

Pulsed Nd : YAG Laser 조사의 Streptococcus mutans에 대한 효과

전남대학교 치과대학 구강내과학교실* · 의과대학 미생물학교실**

기 우 천* · 최 원 호* · 김 찬* · 오 종 석** · 정 진**

목 차

- I. 서 론
- II. 재료 및 방법
- III. 성 적
- IV. 고 찰
- V. 결 론
- 참고문헌
- 영문초록

I. 서 론

Einstein¹⁾이 레이저의 기본 원리를 제시한 이후 레이저에 관한 많은 연구가 진행되어 오던 중 1960년 Maiman²⁾이 인공 핑크 루비 결정체를 사용하여 순수한 적색 빛을 내는 루비 레이저를 최초로 개발함으로써 새로운 빛이 출현하게 되었다. 최근에는 광학의 발전에 따라 레이저의 발생을 위하여 고체, 기체, 액체 및 반도체 등의 다양한 매질을 사용하게 되었고, 이러한 각각의 레이저는 의학, 통신, 정밀과학, 기초과학, 정밀가공 등 과학기술 분야에 커다란 공헌을 하고 있다^{3,4)}. 치의학 분야에서는 1964년 Goldman 등⁵⁾이 발치된 치아에 루비 레이저를 조사하여 와동형성의 가능성을 최초로 보여준 이후, Gordon⁶⁾, Kinerly 등⁷⁾, Brune⁸⁾, Scheinin과 Kantola⁹⁾ 등이 와

동형성에 관한 실험 결과를 보고하였다. Lobene과 Fine¹⁰⁾, Stern 등¹¹⁾, Radvar 등¹²⁾은 레이저가 치면에 미치는 영향에 대해 연구하였고, Adrian 등¹³⁾, Kato와 Nagasawa¹⁴⁾, Stern 등¹¹⁾, 김과 기¹⁵⁾는 레이저 조사에 따른 치수의 온도 변화를 보고한 바 있다. Stern과 Sognnaes¹⁶⁾가 YAG 레이저 조사시 조사 부위에서 내산성이 강화되는 것을 발견하여 레이저가 치아우식의 예방에 이용될 수 있는 가능성을 제시한 이후 치아 우식 예방에 관한 연구들이 이루어져 왔다¹⁷⁻²¹⁾.

한편 조직에 전혀 손상을 초래하지 않으면서 구강병소에 대한 치료를 가능하게 하는 저출력 레이저광의 개발과 이용이 시도되어 Mester 등²²⁾, Porteder 등²³⁾, 김 등²⁴⁾, 박과 김²⁵⁾ 등은 창상 치유 효과에 대하여, Walker 등²⁶⁾은 진통작용에 대하여 조사 보고한 바 있다. 이와같이 레이저는 우수한 지혈효과, 시술시 우수한 시야확보, 인접 조직손상의 최소화, 술후 종창 및 동통감소, 술후 감염감소, 반흔조직 및 창상수축의 상당한 감소 등의 장점으로 사용이 점차 증가하고 있다²⁷⁾. 레이저의 평균 또는 멸균효과에 관한 연구도 활발하게 이루어지고 있는데, 근관치료^{28, 30)}와 치주치료³¹⁾의 적용여부에 대한 연구가 진행되어 오고 있으며, 연조직수술에서 사용되는 CO₂ 레이저의 항세균효과는 잘 확립되고 있고³¹⁾ 긍정적인 결과를 보이고 있다. Nd:YAG레이저에 의해 아직 상아-법랑경계를 침투하지 않은 치아우식

병소가 제거될 수 있으며, 소독될 수 있음을 암시하는 흥미있는 결론이 Myers와 Myers³²⁾의 연구에서 도출되었으며, 광섬유를 통한 유도가 가능하고 수분에 흡수가 적어 심부 침투성이 우수하며, 범람질의 파괴정도가 더 적어 임상에 보다 효과적인 것으로 알려진 Nd:YAG 레이저³³⁾에 대한 항균효과에 대해서는 그 연구결과가 명확하지 않은 실정이다.

이에 저자들은 pulsed Nd:YAG 레이저 조사가 구강내 우식 유발에 많은 역할을 하는 streptococcus mutans에 대해 미치는 영향을 관찰하여 다소의 지견을 얻었기에 보고하는 바이다.

