

## 일반 및 디지털 측모두부방사선 규격사진, 하드카피의 계측오차 또는 확대율 비교

경희대학교 일반대학원 치의학과 교정학, 경희대학교 치의학전문대학원 교정학교실<sup>2</sup>  
대학원생 이태호<sup>1</sup>, 교수 이기수<sup>2</sup>, 조교수 남종현<sup>2</sup>, 전임강사 강윤구<sup>2</sup>

### ABSTRACT

#### Comparison of measurement errors between conventional, digital cephalographs and hardcopies.

Department of Orthodontics, Graduate School of Dentistry, Kyung Hee University<sup>1</sup>  
Department of Orthodontics, Professional Graduate School of Dentistry, Kyung Hee University<sup>2</sup>  
Tae-Ho Lee<sup>1</sup>, Ki-Soo Lee<sup>2</sup>, Jong-Hyun Nam<sup>2</sup>, Yoon-Goo Kang<sup>2</sup>

The purpose of this study was to evaluate the measurement error between conventional films, digital cephalographs and hardcopy. The material consisted of 29 cephalographs which used image modality of Asahi CX-90SP in the Kyung Hee University Dental Hospital. One observer measured fiducial measurements at an interval of four weeks. Measurement error was tested by Dahlberg's formula. A paired t-test was used to detect it between each modality.

The results are as follows;

1. The monitor-displayed digital image showed enlargement compared with the conventional image. The cephalometric measurements of the monitor-displayed digital image and conventional image were no statistically significant difference except SNB.
2. In conventional image, measurement errors of linear and angular measurements were 0.23mm, 0.36°, respective. In monitor-displayed digital image, measurement errors of linear and angular measurements were 0.63mm, 0.48°, respective.
3. The reduction ratio of hardcopy was 1.01% compared to the monitor-displayed digital image.

Based on the results, it indicates that the digital cephalographs and hardcopy using storage phosphor digital radiography showed the same accuracy as the conventional films in clinical use.

Key words : measurement error, digital cephalographs, hardcopy.

## I. 서론

영상 교정 분야에서 컴퓨터와 네트워크, 디지털 기술의 발달로 자료의 빠른 분석, 정확한 진단 및 치료계획 수립, 원격 진료 및 협진이 가능하게 되었다. 디지털 자료는 손쉽게 검색과 분류가 가능하고 보관을 위한 공간을 거의 차지하지 않으며 원본과 동일한 복사가 가능하고 네트워크를 통해 실시간 전송이 가능하다. 또한 디지털 두부방사선 규격사진은 환자에 대한 방사선 노출량의 감소, 이미지의 조작(image manipulation), 계측의 자동화가 가능하다는 이점이 있으나 일반 두부방사선 규격사진에서 얻을 수 있는 만큼의 많은 정보를 이미지화 할 수 없고, 이미지의 조작, 저장 및 전송과정에서 현재까지는 일부의 영상 정보(image quality)가 상실되는 단점이 있다<sup>2)</sup>.

디지털 영상을 얻을 수 있는 방법은 다음의 3가지 방식이 가능하다. 첫째, 일반 측모두부방사선 규격사진을 평판 스캐너나 디지털 카메라를 이용하여 디지털 영상화 하는 방법, 둘째, 필름 카세트 대신에 영상판(imaging plate)을 이용하여 디지털 영상을 얻는 전산화 방사선 사진(computed radiography), 셋째, 기기에 장착된 디지털 센서를 이용하여 직접 디지털 영상을 얻는 direct digital radiography가 있다. 그 중 전산화 방사선 사진은 1983년에 소개된 이래 디지털 두부방사선 규격사진 분야에서 주류를 이루고 있다. 전산화 방사선 사진의 가장 큰 장점은 기존의 방사선 장비를 그대로 이용하면서 디지털 영상의 장점을 그대로 얻을 수 있다는 것이다. 전산화 방사선 사진은 모니터 영상(monitor-displayed image)이나 필름으로 출력한 하드카피(hardcopy)로 이용한다.

