

상아질 표면처리가 글라스 아이오노머 시멘트의 변연누출에 미치는 영향에 관한 연구

단국대학교 치과대학 치과보존학교실

조정희 · 홍찬의 · 신동훈

Abstract

THE EFFECT OF THE DENTINE PRETREATMENT ON THE MARGINAL LEAKAGE OF A GLASS IONOMER CEMENT

Jung Hee Cho, Chan Ui Hong, Dong Hoon Shin

Dept. of Conservative Dentistry, College of Dentistry, Dankook University

The purpose of this study was to evaluate the effect of the dentin pretreatment on the marginal leakage of a glassionomer cement.

In this study, 60 molars with sound and healthy crown portion were used. The dentin surface of these teeth were exposed and polished with 600 grit silicon carbide paper. Square - shaped cavities were prepared on the flattened dentin surfaces and these were divided into 4 groups according to the dentin pretreatment procedures.

Group I : Dentin pretreatment with distilled water as a control group.

Group II : Dentin pretreatment with 5% sodium hypochlorite solution.

Group III : Dentin pretreatment with Ketac conditioner.

Group IV : Dentin pretreatment with 40% polyacrylic acid.

The degrees of dye penetration in the cavity walls were assessed using a stereoscope at $\times 40$ magnification according to the maximum dye penetration. The results were analyzed by using Mann - Whitney U test.

The results were as follows :

1. All groups showed varying depth of dye penetration.
2. Distilled water group showed the most severe marginal leakage when compared with the other groups($P < 0.05$).
3. 40% polyacrylic acid group showed the least amount of marginal leakage compared with the other groups($P < 0.05$).
4. There were significant differences between Goup I(distilled water) and Group IV(40% polyacrylic acid)($P < 0.05$), but there were no significant differences among Group I(distilled water), Group II(sodium hypochlorite), Group III(Ketac conditioner)($P > 0.05$).

I. 서론

최근 상아질에 직접 접합될 수 있는 심미성 수복 재료에 대한 개발이 활발히 진행되고 있다. 이러한 재료들이 상아질에 직접 접합될 수 있다면, 수복물의 유지를 위한 치질 삭제를 최소화하여 건전치질의 보존이 가능하며 수복물과 치질 사이의 틈을 확실하게 폐쇄시킴으로써 복합레진을 포함한 종래의 수복재들이 공통적으로 안고 있는 변연누출을 감소시켜^{1,2)} 세균과 변색물질의 침투, 치수에 대한 유해작용^{3,4)} 및 이차우식증⁵⁾ 등을 줄일 수 있어 수복물의 수명을 연장시킬 수 있다고 보고되고 있다. 1972년 Wilson과 Kent⁶⁾에 의해 개발된 글라스 아이오노머 시멘트는 이온 여과성 글라스 분말과 아크릴산 중합체 액상간의 경화 반응에 기초를 두고 있으며 규산염 시멘트와 중합탄산염 시멘트의 장점만을 선택, 개발되어 범랑질과 상아질 모두에 결합되는 것으로 알려져 왔다. 글라스 아이오노머 시멘트와 치질과의 결합기전에 대해서는 여러 학설이 있으나 대부분 시멘트 성분인 아크릴산 중합체와 치아의 무기질 성분인 Hydroxyapatite간의 화학적 결합 때문인 것으로 보고⁷⁻⁹⁾되고 있다. 한편 범랑질에 대한 결합력은 복합레진보다 약함에도 불구하고 범랑질 및 상아질과의 화학적 결합을 통해 변연폐쇄 능력이 우수하다는 보고¹⁾가 있으며 이는 글라스 아이오노머 시멘트가 자연 치질과 열팽창계수가 유사한 점에도 기인한다고 하였다. 또한 불소를 방출하여 항우식성을 갖고 있으며¹⁰⁻¹²⁾ 치수에 대한 자극도 적어^{3,4)} 현재 치경부 칫식증 3급 및 5급 와동, 과민성 치아의 수복, 치면연구전색 및 보철물 접합재 등의 용도로 시판 사용되고 있다. 한편 무기질 성분이 적은 상아질에 대해 수복재의 결합력을 증가시키기 위한 많은 연구가 진행되어 왔다. 상아질의 도말층은 치질잔사, 타액, 혈액 및 미생물 등으로 구성되어 있으며 수복재의 결합력을 방해하여 수복재의 수명을 감소시킨다¹³⁾. 따라서 수복재를 적용하기 전에 오염된 상아질면을 처리하는 것이 중요하며 상아질과의 결합력을 증가시키기 위해 McLeen과 Wilson¹⁴⁾이 복합레진에서 사용하는 산부식법과의 구별을 위해 표면처리라고 명명한 전처치법을 소개하면서 50% 구연산용액을 사용한 이래 Powis¹⁵⁾이 중합 아크릴산, 탄닌산과 같은 산용액과 표면활성용액을,

