

1

상아세관 폐쇄에 대한 2종의 상아질 지각 과민 처치제와 Er,Cr:YSGG 레이저의 효과

고려대학교 임상치의학대학원 심미수복학과
김나송, 강정경, 류재준

ABSTRACT

Effect of two dentin desensitizers and Er,Cr:YSGG laser for dentinal tubule occlusion

Department of esthetic restorative dentistry,
Graduate School of Clinical Dentistry at Korea University
Na Song Kim, Jeong Kyung Kang, Jae Jun Ryu

The purpose of this study was to evaluate the effect of two dentin desensitizers and Er,Cr:YSGG laser for dentinal tubule occlusion. Twenty recently extracted single-rooted human teeth were used to obtain root dentinal fragments. The crowns were cut approximately 1mm below the cementum enamel junction(CEJ). A second cut was used to remove the apex of the root. Subsequently, a longitudinal cut was made in order to obtain 2 fragments from each root sample. The cementum from the cervical portion was removed using a high-speed diamond-coated bur in order to expose the dentin. To open dentinal tubules, forty samples were treated with 50% citric acid for 2 min and then rinsed under distilled water for 1 min. These were divided into four groups of ten samples each. The first group served as a control group. In group 2, the samples were irradiated with the Er,Cr:YSGG laser(Waterlase MD, Biolase, USA). In group 3, the samples were treated with Bisblock and ONE-STEP PLUS(Bisco, USA). In group 4, the samples were treated with Gluma comfort bond & Desensitizer(Heraeus Kulzer, Germany).

All the samples were examined using Scanning electron microscopy(Hitachi, S-4700, Japan) with two different magnifications(X2000, X5000). These images were assessed by one examiner who was blind to the experimental procedure, using the index of smear layer removal. The distribution of smear layer removal grades was tested using Fisher's exact test. On the other hand, in order to evaluate the occluding effect of two dentin desensitizers and Er,Cr:YSGG laser, the number of exposed dentinal tubules was counted in each group. These were evaluated using the Kruskal-Wallis test with significance pre-determined at $\alpha=0.05$.

There were statistically significant differences between the three groups(Er,Cr:YSGG laser, Bisblock+ONE-STEP PLUS, Gluma comfort bond & Desensitizer) and control group.

Key words: Dentinal tubule occlusion, Er,Cr:YSGG laser, Bisblock and ONE-STEP PLUS, Gluma comfort bond & Desensitizer, Scanning electron microscopy

1. 서 론

상아질 지각과민증은 치수에 병변이 없는 노출된 상아질에 각종 자극이 가해졌을 때 유발되는 동통을 말한다. 노출된 상아질에 가해지는 자극은 구강 내 온도 변화와 화학적 변화 그리고 각종 기계적 자극에 의하며, 이러한 온도 자극과 화학적, 기계적 자극이 동통을 유발하는 기전은 여러 가지 이론으로 설명되어 왔다¹⁾. 그 중 가장 유력한 가설인 유체 역학 기전 이론에 따르면, 노출 상아질 면에 가해진 자극으로 인해 발생된 부피나 압력의 변화가 개방 상아세관으로 액체이동을 일으켜서 동통을 유발하는 것으로 설명된다²⁾. 상아질 노출은 여러 상황에서 일어날 수 있으며, 치관 삭제로 발생할 수도 있다. 술 후 상아질 지각 과민증은 세균감염이 없다면 시간에 따라 점차 진정될 수도 있으나 임상적으로 동통을 호소하는 불편한 증상이다³⁾.

이러한 과민성 상아질의 치료 방향은 상아세관 액의 이동이나 상아질 투과성을 감소시키는 제재들로 집약되고 있으며, 노출된 치근면의 잇솔질에 의한 도말층의 형성^{3, 4)}, 상아세관 내에 불용성 침착물의 형성⁵⁾, 레진의 도포, 상아질 접착제의 사용이 이에 포함된다. 최근 많은 임상가들이 노출 상아질과 치관 삭제한 치아의 과민성을 처치하기 위해 상아질 접착 시스템을 사용하기 시작하였으며 상아질 접착제가 과민성을 해소하는 기전은 혼성층의 형성과 레진 tag와 상아세관의 결합으로 추정된다^{6, 7)}.

