Review J Korean Orthop Assoc 2010; 45: 335-341 • doi:10.4055/jkoa.2010.45.5.335 www.jkoa.org

# 슬관절 치환술 후 감염의 치료

## Treatment of Infections after Total Knee Arthroplasty

경희수 • 문종욱
경북대학교 의학전문대학원 정형외과학교실

일차 슬관절 전치환술 후 감염률은 1–2%, 재치환술 후 감염률은 4–8%로 알려져 있고 내성 균주의 출현 빈도가 증가함에 따라 인공 관절 감염의 치료가 더욱 복잡해지고 있다. 감염은 역학적(epidemiologic) 3요소(세균–숙주–환경)의 불균형으로 인하여 발생한다. 슬관절 치환술 후 감염의 치료 목표는 동통을 없애고 관절 기능을 회복시키며 감염을 제거하는 것이다. 치료 과정은 전반적인 예후, 동반 질환, 골질의 적절성, 연부 조직 피복, 신전 기전의 상태, 기능에 대한 환자의 기대치 등을 고려하여 환자 개개인에 맞추어 이루어져야 한다. 좋은 결과를 얻기 위해서는 술 전 계획을 철저히 세우고, 수술 전에 필요한 정보(이전 수술 시의 진단, 수술한 날짜, 치환물의 종류, 이전에 사용했던 항생제의 종류, 첫 수술 후 재치환술까지의 기간, 절제 정도, 발생 가능한 합병증 등)를 최대한 확보해야 한다.

**색인단어:** 슬관절 치환술, 감염, 치료

## 서 론

슬관절 전치환술 후 임상적 성공률은 10년 추시 90% 이상으로 알려져 있지만 감염된 환자의 수는 슬관절 전치환술이 시행되는 만큼 증가하고 있는 추세이다.[1-3] 슬관절 치환술 후 재치환술을 한 경우 5년 이내의 조기 실패 확률은 63% 정도로 알려져 있으며 그 중 감염이 38%로 가장 많은 원인으로 알려져 있다.[4] 저항균주의 빈도가 증가하여 전치환술 후 감염의 문제를 더욱 복잡하게 만든다. 예방적 항생제 사용때문에 감염의 빈도가 점차 줄고 있지만 감염은 가장 심각한 합병증 중 하나이며 감염률은 1차 치환술의 경우1-2%, 재치환술의 경우 4-8%로 알려져 있다.[5-10]

감염을 일으키는 세 가지 요소로는 세균(bacteria), 숙주(host), 환경(environment)이 있으며 이 세 요소의 불균형으로 감염이 발생한다. 가장 흔한 *Staphylococcus aureus*는 세포 내에서 생존할 수 있는 미생물로 알려져 있으며 두 가지 기전에 의해 가능하다. 첫 번째는 생체피막(biofilm)을 만들어서 부착(adherence)되고 또 하나는 세포 내에 침투(cellular invasion)하여 서서히 자라서 세포를 죽이는 기전이다.[11] 생체피막(biofilm)은 세균의 피막외 구조물로 삽입물(implant)의 표면에 화학적 결합을 통해 붙어 있어서 일반적인 농도의 항생제로는 생체피막(biofilm)을 박멸하는데 효과적이지 않은 것으로 알려져 있다.

감염된 인공 슬관절 치료의 목표는 감염을 박멸시키고 통증을 회복하며 안정적이고 기능적인 관절을 만드는 것이며 Segawa 등[12]은 2년 동안 임상적으로 감염이 없고 인공관절 치환술 후 기능적인 관절을 회복하는 것을 성공적인 치료로 보고하였다. 기능적이라는 정의는 최소한의 통증으로 보행할 수 있고 방사선학적으로 치환물의 이완이 없는 것을 말한다.

효과적인 감염치료를 위해서는 정형외과의사, 성형외과의사, 감염내과의사의 통합적인 노력이 필요하다. 성공적인 치료는 시간이 오래 걸리고 비용이 많이 들고, 지연된 진단은 골소실을 증가시키고, 결과가 좋지 않은 구제술을 하여야 하는 경우가 많고, 절단술의 위험이 증가되고, 술자의 부담이 많아질 수 있다.[13] 슬관절 전치환술 후 감염은 환자 및 술자에 심각한 합병증이므로 환자의 상태에 따라 치료 방침을 결정해야 한다. 예방적 항생제 사용, 수술시간의 최소화, 세심한 수술 수기를 통한 감염이 발생되지 않도록 최선을 다해야 한다. 그리고 환자의 위험 요소를 철저히 조사하고, 내과적 질환은 수술 전에 처치되어야 한다.

