

象牙質處理劑에 의한 象牙質 表面 塗抹層의 除去에 關한 研究

全北大學校 齒科大學 保存學 教室

安賢美 · 孫鎬賢

Abstract

A STUDY ON THE REMOVAL OF DENTINAL SMEAR LAYER BY DENTIN CONDITIONER

Hyun Mi Ahn, Ho Hyun Son

Department of Conservative Dentistry, College of Dentistry, Chonbuk National University

The purpose of this study was to observe the effect on the removal of dentinal smear layer and morphological changes of reduced dentin surfaces by various dentin surface conditioners. Thirty-two healthy human premolars extracted due to periodontal or orthodontic reasons were used. The teeth were cross-sectioned to expose dentin at the middle portion of the crown with diamond rotary saw. The specimens were then divided into 8 groups. The sectioned dentin surfaces in group 1 to 4 were grinded with No. 400 grit silicone abrasive paper and those in group 5 to 8 were cut with #700 carbide bur under air-water spray. The grinded or cut dentin surfaces were conditioned with 3% H₂O₂, Dentin Conditioner(GC Inter. Corp., Japan), and Scotchprep(3M Dent. Prod., U. S. A) according to manufacturer's directions. All the specimens were dried in room temperature for 48 hours, and gold-coated with Eiko ion coater(Eiko-engineering Co.), and observed in Hitachi S-450 Scanning electron microscope at 15-25 KV.

The following results were obtained ;

1. The dentin surfaces grinded with the silicon abrasive paper were rougher in texture and heavier in amount of smear layer than those cut with the carbide bur.
2. Scrubbing of 3% H₂O₂ was not effective in removing dentinal smear layer.
3. 20-second conditioning of Dentin Conditioner (GC Inter. Corp) resulted in the removal of a significant amount of the smear layer without removing the tubular plugs and dissolving the peritubular dentin.
4. Scotchprep removed the smear layer very effectively. But at the same time it dissolved the peritubular dentin.
5. Irrespective of the uses of the silicon carbide abrasive paper or the carbide bur the morphological changes of dentin surfaces treated with the same conditioning agents were similar.

I. 서 론

치과용 수복물과 상아질 표면의 결합력을 증진시키기 위한 노력은 합착성 시멘트 수복과 심미적 수복치과 분야에서 많은 연구가 행해져 오고 있으며, 이와 더불어 상아질 표층에 형성된 도말층과의 상호 연관성도 함께 연구가 진행되어지고 있다.

도말층(Smear layer)이란 어의는 와동형성에 의해 상아질에 남겨진 삭제잔사(Grinding debris)를 지칭하기 위해 사용되어 왔으나, 현재에는 상아질

뿐만 아니라 법랑질과 백악질 그리고 근관내의 상아질을 삭제하면서 생기게 되는 잔사까지도 넓혀져 지칭되고 있다^{1,2}. 이러한 기구를 사용한 삭제나 마모과정에는 기질(substrate)과의 접면 부위에서 상당한 에너지의 소모가 필요로 되며, 그에 따라 발생하는 마찰이나 소성 또는 탄성변형들이 모두 이러한 기질의 변형과 붕괴에 기여한다^{2,3,4}. 또한 이때 기구에 의한 삭제과정이 주의깊게 조절되지 않으면 기질과 기구들로부터 생겨나게되는 삭제 잔사가 도말층의 형성을 더욱 가속시킬 수 있으며, 그 결과 발생된 도말오염물(Smeared con-

taminant)들이 표면에너지를 감소시키게 되어 기질이 가질 수 있는 반응도의 효율은 상당히 저하된다⁵⁾. 도말층의 형성정도에는 사용된 기구의 종류에 의해서도 차이를 나타낸다. 즉 노출된 상아질을 Steel 이나 Tungsten carbide bur 로 처리한 표면과 Diamond point 또는 Silicon carbide 의 미세마모지로 처리한 후의 상아질 표면은 형태의 차이가 있음이 보고되었다^{2,6,7)}.

Brannstrom⁸⁾과 Pashley⁹⁾는 임상에서 삭제 상아질 표면에 형성되는 도말층의 깊이는 1-5 μ m 정도내에 국한되어 표층에 존재한다고 하였으며, 이들은 상아질을 강산이나 EDTA 와 같은 킬레이트화 용액으로 처리하지 않는 한 치면에 잔존되어 있음을 보고한 바 있다. Dahl¹⁰⁾은 이러한 도말층이 충하부에 존재하는 상아질 모체(matrix)를 덮고 있어 치질과 화학적결합을 이루는 폴리카르복실 시멘트나 글라스 아이오노머 시멘트와의 결합에 방해인자로 작용한다고 하였으며 Brannstrom 은 도말층이 세균이 성장할 수 있는 조건을 제공해 준다고 지적하고 있다. 또한 Brannstrom 과 Nyborg¹¹⁾, Bergeholtz¹²⁾등은 도말층이 상아세관을 통한 세균의 침입을 막을 수 있다고 하였지만, 세균이 내는 독소와 같은 산물들은 투과될 수 있으며, 그 결과 치수에 염증반응이 일어날 수 있음을 강조하고 있다. 그러나 Brannstrom 과 Johnson¹³⁾, Vojinovic 과 Nyborg¹⁴⁾, Michelich 와 Pashley¹⁵⁾는 수복용 복합레진을 와동내에 수복시키기 전에 와동을 산 부식시킨 경우 상아세관내로 많은 세균 침입이 초래됨을 지적한 반면, 도말층을 잔존시킨 경우에서는 비록 와동내에 세균 밀집층을 가지고 있었지만 상아세관 내부로의 실제적 영입은 없었음을 강조하고 있다. 또한 Pashley^{16,17)}등은 도말층이 체액유동의 86%를 감소시킬 수 있다고 하였으며, Garberglio 와 Brannstrom¹⁸⁾, Johnson 과 Brannstrom¹⁹⁾등은 산부식법을

이용하여 도말층을 제거한 경우 smear plug 와 관주 상아질의 용해로 합승된 세관의 면적이 10-25% 증가되어서 상아세관을 통한 체액의 유동이 계속 진행되어 상아질의 건조가 어렵게 되고 따라서 수복물질의 상아질에 대한 부착성 또는 기계적 결합에 장애요인으로 작용할 것임을 지적하고 있다.

