

## 정모두부방사선사진에서 하악골 우각부 영상확대 및 이의 보정에 관한 3차원 CT영상 연구

황현식<sup>a</sup> · 은춘선<sup>b</sup> · 황정현<sup>c</sup> · 임희정<sup>d</sup>

두부방사선규격사진은 작은 크기의 방사선원에서 방사상으로 방사선이 퍼져나감으로써 피사체의 확대와 왜곡이 불가피하다는 단점이 있다. 본 연구는 두 장의 방사선사진을 서로 직각으로 촬영한 후 방사선의 기하학적 성질을 이용하여 좌우 우각부간 폭경을 계산할 경우 실제 폭경의 산출이 가능한지 알아보고자 시행되었다. 성인 40명을 연구대상으로 하여 두부자세재현기를 이용하여 측모두부방사선사진과 정모두부방사선사진을 서로 직각으로 촬영한 후 측모사진과 정모사진에서의 확대율을 이용하여 실제 우각부 폭경을 산출한 다음, 계측치 및 산출치를 3차원 CT영상에서의 계측치와 각각 비교 분석하였다. 연구결과 정모두부방사선사진에서 우각부 폭경은, 작게는 7.92 mm 크게는 11.31 mm까지, 평균 9.10 mm의 확대를 보였다. 측모 및 정모두부방사선사진을 이용하여 얻은 우각부 폭경 보정치를 3차원 CT영상에서 얻은 기준치와 비교한 결과 평균 0.14 mm의 작은 오차를 보였으며 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않아 측모 및 정모두부방사선사진 촬영 시 두부자세재현기를 이용하여 서로 직각으로 촬영할 경우 실제 우각부 폭경을 계산을 통해 산출할 수 있음을 보여주었다. 한편 이부편위량과 보정오차는 통계적으로 유의한 상관성을 보이지 않아 안면비대칭이 심한 경우에도 본 보정 방법이 유용하게 사용될 수 있음을 보여 주었다.

( 주요 단어: 정모두부방사선사진, 우각부 폭경, 확대, 보정 )

### 서 론

1931년 Broadbent<sup>1</sup>에 의해 두부방사선규격사진이

개발된 이래 이는 악안면 성장 연구 및 치료에 유용하게 사용되어 왔다. 최근 사회 경제적 여건의 향상과 함께 외모에 대한 관심이 증가하면서 측모두부방사선규격사진과 함께 정모두부방사선규격사진의 사용도 늘어나고 있다. 방사선규격사진에서 계측점을 선정하고 거리계측을 통하여 크기를, 각도계측을 통하여 형태를 정량적으로 분석하고 있는 반면, 방사선사진은 작은 크기의 방사선원(focal spot)에서 방사상으로 방사선이 퍼져나감으로써 피사체의 확대와 왜곡이 불가피하다는 단점을 가지고 있다. 중심 조사선 상에서 멀리 떨어질수록, 그리고 필름에서 멀리 위치한 부위일수록 확대가 상대적으로 크게 나타나는 문제를 가지고 있다.<sup>2-6</sup>

두부방사선사진의 확대 및 왜곡은 측면사진과 정

<sup>a</sup> 교수, <sup>d</sup> 전임강사, 전남대학교 치의학연구소, 치과대학 교정학교실.

<sup>b</sup> 전공의, 전남대학교 치과대학 교정학교실.

<sup>c</sup> 연구원, 한국성인교합연구소.

교신저자: 황현식

광주광역시 동구 학동 8번지

전남대학교 치과대학 교정학교실 / 062-220-5486

hhwang@chonnam.ac.kr

원고접수일: 2005년 5월 11일 / 원고최종수정일: 2005년 8월 16일

/ 원고채택일: 2005년 8월 18일

"본 논문은 전남대학교병원 학술연구비(CUHRU-U-200450)에 의하여 연구되었음"

면사진 모두에서 나타날 수 있지만 측면 사진의 경우 관심 부위의 확대가 비슷하게 나타나 상의 왜곡이 적은 반면, 정면사진의 경우 우각부의 확대가 타 부위에 비해 크게 나타나 상대적으로 큰 상의 왜곡을 보이고 있다. 황<sup>7</sup>은 이마, 관골부, 인중, 우각부, 이부 등에 금속구를 부착하고 정면얼굴사진(photo)과 정면방사선 사진을 촬영한 후 금속구를 연결하는 투사도를 각각 작성하고 방사선사진과 얼굴사진을 비교하는 연구를 시행한 결과 Gonion이 포함된 계측항목에서 얼굴 사진에 비하여 방사선사진이 크게 확대되어 우각부가 방사선사진에서 실제보다 측하방으로 넓게 나타남을 보여주었다.

구<sup>8</sup>는 동일한 방법으로 측면광학사진과 측모두부 방사선사진 그리고 정면광학사진과 정모두부방사선 사진을 모두 촬영하여 측면영상의 적합도와 정면영상의 적합도를 비교 연구한 결과 전반적으로 측면합성영상의 경우보다 정면합성영상의 경우에서 광학사진과 방사선사진의 차이가 작게 나타난 반면 우각부의 경우 심한 차이를 보여 측면방사선사진보다 정면방사선사진의 왜곡이 보다 심각함을, 그리고 이는 우각부의 확대에 의한 것임을 보여주었다.

특히 두부방사선규격사진 촬영 시 두부의 측방회전은 두부 고정기의 ear rod에 의해 고정되는 반면, 수직회전은 자유롭게 나타날 수 있는데 측면사진의 경우 두부의 수직회전에 따른 상의 변형이 두드러지지 않는 반면 정면사진의 경우 두부의 수직회전에 따라 상의 왜곡이 두드러지게 나타난다. 고 등<sup>9</sup>은 두부의 수직회전을 달리 하여 촬영한 정면방사선사진의 비교를 통하여 두부의 회전에 따른 상의 차이가 매우 큼을 보고하였다. 이와 같이 정면방사선사진에서 우각부는 타 부위와 현저한 확대율을 가지는 동시에 촬영 시 두부자세에 따라 그 정도가 다른 문제를 지니고 있는 반면 최근 들어 임상에서는 정면 사진에서 우각부 진단에 대한 필요성이 증가하고 있는 실정이다.

