

## 전산화단층사진을 이용한 3차원 영상에서 정중시상기준평면 설정에 관한 연구

전 예 나<sup>a</sup> · 이 기 현<sup>b</sup> · 황 현 식<sup>c</sup>

본 연구는 두개악안면 3차원 입체영상을 이용한 진단 시 유용한 정중시상기준평면 설정에 도움이 되고자 시행되었다. 임상검사를 통하여 안면이 좌우 대칭으로 보이는 성인 정상교합자를 대상으로 두경부 전산화단층사진을 촬영하고 컴퓨터 프로그램을 이용하여 3차원 입체영상으로 재구성하였다. 두개의 정중시상부에 위치하는 Cg, ANS, PNS, Ba, Op 등의 계측점과 Po, Or로 구성된 FH plane을 이용하여 6개의 정중시상기준평면(Cg-ANS-Ba, Cg-ANS-Op, Cg-PNS-Ba, Cg-PNS-Op, FH⊥(Cg, Ba), FH⊥(Cg, Op))을 설정하고, 좌우 대칭성의 Z, Fr, Fs, Zy, Mx, Ms 등 6쌍의 계측점을 선정한 후, 설정된 정중시상기준평면에서부터 각 계측점까지의 좌측 및 우측 거리를 계측하고 t-검정을 통하여 유의차를 검정하는 한편, 좌우 차이값의 정도를 설정된 기준평면간에 비교하였다. 또한 정중시상기준평면 설정의 재현도를 알아보기 위하여 정중시상기준평면의 설정에 사용된 계측점을 2주 간격으로 재계측하고 비교 분석한 결과, 본 연구에서 사용된 모든 정중시상기준평면이 두개악안면의 3차원적 분석 시 기준평면으로 사용될 수 있으며 특히, Cg와 ANS를 포함한 정중시상기준평면이 보다 타당함을 시사하였다. (대처교정지 2007;37(3): 182-91)

**주요 단어:** 두경부 전산화단층사진, 3차원 입체영상, 정중시상기준평면

### 서론

안면비대칭이란 두개안면의 쌍을 이루는 구조물이 정중선에 대해 같은 거리에 있지 않거나 반대측의 구조물과 크기, 형태 등이 일치하지 않는 경우를 말한다.<sup>1</sup> 이러한 안면비대칭의 유무나 정도의 진단은 기준선에 대한 양측성 구조물의 거리차나 각도차이 등을 측정하여 이루어지므로 비대칭의 정확한 진단을 위해서는 진단 시 기준이 되는 정중시상기준선의 정확한 설정이 필요하다.

1931년 Broadbent<sup>2</sup>에 의해 두부방사선규격사진이 교정학 분야에 도입된 이래 안면비대칭에 관한 연구에는 주로 정모두부방사선규격사진이 이용되어왔

다. 그러나 이는 3차원적인 입체 구조물을 2차원 평면에 투영하는 것이므로 구조물의 중첩 및 부위에 따른 확대율의 차이로 인해 정량적인 평가에 한계가 있는 실정이다.<sup>3-5</sup> 이에 반해 3차원 전산화단층영상은 부위에 따른 확대율의 차이가 없으며, 컴퓨터 상에서 관찰이 용이하도록 원하는 위치로의 회전 및 축의 조정이 가능하고 상의 외측을 제거함으로써 심부 구조를 관찰할 수 있는 등의 장점이 있어,<sup>6-8</sup> 보다 정확한 평가를 위하여 3차원적으로 분석, 진단하려는 노력이 계속되었으며, 그 결과 전산화단층사진, 자기공명영상 등을 이용하여 컴퓨터 상에서 3차원 입체영상을 재구성하는 방법이 개발되었다.<sup>6-10</sup>

그러나 재구성된 3차원 입체영상으로 안면비대칭이나, 두개악안면부의 기형을 진단하거나 치료계획을 수립할 때에는 안면을 정확히 양분하는 정중시상기준평면이 필요하나, 3차원 영상에서 기준평면의 설정이나 이를 이용한 분석법 등에 대한 체계적인 연구는 아직 미흡한 실정이다.

본 연구는 3차원 입체영상을 이용한 안면비대칭 진단 시 사용할 수 있는 유용한 정중시상기준평면을

<sup>a</sup>대학원생, 전남대학교 치과대학 교정학교실.

<sup>b</sup>부교수, <sup>c</sup>교수, 전남대학교 치의학연구소, 치과대학 교정학교실.

교신저자: 황현식.

광주광역시 동구 학동 8번지 전남대학교 치과대학 교정학교실.

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

원고접수일: 2005년 11월 25일 / 원고최종수정일: 2006년 12월 10일

/ 원고채택일: 2006년 12월 12일.

Table 1. Description of landmarks used in this study

Landmarks	Abbreviation	Description
Crista galli	Cg	The most superior point of crista galli of the ethmoid bone
Anterior nasal spine	ANS	The tip of anterior nasal spine
Posterior nasal spine	PNS	The most posterior point of hard palate
Basion	Ba	The midpoint on the anterior margin of the foramen magnum
Opisthion	Op	The most posterior point on the posterior margin of the foramen magnum
Porion	Po	The highest point on the roof of the external auditory meatus (right and left)
Orbitale	Or	The deepest point on the infraorbital margin
Zygomaticofrontal suture	Z	Medial and anterior junction of zygomatic bone with the frontal bone (right and left)
Foramen rotundum	Fr	The most medial point of foramen rotundum (right and left)
Foramen spinosum	Fs	The most medial point of foramen spinosum (right and left)
Zygion	Zy	The most lateral point of the zygomatic arch (right and left)
Maxillare	Mx	The deepest point on the contour of the maxilla between malare and maxillary first molar (right and left)
Mastoidale	Ms	The lowest point of the mastoid process (right and left)

찾아내어 3차원 영상을 이용한 두개악안면 골격 형태의 진단 및 안면비대칭의 평가 그리고 이의 치료 계획 수립 시 도움이 되고자 시행되었다.

