

인공 슬관절 치환술 후 족관절 변화에 대한 방사선학적 연구

국립의료원 정형외과학교실

배서영 · 김희천 · 박영수 · 이상은 · 이돈석

Radiologic Evaluation of Change of Ankle Joint after Total Knee Arthroplasty

Su-Young Bae, M.D., Ph.D., Hee-Chun Kim, M.D., Ph.D., Young-Soo Park, M.D.,
Sang-Eun Lee, M.D., Don-Seok Lee, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, National Medical Center, Seoul, Korea

=Abstract=

Purpose: To evaluate the incidence and describe radiologic pattern of ankle arthritis following change of mechanical loading axis by total knee arthroplasty.

Materials and Methods: We reviewed radiographs of 419 cases, 243 patients underwent total knee arthroplasty from January 2002 to October 2006 retrospectively. We described radiologic parameters around the ankle joint and measured the amount of change of knee varus or valgus angle by comparing preoperative and postoperative antero-posterior standing lower extremities AP X-rays. We divided cases into two groups, one with radiologically arthritic change of the ankle joint and the other one without any radiologic change after surgery. We compared two groups in each parameters and analyzed statistically (SPSS v13.0).

Results: Three hundred eighty one cases were divided into varus group and 38 cases in valgus group. 125 cases were divided into ankle arthritic change-positive subgroup among the varus group and 251 cases were in negative subgroup. The amount of varus angle correction by total knee arthroplasty showed significant difference between two subgroups. There was no significant difference in each parameters between subgroups within 38 valgus cases.

Conclusion: Ankle arthritis can be aggravated after total knee arthroplasty because of the change of mechanical loading axis onto the ankle joint. Therefore it may be needed to evaluate symptoms and function of ankle joints before performing total knee arthroplasties especially in patients with huge varus deformities of knee joints.

Key Words: Ankle joint, Radiologic change, Total knee arthroplasty

서 론

진행된 관절염의 치료 방법으로 인공관절 치환술이 보편화됨에 따라 족관절의 퇴행성 관절염으로 내원하는 환자 중 인공 슬관절 전치환술을 받은 경우가 드물지 않다. 본 연구자들은 또한, 이러한 환자 중에서 족관절의 동통이 슬관절 치환술 후 속발되었다고 주장하는 환자들을 종종 보아왔고 방사선 소견상 족관절의 퇴행성 변화가 다소 악화된 경우들을 경험하곤 하였다. 본 연구는 이러한 임상적 경험을 토대로 슬관절 전치환술 시 일어나게 되는 하지의 축성 변화가 족관절에 미치는 영향에 대해 알아보려고 하였다.

• Address for correspondence

Su-Young Bae, M.D., Ph.D.

Department of Orthopaedic Surgery, National Medical Center,

Euljiro 6-ga, Jung-gu, Seoul, 100-799, Korea

Tel: +82-2-2260-7195 Fax: +82-2-2278-9570

E-mail: osnmc@yahoo.co.kr

대상 및 방법

1. 연구 대상

2002년 2월부터 2006년 10월까지 본원 정형외과에서 인공 슬관절 전치환술을 시행받은 환자 중 최소 6개월 이상 추시가 가능했던 243명 419예를 대상으로 하였다. 여자가 230명 399예, 남자가 13명 20예였으며 평균 나이는 67.9세였다. 수술 전 질환은 류마티스 관절염이 3예, 외상 후 관절염이 4예인 것을 제외하고는 모두 슬관절의 퇴행성 관절염이었다. 총 419예 중 수술 전 슬관절의 각 변형에 따라 내반 변형이 있던 212명 381예와 외반 변형이 있던 31명 38예로 두 군으로 나누어 연구를 시행하였다.

내반군과 외반군에서 방사선학적 평가는 수술 전 하지 기립 전후면 방사선 사진과 수술 1년 추시시의 하지 기립 전후면 방사선 사진을 토대로 시행하였다. 원칙적으로 1년째 추시 사진을 기준으로 하였으며 1년째의 방사선 사진이 없는 경우 1년에 가장 근접한 방사선 사진을 기준으로 삼았고 최소 6개월 이상의 사진을 채택하여 대상으로 하였다.

2. 연구 방법

내반군과 외반군의 수술 전과 후의 하지 기립 전후면 방사선 사진에서 다음의 각 방사선적 표지들을 측정하여 기록하였다.

