

Nd:YAG 레이저 조사에 의한 근관벽의 색소 침투도 및 표면 변화에 관한 연구

단국대학교 치과대학 보존학교실

이경범 · 신동훈

Abstract

DYE PENETRATION AND SURFACE CHANGE OF ROOT CANAL WALL BY Nd : YAG LASER IRRADIATION

Kyoung-Beom Lee, D. D. S., Dong-Hoon Shin, D. D. S., M. S. D., Ph. D.
Dept. of Conservative Dentistry, School of Dentistry, Dankook University

Recently, there have been attempts to obstruct the dentinal tubules and remove the smear layer by way of laser irradiation in the root canal during endodontic treatment. This treatment was designed to make the root canal to be nonporous. Using 33 extracted single rooted teeth, 30 teeth were divided into 3 groups (10 each), and 3 teeth were used as samples for SEM. Using Nd : YAG laser, the control group was not irradiated, experimental group 1(1W group) was irradiated with 1W, 15pps, 15sec., 3 times, 6.7mJ and experimental group 2(3W group) was irradiated with 3W, 15pps, 15sec., 3 times 20mJ. Thereafter the roots were immersed in methylene blue for 8 hours, and the dye infiltration pattern was observed under stereomicroscope and canal wall surface change was observed under SEM.

The results are as following ;

1. As a result of evaluating the dye infiltration rate of the apical and middle 1/3, there was significant difference between control group and 1W group, control group and 3W group and there was no significant difference between 1W group and 3W group .
2. In each group, as a result of comparing the dye infiltration rate of the apical and middle 1/3, there was no significant difference in control and 1W group but significant difference in 3W group.
3. In the control group smear layer was scarcely found and many dentinal tubules were found to be open.
4. In the 1W group, the number of dentinal tubules were decreased and gradual changes of the dentin surface could be seen and 3W group , almost no dentinal tubules could be found and the dentin surface was changed a little more and showed signs of partial fusion.

I. 서 론

레이저(LASER : Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation)는 외부전원(external power source)이 매질(laser medium)을 자극함으로써 형성되는 빛의 일종으로 단일파장을 가지며 응집(coherence), 시준(collimation)되는 성질을 가지고 있다¹⁾. 1960년 Maiman²⁾에 의해 최초로 루비 레이저가 개발되었고 그 후 He-Ne레이저, CO₂레이저, Argon레이저, Nd-Glass레이저, Nd : YAG레이저 등의 여러 가지 레이저들이 개발되었다. 이러한 레이저는 최근까지 많은 발전을 이루어오고 있으며 의료분야뿐 아니라 항공, 정보, 계측, 제조업, 방송, 사무 등 다양한 분야에서 널리 사용되고 있다.

치의학 분야에서는 1964년 Goldman등³⁾에 의해 루비레이저가 처음으로 도입되었고 Stern과 Sognnaes⁴⁾가 루비레이저로 와동형성을 시도한 바가 있으며 Taylor⁵⁾, Kinerslay⁶⁾, Loebene⁷⁾, Peck등⁸⁾이 루비레이저를 이용하여 치질과 연조직의 변화에 대해 연구한 바 있다. 최근 치과용 레이저의 사용분야는 연조직 제거, 치아우식 제거, 와동형성, 파민성치아의 처치, 치질의 물리화학적 성질의 변화, 근관치료분야 등을 들 수 있다. Stern등⁹⁾과 Kantola¹⁰⁾가 CO₂ 레이저를 사용하여 치아조직의 구조적 변화를 관찰하였고 Melcer등¹¹⁾이 CO₂레이저로 치아우식을 처치하였으며 Frame등¹²⁾과 Pick등¹³⁾이 CO₂레이저를 각각 종양제거와 파중식된 치은제거에 사용한 바가 있다. 또한 Stabholz는 XeCl 308nm Excimer레이저¹⁴⁾와 ArF-193nm Excimer 레이저¹⁵⁾를 사용하여 상아세관의 폐쇄를 시도하기도 하였다.

근관치료는 근관와동형성, 근관형성, 근관충전의 과정으로 이루어지며 이 중 근관형성의 목적은 근관계의 모든 조직잔사, 염증산물, 세균들을 제거하는 데에 있다. Sodium hypochlorite와 수동기구조작으로 시행해오던 일반적인 근관형성 방법으로 근관내의 모든 잔사들을 완전히 제거하기는 어렵다고 보고되고 있다¹⁶⁾. 또한 근관벽에 도말층이 잔존할 수 있으며 이

로 인해 근관내를 완전밀봉시키기 어려운 점이 지적되고 있다¹⁷⁾. Kennedy등¹⁸⁾은 도말층존재 하에서 Gutta-percha로 근관충전시 치근단 누출도가 증가함을 보고하였고, Goldberg등¹⁹⁾은 chelating agent로 도말층을 제거하여 깨끗하고 부드러운 상아질벽을 만듦으로써 근관충전을 적절하게 할 수 있다고 보고하였다. 근관에 들어와서 근관내에 레이저를 조사하여 조직잔사 및 도말층을 제거하고 근관벽 상아질을 재결정화시켜 무공성으로 만드려는 시도가 Dedrich등²⁰⁾, Levy²¹⁾, Onal등²²⁾, Miserendino등²³⁾, Machida등²⁴⁾에 의해 이루어졌다.

