

큐렛팁을 장착한 압전방식 초음파치석제거기의 작업조건에 따른 치과주조용 합금의 삭제에 관한 연구

이영규

삼성의료원 치과진료부 치주과

1. 서론

치주 질환은 대표적인 biofilm infection이며, biofilm의 특성상 biofilm을 물리적으로 제거하는 것만이 치주질환을 치료하는 적절한 방법이 될 수 있다^{1,2}. 그러므로 치주질환에서 항생제의 사용은 다른 biofilm infection과 마찬가지로 일시적인 증상의 개선 이외의 효과를 기대하기는 힘들다. 이런 이유에서 치주질환에서 biofilm의 조절은 가장 중요한 치료의 고려사항이 된다. 즉 환자에 의한 구강위생방법은 치은연상부의 biofilm을 제거하는 것이며, 술자에 의한 철저한 periodontal debridement는 치은연하부의 biofilm을 제거하는 것이다. Biofilm에 대한 고려는 수 십 년 동안 치주치료의 황금률로 받아들여지고 있는 고전적인 기계적 처치의 이론적 배경이 된다. 이렇게 periodontal debridement 혹은 치석제거와 치근활택은 술자에 의한 치주치료의 기본이 되지만, 수용기구를 이용한 치석제거와 치근활택의 시술은 술자의 숙달을 요하며, 치료시간도 많이 걸리는 매우 까다로운 치료 술식이다^{3,4,5}.

과거에는 단단히 부착된 치석을 제거하고, 가능한 매끈한 치근면을 얻고, 백악질내로 상당한 깊이까지 침착 되었다고 생각되었던 세균 내독소까지 완전

히 제거하기 위해서, 수용기구를 이용한 과격한 치석제거와 치근활택이 필요하다고 생각되었다^{6,7}. 그러나 그 후에 발표된 문헌에 의하면, 세균 내독소는 치근표면에 약하게 부착되어 있기 때문에⁸, 수용기구로 치근면에 과도한 기구조작을 하여 백악질을 완전히 제거하지 않더라도 치근의 detoxification을 얻을 수 있으며^{9,10,11}, 오히려 치근면에 백악질이 남아 있어야만 잔존 백악질에 의한 최상의 창상치유를 얻을 수 있다고 알려져 있다¹⁰. 최근에는 biofilm의 개념이 소개되면서 백악질의 제거보다는 biofilm의 제거가 더욱 중요한 사항으로 생각되고 있다^{2,13,14}.

그러나 치은연하부의 debridement중에는 필연적으로 백악질의 삭제가 동반된다^{5,16}. 더군다나 능동적 치주치료 후에 일정 기간마다 주기적으로 시행하는 SPT(Supportive Periodontal Therapy)의 경우에 치은연하 biofilm을 제거하는 periodontal debridement가 가장 중요한 부분으로 생각되기 때문에 미량의 백악질의 삭제로 하더라도 상당기간 반복적으로 시행된다면, 성인기에는 재형성이 불가능한 백악질의 손상을 피할 수 없게 된다^{7,18}. 이런 측면에서 수용기구보다 백악질의 삭제가 적은 초음파기구의 사용이 특히 유지관리기에서는 바람직하다고 받아들여지고 있다^{9,20}.

*본 연구는 아산생명과학연구소(2000-237)의 연구비지원에 의해 이루어 졌음
교신 저자: 이영규, 서울특별시 강남동 50번지 삼성의료원 치과진료부 우편번호: 135-710

일반적으로 초음파기구는 수용기구에 비해, 술자의 힘이 덜 들뿐 아니라 환자도 보다 편안하게 느낀다고 알려져 있기 때문에, 치은연하부의 debridement을 위한 초음파 기기의 사용은 날로 증가하고 있다. 특히 1990년대를 전후하여 새로이 설계되고 있는 초음파기기의 tip은 일반적인 curette보다도 두께가 가늘기 때문에 치주낭 기저부까지의 도달이 수용기구보다도 용이하고²¹ 결과적으로 치은연하부 biofilm의 제거 효과를 더욱 향상시키고 있으므로 microultrasonic tip을 장착한 초음파 기기의 사용은 이미 치주치료의 주류로 생각된다.

또한 일련의 연구에서 압전방식의 초음파 기기의 미약한 진동으로 사용하도록 특별히 고안된 curette형 tip으로 치근면을 기구조작 한 경우에, 치석은 제거되고 비교적 매끈한 치근면이 형성되면서, 치질의 삭제가 적어 백악질이 남아 있게 된다는 것이 보고되었으며²², 여러 작업조건 중에서 초음파의 강도가 치질대체물 삭제에 가장 큰 영향을 준다는 것이 밝혀졌다²³. 이는 일반적인 압전방식의 초음파기기에서는 볼 수 없는 현상이다²⁴. 그러나 아직까지는 초음파치석제거기의 작업조건이 치질삭제에 미치는 영향에 대한 객관적인 연구가 충분하지 않으므로 실제 임상에서 많이 사용하는 초음파기구의 사용에 대한 적절한 지침이 부족한 것이 사실이다.

그러므로 이 실험의 목적은 curette형의 microultrasonic tip을 압전방식의 초음파기에서 미약한 초음파강도와 일반적인 초음파강도로 사용하였을 때의 여러 작업조건이 치과주조용 주조합금 삭제에 미치는 영향을 평가하는데 있다.

II. 재료 및 방법

1. 시료

자연치근에 비해 표준화라는 측면에서 여러 가지 장점이 있는 치근대체제로 치과용 주조합금(Jelenko사의 Firmilay®)을 사용하였다. 자연치의 경우에는

치아마다의 물리적 성상을 통일할 수 없는 단점이 있으며, 완전히 평활한 면을 얻을 수도 없는 단점 등이 있다²⁵. 치과용 주조합금이 자연치와 동일한 물리적 성상을 갖는다고 볼 수는 없지만, 이전의 실험에서는 치아보다 경도가 떨어지는 acrylic resin을 사용하여 결과를 얻었으므로, 본 실험에서는 치아와 유사한 강도를 갖는 치과주조용 합금을 사용하였다²³.

