

초음파를 이용한 대퇴골 전염각 측정

순천향대학 의학부 정형외과학교실

최창욱 · 김연일 · 이병일 · 송가이 · 최석용

순천향대학 의학부 내과학교실*

심 찬 섭*

= Abstract =

The Measurement of Femoral Anteversion Using Ultrasound

C.U. Choi, M.D., Y.I. Kim, M.D., B.I. Lee, M.D., K. Song, M.D., S.Y. Choi, M.D.
and C.S. Shim, M.D.*

Department of Orthopaedic Surgery and Internal Medicine, School of Medicine, Soon Chun Hyang University, Seoul, Korea*

The measurement of the angle of anteversion of femoral neck by ultrasound is a method of non-invasive, accurate and easily applicable. We, Dept. of Orthopaedic Surgedie Surgery, Soon Chun Hyang Hospital, have been adopted this method since May 1984. The result in this paper was limited to 50 normal adult subjects above 20 years of age. We assessed the accuracy of measurement of the femoral anteversion and ascertained the normal range of the angle of anteversion in adult population by using ultrasound scanning.

The results were as follows :

1. Of the 50 cases 25 persons were male and 25, female and they ranged from 21 to 59 years in age, average 33 years in age.
2. In general, the range of the angle of anteversion was from 4° to 31° and an average of that, $17.7 \pm 6.45^{\circ}$ (M \pm SD) and $17.2 \pm 6.27^{\circ}$ (M \pm SD) in right and left respectively.
3. The angle of femoral anteversion in male was $16.6 \pm 7.26^{\circ}$ and $16.0 \pm 6.89^{\circ}$ in right and left. The range was from 4° to 30° and from 6° to 29° in right and left.
4. The angle of femoral anteversion in female was $18.8 \pm 4.90^{\circ}$ and $18.4 \pm 5.16^{\circ}$ in right and left. The range was from 12° to 31° and 9° to 27° in right and left.
5. The angle of femoral anteversion in female was greater than that in male, such as in right side, 2.2° was greater and in left, 2.4° was greater also but no significance was noted statistically.
6. The angle of femoral anteversion in right side was greater than that in left side, such as in male, 0.6° was greater and in female, 0.4° was greater also but no significance was noted statistically.
7. The difference between right and left was $2.06 \pm 1.35^{\circ}$ totally, in male $2.28 \pm 1.51^{\circ}$ and in female, $1.84 \pm 1.12^{\circ}$. The difference in male was greater than that in female but no significance was noted statistically.

Key Words : Femoral anteversion, Angle, Ultrasound, M \pm SD (Mean \pm Standard Deviation)

서 론

대퇴골 전염각(femoral anteversion)이란 대퇴골의

*제28차 추계 학술대회에 발표된 논문임.

내외과를 연결하는 면에 대하여 대퇴경부가 전방으로 기울어져 있는 정도를 말하는 것(F.g. 1)으로 선천성 고관절 탈구(congenital hip dislocation), Legg-Calve-Perthes씨병, 뇌성마비(cerebral palsy) 등에서 임상적으로 큰 의미가 있고 고관절부 골절(hip fra-

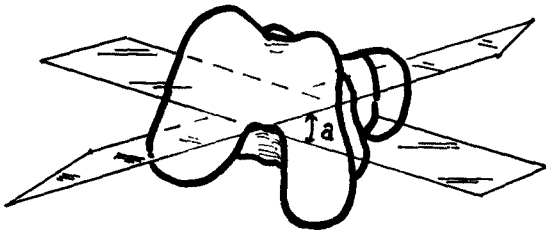


Fig. 1. The angle of femoral anteversion is represented by angle a.

Fig. 2. Using ultrasound scanner.

Fig. 3. Demonstration of the ultrasonography: The subject is in a neutral position. white lines are scanning lines.

ature) 및 대퇴경부 골절(femur neck fracture)의 폐쇄성 내고정(closed internal fixation)시 전영각의 술 전 인지는 기술상 중요하다. 따라서 정형외과와 해부학적 영역에서 이의 측정에 큰 의미를 가져왔다. 1978년 Mikulicz가 사체(cadaver)에서 적출한 건조된 대퇴골(dried femur)에서 전염각을 최초로 측정한 이래 여러가지 방법이 소개되었는데, 이를 대별하면 투시법(fluoroscopy), 이면방사선법(biplanar X-ray), 축단층 촬영법(axial tomography), 전산화 단층 촬영

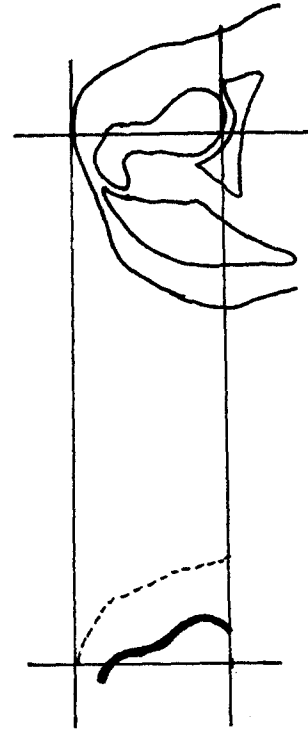


Fig. 4. Imaging of ultrasound in hip.

