

In vivo에서 습윤접착과 상아질 교원섬유용해가 변연누출에 미치는 영향

*전북대학교 치과대학 치과보존학교실

**서울대학교 치과대학 치과보존학교실

황수진* · 김명수* · 이광원* · 손호현**

Abstract

IN VIVO EFFECT OF WET BONDING AND COLLAGEN DISSOLUTION IN ACID CONDITIONED DENTIN ON MARGINAL LEAKAGE

Su-Jin Hwang*, Myung-Su Kim*, Ho-Hyun Son**, Kwang-Won Lee*

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

The purpose of this study was to evaluate the degree of marginal leakage that is made by wet bonding to dentin and dissolution of dentinal collagen layer in vivo and in vitro. Class V cavities were prepared to 32 cat's canine teeth and they were randomly assigned into the following 4 groups : Group 1(not acid conditioned) ; Group 2 (acid-conditioned and blot-dried) ; Group 3 (acid-conditioned and air-dried for 30 seconds) ; Group 4 (acid-conditioned and retreated with 10% NaOCl solution). The acetone-based primer and bonding agent of All Bond 2(Bisco Inc., U.S.A.) and composite resin(Z-100, 3M. Dent. Prod., U.S.A.) were then applied. The resin collar and cap attached to each specimen and 50% silver nitrate solution was placed inside the resin cap for 3 hours. After the canine tooth was resected in level of cervical third, specimens were highly polished and observed the degree of the dye penetration on incisal and gingival margins.

The results were as follows :

1. There was no significant difference of marginal leakage in all the groups between in vivo and in vitro.
2. In vivo, the degree of leakage on the gingival margin showed the lowerest in group 4 and followed by group 2, 3 and group 1 with ascending order. However, there was no statistical difference among all the groups($p > 0.05$).
3. In vitro, the degree of leakage on the gingival margin showed the lowerest in group 2 and followed by group 4, 3 and group 1 with ascending order. However, there was

no significant difference among the experimental groups($p>0.05$).

4. The marginal leakage of the incisal margin in vitro was significantly higher in group 1 than the remaining groups($p<0.05$).

I. 서 론

수복물의 성공에 있어 가장 중요한 요소중의 하나는 변연접합으로 우수한 변연봉쇄는 치아 변색, 치수손상, 재발성 우식증을 방지하여 수복물의 수명을 연장시킨다¹⁾. 복합레진 수복에 있어 변연누출은 변연이 법랑질과 상아질 또는 상아질과 백악질에 있는 경우 접합기질이 다르기 때문에 문제가 된다. 법랑질에 대한 접착력은 인정되고 있지만 구성상 상아질은 75%의 수산화인회석과 20% 유기질, 5% 물로 구성되어 있고 치수의 조상아세포돌기가 상아세관을 통해 연장되며 각각의 상아세관은 간세포액으로 채워져 상아질을 삭제시 이동이 일어나²⁾ 상아질과 기계적 결합을 얻기 어려워 상아질에 대한 접착은 다소 확신성이 떨어진다³⁾. 심지어 새롭게 개발된 상아질 접착제의 소개에도 불구하고 변연누출은 감소되나 완전히 제거되지는 못하고 있다.

일반적으로 접착레진이 상아질에 결합하는데 있어 수분이 있는 경우 결합력이 감소될 것이라고 가정되어왔다. 유수치의 상아세관은 상아세관액으로 채워져있으며 그 세관액은 일정한 압력하에 있게 된다. Brannstrom⁴⁾은 이 상아세관액의 흐름이 하루에 10회정도 세관을 비어있는 상태로 두기에 충분하다고 보고하였다. 기본적으로 상아질은 습윤된 표면이기 때문에 임상적으로 건조시킨다는 것이 거의 불가능하며 물과 상기와 같은 방식으로 상호반응을 하는 용매를 함유하는 접착제의 경우에 유리한 조건이 될 수 있다. 이처럼 상아질에 수분이 있는 경우 접착레진은 상아질을 효과적으로 밀봉시키지 못하여 자극되어진 치수압 하에서도 상아질 접착제의 결합강도가 감소한다고 보고하였으나^{5,7)}, Kanca^{8,9,10,11)}는 상아질의 습윤시 All

Bond 2 상아질 및 법랑질 접착제에서 상아질에 대한 결합력이 증진되었다고 보고하고 있으며 이에 따라 변연누출이 감소되어질 수 있음을 제언하였다. 이는 레진용매와 상아질 표면간의 상호반응에서 기인하는데 이 상호반응은 개개의 용매와 표면의 수분에 근거를 두고 있으며, 일반적인 예로 유리그릇에 건조제로 아세톤을 이용하는 것이 그 좋은 예가 될 것이다. 아세톤이 물과 혼합되어지면 물의 증기압이 감소되며 표면 수분을 증발시키고 증기압의 변화와 더불어 물의 표면장력이 감소됨으로서 “water chase” 현상이 발생되어 접착강화제가 관간상아질, 관주상아질 및 상아세관 부위의 표면에 긴밀하게 접촉하게 된다. 그 결과 이 부위에 접착레진이 침투한후 중합되어 micro-tag이 형성되고 접착강화제 및 레진성분이 확산침투된 상아질 표층 즉 레진강화층이 형성되기 때문으로 설명된다¹²⁾.

