

한국인 대퇴거의 형태학적 연구와 대퇴골 전염각과의 상관관계

부산 침례병원 정형외과

이승원 · 하필성 · 강재도

부산대학교 의과대학 해부학교실

김 진 정

— Abstract —

The Morphologic Study of the Calcar Femorale and its Relations to the Anteversion of the Neck of the Femur

Seung Won Lee, M.D., Pil Seong Ha, M.D. and Jae Do Kang, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Wallace Memorial Baptist Hospital, Pusan, Korea

Jin Jeong Kim, M.D.

Department of Anatomy, Pusan National University, Pusan, Korea

The calcar femorale is a specific anatomic entity which is often confused with the medial trabecular system or posteromedial cortex of the neck of the femur. The clinical significance of its architecture is evident when one considers the great number of operative procedures performed in the upper end of the femur.

This study deals with 45 cases of the Korean Dry femur(male: 27, female: 12, useless: 6) and two pairs of the femur from the cadavers. The authors observed the three dimensional structure of the calcar femorale and studied the relation between anteversion and calcar femorale.

The results obtained were as follows:

1. The calcar femorale was a vertical plate of the thickened bone that lay deep to the lesser trochanter. The length in the vertical axis of the calcar femorale was 44.82 ± 3.59 mm. The calcar femorale was thickest medially where it joins the medial trabecular system of the femoral neck(maximal thickness: 2.65 ± 0.65 , width: 8.90 ± 1.82 mm).
2. The calcar femorale lay in one plane, which inclined 30.02 ± 7.80 degree to the discondylar axis of the femur. By using this inclination of the calcar plane, it could be best visualized with about 60° external rotation of femur in a simple X-ray.
3. The angle between the calcar plane and the diacondylar axis was proportionate to the anteversion of the femoral neck. Correlation coefficient($r=0.80$) was calculated. The regression line of y (anteversion) on x(calcar angle) was $y=0.75X-8.53$ (slope). With this proportion, the angle of the femoral anteversion could be determined.
4. Microscopic features of the calcar femorale was revealed in the scanning electron microscopic studies. The medial side of the calcar was a cortical extension and it became thinner posterolaterally and than it was composed of fused or thickened trabeculae.

Key Words: Calcar femorale, Anteversion, Femur.

서 론

대퇴거(calcar femorale)는 흔히 대퇴 경부의 내측 압박골소주군(medial trabecular system of the proximal femur) 혹은 내측 후하면 피질골(posteromedial cortex of the neck of the femur)로 잘못 언급될 수 있는 하나의 특이한 해부학적부위이다^{3, 12, 15, 16}.

Calcar 라는 말은 라틴어로 돌기(spur, 距)라는 뜻인데 1859년 Pirogoff¹⁷⁾가 Anatomica Topograica 에서 처음 기술한 이래로 100여년 이상 동안 사용되어 왔다. 최근 대퇴 전자부 골절과 대퇴경부 골절의 골절양상과 치료, 그리고 고관절 전치환술 등에서 대퇴거의 중요성 및 의의가 커지고 있다^{4, 9, 10, 14, 19}.

대퇴거(calcar femorale)는 대퇴경부와 전자부에 걸쳐 있는 골판으로 소전자(lesser trochanter) 전방의 치골 대퇴인대(pubofemoral ligament)에서 둔근조면(gluteal tuberosity)으로 향한다¹⁹. 이 방향은 대퇴골 전염각과 밀접한 관계를 가지고 있다.

저자들은 전조 대퇴골 45예를 해부학적 절개하여 대퇴거의 위치, 크기, 방향을 측정하였고, 단순 방사선 촬영에서 대퇴거가 가장 잘 보이는 각도를 결정하였으며, 사체 2구에서 적출한 정상 대퇴골을 저배율주사 전자현미경²⁰⁾(Scanning Electron microscope)으로 관찰하여 대퇴상부의 골소주 양상을 대퇴거와 비교하였다. 그리고 전염각과 대퇴거면이 대퇴골 양과부 횡단면(diacondylar axis of femur)과 이루는 각과의 상관관계를 분석하여 회귀함수를 유도하였으며, 이것을 이용하여 전염각 측정^{1, 7, 18}의 한가지 방법을 제시코저 하였다.

