

안면비대칭 3차원 CT 분석

전남대학교 치의학전문대학원 구강악안면방사선학교실, *전남대학교 치의학전문대학원 교정학교실
윤숙자 · 임희정* · 강병철 · 황현식*

Three dimensional CT analysis of facial asymmetry

Suk-Ja Yoon, Hoi-Jeong Lim*, Byung-Cheol Kang, Hyeon-Shik Hwang*

Department of Oral and Maxillofacial Radiology, School of Dentistry, Chonnam National University

*Department of Orthodontics, School of Dentistry, Chonnam National University

ABSTRACT

Purpose : This study aimed to identify the range of normal facial asymmetry using three-dimensional CT and to develop a simple method of diagnosis of facial asymmetry.

Materials and Methods : Twenty eight adults with normal occlusion (16 males and 12 females; mean age 24 years and 1 month) were selected, whose faces were assessed to be symmetric by an orthodontist. Three-dimensional reconstructions were obtained utilizing spiral CT scans and an oral and maxillofacial radiologist evaluated nineteen anatomic landmarks in three-dimensional coordinates. Facial asymmetry index of each landmark was calculated.

Results : The range of normal facial asymmetry of each landmark was identified using mean and standard deviation of facial asymmetry index.

Conclusions : The range of normal facial asymmetry identified in this study may be used as a diagnostic standard for facial asymmetry analysis. (*Korean J Oral Maxillofac Radiol* 2007; 37 : 45-51)

KEY WORDS : Tomography, Spiral Computed; Facial Asymmetry; Standards

서 론

3차원영상 재구성 소프트웨어는 다면재구성 (multiplanar reformating: MPR), shaded surface display (SSD), volume rendering, maximum intensity projection 등의 다양한 기능을 제공한다. 3차원 CT는 다양한 소프트웨어의 기능을 사용하여 염증, 골, 낭, 종양 등의 위치, 범위, 형태에 대한 3차원 정보를 제공하므로 질환진단에 유용하다. 또한 임플란트 식립시 사용 가능한 치조골의 형태 및 골밀도 평가, 치조골의 폭경 및 길이 측정, 주변의 중요한 해부학적 구조물과의 관계 평가 등이 가능하여 치과영역에 매우 유용하다.¹

3차원 CT영상은 교정치료를 위해서도 다양하게 활용될 수 있다. 치조골을 3차원으로 모든 각도에서 평가할 수 있

으므로 치아의 협설측 이동을 위한 치조골의 너비를 측정할 수 있으며, 협설측 치조골의 천공이나 열개를 평가할 수 있다. 치아 경사를 3차원으로 평가할 수 있어서 교정치료계획에 활용할 수 있다. 치아의 위치 및 형태를 주변 매복 치아와 연관하여 평가할 수 있으며, 기존 2차원 일반방사선사진에서는 평가하기 어려웠던 치근 흡수를 정확하게 평가할 수 있다. 연조직, 즉 뺨 두께와 돌출 정도 및 혀 크기와 위치 평가가 가능하며, 기도에 대한 평가도 가능하다. 3차원 입체영상에 의해 악교정 수술 후 하악과두 흡수 및 remodeling, 위치 변화 정도를 쉽게 확인할 수 있다. 또한 3차원영상은 환자의 비대칭 정도 평가에 유용한 정보를 제공한다.^{2,3}

미미한 안면비대칭은 정상인에서도 일반적으로 관찰되며 이는 두개안면부를 구성하는 골의 크기에서의 정상 범주 내에서 발생하는 좌우차이 때문에 생겨난다. 이와 같이 약간의 비대칭은 자연적인 현상으로, 정상인에 있어서도 두부의 양측 구조물 사이에 어느 정도 비대칭이 존재하며, 이것을 '정상적 비대칭'이라고 한다. 안면비대칭 진단을 위해서는 어느 정도 좌우 차이를 '정상적 비대칭 범주'로 규

*본 연구는 '2005년도 전남대학교 학술연구비 지원'에 의한 것임
접수일 : 2006년 11월 28일; 심사일 : 2006년 11월 29일; 채택일 : 2007년 1월 9일
Correspondence to : Prof. Suk-Ja Yoon
Department of Oral and Maxillofacial Radiology, School of Dentistry, Chonnam National University, Dong-gu Hak-dong 5, Gwangju 501-757, Korea
Tel) 82-62-220-5426, Fax) 82-62-228-2924, E-mail) yoonfr@chonnam.ac.kr

명할 것인지에 대한 연구가 선행되어야 한다.^{4,6}

본 연구의 목적은 3차원 CT영상을 사용하여 정상군의 안면비대칭 정도를 규명하고, 안면비대칭을 쉽고 정확하게 진단하는 방법을 연구하는 것이다.

