

## Taper형 CLS 대퇴스텝 사용 시 대퇴스텝 정렬각의 영향

민병우 · 강철형 · 배기철 · 조영호\* · 이주협

계명대학교 의과대학 정형외과학교실, 파티마병원 정형외과\*

**목적:** Tapered-wedge형 대퇴스텝을 이용한 고관절 치환술시 대퇴스텝의 정렬각(stem alignment)이 임상적 및 방사선학적 결과에 미치는 영향을 조사하였다.

**대상 및 방법:** 1995년 5월부터 1998년 12월까지 CLS 무시멘트성 대퇴스텝을 사용하여 인공고관절 전치환술을 시행하였던 91예 중 5년 이상 추시 관찰이 가능하였던 75예에 대하여 후향적 분석을 하였다. 대퇴스텝의 정렬각에 따라 세군으로 나누었으며 중립위군 50예(67%), 외반위군 15예(20%), 내반위군 10예(13%)였다. 각 군에 따라 임상적 및 방사선학적 결과를 비교하였다.

**결과:** Harris 고관절 점수 및 대퇴부 동통의 빈도는 세군간에 차이가 없었다. 방사선학적 결과로 최종 추시시의 대퇴스텝의 고정상태, 신생골 형성, 방사선 투과선, 응력차단 현상 및 골용해의 발생빈도에서도 차이가 없었으며, 최종 추시 시까지 대퇴스텝의 해리 소견을 보인 예는 없었다.

**결론:** Tapered-wedge 형으로 디자인된 CLS 대퇴스텝은 최소 5년 이상 추시 결과상 대퇴스텝의 정렬각이 임상적 및 방사선학적 치료결과에 영향을 끼치지 않았다.

**색인 단어:** 대퇴스텝 정렬각, CLS 대퇴스텝, 인공고관절 전치환술

### The Effect of Stem Alignment on Clinical and Radiographic Results of a Tapered CLS Stem

Byung-Woo Min, M.D., Chul-Hyung Kang, M.D., Ki-Cheol Bae, M.D., Young-Ho Cho, M.D.\*, and Ju-Hyup Lee, M.D.  
Department of Orthopedic Surgery, School of Medicine, Keimyung University, Daegu; Fatima Hospital\*, Daegu, Korea

**Purpose:** To examine the effects of the stem alignment on the clinical and radiographic results of a tapered wedge femoral prosthesis.

**Materials and Methods:** Ninety-one consecutive primary total hip arthroplasties were performed with an implantation of a CLS cementless femoral prosthesis between 1995 and 1998. Among them, 75 hips were retrospectively examined after a minimum duration of five years. The hips were divided into three groups based on the stem alignment; neutral stem alignment in 50 hips (67%), valgus in 15 hips (20%), and varus in 10 hips (13%). The clinical and radiographic results of the three groups were compared.

**Results:** There were no differences in the Harris hip scores and the incidence of thigh pain between the groups. Radiographic analysis revealed no difference in the fixation status at the latest follow up, nor was there any difference in the level of endosteal bone formation, the incidence of radiolucent lines, stress-shielding, or osteolytic lesions. No loosening of the femoral stems was observed in any of the cases.

**Conclusion:** Stem alignment of a tapered CLS femoral component does not compromise the clinical and radiographic results after a minimum follow-up of five years.

**Key Words:** Stem alignment, CLS stem, Total hip arthroplasty

인공고관절 전치환술시, 특히 tapered-wedge 형태의 무시멘트 대퇴스텝을 사용할 경우 대퇴스텝의 정렬각이

내반위(varus alignment) 또는 외반위(valgus alignment)로 삽입될 수 있다<sup>6,18)</sup>. 이러한 인공고관절 전치환

통신저자 : 강 철 형  
대구광역시 중구 동산동 194  
계명대학교 의과대학 동산의료원 정형외과학교실  
TEL: 053-250-7267 · FAX: 053-250-7205  
E-mail: chkang@dsmc.or.kr

