

단순 방사선을 이용한 대퇴골 전염각 측정 - 성인 전조 대퇴골을 이용한 비교 -

계명대학교 의과대학 정형외과학교실 및 의과학연구소

송광순 · 황진수 · 김영수 · 배기철

A Simple Roentgenographic Measurement of Femoral Anteversion

- comparision with adult dried femora -

Kwang Soon Song, M.D., Jin Soo Hwang, M.D.,
Young Soo Kim, M.D. and Ki Cheol Bae, M.D.

*Department of Orthopaedic Surgery, Keimyung University
School of Medicine and Institute for Medical Science, Tbegu, Korea*

= Abstract =

The measurement of femoral anteversion is an important factor in the treatment of developmental dysplasia of the hip, neuromuscular disorder (cerebral palsy, poliomyelitis), in-toeing gait and so on. Measurements by the fluoroscopic, biplanar or axial roentgenographic methods, ultrasonogram and computed tomography have been used, but there are some considerations in using the proper method; the economic state of patients, the accuracy of the methods, exposure to the radiation and so on.

The purpose of this paper was to introduce a simple and rapid way to measure femoral anteversion. We compared the results between direct measurement and a simple roentgenographic method which presented by Kane *et al* (1992) using the 32 adult dried femora. The following results were obtained.

1. The results measured by our method were compared with that of the direct measurement (Durham, 1956) of 32 adult dried femora with variable abduction (15, 20, 30 degree abduction in each). The result showed that simple roentgenographic method was reliable to determine the angle of the femoral anteversion statistically.
2. This simple and rapid method was considered useful in clinical application with benefit of less radiation (about 0.2 centigray) to children.

Key Words: Femoral Neck, Anteversion, Simple roentgenographic method.

서 론

대퇴골 전염각 (femoral anteversion)은 원위 대퇴골의 양과부 횡단면 (bicondylar plane)에 대해 대퇴경부가 전방으로 기울어진 정도를 말하며 (Figure 1), 과도한 전염각은 발달성 고관절 탈구, Legg-Calve-Perthes 씨 병, 뇌성마비, 내족지 보행등의 질환에서 나타날 수 있으며, 이의 정확한 측정은 상기 병들의 치료에 결정적인 역할을 할 수 있어 정형외과분야에서 큰 의의를 가질 수 있다.

그리하여 여러 저자들에 의해 측정방법이 시도되어 왔으며, 투시법 (fluoroscopic method), 이면 방사선법 (biplanar method), 축 방사선법 (axial method) 등과 최근 전산화 단층 촬영 및 초음파를 이용한 측정법이 소개되고 있으나, 정확도, 신뢰도, 방사선 노출량, 사용의 간편성, 경제적인 면이 문제가 되고 있다 (Ryder & Crane, 1953; Durham, 1956; Magilligan, 1956; Hubbard & Staheli, 1972; LaGasse & Staheli, 1972; Ruby *et al*, 1979; Hernandez *et al*, 1981; Kitaoka *et al*, 1989; Kane *et al*, 1992).

본 저자들은 Kane 등 (1992)이 소개한 방법이 간편하고 경제적이며 비교적 방사선 노출량이 적은 장점이 있음을 인지하고 임상적용을 위해서 계측치의 정확도를 검증하기 위해서 성인 전조 대퇴골 32례를 이용하여 그 실측치와 상기 방법을 이용한 방사선학적 계측치를 비교 분석하여 정확도를 측정하고자 하였다.

연구대상 및 방법

1. 연구대상

성인의 전조 대퇴골 32례를 대상으로 Durham 방법 (김영민과 빈성일, 1986; Durham, 1956)으로 대퇴골 전염각의 실제치를 측정하

였고, Kane 등 (1992)이 발표한 방법으로 방사선치를 계측하여 이를 비교 분석하였으며 외전각도 (15, 20, 30도)에 따른 계측치간에도 비교 분석하여 정확성과 편의성이 있는 촬영시 고관절의 외전각도를 정하고자 하였다.

2. 방법

1) 대퇴골 전염각의 실측

Durham 방법 (김영민과 빈성일, 1986; Durham, 1956)으로 대퇴골 전염각을 실측하였다. 성인 전조 대퇴골의 원위부 즉, 양측 과부 (condyle)의 후면이 수평면에 당도록 위치시킨후, 대퇴골 두와 경부의 상부면 (upper surface)의 두 중심점을 이은 선을 장축으로 설정하고, 그 연장선과 수평면이 이루는 각을 동일 각도기로 계측하였다 (Figure 2).