이러한 결과들에 비추어 Brannstrom^{8,20)}은 이상적인 형태로는 상아세관 입구에 존재하는 smear plug 을 제거하지 않은 상태에서 표층부에 존재하는 잔존 도말층은 제거가 되어야함을 강조하고 있으며, 그러한 목적으로 Brannstrom 과 Nordenvall²¹⁾은 0.1-0.2% EDTA 와 Tublicid 와 같은 계면 활성제(surface active solution)를 복합사용하여 smear plug 를 잔존시켜 세관입구의 노출이나 관주상아질의 용해없이 표층부 도말층을 제거하는데 성공하였다.

그후 많은 상아질 표면처리제가 사용되어 오고 있으나 삭제된 상아질 표면에서 이들이 어느정도 도말층을 제거할 수 있으며 상아질 표층의 형태를 어떻게 변화시키는 지에 대하여는 많은 의문이 제기되고 있는 바, 삭제 상아질 표면에서 상아질 표면 처리제에 의한 도말층 제거정도와 표층에서 일어나는 형태적 변화정도를 알아보고 기존의 표면 청정제와 비교, 관찰하여 다소의 유의한 소견을 얻었기에 이에 보고하는 바이다.

II. 실험재료 및 방법

가. 실험재료

치주질환 및 교정치료를 목적으로 발거된 32 개의 소구치를 충치와 충전물이 없는 것을 선택하여 발거 직후 생리식염수에 보관하였다. 상아질 표면 처리제로는 3% H₂O₂와 Dentin Conditioner (GC Inter. Corp.), Scotchbond 2 (3M Dent. Prod.)내의 Scotchprep 를 이용하였다(Table 1).

Table 1. Dentin Conditioners used in this experiments.

Conditioner	Composition	Manufacturer
Hydrogen Peroxide	3% H ₂ O ₂	
Dentin conditioner	10% polyacrylic acid	G-C Inter. Corp
Scotchprep	HEMA, Maleic acid	3M Dent. Prod.

나. 실험방법

1) 시편제작

치아의 교합면측을 상방으로 위치시킨 다음 Diamond saw (Buehler, Isomet)와 증류수를 사용하여 상아질이 완전히 노출되고 주위 가장자리 부위에만 법랑질이 잔존되도록 치판의 중심부를 통해 일차 횡절단을 하였다. 이차절단은 일차 횡절단으로부터 치경부측으로 2mm 되는 부위에서 일차 횡절단에 평행하게 횡절단 하였으며, 삼차 삭제는 이차 횡절단면에서 일차 횡절단면측으로 1.5mm 깊이의 직선 홈을 형성하였다(그림 참조).

이후 절단된 시편을 8군으로 나누고 일차 횡절단된 상아질 표면에서 다음과 같이 실험을 시행하였다. 1군부터 4군까지는 상아질 표면을 자동 연마기(Buehler. Co.)에서 주수하에 #400 silicon carbide 연마지를 사용하여 60rpm의 속도로 10초간 연마하였고 5군부터 8군까지는 #700 carbide bur로 주수하에 상아질표면을 5회 왕복 삭제한 후 하기와 같이 표면처리를 하였다. 1군과 5군은 대조군으로서 상아질 표면을 처리하지 않았으며 2군과 6군은 상아질 표면을 3% H₂O₂로 적신 소면구로 20초간 문지르고 10초동안 수세후 air로 건조하였고 3군과 7군은 Dantin Conditioner를 소면구에 적셔 상아질 표면을 20초간 문지르고 10초동안 air로 건조하였으며 4군과 8군은 Scotchpop을

스폰지에 적셔 60초간 도포하고 15초동안 air로 건조하였다.

2) 상아질 표면 및 파절면의 관찰

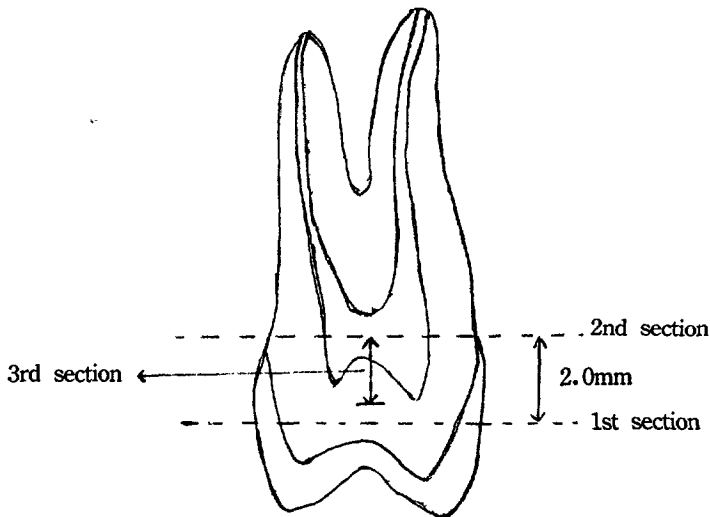
각군의 치아시편을 상아질 표면 처리후 20분동안 건조시키고 난 뒤 chisel을 3차 절단을 행한 홈에 압입하여 압력을 가해 시편을 파절시켜 2등분하였다. 그후 각 시편을 실내온도에서 48시간 보관하여 건조시킨 후 금이온을 증착(Eiko ion coater)하고 주사전자현미경(Hitachi S-450 SEM)에 의한 가속전압 15-25 Kv로 상아질 표면의 변화상과 파절면을 관찰하였다.

III. 실험성적

서로 다른 상아질 표면처리제에 의한 도말층 제거효과 및 상아질표면의 변화상은 다음과 같은 결과를 보이고 있다(Table 2).

1군 : 상아질 표층에서는 어느 군에서보다 심한 도말층 형성을 볼 수 있었으며 상아세관이나 관주상아질의 용기는 두터운 도말층에 묻혀 보이지 않고 있다. 또한 연마지를 주행시킨 축과 같은 방향으로 홈(Groove)들이 형성되었으며, 파절면에서는 3-5 μ m 깊이까지 smear plug가 압입되고 있었다(Fig. 1,2).