Ricketts 등<sup>10</sup>, Betts 등<sup>11</sup>은 상악골 확장 여부를 진단하기 위하여 상하악골 폭경차이 분석을 주장하였는데 하악골 폭경 계측을 위한 계측점으로 우각부에 있는 Ag를 사용하였다. 악교정 수술 후 우각부 확대 양상을 호소하는 환자의 경우 외모에서의 확대 양상이 실제 수술에 의한 것인지 판단하기 위해서는 수술 전후 정면방사선사진에서 좌우 우각부간 거리를 계측 및 비교하는 것이 필요하다. 최근 들어 우각부가 측방으로 돌출되었거나 소위 사각턱의 외모를 지닌 환자에서 안면 윤곽술이나 고주파 치료 또는 보툴리

눔 독소 주입 치료 등을 시도할 경우 치료 평가를 위하여 치료 전후 우각부 형태 및 좌우 우각부간 폭경의 계측을 필요로 하고 있는 등 정확한 우각부 폭경 계측에 대한 필요성이 증가하고 있다.

악안면 구조물의 크기를 정확하게 계측하기 위해서는 3차원 영상의 채득이 도움이 될 수 있다. 최근 컴퓨터 테크놀로지의 발달로 전산단층방사선촬영으로 얻은 DICOM (Digital Imaging & Communication in Medicine) 정보는 쉽게 3차원 영상으로 재구성될 수 있으며<sup>12-14</sup> 황<sup>15</sup>은 이의 정량적 계측을 임상에 이용한 악안면 3차원영상분석방법을 발표하기도 하였다. 악안면 3차원영상이 정량적 계측에 유용하게 사용될 수 있는 반면 이의 촬영비용이 고가이므로 의례적 사용에는 한계가 있다.

한편, 방사선의 기하학적 성질을 이용하면 피사체의 특정 부위의 확대율을 산출할 수 있고 이를 이용하여 실제 거리를 계산할 수 있는데 이를 위해서는 서로 90°각도로 촬영된 2장의 방사선사진이 필요하다. 김과 황,<sup>16</sup> 황 등<sup>17</sup>은 일정한 두부자세에서 방사선 사진을 촬영할 수 있는 두부자세재현기를 고안하고 이를 임상에서 활용하고 있는 바 정면방사선사진과 측면방사선사진을 같은 두부자세에서 즉 서로 90°각도로 촬영할 수 있는 가능성을 보여주었다.

본 연구는 두부자세재현기를 이용하여 측모두부방사선사진과 정모두부방사선사진을 서로 90°각도로 촬영한 후 방사선의 기하학적 성질을 이용하여 우각부 폭경을 산출한 다음 동일대상자의 3차원 CT영상에서의 계측치와 비교함으로써 두 장의 2차원 방사선 계측을 통한 우각부 폭경 보정 방법의 타당성을 알아 보기 위하여 시행되었다.

## 연구대상 및 방법

### 연구대상

본 연구의 대상으로 전남대학교병원 교정과에 내원한 환자 중 3차원 CT 영상진단이 필요한 자를 선정하였다. 본 연구에 사용된 대상자의 평균연령은 23세 1개월이었다.

### 연구방법

#### 두부방사선규격사진 촬영

자연두부자세를 유도하기 위하여 연구대상자의 관

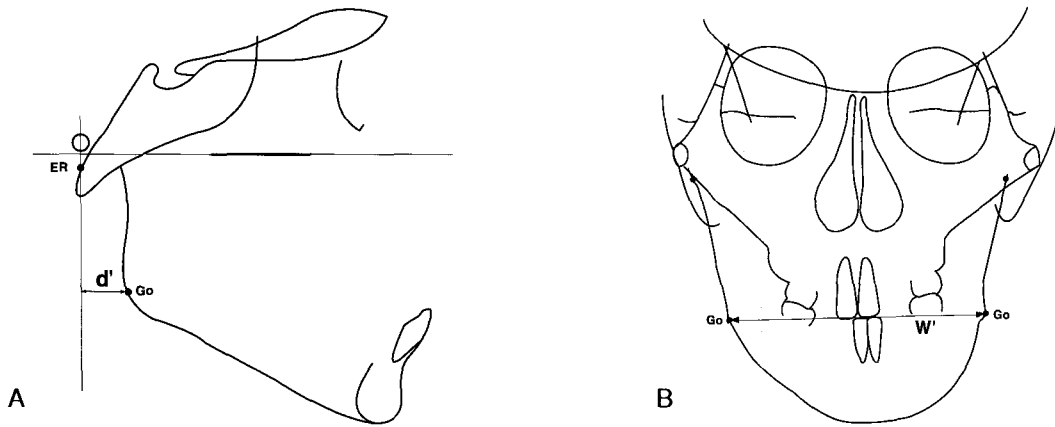


Fig 1. Lateral (A) and frontal (B) cephalometric tracings with angle depth (d') and angle width (w') measurements. ER, ear rod; Go, gonion.

콜부 하방에 두부자세재현기 (Head Posture Aligner)<sup>16</sup>를 부착한 후 거울 앞 1.5 m 지점에 서서 거울 속의 눈동자를 보게끔 지시한 다음 두부자세재현기의 물방울이 중앙에 오도록 조정하였다. 두부방사선규격사진 촬영기 (Cranex 3+, Soredex Co., Helsinki, Finland)의 두부고정대에 대상자를 위치시키고 좌우 ear rod를 대상자의 귀에 삽입한 후 두부자세재현기를 이용하여 대상자의 두부의 수직회전위치를 자연두부자세와 같도록 조정한 후 정모두부방사선사진 및 측모두부방사선사진을 촬영하였다.

