

치은연하치석제거술시 Nd : YAG 레이저를 이용한 효과에 관한 주사전자현미경적 연구

전용선 · 최병선 · 이석초 · 김형섭

전북대학교 치과대학 치주과학교실
전북대학교 치의학 연구소

I. 서론

레이저가 1960년 Theodore H. Maiman¹⁾에 의해 처음 도입된 이래 현재 의학 및 치의학 분야에서도 널리 사용되고 있다. 최근 치의학 영역에서 레이저 이용에 대한 관심이 고조되면서 다양한 연구들이 진행되고 있는데 LASER(Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation)란 유도 방출에 의해 증폭된 빛으로써 일반적인 빛에 비해 강한 에너지 집중성과 시준(Collimation), 일치성(Coherence), 단색성(Monochromaticity), 지향성(Directionality) 및 고휘도성(Brightness) 등의 특성을 보이며²⁾ 파장은 10nm에서 1mm까지의 광영역으로서 자외선, 가시광선, 적외선 영역에 걸쳐 있으며 그 출력은 mW에서 수W에 까지 다양하다³⁾.

가장 보편적으로 사용되고 있는 레이저 형태로는 ruby, argon, CO₂, He-Ne, erbium : yttrium-aluminum-garnet(Er:YAG) 및 neodymium : yttrium-aluminum-garnet(Nd : YAG)에서 유도된 것들을 포함하고 있다⁴⁾. 이중 Nd : YAG laser는 연속형이나 파장형 모두에 적합하며 1064nm의 파장길이와 flexible optical fiber를 통해 구강내로 쉽게 전

달될수 있는 특징을 가지고 있다⁵⁾. 이런 특성 때문에 다양한 형태의 구강 연조직의 수술에도 이용되고 있고 치주영역에 있어서도 치주낭의 멸균이나 치석제거, 연조직의 소파술, 치근 활택술에도 사용범위가 확대되고 있다⁶⁻¹⁰⁾.

세균성 치태는 치주염의 주원인으로 인식되어 있고 치석은 치태형성과 유지를 촉진하여 2차적인 원인 요소로 작용함은 널리 알려진 사실이다³⁾. 한편, 세균성 치태와 치석에 있어 레이저의 효과에 관한 연구가 보고 되었는데 CO₂, Nd : YAG 그리고 argon 레이저 모두 세균을 죽일수 있음이 관찰되었고¹¹⁾ Iwase등¹²⁾은 연속파장형의 He-Ne laser를 이용하여 치은변연에 조사후 치태축적이 억제됨을 보고하였다. Frenzen과 Koort¹³⁾는 ArF excimer를 이용하여 in vitro에서 질환에 이환된 치근면을 치료한 결과 인접한 조직층에 현저한 변화를 주지않고 치태와 치석 그리고 백악질이 제거됨을 보고하였다. 그러나 CO₂와 Nd:YAG 레이저 모두에서 치석의 완전한 제거는 언급하지 않았다. 또한 Tseng과 Liew⁹⁾는 Nd:YAG laser 치료후 하방의 치근으로부터 치석이 분리되어 치석제거술에 의해 더 쉽게 제거됨을 지적하였으며 Cobb¹¹⁾은 치주

낭내에 Nd:YAG 레이저를 조사한후 3가지 주요한 치주병원체의 미생물 수준이 감소함을 보고하였다.

치주질환에 이환된 치근면은 세균성분의 저장소로 작용하여 염증과 함께 골, 부착소실을 야기한다¹⁴⁻¹⁶. 따라서 치근면을 가능한 청결히 하기 위해 치석제거술과 치근 활택술을 주로 이용하였다. 그러나 외과적 접근을 하거나 하지않은 치석제거술과 치근활택술은 치태와 치석을 완전히 제거할수는 없으므로 남아있는 잔여치석은 세균의 집락을 위한 장소를 제공하여 대사성 부산물의 축적을 야기하게 된다¹⁷⁻²⁰. 이러한 세균의 성장은 치료목적에 적합하지 않으며 질환의 재발과 치료실패의 원인이 될수 있다²¹. 따라서 질환에 이환된 치근면으로 부터 잔여 치태와 치석을 제거하기 위한 더 효과적이고 부가적인 술식이 요구되고 있는것이다²⁰. Nd : YAG 레이저는 통상적인 치근활택술과 병행하거나 단독으로 이용된 경우 치태와 치석을 더 쉽고 효과적으로 제거할수 있는 기전을 제공할수 있을것으로 여겨지고 있다²²⁻²³.

