

Nd : YAG laser 조사가 치근면의 미세경도에 미치는 영향

안재현 · 김병옥 · 한경운

조선대학교 치과대학 치주과학교실

I. 서 론

불량한 구강위생관리에 따른 치면상에 축적된 치태세균의 치주조직으로의 침투과정과 이에 대한 숙주의 방어기전에 의해 치아 지지조직의 파괴를 특징으로 하는 치주질환은 흔히 치은 조직의 퇴축을 수반하여 치근노출을 야기하며 또한 외과적 치주치료는 물론 비외과적 치주 치료후에도 치은조직의 퇴축과 함께 치근노출을 초래하게 되어 심미적 불만감 이외에도 치근과 민증이나 치근우식증과 같은 또다른 문제점을 제기하게 된다^{1,2)}.

치주치료의 궁극적인 목표는 깊어진 치주낭을 제거하고 파괴된 치주조직의 재생을 도모하며 치주치료후에 보다 더 효율적으로 유지관리할 수 있도록 생리적 환경을 부여하는 것이라 할 수 있는데, 이러한 목표를 달성할 수 있는 이상적인 치주치료 방법을 개발하기 위하여 지난 반세기동안 많은 연구가들이 다양한 방법으로 치주치료를 시도한후 치유결과를 비교함으로써 치주치료술식이 꾸준히 개선되어 오고있다.

치주질환으로 인하여 심화된 치주조직의 부착상실을 회복시키기 위한 기본적인 치주치료의 개념은 치주조직의 신부착을 방해하는 치주낭 상피와 접합상피 그리고 치주질환에 노출되어 변성된 백악질을 제거하고 섬유아세포의 부착이 용이하도록 치근표면을 활택시키는 것이다³⁻⁶⁾. 그러나 많은 연구에서 신부착을 얻기 위한 통상적인 치주치료후에 치근면에 침착된 치태와

치석 등은 제거되었으나 긴 접합상피가 개재되어 신부착이 이루어지지 못함을 확인하였는데, 이러한 치유결과에 관하여 Polson등(1982)⁵⁾은 치근활택술만으로는 치근면에 내재하고 있는 내독소를 제거하지 못하며 치근활택술에 의해 치근 상아질표면에 새롭게 형성된 피막층(smear layer) 등과 같은 치근면 자체의 병적 변화가 신부착을 방해하는 요인이라고 주장하였으며, Adriaens등(1988)⁷⁾은 치아우식증이 없고 오직 치주질환에만 이환된 치근의 백악질내로 침투된 세균을 기계적 치주치료만으로는 제거할 수 없음을 확인하고 화학요법이나 다른 부가적인 처치가 필요함을 지적하였다.

1960년 Maiman⁸⁾에 의하여 최초로 개발되어 maser(Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiation)로 소개된 laser란 Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation의 두문자만을 모아 합성된 단어인데, 기체, 액체, 고체 및 반도체 등의 다양한 매질을 이용한 laser가 개발되어 산업분야는 물론 의학분야에 광범위하게 이용되고 있으며, 치의학분야에서도 Goldman등(1964)⁹⁾이 ruby laser를 치아우식증의 치료에 이용한 이후 CO₂ laser, argon laser 그리고 Nd : YAG(Neodymium : Yttrium-Aluminum-Garnet) laser가 구강내 연조직처치에 주로 이용되고 있는데 특히 치아 경조직에 대한 laser의 적용을 치은연하 치석제거¹⁰⁾, 치근표면의 smear layer제거와 상아세관의 노출^{11,12)}, 치주질환에 이환된 치근면

에 대한 섬유아세포의 부착촉진¹³⁾, 치근면에 침착된 치태세균의 제거¹⁴⁾, 근관치료¹⁵⁾, 치아 우식증의 예방¹⁶⁻²⁰⁾과 치료²¹⁻²⁴⁾ 및 치면열구전색^{25, 26)} 등을 목적으로 하는 laser의 활용 가능성에 관하여 많은 연구가 이루어지고 있다.

지금까지 치아우식증 예방에는 불소를 이용하는 술식이 주로 이용되어 왔으며²⁷⁻³⁰⁾ 최근 laser조사에 의한 치아우식증 예방효과에 관한 연구에 관심이 집중되었는데 주로 법랑질 우식증의 예방과 치료효과를 평가할 목적으로 시행되었을뿐 치근면 우식증을 대상으로한 연구는 극히 미미하다. 또한 laser가 치과치료영역에서 점차 활용범위를 넓혀가면서 치과영역에 대한 laser의 여러가지 활용과정중 치근표면에 laser가 직접 조사된 경우 발생가능한 여러가지 문제점들과 함께 laser의 적용범위의 확대에 대하여 연구, 조사하여야할 필요성이 강하게 요구되고 있다.