한편 촬영 후 측모방사선사진 상에서 수직기준선 (true vertical line)을 작도하기 위하여 두부자세재현기에 와이어를 수평위치로 부착하였으며, 정모방사선사진 상에서 수평기준선을 작도하기 위하여 두부방사선규격사진촬영기의 두부고정대에 있는 좌우 ear rod 끝에 직경 1.0 mm의 metal ball을 부착하였다. 촬영 시 방사선원과 ear rod 축간 거리는 150 cm, ear rod 축과 필름간 거리는 15 cm였으며, 정모의 경우 촬영 조건은 관전류 7~8 mA, 관전압 80 kVp, 노출시간은 1.2~1.7초로, 측모의 경우 관전류 10 mA, 관전압 75~85 kVp, 노출시간은 1.6초의 조건으로 각각 촬영을 시행하였다.

전산단층사진 촬영

전산단층사진 촬영을 위하여 연구대상자를 Frankfort 수평면이 바닥에 수직이 되도록 전산단층사진촬영장치(Light Speed QX/i, GE Medical Systems, Milwaukee, USA)에 위치시키고 상악 치열

의 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, field of view 180 mm로 하악골이 포함되도록 두개안면 부위의 촬영을 시행하였고 1.0 mm의 slice thickness로 DICOM 영상정보를 구성하였다.

두부방사선규격사진 투사도 작성 및 계측

각 연구대상자에서 채득된 정모 및 측모 방사선사진 상에 Fig 1과 같은 투사도를 작성하고 우각부 깊이 및 폭경을 계측하였다. 측모두부방사선사진에서 두부자세재현기 내의 와이어 상을 이용하여 수평선을 작도하고 이에 수직이면서 ear rod를 지나는 진성수선(true vertical line)을 작도하여 수직기준선으로 삼았다. 이 수직기준선에서 Gonion까지의 거리를 측정하여 이를 우각부 깊이(d')로 하였다. 정모두부방사선사진에서 투사도를 작성하고 좌우 Gonion점 간의 거리를 측정하여 우각부 폭경(w')으로 하였다.

한편 차후 정모방사선사진에서 우각부 폭경 확대 정도에 미치는 요인을 알아보기 위하여 나아가 우각부 폭경 산출 정확도에 미치는 영향을 알아보기 위하여 측모두부방사선사진 투사도에서 상행지 경사도 및 상행지 길이를, 그리고 정모두부방사선사진 투사도에서 이부편위를 각각 다음과 같이 측정하였다 (Fig 2).

- FH 평면 기준 상행지 경사도 (Ramal inclination

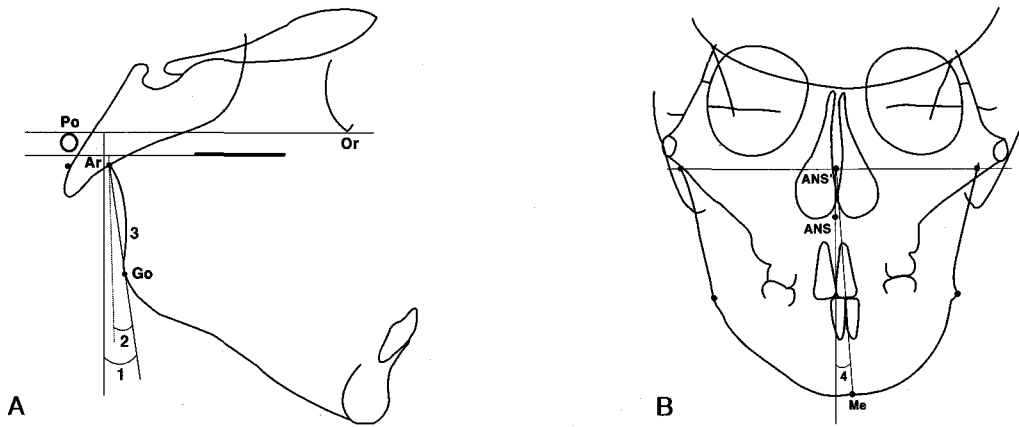


Fig 2. Lateral and frontal cephalometric tracings with ramal inclination, ramus length and menton deviation measurements. 1, ramal inclination  $\perp$  FH plane; 2, ramal inclination  $\perp$  true vertical; 3, ramus length (Ar-Go); 4, menton deviation (ANS'-Me  $\perp$  HP).

- $\perp$  FH plane,  $^{\circ}$ ): 측모두부방사선사진에서 FH 기준 평면의 수직선과 상행지(Ar-Go)가 이루는 각도
- 진성수선기준 상행지 경사도 (Ramal inclination  $\perp$  True vertical,  $^{\circ}$ ): 측모두부방사선사진에서 진성수선과 상행지(Ar-Go)가 이루는 각도
- 상행지 길이 (Ramus length, Ar-Go, mm): 측모두부방사선사진에서 Ar과 Go간의 거리
- 이부편위 (Menton deviation, ANS'-Me  $\perp$  HP,  $^{\circ}$ ): 정모두부방사선사진 상의 ANS에서 좌우 ear rod를 연결한 수평기준선에 대해 수선을 그어 이와 만나는 점을 ANS'이라고 할 때 ANS'과 Menton (Me)이 수평기준선의 수선과 이루는 각

우각부 폭경 보정치 산출

측모방사선사진에서 측정된 우각부 깊이와 정모방사선사진에서 측정된 우각부 폭경 값을 이용하여 실제 우각부 폭경 값을 산출하였다. 본 연구에서 방사선 기기의 확대율은 110%이므로 이를 이용하여 먼저 실제 우각부 깊이(d)를 산출하였고 이 값을 이용하여 각 연구대상자별로 정모두부방사선사진 상에서 우각부 확대율을 산출하는 동시에 실제 우각부 폭경(w)을 다음과 같이 구하였다.

$$d = \frac{100}{110} \cdot d'$$

$$w = \frac{1500 + d}{1650} \cdot w'$$

- d: 우각부 깊이 보정치
- d': 우각부 깊이 측정치
- w: 우각부 폭경 보정치
- w': 우각부 폭경 측정치

3차원 영상에서 우각부 폭경 측정

전산단층사진 촬영을 통하여 얻은 DICOM 정보를 컴퓨터로 옮겨 3차원 영상 프로그램 (V Works, Cybermed Inc., Seoul, Korea)을 이용하여 3차원 영상으로 재구성(3D reconstruction)하였다. 프로그램의 볼륨모드 상태에서 회전기능을 이용하여 정모두부방사선사진과 같은 각도로 조정한 다음 2D measure 기능을 이용하여 좌우 Gonion 간의 거리를 측정하였다 (Fig 3).



