



슬관절 전치환술 후 발생한 치환물 주위 골절

이병훈 · 심재앙[✉]

가천대학교 의과대학 가천대 길병원 정형외과학교실

Periprosthetic Fractures following Total Knee Arthroplasty

Byung Hoon Lee, M.D., Ph.D., Jae Ang Sim, M.D., Ph.D.[✉]

Department of Orthopaedics Surgery, Gachon University Gil Medical Center, Gachon University College of Medicine, Incheon, Korea

Received January 8, 2020

Revised January 9, 2020

Accepted January 9, 2020

✉Correspondence to:

Jae Ang Sim, M.D., Ph.D.
 Department of Orthopaedics Surgery,
 Gachon University Gil Medical
 Center, Gachon University College
 of Medicine, 21 Namdong-daero
 774beon-gil, Namdong-gu, Incheon
 21565, Korea
 Tel: +82-32-460-3384
 Fax: +82-32-423-3384
 E-mail: sim_ja@gilhospital.com

Financial support: None.

Conflict of interests: None.

Recently, as the elderly population increases, the incidence of total knee arthroplasty has increased, with a concomitant increase in the frequency of periprosthetic fractures. To determine the treatment plan for fractures, the treatment method should be determined by the patient's age, osteoporosis, fixation status of the implant, and type of fracture. In recent years, operative treatment with reduction and stable fixation, rather than non-operative treatment, was used to promote early joint movement and gait. On the other hand, it is necessary to select an appropriate operative method to reduce complications of surgery, such as nonunion and infection, and expect a good prognosis. In this review, periprosthetic fractures were divided into femur, tibia, and patella fractures, and their causes, risk factors, classification, and treatment are discussed.

Key Words: Knee, Arthroplasty, Periprosthetic fractures

서 론

슬관절 전치환술 후 발생한 치환물 주위 골절은 관절면에서 15 cm 이내 혹은 골수강내 주대(stem)로부터 5 cm 이내의 대퇴골, 경골, 슬개골 골절로 정의 되어지는데,^{1,2)} 특히 고령과 함께 골밀도가 감소하면서 그 위험이 증가한다.¹⁾ 이 중 대퇴골 골절이 가장 많은 빈도를 차지하고, 이어서 경골과 슬개골의 순서로 높은 빈도를 차지한다.¹⁾ 다른 골절에 비해 불량한 골질, 고정되어 있는 치환물과 골시멘트로 인해 정복과 고정

려져 있다.^{1,3,4)}

대퇴 치환물 주위 골절 (Periprosthetic Fractures of the Femur)

1. 원인 및 위험 인자(causes and risk factors)

슬관절 전치환술 후 발생한 대퇴골 골절은 과상부에서 가장 흔하게 발생하며,²⁾ 술 후 2-4년 내에 주로 발생하고 0.3%에서 2.5%의 빈도를 보고하고 있다.⁴⁻⁶⁾ 안정적으로 고정되어

있는 대퇴 치환물에 가해진 비틀림 및 압박력에 의한 저에너지 손상에 의해 주로 발생할 수 있으며, 간혹 고에너지 손상에 의해 골절이 발생하기도 한다.¹⁾ 대퇴골 과상부 골절의 위험 인자는 골다공증, 여성, 고령, 류마티스 관절염, 스테로이드, 대퇴골 전방 피질골의 절흔(anterior femoral notching), 슬관절 재치환술, 신경학적 이상, 회전 구속형 치환물의 사용, 지연된 골재형성, 관절 구축, 장기간의 스테로이드 사용 등이 알려져 있으며,^{7,8)} 드물게 네비게이션을 사용한 경우 핀 경로를 따라 골절이 발생하는 경우도 보고되고 있다.⁹⁾ 수술 중 발생 가능한 대퇴골 전방 피질골의 절흔의 경우 Culp 등¹⁰⁾은 3 mm의 전방 피질골의 절흔이 뒤틀림 응력의 30% 감소로 이어진다고 하였다.^{7,10)} 후방삽자인데 대치형 치환물의 경우 중앙 박스(central box)의 치우친 위치 선정을 주의해야 한다. 만약 전방 절흔이 수술 중 발생한 경우 긴 주대 치환물(long-stemmed prosthesis)을 선택해야 하며 술 후 체중부하를 제한하여야 한다.

2. 분류(classification)

1999년 Rorabeck과 Taylor⁶⁾가 제안한 분류는 비교적 간단하여 현재까지도 널리 이용되어 왔으며, 치환물의 고정 상태 및 골절의 전위에 따라 분류할 수 있다. 1형은 안정적으로 고정된 치환물 주변에 발생한 비전위성 골절이고, 2형은 치환물의 고정은 안정적이나 5 mm 이상의 전위, 5° 이상의 각형성을 동반한 골절이다. 이는 다시 분쇄가 심하지 않은 2A형, 분쇄가 심한 2B형으로 세분화였다. 3형은 치환물의 불안정성 및 폴리에틸렌 삽입물의 마모가 동반되어 있는 경우이다. 또 다른 분류법으로 Su 등¹¹⁾은 대퇴 치환물에 비교하여 골절선의 높이의 중요함을 강조하였다. 대퇴 치환물보다 근위부의 골절을 1형, 대퇴 치환물에 근위부에서 시작하여 원위부로 이어지는 골절을 2형, 대퇴 치환물 근위부보다 원위부의 골절을 3형으로 분류하였다. Kim 등¹²⁾은 남아있는 골질(bone stock)과 치환물의 고정 상태를 고려한 골절 정복 가능성에 따라 분류법을 제시하였다. 1형은 치환물 고정 상태가 양호하고 충분한 골질이 있는 경우이며, 보존적 치료로 치료 가능한 1A형과 수술적 치료가 필요한 1B형으로 아분류하였다. 2형은 충분한 골질과 정복 가능성을 지니고 있음에도 불구하고 치환물의 고정 상태가 불안정하고 제 위치에 있지 않은 경우로 정의하였다. 3형은 불량한 골질을 지닌 심한 분쇄 골절로 분류하였다.

