

세라믹 골두 골절에서 금속 대 폴리에틸렌 관절면 재치환술 후 발생한 Metallosis - 증례 보고 -

이경재 · 정수원 · 조철현 · 민병우

계명대학교 의과대학 정형외과학교실

Metallosis after Revision of a Fractured Ceramic Head onto a Metal-on-Polyethylene Articulation - A Case Report -

Kyung-Jae Lee, M.D., Su-Won Jung, M.D., Chul-Hyun Cho, M.D., and Byung-Woo Min, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, College of Medicine, Keimyung University, Daegu, Korea

A ceramic articulation thought to be superior to metal-on-polyethylene due to its extremely low coefficient of friction and its potential for resistance to wear. But ceramic is brittle, which makes it theoretically susceptible to fracture. Although many authors have reported that metal-on-polyethylene articular pairing had good results after a ceramic head fracture, there have been few reports about complication due to the remaining ceramic particles after revision surgery. We report here on a case of severe metallosis that was thought to be due to third body wear by the remaining fractured ceramic particles after revision total hip arthroplasty.

Key Words: Total hip arthroplasty, Ceramic head fracture, Third body wear, Metallosis

1970년대 초 Boutine³⁾이 인공 고관절 전치환술에서 알루미늄 세라믹을 도입한 이래 세라믹-세라믹 관절면은 높은 마모에 대한 저항성 및 낮은 마찰계수 등의 특징으로 인해 젊고 활동적인 환자들에게 매우 희망적인 선택으로 생각되어지고 있다. 알루미늄 세라믹 골두의 파손 빈도는 0.004% 정도로 매우 미미한 정도로 감소하였지만 낮은 파손 인성(fracture toughness)으로 인한 세라믹 골두의 골절은 여전히 문제점으로 지적되고 있다. 세라믹 골두 골절 후 대퇴 스템의 Morse taper의 소성 변형으로 인해 여러 저자들이 안정 고정된 대퇴 스템을 재치환 하거나 금속-폴리에틸렌 관절면을 이용하여 재치환술을 시행할 것을 제안 하였지만^{1,7,10)}, 재치환술 후 남

아있는 세라믹 입자에 의한 관절면의 마모에 대한 보고는 매우 드물다^{5,6)}. 이에 저자들은 양측성 대퇴골두 무혈성 괴사로 세라믹-세라믹 관절면을 이용한 인공 고관절 전치환술 후 세라믹 골두 골절이 발생한 환자에서 금속-폴리에틸렌 관절면을 이용하여 재치환술을 시행하고 추시 관찰 중 남아있던 세라믹 입자에 의한 제 3개체 마모(third body wear)로 발생한 과도한 metallosis 1예를 경험하였기에 문헌 고찰과 함께 보고하는 바이다.

증례 보고

양측 고관절 대퇴 골두 무혈성 괴사로 진단받고 본원에서 순차적으로 양측의 무시멘트성 인공 고관절 전치환술

통신저자 : 민 병 우

대구시 중구 동산동 194번지
계명대학교 의과대학 정형외과학교실
TEL: 053-250-7729 • FAX: 053-250-7205
E-mail: min@dsmc.or.kr

Address reprint requests to

Byung-Woo Min, M.D.
Department of Orthopedic Surgery, College of Medicine, Keimyung University,
194, Dongsan-dong, Jung-gu, Daegu 700-712, Korea
Tel: +82,53-250-7729, Fax: +82,53-250-7205
E-mail: min@dsmc.or.kr

을 시행받은 35세 남자 환자로 수술 당시 키는 167 cm, 몸무게는 61 kg이었다. 2003년 1월 좌측 고관절에 대해 최소 침습적 전측방 도달법을 이용하여 세라믹-세라믹 무시멘트성 치환물(BiCONTACT system, Aesculap, Tuttlingen, Germany) 및 BioloX Forte (CeramTec AG, Plochingen, Germany)로 제조된 비구컵 내 삽입물과 짧은 경부(-3.5 mm)의 28-mm 대퇴 골두를 삽입하였고, 2004년 6월 우측 고관절에 대해 PLUS Orthopedics사의 무시멘트성 치환물(SL-PLUS system, EP-FIT PLUS system, PLUS Endoprothetik AG, Rotkreuz, Switzerland) 및 BioloX Forte로 제조된 비구컵 내 삽입물과 중간 경부(0 mm)의 32-mm 대퇴 골두를 삽입하였다(Fig. 1).