지각 과민증의 치료에 대한 보고로는 1941년 Lukomsky등이 불화물의 사용 가능성을 처음으로 제시한 이래, sodium fluoride, calcium fluoride sodium monofluorophosphate, acidulated phosphate fluoride(APF)^{8, 9)}, sodium chloride, potassium oxalate, strontium 등 다양한 재제의 탈감작 효과가 연구되어 왔으나 그 임상적 치료 효과가 매우 다양하여 많은 논란의 여지를 남겼다^{3, 5, 6)}.

1981년 Greenhill과 Pashley는 30% potassium

oxalate가 상아질 투과성을 98% 감소시킨다고 보고했다. 그 후로 oxalate를 기반으로 하는 수많은 지각 과민치치제들이 이용되고 있다¹⁰⁻¹²⁾.

상아질 지각과민증에 대한 레이저의 효과에 관한 연구 또한 계속 이어지고 있다. 이 연구들은 hard laser들이 상아세관들을 폐쇄하는 도말층을 형성(surface effect)하여 상아질 지각과민증을 감소시킨다고 추정하고 있다. 그러나 soft laser들은 세포막의 극성을 간섭하는 작용을 할 것이다.

Oslen(1981)은 low-level laser therapy(LLLT)가 세포막을 가로질러 전위 차를 유지하는 세포막의 sodium/potassium pump를 자극하는 효과를 발현한다고 제안했다. Sodium/potassium pump를 자극하면 막을 과분극화 시켜 신경의 역치를 증가시키고, 또한 통증의 역치도 증가시킨다고 생각되고 있다.

Cox 등(1994)은 Scheinen과 Kantola(1969)가 CO₂ laser를 사용하여 법랑질과 상아질 표면들을 함께 융합하여 분화구들을 만든다는 것과 유사한 발견을 pulsed Nd:YAG laser를 법랑질과 상아질에 사용하여 보고했다. McCarthy 등(1997)은 Fotona Twinlight Dental Laser([Fotona d.d. Stegene, Ljubljana, Slovenia][Nd:Yag, Er:Yag, HeNe])를 사용하여 다양한 출력에서 치근 표면과 상아질 시편에서의 효과를 비교했다. Er:Yag 레이저를 60 mJ, 80 mJ, 100 mJ에서 2 Hz의 주파수로 10초간 조사했을 때, 상아질 시편에서는 개방된 상아세관들과 함께 분화구 형태를 생성했지만, 치근 표면에서는 상아세관을 폐쇄시켰다. Nd:Yag 레이저를 3.5 W, 3.75 W, 4 W에서 80 Hz의 주파수로 25초간 조사했을 때, 모든 시편에서 일부 상아세관이 폐쇄되었고 불규칙하게 녹은 부위와 재응고화된 부위가 생성되었다. HeNe 레이저는 명확한 효과를 나타내지 못했다¹³⁾.

상아질 지각과민증을 치료하는데 레이저의 효과는 레이저의 종류와 치료 요인에 따라 5~100%까지 다

양하다. Neodymium:yttrium-aluminum-garnet(YAG) laser, erbium:YAG laser와 gallium-aluminium-arsenide low level laser 모두 상아질 지각과민을 감소시키지만, 감소정도는 placebo 그룹이나 통제군과 유의한 차이는 없다는 연구들이 보고되고 있다^{14, 15)}.

그러나 Er,Cr:YSGG laser의 상아질 지각 과민 감소효과에 대한 연구는 부족한 실정이다.

따라서 본 연구의 목적은 2종의 상아질 지각 과민치료제와 Er,Cr:YSGG laser의 상아세관 폐쇄 효과를 통해 상아질 지각과민증 치료 효과를 평가해 보는데 있다.

II. 실험재료 및 방법

1. 실험재료

1개월 이내에 발거되어 생리식염수에 보관 중이던 20개의 단근치를 선택하였다. 충전물이나 미세균열, 우식이 없는 건전한 치아를 선택하여 surface debridement를 위해 초음파 스케일러와 큐렛, pumice와 dental prophylactic cup을 이용해 표면에 부착된 연조직과 치석을 제거하였다.

