

수종의 접착제를 이용한 Targis와 상아질간의 전단결합강도

이 정 · 유미경 · 조영곤* · 이광원

전북대학교 치과대학 치과보존학교실, 조선대학교 치과대학 치과보존학교실* 및 구강생체과학연구소

ABSTRACT

SHEAR BOND STRENGTH BETWEEN TARGIS AND HUMAN DENTIN BY USING VARIOUS LUTING CEMENTS

Jung Lee, Mi-Kyung Yu, Young-Gon Cho*, Kwang-Won Lee

Department of Conservative Dentistry, College of Dentistry Chonbuk National University

Department of Conservative Dentistry College of Dentistry Chosun University, and Institute of Oral Bioscience*

The purpose of this study was to estimate shear bond strength according to difference in luting cements and Targis surface treatment. 70 non-carious extracted human molars and Targis shade D210(Ivoclar, Liechtenstein) were used in the present study and they were randomly assigned into 7 experimental groups : Group 1 : specimens were bonded with using vitremer(3M, U.S.A). Group 2, 4, 6 : specimens were not-treated with silane and bonded with Panavia 21(Kuraray, Japan), Choice(Bisco, U.S.A.) and Variolink II (Vivadent, Liechtenstein) respectively. Group 3, 5, 7 : specimens were treated with silane and bonded with Panavia 21, Choice and Variolink II respectively. After the surface treatment, the luting cement was mixed by manufacturer's recommendation and then applied between dentin and Targis and excess cement was removed by brush. All specimens were stored for 24 hrs in distilled water at 37°C. Shear bond strength for each group was then measured. To examine the failure patterns of targis to dentin, specimens were fabricated and observed under the SEM.

The results were as follows :

1. The mean shear bond strength of the groups using resin cements was significantly higher than that using resin-modified GI cements ($P<0.05$).
2. There is no significant difference in shear bond strength between Panavia 21 and Choice whether silane was used or not($P>0.05$). However, bond strength for the groups using Variolink II was higher in the specimens not-treated with silane than the treated specimens ($P<0.05$).
3. There is no significant difference in bond strength among the groups using silane surface treatment and resin cement (group 3, 5, 7) ($P<0.05$).
4. The proportions of the specimens showing the mixed fracture failure were 20% in groups using Panavia 21 and Variolink II and 15% in group using Choice.

I. 서 론

심미수복치료에 사용되는 재료에는 복합레진, 글래스 아이오노머 시멘트, 세라믹 등이 있다. 세라믹은 생체적합성, 심미성, 산부식성, 마모저항성 등이 뛰어나나 시적시 깨지

기 쉬우며 교합면에 사용되어지는 경우 대합치를 마모시키는 경향이 있다. 최근에는 CAD/CAM system인 Cerec system과 Copy-milling system인 Celay system과 같이 절삭에 의해 도재수복물을 제작하는 새로운 방법이 소개되고 있어 보다 간편하게 정밀한 도재 수복물을 제작할 수 있

게 되었고 I. Krejci 등¹¹⁾은 fine porcelain인 Cerec Vita MkII V7R에서 대합치를 마모시키는 마모율이 자연치와 유의한 차이를 나타내지 않았고, coarse porcelain인 Cerec vita MkI과 Dicor MGC 에서는 대합치를 상당량 마모시킨다고 하였다. 한편, Flemming Isidor 등¹²⁾은 25개의 구치부 세라믹 인레이를 20 - 57개월에 걸쳐 임상 관찰한 결과를 보고하였는데 12개의 경우에서 실패하였고 그 중 10개는 세라믹의 파절로, 이차 우식증이나 marginal gap등의 원인보다 취성이 높아 실패함을 보고하였다.

복합레진은 silanized silicate 필러 입자와 acrylic monomer의 혼합으로 이루어졌는데 중합하여 고형의 수복물을 형성한다. 마모와 파절 등의 단점을 극복하기 위하여 많은 개선이 있었음에도 불구하고 1994년 Bayne 등³⁾은 "복합레진은 범위가 큰 구치부 수복시 추천되지 않는데 이는 마모와 미세누출, 파절 등에 기인한다" 하였다. 또한 1994년 Corbin 등⁴⁾은 교합력이 집중되는 곳에 복합레진은 적절한 선택이 아니더라고 하였고, 1996년 Wilder 등⁵⁾은 제한없이 쓸 수 있는 복합레진은 없다고 하였다. 간접법으로 제작되는 복합레진 인레이가 1980년대에 소개되었고 제 1세대 복합레진 인레이로 분류되었다^{6,7)}. 간접법은 직접수복을 할 때의 주된 단점인 중합수축과 마모를 극복하였고 쉽게 조작하고 수리하며 심미성이 개선되고 적절한 변연적합성, 교합면과 인접면 형태의 재현에 용이함을 보였다. 그러나 이런 장점에도 불구하고 색조의 불안정성과 교합 스트레스에 의한 파절 등의 한계를 보였다⁸⁾.

