

구리 합금 초음파 스케일러 팁이 치과 임플란트 및 수복 재료 표면에 미치는 영향

이아름^{1a} · 정정훈^{2a} · 정겨운^{1,2} · 방은경^{1,2,3*}

이화여자대학교 ¹임상치의학대학원 임상구강보건학과, ²의학전문대학원부속 목동병원 치주과, ³의학전문대학원 치주과학교실

The effect of copper alloy scaler tip on the surface roughness of dental implant and restorative materials

Ah-Reum Lee^{1a}, Chung-Hoon Chung^{2a}, Gyu-Un Jung^{1,2}, Eun-Kyoung Pang^{1,2,3*}

¹Department of Clinical Oral Health Science, Graduate School of Clinical Dentistry, Ewha Womans University, Seoul, Republic of Korea

²Department of Periodontology, Mokdong Hospital, Ewha Womans University, Seoul, Republic of Korea

³Department of Periodontology, Graduated School of Medicine, Ewha Womans University, Seoul, Republic of Korea

Purpose: This study is designed to investigate the various impacts of different types of scaler tips such as cooper alloy base tip and the others on the surface roughness of teeth and implant by the method which is currently in clinical use. **Materials and methods:** Four different types of disc shaped porcelain, titanium, zirconia, and Type III gold alloy dental materials sized 15 mm diameter, 1.5 mm thickness were used for the experiment. Plastic hand curette (Group PS), cooper alloy new tip (Group IS), and stainless steel tip (Group SS) were used as testing appliances. A total of 64 specimens were used for this study; Four specimens for each material and appliance group. Surface roughness was formed with 15 degree angle in ultrasonic scaler tip and with 45 degree angle in hand curette of instrument tip and the specimen surface with 5 mm long, one horizontal-reciprocating motion per second for 30 seconds by 40 g force. To survey the surface roughness of each specimen, a field emission scanning electron microscope, an atomic force microscope, and a surface profiler were used. (Ra, μm). **Results:** According to SEM, most increased surface roughness was observed in SS group while IS groups had minimal roughness change. Measurement by atomic force microscope presented that the surface roughness of SS group was significantly greater than those of PS, IS and control groups in the type III gold alloy group ($P<.05$). IS group showed lesser surface roughness changes compared to SS group in porcelain and gold alloy group ($P<.05$). According to surface profiler, surface roughness of SS group showed greater than those of PS, IS and control groups and IS group showed lesser than those of SS group in all specimen groups. Type III gold alloy group had large changes on surface roughness than those of porcelain, titanium, zirconia ($P<.05$). **Conclusion:** The result of this study showed that newly developed copper alloy scaler tip can cause minimal roughness impacts on the surface of implant and dental materials; therefore this may be a useful alternative for prophylaxis of implant and restored teeth. (*J Korean Acad Prosthodont* 2014;52:177-85)

Key words: Copper alloy scaler tip; Surface roughness; Gold alloys type III; Porcelain; Titanium; Zirconia

서론

치태는 치주질환을 야기하는 주요 병인 요소 중 하나이며,¹ 치과 수복물 표면에 형성된 광범위한 치태는 이차우식이나 치주질환의 원인요소로 작용할 수 있다.² 또한 임플란트 표면에 서도 세균의 부착과 집락화가 임플란트 주위 조직의 병적인 감염에 중요한 역할을 한다.³ 따라서 치주 치료의 목적은 치아

표면에 부착된 치태나 치석을 제거하고⁴ 치아 및 금관의 표면을 잘 연마하여 그 표면이 평활한 상태를 유지할 수 있게 만들어 치태의 침착을 줄이고 연조직에 대한 위해를 감소하게 하는 것이며,^{5,6} 치주 치료 후 임플란트 및 치아 수복물 주변을 건강하게 유지하기 위해서는 주기적인 치태 제거가 반드시 필요하다.^{7,9}

이에 임상에서는 사용하기 편리하고 빠른 시간에 치태제거

*Corresponding Author: Eun-Kyoung Pang

Department of Periodontology, Graduated School of Medicine, Ewha Womans University, 1071 Anyangcheon-ro, Yangcheon-gu, Seoul, 158-710, Republic of Korea

+82 2 2650 2679; e-mail, ekpang@ewha.ac.kr

Article history: Received April 24, 2014 / Last Revision May 28, 2014 / Accepted May 29, 2014

^a These authors contributed equally to this work.

© 2014 The Korean Academy of Prosthodontics

© This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

가 가능한 초음파 스케일러가 널리 사용되고 있으며, 다양한 형태의 초음파 스케일러 팁이 치주낭 기저부 또는 치근 분지부의 치태 조절에 효과적으로 사용되고 있다.^{10,13}

현재까지 주로 사용되어 왔던 스테인리스 스틸 스케일러 팁은 높은 경도와 강도를 가지고 있으며, 초당 34,000번의 강하고 빠른 진동 운동을 하기 때문에 큐렛이나 스케일러 등에 비해 치아나 임플란트 및 치과 수복물 등의 표면을 더 많이 손상시킨다고 보고된 바 있다.¹⁴

치석제거 후 수복물의 표면이 거칠어지면 미생물이 쉽게 재균락을 형성하는 환경이 될 수 있으며 이 환경은 치태 형성을 가속화시킬 수 있다고 알려져 있다.^{15,16} 특히 스테인리스 스틸로 만들어진 스케일러 팁은 임플란트 보철물에 기계적인 자극을 주어 임플란트 표면을 손상시킬 수 있으며,^{17,18} 표면손상이 발생한 경우 치태나 치석형성에 영향을 미쳐 결과적으로 임플란트 주위염이나 임플란트의 실패를 가져올 수 있다고 보고된다.¹⁹ 여러 연구를 통해서 스테인리스 스틸 팁은 아말감, 콤포지트 레진, 글라스 아이오노머, 도재, 지르코니아 등의 치과재료 표면에도 영향을 준다고 밝혀졌다.^{20,21} 따라서 임플란트와 치과 수복물 표면의 치석제거에 플라스틱 큐렛 등의 비금속성의 기구나 러버 연마접, 공기 분말 연마 시스템(air powder abrasive system) 등이 추천되어져 왔다.²² 그러나 탄소 및 플라스틱 소재의 스케일러 팁은 치아나 임플란트 표면에 미치는 영향은 양호하지만, 파절과 변형이 쉽게 발생하고 치석제거 효능을 매우 저하시킨다는 단점이 있다.²³ 또한 이 팁은 두께가 비교적 두꺼워 술자가 깊은 치주낭에 접근하기 어렵게 한다. 또한 공기 분말 연마 시스템은 임플란트 표면의 오염 제거와 치태제거에는 효과적이지만,^{24,25} 혈관색전이나 폐기종의 위험성이 증가되어 있어 폐질환을 가진 환자에서는 제한적으로 사용되어야 한다.²⁶

