

## 족관절 인공관절 치환술 후 발생한 합병증

을지외과대학교 노원을지병원 족부 정형외과, 국군 합평병원 정형외과\*

이경태 · 양기원 · 이영구 · 김진수\* · 박신이 · 김도연

### Complications after Total Ankle Replacement Arthroplasty

Kyung-Tai Lee, M.D., Ki-Won Young, M.D., Young-Koo Lee, M.D.,  
Jin-Su Kim, M.D.\*, Shin-Yi Park, M.D., Do-Yeon Kim, M.D.

Foot and Ankle Service, Department of Orthopedic Surgery, Eulji University, College of Medicine, Seoul, Korea  
Department of Orthopedic Surgery, Armed Forces Army Services, Hampyung Hospital, Chonnam, Korea\*

#### =Abstract=

**Purpose:** We evaluated the complications and failures after total ankle arthroplasty during at least 2 years short term follow up.

**Materials and Methods:** There were 45 cases of 42 patients of HINTEGRA® (Newdeal SA, Lyon, France) model from November 2004 to August 2006. Follow up averaged at least 2 year. We evaluated the complications and analyzed the cause of the failures.

**Results:** There were totally 15 cases of complication, 5 cases of medial impingement syndrome, 3 cases of varus malposition, 2 cases of delayed healing of wounds, and each one case of deep peroneal nerve problem, medial malleolus fracture, post-operative deep infection, gouty arthritis pain, and Achilles tendinitis.

**Conclusion:** Total ankle arthroplasty had higher complication rate than any other joint arthroplasty, so we need a more meticulous preoperative and peri-operative care.

**Key Words:** Ankle, Total ankle arthroplasty, Complications

## 서 론

족관절 인공관절 치환술은 현재 2, 3세대 족관절 인공관절 기구를 이용한 수술이 소개되면서, 족관절의 해결되지 않는 동통에 대한 치료로서 단기 추시상 만족스러운 결과를

보이고 있다<sup>2,11,17,18,24</sup>. 그러나 이전부터 족관절 인공관절 치환술의 합병증이 타 관절에 적용되는 인공관절 치환술에 비하여 높은 합병률이 보고되고 있으며, 혹자들은 여전히 족관절 유합술이 족관절 관절염의 최선의 치료라고 주장하기도 한다<sup>4</sup>. 그러나 족관절의 동통의 해결과 함께 가동범위를 유지하여 주는 것 역시 환자에서 만족감을 주는 중요한 요소이기에 족관절 인공관절 치환술은 여전히 주목받고 있다. 그러므로 족관절 인공관절 치환술의 결과를 보다 우수하게 만들기 위해서는 이런 합병증을 줄이는 것이 필수이다. 이 연구의 목적은 족관절 인공관절 치환술을 시행하고 난 후 단기적으로 발생할 수 있는 합병증 혹은 족관절 인공관절 치환술의 실패 원인을 분석하고 보고하고자 한다.

• Address for correspondence

Young-Koo Lee, M.D.

Departments of Orthopedic Surgery, Eulji Hospital, Eulji University, College of Medicine, Hagey 1-dong, Nowon-gu, Seoul, 139-230, Korea

