

# 방사선사진과 안모사진을 이용한 하악 비대칭의 평가

서울대학교 치과대학 구강악안면방사선학교실  
이 설 미

## Evaluation of the mandibular asymmetry using the facial photographs and the radiographs

Sul-Mi Lee

Dept. of Oral and Maxillofacial Radiology, College of Dentistry, Seoul National University

### ABSTRACT

**Purpose** : To assess the relationship between soft tissue asymmetry and bone tissue asymmetry using the standardized photographs and the posteroanterior (PA) cephalometric radiographs in mandibular asymmetric patients. And to clarify that the lack of morphologic balance among different skeletal components can often be masked by compensatory soft tissue contributions.

**Methods** : Experimental group consisted of 58 patients whose chief complaints were facial asymmetry, they were taken with standardized facial photographs and PA cephalometric radiographs. Control group consisted of 30 persons in the normal occlusion. The reproducibility of the facial photograph was confirmed by model test. The differences of fractional vertical height and horizontal width from standardized facial photographs and PA cephalometric radiographs were compared and analyzed.

**Results** : The difference of fractional vertical bone height was 0.63 and fractional vertical soft height was 0.58 in control group, 3.10 and 2.01 in asymmetric group, respectively. The difference of fractional horizontal bone width was 0.52 and fractional horizontal soft width was 0.70 in control group, 2.51 and 1.70 in asymmetric group, respectively. Both soft and bone tissue showed significant difference between control and asymmetric group ( $p < 0.05$ ). The difference of bone tissue was greater than that of soft tissue ( $p < 0.05$ ) in the experimental group but, not in control group.

**Conclusions** : Soft tissue components may compensate for underlying skeletal imbalances. (*Korean J Oral Maxillofac Radiol 2001; 31 : 199-204*)

**KEY WORDS** : facial asymmetry; mandible; radiography, panoramic; cephalometry

### 서 론

사회적, 경제적으로 점차 선진국 대열에 들어서면서 심미에 대한 관심이 증가하고 있으며 치의학 분야의 치료 목적에는 개개 치아는 물론 치열과 악안면부의 형태적 및 기능적 회복뿐만 아니라 심미적 회복도 포함되어 있어 심미에 대한 관심이 증가하고 있다. 안면부 심미에 영향을 주는 요인으로는 상악골이나 하악골의 과성장이나 열성장

에 의한 부정 교합이 많은 부분을 차지하나 좌우 안모 비대칭도 빈번하게 나타난다.

악간의 안모 비대칭은 정상인에서도 자주 나타난다.<sup>1</sup> 그러나 비대칭이 심하지 않은 경우에는 기능적으로나 심미적으로 큰 문제가 없고 대부분 전문가가 아니면 인지하지 못하지만 안모 비대칭이 심한 경우 악교정 수술이나 교정 치료가 필요하며 만족할 만한 결과를 얻기 위하여 치료 전의 철저한 진단이 필요하다.

안모 비대칭의 진단에는 방사선사진, 안모사진, 진단용 모델 (study cast) 등이 이용되며 방사선사진 분석을 이용한 측정이 비교적 용이하고 정확하며 재현성이 있어 널리 이용된다. 방사선학적 분석은 골격 비대칭 평가에는 적합하지만 연조직 비대칭을 평가하기에는 어려움이 있어 연조

접수일 : 2001년 9월 7일      채택일 : 2001년 10월 16일  
Correspondence to : Dr. Sul-Mi Lee  
Department of Oral and Maxillofacial Radiology College of Dentistry, Seoul National University 28, Yongon-Dong, Chongno-Gu Seoul, 110-749, KOREA  
Tel) 82-2-760-2628, Fax) 82-2-744-3919  
E-mail) smlee22@snu.ac.kr

직 비대칭은 임상검사나 안모사진을 이용하여 평가한다. 연조직 비대칭의 주요 요인이 골격 비대칭이지만 안모 비대칭의 최종 판단은 연조직 비대칭에 의하여 결정되므로 이에 대한 평가도 매우 중요하다.

