

Er:YAG 레이저를 이용한 법랑질 표면처리가 치면열구전색제의 미세누출에 미치는 영향

이지현 · 김재문 · 김 신 · 정태성

부산대학교 치과대학 소아치과학교실

국문초록

본 연구는 Er:YAG 레이저를 이용한 법랑질의 표면처리가 치면열구전색제의 미세누출에 미치는 영향을 알아보기 위해서 시도되었다. 먼저 법랑질 표면 처리에 적절한 Er:YAG 레이저 조사 수준을 알아보기 위해, 치면열구에 50 mJ에서 300 mJ 까지 3 Hz로 레이저를 조사하고, 주사전자현미경으로 표면 변화를 관찰하였다.

교정 목적으로 발거된 건전한 소구치 36개를 치면열구전색 전 법랑질 처리 방법에 따라 아무런 처리 없는 군(1군), 전통적인 산부식 시행한 군(2군), Er:YAG 레이저를 조사한 군(3군), Er:YAG 레이저 조사 후 산부식 시행한 군(4군)으로 나누었다.

치면열구전색 후 1000회의 열순환을 시행하였고, Rhodamine B를 이용해 치아를 염색하였다. 각 치아를 협설 방향으로 절단하여 1 mm 두께의 시편 3개를 만들었으며, 총 108개의 시편(각 군당 27개)을 얻었고, 형광현미경으로 관찰하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 주사전자현미경 관찰 결과, 50 mJ, 3 Hz로 Er:YAG 레이저를 조사하였을 때 산부식과 유사한 법랑질 표면 변화를 관찰할 수 있었으며, 조사 에너지가 증가할수록 법랑질 표면의 용해와 재결정화 및 균열이 관찰되었다.
2. 치면열구전색의 미세누출도 1)3)4)2 군의 순으로 많이 나타났었다. 1, 3, 4군은 미세누출도에서 상호 차이를 나타내지 않았으나($p>0.05$), 2군은 1, 3군에 비해 유의하게 적었다($p<0.05$).

이상의 결과로 볼 때, 치면열구전색시 미세누출의 감소에 있어 Er:YAG 레이저 조사보다 전통적인 산부식이 우수하다 생각되며, Er:YAG 레이저의 조사조건에 대한 더 많은 연구가 필요할 것으로 사료된다.

주요어 : 치면열구전색제, 미세누출, 레이저부식, Er:YAG 레이저

I. 서 론

어린이에서 치아우식증의 발생을 억제하기 위한 방법으로 치면세균막관리, 식이조절, 불소의 국소도포 및 치면열구전색법을 이용하는 4단 치아우식예방법이 권장되고 있다. 이 중 치면열구전색법은 1967년 Cueto와 Buonocore¹⁾에 의해 소개된 이래 불소도포와 함께 우식의 예방에 널리 이용되고 있다.

구치부 교합면의 열구 부위는 형태적으로 좁아서 음식물이나 세균이 잘 빠져나오지 못하며, 타액이 열구의 기저부에 잘 도달하지 않아 자정작용이 일어나지 못하므로 치아우식증이 빈발하는 부위이다. 또한 교합면 열구 부위의 우식증은 20세 이전에 발생하는 치아우식증의 50% 이상을 점하며, 평활면 우식증보다 8배 정도 발생률이 높은 것으로 알려져 있고²⁾ 불소도포의 효과도 교합면 열구부위가 평활면보다 떨어진다. 이와 같은 치아열구 부위를 구강환경으로부터 격리하여 우식을 예방하는 치면열구전색법은 특히 어린이의 우식예방에 유용한 수단이라 할 수 있다.

치면열구전색의 실패 원인은 다양하나, 가장 대표적인 것이 전색제와 법랑질 계면 사이에서 나타나는 미세누출이다. 미세누출에 영향을 미치는 다양한 요소 중 하나는 소와열구 부위의

교신저자 : 정 태 성

부산시 서구 아미동 1가 10번지

부산대학교 치과대학 소아치과학교실

Tel: 051-240-7451

E-mail: tsjeong@pusan.ac.kr

법랑질 처리 방법이다. 치면열구전색제는 치질과 기계적으로 결합하므로, 적절한 유지력을 얻기 위해서는 최대한의 표면적을 가지도록 법랑질을 처리할 필요가 있다^{3,5)}.

치면열구전색제와 법랑질의 결합 면적을 넓히는 가장 일반적인 방법은 법랑질의 산부식이다. 법랑질의 표면적과 젖음성을 증가시키기 위한 산부식은 치면열구전색제를 도포하는 과정에서 필수적으로 간주되고 있다. 그러나 적절하지 못한 법랑질 산부식은 치질의 과도한 탈회를 유발할 수 있고, 인접면이나 치경부로 산의 유출을 일으킬 수 있다.

