

# CT Scanogram과 고식적방법에 의한 장골계측촬영의 비교분석

광주보건대학 방사선과 · 조선대학교병원 진단방사선과\*  
김승국 · 전재두\*

- Abstract -

## The Comparative Analysis on the Radiography of Long Bone Measurement by CT Scanogram and Conventional Method

Seung Kook Kim · Jae Doo Jeon\*  
*Kwang-ju Health college, Dept. of Radiologic Technology*  
*Dept. of Diagnostic Radiology Cho-sun University Hospital\**

The accurate measurement for a long bone have taken an important part in orthopedics surgical diseases when the length of extremities is different each other. However, it is true that various kinds of methods to search for the accurate measurement on used in medical centers. In this study, we measured the real length of long bone for CT Scanogram and F.F.D by 100cm and 200cm in the angle of inclination 0°, 3° and 7°. This method will be useful to diagnose and treat patients more accurately.

### I. 서 론

장골계측 촬영은 정형외과적으로 선천적, 후천적 질환의 원인을 찾는 매우 중요한 검사방법중 하나이다. 장골계측은 주로 양쪽 사지(extremities) 길이의 차이가 있을 경우 장골의 길이를 보다 정확하게 계측하기 위한 촬영 검사방법으로 골의 길이 차이, 성장저해요인의 원인, 외상 등에 의한 성장점 파괴등을 이유로 실시한다. 장골계측의 측정범위가 하지(Lower extremities)에서는 주로 특발성 대퇴골수 괴사, 대퇴골두 미끄러움증, 페르테스병(Perthes disease)<sup>1,2)</sup>등으로 인한 양쪽 대퇴부(Femur)를 수술 및 치료하는 중요한 촬영방법으로 이용되고 있으며 원위 대퇴골과 근위 경골을 대상으로 검사하는데 있다.

장골의 방사선학적 검사방법으로 1924년에 Hickey에 의해서 소개된 Orthorentgenography 방법<sup>3)</sup>과 1937년 Millwee에 의해서 소개된 Slit scanography 방법<sup>4)</sup>, 1944년 Gill에 의해서 소개된 Spot scanography<sup>5)</sup>가 있으며 1984년에 Helms등이 전산화 단층 촬영을 통한 사지 장골계측 촬영법<sup>6)</sup>이 소개되었다.

이러한 여러 가지 장골계측 촬영을 통하여 실물크기의 실측치에 접근하려는 많은 노력을 하고 있으나, 위와 같은 방법들이 임상에서 사용되어질 때에 어떤 방법이 보다 정확한 방법인가 비교하기 어려울 뿐만 아니라, 각각

에서 얻어진 데이터 중 어떤 값이 정확한 실측값인가를 검증하지 못하고 사용되어지고 있다.

본 연구에서는 경골의 경사각을 0°와 3° 그리고 대퇴골의 경사각은 0°와 7°로 촬영하여 장골계측에서 얻어진 데이터와 비교 분석하고, 어떤 방법이 실측치에 가장 근접되는가를 알아내어 각 방법들간에 유용성을 밝히고, 장골 계측 촬영에 보다 정확성과 효율성을 줄 수 있는 방법을 찾아, 환자를 진료하고, 수술 및 치료하는데 도움을 주고자 한다.

### II. 연구내용 및 방법

#### 1. 연구대상

2000년 6월부터 2001년6월까지 C대학병원 진단방사선과에 내원한 환자50명(남:25명, 여:25명)중 10명(남:5명, 여:5명)을 연구 지원자로 추출하여 촬영하였으며 경골의 평균경사각은 Fig. 1과 같이 원위 경골끝의 중심과 근위 경골 평탄부 중심을 이은 선과 경골이 이루는 각으로 3°, 대퇴골의 평균경사각은 Fig. 2와 같이 원위 대퇴골 중심과 고관절의 대퇴골두 중심과 잇는 선의 경사각으로 7°였으며, 이들의 평균나이는 31.5세, 평균키는 168.2cm이다.