이에 치주치료후 노출된 치근면의 경우 치경부 마모증과 함께 치근우식증이 발생될 가능성이 매우 높음에 착안하여 tetracycline HCl을 이용하여 치근면치치를 시행한 후에 노출된 치근면에 대한 치근우식증의 예방적 처치수단으로 Nd : YAG laser를 활용할 수 있는가를 평가하기 위한 일차적 실험으로 Nd : YAG laser를 다양한 출력으로 직접 조사하였을때 치근표면의 미세경도에 어떤 영향을 미치는가를 규명하기 위하여 본 연구를 시행하였다.

II. 연구재료 및 방법

1. 연구재료

조선대학교 부속 치과병원 치주과에 내원한 환자들로부터 치주질환으로 인한 광범위한 치주조직의 상실때문에 예후불향으로 판단되어 발거된 하악 대구치 40개를 실험대상치아로 하였으며, laser조사는 pulsed Nd : YAG laser (EL. EN. EN060, Italy)를 이용하였다.

2. 연구방법

(1) 실험군의 구분

치주질환으로 발거된 치아들의 치근면에 대

Table 1. The specification of pulsed Nd : YAG laser(EL. EN. EN060, Italy)

Wave length	1,064 nm
Output power	0.03~6.0 W
Energy per pulse	30~150 mJ
Frequency	1~40 Hz
Cooling	Air cooled

하여 치석제거술과 치근면 활택술을 철저히 시행하고 치근표면이 평활해질때까지 연마한후 tetracycline HCl(100mg/ml)로써 5분동안 치근면 처치를 시행한 다음 연마된 치근표면이 지표면에 평행이 되도록 resin으로 매몰하여 고정하고 치근의 협, 순면 중앙1/3 부위의 근심 1/2(20개)과 원심1/2(20개)중 한 면을 무작위로 선택하여 laser를 조사한 실험군으로 하고 laser를 조사하지 않은 잔여 협, 순면을 대조군으로 구분하였는데, 실험군을 다시 laser조사 출력(1.0W, 2.0W, 3.0W, 4.0W)에 따라 세분하였다.

(2) laser조사

laser기에 직경 200 μ m의 Fiber optic을 장착하고 출력을 먼저 조정후에 각 출력하에서 10개 치아씩 조사되었는데, 각 실험치면에 대하여 laser beam이 직각을 이루며 치면으로부터 약 5mm 내외의 거리를 두고 60초동안 조사하였다.

(3) 치근표면 미세경도의 측정

Vickers microhardness tester(Wilson, USA) 하에서 0.2 mm/sec의 Jog speed로 100g의 하중을 가하여 각 측정 대상치아의 실험군 표면과 대조군 표면에서 각각 3부위씩 미세경도를 측정하였다.

(4) 통계학적 평가

계측된 각 실험군별 및 대조군의 평균 미세경도값과 표준편차를 구하고, 각군간의 차이를 MICROSTAT 프로그램의 ANOVA를 통하여 통계학적 유의성을 검증하였으며 Duncan's

method로 사후검증을 하였다.

III. 연구 성적

1. laser 조사유무에 따른 치근면 미세경도의 비교

laser조사유무에 따른 치근면 미세경도의 차이를 비교한 결과 table 2와 같이 laser를 조사하지 않은 대조군(65.44 ± 10.15)에 비해 1.0W 군에서 81.25 ± 11.14 , 2.0W 군에서 80.95 ± 13.27 , 3.0W 군에서 78.19 ± 14.82 , 4.0W 군에서 77.38 ± 16.73 으로 laser를 조사한 실험군에서 모두 치근면의 미세경도가 더 높게 나타났다.