## 연구방법

### 연구대상

본 연구를 위하여 Angle씨 I급 견치 및 구치관계를 갖고 안면이 좌우 비대칭으로 보이는 성인 정상교합자를 일차적으로 선발하였다. 이들을 대상으로 정모두부방사선규격사진을 촬영한 다음 crista galli와 ANS를 연결한 선을 기준으로 ANS와 menton이 이루는 각의 크기가 1° 이내이며 교정의 3인으로 구성된 패널이 정모두부방사선규격사진을 관찰한 후 다소라도 비대칭으로 의심되는 대상자를 제외한 결과 일차적으로 선발된 60명 중 남자 18명, 여자 18명, 총 36명이 본 연구의 대상으로 최종 선정되었다. 본 연구에 사용된 대상자의 평균 연령은 25세 3개월이었다.

### 연구방법

#### 전산화단층사진 촬영

전산화단층사진 촬영을 위하여 연구대상자를 Frankfort 수평면이 바닥에 수직이 되도록 전산화단

층사진 촬영장치(Light Speed QX/i, GE Medical Systems, Milwaukee, WI, USA)에 위치시키고 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(field of view, FOV) 180 mm로 두개악안면 부위의 촬영을 시행하였고 1.0 mm의 slice thickness로 Digital Imaging & Communication in Medicine (DICOM) 영상정보를 구성하였다.

#### 3차원 입체영상 제작

전산화단층사진 촬영으로 얻은 DICOM 영상정보를 컴퓨터로 옮긴 후 3차원영상 프로그램(V-works 4.0, CyberMed, Seoul, Korea)을 이용하여 3D reconstruction을 통해 3차원 입체영상을 제작하였다.

#### 정중시상기준평면 설정

두개악안면의 정중시상부에 위치하는 crista galli (Cg), anterior nasal spine (ANS), posterior nasal spine (PNS), basion (Ba), opisthion (Op) 등의 계측점(Table 1, Fig)을 이용하여 이 중 세 개를 포함하는 Cg-ANS-Ba, Cg-ANS-Op, Cg-PNS-Ba, Cg-PNS-Op 등 4개의 평면을 설정하였다. 또한 양쪽 porion (Po)과 오른쪽 orbitale (Or)로 형성된 Frankfort horizontal plane (FH plane)을 수평기준평면으로 설정한 후 이 평면에 수