\* 이 논문은 2001년도 광주보건대학 교내 연구비 지원에 의해 연구되었음

## 2. 사용기기 및 기구

- 원격조작 X선 장치(Dong-a X-ray SFC-31R)
- CTX선 장치(SIEMENS SOMATOM Plus4)
- 아크릴 자(50 cm, 100 cm)
- 계측용 자(ruler 50 cm)
- 건골(경골, 대퇴골)
- X선 Film 및 카세트(14"×17", 14"×34")

## 3. 연구 방법

연구 지원자로 선출된 10명을 대상으로 FFD를 100 cm 와 200 cm에서 필름면과 경골, 대퇴골의 경사각(경골 평균 경사각 3°, 대퇴골 평균 경사각 7°)으로 촬영하여 연구자료로 이용하였으며, 연구 대상자 10명을 다음과 같은 촬영법으로 실시하였다(Fig 1, 2).

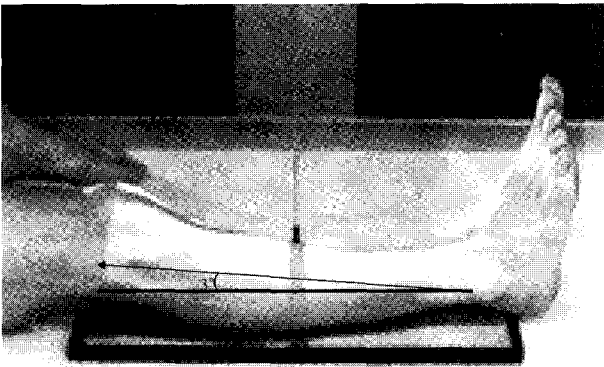


Fig. 1. The average of inclination at Tibial region(3°) in the radiography of long bone.

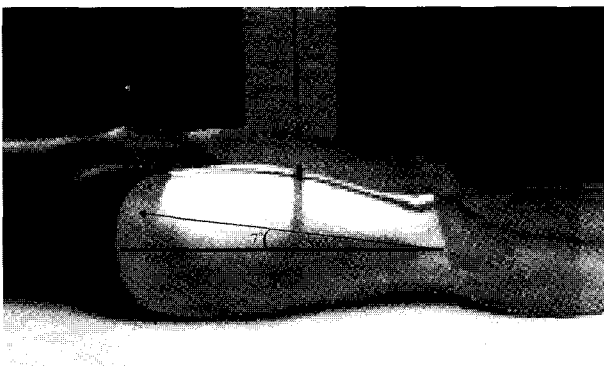


Fig. 2. The average of inclination at femoral region (7°) in the radiography of long bone.

① FFD를 100 cm에서는 14"×17"카세트를 사용하고, 두 개의 아크릴자를 이용하여 필름면과 이루는 경사각을 경골에서는 0°와 3°, 대퇴골에서는 0°와 7°로 경골과 대퇴골의 중심에 ruler를 각각 부착시켜 촬영하였다. 경사각

0°라 함은 film 위에 ruler을 올려 놓은 것으로 경골과 대퇴골은 확대되어지나 ruler는 확대되어지지 않은 상태의 길이를 의미한다. 중심X선은 경골과 대퇴골의 중심으로 필름면에 수직으로 입사하였다.

② FFD를 200 cm에서는 14"×34"카세트를 사용하고 두 개의 아크릴자를 이용하여 경사각을 경골에서는 0°와 3°, 대퇴골에서는 0°와 7°로 경골과 대퇴골의 중심에 각각 부착시켜 촬영하였다. 중심 X선은 경골과 대퇴골의 중심으로 필름면에 수직으로 입사하였다.

③ 전산화 단층 촬영기기로 CT Scanogram을 통하여 얻은 사진으로 경골과 대퇴골의 길이를 계측하였다(Fig 3, 4).



Fig. 3. The measurement of Tibial region and the indication of the its location.

