

## ITST (Intertrochanteric/Subtrochanteric) 골수강내 정을 이용한 대퇴 전자부 골절의 치료

홍기도 · 심재천 · 하성식 · 김재영 · 강정호 · 박광희

서울위생병원 정형외과

**목 적:** ITST (Intertrochanteric/Subtrochanteric) 골수강내 정을 사용한 대퇴 전자부 골절의 수술적 치료에 대해 임상적 및 방사선적 결과를 평가해 보고자 하였다.

**대상 및 방법:** 2006년 1월부터 2007년 5월까지 ITST 골수강내 정으로 대퇴 전자부 골절을 치료받고, 12개월 이상 추시 관찰이 가능했던 40예를 대상으로 하였다. 남자가 13예, 여자가 27예였으며, 평균 연령은 75.6세였다. 임상적 결과는 Ceder의 보행 평가를 이용하여 평가하였고, 방사선적 결과는 대퇴골 경간각의 변화 및 지연 나사의 활강 정도를 이용하여 평가하였다.

**결 과:** 골 유합 시기는 평균 13.5주였다. 수술 후 보행 능력은 수술 전 보행 능력을 회복한 경우를 만족으로 하여 34예 (85%)에서 만족할 만한 결과를 얻었으며, 최종 추시상 대퇴골 경간각의 변화는 평균  $5.21^{\circ}$ , 지연 나사의 활강은 평균 5.78 mm였다.

**결 론:** ITST 골수강내 정은 대퇴 전자부 골절의 치료 시 다른 내고정 장치에 비해 합병증이 적고, 비교적 양호한 임상적 및 방사선적 치료 결과를 보였다.

**색인 단어:** 대퇴골, 전자부 골절, ITST 골수강내 정

### Operative Treatment with ITST in Femur Trochanteric Fracture

Ki-Do Hong, M.D., Jae-Chun Sim, M.D., Sung-Sik Ha, M.D., Jae-Young Kim, M.D.,  
Jung-Ho Kang, M.D., Kwang-Hee Park, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Seoul Adventist Hospital, Seoul, Korea

**Purpose:** To evaluate the clinical and radiographic results of treatment of trochanteric fracture with ITST (Intertrochanteric/Subtrochanteric) nail.

**Materials and Methods:** We reviewed the results of 40 cases of trochanteric fracture treated with ITST from January 2006 to May 2007, which could be followed up for more than 12 months. The cases include 13 males and 27 females, and the mean age is 75.6 years old. The clinical results were evaluated by Ceder mobility assessment, and the radiographic results were evaluated by the change of femoral neck-shaft angle and sliding of lag screw.

**Results:** The mean bone union time is 13.5 weeks. Thirty four cases (85%) were recovered to pre-injury state of walking ability. The change of neck-shaft angle was an average of  $5.21^{\circ}$  and the sliding distance of lag screw was an average of 5.78 mm. Complications were occurred in 4 patients (10%).

**Conclusion:** The ITST nail were seen good results in treatment of trochanteric fracture and has relatively less complications than other internal fixator.

**Key Words:** Femur, Trochanteric fracture, Intertrochanteric/Subtrochanteric fixation

통신저자 : 심 재 천

서울시 동대문구 회경 2동 29-1  
서울위생병원 정형외과  
Tel : 02-2210-3581 • Fax : 02-2217-1897  
E-mail : gowinfree@nate.com

Address reprint requests to : Jae-Chun Sim, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Seoul Adventist Hospital, 29-1,  
Hwigyeong 2-dong, Dongdaemun-gu, Seoul 130-711, Korea  
Tel : 82-2-2210-3581 • Fax 82-2-2217-1897  
E-mail : gowinfree@nate.com

\*본 논문의 요지는 2007년도 대한골절학회 추계학술대회에서 구연  
발표되었음.