이에 본 실험에서는 근관내에 레이저를 조사하여 근관벽 표면변화 및 색소 침투도를 관찰하여 상아질의 재결정화에 의해 근관내가 밀봉될 수 있는지를 확인하기 위해 Nd : YAG 레이저를 각각 에너지량을 달리하여 근관내에 조사한 후 색소를 침투시켜 색소침투양상을 실험현미경으로 관찰하고 근관벽 표면변화는 주사전자 현미경으로 관찰하여 다소의 지견을 얻었기에 보고하는 바이다.

II. 실험 재료 및 방법

가. 실험재료

발거된 33개의 단근치를 대상으로 하였으며 치근에 부착된 치석등 이물질을 스케일러로 제거하고 치수강을 개방한후 근관입구를 관찰하여 근관이 2개인 것은 제외시켰다. 근관치료과정을 원활히 수행하기 위해 백아법량경계부에서 절단하여 치근부만 처음 1시간동안은 NaOCl용액에 보관하고 그 후에는 생리식염수에 보관하여 실험에 사용하였다. #10 K-flexo file로 치근단공을 통과시켜보아 치근단공이 막히거나 근침부가 파절된 것은 실험에서 제외시켰다.

실험에 사용된 치과용레이저는 1064nm의 Nd : YAG laser (Excel Duopulse 2000 U.S. A.)로서 최대출력 10watts, pulse rate는 100 Hz까지 조절가능하며 632.5nm의 He-Ne laser를 보조광선으로 사용하였다.

표 1. 군의 분류

군	레이저 조사	조사시간	watts	에너지량
대 조 군	No	0초	0W	0mJ
1 W 군	Yes	15초(3회)	1W	6.7mJ
3 W 군	Yes	15초(3회)	3W	20mJ

나. 실험방법

#10 K-flexo file을 근관내에 삽입하여 치근단공에서 보이기 시작했을때의 길이보다 1mm 짧게 근관장을 정하여 통법에 따라 #40 file까지 단계적으로 근관을 형성한 후 #1, #2, #3 Gate-glidden drill을 사용하여 상부근관을 확대하였다. 33개의 치아중 30개의 치아는 각각 10개씩 3개의 군으로 분류하였고 남은 3개의 치아는 주사전자현미경을 위한 표본으로 설정하였다. 대조군은 레이저 조사를 하지 않았고 1W군은 1W, 15pps, 15sec, 3회, 6.7mJ의 에너지량으로 레이저를 조사하였으며 3W군은 3W, 15pps, 15sec, 3회, 20mJ의 에너지량으로 레이저를 조사하였다. 레이저 조사는 quartz fiber-optic system을 이용하여 작업장 길이에서 1~2mm정도 짧게 설정한 길이까지 fiberoptic tip을 삽입하였으며 그 지점에서 상,하로 이동시키면서 레이저를 조사하였다. 1W군, 3W군과 대조군 모두 치근단공 주위 약 1mm를 제외한 모든 치면을 nail varnish로 2회 도포하였다. 근관을 통해 색소가 침투할 수 있도록 #15 file을 근단공으로 통과시켰으며 치아를 2% 메틸렌블루 염색액에 8시간동안 침전시킨 후 흐르는 물로 수세하였다. 시편을 교정용 레진에 포매하였고 Microtome과 0.3mm Diamond lisk를 이용, 치근을 근관을 따라 수직절단하였다. 근관벽의 색소침투도 측정은 치근단 1/3 부분과 치근중앙 1/3부분에서 20배의 실물현미경을 이용하여 시행하였고 레이저 조사후의 근관벽 표면변화를 주사전자현미경으로 관찰하였다.

0 : 색소침투가 전혀 되지 않은 것

1 : 근관벽에서 치근외면까지의 거리를 3등분 하였을 때, 1/3이내까지의 색소침투

2 : 근관벽에서 치근외면까지의 거리를 3등분 하였을 때, 2/3이내까지의 색소침투

3 : 근관벽에서 치근외면까지의 거리를 3등분 하였을 때, 2/3이상의 색소침투

(1) 치근단 1/3부위의 색소침투도

0부터 3까지의 점수를 매긴 값들의 평균치를 구한 결과 대조군은 2.0, 1W군은 0.6, 3W군은 0.4의 값을 보였고, 각 군간의 통계학적 유의성 검정결과 1W군과 3W군 사이에서는 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았으며 대조군과 1W군, 대조군과 3W군 사이에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p < 0.01$).