대상 및 방법

1. 연구대상

한 명의 교정과 의사에 의해 안면비대칭이 없다고 판단된 성인 남녀 28명(남자 16명, 여자 12명; 평균 연령 24세 1개월)을 선정하였다. 연구대상자는 정상교합을 가지며 보철치료나 악교정 수술치료 경험이 없는 자로 하였다. 교정과 의사는 연구대상자를 편안한 자세로 직립하게 하고 대상자와 같은 눈높이에서 대상자의 안모를 평가하였으며, 이 때 안모의 두드러진 비대칭이 없고 상악 치열의 정중선이 안모의 중앙과 일치하게 보이는 자를 연구대상자로 선정하였다.

2. 연구방법

전남대병원 진단방사선과에서 Light Speed QX/i (GE Medical system, Milwaukee, U.S.A.)를 사용하여 나선형 전산화단층사진을 획득하였다. 연구대상자의 Frankfurt 수평면이 바닥에 수직이 되도록 연구대상자를 촬영대 위에 눕히고 치열의 정중선이 촬영장치의 장축과 일치되도록 두부를 위치시켰다. 촬영조건은 gantry 각도 0°, 촬영 matrix size 512×512 pixel, 120 kV, 200 mA로 하였으며, 2.5 mm thickness, slice pitch 3, 촬영 시간 12-15초, 시야(Field of view) 180 mm로 안와 상방으로부터 하악골이 모두 포함되도록 하였다. 1.0 mm slice thickness로 Digital Imaging & Communication in Medicine (DICOM) 파일로 영상을 획득하고 개인용 컴퓨터로 옮겨 저장하였다.

3차원영상 재구성 및 분석은 한 명의 구강악안면방사선과 의사가 3차원영상 소프트웨어 Vworks 4.0과 Vsurgery (Cybermed Inc., Seoul, Korea)를 사용하여 시행하였다. Vworks 4.0을 사용하여 횡단면상을 3차원영상 재구성한 후 입체영상을 만들었다(volume rendering). 임계치(threshold value) 126에서 골 표면에 대한 SSD를 획득하였다. MPR에서 계측점의 위치를 횡단면상, 시상면상, 관상면상에서 3차원적으로 확인하면서 SSD에 계측점(landmark)을 지정하였다(Table 1).

각 계측점의 3차원 좌표값을 얻기 위해 서로 수직인 세 개의 평면을 SSD에서 형성하였다. 수평 기준평면(Frankfurt horizontal plane, FH plane)으로는 좌우측 porion과 우측 orbitale 세 점으로 형성된 평면을 사용하였다. 시상 기준평면(midsagittal reference plane, MSR plane)으로는 수평 기준평면에 대해 수직이면서 nasion과 prechiasmatic groove

Table 1. Landmarks used in this study

	Landmark	Definition
Po	Porion	Highest midpoint of roof of external auditory meatus
Or	Orbitale	Lowest point on infraorbital margin of the orbit.
Na	Nasion	Most posterior point on curvature between frontal bone and nasal bone in midsagittal plane
P	Prechiasmatic groove	Vertical and transverse midpoint of prechiasmatic groove
ANS	Anterior nasal spine	Most anterior point of nasal floor
A	Subspinale	Most posterior point of nasal floor between ANS and Prosthion
B	Supramentale	Most posterior point of bony curvature of mandible below infradentale and above Pog
UI	Upper incisor	Point of maxillary alveolar process between left and right maxillary incisors
LI	Lower incisor	Point of mandibular alveolar process between left and right mandibular incisors
Pog	Pogonion	Most anterior midpoint of symphysis of mandible
Me	Menton	Most inferior point on symphysis of mandible
ZP	Zygion point	Most lateral point where zygomatic arch is widest
Bc	Buccale	Point on external surface of each zygomatic arch where arch turns medially and directly starts on backward sweep
Mx	Maxillare	Zygoamticopalveolar crest, points show maximum concavity on contour of maxilla around molars and lower contour of maxillozygoamtic process
M1	First molar	Midpoint of the cervical line of the upper first molar
UC	Upper canine	Midpoint of the cervical line of the upper canine
LC	Lower canine	Midpoint of the cervical line of the lower canine
Go-L	Gonion lateralis	Most lateral point of posterior border of ramus
Cd-L	Condylion lateralis	Most lateral point of condyle

의 중앙점(P)을 지나는 평면을 사용하였다. 관상 기준평면(coronal reference plane)은 수평 기준평면과 시상 기준평면에 대해서 수직이면서 nasion을 통과하는 평면을 사용하였다.⁷ 안면비대칭 분석을 위해 각 대상자별로 25개의 계측점을 지정하였다. 즉, ANS, A, B, UI, LI, Pog, Me은 중앙부 위에 위치하므로 각기 한 개의 점으로 얻었고, ZP, Bc, Mx,