3. 치료(treatment)

치료 원칙은 안정된 내고정과 함께 정렬(alignment)을 유지하고 골유합을 얻어 충분한 관절 운동 범위를 회복하는 것이다.^{13,14)} 치료 방법의 선택에 있어 골절의 위치 및 양상, 전위의 정도, 대퇴 치환물의 형태, 삽입물의 해리 및 마모, 삽입물 주위의 골질, 환자의 골절 전 보행 및 전반적 건강 상태 등이 고려되어야 한다.⁶⁾ 골절의 치유에 있어서 연부조직의 상태와 국소적 혈류는 가장 중요한 조건이므로 수술 시에 추가적인 연부조직 손상은 피해야 하는 것이 원칙이다.¹⁵⁾ 지금까지는 관혈적 정복술을 통한 내고정술이 주로 시행되어 왔으나, 최근에는 골절 부위를 직접 노출시키지 않고 간접적인 방법으로 골절에 생물학적 고정을 함으로써 조기 골유합을 얻을 수 있는 최소 침습적 방법을 많이 사용하게 되었다.¹⁶⁻¹⁸⁾ 이 중 잠김 금속판 고정술과 역행성 골수강내 금속정 고정술이 대표적인데 각각의 장단점이 있고 술자에 따라 의견을 달리하고 있어 아직까지 확립된 치료 방법이 없으며 두 가지 방법에 대한 비교도 많지 않다.^{13,19)}

고식적인 관혈적 금속판 고정술인 경우 골절부를 직접적으로 노출시키기 위해서 연부조직의 손상 및 관통 동맥(perforating artery)의 결찰이 불가피하고, 또한 영양 동맥(nutrient artery)으로의 혈류가 장애를 받게 되어 골막 및 골수의 혈류 감소를 초래하게 된다.²⁰⁾ 이는 결국 골유합을 저해하게 되고, 이차적인 골이식의 빈도를 높리게 되는 결과를 가져올 수 있다. 이에 반해 최소 침습적 잠김 금속판 고정술은 골절부의 골막 등의 손상을 최소화하여 골이식의 빈도를 줄일 수 있고 골절의 안정성을 가질 수 있는 방법으로 좋은 치료 결과가 보고되고 있다.^{18,21)}

역행성 골수강내 금속정 고정술은 이전 슬관절 전치환술 시 사용한 절개창을 이용하므로 다른 부위에 추가적인 절개를 할 필요가 없고 연부조직 손상을 줄일 수 있으며, 골절 부위의 손상을 피할 수 있는 장점이 있고 생역학적으로도 우수하여 많이 이용되고 있다.

1) 비수술적 치료(non-operative treatment)

비수술적 치료는 견인 및 석고 고정과 같은 방법을 시도해 볼 수 있다. 최근에는 골격 견인(skeletal traction)을 이용한 치료는 핀 주위 감염, 신경 마비, 욕창과 같은 장기간의 침상 안정으로 인한 합병증, 골다공증의 악화, 관절 구축과 같은 합병증의 발생 가능성으로 인해 흔하게 시행되지 않는다. 비수술적 치료는 전신 마취나 출혈, 감염으로 인한 합병증을 피

할 수 있는 장점이 있어 초기의 Rorabeck과 Taylor 분류 1형에서 선택적으로 고려할 수 있다. 골절 정복 상태는 주기적인 방사선 촬영을 통해 모니터링해야 하며, 적절한 정렬이 유지되면 경첩 보조기(hinged brace)를 착용하여 수동적 관절 운동을 할 수 있다. 만약 골절 정복 상태나 정렬이 불량하면 수술적 치료를 시행해야 한다.^{1,4)}

2) 수술적 치료(operative treatment)

불안정한 전위 골절의 경우 정복 및 안정된 고정을 시행하여 초기의 관절 운동 및 보행을 도모할 수 있다.^{1,4)} 외고정술, 칼날 금속판(blade plate), 역동적 과나사(dynamic condylar screw), 과지지 금속판(condylar buttress plate), 잠금 금속판(locking plate), 역행성 골수강내 금속정을 이용한 내고정술, 슬관절 재치환술을 고려해 볼 수 있다.

(1) 금속판을 이용한 내고정술(internal fixation with plates)

골절이 불량한 심한 분쇄 골절의 경우 칼날 금속판, 역동적 과나사, 과지지 금속판과 같은 고정기기로는 충분한 고정력을 제공하지 못할 수 있다. 따라서 과거 연구들에서는 골다공증이 심한 골절에서 견고한 고정을 위해 골이식제나 골시멘트의 삽입을 권하기도 하였다.^{1,6,22)} 하지만 현재 이용 가능한 잠금 금속판은 나사가 금속판에 고정되어 있어 좀더 견고한 고정력을 제공할 수 있다.²³⁾

최근에는 최소 침습 절개를 통해 잠금 금속판을 이용한

내고정술이 도입되어 주변의 연부조직이나 골막의 손상을 최소화하여 출혈이나 감염증과 같은 합병증의 가능성을 줄일 수 있다.^{22,24)} 최소 침습적 잠금 금속판 고정술은 다양한 부위에서 관절 내 골절에 흔하게 사용되어 왔으며, 대퇴 치환물 근위부의 과상부 골절을 포함한 거의 모든 대퇴골 원위부 골절에 적용될 수 있고, 대부분의 정형외과 의사에게 수술 기구와 수술적 술기가 익숙하다는 장점이 있다. 역행성 골수강내 금속정 고정술에 비해 잠금 금속판 고정술은 더 견고한 원위부 고정을 가능하게 한다.¹⁹⁾ Ricci 등¹⁹⁾은 대퇴 치환물 주위 골절 치료 실패의 가장 흔한 원인은 심한 골다공증, 너무 작은 원위 골편, 원위 골편으로의 분쇄 골절 등의 여러 가지 원인에 의한 원위 골편의 고정 실패로 지적하였는데 잠금 금속판 고정술은 다양한 각도에서의 고정을 가능하게 하므로 원위 골편의 고정이 개선되었다고 하였다. Zlowodzki 등²⁴⁾은 골다공증이 심한 원위 대퇴골 골절에서 최소 침습적 잠금 금속판 내고정술이 다른 고정기기들에 비해 가장 좋은 고정력을 제공한다고 보고하였다.

최근에 대두되고 있는 원위 대퇴골의 내측부에 심한 분쇄 골절이 있는 경우 양측 금속판을 이용한 고정법이 더욱 견고한 고정력을 제공한다고 알려져 있다.^{22,23)} 만약 대퇴 치환물 주위 골절에서 원위 대퇴골의 내측부에 심한 분쇄 골절이 있는 경우 외측 단일 잠금 금속판을 이용한 고정보다 양측 잠금 금속판을 이용한 고정 방법이 좀 더 안정된 고정력을 제공할