Address reprint requests to  
Chul-Hyung Kang, M.D.  
Department of Orthopaedic Surgery, Dongsan Medical Center,  
Keimyung University, 194 Dongsan-dong, Joong-gu, Daegu 700-712, Korea  
Tel: +82.53-250-7267, Fax: +82.53-250-7205  
E-mail: chkang@dsmc.or.kr

술시의 대퇴스텝 정렬각이 인공관절의 장기 추시 결과에 미치는 영향에 대해서는 시멘트성 대퇴스텝의 경우에는 대퇴스텝이 내반위 또는 외반위로 삽입되면 시멘트 두께의 부족으로 인하여 좋지 못한 결과를 초래하는 것으로 알려져 있다<sup>11,16)</sup>. 그러나 무시멘트성 대퇴스텝의 경우에는 대퇴스텝 정렬각이 내반위로 삽입되면 조기 해리를 초래하거나<sup>20)</sup>, 대퇴 삽입물 주위 피로 골절을 야기하여<sup>7)</sup> 부정적인 효과를 야기한다는 발표도 있는 반면, 대퇴스텝이 내반위로 삽입되더라도 인공관절의 장기 추시 결과에는 영향을 끼치지 않는다는 보고도 있어<sup>12,17,18)</sup> 이에 대한 결론이 확실치 않은 상태이다. 이에 저자들은 taper-wedge 형의 무시멘트 대퇴스텝 삽입시 대퇴스텝의 정렬각이 임상적 및 방사선학적 치료결과에 어떤 영향을 끼치는지 알아보고자 하였다.

## 대상 및 방법

1995년 5월부터 1998년 12월까지 tapered-wedge 형 대퇴스텝인 CLS 대퇴스텝(Protek, Bern, Switzerland)을 사용하여 무시멘트성 인공고관절 전치환술을 시행하였던 91예 중 5년 이상 추시 관찰이 가능하였던 75예(82.4%)의 환자들을 대상으로 후향적 분석을 하였다. 대퇴스텝 정렬각이 임상적 및 방사선학적 치료결과에 미치는 영향을 알아보기 위해 대상 환자들을 중립위(neutral alignment), 내반위(varus alignment) 및 외반위(valgus alignment) 군으로 나누어 분석하였다.

CLS 대퇴스텝은 collarless의 double wedge형태로서 corundum blasting의 방법으로 표면 처리가 되어 있고 상부에 vertical rib을 갖는 근위부 고정방법의 썬기형-직선형 대퇴삽입물이다. 비구컵은 무시멘트 일체형 비구컵인 Morscher컵(Protek, Bern, Switzerland)을 사용하였고, 이 비구컵은 sulmesh 및 폴리에틸렌 라이너의 일체형으로 구성되어 있다.

대퇴스텝의 정렬각은 수술직후 촬영한 골반 전후면 방사선 사진상 대퇴스텝의 장축과 대퇴골 장축 사이에 이루어지는 각도로서 내반위, 외반위 모두 중립위에서 5° 이상 차이가 있는 경우로 정의하였는데<sup>12)</sup> 중립위 50예(66.7%), 내반위 10예(13.3%), 외반위 15예(20%)가 관찰되었다. 전예에서 추시 기간은 최소 5년에서 최장 8.8년으로 평균 6.2년이었으며, 연령 분포는 24세에서 68세까지로 평균 49세였다. 남자가 52예, 여자가 23예였으며 수술

Table 1. Demographic data

Parameter	Neutral alignment	Varus alignment	Valgus alignment	Total	p-value
Age (years)	49.8	51.1	48.6	49.9	0.301
Gender (Male:Female)	35:16	7:3	10:5	52:23	0.318
Diagnosis (*AVN:Others)	28:22	7:3	11:4	46:29	0.090
Height (cm)	163.8	163.0	163.3	163.6	0.938
Weight (kg)	61.9	64.3	62.2	62.1	0.426
Follow-up (year)	6.3	5.8	5.9	6.2	0.368
Charnley class (A:B)	24:36	4:6	6:9	34:41	0.179
Total	50	10	15	75	

\*AVN, avascular necrosis of the femoral head.