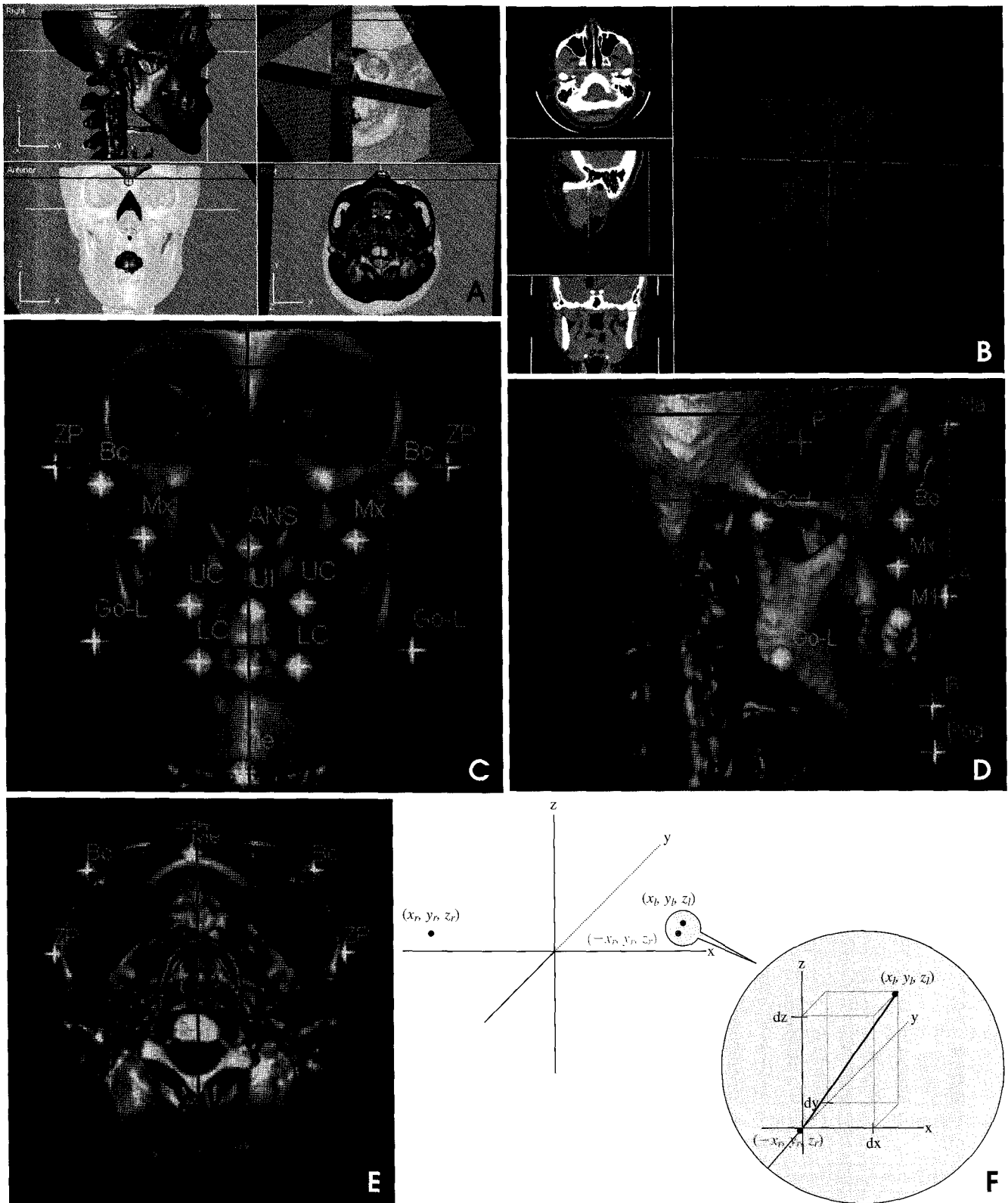


Fig. 1. Landmarks were pointed in three-dimensional (3D) coordinates established from three reference planes on the shaded surface display (SSD) with verifying their positions in multiplanar reformatting. A, Three reference planes, Frankfurt horizontal plane, midsagittal reference plane and coronal reference plane, were used. B, An example of landmarks, Co-L was marked on the SSD of Vworks 4.0. C-E, Landmarks were identified on 3D coordinates of Vsurgery. F, Facial asymmetry index of each landmark was defined as a length of 3D vector between (x_b, y_b, z_b) and $(-x_b, y_b, z_b)$ of each landmark.

