

## Er:YAG 레이저를 이용한 법랑질 표면처리 후 치면열구전색재의 미세누출에 관한 평가

이선숙 · 이난영 · 이상호

조선대학교 치과대학 소아치과학교실

### 국문초록

교합면 치아우식증을 예방하기 위한 가장 보편적이면서 효과적인 방법으로 치면열구전색술이 소개되었다. 치면열구전색재의 도포시 열구내 유기물, 치태, 법랑질 잔사 등을 제거하여 전색재의 유지율을 증가시키고자 하는 여러 가지 방법들이 소개되고 있다. 최근 Er:YAG 레이저가 새로운 법랑질 표면처리방법으로 소개되고 있는데 이것이 기존의 다른 방법들과 비교하여 더 나은 결과를 보이는지 연구해보고자 하였다. 첫 번째 실험으로 Er:YAG 레이저 조사시 산부식과 유사한 형태를 보이는 조사 조건을 알아보고자 하였다. 또한 이를 기초로 하여 법랑질 표면처리방법으로 전통적인 산부식 방법만을 시행한 경우(1군), 기계적 삭제방법인 열구성형술(Fissurotomy)을 시행한 경우(2군), Er:YAG 레이저만 조사한 경우(3군), Er:YAG 레이저 조사 후 산부식을 시행(4군)한 경우로 나누어 전색재를 도포하고 미세누출 정도를 평가하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 주사전자현미경사진에서 100mJ, 5Hz Er:YAG 레이저로 조사시 산부식과 유사한 양상을 관찰할 수 있었다.
2. 기계적 삭제방법이 산부식만 시행한 경우에 비해 더 낮은 미세 누출을 보였으나 통계학적 유의성을 보이지는 않았다( $p < 0.05$ ).
3. 산부식을 시행한 경우보다 레이저를 조사한 후 산부식을 시행한 경우가 더 낮은 미세누출을 보였다.

**주요어** : Er:YAG 레이저, 법랑질 표면처리방법, 미세누출, 치면열구전색재

### I. 서 론

교합면 열구전색은 자정작용이 안되고, 음식물 잔사를 깨끗이 제거할 수 없는 부위에 치태나 음식물 잔사가 축적되는 것을 막고, 초기 병소를 재광화시키며 산 생성균에 의해 발생한 산을 완충함으로써 교합면의 우식증 유병율을 줄이는 매우 보편적이면서 가장 효과적인 방법이다<sup>1-3)</sup>. 그러나 이러한 교합면 열구전색술의 예방 효과는 전색재 하방에서 일어나는 치아 우식증의 진행 과정을 막기 위해 변연 미세누출을 최소화했을 때 나타나

는데<sup>4)</sup>, 이는 소와 열구의 적절한 봉쇄를 향상시키기 위한 전색재의 물리적 성질 및 마모저항성, 깨끗한 법랑질표면, 치면열구전색재의 열구침투도, 적절한 산부식형태, 법랑질표면과의 결합 등에 의존한다.

미세누출(microleakage)은 치질과 수복물 사이의 공간에 박테리아, 구강액, 분자 및 이온이 임상적으로 탐지해낼 수 없게 스며드는 것이라 정의할 수 있다<sup>5-7)</sup>. 치면열구전색재는 이러한 미세누출을 방지함으로써 발생 초기 교합면 우식을 예방하거나 억제시킬 수 있어야한다<sup>8)</sup>. 적절한 법랑질 두께의 존재 하에서 인산을 이용한 전처리는 전색재 결합 전 법랑질 표면을 처리하는 표준화된 방법으로 전색재의 미세누출을 감소시켜 왔으나, 교합면 소와열구의 좁고 깊고 불규칙한 형태학적 특징 및 산부식재의 물성에 따라 그 침투깊이가 다양하여 미세누출을 줄이려는 다양한 시도가 계속되고 있다.

교신저자 : 이 상 호

광주광역시 동구 서석동 375번지

조선대학교 치과대학 소아치과학교실

Tel: 062-220-3860 Fax: 062-225-8240

E-mail: shclee@chosun.ac.kr

이와 같이 미세누출을 줄이기 위한 법랑질 표면처리방법으로 air-polishing, air-abrasion, 고속핸드피스를 이용한 열구성형술(fissurotomy), 레이저 등이 소개되고 있다.

Air-polishing은 sodium bicarbonate, tricalcium phosphate를 공기와 물과 함께 분사시켜 치아 표면의 잔사 및 착색을 제거하는 방법이다. Air-polishing을 시행한 경우 산부식만 시행한 경우보다 전색제의 결합력이 높다는 보고가 있지만, 모두 평활면에서의 연구 결과로 교합면의 결과도 이와 같을 것이라고 결론내리기는 힘들다<sup>8,9)</sup>.