이에 치아나 임플란트의 표면손상은 줄이고 치태 제거의 효율성은 높은 초음파 스케일러 팁을 개발하기 위한 연구가 활발히 진행되어 왔으며, 쉽게 파절되는 비금속 팁의 단점을 보완하기 위해 구리를 이용한 새로운 스케일러 팁이 개발되었다. 구리 합금 스케일러 팁은 치석제거 시에 마모가 거의 일어나지 않으며,²³ 구강 내에서 사용되었을 경우 신경 독성 및 급성 전신독성에 대하여 안전하다는 연구결과가 있어¹⁴ 구강 내에서의 사용이 안정적이며, 파절 위험성도 없다는 장점이 있다. 또 다른 연구결과에 따르면 구리 합금 스케일러 팁은 임플란트 및 치과 수복 재료에 미치는 표면 손상이 스테인리스 스틸 팁보다 적고²⁷⁻³⁰ 효율성은 플라스틱 스케일러 팁보다 20배 더 높은 것으로 나타났다.²⁷

하지만 이러한 선행연구들은 스케일러 팁의 측면 각을 사용하지 않고 팁을 재료의 표면과 90도로 고정하여 팁의 끝부분이 재료의 표면에 거칠기를 형성하도록 고안된 기계장치를 사용한 연구였다.²⁷⁻³⁰ 비록 시편마다 일정한 힘을 적용시키기 위한 실험 설계였다고 하더라도, 임상에서 초음파 스케일러는 치아 장축에 15도 이내로 적용되어야 하므로 이전의 연구들은 실제 임상상황을 정확히 재현하지 못했다는 한계점이 있다. 따라서

본 연구에서는 실제 임상에서와 같이 기구의 팁을 재료의 표면에 측면으로 적용한 후, 구리 합금 스케일러 팁이 임플란트 및 여러 가지 치과 수복물의 표면 거칠기에 미치는 영향을 관찰하고, 스테인리스 스틸 스케일러 팁과 플라스틱 수동 큐렛과 비교 분석하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 연구 재료

1) 시편

연구 재료로는 금합금, 도재, 지르코니아, 임플란트용 티타늄 4종류로 지름 15 mm, 높이 1.5 mm의 원반형 시편을 제작하여 사용하였다(Fig. 1).

- (1) 도재 군: PFM용 도재 파우더(Ceramax PFM Porcelain Powder, Alphadent, Korea)를 사용하여 제작하였으며 910°C에서 광택 가공하였다.
- (2) 티타늄 군: ASTM 규격에 따른 Grade IV의 티타늄(Grade IV Titanium, Dentium, Korea)을 사용하여 제작하였고, 주석으로 표면 코팅하였다.
- (3) 지르코니아 군: 지르코니아 블록(Natural Z, D-MAX, Korea)을 CAD/CAM (D700, 3Shape Inc., New Jersey, NY, USA)을 사용하여 밀링 절삭 후 1500°C에서 소결하여 제작하였다.
- (4) 금합금 군: Au 48.0%, Pd 3.5%, Ag 37%, others 11.5%의 성분으로 구성된 Type III의 금합금(AD-48 TYPE III, Alphadent, Korea)을 사용하여 제작하였으며 표면은 Classic Rubber Cylinders Green-Coarse와 Classic Rubber Wheels Green-Coarse로 연마하였다.

2) 거칠기 형성 기구

각 재료 표면에 거칠기를 형성하기 위해 새롭게 개발된 구리 합금 팁(IS-ST5-5E Tip, B&L Biotech, Korea), 스테인리스 스틸 팁(SS-Piezon, EMS, Switzerland), 임플란트용 플라스틱 수동 큐렛(PS-Implacare Gr#6 IMPHDL6, Hu-Friedy, IL, USA) 세 가지 스케일러 팁을 사용하였고, 거칠기를 형성하지 않은 군을 대조군으로 설정하였다. 모든 군은 각 군 당 4개의 시편을 사용하여 모두 64개의 시편을 사용하였다(Table 1, Fig. 2).

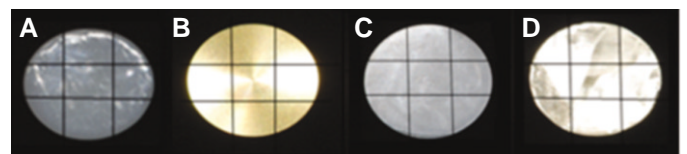


Fig. 1. Experimental specimens of each dental material. (A) Porcelain group, (B) Titanium group, (C) Zirconia group, (D) Gold group.

Table 1. The experimental group design

Groups	Instruments				Total (N)
	Control (N)	SS (N)	PS (N)	IS (N)	
Porcelain	4	4	4	4	16
Titanium	4	4	4	4	16
Zirconia	4	4	4	4	16
Gold	4	4	4	4	16
Total	16	16	16	16	64

SS: Stainless steel scaler tip, PS: Plastic hand curette, IS: Copper alloy scaler tip.

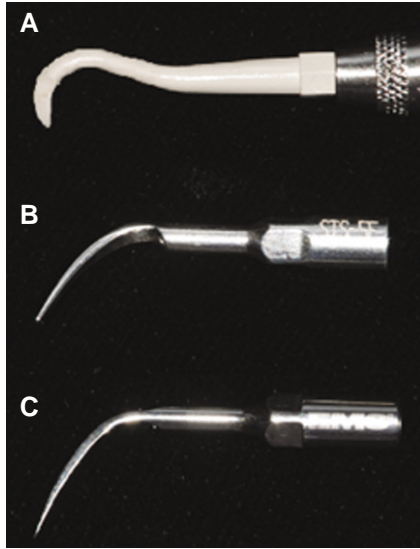


Fig. 2. Scaler tips used in the experiment. (A) Plastic hand curette (PS), (B) Copper alloy scaler tip (IS), (C) Stainless steel scaler tip (SS).

2. 연구 방법

1) 표면 거칠기 형성

표면 거칠기 형성은 표준화 된 조건 하에서 구강 내에서 스케일러 사용을 재현하기 위하여 한 명의 숙련된 치주과 의사에 의해 시행되었다. 기구 조작은 치주기구 조작 시 가해지는 힘과 같은 40 g의 힘으로^{30,31} 시편의 표면과 기구 팁의 각도가 일정하게 되도록 한 상태로 1초에 1회, 5 mm 수평왕복운동을 30초 동안 시행하였다. 거칠기 형성 전 시편에 5 mm 간격으로 가로, 세로 각각 두 개의 선을 그어 시편의 중앙에 사각형 모양을 만든 후 거칠기 형성 시 기구가 이 사각형 내에서만 움직일 수 있도록 하였다.

초음파 스케일러는 제조사의 지시에 따라 시편의 표면과 팁이 15도가 유지되도록 하면서 충분한 주수 하에 최대출력으로 조작하였다. 모든 스케일러 팁과 플라스틱 수동큐렛은 반복 사용시에 생길 수 있는 소성변형을 고려하여 재료 군이 바뀔 때마다 교체하며 시행하였다. 임플란트용 플라스틱 수동 큐렛 (PS)은 일반적인 핸드 큐렛의 치석제거 각도에 따라 시편의 표면과 수동 큐렛(PS)의 날이 45도가 되도록 하면서 시행하였다.

2) 표면 거칠기 측정

표면 거칠기는 먼저 주사전자 현미경을 이용하여 표면 거칠기를 관찰하였고, 원자현미경을 이용하여 표면 거칠기를 관찰한 후(Table 2), 원자현미경과 표면조도 거칠기 단 차 측정기를 이용하여 표면 거칠기(Ra, μm)를 계측, 분석하였다(Table 3).

