



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

2014년 8월

석사학위논문

슬관절 전치환술 후 발생한
대퇴골 삽입물 주위 골절의
이중 금속판 고정술

조선대학교 대학원

의 학 과

최 귀 연

슬관절 전치환술 후 발생한
대퇴골 삽입물 주위 골절의
이중 금속판 고정술

Dual Plate Fixation for Periprosthetic Femur Fracture
after Total Knee Arthroplasty

2014 년 8 월 25 일

조선대학교 대학원

의 학 과

최 귀 연

슬관절 전치환술 후 발생한
대퇴골 삽입물 주위 골절의
이중 금속판 고정술

지도교수 손 홍 문

이 논문을 의학 석사학위신청 논문으로 제출함

2014년 04월

조선대학교 대학원

의 학 과

최 귀 연

최귀연의 석사학위 논문을 인준함

위원장 조선대학교 교 수 이 상 흥 (인)

위 원 조선대학교 부교수 김 동 휘 (인)

위 원 조선대학교 교 수 손 흥 문 (인)

2014년 05월

조선대학교 대학원

목 차

ABSTRACT	v
I . 서론	1
II . 대상 및 방법	2
III . 결과	5
IV . 고찰	6
V . 결론	11
참고문헌	12

표 목 차

Table 1. Hospital for special surgery knee score(HSS)--15

Table 2. Summary of study data -----16

도 목 차

Figure 1. Inclusion criteria of dual plating for periprosthetic femur fracture. (A) Su's type III periprosthetic femur fracture. (B) Severe comminuted supracondylar fracture. (C) Fracture around the intramedullary stem.----- 17

Figure 2. Surgical technique of dual plating. (A) Medial fracture site exposure with subvastus approach. (B) Plate fixation followed anatomical reduction. (C) Additional lateral plating by minimal invasive technique.----- 18

Figure 3. A 78-year-old woman had a periprosthetic femur fracture after total knee arthroplasty due to slip down. Postoperative 6 months radiograph shows healed fracture.
----- 19

Figure 4. A 76-year-old man had a severe comminuted periprosthetic femur fracture after total knee arthroplasty due to motor vehicle.

Hypertrophic nonunion was occurred after dual plate fixation, which was obtained bone union at 3months later after re-fixation using dual plate with autogenous bone graft.----- 20

Figure 5. Lewis and Rorabeck classification of supracondylar periprosthetic femoral fracture classification. Type I: Undisplaced fracture, prosthesis stable. Type II: Displaced fracture, prosthesis stable. Type III: Unstable prosthesis with or without fracture displacement. ----- 21

Figure 6. Su's classification of supracondylar periprosthetic femoral fracture classification. Type I: Fracture proximal to femoral knee component. Type II: Fracture originating at the proximal aspect of the femoral knee component and extending proximally. Type III: Any part of the fracture line is distal to the upper edge of the anterior flange of the femoral knee component.----- 22

ABSTRACT

Dual Plate Fixation for Periprosthetic Femur Fracture after Total Knee Arthroplasty

Choi Kwi Youn

Advisor : Prof. Sohn Hong Moon

Department of Medicine,

Graduate School of Chosun University

Purpose: We evaluated the radiologic and clinical results of dual plate fixation for periprosthetic femur fracture after total knee arthroplasty (TKA).

Materials and Methods: From October 2007 to February 2013, Included Lewis-Rorabeck type II, 13 cases of periprosthetic femur fracture after TKA were available after a minimum follow up of 12 months. Osteosynthesis was performed using dual plate fixation including mini-open medial plate and additional minimal invasive lateral plate technique. Inclusion criteria were Su's type III periprosthetic femur fracture, severe comminuted supracondylar fracture, stem in medullary canal. The mean age was 72(65-82) years and 11 cases were women. 9 cases injured due to slip down and 4 cases were motor vehicle. The causes of primary TKA were osteoarthritis except for 1 case of

rheumatoid arthritis. Mean BMD(bone mineral density) was $-3.2(-1.7--4.4)$. Mean time from primary TKA to periprosthetic fractures were 28(1-108) months. Mean follow up period were 23(12-65) months. The average union time, radiologic alignment, range of motion(ROM) of knee, complications and Hospital for Special Surgery Knee Score(HSS) at last follow up were evaluated.

Results: The mean union time were 15(7-24) weeks. 2 cases were delayed bone and nonunion was occurred in 1 case. Mean alignment in anterior-posterior view was $1.7(-1.2-4.9)^\circ$ varus angulation and lateral view was $3(0-4.9)^\circ$ anterior angulation, mean knee ROM was $90(35-120)^\circ$ and HSS score was 85(70-95) points at last follow up.

Conclusion: Dual plate fixation for difficult periprosthetic femur fracture after TKA was obtained good clinical and radiologic result.

