

압전방식 초음파 치석제거기의 작업조건에 따른 치과주조용 합금의 삭제 결손부 양상에 관한 고찰

김영성^{1,2}, 김수환¹, 김원경¹, 이영규^{1*}

1. 서울아산병원 치주과

2. 울산대학교 의과대학 치과학교실

A morphologic evaluation of defects created by a piezoelectric ultrasonic scaler on casting gold alloy

Young-Sung Kim^{1,2}, Soo-Hwan Kim¹, Won-Kyung Kim¹, Young-Kyoo Lee^{1*}

1. Department of Periodontics, Asan Medical Center

2. Department of Dentistry, College of Medicine, Ulsan University

ABSTRACT

Purpose: In this study we evaluated the morphologic aspects of defects created by a piezoelectric ultrasonic scaler with scaler tip on casting gold alloy using scanning electron microscope (SEM) images and defect surface profiles.

Methods: 54 blocks of type III casting gold alloy (Firmilay, Jellenko Inc, CA, USA) were scaled by a piezoelectric ultrasonic scaler (P-MAX, Satelec, France) with scaler tip (No. 1 tip) on a sledge device. 2-dimensional profiles of defects on all samples were investigated by a surface profilometer (a-Step 500, KLA-Tencor, CA, USA). The selected working parameters were lateral force (0.5 N, 1.0 N, 2.0 N), mode (P mode, S mode), and power setting (2, 4, 8). SEM images were obtained. Defect surface profiles were made on Microsoft Excel program using data obtained by a surface profilometer.

Results: Among P mode samples, there were similarities on defect surface profiles and SEM images regardless of lateral force. The defects created in P mode were narrow and shallow although the depth and the width increased as power setting changed low (2) to high (8). In P mode samples, the defect depth was the greatest when lateral force of 0.5 N was applied. However all the depths were smaller than 1 m. SEM images of Lateral force of 0.5 N, S mode, power setting 2 and 4 were similar to that of P mode, but the other SEM images of S mode showed discernible changes. Defect depth of S mode samples was the greatest when lateral force of 1.0 N was applied.

Conclusions: Within the limitations of this study, it can be concluded that removing capability of piezoelectric scaler with scaler tip becomes maximized as power level becomes higher but the capability is restricted when excessive lateral force is applied on scaler tip. (*J Korean Acad Periodontol 2009;39:385-390*)

KEY WORDS: dental equipment; gold alloys; ultrasonic.

서론

치주염의 치료는 치면 혹은 치근면에 침착된 바이오필름을 제거함으로써 치주조직이 염증이 없는 정상 상태로 치유 되도록 하는 것이라 할 수 있다. 바이오필름은 숙주방어기

전이나 항생제에 대한 저항성을 보이므로 현재까지는 물리적인 방법으로 바이오필름을 제거하여야 한다¹⁾. 치근면에 침착된 바이오필름은 수용기구 또는 초음파기구를 이용하여 제거할 수 있다. 수용기구 혹은 초음파기구 단독 사용시 바이오필름의 제거 효과는 비슷하며²⁾, 복합 사용시에 단독 사용보다 더욱 효과적으로 바이오필름을 제거할 수 있다고 보고되어 있다³⁾. 바이오필름 제거를 위한 물리적인 기구 조작용 필연적으로 백악질의 삭제와 치근면 거칠기의 변화를 동반하게 된다. Zappa 등⁴⁾의 수용기구를 이용하여 자연치의

Correspondence: Dr. Young-Kyoo Lee

Department of Periodontics, Asan Medical Center, 388-1, Pungnap 2-dong, Songpa-gu, Seoul, 138-040, Korea

E-mail: periolee@amc.seoul.kr, Tel: 82-2-3010-3823,

Fax: 82-2-3010-6967

치근면에 기구 조작을 시행한 연구에서 큰 힘으로 기구 조작시 더 많은 치근면의 삭제를 보였고 반복된 기구 조작에서 초기에 삭제량이 더 많았다. 치근면의 삭제는 거친 치근면을 만들게 되며 결과적으로 치태의 저류를 촉진시킨다고 한다^{5,6}. 한편 기구 조작시 가해지는 힘에 대한 연구에서 술자에 따른 힘의 크기 차가 컸으며, 수용기구에서 그 차이의 폭이 훨씬 크게 나타났다^{7,8}.