2종의 상아질 지각 과민 치료제는 BisBlock+ONE-STEP PLUS(Bisco, USA)와 Gluma comfort bond & Desensitizer (Heraeus Kulzer, Germany)를 사용하였다. Er,Cr:YSGG laser는 Waterlase MD(Biolase, USA)를 사용하였다.

2. 실험방법

1) 시편제작

주수 하에 저속 엔진용 diamond saw(Komet, Germany)를 사용하여 백악-법랑 경계부 하방 1mm에서 치관을 삭제하였다. 시편의 표면적이 5mm²가 되도록 치근단 부위도 절단하였다. 치아장축으로 절단하여 2개의 부분으로 나누었다. 상아질을 노출시

키기 위해 고속 엔진용 다이아몬드 버로 치경부의 백악질을 삭제하였다. 각 시편의 절단된 표면은 물이 공급된 상태에서 600 grit silicon carbide powder로 연마하였다²⁾.

상아세관을 개방하기 위해 모든 시편을 50% citric acid로 2분간 처리하였다⁶⁾. 그 후 1분간 증류수로 수세하였다. 40개의 시편을 4개의 군으로 분류하였다.

- A. 제1군 : 대조군
- B. 제2군 : Er,Cr:YSGG laser (Waterlase MD, Biolase, USA) 조사
- C. 제3군 : BisBlock + ONE-STEP PLUS 적용 (Bisco, USA)

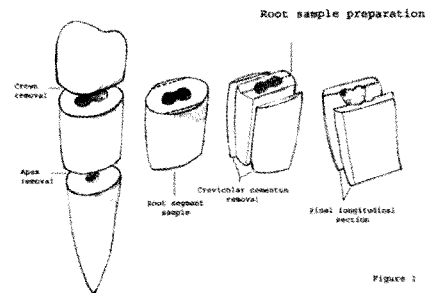


Fig 1. Graphical representation of the sample preparation¹²⁾.

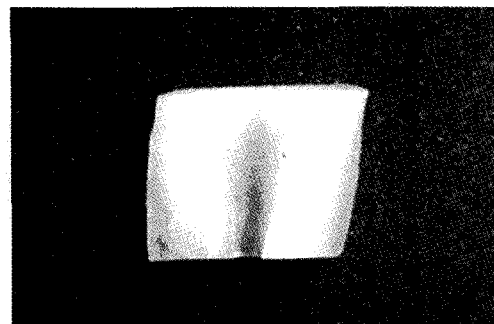


Fig 2. Specimen.

D. 제4군 : Gluma comfort bond & Desensitizer
(Heraeus Kulzer, Germany)

제 1군 : 대조군
50% citric acid 처리 후 시편에 아무 처리도 하지 않았다.

제 2군 : Er,Cr:YSGG laser

- ① Cleaning 모드(0.25 Hz, Water 20%, Air 16%)로 레이저를 물과 함께 조그만 원을 그리면서 2mm 정도 거리를 두고 40초간 조사하였다.
- ② Opening 모드(0.25 Hz, Water 20%, Air 8%)로 ①과 같은 방법으로 40초간 레이저를 조사하였다.
- ③ Sealing 모드(0.1-0.25 Hz, Water 0%, Air 0%)로 ①과 같은 방법으로 40초간 레이저를 조사하였다.

제 3군 : BisBlock + ONE-STEP PLUS

- ① 32% phosphoric acid(UNI-ETCH, Bisco, USA)로 15초간 산부식하였다. 수세 후 표면에 물이 보이지 않도록 2~3초간 건조시켰다.
- ② BisBlock을 30초간 적용하였다. 수세 후 wet bonding을 위해 표면에 약간 수분이 남도록 건조시켰다.
- ③ ONE-STEP PLUS(Bisco, USA) 접착제를 적용하였다.

제 4군 : Gluma comfort bond & Desensitizer

- ① 20% phosphoric acid(Gluma Etch 20 Gel, Heraeus Kulzer, Germany)로 20초간 산부식하였다.
- ② 수세 후 gentle air로 건조하였다.
- ③ 1회용 붓으로 Gluma comfort bond & Desensitizer를 도포하였다.

