

수종의 박막 증착시 titanium 표면의 물성 변화와 생체 적합성에 관한 연구

김형우*, 김창희 서울대학교 치과대학 보철학 교실

목적

titanium은 낮은 비중, 무게에 비한 높은 강도, 피로 저항도, 강한 내산성, 내부식성, 높은 생체 적합성 등, 그 재료의 우수한 성질로 implant 및 implant 상부 구조물, 의치 금속상, 주조 금속관, 신경 치료용 file, 교정용 선재등과 같은 치과 분야 뿐 아니라 많은 다른 산업에서 점차 그 사용 빈도가 높아지고 있다. 그러나 낮은 경도와 내마모성으로 작은 충격과 마찰에 의해서도 손상되기 쉬운 경향이 있어 사용 범위를 넓히는데 제약이 많다. 따라서 이와 같은 한계를 극복하기 위한 여러가지 방안이 개발되고 있는데 이 중 최근 주목 받고 있는 것 중 하나가 박막 증착법이다. 이는 우수한 물성의 재료를 특정 대상에 미세 두께로 증착시켜 원 재료의 성질을 유지하면서 표면 성질을 원하는 물성으로 변화, 개선시킬 수 있다. 본 연구는 이러한 박막 증착법을 이용하여 내마모성이 우수한 것으로 알려진 diamond-like carbon (DLC)과 titanium nitride (TiN)를 각기 순수 titanium과 Ti-6Al-4V 합금 표면에 박막 증착한 후 마모 실험과 세포 독성 실험을 시행하여 모재인 commercially pure (C.P.) titanium과 titanium 합금의 마모도 개선 여부와 생체 적합성을 알아 보고자 하였다.

방법

C.P. (commercially pure) 타이타늄과 Ti-6Al-4V 타이타늄 합금으로 직경 25mm, 두께 2mm인 원판형의 시편을 만들어 각기 Diamond-like carbon과 Titanium nitride를 증착하였는데 전자는 radiofrequency plasma assisted chemical vapor deposition (r.f.-PACVD) 방법을 이용하였고 후자는 reactive arc ion plating 법으로 증착하였다. 이를 ball on disk형 마모 시험기(TE67-8554, Plint Co, UK)를 사용하여 마모 실험을 시행하였는데, 상대 마모재로 ruby ball을 사용하였으며 하중은 32N으로 하였다. 박막이 파절될 때까지 시편을 회전시켜 파절 회전수를 확인하였고 또한각기 150회, 3000회 회전시킨 후 각각에서 표면 조도기를 써서 마모 부피를 측정하였다. 세포 독성 실험은 MTT assay법을 사용하였는데, 이는 시편 추출액 독성 실험으로 각 실험군 당 3개씩의 metal plate를 동시에 사용하였고 3회에 걸쳐 반복하여 실험에 이용하였다.

결과

1. 파절 회전수는 C.P. titanium에 DLC가 증착된 시편은 10250cycle, Ti-6Al-4V에 DLC가 증착된 시편은 92250cycle, C.P. titanium에 TiN이 증착된 시편은 335cycle, Ti-6Al-4V에 TiN이 증착된 시편은 390cycle이었다.
2. DLC 박막 증착 시의 마모 부피는 150cycle 회전시킨 후 측정한 경우 C.P. titanium에서는 0.011mm³이었고 Ti-6Al-4V에서는 부피를 측정할 수 없을 정도로 미미했으며, 3000cycle 회전시킨 후 측정한 경우 C.P. titanium에서는 0.026mm³이었고 Ti-6Al-4V에서는 0.002mm³이었다.
3. TiN 박막 증착 시의 마모 부피는 150cycle 회전시킨 후 측정한 경우 C.P. titanium에

서는 0.015mm³이었고 Ti-6Al-4V에서는 0.011mm³이었으며, 3000cycle 회전시킨 후 측정
한 경우 C.P. titanium에서는 0.323mm³이었고 Ti-6Al-4V에서는 0.251mm³이었다.

4. 대조군으로 박막 증착을 하지 않은 시편의 마모 부피는 150cycle 회전시킨 후 측정
한 경우 C.P. titanium에서는 0.101mm³이었고 Ti-6Al-4V에서는 0.034mm³이었으며, 3000cycle
회전시킨후 측정한 경우 C.P. titanium에서는 0.528mm³이었고 Ti-6Al-4V에서는 0.467mm³
이었다.

5. MTT assay에서는 흡광도를 측정한 결과 6개의 실험군 모두 유의차 없이 일정한 값
을 나타냈다.

*주요어 : 타이타늄, 박막증착, 다이아몬드상 카본, 타이타늄 나이트라이드, 마모, 세포
독성