현재 이에 대한 연구가 진행되고 있으나 임상술식에 적용 가능한지에 대한 연구는 부족한 실정이다. 이에 본 연구는 Nd : YAG 레이저를 이용하여 치은연하 치석을 제거할때 그 효과와 레이저에 조사된 치근면의 표면형태 변화를 관찰하기 위하여 시행하였다.

II. 실험재료 및 방법

1. 실험재료

전북대학교 치과병원 치주과에 내원한 환자들로 부터 중증도 이상의 치주염에 이환되어 발거된 단근치 30개를 이용하였으며 최근 12개월 이내에 치주치료를 받은 경험이 있거나 치경부 우식증, 충전물, 근관치료를 받은치아 등 실험결과에 영향을 줄수있는 경우는 제외

하였다.

2. 실험방법

(1) 시편제작

발거된 치아를 부드러운 치솔로 문지른후 치태잔사와 연조직 잔여분을 제거하고 실험 전까지 생리식염수에 보관하였으며 3일 간격으로 생리식염수를 교환하였다. 실험시 치석이 있는 치아의 백악-법랑 경계부에서 치근 단쪽으로 2~3mm 하방의 부위를 diamond wheel disk를 이용하여 5mm×5mm 크기의 치아시편을 얻었다.

(2) 레이저 준비및 치료과정

Nd : YAG 레이저는 German Dental Laser, Fotona Twinlight을 이용하였고 각각의 실험 치아에 조사되는 레이저양은 미리 정해진 기준으로 시행하였다. 각각의 기준은 150mJ/pulse 1sec와 200mJ/pulse 5sec를 이용하였고 레이저의 끝을 치아에 수직으로 고정시킨채 조사하였다.

(3) 실험치아의 처리 방법

제작된 시편을 처리방법에 따라 치료하지 않은군, 치석제거술과 치근 활택술만 시행한군, 레이저 조사군으로 분류하였다. 레이저 조사군은 각각 접촉군과 치아에서 1mm 거리를 두고 조사한 비접촉군 그리고 물을 첨가하면서 조사한 군으로 나누어 시행하였다.

① 치료하지 않은군

치근 활택술이나 레이저 조사를 하지 않은군

② 치석제거술과 치근 활택술군

Gracey curette을 이용하여 15 vertical stroke으로 치근면에 붙어있는 치석을 제거하고 치근 활택술을 시행한군

③ Nd : YAG 레이저 조사군(150mJ/pulse

1sec, 5sec, contact mode)

치면에 수직으로 레이저 tip을 고정시켜 접촉방식으로 시행

④ Nd : YAG 레이저 조사군(200mJ/pulse 5sec, contact mode)

치면에 수직으로 레이저 tip을 고정시켜 접촉방식으로 시행

⑤ Nd : YAG 레이저 조사군(150mJ/pulse 1sec, non-contact mode)

치면에 수직으로 레이저 tip을 고정시키고 비접촉방식으로 치면에서 1mm 떨어져 시행

⑥ Nd : YAG 레이저 조사군(200mJ/pulse 5sec, non-contact mode)

치면에 수직으로 tip을 고정시켜 비접촉방식으로 치면에서 1mm 떨어져 시행

⑦ Nd : YAG 레이저 조사군(150mJ/pulse 1sec, contact mode, water irrigation)

치면에 수직으로 tip을 고정시키고 접촉방식으로 물을 첨가하면서 시행

⑧ Nd : YAG 레이저 조사군(200mJ/pulse 5sec, contact mode, water irrigation)

치면에 수직으로 tip을 고정시키고 접촉방식으로 물을 첨가하면서 시행

(4) 주사전자현미경적 연구

주사전자현미경적 관찰을 위하여 2.5% glutaraldehyde(0.1 M cacodylate buffer, pH 7.4)를 사용하여 4°C에서 24시간 동안 고정하였다. 그후 에틸알콜을 이용하여 단계적으로 탈수하고 임계점 건조기를 이용하여 건조시킨후 gold sputter coater로 도금하여 주사전자현미경하에서 관찰하였다.

III. 실험결과

1. 치료하지 않은군(그림 1)

치태잔사와 함께 불규칙하고 무정형의 전형적인 치석의 형태가 관찰되었다.

2. 치석제거술과 치근 활택술군(그림 2, 3)

전반적으로 부드럽고 평탄한면을 관찰할수 있었고 기구조작 흔적, 도말층 및 현저한 scale like texture가 관찰되었다.