④ 20초간 광중합하였다.

2) 상아세관의 폐쇄 정도 관찰

모든 시편을 ion coater(Eiko, IB-5)에서 백금으로 코팅하였다. Scanning electron microscopy(Hitachi, S-4700, Japan)를 사용하여 2가지 배율(X2000, X5000)에서 현미경사진을 찍었다(15.0 kV, 12.0~12.9mm). 이 현미경 사진을 실험 절차에 대해 모르는 한 명이 도말층 제거 지표(index of smear layer removal)로 평가하였다^{17, 18)}.

- Grade 1 : 도말층이 완전히 제거됨. 상아세관 열림
- Grade 2 : 도말층이 완전히 제거됨. 상아세관 내 smear plug가 드물게 존재함
- Grade 3 : 도말층이 부분적으로 제거됨. 상아세관 폐쇄
- Grade 4 : 상아질 표면에 도말층 존재. 모든 상아세관 폐쇄

도말층 제거 등급의 분포는 SAS 9.1 Version (SPSS Inc., Chicago, USA)에서 Fisher's exact test로 평가하였다.

폐쇄 효과를 평가하기 위해서는 각 군에서 누출된 상아세관 수를 센 후 SPSS 14.0 Version(SPSS Inc., Chicago, USA) 프로그램을 이용해 $\alpha=0.05$ 에서 Kruskal-Wallis test로 평가하였다.

Ⅲ. 실험결과

1. 상아세관의 폐쇄 정도

2000배율에서 각 군의 도말층 제거 지표 등급의 분포를 Fisher's Exact Test로 통계 처리한 결과 P값은 2.973으로 이는 유의수준 8.378보다 작았다 ($P < \alpha$). 따라서 처치 방법에 따라 각 군 간의 상아세관 폐쇄 효과는 차이가 없다는 귀무가설을 기각할 수 있

Table 1. Distribution of observed smear layer removal grades(X2000)

	Grade 1	Grade 2	Grade 3	Grade 4
Control	2	8	0	0
Er,Cr:YSGG laser	0	8	2	0
Bisblock	0	0	6	4
Gluma	0	1	8	1

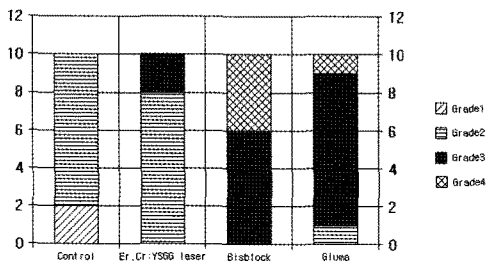


Fig 3. Distribution of observed smear layer removal grades (x2000).

었다(Table 1, Fig 3).

5000배율에서 각 군의 도말층 제거 지표 등급의 분포를 Fisher's Exact Test로 통계 처리한 결과 P값은 1.169로 유의수준 3.062보다 작으므로 귀무가설을 기각할 수 있었다($P < \alpha$). 따라서 각 군은 통계적으로 유의한 차이가 있다(Table 2, Fig 4).

Table 2. Distribution of observed smear layer removal grades(X5000)

	Grade 1	Grade 2	Grade 3	Grade 4
Control	7	3	0	0
Er,Cr:YSGG laser	0	3	6	1
Bisblock	0	0	5	5
Gluma	0	0	6	4

2000배율에서 누출된 상아세관 수를 통계 처리한 결과 유의확률은 0으로 유의수준 0.05 하에서 유의수준보다 유의확률이 작았다($P < 0.05$). 귀무가설을

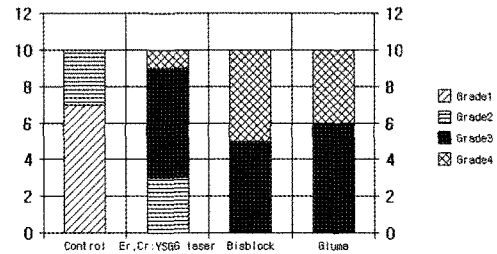


Fig 4. Distribution of observed smear layer removal grades(x5000).

