에서 두 점 모두 타당성 있는 계측점이 될 수 없다고 보고한 바 있다. 실사 antegonion이 정확하게 설정되었다 하더라도 하악골 상행지 고경은 실제 하악골 상행지의 길이를 정확하게 나타내지는 못하는 한계를 갖고 있으며 이의 좌우 계측치 차이를 이용한 비대칭 판정은 정확하지 않을 수 있음을 시사하고 있다. 본 연구는 정모두부방사선사진에서 나타나는 정면 상행지 경사도 및 측면부방사선사진에서 보이는 측면 상행지 경사도를 이용하여 상행지 고경을 3차원적 개념으로 보정할 경우 비대칭 판정의 정확도가 증가하는지 알아보고자 시행되었다.

Table 2. Sample description with frontal and lateral cephalometric measurements

Subject	Sex	Age		MD (°)	RH (mm)		FRI (°)		LRI (°)	
		Year	month		Dev	Ctrl	Dev	Ctrl	Dev	Ctrl
1	F	30	- 7	2.0	41.0	46.0	16.0	18.0	6.0	7.0
2	M	22	- 4	2.0	52.0	52.5	12.0	14.0	12.0	13.0
3	F	27	- 9	2.0	57.0	68.0	12.0	17.0	6.0	7.0
4	M	25	- 4	2.0	59.0	62.0	17.0	18.5	12.0	14.0
5	F	23	- 3	2.0	62.0	62.5	18.0	21.0	10.5	15.0
6	M	20	- 3	2.0	64.0	65.0	11.0	13.0	13.0	16.0
7	M	23	- 9	2.0	66.0	69.0	19.0	19.0	21.0	22.0
8	M	26	- 7	2.0	78.0	79.0	17.0	19.0	1.0	2.0
9	F	21	- 8	2.5	67.0	68.0	13.5	21.0	5.0	13.0
10	F	22	- 6	2.5	71.0	73.0	13.0	19.0	7.0	5.5
11	M	22	- 11	3.0	61.0	62.0	15.5	16.5	0.5	2.0
12	F	21	- 11	3.0	69.0	75.0	15.0	16.0	15.5	18.0
13	F	24	- 3	3.5	61.0	65.0	11.0	16.0	7.5	9.5
14	F	22	- 6	3.5	67.0	68.0	8.0	17.0	11.5	15.5
15	M	20	- 9	3.5	66.0	72.0	14.0	23.0	2.0	2.0
16	F	18	- 9	4.0	37.0	43.0	18.0	13.0	3.0	6.0
17	F	23	- 4	4.0	52.0	60.0	15.5	21.0	3.0	3.0
18	F	21	- 2	4.0	57.0	59.0	17.0	18.5	3.0	1.5
19	F	21	- 4	4.0	59.0	63.0	11.0	17.0	2.0	3.0
20	M	18	- 6	4.5	61.0	62.0	7.5	14.0	8.5	13.0
21	M	21	- 3	4.5	60.0	62.0	18.0	18.0	9.0	7.0
22	M	38	- 8	4.5	69.0	76.0	15.0	18.0	1.0	5.0
23	F	24	- 6	5.0	59.0	60.5	10.0	14.0	4.5	5.0
24	F	21	- 0	5.0	61.5	62.0	11.5	19.0	7.0	11.0
25	M	25	- 10	5.0	66.0	71.5	17.0	24.0	1.0	5.0
26	F	28	- 3	5.0	68.0	72.0	15.5	18.0	3.0	2.0
27	M	25	- 1	5.0	73.0	75.0	10.0	14.5	13.0	20.5
28	F	27	- 2	5.5	52.0	57.0	13.0	20.0	13.0	12.0
29	M	26	- 8	6.0	70.0	76.0	14.0	16.0	7.0	13.0
30	M	26	- 4	6.5	58.0	68.0	11.0	21.5	-4.5	9.0
31	M	21	- 3	6.5	67.0	75.5	13.0	17.0	1.0	6.0
32	M	22	- 2	6.5	82.0	89.0	11.5	12.0	4.5	7.5
33	F	22	- 0	7.0	59.0	64.0	9.0	17.5	3.5	8.5
34	F	18	- 2	7.0	55.0	62.0	10.0	16.0	-1.0	-1.5
35	F	20	- 6	8.0	56.0	68.0	10.0	11.0	1.0	-5.0
36	F	17	- 2	8.0	49.0	60.0	4.0	18.0	7.5	7.5
37	M	18	- 1	8.0	53.0	55.0	14.0	25.0	12.0	10.0
38	F	18	- 11	9.5	43.0	50.0	11.0	20.0	5.0	8.0
39	F	29	- 3	10.0	50.0	56.0	9.0	18.0	2.0	10.0
40	F	25	- 4	13.0	44.0	60.0	5.0	27.0	3.0	6.0
Total		23	- 5	4.8	60.0	64.8	12.8	17.9	6.1	8.4