Beech⁸⁾와 Levine¹⁶⁾이 석회화용액 등을 소개하면서 결합력의 증진을 보고하였으며 Duke¹³⁾은 삭제된 상아질을 여러가지 산으로 표면처리를 한 경우 수복재와 긴밀한 접촉을 이루어 변연누출을 감소시킬 수 있었다고 보고한 반면 Negm¹⁷⁾은 유의한 효과 차이를 관찰할 수 없었다고 보고하였다. 또한 Hotz¹⁸⁾, Aboush와 Jenkins¹⁹⁾ 등은 pumice나 bur를 이용한 치질표면 처리법을 보고하였으나 Eick^{20,21)}은 pumice나 bur로 표면처리 하더라도 치면의 도말층 제거는 힘들다고 보고하여 상아질 표면처리 유무 및 방법에 따른 변연폐쇄효과에 대해서 아직도 학자들간에 논란이 되고 있다.

이에 본 실험은 글라스 아이오노머 시멘트가 상아질과 접합시 영향을 받을 수 있는 여러가지 요인 중 상아질에 대한 표면처리가 글라스 아이오노머 시멘트의 변연누출에 미치는 영향을 알아보려고 실험을 시행하였으며 그 결과를 보고하는 바이다.

II. 실험재료 및 실험방법

가. 실험재료

치주질환 및 교정 목적으로 발거된 60개의 치관이 건전하고 우식이 없는 상하악 대구치를 선택하여 실험대상으로 하였으며, 수복재로 글라스 아이오노머 시멘트인 Ketac-Fil(ESPE Co. Germany)을 사용하였으며 상아질 표면처리제로 증류수, 5% sodium hypochlorite 용액, Ketac conditioner(ESPE Co. Germany) 및 40% polyacrylic acid(GC Co. Japan)를 사용하였다.

나. 실험방법

모든 실험 치아를 발거 즉시 직육면체형 교정용 레진(Lang Dental MFG. Co. U. S. A.) 블럭에 치관의 순면만 노출되도록 식립하였다(Fig. 1). 식립된 치아를 Wet trimmer로 상아질면이 노출될 때까지 블럭 base에 평행되도록 삭제한 다음 150 grit silicon carbide paper와 600 grit silicon carbide paper로써 상아질 표면을 연마하고 수세한 후 건조시켰다. 각 표본의 연마 정도를 표준화시키기 위해 실물확대현미경(Nikon. Co. Japan)으로 40배 확대하여 표면조도를 관찰한 후 균일한 와동 형성을 위해 고안한 특수장치(Fig. 2)를 제작하여 고속용 330번

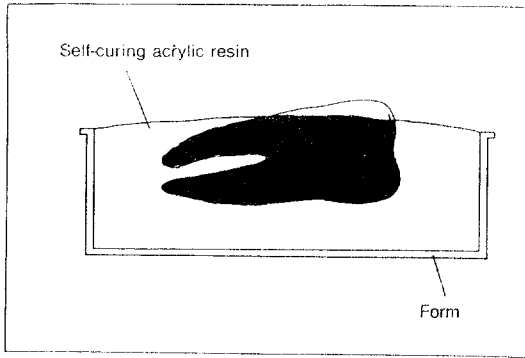


Fig. 1. Specimen embedded in self-curing acrylic resin with facial surface exposed.

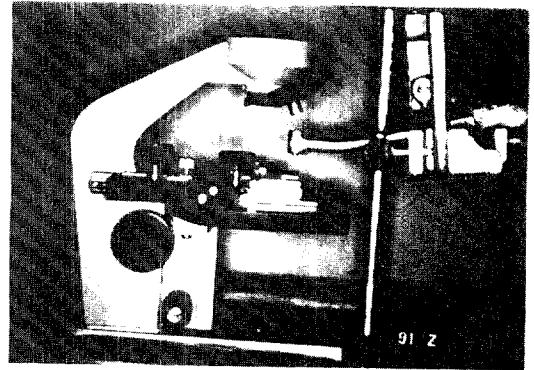


Fig. 2. (right) Custom-made device for creation of uniform cavity preparation.

