

EDTA와 Nd:YAG laser가 근관충전 후 치근단 미세누출에 미치는 영향

권진수 · 이희주* · 허 복
부산대학교 치과대학 보존학교실

ABSTRACT

THE EFFECTS OF EDTA AND PULSED ND:YAG LASER ON APICAL LEAKAGE OF CANAL OBTURATION

Jin-Soo Kwon, Hee-Joo Lee*, Bock Hur
*Department of Conservative dentistry, Collage of Dentistry,
Pusan National University*

The purpose of this study was to evaluate the effects of EDTA and pulsed Nd:YAG laser on apical leakage of canal obturation. Forty-eight single-rooted teeth were used in this study. The teeth were instrumented up to a size 40 K-file and irrigated with 2.5% NaOCl between each file size. And the teeth were divided into 4 groups. In group A, the root canals were irrigated with a final flush of 5ml 2.5% NaOCl as a control group. The teeth in group B were irrigated with a final flush of 5ml 17% EDTA. The teeth in group C and D were irradiated by pulsed Nd:YAG laser(laser parameters were set at 1W, 100mJ, 10Hz, and 2W, 100mJ, 20Hz respectively).

The results were as follows:

1. Apical leakage was observed in 50% of samples in group A, 30% of samples in group B, 20% of samples in group C, and 10% of samples in group D.
2. The teeth in group B had less leakage than group A, but there was no statistically significant differences($p>0.05$).
3. The teeth in group C, D had less leakage than group A, and there was statistically significant differences($p<0.05$).
4. The teeth in group C, D had less leakage than group B, but there was no statistically significant differences($p>0.05$).
5. There was no significant differences in apical leakage between group C and group D($p>0.05$).

Key words : EDTA, ND:YAG laser, Smear layer, Microleakage

I. 서 론

근관치료의 기본적인 목표 중 하나는, 근관으로부터 조직 잔사와 세균을 가능한 한 깨끗이 제거하여, 미세누출이 없는 성공적인 근관충전을 얻는 것이다. 이러한 목표를 위해 여러 가지 기구조작법과 세척액으로 근관을 성형하고 세정한다. 근관성형은 기계적인 방법으로 근관내 세균 및 잔사를 제거하여, 근관충전에 용이한 형태로 만들어 주는 과정으로, 이러한 성형과정에서 근관내 유기물과 세균, 그리고

상아질의 무기물 잔사로 이루어진 도말층이 근관벽에 형성되게 된다¹⁾.

도말층은 McComb과 Smith¹⁾에 의해 1975년에 처음 보고되었는데, 도말층의 장, 단점과 그것을 제거해야 되는지에 대해서는 의견이 다양하다. Vojinovic 등²⁾과 Michelich 등³⁾, Diamond와 Carrell⁴⁾은 도말층이 존재할 경우 세균과 세균부산물에 대한 물리적인 방어벽으로의 역할을 한다고 했다. 반대로 Baker 등⁵⁾과 Yamada 등⁶⁾은 기구조작 후에도 세균이 여전히 도말층 내에 남아있을 수 있고, 상아세판

내에서도 남아서 세관 내에서 자랄 수 있음을 말했다. 또한 세균 종에 따라서는 두꺼운 도말층도 쉽게 통과할 수 있다⁷⁾. 즉 도말층은 세균에 대한 완전한 방어벽이 되지 못함을 알 수 있다.

근관치료시 고려해야 할 또 다른 중요한 요소는 근관충전의 실패를 야기하는 미세누출의 가능성을 없애기 위해 근관의 완전한 밀폐를 얻는 것이다. 도말층은 충전물질과 근관벽 사이의 물리적 장벽으로 작용하게 되어 상아세관 내로 sealer가 침투하는 것을 방해하게 된다. Madison과 Krell⁸⁾, Evans와 Simon⁹⁾은 도말층의 유무가 미세누출에 영향을 미치지 않는다고 보고했으나, Kennedy¹⁰⁾와 Cergneux 등¹¹⁾은 도말층을 제거하는 것이 충전물의 sealing 효과를 개선시킨다고 보고하였고, Saunders와 Saunders¹²⁾ 역시 실험에서 도말층이 없는 군이 있는 군과 비교해 누출이 적음을 보고하였다. 즉 도말층은 다공성이고 약하게 부착되어 있어서¹¹⁾, 서서히 붕괴되고 용해되면, 근관벽과 충전물질 사이에 간극을 형성하게 된다.

이러한 단점이 있으므로 근관치료시 형성된 도말층을 제거하는 것이 더 유리하다고 생각되어진다.

도말층을 제거하는 방법으로는 근관세척액에 의한 방법과 laser를 이용하는 방법을 들 수 있다.