2) 단순 방사선법

(Hubbard & Staheli, 1972)

성인 전조 대퇴골 32례에서 수평면에 대퇴골을 수평되게 놓은 후 수평면과 평행한 비투과성인 지시선을 임의로 만든 다음, 대퇴골을 약 15~30도 외전상태로 고정한후 대퇴골 두에 1. 5인치 내측에 중앙점을 맞추고 이점에서 1 m거리에서 촬영한 다음 (Figure 3), 얹어진 방사선 필름에서 지시선이 표시된 수평면과 대퇴골 두의 중심선과 경부 중심선을 이은 선이 이루는 각도를 측정하면 대퇴골 전염각이 된다 (Figure 4).

한편 실제로 소아에서 직접 활용시의 촬영 방법은 다음과 같다.

X-선 기기를 마주보고 목재판 혹은 잔이의 자에 앉은 후 카세트를 후면에 수직으로 세운다. 이 위치에서 고관절은 90°정도로 굽곡되고, 15-30°정도 대칭적으로 외전시킨다. X-선의 빔은 치골 결합 부위를 중앙으로 맞추고, 결정적으로 중요한 단계인 경골을 중립위상태로 바닥에 수직되게 하면 이 위치에서

대퇴골 양파가 수평면이 되게 되며, 연부조직의 두께에 따라 차이는 있으나 약 70-80 KVp, 200 mA, 0.25초의 조건으로 1 m 전방에서 촬영한다 (Figure 5-A).

상기 방법으로 촬영한 필름에서 수평면과 대퇴골 두의 중심선과 경부 중심선을 이은 선이 이루는 각도를 측정하면 대퇴골 전염각이 된다 (Figure 5-B).

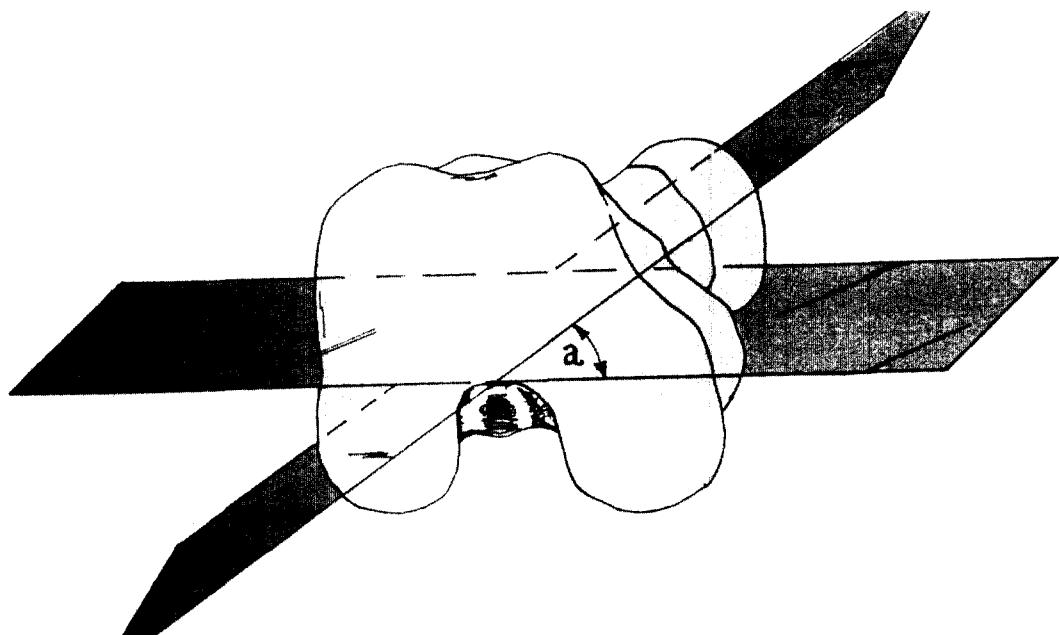


Figure 1. The angle of femoral anteversion is represented by angle a .