최근에 Touati 등⁹⁾에 의해 제 2세대 기공용 복합레진으로 분류된 ceramic optimized polymers(Ceromers)가 개발되었다. Ceromer에는 Artglass(Kulzer), Conquest(Jenerac Pentron), Columbus(Cendres st Metaux), Targis(Ivoclar), BelleGlass(Belle de st, claire) 등이 속하는데 무기물 필러의 무게가 72 - 85%이고 부피는 58 - 68%를 차지한다¹⁰⁾. 제 2세대 복합레진에 사용되는 세라믹 필러는 기존의 제 1세대 무기질 필러와 함량, 모양, 조성이 다른데 1세대는 평균 반면 2세대는 길고 1세대의 크기에 비해 1 - 5 μ m 더 크며 조성은 세라믹과 silica braium glass로 구성된다. 또한 3차원적으로 균일하게 분포되어 있는 무기질 필러의 입자 사이를 레진 유기물이 채우며 보강하고 있다¹¹⁾. 2세대 복합레진의 굴곡강도는 120 - 150 MPa로 feldspathic ceramic(65MPa)보다 높으며^{10,13)}, 수복부위가 큰 온레이에서 ceromer와 fiber-reinforced composite가 혼합되어 전통의 PFM과 비교되는 강도와 파절저항성, 상아질과 유사한 탄성계수를 나타내고¹²⁾, 본 실험에 사용될 Targis의 경우 fiber-reinforced material(Vectris)위에 Ceromer인 Targis를 Veneering하는 원리를 이용하여 전치부 및 구치부의 metal free resin bridge의 제작도 가능하다^{10,13)}. 이러한 특성은 상아질 접착제와 같이 사용시 인레

이와 온레이의 수복에서 교두지지를 강화시켜준다¹⁴⁾. 세라믹 인레이의 성공은 적절한 와동을 형성하고 최소한의 간극을 형성하는 와동 내면과의 접착을 얻는 것인데 복합레진 시멘트를 사용할 경우 금 인레이에 사용된 인산 시멘트, 글래스 아이오노머 시멘트와 비교하여 2 - 3배의 높은 인장강도를 나타낸다¹⁵⁾. 1963년 Bowen 등¹⁶⁾이 치과용 수복물에 silane coupling agent의 활용을 소개하였고, 도재 수복물의 접착¹⁷⁾, 수리¹⁸⁾, 의치상 레진에 도치 매몰시¹⁹⁾ silane을 이용하게 되었다.

제 2세대 기공용 레진의 성분이 세라믹 필러이고 제조사에서 레진 시멘트와 silane의 사용을 권유하는 바, 본 연구에서는 제 2세대 기공용 레진 중 Targis의 표면처리가 결합강도에 미치는 영향과 수종의 시멘트 사용시 상아질과의 전단결합강도 비교 및 결합강도 측정 후 파절단면을 관찰하여 유의있는 지견을 얻었기에 보고하는 바이다.

II. 실험 재료 및 방법

1. 실험 재료

최근에 발치된 70개의 상악 대구치에 Targis resin (Ivoclar, Liechtenstein) D 210을 접착하였으며 접착에 사용된 시멘트는 Variolink II (Vivadent, Liechtenstein), Choice (Bisco, U.S.A.), Pamavia 21 (Kuraray, Japan), Vitremer (3M, U.S.A.) 이고 Choice 사용시에는 상아질 접착제인 All-Bond 2 (Bisco Co, U.S.A.)를 사용하였고 Panavia 21 사용시에는 Clearfil Porcelain bond activator와 Clearfil new bond를 사용하였고, Variolink II에서는 Monobond-S를 사용하였다(Table 1).

2. 실험방법

1) 전단결합강도 측정을 위한 시편 제작

Targis시편 제작을 위해 직경 5mm, 높이 6mm의 원통형 캡슐에 Targis 레진을 충전하고 Targis Quick과 Targis Power를 이용하여 중합하였고, 시편 제작 후 접착면을 50 μ m aluminium oxide blasting하였다. 치아시편 제작을 위해 테프론 몰드와 자가중합형 아크릴릭 레진을 이용하여 차이를 포매하고 순수한 상아질만 노출되도록 교합면 쪽부터 치아를 연마하여 상아질이 노출되면 #600, #800, #1000 sandpaper를 이용하여 연마하고 두 시편의 부착 후 37 $^{\circ}$ C 증류수에 24시간 동안 보관하였다. 만능시험기(Instron 6022, Instron Co., U.S.A.)를 이용하여 cross-head speed 0.5mm/min으로 결합강도를 측정하였다. 개개 실험군의 평균값과 표준편차를 환산한 뒤 군 간의 통계학적

Table 1. Materials used in this study

| Brand | Manufacturer | Type | Lot No. |
|----------------------------------|-------------------------|------------------------------|------------|
| Vitremer | 3M. U.S.A | Self cure resin-modified G I | 19970627 |
| Panavia 21 | Kuraray Japan | Self cure resin cement | 51442 |
| Clearfil porcelain repair system | Kuraray. Japan | Porcelain bonding system | 51158 |
| Choice | Bisco. U.S.A | Dual cure resin cement | 9800001669 |
| All bond 2 | Bisco. U.S.A | Dentin bonding system | 099308 |
| Variolink II | Vivadent. Liechtenstein | Dual cure resin cement | A23541 |
| Targis D210 | Ivoclar. Liechtenstein | Ceromer | A14320 |

유의성을 One Way ANOVA를 이용하여 분석하였다.

2) 실험군의 분류

접착에 사용된 시멘트의 종류와 처리방법에 따라 각 군당 시편 10개씩 7군으로 분류하여 실험하였다(Table 2).

제 1군: Vitremer를 사용하여 접착한 실험군으로 제조사의 지시에 따라 Powder/Liquid ratio가 1.6:1 이 되게 혼합한 후 접착하였으며 과잉의 시멘트는 마른 브러쉬를 이용하여 제거하였다.

제 2군: Panavia 21을 silane 표면 처리하여 접착한 실험군으로 Targis시편의 접착부에 5초 동안 산 부식 후 수세, 건조 시킨 후 Clearfil porcelain activator와 Clearfil new bond를 섞어 30초간 처리하였다.

