

치경부 마모에 따른 상아질 지각과민증 감소를 위한 Er:Cr:YSGG 레이저 조사에 대한 임상 평가

김진유¹, 임채선², 경규영¹, 김기덕¹, 정복영¹

¹연세대학교 치과대학 통합진료학과, ²연세하늘치과

Clinical assessment on application of Er:Cr:YSGG laser in dentinal hypersensitivity reduction

Jin-Yoo Kim¹, Che-Sun Lim², Kyu-Young Kyung¹, Kee-Deog Kim¹, Bock-Young Jung¹

¹Department of Advanced General Dentistry, Yonsei University College of Dentistry,

²Yonsei-Ha-nul Dental Clinic, Seoul, Korea

Received: November 9, 2012

Revised: December 20, 2012

Accepted: January 2, 2013

Corresponding Author: Bock-Young Jung

Department of Advanced General Dentistry,
Yonsei University College of Dentistry, 250
Seongsan-ro, Seodaemun-gu, Seoul 120-
752, Korea

Tel: +82-2-2228-8984

Fax: +82-2-2227-8906

E-mail: jby1004@yuhs.ac

Objectives: We aimed to evaluate the effectiveness of Er:Cr:YSGG laser therapy on the reduction of dentinal hypersensitivity while taking into account the length and depth of the cervical abrasion.

Methods: We included adults (age, 20-60 years) with at least 2 hypersensitive teeth. The hypersensitive teeth were stimulated with a pressure-indicating probe and an air syringe. The response of the subjects to this stimulation was quantified using a visual analog scale (VAS) and Schiff air sensitivity score. The patients were treated at baseline, immediately after laser treatment, and at 1, 2, and 4 weeks after the Er:Cr:YSGG laser therapy. The results were analyzed by repeated measure analysis of variance (ANOVA) and Bonferroni's post hoc test.

Results: The values of tactile test and air blast test showed statistically significant differences between the following time points: baseline and immediately after laser treatment, baseline and first week after treatment, and immediately after laser treatment and first week after treatment ($P < 0.05$). No statistically significant differences were observed in the VAS values of the tactile test and Schiff air sensitivity score of the air blast test between the first and second, first and fourth, and second and fourth weeks after treatment ($P > 0.05$). The depth and width of the cervical abrasion was not statistically significant in dentinal hypersensitivity reduction ($P > 0.05$).

Conclusions: The use of Er:Cr:YSGG laser therapy reduced dentinal hypersensitivity, especially immediately after laser treatment. The depth and width of the cervical abrasion is not statistically significant in dentinal hypersensitivity reduction.

Key Words: Dentinal hypersensitivity, Dentinal tubule occlusion, Er:Cr:YSGG laser

서론

상아질 지각과민증은 임상에서 자주 접하지만, 이에 대한 치료와 그 예후에 대한 예측이 어려운 증상 중 하나이다^{1,2)}. 상아질 민감성의 원인은 여러 이론으로 설명되어 왔는데, 그 중 Brän-

nström에 의해 제시된 유체역학설(Hydrodynamic Theory)이 현재 가장 보편적으로 인정되고 있다. 이는 상아질이 노출됨으로써 열린 상아세관에 가해진 자극이 세관내 부피나 압력의 변화를 통하여 유체의 이동을 야기하고, 깊은 상아질이나 치수 내 감각신경의 기계적 수용기를 자극하여 동통을 유발한다는 것이다³⁾.

상아질 지각과민증을 야기하는 상아질 노출의 주된 원인은 부적절한 칫솔질 방법, 교합의 부조화로 인한 치경부의 마모, 치은퇴축, 치과 시술 중 과도한 치질의 삭제 등을 고려할 수 있다⁴⁾. 이러한 상아질 지각 과민증은 시간이 지남에 따라 점차 진정되기도 하나, 많은 경우에 있어 환자들은 지속적인 동통으로 인한 불편감을 호소한다.