3. Nd : YAG 레이저 조사군(150mJ/pulse 1sec, 5sec, contact mode) (그림 4~6)

작고 분명한 형태의 분화구(300 μ m)를 보였고 레이저가 조사된 주변으로 갈라진 틈이 관찰되었다. 고배율의 관찰에서 1~5 μ m 정도의 작은 구멍들이 치석의 내부에서 관찰되었고 치석이 녹아서 재고형화된 양상을 보였다. 5초간 조사한 경우가 1초의 경우 보다 깊은 형태와 함께 작은 구멍이 더 많이 관찰되었다.

4. Nd : YAG 레이저 조사군(200mJ/pulse 5sec, contact mode) (그림 7, 8)

3군과 비교해 더 큰 분화구 형태와 함께 백악질과 치석간의 분리된 소견이 관찰되었으며 분화구 형태 주변으로 타버린 흔적이 관찰되었다. 고배율 소견에서는 레이저가 조사된 주변으로 좀더 갈라진 틈이 10~15 μ m 정도의 작은 구멍들이 관찰되었다.

5. Nd : YAG 레이저 조사군(150mJ/pulse 1sec, non-contact mode) (그림 9, 10)

3, 4군의 접촉방식에 비해 조사된 부위가 보다 넓게(400 μ m) 보였다. 레이저가 침투된 깊이는 얇은 소견을 보였다. 조사된 내부의 고배율 소견에서 치석이 녹아서 재고형화된 소견이 관찰되었다.

6. Nd : YAG 레이저 조사군(200mJ/pulse 5sec, non-contact mode) (그림 11, 12)

5군과 비교해 볼 때 보다 조사된 부위가 넓게(700 μ m) 보였으며 침투깊이는 5군 보다는 깊었으나 4군 보다는 깊지 않았다. 또한 4군에 비해 20~25 μ m 정도의 작은 구멍들이 관찰되었다.

7. Nd : YAG 레이저 조사군(150mJ/pulse 1sec, contact mode, water irrigation) (그림 13, 14)

접촉군과 비접촉군에 비해 치석의 파괴양상이 적었으며 주변의 재고형화 현상도 미약하게 발생하였다. 고배율 소견에서 중심부의 치근 백악질 표면에는 변화소견이 관찰되지 않았고, 치석의 파괴와 재고형화로 인한 용암모양이 관찰되었다.

8. Nd : YAG 레이저 조사군(200mJ/pulse 5sec, contact mode, Water irrigation) (그림 15, 16)

같은조건(200mJ/pulse 5sec)의 4, 6군에 비해 얇은 분화구 형태를 보였으며 7군에 비해서는 다소 넓고 치석의 파괴양상은 비슷했으나 타버린 흔적이 조금 관찰되었다. 고배율 소견에서는 7군에 비해 더 뚜렷한 용암모양의 소견이 보였으며 접촉군이나 비접촉군에 비해 갈라진 틈이나 재고형화 현상은 적게 관찰되었다.

IV. 총괄 및 고찰

치아에 대한 레이저 연구는 루비레이저가 처음 발견된 이후 계속 진행되어왔다. 레이저의 치아에 대한 영향을 규명하기 위한 기초적 연구가 1960년대 Goldman²⁴⁾과 Stern²⁵⁾에 의해 시행되었으며 1970년에는 Nd: YAG 레이저와 CO₂레이저를 이용한 연구가 실시되었다. 1974년 Stern²⁶⁾은 열에 의한 구조적 변화

와 치아 주위조직에 대한 손상이 새로운 레이저 체계에 의해 극적으로 개선되지 않는한 레이저 기술이 전통적 치아삭제 방법을 대체할수 없다고 하였다. 그 이후 레이저 기술의 지속적인 발전이 이루어져 왔으며 오늘날에 이르러서는 10종류 이상의 레이저가 치의학의 연구에 이용되고 있다. 최근 Rossmann과 Cobb²⁷⁾은 경조직에 레이저를 임상적으로 이용할때 레이저로 인한 열의 발생과 골, 백악질, 상아질, 법랑질의 관계규명이 요구된다는 점을 지적하였고 기초적인 자료가 나올때 까지 파장의 선택, 적절한 레이저 기준, 노출시간 그리고 예견성있는 결과등이 근본적으로 실험할 대상임을 보고하였다.