Fig 3. Three-dimensional maxillofacial image shown in V Works program and measurement of angle width.

**Table 1.** Sample description of lateral and frontal cephalometric measurements

Subject	Sex	Age	$RI \perp FH$	$RI \perp TV$	$RL$	$MD$	Angle depth	Angle width
		year-month	( $^{\circ}$ )	( $^{\circ}$ )	(mm)	( $^{\circ}$ )	( $d'$ , mm)	( $w'$ , mm)
1	F	21-3	8.0	-0.5	50.0	2.5	4.5	115.0
2	F	21-0	10.0	14.5	65.5	4.5	20.0	114.0
3	M	22-0	6.5	7.5	56.5	3.0	15.0	122.0
4	F	22-0	6.0	11.0	50.0	10.0	15.0	108.5
5	M	22-9	6.0	8.0	49.5	4.5	15.5	112.5
6	F	19-1	6.0	8.5	58.0	4.5	10.0	103.0
7	M	24-10	11.0	12.0	57.0	2.0	18.5	106.0
8	F	20-10	7.5	0.5	53.5	7.0	14.5	95.5
9	F	27-2	13.0	13.5	54.5	4.0	15.0	109.0
10	F	22-10	15.5	17.0	51.0	0.5	21.5	106.5
11	M	18-6	10.0	7.0	58.5	3.0	12.0	116.0
12	F	21-11	4.5	3.0	48.5	5.0	8.5	103.0
13	F	26-9	7.0	5.0	52.0	0.5	12.5	113.5
14	F	20-1	3.0	4.0	58.5	6.0	8.5	114.0
15	M	22-11	7.0	0.0	60.5	3.0	8.5	116.5
16	F	38-9	7.0	1.5	78.0	0.0	14.0	98.0
17	F	25-3	4.0	8.5	51.0	2.0	17.5	99.0
18	F	20-6	6.5	2.0	51.0	2.0	14.0	103.5
19	F	17-5	6.0	-3.0	51.0	9.0	6.0	108.5
20	F	29-3	6.0	8.0	47.0	10.0	17.5	107.5
21	M	18-11	5.5	5.0	46.0	9.0	12.0	100.5
22	M	38-8	3.0	3.0	51.0	3.0	13.0	121.0
23	F	26-4	7.0	9.5	47.0	5.0	8.5	113.0
24	F	19-5	-3.5	0.0	43.0	3.0	10.0	103.5
25	F	21-2	-2.5	-4.0	46.0	8.6	5.5	106.5
26	M	22-1	5.0	2.0	66.0	3.5	9.5	132.0
27	F	18-5	3.0	0.0	49.0	2.0	11.5	105.0
28	M	25-1	17.0	7.0	62.0	6.0	13.0	116.0
29	F	18-10	2.0	2.0	46.0	5.0	11.5	102.0
30	F	18-2	-1.0	2.0	56.5	7.0	13.0	95.0
31	F	23-3	13.0	16.0	49.0	2.5	22.0	102.5
32	F	17-9	13.0	16.0	45.0	0.0	17.0	102.0
33	M	18-0	17.0	12.0	53.5	8.0	20.0	115.0
34	M	26-8	11.5	7.0	59.5	9.0	12.5	119.5
35	F	17-2	7.0	8.0	51.0	11.5	10.0	103.5
36	M	25-10	3.0	3.0	56.5	7.0	13.5	108.0
37	F	21-6	9.0	11.5	58.0	3.5	12.0	107.0
38	F	28-3	-1.0	-2.9	53.0	3.5	8.0	107.0
39	F	26-6	1.0	7.0	46.5	2.5	14.5	111.5
40	M	25-6	4.5	4.0	56.0	7.0	18.5	107.0
Total		23-1	6.6	5.9	53.6	4.7	13.1	108.7

$RI \perp FH$ , ramal inclination to FH plane;  $RI \perp TV$ , ramal inclination to true vertical;  $RL$ , ramus length;  $MD$ , menton deviation.

**Table 2.** Correction of angle width using lateral and frontal cephalometric measurements and the difference between the 3D CT image measurements