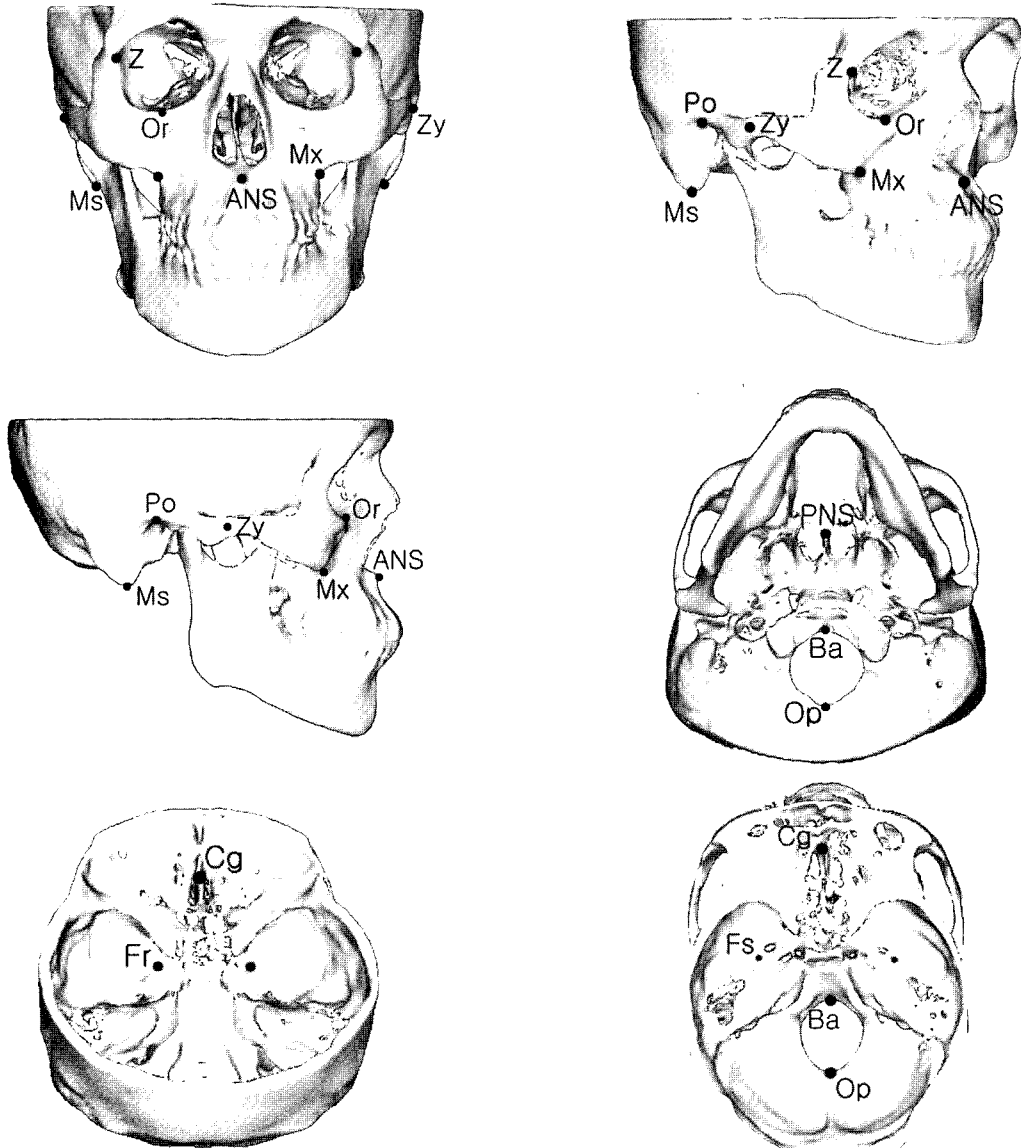


Fig. Three-dimensional landmarks used in this study. Cg, ANS, PNS, Ba, Op, Po, and Or were used for the construction of midsagittal reference planes, and bilateral landmarks, such as Z, Fr, Fs, Zy, Mx, and Ms, were selected in order to evaluate the validity of the constructed reference planes.

직이면서 두개의 전상방에 존재하는 Cg와 후하방에 존재하는 Ba을 지나는 평면( $FH \perp (Cg, Ba)$ )과 FH plane에 수직이면서 Cg와 Op을 지나는 평면( $FH \perp (Cg, Op)$ )을 합하여 총 6개의 정중시상기준평면 (midsagittal reference plane: MSR plane)을 설정하였다.

양측성 계측점 선정 및 계측

설정된 6개 평면의 유용성을 평가하기 위하여 좌우 대칭적으로 위치하는 것으로 알려진 zygomaticofrontal suture (Z), foramen rotundum (Fr), foramen spinosum (Fs), zygion (Zy), maxillare (Mx), mastoidale (Ms) 등 양측성 계측점 6쌍을 선정하였다 (Table 1, Fig).<sup>12,17-19</sup> 설정된 6개의 MSR plane에서 각

계측점까지의 좌측과 우측의 거리를 0.01mm 단위로 컴퓨터 프로그램에 있는 3D measure 기능을 이용하여 계측하였다.

**기준계측점의 재현도**

정중시상기준평면 설정의 재현도를 알아보기 위하여 기준평면의 설정에 이용된 Cg, ANS, PNS, Ba, Op, Po, Or 등 7개의 계측점을 2주 간격으로 반복 지정하고 그 3차원 좌표의 차이값을 산출하였다. 이 때 각 계측점의 3차원 좌표값은 3차원영상 프로그램으로 입체영상 제작 시 결정되는 좌우(x축), 전후(y축), 상하(z축)의 중점을 원점(0, 0, 0)으로 하여 측정된 값으로 하였다. 한편 FH plane 설정 시 이용된 Po과 Or의 경우에는 우측의 계측점만 사용하여 재현도를 살펴보았다.

**통계처리**

본 연구에서는 통계처리를 위하여 SPSSWIN 12.0 (SPSS, Chicago, IL, USA) 프로그램을 이용하였다. 설정된 6개의 정중시상기준평면에서부터 선정된 6개의 양측성 계측점까지 좌측과 우측 거리의 평균 및 표준편차를 각각 산출하고, 좌측과 우측의 차이를 paired t-test를 이용하여 검정하였다. 정중시상기준평면 설정에 따른 각 계측점의 좌우차이값을 좌우크기에 관계없이 절대값으로 하여 산출하고 기준평면간에 비교하는 한편, 각 기준평면별로 6개 계측점의 좌우차이값의 평균을 산출하고 기준평면간에 비교하였다.

또한, 기준평면 설정에 사용된 7개의 기준계측점을 2주 간격으로 반복 지정하여 각각의 3차원 좌표를 얻고, 그 차이값의 평균과 표준편차를 x, y, z축에 대하여 산출하였다. 아울러 기준계측점의 반복 계측에 따른 재현성을 알아보기 위하여 1회와 2회의 3차원 좌표값의 유의차를 paired t-test를 이용하여 검정하는 한편 1회와 2회의 좌표값에 대해 Pearson 상관분석을 시행하였다.