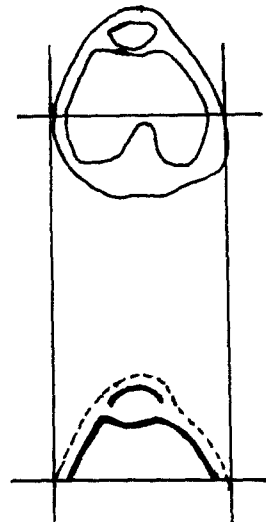


Fig. 5. Imaging of ultrasound in knee.

법(computerized tomography)등이다¹³⁾. 각 방법은 제각기 장단점이 있으나, 정확하고 간편하며 방사선 피폭이 적은 이상적인 방법은 아직 보고가 없다. 이에 1982년 Moulton등에 의해 초음파를 이용하여 대퇴골 전염각을 측정하려는 시도가 있었던 바, 저자들은 초음파의 장점인 방사선 피폭이 없고, 술기

Fig. 6. Ultrasonogram of both hips and both knees. A) Right hip, B) Right knee, C) Left hip, D) Left knee



Fig. 7. An example of an ultrasonic display, with diagram to show the lines and angle of anteversion taken from a tracing.

상 간편하며 직접 측정이 가능하고 또한 정확하다는 점에 착안하여 초음파를 이용하여 대퇴골 전염각 측정을 시도하였다¹³⁾.

실험대상

1984년 5월부터 8월까지 본 순천향대학 부속병원 정형외과 외래 및 입원한 성인중에서 고관절부 이하 하지에 병적 장애가 없고, 정상적인 보행을 하는 사람으로, 남녀 각각 25명씩, 총 50명을 대상으로 하였으며, 남자의 연령은 최하 21세에서 최고 49세였으며 여자의 연령은 최하 22세에서 최고 59세이었다.

실험방법

Fig. 8. Neutral position.

Fig. 9. External rotation position.

사용한 초음파 장치는 본 병원 초음파실에서 사용하고 있는 Aloka사 제품인 SSD-190 fansonic B-compound contact scanner이었으며 탐촉자(probe)의 주파수는 3.5MHz로 주사각(scan angle)은 30°이다 (Fig. 2). 주사부위에 주사조건을 보다 양호하게 하기위해 수용성 gel을 사용하였으며, 주사방법은 Fig. 3에서와 같이 대상자의 위치를 양와위(supine position)에서 슬개골(patella) 및 족부(ankle)를 기준하여 하지를 중립위(neutral position)로 하고, 탐촉자는 무릎의 관절선 상방 2.5cm의 대퇴골 하단을 따라서 주사하였다. T.V. monitor에 나타난 내외과면(intercondylar plane)은 polaroid film이나 multifomat film으로 촬영하였다. 하지를 같은 위치에 두고 대전자부에서 횡단 주사를 하면 대퇴골두, 대퇴경부 및 대전자부의 모양을 T.V. monitor를 통해 쉽게 인지할 수 있다. 가장 뚜렷한 영상일때 무릎에서와 같이 polaroid film이나 multifomat film에 기록하였다. 같은 과정을 반대쪽 하지에서 반복 시행하

었다.

초음파 촬영시 상형성(Image formation)의 원리는 고관절부에서는 Fig. 4의 아래 그림과 같이 나타나는데 짙은 선으로 표시된 부분이 대퇴골두, 대퇴경부, 대전자부이며 상부의 점선으로 표시된 부분이 피부면이다. 슬관절부에서 주사시에는 Fig. 5의 아래 그림의 상부에 짙은 선으로 표시된 부분이 슬개골의 전면이고 그 아래에 그려진 부분이 내외과의 전면이다.

Fig. 6의 실좌 영상에서 좌측의 고관절부 사진에서 상부에 피부와 연부조직이 보이고, 그 하방에 대퇴골두, 대퇴경부, 대전자부의 전면이 짙은 음영으로 보이고 있으며, 우측의 슬관절부 사진에서도 상부의 슬개골 전면음영이 보이고 그 아래로 내외과의 전면이 짙은 음영으로 나타난다.

대퇴골 전염각의 측정은 Fig. 7에서 보는 것과 같이 아래 그림에서의 대퇴골 내외과면에 patella 와

condyle의 전면음영을 기준으로 양쪽 condyle의 돌출부를 연결한 기본선(A)을 긋고, 위 그림에서 대퇴골두, 경부, 대전자부의 기울어진 정도에 맞게 사선(B)를 그은 다음 각도기를 이용하여 아래 그림의 기본선을 위 그림으로 옮겨서 각도를 측정하면 이것이 바로 대퇴골 전염각이다.