Table 2. Microhardness of root surface following Nd : YAG laser irradiation

Group	Knoop Hardness Number (Mean \pm SD)
Control	65.44 ± 10.15
1.0W group	81.25 ± 11.14
2.0W group	80.95 ± 13.27
3.0W group	78.19 ± 14.82
4.0W group	77.38 ± 16.73

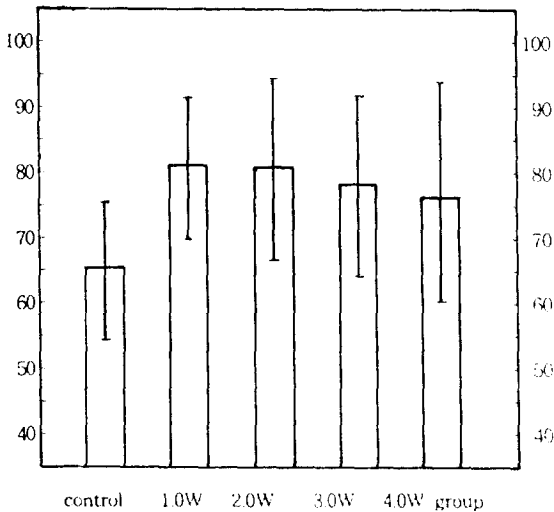


Fig. 1. The change of microhardness(Knoop hardness number) of root surface following Nd : YAG laser irradiation

2. laser조사 출력차이에 따른 치근면 미세경도의 비교

laser조사 출력차이에 따른 치근면의 미세경도 차이는 table 3에서와 같이 대조군과 laser 조사군과의 차이에는 통계학적 유의성이 있었으나($p < 0.05$), laser조사출력차이에 따른 laser조사군간의 미세경도차이에는 통계학적 유의성이 없었다($p > 0.1$).

Table 3. Statistical analysis of the difference of microhardness between each group

Group	control	1.0W	2.0W	3.0W	4.0W
control	0				
1.0W	$p < 0.05$	0			
2.0W	$p < 0.05$	$p > 0.1$	0		
3.0W	$p < 0.05$	$p > 0.1$	$p > 0.1$	0	
4.0W	$p < 0.05$	$p > 0.1$	$p > 0.1$	$p > 0.1$	0

IV. 총괄 및 고안

치주치료의 목적은 치주질환의 직접적인 원인이 되는 치태 및 치석 등의 국소요인을 제거하고 깊어진 치주낭을 제거하며 파괴된 치주조직의 재생을 도모하고 환자로 하여금 유지관리를 잘 할 수 있도록 생리적 환경을 부여하는 것으로 요약할 수 있다.

치주질환 환자의 경우 치주치료후 유지관리의 중요성은 특히 강조되고 있는데 이는 유지관리를 소홀히 한 많은 환자들에서 치태의 축적으로 인하여 치주질환의 재발은 물론 치경부 치아우식증의 발생 가능성이 매우 높기 때문이다^{1,2)}.

지금까지 치아우식증에 대한 예방적 처치수단으로는 주로 불소치약의 사용²⁷⁾, 불소도포²⁹⁾ 및 음료수 불소화^{28,30)} 등과 같이 주로 불소제제를 이용하는 방법들이 다양하게 시도되어 왔으며, laser에 의한 치아우식증의 예방과 치료효과에 관한 연구 또한 서로 다른 laser기종과 방법으로 다양하게 시행되었는데, Nelson등(1986, 1987)^{16,23)}과 Oho등(1987, 1990)^{17,18)}은

argon laser조사에 의한 법랑질 우식증 예방효과를 조사하였고, Peters등(1990)³¹⁾과 Powell등(1991)¹⁶⁾은 CO₂ laser를 이용하여 법랑질 우식증 예방효과를 연구하였으며, 최근 Weyrich등(1994)³⁰⁾과 Flaitz등(1995)²²⁾은 acidulated phosphate fluoride(APF)도포와 Argon laser조사를 병용하여 법랑질에 발생된 초기 치아 우식증에 대하여 양호한 예방효과를 얻었다고 보고하였다. 또한 Myers등(1985)²²⁾은 Nd : YAG laser를 이용하고 Westerman등(1994)²⁴⁾은 argon laser를 이용하여 초기 치아우식증을 치료하였다고 보고하였다.

1970년 Eick등³²⁾은 치아에 와동형성이나 치근면 활택술과 같은 기구조작후에 치아표면에 형성되는 0.5 μ m이내 두께의 미세결정체 찌꺼기 피막층을 smear layer라고 기술하였다. 치주치료에서는 치석제거술과 치근면 활택술이 필수적이기 때문에 백악질편들, 치태, 치석 및 백악질 기질성분으로 구성된 smear layer의 형성이 불가피한데 치근활택술에 의해 치근 상아질표면에 형성된 smear layer 등과 같은 치근면 자체의 병적변화가 신부착을 방해하는 요인으로 지적받고 있으며, 치근활택술만으로는 치근면에 내재하고 있는 내독소를 제거할 수 없기때문에 화학요법 등과 같은 부가적 처치가 필요하다는 이론이 지지받게 되었다^{5,7)}.