치아 시편의 접착부에는 ED Primer A&B를 섞어 60초간 처리하였고, catalyst와 universal paste를 20 - 30초간 혼합하여 부착하고 과잉의 시멘트는 마른 브러쉬를 사용하여 제거하였다. 레진 시멘트로 접착된 부위는 Oxyguard II를 이용하여 공기를 차단시켜 레진시멘트의 중합을 유도하였고, Oxyguard II를 1분간 유지한 후 수세하였다.

제 3군: Panavia 21을 silane 표면 처리하지 않고 접착한 실험군으로 Silane 처리를 제외하고 silane 처리군과 동일하게 시행하였다.

제 4군: Choice를 silane 표면 처리하여 접착한 실험군으로 Targis시편은 37% 인산으로 15초간 부식 후 수세 건조시켰다. Porcelain primer (silane)를 30초간 처리한 후 L/C Bonding Resin을 얇게 도포하였다. 치아시편은 상아질을 10% 인산 부식 후 primer A&B를 혼합하여 5번 도포 후 건조시켰다. Catalyst와 universal paste를 20 - 30초간 혼합하여 부착하고, 과잉의 시멘트는 마른 브러쉬를 이용하여 제거하고 각 면에서 40초씩 광중합시켰다.

Table 2 Group classification according to different cements and surface treatments

| Groups | Silane surface treatment | Cement |
|---------|--------------------------|--------------|
| Group 1 | Not treated | Vitremer |
| Group 2 | Not treated | Panavia 21 |
| Group 3 | Treated | Panavia 21 |
| Group 4 | Not treated | Choice |
| Group 5 | Treated | Choice |
| Group 6 | Not Treated | Variolink II |
| Group 7 | Treated | Variolink II |

제 5군: Choice를 silane 표면 처리하지 않고 접착한 실험군으로 Silane처리만 제외하고 silane 처리군과 동일하게 시행하였다.

제 6군: Variolink II를 silane 표면 처리한 군으로 Targis시편을 수세, 건조시킨 후, Monobond-S를 60초간 도포하고 건조시킨 후, Heliobond를 얇게 도포하였다. 치아시편은 상아질 부식없이 Syntac primer를 15초간 처리한 후 건조하고 Syntac adhesive를 10초간 처리, 건조 후 Heliobond를 얇게 도포 하였다. high viscosity catalyst와 base(yellow)를 혼합하여 부착시키고, 과잉의 시멘트는 마른 브러쉬를 사용하여 제거한 후 각 면에서 40초씩 광중합하였다.

제 7군: Variolink II를 silane 표면 처리하지 않고 접착한 군으로 Monobond-S 처리만 제외하고 silane 처리군과 동일하게 시행하였다.

3) 주사전자현미경 관찰을 위한 시편제작

주사전자현미경 관찰을 위하여 각 실험군 별로 전단강도 측정 후 Targis 시편과 분리된 치아시편을 1개씩 선택하였으며 시편을 7일간 건조기에 넣어 완전 건조시킨 후 상아질 측 파단면을 aluminium stub에 mounting하고 진공상태에서 금증착을 거쳐 주사전자현미경(Hitachi S-450 SEM, Japan)하에서 관찰하였으며 Targis 시편과 표면처리의 효과를 알아보기 위하여 아무런 표면처리를 하지 않은 원통형

의 Targis 시편과 50 μ m aluminium oxide blasting 표면 처리 시편 그리고 blasting 후 silane 표면 처리한 시편을 각각 주사전자현미경하에서 관찰하였다.

III. 실험 결과

1. 전단결합강도 측정

각 실험군당 10개씩 시편을 제작하고 Targis 표면 처리와 접착제의 차이에 따른 전단결합강도를 측정하여 평균값과

Table 3. Shear bond strengths of each group

| Group | Surface tx. & cements | Shear bond strengths (MPa) |
|---------|--------------------------|----------------------------|
| Group 1 | Vitremer(No silane) | 4.29 \pm 2.49 |
| Group 2 | Panavia 21(No silane) | 9.77 \pm 2.02 |
| Group 3 | Panavia 21(Silane) | 9.80 \pm 2.36 |
| Group 4 | Choice(No silane) | 10.63 \pm 1.05 |
| Group 5 | Choice (Silane) | 10.04 \pm 3.18 |
| Group 6 | Variolink II (No silane) | 14.45 \pm 3.50 |
| Group 7 | Variolink II (Silane) | 9.55 \pm 1.99 |

(P<0.05, One Way ANOVA)

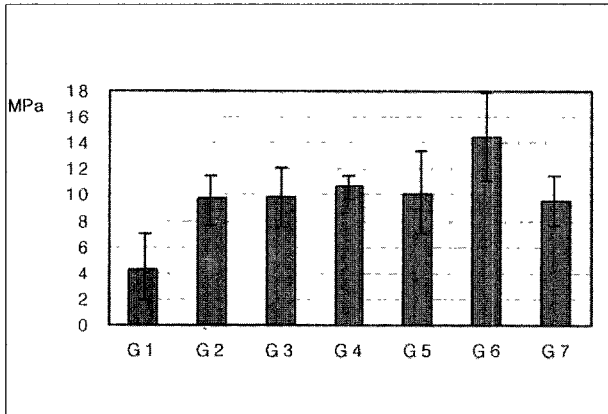


Fig 1 Shear bond strengths of each group

표준편차를 Table 3에, 유의수준의 검증을 Table 4에 요약하였다. 전체적인 전단결합강도는 Vitremer를 사용한 실험 1군에서 4.29 \pm 2.49 MPa로 가장 낮게 나타났으며(Fig. 1) 다른 실험군과 통계학적으로 유의한 차이가 있었다 (P<0.05). Panavia 21을 사용한 실험 2, 3군에서는 전단결합강도의 유의한 차이는 보이지 않았으며(P<0.05), Choice를 사용한 실험 4, 5군에서는 silane 표면 처리를 하지 않은 실험군에서 약간 높은 전단결합강도를 보였으나 유의한 차이를 보이지 않았다(p>0.05). Variolink II를 사용한 실험 6, 7군에서는 silane 표면 처리하지 않은 실험군의 전단결합강도가 처리한 실험군에 비해 유의성있게 높았다 (P<0.05). Silane 표면 처리한 Panavia 21, Choice, Variolink II 사이에는 전단결합강도의 유의한 차이를 보이지 않았다(Fig. 2).