2군 : 3% H₂O₂에 의한 도말층 제거효과는 미약



Schematic illustration of tooth sectioning

Table 2. The effectiveness of removal of smear layer according to the conditioning procedure.

Preparation Method Conditioning Materials	Grinding with No. 400 Silicon abrasive paper	Cutting with No. 700 Carbide bur
Not conditioned	Heavy amount of debris remained	Less amount than left
3% H ₂ O ₂	Not effective	Not effective
Dentin Conditioner	Effective*	Effective*
Scotchprep	Very effective**	Very effective**

* Smear plugs remained

** Peritubular dentin dissolved

하게 나타났다. 상아세관의 흔적이나 관주상아질의 용기가 미약하나마 관찰되었으며, 파절면에서의 smear plug 깊이도 2-3 μ m 정도로 약간 감소되어지고 있다. 그러나 아직도 상아질 표층은 대부분 잔존 도말층으로 덮여져 있었다(Fig. 3,4).

3군 : Dentin Conditioner 에 의한 상아질 표층변화는 위의 두 실험군과는 다르게 대부분의 표층부도말층은 제거되어지고, 세관입구에 존재하는 smearplug 는 잔존되고 있으며, 극히 일부 상아세관이 개방되어지는 경우도 관찰되었다(Fig. 5). 그러나 관주 상아질의 용해나 세관의 확장은 보이지 않고 있었다(Fig. 6).

4군 : Scotchprep 에 의한 경우는 Dentin Conditioner 의 경우에서보다 표층부도말층의 제거나 세관의 개방정도가 증가되어지고 있으며 관주 상아질의 용해된 모습도 표층에 국한되어 나타나고 있다(Fig. 7). 그러나 파절면에서의 smear plug 는 비록 부분적으로는 용해되어 있었지만 아직도 표층하부에 잔존되어져 있으며 1-3 μ m의 잔사가 세관내로 영입되고 있다(Fig. 8).

5군 : 대조군으로서 Carbide bur 로 표면처리후 표층변화는 도말층의 형성정도가 연마지에 비해 경미함을 알 수 있었고 상아세관의 모습이나 관주상아질의 용기를 인지할 수 있었다(Fig. 9). Bur 의 진행방향에 대해 수직으로 형성된 홈들이 있으나 뚜렷한 형태는 아니었다(Fig. 10).

6군 : 5군(대조군)에 비해 특이한 표면변화상은 관찰할 수 없었다. 세관의 모습이 대조군에 비해 뚜렷해지고 있으나 아직 관주상아질이나 관간상아질과의 경계를 확실히 구분지을 수 없었다(Fig. 11).

파절면에서는 2-4 μ m 의 smear plug 가 상아세관내로 압입되고 있으며 세관의 개방이나 용해가 일어난 부위는 관찰할 수 없었다(Fig. 12).

7군 : 5,6군에 비해 도말층 제거효과가 뚜렷하게 나타나고 있으며, 잔존된 smear plug 의 양이 3군에 비해 증가되고 있었다(Fig. 13). 절단면에서도 대부분의 세관입구가 2-3 μ m 의 smear plug 로 덮여져 있었다(Fig. 14).

8군 : 7군에서 볼 수 있었던 세관입구 부위의 도말층은 제거되어졌고, 잔존된 smear plug 의 깊이도 표층하부로 진행되어 나타나고 있었다. 일부에서는 심하게 세관이 개방되어 있으나, 아직 관주상아질은 형태를 유지하고 있었다(Fig. 15). 파절면에서는 관주상아질이 2-3 μ m 정도 용해된 모습을 보이고 그에 따른 세관의 확장된 모습도 나타나고 있었다(Fig. 16).

IV. 총괄 및 고안

보존 시술을 목적으로 와동형성시 삭제된 상아질 표면에 형성된 도말층의 형성정도는 사용된 기구의 종류에 의해서 차이를 나타낼 수 있다. 먼저 Carbide bur 를 사용한 경우에는 Bur 의 날(flute)이 조직의 밀부분을 침식하면서 치질의 삭제가 이루어지므로 도말층 형성정도는 비교적 적다. 그러나 이에 반해 smear plug 나 미세 연마지를 사용한 경우에 있어서는 마모입자들이 기질을 앞쪽으로 밀어내면서 용기(Ridge) 형태로 치질을 거상시킴으로 도말층 형성이 심화되어짐을 알 수 있으며, 이때 형성된 홈(Groove)들의 크기는 마모입자의

크기나 가해진 압력, 연마지의 경도등에 의해 결정되어진다²²⁾. 이에 본 실험에서는 상아질 표면을 #700 carbide bur 와 #400 silicon carbide 의 연마지로 처리하여 표면을 관찰하였으며 Diamond instrument 에 의한 표면변화는 미세연마지에 의한 경우와 많은 실험에서 매우 유사한 형태를 보고하고 있으므로 본 실험에서는 사용되지 않았었다.

본 실험의 결과 Brannstrom 과 Johnson²³⁾, Nordenvall²⁴⁾ 등의 경우와 마찬가지로 Bur 를 사용한 면에서 보다 연마지를 사용한 상아질에서 매우 심한 도말층 형성을 보이고 있었고, 특히 Bur 를 사용한 면에 있어서는 위의 연구들에 비해 도말층 형성이 미약하게 나타나고 있었으며 연마지로 처리시에는 볼 수 없었던 상아세관의 돌출부위가 Carbide bur 를 처리한 후에는 나타나고 있었다.

