



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

치의학 석사학위논문

Erbium : Yttrium Aluminium
Garnet 레이저가 니켈-타이타늄
파일의 피로파절에 미치는 영향

2015 년 2 월

서울대학교 치의학대학원

치의학과

전 영 돈

Erbium : Yttrium Aluminium
Garnet 레이저가 니켈-타이타늄
파일의 피로파절에 미치는 영향

The Effect of Erbium : Yttrium Aluminium
Garnet laser on Cyclic Fatigue Resistance
of Nickel-Titanium File

2015 년 2 월

서울대학교 치의학대학원

치 의 학 과

전 영 돈

Erbium : Yttrium Aluminium
Garnet 레이저가 니켈-타이타늄
파일의 피로파절에 미치는 영향

지도교수 이 우 철

이 논문을 치의학 석사 학위논문으로 제출함
2014 년 10 월

서울대학교 치의학대학원
치 의 학 과
전 영 돈

전영돈의 석사 학위논문을 인준함
2014 년 11 월

위 원 장 백 승 호 (인)

부위원장 이 우 철 (인)

위 원 금 기 연 (인)

국문초록

Erbium : Yttrium Aluminium Garnet 레이저가 니켈-타이타늄 파일의 피로파절에 미치는 영향

(지도교수 이 우 철)

전 영 돈

서울대학교 치의학대학원

치 의 학 과

최근 들어 근관의 소독 및 세척과 관련하여 다양한 종류의 레이저의 이용가능성에 대해 논의가 되고 있으나 레이저로 파일에 조사한 경우의 파일의 물성이나 소독에 영향을 미치는 가능성에 대한 연구는 부족하다. 따라서 본 연구는 니켈-타이타늄 파일 (나이타이 파일) 표면에 레이저 조사를 하는 경우 파일의 근관형성 효율 및 물성 변화에 대한 영향을 관찰하는 것이 본 연구의 목적이다.

본 연구를 위하여 열 전 처리가 되어있는 Hyflex Controlled Memory (Hyflex CM) 나이타이 파일 #30 size 04 taper 파일을 이용하여 실제 임상에서 사용된 상황을 가정한 Pre-loading 후 Erbium : Yttrium Aluminium Garnet (Er:YAG) 레이저를 pulse rate는 20Hz, energy는 300mJ, power는 6.0W로 10초씩 6회로 등

분하여 나누어 처리한 나이타이 파일을 실험 군 (Group L)으로 하였다. Pre-loading 후 autoclave를 이용하여 통상적으로 멸균 처리한 나이타이 파일 (Group A)과 아무 처리도 하지 않은 대조군 (Group C)을 포함하여 총 3개의 군으로 나누어 cyclic fatigue test를 시행하였다.

Cyclic fatigue test simulation은 5mm의 반지름으로 60도의 각도, 근관의 지름은 1.5mm를 갖는 stainless-steel 근관을 제작하여 500rpm 하에서 위아래로 pecking motion 을 실시하면서 파절된 시간을 측정하였다. 결과를 바탕으로 통계 처리하여 95% 유의수준에서 one-way ANOVA와 등분산 가정 t-test를 이용하여 평균의 차이가 존재하는지에 대해 유의성을 평가하였다.

실험 결과 Group L와 다른 두 그룹 간에는 유의한 차이가 존재했다 ($P < .05$). Group L가 낮은 NCF 값을 나타냈다. 다만 Group A과 Group C 간의 NCF에는 유의한 차이가 없었다 ($P > .05$).

파일 파절편의 길이는 Group C와 Group A 간에 유의한 차이가 존재 ($P < .05$)하였고 Group A의 경우의 파절된 파일 tip의 길이가 유의하게 짧은 측정값을 나타냈다 ($P < .05$).

본 실험을 통해 Hyflex CM 나이타이 파일에 Er:YAG 레이저의 표면처리는 바람직한 방법은 아니며 나이타이 파일의 변형 및 파절 가능성을 높이는 것으로 확인되었다. Pre-loading 및 멸균 처리의 경우에는 나이타이 파일의 끝부분에 응력을 집중 시키며 이는 나이타이 파일의 파절편의 길이에 영향을 미치는 것으로 사료된다.