근관세척액은 기구조작동안 기구의 절삭효율을 높이고, 기구조작 후 잔사를 씻어내는 역할을 하게 된다¹³⁾. 흔히 사용되는 근관세척액으로는 생리적 식염수와 차아염소산나트륨, 칼슘치환제 등이 있다. 생리적 식염수는 조직자극과 염증반응이 최소로 발생하지만, 조직용해작용은 없다¹⁴⁾. 차아염소산나트륨은 유기물질의 용해성과 살균능력, 세정능력 때문에 근관치료시 근관세척액으로 가장 많이 사용된다¹⁵⁾. 그러나 차아염소산나트륨을 단독으로 사용시, 도말층의 제거에는 그리 효과적이지 못한다. 그 이유는 도말층에는 유기물과 함께 근관벽의 상아질 잔사가 포함되어 있기 때문이다^{14,16)}. 이러한 이유로 칼슘치환제를 차아염소산나트륨과 함께 많이 사용한다. 칼슘치환제는 상아질의 calcium ion과 반응하여 soluble sodium ion으로 대체하는 기능을 하는데¹⁷⁾, 가장 흔히 사용되는 칼슘치환제는 ethylene diamine tetraacetic acid(EDTA)를 기본으로 하는 것으로서, gel 형(RC-Prep)과 liquid 형이 있다.

도말층을 제거하는 또 다른 방법으로 laser를 사용하는 방법을 들 수 있다. 치의학에서의 laser의 사용, 특히 Nd:YAG laser의 사용의 목적은 널리 알려져 있다. 근관치료영역에서는 치수의 진단, 상아질 민감성의 치료, 치수복조술과 치수절단술, 근관성형과 세정, 그리고 치근단 수술시에 laser를 이용할 수 있다¹⁸⁾. Dederich 등¹⁹⁾은 근관벽의 상아질에 Nd:YAG laser를 조사시 도말층의 분해와 용융, 그리고 상아질의 재형성(recrystallization)이 있었다고 보고했다. 또한 Levy 등²⁰⁾은 Nd:YAG laser를 조사하면 근관벽

에 도말층과 조직 잔사가 없는 깨끗한 근관을 만들 수 있다고 보고했으며, Goya 등²¹⁾은 Nd:YAG laser 조사 후 근관충전 후의 치근단 미세누출이 감소함을 보고하였다.

Laser 사용시의 근관벽의 반응은 EDTA 등의 근관세척액을 사용한 경우와는 다르며 이에 따라 근관충전 후의 치근단 미세누출 정도도 다를 것으로 생각된다.

이에 본 실험에서는 EDTA와 laser를 조사한 경우의 근관 상아질의 형태학적인 변화를 주사전자현미경을 이용하여 관찰하고, 각각의 경우에서의 치근단 미세누출 정도를 dye penetration method를 사용하여 비교하고자 하였다.

II. 연구재료 및 방법

1. 연구재료

48개의 근단공이 완성된 건전한 단근관 치아를 선택하여 12개씩 4군으로 나누었다. 12개의 치아 중 2개는 주사전자현미경 관찰을 위한 시편으로 사용되었고, 10개의 치아는 미세누출평가를 위해 사용되었다.

A 군은 대조군으로서, 차아염소산나트륨만으로 마지막 세척을 하였고, B 군은 도말층 제거를 위해 17% EDTA를 사용하였으며, C 군은 1W, 100mJ, 10Hz의 Nd:YAG laser를 조사하였고, D 군은 2W, 100mJ, 20Hz의 Nd:YAG laser를 조사하였다.

2. 실험방법

1) 시편준비

모든 치아를 disc를 이용하여 백악법랑경계부 근처에서 횡으로 절단하였다. 10번 K-file로 근점이 천공되는 길이에 0.5mm를 줄인 곳까지를 작업장으로 정한 뒤, Profile[®] Orifice Shaper, .06 tapered, .04 tapered engine driven Ni-Ti file(Maillefer, Dentsply, Switzerland)을 사용하여 #40까지 근단부 확대를 시행하였다. 모든 군에서 각 단계마다 세척액으로 2.5% 차아염소산나트륨을 사용하였

Table 1. Classification of groups

Group	Numbers of teeth	Method
A(control group)	12	2.5% NaOCl
B	12	17% EDTA
C	12	Nd:YAG laser (1W, 100mJ, 10Hz)
D	12	Nd:YAG laser (2W, 100mJ, 20Hz)

