

전신홍반루푸스 환자에서 시행한 고관절 전치환술

인하대학교 의과대학 정형외과학교실

문경호 · 이동주 · 최성욱 · 정새롬

= Abstract =

Primary Total Hip Arthroplasty in Systemic Lupus Erythematosus

Kyoung Ho Moon, Tong Joo Lee, Sung Wook Choi, Sae Rom Jung

Department of Orthopaedic Surgery, College of Medicine, Inha University, Incheon, Korea

Objective: The purpose of this study is to evaluate the short term results of total hip arthroplasty (THA) for avascular necrosis in patients with systemic lupus erythematosus (SLE).

Methods: This is a retrospective case control, matched pair study. Ten patients (15 hips) with SLE and avascular necrosis of the femoral head (AVNFH) underwent THA. Eight patients (12 hips) with a minimum follow up of 2 years were reviewed. To determine whether these patients had results similar to those of patients with other diagnosis, we formed a control group of 12 patients who had 12 THA. They were matched for age, sex, BMI, activity, follow-up period, and type of implant with SLE group. The clinical and radiographic results were evaluated by Harris hip score (HSS) and serial radiographic findings, respectively.

Results: There was no complication during the perioperative period. In the SLE group, HHS was from 67.3 preoperatively to 97.7 at last follow-up. In the control group, HHS was from 70.1 preoperatively to 97.8 at last follow-up. On the last roentgenograms, none of acetabular components demonstrated any evidence of migration, tilt, rotation or shedding of metal particles in both groups. All femoral components demonstrated no evidence of subsidence, pedestal, or shedding of metal particles in both groups.

Conclusion: Patients with SLE and AVNFH had excellent results after THA. Results were not different from that of patients who had hip replacement for other diagnoses. Therefore, it is considered that uncemented THA was useful treatment method for the patient who had SLE and AVNFH.

Key Words: Total hip replacement arthroplasty, Systemic lupus erythematosus

<접수일 : 2008년 7월 1일, 심사통과일 : 2008년 8월 25일>

※통신저자 : 문경호

인천시 중구 신흥동 3가 7-206

인하대학교병원 정형외과

Tel : 032) 890-3663, Fax : 032) 890-3047, E-mail : moon@inha.ac.kr

본 논문은 인하대학교의 연구비 지원을 받아 작성되었음.

서 론

전신홍반루푸스(Systemic lupus erythematosus, SLE)은 전신적 결체조직 질환으로 주로 젊은 여성에서 호발 한다. 1960년 Dubois와 Cozen은 SLE와 골의 무혈관파사의 연관성에 대하여 기술 하였고 이후로 몇몇 보고 들이 발표 되었다 (1). 성인의 경우 2.8~11% 소아의 경우 40%이상에서 골의 무혈관파사가 발생한다고 보고되고 있으며, 주로 대퇴 골두에 호발하며, Gladman과 Urowitz등은 SLE의 진행과정에 있어서 대략 5~10%의 대퇴 골두 무혈관파사가 발생한다고 보고하고 있다 (2-5). 이러한 대퇴 골두 무혈관파사의 치료에 있어서, 대퇴 골두 중심 감압술, 고관절 반치환술, 고관절 전치환술등의 여러 종류의 치료법들이 시행되고 있으며 다양한 결과를 보이고 있다 (2,6). 본 연구에서는 SLE 환자에서 발생한 대퇴 골두 무혈관파사에 대하여 무시멘트형 비구 컵 및 대퇴주대를 사용하여 고관절 전치환술을 시행하고 2년 이상 추시 관찰이 가능하였던 8명(12고관절)의 임상적, 방사선적 결과를 알아보고, 다른 질환으로 고관절 전치환술을 시행 받은 12명(12고관절)의 대조군과 비교하여 SLE 환자에서 무시멘트형 인공 고관절 전치환술의 유용성을 알아보자 하였다.