MD, Menton deviation; RH, ramus height; FRI, frontal ramal inclination; LRI, lateral ramal inclination; Dev, deviated side; Ctrl, contralateral side.

Table 3. Ramus height difference and correction with frontal and lateral ramal inclinations and comparison with 3D CT measurements

Subject	Cephalometric measurement [†]				3D CT measurement ^{**}		
	RH diff	CRH _f diff	CRH _l diff	CRH _{nl} diff	Dev	Ctrl	Difference
1	<u>5.0</u>	<u>5.7</u>	<u>5.1</u>	<u>5.8</u>	51.5	54.8	<u>3.3</u>
2	0.5	0.9	0.7	1.1	83.9	85.7	1.8
3	<u>11.0</u>	<u>12.8</u>	<u>11.2</u>	<u>13.0</u>	67.4	74.6	<u>7.2</u>
4	<u>3.0</u>	<u>3.7</u>	<u>3.6</u>	<u>4.2</u>	71.5	73.2	1.7
5	0.5	<u>1.8</u>	<u>1.6</u>	<u>2.8</u>	67.5	68.4	0.9
6	1.0	1.5	1.9	<u>2.4</u>	78.4	82.3	<u>3.9</u>
7	<u>3.0</u>	<u>3.2</u>	<u>3.7</u>	<u>3.9</u>	71.5	73.0	1.4
8	1.0	2.0	1.0	2.0	83.3	85.4	<u>2.1</u>
9	1.0	<u>3.9</u>	<u>2.5</u>	<u>5.4</u>	72.2	74.8	<u>2.6</u>
10	<u>2.0</u>	<u>4.3</u>	<u>1.8</u>	<u>4.1</u>	61.8	65.3	<u>3.5</u>
11	1.0	1.4	1.0	1.4	74.9	75.6	0.7
12	<u>6.0</u>	<u>6.6</u>	<u>7.3</u>	<u>7.8</u>	69.5	75.0	<u>5.4</u>
13	<u>4.0</u>	<u>5.5</u>	<u>4.4</u>	<u>5.8</u>	73.5	76.4	<u>2.9</u>
14	1.0	<u>3.4</u>	<u>2.2</u>	<u>4.5</u>	74.8	77.8	<u>3.0</u>
15	<u>6.0</u>	<u>10.2</u>	<u>6.0</u>	<u>10.2</u>	77.4	79.8	<u>2.4</u>
16	<u>6.0</u>	<u>5.2</u>	<u>6.2</u>	<u>5.4</u>	63.6	65.4	1.8
17	<u>8.0</u>	<u>10.3</u>	<u>8.0</u>	<u>10.3</u>	61.9	65.8	<u>3.9</u>
18	<u>2.0</u>	<u>2.6</u>	<u>1.9</u>	<u>2.6</u>	64.9	67.5	<u>2.6</u>
19	<u>4.0</u>	<u>5.8</u>	<u>4.1</u>	<u>5.8</u>	66.2	73.4	<u>7.2</u>
20	1.0	<u>2.4</u>	2.0	<u>3.3</u>	79.8	82.3	<u>2.5</u>
21	2.0	2.1	1.7	1.8	67.5	70.2	<u>2.7</u>
22	<u>7.0</u>	<u>8.5</u>	<u>7.3</u>	<u>8.7</u>	70.1	74.4	<u>4.3</u>
23	<u>1.5</u>	<u>2.4</u>	<u>1.5</u>	<u>2.5</u>	62.4	63.4	1.0
24	0.5	<u>2.8</u>	1.2	<u>3.5</u>	79.4	83.7	<u>4.3</u>
25	<u>5.5</u>	<u>9.3</u>	<u>5.8</u>	<u>9.5</u>	76.8	80.1	<u>3.3</u>
26	<u>4.0</u>	<u>5.1</u>	<u>4.0</u>	<u>5.1</u>	69.5	70.5	1.0
27	2.0	<u>3.3</u>	<u>5.2</u>	<u>6.4</u>	76.7	77.3	0.6
28	<u>5.0</u>	<u>7.3</u>	<u>4.9</u>	<u>7.2</u>	69.5	72.2	<u>2.7</u>
29	<u>6.0</u>	<u>6.9</u>	<u>7.5</u>	<u>8.3</u>	78.3	81.9	<u>3.6</u>
30	<u>10.0</u>	<u>14.0</u>	<u>10.7</u>	<u>14.6</u>	65.5	75.6	<u>10.1</u>
31	<u>8.5</u>	<u>10.2</u>	<u>8.9</u>	<u>10.6</u>	63.4	68.8	<u>5.4</u>
32	<u>7.0</u>	<u>7.3</u>	<u>7.5</u>	<u>7.8</u>	83.7	90.2	<u>6.5</u>
33	<u>5.0</u>	<u>7.4</u>	<u>5.6</u>	<u>7.9</u>	62.3	69.2	<u>6.9</u>
34	<u>7.0</u>	<u>8.7</u>	<u>7.0</u>	<u>8.7</u>	66.6	73.1	<u>6.5</u>
35	<u>12.0</u>	<u>12.4</u>	<u>12.3</u>	<u>12.7</u>	60.4	73.9	<u>13.5</u>
36	<u>11.0</u>	<u>14.0</u>	<u>11.1</u>	<u>14.0</u>	57.7	67.2	<u>9.5</u>
37	2.0	<u>6.1</u>	1.7	<u>5.7</u>	67.4	70.9	<u>3.5</u>
38	<u>7.0</u>	<u>9.4</u>	<u>7.3</u>	<u>9.7</u>	58.0	65.7	<u>7.7</u>
39	<u>6.0</u>	<u>8.3</u>	<u>6.8</u>	<u>9.1</u>	63.8	71.5	<u>7.7</u>
40	<u>16.0</u>	<u>23.2</u>	<u>16.3</u>	<u>23.4</u>	60.0	78.4	<u>18.4</u>
Total	4.8	6.5	5.3	7.0	69.4	73.9	4.5

