

3차원 전산화 단층촬영의 Nasion, Sella, Basion으로 구성된 정중 시상 평면과 정면 두부방사선 규격사진의 정중 시상 평면 비교

조진형^a · 문지연^b

안면 비대칭의 평가에 있어 과거 정면 두부방사선 규격사진을 이용하던 것과는 다르게 현재는 점차 3D CT를 이용하여 평가하는 것으로 변하고 있다. 본 연구는 3D CT와의 비교를 이용하여 정면 두부방사선 규격사진 분석에서 쉽게 접근할 수 있는 시상 기준 평면을 찾고자 하였다. 임상적으로 안모 비대칭이 발견되지 않은 성인 환자들을 대상으로 3D CT와 정면 두부방사선 규격사진을 촬영하였고, 정면 두부방사선 규격사진 분석에서 이용되어 왔던 5가지 정중 시상 기준 평면을 선택하여 계측을 실시한 뒤 이 값을 3D CT의 Nasion (Na), Sella (S), Basion (Ba)으로 구성된 정중 시상 평면에 대한 계측값과 비교하였다. 그 결과 좌우측 latero-orbitale의 수직이등분선을 정중 시상 기준 평면으로 이용한 정면 두부방사선 규격사진 계측값이 3D CT의 Na, S, Ba으로 구성된 정중 시상 평면을 이용한 계측값과 가장 차이가 작았고 상관관계가 높은 것으로 나타났다. 안면 비대칭 평가 시 좌우측 latero-orbitale의 수직이등분선이 정면 두부방사선 규격사진 분석에서 도움이 되는 정중 시상 기준 평면으로 이용될 수 있을 것이다. (대치교정지 2010;40(1):6-15)

주요 단어: 3차원 전산화 단층촬영, 정면 두부방사선 규격사진, 정중 시상 기준 평면

서론

1931년 Broadbent¹가 “new x-ray technique”을 소개하여 교정학에 두부계측방사선사진(cephalometric radiograph) 분석이 도입된 이래, 두부계측방사선사진은 두개악안면 구조의 크기와 형태를 측정, 기록하고 성장을 연구하는 목적으로 사용되어 왔고 교정 진단 및 치료 계획 수립 시 필수적인 도구로 이용되어 왔다. 그러나 두개악안면 구조의 공간적 관계 중 전후방적 관계에 많은 연구자들이 관심을 가지면서 대다수의 두부 계측 연구는 측모 두부규격

방사선사진을 대상으로 행해져 왔다.^{2,3}

악안면 기형 환자들 중 대다수가 안면 비대칭 문제를 갖고 있지만,⁴ 균형 잡힌 안모에서도 약간의 비대칭이 존재한다고 한다.^{5,6} 그동안 심미 분석에서 중요한 대칭성 평가는 주로 정면 두부방사선 규격사진을 이용하여^{7,8} 다양한 수평 및 수직 기준선에 대한 각도 및 거리 계측을 통해 이뤄져 왔다.^{9,10} 그런데 비대칭의 평가 시 설정된 수직, 수평 기준선에 대해 정중 구조물의 편위나 양측성 구조물의 좌우 편차가 계측되므로 정확한 안면 비대칭 평가를 위해서는 정확한 기준선의 설정이 중요하다.^{4,5,7,8,11}

최근에는 방사선 진단 기법의 혁신적인 발달로 인해 공간상에서 실제 크기를 갖는 3차원 영상이 교정 기록의 수단으로 사용되기 시작했다.¹²⁻²⁰ 3차원 전산화 단층촬영(3 dimensional computed tomograph, 3D CT)은 부위에 따른 확대율의 차이가 없으며,^{4,21} 상의 중복 없이 중요 부위를 자세히 관찰할 수 있다.^{4,22} 또한, 기존의 방사선 사진이 10% 정도의 조직 간 밀도 차가 있어야 구별 가능하던 것에 비해 고대조 해상능을 가져 물리적 밀도 차가 1%

^a조교수, ^b대학원생, 원광대학교 치과대학 교정학교실.

교신저자: 조진형.

경기도 군포시 산본동 1142번지 원광대학교 치과대학 산본치과병원 교정과.
031-390-2896: e-mail, jjhdent@wonkwang.ac.kr.

원고접수일: 2009년 8월 25일 / 원고최종수정일: 2009년 12월 4일 /
원고채택일: 2009년 12월 9일.

DOI: 10.4041/kjod.2010.40.1.6

*이 논문은 2009년도 원광대학교의 교비지원에 의해서 수행됨.

이하인 조직 간의 구별이 가능하다.^{22,23} 그리고, 컴퓨터 재구성에 의해 다면 영상(multiplanar reformatting), surface rendering, volume rendering 등 다양한 상을 얻을 수 있으며,^{5,22,23} 상의 회전이 가능하여 다양한 방향에서의 평가가 용이하다.²³

3차원적인 구조물을 2차원적으로 표현하는 방사선 사진에 비해 3차원 영상인 CT가 갖는 장점은 위에서 열거한 것처럼 다양하나, 아직까지 3D CT보다 정면 두부방사선 규격사진이 여러 가지 측면에서 접근하기 쉬운 진단 자료인 것이 사실이다. 따라서 3D CT와 정면 두부방사선 규격사진의 계측치 간 연관성을 확인하여 정면 두부방사선 규격사진에서 신뢰도가 높은 정중 시상 기준 평면을 찾게 된다면 유용할 것이라 생각된다.