상아질과 접착레진간의 결합은 전통적으로 도말층을 제거하고 상아세관을 개방시켜 형성되며, 저점도의 레진이 개방된 상아세관내에서 레진 tag를 형성하고 탈회된 상아질내로 침투되어 이루어진다. 그러나, Suzuki 등¹³⁾에 의하면 산부식 후 관주상아질과 관간상아질의 교원섬유들이 있어 접착레진이 접착면의 교원섬유층으로 확산되기 어렵다고 보고하고 있다. 이에 인산과 NaOCl의 혼합법이 소개되는데 여기서 상아질 표면은 탈회되고 교원섬유를 노출시킨다. 노출된 교원섬유는 NaOCl에 의해 용해되었고 접착성레진이 노출된 상아질의 수산화인회석에 직접 도포되게 되어 강한 결합이 이루어진다고 주장하는데 이는 상아질 표면에 존재하는 교원섬유의 양과 중요한 관계가 있다고 할 수 있다¹⁴⁾.

아세톤을 함유한 상아질접착제는 습윤된 상

아질에 적용되어 교원섬유와의 물리적 결합을 향상시키고, 또한 아세톤과 수분의 일련의 화학반응에 따라 레진성분의 상아질 표면내 접착을 증진시켜 하이브리드층 형성과 결합력 증진에 기여한다고 보고되고있다^{8,9,10,11,12}. 그러나, 최근에는 고농도의 NaOCl을 이용한 교원섬유 용해에 의해 하이브리드층이 형성되지 않았다 하더라도 결합력이 감소되지 않는다고 보고^{13,14} 됨으로써 하이브리드층의 역할에 의문이 제기되고 있다.

산 표면처리 후 상아질 표면을 습윤시키거나 노출된 교원섬유를 제거하여 결합력과 내구성의 증진을 보고한 연구들이 발표되고 있으나 대부분의 실험들이 in vitro에서 발거된 치아들을 대상으로 이루어지고 있다. 이에 조상아세포 돌기나 상아세관액의 움직임 배제하지않은 in vivo에서 수복물과 법랑질, 수복물과 상아질 사이의 결합에 습윤접착과 상아질 교원섬유 제거가 미치는 영향을 미세누출의 정도로 평가하였다.

II. 실험재료 및 방법

1. 실험재료

체중 2.5-3.0kg의 성숙한 고양이 8마리 32개의 견치를 대상으로 하였으며, 색소 침투가 지속될 수 있도록 아크릴칼라와 레진캡을 이용하였다. 접착제는 All Bond 2(Bisco. U.S.A.) 법랑질 및 상아질 접착제를, 수복레진은 Z-100(A 3.5 shade, 3M)을 이용하였으며, 색소로는 50% Silver nitrate 용액을 이용하였다.

2. 실험방법

고양이는 Sodium Pentobarbital을 복강내 주사(42mg/kg)하여 마취시킨 후 정맥주사(3mg

/kg)하여 마취를 유지시켰다. 기도에 캐놀을 삽입하여 기도를 확보하고 개구상태로 'c' 자형 와이어와 자가증합형레진을 이용해 약간 고정하였다. In vitro 상태는 와동형성전에 견치점 2-3mm 지점에서 다이아몬드 디스크를 이용하여 치아를 절단한 후 file을 이용하여 발수를 시행하여 만들었으며 절단된 상단부위는 수복레진으로 밀봉하였다. 이하의 실험과정은 in vivo, in vitro 모두 동일하게 하였고, 네 개의 견치 순면에 저속엔진으로 생리식염수를 주수하면서 깊이 1mm, 근원심 1.5mm, 절단 치은간 1.5mm의 5급와동을 형성하였다. 이후 시편을 다음과 같이 4군으로 분류하였다.(Table 1)

실험1군(대조군) - 상아질 표면은 산 표면처리 하지않고 도말층을 잔존시켰다.

실험2군 - 상아질 표면을 10초간 압축공기로 건조한 뒤 10% 인산겔(All-Etch)로 15초간 적용시킨후 20초간 수세하였으며 산표면처리 후 과량의 수분만을 흡수하여 의도적으로 상아질 표면에 수분을 잔존시켰다.

실험3군 - 2군과 동일한 방법으로 산표면처리했으나 수세후 강한 압축공기로 30초간 건조하였다.

실험4군 - 2군과 동일한 방법으로 산표면처리 후 10% NaOCl을 적신 소면구를 상아질 표면에 2분동안 균일하게 문질러 재처리하였다.

상기와 같은 방법으로 각 군의 상아질 표면을 처리한 후 All Bond 2의 primer A 2방울과 primer B 2방울을 용기내에서 혼합한 뒤 상아질 표면에 5회 연속도포하였으며 도포사이에 건조는 시행하지 않았다. 이후 접착레진을 균일한 층으로 적용한 뒤 Visilux 2(3M Dent. Prod, U.S.A.)를 이용하여 20초간 광증합하였으며, Z-100 수복레진을 이용하여 적층충전 하였다.