상아질 지각과민증상을 치료하기 위해서, 많은 선행 연구들은 상아세관내 유체의 이동을 감소시키거나 상아질 투과도를 감소시키는 방법을 이용하였다^{5,6)}. 그 예로 치약, 구강양치액을 이용하여 환자 스스로 관리하도록 하는 방법과 환자가 치과에 내원하여 바니쉬, 불소제재, 수복용 레진, 레이저 등으로 치료받는 방법 등이 있지만 치아의 보존성과 치료효과의 지속성을 동시에 충족시키는 만족할 만한 치료법은 제시되고 있지 않는 실정이다.

최근 치과용 레이저가 보편화되면서 상아질 지각과민증의 치료를 목적으로 내원한 환자들의 증상 완화를 위하여 레이저를 조사하는 사례가 증가하고 있다. 지각 과민 치료를 목적으로 이용되는 레이저는 출력수준에 따라 저수준 레이저인 He-Ne, GaAlAs 과 고수준 레이저인 Nd:YAG, CO₂, Er:Cr:YSGG 계통으로 크게 2그룹으로 나눌 수 있는데, 각각의 레이저에 따른 상아질 지각과민증의 효과에 대한 연구는 많이 이루어져 있다. He-Ne의 경우 5-100%, GaAlAs는 58.5-100%. Nd:YAG는 51.5-100%, CO₂는 50-100%의 동통감소 효과를 보였으며 이 중 Er:Cr:YSGG 레이저는 상아질 지각과민증 완화에 있어 여러 연구에서 만족할 만한 결과를 보이고 있다⁷⁻¹⁰⁾.

교합면에서 치경부를 지나 치근으로 갈수록 상아질 세관은 커지고 가지가 많아져 상아질이 풍부한 연결세관계통(anastomosing canalicular system)을 이루므로 치경부 및 치근부 상아질은 교합면 상아질 보다 큰 투과성을 보이며 우식에 취약하고 이러한 이유로 상아질 지각과민증은 치경부와 치근부에서 보다 빈번하게 나타난다^{11,12)}. 따라서 치아의 마모의 위치와 형태에 따라 레이저 조사 효과가 차이가 있으리라는 가설이 가능하다.

하지만 레이저의 효과에 있어 조사되는 치아의 치경부 마모 깊이와 길이 등의 치아 요인에 대한 연구가 이루어지지 않았고 또한 임상에서 환자를 대상으로 한 Er:Cr:YSGG 레이저의 효과에 대한 연구는 그 층례 수가 부족하므로 이에 본 연구에서는 상아질 지각과민증의 감소에 있어서 Er:Cr:YSGG 레이저의 효율성과, 조사되는 치아의 치경부 마모 깊이와 길이에 따른 영향에 대하여도 평가하고자 한다.

연구대상 및 방법

1. 연구대상

본 연구는 연세대학교 치과병원 임상시험윤리위원회(IRB)의 승인(IRB No. 2-2008-0001)하에, 연세대학교 치과병원 통합진료과에 상아질 지각과민을 주소로 내원한 20에서 60세까지의 환자들 중에서 특별한 전신질환이 없고, 피험자 선정조건에 부합한 21명의 피험자(남성 5명, 여성 16명)의 56개 치아를 대상으로 진행되었다.

피험자 선정조건은 적어도 2개 이상의 지각과민 치아를 가지고 있으며, 시험 전 탐침을 이용한 탐침자극 검사 시 시각적 평가(visual analog scale, VAS)를 수행하여 그 값이 4 이상이며, air syringe를 이용한 공기자극 검사에 대한 Schiff air sensitivity score가 1 이상인 사람으로 하였다(Table 1). 한편 연구 수행 결과에 영향을 미칠 수 있는 만성 질환이 있는 환자, 연구기간동안 항생제를 복용하는 사람, 2개월 이내 지각과민 제재를 이용한 경우나 대상치아나 인접치아에 심한 우식이 있는 경우, 치경부 마모 부위에 레진이 충전된 경우, 임신부 또는 레이저 부작용이 있는 환자, 활동성의 치주질환이 있는 경우, 해당치아에 치수노출이 있거나 범랑질에 금이 간 경우 등 지각과민 증상을 증가시킬 수 있는 다른 요인이 있는 사람의 경우는 본 연구에서 제외되었다.