2. 초음파기구 및 tip

본 연구를 위해 압전방식의 초음파기구는 Satelec사에서 제작된 P Max scaler unit²⁶을 사용하고, 동사의 periohard tip중 H3 tip을 사용하였다. 기구조작은 제조사의 설명서에 따라 수주 하에서 시행하였다.

3. Sledge device의 설계

치질삭제능력을 객관적으로 평가하기 위해서는 작업조건 각각을 조절할 수 있어야 한다. 이를 위하여 특별히 고안된 sledge device를 사용하였다²³. 일반적으로 sledge device는 일정한 거리를 일정한 속도로 왕복운동하며, 초음파기구의 tip에 가해지는 측방압을 조정할 수 있도록 고안된다.

본 실험에서는 임상에서의 치은연하부 debridement와 유사하게 3mm를 일정한 속도(3Hz)로 왕복운동 하도록 하였으며, curette tip에 의해 시료에 가해지는 측방압은 handpiece에 추를 달아 일정하게 조정하였다. 한편 초음파기구의 작동시간은 전기적으로 조정하였다. 이전의 실험에서, 작동시간은 치질의 삭제에 큰 영향을 주지 않는 것으로 나타났기 때문에^{23,24}, 작동시간은 5초로 고정하였다.

측방압은 0.5N, 1N, 2N으로 하였으며, 초음파기구의 강도는 P mode에서 2, 4, 8로 하였고, S mode에서 2, 4, 8로 하였다. 각 군에 대해 3개의 시료를 사용하여, 총 54개의 시료에 대해 기구조작을 시행하였다.

4. 치질삭제량 및 표면조도의 측정

1) 정량적 측정

치질삭제 후 나타나는 결손부의 깊이와 체적을 Tencore사의 α Step 500으로 측정한다. 작업조건은 scan speed 50 $\mu\text{m}/\text{sec}$, sampling rate 50 Hz, stylus force 17.2mg, point interval 1 μm 로 하고, 초음파기

구의 tip이 진행한 방향에 대해 수직이 되도록 하여, 결손부의 중앙부위를 진공상태에서 측정한다.

2) 정성적 측정

관찰방향은 시료의 표면에 90°가 되도록 하여, 통

Table 1 Average defect depth, width, and area of the all samples according to each parameters (lateral force, mode, power setting)

	n	mean \pm sd	Turkey grouping
Depth (μm)			
lateral force			
0,5 N	18	24,19 \pm 6,70	A B
1,0 N	18	32,87 \pm 27,18	A
2,0 N	18	14,86 \pm 15,04	B
mode			
P	27	8,37 \pm 6,98	A
S	27	39,58 \pm 19,65	B
power setting			
2	18	20,61 \pm 18,73	A
4	18	23,03 \pm 18,17	A
8	18	28,27 \pm 26,93	A
Width (μm)			
lateral force			
0,5 N	18	252,11 \pm 54,31	A
1,0 N	18	258,33 \pm 67,93	B
2,0 N	18	336,11 \pm 92,83	B
mode			
P	27	297,63 \pm 95,75	A
S	27	266,74 \pm 62,86	A
power setting			
2	18	264,78 \pm 79,59	A
4	18	274,72 \pm 76,31	A
8	18	307,05 \pm 87,33	A
Area (μm^2)			
lateral force			
0,5 N	18	3242,94 \pm 3056,84	A B
1,0 N	18	3889,12 \pm 3936,00	A
2,0 N	18	974,66 \pm 986,01	B
mode			
P	27	922,06 \pm 960,32	A
S	27	4482,42 \pm 3551,71	B
power setting			
2	18	2131,53 \pm 2623,99	A
4	18	2748,29 \pm 3265,59	A
8	18	3226,89 \pm 3547,10	A

Means with the same letter are not significantly different in Turkey's Studentized Range Test.