접수: 2008. 4. 26

심사(수정): 1차 2008. 6. 3, 2차 2008. 7. 2

게재확정: 2008. 7. 23

## 서 론

노인층에서 꾸준히 증가하고 있는 대퇴 전자부 골절의 치료 목적은 정확한 정복과 견고한 내고정으로 조기에 보행을 가능하게 하여 폐렴이나 정맥 혈전증 등의 치명적 수술 후 합병증의 발생을 감소시키고, 조기 골 유합을 얻을 수 있게 하는 데 있다.

이러한 측면에서 골수강내 금속정을 이용한 치료는 기존의 다른 수술 방법보다 작은 절개를 가능하게 하여 수술 시간, 출혈량, 근육 손상을 줄일 수 있고, 지연 나사의 활강 제한 등을 통하여 고정물의 실패가 적으며, 견고한 고정력으로 조기 체중 부하가 가능하여 빠른 회복을 기대할 수 있어 대퇴 전자부 골절의 치료에 유용하게 사용되어 왔다.

최근 사용되고 있는 ITST 골수강내 금속정은 기존의 골수강내 금속정보다 60 mm 정도 단축된 길이, 작은 원위부 직경, 근위부 외반각 감소 등의 차이점과 함께 이에 따른 술기의 변화를 통하여 대퇴 간부 골절<sup>3,4,18,19)</sup>, 대퇴골 두 천공<sup>7,18,19)</sup>, 대퇴부 동통<sup>7,12)</sup> 등의 수술 후 합병증을 감소시키고자 하였다.

이에 저자들은 ITST 골수강내 정으로 치료받은 대퇴 전자부 골절 환자들의 치료 결과를 분석하여 그 유용성을 평가해 보고자 하였다.

## 대상 및 방법

### 1. 연구대상

2006년 1월부터 2007년 5월까지 본원 정형외과에서 ITST 골수강내 정으로 치료한 대퇴 전자부 골절 환자 40명, 40예를 대상으로 하였으며, 최소 추시 기간은 12개월이었다.

남자가 13예 (32%), 여자가 27예 (68%)였으며 평균 연령은 75세 (47~93)였다. 평균 추시 기간은 18.4개월 (12~28)이었으며, 골절 원인은 실족 사고가 37예, 추락 사고가 3예였다.

골절 분류는 OTA/AO 분류<sup>20)</sup>를 이용하였으며, A1형이 16예, A2형이 22예, A3형이 2예였다. 안정형 골절 및 불안정형 골절은 각각 22예와 18예였다. 골절 후 1~22일 (평균 4.3일) 내에 수술을 시행하였다. 수술 시기가 지연된 예는 환자에게 당뇨, 고혈압, 심폐 질환 등의 기저 질환이 있어 수술 전 처치가 필요한 경우였다.

### 2. 수술방법

환자를 전신 혹은 하반신 마취 하에서 골절 침대에 양와

위로 눕힌 후, 환측의 하지를 10~15도 내전시켜 골수강내 정의 원활한 삽입이 가능한 자세를 만들고, 방사선 투시기 하에서 환측 하지를 외회전한 다음 견인하여 골절을 정복하였다.

대전자부 침부에서 대퇴 장축을 따라 근위부로 3~4 cm 길이로 피부를 절개하고, 절개선을 따라 대둔근과 중둔근을 절개하였다. 대전자부 침부에 유도 철심을 삽입한 뒤 17 mm 직경의 확공기로 확공하였다. 골수강내 정은 지연 나사 삽입 위치를 고려하면서 대부분 손으로 삽입하였으나, 수 조작으로 원활한 삽입이 어려웠던 경우에는 망치를 이용하여 삽입하였다. 지연 나사는 전후 측면에서 대퇴골 두의 정축에 위치시킨 후, 대퇴골 두 연골 하단에서 10 mm 이내까지 삽입시켰다. 전 예에서 회전 방지 핀을 사용하지 않고 근위 마개만을 사용하였다. 정복이 만족스럽게 되지 않은 불안정형 골절의 경우만 잠김형을, 나머지 예에서는 활강형을 사용하였다. 원위 고정 나사는 전 예에서 2개를 삽입하였다.