다. 근관형성을 마친 후 최종적으로 A 군은 5ml의 2.5% 차아염소산나트륨만으로 근관세척을 마무리하였다. B 군은 5ml의 17% EDTA용액(Pulpdent, U.S.A)으로 세척하고 5ml의 2.5% 차아염소산나트륨으로 세척했다. C 군은 EDTA대신 Nd:YAG laser(SDL-3000N, Samsung, Korea)를 조사하였는데, 320 μ m의 optic fiber를 근관장에서 1mm 짧은 길이까지 집어넣고, 근단공으로부터 치관부 입구까지 근관벽을 긁으면서 1W, 100mJ, 10Hz의 강도로 조사하였다. D 군은 C 군과 같은 방법이나, 2W, 100mJ, 20Hz로 조사한 것만 달랐다. 또한 부가적으로 수직으로 근관벽에 조사했을 때의 Nd:YAG laser의 효과를 좀 더 알아보기 위해 2개의 치아를 치아장축으로 쪼개어 근관벽에 수직으로 각각 1W, 2W의 Nd:YAG laser를 조사했다.

2) 근관충전

이후 각 군에서 2개씩의 치아를 무작위로 선택하여 제외하고, 나머지 10개의 치아에 통상의 측방가압충전법으로 근관충전을 시행하였다. sealer로는 calcium hydroxide 계열인 sealapex(Kerr, U.S.A)를 사용하였다.

3) 주사전자현미경 관찰

각 군에서 근관충전을 하지 않은 각각 2개씩의 치아는 주사전자현미경 관찰을 위해, 근관입구를 솜으로 막고 근관을 중심으로 협설측에 치아장축방향으로 diamond disc로 groove를 형성한 후 chisel을 이용하여 반으로 쪼개었다. 이후 주사전자현미경(S-4200, HITACHI, Japan)을 이용하여 근관벽을 관찰하였다.

4) 미세누출 평가

각 군에서 근관충전을 시행한 10개씩의 치아는 근관의 치관부 입구를 IRM(Kerr, U.S.A)으로 밀봉하고, 24시간동안 100% 습도 하에 보관하였다. 24시간 후 완전히 건조시킨 다음, nail varnish를 치근단공 주위 1mm를 제외한 나머지 부위에 2번씩 발라 건조시켰다. 그 후 india ink에 7일간 담귀 보관하였다가 꺼낸 뒤, 6시간동안 유수로 씻어낸 다음 투명표본을 제작하였다. 투명표본제작을 위해 10%

nietic acid에 담귀 탈회시킨 뒤, 75, 80, 85, 90, 95, 100% ethyl alcohol에 차례대로 담귀 완전히 탈수시키고, 그 후 48시간동안 methyl salicylate에 담귀서 투명하게 만들었다.

이후 시편을 stereomicroscope(Olympus, Japan)를 이용하여 확대 관찰하고, 색소침투가 가장 큰 부위의 거리를 computer monitor 상에서 측정하였다. 색소침투 거리를 4-grade로 나누어 Kruskal-Wallis test와 Mann-Whitney U-test로 통계처리하였다.

III. 결 과

1. 치근단 미세누출평가

Table 3은 각 군에서 표본들의 최대 미세누출거리에 대한 score를 보여준다. 2W의 Nd:YAG laser를 조사한 D 군이 단 1개 표본에서만 미세누출을 보여 가장 양호한 결과를 나타내었다. A 군은 표본의 50%에서 누출이 있었고, 이는 C, D 군과 비교해 통계학적으로 유의한 차이를 보였다(p 0.05). 1W의 Nd:YAG laser를 조사한 C 군은 2W의 Nd:YAG laser를 조사한 D군과 비교시 통계학적으로 유의성 있는 차이를 보이지 않았다(p 0.05). 또한 EDTA를 사용한 B 군 역시 C, D 군과 비교해서 통계학적으로 유의성 있는 차이를 보이지 않았다(p 0.05).

2. 주사전자현미경소견

근관세척제로 2.5% 차아염소산나트륨만을 사용한 A 군에서는 근관벽의 도말층이 완전히 제거되지 않고 상아세관을 덮고 있는 모습을 보여주었다(Fig. 1). EDTA를 사용한 B 군에서는 middle 1/3에서는 치수잔사와 도말층이 완전히 제거되어 깨끗해진 상아질 표면과 상아세관이 열린 양상을 보여주었다(Fig. 2). 그러나 apical 1/3에서는 일부 도말층이 남아서 상아세관을 막고 있는 모습도 볼 수 있었다(Fig. 3). 1W, 100mJ, 10Hz의 Nd:YAG laser를 조사한 C 군에서는 도말층이 별로 제거되지 않고 상아세관을 막고

Table 2. Criteria for degree of dye penetration

Score	Criteria
0	no dye penetration
1	penetration 0.5mm from the apical stop
2	penetration \geq 0.5mm and 1.0mm from the apical stop
3	penetration \geq 1.0mm from the apical stop