Subject	$d'$ (mm)	$d$ (mm)	PA magnification rate (%)	$w'$ (mm)	$w$ (mm)	$w'-w$ (mm)	$W$ (mm)	Difference ( $w-W$ , mm)
1	4.5	4.09	109.70	115.0	104.83	10.17	105.1	-0.27
2	20.0	18.18	108.68	114.0	104.89	9.11	104.0	0.89
3	15.0	13.64	109.01	122.0	111.92	10.08	112.3	-0.38
4	15.0	13.64	109.01	108.5	99.53	8.97	98.4	1.13
5	15.5	14.09	108.98	112.5	103.23	9.27	103.5	-0.27
6	10.0	9.09	109.34	103.0	94.20	8.80	95.5	-1.30
7	18.5	16.82	108.78	106.0	97.44	8.56	96.4	1.04
8	14.5	13.18	109.04	95.5	87.58	7.92	90.2	-2.62
9	15.0	13.64	109.01	109.0	99.99	9.01	98.6	1.39
10	21.5	19.55	108.59	106.5	98.08	8.42	98.9	-0.82
11	12.0	10.91	109.21	116.0	106.22	9.78	106.3	-0.08
12	8.5	7.73	109.44	103.0	94.12	8.88	95.4	-1.28
13	12.5	11.36	109.17	113.5	103.96	9.54	103.6	0.36
14	8.5	7.73	109.44	114.0	104.17	9.83	103.8	0.37
15	8.5	7.73	109.44	116.5	106.45	10.05	107.2	-0.75
16	14.0	12.73	109.07	98.0	89.85	8.15	91.1	-1.25
17	17.5	15.91	108.85	99.0	90.95	8.05	92.0	-1.05
18	14.0	12.73	109.07	103.5	94.89	8.61	95.0	-0.11
19	6.0	5.45	109.60	108.5	99.00	9.50	98.8	0.20
20	17.5	15.91	108.85	107.5	98.76	8.74	98.6	0.16
21	12.0	10.91	109.21	100.5	92.03	8.47	92.3	-0.27
22	13.0	11.82	109.14	121.0	110.87	10.13	109.3	1.57
23	8.5	7.73	109.44	113.0	103.26	9.74	103.0	0.26
24	10.0	9.09	109.34	103.5	94.66	8.84	95.7	-1.04
25	5.5	5.00	109.63	106.5	97.14	9.36	97.3	-0.16
26	9.5	8.64	109.37	132.0	120.69	11.31	119.7	0.99
27	11.5	10.45	109.24	105.0	96.12	8.88	95.2	0.92
28	13.0	11.82	109.14	116.0	106.29	9.71	107.5	-1.21
29	11.5	10.45	109.24	102.0	93.37	8.63	93.4	-0.03
30	13.0	11.82	109.14	95.0	87.04	7.96	88.7	-1.66
31	22.0	20.00	108.55	102.5	94.42	8.08	96.0	-1.58
32	17.0	15.45	108.88	102.0	93.68	8.32	93.2	0.48
33	20.0	18.18	108.68	115.0	105.81	9.19	104.7	1.11
34	12.5	11.36	109.17	119.5	109.46	10.04	110.4	-0.94
35	10.0	9.09	109.34	103.5	94.66	8.84	95.3	-0.64
36	13.5	12.27	109.11	108.0	98.99	9.01	98.0	0.99
37	12.0	10.91	109.21	107.0	97.98	9.02	99.5	-1.52
38	8.0	7.27	109.47	107.0	97.74	9.26	98.1	-0.36
39	14.5	13.18	109.04	111.5	102.25	9.25	100.1	2.15
40	18.5	16.82	108.78	107.0	98.36	8.64	98.3	0.06
Total	13.1	11.91	109.13	108.7	99.62	9.10	99.8	-0.14

$d'$ , angle depth;  $d$ , corrected angle depth;  $w'$ , angle width;  $w$ , corrected angle width;  $W$ , angle width on 3D CT image.

**Table 3.** Comparison of corrected angle width with the 3D CT image measurements

<i>w</i> (mm)	<i>W</i> (mm)	Difference (   <i>w</i> - <i>W</i>   )	Significance ( <i>p</i> value)
Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD	
99.62 ± 7.01	99.8 ± 6.60	0.84 ± 0.61	0.409

*w*, corrected angle width; *W*, angle width on CT.

**Table 4.** Correlation of the magnification rate of angle width measurement with the cephalometric measurements

	<i>RI ⊥ FH</i>	<i>RI ⊥ TV</i>	<i>RL</i>	<i>MD</i>
Correlation coefficient	-0.511	-0.739	-0.073	0.174
<i>p</i> value	0.001	0.000	0.653	0.282

*RI ⊥ FH*, ramal inclination to FH plane; *RI ⊥ TV*, ramal inclination to true vertical; *RL*, ramus length; *MD*, menton deviation.

**Table 5.** Correlation of the difference of angle width measurements with the cephalometric measurements

	<i>RI ⊥ FH</i>	<i>RI ⊥ TV</i>	<i>RL</i>	<i>MD</i>
Correlation coefficient	-0.003	-0.241	0.210	0.019
<i>p</i> value	0.984	0.135	0.194	0.905

*RI ⊥ FH*, ramal inclination to FH plane; *RI ⊥ TV*, ramal inclination to true vertical; *RL*, ramus length; *MD*, menton deviation.

**계측치 및 보정치의 비교분석**

모든 연구대상자의 측모 및 정모두부방사선사진에서 측정된 계측치를 기록하고 이의 평균을 구하였다. 측모방사선사진에서 얻은 우각부 깊이와 정모방사선사진에서 측정된 우각부 폭경을 이용하여 산출한 정모방사선사진 상 우각부 확대율 및 우각부 폭경 보정치의 평균을 산출하고 우각부 폭경 보정치에서 3차원 CT영상에서 얻은 우각부 폭경 기준치를 뺀 값으로 이의 차이를 산출하였다. 정모 및 측모방사선사진에서 측정 및 산출한 우각부 폭경 보정치와 3차원 CT영상에서 얻은 우각부 폭경 기준치의 차이를 알아보기 위하여 두 계측치간의 paired *t*-test를 시행하였다. 정모두부방사선사진 상의 우각부 폭경 확대에 미치는 악안면형태 계측치를 알아보기 위하여 FH평면 기준 상행지 경사도, 진성수선 기준 상행지 경사도, 상행지 길이 그리고 이부편위량과 우각부 폭경 확대율과의 피어슨(Pearson) 상관분석을 각각 시행하였다. 아울러 정모 및 측모방사선사진을 통하여 얻은 우각

부 폭경 보정치와 3차원 CT영상에서 얻은 기준치의 차이에 미치는 영향을 알아보기 위하여 FH평면 기준 상행지 경사도, 진성수선 기준 상행지 경사도, 상행지 길이 그리고 이부편위량과의 피어슨 상관분석을 각각 시행하였다.