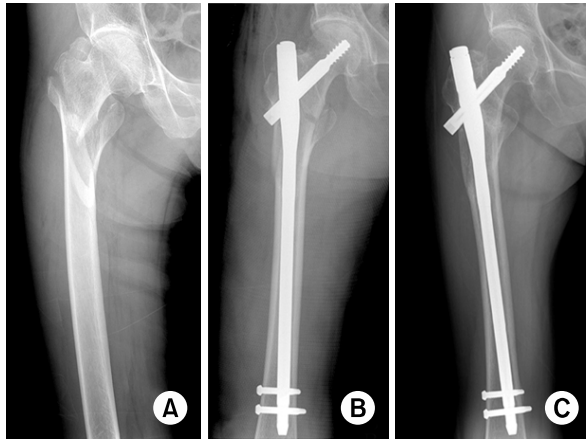
수술 뒤 2~7일 이후부터 체중 부하를 배제한 능동적 관절 운동을 허용하였다. 안정형 골절의 경우 수술 후 10 일째부터, 불안정형 골절의 경우 수술 후 3주째부터 parallel bar, walker 등의 보조기를 이용하여 부분적인 체중 부하를 시작하였다. 이후 임상적 및 방사선적 추시 결과를 확인하며 체중 부하를 점진적으로 늘려나갔다.

### 3. 연구방법

임상적 결과는, 외래 문진 및 전화 인터뷰를 통하여 조사된 수술 전후 보행 능력을 Ceder 등<sup>3)</sup>에 의한 고관절 기능 평가법으로 분석하였고, 둔부 및 대퇴부 동통을 조사하였다. 방사선적 결과는, Dopplet<sup>13)</sup>의 방법에 따라 수술 직후 및 최종 추시상의 대퇴골 경간각 변화와 지연 나사 활강 정도를 측정하여, 10도 이상 대퇴골 경간각의 변화가 있거나, 2.5 cm 이상 지연 나사 활강이 발생한 경우를 의미 있는 합병증으로 평가하였다. 골 유합 시기, 지연 나사의 골 두 천공 발생 유무, 골 두의 회전 변형, 내고정물 주위 골 간부 골절 및 내고정물 파손 여부 등도 함께 평가하였다. 수술 시간, 출혈량 등은 수술 기록부를 통해 측정하였다.

## 결 과

수술 시간은 피부 절개를 시작으로 봉합을 완료하는 시점까지 평균 52분이 소요되었는데, 안정성 골절이 평균 46분 (38~65), 불안정성 골절은 평균 57분 (43~92)이 소요되었다. 골절 정복이 용이하지 못한 경우 수술 시간이 지



**Fig. 1.** (A) Lt. femur AP view shows A2 type unstable intertrochanteric fracture (according to OTA/OA classification) of 77 years old female patient. (B) Immediate postoperative radiograph shows acceptable reduction and fixation. (C) 8 months postoperative radiograph shows that complete bone union was obtained.

연되었으나, 대부분의 경우 만족스러운 골절 정복이 이루어졌다. 평균 출혈량은 149 cc (125~228)였다.

방사선적 추시상, 골절부의 가골 형성 유무, 골소주의 재형성 및 피질골의 연속성을 기준으로 골 유합을 판정하였다 (Fig. 1). 전 예에서 골 유합을 얻을 수 있었으며, 골 유합까지의 기간은 평균 13.5주 (9~15)였다. 수술 직후와 최종 추시상 대퇴골 경간각의 변화는 평균  $5.21^\circ$  ( $2^\circ \sim 15^\circ$ )로  $10^\circ$  이상의 변화를 보인 경우는 3예였다. 지연 나사 활강은 평균 5.78 mm ( $1.5 \sim 18$ )였으며 25 mm 이상의 의미 있는 활강 변화를 보인 경우는 없었다.