기각할 수 있으므로 각 군의 누출된 상아세관 수는 통계적으로 유의한 차이가 있다(Table 3, Table 4a, Table 4b).

Table 3. Number of exposed tubules(X2000)

Group	Mean
Control	10.1
Er,Cr:YSGG laser	4.4
Bisblock	0.1
Gluma	0.7

Table 4. Statistical analysis for the number of exposed tubules using the Kruskal-Wallis test(X2000)

Group	Number	Mean Rank
Control	10	33.60
Er,Cr:YSGG laser	10	25.30
Bisblock	10	9.45
Gluma	10	13.65
Total	40	

(a)

	Number
Chi-Square	28.546
df	3
Asymp. Sig.	.000

(b)

Table 5. Number of exposed tubules(X5000)

Group											Mean
Control	2	2	2	2	4	2	2	2	2	3	2.3
Er,Cr:YSGG laser	3	0	0	1	1	2	1	1	3	2	1.4
Bisblock	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gluma	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0.1

Table 6. Statistical analysis for the number of exposed tubules using the Kruskal-Wallis test(X5000)

Group	Number	Mean Rank
Control	10	33.00
Er,Cr:YSGG laser	10	25.70
Bisblock	10	11.00
Gluma	10	12.30
Total	40	

(a)

	Number
Chi-Square	29.762
df	3
Asymp. Sig.	.000

(b)

5000배율에서 누출된 상아세관 수를 통계 처리한 결과 유의확률은 0으로 유의수준 0.05 하에서 유의 수준보다 유의확률이 작았다(P<0.05). 귀무가설을 기각할 수 있으므로 각 군의 누출된 상아세관 수는 통계적으로 유의한 차이가 있다(Table 5, Table 6a,

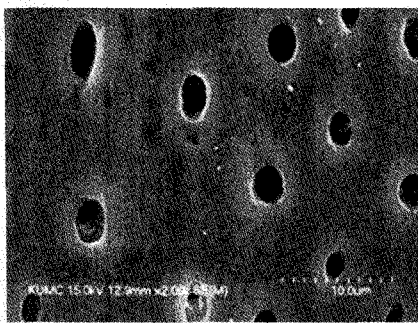
Table 6b).

2. 주사전자현미경 소견

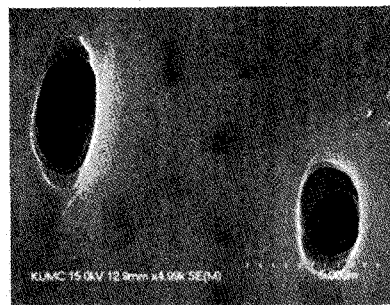
50% citric acid 처리를 한 대조군은 도말층이 제거되고 상아세관이 개방되어 있었다(Fig 5). Er,Cr:YSGG laser를 조사한 시편은 긴 타원형의 결정들이 치아 표면을 덮고 있는 양상이었다. 레이저가 조사된 부위의 상아세관 입구는 완전히 폐쇄된 곳도 있었고 부분적으로 폐쇄된 곳도 관찰되었다(Fig 6). BisBlock과 ONE-STEP PLUS 적용한 시편은 결정이 만들어져서 대부분의 상아세관이 막혀 있었다(Fig 7). Gluma comfort bond & Desensitizer를 도포한 시편은 매끄러운 막이 상아세관을 덮었다(Fig 8).

IV. 총괄 및 고찰

상아질 지각 과민은 임상에서 흔히 볼 수 있는 증상으로 상아질 지각 과민을 보이는 치아에 자극이 가해지면 심한 동통이 유발된다. Brännström 등은 상아질 지각 과민을 보이는 치아의 상아세관은 개방되어 있다고 보고하였으며 Pashley는 상아질의 지각 과민 정도는 상아세관의 개폐에 의해 결정된다고 주장하였다.