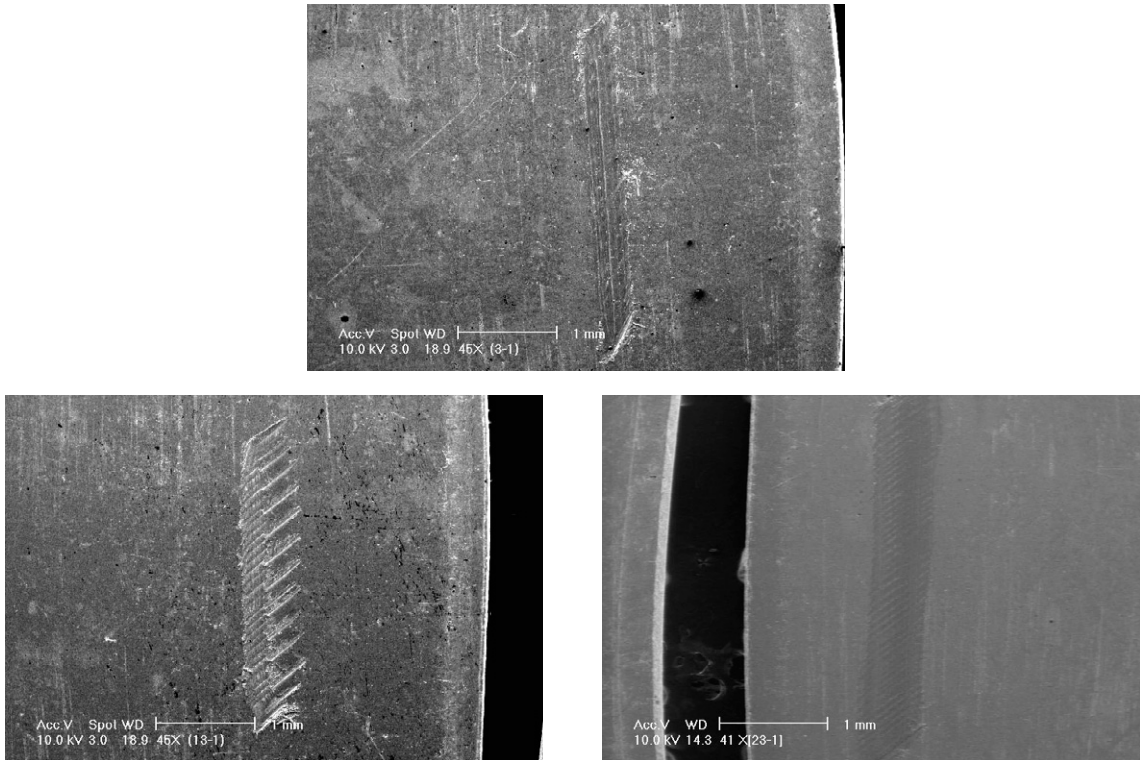


Figure 1. Scanning electronic micrographs($\times 45$) of defects resulting from same instrumentation mode P and power setting 4. Each lateral force is 0.5N, 1.0N, 2.0N from upper to lower left to right.

법에 따라 Philips 사의 XL-30FEG 표면주사현미경상에서 결손부의 형태를 관찰한다.

3) 통계분석

결손부의 깊이, 폭, 단면적에 대한 초음파 스케일러의 mode, power setting, 측방압의 각 변수별로 평균과 표준편차 및 분산분석을 시행하여, 각 변수가 결손부 형성에 미치는 영향을 보기 위해 각 변수에 대해 다중분석을 수행하였다.

III. 결과

각 작업조건에 따른 치과주조용 합금에 나타난 결손부의 깊이, 폭 및 단면적의 분석결과는 표 1과 같다. 분석방법은 일원배치 분산분석을 이용하였다. 결손부의 깊이의 경우에 0.5N과 1.0N 사이에는 차이가 없었고, 0.5N과 2.0N 사이에는 차이가 없었으나,

1.0N에서 2.0N에 비해 통계학적으로 유의성 있게 크게 나타나는 것을 볼 수 있었다. Mode의 경우에는 S mode에서 P mode보다 결손부의 깊이가 크게 나타났다($p < 0.0001$). Power setting의 경우에는 유의성 있는 차이를 볼 수 없었다.

결손부의 폭에 있어서는 측방압의 경우 1.0N과 2.0N에서 0.5N보다 유의성 있게 크게 나타났으나($p < 0.05$), 1.0N과 2.0N 사이에는 유의성 있는 차이를 볼 수 없었다. 또한 결손부의 폭은 mode나 power setting의 변화에 대해 유의성 있는 차이를 보이지 못했다.

결손부의 단면적에 있어서는 측방압을 0.5N, 1.0N으로 하였을 때, 차이를 볼 수 없었으며, 측방압을 0.5N, 2.0N으로 하였을 때도 차이를 볼 수 없었다. 그러나 1.0N에서 2.0N보다 크게 나타났다. Mode의 경우에는 S mode에서 P mode보다 결손부의 단면적이 크게 나타났다($p < 0.0001$)(그림 1,2,3,4).

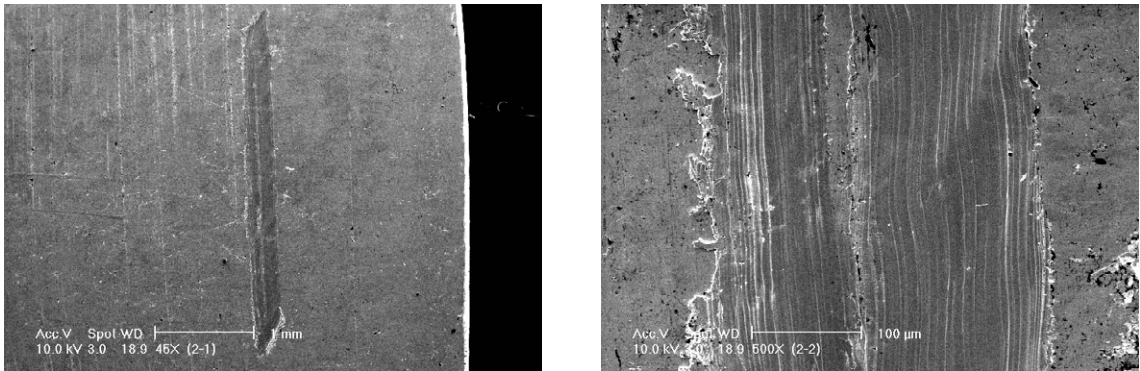


Figure 2. Scanning electronic micrograph ($\times 45$, $\times 500$) of defect of P mode (lateral force: 0.5N, power setting: 2)

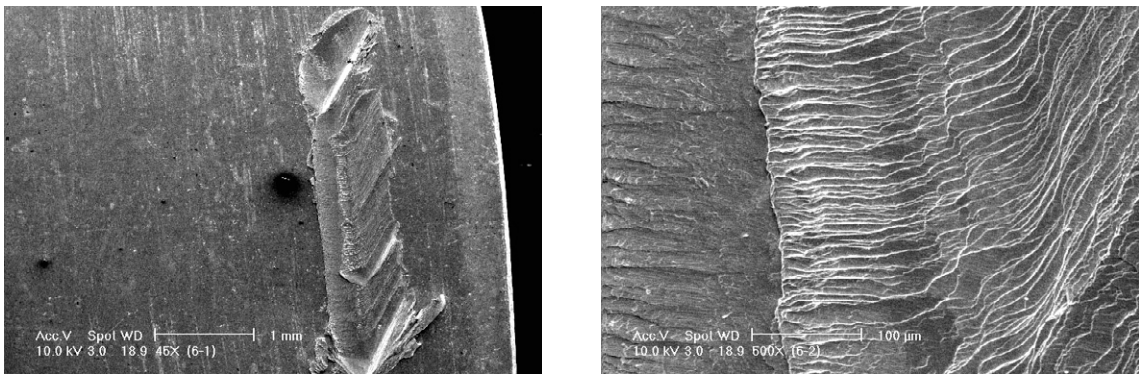


Figure 3. Scanning electronic micrograph ($\times 45$, $\times 500$) of defect of S mode (lateral force: 0.5N, power setting: 4)