2. 연구방법

임상시험 첫 내원 시 선정된 피험자를 대상으로 스케일링을 시행한 후 실험에 대한 제반사항의 설명 및 피험자 동의 후 인적사항과 대상치아의 치식을 기록하였다. 모든 피험자는 지각과민에 효과가 있는 치약의 효과를 배제하기 위해 일반치약을 제공하고 실험기간 동안 제공된 치약만을 사용하도록 교육하였다.

1주일 후 피험자는 내원하여 대상치아의 치경부 마모 깊이 및 수직적 길이(Cervical abrasion depth & height)를 기록하고 탐침자극 검사와 공기자극 검사를 시행하여 상아질 지각과민에 대한 기준 값으로 기록하였다. 탐침자극 검사시에는 압력이 25 g 이하로 설정된 pressure indicating probe를 이용하여 1-2초 동안 45도의 각도로 자극을 주었고 이 때 피험자가 느끼는 통증의 정도를 10 cm 길이의 시각적 평가(VAS)에 기록하였다. 공기자극 검사 시에는 unit chair의 air syringe를 이용하여 해당 치면에 1초 간 바람을 불어서 자극을 주었다. 이때 syringe와 tip 간의 거리는 2-3 cm 정도 유지하였고 공기압은 3 kg/cm²이었다. 검사결과는 Schiff air sensitivity score를 이용하여 기록하였다.

Table 1. Schiff air sensitivity score used in air blast test¹⁶⁾

Degree	Sensitivity
0	Tooth/subject does not respond to air a stimulus
1	Tooth/subject responds to air stimulus but does not request discontinuation of a stimulus
2	Tooth/subject responds to air stimulus and requests discontinuation or moves from a stimulus
3	Tooth/subject responds to air stimulus, considers stimulus to be painful, and requests discontinuation of a stimulus

상아질 지각과민증의 치료에는 Er:YAG 계통인 Er:Cr:YSGG (Waterlase MD™, Biolase Inc, Irving, CA, USA) 레이저를 이용하였으며 에너지는 60 mJ, 2 Hz 설정으로 사용하였다. 레이저 조사시 치아표면과 레이저 팁 사이의 거리를 2-3 mm 유지하였고 레이저의 선택사항 중 지각과민 치료로 추천되는 모드로 3b→3c→3d 순서로 단계별로 30초씩 레이저를 조사하였다.

레이저 조사 직후 및 조사 후 1, 2, 4주째에 탐침자극검사와 공기자극 검사를 수행하여 레이저 조사 및 시간변화에 따른 동통의 변화 정도를 평가하였다. 또한 적용되는 치아의 치경부 마모 깊이와 마모의 수직적 길이에 따른 영향을 평가하기 위하여 전체 실험대상 치아의 치경부 마모의 깊이와 수직적 길이를 측정하여 평균치를 기준으로 각각 2개의 군으로 나누었다. 치경부 깊이에 따라서는 0.0-0.8 mm까지를 1-1군으로 0.9-2.0 mm까지를 1-2군으로 구분하였고, 치경부 마모의 수직적 길이에 따라서는 0.0-1.7 mm까지를 2-1군으로 1.8-4.0 mm까지를 2-2군으로 구분한 후 각 군에서의 동통의 변화 정도를 비교 분석하였다.

3. 통계분석

상아질 지각과민증에 대한 Er:Cr:YSGG 레이저 조사 전 수행한 탐침 및 공기자극 측정값을 기준값으로 하여 조사직후 및 1주, 2주, 4주째 시간변화에 따른 동통의 변화를 평가하기 위해 반복 측정된 분산분석(Repeated measured ANOVA)을 시행하였다. 군간 차이 및 시간의 변화에 따른 차이는 Bonferroni 다중 비

교로 검정하였다. 통계분석은 SPSS (version 10.0, SPSS Inc, Chicago, IL, USA) 통계프로그램을 사용하였으며 유의수준은 0.05로 하였다.

연구성적

1. 상아질 지각과민증을 지닌 치아의 분포

소구치가 가장 많았으며 대구치, 전치, 견치 순으로 나타났다 (Table 2).