초기의 초음파 기구는 수용기구에 비해 tip 모양이 단순하고 부피도 커서 다양한 부위에 적용하기 어렵고 촉감이 떨어지는 단점이 있었다. 하지만 이러한 단점은 tip의 변형에 의해 대부분 극복되었고, 오늘날 많은 임상가들에 의해 치근면 기구 조작시 초음파기구를 널리 사용하게 되었다⁹. 다양한 tip의 등장으로 인해 초음파기구 제조사에서는 tip마다 사용 지침을 규정하고 있으나 현재 그 사용법이 정립되었다고 할 수는 없다. 이에 작업 조건에 따른 치근면 혹은 치근대체물 삭제에 관한 연구가 시행되었으나 그 수가 많지는 않다¹⁰⁻¹⁴. Flemmig 등¹⁰은 가는 스케일러형 tip을 사용한 실험에서 치근면 삭제에 영향을 미칠 수 있는 작업 조건으로 측방압, tip의 적용 각도, 초음파기구의 power setting 및 기구조작시간을 설정하였는데, 전반적인 삭제량에는 측방압이 가장 큰 영향을 나타냈으며 삭제 깊이는 tip 적용 각도가 가장 큰 연관성을 보였다. Lee¹¹⁻¹³의 일련의 연구에서는 큐렛형 tip을 사용하고 측방압, mode 및 power setting의 작업 조건에 대해 조사하였고 power setting이 삭제량과 가장 큰 연관성이 있다고 보고하였다. 또한 Cha 등¹⁴의 연구에서는 스케일러형 tip을 사용하였는데 낮은 power level에서는 적은 측방압에서 삭제량이 더 많고, 높은 power level에서는 중간 정도의 측방압에서 삭제량이 더 많았다.

선행된 초음파 스케일러에 의한 치근면 혹은 치근대체물 삭제에 관한 연구에서는 삭제량에 대한 정량적 분석에 초점이 맞추어져 있을 뿐 결손부의 표면 양상에 대해서는 조사하지 않았다. 따라서 본 연구에서는 Cha 등¹⁴의 연구에서 사용된 시편에 대해 표면계측자료를 분석하고 주사전자현미경 사진을 촬영하여 결손부 표면 양상에 대해 고찰해 보고자 하였다.

재료 및 방법

1. 시편

시편은 Cha 등¹⁴의 연구에서 사용되었던 제3형 치과 주조용 금 합금(Firmilay, Jelenko Inc, CA, USA) 블록으로서 압전방식 초음파기구에 스케일러형 tip을 장착한 후 sledge device 상에서 결손부를 형성한 것이다. 사용된 초음파기구와 tip 그리고 결손부 형성에 관한 자세한 내용은 Cha 등¹⁴의 연구를 참조하면 된다. 요약하면 Satelec사의 P-Max 압전방식 초음파기구에 스케일러형 No. 1 tip을 장착하고 sledge device 상에서 3 mm의 길이를 3 Hz의 속도로 5초간 운동하도록 하여 금 합금 블록에 결손부를 형성하였다. 조절한 작업 조건은 측방압(0.5 N, 1.0 N, 2.0 N), mode(P mode, S mode) 그리고 power setting(2, 4, 8)이었다. 시편의 개수는 각 군에 대해 3개씩 총 54개였다.

2. 주사전자현미경 상의 획득

필립스사의 XL-30FEG 주사전자현미경을 이용하여 결손부의 표면을 관찰하였다. 관찰 방향은 시료의 표면에 수직이 되도록 하였고 통법에 따라 조작하였으며, 50배와 500배에서 상을 획득하였다.

3. 결손부 단면의 표면 형태

결손부 표면 형태는 Cha 등¹⁴의 연구에서 결손부의 측정을 위해 표면측정장비(α -Step 500, KLA-Tencor, CA, USA)로 계측한 자료를 사용하여 Microsoft Excel 프로그램으로 도표화하였다.