(2) 치근중앙 1/3부위의 색소침투도

각 군들의 평균치는 대조군 2.5, 1W군 1.4, 3W군 1.6의 값을 보였고 각 군간의 통계학적 유의성 검정결과 1W군과 3W군 사이에서는 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았으며 대조군과 1W군, 대조군과 3W군사이에서 통계학적으로 유의한 차이를 보였다($P < 0.05$).

(3) 각 군내 치근단 1/3과 치근중앙 1/3부위의 색소 침투도 비교 각 군에서 치근단 1/3과 치근중앙 1/3부위의 색소침투도에 대한 통계학적 유의성 검정결과 대조군과 1W군에서는 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았으나 3W군에서 통계학적으로 유의한 차이를 보였다($P < 0.05$).

III. 실험 결과

IV. 총괄 및 고안

* 색소침투도 판정기준

레이저는 유도방출에 의한 광증폭을 이용하여

표 2. 치근단 1/3부위의 색소침투도 측정치

표 본 수	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	평균
대 조 군	2	3	1	3	3	1	2	1	2	2	2.0
1 W 군	0	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0.6
3 W 군	1	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0.4

표 3. 치근중앙 1/3부위의 색소침투도 측정치

표 본 수	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	평균
대 조 군	3	3	3	3	3	0	3	2	2	3	25
1 W 군	1	2	3	2	0	1	1	2	2	0	1.4
3 W 군	3	1	0	1	0	3	2	2	2	1.6	

표 4. 통계분석 : 치근단 1/3부위의 색소침투도 측정치(Mann-Whitney test)

	대 조 군	1 W 군	3 W 군
대 조 군		0.0092*	0.0013*
1 W 군			0.6895
3 W 군			

* : p<0.01

표 5. 통계분석 : 치근중앙 1/3부위의 색소침투도 측정치(Mann-Whitney test)

	대 조 군	1 W 군	3 W 군
대 조 군		0.0201*	0.0398*
1 W 군			0.5526
3 W 군			

* : p<0.01

표 6. 각 군내 치근단 1/3과 치근중앙 1/3부위사이의 색소침투도에 대한 유의성 검정(paired t-test)

	치근단 1/3	치근중앙 1/3	p-value
대 조 군	2.5±1.069	2.5±1.069	0.096
1 W 군	0.6	1.4±0.966	0.074
3 W 군	0.4±0.699	1.6±1.075	0.003*

* : p<0.01

빛에너지를 열에너지로 변환하여 사용하는 것으로 단일파장을 가지며 규칙성, 고도의 에너지 효율성 등의 특징들이 있으며 이용도가 높아 현재 여러분야에 걸쳐 사용되고 있다. 이러한

레이저는 크게 저출력 레이저와 고출력 레이저로 구분할 수 있으며 이중 저출력 레이저는 혈액순환과 세포활성도를 자극, 촉진시켜 유촉진, 염증, 부종, 동통을 감소시키는데 응용되어 왔다²⁵⁾. 고출력 레이저는 지금까지 수과적 술식에 주로 적용되어 왔으며 최근에는 치의학 분야에 도입되어 각종 구강병소의 제거¹²⁾, 지혈²⁵⁾, 치은절제¹³⁾, 과민성 치아의 처치²⁵⁾ 치아우식치^{11, 26)}, 복합레진의 중합²⁷⁾, 치근단 절제^{28, 29)}, 근관치료²⁰⁻²⁴⁾ 등에 널리 이용되어오고 있으며 각 분야에서의 연구도 활발히 진행되고 있다. 많이 사용되는 hard laser로는 CO₂레이저, Nd:YAG레이저, Argon 레이저가 있으며 그 외에 Er:YAG레이저, Excimer레이저, Ho:YAG레이저 등이 있다.

이 중 최근에 가장 많이 연구, 사용되고 있는 Nd:YAG레이저는 1964년 Geusic에 의해 개발된 것으로 neodymium을 섞은 yttrium-aluminum-garnet-crystal을 매질로 하고 있으며 파장이 1.06mm으로 눈에 보이지 않기 때문에 적색의 He-Ne레이저를 함께 사용한다. Nd:YAG레이저의 가장 큰 장점중의 하나는 fiber를 통해서 전달될 수 있다는 것이며 또 다른 특징은 착색된 조직에 대해 친화도가 높기 때문에 레이저의 작용을 더 빠르고 강하게 하기 위해서 검정색소를 사용하기도 한다. 대부분의 Nd:YAG레이저는 pulse mode로 작용하며 이 상태에서 높은 출력으로 조사시 plasma라는 su-

per-heated gas가 조직표면에 형성되는데 이 plasma가 응고(coagulation), 기화(vaporization), 절단(cutting)의 효과를 나타내게 하는 것이다. Nd : YAG레이저는 물을 통해 전달될 수 있으므로 CO₂레이저보다 수분함량이 많은 조직에 더 깊이 투과할 수 있으며 투과깊이는 pulse rate를 조절하거나 sapphire tip을 coating, 혹은 물과 공기의 냉각 시스템을 함께 사용함으로써 조절할 수 있다¹⁾.