Table 2. Surface roughness measured by atomic force microscope (Ra, μm)

Groups	Control	SS	PS	IS
	Mean (SD)	Mean (SD)	Mean (SD)	Mean (SD)
Porcelain	0.031 (0.010)	0.290 (0.220) ^a	0.056 (0.030)	0.046 (0.028) ^b
Titanium	0.211 (0.050)	0.447 (0.301)	0.278 (0.091)	0.261 (0.088)
Zirconia	0.112 (0.029)	0.235 (0.146)	0.171 (0.069)	0.135 (0.038)
Gold	0.170 (0.040)	0.412 (0.076) ^a	0.237 (0.099)	0.081 (0.020) ^{b,c}

SS: Stainless steel scaler tip group, PS: Plastic hand curette group, IS: Copper alloy scaler tip group, SD: standard deviation.

^a: Statistically significant difference compared to control group ($P < .05$).

^b: Statistically significant difference compared to SS group ($P < .05$).

^c: Statistically significant difference compared to PS group ($P < .05$).

Table 3. Surface roughness measured by surface profiler (Ra, μm)

Groups	Control	SS	PS	IS
	Mean (SD)	Mean (SD)	Mean (SD)	Mean (SD)
Porcelain	0.101 (0.019)	0.215 (0.066) ^a	0.133 (0.027) ^b	0.124 (0.019) ^b
Titanium	0.143 (0.008)	0.687 (0.160) ^a	0.221 (0.052) ^b	0.215 (0.043) ^b
Zirconia	0.132 (0.015)	0.210 (0.016) ^a	0.143 (0.023) ^b	0.166 (0.023) ^b
Gold	0.119 (0.024)	2.898 (2.387) ^a	0.178 (0.018) ^b	0.181 (0.036) ^b

SS: Stainless steel scaler tip group, PS: Plastic hand curette group, IS: Copper alloy scaler tip group, SD: standard deviation.

^a: Statistically significant difference compared to control group ($P < .05$).

^b: Statistically significant difference compared to SS group ($P < .05$).

- (1) 주사전자 현미경(Field Emission Scanning Electron Microscope (SEM), JEOL 7001F, JEOL, UK)을 사용하여 200배, 1,000배율로 관찰하였다.
- (2) 원자현미경(Atomic Force Microscope (AFM), XE-BIO, Park Systems, Korea)를 이용하여 표면 거칠기를 측정하고 이미지를 관찰하였다. 알루미늄이 코팅된 탐침을 사용하여 비접촉 모드로 이미지 크기 50 $\mu\text{m} \times 50 \mu\text{m}$ 로 측정하였다.
- (3) 표면조도 거칠기 단차 측정기(Surface Profiler (SP), Alpha step 500, KLA-Tencor, CA)를 사용하여 거칠기를 측정하였다. 측정 범위는 1000 μm , 측정 속도는 20 $\mu\text{m/s}$, 표시범위 6.5 μm , long wave cut off는 450 μm (stylus force: 9.5 mg)로 하였다.

3) 통계 분석

통계분석은 SPSS (SPSS version 13.0, SPSS Inc, Chicago, IL, USA)를 이용하였다. 원자현미경으로 측정한 거칠기(Ra) 값을 이용하여 평균과 표준편차를 구하였고, 각 군 간의 거칠기 값의 차이를 일원분산분석(one-way ANOVA)을 이용하여 검정하였으며, 사후분석으로는 Tukey 검정을 이용하였다($P < .05$).

결과

1. 주사전자 현미경에 의한 표면 거칠기 관찰

도재, 티타늄, 지르코니아, 금합금 군의 시편에 각각 구리 합금 팁(Group IS), 스테인리스 스틸 팁(Group SS), 플라스틱 수동 큐렛(Group PS)을 사용하여 거칠기를 형성한 후 주사전자 현미경으로 관찰한 결과 모든 재료 군에서 대조군 및 플라스틱 수동 큐렛(Group PS)과 구리 합금 팁(Group IS)에 비하여 스테인리스 스틸 팁(Group SS)을 사용한 군의 시편에서 표면 거칠기가 증가

됨이 관찰되었다. 플라스틱 수동 큐렛(Group PS)과 구리 합금 팁(Group IS)은 대조군과 비교하여 표면 거칠기에 큰 차이를 보이지 않았고, 플라스틱 수동 큐렛(Group PS)과 구리 합금 팁(Group IS) 사이에서도 표면 거칠기의 차이는 없었다(Fig. 3, Fig. 4, Fig. 5, Fig. 6). 티타늄 군에서는 스테인리스 스틸 팁(Group SS)을 사용한 경우 깊은 표면 거칠기가 두드러지게 관찰되었고(Fig. 4), 금합금 군에서는 깊은 표면 거칠기와 함께 시료의 표면이 밀려 올라간 양상도 관찰되었다(Fig. 6). 도재 군과 지르코니아 군에서는 스테인리스 스틸 팁(Group SS)을 사용한 시편에서 대조군 및 플라스틱 수동 큐렛(Group PS)과 구리 합금 팁(Group IS)을 사용한 경우에 비하여 다소 표면 거칠기 증가됨이 관찰되었지만, 기구 간의 유의할 만한 차이가 보이지 않았고, 원래 본연의 시료가 가지고 있던 미세한 거칠기만이 관찰되었다(Fig. 3, Fig. 5).

2. 원자현미경에 의한 표면 거칠기 측정

원자현미경을 통해서 표면 거칠기를 측정하여 대표적인 표면조도를 나타내는 Ra값으로 나타내었다. 도재 군, 금합금 군의 경우 스테인리스 스틸 팁(Group SS)에서 대조군에 비해 표면 거칠기 측정값이 유의성 있게 크게 나타났다($P < .05$). 티타늄 군과 지르코니아 군에서도 스테인리스 스틸 팁(Group SS)에서 대조군에 비해 표면 거칠기가 크게 나타났으나 통계학적 유의성은 없었다. 플라스틱 수동 큐렛(Group PS)과 구리 합금 팁(Group IS)은 모든 재료 군에서 대조군에 비해 표면 거칠기의 유의성 있는 차이를 보이지 않았다.

