

## 슬관절 전치환술 후 발생한 삽입물 주위 골절 시 슬관절 재치환술을 이용한 치료법 (Revision Total Knee Arthroplasty in the Treatment of Periprosthetic Fracture around the Knee)

김강일 · 조계열 · 강동근

강동경희대학교병원 관절 · 류마티스센터 정형외과

### 서 론

평균 수명의 증가와 고령화 사회 추세에 따라 슬관절의 퇴행성 관절염 같은 만성 질환이 증가하고 이에 따라 슬관절 전치환술을 시행받는 환자가 증가하고 있다. 슬관절 전치환술의 빈도 증가뿐만 아니라 슬관절 전치환술을 받은 환자의 여명 증가 및 슬관절 전치환술 후 활발한 활동으로 삽입물 주위 골절이 더욱 증가할 것으로 생각되고 있다.<sup>1,5~7,14)</sup>

삽입물 주위 골절은 시기적으로 인공 관절 수술 중과 수술 후에 발생할 수 있고 수술 후 일상 생활도중 발생하는 경우가 더욱 흔하다.<sup>1,7,14,18,21)</sup> 해부학적 위치상으로는 대퇴골, 경골, 슬개골 모두에서 발생할 수 있으나, 대퇴골의 과상부에서 가장 호발하는 것으로 보고되고 있다.<sup>1,14,21)</sup>

이러한 삽입물 주위 골절에 대한 치료는 다음과 같은 다양한 이유로 치료에 어려움이 따르는 경우가 많다.<sup>6~8,10~15)</sup> 첫째, 대부분의 경우 고령으로 인한 골다공증과 치환물 주위의 골용해 (osteolysis)로 인해 골절의 정복과 고정이 힘들 정도의 불량한 골질을 가지고 있다. 둘째, 고령으로 인한 노화 현상 및 전신 상태 불량으로 골절 치유가 저해되어 있다. 셋째, 치환물로 인해 금속 내고정물의 사용이 용이하지 않다. 넷째, 치환물의 위치나 고정 상태에 따라서 다양한 치료 방침이 필요하다. 다섯째, 동반된 인대 손상은 슬관절을 불안정하게 만들 수 있으며, 잠재된 문제점이 있음에도 불구하고 구속형 치환물의 사용이 필요할 수 있다.<sup>2,6,10,25)</sup>

이러한 문제점들을 잘 이해하고 골절의 양상에 맞는 적절한 치료를 결정할 수 있다면 궁극적인 목적인 골절의 치유와 함께 적절히 정렬된 통증 없는 슬관절로 회복될 수 있을 것이고 양호한 기능의 회복을 얻을 수 있겠다.

### 발생률 (Incidence)

지금까지 조사된 가장 큰 역학적 조사인 Berry<sup>1)</sup>의 Mayo Clinic total joint registry에 의한 분석에 의하면 슬관절 전치환술 후 삽입물 주위 골절 중 대퇴골 골절이 가장 흔하고, 다른 연구들도 역시 비슷한 결과를 보고하고 있다.<sup>10,12,19,23,26)</sup> Berry의 조사에 의하면 대퇴골 골절은 일차 슬관절 전치환술의 경우는 수술 중 0.1%, 수술 후 0.9%였고, 재치환술의 경우는 수술 중 0.8%, 수술 후 1.6%로 수술 후 발생이 많았다<sup>1)</sup>. 다른 조사들을 살펴보면 일차 수술 후 발생한 경우는 0.3~2.5%의 빈도를 보였고, 재치환술 후 발생한 경우는 1.6~38%의 다소 높은 빈도를 보였다.<sup>10,12,19,23,26)</sup> 다음으로 경골 골절은 Berry의 조사에 따르면 일차 슬관절 전치환술의 경우는 수술 중 0.7%, 수술 후 0.4%였고, 재치환술의 경우는 수술 중 0.8%, 수술 후 0.9%였다<sup>1)</sup>. 이후 Felix 등은 Mayo clinic에서 시행한 17,727예의 슬관절 전치환술을 분석하여 경골 골절은 수술 중 0.1%, 수술 후 0.4%의 빈도로 발생하였음을 보고하였다<sup>7)</sup>. 이런 경골 골절 역시 재치환술 시 발생률은 증가하는 경향을 보인다<sup>7)</sup>.