Urist(1971)³³⁾가 탈회된 상아질편을 동물의 근조직내에 매식한 실험에서 중배엽세포들이 골세포로 분화되고 골형성을 시작하는 것을 관찰한 이래 치근표면의 병적변화를 개선시키려는 실험적 시도로서 citric acid를 이용하여 치근면을 탈회시킨 치근면에서의 치유결과에 대한 일련의 연구가 시행되었는데, Register등(1976)³⁴⁾은 pH 1.0의 citric acid를 2~3분간 치근면에 적용함으로써 치근면을 탈회시켜 백악질 형성과 교원섬유의 부착을 도모하여 치유를 촉진시킬 수 있다고 보고하였고, Garrett등(1978)³⁵⁾은 치근면활택술을 시행하지 않고 citric acid를 도포한 경우에는 효과가 없고 치근면활택술을 시행한후 citric acid를 도포한 치근면에서만 4 μ 깊이로 탈회되어 교원섬유가 노출됨을 확인하였으며, Fine등(1980)³⁶⁾은 치

주질환에 이환된 치근면으로부터 내독소 제거 효과, Daly(1982)³⁷⁾는 세균억제효과가 있다고 보고하였고, Polson등(1983)⁶⁾은 노출된 교원섬유가 초기 섬유소 결합을 용이하게 하여 결과적으로 상피의 치근단 증식을 차단하는 효과를 얻을 수 있다고 주장하였으며, Polson등(1984)³⁸⁾은 citric acid를 도포한 치근면에서만 smear layer가 제거되어 상아세관이 노출됨을 관찰하였고, Ito등(1993)¹²⁾은 치근면 활택술후에 Nd : YAG laser를 조사함으로써 치근표면의 smear layer를 제거하여 상아세관내 교원섬유를 노출시키는 치근면처리효과를 얻을 수 있다고 보고하였다.

비록 Stahl등(1977)³⁹⁾, Renvert등(1981)⁴⁰⁾과 Oles등(1984)⁴¹⁾은 citric acid를 인간에 적용한 연구보고에서 그 효과에 대하여 논란의 여지를 남겨놓았고, Aukhil등(1983)³⁾은 비가역적 치근흡수와 유착과 같은 치근면 처치에 따른 부작용을 보고하기도 하였으나, Terranova등(1986)⁴²⁾은 치근면 처치에 tetracycline HCl을 이용하는 경우 치근면의 탈회효과이외에 치근면에 잔류된 tetracycline HCl성분이 섬유아세포를 끌러 모으는 chemoattractant로서 작용을 하여 치주조직재생을 촉진할 수 있다고 하였으며, Wikesj 등(1986)⁴³⁾은 국소적 항생제를 서서히 방출하는 효과를 발휘하기 때문에 부수적인 장점이 있다고 주장하였다.

이와 같이 citric acid와 tetracycline HCl을 이용하여 치근면 처치를 시행하면 치근면을 청결하게 해주고 내독소를 제거해 주며 치근면 탈회를 유도하여 치주조직의 신부착과 재생을 촉진시킬 수 있다는 많은 연구가들의 다양한 연구결과를 근거로 이들을 이용한 치근면 처치술식은 외과적 치주치료에서 일반화 되어 있는데^{4,41,44-47)}, 본 연구에서는 보다 자주 이용되고 있는 tetracycline HCl(100mg/ml, 5분간)을 이용하여 치근면 처치를 시행하였다.

Nd : YAG laser조사에 따른 치근표면의 미세경도의 변화여부를 평가한 본 연구에서는 협, 순면 중앙1/3 부위의 근심1/2과 원심1/2 중 한 면을 무작위로 선택하여 laser를 조사한 실험군으로 하고 laser를 조사하지 않은 잔여 협,

순면을 대조군으로 구분하였는데, 이는 서로 다른 치아끼리 비교하는 경우 실험치아 자체의 미세경도 차이에서 초래될 수 있는 변수를 최대한 줄이기 위함이었다.