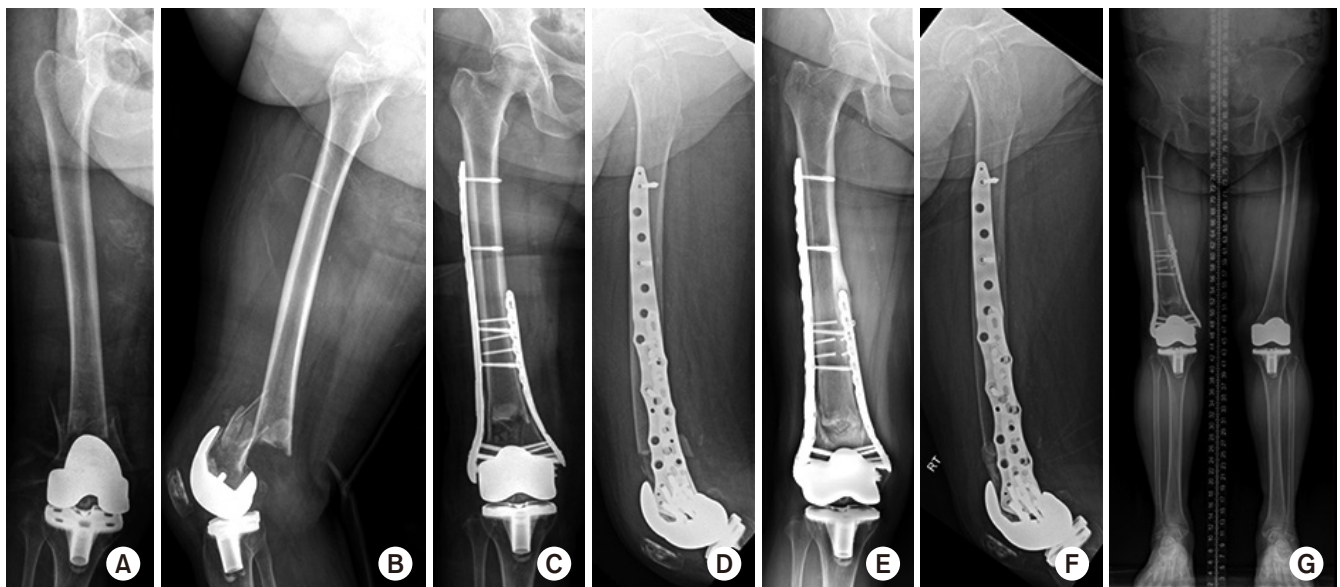


Fig. 1. Periprosthetic fracture with a comminuted fracture in the medial cortex of the distal femur was fixed with dual locking plates using the minimally invasive plate osteosynthesis (MIPO) technique. (A, B) Preoperative radiographs. (C, D) Postoperative radiographs. (E-G) Radiographs one year after surgery.

것으로 기대된다(Fig. 1). 다만 양측 금속판 고정을 시행하는 경우 연부조직 손상이 심할 것으로 예상되므로 최소 침습 절개를 이용하는 것이 도움이 되리라 생각된다.

(2) 역행성 골수강내 금속정을 이용한 내고정술

(internal fixation with retrograde intramedullary nail)

역행성 골수강내 금속정을 이용한 고정 또한 대퇴 치환물 주위 골절에 있어 좋은 수술 방법이다. 기존의 금속판을 이용한 내고정술에 비해 연부조직 손상을 줄이고 출혈을 줄일 수 있고, 골막 내 혈류 공급을 보전하여 골유합에 유리하다. 유연 골수강내 금속정(flexible intramedullary nail)을 이용한 내고정술도 시도할 수 있는 고정 방법이나 하지 길이의 단축이나 회전불안정성에 의한 부정유합의 가능성이 있다.¹⁾ 최근에는 교합 나사(interlocking screw)를 이용한 교합성 골수강내 금속정(interlocking intramedullary nail)이 축성압박 및 회전력에 강한 저항력을 제공하여 주로 사용되고 있다.²⁵⁾

역행성 골수강내 금속정을 이용한 내고정 시에는 대퇴골의 협부(isthmus)를 지나 소전자 부위까지 충분한 길이의 고정물을 사용하여야 시상 움직임 효과(windshield wiper effect)를 예방하여 안정성을 향상시킬 수 있다.²⁶⁾ 하지만 시상면에서 무릎을 굴곡한 상태에서 골수강내 확공술(reaming) 이후 골수정 삽입이 이루어지기 때문에 과간 절흔의 후방으로 삽입 위치를 선정하는 것이 좋다. Pelfort 등²⁷⁾은 대퇴 치환물의 과신전 상태가 실제 치환물의 안정성이나 골유합, 슬관절 기능에 유의한 영향을 주지 않는다고 하였으나, 골수강내 금속정을 삽입 시 하지 정렬이 외반 부정 정렬이 될 가능성이 크므로 적절한 골수강내 금속정 삽입 위치의 선정에 가이드로 저지 나사(blocking screw)를 사용하는 것이 유용할 수 있다.²⁸⁾

역행성 골수강내 금속정 고정술은 절개를 할 필요가 없고, 연부조직 손상을 줄일 수 있으며, 골절 부위의 손상을 피할 수 있는 장점이 있다. Bong 등¹³⁾은 슬관절 전치환술 후 대퇴 치환물 주위 골절에 대한 사체 연구를 통해 금속판 내고정술에 비해 역행성 골수강내 금속정 고정술이 골절 부위의 움직임을 줄이고 고정력 및 안정성을 제공하는 데 더 나은 결과를 보인다고 하였다. 반면에 역행성 골수강내 금속정 고정술은 골수정 삽입부의 시작점(starting point)이 관상면 및 시상면에서 골수강의 중심과 일치하지 않으므로 원위 골편의 부정 정렬을 유발할 수 있다. 또한 고령 환자들에 있어서 대퇴골의 휨(bowing)이 있어 충분한 길이의 골수강내 금속정을 삽입할 수 없는 경우 골 윤곽(bone contour)에 맞춰 굽힌(bending) 충분한 길이의 잠김 금속판을 이용한 최소 침습적 고정술이 대안이 될 수 있다. 유도핀, 확공기, 골수정을 삽입할 때 슬개 삽입물의 바닥면을 손상시킬 수 있으며 이로 인한 관절내 마모면과 슬개-대퇴 관절의 비정상적인 마모를 유발할 수 있다. 후방십자인대 대치형 치환물의 경우 확공 후 골수정을 삽입하는 과정에서 중앙 박스에 위치한 폴리에틸렌의 중앙 포스트(central post)를 손상시킬 수 있고, 금속정의 끝부분이 충분히 중앙 박스 안에 삽입되지 않고 돌출되는 경우 중앙 포스트의 비정상적인 마모를 유발할 수 있다(Fig. 2). 또한 골절부가 삽입물로부터 충분히 떨어져 있어야 하고, 대퇴 양과 사이 거리가 적어도 11 mm 또는 12 mm 이상이어야 사용할 수 있으며, 지방 색전증의 위험이 있을 수 있다.^{29,30)}

역행성 골수강내 금속정을 이용하지 못하는 경우는 슬개골 하방 전위, 관절 구축, 11 mm보다 작은 과간 거리 및 골수강내 좁은 공간(cavity)을 지닌 경우,^{29,30)} 기존에 고관절의 인공관절을 시행 받아 근위 대퇴골에 골수강내 주대가 있는