한편, 치주질환에 이환된 치근면으로 부터 석회화된 침착물이나 세균 그리고 세균성 부산물을 제거하는 것은 생물학적으로 수용가능한 치근면을 제공하기 위해 필요하며 이러한 목적을 수행하는 가장 보편적인 방법으로 써 치석제거술과 치근활택술이 행해져 왔다²⁸⁾. 그러나 Ash 등¹⁸⁾은 이러한 술식으로 치태와 치석을 완전히 제거하기란 어려우며 잔존하는 부산물로 인해 세균의 성장과 질환의 재발을 야기한다고 하였고 Morlock 등²⁹⁾은 따라서 질환에 이환된 치근면으로 부터 잔여 치태와 치석을 제거하기 위한 더 효과적이고 부가적인 술식이 요구된다고 하였다. 이론적으로 볼때 레이저 에너지는 인접 치근면에 손상을 주지않고 세균성 치태와 치석을 포함하여 잔여 유기물 잔사를 제거하고 기화시킬 수 있다고 알려져있다. 하지만 임상술식에 단독으로 적용하거나 큐렛기구와 복합적으로 적용되었을 때와 같은 다양한 경우에 있어서 그 명확한 효과는 아직 보고된바가 적다. Morlock 등²⁹⁾은 치근면에 대한 레이저 치료를 단독으로 했거나 혹은 통상적인 치근활택술과 병행했을때를 연구하였는데 Nd: YAG laser만으로 치료한 군은 표면의 분화구와 소와의 형성을 관찰하였고 인접한 백악질 표면

과 분화구 벽을 둘러싸고 백악질이 녹아서 재고형화된 양상을 관찰하였다. 본 연구에서도 200mJ/pulse 5 sec 접촉군에서 비슷한 소견이 관찰되었다. 다른 한편 레이저와 치근활택술을 병행한 군에서는 백악질이 벗겨짐으로 인해서 상아세관이 노출된 부위가 관찰됨을 보고하였다. 이러한 소견은 표면에 조사된 레이저광이 반사되거나 흡수되며 흡수된 에너지의 대부분은 열로 전환되어 조사된 표면에서 열적인 변화를 가져오기 때문이다. 레이저로 유도된 열변화는 표면에 함유된 물을 증발시키고 유기질을 기화시킴으로써 단백질과 광물질의 비율을 감소시키게 되고³⁰⁾ 표면상의 깨진 틈, 갈라진 자국, 소와, 분화구 형태를 나타내며 검게 탄 흔적을 남기게 되는 것이다²⁹⁾. 본 연구결과 대부분의 경우에서 이러한 소견이 보였으며 물을 첨가한 군에서 조사된 치석 표면의 열발생을 줄이고 식혀주는 효과로 인해 다른군에 비해 미약하게 나타나거나 관찰되지 않았다.

치석과 법랑질, 상아질, 치수에 대한 레이저 치료 효과를 분석한 다른 연구들^{25, 31~33)}을 살펴보면 우선 Tseng과 Liew⁸⁾는 in vitro에서 치근면에 Nd : YAG 레이저를 조사했을 때 백악질과 상아질의 국소적인 부위에 열의 침투와 손상을 보고하였고 또한 치석을 제거하기 위해 요구되는 치근활택술의 기구조작수에 있어서도 레이저 조사한 치석이 그렇지 않은 경우보다 현저하게 적게 요구됨을 보고하였다. 최근 Radvar 등³⁴⁾은 치아에 따라 레이저에 대한 감수성 정도가 다를 수 있음을 지적하였는데 치아 표본의 색깔이나 조성, 물의 함량 비율 그리고 고유한 요소들에 따라 에너지 흡수정도가 영향을 받기 때문이라고 언급하였다. 본 연구에서는 치아표본 제작시 백악-법랑 경계부에서 동일하게 2~3mm 하방에 위치한 치은연하 치석을 선정하고 비교적 두께와 색깔이 일치하는 표본을 가지고 연구를 하였다.

한편 본 실험에서 간과할수 없는 사항은 레이저 조사시 치수에 대한 영향과 조사 방법에 따른 효과에 관한것으로 Morioka 등³⁵⁾은 Q-switched Nd:YAG가 in vitro에서 법랑질 표면에 손상을 주지않고 치석을 제거할수 있다고 보고했고 Adrian³⁶⁾은 Nd:YAG 레이저 이용시 괴사를 유발하지 않고 치면에 분화구 형태를 형성하기에 충분한 에너지 밀도를 이용할수 있었다고 보고하였다. White 등³⁷⁾도 발치후 즉시 레이저를 조사한 치아에서 레이저 조사부위가 1mm 이상의 상아질 두께를 가진다면 치수내에 현저한 변화가 없다고 보고하였다. 다른 이전의 연구^{38~39)}를 볼때 치수내의 온도가 5°C 상승할때 까지는 치수의 손상은 나타나지 않는다고 하였다. 이러한 연구 보고에 근거하여 본 연구에서는 비교적 안전하다고 판단되는 조건으로 짧은시간 동안 조사하였다.

