

# 지각과민 처치제 후 접착레진 처리가 상아질 투과도에 미치는 영향

홍승우 · 박노제 · 박영범 · 이근우\*

연세대학교 치과대학 치과보철학교실

## The effects of desensitizing agents, bonding resin and tooth brushing on dentin permeability, *in vitro*

Seung-Woo Hong, No-Je Park, Young-Bum Park, Keun-Woo Lee\*

Department of Prosthodontics, College of Dentistry, Yonsei University, Seoul, Republic of Korea

**Purpose:** The effects of desensitizing agent are often for a short duration. One of the reasons is believed to be wear of desensitizing agent by tooth brushing. To reduce the wear and make the duration longer, dental bonding resin was applied and the changes of dentin permeability after toothbrushing were measured. **Materials and methods:** Extracted teeth free from caries were chosen. Coronal dentin discs with thickness of 1 mm were prepared. Using the split chamber device developed by Pashely, hydraulic conductance and scanning electron microscope images (SEM) were compared and contrasted before and immediately after the application of desensitizing agent and bonding resin and then after equivalent tooth brushing of 1 week, 2 weeks, and 6 weeks. Four commercially available desensitizing agents were used in this study; they were All-Bond 2, Seal & Protect, Gluma, and MS Coat. And Dentin/Enamel Bonding resin (Bisco Inc.) was used. The results of this study are as follows. **Results:** On all specimens, the hydraulic conductance decreased after the application of tooth desensitizing agent and bonding resin. Compared with the specimens treated only with desensitizer, the specimens treated with All-Bond 2, Gluma, MS Coat and plus D/E bonding resin had a little increase in hydraulic conductance after 1, 2 and 6-week tooth brushing. In case of Seal & Protect, the specimens showed the same result only after 6-week tooth brushing. On examination of SEM, the dentinal tubule diameter had decreased after treatment of desensitizing agents and bonding resin. And the specimens treated with All-Bond2, Seal&Protect, Gluma, MS Coat and plus D/E bonding resin had an significant decrease in diameter of dentinal tubule after 6-week tooth brushing. **Conclusion:** According to the results of this study, it is effective to use bonding resin after application of desensitizer in reducing the wear by tooth brushing and making the duration longer. In this study, just 6-week tooth brushing was performed, and it is not enough to regard it as a long-term data. So further study is needed and more perfect method for treating dentin hypersensitivity should be developed. (*J Korean Acad Prosthodont* 2014;52:165-76)

**Key words:** Dentin sensitivity; Gluma desensitizer; Tooth brushing; Dentin-Bonding agents

## 서론

상아질의 구강 내 노출에 의한 상아질 지각과민증은 부적절한 칫솔질이나 치은 퇴축으로 인한 치경부 노출, 수복치료를 위한 치아 삭제나 치주 치료 과정에서 일어날 수 있다. 유병율은 인구의 8-35%로 다양하게 보고되고 있다.<sup>1,2</sup>

상아질의 지각과민증을 설명하는 이론은 transducer 이론,

modulation 이론, gate control 이론, hydrodynamic 이론 등이 있으며, 이 중 hydrodynamic 이론이 가장 널리 받아들여지고 있다. 이 이론에 따르면 상아질 노출 시 탈수, 열자극, 냉자극, 고장액 등에 의해 상아세관 내 액체의 움직임이 생기며 이로 인해 조상아 세포, 신경말단, 혈관 등에 기계적 자극이나 손상을 주어 통증이 유발된다고 한다.<sup>1,2</sup> 따라서 상아세관을 통한 액체의 움직임을 차단함으로써 상아질 지각과민을 감소시킬 수 있다.

\*Corresponding Author: Keun-Woo Lee

Department of Prosthodontics, College of Dentistry, Yonsei University  
50 Yonsei-ro, Seodaemun-gu, Seoul, 120-752, Republic of Korea  
+82 2 2228 3158; e-mail, KWLEE@yuhs.ac

Article history: Received October 8, 2013 / Last Revision April 16, 2014 / Accepted April 17, 2014

© 2014 The Korean Academy of Prosthodontics

© This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

상아질 지각과민증은 상아세관의 크기와 개방도에 직접 관련되어 일어나는데, Brännström<sup>3</sup>과 Ishikawa<sup>4</sup>는 지각 과민이 있는 상아질에서는 상아세관이 개방되어 있음을 입증했고, Absi<sup>5</sup> 등은 지각과민증을 보이는 상아질에서 상아세관 크기가 2배 정도 더 큰 사실을 발견했다.<sup>6</sup> Absi<sup>5</sup> 등은 주사전자현미경과 염색 침투를 통한 실험에서 지각과민 상아질에서는 주사전자현미경 1000배율 관찰 시 단위면적당 59.9개의 개방된 세관을, 정상 상아질에서는 단위 면적당 7.47개의 개방된 세관을 관찰하였으며, 평균 직경은 지각과민 상아질에서  $0.83\ \mu\text{m}$ , 정상 상아질에서  $0.43\ \mu\text{m}$ 이었다고 보고하였다.

상아질 지각과민증의 해결을 위해 여러 방법이 제시되었으며, 자극을 가해 이차 상아질 형성을 촉진하거나 도말층을 형성하여 상아세관을 폐쇄시키거나 약제를 사용하여 상아세관의 폐쇄를 유도하는 방법 등이 있었다. Mjör<sup>7</sup>에 의하면 치수의 손상을 막기 위해서는 이차 상아질 형성을 촉진시키기보다는 상아질의 투과도를 감소시키는 방향으로 치료를 진행하는 것이 바람직하다고 했으며 이에 따라 상아세관의 폐쇄를 유도하는 다양한 약제들이 지각과민 처치제로 추천되었다. 이러한 약제로는 calcium hydroxide, silver nitrate, sodium fluoride, glucocorticoids, resin (unfilled bonding resin), 치약, oxalate 등이 사용되어 왔으며, 최근 들어서는 국소적으로 적용할 수 있는 간편한 방법들이 선호되고 있는데 수복재료를 이용하거나 제 4, 5세대 상아질 접착 시스템을 이용하거나 Pashley<sup>2</sup>에 의해 소개된 oxalate 등을 많이 사용하고 있다.<sup>8</sup>

그러나 이러한 지각과민 처치제는 일상적인 칫솔질에 의한 마모 때문에 그 효과가 급속히 감소될 수 있다. 이 등<sup>9</sup>에 의하면 All-Bond 2 desensitizer<sup>®</sup>, Seal & protect<sup>®</sup>, Gluma desensitizer<sup>®</sup>, MS Coat<sup>®</sup>의 경우 약제 도포 직후에는 모두 급격한 상아질 투과도의 감소를 보이거나 이후 1주, 2주 칫솔질 후에는 상아질 투과도가 증가하는 것으로 나타났다.

마모로 인한 지각과민 처치제의 급격한 효과감소를 막기 위해 Pashley<sup>2</sup>가 제시한 바와 같이 임상적으로 용이하게 선택할 수 있는 unfilled resin 성분의 bonding resin을 지각과민 처치제 위에 도포 하여 지각과민 처치제의 마모를 지연시키는 방법을 생각해 볼 수 있다. 이전의 연구들은 주로 임상적 보고 형태였으며 실험적인 분석을 통한 상아질 투과도의 변화량 및 표면 관찰에 대한 연구는 거의 시행되지 않았다.

따라서, 본 연구에서는 All-Bond 2 desensitizer<sup>®</sup> (Bisco Inc., Schaumburg, IL, USA), Seal & Protect<sup>®</sup> (Dentsply Co., Konstanz, Germany), Gluma desensitizer<sup>®</sup> (Heraeus Kulzer Inc., South Bend, IN, USA), MS Coat<sup>®</sup> (Sun medical Co., Shiga, Japan) 네 종류의 지각과민 처치제를 도포한 상아질 시편과 그 위에 unfilled resin 성분의 bonding resin (Dentin/Enamel Bonding resin<sup>®</sup>, Bisco Inc., Schaumburg, IL, USA)을 추가로 도포한 시편간의 칫솔질에 의한 마모가 상아질 투과도에 미치는 영향을 비교하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 시편제작

우식이 없는 발거된 대구치 56개를 선택해서 투명 레진으로 치아를 매몰하였다. 저속 다이아몬드 휠 톱(Isomet Buehler Co., Lake Bluff, IL, USA)을 이용하여 교합면 법랑질을 제거하고, 치수 상부의 치관부 상아질을 저속 다이아몬드 휠 톱으로 절단하여 1 mm 두께의 상아질 디스크를 제작하였다. 상아질 디스크는 직경이 10 mm 정도가 되도록 삭제하여 챔버 내에 안정되게 위치될 수 있는 크기로 시편을 제작하였다. 실험 기간 동안 시편의 치수쪽, 치관쪽 면을 구분할 수 있도록 유성펜으로 표시하였다.