도말층과 밀접히 관련되어 있는 부분으로서 수복재료와의 결합력을 고려하여야 한다. 법랑질에서의 수복재료와의 결합은 Buonocore²⁵⁾에 의한 산부식법이 현재까지 사용되고 있으며 이는 산처리 후에 만들어지는 표층의 많은 미세공극(micropore)을 사용하는 물리적 유지기전을 이용하고 있다. 이러한 산용액들은 쉽게 도말층을 제거할 수 있는데, Pashley²⁶⁾ 등은 6% 구연산(Citric acid)를 사용하여 60초간 산 부식시킨 결과 37% 인산용액으로 15초간 산 부식시킨 결과와 동일하게 smear plug를 포함한 모든 도말층 제거효과를 보고하였다. 가장 흔하게 사용되는 법랑질 산부식 용액은 30-60%의 인산용액을 들 수 있으며, 이 농도의 용액을 상아질에 적용시 도말층 뿐만 아니라 관주상아질도 용해시켜 상아세관이 넓혀지는 결과를 초래한다. Nordenvall²⁷⁾과 Gwinnet²⁸⁾, Fusayama²⁹⁾는 이렇게 넓혀진 상아세관내로 수복레진을 침투시킨 경우 결합력의 증가를 보고하였으나, 상아질내에 있게되는 체액들에 의해 이러한 수치들이 어떠한 차이를 보일지 알 수 없으므로, 상아질 표면 처리 후 하부기질내의 조직의 생활력과 치수와 관계된 형태적, 생리적 측면을 고려하여 적용이 이루어져야 한다. Phillips⁵⁾은 이러한 상아질 접합의 장애요인으로 상아질 구성성분이 주로 교원섬유인 유기질과 무기질 Apatite 결정, 수분등이 복잡한 구성으로 이루어져 있다는 점과 치면에서 체액교환이 끊임 없이 일어나 완벽하게 건조시키지 못한다는 점,

상아질을 구성하고 있는 단백질의 낮은 표면에너지로 반응성이 낮아 접착능력이 저하되는 점들을 지적하고 있다. 따라서 위의 요인들을 최소화시키기 위해 관간상아질과 관주상아질과 같은 비교적 석회화가 잘 되어 있는 부위를 최대한으로 이용하려는 노력이 행해져 왔다.

이에 따라 산부식법 이외에 상아질표면과의 결합력을 증진시킬려는 연구들이 이루어져 왔으며, 이러한 방법의 일환으로 도말층이 존재하여도 이 두께의 깊이를 침투하여 하부기질과 상아세관내로 결합이 이루어 질 수 있는 Scotchbond(3M Co.)와 같은 상아질 접착제가 개발되었다³⁾. 그후 이 접착제는 도말층의 제거정도와 상아질 표층에 대한 복합레진의 부착력(wettability)을 강화시키고자 HEMA, 말레이산(maleic acid), 물등을 주성분으로 하는 접착강화제(primer)를 첨가시켜 Scotchbond 2(3M Co.)로 상품화 했다³⁰⁾. 본 실험에서도 이 표면처리제에 의한 도말층 제거 정도와 형태적 변화를 관찰한 바 대조군이나 H₂O₂, Dentin Conditioner로 처리한 군에 비해 심도의 도말층 제거 효과를 나타내고 있었다. 특히 연마제로 처리한 면에 있어서는 아직 대부분에서 smear plug가 잔존되고 있었으나, Carbide bur로 처리한 군에 있어서는 이러한 상아질 표면처리제에 의해 대부분의 도말층과 부분적인 smear plug의 소실을 볼 수 있고 세관의 확장도 경미하나 나타나고 있어서 차후 이러한 제제에 대한 치수반응의 병리조직학적 연구가 필요하다고 사료된다.

이처럼 상아질을 활성화시키기 위해 많은 상아질 표면처리제를 이용할 수 있으나, 대부분 조각사의 편리성이나, 효능, 안전성등에 기초하여 polyacrylic acid가 사용되어 오고 있다. 적정 농도에서 사용되어지는 polyacrylic acid는 도말층으로부터 유용하지 않은 오염물들을 제거해 주는 동시에 smear plug를 제거하지 않는다는 장점을 가지고 있다. 또한 치질과 수소결합을 할 수 있는 능력을 가진 많은 카르복실기를 포함하고 있기 때문에 상아질 표면에 효과적인 청결 및 습윤력을 부여할 수 있고 치질표면의 Ca²⁺과 같은 무기질을 용해시키는 양이 미세하여 상아세관을 노출시키기는 하지만 관주 상아질을 용해하거나 상아세관을 확대시키지는 않으므로 수복재료 특히 글라스 아이오노모 시멘트나

폴리카르복실 시멘트의 치질에 대한 화학 결합을 방해하지 않는다³¹⁾. 본 실험에서도 Dentin Conditioner를 사용한 결과 McLean 등의 연구결과들과 거의 부합되는 소견을 얻었으나 연마지 사용후에 처리한 군의 일부분에서 smear plug가 제거된 모습을 보이고 있었다. 일반적으로 사용되어지는 polyacrylic acid의 농도는 10-48% 정도의 것을 취하고 있지만 결합력을 최대로 증진시킬 수 있는 농도에 대한 정확한 자료가 보고되어 있지 않은 바, 각 농도에 따른 결합력을 측정할 연구가 필요하리라 사료된다.

본 실험에서 사용한 3% H₂O₂의 상아질 표면청정제는 위 두 종류의 표면 처리제와는 다르게 대조군에 비해 특별한 도말층 제거효과를 보이지 않은 바, Provenza³²⁾에 의한 H₂O₂의 도말층 제거효과를 부인하였고 Brannstrom¹⁹⁾이 행한 연구실험에서 접근함을 알 수 있었다. 또한 대조군과 3% H₂O₂로 처리한 군의 경우에 형성된 도말층의 두께는 대부분이 2-3 μ m 이었고 연마지나 carbide bur를 사용한 군 모두에서 5 μ m를 초과하는 도말층이 형성된 부위는 관찰되지 않았다.

상아질 표면에 대한 결합력을 증진시키는 또 다른 방법의 하나로 tannic acid나 ferric chloride, glutaraldehyde와 같은 성분으로 도말층을 고정(fixation)시키는 경우를 들 수 있다. 이는 도말층내에 노출된 교원섬유들의 결합을 증진시키고 또한 이렇게 결합된 교원섬유와 하부기질과의 결합도 동시에 증가시켜 기질의 응집력(cohesion)을 증가시킬 수 있는 방법이다^{33,34)}. Gluma(Colmbus/Bayer)가 이에 대한 좋은 예로서 EDTA 용액으로 도말층을 제거한 후 glutaraldehyde와 HEMA로 구성되어 있는 접착강화제(primer)를 도포하여 glutaraldehyde가 상아질내에 있는 교원섬유에 작용을 하게 되고, HEMA는 복합레진과의 중합반응에 함께 참여되어질 것이다.