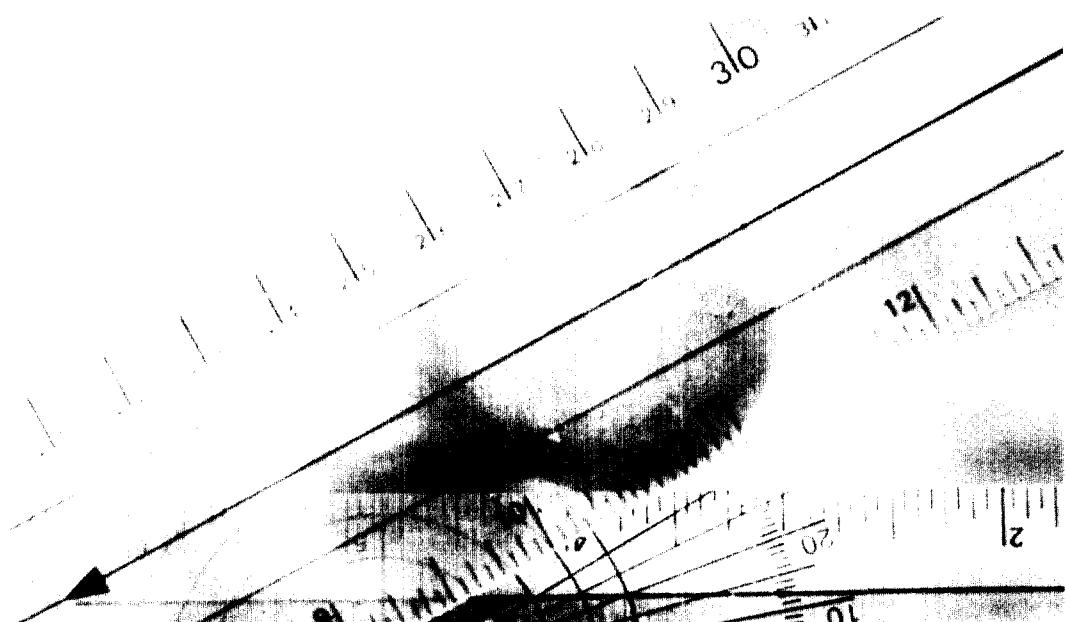


Figure 2. Method of determining anteversion of the femur in a dried specimen.

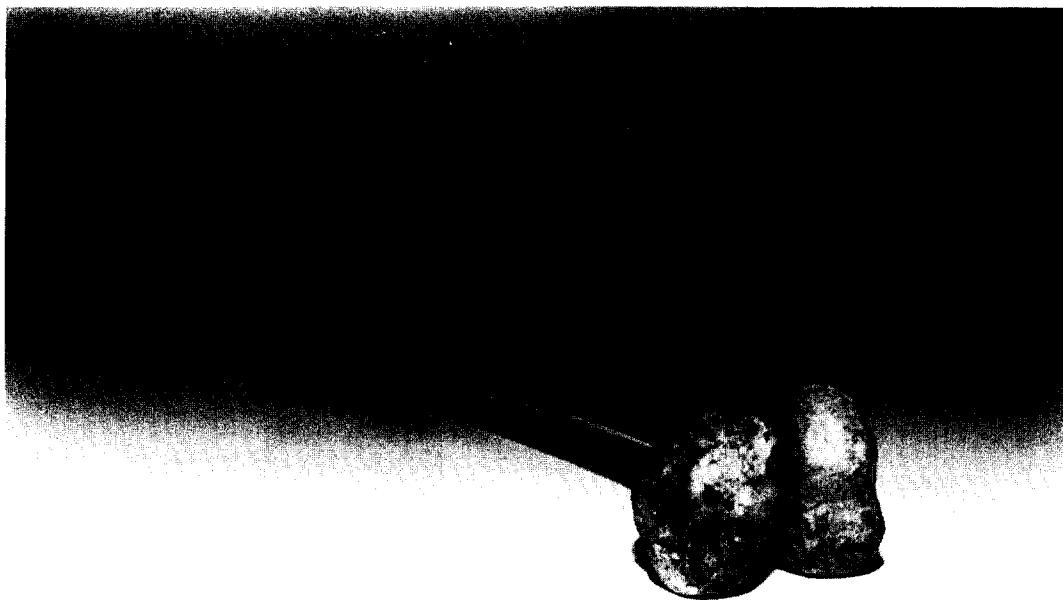


Figure 3. A dried femur was placed to horizontal wooden board. X-ray beam is directed horizontally centered on 1.5 inch inside of the femoral head.