결과

약확대 주사전자현미경 상을 살펴보면 P mode에서는 두 줄로 좁은 결손부가 형성된 것을 확인할 수가 있었으며 각 결손부의 너비는 측방압이 증가할수록 커졌다(Fig. 1 A-C). 한편 S mode에서는 0.5 N, power setting 2, 4에서는 P

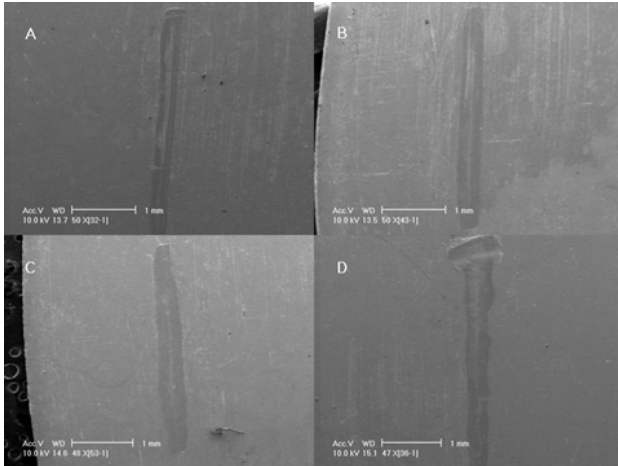


Figure 1. Scanning electron microscope image of defects. A) lateral force 0,5 N, P mode, power setting 2, magnification X50, B) lateral force 1,0 N, P mode, power setting 4, magnification X50, C) lateral force 2,0 N, P mode, power setting 4, magnification X48, D) lateral force 0,5 N, S mode, power setting 4, magnification X47.

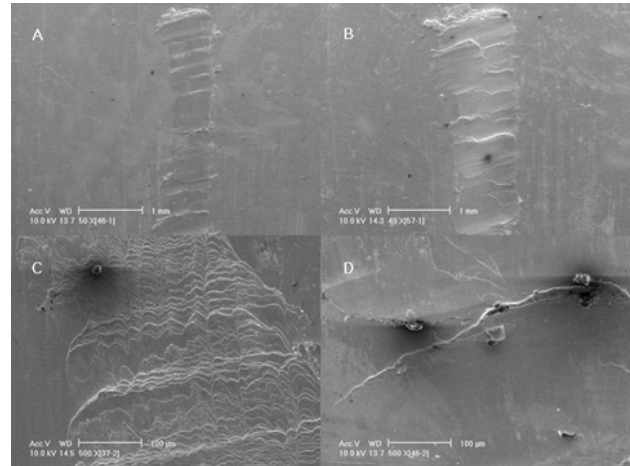


Figure 2. Scanning electron microscope image of defects. A) lateral force 1,0 N, S mode, power setting 4, magnification X50, B) lateral force 2,0 N, S mode, power setting 8, magnification X49, C) lateral force 0,5 N, S mode, power setting 8, magnification X500, D) lateral force 1,0 N, S mode, power setting 4, magnification X500.

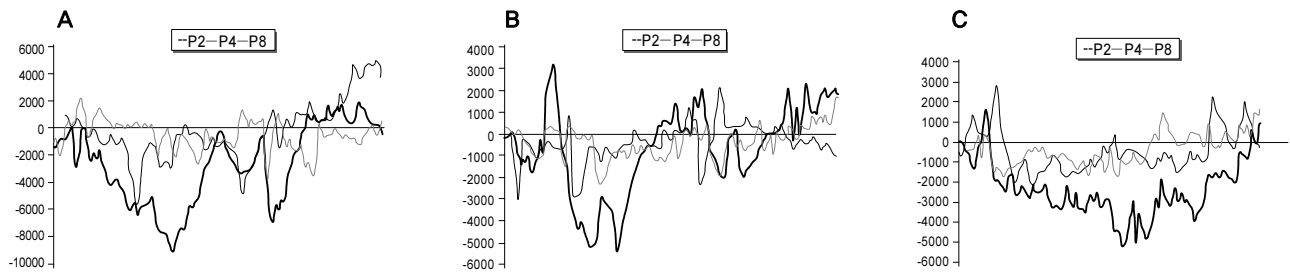


Figure 3. Surface profile of defects created at P mode. A) lateral force 0,5 N, B) lateral force 1,0 N, C) lateral force 2,0 N. In the box, P2, P4 and P8 mean P mode power setting 2, P mode power setting 4 and P mode power setting 8, respectively.

