

대퇴 전자간 불안정 골절의 감마 정 고정 시 골대체제 부가고정의 유용성

김종오 · 고영원 · 송미현

이화여자대학교 의학전문대학원 목동병원 정형외과학교실

목 적: 대퇴 전자간 불안정 골절에서 골대체제 부가고정의 유용성을 알아보기 위해, 감마 정과 골대체제를 이용하여 내고정을 시행한 군과 감마 정으로만 고정한 군의 치료 결과를 비교하였다.

대상 및 방법: 감마 정으로 치료받은 대퇴 전자간 불안정 골절 (AO type A2.2, A2.3) 환자 44예를 대상으로 하여 골대체제로 부가고정을 시행한 1군 (22예)과 감마 정으로만 고정한 2군 (22예)을 수술 후 6개월까지 추적관찰 조사하였다. 두 군의 골절 정복의 정확도, Cleveland 지표, 척단 정점 거리와 합병증 발생 여부를 비교하였고, 지연나사의 활강 정도와 대퇴 경각간 변화를 측정하였다.

결 과: 두 군 간의 골절 정복의 정확도, Cleveland 지표와 척단 정점 거리는 통계적으로 유의한 차이가 없었으며, 합병증 역시 골 두 천공이 2군에서 1에 더 발생하였으나, 통계적인 의미는 없었다. 지연나사의 활강 정도, 대퇴 경각간 변화는 골대체제를 사용한 군에서 적었다.

결 론: 지연나사의 활강 정도 및 대퇴 경각간 변화가 골대체제를 사용한 군에서 더 적은 것으로 보아, 대퇴골 전자간 불안정 골절의 감마 정을 이용한 치료 시 올바른 골절의 정복과 나사의 삽입에 주의한다면 골대체제 부가고정이 내고정 후 안정적인 정복의 유지에 유용하다고 생각된다.

색인 단어: 불안정 대퇴골 전자간 골절, 감마 정, 골대체제

The Efficiency of Additional Fixation of the Alternative Bone Substitute in Unstable Intertrochanteric Fractures of Femur Treated with Gamma Nail

Jong-Oh Kim, M.D., Young-One Ko, M.D., Mi-Hyun Song, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Mokdong Hospital,
Ewha Woman's University School of Medicine, Seoul, Korea

Purpose: To evaluate the efficiency of additional fixation of the alternative bone substitute in unstable intertrochanteric fractures treated with gamma nail and alternative bone substitute and only with gamma nail.

Materials and Methods: Radiologic comparison was done between forty-four patients of unstable intertrochanteric fracture (AO type A2.2, A2.3) during six months. The patients were divided into two groups, a group treated with gamma nail and alternative bone substitute (22 patients, group 1) and another group treated only with gamma nail (22 patients, group 2). Postoperative reduction status, Cleveland index, Tip-apex distance and complications during the follow-up period was compared. Lag screw slippage and femoral neck-shaft angle change were measured between two groups.

Results: No significant difference of reduction status, Cleveland index and Tip-apex distance was found. In group II, there was a 1 more case of cutting-out of the lag screw, but also there was a significant difference. Lesser change in lag screw slippage and neck-shaft angle change was investigated.

Conclusion: As there are lesser lag screw slippage and neck-shaft angle change, alternative bone substitutes applied in unstable

통신저자 : 김 종 오

서울시 양천구 목동 911-1번지
이화여자대학교 의학전문대학원 목동병원 정형외과학교실
Tel : 02-2650-5276 • Fax : 02-2642-0349
E-mail : ewhamdos@korea.com

Address reprint requests to : Jong-Oh Kim, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Mokdong Hospital, Ewha Woman's
University School of medicine, 911-1, Mok-dong, Yangcheon-gu,
Seoul 158-710, Korea
Tel : 82-2-2650-5276 • Fax : 82-2-2642-0349
E-mail : ewhamdos@korea.com

본 논문의 요지는 2010년 대한 골절학회 춘계학술대회에서 발표되었음.

접수: 2010. 7. 24

심사(수정): 1차 2010. 8. 10, 2차 2010. 10. 29

게재확정: 2010. 11. 10

intertrochanteric fractures seems to be useful in maintaining reduction and preventing failure of internal fixation when proper reduction and screw insertion is performed.