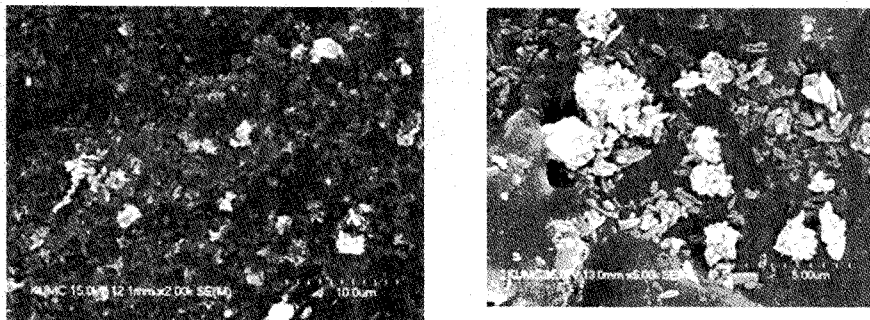


X2000

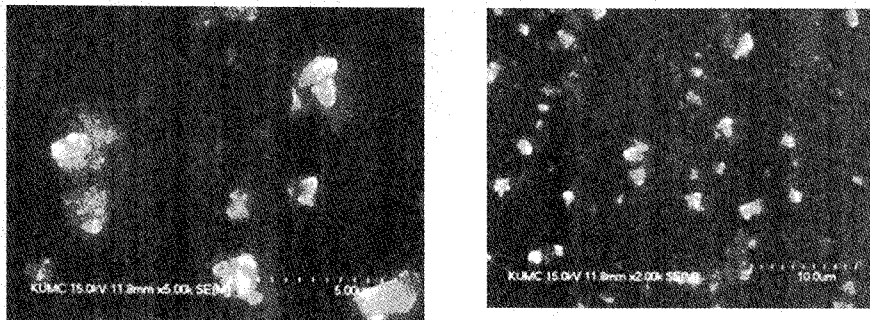


X5000

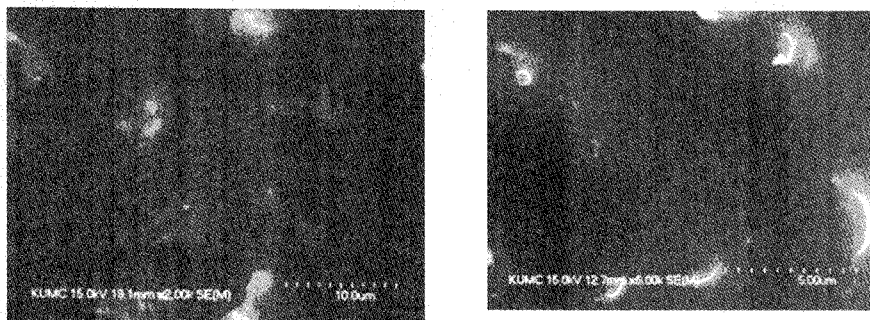
Fig 5. SEM-micrograph of the control group.



X2000 X5000
Fig 6. SEM-micrograph of the surface irradiated with Er,Cr:YSGG laser.



X2000 X5000
Fig 7. SEM-micrograph of the surface treated with BisBlock and ONE-STEP PLUS.



X2000 X5000
Fig 8. SEM-micrograph of the surface treated with Gluma comfort bond & Desensitizer.

Pashley와 Greenhill 등은 oxalate가 상아질 표면과 작용하여 calcium oxalate를 형성한다고 하였고, Pashley와 Gallaway는 이러한 결정과립이 도말층의 역할을 효과적으로 대체할 수 있다고 하였다¹⁹⁾. 본 연구에 사용한 Bisblock (Bisco, USA)은

oxalate를 기반으로 하는 상아질 지각 과민 치료제이다. Bisblock을 도포한 시편을 주사전자현미경으로 관찰한 결과 calcium oxalate로 추정되는 결정이 상아세관을 폐쇄하고 있는 양상을 관찰할 수 있었다.