대상 및 방법

1. 연구 대상

1996년 4월부터 2005년 12월까지 총 10명(15고관절)의 SLE 환자에서 인공 고관절 전치환술을 시행 하였으며, 이중 최소 24개월 이상 추시 관찰이 가능하였던, 8명(12고관절)을 대상으로 하였다. 연구는 환자의 입원 및 외래 기록과 방사선 사진을 이용하여 후향적 검토를 시행 하였다. 8명(12고관절)의 환자에서 처음 SLE를 진단 받고 평균 38.6개월(범위, 13~48개월) 후에 대퇴 골두 무혈관파사로 수술을 시행 하였으며, 6명(9고관절)의 환자는 하루 4 mg의 methylprednisolone을, 2명(3고관절)의 환자는 하루 5 mg의 prednisolone을 경구 복용 하였다. 모든 환자는 여자였으며, Ficat과 Arlet에 의한 분류상 3형이 3예, 4형이 9예였다 (7). 수술 시 평균 연령은 40.9세(범위, 29~57세)이었고, 수술 후 추시 기간은 평균 38.9개월(범위, 24~72개월)이었다(표 1).

2. 수술 방법 및 인공 삽입물

수술은 모두 제1저자에 의하여 이루어 졌으며 후외측 도달법에 의하여 시행하였다. 인공 삽입물은 무시멘트형 비구 컵과 대퇴 주대를 사용 하였다(그림 1). 비구측 삽입물은 Duraloc (DePuy, Warsaw, IN, USA) 100 series가 2예, Option cup (DePuy, Warsaw, IN,

Table 1. Demographic data of SLE* group

case	sex	Age (year)	BMI (kg/m ²)	activity	F/U [†] Period (month)	Preoperative HHS [‡]	Dose of steriod	F-A [§] stage
1	F	29	23.1	moderate	66	72	4 mg/d	3
2(Rt)	F	56	23.5	moderate	37	69	5 mg/d	4
2(Lt)	F	56	23.5	moderate	37	69	5 mg/d	4
3	F	57	24.2	moderate	24	70	4 mg/d	4
4(Rt)	F	36	20.7	moderate	24	65	4 mg/d	4
4(Lt)	F	36	20.7	moderate	24	65	4 mg/d	4
5(Rt)	F	30	21.6	moderate	30	68	4 mg/d	4
5(Lt)	F	30	21.6	moderate	24	68	4 mg/d	4
6	F	45	23.6	moderate	30	52	4 mg/d	4
7(Rt)	F	43	20.8	moderate	60	71	4 mg/d	3
7(Lt)	F	42	20.8	moderate	72	71	4 mg/d	4
8	F	31	23.5	moderate	30	68	5 mg/d	3

*SLE: Systemic lupus erythematosus, [†]F/U: follow up, [‡]HHS: Harris hip score, [§]F-A: Ficat and arlet

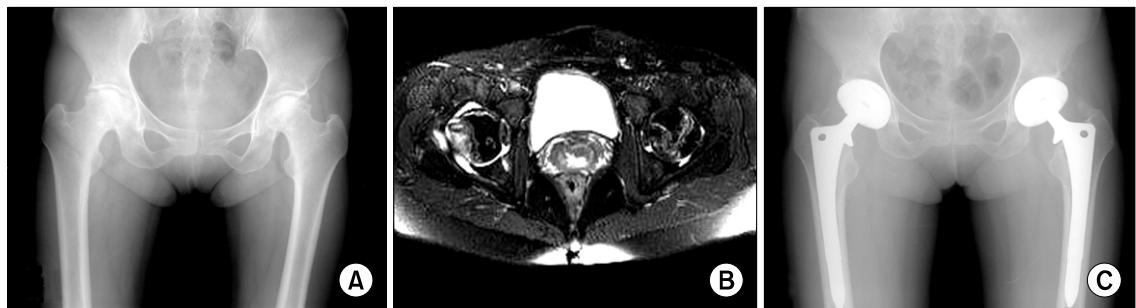


Fig. 1. These images show a 36 year-old woman with SLE. (A) Initial radiograph reveals that collapsed both femoral head and acetabular sclerotic change. (B) Both hip MRI reveals double line sign of both femoral head. (C) Two years after primary total hip arthropasty, the femoral and acetabular components of both hip were stable.

USA)○] 10예에서 시행하였으며, 대퇴 삽입물은 Anatomical medullary locking stem (AML, DePuy, Warsaw, IN, USA)을 10예, Summit stem (DePuy, Warsaw, IN, USA)을 2예에서 사용하였다. 인공 관절면으로는 세라믹 liner가 10예에서, 폴리에틸렌 liner가 2예에서 사용되었다.