Air-abrasion은 air-polishing과 유사한 방법으로 aluminum oxide 입자를 고속으로 치아 표면에 분사하는 방법으로 Goldstein과 Parkins<sup>10)</sup>은 이 방법으로 열구내 잔사와 초기 우식증이 제거되므로 산부식 처리를 하지 않아도 된다고 했다. 그러나 마모 입자가 과도하게 날려서 지저분해지며 초기 구입 비용이 높고, 적절한 case선정 및 최소 마모재만으로도 빠르게 행할 수 있는 숙련도를 요구하는 등의 단점이 거론되고 있다. 또한 여러 연구들에서 air-abrasion만 시행한 경우 충분한 결합 강도를 내지 못하였다는 연구 결과로 보아 air-abrasion이 산부식을 대체할 수는 없을 것이다<sup>11,12)</sup>.

이를 위한 대안으로 소와열구를 효과적으로 세척하기 위한 기계적인 삭제방법이 추천되었다. 기계적인 삭제방법은 열구의 입구를 확대시켜주고, 초기 우식증을 진단할 수 있으며, 우식증이 상아법랑경계부까지 확장되어있는지의 여부를 확인할 수 있다<sup>13-15)</sup>. 그러나 Pope 등<sup>16)</sup>은 여러 가지 열구 세척 방법을 비교한 실험에서 산부식만을 시행한 경우와 비교하여 기계적인 삭제 방법을 시행한 경우 미세누출에 관해 연구하였는데, 이전의 논문들과 상반된 견해들이 보고되고 있다. 또한 어린이에 있어 고속 핸드피스를 이용한 와동 형성은 소음, 진동 등이 발생하여 치과치료에 대한 거부반응을 일으킬 수 있다.

최근 치과 영역에서 레이저의 사용은 Goldman 등<sup>17)</sup>이 1964년 ruby laser를 처음 치아 경조직에 사용한 이래로 여러 분야에서 사용되고 있으며 특히 치아 구조와의 결합 및 미세누출에 관해 법랑질 및 상아질에 미치는 레이저의 조사 효과에 대해 활발히 연구되어져오고 있다. 이러한 목적으로 사용되는 레이저로는 CO<sub>2</sub>, Nd:YAG, Ho:YAG, ArF, Nd:YLF 레이저 등이 있다. 그러나 대부분의 레이저가 삭제 효과가 좋지 않고 와동 주변에 crack, 탄화 현상, 균열, crater, 재결정화, 용융현상 등이 발생되어 접착력을 감소시키는 것으로 알려져 있다<sup>18-22)</sup>. 그러나 최근 물에 흡수가 잘되는 Er:YAG 레이저가 소개되면서 치질 삭제 효과 및 법랑질 산부식 효과에 대한 다양한 시도들이 이루어지고 있다<sup>23)</sup>. Er:YAG 레이저는 고체 매질을 이용하는 2.94 $\mu$ m의 파장을 갖고, 치아 표면에 용융, crack, 균열, 탄화 등의 부작용 없이 법랑질과 상아질을 효과적으로 삭제할 수 있고 법랑질 표면을 변화시키며 다른 레이저와 달리 치수에 비가역적인 손상 없이 안전하게 사용할 수 있다고 보고되고 있다<sup>23,24)</sup>. 이는 레이저 에너지가 치질 내 수분의 온도를 상승시켜 폭발하게 함으로써(microexplosion) 경조직을 분해시킴으로써 일어

난다. 짧고, 고에너지의 pulse는 주위 조직에 온도 상승을 일으키지 않고 조직을 효과적으로 제거한다. 치과 경조직 처리에 Er:YAG 레이저의 사용에 대한 많은 연구들에서 안전하며 치아 조직을 제거하거나 자를 수 있고, 우식제거, 와동형성, 결합력을 증진시키기 위한 산부식 전 법랑질 및 상아질의 구조를 변형시킴으로써 법랑질 표면 부식에 효과적이라고 보고하였다. 또한 동통과 소음, 진동이 없으며 치료부위의 살균효과가 있어 핸드피스에 공포감이 있는 어린이에서 활용 가능성이 높다고 하겠다.

따라서 본 연구에서는 치면열구전색술을 시행함에 있어 미세누출을 줄이기 위한 법랑질 표면처리방법으로 레이저의 사용이 효과적이지를 알아보려고 하였다.

## II. 실험 재료 및 방법

### 1. 실험 재료

시진과 탐침으로 우식검사를 시행하여 교합면에 치아우식증이나 충전물, 파절, 표면 결합이 없어 임상적으로 열구전색의 적응증이 되는, 비교적 건전하게 교정 목적으로 발거된 영구 소구치 44개를 선택하여, 연조직과 치석을 제거하고, 실온의 생리식염수에 보관한 후 실험대상 치아로 사용하였다. 기계적 삭제는 resin finishing bur와 고속 핸드피스를 사용하였고, 레이저는 비접촉 방식의 handpiece형 Er:YAG 레이저(FIDELIS PLUS<sup>TM</sup>, Model 21-1AF, Fotona, Slovenia)를 사용하였다. 치면열구전색제는 unfilled sealant로 Clinpro<sup>TM</sup>(3M, ESPE)를 사용하였고, 전색제의 광중합을 위해 Plasma광중합기인 Flipo<sup>®</sup>(LOKKI, France)를 사용하였다.