Table I. Experimental groups according to the dentin pretreatment

Group	No. of teeth	restorative material	dentin pretreatment
I	15	Ketac - Fil	distilled water
II	15	Ketac - Fil	5% sodium hypochlorite
III	15	Ketac - Fil	Ketac conditioner
IV	15	Ketac - Fil	40% polycrylic acid

carbide bur로 각 너비가 3mm, 깊이가 1.5mm인 직사각형 와동을 형성한 다음 저속용 557번 carbide bur로 와동을 마무리하여 생리식염수에 보관하였다. 그후 실험치아를 무작위로 15개씩 4개군으로 분류한 다음 상아질 표면을 실험용액으로 처리하였고 수복재로 충전하였다(Table I).

각 군의 표본을 15초간 표면처리 하고 15초간 수세한 다음 건조시킨 후 글라스 아이오노머 시멘트인 Ketac - Fil(ESPE Co. Germany)을 제조회사의 지시대로 혼합하여 수압을 가해 충전한 다음 수분 및 파견조로부터의 보호를 위해 varnish를 철저히 도포한 후 5분간 공기중에 방치해 두었다가 상대습도 100%의 37°C 배양기(Yamato Co. Japan)에 24시간 보관하였다. Sof - Lex polishing disc(3M Co. USA)로 마무리 하였으며 실물확대현미경으로 40배 확대하여 변연적합성을 확인한 후 수복물과 주위 1mm를 제외한 상아질 노출부위에 Nail Varnish를 2회 도포하여 건조하였다. 그후 실험시편을 5°C의 수조와 55°C의 수조에서 1분씩 100회 온도 변화를 시행한 다음 0.5% methylene blue 용액에 담구어 상대습도 100%의 37°C 배양기에 48시간 동안 염색하였다. 실험시편을 염색액에서 꺼내어 물로 깨끗이 세척, 건조시키고

저속 diamond disc로 협설 방향으로 절단한 후 Sof - Lex polishing disc로 절단표면을 연마 하였다.

색소침투정도는 Fig. 3과 같은 방법에 따라 실물 확대현미경을 이용하여 평가하였다. 측정된 색소 침투 정도는 Mann - Whitney U 분석법으로 각 군을 비교, 검정하였다($P < 0.05$).

III. 실험성적

각 군당 15개씩 시편을 제작하고 상아질 표면 처리에 따른 색소침투 정도를 Fig. 3과 같은 방법에 따라 평가하여 Table III과 같은 결과를 얻었으며 Mann - Whitney U 분석법으로 각 실험군 간의 차이를 조사하여 Table IV와 같은 결과를 얻었다. 증류수로 처리한 군의 평균 score는 2.7, 5% sodium hypochlorite 용액으로 처리한 군의 평균 score는 2.5, Ketac conditioner로 처리한 군의 평균 score는 2.4, 40% polyacrylic acid로 처리한 군의 평균 score는 2.0으로 나타났다. 상아질 표면처리에 따른 변연누출은 정도의 차이는 있지만 각 군에 모두 나타났다으며 증류수 처리군이 가장 높게 나타났고 40 polyacrylic acid 처리군이 가장 낮았다. 그리고 증

류수로 처리한 군과 5% sodium hypochlorite 용액으로 처리한 군, 증류수로 처리한 군과 Ketac conditioner로 처리한 군 및 Ketac conditioner로 처리한 군과 40% polyacrylic acid로 처리한 군 간에는 유의한 차이가 없었으며($P>0.05$), 증류수로 처리한 군과

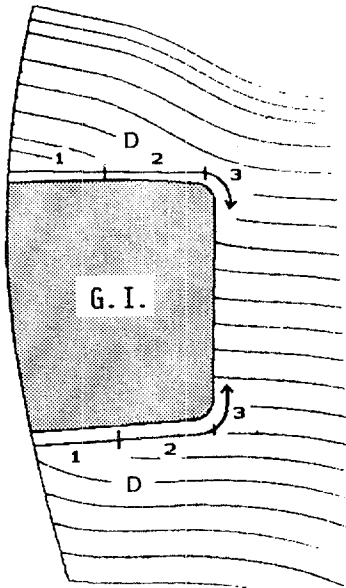


Fig. 3. Scoring method for dye penetration

- G I) Glass ionomer cement. D) Dentin
 score 1 : penetration up to one half of cavity depth
 score 2 : penetration up to complete cavity depth
 score 3 : penetration up to the pulpal wall

Table II. Frequency & mean of the dye penetration

Group	Degree	0	1	2	3	Mean	Total
I				5	10	2.7	15
II			1	6	8	2.5	15
III				9	6	2.4	15
IV			5	5	5	2.0	15

G I : dentin pretreatment with distilled water

G II : dentin pretreatment with 5% sodium hypochlorite

G III : dentin pretreatment with Ketac conditioner

G IV : dentin pretreatment with 40% polyacrylic acid

Table III. Assessment of shear strength by Duncan test

Group	G II	G III	G IV
I	.3973	.1501	.0232*
II		.6206	.1180
III			.1759

* : $P<0.05$

40% polyacrylic acid로 처리한 군간에는 통계학적으로 유의한 차이가 있었다($P<0.05$).