임상적 추시상, 수상 이전의 보행 능력을 회복한 경우를 만족 (satisfactory)으로 정의하였으며, 수술 후 전체 40예 중 34예 (85%)에서 만족할 만한 결과를 얻었고 수술 이후 보행이 불가능 했던 경우는 없었다 (Table 1).

수술 후 합병증은 총 4예 (10%)에서 발생하였다. 수술 부위 표재성 국소 감염 1예 (2.5%)는 기저 질환 및 고령으로 인한 환자의 면역력 저하 때문에 발생한 것으로 생각한다. 이후 균주 검사를 통한 적절한 항생제 투여로 치료되었다. 대퇴부 동통을 지속적으로 호소한 1예 (2.5%)는 지연 나사 활강으로 인한 대퇴부 점액낭 자극을 원인으로 생각하며, 진통제를 투여한 뒤 증세가 호전되었고 현재 외래 추적 관찰 중이다. 나머지 2예 (5%)에서는, 수술 직후 시행한 방사선 촬영에서 골수강내 정 원위부 주위의 대퇴골 간부 선상 골절이 확인되었다. 이는 골수강내 정이 대퇴골 원위부 골수강에 여유 없이 삽입된 뒤 과도한 힘으로 원위 나사를 고정하면서, 정 원위부 주위 대퇴골이 심한 압력을

**Table 1.** Motility assessment (Ceder et al.)

Score	Mobility	Preop.	Postop.
0	Confined to bed	0	0
1	Wheelchair or require support by another individual	0	0
2	Walking frame	1	2
3	Rotator	1	0
4	Quadriped	1	3
5	Walking stick	8	9
6	Require no support	29	26

받아 발생한 것으로 생각되나 최종 추시상 골절은 유합되었다. 그러나 고정 실패나 불유합, 지연 나사의 골 두 천공 및 골 두 회전 변형 등의 합병증은 발생하지 않았다. 또한 내고정물이 휘거나 파절되는 등의 역학적 실패도 보이지 않았다.

## 고 찰

대퇴 전자부 골절의 치료 목적은, 견고한 내고정을 통하여 초기에 보행을 가능하게 하여 치명적인 수술 후 합병증의 발생을 감소시키고, 초기 골 유합을 얻을 수 있게 하는 데있다<sup>6,8,10</sup>.

대퇴골 내고정물은 1931년 Smith-Peterson이 triflanged nail을 사용함으로써 시작되어, 1960년대 중반에는 압박고 나사가 개발되었다. 압박고 나사는 골절부의 허탈로 인한 지연 나사의 활강으로 골절 부위의 압박을 유도하여 지렛대 간격을 줄이고 굴곡 응력을 감소시켜 관절내 돌출이 적으며<sup>15,16</sup>, 금속판은 외측의 장력대 (tension band)로 작용하는 장점이 있다. 그러나 큰 절개를 요하고, 과도한 긴장력으로 외측 금속판이 파손될 수 있으며, 분쇄 골절이나 골 결손이 있는 경우 내반 응력의 작용으로 대퇴골 경부의 감입과 단축이 발생하고, 초기에 체중 부하를 할 수 없으며, 과도한 지연 나사 활강으로 인한 고정물 실패가 발생할 수 있다는 단점이 있다<sup>9</sup>.

이후 개발된 감마정은 활강 압박고 나사와 같이 지연 나사의 활강을 통해 골절부에 압박력을 가할 수 있고, 지렛대 간격이 짧아서 내고정물에 가해지는 굴곡 응력이 적어 후내벽의 해부학적 정복 없이도 견고한 안정성을 얻을 수 있어 초기 체중 부하를 가능하게 했다. 또한 수술 시 절개를 작게 함으로써 수술 시간과 출혈량을 줄일 수 있어, 압박고 나사에 비해 안정형 및 불안정형 대퇴 전자부 골절 모두에서 치료 결과를 개선시키고 합병증을 크게 줄였다<sup>2</sup>.