이외에 Bowen과 Cobb^{35,36)}는 도말층을 제거하고 이를 다른 결정 구조(crystal)들이 침착된 즉, 인위적으로 형성되어진 도말층으로 대체시키는 방법을 사용하고 있다³⁷⁾. 상아질 표면 처리제에는 oxalate와 2.5%인산용액, 말레인산등이 포함되어 있어 도말층을 용해시킨 후 비용해성 반응물을 형성하게 되어 상아세관의 입구를 밀폐시키게 된다.

그후에 NTG-GMA와 같은 계면활성제(surface active compound)와 PMDM과 같은 coupling agent를 사용하여 상아질에 높은 결합력을 부여할 수 있다고 보고하였다³⁸⁾. 그러나 Amussen이나 Bowen에 의해 소개되어진 이러한 제제들에 대한 치수반응³⁹⁾이나, 생체적합성³⁹⁾, 술식의 간편화, 미세누출⁴⁰⁾ 등에 대한 연구가 미약한 바 차후에 계속 연구가 필요하리라 사료된다.

V. 결 론

건강한 상태에서 발거된 32개 소구치를 상아질이 노출되도록 횡절단한 후 #700 carbide bur와 #400 silicon carbide의 연마지로 상아질 표면을 삭제, 연마한후 8개 군으로 나누어 상아질 표면을 3% H₂O₂와 Dentin Conditioner, Scotchprep으로 각각 처리하고 주사전자현미경을 이용하여 도말층의 제거정도 및 상아질 표층의 형태적 변화를 비교 관찰한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. Carbide bur에 의해 형성된 도말층에 비해 연마지에 의해 형성된 도말층이 양이나 분포에 있어 증가되어진 상태를 보였다.
2. 연마지로 연마한 군이나 bur로 삭제한 군 모두에서 3% H₂O₂에 의한 도말층 제거효과는 경미하였다.
3. Dentin Conditioner는 뚜렷한 도말층 제거효과를 나타내고 있으며 세관의 개방이나 관주상아질의 용해는 보이지 않았다.
4. Scotchprep에 의한 도말층 제거효과는 뚜렷이 나타나고 있으나, 동시에 부분적인 관주 상아질의 용해도 나타났다.
5. 연마지를 사용한 실험군과 carbide bur를 사용한 실험군에서 동일한 처리제로 표면 처리한 후 나타나는 상아질의 형태학적 변화는 차이를 보이지 않았다.

참 고 문 헌

1. Peyton, F A & Mortell, J F (1956) Surface appearance of tooth cavity when shaped with various instruments. Journal of Dental Research 35 : 509 - 517.

2. Gwinnet, A J (1984) Smear layer : Morphological considerations. *Operative Dentistry*, supplement 3 : 13 - 29.
3. Lloyd, B A, Rich, J A & Brown, W S (1978). Effect of cooling techniques on temperature control and cutting rate for high-speed dental drills. *Journal of Dental Research* 57 : 675 - 684.
4. Pearlman, S (1976) *The Cutting Edge : Interfacial Dynamics of Cutting and Grinding*, ed, Pearlman, S, p170 DHEW publication No 76 - 670.
5. R W Phillips (1976) : *Advancements in Adhesive Restorative Dental Materials*. J. Dent. Res. Supplement No. 6 45 : 1662 - 1667.
6. Eick, J D, Wilko, R A, Anderson, C H & Sorensen, D E (1978) Scanning electron microscopy of cut tooth surface and identification of debris by use of the electron microprobe. *Journal of Dental Research* 58 : 1364 - 1370.
7. Gilboe, D B, Svare, C W, Thayer, K E & Drennon, D G (1980) Dentinal smearing : An investigation of the phenomenon. *Journal of Prosthetic Dentistry* 44 : 310 - 316.
8. Brannstrom, M (1982) *Dentin and Pulp in Restorative Dentistry* London : Wolfe Medical Publications Ltd.
9. Pashley, D H (1984) Smer Layer : Physiological considerations. *Operative Dentistry*, supplement 3 : 13 - 29.
10. Dahl, B L (1978) Effect of cleansing procedures on the retentive ability of two luting cements ground dentin in vitro. *Acta Odontologica Scandinavica* 36 : 137 - 142.
11. Brannstrom, M & Nyborg, H (1973) Cavity treatment with a microbicidal fluoride solution : Growth of bacteria and effect on the pulp. *Journal of Prosthetic Dentistry* 30 : 303 - 310.
12. Bergenholtz, G (1977) Effect of bacterial products on inflammatory reactions in the dental pulp. *Scandinavian Journal of Dental Research* 85 : 122 - 129.
13. Brannstrom, M & Johnson, G (1974) Effects of various conditions and cleaning agents on prepared dentin surfaces : a scanning electron microscopic investigation. *Journal of Prosthetic Dentistry* 31 : 422 - 430.
14. Vojinovic, O, Nyvorg, H & Brannstrom, M (1973) Acid treatment of cavities under resin fillings : Boacterial growth in dentinal tubules and pulpal reactions. *Journal of Dental Research* 52 : 1189 - 1193.
15. Michelich, V J, Schuster, G S & Pashley, D H (1980) Bacterial penetration of humal dentin in vitro *Journal of Dental Research* 59 : 1389 - 1403.
16. Pashley, D H, Livingston, M J & Greenhill, J D (1978a) Regional resistances to fluid flow in human dentin in vitro. *Archives of Oral Biology* 23 : 1127 - 1133.
17. Pashley, D H, Livingston, M J, Reeder, O W & Horner, J (1978b) Effects of the degree of tubule occlusion on the permeablity of human dentine in vitro. *Archives of oral Biology* 23 : 1127 - 1133.
18. Garberglio, R & Brannstrom, M (1976) Scanning electron microscopic investigation of human dentinal tubules. *Archives of Oral Biology* 21 : 355 - 362.
19. Johnson, G & Brannstrom, M (1974) The sensitivity of dentin. Changes in relation to conditions at exposed tubule apertures. *Acta Odontologica Scandinavica* 32 : 29 - 38.
20. Brannstrom, M (1984) Smear Layer : Pathological considerations. *Operative Dentistry*, supplement 3 : 13 - 29.
21. Brannstrom, M & Nordenvall, K J & Glantz, P O (1980) The effect of EDTA containing surface-active solutions on the morphology of prepared dentin : an in vivo study. *Journal of Dental Research* 59 : 1127 - 1131.
22. Reisbick, M H & Bunshah, R F (1973) Wear characteristics of burs. *Journal of Dental Research* 52 : 1138 - 1146.
23. Brannstrom, M & Johnson, G (1974) Effects of various conditions and cleaning agents on prepared dentin surfaces : A scanning electron micro-

