

## DENTIN BONDING AGENTS들의 상아세관 밀봉 효과에 관한 연구

연세대학교 치과대학 보존학교실

권오택 · 박동수

### I. 서 론

구강내 노출된 치근면이나 치경부의 지각과민 반응은 임상치료에 있어서 심각하게 대두되고 있는 문제이다. 다소의 차이는 있으나 성인에게 있어서 지각과민 반응의 발현빈도는 8.7~18% 정도로 나타난다고 보고되고 있다.

치아의 지각과민 증상은 주로 마모, 부식, 교모, 치은퇴축등의 결과로 치관 치경 및 치근부가 노출되어 외부 자극요소인 온도, 기계적, 화학적 자극이 가해질 때 나타난다고 한다. 동통을 느끼는 정도는 환자의 동통의 위치, 환경적 요소, 감정상태 그리고 이전의 동통경험 등에 따라 다양해질 수 있으며 치료 또한 환자의 동통감지 여부에 따라 달라진다. 지각과민 반응의 기전으로 초기에는 상아세관내에 신경 섬유가 존재하여 외부의 자극이 치수신경을 직접 자극하여 동통을 느낀다고 하였다. Avery등<sup>9)</sup>에 의하면 조상아세포가 상아질내에서 신경전달의 수용체로 작용하여 인접치수 신경으로 자극을 전달하게 되어 동통을 느낀다고 하였다. 최근에는 Brännström, Jonson등<sup>17,42)</sup>이 지각과민 반응은 상아세관내 상아세관액의 이동으로 치수내 신경섬유에 자극을 가해 일어난다는 hydrodynamic theory를 주장하여 널리 인정받게 되었다. Pashley, Bernen등<sup>61)</sup>은 외부 자극이 가해질 때 노출된 상아세관을 통해 상아세관액의 위축이나 이동으로 상아세관내에 모세관 현상이 일어나서 조상아 세포의 흡입과 상아세관액의 급속한 이동이 초래되 신경섬유말단을 변형시켜 동통을 야기한다고 하여 hydrodynamic theory의 타당성을 입증하였다. 따라서 지각과민 치아의 치료는 유체

이동을 제한하기 위하여 상아세관의 기능적 직경을 감소시키려는 방향으로 집중되었으며 현재 사용되는 약제들은 주로 상아세관을 밀봉하여 상아세관의 투과력 억제 및 상아세관액의 이동을 방지하여 동통을 감소시킨 약제들이다.

Hoyt와 Bibby<sup>40)</sup>가 sodium fluoride를 사용하여 억제효과를 본 이래로, Schaeffer등<sup>64)</sup>은 이온영동법을 사용하여 더욱 배전된 효과를 보았다고 하였고, Greenhill와 Pashley등<sup>33)</sup>은 potassium oxalate를 사용하여 지각과민 효과를 얻었다고 보고하였다.

Brännström등<sup>23)</sup>이 resin material에 의한 dentinal tubule의 밀봉효과를 보고한 이후 계속해서, 새로 개발된 resin adhesives들에 의해 탁월한 지각과민 억제 효과를 얻었다고 보고 되었다. 지각과민 정도의 측정에는 촉각, 온도, 삼투압, 전기자극을 이용한 방법등이 이용되었다. 이러한 방법들은 자극의 정도에 따른 환자의 반응 정도를 측정하거나, 같은 자극의 정도에 환자의 반응의 변화를 관찰하는 방법들이었다. 그러므로 지각과민 정도의 보다 객관적인 측정치를 표현하기 위하여 통제된 자극의 사용이 많이 고안되어 왔다. 그러나 많은 학자들이 지각과민 정도의 측정과 판별에 있어서 환자의 주관적인 요소가 크게 작용하게 됨에 따라 정확한 측정에 많은 어려움을 제시하여 왔다. Absi, Addy 그리고 Adams<sup>3)</sup>는 치아표면을 실리콘 고무인상재로 복제표면을 만든후, 주사현미경을 통하여 상아세관의 밀봉효과를 관찰하는 방법을 고안하였다.

이 방법은 같은 치아의 치료전과 치료후를 보다 객관적으로 비교가 가능하므로 상당히 혁신적인 방법으로 받아들여지고 있다. 이에 저자는 새로이 상

아질 지각과민 치료약제로 사용되고 있는 resin adhesive 제재인 Glum adhesive, scotchbond2 adhesive와 All-Bond2 adhesive의 상아세관 밀봉효과와 mechanical stress를 가한후의 상아세관 노출정도를 비교하고 재료의 retention 정도를 평가하기 위해 복제표면을 만들어 주사현미경으로 관찰하여 보았다.

## II. 연구재료 및 방법

### 1. 연구재료

이 실험에 사용한 치아는 20세 전후의 발치된 제 3대구치로써 우식이나 기타의 손상이 없는 것으로 선택하였으며 실험대조군으로는 Varnish(Dentin sealant)를 사용하였고 3세대라 구분되는 Gluma adhesive, scotchbond2 adhesive와 4세대인 All-Bond 2 adhesive를 사용하였다.

복제표면을 만들기 위해서는 폴리비닐실록산 인상재인 Extrude washtype(KERP)을 사용하였고, 복제재료는 Epoxy resin제인 Epofix(Struers)를 사용하였다.

### 2. 연구방법

#### (1) 치아시편 제작

치아에 부착되어 있는 연조직 및 치석등을 물리적으로 제거한 후 orthocryl resin에 치아의 인접면이 수평면에 평행이 되게 위로 나오도록 매몰하고, 치아의 인접면을 고속용 diamond bur로 3mm 삭제하여 인위적으로 상아질을 노출시킨 후 물에 씻은 다음 생리 식염수에 보관하였다.

#### (2) 복제표면의 정밀도 관찰실험

치아시편의 표면과 복제표면과의 동질성 여부를 평가하기 위해 본 실험에 들어가기 전에 시편중 임의로 5개를 선택하여 10% citric acid로 20초간 탈회시킨후 인상재로 인상을 채득한 후 에폭시 레진을 부어 복제시편을 만들었다. 그후에 치아시편과 복제시편은 가로 세로 5mm, 두께 2.5~3mm가 되도록 하여 주사현미경으로 비교관찰하였다. 주사현미경 관찰은 각 시편을 gold plating한 후 진공상태에서 시행하였다. 관찰후 주사현미경상의 사진을 찍어 상아세관의 면적들을 VIDS 1.0 컴퓨터 프로그램을

이용하여 산출하였다.

### (3) Resin adhesives 적용 실험

(1)에서 형성된 치아시편을 다음과 같이 각군당 5개씩 4개의 군으로 나누었다.

제1군 : Varnish(control)

제2군 : Gluma adhesive

제3군 : Scotchbond2 adhesive

제4군 : All-Bond2 adhesive

각 군의 실험방법은 다음과 같다.

#### I. 제 1군

1. 치아의 상아질 부위를 10% citric acid로 탈회(20초)시킨 다음 물로 세척(60초)하고 압축공기로 표면을 건조시킨다.

2. varnish pointer로 치아표면에 여러번 도포하고 공기중에서 건조시킨다.