슬관절의 내반 또는 외반각, 지면과 경골 원위 관절면이 이루는 각, 지면과 거골 상단이 이루는 각, 경골의 해부학적 축과 경골의 원위 관절면이 이루는 각, 하지의 기계적 축과 경골의 원위 관절면이 이루는 각, 족관절의 내과 원위단과 거골 내측 관절면 사이의 간격, 족관절 내측 관절 간격(경골 원위 관절면의 내측과 거골과의 간격), 거골의 경사도(talar tilt) 변화를 관찰하여 기록하였다.

슬관절의 내외반각은 대퇴골의 해부학적 축과 경골의 해부학적 축이 이루는 각을 측정하였고 지면과 경골 원위 관절면이 이루는 각, 지면과 거골 상단이 이루는 각, 경골의 해부학적 축과 경골의 원위 관절면이 이루는 각, 하지의 기계적 축과 경골의 원위 관절면이 이루는 각 등은 모두 경골의 천장 및 거골의 지붕에 수평의 연장선을 그어 측정하였으며 내측의 각을 양의 값으로 정하였다.

족관절의 내측 관절 간격은 거골 지붕의 내측단과 경골 원위 관절면 사이의 거리를 관절면에 수직인 선을 그어 측정하였다. 족관절 내과 원위단과 거골 내측 관절면의 거리는 내과 관절면에 수직인 선을 그어 측정하여 mm 단위

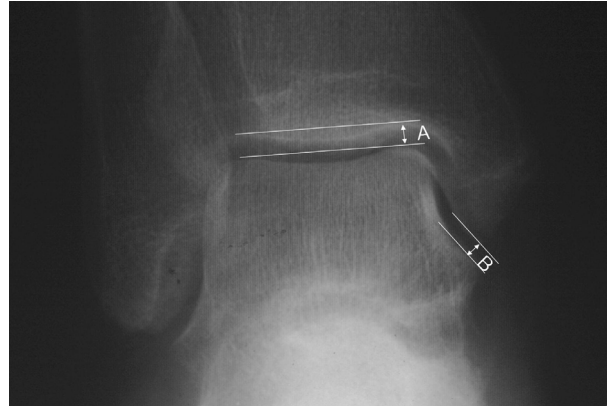


Figure 1. (A) Measurement of medial joint space by the distance between the medial tibial plafond and talar dome. (B) Measurement of medial gutter space by the distance between medial malleolar tip and medial articular surface of talus.

로 표기하였다(Fig. 1).

수술 후 족관절염이 발생하거나 진행하였다고 판단한 경우는 수술 후 족관절 내과의 외측과 거골의 내측의 간격이 좁아진 경우 및 경골 천장과 거골과의 간격이 좁아진 경우, 수술 전과 비교하여 거골의 경사가 발생한 경우 그리고 수술 전과 비교하여 족관절에 경화성 변화나 골극 등의 발생이 관찰된 경우로 정의하였다.

이 기준에 의해 내반군과 외반군에서 각각 수술 후 족관절염이 생기거나 악화된 경우와 그렇지 않은 경우의 두 그룹으로 나누어 이 두 그룹간에 각 방사선적 지표에서 어떤 차이가 있는지를 통계학적 분석을 통하여 알아보았다. 통계학적 처리는 모두 SPSS v13.0 (SPSS inc, Chicago, IL[®])을 이용하였고 각 그룹 간 차이 유무는 *t*-test로 알아보았고 내반각 혹은 외반각이 평균치보다 크거나 같은 그룹과 그보다 작은 그룹으로 나누어 전술한 족관절염의 발생이나 악화와 연관성이 있는지를 Chi-square test로 알아보았으며 내반 혹은 외반 각의 교정 정도와 족관절 관절 간격들의 변화가 어떤 관계가 있는지를 Pearson 상관계수를 통해 알아보았다. 이들 통계적 분석에서 $p < 0.05$ 인 경우에 유의한 것으로 판정하였다.

결 과

총 419예중 수술 전 족관절의 관절염이 관찰된 예는 70예로 그 중 거골의 경사도에 변화가 있던 예는 18예였다. 수술 후 족관절 관절염의 속발을 의심할 만한 소견이 관찰되거나 기존의 관절염이 악화된 방사선학적 소견을 보인 경우는 139예였다.