- copic investigation. *Journal of Prosthetic Dentistry* 31 : 422 - 430.
24. Brannstrom, M, glantz, P O & Nordenvall, K J (1979) The effect of some cleaning solutions on the morphology of dentin prepared in different ways : An in-vivo study. *Journal of Dentistry for Children* 46 : 291 - 295.
 25. Buonocore, M G (1955) A simply method of increasing the adhesion of acrylic filling materials on enamel surfaces. *Journal of Dental Research* 34 : 849 - 853.
 26. Pashley, D H, Michelich, V & Kehl, T (1981) Dentin permeability : Effects of smear layer removal. *Journal of Prosthetic Dentistry* 46 : 531 - 537.
 27. Brannstrom, M & Nordenvall, K J (1977) The effects of acid etching on enamel, dentin and the inner surface of the resin restoration : A scanning electron microscopic investigation. *Journal of Dental Research* 56 : 917 - 923.
 28. Gwinnett, A J (1977) The morphologic relationship between dental resins and etched dentin. *Journal of Dental Research* 56 : 1155 - 1160.
 29. Fusayama, T, Nakamura, M, Kurosaki, N & Iwaku, M (1979) Non-pressure adhesion of a new adhesive restorative resin. *Journal of Dental Research* 58 : 1364 - 1370.
 30. Michael, B M (1988) Reality : The information source for esthetic dentistry 3 : 39 - 47.
 31. McLean, J W, Powis, D R, Prosser, H J & Wilson, A D (1985) The use of glass ionomer cements in bonding composite resins to dentine. *British Dental Journal* 158 : 410 - 414.
 32. Bowen, R L, Eick, J D, Henderson, D A & Anderson, D W (1984) Smear Layer : Removal and bonding considerations. *Operative Dent.*, supplement 3 : 30 - 34.
 33. Hoppenbrouwers, P M, Driessens, F M & Stadhouders, A M (1974) Morphology, compositions, and wetting of dentinal bonding agent : Pretreatment effects. *Journal of Dental Research* 62 : 221 Abstract No 469.
 34. Powis, D R, Folleras, T, Merson, S A & Wilson, A D (1982) Improved adhesion of a glass ionomer cement to dentin and enamel. *Journal of Dental Research* 61 : 1416 - 1422.
 35. Bowen, R L & Cobb, E N (1983) A method for bonding to dentin and enamel. *Journal of the American Dental Association* 107 : 734 - 736.
 36. Bowen, R L, Cobb, E N & Rapson, J E (1982) Adhesive bonding of various materials to hard tooth tissues : Improvement in bond strength to dentin. *Journal of Dental Research* 61 : 1070 - 1076.
 37. Causton, B E & Johnson, N W (1982) Improvement of polycarboxylate cement adhesion to dentin by the use of a new calcifying solution. *British Dental Journal* 152 : 9 - 11.
 38. Chohayeb, A A, Bowen, R L & Adrian, J (1988) Pulpal response to a dentin and enamel bonding system. *Dental Materials* 4 : 144 - 164.
 39. Franquin, J C & Vrouillet, J L (1988) Biocompatibility of an enamel and dentin adhesive under different conditions of application. *Quintessence International* 19 : 813 - 826.
 40. Crim, G A & Shay J S (1988) Effect of dentin pretreatment procedures on the microleakage of a dentin bonded composite resin material. *Quintessence International* 19 : 365 - 367.

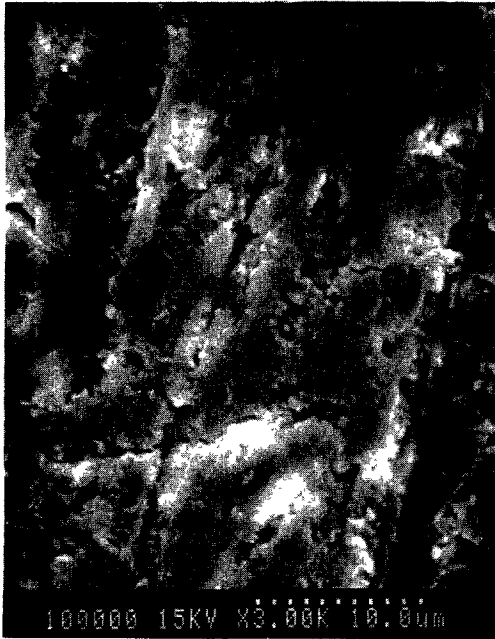


Fig. 1. Dentin surface ground with No. 400 grit SIC abrasive paper. $\times 3000$.

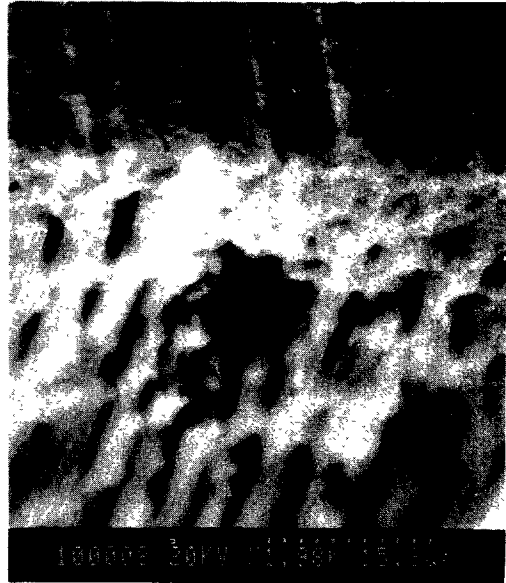


Fig. 2. Dentin surface and edge of fractured surface in Fig 1. $\times 2000$.