이에 본 연구는 5가지 정중 시상 기준 평면을 이용하여 정면 두부방사선 규격사진에서 두부 계측을 시행하였고, 이를 3D CT의 Nasion (Na), Sella (S), Basion (Ba)으로 구성된 정중 시상 평면과 비교하여 안면 비대칭 평가를 위한 정면 두부방사선 규격사진 분석에서 도움이 되는 정중 시상 기준 평면을 확인하고자 하였다.

연구방법

연구대상

본 연구는 원광대학교 치과대학 산본치과병원 교정과에 내원한 환자 중에서 임상 검사에서 시각적으로 안면 비대칭이 발견되지 않은 성인 환자 27명을 대상으로 선정하였다. 이들 중 2명은 3D CT와 정면 두부방사선 규격사진에서 다른 연구 대상에 비해서 임상적 검사와는 다르게 안모 비대칭이 크게 관찰되어 연구 대상에서 제외하였다. 이번 연구에 사용된 25명의 평균 연령은 25세 8개월이었다.

연구방법

정면 두부방사선 규격사진

Ear rod를 외이공에 위치시킨 뒤 Frankfort horizontal 평면이 바닥과 평행하면서 정면을 바라볼 수 있도록 연구 대상자를 위치시키고 정면 두부방사선 규격사진을 촬영(Orthoceph[®] OC100 D, Instrumentarium, Tuusula, Finland)하였다. 이 때 관전류는 12 mA, 관전압은 85 kVp였다. 정면 두부방사선 규격사

진은 Vceph version 5.5 (Cybermed, Seoul, Korea) 프로그램을 이용하여 계측을 시행하였다.

3D CT

3D CT 촬영을 위해 연구 대상자를 3D CT 촬영 장치(iCAT, Imaging Sciences International, Hatfield, PA, USA)에 위치시키고, 120 kVp, 36.90 mA, 0.4 mm pixel size, field of view 22 cm 조건 하에서 두개 악안면 부위의 3D CT를 촬영하였고, 이렇게 획득된 3D CT 영상을 DICOM 파일로 전환하였다. 3D CT 촬영을 통해 획득된 DICOM 파일은 SimPlant CMF 10.06 (Materialise Dental NV, Leuven, Belgium) 프로그램을 이용하여 다면영상(multiplanar reformatting, MPR)과 volume rendering을 통해서 3차원 영상을 재구성하고 계측을 시행하였다.

정중 시상 기준 평면 설정 및 계측

3D CT는 단일 정중 시상 기준 평면을 이용하여 계측을 실시하였고, 정면 두부방사선 규격사진은 5가지 정중 시상 기준 평면 각각에 대해 계측을 실시하였다 (Figs 1 - 3). 3D CT의 정중 시상 기준 평면으로 Na, S, Ba을 지나는 평면을 설정하였는데, 이는 두개저에 존재하는 안정적인 구조물을 이용하여 기준 평면을 설정하기 위해서이다.

본 연구에서는 2차원적인 방사선사진 두부 계측 시 일반적으로 사용되는 계측점을 정면 두부방사선 규격사진과 3D CT에서 이용하였다 (Table 1). 그리고 3D CT 상에서 계측점을 지정할 때에는 MPR과 volume rendering을 통해 재구성된 3차원 영상을 모두 이용하였는데, volume rendering을 통해 구성된 3차원 영상을 회전시켜 여러 각도에서 확인하여 계측점을 지정하였고, 이를 MPR 상에서 재확인하였다.

정중 구조물에 해당되는 계측점의 경우 계측점과 정중 시상 기준 평면까지의 수직거리(mm)를 측정하였고, 계측점이 정중 시상 기준 평면에 대해 좌측에 존재할 경우 (+), 우측에 존재할 경우 (-)로 지정하였다. 양측성 구조물에 해당되는 계측점의 경우, 좌우측 계측점 각각과 정중 시상 기준 평면까지의 수직거리(mm)를 측정하되 좌측 계측값에는 (+), 우측 계측값에는 (-)를 지정하였고 두 좌우 계측값의 합을 계산하였다. 정중 시상 기준 평면은 다음과 같이 설정하였다.