통신저자 : 김 강 일

서울시 강동구 동남로 892  
강동경희대학교병원 관절 · 류마티스센터 정형외과  
Tel : 02-440-6151 · Fax : 02-440-6296  
E-mail : drkim@khu.ac.kr

Address reprint requests to : Kang-Il Kim, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Center for Joint Diseases and Rheumatism, Kyung Hee University Hospital at Gangdong, 892, Dongnam-ro, Gangdong-gu, Seoul 134-727, Korea  
Tel : 82-2-440-6151 · Fax : 82-2-440-6296  
E-mail : drkim@khu.ac.kr

## 삽입물 주위 골절의 분류 (Classification of periprosthetic fractures)

### 1. 대퇴 삽입물 주위 골절 (Periprosthetic femoral fracture)

삽입물 주위 골절 중 가장 흔하며, 치료가 어려운 골절은 대퇴골 원위 1/3 (15 cm) 부위에서 발생하는 대퇴골 과상부 골절이다. 이러한 골절은 일반적으로 저에너지 손상으로 발생한다<sup>10)</sup>. 스템이 있는 대퇴 삽입물을 사용한 경우에는 충격이 스템의 끝부분이나 근위부 지역으로 전달되기 때문에 좀더 근위부에서 골절이 발생하게 된다<sup>25)</sup>.

Rorabeck과 Taylor는 골절의 전위 정도와 대퇴 삽입물의 고정 상태에 기초하여 대퇴골 과상부 주위 골절을 분류하였다<sup>24)</sup>. 세 가지 유형으로 분류하였고 제I형은 골절의 전위가 없는 경우, 제II형은 삽입물의 해리 없이 골절의 전위가 5 mm 이상이거나 5도 이상의 각변형이 있는 경우, 제III형은 골절의 전위 여부와 관계없이 삽입물의 해리가 동반된

경우이다.

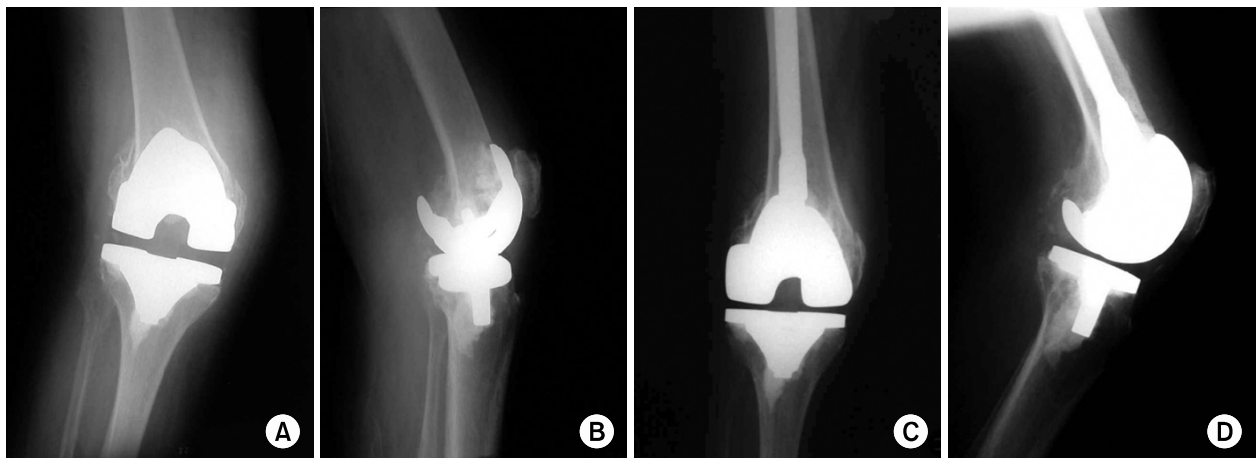
그 외에 여러 분류법이 제안되었는데, Kim 등은 새로운 Rothman institute 분류를 기술하였다<sup>14)</sup>. 이 분류법은 골절의 치료법을 결정하기 위한 근거에 초점을 두고 각 유형으로 나누었고, 특히 골절 원위부의 골량과 골질, 삽입물의 고정 상태 및 위치, 골절의 정복가능성을 기준으로 하였다 (Table 1)<sup>14)</sup>.