구리 합금 팁(Group IS)은 도재 군과 금합금 군에서 스테인리스 스틸 팁(Group SS)에 비해 표면 거칠기가 유의성 있게 적게 나타났고($P < .05$), 티타늄과 지르코니아 군에서는 스테인리스

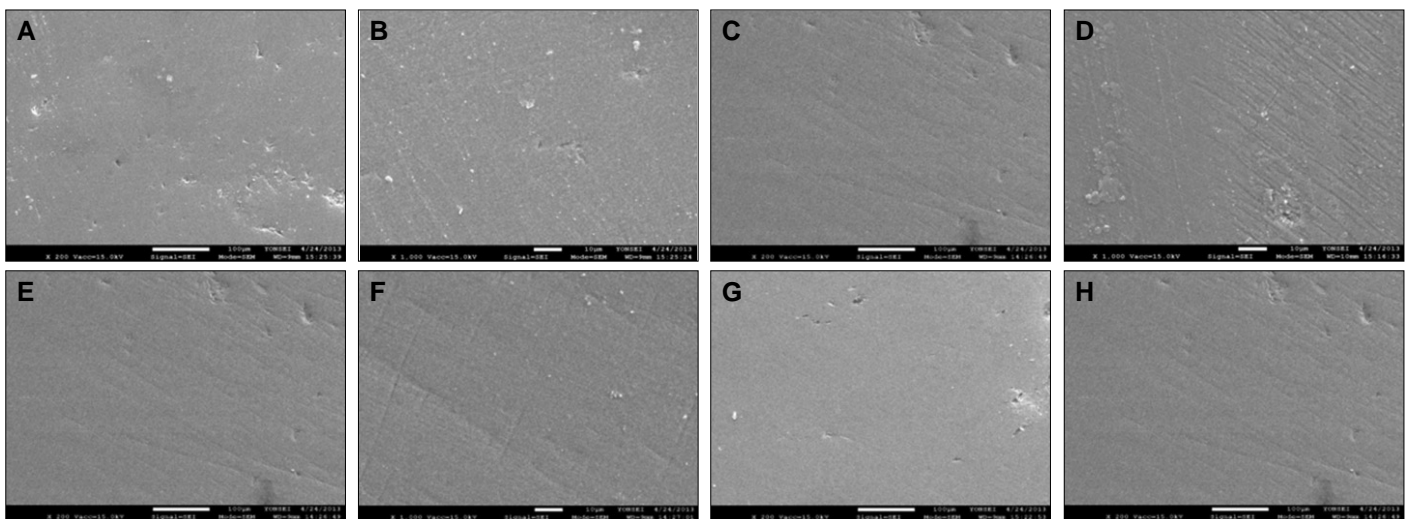


Fig. 3. SEM images of porcelain group. (A),(B) no treatment (Control), (C),(D) Stainless steel scaler tip group (Group SS), (E),(F) Plastic hand curette group (Group PS), (G),(H) Copper alloy scaler tip group (Group IS). Original magnification (A),(C),(E),(G) $\times 200$, (B),(D),(F),(H) $\times 1000$.

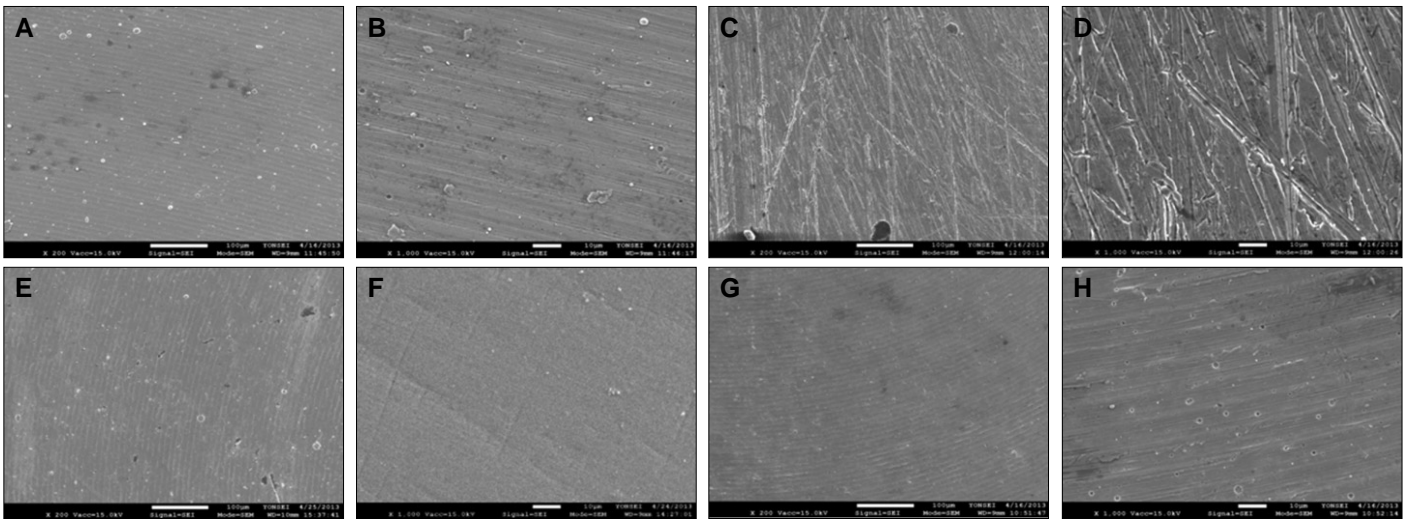


Fig. 4. SEM images of titanium group. (A),(B) no treatment (Control), (C),(D) Stainless steel scaler tip group (Group SS), (E),(F) Plastic hand curette group (Group PS), (G),(H) Copper alloy scaler tip group (Group IS). Original magnification (A),(C),(E),(G) $\times 200$, (B),(D),(F),(H) $\times 1000$.

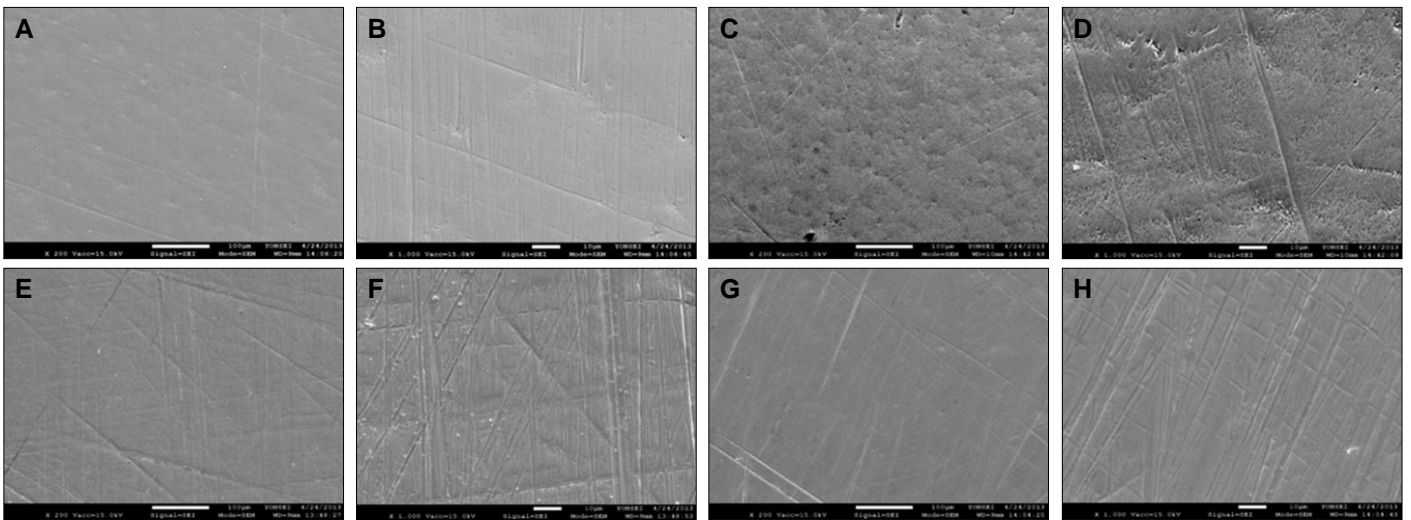


Fig. 5. SEM images of zirconia group. (A),(B) no treatment (Control), (C),(D) Stainless steel scaler tip group (Group SS), (E),(F) Plastic hand curette group (Group PS), (G),(H) Copper alloy scaler tip group (Group IS). Original magnification (A),(C),(E),(G) $\times 200$, (B),(D),(F),(H) $\times 1000$.