주요어 : 나이타이 파일, Er:YAG 레이저, NCF, 반복 피로 저항,
Hyflex 파일

학 번 : 2011-22482

목 차

1. 서론	1
2. 재료 및 방법	3
3. 결과	5
4. 고찰	6
5. 참고문헌	10
Abstract	15

표 목 차

[Table 1] 13

[Table 2] 13

그 림 목 차

[Figure 1] 14

[Figure 2] 14

서론

근관치료에서 최근 높은 빈도로 사용되는 니켈-타이타늄 파일은 편리하고 신속한 근관형성을 가능하게 한다. 이런 타이타이 파일의 장점은 뛰어난 근관형성 능력에 있고 이 때문에 기존의 파일에 비해서 많은 인기를 얻고 있다. 그러나 타이타이 파일은 구입비용이 비싸고 이로 인해 많은 임상가들은 재사용을 하게 된다. 재사용이 가능하려면 교차감염에 대해 엄격해야 하고, 멸균과정을 거쳐야 한다 [1].

그러나 반복된 세척 및 멸균 과정은 타이타이 파일의 표면에 영향을 주고, 이는 근관 내에서 파절을 일으키는 원인이 된다 [2].

임상적으로 타이타이 파일을 사용할 경우 파절 원인은 세 가지로 분류된다. 첫 번째로는 휨 피로 (flexural fatigue)로 인한 파절인데, 이는 구부러진 근관 내에서 구부러짐이 최대가 되는 점에서 파일에 가해지는 압축력과 인장력이 축적되면서 파절이 일어나는 것이다. 두 번째로는 비틀림 피로(torsional fatigue)로 파일의 tip과 같은 한 부분이 근관 내에 끼어 계속적으로 회전하려고 할 때 발생하는 파절이다 [2-4]. 마지막 원인으로서는 타이타이 파일의 부식에 의한 파절이다.

많은 타이타이 파일 제조 회사들은 파절에 대한 연구를 진행해 왔고, 그 결과 타이타이 파일의 표면에 화학적, 물리적 처리를 통해 파절 저항성을 높여주는 방법을 고안했다. Gutmann 등은 주입, 전해연마 및 열처리, 제조방법의 혁신 등으로 NiTi의 유연성 및 물성을 증가 시켜 파절 저항성 및 절삭 능력을 높일 수 있다고 하였다 [5].

부식 저항성과 관련하여 Trapanier 등은 타이타이 파일 표면에 생성되는 산화 피막은 부식을 개선할 수 있는 가능성이 있다고 하였다 [6]. 순수한 산화 피막을 제거하고 새롭고 균일한 층의 산화 피막을 형성함으로써 증가된 물성을 나타낸다는 연구결과를 도출하였다 [7].

Thierry 등 역시 표면 처리를 거친 타이타이 파일은 균일한 TiO_2 의

산화피막이 생성되고, 부식 현상 및 파절 가능성을 낮춘다는 결과를 도출하였다 [6,8].

본 실험에서 사용된 Hyflex CM 파일의 CM wire는 열처리 방법을 달리하여 나이타이의 유연성을 높이고자 개발된 파일이며 Alazemi 등의 연구에서는 임상 상황에서 사용 후 autoclave 등의 열처리를 통해 변형이나 파절 없이 원래의 형태와 탄성을 회복할 수 있다고 보고 하였다 [9]. 제조사에 따르면 Hyflex CM 파일은 반발이 없고, 최대의 유연성을 가지며 멸균 과정을 거치면서 회복되는 성질은 나이타이 파일의 파절 없이 여러 번의 사용을 가능하게 한다는 장점이 있다 [10].

이와 관련하여 근관 세척 및 근관 형성에 사용되는 치과치료용 레이저는 간단하게 진료실에서 나이타이 파일의 금속 표면처리에 이용될 수 있으며 [11], 레이저 표면 처리된 나이타이 합금은 기포와 균열을 줄여주어 파절 저항성을 높인다고 알려져 있다 [12]. Stübinger 등의 연구에서 Er:YAG 레이저로 역시 나이타이 파일의 표면에 산화 피막의 생성을 촉진한다는 것을 확인하였다 [13].