RH, Ramus height; CRH_f diff, CRH_l diff, and CRH_{nl} diff, corrected ramus height difference using frontal image, lateral image, or frontal and lateral images respectively; Dev, deviated side; Ctrl, contralateral side.

[†] The number greater than the normal value (male 2.38, female 1.42) was underlined indicating a presence of asymmetry.

^{**} The number greater than the normal value (male 1.9, female 2.2) was underlined indicating a presence of asymmetry.

Table 4. Change of sensitivity, specificity, and accuracy before and after correction of ramus height measurements

Cephalometric assessment	3D CT assessment		
	Present (+) [†]	Absent (-) ^{††}	Total
Before correction			
Present (+) [†]	23	5	28
Absent (-) ^{††}	8	4	12
Total	31	9	40
Sensitivity: 23 / 31 = 0.74			
Specificity: 4 / 9 = 0.44			
Accuracy: 27 / 40 = 0.68			
Correction with FRI			
Present (+) [†]	28	7	35
Absent (-) ^{††}	3	2	5
Total	31	9	40
Sensitivity: 28 / 31 = 0.90			
Specificity: 2 / 9 = 0.22			
Accuracy: 30 / 40 = 0.75			
Correction with LRI			
Present (+) [†]	25	7	32
Absent (-) ^{††}	6	2	8
Total	31	9	40
Sensitivity: 25 / 31 = 0.81			
Specificity: 2 / 9 = 0.22			
Accuracy: 27 / 40 = 0.68			
Correction with FRI and LRI			
Present (+) [†]	29	7	36
Absent (-) ^{††}	2	2	4
Total	31	9	40
Sensitivity: 29 / 31 = 0.94			
Specificity: 2 / 9 = 0.22			
Accuracy: 31 / 40 = 0.78			

FRI, Frontal ramal inclination; LRI, lateral ramal inclination. [†] (+) indicates a presence of asymmetry in ramus height. ^{††} (-) indicates an absence of asymmetry in ramus height.