최근 법랑질 표면적을 증가시키는 다른 방법으로 치과용 레이저가 관심을 끌고 있다. 법랑질에 레이저를 조사하면 복합레진 술식과정의 산부식과 유사한 표면 형태의 변화가 관찰되는데 이를 레이저 부식(laser etching)이라 부른다. Goldman과 Guinnett⁶⁾은 아르곤 레이저, Liberman 등⁷⁾은 CO₂ 레이저, Fraunhofer 등⁸⁾은 Nd:YAG 레이저로 부식을 시도하였으나, 일부는 치아 경조직에 조사되었을 경우 상대적으로 높은 에너지에 기인하여 치수에 대한 열적 손상 이외에도 심각한 변형, 용융, 균열, 탄화 등 복합레진과의 접착에 바람직하지 않은 표면 변화를 유발하게 된다⁹⁾. Keller와 Hibst¹⁰⁾가 Er:YAG 레이저를 사용하여 부식을 시도한 이후, Er:YAG 레이저는 법랑질과 상아질에서의 흡수율이 높아, 치아 경조직 레이저 부식에 가장 적합한 것으로 인정되고 있다.

최근에 들어 Er:YAG 레이저의 치아 경조직 조사 효과에 대해 많은 연구적 관심이 집중되고 있다. 그러나 치면열구전색을 위한 레이저 부식 효과에 대한 연구는 아직 부족하고, 임상적 유용성에 대해서도 의견이 분분하다. 따라서, 본 연구는 치면열구전색을 위한 치아 법랑질 부식과정에서 전통적인 산부식법과 Er:YAG 레이저 부식이 치면열구전색제의 미세누출에 미치는 영향을 비교, 평가할 목적으로 시도되었다.

II. 연구재료와 방법

1. 연구재료

교정치료 목적으로 발거된, 우식이나 충전물이 없는 건전한 소구치 50개를 발거 즉시 실온의 생리식염수에 보관하여 시료 치아로 사용하였다. 치면에 부착된 연조직을 제거한 후, 치근부위를 백악법랑경계에서 잘라내고 유동성 복합레진인 Tetric Flow[®](Vivadent, Schaan, Liechtenstein)로 치수측 개구부를 폐쇄하고, 불소가 포함되지 않은 pumice와 저속 핸드피스에 부착된 치면세마용 브러쉬를 이용하여 치아를 세척하였다. 불규칙한 열구의 형태에 따른 오차를 없애기 위해 NTF Fissurotomy bur[®](SS White, USA)를 이용하여 치면 열구의 형태를 표준화 하였다. 이 중 14개는 주사전자현미경적 관찰에 사용하고, 나머지 36개는 치면열구전색제 미세누출 실험에 사용하였다.

2. 연구방법

1) 레이저의 적정 조사량 설정

치면열구전색 과정에서 법랑질 표면처리에 적절한 Er:YAG 레이저의 출력 수준을 파악할 목적으로 에너지를 달리하여 조사한 후 표면 변화를 주사전자현미경으로 관찰하였다.

가. 레이저 조사

총 14개의 치아를 2개씩 7군으로 분류한 후, 2개의 치아는 37% 인산으로 15초 산부식하고, 15초간 세척, 5초간 건조하였다. 12개 치아의 치면열구에는 2.94 μ m 파장의 Er:YAG 레이저(SDL-300EN, B&B system, 수원, 한국)를 800 μ m 직경의 사파이어 팁을 이용하여 비접촉식으로 물을 뿌리면서 조사하였다. 조사세기는 최초 50 mJ로 시작하여 단계별로 50 mJ씩 증가시켜 300 mJ까지 6단계로 조사하였다. Pulse repetition rate는 모두 3 Hz로 일정하게 하였다.

나. 주사전자현미경적 관찰

레이저가 조사된 12개의 치아와 산부식된 2개의 치아를 실온에서 하루 동안 건조시킨 뒤, ion sputter(E-1010, Hitachi, Japan)로 15 kV와 15 μ A의 전압과 1 Pa 이하의 진공상태에서 백금으로 피복 처리하였다. 산부식과 비슷한 법랑질 변화를 보이는 레이저의 출력을 알아내기 위해 주사전자현미경(S-3500N, Hitachi, Japan)을 이용하여 1000배와 4000배 배율로 법랑질 표면 형태 변화를 관찰하였다.

2) 치면열구전색제의 미세누출 실험

가. 치아 시편의 준비

준비된 치아 시편을 37% 인산으로 15초 산부식 하였고, 15초간 세척, 5초간 건조하였다. Er:YAG 레이저 조사후의 조직학적 관찰 결과 50 mJ, 3 Hz에서 산부식 군과 가장 유사한 법랑질 표면 변화 양상을 보여, 이것을 미세누출 측정을 위한 에너지로 선택하였다. 36개의 치아를 치면열구전색 전 법랑질 전 처리 방법에 따라 4군으로 분류하였다(Table 1).

Table 1. Sample distribution according to the method of enamel treatment

Group	Treatment method
1	No etching
2	Acid etching
3	Laser etching
4	Laser etching + Acid etching

나. 치면열구전색과 광중합

치면열구전색제로는 unfilled sealant인 Helioseal F® (Vivadent, Schaan, Liechtenstein)를 사용하였고, 광중합은 Plasma-arc 광중합기인 Flipo®(Lokki, France)를 이용하였다.

다. 열순환과 형광 염색

구강 내 환경을 재현하기 위해 치아를 5°C와 55°C의 수조에서 각각 10초씩 교대로 1000회의 열순환(thermocycling)을 시행하였다. 불필요한 형광 염색을 막기 위해 치면열구 주위 1mm를 제외한 나머지 치면 전체에 nail varnish를 2회 도포하고 건조시켰다. 2% Rhodamine B 용액에 24시간 시료를 담귀 형광 염색 하였고, 24시간 후 생리식염수에 1분간 세척 후 건조하였다.