3. 평가 방법

환자의 추시는 수술 후 6주, 3개월, 6개월, 12개월 그 후로는 매년 정기적으로 임상적 평가 및 방사선 평가를 시행하였다. 임상적 평가는 전치환술 전과 최종 추시시의 Harris Hip Score (HHS)를 비교 하였으며, 방사선적 평가는 수술직후 방사선 사진과 최종 추시시의 방사선 사진을 비교하여 비구 컵과 대퇴주대의 안정성을 평가 하였다 (8). 비구 컵의 안정성에 대하여는 컵의 이동 기울기의 변화, 회전, 금속 미립자의 소실 유무, 방사선 투과선의 존재 및 진행 유무를 DeLee와 Charnly의 구역에 따라 관찰하였다 (9). 비구 컵의 이동이 2 mm이상, 경사변화가 5도 이상, 금속 미립자의 소실을 보이는 경우와 비구 컵 주변으로 방사선 투과선이 관찰되면서 진행하는 경우에 불안정으로 판단하였다 (10,11). 대퇴 주대에 대하여 침강, pedestal의 유무와 주대 주위로 방사선 투과 선의 유무를 Gruen zone에 따라 관찰하였고, 5 mm 이상의 점진적인 침강 및 pedestal을 보이거나, 인공 삽입물 주위의 방사선 투과선을 관찰하여 진행이 있는 경우, 금속미립자(metal particle)의 소실이 관찰되는 경우를 불안정으로 판단하였다 (12). 또한 비구측 금속 삽입물 내 liner의 마모율(wear

rate), 마모량(volumetric wear)을 확인 하였으며, 마모의 정확한 측정을 위하여 Powerlook 2001XL flat bed imaging scanner (Umax Data System, Inc., Taipei Taiwan)를 사용하여 영상화 한 후 Chicago 대학의 Martell 등이 개발한 Computer assisted vector analysis program (University of Chicago, Orthopaedic surgery, Hip analysis program version 4.0)을 사용하였다 (13). Creep에 의하여 발생하는 오차를 줄이기 위하여 수술 후 6주 방사선 사진을 기준으로 시행하였다. 응력 방파 현상(stress shield)은 Engh 의 기준에 따라 4단계로 분류하였다 (14).

4. 타 질환과의 비교

타 질환으로 고관절 전치환술을 시행 받은 대조군은 환자의 성별, 나이, 추시기간, 활동성(activity level), 체질량 지수(body mass index, BMI), 사용한 삽입물 등을 비교하여 유사한 환자를 대상으로 하였다. 활동성은 Anderson clinic의 hip sheet에 있는 5단계로 과중(heavy), 중등도(moderate), 경도(light), 준좌식생활(semisedentaty), 좌식생활(sedentary)로 구분 하였으며, 체질량 지수는 18.5 kg/m^2 미만을 저체중으로, 18.5 kg/m^2 이상 25 kg/m^2 미만을 정상체중으로, 25 kg/m^2 이상 30 kg/m^2 미만을 과체중으로, 30 kg/m^2 이상을 비만으로 정의 하였다 (15,16). 금속 삽입물은 대상군과 동일한 무시멘트형 삽입물을 사용한 환자만을 선택하였다. 또한 대조군 환자 선택에 있어서 류마티스성 질환 등 전신성 질환을 갖은 환자는 제외하였다. 대조군은 모두 여자였으며, 일차 수술의 원인으로 외상 후 대퇴 골두 무혈관괴사가 3예, 일차성

고관절증(primary coxarthrosis)이 2예, 이차성 고관절증(secondary coxarthrosis)이 7예 였다. 수술 시 평균 연령은 43.5세(범위, 3~60세)이었고, 수술 후 추시 기간은 37.8개월(범위, 24~72개월)이었다(표 2). 두 그룹간의 각 변수에 대하여 통계적으로 유의한 차이는 없었다($p > 0.05$).

5. 통계 방법

SPSS (Statistical package for social science, version 12.0, Inc in Chicago, Illinois, USA) 통계 프로그램을 이용하여 Mann-Whiney의 U-test와 Chi square-test를 통해 결과를 비교 분석 하였다.