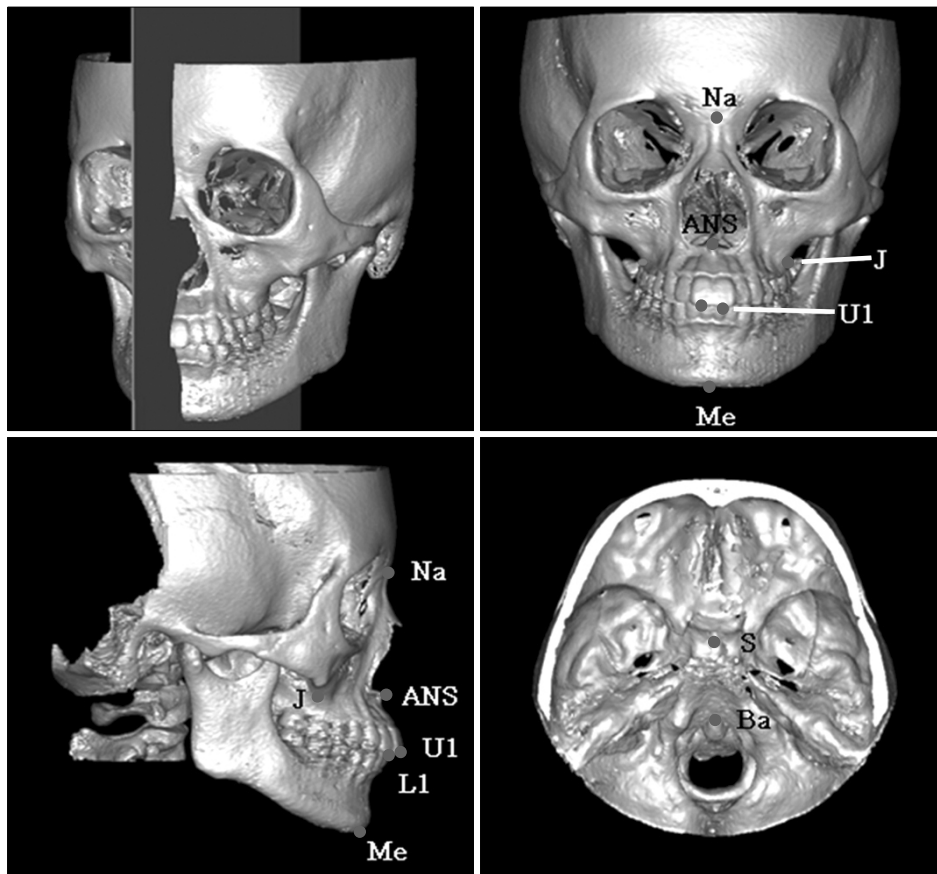


Fig 1. Landmarks and midsagittal reference plane in 3D CT.

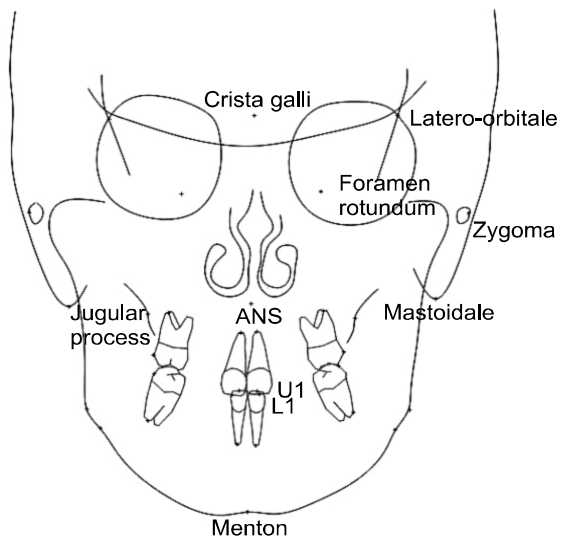


Fig 2. Landmarks in posteroanterior cephalometric radiograph.

정중 시상 기준 평면

1. 정면 두부방사선 규격사진의 정중 시상 기준 평면

- i. Crista galli (Cg)와 anterior nasal spine (ANS)을 연결한 선
- ii. 좌, 우측 latero orbitale를 연결한 선의 수직이등분선
- iii. 좌, 우측 zygoma를 연결한 선의 수직이등분선
- iv. 좌, 우측 foramen rotundum을 연결한 선의 수직이등분선
- v. 좌, 우측 mastoidale을 연결한 선의 수직이등분선