Fig. 8, 9. 는 환자의 위치변화가 각도에 영향을 주는가를 알기 위해 동일 사람의 하지를 중립위와 외전위로 해서 촬영한 것으로 양쪽 모두다 우측이 12°, 좌측이 10°로 측정되어서 환자의 위치변화가 각도에 영향을 주지 않음을 나타내고 있다.

결 과

정상 성인 50명(남녀 각각 25명)의 대퇴골 전염각을 초음파를 이용하여 측정한 결과 Table 1과 같은 결과를 얻었다.

Table 1. Angle of femoral anteversion in normal 30 persons

Male				Female			
Case	Age (year)	Right (degree)	Left (degree)	Case	Age (year)	Right (degree)	Left (degree)
1	25	12	11	1	59	16	16
2	24	30	25	2	25	12	10
3	25	13	18	3	48	16	19
4	39	4	8	4	38	17	14
5	26	10	6	5	24	19	19
6	26	16	13	6	48	12	10
7	32	11	12	7	38	14	15
8	37	16	13	8	38	12	10
9	49	5	6	9	23	12	15
10	21	12	12	10	32	22	19
11	25	15	17	11	27	29	27
12	39	19	16	12	33	17	20
13	36	16	12	13	29	21	20
14	29	20	21	14	59	18	17
15	37	10	8	15	37	24	24
16	34	12	11	16	24	21	23
17	40	26	22	17	44	16	15
18	30	7	10	18	29	20	23
19	39	14	12	19	24	25	15
20	26	29	28	20	32	18	16
21	37	22	22	21	36	18	20
22	29	28	28	22	24	12	9
23	24	26	29	23	28	31	27
24	38	22	23	24	24	22	23
25	40	20	17	25	22	27	25

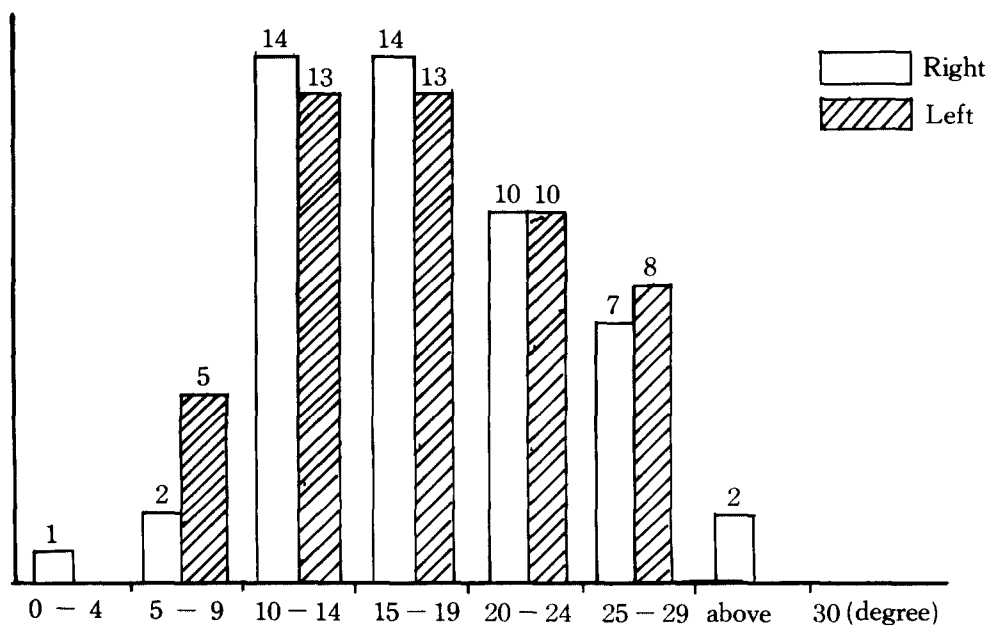


Fig. 10. Distribution of femoral anteversion.

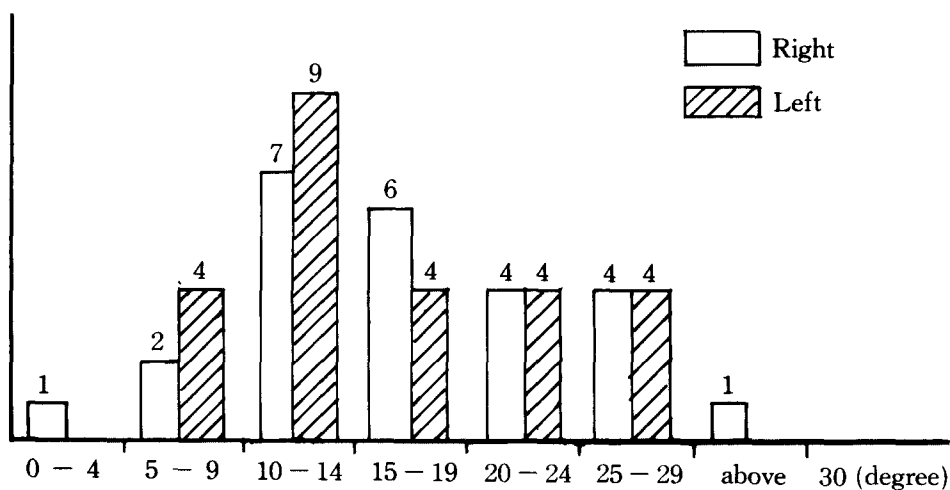


Fig. 11. Distribution of femoral anteversion in male.