전산화 방사선 사진은 일반 측모두부방사선 규격사진보다 오차평균과 표준편차가 비슷하거나 작은 경향을 보이고, 또한 상의 확대율이 일반 측모두부방사선 규격사진보다 3.2% 크다<sup>3)</sup>. 전산화 방사선 사진은 각 화소 단위로 받아들인 영상 정보 외에 기록되지 못한

나머지 영상과 영상 조절 과정에서 삭제된 영상은 영구 삭제되므로 공간 해상력이 떨어지고 더 큰 오차를 보이는 단점이 있다<sup>4)</sup>.

일반 측모두부방사선 규격사진과 디지털 측모두부방사선 규격사진(digital hardcopy)<sup>5,6)</sup>, 일반 측모두부방사선 규격사진과 스캔된 디지털 영상<sup>7)</sup>, 일반 측모두부방사선 규격사진과 스캔된 디지털 영상과 모니터 영상의 재현성과 계측점 인식의 신뢰성을 비교한 연구<sup>8)</sup> 등이 있었다. 그러나 일반 측모두부방사선 상에 대한 디지털 상의 계측오차와 확대율을 비교한 연구는 미미한 실정이다.

이 연구는 일반 측모두부방사선 규격사진과 모니터 영상의 디지털 측모두부방사선 규격사진의 계측치를 비교하여 계측오차를 평가하며, 모니터 영상의 디지털 측모두부방사선 규격사진과 하드카피에서 나타날 수 있는 상의 확대율과 계측 오차를 평가하여, 측모두부방사선 규격사진을 얻는 3가지 방법의 임상적 유용성을 평가하기 위하여 시행되었다.

## II. 연구재료 및 방법

### 연구재료

남녀의 성비율과 부정교합 상태를 고려하지 않고 무작위로 선택한 29명을 대상으로 하였으며 동일인을 대상으로 촬영한 일반 측모두부방사선 규격사진, 모니터 영상의 디지털 측모두부방사선 규격사진 및 하드카피를 이용하였다.

### 연구방법

#### 측모두부방사선 규격사진의 촬영과 하드카피

일반 측모두부방사선 규격사진의 촬영은 Asahi CX-90SP (Asahi Roentgen Ind. Co., Kyoto, Japan)를 사용하여 X-선원으로부터 피사체의 정중 시상면까지의 거리는 150cm, 피사체 정중 시상면으로부터 필름 또는 영상판(imaging plate)까지의 거