크게 세 가지 형태의 골절로 나누었고, 제I형은 A와 B의 두 아형이 있다. 각 유형에 따라 치료 방법이 결정되게 된다. 각 유형별로 살펴보면 제I형은 삽입물이 적절한 위치에 잘 고정되어 있고 골절 원위부의 골량이 충분한 경우로 제IA형은 골절이 전위가 거의 없거나 쉽게 정복할 수 있어 보존적으로 치료하거나 최소 침습적 금속판 고정술 (Minimally invasive plate osteosynthesis, MIPO)이 가능한 골절이다. 제IB형은 골절의 정복이 힘든 경우로 정복 후 내고정술이 필요한 경우이다. 제II형은 골절의 정복가능성에 관계없이 골절 원위부의 골량은 충분하나 대퇴 삽입물이 부적절한 위치로 존재하거나 해리된 경우로 긴 스템을 이용

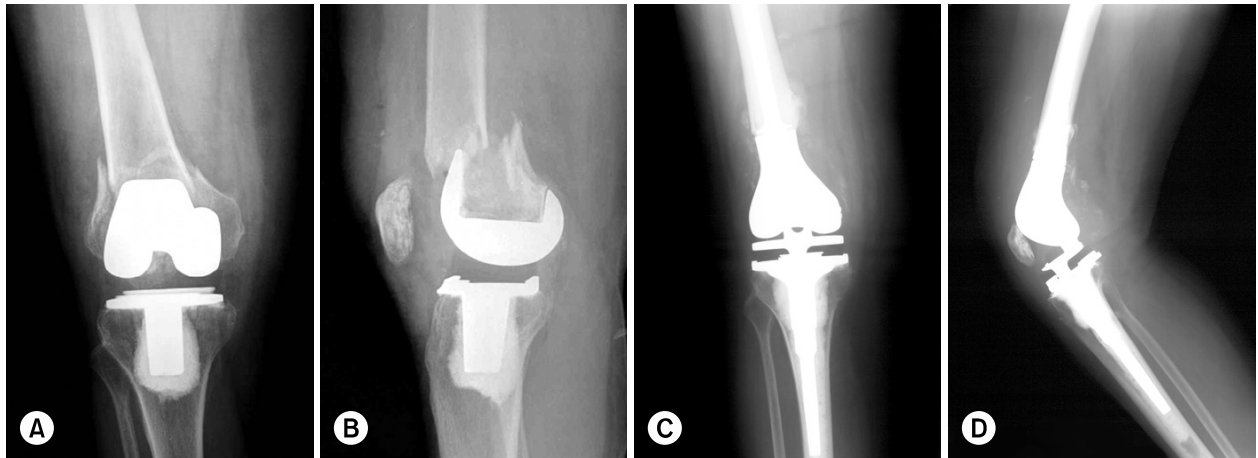
**Table 1.** Classification for postoperative periprosthetic femoral fractures

Type	Fracture reducible	Bone stock in distal fragment	Component well positioned and well fixed	Treatment
IA	Yes	Good	Yes	Conservative treatment/MIPO*
IB	No	Good	Yes	Surgical fixation
II	Yes/No	Good	No	Revision with long stem component
III	Yes/No	Poor	No	Prosthetic replacement

\*MIPO: minimally invasive plate osteosynthesis.