Table 2. Mean and range of right and left femoral anteversion

		M±SD (degree)	Range (degree)
Male	Right	16.6±7.26	4-30
	Left	16.0±6.89	6-29
Female	Right	18.8±4.90	12-31
	Left	18.4±5.16	9-27
Total	Right	17.7±6.45	4-31
	Left	17.2±6.27	6-29

대퇴골 전염각의 분포는 Fig. 10, 11, 12와 같은데, 좌우 모두 10°~19° 사이가 가장 많은 분포를 보이고 있으며, 30° 이상은 우측에서 2례, 4°이하는 우측에서 1례를 보이고 있다. 남자군은 10°에서 14° 사이가 가장 많고, 30° 이상은 우측에서 1례, 4° 이하는 우측에서 1례가 있으며, 여자군은 15°에서 19° 사이가 가장 많고, 30° 이상은 우측에서 1례가 있으나, 4° 이하는 없었다.

대퇴골 전염각의 평균값과 표준편차 및 범위는 Table 2와 같은데, 남자에서는 우측이 16.6±7.26°,

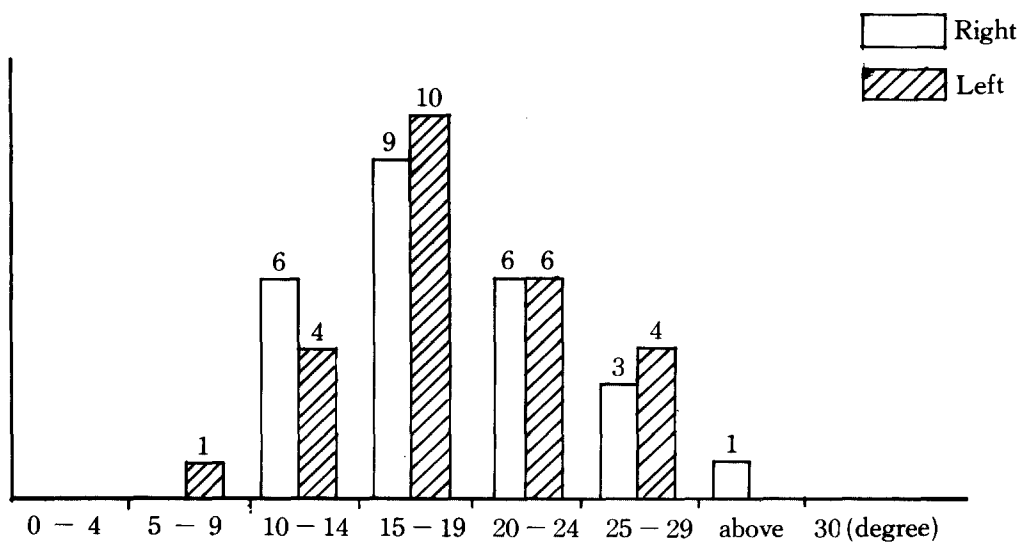


Fig. 12. Distribution of femoral anteversion in female.