M1, UC, LC, Go-L, Cd-L, Or은 좌우 한 쌍의 점을 얻었다. Vsurgery에서 선정된 O점을 (0, 0, 0), 즉 기준점으로 하여, 각 계측점의 3차원 좌표값(x, y, z)을 얻었다. 좌측 및 우측 계측점의 시상 기준평면, 관상 기준평면, 수평 기준평면까지의 거리(x_r, y_r, z_r과 x_l, y_l, z_l)를 mm 단위로 얻었다. 우측 계측점(x_r, y_r, z_r)의 시상 기준평면을 중심으로 한 대칭점(-x_r, y_r, z_r)을 형성하여, (-x_r, y_r, z_r)과 (x_l, y_l, z_l)까지의 벡터 값을 구하여, 각 계측점의 안면비대칭지수 (facial asymmetry index)으로 정의하였다. 안면비대칭지수는 다음과 같은 공식에 의해 얻었다.

$$\text{Facial asymmetry index} = \sqrt{dx^2 + dy^2 + dz^2}$$

이때, dx = |x_l - (-x_r)|, dy = |y_l - y_r|, dz = |z_l - z_r| 이다.

즉, 안면비대칭지수는 좌우 양측의 계측점의 차이(dx, dy, dz)를 3차원 벡터값(3D vector)으로 계산한 것이다. ANS, A, B, UI, LI, Pog, Me은 좌우측 값이 없는 중앙부위의 점 이므로 시상 기준평면까지의 거리가 바로 안면비대칭지수에 해당된다. 안면비대칭지수가 0에 근접할수록 좌우 계측점은 대칭이다(Fig. 1).⁸

결 과

임상적으로 안면비대칭을 보이지 않는 성인 남녀 28명을 대상으로 CT를 촬영하여 3차원영상을 재구성한 후 수평, 시상 및 관상 기준평면과 계측점을 설정하고, 각 계측점에 대한 안면비대칭지수를 계산하여 다음과 같은 결과를 얻었다. ANS는 0.83 ± 1.24, A 0.77 ± 1.14, B 0.81 ± 1.09,

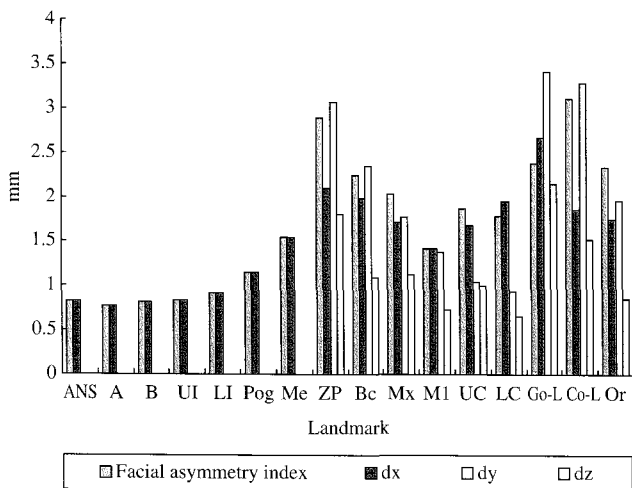


Fig. 2. Facial asymmetry index of each landmark was obtained in the normal adults using dx, dy and dz, while dx is |x_l - (-x_r)|, dy is |y_l - y_r|, dz is |z_l - z_r|, where (x_l, y_l, z_l) and (x_r, y_r, z_r) are 3D coordinates of the landmark of the left and right face; and for the landmarks of the midfacial area, dx is x, dy is y, and dz is z.

Table 2. Facial asymmetry index of the landmark was obtained in the normal adults using dx, dy, dz of the landmark (unit: mm)

Landmarks	Facial asymmetry index	dx	dy	dz
	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD
ANS	0.83 ± 1.24	0.83 ± 1.24		
A	0.77 ± 1.14	0.77 ± 1.14		
B	0.81 ± 1.09	0.81 ± 1.09		
UI	0.84 ± 1.23	0.84 ± 1.23		
LI	0.92 ± 1.14	0.92 ± 1.14		
Pog	1.15 ± 1.44	1.15 ± 1.44		
Me	1.55 ± 2.03	1.55 ± 2.03		
ZP	2.89 ± 4.07	2.10 ± 3.05	3.07 ± 4.58	1.81 ± 2.48
Bc	2.25 ± 3.19	1.98 ± 2.37	2.35 ± 2.99	1.10 ± 1.37
Mx	2.04 ± 2.57	1.71 ± 2.05	1.78 ± 2.34	1.13 ± 1.40
M1	1.42 ± 1.81	1.42 ± 1.73	1.38 ± 1.68	0.73 ± 0.96
UC	1.87 ± 2.47	1.68 ± 2.30	1.04 ± 1.31	1.00 ± 1.13
LC	1.79 ± 2.23	1.95 ± 2.30	0.94 ± 1.19	0.66 ± 0.82
Go-L	2.38 ± 3.08	2.67 ± 3.08	3.41 ± 4.01	2.15 ± 2.83
Co-L	3.11 ± 4.13	1.86 ± 2.35	3.29 ± 4.53	1.53 ± 1.86
Or	2.34 ± 3.19	1.75 ± 2.68	1.96 ± 2.47	0.86 ± 1.77