#### II. 제 2군

1. Gluma Cleanser를 면구에 묻혀 상아질면에 도포한후 물로 세척(60초)하고 Gluma Primer를 도포하여 30초간 방치후 압축공기로 표면을 건조시킨다.

2. Gluma Sealer로 와동을 도포하고 압축공기로 불어서 여분의 sealer를 제거한 후 광중합시킨다(20초).

#### III. 제 3군

1. Scotchbond2 etchant를 상아질표면에 도포한후(15초) 물로 세척(60초)한 후 압축 공기로 건조시킨다.

2. Scotchbond2 primer를 상아질표면에 도포한후 압축공기로 표면을 건조시킨다.

3. Scotchbond2 adhesive를 상아질 표면에 도포한후 광중합한다(30초).

#### IV. 제 4군

1. All-Bond2 etchant를 상아질표면에 도포한후(10초) 물로 세척한다(60초) 면구로 표면의 과도한 수분을 제거한다.

2. All-Bond2 primer ㉔와 primer ㉕를 혼합한후 상아질 표면에 여러번 도포한후 광중합한다.

3. All-Bond2 adhesive를 상아질 표면에 도포한후 광중합(20초)한다.

표면을 각 재료들로 처리한 시편들은 K236 마모

시험기에서 칫솔질을 시키기위해 고정시킨다. K236 마모시험기는 회전속도와 회전횟수를 조절하게 할 수 있으며 임의의 압력이 작용토록 고안되었다. 이 실험에서는 10번씩 하루 2회 6주동안 치아시편에 칫솔질을 하였으며 분당 100회의 왕복운동을 할 수 있도록 하였고 300g의 하중이 가해지도록 조작하였으며 칫솔질 동안 치아 표면에 생리식염수가 계속 공급되도록 하였다.

복제표면의 관찰을 위한 인상채득은 실험시작전 1주, 3주, 6주후에 실시하였다. 인상채득후 곧바로 에폭시 레진으로 복제시편을 만들었으며 제작된 복제표면을 주사현미경을 이용하여 관찰하고 사진을 찍었다. 주사현미경상의 사진에서 앞에서 언급한 방법으로 상아세관의 면적을 산출하였다.

### III. 연구성적

사진 1은 10% citric acid로 smear layer를 제거한 다음 표면에 나타나는 dentinal tubule들을, 사진 2는 이 상태의 치아시편을 복제한 resin 표면을 주사전 자연미경 2000배에서 찍은 사진이고 Table 1은 이때 치아시편 표면상의 상아세관 평균 면적과 복제 resin표면상의 상아세관 평균 면적값을 적은 것이다. 치아시편에서 나타나는 많은 상아세관이 레진 표면에서도 뚜렷이 나타남을 볼 수 있었고, 평균 상아세관의 면적 또한 비슷함을 알 수 있었다.

Table 1. comparison of mean dentinal tubule's surface area of dentin and resin replica

	Dentin	Resin replica
Mean $\pm$ SD	4.7 $\pm$ 1.0	4.0 $\pm$ 1.6

\* Unit :  $\mu\text{m}^2$

\* S.D : standard deviation

각각의 4 실험군을 실험시작전, 1, 3, 6주의 시간경과에 따른 복제표면을 사진 3~18에 나타내었다. 사진 3, 4, 5, 6은 실험재료를 도포한후 복제표면을 보여주고 있다. 4군에서 모두 대부분의 상아세관이 막혀있는 것이 관찰되었다. 사진 7, 8, 9, 10은 실험시작 1주 경과후의 복제표면을 보여주고 있다. control group에서 많은 수의 상아세관이 나타나기 시작하고 있는 것을 알 수 있다. 사진 11, 12, 13, 14는

3주의 실험 경과후의 복제 표면을 찍은 사진으로서 앞에 사진에 비해 많은 양의 상아세관이 노출된 것을 보여 주고 있다. 이때에도 control group이 가장 많은 상아세관을 나타내고 있으며 All-Bond2로 처리한 표면이 Scotchbond2와 Gluma로 처리한 표면보다 상아세관 노출이 적게 나타나고 있다. 사진 15, 16, 17, 18은 6주 실험 경과후 노출된 상아세관을 나타낸 것이다. 대조군에 비해 적은 수이나 상당한 상아세관이 Group II나 Group III에서 나타나고 있다. Group IV는 이에 비해서는 적은 수의 상아세관이 노출되고 있다.

이들 각군별로 사진상에 나타나는 상아세관의 면적에 따른 비교는 Table 2에 나타내 보였다. 또한 이들의 비교를 그래프로 표시한 것은 Fig. 1에서 나타내었다.

Table 2와 Fig. 1에서 볼 수 있듯이 시간 경과에 따라 계속해서 mechanical stress를 주었을 때 Control group에 비해 resin adhesive인 Gluma, Scotchbond2, All-Bond2 adhesive의 상아세관의 밀봉효과는 더 좋게 나타내고 있으나 mechanical stress가 계속됨에 따라 많은 양의 상아세관이 노출됨을 알 수 있었다. Gluma와 Scotchbond2 사이에는 큰 차이가 없었고, mechanical stress하에서 Gluma와 Scotchbond2에 비해 All-Bond2가 상아세관 밀봉효과가 큰 것으로 나타났다.

Table 2. Sealing effect of resin adhesives on surface area of dentinal tubules applying mechanical stress.

	baseline	1week	3week	6week
Control	5.1	18.92	58.86	69.58
Scotch	2.17	7.44	35.90	50.51
Gulma	3.04	9.04	38.68	54.43
All-bond2	1.05	5.65	20.21	30.97

\* Unit :  $\mu\text{m}^2$

\* control : Varnish(Dentine sealant)

\* Gluma : Gluma adhesive

\* Field area :  $2000\mu\text{m}^2$

\* Scotch : scotchbond2 adhesive

\* All-bond2 : All-bond2 adhesive

- Varnish
- \* Gluma adhesive
- + Scotchbond2 adhesive
- All-bond2 adhesive

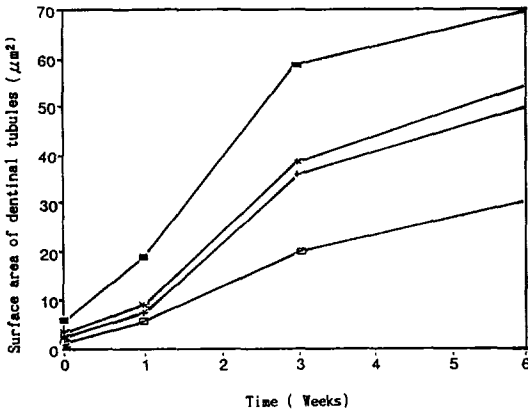


Fig 1. Sealing effect of resin adhesives on surface area of dentinal tubules applying mechanical stress.