1. 내반 슬관절의 인공관절 치환술 환자군에서

수술 전 슬관절의 내반 변형이 있던 381예에서 수술 전 평균 슬관절의 내반각은 7.54도(범위: 0~31도)였으며 수술 후 평균 외반 3.65도(범위: 내반 9~외반 15도)로 인공관절 치환술에 의해 평균 11.22도의 내반각 교정이 이루어졌다. 지면과 경골의 원위 관절면이 이루는 각은 수술 전 평균 9.18도(범위: 외반 6~내반 25도)에서 수술 후 4.70도(범위: 외반 1~내반 18도)로 변화량은 평균 4.99도였으며, 지면과 거골 지붕이 이루는 각은 평균 9.14도(범위: 외반 6~내반 25도)에서 수술 후 4.76도(범위: 외반 1~내반 18도)로 변화량은 평균 4.81도였다. 하지의 기계적 축과 경골의 원위 관절면이 이루는 각은 평균 84.87도(범위: 70~108도)에서 88.99도(범위: 75~113도)로 평균 4.39도 변화가 관찰되었다. 수술 전 내측 원위 경골 관절면이 경골의 해부학적 축과 이루는 각(medial distal tibial angle: MDTA)은 90.65도였다. 수술 전 경골의 내측 원위 관절면과 거골과의 간격은 평균 3.03 mm에서 2.97 mm로 약 0.05 mm의 차이를 보였으며 족관절 내과의 외측과 거골의 내측과의 간격은 수술 전 평균 1.47 mm에서 1.55 mm로 오히려 증가한 결과를 보였다.

수술 전후를 비교하여 관절 간격이 줄어들거나 경화성 변화 또는 골극 등의 형성, 거골의 경사도의 변화가 발생하여 수술 후 족관절염이 발생 또는 진행하였다고 판단한 예는 381예 중 125예였다. 이 125예를 관절염 발생 양성군으로, 나머지 256예 환자군을 음성군으로 분류하였다. 평균 슬관절 내반각 교정 정도는 양성군에서 12.20도, 음성군에서 10.73도였으며 지면과 경골 원위 관절면이 이루는 각의 수술 후 변화 정도는 양성군에서 평균 5.56도, 음성군에서 4.70도였다. 지면과 거골 지붕이 이루는 각의 평균 변화 정

도는 양성군에서 5.58도, 음성군에서 4.43도였으며 하지의 기계적 축과 경골의 원위 관절면이 이루는 각의 변화 정도는 양성군에서 6.38도, 음성군에서 5.43도였다. 이러한 네 각의 수술 후 변화 정도는 *t*-test를 이용한 통계적 분석 결과 모두 *p* value < 0.05로 유의한 차이를 보여 수술 후 족관절염이 발생 또는 악화가 의심되는 환자군에서 그렇지 않은 군보다 각 교정 정도가 컸음을 알 수 있었다(Table 1).

역으로 슬관절 내반각 교정 정도가 큰 경우 족관절염의 발생 혹은 악화에 실제로 영향을 미치는지 알기 위하여, 슬관절 내반각 교정각이 평균치인 11.22도보다 큰 군과 작은 군으로 나누어 볼 때, 이 두 군에서 양성군과 음성군의 빈도의 차이 역시 유의하였다(Chi-square test, *p*=0.02).

1. 외반 슬관절의 인공관절 치환술 환자군에서

수술 전 슬관절의 외반 변형이 있던 환자는 모두 38예로 수술 전 평균 슬관절의 외반각은 4.75도(범위: 0.5~14.0도)였으며 수술 후 6.05도(범위: 내반 4~외반 11도)였다. 수술 전 후 경골의 내측 원위 관절면과 거골과의 간격은 평균 2.82 mm에서 2.75 mm로 약 0.06 mm의 차이를 보였으며 족관절 내과의 외측과 거골의 내측과의 간격은 수술 전 평균 1.50 mm에서 1.32 mm로 약 0.19 mm의 차이를 보였다. 수술 전후를 비교하여 관절 간격이 줄어들거나 경화성 변화 또는 골극 등의 형성, 거골의 경사도의 변화가 발생하여 수술 후 족관절염이 발생 또는 진행하였다고 추정된 예는 38예 중 14예였다. 이 14예를 양성군으로, 나머지 24예를 음성군으로 나누어 시행한 통계적 분석에서는 수술 전 각 방사선적 지표와 수술 전후의 변화량에 유의한 차이가 없었다(*t*-test, *p*>0.05).

Table 1. The Amount of Change of Each Parameter Presenting Load Axis of Lower Extremity in Arthritic Change-Positive Group and Negative Group.