### 2. 실험 방법

#### 1) 레이저의 조사조건

레이저가 산부식을 대체할 수 있는지 알아보기 위하여 산부식과 유사한 형태를 보이는 레이저의 조사조건을 알아보려고 다음과 같은 조건으로 물분사하에 Er:YAG 레이저를 조사한 후 주사전자현미경으로 관찰하였다. 제조사의 지시 및 이전의 논문들<sup>25-28)</sup>을 기초로 하여 60mJ, 100mJ, 140mJ, 180mJ로 5Hz, 초점거리 7mm로 준비된 치아의 교합면 소와열구에 Er:YAG 레이저를 조사하였다. 각 치아 표본들은 열구 부위가 손상되지 않도록 협설로 파절시키고 파절된 면을 주사전자현미경(JSM 840-A, JEOL, Japan)을 이용하여 관찰하기 전 24시간동안 건조시켰다. 각 표본들은 gold-carbon ion coater(PS-1200, Para One, Inc. Korea)를 이용해 scattered gold ion coating후 주사전자현미경(scanning electron microscope, SEM)으로 3000배의 배율로 이미지를 관찰, 촬영하였다.

2) 미세누출 평가

실험 1의 결과를 기초로 하여 법랑질 표면처리방법에 따른 미세누출을 평가하기 위하여 발거된 40개의 영구 소구치를 실험 전까지 생리 식염수에 보관한 후 퍼미스와 술을 사용하여 치면세마를 시행하였다. 법랑질 표면처리방법에 따라 각 10개씩 4개의 그룹으로 나누었다. 제1군은 교합면 소와열구부위에 35%의 인산을 사용하여 30초간 산부식을 시행하고 15초간 air-water spray를 이용하여 제거한 후 15초간 air-spray로 건조하였다. 제2군은 각 치아의 교합면 소와열구부위에 열구성형술을 시행한 후, 1군과 동일한 과정을 시행하였다. 제3군은 교합면 소와열구부위에 100mJ, 5Hz Er:YAG 레이저를 조사한 후 15초간 air-water spray를 이용하여 세척하고 15초간 air-spray로 건조하였다. 제4군은 제3군과 동일한 조건의 Er:YAG 레이저를 조사한 후 1군과 동일한 과정을 시행하였다 (Table 1). 각 군의 치아들은 법랑질 표면처리 후 전색재를 도포하고 Plasma광중합기로 9초간 광중합하였다.

치면열구전색재를 도포한 각 군의 치아들을 멸균 증류수에 24시간 보관한 후 5℃와 55℃에서 1분씩 thermocycling을 500회 시행한 후 치근단공을 봉쇄하였다. 각각의 치아들을 치

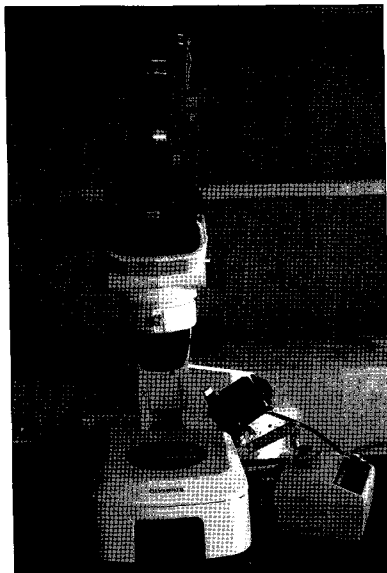
면열구전색재와 그 주변 1mm를 제외한 나머지 면을 nail varnish로 2회 피개하였다. 2% methylene blue 용액에 치관만 잠기도록 시험관에 담근 후 24시간동안 보관하였다. 염색 용액에서 치아들을 꺼내 흐르는 물에 씻고 여분의 색소를 제거한 후 치근을 잘라내었다. 인접면을 소와가 손상되지 않도록 절단한 후 레진 block에 접착 후 근심 소와와 원심 소와를 협설 방향으로 low-speed diamond wheel saw(Model 650, South Bay Technology, USA)를 이용하여 절단하여 160개의 절단면을 얻었다. 절단면을 광학현미경(Olympus SZ61®, Japan)으로 관찰하고(Fig. 1), Ovreb와 Raadal<sup>29)</sup>이 제시한 기준에 따라 염색액의 침투가 전혀 없는 경우(score 0), 염색액이 전색재의 외측 1/2까지 침투한 경우(score 1), 염색액이 전색재의 내측 1/2까지 침투한 경우(score 2), 염색액이 하방의 열구까지 침투(score 3)한 경우로 하여 각 절단면에서 관찰된 최고점을 그 치아의 색소침투도로 기록하여 미세누출을 평가하였다(Fig. 2).

전색재의 변연미세누출에 대한 전체 실험군에 대한 유의성 검증은 통계학적 프로그램인 SPSS에서 Kruskal-Wallis Test 95% 유의수준으로 평가한 후 각 군간의 유의성 검증은 비모수 검정인 Mann-Whitney test를 사용하였다.