#### IV. 총괄 및 고찰

과거로부터 치과임상에서 심각하게 겪어오던 문제 중의 하나가 상아질이 노출되어서 야기되는 치아의 지각과민반응이었다. Murthy등<sup>56)</sup>은 이런 반응을 “노출된 상아질에서 명백한 외부의 자극이 없거나 혹은 외부 자극의 결과로 인해 반사나 국소적 동통의 형태로 나타나는 비정상적인 감지”라고 정의하였다. 또한 Brough등<sup>24)</sup>은 “마모, 교모, 부식, 변연누출, 우식증과 같은 외부적인 자극요소에 의해 구강내 노출된 상아세관에 자극이 가해질 때 일어나는 과민반응”으로 정의하였다. 이런 지각 과민반응을 야기하는 자극으로 Johnson<sup>41)</sup>과 Naylor<sup>60)</sup>는 온도적 변화를 들었고, Klepac<sup>47)</sup>, Stark<sup>68)</sup>는 전기적 자극을 Abei<sup>1)</sup>는 화학적 자극을 Tronstad<sup>73)</sup>는 기계적 자극을 원인으로 들었고 Bender<sup>10)</sup>는 치석제거술후의 동통을 보고하였다. 앞에 언급한 여러자극원에 의한 동통 야기 기전에 관해서는 Thoma<sup>71)</sup>가 지각과민 반응이 치수병변에 의해 야기된다고 보고한 이래 여러가지 보고가 있어왔다. 외부의 자극이 직접 치수신경을 자극하여 동통을 야기한다는 Miller<sup>52)</sup>의 가설은 Fearhead<sup>30)</sup>, Avil<sup>8)</sup>가 신경섬유말단이 상아세관내 조상

아세포와 세포돌기에서 조금 떨어져 있음을 보고함으로써 반박하였고, Byers등<sup>25)</sup>은 방사선 동위원소 추적법을 이용하여 상아질내 2/3 정도까지만 신경 섬유가 도달하고 있음을 보고하였다. Avery등<sup>9)</sup>은 조상아 세포돌기에서 특정 cholinesterase를 발견한 뒤 조상아세포가 상아질내에서 신경전달의 수용체로 작용하여 인접 치수신경으로 자극을 전달하게 된다고 보고하였으나 조직학적으로 치수신경과 조상아세포 사이의 synaptic connection을 발견할 수 없어서 조상아 세포들을 신경전달의 수용체로 보기는 힘든 실정이다. 이에 비해서 상아세관내 투과도와 상아세관액의 이동에 의한 동통에 관한 가설이 새로 대두되었는데 이는 Gysi<sup>36)</sup>에 의해 처음 주장되었고 Brännström<sup>14, 15, 16, 17, 18, 19)</sup>에 의해 정립된 hydrodynamic theory(유체 역학이론)이다. Garberoglio<sup>31)</sup>와 Brännström<sup>17)</sup>은 상아질은 상아세관을 가지고 있는 다공성 구조로 수와 크기가 파민반응에 밀접한 연관성을 가지고 있고 Mjor등<sup>55)</sup>은 이러한 상아세관이 주로 원형질액과 비슷한 상아세관액으로 채워져 있음을 보고하였다. 이런 조직학적 소견을 근거로해서 Pashley<sup>61)</sup> Brännström<sup>17)</sup>은 외부자극이 가해지면 상아세관액의 외측으로의 이동이 일어나게 되어 상아세관내에 모세관현상이 일어나서 조상아 세포의 흡입과 상아세관액의 변형이 일어나게 됨으로써 결과적으로 신경섬유말단을 변화시켜 동통이 야기됨을 보였다. 이에반해 Anderson<sup>6)</sup>은 비슷한 자극이 항상 같은 정도의 동통을 야기하지는 않으며 상아세관액의 이동도 일정하지 않음을 보고하였고 Horiuchi<sup>39)</sup>도 여러자극이 항상 같은 정도의 동통을 야기치 않으며 모든 자극이 상아세관액의 이동을 통해 동통유발이 되지는 않는다고 보고하여 hydrodynamic theory의 부정확성을 주장하였다.

이로인해 아직까지 지각과민 반응의 정확한 기전은 논란의 대상이 되고 있다. 최근들어 지각과민의 기전에 있어서 상아세관의 투과력에 의한 상아세관액의 변형에 따른 동통야기 기전외에 신경의 생리적 개념으로 sensory nerve에 의한 동통야기 개념이 제기되고 있다. 이 기전은 일반적인 신경전달체계의 원칙을 따르는데 외부의 자극에 의해 치수의 감각성 신경섬유의 활동이 변형되어 동통을 유발한다는 것으로 치수감각신경의 배열상태의 일시적인 파괴 즉, 신경세포 외액의 K<sup>+</sup>와 신경세포 내액의 Na<sup>-</sup>이온의

비정상적인 배열에 기초를 두고 있다. 따라서 이런 기전에 입각할 때 세포 외액으로  $K^+$  이온의 공급은 결과적으로 지각과민 반응을 저하시킬 수 있다는 가설이 성립될 수 있다.

Kim<sup>40)</sup>은 실제로 동물실험에서  $K^+$  이온이 신경 섬유 탈분극 방지에 있어서 가장 효과적임을 밝혀 위의 가설을 뒷받침 하였으나 인체에의 적용이 문제점으로 남아있는 상태이다. 현재까지 사용되는 약제들은 주로 상아세관을 밀봉하여 상아세관의 투과력 억제 및 상아질액의 이동을 방지하여 동통을 감소시키는 약제들이다. Hiatt<sup>36)</sup>, Evert<sup>29)</sup>, Pashley<sup>61)</sup>은 상아세관의 크기를 작게하거나 밀봉시키는 방법들을 사용하였는데 상아세관의 밀봉은 크게 2가지로 나누게 된다. 즉, 치아자체의 생리적 변화에 의한 밀봉과 약제를 사용한 밀봉등이다. Karlsson<sup>45)</sup>은 성전에서 생리적인 2차 상아질 형성에 의한 상아세관의 밀봉을 보고하였고 Souder<sup>67)</sup>은 노화나 지속적인 자극에 의해 생리적 상아세관의 밀봉이 일어난다고 보고하였다. 즉 생리적인 상아세관의 밀봉은 주로 상아세관 주위의 상아질의 2차적 침착으로 일어나게 된다. 지각과민 해소약제로는 Lukomsky<sup>46)</sup>가 sodium fluoride를 처음 제안한 이후로 Hoyt와 Bibby<sup>40)</sup>은 동량의 NaF/Kaolin/Glycerin paste를 사용하여 지각과민 억제효과를 보았다고 보고하였고, Ross<sup>63)</sup>, Cohen<sup>26)</sup>, Meffert<sup>51)</sup>은 strontium chloride의 지각과민 억제효과를 보고하였다. Murthy<sup>56)</sup>, Schaeffer<sup>64)</sup>, Gangarosa<sup>32)</sup>, Lutins<sup>50)</sup>은 이온 영동법을 사용해서 더욱 배전된 효과를 보았다고 보고하였다. 이에 반해 Minkow<sup>54)</sup>, Brough<sup>24)</sup>은 이온 영동법 사용 유무에 따른 지각과민 치아의 치료효과에 차이가 없다고 보고하였다. 그 밖에 사용된 치료약제들로는 cavity varnishes, anti inflammatory agents, silver nitrate, zinc chloride, formalin, calcium hydroxide, sodium fluoride, sodium silico-fluoride, stannous fluoride 등이 있다.