과거로부터 많은 술자들이 경조직에 레이저를 조사하여 발생하는 표면변화 및 성분변화에 많은 관심을 가져왔다. Kantola³⁰⁾는 상아질에 CO₂레이저를 조사하여 X-선 회절법을 이용한 결과 레이저에 의한 재결정화(recrystallization)가 일어났으며 동시에 결정들의 크기가 증가되고 정상 범랑질의 수산화인회석과 유사한 결정구조가 관찰되었다고 하였으며, Brune³¹⁾은 상아질에 구멍을 형성한 후 CO₂레이저를 조사했을 때 구멍주위로 잔금과 변색이 생겼고 X-선 회절법 결과 변화된 상아질의 구조가 apatite구조로 밝혀졌으며 Vicker hardness측정결과 범랑질의 그것과 비슷했다고 보고하였다. 또한 치근단 절제술에 레이저를 사용시 멸균적으로 감염된 치근침을 절단할 수 있고 지혈이 용이하며 치근표면의 투과도를 감소시킬 수 있는 등의 장점이 있어 Miserendino등²⁸⁾은 CO₂레이저로 치근절제를 한 결과 치근단 상아질의 재결정화 및 유기물질의 탄화를 관찰할 수 있었다고 보고하였고 Pahgdiwala²⁹⁾는 Er : YAG 레이저로 수분존재하에서 치근단을 절제한 결과 절단면이 타는 것을 감소시켰고 그 결과 상아질이 용해(melting), 융합(fusion)되어 무정형 particle이 형성되어 결정상 형태를 관찰할 수 없었다고 하였다. Stabholz등¹⁴⁾은 0.5J/cm², 0.7J/cm², 1.0J/cm², 4J/cm², 7J/cm²의 에너지로 XeCl 308nm Excimer레이저를 조사하여 상아질 표면의 변화를 관찰하였다. 그 결과 0.5J/cm²에서 1J/cm²까지는 상아질이 용해되어 상아세관을 밀봉시켰으며 4J/cm²이상의 에너지를 조사했을때는 용해된 물질이 파열되어 상아세관이 다시 노출되는 양상을 보였다고 하였다.

근관치료는 크게 근관외동형성, 근관형성,

근관충전의 단계로 구분할 수 있으며 이 중 근관형성은 적절한 근관장 측정하에 화학세정액을 함께 사용하여 근관내의 치수 및 피사조직을 제거하는 것으로 근관치료과정중 성공에 큰 영향을 미치는 단계라고 할 수 있다. 그동안 통상적으로 시행해오던 근관형성은 수동기구와 함께 NaOCl을 근관세정액으로 사용하는 방법으로 근관내의 치수잔사, 피사치수조직 등을 제거할 수 있다. 그러나 이 방법으로는 근관내의 모든 잔사를 완전히 제거하기 어렵고¹⁶⁾ 또한 근관벽에 도말층이 잔존할 수 있는 문제점이 있다¹⁷⁾. 이에 Kennedy등¹⁸⁾은 도말층이 존재하는 치아와 존재하지 않는 치아에서 근관충전을 한 후 치근단 누출정도를 비교평가하여 도말층이 존재하는 경우 치근단 누출정도가 더 높게 나타남을 보고한 바 있고, McComb과 Smith³²⁾, Cameron³³⁾은 도말층이 근관벽에 잘 부착되지 않기 때문에 기계화학적 결합을 하기에 합당한 표면을 이루지 못한다고 하여 도말층을 제거하여 근관충전의 효율을 더 높일수 있다고 하였다. 또한 White³⁴⁾와 Goldman³⁵⁾은 도말층을 제거함으로써 plastic한 충전재가 상아세관으로 투과할 수 있도록 하여 누출을 감소시키고 충전재의 유지를 증강시킬수 있다고 보고하였다. 그 동안 초음파, EDTA와 같은 chelating agent 등을 사용하여 도말층을 제거함으로써 antiseptic agent가 상아질 구조물내로 침투되고 상아질 벽으로 sealer가 잘 부착될수 있도록 해왔다. 그러나 최근에 들어와 근관내에 레이저를 조사하여 도말층을 제거하고 동시에 상아세관을 폐쇄하여 무공성으로 만드려는 시도가 여러 연구자들에 의해 이루어지고 있다. 본 실험에서는 레이저를 조사한 근관벽 표면을 주사전자현미경으로 관찰한 결과 다른 실험에서의 같이 특정한 형태의 물질이 형성되어 이에 의해 상아세관이 밀폐된 양상은 보이지 않았고 상아질 표면이 변성되면서 상아세관의 수가 감소되는 양상을 보였으며 일부분에서 융합되는 듯한 모습도 관찰되었다. Dedrich등²⁰⁾은 0.1초에서 0.9초, 10W에서 90W까지의 범위에서 Nd : YAG레이저를 근관내에 조사한 후 주사전자현미경으로 관찰하여 도말층제거, 상아질

벽의 용해와 재결정화 양상을 보고한 바가 있고 Levy²¹⁾는 레이저로 근관형성시 도말층 제거와 함께 상아질 벽이 용해되어 무정형의 덩어리가 형성되었음을 보고하였으며 Onal²²⁾은 CO₂레이저를 조사하여 치수잔사, 유기조직잔사등이 제거되었고 상아세관의 개방, 수산화인회석의 용합등이 관찰되었다고 보고하였다.