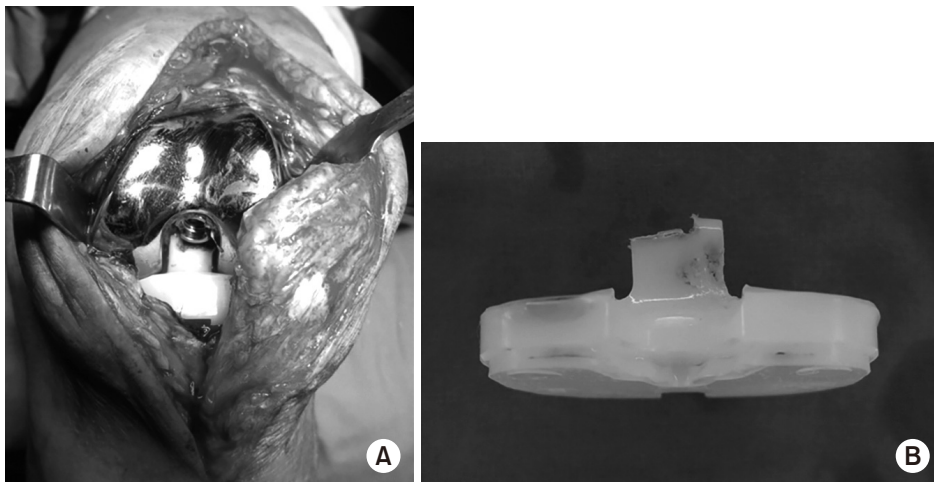


Fig. 2. Extruded nail (A) caused the wear of polyethylene post (B).

경우, 심한 분쇄가 있거나 원위부 말단의 골절이 있는 경우이다.^{26,27)} 후방십자인대 대치형 치환물에서 닫힌 중앙 박스(closed central box) 디자인에서는 골수내정의 이용이 제한되기 때문에 골수내정 삽입을 위해 삽입구를 금속을 깎을 수 있는 연마기(diamond-tip metal-cutting burr)를 이용하여 삽입구를 확보하는 경우도 있다.³¹⁾

(3) 슬관절 재치환술(revision total knee arthroplasty)

골절의 전위와 분쇄와 관계없이 치환물의 불안정성이 동반되어 있는 경우는 슬관절 재치환술을 고려해야 하며,¹⁻⁴⁾ 치환물의 불안정성이 없더라도 심한 분쇄가 있는 경우에도 고려될 수 있다.^{2,4,5,10)} 하지만 주변 연부조직의 유착과 혈관 손상으로 인해 술 후 상처 치유가 지연되고 감염이나 괴사의 위험성이 증가된다.³⁾ 슬관절 재치환술의 경우는 긴 주대(long-stem)의 대퇴 치환물을 삽입하는데, 만약 골절부 안정성을 긴 주대로 확보할 수 없는 경우는 지주골 이식술(strut bone graft)이나 원형 강선 고정(cerclage wiring) 같은 방법이 추가로 요구될 수 있다.^{2,5)} 불유합이 발생하는 경우는 원위 대퇴골 치환물에 골관절 또는 분절성 동종골을 이용한 중앙 대치물(allograft tumor prosthesis)로 대체하는 방법을 고려해 볼 수 있다.³²⁾ Freedman 등³²⁾은 심한 불유합 및 분쇄 골절, 부정 정렬이 동반된 치환물 주위 골절 5예 중 4예에서 중앙 대치물을 사용하여 조기 보행과 100°의 관절 운동 각도를 확보하였다고 보고하였다.^{1,10)}

경골 치환물 주위 골절 (Periprosthetic Fractures of the Tibia)

1. 원인 및 위험 인자(causes and risk factors)

경골 치환물 주위 골절은 발생 빈도가 0.4%에서 1.7%로 대퇴골에 비해 매우 드물게 보고되고 있지만 치료에 있어서는 경골 주변의 얇은 연부조직과 치환물의 이완으로 인해 치료에 주의를 요하게 된다.^{33,34)} 골절의 요인으로는 과거 술 전 외반 및 중립 정렬이 골절의 위험 인자라고 지적되었지만, 최근의 연구들에서는 이를 뒷받침하고 있지 않다. 초기 골절은 경골 치환물의 잘못된 위치 선정 및 회전 부정 정렬로 인한 비정상적인 부하로 기인한다고 알려져 있고,³⁴⁾ 후기 골절은 외상이나 하지 부정 정렬 혹은 무릎의 인대 불안정성에 의한다고 알려져 있다.^{33,35)} 하지만 수술이 잘 되어도 나이가 들어가면서 골피질의 두께가 얇아지고, 치환물 주위의 골감소증이 진행된 상황에서 치환물이 인접한 골에 응력이 집중되어

(stress riser) 골절의 원인이 될 수 있다.

2. 분류(classification)

경골 골절은 골절의 양상과 치환물의 안정성 및 정렬에 따라 분류될 수 있으며, 치료 결정에 중요하다. Felix 등³³⁾은 4개의 해부학적 구획에 따라 분류하였다. 1형은 치환물과 고평부 사이를 침범하는 골절, 2형은 골간단 및 골간 사이의 주대 주변에 위치하는 골절, 3형은 치환물의 원위부, 즉 경골 간부를 침범하는 골절, 4형은 경골 결절부 골절로 분류하였다. 또한 치환물 고정 및 골절의 시기(술 중, 술 후)에 따라 3개의 아분류로 나누어 분류하였다. 치환물이 안정적인 고정되어 있는 경우를 A아형(subtype), 치환물이 불안정한 경우를 B아형, 술 중 발생한 골절을 C아형으로 분류하였다.

3. 치료(treatment)

경골 치환물 주위 골절은 주변의 얇은 연부조직과 기존 수술의 영향으로 쉽지 않다. 가장 이상적인 고정 방법은 최소침습적으로 치환물의 고정과 함께 골절부의 안정된 고정을 얻는 것이다(Fig. 3). 경골 치환물이 확고히 고정되어 있고 치환물의 정렬 상태도 적절한 경우에는 도수 정복 및 석고 고정을 통해 호전될 수 있다. 하지만 골절부의 전위를 동반하거나 경골 치환물이 불안정한 경우, 정렬 상태가 불량한 경우는 수술적 치료의 적응증이 된다.^{33,36,37)}

Felix 분류 A아형의 경우는 잠금 금속판을 이용한 관혈적 혹은 최소침습적 내고정술이나 골수내정을 이용한 내고정술을 통해 치료가 가능하다.^{37,38)} B아형의 경우는 긴 주대 치환물을 이용한 슬관절 재치환술을 시행해야 한다.³⁹⁾ 최근에는 단일 구획 치환술의 시행 빈도가 증가하고 있는데, 술 후 발생하는 근위 경골 고평부 골절의 발생 빈도가 5%에 달하고 있다.⁴⁰⁾ 이때 발생하는 골절에 대해서는 잠금 금속판을 이용한 지지 금속판 고정이 추천되고 있다.⁴¹⁾ 기존에 감염의 병력이 있는 경우나 외상력에 비해 심한 골절 양상이 보이는 경우는 항상 감염의 동반 여부를 확인해야 한다.⁴²⁾