Table 3. Score for apical leakage

Score	0	1	2	3	n	mean	SD
Group A	5	1	2	2	10	1.1	1.29
Group B	7	2	1	0	10	0.4	0.70
Group C	8	2	0	0	10	0.2	0.42
Group D	9	1	0	0	10	0.1	0.32

있는 모습을 나타내었으나(Fig. 4), 2W, 100mJ, 20Hz의 Nd:YAG laser를 조사한 D 군에서는 도말층이 분해되어 제거되고 상아세관이 노출되었으며, 상아질의 recrystallization된 부분도 있었다(Fig. 5). 부가적으로 근관벽에 수직으로 Nd:YAG laser를 조사한 시편에서는, 1W의 laser를 조사한 경우에는 도말층이 제거되고 용융되어 상아세관이 노출되고, 근관벽의 mineral globule이 생성되어 D 군에서의 소견과 유사하였다(Fig. 6). 또한 2W의 laser를 수직으로 조사한 경우에는 근관벽이 보다 용융되고 균열이 발생된 양상을 보였다(Fig. 7).

IV. 총괄 및 고찰

근관벽의 도말층은 근관형성과정동안 사용되는 수동기구나 엔진구동형 기구 등에 의해 발생되는데, 조상아세포돌기와 치수잔사, 혹은 세균 등의 유기물과, 근관상아질 잔사로 구성되어 있다¹⁾.

이 도말층의 존재여부가 근관치료에 미치는 영향에 대해서는 의견이 다양하다. 도말층이 세균과 세균부산물에 대한 물리적 방어벽으로의 역할을 하여 상아세관내로 세균의 침입을 막는다는 의견이 있으나^{3,4)}, 세균의 흐름을 느리게는 하지만 완전히 막지는 못한다는 의견도 있고²²⁾, 또한 도말층을 소화시키며 침입하는 세균에 대한 보고도 있다⁷⁾. 즉 도말층은 세균에 대해 완전한 방어벽이 되지 못한다.

또한 도말층은 근관충전의 질에도 영향을 미쳐서, 도말층이 충전물질과 근관벽 사이의 물리적 장벽으로 작용하여 상아세관이나 부근관으로 sealer가 들어가는 것을 방해하게 된다. 이는 곧 근관충전 후 미세누출과도 연관이 될 수 있다. 비록 도말층의 유무가 미세누출에 영향을 미치지 않았다는 보고⁸⁾도 있으나 대부분의 연구자들¹⁰⁾은 도말층을 제거하는 것이 충전물의 sealing 효과를 향상시켜 미세누출을 감소시킴을 보고하였다. 도말층 자체가 비정형적이고, 근관벽에 약하게 부착되어 있고 기계적, 화학적 결합에 부적합한 표면을 가지기 때문에¹⁾ 도말층이 서서히 붕괴되고, 용해되면 충전물질과 근관벽 사이에 간극이 형성되게 되고, 결국 미세누출이 발생하게 된다. 이러한 이유로 근관충전 후 미세누출 감소면에서는 도말층을 제거하는 것이 유리하다고 볼 수 있다.

전통적으로 근관내 도말층을 제거하는 방법으로 근관세척액에 의존해 왔다. 사용 가능한 근관세척액으로는 생리식염수, 차아염소산나트륨, 칼슘치환제(chelating agent) 등이 있을 수 있는데, 이런 근관세척액의 효과는 그것의 화학적인 특성에 크게 영향을 받는다¹³⁾.

생리식염수는 조직독성과 염증반응이 최소이며 기구조작을 위한 적절한 윤활작용은 기대할 수 있으나 조직용해작용은 없는 단점이 있다¹⁴⁾. 차아염소산나트륨은 비록 치근단조

직에 자극성을 가지고 있지만, 조직용해성, 살균능력, 세정능력이 뛰어나서 근관세척액으로 가장 널리 사용되고 있다. 그러나 무기물에 대한 용해능력은 없기 때문에, 단독으로 사용시 도말층의 제거에는 그다지 효과적이지 못한 단점이 있다^{14,16)}. 본 실험에서도 대조군으로 2.5% 차아염소산나트륨만을 사용한 군의 주사전자현미경 사진 소견을 보면 도말층이 그다지 제거되지 않은 근관벽을 보여주었다(Fig. 1).