본 연구에서 laser조사유무에 따른 치근면 미세경도의 차이를 비교한 결과 laser를 조사하지 않은 대조군(65.44±10.15)에 비해 laser를 조사한 모든 실험군에서 공히 치근면의 미세경도가 더 높게 나타났는데(p<0.05, table 2, 3), 이는 치주치료후 노출된 치근면에 Nd:YAG laser를 조사함으로써 치근표면의 미세경도를 증강시킬수 있음을 나타냈다.

Nd:YAG laser가 조사된 치근시편에서 Myers등(1991)²⁰⁾은 상아세관이 폐쇄됨을 관찰하였고, Morlock등(1992)¹⁹⁾은 탄화, 치근 광물질의 용융 및 재고형화를 관찰하였으며, Lin등(1992)⁴⁸⁾은 치주질환에 이환된 치근면에 대한 Nd:YAG laser조사가 부착된 세균과 교원섬유잔사 등과 같은 유기질을 기화시킴으로써 석회화구조에 분화구상의 변형과 재고형화를 초래하게 된다고 제시하였다. Spencer등(1992)⁴⁹⁾은 laser가 조사되면 치근표면의 단백질이 파괴되어 단백질/광물질 비율이 낮아짐을 규명하고 이러한 단백질 파괴로 치근표면이 오염되어 섬유아세포의 부착에 영향을 미칠 수 있다고 추론하였고, 그리고 Tewfik등(1994)⁵⁰⁾은 Nd:YAG laser가 비접촉조사된 백악질표면에서 구조적 및 기능적 변화가 초래됨을 규명하였다. 이상과 같은 선행들의 연구결과들을 본 연구결과와 종합해 보면 Nd:YAG laser조사에 의하여 치근표면을 광화시켜 치근우식증의 예방효과를 얻을 수 있음을 암시하는 결과로 사료된다.

본 연구에서 laser조사군간의 조사출력차이에 따른 미세경도차이는 1.0W 군에서 81.25±11.14, 2.0W군에서 80.95±13.27, 3.0W 군에서 78.19±14.82, 4.0W 군에서 77.38±16.73으로 모두 통계학적 유의성이 없는것으로 나타났는데(p>0.1, table 2, 3), 이는 laser조사에 의한 치근표면 미세경도의 증강효과가 출력에 반드시 비례하지는 않음을 의미하며, Nd:YAG laser에 의하여 치근면에 3.0W이상의 출력으로

중첩조사된 부위에서는 치근면의 용융현상을 관찰한 조등(1993)¹¹⁾의 보고와 3.0W이상 또는 한 부위에 3분이상 조사된 경우 치근의 형태에 변화를 초래할 수 있음을 확인한 Cobb등(1992)¹⁴⁾의 관찰소견을 고려할 때 치근표면에 대한 Nd:YAG laser조사는 2.0W 미만의 출력하에서 시행하는것이 보다 바람직함을 시사하는 결과로 사료되며, 치근면에 대한 Nd:YAG laser조사를 시행할 경우 그 시술목적에 따라 조사출력 및 시간 등을 보다 안전하고 효율적으로 조정할 수 있도록 적절한 기준을 마련하는 연구가 필요함을 지적하고 있다.

본 연구는 치주치료후 노출된 치근면에 대하여 Nd:YAG laser를조사함으로써 치근우식증을 예방할 수 있는가를 평가하는 일련의 연구중 하나로 치주질환으로 인하여 발거된 치아들을 대상으로하여 Nd:YAG laser조사유무에 따른 치근표면의 미세강도 차이로써 치근우식증에 대한 저항성을 평가하였는데 향후 우식예방효과를 평가하는데 있어 보다 섬세하고 직접적인 실험방법을 통한 지속적인 연구가 필요하고 또한 치경부 마모증에 대한 내마모성 증대효과여부를 평가할 필요가 있다고 사료된다.

V. 결 론

노출된 치근면에 Nd:YAG laser가 다양한 출력으로 비접촉 조사되었을때 치근표면의 미세경도에 미치는 영향을 규명하기 위하여 치주질환으로 발거된 하악 대구치(40개)의 치근면에 대하여 치석제거술, 치근면 활택술 및 치근면 처치(tetracycline HCl(100mg/ml) 5분간)를 철저히 시행한 후 치근의 협,순면 중앙1/3 부위의 근심 1/2(20개)과 원심1/2(20개)중 한 면을 무작위로 선택하여 pulsed Nd:YAG laser(EL.EN.EN060, Italy)를 다양한 출력(1.0W, 2.0W, 3.0W, 4.0W)으로 조사한 4개의 실험군과 laser를 조사하지 않은 잔여 협,순면을 대조군으로 구분하고, Vickers microhardness tester(Wilson, USA)하에서 미세경도를 측정한 다음 각 실험군별 및 대조군간의 차이를 MICROS-