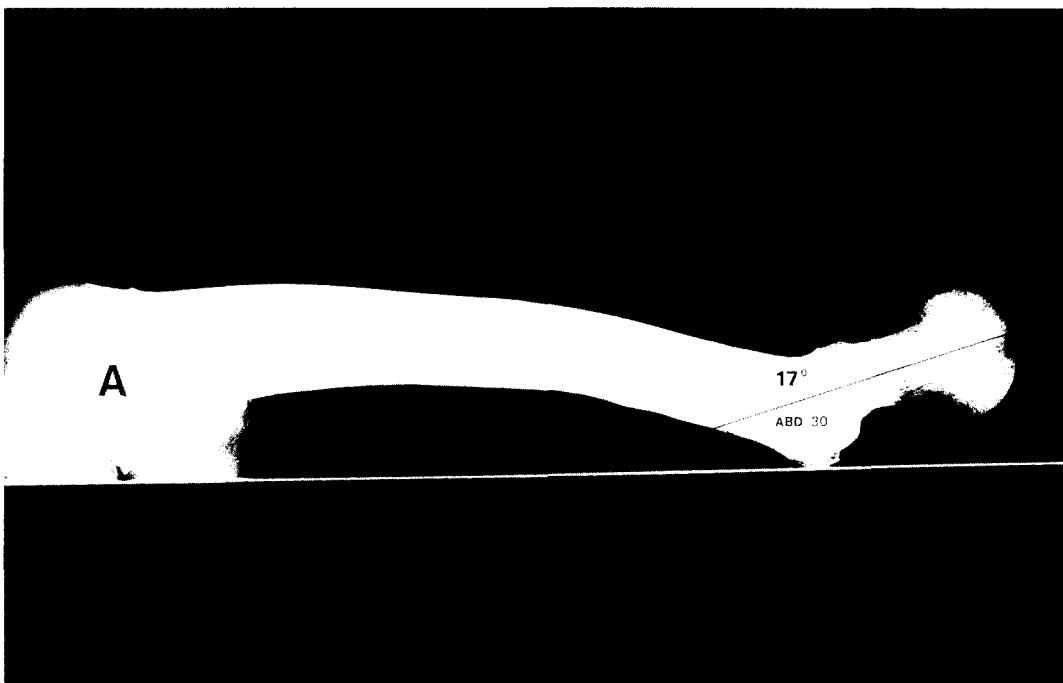


Figure 4-A. Roentgenogram demonstrating the apparent angle of anteversion.

A. B. C are taken by each other degree of 30, 20, 15 abducted position.

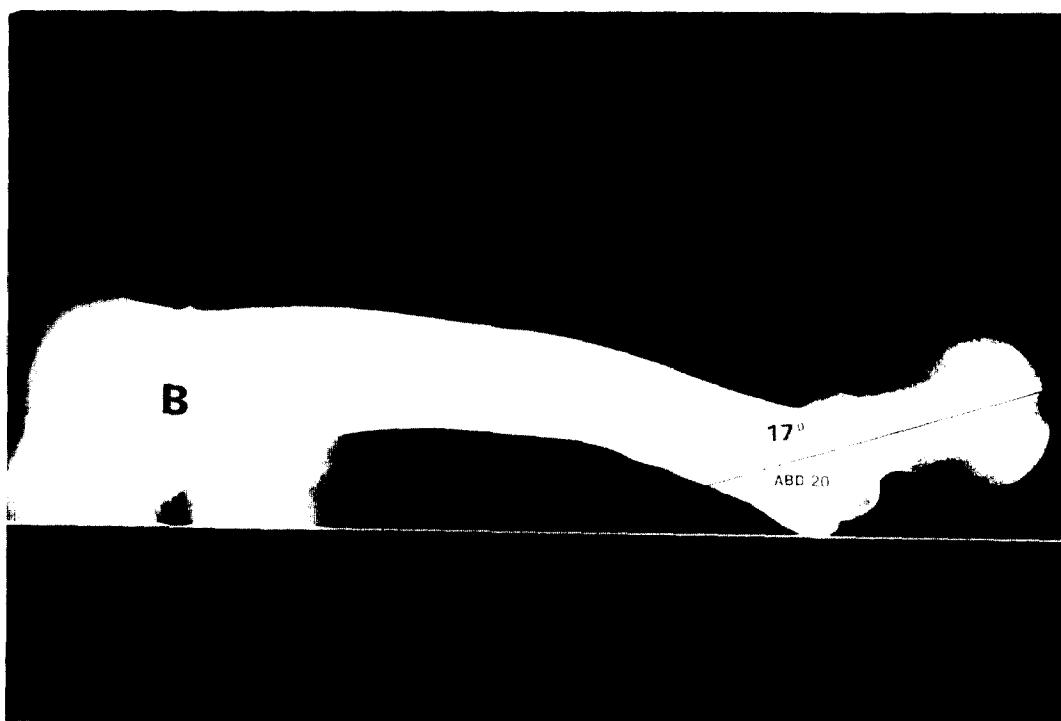


Figure 4-B.