Miserendino²³⁾은 근관내에 Nd : YAG레이저를 조사하여 표면변화를 관찰한 결과 glass-like한 물질로 상아세관이 밀폐되었으며 근관벽의 투과도(permeability)도 감소했음을 보고하였다.

본 실험에서는 통법에 따라 근관장 측정 및 근관형성을 하고 근관내에 Nd : YAG레이저를 조사하였다. 1W군에는 제조회사의 지시에 따라 (법랑질/상아질 표면 modification : 1W) 1W의 레이저를 조사하였으며 3W군에서는 1W군에서와 출력면에 있어서 차이를 두되 너무 강하지 않은 W수를 선택하여 3W로 결정하였다. 조사시간은 Miserendino²³⁾이 실험한 방법에 기초를 두어 15초간 3회동안 조사하여 열에 의한 손상효과를 감소시켰으며 습윤상태에서 근관내에 레이저를 조사한것은 Miserendino²³⁾, Stabholz³⁶⁾의 물이 상아질 표면의 투과도를 감소시키는 반응에 관계된다는 보고에 근거를 둔 것이다.

근관내에 레이저를 조사한후 methylene blue를 근관내에 침투시킨 결과 대조군에 비해 1W군과 3W군에서 적은 색소침투를 보였다. 이는 지금까지 다른 실험논문에서 발표된 결과들과 본 실험에서 촬영한 주사전자현미경 사진에서 보였던 소견들로 보아 레이저조사에 의해 상아질이 변성되고 이에 의해 상아세관이 폐쇄됨으로써 나타난 결과로 보인다. 대조군에서 일부시편은 적은 정도의 색소침투도를 보였는데 이는 근관벽에 남아있는 도말층에 의해 상아세관이 폐쇄되면서 보인 현상으로 사료되며 실험군에서 일부시편에 보인 많은 색소침투도는 레이저의 에너지가 일부 닿지 못한 부위를 통해 색소침투가 이루어진 것으로 여겨진다. 각 군내에서 치근단 1/3부위와 치근중앙 1/3부위사이의 색소침투도를 비교한 결과,

3W군에서 통계학적으로 유의한 차이를 보였으며 어느정도의 색소침투도 차이는 보였으나 1W군에서는 통계적으로 유의한 차이를 보이지는 않았다. 그러나 치근 중앙 1/3부위보다 적은 색소침투도를 보인 것으로 보아 치근단 1/3부위에서 상아세관의 밀폐가 더 잘 되었다고 보여지며 근관치료시 치근단 1/3부위의 밀폐성이 치료후의 예후 및 병소의 재발에 큰 영향을 미치는 것으로 보아 레이저 조사에 의한 치근단 1/3부위의 상아세관의 밀폐성은 임상적으로 큰 의미를 가질수 있다고 하겠다.

색소침투의 많고 적음의 양상은 근관벽 표면에 존재하는 상아세관의 상대적 크기와 수에 관계될 수 있으며 이러한 누출정도는 glass-like한 물질에 의해 근관벽이 도포된 범위에 좌우된다고 하였다²⁹⁾. 근관벽에 남아있는 도말층에 의해 침투도가 떨어질 수는 있지만 Saunders³⁷⁾, Gencoglu³⁸⁾에 의하면 근관내에 도말층이 존재하는 상태에서 근관충전시 치관측 누출이 증가했으며 가열성형 Gutta percha technique으로 근관충전시 도말층을 제거한 경우 Gutta percha가 상아세관으로 더 많이 유입되는 경향을 보였다고 하여 근관내의 도말층을 제거하는 것이 근관충전의 밀폐성에 도움이 된다고 할 수 있겠다. 주사전자현미경사진의 관찰 결과 대조군에서 도말층이 많이 보이지 않았는데 이는 시편 제작과정중 근관형성과정에서 도말층이 제거된 것으로 생각된다. 1W군과 3W군의 사진을 보면 1W군에서는 상아질 표면이 약간 변성되며 상아세관의 수가 많이 감소되어 있었고 3W군에서는 상아질 표면변성이 더욱 진행되어 일부 용합된 듯한 양상을 보이는 부위도 있었으며 상아세관이 개방되어 있는 모습은 보이지 않았다.

이와 같이 본 실험에서는 근관내에 Nd : YAG레이저를 각각 1W, 3W의 출력으로 조사하여 레이저 조사를 하지 않은 경우에 비해 근관내 색소침투도가 감소됨을 보였고 상아질 표면이 변성되어 상아세관이 줄어들거나 폐쇄되는 양상을 관찰할 수 있었다. 아직은 정확하게 어느정도의 출력으로, 어느정도의 시간동안 레이저를 조사하여야 가장 만족할만한 결과를

얻을 수 있는지 알 수는 없지만 대략적인 가능범위를 예측할 수 있었다. 근관내에 레이저 조사시 좀더 정확한 출력과 조사시간, 생체조직에 대한 위해성 등을 알기 위해서는 앞으로 좀더 많은 연구가 필요할 것으로 사료된다.