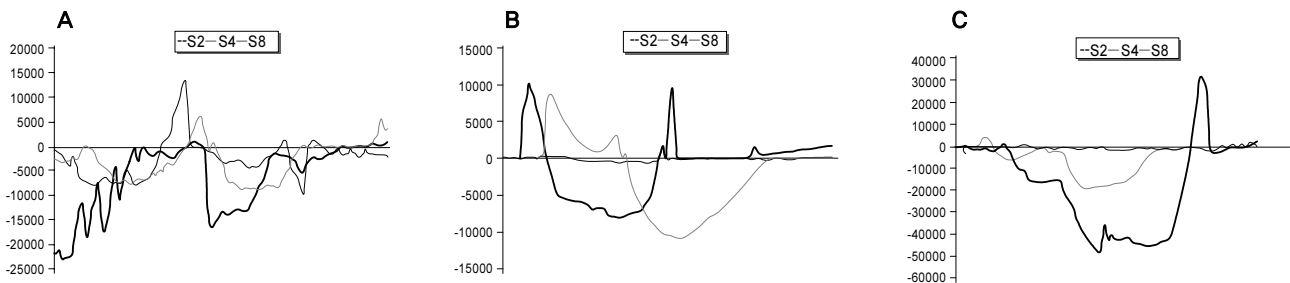


Figure 4. Surface profile of defects created at S mode. A) lateral force 0,5 N, B) lateral force 1,0 N, C) lateral force 2,0 N. In the box, S2, S4 and S8 mean S mode power setting 2, S mode power setting 4 and S mode power setting 8, respectively.

mode와 유사한 양상을 보였으나(Fig. 1D), 0,5 N, power setting 8과 1,0 N 및 2,0 N의 모든 시료에서 한 줄의 넓은 결손부를 확인할 수 있었다(Fig. 2). 결손부의 표면 형태는

P mode 전부와 S mode, 0,5 N, power setting 2, 4에서 비교적 매끈한 면을 이루고 있었고(Fig. 1A-D) S mode, 0,5 N, power setting 8과 1,0 N 및 2,0 N의 시료에서는

표면의 변형이 심했다(Fig. 2A, 2B).

강확대 주사전자현미경 상에서 특징적인 양상을 보인 것은 모두 S mode인 경우였다. 0.5 N, power setting 8에서는 물결 모양의 표면을 나타냈고(Fig. 2C), 1.0 N, power setting 4와 2.0 N, power setting 8에서는 표면에 균열이 발생한 듯한 양상을 보였다(Fig. 2D).

결손부 단면의 형태를 표면측정장비로 측정한 자료를 토대로 도표화하였다(Fig. 3, 4).

P mode에서는 power setting이 증가함에 따라 결손부 깊어지는 경향성을 보였다. 또한 측방압 0.5 N인 경우가 1.0 N이나 2.0 N에 비해 더 깊은 결손부를 형성하였다. 그러나 모든 경우에 결손부 깊이는 1 μ m 미만이었다. 결손부 중앙 부위에서 0 혹은 양의 값을 보이는 부위를 관찰할 수 있었는데, 이는 앞서 약확대 주사전자현미경 상에서 관찰되었던 두 줄의 결손부와 일치했다(Fig 1).

S mode에서는 측방압 1.0 N인 경우에 특징적으로 power setting의 증가와 결손부 깊이가 비례하지 않았으며 가장 깊은 결손부를 보였다(Fig. 4B). 그러나 측방압 0.5 N과 2.0 N에서는 power setting이 커질수록 결손부 깊이도 깊어졌다(Fig. 4A, 4C). 또한 power setting 2인 경우에 측방압에 상관없이 1 μ m 미만 정도의 깊이를 보이는 결손부를 형성했으며 이는 P mode에서 형성된 결손부와 비슷했다(Fig. 3, 4).

모든 도표에서 양의 값을 가지는 부분을 관찰할 수 있었다(Fig. 3, 4).

고찰

이번 연구는 압전방식 초음파스케일러에 스케일러형 tip을 연결하여 여러 작업 조건에서 기구조작시 치근대체물의 결손부 표면의 양상을 관찰하였다. 결손부 표면의 양상을 조사함으로써 초음파스케일러 사용시 적절한 사용 조건에 대한 지침을 마련하는 것이 궁극의 목적이라 할 수 있다. 치근대체물로서 제 3형 주조용 금 합금을 사용하였는데 이는 최근에 많이 시술되는 임플란트 상부 구조물에 미치는 초음파스케일러의 영향도 함께 유추해 볼 수 있는 연구재료 선택이었다고 할 수 있다. 따라서 이번 연구 결과는 임플란트

주위 조직의 유지치료(supportive periodontal treatment, SPT) 시에 초음파스케일러의 적절한 tip 및 작업 조건의 선택에 도움을 줄 수 있을 것이다.