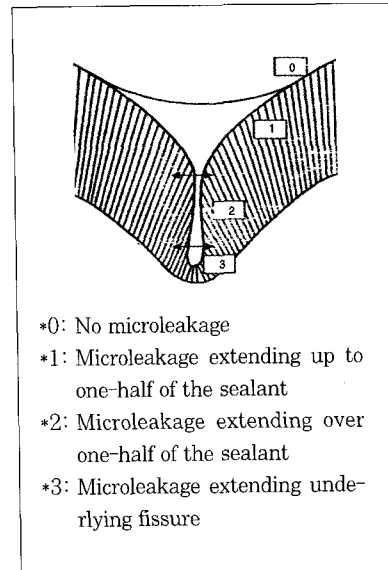
**Table 1.** Sample distribution according to the enamel surface treatment method

Group	Method	No. of Teeth
Group 1	only etchant applied during 30s	10
Group 2	after fissurotomy, etchant applied during 30s	10
Group 3	only laser applied	10
Group 4	after laser, etchant applied during 30s	10

\*s: second



**Fig. 1.** Stereoscope(Olympus SZ61®, Japan).



**Fig. 2.** Dye Penetration Score.

### Ⅲ. 실험 성적

#### 1. 산 부식과 유사한 법랑질형태를 보이는 레이저 조사조건

각 절단면을 주사전자현미경으로 관찰한 결과(Fig. 3~Fig. 6) 물분사하에 시행한 모든 군에서 탄화와 용융이 관찰되지 않았고, 깨끗한 경계를 보이며 분화구양 함몰이 전반적으로 존재하였다. 그중 100mJ, 5Hz로 조사했을 때가 가장 산부식과 유사한 양상임을 관찰할 수 있었다(Fig. 4).

#### 2. 각 군별 미세누출에 대한 평가

각 실험군에 따른 색소침투도를 관찰한 결과는 table 2와 같

으며 광학현미경으로 색소침투도를 관찰하여 그 이미지를 촬영하였다(Fig. 7~ Fig. 10). 전체 실험의 유의성 검증을 위해 Kruskal-Wallis test를 시행한 결과 유의한 차이를 보였으며 ( $p=0.03$ ), 각각 어느 군 사이에 차이가 있는지 알아보기 위해 Mann-Whitney test를 시행하였다.

Table 3은 각 실험군에 따른 색소침투도의 표준치와 표준편차값을 나타낸다.

Table 4에서와 같이 산부식만을 시행한 군에서보다 기계적 삭제방법 및 레이저를 조사한 후 산부식을 시행한 군에서 미세누출이 더 적었고 기계적 삭제방법 및 레이저 조사 후 산부식을 시행한 군이 레이저만 조사한 군에서보다 미세누출이 더 적었다.

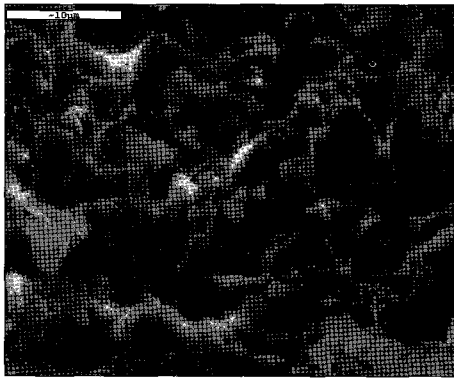


Fig. 3. 60mJ.

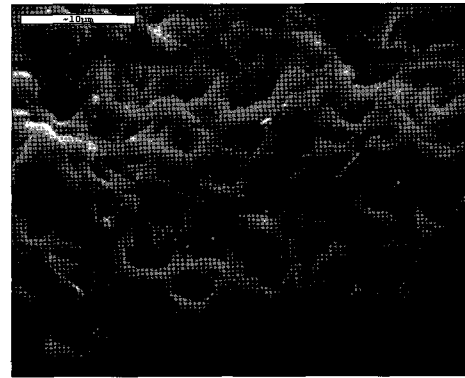


Fig. 4. 100mJ.

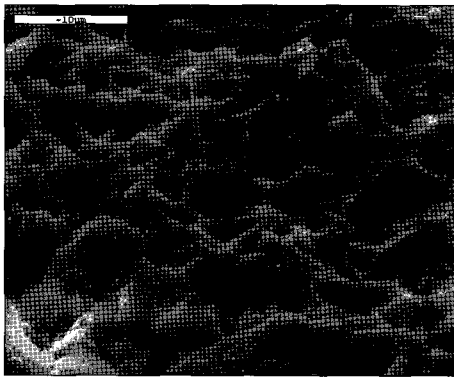


Fig. 5. 140mJ.

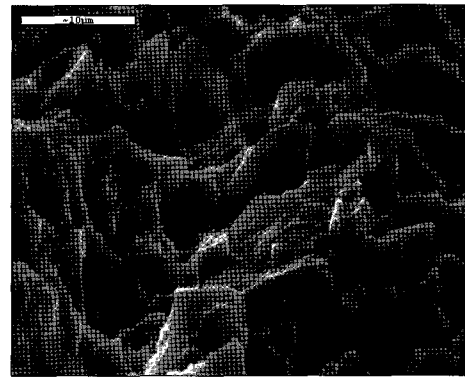


Fig. 6. 180mJ.