그러나 Rosenblum 등<sup>21</sup>)은 골절부의 안정성이 감소될 경

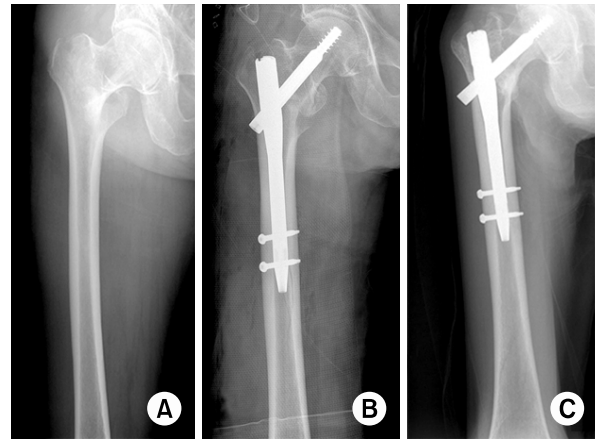
우, 대퇴거 쪽 부하가 감소되면서 감마정 원위부로 압박 부하가 집중되어, 수술 중 간부의 과도한 확공으로 인한 대퇴 간부의 약화와 함께 수술 후 감마정 원위부 주위 대퇴골 간부 골절의 원인이 된다고 하였다. 또한 Halder는<sup>11)</sup> 감마정 원위부 고정을 위하여 과도하게 확공할 경우, 응력 차단 현상이 생겨 정 원위부에 피로 골절이 발생할 수 있는 점 및 숙련된 기술을 갖추기까지 많은 시간이 걸린다는 점 등을 단점으로 들었다. 또한 대퇴골 간부 골절<sup>3,18,19)</sup>, 대퇴골 두 천공<sup>3)</sup> 및 대퇴부 동통 등의 합병증이 여러 저자들에게 의해 보고되어 왔다.

ITST 골수강내 정은 이러한 합병증을 줄이기 위해 디자인 및 술기가 변화되었다. 근위부 직경은 16.5 mm이며, 정 의 길이는 기존 감마정에 비해 60 mm 단축된 180 mm 이다. 원위부 직경은 10 mm부터 15 mm까지가 있으며, 골수강내 정 의 근위부 11 cm에서 원위부와 이루는 외반각은 5도이다. 즉, 기존의 감마정에 비해 전체 길이가 단축되고, 정 의 근위부와 원위부 사이의 외반각 및 정 의 원위부 직경이 감소되어, 정 삽입 시 원위부를 확공하고 강한 외력으로 정을 삽입하지 않고도 원활하게 삽입할 수 있게 되어, 골절부의 전위나 대퇴 간부 골절의 발생률을 줄일 수 있게 되었다.

근위부 마개는 구조적으로 지면 나사를 압박하여, 회전 방지 핀과 함께 대퇴골 두와 경부 골편의 회전 변형 및 붕괴를 방지하는 데 도움을 준다. 본 연구에서는 전 예에서 회전 방지 핀을 사용하지 않고 근위부 마개만 사용하였으나 최종 추시상 회전 변형 및 골절 부의 붕괴 등의 합병증이 발생한 경우는 없었다. Kim 등<sup>14)</sup>은 체구가 작은 한국 고령 여성의 경우, 대퇴골 경부의 직경이 작아 회전 방지 핀을 무리하게 삽입할 경우 핀이 경부를 관통할 수 있다고 하였다. 그러나 회전 방지 핀을 사용한 경우와 근위부 마개만을 사용한 경우간의 치료 결과에 대해 장기 추시를 통하여 비교해 보아야 할 것이다.