본 연구의 목적은 나이타이 파일의 레이저 처리에 의해 발생 가능한 열, 산화 피막, 부식의 형성이 나이타이 파일의 파절 강도에 어떤 영향을 주는지에 대해 알아보기 위해 나이타이 파일의 레이저 처리를 통한 파절 저항에 대한 효과를 알아보려고 한다.

실험재료 및 방법

실험에서는 25mm의 flute을 가지고 size #30, .04 taper를 가진 HyFlex CM 파일(Coltène/Whaledent Inc., Cuyahoga Falls, Ohio, USA) 30개를 사용하였다.

반복 피로를 측정할 simulation 방법은 Oh 등이 소개한 실험 디자인을 이용했다 [14]. 얇은 금속판 사이에 stainless steel로 된 인공 근관 형태를 제작하여 임상상황을 가정하였다. 굴곡 부분은 5mm의 반지름과 60°의 각도를 가진다. 내부 직경은 1.5mm로 제작하였다. 파일은 1cycle/s 동안 위아래로 각각 4mm의 반복적인 pecking motion을 실시하였다.

실험은 세 가지 군으로 나누어 진행되었다. 실험 군으로는 실제 임상에서 사용된 상황을 simulation 한 다음 (Pre-loading) 파일의 flute을 동일한 길이로 6등분하여 레이저처리를 한 파일 군 (Group L, n=14), Pre-loading 후 autoclave에서 멸균 처리를 거친 파일 군 (Group A, n=6), 대조군으로는 한 번도 사용되지 않은 새 파일 군 (Group C, n=10)을 이용하였다. Group L과 Group A는 Group C의 평균 NCF의 약 10% 정도(30초)로 pre-loading을 시행하였다.

Group L은 Er:YAG 레이저를 flute를 6부분으로 등분한 부분에 각각 10초씩 처리하였다 (Figure 1). Er:YAG 레이저의 파장은 2940nm이고, Pulse rate는 20Hz, Energy는 300mJ, Power는 6.0W로 설정하였다. 레이저처리 시 나이타이 파일은 motor에 연결되어 300rpm으로 회전하도록 설정하였다.

실제 임상에서 사용했다고 가정한 Group A는 육안으로 확인했을 때 균열이나 심한 구부러짐 등의 유의미한 변형이나 파절이 없는 파일만을 선별하여 실험하였다.

각각의 파일에 대해 모터 (ATR Tecnika; Pistoia, Tuscany, Italy)를

이용하여 인공근관 내에서 실험하였다 (Figure 2). motor의 speed는 300 rpm 으로 설정하였다. 파절이 발생한 시간은 digital chronometer에 의해 자동적으로 기록되도록 설계하였다. 이를 통해 시간과 시간당 회전 수를 곱함으로써 number of cycles to failure (NCF)를 계산하였다. 파절이 일어났을 때 파일의 tip 부위는 수거하여 digital calliper (Colorworld, Guangdong, China)를 이용하여 길이를 측정하였다. 여러 개의 파절 편으로 나누어진 경우에는 각각 몇 개의 파절편이 생성되었는지 확인했다.

각각의 경우에서 계산된 NCF는 SPSS v20 software (SPSS, Chicago, IL, USA)를 통해 one-way ANOVA와, 등분산 가정 t-test를 이용하여 통계적으로 유의할 만한 차이가 있는지를 분석하였다. 파절된 tip 부위 길이 역시 one-way ANOVA와 등분산 가정 t-test를 통해 분석하였다. 통계학적 신뢰구간은 95%로 설정하였다.