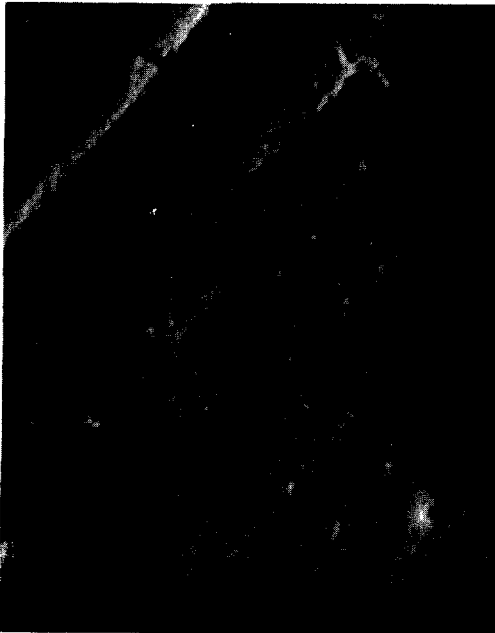


Fig. 3. Dentin surface scrubbed with 3% H₂O₂ after abrading with SIC paper. $\times 3000$.



Fig. 4. Fractured dentin surface treated with 3% H₂O₂ in Fig 3. $\times 2000$.

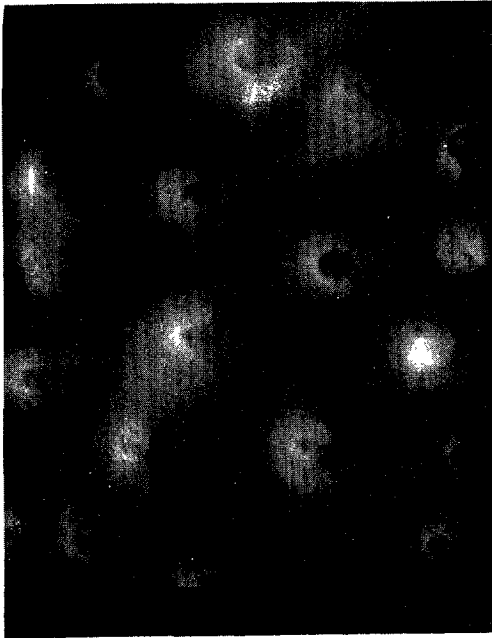


Fig. 5. Dentin surface scrubbed with Dentin Conditioner abrading with SIC paper. $\times 3000$.



Fig. 6. Dentin surface scrubbed with Dentin Conditioner in Fig 5. \times

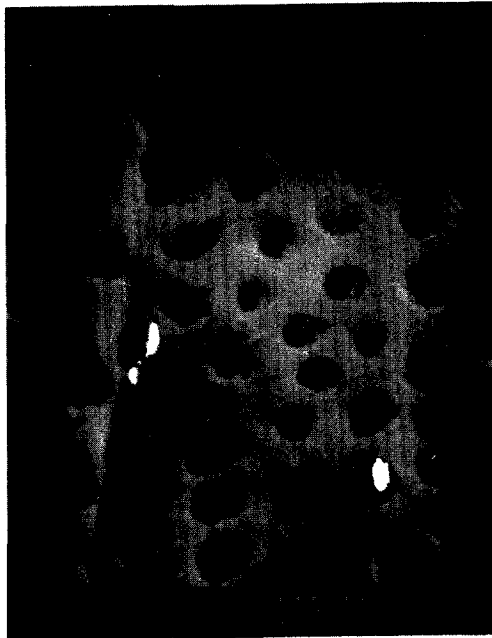


Fig. 7. Dentin surface treated with Scotchprep after abrading with SIC paper. $\times 3000$.

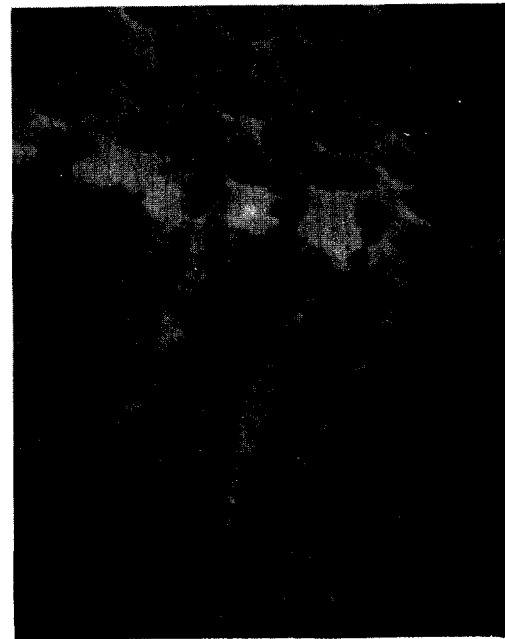


Fig. 8. Fractured dentin surface treated with Scotchprep in Fig 7. $\times 3000$.

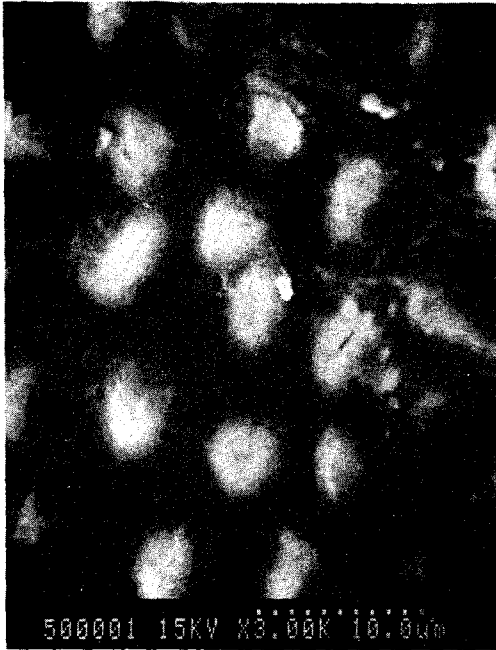


Fig. 9. Dentin surface ground with No. 700 carbide bur. $\times 3000$.