## 감염의 분류

감염 시점과 임상 증상에 따라 4가지 형으로 분류한다(Table 1).[14,15]

**접수일** 2010년 4월 18일 **게재확정일** 2010년 5월 18일
**교신저자** 경희수
대구시 중구 삼덕 2가 50, 경북대학교병원 정형외과
**TEL** 053-420-5636, **FAX** 053-422-6605
**E-mail** hskyung@knu.ac.kr

 Copyrights © 2010 by The Korean Orthopaedic Association

"This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited."

Table 1. Classification and Treatment of Infected Total Knee Arthroplasty

| Type | Presentation | Definition | Treatment |
|---|---|---|---|
| I | Acute postoperative infection | Acute infection within 4 weeks after the operation | Debridement with retention of the prosthesis, intravenous antibiotics |
| II | Late chronic infection | Chronic indolent infection , ≥4 weeks after the operation | Two-stage revision |
| III | Acute hematogenous infection | Acute onset of infection at the site of a previously well-functioning joint replacement | Debridement with retention of the prosthesis, intravenous antibiotics |
| IV | Positive intraoperative culture | ≥2 positive intraoperative cultures | A course of appropriate antibiotics |

제1형: 초기 수술 후 감염(Early postoperative infection)

첫 수술 후 4주 이내에 발생하는 표재성 또는 심부 감염이 모두 포함된다. 표재성 감염은 변연절제술과 항생제로 치료하는 반면, 심부 감염은 치환물은 그대로 두고 항생제 염주를 넣고 폴리에틸렌 삽입물을 교체한 후 항생제 정맥주사 요법으로 치료할 수 있다.

제2형: 후기 만성 감염(Late chronic infection)

첫 수술 후 4주 이후에 발생한 감염으로서 대개 동통이 악화되고 치환물의 해리 소견을 보인다. 항생제 함유 시멘트 스페이서(spacer)를 사용하여 2단계 재치환술로 치료하는 것이 원칙이다.

제3형: 급성 혈행성 감염(Acute hematogenous infection)

이전에 잘 기능하고 있던 인공 관절에서 균혈증으로 인하여 발생한다. 치환물의 해리가 없으면 치환물은 그대로 두고서 변연절제술을 시행하고 폴리에틸렌 삽입물을 교체한 후 항생제 정맥주사 요법으로 치료할 수 있다.

제4형: 임상적으로 분명한 감염은 없으나 수술 중 배양 검사상 양성인 경우(Positive intraoperative culture)

분명한 감염은 없으나 무균성 해리가 의심되어 재치환술을 하면서 수술 중에 시행한 배양 검사 결과가 양성인 경우로서 항생제 정맥주사 요법으로 치료할 수 있다.

## 치 료

일반적인 치료 경과를 보면 수 차례의 수술과 장기간의 항생제 정맥주사 요법이 필요하다. 수술적 치료의 범위는 감염의 표재성/심부 여부와 급성/만성 여부에 달려 있다. 만성 감염에서는 바이오필름의 형성이 특징적인 반면 초기 수술 후 감염과 급성 혈행성 감염에서는 바이오필름의 형성이나 치환물의 해리와 관련성이 적어서 치환물을 제거하지 않고서도 치료할 수 있는 가능성이 많다.

### 1. 초기 표재성 감염

연부 조직에 대하여 세심하게 변연절제술을 시행하고 항생제 치료를 하면서 균 배양 검사를 하고 배액하여 치료한다. 변연절제술은 피부 가장자리를 타원형으로 절제하여 피하 지방과 관절 낭까지 포함시키는 것이 좋다. 모든 배농 동은 일차 봉합 전에 소파하여 절제해야 한다. 창상은 철저히 세척해야 하고 항생제를 함유한 시멘트 염주를 넣고 봉합한다. 2주 후에 별도의 작은 절개를 통하여 시멘트 염주를 제거하고 항생제 정맥주사 요법을 2주간 더 시행한다.[16]

### 2. 초기 심부 감염 및 급성 혈행성 감염

변연절제술 및 치환물 보존(debridement with prosthesis retention) 법으로 치료할 수 있는데 적응증은 감염 증상이 4주 이내의 짧은 경우, 항생제 감수성이 있는 그람 양성인 균주, 수술 후에 지속적인 배농이 없는 경우, 방사선학적으로 이완이나 감염의 증거가 없는 경우에 할 수 있다.[12,17-20] 하지만 성공적인 결과를 얻기 위해서 가장 중요한 요소는 증상이 생긴 이 후 48시간 이내에 치료를 하면 좋은 결과를 얻을 수 있다고 한다.