**연구성적**

40명의 남녀 성인을 대상으로 하여 측모 및 정모방사선사진에서 우각부 깊이와 우각부 폭경을 각각 측정하고 평균을 산출한 결과 13.1 mm와 108.7 mm로 나타났다. 측모방사선사진에서 계측된 우각부 깊이(d')를 이용하여 실제 우각부 깊이(d)를 산출하고 이를 이용하여 정모두부방사선사진에서 우각부 확대율을 구한 결과 최소 108.55%, 최대 109.70%, 그리고 평균 109.13%의 확대율을 보였다 (Table 1, 2).

측모방사선사진에서 계측된 우각부 깊이(d')와 정모방사선사진에서 계측된 우각부 폭경(w')을 이용하

여 실제 우각부 폭경으로 예상되는 우각부 폭경 보정치(w)를 산출한 결과 평균 99.62 mm를 보여 방사선 사진에서 보이는 우각부 폭경에 비해 작게는 7.92 mm, 크게는 11.31 mm, 그리고 평균 9.10 mm의 차이를 보여 정모방사선사진의 우각부 확대가 매우 큼을 보여주었다 (Table 2).

3차원 CT영상에서 측정한 우각부 폭경 기준치(W)와 측모 및 정모방사선사진에서 얻은 우각부 폭경 보정치(w)의 차이(w-W)를 산출한 결과 평균 -0.14 mm의 비교적 작은 값을 보였으며, 보정치가 기준치보다 큰 경우가 16명, 반대의 경우가 24명으로 비슷한 양상을 보였다. 측모 및 정모방사선사진에서 얻은 우각부 폭경 보정치와 3차원 CT영상에서 측정한 기준치의 평균 및 표준편차를 산출하고 이의 차이를 알아보기 위하여 paired t-test를 시행한 결과 통계적인 유의차를 보이지 않아 ( $p > 0.05$ ) 측모 및 정모방사선사진에서 실제 우각부 폭경을 산출하는 본 보정방법이 타당함을 알 수 있었다 (Table 3).

정모두부방사선사진에서 우각부 확대에 미치는 요인을 알아보기 위하여 피어슨 상관분석을 시행한 결과 두 가지 상행지 경사도 항목 모두가 유의한 역상관관계를 보여 ( $p < 0.05$ ) 상행지 경사도가 작을수록 우각부 확대가 크게 나타남을 보여주었다 (Table 4).

한편, 측모 및 정모방사선사진을 이용한 실제 우각부 폭경 산출 오차에 미치는 영향을 알아보기 위하여 피어슨 상관분석을 시행한 결과 본 연구에서 사용된 어느 측정치도 유의한 상관성을 보이지 않았다 ( $p > 0.05$ ) (Table 5).

## 고 찰

최근 들어 심미에 대한 관심이 증가하면서 정면에서 바라보는 우각부 형태 및 좌우 우각부 폭경 측정에 대한 필요성이 늘어나고 있는 반면 정면방사선사진에서 우각부는 타 부위에 비하여 매우 큰 확대를 보여 정확한 진단에 장애가 되어왔다.<sup>7,8</sup> 3차원 CT영상을 얻어 측정하는 것이 필요한 반면 이는 촬영비용이 고가라는 단점이 있는 바, 두 장의 2차원 방사선사진을 이용하여 계산으로 우각부 폭경을 산출하는 방법이 가능한지 알아보기 위하여 본 연구를 시행하였다. 방사선의 기하학적 성질을 이용하기 위해서는 두 장의 사진이 완전히 직각으로 촬영되어야 하는 반면 현재 임상에서는 측모와 정모방사선사진 촬영 시 동일한 두부자세 재현이 불가능하여 문제가 되어왔다.

그러나 최근 김과 황<sup>16</sup>이 두부방사선 촬영 시마다 동일자세를 재현할 수 있는 두부자세재현기를 고안한 바 있어 본 연구에서는 이를 이용하여 두 장의 사진이 서로 직각이 되게끔 촬영하고 우각부 폭경을 산출하였다.

측모두부방사선사진에서 측정한 우각부 깊이를 이용하여 실제 우각부 깊이를 산출하고 이를 이용하여 정모두부방사선사진에서 우각부 확대율을 구한 결과 평균 109.13%의 비교적 큰 확대를 보였다. Ear rod 위치가 110%의 확대를 보이는 것을 감안할 때 Gonion은 안면의 전후방에서 비교적 후방에 위치하므로 110%에 가까운 큰 확대는 당연한 결과로 여겨진다. 본 연구결과 측정한 우각부 폭경과 계산으로 구한 우각부 폭경 보정치와의 차이는 작게는 7.92 mm, 크게는 11.31 mm까지의 비교적 큰 양의 차이를 보였다. 방사선사진 상에서 확대는 피할 수 없는 것이므로 임상에서 진단 시에는 이를 감안하여 분석을 시행하면 큰 문제가 없을 수 있다. 그러나 측모두부방사선사진에서는 관심부위의 확대율이 서로 비슷함으로 큰 문제가 없는 반면 정모방사선사진의 경우 우각부를 제외한 나머지 부위는 대개 안면에서 전방에 위치하므로 필름에 가깝게 위치하게 되고 우각부와는 상대적으로 작은 확대를 보인다는 것이 문제가 된다. 황<sup>7</sup>은 이마, 관골부, 인중, 이부에 비하여 우각부는 실제보다 측하방으로 넓게 확대됨을 각도계측분석, 거리계측분석 그리고 면적계측분석을 통하여 정량적으로 보여준 바 있다. 부위간의 확대율차이는 왜곡을 초래하므로 우각부 분석 시엔 착시를 초래하는 시각적 분석보다는 실제 형태나 거리를 정량적으로 산출하는 것이 필요할 것으로 사료되었다.