최종 추시상 지면 나사의 활강 정도는 평균 5.78 mm (1.5~18)였고, 다른 저자들에 의해 보고된 2세대 골수강내 정 의 활강정도<sup>9,11,12,19)</sup>와 비교하여 유의한 차이는 없었다. 대퇴 경간각은 최종 추시상 평균 5.21° (2~15)로 10도 이상의 내반 변형을 보인 경우가 2예 있었으나, 모두 A2형 불안정형 골절이었고 최종 추시상 수술 전 보행 능력을 회복하였다. A3형 불안정형 골절의 경우 평균 2도 (1.4~3)의 내반 변형을 보여 골절 분류와 경간각 변화 사이의 통계학적 유의성은 없었다 (ANOVA test,  $p > 0.05$ ).

수술 도중 대퇴골 간부의 골절이 2예에서 (Fig. 2) 발생하였는데, 이 환자들은 고령임에도 불구하고 골수강 직경이 10.0, 10.1 mm로 좁았던 경우였다. 골수강내 정 의 원위부 직경이 대퇴 간부의 골수강 직경과 차이가 적을 경



**Fig. 2.** (A) Rt. femur AP view shows A1 type stable intertrochanteric fracture (according to OTA/OA classification) of 78 years old male patient. (B) Immediate postoperative radiograph shows peri-distal stem fracture. (C) 10 months postoperative radiograph shows that nearly complete bone union of peri-distal stem and intertrochanteric fracture was obtained, and that 7° varus change with 10 mm lag screw sliding was obtained.

우, 정을 삽입하는 과정에서 정 의 원위부가 대퇴골 간부에 부딪혀 충격을 주게 되고, 다시 이 부위에 강한 압력으로 원위 고정 나사를 삽입하게 되면, 원위 고정 나사와 내측에 위치한 정 원위부 사이의 대퇴골 간부에 강한 부하가 걸려 골절이 발생하게 된 것으로 생각한다. 이후 수술 전 방사선 촬영에서 대퇴골 간부의 협부 골수강이 골수강내 정 의 원위부 직경과 2 mm 이내의 차이를 보이는 경우, 수술 시 확공을 시행하여 원위 고정 나사와 정 원위부 사이에 과도한 압력이 발생되지 않도록 하였으며, 추후 대퇴골 간부 골절은 발생하지 않았다. 대퇴골 간부 골절이 발생할 수 있는, 골수강내 정 의 원위부와 골수강의 직경 차이의 최소값에 대한 연구는 추후 다양한 증례를 통해 분석되어야 할 것이다.

환자들의 기저 질환, 골다공증 유무, 골절 분류, 대퇴골 간부 골수강의 직경, 수술 후 보행 형태 등의 다양한 원인에 의하여 방사선적, 임상적 결과에서 차이를 보인 것으로 생각하나, 34예에서 만족스러운 임상적 결과를 보였으며 방사선적으로 유의한 이상 소견을 보이지 않았다. 또한 1 세대 골수강내 정 의 합병증으로 알려져 있는 대퇴골 두 천공 및 내고정물 파손 등의 합병증은 발생하지 않았다.

## 결 론

ITST 골수강내 정은 견고한 안정성, 비교적 적은 합병

중, 간단한 술기 등의 장점을 보여 대퇴 전자부 골절의 치료 시 유용한 내고정 장치 중 하나라고 생각한다. 그러나, 향후 다양한 증례의 장기 추시를 통한 면밀한 치료 결과 분석이 추가되어야 할 것이다.