각 상아질 디스크에서 치관쪽 표면을 320 grit 연마지로 30초간 연마하고, 치관쪽 · 치수쪽 디스크 표면을 37% 인산으로 2분간 산 부식시킨 후 시편을 증류수에 담아 초음파 세척기에서 1시간 동안 초음파처리(ultrasonification)하였다. 완성된 상아질 디스크는 실험기간 동안 생리식염수에 보관하였다.

### 2. 스플릿 챔버 장치 및 실험 설계

상아질 디스크를 PTFE (Poly Tetra Fluoro Ethylene)로 제작된 스플릿 챔버 장치의 위쪽 챔버와 아래쪽 챔버 사이에 위치시키고 각 챔버와 디스크 사이에는 확실한 밀폐를 얻고, 그 결과 생리식염수가 통과하는 상아질 디스크의 표면적은  $p \times (0.2\text{ cm})^2 = 0.126\text{ cm}^2$ 로 일정하게 유지되었다. 챔버의 양쪽은 생리식염수로 채웠고, 아래 챔버 쪽으로 도입관을 통해서 200 mmHg의 일정한 정수압으로 생리식염수가 유입되도록 하였다(Fig. 1).

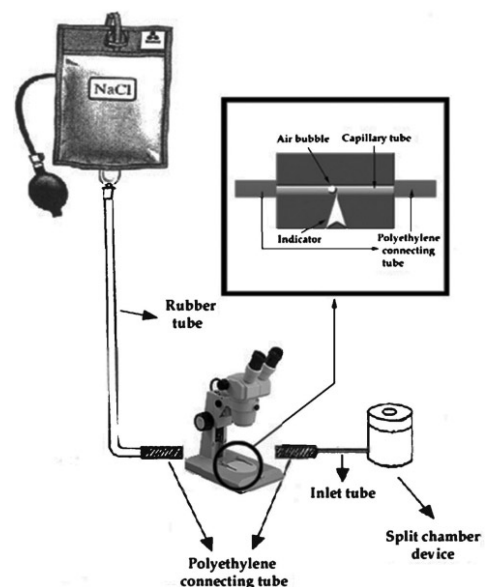


Fig. 1. Schematic view of Pashley's device used to measure hydraulic conductance of dentin disc.

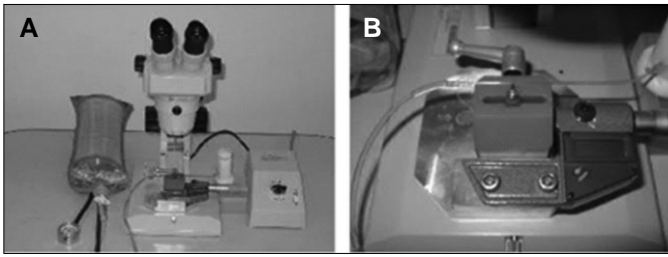


Fig. 2. Photograph of Pashley's device used to measure hydraulic conductance of dentin disc (A); digital micrometer (B).

실험적으로 상아질 디스크의 투과도를 알기 위해서 hydraulic conductance를 측정하였는데, 이는 200 mmHg의 일정한 정수압 하에서 10분간의 일정 시간 동안 모세관을 통해서 공기방울이 이동한 거리를 측정하여 얻을 수 있다. 실험에서 모세관 내에 공기방울이 형성되게 했고, 발생된 공기방울의 이동거리를 알기 위해서 디지털 마이크로미터가 장착된 장치를 고안하였다(Fig. 2). 모세관은 이 장치의 가로방향의 홈에 위치시킨 후 상부의 레버를 돌려서 고정시킨다. 이때, 스플릿 챔버 장치 쪽으로 일정 시간 동안 이동한 공기방울의 이동 거리가 클수록 생리식염수에 대한 상아질 디스크의 투과도가 높은 것이다.

모세관 내에 공기방울을 형성시킨 직후 디지털 마이크로미터에 부착된 indicator를 공기방울의 가장 앞쪽과 일치되게 위치시키고, 디지털 마이크로미터의 계기판의 버튼을 눌러 영점 조정한다. 조절장치를 개방시켜 모세관을 통해 정수압이 전달 되도록 하고, 10분 후 디지털 마이크로미터의 indicator를 공기방울의 가장 앞쪽까지 이동시켜 일치시키면 그 위치까지의 공기방울의 이동거리가 액정화면으로 표시된다. 실제 현미경(SMZ-

1, Nikon, Tokyo, Japan)을 사용하여 관찰하였으며 이를 위해 캘리퍼스를 현미경의 재물대에 장착하였다. 본 실험에서는 각각의 시편에 대해 20분간 관찰했으며 매 10분마다 이동거리를 측정하여 두 측정값의 평균값을 이용하여 hydraulic conductance ( $L_p$ )를 측정하였다.

### 3. 실험 재료

본 실험에서는 아래 Table 1과 같은 4가지의 지각과민 처치제와 1가지의 bonding agent를 사용하였다.

### 4. 시편의 처리

실험에 사용된 총 56개의 상아질 디스크를 임의로 14개씩 4개의 군으로 분류하였고, 각 군은 다시 임의로 7개씩 두 개의 하위 군으로 분류하였다. 생리식염수에 보관한 상아질 디스크 시편을 꺼내어 치관쪽 디스크 표면이 아래 챔버 쪽을 향하게 하도록 챔버 장치에 위치시킨 뒤 압력을 가하고 공기방울의 이동거리를 측정하여 이를 이용해서 약제 처치 전 hydraulic conductance ( $L_{p0}$ )을 구하였다.

그 다음 각 군마다 서로 다른 지각과민 처치제를 제조회사의 지시대로 도포 했는데, 각 군마다 7개의 시편은 지각과민 처치제만을 도포하고, 나머지 7개의 시편에는 지각과민 처치제를 도포한 후 bonding resin을 추가로 도포 하였다. 이를 같은 방법으로 스플릿 챔버 장치에 위치시켜서 공기방울의 이동거리를 측정하여 이를 이용해서  $L_p$ 값( $L_{p1}$ )을 구하였다.

이후 칫솔질에 의한 마모가 약제 처리된 상아질의 투과도에 미치는 영향을 알아보기 위하여 마모실험을 시행하였다. Putty

Table 1. Desensitizing agents and bonding resin used in this study

Brand	Composition	Manufacturer
All-Bond 2 desensitizer <sup>®</sup>	· N-tolyglycine-glycidyl methacrylate (NTG-GMA) · Biphenyl dimethacrylate (BPDM) · Acetone	Bisco Inc., IL, USA
Seal & Protect <sup>®</sup>	· PENTA · Di,Trimethacrylate · Nanofiller · Acetone · Triclosan	Dentsply Co., Konstanz, Germany
Gluma Desensitizer <sup>®</sup>	· Hydroxyethylmethacrylate (HEMA) · Glutaraldehyde · Purified water · Mequinol	Heraeus Kulzer Inc., IN, USA
MS Coat <sup>®</sup>	· Poly-styrene sulfonic acid · Poly-methyl methacrylate (PMMA) · Oxalic acid	Sun medical Co., Shiga, Japan
Dentin/Enamel Bonding Resin <sup>®</sup>	· BIS-GMA · HEMA	Bisco Inc., IL, USA

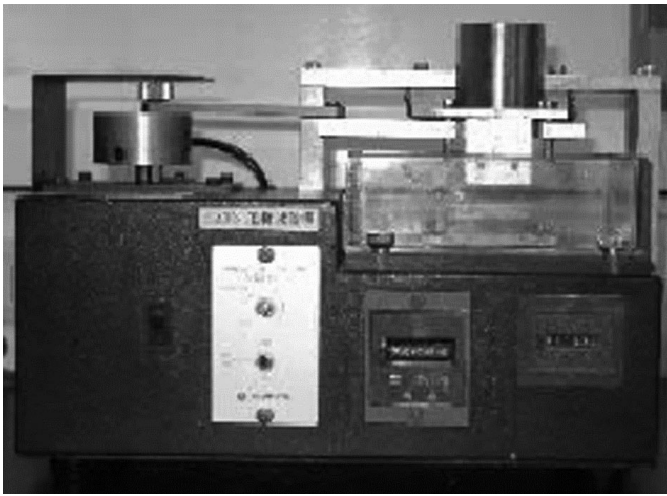


Fig. 3. Toothbrush abrasion testing machine.