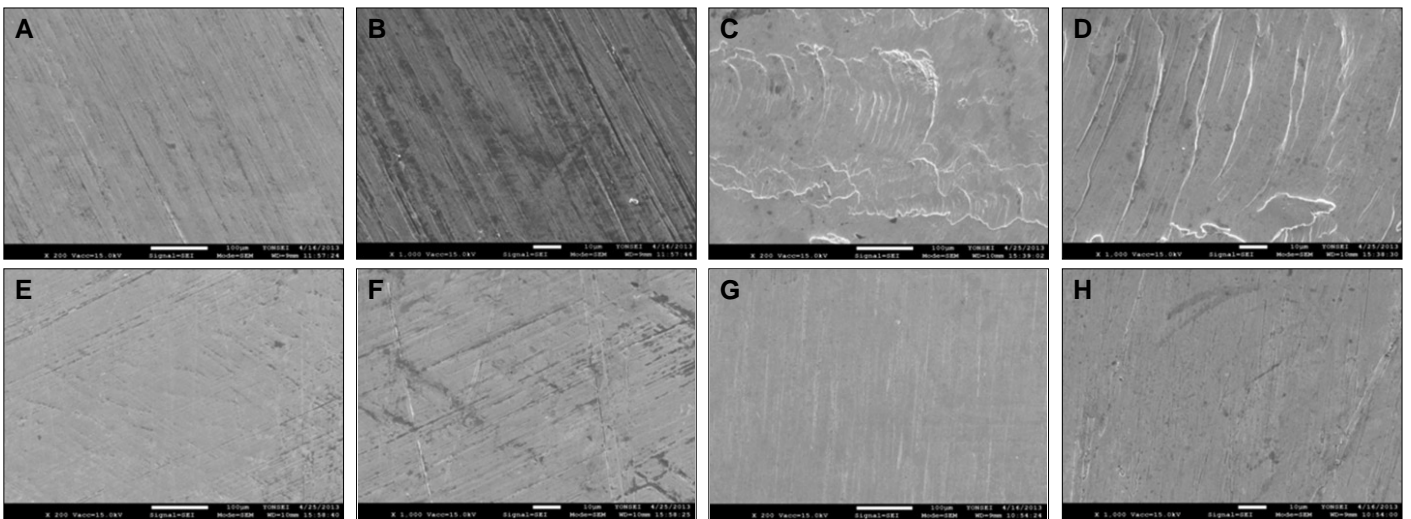


Fig. 6. SEM images of gold group. (A),(B) no treatment (Control), (C),(D) Stainless steel scaler tip group (Group SS), (E),(F) Plastic hand curette group (Group PS), (G),(H) Copper alloy scaler tip group (Group IS). Original magnification (A),(C),(E),(G) $\times 200$, (B),(D),(F),(H) $\times 1000$.

스틸 팁(Group SS)에 비해 표면 거칠기가 적게 나타났으나 통계적으로 유의할 만한 차이는 없었다. 구리 합금 팁(Group IS)은 금합금 군에서는 플라스틱 수동 큐렛(Group PS)에 비해 표면 거칠기가 유의성 있게 적게 나타났으나($P<0.05$), 도재, 티타늄, 지르코니아 군에서는 구리 합금 팁(Group IS)과 플라스틱 수동 큐렛(Group PS)간에 유의성 있는 차이는 없었다.

3. 표면조도 거칠기 단 차 측정기에 의한 표면 거칠기 측정

표면조도 거칠기 단 차 측정기를 통해서 표면 거칠기를 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다. 원자현미경과 같이 대표적인 표면조도를 나타내는 Ra값으로 결과를 확인하였다. 시료별 사용기구 집단 간에 따라 거칠기 측정값의 유의 차가 있음이 나타났다.

도재 군, 티타늄 군, 지르코니아 군, 금합금 군 모두에서 스테인리스 스틸 팁(Group SS)이 가장 높은 표면 거칠기를 보였고, 대조 군에 비해 통계학적으로 유의한 차이를 나타냈으며($P<0.05$), 특히 금합금 군에서 가장 높은 표면 거칠기를 보였다. 또한 스테인리스 스틸 팁(Group SS)은 플라스틱 수동 큐렛(Group PS), 구리 합금 팁(Group IS)에 비해서도 통계학적으로 유의하게 높은 표면 거칠기를 보였다($P<0.05$). 플라스틱 수동 큐렛(Group PS)과 구리 합금 팁(Group IS)은 대조 군에 비해 표면 거칠기에 유의한 차이가 없는 것으로 나타났고, 스테인리스 스틸 팁(Group SS)에 비해서는 통계학적으로 유의하게 표면 거칠기가 낮게 나타났으며($P<0.05$), 플라스틱 수동 큐렛(Group PS)과 구리 합금 팁(Group IS)간에도 유의한 차이를 보이지 않았다.

고찰

본 연구에서는 구리 합금으로 만들어진 초음파 스케일러 팁(IS)이 실제 임상과 유사한 상황에서 치과재료 표면에 사용되었을 때 기존의 스테인리스 스틸 팁(SS)이나 플라스틱 수동 큐렛(PS)과 비교하여 재료 표면에 어떤 영향을 미치는지 비교, 관찰하였다.

본 연구에 사용된 구리 합금 팁(IS)은 주로 구리 합금으로 구성되어 있고 그 위에 은(silver)으로 도금한 팁으로, 이 팁의 탄성계수(elastic modulus)는 탄소 소재 스케일러 팁보다는 높고, 경도(hardness)는 티타늄보다는 낮으므로²⁸ 탄소 소재 큐렛보다 잘 깨지지 않고 임플란트의 고정체(fixture)나 지대주(abutment)표면에 손상을 일으키지 않아 임상적으로 사용하기 유용하다.

본 연구에서는 각 연마기구들이 표면 거칠기에 미치는 영향을 비교 관찰하기 위해, 먼저 주사전자 현미경과 원자현미경을 이용하여 표면 거칠기를 관찰한 후, 원자현미경과 표면조도 거칠기 단 차 측정기를 이용하여 표면 거칠기(Ra, μm)를 측정, 분석하였다.