2. 3D CT의 정중 시상 기준 평면

- i. Na, S, Ba을 지나는 평면

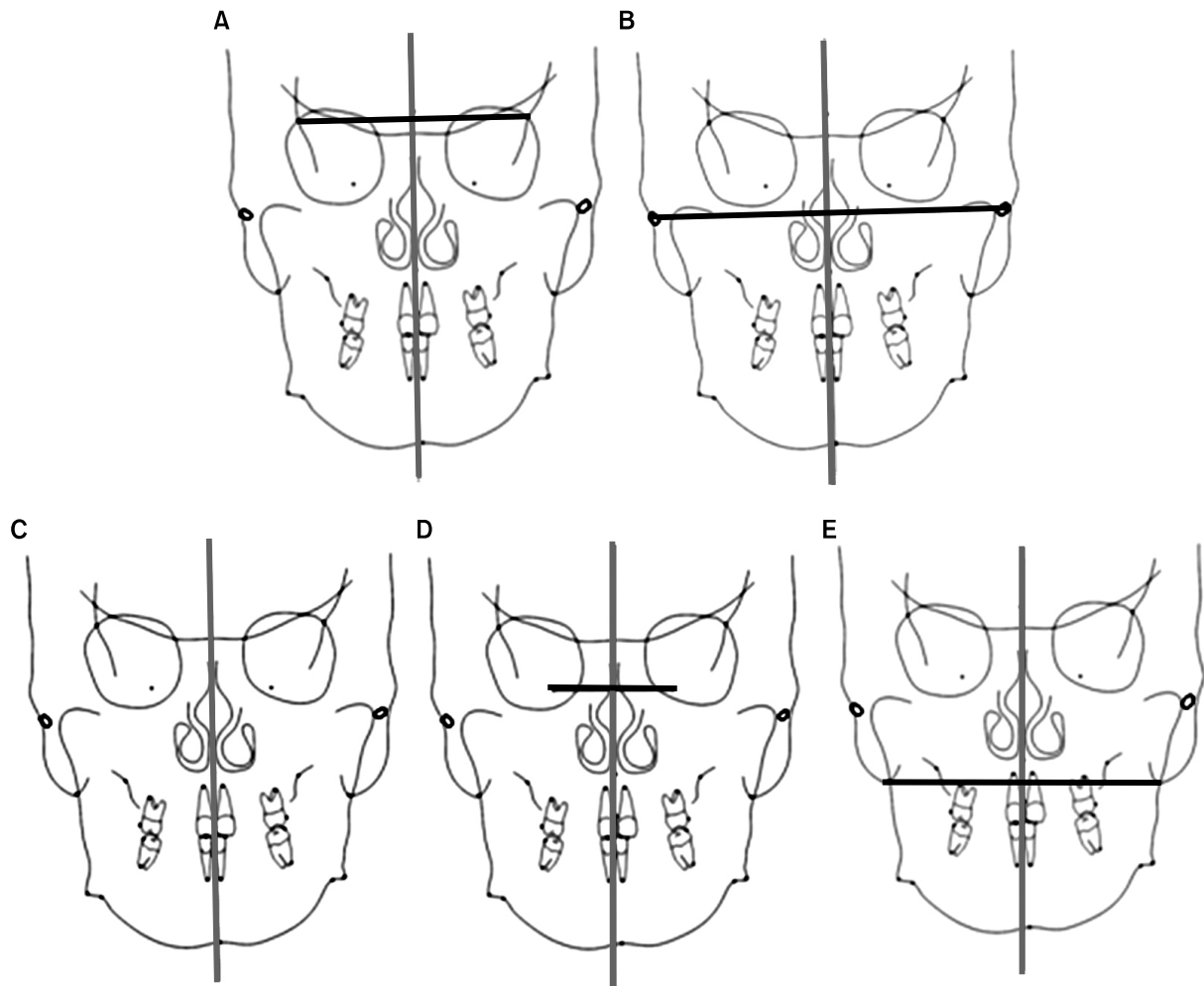


Fig 3. Five kinds of midsagittal reference planes in posteroanterior cephalometric radiograph. **A**, Latero-orbitale perpendicular; **B**, zygoma perpendicular; **C**, Cg-ANS; **D**, foramen rotundum perpendicular; **E**, mastoidale perpendicular.

통계처리

SPSS version 12.0 (SPSS, Chicago, IL, USA)을 이용하여 통계처리를 실시하였다.

반복 측정에 대한 신뢰도를 평가하기 위해 처음 계측 10일 후 동일한 계측자가 다시 반복 계측을 하였다. 두 번의 계측을 *Pearson* 상관분석을 이용해 비교한 결과 반복 측정 시 하나 이상의 변수가 상수여서 계산할 수 없는 Cg-ANS 기준선에 대한 ANS 계측을 제외한 모든 계측 항목에서 높은 상관관계를 나타내어, 검사와 재검사 측정치 간의 일치도가 높음을 알 수 있었다.

3D CT의 계측값과 5가지 정중 시상 기준 평면에 대한 정면 두부방사선 규격사진의 계측값 사이의

차이를 평가하기 위해 각 계측 항목별로 ANOVA 및 사후 검정(Duncan's multiple range test)을 실시하였다. 이 때 첫 번째 검사의 측정치를 이용하였다.

3D CT의 계측값과 5가지 정중 시상 기준 평면에 대한 정면 두부방사선 규격사진의 계측값 사이의 상관관계를 평가하기 위해 각 계측 항목별로 *Pearson* 상관분석을 실시하였다. 이 때도 첫 번째 검사의 측정치를 이용하였다.

연구성적

3D CT와 정면 두부방사선 규격사진의 계측값

정면 두부방사선 규격사진을 이용한 계측은 사용

Table 1. Landmarks used in this study

Landmark	Description
Nasion	The point of contact between frontal bone and suture between 2 halves of nasal bones
Sella	The midpoint of the pituitary fossa of sphenoid bone
Basion	The midpoint on the anterior margin of the foramen magnum
Crista galli	The most superior point of crystal galli of the ethmoid bone
Anterior nasal spine	The tip of anterior nasal spine
Menton	The midpoint of the inferior border of mental protuberance
Upper incisor (Lt., Rt.)	The midpoint on the incisal edge of the upper central incisor
Lower incisor (Lt., Rt.)	The midpoint on the incisal edge of the lower central incisor
Latero-orbitale (Lt., Rt.)	The intersecting point between the external orbital contour laterally and the oblique line
Jugular process (Lt., Rt.)	The intersection of the maxillary tuberosity and zygomatic process of maxilla
Foramen rotundum (Lt., Rt.)	The center of foramen rotundum
Zygoma (Lt., Rt.)	The most lateral aspect of the zygomatic arch
Mastoidale (Lt., Rt.)	The most inferior point on the mastoid process

Table 2. Measurements of the distance of each landmark to the midsagittal reference plane in 3D CT and PA groups (unit: mm)

	CT		PA1		PA2		PA3		PA4		PA5	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
ANS	0.032	0.622	-0.162	0.665	-0.326	0.770	0	0	-0.341	0.871	-0.210	1.113
Menton	-0.397	1.774	0.063	1.770	-0.334	1.772	0.077	2.856	-0.352	2.105	-0.087	2.403
Jugular process	0.083	1.243	0.472	1.039	0.064	1.188	0.728	0.971	0.172	1.461	0.294	1.915
Upper incisor	-0.281	3.073	0.370	3.093	-0.180	3.289	0.572	3.244	-0.230	3.906	0.338	4.368
Lower incisor	-0.318	1.870	0.317	2.548	-0.220	2.724	0.411	3.028	-0.188	2.890	0.134	3.576

CT, 3D CT; PA1, PA using latero-orbitale perpendicular as midsagittal reference plane; PA2, PA using zygoma perpendicular as midsagittal reference plane; PA3, PA using Cg-ANS as midsagittal reference plane; PA4, PA using foramen rotundum perpendicular as midsagittal reference plane; PA5, PA using mastoidale perpendicular as midsagittal reference plane.

된 5가지 정중 시상 기준 평면에 따라서 5가지 군으로 나누었다(PA1, PA using latero-orbitale perpendicular as midsagittal reference plane; PA2, PA using zygoma perpendicular as midsagittal reference plane; PA3, PA using Cg-ANS as midsagittal reference plane; PA4, PA using foramen rotundum perpendicular as midsagittal reference plane; PA5, PA using mastoidale perpendicular as midsagittal reference plane). 3D CT와 5가지 정중 시상 기준 평면에 대한 정면 두부방사선 규격사진의 계측 결과는 Table 2와 같다. 골격성 계측점(ANS, menton, jugular process)들에 비해 치성

계측점(upper incisor, lower incisor)들의 계측값 표준 편차가 더 큰 것을 알 수 있다.