2. 레이저 조사 후 시간경과에 따른 탐침자극과 공기자극에 의한 동통 변화

탐침에 의한 자극과 공기에 의한 자극 모두에서 레이저 조사 후 지각과민에 의한 동통은 큰 폭으로 감소하는 것을 확인할 수 있었으며 조사 전 기준값과 비교하여 두 자극 모두 유의성 있는 동통 감소 효과를 보였다 (Table 3). 레이저 조사 직후에 동통의 감소 정도는 가장 크게 나타났으며 통계적으로 유의미한 차이를 보였다 ($P<0.05$). 그 후 1, 2, 4주에 걸쳐 시간 경과에 따라 동통의 감소는 나타났으나 통계적으로 유의미한 차이를 보이지는 않았다.

3. 치경부 마모의 수직적 길이의 차이에 따른 레이저 조사의 효과 비교

치경부 마모의 수직적 길이에 따라 0.0-1.7 mm까지를 1-1군

Table 2. Distribution of sensitivity teeth on subjects

Jaw	Anterior teeth	Canine	Premolar teeth	Molar teeth	Total
Upper	2	1	18	7	28
Lower	5	1	15	7	28
Total	7	2	33	14	56

Table 3. Comparison of tactile & air blast stimulation in process of time

Test	AL	AD	N	Baseline	IALT	1 week	2 weeks	4 weeks	P-value
Tactile	1.778	0.892	56	5.696 ^a	3.778 ^b	2.350 ^c	2.241 ^c	2.294 ^c	0.000
Air blast				2.160 ^a	1.375 ^b	0.964 ^c	1.017 ^c	0.982 ^{bc}	0.000

AL, abrasion length (mean); AD, abrasion depth (mean); IALT, immediately after laser tx.

^{a,b,c}The same letter indicates no significant difference at $\alpha=0.05$ by Bonferroni's multiple comparison test.

Table 4. Schiff air sensitivity score based on abrasion length

Group	AL	N	Baseline	IALT	1 week	2 weeks	4 weeks
1-1	0.000-1.778	29	2.103 ^a	1.275 ^b	0.896 ^{bc}	0.931 ^c	0.827 ^{bc}
1-2	1.779-4.000	27	2.222 ^a	1.481 ^b	1.037 ^c	1.111 ^{bc}	1.148 ^{bc}
P-value*				0.492	0.850	0.787	0.366

AL, abrasion length (mean); IALT, immediately after laser tx.

*Comparison between group 1-1 and 1-2.

^{a,b,c}The same letter indicates no significant difference at $\alpha=0.05$ by Bonferroni's multiple comparison test.

으로 1.8-4.0 mm까지를 1-2군으로 하여 레이저 조사 후 공기자극(Table 4) 및 탐침자극(Table 5)에 대한 동통감소 효과를 비교해 보았다. 치정부 마모의 수직적 길이가 큰 1-2군(1.8-4.0 mm)에서 탐침 및 공기자극에 대한 레이저 조사 직후 동통감소의 정도가 보다 크게 나타났으나 통계적 유의성은 없었으며($P>0.05$) 기준 값과 4주 경과 후의 자극 검사 값의 차이로 동통 감소 정도를 비교하여 보면 두 군간에 차이는 나타나지 않았다.

4. 치정부 마모의 깊이에 따른 레이저 조사의 효과 비교

치정부 깊이에 따라 0.0-0.8 mm까지를 2-1군으로 0.9-2.0 mm까지를 2-2군으로 하여 레이저 조사 후 공기자극(Table 6) 및 탐침자극(Table 7)에 대한 동통감소 효과를 비교해 보았으나 두 군 간에 통계적으로 유의미한 차이는 나타나지 않았다($P>0.05$).

고 안

지각과민증상은 주로 협측 치정부에 나타나며 주로 나타나는 부위는 견치, 제1소구치, 전치, 제2소구치, 대구치 순으로, 나이가 많아질수록 증상이 나타날 가능성이 높아진다¹³⁾. 본 연구에서

는 소구치가 가장 많았으며 대구치, 전치, 견치 순으로 나타났다(Table 2). 그러나 본 연구에서는 레이저의 효과의 차이에 있어 치아의 위치, 성별이나 나이에 따른 고려는 배제하였다.