IV. 총괄 및 고안

글라스 아이오노머 시멘트는 치질과의 우수한 변연폐쇄 및 결합성으로 인해 임상에서 많이 사용되고 있다. 수복재로서의 임상적 성공 예는 Mount^{22,23}, Ngo와 Mount²⁴ 등 많은 연구가들에 의해 보고되고 있다. 글라스 아이오노머 시멘트의 치질과의 결합 기전은 기계적 맞물림에 의한 유지라기 보다는 치아의 무기질 성분인 hydroxyapatite와의 화학적 결합에 의한 것이므로 법랑질에 비해 무기질 성분이 적은 상아질과의 결합력은 결과적으로 낮게 나타난다고 보고하고 있다^{17, 18, 25}. Phillips²⁶는 상아질에는 무기질 성분이 적을 뿐만 아니라 상아세관을 통한 체액의 이동으로 치면의 건조가 힘들고 치면 조도에 의한 응력집중 가능성 및 기포발생을 들어 상아질에서 효과적인 결합을 얻기가 어렵다고 보고하고 있다. 이러한 상아질에 대한 결합에 영향을 줄 수 있는 요소로써 Standford²⁷은 상아질 산부식 여부, 치면 위의 도말층 잔존여부, 수복재의 수축정도,

치면에서의 깊이, 발치후 경과시간, 실험치아의 기왕력등을 들고 있고, Aboush와 Jenkin¹⁹⁾은 치아의 종류 및 부위, 치면에서의 깊이, 시멘트의 분량 등에 의해 결합에 차이가 난다고 보고하고 있다. 한편 수복물의 변연누출의 정도는 치아 수복의 성공률에 지대한 영향을 미친다.

Smith¹⁰⁾의 연구에 의하면 현재 사용되고 있는 대부분의 치과용 충전재는 변연 적합성이 좋지 않으며 이에 따른 충전 실패율이 높은 것으로 나타나 있다. Welsh와 Henbree¹⁾ 및 Mathis와 Dewald²⁸⁾ 등은 복합레진과 글라스 아이오노머 시멘트의 변연누출 정도를 비교한 결과 글라스 아이오노머 시멘트가 우수하다고 보고하였으며 이는 Murray와 Yates²⁹⁾에 의해 글라스 아이오노머 시멘트가 복합레진에 비해서 법랑질에 대한 결합은 약하지만 상아질에 대한 결합은 우수하다고 한 보고와 일치하는 것이며 Wilson⁹⁾은 Radiochemical Diffusion 방법을 이용하여 글라스 아이오노머 시멘트와 인산 아연 시멘트의 변연누출 정도를 52주동안 측정하여 글라스 아이오노머 시멘트의 변연폐쇄 능력이 우수함을 보고하였고, Fitzgerald²⁾은 세균침투법을 이용하여 같은 결과를 보고하였다. 또한 Holtan³⁵⁾, Maldonado³⁶⁾ 및 Mount^{22, 23)}등도 글라스 아이오노머 시멘트의 변연폐쇄 능력이 우수함을 보고하였다. 상아질 표면 처리에 따라 변연누출을 감소시킬 수 있는 방법에 대해서 Mclean과 Wilson¹⁴⁾이 산부식법과의 구별을 위해 표면처리라고 명명한 전처치법을 소개하면서 50% citric acid를 사용한 이래, Beech³⁾는 석회화 용액으로, Powis¹⁵⁾은 25% polyacrylic acid로 전처치를 하여 변연 적합성의 증가를 보고하였으며, Duke¹³⁾은 삭제된 상아질 표면을 여러가지 산으로 표면처리를 한 경우 수복재와 긴밀한 접촉을 유도하여 변연누출을 감소시킬 수 있다고 보고하였으나, Negm¹⁷⁾은 유의한 차이가 없다고 하여 표면처리에 따른 도말층 제거 유무에 대해서는 아직 학자들간에 논란이 되고 있다. 한편 Eick^{20, 21)}은 pumice나 bur로 치질 표면을 처리하더라도 치면의 도말층은 제거하기 힘들다고 하였다. 이러한 치아절삭면이 대부분인 도말층은 표면에너지가 감소시켜 치면의 반응도를 낮추고 또한 도말층 자체가 치질과의 결합을 방해한다는 점 등을 들어 Duke¹³⁾, Aboush와 Jenkin¹⁹⁾, Bowen³⁰⁾ 등은 구연산, 아크릴산과 같은 표면처리제나 pumice 등