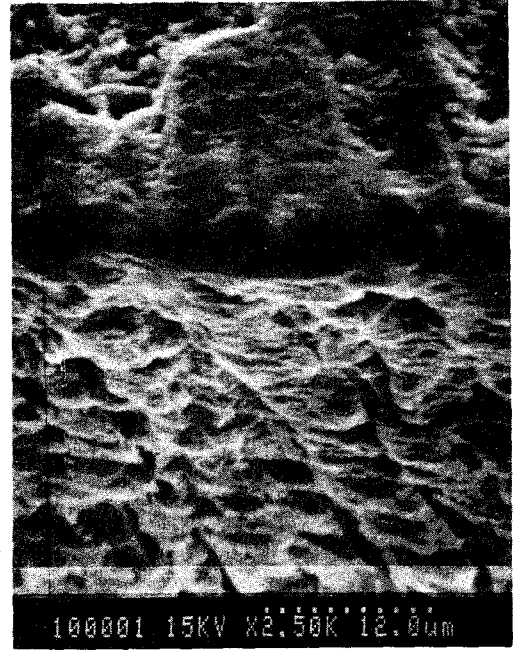


Fig. 10. Dentin surface and edge of fractured surface in Fig 9. $\times 2500$.

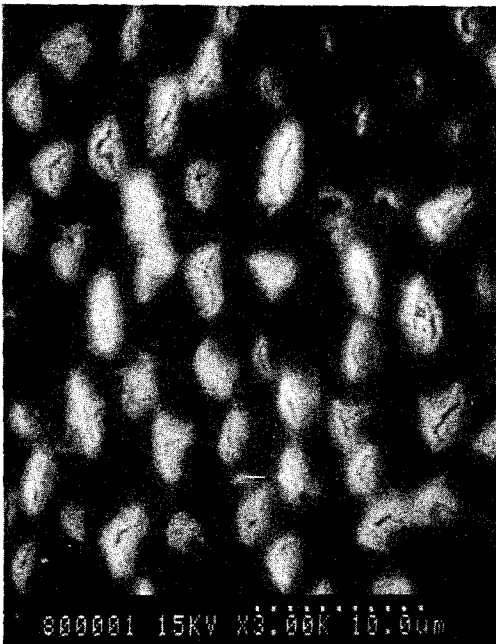


Fig. 11. Dentin surface scrubbed with 3% H_2O_2 after cutting with the carbide bur. $\times 3000$.



Fig. 12. Fractured surface treated with 3% H_2O_2 in Fig 11. $\times 3000$.

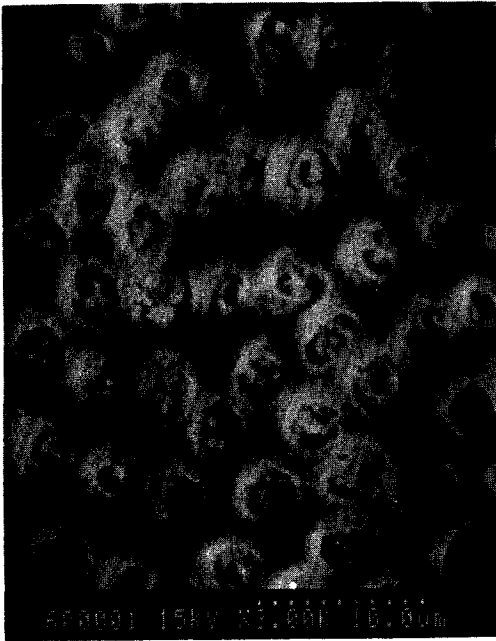


Fig. 13. Dentin surface scrubbed with Dentin Conditioner after cutting with the carbide bur. $\times 3000$.

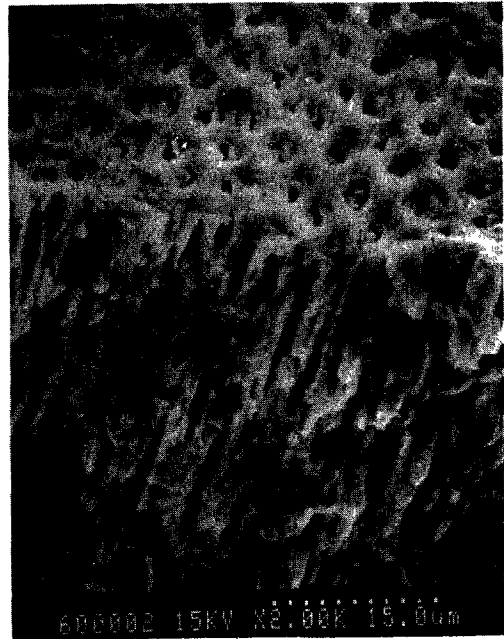


Fig. 14. Fractured surface scrubbed with Dentin Conditioner in Fig 13. $\times 2000$.

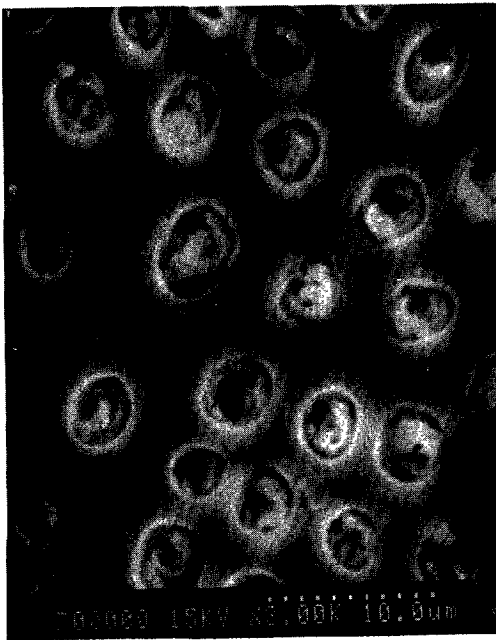


Fig. 15. Dentin surface treated with Scotchprep after cutting with the carbide bur. $\times 3000$.



Fig. 16. Fractured dentin surface treated with Scotchprep in Fig 15. $\times 3000$.