Table 1. The treatment groups on exposed dentin surface in vivo and in vitro

Group 1	non-conditioned
Group 2	acid-conditioned / blot dried
Group 3	acid-conditioned / 30s dried
Group 4	acid-conditioned / 10% NaOCl treated

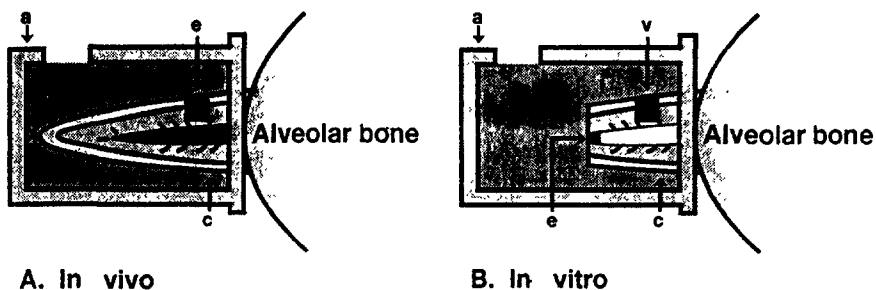


Fig. 1. Schematic diagram of device for containing dye solution.

- a : Plastic collar and cap, s : Dye solution
 e : Access cavity, v : Class V cavity
 c : Cat canine

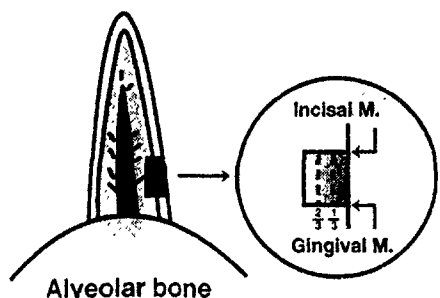


Fig. 2. Schematic illustration of dye penetration score.

연마는 Superfine diamond point(SF104R, SHOFU)와 Sof-Lex disc(3M; Medium, Fine, Ultrafine)를 이용하여 시행하였다. 각 치아마다 아크릴릭 칼라(직경 8mm, 두께 5mm)의 중앙부에 직경 3-4mm의 구멍을 내어 충전된 5급 와동의 하방에 위치시키고 광중합레진을 이용하여 접착한 후 아크릴릭 칼라와 튜브를 이용해 제작한 캡을 다시 광중합레진을 이용하여 칼라 위에 부착시켰다(Fig.1).

염색은 3시간 동안 레진캡내에 50% Silver Nitrate 용액을 위치시켜 염색한 후 용액을 제거하고 생리식염수를 주수하면서 다이아몬드 디스크를 이용하여 5급와동 하방 2mm 부위 지점에서 견치를 절단하였다. 은이온의 환원은 12시간동안 형광 불빛하에서 시행하였고 교정용 레진을 이용하여 치아를 매몰하였다. 연마는

600-# 1200 연마지를 이용하여 순차적으로 시행하였다 연마 후 색소침투의 판정기준을 다음과 같이 정한 후 현미경하에서 각각의 기준을 산정하였으며 각 군별로 측정된 색소침투도는 ANOVA를 이용하여 통계처리하였다. 색소침투의 판정기준은 다음과 같다(Fig.2).

- 0- 충전물과 와동벽 사이에 은이온의 침투가 전혀 없는 경우.
- 1- 은이온이 와동벽을 따라 cavosurface에서 측벽까지 거리의 1/3에 침투 한 경우.
- 2- 은이온이 와동벽을 따라 cavosurface에서 측벽까지 거리의 1/3에서 2/3사이에 침투한 경우.
- 3- 은이온이 와동벽을 따라 cavosurface에서 측벽까지 거리의 2/3 이상 침투한 경우.
- 4- 은이온이 와동벽을 따라 cavosurface에서 와동측벽까지 침투한 경우.

III. 실험성적

Table 2는 In vivo와 in vitro에서 색소침투의 평균값과 표준편차를 요약한 도표이다. 모든 실험군의 in vivo와 in vitro사이에서 변연누출의 유의한 차이는 나타나지 않았다. In vitro에서 치은측의 변연누출은 습윤처리한 군(Fig. 5)에서 가장 적었으며 10% NaOCl로 재처리한 군(Fig. 6), 건조처리한 군(Fig. 4) 순서로 증가

Table 2. Dye penetration score of various treatment groups in vivo & in vitro(n=4)

		In vivo(Mean± S.D)	In vivo(Mean± S.D)
nonconditioning	Incisal	0.75 ± 1.50	3.00 ± 1.50
	Gingival	0.25 ± 0.50	3.75 ± 1.50
acid-conditioning /wetted	Incisal	0.25 ± 1.50	0
	Gingival	2.00 ± 1.63	1.25 ± 1.89
acid-conditioning /dried	Incisal	1.50 ± 1.92	0.5 ± 1.0
	Gingival	2.25 ± 0.50	0
acid-conditioning 10% NaOCl treated	Incisal	0.75 ± 0.95	0
	Gingival	1.40 ± 1.67	2.25 ± 1.26

되었으나 통계학적 유의성은 없었다($p>0.05$). 그러나, in vitro에서 절단면측의 변연누출은 산표면처리하지 않은 군(Fig. 3)이 다른 세 실험군에 비해 높게 나타났다($p<0.05$). In vivo에서 치은측의 변연누출은 10% NaOCl로 재처리한 실험군(Fig. 10)에서 가장 적었으며 습윤처리한 군(Fig. 9), 건조처리한 군(Fig. 8), 산표면처리하지 않은 군(Fig. 7) 순서로 증가되었으나 통계학적 유의성은 없었다($p>0.05$).