**연구성적**

설정된 정중시상기준평면에 대한 좌측과 우측의 차이 검정

설정된 6개의 정중시상기준평면에서 각 계측점까지의 좌측과 우측거리의 평균값과 표준편차를 산출

**Table 2.** Right and left measurement (mm) from each landmark to midsagittal reference plane (MSR) (n=36)

Measurements	Right side	Left side	Difference
	Mean ± SD	Mean ± SD	
<b>Cg-ANS-Ba</b>			
Z to MSR	48.13 ± 2.49	47.87 ± 2.39	NS
Fr to MSR	18.74 ± 1.40	18.86 ± 1.23	NS
Fs to MSR	32.88 ± 1.93	32.89 ± 1.82	NS
Zy to MSR	68.22 ± 3.93	68.16 ± 3.81	NS
Mx to MSR	40.03 ± 3.63	40.00 ± 3.72	NS
Ms to MSR	54.30 ± 2.69	54.42 ± 2.90	NS
<b>Cg-ANS-Op</b>			
Z to MSR	48.07 ± 2.46	47.93 ± 2.40	NS
Fr to MSR	18.84 ± 1.36	18.83 ± 1.23	NS
Fs to MSR	33.03 ± 1.87	32.86 ± 1.87	NS
Zy to MSR	68.27 ± 3.75	68.15 ± 3.94	NS
Mx to MSR	39.82 ± 3.38	40.08 ± 3.64	NS
Ms to MSR	54.49 ± 2.71	54.27 ± 3.05	NS
<b>Cg-PNS-Ba</b>			
Z to MSR	48.16 ± 2.63	47.81 ± 2.40	NS
Fr to MSR	18.91 ± 1.54	18.89 ± 1.32	NS
Fs to MSR	32.95 ± 1.91	32.91 ± 1.90	NS
Zy to MSR	68.19 ± 3.96	68.28 ± 3.78	NS
Mx to MSR	39.87 ± 3.30	40.08 ± 3.81	NS
Ms to MSR	54.30 ± 2.82	54.32 ± 2.98	NS
<b>Cg-PNS-Op</b>			
Z to MSR	48.15 ± 2.60	47.87 ± 2.42	NS
Fr to MSR	18.77 ± 1.36	18.95 ± 1.32	NS
Fs to MSR	32.91 ± 1.81	32.91 ± 1.93	NS
Zy to MSR	68.25 ± 3.81	68.27 ± 3.85	NS
Mx to MSR	39.88 ± 3.37	40.04 ± 3.74	NS
Ms to MSR	54.32 ± 2.73	54.42 ± 3.05	NS
<b>FH⊥(Cg, Ba)</b>			
Z to MSR	48.27 ± 2.62	47.73 ± 2.44	NS
Fr to MSR	18.73 ± 1.45	18.91 ± 1.25	NS
Fs to MSR	32.90 ± 1.92	32.98 ± 1.87	NS
Zy to MSR	68.27 ± 3.84	68.25 ± 3.84	NS
Mx to MSR	39.99 ± 3.21	39.92 ± 3.41	NS
Ms to MSR	54.37 ± 2.67	54.42 ± 3.00	NS
<b>FH⊥(Cg, Op)</b>			
Z to MSR	48.23 ± 2.69	47.80 ± 2.41	NS
Fr to MSR	18.82 ± 1.45	18.85 ± 1.27	NS
Fs to MSR	33.02 ± 1.86	32.88 ± 1.88	NS
Zy to MSR	68.39 ± 3.82	68.10 ± 3.87	NS
Mx to MSR	40.03 ± 3.35	39.92 ± 3.40	NS
Ms to MSR	54.44 ± 2.74	54.22 ± 3.20	NS

SD, Standard deviation; NS, statistically not significant.

**Table 3.** The difference of right and left measurements in each midsagittal reference plane (mm)

Difference	Cg-ANS-Ba	Cg-ANS-Op	Cg-PNS-Ba	Cg-PNS-Op	FH⊥(Cg, Ba)	FH⊥(Cg, Op)
	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD
Z to MSR (Rt/Lt)	1.08 ± 0.68	1.05 ± 0.69	1.36 ± 0.93	1.34 ± 0.94	1.36 ± 1.16	1.39 ± 1.12
Fr to MSR (Rt/Lt)	0.59 ± 0.46	0.46 ± 0.28	0.73 ± 0.67	0.52 ± 0.40	0.65 ± 0.52	0.49 ± 0.32
Fs tp MSR (Rt/Lt)	0.59 ± 0.40	0.48 ± 0.35	0.69 ± 0.58	0.56 ± 0.33	0.56 ± 0.54	0.53 ± 0.39
Zy to MSR (Rt/Lt)	0.88 ± 0.70	0.83 ± 0.71	1.19 ± 0.83	1.12 ± 0.82	1.21 ± 0.87	1.24 ± 0.94
Mx to MSR (Rt/Lt)	0.93 ± 0.84	0.96 ± 0.86	1.27 ± 1.01	1.19 ± 0.95	1.30 ± 1.03	1.31 ± 1.08
Ms to MSR (Rt/Lt)	1.12 ± 0.84	1.19 ± 1.02	1.51 ± 0.97	1.50 ± 1.24	1.34 ± 0.94	1.33 ± 1.21
Total	0.86 ± 0.77	0.83 ± 0.80	1.12 ± 0.94	1.04 ± 0.98	1.07 ± 0.96	1.05 ± 1.01

SD, Standard deviation.

한 후 *t*-test를 이용하여 비교한 결과 설정된 모든 정중시상기준평면에서, 그리고 선정된 모든 계측점에서 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다 (Table 2).

**정중시상기준평면 설정에 따른 좌우차이값 비교**

각 기준평면에서 좌측과 우측 계측점까지 거리의 차이값의 평균을 산출한 후 분산분석을 시행한 결과 모든 계측항목에 대해 통계적 유의차는 보이지 않았으며, 계측점에 따라 다소의 차이를 보였으나 0.4에서 1.5 mm 정도의 분포로 작은 값을 보였다. 각 기준평면별로 6개 계측점의 좌우 차이의 평균을 산출하고 비교한 결과 본 연구에서 사용된 6개의 기준평면 중 Cg-ANS-Op, Cg-ANS-Ba이 각각 0.83과 0.86 mm를 보여 1.00 mm를 넘는 다른 4개의 평면에 비하여 작은 경향을 보였다 (Table 3).