최근에는 Dayton<sup>27)</sup>이 지각과민증을 호소하는 환자에게 dental adhesive material로 dentinal tubule을 밀봉함으로써 우수한 결과를 얻었다는 보고를 시작으로 Brännström<sup>23)</sup>, Johnson<sup>41)</sup>은 restorative resin material로 dentinal tubule을 밀봉함으로써 우수한 결과를 얻었다고 보고하였고, Wycoff<sup>75)</sup>은 다른 약제에 특별한 반응이 없었던 과민증이 심한

case에서 resin adhesive가 큰 효과를 보았다고 보고하였다.

Pashley<sup>62)</sup>은 HEMA와 glutaraldehyde primer를 사용한 Gluma가 상아세관 밀봉에 큰 효과를 보았다고 보고하였다. resin adhesive의 발달로 인해 상아세관을 보다 효과적이면서 지속적으로 밀봉할 수 있는 재료들이 나타나기 시작하였다.

상아질에 처음 접착을 시도했던 2세대 resin adhesive들은 범랑질이나 상아질을 물리적으로 삭제하였을 때 생기는 유기막인 smear layer를 제거하지 않은 상태에서 상아질에 대한 화학적 결합을 통하여 결합력을 증가시키려는 목적하에서 사용되었으나 시간이 흐름에 따라 그 결합력이 급속히 감소하는 형태를 나타내었는데 이는 가수분해 현상으로 인해 calcium-phosphate간의 결합이 파괴되었기 때문이라고 보고 있다<sup>76)</sup>. 3세대로 분류되는 resin adhesive들은 smear layer를 제거함으로써 상아질 접착제의 효과를 높이려고 고안된 재료들이다. 본 실험에서 사용된 Gluma는 HEMA와 glutaraldehyde를 이용한 system으로써 Dentin cleanser, dentin primer, dentin bonding adhesive resin의 3부분으로 구성되어 있다. Dentin cleanser는 EDTA용액이며 dentin primer는 HEMA와 glutaraldehyde로 구성되고 bonding resin은 Bis-GMA와 TEGDMA로 구성되어 있다. Gluma는 Aamussen과 Munksgaard에 의해 개발되었는데 ethylene diamine tetra acetic acid의 표면 처리로 smear layer를 제거한 후 교원섬유가 풍부한 표면을 노출시킨 뒤 glutaraldehyde를 도포하면 N (hydroxy methyl) compound를 형성하며 교원섬유의 amino 및 amino group과 결합하고 여기에 활성화 수소를 포함하고 있는 HEMA(hydroxy ethyl methacrylate)가 결합함으로써 상아질 표면에서 이중결합을 형성한다고 보고하였다<sup>4, 5, 48)</sup>.

Scotchbond2 system은 primer와 adhesive resin으로 구성되어 있으며 primer는 maleic acid와 HEMA를 포함하고 adhesive resin은 Bis-GMA와 HEMA를 포함하고 있다.

Scotchbond2의 자세한 기전은 밝혀지지 않았지만 Maleic acid, HEMA등의 구성성분으로 보아 Maleic acid에 의하여 표면의 유기질이 제거된 후 노출된 상아세관내로 친수성의 HEMA가 침투되어 유지력을 증가시키는 것으로 생각된다<sup>1)</sup>. 4세대로 분류되는

All-Bond 2 system은 dentin conditioner와 primer, adhesive resin으로 구성되어 있으며 dentin conditioner로는 10% phosphoric acid를 포함하고 있으며 primer A는 NTG-GMA in acetone을 primer B는 BPDM in acetone으로 구성되어 있으며 unfiller resin adhesive는 hydrophilic monomer인 HEMA를 갖고 있다. Nakabayasi<sup>57, 58)</sup>가 언급한 Hybrid layer 즉 resin과 dentin의 interdiffused zone을 형성할 수 있다는 것이 큰 장점으로써, 이것은 inner-tubule과 direct interaction을 의미하는 것이다. 이 system은 primer성분에 들어있는 acetone이 water와 접촉시 vapor pressure를 야기시키고 일부는 증기화시키며 acetone은 water의 surface tension을 감소시켜 resin mixture가 water로 coating되어 있는 상아세관 안으로 침투될 수 있게 하기 때문에 상아세관이 완전히 건조되지 않은 상태에서 강한 결합력을 보일 수 있다고 한다. SEM으로 관찰한 결과 Dentinal tubule 내로 들어가 있는 resin의 microtag가 다른 resin의 tag와는 달리 hollow를 형성하고 있는데 이는 resin과 inner dentin사이에 직접적인 결합을 가능케하고 이 hollow 속으로 계속적으로 resin이 채워짐으로써 완전히 dentinal tubule을 막을 수 있다고 언급하고 있다<sup>11, 35, 43, 44, 69)</sup>. 또한 중합하는데 있어서 표면의 oxygen inhibition effect임에도 불구하고 상당히 얇은 5micron정도의 두께에서도 polymerization이 되는 유일한 재료라고도 언급하고 있다.

resin adhesive들에 의한 dentin에 대한 결합력이 증가되어 왔으나 구강내 여러 chemical, mechanical thermal stress에 어느정도 견디어 낼 수 있는가 하는 것은 아직 미지수로 남아 있다. 거의 대부분이 resin adhesive를 바른 다음 최소 3~6주 정도의 지각과민 완화증상을 보였다고 보고하고 있는데<sup>23, 27, 62, 75)</sup>, 가장 큰 stress라고 할 수 있는 mechanical stress에 대한 resin adhesive의 상아질 밀봉효과에 대한 연구는 아직 미흡한 실정이다. 본 실험에서는 치아마모도 측정기에 칫솔을 장착하여 10번씩 하루 2회 6주까지의 mechanical stress를 주어 resin adhesive의 상아세관 밀봉효과를 관찰한 결과 varnish에 비해 1~3주에서는 월등한 retention을 보여주었으나 6주의 brushing 결과 All-bond2만이 어느정도의 retention을 유지하고 있었다. resin impregnation이 hybrid layer등을 형성하여 상아세관의 inner wall에 직접

결합한다고 하지만 도포되는 resin들이 unfiller resin이고 dentin에 결합하는 만큼 resin 사이의 결합이 강하기 때문에 stress에 의해 벗겨져 나갈 때 함께 탈락되는 것으로 생각된다.

상아질 지각과민 반응의 완화효과를 판정하기 위해 많은 노력이 기울여져 왔다. 이러한 판정은 객관적인 것보다 환자의 주관적인 판단에 의존해야 하기 때문에 매우 어려운 문제로 여겨져 왔다.