안모사진 분석은 촬영 및 평가 방법의 표준화가 되어 있지 않아 연조직 비대칭 진단은 어렵지만 Ferrario 등<sup>2</sup>은 안모사진의 촬영조건을 표준화시키면 악안면부의 양적, 질적 평가가 가능하며 진단시 방사선사진의 보조수단으로 활용할 수 있다고 하였다.

안모 비대칭에 관한 연구는 주로 파노라마방사선사진, 후전방 두부규격방사선사진, 이하두정방사선사진 등을 이용하여 이루어져 왔으나<sup>3,8</sup> 연조직 비대칭에 대한 연구는 거의 보고된 바가 없고 최근 삼차원 영상을 이용하여 연조직을 포함한 안모 비대칭에 관한 연구가 활발히 소개되고 있으며<sup>9-12</sup> 안모 비대칭과 일반 방사선사진간의 관계에 대한 연구는 1995년 Piedra<sup>13</sup>가 파노라마방사선사진에서의 비대칭성과 안모사진에서 하악와(glenoid fossa)와 눈의 위치 사이에 상관 관계가 있었다고 언급했을 뿐 이제까지 체계적으로 골격 비대칭과 연조직 비대칭의 상관 관계를 규명한 연구는 거의 없었다.

경조직 비대칭이 있는 경우 인접한 연조직 구성요소가 보상할 수 있다는 것에 대하여 Shah 등<sup>14</sup>은 두부규격방사선사진에서 대칭으로 보이는 안모에서도 경조직 비대칭이 있는 경우를 보고하여 경조직 비대칭이 인접한 연조직 구성요소에 의해 보상될 수 있다고 보고하였다.

본 연구에서는 하악 비대칭 환자의 두부규격방사선사진과 안모사진을 촬영한 후 경조직과 연조직의 좌우 차이를 비교 분석하여 경조직 비대칭이 연조직에 의하여 보상받는지 확인하고자 하였다.

## 연구대상 및 방법

### 1. 연구대상

정상군은 30명(남자: 15명, 여자: 15명, 평균연령: 22.4세)으로 비대칭이 없고 파노라마방사선사진(Cranex 3+ CEPH,

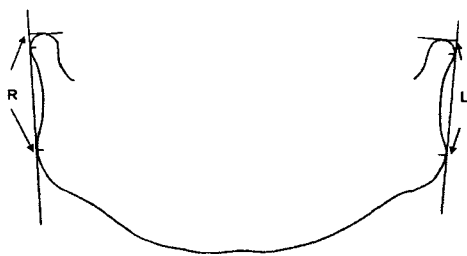


Fig. 1. Facial asymmetry assessment using panoramic radiograph.  $\frac{R-L}{R+L} \times 100\%$ . R: Right side, L: Left side.

Soredex Orion Corp., Helsinki, Finland)에서 좌우 하악 길이 차이가 3% 이내인 경우<sup>15</sup>로 한정하였고 실험군은 58명(남자: 17명, 여자: 41명, 평균연령: 25세)으로 환자와 연구자 모두 비대칭을 인지하고 파노라마방사선사진에서 좌우 하악 길이 차이가 5% 이상인 경우로 상악에 canting이 있는 경우는 제외하였다.

파노라마방사선사진에서 좌우 하악 길이의 차이 측정은 Türp 등<sup>15</sup>의 방법에 따라 하악 과두와 하악지 후연의 접선 중 하악 과두의 상연에서부터 하악각의 접점까지 길이를 구하여 이루어졌다(Fig. 1).

### 2. 연구방법

#### 1) 안모사진 촬영

실험 대상자를 똑바로 앉히고 머리를 두부규격고정장치(cephalostat)에 고정한 후 Frankfort선이 지면과 평행하게 하여 디지털 카메라(Olympus®C-2500L, Olympus Optical Co., Tokyo, Japan)로 안면 부위를 촬영하였다. 촬영의 표준화를 위하여 환자의 안와하연(infraorbital rim)을 확인하고 그 부위에 테이프로 표시하여 Frankfort선이 지면과 평행하게 하였고 디지털 카메라는 X선 관구의 위치에 고정하여 1m 거리에서 촬영하였고 안모사진의 계측을 위하여 칼라프린터(HP DeskJet 810C printer, Hewlett-Packard Co., Boise, USA)를 이용하여 A4 용지에 출력하였다.