**기준계측점의 재현도 평가**

정중시상기준평면 설정에 사용된 계측점의 재현도를 알아보기 위하여 2주 간격으로 반복 계측한 각 기준계측점의 1회와 2회의 3차원 좌표값의 차이를 *t*-test를 이용하여 비교한 결과, 모든 계측점에서 통계적 유의차를 보이지 않았다. 또한, 각 기준계측점의 3차원 좌표값의 차이의 평균을 산출한 결과 계측점의 각 좌표에 따라 0.05에서 0.57 mm의 분포로 비교적 작은 차이를 보였다. 특히 Cg와 ANS의 x축 좌표의 1회와 2회 차이는 0.07 mm로 다른 기준계측점의 x축 좌표 차이에 비하여 작은 값을 나타내었다 (Table 4). 또한 Pearson 상관분석에서도 모든 계측점

**Table 4.** The difference of each coordinate value (mm) between first and second measurements in the landmarks used for the construction of reference planes (n = 36)

Landmarks	Coordinate	Difference between 1st and 2nd measure	Significance
		Mean ± SD	
Crista galli	x	0.07 ± 0.13	NS
	y	0.34 ± 0.27	NS
	z	0.19 ± 0.31	NS
Anterior nasal spine	x	0.07 ± 0.14	NS
	y	0.05 ± 0.12	NS
	z	0.11 ± 0.22	NS
Posterior nasal spine	x	0.18 ± 0.26	NS
	y	0.19 ± 0.34	NS
	z	0.39 ± 0.46	NS
Basion	x	0.16 ± 0.17	NS
	y	0.15 ± 0.21	NS
	z	0.57 ± 0.49	NS
Opisthion	x	0.21 ± 0.23	NS
	y	0.27 ± 0.30	NS
	z	0.25 ± 0.37	NS
Porion	x	0.25 ± 0.39	NS
	y	0.30 ± 0.35	NS
	z	0.14 ± 0.16	NS
Orbitale	x	0.40 ± 0.43	NS
	y	0.22 ± 0.23	NS
	z	0.16 ± 0.19	NS

SD, Standard deviation; NS, statistically not significant.

**Table 5.** Pearson correlation coefficients between first and second measurements in the landmarks used for the construction of reference planes

Landmarks	Coordinate	r	Significance
Crista galli	x	0.998	*
	y	0.998	*
	z	0.997	*
Anterior nasal spine	x	0.998	*
	y	0.998	*
	z	0.996	*
Posterior nasal spine	x	0.993	*
	y	0.998	*
	z	0.987	*
Basion	x	0.995	*
	y	0.997	*
	z	0.989	*
Opisthion	x	0.994	*
	y	0.998	*
	z	0.997	*
Porion	x	0.994	*
	y	0.997	*
	z	0.998	*
Orbitale	x	0.989	*
	y	0.996	*
	z	0.997	*

\*  $p < 0.001$ .

에서 0.9 이상의 높은 상관관계를 나타내어 본 연구의 정중시상기준평면 설정에 사용된 계측점의 재현도는 높은 것으로 나타났다 (Table 5).

**고찰**

안면비대칭의 진단 시 이용되는 정중시상기준선을 설정하는 방법은 두개악안면의 정중시상부에 위치한다고 알려진 계측점들을 연결하는 방법과 좌우 대칭적으로 존재하는 양측성 구조물의 중점을 연결하는 방법으로 대별될 수 있다. Cheney,<sup>11</sup> Grummons과 Kappeyne,<sup>12</sup> Chebib와 Chamma<sup>13</sup> 등은 진단 시 두개의 중앙에 있는 Cg와 ANS 등을 정중시상기준선

설정에 이용하였고, Vig와 Hewitt,<sup>14</sup> Peck 등<sup>15</sup>은 양측성 구조물의 중점을 연결하여 기준선을 설정하였다. 그러나, 두개악안면의 심부에서 표층으로 갈수록 비대칭이 많다는 Grayson 등<sup>16</sup>의 연구와 임상에서 정중시상기준평면 설정 시의 편의성을 고려하여, 3차원 영상에서 유용한 정중시상기준평면을 찾고자 하는 본 연구에서는 두개의 중앙에 위치한 계측점(정중계측점)들을 이용하여 기준평면을 설정하였다. 아울러 기존의 2차원 두부방사선규격사진을 이용한 진단 시 수평기준선이 많이 사용되고 있어 FH plane을 수평기준평면으로 설정한 다음 이 평면에 수직이면서 두 정중계측점을 지나는 평면을 추가로 설정하였다. 이때 두 개의 계측점이 모두 전방에만 있을 경우에는 설정되는 평면이 후방부에서 편향되는 경향이 있고, 두 개의 계측점이 모두 하방에만 있을 경우에는 설정된 평면이 상방에서 편향될 수 있으므로 본 연구에서는 전상방에 위치하는 계측점 하나(Cg)와 후하방에 위치하는 계측점 하나(Ba 또는 Op)를 택하여 FH plane에 수직인 평면을 설정하였다.