V. 결 론

최근에 근관치료시 레이저를 근관내에 조사하여 도말층을 제거하고 상아세관을 폐쇄시키는 근관내를 무공성으로 하려는 시도가 이루어지고 있다. 발거된 33개의 단근치를 대상으로하여 30개 치아는 각각 10개씩 3군으로 분류하였고 남은 3개의 치아는 SEM을 위한 표본으로 설정하였다. Nd : YAG 레이저를 사용하여 대조군은 레이저 조사를 하지않고 1W군은 1W, 15pps, 15sec, 3회, 6.7mJ의 에너지량으로 레이저를 조사하였으며 3W군은 3W, 15pps, 15sec, 3회, 20mJ의 에너지량으로 레이저를 조사하였다. 그후 치근을 methylene blue용액에 8시간동안 침전시킨 다음 치근을 종단하여 색소침투양상을 식물현미경으로 측정하고 근관벽 표면변화는 주사전자현미경으로 관찰하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 치근단 1/3부위와 치근중양 1/3부위의 색소침투도 측정결과 대조군과 1W군, 대조군과 3W군 사이에서 대조군에 비해 색소침투가 적음을 보였으며 1W군과 3W군 사이에서는 유의한 차이를 보이지 않았다.
2. 각 군에서 치근단 1/3과 치근중양1/3부위의 색소침투도를 비교한 결과 대조군과 1W군에서는 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았으며 3W군에서는 유의한 차이를 보였다.
3. 대조군은 도말층이 소량 발견되었으며 상아세관이 다량 개방되어 있는 양상을 보였다.
4. 1W군에서는 개방된 상아세관의 수가 줄어들면서 상아질 표면이 조금씩 변성되는 모습을 볼 수 있었고 3W군에서는 상아세관을 찾아보기 힘들었으며 상아질 표면이 더욱

변성되었고 일부 융합되는 듯한 양상을 보였다.

참고문헌

1. Miller M., Truhe T. Lasers in dentistry ; An overview., J. Am. Dent. Assoc., 124 : 32 - 35, 1993.
2. Maiman T. H. Stimulated optical radiation in ruby., Nature, 187 : 493-496, 1960.
3. Goldman L., Hornby P., Meyer R., Goldman B. Impact of the laser on the dental caries., Nature, 203 : 417-420, 1964.
4. Stern R. H., Sognnaes R. F. Laser beam effect on dental hard tissue., J. Dent. Res., 43 : 873-377, 1964.
5. Taylor R., Shklar G., Roeber F. The effect of laser radiation on teeth, dental pulp, and oral mucosa of experimental animals., Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol., 19 : 786 - 789, 1965.
6. Kinerslay J. Laser effects on materials related to dentistry., J. Dent. Res., 45 : 199-202, 1965.
7. Loebene R. R., Fine S. Interaction of laser radiation with oral hard tissue. J. Proth. Dent., 16 : 589-592, 1966.
8. Peck S., Peck H., Laser radiation. Some specific dental effects and an evaluation of its potential dentistry. J. Proth. Dent., 17 : 195-198, 1967.
9. Stern R. H., Sognnaes R. F. Goodman F. Laser effect on in vitro enamel permeability and solubility. J. Am. Dent. Assoc., 73 : 838-841, 1966.
10. Kantola S. Laser induced effects on tooth structure ; A study of changes in the calcium and phosphorous contents in dentin by electron probe microanalysis. Acta. Odont. Scan., 30 : 463-474, 1972.
11. Melcer J., chaumette M. T., Melcer F., Dejardin J., Masson R., Merard R., Pinaudeau

