

치경부 마모병소의 상아질 표면처리 방식에 따른 상아질과 접착제 간의 계면 양상

이용희 · 이희주 · 허 복

부산대학교 치과대학 치과보존학교실

ABSTRACT

INTERFACIAL MORPHOLOGY BETWEEN DENTIN AND ADHESIVES ACCORDING TO TREATMENT OF DENTIN SURFACE OF CERVICAL ABRASION LESION

Yong-Hee Lee, Hee-Joo Lee, Bock Hur

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

In order to know the effect of dentin bonding agents on the restoration of cervical abrasion, Scotchbond Multipurpose, Single Bond and Clearfil Liner Bond 2 were used in 51 teeth with abrasion lesion and normal teeth. The surface structure and dentinal tubules of acid etched dentin and resin replica were examined using scanning electron microscopy. The interfacial morphology between dentin and adhesives was investigated by confocal laser scanning microscopy.

Following results were obtained.

1. The hybrid layer and resin tag of the dentin showing cross-sectional surface of dentinal tubules are thicker and longer than those of dentin showing oblique surface of dentinal tubules.
2. The sclerotic cast was frequently observed in dentinal tubule, and the cast looked like cuboidal or rhomboidal-shaped crystals clumped from outer side to inner side.
3. The formation of hybrid layer and resin tag was the most prominent in Scotchbond Multipurpose group, whereas Clearfil Liner Bond 2 group showed very poor formation. The formation of hybrid layer and resin tag in Single Bond group was less than Scotchbond Multipurpose group.

I. 서 론

고령자의 증가와 함께 구강 보건의 증진으로 인하여 자연 치의 보존률이 높아져서 치경부 마모 병소의 발생 빈도 또한 증가하고 있다. 문헌 고찰으로 치경부 마모병소의 발생 빈도를 조사한 Levitch 등¹⁾에 의하면 5~85%로 다양하게 나타난다고 보고하였다. 나이가 증가함에 따라 발생 빈도 또한 증가하고 동일한 환자에서도 병소의 수가 증가하며, 병소의 깊이도 증가한다고 하였다^{2,3)}. 증상을 다양하게 나타내는데 아주 민감한 병소부터 전혀 증상을 느끼지 않는 경우도 있다. 외동의 깊이도 아주 얇은 병소부터 근관이 노출될 정도의 깊은 병소까지 다양하게 나타나고 어떤 경우는 마모 병소에 우식 병소가 형성되기도 한다.

Sturdevant 등⁴⁾은 우식에 이환되었을 때, 결손이 깊어 치아의 지지력에 영향을 줄 때, 참기 어려운 과민 반응이 있고

보존적인 탈감작 방법에 반응하지 않을 때, 치주 문제를 야기할 때, 국소의치 디자인에 포함될 때, 결손이 깊어서 치수 노출의 우려가 있을 때 수복이 필요하다고 하였다.

이러한 치경부 마모병소의 수복에는 치질에 접착이 되는 재료를 이용하는 술식이 많이 적용된다. 이러한 것으로는 글래스 아이오노머 시멘트 수복^{5,6)}, 복합레진 수복^{7,8)} 그리고 이 둘을 병용한 sandwich technique⁹⁾이 있다. 글래스 아이오노머 시멘트는 변연 봉쇄가 우수하며 생체 적합성이 양호하다. 또한 상아질의 수분이 결합력에 영향을 미치지 않으며, 불소를 유리하여 이차우식증을 예방하고, 열팽창계수가 치아와 비슷하다. 반면, 투명도가 낮아서 혼탁하게 보이며 인접한 치질과 색조의 조화가 어렵기 때문에 비심미적이며, 초기경화 반응이 수분에 민감하며, 즉시 연마를 할 수 없다는 단점이 있다. 복합레진 수복물은 심미적이고 마모저항성이 크며, 치질과의 결합력이 크고 연마가 즉시 가능하다. 하

지만 중합수축이 나타나고 열팽창 계수가 치아와 다르다는 단점이 있다.

치경부 마모병소를 수복하는 데에는 여러 가지 문제점이 있다. 첫째, 치경부 마모병소의 형태는 얇은 구(shallow groove)에서부터 넓은 접시 모양, 썩기 모양등 다양하게 나타나며 전반적으로 유지를 얻기가 어려운 형태이다¹¹. 둘째, 와동의 위치가 저작력을 받으면 치아가 휘어짐에 따라 응력이 집중되는 치경부이기 때문에 수복물의 유지에 상당히 불리하다^{10,11}. 셋째, 치경부 마모병소의 상아질은 석회화에 의해 관상상아질의 두께가 증가하며 상아세관의 폐쇄로 인하여 세관의 수가 감소하기 때문에 임상적으로 투명도가 증가하며 산처리의 효과가 저하된다¹²⁻¹⁴. 넷째, 치경부 마모병소에서 상아질의 위치에 따라 세관의 방향이 다양하게 나타나며 치경부 마모병소의 교합면 측에서는 상아세관이 경사지게 절단된 형태로 나타나며, 치근 측에서는 상아세관의 횡절단된 상태를 보이므로 접착제와 상아질과의 접합양상이 다르게 나타난다¹⁵⁻¹⁹. 이러한 치경부 마모병소 상아질의 구조적 요인 또한 수복치료를 어려운 문제점을 야기한다.

1982년 Nakabayashi²⁰는 산 처리된 상아질 내로 침투한 레진이 교원섬유의 다량체와 긴밀하게 결합하여 hybrid layer를 형성함으로써 높은 결합력을 얻을 수 있다고 보고하였다. 1990년대에 들어와서는 범랑질과 상아질 표면을 동시에 산부식하는 'total etch' 술식이 개발되어, 제 4세대 상아질 접착제의 근간이 되었다. 현재 가장 많이 사용되고 있는 상아질 접착제를 도말층의 처리 방식에 따라 분류하면 three-step smear layer-removing system, two-step smear layer-removing system, two-step smear layer dissolving system으로 나눌 수 있다²¹. 이러한 방식에 속한 여러 가지 제품들은 상당한 결합력의 증진을 보여 현재의 수복물의 유지율이 거의 100%에 달하며 결합력은 범랑질에 대한 결합력과 거의 비슷한 17~30MPa 정도이다. 특히 최근에는 술식을 간단히 하기 위하여 2단계 접착

방식이 선호되고 있다.

그러나 대부분의 연구가 정상 상아질을 대상으로 한 것으로서 마모병소의 상아질에 대한 연구가 필요한 데 마모병소 상아질에 대한 연구는 상아질과 접착제의 계면양상을 SEM으로 관찰한 것이 대부분이다. 따라서 본 연구에서는 상아질의 표면처리 방식이 다른 3가지 접착제 즉, acidic primer를 이용한 two-step smear layer dissolving system, primer와 adhesive가 합쳐진 단순화된 total-etch smear layer removing system, three-step smear layer removing system을 발거된 치아의 정상 상아질과 마모병소의 상아질에 적용하여 그 차이를 조사하고 3가지 접착제 중에서 어떤 종류가 마모병소 상아질에 더 효과적인지를 파악하고자 하였다. 이러한 목적으로 상아질과의 결합양상과 혼성층(hybrid layer)을 공초점 레이저 주사현미경을 이용하여 관찰하였고, 산처리된 상아질 구조의 표면과 상아질 세관내의 구조물을 주사전자현미경(SEM)을 이용하여 관찰하였다. 그리고 resin replca를 형성하여 resin tag의 길이와 침투 특징을 SEM으로 관찰하였다.