	Arthritic change-positive group	Arthritic change-negative group	<i>p</i> -value
Amount of correction of knee varus (degrees)	12.2000±5.5952	10.7344±5.4469	0.016
Amount of change of ground-plafond angle (degrees)	5.5640±4.0356	4.6972±3.7744	0.046
Amount of change of ground-talus angle (degrees)	5.5760±3.9803	4.4320±3.7515	0.008
Amount of change of mechanical axis-plafond angle (degrees)	6.3840±4.8970	5.4306±4.0909	0.047

statistical analysis by independent *t*-test, *p*<0.05 (SPSS v13.0) at 2 year after TKA.

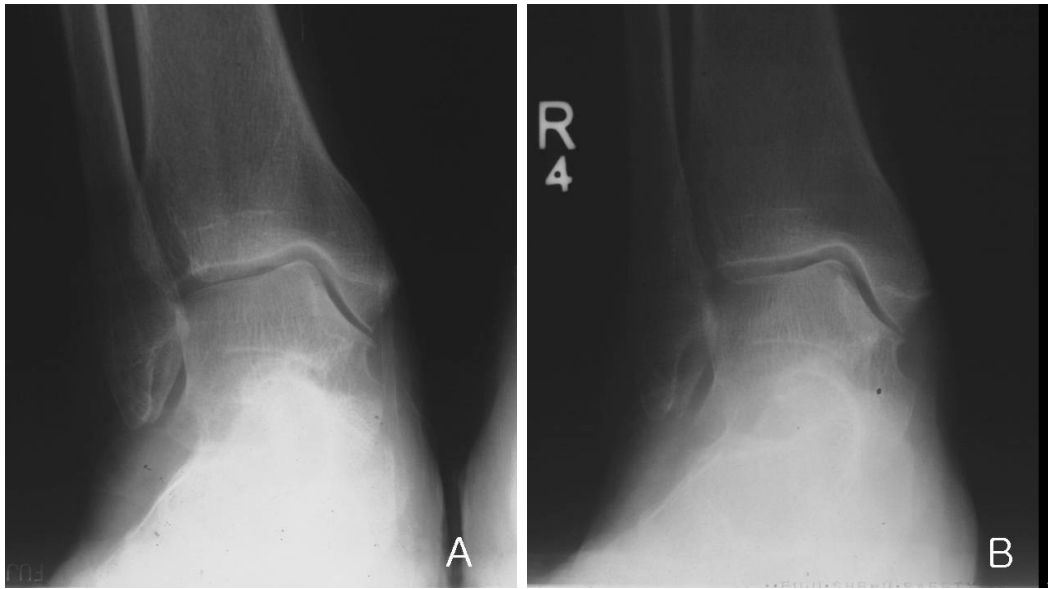


Figure 2. (A) Anteroposterior radiograph of 64 year old female patient's ankle joint before total knee arthroplasty (TKA) procedure. (B) Marginal bony spur was revealed on the lower end of medial malleolus on one year follow-up radiograph after TKA.