2. 주사전자 현미경 관찰.

상아질과 Targis 시편 간의 파괴양상은 Panavia 21과 Variolink II를 사용한 실험군에서 20%, Choice를 사용한 실험군에서는 15%의 혼합성 파괴양상을 보였고 다른 모든 시편들에서는 부착성 파괴양상을 나타내었다(Table 5).

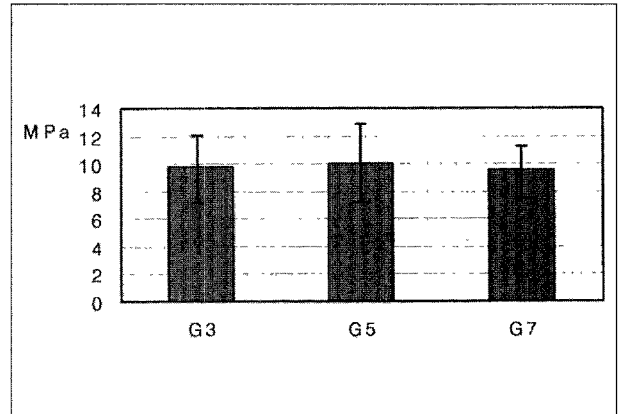


Fig. 2. The Comparison of Shear bond strength among silane surface treatment groups

Table 4. Comparison of shear bond strength in experimental groups

| Group | G 1 | G 2 | G 3 | G 4 | G 5 | G 6 | G 7 |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| G 1 | | * | * | * | * | * | * |
| G 2 | * | | | | | * | |
| G 3 | * | | | | | * | |
| G 4 | * | | | | | * | |
| G 5 | * | | | | | * | |
| G 6 | * | * | * | * | * | | * |
| G 7 | * | | | | | * | |

Table 5. Failure pattern of dentin to Targis under SEM (\times 25 power)

| Group | No. of specimen | Failure pattern | | |
|-------|-----------------|-----------------|-------|----------|
| | | adhesive | mixed | cohesive |
| G 1 | 10 | 10 | 0 | 0 |
| G 2 | 10 | 8 | 2 | 0 |
| G 3 | 10 | 8 | 2 | 0 |
| G 4 | 10 | 9 | 1 | 0 |
| G 5 | 10 | 8 | 2 | 0 |
| G 6 | 10 | 8 | 2 | 0 |
| G 7 | 10 | 8 | 2 | 0 |

Targis 시편의 주사전자현미경 관찰 시($\times 300$) 아무런 처리를 하지 않은 시편의 경우 매우 매끈한 표면을 관찰할 수 있었으며(Fig. 3), 50 μ m aluminium oxide blasting 표면 처리한 시편은 표면의 거칠기가 증가해 미세유지 형태가 생성되는 것을 관찰할 수 있었다(Fig. 4). Silane 표면 처리한 시편에서는 blasting 처리한 시편과 비교 시 주사전자현미경 상에서 특이한 소견은 보이지 않았다(Fig. 5).

IV. 총괄 및 고안

심미 수복을 위해 기술적인 접근이 치의학 분야에서 끊임 없이 이루어져 왔다. 1940년대에 PMMA(Poly methyl methacrylate)가 소개되어 초기의 심미수복재료인 silicate cement를 대신하게 되었으나 중합수축과 미세누출, 변색 등의 이유로 문제가 되었고 이런 점을 만족시키기 위하여 1962년 Ray Bowen등은 BIS-GMA macrofilled 복합레진을 개발하게 되었다. 그러나 필러가 크기 때문에 연마와 색조의 안정성이 떨어졌고 필러의 크기를 줄여 sub-microfilled 복합레진이 개발되었으나 기계적 강도에 대한 장점은 나타나지 않았다. 그래서 다양한 크기의 필러를 치밀하게 다진 hybrid resin은 강도를 개선시킬 수 있었고, J. R. Condon 등⁴⁰은 필러의 함유량이 48%이하일 때 마모가 급격히 증가하고, silane 처리한 필러가 적을수록 마모가 증가한다고 보고하였다.

1980년대에 제 1세대 복합레진 인레이가 Mormann과 Touati에 의해 소개되어졌으나 취성과 변색, 마모 등의 문제점이 있었다. 세라믹은 심미성과 물성, 생체적합성이 좋아 심미 수복치료에 많이 이용되는 재료이나 Flemming Isidor 등의 보고에서처럼 파절되는 등의 실패를 보이며 소구치보다 구치부에서 더 많은 실패를 나타내고 대합치를 마모시키는 단점을 나타낸다. 최근에 Touati 등에 의해 제 2세대 기공용 복합레진이 개발되었는데, 세라믹 필러가 3차원적으로 균일하게 분포되어 있고 필러 입자사이를 레진 유기질이 채우며 보강하여, 교합력에 저항할 수 있는 능력을 부여한다. 백 등²¹은 제 2세대 복합레진 중 Targis의 압축강도가 129.84 \pm 25.80 MPa로 세라믹과 인레이용 복합레진의 중간정도이고 비커스 미세경도도 세라믹과 인레이용 복합레진의 중간정도의 값을 보여 적절한 증례 선택시 훌륭한 구치부 수복물이 될 수 있다고 하였다.