설정된 여러 개의 정중시상기준평면 중 어느 평면이 좌우 악안면을 정확히 양분하는지 알아보기 위하여 좌우에 대칭적으로 존재하는 계측점들을 선정하고 기준평면까지의 거리를 측정하여 비교하였는데, 이때에는 정확한 비교를 위해서 계측점의 선정이, 즉 보다 정확히 대칭적으로 존재하는 것으로 알려진 구조물을 본 연구의 계측점으로 선정하는 것이 필요하다. Grummons과 Kappeyne<sup>12</sup>은 안면비대칭에 관한 연구에서 관골전두골융합의 근심점(Z point)이 좌우 대칭성이 있다고 하였으며, Harvold<sup>17</sup> 역시 안정성을 근거로 정모두부방사선사진 분석 시 기준선 설정에 Z point를 사용하였다. 신경맥관속의 위치와 통로는 두개안면부 성장 시 외력의 영향을 받지 않고 일정한 해부학적 위치를 갖는 구조물이라는 Moss와 Salentijn<sup>18,19</sup>의 연구를 고려하면, 정안공(Fr)과 극공(Fs)은 해부학적으로 좌우 대칭성이 높은 구조물이라고 볼 수 있는데, 이를 근거로 Mulick<sup>20</sup>은 정안공을, Grayson 등<sup>21</sup>과 Marmary 등<sup>22</sup>은 극공을 두개악안면의 기준선 설정에 사용한 바 있다. Thomas 등<sup>23</sup>과 Peck 등<sup>15</sup>은 정상인을 대상으로 한 안면비대칭에 관한 연구에서 좌우대칭성 계측점으로 관골공의 최외측점인 Zy를 사용하였으며, Sutton<sup>24</sup>은 좌우 관골공의 최외측점을 연결한 선의 수직이등분선을 안면의 정중기준선으로 제안한 바 있다. J point 역시 Ricketts<sup>25</sup> 등에 의한 이전의 많은 연구에서 두개악안면의 대칭

성을 평가하기 위한 계측점으로 사용되었으나 이는 정모두부방사선규격사진상에서 정의된 점으로 3차원 영상에서는 명확히 정의가 어려워 본 연구에서는 좌우대칭성의 계측점으로 J point 대신 상악골의 측면에서 관골궁으로 이어지는 곡선의 가장 오목한 점으로 정의되는 maxillare (Mx)를 사용하였다. 또한 Vig와 Hewitt,<sup>14</sup> Shah와 Joshi<sup>26</sup>은 정상인을 대상으로 한 좌우대칭 연구에서 유양돌기의 최하방점(Ms)을 양측성 대칭 계측점으로 이용한 바 있다. 양측성 계측점에 관한 선학들의 연구를 고려하여 본 연구에서는 Z, Fr, Fs, Zy, Mx, Ms 등 6개의 계측점을 기준평면의 평가를 위한 양측성 계측점으로 선정하였다. 한편 Grayson 등<sup>16</sup>과 Peck 등<sup>15</sup>은 두개부에서 하악골로 갈수록 비대칭 정도가 심하게 나타난다고 하였으며, 이는 하악골의 성장이 머리의 다른 부분의 성장보다 더 장기간에 걸쳐서 일어나게 되어 성장 시 많은 유전적, 환경적 인자에 의해서 영향을 받기 때문인 것으로 설명하였다. 이를 고려하여 본 연구에서는 양측성 계측점 선정 시 하악골의 계측점은 제외하였다.

본 연구에서 설정된 6개의 정중시상기준평면에서 각 계측점까지의 좌측과 우측거리의 평균값과 표준편차를 산출하고 *t*-test를 이용하여 비교한 결과 설정된 모든 정중시상기준평면에서, 그리고 선정된 모든 계측점에서 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 두개의 심부에서 표층부로 갈수록 비대칭의 정도가 증가한다는 Grayson 등<sup>16</sup>의 연구를 고려하였을 때 ANS가 표층부에 존재하므로 다소의 variation이 존재할 수 있을 것이라 생각되어 기준평면 설정 시 ANS 대신 PNS를 사용해 보았으나 *t*-검정 결과 ANS나 PNS를 사용하여 설정된 평면 모두에서 좌우차이를 보이지 않아 PNS 외에 ANS도 정중시상기준평면 설정 시 유용하게 사용될 수 있음을 보여주었다. 또한, 측정하고자 하는 안면 구조물로부터 가능한 멀리 떨어진 계측점일수록 정중시상기준평면 설정의 오류를 최소화할 수 있을 것이라 생각하여 두개의 후방에 존재하는 정중계측점으로 Ba과 Op 두 가지를 이용하여 각각 정중시상기준평면을 설정하고 *t*-test로 좌우 차이를 살펴본 결과 두 경우 모두에서 통계적 유의차가 존재하지 않아 Ba과 Op은 둘 다 사용될 수 있음을 알 수 있었다. 설정된 모든 평면에서부터 각 계측점까지의 좌측과 우측의 거리를 비교한 결과 통계적 유의차를 보이지 않았으므로 본 연구에서 사용된 모든 평면은 두개악안면의 비대칭 진단

시 정중시상기준평면으로 이용될 수 있을 것으로 생각되었다.

본 연구에서 설정된 여러 개의 기준평면이 모두 안면비대칭 진단 시에 이용될 수 있다 해도 실제 임상에서 진단 시에는 한 개의 정중시상기준평면만 필요한 바, 보다 정확히 좌우 안면을 양분할 수 있는 하나의 기준평면을 정하는 것이 필요하다. 이를위해 본 연구에서 기준평면 설정에 따른 좌우차이값을 서로 비교한 결과 Cg-ANS-Op와 Cg-ANS-Ba의 좌우차이값이 각각 0.83과 0.86 mm로 1.00 mm를 넘는 다른 기준평면에 비해 작게 나타나 이들 평면이 보다 타당한 정중시상기준평면으로 우선 고려될 수 있음을 알 수 있었다. 한편 이들 평면 설정에는 모든 평면 설정에 공통적으로 사용된 Cg외에 ANS가 사용되어 ANS가 두개악안면의 좌우를 정확히 나누는 유용한 구조물임을 알 수 있었다. 또한, 정모두부방사선규격사진에서 정중시상기준선 설정 시 Cg와 ANS를 연결한 선이 많이 사용되고 있음을 감안할 때 3차원 영상을 이용한 본 연구에서 Cg와 ANS로 설정된 기준평면의 사용가능성 증명은 두개악안면의 2차원과 3차원의 연계 연구에서 동일한 계측점을 이용할 수 있으리라는 점에서 고무적인 결과로 여겨진다. 한편 본 연구에서는 FH⊥(Cg, Ba), FH⊥(Cg, Op) 또한 좌우 유의차가 없는 것으로 판명되었으므로 구순구개열 등 악안면 기형으로 인해 ANS와 같은 정중부 구조물의 변형 혹은 결손이 존재하는 경우에도 큰 무리없이 이를 이용하여 정중시상기준평면을 설정할 수 있음을 보여주었다.