Key words: periprosthetic fracture, total knee arthroplasty, dual plate fixation

1. 서론

평균 수명의 증가로 슬관절 골관절염 유병율의 상승과 이로 인하여 슬관절 전치환술의 빈도는 증가하고 있으며 더불어 삼입물 주위 골절 또한 흔해 지고 있다. 슬관절 전치환술 후 삼입물 주위 골절은 관절선에서 15cm 이내 혹은 주대가 골수강에 내재되어 있는 경우 이 주대에서 5cm 이내에 발생한 골절로 정의 할 수 있으며,^{1,2)} 근위 경골과 슬개골에 비하여 대퇴골에서 더 흔하다.³⁾

최근의 치료 경향은 이전보다 기구와 수술 술기의 발달로 인하여 활동성이 적은 환자에서 전위가 없는 골절이거나 환자의 전신 상태가 수술적 처치를 받기에 부적합한 경우를 제외하고 수술적 처치를 시행하여 가능한 빨리 환자가 일상 생활로 복귀 할 수 있도록 하고 있다.^{4,5)} 수술 방법의 선택에 있어서 골질의 상태, 골절의 위치, 전위 정도, 삼입물의 안정성 여부에 따라 역행성 골수정 삼입술, 금속판 내고정술, 슬관절 재치환술 등을 고려 해볼 수 있고⁶⁾ 대퇴 삼입물의 해리를 동반하지 않은 전위성 대퇴 삼입물 주위 골절에서 잠김 압박 금속판을 이용한 관혈적, 또는 비관혈적 내고정법이 최근 치료의 선택으로 자리잡고 있다.

잠김 압박 금속판을 이용하여 충분한 고정력을 얻기 위해서는 각각의 골편에 최소 4개 이상의 나사 고정이 필요한데^{7,8)} Su⁹⁾의 분류상 III형의 골절선이 외상과까지 연장되어 원위 골편이 짧거나, 과상부 분쇄 골절, 주대가 골수강에 내재되어 있는 경우에는 편측 고정만으로는 충분한 고정력을 얻기 위한 나사의 삽입이 어려워 골절부의 안정성을 얻을 수 없으며 불유합, 부정유합의 발생율이 높게 보고 되고 있다.^{10,11)} 저자는 이와 같은 골절 양상을 보이는 대퇴 삼입물 주위 골절에서 이중 금속판을 이용한 내고정술 시행 후 이에 대한 임상적, 방사선학적 결과를 보고하고자 하였다.

II. 대상 및 방법

1. 연구대상

2007년 10월부터 2013년 2월까지 슬관절 전치환술 후 발생한 대퇴골 삽입물 주위 골절에서 Lewis와 Rorabeck¹²⁾의 분류상 II형에 해당하는 21예 중, 과상부 분쇄 골절, Su의 분류상 III형의 골절선이 외상과까지 연장됐거나, 주대의 내재 등으로 편측 고정만으로 골절부의 안정성을 얻을 수 없다고 판단한 경우에서(Fig. 1) 내,외측 이중 금속판을 이용한 내고정술을 시행하고 최소 1년 이상 추시 가능했던 13예를 대상으로 하였다. 골절 당시 환자의 평균 연령은 72(65-82)세였고 여자가 11예, 남자가 2예 였다. 수상 기전은 낙상이 9예, 교통사고가 4예였다. 류마티스 관절염 1예를 제외하고 전례에서 골관절염으로 슬관절 전치환술을 시행 받았고 본원에서 수술한 후 추시 중 골절된 경우가 2예였고, 타병원에서 수술 후 골절이 된 경우가 11예 였다. 슬관절 전치환술 후 삽입물 주위 골절 발생까지의 평균 기간은 28(1-108)개월이었고 전례에서 비개방성 골절이었다. 술 전 환자의 평균 골밀도는 T-score -3.2(-1.7--4.4)였고 수술의 적응증으로 Su의 분류상 III형의 골절선이 원위 외상과까지 연장된 경우가 5예, 과상부 분쇄 골절이 6예, 주대가 내재되어 있는 경우가 2예 였다. 삽입물 주위 골절로 수술적 처치를 받기까지 평균 기간은 5(3-12)일 이었고, 평균 추시 기간은 23(12-65)개월 이었다.