Key Words: Unstable intertrochanteric fracture, Gamma nail, Alternative bone substitute

서 론

대퇴 전자간 골절은 고령의 환자에서 비교적 흔한 골절¹⁾로, 골절의 정복 및 견고한 내고정을 시행하여 조기 보행을 가능하게 하고 골유합을 얻는 것이 일반적인 치료의 목표이다¹⁰⁾.

치료에는 활강 압박 고 나사나 95도 칼날 금속판, 골수 내 정 등 다양한 내고정물이 사용 가능하나, 대부분의 환자들이 고령으로 골질이 불량하고 불안정한 골절이 많아 적절한 내고정물의 선정이 중요하다. 이러한 불안정 골절은 견고한 내고정이 어렵고 내고정 후 지연나사의 이완과 골 두 천공, 내반 변형과 같은 고정 실패가 빈발하여 다른 고정물보다 골수내 정 사용이 역학적으로 더 안정적이며 여러 임상 연구들에서도 성공적인 치료 결과를 보이고 있다^{10,13,17,23)}. 또한 골다공증이 심한 경우에는, 지연 나사의 고정력을 증가시키기 위해 골 시멘트나^{1,4,12,21)} 수산화 인회석 (hydroxyapatite)¹⁹⁾ 등을 대퇴 전자간 골절의 부가고정에 사용하기도 한다.

이에 저자들은 대퇴 전자간 불안정 골절에 감마 정으로 치료를 시행한 환자들을 대상으로 골대체제 부가고정을 시행한 군과 감마 정으로만 치료한 군의 치료 결과를 비교하여, 골대체제 부가고정의 유용성을 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

1. 연구 대상

2009년 4월부터 2009년 9월까지 본원에서 대퇴골 전자간 골절 진단 하에 수술적 치료를 받은 환자 중, 내측 피질골의 분쇄골절이나 대전자부 분쇄 골절 양상을 동반하는

AO분류²⁰⁾상 A2.2형 및 A2.3형의 불안정 골절 환자를 대상으로 연구를 진행하였다. 60세 미만으로 골밀도는 정상이나 고에너지 손상 기전에 의해 수상한 환자나 추시 관찰 기간이 6개월 미만인 환자는 연구에서 제외하였다. 골대체제 사용 여부는 환자의 상태나 골절의 형태와 무관하게 결정되어 각각 감마 정과 골대체제를 이용하여 치료받은 환자 22명 (1군), 감마 정으로만 치료받은 22명 (2군)으로 분류되었다.

1군의 구성은 남자가 7예, 여자가 15예였으며, 평균 연령은 78세였고, T-점수는 평균 -4.11이었다. 골절 유형은 A2.2이 13예, A2.3가 9예였다. 2군은 남자가 7예, 여자가 15예였으며, 평균 연령은 80.1세였고, T-점수는 평균 -4.33이었다. 골절 유형은 A2.2가 14예, A2.3가 8예였다. 1, 2군 모두 동반 손상은 없었으며, 통계적으로 두 군 구성 간의 차이는 없었다 (Table 1).

2. 수술 방법 및 술 후 재활

환자를 양와위로 골절대 위에 눕히고, 환측 하지를 견인, 내전 그리고 내회전을 하며 영상 증폭 장치 영상에서 각 형성 여부와 후내측 피질골의 연속성을 확인하여 정복을 시도하였다. 정복 시에는 해부학적인 골절의 정복을 목표로 하여 가능한 내측 골절면 접촉이 최대가 되도록 하였다. 골절 정복 후 고관절의 전외측 도달법을 이용하여 감마 정 (Trochanteric gamma locking nail[®], Stryker Trauma GmbH, Schonkirchen, Germany)으로 고정하였으며, 골대체제로는 PolyBone (PolyBone[®] powder type, Hanmi, Seoul, Korea)을 사용하였다. 지연나사의 삽입을 위해 미리 천공을 시행하고 특수 제작된 guide와 pusher를 이용하여 PolyBone을 지연 나사의 삽입부로 분사하였다 (Fig. 1). 지연나사는 가능한 경부의 후하방에 위치하도록 하여 대퇴골 두 연골 하단 10 mm 이내까지 삽입하였다. 보행은 환자의 전신 상태와 골절 형태에 따라 다르게 적용하였으나, 술 후 1주일째부터 경사대 (T-table) 기립 운동을 시작하였으며, 점차적으로 보행기 보행 또는 목발 보행을 시행하였다. 전 체중 부하는 일반적으로 4주 후에 시행하였다.