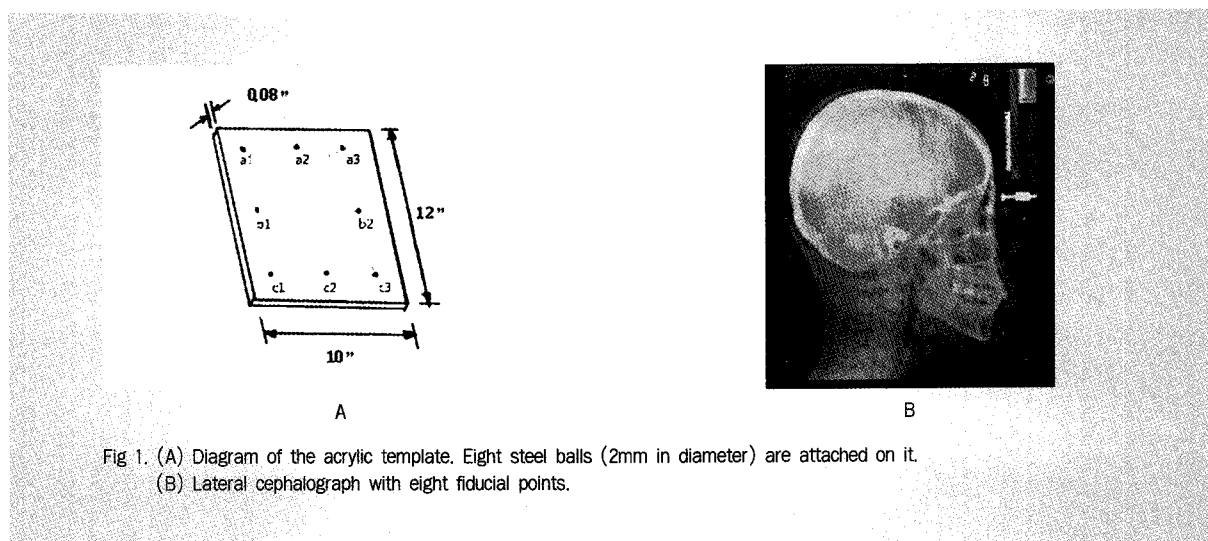


Fig 1. (A) Diagram of the acrylic template. Eight steel balls (2mm in diameter) are attached on it.  
(B) Lateral cephalograph with eight fiducial points.

Table 1. Definition of the cephalometric landmarks and lines used in this study

Landmarks and lines	Definitions
Nasion (N)	The junction of the frontonasal suture at the most posterior point on the curve at the bridge of the nose.
Sella Turcica (S)	The center of the pituitary fossa of the sphenoid bone.
Point A (A)	The most posterior point on the curve of the maxilla between the anterior nasal spine and supradentale.
Point B (B)	The point most posterior to a line from infradentale to pogonion on the anterior surface of the symphyseal outline of the mandible.
Articulare (Ar)	The point of intersection of the inferior cranial base surface and the averaged posterior surfaces of the mandibular condyles.
Gonial Intersection (Gol)	The intersection of the mandibular plane with a plane through articulare, posterior and along the portion of the mandibular ramus inferior to it.
Pogonion Intersection (Pgl)	The point of intersection of the mandibular plane and a perpendicular tangent line to the bony symphysis.
Menton (Me)	The most inferior point on the symphyseal outline.
Anterior Nasal Spine (ANS)	The tip of the median, sharp bony process of the maxilla at the lower margin of the anterior nasal opening.
Posterior Nasal Spine (PNS)	The most posterior point at the sagittal plane on the bony hard palate.
Upper incisor incisal edge (UIE)	The incisal tip of the maxillary central incisor.
Upper incisor apex (U1A)	The root tip of the maxillary central incisor.
Lower incisor incisal edge (LIE)	The incisal tip of the mandibular central incisor
Lower incisor apex (L1A)	The root tip of the mandibular central incisor.
Sella Nasion plane (SN)	A line through Sella and Nasion
Palatal plane (PP)	A line through ANS and PNS.
Mandibular plane (MP)	A line through Me and Gol.
Upper incisor long axis (U1)	A line through UIE and U1A
Lower incisor long axis (L1)	A line through LIE and L1A

Table 2. Definition of the cephalometric measurements

Variables	Unit	Definitions
N-Me	mm	Anterior facial height: Distance between N and Me
S-Gol	mm	Posterior facial height: Distance between S and Gol
S-N	mm	Anterior cranial base length: Distance between S and N
S-Ar	mm	Posterior cranial base length: Distance between S and Ar
Ar-Gol	mm	Mandibular ramus height: Distance between Ar and Gol
Gol-Pgl	mm	Mandibular body length: Distance between Gol and Pol
SNA	degree(°)	protrusion of the maxilla: Angle between S-N and N-A
SNB	degree(°)	Protrusion of the mandible: Angle between S-N and N-B
SN to MP	degree(°)	Mandibular plane angle: Angle between S-N and Pol-Gol
SN to PP	degree(°)	Palatal plane angle: Angle between S-N and ANS-PNS
U1 to SN	degree(°)	Upper central incisor inclination: Angle between S-N line and U1 long axis
L1 to MP	degree(°)	Lower central incisor inclination: Angle between MP and L1

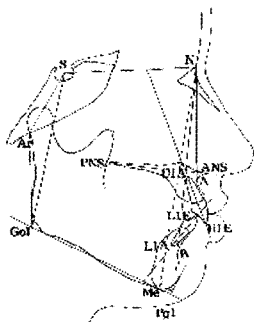


Fig 2. Cephalometric landmarks and lines used in this study.