으로 이의 제거를 주장하는 반면, Pashley^{31, 32)} 및 Olio³³⁾는 도말층이 상아질내의 체액이동을 감소시키고 치면의 칼슘농도를 증가시켜 결합에 도움이 된다고 하여 그 보존을 주장하는 등 그 제거에 대해서도 논란이 많다. 한편 Phillips²⁶⁾는 노출된 상아질을 산부식하는 방법은 상아세관을 노출시켜 조상아 세포와 치수 조직에 손상을 줄 수 있고 상아질 표면을 완전히 건조시킬 수 없다고 하였으며 Dijken⁴¹⁾은 기계적인 유지를 얻기 위해 이용되는 강산에 의한 상아질 산부식은 상아질 표면조도를 변화시켜 표면의 adhesive bonding site의 감소를 초래하여 수복재의 결합력을 감소시킨다고 하였으나 Newman과 Porter⁴²⁾는 상아질을 산처리하는 경우 도말층이 제거되어 결합력이 증가된다고 하여 상반된 주장을 하였다. 그러므로 강산이 상아질 전처치의 최선의 방법이 아니며 상아세관의 노출없이 대부분의 도말층을 제거시킬 수 있는 약제의 개발이 요구된다. 수복재를 적용하기 전에 오염된 상아질 표면을 처리하는데 50% citric acid, 0.2% EDTA, 25% tannic acid 및 polyacrylic acid 등이 효과적임으로 보고되고 있다. Powis¹⁵⁾에 의하면 25% tannic acid와 polyacrylic acid가 우수하다고 하였으며 Negm¹⁷⁾은 50% citric acid (ASPA conditioner)보다는 5% sodium hypochlorite가 우수하다고 한 반면, Levine¹⁶⁾은 citric acid는 Ca^{++} 과 같은 상아질 표면의 무기질을 감소시키고 상아세관의 확대에 의한 기포발생을 증가시켜 접착력이 낮게 나타난다고 하였다. Polyacrylic acid는 치질과 수소결합을 할 수 있는 능력을 가진 많은 carboxyl기를 포함하고 있기 때문에 상아질 표면의 효과적인 청결 및 침윤력을 부여할 수 있고 치질 표면의 Ca^{++} 와 같은 무기질을 용해시키는 양이 미세하여 상아세관을 개방시키기는 하지만 상아질 표면을 붕괴시키거나 상아세관을 확대시키지 않으므로 글라스 아이오노머 시멘트의 치질에 대한 화학적 결합을 방해하지 않는 것을 알려져 있다^{13, 15)}.

본 실험에서는 각 실험치아마다 와동 깊이를 가능한 표준화 시키기 위해 상아질면을 노출시키고 연마하여 평탄하게 만든 다음 다시 와동을 형성하였으며 Powis¹⁵⁾이 주장한대로 상아질면의 도말층을 제거하여 글라스 아이오노머 시멘트의 변연누출을 감소시키기 위해 polyacrylic acid가 주성분인 독일 ESPE사의 Ketac conditioner와 일본 GC 회사의

ASPA liquid(40% polyacrylic acid+ 60% distilled water)와 Negm¹⁷⁾이 주장한 대로 표면 유기질을 용해시켜 상아질 표면처리와 청결 효과가 있다는 5% sodium hypochlorite 용액을 이용하여 표면처리 하였다 그리고 충전재료는 독일 ESPE 회사의 Ketac-Fil을 사용하였는데 이는 혼합비에 따라 글라스 아이오노머 시멘트의 성상에 차이가 있기 때문에 실험의 오차를 줄이기 위해 일정 비율로 혼합되어 상 품화된 재료를 사용하였다.

본 실험에서 상아질 표면처리에 따른 변연 누출은 정도에 차이는 있지만 각군에 모두 나타났으며 증류수 처리군이 가장 높게 나타났으며 40% polyacrylic acid 처리군이 가장 낮게 나타나 Powis¹⁵⁾ 등의 주장과 일치함을 보여주었다. Ketac conditioner 처리군은 40% polyacrylic acid 처리군 보다는 다소 큰 변연 누출을 보였으나 통계학적인 유의성은 없었다. Ketac conditioner내의 polyacrylic acid의 농도를 알 수 없어 효과차이의 원인을 알 수가 없었다. 그리고 5% sodium hypochlorite 용액 처리군은 증류수 처리군에 비교해서 유의한 차이가 없어 Negm¹⁷⁾의 주장과 다름을 보였다. 증류수 처리군과 비교해서 Ketac conditioner 처리군은 작은 변연누출을 보였으나 통계학적인 유의성은 없었다.