라. 치아 절단, 시편 제작

경조직 절단기(Accutom-50, Struers, Ballerup, Denmark)에서 시료 치아를 협설 방향으로 4회 절단하여 1mm 두께의 시편 3개를 얻음으로써, 군당 27개, 총 108개의 시편을 제작하였다.

마. 형광현미경 관찰

절단된 시편에서 치면열구전색제 미세누출 부위로의 Rhodamine B 침투도는 형광현미경(Axioskop, ZEISS, Germany)을 통해 관찰하였고, 여기에서 얻은 상을 AxioCam MRC5(ZEISS, Germany)를 이용해 컴퓨터로 전송하여, 전용 소프트웨어인 Axiovision Rel. 4.3으로 분석하였다. Rhodamine B는 형광현미경 상에서 RED color로 보이는데, 열구전색제와 치아 계면의 미세누출 깊이는 픽셀값(pixel value) 상의 RGB 값에서 R값이 50 이상으로 표현되는 길이까지로 정하였다.

바. 미세누출 평가와 등급부여

치면열구전색제와 치질 사이의 미세누출의 평가는 Rhodamine B의 침투도를 측정하여 평가하였다. 침투도는 열구의 깊이에 대한 Rhodamine B의 침투 깊이의 백분율을 계산하여 나타내었고, 이를 기준으로 점수(score)¹¹⁾를 부여하였다 (Table 2). 각 점수에 따른 대표적인 형광현미경 영상은 Fig. 1에 제시된 바와 같다.

사. 통계처리

Window용 SPSS version 10.0을 이용, one way ANOVA test와 Scheffe's test를 시행하여 통계적 유의성을 조사하였다.

Table 2. Scoring method of the degree of microleakage

Score	dye penetration
0	no dye penetrated
1	dye penetrated up to 1/3 total height of fissure
2	dye penetrated up to 1/3-2/3 total height of fissure
3	dye penetrated up to more than 2/3 of total height of fissure

Table 3. Microleakage scores according to enamel surface treatment

Group	Score				N	Mean
	0	1	2	3		
1	2	19	2	4	27	1.29 (0.82)
2	16	10	1	0	27	0.44 (0.57)
3	9	11	2	5	27	1.11 (1.08)
4	9	15	1	2	27	0.85 (0.81)

mean(SD)

Ⅲ. 연구 성적

1. 주사전자현미경적 관찰조건

37% 인산으로 산부식한 치아에서는 법랑소주가 탈회되는 제 1부식형(Fig. 2)과 법랑질 소주간질이 탈회되는 제 2부식형(Fig. 3) 모두 관찰되었다. 50 mJ을 조사한 군에서는 산부식과 유사한 제 2부식형의 법랑질면 변화가 관찰되었고(Fig. 4), 레이저 조사 에너지가 증가할수록 법랑질이 일부 용해되면서 작은 거품(bubble-like)이나 용암 같은(lava-like) 양상을 보

Table 4. Multiple comparison between groups (1-way ANOVA with Scheffe's test)

Comparison	1	2	3	4
1		S		
2			S	
3				
4				

S: statically significant difference (p<0.05)

였다(Fig. 5). 법랑질의 전반적인 용해와 재결정화를 보이기도 하며(Fig. 6), 법랑질의 균열이 관찰되었다(Fig. 7).

그러나 모든 레이저 조사 치아에서 CO₂나 Nd:YAG 레이저에서 나타나는 탄화현상은 관찰되지 않았으며 산부식된 치아에 비해 더 불규칙적이고 매끈한 표면 양상을 보였다.

2. 치면열구전색제의 미세누출 비교

법랑질 표면처리 방법에 따른 치면열구전색제 미세누출 점수의 분포는 Table 3에 제시된 바와 같으며, 각 군에서의 미세누출 차이의 유의성은 Table 4에 나타내었다. 미세누출은 2군에서 가장 적었으며 4, 3, 1군 순으로 증가하였다. 1, 3, 4군에서는 미세누출에 유의한 차이가 없었으나(p>0.05), 2군은 1, 3군에 비해 미세누출이 유의하게 적은 것으로 나타났다(p<0.05).

IV. 총괄 및 고찰

1964년 Stern과 Sognnaes¹²⁾가 루비 레이저를 이용하여 법랑질 표면 처리에 대한 연구를 발표한 이후, 레이저를 치과 임상에서 이용하기 위한 다양한 시도가 있었다. 최근 치과분야에서 많이 사용되고 있는 레이저는 CO₂ 레이저, Nd:YAG 레이저, 아르곤 레이저, Er:YAG 레이저, Excimer 레이저 등의 고출력 레이저와 헬륨-네온 레이저 등의 저출력 레이저가 있다. 이 중 Er:YAG 레이저는 미국 식품 의약국(FDA)에서 인간의 생체 치아에 사용하도록 판매를 허용한 최초의 레이저이다. Er:YAG 레이저는 물의 주 흡수 정점과 일치하는 2.94 μm의 파장을 가지기 때문에 법랑질과 상아질에서 레이저 빔의 흡수가 우수하다¹³⁾. Er:YAG 레이저가 물에서 흡수되는 정도는 CO₂ 레이저의 10배, Nd:YAG 레이저의 2만 배나 되고¹⁴⁾, 수산화인회석(hydroxyapatite)에서의 흡수율도 높기 때문에 치아의 경조직에 사용하기에 가장 적합한 레이저라 할 수 있다. Er:YAG 레이저는 이런 높은 흡수율 때문에 같은 효율을 얻기 위해 상대적으로 적은 에너지가 요구되고, 치수의 열손상 가능성이 적어진다. 따라서 본 실험에서 설정한 냉각수 분사 하에, 50 mJ, 3 Hz의 Er:YAG 레이저 조사는 치수에 열손상을 주지 않는 적절한 수준이라 할 수 있을 것이다.