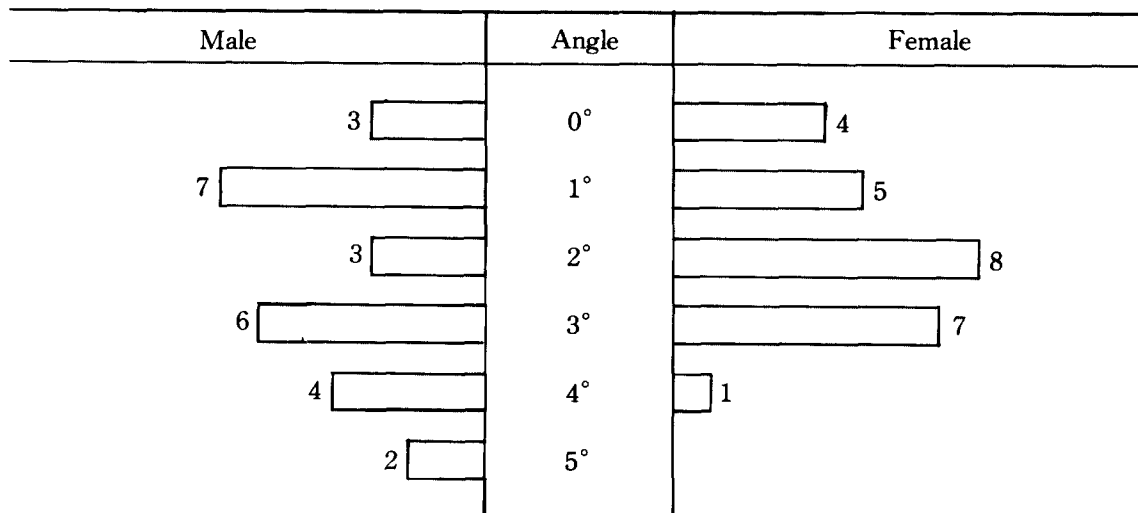


Fig. 13. Distribution of the angle of femoral anteversion according to the difference between right and left.

Table 3. Angle of femoral anteversion measured in 50 pairs of normal persons and arranged according to the difference between right and left. (degree)

0°		1°		2°		3°		4°		5°	
Male	Female	Male	Female	Male	Female	Male	Female	Male	Female	Male	Female
28-28	25-25	22-23	22-23	14-12	27-25	20-17	12-9	26-22	31-27	13-18	
22-22	24-24	29-28	16-15	10-8	18-20	26-29	20-23	16-12		30-25	
12-12	19-19	12-11	18-17	15-17	18-16	7-10	17-20	10-6			
	16-16	20-21	21-20		21-23	19-16	22-19	4-8			
		5-6	14-15		29-27	16-13	12-15				
		11-12			12-10	16-13	17-14				
		12-11			12-10		16-19				
					12-10						

M± SD : 2.28±1.51 (Male), 1.84±1.12 (Female), 2.06±1.135 (Total)

Fig. 14. Male/49. Femoral anteversion : Right - 5°, Left - 6°.

Fig. 16. Male/39. Femoral anteversion : Right - 4°, Left - 8°.

Fig. 15. Female/28. Femoral anteversion:Right- 31°, Left - 27°.

4°~30°이며, 좌측은 $16.0 \pm 6.89^\circ$, 6°~29°이고, 여자는 우측이 $18.8 \pm 4.90^\circ$, 12°~31°, 좌측이 $17.4 \pm 5.16^\circ$, 9°~27°로 나타났으며, 전체적으로는 우측이 $17.7 \pm 6.45^\circ$, 4°~31°, 좌측은 $17.2 \pm 6.27^\circ$, 6°~29°이다. 우측이 좌측에 비해 평균 각도에서 다소 큰 수치를 보이거나 통계적인 유의성은 없었으며 ($P > 0.1$), 여자가 남자에 비해 역시 큰 수치를 보이거나 통계적인 유의성은 없었다($P > 0.1$).

Fig. 13에서는 좌우 대퇴골 전염각의 각도차는 0°에서 5°의 차이를 보이고 있으며 6° 이상은 없었으며, 전체적으로 3° 차이가 13명으로 가장 많고, 5° 차이가 2명으로 가장 적었으며, 남자는 0°에서 5°의 차이가 있었으며, 1° 차이가 7명으로 가장 많고, 5°가 2명으로 가장 적었다. 여자는 0°에서 4°의 차이가 있었고, 2° 차이가 8명으로 가장 많고 4°가 1명으로 가장 적었다.

Fig. 17. Male/21. Femoral anteversion : Right - 12°, Left - 12°.

Table 3에서 평균 각도차이는 $2.06 \pm 1.35^\circ$ 의 차이가 있고, 남자는 $2.28 \pm 1.51^\circ$ 이고 여자는 $1.84 \pm 1.12^\circ$ 로 남자가 여자에 비해 큰 경향을 보이거나 통계적인 유의성은 없었다($P < 0.01$).

Fig. 14는 49세 남자로 대퇴골 전염각이 우측은 5°, 좌측은 6°이고, Fig. 15는 28세 여자로 우측이 31°, 좌측이 27°이며, Fig. 16은 39세 남자로 우측이 4°, 좌측이 8°이며, Fig. 17은 21세 남자로 좌우 모두 12°인 것을 나타내고 있다.

고 찰

대퇴골 전염각은 임상적으로 선천성 고관절 탈구, Legg-Calve-Perthes씨병, 뇌성마비, 고관절 골절의 폐쇄성 내고정, 지속성 대퇴골 염좌(persistent femoral torsion)등에서 크게 활용되고 있다. 대퇴골 전