차아염소산나트륨의 이러한 성질을 보완해 칼슘치환제를 병용하기도 한다. EDTA는 도말층을 제거하고 상아세관을 열어주어 근관내약제와 근관충전물질 혹은 sealer가 상아세관이나 부근관으로 잘 들어갈 수 있도록 하는 기능이 있으나 치수조직을 용해하는 측면에서는 효과적이지 못하다⁶⁾. 차아염소산나트륨과 병용해서 쓰는 것이 유리한데, 특히 Goldman²³⁾과 Yamada⁶⁾ 등은 매번 기구조작 후 차아염소산나트륨으로 세척하고 마지막으로 10ml의 17% EDTA와 10ml의 5.25% 차아염소산나트륨으로 마무리 세척하는 것이 잔사제거와 근관세정에 가장 효과적이라고 하기도 했다. 본 실험에서도 EDTA를 사용한 B 군의 주사전자현미경 결과를 보면 middle 1/3에서는 도말층과 유기물질이 완전히 제거되고 상아세관입구가 열려있는 것을 볼 수가 있었다. 그런데, apical 1/3에서는 거의 대부분의 도말층이 제거되었으나 일부 smear plug가 남아서 상아세관을 막은 것을 볼 수 있었다. 이 결과는 Fraser²⁴⁾와 Verdelis²⁵⁾, Takeda²⁶⁾의 연구결과와 비슷한데, 이는 근단부쪽에는 EDTA의 효과가 middle 1/3에 비해 제한적임을 의미한다고 생각해 볼 수 있다. 이같이 근단부가 EDTA의 효과가 떨어지는 이유는 apical 1/3의 복잡한 해부학적인 형태 때문에 세척액의 도달이 어렵다는 점을 들 수 있고, 또한 이 실험에서는 치근단확대를 #40까지 시행하였는데, 이 크기는 needle tip이 apex 근처까지 도달하기엔 작아서 결국 치근단부까지 세척액이 잘 도달되지 못했기 때문으로 생각해 볼 수도 있다.

한편 laser에 대한 관심이 커지면서, 특히 근관치료시 근관세정과 근관상아질벽에 대한 laser의 효과에 대한 연구도 많이 이루어졌다. 근관세정시, 근관내의 laser사용의 효과는 두 가지로 생각해 볼 수 있다. 근관내의 조직잔사와 도말층을 제거하여 깨끗한 근관을 형성하는 것과 근관상아질의 형태학적인 변화를 통해 상아질 투과성을 감소시키는 효과를 기대할 수 있다.

Dederich 등은 근관벽에 Nd:YAG laser를 조사시 에너지 양에 따라 도말층이 붕괴, 용융되고 증발하며, 상아질벽의 재결정화가 이루어져 비다공성의 반짝이는 표면을 형성함을 보고했다¹⁹⁾. 또한 Tani와 Kawada²⁷⁾ 역시 Nd:YAG laser 조사 후 도말층이 용융되고 증발되며, 상아세관이 막히게 되어 상아질 투과성이 감소함을 보고했다.

본 실험에서는 1W의 Nd:YAG laser를 조사한 C 군에서는 도말층이 거의 제거되지 않고, 상아세관이 막혀있는 양

상을 보였고, 2W의 Nd:YAG laser를 조사한 D 군에서는 도말층이 분해, 용융되고 상아세관이 노출되었으며, 근관상 아질의 재형성이 발생한 양상을 보였다. 이는 Harashima 등³⁰⁾의 연구결과와 유사하였다. 그런데 부가적으로 근관벽에 수직으로 laser를 조사한 시편에서는 1W의 laser를 조사한 경우는 위의 D 군에서와 유사한 양상을 보였고, 2W의 laser를 조사한 시편에서는 도말층이 보다 더 용융되고 근관상아질벽에 균열이 발생한 양상을 보여주었으며, 일부에서는 탄화된 양상도 나타났다. 즉 근관벽에 수직으로 조사한 것과 평행하게 조사한 것 사이에는 차이가 있는 것으로 나타났다. Optic fiber를 근관벽에 평행하게 위치시키고 fiber의 측면을 벽에 접촉시킨 상태에서는, 어느 정도의 energy가 근관벽으로 흡수가 되는지를 측정하기는 거의 불가능하다²⁹⁾. 수직으로 laser를 조사했을 때보다는 상아질이 흡수하는 energy는 줄어들 수밖에 없고, 그에 따라 상아질벽의 반응도 여러 가지로 나타난 것으로 생각된다. Anic 등²⁹⁾의 연구에 의하면 근관벽에 수직으로 Nd:YAG laser를 조사시에는 상아질면이 물방울모양으로 용융되고 재형성된 반면, 평행하게 조사한 경우에는 아무런 효과가 없는 경우에서부터 용융이 일어난 경우까지 다양한 변화를 보였다. 본 실험에서는 근관벽에 평행하게 2W의 laser를 조사한 경우, 근관벽에 수직으로 1W의 laser를 조사한 것과 유사하게 근관벽에 에너지가 흡수가 된 것으로 볼 수 있고, 또한 이 정도의 강도가 도말층이 제거된 깨끗한 근관벽을 형성하기에 적당한 parameter인 것으로 보인다.