상아질 지각과민증은 증상에 대한 치료 및 그 예후를 예측하기 어려운 증상임은 서두에서 전술한 바 있는데, 그 이유 중에 하나는 지각과민에 의한 동통은 주관적인 것이며 따라서 그 정도를 정확히 측정하여 진단하는 것이 어렵다는 데에 있다.

이와 관련하여 오늘날 많은 임상연구에서는 동통의 정도를 평가하기 위하여 보편적으로 VAS scale을 이용하는데, 그 이유는 환자가 이해하기 쉽고 간단하며, 치료에 따른 통증 강도의 변화, 과민성 자극에 대한 응답을 평가하기에 적합하기 때문이다¹⁴⁾. 이와 같은 장점 때문에 본 실험에서도 탐침자극의 측정에는 VAS score를 사용하였다. 일반적으로 치아에 약 25-30 g의 기계적 자극을 주면 동통을 야기시키는 것으로 알려져 있는데, 탐침자극에 대한 과민성 동통을 평가하기 위하여 이와 비슷하거나 이보다 작은 정도의 자극을 주기 위하여 탐침으로는 25 g 이하로 설정된 pressure indicating probe를 이용하였다¹⁵⁾.

한편, 특정 지점에 일정한 크기의 힘을 반복하여 주는 것이 가능한 탐침자극과는 달리 공기자극의 경우는 술자마다 강도, 방향

Table 5. VAS score based on abrasion length

Group	AL	N	Baseline	IALT	1 week	2 weeks	4 weeks
1-1	0.000-1.778	29	5.531 ^a	3.693 ^b	2.627 ^c	2.120 ^d	2.034 ^d
1-2	1.779-4.000	27	5.874 ^a	3.870 ^b	2.051 ^c	2.370 ^c	2.574 ^{bc}
P-value*				0.818	0.329	0.812	0.793

AL, abrasion length (mean); IALT, immediately after laser tx.

*Comparison between group 1-1 and 1-2.

^{a,b,c,d}The same letter indicates no significant difference at $\alpha=0.05$ by Bonferroni's multiple comparison test.

Table 6. Schiff air sensitivity score based on abrasion depth

Group	AD	N	Baseline	IALT	1 week	2 weeks	4 weeks
2-1	0.000-0.892	17	2.058 ^a	1.117 ^b	0.764 ^c	0.882 ^{bc}	1.000 ^{bc}
2-2	0.892-2.000	39	2.205 ^a	1.487 ^b	1.051 ^c	1.076 ^c	0.974 ^{bc}
P-value*				0.189	0.442	0.732	0.534

AD, abrasion depth (mean); IALT, immediately after laser tx.

*Comparison between group 2-1 and 2-2.

^{a,b,c}The same letter indicates no significant difference at $\alpha=0.05$ by Bonferroni's multiple comparison test.

Table 7. VAS score based on abrasion depth

Group	AD	N	Baseline	IALT	1 week	2 weeks	4 weeks
2-1	0.000-0.892	17	6.411 ^a	4.582 ^b	3.405 ^c	2.700 ^d	2.864 ^d
2-2	0.892-2.000	39	5.384 ^a	3.428 ^b	1.889 ^c	2.041 ^c	2.046 ^c
P-value*				0.669	0.782	0.686	0.721

AD, abrasion depth (mean); IALT, immediately after laser tx.

*Comparison between group 2-1 and 2-2.

^{a,b,c,d}The same letter indicates no significant difference at $\alpha=0.05$ by Bonferroni's multiple comparison test.

등이 다를 수 있고, 같은 자극을 정확히 재현하기가 어려우며, 그 자극이 과장되어 있거나 Placebo 효과를 야기하는 경우도 많아 공기자극에 의한 동통의 평가는 부정확한 결과가 나오기 쉽다는 보고가 있어 비교적 간단화 되어 있는 Schiff air sensitivity score를 자극에 대한 평가에 사용하였다¹⁶⁻¹⁸⁾. 또한 상기와 같은 공기자극의 문제점에 의한 오차를 줄이고자 피험자에게는 미리 압축공기로 자극을 줄 것이라고 고지하였고, 3 way syringe로 상아질 지각과민을 보이는 치아만을 자극하도록 노력하였다. 하지만 서로 다른 평가 기준으로 인해 탐침자극과 공기자극 간의 자극을 비교하기 어려운 한계점이 있다. 기존의 연구에 의하면 자극의 강도면에 있어서는 공기자극은 약 10-20 mm²의 유체를 이동시키는 반면 탐침자극은 1-2 mm² 유체를 이동시키므로 유체역학설(Hydrodynamic Theory)에 비추어 생각해보면 상아세관 내 유체의 이동을 더 크게 야기시키는 공기 자극이 탐침에 의한 자극보다 더 큰 고통을 야기시킬 것으로 예상할 수 있다¹⁸⁾.