2006년 10월 일상 생활 중 발생한 좌측 고관절부의 갑작스러운 동통 및 털거덕 거리는 소리가 있어 본원 내원하여 시행한 방사선 소견상 세라믹 대퇴 골두의 골절 소견이 관찰되었다(Fig. 2). 수술 소견상 세라믹 골두는 여러 조각으로 깨어져 있었으며 세라믹 라이너, 주위 관절낭 및 활액막의 일부가 검게 착색되어 있었다. 고관절을 탈구시킨 후 깨어진 세라믹 골두와 세라믹 라이너 및 검게 착색된 연부조직을 포함한 주위 조직을 광범위 제거하였다. 금속 비구컵 및 대퇴 스템의 움직임은 관찰되지 않아 제거된 것과 같은 회사에서 생산된 금속 골두(28-mm)와 폴리에틸렌 라이너를 결합한 후 고관절을 정복하였다. 술후 2개월부터는 전 체중부하 보행을 시작

하였고 이후 정기적 외래 추적 관찰을 하며 지냈다.

재치환술 후 8개월째 좌측 고관절의 동통을 주소로 내원하여 시행한 방사선 소견상 좌측 고관절 주위의 연부조직에 뭉게구름처럼 보이는 음영이 증가된 거품소견(bubble sign)이 관찰되었으며 수술 소견상 인공 관절 주위 연부조직이 검게 착색되어 있었고 연부조직 내에서 깨진 세라믹 조각이 발견되었다(Fig. 3). 금속 골두 및 폴리에틸렌 라이너 표면에 긁힌 상처(scratch)와 마모 소견이 관찰되었으나, 대퇴 스템 및 금속 비구컵은 안정 고정되어 있었고 육안적으로 taper의 특이한 소견이 관찰되지

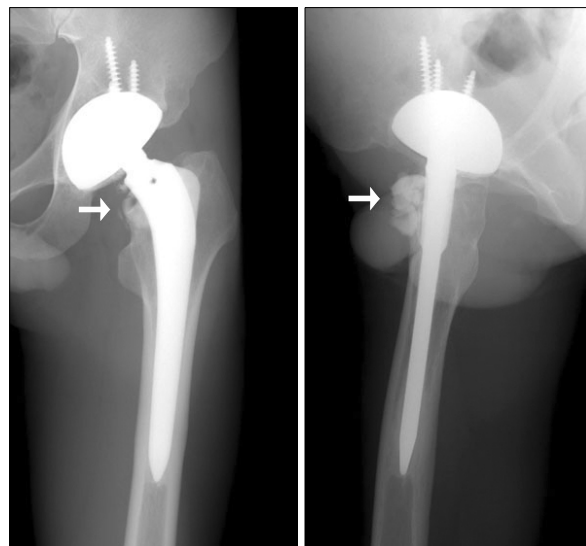


Fig. 2. A radiograph shows the fracture of the ceramic femoral head.

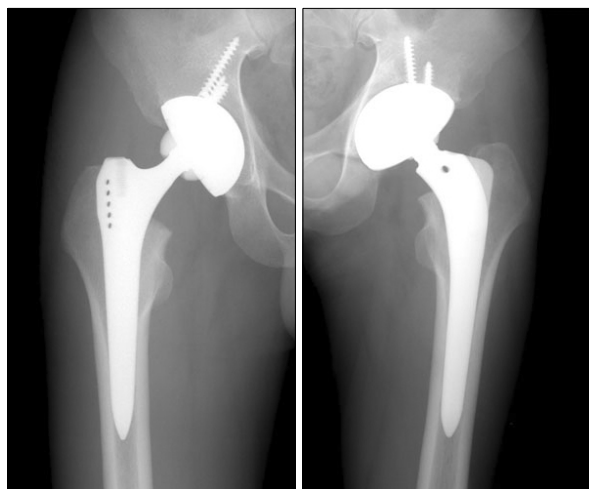


Fig. 1. Radiographs of both femurs taken 4 weeks after each surgery show a well-fixed cup and stem.