2. 수술 방법

방사선 투과 수술대 위에서 양와위 자세(supine position)를 취하였고 가능한 지혈대를 사용하였다. 슬관절을 약간 굴곡시킨 상태에서 먼저 피질골의 분쇄가

적은 골절부의 내측에 약 12cm정도 피부를 절개한 뒤 내측 광근 하방으로 골절부의 내측에 접근하였다. 골절부에 감입 되어있는 혈종과 연부조직을 제거한 뒤 전위된 골절편을 정복 겸자(reduction forceps)를 이용하여 해부학적 정복을 시행하고 저접촉 압박 금속판(LC-DCP; Limited Contact-Dynamic Compression plate, Synthes, Oberdorf, Switzerland)또는 잠김 압박 금속판(LCP; Locking compression plate, Synthes, Oberdorf, Switzerland)을 골의 모양에 맞춰 구부린 후 내고정을 하였다. 골결손이 심하여 동종골 이식을 시행한 1예를 제외하고 골이식은 시행하지 않았으며 이어 추가로 대퇴골 외측에 대퇴골 과부와 금속판의 근위부에만 절개를 하는 최소 절개법을 통해 골절부를 노출 시키지 않고 원위 대퇴부 잠김 압박 금속판(LCP-DF; Locking Compression Plate-Distal Femur, Synthes, Oberdorf, Switzerland)을 사용하여 내고정 하였다(Fig. 2).

3. 수술 후 처치

수술 직후 대퇴 사두고근 강화 운동과 슬관절 굴곡 운동을 허용 하였다. 체중부하는 수술 후 6주부터 골유합 진행 및 통증의 정도에 따라 점진적으로 증가 시켰으며 외래 추시 상 골절의 유합이 확인된 경우 전체 체중 부하를 시행 하였다.

4. 결과 평가

골유합은 임상적으로 골절 부위 통증이 없고, 전 체중부하가 가능하며, 슬관절 전후방 사진, 측면 사진에서 골소주가 골절선을 통과했을 때로 정의하였다. 지연 유합은 골절 후 6개월이 되어도 유합 소견이 관찰 되지 않을 때, 불유합은 9개월이 경과할 때까지 골유합의 증거가 관찰되지 않거나 3개월간 진행되는 치유의 징후가 보이지 않을 때로 정의 하였으며 부정 유합은 전후방 사진 또는

측면 사진에서 골절부위의 5도이상 각변형이 관찰될 때로 정의 하였다. 최종 추시시의 Hospital for Special Surgery Knee Score(HSS)를 평가 하였다(Table 1).

III. 결과

평균 골유합 기간은 15(7-24)주였으며(Fig. 3) 2예에서 지연 유합으로 진단되었으나 추가적 시술 없이 술 후 36주와 40주에 골유합을 얻었다. 또한 불유합이 1예 발생하여 기존의 금속 삽입물은 제거하고 내측에 LC-DCP와 외측에 관절 주위 잠김 금속판(Periarticular locking plate, Zimmer, Warsaw, IN, USA)를 삽입하여 재고정을 시행 후 동측의 장골에서 골을 채취한 자가골 이식을 한 뒤 3개월에 완전한 골유합을 얻었다(Fig. 4). 최종 추시 시 측면 촬영 사진에서 평균 3(0-4.9)도의 전방 각형성, 전후면 촬영 사진에서 평균 1.7(-1.2-4.9)도의 내반 각형성을 보여 전례에서 부정 유합은 없었다. 슬관절 운동 범위는 평균 90(35-120)도였고, HSS 점수는 평균 85(70-95)점 이었다(Table 2).

IV. 고찰

슬관절 전치환술 후 발생하는 삼입물 주위 골절은 경골 삼입물 주위 골절과 비교하여 대퇴 삼입물 주위 골절이 흔히 발생하며 대퇴 삼입물 주위 골절의 경우 0.6-2.5%, 경골 삼입물 주위 골절의 경우 0.4-1.7% 정도로 보고되고 있다.^{3,13)} 대퇴 삼입물 주위 골절의 분류는 골절의 전위와 삼입물의 안정성에 여부에 따라 Lewis와 Rorabeck¹⁴⁾의 분류를 흔히 이용하며 1형은 골절의 전위가 없는 경우, II형은 삼입물의 해리 없이 골절의 전위가 5mm이상이거나 5도 이상의 각 변형이 있는 경우, III형은 골절의 전위 여부와 관계없이 삼입물의 해리가 동반된 경우이다(Fig. 5). Su⁹⁾는 대퇴 삼입물 주위 골절의 수술 시 적절한 고정력을 얻기 위해서는 원위 골편의 정도가 중요 요소라 생각하고 Lewis와 Rorabeck의 분류를 발전시켜 I형은 골절선이 대퇴 삼입물 상방에 위치, II형은 골절선이 대퇴 삼입물 근위 상단까지 도달한 경우, III형은 골절선이 대퇴 삼입물 근위 상단 이하부에 위치한 경우로 정의 하였다(Fig. 6).