#### 2) 안모사진 촬영의 재현성 검증

실험자 30명의 안모사진을 1명의 연구자가 하루 간격으로 2회 촬영하였고 두 사진에서 수평길이를 수직길이를 비교하였다. 수평길이는 동공간의 거리를 측정하였으며 수직길이는 동공을 이은 선의 중점과 비침을 지나는 선을 긋고 이 선에서 동공을 연결한 선과 만나는 점에서부터 턱까지의 거리를 측정하였다. T-test로 분석한 결과 2장의 사진에서 수직길이를 수평길이는 유의한 차이는 없었다( $p > 0.05$ , Fig. 2).

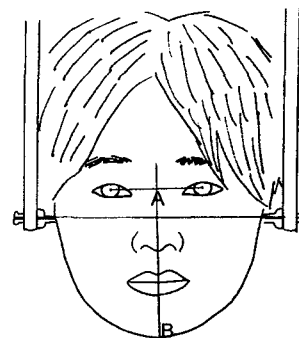


Fig. 2. Comparison between standardized facial photographs. A: horizontal width B: vertical height.

3) 후전방 두부규격방사선사진 촬영

안모사진 촬영 후 실험 대상자를 180도 회전하여 필름을 향하게 하고 두부규격고정장치에 고정한 후 환자의 안와하연에 부착된 테이프를 기준으로 Frankfort선이 지면과 평행하게 유지하고 Asahi CX-90 SP (Asahi Roentgen Industries Co., Kyoto, Japan)를 이용하여 76 kVp, 20 mA, 0.4 초의 노출조건으로 후전방 두부규격방사선사진을 촬영하였다.

4) 후전방 두부규격방사선사진 촬영의 재현성 검증

안모사진 촬영의 재현성 검증과 동일하게 실험자 30명의 후전방 두부규격방사선사진을 1명의 연구자가 하루 간격으로 2회 촬영하였고 두 사진에서 수평길이를 수직길이를 비교하였다. 수평길이는 외측 안와연 (lateral orbital rim) 과 무명선이 만나는 점을 연결한 길이로 하였으며 수직길이는 뺨돌기 (crista gali)를 지나면서 수평길이를 하악 하연과 만나는 점의 길이로 하였다. 모든 실험자로부터 얻어진 2장의 방사선사진에서 수평길이를 수직길이를 t-test로 검증하였고 유의한 차이는 없었다 ( $p > 0.05$ , Fig. 3).

5) 안모사진 계측

안모사진과 후전방 두부규격방사선사진의 직접적인 비교를 위하여 수평, 수직길이는 안모사진에서 ear rod를 연결한 선에 대한 백분율로 계산하였다. 좌우 수직길이는 ear rod를 연결한 선 중 1/4, 3/4 지점에서의 수직선과 턱이 만

나는 점까지의 길이를 계측하였다. 좌우 수평길이의 계측은 비근침 (nasion)과 비침을 연결한 수직기준선 중 ear rod 선과 만나는 점에서 턱까지의 길이의 하방 1/3 지점에서의 수평선과 양측 뺨이 만나는 점까지의 길이를 계측하였다 (Fig. 4).

6) 후전방 두부규격방사선사진 계측

안모사진과 후전방 두부규격방사선사진의 비교를 위하여 수평, 수직길이는 후전방 두부규격방사선사진에서 ear rod를 연결한 선에 대한 백분율로 표현하였다. 좌우 수직길이는 ear rod를 연결한 선 중 1/4, 3/4 지점에서의 수직선과 하악 하연의 외연이 만나는 점까지의 길이로, 좌우 수평길이는 뺨돌기와 앞비강가시 (ANS)를 연결한 수직기준선 중 ear rod를 연결한 선과 만나는 점에서 하악 하연까지의 길이 중 하방 1/3 지점에서의 수평선과 양측 하악 피질골 외연과 만나는 점까지의 길이로 하였다 (Fig. 5).