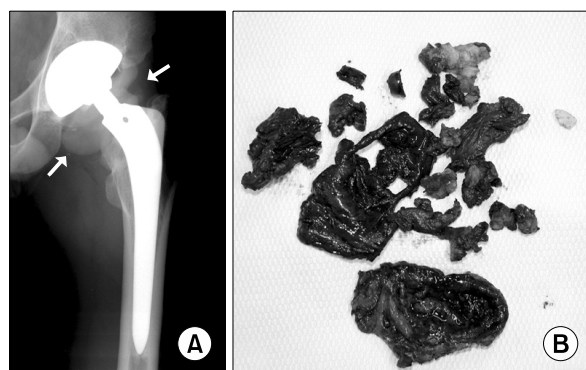


Fig. 3. (A) A radiograph immediately before the left hip re-revision surgery shows the bubble sign around the left hip that indicates severe metallosis. (B) A photograph during the re-revision THA reveals fragmented ceramic particles in the black tissue, indicating metallosis.

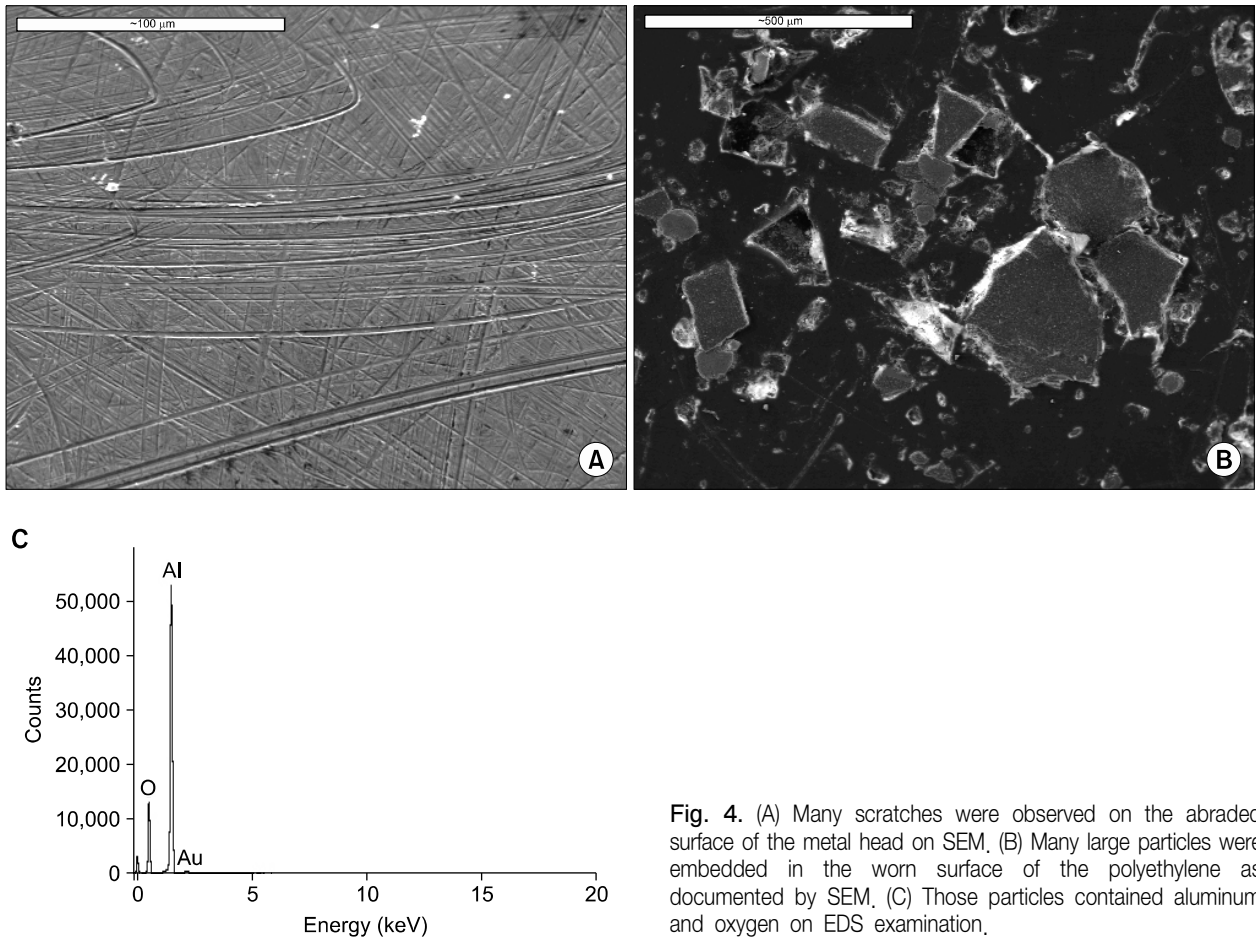


Fig. 4. (A) Many scratches were observed on the abraded surface of the metal head on SEM. (B) Many large particles were embedded in the worn surface of the polyethylene as documented by SEM. (C) Those particles contained aluminum and oxygen on EDS examination.