리는 15cm이었으며, 20mA, 76kvp, 0.7초의 노출 조건으로 촬영하였다. 필름카세트(Kodak GP cassette: Eastman Kodak Co., Rochester, USA)는 이중 희토류 증감지 (rare earth intensifying screen)가 내장된 10인치 x 12인치 크기이며 증감도 구외필름 (Kodak medical film: Eastman Kodak Co., Rochester, USA)을 사용하였다. 촬영된 필름은 자동 현상기 (영한 Pro200: Young Han X-Ray Co., Seoul, Korea)로 현상하였다.

일반 측모두부방사선 규격사진을 촬영한 직후에 두부의 위치에 변화가 없도록 유지하고, 1mm 두께의 10인치 x 12인치 투명 아크릴판의 모서리와 각 변의 중앙에 직경 2mm의 철구(steel ball) 8개를 분산 배치한 아크릴 템플레이트(Fig 1)를 영상판이 내장된 Kodak GP cassette 에 밀착하고 일반 측모두부방사선 규격사진과 동일한 조건으로 촬영한 후, Kodak Directview CR950(Eastman Kodak Co., Rochester, USA)로 스캔하여 모니터 영상의 디지털 측모두부방사선 규격사진을 얻었다. 하드캐피는 디지털 영상을 Kodak Dryview 8150 레이저 프린터(Eastman Kodak Co., Rochester, USA)로 프린트하였다.

**측모두부방사선 규격사진의 계측점 및 계측항목**

일반 측모두부방사선 규격사진과 모니터 영상의 디지털 측모두부방사선 규격사진의 계측점과 계측평면, 계측항목을 설정하였다(Table 1,2, Fig 2).

모니터 영상의 디지털 측모두부방사선 규격사진 및 하드캐피의 각각에 나타난 철구 상에 계측점 명칭을 부여하였으며(Fig 1), 계측점은 철구상의 중점으로 하였다. 수평거리, 수직거리, 대각선 거리를 계측하였다.

**측모두부방사선 규격사진의 계측**

일반 측모두부방사선 규격사진은 0.03인치 두께의 아세테이트 트레이싱지 위에 0.3mm 굵기의 2H연필을 사용하여 트레이싱 하였으며, 디지털 버니어캘리퍼(Mitutoyo Co., Kanagawa, Japan)와 각도기를 이용하여 길이 계측은 1/100mm까지, 각도 계측은 0.1° 단위까지 계측하였다. 모니터 영상의 디지털 측모두부방사선 규격사진은 V ceph 5.3 (Cybermed Inc., Seoul, Korea)을 이용하여 해상도가 1024 x 768 픽셀인 17인치 평면 LCD 컬러 모니터 (SDMHS75PS, Sony Co., Tokyo, Japan)에서 계측하였다. 하드카피는 철구중심점을 표시한 후 디지털 버니어캘리퍼를 이용하여 측정하였다. 모든 계측은 동일인이 시행하였으며 일차 계측한 후, 계측오차를 산출하기 위하여 4주 후에 2차 계측을 시행하였다.

**오차 검증 및 통계**

계측치의 신뢰성 검사를 위해서 동일인이 4주 후에 2차 계측을 시행한 후, 일반 측모두부방사선 규격사

진과 모니터 영상의 디지털 측모두부방사선 규격사진의 계측 항목 평균과 표준편차를 산출하고, 상호간의 차이를 paired t-test로 검사하였으며, 모니터 영상의 디지털 측모두부방사선 규격사진과 하드카피의 확대율을 산출하였다. 계측오차는 Dahlberg의 공식

$$(S_e^2 = \frac{\sum d^2}{2n}; e = d/2n; d: 2회 반복계측치의 차이;$$

n:대상의 수)에 의하여 산출하였다.