II. 연구 재료 및 방법

1. 연구 재료

우식이 없고, 상아질 표면에 광택이 있는 전형적인 자연 마모 병소를 가진 51개의 치아를 실험대상으로 선택하였으며 대조군으로는 치경부에 전혀 결함이 없는 건전한 치아를 선택하였다.

Table 1에서와 같이 표면처리 방식이 다른 3종류의 상아질 접착제를 사용하였다. 도말층을 제거하는 3단계 상아질 접착제인 Scotchbond Multipurpose, 도말층을 제거하지도 priming과 bonding 과정을 합쳐 놓은 Single Bond, 그리고 self-etching primer를 사용하여 conditioning과 prim-

Table 1. Three dentin bonding systems

dentin bonding agents	conditioner	primer	adhesive resin
Scotchbond Multipurpose	10% maleic acid	HEMA, polyalkenoic acid co-polymer, water	Bis-GMA, HEMA
Single Bond	35% phosphoric acid	-	Bis-GMA, HEMA copolymer of polyalkenoic acid, GDMA, ethanol
Clearfil Liner Bond 2	-	Phenyl-P, HEMA, 5-NMSA, ethanol, water	Bis-GMA, HEMA 10-MDP, microfiller

ing을 동시에 실시하기 때문에 수세과정이 필요없는 Clearfil Liner Bond 2를 사용하였으며 복합레진은 Z-100을 사용하였다.

2. 연구 방법

1) 산처리 된 상아질 표면의 SEM 관찰

실험군은 치아의 치경부 마모 부위를 pumice로 세마한 후, 세척, 건조시킨 다음 Fig. 1과 같이 diamond disk로 치경부 마모 부위를 절단면 측과 치경부 측으로 나눈 뒤, 마모부위에 평행하게 각 부위의 절편을 형성하였다. Scotchbond Multipurpose의 경우에는 10% maleic acid로, Single Bond인 경우에는 35% phosphoric acid로 15초 동안 상아질 표면을 산 처리 한 후, 수세, 건조시켰다.

대조군은 건전한 치아를 diamond disk를 사용하여 주수하에 썬기 모양의 치경부 마모형태를 형성한 후, 실험군과

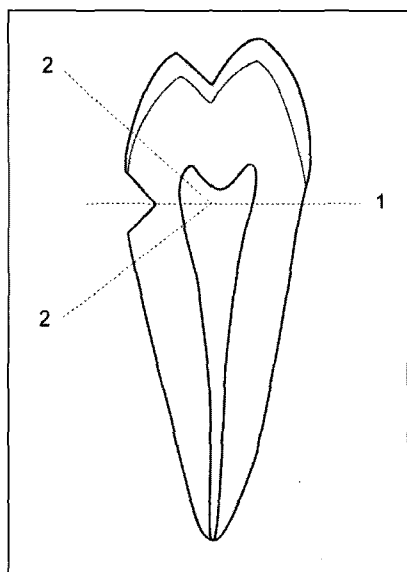


Fig. 1. Direction of cutting to prepare the specimen for SEM observation of acid treated dentin surface.

같이 절편형성과 산처리를 실시하였다. 준비된 시편을 SEM으로 관찰하고 상아세관의 방향, 산처리에 따른 상아질의 변화를 확인하였다.

2) Resin replica와 공초점 레이저 주사현미경 관찰을 위한 시편제작

가) 치경부 병소 충전

치경부 마모병소 부위를 pumice로 세마한 뒤, Table 2와 같은 방식으로 상아질 접착제를 사용하였다. 첫 번째 군에는 Scotchbond Multipurpose를 사용하였고, 이때 primer에는 형광색소인 fluoresceine을, adhesive resin에는 rhodamine을 첨가하였다. 두 번째 실험군에는 Single Bond를 사용하였고, adhesive resin에 fluoresceine을 첨가하였다. 세 번째 실험군에는 Clearfil Liner Bond 2를 사용하였고 primer에는 fluoresceine을, adhesive resin에는 rhodamine을 첨가하였다. 각각의 상아질 접착제의 처리 후, 광중합 레진인 Z-100을 충전하고 40초간 광중합을 하였다.

대조군 치아는 주수하에 diamond disk를 이용하여 인공적인 치경부 마모병소를 형성한 뒤, 위와 동일하게 접착술식을 시행하고 수복하였다.

나) 절편 형성

충전 후 Fig. 2와 같이 치아의 장축에 평행하게 치아 절편을 형성한 뒤, 중앙부의 절편 부위는 주수하에 시편을 연마한 후 공초점 레이저 주사현미경을 이용하여 수복재료와 상아질 접착제 사이의 계면양상을 관찰하였고, 외측의 수복부위 절편은 resin replica를 제작하는 데에 이용하였다.

다) 치경부 병소 수복후의 resin replica 형성과 SEM 관찰

상아질 접착제 처리를 한 1, 2, 3군의 각 치아들을 위와 같이 절편을 형성한 후 외측부위를 35% 염산 용액에 1~2일간 담구어 둔 뒤, 치질을 완전히 제거하여, resin replica를 형성하고 SEM으로 관찰하였다.

Table 2. Procedures of bonding agent application

Scotchbond Multipurpose	acid etching:15 sec; washing:15 sec; dry; primer(fluorescence labeled) application and dry; adhesive(rhodamine B labeled) application and light curing:20 sec
Single Bond	acid etching:15 sec; washing:15 sec; dry; adhesive(fluorescence labeled) application and dry; light curing: 20 sec
Clearfil Liner Bond 2	primer(fluorescence labeled) application: 30 sec; dry: 10 sec; adhesive(rhodamine B labeled) application and dry; light curing: 20 sec

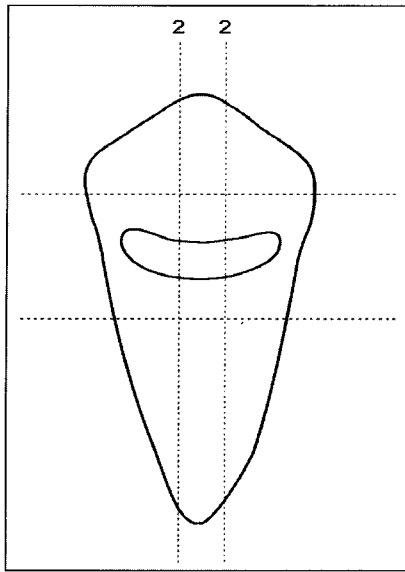


Fig. 2. Direction of cutting to prepare the specimen for fabrication of resin replica and confocal microscopic observation.

다. 공초점 레이저 주사현미경 관찰

위와 같이 처리된 절편을 공초점 레이저 주사현미경을 사용하여 관찰하였다. 이때, primer와 접착제에 혼합된 형광 색소가 확산된 양상을 관찰하기 위하여, 각 형광물질을 구별할 수 있는 파장의 filter를 사용하였다. fluorescene인 경우에는 490nm excitation filter와 520nm barrier filter를, rhodamine B의 경우에는 546nm excitation filter와 600nm barrier filter를 사용하였다.

III. 연구 결과

1. SEM 관찰

1) 산 처리 후의 표면 관찰

가. 상아세관의 방향과 석회화 양상

치아 표면을 처리한 산의 종류에는 상관없이, 치경부 마모 병소의 형태학적인 특징이 관찰되었다. 절단면 측의 상아세관의 방향은 비스듬하게 잘려진 형태로 보였으며, 어떤 부위에서는 상아세관의 측면 형태가 완전히 노출된 양상도 보였다. 치수측의 가까운 1/3부위에서는 상아세관의 갯수가 많았으나(Fig. 1), 중간 1/3부위에서는 좀 더 감소하였고(Fig. 2), 외부로 나갈수록 상아세관의 수도 감소하였다(Fig. 3). 상아세관 내에 석회화된 결정체가 보였으며, 부위에 따라 결정체의 갯수와 양상이 다양하였으며, 대체적으로 외부로 나갈수록 석회화의 정도와 폐쇄가 증가하였다.