한편 치근단미세누출 측정결과에서는 1W의 laser를 조사한 경우와 2W의 laser를 조사한 경우를 비교해보면 별다른 차이를 보이지 않았다. C 군에서 도말층이 다 제거되지 않았는데도 미세누출이 감소한 것은, 1W의 에너지가 도말층을 완전히 제거할 정도까지는 아니지만 도말층이 어느 정도 용융되어 근관벽에 달라붙는 효과를 가져서 누출을 감소시킨 것으로 생각해 볼 수 있다.

EDTA나 laser를 사용한 경우 그렇지 않은 대조군에 비해 확실히 미세누출이 감소함을 알 수 있었고 또한 주사전자현미경 소견 역시 대조군에서는 도말층이 대부분 남아있는 것을 관찰 할 수 있었다.

또한 본 실험결과에 의하면 EDTA로 세척한 경우나 Nd:YAG laser를 사용하여 도말층을 제거한 경우가 통계학적으로 유의한 차이가 없는 비슷한 미세누출 결과를 나타내었다. 그러나 근관벽의 형태학적인 변화양상에서는, EDTA를 사용한 군은 도말층이 완전히 제거되어 상아세관이 넓게 열린 형태를 나타낸 반면, laser를 사용한 군은 일부는 도말층이 제거되어 깨끗한 근관벽을 형성하나 일부는 도말층의 변형과 용융에 의해 상아세관이 좁아지거나 막혀진 모습을 나타내어 매우 다른 양상을 보였다. 본 실험에서 처럼 india ink에 1주일간 침수 후의 미세누출을 측정한 경

우에는, EDTA를 사용한 경우와 laser를 사용한 경우가 유사하였으나, 보다 장기적으로는 이러한 근관벽의 형태학적인 변화의 차이가 미세누출결과에 어떤 영향을 미치는지는 좀 더 연구가 필요할 것으로 생각된다.

V. 결 론

본 연구는 근관치료시 EDTA와 Nd:YAG laser의 사용이 근관충전 후 치근단미세누출에 미치는 영향을 알아보았다. 48개의 단관관 치아를 4 군으로 나누고, A 군은 대조군으로서 2.5% 차아염소산나트륨만으로 세척하였고, B 군은 도말층 제거를 위해 17% EDTA를 사용하였으며, C 군은 1W, 100mJ, 10Hz의 Nd:YAG laser를 조사하였고, D 군은 2W, 100mJ, 20Hz의 Nd:YAG laser를 조사하였다.

각 실험군에서 10개씩의 치아를 골라서 미세누출 실험을 시행하였다. 통상의 측방가압충전을 시행한 뒤, 7일간 india ink에 담귀두었다. 그 후 투명표본을 제작하였고, stereomicroscope을 이용하여 색소침투거리를 측정하고 통계처리하였다.

각 실험군에서 근관충전을 하지 않은 2개씩의 치아는 근관을 중심으로 치아장축으로 반으로 잘라서 주사전자현미경 관찰을 하였다.

결론은 다음과 같다.

1. 2.5% 차아염소산나트륨만으로 근관세척한 군은 EDTA로 세척한 군과 비교시 미세누출량에서 유의한 차이를 보이지 않았으나($p > 0.05$), Nd:YAG laser를 조사한 군에 비해서는 미세누출량이 크게 나타났다($p < 0.05$).
2. EDTA로 세척한 군은 Nd:YAG laser를 사용한 군과 비교시 미세누출량에서 유의한 차이를 보이지 않았다($p > 0.05$).
3. 1W, 100mJ, 10Hz의 Nd:YAG laser를 조사한 군은 2W, 100mJ, 20Hz의 Nd:YAG laser를 조사한 군과 비교시 미세누출량에서 유의한 차이를 보이지 않았다($p > 0.05$).
4. 주사전자현미경 관찰에서 2.5% 차아염소산나트륨만으로 세척한 군에서는 대부분의 도말층이 남아 있었고 상아세관은 노출되지 않았다.
5. 17% EDTA로 세척한 군에서는 middle 1/3에서는 조직잔사와 도말층이 없이 상아세관이 완전히 열린 깨끗한 표면을 보인 반면, apical 1/3에서는 대부분의 도말층이 제거되었으나 일부 smear plug가 남아서 상아세관을 막고 있었다.
6. 1W, 100mJ, 10Hz의 Nd:YAG laser를 조사한 군에서는 도말층이 제거되지 않고 상아세관이 막혀져 있는 양상이 나타났다.
7. 2W, 100mJ, 20Hz의 Nd:YAG laser를 조사한 군에서

는 도말층이 분해, 용융되고 상아세관이 노출되었고, 상아질벽이 recrystallization된 깨끗한 근관벽을 보여주었다.