본 실험의 문제점은 각 실험치아마다 와동 깊이를 가능한 표준화시키기 위해 상아질면을 노출시키고 연마하여 평탄하게 만든 다음 다시 와동을 형성하였기 때문에 충분한 와동 깊이를 얻지 못했고, 염색과정에서 수복물 주위의 노출된 상아세관을 통해 과도한 염색액의 침투가 있었다고 사료되며, Custom³⁾은 상부 상아질은 하부 상아질 보다 많은 양의 무기질이 존재하기 때문에 상아질의 깊이에 따라 수복물과의 결합력이 차이가 난다고 보고하였는 바 본 실험에서도 일정 깊이의 상아질면을 형성할 수 없는 등의 상아질 와동형성 표준화에 문제가 있음을 확인하였다. 아울러 Henbree나 Welsh¹⁾ 등의 방법에 의해 발견된 치아중 치경부 마모증이나 침식증이 있는 치아를 선택하여 와동형성 없이 도말층을 제거한 후에 노출된 상아질을 표면처리후 치은변연의 변연누출 정도를 관찰하는 방법도 효과적이라 사료 된다.

이상의 본 실험결과 및 여러 학자들이 결과를 종합해 볼 때 치경부 침식 병소와 같은 비교적 응력을

작게 받는 부위의 수복시 상아질의 도말층을 제거 하기 위해 상아질표면을 처리한 후 수복하는 것이 수복물의 변연폐쇄 효과를 증가시키고 수복물의 수명을 연장시킬 수 있는 한 방법이라 사료된다. 본 실험은 실험치에서 행한 실험으로 실제 임상에서 결합력에 영향을 줄 수 있는 상아질 면의 체액 이동이나 구강내의 영향 등 여러 인자들이 고려되지 않았으므로 이에 대해서도 더 많은 연구가 있어야 될 것으로 사료된다.

V. 결 론

저자는 임상에서 글라스 아이오노머 시멘트가 상아질과 접합시 영향을 줄 수 있는 여러가지 요인 중 상아질 표면처리가 글라스 아이오노머 시멘트의 변연누출에 미치는 영향을 규명하고자 발견된 60개의 대구치 상아질을 노출시킨 후 와동을 형성하여 와동내 상아질을 증류수, 5% sodium hypochlorite 용액, Ketac conditioner, 40% polyacrylic acid로 각 군당 15개씩 처리한 후 Ketac-Fil로 와동을 충전후 색소침투 정도로 관찰하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 상아질 표면처리에 따른 변연누출은 정도에 차이는 있지만 각 군에 모두 나타났다.
2. 상아질 표면처리에 따른 변연누출의 정도는 증류수 처리군이 가장 높았다($P < 0.05$).
3. 상아질 표면처리에 따른 변연누출의 정도는 40% polyacrylic acid 처리군이 가장 낮았다($P < 0.05$).
4. 증류수로 처리한 군과 5% sodium hypochlorite 용액으로 처리한 군, 증류수로 처리한 군과 Ketac conditioner로 처리한 군 및 Ketac conditioner로 처리한 군과 40% polyacrylic acid로 처리한 군 간에는 유의한 차이가 없었으며($P > 0.05$) 증류수로 처리한 군과 40% polyacrylic acid로 처리한 군 간에는 통계학적으로 유의한 차이가 있었다($P < 0.05$).