IV. 총괄 및 고안

Kanca^{9,10)}는 습윤된 상아질에 상아질 접착제의 적용시 결합강도의 증가를 보고하였고 Prati¹⁵⁾도 상아질을 통해 수분이 이동하는 생리적인 조건하에서 접착강화제가 도포된 경우에도 결합력이 증가한다고 보고하였다. 여기서는 모두 친수성 접착강화제를 사용하는데 본 연구에서 사용된 All Bond 2 상아질 및 법랑질 접착제도 마찬가지로 건조처리하지 않고 습윤된 상아질 표면에 적용시 높은 결합력을 가진다고 보고되고 있다^{8,9)}. 습윤된 상아질이 산부식 후 교원섬유가 풍부한, 탈회된 상아질 교원섬유의 붕괴를 막아 접착강화제의 침투를 용이하게 하며 이러한 습윤접착은 접착강도의 증가와 함께 변연누출의 감소를 가져온다. 그러나, 본 연구의 실험성적에서는 All Bond 2 상아질 및 법랑질 접착제의 습윤처리군과 건조처리군 사이에서 변연누출의 유의한 차이가 없음을 보여줌으로써 접착레진에 의한 변연의 밀폐가

우수하였음을 의미하였으나 일부 시편에서는 상아질 내측까지 깊게 색소의 침투를 나타내기도 하였다.

또한 습윤결합을 유도한다고 해서 치은면에서의 타액, 혈액, 치은열구액이나 기타 오염물질에 의해 상아질 표면이 오염되는 것을 의미하는 것은 아니기 때문에 in vivo에서 절단면측과 치은측간의 변연누출이 in vitro와 다르게 비교될 수 있는데 in vivo와 in vitro모두에서 절단면측과 치은측간의 변연누출에 있어 어느 쪽이 더 잘 밀봉되었다는 통계학적 유의성은 없었다. 그러나, in vitro에서 절단면측의 변연누출이 산표면처리하지 않은 군이 다른 세 실험군에 비해 높게 나타남을 보여주고 있어 법랑질에서 뿐만 아니라 상아질에서도 물리적 미세결합이 접합에 있어 중요한 역할을 함을 보여주고 있다¹²⁾.

인산의 이용이 법랑질과 레진간의 결합을 향상시키는데 있어 전처치제로 널리 이용되고 있다. Fusayama¹⁶⁾는 인산을 이용하여 형성된 와동에서 법랑질을 탈회시키고 상아질의 도말층을 제거한다고 주장하였다. Nakabayashi 등¹⁷⁾은 인산처리는 오히려 상아질 교원섬유의 강도를 저하시키며 퇴색된 교원섬유의 팽창과 용해를 가져온다하여 10% citric acid-3% ferric chloride solution을 이용해 상아질 교원섬유로 4-META/MMA-TBB 레진을 침투시킨다고 주장하였다. Munksgaard 등¹⁸⁾은 상아질 교원섬유에 작용하는 접합을 증가시키는 새로운 접착제, 즉 low-pH EDTA를 이용해 도말층을

제거하고 HEMA와 glutaraldehyde로 구성된 접착강화제를 상아질 교원섬유에 적용시켰다. 그러나, Wakahayashi 등¹⁴⁾은 산부식 후 교원섬유가 노출되어 있는 경우 결합강도가 저하되고 Fujita 등¹⁹⁾은 10% NaOCl을 이용해 교원섬유를 제거해 레진과 상아질의 직접적 결합을 유도한다고 보고함으로써 하이브리드층이 결합에 결정적인 역할을 한다는 견해에 반하는 의견을 보이는데 실험상 *in vivo*와 *in vitro*에서 10% NaOCl로 처리한 군과 습윤처리한 군에서 변연누출의 차가 통계학적으로 유의하게 나타나지 않아 이를 입증하는 듯 하였으나, 시편의 수가 본 실험에서는 상대적으로 적어 이에 대한 더 많은 연구가 필요하리라 사료된다.

상아세관이 풍부한 내측 상아질에서는 치수내 정수압과 증가된 상아세관의 수분이 상아질과 접착제와의 긴밀한 접합에 영향을 미칠 수 있다. *In vitro*에서 인산의 도포는 도말층을 제거시키고 상아질의 투과성을 증가시킨다. 그러나, *in vivo*에서는 상아세관이 조상아세포들기나 광화되지않은 세관내 교원섬유로 채워져 있어 비어있지않기 때문에, 상아질의 산표면처리 후의 투과성이 *in vitro*에서처럼 증가할 지에 대해서는 의문의 여지가 있다^{15,20)}. 이러한 노출된 교원섬유는 또한 *in vivo*에서 상아질의 투과성 감소를 가져올 수 있으며²¹⁾, 또한 bovine serum을 통한 상아질 접착강화제의 영향에 대한 연구에서도 접착강화제의 적용이 상아질 투과성을 감소시킨다고 보고하고 있다²²⁾. 그러나, 본 실험에서 *in vivo*와 *in vitro*에서의 변연누출의 차가 유의하게 나타나지 않았으며 더 많은 연구가 시행되어야 할 것이다.