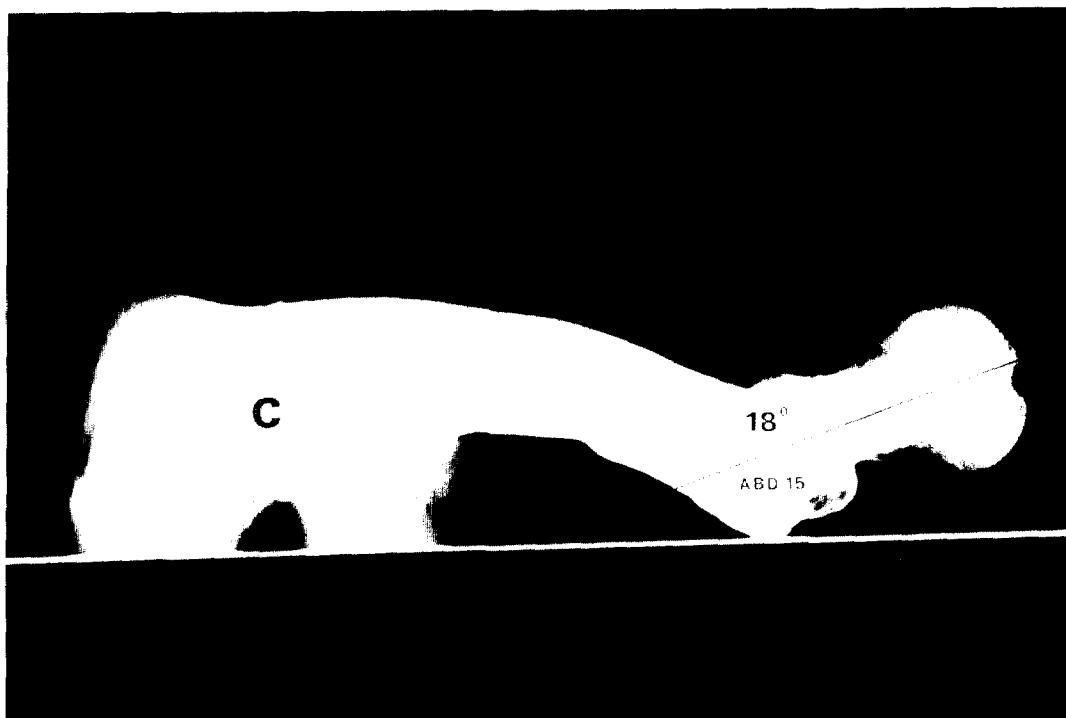
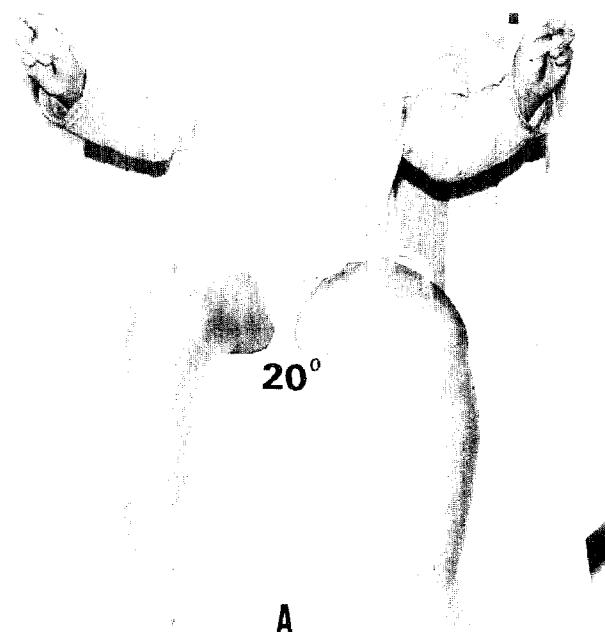


Figure 4-C.

