

## 대퇴골두 무혈성괴사증에 시행한 양극성 고관절 반치환술

계명대학교 의과대학 정형외과학교실

민병우 · 강창수 · 송광순 · 강철현

### — Abstract —

### Bipolar Prosthetic Replacement in Patients with Avascular Necrosis of the Femoral Head

Byung-Woo Min, M.D., Chang-Soo Kang, M.D.,  
Kwang-Soon Song, M.D. and Chul-Hyung Kang, M.D.

*Department of Orthopaedic Surgery, School of Medicine, Keimyung University, Taegu, Korea*

Forty-one hips in 38 patients with avascular necrosis of the femoral head were treated with primary cementless bipolar hemiarthroplasty with porous coated femoral components from May 1988 to May 1992. The cases were observed for more than three years(range, three to 6 years 4 months). The average age of the patients at the time of surgery was 46 years(range, 26 to 67 years).

Patients were assessed using the modified Harris hip score, as well as serial radiographs. The average hip score at the latest follow-up examination was 84. Six hips required revision surgery on the acetabular side due to bipolar head migration.

Review of radiographs demonstrated femoral stem loosening in 1 hip and bipolar head migration in 8 hips(20%). Endocortical femoral osteolysis developed in 5 hips(12.2%).

These increased failure rates may be associated with high activity levels of younger patients, poor bone quality in calcar and trochanteric region of avascular necrosis of femoral head, polyethylene particles produced by persistent cyclic impingement of the stem neck on the rim of the bipolar head and a more rapid degeneration of the acetabular cartilage in response to articulation with a metallic bipolar head.

The authors believe that these high failure rates make bipolar arthroplasty a less appealing option for the treatment avascular necrosis of the femoral head.

**Key Words :** Femoral head, Avascular necrosis, Cementless bipolar hemiarthroplasty

\* 통신저자 : 민 병 우

대구광역시 중구 동산동 194(700-310)

계명대학교 의과대학 정형외과학교실

## 서 론

양극성 고관절 반치환술은 단극성 고관절 반치환술에 비해 비구마모와 비구내 전이를 줄일 수 있다 는 장점때문에 근래에 들어 비구측의 변화가 심하지 않은 대퇴골두 무혈성피사 환자에서 많이 시행되어지고 있다<sup>1-3, 6, 9, 15, 23, 25, 29, 31)</sup>.

그러나 최근들어 양극성 고관절 반치환술시에 대퇴경부의 반복된 충돌(impingement)로 인하여 폴리에틸렌의 마모가 가속화되어 폴내막 골용해(osteolysis) 및 해리, 그리고 비구마모와 폴두의 근위부 이동 등의 빈도가 높아 재치환술을 요하는 경우가 많다고 보고되고 있다<sup>5, 26)</sup>.

이에 저자들은 비구관절 연골이 비교적 남아있는 제3형 또는 초기 제4형 대퇴골두 무혈성피사시에 양극성 고관절 반치환술의 결과를 양극성 폴두의 비구내이동(proximal migration), 폴내막 골용해(osteolysis), 해리(loosening) 등의 소견을 중심으로 분석하여 대퇴골두 무혈성피사시에 양극성 고관절 반치환술의 치료지침으로 삼고자 한다.

## 연구대상 및 방법

1988년 5월부터 1992년 5월까지 만 4년동안 계명대학교 동산의료원에서 시술하고 만 3년이상 추시가 가능하였던 38명 환자 41 고관절을 대상으로 하였으며 이들 환자의 추시기간은 최단 3년에서 최장 6년 4개월로 평균 4년 1개월이었다. 수술시 측정되는 원인질환으로는 알콜이 19명, 원발성 8명, 외상성 6명과 스테로이드 5명이었다. 수술당시의 환자의 연령은 최저 26세에서 최고 67세까지로 평균 46.6세이었으며 남자가 32명, 여자가 6명이었다. 수술당시의 Ficat stage<sup>14)</sup>는 후기 3형이 30례, 조기 4형이 1례였다. 수술도달법은 Dall<sup>10)</sup>의 측방도달법 또는 후외방도달법을 사용하였으며 비구와에는 전혀 확공을 시행하지 않았고 대퇴삽입물은 되도록 압박고정이 되도록 노력하였다. 삽입한 대퇴삽입물 및 비구컵은 전례에서 무시멘트성 Harris-Galante형(Zimmer, Warsaw, IN) 대퇴삽입물과 Bi-Articular hip(Zimmer, Warsaw, IN) 양극성 인공골두를 사용하였다.