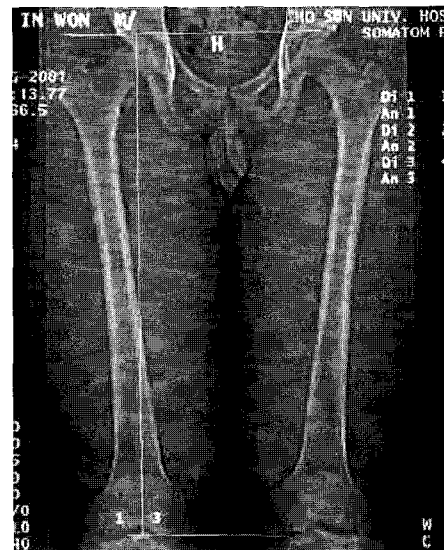


Fig. 4. The measurement of femoral region and the indication of its location.

위와 같이 ①과 ②의 방법에서 얻어진 사진에서 나타난 경골과 대퇴골의 길이를 CT Scanogram에서 측정된 길이와 비교 분석하였다.

#### 4. 연구의 제한점

연구의 제한점으로 피폭 선량을 감안한 실험이므로 여러 차례 촬영하여 평균을 산출하지 못했다는 제한점을 가지고 있지만, 10명의 대상자를 같은 방법으로 조사하였기 때문에 평균오차를 산출하여 통계의 자료로 일반화하기에는 큰 문제가 없을 것으로 생각되어 통계적인 의미가 있을 것으로 생각된다.

### Ⅲ. 결 과

10명의 환자를 대상으로 장골계측을 실시하고 비교 분석하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. FFD를 100 cm에서 측정된 결과를 분석하면 경골에서는 CT Scanogram에서 얻어진 평균길이 33.6 cm, 카세트 위의 ruler 경사각(0°)에서 얻어진 길이 36.5 cm, 경사각(3°)에서 얻어진 길이 35.0 cm, 사진에 나타난 골의 계측길이는 36.7 cm이다.  
CT Scanogram에서 얻어진 경골의 FFD 100 cm에서 측정된 값과 비교하면 Table 2와 Fig 5에서와 같이 사진상의 실제길이(0°), 경사각(3°)에서 각각 평균

확대를 평균 9.05%, 8.33%, 4.02%로 나타났다.

또한, 대퇴골은 Table 1과 같이 CT Scanogram에서 얻어진 평균 대퇴골 길이가 42.8 cm이었고 사진상의 실제길이, 경사각(0°), 경사각(7°)의 길이는 각각 46.6 cm, 46.3 cm, 43.7 cm로 나타났고, Table 2와 Fig 6에서 나타난 것 같이 CT Scanogram의 길이와 비교하면 실측길이, 경사각(0°), 경사각(7°)에서 각각 평균 9.05%, 8.24%, 2.10%의 확대율로 나타났다. FFD 100 cm에서 경골과 대퇴골의 확대율은 사진상의 실제길이에서 가장 많은 확대율로 나타났다.

2. FFD를 200 cm에서 측정된 결과 Table 1에서 경골은 CT Scanogram에서 얻어진 평균 길이 33.6 cm, 사진상의 실제길이가 35.6 cm이었으며, 경사각 0°에서 35.3 cm, 경사각 3°에서 34.4 cm로 나타났고, CT Scanogram과 비교할 때, Table 2에서와 같이 CT Scanogram과 비교 할 때 사진상의 실제길이, 경사각(0°), 경사각(3°)에서 각각 평균 5.8%, 5.0%, 2.1%의 확대율로 나타났다.

또한, 대퇴골에서는 Table 1에서 CT Scanogram에서 얻어진 평균 대퇴골 길이는 42.8 cm로 실측길이, 경사각(0°), 경사각(7°)에서 측정값이 각각 45.7 cm, 45.4 cm, 42.5 cm로 CT Scanogram의 길이와 비교할 때 Table 2에서 나타났듯이 사진상의 실제길이, 경사각(0°), 경사각(7°)에서 각각 6.8%, 6.0%, -0.7%의 확대 및 축소로 나타났다.