주사전자 현미경으로 표면 거칠기를 관찰한 결과, 스테인리스 스틸 팁(SS)이 다른 두 스케일러 팁에 비하여 모든 재료에서

표면 거칠기를 증가시킴을 알 수 있었다. 특히 스테인리스 스틸 팁(SS)을 사용했을 때 티타늄 군에서 표면 거칠기의 증가가 가장 명확히 관찰되었고, 금합금 군에서도 저배율상과 고배율상 모두에서 분명한 표면 거칠기의 증가를 관찰할 수 있었다. 결합 부위의 양상을 비교해보면 금합금 군에서는 얇고 넓은 굽힘, 티타늄 군에서는 더 깊고 좁은 굽힘이 나타나는 경향이 있었다. Quirynen 등³²에 따르면 고르지 못한 치과수복물이나 임플란트의 표면은 세균이 전단력에 의해 탈락되지 않고 부착을 유지할 수 있게 하며 치태가 쉽게 축적되는 환경이 될 수 있다고 하였다. 이 결과는 이전의 연구와는 다른 결과를 보여주는데, 티타늄과 순수한 금에서 스테인리스 스틸 팁(SS)으로 굽힘을 형성하였을 때 이전의 연구에서는 티타늄에서 더 깊은 굽힘이 관찰되었지만,²⁷ 이번 연구에서는 순수한 금보다 경도가 높은 금합금을 사용했기 때문에 상반되는 결과를 도출해 낼 수 있었다고 생각된다. 주사전자 현미경 분석을 통해 티타늄에서 스테인리스 스틸 팁(SS)을 사용했을 때 가장 넓은 면적에서 더 깊고 좁은 형태의 굽힘이 발생해 세균이 침착되기 가장 용이한 환경이 형성될 수 있었으며, 구리 합금 팁(IS)이나 플라스틱 수동 큐렛(PS)은 표면 거칠기에 유의할 만한 영향을 미치지 못한 것으로 나타났다.

원자현미경을 분석한 결과, 스테인리스 스틸 팁(SS)을 사용했을 때 모든 재료에서 대조군에 비교하여 표면 거칠기가 증가했지만, 통계적으로 유의성 있는 거칠기의 증가는 도재 군과 금합금 군에서만 관찰되었다. 티타늄 군에서 가장 분명한 표면 거칠기의 증가가 관찰되었던 주사전자 현미경과는 달리, 원자현미경에서는 티타늄 군에서 통계적으로 유의한 거칠기의 증가를 관찰할 수 없었다. 이는 주사전자 현미경에서 스테인리스 스틸 팁(SS)이 상당한 표면 거칠기를 보이는 것으로 보아, 원자현미경이 원래 시편에 있던 미세한 거칠기, 즉 스케일러 팁의 첨단보다 더 작은 거칠기를 잘못 측정했기 때문으로 추정된다.

구리 합금 팁(IS)과 스테인리스 스틸 팁(SS)의 거칠기 형성 정도를 비교한 결과에서는 구리 합금 팁(IS)이 도재와 금합금에서 더 적었고($P<0.05$) 구리 합금 팁(IS)과 플라스틱 수동 큐렛(PS)의 비교 결과에서는 금합금에서만 플라스틱 수동 큐렛(PS) 거칠기 형성이 더 많았다($P<0.05$). 이 실험에 사용된 스테인리스 스틸 팁(SS)의 비커스 경도가 610 HV, 구리 합금 팁(IS)은 89 HV로 두 기구 모두 플라스틱의 경도(23 HV)보다 높음²⁷을 고려했을 때 금합금에서 플라스틱 수동 큐렛(PS)이 구리 합금 팁(IS)보다 더 높은 거칠기 형성을 보였던 것에 대해서는 논란의 여지가 있을 것으로 생각되어 더 많은 연구가 필요할 것으로 생각된다. 또한 원자현미경에서는 주사전자 현미경과 같이 티타늄 군에서의 명확한 차이를 밝혀내지 못했기 때문에 표면조도 거칠기 단 차 측정기 실험을 계획하였다.

표면조도 거칠기 단 차 측정기 분석 결과에서도 스테인리스 스틸 팁(SS)은 다른 스케일러 팁에 비해 분명한 거칠기 증가를 보였으며($P<0.05$), 티타늄 군에서 가장 높은 표면 거칠기 관찰할

수 있었다. 구리 합금 팁(IS)과 플라스틱 수동 큐렛(PS)은 대조군과의 비교에서도, 두 재료간의 비교에서도 통계적으로 유의한 변화가 관찰되지 않았다.

세 실험의 결과를 종합해 볼 때 티타늄 군에서 구리 합금 팁(IS)과 플라스틱 수동 큐렛(PS)은 표면 거칠기에 영향을 주지 않은 것으로 보아 두 기구를 이용한 임플란트의 비외과적 처치는 제한점이 없을 것으로 판단된다. 그러나 스테인리스 스틸 팁(SS)을 이용하여 치석제거를 한 경우에는 표면 불규칙성으로 인해 세균의 재 군락이 쉽게 이뤄져 임플란트 주위염의 가능성이 증가하고 임플란트의 장기간 안정성에 위해를 끼치게 될 수 있을 것으로 사료된다.

지르코니아 군은 주사전자 현미경, 원자현미경, 표면조도 거칠기 단차 측정기 분석 결과 모두에서 스테인리스 스틸 팁(SS)을 사용했을 때에도 표면 거칠기가 증가하지 않음이 관찰되었는데 이 결과는 스테인리스 스틸 팁(SS)의 경도가 지르코니아보다 낮은(610 vs 1275 HV) 이유로 해석할 수 있다. 이러한 본 연구의 결과는 선행 연구의 결과와 유사한 양상을 보이는데²⁸ 주사전자 현미경과 공초점 레이저 현미경을 이용해 재료의 표면 변화를 실험한 결과 스테인리스 스틸을 사용하더라도 지르코니아에서는 표면 거칠기에는 변화를 관찰할 수 없었다는 보고가 있었다. 같은 원리로 스테인리스 스틸의 경도가 티타늄, 금합금, 도재 보다는 높기 때문에 이 재료들의 표면에는 손상이 일어난 것으로 보인다. 또한 플라스틱 수동 큐렛(PS)과 구리 합금 팁(IS)은 모두 사용된 재료들에 비해 상대적으로 낮은 경도를 보이므로(PS:23, IS:89) 재료의 표면을 거칠게 형성하지는 못한 것으로 해석될 수 있다. 본 연구 결과는 사용시간이 길어짐에 따른 스케일러 팁들(PS, IS)과 플라스틱 수동 큐렛(PS)의 소성 변형의 가능성을 배제하고자 재료 군이 바뀔 때마다 교체하여 실험하였고, 구리 합금 팁(IS)이 표면 거칠기에 영향을 주지 않는다고 밝힌 이 실험의 결과에 더욱 객관적인 자료 제공할 수 있었다. 이 결과와 유사하게 구리 합금과 탄소 소재 스케일러 팁을 이용한 이전의 연구에서 구리 합금 팁이 형성한 표면 거칠기가 탄소 소재 팁과 비슷할 정도로 미미하다는 결과가 있어 구리 합금 팁이 임플란트의 유지를 위해 사용 가능할 것이라고 판단된다.²⁸

이러한 본 연구의 결과는 선행연구들의 결과와 유사한 양상을 보였는데,^{23,27-30} 스테인리스 스틸 팁(SS)은 티타늄 임플란트 표면과 지르코니아를 제외한 모든 치과재료 표면의 표면 거칠기를 크게 증가시켰지만, 구리 합금 팁(IS)과 플라스틱 수동 큐렛(PS)은 어떤 재료의 표면 거칠기에도 유의한 영향을 주지 않았다.