하악골 상행지 길이의 정확한 계측을 위해서는 3차원적인 실제 영상이 필요한 바 본 연구에서는 gold standard로 3차원 CT 영상을 이용하였다. 3차원 영상에서 과두 끝부터 우각부 하연까지 실제 거리를 3D measure 기능을 이용하여 계측하고 그 좌우 차이를 산출하였다. 본 연구에서는 정모방사선사진에서 측정된 하악골 상행지 고경의 좌우 차이를 3차원 영상에서 측정된 상행지 길이의 좌우 차이와 직접 비교

를 시행하지 않았는데 이는 정모두부방사선사진 계측치는 2차원 방사선사진이므로 확대 및 왜곡이 나타나기 때문이었다.^{8,9} 이러한 확대는 필름에서 떨어진 거리에 따라 다르므로 대상자의 두부 자세, 즉 수직 회전 정도에 따라서도 달라지므로¹⁹ 본 연구에서는 2차원 사진과 3차원 영상 각각에서 정상 기준치와 비교하여 비대칭 여부를 판정하고 그 accuracy를 비교하는 방법을 선택하였다. 아울러 실제 비대칭이

있는데 2차원 사진에서 (+)로 진단할 확률인 sensitivity와, 실제 비대칭이 없는데 2차원 사진에서 (-)로 진단할 가능성인 specificity를 구분하여 파악하였다.²⁰

본 연구의 대상자인 40명의 안면비대칭자의 하악골 상행지 고경의 좌우 차이는 평균 4.8 mm로 비교적 큰 수치를 보였다. 본 연구에서는 연구대상자 선정 조건으로 이부 편위만 사용하였는데 연구대상자 선정 조건에는 없는 상행지 고경의 좌우 차이 또한 비교적 큰 수치를 보였다. 이는 menton의 편위가 있으면서 하악골 상행지 고경의 좌우 차이가 없는 경우보다 상행지 고경의 좌우 차이가 있는 경우가 역학적으로 현저하게 많기 때문인 결과로 사료된다. Hwang²은 대학병원에 내원하여 안면비대칭진단 목적으로 정모두부방사선사진을 찍은 일련의 환자 100명을 대상으로 안면비대칭을 분류한 결과, RM, RA, M, B형이 각각 74.5%, 6.5%, 4.5%, 5.5% 임을 보고하여 RM형이 M형보다 월등하게 많음을 보고한 바 있다. 실제 본 연구 대상자의 3차원 영상에서 ramus length를 측정하고 좌우 차이를 정상기준치와 비교한 결과 40명 중 31명이 RM형이고 M형은 9명에 불과한 것으로 나타났다.

이부 편위가 있는 본 연구대상자의 정모두부방사선사진에서 하악골상행지 경사도를 편위측과 반대측을 구분하여 측정한 결과 이부 편위측에 비하여 반대측이 평균 5.1° 크게 나타났다. 은과 황²¹도 정상인 30명과 비대칭자 30명에서 정면 하악골상행지 경사도를 좌우측 구분하여 측정하고 그 차이를 살펴본 결과 정상인은 좌우 차이가 없는 것으로 나타난 반면 비대칭자에서는 통계적으로 유의한 차이가 있음을 규명하였다. 이들은 하악골상행지 경사도 측정을 위한 측정 항목으로 Ar-Go과 Cd'-Ag의 두 가지를 사용하였는데 각각 8.9°, 8.1°의 차이가 있음을 발표하였다. 한편 본 연구에서는 상행지 경사도 측정 항목으로 Cd'-Ag만을 사용하였는데 이는 Ar-Go의 경우 하악골 상행지의 외형이 유양돌기 외형과 만나는 점인 Ar와 우각부의 최측방 돌출점인 Go 각각의 측정점 정의를 고려할 때 각각 유양돌기의 형태와 우각부의 측방돌출 정도의 다양성에 의해 상행지 경사도의 정확한 측정이 문제가 될 수 있을 것으로 우려하였기 때문이었다. 실제 은과 황²¹도 정상인에서 Ar-Go의 평균은 1.0 mm인 반면 Cd'-Ag은 0.3 mm로 그 수치가 작음을 보여주어 Cd'-Ag이 보다 유용한 측정 항목임을 시사하였다.