그러나 Er:YAG 레이저를 사용한 레이저 부식의 경우 치아에 조사하는 레이저의 에너지 수준과 조건에 따라, 표면 변화 양상이 다양하였다. 본 연구에서는 치면열구전색의 미세누출 감소에 있어 산부식과 레이저 부식을 비교하기 위해, 전통적인 산부식에서 나타나는 법랑질의 표면 변화 양상을 기준으로, 적절한 Er:YAG 레이저 조사 조건을 찾으려고 시도하였다. 주사전자현미경적 관찰 결과 50 mJ, 3 Hz의 조건으로 Er:YAG 레이저광을 조사하였을 때 산부식과 유사한 법랑질 표면을 관찰할 수 있었다. 또 50 mJ 이상의 에너지로 조사하였을 경우, 일부 산부식과 유사한 표면을 보였으나 균열이 더 깊고 넓게 나타났다. 즉 치면열구전색제와의 결합을 위한 법랑질의 전처리 목

적으로의 고에너지 사용은 치아표면의 균열 양상이 증가되어 결합력을 감소시킬 가능성이 있을 것으로 판단된다.

이전의 여러 연구에서 레이저 부식법이 치면열구전색술식에서 산부식법과 동등하거나 우수한 결과를 보였다^{15,16)}. 그러나 본 연구에서 미세누출 실험의 결과, 전통적인 방법으로 산을 이용하여 치면을 화학적으로 처리하는 산부식법이, 특정 조건의 레이저 부식법보다 치면열구전색제의 미세누출 감소에 우수한 결과를 보였다(Table 3). 이러한 사실은 레이저 부식이 치면열구전색을 위한 전통적인 산부식을 대체할 수 있을 정도의 효과적인 방법이 아닐 수 있음을 시사한다. 이런 결과가 나온 이유는 레이저로 표면 처리 후, 법랑질의 형태에 따른 결합강도의 약화 때문으로 생각된다. Er:YAG 레이저를 법랑질에 조사하여 형태 변화를 관찰한 결과 탄화와 용융이 관찰되지는 않았으나, 표면의 패인 깊이가 산부식과 비교했을 때 불규칙하다는 주장이 있고¹⁷⁾, 레이저 작용기전인 "미세폭발"(microexplosion)에 의해 법랑질면이 약화되어 치질의 미세 응집과열이 일어난다고 보고한 연구도 있다¹⁸⁾. 따라서 산부식의 균일한 표면 양상과 비교했을 때 레이저 조사에서 나타나는 다양한 형태의 불규칙한 표면은 산부식에서 나타나는 균일한 법랑질 탈회구조에 비하여 결합강도의 감소와 함께 미세누출이 증가하는 원인으로 추정할 수 있다.

유치 법랑질의 접착수복 술식에서 산부식 전 Er:YAG 레이저 조사는 결합력의 증가를 가져온다는 보고가 있었다¹⁹⁾. 그러나 산부식전 Er:YAG 레이저 조사는 법랑질의 결합력을 증가시킬 수 없거나 떨어뜨린다는 상반된 결과를 보고한 예도 있다^{20,21)}. 본 실험에서는 산부식 전에 Er:YAG를 조사하면 오히려 산부식만 한 경우보다 미세누출이 더 증가되는 결과를 보였는데, 이것은 레이저 조사에 의해 법랑질면이 융합되어 산에 대한 법랑질의 물리적 투과도가 감소된 데에 기인한 것으로 생각된다.

Er:YAG 레이저를 조사하였을 때 치면의 내산성이 증가하였다는 연구가 있다²²⁻²⁶⁾. 치면의 내산성 증가 기전에 관한 의견은 다양한데, Stern 등²²⁾은 레이저 조사 후 표면 하부의 탈회가 감소하여 치면의 내산성이 증가하게 되는데, 이는 법랑질 표면에 존재하는 많은 소공과 결손부가 레이저 조사에 의해 융합되어 산에 대한 물리적 투과도를 감소시키기 때문이라 하였다. 이외에도 내산성 증가 기전에 대한 다양한 의견이 있었는데, 표면 용융과 법랑소주 결정격자 변화, 수분과 무기물의 변화에 따른 법랑질 투과도 감소에 기인하거나²³⁾, 법랑소주의 배열 변화 때문으로 해석하였다²⁴⁾. 그러나 내산성 증가 원인을 법랑질의 투과도가 아닌 화학적인 용해도 감소에 의한 것으로 보는 주장도 있고²⁵⁾, 법랑질 투과도 감소와 용해도 감소가 동시에 일어난다는 연구도 있다²⁶⁾. 본 연구에서는 주사전자현미경 관찰 결과 레이저를 조사한 치면에서 법랑질의 용해와 재결정화를 관찰할 수 있어 탈회전 레이저 조사로 인한 법랑질의 질적 변화를 추정할 수 있었다.