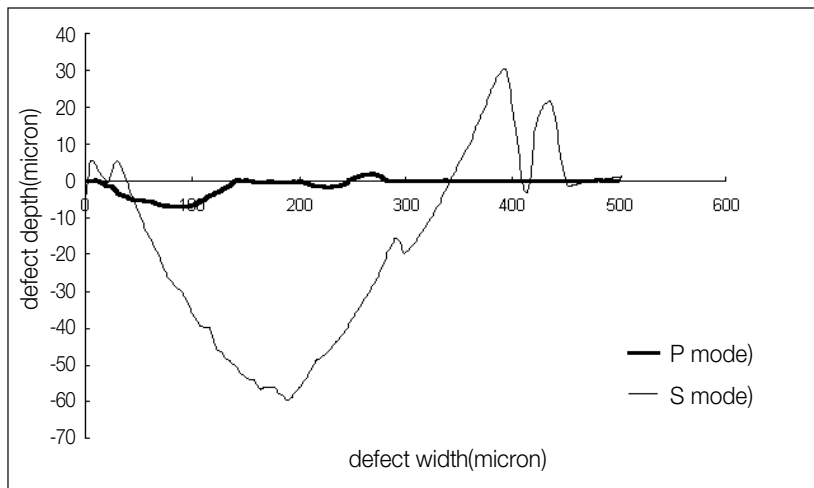


Figure 4. Cross section of a defect resulting from instrumentation. Lateral force (0.5 N), power setting (2) and instrumentation time (5 seconds) were constant. The mode was changed P mode to S mode.

Table 2 General linear models procedure (least squares mean)

Lateral force	Mode		1	2	3	4	5	6
0.5	P	1		0.1631	0.0174	0.1182	0.0001	0.7031
0.5	S	2	0.1631		0.2999	0.0042	0.0001	0.3065
1.0	P	3	0.0174	0.2999		0.0002	0.0001	0.0429
1.0	S	4	0.1182	0.0042	0.0002		0.0001	0.0542
2.0	P	5	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001		0.0001
2.0	P	6	0.7031	0.3065	0.0429	0.0542	0.0001	

Table 3 General linear models procedure (least squares mean)

Lateral force	Mode		1	2	3	4	5	6
0.5	P	1		0.0013	0.6966	0.0001	0.2189	0.7990
0.5	S	2	0.0013		0.0004	0.1063	0.0001	0.0028
1.0	P	3	0.6966	0.0004		0.0001	0.3975	0.5199
1.0	S	4	0.0001	0.1063	0.0001		0.0001	0.0001
2.0	P	5	0.2189	0.0001	0.3975	0.0001		0.1398
2.0	P	6	0.7990	0.0028	0.5199	0.0001	0.1398	

위의 결과를 토대로 모든 2차 교호작용이 포함된 다원분산분석모형에서 뒤로부터의 제거법(backward elimination method)으로 유의수준 0.05에서 유의하지 않은 2차항을 제거하였다.

먼저 결손부의 깊이의 경우 측방압과 mode에 따라서는 유의성 있는 차이를 볼 수 있으나 power setting에서는 차이를 인정할 수 없었다.

결손부의 폭에 있어서는 측방압, mode, power setting 모두에서 유의성 있는 차이를 볼 수 있었으며, 측방압과 mode를 하나의 요인으로 포함시킨 모형에서는 유의성 있는 차이를 볼 수 있었다. 즉 P mode에서 0.5N과 1.0N사이에서 유의성 있는 차이를 그리고, 0.5N과 2.0N사이에서 유의성 있는 차이를 볼 수 있었으며, 1.0N과 2.0n 사이에서도 유의성 있는 차이를 볼 수 있었다. 마찬가지로 S mode에서도 0.5N과 1.0N사이에서, 0.5N과 2.0N에서 그리고 1.0N과 2.0N사이에서 유의성 있는 차이를 볼 수 있었다(표 2).

결손부의 단면적의 경우에는 측방압과 mode에서는 유의성 있는 차이를 볼 수 있었으나, power setting에서는 그 차이를 볼 수 없었다. 그리고 측방압과 mode를 하나의 요인으로 생각했을 때, P mode에서 0.5N, 1.0N, 2.0N 각각의 사이에는 유의성 있는 차이를 볼 수 없었으며, S mode에서는 0.5N과 1.0N 사이에서 그리고 0.5N과 2.0N 사이에서만 유의성 있는 차이를 볼 수 있었다(표 3).

IV. 총괄 및 고안

치주질환은 biofilm 감염이므로, 일반적인 biofilm 감염이 갖는 특징을 치주질환에서도 갖는다². 주로 biofilm은 활동성이 없는 표면에 발생하게 되며, 하나 혹은 그 이상의 부위에서 서서히 자란다²⁵. biofilm 내의 미생물은 항원을 분비하고, 항체의 생성을 자극하지만, 항체는 biofilm 내의 미생물을 처치하지는 못하고 오히려 주위조직의 파괴를 야기한다²⁶. 항생제의 사용은 감염으로 인한 증상을 개선시킬 수는 있지만

면역반응과 마찬가지로 biofilm 내의 세균을 처치하지는 못한다^{27,28}. 그러므로 biofilm 감염은 biofilm의 물리적인 제거가 없다면, 만성적으로 증상이 반복되는 특징을 갖는 것이다²⁹. 이런 이유에서 biofilm의 물리적 제거만이 biofilm 감염의 치료가 될 수 있다.

이런 biofilm의 특징은 치주질환의 특징과 일치한다. 그런데 여러 보고에 의하면 치주질환의 경우에는 치은연하부의 세균은 능동적 치료 후에도 일정기간이 지나면 다시 병적인 상태로 변화하기 때문에, 환자에 의한 치은연상부의 biofilm 제거와 병행하여, 지속적이며 반복적인 치은연하부의 debridement가 필요하게 된다. 이런 biofilm의 제거라는 측면에서 초음파기기는 사용상의 장점이 있다.