실험결과

세 그룹의 NCF는 Table 1.로 나타냈다. Group C가 가장 높은 NCF의 값을 나타내었고, Group A, Group L 순이었다. Group L과 다른 두 Group간에는 유의미한 차이가 존재함을 확인할 수 있었다 ($P < .05$). Group C과 Group A의 NCF값이 Group L의 NCF값보다 통계적으로 유의성 있게 높은 값을 나타냈다 ($P < .05$). Group A과 Group C간의 NCF에는 통계적으로 유의한 차이가 없음을 확인할 수 있었다. ($P < .05$)

파일의 파절편의 길이도 Table 1.에 나타내었다. 파절된 파일의 길이는 Group L과 Group C, Group C과 Group A간의 유의한 차이는 없는 것으로 나타났지만, Group L과 Group A간에는 통계적으로 유의한 차이가 존재 ($P < .05$)하였고 Group A의 경우의 파절편 길이가 가장 짧았다.

파일의 파절편의 개수는 Group C와 Group A는 모두 하나로 측정되었으며, Group L는 파절편의 수가 하나 뿐만 아니라 3개인 경우도 관찰되었다.

고찰

Hibst 등은 Er:YAG 레이저가 주변 조직에 손상을 주는 등의 단점 때문에 적용되지 못했던 치아 경조직에서의 적용에 대해 연구하였고, 효과적인 치질의 삭제에 대한 레이저의 효용성에 대해 보고하였다 [15]. Aoki 등은 Er:YAG 레이저가 치근 우식증의 치료에서 일반적인 치료방법보다 치료시간은 오래 걸리지만 주변 치질의 손상 없이 효과적으로 우식 치질의 삭제가 가능하다고 보고했다 [16].

이후로 Er:YAG 레이저는 임상에서 편리하고 간단히 사용되었으며 특히 근관치료에 있어서 더욱 효과적으로 사용될 수 있다고 보고되었다. Takeda 등은 Er:YAG 레이저가 근관 벽에 남아 상아세관을 막고 있는 잔사와 도말층 제거에 효과적이고 이는 근관치료의 성공률을 높인다고 하였다 [17].

레이저는 금속의 표면처리에도 이용될 수 있다. 일반적인 금속의 표면처리 방법에는 화학적, 전기적인 방법이 존재하는데, 이러한 표면처리를 통해 균일한 산화 피막이 형성되고, 이는 부식 저항성을 높이는 등의 방법으로 물성을 증가시킬 수 있다 [6,7].

특히 나이타이 합금은 온도 변화 및 열 처리과정에 따라 austenite 상과 martensite 상의 두 가지 물성 사이에서 변화가 일어난다. 나이타이 합금은 형상 기억 효과가 존재하기 때문에 변형이 일어난 후에도 온도를 올려주면 상 전이가 일어나면서 다시 본래의 모양으로 돌아오게 된다. 온도를 올리면 martensite 상에서 austenite 상으로 변화한다 [18,19]. 특히 본 실험에서 사용된 HyFlex CM 나이타이 파일은 일반적인 열 소독 과정을 통해 변형이 회복되는 특성을 가지고 있다 [9,10]. 그러나 이러한 열 및 표면처리 과정은 상 전이 뿐만이 아닌 물성 변화도 함께 일어날 수밖에 없다 [7].

이런 점을 고려하여 본 연구에서 임상에서 흔히 사용하는 Er:YAG 레이저가 나이타이 파일의 표면 처리에 이용될 수 있는 가능성과 레이저 처리가 부식 저항성 및 파절 저항성에 어떤 영향을 주는지에 실험을 통해 알아보려고 하였다.

Thierry 등은 기계적 연마, 전해 연마, 멸균 처리 등을 거친 나이타이 파일의 표면에 TiO_2 의 산화 피막이 생성되었고, 이는 부식 현상 및 파절 가능성을 확연히 낮춘다고 보고하였다 [6,8]. Er:YAG 레이저의 적용이 나이타이 파일의 표면에 산화 피막의 생성을 촉진한다는 것이 보고된 바 있으며 [13], Er:YAG 레이저의 적용으로 나이타이 파일의 파절 저항성을 높일 수 있다고 가정할 수 있다.