이러한 문제들을 좀더 보완하기 위해 보다 객관적이면서 과학적인 방법을 위해 노력해왔다. 촉각 자극을 객관화 하기 위해 Yeaple등<sup>76)</sup>은 하중을 조절하는 전기 치주낭 측정기를 이용하였고, 온도 자극에는 Smith와 Ash<sup>66)</sup>가 전기적 온도를 조절하여 사용하는 thermo-electric device를 사용하였다. 전기적 자극에는 Stark<sup>68)</sup>가 개발한 치수자극기가 많이 사용되고 있는데 이 기기는 적용되는 전기적 자극의 수치가 계기판에 디지털식으로 나타남으로써 사용의 편리함을 가지고 있다. 하지만 이런 방법들은 모두 환자들의 주관적인 반응정도를 얻어서 결과를 판정하게 됨으로써 정확한 판정 방법이라고 하기에는 무리가 간다. Absi, Adams<sup>9)</sup>는 지각과민 치아에 대한 보다 새로운 시도를 위해 Epoxy resin복제법을 발표하였다. 이들은 실리콘 고무인상제를 통해 복제 시편을 제작한 후 주사현미경으로 비교한 결과 복제표면과 실제 상아질면은 거의 동일한 해상도를 갖고 있음을 발견하였고 환자 구강내에서 치아의 치경부 복제표면을 만들었을 때 지각과민이 심한 치아에서는 상아세관이 열려져 있었고 증상이 없던 치아에서는 막힌 상아세관을 볼 수 있었다. 본 실험에서도 이와 같은 복제법을 사용하였는데 이 방법은 같은 치아에서 치료약제에 따라서 변화해가는 양상을 눈으로 직접 관찰할 수 있는 보다 객관적이고 과학적이라는 방법이라는데 그 의의가 있다고 하겠다. 또한 본 실험에서 사용한 폴리비닐 실록산 고무인상제는 Schelb<sup>65)</sup>가 Type IV dental stone으로 surface detail reproduction을 행한 실험에서 보고한 바와 같이 미세부 재현성이 우수하고, 경화시간이 빠르며, 조작이 간편하다는 장점이 있고 실제로 좋은 해상도를 보여주었다. 이런 복제법을 실제 임상에서 사용하게 된다면, Yoshiyama<sup>77)</sup>가 기술한 Dentin biopsy법들을 좀더 효과있게 발전시켜 나아가서 상아세관이 열려져 있는 부분을 정확히 찾아내 이 부

분만 biopsy하여 제거해 버리고 glass ionomer나 그밖의 적당한 충전물로 충전하는 방법도 생각해 볼 수 있을 것이다. 환자의 주관적인 증상과 이 방법이 병용되어 사용되어 진다면 치료약제의 성공여부를 판단할 수 있는 좀 더 정확하고 좋은 방법이 될 수 있을 것이다. 아직까지는 이런 복제법에 대한 연구 보고가 미흡한 실정이므로 좀더 많은 연구와 응용이 이루어져야 한다고 본다.

## V. 결 론

상아질 지각과민 치료약제로 사용되고 있는 resin adhesive인 Gluma, Scotchbond2, All-Bond2의 mechanical stress하에서의 상아세관 밀봉효과를 비교하기 위하여 인위적으로 발거한 치아의 상아질 표면에 상기 재료들을 도포한후 6주 동안의 칫솔질을 실시하였다. 시간경과에 따른 상아세관 노출 정도의 비교는 폴리비닐 실록산 인상재를 사용하여 인상을 뜬후 Epoxy resin으로 복제한 다음 주사현미경을 사용하여 관찰한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 복제 표면의 정밀도 판정을 위해 치아시편과 복제표면을 주사전자현미경으로 관찰한 결과 별다른 차이점이 없었다.
2. 대조군인 varnish를 도포한 Group과 비교한 결과 시간 변화에 따른 상아질 노출 정도는 Resin adhesive 제제들이 상당히 적게 나타남을 알 수 있었다.
3. Gluma, Scotchbond2에 비해 All-Bond2가 mechanical stress하에 시간경과에 따른 상아세관 노출은 더 적게 나타남을 알 수 있었다.

인상을 종합해보면 resin replica method가 상아질 지각과민 치료약제의 치료효과를 객관적으로 평가하는데 있어 유용한 방법이라는 것을 알 수 있었다. 또한 4세대라 구분되는 All-Bond2가 mechanical stress하에서 상아세관을 가장 잘 밀봉하고 있음을 볼 수 있었으나 6주 정도의 시간 경과가 계속됨에 따라 이 재료로도 많은 양이 탈락되어 지는 것을 알 수 있었다.

## 참 고 문 헌

1. Aasen, S & Oxman, J : Comparison of adhesion

- and microleakage for Scotchbond 2 and light cured Scotchbond. J. Dent. Res., 67 ; 309 abstr. # 1571, 1988.
2. Abel, I. : Study of hypersensitive teeth and a new therapeutic aid, Oral surg., 11 : 491-495, 1958.
3. Absi, E. G., Addy, M., Adams, D. O. : Dentine hypersensitivity : The development and evaluation of a replica technique to study sensitive and non-sensitive cervical dentine., J. Periodontol., 16 : 190, 1989.
4. Amunssen, E & Munksgaard, E. C. : Formaldehyde as bonding between dentin and restorative resins. Scand. J. Dent, Res., 92 : 480-483, 1984.
5. \_\_\_\_\_ : Bonding of restorative resins to dentine promoted by aqueous mixture of aldehyde and active monomers. Int Dent J., 35 : 160-165, 1985.
6. Anderson, D. J., Curwen, M. P., Howard, L. V. : The sensitivity of human dentin, J. Dent. Res., 37 : 669-677, 1958.
7. Anderson, K. V., Prearl, G. S. : C-fiber activity in feline tooth pulp afferents, Exp. Neurol., 47 : 357-359, 1975.
8. Arwill, T. et al. : Ultrastructure of nerves in the dentin-pulp border zone after sensory and autonomic nerve transection in the cat, Acta. Odontol. Scand., 31 : 273-281, 1973.
9. Avery, J. K., Rapp, R. A. : An investigation of the mechanism of neural impulse transmission in human teeth, Oral Surg., 12 : 190-198, 1959.
10. Bender, I. B. : Pain conference summary, J. Endo., 12 : 509-517, 1986.
11. Bertolitti, R. L. : Total Etch-The Rational Dentin Bonding Protocol., 3 : 1-6, 1991.
12. Bowen, R. L., Cobb, E. N. : A method for bonding dentin and enamel. J. Am. Dent. Assoc., 170 : 734, 1983.
13. Brännström, M. : Dentinal and pulpal response V ; Application of pressure to exposed den-