임상적 분석은 고관절 기능평가를 위해 Harris hip score<sup>17)</sup>를 사용하였으며 일상생활에 지장을 주는 중등도 이상의 대퇴부 통증이 있는 경우를 대퇴부 통증(thigh pain)이라고 정의하였다.

인공골두의 근위부 이동 및 대퇴삽입물의 해리, 폴내막 골용해를 일으키는 위험인자를 알아보기 위해 연령, 측면되는 원인 질환, 무혈성피사의 진행정도, 몸무게, 직업 등과의 상관관계를 조사하였다.

방사선학적인 분석은 술전, 술후 및 매추시때마다 전후면 및 측면 방사선 촬영을 시행하였다. 비구마모는 bipolar cup의 최상방과 비구골 사이의 간격이 좁아지는 상태로 1mm이상의 차이가 있을 때로 정의하였으며 그 간격이 완전 소실되어 비구골내로 전위되어 있는 상태를 근위부 이동으로 보았으며 이는 대퇴골두 중심선과 동측 tear-drop의 최하방 사이의 수평 및 수직거리를 측정함으로써 비교하였다<sup>3, 31)</sup>.

골용해의 방사선학적인 분석을 위해서 발생위치, 크기, 모양 등이 분류를 위하여 Tanzer 등<sup>30)</sup>이 제시한 기준을 사용하였다. 골용해의 발생위치는 전후면 방사선 촬영상 대퇴삽입물 주위의 Gruen 등<sup>16)</sup>의 일곱개 구역과 측면 방사선 촬영상 Johnston 등<sup>18)</sup>의 일곱개 구역으로 표시하였으며 골용해의 크기는 Grade 1은 1cm에서 2cm사이, Grade 2는 2-3cm, Grade 3은 3-4cm, Grade 4는 4cm 이상으로 구분하였고 골용해의 형태는 국소성(focal), 다발성(multifocal), 미만성(diffuse)으로 분리하였다.

대퇴삽입물의 안정도(stability)는 Engh 등<sup>19)</sup>의 방사선학적 평가기준중 안정도와 고정도(fixation)에 포함된 여러 인자에 대하여 측정하였다. 대퇴삽입물의 해리는 대퇴삽입물의 수직침강(subsidence)이 4mm 이상인 경우, 5도 이상 진행성 각변화(angular shift)가 있는 경우로 정의하였다<sup>25)</sup>.

## 결 과

### 1. 임상적 치료결과

Harris hip score는 술전 평균 50점(30-66)에서 술후 평균 84(52-96)점으로 향상되었으며 대퇴부 통증의 빈도는 41례중 7례(17%)에서 나타났으며 이것은 골용해, 대퇴삽입물의 해리, 양극성골두의 근위부 이동과 상관관계는 없었다. 서혜부 통증 및 둔부 통증은 12례(30%)에서 나타났으며 이 또한 양극성

골두의 근위부 이동과 관계없이 나타났으며 다만 양극성 골두의 근위부 이동이 있을 경우 둔부 및 서혜부 동통이 심한 양상을 보였다.

## 2. 방사선학적 치료결과

무시멘트성 양극성 골두 치환술후 대퇴측 골내막 골용해(endocortical osteolysis)의 전체 빈도는 5례(12.2%)에서 발생하였다. 골용해의 크기는 Grade 1이 3례, Grade 2가 2례였으며 골용해의 형태는 다발성이 3례, 미만형이 2례였다. 골용해가 처음 발견된 시기는 최단 14개월에서 최장 50개월로 평균 34개월이었으며 골용해의 방사선학적인 분포는 전후면 활영상 3, 4, 5 구역과 측면 활영상 10, 11, 12구역에 집중적으로 발생하는 것으로 나타났다(Fig. 1). 대퇴삽입물의 안정도와 골용해와의 관계에서 5례중 1례에서 대퇴 삽입물 해리소견을 보였으며 나머지 4례에서는 안정된 삽입물 소견을 보였다(Fig. 6).

비구마모 및 양극성 인공골두의 근위부 이동은 비구마모가 2례(5%), 인공골두의 비구 근위부 이동은 8례(20%) 관찰되었으며 이중 비구마모 중례는 추시 관찰중이며 인공골두의 비구내 근위부 이동례 8례중 6례에서 고관절 재치환술을 시행하였다(Fig. 7).