Table 2. Degree of marginal microleakage: Number of samples

Group	Score			
	0	1	2	3
1	0	3	3	4
2	2	3	5	0
3	0	2	5	3
4	2	4	4	0

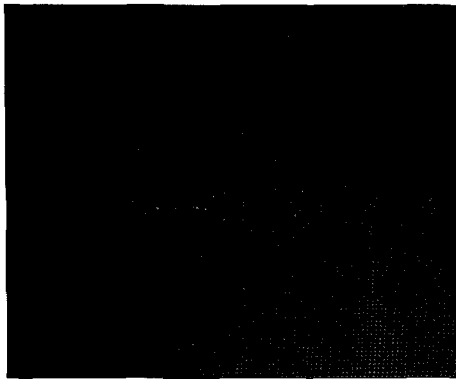


Fig. 7

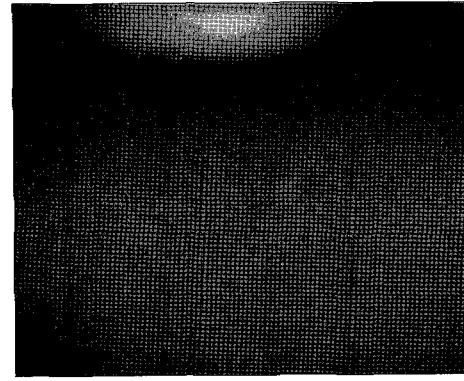


Fig. 8

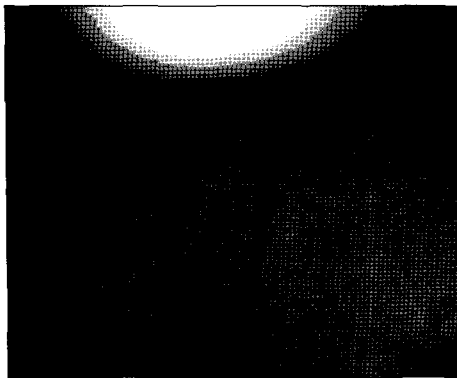


Fig. 9



Fig. 10

**Table 3.** Data representing the degree of dye penetration in each group (N:10)

Group	1	2	3	4
Mean(SD)	2.1(0.88)	1.3(0.82)	2.1(0.74)	1.2(0.79)

**Table 4.** Statistical comparison between groups on the microleakage score in regard to the methods

Comparison	Group 1	Group 2	Group 3	Group 4
Group 1		S	N	S
Group 2			S	N
Group 3				S
Group 4				

\*S: statistically significant difference(p<0.05)

\*N: statistically no significant difference(p>0.05)

#### IV. 총괄 및 고찰

레이저 조사는 많은 치과 영역에서 사용될 수 있는 잠재성을 지닌다. 이 실험에서는 와동형성을 위한 범랑질의 삭제가 목적이 아니라 레진 전색재 결합을 위한 표면 전처리 방법으로서의 레이저를 평가하기 위한 것으로 더 낮은 출력 밀도로 치아 표면의 변성에 유용한 탈착점 방식을 사용하였다. 현재 치과 영역에

서 많이 사용되고 있는 연속파 CO<sub>2</sub> 레이저나 Nd:YAG 레이저는 경조직에 조사시 조사부위의 산화와 피사가 나타나는 부작용이 있다. 레이저 조사 후 나타나는 균열과 용해, 부드러운 표면은 증발과정에 의해 유도된 고열에 의해 발생된다<sup>30,31</sup>. 이러한 균열이나 부드러운 표면은 레진과의 접착력을 감소시킨다. 1988년 Hibst와 Keller<sup>32</sup>가 Er:YAG 레이저가 우식 치아 뿐만 아니라 건강한 치아의 삭제시에도 다른 레이저에서 나타나

는 열손상 없이 가능했다는 보고를 한 이래로 Er:YAG 레이저의 임상적 적용에 대한 연구가 계속되고 있다. Toconabe 등<sup>22)</sup>의 연구에 의하면 Er:YAG 레이저를 법랑질에 조사한 후 형태 변화를 관찰한 결과, 광학현미경상에서 탄화와 용융이 관찰되지 않았고 주사전자현미경 관찰 결과 깨끗한 경계를 나타내었으며 분화구양 함몰이 전반적으로 존재하고 3차원 입체영상에서 패인 깊이가 일정하지 않고 표면은 거칠었다고 보고하였다.