References

1. McComb D and Smith DC: A preliminary scanning electron microscopic study of root canals after endodontic procedures. *J Endod* 1:238-42, 1975.
2. Vojinovic O, Nyborgh H and Brannstrom M: Acid treatment of cavities under resin fillings: Bacterial growth in dentinal tubules and pulpal reactions. *J Dent Research* 52:1189-93, 1973.
3. Michelich VJ, Schuster GS and Pashley DH: Bacterial penetration of human dentine in vitro. *J Dent Research* 59:1398-403, 1980.
4. Diamond A and Carrel R: The smear layer: a review of restorative progress. *J Pedodontics* 8:219-26, 1984.
5. Baker NA, Eleazer PD, Averbach RE and Seltzer S: Scanning electron microscopic study of the efficacy of various irrigation solutions. *J Endod* 1:127-35, 1975.
6. Yamada RS, Armas A, Goldman M and Lin PS: A scanning electron microscopic comparison of a high volume final flush with several irrigation solutions: Part III. *J Endod* 9:137-42, 1983.
7. Meryon SD, Jakeman KJ and Browne RM: Penetration in vitro of human and ferret dentine by three bacterial species in relation to their potential role in pulpal inflammation. *Int Endod J* 19:213-20, 1986.
8. Madison S and Krell KV: Comparison of ethylene diamine tetraacetic acid and sodium hypochlorite on the apical seal of endodontically treated teeth. *J Endod* 10:499-503, 1984.
9. Evans JT and Simon JHS: Evaluation of the apical seal produced by injected thermoplasticized gutta-percha in the absence of smear layer and root canal sealer. *J Endod* 12:101-7, 1986.
10. Kennedy WA, Walker WA and Gough RW: Smear layer removal effects on apical leakage. *J Endod* 12:21-7, 1986.
11. Cergneux M, Ciucchi B, Dietschi JM and Holz J: The influence of smear layer on the sealing ability of canal obturation. *Int Endod J* 20:228-32, 1987.
12. Saunders WP and Saunders EM: The effect of smear layer upon the coronal leakage of gutta-percha root fillings and a glass ionomer sealer. *Int Endod J* 25:245-9, 1992.
13. Sen BH, Wesselink PR and Turkun M: The smear layer: a phenomenon in root canal therapy. *Int Endod J* 28:141-8, 1995.
14. Baumgartner JC and Mader CL: A scanning electron microscopic evaluation of four root canal irrigation regimens. *J Endod* 13:147-57, 1987.
15. Pashley EL, Birdsong NL, Bowman K and Pashley DH: Cytotoxic effects of NaOCl on vital tissues. *J Endod* 11:525-8, 1985.
16. Goldman LB, Goldman M, Kronman JH and Lin PS: The efficacy of several irrigation solutions for endodontics: A scanning electron microscopic study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 52:197-204, 1981.
17. Weine FS: Endodontic therapy. 5th edn., St. Louis, Mosby, 1996.
18. Kimura Y, Wilder-Smith P and Matsumoto K: Laser in endodontics: a review. *Int Endod J* 33:173-185, 2000.
19. Dederich D, Zakariasen K and Tulip J: Scanning electron microscopic analysis of root canal wall dentin following Neodymium Yttrium garnet laser irradiation. *J Endod* 10:428-31, 1984.
20. Levy G: Cleaning and shaping the root canal with a Nd:YAG laser beam: a comparative study. *J Endod* 18:123-7, 1992.
21. Goya C, Yamazaki R, Tomita Y, Kimura Y and Matsumoto K: Effects of pulsed Nd:YAG laser irradiation on smear layer at the apical stop and apical leakage after obturation. *Int Endod J* 33:266-71, 2000.
22. Williams S and Goldman M: Penetrability of the smeared layer by a strain of *Proteus vulgaris*. *J Endod* 11:385-8, 1985.
23. Goldman M, Goldman LB, Cavaleri R, Bogis J and Lin PS: The efficacy of several irrigation solutions for endodontics: A scanning electron microscopic study: Part II. *J Endod* 8:487-92, 1982.
24. Fraser JG: Chelating agents: Their softening effect on root canal dentin. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 37:803-11, 1974.
25. Verdelis K, Eliades G, Oviir T and Margelos J: Effect of chelating agents on the molecular composition and extent of decalcification at cervical, middle and apical root dentin locations. *Endod Dent Traumatol* 15:164-170, 1999.
26. Takeda F, Harashima T, Kimura Y and Matsumoto K: A comparative study of the removal of smear layer by three endodontic irrigants and two types of laser. *Int Endod J* 32:32-39, 1999.
27. Tani Y and Kawada H: Effects of laser irradiation on dentin. 1. Effect on smear layer. *J Dent Mater* 6:127-34, 1987.
28. Saunders WP, Whitters CJ, Strang R, Moseley H, Payne AP and McGadey J: The effect of an Nd:YAG pulsed laser on the cleaning of the root canal and the formation of a fused apical plug. *Int Endod J* 28:213-20, 1995.
29. Anic I, Segovic S, Katanec D, Prskalo K and Najzar-Fleger D: Scanning electron microscopic study of dentin lased with argon, CO₂, and Nd:YAG laser. *J Endod* 24:77-81, 1998.
30. Harashima T, Takeda FH, Kimura Y and Matsumoto K: Effect of Nd:YAG laser irradiation for removal of intracanal debris and smear layer in extracted human teeth. *J Clin Laser Med Surg* 15:131-5, 1997.