시 추측되어진 원인질환으로는 대퇴골두 무혈성괴사가 46예, 비구이형성증으로 인한 골관절염이 14예, 화농성 관절염 후유증이 10예, LCP 후유증이 3예, 외상 후유증이 2예였다. 구분된 중립위군, 내반위군, 외반위군 사이에서 성별, 연령 분포, 추측되어진 원인질환, 키, 몸무게, Charnley의 activity class<sup>1)</sup> 및 평균 추시 기간에는 차이가 없었다(Table 1).

수술은 전례에서 전측방 도달법을 사용하였으며, 비구컵은 1.5 mm 적게 확공하여 titanium mesh로 코팅된 무시멘트성 일체형 압박고정 비구컵을 사용하여 압박 고정하였다. 사용되어진 비구컵의 크기는 48-64 mm였으며, 대퇴스텝의 크기는 5-15 mm이었다.

임상적 결과는 수술 전 및 추시 관찰시의 Harris 고관절 점수<sup>10)</sup>를 사용하여 평가하였으며 90점 이상은 우수(excellent), 80-89점을 양호(good), 70-79점을 보통(fair), 70점 미만을 불량(poor)으로 평가하였고 추시 관찰시 대퇴부 동통 및 파행(limp)을 관찰하였다.

방사선학적 결과로 대퇴스텝의 고정 상태는 Engh 등<sup>4,5)</sup>의 방법에 따라 평가하였고, 방사선 소견의 해석은 Gruen 등<sup>9)</sup>의 영역에 따라 골내막 신생골 형성, 방사선 투과선, 응력 차단 현상<sup>5)</sup>, 골용해의 발생 유무를 관찰하였다. 대퇴스텝의 수직침강(subsidence)은 대전자 상단에서 대퇴스텝의 상외측 견부 사이를 측정하여 2 mm 이상인 경우로 정의하였다<sup>2)</sup>.

비구컵의 방사선학적 분석은 DeLee와 Charnley<sup>3)</sup>의 구분에 따라 방사선 투과선, 해리 소견, 골용해 등을 관찰하였고, 폴리에틸렌 라이너의 마모는 Livermore 등<sup>14)</sup>의 방법에 따라 오차범위 0.01의 digital caliper (Mitu-

toyo, Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였다. 통계처리는 간 군간의 모집단 개수가 차이가 많이 나서 ANOVA의 비모수 검정 방법인 Kruskal-Wallis test와 Chi-square test를 사용하여 검정하였고, 유의성의 판정은 p값을 0.05 미만으로 하였다.

## 결 과

### 1. 임상적 결과

Harris 고관절 점수는 중립위(neutral) 군의 경우 수술 전 평균  $50.9 \pm 13.3$ 점에서 수술 후 평균  $92.1 \pm 3.4$ 이었고, 외반위(valgus) 군의 경우 수술 전 평균  $49.2 \pm 15.4$ 점에서 수술 후 평균  $91.2 \pm 3.9$ 점, 내반위(varus) 군의 경우 수술 전 평균  $50.9 \pm 7.4$ 점에서 수술 후 평균  $91.2 \pm 3.7$ 점으로 향상되어 세 군간의 차이는 없었다( $p=0.594$ ). 대퇴부 동통은 총 5예(6.7%)에서 관찰되었는데 중립위 군에서 4예, 외반위 군에서 1예 발생하여 세군간의 차이가 없었으며( $p=0.651$ ), 파행(limp)은 총 6예(8%)에서 있었으며 중립위 군에서 4예(8%), 내반위 군 1예(10%), 외반위군 1예(6.7%)에서 있어 역시 세 군간의 차이는 없었다( $p=0.110$ ).