일반적으로 관절경적 변연절제술보다는 개방성 변연절제술이 선호되는데 이는 관절의 후방과 폴리에틸렌의 뒷면(back-side)을 잘 씻어낼 수 있기 때문이다. 반흔은 타원 형태로 절제하고 이전 절개선을 이용하여 관절낭 절개술을 시행한다. 활액막을 절제하고 감염된 모든 연부 조직에 대하여 변연절제술을 시행한다. 활액과 활액막에 대해서는 그람 염색과 배양 검사를 시행한다. 폴리에틸렌 삽입물을 제거하고 후방에서 위막(pseudomembrane)과 생존이 불가능한 모든 조직을 제거한다. 거터(gutter) 역시 변연절제술을 시행한다. 창상은 항생제를 섞은 생리 식염수로 철저히 세척하고 새 폴리에틸렌 삽입물로 교체한다. 항생제 염주를 양측 거터에 위치시키고 절개된 관절을 봉합한다. 2주간 부목 고정 후에 관절 운동을 시작한다. 시멘트 염주는 2주 후에 작은 절개를 통하여 제거한다. 처음 변연절제술 후 2주 이내에 균 배양을 재실시하여 결과에 따라 재차 변연 절제술을 시행할 수 있다. 일반적으로 6주 간의 항생제 정맥주사 요법을 시행한다.[21,22]

결과는 감염균의 독성에 따라 차이가 있는데 *Staphylococcus epidermidis*, *Streptococcus species* 같은 독성이 적은 균에서는 56%까지 성공률의 보고가 있고, 독성이 강한 *Staphylococcus aureus* 에서는 8% 정도의 성공률을 나타내어 황색 포도상 구균의 감염은 이 시술의 상대적 금기증이 되고 있다.[23,24] 치료의 성공률은 Mont 등[19]은 이와 같은 치료를 24예를 하여 조기 제1형(10예)에서는 모

두 성공 하였고, 제3형(14예) 급성혈행성 감염에서는 71%의 성공율을 보고하였다. 또한 Chiu와 Chen[17]은 40예의 감염성 재치환술을 최소 3년 추시하여 제1형은 70%, 제2형은 0%, 제3형은 50%의 성공률을 보고하기도 하였다.

## 3. 만성 감염

### 1) 2단계 재치환술(Two-stage reimplantation arthroplasty)

만성 감염에서는 2단계 관절 치환술이 표준 치료법(gold standard)이다. 관절에 대하여 철저하게 변연절제술을 시행하고 치환물과 골 시멘트를 모두 제거해야 한다.[25] 타원형 절개선을 이용하여 배농 동과 반흔을 모두 절제한다. 가능한 한 깊은 곳까지 접근하여 괴사된 조직과 위막을 완전히 절제한다. 먼저 폴리에틸렌 삽입물을 제거하고 나서 대퇴 치환물, 경골 치환물과 남아 있는 시멘트를 제거한다. 이 때 대퇴골과 경골의 골수 강을 포함하여 여러 부위에 대한 배양 검사를 시행해야 한다. 골수 강을 확공하여 위막을 모두 제거해야 한다.

항생제 함유 시멘트 스페이서(spacer)는 다리의 길이를 유지하고, 연부조직 구축을 최소화하고, 재치환을 쉽게 하고 국소에 항생물질을 잘 전달하는 기능을 할 수 있다.[18] 항생제 함유 시멘트 스페이서는 비관절형(블록 또는 고정형)과 관절형(주형 또는 치환물-주형 혼합형)의 두 가지가 있다. 비관절형 스페이서를 사용하면 국소적으로 고농도의 항생제를 전달할 수 있으나 대퇴사두근의 단축과 반흔 형성 및 골 소실 등으로 인하여 재치환술 시 수술적 노출이 어려워질 수 있다.[18,26] 관절형 스페이서를 사용하면 관절 운동이 좀 더 좋아지기 때문에 이와 같은 문제점을 개선할 수 있다.