이 희 주

부산대학교 치과대학 보존학교실

부산시 서구 아미동 1가 10번지 부산대학교 치과대학병원 보존과

Tel : 051-240-7456

E-mail : hjolee@pusan.ac.kr

사진부도 ①

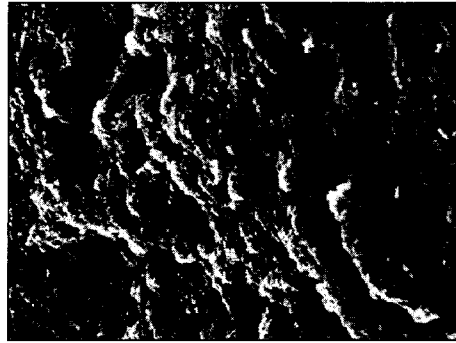


Fig. 1. Group A(2.5% NaOCl)



Fig. 2. Group B(17% EDTA)-Middle 1/3



Fig. 3. Group B(17% EDTA)-Apical 1/3

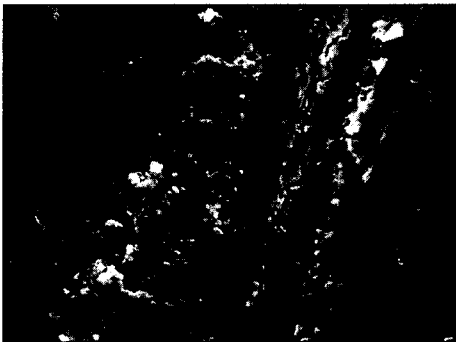


Fig. 4. Group C(1W, 100mJ, 10Hz Nd:YAG laser, parallel to canal wall)

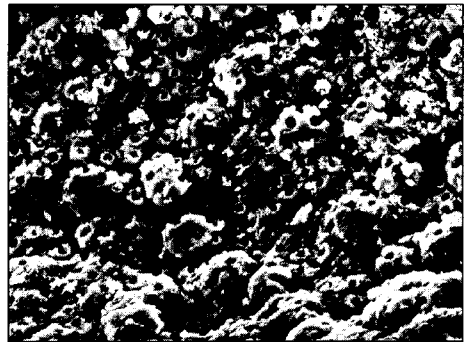


Fig. 5. Group D(2W, 100mJ, 20Hz Nd:YAG laser, parallel to canal wall)

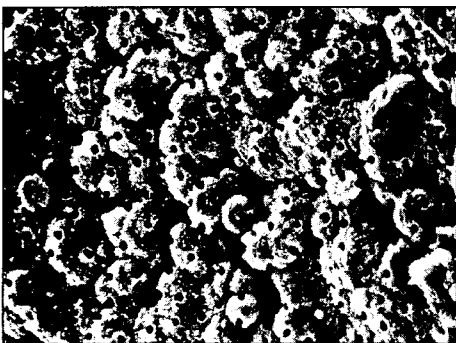


Fig. 6. Additional specimen(1W, 100mJ, 10Hz Nd:YAG laser, perpendicular to canal wall)

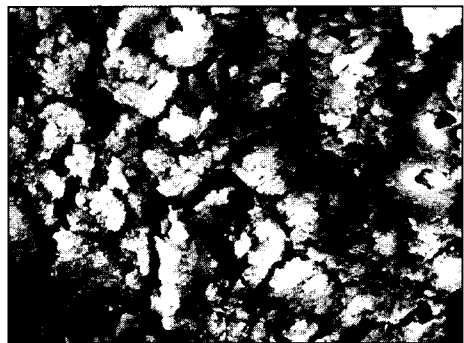


Fig. 7. Additional specimen(2W, 100mJ, 20Hz Nd:YAG laser, perpendicular to canal wall)