Tel: +82-2-970-8259 Fax: +82-2-972-8036

E-mail: brain0808@hanmail.net

## 대상 및 방법

비수술적 요법으로 해결되지 않는 족관절 동통 및 관절 운동이 제한됨을 호소하는 족관절 관절염의 말기 환자들에 대하여 족관절 인공관절 치환술을 시행하였다. 2004년 11월부터 2006년 8월까지 경골 관절면의 천장부만을 치환하면서 골질을 최대한 보존하는 방식을 선택한 HINTEGRA® (Newdeal SA, Lyon, France) 모델 족관절 인공관절을 시행한 42명의 환자 45족을 대상으로 하였고 모두 2년 이상 추시가 가능하였다. 원인으로는 원인 불명과 외상성이 각각 19예로 가장 많았으며, 류마티드 관절염이 5예, 화농성 관절염으로 인한 경우가 1예였으며 뇌성마비 이후의 관절염이 발생하였으나 특별한 근육의 부조화나 변형이 심하지 않은 경우가 1예였다. 모든 수술은 전내측 도달법(universal approach)을 사용하였으며, 수술 전 시행한 단순 방사선 사진 및 전산화 단층 촬영을 통해 골성 배역 및 관절의 퇴행성 정도를 측정하였고, 내반, 외반 스트레스를 가한 상태에서 시행한 단순 방사선 사진을 통하여 인대 불안정성을 측정한 후 수술을 시행하였고 수술 중 그 정도를 최종 결정한 후 교정을 시행하였다(Table 1). 교정은 술 전 및 수술 중 연부조직으로만 교정이 가능한 환자들에 대해서는 내과 및 외과의 연부 조직 유리술로 교정을 시행하였고, 연부 조직만으로 교정이 안 되는 환자들의 경우는 경골 원위부 및

거골 근위부의 절골술과 함께 연부 조직 유리술을 시행 후 사이드가 큰 중간 삼입물을 통하여 교정을 시행하였고, 술 후 마지막 추시 시 모든 환자들에서 10도 미만의 인대 불안정성을 얻었다. 총 45족의 족관절 인공관절 치환술 후에 발생한 합병증을 점검하였고, 이의 원인을 분석하였다.

## 결 과

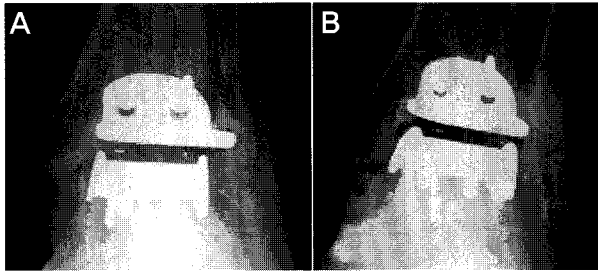
족관절 인공관절 치환술을 시행한 후 발생한 합병증은 내측 충돌 증후군이 5예로 가장 많았으며, 내반 부정 정렬이 3예, 상처 지연 치유가 2예, 심부 비골 신경의 부분 손상, 경골 내과 골절, 수술 후 감염 및 통풍성 관절염으로 인한 동통 및 아킬레스 건염이 각각 1예가 있었다(Table 2). 총 15예의 합병증이 발생하였고, 환자의 33.3%에서 하나 이상의 합병증이 발생하였다. 이 중 내측 충돌 증후군이 가장 많은 합병증 중 하나였으며, 경골 내과의 족관절 면을 따라서 압통이 있었으며 보행 중 내측 관절에 동통을 호소하였다. 내반 부정 정렬은 전후방 경골을 포함한 족관절 방사선 사진에서 경골 부품의 족관절면과 경골의 해부학적인 축과의 각이 10° 이상인 경우를 기준으로 하였으며, 3족에서 내측 충돌증후군의 증상을 동시에 나타내었다(Fig. 1). 다음으로 수술창의 치유가 지연된 경우를 들 수 있었으며, 상처 부위의 일부가 보라색으로 피부 괴사가 되었다(Fig. 2). 하지만 두 환자 모두 4주 이내에 상처의 완전한 치유를 얻었으며, 심부 감염으로 진행한 경우는 없었다. 심부 비골 신경의 마비는 수술 시 과도한 견인이 원인으로 생각되었으며, 2개월 내에 완전히 회복되었다. 경골 내과 골절 1예는 수술 중에 견인에 의해 발생하였으며, 수술 중 발견하여, 유관나사로 고정하였다. 유합이 잘 되었고 결과도 우수하였다(Fig.