- Y., Weill R. Treatment of dental decay by CO₂ laser beam ; Preliminary result. *Lasers. Surg. Med.*, 4 : 311–321, 1984.
12. Frame J. W. Removal of oral soft tissue pathology with the CO₂ laser. *J. Oral. Maxillofac. Surg.*, 43 : 850–855, 1985.
 13. Pick P. M., Pecaro B. C., Silberman C. J. The laser gingivectomy ; The use of the CO₂ laser removal of phenytoin hyperplasia. *J. Periodontol.*, 56 : 492–496, 1985.
 14. Stabholz A., Neev J., Liaw L. L., Khayat A., Torabinejad M. Sealing of human dentinal tubules by XeCl 308nm excimer laser. *J. Endod.*, 19 : 267–271, 1993.
 15. Stabholz A., Neev J., Liaw L. L., Khayat A., Torabinejad M. Effect of ArF-193nm excimer laser on human dentinal tubules. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.*, 75 : 90–94, 1993.
 16. Fairbourn D., McWalter G., Montgomery S. The effect of four preparation techniques on the amount of apically extruded debris. *J. Endod.*, 13 : 102–107, 1987.
 17. Bystrom A., Sundquest G., The antibacterial action of sodium hypochlorite and EDTA in 60 cases of endodontic therapy. *Int Endod. J.*, 18 : 35–40, 1985.
 18. Kennedy W. A., Walker III W. A., Gough R. W. Smear layer removal effects on apical leakage. *J. Endod.*, 12 : 21–27, 1986.
 19. Goldberg F., Speilberg C. The effect of EDTAC and the variation of its working time analyzed with scanning electron microscopy. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.*, 53 : 74–77, 1982.
 20. Dederich D. N., Zakariasen K. L., Tulip J. Scanning electron microscopic analysis of canal wall dentin following Nd : YAG laser irradiation. *J. Endod.*, 10 : 428–431, 1984.
 21. Levy G. Cleaning and shaping the root canal with a Nd : YAG laser beam ; A comparative study. *J. Endod.*, 18 : 123–127, 1992.
 22. Onal B., Ertl T., Siebert G., Muller G. Preliminary report on the application of pulsed CO₂ laser radiation on root canals with AgCl fibers ; A scanning and transmission electron microscopic study. *J. Endod.*, 19 : 272–276, 1993.
 23. Miserendino L. J., Levy G., Rizoin I. M. Effects of Nd : YAG laser on the permeability of root canal wall dentin. *J. Endod.*, 21 : 83–87, 1995.
 24. Machida T., Wilder-Smith P., Arrastia A. M., Liaw L. L., Berns M. W. Root canal preparation using the second harmonic KTP : YAG laser ; A thermographic and scanning electron microscopic study. *J. Endod.*, 21 : 88–91, 1995.
 25. Pick R. M. Using lasers in clinical dental practice. *J. Am. Dent. Assoc.*, 124 : 37–47, 1993.
 26. Myers T. D., Myers W. D. The use of a laser for debridement of incipient caries. *J. Prosth. Dent.*, 53 : 776–779, 1985.
 27. Kelsey III W. P., Blankenau R. J., Powell G. L., Barkmeier W. W., Cavel W. T., Whisenant B. K. Enhancement of physical properties of resin restorative materials by laser polymerization. *Lasers. Surg. Med.*, 9 : 623–627, 1989.
 28. Miserendino L. J. The laser apicoectomy ; Endodontic application of the CO₂ laser for periapical surgery., *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.*, 66 : 615–619, 1988.
 29. Paghdiwala A. F. Root resection of endodontically treated teeth by Erbium : YAG laser radiation. *J. Endod.*, 19 : 91–94, 1993.
 30. Kantola S. Laser induced effect on tooth structure VII. X-ray diffraction study of dentine exposed to a CO₂ laser., *Acta Odont. Scand.*, 31 : 381–386, 1973.

31. Brune D. Interaction of pulsed carbon dioxide laser beams with teeth in vitro. *Scand. J. Dent. Res.*, 88 : 301–305, 1980.
32. McComb D., Smith D. C. A preliminary scanning electron microscopic study of root canals after endodontic procedures. *J. Endod.*, 1 : 238–242, 1975.
33. Cameron J. A. The use of ultrasonics in the removal of the smear layer ; A scanning electron microscopic study., *J. Endod.*, 9 : 289–292, 1983.
34. White R. R., Goldman M., Lin P. S. The influence of the smear layer upon dentinal tubule penetration by plastic filling materials. *J. Endod.*, 10 : 558–562, 1984.
35. Goldman L. B., Goldman M., Kronman J. H., Lin P. S. The efficacy of several irrigating solutions for endodontics ; A scanning electron microscopic study. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.*, 52 : 197–204, 1981.
36. Stabholz A., Khayat A., Ravanshad S. H., McCarthy D. W., Neev J., Torabinejad M. Effect of Nd : YAG laser on apical seal of teeth after apicoectomy and retrofill. *J. Endod.*, 18 : 371–375, 1992.
37. Saunders W. P., Saunders E. M. Influence of smear layer on the coronal leakage of Thermafil and laterally condensed Gutta-percha root fillings with a glass ionomer sealer. *J. Endod.*, 20 : 155–158, 1994.
38. Gencoglu N., Samani S., Gunday. Dentinal wall adaption of thermoplasticized Gutta-percha in the absence or presence of smear layer ; A scanning electron microscopic study. *J. Endod.*, 19 : 558–562, 1993.