슬관절 전치환술 후 대퇴 삼입물 주위 골절의 위험 인자¹⁵⁾로는 대퇴골 전방 피질골의 절흔, 고령, 재치환술, 골다공증, 2차적으로 골다공증을 유발할 수 있는 경우 즉, 류마티스 관절염 및 천식 등의 호흡기 질환으로 인한 스테로이드의 장기 사용 등이 알려져 있고, Peterson 등¹⁴⁾은 원위 대퇴골 전방부 골밀도 감소가 삼입물 주위 골절의 주요 위험인자라고 보고 하였다. 본 연구에서도 평균 연령이 72세로 고령이었으며, 평균 골밀도가 T score -3.2로 심한 골다공증으로 골절에 취약한 소인을 보이고 있었다.

대퇴 삼입물 주위 골절의 치료는 단순한 원위 대퇴부 골절보다 많은 어려움이 따르는데 선행의 슬관절 치환술로 인한 관절면에서 오는 혈행의 차단과,

후방십자인대 대치형 대퇴 삽입물의 경우 캠(cam)부위의 금속 박스로 인해 양측 피질골 고정이 어려우며, 대퇴 삽입물이 골절되면 응력 상승자(stress riser)로 작용하여 골절부가 삽입물에 가까워 원위 골편의 크기가 작고, 삽입물 주변의 골다공증이 존재하여 견고한 고정을 방해하기 때문이다.¹⁶⁾ 이러한 치료의 어려운 점으로 인하여 과거에는 석고 고정을 통한 보존적 치료를 많이 시행 하였으나 최근에는 잠김 압박 금속판 등의 기구와 수술 술기의 발전으로 인해 환자의 전신 상태가 수술적 처치를 받기에 부적합한 경우를 제외하고 수술적 치료를 선호하고 있는 추세이다. 수술적 치료 방법에 있어서 역행성 골수정은 골절부를 직접 개방하지 않고 생역학적으로 우수하다는 장점이 있으나 관절강을 침범 해야 하며 과간 흔(intercondylar notch)이 막혀 있는 대퇴 삽입물(closed box type femoral component)의 경우 적용이 어려운 단점이 있다.¹⁷⁾ 잠김 압박 금속판은 내반 변형을 막을 수 있는 각-안정성을 가지고 있으며, 골다공성 골절에도 고정력이 우수한 장점이 있어 최근 많이 사용하고 있으며 잠김 압박 금속판을 이용한 최소 침습적 수술은 연부 조직의 손상을 최소화하고 혈액손실을 줄이며, 골 이식의 필요성을 줄이므로 치료의 선택으로 자리잡고 있다.^{18,19)}

최근의 연구들은 잠김 압박 금속판을 이용한 외측 지지술의 유의한 실패율을 보고하고 있는데 Platzer 등¹¹⁾은 잠김 압박 금속판을 이용한 외측 지지를 시행한 38예 중 8예(21%)에서 정복 또는 내고정의 실패를 보고하였고 Ebraheim 등¹⁰⁾은 골절선이 원위부까지 연장된 원위 대퇴골 삽입물 주위 골절 시 잠김 압박 금속판을 이용하여 외측 지지를 시행한 27예 중 지연유합 2예(7.4%), 불유합 1예(3.7%)와 고정의 실패 7예(26%)를 보고하였다. 이에 대한 원인으로 잠김 압박 금속판을 이용하여 충분한 고정력을 얻기 위해서는 각각의 골편에 최소 4개 이상의 나사 고정이 필요한데 골절선이 원위 외상과까지 연장되어 고정할 수 있는

원위 골편이 짧고, 과상부의 심한 분쇄 골절과 원위 대퇴부의 골질이 불량하여 고정력의 약화를 초래 하였고 이는 골편간 움직임이 가골이 형성될 수 있는 범위를 초과 하였기 때문으로 생각하였다. 또한 주대가 골수강에 내재되어 있는 경우에는 내측 피질골까지 나사를 삽입 할 수 없기 때문에 적절한 고정력을 얻을 수 없다고 하였다. 저자는 기존의 연구에서 원위 대퇴부 골절에서 이중 금속판 고정술의 생역학적 우수성과²⁰⁾ 잠김 압박 금속판을 이용하여 골절부의 외측 고정만 시행 후 발생한 비후성 불유합에서 내측에 추가적으로 금속판 고정술을 시행하여 골유합을 얻었던 점에서 착안하여 각각의 골편에 최소 4개 이상의 나사 고정이 어려울 것으로 판단되는 양상의 골절에서 일차적으로 이중 금속판을 이용하여 해부학적 정복 및 견고한 내고정을 통해 골유합을 목표로 하였다. 수술 방법에 있어서 내측으로 먼저 접근하여 관혈적 정복을 시도 하였는데 이는 전례에서 골절의 양상이 내측의 원위 골편이 외측에 비하여 충분한 고정력을 얻기 위한 원위 나사를 삽입하기에 적절 하였기 때문이다.