항생제 함유 시멘트 관절형 스페이서는 상품으로 된 것을 사용하거나 수술실에서 만들어 사용할 수도 있다. 형태는 온전히 시멘트로만 되어 있거나 시멘트가 코팅된 금속 제품, 항생제 함유 시멘트가 코팅된 치환물 등으로 되어 있다. 상품으로 나와 있는 것은 PROSTALAC (DePuy, Warwaw, IN)인데 가격이 비싸고 일반적으로 추천되는 것 보다 항생제의 농도가 낮다. 비용 문제 때문에 합성 관절 스페이서를 직접 만들어 사용하기도 한다. 대퇴 치환물과 폴리에틸렌을 제거한 후 소독하여 항생제 함유 시멘트와 함께 다시 넣어주는 방법이 있다.[26-29] 또 제거한 관절 치환물을 이용하여 시멘트 주형을 만들고 이를 이용하여 관절형 스페이서를 만들어 사용하는 방법도 있다.[30] 시멘트의 중합 반응 시 상당한 양의 열이 발생하기 때문에 항생제는 반드시 열에 안정적인 종류를 선택해야 한다. 또한 주위 조직으로 확산되어 점차 살균 작용이 일어날 수 있도록 수용성이어야 한다. 가장 흔히 사용되는 항생제로서는 tobramycin, gentamicin, vancomycin, cephalosporin 등이 있다. 치환물 주위 감염을 일으키는 균주는 대부분 *S. aureus*과 *S. epidermidis* 등의 그람 양성균이다. 균주와 항생제 감수성이 확실하다면 한 종류의 항생제만 사용해야 한다. 그러나 원인균이 불분명하면 이러한 원칙을 적용하기가 어렵고 여러 가지 항생제를 조합해야 할 수 있다.

항생제 함유 시멘트는 현재 gentamicin 또는 tobramycin을 함유한 polymethylmethacrylate (PMMA)를 사용할 수 있고, 시술자의 기호에 따라 증량시킬 수도 있다. 일반적으로 시멘트 한 포(40 g) 당 1회 용량의 4배 가량에 해당하는 vancomycin과 tobramycin을 사용할 수 있고, 평균 3포 정도의 시멘트를 사용한다. 환자의 신장 기능을 고려하여 스페이서를 만들 때 사용되는 항생제의 양을 잘 조절하여 안전하게 사용해야 한다.[9,31]

골 시멘트로부터 항생제가 유리되는 데 영향을 미치는 인자는 항생제의 종류, 항생제의 양과 수, 시멘트의 종류와 다공성, 스페이서의 표면적 등이 있다.[31] 손으로 시멘트와 항생제를 혼합하였을 때 상품으로 된 항생제 함유 시멘트보다 항생제 유리가 덜 된다고 하고, 진공 혼합은 큰 영향이 없다고 한다. 시멘트에 항생제를 혼합할 때는 균등하게 하는 것이 중요하다. 항생제 함유 기구의 장점은 감염이 존재하는 곳에 항생제를 국소적으로 작용시킬 수 있다는 점이다.[6]

변연절제술 후 재치환술 사이 기간의 치료시 항생제 사용의 기간은 개개인마다 다른데 혈청학적 표식자, 임상증상, 관절천자물의 배양 결과에 따라 기간이 변경될 수 있다. 보통 4-6주의 항생제를 쓰고, 최소 2주간 항생제 사용을 중지하고 관절액의 배양, 그리고 적혈구 침강속도(erythrocyte sedimentation rate (ESR)), C-반응 단백(C-reactive protein (CRP))의 상황을 보고 재 치환 시기를 결정해야 한다.[14,26] 재치환술을 할 수 있는 조건으로는 CRP는 정상이어야 하고, ESR은 정상 또는 정상에 가까워져야 하고, 창상은 치유되어야 하고, 관절 천자액이 정상이며 균 배양이 음성이어야 한다. 그리고 수술 중 동결 절편상에 고배율시야(high power field (HPF))당 5-10개 미만의 호중구가 있어야 한다.

재치환술시 수술 절개는 기존의 절개선을 따라 하며, 항생제 함유 시멘트는 40 g 포당 항생제 1-2 g 정도를 섞어 사용한다. 수술 후 항생제 사용 기간은 확정된 균 배양결과가 결과가 나올 때까지 5-7일 사용한다. 만약 균 배양이 양성일 때 6주간 항생제를 사용하거나, 재차 변연절제술을 하거나, 전신 상태가 좋지 않은 경우 장기간의 경구 항생제 억압 요법을 사용할 수도 있다.