상아질 접착제를 평가하는 방법에는 변연누출을 검사하는 색소침투법, 방사선동위원소 침투법 및 진단접착강도 측정, 인장접착강도 측정, 미세간극 측정법 등이 있으며, 그 외에 산부식된 상아질에 대한 레진의 침투양상을 주사전자현미경 및 투과전자현미경으로 관찰하는 방법과 NMR, FT-IR 17, Spectroscopy 등으로 표면을 분석하는 방법 등^{23,24)}이 있으나 본 연구에서는 수복물과 접착계면에서의 미세누출을 검사하는 50% 질산은 용액을 이용한 색소

침투법을 이용하였다. 은이온은 bacteria 보다 작기 때문에 대부분의 모든 접착제는 *in vitro*와 *in vivo*에서 은이온의 침투를 막을 수 있다. 그러나, 임상적인 시술시 조절되지 않은 상황들이 많이 일어나기 때문에 실험실적 연구만으로 전적으로 접착제의 임상적 사용을 모두가정할 수 없다^{25,26,27)}. 상아질에 대한 접착레진의 결합양식에 있어 상아세관의 흐름을 배제하지 않은 *in vivo*에서의 더 많은 연구가 이루어져야 될 것으로 사료된다.

V. 결 론

*In vivo*와 *in vitro*에서 상아질에 대한 습윤 접착과 상아질 교원섬유의 용해가 수복제 범랑질, 수복제와 상아질사이의 변연누출에 미치는 영향을 알아보기 위하여 고양이 상, 하악 건치 32개에 5급와동을 형성하고 노출된 상아질면을 산 표면처리하지 않은 군, 산 표면처리하고 습윤시킨 군, 산 표면처리 후 30초간 건조처리한 군, 산 표면처리하고 10% NaOCl로 재처리한 군으로 나누는 뒤 All Bond 2 상아질 접착제와 Z-100 수복레진을 이용하여 충전하였다. 50% 질산은 용액이 위치될 수 있도록 레진캡을 부착하고 염색액을 침투시켰으며 협설 방향으로 연마하고 색소침투를 평가하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 모든 실험군의 *in vivo*와 *in vitro* 사이에서 변연누출의 차이는 나타나지 않았다.
2. *In vivo*에서 치은측의 변연누출이 10% NaOCl로 재처리한 실험군에서 가장 적었으며 습윤처리한 군, 건조처리한 군, 산 표면처리하지 않은 군 순서로 증가되었으나 통계학적 유의성은 없었다($p>0.05$).
3. *In vitro*에서 치은측의 변연누출은 습윤처리한 군, 10% NaOCl로 재처리한 군, 건조처리한 군, 산 표면처리하지 않은 군 순서로 증가되었으나 통계학적 유의성은 없었다 ($p>0.05$).
4. *In vitro*에서 절단면측의 변연누출은 산표면처리하지 않은 군이 다른 세 실험군에

비해 높게 나타났다($p < 0.05$).

참고문헌

1. Marcos A. Vargas, Edward J. Swift, Jr. Microleakage of resin composites with wet versus dry bonding. *Am J Dent.*, 7 : 187-189, 1994.
2. Sturdevant C. M et al. The art and science of operative dentistry. 3rd edition, Mosby Co. pp., 246-248, 1995.
3. Swift EJ. Microleakage of dentin adhesive systems. *J Esthetic Dent.*, 3 : 91-94, 1991.
4. Mandras RS, Retief DH, Russell CM. Quantitative microleakage of six dentin bonding systems. *Am J Dent.*, 6 : 119-122, 1993.
5. Brannstrom H. Infection beneath composite resin restoration : Can it be avoided? *Oper Dent.*, 12 : 158-163, 1992.
6. Tao L, Dashley D. Dentin perfusion effects on the shear bond strengths of bonding agents to dentin. *Dent Mater.*, 5 : 181-184, 1989.
7. Glasspoole E, Erickson R, Pashley D. The effect of surface moisture on bonding to dentin. *J Dent Res.*, 70 : 457, 1991.
8. Kanca J. Effect of resin primer solvents and surface wetness on resin composite bond strength to dentin. *Am J Dent.*, 5 : 213-215, 1992.
9. Kanca J. Resin bonding to wet substrate : I. Bonding to dentin. *Quintessence Int.*, 23 : 39-41, 1992.
10. Kanca J. Improving bond strength through acid etching of dentin and bonding to wet dentin surfaces. *J. Am. Dent. Assoc.*, 23 : 35-43, 1992.
11. Kanca J. Dental adhesion and the All-Bond system. *J Esthet Dent.*, 3 : 129-132, 1992.
12. Gwinnett AJ. Moist versus dry dentin : Its effect on shear bond strength. *Am J Dent.*, 5 : 127-129, 1992.
13. Suzuki K., Takahashi M. and Nakai H. Treatment of dentin by aqueous solution of amino-acid derivatives-HEMA, *Adhes Dent.*, 8 : 227-235, 1990.
14. Wakabayashi Y., Kondou Y., Suzuki K., Yatai H. and Yamashita A. Effect of dissolution of collagen on adhesion to dentin. *Int J Pros.*, 7 : 302-306, 1994.
15. Prati C, Pashley DH., Dentin wetness, permeability and thickness and bond strength of adhesive system. *Am J Dent.*, 5 : 33-38, 1992.
16. Fusayama J. Painless restoration by differentiation of two layers of carious dentin and application of really adhesive composite resin. Chicago. *Quintessence Int.*, 68-77, 1989.
17. Nakabayashi N., Ashizawa M., Nakamura M. Identification of a resin-dentin hybrid layer in vital human dentin created in vivo; durable bonding to vital dentin. *Quint. Int.*, 23 : 135-141, 1992.
18. Munksgaard EC, Asmussen E : Bond strength between dentin and restorative resins mediated by mixtures of HEMA and glutaraldehyde. *J Dent Res.*, 63 : 1087-1089, 1984.
19. Fujita E., Takada Y., Kato T., Kondou Y., Suzuki K. and Yamashita A. Effect of dentin treatment on adhesion of adhesive composite resin to dentin-dissolution of collagen. *Adhes Dent.*, 8 : 227-235, 1990.
20. Weber DF, Zaki AE. Scanning and transmission electron microscopy of tubular structures presumed to be odontoblast processes. *J Dent Res.*, 65 : 982-986, 1986.
21. Franklin R. Tay, A John Gwinnett, K.M. Pang, Stephan H.Y.Wei. Micromorphological relationship of the resin-dentin inter-