레이저의 적용방법에 있어서 본 연구에서는 접촉, 비접촉, 물을 첨가하면서 접촉한 경우로 나누어 하였는데 Morlock²⁹⁾은 치태와 치석을 완전히 제거하기 위해서 레이저의 광섬유 끝이 치면이 침착물과 직접 닿아야 한다고 언급하였다. 그러나 섬유끝의 직경이 320 μ m 밖에 되지않아 효과적으로 치면을 균일하게 조사하기란 매우 어려우므로 이러한 한계를 극복하기 위해 이전의 연구³⁴⁾에서는 임상적인 치료를 모방하려는 시도으로써 레이저 이용시 치면에 겹치게 지나가도록 하였는데 레이저 섬유끝을 치근면에 접촉시킨채 치면과 거의 평행한 각도가 되게하여 전체치면이 치료가 되도록 하였다. 가능한 술식이지만 어떤 부위에 있어서는 과도하게 치료되었다. 반면 레이저 끝의 작은 직경으로 인해 전체를 치료하지는 못하며 움직이는 속도를 조절할수 없는 단점이 발생하였다. 따라서 다른 출력과 조사시간으로 다른 조직에서 레이저 효과를 비교 평가하기 위해서는 실험방법을 표준화할 필요가 있을것으로 여겨진다. 본 연구에서는 가

V. 결 론

능한 치면에 수직으로 레이저 섬유를 고정하여 앞서 언급한 문제점을 극복하려고 노력하였다. 또한 치아시편의 대부분이 작은 분화구나 소와 형태를 나타냈는데 이는 Radvar 등³⁴⁾이 시행한 연구와 일치한 소견이었다. 접촉군과 비접촉군에 있어서 치석이나 주위조직의 표면형태는 현저한 차이가 없었는데 이는 1mm 정도의 거리에서 조사된 레이저양은 치석이나 주위조직에서 접촉군과 비슷한 효과를 보이는 것으로 여겨지며 150mJ/pulse 1sec의 경우가 200mJ/pulse 5sec에서 보다 치석의 파괴양상과 표면형태의 변화가 적었다. 따라서 레이저 에너지의 출력과 조사시간이 증가할수록 치석이나 주위조직에 대한 손상이 커짐을 알수있었다. 물을 첨가한군에서는 첨가하지 않은군에 비해 그 변화가 적었고 물을 첨가하며 시행한군 중에서도 150mJ/pulse 군과 200mJ/pulse 군간의 차이는 현저하지 않았다. Akira 등⁴⁰⁾은 Er : YAG 레이저로 물을 첨가하면서 치은연하 치석을 30mJ/pulse, 10pps의 에너지 수준으로 효과적으로 제거하였고 치질의 제거양도 백악질내에 한정되었으며 물을 첨가함으로써 온도의 상승을 최소화 하였음을 보고하였는데 본 연구소견에서도 유사한 양상이 나타났다. 이는 레이저 조사시 레이저 광섬유와 치아간에 발생하는 열의 발생을 효과적으로 억제하였음을 의미한다.

이상으로 미루어 보아 비교적 저출력의 에너지와 짧은 기간 그리고 물을 첨가하면서 레이저 조사를 할때 주위조직의 영향이 적은 것으로 나타났으며 이전의 연구 보고와 함께 본 연구에서도 Nd : YAG 레이저를 이용한 치은연하 치석의 완전한 제거는 어려운 것으로 나타났다. 하지만 임상술식에 응용할때 저출력과 단기간 그리고 적절히 열발생을 줄일 수 있는 장치를 병행한다면 보조적인 수단으로써 적용이 가능하리라 사료된다.