7) 자료분석 및 통계처리

정상군과 실험군간의 비교는 안모사진에서 계측한 좌우 수직길이를 수평길이 차이의 절대값의 평균을 비교하였고 후전방 두부규격방사선사진에서 계측한 좌우 수직길이를 수평길이 차이의 절대값의 평균을 비교하였다. 정상군 내에서의 비교는 안모사진에서 계측한 좌우 수직길이 차이의 절대값의 평균과 후전방 두부규격방사선사진에서 계측

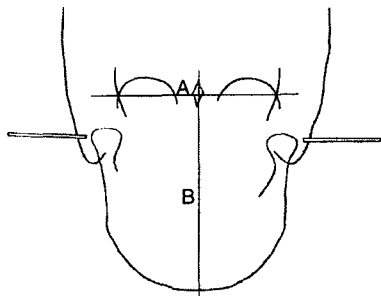


Fig. 3. Comparison between PA cephalometric radiographs. A: horizontal width B: vertical height.

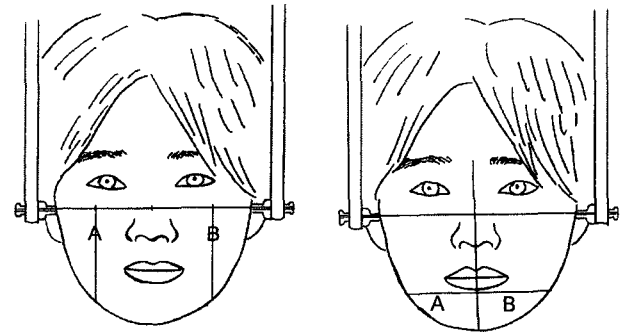


Fig. 4. Vertical height and horizontal width analysis in the standardized facial photographs.

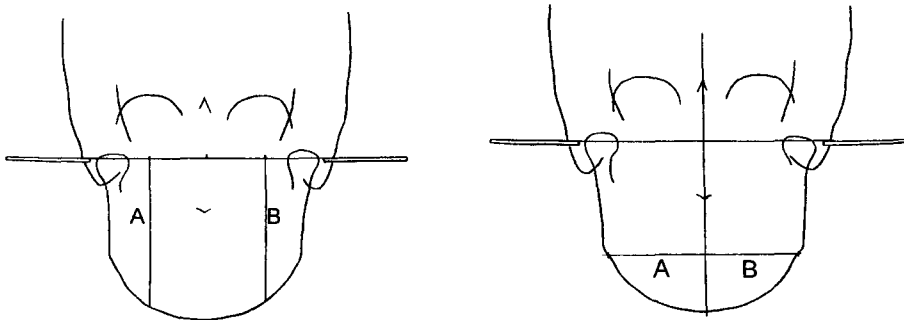


Fig. 5. Vertical height and horizontal width analysis in the standardized facial photographs.

한 좌우 수직길이 차이의 절대값의 평균을 비교하였다. 또한 안모사진에서 측정한 좌우 수평길이 차이의 절대값의 평균과 후전방 두부규격방사선사진에서 측정한 좌우 수평길이의 차이의 절대값의 평균을 비교하였다. 실험군 내에서의 비교는 정상군 내에서의 비교와 동일하게 안모사진과 후전방 두부규격방사선사진에서 측정한 좌우 수직, 수평길이의 차이의 절대값의 평균을 비교하였다. 정상군과 실험군의 평균비교, 정상군 내에서의 평균비교, 실험군 내에서의 평균비교 모두 student's t-test를 사용하였고 모든 통계는 SPSS for Windows (v8.0, SPSS Inc, Chicago, USA)을 이용하여 분석하였다.

### 결 과

정상군에서 수직길이의 차이의 절대값의 평균은 후전방 두부규격방사선사진에서 0.63, 안모사진에서 0.58이었으며 수평길이의 차이의 절대값의 평균은 후전방 두부규격방사선사진에서 0.52, 안모사진에서는 0.70이었다. 실험군에서의 수직길이의 차이의 절대값의 평균은 후전방 두부규격방사선사진에서 3.10, 안모사진에서 2.01이었으며 수평길

**Table 1.** Fractional vertical height and horizontal width difference in control group

	Average	SD
VH difference (hard tissue)	0.63	0.46
VH difference (soft tissue)	0.58	0.46
HW difference (hard tissue)	0.52	0.50
HW difference (soft tissue)	0.70	0.49