상아세관 내의 석회화 양상은 다양하게 나타났다. 첫째로,

상아세관 내에 석회화 결정이 점점 형성되어 결국 상아세관을 폐쇄하였다(Fig. 4). 둘째는, 관주 상아질이 상아세관 내부로 점점 두터워져 결국 상아세관이 폐쇄되었다(Fig. 5). 셋째, 상아세관내의 석회화로 인한 폐쇄와 관주 상아질이 두터워지는 현상이 동시에 나타났다(Fig. 6).

상아세관 내의 석회화 결정 구조를 고배율로 관찰한 결과, 외부에서부터 내부로 결정이 차곡 차곡 쌓여 나가는 양상을 보였다. 이러한 입자의 배열이 외부에서 내부로 진행되어, 결국은 완전히 폐쇄된 석회화 결정체 구조가 되는 것으로 보였다(Fig. 7).

치경부측의 상아세관의 방향은 횡절단면의 상태를 주로 보였으며, 역시 치수측 가까운 부위에서는 상아세관의 수가 많았으며, 외부로 갈수록 감소하였다. 상아세관의 석회화 결정상태가 보였으며, 시편내의 부위에 따라, 갯수와 양상이 다양하였다(Fig. 8, 9, 10).

대조군인 정상 치아에서는 절단면 측에서는 상아세관이 비스듬하게 잘려진 측면 형태가 관찰되었고, 상아세관의 수는 외부로 나갈수록 감소하였다. 상아세관 내부는 석회화 결정과 같은 침착물이 관찰되지 않았다(Fig. 11). 또한 치경부 측에서는 상아세관이 주로 횡절단면의 상태를 보였으며 외부로 갈수록 갯수가 감소하였고, 상아세관 내의 석회화 결정은 관찰되지 않았다(Fig. 12).

Scotchbond Multipurpose의 경우에 10% maleic acid를 이용하여 표면 처리 후 SEM으로 관찰한 결과 상아세관 내의 칼슘 결정체가 돌출되지 않고 상아세관 내에 한정된 형태로 나타나며, 관간 상아질의 표면 형태는 좀 더 거칠게 보였다(Fig. 1, 2, 3).

Single Bond를 사용한 군에서는 37% phosphoric acid로 표면 처리 후 주사전자현미경으로 관찰한 결과 상아세관 내의 칼슘 결정체가 세관 외부로 돌출된 형태를 보이며, 관간 상아질의 표면 양상은 좀 더 매끈한 형태를 보였다(Fig. 8, 9, 10).

2) Resin replica의 관찰

Scotchbond Multipurpose를 사용한 시편은 거의 모든 부위에서 상아질 접착제의 침투 양상인 resin tag가 보였다. 교합면 측은 상아질 접착제가 상아세관의 비스듬한 형태에 따라 침투된 모양을 보였고, 상아세관의 accessory canal로의 침투 양상도 보였다(Fig. 13). 치경부 측은 상아질 접착제가 상아세관을 따라 길게 침투된 양상을 보이며, 역시 상아세관의 accessory canal로의 침투 양상이 잘 보였다(Fig. 14). 정상치아인 대조군에서는 교합면 측(Fig. 15)과 치경부 측(Fig. 16) 모두 아주 깊은 resin tag를 볼 수 있었다.

Single Bond를 사용한 시편은 대체적으로 침투 깊이가 얕으며(Fig. 17, 18) 일부 부분에 한정되어, 상아질 접착

제가 상아세관 내로 깊게 침투된 resin tag을 보인다. 일부 분이지만 깊게 침투되었으며, accessory canal로의 침투도 보였다 (Fig. 16). 대조군에서는 Scotchbond Multipurpose보다는 얇으나, 대체적으로 실험군 보다는 좀 더 깊고 뚜렷한 resin tag을 보였다 (Fig. 20, 21)

Clearfil Liner Bond 2를 사용한 시편은 상아세관 내로 침투된 양상이 보이지 않으며, 상아세관 부위라고 인식되는 곳에 약간 미세한 돌기 형태가 보였다 (Fig. 22). 반면, 대조군에서는 상당히 뚜렷한 resin tag가 관찰되었다. 교합면 측에서는 비스듬하게 (Fig. 23), 치경부 측에서는 직각으로 기다란 resin tag가 관찰되었다 (Fig. 24).

2. 공초점 레이저 주사현미경 관찰

1) Scotchbond Multipurpose를 사용한 군

실험군에서는 혼성층(hybrid layer)의 형성이 잘 보이며, 다른 군보다 약간 두텁게 나타났다. 상아세관 내로 primer의 침투가 길게 나타나고, 대부분의 부위에서 이러한 형태가 보였다. 이때 bonding agent도 짧게 primer를 따라 상아세관 내로 들어간 모습이 보였다. 절단면 부위에서는 비스듬하게 침투양상이 나타나며 (Fig. 25), 치경부 측에서는 접합면에 직각으로 길게 침투되어 있었다 (Fig. 26). 치경부 부위에서는 상아세관의 문합을 따라 primer가 잘 침투된 모습이 보였다 (Fig. 27). 법랑질과의 접면 부위에서는 primer가 잘 침투된 양상이 보였다 (Fig. 28).

대조군에서도 혼성층의 형성이 잘 보이며 상아세관의 형태를 따라, 절단면 부위에서는 비스듬하게 치경부면에서는 직각으로 침투된 양상이 보였다 (Fig. 29, 30).

2) Single Bond를 사용한 군

실험군에서는 혼성층의 형성이 얇으며, 상아세관 내로의 침투 깊이도 Scotchbond Multipurpose에 비하여 짧게 나타났다. 절단면 부위에서는 비스듬하게 나타났으며 (Fig. 31), 치경부 부위에서는 접합면에 직각으로 나타났으며 (Fig. 32). 법랑질 부위에서는 약간의 침투 양상을 보였다.

대조군에서는 대체로 실험군보다는 길게 침투된 양상이 보였다 (Fig. 33, 34).

3) Clearfil Liner Bond 2를 사용한 군

실험군에서는 상아세관 내로 primer의 침투가 절단면과 치경부면 모두 잘 관찰되지 않으며 일부에서 한정적으로 침투된 양상을 보여주며 그 길이 또한 다른 군에 비하여 그다지 길지는 않았다 (Fig. 35, 36). 법랑질 부위에서의 침투는 거의 보이지 않았다.

대조군에서는 절단면과 치경부면 모두 잘 침투된 양상이 보여지며, 절단면에서는 비스듬하게 치경부면에서는 접합

면에 직각으로 침투되었다. 또한 실험군에 비해 범위가 넓게 침투되며, 깊은 양상을 보였다 (Fig. 37, 38).

IV. 총괄 및 고찰

우식이 없이 백악-법랑 경계부에 경조직의 소실이 나타나는 치경부 마모병소는 치과치료를 흔히 접하게 된다. 이러한 치경부 마모병소는 다양한 형태로 나타나는데 와동저의 형태도 편평하거나, 둥글거나, 예리하게 각진 모양으로 나타난다. 이때 인장력을 받는 부위에 있는 치아에는 썩기 모양의 결함이 나타나고, 압축력을 받는 부위의 치아에는 접시 모양의 결함이 더 할 것이라고 하였다²²⁻²³. 이와 같이 교합압이 가해질 때 응력이 치경부에 집중이 되므로, 치경부의 수복시, 수복물의 많은 실패를 가져오게 된다²⁴.