연구재료 및 방법

1. 연구재료

부산대학교 의과대학 해부학교실에 보관중인 45예의 전조 대퇴골과 정상 대퇴골을 가진 사체 2구를 대상으로 하였다. 45예의 전조대퇴골 가운데 39예(남: 27, 여: 12)에서만 정확한 자료를 얻을 수 있었으며, 나머지는 전조 과정에서 골소주의 소실 정도가 심하여 대퇴거의 정확한 위치를 관찰하기 곤란하였다.

2. 연구방법

1) 외형측정: 대퇴골을 절개하기 전에 대퇴골의 최대길이와 대퇴골 전염각을 측정하였다(Fig. 3).

2) 해부학적 절개: 대퇴골 두 경부 및 전자부를

소전자의 최대 돌출부 정점을 중심으로 상하 5mm 간격으로 횡절개하여(Fig. 1, 2) 대퇴거의 최대 두께(maximal thickness)와 폭(width)을 측정하였다.

횡절개에서 보여준 대퇴거면(calcar plane)에 수직으로 종절개(sagittal section) 하여 대퇴거의 길이(length)를 측정하고 소전자, 대퇴경부, 내측 골소주군(medial trabecular system)과의 관계를 관찰하였다(Fig. 4, 5).

3) 대퇴거면의 방향(The axis of the calcar plane) 측정: 대퇴거의 폭(width)을 따라 형성된 면(calcar plane)과 대퇴골 양과부 횡단면(diacondylar axis of the femur)이 이루는 각을 각도기로 측정하였다(Fig. 6).

4) 컴퓨터 단층촬영: 대퇴거 면과 수직의 횡절단면 및 종절단면으로 컴퓨터 단층촬영하여 해부학적 절개와 비교하였다.

5) 주사 전자현미경(Scanning Electron Microscope) 관찰: 사체에서 적출한 대퇴골을 0.5% Nitric acid로 탈회(decalcification)하여 절개한 다음 탈수시켜서 진공상태(0.1 torr 이하)에서 gold coating을 하였다. 그다음 주사 전자현미경으로 대퇴거(calcar femorale)를 포함한 대퇴 두 경부의 골소주 양상을 비교하였다. 특히 대퇴거가 후외측에서 다른 골소주로 이행되는 부위를 면밀히 관찰하였다. 저자들이 사용한 주사 전자현미경은 The Nanolab 2100 scanning Election Microscope였다.

결 과

1. 대퇴거의 위치 및 크기

대퇴거는 소전자 전방의 단단한 수직 골판인데 얇은 삼각기둥 모양을 하고 있으며 소전자 약 2cm 하방 피질골에서 시작하여 소전자 약 2.5cm 상방의 대퇴경부 후방피질골(porterior cortex of the femal neck)과 융합한다. 횡절개상에서 대퇴거는 치골 대퇴골인대(pubofemofal ligament)가 부착하는 소전자 전방의 피질골에서 시작하여 외측으로 망상골 사이를 지나면서 점차 얇아져서 둔근조면(gluteal tuberosity)으로 향한다(Fig. 5, 8).

소전자 정중앙에서 대퇴거에 수직으로 즉, 대퇴골을 약 60°외회전하여 종절개했을 때 대퇴거의 길이를 측정할 수 있는데 남자군은 $45.96 \pm 3.64\text{mm}$, 여자군은 $42.25 \pm 3.48\text{mm}$ 이었다. 대퇴거의 길이와 대퇴골의 최대 길이(maximal length of femur, male: $43.32 \pm 2.38\text{cm}$, female: $40.42 \pm 1.77\text{cm}$) 사이의 상관계수는 0.64(남), 0.55(여)이었다. 대퇴거는 이것이 피질골에서 이행되는 부위에서 가장 두꺼워진

Fig. 1. The level of transsection of the proximal femur, from 3cm above the level of lesser trochanter to 2cm below.

Fig. 3. Method of determining anteversion of the femur in a dried bone.

다(thickness: 2.26 ± 0.65). 횡절개상에서 대퇴거와 연결되는 곳의 피질골 즉, 치골 대퇴골인대(pubofemoral ligament)가 부착하는 피질골이 가장 두껍다. 대퇴거의 폭(width)은 $8.90 \pm 1.82\text{mm}$ 이었다(Table 1).