몇몇 연구자들은 레이저를 이용한 부식과 산을 이용한 법랑질 표면처리 후 전색제를 도포하여 그 결과를 비교하였다. 전색제도포 전 소와열구의 세척 및 표면처리에 관한 이러한 레이저의 사용은 미세결합을 위한 표면구조를 강화시킴으로써 건전한 치아구조의 소실을 최소화하며 35% 인산을 이용한 산부식을 시행할 수도 있고 시행하지 않을 수도 있다고 하였다. 불행히도 이러한 전색제 도포 전 법랑질 표면처리방법에 따른 접촉 물질의 결합을 비교하는 논문은 여전히 부족한 실정이다. 이전의 논문들은 레이저로 표면처리 후 전색제의 질에 대한 언급이 없었고 연구의 수가 제한되어 있는 한계점을 가지고 있다.

Keller와 Hibst<sup>23)</sup> 그리고 Featherstone 등<sup>33)</sup>에 따르면 Er:YAG 레이저의 삭제 과정은 2가지인데 첫 번째 단계는 증발 단계이고 두 번째 단계는 미세 폭발과정이다. 법랑질의 삭제는 급속한 가열과 법랑질의 결정격자 안에 있는 수분의 폭발성 팽창으로 일어난다. 또한 레이저 조사시 물분사를 동시에 시행하면 열손상을 줄일 수 있고 Er:YAG 레이저의 삭제 효과가 우수해지는 장점이 있다.

다른 논문들에서는 전색제의 변연부위에 염료를 침투시켜 미세 누출을 시험함으로써 산부식과 레이저 조사에 의한 법랑질 표면처리 후 전색제를 도포했을 때 그 질을 평가하였다. Do Rego와 de Araujo<sup>34)</sup>는 레이저 조사군과 산부식군 모두에서 염료의 침투가 관찰되었다고 하였다. 본 연구에서는 전통적인 산부식과 레이저 조사한 군 간에 미세누출의 차이를 보이지 않았다. 이러한 차이는 사용된 레이저와 전색제 재료의 특성 차이로 설명되어질 수 있을 것이다.

Borsatto 등<sup>27)</sup>은 이와 상반되는 연구 결과를 발표하였는데 Er:YAG 레이저를 사용한 실험에서 산부식한 것보다 더 좋지 않은 변연봉쇄를 보였다고 하였다. 그러나 이것 또한 사용된 레이저의 차이 때문이라고 생각되며 다른 차이점을 발견할 수가 없었다. Roebuck 등<sup>35)</sup>은 Bur를 이용한 기계적인 와동을 형성할 경우 smear layer가 형성되어 충전재료의 접착을 방해하는 요인으로 작용할 수 있다고 하여 기계적 삭제방법에 대한 부정적인 견해를 보고하였다. Cozean 등<sup>19)</sup>은 기계적인 삭제와 비교할 때 법랑질의 Er:YAG 레이저 삭제는 2배 정도의 시간이 걸리나 와동형성이 크지 않을 경우 짧은 시간이 소요된다고 하여 치면열구전색술을 위한 법랑질표면 전처리 방법으로서의 가능성을 제시하였다.

Manhart 등<sup>36)</sup>은 산부식 방법이 Er:YAG 레이저에 비해 더 낮은 미세누출을 보였다고 한 반면 Niu 등<sup>37)</sup>은 고속 핸드피스와 비교하여 Er:YAG 레이저를 사용한 경우 미세누출에 대한

차이가 없었다고 보고하였다.

본 실험에서는 물분사하에 100mJ의 탈촉점 방식으로도 법랑질표면처리 효과를 얻을 수 있었기 때문에 치수에 비가역적인 손상을 가하지 않았을 것으로 생각된다.

본 연구에서 사용된 염색 용액은 2% methylene blue용액이었다. 다른 염색액(0.2% Rhodamine, 0.5% solution of basic fuchsin, 50% silver nitrate)을 사용했을 때는 입자가 더욱 작기 때문에 다른 결과가 나타났을 것이다. 더욱이 레이저와 기계적 삭제방법 및 전통적인 산부식에 있어서 단지 변연 미세누출만을 평가하였다. 이것은 구강 내 상태에 따라 전색제의 미세누출이 달라질 수 있기 때문에 장기간의 유지율, 전색제의 전단강도나 보존상태 등을 비교할 때 다른 계측치들의 사용이 고려되어야 할 것이다. 또한 이전의 논문 및 제조사의 지시에 따라 제한된 범위 및 적은 수의 표본으로 이루어져 좀더 다양한 조건에서 많은 수의 표본을 이용하여 각 술식에 따른 레이저조사출력에 관한 연구가 이루어져야 하며, 접촉 조사방식의 Er:YAG 레이저를 사용한 미세누출 및 전단결합강도, 충전제의 양의 차에 따른 미세누출의 비교 연구, 유치에서의 연구 등은 더 의미있는 연구가 되리라고 사료된다.