치경부 마모의 수직적 길이의 차이에 따른 레이저 조사의 효과를 비교한 결과, 탐침자극 모두에서 동통 변화정도에 통계적으로 유의한 차이를 보이지는 않았다. 레이저 조사 직후와 1주 후에는 치경부 마모의 깊이가 큰 군에서 보다 많은 동통의 감소 정도를 보였으나 2주, 4주째의 시험결과를 보면 시간이 지남에 따라 그 차이가 없어지는 것을 확인할 수 있었다(Table 4, 5).

치경부 마모 깊이에 따른 레이저 조사효과를 살펴보면, 깊이가 얇은 경우 군에서 레이저 조사 직후 공기자극에 의한 동통 감소 효과가 보다 크게 나타났으나 탐침자극의 경우에는 반대의 결과를 보였다. 레이저 조사 후 2-4주의 시간이 경과하면 깊이 차이에 따른 동통 감소의 차이는 없어졌으며, 전체적으로 깊이가 다른 두 군 간에 동통 감소의 정도를 비교하였을 때 통계적으로 유의미한 차이는 나타나지 않았다(Table 6, 7).

Er:Cr:YSGG laser는 상아질 표면층에 화학적인 치질의 표면 변화를 일으켜 불용성 염류를 침착시킴으로써 노출된 상아세관을 폐쇄한다고 한다¹⁹⁾. 상아질과 레이저 조사의 이러한 특성들을 종합해 보면 마모의 수직적 길이나 깊이가 클수록 상아세관의 노출 정도가 더 커지고 레이저는 노출된 상아세관을 폐쇄함으로써 동통감소 효과를 보임을 예상해 볼 수 있다. 본 임상 실험에서는 통계적으로 유의미한 정도의 차이가 나타나지는 않았지만 레이저 조사 직후와 1주 후에 탐침자극 및 공기자극 각 군 간 비교 시 차이가 큰 경향을 보였다. 이는 초반에 상아질 노출 정도가 큰 경우 효과적인 동통 감소를 가진다고 생각할 수 있다. 하지만 통계학적으로 유의미한 정도는 나타나지 않으므로 이와 관련된 추후 연구가 필요할 것으로 사료된다.

또한 기존의 많은 연구에서와 마찬가지로 레이저 조사로 상아질 지각과민증에 의한 동통을 완전히 해소하지 못하며, 레이저 조사 4주 후에는 자극 검사 시 동통의 수치가 다시 증가되는 것을 확인할 수 있었다^{4,8)}. 이는 레이저는 모든 상아질 세관을 폐쇄함에 한계가 있으며, 시간이 지남에 따라 레이저로 인하여 폐쇄된 상아세관이 다시 열리기 때문으로 사료되나, 상아세관에 대한 레이저의 장기적 효과에 대한 명확한 관계 규명을 위해서는 보다 장기적

인 임상적 경과관찰과 함께, 레이저 조사 후 시간경과에 의한 상아세관의 변화에 대한 조직학적 연구가 필요하다.

결론

본 연구의 목적은 상아질 지각과민증의 감소에 있어서 Er:Cr:YSGG 레이저 조사의 효과와, 적용되는 치아의 치경부 마모 깊이 및 마모의 수직적 높이에 따른 영향을 평가하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 상아질 지각과민증을 지닌 치아에서 Er:Cr:YSGG 레이저는 조사 전 기준값과 비교하여 탐침자극 및 공기자극 모두 유의성 있는 동통감소 효과를 보였으며, 특히 특히 레이저 시술 직후에 큰 감소를 보였다($P<0.05$).