본 연구에서는 실제 임상에서처럼 스케일러 팁의 측면 날이 사용되는 경우에 구리 합금 팁(IS)과 플라스틱 수동 큐렛(PS)은 임플란트와 치과 재료의 표면에 유의한 영향을 주지 않았고 이 결과에 따르면 두 기구의 임상적 사용에 제한점이 없을 것으로 판단된다.

그러나 최근의 연구 결과 구리 합금 팁(IS)은 스테인리스 스틸

팁 팁에 비하여 0.5배 낮은 치석제거 효능을 보였지만,²³ 스테인리스 스틸 스케일러 팁이 치과재료의 표면에 거칠기를 증가시켜 치태와 치석의 형성을 용이하게 함으로써 임플란트 주위염, 임플란트 실패, 이차우식증, 치주염 등의 부작용을 야기할 수 있는 것을 고려해야 할 것이다.^{15,16,19} 또한 기구의 효율성을 평가하기 위한 Back 등²⁷의 이전의 연구에서는 구리 합금 팁(IS), 스테인리스 스틸 팁(SS), 플라스틱 스케일러 팁이 재료의 표면과 접촉하는 지점에서 스케일러의 진동이 소멸되는 힘을 측정하여 기구의 효율성을 비교하였다. 이 연구는 구리 합금 팁(IS)은 플라스틱 스케일러와 비교하여 90배 더 좋은 효능을 가지고 있다고 보고하고 있어,²⁷ 구리 합금 팁(IS)이 임플란트와 임플란트 보철물, 치과재료 표면의 치석제거 시 표면 거칠기를 주지 않으면서 효과적으로 치태조절을 하는 데 사용될 수 있으리라 사료된다.

본 연구는 연구의 정확성을 위해 반복적으로 훈련된 한 명의 치주과 의사에 의해 연구가 진행되었다. 그러나 표면 거칠기 형성 시 스케일러 팁을 재료 표면에 수동으로 적용시켰기 때문에 발생 가능한 오차를 줄이기 위해서는 정량화된 측방압과 일정한 측면 날의 각도를 적용시킬 수 있는 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

결론

1. 주사전자 현미경으로 관찰 시 표면 거칠기의 증가는 스테인리스 스틸 팁(Group SS)에서 가장 컸으며 구리 합금 스케일러 팁(Group IS)에서 가장 적게 나타났다.
2. 원자현미경으로 표면 거칠기를 측정한 결과, 스테인리스 스틸 팁(Group SS)은 도재 군과 제3형 금합금 군에서 대조군과 플라스틱 수동 큐렛(Group PS), 구리 합금 팁(Group IS)보다 표면 거칠기가 유의성 있게 크게 나타났고, 구리 합금 팁(Group IS)은 도재 군에서는 스테인리스 스틸 팁(Group SS)에 비해, 금합금 군에서는 스테인리스 스틸 팁(Group SS)과 플라스틱 수동 큐렛(Group PS)에 비해 표면 거칠기가 유의성 있게 적게 나타났다($P < .05$).
3. 표면조도 거칠기 단차 측정기로 표면 거칠기를 측정한 결과, 스테인리스 스틸 팁(Group SS)은 모든 군에서 대조군 및 플라스틱 수동 큐렛(Group PS)과 구리 합금 팁(Group IS)보다 표면 거칠기가 유의성 있게 크게 나타났으며, 구리 합금 팁(Group IS)은 모든 군에서 스테인리스 스틸 팁(Group SS)에 비해 표면 거칠기가 유의성 있게 적게 나타났다($P < .05$).
4. 제3형 금합금은 도재, 티타늄, 지르코니아 군에 비해 치석제거 기구에 의한 표면 거칠기의 증가가 크게 나타났다.

본 연구 결과 구리 합금 팁(IS)은 여러 가지 치과재료의 표면 거칠기에 영향을 주지 않았으므로, 임플란트 및 수복치료 된 치아를 치석제거 시 전통적인 스테인리스 스틸 팁(SS)의 대용품으로 유용하게 사용될 수 있을 것으로 사료된다.

References

1. Listgarten MA. Pathogenesis of periodontitis. *J Clin Periodontol* 1986;13:418-30.
2. Bin AlShaibah WM, El-Shehaby FA, El-Dokky NA, Reda AR. Comparative study on the microbial adhesion to veneered and stainless steel crowns. *J Indian Soc Pedod Prev Dent* 2012; 30:206-11.
3. Gristina AG. Biomaterial-centered infection: microbial adhesion versus tissue integration. *Science* 1987;237:1588-95.
4. Pameijer CH, Stallard RE, Hiep N. Surface characteristics of teeth following periodontal instrumentation: a scanning electron microscope study. *J Periodontol* 1972;43:628-33.
5. Mitchell DF. The irritational qualities of dental materials. *J Am Dent Assoc* 1959;59:954-66.
6. Podshadley AG, Harrison JD. Rat connective tissue response to pontic materials. *J Prosthet Dent* 1966;16:110-8.
7. Axelsson P, Lindhe J. Effect of controlled oral hygiene procedures on caries and periodontal disease in adults. Results after 6 years. *J Clin Periodontol* 1981;8:239-48.
8. Axelsson P, Lindhe J. The significance of maintenance care in the treatment of periodontal disease. *J Clin Periodontol* 1981;8:281-94.
9. Renvert S, Roos-Jansåker AM, Claffey N. Non-surgical treatment of peri-implant mucositis and peri-implantitis: a literature review. *J Clin Periodontol* 2008;35:305-15.
10. Drisko CL, Cochran DL, Blieden T, Bouwsma OJ, Cohen RE, Damoulis P, Fine JB, Greenstein G, Hinrichs J, Somerman MJ, Iacono V, Genco RJ; Research, Science and Therapy Committee of the American Academy of Periodontology. Position paper: sonic and ultrasonic scalers in periodontics. Research, Science and Therapy Committee of the American Academy of Periodontology. *J Periodontol* 2000;71:1792-801.
11. Tunkel J, Heinecke A, Flemmig TF. A systematic review of efficacy of machine-driven and manual subgingival debridement in the treatment of chronic periodontitis. *J Clin Periodontol* 2002;29:72-81.
12. Walmsley AD, Lea SC, Landini G, Moses AJ. Advances in power driven pocket/root instrumentation. *J Clin Periodontol* 2008; 35:22-8.
13. Oda S, Nitta H, Setoguchi T, Izumi Y, Ishikawa I. Current concepts and advances in manual and power-driven instrumentation. *Periodontol* 2000 2004;36:45-58.
14. Jang MJ. Evaluation of the neurotoxicity and acute systemic toxicity of copper ultrasonic scaler tip. Master's Thesis, Department of Prosthodontics, Graduate School, Seoul National University 2013.
15. Kawai K, Urano M. Adherence of plaque components to different restorative materials. *Oper Dent* 2001;26:396-400.
16. Kantorski KZ, Scotti R, Valandro LF, Bottino MA, Koga-Ito CY, Jorge AO. Surface roughness and bacterial adherence to resin composites and ceramics. *Oral Health Prev Dent* 2009;7:29-32.
17. Thomson-Neal D, Evans GH, Meffert RM. Effects of various prophylactic treatments on titanium, sapphire, and hydroxyapatite-coated implants: an SEM study. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1989;9:300-11.
18. Stefani LA. The care and maintenance of the dental implant patient. *J Dent Hyg* 1988;62:447, 464-6.
19. Rapley JW, Swan RH, Hallmon WW, Mills MP. The surface characteristics produced by various oral hygiene instruments and materials on titanium implant abutments. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1990;5:47-52.
20. Lee SY, Lai YL, Morgano SM. Effects of ultrasonic scaling and periodontal curettage on surface roughness of porcelain. *J Prosthet Dent* 1995;73:227-32.
21. Vigolo P, Motterle M. An in vitro evaluation of zirconia surface roughness caused by different scaling methods. *J Prosthet Dent* 2010;103:283-7.
22. Kawashima H, Sato S, Kishida M, Yagi H, Matsumoto K, Ito K. Treatment of titanium dental implants with three piezoelectric ultrasonic scalers: an in vivo study. *J Periodontol* 2007;78:1689-94.
23. Hong JW. Effect of wear on tooth surface and efficiency of new ultrasonic scaler tip. Master's Thesis, School of Dentistry, The Graduate School, Seoul National University 2013.
24. Augthun M, Tinschert J, Huber A. In vitro studies on the effect of cleaning methods on different implant surfaces. *J Periodontol* 1998;69:857-64.
25. Parham PL Jr, Cobb CM, French AA, Love JW, Drisko CL, Killooy WJ. Effects of an air-powder abrasive system on plasma-sprayed titanium implant surfaces: an in vitro evaluation. *J Oral Implantol* 1989;15:78-86.
26. Van de Velde E, Thielens P, Schautteet H, Vanclooster R. Subcutaneous emphysema of the oral floor during cleaning of a bridge fixed on an IMZ implant. *Rev Belge Med Dent* 1991;46: 64-71.
27. Baek SH, Shon WJ, Bae KS, Kum KY, Lee WC, Park YS. Evaluation of the safety and efficiency of novel metallic ultrasonic scaler tip on titanium surfaces. *Clin Oral Implants Res* 2012; 23:1269-74.
28. Seol HW, Heo SJ, Koak JY, Kim SK, Baek SH, Lee SY. Surface alterations of several dental materials by a novel ultrasonic scaler tip. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2012;27:801-10.
29. Gil YM. Effects of ultrasonic scaler tips on the surface of restorative material. Master's Thesis, Department of Prosthodontics, Graduate School, Seoul National University 2011.
30. Kim HC. Effects of various hygiene procedures on the surface characteristics of titanium abutments. Master's Thesis, Esthetic Restorative dentistry, Graduate School of Clinical Dentistry Korea University 2010.
31. Dentkos TR, Berzins DW. Evaluation of cutting efficiency of orthograde ultrasonic tips by using a nonstatic model. *J Endod* 2008;34:863-5.
32. Quirynen M, De Soete M, van Steenberghe D. Infectious risks for oral implants: a review of the literature. *Clin Oral Implants Res* 2002;13:1-19.