type의 부가중합형 고무인상재를 이용하여 시편을 마모시험기(model K236, Tokyo-Giken Co. Ltd., Tokyo, Japan, Fig. 3) 챔버 내의 마운트에 고정 한 후 마모시험기의 챔버에는 증류수를 채웠다. 칫솔은 Oral-B® (nylon-tufted, Oral-B Inc., Belmont, CA, USA) 칫솔을 사용하고 320 g의 중량을 가하였다. 치약의 입자성분에 의한 상아세관 폐쇄의 효과를 배제하기 위해 마모시험에서 치약은 사용하지 않았다. 시편을 마모시험기 챔버 내에 위치시키고 약제가 도포된 표면에 1주일의 칫솔질 횟수에 해당하는 왕복 140회의 칫솔질을 마모 시험기를 이용하여 시행한 후 시편을 스플릿 챔버 장치에 위치시켜서 공기방울의 이동거리를 측정하고 이를 가지고  $L_p$ 값( $L_{p2}$ )을 구하였다. 그 다음은 1주일에 해당하는 왕복 140회의 칫솔질을 추가하여 같은 방법으로 스플릿 챔버 장치에 위치시켜서 공기방울의 이동거리를 측정하고 이를 이용하여  $L_p$ 값( $L_{p3}$ )을 구하였다. 마지막으로 4주일에 해당하는 왕복 560회의 칫솔질을 추가한 후 같은 방법으로 스플릿 챔버 장치에 위치시켜서 공기방울의 이동거리를 측정하여 이를 이용하여  $L_p$ 값( $L_{p4}$ )을 구하였다.

## 5. 상아질 투과도

### 1) Hydraulic conductance (고찰에서 상세 기술)

$$L_p = \frac{F}{P \times (SA) \times t} = \frac{\pi \times (0.5)^2 \times x \times 10^3}{200 \times \pi \times (0.2)^2 \times 10} = \frac{25x}{8}$$

$L_p$ : hydraulic conductance of dentin in  $\mu\text{Lcm}^2\text{min}^{-1}\text{mmHg}^{-1}$

F: filtration rate in  $\mu\text{L}$

P: hydrostatic pressure difference across dentin in mmHg

SA: dentin surface area in  $\text{cm}^2$

t: time in minute

### 2) % change

각 디스크 당 약제를 처치하기 전과 약제를 처치한 후의  $L_p$ 값의 변화를 % change로 나타내면 다음과 같다.

$$\% \text{ change} = \frac{\text{처치 후 } L_p - \text{처치 전 } L_p (L_{p0})}{\text{처치 전 } L_p (L_{p0})} \times 100$$

% change 1: 약제 처리한 직후의  $L_p$  ( $L_{p1}$ )과 처리하기 전의  $L_p$  ( $L_{p0}$ )의 % change

% change 2: 칫솔질 1주(총140회)시행 후의  $L_p$  ( $L_{p2}$ )과 처리하기 전의  $L_p$  ( $L_{p0}$ )의 % change

% change 3: 칫솔질 2주(총280회)시행 후의  $L_p$  ( $L_{p3}$ )과 처리하기 전의  $L_p$  ( $L_{p0}$ )의 % change

% change 4: 칫솔질 6주(총840회)시행 후의  $L_p$  ( $L_{p4}$ )과 처리하기 전의  $L_p$  ( $L_{p0}$ )의 % change

## 6. 주사 전자 현미경(scanning electron microscopy)

각 지각과민 처치제 군 당 한 개의 상아질 디스크 표면을 주사 전자 현미경으로 관찰하였다. 시편처리 단계별로 각 시편을 분할하였는데, 시편 처리 전, 그리고 지각 과민 처치제만 도포한 군에서는 처리 후, 2주, 6주 칫솔질 시행 후, 지각과민 처치제와 Dentin/Enamel Bonding resin®을 도포한 군에서는 처리 후, 2주, 6주 단계로 분할하여 시편을 준비하였다. 각 시편은 완전히 건조시킨 후에 Scanning microscopy stud (YOSHIDA, Japan)에 부착한 후 gold sputter-coating하고 3,000배의 배율로 관찰하였다.<sup>10)</sup>

## 7. 통계분석

실험데이터의 모집단의 분포에 대한 검정으로 Kolmogorov-Smirnov test를 사용하였으며 표본수를 고려하여 통계학적 분석방법을 결정하였다. 각 상아질 디스크 당 약제를 처치하기 전과 처치한 후, 그리고 칫솔질 한 후의  $L_p$ 값의 변화가 나타났는지 알아보기 위해서 Wilcoxon signed rank test를 사용했고, 지각과민 처치제만 도포한 군과 bonding resin을 추가로 도포한 군 간의 차이를 알아보기 위해서 Mann-Whitney test를 이용하여 통계 분석 하였으며, SPSS Ver 6.0 프로그램을 사용하여 유의수준 95%로 시행하였다.

## 결과

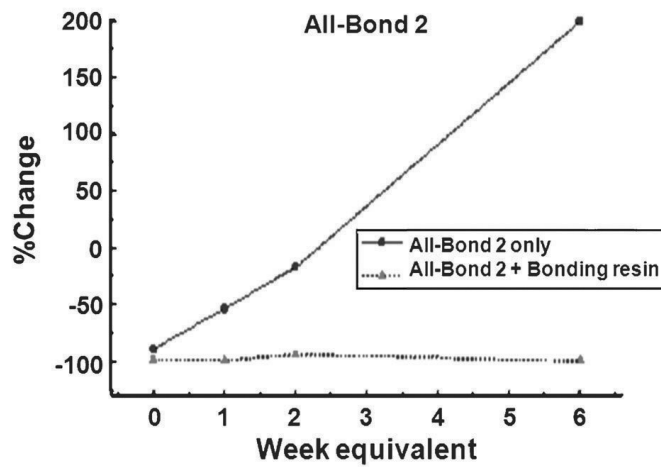
### 1. 약제의 처치 전과 처치 후, 칫솔질 시행 후의 hydraulic conductance ( $L_p$ )값과 % change

총 56개의 상아질 디스크 시편의 약제 처치 전과 처치 후의  $L_p$  값, % change 및 각 약제의  $L_p$ 값과 % change의 평균을 Table 2 및 Fig. 4, Fig. 5, Fig. 6, Fig. 7에 나타내었다.

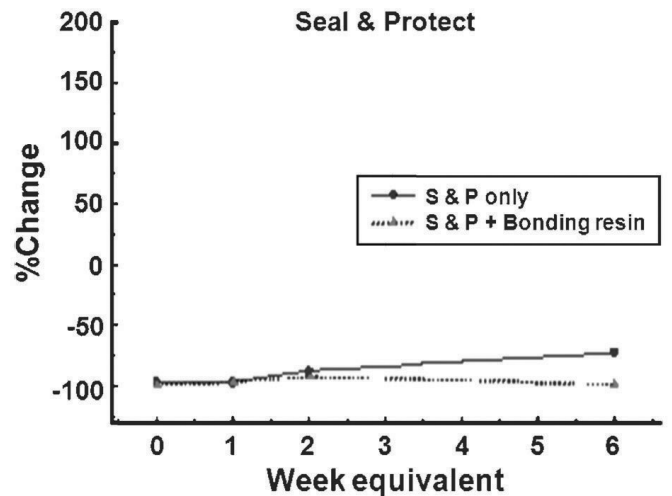
**Table 2.** Mean of Lp values and % change values

	L <sub>p</sub> 0	L <sub>p</sub> 1	% change 1 (%)	L <sub>p</sub> 2	% change 2 (%)	L <sub>p</sub> 3	% change 3 (%)	L <sub>p</sub> 4	% change 4 (%)
All-Bond 2	11.536	1.258	89.1	5.399	53.2	9.615	16.6	34.552	199.5
All-Bond 2 + Bonding resin	8.379	0.196	97.7	0.132	98.4	0.511	93.9	0.089	98.9
Seal&Protect	7.096	0.260	96.3	0.226	96.8	0.910	87.2	1.995	71.9
Seal&Protect + Bonding resin	12.357	0.255	97.9	0.459	96.3	0.942	92.4	0.232	98.1
Gluma	12.249	1.195	90.2	8.433	31.2	26.175	113.7	34.858	184.6
Gluma + Bonding resin	10.772	0.348	96.8	0.392	96.4	1.060	90.2	1.515	85.9
MS Coat	8.725	1.767	79.8	4.455	48.9	11.713	34.3	13.346	53.0
MS Coat + Bonding resin	14.280	0.478	96.7	1.737	87.8	6.000	58.0	6.259	56.2