치석제거술과 치근활택술 도중에는 필연적으로 치질이 삭제되기 때문에, 치근을 과도하게 기구조작하지 않도록 주의를 기울여야만 한다. 그러나 기구조작 도중 백악질과 상아질을 구별하는 것은 불가능하며³⁰, 과거의 연구에 따르면 임상적으로 사용하는 힘으로 12번의 stroke을 주었을 때, 초음파 기구의 경우 11.6 μ m의 치질이 삭제되는 반면 curette의 경우에는 108.9 μ m의 치질이 삭제되었다고 보고하고 있어 초음파기구가 수용기구에 비해 백악질의 보존이라는 측면에서는 훨씬 안전하다는 것을 시사하였으며¹⁵ Zappa 등도 약한 힘과 강한 힘으로 수용기구인 curette으로 치근에 40 stroke을 가했을 때 각각 148.7 μ m와 343.3 μ m의 치질삭제를 보고하고 있다.¹⁶ 이는 일반적인 백악질 두께를 고려한다면, 수용기구에 의해 백악질의 완전한 제거가 일어날 수 있기 때문에, 수용기구에 의한 기구조작이 대단히 위험하다는 것을 시사하는 것이다. 또한 치석제거와 치근활택술은 active treatment 중에만 사용되는 것이 아니고, 3개월마다 이루어지는 SPT(supportive periodontal therapy)에서 반복적으로 사용되는 술식이므로 치질의 삭제는 백악질의 완전한 소실을 초래할 가능성이 매우 높다. 그러나 아직까지는 이에 대해 확실한 결론이 나있지는 않다.

일반적인 압전방식의 초음파기구의 작업조건에

따른 연구¹⁷에 의하면 자연치근에서 sledge device를 이용하였을 때, 기구작동으로 인한 결손부의 깊이에 영향을 주는 작업조건인 표준화된 회귀계수 추정량은 치아면과 tip의 각도 (0.48), 측방압 (0.34), 초음파기구의 강도 조절 (0.25)의 순으로 나타난다. 그러나 강도조절이 결손부 체적에 주는 영향은 자기변형방식의 초음파기구에서는 볼 수 없는 현상이다. 즉 자기변형방식의 초음파기구에서는 강도 조절과 측방압의 회귀계수 추정치는 각각 0.19와 0.53으로 측방압이 훨씬 크고 결과적으로 측방압의 영향이 훨씬 크게 나타난다고 보고하고 있으며¹⁸, 임상적으로도 강도 조절이 차이가 임상적 결과에 차이가 없다고 보고되고 있다²³. 그러므로 강도 조절의 영향은 압전방식의 초음파기구에서 결손부의 체적에서만 특이하게 영향이 있다고 보고하고 있다.

그러나 curette tip을 미약한 강도의 압전방식의 초음파기구에 대한 이의 실험에서는 결손부의 깊이의 경우 회귀계수 추정치는 초음파기구의 강도 조절 (0.37)이 측방압(0.19)보다 2배정도 큰 영향을 주었다. 결손부의 폭에서는 강도 조절(0.15)과 측방압 (0.12)사이엔 차이는 거의 없었으나 결손부의 단면적에서는 강도 조절(0.57)이 측방압(0.33)의 약 2배의 영향을 주어, curette tip을 장착하고 미약한 힘을 이용한 압전방식의 초음파기구의 경우에는 강도 조절이 결손부의 깊이, 단면적에 가장 큰 영향을 주는 것으로 나타났으며²³, 이는 Flemmig등의 연구결과¹⁷와는 상당히 다른 것이다. 이의 실험은 Flemmig등의 실험과는 몇 가지 방법론상의 차이를 갖는다. 첫째 자연치가 아닌 자연치에 비해서 강도가 떨어지는 acrylic resin 편을 이용하였으므로 실험결과가 달리 나타날 수 있다. 두 번째로는 실험에서 사용한 초음파기구의 작동방식이 일반적인 압전방식의 tip과는 달리 예리한 날을 갖고 있는 curette형의 tip이며, 이용한 진동폭도 일반적인 진동폭보다 훨씬 작다는데서 이유를 찾을 수 있을 것으로 생각된다.

본 실험은 위의 2 가지 문제점인 자연치와의 강도를 유사하게 하기 위해 백악질보다는 치과주조용합금의 강도가 높은 것으로 되어있지만³¹, 치과주조용합금을 치근대체제로 사용하였으며, curette tip을 위

해 제조사에서 권하는 P mode와 일반적인 초음파기구에서 사용하는 S mode를 사용하여 curette tip의 치근대치제 삭제에 대한 작업조건의 영향을 분석하였다.

초음파기구에 가해지는 측방압의 경우, 결손부의 깊이에 대해서 0.5N에서 1.0N으로 측방압이 증가함에 따라 증가하는 경향을 보였으나 유의성 있는 차이는 보이지 못했다. 그러나 측방압이 1.0N에서 2.0N으로 증가하면 오히려 결손부의 깊이가 유의성 있게 감소하는 것으로 나타났다. 또한 측방압이 2.0N일 때와 0.5N일 때는 유의성 있는 차이를 보이지 못했다.

반면에 결손부의 폭은 0.5N에서 1.0N으로 증가하여도 유의성 있게 증가하지 않았으며, 1.0N에서 2.0N으로 증가할 때 유의성 있는 증가를 보였다. 측방압이 0.2N인 경우는 0.5N인 경우보다 유의성 있는 증가를 보였다.