또한 치경부 마모병소의 수복시 영향을 주는 다른 요소로는 구조적인 특징이 있다. Gwinnett와 Jendressen¹³, 이등¹⁶은 치경부 마모병소의 절단면측과 치경부측의 상아세관의 방향이 서로 다른 형태로 나타난다고 하였는데, 교합면측은 상아세관이 비스듬히 갈려진 형태로 보이며, 치은측에서는 주로 상아세관의 횡절단면의 형태가 보인다고 보고하였다. 본 관찰의 결과 또한, 위의 관찰들과 동일한 형태를 보였으며, 치아 중심 부위에서 외측으로 나아갈수록 상아세관의 수가 감소하였으며, 반면 석회화의 정도는 더욱 심하게 나타났다. 이는 상아세관의 주행방향과 그의 분포도에 따라 나타나는데 즉 교합면측은 상아세관의 방향과 거의 비슷하게 마모되고 치은측에서는 상아세관에 거의 직각인 형태로 마모면이 형성되므로 위와 같은 결과가 보여진다고 사료된다. 이러한 상아세관의 방향이 상아질과의 접착에 영향이 없다고 보고된 경우도 있으나 주로 상아세관의 방향이 접착에 영향을 준다고 보고되었다. Phrukkanon 등²⁵은 상아세관의 방향과 접착에는 상관 관계가 없다고 하였으나, Cagidiaco 등¹⁹은 상아세관의 방향이 미세누출과 혼성층의 형성에 영향을 준다고 하였고, Harnirattisai 등²⁶도 치경부 마모병소의 상아질 접촉시, 상아질 접착제의 세관 내로의 침투가 제한되며 혼성층의 두께도 얇다고 하였다. Garberoglio¹⁷는 상아세관의 방향이 위와 같이 나타날 뿐 아니라, 치은측의 상아세관의 밀도가 교합면측의 상아세관의 밀도보다 높기 때문에 치수에 대한 보다 세심한 처치가 필요하다고 하였다. 이는 상아세관의 방향만 보아서는 치은측이 상당히 유리할 것처럼 보이지만 오히려 상아세관의 밀도가 높아져서 혼성층의 형성에는 더 불리한 요소로 작용을 하여 빈번한 미세누출이 나타나게 되는 원인 요소가 될 것으로 사료된다.

또한 치경부 마모병소 상아질 구조의 변형이 나타난다. Gwinnett와 Jendressen¹³은 산처리한 치경부 마모병소의 상아질을 SEM으로 관찰한 결과, 두터운 관주상아질과 상

아세판이 석회화된 물질로 폐쇄되어 있는 전형적인 경화 상아질의 특징을 볼 수 있었으며 이러한 상아질을 산 처리할 경우 정상 상아질과는 다른 형태의 표면 특징을 나타내며 이로 인해서 상아질 접착제의 침투가 불량하였다고 보고하였다. 본 연구에서도 치경부 마모병소의 산처리 후, 주사전자현미경 관찰시 두터운 관주상아질을 볼 수 있었으며 상아세판 내에 다양한 형태로 석회화가 나타났다. 다양한 석회화 양상은 첫째, 상아세판 내에 석회화 결정이 침착되는 경우, 둘째, 관주 상아질이 점점 석회화로 두터워져 상아세판이 폐쇄되는 경우, 셋째는 상아세판 내의 석회화 결정과 관주상아질의 석회화가 동시에 나타나는 경우로 관찰되었다. Yagi 등²⁷⁾은 상아세판 내의 석회화 결정을 주사전자현미경으로 고배율로 관찰한 결과, 다각형 형태의 석회화 결정이 관찰되고 이들이 침착되어 세판이 폐쇄됨을 보고하였다. 역시, 본 실험에서도 상아세판 내를 고배율로 관찰한 결과 석회화 결정을 관찰할 수 있었으며 다각형의 입자가 흩어져 있는 형태가 아니라 다각형의 석회화 결정 입자들이 외부에서부터 차곡차곡 쌓여, 내부로 점점 폐쇄되어 가는 양상이 보였다. 결국, 이들 입자들이 세판의 내부를 폐쇄시켜, 완전한 원주 형태의 석회화 구조물이 형성됨을 볼 수 있었다. 이러한 구조적 변화를 가진 치경부 마모병소의 경우, 수복 후 resin replica를 관찰한 결과 정상 상아질을 가진 대조군에서는 각 군 모두에서 상당히 긴 resin tag가 형성된 반면 마모병소의 상아질인 경우에는 비교적 침투 깊이가 얇았다.

이러한 resin tag의 형성이 수복물과의 결합력에 영향을 미치는 정도에 대하여는 의견이 분분하다. resin tag의 형성과 결합력에는 별 상관 관계가 없다고도 하고, 어느 정도의 영향을 미친다고도 한다. Van Meerbeek 등¹⁵⁾은 상아질 세판 벽과 resin tag이 부착되어 긴밀한 폐쇄를 형성하여 레진과 상아질과의 결합력에 기여할 뿐 아니라 더 주요 역할은 상아세판 입구를 효과적으로 막아서 침투성을 감소시켜 치수 자극의 가능성을 최소화시키는 것이라고 하였다. 또한 Schwartz 등²⁸⁾은 resin tag의 결합력에 대한 영향력이 약 15% 정도 있다고 하였다. 본 실험에서 정상 상아질과는 달리 치경부 마모병소의 경우 resin tag의 침투 깊이와 양상이 다양하게 나타났다. Scotchbond Multipurpose의 경우 침투 깊이가 가장 깊게 나타났으며 Single Bond의 경우 조금 더 얇고 Clearfil Liner Bond 2의 경우 침투가 거의 일어나지 않았다. 이러한 관찰 결과 다른 군에 비해 Scotchbond Multipurpose의 경우 상아질 마모병소의 수복시 좀 더 유리할 것이라고 사료된다.

또한 이와 같은 형태적, 구조적인 특징을 가진 치경부 마모병소를 수복할 경우, 정상 상아질과는 다른 형태로 수복물과의 결합이 나타난다. 레진과 상아질 사이의 혼성층의 형성은 과석회화된 관간상아질 부위에서는 한정된 일부 부위에서만 나타나며 또한 상아세판내의 석회화 결정이 형성

되거나 관주상아질이 두꺼워짐으로서 폐쇄가 많이 일어나기 때문에, 대부분의 상아세판 내로 짧은 resin tag가 형성되거나 거의 형성되지 않는다고 보고되었다. 그러나 Gwinnett와 Jendressen¹³⁾은 상아질 마모병소의 수복시 수복물과의 긴밀한 결합으로 gap을 발견하지 못 하였으며, 표면을 약간 삭제할 경우, 깊은 레진 침투를 보인다고 보고하였다. 본 실험에서 공초점 레이저주사전자현미경으로 관찰시 먼저 산처리를 실시한 Scotchbond Multipurpose와 Single Bond의 경우, Clearfil Liner Bond 2에 비해 경화된 상아질 마모병소의 혼성층의 형성에 좀 더 유리하게 나타났으며, Scotchbond Multipurpose와 Single Bond의 혼성층의 두께와 resin tag의 침투 양상의 차이는 과정을 분리시킨 3단계 상아질 접착제가 좀 더 깊이 침투가 나타나서 일 것으로 사료된다. Van Meerbeek 등²¹⁾은 마모에 의해 나타난 경화로 인해 생리적, 병적으로 변형된 상아질에 임상적으로 접착을 개선시키기 위해, 부가적인 유지형태가 제안되었으며, 이것은 더욱 강한 산을 사용하여 산처리 시간을 연장하고, 와동형성 동안에 경화된 상아질의 일부를 기계적으로 제거한 다음 사용하는 것을 제안하였다. 그러나 Scotchbond Multipurpose와 Clearfil Liner Bond 2와 같은 최근의 system들은 상아질의 석회화 정도에 관계없이 수복물의 탈락이 훨씬 적게 일어나는 것으로 보여지며²⁹⁻³²⁾, 최근의 total-etch adhesive system의 임상효과는 이러한 기질적인 변수에 덜 민감하다고 하였다. 이러한 치경부 마모병소의 연구들이 주로 실험실에서 이루어진 것이 대부분이다. 이에 Ferrari³³⁾는 치경부 마모병소의 수복시, 상아질과 접착제의 결합 양상에 있어서 in vivo와 in vitro 사이의 차이는 없는 것으로 보고하였다.