**Table 1.** The Summary Data of Preoperative Angulation of Stress Test

Cases	0~10°	10°~15°	15°~20°	20°~
Varus	24	4	3	2
Valgus	7	1	1	0
Fused	3	0	0	0

**Table 2.** The Summary Data of Complications of Total Ankle Arthroplasty

Cases	Sex/Age	Complications	Cause of disease
1	F/52	Deep peroneal nerve palsy	Posttraumatic
2	M/69	Varus malalignment	Posttraumatic
3	M/51	Medial impingement syndrome	Posttraumatic
4	M/63	Medial impingement syndrome, varus malalignment, gouty arthritic pain	Primary
5	F/57	Varus malalignment	Primary
6	F/49	Medial impingement syndrome	Posttraumatic
7	M/58	Skin problem	Posttraumatic
8	F/57	Medial impingement	Posttraumatic
9	F/57	Medial impingement	Rheumatoid
10	M/39	Skin problem	Rheumatoid
11	F/71	Postoperative infection	Posttraumatic
12	F/59	Medial malleolar fracture	Primary
13	F/63	Achilles tendinitis	Posttraumatic

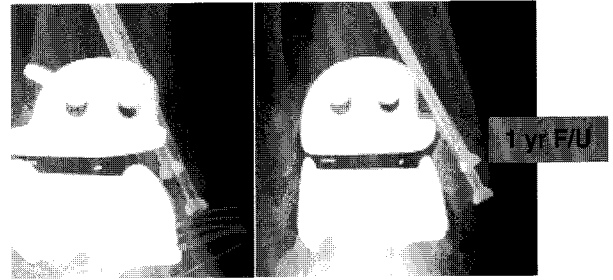


**Figure 1.** The patient has discomfort of his ankle, the ankle anteroposterior x-ray view showed the varus angulation of the total ankle arthroplasty implant. We could suggest the pain from impingement of the medial ankle with weight bearing. (A) This picture shows the initial anteroposterior x-ray view, (B) This picture shows the postoperative 1 year anteroposterior x-ray view, in this picture, more varus angulation is shown than initial x-ray view.

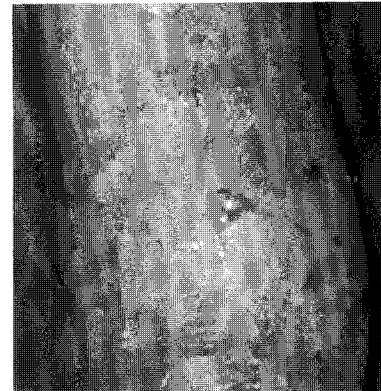


**Figure 2.** Post-operative 3 weeks, minimal skin necrosis that limited to epidermal layer was seen at the operative wound.

3). 수술 후 발생한 심부 감염 1예는 수술창의 일부가 완전한 치료가 되지 않고, 장액성의 분비물이 계속 분출되며, 누공이 발생하였다(Fig. 4). 세균 배양검사에서는 특별한 균은 검출되지는 않았다. 2단계 재치환술을 권유하였으나 환자가 원하지 않아 현재 항생제 처방 및 상처소독만을 시행하고 있다. 계속된 내측 관절 및 전방 관절의 동통이 있으며, 특이한 방사선학적 소견도 없는 한 명의 환자에서는 후향적으로 과거병력을 자세히 문진하여, 통풍성 관절염의 과거력을 알게 되었고, 통풍 약물치료를 병행하며 경과 관찰하여, 동통이 감소하는 것을 경험하였다. 수술 후 재활 시에 아킬레스 부위의 동통을 호소하였던 한명의 환자는 3개월



**Figure 3.** We experienced 1 case of medial malleolus fracture intra-operatively. We notified about this, and immediately fixed with 2-cannulated screws. Nowadays, some author used 1-preventive K-wire fixing technique



**Figure 4.** We had 1 deep infection. But, she refused the revision surgery, and than we just treated with dressing and antibiotics. The picture shows a fistula at the operative wound.

간의 신장 운동 및 약물 치료 후 완전히 호전되었다.