TAT 프로그램의 ANOVA를 통하여 통계학적 유의성을 검증하고 Duncan's method로 사후 검증함으로써 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. laser가 조사된 모든 실험군에서 공히 laser가 조사되지 않은 대조군에 비해 치근면 미세경도가 더 높았다($p < 0.05$).
2. laser조사 출력차이에 따라 구분된 실험군 간의 치근면 미세경도 차이에는 통계학적 유의성이 없었다($p > 0.1$).

이상과 같은 연구결과는 치주치료후 노출된 치근표면에 대한 pulsed Nd : YAG laser의 비접촉 조사가 치근표면의 미세경도를 증강시킴으로써 치근우식증의 발생을 억제할 수 있음을 시사하였다.

참고문헌

1. Ravald, N., Birkhed, D., Hamp, S.E. : "Root caries susceptibility in periodontally treated patients. Results after 12 years", *J. Clin. Periodontol.*, 20 : 124-129, 1993.
2. Ravald, N., Hamp, S.E. : "Prediction of root surface caries in patients treated for advanced periodontal diseases", *J. Clin. Periodontol.*, 8 : 400-414, 1981.
3. Aukhil, T., Simpson, D.M., and Schaberg, J.V. : "An experimental study of new attachment procedures in beagle dog", *J. Periodont. Res.*, 18 : 643-654, 1983.
4. Caton, J.G. and Greenstein, G. : "Factors related to periodontal regeneration", *Periodontology 2000*, 1 : 9-15, 1993.
5. Polson, A.M. and Caton, J. : "Factors influencing periodontal repair and regeneration", *J. Periodontol.*, 53 : 617-625, 1982.
6. Polson, A.M., and Proye, M. : "Fibrin linkage : A precursor for new attachment", *J. Periodontol.*, 54 : 141-147, 1983.
7. Adriaens, P.A., Edwards, C.A., DeBoever, J.A., and Loesche, W.J. : "Ultrastructural observations on bacterial invasion in cementum and radicular dentin of periodontally diseased human teeth", *J. Periodontol.*, 59 : 493-503, 1988.
8. Maiman, T.H. : "Stimulated optical radiation in ruby", *Nature*, 187 : 493-494, 1960.
9. Goldman, L., Hornby, P., Meyer, R., and Goldman, B. : "Impact of the laser on dental caries", *Nature*, 203 : 417, 1964.
10. Tseng, P., Gilkeson, C.F., and Liew, V. : "The effect of Nd : YAG laser treatment on subgingival calculus in vitro", *J. Dent. Res.*, 70(Spec. Issue) : 657(Abst # 62), 1991.
11. 조종희, 김병옥, 한경운 : "Nd : YAG laser 조사가 치근면 상아세관의 노출에 미치는 효과에 관한 주사전자현미경적연구", 「대한치주과학회지」, 23 : 564-576, 1993.
12. Ito, K., Nishikata, J., and Murai, S. : "Effects of Nd : YAG laser irradiation on removal of a root surface smear layer after root planing : A scanning electron microscopic study", *J. Periodontol.*, 64 : 547-552, 1993.
13. Morlock, B.J., Pippin, D.J., Cobb, C.M., Killoy, W.J., and Rapley, J.W. : "The effect of Nd : YAG laser exposure on root surfaces when used as an adjunct to root planing : An in vitro study", *J. Periodontol.*, 63 : 637-641, 1992.
14. 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.
15. Dederich, D.N., Zakariasen, K.L., and Tulip, J. : "Scanning electron microscopic analysis of canal wall dentine following neodymium-yttrium-aluminum-garnet laser irradiation", *J. Endodontics*, 10 : 428-431, 1984.