3. FFD를 100 cm와 200 cm를 비교 분석하면 Table 1에

Table 1. Measurement numerical value on CT scanogram

(단위 : cm)

Method Region Patients	CT Scanogram		100cm(F.F.D)						200cm((F.F.D)					
	Tibia	Femur	Tibia			Femur			Tibia			Femur		
			실측	경사(0°)	경사(3°)	실측	경사(0°)	경사(7°)	실측	경사(0°)	경사(3°)	실측	경사(0°)	경사(7°)
A	36.2	45.8	38.9	38.8	37.2	48.7	48.5	46.3	38.4	38.2	37.1	48.7	48.2	45.6
B	34.6	45.3	37.6	37.4	37.0	48.3	48.0	45.9	36.0	35.8	35.5	46.7	46.5	43.6
C	34.7	43.1	39.1	38.7	36.6	48.1	47.6	43.9	37.7	37.5	36.1	46.4	46.1	43.1
D	36.9	46.3	40.2	40.0	38.4	51.4	50.6	47.9	38.3	38.1	37.1	49.9	49.7	45.8
E	34.5	44.0	38.2	37.9	36.1	49.0	48.4	45.1	36.9	36.7	35.4	48.3	48.1	44.6
F	33.3	42.6	36.3	36.1	34.5	46.0	45.8	43.9	34.8	34.6	33.8	45.1	44.4	42.6
G	31.6	39.0	34.0	33.8	32.5	42.7	42.5	39.9	32.8	32.5	31.8	41.5	41.4	38.9
H	31.3	39.3	33.5	33.3	32.3	42.3	42.0	39.8	33.3	33.0	32.1	42.1	41.9	39.0
I	32.3	41.3	34.7	34.5	33.4	45.2	45.0	42.2	34.2	33.9	32.7	43.9	43.7	40.3
J	31.0	41.0	34.4	34.0	32.0	44.7	44.5	41.8	33.3	32.9	32.0	44.0	43.5	41.1
Average	33.6	42.8	36.7	36.5	35.0	46.6	46.3	43.7	35.6	35.3	34.4	45.7	45.4	42.5

\*실측 : 사진상에서 경골, 대퇴골의 확대영상의 측정값

Table 2. Magnification ratio at 100 cm, 200 cm by the standard of CT Scanogram

(단위 : %)

Method	100cm(F.F.D)						200cm(F.F.D)					
	Tibia			Femur			Tibia			Femur		
	실측	경사 (0°)	경사 (3°)	실측	경사 (0°)	경사 (7°)	실측	경사 (0°)	경사 (3°)	실측	경사 (0°)	경사 (7°)
A	7.46	7.18	2.76	6.33	5.90	1.09	6.08	5.52	2.49	6.33	5.24	-0.44
B	8.67	8.09	6.94	6.62	5.96	1.32	4.05	3.47	2.60	3.09	2.65	-3.75
C	12.68	11.53	5.48	11.60	10.44	1.86	8.65	8.07	4.03	7.66	6.96	0.00
D	8.94	8.40	4.07	11.02	9.29	3.46	3.79	3.25	0.54	7.78	7.34	-1.08
E	10.72	9.86	4.64	11.36	10.00	2.50	6.96	6.38	2.61	9.77	9.32	1.36
F	9.01	8.41	3.60	7.98	7.51	3.05	4.50	3.90	1.50	5.87	4.23	0.00
G	7.59	6.96	2.85	9.49	8.97	2.31	3.80	2.85	0.63	6.41	6.15	-0.26
H	7.03	6.39	3.19	7.63	6.87	1.27	6.39	5.43	2.56	7.12	6.62	-0.76
I	7.43	6.81	3.41	9.44	8.96	2.18	5.88	4.95	1.24	6.30	5.81	-2.42
J	10.97	9.68	3.23	9.02	8.54	1.95	7.42	6.13	3.23	7.32	6.10	0.24
Average	9.05	8.33	4.02	9.05	8.24	2.10	5.75	5.00	2.14	6.77	6.04	-0.71

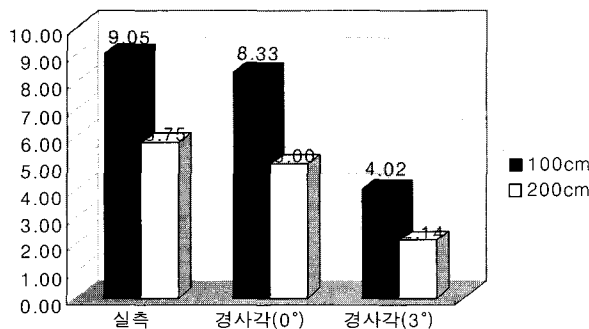


Fig. 5. Magnification ratio at F.F.D 100 cm, 200 cm for Tibia by the standard on CT Scanogram