### 2. 방사선학적 결과

최종 추시시의 대퇴스탐의 고정 상태는 전예에서 골성 고정 상태를 보였으며, 수술직후 및 최종 추시시의 방사선 소견상 2 mm 이상의 대퇴스탐 수직침강(subsidence)을 보인 예는 총 10예(13.3%)에서 관찰되었는데, 중립위 군에서 7예(14%)이며 평균 침강 정도는  $2.7 \pm 1.2$  mm 이었고, 내반위 군에서 1예(10%)에서 3 mm의 침강 소견을 보였고, 외반위 군에서는 2예(13.3%)에서 평균  $3.0 \pm 1.4$  mm의 수직침강 소견을 보여 세 군간의 차이는 없었다( $p=0.157$ ).

방사선 투과선은 총 19예(25.3%)에서 관찰되었는데 중립위군 12예(24%), 내반위 2예(20%), 외반위 5예(23%)에서 발생하여 세 군간의 차이는 없었으며( $p=0.412$ ) 이러한 방사선 투과선은 전후면 방사선 소견상 Gruen 영역 1과 7에서 주로 관찰되었으며 최종 추시시의 소견상 더 이상의 진행은 없었다(Fig. 1).

골내막 골형성(endosteal bone formation)은 모두 46예(61.3%)에서 나타났으며 중립위군 31예(62%), 내반위군 7예(70%), 외반위군 8예(53.3%)에서 관찰되어

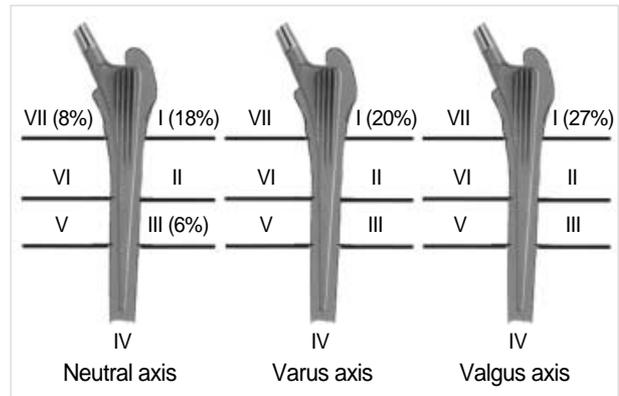


Fig. 1. The prevalence and site of the radiolucent lines are shown according to the Gruen zones on the anteroposterior radiographs among the hips with a neutral, varus, and valgus alignment of the stem.

차이가 없었으며( $p=0.694$ ) 전후면 방사선 사진상 Gruen 영역 3, 4, 5에서 주로 관찰되었다.

추시 기간 중 스트레스 방패현상(stress-shield)에 의한 골흡수 소견은 총 25예(33.3%)에서 보였는데 이는 전례에서 Engh 등<sup>5)</sup>의 1, 2 등급에 해당하는 미미한 골흡수로서 주로 Gruen 영역 7에만 국한된 골흡수 소견이었고 중립위에서 16예(32%), 내반위 3예(30%), 외반위 6예(40%)에서 관찰되어 차이가 없었다( $p=0.109$ ).

대퇴골 용해(femoral osteolysis)는 2예(2.7%)에서만 관찰되었으며, 1예는 중립위 군에서 발생하였고 원위 대퇴부인 Gruen 영역 3, 4, 5에서 발생하였고, 다른 1예는 외반위 군에서 관찰되었는데 Gruen 영역 1과 7에 국소적으로 발생한 1 cm 미만의 국소형(focal) 병변이었고, 2예 모두다 임상증상이나 진행 소견이 없어 관찰 중에 있다.

폴리에틸렌 라이너의 연평균 선상 마모율은  $0.14 \pm 0.19$  mm/year였으며, 중립위 군은  $0.13 \pm 0.12$  mm/year, 내반위군  $0.15 \pm 0.37$  mm/year, 외반위군  $0.17 \pm 0.21$  mm/year로서 세 군간의 의미 있는 차이는 없었다( $p=0.984$ ). 추시 기간 중 비구컵의 해리, 방사선 투과선, 골용해 소견을 보인 예는 없었으며 비구컵도 모두 골성 안정의 소견을 보였다.