본 연구에서 사용한 상아질 접착제 중 Scotchbond Multipurpose의 경우 공초점 레이저 주사전자현미경 관찰시 깊은 침투와 혼성층의 형성이 잘 관찰되었으며 resin replica에서도 역시 긴 resin tag의 관찰과 문합의 형태가 잘 관찰되었다. 또한 대조군에서도 역시 비슷한 형태의 침투와 resin tag가 관찰되었다. 그러나 적용 과정을 단순화시킨 Single Bond의 경우 Scotchbond Multipurpose에 비해 공초점 레이저 주사전자현미경 관찰시 상아질 접착제의 침투 깊이가 조금 짧으며 혼성층의 형성도 좀 더 얇게 나타나며, resin replica 관찰시 resin tag의 형성이 대체적으로 미약하며, 일부분에 있어서는 길다란 resin tag이 나타나는 곳도 있었다. 하지만 대조군에서는 공초점 레이저 주사전자현미경 상의 접착제의 깊은 침투와 resin replica의 resin tag이 잘 관찰되었다. 임상적으로 간단하고 적용하기 쉬운 술식에 대한 요구로 등장한 Single Bond의 경우, bonding 과정을 두 번 적용해야 하므로, 반복적인 적용횟수로 인해 전반적인 시술과정이 이전보다 훨씬 간단하지는 않으며 실제로 적용 시간이 짧은 것 같지는 않다. 또한 치아구조에 변형이 생겼

을 경우, 과정을 단순화시킨 상아질 접착제가 침투가 깊어 일어나는 것 같지는 않다.

Etching과 priming 과정을 합하여 놓은 self-etching primer는, 상아질과 법랑질을 동시에 두 과정을 실시하여 세척하지 않고 self-etching primer가 smear plug로 침투하여, resin tag를 형성한다. 이는 기술적으로 접착과정이 간단할 뿐 아니라 수세와 건조 과정을 없애서 와동 내 수분이 너무 많거나 과도한 건조를 막을 수 있는 장점이 있다. 본 실험에서 Clearfil Liner Bond 2를 사용한 군에서는 공초점 레이저 주사현미경 관찰 시 정상 치아인 대조군의 경우는 비교적 침투양상이 잘 보이나, 치경부 마모병소를 수복한 실험군에서는 상아질 접착제의 침투양상이 거의 관찰되지 않았다. 이에 일치하여 resin replica의 관찰 양상 또한 대조군에서는 resin tag의 형성이 뚜렷하지만 치경부 마모병소의 경우는 거의 나타나지 않았으며 상아질 세관이라고 생각되는 부위에서 약간의 흔적이 보였다. Clearfil Liner Bond 2 군에서도 역시 정상적인 치아에는 상아질접착제의 사용시 상당히 긍정적으로 사용을 할 수 있지만 치아구조가 변형된 치경부 마모병수의 경우에는 상아질접착제의 침투양상과 결합력이 어느 정도가 될지는 상당히 의문점이 많다고 사료된다.

V. 결 론

치경부 마모병소의 수복 시, 표면처리 방식이 서로 다른 상아질 접착제의 효과를 조사하기 위하여 Scotchbond Multipurpose, Single Bond, Clearfil Liner Bond 2를 51개의 치경부 마모병소를 가진 자연치와 대조군으로 정상 치아에 사용하였다. 산처리에 따른 상아질의 표면 구조와 상아질세관 내의 구조물 및 resin replica를 SEM으로 관찰하였으며 상아질과 접착제의 계면 양상을 공초점 레이저 주사현미경으로 관찰하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 상아세관의 측면이 노출된 부위에 비해 상아세관의 횡절 단면이 관찰된 부위의 상아질에서 혼성층이 더 두꺼웠으며 resin tag의 길이도 더 길었다.
2. 상아세관 내의 석회화 결정체가 관찰되었고, 이는 다각형의 입자가 외부에서 내부로 차곡차곡 쌓여 나아가는 양상을 보였다.
3. Scotchbond Multipurpose를 사용한 군의 혼성층이 가장 두꺼웠고 resin tag의 길이도 가장 길었으며 그 다음이 Single Bond를 사용한 군이었고 Clearfil Liner Bond 2를 사용한 군은 다른 군에 비해 침투가 미미하였다.

참 고 문 헌

1. Levitch, LC et al. : Non-carious cervical lesions. J.

Dent. 22 :195-207, 1994.
 2. Gallien, GS, Kaplan, I and Owen, BM : A review of noncarious dental cervical lesions. Conpendium 15 :1366-1374, 1994.
 3. Barber, JD et al. : How dentists classified and treated non-carious cervical lesions. JADA 124 :46-54, 1993.
 4. Sturdevant, CM et al. : The art and science of operative dentistry. Mosby 3rd edition, p 201, 1995.
 5. Cooley, RL, Robbins, JW : Glass ionomer microleakage in class V restorations Gen Dent 36 :113-115, 1988.
 6. Alperstein, KS, Traver, HG and Herold, RCB : Marginal leakage of glass ionomer cement restorations. J Prosthet Dent 50 :803-807, 1983.
 7. Duke, ES et al. : The clinical performance of a new adhesive resin system in class V and IV restorations. Conpend Contin Educ Dent. XV:852-862, 1995.
 8. McCoy, RB, Andersen, MH : Clinical success of class V composite resin restorations without mechanical retention. J Am Dent Assoc 129 :593-599, 1998.
 9. Pereira, PNR et al. : Adhesion of resin - modified glass ionomer cement using resin bonding system. J. Dent. 24 :479-485, 1998.
 10. Rees, JS : The role of cuspal flexure in the development of abfraction lesions : a finite element study. Eur J Oral Sci. 106 :1028-1032, 1998.
 11. Lee, WC, Eakle, WS : Stress induced cervical lesions : Review of advances in the past 10 years. J Prosthet Dent 75 :487-494, 1996.
 12. Vasiliadis, L, Darling, AI and Levers, BGH : The histology of sclerotic human root dentine. Archs oral Biol. 8 :693-700, 1983.
 13. Gwinnett, AJ, Jendressen, MD : Micromorphologic features of cervical erosion after acid conditioning and its relation with composite resin. J Dent Res. 57 :543-549, 1978.
 14. Van Meerbeek, B et al. : Comparative SEM and TEM examination of the ultrastructure of the resin-dentin interdiffusion zone. J Dent Res. 72 :495-504, 1993.
 15. Van Meerbeek, B et al. : Morphological characterization of the interface between resin and sclerotic dentine. J. Dent. 22 :141-146, 1994.
 16. 이린, 이형일, 이광원, 손호현 : 경화된 상아질의 접합 양상에 관한 주사현미경적 연구. 대한치과보존학회지 22 :228-243, 1997.
 17. Garberoglio, P : The ratio of the densities of dentinal tubules of the cervical and axial walls in cavities. Quint Int. 25 :49-53, 1994.
 18. Phrukkanon, S, Burrow, MF and Tyas, MJ : The effect of dentine location and tubule orientation on the bond strengths between resin and dentin. J. Dent. 27 :265-274, 1999.
 19. Cagidiaco, MC et al. : Mapping of tubule and inter-tubule surface areas available for bonding in class V and class II preparations. J. Dent. 25 :379-389, 1997.
 20. Nakabayashi, N, Kojima, K and Musuhara, E : The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. J Biomed Mater Res 16 :265-273, 1982.
 21. Van Meerbeek, B et al. : The clinical performance of adhesives. J. Dent. 26 :1-20, 1998.
 22. Heymann, HO et al. : Examining tooth flexure effects on cervical restorations: A two-year clinical study. J Am Dent Assoc 122 :41-47, 1991.
 23. Spranger, H : Investigation into the genesis of angular lesions at the cervical lesion of teeth. Quint Int. 26