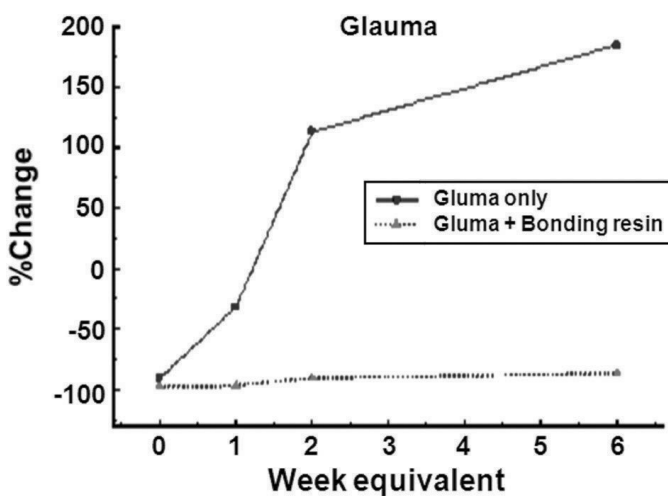
L<sub>p</sub>: hydraulic conductance of dentin in  $\mu\text{Lcm}^{-2}\text{min}^{-1}\text{mmHg}^{-1}$



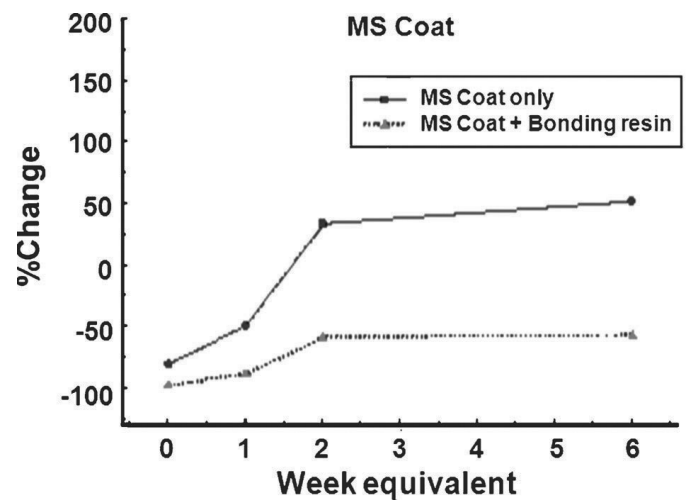
**Fig. 4.** All-Bond<sup>®</sup> 2 and All-Bond<sup>®</sup> 2 + Bonding resin: % change values of hydraulic conductance.



**Fig. 5.** Seal & Protect<sup>®</sup> and Seal & Protect<sup>®</sup> + Bonding resin: % change values of hydraulic conductance.



**Fig. 6.** Gluma<sup>®</sup> and Gluma<sup>®</sup> + Bonding resin: % change values of hydraulic conductance.



**Fig. 7.** MS Coat<sup>®</sup> and MS Coat<sup>®</sup> + Bonding resin: % change values of hydraulic conductance.

접착레진 처리 없이 지각과민 처치제만 도포한 경우 실험된 4가지 지각과민 처치제 실험군 모두 도포 직후에는 상아질 투과도가 급격히 감소하였으나, 칫솔질 후에는 상아질 투과도가 모두 증가하는 경향을 보였다. Gluma®, MS Coat®는 칫솔질 2주 후부터는 처치 전보다도 높은 상아질 투과도를 나타내었으며, 특히 All-Bond 2®와 Gluma®의 경우 6주 칫솔질 후에는 처치 전보다 2배에 가까운 상아질 투과도를 나타내었다. 하지만 Seal&Protect®의 경우 칫솔질 시 상아질 투과도가 증가하였으나 처치 전에 비해서는 낮은 상아질 투과도를 나타내었다.

지각과민 처치제 후 접착레진을 도포한 경우 4가지 지각과민 처치제 실험군 모두에서 처치 직후 상아질 투과도가 급격히 감소하였으며 6주 칫솔질 후에도 지각과민 처치제 처치 전보다 낮은 상아질 투과도를 유지하였다. 하지만 All-Bond 2®, Seal&Protect®의 경우 칫솔질 시 상아질 투과도가 약간 증가하다가 감소하였으나, Gluma®, MS Coat®의 경우 상아질 투과도가 서서히 증가하여, 실험군 간 상아질 투과도 변화 경향에 차이를 보였다.

약제의 처치 전과 처치 후, 칫솔질 시행 후의  $L_p$ 값의 통계학적인 차이를 알기 위하여 Table 3의 Wilcoxon signed rank test를 시행한 결과, All-Bond 2®만 도포한 경우는 약제 처치 전과 처치 직후, 칫솔질 1주와 처치 직후, 칫솔질 2주와 1주, 6주와 2주에서 모두 상아질 투과도가 통계학적인 유의차이를 보였다.

All-Bond 2®와 Bonding resin을 도포한 경우는 약제 처치 전과 처치 직후, 칫솔질 2주와 칫솔질 1주, 6주와 2주에서의 상아질 투과도의 차이가 있는 것으로 나타났다.

Seal & Protect®만 도포한 경우는 약제 처치 전과 처치 직후, 칫솔질 2주와 칫솔질 1주에서만 차이가 있는 것으로 나타났고,

Seal & Protect®와 Bonding resin을 도포한 경우는 약제 처치 전과 처치 직후, 칫솔질 2주와 1주, 6주와 2주에서 차이가 있는 것으로 나타났다.

Gluma®만을 도포한 경우는 약제처치전과 처치직후, 칫솔질 1주와 처치직후, 칫솔질 2주와 1주간에 상아질 투과도의 차이가 있었고, Gluma®와 Bonding resin을 도포한 경우는 약제처치전과 처치직후 사이에만 차이가 있었다.

MS Coat®만을 도포한 경우에는 약제처치전과 처치직후, 칫솔질 1주와 처치직후, 칫솔질 2주와 1주, 6주와 2주사이에 차이가 있었고, MS Coat®와 Bonding resin을 도포한 경우에는 약제처치전과 처치직후, 칫솔질 1주와 처치직후, 칫솔질 2주와 1주에 상아질 투과도에 차이가 있었다( $P<.05$ ).

약제의 처치 전과 처치 후, 칫솔질 시행 후의  $L_p$ 값의 % 변화량에 차이가 있는지 보기 위한 Wilcoxon signed rank test 결과에 있어서도 위에 기술한 것과 같은 양상을 보였다( $P<.05$  Table 3).

지각과민 처치제만 도포한 군과 지각과민 처치제와 bonding resin을 같이 도포한 군간에 처치 직후, 칫솔질 1주, 2주, 6주 시행 후 효과의 차이가 있는지 알아보기 위해서 Mann-Whitney Test를 시행하였다.

그 결과 All-Bond 2®군에서는 칫솔질 1주, 2주, 6주에서 All-Bond 2®만 도포한 군과 Bonding resin을 추가로 도포한 군간에 상아질 투과도에 차이가 있었고, Seal & Protect®군에서는 칫솔질 6주에서만 Seal & Protect®만을 도포한 군과 Bonding resin을 추가로 도포한 군간에 차이가 있었다. Gluma®군과 MS Coat®군에서는 칫솔질 1주, 2주, 6주에서 두 군간에 차이가 있었다( $P<.05$ , Table 4).

**Table 3.** Comparison of % change values before and after treatment in 8 groups (Wilcoxon signed rank test)

	% change 2 - % change 1	% change 3 - % change 2	% change 4 - % change 3
All-Bond 2	0.018*	0.018*	0.028*
All-Bond2 + Bonding resin	0.463	0.028*	0.018*
Seal&Protect	0.612	0.018*	0.499
Seal&Protect + Bonding resin	0.310	0.028*	0.063
Gluma	0.018*	0.018*	0.398
Gluma + Bonding resin	0.735	0.176	0.612
MS Coat	0.018*	0.018*	0.091
MS Coat + Bonding resin	0.018*	0.018*	0.735

\* $P<.05$ , statistically significant.

**Table 4.** Comparison of % change values before and after treatment in 8 groups (Mann-Whitney Test)

	% change 1	% change 2	% change 3	% change 4
All-Bond 2® vs. All-Bond 2® + Bonding resin	0.225	0.004*	0.013*	0.003*
Seal&Protect® vs. Seal&Protect® + Bonding Resin	0.142	0.848	0.565	0.018*
Gluma® vs. Gluma® + Bonding resin	0.338	0.035*	0.006*	0.004*
MS Coat® vs. MS Coat® + Bonding resin	0.223	0.025*	0.048*	0.035*

\* $P<.05$ , statistically significant.