Nd : YAG 레이저를 이용한 치은연하치석 제거술시 그 효과와 표면형태 변화를 알기 위해 중증의 치주염에 이환된 치아 30개를 대상으로 치료하지 않은군, 치석제거술과 치근활택술만 시행한군, Nd : YAG 레이저 조사군으로 나누어 시행한후 주사전자현미경으로 관찰하고 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 치료하지 않은군은 치태잔사와 함께 불규칙하고 무정형의 전형적인 치석의 형태가 관찰되었다.
2. 치석제거술과 치근활택술만을 시행한군에서는 전반적으로 부드럽고 평탄한면을 관찰할수 있었고 기구조작의 흔적, 도말층 및 현저한 scale like texture가 관찰되었다.
3. 레이저가 조사된 시편의 대부분이 작은 분화구와 소와의 형태를 보였고 치석의 내부는 작은틈과 구멍들이 대부분 관찰되었다.
4. 레이저 조사군중 접촉방식과 비접촉방식의 표면형태는 현저한 차이를 보이지 않았고 200mJ/pulse 군이 150mJ/pulse 군에 비해 주위조직에 대한 영향이 컸으며 더 깊은 분화구 형태를 보였다.
5. 레이저 조사군중 물을 첨가하면서 시행한군이 첨가하지 않은군에 비해 표면형태 변화와 주위조직에 대한 영향이 적었으며 물을 첨가한군중 150mJ/pulse 군과 200mJ/pulse 군의 차이는 현저하지 않았다.

이상의 결과에서 볼때 Nd : YAG laser를 이용하여 질환에 이환된 치근면으로 부터 세균성 치태와 치석을 완전히 제거하기란 어려우며 임상술식에 응용할때 비교적 저출력의

조건에서 단기간 그리고 적절히 열발생을 줄일 수 있는 장치를 병행한다면 보조적인 수단으로써 적용이 가능하리라 사료된다.

참고문헌

1. Theodore, H. Mairman.: Stimulated optical radiation in ruby. *Nature.*, 187:493-94, 1960.
2. 박경남. : 내과영역에서의 레이저광의 응용. *대한의학협회지.*, 27 : 143, 1984.
3. Jones, W.A., and O'Leary, T.J. : The effectiveness of in vivo root planing in removing bacterial endotoxin from the roots of periodontally involved tooth. *J. Periodontol.*, 49 : 337-342, 1978.
4. Midda, M., and Renton-Harper, P. : Lasers in dentistry. *Br Dent J.*, 170 : 343-346, 1991.
5. Midgely, H.C. III. : Nd:YAG contact laser surgery. The scalpel of the future?. *Otolaryngol. Clin. North. Am.*, 23 : 99-105, 1990.
6. Gold, S.I. : Application of the Nd : YAG laser in periodontics. *NY. J. Dent.*, 60 : 23-26, 1991.
7. Myers, T.D. : What lasers can do for dentistry and you. *Dent. Manage.* 29(4) : 26-28, 1989.
8. Tseng, P., and Liew, V. : The potential application of a Nd: YAG dental laser in periodontal treatment. *Periodontology (Australia)*, 11 : 20-22, 1990.
9. Tseng, P., Gilkeson, C.F., Pealman, B., and Liew, V. : The effect of Nd: YAG laser treatment on subgingival calculus in vitro. *J. Dent. Res.*, 70(Spec. Issue) : 657(Abstract 62), 1991.
10. Tagge, D.L., O'Leary, T.J., and El-Kafrawy, A.H. : The clinical and histological response of periodontal pockets to root planing and oral hygiene. *J. Periodontol.*, 46 : 527-533, 1975.
11. Cobb, C.M., McCawley, T.K., and Killoy, W.J. : A preliminary study on the effects of the Nd:YAG laser on root surfaces and subgingival microflora in vivo. *J. Periodontol.*, 63 : 701-707, 1992.
12. Iwase, T., Saito, T., Nara, Y., and Morioka, T. : Inhibition effect of He-Ne laser on dental plaque deposition in hamsters. *J. Periodont. Res.*, 24 : 282-283, 1989.
13. Frentzen, M., and Koort, H.J., : Lasers in dentistry-new possibilities with advancing laser technology?. *Int. Dent. J.*, 40 : 323-332, 1990.
14. Hatfield, C.G., and Baumhammers, A. : Cytotoxic effects of periodontally involved surfaces of human teeth. *Arch. Oral. Biology.*, 16 : 464-468, 1971.
15. Aleo, J.J., DeRenzis, F.A., Farber, P.A., and Varboncoeur, A.P. : The presence and biologic activity of cementum-bound endotoxin. *J. Periodontol.*, 45 : 672-675, 1974.
16. Nishimine, D., and O'Leary, T.J. : Hand instrumentation versus ultrasonics in the removal of endotoxins from root surfaces. *J. Periodontol.*, 50 : 345-349, 1979.
17. Waerhaug, J. : Healing of the dento-epithelial junction following subgingival plaque control. II. As observed on extracted teeth. *J. Periodontol.*, 49 : 119-134, 1978.
18. Rabbani, G.M., Ash, M.M., and Caffesse, R.G. : The effectiveness of