VH : vertical height, HW : horizontal width, SD : standard deviation

**Table 2.** Fractional vertical height and horizontal width difference in experimental group

	Average	SD
VH difference (hard tissue)	3.10*	3.66
VH difference (soft tissue)	2.01	1.62
HW difference (hard tissue)	2.51*	1.86
HW difference (soft tissue)	1.70	1.76

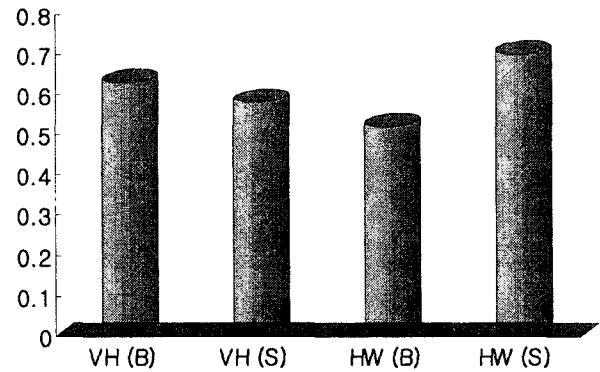
VH: vertical height, HW: horizontal width, SD: standard deviation, \*: significant difference compared with soft tissue

**Table 3.** Comparison between control group and experimental group

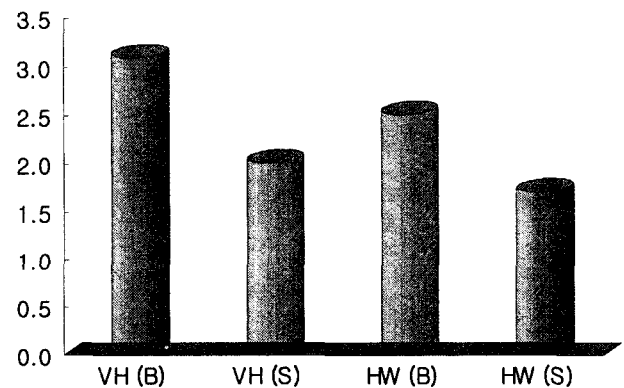
	Control	Asymmetry
VH difference (hard tissue)	0.63	3.10*
VH difference (soft tissue)	0.58	2.01
HW difference (hard tissue)	0.52	2.51*
HW difference (soft tissue)	0.70	1.70*

VH: vertical height, HW: horizontal width, \*: significant difference compared with asymmetric group

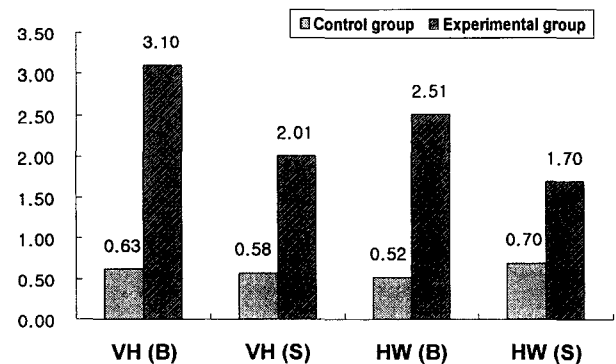
이의 차이의 절대값의 평균은 후전방 두부규격방사선사진에서는 2.51, 안모사진에서 1.70이었다. 정상군과 실험군의 수직길이의 수평길이의 절대값의 평균은 유의한 차이를 보였다 ( $p < 0.05$ ). 정상군내에서 수직길이의 수평길이의 차



**Fig. 6.** Diagram of fractional vertical height and horizontal width difference in control group. VH: vertical height, HW: horizontal width.



**Fig. 7.** Diagram of the average of fractional vertical height and horizontal width difference in experimental group. VH: vertical height, HW: horizontal width.



**Fig. 8.** Diagram of comparison between control group and experimental group. VH: vertical height, HW: horizontal width.

이의 절대값의 평균은 안모사진과 후전방 두부규격방사선 사진 모두 차이를 보이지 않았다. 이와는 반대로 실험군에서의 수직길이의 차이의 절대값의 평균과 수평길이의 차이의 절대값의 평균은 모두 안모사진에서 측정한 결과가 후전방 두부규격방사선사진에서 측정한 값보다 적게 나왔고 통계적으로도 유의한 차이를 보였다 ( $p < 0.05$ , Table 1-3, Figs. 6-8).