않아 같은 회사의 세라믹-세라믹 관절면을 이용하여 재재치환술을 시행하였다. 수술 중 제거된 금속 골두와 폴리에틸렌 라이너에 대해 scanning electron microscope (SEM, JSM 5410, JEOL, Tokyo, Japan) 및 energy dispersive X-ray spectroscopy (EDS, 6587-SP, Oxford, England)를 이용한 분석을 시행하여 금속 골두 및 폴리에틸렌 라이너 관절면에 수많은 굵은 상처를 확인할 수 있었으며 라이너 관절면에 박혀있는 세라믹 입자를 확인할 수 있었다(Fig. 4).

재재치환술 후 6개월째 환자는 장거리 보행 후 수술 부위의 경미한 동통 이외에는 일상 생활을 하는데 특별한 증상 없이 잘 지낼 수 있었다.

고 찰

세라믹은 기계적으로 강성(stiffness) 및 경도(hardness)가 높고 마찰계수가 낮아 마모에 대한 저항성이 우

수할 뿐만 아니라 1990년대 이후 고온 균등 압박(hot isostatic pressurization) 과정을 통해 제작된 제 3세대 세라믹 및 taper 디자인의 개발 등으로 골두 파손의 빈도도 크게 줄어들어 대체 관절면의 하나로 주목받고 있다²⁾. 그러나 낮은 파손 인성(fracture toughness)으로 인해 응력-변형률 곡선에서 소성 변형 구간이 거의 없어 깨지기 쉽다는 문제가 여전히 존재하며 임상적으로 드물게 보고되고 있다^{1,5,10)}.

세라믹 골두 골절의 원인으로는 직접적인 외상, 육체적 활동, 과체중 등을 들 수 있으며 그 외 부품간의 불일치, 직경이 작은 골두, 설계 및 제조상의 오류도 관여할 수 있다⁴⁾. 본 증례에서는 구형의 28 mm 골두를 사용하였고 직접적 외상의 병력은 없었으나 젊고 활동적인 연령의 남자 환자였다.

세라믹 골두 골절에 대한 재치환술 시 테이퍼에 약간의 미란성 변화라도 골두에 스트레스 집중을 증가시켜 재치



Fig. 5. A photograph shows an example of a metal adapter that, like an extension piece, is fitted onto the deformed cone.

환된 세라믹 골두의 골절을 일으킬 수 있기 때문에⁹⁾ 여러 저자들이 안정 고정된 스템을 재치환 하거나 스템을 교체하지 않을 경우 코발트-크롬 골두로 교체하는 것이 좋다고 보고하였다^{4,5,8,9)}. 하지만 세라믹 골두 골절 후 남아있던 세라믹 입자에 의한 metallosis 등과 같은 심각한 합병증이 드물지만 보고되고 있으며^{1,5,6)}, Allain 등¹⁾은 multicenter survivorship study에서 세라믹 골두 골절에서 재치환술 후 관절 주위 연부조직 및 관절면 내에 세라믹 입자가 남아 제 3개체 마모를 유발할 수 있다고 하였고, Matziolis 등⁶⁾은 현실적으로 수술 중 육안으로 모든 파손된 세라믹 입자의 제거가 불가능함으로 수술 후 파손된 세라믹 입자가 남아 있을 수 있고 이 입자가 금속-폴리에틸렌 관절면 사이로 들어가 폴리에틸렌 삽입물이 금속 골두에 대해 단단하고 불규칙한 마모면으로 작용할 수 있으므로 마모를 줄이기 위해 대퇴 스템을 치환하지 않을 경우 금속 adapter (Fig. 5)를 이용한 세라믹-세라믹 관절면을 사용할 것을 주장하였다. 본 증례에서도 SEM 사진 상 수많은 마모 입자가 폴리에틸렌 표면에 존재함을 확인하였고 이들로 인해 금속 골두 표면에 마모가 발생하였고, EDS 분석 결과 대부분이 세라믹 입자임을 확인할 수 있었다.