3D CT와 정면 두부방사선 규격사진의 계측 차이

정면 두부방사선 규격사진의 5가지 정중 시상 기준 평면 중에서 3D CT의 Na, S, Ba으로 구성된 정중 시상 평면과 가장 근접한 측정값을 나타내는 평면을 알아보기 위하여 3D CT 계측값과 정면 두부방사선 규격사진의 계측값 간의 차이의 크기를 비교 평가하였다. 이 때, 3D CT 계측값과 PA 계측값

Table 3. Comparison of differences between 3D CT and PA groups

	<i>p</i> value	Mean (mm)	Group	Duncan test [†]
ANS	0.005*	0.415	CT-PA1	A
		0.552	CT-PA2	AB
		0.434	CT-PA3	A
		0.773	CT-PA4	B
		0.804	CT-PA5	B
Menton	0.023*	0.731	CT-PA1	A
		0.970	CT-PA2	BC
		1.631	CT-PA3	C
		1.098	CT-PA4	ABC
		1.460	CT-PA5	BC
Jugular process	0.002*	0.742	CT-PA1	A
		1.023	CT-PA2	AB
		1.414	CT-PA3	BC
		1.591	CT-PA4	BC
		1.760	CT-PA5	C
Upper incisor	0.155	1.678	CT-PA1	
		2.194	CT-PA2	
		2.272	CT-PA3	
		2.091	CT-PA4	
		2.881	CT-PA5	
Lower incisor	0.268	1.597	CT-PA1	
		1.823	CT-PA2	
		2.207	CT-PA3	
		1.681	CT-PA4	
		2.386	CT-PA5	

**p* < 0.05; [†]Groups with same letter are not different (*p* < 0.05).

간의 차이가 좌우 어떤 방향으로의 차이인지는 고려하지 않고 차이의 크기만을 고려하기 위하여 3D CT 계측값에서 특정 정면 두부방사선 규격사진의 계측값을 뺀 뒤 그 절대값을 취하여(|CT-PA|) 차이의 크기를 구하였으며, 이 값에 대해 각 계측 항목별로 ANOVA 및 Duncan 사후 검정을 실시하였다 (Table 3).

ANOVA 분석 결과 5가지 계측 항목 중 ANS, menton, jugular process의 경우에서 3D CT와 정면 두부방사선 규격사진의 계측값 간의 차이가 정면 두부방사선 규격사진의 정중 시상 기준 평면에 따라 통계학적으로 유의성 있는 차이를 나타냈다. 나머지 두 가지 계측 항목에 대해서는 3D CT와 정면 두부방사선 규격사진의 계측값 간의 차이가 정면 두부방사선 규격사진의 정중 시상 기준 평면 종류에 따라 통계학적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다.

ANOVA 분석에서 통계학적인 차이가 있었던 세 가지 계측 항목에 대해 Duncan 사후 검정을 실시한 결과, ANS는 PA4군과 PA5군에 비해 PA1군과 PA3군의 계측값이 3D CT의 계측값과의 차이가 유의성 있게 작았고, menton은 PA3군에 비해 PA1군의 계측값이 3D CT의 계측값과의 차이가 유의성 있게 작았으며, jugular process는 PA5군에 비해 PA1군의 계측값이 3D CT 계측값과의 차이가 유의성 있게 작았다. 세 가지 항목에서 모두 PA1군의 계측값이 3D CT 계측값과의 차이가 가장 작은 것으로 나타났다. 나머지 항목인 upper incisor와 lower incisor에서는 3D CT와 정면 두부방사선 규격사진의 계측값 간 차이가 정중 시상 기준 평면 종류에 따라 통계학적으로 유의한 차이를 나타내지 않았지만, ANS, menton, jugular process와 마찬가지로 PA1군의 계측값이 3D CT의 계측값과의 차이가 가장 작았다.

Table 4. Pearson correlation coefficient between 3D CT and PA groups

		PA1	PA2	PA3	PA4	PA5
3D CT	ANS	0.741 [†]	0.683 [†]	NA	0.387	0.434
	Menton	0.830 [†]	0.698 [†]	0.685 [†]	0.711 [†]	0.659 [†]
	Jugular process	0.720 [†]	0.396	0.054	-0.037	0.120
	Upper incisor	0.793 [†]	0.589 [†]	0.674 [†]	0.741 [†]	0.579 [†]
	Lower incisor	0.652 [†]	0.519 [†]	0.569 [†]	0.636 [†]	0.498*

**p* < 0.05; [†]*p* < 0.01; NA, not applicable.

3D CT와 정면 두부방사선 규격사진 계측의 상관성

3D CT 계측값과 5가지 정중 시상 기준 평면에 대한 정면 두부방사선 규격사진의 계측값 사이의 상관성을 알아보기 위해 Pearson 상관분석을 실시하였다 (Table 4).

PA1군은 5개의 계측 항목 모두 $p < 0.01$ 유의 수준에서 3D CT와 상관관계가 높게 나타났다. PA2군은 $p < 0.01$ 유의 수준에서 4개의 계측 항목이 3D CT와 상관관계가 높았고, PA3군과 PA4군은 $p < 0.01$ 유의 수준에서 3개의 계측 항목이 3D CT와 상관관계가 높았으며, PA5군은 $p < 0.01$ 유의 수준에서 2개의 계측 항목, $p < 0.05$ 유의 수준에서 2개의 계측 항목이 3D CT와 상관관계가 높았다.