2. 대퇴거 면의 방향(The axis of the calcar plane)

대퇴골 소전자 정점에서 횡절개하면 대퇴거는 대

Fig. 2. The level of calcar femorale in transsection. A) 3cm superior to the lesser trochanter. Begin to show the calcar. G) The level of summit of the lesser trochanter, arrow: calcar. J) 2cm inferior to the lesser.

Fig. 4. Sagittal section of the proximal femur in the right angle to the calcar femorale. Arrow: Calcar femorale, Length: $44.82 \pm 3.59\text{mm}$.

퇴골의 내측에 있는 치골 대퇴골인대(pubofemoral ligament)에서 후외방으로 둔근조면(gluteal tuberosity)으로 향한다. 이 방향은 대퇴골 양과부 횡단면(diacondylar axis of the femur)과 $30.03^\circ \pm 7.80^\circ$ (male $29.22^\circ \pm 7.90^\circ$, female $31.83^\circ \pm 7.28^\circ$)의 각도를 형성한다(Fig. 7, 8). 이것을 이용하면 단순방사선 촬영

Table 1. Results of measurement of the calcar and anteversion

	Angle between calcar and diacondylar axis	Anteversion	The calcar length	Femorale width	Thickness
Male	29.22±7.90	13.74±7.49	45.96±3.64		
Female	31.83±7.28	14.5 ±6.98	42.25±3.48		
Mean±S.D.*	30.03±7.80	13.97±7.34	44.82±3.59	8.90±1.82	2.65±0.65

*S.D.; Standard deviation.

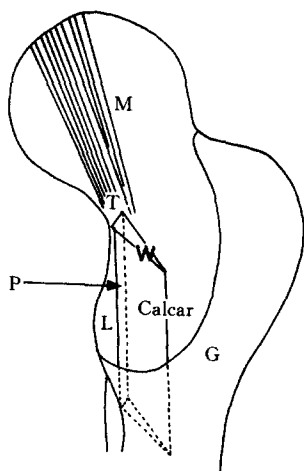


Fig. 5. Schematic illustration of three dimensional structure of the calcar femorale. L) Length of calcar, T) Thickness, W) Width, P) Pubofemoral ligament, G) Gluteal tuberosity, M) Medial trabecular system.

상 calcar femorale를 가장 뚜렷이 보기 위한 view가 결정된다. 즉 대퇴골을 약 60° 외회전하여 방사선 촬영하면 대퇴거의 axis(width)와 cassette가 90°를 이루게 되므로 이 위치에서 대퇴거가 가장 뚜렷이 나타난다(Fig. 9).

3. 대퇴거 면의 방향과 대퇴골 전염각과의 상관관계

대퇴거 면과 대퇴골 양과부 횡단면 사이에 형성된 작은 전염각과 비교한다. 이들 사이의 상관관계를 알기 위하여 39예의 전염각과 대퇴거면이 대퇴골 양과부 횡단면과 이루는 각을 측정하여 회귀방정식($y=0.75X-8.53$)과 상관계수(correlation coefficient, $r=0.80$)를 유도하였다(Fig. 10). 역으로 이회귀 방정식을 이용하여 대퇴골을 투시기로 관찰하면서 대퇴거가 가장 뚜렷이 나타날 때의 대퇴양과부 횡단면과 평면이 만나는 각을 측정하여 전염각을 추정할 수 있을 것이다.

4. 컴퓨터 단층촬영(CT scanning)

Fig. 6. Method of determining the angle between calcar axis and diacondylar axis of the femur.

해부학적 절개와 마찬가지로 횡단면, 종단면을 대퇴거에 수직으로 촬영하여 대퇴거가 피질골과 유사하게 도시되었다(Fig. 11, 12).