dx is |x_l - (-x_r)|, dy is |y_l - y_r|, dz is |z_l - z_r|, where (x_l, y_l, z_l) and (x_r, y_r, z_r) are 3D coordinates of the landmark of the left and right face; and for the landmarks of the midfacial area, dx is x, dy is y, and dz is z

UI 0.84 ± 1.23, LI 0.92 ± 1.14, Pog 1.15 ± 1.44, Me 1.55 ± 2.03, ZP 2.89 ± 4.07, Bc 2.25 ± 3.19, Mx 2.04 ± 2.57, M1 1.42 ± 1.81, UC 1.87 ± 2.47, LC 1.79 ± 2.23, Go-L 2.38 ± 3.08, Co-L 3.11 ± 4.13 그리고 Or은 2.34 ± 3.19이었다. ZP, Bc, Mx, Go-L, Co-L, Or의 안면비대칭지수 평균이 2 mm 이상 이었고, Co-L이 가장 높았고 A가 가장 낮았다(Fig. 2, Table 2).

고 찰

현재까지 안면비대칭 진단은 후전방 두부규격 방사선사진이 주로 사용되고 있다. 후전방 두부규격 방사선사진은 정성적인 분석을 통하여 치열의 정중선변이, 교합평면의 이상, 안면비대칭, 하악골의 기능적 변위, 얼굴의 형태 등 안모의 이상 정도를 평가하는데 유용한 진단자료이다. 그러나 시간 간격을 두고 연속적인 후전방 두부규격 방사선사진을 촬영할 때 두부를 동일한 위치로 재현하여 촬영하기 어렵기 때문에 연속 촬영된 방사선 사진의 중첩에 의한 분석 평가가 불가능하다는 문제점이 있다.^{6,9} 이러한 문제점을 극복하기 위해 재현도 높은 방사선사진을 얻기 위하여 두부자세재현기를 개발하였다. 그리고 정확하고 객관적인 기준선을 설정하기 위하여 동공위치지시기를 개발한 후 안면비대칭 진단시 이용될 수 있는 기준치를 구하는 등의 노력이 있어 왔다.¹⁰⁻¹² 그러나 이러한 노력에도 불구하고 2차원영상은 여전히 해부학적 구조물의 상이 서로

중첩되며 촬영 각도에 따라 상이 왜곡될 수 있다는 문제점이 있다. 또한 3차원 구조의 인체를 2차원영상으로 표현하므로 해부학적 구조물의 정확한 분석이 어렵다.

2차원 일반방사선사진을 사용하여 3차원영상을 얻고자 하는 노력이 있어 왔다. Grayson 등¹⁴은 Broadbent와 Bolton 등이 개발한 서로 직각인 방사선원 두 개를 사용한 전후방 및 측방두부계측 방사선사진촬영법을 사용하여 환자의 움직임 없이 획득한 서로 직각인 방사선사진으로부터 3차원영상을 재구성하였다. Nakasima 등¹⁵ 역시 동일한 방법으로 서로 직각인 두 장의 방사선사진을 얻은 후 안면부 입체사진과 치과용 석고모형을 통해 3차원영상을 재구성하였다. 그러나 이러한 3차원영상을 형성하는데 사용되는 점의 수가 제한되어 있어 철망 구조의 영상을 제공하므로 정확한 정보를 얻을 수 없다는 단점이 있다.¹⁴⁻¹⁶

3차원 CT영상은 해부학적 구조물의 크기와 위치 평가에 이상적인 방법이다. CT영상은 2차원 일반방사선사진에서 주로 문제가 되는 상의 중첩과 확대, 왜곡이 없다. 3차원 CT영상에서의 계측치는 두부규격 방사선사진에 비해 건조골에서의 계측치와 더욱 근접한 값을 얻을 수 있으며,¹⁷ 3차원 CT에서의 계측이 두부규격 방사선사진에서의 계측보다 조사자내 및 조사자간 일치도가 더 높다.¹⁸ 3차원 CT영상은 컴퓨터와 소프트웨어를 사용하여 촬영부위에 대한 3차원적인 입체영상을 얻어 모든 각도에서의 구조물에 대한 관찰 및 분석이 가능하며, 연조직과 경조직을 선택적으로 관찰할 수 있다. 3차원 좌표 속에 계측점을 지정하고 계측점간의 거리 및 각도의 실측치 측정이 가능하며, 또한 구조물의 투명도와 색조를 달리하여 평가할 수 있다.^{1,2,13}