1960년 silane coupling agent가 소개되고 1962년 Bowen등은 복합레진의 개발에 silane을 이용하였다. 1978년 Newburg 등²²은 세라믹에 silane을 사용하여 복합레진을 접착하였고, 1984년 Calamia 등²³은 부식된 세라믹에 silane 사용시 결합강도가 증가하였다고 하였다. Silane이 복합레진에 사용되어 지는 경우 레진유기질과 무기질 filler사이에서 접착을 증진시키고, 기계적 강도와 화학

적 저항성을 증진시킨다²⁴. 접착이 주된 작용이지만 유기질과 무기질의 계면을 변형시켜 복합레진의 특성을 변화시키는데, 적절히 사용시 복합레진의 파절은 무기질-유기질 계면에서 일어나지 않고 유기질사이에서 발생한다. Plueddemann 등²⁵은 레진 중합시 필러의 방해작용을 silane 처리함으로써 감소시킨다고 하였고, Venz 등²⁶은 전단결합강도를 증가시킨다고 하였다.

도재-레진의 접착은 미세한 기계적 결합과 화학적 결합으로 이루어진다. 미세한 기계적 접착은 산으로 도재를 부식시켜 도재 표면의 통로를 따라 레진이 스며들게 하여 레진 태그를 이룬다. 화학적인 결합은 silane coupling agent가 널리 사용되며 무기물과 유기질 표면사이에 화학적 결합을 형성한다. 대표적인 것으로 γ -methacryloxypropyl trimethoxysilane(MPS)을 들 수 있고 silane의 methoxy group(Si-OCH₃)과 도재표면의 OH group이 siloxane bond를 형성한다.

Silane의 조성과 처리방법, 도재의 표면처리 방법등에 따라 결합강도가 다양하게 보고되고 있다. Silane은 unhydrolyzed single liquid와 prehydrolyzed silane primer, 2-3개의 primer와 분리되는 silane과 촉진제로 분류되는데 Hideo Matsumura 등²⁷은 3개의 liquid성분의 silane이 thermocycling을 거친후 Single liquid보다 더 나은 결합강도를 보이고 silane의 비처리시 도재와의 접착에 효과가 떨어진다고 하였다. 의치용 레진에 기계적 성질을 증가시키기 위하여 fiber가 첨가되었는데 γ -MPS를 E-glass fiber에 첨가하고, 100 $^{\circ}$ C에서 120분 동안 열처리 하였을 때 가장 높은 transverse strength(152 MPa)을 나타낸다고 Vallittu 등¹⁹이 보고하였다.

J. F. Roulet 등²⁸은 세라믹과 복합레진의 결합강도에 관여하는 인자중에서 surface roughening 방법이 가장 큰 효과가 있었고, 산부식법이 sandblasting, grinding보다 더 효과적이라고 하였다. Kamada 등²⁹은 세라믹 표면처리시 37% 인산 부식후 silane 처리가 레진과 가장 높은 결합강도를 보인다고 하였고, Shahverdi 등³⁰은 silane이 세라믹과 레진의 결합강도 증진에 효과적이며, sandblasting후 60초간 5% HF 부식후 silane 처리가 가장 효과적이라고 하였다.

상아질의 최대인장강도가 41.4 MPa³⁰ 또는 25 - 30 MPa³¹ 이상으로 보고되는 것에 비하면 아직은 상아질 결합제를 포함한 접착수복재료 등의 물성이 상아질의 강도에는 이르지 못하고 있다. Barkneuer 등³²은 복합레진과 산부식된 법랑질 사이에 16 - 24 MPa의 결합강도를 얻을 수 있다고 하였고, S.K.Al-Salehi 등³³의 상아질에 대한 전단결합강도 평균수치는 12.97 MPa, 인장결합강도는 9.20 MPa임을 보고하였다. 최근에 소개되는 상아질 집착제에 있어서는 15MPa 이상의 결합강도가 보고되고 있다³¹. 본

실험에서는 resin modified GI cement인 Vitremer에서 결합강도가 유의성있게 낮았으며 (Table 3), 이는 Francesco 등의 보고와 유사한 결과이며 Targis의 임상적 용시 resin bonding system이 추천된다고 할 수 있다. 또한 silane 처리시 결합강도가 증가한다는 여러보고와 달리 silane 처리군과 비처리군 간에 유의한 차이는 없었고(Fig. 1), silane 처리한 Panavia 21, Choice, Variolink II 실험군간에는 유의한 차이를 나타내지 않았다(Fig 2). 그러나 Variolink II 에서는 silane 표면처리한 실험군에 비해 처리하지 않은 실험군의 결합강도가 높게 나타났는데 이는 기존의 연구와는 반대되는 결과이다.

Murray 등³⁵⁾은 복합레진의 수복시 다양한 표면처리방법을 사용하였는데 low-pressure silicate ceramic deposition(34 PSI)에서 silane 처리 유무에 관계없이 가장 높은 결합강도를 보이고, diamond bur, 50 μ m Al₂O₃ micro-etch, Al₂O₃ 고압분사에서는 Silane 처리시 비처리군보다 결합강도가 높다고 하였다.

Azarbal 등³⁶⁾은 복합레진의 수복시 silane의 사용보다 Scotchbond 접착제가 더 효과적이라고 하였고 Swift 등³⁷⁾은 silane의 사용시 결합강도가 약간 증가하였으나 그 차이는 통계적 유의성이 없다고 하였다. Murray 등³⁵⁾은 미세입자형 복합레진인 Silux plus에서 0.04 μ m의 작은 필러 입자 등이 silane 도포의 효과를 제한한다고 추측하였으나 hybrid resin인 Pertac Hybrid에서는 설명을 하지 못하였다. Tamar Brosh 등³⁸⁾은 silanation과 unfilled resin의 사용시 unfilled resin만 사용한 것과 비교하여 유의한 차이를 보이지 않았다고 하였다.