그러나 본 실험의 결과에서는 Er:YAG 레이저를 나이타이 파일에 적용했을 때 NCF 값이 유의하게 감소하는 것으로 관찰되었다. 이는 레이저 표면처리가 파절 저항성에 영향을 주었다는 것을 의미하며 Er:YAG 레이저의 적용이 나이타이 파일의 파절을 증가시키고 결과적으로 Er:YAG 레이저를 이용한 나이타이 파일의 표면 처리는 유용하지 않은 것으로 나타났다. 그러나 본 실험만으로 나이타이 파일의 Er:YAG 레이저의 적용 자체가 파일에 유해한 영향을 주고 파절을 증가시킨다고 단정할 수는 없다.

본 실험에서의 Er:YAG 레이저를 가한 파일에서 파절 저항성이 낮은 결과는 Er:YAG 레이저가 단순한 산화 피막의 생성 뿐 아니라 나이타이 파일의 변형이 일어날 정도의 강한 에너지를 적용했을 가능성이 크다고 사료된다. 실험 설계에서 Er:YAG 레이저의 pulse rate는 20Hz, energy는 300mJ, power는 6.0W로 설정하였는데 실험군의 Group L에 레이저를 적용할 당시에 불꽃이 튀었고, 6등분 하여 적용한 뒤에 나이타이 파일은 레이저를 적용한 부위를 식별할 수 있을 정도로 여섯 부위에 검은 그을음 또는 변색과 함께 육안으로 확인되는 나이타이 파일의 약간의 파절 및 변형이 확인되었다. 이런 파일의 변형은 파절 저항성을 확연하게 낮추었을 것으로 유추된다. 결과적으로도 Group C 및 Group A에서 파일의 파절편이 모두 하나였던 것과 달리 Group L에서는 3개의 파절편이

동시에 생성된 것과의 관련이 있다고 볼 수 있다.

만약 Er:YAG 레이저의 적용 시에 6개의 등분된 부분에 적용하는 것이 아닌 균일하고 연속적으로 나이타이 파일표면에 산화 피막만 생성될 정도의 낮은 강도의 에너지를 조사하는 등의 추가적인 연구가 필요하다고 사료된다.

파절편의 길이의 연구에서는 Group L과 Group A간의 유의한 차이가 존재했다. 파절편의 개수는 모두 하나였지만 Group A의 파절편의 길이가 통계적으로 유의할 만큼 짧았다. 이는 pre-loading시에 파일의 끝부분과 가까운 곳에서 응력이 집중되어 변형이 가해진다는 것을 의미하고, 이후 멸균 처리 과정에서 응력이 집중된 부위의 변형을 더 심화시킨다고 할 수 있다 [20]. 반면에 Group L에서는 파절편의 길이가 길게 측정되었는데, 이는 레이저가 조사된 여섯 부위의 변형 때문에 상대적으로 파일의 끝부분에서 먼 부위의 파절이 일어날 가능성이 커졌기 때문이라고 여겨진다.

Pre-loading 시에는 실제 근관 내에서 파일에 가해지는 응력으로 인한 휨 피로 및 비틀림 피로의 증가를 가정할 수 있다 [2,3]. 실험에 사용된 인공 근관은 실제 임상적인 근관의 형태를 모사하였고, 실제 근관의 해부학적 특징은 대체로 치근단 1/3으로 갈수록 근관의 만곡도가 심해진다는 연구결과를 토대로 했을 때 [21], 나이타이 파일의 끝부분으로 갈수록 가해지는 응력이 증가하여 피로의 축적으로 인한 변형이 일어났고 멸균과정은 이를 심화시켜 그로인해 파절이 일어났을 것이다. 이와 같은 결과는 임상에서 나이타이 파일의 파절이 일어났을 경우에 의미를 갖는다. 많이 사용된 파일일수록 근관 내에서 파절되었을 경우 파일의 파절편이 짧을 것이고 이는 파절편의 제거 및 처치가 더욱 어려울 것이다.