## V. 결 론

최근 Er:YAG 레이저가 다양한 임상적 적용이 치과영역에서 소개되어지고 있는데 특히 소음, 진동이 적고 동통이 최소이며 치료부위의 살균효과를 보이며 선택적 삭제가 가능하고 smear layer가 존재하지 않으며 적절한 접착을 위한 유지면을 형성하여 산부식의 필요성을 감소시킨다고 알려져 있다. 그러나 각 술식에 맞는 레이저의 조사조건이나 미세누출, 전단결합강도 등에 대한 연구가 미흡한 실정이다. 본 연구에서는 교합면소와열구에 Er:YAG 레이저를 조사하여 주사전자현미경을 이용하여 산부식과 유사한 양상을 보이는 조사조건을 알아보고, 이를 기초로 하여 발거된 소구치 40개를 법랑질 표면처리방법에 따라 4개의 군으로 나누어 전색제를 도포한 후 미세누출을 관찰하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 물분사하에 100mJ, 5Hz Er:YAG 레이저로 조사했을 때 주사전자현미경 사진에서 탄화 및 용융이 관찰되지 않았고 산부식을 시행했을 때와 유사한 양상을 관찰할 수 있었다.
2. 전통적인 산부식을 시행한 군보다 기계적 삭제방법을 시행한 군에서 더 낮은 미세누출을 보였다(p<0.05).
3. 전통적인 산부식을 시행한 군과 레이저만을 조사한 군 및 기계적 삭제 방법을 시행한 군과 레이저 조사후 산부식을 시행한 군 간에는 유의한 차이를 보이지 않았다.
4. 산부식만을 시행한 군과 레이저 조사후 산부식을 시행한 군에 있어서는 레이저 조사 후 산부식을 시행한 군에서 더 낮은 미세누출을 보였다.

이상의 결과를 종합해 보면 치면열구전색제의 도포를 위한 법랑질표면처리방법으로 레이저의 사용은 산부식과정을 줄여주

지는 않았으나, 산부식을 시행할 경우 기계적삭제방법과 같이 낮은 미세누출을 보였다. 이는 고속핸드피스에 대한 두려움이 있는 어린이에 있어 와동형성이 크지 않은 경우 외상을 최소화 하며 치아를 삭제할 수 있는 방법으로 소아치과 영역에서 사용할 만하다고 사료된다.

### 참고문헌

- Weintraub JA : The effectiveness of pit and fissure sealant. *Journal of Public Health Dentistry*, 49:317-330, 1989.
- Hicks MJ, Flaitz C, Pinkham JR (ed). *Pediatric Dentistry: The acid-etch technique in caries prevention: pit and fissure sealants and preventive restoration. : Infancy Through Adolescence*, 3rd ed., W.B. Saunders, Philadelphia : 481-512, 1999.
- Koch G, Poulsen S, Twetman S. *Pediatric Dentistry : Caries prevention in child dental caries. : A Clinical Approach.*, Munksgaard, Copenhagen, 119-145, 2001.
- Jensen OE, Handelman SL : Effect of an autopolymerizing sealant on viability of microflora in occlusal dental caries. *Scand J Dent Res*, 88:382-388, 1980.
- Alani AH, Toh CG : Detection of microleakage around dental restoration: a review. *Oper Dent*, 22:173-185, 1997.
- Hatibovic-Kofman S, Wright GZ, Braverman I : Microleakage of sealants after conventional, bur, and air-abrasion preparation of pits and fissures. *Pediatr Dent*, 20:173-176, 1998.
- Taylor MJ, Lynch E : Microleakage. *J Dent*, 20:3-10, 1992.
- Brockmann SL, Scott RL, Eick JD : The effect of an air-polishing device on tensile bond strength of a dental sealant. *Quintessence Int*, 20:211-217, 1989.
- Brown JR, Barkmiere WW : A comparison of six enamel treatment procedures for sealant bonding. *Pediatr Dent*, 18:29-31, 1996.
- Goldstein RE, Parkins FM : Air-abrasive Technology : Its new role in restorative dentistry. *J Am Dent Assoc*, 125:551-557, 1994.
- Ellis RW, Latta MA, Westerman GH : Effect of air abrasion and acid etching on sealant retention: an *in vitro* study. *Pediatr Dent*, 21:316-319, 1999.
- Kanellis MJ, Warren JJ, Levy SM : Comparison of air abrasion versus acid etch sealant techniques: six-month retention. *Pediatr Dent*, 19:258-261, 1997.
- Waggoner WF, Siegal M : Pit and fissure sealant application: updating the technique. *J Am Dent Assoc*, 127:351-361, 1996.
- Shapira J, Eidelman E : Fissure topography after combined 20- and 60-seconds etching and mechanical preparation viewed by SEM. *Clin Prev Dent*, 7:27-30, 1985.
- De Crane GP, Martens C, Dermaut R : The invasive pit-and-fissure sealing technique in pediatric dentistry: an SEM study of a preventive restoration. *J Dent Child*, 55:34-42, 1988.
- Pope BD Jr, Garcia-Godoy F, Summitt JB, et al. : Effectiveness of occlusal fissure cleansing methods and sealant micromorphology. *ASDC J Dent Child*, 63:175-180, 1996.
- Goldman L, Hornby P, Meyer R, et al. : Impact of the laser on dental caries. *Nature*, 203:417, 1964.
- Arcoria CJ, Lippas MG, Vitasek BA : Enamel surface roughness analysis after laser ablation and acid-etching. *J Oral Rehabil*, 20:213-224, 1993.
- Cozean C, Arcoria CJ, Pelagalli J, et al. : Dentistry for the 21st century? : Erbium:YAG laser for teeth. *J Am Dent Assoc*, 128:1080-1087, 1997.
- Lin S, Caputo AA, Eversole LR, et al. : Topographical characteristics and shear bond strength of tooth surface cut with a laser powered hydrokinetic system. *J Prosthet Dent*, 82:451-455, 1999.
- Obata A, Tsumura T, Niwa K, et al. : Super pulse CO<sub>2</sub> laser for bracket bonding and debonding. *Eur J Orthod*, 21:193-198, 1999.
- Tokonabe H, Kouji R, Watanabe H, et al. : Morphological changes of human teeth with Er:YAG laser irradiation. *J Clin Laser Med Surg*, 17:7-12, 1999.
- Keller U, Hibst R : Experimental studies of the application of the Er:YAG laser on dental hard substances: II. Light microscopic and SEM investigations. *Lasers Surg Med*, 9:345-351, 1989.
- Paghdiwala AF, Vaidyanathan TK, Paghdiwala MF : Evaluation of erbium:YAG laser radiation of hard dental tissues : analysis of temperature change, depth of cuts and structural effects. *Scanning Micros*, 7:989-997, 1993.
- T. Tengrungsun, S. Smithrithee, N. Vongsavan, S et al. : Investigation of Er:YAG laser etching on enam-