16. Nelson, D.G.A., Wefel, J.S., Jongebloed, W. L., and Featherstone, J.D.B. : "Morphology, histology and crystallography of human dental enamel treated with pulsed low energy infrared laser irradiation", *Caries Res.*, 21 : 411-426, 1987.
17. Oho, T., and Morioka, T. : "Argon laser irradiation increases the acid resistance of human enamel", *J. Dent. Health.*, 37 : 283-289, 1987.
18. Oho, T., and Morioka, T. : "A possible mechanism of acquired resistance of human dental enamel by laser irradiation", *Caries Res.*, 24 : 86-92, 1990.
19. Powell, G.L., Higuchi, W.I., Fox, J.L., and Yu, D. : "Enhancement of CO₂ laser effect demineralization of human enamel", *Lasers Surg. Med. Suppl.*, 3 : 18(Abst. # 59), 1991.
20. Weyrich, T., Donly, K.J., Wefel, J.S., and Dederich, D. : "An evaluation of the combined effects of laser and fluoride on tooth root surfaces", *J. Dent. Res.*, 73 : 146 (Abst. # 353), 1994.
21. Flaitz, C.M., Hicks, M.J., Westerman, G.H., Berg, J.H., Blankenau, R.J., and Powell, G. L. : "Argon laser irradiation and acidulated phosphate fluoride treatment in caries-like lesion formation in enamel : an in vitro study", *Pediat. Dent.*, 17 : 31-35, 1995.
22. Myers, T.D. and Myers, W.D. : "The use of a laser for debridement of incipient caries", *J. Prosthet. Dent.*, 53 : 776-779, 1985.
23. Nelson, D.G.A., Shariati, M., Glana, R., Shields, C.P., and Featherstone, J.D.B. : "Effects of pulsed low energy infrared laser irradiation on artificial caries like lesion formation", *Caries Res.*, 20 : 289-299, 1986.
24. Westerman, G.H., Hicks, M.J., Flaitz, C.M., Blankenau, R.J., Powell, G.L., and Berg, J.H. : "Argon laser irradiation in root surface caries : an *in vitro* study", *J. Am. Dent. Assoc.*, 125 : 401-407, 1994.
25. Stewart, L., Powell, G.L., and Wright, S. : "Hydroxyapatite attached by laser : a potential sealant for pits and fissures", *Oper. Dent.*, 10 : 2-5, 1985.
26. Westerman, G.H., Hicks, M.J., Flaitz, C.M., Blankenau, R.J., and Powell, G.L. : "Argon laser cured sealant and caries-like lesion formation", *J. Dent. Res.*, 70 : 493(Abst. # 1817), 1991.
27. Jensen, M.E., Kohout, J.M. : "The effect of a fluoridated dentifrice on root and coronal caries in older population", *J. Am. Dent. Assoc.*, 117 : 829-832, 1988.
28. Murray, J.J. : "Efficacy of preventive agents for dental caries. Systemic fluorides : water fluoridation", *Caries Res.*, 27 : 2-8, 1993.
29. Ogaard, B. : "Effects of fluoride on caries development and progression in vivo", *J. Dent. Res.*, 69 : 813-819, 1990.
30. Stamm, J.W., Banting, D.W., Imery, P.B. : "Adult root caries survey of two similar communities with contrasting natural water fluoride levels", *J. Am. Dent. Assoc.*, 120 : 143-149, 1990.
31. Peters, J.F.M., Zakariasen, K.L., Boran, T. L., and Baron, J.R. : "Effects of pulsed/non-pulsed CO₂ laser energy on enamel demineralization", *J. Dent. Res.*, 69 : 302 (Abst. # 1550), 1990.
32. Eick, J.D., Wilko, R.A., Anderson, C.H., and Sorensen, S.E. : "Scanning electron microscopy of cut tooth surfaces and identification of debris by use of the electron microscope", *J. Dent. Res.*, 49 : 1359-1368, 1970.
33. Urist, M.R. : "Bone histogenesis and morphogenesis in implants of demineralized