**Fig. 1.** (A, B) Initial radiographs show a type II periprosthetic femoral fracture with a very distal location. Intraoperatively, the loose femoral component was recognized and was needed to be revised. (C, D) Since the tibial component was stable, only the femoral side was revised using a long stem component which was cemented to the metaphysis and press fit into the diaphysis.



**Fig. 2.** (A, B) Initial radiographs show a type III periprosthetic femoral fracture in an 82 years old female with severe osteoporosis. A distal femoral replacement was performed because of small size and poor bone quality of the distal fragment. Also since the tibial component was malpositioned (varus fitting) tibial revision was performed simultaneously. (C, D) After a distal femoral replacement postoperative radiographs show good alignment.

**Table 2.** Classification for postoperative periprosthetic tibial fractures

Major anatomic pattern	Subcategory
I. Tibial plateau	A. Well fixed prosthesis
II. Adjacent to stem	B. Loose prosthesis
III. Distal to prosthesis	C. Intraoperative
IV. Tibial tubercle	

한 삽입물의 재치환술 (Revision with long stem component)로 치료할 수 있다 (Fig. 1). 제III형은 역시 골절의 정복 가능성에 상관없이 기존의 삽입물을 지지하거나 고정하기에 골절이 불량하고 대퇴 삽입물이 부적절한 위치로 존재하거나 해리된 경우로 원위 대퇴 삽입물 재치환술 (Distal femoral replacement) 등으로 치료할 수 있다 (Fig. 2).

## 2. 경골 삽입물 주위 골절 (Periprosthetic tibial fracture)

경골 삽입물 주위 골절은 슬관절 전치환술이 도입된 초기에는 상대적으로 빈번하게 발생하였다<sup>16,22)</sup>. 하지만 인공관절 디자인의 발전과 더불어 용골 (keel) 또는 짧은 스템의 경골 삽입물이 사용되면서 발생빈도는 현저히 감소하였다<sup>16)</sup>. 이론적으로 keeled stem의 보편적인 사용과 비골의 존재는 경골근위부가 회전력과 전단력에 저항할 수 있게 하여 대퇴골보다 골절에 대한 기계적인 장점이 있을 수 있다. Felix 등은 102예의 경골 삽입물 주위 골절을 분석하여, 삽입물의 고정 및 해부학적인 위치에 따라 분류하였다 (Table 2)<sup>7)</sup>.

제I형은 경골 고정부에 발생하고 가장 흔하게 발생하며,

이는 경골 삽입물의 내반 부정정렬 혹은 해리로 인해서 발생하는 스트레스 골절로 생각된다. 이러한 골절은 경골 삽입물의 keel 혹은 스템이 없던 초기 디자인의 슬관절 전치환술에서 흔하게 발생하였다. 제II형은 두 번째로 흔하게 발생하며, 외상에 의한 경우로 삽입물 스템 주위로 골절이 생기는 경우이다. 광범위한 골용해가 있을 때 이러한 유형의 골절이 생기는 것으로 생각된다 (Fig. 3). 제III형은 삽입물 원위부에 발생하며, 삽입물의 해리로 이어지지 않는 경우이다. 제IV형은 경골 결절부를 포함하는 골절로 극히 드물게 발생한다 (Fig. 4).

## 치료 방법 - 슬관절 재치환술에 한하여 (Treatment option - Revision arthroplasty)

슬관절 전치환술 후 삽입물 주위 골절의 치료는 그 분류에 따라 다양한 술식과 고정 기구가 사용되고 있으나 여기에서는 슬관절 재치환술을 하는 경우에 한하여 살펴보도록 하겠다.