Gluma comfort bond & Desensitizer

(Heraeus Kulzer, Germany)는 35% HEMA (hydroxyethylmethacrylate)와 5% glutaraldehyde를 함유한다. Gluma의 임상적 효과는 상아세관 내의 dentin fluid protein의 coagulation에 의해 일어나는 것으로 보고되고 있다²⁰⁾. Bergenholz등²¹⁾은 Gluma를 적용시킨 원숭이의 상아질에서 serum albumin의 외부로의 흐름이 완전히 중지되는 것을 보여주었다. 그러나 albumin 또는 fibrinogen의 침전물에 의해 막혀진 상아세관은 완전히 바깥쪽의 유체의 흐름을 막지 못한다고 하였다. HEMA는 세관 내로 glutaraldehyde의 투과를 촉진하며 glutaraldehyde는 상아세관에 존재하는 dentin fluid에서 혈장 단백질의 표면 응고를 일으키는 생물학적 고정체이다²²⁾.

본 연구에서 각 군을 도말층 제거 지표로 등급을 매긴 후, Fisher' exact test로 평가한 결과 2000배율과 5000배율에서 모두 대조군과 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 즉, Er,Cr:YSGG laser, BisBlock과 ONE-STEP PLUS, Gluma comfort bond & Desensitizer 세 군 모두 상아세관 폐쇄 효과가 있는 것으로 추정할 수 있다(표1, 표2). 하지만 잇솔질이나 음식물 등의 외부 자극에 의해서 상아세관 폐쇄 효과의 변화에 대한 다각적인 연구도 필요할 것으로 생각된다.

Kruskal Wallis test에서도 세 군 모두 대조군과 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 표 4a와 표 6a에서 제시된 각 군의 평균 순위를 살펴보면 Er,Cr:YSGG laser, BisBlock과 ONE-STEP PLUS, Gluma comfort bond & Desensitizer 세 군의 평균 순위는 대조군의 평균 순위보다 낮다. 즉, 세 군 모두 유의한 효과가 있다고 결론내릴 수 있다.

그러나 Er,Cr:YSGG laser를 조사한 시편의 주사전자현미경 사진을 관찰해 보면 레이저가 많이 조사된

부분은 타원형의 결정이 형성되어 있지만, 레이저 조사량이 적은 부분은 개방된 상아세관으로 남아 있었다. 결정이 상아세관 입구를 막고 있더라도 액체의 이동까지 차단할 수 있다고 단정하기는 어렵다. 임상에서 지각 과민증 치료를 위해 Er,Cr:YSGG laser를 사용할 경우에는 조사 범위가 겹쳐지게 여러 번 조사해야 치료 효과를 높일 수 있을 것으로 사료된다.

본 실험에서는 상아세관 입구가 폐쇄되었는지 여부만을 관찰할 수 있었기 때문에 상아세관 내부의 폐쇄를 확인할 수 있는 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다. 또한 발거된 치아를 이용하였는데 각 치아의 발거 시기 및 상태가 모든 치아에서 동일하지 않으며, 상아세관 액이 건조한 상태에서 실험한 한계가 있다. 따라서 구강 내의 정상적인 자연 치아에서의 지각 과민 처치제의 도포효과와 차이가 있을 것으로 판단되므로 좀 더 균일한 조건 및 생체 내와 같은 환경에서 행해지는 실험이 필요할 것으로 사료된다.

V. 결 론

본 연구의 목적은 2종의 상아질 지각 과민치치제와 Er,Cr:YSGG laser의 상아세관 폐쇄 효과를 통해 상아질 지각과민증 치료 효과를 평가해 보는데 있다.

Er,Cr:YSGG laser와 Bisblock+ONE-STEP PLUS, Gluma comfort bond & Desensitizer를 처리한 세 군 모두 대조군과 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 즉 세 군 모두 상아세관 폐쇄효과가 있다고 결론내릴 수 있다.

따라서 임상에서 상아질 지각 과민증을 호소하는 환자의 치료에 Er,Cr:YSGG laser와 Bisblock+ONE-STEP PLUS, Gluma comfort bond & Desensitizer의 사용을 추천할 만하다.