최근 3차원 CT를 사용한 안면비대칭 연구가 보고되고 있다. Katsumata 등⁸은 안면비대칭이 없는 정상인 16명을 대상으로 한 연구에서, 횡단면상에서 계측점을 지정하고 각 계측점의 비대칭지수의 평균값과 표준편차의 합을 산출하여 대칭의 범주를 정하였다. Park 등⁷은 30명의 연구 대상자에 대하여 관골, 상악, 하악, 안면, 각 부위 별로 볼록한 정도(convexity)를 계측하였다. Hwang 등¹⁹은 안면비대칭 환자를 대상으로 상악 높이, 하악지 길이, 전방하악지 경사도, 측방하악지 경사도, 하악체 길이, 하악체 높이를 평가함으로써 안면비대칭 환자의 교정진단에 실제적으로 3차원영상이 어떻게 활용될 수 있는가를 보여주었다. Ahn과 Hwang²⁰은 정상범주의 하악골 비대칭을 평가하기 위해 하악지 길이, 과두돌기경 길이, 하악지 경사도, gonial angle 등을 계측하였다. 본 연구는 정상범주의 비대칭 정도를 3차원 좌표값에 의해 분석하고 양측 계측점의 좌우, 전후, 상하 차이(dx, dy, dz)와 벡터값(안면비대칭지수)으로 산출하였다. 이처럼 연구자에 따라 다양한 분석방법이 연구됨으로써 향후 교정분석에 유용하게 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

본 연구결과 안면비대칭지수의 평균값은 Co-L, ZP, Go-

L, Or, Bc, Mx, UC, LC, Me, Ml, Pog, LI, UI, ANS, B, A 순으로 나타났다. Me를 제외하고는 대체로 안면 측방의 계측점들에서 높은 안면비대칭지수를 보이며 안면 중앙부위 계측점들은 비교적 낮은 안면비대칭지수를 보였다. ZP, Bc, Gd-L, Co-L의 안면비대칭지수는 주로 dy 값의 영향으로 높은 값을 나타내는 것으로 볼 수 있었다. 비대칭 진단을 위해 이러한 정상적인 비대칭 정도를 활용할 수 있을 것이다.

CT를 사용한 입체영상은 관심부위만을 획득할 수는 없다. 전체 두부 촬영 시에 얻어진 영상 속에 관심부위가 들어있다면 그 관심부위만을 별도로 얻기 위해, 불필요한 구조물을 제거하는 과정(segmentation)이 필요하다.³ 소프트웨어를 사용하여 이러한 분리작업이 가능하다. 하악골만을 얻기 위해서는 우선 경조직을 연조직으로부터 분리시키는 작업이 필요하며, 경조직만 남게 되면 두개골로부터 하악골만을 분리해 내는 작업이 필요하다. 이러한 작업은 복잡하고 정교한 작업이다. 측두하악관절부위에서 과두돌기를 분리하고, 악궁으로부터 하악 치아를 손상시키지 않고 분리하는 데는 많은 시간과 노력이 소요된다. Park 등⁷과 Hwang 등¹⁹은 두개골과 하악을 각기 분리하는 작업을 통해 안면비대칭 연구를 시행하였다. Park 등⁷은 계측점 CP(condylion posterioris)을 하악과두의 최상방후방점으로 정의하였고, Hwang 등¹⁹은 Cd_{sup}(condylion superius)을 하악과두의 최상방점으로, 그리고 Cd_{post}(condylion posterius)을 하악과두의 최후방점으로 정의하였다. 이 계측점들을 지정하기 위해서 하악을 두개골로부터 분리시키는 작업이 필요하였다. 안면비대칭 분석을 위해 사용된 하악지 길이, gonial angle, 하악지 경사도 평가를 위해 이러한 계측점들이 필요하였다. 본 연구에서는 길이나 각도가 아닌 점의 3차원적 위치를 통해 안면비대칭을 분석하였기 때문에 하악과두의 최상방점, 최상방후방점 또는 최후방점 대신 하악과두의 최측방점(Cd-L)을 사용하여, 하악을 두개골로부터 분리하는 과정이 불필요하였다. Jeon 등¹⁸의 3차원 CT영상의 두부계측 재현성 연구에서는 하악지 길이 측정에 하악과두 최측방점을 사용되었는데, 이와 같이 하악과두 최상방점, 최상방후방점 또는 최후방점을 대신하는 외측면의 점을 사용한다면 두개골로부터 하악골을 분리하는 작업을 배제하고 안면비대칭을 쉽게 진단할 수 있어, 3차원 CT영상의 임상적 응용을 더욱 보편화시킬 수 있을 것으로 기대된다.