일반적으로 감염을 박멸하는 성공률을 95%이상으로 알려져 있다.[21,22,25,28,32,33] 관절형과 비 관절형 스페이서(spacer)에 대해 일부 저자들은 차이가 없다고 보고하고 하지만,[34] 일반적으로 재감염률의 차이는 없는 것으로 알려져 있지만 술 후의 기능적 결과는 관절형 스페이서(articulating spacer)가 더 좋은 것으로 알려져 있다.[26]

### 2) 1단계 재치환술( Direct (single-stage) reimplantation arthroplasty)

이 술식은 독성이 적은 균주에 의한 감염 그리고 나이가 많고 활동이 적은 환자에게서 적용할 수 있으며 2단계 치환술에서 6주간

기다리는 방법보다는 povidone-iodine을 섞어 적시면서(soaking) 30분 기다려서 그 사이에 지혈대를 풀고 항생제를 정맥주사하고 그 후에 창상을 닫는 법을 소개하고 있다.[35]

Silva 등[33]은 성공적인 결과를 얻기 위해 그람 양성균이고 배농공이 없고, 철저한 변연절제술을 하고, 항생제 함유 시멘트를 쓰고, 항생제 치료를 12주 이상하고, 뼈이식을 하지 않고 건강한 환자에게서 좋은 결과를 얻을 수 있다고 보고하고 있다. 성공률은 3.95년 추시시 89.2%로 보고하고 있다. Segawa 등[12]은 무균성 해리가 있는 환자의 재치환술 후 수술 내 균배양에서 양성인 5예를 대상으로 6주간 정맥항생제를 사용한 후 5예 모두에서 회복되었다고 보고하고 있다.

### 3) 억압적 항생제 요법(Suppressive antibiotics therapy)

적응증은 환자의 전신상태가 좋지 않아 치환물을 제거 할 수 없는 경우, 그리고 치환물의 이완이 없는 경우, 그리고 감염균의 독성이 적고 경구용 항생제에 반응 할 수 있는 경우에 해당 할 수 있다.[28,36] 이 치료의 목표는 증상을 줄이고 관절 기능을 유지시키고 감염의 전신적인 확산을 예방하는 데 있다. 그러나 금기증으로는 다른 관절에 인공관절을 치환 받은 사람으로서 항생제 억압 요법이 실패할 경우에는 감염되지 않은 관절에 혈행적으로 균이 전파될 수 있기 때문이다.[10,37] 항생제 치료는 보통 6주 정도의 고용량의 정맥주사를 하게 되며 항생제의 감수성에 따라 적절한 항생제를 사용해야 한다. 치료 성공률은 10-25%로 보고되고 있다.[38]

### 4) 절제 관절성형술(Resection arthroplasty)

감염된 치환물과 조직을 모두 제거하고 재치환술을 시행하지 않는 방법이다. 적응증은 골과 연부 조직의 상태가 불량한 경우, 다약제 내성균 감염, 재치환술을 감당할 만 한 전신 상태가 되지 않는 경우, 재치환술에 여러 차례 실패한 경우, 고령이나 보행이 불가능한 환자, 보행이 제한적인 다발성 류마티스 관절염 환자 등이다. 단점은 이동이나 보행 시 동통을 동반한 슬관절 불안정성이 빈발하고 다리가 짧아지며 기능이 불량하여 궁극적으로 환자의 만족도가 낮다는 점이다.[8,39] 치료의 성공률은 50-89%이다.[8,40-42]

### 5) 관절 유합술(Knee arthrodesis)

관절 유합술은 안정되고 통증이 없는 다리를 만들 수 있지만 어느 정도의 하지 단축이 발생한다. 뼈의 결손의 정도가 관절 유합술 성공을 결정 짓는데 가장 중요한 요소이다.

적응증은 기능적 요구가 큰 환자, 한쪽 관절, 젊은 사람, 신전기전이 없는 사람, 연부조직이 좋지 않은 사람, 면역 상태가 좋지 않은 사람, 독성이 강한 균에 감염이 된 경우 적응이 된다. 상대적인 금기증은 동측의 고관절 또는 족관절의 관절염이 있는 경우, 반대쪽 무릎의 관절염이나 절단된 경우, 심한 분절 골결손이 있는 경우이다.