결손부의 깊이와 폭의 영향을 동시에 받는 단면적의 경우에는 결손부의 깊이와 유사한 결과를 얻을 수 있었다. 즉 결손부의 단면적은 측방압이 0.5N에서 1.0N으로 증가하면 증가하는 경향을 보였으나 통계학적 유의성은 없었으며, 측방압이 2.0N으로 증가하더라도 오히려 측방압이 1.0N일 때보다 오히려 감소하는 것으로 나타났다. 즉 과도한 측방압이 오히려 초음파기구의 진동을 억제하는 것으로 생각된다. 그러므로 과도한 측방압은 초음파 스케일러의 효율을 오히려 감소시킨다고 볼 수 있다. 이전 실험에서 acrylic resin은 치과주조용합금에 비해 강도에서 떨어지기 때문에 이런 현상이 나타나지 않은 것으로 생각된다. 혹은 계측이 기구의 진행방향과 수직으로 이루어진 것이 원인이라고 생각할 수도 있으므로 결손부에 대한 3차원적 측정을 고려할 필요가 있다. 그리고 백악질의 강도를 고려하여 효과적인 측방압에 대한 연구가 수행되어야 할 것으로 본다.

한편 mode에 따라서 결손부의 깊이에는 큰 차이를 보인다. 실제로 S mode의 경우($39.58\mu\text{m}$)에는 P mode($8.37\mu\text{m}$)보다 약 4배 이상의 깊이가 깊어진다.

그러므로 curette tip을 일반적인 S mode에서 사용하는 경우 상당량의 치질 삭제가 예상된다. 현재 진행 중인 일반적으로 치석제거시에 사용하는 #1 tip을 이용한 치근대치제의 삭제에 대한 실험에 의하면 S mode에서 결손부의 깊이는 약 $3.01\mu\text{m}$ 로 curette tip을 P mode에서 사용한 경우의 절반이하의 결손부 깊이를 나타낸다. curette tip을 S mode에서 사용한다면 $3.01\mu\text{m}$ 의 10배 이상의 치질삭제를 감수해야 한다는 것을 예상할 수 있다. 이는 수용기구와 초음파 스케일러의 치질삭제에 대한 이전의 논문을 고려한다면¹⁵, 수용기구에 의한 치질삭제보다도 더 많은 치질삭제의 위험성을 의미할 수도 있다. 그 결과 치경부 백악질의 완전한 소실을 초래할 수도 있는 것이다. 그러므로 curette tip을 S mode에서 사용할 때에는 백악질의 소실을 필히 고려해야 할 것으로 생각한다.

mode에 따른 결손부의 폭에는 유의성 있는 차이를 볼 수 없었다. 다만 결손부의 단면적에서는 측방압에서와 마찬가지로 mode에 따른 깊이의 차이가 심한 것에 기인하여 S mode에서 P mode보다 유의성 있게 큰 차이를 볼 수 있었다. 이전의 실험²³에서 ultrasonic power는 결손부의 폭에 영향을 주어 결손부의 체적 혹은 단면적을 증가시키기보다는, 결손부의 깊이에 영향을 주어 defect의 단면적을 증가시키는 것임을 보고하였다. 본 실험에서도 유사한 결과를 얻을 수 있었다. 기구조작에 의한 피해를 최소화하고(결손부의 깊이를 최소화 하고), 치석의 제거능력을 최대로 하는 것(즉 결손부 체적 혹은 단면적을 최대로 하는 것)은 어쩌면 임상적으로 불가능한 목표일지 모른다. 그러나 백악질의 상실은 이론적으로 보다 심각한 문제를 일으킬 가능성이 많다고 생각하며, 이런 이유에서 적절한 방법으로 초음파기구를 사용하는 것이 바람직할 것으로 생각한다.

한편 power setting의 경우에는 결손부의 깊이, 폭, 단면적의 어떤 경우에도 유의성 있는 차이를 발견할 수 없었다.

결손부의 깊이에 있어서는 mode의 영향이 가장 컸

으며, 측방압의 차이도 유의성 있는 차이를 보였다.

그러나 결손부의 폭에 있어서, 측방압의 영향이 가장 컸으며, mode와 power setting을 하나의 요인으로 생각할 때에는, P mode에서는 측방압이 2.0N일 때가 가장 컸으며, 1.0N에서 가장 작았다($P<0.05$). 또한 S mode에서는 1.0N일 때가 0.5N일 때보다 크게 나타났고 다른 측방압 사이에는 차이를 볼 수 없었다($P>0.05$).

한편 결손부의 단면적에 있어서는 mode의 영향이 가장 크고, 측방압에 따라서도 통계학적으로 유의성 있는 차이를 볼 수 있었다. mode와 power setting을 하나의 요인으로 보았을 때, S mode의 1.0N에서 S mode의 2.0N보다 유의성 있게 크게 나타났다.

결론적으로 mode가 결손부의 깊이와 단면적에 큰 영향을 주는 것을 알 수 있었으며, 결손부의 폭에는 측방압이 큰 영향을 주는 것으로 보인다.

과거 초음파기구는 치은연하로의 접근이 불가능한 tip의 설계와, tactile sensation의 결여, 그리고 시야의 확보가 어려운 점을 들어 수용기구의 보조적 역할을 하는 것으로 생각되었으나²⁸, 새로운 tip의 설계로 많은 부분이 개선되었고, 치은열구나 치주낭의 기저부까지의 도달이 용이하게되어 앞으로 그 사용은 점점 증가할 것으로 예상된다. 백악질의 제거를 임상적으로 확인할 방법이 없는 것을 고려한다면 초음파기구의 사용은 불필요한 백악질의 제거 없이 치근의 부착물을 제거할 수 있는 바람직한 수단으로 임상에서 사용할 수 있을 것으로 기대된다. 다만 임상가들이 수용기구에 숙달되어 있는 관계로 적절한 초음파기구의 사용에 대한 지침이 없는 것은 아직도 문제로 생각되고 있으며²⁷, 특히 새로 개발되는 tip마다 적절한 사용 지침이 만들어져야한다는 것은 앞으로 지속적인 연구가 필요하다는 것을 말해주는 것이다. 또한 일반적인 초음파 기구의 사용지침을 마련해야 하지만 initial therapy에서 치석제거가 일차적인 목표로 생각될 때의 사용법과, SPT 중에 plaque의 제거가 주요 관심사일 때의 사용 방법은 달라야만 한다. 즉 초음파기구의 큰 의미에서 mode를 포함하는 강도 조절과 측방압의 적절한 조절로