측모두부방사선사진에서도 상행지 경사도 차이가 있을 것으로 생각하고 편위측과 반대측을 구분하여 상행지 경사도를 각각 측정한 결과 정면사진에서의 차이만큼 크지는 않으나 2.3° 반대측 상행지 경사도가 큰 것으로 나타나 측면 상행지 경사도 또한 하악골 상행지 고경의 보정에 유용하게 사용될 수 있음을 시사하였다.

정면 상행지 경사도만을 이용하여, 측면 상행지 경사도만을 이용하여 그리고 정면 및 측면 상행지 경사도 모두를 이용하여 상행지 고경을 보정하고 좌우 차이를 산출한 결과 보정 전에는 평균 4.8 mm이던 차이가 각각 6.5 mm, 5.3 mm, 7.0 mm로 증가하는 양상을 나타내었다. 특히 측면 경사도에 의한 보정 시보다 정면 경사도에 의한 보정시 크게 증가하였는데 이는 측면 경사도의 좌우 차이보다 정면 경사도의 좌우 차이가 크게 나타난 결과 때문인 것으로 사료되었다.

본 연구대상자 각각에서 보정 전 그리고 보정 후 좌우 차이 값을 성인 정상교합자 60명을 대상으로 정모두부방사선사진측정 기준치를 마련한 황 등⁷의 연구결과와 비교하여 비대칭 여부를 판정한 결과, 보정 전에는 40명 중 28명만 비대칭으로 나타났으나 보정 후에는 각각 35명, 32명, 36명으로 증가하였다. 좌우 차이 값이 증가한다고 반드시 비대칭 여부 판정이 정확하다는 것을 의미하는 것은 아니므로 즉 소위 false positive가 증가할 수도 있으므로, 보정이 정확한 진단에 도움이 되는가를 정확하게 알아보기 위해서는 실제 비대칭과의 비교가 필요한 바, 본 연구에서는 3차원 CT 영상을 gold standard로 사용하였다. 3차원 CT 영상에서 ramus length 측정에 사용되는 Condylion superius (Cd_{sup})와 Gonion inferius (Go_{inf}) 모두 그 정확도 및 재현도가 검증된 바 있어 본 연구의 gold standard로 손색이 없을 것으로 생각하였다. 김 등¹⁴은 성인 정상교합자 40명의 3차원 CT 영상을 이용하여 25개의 측정 항목을 설정하고 그 재현도를 연구한 결과 Cd_{sup}, Go_{inf}를 포함한 대다수 측정점이 높은 재현도를 보임을 규명하였으며, 안 등¹⁵은 성인 정상교합자 60명을 대상으로 16개의 측정점과 ramus length를 포함한 23개의 측정 항목을 설정하고 안면비대칭 진단에 사용할 수 있는 정상 기준치를 남녀 별로 마련하였다.

본 연구대상자의 3차원 CT 영상에서 ramus length를 측정하고 그 좌우 차이 값을 안 등¹⁵의 연구결과와 비교하여 비대칭 여부를 판정하고 그 결과를 보

정 전 그리고 보정 후 2차원 사진 상의 판정 결과와 비교하여 보정 전 그리고 보정 후 각각의 경우의 sensitivity, specificity 그리고 accuracy를 구하였다. Sensitivity의 경우 보정 전 74%에서 정면 경사도만에 의한 보정, 측면 경사도만에 의한 보정 그리고 정면 및 측면 경사도 모두에 의한 보정의 경우 각각 90%, 81%, 94%로 크게 증가하는 양상을 보였다. 실제 비대칭이 있는 경우를 (+)로 진단할 확률인 sensitivity가 크게 증가한 바, 임상에서 정모두부방사선사진 상에서 측정된 상행지 고경을 그대로 좌우 비교하는 것보다 정면 및 측면 경사도를 이용하여 3차원적 개념으로 보정하고 비교하는 것이 유용함을 시사하였다. 특히 측면 상행지 경사도보다 정면 상행지 경사도에 의한 보정이 sensitivity 증가에 더욱 기여함을 알 수 있었다.