II. 재료 및 방법

1. 세균배양

전남대학교 의과대학 미생물학교실에서 S. mutans 를 선택하여, 실험전에 확인하고 blood agar plates에 준배양한 후 Brain heart infusion broth에서 S. mutans 를 24시간 동안 배양하였다. 세균농도는 spectrophotometer를 이용하여 570nm의 파장에서 optical density 0.110으로 표준화하여 세균이 ml당 3×10^8 개가 되도록 하였다. 이 세균배양액중 50ul를 취하여 각 0.2ml씩 96 wells에 점적하였다.

2. 흑색소 및 Chlorhexidine 첨가

12개의 wells는 대조군으로 하고, 흑색소 첨가군은 총 60개의 wells중 각각 12개의 wells에 0.125%($1.25 \times 10^{-3}N$), 0.25%($2.5 \times 10^{-3}N$), 0.5%

($5.0 \times 10^{-3}N$), 1%(0.01N), 2%(0.02N) 농도의 흑색소(No. 67 opaque, Holbein works, LTD., Japan)를 첨가하여 실험아군으로 하였다. 또한 Chlorhexidine 첨가군 역시 총 60개의 wells중 각각 12개의 wells에 $3.125 \times 10^{-4}\%$, $6.25 \times 10^{-4}\%$, $1.25 \times 10^{-3}\%$, $2.5 \times 10^{-3}\%$, $5 \times 10^{-3}\%$ 농도의 Chlorhexidone[®](Hexamedin[®], Bukwang, Pham. Co., Seoul, Korea)을 첨가하여 실험아군으로 하였다.

3. 레이저 조사

레이저는 1,064nm의 파장, 최대 출력 8W와 최대 100pps의 펄스 반복율을 갖는 pulsed Nd:YAG 레이저(Sunrise Technology Inc., U.S.A.)를 사용하였으며, 320um의 광섬유를 통해서 조사하였다. 레이저 조사 조건은 대조군과 각 실험아군에서 3개의 wells는 비조사군으로 하고, 3개의 wells씩 20J(2W, 10 sec), 40J(2W, 20 sec), 60J (3W, 20 sec)의 에너지로 조사하였으며, 펄스반복율은 20pps로 일정하게 하였다. 조사범위는 조준레이저가 well의 직경(직경 6.5mm)과 일치되도록 한후 비접촉법으로 조사하였다. 각 조사에너지에 따른 총 에너지 밀도는 표 1과 같다.

4. Agar 평판에서의 배양

레이저 조사후 즉시 각 well에서 50ul를 취하여 0.6% Hush agar를 가한 BHI 배지 2ml와 혼합한후 agar 평판에 뿌렸다. 모든 agar 평판은 CO₂ incubator에서 18시간동안 배양한 후, 세균4 집락의 수를 세었다.

Table 1. Nd:YAG laser parameters in this experiment

Power (W)	Time (sec)	pps	Energy (J)	Display (mJ)	Output (J/cm ²)	Energy density (J/cm ²)
2	10	20	24	100	124	58.82
2	20	20	40	100	124	117.65
3	20	20	60	150	187	176.47

W=watts, pps=pulse per second, mJ=millijoules

5. 온도 측정

대조군과 각 실험아군과 동일한 조건으로 각각 1 well에 배양액을 점적하고 레이저 조사시 온도변화를 CT-1200 디지털 온도계(Custom Inc., Tokyo, Japan)로 측정하였다.

6. 통계학적 검증

이상에서 얻어진 자료를 SAS의 GLM(generalized linear model analysis)과 Duncan's multiple range test를 이용하여 통계학적 유의성을 검증하였다.

III. 성 적

대조군에 비해 레이저만 조사한 군에서 세균이 더 감소 하였으며, 20J 레이저 조사군에서 가장 많은 세균의 감소를 보였으나, 각 군간의 유의한 차이는 없었다(Fig. 1).

0.125%, 0.25% 흑색소 첨가군에서는 60J 레이저 조사군이 비조사군 및 다른 조사군에 비하여 현저한 세균 감소를 보였고, 0.5%, 1% 흑색소 첨가군에서는 40J, 60J 레이저 조사군에서 유의한 세균 감소를 보였다($p < 0.05$). 2% 흑색소 첨가군에서는 조사군이 비조사군에 비하여 유의한 감소를, 40J, 60J 조사군이 20J 조사군에 비해 현저한 차이를 보였으며, Agar 평판상에 세균 집락이 관찰되지 않았다($p < 0.05$). 흑색소 첨가군중 레이저 비조사군에서는 흑색소 농도에 따른 차이를 관찰할 수 없었다(Fig. 1).