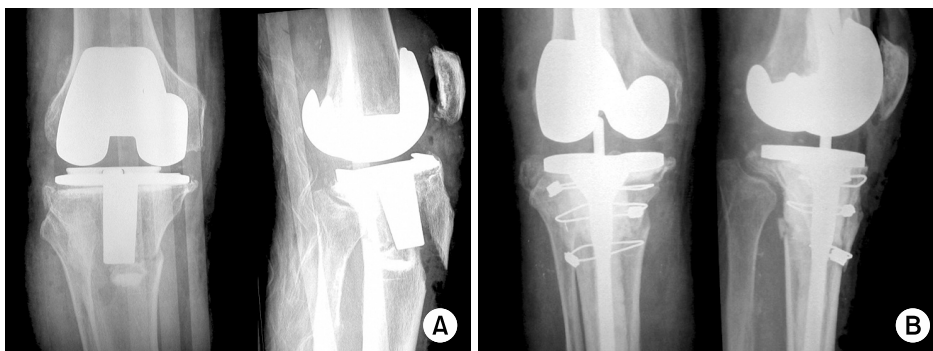
Rothman institute 분류에 의하면 제II형과 제III형에서 슬관절 재치환술을 고려해야 한다. 우선 제II형의 경우는 충분한 골량을 가지나 삽입물의 해리가 있거나 삽입물의 위치가 부적절한 경우로 골절의 고정과 함께 긴 스템을 이용한 삽입물을 사용하여 재치환술을 시행할 수 있다<sup>14)</sup>. 필요한 경우는 골편간 나사못 고정이나 작은 금속판을 덧대는 것도 동시에 해야 한다. 스템은 골절 부위를 지나서 적어도 피질골 직경의 두 배 이상의 길이는 되어야 하며 이럴 때 충분한 축성 및 회전성 변형력에 대한 안정성을 가질



**Fig. 3.** (A) Anteroposterior and lateral radiographs show a type IIB periprosthetic tibial fracture. Severe osteolysis around tibial stem is observed.

(B) Revision arthroplasty with a cemented long stem component was performed.

(C) After 6 years postoperatively the followup radiographs show healed fracture site.



**Fig. 4.** (A) Initial radiographs show a type IVB periprosthetic tibial fracture with component loosening.

(B) This fracture was treated with revision arthroplasty using constrained prosthesis and cerclage wiring of the tibial tubercle.

수 있다<sup>4,25)</sup>. 이런 치료 방법은 충분한 골량을 가지고 있으나 매우 심한 분쇄골절이 있을 때 선택될 수 있다. 이러한 경우에서의 재치환술의 결과는 다양하게 보고되고 있다<sup>2,3,13,17,20)</sup>. 제III형은 골량도 좋지 않고 삽입물의 해리가 있거나 삽입물의 위치가 좋지 않은 경우로 치료하기가 매우 어렵다. 골절의 위치가 원위부에 치우쳐져 있는 경우 골량이 매우 적는데 이런 경우 가능한 하나의 치료방법은 원위 대퇴 치환술 (Distal femoral replacement)로 상대적으로 쉬운 술식이고 고령이거나 활동성이 다소 떨어지는 환자에게 적합한 방법이다<sup>14,15,20)</sup>. 이와는 다르게 골절의 위치가 다소 근위부에 있으나 골용해가 심해서 골절이 매우 불량한 경우 원위 대퇴 치환술로는 적합치 않고 긴 스템을 사용한 재치환술을 고려해야 하는데 심한 골용해를 처리하기 위해서는 시멘트를 사용해서 보강하는 방법이 불가피한