## 2. 주사 전자 현미경 소견

### 1) All-Bond® 처리군

All-Bond 2®만 처리 시 전반적인 상아세관의 내경의 감소와 몇 개의 폐쇄된 세관이 관찰된다(Fig. 8A). 하지만 칫솔질 6주 후 칫솔질로 인한 마모로 상아세관이 점차로 개방된 것을 볼 수 있다(Fig. 8B).

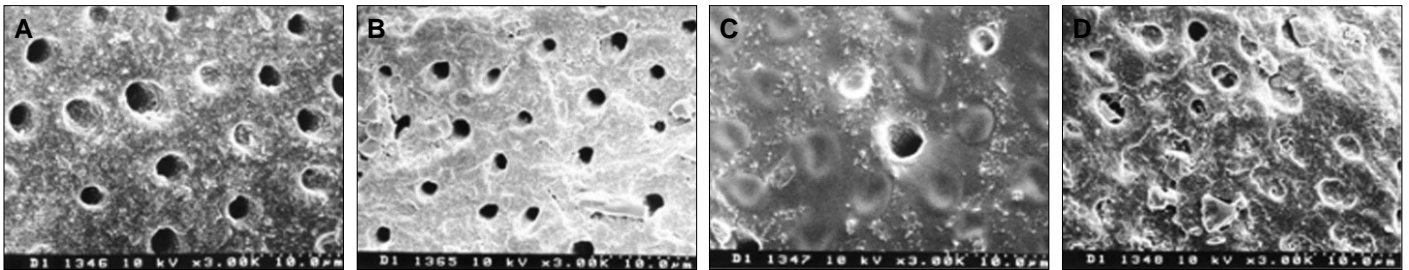
All-Bond 2®와 Bonding resin을 도포할 경우 Bonding resin에 의해 거의 모든 세관이 완전히 막혀 있으며(Fig. 8C), Fig. 8A와 비교했을 때 그 폐쇄 양상이 더 확실하다. 6주 칫솔질 시행 후에도 마모 양상은 나타나지만 아직 다수의 세관이 폐쇄되어 있음을 관찰할 수 있다(Fig. 8D).

### 2) Seal & Protect® 처리군

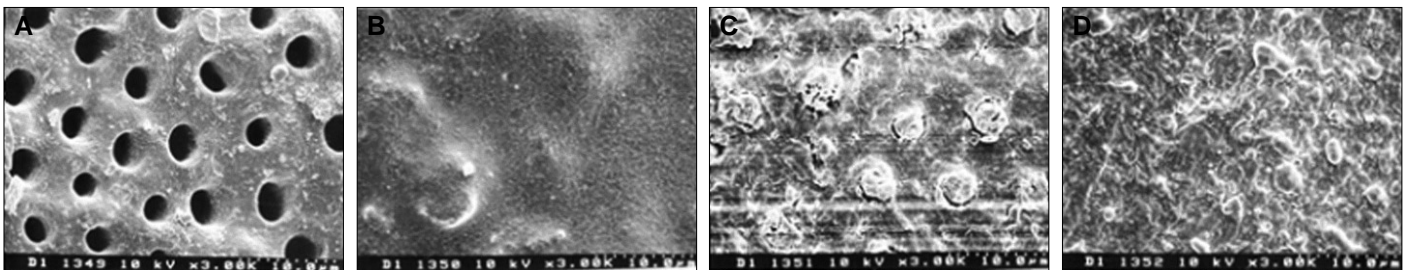
Seal & Protect®로 처리한 직후 시편의 상아세관이 완전히 폐쇄되어 있으며(Fig. 9A, Fig. 9B), 6주간 칫솔질 시행 후에도 세관 내 가 거의 막혀 있는 양상(Fig. 9C)을 확인할 수 있다 Seal & Protect®와 Bonding resin을 도포 후 6주 칫솔질 시행하였을 때도 세관이 완전히 막혀있는 모습(Fig. 9D)을 볼 수 있다.

### 3) Gluma® 처리군

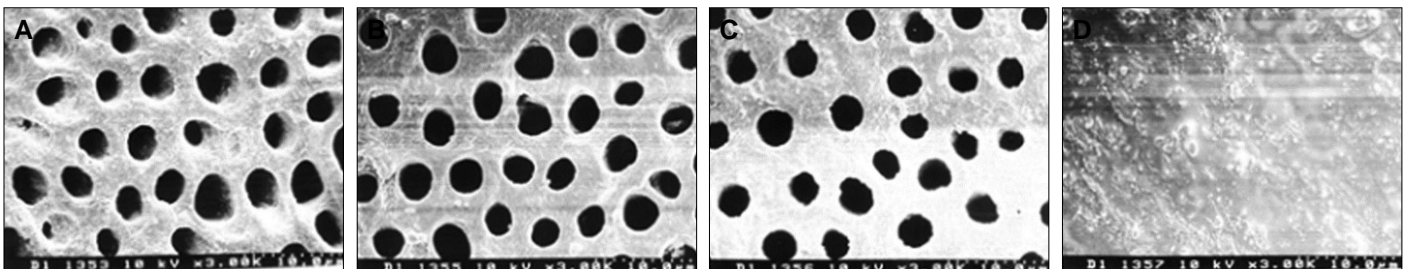
Gluma® 처리 직후 상아세관의 직경이 감소하거나 일부 폐쇄된 세관의 양상(Fig. 10A, Fig. 10B)을 볼 수 있으나, 6주 칫솔질을 시행한 후에도 세관의 개방 정도가 비슷한 것을 볼 수 있다(Fig. 10C). Gluma®와 Bonding resin을 도포한 후 6주 칫솔질 후에는 여전히 세관이 완전히 막혀 있는 양상(Fig. 10D)을 확인할 수 있다.



**Fig. 8.** (A) All-Bond® 2: SEM of dentinal surface after agent treatment, (B) All-Bond® 2: SEM of dentinal surface after 6-week tooth brushing, (C) All-Bond® 2 + Bonding resin: SEM of dentinal surface after agent treatment, (D) All-Bond® 2 + Bonding resin: SEM of dentinal surface after 6-week tooth brushing.



**Fig. 9.** (A) Seal & Protect®: SEM of dentinal surface before agent treatment, (B) Seal & Protect®: SEM of dentinal surface after agent treatment, (C) Seal & Protect®: SEM of dentinal surface after 6-week tooth brushing, (D) Seal & Protect® + Bonding resin: SEM of dentinal surface after 6-week tooth brushing.



**Fig. 10.** (A) Gluma®: SEM of dentinal surface before agent treatment, (B) Gluma®: SEM of dentinal surface after agent treatment, (C) Gluma®: SEM of dentinal surface after 6-week tooth brushing, (D) Gluma® + Bonding resin: SEM of dentinal surface after 6-week tooth brushing.



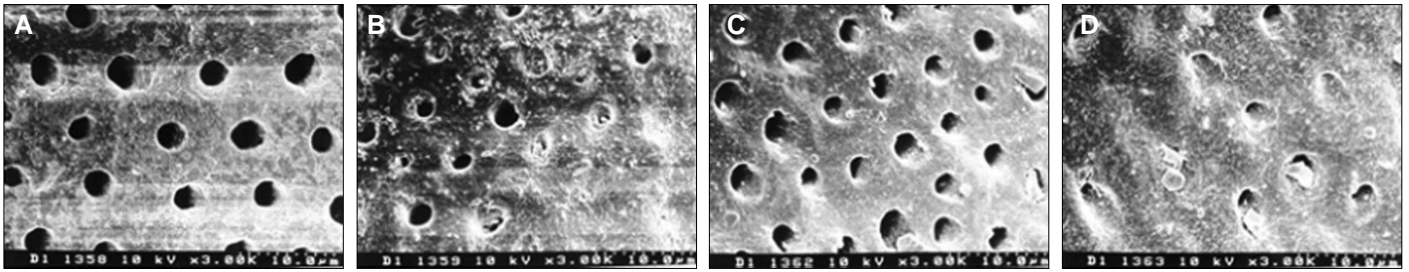


Fig. 11. (A) MS Coat®: SEM of dentinal surface before agent treatment, (B) MS Coat®: SEM of dentinal surface after agent treatment, (C) MS Coat®: SEM of dentinal surface after 6-week tooth brushing, (D) MS Coat® + Bonding resin: SEM of dentinal surface after 6-week tooth brushing.