## 3. 골내막 골용해와 양극성 대퇴골두의 근위부 이동에 영향을 줄 수 있는 인자와의 상관관계

### 1) 연령(Fig. 2)

40세 전후로 비교분석한 결과 인공골두의 근위부 이동은 40세전 15례중 3례(20%), 40세후 26례중 5례(19%)로 의미가 없었으며 골용해의 빈도는 40세전 15례중 4례(27%), 40세후 26례중 1례(4%)로 의미있는 차이가 있었다( $P<0.05$ ).

### 2) 무혈성 괴사의 진행정도(Fig. 3)

인공골두의 근위부이동은 Ficat 3형시 31례중 6례(19%), 4형시 10례중 2례(20%)로서 차이가 없었고 골용해의 빈도는 3형시 31례중 4례(13%), 4형시 10례중 1례(10%)로서 의미있는 차이는 없었다.

### 3) 추축되는 원인(Fig. 4)

인공골두의 근위부 이동은 알콜성 22례중 3례(13.6%), 스테로이드 5례중 1례(20%), 외상성 6례중 2례(33%), 원발성 8례중 2례(25%)로 의미있는 차이가 없었으며 골내막 골용해 역시 알콜성 22례중 3례(14%), 스테로이드 0례, 외상성 6례중 1례(17%), 원발성 8례중 1례(12.5%)로 차이가 없었다.

**Fig. 1.** Distribution of the osteolysis according to the zone.

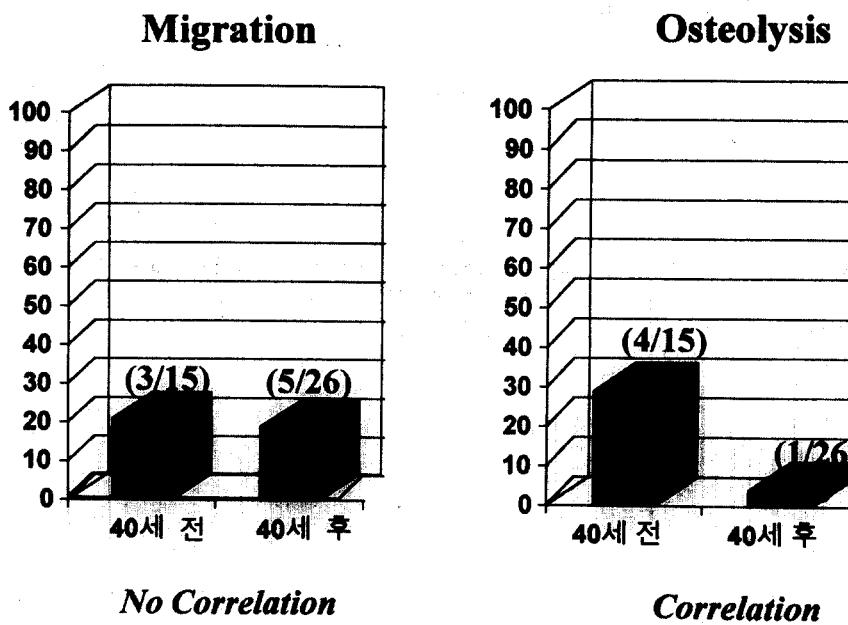


Fig. 2. Correlation between age and failure.