## 고 찰

족관절 인공관절 치환술에서 가장 많이 접하는 합병증은 피부의 상처가 잘 낫지 않거나 다시 벌어지는 경우이고<sup>24)</sup>, 주요한 문제로 4주 이상 상처의 치유되지 않는 경우도 1~7%까지 보고되어 있다<sup>19,24)</sup>. 이는 수술 중 충분치 못한 절개와 함께 과도한 견인이 주원인으로 사료되며, 수술 후 침상 안정, 하지 거상, 냉찜질 등을 철저히 하지 못하는 경우도 영향을 미칠 수 있을 것으로 생각된다<sup>9)</sup>. 그러므로 상처의 문제는 충분한 절개를 가해서 견인 시 피부의 끝 부위가 눌리지 않도록 해야 과사가 되는 것을 막을 수가 있으며, 수술 팀의 견인 방법도 수술에 규격화가 이루어져서 적당한 견인을 해야 한다<sup>5,24)</sup>. 또한 족관절 족배부의 혈관 분포(angiosome)가 전방 경골 동맥에 의존하기 때문에 정중 도달법은 피부 합병증을 더욱 잘 일으킬 가능성이 있을 것으로 생각된다<sup>7)</sup>. 본 연구에서는 전내측 도달법을 이용하여 혈관 분포

사이로 도달하고자 노력하였다. 본 연구에서는 45족 중 2족 (4%)에서 피부에 문제가 있었고 모두 창상 치료 및 부분의 변연절제술로 해결이 가능하였다. Hintermann 등<sup>11)</sup>의 4%와 비슷한 수치이고, Wood와 Deakin<sup>24)</sup>의 17%에 비하면 낮은 수치이다.

다른 1예(3.1%)는 계속된 액성 분비물이 나와 심부 감염으로 분류하였다. 일반적으로 족관절 인공관절 치환술에 있어서 심부 감염의 비율도 비교적 높게 보고되어 있다. 특히 류마티스 환자에서 시행한 경우에는 2.9~4%까지도 보고되고 있다<sup>14,23)</sup>. 심부 감염 1예 환자에서는 항생제를 포함하는 시멘트를 이용한 2단계 재치환술이나 족관절 유합술을 시도하려고 하였으나, 환자가 거부하여 시행하지 못하고 있다. 국내의 연구에서도 심부 감염의 증례가 있어 족관절 유합술을 이용하여 치료하였다고 한다<sup>3,12)</sup>. 본 연구에서는 증례가 비교적 작아서 인지 류마티스 관절염 환자의 경우가 더 많은 피부 문제나 감염을 일으키는지는 알 수 없었다.

내측 충돌 증상은 환자가 보행 시에 특히 내측에 동통이 발생하는 것으로 내측 관절면에 압통을 특이적으로 호소한다. Stauffer 등<sup>23)</sup>은 내외측의 격자에 동통이 발생하는 것이 가장 흔한 합병증이라고 주장 할 만큼 높은 빈도로 환자들이 동통을 호소한다. 본 연구에서도 5례로 가장 많이 발생하였는데 이는 그 이전 모델인 Agility<sup>®</sup>에 비해 비교적 많이 나타난다고 되어 있는데 HINTEGRA<sup>®</sup>는 Agility<sup>®</sup>모델과는 달리 족관절 내측 및 외측 격자를 이중 관절 형태로 전치환을 시켜주지 않음으로 골관절증 혹은 연부조직의 충돌로 인한 증상으로 생각된다. 인공관절 부품이 내반으로 위치할 경우 내측의 관절면에 하중이 가해짐으로 골극이나 내측 관절 동통 등의 반응이 나타날 수 있을 것으로 사료된다. 흥미로운 점은 이 3명의 내측 동통을 호소하던 환자가 모두 6개월 이상의 경과 관찰에서 내측 동통이 감소하고 있는 것이다. 내측 격자의 접촉부가 점점 닳아서 충돌에 대한 보상의 가능성도 예상해 볼 수 있다. Hintermann 등<sup>11)</sup>은 비골의 외측 충돌 증상에 대해 비골 부분 절제술, 전방 충돌 및 족관절 운동 장애 등에 대해서 전방 족관절낭을 절제하여 운동각을 더 얻고, 기능적인 회복이 있다고 보고하고 있다.