슬개골 치환물 주위 골절 (Periprosthetic Fractures of the Patella)

슬개골 골절은 슬관절 치환물 주위 골절에서 대퇴골에 이어 두 번째로 흔한 골절이다.⁴³⁾ 골절의 병인으로는 하지 및 치

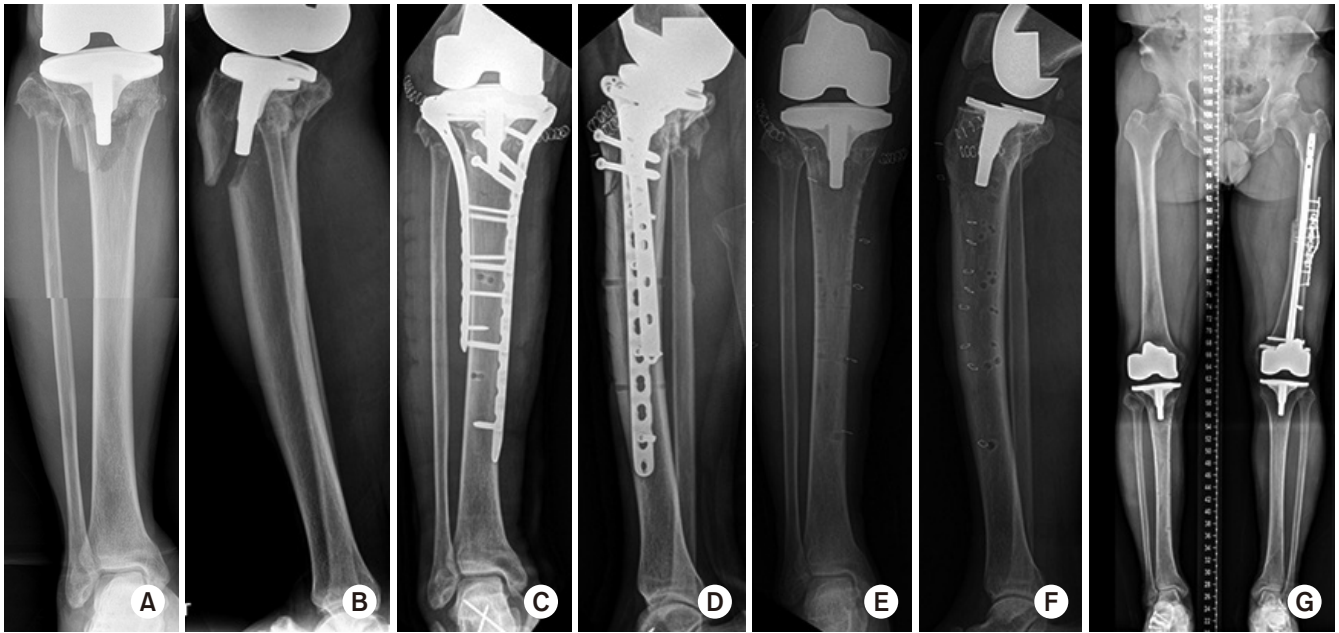


Fig. 3. Periprosthetic fracture of the proximal tibia was fixed with dual locking plates using the minimally invasive plate osteosynthesis (MIPO) technique. (A, B) Preoperative radiographs. (C, D) Postoperative radiographs. (E-G) Radiographs 1 year after surgery.

환물의 부정 정렬, 외측 지대 유리술, 슬개골 치환물의 디자인, 심한 골절제 등의 여러 요인들을 고려해볼 수 있다.^{44,45)} 치료 방침은 골절의 전위 정도나 신전 기능의 완전성(integrity), 치환물 고정의 안정성, 남아있는 골의 양에 따라 결정된다.⁴⁶⁾ 치료 방법은 비수술적 치료에서 관혈적 정복 및 내고정술, 치환물의 제거술, 슬개골 제거술 같은 수술적 치료까지 다양하게 고려할 수 있다.⁴⁴⁾ 수술적 치료의 적응증은 슬개골의 비정상적인 활주(maltracking), 신전 기능의 장애, 슬개 치환물의 이완이 동반되어 있는 경우이다.⁴⁷⁾ 하지만 감염이나 불유합과 같은 술 후 합병증이 동반되는 경우 예후가 좋지 않다.^{44,48)} 슬개 치환물 주위 골절은 88.3%에서 무증상이라고 보고되기도 하여 치료 결정에 주의를 요한다.⁴⁹⁾

1. 원인 및 위험 인자(causes and risk factors)

슬개골의 혈류 공급은 골내, 골외 혈관을 통해 공급된다.⁵⁰⁾ 골외 혈관 공급은 슬개골 주위 6개의 혈관 분지로 이루어진 룬(ring)을 통해서 공급된다.⁵⁰⁾ 골내 혈류 공급은 중위 및 극동 정맥(midpatellar and polar vessels)으로 이루어져 있다. 이러한 혈관륜은 슬관절 전치환술 시 내측 슬개내연 접근법(medial parapatellar approach) 시 손상을 입게 되는데 지방체 제거 및 외측 지대 유리술도 슬개골의 혈행 두절(devascularization)에 영향을 미치게 된다.⁵¹⁾ 중슬동맥(medial

genicular artery)은 고식적인 내측 절개 시 손상을 입게 되며, 신전 기능 손상 시 외슬동맥(lateral genicular artery)으로부터의 혈류 공급에 손상을 입게 되고^{50,52)} 지방체 제거 시 하내 외슬동맥(inferior medial and lateral genicular vessels)의 문합에 손상을 입게 된다.⁵¹⁾ 여러 연구들에서 외측 지대 유리술과 과도한 지방체 제거가 동반된 경우 혈관 공급의 완전성에 손상이 발생할 수 있음이 밝혀졌다.^{52,53)} 슬개골의 혈행 두절로 인한 골괴사는 골절의 발생 가능성을 증가시키며, 특히 고령의 환자와 만성 류마티스 관절염의 환자들에서 그 위험성이 배가된다.⁵⁰⁾ 따라서 슬개골 골절의 위험을 줄이기 위해서 외측 지대 유리술 시에는 상외슬동맥(superior lateral genicular artery)의 혈류 공급을 확보하기 위해 슬개골로부터 어느 정도 거리를 두고 하는 것이 중요하며, 지방체 또한 가능한 한 남겨놓는 것이 유리하다.^{52,53)}