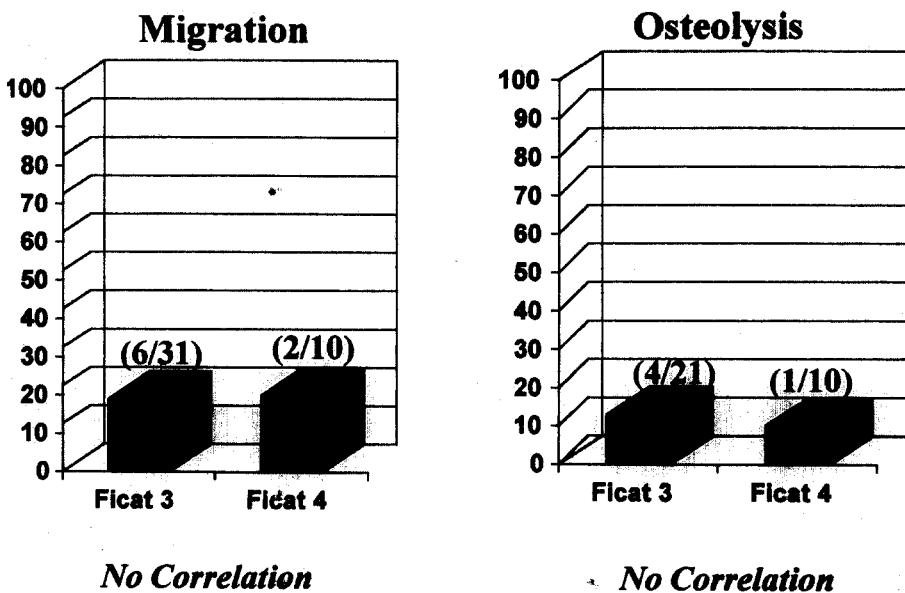


Fig. 3. Correlation between Ficat stage of the necrosis and failure.

#### 4) 몸무게

대상환자들의 몸무게가 최저 54kg에서 최고 82kg으로 평균 66.2kg였으며 80kg 이상은 1명 뿐이었으므로 비교할 수 없었다.

#### 5) 직업(Fig. 5)

육체노동에 종사하는 농부, 공사장 인부, 페인트

공 등 실외 근로자를 중노동자(heavy worker)로 보고 가정주부, 회사원, 교사 등 실내 근로자를 단순 노동자(light worker)로 구분하여 분석한 결과, 인공골두 근위부 이동은 중노동자 30례중 7례 (23.3%), 단순노동자 11례중 1례(9%)로 의미있는 차이가 있었으며 풀용해의 빈도는 중노동자 30례중