구리 합금 초음파 스케일러 팁이 치과 임플란트 및 수복 재료 표면에 미치는 영향

이아름^{1a} · 정정훈^{2a} · 정겨운^{1,2} · 방은경^{1,2,3*}

이화여자대학교 ¹임상치의학대학원 임상구강보건학과, ²의학전문대학원부속 목동병원 치주과, ³의학전문대학원 치주과학교실

목적: 본 연구는 구리 합금 스케일러 팁을 비롯한 수종의 스케일러 팁이 임플란트와 수복물 재료 표면에 실제 치석제거 시와 같이 적용하였을 때 표면 거칠기에 미치는 영향을 알아보려고 하였다.

재료 및 방법: 도재, 티타늄, 지르코니아, 제3형 금합금의 지름 15 mm, 높이 1.5 mm의 원반형 시편을 준비하였고, 거칠기 형성기구로 스테인리스 스틸 팁(SS), 플라스틱 수동 큐렛(PS), 구리 합금 팁(IS)을 이용하였으며, 시편의 개수는 각 재료 당 기구 별로 4개씩 총 64개를 사용하였다. 표면 거칠기는 40 g의 힘으로 초음파 스케일러는 시편의 표면과 팁이 15도, 핸드 큐렛은 시편의 표면과 큐렛의 날이 45도가 되도록 하여 1초에 1회 5 mm 수평 왕복 운동을 30초 동안 시행하여 형성하였다. 각 시편을 주사전자 현미경을 이용하여 관찰하였고, 원자현미경과 표면조도 거칠기 단 차 측정기를 이용하여 표면 거칠기(Ra, μm)를 측정하고 분석하였다.

결과: 주사전자 현미경으로 관찰 결과 표면 거칠기의 증가는 스테인리스 스틸 팁(Group SS)에서 가장 컸으며 구리 합금 팁(Group IS)에서 가장 적게 나타났다. 원자현미경으로 표면 거칠기를 측정 한 결과, 스테인리스 스틸 팁(Group SS)은 도재 군과 제3형 금합금 군에서 대조군과 플라스틱 수동 큐렛(Group PS), 구리 합금 팁(Group IS)보다 표면 거칠기가 유의성 있게 크게 나타났고, 구리 합금 팁(Group IS)은 금합금 군에서는 스테인리스 스틸 팁(Group SS)과 플라스틱 수동 큐렛(Group PS)에 비해 표면 거칠기가 유의성 있게 적게 나타났다. 표면조도 거칠기 단 차 측정기로 측정 결과, 스테인리스 스틸 팁(Group SS)은 모든 군에서 대조군 및 플라스틱 수동 큐렛(Group PS)과 구리 합금 팁(Group IS)보다 표면 거칠기가 유의성 있게 크게 나타났으며, 구리 합금 팁(Group IS)은 모든 군에서 스테인리스 스틸 팁(Group SS)에 비해 표면 거칠기가 유의성 있게 적게 나타났다. 제3형 금합금은 도재, 티타늄, 지르코니아 군에 비해 치석제거 기구에 의한 표면 거칠기의 증가가 크게 나타났다($P < .05$).

결론: 이상의 연구결과 새로이 개발된 구리 합금 팁(IS)을 적용하였을 때 티타늄 및 치과 수복 재료의 표면 거칠기에 영향을 주지 않음으로써, 임플란트 및 수복치료 된 치아의 치석제거 시 전통적인 스테인리스 스틸 팁(SS)의 대용품으로 유용하게 사용될 수 있을 것으로 사료된다. (대한치과보철학회지 2014;52:177-85)

주요단어: 구리 합금 스케일러 팁; 표면 거칠기; 제3형 금합금; 도재; 티타늄; 지르코니아

*교신저자: 방은경

158-710 서울 양천구 양천로 1071 이화여자대학교 이대목동병원 치주과교실

02-2650-5764; e-mail, ekpang@ewha.ac.kr

원고접수일: 2014년 4월 24일 / 원고최종수정일: 2014년 5월 28일 / 원고채택일: 2014년 5월 29일

© 2014 대한치과보철학회

이 글은 크리에이티브 커먼즈 코리아 저작자표시-비영리 3.0 대한민국 라이선스에 따라 이용할 수 있습니다.

*두 저자는 본 연구에 동일한 기여를 하였음.