과도한 슬개골 절제로 인한 슬개골 중앙부의 큰 골 결손, 전방 피질골의 손상이 응력 집중을 발생시켜 골절의 위험을 가중시킬 수 있다. 또한 골시멘트를 고정하는 과정에서 중합 반응(polymerization)으로 인한 열의 발생은 조직 단백질의 응고 온도(약 67.8°C)를 넘어가게 되며, 세포 독성, 지방 용해, 열성 손상으로 인한 효과(cytotoxic, lipolytic, thermal effects)도 골의 내적 안정성에 치명적일 수 있다.⁵⁴⁾ 술 후 기존의 슬개골보다 두꺼워진 슬개골은 굴곡 각도의 감소와 외측 아탈구의 원인이 될 수 있어 슬개골의 스트레스 골절 및 슬관

절의 전후방 불안정증으로 이어질 수 있다.⁵⁵⁾ Ritter 등⁴⁹⁾은 술 전과 비교하여 술 후 슬개골 두께의 차이가 슬개 치환물의 이완, 슬개골 골절, 술 후 굴곡 각도에 유의한 영향을 미치지 않는다고 하였지만, Reuben 등⁵⁶⁾, Bourne⁵⁷⁾, Windsor 등⁵⁸⁾은 15 mm 미만의 슬개골 두께는 전방 슬개골의 응력을 증가시킬 수 있어 골절의 위험성을 증가시킨다고 하였으며, 과도한 확공이 슬개 치환물 주위 골절의 유의한 요인이라고 지적하였다. 경골과 대퇴 치환물의 부정 정렬로 인한 슬개골의 부적절한 활주도 슬개대퇴 관절에 부하되는 힘을 증가시킬 수 있어 골절의 위험성을 증가시킬 수 있다.⁴³⁾ 슬개 치환물의 디자인도 골절에 영향을 미칠 수 있는데, 하나의 큰 중심 말뚝(central peg)형은 후방십자인대 대치형 치환물에서 굴곡 시 슬개골에 미치는 부하는 가중시키게 되며 슬개골 골절의 위험성이 높음이 보고되었다.⁵⁹⁾ 최근에 Larson 등⁶⁰⁾은 하나의 큰 중심 말뚝형이 말뚝이 3개인 형(three pegs)보다 높은 슬개골 골절의 위험성을 보임을 확인하였다.

2. 분류(classification)

슬개 치환물 주위 골절의 분류는 다양하지만, 슬개 치환물의 안정성과 신전 기능의 완전성에 바탕을 두고 있다.^{44,61)} Ortiguera와 Berry⁴⁴⁾는 이에 기초하여 신전 기능과 치환물의 안정성이 확보되어 있는 경우를 1형, 신전 기능의 손상이 있으며 치환물의 안정성이 부분적으로 결여되어 있는 경우를 2형, 신전 기능은 손상이 없으나 치환물이 불안정한 경우를 3형으로 분류하였다. 또한 3형을 아분류하여 남아있는 골질이 충분한 경우를 A아형, 남아있는 골질이 불량한 경우를 B아형으로 세분하였다.

3. 치료(treatment)

병인과 기전에 있어서 아직 정확히 정립되지 않았듯이 치료에 있어서도 논란의 여지가 많이 남아 있다.⁵²⁾ 치료에 있어 치환물이 안정하게 고정되어 있고 신전 기능이 정상적이라면 비수술적 치료로도 좋은 결과를 보인다(Fig. 4).⁶²⁾ 최근 체계적 고찰 문헌에서 슬개 치환물 주위 골절의 68.8%에서 경과 관찰 및 석고 고정을 통한 비수술적 치료를 통한 치료가 보고되었다. 다만 골유합의 소견이 보일 때까지 신전 상태로의 잠금 보조기 착용이나 석고 고정이 필요하다.⁴⁸⁾ 수술적 치료의 경우는 관혈적 정복 및 내고정술, 절제 성형술(resection arthroplasty), 슬개골 제거술을 골절의 유형과 치환물의 안

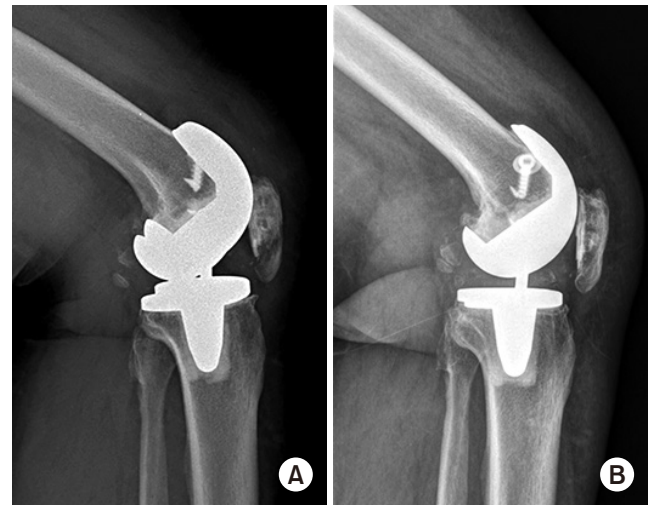


Fig. 4. Patellar fracture with non-operative treatment obtained bony union. (A) Radiograph at the time of injury. (B) Radiograph six months after injury.

정성에 따라서 고려할 수 있다.⁴⁷⁾ 하지만 수술적 치료는 높은 합병증의 발생률을 보일 수 있다.^{48,52,53,62)} 단순한 관혈적 정복 및 내고정술은 불유합, 감염, 고정 실패와 같은 합병증의 발생이 높게 동반할 수 있어 유의하여야 한다. 슬개 치환물 이완이 동반된 골절에서는 이완된 치환물의 제거 후 남아있는 골 두께 및 골질에 따라 재치환술을 결정한다. 만약 10 mm 이상의 적절한 골두께가 남아 있으면 재치환술을 고려할 수 있지만,⁶³⁾ 심한 골결손이 동반되어 있는 경우는 슬개골 절제를 하는 것이 합리적이다.⁴⁷⁾

결론

슬관절 전치환술 후 발생한 치환물 주위 골절은 정형외과 의사들에게 있어서 가장 다루기 어려운 골절 중 하나이다. 특히 노인 환자들의 경우에는 골절 유형의 복잡성과 골질의 취약성, 그리고 동반된 기저 질환 등에 의해서 그 어려움이 가중될 수 있다. 수술적 치료의 목적은 치환물의 안정성을 확보하고, 골절의 정복 및 고정을 통해 골유합을 얻는 것이다. 대퇴골, 경골, 슬개골 각각에 있어 모두 수술적 적응증이나 수술 시 고려할 점들이 다르기 때문에 환자 개개인의 골절 부위 및 양상에 따라 올바른 치료 방법을 정하는 것이 매우 중요하다.