## 고 찰

본 연구에서는 안모사진의 표준화를 위하여 안모사진 촬영시 머리를 두부고정장치에 고정하는 여러 가지 방법을 시도하여 안모사진과 후전방 두부규격방사선사진을 직접 비교하기 위한 이상적인 방법은 환자의 머리를 두부고정장치에 고정시킨 상태에서 안모사진과 후전방 두부규격방사선사진을 동시에 촬영하는 것이라고 생각하였으나 장소 및 촬영장치의 구조에 의한 제약으로 모의 실험을 통하여 안모사진을 촬영한 후 즉시 후전방 두부규격방사선사진을 촬영하여 오차를 확인하였다.

안모사진 촬영의 표준화 방법과 재현성 검증에 관한 연구에서 Chiu 등<sup>16</sup>은 안모사진 촬영시 자연스러운 머리 자세의 재현성에 관하여 연구하였으며 Ferrario 등<sup>2</sup>은 안모사진을 통한 악안면 형태 연구에서 안모사진 촬영시 서 있는 자세와 앉아 있는 자세에 따라서 Frankfort선이 지면과 이루는 각도가 달라지는 것을 관찰하고 촬영 방법의 표준화가 필요하다고 언급하였다. 따라서 본 연구에서는 안모사진 촬영시 두부규격방사선사진을 촬영할 때와 동일하게 Frankfort선을 지면과 평행하게 유지시켜 자세에 따른 오차가 없도록 하였다.

후전방 두부규격방사선사진 촬영시 환자의 안와하연(infraorbital rim)에 부착된 테이프를 참고로 Frankfort선을 지면과 평행하게 하여 한 명의 연구자가 신중히 촬영하였음에도 불구하고 후전방 두부규격방사선사진에서 추체부용기(petrous ridge)가 안와에 겹쳐지는 정도는 사람에 따라서 차이가 있었으나 실험 대상자에 따른 차이이며 촬영상의 오차는 아닌 것으로 생각되고 본 연구에서는 환자 내에서 연조직 비대칭과 경조직 비대칭간의 비교이므로 결과에 영향을 미치지 않았다.

안모 비대칭 환자의 기준은 명확히 설정되어 있지 않아서 환자의 주관적인 판단, 관찰자의 판단 및 파노라마방사선사진을 이용하여 비대칭 여부를 판별하였다. Habets 등<sup>17,18</sup>은 파노라마방사선사진에서 좌우측 하악 과두와 하악지의 수직길이의 차이를 계산하여 비대칭을 측정하는 방법을 보고하였는데 본 연구에서는 Habets 등<sup>17,18</sup>의 방법과 유사한 Türp 등<sup>15</sup>의 방법을 이용했다. 그러나 파노라마방사선사진에서 비대칭을 분석할 때 좌우 하악 과두와 하악지의 길이의 차이만 비교하는데 실제로 자신이 직접 인지하는 안

모 비대칭 환자 중 하악 과두와 하악지의 길이의 차이가 거의 없고 하악만 변이된 경우도 있어 이들에 대한 새로운 기준이 요구된다. 또한 파노라마방사선사진 분석 시에 하악 과두와 하악지 후연에 접선을 그어서 그 접점 사이의 길이를 비교하는데 접점의 위치는 하악지의 형태에 따라서 크게 달라질 수 있다. 실제로 안모 비대칭으로 내원한 사람들의 파노라마방사선사진을 조사한 결과 하악 좌우 형태의 차이가 있는 경우에도 접점의 위치가 비슷하여 본 연구에서의 하악 비대칭 기준인 3%가 넘지 않는 경우도 많았다. 본 연구에서는 정상군과 실험군을 좀더 분명하게 구분하기 위해서 이전에 발표된 하악 비대칭에 대한 파노라마방사선사진에서의 좌우차이의 기준인 3%를 5%로 설정하여 실험군을 선별하였다.