Variolink II 의 실험군에 사용된 silane는 Monobond-S 인데 1g 중 0.1g의 3-MPS, 0.99g의 water/ethanol solution으로 이루어져 있다. J.F Roulet 등²⁸⁾은 silane의 처리에 따른 MPS, MPS + Paratoluidine, Vinyltrichlorosilane (VTC)중 VTC의 결합강도가 가장 높았고 Paratoluidine을 첨가한 MPS에서는 N:N-Paratoluidine molecule이 MPS molecule과 경쟁하여 결합력이 떨어진다고 하였으며 MPS에서의 silane 처리시 6.1 MPa의 결합강도를 보였으나 열처리(100, 60초)시 2배 이상의 12.5 MPa의 결합강도를 보인다고 하였다. 이는 본 실험에 사용된 MPS가 증류수에 24시간 보관되었는데 수분에 오염되어 실란 비처리시보다 낮은 결합강도를 보였다고 생각되며 열처리가 수분과 알콜 혹은 acetic acid같은 오염물을 제거하고 그럼으로써 silane-silica 결합의 완성을 이룬다고 사료된다.

주사전자 현미경 관찰시 상아질과 Targis 시편간의 파괴양상은 Panavia 21과 Variolink II 를 사용한 실험군에서 20%, Choice를 사용한 실험군에서는 15%의 혼합성 파괴상을 보였고 다른 시편 등에서는 부착성 파괴를 보였다.

1995년 A. Della Bona 등³⁹⁾은 세라믹과 복합레진의 파절양상이 부착성 파괴보다 응집성 파괴가 보고됐던 기존의 연구에 대해 타당성을 의심하고 finite element stress analysis를 사용하여 접착층에서 파절이 나타남을 보고하고 세라믹과 복합레진의 접착력을 평가하는데 인장결합강도 측정이 적합하다고 하였다. 그러나 수복물에 가해지는 교합력은 shear, tension, compression, flexure의 혼합된 힘인데 하나의 test로 부착시스템의 구강내 운동을 예측하는 것은 불충분하다. S. K. Al-Salehi 등⁴⁰⁾은 인장강도 측정시 gripping을 용이하게 하기 위해 큰 시편을 필요로 하는데 큰 시편은 실제 수복에서와 맞지 않는다고 하였고 분석한 50개의 연구중 전단결합강도 측정이 80%를 차지한다고 하였다.

R.R. Braga 등⁴⁰⁾은 dure cure 레진 시멘트가 화학 중합형보다 3배정도 초기결합강도가 높다고 보고하였고 Jeffrey 등⁴¹⁾의 dual-cure 레진 시멘트의 사용시 높은 전단결합강도를 나타낸다고 하였으나 본 실험에서는 자가 중합과 dual-cure 사이에 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 3). 본 실험에서 자가 중합형인 Panavia 21과 dure cure 레진 시멘트인 Choice, Variolink II 에서 유의한 차이를 보이지 않았다.

V. 결 론

수종의 접착제와 Targis의 silane 표면처리에 따른 전단결합강도의 변화를 연구하기 위하여 최근에 발거된 70개의 대구치를 실험치아로 사용하여 Vitremer, Panavia 21, Choice, Variolink II 를 사용하고 Targis 시편의 silane 표면처리 여부에 따라 7군으로 분류하여 만능시험기를 이용하여 전단결합강도를 측정 후 ANOVA와 t-test를 이용하여 분석하였고 주사전자현미경 관찰을 위하여 각 실험군 별로 시편을 선택하여 상아질과 Targis와의 파절단면을 관찰한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. Resin cement를 사용한 모든 실험군에서의 결합강도가 Resin modified GI cement인 Vitremer를 사용한 실험군보다 유의성있게 높았다($P < 0.05$).
2. Panavia 21과 Choice를 사용한 실험군에서 Silane 표면처리 유무에 따른 결합강도의 유의한 차이는 없었으나 ($P > 0.05$), Variolink II 를 사용한 실험군에서는 silane 표면 처리한 실험군에 비해 처리하지 않은 실험군의 결합강도가 높았다($P < 0.05$).
3. Silane 표면처리를 하고 Resin cement를 사용한 실험군들 간에는 결합강도의 유의한 차이가 없었다 ($P < 0.05$).
4. 상아질과 Targis 시편간의 파괴양상은 Panavia 21과 Variolink II 를 사용한 실험군에서 20%, Choice를 사

용한 실험 군에서는 15%의 혼합성 파괴 양상을 보였고 다른 모든 시편들에서는 부착성 파괴양상을 나타내었다. 이상과 같이 Targis를 상아질에 접착시킬 때 Resin-modified GI cement보다 Resin cement를 사용하는 것이 결합강도를 증가시킬 수 있으며, Targis 접착면의 Silane 표면처리는 상아질과의 결합강도 향상에 영향을 미치지 않는 것으로 사료된다.