5. 주사 전자현미경(Scanning electron microscopic studies) 관찰

저배율 주사 전자현미경으로 대퇴 두 경부의 내측 압박 골소주근(medial trabecular system), Ward triangle 등을 대퇴거와 비교하였다. 내측 골소주근은 Ward triangle의 골소주 양상보다 더욱 조밀하였으며, 골소주 자체도 두꺼웠다(Fig. 14, 15). 대퇴거의 내측 약 5mm는 피질골과 같은 조직이었으며 그 다음 외측 4~5mm는 둔근조면(gluteal tuberosity)으로 가면서 골소주들이 융합 혹은 두꺼워진 형태로 다른 골소주계에 흡수되어졌다(Fig. 13).

고 찰

Calcar라는 말은 라틴어로 spur(돌기)라는 뜻으로 100여년 이상 동안 사용되어 왔다⁹⁾. 그러나 이것의 위치 및 양상에 관한 정확한 지식의 부족과 많은 임상가들에서 아직까지 혼돈되어 사용하는 경우가 흔하다^{3, 13, 15, 16)}.

1859년 Pirogoff¹⁷⁾는 Anatomica Topographica에

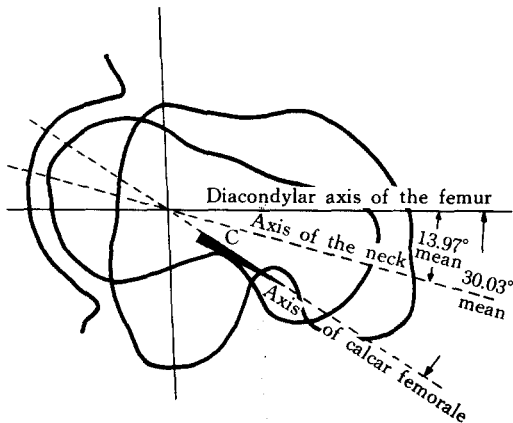


Fig. 7. Schematic illustration of the relationship between the calcar femorale and the anteversion of the neck of the femur. C) Calcar

Fig. 8. Transsection of proximal femur in the level of lesser trochanter. M) Medial, L) Lateral, M-L) Diacondylar axis, C-C) Calcar plane, about 30 angle between calcar plane and diacondylar axis.

서 거의 수직으로 놓인 치밀조직의 골판인 대퇴거가 대퇴골 하경부에서 대전자부로 뻗어 있다고 하였다. 1969년 Wolff는 소전자 아래에 있는 치밀조직이라고 하였다. 1911년 Koch¹⁸⁾는 대퇴골 절단사진에서 다음과 같이 calcar femorale를 묘사하였다. 즉 대퇴골 골간의 후방 피질골이 소전자로 이행되는 부위에서 피질골은 얇아지고 골소주는 직선으로 건너가는데 이것들이 모여서 대퇴거를 형성하고 소전자 상부에서 피질골과 융합하게 된다고 하였다. 최근의 의학사전들은 대퇴거를 막연히 대퇴경부를 강화시키는 강한 조직판이라고 기술하고 있다⁹⁾.

출생시에는 대퇴골의 근위부가 연골로 되어 있어서 대퇴거가 나타나지 않는다. 그러나 성장하면서 골화가 되기 시작하면 생후 약 1년 전후로 골층판(bony lamellae)이 연골성 소전자의 앞에 나타나기

Fig. 9. Simple radiographs with varying degrees of neck rotation. A) Lateral view B) AP view, C) 30 external rotation view, D) 60 external rotation view, the most remarkable calcar femorale.

시작한다. 이들 골층판(대퇴거)은 사춘기에서 더욱 뚜렷해지고 약 25세가 되면 최대의 크기와 밀도를 가지며, 나이가 들어감에 따라 얇아지고 탈회(decalcification)된다⁹⁾.

직립상태에서 체중 부하에 의한 스트레스는 비구에서 주로 내측 골소주관을 통해서 대퇴거로 전해지는데 대퇴경부의 후내측 편위때문에 대퇴골간 상부의 후내측에 최대의 압력이 주어진다. 이 약하고 각이진 부위에 대퇴거가 형성되어 안정성을 유지시키며, 소전자와 대퇴간능(intertrochanteric crest)의 후방 돌출에도 불구하고 원통형의 대퇴골간(shaft)을 경부로 연속시키는 역할을 한다. 그러나 1920년 Murk와 Jansen등은 체중부하때 생기는 정압(static pressure)에 의한 골형성 뿐만 아니라 근육이나 건의 역학적 작용이 특히 망상골에서 중요한 역할을 한다고 하였으며, 이것을 벡터(vector)로 설명하였다¹¹⁾. 1892년 Wroblewski¹²⁾는 calcar의 형성이 장요근(iliopsoas)에 의한 전인의 결과라 생각했다. 즉 그 위치에서는 calcar와 대퇴피질골이 분리되어 두 개의 피질골층이 된다고 하였다. 바깥층은 대퇴 피질골이고 안층은 calcar이며, 이들 둘 사이에는 망상골층(cancellous filled cavity)이 있다.