## 참 고 문 헌

- 1) **Ahn SJ, Park JH:** Proximal femoral nail (PFN) for the treatment of the femoral trochanteric fracture. *J Korean Fracture Soc*, **17**: 7-12, 2004.
- 2) **Banan H, Al-Sabti A, Jimulia T, Hart AJ:** The treatment of unstable extracapsular hip fractures with the AO/ASIF proximal femoral nail (PFN)-our first 60 cases. *Injury*, **33**: 401-405, 2002.
- 3) **Bridle SH, Patel AD, Bircher M, Calvert PT:** Fixation of intertrochanteric fractures of the femur. A randomized prospective comparison of the gamma, nail and the dynamic hip screw. *J Bone Joint Surg Br*, **73**: 330-334, 1991.
- 4) **Butt MS, Krikler SJ, Nafie S, Ali MS:** Comparison of dynamic hip screw and gamma nail: a prospective, randomized, controlled, trial. *Injury*, **26**: 615-618, 1995.
- 5) **Ceder L, Lindberg L, Odberg E:** Differential care of hip fracture in the elderly. *Acta Orthop Scand*, **51**: 157-162, 1980.
- 6) **Chapman MW, Bray TJ, Spiegel DG, Green SA:** Operative orthopaedics. 2nd ed. Philadelphia, JB Lippincott Co: 595-620, 1993.
- 7) **Chevalley F, Gamba D:** Gamma nailing of peritrochanteric and subtrochanteric fractures: clinical results of a series of 63 conservative cases. *J Orthop Trauma*, **11**: 412-415, 1997.
- 8) **Crenshaw AH:** Campbell's operative orthopaedics. 8th ed. St Louis, Mosby Year Book Co: 896-929, 1992.
- 9) **Davis TR, Sher JL, Horsman A, Simpson M, Porter BB, Checketts RG:** Intertrochanteric femoral fractures. Mechanical failure after internal fixation. *J Bone Joint Surg Br*, **72**: 26-31, 1990.
- 10) **Evans EM:** The treatment of trochanteric fractures of the femur. *J Bone Joint Surg Am*, **31**: 190-203, 1949.
- 11) **Halder SC:** The gamma nail for peritrochanteric fractures. *J Bone Joint Surg Br*, **74**: 340-344, 1992.
- 12) **Hardy DC, Descamps PY, Krallis P, et al:** Use of intramedullary hip-screw compared with a compression hip-screw with a plate for intertrochanteric femoral fractures. A prospective, randomized study of one hundreds patients. *J Bone Joint Surg Am*, **80**: 618-630, 1998.
- 13) **Jung PH, Hwang JS, Kang S, Kwak JY:** Comparative study between intramedullary hip screw and compression hip screw fixation group in the treatment of femoral intertrochanteric fracture. *J Korean Hip Soc*, **16**: 63-70, 2004.
- 14) **Kim BS, Lew SG, Ko SG, Cho SD, Yang JH, Park MS:** Treatment of femoral intertrochanteric fracture with proximal femoral nail. *J Korean Hip Soc*, **17**: 1-6, 2004.
- 15) **Kyle RF:** Biomechanical analysis of the sliding characteristics of compression hip screws. *J Bone Joint Surg Am*, **62**: 1308-1314, 1980.
- 16) **Kyle RF, Gustilo RB, Premer RF:** Analysis of six hundred and twenty-two intertrochanteric hip fractures. *J Bone Joint Surg Am*, **61**: 216-221, 1979.
- 17) **Lee SY, Park IH, Song KW, Shin SI, Lee JY, Cha JH:** The result of proximal nailing (PEN(R)) for unstable femoral peritrochanteric fracture. *J Korean Fracture Soc*, **16**: 143-147, 2003.
- 18) **Leung KS, So WS, Shen WY, Hui PW:** Gamma nails and the dynamic hip screws for peritrochanteric fractures. A randomized prospective study in elderly patients. *J Bone Joint Surg Br*, **74**: 345-351, 1992.
- 19) **Madsen JE, Naess L, Aune AK, Alho A, Ekeland A, Strømsøe K:** Dynamic hip screw with trochanteric stabilizing plate in the treatment of unstable proximal femoral fractures: a comparative study with gamma nail and compression hip screw. *J Orthop Trauma*, **12**: 241-248, 1998.
- 20) **Orthopaedic Trauma Association Committee for Coding and Classification:** Fracture and dislocation compendium. Orthopaedic trauma association Committee for coding and classification. *J Orthop Trauma*, **10(Suppl 1)**: S1-154, 1996.
- 21) **Rosenblum SF, Zuckerman JD, Kummer FJ, TOM BS:** A biomechanical evaluation of the gamma nail. *J Bone Joint Surg Br*, **74**: 352-357, 1992.