Chlorhexidine 첨가군에서 레이저 조사량의 증가에 따른 유의한 변화는 관찰되지 않았다.

Chlorhexidine 첨가 농도가 증가함에 따라 세균수는 감소하였으며, 특히 0.005% 농도에서 유의한 세균 감소가 관찰되었다($p < 0.05$)(Fig. 2). 온도 측정시 모든 군에서 레이저 비조사시 배양액내 온도(평균 24.2°C)로 부터 레이저 조사량이 증가함에 따라 온도가 상승하였다. 흑색소 첨가군에서는 흑색소 농도와 레이저 조사량의 증가에 따라 현저히 상승하였으며, 60J 에너지, 2%

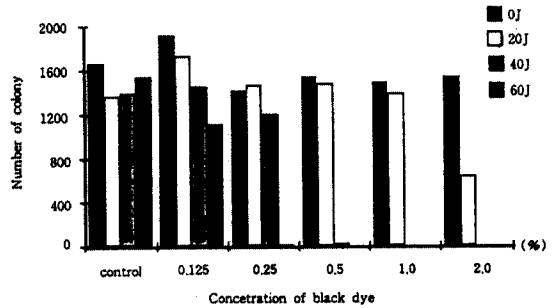


Fig. 1 Number of bacterial colony according to change of concentration of black dye

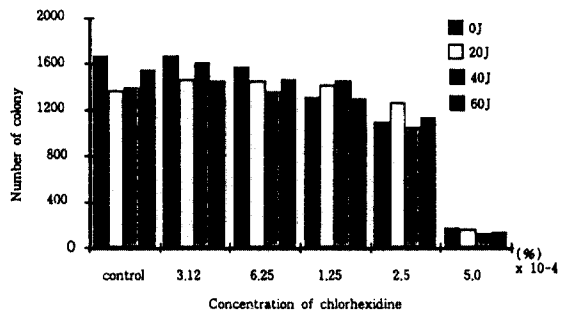


Fig. 2 Number of bacterial colony according to change of concentration of chlorhexidine

흑색소 첨가군은 95.1°C까지 상승하였다. 그러나 Chlorhexidine 첨가군은 레이저 조사량의 증가에 따라 점진적으로 온도가 상승하는 경향을 보였으나 비조사시와 60J 에너지 조사군의 온도차가 7.9~10.4°C 정도로 크지 않았으며, Chlorhexidine 농도에 따른 경향은 관찰되지 않았다 (Table 2.).

IV. 고 찰

레이저는 특정 조건하에서 고체, 기체, 액체 및 반도체의 매질에 빛을 비추어 동일한 파장을 지

Table 2. Change of temperature in culture medium during laser irradiation

Energy	0J	20J	40J	60J		20J	40J	60J
Control	24.2	26.8	28.0	31.8				
Dye(%)					Chlorhexidine(%)			
0.125		36.1	40.1	47.2	3.1×10^{-4}	27.0	32.1	32.1
0.25		39.0	47.0	57.5	6.3×10^{-4}	26.5	30.7	34.6
0.5		45.1	54.7	69.9	1.25×10^{-3}	26.4	3.6	33.4
1.0		45.0	74.2	91.1	2.5×10^{-3}	26.0	30.3	34.6
2.0		49.1	79.9	95.1	5.0×10^{-3}	26.7	29.8	32.3

닌 빛이 많이 방출되게 함으로써 얻어지며, 강한 에너지 집중성과 고밀도, 단색성, 지향성 및 고휘도성의 특징을 가진 빛이다. 레이저의 방사에너지가 조직에 의해 흡수될 때 광화학적작용, 광열적작용, 광역학적작용, 광전기적등의 네가지 기본적인 상호작용으로 조직에 대한 반응을 나타낸다³³⁾.