**Ⅲ. 연구 결과**

일반 측모두부방사선 규격사진과 모니터 영상의 디지털 측모두부방사선 규격사진의 계측 오차

전반적으로 모니터 영상의 디지털 측모두부방사선 규격사진은 일반 측모두부방사선 규격사진보다 크게 계측되었지만 SNB를 제외하고는 통계적 유의성이 없었다(Table 3). 일반 측모두부방사선 규격사진과 모니터 영상의 디지털 측모두부방사선 규격사진의 계측 항목간의 차이는 길이 계측에서는 N-Me 의 차이가

Table 3. Measurements of lateral cephalometric variables of conventional cephalographs and monitor-displayed digital image

	C	D	C minus D	
	Mean ± SD	Mean ± SD	difference	Sig
N-Me (mm)	134.06 ± 6.80	135.68 ± 7.19	-1.62	NS
S-Gol (mm)	92.31 ± 8.42	92.54 ± 8.41	-0.22	NS
S-N (mm)	73.25 ± 3.54	74.14 ± 3.66	-0.88	NS
S-Ar (mm)	40.76 ± 3.69	40.62 ± 3.67	0.14	NS
Ar-Gol (mm)	54.98 ± 6.76	55.30 ± 6.93	-0.32	NS
Gol-Pgl (mm)	83.75 ± 5.84	83.79 ± 6.57	-0.04	NS
SNA (°)	81.81 ± 3.19	82.61 ± 3.37	-0.79	NS
SNB (°)	79.19 ± 3.61	79.51 ± 3.92	-0.32	*
SN-MP (°)	32.55 ± 7.76	33.28 ± 7.73	-0.73	NS
SN-PP (°)	9.43 ± 2.81	9.07 ± 2.92	0.36	NS
U1 to SN (°)	107.47 ± 6.67	108.67 ± 6.01	-1.21	NS
L1 to MP (°)	98.00 ± 6.59	100.25 ± 7.37	-2.25	NS

C, conventional cephalographs; D, monitor-displayed image; SD, standard deviation; NS : not significant level, \*: p<0.05

Table 4. Measurement errors of the cephalometric measurement from conventional image and monitor-displayed digital image

	C	D		C	D
N-Me (mm)	0.22	0.40	SNA (°)	0.33	0.43
S-Gol (mm)	0.24	0.75	SNB (°)	0.09	0.23
S-N (mm)	0.10	0.20	SN-MP (°)	0.17	0.13
S-Ar (mm)	0.21	0.30	SN-PP (°)	0.24	0.45
Ar-Gol (mm)	0.37	0.46	U1 to SN (°)	0.66	0.76
Gol-Pgl (mm)	0.23	1.68	L1 to MP (°)	0.69	0.90
average(mm)	0.23	0.63	average(°)	0.36	0.48

C, conventional cephalographs; D, monitor-displayed image

Table 5. Fiducial measurements and mean enlargement of the fiducial measurements between monitor-displayed digital image and digital hardcopy

	D		H		Enlargement of D compared with H	
	Mean	SD(mm)	Mean	SD(mm)	Ratio (%)	Sig
a1-a3	222.49	± 0.98	220.73	± 0.52	1.01	NS
b1-b3	224.71	± 0.85	222.66	± 1.56	1.01	NS
c1-c3	224.91	± 1.02	223.18	± 0.68	1.01	NS
a1-c1	262.15	± 1.24	260.55	± 0.60	1.01	NS
a2-c2	262.27	± 1.27	260.25	± 0.35	1.01	NS
a3-c3	262.73	± 1.16	260.98	± 0.58	1.01	NS
a1-c3	345.42	± 1.58	342.97	± 0.59	1.01	NS
a3-c1	344.53	± 1.52	342.32	± 0.13	1.01	NS

D, monitor-displayed digital image; H, digital hardcopy.  
SD, standard deviation; NS; not Significant \*: p<0.05

Table 6. Measurement errors of the fiducial point measurement from monitor-displayed digital image and hardcopy

	D(mm)	H(mm)
a1-a3	0.8	0.16
b1-b3	0.73	1.35
c1-c3	1.16	0.26
a1-c1	0.59	0.21
a2-c2	0.38	0.14
a3-c3	1.22	0.21
a1-c3	0.90	0.19
a3-c1	1.02	0.02
Average	0.85	0.32

D, monitor-displayed digital image; H, digital hardcopy.