Table 2. Comparison of two groups

	SLE* (n=12)	non-SLE (n=12)	p-value [†]
Age (years)	40.9	43.5	0.340
Sex	all females	all females	1
Activity	all moderate	all moderate	1
	activity	activity	
Body mass index (kg/m ²)	22.3	21.9	0.311
Follow-up period (months)	38.9	37.8	0.977
Implant type	all non-cemented type	all non-cemented type	1

*SLE: Systemic lupus erythematosus, [†]The p-value was calculated by Mann-Whiney U-test (SPSS version 12.0)

결과

1. 임상적 평가

수술 전 HHS는 평균 67.3점(범위, 52~72)에서 최종 추시 시 97.7점(범위, 96~99)로 평균 30.4점이 향상되었다.

2. 방사선적 평가

비구 캡의 이동 및 경사변화, 회전, 금속미립자의 소실 소견, 캡 주위의 방사선 투과선을 관찰할 수 없었다. 대퇴 주대에서도 침강이나 pedestal 금속미립자의 소실 소견은 없었으며 방사선 투과선도 관찰되지 않았다. Engh에 의한 대퇴 주대의 안정성의 분류에 따르면 12예 중 10예에서 세공 표면의 원위부에서 편질골의 비후가 분명한 골내성장을 관찰 할 수 있었으며, 2예에서는 섬유성 안정을 보였으며, 불안정은 없었다. 7예에서는 2도 응력 방파현상을 관찰되었다. 또한 비구축 금속 삽입물 내 liner의 마모율과 마모량은 세라믹의 경우 마모가 미세하여 측정이 불가능하였고, 폴리에틸렌의 경우 0.231 mm/yr, 135.42 mm³/yr로 측정 되었다.

3. 합병증

표재성 및 심부 감염 등의 증상은 없었으며, 국소적 및 전신적 합병증은 발생하지 않았다.

Table 3. The clinical and radiological results

	SLE* (n=12)	Non SLE (n=12)	p-value [†]
HHS [‡] increment	30.4	27.7	0.930
Stability	10	11	
bone ingrowth			
fibrous ingrowth	2	1	0.544
unstable	0	0	
Stress shield	7	8	0.651
Wear			
linear (mm/yr)	0.231 (n=2)	0.250 (n=4)	0.787
volumetric (mm ³ /yr)	135.42 (n=2)	136.70 (n=4)	0.633
Complication	0	0	1

*SLE: Systemic lupus erythematosus, [†]The p-value was calculated by Mann-Whiney U-test and Chi square test (SPSS version 12.0), [‡]HHS: Harris hip score

4. 타 질환과의 비교

대조군의 경우 임상적 평가에서 HSS는 수술 전 평균 70.1점(범위, 58~76)에서 최종 추시 시 97.8점(범위, 96~99)으로 평균 27.7점 향상 되었으며, 두 그룹 간에 HHS 증가에 있어서 유의한 차이는 없었다($p>0.05$). 방사선적 평가에서 대조군에서도 비구 khớp의 이동 및 경사변화, 회전, 금속미립자의 소실 소견, khớp 주위의 방사선 투과선을 관찰할 수 없었으며, 대퇴 주대에서도 침강이나 pedestal 금속미립자의 소실 소견은 없었다. 5예에서 방사선 투과선을 볼 수 있었으며, Gruen zone I에서 1예, Gruen zone 4에서 5예에 관찰할 수 있었으나 투과선의 진행소견은 없었으며, 두 그룹 모두에서 불안정성은 관찰되지 않았다. Engh에 의한 대퇴 주대의 안정성의 분류에 따르면 12예 중 11예에서는 골내성장을 1예에서는 섬유성 안정을 관찰 할 수 있었고, SLE군과 통계학적으로 유의한 차이는 없었다($p=0.544$). 1예에서 3도의 응력 방패 현상을 7예에서 2도의 응력 방패 현상을 관찰 할 수 있었으며 역시 통계학적으로 유의한 차이는 없었다($p>0.05$). 또한 비구축 금속 삽입물 내 liner의 마모율과 마모량은 세라믹의 경우 마모가 미세하여 측정이 불가능하였고, 폴리에틸렌의 경우 $0.250 \text{ mm}/\text{yr}$, $136.70 \text{ mm}^3/\text{yr}$ 였으며, 유의도(p -value)는 각각 $p=0.787$, $p=0.633$ 으로 두 군간의 유의한 차이는 없었다. 표재성 감염이나 심부 감염 등의 증상 없었으며, 국소적 및 전신적 합병증은 발생하지 않았다(표 3).