최근 치의학 분야에서 유용성이 높아지고 있는 Nd:YAG 레이저는 1,064nm 파장으로 전자기 스펙트럼상 적외선영역, 비이온화성이며 따라서 비열연변이성 광이다. Nd:YAG 레이저는 광섬유 접촉식 전달체계로 절단과 소작을 동시에 할 수 있으며, 마취나 다른 기구들의 사용이 적어지므로 환자가 편안감을 느낄 수 있고 출혈을 감소시켜주고, 동통없이 많은 양의 조직을 용이하게 제거할 수 있을 뿐만 아니라 다른 약물의 필요성 및 잠재된 약물상호작용의 또 다른 연쇄고리를 제거할 수 있다는 장점을 가진다. 또한 광섬유를 통해 전달가능하므로 구강내에서의 접근이 용이하고 조직과 접촉하거나 비접촉형으로 사용될 수도 있다³⁴⁾. 출력, 에너지 방출 방식 등에 따라 여러 종류의 Nd:YAG 레이저가 있으며, 본 연구에서는 pulsed type을 이용하였다.

Zakariasen 등³⁵⁾은 탄산가스 레이저의 항균효과에 대하여 $6.25\text{KJ}/\text{cm}^2$ 의 에너지 밀도에서 5J의 에너지로 조사하였을 때 *S. mutans*의 99.9%의 감소를 가져왔다고 하였고, *S. snaguis*의 경우 이의 세배에 해당하는 에너지에서 같은 효과를 얻을 수 있다고 하여 레이저 광의 조사각도와 방향이 정확하다면 치근단 질환 치료시 항균효

과를 얻을 수 있다고 하였다. Dederich 등³⁶⁾은 탄산가스레이저 5J이상의 에너지에서 *S. mutans*, *sanguis*, *mitior*와 *Actinomyces Viscosus*의 멸균율이 99.4%였다고 하였다. Stabholz 등³⁷⁾은 Argon fluoride Eximer 레이저를 *S. mutans*에 조사한 결과 세균성장의 억제에 레이저 조사로 가능하며 $0.7\text{J}/\text{cm}^2$ 이상의 에너지로 8초 이상 조사시 우수한 항균효과를 보였다고 하였다. Schultz 등³⁸⁾은 Nd:YAG 레이저를 이용하여 600J이상의 에너지에서 구강의 세균인 *Psuedomonas auruginosa*에 대해 살균효과를 보였다고 하였다. Cobb 등³⁹⁾은 Nd:YAG 레이저를 이용하여 치은 연하에 10J의 에너지를 60초간 조사한 경우 성인성 치주염 환자의 치태에서 *Porphyromonas gingivalis*와 *Prevotella intermedia*의 비율이 현저히 감소하였다고 하였다. 그러나 Hardee 등²⁸⁾은 레이저 단독 또는 NaOCl과 함께 사용하는 것이 NaOCl을 단독으로 사용하는 것보다 효과적이라고 말하기 어렵다고 의문을 표하면서 이 모든 경우에도 근관내에서 완전한 멸균을 이루지 못하였다고 보고하였으며, McGuff와 Bell⁴⁰⁾은 루비, Nd:YAG, He-Ne 레이저를 같은 미생물에 조사한 후 살균효과를 보지 못하였다고 하였다. Block 등⁴¹⁾은 *Bacillus subtilis*에 의해 감염된 인공매식물에 Nd:YAG 레이저를 이용하여 매식물에 조사한 결과 ethylene oxide gas에 소독한 경우에 비하여 멸균력이 좋지 않았다고 하였다. 본 연구에서도 흑색소를 첨가하지 않고 레이저만 조사한 군에서 레이저 조

사랑에 따른 차이를 관찰할 수 없었다. 멸균효과가 있었다고 보고된 경우들은 탄산가스 레이저를 이용하였거나 지나치게 높은 에너지 조사량과 긴 시간을 필요로 하였다. Cobb등³⁹⁾은 치근면의 백악질등에 charring과 carbonization이 나타나 치근부 물질의 pitting, cratering, melting과 resolidification등의 고에너지 레이저 조사에 따른 치아경조직에 대한 부작용에 대하여 보고하였으며, Hardee 등²⁸⁾은 냉각제를 사용하지 않고 레이저를 조사한 경우 마지막에는 너무 뜨거우며, 치근 주위 조직에 영향을 미치게 된다고 하였다. 이와 같은 보고들과 본 연구 결과를 살펴볼 때 Nd:YAG 레이저의 *S. mutans*에 대한 광화학적 또는 광역학적 상호작용은 없는 것으로 생각되었다.