### 3. 합병증

대퇴스탐 삽입도중 대퇴 경부 주위의 선상 골절(calcar crack)이 4예(5.3%)에서 발생하였는데 중립위 군에서 2예, 외반위 군에서 2예 발생하였으나 환형 강선 고정으

로 별다른 합병증 없이 치유되었다. 인공관절 탈구가 2예(2.7%) 발생하였으나 도수정복술로 치료되었다.

## 고 찰

Taper-wedge 형의 CLS 대퇴스텝을 이용한 무시멘트 성 고관절 전치환술시 대퇴스텝의 정렬각(stem alignment)은 임상적 또는 방사선학적 결과에 영향을 끼치지 않았다(Fig. 2). 시멘트형 대퇴스텝의 경우 대부분의 저자들은 대퇴스텝의 정렬각이 변할 경우 특히 대퇴스텝이 내반위로 정렬된 경우 불량한 결과를 초래한다고 보고하였다<sup>11,16</sup>. Munuera와 Garcia-Cimbrello<sup>16</sup>는 내반위의 경우 16년 추시 관찰상 46%의 실패율을 보고하여 대퇴스텝의 내반위 정렬이 대퇴스텝의 실패를 초래한다고 보고하였고, Jaffe와 Hawkins<sup>11</sup>도 시멘트형 대퇴스텝에서 내반위 삽입은 시멘트 두께의 부족을 초래하여 불량한 결과를 초래한다고 하였다. 그러나 무시멘트형 대퇴스텝의 경우 Vresilovic 등<sup>20</sup>은 fit and fill 개념의 porous coated stem 사용 시 내반위로 대퇴 stem이 삽입되면 대퇴스텝의 해리가 증가한다고 보고하였고, Mallory 등<sup>15</sup>도 무시멘트형 대퇴스텝이면서 taper형이나 대퇴근위부에서 대퇴스텝이 fit and fill 개념으로 고정되는 Mallory-Head 대퇴스텝의 경우 내반위 삽입은 대퇴스텝의 undersize를 의미하며, 이는 곧 대퇴스텝의 해리를 증가시킨다고 보고하였다. Gill 등<sup>7</sup>은 시멘트형 대퇴스텝의 내반위 삽입은 대퇴골 간부의 부전골절(insufficiency fracture)을 야기하여 불량한 결과를

초래한다고 보고한 반면, Khalily와 Lester<sup>12</sup>는 double taper형으로 되어있고, rectangular shape의 대퇴스텝인 Zweymuller stem의 경우 내반위 삽입시에도 5년 이상 추시 관찰시 임상적 또는 방사선학적 치료 결과에 영향을 끼치지 않는다고 보고하여, 대퇴스텝의 정렬각은 저자들에 따라, 대퇴스텝의 디자인이나 고정 방법에 따라 영향이 있는가는 논란이 대상이 되어왔다. 저자들의 경우에도 Khalily와 Lester<sup>12</sup>의 보고처럼 대퇴스텝의 내반위 혹은 외반위 삽입이 최소 5년 추시 관찰상 치료결과에 영향을 끼치지 않았는데 그 이유는 다음과 같이 생각하여 볼 수 있다.