대퇴거는 단순방사선 촬영상에서는 잘 나타나지 않는다. 왜냐하면 대퇴거는 두층의 매우 두꺼운 대

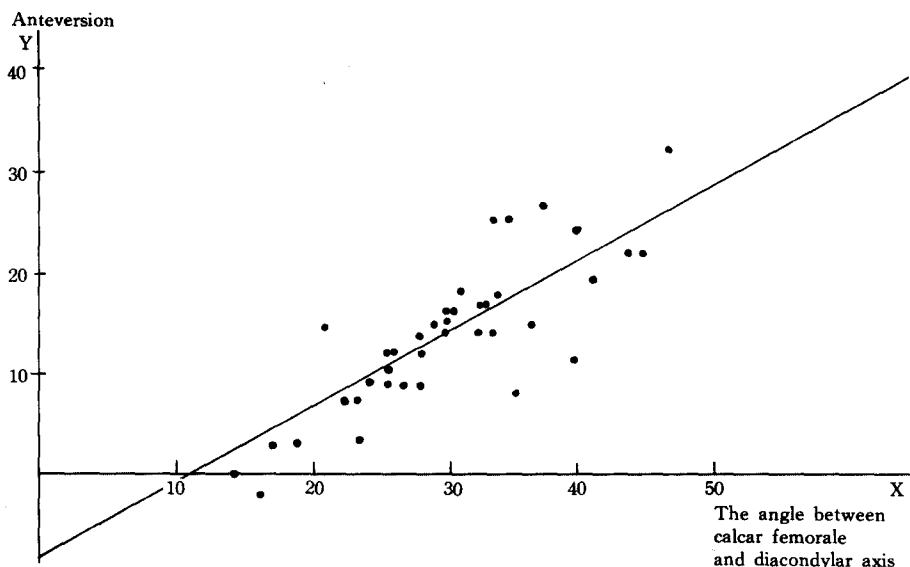


Fig. 10. Slope: $y=0.75X-8.53$, $r=0.80$.

Fig. 11. Calcar femorale is appeared on the level of lesser trochanter in CT scanning.

퇴 피질골에 가려있기 때문이다. 본 연구에서는 대퇴거가 대퇴양과부 횡단면과 약 30° 경사를 이루고 있다는 것을 밝혀내고 대퇴골을 약 60° 외회전한 위치에서 촬영하면 calcar의 장축이 cassette와 직각으로 놓이게 되어 방사선 음영이 증가되기 때문에 두꺼운 피질골층이 있더라도 잘 보이게 된다는 것을 보여주었다(Fig. 9). 그러나 Griffin^{12, 13)} 등은 calcar가 측면 방사선 사진에서 가장 잘 나타난다고 하였으나, 저자들이 대퇴골 전자부를 횡절개 하여 대퇴거가 대퇴양과부 횡단면과 약 30° 를 이루는 것을 밝혀내고 대퇴를 60° 외회전 하여 촬영하여 대퇴거가 뚜렷이 나타남을 알 수 있었다.

대퇴거를 표면에서 알 수 있는 위치는 소전자 전방에 있는 치골 대퇴골인대(pubofemoral ligament)가 부착하는 선상의 돌출부이다. 여기에서부터 대퇴거는 둔근조면(gluteal tuberosity)으로 향하면서

점차 얇아져서 다른 골소주와 섞이게 된다.