안모사진과 후전방 두부규격방사선사진간의 비교를 위하여 촬영 전에 안와하연의 위치에 부착한 테이프를 참고로 Frankfort선을 지면에 평행하게 하였으며 안모사진을 촬영한 후에 즉시 후전방 두부규격방사선사진을 촬영하여 정확도를 높이고자 하였으며 이들 사진의 유일한 공통선인 두부고정장치의 ear rod를 연결한 선을 이용하여 안모사진과 후전방 두부규격방사선사진을 비교하였다. 그러나 두부고정장치의 ear rod를 연결한 선의 이동분점은 우리가 실제로 사용하는 정중 수직기준선이 ear rod를 연결한 선과 만나는 점과 달라질 수 있는데 주로 실험자의 머리를 두부고정장치로 정확히 고정하지 못하여 발생하게 된다. 따라서 두부고정장치의 ear rod를 연결한 선의 이동분점과 안모사진과 후전방 두부규격방사선사진에서의 수직기준선이 ear rod 연결선과 만나는 점이 일치하는 경우에만 본 연구에 포함시켰다.

두부규격방사선사진과 안모사진과의 관련성에 대한 연구는 거의 보고되지 않아 수직길이와 수평길이를 주관적으로 설정하였다. 수직길이는 두부고정장치의 ear rod를 이은 선의 1/4, 3/4 지점의 수직선을 기준으로 하였는데 대부분 환자에서 1/4, 3/4 지점은 안모사진과 후전방 두부규격방사선사진에서 각각 재현성 있는 위치에 나타났다. 수평길이는 통상 많이 이용되는 정중 수직기준선 중 두부고정장치의 ear rod선과 만나는 점에서, 안모사진에서는 턱까지의 길이의 하방 1/3점에서의 수평선, 후전방 두부규격방사선사진에서는 정중 수직기준선 중 두부고정 장치의 ear rod를 연결한 선과 만나는 점에서 하악 하연까지의 길이의 하방 1/3점에서의 수평선을 기준으로 하였고 대부분의 환자에서 안모사진에서 하방 1/3점은 아래 입술의 하연과 거의 일치하였고, 후전방 두부규격방사선사진에서 하방 1/3점은 하악 전치의 치근의 중간 정도에 위치하였다.

정상군에서 통계학적으로 유의하지는 않았지만 수평길이 차이의 평균은 후전방 두부규격방사선사진에서보다 안모사진에서 더 큰 차이를 보여 정상인에서도 연조직 비대칭인 경우가 있다는 이전의 연구<sup>1</sup>를 뒷받침한다고 생각한

다.

하악 경조직의 비대칭이 연조직 구성요소에 의해서 어느 정도 보상된다는 보고가 있었다. Scott 등<sup>19</sup>은 치아-치조골 부위와 비강 하부는 기능적인 적응을 쉽게 보인다고 하였고 Vig 등<sup>20</sup>은 치아-치조골 부위는 협, 설측 근육에 의해 영향을 받으며 이로 인하여 비대칭을 완화시켜줄 수 있다고 하였다. 역으로 생각해 볼 때 하악 비대칭을 주소로 내원한 환자들은 그들이 인지하는 정도보다 더 심한 경조직 비대칭을 가지고 있을 확률이 많다고 할 수 있다. 또한 이번 연구에서 수직길이를 비교할 때 이용한 두부고정장치의 ear rod 선의 1/4, 3/4점에서 내린 수직선의 좌우 차이는 심한 하악 비대칭을 가진 환자에서조차 차이가 많이 나지는 않았다. 이러한 이유로 이번 연구에서 비대칭 환자군은 여성의 비율이 높은 원인도 있지만 대부분 사람이 인지하는 하악 비대칭은 턱의 변이(deviation)정도라고 생각된다. 본 연구에서는 안모사진에서 턱의 변이정도는 고려하지 않았고 비대칭환자 선별시 후전방 두부규격방사선사진에서 정중 기준선에 대한 턱끝용기점(gnathion)의 변이 정도만을 이용하였으므로 비대칭의 정확한 기준을 설정하는 것에 대한 연구가 필요하다.