레이저는 그 종류에 따라 친화성을 가지는 색소가 다르다. He:Ne 레이저와 Ga-Al-Ar 레이저는 Toluidine blue에 친화성을 가지며⁴²⁻⁴⁴⁾, Ar 레이저와 Nd:YAG 레이저는 짙은 색깔에 대하여, Ho:YAG 레이저는 백색에 대하여 친화력을 가진다³⁴⁾. 반면 탄산가스 레이저는 색깔 보다는 수분에 친화력을 갖는다³⁴⁾. Rooney등⁴⁵⁾은 Nd:YAG 레이저를 이용하여 *Enterococcus faecalis*에 대한 효과에서 흑색의 색소를 처리하고 조사한 경우 그렇지 않은 경우에 비하여 10,000배 이상의 멸균효과를 보였다고 하였다. 본 연구에서도 흑색소 첨가군에서 흑색소의 농도와 레이저 조사량이 증가함에 따라 항균 효과가 현저히 나타남을 관찰할 수 있었다. 그러나 비조사군에서는 세균의 감소가 관찰되지 않아 흑색소 자체의 세균에 대한 독성 등에 의한 항균 효과는 없는 것을 알 수 있다.

흑색소를 첨가하지 않은 배양액은 황색을 나타내므로 Nd:YAG 레이저의 흡수가 잘 되지 않는 것으로 사료되며, 이는 *Pseudomonas aeruginosa*에 비하여 *E. coli*나 *S. aureus*에 대한 항균 효과가 적은 이유는 *E. coli*는 색소를 만들지 못하며, *S. aureus*는 황색을 보이기 때문이라는 Schultz 등³⁸⁾의 보고, 레이저 광선이 너무 투명하거나 반사가 심하면 작용을 하지 못한다고 언급한 McGuff와 Bell⁴⁰⁾의 의견과 일치한다고 볼 수

있다.

Chlorhexidine은 광범위한 항균작용을 가진 피부, 점막의 살균소독제로써 합수제로 사용할 때 구강내 저류시간이 길어 지속적인 항균, 항진균 효과를 나타내므로 염증을 억제하고 구취를 없애주는 약품이다. 따라서 Chlorhexidine은 단독으로도 항균효과를 나타낼 수 있으며, 본 연구 결과에도 Chlorhexidine 첨가 농도가 증가함에 따라 세균수는 감소하는 것으로 나타났다. 그러나 완전히 멸균 시키지 못한 결과는 본 실험을 하기전 예비실험시 Chlorhexidine 0.05%에서 멸균되어 저농도에서의 효과를 관찰함과 동시에 레이저와의 상호작용 여부를 관찰하고자 농도를 최고 0.005%로 조정하였기 때문이다. 그러나 Chlorhexidine 첨가군에서 레이저 조사량의 증가에 따른 유의한 변화는 관찰되지 않았다. 그 이유는 투명하기 때문인 것으로 생각된다.

온도 측정시 모든 군에서 레이저 비조사시 배양액내 온도로 부터 레이저 조사량이 증가함에 따라 온도가 상승하였다. 흑색소 첨가군에서는 흑색소 농도와 레이저 조사량의 증가에 따라 현저히 상승하였으며, 최고 95.1℃ 상승하였다. Chlorhexidine 첨가군은 레이저 조사량의 증가에 따라 점진적으로 온도가 상승하는 경향을 보였으나 차이가 크지 않았으며, Chlorhexidine 농도에 따른 경향은 관찰되지 않았다. Schultz 등³⁸⁾은 *S. aureus* 등의 세균은 55-60℃ 열에 1시간이상 노출될 경우 죽게된다고 하였으며, 60℃ 이상 온도가 상승하였을 때, 세균의 수가 크게 감소하였다고 보고하였다. 본 연구에서도 약 50℃ 이상에서 *S. mutans*의 수는 현저히 감소하고, 약 70℃ 이상에서 멸균되었다. 즉 pulsed Nd:YAG 레이저의 항균효과는 흑색소의 도움을 받아 광열적 상호작용으로 나타나는 것으로 결론지을 수 있을 것이다. 본 연구 또는 여러 선행들의 연구에 의하면 높은 에너지 조사량과 긴 시간의 조사를 필요로 하는데 그럴 경우 주위 정상 조직의 손상이 우려된다. 그러나 본 실험은 실내온도 21.7℃, 배양액 평균온도 24.2℃에서 시행한 결과이며, 만일 체온과 유사한 37℃에서 조사한다면 조사량과 시간을 줄일 수 있을 것으로 생각되며,

이에 대한 연구가 시행되어져야 할 것이다.