Table 4. Methods of measuring femoral anteversion

Year	Investigator	Method
1920	Drehmann ²⁾	Fluoroscopy
1926	Stewart and Karshner ²⁵⁾	Fluoroscopy
1931	Rogers ¹⁸⁾	Fluoroscopy
1924	Schultz ²²⁾	Axial tomography
1952	Dunn ⁴⁾	Axial tomography
1956	Edgren and Laurent ⁶⁾	Axial tomography
1957	Budin, Chandler ¹¹⁾	Axial tomography
1929	Schertlein ²¹⁾	Biplanar X-ray
1952	Leger ¹⁰⁾	Biplanar X-ray
1953	Ryder, Crane ²⁰⁾	Biplanar X-ray
1953	Dunlap ⁷⁾	Biplanar X-ray
1956	Magilligan ¹¹⁾	Biplanar X-ray
1959	Reynolds and Herzer ¹⁷⁾	Biplanar X-ray
1976	Sheedy ²³⁾	Computerized tomography
1978	Weiner ²⁷⁾	Computerized tomography
1981	Peterson ¹⁵⁾	Computerized tomography
1982	Moulton and Upadhyay ¹³⁾	Ultrasonography

Table 5. Range of difference of angle of anteversion in dried femur

Year	Author	Angle (degree)
1878	Mikulicz ¹²⁾	-25 - 37 (11.6)
1896	Testut ²⁶⁾	2 - 38
1903	Soutter and Bradford ²⁴⁾	0 - 50 (14.3)
1914	Parsons ¹⁴⁾	-17 - 40 (15.5)
1915	Durham ⁵⁾	0 - 35 (11.9)
1941	Pick ¹⁶⁾	-18 - 41 (14)
1948	Kingsley ⁸⁾	-20 - 38 (8.02)

염각의 임상적 측정은 직접 혹은 간접방법이 있는 바, 현재까지 보고된 임상적인 측정법은 Table 4와 같다. 투시법은 1920년 Drehmann이 소개한 이후로 1931년 Rogers에 의해 정립되었는데, 1972년 La-Gasse등에 의하면 방사선 피폭이 많고 정확도에서 떨어진다고 했으며, 1972년 Hubbard등은 영구적인 기록보존이 안되며 방사선 조사가 많다는 것등을 지적하였다^{2, 7, 9, 18)}. 1979년 Ruby등은 이면방사선법에 비해 피폭량의 과다는 있으나 비교적 정확하며 기술상의 어려움이 적고 특수한 기구가 필요없는 간편한 점을 들어서 이 방법의 우수성을 주장하였다¹⁹⁾.

측단층 촬영법은 1924년 Schultz가 보고한 이후로 1972년 Hubbard등의 보고에서 6세 이후에서는 조 직투과도의 어려움과 기술상의 난점이 있으나, 비교적 정확하다는 점을 들어서 심한 골소종이나 비만증이 없는 경우는 가장 좋은 방법임을 주장하였으

나, Ruby등은 1979년 보고에서 기술적인 어려움, 과다한 방사선 피폭, 특수한 기구의 필요성 또한 광범위한 오차등에 의해 임상적으로는 의의가 없다고 주장하였다^{7, 19, 22)}.

이면방사선법은 1929년 Schertlein이 시작한 이후 여러사람의 보고들에 있어서 약간의 차이가 있으나, 1953년 Dunlap등은 215명의 정상적인 어린이와 100명의 성인에서 최상치를 측정하였으며, 1956년 Magilligan은 대퇴골 전염각 측정의 산술적인 도식을 정립하여 도표화 하였다^{3, 11, 21)}. 1972년 LaGasse 등에 의하면 정확하고 영구적인 기록 보존이 가능하고, 비교적 방사선 피폭이 적으므로 이 방법이 가장 좋은 방법이라 주장하였다⁹⁾.

그후 전산화 단층 촬영법을 이용한 방법이 Sheedy등(1976), Weiner등(1978), Peterson등(1981)들에 의해 훌륭한 사진을 보여 주었으나, 위에서 기술한 방법들에 비해 방사선 피폭이 적지 않고, 기술적인 어려움과 과다한 경제적 부담등을 지적하여 실제 임상적으로는 실용적인 방법이 되지 못한다고 하였다^{15, 23, 27)}.

이에 반하여 초음파를 이용한 방법은 방사선 피폭이 없음으로 인체에 무해하며 어떠한 자세에서도 측정이 가능하며 기술적으로도 어렵지 않다. 또한 정확성에 있어서는 1982년 Moulton등의 사체실험, 즉 21쌍의 건조 대퇴골에서 전염각을 직접 측정한 경우와 초음파를 이용하여 측정한 경우에 있어서 동일한 측정치를 보였다는 점에서 입증되었다¹⁵⁾.

저자들의 정상 성인 50명을 대상으로 초음파를 이용하여 대퇴골 전염각 측정에서는 건조 대퇴골과의 비교가 없는 아쉬움이 있으나, 초음파를 이용한 1982년 Moulton등의 결과와 비교하여 볼 때 평균은 $17.3 \pm 6.37^\circ$, 범위는 $4^\circ \sim 31^\circ$ 이고, 좌우의 각도차는 $0^\circ \sim 5^\circ$ 의 차이가 있으므로, Moulton등의 평균 각도 15.38° 와 좌우 각도차 $0^\circ \sim 6^\circ$ 에 비해 평균 각도는 약간 큰 수치를 보이고 있으나, 각도차에 있어서는 오히려 더 작음을 나타내고 있다¹³⁾.