경우도 있을 수 있다. 그러나 젊은 환자의 경우는 구속형 삽입물의 잠재적인 문제점인 해리 때문에 다른 치료 방법을 고려하는 것이 좋다. 젊은 환자에 있어서 치료의 목적은 골량을 보존하는 것이다. 두 가지 방법을 고려할 수 있는데, 첫 번째 방법은 관절 절제성형술과 골절 고정 후 지연해서 시행하는 재치환술이다. 이 치료의 문제점은 슬관절의 장기간의 고정이 필요하고 상당한 기능적인 제한이 유발될 수 있으며 추후 슬관절 강직의 가능성이 있다는 점이다. 또한 두 단계의 수술 방법으로 지연된 슬관절 재치환술이 필요하다. 두 번째 방법은 동종골-삽입물 복합체 (Allograft-prosthesis composite, APC)를 사용하여 수술하는 것이다<sup>29)</sup>. 이 방법은 한 번의 수술로 가능하고, 조기에 거동이 가능하며, 내과적 합병증의 발생을 줄일 수 있고, 술 후 슬관절 강직의 가능성을 낮출 수 있는 장점이 있다<sup>8,9,15,29)</sup>.

하지만 감염의 가능성이 높으며, 이식골의 흡수, 삽입물의 해리 및 술식의 기술적 어려움 등의 단점이 있다.

술 후 발생하는 경골 삽입물 주위 골절에 대한 치료 방법은 아직 정립되지는 않았다<sup>7,28)</sup>. 삽입물의 해리가 있거나 부적절한 위치의 스템에 발생한 골절의 전위는 일반적으로 수술적 치료를 요한다<sup>6)</sup>. 제I형의 경우 경골 삽입물의 내반 부정정렬이 발생할 수 있기 때문에 일반적으로 재치환술이 고려된다<sup>22)</sup>. 대개는 내측 경골 고평부의 결손에 대한 금속 또는 골 보강물의 사용이 필요하다. 단단하게 잘 고정되어 있고 전위가 거의 없는 제II형의 경우 일반적으로 보존적 치료가 추천된다<sup>6)</sup>. 전위가 발생하거나 삽입물의 해리가 동반된 경우에는 긴 스템을 이용한 재치환술이 필요하다 (Fig. 4)<sup>22)</sup>. 광범위한 골 소실이 있는 경우에는 구조적 동종골 혹은 중앙대치물의 사용이 필요하다<sup>9)</sup>.

### 치료결과 (Treatment outcome)

긴 스템의 삽입물을 이용하여 골절을 안정화시키고 동시에 재치환술을 시행한 결과에 대해 다양한 논문들이 발표되었다<sup>2,3,13,17)</sup>. McLaren 등<sup>17)</sup>은 이러한 방법으로 시행한 25명의 환자 중 24명에서 만족할 만한 결과를 얻었다고 하였고, 또 다른 연구에서 Keenan 등<sup>13)</sup>은 주문 제작한 (custom made) 삽입물을 사용하여 7예 전부에서 우수한 결과를 보고하였다. 급성 골절에 대한 재치환술은 조기 거동, 빠른 회복, 좀 더 좋은 기능적 결과 및 더 좋은 슬관절 운동범위를 가능하게 한다<sup>3)</sup>. 원위 대퇴 치환술 (Distal femoral replacement)에 대한 결과 보고는 많지 않다. Springer 등<sup>27)</sup>은 삽입물 주위 골절과 이후 불유합 등의 합병증이 있을 때 원위 대퇴 치환술을 시행한 결과에 대해 관절 운동 범위, 미국 슬관절 학회 점수 (Knee Society Score, KSS) 등의 의미 있는 호전을 보고하였으나, Mortazavi 등<sup>20)</sup>은 원위 대퇴 치환술을 시행한 22예 중 추시가 가능하였던 18예의 결과에 대해 미국 슬관절 학회 점수를 기준으로 하였을 때 무릎 점수는 13예에서 매우 우수 또는 우수였으나 기능 점수는 1예에서만 우수였고 14예에서는 불량하였다고 하였고, 10예에서 술 후 합병증이 있었고 5예에서는 추가적인 수술이 필요하였다고 보고하였으나 무릎의 통증을 감소시키고 안정성을 회복하며 관절 운동 범위를 회복시키는데 성공적이었다고 하였다. 그 외에 다른 치료 방법인 APC의 결과를 보고한 논문은 많지 않으나<sup>6,8,9,15)</sup> Kraay 등<sup>15)</sup>은 큰 분절의 원위 대퇴골 동종골 이식술이 필요한 7예를 보고하였다. 대부분의 환자에서 만족스러운 결과를 얻었으나 두 명의 환자에서부터 골유합을 얻었다고 하였고, 두 명의 환자에서 최종 추시시까지 지속적인 불안정성 때문에 슬관절 보조기가 필요하였다고 한다.