초기에 개발되었던 fit and fill 개념의 일부 대퇴스텝에서는 대퇴스텝의 내반위 삽입은 대퇴스텝의 undersize를 의미하고<sup>15</sup> 이는 바로 초기 대퇴스텝의 안정성 확보 실패를 의미하므로 향후 대퇴스텝의 골내 성장을 기대하기 어려워 대퇴스텝의 실패로 연결되나, taper 형의 대퇴스텝인 CLS 대퇴스텝의 경우에는 약간의 undersize 대퇴스텝이 삽입되어 수직침강(subsidence)이 일어나면서 내반위로 삽입되나 췌기형(wedge) 디자인으로 인하여 대퇴스텝이 대퇴 골수강내 어느 지점에서 안정 고정되어 초기 안정성을 확보할 수 있고, 골내 성장이 잘 유도되어 장기 추시시 대퇴스텝의 안정 고정을 얻을 수 있기 때문이다<sup>19</sup>. 이는 저자들의 연구에서 2 mm 이상의 수직침강이 중립위 14%, 내반위 10%, 외반위 13.3%에서 발생하여 내반위 군이나 외반위 군에서 수직침강이 더 발생하지는 않았으나, 대퇴스텝의 침강이 있



Fig. 2. Anteroposterior radiographs show bilateral total hip arthroplasties in a 56-year-old female patient. (A) The femoral stems are positioned with a neutral alignment in the right hip and with a varus alignment in the left hip. (B) The 7-year follow-up X-ray shows no differences between the two hips with a slight subsidence of the left stem.

있던 증례 중 5 mm 이상의 수직침강이 있거나, 침강이 진행되어 대퇴스텝의 해리로 연결된 증례가 없었던 것에서도 알 수 있다.

또 다른 이유로는 taper 형의 썬기형 대퇴스텝 삽입시에는 근위 대퇴부의 망상골을 거의 제거하지 않고 rasp 으로 compaction만 함으로써 reaming을 하는 fit and fill 개념의 대퇴스텝에서보다 골내 성장(osseointegration)이 훨씬 잘 일어난다는 점이다<sup>8)</sup>. 설사 약간의 내반위로 대퇴스텝이 삽입되더라도 fit and fill 개념의 대퇴스텝에서보다 훨씬 조기에 대퇴스텝이 안정 고정될 수 있다는 것이 또 하나의 요인으로 작용하였으리라 생각된다.

또한 Lester와 Campbell<sup>13)</sup>의 보고처럼 taper-wedge 형 대퇴스텝 삽입시에는 대퇴 골수강내 혈행장애를 거의 초래하지 않아 골내 성장유도가 훨씬 잘 된다는 점도 설사 대퇴스텝이 약간 undersize되어 수직침강이 약간(5 mm 이하) 일어나면서 대퇴스텝이 썬기형으로 되어있어 대퇴골 골수강내 어느 지점에 안정 고정되어 조기에 대퇴스텝 주위의 골내 성장이 유도될 수 있을 것으로 생각된다. 이는 저자들의 연구에서 골내 신생골 형성이 61.3%에서 나타나 비교적 높은 골내 신생골 형성을 보였고, 전례에서 대퇴스텝이 안정 고정되어 있는 소견을 보인 점에서도 알 수 있다.

저자들의 증례에서 총 75예 중 중립위 67%, 내반위 13%, 외반위 20% 삽입은 Garcia-Cimbrello 등<sup>6)</sup>의 보고처럼 rectangular한 Zweymüller 대퇴스텝 사용 시의 중립위 51%, 내반위 38%, 외반위 3%나 Schramm 등<sup>18)</sup>의 CLS 대퇴스텝 사용 시 중립위 50%, 내반위 28%, 외반위 22%와 비슷한 발생빈도를 보였다.

## 결 론

인공고관절 전치환술시 대퇴스텝의 정렬각의 변화, 특히 대퇴스텝의 내반위 삽입은 시멘트형 대퇴스텝의 경우에는 불량한 결과를 초래하는 것으로 보고 되고 있으나 tapered-wedge 형으로 design된 무시멘트형 CLS 대퇴스텝은 평균 6년 추시 관찰상 대퇴스텝의 정렬각이 임상적 또는 방사선학적 결과에 영향을 끼치지 않았다.