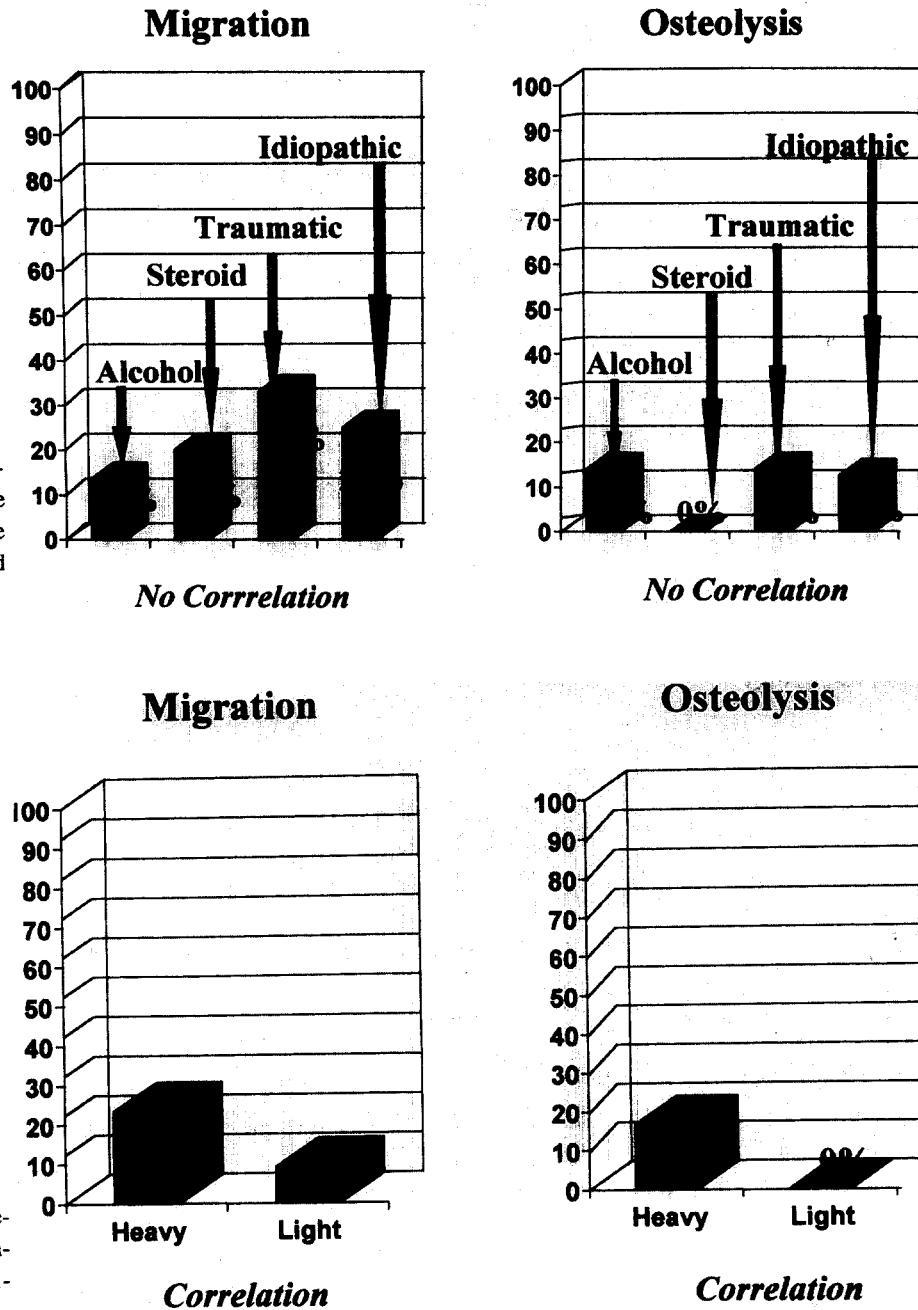


Fig. 4. Correlation between possible etiology of the necrosis and failure

Fig.5. Correlation between occupation and failure.

5례(16.7%)였으며 단순노동자 11례중 0례로 의미 있는 차이가 있었다.

#### 4. 합병증

양극성 반치환술시 대퇴삼입물 삽입도중 대퇴삼입

물 근위부에 선상풀절이 1례에서 발생하여 circlage wire로 치료후 치유되었으며 양극성 반치환술후 1례에서 술후 2년째 심부감염의 소견이 보여 감염치료 후 고관절 재치환술후 추시관찰중이다.

**Fig. 6.** A bipolar hemiarthroplasty was performed on the right hip a 33-year-old man with osteonecrosis of the femoral head. (A) Radiograph 1 month after surgery. (B) Femoral osteolysis occurred around the medial corner and distal stem(arrows) 5 years after surgery, but the stem was stable.

## 고 찰

고관절 대퇴골두 무혈성 괴사시 비구측의 변화가 심하지 않을 경우 양극성 골두 치환술을 고관절 전 치환술의 대용으로 사용되어 왔다<sup>9,23,29</sup>. 그러나 최근 들어 양극성 고관절 반치환술시 Nishii 등<sup>25</sup>과 Lachiewicz와 Desman<sup>21</sup>의 보고에 의하면 높은 골 내막 골용해율, 비구마모 및 인공골두의 근위부 이동 등으로 인하여 실패율이 높고 재치료를 시행하여야 하는 경우가 증가하는 등 새로운 문제점들이 대두되고 있다. Cabanelo<sup>9</sup>에 의하면 대퇴골두 무혈성 괴사시 양극성 고관절 반치환술의 결과가 고관절 전 치환술에 비해 열등하므로 전 치환술을 시행할 것을 권고하였다.

저자들의 경우 대퇴골두 무혈성괴사시 양극성 고관절 반치환술후 평균 4년 추시 관찰소견상 인공골두의 근위부 이동 8례(20%), 골내막 골용해 5례(12.2%), 재치료를 시행한 경우가 6례(15%) 등으로 비교적 높은 실패율을 보였으며 이는 Nishii 등<sup>25</sup>이 보고한 골내막 골용해 58%, 임상적 실패율 29%, 또 Lachiewicz와 Desman<sup>21</sup>의 실패율 58%와 유사한 결과를 보이고 있다.

비구마모 및 인공골두의 근위부 이동은 저자들의 경우 20%의 빈도를 나타내었는데 Lachiewicz와 Desman<sup>21</sup>은 45%의 빈도를 보고한 반면 Takaoka

**Fig. 7.** A 45-year-old man with alcohol induced avascular necrosis of the femoral head in both hip. (A) Roentgenogram taken four years after surgery. Progressive proximal and medial migration of the bipolar cup and unstable subsidence of the stem was recognized. (B) 1 year after reconstruction with acetabular roof reinforcement ring with hook and wafer-shaped autogenous iliac graft.