3차원영상에서 안면비대칭을 연구하는데 가장 중요한 것은 기준평면과 계측점이다. 특히 기준평면은 각 계측점의 좌표값을 결정하므로, 기준평면이 한 편으로 치우치거나 기울어지지 않도록 주의해야 한다. 또한 각 계측점을 좌우편에서 각각 지정하여 좌표값을 구하기 때문에 좌우편 각각에서 동일한 해부학적 계측점을 지정해야 한다. 본 연구에서는 Park 등⁷이 사용한 기준평면 형성방법을 사용

하였다. 수평 기준평면은 세 개의 계측점으로 형성되었으며, 시상 기준평면은 수평기준평면과 두 개의 계측점으로 형성되었고, 관상 기준평면은 수평 및 시상 기준평면과 하나의 계측점으로 부터 형성되었다. 이와 같이 기준평면 형성을 위해 다섯 개의 점이 사용되었으므로 점을 지정할 때의 신뢰성과 재현성이 중요하다. Park 등⁷의 연구에서, 한 사람의 관찰자가 3차원영상에서 2주 후에 다시 동일한 계측점을 지정하여 비교한 결과, 처음 지정한 계측점과 2주 후 지정한 계측점 간에 좌표값의 유의한 차이가 없었으며, 계측점의 재현성이 있었다.

방사선영상에서의 비대칭 정도와 실제 얼굴에서 나타나는 비대칭 정도에는 차이가 있을 수 있다. 방사선사진에서는 골격 구조물로 비대칭을 평가하는 반면에 환자나 조사자는 연조직의 형태로 비대칭을 평가하며, 또한 안면의 골격은 근육의 용적에 영향을 미치므로 임상적으로는 방사선사진보다는 실제 연조직의 형태가 더 중요하다.²¹⁻²³ 본 연구에서 연구대상자를 교정과의사가 선정할 때는 겉으로 보이는 연조직 형태에 의해 안면비대칭이 없는 사람으로 선정하였고, 3차원 CT영상 분석은 경조직 형태를 대상으로 하였다. Kim 등²⁴은 안면비대칭자의 경조직 형태와 연조직 형태의 차이를 비교 연구하여, 경조직 형태와 연조직 형태 간에 차이가 있다는 것을 밝혔다. 보다 정확한 안면비대칭분석을 위해서는 경조직 뿐 아니라 연조직의 형태를 분석하는 연구가 동시에 시행되어야 한다.

CT를 안면비대칭 진단에 활용하기 위해서는 CT의 단점을 숙지해야 한다. CT 촬영시 환자의 움직임에 의한 오류가 있을 수 있다. 이러한 상태에서 재구성된 3차원영상에서 얻어지는 계측치는 신뢰할 수 없다. 3D 영상 재구성 전에 환자의 움직임에 의한 영상의 오류가 있는지를 반드시 확인해야 한다. CT는 금속물에 의한 artifact가 발생하는 단점이 있다. 특히 악안면부위 촬영시에는 구강내 보철물에 의한 artifact에 의해 상이 영향을 받는다. 그러나 이러한 금속 artifact는 재구성상에서는 심각한 문제를 일으키지 않는다.¹³ CT의 또 다른 단점은 불균등용적평균 효과이다. CT영상의 기본이 되는 화소(pixel)의 밀도는 그 화소 내의 여러 물질의 밀도를 평균한 것이므로 화소의 일부를 밀도가 아주 높은 물질이 차지하고 있으면 비록 화소 내의 다른 물질의 밀도는 낮더라도 그 화소의 밀도는 밀도가 높은 물질에 의해 결정된다. 이러한 오류는 화소의 크기를 줄임으로써 극복할 수 있다.¹³ 치과용 콘빔CT를 사용하는 경우는 최소 체적소 약 $0.1 \times 0.1 \times 0.1 \text{ mm}^3$ 의 등방성 영상을 얻을 수 있으므로 나선형CT에서의 단점을 극복할 수 있을 것이다. 또한 CT는 방사선조사량이 일반방사선사진촬영법에 비해 방사선 노출량이 높다. 최근 치과용으로 개발된 콘빔 CT는 방사선 노출량이 나선형 CT에 비해 낮으며 비용도 더 절감되기 때문에 향후 교정환자의 3차원 영상분석을 위해서는 치과용 콘빔 CT를 사용하는 것이 바