참 고 문 헌

1. Jacobsen, P.L. and G. Bruce : Clinical dentin hypersensitivity : understanding the causes and prescribing a treatment. *J Contemp Dent Pract*, 2(1):1-12, 2001
2. Brännström, M. and G. Johnson : The sensory mechanism in human dentin as revealed by evaporation and mechanical removal of dentin. *J Dent Res*, 57(1):49-53, 1978
3. Walters, P.A. : Dentinal hypersensitivity : a review. *J Contemp Dent Pract*, 6(2):107-17, 2005
4. Schiff, T., et al. : Efficacy and safety of a novel stabilized stannous fluoride and sodium hexametaphosphate dentifrice for dentinal hypersensitivity. *J Contemp Dent Pract*, 7(2):1-8, 2006
5. Suge, T., et al. : Effects of fluoride on the calcium phosphate precipitation method for dentinal tubule occlusion. *J Dent Res*, 74(4):1079-85, 1995
6. Orchardson, R. and D.G. Gillam : Managing dentin hypersensitivity. *J Am Dent Assoc*, 137(7):990-8;quiz1028-9, 2006
7. Prati, C., et al. : Treatment of cervical dentin hypersensitivity with resin adhesives : 4-week evaluation. *Am J Dent*, 14(6):378-82, 2001
8. Ritter, A.V., et al. : Treating cervical dentin hypersensitivity with fluoride varnish : a randomized clinical study. *J Am Dent Assoc*, 137(7):1013-20;quiz1029, 2006
9. Olusile, A.O., et al. : Short-term clinical evaluation off our desensitizing agents. *J Contemp Dent Pract*, 9(1):22-9, 2008
10. Pashley, D.H., et al. : The use of oxalate to reduce dentin permeability under adhesive restorations. *Am J Dent*, 14(2):89-94, 2001
11. Santiago, S.L., J.C. Pereira, and A.C. Martineli : Effect of commercially available and experimental potassium oxalate-base dentin desensitizing agents in dentin permeability : influence of time and filtration system. *Braz Dent J*, 17(4):300-5, 2006
12. Sauro, S., et al. : The influence of soft acidic drinks in exposing dentinal tubules after non-surgical periodontal treatment : a SEM investigation on the protective effects of oxalate-containing phytocomplex. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*, E542-8, 2007
13. Gillam, D.G., N.J. Mordan, and H.N. Newman : The Dentin Disc surface : a plausible model for dentin physiology and dentin sensitivity evaluation. *Adv Dent Res*, 11(4):487-501, 1997
14. Ladalardo, T.C., et al. : Laser therapy in the treatment of dentine hypersensitivity. *Braz Dent J*, 15(2):144-50, 2004
15. Lan, W.H. and H.C. Liu : Treatment of dentin hypersensitivity by Nd:YAG laser. *J Clin Laser Med Surg*, 14(2):89-92, 1996
16. 한지영, 이만섭, 박준봉, 허익 : EDTA가 치근면 탈회 에 미치는 효과에 대한 주사현미경적 연구. *대한치 주과학회지*, 29(4):847-863, 1999
17. Ishi, E.P., et al. : Smear layer removal and collagen fiber exposure using tetracycline hydrochloride conditioning. *J Contemp Dent Pract*, 9(5):25-33, 2008
18. Sampaio, J.E., et al. : Effectiveness of EDTA and EDTA-Tbrushing on ther emoval of root surface smear layer. *Pesqui Odontol Bras*, 17(4):319-25, 2003
19. 권순영, 임성빈, 정진형 : 수종의 치근면 치료 방법 에 따른 상아질 치각 과민 변화 및 표면 특성에 관 한 연구. *대한치주과학회지*, 29(1):51-63, 1999
20. Dondi dall'Orologio, G., et al. : Dentin desensitizing effects of Gluma Alternate, Health-Dent Desensitizer and Scotchbond Multi-Purpose. *Am J Dent*, 12(3):103-6, 1999
21. Bergenholtz, G., et al. : Inhibition of serum albumin flux across exposed dentine following conditioning with GLUMA primer, glutaraldehyde or potassium oxalates. *J Dent*, 21(4):220-7, 1993
22. Felton, D.A., G. Bergenholtz, and B.E. Kanoy : Evaluation of the desensitizing effect of Gluma Dentin Bond on teeth prepared for complete-coverage restorations. *Int J Prosthodont*, 4(3):292-8, 1991