등<sup>29</sup>은 83례중 7례(8%)를 보고하였으며 그 중 6례는 진행되지 않아 결과가 좋았다고 보고하면서 그 이유로 확공(reaming)을 하지 않았고 일본인들의 체중이 비교적 가벼우며 추시기간이 평균 5년으로 짧았기 때문이라고 하나 저자들의 경우 거의 비슷한 조건에서 비교적 높은 빈도를 보였다. 국내보고로는 김 등<sup>3</sup>의 2년 8개월 추시상 11.1%, 윤 등<sup>31</sup>의 2.2년 추시상 0%, 그리고 손 등<sup>7</sup>의 5년 추시상 36% 등 다양한 보고들이 있다. 이에 반해 대퇴골두 무혈성괴사시 고관절 전 치환술을 시행한 경우 비구부품 해리율은 Salvati 등<sup>28</sup>의 18%, Brinker 등<sup>8</sup>의 6.2%, Phillips 등<sup>26</sup>의 15%, Piston 등<sup>27</sup>의 6%로 비교적 양극성 반 치환술보다 우수한 결과를 보고하고 있다. 이러한 비구마모 및 인공골두의 근위부 이

동의 원인들을 생각해보면 대퇴골두 무혈성괴사시 이미 어느 정도 비구연골에 손상이 와있고 여기에 양극성 고관절 반치환술시 금속성 비구부품에 의해 비구연골에 불균등한 압력이 가해지므로서 기계적 스트레스로 인해 비구연골 및 비구골의 마모가 가속화된다고 생각되어진다<sup>11,12)</sup>. 또다른 인자로서는 짧고 활동적인 연령시에 비구마모가 촉진될 수 있으며 더 우기 중노동에 종사할 경우 비구마모 및 인공골두 근위부 이동은 더욱 심해질 것으로 생각되며<sup>3)</sup> 저자들의 분석에서도 중노동자들에서 그 빈도가 높았다.

골내막 골용해(osteolysis)는 저자들의 경우 5례(12.2%)에서 발생하였는데 이는 Nishii 등<sup>25)</sup>의 5년 추시관찰상 58%, Kuroki<sup>19)</sup>의 37.2%보다는 낮으나 김 등<sup>5)</sup>의 3년 추시관찰상 18.3%와 비슷하게 나타났다. Nishii 등<sup>25)</sup>의 보고에 의하면 골용해의 빈도는 3년 이후에 급격히 늘어나므로 저자들의 경우에도 추시기간이 길어지면 빈도는 늘어날 것으로 보인다. 골용해가 처음 발견된 시기와 가장 많이 발생하는 구역은 저자들의 경우 평균 34개월에 발견되었고 장소는 전후면상 3, 4, 5 구역과 측면상 10, 11, 12 구역에 집중적으로 발생하여 김 등<sup>5)</sup>의 33.8개월, 구역 3, 구역 10의 보고와 일치하였다. 한편 고관절 전치환술시 골용해 발생빈도는 김 등<sup>4)</sup>의 6.3%, Malone<sup>22)</sup>의 3.4%, Tanzer 등<sup>30)</sup>의 13.1% 등으로 양극성 고관절 반치환술시보다 그 발생빈도가 낮은 것으로 보고되고 있는데 이러한 양극성 반치환술시의 높은 골용해 발생빈도의 원인으로 생각할 수 있는 요인들은 저자들의 경우 외측 pad가 없는 대퇴삽입물을 사용하여 아마도 구역 3, 4, 5, 10, 11, 12에 집중적으로 골용해가 발생한 것으로 생각되며 이는 김 등<sup>4)</sup>의 보고와 일치하였다. 두번째로 양극성 고관절 반치환술시 인공골두외측면의 폴리에틸렌과 대퇴삽입물 경부의 지속적인 충돌(impingement)로 인하여 폴리에틸렌파편(debris)의 파다생성이 한 원인으로 생각되어질 수 있고<sup>24,25)</sup> 또한 양극성 고관절 반치환술시에 전치환술시에 비해 결코 폴리에틸렌마모율이 적지않다<sup>20)</sup>.

결론적으로 비교적 연령이 어린 활동이 많은 대퇴골두 무혈성괴사시에 양극성 고관절 반치환술의 시행에 좀더 신중을 기하여야 할 것으로 사료되며 굳이 양극성 고관절 반치환술을 시행하고자 할 경우 환형 pad를 가진 대퇴삽입물을 사용하고 폴리에틸렌

과 인공골두 경부사이의 충돌(impingement)을 줄이기위한 디자인의 개선과 함께 폴리에틸렌이 아닌 관절체계의 도입이 있어야 할 것으로 사료된다.