REFERENCE

1. Welsh, E. L. and Hembree, J. H. : Microleakage at the gingival wall with four class V anterior

- restorative materials, *J. Prosthet. Dent.*, 51 : 370-372, 1985.
2. Fitzgerald, M., Heys, D.J., Heys, D.R., and Charbenau, G. J. : An evaluation of a glass - ionomer luting agent : Bacterial leakage, *J. A. D. A.*, 114 : 783-786, 1987.
 3. Pameijer, C. H., Segal, E., and Richardson, J. : Pupal response to a glass ionomer cement in primates, *J. Prosthet. Dent.*, 46 : 36-40, 1981.
 4. Kawahara, H., Imanishi, Y., and Oshima, H. : Biological evaluation of a glass ionomer cement, *J. Dent. Res.*, 58 : 1080, 1979.
 5. Hicks, M. J., Flitz, C. M., and Silverstone, L. M. : Secondary caries formation in vitro around glass ionomer restoration, *Quintessence International*, 17 : 527-532, 1986.
 6. Wilson, A. D. and Kent, R. E. : A new translucent cement for dentistry, *Brit. Dent. J.*, 132 : 133-135, 1972.
 7. Smith, D. C. : A new dental cement, *Brit. Dent. J.*, 125 : 381-384, 1968.
 8. Beech, D. R. : Improvement in the adhesion of polyacrylate cements to human dentin, *Brit. Dent. J.*, 135 : 422-445, 1973.
 9. Wilson, A. D., Prosser, H. J., and Powis, D. M. : Mechanism of adhesion of polyelectrolyte cements to hydroxyapatite, *J. Dent. Res.*, 62 : 590-592, 1983.
 10. Retief, D. H., Bradley, E. L., Denton, J. C., and Switzer, P. : Enamel and cementum fluoride uptake from a glass ionomer cement, *Caries Res.*, 18 : 250-257, 1984.
 11. Meryon, S. D. and Smith, A. J. : A comparison of fluoride release from three glass ionomer cement and a polycarboxylate cement, *Int. Endod. J.*, 17 : 16-24, 1984.
 12. Swartz, M. L., Phillips, R. W., and Clark, H. E. : Long term F release from glass - ionomer cements, *J. Dent. Res.*, 63 : 158-160, 1984.
 13. Duke, E. S., Philips, R. W., and Blumershine, R. : Effect of various agents in cleaning cut dentin. *J. oral Rehab.*, 12 : 137-142, 1977.
 14. Mclean, J. W., and Wilson, A. D. : The clinical development of glass ionomer cement. III. The erosion lesion, *Aust. Dent. J.*, 142 : 41-47, 1977.
 15. Powis, D. R., Folleras, T., Merson, S. A. and Wilson, A. D. : Improved adhesion of a glass ionomer cement to dentin and enamel, *J. Dent. Res.*, 61 : 1416-1422, 1982.
 16. Levine, R. S., Beech, D. R., and Garton, B. : Improving the bond strength of polyacrylate cements to dentin, *Brit. Dent. J.*, 143 : 275-277, 1977.
 17. Negm, M. M., Beech, D. R., and Grant, A. A. : An evaluation of mechanical and adhesive properties of polycarboxylate and glass ionomer cements, *J. Oral Rehabil.*, 9 : 161-167, 1982.
 18. Hotz, P., Mclean, J. W., Sced, L., and Wilson, A. D. : The bonding of glass ionomer cements to metal and tooth substrates, *Brit. Dent. Res.*, 62 : 590-592, 1983.
 19. Aboush, Y. E. Y and Jenkins, C. B. G. : An evaluation of the bonding of glass ionomer restorative to dentin and enamel, *Brit. Dent. J.*, 161 : 179-184, 1986.
 20. Eick, J. D., Johnson, L. N., Fromer, J. R., Good, R. J., and Neumann, A. W. : Surface topography : It's influence on wetting and adhesion in a dental adhesive system, *J. Dent. Res.*, 51 : 780-787, 1972.
 21. Eick, J. D., Wilke, R. A., Anderson, C. H., and Sorensen, S. E. : Scanning electron microscopy of cut tooth surfaces and identification of debris by use of the electron microscopy, *J. Dent. Res.*, 49 : 1359-1368, 1970.
 22. Mount, G. L. : Longevity of glass - ionomer cement, *J. Prosthet. Dent.*, 55 : 682-685, 1986.
 23. Mount, G. L. and Makinson, O. F. : Clinical Characteristics of a glass ionomer cement, *Brit. Dent. J.*, 145 : 67-71, 1978.
 24. Ngo, H. Earl, and Mount, G. J. : Glass - ionomer cements : A 12 - month evaluation, *J. Prosthet.*