결론적으로 나이타이 파일에 Er:YAG 레이저를 이용한 열처리 방법이 물성을 향상하지는 못하고 나이타이 파일의 부식과 변형을 일으켰다. 그리고 임상에서 사용된 파일의 경우 근관 삭제과정이나 멸균 처리과정에서 통계적으로 유의할 정도의 파일의 변형 및 부식이 일어나지는 않는다. 다만 나이타이 파일의 적절한 표면 처리과정을 통해 생성된 산화 피

막은 부식 저항성 및 파절 저항성을 증가시킬 수 있고, Er:YAG 레이저 역시 산화 피막을 생성할 수 있다는 여러 연구결과를 바탕으로 추가적인 연구를 통해 적절한 표면 처리 방법을 찾을 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

1. P. Y. Z. O'Hoy, H. H. Messer, J. E. A. Palamara. The effect of cleaning procedures on fracture properties and corrosion of NiTi files. *Int Endod J* 2003;36:724-732.
2. Sattapan B, Nervo G, Palamara J, Messer H. Defects in rotary nickel-titanium files after clinical use. *J Endod* 2000;26:161-165
3. Sattapan B, Palamara J, Messer H. Torque during canal instrumentation using rotary Nickel-Titanium files. *J Endod* 2000;26:156-160
4. Pruett J, Clement D, Carnes D, Cyclic fatigue testing of Nickel-Titanium endodontic instruments. *J Endod* 1997;23:77-85
5. Gutmann J, Gao Y. Alteration in the inherent metallic and surface properties of nickel - titanium root canal instruments to enhance performance, durability and safety: a focused review. *Int Endod J* 2012;45:113-128
6. Trepanier C, Tabrizian M, Yahia L, Bilodeau L, Piron D. Effect of modification of oxide layer on NiTi stent corrosion resistance. *J Biomed Mater Res* 1999;48:96-98
7. Wang Q, Komori A, Maeda H, Zhang D, Zhang Y, Zhao B, Kawakami D. Phase transformation and corrosion properties of surface oxidized NiTi shape memory alloy. *J Hard Tissue Biol* 2011;20:169-176

8. Thierry G, Tabrizian M, Trepanier C, Savadogo O, Yahia L'H. Effect of surface treatment and sterilization processes on the corrosion behavior of NiTi shape memory alloy. *J Biomed Mater Res* 2000;51:685-693

9. ColteneEndo (2012a) Brochure HyFlexCM. Available at: http://hyflexcm.com/DevDownloads/HyFlexFamily_bro.pdf (accessed on September 2014).

10. Alazemi M, Bryant S, Dummer P. Deformation of HyFlex CM instruments and their shape recovery following heat sterilization. *Int Endod J* 2014;1-9

11. Faria-Junior NB, Tanomaru-Filho M, Guerreiro-Tanomaru JM, Leonardo RT, Berbert F. Evaluation of ultrasonic and ErCr:YSGG laser retrograde cavity preparation. *J Endod* 2009;35:741-744

12. Man H, Cui Z, Yue T. Corrosion property of laser surface melted NiTi shape memory alloy. *Acta Metall* 2001;45:1447-1453

13. Stübinger S, Etter C, Miskiewicz M, Homann F, Saldamli B, Wieland M, Sader R. Surface alterations of polished and sandblasted and acid-etched titanium implants after Er:YAG, carbon dioxide, and diode laser irradiation. *Int J Oral Maxillofac implants.* 2010;25:104-111

14. Oh SR, Chang SW, Lee Y, Gu Y, Son WJ, Lee WC, Baek SH, Bae KS, Choi GW, Lim SM, Kum KY. A comparison of nickel-titanium rotary instruments manufactured using different methods and cross-sectional areas: ability to resist cyclic fatigue. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2010;109:622 - 628.