- tine, *J. Dent. Res.*, 40 : 960, 1961.
14. \_\_\_\_\_ : Dentinal and pulpal response VI ; Some experiments with heat and pressure illustrating the movement of odontoblasts into the dentinal tubules, *Oral Surg, Oral Med, Oral Path.*, 15 : 203–212, 1962.
  15. \_\_\_\_\_ : The cause of postoperative sensitivity and dentin, *J. Endo.*, 12 : 475–481, 1986.
  16. \_\_\_\_\_ : The cause of postoperative sensitivity and its prevention, *J. Endo.*, 12 : 475–481, 1986.
  17. \_\_\_\_\_ : The hydrodynamic theory of dentinal pain ; Sensation in preparations, caries, and dentinal syndrome, *J. Endo.*, 12 : 453–457, 1986.
  18. \_\_\_\_\_ : Sensitivity of dentin, *Oral Surg, Oral Med., Oral Path.*, 21 : 517–526, 1966.
  19. \_\_\_\_\_ : Dentine sensitivity and aspiration of odontoblast, *J. Am. Dent. Assoc.*, 66 : 366–370, 1963.
  20. Brännström, M., Astrom, A. : A study on the mechanism of pain elicited from the dentin, *J. Dent. Res.*, 43 : 619–625, 1964.
  21. Brännström, M., Garberoglio, R. : The dentinal tubules and the odontoblastic processes, *Acta Odont. Scand.*, 30 : 291–311, 1972.
  22. Brännström, M., Johnson, G. : The sensory mechanism in human dentin as revealed by evaporation and mechanical removal of dentin. *J. Dent. Res.*, 57 : 49–53, 1978.
  23. \_\_\_\_\_ : Transmission and control of dentinal pain : Resin impregnation for the desensitization of dentin. *J. Am. Dent. Assoc.*, 99 : 612, 1979.
  24. Brough, K. M. et al. : The effectiveness of iontophoresis in reducing dentin hypersensitivity, *J. Am. Dent. Assoc.*, 111 : 761–765, 1985.
  25. Byers, M. R., Kish, S. J. : Delineation of somatic nerve endings in rat teeth by radioautography of axon-transported protein, *J. Dent. Res.*, 55 : 419–425, 1976.
  26. Cohen, A. : Preliminary study of effects of a strontium chloride dentifrice for the control of hypersensitive teeth, *Oral Surg, Oral Med., Oral Path.*, 14 : 1046, 1961.
  27. Dayton, R. E., DeMarco, T. J., Swedlow, D. : Treatment of hypersensitivity root surfaces with dental adhesive materials, *J. Periodontol.*, 45 : 873, 1974.
  28. Dellow, P. G., Robertson, M. L. : Bradykinin application to dentin : A study of a sensory receptor mechanism, *Australian dent. J.*, 11 : 384–387, 1966.
  29. Everett, F. G. : Desensitization of hypersensitivity exposed root surface. *Dent, Clinic. Nor. Am.*, 221 : 1984.
  30. Fearhead, R. : The histologic demonstration of nerve fibers in human dentine. In sensory mechanism in dentine, ed. Anderson, D. J., 15., Oxford, Pargamon press.
  31. Garberoglio, R. et al. : Scanning electric microscopic investigation of human dentinal tubules, *Arch. Oral Biol.*, 21 : 335, 1976.
  32. Gangarosa, L. P., Park, N. H. : Practical consideration in iontophoresis of fluoride for desensitizing dentin, *J. Pros. Dent.*, 39 : 173–178, 1978.
  33. Greenhill, J. D., Pashley, D. H. : The effects of desensitizing agents on the hydraulic conductance of human dentin in vitro, *J. Dent. Res.*, 60 : 686–698, 1981.
  34. Grossman, I. E. : The treatment of hypersensitive dentin, *J. Am. Dent. Assoc.*, 20 : 592, 1935.
  35. Gwinner, A. : Dentin Bonding System : The Latest Generation, *J. Esthe. Dent.*, 3 : 5–9, 1991.
  36. Gysi, A. : An attempt to explain of dentine, *British J. Dent. Res.*, 43 : 865, 1990.
  37. Hansson, R. E. : The assessment of the subjective nature of pain associated with cervical root dentin hypersensitivity and the evaluation of the effectiveness of dipotassium oxalate in the reduction of cervical root dentin hypersensitivity, 1987.



38. Hiatt, W. H. and Jhonson, E. : Root preparation : I. Obturation of dentinal tubules in treatment of root hypersensitivity, *J. Periodontol.*, 43 : 3737, 1972.
39. Horiuchi, M., Matthews, B. : In vitro observation of fluid flow through human dentin caused by pain producing stimuli, *Arch. Oral Biol.*, 18 : 275-294, 1973.
40. Hoyt, W. H., Bibby, B. G. : Use of sodium fluoride for desensitizing dentin, *J. Am. Dent. Assoc.*, 30 : 1372-1376, 1943.
41. Johnson, G., Brännström, M. : Pain reaction to cold stimulus in teeth with experimental fillings, *Acta. Odonto. Scand.*, 29 : 639-647, 1971.
42. Johnson, G., Olgart, L., Brännström, M. : Outward fluid in dentin under a physiologic pressure gradient ; Experiments in vitro, *Oral Surg.*, 35 : 138-248, 1973.
43. Kanca III, J. : Dental Adhesion and the All-Bond System, *J. Esthe. Dent.*, 3 : 129-132, 1991.
44. \_\_\_\_\_ : Resin Bonding to wet substrate. I. Bonding to dentin, *Quint. Inter.*, 23 : 39-41, 1992.
45. Karlsson, U. U. and Penny, D. A. : Natural desensitization of exposed teeth roots in dogs, *J. Dent. Res.*, 54 : 982, 1975.
46. Kim, S. : Hypersensitivity teeth ; Desensitization of pulpal sensory nerves, *J. Endo.*, 12 : 482, 1986.
47. Klepac, R. K. et al. : Reports of pain after dental treatment, electrical tooth pulp stimulation, and cutaneous shock, *J. Am. Dent. Assoc.*, 100 : 692-695, 1980.
48. Kubo, S. : Principles and Mechanisms of Bonding with Dentin Adhesive Materials, *J. Esthe. Dent.*, 3 : 62-69, 1991.
49. Lukomsky, E. H. : Fluorine therapy for exposed dentin and alveolar atrophy, *J. Dent. Res.*, 20 : 649, 1941.
50. Lutins, N. d., Grew, G. W., McFall, W. T. : Effectiveness of sodium fluoride on tooth hypersensitivity with and without iontophoresis, *J. Periodontol.*, 55 : 285-288, 1984.
51. Meffert, R. M. and Hoskins, S. W. : Effects of a strontium chloride dentifrice in relieving dentinal hypersensitivity, *J. Periodontol.*, 35 : 1161, 1977.
52. Miller, J. T., Shannon, I. L. and Bookman, J. E. : Use of a water-free stanneous fluoride containing gel in the control of dental hypersensitivity, *J. Periodontol.*, 40 : 490, 1969.
53. Minkoff, S., Axelrod, S. : Efficacy of strontium chloride in dental hypersensitivity, *J. Periodontol.*, 58 : 470, 1987.
54. Minkov, B. et al. : The effectiveness of sodium fluoride treatment with and without iontophoresis on the reduction of hypersensitive dentin, *J. Periodontol.*, 46 : 246-249, 1975.
55. Mjor, I. A. : Human coronal dentine ; Structure and relations, *Oral Surg.*, 33 : 810, 1972.
56. Murthy, K. S., Talim, S. T., Singh, I. : A comparative evaluation of topical application and iontophoresis of sodium fluoride for desensitization of hypersensitive dentin, *Oral Surg.*, 36 : 448-458, 1973.
57. Nakabayashi, N., Kojima, K., Masuhara, E. : The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrate, *J. Biomed. Mat. Res.*, 1982 ; 16 : 265-273.
58. Nakabayashi, N. ; Hybrid Layer as a Dentin-Bonding Mechanism, *J. Ethes. Dent.*, 3 : 133-138, 1991.
59. Narhi, M. V. : The characteristics of intradental sensory units and their responses to stimulation, *J. Dent. Res.*, 64 : 564-571, 1985.
60. Naylor, M. N. : A thermo-electric teeth stimulator, *British Dent. J.*, 110 : 228-230, 1961.
61. Pashley, D. H. : Dentin permeability, dentin sensitivity and treatment through tubule occlusion, *J. Endo.*, 12 : 465-474, 1986.
62. \_\_\_\_\_ : The effects of a multi-step dentin bonding system on dentin permeability, *Dent. Mater.*, 4 : 60, 1988.