요 약

최근 노인 인구가 증가함에 따라 슬관절 전치환술의 시행이 증가하고 있으며, 이에 따라 치환물 주위 골절의 발생 빈도 또한 증가하고 있다. 골절의 치료 계획을 결정하기 위해서 환자의 나이, 골다공증, 치환물의 고정 상태, 골절의 형태를 철저히 확인하여 치료 방법을 결정해야 한다. 최근에는 비수술적 치료보다는 수술적 치료를 통해 정복 및 안정된 고정을 시행하여 조기의 관절 운동과 보행을 도모한다. 하지만 수술로 인해 발생할 수 있는 불유합, 감염 등의 합병증을 줄이기 위해 적절한 수술적 방법을 선택해야 좋은 예후를 기대할 수 있다. 이 종설에서는 치환물 주위 골절을 대퇴골, 경골, 슬개골로 나누어 각각의 원인 및 위험 인자, 분류 방법 및 치료에 대하여 논의하고자 하였다.

색인 단어: 슬관절, 인공관절, 치환물 주위 골절

ORCID

이병훈, <https://orcid.org/0000-0002-1548-5691>

심재양, <https://orcid.org/0000-0002-2055-6458>

References

- Dennis DA: Periprosthetic fractures following total knee arthroplasty. Instr Course Lect, 50: 379-389, 2001.
- Cordeiro EN, Costa RC, Carazzato JG, Silva Jdos S: Periprosthetic fractures in patients with total knee arthroplasties. Clin Orthop Relat Res, (252): 182-189, 1990.
- Engh GA, Ammeen DJ: Periprosthetic fractures adjacent to total knee implants: treatment and clinical results. Instr Course Lect, 47: 437-448, 1998.
- Chen F, Mont MA, Bachner RS: Management of ipsilateral supracondylar femur fractures following total knee arthroplasty. J Arthroplasty, 9: 521-526, 1994.
- Figgie MP, Goldberg VM, Figgie HE 3rd, Sobel M: The results of treatment of supracondylar fracture above total knee arthroplasty. J Arthroplasty, 5: 267-276, 1990.
- Rorabeck CH, Taylor JW: Periprosthetic fractures of the femur complicating total knee arthroplasty. Orthop Clin North Am, 30: 265-277, 1999.
- Ritter MA, Faris PM, Keating EM: Anterior femoral notching and ipsilateral supracondylar femur fracture in total knee arthroplasty. J Arthroplasty, 3: 185-187, 1988.
- Scott RD: Anterior femoral notching and ipsilateral supracondylar femur fracture in total knee arthroplasty. J Arthroplasty, 3: 381, 1988.
- Bonutti PM, Dethmers D, Ulrich SD, Seyler TM, Mont MA: Computer navigation-assisted versus minimally invasive TKA: benefits and drawbacks. Clin Orthop Relat Res, 466: 2756-2762, 2008.
- Culp RW, Schmidt RG, Hanks G, Mak A, Esterhai JL Jr, Heppenstall RB: Supracondylar fracture of the femur following prosthetic knee arthroplasty. Clin Orthop Relat Res, (222): 212-222, 1987.
- Su ET, DeWal H, Di Cesare PE: Periprosthetic femoral fractures above total knee replacements. J Am Acad Orthop Surg, 12: 12-20, 2004.
- Kim KI, Egol KA, Hozack WJ, Parvizi J: Periprosthetic fractures after total knee arthroplasties. Clin Orthop Relat Res, 446: 167-175, 2006.
- Bong MR, Egol KA, Koval KJ, et al: Comparison of the LISS and a retrograde-inserted supracondylar intramedullary nail for fixation of a periprosthetic distal femur fracture proximal to a total knee arthroplasty. J Arthroplasty, 17: 876-881, 2002.
- Cain PR, Rubash HE, Wissinger HA, McClain EJ: Periprosthetic femoral fractures following total knee arthroplasty. Clin Orthop Relat Res, (208): 205-214, 1986.
- Ostrum RF, Geel C: Indirect reduction and internal fixation of supracondylar femur fractures without bone graft. J Orthop Trauma, 9: 278-284, 1995.
- Bolhofner BR, Carmen B, Clifford P: The results of open reduction and Internal fixation of distal femur fractures using a biologic (indirect) reduction technique. J Orthop Trauma, 10: 372-377, 1996.
- Krettek C, Schandelmaier P, Miclau T, Tschern H: Minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis (MIPPO) using the DCS in proximal and distal femoral fractures. Injury, 28 Suppl 1: A20-A30, 1997.
- Russell GV Jr, Smith DG: Minimally invasive treatment of distal femur fractures: report of a technique. J Trauma, 47: 799-801, 1999.
- Ricci WM, Loftus T, Cox C, Borrelli J: Locked plates combined with minimally invasive insertion technique for the treatment of periprosthetic supracondylar femur fractures above a total knee arthroplasty. J Orthop Trauma, 20: 190-196, 2006.
- Farouk O, Krettek C, Miclau T, Schandelmaier P, Guy P, Tschern H: Minimally invasive plate osteosynthesis: does percutaneous plating disrupt femoral blood supply less than the traditional technique? J Orthop Trauma, 13: 401-406, 1999.
- Herrera DA, Kregor PJ, Cole PA, Levy BA, Jönsson A, Zlotowdzki M: Treatment of acute distal femur fractures above a total knee arthroplasty: systematic review of 415 cases (1981-2006). Acta Orthop, 79: 22-27, 2008.
- DiGioia AM 3rd, Rubash HE: Periprosthetic fractures of the femur after total knee arthroplasty. A literature review and treat-