- :149-154, 1995.
24. Tyas, MJ : Clinical performance of dentine bonding agents in the enamel-etched Class V abrasion lesion. *Aust Dent J* 35 : 459-62, 1990.
 25. Phrukkanon, S, Burrow, MF and Tyas, MJ : The effect of dentine location and tubule orientation on the bond strengths between resin and dentine. *J. Dent.* 27 :265-274.
 26. Harnirattisai, C et al. : Adhesive Interface between resin and etched dentin of cervical erosion/abrasion lesions. *Oper. Dent.* 18 :138-143, 1993.
 27. Yagi, T, Suga, S : SEM investigations on the human sclerosed dentinal tubules. *Shigaku* 78 :313-337, 1990
 28. Schwartz, RS et al. : Fundamentals of operative dentistry. Quintessence books p172-173, 1996.
 29. Ferrari, M, Cagidiaco, CM and Mason, PN : Morphologic aspects of the resin-dentin interdiffusion zone with five different dentin adhesive systems tested in vivo. *J Prosthet Dent.* 71 :404-408, 1994.
 30. Walshaw, PR, McComb, D : SEM evaluation of the resin-dentin interface with proprietary bonding agents in human subjects. *J Dent Res.* 73 :1079-1087, 1994.
 31. Chappell, RP et al. : Dentinal tubule anastomosis: A potential factor in adhesive bonding? *J Prosthet Dent.* 72 :183-188, 1994.
 32. Goracci, G, Mori, G and Bazzucchi, M : Marginal seal and biocompatibility of a fourth-generation bonding agent. *Dent Mater.* 11 :343-347, 1995.
 33. M. Ferrari : The micromorphologic relationship between resin and dentin in Class V restorations: An in vivo and in vitro investigation. *Quint Int* 25:621-625, 1994.

사진 부도 설명

- Fig. 1. SEM of inner 1/3 of incisal side of etched dentin with 10% maleic acid showing naturally cervical abrasion lesion. ×4000
- Fig. 2. SEM of middle 1/3 of incisal side of etched dentin with 10% maleic acid showing naturally cervical abrasion lesion. ×4000
- Fig. 3. SEM of outer 1/3 of incisal side of etched dentin with 10% maleic acid showing naturally cervical abrasion lesion. ×4000
- Fig. 4. SEM of etched dentin showing oblique exposure of the tubules with solid intratubular deposits. ×4000
- Fig. 5. SEM of narrowed dentinal tubule openings surrounded with peritubular-dentinlike matrices. ×4000
- Fig. 6. SEM of narrowed dentinal tubule openings surrounded with peritubular-dentinlike matrices and intratubular deposits. ×4000
- Fig. 7. SEM of intratubular deposit. ×35000
- Fig. 8. SEM of inner 1/3 of gingival side of etched dentin with 35% phosphoric acid showing naturally cervical abrasion lesion. ×4000
- Fig. 9. SEM of middle 1/3 of gingival side of etched dentin with 35% phosphoric acid showing naturally cervical abrasion lesion. ×4000
- Fig. 10. SEM of outer 1/3 of gingival side of etched dentin with 35% phosphoric acid showing naturally cervical abrasion lesion. ×4000
- Fig. 11. SEM of incisal side of etched dentin showing artificially formed cervical abrasion lesion. ×700
- Fig. 12. SEM of gingival side of etched dentin showing artificially formed cervical abrasion lesion. ×1500
- Fig. 13. SEM of incisal side of resin tags of cervical abrasion tooth produced by Scotchbond Multipurpose. ×4000
- Fig. 14. SEM of gingival side of resin tags of cervical abrasion tooth produced by Scotchbond Multipurpose. ×3000
- Fig. 15. SEM of incisal side of resin tags of normal tooth produced by Scotchbond Multipurpose. ×4000
- Fig. 16. SEM of gingival side of resin tags of normal tooth produced by Scotchbond Multipurpose. ×3000
- Fig. 17. SEM of incisal side of resin tags of cervical abrasion tooth produced by Single Bond. ×4000
- Fig. 18. SEM of gingival side of resin tags of cervical abrasion tooth produced by Single Bond. ×3000

- Fig. 19. SEM of gingival side of resin tags of cervical abrasion tooth produced by Single Bond . ×3000
- Fig. 20. SEM of incisal side of resin tags of normal tooth produced by Single Bond. ×4000
- Fig. 21. SEM of gingival side of resin tags of normal tooth produced by Single Bond . ×3000
- Fig. 22. SEM of resin tags produced by Clearfil Liner Bond 2. ×3000
- Fig. 23. SEM of incisal side of resin tags of normal tooth produced by Clearfil Liner Bond 2. ×4000
- Fig. 24. SEM of gingival side of resin tags of normal tooth produced by Clearfil Liner Bond 2. ×3000
- Fig. 25. Fluorescent image of incisal side of interface between dentin and Scotchbond Multipurpose in cervical abrasion lesion. ×4000
- Fig. 26. Fluorescent image of gingival side of interface between dentin and Scotchbond Multipurpose in cervical abrasion lesion. ×4000
- Fig. 27. Fluorescent image of gingival side of interface between dentin and Scotchbond Multipurpose in cervical abrasion lesion. ×4000
- Fig. 28. Fluorescent image of enamel side of interface between dentin and Scotchbond Multipurpose in cervical abrasion lesion. ×4000
- Fig. 29. Fluorescent image of gingival side of interface between dentin and Scotchbond Multipurpose in artificially formed cervical abrasion lesion. ×4000
- Fig. 30. Fluorescent image of incisal side of interface between dentin and Scotchbond Multipurpose in artificially formed cervical abrasion lesion. ×4000
- Fig. 31. Fluorescent image of incisal side of interface between dentin and Single Bond in cervical abrasion lesion. ×4000
- Fig. 32. Fluorescent image of gingival side of interface between dentin and Single Bond in cervical abrasion lesion. ×4000
- Fig. 33. Fluorescent image of incisal side of interface between dentin Single Bond in artificially formed cervical abrasion lesion. ×4000
- Fig. 34. Fluorescent image of gingival side of interface between dentin Single Bond in artificially formed cervical abrasion lesion. ×4000
- Fig. 35. Fluorescent image of incisal side of interface between dentin and Clearfil Liner Bond 2 in cervical abrasion lesion. ×4000
- Fig. 36. Fluorescent image of gingival side of interface between dentin and Clearfil Liner Bond 2 in cervical abrasion lesion. ×4000
- Fig. 37. Fluorescent image of incisal side of interface between dentin and Clearfil Liner Bond 2 in artificially formed cervical abrasion lesion. ×4000
- Fig. 38. Fluorescent image of gingival side of interface between dentin and Clearfil Liner Bond 2 in artificially formed cervical abrasion lesion. ×4000