V. 결 론

*S. mutans*에 대한 pulsed Nd:YAG 레이저의 항균효과에 대하여 관찰하기 위하여 *S. mutans*를 배양한 후 표준화하여 96 wells에 점적하고, 흑색소 및 Chlorhexidine 첨가 후 pulsed Nd:YAG 레이저를 조사하였다. 흑색소와 Chlorhexidine 첨가군은 농도에 따라 각각 5개군으로 나누고, 이들 첨가군과 대조군 모두에 대하여 비조사군, 20J, 40J, 60J 에너지의 레이저 조사군으로 세분하였다. 레이저 조사후 agar 평판에 뿌리고 18시간동안 배양한 후 세균의 집락수를 세어 비교분석 하였으며, 레이저 조사시 배양액의 온도를 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 레이저만 조사시 대조군에 비하여 조사량에 따른 *S. mutans*의 감소는 유의한 차이를 보이지 않았다.
2. 흑색소 첨가시 흑색소 농도에 따른 차이는 없었으나 흑색소 농도와 레이저 조사량이 증가함에 따라 *S. mutans*는 현저히 감소하였다.
3. Chlorhexidine 첨가시 Chlorhexidine 농도 증가에 따른 *S. mutans*의 감소를 보였으나, 레이저 조사량에 따른 차이는 없었다.
4. 레이저 조사량의 증가에 따라 배양액의 온도는 상승하였으며, 약 50℃ 이상에서 *S. mutans*의 수는 현저히 감소하고, 약 70℃ 이상에서 멸균되었다.

이상의 결과로 보아 pulsed Nd:YAG 레이저는 흑색소에 대한 흡수 친화력을 보이며, pulsed Nd:YAG 레이저의 *S. mutans*에 대한 항균효과는 온도의 증가에 의한 것으로 사료된다.

참고문헌

1. Einstein, A. : Verk Deutsch Phys. Ges. 18: 318, 1916. cited from Stern, R.H. and Sognnaes, R.F. : Laser beam effect on dental hard tissues. J. Dent. Res., 43:873, 1964.
2. Maiman, T.H. : Stimulated optical radiation in ruby. Nature 187:493, 1960.
3. 이상수(Caroll, J.M. 원저) : 레이저 이야기, 전파과학사, 현대과학신서 No. 56, pp. 55-106, 1976.
4. 오명, 강문호 : 레이저 응용. 청문각, pp. 67-85, 1984.
5. Goldman, L., Hornby, P., Meyer, R., and Goldman, B. : Impact of the laser on dental caries. Nature 203:417, 1964.
6. Gordon, T.E. : Single-surface cutting of normal tooth with ruby laser. J. Am. Dent. Assoc. 74:398-402, 1967.
7. Kinersly, T., Jarabak, J.P., Phatak, N.M. and DeMent, J. : Laser and teeth. New York Dent. J., 32:56-58, 1966.
8. Brune, D. : Interaction of pulsed carbon dioxide laser beams with teeth in vitro. Scand. J. Dent. Res., 88:301-305, 1980.
9. Scheinin, A., and Kantola, S. : Laser-induced effects on teeth structure. I. Crater production with a CO2 laser, Acta Odont. Scand., 27:173 -179, 1969.
10. Lobene, R.R., and Fine, S., : Interaction of laser radiation with oral hard tissue. J. Protho. Dent., 16:586-597, 1966.
11. Stern, R.H., Vahl, J. and Sognnaes, R.F. : Lased enamel : Ultrastructural observations of pulsed carbon dioxide laser effects. J. Dent. Res., 51: 455-460, 1972.
12. Radvar M., Creamor S.L., Gilmour W.H., Payne A.P., McGadey J., Foye R.H., Whitters C.J. and Kinane D.F. : An evaluation of an Nd:YAG laser on subgingival calculus, dentin and cementum. An in vitro study. J. Clin. Periodontol., 22:71-77, 1995.
13. Adrian, J.C., Bernier, J.L. and Sprague, W.G. : Laser and the dental pulp, J. Am. Dent. Assoc., 83:113-117, 1971.
14. Kato, K. and Nagasawa, A. : Basic study on change of temperatue of a tooth after CO2 laser irradiation. J. Jap. Soc. Laser Med., 1:294- 299, 1980.
15. 김재형, 기우천 : pulsed Nd:YAG 레이저의 조사거리에 따른 상아질의 온도 변화. 대한구강내과학회지, 20(2):327-334, 1995.
16. Stern, R.H. and Sognnaes, R.F. : Laser effect on dental hard tissue. J. S. Calif. Dent. Assoc., 33:17-19, 1965.
17. Yamamoto, H. and Sato, K. : Prevention of dental caries by acousto-optically Q-switched Nd-YAG laser irradiation. J. Dent. Res. 59: 137, 1980.
18. Yamamoto, H. and Ooya, K. : Potential of Yttrium-