그러나 상행지 경사도에 의한 보정이 sensitivity는 증가시킨 반면 specificity는 보정 전 44%에서 보정 후 모든 경우 22%로 나타나 실제 비대칭이 없는 경우를 (-)로 정확하게 진단할 가능성은 오히려 감소하는 것으로 나타났다. 이는 소위 false positive rate의 증가를 나타내는 것으로 보정에 의해 좌우 차이 값이 모두 증가하는 양상을 보였기 때문인 것으로 사료된다. 그러나 실제 비대칭이 있는 경우를 (-)로 진단할 가능성인 false negative rate 증가는 임상적으로 큰 문제를 야기할 수 있는 반면, 실제 비대칭은 아니지만 비대칭이 있는 것으로 잘못 알고 주의를 기울이는 것은 임상적으로 큰 문제가 되지 않음을 고려할 때 sensitivity의 큰 증가와 함께 다소의 specificity 감소는 그리 나쁜 결과만은 아닌 것으로 생각해 볼 수 있었다. RM형과 M형의 감별진단에 있어서도 예후가 좋은 M형보다 예후가 좋지 않은 RM형으로 간주하고 치료계획을 수립하는 것이 RM형을 M형으로 간주하고 가볍게 대하는 것보다는 나을 것으로 생각해 볼 때 상행지 경사도를 이용하여 상행지 고경을 보정하는 것은 임상적으로 보다 안전한 진단에 도움이 됨을 시사하였다.

한편 accuracy는 보정 전 68%에서 보정 후 각각 75%, 68%, 78%로 증가하는 양상을 보였는데 이는 specificity는 다소 감소하였으나 sensitivity가 크게 증가한 결과인 것으로 사료되었다. 아울러 측면 경사도만에 의한 보정 시에는 68%로 보정 전과 같은 수치를 보여 측면 경사도만을 이용한 보정은 임상에서 도움이 되지 않는 반면 정면 경사도와 측면 경사도를 모두 이용하는 것은 비대칭이 있는 자와 없는 자

를 올바르게 구분해내는 정도인 accuracy 증진에 큰 도움이 되는 것으로 나타났다.

본 연구결과 하악골상행지 경사도를 이용하여 상행지 고경을 보정하여 분석하는 것이 보다 정확한 비대칭 판정에 도움이 되는 것으로 나타난 반면 그 accuracy값은 보정 후에도 78%로 비교적 그리 큰 값을 보이지 않았다. 이는 본 연구의 대상자로 이부 편위가 있는 비대칭자만을 사용하였기 때문에 특히 specificity 산출을 위한 대상자 수가 적은 것이 일부 기인한 것으로 여겨진다. 아울러 본 연구에서 정상 기준치로 사용된 수치가 실제 비대칭 판정에 항상 타당한가 하는 문제 또한 있기 때문인 것으로 추측된다. 또한 설사 정상 기준치가 타당하게 산출되었다 하더라도 숫자만으로 비대칭을 판정하는 것은 오류의 소지가 있음은 주지의 사실이다. 이러한 것들을 고려 시 임상에서 RM과 M형의 감별진단 시에는 설사 보정을 한다 하더라도 하악골 상행지 고경 항목 하나에만 의존하지 않고 여러 다른 측정치들도 함께 살펴보는 것이 보다 정확한 진단에 도움이 될 수 있음을 시사하였다.