치아에 대한 피해를 최소화 하면서 소기의 목적을 이루는 방법이 제시되어야 한다. 그러므로 SPT로 지속적인 치근활택을 시행하는 환자의 경우에는 치은연하의 biofilm의 제거만이 목적이라면, 가능한 한 P mode를 사용하고 적절한 측방압을 사용하는 것이 치질의 삭제를 줄일 수 있는 방법이라고 생각한다. 반면 치은연하부에서 치석이 감지되고 그 제거가 힘든 경우에는 초음파 기구의 mode를 S mode로 바꾸거나 측방압을 높이는 것이 바람직할 것으로 생각된다. 그러나 이런 사용은 치질삭제를 높일 수 있기 때문에, SPT중에는 S mode를 사용하는 것은 바람직하지 않다고 생각된다. 이를 위하여서는 자연치와 유사한 환경에서의 연구가 시급하며, 부가적으로 초음파 스케일러의 각 mode의 power setting에서의 운동량에 대한 연구와 curette tip이 아닌 일반적인 #1 tip에 대한 연구가 진행되기를 기대한다.

active periodontal treatment이건 혹은 SPT 이건 치석제거와 치근활택술에서의 중요한 문제는 치석 제거 및 biofilm의 제거와 동반되는 치질삭제를 어떻게 줄이느냐 하는 것이다. 치석의 제거를 용이하게 하면서 치질의 삭제는 최소로 하는 것은 현실적으로 불가능한 치근활택 기구의 바람직한 조건인지도 모르겠다. 수용기구에 대한 하나의 대안으로 초음파기구의 사용은 날로 늘어나고 있으나 아직도 초음파기구의 정확한 사용에 대한 교육은 제대로 이루어지지 않고 있다. 물론 초음파기구에 대한 기본적인 연구가 미흡한 것이 한 원인이기 때문에, 초음파기구의 특성에 대한 지속적인 연구가 필요하다고 생각한다. 이런 연구의 결과가 모인다면 초음파기구의 사용에 대한 임상가를 위한 지침을 마련할 수 있을 것으로 기대된다.

V. 결론

치주질환은 biofilm 감염이기 때문에 치주질환의 치료에 있어서 periodontal debridement의 역할은 가장 중요한 부분을 차지하고 있다. 그러나 예전에 생각하였던 것과는 달리 백악질의 보존이라는 측면

등을 고려한다면, 수송기구의 사용보다는 초음파 기구의 사용이 여러 가지 장점을 갖는 것이 사실이다. 또한 microultrasonic tip의 소개로 초음파기구의 사용이 일반화되고 있는 시점임에도 불구하고, 새로이 소개되는 tip의 작업조건에 따른 치질삭제에 대한 연구는 충분하지 않은 실정이다. 그러므로 본 연구의 목적은 치근대체제로 치과주조용합금을 사용하여 P mode에서 사용하기로 고안된 curette형 tip을 초음파 스케일러의 power setting(2, 4, 8) 및 mode(P, S)의 작업조건을 변화시키고, sledge device에서 서로 다른 측방압(0.5N, 1.0N, 2.0N)으로 5초간 기구 작동시켜 치근대체제에 나타나는 결손부를 profile meter 및 주사전자현미경으로 관찰하여, 각 작업조건의 영향을 보고 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 결손부의 깊이의 경우에 있어 S mode가 P mode에 비해 월등하게 깊게 나타났다. 측방압의 경우에는 1.0N의 경우에 가장 깊게 나타났으며, 2.0N의 경우에는 오히려 감소하였다. power setting의 경우에는 유의성있는 차이를 볼 수 없었다.
2. 결손부의 폭의 경우에는 측방압의 증가에 따라 증가하는 경향을 보였으나, mode나 power setting의 변화에 따른 차이는 없었다.
3. 결손부의 단면적의 경우에는 S mode가 P mode에 비해 월등히 크게 나타났으며, 측방압의 경우에는 1.0N 일 때가 가장 크게 나타났으나, power setting에 따른 차이는 없었다.
4. 위의 사항을 고려할 때, curette형 tip을 S mode에서 사용하는 것은 상당한 치질의 상실을 초래할 것으로 보인다.

VI. 참고문헌

1. Darveau RP, Tanner A, Page RC : The microbial challenge in periodontitis. Periodontol 2000 14: 12-32, 1997
2. Costerton JW, Stewart PS, Greenberg EP : Bacterial biofilms: a common cause of persistent

infections. Science 284: 1318-1322, 1999

3. Lie T, Meyer K : Calculus removal and loss of tooth substance in response to different periodontal instruments, A scanning electron microscope study: J Clin Periodontol 4: 250-262, 1977
4. Hunter RD, O'Leary TJ, Kafrawy AT: The effectiveness of hand versus ultrasonic instrumentation in open flap root planing: J Periodontol 55: 697-703, 1984
5. Cobb CM: Non-surgical pocket therapy, Mechanical : Ann Periodontol 1: 443-490, 1996
6. Jones WA, O'Leary TJ : The effectiveness of root planning in removing bacterial endotoxin from the roots of periodontally involved teeth: J Periodontol 49: 337-342, 1978
7. Nisimine O, O'Leary TJ: Hand instrumentation versus ultrasonic in the removal of endotoxin from root surfaces: J Periodontol 50: 345-349, 1979
8. Nakib NM, Bissada NF, Simmelink JW, Golstine S : Endotoxin penetration into the cementum of periodontally healthy and diseased human teeth: J Periodontol 53:368-378, 1982
9. Nyman S, Sarhed G, Ericsson I, Gottlow J, Karring T : The role of diseased root cementum in healing following treatment of periodontal disease, An experimental study in the dog: J Periodontol Res 24: 496-503, 1982
10. Nyman S, Westfelt E, Sarhed G, Karring T : The role of diseased root cementum in healing following treatment of periodontal disease: J Clin Periodontol 15: 464-468, 1988
11. Greenstein G : Periodontal response to mechanical non-surgical therapy, A review: J Periodontol 63: 118-130, 1992
12. Fukazawa E, Nishimura K: Superficial cemental curettage, Its efficacy in promoting improved cellular attachment on human root surface previously damaged by periodontitis: J Periodontol