### 결론

슬관절 전치환술 후 발생한 삽입물 주위 골절은 일반적인 골다공증을 동반한 슬관절 주위 골절과는 다른 치료적 접근이 필요하다. 첫째, 골절 발생 전의 슬관절의 상태에 대해 이는 노력이 필요하다. 이는 환자 및 가족에게 문진을 하거나 수술한 병원에 문의하거나 방사선 사진을 보고 판단이 가능하며 반드시 인공 관절 전문가와 술전 상의가 필요하다. 둘째는 일반적인 슬관절 주위 골절의 치료와 마찬가지로 슬후 슬관절의 올바른 정렬을 골절의 치유와 함께 얻을 수 있는 것이 필요하다. 만약 관절의 유합이 정상적으로 되었다고 가정할 경우에도 하지의 정렬이 바르지 않다면 재치환술을 고려하여야 한다. 따라서 적절한 인대 균형과 굴곡-신전의 정상적인 운동 범위가 유지되고, 방사선적인 인공 삽입물의 해리 (이완)나 주위 골용해가 의미 있게 발생하지 않은 경우에 일반적인 슬관절 주위 골절의 치료법으로 접근이 가능하고 좋은 결과를 얻을 수 있다. 또한 아무리 골량이 불량할지라도 젊은 환자의 경우는 치환술보다는 뼈를 최대한 보존하려는 노력을 해야 한다. 그러나 상기한 전제 조건이 충족치 않거나 골절의 발생이 삽입물 내에 위치하여 적절한 고정물이 용이치 않을 경우에는 조기 보행을 가능하게 하고 빠른 기능 회복을 도모할 수 있으며 내과적 합병증을 감소시킬 수 있기 때문에 재치환술을 이용한 치료법이 권장된다. 또 한가지는 이러한 경우 술식이 매우 어렵고 재건술이 성공적이지 못하거나 감염이 발생하는 경우 환자의 남은 여생은 고난의 연속일 수밖에 없으므로 이에 대한 정확한 적응증, 올바른 환자의 선택, 세심한 수기가 필수적인 것은 다시 강조해도 지나침이 없다.

### 참고문헌

- 1) Berry DJ: Epidemiology: hip and knee. Orthop Clin North Am, 30: 183-190, 1999.
- 2) 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.
- 3) 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.
- 4) Della Valle CJ, Haidukewych GJ, Callaghan JJ: Periprosthetic fractures of the hip and knee: a problem on the rise but better solutions. Instr Course Lect, 59: 563-575, 2010.