또한 실제로 정확성을 입증하기 위해서 정상 성인 한 사람을 택하여 계속해서 9회 촬영하여 각 사진에 대해 10장씩의 그림을 그려 각도를 측정한 뒤 이들 측정값에서 변이계수를 측정하였는데, 우측에서 3.8%, 좌측에서는 4.1%로 측정되어 초음파를 이용한 대퇴골 전염각의 측정의 정확성이 보다 높음이 입증되었다고 본다.

과거 건조 대퇴골에서의 직접 측정한 보고를 참고로 하면 Table 5와 같다. 본 보고와 비교는 어려우나, 건조 대퇴골에서의 측정값에 비해 본 보기가 큰 수치를 보이거나 범위는 훨씬 적음을 보여주고 있다. 이는 실험대상에서 본 저자들은 정상 성인만을 기준으로 했으나, Mikulicz, Testut, Soutter, Parsons, Durham, Pick, Kingsley 등은 건조된 대퇴골로 측정에 있어서 나이와 병적상태를 구분하지 아니하였다^{5, 8, 12, 14, 16, 24, 26)}. 또한 본 보고에서는 우측이 좌측에 비해 0.5° 정도 큰 수치를 보이고 있는데, 이는 1948년 kingsley등의 건조 대퇴골에서의 보고에서 우측이 좌측에 비해 1° 정도 크다는 결과와 비슷한 점을 보이고 있으며 여자가 남자에 비해 우측은 2.2° , 좌측은 2.4° 가 더 큰 결과를 얻었는데, 이도 Parsons의 보고에서 여자가 남자보다 더 큰 결과를 얻었다는 것과 유사하다^{8, 16)}.

결 론

본 순천향대학 의학부 정형외과 교실에서 1984년 5월부터 8월까지 초음파를 이용하여 대퇴골 전염각을 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1) 남녀수는 각각 25명씩 전부 50명을 대상으로 하였으며, 나이는 21세에서 59세로 평균 33세이었다.

2) 대퇴골 전염각의 평균값과 범위는 $17.3 \pm 6.37^\circ$, $4^\circ \sim 31^\circ$ 이고, 우측은 $17.7 \pm 6.45^\circ$, $4^\circ \sim 31^\circ$, 좌측은 $17.2 \pm 6.27^\circ$, $6^\circ \sim 29^\circ$ 이었다.

3) 대퇴골 전염각의 남녀별 평균값과 범위는 남자에서 우측이 $16.6 \pm 7.26^\circ$, $4^\circ \sim 30^\circ$ 이고, 좌측은 $16.0 \pm 6.89^\circ$, $6^\circ \sim 29^\circ$ 이었으며, 여자에서는 우측이 $18.8 \pm 4.90^\circ$, $12^\circ \sim 31^\circ$ 이고, 좌측은 $18.4 \pm 5.16^\circ$,

$6^\circ \sim 27^\circ$ 이었다.

4) 대퇴골 전염각은 여자가 남자에 비해 우측에서 2.2° , 좌측에서 2.4° 가 더 큰 것으로 나타났으나 통계적인 유의성은 없었다. 또한 우측이 좌측에 비해 남자는 0.6° , 여자는 0.4° , 전체적으로 0.5° 가 더 큰 것으로 나타났으나 통계적인 유의성은 없었다.

5) 좌우 대퇴골 전염각의 각도 차이는 전체적으로 $0^\circ \sim 5^\circ$ 로 평균해서 $2.06 \pm 1.35^\circ$, 남자의 경우 $0^\circ \sim 5^\circ$, $2.28 \pm 1.51^\circ$, 여자의 경우는 $0^\circ \sim 4^\circ$, $1.84 \pm 1.12^\circ$ 로 남자가 0.5° 정도 큰 경향을 보이거나 통계적인 유의성은 없었다.

6) 대퇴골 전염각 측정에 있어서 초음파 사용의 이점은 첫째, 방사선 피폭위험이 없고, 둘째, 직접 측정법이며, 셋째, 간편하고, 넷째, 정확하다는 점을 들 수 있다.

7) 앞으로 초음파를 이용한 대퇴골 전염각 측정은 소아에서 더 크게 의의 있는 것이므로 소아의 나이별 정상치를 규명하고, 병적인 경우에 이를 측정하여 정상과 비교함으로써 임상적으로 크게 활용될 것으로 기대한다.