#### 4) MS Coat® 처리군

MS Coat®를 처리한 직 후 세관직경의 감소와 일부 세관의 폐쇄를 볼 수 있다(Fig. 11A, Fig. 11B). 6주에 해당하는 칫솔질 시행 후에는 MS Coat®층이 마모되어 가는 양상을 확인할 수 있다(Fig. 11C). MS Coat®와 Bonding resin을 같이 도포한 후 6주 칫솔질한 경우 현저한 세관의 직경 감소와 폐쇄 상태를 관찰할 수 있다(Fig. 11D).

#### 고찰

상아질 투과도가 임상적인 지각과민증과 관련됨을 입증하고 지각과민증의 치료를 위한 연구가 진행되어 왔다.

Brännström 등<sup>11</sup>은 압력, 온도, 모세관 작용 등이 상아세관 내 액체의 흐름에 미치는 영향에 대한 연구를 통하여, 따뜻한 물은 치수반대방향으로의 액체움직임을 유발하고, 차가운 물과 공기는 치수 쪽으로의 액체움직임을 유발하였으며, 액체의 움직임은 초당 1 mm 정도로 빠른 속도였다고 보고하였다. Pashley<sup>12</sup>에 의해 상아질의 hydraulic conductance를 이용하여 상아질 투과도를 측정하는 방법이 처음으로 소개된 후 hydraulic conductance ( $L_p$ )를 정량적으로 측정하기 위해 스플릿 챔버 장치가 고안되었다.<sup>9</sup>

상아질 투과도를 측정하는 가장 쉬운 방법은 hydraulic conductance ( $L_p$ )를 정량적으로 측정하는 것인데 hydraulic conductance ( $L_p$ )는 단위 압력하에서 단위 시간 당 상아질의 단위 면적을 통과하는 액체의 양으로서 상아질의 hydraulic conductance ( $L_p$ )는 치수 내 압력, 상아세관의 길이, 액체의 점도, 상아세관의 수와 직경 등 다양한 변수에 영향을 받게 되는데 가장 중요한 변수는 상아세관의 수와 직경이다. Poiseuille's law에 따르면 상아질의 hydraulic conductance ( $L_p$ )는 상아세관 직경의 네 제곱에 비례하므로 직경이 감소하면 상아질 투과도가 급격히 감소하게 된다. 따라서 상아질 투과도를 줄이기 위해서는 상아세관 입구의 폐쇄 상태가 가장 중요한데 도말층 등으로 입구가 덮인 상아세관은 낮은 hydraulic conductance ( $L_p$ )를 보인다고 보고되어 있다.<sup>12</sup>

도말층은 치과용 기구사용에 의해 형성되는데, 석회화된 치

아조직을 치과용 수작업 기구 혹은 회전절삭 기구로 삭제하였을 때 생성된다. Dippel 등<sup>13</sup>에 의하면 실제 임상에서는 치아삭제 시 다이아몬드 바, 카바이드 바, 치즐 같은 수작업 기구로 삭제 후 발생하는 도말층은 사용된 바의 종류나 회전속도에 관계없이 산 부식 후 비슷한 세관개방의 효과를 나타낸다고 하였다. 본 연구에서는 도말층의 효과를 재현하기 위해서 320 grit의 연마지로 상아질 디스크 표면을 30초 동안 문질러서 도말층을 생성시켰다.

역사적으로 상아질 지각과민증 해소를 위한 지각과민 처치제로 다양한 약제들이 사용되어 왔다. Calcium hydroxide는 관주 상아질의 광화를 촉진시키는 작용을 하여 Greenhill과 Pashley<sup>14</sup>에 따르면 상아질 투과도를 21% 감소시켰으며 Levin 등<sup>15</sup>에 의하면 118개의 치아를 대상으로 한 연구결과 98%에서 매우 효과적이었다. Silver nitrate는 단백질 침전작용이 있어 세관 내 단백질을 침전시킴으로써 지각과민을 감소시킨다. Sodium Fluoride는 Lukomsky<sup>16</sup>에 의해 국소적인 불소도포로 지각과민증을 치료하려는 시도에 사용되었고, reparative dentin 형성을 촉진하거나 세관 내에 calcium fluoride를 침전시키는 작용을 한다. Glucocorticoids도 사용되었는데 Mjör<sup>7</sup>에 의하면 스테로이드를 도포하면 관주 상아질의 광화가 촉진되어 세관 내 직경이 감소함으로써 상아질 지각과민이 해소된다고 보고되었으나 그 이전은 아직 분명하지 않다. Resin에 의해 상아세관을 폐쇄하는 방법도 있는데, Brännström과 Nordenvall<sup>17</sup>에 의하면 unfilled resin 성분의 bonding agent를 침투시켜 상아질 통증이 감소됨을 보고하였는데 unfilled resin은 치수에 염증 작용이 거의 없고 Brännström<sup>18</sup>은 unfilled resin을 도포하여 20명의 환자에 대해 2 - 12개월 간 관찰한 결과 즉각적이고도 지속적인 지각차단효과를 얻었다. 치약도 같은 목적으로 사용되는데 치약의 연마제 입자가 상아세관을 막아서 지각과민증을 감소시키는 효과를 한다.<sup>1</sup>

본 실험에서는 시편 위에 320 g의 중량을 가하여 마모실험을 진행하였는데 이는 Tanoue 등<sup>19</sup>이 제시한 350 g, Mandikos 등<sup>20</sup>이 제시한 450 g에 근접한 중량이다. 칫솔질 횟수는 한번 칫솔질 하는데 왕복 10회, 하루 2회로 계산하여 1주일에 왕복 140회를 기준으로 하였는데 이는 Mandikos 등<sup>20</sup>에 의해 제시된 기준인 하루 당 편도 44회의 칫솔질 횟수와 유사하다.



지각과민 처치제를 사용했을 때 효과가 오래가지 않는 경우의 원인, 즉 지각과민 처치제의 마모에 대한 연구는 아직까지는 미미한 상태이다. 이 등<sup>9</sup>에 의하면 All-Bond<sup>®</sup> 2 desensitizer, Seal & protect<sup>®</sup>, Gluma desensitizer<sup>®</sup>, MS Coat<sup>®</sup>의 경우 약제 도포 직후에는 모두 급격한 상아질 투과도의 감소를 보이거나 이후 1주, 2주 칫솔질 후에는 상아질 투과도가 증가하는 것으로 나타났다. 이는 지각과민 처치제가 칫솔질에 의해 쉽게 마모되는 것을 보여주는 것으로, 6주에 이르면 다시 상아질 투과도의 감소를 보이는데 이는 칫솔질의 마모효과에 의해 도말층이 형성되었기 때문이라고 하였다. 그러나 실제 환자에서는 지각과민증이 재발하게 되면 적절한 칫솔질이 어려우므로 칫솔질에 의한 도말층 형성을 기대하는 것에는 무리가 있을 것이다. 따라서 지각과민 처치제의 효과가 칫솔질에 의한 마모에도 불구하고 더 지속 되도록 하는 노력이 필요하다. 이를 위해 본 실험에서는 지각과민 처치제 도포 후에 임상에서 쉽게 적용할 수 있는 재료로서 bonding resin을 추가 도포하여 마모에 의한 영향을 알아보고자 하였다.

지각과민을 치료하는 지각과민 처치제와 bonding resin의 칫솔질에 의한 마모가 상아질 투과도에 미치는 영향을 알아보기 위해서 Pashely가 고안한 스플릿 챔버 장치를 이용하였고 hydraulic conductance ( $L_p$ )값을 측정하여 투과도를 정량화시켰다.<sup>21,22</sup>

Hydraulic conductance ( $L_p$ )는 상아질 디스크를 통한 생리식염수의 투과량을 나타낸다.<sup>8</sup>

즉,

$$L_p = \frac{F}{P \times (SA) \times t}$$

$L_p$ : hydraulic conductance of dentin in  $\mu\text{Lcm}^2\text{min}^{-1}\text{mmHg}^{-1}$

F: filtration rate in  $\mu\text{L}$

P: hydrostatic pressure difference across dentin in mmHg

SA: dentin surface area in  $\text{cm}^2$

t: time in minute

여기서 P (200 mmHg), SA [ $p \times (0.2 \text{ cm})^2 = 0.126 \text{ cm}^2$ ], t (10 minutes)의 3개의 변수는 항상 일정하므로  $L_p$ 는 F에 비례한다고 볼 수 있으며, F는 모세관을 통해 이동한 공기방울의 거리를  $x$  mm라고 할 때  $F = p \times (0.5)^2 \times x \times 10^3$  이므로  $L_p$ 는  $x$ 에 비례한다고 볼 수 있다. 결과적으로 hydraulic conductance ( $L_p$ )는 공기방울의 이동거리( $x$ )가 길어질 수록 커지며 각각의 값을 넣어서 계산하여 hydraulic conductance ( $L_p$ )의 식을 도출하였다.