- face following total-etch technique in vivo using a dentinal bonding system. *Quintessence Int.*, 26 : 63–70, 1995.
22. Junji Tagani, Masatoshi Nakajima and Hiroyasu Hosoda. Influence of dentin primers on the flow of bovine serum through dentin. *Arch Oral Biol.*, 39 : Suppl p 146s, 1994.
23. Spenser, P., Byerley, T., Marshall, L., Eck, D., and Witt, J.; Dentin/Adhesive surface characterization using FT-IR Photoacoustic Spectroscopy. *Dent Mater.*, 8 : 10–15, 1992.
24. Van Meerbeek, B., Mohrbacher, H., Celis, J.R., Roos, J.R., Braem, M., Lambrecht, P., and Vanherle, G. : Chemical Characterization of the Resin-Dentin Interface by Micro-Raman Spectroscopy, *J Dent Res.*, 72 : 1423–1428, 1993.
25. Jeffery J. Linden, Edward J. Swift JR., Microleakage of two new dentin adhesives. *Am J Dent.*, 7 : 31–34, 1994.
26. Pintado MR, Douglas WH. The comparison of microleakage between two different dentin bonding resin systems. *Quintessence Int.*, 19 : 905–907, 1988.
27. Pashley D.H. : Clinical consideration of microleakage. *J Endo.*, 16(2) : 70–77, 1990.

사진부도설명

- Fig. 3. Dye penetration of the nonconditioned specimen in vitro ($\times 25$)
- Fig. 4. Dye penetration of the acid-conditioned / 30s dried specimen in vitro ($\times 25$)
- Fig. 5. Dye penetration of the acid-conditioned / blot dried specimen in vitro ($\times 25$)
- Fig. 6. Dye penetration of the acid-conditioned / 10% NaOCl retreated specimen in vitro ($\times 25$)
- Fig. 7. Dye penetration of the nonconditioned specimen in vivo ($\times 25$)
- Fig. 8. Dye penetration of the acid-conditioned / 30s dried specimen in vivo ($\times 25$)
- Fig. 9. Dye penetration of the acid-conditioned / blot dried specimen in vivo ($\times 25$)
- Fig.10. Dye penetration of the acid-conditioned / 10% NaOCl retreated specimen in vivo ($\times 25$)