람직하다.²⁵

결론적으로 본 연구에서는 정상범주의 안면비대칭 연구를 위해 양측 계측점의 좌우, 전후, 상하 차이와 안면비대칭지수를 산출하였다. 본 연구결과는 향후 안면비대칭 진단의 기준으로 사용할 수 있을 것이며, 본 연구에서 사용된 연구방법은 안면비대칭 진단에 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

1. Kawamata A, Arijji Y, Langlais RP. Three-dimensional computed tomography imaging in dentistry. *Dent Clin North Am* 2000; 44 : 395-410.
2. Kawamata A, Fujishita M, Nagahara K, Kanematu N, Niwa K, Langlais RP. Three-dimensional computed tomography evaluation of post-surgical condylar displacement after mandibular osteotomy. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1998; 85 : 371-6.
3. Halazonetis DJ. From 2-dimensional cephalograms to 3-dimensional computed tomography scans. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2005; 127 : 627-37.
4. Fisher B. Asymmetries of the dentofacial complex. *Angle Orthod* 1954; 24 : 179-92.
5. Letzer GM, Kronman JH. A posteroanterior cephalometric evaluation of craniofacial asymmetry. *Angle Orthod* 1967; 37 : 205-11.
6. Vig PS, Hewitt AB. Asymmetry of the human facial skeleton. *Angle Orthod* 1975; 45 : 125-9.
7. Park SH, Yu HS, Kim KD, Lee KJ, Baik HS. A proposal for a new analysis of craniofacial morphology by 3-dimensional computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006; 129 : 600.e23-34.
8. Katsumata A, Fujishita M, Maeda M, Arijji Y, Arijji E, Langlais RO. 3D-CT evaluation of facial asymmetry. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2005; 99 : 212-20.
9. Mulick JF. Clinical use of the frontal head film. *Angle Orthod* 1965; 35 : 299-304.
10. Kim KM, Lee KH, Kim WS, Hwang HS. A comparative study on the construction of the reference line in posteroanterior cephalometry. *J Korean Dent Assoc* 2001; 39 : 676-83.
11. 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.
12. Kim EH, Hwang HS. The validity of head posture aligner in posteroanterior cephalometry. *Korean J Orthod* 2000; 30 : 535-42.
13. Association of Korean professors of Oral & Maxillofacial Radiology. *Oral and maxillofacial radiology*. 3rd ed. Seoul: Narae Publishing Inc; 2002. p. 494-504.
14. Grayson B, Cutting CB, Bookstein FL, Kim H, McCarthy JG. The three dimensional cephalogram: Theory, technique and clinical application. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1988; 94 : 327-37.
15. Ono I, Ohura T, Narumi E, Kawashima K, Matsuno I, Nakamura S, et al. Three-dimensional analysis of craniofacial bones using three-dimensional computed tomography. *J Craniomaxillofac Surg* 1992; 20 : 49-60.
16. Nakasima A, Terajima M, Mori N, Hoshino Y, Tokumori K, Aoki Y, et al. Three-dimensional computer-generated head model reconstructed from cephalographs, facial photographs, and dental cast models. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2005; 127 : 282-92.

17. Matteson SR, Bechtold W, Phillips C, Staab E. A method for three-dimensional image reformation for quantitative cephalometric analysis. *J Oral Maxillofac Surg* 1989; 47 : 1053-61.
18. Jeon KJ, Park H, Lee HC, Kim KD, Park CS. Reproducibilities of cephalometric measurements of three-dimensional CT images reconstructed in the personal computer. *Korean J Oral Maxillofac Radiol* 2003; 33 : 171-8.
19. Hwang HS, Hwang CH, Lee KH, Kang BC. Maxillofacial 3-dimensional image analysis for the diagnosis of facial asymmetry. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006; 130 : 779-85.
20. Ahn JS, Hwang HS. A study on the 3-D standard value of mandible for the diagnosis of facial asymmetry [Dissertation]. Gwangju, South Korea: Chonnam National University. 2004.
21. Zylinski CG, Nanda RS, Kapila S. Analysis of soft tissue facial profile in white males. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1992; 101 : 514-8.
22. Bittner C, Pancherz H. Facial morphology and malocclusions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1990; 97 : 308-15.
23. Choi SC, Lee SB, Lee JK, Yi WJ, Heo MS, Lee SS. Evaluation of masticatory muscles of mandibular asymmetry patients by computed tomography. *Korean J Oral Maxillofac Radiol* 2004; 34 : 31-4.
24. Kim WS, Lee KH, Hwang HS. Comparison of asymmetric degree between maxillofacial hard and soft tissue in facial asymmetric subjects using three-dimensional computed tomography. *Korean J Orthod* 2005; 35 : 163-73.
25. Mah JK, Danforth RA, Bumann A, Hatcher D. Radiation absorbed in maxillofacial imaging with a new dental computed tomography device. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2003; 96 : 508-13.