족근부 내과 골절은 족관절 인공관절 치환술시 수술전후로 기구의 형태에 관계없이 많이 발생하는 합병증 중의 하나로 4.5~22%까지 보고하고 있다<sup>15)</sup>. 이는 전동 톱의 흡으로 발생한 골 결손부위에 지그(jig)나 프로텍터 등을 사용하여 스트레스를 가중시키거나, 경골 부품의 큰 크기를 사용하거나, 트라이얼(trial) 기구를 여러 번 사용하여 정복을 시켜볼 때 발생할 수 있다. 또한 외고정기를 사용하여 관절면을 견인시켰다가 부품을 삽입할 때 견인을 제거하지 않아 높은

하중이 가해지는 경우도 발생할 수 있다고 한다. 수술 후 피로 골절이 발생할 수도 있다. 수술장에서 즉시 발견하지 못하는 경우도 있어 유의해야 한다<sup>15,20)</sup>. 본 연구에서는 발생하지 않았으나 본 저자들의 경우에서 이전 모델인 Agility<sup>®</sup> 1예에서 수술 후 추시상 검사한 방사선 사진에서 골절 선을 발견하였고, 단하지 석고 부목으로 고정하여 완전한 유합을 얻었다. 수술장에서 발생한 경우는 나사못으로 고정을 해주는 것을 추천하며, 발견하지 못한 경우에는 석고 고정 등으로 비수술적 치료를 시행할 수도 있으며, 모두 적당한 치료를 시행한 경우에는 단기 추시상 결과의 차이는 없다고 하며<sup>15)</sup> 본 연구에서 발생한 족근부 내과 골절은 경과에 영향을 주지 않는 것을 알 수 있었다. 본 연구에서는 이미 경골과 골절에 대한 우려를 가지고 수술 시에 최대한 예방을 하려고 노력하였기에 비교적 적은 골절이 있었고, 수술 중에 발견한 1예의 내과 골절 외에는 발생하지 않았다.

인공관절의 부품의 잘못된 위치의 삽입은 인공관절의 장기적인 결과 및 수명에 나쁜 영향을 주는 것이 당연할 것이다. 족관절 분야에서는 장기 추시로 명확히 밝혀지지 않는 않지만 잘못된 기구의 축은 폴리에틸렌 삽입물에 편향적인 압력을 주게 되고 이후 기구의 파단이나 마모로 이어질 수 있다<sup>4,7,10)</sup>. 보고된 바로는 경골부 인공관절 부품의 내반 위치의 고정이 흔히 발생하며, 4~5도 이상의 부정렬이 발생하는 경우가 35~48%로 보고되고 있으며<sup>16,19,24)</sup>, 이 중 18%가 수술 전 원위 경골의 변형이 15도 이상 부정렬이 있었던 경우였다고 한다<sup>24)</sup>. Haskell과 Mann<sup>9)</sup>은 수술 후 10도의 부정렬을 보이는 환자들 중 수술 전 비수술적 족관절에서 47%, 상합적 족관절을 가지는 경우는 5%에 불과하다고 보고하고 있다. 또한, 인공관절 부품의 위치의 정확성뿐 아니라, 후족부나 중, 전족부의 위치 배열도 족관절 인공관절에 하중을 균일하게 전달하도록 유지시키는 것도 중요하다<sup>1,5,8,20)</sup>. 인공관절을 시행하면서 족관절 주변의 관절이나 변형을 한번에 교정을 시행하는 것이 환자의 경과에 도움이 될 것이며, 이런 복잡한 수술을 시행하는 것 자체가 인공관절의 수명을 단축시키지는 않는다고 한다<sup>1,8,20)</sup>. 본 저자도 술 전 단순 방사선 사진과 전산화 단층 촬영을 이용하여 변형의 정도 및 인대 불안정성을 평가하고, 수술 중, 술 전에 예상한 정도의 변형의 교정을 시행하였다. 하지만 3예의 10도 이상 내반 변형을 가지는 환자 중 2명에서 내측 충돌 증상을 가져온 것으로 보아 내반 변형 자체도 내측에 하중을 증가시켜주는 것을 유추할 수는 있으나, 이후 장기간의 추시는 되어 있지 않아 비감염성 해리에 대해서는 논하기는 곤란하다.