측모 및 정모방사선사진을 이용하여 계산을 통하여 얻은 우각부 폭경 보정치가 얼마나 정확한지 알아보기 위하여 3차원 CT영상에서 측정한 기준치와 비교한 결과 평균 0.14 mm의 비교적 작은 오차를 보였으며 통계적으로도 유의한 차이를 보이지 않아 본 연구에서 사용된 방사선 채득 및 계산을 통한 보정방법이 타당함을 알 수 있었다. 또한 계산에 의한 보정치와 3차원 CT영상에서의 기준치의 크기를 비교한 결과 16 : 24로 어느 한 쪽의 두드러진 우세를 보이지 않아 본 보정방법에 구조적인 문제가 있는 것은 아님을 시사하였다.

우각부 폭경 확대에 미치는 요인을 알아보기 위하여 피어슨 상관분석을 시행한 결과 상행지 경사도와 유의한 역상관관계가 나타나 상행지 경사도가 작을



수록 정모방사선사진에서 우각부 확대가 크게 나타남을 알 수 있었다. 상행지 경사도가 작을수록 우각부가 ear rod를 지나는 수선에 가깝게 위치하므로 확대 정도가 커지는 것으로 이해되었다. 대부분 환자에서 상행지 경사도가 0이 아니고 어느 정도 경사를 보이고 있으므로 하악지가 짧을수록 우각부가 ear rod 수선에 가깝게 위치되고 이로 인해 확대가 크게 나타날 것으로 생각되었으나 본 연구결과 통계적으로 유의한 상관성을 보이지는 않았다.

상행지 경사도에 따라 우각부 확대가 다르게 나타나 혼란스럽게 보이는 반면 계산을 통한 보정치와 기준치와의 차이는 상행지 경사도와 상관성을 보이지 않아 상행지 경사도 차이가 우각부 폭경보정 오차에는 영향을 미치지 않음을 알 수 있었다. 즉 상행지 경사도가 크든 작든, 확대율이 크든 작든, 계산을 통한 보정방법으로 실제 우각부 폭경을 산출하는 것이 가능함을 알 수 있었다.

측모두부방사선사진 투사도를 작성하다 보면, 좌우 우각부가 겹쳐 있는 경우도 있으나 안면비대칭 등 여러 가지 이유로 좌우 우각부가 서로 다른 경우도 많이 있다. 보다 정확한 우각부 폭경 산출을 위해 좌우 각각의 우각부 깊이를 측정하는 것도 고려할 수 있으나, 본 연구에서는 임상 편의를 고려하여 Gonion이 서로 다르게 위치하는 경우 이의 중점을 이용하여 우각부 깊이 보정치를 산출하고 이를 이용하여 우각부 폭경 보정치를 산출하였다. 이러한 것을 고려 시 안면 비대칭이 심할수록 보정오차가 클 것이 우려되어 안면비대칭을 잘 나타내는 이부편위 정도와 보정오차와의 상관관계를 살펴보았다. 작게는 0° 크게는 11.5°의 다양한 크기의 비대칭을 그리고 평균 4.7°의 비교적 심한 비대칭을 가진 자들이 본 연구에 사용되었음에도 불구하고 이부편위 정도와 보정오차간에는 유의한 상관성이 나타나지 않아 안면비대칭이 심한 경우에도 본 보정 방법이 유용하게 사용될 수 있음을 보여주었다.

본 연구결과 측모방사선사진과 정모방사선사진을 이용하여 산출한 우각부 폭경 보정치가 고가의 3차원 CT영상으로 얻은 기준치와 다르지 않음이 규명된 바 측모와 정모방사선사진에서의 측정과 계산을 통하여 우각부 폭경을 보정하는 것이 가능함을 알 수 있었다. 그러나 이러한 산출이 정확하게 되기 위해서는 2장의 사진이 완전히 90°로 서로 직각이 되어야 한다는 것이 전제가 되어야 한다. 즉 측모와 정모방사선사진 촬영 시 동일한 두부자세이어야 하는데 이는 두부자세

재현기로 가능하다는 것을 간과해서는 안될 것이다.

아울러 보정 오차를 줄이기 위해서는 한 측정점이 측모 및 정모방사선사진 상에서 정확히 동일한 위치에 설정되어야 한다는 것을 이해할 수 있다. 본 연구에서 사용된 Gonion은 정모사진에서 설정된 위치에 비하여 측모사진에서는 다소 후방에 설정될 것으로 의심이 되었으나 결과적으로 산출된 보정치는 3차원 CT영상에서 측정한 기준치와 큰 차이를 보이지 않아 우각부 폭경 산출은 유용함을 알 수 있었다. 그러나 모든 관심 부위가 정모 및 측모에서 동일하게 설정되기 곤란할 수 있으므로 우각부의 다른 부위에서도 본 보정 방법이 유용한지, 그리고 그렇지 않다면 이에 대한 수정 보완에 대하여 계속적 연구가 필요할 것으로 사료되었다.

## 결 론

두부자세재현기를 이용하여 측모두부방사선사진과 정모두부방사선사진을 서로 직각으로 촬영한 후 방사선의 기하학적 성질을 이용하여 실제 우각부 폭경을 산출한 다음, 3차원 CT영상에서의 측정치를 기준으로 하여 비교함으로써 두 장의 2차원 방사선사진 측정을 통한 우각부 폭경 보정 방법의 타당성을 알아보기 위하여 40명을 대상으로 연구를 시행하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 측모두부방사선사진에서 측정한 우각부 깊이를 이용하여 실제 우각부 깊이를 산출하고 이를 이용하여 정모두부방사선사진에서 우각부 확대율을 구한 결과 최소 108.55%, 최대 109.70% 그리고 평균 109.13%의 확대를 보였다.
2. 정모두부방사선사진에서 우각부 폭경은, 작게는 7.92 mm 크게는 11.31 mm까지, 평균 9.10 mm의 확대를 보였다.
3. 측모 및 정모두부방사선사진을 이용하여 얻은 우각부 폭경 보정치를 3차원 CT영상에서 얻은 기준치와 비교한 결과 평균 0.14 mm의 작은 오차를 보였으며, 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다.
4. 하악골 상행지 경사도가 작을수록 정모두부방사선사진에서 우각부 확대가 크게 나타났으나 보정오차와는 유의한 상관성이 없음을 보여주었다.
5. 이부편위량과 보정오차와의 상관성 또한 통계적으로 유의하지 않아 안면비대칭이 심한 경우에도 본 보정 방법이 사용될 수 있음을 보여 주었다.