사진부도 ①



Fig. 1

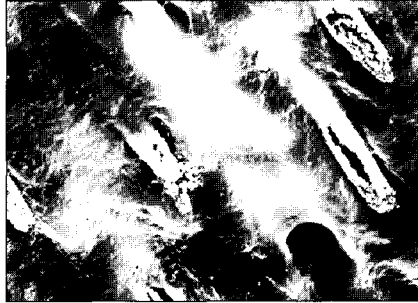


Fig. 2



Fig. 3



Fig. 4

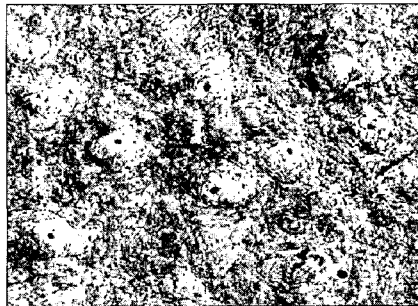


Fig. 5

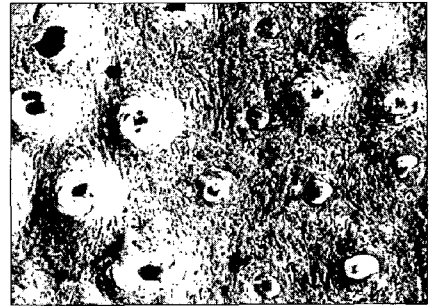


Fig. 6



Fig. 7

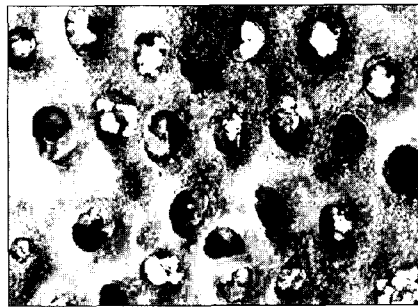


Fig. 8



Fig. 9

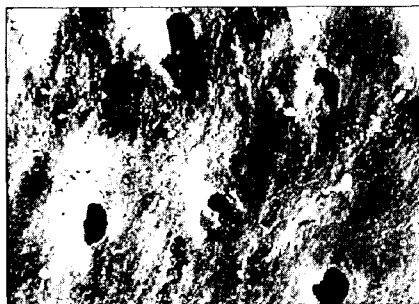


Fig. 10

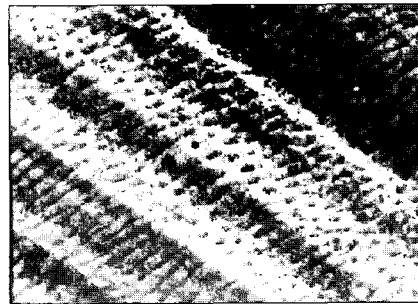


Fig. 11

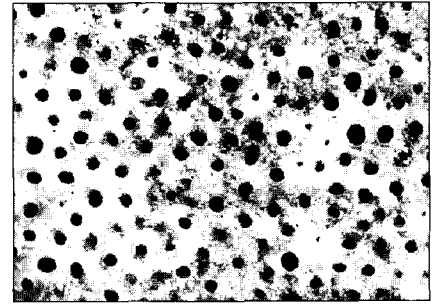


Fig. 12

사진부도 ②



Fig. 13



Fig. 14

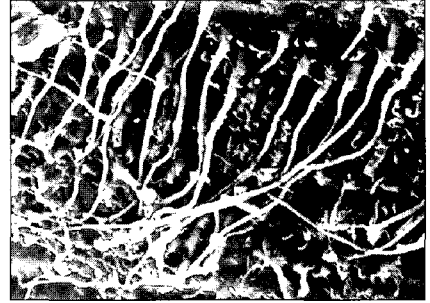


Fig. 15



Fig. 16

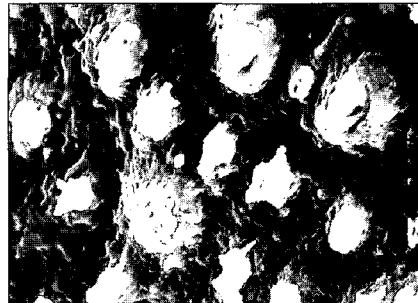


Fig. 17

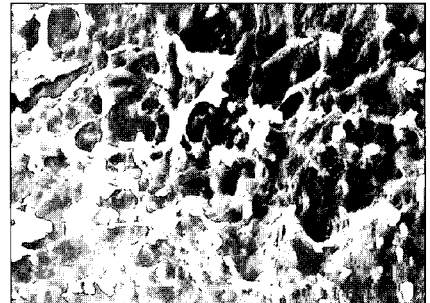


Fig. 18



Fig. 19

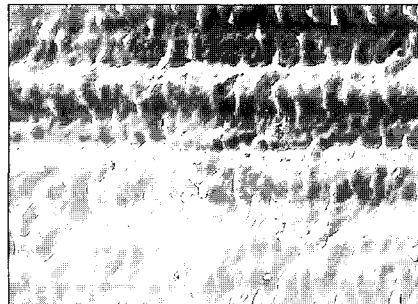


Fig. 20

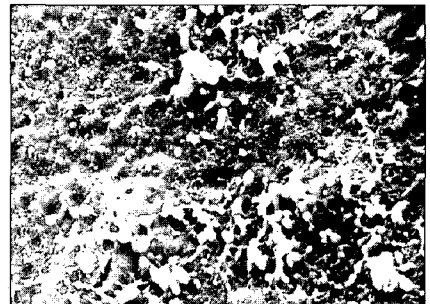