고 쳤

1960년 Dubois와 Cozen에 의하여 SLE 환자에서 골의 무혈관괴사에 대하여 기술 되었고, 대퇴 골두에 가장 호발한다고 보고되고 있다. 무혈성 괴사의 발생기전이 정확히 알려져 있지는 않지만 SLE 질환 자체의 혈관염과 corticosteroid의 부작용 모두 유발 요인이 될 수 있다고 추정하고 있다 (17). 비교적 초기 단계에서 대퇴 골두 중심 감압술이 치료방법으로 고려 될 수 있으나 수술 후에도 계속적인 steroid 치료가 필요한 SLE 환자에서는 그 유용성이 확실하지 않으며, 진행된 대퇴 골두의 무혈관괴사에 대하여는

고관절 전치환술이 주된 치료법으로 고려되고 있다 (18-23).

SLE 환자에서 시행한 고관절 전치환술의 결과에 대하여 다양한 결과들이 보고되고 있으며, Malin Prupas 등은 6명의 환자를 23~76개월 추시하여, 합병증 없이 만족스러운 결과를 얻었음을 보고 하였으며, Chen 등도 12명의 환자에 대하여 비슷한 결과를 보고 하였다 (25,26). Hanssen 등도 31명의 비교적 많은 환자에서 추시하여 만족스러운 결과를 보고 하였고 Huo 등은 25명(33 고관절)에서 생존율에 대한 연구를 시행 하였으며, 94.6%의 5년 생존율과 81.3%의 9년 생존율을 보고 하였다 (27,28). Zangerer 등은 19명(26 고관절)의 평균 4년 7개월 추시에서 좋은 결과를 보고 하였으며 1예에서 재 치환술을 보고 하였다. 특히, 다른 조건이 유사한 타 질환군과 비교 하여 차이가 없음을 보고하였다 (23). Kunec 등은 31명의 환자 중 5년 2개월의 추시 기간 중 3명에서 재치환술을 시행 하였으며, 41%에서 방사선적 삽입물의 이완(loosening)이 발생한다고 보고 하였다 (24).

본 연구에서도 8명(12 고관절)을 24~72개월(평균 38.8개월) 추시 결과 합병증 없이 매우 우수한 결과를 얻었으며, 환자의 연령, 활동성, 체질량 지수 등의 환자 내적 요인과 수술 시 삽입한 인공 고관절 치환물과 추시 기간이 동일하며, 전신적 질환을 갖지 않은 다른 질환에 의한 인공 고관절 전 치환술의 임상적 및 방사선적 결과와 비교하여 통계적으로 유의한 차이는 발견 할 수 없었다. 하지만 본 연구에서는 비교적 연구대상이 적고, 추시 기간이 짧은 문제점을 가지고 있어 좀더 정확한 결과를 도출 하기 위해서는 좀더 많은 증례와 장기적인 추시가 필요하다고 생각된다. 고관절 전치환술 후 발생할 수 있는 합병증으로는 폐색전증, 비뇨기 감염 호흡기 부전, 부정맥 등의 전신적 합병증과 더불어 수술부위 감염, 이소성 골형성, 대퇴주대 주변 골절, 고관절 탈구, 신경계 또는 혈관계손상, 파행 등이 있으며, Hanssen 등은 15%의 지연성 창상 치유, 10%의 표재성 감염을 보고 하였으나 본 연구에서는 특별한 합병증은 발생하지 않았다 (27). 또한 SLE 환자의 경우 비교적 젊은 나이에 대퇴 골두 무혈관괴사가 발생하는 경우가 많으며, 몇몇 연구에서는 젊은 환자에서 고관절 치환술 후 좋지 않은 결과를 보고 하고 있