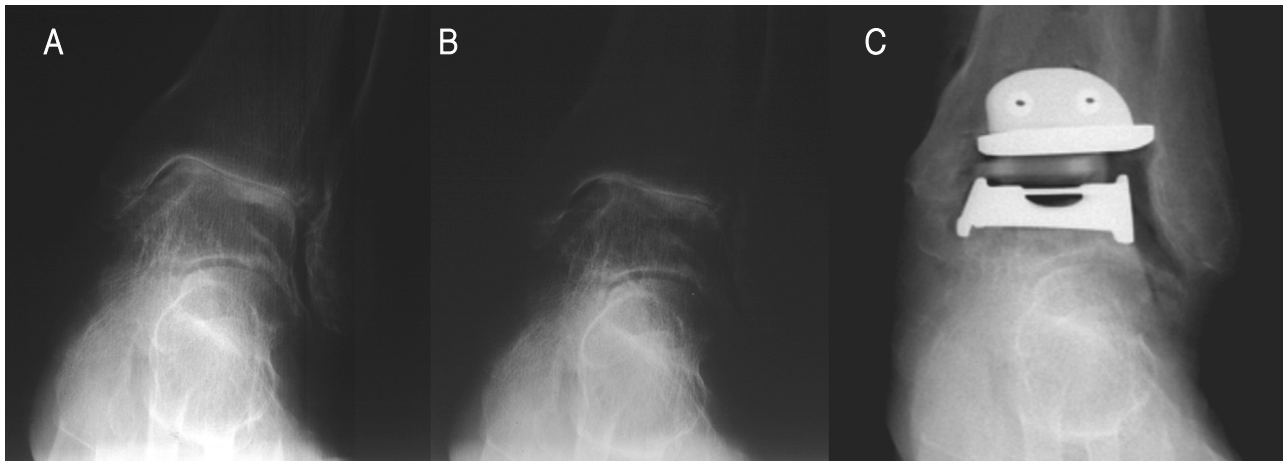


Figure 3. Weight bearing anteroposterior radiographs of the ankle joint of 72 year old female patient. (A) Initially, left ankle joint showed joint space narrowing and sclerotic changes before TKA but joint congruency had been maintained. (B) One year after TKA, arthritic change was aggravated and the medial talar dome was placed above the plafond. (C) Thus, total ankle arthroplasty was performed for this patient at 2 year after TKA.

고찰

퇴행성 관절병변의 발생과 진행에는 여러 인자들이 관여하고 있으며 그 중 기계적인 자극은 중요한 요소이다. 하지에서 기계적인 자극의 생성은 하지 정렬의 왜곡으로 설명되며 하지 정렬 축과 이에 대한 관절면의 위치 관계로 정의된다. 하지의 부정 정렬과 관절 병변의 상관성에 관하여는 이미 잘 알려져 있고^{1,3-5,8,13)} 이러한 주장들을 근거로 관상

면상의 어떠한 변형이라도 하지의 정렬을 변화시키고 그 결과로 부하 전달축을 왜곡시켜 퇴행성 관절염의 속발을 가져올 수 있으리라고 생각되어왔다.

한편 본 연구자들은 임상적 경험에 의거하여 슬관절 인공 관절 치환술 후 족관절 동통 또는 이에 의한 파행을 주소로 내원한 환자들을 치험했었고 이 경우들에서 비교적 큰 슬관절 내반 교정각에 의한 하지 정렬 변화가 원인의 하나로 작용하지 않았을까 의문을 갖게 되었다(Fig. 2, 3). 이

러한 배경 하에 후향적으로 약 4년간 본원에서 인공 슬관절 치환술을 시행받은 환자의 방사선 사진을 대상으로 이 연구를 진행하게 되었다. 환자의 대부분은 인공 슬관절 치환술을 시행받기 전에 슬관절의 내반 변형을 가지고 있었으며 외반 변형을 가지고 있었던 예는 38예로 그 수가 적을 뿐 아니라 외반각의 크기도 평균 4.75도로 그리 크지 않았다. 따라서 슬관절의 외반 변형을 가지고 있었던 환자에서도 출한 결과들은 비록 그 결과가 외반각 교정 정도와 관절염의 발생 또는 진행을 시사하는 방사선적 소견과 뚜렷한 관계를 보이지 않는다 하더라도 추후 더 많은 증례의 측정과 재평가가 필요할 것으로 생각된다.

본 연구에서 인공 슬관절 치환술을 시행받기 전에 슬관절의 내반각이 크면 클수록 족관절의 퇴행성 변화를 가져 오기 쉬운 것으로 나타났는데 다음의 기전으로 이를 부분적으로 설명 가능하다고 생각된다. 즉, 수술전에 슬관절의 내반 변형이 심할수록 족관절의 관절면이 내반의 위치를 갖게 되고 거골하 관절이 이의 보상을 위하여 거꾸로 외반의 위치를 갖게 된다. 이러한 족관절의 위치는 족관절 내반 관절염을 만들기 쉬운데 이는 하지 축이 관절의 내측에 위치하여 하중과 지면 반발력이 모두 관절의 내측에 부하될 뿐 아니라 기울어진 관절면 때문에 전단력 또한 작용할 것이기 때문이다. 이러한 상태에서 슬관절을 곧게 펴서 경골 원위 관절면의 위치 관계가 변하게 되면 거골과 거골하 관절 역시 이를 보상하기 위해 이전의 위치에 비해 상대적 내반위를 취하게 되는데 이 보상 과정이 원활하게 일어나지 못하는 경우, 또는 거골하 관절의 운동성이 저하되어 있는 경우 등에서는 족관절 내과의 원위단이 거골에 닿아 충동을 만들거나 경골 원위 관절면에 비해 거골이 기울어 내측 관절면의 협소를 만들거나 가중시킬 수 있을 것으로 추측된다^{9,12)}.