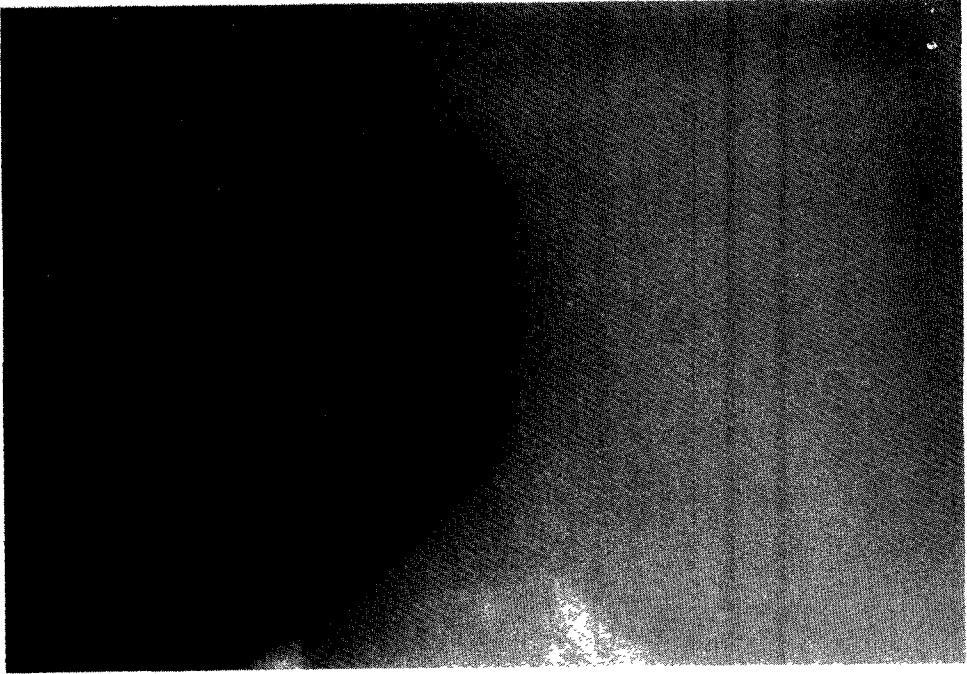


Fig. 3



Fig. 4

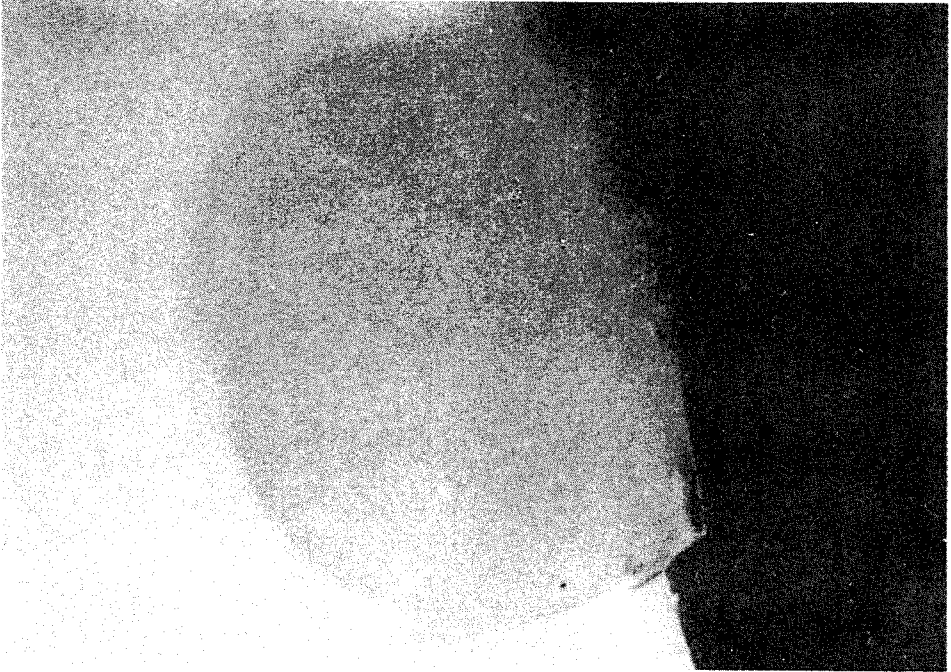


Fig. 5

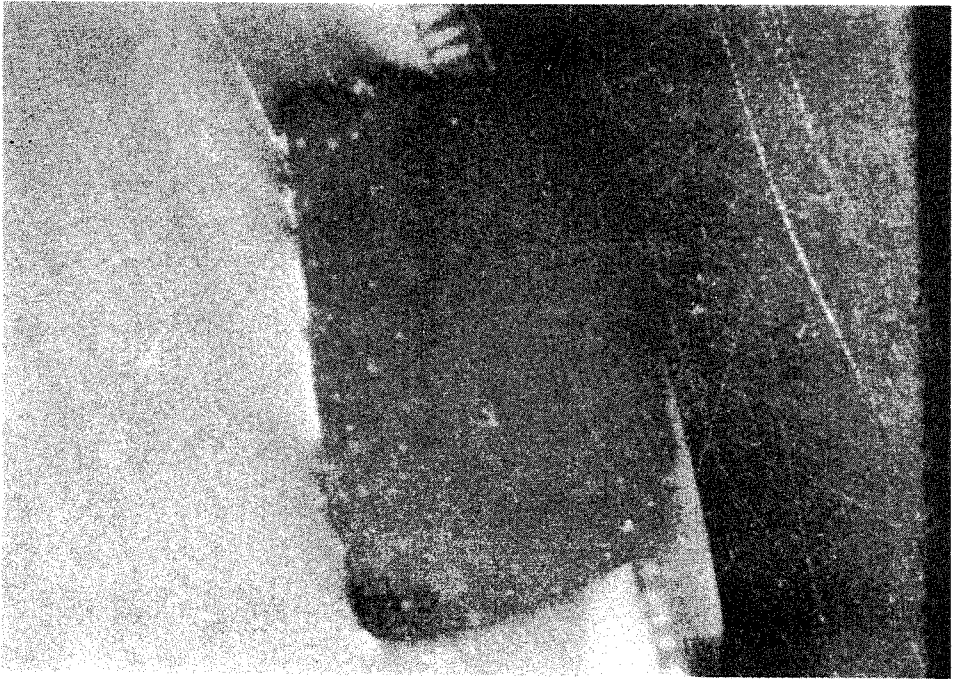


Fig. 6