치면열구전색제의 미세누출 등 변연누출을 평가하기 위한 방

법에는 색소침투법, 방사성 동위원소 이용법, 미생물 이용법, 공기 압력법, 주사전자현미경 이용법, 전기화학법, 중성자 활성 분석법 등이 있다²⁷⁾. 이 중 색소침투법은 가장 오랫동안 널리 쓰이는 방법으로, 간편하고 변연누출이 일어나는 부위를 시각적으로 확인할 수 있는 장점이 있으나, 변연누출 정도를 평가하기 위해 색소의 침투 깊이를 검사자의 눈으로 확인해야 하기 때문에 침투 깊이를 결정하는 기준이 평가자에 따라 달라질 수 있는 단점이 있었다. 따라서 본 연구에서는 검사자의 눈에 의존하는 이전 색소침투법의 한계를 보완하기 위해서 모니터에 나타나는 형광 염색부위의 디지털 분석을 시도하였다. Rhodamine B가 침투한 임계 깊이를 정확하게 수치화하기 위해서 모니터 상의 영상에서 픽셀값(pixel value)중 R값이 50을 나타내는 깊이를 침투 깊이로 정하였다. 이러한 방법으로 측정하여 score를 구하는 것이 육안에 의한 것과 결과에서 차이가 나지는 않을 것으로 예상되나, 일정기준을 정하여 침투 깊이를 수치화함으로써 연구의 기준을 설정하는데 도움이 되리라 생각되며, 추가 연구가 필요할 것으로 사료 되었다.

Er:YAG 레이저의 치료적 이용에 관한 많은 연구가 계속되고 있으나, 비슷한 실험에서 연구자에 따라 상반된 결과가 나온 경우가 많았다. 레이저 실험에서는 조사에너지, pulse repetition rate, 조사시간, 조사거리, 냉각수 분무 등 조사조건에 따라 결과가 달라질 수 있다. 본 실험에서는 주사전자현미경 관찰에서, 전통적인 산부식과 유사한 법랑질 표면 변화를 보이는 레이저의 파라미터를 기준으로 삼아 실험을 진행하였으나, 향후 다양한 연구를 통하여 생체조직인 치아를 대상으로 한 적절한 레이저 조사조건에 대한 연구가 지속되어야 할 것으로 생각되었다.

이상의 결과로 볼 때, 치면열구전색시 미세누출의 감소에 있어 Er:YAG 레이저 조사보다 전통적인 산부식이 우수하다 생각되며, Er:YAG 레이저의 조사조건에 대한 더 많은 연구가 필요할 것으로 사료된다.

V. 결 론

본 연구는 최근 들어 치면열구전색을 위한 법랑질면 처리 방법으로 사용이 제안되고 있는 Er:YAG 레이저를 이용한 방법이 치면열구전색제의 미세누출에 미치는 영향을 비교, 분석할 목적으로 시도되었다. 레이저 조사를 위한 적절한 조건을 알아내기 위해 주사전자현미경 관찰을 시행하였고, 치면열구전색제의 미세누출을 평가하기 위해 시료 치아를 열구전색 전 아무런 처리 없는 군(1군), 전통적인 산부식을 시행한 군(2군), Er:YAG 레이저를 조사한 군(3군), Er:YAG 레이저 조사 후 산부식 시행한 군(4군)으로 분류하였다. 치면열구전색 후 형광 염색제를 이용한 각 군의 미세누출을 평가하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 주사전자현미경 관찰 결과, 50 mJ, 3 Hz로 Er:YAG 레이저를 조사하였을 때 산부식과 유사한 법랑질 표면 변화를 관

찰할 수 있었으며, 조사 에너지가 증가할수록 법랑질 표면의 용해와 재결정화 및 균열이 관찰되었다.

2. 치면열구전색의 미세누출도 2<4<3<1 군의 순으로 많이 나타났다. 1, 3, 4군은 서로 간에 미세누출도에서 차이를 나타내지 않았으나(p>0.05), 2군은 1, 3군에 비해 유의하게 적었다(p<0.05).

이상의 결과로 볼 때, 치면열구전색시 미세누출의 감소에 있어 Er:YAG 레이저 조사보다 전통적인 산부식이 우수하다 생각되며, Er:YAG 레이저의 조사조건에 대한 더 많은 연구가 필요할 것으로 사료된다.