고찰

최근 안모 심미에 대한 관심이 증가함에 따라 안면 비대칭에 대한 정량적 평가의 중요성이 커지고 있다. Peck 등⁵이 언급한 것처럼 안모에 있어 대칭과 균형은 쉽게 인지되는 자연적 특성이며, 이는 중요한 가치를 가진다고 할 수 있다.

정면 두부방사선 규격사진에서 안면 비대칭 평가를 위한 정중 시상 기준 평면의 설정 방법에는 여러 가지가 있다.⁸ 정중 구조물을 이용하여 정중 시상 기준 평면을 설정한 연구들에서는 Na-ANS, Cg-ANS 등이 이용되었다.^{2,24,25} 한편 Grummons와 Kappene,² Trpkova 등,⁸ Paek 등¹¹은 양측성 구조물의 수직이등분선을 정중 시상 기준 평면으로 이용하였고, Ricketts,⁹ Harvold²⁶는 양측성 구조물을 연결한 선에 대해 두개골 상부에 존재하는 한 점에서 내린 수선을 정중 시상 기준 평면으로 이용하였다. 그리고 Chebib과 Chamma,⁷ Vig와 Hewitt,²⁷ Shah와 Joshi⁶는 정중 시상 기준 평면을 위해 best fit line을 이용하였다.

Baumrind와 Frantz²⁸은 두부방사선사진을 이용한 두부 계측이 오차를 나타내기 쉬운데, 여기에는 3차원적인 대상을 2차원 영상으로 나타내는 데에서 오는 투사 오차(projection error)와 계측점을 식별해 내는 데에서 오는 계측점 식별 오차(lanmark identification error)가 포함되며, 이 중 주된 오차가 계측점 식별에서 기인한다고 하였다. 그리고 Major 등²⁹은 정면 두부방사선 규격사진 분석에 있어 두부 자세의 효과를 연구하였으며, 두부 회전이 많을수록 구조물의 중첩이 증가하여 계측점 식별 오차가 커

진다고 하였다. 따라서 두부방사선사진 분석을 위해서는 식별 오차가 작은 계측점을 분석에 이용해야 할 것이다.

그동안 정면 두부방사선 규격사진 분석은 안모 심미성을 평가하는 데 있어 많은 진단학적 도움을 주었지만, 두부 자세 재현의 어려움,²⁹ 구조물들의 중첩이나 잘못된 촬영 기술에 의한 계측점 식별의 어려움,^{3,28,30,31} 상의 왜곡이나 확대 문제^{2,28,32}로 인한 분석의 정확성 및 신뢰도 등이 문제점으로 지적되어 왔다. 반면, CT를 이용한 3차원 영상은 부위에 따른 확대율 오차가 없고, 상의 중복이 없어 관심 부위를 자세히 관찰할 수 있는 장점이 있으며, de Oliveira 등³³의 연구에 따르면 3D CT를 이용한 3차원적 계측점 식별은 일정하고 재현성이 있다고 한다. 그러나 아직은 3D CT보다 정면 두부방사선 규격사진이 쉽게 접근할 수 있는 진단 자료이다. 이에 본 연구에서는 정면 두부방사선 규격사진 분석에서 이용되어 왔던 몇몇 정중 시상 기준 평면을 토대로 계측을 실시한 뒤 이 값들을 3D CT의 계측값과 비교함으로써, 정면 두부방사선 규격사진 분석에서 신뢰도 높은 정중 시상 기준 평면을 찾고자 하였다.

두개저에 가까운 구조물일수록 대칭적이고 크기 안정성이 커서 기준 평면을 구성하는 계측점으로 이용할 수 있다.^{4,5,34} 이번 연구에서는 이러한 연구 결과를 바탕으로 Katsumata 등⁴의 연구에서 사용되었던 Na, S, Ba를 이용하여 3D CT 계측의 정중 시상 기준 평면을 설정하였다. 정면 두부방사선 규격사진 계측의 경우에는 과거의 연구^{2,8,11,25}에서 사용되었던 양측성 구조물인 latero-orbitale, zygoma, foramen rotundum, mastoidale의 수직이등분선과 정중 구조물인 Cg와 ANS를 연결한 선을 이용하여 5가지 정중 시상 기준 평면을 설정하였다. 또한 정면 두부방사선 규격사진 분석에서 사용된 모든 계측점들은 Major 등³¹의 연구에서 조사자 내 식별 오차가 작은 것으로 나타난 계측점들이었다.

3D CT 계측값과 정면 두부방사선 규격사진 계측값 간의 차이의 크기를 비교 평가하기 위하여, 각 계측 항목에 대해 3D CT 계측값과 정면 두부방사선 규격사진 계측값 간의 차이의 크기를 구하였고, 이를 5가지 정면 두부방사선 규격사진 계측마다 시행하고 비교한 결과, 5가지 계측 항목 중 ANS, menton, jugular process가 정면 두부방사선 규격사진 계측값과 3D CT 계측값 사이에 통계학적으로 유의성 있는 차이를 나타냈다. 그리고 이 세 가지 계측 항목에 대해 Duncan 사후 검정을 실시한 결과, 세 가