## 요약 및 결론

1988년 5월부터 1992년 5월까지 만 4년동안 대퇴골두 무혈성괴사증 환자 38명 41 고관절에 대해 양극성 고관절 반치환술을 시행하고 저자들은 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 대상환자들의 평균연령은 46.6세로 비교적 짧고 활동적인 연령이었다.

2. 임상적 치료결과는 술전 Harris hip score 50점에서 84점으로 향상되었으나 대퇴부동통 17%, 서혜부 및 둔부동통 30%로 불만족스러운 경우도 많았다.

3. 방사선학적 치료결과로 양극성 인공골두의 근위부 이동 20%, 비구마모 5%, 대퇴골 골내막 골용해 12.2%로 고관절 전치환술에 비해 비교적 높은 실패율을 보였다.

4. 골내막 골용해에 영향을 주는 인자로는 짧고 활동적인 연령, 중노동자 등은 상관관계가 있었으나 무혈성괴사의 진행정도, 추축되어지는 원인, 몸무게 등은 상관관계가 없었다.

5. 비구마모 및 인공골두의 근위부 이동에 영향을 줄 수 있는 인자로는 중노동에 종사함으로서 폴리에틸렌 마모율의 증가, 양극성 고관절 반치환술시 금속성 비구부품이 비구연골에 불균등한 기계적 스트레스를 가하여 비구마모가 가속화되어지고 대퇴골두 무혈성괴사시 이미 어느정도 비구연골에 손상이 와있기 때문이라고 추측되어진다.

이상의 결과로 미루어 비교적 짧고 활동적인 대퇴골두 무혈성괴사증 환자에서 양극성 고관절 반치환술의 시행은 신중을 기해야 할 것으로 사료되며 굳이 사용할 경우에는 인공골두의 대퇴경부 사이의 충돌률을 줄이거나 관절체계 자체를 폴리에틸렌이 아닌 타 관절체계로 바꾸는 등 디자인 개선이 필요할 것으로 사료된다.