참고문헌

1. Cueto EI, Buonocore MG : Sealing of pit and fissures with an adhesive resin: its use in caries prevention. J Am Dent Assoc, 75:121-128, 1967.
2. Menaker L, Morhart RE, Navia JM : The biologic basis of dental caries. Harper and Row publishers Inc, London, 461-81, 1980.
3. Hatibovic-Kofman S, Wtrght GZ, Ian B : Microleakage of sealants after conventional bur and air-abrasion preparation of pits and fissure. Pediatr Dent, 20:173-176, 1998.
4. Pope BD Jr, Garcia-Godoy F, Summitt JB, et al. : Effectiveness of occlusal fissure cleansing methods and sealant micromorphology. J Dent Child, 63:175-180, 1995.
5. Xalabarde A, Garcia-Godoy F, Boj JR, et al. : Fissure micromorphology and sealant adaptation after occlusal enameloplasty. J Clin Pediatr Dent, 20:299-304, 1996.
6. Goldman BD, Gwinnett AJ : A comparison of laser and acid etched human enamel using scanning electron microscopy. Archs Oral Biol, 22:215-220, 1977.
7. Lieberman R, Segal TH, Nordenberg D : Adhesion of composite materials to enamel. Lasers Surg Med, 4:323-327, 1984.
8. Fraunhofer JA, Allen DJ, Orbell GM : Laser etching of enamel for direct bonding. Angle Orthod, 63:73-76, 1993.
9. Meyer D, Fath HJ : Thermal stress in dentin and enamel under CO₂ laser irradiation. SPIE, 2623: 117-128, 1996.
10. Keller U, Hibst R : Experimental studies of the application of the Er:YAG laser on dental hard substance : II. Light Microscopic and SEM investigations. Laser Surg Med, 9:623-627, 1989.

11. Dominique D, Marie-Josée S, Marc MP : Penetration and microleakage of dental sealants in artificial fissures. *J Dent Child*, 71:41-44, 2004.
12. Stern RH, Sognnaes RF : Laser beam effect on dental hard tissue. *J Dent Res*, 43:873, 1964.
13. Hibst R, Keller U : Experimental studies of the application of the Er:YAG laser on dental hard substances. *Laser Surg Med*, 9:338-344, 1989.
14. Koort HJ, Frentzen M : YAG-lasers in restorative dentistry : A histological investigation. *Proc SPIE*, 1643:403-411, 1992.
15. Moshonov J, Stabholz A, Zyskind D, et al. : Acid-etched and Erbium:Yttrium Aluminium Garnet laser-treated enamel for fissure sealants: a comparison of microleakage. *Int J Pediatr Dent*, 15:205-209, 2005.
16. 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.
17. Tokonabe H, Kougi R, Watanabe H, et al. : Morphological changes of human teeth with Er:YAG laser irradiation. *J Clin Laser Med Surg*, 17:7-12, 1999.
18. Martinez-Insua A, Dominguez LS, Rivera FG, et al. : Difference in bonding to acid-etched or Er:YAG laser-treated enamel and dentin surface. *J Prosthet Dent*, 84:280-288, 2000.
19. Rosimeyri LW, Elisângela MM, Jesus DP, et al. : Shear bond strength to enamel of primary teeth irradiated with varying Er:YAG laser energies and SEM examination of the surface morphology : an in vitro study. *Photomed Laser Surg*, 23:260-7, 2005.
20. Daniela TC, Aline ES, Michelle AC, et al. : Influence of Er:YAG laser irradiation distance on the bond strength of a restorative system to enamel. *J Dent*, 7:1-7, 2005.
21. Mariane G, Silmara AM, Jesus DP : Influence of the frequency of Er:YAG laser on the bond strength of dental enamel. *J Clin Laser Med Surg*, 21:105-8, 2003.
22. Stern RH, Songnaes RF, Goodman F : Laser inhibition of dental caries suggested by first test in vivo. *J Am Dent Assoc*, 85:1087-1090, 1972.
23. Yamamoto H, Sato K : Prevention of dental caries by Nd:YAG laser irradiation. *J Dent Res*, 59:2171-2177, 1980.
24. Lobene RR, Bhussary BR, Fine S : Interaction of carbon dioxide laser radiation with enamel and dentin. *J Dent Res*, 47:311-317, 1968.
25. Ingram GS : The role of carbonate in dental material. *Caries Res*, 7:217-230, 1973.
26. Nelson DGA, Wefel JS, Jongbloed WL, et al. : Morphology, histology and crystallography of human dental enamel treated with pulsed low-energy infrared laser radiation. *Caries Res*, 21:411-426, 1987.
27. Phillip DD, Kenneath AC : Comparison and reliability of techniques for measuring leakage and marginal penetration. *Oral Surg*, 53:410-416, 1982.

사진부도 ①

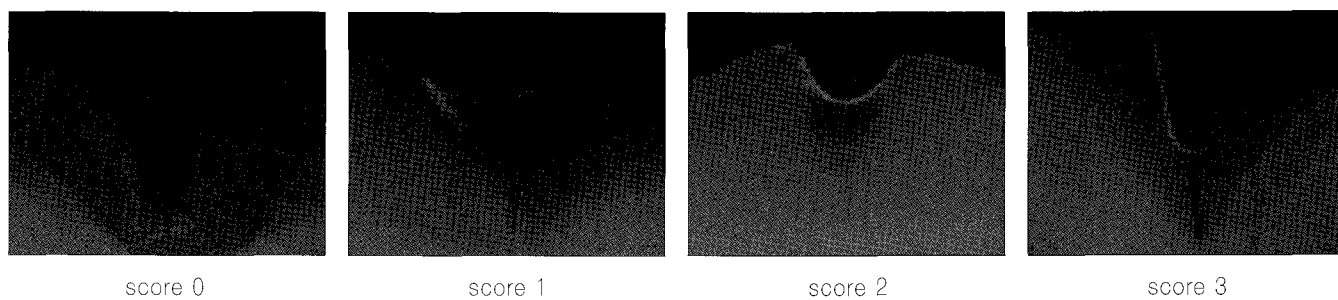


Fig. 1. Fluorescent microscopic images.