수술 방법으로 골수강내 고정술(intramedullary nailing), 외고정술(external fixation) 및 이중금속판 고정술(dual plating)이 있다. 급성 감염이 있는 경우에는 단계적으로 감염 제거 후 실시하는 것이 좋다. 골수강내 고정술은 심한 골결손이 있는 경우 골이식을 하면서 견고한 고정으로 유합을 얻을 수 있다. 그러나 감염이 조절되지 않는 경우 관절 상 · 하 골수강내로 감염의 전파 가능성이 있다. 감염 재발시 쉽게 제거할 수 있도록 긴 골수강내정(long intramedullary nail)을 사용한다. 외고정술은 심한 분절 골결손이 있는 경우에는 사용을 피하는 것이 좋으나, 감염이 완전히 조절되지 않은 경우 외고정술을 실시하면서 골이동술 및 골연장술을 동시에 병행하여 실시할 수도 있다.[18] 외고정술은 감염된 삽입물 제거와 동시에 사용할 수 있지만, 골수강내 고정술은 감염 삽입물 제거후 골수정 삽입까지 감염 소실된 후까지 기다려야 하는 단점이 있다.[28] 이중 금속판 방법은 외고정이나 단일 금속판 방법보다는 더 효과적인 것으로 알려져 있다.[43]

Mabry 등[44]에 의하면 감염 제거율은 94%라고 하며 관절 유합 성공률은 골수강내 고정의 경우 96%, 외고정의 경우 67%라고 하였으며 출혈이 골수강 내고정 시술시 더 많았다고 하였다. 부가적인 골 이식술은 34%였으며, 합병증은 41%였으며, 이중 핀 부위 감염 21%, 지연 유합 10%, 핀 부위 골절 8%, 심부감염 5%라고 보고하였다. 합병증은 외고정술은 20-50%, 골수강 내고정술은 40-56%라고 보고되고 있다.[45] 일반적인 치료의 성공률은 71-95%이다.[8,28,40,46]

### 6) 절단술(Above- knee amputation)

대퇴부 절단술(above-knee amputation)은 다른 모든 치료 방법에도 반응하지 않는 슬관절 전치환술 감염에서 적응증이 될 수 있다.

## 요 약

슬관절 치환술 후 감염의 치료는 환자 개개인의 상황에 맞추어 이루어져야 하며, 수술 전 철저한 계획을 세우고 수술에 필요한 정보를 최대한 확보한 후 실시한다. 급성 감염의 경우 철저한 변연절제술 및 항생제 주사로 치료할 수 있다. 그러나 만성 감염의 경우 2단계 재치환술이 가장 좋다. 항생제 함유 시멘트를 적절히 사용하고 관절형 스페이서를 사용하면 더 기능적인 결과를 얻을 수 있다.[4]

## 참고문헌

1. Clayton RA, Amin AK, Gaston MS, Brenkel IJ. Five-year results of the Sigma total knee arthroplasty. Knee. 2006;13:359-64.
2. Keating EM, Meding JB, Faris PM, Ritter MA. Long-term