잠김 압박 금속판을 이용한 외측고정만 시행했던 연구와^{5,10)} 결과를 비교하면 외측 고정만 시행한 연구에서 평균 골유합율은 약 86%로 보고된 반면 본 연구에서는 77%의 골유합율을 보였는데 이는 본 연구와 달리 외측 고정만 시행한 연구에서는 치료가 쉬운 골절 유형도 함께 포함 되었기 때문이다. 외측 고정만 시행했던 연구에서 최종 추시 시 방사선학적 평가상 부정 유합은 관찰되지 않아 영상학적인 골정렬의 상태는 본 연구와 차이는 없었다. 잠김 압박 금속판을 이용하여 외측 고정만 시행했던 연구에서 평균 슬관절 운동 범위는 106도 였으나 골절 전과 비교하여 약 19도의 관절 운동 범위 감소를 보였고 기능 평가 척도 점수도 평균 75점으로 골절 전에 비하여 약 9점 정도 감소한 결과를 보이는데 비하여 본 연구에서는 평균 슬관절 운동 범위는 평균 90도로 외측 고정만 시행한

군에 비해 좀 더 낮지만 골절 전부터 슬관절 운동 범위가 35도, 45도로 심한 구축을 보였던 2예가 포함 되었기 때문이며 골절 전의 슬관절 운동 범위 평가가 정확히 시행되지 않았지만 외래 추시에서 환자에게 시행한 구두 평가에서 전례에서 골절 전과 비교하여 최종 추시 시 슬관절 운동 범위의 감소는 없었다. 이는 재활에 있어서 외측 고정만 시행했던 연구에서 술 후 약 4주 뒤부터 슬관절 운동을 허용한점에 비하여 본 연구에서는 견고한 내고정이 이루어져 수술 직후부터 관절운동을 시행했기 때문으로 생각된다. 이러한 빠른 재활이 환자의 기능적 평가에서도 영향을 끼쳐 최종 추시 시 HSS점수가 평균 85점으로 외측 고정만 시행한 연구에 비하여 비교적 우수한 결과를 얻었다고 생각된다. 또한 이종 금속판 내고정술의 단점²⁰⁾으로는 연부조직을 더욱 손상시켜 관절 운동 범위 회복에 좋지 않은 영향을 줄 수 있으며 감염의 가능성을 증가 시킬 수 있다고 알려져 있으나, 본 연구에서 기존의 이종 금속판 내고정술과는 달리 외측에 최소 침습법을 통하여 연부 조직 손상을 최소화하여 관절 운동 범위 회복에 악영향을 줄일 수 있었고 적은 창상 절개와 평균 116(73-150)분의 짧은 수술 시간으로 인해 술 후 감염이 발생했던 예는 없었다.

자연 유합을 보였던 2예에서 모두 환자의 협조도가 좋지 않아 골유합 이전에 조기 전 체중 부하를 시행하였고 목발을 이용한 부분 체중부하를 교육한 후 추가적인 시술 없이 골유합을 얻을 수 있었다. 또한 1예에서 내측 금속판의 이완과 나사의 후퇴 및 가골을 보이는 비후성 불유합이 발생하였는데 이는 대퇴 과상부 골절의 분쇄가 매우 심하여 이종 금속판을 이용한 내고정을 시행에도 불구하고 견고한 내고정이 이루지지 않았기 때문으로 판단되어 골절부의 분쇄가 매우 심할 경우는 원위 골편의 고정 여부에 따라 수술 후 부목이나 보조기 등의 외고정이 필요할 것으로 판단된다. 본 연구의 제한점으로는 적은 증례와 짧은

추시 기간, 잠김 압박 금속판을 이용한 외측 지지만 시행했던 군과의 비교연구가 이루어 지지 않았던 점으로 향후 이에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

V. 결론

인공 슬관절 전 치환술 후 발생한 치료가 어려운 대퇴골 삽입물 주위 골절 시 이중 금속판을 이용한 내고정술은 안정적인 고정으로 빠른 재활이 가능하고 임상적, 방사선학적으로 좋은 결과를 얻을 수 있는 방법으로 생각된다.

참고문헌

1. Figgie MP, Goldberg VM, Figgie HE, 3rd, Sobel M. The results of treatment of supracondylar fracture above total knee arthroplasty. *J Arthroplasty*. 1990;5:267-76.
2. Henry SL. Management of supracondylar fractures proximal to total knee arthroplasty with the GSH supracondylar nail. *Contemp Orthop*. 1995;31:231-8.
3. Felix NA, Stuart MJ, Hanssen AD. Periprosthetic fractures of the tibia associated with total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*. 1997;345:113-24.
4. Cain PR, Rubash HE, Wissinger HA, McClain EJ. Periprosthetic femoral fractures following total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*. 1986;208:205-14.
5. Gavaskar AS, Tummala NC, Subramanian M. The outcome and complications of the locked plating management for the periprosthetic distal femur fractures after a total knee arthroplasty. *Clin Orthop Surg*. 2013;5:124-8.
6. DiGioia AM, 3rd, Rubash HE. Periprosthetic fractures of the femur after total knee arthroplasty. A literature review and treatment algorithm. *Clin Orthop Relat Res*. 1991;271:135-42.
7. Ehlinger M, Adam P, Arlettaz Y, et al. Minimally-invasive fixation of distal extra-articular femur fractures with locking plates: limitations and failures. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2011;97:668-74.