1.62mm 로 가장 크게 나타났고 각도 계측에서는 L1 to MP이 2.25° 로 가장 크게 나타났다.

Dahlberg의 공식에 의한 계측오차는 일반 측모두부방사선 규격사진에서는 길이 계측과 각도 계측이 각각 0.23mm 와 0.36° 이었고 모니터 영상의 디지털 측모두부방사선 규격사진에서는 각각 0.63mm 와 0.48° 로 계산되었다(Table 4). 일반 측모두부방사선 규격사진보다 모니터 영상의 디지털 측모두부방사선 규격사진에서 계측오차가 크게 나타났다.

모니터 영상의 디지털 측모두부방사선 규격 사진과 하드카피의 확대율 및 계측오차 하드카피에 비하여 모니터 영상의 디지털 측모두부

방사선 규격사진이 수평, 수직 및 대각선 방향으로 1.01% 크게 확대되는 것으로 나타났다(Table 5). Dahlberg의 공식에 의한 계측오차는 하드카피에서 0.32mm, 모니터 영상의 디지털 측모두부방사선 규격사진에서 0.85mm로 계산되었다(Table 6).

#### IV. 총괄 및 고찰

측모두부방사선 규격사진의 분석은 교정치료의 기본을 이루고 있으며 임상 및 연구에서 중요한 역할을 하고 있다. 측모두부방사선 규격사진의 계측 시 오차는 촬영 시 오차, 계측점 인식 오차, 계측오차 등으로 대별할 수 있다<sup>7)</sup>. 촬영 시 두부의 위치가  $\pm 5^\circ$  이하의 회전일 경우 오차는 길이 계측이나 각도 계측에서  $\pm 1\%$  이하라고 하며, 두부 위치가  $5^\circ$  이상 회전 하였을 경우는 명백하게 차이가 나므로 쉽게 수정할 수 있다고 했다<sup>9)</sup>. 이는 촬영 시 오차보다 계측 시 오차가 더 크다는 것을 의미한다<sup>10)</sup>.

측모두부방사선 규격사진 분석시 오차의 대부분은 계측점 인식과 관련이 있으며, 계측점 인식은 관찰자 내 오차가 관찰자간 오차보다 적다고 하였다. 계측오차는 계측점 인식, 측정 기록시의 변이성 등이 문제가 되며 계측 도구와 계측 방법에서 오차를 일으킨다고 하였다. 모니터 영상의 확대율은 Macri 와 Wenzel<sup>11)</sup>가 비디오카메라를 이용한 연구에서 수직적으로 2%의 확대를 보였으나 수평적으로는 변화가 없다고 보고 하였으며 Nimkarn 와 Miles<sup>12)</sup>는 비디오카메라를 이용한 연구에서 수직적으로 1%, 수평적으로 3% 확대를 보였다고 보고하였다. Geelen 등<sup>8)</sup>은 sandwich technic으로 촬영한 모니터 영상을 교정용 분석프로그램을 이용한 계측에서 11%의 확대율을 보고하였고 Schultz 등<sup>13)</sup>은 direct digital radiography에서 TFT모니터에 나타난 영상이 일반 측모두부방사선 규격사진에 비하여 수평 13%, 수직 12% 확대된다고 보고하였다.

본 연구에서 일반 측모두부방사선 규격사진과 모니터 영상의 디지털 측모두부방사선 규격사진 사이의 계측치는 SNB 를 제외하고는 통계적으로 유의성 있는 차이가 없었다. 그러나 전반적으로 모니터 영상의 디지털 측모두부방사선 규격사진은 일반 측모두부방사선 규격사진보다 크게 계측되는 것으로 나타났다. 일반 측모두부방사선 규격사진과 모니터 영상의 디지털 측모두부방사선 규격사진의 계측 항목간의 차이는 길이 계측에서는 N-Me 의 차이가 1.62mm 로 가장 크게 나타났고, 각도 계측에서는 L1 to MP 이  $2.25^\circ$  로 가장 크게 나타났다.