본 연구에서 상행지 경사도를 이용하여 상행지 고경을 보정하고 비대칭여부를 판정한 결과, 비록 큰 수치는 아니나 accuracy가 68%에서 78%로 증가하였고 specificity는 어느 정도 감소하였으나 sensitivity는 74%에서 94%로 크게 증가한 바, 정면 및 측면 상행지 경사도를 이용하여 상행지 고경을 3차원적 개념으로 보정하는 것은 상행지 고경의 보다 정확한 비대칭 판정에 크게 도움이 됨을 알 수 있었다.

결론

이부 편위가 있는 안면비대칭자 40명을 대상으로 정모 및 측면 두부방사선사진을 촬영하고 정면 상행지 경사도 및 측면 상행지 경사도를 이용하여 하악골 상행지 고경을 보정하고 3차원 영상에서의 비대칭 판정결과와 비교분석하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 본 연구에서 사용된 이부 편위자의 상행지 경사도 좌우 차이를 살펴본 결과 정면 상행지 경사도와 측면 상행지 경사도 모두 이부 편위측에 비하여 반대측이 5.1° 그리고 2.3° 크게 나타났다.
2. 정면 상행지 경사도만을 이용하여, 측면 상행지 경사도만을 이용하여, 그리고 정면 및 측면 경사

- 도 모두를 이용하여 상행지 고경을 보정하고 좌우 차이를 산출한 결과 보정 전에는 평균 4.8 mm 이던 차이가 각각 6.5 mm, 5.3 mm, 7.0 mm로 증가하는 양상을 나타내었다.
- 보정 전 그리고 보정 후 각각에서 상행지 고경의 비대칭 여부를 판정한 후 3차원 영상에서의 판정과 비교한 결과 specificity는 44%에서 22%로 어느 정도 감소하였으나 sensitivity는 74%에서 각각 90%, 81%, 94%로 크게 증가하는 것으로 나타났다.
 - Accuracy는 보정 전 68%에서 보정 후 각각 75%, 68%, 78%로 나타나 측면 경사도만을 이용한 보정은 도움이 되지 않는 반면, 정면 경사도와 측면 경사도를 모두 이용하여 하악골 상행지 고경을 보정하는 것은 accuracy 증진에 도움이 되는 것으로 나타났다.

이상의 연구결과는 정면 및 측면 상행지 경사도를 이용하여 상행지 고경을 3차원적 개념으로 보정할 경우, 이는 보다 정확한 비대칭 판정에 유용함을 시사하였다.