- Dent. 55 : 203-205, 1986.
25. Lacefield, W. R., Reindl, M. C., and Retief, D. M. : Tensile bond strength of a glass-ionomer cements., *J. Prosthet. Dent.*, 53 : 194-198, 1985.
 26. Phillips, R. W. : Advancements in adhesive restorative dental material, *J. Dent. Res.*, 45 : 1662-1667, 1966.
 27. Stanford, J. W., Sabri, Z., and Joes, S. : A comparison of the effectiveness of dentin bonding agents., *Int. Dent. J.*, 3 : 139-144, 1988.
 28. Mathis, R. S., Dewald, J. : Marginal leakage in class V composite resin restorations with glass ionomer liners in vitro. *J. Prosthet. Dent.*, 63 : 522-5, 1990.
 29. Murray, G. A. Yates J. L. : A comparison of the bond strength of composite resins and glass ionomer cements. *J. Pedod.*, 8 : 172-7, 1984.
 30. Bowen, R. L. : Adhesive bonding of various materials to hard tooth tissue - solubility of dental smear layer indiluted acid buffers, *A. D. A. Health Foundation Res.*, 28 : 97-107, 1977.
 31. Pashley, D. H., Livingston, M. J., and Reeder, O. W. : Effects of the degree of tubule occlusion on the permeability of human dentin, *Arch. Oral Biol.*, 23 : 1127-1133, 1978.
 32. Pashley, D. H., Micheliich, V., and Kehl, T. : Dentin permeability : Effects of smear layer removal, *J. Prosthet. Dent.*, 46 : 275-281, 1953.
 33. Olio, G. : Adhesive bonding of dental luting cements : Influence of surface treatment, *Acta Odontol. Scand.*, 36 : 263-270, 1978.
 34. Custom, B. E. : Improved bonding of composite restorative to dentin. *Br. Dent. J.* 93 : 156, 1984.
 35. Holtan, J. R. : Microleakage and marginal placement of glass ionomer liner. *Quintessence. Int.*, 20 : 117-122, 1989.
 36. Maldonado, A. : An in vitro study of certain properties of a glass ionomer cement. *JADA*, 96 : 787-191, 1978.
 37. Mclean, J. W. and Wilson, A. D. : The clinical development of the glass ionomer cement. II. Some clinical application, *Aust. Dent. J.*, 22 : 120-127, 1977.
 38. Mclean, J. W. and Wilson, A. D. : The clinical development of the glass-ionomer cements. I. Formulation and properties, *Aust. Dent. J.*, 22 : 31-36, 1977.
 39. Kent, B. E., Lewis, B. G., and Wilson, A. D. : The properties of a glass ionomer cement, *Brit. Dent. J.*, 135 : 322-326, 1973.
 40. Aboush, Y. E. Y. and Jenkin, C. B. G. : Factors affecting the tensile bond strength of a glass-ionomer restorative to dentin, *J. Dent. Res.*, 63 : 511, 1984.
 41. Dijken, W. V. : The effect of cavity pretreatment procedure on dentin bonding : A four-year clinical evaluation. *Aust. Dent. J.*, 64 : 148-152, 1990.
 42. Newman, S. M., Porter, H. : Dentin pretreatment effects on dental bonding, (Abstract) *J. Dent. Res.*, 65-67, 1986.

논문사진부도

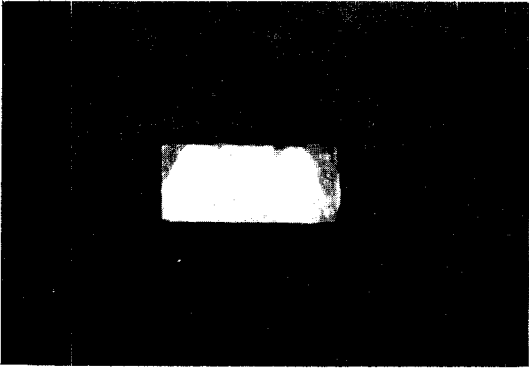


Fig. 4 : Dye penetration score : 1

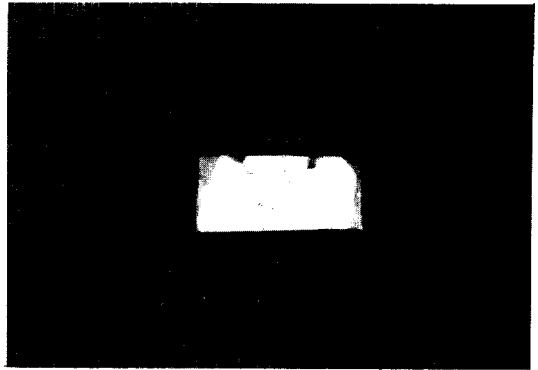


Fig. 5 : Dye penetration score : 2

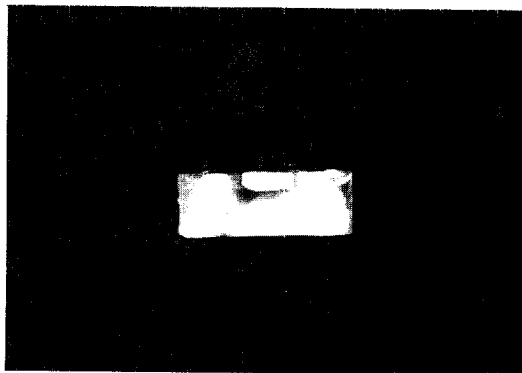


Fig. 6 : Dye penetration score : 3