3. 평가 방법

방사선학적 결과로 수술 직후 전후면 및 측면 방사선 검

Table 1. Details of both treatment groups

| | Group I* | Group II [†] | p-value |
|--------------|---------------------|-----------------------|---------|
| Number | 22 | 22 | |
| Mean age | 78 | 80.1 | 0.18 |
| Mean T score | -4.11 | -4.33 | 0.56 |
| AO type | A2.2 (13), A2.3 (9) | A2.2 (14), A2.3 (8) | 0.53 |
| Sex ratio | 7 : 15 (M : F) | 7 : 15 (M : F) | 1.00 |

*Group I: Fixation with gamma nail and PolyBone, [†]Group II: Fixation only with gamma nail.

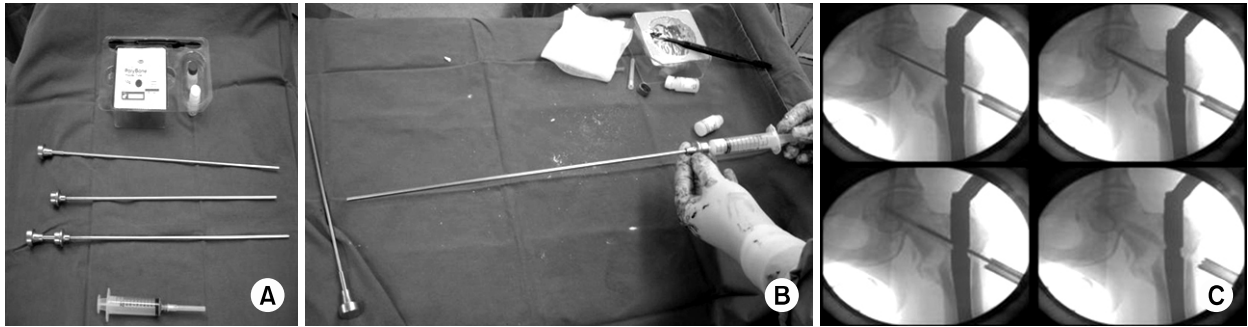


Fig. 1. Injection of PolyBone.

(A) Applying the specially manufactured guide and the pusher for insertion of PolyBone.

(B) Injection of PolyBone into the guide and pushing to the lag screw insertion area by pusher.

(C) C-arm radiograph after PolyBone injection to lag screw insertion site.

Table 2. Classification of reduction (from Fogagnolo et al.⁹⁾)

| | |
|-------------------------------------|--|
| I) Alignment | |
| a) AP view | Normal cervico-diaphyseal angle or slight valgus |
| b) Lateral view | Less than 20 deg of angulation |
| II) Displacement of main fragments: | More than 80% overlapping in both planes; less than 5 mm of shortening |
| Good | Both criteria met |
| Acceptable | Only one criterion |
| Poor | Neither criterion met |

Table 3. Immediate postoperative reduction status

| | Good | Acceptable | Poor | Total |
|-----------|------|------------|------|-------|
| Group I* | 10 | 12 | 0 | 22 |
| Group II† | 13 | 9 | 0 | 22 |

*Group I: Fixation with gamma nail and PolyBone, †Group II: Fixation only with gamma nail.

사를 통하여 Fogagnolo 등⁹⁾의 분류에 따른 골절 정복의 정확도 (Table 2), Cleveland 지표⁵⁾와 침단 정점 거리 (Tip-apex distance)²⁾를 측정함으로써 두 군의 수술 결과에 대한 동일성을 파악하였다. 또한 수술 직후, 2주, 1개월, 3개월 그리고 6개월 시점까지 정기적으로 대퇴 경간각의 변화와 지연 나사의 활강 정도를 측정하였다. Doppelt 방법⁶⁾을 이용하여 하지의 외회전으로 인한 오차는 교정해주었다. 최종 추시 시 두 군 간 합병증의 발생 여부도 비교하였다.