지 계측 항목에서 모두 좌우측 latero-orbitale의 수직 이등분선을 정중 시상 기준 평면으로 이용한 계측값이 3D CT 계측값과 가장 작은 차이를 보이고 있음을 알 수 있었다. Letzer와 Kronman³⁰은 접형골이 매우 대칭적인 골이고 안와의 상외측 부위는 8세 이후 크기 안정성이 있는 기준 부위라 하였으며, latero-orbitale은 조사자 내 식별 오차가 작은 계측점이기도 하다.³¹ 따라서 latero-orbitale은 기준 평면 구성을 위한 조건을 만족시키는 계측점이라 생각된다. 한편, Cg-ANS를 정중 시상 기준 평면으로 설정하는 것은 상악골에 비대칭이 존재할 경우 적절치 않을 것으로 생각되며,² 심부에서 표층으로 나올수록 비대칭성이 증가한다는 것^{34,35}과 두개저에서 멀리 떨어진 구조물일수록 비대칭성이 증가한다는 것^{5,6,30}을 고려했을 때 zygoma와 mastoidale 각각의 수직 이등분선을 이용한 정중 시상 기준 평면 설정은 제한점이 있을 것으로 여겨진다. 또한 foramen rotundum은 두부 자세에 의해 계측점 식별 오차가 큰 계측점 중 하나이므로²⁹ 계측점 식별 오차로 인해 foramen rotundum을 이용한 정중 시상 기준 평면을 설정한 계측값이 3D CT 계측값과 차이가 큰 것으로 여겨진다.

Upper incisor와 lower incisor의 경우 3D CT와 정면 두부방사선 규격사진의 계측값 차이가 정면 두부방사선 규격사진의 정중 시상 기준 평면에 따라 통계학적으로 유의한 차이를 나타내지는 않았으나, 통계학적으로 유의한 차이를 나타낸 ANS, menton, jugular process와 마찬가지로 latero-orbitale의 수직 이등분선을 정중 시상 기준 평면으로 이용한 계측값이 3D CT 계측값과 차이가 가장 작았다. 하지만 이는 Table 2에서 보이는 것과 같이 다른 골격성 계측값에 비해서 큰 표준 편차를 나타냈다. El-Mangoury 등의 연구³에 의하면 치성 계측점이 골격성 계측점에 비해 계측점 식별 오차가 커서 계측점 신뢰도가 낮다고 하며, 치성 계측값인 upper incisor와 lower incisor는 3D CT 계측값과 정면 두부방사선 규격사진 계측값 사이의 차이의 편차가 컸고 이로 인해 통계학적으로 유의성 있는 차이를 나타내지 못한 것으로 생각된다.

각 계측 항목별로, 3D CT 계측값과 5가지 정면 두부방사선 규격사진 계측값 사이의 상관성을 분석한 결과에서도 좌우측 latero-orbitale의 수직이등분선을 정중 시상 기준 평면으로 이용한 경우가 상관관계가 높은 계측 항목이 5개 ($p < 0.01$)로 가장 많아 이 기준 평면을 이용한 계측이 3D CT 계측과 가

장 상관관계가 높음을 알 수 있었다.

본 연구는 3D CT를 이용하여 아직까지 많이 사용되고 있는 정면 두부방사선 규격사진에서 임상가들이 쉽고 정확하게 정보 분석을 할 수 있는 정중 시상 기준 평면을 찾고자 하였다. 이번 연구에서 사용된 3D CT의 Na, S, Ba으로 구성된 정중 시상 평면을 기준으로 보면 안면 비대칭 평가 시 좌우측 latero-orbitale의 수직이등분선이 정면 두부방사선 규격사진 분석에서 도움이 되는 정중 시상 기준 평면으로 이용될 수 있을 것이다.

결론

임상적으로 안모 비대칭이 발견되지 않은 성인 환자들을 대상으로 3D CT와 정면 두부방사선 규격사진을 촬영하였고, 정면 두부방사선 규격사진 분석에서 이용되어 왔던 5가지 정중 시상 기준 평면을 선택하여 계측을 실시한 뒤 이 값을 3D CT의 Na, S, Ba으로 구성된 정중 시상 평면에 대한 계측값과 비교하였다. 그 결과 좌우측 latero-orbitale의 수직이등분선을 이용한 정면 두부방사선 규격사진의 계측값이 3D CT의 Na, S, Ba으로 구성된 정중 시상 평면을 이용한 계측값과 차이가 가장 작았고, 가장 높은 상관관계를 보였다.

참고문헌

1. Broadbent BH. A new x-ray technique and its application to orthodontia. Angle Orthod 1931;1:45-66.
2. Grummons DC, Kappey van de Coppello MA. A frontal asymmetry analysis. J Clin Orthod 1987;21:448-65.
3. El-Mangoury NH, Shaheen SI, Mostafa YA. Landmark identification in computerized posteroanterior cephalometrics. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1987;91:57-61.
4. Katsumata A, Fujishita M, Maeda M, Arijii Y, Arijii E, Langlais RP. 3D-CT evaluation of facial asymmetry. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2005;99:212-20.
5. Peck S, Peck L, Kataja M. Skeletal asymmetry in esthetically pleasing faces. Angle Orthod 1991;61:43-8.
6. Shah SM, Joshi MR. An assessment of asymmetry in the normal craniofacial complex. Angle Orthod 1978;48:141-8.
7. Chebib FS, Chamma AM. Indices of craniofacial asymmetry. Angle Orthod 1981;51:214-26.
8. Trpkova B, Prasad NG, Lam EW, Raboud D, Glover KE, Major PW. Assessment of facial asymmetries from posteroanterior cephalograms: validity of reference lines. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2003;123:512-20.
9. Ricketts RM. Perspectives in the clinical application of cephalometrics. The first fifty years. Angle Orthod 1981;51:115-50.