followup of nonmodular total knee replacements. Clin Orthop Relat Res. 2002;404:34-9.
3. Lonner JH, Desai P, Dicesare PE, Steiner G, Zuckerman JD. The reliability of analysis of intraoperative frozen sections for identifying active infection during revision hip or knee arthroplasty. J Bone Joint Surg Am. 1996;78:1553-8.
4. Fehring TK, Odum S, Griffin WL, Mason JB, Nadaud M. Early failures in total knee arthroplasty. Clin Orthop Relat Res. 2001;392:315-8.
5. Bengtson S, Knutson K. The infected knee arthroplasty. A 6-year follow-up of 357 cases. Acta Orthop Scand. 1991;62: 301-11.
6. Grogan TJ, Dorey F, Rollins J, Amstutz HC. Deep sepsis following total knee arthroplasty. Ten-year experience at the University of California at Los Angeles Medical Center. J Bone Joint Surg Am. 1986;68:226-34.
7. Johnson DP, Bannister GC. The outcome of infected arthroplasty of the knee. J Bone Joint Surg Br. 1986;68:289-91.
8. Rand JA. Alternatives to reimplantation for salvage of the total knee arthroplasty complicated by infection. Instr Course Lect. 1993;42:341-7.
9. Springer BD, Lee GC, Osmon D, Haidukewych GJ, Hanssen AD, Jacofsky DJ. Systemic safety of high-dose antibiotic-loaded cement spacers after resection of an infected total knee arthroplasty. Clin Orthop Relat Res. 2004;427:47-51.
10. Windsor RE. Management of total knee arthroplasty infection. Orthop Clin North Am. 1991;22:531-8.
11. Sinha B, Herrmann M. Mechanism and consequences of invasion of endothelial cells by Staphylococcus aureus. Thromb Haemost. 2005;94:266-77.
12. Segawa H, Tsukayama DT, Kyle RF, Becker DA, Gustilo RB. Infection after total knee arthroplasty. A retrospective study of the treatment of eighty-one infections. J Bone Joint Surg Am. 1999;81:1434-45.
13. Isiklar ZU, Landon GC, Tullos HS. Amputation after failed total knee arthroplasty. Clin Orthop Relat Res. 1994;299:173-8.
14. Fitzgerald RH Jr, Nolan DR, Ilstrup DM, Van Scoy RE, Washington JA 2nd, Coventry MB. Deep wound sepsis following total hip arthroplasty. J Bone Joint Surg Am. 1977;59:847-55.
15. Tsukayama DT, Estrada R, Gustilo RB. Infection after total hip arthroplasty. A study of the treatment of one hundred and six infections. J Bone Joint Surg Am. 1996;78:512-23.
16. Wichelhaus TA, Dingeldein E, Rauschmann M, et al. Elution characteristics of vancomycin, teicoplanin, gentamicin and clindamycin from calcium sulphate beads. J Antimicrob Chemother. 2001;48:117-9.
17. Chiu FY, Chen CM. Surgical d?bridement and parenteral antibiotics in infected revision total knee arthroplasty. Clin Orthop Relat Res. 2007;461:130-5.
18. Garvin KL, Cordero GX. Infected total knee arthroplasty: diagnosis and treatment. Instr Course Lect. 2008;57:305-15.
19. Mont MA, Waldman B, Banerjee C, Pacheco IH, Hungerford DS. Multiple irrigation, debridement, and retention of components in infected total knee arthroplasty. J Arthroplasty. 1997;12:426-33.
20. Rand JA, Bryan RS, Morrey BF, Westholm F. Management of infected total knee arthroplasty. Clin Orthop Relat Res. 1986; 205:75-85.
21. Goldman RT, Scuderi GR, Insall JN. 2-stage reimplantation for infected total knee replacement. Clin Orthop Relat Res. 1996;331:118-24.
22. Windsor RE, Insall JN, Urs WK, Miller DV, Brause BD. Two-stage reimplantation for the salvage of total knee arthroplasty complicated by infection. Further follow-up and refinement of indications. J Bone Joint Surg Am. 1990;72:272-8.
23. Deirmengian C, Greenbaum J, Lotke PA, Booth RE Jr, Lonner JH. Limited success with open debridement and retention of components in the treatment of acute Staphylococcus aureus infections after total knee arthroplasty. J Arthroplasty. 2003; 18(7 Suppl 1):22-6.
24. Deirmengian C, Greenbaum J, Stern J, et al. Open debridement of acute gram-positive infections after total knee arthroplasty. Clin Orthop Relat Res. 2003;416:129-34.
25. Insall JN, Thompson FM, Brause BD. Two-stage reimplantation for the salvage of infected total knee arthroplasty. J Bone Joint Surg Am. 1983;65:1087-98.
26. Emerson RH Jr, Muncie M, Tarbox TR, Higgins LL. Comparison of a static with a mobile spacer in total knee infection. Clin Orthop Relat Res. 2002;404:132-8.
27. Fehring TK, Odum S, Calton TF, Mason JB. Articulating versus static spacers in revision total knee arthroplasty for sepsis. The Ranawat Award. Clin Orthop Relat Res. 2000;380: 9-16.
28. Hanssen AD, Rand JA. Evaluation and treatment of infection at the site of a total hip or knee arthroplasty. Instr Course Lect. 1999;48:111-22.
29. Hanssen AD, Rand JA, Osmon DR. Treatment of the infected total knee arthroplasty with insertion of another prosthesis.

The effect of antibiotic-impregnated bone cement. Clin Orthop Relat Res. 1994;309:44-55.