완전히 장기 추시가 되어 있지는 않지만, 일반적으로 경골 및 거골 부품의 수술 후 올바른 고정 위치의 여부가 이후

의 임상적인 결과에 영향을 주는 것으로 알려져 있으며<sup>5,16)</sup>, 폴리에틸렌의 마모율은 슬관절 인공관절에 사용되는 폴리에틸렌과 비슷하다고 보고되며<sup>13)</sup>, 아마도 시간에 비례하여 폴리에틸렌 부품의 문제가 발생하게 될 것으로 예견한다. 그러므로 부품의 올바른 위치의 고정은 폴리에틸렌 삽입물의 마모와도 연관됨으로 무게를 받치는 구조물의 수명을 연장시키기 위해서는 더욱 중요시해야 한다. 몸무게가 100 kg 이상이거나, Agility<sup>®</sup> 경골 삽입물의 사이즈가 4번 이상인 경우에는 거골 부품의 침강(subsidence)이 발생할 가능성이 높다고 한다<sup>22)</sup>.

족관절 인공관절 치환술로 인해 어떠한 이유라도 2차적인 수술을 받아야 하는 경우는 11~27%까지 보고하고 있다<sup>19,24)</sup>. 그러나 여기서의 2차 수술은 인공관절의 실패를 의미하는 것이 아니라 우수한 성적을 내기 위한 노력이라고 보아야 한다. 예를 들면 피부 상처의 재봉합이나, 후족부의 부조화를 교정하는 노력 등이다. 초기 인공관절의 실패는 6~7% 정도로 보고되고 있으며<sup>19,24)</sup>, 이는 감염이나, 부품의 심한 부적절한 위치로 인한 재치환술을 요하는 경우였다. 본 연구에 있어서는 그러한 경우가 발생하지 않았으나 위에서 언급한 내용이 발생한 경우에는 재치환술을 하는 것이 바람직하다고 생각한다. 이외에는 폴리에틸렌의 파단<sup>6)</sup>, 인대나 주변 신경 절단 등의 합병증도 보고되고 있다<sup>16)</sup>.

또한 최근의 연구들은 합병증에 대한 역치가 낮아져서, 작은 합병증까지도 과보고하는 경향이 있는 것으로 여겨진다<sup>10)</sup>. 그러나 수술 후 환자가 호소하는 내측 동통 등의 불편감도 이해하고, 감염이나 기구의 파단으로 인한 재치환술이나, 족관절 유합술에 대한 대비도 있어야 하겠다.

Saltzman 등<sup>19)</sup>은 족관절 인공관절 치환술에 있어서 초기 10예를 시행하는 데 있어서 술자의 수술 술기에 대한 교육 정도에는 통계학적으로 의미가 없음을 이야기하였으나, 일반적으로 수술자의 족관절 치환술에 관한 경험 정도가 수술의 합병증을 줄일 수 있는 인자로 지적하고 있다. 즉 술자가 수술을 여러 번 시행할수록 합병증(창상문제, 경골과 골절)이 생길 가능성이 줄어든다고 보고하고 있다<sup>9,10,16,24)</sup>. 본 저자들에게서도 이전에 비해 비교적 적은 합병증이 나온 것으로 보아 경험 정도가 분명 중요한 요소로 인식된다.

## 결 론

2, 3세대 족관절 인공관절 치환술이 소개되면서 양호한 단기 추시의 결과를 얻고 있으나, 다른 인공관절 치환술에 비해 여전히 높은 빈도의 다양한 합병증이 발생한다. 합병증은 일부에서는 수술자의 경험에 의해, 일부는 족관절 인

공관절 기구의 생역학 및 동반하고 있는 병변에 의해서도 나타나게 된다. 그러므로 족관절 인공관절 치환술을 시행할 경우에는 수술 전 평가부터 수술 중, 수술 후 관리가 철저히 필요하고, 발생할 수 있는 합병증에 대한 충분한 지식을 필요로 할 것으로 사료된다.