8. Wood GC, Naudie DR, McAuley J, McCalden RW. Locking compression plates for the treatment of periprosthetic femoral fractures around well-fixed total hip and knee implants. *J Arthroplasty*. 2011;26:886-92.
9. Su ET, Kubiak EN, Dewal H, Hiebert R, Di Cesare PE. A proposed classification of supracondylar femur fractures above total knee arthroplasties. *J Arthroplasty*. 2006;21:405-8.
10. Ebraheim NA, Liu J, Hashmi SZ, Sochacki KR, Moral MZ, Hirschfeld AG. High complication rate in locking plate fixation of lower periprosthetic distal femur fractures in patients with total knee arthroplasties. *J Arthroplasty*. 2012;27:809-13.
11. Platzer P, Schuster R, Aldrian S, et al. Management and outcome of periprosthetic fractures after total knee arthroplasty. *J Trauma*. 2010;68:1464-70.
12. Rorabeck CH, Taylor JW. Periprosthetic fractures of the femur complicating total knee arthroplasty. *Orthop Clin North Am*. 1999;30:265-77.
13. Dennis DA. Periprosthetic fractures following total knee arthroplasty. *Instr Course Lect*. 2001;50:379-89.
14. Petersen MM, Lauritzen JB, Pedersen JG, Lund B. Decreased bone density of the distal femur after uncemented knee arthroplasty. A 1-year follow-up of 29 knees. *Acta Orthop Scand*. 1996;67:339-44.
15. Scott RD. Anterior femoral notching and ipsilateral supracondylar femur fracture in total knee arthroplasty. *J Arthroplasty*. 1988;3:381.

16. Bhattacharyya T, Chang D, Meigs JB, Estok DM, 2nd, Malchau H. Mortality after periprosthetic fracture of the femur. *J Bone Joint Surg Am.* 2007;89:2658-62.
17. Bezwada HP, Neubauer P, Baker J, Israelite CL, Johanson NA. Periprosthetic supracondylar femur fractures following total knee arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2004;19:453-8.
18. Kolb W, Guhlmann H, Windisch C, Marx F, Koller H, Kolb K. Fixation of periprosthetic femur fractures above total knee arthroplasty with the less invasive stabilization system: a midterm follow-up study. *J Trauma.* 2010;69:670-6.
19. Kregor PJ, Hughes JL, Cole PA. Fixation of distal femoral fractures above total knee arthroplasty utilizing the Less Invasive Stabilization System (L.I.S.S.). *Injury.* 2001;32 Suppl 3:SC64-75.
20. Jazrawi LM, Kummer FJ, Simon JA, et al. New technique for treatment of unstable distal femur fractures by locked double-plating: case report and biomechanical evaluation. *J Trauma.* 2000;48:87-92.

Table 1. Hospital for special surgery knee score(HSS)

Category(points)		Score
Pain(30)	Walking:none/mild/moderate/severe	15/10/5/0
	At rest: none/mild/moderate/severe	15/10/5/0
Function(22)	Walk:Walking & standing unlimited	12
	5-10 block, standing > 30 min	10
	1-5 block, standing 15-30 min	8
	walk < 1 block	4
	Cannot walk	0
	Stair:normal/with support/with great support	5/2/0
	Transfer:normal/with support/with great support	5/2/0
ROM(18)	Each 8 ° x 1 point	
Muscle strength(10)	Cannot break quadriceps	10
	Can break quadriceps	8
	Can move through arc of motion	4
	Cannot move through arc of motion	0
Flexion deformity(10)	None	10
	5-10 °	8
	10-20 °	5
	> 20 °	0
Instability(10)	None	10
	0-5 °	8
	6-15 °	5
	> 15 °	0
Total		
Subtractions	One cane	1
	One crutch	2
	Two crutch	3
	Extension lag of 5 ° /10 ° /15 °	2/3/5
Deformity (5 ° x1point)	Varus/ Valgus	
Total subtractions		
Knee score		