## REFERENCES

- 1) 강창수, 송광순, 길태언 : 양극성 고관절 반치환술에

- 대한 임상적 고찰. *대한정형외과학회지*, 27-7:1630-1639, 1992.
- 2) 김영민, 윤병학, 김인준 : 성인의 대퇴골두 무혈성피사에 대하여 풀시멘트를 사용하지 않은 Bipolar endoprosthesis와 고관절 전치환술(Cementless total hip replacement arthroplasty) 치료후의 인공관절에 대한 기능 비교평가. *대한정형외과학회지*, 22-3:687-695, 1987.
  - 3) 김영호, 김선재, 최창욱 : 대퇴골두 무혈성피사의 Bipolar형 풀두치환술과 고관절 전치환술의 비교연구. *대한정형외과학회지*, 27-7:1630-1639, 1992.
  - 4) 김영호, 최필근, 나수균, 최창욱 : Harris-Galante 무시멘트 비구부품과 동반사용된 무시멘트 대퇴삽입물 주위의 풀내막 풀용해. *대한고관절학회지*, 6-2:201-209, 1994.
  - 5) 김영호, 김인섭, 최일웅 : 양극풀두치환술에서 무시멘트 대퇴삽입물 주위의 풀내막 풀용해. *대한고관절학회지*, 7-1:43-52, 1995.
  - 6) 손원용, 심재익, 강석구, 고동선 : 양극성 고관절 반치환술의 임상결과. 11례에서 평균 5.6년 추시결과보고. *대한고관절학회지*, 5-1:39-45, 1993.
  - 7) 정학영, 양승득, 신영철, 박한성 : 성인 대퇴골두 무혈성피사와 대퇴경부 풀절에 시행한 양극성 고관절 반치환술(비구전이와 기능에 대한 비교). *대한정형외과학회지*, 29-7:1752-1758, 1994.
  - 8) Brinkler MR, Rosenberg AG, Kull L and Galante JO : Primary total hip arthroplasty using noncemented porous coated femoral components in patients with osteonecrosis of the femoral head. *J Arthroplasty*, 9-5:457-468, 1994.
  - 9) Cabanela ME : Bipolar versus total hip arthroplasty for avascular necrosis of the femoral head. A comparsion. *Clin Orthop*, 261:59-62, 1990.
  - 10) Dall D : Exposure of the hip by anterior osteotomy of the greater trochanter. A modified anterior approach. *J Bone Joint Surg*, 60-B:382-386, 1986.
  - 11) Dalldorf PG, Banas MP and Hicks DG : Rate of degeneration of human acetabular cartilage after hemiarthroplasty. *J Bone Joint Surg*, 77-A:877-882, 1995.
  - 12) Devas M and Hinves B : Prevention of acetabular erosion after hemiarthroplasty for fractured neck of femur. *J Bone Joint Surg*, 65-B:548-551, 1983.
  - 13) Engh CA, Glassman AH and Suther KE : The case for porous-coated hip implants. The femoral side. *Clin Orthop*, 261:63-81, 1990.
  - 14) Ficat RP : Idiopathic bone necrosis of the femoral head. Early diagnosis for treatment. *J Bone Joint Surg*, 67-B:3-9, 1985.
  - 15) Grevitt MP and Spencer JD : Avascular necrosis of the hip treated by hemiarthroplasty. Results in renal transplant recipients. *J Arthroplasty*, 10-2:205-211, 1995.
  - 16) Gruen TA, McNeice GM and Amstutz HC : Mode of failure of uncemented stem type femoral components. A radiographic analysis of loosening. *Clin Orthop*, 261:82-95, 1990.
  - 17) Harris WH : Traumatic arthritis of the hip after dislocation and acetabular fracture. Treatment by mold arthroplasty, *J Bone Joint Surg*, 51-A:737-755, 1969.
  - 18) Johnston RC, Fitzgerald RH, Harris WH, Poss R, Miller ME and Sledge CB : Clinical and radiographic evaluation of total hip replacement. A standard system of terminology for reporting results. *J Bone Joint Surg*, 72-A:161-170, 1990.
  - 19) Kuroki Y : Indication and clinical result of bipolar endoprosthesis. *J Jpn Orthop Assoc*, 68:43-49, 1994.
  - 20) Kusaba A, Kuroki Y and Saito S : The radiographic were of bipolar hip prosthesis. The fifth Korean-Japanese combined orthopaedic symposium. 71, 94.
  - 21) Lachiewicz PF and Desman SM : The bipolar endoprosthesis in avascular necrosis of femoral head. *J Arthroplasty*, 3:131-138, 1988.
  - 22) Maloney WJ, Jasty M, Harris WH, Galante JO and Callaghan JJ : Endosteal erosion in association with stable uncemented femoral components. *J Bone Joint Surg*, 72-A:1025-1034, 1990.
  - 23) Mess D and Barmada R : Clinical and Motion studies of the Bateman bipolar prosthesis in osteonecrosis of the hip. *Clin Orthop*, 251:44-47, 1990.
  - 24) Messieh M, Mattingly AD and Turner HR : Wear debris from bipolar femoral neck cup impingement, A cause of femoral stem loosening. *J Arthroplasty*, 9-1:83-93, 1994.
  - 25) Nishii T, Sugano N, Masuhara K and Takaoka K : Bipolar cup design may lead to osteolysis around the uncemented femoral component. *Clin Orthop*, 316:112-120, 1995.
  - 26) Phillips FM, Pottenger LA, Finn HA and Vandernolen J : Cementless total hip arthroplasty in patients with steroid induced avascular necrosis of the hip. *Clin Orthop*, 303:147-154, 1994.
  - 27) Piston RW, Engh CA, Carvalho PID and Suthers K : Osteonecrosis of the femoral head treated with total hip arthroplasty without cement. *J Bone Joint*

- Surg*, 76-A, 1994.
- 28) **Salvati EA and Cornell CN** : Long-term follow-up of the total hip replacement in patients with avascular necrosis. *Instr Cour Lect*, 37:67-73, 1988.
  - 29) **Takaoka K, Nishii T, Ohzono K, Saito M, Matsui M, Sugano N, Saito S, Kadokawa J and Ono K** : Bipolar prosthetic replacement for the treatment of avascular necrosis of the femoral head. *Clin Orthop*, 277:121-127, 1992.
  - 30) **Tanzer M, Maloney WJ, Jasty M and Harris WH** : The progression of femoral cortical osteolysis in association with total hip arthroplasty without cement. *J Bone Joint Surg*, 74-A:404-410, 1992.
  - 31) **Yoon TR, Rowe SM, Jung ST and Hong DY** : Bipolar hip arthroplasty in osteonecrosis of the hip. Clinical and radiological studies. *J Korean Hip Society*, 7-1:18-26, 1995.