Fig. 21



Fig. 22

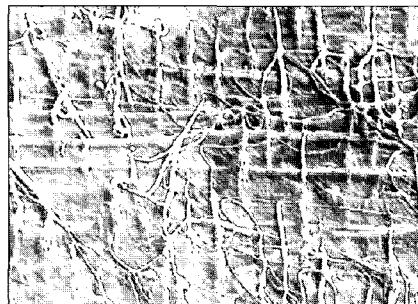


Fig. 23

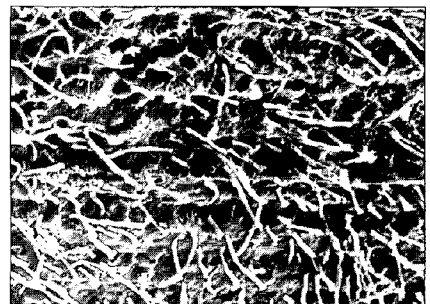


Fig. 24

사진부도 ③

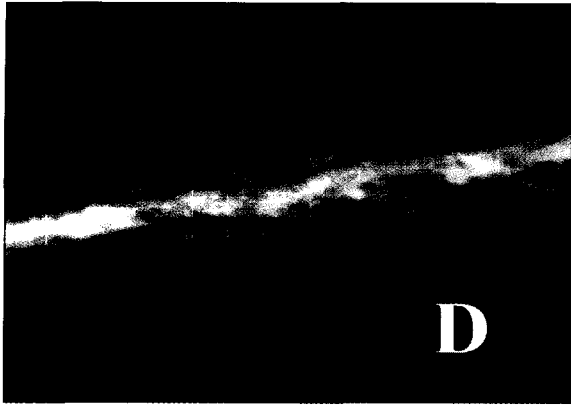


Fig. 25

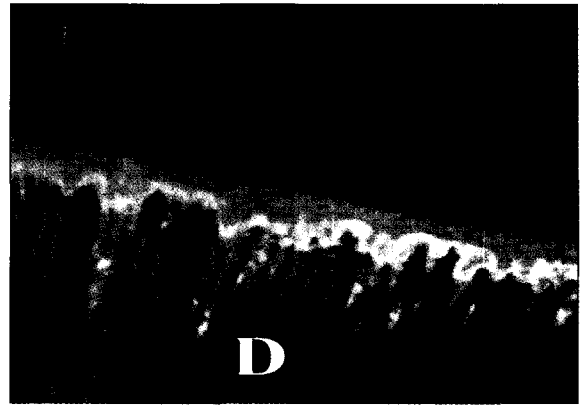


Fig. 26



Fig. 27

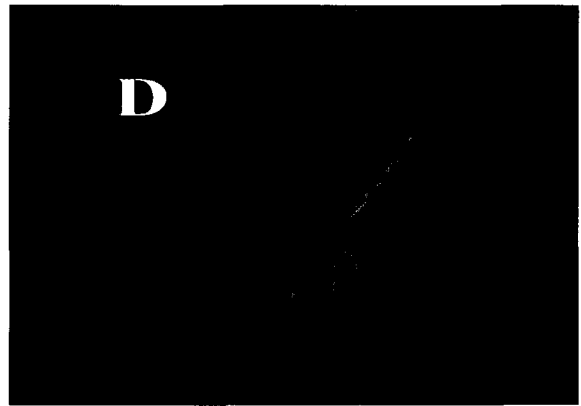


Fig. 28

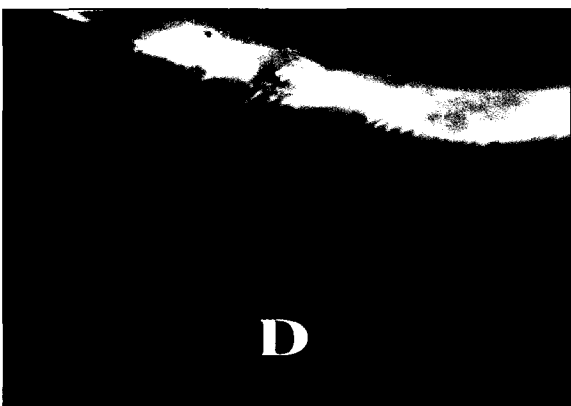


Fig. 29



Fig. 30

사진부도 ④



Fig. 31

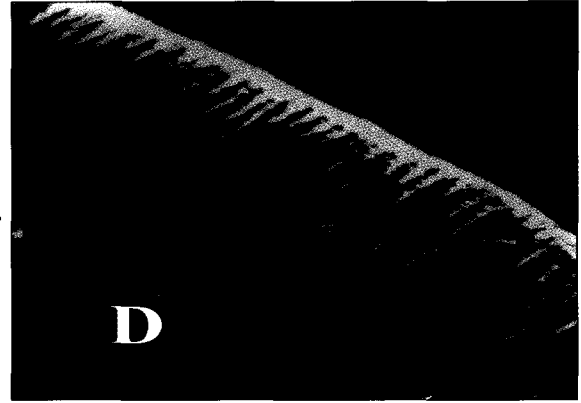


Fig. 32

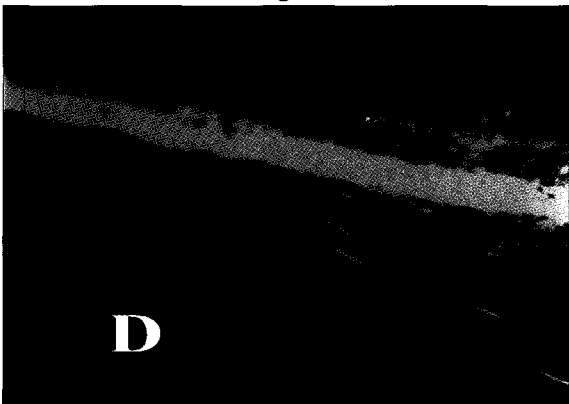


Fig. 33



Fig. 34

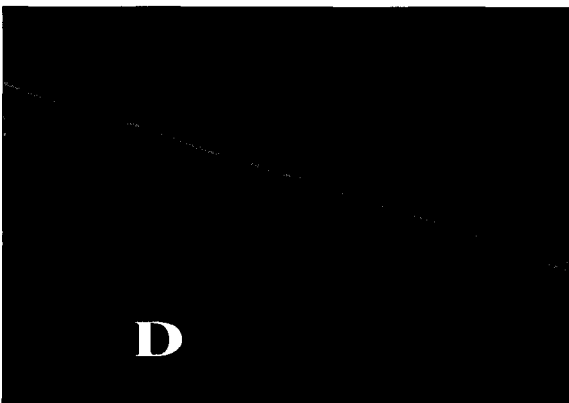


Fig. 35

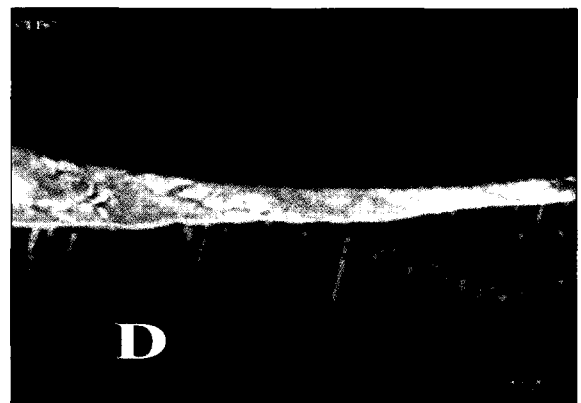


Fig. 36

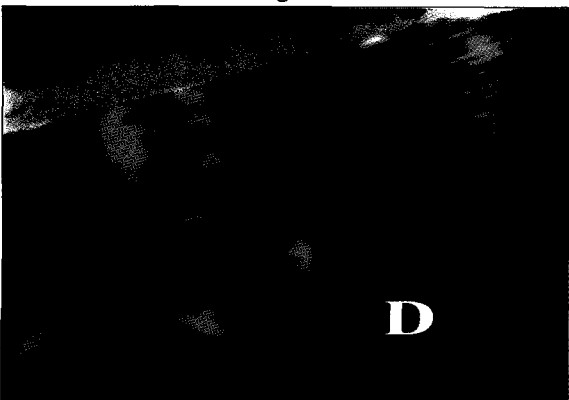


Fig. 37

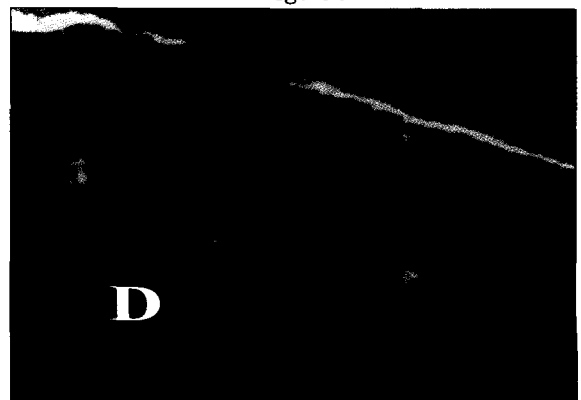


Fig. 38