- enamel and dentin", *Oral Surg.*, 29 : 38, 1971.
34. Register, A.A., and Burdick, F.A. : "Accelerated reattachment with cementogenesis to dentin, demineralized in situ. II Defect repair", *J. Periodontol.*, 47 : 497, 1976.
 35. Garrett, J.S., Crigger, M., and Egelberg, J. : "Effects of citric acid on diseased root surfaces", *J. Periodont. Res.*, 13 : 155, 1978.
 36. Fine, D.H., Morris, M.L., Tabak, L., and Cole, J.D. : "Preliminary characterization of material eluted from the roots of periodontally diseased teeth", *J. Periodont. Res.*, 15 : 10-14, 1980.
 37. Daly, C.G. : "Antibacterial effect of citric acid treatment of periodontally diseased root surface *in vitro*", *J. Clin. Periodontol.*, 9 : 386-392, 1982.
 38. Polson, A.M., Frederick, G.T., Ladenheim, S., and Hanes, P.J. : "The production of a root surface smear by instrumentation and its removal by citric acid", *J. Periodontol.*, 55 : 443-446, 1984.
 39. Stahl, S.S. and Froum, S.J. : "Human clinical and histologic repair responses following the citric acid in periodontal therapy", *J. Periodontol.*, 48 : 261, 1977.
 40. Renvert, S. and Egelberg, J. : "Healing after treatment of periodontal intraosseous defects. II. Effects of citric acid conditioning of the root surface", *J. Clin. Periodontol.*, 8 : 459, 1981.
 41. Oles, R.D., Ibbott, C.G., and Lavery, W.H. : "Effects of citric acid treatment on pedicle flap coverage of localized recession", *J. Periodontol.*, 56 : 259-261, 1984.
 42. Terranova, V.P., Franzetti, L.C., and Hic, S. : "A biochemical approach to periodontal regeneration : Tetracycline treatment of dentin promotes fibroblast adhesion and growth", *J. Periodont. Res.*, 21 : 330-337, 1986.
 43. Wikesj, U.M.E., Baker, P.J., Christersson, L.A., Genco, R.J., Lyall, R.M., Hic, S., DiFiorio, R.M., and Terranova, V.P. : "A biochemical approach to periodontal regeneration : Tetracycline treatment conditions dentin surfaces", *J. Periodont. Res.*, 21 : 322-329, 1986.
 44. Frantz, B. and Polson, A. : "Tissue interactions with dentin specimens after demineralization using tetracycline", *J. Periodontol.*, 59 : 714-721, 1988.
 45. Lafferty, T.A., Gher, M.E., and Gray, J.L. : "Comparative SEM study on the effect of acid etching with tetracycline HCl or citric acid on instrumented periodontally-involved human root surfaces", *J. Periodontol.*, 64 : 689-693, 1993.
 46. Lowenguth, R.A. and Blieden, T.M. : "Periodontal regeneration : Root surface demineralization", *Periodontology 2000*, 1 : 54-68, 1993.
 47. Nightingale, S.H. and Sheridan, P.J. : "Root surface demineralization in periodontal therapy : Subject review", *J. Periodontol.*, 53 : 611-616, 1982.
 48. Lin, P.P., Ladner, J.R., Mitchell, J.C., Little, L.A., and Horton, J.E. : "The effect of a pulsed Nd : YAG laser on periodontally diseased root surfaces : A SEM study", *J. Dent. Res.*, 71(Spec. Issue) : 299(Abstr. # 1546), 1992.
 49. Spencer, 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.
 50. Tewfik, H.M., Garnick, J.J., Schuster, G.S., and Sharawy, M.M. : "Structural and functional changes of cementum surface following exposure to a modified Nd : YAG laser", *J. Periodontol.*, 65 : 297-302, 1994.

AN EFFECT OF Nd : YAG LASER IRRADIATION ON THE MICROHARDNESS OF ROOT SURFACE

Ahn, Jae-Hyeun, Kim, Byung-Ok, Han, Kyung-Yoon

Department of Periodontology, School of Dentistry, Chosun University

Root caries is very frequently developed on exposed root surface after periodontal surgical treatment.

In order to determine the anti-caries effect of Nd : YAG laser irradiation on periodontally exposed root surface, 40 mandibular molar teeth that had been extracted due to excessive periodontal destruction were used as the experimental teeth. All teeth were treated by the same procedure as conventional periodontal root treatment, ie thorough scaling, root planing and root conditioning with tetracycline HCl(100mg/ml, 5min.). Within middle one third of root, mesial half surface(20) or distal half surface(20) was randomly irradiated at various power of 1.0W, 2.0W, 3.0W and 4.0W for 60 seconds by non-contact(5mm) delivery of a pulsed Nd : YAG laser(EN.EL.EN060, Italy).

The microhardness was measured by Vickers microhardness tester(Wilson, USA) at 2 mm/second of jog speed under 100gm load. The difference of microhardness between irradiated side and non-irradiated side was statistically analyzed ANOVA and Duncan's method.

Following results were obtained :

1. The microhardness(Knoop hardness number) was significantly higher in laser irradiated surface than non-irradiated surface($p < 0.05$).
2. There was no significant difference in microhardness between experimental groups classified by different laser power($p > 0.1$).

The results suggest that Nd : YAG laser irradiation on exposed root surface after periodontal therapy may inhibit the root caries development by enhancing surface microhardness.