골밀도는 이중 에너지 방사선 흡수계측법 (DEXA)을 이용하여 건측 대퇴골 근위부의 T-점수를 측정하였다. 통계 분석은 연속변수의 경우 독립표본 T 검정으로, 범주형 변수는 카이 검정과 피셔 정확검정을 사용하여 p값이 0.05 미만인 경우를 통계학적 유의성이 있는 것으로 간주하였다.

결 과

수술 직후 Fogagnolo 등⁹⁾의 분류에 따른 골절 정복의 정확성에 대한 평가 결과에서 전 예에서 acceptable 이상의 우수한 정복 상태를 보였다 (Table 3). Cleveland 지표⁵⁾를 측정한 결과, 1군은 22명 중 20명 (90.9%), 2군은 22명 중 19명 (86.3%)에서 지연나사가 대퇴 경부의 후하방 (5, 6, 8, 9구역)에 위치하였으며, 통계적으로 두 군 간의 차이는 없었다 ($p=0.64$) (Fig. 2). 1군의 평균 침단 정점 거리는 20.11 ± 3.51 mm였고, 2군은 평균 20.23 ± 3.11 mm였으며, 침단 정점 거리 역시 통계적으로 두 군 간 유의한 차이가 없었다 ($p=0.91$).

최종 추시 관찰 시, 대퇴 경간각은 1군에서 평균 $0.73 \pm 0.37^\circ$ 의 내반 변화가 관찰되었으며, 2군에서는 $1.42 \pm 0.48^\circ$ 의 내반 변화 소견을 보였다. 1군에서 유의하게 대퇴 경간각 변화 정도가 적었다 ($p<0.001$). 지연 나사의 이동거리도 1군에서 평균 2.56 ± 0.51 mm, 2군에서 평균 3.56 ± 0.51 mm로 1군에서 더 적은 수치를 보였다. 이 역시 통계적으로 유의한 수치였다 ($p<0.001$) (Fig. 3). 합병증은 골두 천공이 1군에서는 1예, 2군에서는 2예 발생하였으나 통계적인 의미는 없었다 ($p=0.56$).

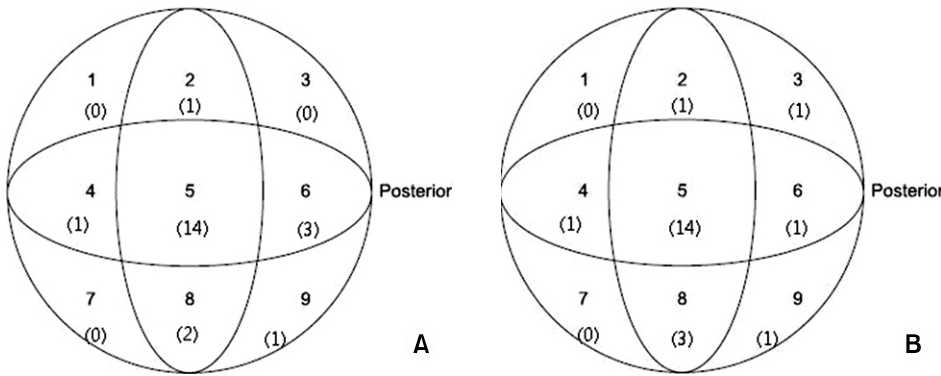


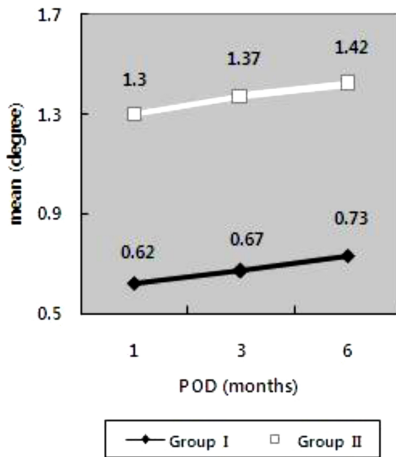
Fig. 2. Result of Cleveland index.

(A) Result of Group I* - 20 of 22 patients (90.0%) inserted the lag screw in zone 5, 6, 8, 9.

(B) Result of Group II† - 19 of 22 patients (86.3%) inserted the lag screw in zone 5, 6, 8, 9.

*Group I: Fixation with gamma nail and PolyBone, †Group II: Fixation only with gamma nail.