이번 연구에 사용된 No. 1 tip은 일반적인 스케일러의 형태로 날카로운 모서리를 가지지 않는 것이다. 제조사에 따르면 압전방식 초음파기기의 S mode에서 치석 제거술에 사용하여야 하며 최소 power setting 1에서 최대 power setting 5까지 사용 가능하다고 한다. 또한 Tip의 진동은 단일 평면 상에서 전후방과 축을 따라 일어나고 결과적으로 tip의 끝부분은 선형 진동을 하게 되므로 제조사에서는 치측에 평행하게 tip을 적용할 것을 권장하고 있다. 본 연구에서는 sledge device 상에서 최대한 금 합금 블록의 표면에 평행하게 스케일러가 적용되도록 하였다.

Power setting과 mode는 tip의 진동 폭을 조절하는 것으로 P mode, 낮은 power setting에서 S mode, 높은 power setting으로 갈수록 진동 폭은 커진다. 이는 약확대 주사전자현미경 상에서 P mode에서는 명확한 두 줄의 결손부를 보이며 S mode에서는 넓어진 한 줄의 결손부를 보이는 것에서 확인 가능하였다(Fig. 1, 2). P mode에서 두 줄의 결손부가 보였던 것은 sledge device 상에서 결손부 형성 시에 시편이 왕복 운동을 하였는데 왕복시 같은 경로를 지나지 않고 각기 다른 경로를 지나며 결손부를 형성한 것이라 생각된다. 한편 S mode에서는 진동 폭이 커져서 두 개의 경로가 겹쳐지게 되고 결과적으로 넓어진 한 줄의 결손부를 나타나게 되었을 것이다. No. 1 tip의 날카로운 모서리를 가지지 않는 형태로 인해 금 합금 블록에서 결손부의 양상은 삭제된 면을 보이기보다는 뭉개지며 변형된 면을 보일 것이라 예상되었다. 이는 본 연구에서 제시된 주사전자현미경 상이나 결손부 단면의 도표에서 보면 결손부 단면은 비교적 매끈하였으며 결손부 인접 부위로 금 합금이 밀려 올라간 것에서 확인할 수 있었다(Fig. 3, 4).

P mode에서는 효과적인 삭제를 보이지 못하는 반면 S mode에서는 삭제가 진행되었으며 삭제 정도는 대체적으로 power setting의 증가와 비례하였고 S mode power setting 2인 경우와 P mode의 모든 power setting에서 비슷한 정도의 결손부 깊이를 보였다(Fig. 3, 4). 이는 제조사에서 No. 1 tip을 S mode에서 사용하도록 권장한 것과 일치하는 결과라 할 수 있다. 즉 No. 1 tip은 S mode에서 효과적인 진동을 하며 power setting에 따른 진동 폭의 증가를

보였으나 S mode의 낮은 power level에서는 P mode와 비슷한 정도로 진동한 것이다. 따라서 No. 1 tip은 S mode에서만 효율적인 성능 변화를 보였다고 할 수 있다.

Ruppert 등³⁾은 초음파기구를 소구치에 적용할 때의 힘에 대해 조사하였는데, 치과의사는 평균 1.00 N(0.53에서 1.34 N 범위)의 힘을 가했고 치위생사는 평균 0.77 N(0.20에서 1.22 N 범위)의 힘을 가했다고 한다. 따라서 본 연구에서 설정한 측방압 0.5 N, 1.0 N, 2.0 N은 각각 낮은 정도의 측방압, 보통 정도의 측방압, 높은 정도의 측방압이라 할 수 있다. 측방압에 따른 삭제 양상을 살펴보면, P mode에서는 0.5 N인 경우에 더 깊은 결손부를 보였고 1.0 N, 2.0 N의 경우에는 오히려 결손부 깊이가 감소했으며 깊이는 미약한 차이이기는 하나 power setting에 따라 증가했다(Fig. 3). S mode에서는 측방압 1.0 N인 경우에 결손부 깊이가 가장 컸으며 측방압 2.0 N에서는 결손부 깊이가 감소했다(Fig. 4). 이는 스케일러 tip의 진동이 측방압에 의해 영향 받고 있음을 보여준다. P mode는 tip에 전달되는 에너지가 적은 상태로 측방압이 조금만 커져도 그 운동이 제한을 받은 것이고, S mode는 tip에 전달되는 에너지가 충분히 커서 효율적인 삭제를 수행할 수 있는 구간이어서 측방압이 적절히 작용(1.0 N)될 때에는 tip의 운동이 영향을 받지 않고 최대의 삭제능을 보였으나 너무 큰 측방압(2.0 N)은 도리어 tip의 운동을 방해하여 삭제능을 감소시킨 것이라고 해석할 수 있다. 이로부터 Flemmig 등¹⁰⁾의 연구와 Lee¹¹⁻¹³⁾의 연구에서 삭제량에 가장 큰 영향을 미친 것이 각각 측방압과 power setting이었던 것이 사용된 초음파기구가 다름으로 인한 것이었다고 추론할 수 있다. 즉 Flemmig 등의 연구에 사용된 초음파기구가 더 큰 에너지를 tip에 전달하는 기구였거나 tip이 측방 진동 성분을 가지는 것이었을 수 있다.