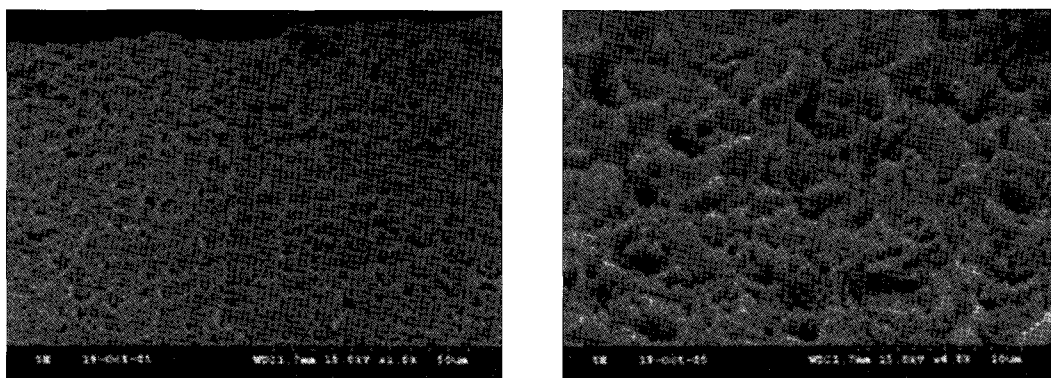


Fig. 2. 37% phosphoric acid-etched enamel surface with type I ($\times 1000$, 4000).

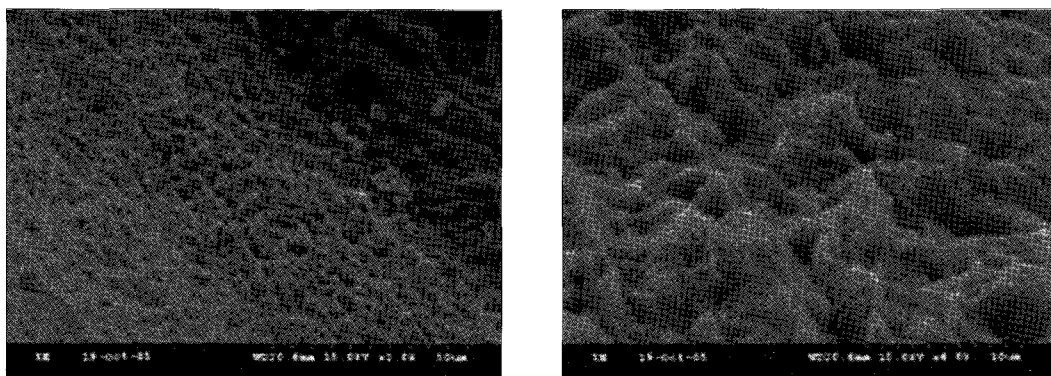


Fig. 3. 37% phosphoric acid-etched enamel surface with type II ($\times 1000$, 4000).

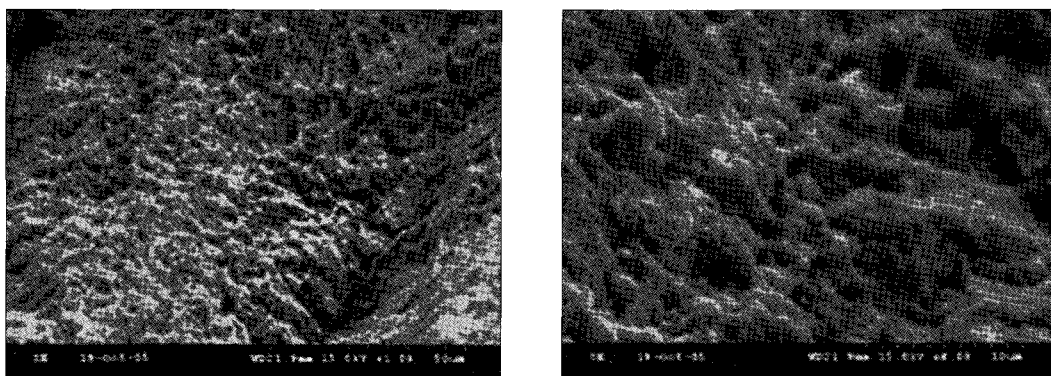


Fig. 4. Er:YAG laser using 50 mJ/3 Hz ($\times 1000$, 4000).

사진부도 ②

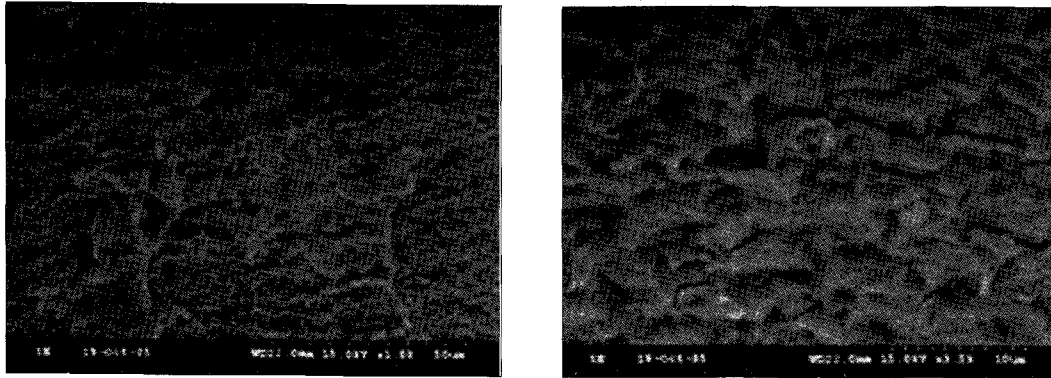


Fig. 5. Er:YAG laser using 150 mJ/3 Hz ($\times 1000$, 4000).