두개악안면의 좌우를 정확히 양분하는 정중시상기준평면이라 할지라도 그 설정에 재현성이 없다면 임상적으로 유용성이 없으므로 정중시상기준평면의 설정에 따른 정확도에 관한 연구와 더불어 재현도에 관한 검증은 반드시 필요하다. 본 연구에서는 정중시상기준평면 설정에 동일한 계측점이 여러 평면에 사용된 바 각 기준계측점의 재현성 평가를 통하여 간접적으로 기준평면의 재현도를 살펴보았다. 2주간격으로 반복 계측한 각 기준계측점의 3차원 좌표값의 차이를, 좌우를 나타내는 x축, 전후를 나타내는 y축, 상하를 나타내는 z축으로 구분하여 산출하고 *t*-test를 이용하여 비교한 결과, 모든 계측점에서 통계적 유의차를 보이지 않았으며, 계측점의 각 좌표에 따라 0.05에서 0.57 mm의 작은 차이를 보여 본 연구에서 사용된 기준평면의 재현도는 우수한 것으로 나타났다. 특히 Cg와 ANS의 x축 좌표의 차이는 0.07

mm로 다른 계측점의 x축의 차이값에 비해 작게 나타났는데, 이는 Cg와 ANS의 형태가 뾰족해 좌우중앙의 지점이 용이하기 때문인 것으로 생각된다. 또한 FH plane 설정에 이용된 Po과 Or의 경우 좌우(x축)나 전후방(y축)의 차이에 비해 상하를 나타내는 z축의 1회와 2회의 차이값이 비교적 작게 나타났는데, 이는 이들 계측점의 정의가 상하위치를 나타내는 것이기 때문인 것으로 해석된다. 1회와 2회의 3차원 좌표값의 차이를 t-test를 이용하여 비교한 결과, 모든 계측점에서 통계적 유의차를 보이지 않았으며, Pearson 상관분석에서도 모든 계측점에서 0.9 이상의 높은 상관관계를 나타내어 본 연구의 정중시상기준평면 설정에 사용된 기준계측점의 재현도는 높은 것으로 나타났다.

한편 골격상의 비대칭이 있더라도 이는 연조직에 의해 가려질 수 있고, 골격적으로 대칭이라 할지라도 연조직의 비대칭으로 인해 비대칭적인 안모를 가질 수도 있으므로 안면비대칭의 진단 시에는 경조직뿐만 아니라 연조직에 대한 고려도 필요하다. 본 연구에서는 경조직의 3차원 입체영상을 이용한 안면비대칭 진단 시 유용한 정중시상기준평면에 대하여 알아보았으므로 앞으로 안면 연조직을 고려한 3차원적인 분석을 위한 기준에 대한 연구 또한 필요할 것으로 생각된다.

## 결론

안면이 좌우 대칭으로 보이는 성인 정상교합자를 대상으로 두경부 전산화단층사진 촬영을 통하여 3차원 입체영상을 얻은 후, 두개의 정중시상부에 위치하는 Cg, ANS, PNS, Ba, Op 등의 계측점과 Po, Or로 구성된 FH plane을 이용하여 6개의 정중시상기준평면(Cg-ANS-Ba, Cg-ANS-Op, Cg-PNS-Ba, Cg-PNS-Op, FH⊥(Cg, Ba), FH⊥(Cg, Op))을 설정하고, 좌우 대칭성의 Z, Fr, Fs, Zy, Mx, Ms 등 6쌍의 계측점을 선정 후, 설정된 정중시상기준평면에서부터 각 계측점까지의 좌측 및 우측 거리를 계측하고 t-검정을 통하여 유의차를 검정하는 한편, 좌우차이값의 정도를 설정된 기준평면간에 비교하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 설정된 정중시상기준평면에 대하여 각 계측점까지의 좌측과 우측의 거리를 비교한 결과 모든 정중시상기준평면에서 통계적으로 유의한 차이를

보이지 않았다.

2. 정중시상기준평면 설정에 따른 좌우차이값을 서로 비교한 결과 Cg-ANS-Op과 Cg-ANS-Ba의 경우가 다른 기준평면에 비하여 작은 값을 보였다.
3. 정중시상기준평면의 설정에 사용된 각 계측점의 재현도를 알아본 결과 모든 계측점에서 재현도가 높은 것으로 나타났다.

이상의 연구 결과는 본 연구에서 사용된 모든 정중시상기준평면이 두개악안면의 3차원적 분석 시 기준평면으로 사용될 수 있음을, 특히 Cg와 ANS를 포함한 정중시상기준평면이 보다 타당함을 시사하였다.