계측 오차를 평가하는 방법에는 여러 가지가 있을 수 있다. 본 연구에서는 Dahlberg<sup>15)</sup> 방법과 같이 전체 표본에서 몇 개를 선별하여 반복 측정함으로써 오차를 평가하는 방법을 사용하였다. 계측 오차는 일반 측모두부방사선 규격사진에서는 길이 계측과 각도 계측이 각각 0.23mm와  $0.36^\circ$ , 모니터 영상의 디지털 측모두부방사선 규격사진에서는 각각 0.63mm와  $0.48^\circ$ 로 나타났다. 일반 측모두부방사선 규격사진보다 모니터 영상의 디지털 측모두부방사선 규격사진에서 계측오차가 크게 나타났으며, 일반 측모두부방사선 규격사진과 모니터 영상의 디지털 측모두부방사선 규격사진 모두 작도한 계측점인 GoI 와 PgI 이 포함된 계측항목과 치아의 장축과 연관된 계측항목에서 계측오차가 크게 나타났다. GoI 와 PgI 는 모니터에서 계측점 인식이 어렵고, 치아 장축 설정시 여러 치아가 겹쳐 보여 정확한 치아 장축을 잡기가 어렵기 때문이다. 일반 측모두부방사선 규격사진보다 모니터 영상의 디지털 측모두부방사선 규격사진에서 계측 오차가 크게 나타난 이유는 V-ceph 5.3 프로그램의 확대 기능을 이용했음에도 불구하고 마우스의 커서(cursor)로 계측점의 중앙을 정확히 맞추기 어렵기 때문일 것이다. 이러한 이유로 하드카피보다 모니터 영상의 디지털 측모두부방사선 규격사진의 계측오차도 크게 나타났다.

Bruntz등<sup>9)</sup>은 아날로그 필름을 스캔한 후 종이에 출력한 디지털 방사선 사진에서 수직으로 0.3mm 확대, 수평으로 0.7mm와 0.9mm의 확대를 보고하였고 Geelen등<sup>8)</sup>은 sandwich technic으로 촬영한 후 디지털 측모두부방사선 규격사진을 수작업으로 트레이싱한 연구에서 수평 수직적으로 모두 2%의 확대를 보고한 바 있다. 본 연구에서 하드카피는 모니터 영상의 디지털 측모두부방사선 규격사진에 비해 1.01% 축소되어 나타났다. 수평방향, 수직방향, 대각선방향 모두 동일하게 축소되어 나타났다. 하드카피가 축소되는 이유는 디지털 자료의 특성상 자료의 획득, 처리 과정(image processing)에서 복잡한 알고리즘이 개재되며 디지털 자료(digital data)를 방사선 사진으로 출력하는 과정, 영상판(imaging plate)의 스캔 및 출력과정에서 발생하는 오차에 기인한다고 판단된다.

측모두부방사선 규격사진의 정확한 계측을 위해서는 계측점들이 정확히 재현되어야 하는데, 정확한 재현의 정도는 방사선 사진의 질, 측정자의 숙련도 등에 의해 좌우된다. 모니터 영상의 디지털 측모두부방사선 규격사진이 일반 측모두부방사선 규격사진에 비해 사진의 질이 향상되었지만 계측오차는 오히려 크게 나타났다. 정확한 계측을 위해서는 정확한 계측점 식별을 위한 술자의 노력이 필요할 것이다.