A Neck shaft angle change



B Lag screw slippage

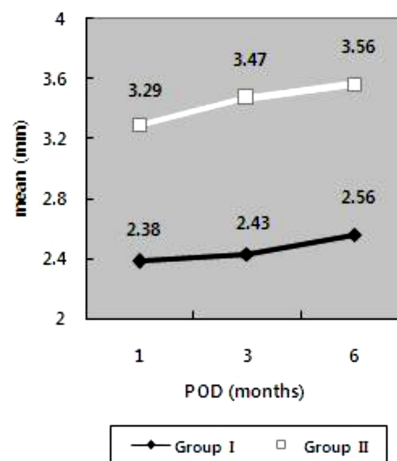


Fig. 3. Result of neck shaft angle change and lag screw slippage.

(A) Lesser change in femoral neck shaft angle is checked during 6 months in group I ($p < 0.001$).

(B) Also, there is lesser change in lag screw slippage during follow-up term in group I ($p < 0.001$).

고 찰

감마 정을 이용한 대퇴 전자간 불안정 골절의 치료 시 골대체제 부가고정을 시행하였으며, 단기 추시 결과 지연 나사의 활강 정도 및 대퇴 경간각 변화에서 양호한 결과를 얻었다.

저자들은 치료에 감마 정을 이용하였으며, 이론적으로 감마 정은 골수강 내에 위치하여 보다 효과적인 부하 전달이 가능하고 짧은 지렛대 효과로 고정물에 걸리는 긴장 응력을 줄여주며, 활강의 정도를 제한해주는 장점이 있다¹⁰⁾. 이로 인해 지연 나사의 골 두 천공, 내반 변형, 골전 불안정성 (angular instability), 금속 부전 같은 고정 실패를 최소화할 수 있으며^{10,23)} 여러 생역학 연구⁸⁾와 임상적 보고들^{13,17,23)}이 이러한 주장을 뒷받침하고 있다.

하지만 골다공증이 심한 경우에는 골절부의 감입 (fracture collapse)으로 인한 정복의 소실이 발생할 수 있다. Bonnaire 등³⁾은 골다공증을 골 두 천공의 주요 원인으로 지적하며

골 두 해면골의 골밀도가 0.6 g/cm^3 이하일 경우에 골 두 천공의 발생이 증가하는 것으로 보고하였으며, Kim 등¹⁴⁾은 T-점수가 -4.0 이하인 심한 골다공증을 동반한 대퇴 전자간 골절 환자에서 대조군에 비해 높은 고정 실패율을 보고 하였다. 골다공증이 동반된 대퇴 전자부 골절에 지연 나사의 고정력을 증가시키기 위해서 PMMA 성분의 골 시멘트^{1,4,12,21)}나 수산화 인회석¹⁹⁾ 등을 부가고정에 사용하여 우수한 결과를 얻은 연구들이 보고되고 있다. Harrington¹²⁾은 골시멘트를 이용하여 골과 내고정물 사이의 보다 견고한 고정을 얻을 수 있었으며, Lindner 등¹⁸⁾은 골대체제로 인하여 골주 (bone stock)가 증가되고 골과 내고정물 사이에 접촉면이 증가되어 안정성이 증가한다고 주장하였다. 임상적으로 대퇴 경부 불안정 골절에 골 시멘트로 부가고정을 시행한 결과, 고정 실패율이 더 낮아졌으며¹⁾, 대퇴 전자부 골절에서 시멘트 사용 시 상대적인 조기 보행이 가능하였다²¹⁾. Moroni 등¹⁹⁾은 나사에 수산화 인회석을 코팅하여 사용하였을 때, 내고정의 실패율이 감소하였다고 보고하였다.