다만 본 연구에서, 슬관절의 퇴행성 변화와 각변형이 심한 경우 내반 변형은 대부분 2차원적인 변형이 아니고 슬관절의 굴곡 구축과 함께 3차원적인 변형이기 때문에 방사선 사진에서 계측한 내반각이 진정한 의미의 내반각이 아닐 가능성이 상존한다^{2,6)}. 또한 이에 따라 방사선 사진에서 나타나는 족관절의 방향 역시 정전후면 사진이 아닐 경우가 종종 생기기 때문에 계측되는 값들에 오류가 있을 수 있다는 것이 본 연구의 단점이며 추후 이의 개선을 위한 노력이 필요할 것으로 사료된다.

결 론

본 연구에서 인공 슬관절 전치환술을 시행한 환자에서

족관절염의 발생 또는 악화를 시사하는 방사선학적 소견이 다수에서 관찰되었으며 특히 수술 전 후의 대퇴 경골간 내반각의 교정 정도가 큰 환자의 경우 그 발생률이 더 높은 것으로 나타났다. 슬관절 변형이 심한 환자의 인공 슬관절 치환술시 족관절의 관절 증상의 유무, 족관절 혹은 거골하 관절의 유연성에 대한 수술 전 평가 및 수술 후의 주의 깊은 추시 또한 필요할 것으로 사료된다.

REFERENCES

1. **Chandler JT and Moskal JT:** Evaluation of knee and hind-foot alignment before and after total knee arthroplasty: a prospective analysis. *J arthroplasty*, 19: 211-216, 2004.
2. **Cooke D, Scudamore A, Li J, Wyss U, Bryant T and Costigan P:** Axial lower-limb alignment: comparison of knee geometry in normal volunteers and osteoarthritis patients. *Osteoarthritis Cartilage*, 5: 39-47, 1997.
3. **Derek T, Cooker V, Harrison L, Bhan K, Scudamore A and Chaudhary AA:** Analysis of limb alignment in the pathogenesis of osteoarthritis: a comparison of Saudi Arabian and Canadian cases. *Rheumatol Int*, 22: 160-164. *Epub*, 3, 2002.
4. **Desme D, Galand-Desme S, Besse JL, Henner J, Moyen B and Lerat JL:** Axial lower limb alignment and knee geometry in patients with osteoarthritis of the knee. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*, 92: 673-679, 2006.
5. **Guichet JM, Javed A, Russell J and Saleh M:** Effect of the foot on the mechanical alignment of the lower limbs. *Clin Orthop Relat Res*, 415: 193-201, 2003.
6. **Hunt MA, Fowler PJ, Birmingham TB, Jenkyn TR and Giffin JR:** Foot rotational effects on radiographic measures of lower limb alignment. *Can J Surg*, 49: 401-406, 2006.
7. **Lee WC and Kang YH:** Radiological analysis of the degenerative arthritis of the ankle. *J Korean Foot Ankle Soc*, 9: 135-139, 2005.
8. **Mizu-uchi A, Matsuda S, Miura H, Higaki H, Okazaki K and Iwamoto Y:** The effect of ankle rotation on cutting of the tibia in total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg*, 88-A: 2632-2636, 2006.
9. **Pagenstert GI, Hintermann B, Barg A, Leumann A and Valderrabano V:** Realignment surgery as alternative treatment of varus and valgus ankle osteoarthritis. *Clin Orthop Relat Res*, 462: 156-168, 2007.
10. **Saltzman CL, Salamon ML, Blanchard GM, et al:** Epidemiology of ankle arthritis: report of a consecutive series of 639 patients from a tertiary orthopaedic center. *Iowa Orthop J*, 25: 44-46, 2005.
11. **Takakura Y, Tanaka Y, Sugimoto K, Tamai S and Masuhara K:** Ankle arthroplasty. A comparative study of cemented metal and uncemented ceramic prostheses. *Clin*

Orthop Relat Res, 252: 209-215, 1990.

12. **Tanaka Y, Takakura Y, Hayashi K, Taniguchi A, Kumai T and Sugimoto K:** Low tibial osteotomy for varus-type osteoarthritis of the ankle. *J Bone Joint Surg*, 88-B: 909-

913, 2006.

13. **Tetsworth K and Paley D:** Malalignment and degenerative arthropathy. *Orthop Clin North Am*, 25: 367-377, 1994.