

## 인공관절의 수명 향상을 위해 Plasma Immersion Ion Implantation & Deposition 공정으로 증착된 NbN 박막에 대한 UHMWPE Liner 소재의 마모량 평가

박원웅<sup>1,2</sup>, 김은겸<sup>1</sup>, 전준홍<sup>1,2</sup>, 최진영<sup>1,2</sup>, 문선우<sup>1,3</sup>, 임상호<sup>2</sup>, 한승희<sup>1</sup>

<sup>1</sup>한국과학기술연구원 태양전지 센터, <sup>2</sup>고려대학교 신소재 공학과, <sup>3</sup>고려대학교 그린스쿨

인공관절은 노인성 질환이나 자가 면역질환, 신체적인 외상 등으로 인하여 발생하는 관절의 손상 부위를 대체하기 위하여 고안된 관절의 인공 대용물이다. 인공 관절 중 인공 고관절의 경우 라이너(Liner)와 헤드(Head) 부분이 직접적인 마모 운동을 수행하게 되므로, 이 부분의 소재 특성에 따라 인공관절의 수명이 결정 되게 된다. 현재 헤드 소재로서는 Co-Cr-Mo 합금이, 라이너 소재로서는 고분자 소재인 UHMWPE (Ultra High Molecular Weight Polyethylene)가 주로 사용되고 있다. 이러한 MOP (Metal-On-Polymer) 구조의 인공관절의 경우, 충격흡수의 장점이 있는 반면, 관절 운동시 발생하는 UHMWPE 의 wear debris에 의해 골용해가 발생하게 되어 인공관절의 수명이 저하되는 문제 점이 있으며, 금속 헤드의 마모로 인한 금속이온의 용출은 세포 독성의 문제를 야기하여 인공관절의 수명을 저하시키는 또 다른 원인이 되고 있다. 따라서 본 연구에서는 PIID (Plasma Immersion Ion Implantation & Deposition) 공정을 이용하여 금속 (Co-Cr-Mo 합금)소재 위에 세라믹 (niobium nitride) 박막을 증착하여 상대재인 UHMWPE의 마모를 줄이고자 하는 연구를 진행 하였다. 금속 소재 위에 증착 된 세라믹 박막은 상대재인 UHMWPE의 마모량을 줄여줄 뿐만 아니라 금속이온의 용출을 막아준다는 장점이 있으나, 장시간의 마모 운동에 의하여 발생하는 박막의 박리 현상은 인공관절의 수명을 급격히 저하 시키는 또 다른 원인이 된다. 이러한 단점을 해결 하기 위하여, 박막의 증착 초기에 이온주입과 증착을 동시에 수행하는 dynamic ion mixing공정을 수행하였다. Dynamic ion mixing 공정을 수행 함에 따라 박막과 금속 사이의 접착력이 증가하게 되어, UHMWPE의 마모량이 2배 가까이 감소하는 것을 확인 할 수 있었으며, 장시간의 마모시험에서도 우수한 결과를 얻을 수 있었다. 또한 UHMWPE의 마모량을 감소 시키기 위하여 박막을 증착하기 전에 금속 소재에 질소 이온주입을 수행하는 pre-ion implantation 공정을 도입하였다. 질소 이온주입 결과 Co-Cr-Mo 합금 표면에 부분적으로 CrN, Cr2N의 세라믹 상이 형성 되는 것을 확인 할 수 있었으며, 그에 따라 UHMWPE의 마모량이 2배 이상 감소 되는 것을 확인 할 수 있었다.

**Keywords:** Artificial joint; Total hip replacement; plasma immersion ion implantation and deposition; ultra-high-molecular-weight-polyethylene; niobium nitride; wear