## 참고문헌

1. Charnley J: *The long term results of low-friction arthroplasty of the hip performed as a primary intervention.* J Bone Joint Surg, 54-B: 61-76, 1972.
2. Delaunay CP and Kapandji: *Primary total hip arthroplasty with the Karl Zweymüller first generation cementless prosthesis. A 5-to 9-year retrospective study.* J Arthroplasty, 11: 643-652, 1996.
3. DeLee JG and Charnley J: *Radiological demarcation of cemented sockets in total hip replacement.* Clin Orthop, 121: 20-32, 1976.
4. Engh CA: *Hip arthroplasty with a Moore prostheses with porous coating.* Clin Orthop, 176: 52-66, 1983.
5. Engh CA, Massin P and Suthers KE: *Roentgenographic assessment of the biologic fixation of porous-surfaced femoral component.* Clin Orthop, 257: 107-128, 1990.
6. Garcia-Cimbrello E, Cruz-Pardos A, Madero R and Ortega-Andreu M: *Total hip arthroplasty with use of the cementless Zweymüller Alloclassic system. A ten to thirteen-year follow-up study.* J Bone Joint Surg, 85-A: 296-303, 2003.
7. Gill TJ, Sledge JB, Orler R and Ganz R: *Lateral insufficiency fracture of the femur caused by osteopenia and varus angulation: a complication of total hip arthroplasty.* J Arthroplasty, 14: 982-987, 1999.
8. Green JR, Nemzek JA, Arnoczky SP, Johnson LL and Balas MS: *The effect of bone compaction of early fixation of porous-coated implants.* J Arthroplasty, 14: 91-97, 1999.
9. Gruen TA, McNeice GM and Amstutz HC: *Modes of failure of cemented stem-type femoral component: A radiographic analysis of loosening.* Clin Orthop, 141: 17-27, 1979.
10. Harris WH: *Traumatic arthritis of the hip after dislocation and acetabular fractures. Treatment by mold arthroplasty. An end-result study using a new method of result evaluation.* J Bone Joint Surg, 51-A: 737-755, 1969.
11. Jaffe WL and Hawkins CA: *Normalized and proportionalized cemented femoral stem survivorship at 15 years.* J Arthroplasty, 14: 708-713, 1999.
12. Khalily C and Lester K: *Results of a tapered cementless femoral stem implanted in varus.* J Arthroplasty, 17-4: 463-466, 2002.
13. Lester DK and Campbell P: *100 year old patient with press-fit prosthesis: a postmortem retrieval study.* Am J Orthop, 319: 122-129, 1995.
14. Livermore J, Ilstrup D and Morrey B: *Effect of femoral head size on wear of the polyethylene acetabular component.* J Bone Joint

- Surg*, 72-A: 518-528, 1990.
15. **Mallory TH, Head WC, Lombardi AV Jr, Emerson RH Jr, Eberle RW and Mitchell MB:** *Clinical and radiographic outcome of a cementless, titanium, plasma spray-coated total hip arthroplasty femoral component. Justification for continuance of use. J Arthroplasty*, 11: 653-660, 1996.
  16. **Munuera L and Garcia-Cimbrelo E:** *The femoral component in low-friction arthroplasty after ten years. Clin Orthop*, 279: 163-175, 1992.
  17. **Schneider U, Breusch SJ, Thomsen M, Wirtz DC and Lukoscheck M:** *The influence of CLS-stem alignment of implant survival. Unfallchirurg*, 105: 31-35, 2002.
  18. **Schramm M, Keck F, Hohmann D and Pitto RP:** *Total hip arthroplasty using an uncemented femoral component with taper design: Outcome at 10-year follow up. Arch Orthop Trauma Surg*, 120: 407-412, 2000.
  19. **Smith SE, Garvin KL, Jardon OM and Kaplan PA:** *Uncemented total hip arthroplasty: Prospective analysis of the tri-lock femoral component. Clin Orthop*, 269: 43-50, 1991.
  20. **Vresilovic EJ, Hozack WJ and Rothman RH:** *Radiographic assessment of cementless femoral components. Correlation with intraoperative mechanical stability. J Arthroplasty*, 9: 137-141, 1994.