이상의 결과는 측모 및 정모두부방사선사진 촬영 시 두부자세재현기를 이용하여 서로 직각으로 촬영할 경우 실제 우각부 폭경을 계산을 통해 산출할 수 있음을 보여주었다.

참 고 문 헌

1. Broadbent BH. A new x-ray technique and its application to orthodontia. *Angle Orthod* 1931;1:45-66.
2. Bergersen EO. Enlargement and distortion in cephalometric radiography: compensation tables for linear measurements. *Angle Orthod* 1980;50:230-44.
3. Ahlqvist J, Eliasson S, Welander U. The cephalometric projection: Part II. Principles of image distortion in cephalography. *Dentomaxillofac Radiol* 1983;12:101-8.
4. Baumrind S, Frantz RC. The reliability of head film measurements: 1. Landmark identification. *Am J Orthod* 1971;60:111-27.
5. Baumrind S, Frantz RC. The reliability of head film measurements: 2. Conventional angular and linear measures. *Am J Orthod* 1971;60:505-17.
6. 박지영. 측모두부방사선사진과 측면얼굴사진 중첩 시 적합도에 관한 연구. 전남대학교 석사학위논문, 2003.
7. 황현식. 안면비대칭 진단을 위한 영상분석 시스템 개발. 보건의료인프라 기술개발사업 1차년도 연구보고서, 2003.
8. 구본찬. 두부방사선규격사진과 광학사진의 중첩적합도에 관한 측면 합성영상과 정면 합성영상의 비교. 연세대학교 박사학위논문, 2003.
9. 고은희, 이기현, 황현식. 정모두부방사선사진 촬영시 두부의 수직회전에 따른 투사오차. *대치교정지* 2003;33:73-84.
10. Ricketts RM, Bench RW, Hilgers JJ, Schulhof R. An overview of computerized cephalometrics. *Am J Orthod* 1972;61:1-28.
11. Betts NJ, Vanarsdall RL, Barber HD, Higgins-Barber K, Fonseca RJ. Diagnosis and treatment of transverse maxillary deficiency. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg* 1995;10:75-96.
12. Vannier MW, Marsh JL, Warren JO. Three dimensional CT reconstruction images for craniofacial surgical planning and evaluation. *Radiology* 1984;150:179-84.
13. Fuhrmann RA, Schnappauf A, Diedrich PR. Three-dimensional imaging of craniomaxillofacial structures with a standard personal computer. *Dentomaxillofac Radiol* 1995;24:260-3.
14. 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.
15. 황현식. 안면비대칭 진단을 위한 악안면 3차원 영상분석. *대치협회지* 2004;42:76-83.
16. 김은희, 황현식. 정모두부방사선사진 촬영시 Head Posture Aligner의 유용성에 관한 연구. *대치교정지* 2000;30:543-52.
17. 황현식, 이기현, 박지영, 강병철, 박재우, 이종석. 안면비대칭 진단을 위한 새로운 정모두부방사선 규격사진 분석시스템 개발. *대치협회지* 2004;42: 219-31.

- ORIGINAL ARTICLE -

## Three-dimensional CT image study on the correction of gonial angle width enlarged on frontal cephalogram

Hyeon-Shik Hwang, DDS, MSD, PhD,<sup>a</sup> Chun-Sun Eun, DDS, MSD,<sup>b</sup>  
Chung Hyon Hwang, DMD, MPH,<sup>c</sup> Hoi-Jeong Lim, MS, PhD<sup>d</sup>

Enlargement is an inherent property of X-rays which occurs when straight lines diverge from small a focal spot. The purpose of the present study was to evaluate the validity of the correction of gonial angle width enlarged on frontal cephalogram, using frontal and lateral cephalograms taken orthogonally from each other. In 40 adult individuals, frontal and lateral cephalograms were taken at a 90° angle using the Head Posture Aligner. The angle width was measured on the frontal cephalogram and subsequently, the corrected angle width was calculated using the magnification rate of two cephalograms. Measured and corrected angle widths were compared with the measurement from the 3D CT image. The measurement on the frontal cephalogram showed a 9.10 mm of enlargement on average, ranging from 7.92 to 11.31 mm. Corrected angle width measurement showed a 0.14 mm difference with the 3D CT image measurement, which was not statistically significant. The results of the study indicate that actual angle width can be approached through calculation using frontal and lateral cephalograms taken orthogonally with the help of the Head Posture Aligner. The study also showed that the magnitude of correction error did not show a significant correlation with the amount of menton deviation, and it suggests that the present correction method is valid even in individuals with severe facial asymmetry.

Korean J Orthod 2005;35(4):251-61

※ **Key words:** Frontal cephalogram, Angle width, Enlargement, Correction

<sup>a</sup> Professor, <sup>d</sup> Professor of Biostatistics, Department of Orthodontics, School of Dentistry, Dental Science Research Institute, Chonnam National University

<sup>b</sup> Resident, Department of Orthodontics, School of Dentistry, Chonnam National University

<sup>c</sup> Research Scientist, Korean Adult Occlusion Study Center

Reprint requests : **Hyeon-Shik Hwang**

Department of Orthodontics, Chonnam National University Hospital, Hak-Dong 8, Dong-Gu, Gwangju 501-757, Korea  
+82 62 220 5486

hhwang@chonnam.ac.kr

Received May 11, 2005; Last Revision August 16, 2005; Accepted August 18, 2005