1961년 R.S. Garden¹¹⁾ 등은 대퇴골 간부의 피질골과 근위 대퇴골의 내 골소주제(internal trabecular system) 및 calcar femorale와의 관계에 대해서 기술하였다. 즉 후내측의 대퇴골 간부의 피질골은 상방으로 나선형 형태로 대퇴거와 내측 골소주군으로 이어진다. 대퇴경부의 후내방 편위와 경간각(neck-shaft angle) 때문에 대퇴거에 최대의 스트레스가 가해지므로 대퇴 후내방 피질골과 대퇴거 그리고 내측 압박 골소주군의 연속성은 매우 중요하다.

대퇴골 전자부 분쇄골절에서 골절선에 대한 대퇴거의 영향은 Evans⁹⁾ 등에 의해서 지적되었다. Hugston¹⁴⁾ 등은 대퇴전자간 골절의 불안정성 골절을 calcar arch의 Keystone을 따라 분쇄가 일어나는 것이거나 소전자를 포함한 큰 후방골편(대퇴거 포함)이 있을 때라고 하여 전자간 골절에서 대퇴거의 중요성을 언급하였다. Pin, Screw, Nail 삽입시에 전자부의 Neutral 혹은 Anatomical axis를 통과하는 것이 이상적이라고 하나 W.J. Tobin¹⁵⁾ 등은 nail이 low placed nail in valgus position으로 대퇴거를 통과하는 것이 역학적으로 가장 큰 안정성을 얻을 수 있다고 하였다. Dickson⁶⁾은 대퇴 두부에서는 내측 압박 골소주제와 평행하게 정중상으로, 경부에서는 대퇴거를 통과하면 최대 고정을 얻을 수 있다고 했다.

고관절 전치환술에서도 대퇴거는 중요한 의미를 가지는데 calcar-collar contact로 대퇴성분(femoral component)이 상당부분 calcar femorale를 통해서 역학적 지지를 받는다. 고관절 전치환술 이후에 대퇴

Fig. 12. Sagittal section in CT scanning (right angle to the calcar plane).

Fig. 13. Posterolateral end of calcar femorale in the low magnification micrograph in scanning electron microscope.

거에는 여러 가지 변화가 뒤따를 수 있다. Wolff's law에 의해서 대퇴거의 일부 망상골 구조가 더욱 더 밀도가 높아져서 피질골로 전환되는 경우도 있고, stress-shield로 인해서 골흡수(resorption), 낭포형성(cyst formation)의 변화가 생기기도 한다^{4,10)}. 고관절 전치환술 이후에 이러한 대퇴거의 변화는 예후에 상당한 영향을 미칠 것으로 사료된다.

대퇴골 상부절후 내고정물과 calcar femorale와

Fig. 14. Medial trabecular system of the proximal femur in scanning electron microscope.

Fig. 15. Ward triangle in scanning electron microscope. The most slender and loose trabeculations in the proximal femur.

의 상호관계를 알기 위한 때나 고관절 전치환술 후의 대퇴거의 변화를 관찰할 때 대퇴거를 가장 잘 볼 수 있는 방사선 촬영이 도움이 된다. 본 연구에서는 대퇴거와 대퇴양과부 횡단면(diacondylar axis of the femur)과의 상호관계를 규명하였던 바 약 60° 외회전하여 단순방사선 촬영하면 대퇴거가 가장 잘 도시되었다는 것을 언급한 바 있다.

결 론

39예의 건조대퇴골과 사체 2구에서 적출한 대퇴골을 외형 측정, 해부학적 절개, 방사선촬영, 주사전자현미경 관찰로 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 대퇴거(calcar femorale)는 소전자 전방에 있는 단단한 수직골판으로 얇은 삼각기둥 모양을 하고 있다. 소전자 약 2cm 하방 피질골에서 시작하여 소전자 약 2.5cm 상방에서 대퇴경부의 후방 피질골과 융합한다(length: male 45.96±3.64, female 42.50±

3.46mm). 횡절개상에서 대퇴거는 소전자 전방의 치골 대퇴골인대(pubofemoral ligament)가 부착하는 피질골에서 시작하여 망상골 사이를 지나면서 얇아져서 둔근조면(gluteal tuberosity)을 향한다(width: 5.90 ± 1.82 mm, thickness: 2.65 ± 0.65 mm).