본 연구에서는 경조직 비대칭을 연조직 구성요소가 보상한다는 것을 수평길이와 수직길이의 차이로만 설명을 하였으나 구체적인 연조직 구성요소에 대해서는 언급하지 못하여 비대칭 환자의 전산화단층사진, 자기공명영상사진, 초음파사진 등을 이용하여 연조직의 보상에 영향을 주는 구성요소에 대한 확인이 필요할 것이다.

## 참 고 문 헌

- Ferrario VF, Sforza C, Ciusa V, Dellavia C, Tartaglia GM. The effect of sex and age on facial asymmetry in healthy subjects: a cross-sectional study from adolescence to mid-adulthood. *J Oral Maxillofac Surg* 2001; 59: 382-8.
- Ferrario VF, Sforza C, Miani A, Tartaglia G. Craniofacial morphometry by photographic evaluations. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1993; 103: 327-37.
- Legrell PE, Nyquist H, Isberg A. Validity of identification of gonion and antegonion in frontal cephalograms. *Angle Orthod* 2000; 70: 157-64.
- Trpkova B, Major P, Nebbe B, Prasad N. Craniofacial asymmetry and temporomandibular joint internal derangement in female adolescents: a posteroanterior cephalometric study. *Angle Orthod* 2000; 70: 81-8.
- Laspos CP, Kyrkanides S, Tallents RH, Moss ME, Subtelny JD. Mandibular asymmetry in noncleft and unilateral cleft lip and palate individuals. *Cleft Palate Craniofac J* 1997; 34: 410-6.
- Laspos CP, Kyrkanides S, Tallents RH, Moss ME, Subtelny JD. Mandibular and maxillary asymmetry in individuals with unilateral cleft lip and palate. *Cleft Palate Craniofac J* 1997; 34: 232-9.
- Chebib FS, Chamma AM. Indices of craniofacial asymmetry. *Angle Orthod* 1981; 51: 214-26.
- Arnold TG, Anderson GC, Liljemark WF. Cephalometric norms for craniofacial asymmetry using submental-vertical radiographs. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1994; 106: 250-6.
- Shaner DJ, Peterson AE, Beattie OB, Bamforth JS. Assessment of soft tissue facial asymmetry in medically normal and syndrome-affected individuals by analysis of landmarks and measurements. *Am J Med Genet* 2000; 93: 143-54.
- O'Grady KF, Antonyshyn OM. Facial asymmetry: three-dimensional analysis using laser surface scanning. *Plast Reconstr Surg* 1999; 104: 928-37.
- Coward TJ, Scott BJ, Watson RM, Richards R. Laser scanning of the ear identifying the shape and position in subjects with normal facial symmetry. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2000; 29: 18-23.
- Ferrario VF, Sforza C, Schmitz JH, Santoro F. Three-dimensional facial morphometric assessment of soft tissue changes after orthognathic surgery. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1999; 88: 549-68.
- Piedra I. The Levandoski Panoramic Analysis in the diagnosis of facial and dental asymmetries. *J Clin Pediatr Dent* 1995; 20: 15-21.
- Shah SM, Joshi MR. An assessment of asymmetry in the normal craniofacial complex. *Angle Orthod* 1978; 48: 141-8.
- Türp JC, Vach W, Harbich K, Alt KW, Strub JR. Determining mandibular condyle and ramus height with the help of an Orthopantomogram--a valid method? *J Oral Rehabil* 1996; 23: 395-400.
- Chiu CS, Clark RK. Reproducibility of natural head position. *J Dent* 1991; 19: 130-1.
- Habets LL, Bezuur JN, van Ooij CP, Hansson TL. The orthopantomogram, an aid in diagnosis of temporomandibular joint problems. I. The factor of vertical magnification. *J Oral Rehabil* 1987; 14: 475-80.
- Habets LL, Bezuur JN, Naeiji M, Hansson TL. The Orthopantomogram, an aid in diagnosis of temporomandibular joint problems. II. The vertical symmetry. *J Oral Rehabil* 1988; 15: 465-71.
- Scott JH. The analysis of facial growth in the anterior and vertical dimension. *Am J Orthodon* 1958; 44: 507-13.
- Vig PS, Hewitt AB. Asymmetry of the human facial skeleton. *Angle Orthod* 1975; 45: 125-9.