- el-sealant interface *in vitro* SEM study. Int Congress Series, 1248:201-208, 2003.
26. Borasatto MC, Corona SA, Ramos RP, et al. : Microleakage at sealant/enamel interface of primary teeth: effect of Er:YAG laser ablation of pits and fissures. J Dent Child(Chic), 71:143-147, 2004.
27. Borsatto MC, Corona SA, Dibb RG, et al. : Microleakage of a resin sealant after acid-etching, Er:YAG laser irradiation and air-abrasion of pits and fissures. J Clin Laser Med Surg, 19:83-87, 2001.
28. 임형수, 이창섭, 이상호 : Er:YAG 레이저 조사가 법랑질 표면 변화와 전단강도에 미치는 영향. 대한소아치과학회지, 28:374-382, 2001.
29. Ovrebo RC, Raadal M : Microleakage in fissures sealed with resin or glass ionomer cement. Scand. J Dent Res, 98:66-69, 1990.
30. Stern RH, Vahl J, Sognnaes RF : Lased enamel: Ultrastructural observation of pulsed carbon dioxide laser effects. J Dent Res, 51:455-460, 1972.
31. Stern RH : The laser in dentistry: a review of the literature. J Dent Assoc, 29:173-179, 1974.
32. Hibst R, Keller U : Experimental studies of the application of the Er:YAG laser on dental hard substances: I. Light microscopic and SEM investigations. Lasers Surg Med, 9:338-344, 1989.
33. Featherstone JD, Fride D, Visuri SR, et al. : Lasers in dentistry. Lasers Surg Med, 16:103-133, 1995.
34. Do Rego MA, De Araujo MA : Microleakage evaluation of pit and fissure sealants done with different procedures, materials and laser after invasive technique. J Clin Pediatr Dent, 24:63-68, 1999.
35. Roebuck EM, Whitters CJ, Saunders WP : The influence of three Erbium:YAG laser energies on the *in vitro* microleakage of Class V compomer resin restoration. Int J Pediatr Dent, 11:49-56, 2001.
36. Manhart J, Huth KC, Chen HY, et al. : Influence of the pretreatment of occlusal pits and fissures on the retention of a fissure sealant. Am J Dent, 17:12-18, 2004.
37. Niu W, Eto JN, Kimura Y, et al. : A study on microleakage after resin filling of Class V cavities prepared by Er:YAG laser. J Clin Laser Med Surg, 16:227-231, 1998.



Abstract

ER:YAG LASER-TREATED ENAMEL FOR PIT AND FISSURE SEALANT:  
A COMPARISON OF MICROLEAKAGE

Seon-Suk Lee, Nan-Young Lee, Sang-Ho Lee

*Department of Pediatric Dentistry, Collage of Dentistry, Chosun University*

It is introduced that pit and fissure sealant is the most universal and effective to prevent occlusal dental caries. In processing of being applied the pit and fissure sealant, the various kinds of methods are developed to remove organic matters, plaque, microflora and debris in the pit and fissure for increasing the rates of maintain the sealant. Recently, the Er:YAG laser has been used as a new enamel surface treatment method. The purpose of this thesis is compared whether that enamel surface treatment method is superior to other methods or not.

1. 100mJ, 5Hz Er:YAG lased enamel surface was similar to acid-etched enamel in SEM evaluation.
2. Mechanical preparation showed decreased microleakage when compared with acid-etching only, but no significant differences in both method.
3. After laser and acid-etching method showed decreased microleakage when compared with acid-etching only.

**Key words** : Er:YAG laser, Enamel surface treatment method, Microleakage, Pit and fissure sealant