63. Ross, M. R. and Branch, L. : Hypersensitive teeth : Effect of strontium chloride in a compatible dentifrice, *J. Periodontol.*, 32 : 49, 1960.
64. Schaeffer, M. L., Bixler, D., Yu, P. : The effectiveness of iontophoresis in reducing cervical hypersensitivity, *J. Periodontol.*, 42 : 695-700, 1971.
65. Schelb, E. : Surface detail reproduction of type IV dental stones with selected polyvinyl siloxane impression materials, *J. Quint. Inter.*, 22 : 51-55, 1991.
66. Smith, B. A., Ash, M. M. : Evaluation of a desensitizing dentifrice, *J. Am. Dent. Assoc.*, 68 : 6390, 1964.
67. Souder, W. and Schoonover, I. C. : Experimental remineralization of dentine, *J. Am. Dent. Assoc.*, 31 : 1579, 1944.
68. Stark, M. M., Pelzner, R. B., Leung, R. L. : Rationalization of electric pulp-testing methods, *Oral. Surg.*, 43 : 498, 1977.
69. Suh, B. I. : All-Bond Fourth Generation Dentin Bonding System, *J. Ethe. Dent.*, 3 : 139-147, 1991.
70. Tarbet, W. J., Silverman, G., Fratarcangelo, P. A., et al. : Home treatment for dentinal hypersensitivity : A comparative study, *J. Am. Dent. Assoc.*, 105 : 227, 1982.
71. Thoma, K. H. : A comparison of clinical, radiographic and microscopic finding in fifteen case of infected vital pulp, *J. Dent. Res.*, 9 : 447, 1929.
72. Thomas, H. F., Payne, R. C. : The ultrastructure of dentinal tubules from erupted human premolar teeth, *J. Dent. Res.*, 62 : 532-536, 1983.
73. Tronstad, L. and Langeland, K. : Effect of attrition of subjacent dentine and pulp. *J. Dent. Res.*, 56 : 17, 1971.
74. Trowbridge, H. O., Korostoff, E. : Sensory response to thermal stimulation in human teeth, *J. Endo.*, 6 : 405-412, 1980.
75. Wycoff, S. J. : Current treatment for dentinal hypersensitivity, *Compendium(Supp 3)* : s113, 1982.
76. Yeaple, R. N. : Force-sensitive probe and method of uses, U.S.Patent., No. 4, 340, 069 1982.
77. Yoshiyama, M. : Scanning Electron Microscopic Characterization of Sensitive vs. Insensitive Human Radicular Dentin, *J. Dent. Res.*, 68 : 1494-1502, 1989.
78. Ziemiecki, T. L. : Evaluation of Scotchbond retention of cervical erosion restoration after one year, *J. Dent.*, 4 : 276, 1985.
79. 이성민등 : 지각파민 치아에 대한 치치약제의 임상적 연구, *대한치과보존학회지*, 14 : 135-148, 1989.

논문 사진부도 ①

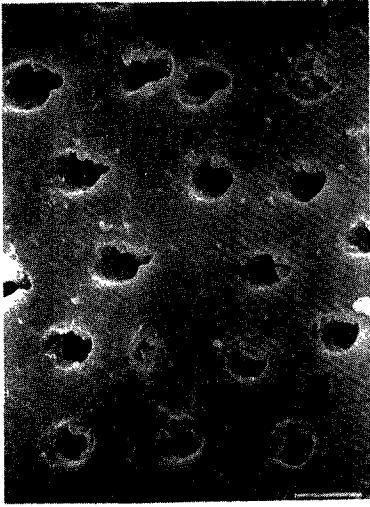


사진 1.

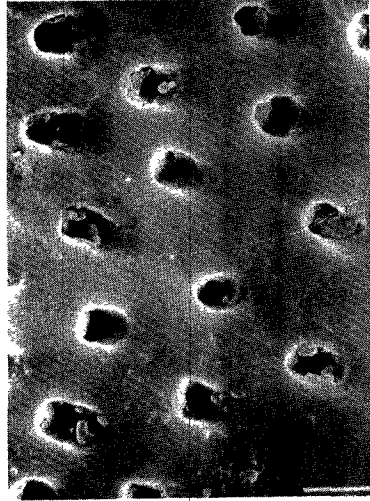


사진 2.

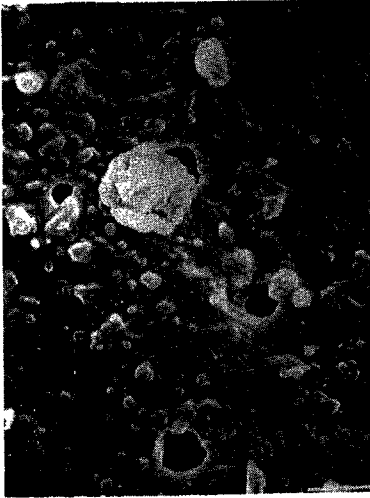


사진 3.



사진 4.

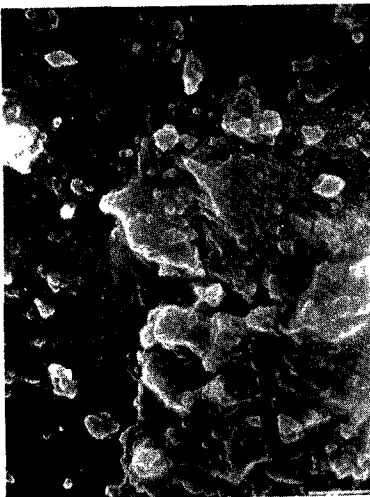


사진 5.

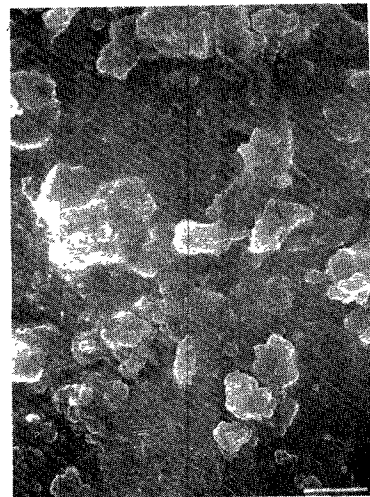


사진 6.