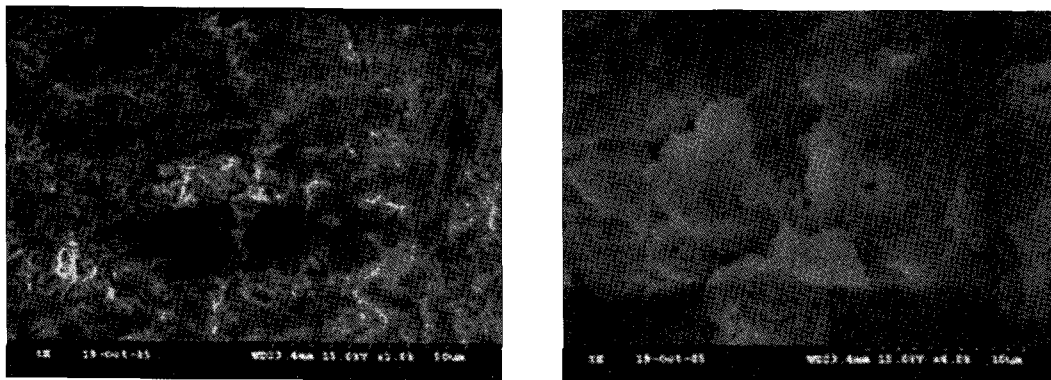


Fig. 6. Er:YAG laser using 200 mJ/3 Hz ($\times 1000$, 4000).

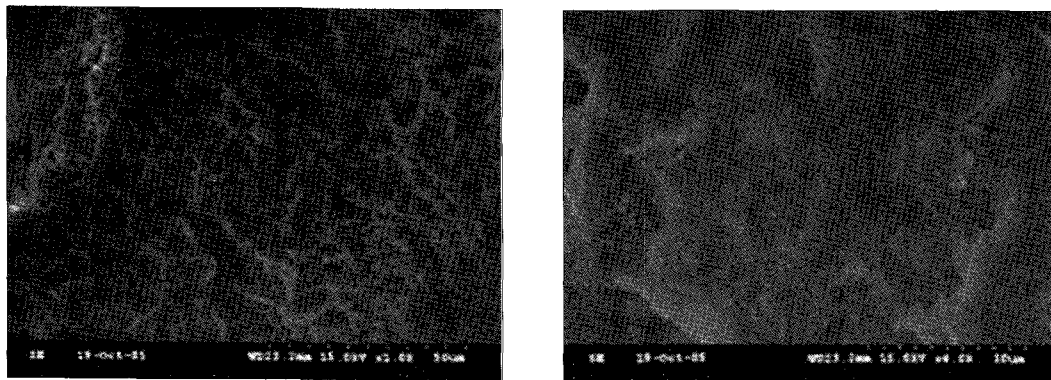


Fig. 7. Er:YAG laser using 250 mJ/3 Hz ($\times 1000$, 4000).

Abstract

INFLUENCE OF THE ENAMEL TREATMENT WITH ER:YAG LASER ON
THE MICROLEAKAGE OF PIT AND FISSURE SEALANT

Ji-Hyun Lee, Jae-Moon Kim, Shin Kim, Tae-Sung Jeong

Department of Pediatric Dentistry, College of Dentistry, Pusan National University

The aim of this study was to assess the microleakage underneath a pit and fissure sealant bonded to occlusal surfaces treated by Er:YAG laser. To determine the most effective energy density of laser, fourteen specimens were irradiated from 50 mJ to 300 mJ at 3Hz. After irradiation, the lased specimens were observed under the scanning electron microscope.

Thirty six non-carious extracted premolars were randomly assigned to four groups of nine teeth: group 1, no treatment on the occlusal surface; group 2, acid etching for 15 seconds; group 3, Er:YAG laser irradiation; group 4, acid etching followed by Er:YAG laser irradiation. The pits and fissures were sealed with unfilled sealant(Helioseal F) and the specimen teeth were thermo-cycled, immersed in 2% Rhodamine B solution, longitudinally sectioned and analyzed for microleakage with fluorescent microscope. The results were as follows:

1. Er:YAG lased surfaces with 50 mJ, 3Hz showed a similar pattern of irregularity with acid etched enamel surfaces.
2. The mean microleakage score increased in the order of group 2, 4, 3 and 1. There was no significant difference among group 1, 3 and 4($p>0.05$), however group 2 showed significantly less microleakage compared with group 1 and 3.

Conclusively, the laser irradiation seemed not enough to replace the acid etching for proper retention of pit and fissure sealants.

Key words : Pit and fissure sealant, Microleakage, Laser etching, Er:YAG laser