참고 문헌

1. I Krejci, F et al. Wear of CAD/CAM ceramic inlays Restorations, opposing cusps, and luting cement. *Quintessence Int* 1994;25:199-207
2. Flemming Isider, et al. A clinical evaluation of porcelain inlays. *J Prosthet Dent* 1995;74:140-4
3. Bayne SC, Heymann HO, Swift EJ Jr. Update on dental composite restorations. *J Am Dent Assoc* 1994;125:687-701
4. Corbin SB, Kohn WG. The benefits and risks of dental amalgam. *J Am Dent Assoc* 1994;125:381-388
5. Wilder AD Jr, et al. Long-term clinical performance of direct posterior composites. *Acad Dent Mater Trans* 1996;8:151-169
6. Mormann W. Composite inlays: A research model with practice potential. *Quintessence Int* 1982;33(10):1891-1901
7. Touati B, Pissis P. L inlay colle en resine composite. *Cah Prothses* 1984;48:29-59
8. Trushlowsky R. D. Ceramic optimized polymer. The next generation of esthetic restorations Part I. *Compend Cont Educ Dent* 1997;18(11):1101-1110.
9. Jouati B. The evolution of aesthetic restorative materials for inlays and onlays. A review. *Pract Periodont Aesthet Dent* 1996;8(7):657-666
10. 최현식, 황정원, 신상완, 서규원. Targis and Vectris System을 이용한 심미적 수복. *J Korean Academy of Esthetic Dentistry* Vol 7, No 1. 1998:18-26
11. Hornbrook DS. Search for metal-free restorations. A combination of ceramic optimized polymer and a fiber-reinforced composite. *Pract Periodontics Aesthet Dent* 1997;9(3):281-2.
12. Michael J Koczarski. Utilization of ceromers Inlays for replacement of amalgam restorations. *Pract Periodontics Aesthet Dent* 1998;1110(4):405-412.
13. 고석훈, 김명진, 김일영, 김효준, 황성욱. Ceramic polymer crown & Fixed prosthesis. *Clin Rearch Asso Newsletter* May, 1997, Vol 21, Issue 5.
14. Lopes L, et al. Effect of a new resin inlay/onlay restorative material on cuspal reinforcement. *Quintessence Int* 1991;22(8):641-645.
15. Francesco S. Michelini. Tensile Bond Strength of gold & porcelain inlays to Extracted teeth using three cement. *Int J Prosth* 1995;8(4).
16. Bowen RL. Properties of a silica-reinforced polymer for dental restorations. *J Am Dent Assoc* 1963;66:57-64
17. Kohji Kamada et al. Effect of ceramic surface treatments on the bond of four resin luting agents to a ceramic material. *J Prosth Dent* 1998;79:508-513
18. Masahiro Aida et al. Adhesion of composite to porcelain with various surface conditions. *J Prosthet Dent* 1995;73(5):464-470
19. P.K. Vallittu. Curing of a silane coupling agent and its effect on the transverse strength of autopolymerizing poly-methylmethacrylate glass fiber composite. *J oral Rehabil* 1997;24:124-130
20. J.R. Condon and J.L. Ferracane. In vitro Wear of composite with varied cure, filler level, and filler treatment. *J Dent Res* 1999;76(7):1405-1411
21. 백경화, 박일윤, 황호길, 세로미, 세라믹 및 복합레진의 기계적 성질의 비교에 관한 연구. *대한치과보존학회지* 1999;24(1):233-239.
22. Newburg R, Pameiser C.H. Composite resin bonded to porcelain with silane solution. *J Am Dent Assoc* 1978;96:288-291
23. Calamia JR, Simonsen RJ. Effect of coupling agents on bond strength of etched porcelain. *J Dent Res* 1984;63:179.
24. N.M. Mohsen, R.G. Craig. Effect of silanation of filler on their dispersability by monomer system. *J oral Rehabil* 1995;22:183-189.
25. Plueddemann, E.P. Silane coupling agents. 1982. p.167. Plenum Press, New York
26. Venz, S et al. silanation techniques and modification of filler for dental composites. *J Dent Res* 1986. special issue, 65:191
27. Hideo Matsunura et al. Shear bond strength to Feldspathic porcelain of two luting cements in combination with surface treatments. *J Prosthet Dent* 1997;78:511-7
28. J.P. Roulet, K.J.M. Soderholm, J. Longmate. Effects of Treatment and Storage Conditions on Ceramic/Composite Bond Strength. *J Dent Res* 1995;74(1):381-387
29. S. Shahverdi et al. Effect of different surface treatment methods on the bond strength of composite resin to porcelain. *J Oral Rehabil* 1998;25:699-705
30. O'Brien WJ, Ryge G. An outline of dental materials and their selection. *Sounders co.* 1978
31. Pashley DH et al. Adhesion testing of dentin bonding agents. *Dent Mater* 1995;11:117
32. Barkmeier WW et al. Effects of reduced acid concentration and etching time on bond strength and enamel morphology. *J Clin Orthod* 1987;21:395.
33. S.K. Al-Salegi et al. Methods used in dentin bonding tests: An analysis of 50 investigations on bond strength. *Quintessence Int* 1997;28(11):717-722
34. Miyazaki M et al. Dentin bonding system. Part I. literature review. *Bio-Med Mat and Engn* 1996;6:15
35. Murray R. Bouschlicher et al. Surface treatment techniques for resin composite repair. *Am J Dent* 1997;10(6):279-283
36. Azarbal P, Boyer DB, et al. The effect of bonding agents on the interfacial bond strength of repaired composites. *Dent Mater* 1986;2:153-5
37. Swift EJ Jr et al. Effect of a silane coupling agent on composite repair strength. *Am J Dent* 1994;7:200-2
38. Tarmar Brosh, PhD et al. Effect of combinations of surface treatments and bonding agents on the strength of repaired composites. *Prosthet Dentistry* 1997;77(2):122-126
39. A. Della Bona et al. Shear vs Tensile Bond Strength of Resin Composite Bonded to Ceramic. *J Dent Res* 1995;74(9):1591-1596.
40. R.R. Braga, et al. Pilot study on the early shear strength of porcelain-dentin bonding using dual-cure cements. *J Prosthet Dent* 1999;285-9.
41. Jeffrey C. Chang et al. Tensile bond strengths of dual-cured cementw between a glass-ceramic and enamel. *J Prost Dent*. 1998 May:503-507.