논문 사진 부도 설명

- 그림 1. 대조군. 치근단 1/3부위의 근관벽의 주사전자현미경상 ($\times 2000$)
- 그림 2. 대조군. 치근중앙 1/3부위의 근관벽의 주사전자현미경상 ($\times 2000$)
- 그림 3. 실험1군(1W, 15초, 3회). 치근단 1/3부위의 근관벽의 사전자현미경상 ($\times 2000$)
- 그림 4. 실험1군(1W, 15초, 3회). 치근중앙 1/3부위의 근관벽의 주사전자현미경상 ($\times 2000$)
- 그림 5. 실험2군(3W, 15초, 3회). 치근단 1/3부위의 근관벽의 주사전자현미경상 ($\times 2000$)
- 그림 6. 실험2군(3W, 15초, 3회). 치근중앙 1/3부위의 근관벽의 주사전자현미경상 ($\times 2000$)

논문사진부도

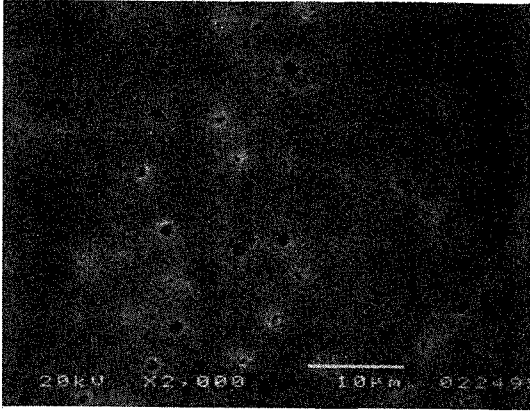


그림 1.

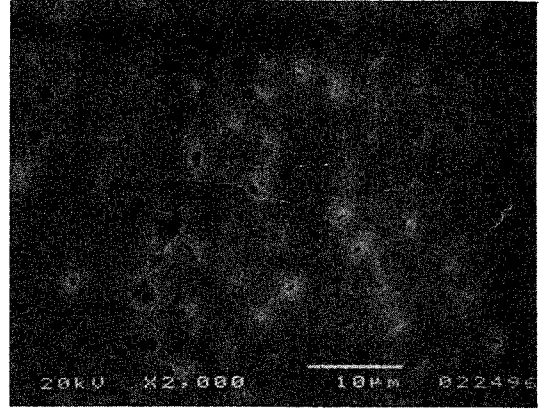


그림 2.

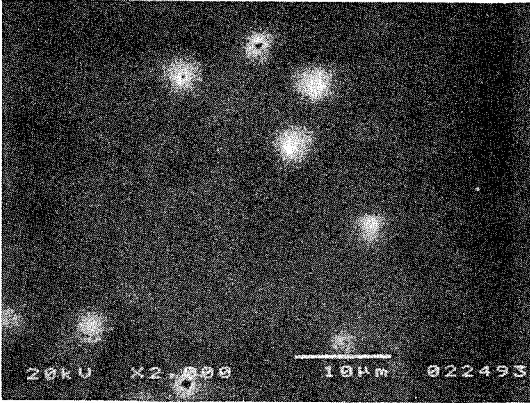


그림 3.

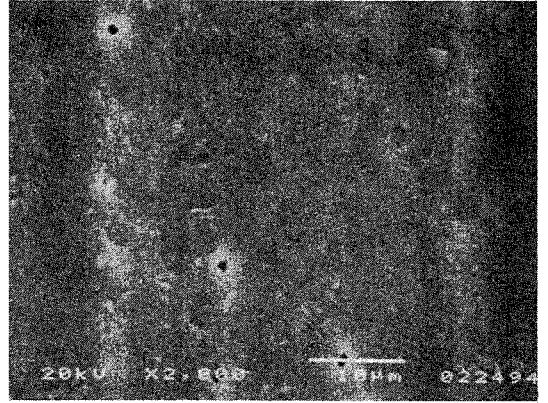


그림 4.

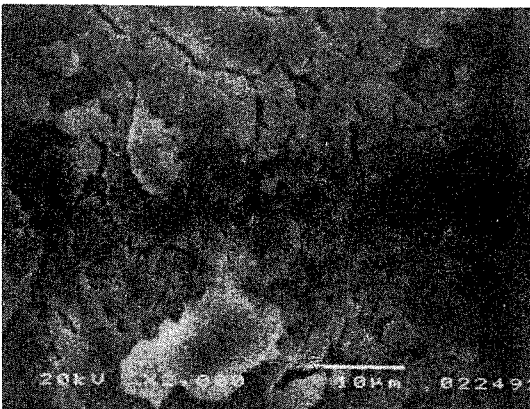


그림 5.

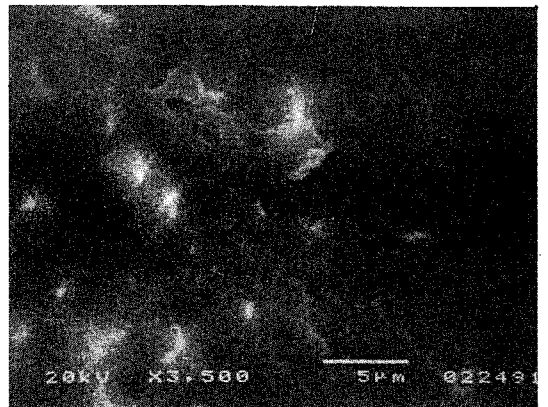


그림 6.