- subgingival scaling and root planing in calculus removal. *J. Periodontol.*, 52 : 119-123, 1981.
19. Caffesse, R.G., Sweeney, P.L., and Smith, B.A. : Scaling and root planing with and without periodontal flap surgery. *J. Clin Periodontol.* 13 : 205-210, 1986.
 20. Buchanon, S.A., and Robertson, P.B. : Calculus removal by scaling/root planing with and without surgical access. *J. Periodontol.*, 58: 159-163, 1987.
 21. Patters, M.R., Landesberg, R.L., Johansson, L.A., Trummel, C.L., and Robetson, P.B. : *Bacteroides gingivalis* antigens and bone resorbing activity in root surface fractions of periodontally involved teeth. *J. Periodont. Res.*, 17 : 122-130, 1982.
 22. Myers T.D. : Effects of a pulsed Nd:YAG laser on enamel and dentin. SPIE-International Society for Optical Engineering., 425-436, 1990.
 23. Myers T.D. : Lasers in dentistry. *J. Am. Dent. Assoc.*, 122 : 47-50, 1991.
 24. Goldman, L., Hornby, P., and Mayer, R. : Impact of the laser on dental caries. *Nature.*, 203 : 417-421, 1964.
 25. Stern, R.H., and Sognaes, R.F., : Laser beam effects on dental hard tissues. *J. Dent. Res.*, 43: 873-876, 1964.
 26. Stern, R.H. : Dentistry and the laser. In Wolbarsht ML (ed). *Laser Application in Medicine and Biology.* vol I., NewYork-London Pleum Press., 361-387, 1974.
 27. Jeffrey, A. Rossman., and Charles, M. Cobb. : Lasers in periodontal therapy. *Periodontology* 2000., 9 : 150-164, 1995.
 28. O'Leary, T.J. : The impact of research on scaling and root planing. *J. Periodontol.*, 57 : 69-75, 1986.
 29. Morlock, B.J., Pippin, D.J., Cobb, C.M., Killoy, W.J., and Rapley, J.W. : The effect of Nd:YAG lasers exposure on root surfaces when used as an adjunct to root planing: an in vitro study. *J. Periodontol.*, 63 : 637-641, 1992.
 30. Spenser, P., Trylovich, D.J., and Cobb, C.M. : Chemical characterization of lased root surfaces using Fourier transform infrared photoacoustic spectroscopy. *J. Periodontol.*, 63 : 633-636, 1992.
 31. Myers, T.D., and Myes, W.D. : The use of a laser for debridement of incipient caries. *J. Prosthetic. Dent.* 53 : 776-779, 1985.
 32. Nagasawa A. : Nd:YAG laser therapy in dental and oral surgery. In. Joffe SN, Oguro, eds. *Advances in Nd:YAG Laser Surgery*, New York: Springer-Verlag., 235-246, 1988.
 33. Adrian, J.C., Bernier, J.L., and Sprague, W.G. : Laser and dental pulp. *J. Am. Dent. Assoc.*, 83 : 113-117, 1971.
 34. Radvar, M., Creanor, S.L., Gilmour, W.H., and Payne, A.P. : An evaluation of the effects of an Nd:YAG laser on subgingival calculus, dentine and cementum. An in vitro study. *J Clin Periodontol.*, 22 : 71-77, 1995.
 35. Morioka, T., Morita, E., and Suzuki, K. : Effect on dental deposits and intrinsic stains of irradiation with a Nd:YAG laser (in Japanese). *Jpn. J. Dent. Hlth.*, 31(5) : 39-43, 1982.
 36. Adrian, J.C. : Pulpal effects of

- neodymium laser. *Oral Surgery.*, 44 : 301-305, 1977.
37. White, J.M., Goodies, H.E., Rose, C.M., and Daniels, T.E. : Effect of Nd:YAG laser on pulps of extracted human teeth. *J. Dent. Res.*, 60 : 300-304, 1977.
38. Selzer, S., and Bender, I.B. : *The Dental Pulp-biologic Considerations in Dental Procedures*, 3rd ed., Philadelphia ; Lippincott., 200-201, 1990.
39. Hossam, M., Tewfix, J.J., Garnick, G.S., Schuster., and Mohamed, M. Sharawy. : Structural and funtional changes of cementum surface following exposure to a modified Nd:YAG laser. *J. Periodontol.*, 65: 297-302, 1994.
40. Akira, Aoki., Yoshinori, Ando., Hisashi, Watanabe., and Isao, Ishikawa. : In vitro studies on laser scaling of subgingival calculus with an Erbium: YAG laser. *J. Periodontol.*, 65 : 1097-1106, 1994.