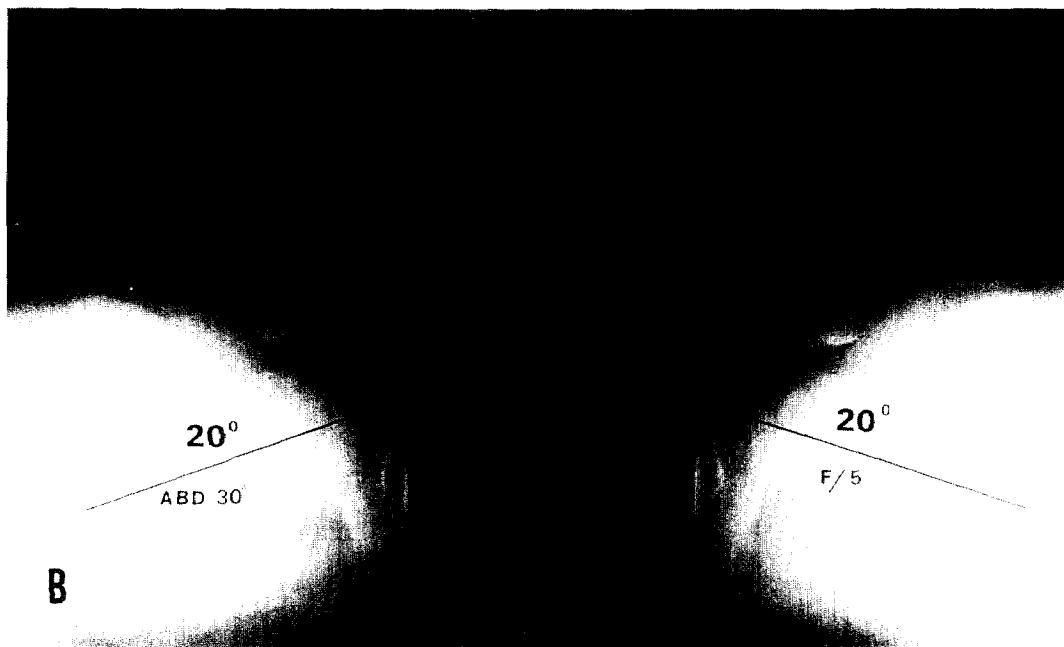


A

Figure 5. Typical roentgenogram on which the lines were drawn and anteversion angles is shown.

A : Child seated for the roentgenogram.

Taken by 20 degree abducted position.



B

B : Roentgenogram shows right femoral condyles, head and neck portions are same plane

결 과

성인의 전조 대퇴골 32례의 대퇴골 전염각을 Durham 방법 (Durham, 1956; 김영민과 빈성일, 1986)으로 실측하고, 상기 단순 방사선법으로 대퇴골 두를 중심으로 15°, 20°, 30° 외전상태에서 촬영한 필름에서 방사선학적 계측을 하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

실측치와 상기방법에 의한 계측치간의 상관관계를 통계학적으로 산출하여 P value < 0.001, 상관계수 (Pearson correlation coefficients) > 0.95의 결과를 보여 비교적 정확도

가 높았으며, (15°, 20°, 30°) 외전상태에서 촬영한 단순 방사선 방법의 평균 오차 (mean error)는 각각 1.1°, 1.2°, 1.1°로 정확도가 외전 각도에 따른 통계학적 차이는 없었다. 한편 방사선 노출량은 전조 대퇴골에서 상기 방법으로 측정시 평균 0.003 centigray로 일반 대퇴골 전후면 촬영시의 노출량 (0.0025 centigray) 과는 큰 차이는 없었다. 촬영시의 유용한 외전 각도는 각도에 따른 정확도 차이는 없었으나 15°외전 위치에서 측정한 경우 대퇴 양과면과 대퇴 경부와 대퇴골 두가 X-선 필름의 한 평면에 같이 나와 계측에 용이하였다 (Table 1).

Table 1. Direct measurement in cadaver compared with those made with the roentgenographic technique

No.	Measured directly	Measured roentgenographically difference between measurements					
		30°Abduct	20°Abduct	15°Abduct	B-A	C-A	D-A
1 R	15	16	15	15	1	0	0
2 L	7	6	6	6	-1	-1	-1
3 R	10	10	10	9	0	0	0
4 L	9	8	8	8	-1	-1	-1
5 R	18	22	17	19	4	-1	-1
6 L	-4	-5	-4	-5	-1	0	-1
7 R	9	10	10	10	1	1	1
8 L	5	5	4	4	0	-1	-1
9 R	8	8	8	7	0	0	-1
10 L	8	7	8	7	-1	0	-1
11 R	9	7	6	6	-2	-3	-3
12 L	10	9	10	12	-1	0	2
13 R	8	10	10	8	2	2	0
14 L	6	5	6	6	-1	0	0
15 R	17	15	18	20	-2	1	3
16 L	10	10	11	10	0	1	0
17 R	24	24	24	24	0	0	0
18 L	15	13	14	16	-2	-1	1
19 R	28	23	25	27	-5	-3	-1
20 L	32	32	31	33	0	-1	1
21 R	10	11	15	12	1	5	2
22 L	14	15	15	15	1	1	1
23 R	22	20	20	20	-2	-2	-2
24 L	17	16	16	18	-1	-1	1
25 R	12	11	14	16	-1	2	4
26 L	6	8	5	6	2	-1	0
27 R	21	21	19	21	0	-2	0
28 L	25	24	26	25	-1	1	0
29 R	25	22	24	26	-3	-1	1
30 L	9	8	7	8	1	-2	-1
31 R	16	16	15	16	0	-1	0
32 L	15	15	16	18	0	1	3