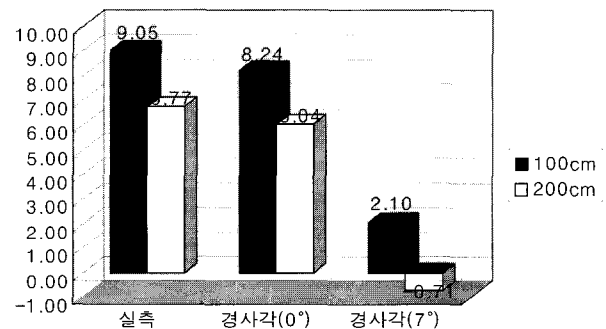


Fig. 6. Magnification ratio at F.F.D 100 cm, 200 cm for Femur by the standard on CT Scanogram.

서와 같이 경골은 FFD 100 cm에서, 실측길이, 경사각 (0°), 경사각(3°)이 평균 36.7 cm, 36.5 cm, 35.0 cm 였으며 FFD 200 cm에서는 평균 35.6 cm, 35.3 cm, 34.4 cm로 나타났다. Table 2에서 FFD 100 cm에서 FFD 200 cm보다 사진상의 실제길이, 경사각(0°), 경사각(3°)에서 평균 63.5%, 60.0%, 53.2% 확대율로 나타나 FFD 100 cm에서 더 많은 확대율이 나타났다. 또한 Table 2에서 대퇴골은 FFD 100 cm가 FFD 200 cm보다 사진상의 실제길이, 경사각(0°), 경사각 (7°)에서 각각 74.8%, 73.3%, 33.8%의 확대율을 보였다.

4. CT Scanogram상과 Table 2에서 FFD 200 cm 거리에서 측정된 대퇴골(7°)의 결과를 보면 평균 -0.71%

정도의 축소율로 나타났다. 이 결과는 원거리측정에서 기하학적 왜곡에 따른 측정오차로 생각되어진다. 측정치를 분석하면 Table 3에서 경골 0°와 대퇴골 0°에서는 실제길이의 100%로 나타났고, 경골 3°에서는 99.44%, 대퇴골 7°에서는 99.13%로 나타났다. 이는 경골 3°에서 0.56%, 대퇴골 7°에서 0.87%의 축소된 계측치를 의미하고, 이것은 기하학적 왜곡에 의한 축소계측치로 생각한다.

#### IV. 고 찰

장골 계측은 임상에서 여러 가지로 방법으로 계측하고

있으나 측정방법에 따라서 실측치와는 많은 오차가 있을 수 있다. 국내문헌<sup>7,8)</sup>에 따르면 임상에서 가장 정확하게 측정하기 위해 건골을 가지고 CT Scanogram을 통해 얻은 데이터를 보면 실제 건골보다 CT Scanogram에서 나타난 실측치가 무시할 수 있을 정도의 오차로 약간 축소되어 계측되었다.

CT Scanogram의 기계적 오차는 35~40cm 길이에서 -1mm 정도인데<sup>7)</sup>, 이는 CT영상조건 변화에 의한 오차나 X선 중심의 오조준 또는 하지 굴곡변형에 의해 생기는 오차보다 훨씬 작아 임상적으로 무시할 수 있었으며, C 병원 CT Scanogram에서도 건골 측정치가 일치하였다 (Table 3). 그러므로 임상이용에 있어서 CT Scanogram이 다른 측정방법보다 정확하다 할 수 있다. 국외문헌<sup>9)</sup>에 따르면 다른 측정 방법들에서 나타난 문제점을 보면 슬관절 굴곡이나 각 관절 특히, 고관절 주위 둔부의 두께에 의해 측정 오차가 생길 수 있다. 또한 뼈끝에 X선의 중심과 경사각이 생길 경우 확대 또는 축소되어 측정오차가 생기게 되는데 실제 임상 환자의 촬영에서는 양쪽 뼈 끝을 육안으로 확인 할 수 없기 때문에 X선 중심이 쉽게 양쪽 뼈끝을 벗어나서 측정값의 오차를 내게 된다.