2. 대퇴거 면(axis of the calcar plane)은 대퇴양과부 횡단면(diacondylar axis of the femur)과 $30.03^\circ \pm 7.80^\circ$ 를 이루고 있다. 이것을 이용하여 대퇴골을 약 60° 외회전하여 방사선 촬영하면 대퇴거를 가장 잘 볼 수 있다.

3. 대퇴거면이 대퇴양과부 횡단면과 이루는 각은 전염각과 비례한다(상관계수; $r=0.80$, 회귀 방정식; $y=0.75X-8.53$). 역으로 calcar femorale를 투시 촬영 혹은 serial X-ray로서 가장 뚜렷이 보일 때의 대퇴골 회전각을 구하면 개략적인 전염각 측정이 가능하다.

5. 해부학적 절개와 마찬가지로 단층촬영에서도 같은 구조로 확인되었고 피질골과 유사한 밀도로 도시되었다.

5. 저배율 주사 전자현미경관찰(low magnification of scanning electron microscopic studies)을 통한 대퇴거와 대퇴상부의 골소주 양상의 비교에서 대퇴거의 내측은 피질골 조직이고 후내방으로 가면서 피질골 조직은 얇아져서 골소주의 융합 혹은 두꺼워진 양상으로 다른 골소주계에 흡수되어졌다.

REFERENCES

- 김영민·빈성일: 대퇴골 전염각 측정을 위한 방사선 방법의 비교. 대한정형외과학회지, 제 21권 3호: 387-396, 1986.
- 변영수·이순혁: 대퇴전자간 골절에서 Knowles Pin 삽입술에 대한 생역학적 연구. 대한정형외과학회지, 제 19권 5호: 803-809, 1984.
- 정영진: 실용 현대통계학. 선진문화사, 서울, 44, 1979.
- Bocco, F., Langan, P. and Charnley, J.: Changes in the Calcar Femoris in Relation to Cement Technology in Total Hip Replacement. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 128:211, 1977.
- Dickson, J.A.: The "Unsolved" Fracture. A protest Against Defeatism. *J. Bone Joint Surg.*, 35A:805-822, Oct. 1953.
- Dorland's Illustrated Medical Dictionary, ed. 25 Philadelphia, W.B. Saunder, 204, 1981.
- 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.*, 65:371, 1956.
- Engh, C.A. and Bobyn, J.D.: Evaluation of adaptive femoral bone modeling. *The hip*, 110, 1984.
- Evans, F.G., Pedersen, H.E. and Lissner, H. R.: The Role of tensile stress in the mechanism of femoral fractures. *J. Bone Joint Surg.*, 33A:485-500, Apr. 1951.
- Gachter, A.: The bone cement cuff in hip endoprostheses: Results of 80 postmortem studies. The cementless fixation of hip endoprosthesis, 12, 1984.
- Garden, R.S.: The structure and function of the proximal end of the femur. *J. Bone Joint Surg.*, 43B:576, 1961.
- Griffin, J.B.: The calcar Femorale Refined. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 164:211, 1982.
- Harty, M.: The calcar femorale and the femoral neck. *J. Bone Joint Surg.* 39A:625, 1957.
- Hughston, J.C.: Intertrochanteric fractures of the femur. *Orthop. Clin. North Am.*, 5:585, 1974.
- Koch, J.C.: The laws of bone architecture. *Am. J. Anat.*, 21:177, 1917.
- Meyers, M.H.: Anatomy of the Hip. Fractures of the Hip, p. 18, 1985.
- Pirogoff, N.I.: *Anatome Topographica, Sectionibus per corpus human congelatum triplici directione ductis illustrata*, 4 vols. Petropoli, J. Trey, 1852.
- Rogers, S.P.: A method for determining the angle of torsion of the neck of the femur. *J. Bone Joint Surg.*, 13:821, 1981.
- Tobin, W.T.: The internal architecture of the femur and its clinical significance. *J. Bone Joint Surg.*, 37A:57, 1955.
- Whitehouse, W.J. and Dyson, E.D.: Scanning electron microscope studies of trabecular bone in the proximal end of the human femur. *J. Anat.*, 188, 3:417-444, 1974.
- Wroblewski, B.M.: Letter to the Editor(Griffin). *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 175:293, 1983.