## 참고문헌

1. Peck H, Peck S. A concept of facial esthetics. *Angle Orthod* 1970;40:284-318.
2. Broadbent BH. A new x-ray technique and its application to orthodontia. *Angle Orthod* 1931;1:45-66.
3. Vogel C. Correction of frontal dimensions from head x-rays. *Angle Orthod* 1967;37:1-8.
4. Järvinen S. A study of the factors causing differences in the relative variability of linear radiographic cephalometric measurements. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1987;92:17-23.
5. Hatcher DC. Maxillofacial imaging. In: McNeill C editor. *Science and Practice of Occlusion*. Chicago: Quintessence Publishing; 1997. p. 349-64.
6. Fuhrmann RA, Schnappauf A, Diedrich PR. Three-dimensional imaging of craniomaxillofacial structures with a standard personal computer. *Dentomaxillofac Radiol* 1995;24:260-3.
7. Hildebolt CF, Vannier MW, Knapp RH. Validation study of skull three-dimensional computerized tomography measurements. *Am J Phys Anthropol* 1990;82:283-94.
8. Cavalcanti MG, Vannier MW. Quantitative analysis of spiral computed tomography for craniofacial clinical applications. *Dentomaxillofac Radiol* 1998;27:344-50.
9. 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.
10. Darling CF, Byrd SE, Allen ED, Radkowski MA, Wilczynski MA. Three-dimensional computed tomography imaging in the evaluation of craniofacial abnormalities. *J Natl Med Assoc* 1994;86:676-80.
11. Cheney EA. Dentofacial asymmetries and their clinical significance. *Am J Orthod* 1961;47:814-29.
12. Grummons DC, Kappeyne van de Coppello MA. A frontal asymmetry analysis. *J Clin Orthod* 1987;21:448-65.
13. Chebib FS, Chamma AM. Indices of craniofacial asymmetry. *Angle Orthod* 1981;51:214-26.
14. Vig PS, Hewitt AB. Asymmetry of the human facial skeleton. *Angle*



- Orthod 1975;45:125-9.
15. Peck S, Peck L, Kataja M. Skeletal asymmetry in esthetically pleasing faces. *Angle Orthod* 1991;61:43-8.
  16. Grayson BH, McCarthy JG, Bookstein F. Analysis of craniofacial asymmetry by multiplane cephalometry. *Am J Orthod* 1983;84:217-24.
  17. Harvold E. Cleft lip and palate: Morphologic studies of the facial skeleton. *Am J Orthod* 1954;40:493-506.
  18. Moss ML, Salentijn L. The primary role of functional matrices in facial growth. *Am J Orthod* 1969;55:566-77.
  19. Moss ML, Salentijn L. Differences between the functional matrices in anterior open-bite and in deep overbite. *Am J Orthod* 1971;60:264-80.
  20. Mulick JF. Clinical use of the frontal headfilm. *Angle Orthod* 1965;35:299-304.
  21. Grayson BH, LaBatto FA, Kolber AB, McCarthy JG. Basilar multi plane cephalometric analysis. *Am J Orthod* 1985;88:503-16.
  22. Marmary Y, Zilberman Y, Mirsky Y. Use of foramina spinosa to determine skull midlines. *Angle Orthod* 1979;49:263-8.
  23. Arnold TG, Anderson GC, Liljemark WF. Cephalometric norms for craniofacial asymmetry using submental-vertical radiographs. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1994;106:250-6.
  24. Sutton PR. Lateral facial asymmetry-Methods of assessment. *Angle Orthod* 1968;38:82-92.
  25. Ricketts RM. Provocations and perceptions in cranio-facial orthopedics. In: *Dental science and facial art*. Denver: Rocky Mountain; 1989. p. 797-803.
  26. Shah SM, Joshi MR. An assessment of asymmetry in the normal craniofacial complex. *Angle Orthod* 1978;48:141-8.

## Validity of midsagittal reference planes constructed in 3D CT images

Ye-Na Jeon, DDS, MSD,<sup>a</sup> Ki-Heon Lee, DDS, MSD, PhD,<sup>b</sup>  
Hyeon-Shik Hwang, DDS, MSD, PhD<sup>c</sup>

**Objective:** The purpose of this study was to evaluate the validity of midsagittal reference (MSR) planes constructed in maxillofacial 3D images. **Methods:** Maxillofacial computed tomography (CT) images were obtained in 36 normal occlusion individuals who did not have apparent facial asymmetry, and 3D images were reconstructed using a computer software. Six MSR planes (Cg-ANS-Ba, Cg-ANS-Op, Cg-PNS-Ba, Cg-PNS-Op,  $FH \perp (Cg, Ba)$ ,  $FH \perp (Cg, Op)$ ) were constructed using the landmarks located in the midsagittal area of the maxillofacial structure, such as Cg, ANS, PNS, Ba and Op, and FH plane constructed with Po and Or. The six pairs of landmarks (Z, Fr, Fs, Zy, Mx, Ms), which represent right and left symmetry in the maxillofacial structure, were selected. Statistically significant differences of the right and the left measurements were examined through *t*-test, and the difference of the right and the left measurement was compared among the six MSR planes. **Results:** The distances from the right and the left landmarks in each pair to each MSR plane did not show a statistically significant difference. The reproducibility of the landmark identification was excellent. **Conclusion:** All the six planes constructed in this study can be used as a MSR plane in maxillofacial 3D analysis, particularly, the planes including Cg and ANS. (*Korean J Orthod* 2007;37(3):182-91)

**Key words:** Maxillofacial computerized tomography, 3D images, Midsagittal reference plane

From the School of Dentistry and Dental Science Research Institute, Chonnam National University.

<sup>a</sup>Graduate Student, <sup>b</sup>Associated Professor, <sup>c</sup>Professor, Department of Orthodontics.

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 November 25, 2005; Last Revision December 10, 2006; Accepted December 12, 2006.