- 65: 168-176, 1994
13. Mombelli A: Antibiotics in periodontal therapy: in Clinical periodontology and implant dentistry 3rd ed. Munksgaard, 1998
14. Cobert EF, Vaughan AJ, Kieser JB : The periodontally involved root surface. J Clin Periodontol 20: 402-410, 1993
15. Ritz L, Hefti A, Rateitschak K : An in vitro investigation on the loss of root substance in scaling with various instruments: J Clin Periodontol 18: 643-647, 1991
16. Zappa U, Smith B, Simona C, Graf H, Case D, Kim W () : Root substance removal by scaling and root planing: J Periodontol 62: 750-754, 1991
17. Slavkin HC, Boyde A: Cementum : An epithelial secretory product?: J Dent Res 53: Special Issue, Program and Abstracts, 157, 1974
18. Slavkin HC : Towards a cellular and molecular understanding of periodontics: Cementogenesis revisited: J Periodontol 47: 249- 255, 1976
19. Westfelt E: Rationale of mechanical plaque control: J Clin Periodontol 23:263-267, 1996
20. Drisko CH, Lewis LH: Ultrasonic instruments and antimicrobial agents in supportive periodontal treatment and retreatment of recurrent or refractory periodontitis. Periodontol 2000 12: 90-115, 1996
21. Dragoo MR: A clinical evaluation of hand and ultrasonic instruments on subgingival debridement. 1. With unmodified and modified ultrasonic inserts. Int J Periodontics Restorative Dent 12: 310-323, 1992
22. 이영규: 기구조작후 치근표면의 조도에 관한 연구: 주사전자현미경적 in vitro 연구: 대한치주과 학회지 28: 823-828, 1998
23. 이영규: 큐렛형 팁을 장착한 압전방식 초음파 치석제거기가 치근대체물 삭제에 미치는 영향: 대한치주과학회지 30: 429-441, 2000
24. Flemmig TF, Petersilka Gj, Mehl A, Hickel R, Klaiher B: The effect of working parameters on root substance removal using a piezoelectric ultrasonic scaler in vitro: J Clin Periodontol 25: 158-163, 1998
25. Lambe DW Jr, Ferguson KP, Mayberry-Carson KJ, Tober-Meyer B, Costerton JW: Foreign-body-associated experimental osteomyelitis induced with *Bacteroides fragilis* and *Staphylococcus epidermidis* in rabbits. Clinical Orthopaedics & Related Research 266: 285-94, 1991
26. Cochrane DM, Brown MR, Anwar H, Weller PH, Lam K, Costerton JW: Antibody response to *Pseudomonas aeruginosa* surface protein antigens in a rat model of chronic lung infection: Journal of Medical Microbiology 27: 255-261, 1988
27. Khoury AE, Lam K, Ellis B, Costerton JW: Prevention and control of bacterial infections associated with medical devices: Am Soc Artif Intern Organs J 38: 174-178, 1992
28. Marrie TJ, Nelligan J, Costerton JW: A scanning and transmission electron microscopic study of an infected endocardial pacemaker lead: Circulation. 66:1339-41, 1982
29. Costerton JW, Lewandowski Z, Caldwell DE, Korber DR, Lappin-Scott HM: Microbial biofilms: Annual Review of Microbiology. 49:711-45, 1995.
30. Riffle A : The dentin: Its physical characteristics during curettage: J Periodontol 24: 232-241, 1953
31. Yagi H, Ito K, Eda M, Mura S: Effects of repeated hand instrumentation on the marginal portion of a cast gold crown. J Periodontol 69: 41-46 1998

The Effect of a Piezoelectric Ultrasonic Scaler with Curette Tip on Casting Gold Removal in Vitro

Young Kyoo Lee

Institute of Oral Health Science, Samsung Medical Center

Periodontal debridement is most important procedure in periodontal treatment, because periodontal disease is the biofilm infection. The use of ultrasonic instrument has many clinical advantages compared to classical hand instrument. The introduction of newly developed ultrasonic scaler tips made the use of ultrasonic scaler popular. However the study of tooth substance removal according to the working parameters of ultrasonic scaler with newly developed tips is not sufficient. The purpose of this study is to evaluate the effects of working parameters of piezoelectric ultrasonic scaler with curette tip on casting gold removal. The working parameters was standardized by the sledge device which controls lateral force(0.5 N, 1.0 N, 2.0 N) and power setting was adjusted 2, 4, 8 in P mode and S mode and instrumentation time was 5 seconds. The defect depth and width were measured with profile meter and defect surface was examined by SME.

The depth of defect was significantly large in S mode($39.58 \pm 19.35\mu\text{m}$) compared to P mode($8.37 \pm 6.98\mu\text{m}$). There was significant decrease of depth of defect between 1.0N($32.87 \pm 27.18\mu\text{m}$) and 2.0N($14.86 \pm 15.04\mu\text{m}$).

The area of defect was also significantly large in S mode($4482.42 \pm 3551.71\mu\text{m}^2$) compared to P mode($922.06 \pm 960.32\mu\text{m}^2$). There was significant decrease of area of defect between 1.0N($3889.12 \pm 3936.00\mu\text{m}$) and 2.0N($974.66 \pm 986.01\mu\text{m}$).

The change of mode did not effect on the width of the defect. The change of power setting did not effect on the depth, width, and area of defect.

In spite of limitation of this study it could be concluded that the use of piezoelectric ultrasonic scaler with curette tip on S mode could make significant tooth substance loss.

Key words : periodontal debridement, piezoelectric ultrasonic scaler, sledge device, root substitute