총 8개 실험군 간의 정확한 비교를 위해서는 상아질 디스크는 단위면적 당 같은 양의 상아세관을 가져야 하고 상아세관의 잘린 각도가 일정해야 하며 각 세관들의 직경이 같아야 한다. 본 연구에서는 상아법랑 경계 아래와 치수 각 위 사이의 1 mm 두께(시편의 평균 두께:  $1.06 \pm 0.096 \text{ mm}$ )의 치관부 상아질 디스크를 사용하였는데 치관부 상아질의 경우 치수에서 상아법랑 경계 부위로 갈수록 상아세관수가 점차 줄어들며 세관의

직경도 점차 감소하는 양상을 보이므로 균질화된 디스크 표본을 얻기가 힘들었다.<sup>13</sup> 이 때문에 초기시편들의 hydraulic conductance ( $L_{p0}$ ) 값이 큰 편차를 보였다. 각 약제간의 처치 전과 처치 후 그리고 칫솔질을 시행한 것이 상아질 투과도에 미치는 영향을 비교하기 위해서  $L_p$ 값의 % change를 사용하였는데, 이는 약제 처치 전 상아질 디스크 자체가 가지고 있는 생물학적인 다양성으로 인해 시편 간의 초기 hydraulic conductance ( $L_{p0}$ ) 값이 큰 편차를 가지는 표본오차를 고려한 것이다.<sup>14</sup>

본 실험에서는 각 시편을 37% 인산으로 2분간 산부식 후 초음파세척을 시행하였는데, 이는 실제임상에서 시행되는 것에 비해 과도한 정도의 처리이다. 또한, 가해진 정수압이 200 mmHg (26.7 kPa)로 실제 치수강 내 압력으로 Ciucchi 등<sup>23</sup>이 제시한 14.1 cmH<sub>2</sub>O (10.34 mmHg, 1.38 kPa), Andrews 등<sup>24</sup>이 제시한 13.6 cmH<sub>2</sub>O (9.97 mmHg, 1.33 kPa) 등에 비하면 매우 큰 압력임을 알 수 있다. Camp 등<sup>25</sup>은 다양한 압력 하에서 hydraulic conductance의 시간에 따른 변화를 관찰하였는데, 1.3 kPa (9.74 mmHg) 이나 53.3 kPa (399 mmHg)의 압력 하에서는 측정시간에 관계없이 일정한 값을 나타냄을 보고하였으며, 낮은 압력 하에서 짧은 시간 동안 측정 할 것을 권장하였다. 단, 이를 위해서는 정밀한 측정장치가 필수요소라고 하였다. 그러나 본 실험에서는 예비실험결과 짧은 시간에 상아질 투과도를 측정할 수 있도록 다소 과도한 산부식과 좀 더 큰 압력을 가하였다.

본 실험의 주사전자현미경 사진에서 Gluma 만을 도포한 시편은 칫솔질 2주 이후로는 세관의 개방이 비슷하게 유지되었다. 이는 실험과정에서 상아질 디스크를 구강 내와는 달리 생리식염수에 보관하였기 때문에 상아세관 내에 Gluma에 의해 침전될 단백질 성분이 현저히 적기 때문이었을 것으로 생각된다. Camps 등<sup>8</sup>이 발표한 지각과민 처치제가 상아질 투과도에 미치는 영향에 대한 연구에서처럼 상아세관액과 비슷한 장액 (serum)을 사용하는 것이 가장 이상적이라고 생각되어지나 지각과민 처치제와 칫솔질에 대한 상아질 투과도의 변화 양상을 관찰하는 것이 이 실험의 목적이었으므로 가능한 한 상아질 투과도의 결과를 변하게 하는 변수를 제거하기로 하였다.

MS Coat<sup>®</sup>는 polymer-reinforced precipitate로서 poly-styrene sulfonic acid, polymethylmethacrylate, oxalic acid가 주성분이다. MS Coat<sup>®</sup>는 상아세관 내 치질의 칼슘과 반응하여 칼슘 화합물을 상아세관에 침전시키고, reactive polymer가 침전물, 치질과 화학적으로 결합하여 상아세관을 폐쇄시킨다. Camps 등<sup>8</sup>은 Protect<sup>®</sup>, Gluma<sup>®</sup>, MS Coat<sup>®</sup>가 상아질 투과도에 미치는 영향에 대해 연구하였는데, 이 세 가지 지각과민 처치제 모두 60 - 85% 정도의 상아질 투과도를 감소시켰지만 MS Coat<sup>®</sup>가 가장 큰 투과도 감소 (85%)를 보였다고 보고 하였다. Zhang 등<sup>26</sup>은 산 부식여부에 따라 MS Coat<sup>®</sup>가 상아질 투과도에 미치는 영향을 조사하였는데, MS Coat<sup>®</sup> 처리 직후에는 산 부식여부와는 관계없이 투과도가 크게 감소하였으나, 산 부식한 경우에서 처리 한 달 후의 상아질 투과도가 처리하기 전의 상아질 투과도와 비슷한 수준으로 돌아왔다고 발표하였다. 그 이유는 산 부식한 표면에 무기물

질이 부족하기 때문에 poly-styrene sulfonic acid와 칼슘간의 결합이 약했기 때문이라고 사료된다. 본 실험에 있어서도 2주간 칫솔질 후에는 상아질 투과도가 처리하기 전의 상아질 투과도보다 더 커졌는데 같은 이유 때문으로 생각된다.

이번 실험에서는 지각과민을 나타내는 상아질을 표현하기 위해서 37% 인산으로 전 처리하였는데, 이 때문에 주사 전자현미경 사진을 보면 각 지각과민 처치제로 처리하였음에도 불구하고 Seal & Protect®을 제외한 모든 시편에서 상아세관이 완전히 폐쇄되지는 않고 단지 상아세관의 내경이 감소하였거나 일부 세관만이 폐쇄되었음을 볼 수 있었다. 상아질 투과도 측정 결과, 상아세관이 완전히 폐쇄되지 않았음에도 불구하고 모든 지각과민 처치제 처리 후 투과도가 급격히 낮아졌음을 알 수 있다. 이는 투과도는 (직경)<sup>2</sup>에 비례한다는 Poiseuille's law의 결과에 따라 상아세관의 직경 감소만으로도 투과도는 (감소한 직경)<sup>4</sup>배로 감소했기 때문이라고 생각된다.

지각과민 처치제에 따라 칫솔질에 따른 상아질 투과도의 변화 양상이 조금씩 차이가 있음을 알 수 있었다. 이는 각 지각과민 처치제의 성분상의 차이로 인해 상아세관의 폐쇄효과가 서로 다르고 칫솔질에 대한 마모에 대한 저항이 다르기 때문이라고 사료된다.

실험에 사용된 4가지의 지각과민 처치제 모두 처리 직후에는 상아질 투과도를 급격히 감소시켰다. 따라서 초기 상아세관의 폐쇄능력은 좋다고 할 수 있다. 그러나, Seal & Protect®를 제외한 약제들은 칫솔질 2주 후에는 상아질 투과도가 오히려 약제 처리전의 시편보다도 커지는 것으로 나타났다. 이는 본 실험 결과로는 지각과민 처치제의 효과가 2주 정도 지속되었음을 의미한다고 사료된다. Bonding resin을 추가 도포한 군에서는 MS Coat®를 제외한 나머지 지각과민 처치제에서 6주 칫솔질 후에도 상아질 투과도의 증가가 매우 미미한 것으로 나타났다. 또 본 실험결과 치약을 사용하지 않은 경우 칫솔질에 의한 도말층 형성은 없었고 그에 따른 상아질 투과도의 감소도 없었다. 연구 결과로 보아 지각과민 처치제 처리 후 수복치료가 시행되지 않는 한, 실험에 사용한 지각과민 처치제의 상아세관의 폐쇄능력은 일시적인 것으로 보여진다. 또한 수복치료를 하지 않는 경우에 지각과민 처치제의 효과를 지속시키기 위해 unfilled resin 성분의 bonding resin을 추가 도포하는 것이 효과적임을 알 수 있다.