다. Mogensen 등의 연구에서는 평균 26세의 33명(41고관절)에서 6년 3개월 추시 후 19%에서 재치환술을 시행 하였고, McCullough등의 연구에서도 34명의 청소년에서 시행한 고관절 전치환술에서 24.6%의 해리(loosening)을 보고 하였다 (29,30). 그러나 Lehtimaki 등의 보고에 의하면 평균 31세의 116명의 환자에서 91.9%의 10년 생존율과, 83%의 15년 생존율을 보고하고 있으며, 나이가 고관절 전치환술 생존율에 영향을 미치지 않는다고 보고하고 있다 (31). Joshi 등의 연구에서도 40세 이하의 141명의 환자에서 75%의 20년 생존율을 보고하고 있다 (32). 젊은 나이의 환자가 예후가 좋지 않은 이유는 여러 가지가 있을 수 있으나 가장 주된 원인은 높은 활동성에 따른 관절면의 마모의 초기 마모가 원인으로 사료되며, 본 연구에서도 두 그룹에서 폴리에틸렌 관절면의 마모는 통계적으로 차이가 없었으나 각 그룹에서 세라믹 관절면이 폴리에틸렌 관절면에 비해 마모가 적은 것을 확인할 수 있었고, 이러한 이유로 본 연구에서도 비교적 젊은 나이의 환자에서는 마모가 적은 세라믹 관절면을 사용하여 시술하였다 (33).

결 론

SLE 환자에서 무시멘트형 고관절 재치환술 시 임상적 및 방사선적으로 우수한 결과를 보였으며, 다른 질환에서 시행한 무시멘트형 고관절 재치환술과 비교하여 임상적 결과 및 방사선적 결과 모두에서 유의한 차이가 없었다. 또한 SLE 환자에서 시행되는 고관절 전치환술은 비교적 젊은 환자에서 시행되는 예가 많아 마모가 적은 관절면을 사용하는 것이 바람직 할 것으로 사료된다. SLE 환자에서 고관절 전치환술의 단기 추시 결과는 비교적 만족스러웠으나, 본 연구에서는 증례의 수가 적고, 추기기간의 짧은 단점을 가지고 있어 좀더 정확한 결과를 위하여는 장기 추시가 필요할 것으로 생각 된다.

참고문헌

- 1) Dubois EL, Cozen L. Avascular (aseptic) bone necrosis associated with systemic lupus erythematosus. *JAMA*. 1960;174:966-71.
- 2) Kalla AA, Learmonth ID, Klemp P. Early treatment of avascular necrosis in systemic lupus erythematosus. *Ann Rheum Dis* 1986;45:649-52.
- 3) Bergstein JM, Wiens C, Fish AJ, Vernier RL, Michael A. Avascular necrosis of bone in systemic lupus erythematosus. *J Pediatr* 1974;85:31-5.
- 4) Zizic TM. Systemic lupus erythematosus X: corticosteroid therapy and its complications. *Md State Med J* 1984;33:370-81.
- 5) Gladman DD, Urowitz MB. Morbidity in systemic lupus erythematosus. *J Rheumatol Suppl* 1987;14 Suppl 13:223-6S.
- 6) Zizic TM, Hungerford DS, Stevens MB. Ischemic bone necrosis in systemic lupus erythematosus. II. The early diagnosis of ischemic necrosis of bone. *Medicine (Baltimore)* 1980;59:134-42.
- 7) Ficat RP, Arlet J. Ischemia and necrosis of bone. p. 171-82, Baltimore, etc, Williams and Wilkins, 1980.
- 8) 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 and Joint Surg* 1969;51-A:737-55.
- 9) DeLee JG, Charnley J. Radiological demarcation of cemented sockets in total hip replacement. *Clin Orthop Relat Res* 1976;121:20-32.
- 10) Engh CA, Glassman AH, Suthers KE. The case for porous-coated hip implants. The femoral side. *Clin Orthop Relat Res* 1990;261:63-81.
- 11) Engh CA, Massin P, Suthers KE. Roentgenographic assessment of the biologic fixation of porous-surfaced femoral components. *Clin Orthop Relat Res* 1990; 257:107-28.
- 12) Gruen TA, McNeice GM, Amstutz HC. "Modes of failure" of cemented stem-type femoral components: a radiographic analysis of loosening. *Clin Orthop Relat Res* 1979;141:17-27.
- 13) Martell JM, Berdia S. Determination of polyethylene wear in total hip replacements with use of digital radiographs. *J Bone Joint Surg Am* 1997;79:1635-41.
- 14) Engh CA, Bobyn JD, Glassman AH. Porous-coated hip replacement. The factors governing bone ingrowth, stress shielding, and clinical results. *J Bone Joint Surg Br* 1987;69:45-55.
- 15) Von Knoch M, Sychterz CJ, Engh CA Jr, Engh CA Sr. Incidence of late bead shedding from uncemented porous coated cups. A radiographic evaluation. *Clin Orthop Relat Res* 1997;342:99-105.
- 16) Cole TJ, Freeman JV, Preece MA. Weight-stature indices to measure underweight, overweight, and