결론적으로 본 연구에 사용된 압전방식 초음파기구에 스케일러형 tip을 장착하여 기구 조작시 P mode에서는 1 μ m 미만의 삭제를 보여 효율적인 삭제력을 얻을 수 없었으며 측방압이 증가하면 삭제력은 더욱 떨어졌고, S mode에서는 power level에 비례하여 삭제력이 증가하였으며 적정 측방압까지는 측방압의 증가 또한 삭제력을 향상시켰고 너무 센 측방압에서는 삭제력이 저하되었다. 이 결과를 임상에 적용한다면 제거되어야 하는 치석이 존재하는 치석 제거술 시에는 높은 power level(본 연구에 사용된 초음파기구에서 S mode)에서 적절한 측방압(약 1 N 정도)으로 기구를 조작하

는 것이 효율적이고, soft biofilm의 제거가 주요 목표인 유지치료 시에는 낮은 power level(본 연구에 사용된 초음파기구에서 P mode)에서 적정 측방압(약 1 N 정도)으로 기구 조작하는 것이 권장된다.

참고문헌

1. Socransky SS, Haffajee AD. Dental biofilms: difficult therapeutic targets. *Periodontol* 2000 2002;28:12-55.
2. Breininger DR, O'Leary TJ, Blumenshine RV. Comparative effectiveness of ultrasonic and hand scaling for the removal of subgingival plaque and calculus. *J Periodontol* 1987;58:9-18.
3. Gellin RG, Miller MC, Javed T, Engler WO, Mishkin DJ. The effectiveness of the Titan-S sonic scaler versus curettes in the removal of subgingival calculus: a human surgical evaluation. *J Periodontol* 1986;57:672-680.
4. Zappa U, Smith B, Simona C, et al. Root substance removal by scaling and root planning. *J Periodontol* 1991;62:750-754.
5. Kerry GJ. Roughness of root surfaces after use of ultrasonic instruments and hand curettes. *J Periodontol* 1967;38:340-346.
6. Wilkinson RF and Maybury JE. Scanning electron microscopy of the root surface following instrumentation. *J Periodontol* 1973;44:559-563.
7. Zappa U, Cadosch J, Simona C, Graf H, Case D. In vivo scaling and root planing forces. *J Periodontol* 1991;62:335-340.
8. Ruppert M, Cadosch J, Guindy J, Case D, Zappa U. In vivo ultrasonic debridement forces in bicuspid: A pilot study. *J Periodontol* 2002;73:418-422.
9. Drisko CH. Root instrumentation: power-driven versus manual scalers, which one? *Dent Clin North Am* 1998;42:229-244.
10. Flemmig TF, Petersilka GJ, Mehl A, Hickel R and Klaiber B. The effect of working parameters on root substance removal using a piezoelectric ultrasonic scaler in vitro. *J Clin Periodontol* 1998;25:158-163.
11. Lee YK. Root surface roughness following mechanical instrumentation in vivo and in vitro SEM study. *J Korean*

Acad Periodontol 1998;28:823-828.

12. Lee YK. The effect of a piezoelectric ultrasonic scaler with curette tip on root substitute removal in Vitro. J Korean Acad Periodontol 2000;30:429- 441.
13. Lee YK. The effect of a piezoelectric ultrasonic scaler with curette tip on casting gold removal in vitro. J Korean Acad

Periodontol 2001;31:531-542.

14. Cha KB, Kim WK, Lee YK, Kim YS. The effect of working parameters on removal of casting gold alloy using a piezoelectric ultrasonic scaler with scaler tip in vitro. J Korean Acad Periodontol 2009;39:139-148.