고 찰

대퇴골 전염각은 보고자에 따라 다르나, Ruby 등 (1979)에 의하면 출생시 약 32도 정도이나 성장하면서 점차로 감소하여 성인에서는 약 8도 정도가 된다 하였으며, 특히 과도한 대퇴골 전염각은 발달성 고관절 탈구등에서 정복후 재탈구의 문제로 절골술을 요할 수 있고, 내족지 보행의 원인 및 치료를 위해 정확한 측정이 필요하다 하겠다. 그리하여 대퇴골 전염각의 측정 방법은 여러 저자들에 의해 시도되어 왔으며 (Ryder & Crane, 1953; Durham, 1956; Magilligan, 1956; Hubbard & Staheli, 1972; LaGasse & Staheli, 1972; Ruby *et al.*, 1979; Hernandez *et al.*, 1981; Kitaoka *et al.*, 1989; Kane *et al.*, 1992), 임상적 및 방사선학적 계측으로 대별할 수 있다.

임상적 측정 방법으로는 고관절의 내회전 및 외회전으로 측정할 수 있으나, 고관절낭의 긴장 정도, 비구꼴의 모양과 경사도, 고관절 주위 근육의 작용으로 정확한 측정이 힘들고 신뢰도가 적어 방사선을 이용한 계측 방법들이 고안되어 사용되어 왔으며, 투시법, 이면 방사선법, 축 방사선법등의 단순 방사선 방법과 전산화 단층촬영 및 초음파 촬영법이 대표적이다.

투시법 (fluoroscopic method)은 비교적 정확하고 기술적으로 어려움이 적다고 하였으나 방사선 노출량이 많고, 방사선 사진에 의한 계측이 아닌 투시에 의한 방법이므로 영구적인 기록 보존이 어려울 뿐 아니라, 별개의 검사자간에 재현성이 없는 점이 단점으로 대두되고 있다 (김영민과 빈성일, 1986; Hubbard & Staheli, 1972; LaGasse & Staheli, 1972; Ruby *et al.*, 1979).

이면 방사선법 (biplanar method)은 재현성 및 정확성이 좋으며, 방법이 비교적 간단하고 전후면 및 측면 방사선 사진의 기록 보

존 및 이용이 가능하고, 방사선 피폭량이 비교적 적은 점이 장점으로 지적되고 있으나 촬영시 특수 고안된 장비가 필요하며, 표준화 된 도표에 대입하여 산출하는 등의 단점이 있다 (김영민과 빈성일, 1986; Hubbard & Staheli, 1972; LaGasse & Staheli, 1972; Ruby *et al.*, 1979).

축 방사선법 (axial method)은 환자를 양와 위로 눕힌 후 고관절을 90°굴곡 및 15°외전 위치에서의 촬영으로 대퇴골 경부 및 골두의 영상이 나타나면서, 계측 오차가 비교적 적다 하였으나, 기술적으로 어려우며 상대적으로 방사선 노출량이 많고, 나이가 들면서 연부 조직의 두께 및 대퇴골의 길이의 변화로 인하여 방사선 사진이 설명하지 않으며, 비교적 오차가 큰 점과 환자의 협조가 요구되는 등이 단점으로 지적되고 있다 (Ryder & Crane, 1953; Hubbard & Staheli, 1972; LaGasse & Staheli, 1972; Ruby *et al.*, 1979; 김영민과 빈성일, 1986).

Ruby 등 (1979)은 건조 대퇴골에서 0°에서 90°까지 전염각을 변화시켜가며, 투시법, 이면 방사선법, 축 방사선법으로 측정한 결과 평균 오차는 각각 1.4°, 2.7°, 4.7°로 투시법과 이면 방사선이 정확성이 높다하였고, 축 방사선법의 정확성이 가장 떨어지는 결과를 보였다고 하였으며 국내에서는 김 (1986) 등에 의한 결과도 축 방사선법이 정확도가 낮고 이면 방사선법이 비교적 정확도가 높은 것으로 보고하고 있으나 이면 방사선법은 간접 계측이며 전후면 및 측면 방사선 촬영이 필요하여 기술적인 문제가 있다.