10. Sassouni V. Position of the maxillary first permanent molar in the cephalofacial complex: a study in three dimensions. *Am J Orthod* 1957;43:477-510.
11. Paek SH, Ahn BK, Kim SH, Shon HB, Han HJ, Kang SM. A frontal cephalometric study on the reference lines to assess the craniomaxillofacial asymmetry. *Korean J Orthod* 1993;23: 1-15.
12. 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.
13. Togashi K, Kitaura H, Yonetsu K, Yoshida N, Nakamura T. Three-dimensional cephalometry using helical computer tomography: measurement error caused by head inclination. *Angle Orthod* 2002;72:513-20.
14. 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.
15. 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.
16. Huang J, Bumann A, Mah J. Three-dimensional radiographic analysis in orthodontics. *J Clin Orthod* 2005;39:421-8.
17. Lim MY, Lim SH. Comparison of model analysis measurements among plaster model, laser scan digital model, and cone beam CT image. *Korean J Orthod* 2009;39:6-17.
18. Seo SA, Baik HS, Hwang CJ, Yu HS. Analysis of masseter muscle in facial asymmetry before and after orthognathic surgery using 3-dimensional computed tomography. *Korean J Orthod* 2009;39:18-27.
19. Kim YI, Kim SS, Son WS, Park SB. Pharyngeal airway analysis of different craniofacial morphology using cone-beam computed tomography (CBCT). *Korean J Orthod* 2009;39:136-45.
20. Park SB, Park JH, Jung YH, Jo BH, Kim YI. Correlation between menton deviation and dental compensation in facial asymmetry using cone-beam CT. *Korean J Orthod* 2009;39: 300-9.
21. Mah J, Hatcher D. Three-dimensional craniofacial imaging. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2004;126:308-9.
22. Association of Professors for Oral & Maxillofacial Radiology. *Oral & Maxillofacial Radiology*. 3rd ed. Seoul: Narae Publishing Co.; 2001. p. 170-3.
23. Choi YS, Kim GT, Hwang EH. Basic principle of cone beam computed tomography. *Korean J Oral Maxillofac Radiol* 2006; 36:123-9.
24. Jeon YN, Lee KH, Hwang HS. Validity of midsagittal reference planes constructed in 3D CT images. *Korean J Orthod* 2007;37:182-91.
25. Cheney EA. Dentofacial asymmetries and their clinical significance. *Am J Orthod* 1961;47:814-29.
26. Harvold E. Cleft lip and palate: morphologic studies of the facial skeleton. *Am J Orthod* 1954;40:493-506.
27. Vig PS, Hewitt AB. Asymmetry of the human facial skeleton. *Angle Orthod* 1975;45:125-9.
28. Baumrind S, Frantz RC. The reliability of head film measurements. 1. Landmark identification. *Am J Orthod* 1971;60: 111-27.
29. Major PW, Johnson DE, Hesse KL, Glover KE. Effect of head orientation on posterior anterior cephalometric landmark identification. *Angle Orthod* 1996;66:51-60.
30. Letzer GM, Kronman JH. A posteroanterior cephalometric evaluation of craniofacial asymmetry*. *Angle Orthod* 1967;37: 205-11.
31. Major PW, Johnson DE, Hesse KL, Glover KE. Landmark identification error in posterior anterior cephalometrics. *Angle Orthod* 1994;64:447-54.
32. Ghafari J, Cater PE, Shofer FS. Effect of film-object distance on posteroanterior cephalometric measurements: suggestions for standardized cephalometric methods. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1995;108:30-7.
33. de Oliveira AE, Cevidanes LH, Phillips C, Motta A, Burke B, Tyndall D. Observer reliability of three-dimensional cephalometric landmark identification on cone-beam computerized tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2009;107:256-65.
34. Grayson BH, McCarthy JG, Bookstein F. Analysis of craniofacial asymmetry by multiplane cephalometry. *Am J Orthod* 1983;84:217-24.
35. Suri S, Utreja A, Khandelwal N, Mago SK. Craniofacial computerized tomography analysis of the midface of patients with repaired complete unilateral cleft lip and palate. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2008;134:418-29.

Comparison of midsagittal reference plane in PA cephalogram and 3D CT

Jin-Hyoung Cho, DDS, MSD, PhD,^a Ji-Yeon Moon, DDS, MSD^b

Objective: The aim of this study is to find the most helpful midsagittal reference plane for diagnosis in PA cephalometry compared with 3D CT. **Methods:** The subjects consisted of 25 adults who showed no facial asymmetry by gross inspection. 3D CT and posteroanterior cephalogram of the subjects were taken. To find the most helpful midsagittal reference plane in PA cephalometry, we considered five kinds of midsagittal planes from which the distances to five landmarks were measured and compared the result with that of 3D CT. The midsagittal plane for 3D CT was determined by the landmarks Nasion, Sella and Basion. **Results:** PA measurements using the midsagittal reference plane on a perpendicular plane lying through the midpoint of the right and left latero-orbitales was closest to those of 3D CT. **Conclusions:** It was considered that latero-orbitale perpendicular could be used as the helpful midsagittal reference plane to assess facial asymmetry in PA cephalometry. (*Korean J Orthod* 2010;40(1):6-15)

Key words: Three-dimensional computed tomography (3D CT), Posteroanterior cephalogram (PA), Midsagittal reference plane

^aAssistant Professor, ^bGraduate Student, Department of Orthodontics, School of Dentistry, Wonkwang University.

Corresponding author: **Jin-Hyoung Cho.**

Department of Orthodontics, Sanbon Dental Hospital, School of Dentistry, Wonkwang University, 1142, Sanbon-dong, Gunpo 435-040, Korea.

+82 31 390 2896; e-mail, jjhdent@wonkwang.ac.kr.

Received August 25, 2009; Last Revision December 4, 2009; Accepted December 9, 2009.