사진부도 ①

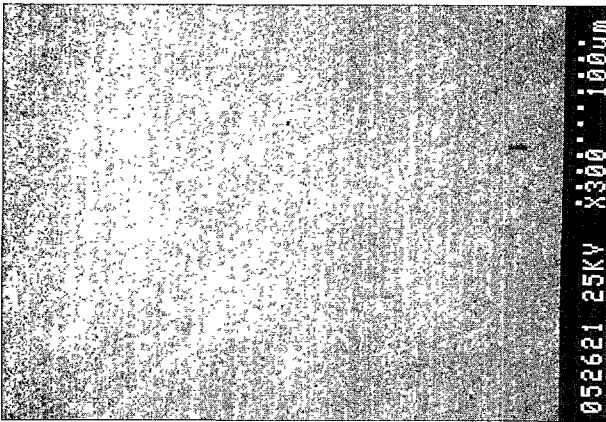


Fig 3 A SEM Photograph of the Targis specimen (No surface treatment, $\times 300$)

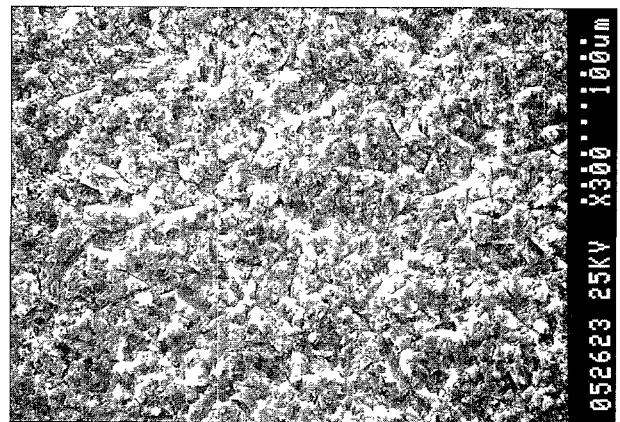


Fig. 4 A SEM Photograph of the Targis specimen ($50\mu\text{m}$ alumina oxide blasting, $\times 300$).

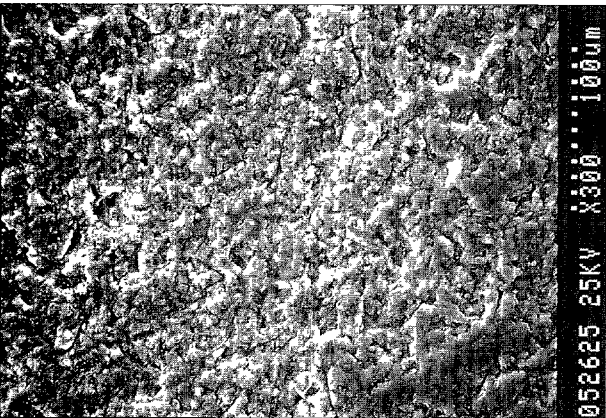


Fig 5. A SEM Photograph of the Targis specimen ($50\mu\text{m}$ alumina oxide blasting and silane surface treatment, $\times 300$).



Fig 6 A SEM Photograph of the Vitremer group ($\times 25$).



Fig 7. A SEM Photograph of the Panavia 21 group (No silane, $\times 25$).



Fig. 8 A SEM Photograph of the Panavia 21 group (Silane, $\times 25$).

사진부도 ②

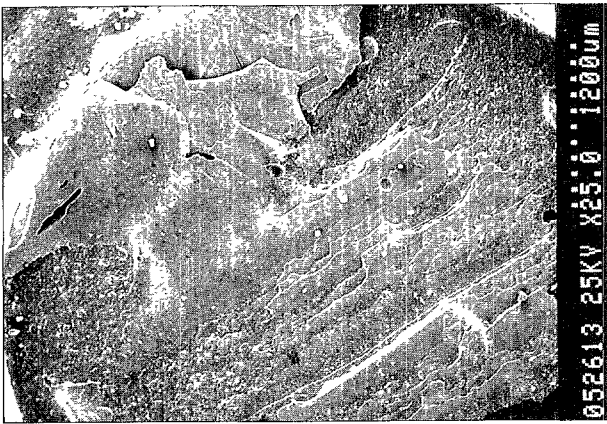


Fig. 9. A SEM Photograph of the Choice group (No silane, ×25).



Fig 10 A SEM Photograph of the Choice group (Silane, ×25)

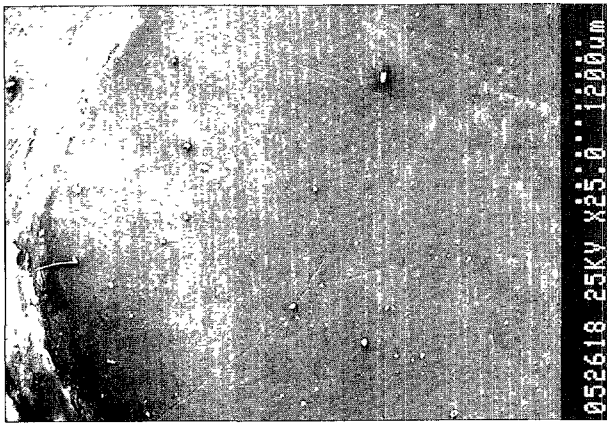


Fig. 11. A SEM Photograph of the Variolink II group (No silane, ×25)



Fig 12 A SEM Photograph of the Variolink II group (Silane, ×25)