참고문헌

- Bishara SE, Burkey PS, Kharouf JG. Dental and facial asymmetries: a review. *Angle Orthod* 1994;64:89-98.
- Hwang HS. A New Classification of Facial Asymmetry. In: McNamara JA, ed. *Craniofacial Growth Series*. Vol 44, Early Orthodontic Treatment. Ann Arbor: The University of Michigan; 2007. p. 269-94.
- Hwang HS, Youn IS, Lee KH, Lim HJ. Classification of facial asymmetry by cluster analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007;132:279.e1-6.
- Ricketts RM, Bench RW, Hilgers JJ, Schulhof R. An overview of computerized cephalometrics. *Am J Orthod* 1972;61:1-28.
- Vig PS, Hewitt AB. Asymmetry of the human facial skeleton. *Angle Orthod* 1975;45:125-9.
- Grummons DC, Kappeyne van de Coppello MA. A frontal asymmetry analysis. *J Clin Orthod* 1987;21:448-65.
- Hwang HS, Lee KH, Park JY, Kang BC, Park JW, Lee JS. Development of posteroanterior cephalometric analysis for the diagnosis of facial asymmetry. *J Korean Dent Assoc* 2004;42:219-31.
- Bergersen EO. Enlargement and distortion in cephalometric radiography: Compensation tables for linear measurements. *Angle Orthod* 1980;50:230-44.
- Ahlqvist J, Eliasson S, Welander U. The cephalometric projection: Part II. Principles of image distortion in cephalography. *Dentomaxillofac Radiol* 1983;12:101-8.
- Vannier MW, Marsh JL, Warren JO. Three dimensional CT reconstruction images for craniofacial surgical planning and evaluation. *Radiology* 1984;150:179-84.
- Fuhrmann RA, Schnappauf A, Diedrich PR. Three-dimensional imaging of craniomaxillofacial structures with a standard personal computer. *Dentomaxillofac Radiol* 1995;24:260-3.
- Vannier MW, Hildebolt CF, Conover G, Knapp RH, Yokoyama-Crothers N, Wang G. Three-dimensional dental imaging by spiral CT. A progress report. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1997;84:561-70.
- Hwang HS, Hwang CH, Lee KH, Kang BC. Maxillofacial 3D image analysis for the diagnosis of facial asymmetry. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006;130:779-85.
- Kim GW, Lee KH, Hwang HS. Reproducibility of asymmetry measurements of mandible in three-dimensional CT imaging. *J Dent Science* 2004;16:172-88.
- Ahn JS, Lee KH, Hwang HS. A study on the 3-dimensional standard value of mandible for the diagnosis of facial asymmetry. *Korean J Orthod* 2005;35:91-105.
- Kim EH, Hwang HS. The validity of head posture aligner in posteroanterior cephalometry. *Korean J Orthod* 2000;30:543-52.
- Hwang HS, Eun CS, Hwang CH, Lim HJ. Three-dimensional CT image study on the correction of gonial angle width enlarged on frontal cephalogram. *Korean J Orthod* 2005;35:251-61.
- Legrell PE, Nyquist H, Isberg A. Validity of identification of gonion and antegonion in frontal cephalograms. *Angle Orthod* 2000;70:157-64.
- Koh EH, Lee KH, Hwang HS. Effects of vertical head rotation on the posteroanterior cephalometric measurements. *Korean J Orthod* 2003;33:73-84.
- McGorray SP. Sensitivity, specificity, and related concepts. *Semin Orthod* 2002;8:92-101.
- Eun CS, Hwang HS. Posteroanterior cephalometric study of frontal ramal inclination in chin-deviated individuals. *Korean J Orthod* 2006;36:380-7.

Correction of mandibular ramus height with frontal and lateral ramal inclinations in cephalograms and its effects on diagnostic accuracy of asymmetry

Hyeon-Shik Hwang, DDS, MSD, PhD,^a Hyung-Min Kim, DDS, MSD,^b
Ki-Heon Lee, DDS, MSD, PhD,^c Hoi-Jeong Lim, MS, PhD^d

Objective: Defining right and left side differences in mandibular ramus height is one of the key elements in the diagnosis of facial asymmetry. The purpose of the present study was to evaluate the effect of correction of ramus height with frontal and lateral ramal inclinations (FRI and LRI) in 2-dimensional cephalograms and observe how this affects the diagnostic accuracy of asymmetry.

Methods: Frontal and lateral cephalograms were obtained in 40 individuals with chin deviation. FRI and LRI were measured on each side and ramus height measurement was corrected with these inclinations using Pythagorean's theorem. The results of diagnosis before and after correction on cephalograms were compared with the results in 3D CT images. **Results:** Both FRI and LRI showed greater values in the contralateral side than in the chin-deviated side and these contributed to an increase in the right and left side ramus height differences. After comparison of diagnostic results before and after correction on cephalograms with the results on 3D CT images, the sensitivity increased significantly (from 74 to 94 %) whereas the specificity decreased (from 44 to 22 %). Overall accuracy increased from 68 to 78 % with the correction using FRI and LRI. **Conclusions:** The results of the present study indicate that correction of ramus height with FRI and LRI is useful for an accurate diagnosis of facial asymmetry on frontal cephalograms. (*Korean J Orthod* 2007;37(5):319-30)

Key words: Frontal cephalogram, Correction of ramus height, Ramal inclination, Accuracy

^aProfessor, ^bGraduate Student, ^cAssociate Professor, ^dAssistant Professor of Biostatistics, Department of Orthodontics, School of Dentistry and Dental Science Research Institute, Chonnam National University.

Corresponding author: *Hyeon-Shik Hwang*.

Department of Orthodontics, Chonnam National University Hospital, Hak-Dong 8, Dong-Gu, Gwangju 501-757, Korea. +82 62 220 5486; e-mail, hhwang@chonnam.ac.kr.

Received May 4, 2007; Last Revision June 24, 2007; Accepted June 26, 2007.