사진부도 설명

- 그림 1 Surface of subgingival calculus specimen($\times 750$).
Irregular and amorphous typical calculus form with dental plaque was observed.
- 그림 2, 3 Surface of scaling and root planing specimen($\times 50$, $\times 2000$).
Generally exhibited numerous parallel striations resulting from the curet instrumentation. The resulting smear layer appeared corrugated and exhibited a pronounced scale-like texture.
- 그림 4 Surface of specimen by treated Nd:YAG laser, 150mJ/pulse 1sec(A), 5sec(B), contact mode($\times 100$).
Surface pitting, crater formation, charring appearance was observed.
- 그림 5 High magnification view of figure 4-A($\times 750$).
This resulted in porous surface within calculus. The size of pores ranged from 1~5 μ m.
- 그림 6 High magnification view of figure 4-B($\times 750$).
This resulted in more porous surface than figure 4-A.
- 그림 7 Surface of specimen by treated Nd:YAG laser, 200mJ/pulse 5sec, contact mode($\times 150$, $\times 500$).
Larger crater formation, separated appearance between cementum and calculus was observed.
- 그림 8 High magnification exhibited porous surface ranged from 10~15 μ m.
- 그림 9 Surface of specimen by treated Nd:YAG laser, 150mJ/pulse 1sec, non-contact mode($\times 150$, $\times 750$).
Shallow depression and wider range(400 μ m) of laser treated area was observed.
- 그림 10 High magnification exhibited resolidification features resulting from melting down of calculus.
- 그림 11, 12 Surface of specimen by treated Nd:YAG laser, 200mJ/pulse 5sec, non-contact mode($\times 100$, $\times 500$).
Range of laser treated area is 700 μ m. Porous structure of size 20~25 μ m.
- 그림 13, 14 Surface of specimen by treated Nd:YAG laser, 150mJ/pulse 1sec, contact mode, water irrigation($\times 150$, $\times 750$).
Lava-like appearance was observed due to resolidification and destruction of calculus mineral in high magnification.
- 그림 15, 16 Surface of specimen by treated Nd:YAG laser, 200mJ/pulse 5sec, contact mode, water irrigation($\times 150$, $\times 750$).
Shallow crater formation, slight cracking and resolidification was observed.

사진부도(1)

그림 1

그림 2

그림 3

그림 4

그림 5

그림 6

사진부도(Ⅱ)

그림 7

그림 8

그림 9

그림 10

그림 11

그림 12

사진부도(Ⅲ)

그림 13

그림 14

그림 15

그림 16

The Scanning Electron Microscopic study on the effect during subgingival calculus removal using Nd:YAG laser

Yong-Seon Jeon, Byung-Son Choi, Seok-Cho Lee, Hyung-Seop Kim
Department of Periodontology, College of Dentistry, Chon-buk National University

The purpose of this study was to evaluate in vitro the effects during subgingival calculus removal using Nd:YAG laser. The study group was consisted of 30 teeth with advanced periodontal disease extracted before the start of periodontal therapy.

The specimens were divided into 8 different groups : 1) untreated control 2) scaling and root planing only 3) laser treated using 150mJ/pulse, 1sec, 5sec, contact mode 4) laser treated using 200mJ/pulse, 5sec, contact mode 5) laser treated using 150mJ/pulse, 1sec, non-contact mode 6) laser treated using 200mJ/pulse, 5sec, non-contact mode 7) laser treated using 150mJ/pulse, 1sec, contact mode with water irrigation 8) laser treated using 200mJ/pulse, 5sec, contact mode with water irrigation.

All specimens were prepared for evaluation by scanning electron microscopy(SEM). Specimens from Group 2 exhibited a smear layer of scale like texture with parallel instrument tracks resulting from curet use. Specimens treated by contact mode, Group 3 and 4 featured surface changes not observed in controls such as charring, randomly distributed pitting and crater formation, and melting down of the tooth material and calculus. Specimens treated by non-contact mode, Group 5 and 6 featured similar surface changes observed in contact mode. However, the differences between contact and non-contact groups not significant. Specimens treated by contact mode with water irrigation, Group 7 and 8 featured slight surface change compared to other groups.

The results suggested that Nd: YAG laser did not completely remove the subgingival calculus but was possible the application as adjunctive method.