본 실험에서도 위와 같은 문헌을 참고하여 10명의 환자를 장골계측하고 지금까지 장골계측 방법 중 가장 실측치와 근접하다고 여겨지는 CT Scanogram에서 측정된 데이터와 비교 분석했으나, 평균치 보다 많은 오차를 나타낸 환자는 측정방법이나 환자의 자세, ruler의 경사각이 정확하지 못해 나타난 오차로 생각된다.

Table 3. Measurement value of dried bone on CT Scanography

Region	Angle(°)	Measure value(cm)	Real value(cm)	Magnificial rate(%)
Tibia	0°	36	36	100
	3°	35.8		99.44
Femur	0°	46	46	100
	7°	45.6		99.13

## V. 결 론

양쪽 사지의 길이가 서로 차이가 날 때 장골의 길이를 정확하게 측정하는 장골계측 촬영법이 임상 병원에서는 여러 가지 방법으로 사용되어 지고 있으나 그 검사 방법이 병원마다 서로 다르기 때문에 정확한 비교가 어려웠다. 본 논문에서는 CT Scanogram과 FFD에 따른 촬영방법으로 장골을 계측하고 자료를 비교 분석하므로 다음과 같은 결론을 얻었다.

실측치에 가까운 CT Scanogram의 장골계측법보다 FFD에 따른 촬영방법이 더 많은 확대로 나타났다.

1. FFD 100 cm에서 경골과 대퇴골은 CT Scanogram과 비교하면 경사각(3°)과 경사각(7°)에서 각각 평균 4.02%와 2.10%의 확대율로 나타났다.
2. FFD 200cm에서 경골과 대퇴골은 CT Scanogram과 비교하면 경사각(3°)과 경사각(7°)에서 각각 2.14%와 -0.71%의 확대율로 나타났다.
3. FFD 100 cm와 200 cm를 비교할때, 경골과 대퇴골은 FFD 200 cm보다 FFD 100 cm에서 각각 63.5%와 33.8%로 더 많은 확대율을 보였다.

임상에서 정확한 촬영방법에 접근하기 위한 장골길이 측정은 CT Scanogram촬영이 가장 우수한 방법이고 FFD에 따른 장골계측 촬영법은 장골의 경사각에 따른 확대율을 감안해서 촬영해야 환자를 진료하고 수술 및 치료하는데 도움을 줄 수 있을 것으로 생각된다.

## 참 고 문 헌

1. 공현식 : 단축된 장골에서 가골신연술을 이용한 골길이의 복원이 골성장판에 미치는 영향에 대한 실험적 연구, 서울대 대학원 당관미소장 학위 논문(석사), 2001.
2. 임창선, 이홍수 : 장골계측 촬영법에 대한 고찰 -원격조정용 X선 장치를 이용한 장골계측 촬영법-대한방사선학회지, 24(2), pp.91-94, 1998.
3. Green WT, Anderson M : Orthorentgenography as a method of measuring the bones of the lower extremities, J Bone Joint Surg. 28, 60-65, 1946.
4. Milwee RH : Slit scanography, Radiology. (28), 483-486, 1937.
5. Bell JS, Thompson WAL : Modified spot scan ography. AJR. 63, 915-916, 1950.
6. 정병규, 안병엽, 박정국 외 2인 : CT Scanogram을 이용한 장골 길이 측정. 대한방사선학회지. 22, 254-258, 1986.
7. 서창해 : CT Scanogram에 의한 장골측정에 관한 연구 -Spot Scanogram과 비교하여-서울대 대학원 의학석사논문, 1986.
8. 진료영상학 연구회 편 : 진료영상학(1), 대학서림, 1996
9. Merrill, Vinita. : Atlas of roentgenographic positions and standard radiologic procedures, The C.V. Mosby Co, 1975.