

## 치과용 Ni-Ti합금파일의 표면거동에 미치는 TiN/Ti 및 ZrN/Ti 다층막 코팅의 영향 (Effects of TiN/Ti and ZrN/Ti Multilayer Coating on the Surface Characteristics of Dental Ni-Ti Alloy Files)

강호민<sup>1\*</sup>, 황호길<sup>1</sup>, 장승현<sup>2</sup>, 정용훈<sup>2</sup>, 최한철<sup>2</sup>

(1) 조선대학교, 치과보존학교실

(2) 조선대학교, 치과재료학교실 2단계 BK21

**초 록:** 본 연구에서는 임상적으로 사용후 파절된 Ni-Ti파일의 표면 거동을 조사해보고 피로파괴수명 연장을 위하여 표면에 TiN/Ti 및 ZrN/Ti를 다층막으로 코팅한 후 표면의 특성을 조사하였다.

### 1. 서론

Ni-Ti 파일의 표면결함은 균열의 핵으로 작용할 수 있고 특히 만곡 근관 내에서 반복적인 응력의 작용은 조기 파절을 일으키는 원인이 될 수 있다. Ni-Ti 파일을 이용한 이전의 피로파절에 대한 연구들은 파일의 직경이나 경사도 (taper), 단면 형태 및 회전속도 등, 표면결함이 영향을 미친다고 보고되고 있다. 이들 연구는 결함을 줄이는 방법으로 산화알루미늄 마모제가 들어있는 기구에 넣고 회전시켜 표면결함을 제거한 연구 외에는 미미하다.

따라서 본 연구에는 임상에서 사용전과 후의 Ni-Ti 파일을 수거하여 표면결함과 파절양상을 조사해보고 표면결함을 최소화하고 반복응력 하에서 피로파절의 특성을 향상시킬 수 있는 방법으로 RF-sputtering기를 이용하여 표면에 TiN/Ti 및 ZrN/Ti를 다층막으로 코팅한 후, 표면의 결함제거여부를 주사전자현미경, AFM, 경도계 및 스크래치시험을 통하여 관찰하였다.

### 2. 실험방법

FE-SEM(field emission scanning electron microscopy)과 EDS(energy dispersive x-ray spectroscopy)등을 사용하여 표면의 파절양상을 조사하기위하여 임상적으로 사용 후 피로파절된 파일을 수거하여 끝부분, 중간분, 상단부분으로 나뉘어 관찰하였다. 표면개질과 표면결함을 제거할 목적으로 파일의 표면에 TiN/Ti 및 ZrN/Ti를 다층막으로 코팅을 실시하였으며 타겟으로는 Ti(99.998%, Williams Advanced Materials, USA), Zr(99.999%, Williams Advanced Materials, USA)을 사용하였다. 코팅을 하기위하여 사용한 장비는 RF-magnetron sputtering 장비를 사용하였다. 코팅막을 만들기 위해서 초고순도 N<sub>2</sub>와 Ar 이 사용되었고 초기 진공은 로타리 펌프를 사용하여 10<sup>-3</sup> mTorr까지 진공도를 유지한 후, 확산 펌프를 사용하여 10<sup>-6</sup> mTorr까지 진공도를 떨어뜨렸다. 이때 진공도는 페닝 게이지를 사용하여 진공도를 확인하였으며 챔버온도는 TiN과 ZrN을 코팅할 때 100℃로 하였다. RF 파워는 100 W로 하였고 총 유량은 고순도 N<sub>2</sub>와 Ar의 혼합가스로 40 sccm으로 고정하였다. 도금두께가 3.0 - 3.5μm가 되도록 하였으며 시편의 회전 속도는 0.5RPM으로 하여 나사산의 모든 부위에 코팅이 균일하게 이루어지도록 하였다. 코팅표면조사는 코팅표면조직의 변화를 조사하기위하여 FE-SEM(field emission scanning electron microscopy)과 EDS(energy dispersive x-ray spectroscopy)등을 사용하여 표면을 분석하였다. 표면굽힘시험은 다이아몬드 tip을 사용하여 표면굽힘시험기로 100gr/mm<sup>2</sup>의 하중으로 100mm/min속도로 굽힘시험을 하였다. 표면조도시험은 AFM(atomic force microscopy)을 이용하여 코팅표면의 조도를 측정하였다. Vickers 경도계를 사용하여 코팅표면의 경도를 조사하였다.

### 3. 결론

Ni-Ti파일의 파절양상은 주로 파일의 끝 부분에서 이루어지며 기계적 가공에 의한 스크래치나 결함 부위를 따라 응력의 집중으로 피로 파절되는 현상을 보였다. 피로파절의 수명을 향상시키기 위하여 다층막 코팅한 후 FE-SEM으로 관찰한 결과, 파일에 코팅을 하지 않은 경우에 비하여 다층막 코팅한 경우가 아주 매끄러운 형상을 보였으며 코팅의 결과 표면에 존재한 기계적인 결함이 제거되는 양상을

보였다>(\*Corresponding author : hcchoe@chosun.ac.kr)

#### 참고문헌

- [1] Hulsmann M, Stryga F. : Comparison of root canal preparation using different automated devices and hand instrumentation. J Endod., 19:141-145, 1993.
- [2] Gambill JM, Alder M, del Rio C. : Comparison of Ni-Ti and stainless steel hand file instrumentation using computed tomography. J Endod., 7:369-375, 1996.