저자들은 골대체제로 베타 인산화 삼칼슘 (b-tricalcium phosphate)과 무기질 인중합체 (polyphosphate), 인산화 칼슘 (monocalcium phosphate), 칼슘 황산염 반수화물 (calcium sulfate hemihydrates)의 복합체인 PolyBone을 사용하여 지연 나사의 고정력을 증가시키고자 하였다. 이 중 인산화 삼칼슘은 인체의 골 성분과 가장 유사한 화학적 조성을 가지고 있는 골전도체인 인산칼슘의 한 종류로, 수산화 인회석보다 흡수력이 더 뛰어나다^{7,15)}. 또한 인산화 삼칼슘은 기존의 PMMA 성분의 골 시멘트보다 골전도성 및 생체 적합성이 좋고, 주사기로 삽입이 가능하여 지연나사 삽입으로 손쉽게 주입할 수 있다¹⁸⁾. 중합 반응 시 발열반응이 없는 점도 장점이다¹⁸⁾. 다른 주요 성분인 무기질 인중합체는 골모 세포에 고농도로 함유되어 있어 골의 대사 과정에서 무기질 침착에 관여하며, 골유도 물질로 알려져 있다^{16,22)}.

연구 결과, 골절 정복의 정확도, Cleveland 지표³⁾와 첨단 정점 거리²⁾를 이용하여 두 군의 수술 결과에서 동일성을 확인하였다. 정복의 유지 여부를 평가할 수 있는 대퇴 경간각 변화 정도와 지연나사의 이동거리는 골대체제로 부가고정을 시행한 군에서 통계적으로 유의하게 적었다. 따라서 골대체제 부가고정이 대퇴 불안정 골절의 견고한 고정과 내고정의 실패 방지에 유용하다고 볼 수 있겠다. 저자들은 골대체제의 사용으로 골과 내고정물 사이에 접촉면이 증가되었고, PolyBone의 성분인 인산화 삼칼슘과 무기질 인중합체의 골전도 및 골유도 효과로 일련의 골생성 과정이 유발되어 골절부가 더 견고하게 고정되었을 것이라 예상하나, 골생성 여부에 대해서는 향후 추가적인 연구를 시행하여야겠다.

최종 추시 시 모든 환자에서 골유합이 관찰되었으나, 두 군 간의 골유합 시기에 대한 비교는 시행되지 않았다. 수술 후 3개월과 6개월 시점에 추시 관찰을 시행하여 정확한 골유합 시기를 판단하기 어려웠기 때문에 이 점이 연구의 제한점으로 생각된다. 합병증으로는 1군에서는 1예, 2군에서는 2예에서 골절부의 감염으로 인한 골 두 천공이 발생하였는데 3예 모두 T-점수가 -4.0 이하인 심한 골다공증 상태였다. 저자들은 골대체제 부가고정이 합병증의 발생을 줄일 것으로 예상하였으나 발생률에 통계적인 차이는 없었는데, 이는 추시 기간이 6개월로 비교적 짧은다는 점과 연관이 있다고 생각된다. 6개월의 추시 기간 역시 본 연구의 제한점으로 생각되며, 상기 대상 환자들의 지속적인 추시 관찰 및 임상적 결과의 확인이 필요하다고 생각된다.

결 론

지연나사의 활강 정도 및 대퇴 경간각 변화가 골대체제

를 사용한 군에서 더 적은 것으로 보아, 대퇴골 전자간 불안정 골절의 감마 정을 이용한 치료 시 올바른 골절의 정복과 나사의 삽입에 주의한다면 골대체제 부가고정이 내고정 후 안정적인 정복의 유지에 유용하다고 생각된다.

참 고 문 헌

- 1) Bartucci EJ, Gonzalez MH, Cooperman DR, Freedberg HI, Barmada R, Laros GS: The effect of adjunctive methylmethacrylate on failures of fixation and function in patients with intertrochanteric fractures and osteoporosis. *J Bone Joint Surg Am*, **67**: 1094-1107, 1985.
- 2) Baumgartner MR, Curtin SL, Lindsog DM, Keggi JM: The value of tip-apex distance in predicting failure of fixation of pertrochanteric fractures of the hip. *J Bone Joint Surg*, **77**: 1058-1064, 1995.
- 3) Bonnaire F, Weber A, Bösl O, Eckhardt C, Schwieger K, Linke B: "Cutting out" in pertrochanteric fractures--problem of osteoporosis? *Unfallchirurg*, **110**: 425-432, 2007.
- 4) Choueka J, Koval KJ, Kummer FJ, Zukerman JD: Cement augmentation of intertrochanteric fracture fixation: a cadaver comparison of 2 techniques. *Acta Orthop Scand*, **67**: 153-157, 1996.
- 5) Cleveland M, Bosworth DM, Thompson FR, Wilson HJ Jr, Ishizuka T: A ten-year analysis of intertrochanteric fractures of the femur. *J Bone Joint Surg Am*, **41**: 1399-1408, 1959.
- 6) Doppelt SH: The sliding compression screw--today's best answer for stabilization of intertrochanteric hip fractures. *Orthop Clin North Am*, **11**: 507-523, 1980.
- 7) Egli PS, Müller W, Schenk RK: Porous hydroxyapatite and tricalcium phosphate cylinders with two different pore size ranges implanted in the cancellous bone of rabbits. A comparative histomorphometric and histologic study of bony ingrowth and implant substitution. *Clin Orthop Relat Res*, **(232)**: 127-138, 1988.
- 8) Flahiff CM, Nelson CL, Gruenwald JM, Hollis JM: A biomechanical evaluation of an intramedullary fixation device for intertrochanteric fractures. *J Trauma*, **35**: 23-27, 1993.
- 9) Fogagnolo F, Kfuri M Jr, Paccola CA: Intramedullary fixation of pertrochanteric hip fractures with the short AO-ASIF proximal femoral nail. *Arch Orthop Trauma Surg*, **124**: 31-37, 2004.