- aluminum-garnet laser in caries prevention. *J. Oral Path.*, 3:7-15, 1974.
19. 모현철, 양규호 : Nd-YAG 레이저 조사와 불소도포가 법랑질의 내산성 변화에 미치는 영향에 관한 실험적 연구. *대한소아치과학회지*, 19:141-150, 1992.
 20. 이안희, 기우천 : Pulsed Nd-YAG 레이저 조사와 불소화합물도포가 치아 내산성 변화에 미치는 영향. *대한구강내과학회지*, 20(2):429-443, 1995.
 21. 박준봉, 기우천 : Pulsed Nd-YAG 레이저 조사와 불소화합물도포가 초기 우식법랑질의 표면경도에 미치는 영향. *대한구강내과학회지*, 21(2):207-224, 1996.
 22. Mester, E. : Clinical results of laser stimulation and experimental studies on its mechanism of action. *Minerva(Ita)*, 72:2195, 1981.
 23. Porteder, H., et. al. : Effect of helium-neon lasers on the promotion of wound healing. *Osterrz Stomatol.*, 80:333, 1983.
 24. 김기석, 김영구, 정성창 : 저출력 레이저 광선이 백서연조직의 창상치유에 미치는 영향에 관한 실험실적 연구. *대한구강내과학회지*, 10:91-104, 1985.
 25. 박영진, 김종열 : 저출력 레이저 광선이 가토의 손상치유에 미치는 영향. *대한구강내과학회지*, 19(1):73 -92 , 1994.
 26. Walker, J. : Relief from chronic pain by low power laser irradiation. *Neurosci. Lett.*, 43:339 , 1983.
 27. Pick, R.M., Pecaro, B.C., and Silberman, C.J. : The laser gingivectomy ; The use of the CO2 laser for the removal of phenytoin hyperplasia. *J. Periodontol.*, 56:492-496, 1985.
 28. Hardee, M., Miserendino, L.J. and Kos, W. : Evaluation of intracanal Nd:YAG laser irradiation. *J. Endodontics*, 16:194, 1990.
 29. Miserendino, L.J.: Sterilization of bacterially contaminated root apices by CO2 laser irradiation. *J. Endodontics*, 14:198, 1988.
 30. Hardee, M., Miserendino, L.J., Kos, W. and Walia, H.: Evaluation of the antibacterial effects of intracanal Nd:YAG laser irradiation. *J. Endodontics*, 20:377-380, 1994.
 31. Pick, R.M., Pecaro, B.C. and Sibermann, C.J.: The laser gingivectomy. *J. Periodontol.*, 56:492 -494, 1985.
 32. Meyers, T. and Meyers, W. : The use of a laser for debriement of incipient caries. *J. Prosth. Dent.*, 53:776-779, 1985.
 33. 박준상, 김기석 ; 레이저 치의학, 덴탈기획. pp. 5-19, 1995.
 34. Goldstein, A., White, J. and Pick, R.M. : Clinical applications of the Nd:YAG laser ; *Laser in dentistry*, Quintessence, pp. 199-216, 1995.
 35. Zakariasen K.L., Dederich, D.N., Tulip, J., Decoste, S., Jensen, S. and Pickard, M. : Bactericidal action of carbon dioxide laser radiation in the experimental dental root canals. *Can. J. Microbiol.* 32:942-946, 1986.
 36. Dederich, D.N., Pickard, M.A., Vaughn A.S., Tulip, J. and Zakariasen K.L. : Comparative bactericidal exposure for selected oral bacteria using carbon dioxide laser radiation. *Lasers Surg. Med.*, 10:591-594, 1990.
 37. Stabholz, A., kettering, J., Neev, J. and Torabinejad, M.: Effects of the XeCl Eximer laser on Streptococcus mutans. *J. Endodontics*, 19:232-235, 1993.
 38. Schultz, R.J., Harvey, G.P., Fernandez- Beros, M.E., Krishnamurthy, S., Rodriguez, J.E. and Cabello, F. : Bactericidal effects of the Neodymium:YAG laser : In vitro study. *Lasers Surg. Med.*, 6:445-448, 1986.
 39. Cobb, C.M., McCawley, T.K. and Killooy, W.J.: A preliminary study on the effects of the Nd:YAG laser on root surfaces and subgingival microflora in vivo. *J. Periodontol.*, 63(8):701- 707, 1992.
 40. McGuff, P.E. and Bellm, E.J. : The effect of laser energy radiation on bacteria. *Med. Biol.* III 16:191-193, 1966.
 41. Block, C.M., Mayo, J.A. and Evans, G.H.: Effects of the Nd:YAG laser on plasma sprayed and hydroxyapatite coated titanium dental implants: surface alternation and attempted sterilization. *Int. J. Oral and Maxillofacial implants*, 7(4):441-449, 1992.
 42. Wilson, M. : Bacteriocidal effects of laser light and its potential use in the treatment of plaque related diseases. *Int. Dent. J.*, 44:181-189, 19 94.
 43. Wilson, M. and Mia, N.: Sensitization of Candida albicans to killing by low-power laser light. *J. Oral Path. Med.*, 22(8):354-357, 1993.
 44. Wilson, M., dobson, J. and Sarkar, S.: Sensitization of periodontopathogenic bacteria to killing by light from a low-power laser. *Oral Microbiol. Immunol.*, 8(3):182-187, 1993.
 45. Rooney, J., Midda, M. and Leeming, J. : A laboratory investigation of the bacterial effect of a Nd:YAG laser. *Br. Dent. J.*, 176:61-64, 1994.