## REFERENCES

1. **Alvine FG:** *The Agility ankle replacement: the good and the bad.* Foot Ankle Clin, 7: 737-753, vi, 2002.
2. **Alvine FG and Conti SF:** [The AGILITY ankle : mid- and long-term results. ] Orthopade, 35: 521-526, 2006.
3. **Bae DK, Kim YC, Cho NS, Lim CT and Ha JH:** Total ankle arthroplasty -Average 8 year follow up-. J Korean Soc Foot Surg, 5: 55-61, 2001.
4. **Bolton-Maggs BG, Sudlow RA and Freeman MA:** Total ankle arthroplasty. A long-term review of the London Hospital experience. J Bone Joint Surg, 67-B: 785-790, 1985.
5. **Conti SF and Wong YS:** Complications of total ankle replacement. Clin Orthop Relat Res, 391: 105-114, 2001.
6. **Dahabreh Z, Gonsalves S, Monkhouse R and Harris NJ:** Extrusion of metal radiological marker from a total ankle replacement insert: a case report. J Foot Ankle Surg, 45: 185-189, 2006.
7. **Gill LH:** Challenges in total ankle arthroplasty. Foot Ankle Int, 25: 195-207, 2004.
8. **Greisberg J and Hansen ST Jr:** Ankle replacement: management of associated deformities. Foot Ankle Clin, 7: 721-736, vi, 2002.
9. **Haskell A and Mann RA:** Ankle arthroplasty with pre-operative coronal plane deformity: short-term results. Clin Orthop Relat Res, 424: 98-103, 2004.
10. **Haskell A and Mann RA:** Perioperative complication rate of total ankle replacement is reduced by surgeon experience. Foot Ankle Int, 25: 283-289, 2004.
11. **Hintermann B, Valderabano V, Dereymaeker G and Dick W:** The HINTEGRA ankle: rationale and short-term results of 122 consecutive ankles. Clin Orthop Relat Res, 424: 57-68, 2004.
12. **Kim MK, Lee SH, Lee SJ, Kim TS and Shim JI:** Total Ankle Arthroplasty -Report of 6 cases-. J Korean Orthop Assoc, 29: 683-689, 1994.
13. **Kobayashi A, Minoda Y, Kadoya Y, Ohashi H, Takaoka K and Saltzman CL:** Ankle arthroplasties generate wear particles similar to knee arthroplasties. Clin Orthop Relat Res, 424: 69-72, 2004.
14. **Kofoed H and Sorensen TS:** Ankle arthroplasty for rheumatoid arthritis and osteoarthritis: prospective long-term study of cemented replacements. J Bone Joint Surg, 80-B: 328-332, 1998.
15. **McGarvey WC, Clanton TO and Lunz D:** Malleolar

- fracture after total ankle arthroplasty: a comparison of two designs. *Clin Orthop Relat Res*, 424: 104-110, 2004.
16. **Myerson MS and Mroczek K:** Perioperative complications of total ankle arthroplasty. *Foot Ankle Int*, 24: 17-21, 2003.
  17. **Pfeiff C:** The Scandinavian total ankle replacement (STAR). *Orthop Nurs*, 25: 30-33; quiz 34-35, 2006.
  18. **Saltzman CL and Alvine FG:** The Agility total ankle replacement. *Instr Course Lect*, 51: 129-133, 2002.
  19. **Saltzman CL, Amendola A, Anderson R, et al:** Surgeon training and complications in total ankle arthroplasty. *Foot Ankle Int*, 24: 514-518, 2003.
  20. **Schuberth JM, Patel S and Zarutsky E:** Perioperative complications of the Agility total ankle replacement in 50 initial, consecutive cases. *J Foot Ankle Surg*, 45: 139-146, 2006.
  21. **Spirit AA, Assal M and Hansen ST Jr:** Complications and failure after total ankle arthroplasty. *J Bone Joint Surg*, 86-A: 1172-1178, 2004.
  22. **Stamatis ED and Myerson MS:** How to avoid specific complications of total ankle replacement. *Foot Ankle Clin*, 7: 765-789, 2002.
  23. **Stauffer RN and Segal NM:** Total ankle arthroplasty: four years' experience. *Clin Orthop Relat Res*, 160: 217-221, 1981.
  24. **Wood PL and Deakin S:** Total ankle replacement. The results in 200 ankles. *J Bone Joint Surg*, 85-B: 334-341, 2003.