세라믹 골두 골절은 드물게 발생하지만 metallosis 등으로 인해 여러 차례의 재치환술을 필요로 할 수 있는 심각한 합병증이다. 본 증례에서처럼 재치환술 후에도 파손된 세라믹 입자가 남아 제 3개체 마모를 유발할 수 있으므로 술 중 파손된 세라믹 입자에 대한 세심한 제거가 선행되어야 하겠고 대퇴 스템을 치환하지 않을 경우 금속 adapter를 이용한 세라믹-세라믹 관절면을 사용하는 것이 하나의 선택 사항이 될 수 있을 것으로 사료되며,

금속-폴리에틸렌 관절면을 사용할 경우 금속 골두 마모에 의한 metallosis의 발생에 대한 세심한 관찰이 필요할 것으로 사료된다.

참고문헌

1. Allain J, Roudot-Thoraval F, Delecrin J, Anract P, Migaud H, Goutallier D: Revision total hip arthroplasty performed after fracture of a ceramic femoral head. A multicenter survivorship study. *J Bone Joint Surg Am*, 85: 825-830, 2003.
2. Archibeck MJ, Jacobs JJ, Black J: Alternate bearing surfaces in total joint arthroplasty: biologic considerations. *Clin Orthop Relat Res*, 379: 12-21, 2000.
3. Boutin P: Total arthroplasty of the hip by fritted aluminum prosthesis. Experimental study and 1st clinical applications. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*, 58: 229-246, 1972.
4. Callaway GH, Flynn W, Ranawat CS, Sculco TP: Fracture of the femoral head after ceramic-on-polyethylene total hip arthroplasty. *J Arthroplasty*, 10: 855-859, 1995.
5. Kempf I, Semlitsch M: Massive wear of a steel ball head by ceramic fragments in the polyethylene acetabular cup after revision of a total hip prosthesis with fractured ceramic ball. *Arch Orthop Trauma Surg*, 109: 284-287, 1990.
6. Matziolis G, Perka C, Disch A: Massive metallosis after revision of a fractured ceramic head onto a metal head. *Arch Orthop Trauma Surg*, 123: 48-50, 2003.
7. Miki H, Sugano N, Yamamura M, Nakamura N, Nishii T, Yoshikawa H: Serious metallosis of a metal head due to fragmented ceramic screws in a cemented THA. *Arch Orthop Trauma Surg*, 126: 192-196, 2006.
8. Otsuka NY, Schatzker J: A case of fracture of a ceramic head in total hip arthroplasty. *Arch Orthop Trauma Surg*, 113: 81-82, 1994.
9. Pulliam IT, Trousdale RT: Fracture of a ceramic femoral head after a revision operation. A case report. *J Bone Joint Surg Am*, 79: 118-121, 1997.
10. Torán MM, Cuenca J, Martínez AA, Herrera A, Thomas JV: Fracture of a ceramic femoral head after ceramic-on-ceramic total hip arthroplasty. *J Arthroplasty*, 21: 1072-1073, 2006.

= 국문초록 =

세라믹은 마찰계수 및 마모에 대한 저항성에 있어 금속-폴리에틸렌 관절보다 우수 하지만 소성 변형 범위가 매우 적어(brittle) 깨지기 쉬운 특성을 가지고 있다. 알루미늄 세라믹 골두의 파손은 드물게 보고되고 있으며 골두 파손 시 대퇴 스템의 Morse taper의 소성 변형으로 인해 금속-폴리에틸렌 관절면을 이용한 재치환술을 시행하는 것이 좋은 결과를 보인다고 보고되고 있지만 재치환술 후 남아있는 세라믹 입자에 의한 관절면의 마모에 대한 보고는 매우 드물다. 저자들은 양측성 대퇴골두 무혈성 괴사로 세라믹-세라믹 관절면을 이용한 인공 고관절 전치환술 후 세라믹 골두 골절이 발생한 환자에서 금속-폴리에틸렌 관절면을 이용하여 재치환술을 시행하고 추시 관찰 중 남아있던 세라믹 입자에 의한 제 3개체 마모(third body wear)로 발생한 과도한 metallosis 1예를 경험하였기에 이를 보고하고자 한다.

색인 단어: 인공 고관절 전치환술, 세라믹 골두 파손, 제 3개체 마모, Metallosis