- 10) **Haidukewych GJ:** Intertrochanteric fractures: ten tips to improve results. *J Bone Joint Surg Am*, **91**: 712-719, 2009.
- 11) **Ha YC, Kim SR, Koo KH, et al:** An epidemiological study of hip fracture in Jeju Island, Korea. *J Korean Orthop Assoc*, **39**: 131-136, 2004.
- 12) **Harrington KD:** The use of methylmethacrylate as an adjunct in the internal fixation of unstable comminuted intertrochanteric fractures in osteoporotic patients. *J Bone Joint Surg*, **57**: 744-750, 1975.
- 13) **Kim KC, Shin HK, Son KM, Ko CS:** The treatment of unstable intertrochanter fractures of femur: comparison between proximal femoral nail and dynamic hip screw. *J Korean Fracture Soc*, **18**: 369-374, 2005.
- 14) **Kim YS, Kwon SY, Lee YM, Han SK:** Treatment of intertrochanteric fractures in patients with severe osteoporosis with dynamic compression hip screws. *J Korean Hip Soc*, **21**: 29-34, 2009.
- 15) **Klein CP, Driessen AA, de Groot K, van den Hooff A:** Biodegradation behavior of various calcium phosphate materials in bone tissue. *J Biomed Mater Res*, **17**: 769-784, 1983.
- 16) **Kornberg A, Rao NN, Ault-Riché D:** Inorganic polyphosphate: a molecule of many functions. *Annu Rev Biochem*, **68**: 89-125, 1999.
- 17) **Lee DC, Lee SJ:** A comparison study of the gamma nail and the dynamic hip screw for peritrochanteric fracture. *J Korean Fracture Soc*, **7**: 616-627, 1994.
- 18) **Lindner T, Kanakaris NK, Marx B, Cockbain A, Kontakis G, Giannoudis PV:** Fractures of the hip and osteoporosis: the role of bone substitutes. *J Bone Joint Surg Br*, **91**: 294-303, 2009.
- 19) **Moroni A, Faldini C, Pegreff F, Giannini S:** HA-coated screws decrease the incidence of fixation failure in osteoporotic trochanteric fractures. *Clin Orthop Relat Res*, **(425)**: 87-92, 2004.
- 20) **Müller ME, Nazarian S:** Classification of fractures of the femur and its use in the A.O. index (author's transl). *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*, **67**: 297-309, 1981.
- 21) **Park MS, Suh DJ, Park JH:** The effect of cement augmentation in the intertrochanteric fracture of the femur treated with sliding hip screw device for senile osteoporotic patients. *J Korean Hip Soc*, **16**: 428-434, 2004.
- 22) **Schröder HC, Kurz L, Müller WE, Lorenz B:** Polyphosphate in bone. *Biochemistry (Mosc)*, **65**: 296-303, 2000.
- 23) **Utrilla AL, Reig JS, Muñoz FM, Tufanisco CB:** Trochanteric gamma nail and compression hip screw for trochanteric fractures: a randomized, prospective, comparative study in 210 elderly patients with a new design of the gamma nail. *J Orthop Trauma*, **19**: 229-233, 2005.