- ment algorithm. *Clin Orthop Relat Res*, (271): 135–142, 1991.
23. Frigg R, Appenzeller A, Christensen R, Frenk A, Gilbert S, Schavan R: The development of the distal femur Less Invasive Stabilization System (LISS). *Injury*, 32 Suppl 3: SC24–SC31, 2001.
24. Zlowodzki M, Williamson S, Cole PA, Zardiackas LD, Kregor PJ: Biomechanical evaluation of the less invasive stabilization system, angled blade plate, and retrograde intramedullary nail for the internal fixation of distal femur fractures. *J Orthop Trauma*, 18: 494–502, 2004.
25. Murrell GA, Nunley JA: Interlocked supracondylar intramedullary nails for supracondylar fractures after total knee arthroplasty. A new treatment method. *J Arthroplasty*, 10: 37–42, 1995.
26. Lee SS, Lim SJ, Moon YW, Seo JG: Outcomes of long retrograde intramedullary nailing for periprosthetic supracondylar femoral fractures following total knee arthroplasty. *Arch Orthop Trauma Surg*, 134: 47–52, 2014.
27. Pelfort X, Torres-Claramunt R, Hinarejos P, Leal J, Gil-González S, Puig L: Extension malunion of the femoral component after retrograde nailing: no sequelae at 6 years. *J Orthop Trauma*, 27: 158–161, 2013.
28. Jabczynski FF, Crawford M: Retrograde intramedullary nailing of supracondylar femur fractures above total knee arthroplasty. A preliminary report of four cases. *J Arthroplasty*, 10: 95–101, 1995.
29. Rolston LR, Christ DJ, Halpern A, O'Connor PL, Ryan TG, Uggen WM: Treatment of supracondylar fractures of the femur proximal to a total knee arthroplasty. A report of four cases. *J Bone Joint Surg Am*, 77: 924–931, 1995.
30. McLaren AC, Dupont JA, Schroeder DC: Open reduction internal fixation of supracondylar fractures above total knee arthroplasties using the intramedullary supracondylar rod. *Clin Orthop Relat Res*, (302): 194–198, 1994.
31. Maniar RN, Umlas ME, Rodriguez JA, Ranawat CS: Supracondylar femoral fracture above a PFC posterior cruciate-substituting total knee arthroplasty treated with supracondylar nailing. A unique technical problem. *J Arthroplasty*, 11: 637–639, 1996.
32. Freedman EL, Hak DJ, Johnson EE, Eckardt JJ: Total knee replacement including a modular distal femoral component in elderly patients with acute fracture or nonunion. *J Orthop Trauma*, 9: 231–237, 1995.
33. Felix NA, Stuart MJ, Hanssen AD: Periprosthetic fractures of the tibia associated with total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*, (345): 113–124, 1997.
34. Rand JA, Coventry MB: Stress fractures after total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am*, 62: 226–233, 1980.
35. Stuart MJ, Hanssen AD: Total knee arthroplasty: periprosthetic tibial fractures. *Orthop Clin North Am*, 30: 279–286, 1999.
36. Born CT, Gil JA, Johnson JP: Periprosthetic tibial fractures. *J Am Acad Orthop Surg*, 26: e167–e172, 2018.
37. Ruchholtz S, Tomás J, Gebhard F, Larsen MS: Periprosthetic fractures around the knee—the best way of treatment. *Eur Orthop Traumatol*, 4: 93–102, 2013.
38. Haller JM, Kubiak EN, Spiguel A, Gardner MJ, Horwitz DS: Intramedullary nailing of tibial shaft fractures distal to total knee arthroplasty. *J Orthop Trauma*, 28: e296–e300, 2014.
39. Abbas AM, Morgan-Jones RL: Revision total knee arthroplasty for failure of primary treatment of periprosthetic knee fractures. *J Arthroplasty*, 29: 1996–2001, 2014.
40. Berger RA, Meneghini RM, Jacobs JJ, et al: Results of unicompartmental knee arthroplasty at a minimum of ten years of follow-up. *J Bone Joint Surg Am*, 87: 999–1006, 2005.
41. Seeger JB, Jaeger S, Röhner E, Dierkes H, Wassilew G, Clarius M: Treatment of periprosthetic tibial plateau fractures in unicompartmental knee arthroplasty: plates versus cannulated screws. *Arch Orthop Trauma Surg*, 133: 253–257, 2013.
42. Preston S, Somerville L, Lanting B, Howard J: Are nucleated cell counts useful in the diagnosis of infection in periprosthetic fracture? *Clin Orthop Relat Res*, 473: 2238–2243, 2015.
43. Berry DJ: Epidemiology: hip and knee. *Orthop Clin North Am*, 30: 183–190, 1999.
44. Ortiguera CJ, Berry DJ: Patellar fracture after total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am*, 84: 532–540, 2002.
45. Meding JB, Fish MD, Berend ME, Ritter MA, Keating EM: Predicting patellar failure after total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*, 466: 2769–2774, 2008.
46. Gross AE: Periprosthetic fractures of the knee: puzzle pieces. *J Arthroplasty*, 19(4 Suppl 1): 47–50, 2004.
47. Tharani R, Nakasone C, Vince KG: Periprosthetic fractures after total knee arthroplasty. *J Arthroplasty*, 20(4 Suppl 2): 27–32, 2005.
48. Parvizi J, Kim KI, Oliashirazi A, Ong A, Sharkey PF: Periprosthetic patellar fractures. *Clin Orthop Relat Res*, 446: 161–166, 2006.
49. Ritter MA, Herbst SA, Keating EM, Faris PM, Meding JB: Patellofemoral complications following total knee arthroplasty. Effect of a lateral release and sacrifice of the superior lateral geniculate artery. *J Arthroplasty*, 11: 368–372, 1996.
50. Tria AJ Jr, Harwood DA, Alicea JA, Cody RP: Patellar fractures in posterior stabilized knee arthroplasties. *Clin Orthop Relat Res*, (299): 131–138, 1994.
51. Lynch AF, Rorabeck CH, Bourne RB: Extensor mechanism complications following total knee arthroplasty. *J Arthroplasty*, 2: 135–140, 1987.
52. Grace JN, Sim FH: Fracture of the patella after total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*, (230): 168–175, 1988.
53. Clayton ML, Thirupathi R: Patellar complications after total condylar arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*, (170): 152–155, 1982.

54. Willert HG, Ludwig J, Semlitsch M: Reaction of bone to methacrylate after hip arthroplasty: a long-term gross, light microscopic, and scanning electron microscopic study. *J Bone Joint Surg Am*, 56: 1368–1382, 1974.
55. Marmor L: Technique for patellar resurfacing in total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*, (230): 166–167, 1988.
56. Reuben JD, McDonald CL, Woodard PL, Hennington LJ: Effect of patella thickness on patella strain following total knee arthroplasty. *J Arthroplasty*, 6: 251–258, 1991.
57. Bourne RB: Fractures of the patella after total knee replacement. *Orthop Clin North Am*, 30: 287–291, 1999.
58. Windsor RE, Scuderi GR, Insall JN: Patellar fractures in total knee arthroplasty. *J Arthroplasty*, 4 Suppl: S63–S67, 1989.
59. Healy WL, Wasilewski SA, Takei R, Oberlander M: Patellofemoral complications following total knee arthroplasty. Correlation with implant design and patient risk factors. *J Arthroplasty*, 10: 197–201, 1995.
60. Larson CM, McDowell CM, Lachiewicz PF: One-peg versus three-peg patella component fixation in total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*, (392): 94–100, 2001.
61. Hozack WJ, Goll SR, Lotke PA, Rothman RH, Booth RE Jr.: The treatment of patellar fractures after total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*, (236): 123–127, 1988.
62. Keating EM, Haas G, Meding JB: Patella fracture after post total knee replacements. *Clin Orthop Relat Res*, (416): 93–97, 2003.
63. Parvizi J, Seel MJ, Hanssen AD, Berry DJ, Morrey BF: Patellar component resection arthroplasty for the severely compromised patella. *Clin Orthop Relat Res*, (397): 356–361, 2002.