## 결론

본 실험 상의 한계 내에서 다음과 같이 결론지을 수 있다.

1. 지각과민 처치제 처리 후 수복치료를 하지 않는 경우에 지각과민 처치제의 효과를 지속시키기 위해 unfilled resin 성분의 Bonding resin (Dentine/Enamel Bonding Resin® [Bisco Inc.])을 추가 도포하는 것이 효과적임을 알 수 있었다.
2. 본 실험은 6주간의 칫솔질 후 결과이므로 보다 장기간에 걸친 연구가 진행되어야 하며, 지각과민증 해결을 위한 보

다 완전한 방법 및 처치제의 개발이 이루어져야 할 것으로 사료된다.

## References

1. Berman LH. Dentinal sensation and hypersensitivity. A review of mechanisms and treatment alternatives. J Periodontol 1985; 56:216-22.
2. Pashley DH. Dynamics of the pulpo-dentin complex. Crit Rev Oral Biol Med 1996;7:104-33.
3. Brännström M. Sensitivity of dentine. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1966;21:517-26.
4. Ishikawa S. A clinico-histological study on the hypersensitivity of dentin. Kokubyo Gakkai Zasshi 1969;36:278-98.
5. Absi EG, Addy M, Adams D. Dentine hypersensitivity. A study of the patency of dentinal tubules in sensitive and non-sensitive cervical dentine. J Clin Periodontol 1987;14:280-4.
6. Holland GR. Morphological features of dentine and pulp related to dentine sensitivity. Arch Oral Biol 1994;39:3S-11S.
7. Mjör IA. Histologic studies of human coronal dentine following the insertion of various materials in experimentally prepared cavities. Arch Oral Biol 1967;12:441-52.
8. Camps J, Pizant S, Dejou J, Franquin JC. Effects of desensitizing agents on human dentin permeability. Am J Dent 1998;11:286-90.
9. Lee JW, Shim JS, Lee KW. The effects of desensitizing agents and tooth brushing on dentin permeability, in vitro. J Korean Acad Prosthodont 2001;39:208-19.
10. Outhwaite WC, McKenzie DM, Pashley DH. A versatile split-chamber device for studying dentin permeability. J Dent Res 1974;53:1503.
11. Brännström M, Lindén LA, Åström A. The hydrodynamics of the dental tubule and of pulp fluid. A discussion of its significance in relation to dentinal sensitivity. Caries Res 1967;1:310-7.
12. Pashley DH. Mechanisms of dentin sensitivity. Dent Clin North Am 1990;34:449-73.
13. Dippel HW, Borggreven JM, Hoppenbrouwers PM. Morphology and permeability of the dentinal smear layer. J Prosthet Dent 1984;52:657-62.
14. Greenhill JD, Pashley DH. The effects of desensitizing agents on the hydraulic conductance of human dentin in vitro. J Dent Res 1981;60:686-98.
15. Levin MP, Yearwood LL, Carpenter WN. The desensitizing effect of calcium hydroxide and magnesium hydroxide on hypersensitive dentin. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1973;35: 741-6.
16. Lukomsky EH. Fluoride therapy for exposed dentin and alveolar atrophy. J Dent Res 1941;20:649-59.
17. Brännström M, Nordenvall KJ. Bacterial penetration, pulpal reaction and the inner surface of Concise enamel bond. Composite fillings in etched and unetched cavities. J Dent Res 1978;57: 3-10.
18. Brännström M, Johnson G, Nordenvall KJ. Transmission and control of dentinal pain: resin impregnation for the desensitization of dentin. J Am Dent Assoc 1979;99:612-8.

19. Tanoue N, Matsumura H, Atsuta M. Wear and surface roughness of current prosthetic composites after toothbrush/dentifrice abrasion. *J Prosthet Dent* 2000;84:93-7.
20. Mandikos MN, McGivney GP, Davis E, Bush PJ, Carter JM. A comparison of the wear resistance and hardness of indirect composite resins. *J Prosthet Dent* 2001;85:386-95.
21. Prati C. What is the clinical relevance of in vitro dentine permeability tests? *J Dent* 1994;22:83-8.
22. Pashley DH, Andringa HJ, Derkson GD, Derkson ME, Kalathoor SR. Regional variability in the permeability of human dentine. *Arch Oral Biol* 1987;32:519-23.
23. Ciucchi B, Bouillaguet S, Holz J, Pashley D. Dentinal fluid dynamics in human teeth, in vivo. *J Endod* 1995;21:191-4.
24. Andrews SA, van Hassel HJ, Brown AC. A method for determining the physiologic basis of pulp sensory response. A preliminary report. *J Hosp Dent Pract* 1972;6:49-53.
25. Camps J, Giustiniani S, Dejou J, Franquin JC. Low versus high pressure for in vitro determination of hydraulic conductance of human dentine. *Arch Oral Biol* 1997;42:293-8.
26. Zhang Y, Agee K, Pashley DH, Pashley EL. The effects of Pain-Free Desensitizer on dentine permeability and tubule occlusion over time, in vitro. *J Clin Periodontol* 1998;25:884-91.

## 지각과민 처치제 후 접착레진 처리가 상아질 투과도에 미치는 영향

홍승우 · 박노제 · 박영범 · 이근우\*

연세대학교 치과대학 치과보철학교실

**목적:** 상아질 지각과민증의 치료를 위해 사용되는 지각과민 처치제의 효과는 일시적인 것으로 보이며 이는 상당부분 칫솔질에 의한 마모소실로 판단된다. 지각과민 처치제의 칫솔질에 의한 마모를 감소시키기 위해 bonding resin을 지각과민 처치제에 추가 도포하여 칫솔질 시행 후 상아질 투과도의 변화에 대해 연구하였다.

**재료 및 방법:** 우식이 없는 치아를 이용하여 1 mm 두께의 치관부 상아질 디스크를 제작한 다음, All-Bond 2®, Seal & Protect®, Gluma®, MS Coat®의 4 종류의 지각과민 처치제만 처리한 시편과 Dentine/Enamel Bonding Resin® (Bisco Inc.)을 추가로 도포한 시편에 대해 처리하기 전과 처리한 후, 1주(양복 140회), 2주(양복 280회), 6주(양복 840회)에 해당하는 칫솔질을 적용한 후에 측정된 hydraulic conductance (Lp)와 주사 전자 현미경 사진을 비교 분석하였다.

**결과:** 지각과민 처치제 만을 처리한 군과 bonding resin (Dentine/Enamel Bonding Resin®)을 추가 도포한 군 모두에서 처리 직후 hydraulic conductance가 급격히 감소하였다. 지각과민 처치제만 처리한 군과 bonding resin을 추가 도포한 군 간의 hydraulic conductance를 비교한 결과 All-Bond 2®, Gluma®, MS Coat®와 bonding resin을 도포한 군에서는 1주(양복 140회), 2주(양복 280회), 6주(양복 840회)의 칫솔질을 시행한 후 hydraulic conductance가 지각과민 처치제만 도포한 군에 비해 현저히 낮았고, Seal & Protect®에서는 6주(양복 840회)의 칫솔질을 시행한 후에만 같은 결과를 보였다. 주사 전자 현미경 관찰에서 지각과민 처치제만 처리한 군과 bonding resin을 추가로 도포한 군 모두에서 처리 직후에 상아세관이 완전히 폐쇄되거나 일부만 폐쇄되어 상아세관의 내경이 감소된 양상을 볼 수 있었으나, 6주(양복 840회) 칫솔질 시행 후에는 bonding resin을 추가 도포한 군에서만 현저하게 폐쇄 또는 내경이 감소된 상아세관이 관찰되었다.

**결론:** 지각과민 처치제 처리 후 bonding resin (Dentine/Enamel Bonding Resin®, Bisco Inc.)을 추가 도포하는 것이 지속적인 상아세관 폐쇄에 효과적임을 알 수 있었다. (대한치과보철학회지 2014;52:165-76)

**주요단어:** 상아질 과민증; 글루마 둔감제; 칫솔질; 상아질 접착제

\*교신저자: 이근우

120-752 서울 서대문구 연세로 50 연세대학교 치과대학 보철학교실

02-2228-3158; e-mail, KWLEE@yuhs.ac

원고접수일: 2013년 10월 8일 / 원고최종수정일: 2014년 4월 16일 / 원고채택일: 2014년 4월 17일

© 2014 대한치과보철학회

CC 이 글은 크리에이티브 커먼즈 코리아 저작자표시-비영리 3.0 대한민국 라이선스에 따라 이용하실 수 있습니다.