- ABSTRACT -

A Study on the Antibacterial Effects of Pulsed Nd : YAG Laser Irradiation to Streptococcus Mutans

Woo-Cheon Kee*, D.D.S., Ph.D., **Weon-Ho Choi***, D.D.S., M.S.D., **Chan Kim***, D.D.S.,
Jun Jung**, D.D.S., Ph.D., **Jong-Suk Oh****, M.D., Ph. D.,

** Department of Oral Medicine, College of Dentistry and ** Department of Microbiology, School of Medicine, Chonnam National University*

In order to investigate the antibacterial effects of pulsed Nd:YAG Laser concerning to Streptococcus mutans, Streptococcus mutans was cultured and standardized and plated in 96 well plates. After that, black dye and chlorhexidine were applied and pulsed Nd:YAG Laser was irradiated to plates. Experimental groups which was applied with black dye and chlorhexidine were divided into 5 groups by concentration. And experimental groups and control group were subdivided as unlased and lased of 20, 40, and 60J.

After laser irradiation, All groups were plated in agar plates and incubated for 18 hours. Bacterial colonies were counted and analysed comparatively, and the temperature of culture medium was measured on every laser irradiation.

The results were obtained as follows;

1. In case of laser irradiation only, there is no significant reduction in number of Streptococcus mutans by irradiated energy of Laser.
2. In case of black dye application, there is no difference by concentration of black dye but there is decrease when applied Laser and black dye simultaneously.
3. When applied chlorhexidine, the number of Streptococcus mutans was decreased according to increase of concentration, but there is no difference by irradiated energy of laser.
4. The temperature of culture medium was increased according to increase of irradiated energy of Laser, and the number of Streptococcus mutans was reduced remarkably just above 50 centigrade and killed above 70 centigrade.

As above results, pulsed Nd:YAG Laser has well-absorbing affinity to black dye. And antibacterial effect of pulsed Nd:YAG Laser against Streptococcus mutans is seemed to be due to increase of temperature.