15. Hibst R, Keller U. Experimental studies of the application of the Er:YAG laser on dental hard substances: 1. Measurement of the ablation rate. *Lasers Surg Med* 1989;9:338-344
16. Aoki A, Isikawa I, Yamada T, Otsuki M, Watanabe H, Tagami J, Ando Y, Yamamoto H. Comparison between Er:YAG laser and conventional technique for root caries treatment in vitro. *J Dent res* 1998;77:1404-1414
17. Takeda F, Harashima T, Kimura Y, Matsumoto K. Efficacy of Er:YAG laser irradiation in removing debris and smear layer on root canal walls. *J Endod* 1996;24:548-551
18. Shaw A, Kyriakides S. Thermomechanical aspects of NiTi. *J Mech and Phys Solids* 1995;43:1243-1281
19. Khalil-Allafi J, Dlouhy A, Eggeler G. Ni₄Ti₃-precipitation during aging of NiTi shape memory alloys and its influence on martensitic phase transformations. *Acta Metall* 2002;50:4255 - 4274
20. Thierry B, Tabrizian M, Savadogo O, Yahia L'H. Effects of sterilization processes on NiTi alloy: Surface characterization. *J Biomed Mater Res* 2000;49:88-98
21. Park JW, Lee JK, Ha BH, Choi JH, Perinpanayagam H. Three-dimensional analysis of maxillary first molar mesiobuccal root canal configuration and curvature using micro - computed tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2009;108:437-442

Table 1. Number of cycles to failure(NCF) and length of fractured fragment(mm) of each file group (mean \pm SD)

Group	Hyflex CM		
	L	A	C
NCF	34.82 \pm 26.43 ^a	1235.83 \pm 549.24 ^b	1647.50 \pm 717.10 ^b
Fragment length	7.54 \pm 2.71 ^a	3.17 \pm 1.13 ^b	5.48 \pm 3.93 ^{a,b}

Different superscript letters in the same row indicate significant differences at $P < .05$.

L, Laser treatment group; A, Pre-loading and autoclave group; C, Control group

Table 2. Number of fragment of each file group

Number of fragment	Hyflex CM			
	1	2	3	Total
Group L	12	.	2	14
Group A	6	.	.	6
Group C	10	.	.	10

Figure 1. NiTi surface laser treatment of Group L



Figure 2. Cyclic fatigue test simulator



Abstract

The Effect of Erbium : Yttrium Aluminium Garnet laser on Cyclic Fatigue Resistance of Nickel-Titanium File

(Directed by Professor WooCheol Lee)

Young Don Jun
Department of Dentistry
The Graduate School
Seoul National University

Introduction. Recently, It has been a discussion about the potential use of the Er:YAG laser in relation with cleaning and disinfection of the root canal. The purpose of this study is to find out what the effect of the fracture and deformation of formation of oxide layer, corrosion can be caused by a laser treatment in Nickel-Titanium file.

Material & Method. Using #30 size, 04 taper HyFlex Controlled

Memory (HyFlex CM) Niti file, It was commonly used and treated for 20Hz pulse rate, 300mJ energy , 6.0W power and 10 seconds by Erbium:Yttrium Aluminium Garnet (Er:YAG) laser divided by 6 parts. Cyclic fatigue test was performed to divided by the total three groups, including the control group not treated any processing and the pre-loading group commonly used and proceeded autoclave.

Cyclic fatigue test simulation measured the fracture time with up and down pecking motion by using artificial stainless-steel root canal system with 1.5 mm inner diameter and a curvature with 5 mm radius, 60° angle.

The time of fracture was automatically recorded by digital chronometer and based on this, calculating number of cycles to failure (NCF). The length of fracture tip was measured by digital calliper.

Based on results, It was statistically analyzed with SPSS software (SPSS, Chicago, IL, USA) by using one-way ANOVA and an equal variances assumed t-test. The reliability level of the statistical significance was set at 95%

Result. There was significantly different between the group with laser treatment and other two groups ($P < .05$). Laser treatment group showed lower NCF values. However, there was no significant difference between pre-loading group and control group ($P > .05$).

File fracture length was significantly different between control group and pre-loading group ($P < .05$). Fracture length of pre-loading group was significantly shorter than the other

groups.

Conclusion. it had been found that surface treatment by Er:YAG laser is not a appropriate method and it had increased the deformation and the fracture possibility of Hyflex CM NiTi file. Pre-loading and sterilized process concentrated the stress at the end of NiTi file tip which shortens the length of NiTi file fracture tip.

Keywords : NiTi file, Er:YAG laser, NCF, cyclic fatigue resistance, Hyflex file

Student Number : 2011-22482