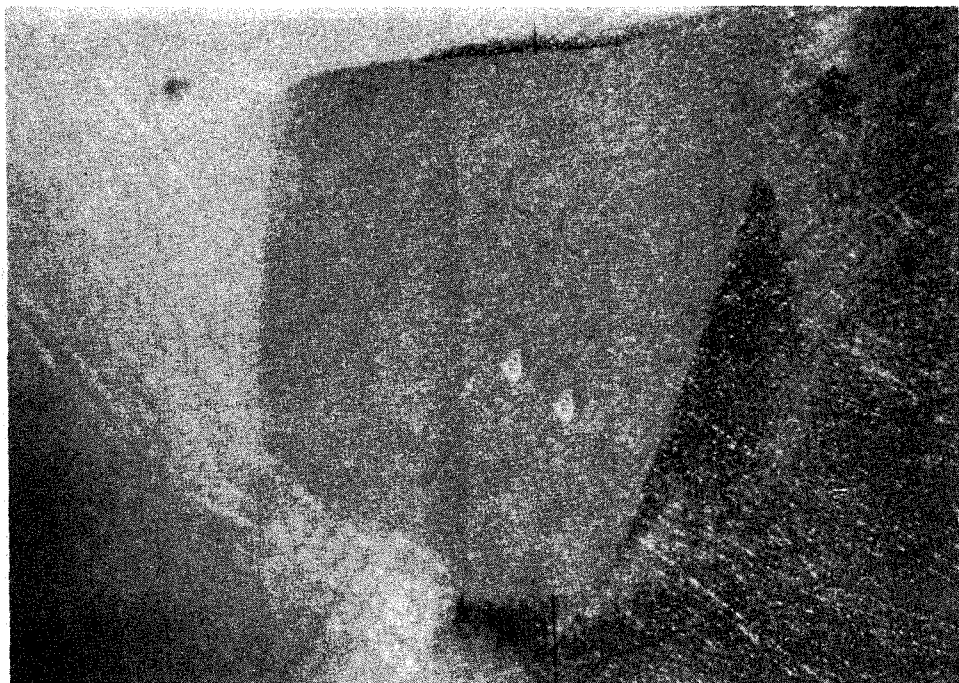


Fig. 7

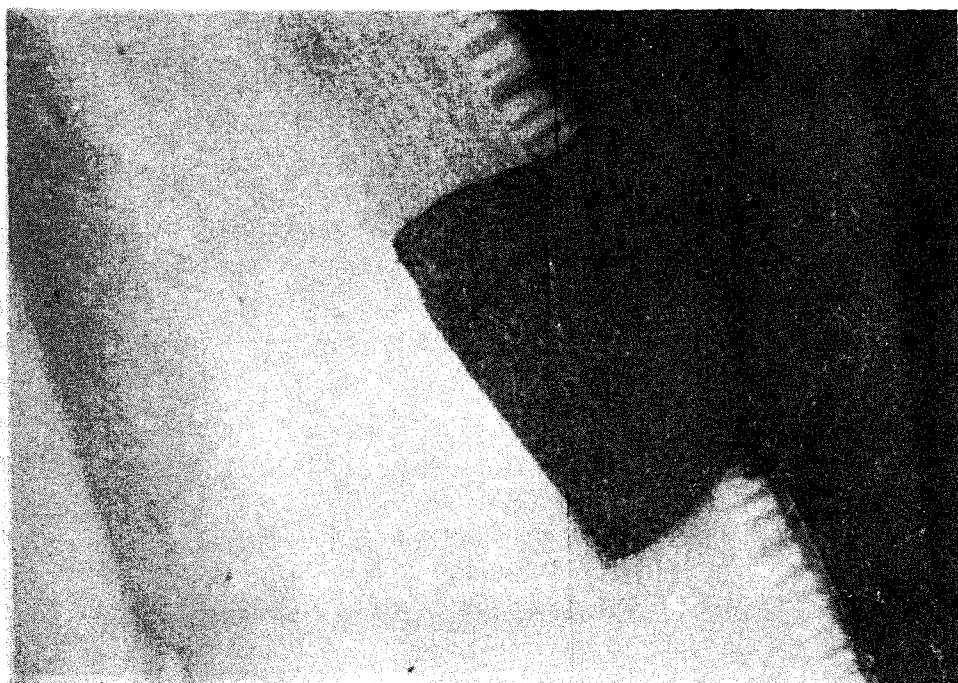


Fig. 8



Fig. 9

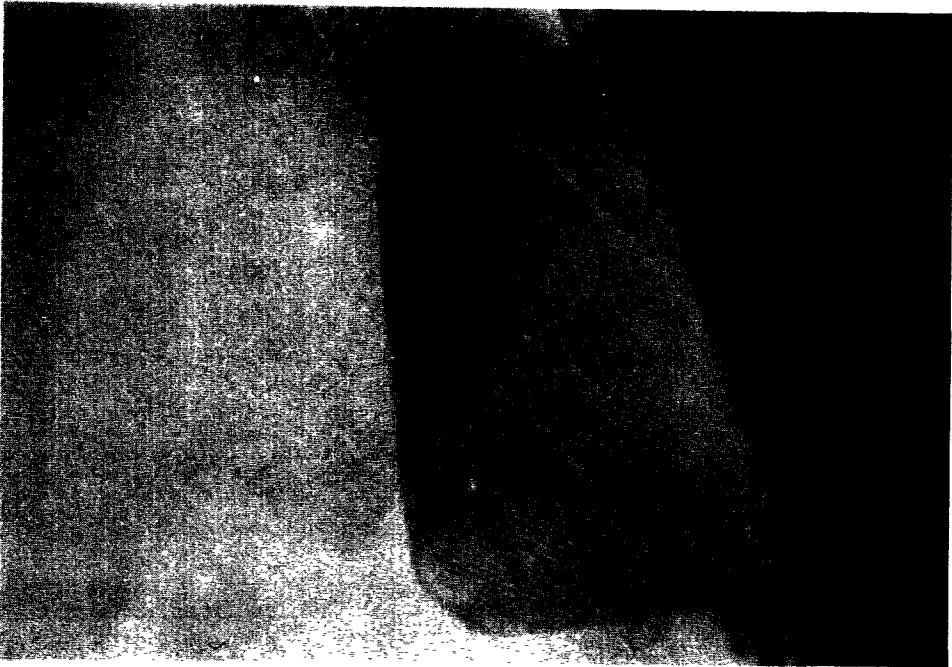


Fig. 10