사진 7.

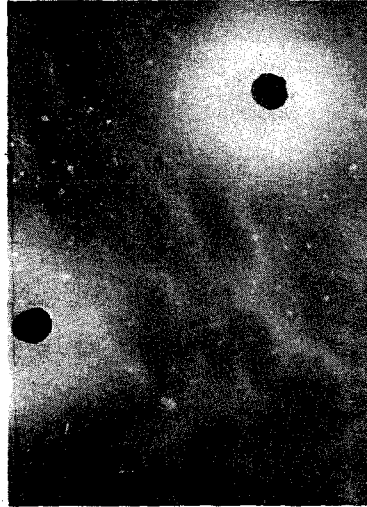


사진 8.

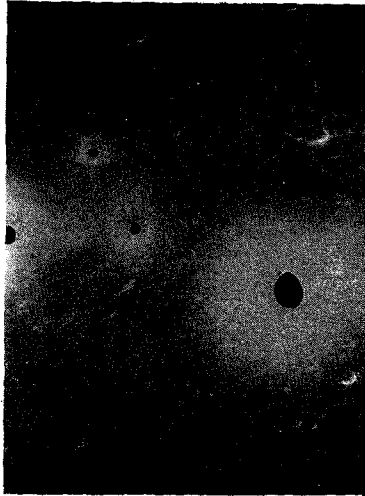


사진 9.



사진 10.

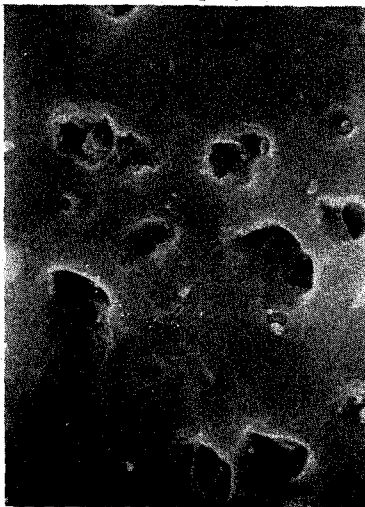


사진 11.

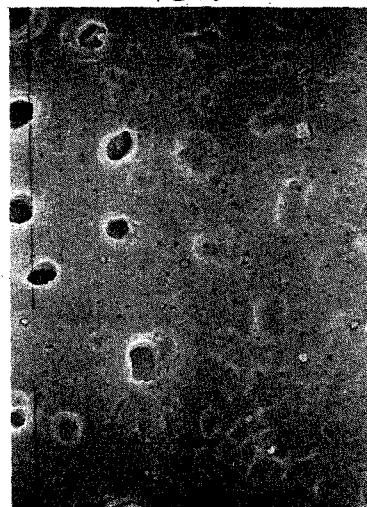


사진 12.

논문 사진부도 ③



사진 13.

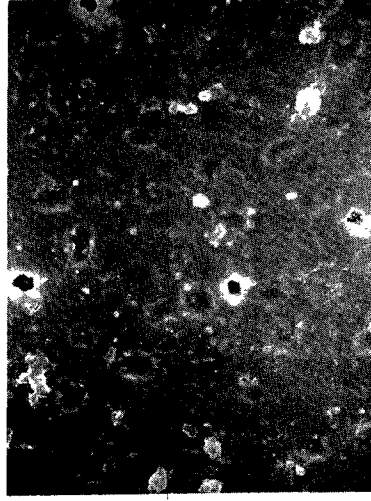


사진 14.

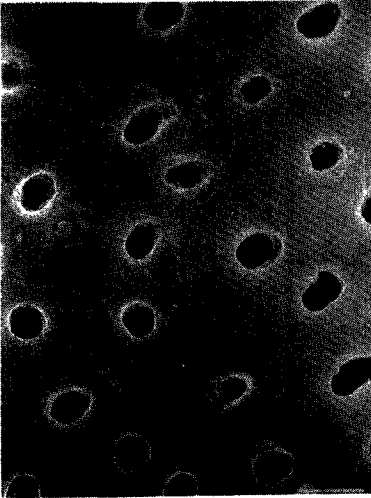


사진 15.

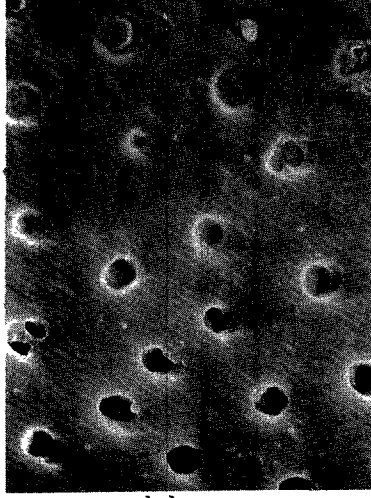


사진 16.

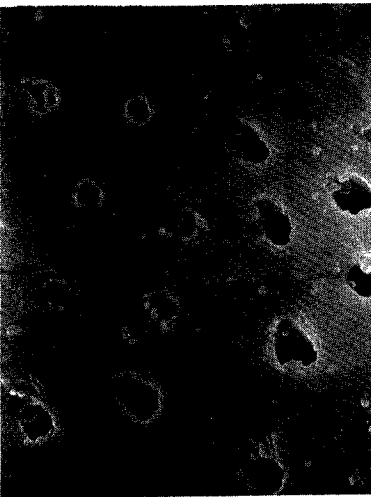


사진 17.



사진 18.

## STUDY ON DENTINAL TUBULES SEALING EFFECTS OF DENTIN BONDING AGENTS

O - Teak Kown, D. D. S., Dong - Soo Park, D. D. S., M. S. D., Ph. D.

*Department of Conservative Dentistry, College of Dentistry, Yonsei University*

Dentin hypersensitivity medicaments such as Gluma, Scotchbond 2, All-Bond 2, which are resin adhesives, were used to compare the sealing effects of dentinal tubule under mechanical stress.

Topical application of above medicaments on the dentin surfaces of extracted teeth followed by artificial tooth brushing for 6 weeks was performed for the comparison.

The following conclusions on the degree of dentinal tubule exposure versus time by were reached by using polyvinyl siloxane impression material for taking the impression, epoxy resin for the duplication and SEM for observing the surface.

1. SEM was used to compare the accuracy of the duplicated surface, but no differences were found when teeth samples and the duplicated surfaces were observed.
2. After comparing the degree of dentinal tubules exposure with varnish applied contrast group, resin adhesive materials showed much less exposure as time went by.
3. The results indicated that All-Bond 2 adhesive, under mechanical stress, showed lesser exposure of dentinal tubules comparing with Gluma and Scotchbond 2 adhesives

After the results were put together, it was demonstrated that resin replica method is an useful way to evaluate the treatment effects of the dentinal tubule hypersensitivity medicaments. Also, it was noticed that under mechanical stress, All-Bond 2, classified as fourth generation, illustrated the best dentinal tubules sealing effects.

Key words : Dentin Bonding Agents, Dentinal tubules Sealing effects