- obesity. In: Himes JH, ed, Anthropometric assessment of nutritional status. p. 83-112, New York, Wiley and Son, 1991.
- 17) Hungerford DS, Zizic TM. II. The treatment of ischemic necrosis of bone in systemic lupus erythematosus. *Medicine (Baltimore)* 1980;59:143-8.
 - 18) Fairbank AC, Bhatia D, Jinnah RH, Hungerford DS. Long-term results of core decompression for ischaemic necrosis of the femoral head. *J Bone Joint Surg Br* 1995;77:42-9.
 - 19) Ko JY, Meyers MH, Wenger DR. "Trapdoor" procedure for osteonecrosis with segmental collapse of the femoral head in teenagers. *J Pediatr Orthop* 1995;15:7-15.
 - 20) Steinberg ME. Core decompression of the femoral head for avascular necrosis: indications and results. *Can J Surg* 1995;38 Suppl 1:18-24S.
 - 21) Rosenwasser MP, Garino JP, Kiernan HA, Michelsen CB. Long term followup of thorough debridement and cancellous bone grafting of the femoral head for avascular necrosis. *Clin Orthop Relat Res* 1994;306: 17-27.
 - 22) Yoo MC, Chung DW, Hahn CS. Free vascularized fibula grafting for the treatment of osteonecrosis of the femoral head. *Clin Orthop Relat Res* 1992;277: 128-38.
 - 23) Zanger P, Gladman DD, Urowitz MB, Bogoch ER. Outcome of total hip replacement for avascular necrosis in systemic lupus erythematosus. *J Rheumatol* 2000;27:919-23.
 - 24) Kunec JR. Total hip replacement in patients under thirty-five years of age. *Orthopedics* 1983;6:1432-34.
 - 25) Prupas HM, Patzakis M, Quismorio FP Jr. Total hip arthroplasty for avascular necrosis of the femur in systemic lupus erythematosus. *Clin Orthop Relat Res* 1981;161:186-90.
 - 26) Chen PG, Lin CC. Total hip arthroplasty in patients with systemic lupus erythematosus. *Taiwan Yi Xue Hui Za Zhi* 1987;86:299-306.
 - 27) Hanssen AD, Cabanela ME, Michet CJ Jr. Hip arthroplasty in patients with systemic lupus erythematosus. *J Bone Joint Surg Am* 1987;69:807-14.
 - 28) Huo MH, Salvati EA, Browne MG, Pellicci PM, Sculco TP, Johanson NA, et al. Primary total hip arthroplasty in systemic lupus erythematosus. *J Arthroplasty* 1992;7:51-6.
 - 29) Mogensen B, Brattstrom H, Ekelund L, Lidgren L. Total hip replacement in juvenile chronic arthritis. *Acta Orthop Scand* 1983;54:422-30.
 - 30) Williams WW, McCullough CJ. Results of cemented total hip replacement in juvenile chronic arthritis. A radiological review. *J Bone Joint Surg Br* 1993;75: 872-4.
 - 31) Lehtimaki MY, Lehto MU, Kautiainen H, Savolainen HA, Hamalainen MM. Survivorship of the Charnley total hip arthroplasty in juvenile chronic arthritis. A follow-up of 186 cases for 22 years. *J Bone Joint Surg Br* 1997;79:792-5.
 - 32) Joshi AB, Porter ML, Trail IA, Hunt LP, Murphy JC, Hardinge K, et al. Long-term results of Charnley low-friction arthroplasty in young patients. *J Bone Joint Surg Br* 1993;75:616-23.
 - 33) Park YS, Hwang SK, Choy WS, Kim YS, Moon YW, Lim SJ, et al. Ceramic failure after total hip arthroplasty with an alumina-on-alumina bearing. *J Bone Joint Surg Am* 2006;88:780-87.