한편 전산화 단층 촬영은 가장 정확한 방법으로 알려져 있으나 (Hernandez *et al.*, 1981), 촬영시 방사선 노출량이 3-4 centigray 정도로 많고 경제적인 면에서 보편적으로 사용되기는 문제가 있다 하겠다.

상기 방법을 종합하여 보면 이상적인 대퇴골 전염각 계측 방법은 정확하며, 재현성이

높고, 계측 방법이 용이하며, 또한 방사선 노출량이 적어야 할 것으로 사료되며, 본 교실에서 시행한 방법은 축 방사선법의 수정된 형태로 볼 수 있으나 방사선 노출량이 성인 전조 대퇴골에서는 0.003 centigray 정도의 방사선 노출량으로 대퇴골 전후면 및 외측면 촬영시의 노출량과 차이는 없었으며 실제로 소아에서 촬영시에도 일반적으로 소아 (5-6세 기준) 골반 전후면 촬영시의 0.17 centigray 보다는 다소 많은 0.2 centigray의 방사선 노출이 있었으나 상대적으로 방사선 노출량이 적고 특수한 장비등이 필요없으며 단 1회의 촬영으로 계측 방법이 비교적 용이한 것이 장점으로 사료되었다.

외전 15°에서 촬영시 방사선 필름에서 대퇴 양과와 대퇴 골두가 한 평면에 같이나와 대퇴 양과가 수평면과 평행한 그림을 보여주면서 계측이 용이 하였으며, 실제로 대퇴 양과가 수평면에 평행할 것인가 하는 의문에 대해서는 하지를 바닥면에 수직되게 놓을 경우 평행하게 되었다 (Figure 5-A,B).

본 논문에서 경제적인 이유로 시행하지 않았으나, 향후 보다 정확성을 기하기 위해서는 전산화 단층 촬영을 이용하여 비교하는 것이 필요하리라 사료된다. 내족지 보행을 주소로 한 외래 환자에서 과도한 전염각이 원인이라 생각되는 경우 비교적 간단하고 정확한 측정 방법으로 사료되었다.

요 약

저자들은 32례의 성인 전조 대퇴골의 전염각에 대해 실측치와 단순 방사선을 이용한 계측치를 비교 분석한 결과 비교적 높은 정확도와 높은 신뢰도의 결과를 얻었다. 그러므로 내족지 보행의 원인 및 치료와 발달성 고관절 탈구의 치료시 전염각을 측정하기 위해 간단하면서 1회의 촬영으로 오차가 비교적 크지 않으면서 방사선 노출이 적어 Screen-

ing 검사로서 단순 방사선을 이용한 본 교실의 방법은 손쉽게 이용될 수 있으리라 사료되었다.

참 고 문 헌

김영민, 빙성일: 대퇴골 전염각 측정을 위한 방사선 방법의 비교. 대한정형외과학회지 1986;21:387-395.

Durham HA: Anteversion of the femoral neck in the normal femur and its relation to congenital dislocation of the hip. *JAMA* 1956;65:371-378.

Hernandez RJ, Tachdjian MO, Poznanski AK, Dias LS: CT determination of femoral torsion. *Am J Roentgenol* 1981; 137:97-101.

Hubbard DD, Staheli LT: The direct radiographic measurement of femoral torsion using axial tomography. Technic and comparision with an indirect radiographic method. *Clin Orthop* 1972;86: 16-20.

Kane TJ, Henry G, Furry D: A simple roentgenographic measurement of femoral anteversion. *J Bone Joint Surg* 1992;74-A:1540-1542.

Kitaoka HB, Weiner DS, Cook AJ, Hoyt, Jr WA, Askew MJ: Relationship between femoral anteversion and osteoarthritis of the hip. *J Pediatr Orthop* 1989; 9:396-404.

LaGasse DJ, Staheli LT: The measurement of femoral anteversion. A comparison of the fluoroscopic and biplane roentgenographic methods of measurement. *Clin Orthop* 1972;86:13-15.

Magilligan DJ: Calculation of the angle of anteversion by means of horizontal lat-

- eral roentgenography. *J Bone Joint Surg* 1956;38-A:1231-1246.
- Ruby L, Mital MA, O'Connor J, Patel U: Anteversion of the femoral neck. Comparison of methods of measurement in patients. *J Bone Joint Surg* 1979;61-A: 46-51.
- Ryder CT and Crane L: Measuring femoral anteversion. The problem and a method. *J Bone Joint Surg* 1953;35-A: 321-328.