* Knee score ≥85 excellent, 84-70 good, 69-60 fair, <59 poor

Table 2. Summary of study data

Age/ Sex	Cause	*BMD	Interval between TKA and fracture (months)	Union time (week)	Knee *ROM	HSS score	Complication
76/M	Motor vehicle	-3.7	12	7	0-100	70	nonunion
67/F	Motor vehicle	-3	36	15	0-90	85	
67/F	Motor vehicle	-3.2	11	12	0-90	80	
70/F	Slip down	-3.4	48	12	10-45	95	
70/F	Motor vehicle	-3.2	46	36	20-90	85	delayed union
78/F	Slip down	-3.8	27	24	0-120	90	
65/F	Slip down	-4.4	24	12	0-100	90	
75/F	Slip down	-2.7	14	12	0-105	85	
68/F	Slip down	-1.7	1	16	0-100	90	
82/M	Slip down	-3.6	36	16	0-90	80	
74/F	Slip down	-3.2	108	40	0-110	80	delayed union
70/F	Slip down	-2.2	4	12	0-45	90	
72/F	Slip down	-3.4	6	7	0-90	85	

*BMD=bone mineral density. *ROM=range of motion.

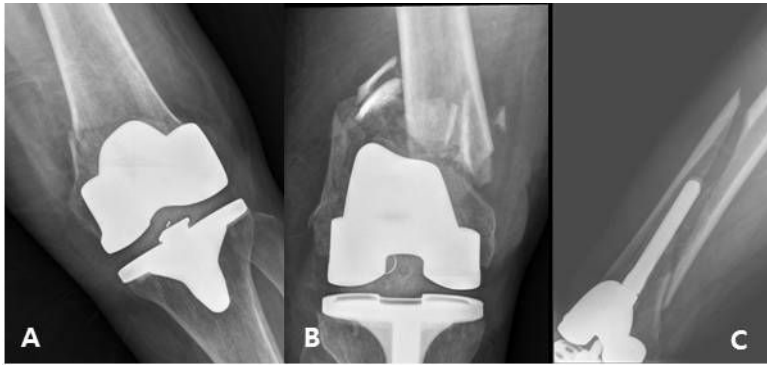


Figure 1. Inclusion criteria of dual plating for periprosthetic femur fracture. (A) Su's type III periprosthetic femur fracture. (B) Severe comminuted supracondylar fracture. (C) Fracture around the intramedullary stem.

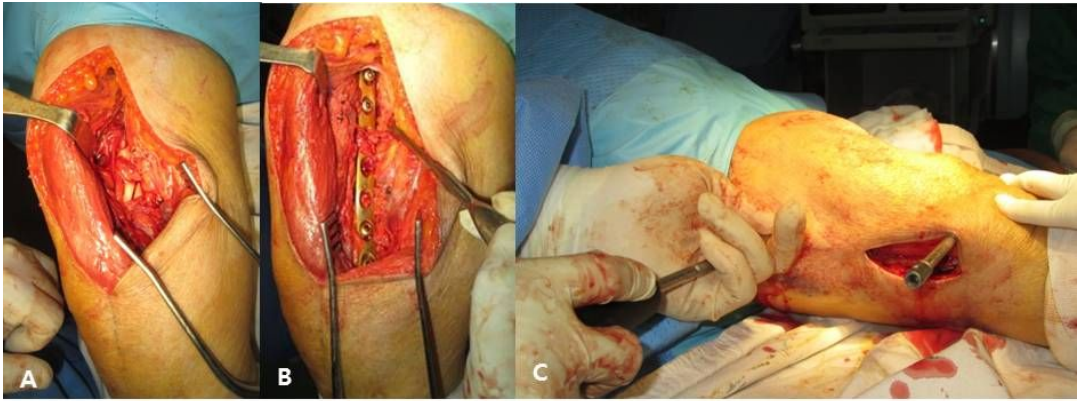


Figure 2. Surgical technique of dual plating. (A) Medial fracture site exposure with subvastus approach. (B) Plate fixation followed anatomical reduction. (C) Additional lateral plating by minimal invasive technique.

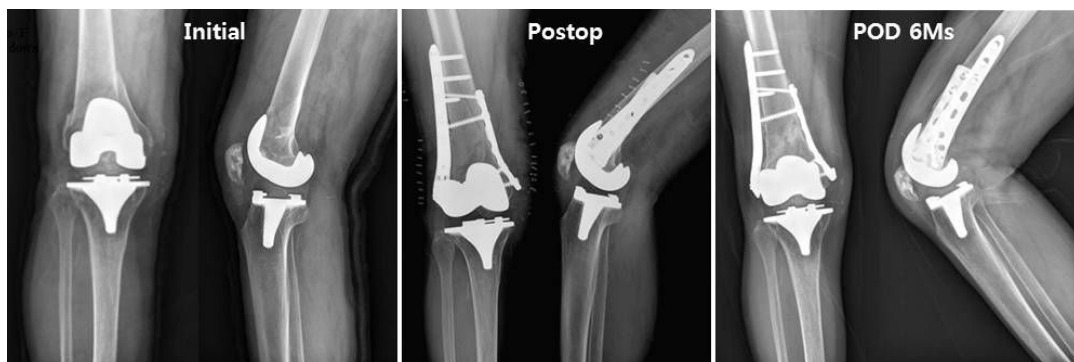


Figure 3. A 78-year-old woman had a periprosthetic femur fracture after total knee arthroplasty due to slip down. Postoperative 6 months radiograph shows healed fracture.