- 5) **Dorr LD**: Fractures following total knee arthroplasty. *Orthopedics*, **20**: 848-850, 1997.
- 6) **Engh GA, Ammeen DJ**: Periprosthetic fractures adjacent to total knee implants: treatment and clinical results. *Instr Course Lect*, **47**: 437-448, 1998.
- 7) **Felix NA, Stuart MJ, Hanssen AD**: Periprosthetic fractures of the tibia associated with total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*, **345**: 113-124, 1997.
- 8) **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.
- 9) **Ghazavi MT, Stockley I, Yee G, Davis A, Gross AE**: Reconstruction of massive bone defects with allograft in revision total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am*, **79**: 17-25, 1997.
- 10) **Healy WL, Siliski JM, Incavo SJ**: Operative treatment of distal femoral fractures proximal to total knee replacements. *J Bone Joint Surg Am*, **75**: 27-34, 1993.
- 11) **Hirsh DM, Bhalla S, Roffman M**: Supracondylar fracture of the femur following total knee replacement. Report of four cases. *J Bone Joint Surg Am*, **63**: 162-163, 1981.
- 12) **Inglis AE, Walker PS**: Revision of failed knee replacements using fixed-axis hinges. *J Bone Joint Surg Br*, **73**: 757-761, 1991.
- 13) **Keenan J, Chakrabarty G, Newman JH**: Treatment of supracondylar femoral fracture above total knee replacement by custom made hinged prosthesis. *Knee*, **7**: 165-170, 2000.
- 14) **Kim KI, Egol KA, Hozack WJ, Parvizi J**: Periprosthetic fractures after total knee arthroplasties. *Clin Orthop Relat Res*, **446**: 167-175, 2006.
- 15) **Kraay MJ, Goldberg VM, Figgie MP, Figgie HE 3rd**: Distal femoral replacement with allograft/prosthetic reconstruction for treatment of supracondylar fractures in patients with total knee arthroplasty. *J Arthroplasty*, **7**: 7-16, 1992.
- 16) **Lotke PA, Ecker ML**: Influence of positioning of prosthesis in total knee replacement. *J Bone Joint Surg Am*, **59**: 77-79, 1977.
- 17) **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.
- 18) **Meek RM, Norwood T, Smith R, Brenkel IJ, Howie CR**: The risk of peri-prosthetic fracture after primary and revision total hip and knee replacement. *J Bone Joint Surg Br*, **93**: 96-101, 2011.
- 19) **Merkel KD, Johnson EW Jr**: Supracondylar fracture of the femur after total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am*, **68**: 29-43, 1986.
- 20) **Mortazavi SM, Kurd MF, Bender B, Post Z, Parvizi J, Purtill JJ**: Distal femoral arthroplasty for the treatment of periprosthetic fractures after total knee arthroplasty. *J Arthroplasty*, **25**: 775-780, 2010.
- 21) **Parvizi J, Jain N, Schmidt AH**: Periprosthetic knee fractures. *J Orthop Trauma*, **22**: 663-671, 2008.
- 22) **Rand JA, Coventry MB**: Stress fractures after total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am*, **62**: 226-233, 1980.
- 23) **Ritter MA, Faris PM, Keating EM**: Anterior femoral notching and ipsilateral supracondylar femur fracture in total knee arthroplasty. *J Arthroplasty*, **3**: 185-187, 1988.
- 24) **Rorabeck CH, Taylor JW**: Classification of peri-prosthetic fractures complicating total knee arthroplasty. *Orthop Clin North Am*, **30**: 209-214, 1999.
- 25) **Rorabeck CH, Taylor JW**: Periprosthetic fractures of the femur complicating total knee arthroplasty. *Orthop Clin North Am*, **30**: 265-277, 1999.
- 26) **Schröder HM, Berthelsen A, Hassani G, Hansen EB, Solgaard S**: Cementless porous-coated total knee arthroplasty: 10-year results in a consecutive series. *J Arthroplasty*, **16**: 559-567, 2001.
- 27) **Springer BD, Sim FH, Hanssen AD, Lewallen DG**: The modular segmental kinematic rotating hinge for nonneoplastic limb salvage. *Clin Orthop Relat Res*, **421**: 181-187, 2004.
- 28) **Thompson NW, McAlinden MG, Breslin E, Crone MD, Kernohan WG, Beverland DE**: Periprosthetic tibial fractures after cementless low contact stress total knee arthroplasty. *J Arthroplasty*, **16**: 984-990, 2001.
- 29) **Wong P, Gross AE**: The use of structural allografts for treating periprosthetic fractures about the hip and knee. *Orthop Clin North Am*, **30**: 259-264, 1999.