REFERENCES

- 1) Budin, E. and Chandler, M.E.: *Measurement of femoral neck anteversion. Radiology*, 69: 209, 1957.
- 2) Drehmann and Lorenz, A.: *Die sogenannte angeborene Hufterrenkung. Stuttgart, F. Enke*, 1920.
- 3) Dunlap, C.K., Shands, A.R., Jr., Holister, L.C., Jr., Gaul, J.S., Jr. and Streit, H.A.: *A New Method for Determination of Torsion of the Femur. J. Bone Joint Surg.*, 35-A: 289, 1953.
- 4) Dunn, D.M.: *Anteversion of the neck of the femur. A method of measurement. J. Bone Joint Surg.*, 34-B: 181, 1952.
- 5) Durham, H.A.: *Anteversion of the Femoral Neck in the Normal Femur and Its Relation to Congenital Dislocation of the Hip. J. Am. Med. Assn.*, 65: 223, 1915.
- 6) Edgren, W. and Laurent, L.E.: *A method of measuring the torsion of the femur in congenital dislocation of the hip in children. Acta. Radiol.*, 45: 371, 1956.
- 7) Hubbard, D.D. and Staheli, L.T.: *The Direct Radiographic Measurement of Femoral Torsion*

- Using Axial Tomography. Clin. Orthop.*, 86: 16, 1972.
- 8) Kingsley, P.C. and Olmsted, K.L.: *A Study to determine the angle of anteversion of the neck of the femur. J. Bone Joint Surg.*, 30-A: 745, 1948.
 - 9) LaGasse, D.J. and Staheli, L.T.: *The Measurement of Femoral Anteversion. Clin. Orthop.*, 86:13, 1972.
 - 10) Leger, W.: *Zur Torsionsbestimmung des Schenkelhalses. Z. Orthop.*, 81:583, 1952.
 - 11) Magilligan, D.J.: *Calculation of the Angle of Anteversion by Means of Horizontal Lateral Roentgenography. J. Bone Joint Surg.*, 38-A: 1231, 1956.
 - 12) Mikulicz, J. J.: *Über individuelle Formdifferenzen am Femur und an der Tibia des Menschen. Mit Berücksichtigung der Statik der Kniegele-nks. Arch. f. Anat. u. Physiol. (Anatomische Abtheilung)*, 1:351, 1878.
 - 13) Moulton, A. and Upadhyay, S.S.: *A Direct Method of Measuring Femoral Anteversion Using Ultrasound. J. Bone Joint Surg.*, 64-B:469, 1982.
 - 14) Parsons, F.G.: *Characters of the English Thigh. Bone. J. Ant. and Physiol.*, 48:238, 1914.
 - 15) Peterson, H.A., Klassen, R.A., Mcleod, R.A. and Hoffman, A.D.: *The Use of Computerized Tomography in Dislocation of the Hip and Femoral Neck Anteversion in Children. J. Bone Joint Surg.*, 63-B:198, 1981.
 - 16) Pick, J.W., Stack, J.K. and Anson, B.J.: *Measurement on the Human Femur. I. Lengths, Diameters and Angles. Quart. Bull. Northwestern Univ. Med. Sch.*, 15:281, 1941.
 - 17) Reynolds, T.G., Herzer, F.E.: *Anteversion of the femoral neck. Clin. Orthop.*, 14:80, 1959
 - 18) Rogers, S.P.: *A method for determining the angle of torsion of the neck of the femur. J. Bone and Joint Surg.*, 13:821, 1931.
 - 19) Ruby, L., Mital, M.A., O'conner, J. and Patel, U.: *Anteversion of the Femoral Neck. J. Bone and Joint Surg.*, 61-A:461979.
 - 20) Ryder, C.T. and Crane, L.: *Measuring femoral anteversion. The problem and a method. J. Bone and Joint surg.*, 35-A:321, 1953.
 - 21) Schertlein, A.: *Die Bestimmung der Schenkelhalstorsionswinkel met Hilfe der Rontgenstrahlen. Fortschr. Geb. Roentgenstr. Nuklearmed.*, 39:304, 1929.
 - 22) Schultz, J.: *Die Darstellung der Torsion-swinkel vom Femur mit Hilfe von Rontgenstrahlen. Z. Orthop. Chir.*, 44:325, 1924.
 - 23) Sheedy, P.F. II., Stephens, D.H., Hattery, R.R., Muhm, J.R. and Hartman, G.M.: *Computed tomogram of the body. Initial clinical trial with the EMI prototype. Amer. J. Roentgenol.*, 127: 23, 1976.
 - 24) Soutter, Robert and Bradford, E.M.: *Twists in Normal and in Congenitally Dislocated Femora. New York Med. J.*, 78:1071, 1903.
 - 25) Stewart, S.F. and Karshner, R.G.: *Congenital dislocation of the hip. A method of determining the degree of anteversion of the femoral neck. Amer. J. Roentgenol. Radium Ther. Nucl. Med.* 15:258, 1926.
 - 26) Testut, L.: *Traite d'Anatomie Humaine. Anatomie Descriptive-Histologie-Development. Ed. 3, Tome 1, p. 306. Paris, Octave Doin, 1896.*
 - 27) Weiner, D.S., Cook, A.J., Hoyt, W.A. and Oraves, C.E.: *Computed tomography in the measurement of femoral anteversion. Orthopedics.*, 1:299, 1978.