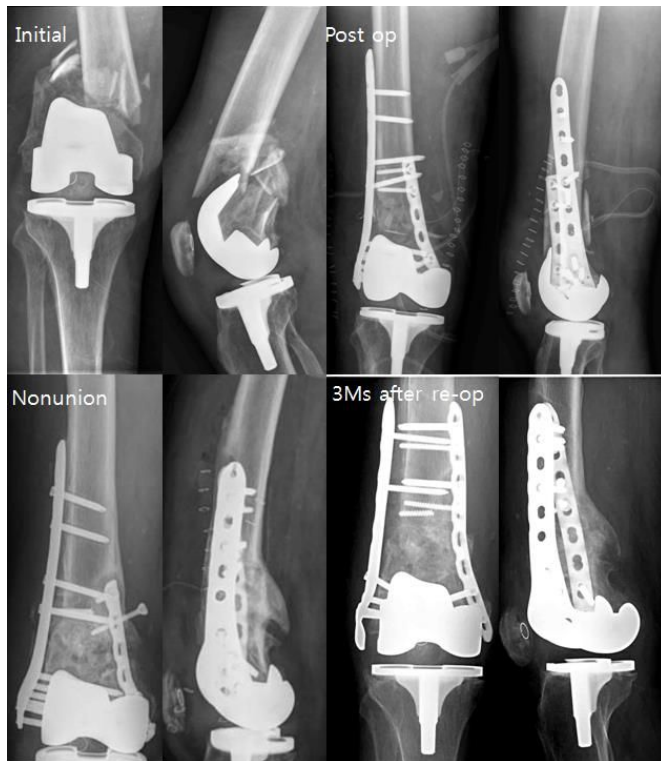


Figure 4. A 76-year-old man had a severe comminuted periprosthetic femur fracture after total knee arthroplasty due to motor vehicle. Hypertrophic nonunion was occurred after dual plate fixation, which was obtained bone union at 3 months later after re-fixation using dual plate with autogenous bone graft.

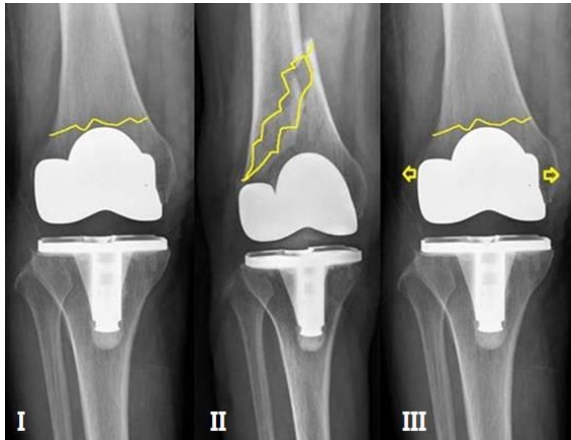


Figure 5. Lewis and Rorabeck classification of supracondylar periprosthetic femoral fracture classification. Type I: Undisplaced fracture, prosthesis stable. Type II: Displaced fracture, prosthesis stable. Type III: Unstable prosthesis with or without fracture displacement.

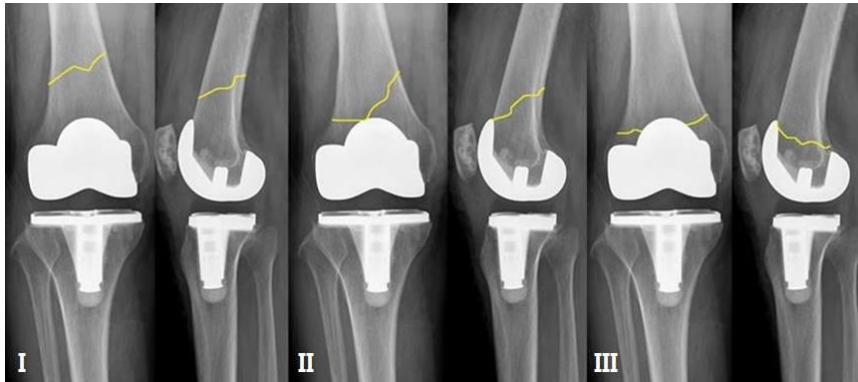


Figure 6. Su's classification of supracondylar periprosthetic femoral fracture classification. Type I: Fracture proximal to femoral knee component. Type II: Fracture originating at the proximal aspect of the femoral knee component and extending proximally. Type III: Any part of the fracture line is distal to the upper edge of the anterior flange of the femoral knee component.