2. 치경부 마모의 수직적 길이에 따른 레이저 조사효과를 살펴보면, 탐침 및 공기자극에 대해 평가한 결과 치경부 마모의 수직적 길이가 큰 군에서 탐침 및 공기자극에 대한 레이저 조사 직후 동통 감소의 정도가 보다 크게 나타났으나, 통계적 유의미한 차이는 나타나지 않았다($P>0.05$).

3. 치경부 마모의 깊이의 차이에 따른 레이저 조사로 인한 동통 감소효과는 통계적으로 유의미한 차이는 나타나지 않았다($P>0.05$).

참고문헌

1. Irwin CR, McCusker P. Prevalence of dentine hypersensitivity in a general dental population. J Ir Dent Assoc 1997;43:7-9.
2. Orchardson R, Gillam DG. Managing dentin hypersensitivity. J Am Dent Assoc 2006;137:990-998.
3. Brännström M, Johnson G. The sensory mechanism in human dentin as revealed by evaporation and mechanical removal of dentin. J Dent Res 1978;57:49-53.
4. Schwarz F, Arweiler N, Georg T, Reich E. Desensitizing effects of an Er:YAG laser on hypersensitive dentine. J Clin Periodontol 2002;29:211-215.
5. Bamise CT, Esan TA. Mechanisms and treatment approaches of dentine hypersensitivity: a literature review. Oral Health Prev Dent 2011;9:353-367.
6. Chu CH, Lam A, Lo EC. Dentin hypersensitivity and its management. Gen Dent 2011;59:115-124.
7. Kimura Y, Wilder-Smith P, Yonaga K, Matsumoto K. Treatment of dentine hypersensitivity by lasers: a review. J Clin Periodontol 2000;27:715-721.
8. Aranha AC, Eduardo Cde P. In vitro effects of Er:Cr:YSGG laser on dentine hypersensitivity. Dentine permeability and scanning electron microscopy analysis. Lasers Med Sci 2012;27:827-834.
9. Gholami GA, Fekrazad R, Esmaili-Nejad A, Kalhori KA. An evaluation of the occluding effects of Er:Cr:YSGG, Nd:YAG, CO₂ and diode lasers on dentinal tubules: a scanning electron microscope in vitro study. Photomed Laser Surg 2011;29:115-121.
10. Yilmaz HG, Cengiz E, Kurtulmus-Yilmaz S, Leblebicioglu B. Effectiveness of Er:Cr:YSGG laser on dentine hypersensitivity: a controlled clinical trial. J Clin Periodontol 2011;38:341-346.
11. Weber DF. The distribution of peritubular matrix in human coronal dentin. J Morphol 1968;126:435-445.
12. Mjör IA, Nordahl I. The density and branching of dentinal tubules

- in human teeth. *Arch Oral Biol* 1996;41:401-412.
13. Dababneh RH, Khouri AT, Addy M. Dentine hypersensitivity - an enigma? A review of terminology, mechanisms, aetiology and management. *Br Dent J* 1999;187:606-611.
 14. Orchardson R, Collins WJ. Clinical features of hypersensitive teeth. *Br Dent J* 1987;162:253-256.
 15. Gillam DG, Newman HN. Assessment of pain in cervical dentinal sensitivity studies. A review. *J Clin Periodontol* 1993;20:383-394.
 16. Schiff T, He T, Sagel L, Baker R. Efficacy and safety of a novel stabilized stannous fluoride and sodium hexametaphosphate dentifrice for dentinal hypersensitivity. *J Contemp Dent Pract* 2006;7:1-8.
 17. Walters PA. Dentinal hypersensitivity: a review. *J Contemp Dent Pract* 2005;6:107-117.
 18. Camps J, Pashley D. In vivo sensitivity of human root dentin to air blast and scratching. *J Periodontol* 2003;74:1589-1594.
 19. Harashima T, Kinoshita J, Kimura Y, Brugnara A, Zanin F, Pecora JD, et al. Morphological comparative study on ablation of dental hard tissues at cavity preparation by Er:YAG and Er,Cr:YSGG lasers. *Photomed Laser Surg* 2005;23:52-55.