## V. 결 론

이 연구는 일반 측모두부방사선 규격사진과 모니터 영상의 디지털 측모두부방사선 규격사진의 계측치를

비교하고 계측오차를 평가하며, 모니터 영상의 디지털 측모두부방사선 규격사진과 하드카피에서 나타날 수 있는 상의 확대율과 계측오차를 평가하여, 측모두부방사선 규격사진을 얻는 3가지 방법의 임상적 유용성을 평가하기 위하여 시행되었다. 연구재료는 남녀의 성비율과 부정교합 상태를 고려하지 않고 무작위로 선택한 29명을 대상으로 하였으며 동일인을 대상으로 촬영한 일반 측모두부방사선 규격사진, 모니터 영상의 디지털 측모두부방사선 규격사진 및 하드 카피를 이용하였다. 각각을 계측하고 통계 처리하여 다음의 결과를 얻었다.

1. 모니터 영상의 디지털 측모두부방사선 규격사진의 계측치가 일반 측모두부방사선 규격사진보다 크게 계측되는 것으로 나타났으나, SNB 를 제외하고는 통계적으로 유의성 있는 차이가 없었다.
2. 일반 측모두부방사선 규격사진의 계측오차는 길이 계측과 각도 계측이 각각 0.23mm 와 0.36°으로 나타났고, 모니터 영상의 디지털 측모두부방사선 규격사진에서는 각각 0.63mm 와 0.48°로 나타났다. 일반 측모두부방사선 규격사진보다 모니터 영상의 디지털 측모두부방사선 규격사진에서 계측 오차가 크게 나타났다.
3. 하드카피는 모니터 영상의 디지털 측모두부방사선 규격사진에 비해 1.01% 축소되어 나타났다.

이상의 결과는 일반 측모두부방사선 규격사진, 디지털 측모두부방사선 규격사진 및 이의 하드카피는 임상적 사용에서 차이를 나타내지 않을 것임을 시사한다.



## 참고 문헌

1. 서영훈, 최영철. 측두 규격방사선사진 촬영 시 두부의 위치변화가 확대율에 미치는 영향. 대한소아치과학회지 2001;28:185-194.
2. Bruntz LQ, Palomo JM, Baden S, Hans MG. A comparison of scanned lateral cephalograms with corresponding original radiographs. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2006;130:340-348.
3. Paredes V, Gandia JL, Cibrian R. Digital diagnosis records in orthodontics. An overview. Med Oral Pathol Oral Cir Bucal 2006;11:88-93.
4. Forsyth DB, Shaw WC, Richmond S, Roberts CT. Digital imaging of cephalometric radiographs, part 2: image quality. Angle Orthod 1996;66:43-50.
5. 유상훈. 디지털 두부 X-선 계측 사진 계측사진 필름과 모니터상 계측점의 신뢰성에 관한 비교 연구. 석사학위논문. 서울대학교. 2004.
6. Lim KF, Foong KWC. Phosphor-stimulated computed cephalometry : Reliability of landmark identification. British J Orthod 1997;24:301-308.
7. Chen YJ, Chen SK, Chang HF, Chen KC. Comparison of Landmark Identification in Traditional Versus Computer-Aided Digital Cephalometry. Angle Orthod 2000;70:387-392.
8. Geelen W, Wenzel A, Gotfredsen E, Kruger M, Hansson LG. Reproducibility of cephalometric landmarks on conventional film, hardcopy, and monitor-displayed images obtained by the storage phosphor technique. Eur J Orthod 1998;20:331-340.
9. Nolte K, Muller B, Dibbets J. Comparison of linear measurement in cephalometric studies. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2002;122:196-201.
10. Sayinsu K, Isik F, Trakyali G, Arun T. An evaluation of the errors in cephalometric measurements on scanned cephalometric images and conventional tracings. Eur J Orthod 2007;29:105-108.
11. Macri V, Wenzel A. Reliability of landmark recording on film and digital lateral cephalograms. Eur J Orthod 1993;15:137-48.
12. Nimkarn Y, Miles PG. Realibility of computer generated cephalometrics. International Journal of Adult Orthodontics and Orthognathic Surgery 1995;10:43-52.
13. Schulze RW, Gloede MB, Doll GM. Landmark identification on digital versus film-based cephalometric radiographs: A human skull study. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2002;122:635-42.
14. Dahlberg G. Statistical methods for medical and biological students. New York 1940 Interscience publications.