30. Ha CW. A technique for intraoperative construction of antibiotic spacers. Clin Orthop Relat Res. 2006;445:204-9.
31. Stevens CM, Tetsworth KD, Calhoun JH, Mader JT. An articulated antibiotic spacer used for infected total knee arthroplasty: a comparative in vitro elution study of Simplex and Palacos bone cements. J Orthop Res. 2005;23:27-33.
32. Haleem AA, Berry DJ, Hanssen AD. Mid-term to long-term followup of two-stage reimplantation for infected total knee arthroplasty. Clin Orthop Relat Res. 2004;428:35-9.
33. Silva M, Tharani R, Schmalzried TP. Results of direct exchange or debridement of the infected total knee arthroplasty. Clin Orthop Relat Res. 2002;404:125-31.
34. Booth RE Jr, Lotke PA. The results of spacer block technique in revision of infected total knee arthroplasty. Clin Orthop Relat Res. 1989;248:57-60.
35. Buechel FF, Femino FP, D'Alessio J. Primary exchange revision arthroplasty for infected total knee replacement: a long-term study. Am J Orthop (Belle Mead NJ). 2004;33:190-8.
36. Bengston S, Knutson K, Lidgren L. Treatment of infected knee arthroplasty. Clin Orthop Relat Res. 1989;245:173-8.
37. Windsor RE, Bono JV. Infected total knee replacements. J Am Acad Orthop Surg. 1994;2:44-53.
38. Goulet JA, Pellicci PM, Brause BD, Salvati EM. Prolonged suppression of infection in total hip arthroplasty. J Arthroplasty. 1988;3:109-16.
39. Falahee MH, Matthews LS, Kaufer H. Resection arthroplasty as a salvage procedure for a knee with infection after a total arthroplasty. J Bone Joint Surg Am. 1987;69:1013-21.
40. Bose WJ, Gearen PF, Randall JC, Petty W. Long-term outcome of 42 knees with chronic infection after total knee arthroplasty. Clin Orthop Relat Res. 1995;319:285-96.
41. Perry CR, Pearson RL. Local antibiotic delivery in the treatment of bone and joint infections. Clin Orthop Relat Res. 1991;263:215-26.
42. Schoifet SD, Morrey BF. Treatment of infection after total knee arthroplasty by débridement with retention of the components. J Bone Joint Surg Am. 1990;72:1383-90.
43. Nichols SJ, Landon GC, Tullos HS. Arthrodesis with dual plates after failed total knee arthroplasty. J Bone Joint Surg Am. 1991;73:1020-4.
44. Mabry TM, Jacofsky DJ, Haidukewych GJ, Hanssen AD. Comparison of intramedullary nailing and external fixation knee arthrodesis for the infected knee replacement. Clin Orthop Relat Res. 2007;464:11-5.
45. Rand JA. Evaluation and management of infected total knee arthroplasty. Semin Arthroplasty. 1994;5:178-82.
46. Wiedel JD. Salvage of infected total knee fusion: the last option. Clin Orthop Relat Res. 2002;404:139-42.

# Treatment of Infections after Total Knee Arthroplasty

Hee-Soo Kyung, M.D., and Jong-Uk Mun, M.D.

*Department of Orthopedic Surgery, School of Medicine, Kyungpook National University, Daegu, Korea*

The current infection rates after total knee arthroplasty (TKA) are reported to be 1% to 2% for primary TKAs and 4% to 8% for revision surgeries. The increased finding of resistant pathogens further complicates the problem of prosthetic joint infection. The infection occurs due to an imbalance between the epidemiologic triad of bacterium, host, and environment. The goals of treating an infected patient after TKA are eradicating infection, relieving pain, and providing a stable and functional prosthesis. The management of an infection after TKA should be based on the patient's condition, including the overall prognosis, associated disease, quality of bone, soft tissue coverage, extensor mechanism, and the patient's willingness and medical capability of undergoing multiple surgeries. For best results, the surgeon should make a careful pre-operative plan, and ensure the availability of pre-operative information including preoperative diagnosis, date of index operation, kind of implant, previously used antibiotics, time since index surgery, amount of resection, and complications.

**Key words:** total knee arthroplasty, infection, treatment

**Received** April 18, 2010 **Accepted** May 18, 2010

**Correspondence to:** Hee-Soo Kyung, M.D.
Department of Orthopedic Surgery, School of Medicine, Kyungpook National University, 50, Samduk-2 ga, Jung-gu, Daegu 700-721, Korea
**TEL:** +82-53-420-5636 **FAX:** +82-53-422-6605 **E-mail:** hskyung@knu.ac.kr