

광중합형 복합레진 수리시 표면처리가 전단결합강도에 미치는 영향

문장원 · 이광원 · 박수정*

전북대학교 치과대학 치과보존학교실, 구강생리학교실* 및 구강생체과학연구소

ABSTRACT

THE EFFECT OF SURFACE TREATMENTS ON THE SHEAR BOND STRENGTH OF REPAIRED COMPOSITES.

Jang-Won Moon, Kwang-Won Lee, Soo-Joung Park*

Department of Conservative Dentistry, and Oral Physiology, Chonbuk National University
& Institute of Oral Bioscience*

The purpose of this study was to evaluate the effect of surface treatments on the shear bond strength between new and old composites. Circular cavities prepared on the center of acrylic resin mold and the prepared cavities were filled with composite resin. They randomly assigned into control group and 8 groups according to the difference in surface treatments of old composites: Control group: no surface treatment, Group 1: surface treated with #120 SiC paper & bonding agent, Group 2: surface treated with #400 SiC paper & bonding agent, Group 3: surface treated with #120 SiC paper, 32% H₃PO₄ & bonding agent, Group 4: surface treated with #400 SiC paper, 32% H₃PO₄ & bonding agent, Group 5: surface treated with #120 SiC paper, primer & bonding agent, Group 6: surface treated with #400 SiC paper, primer & bonding agent, Group 7: surface treated with #120 SiC paper, 32% H₃PO₄, primer & bonding agent, Group 8: surface treated with #400 SiC paper, 32% H₃PO₄, primer & bonding agent

New composites were applied on the old composites of experimental groups. The shear bond strengths for the experimental specimen were measured and the results were analyzed by using one way ANOVA. The observations of surface morphology after SiC paper roughening and debonded surface morphology after shear bond strength test were done by SEM.

The results were as follows:

1. Shear bond strengths for specimens roughened with #120 SiC paper matching with the particle size of coarse diamond bur were significantly higher than those for the specimens with #400 SiC paper ($P < 0.05$). By SEM, the surface of the specimens roughened with #120 SiC paper was more irregular than the specimens with #400 SiC paper.
2. Shear bond strengths for specimens treated with 32% H₃PO₄ etchant, primer, bonding resin were significantly higher than those for specimens treated with 32% H₃PO₄ and bonding resin ($P < 0.05$).
3. Shear bond strengths for the specimens treated with 32% H₃PO₄ etchant and bonding resin were significantly higher than those for specimens treated with only bonding resin ($P < 0.05$). There was no remarkable change of surface morphology after 32% H₃PO₄ etching.
4. It was possible to observe mixed fracture patterns (the cohesive fracture of old composite and the adhesive fracture between old and new composite) in the specimens roughened with #120 SiC paper, but almost adhesive fracture in the specimens roughened with #400 SiC paper.

I. 서 론

초기 광중합형 복합레진은 기계적 성질이 금속 수복재에 비해 미약하여 사용이 제한되어왔으나, 다양한 필러의 첨가로 인해 재료의 기계적 성질이 개선되어 현재는 전치부뿐만 아니라 구치부에서도 사용이 증가되고 있다. 그러나 복합레진 수복물은 파절, 마모, 변색, 변연 누출등의 문제점이 존재하여 기존 수복물의 완전한 제거 또는 일부의 수복물을 제거한 후 새로운 복합레진으로의 수리가 요구된다. 그런데 기존 수복물의 완전한 제거시에는 치수 손상과 치질 약화등의 문제점등이 발생될 가능성이 있기 때문에 기존 복합레진 수복물에 새로운 복합레진을 첨가, 재수복하여 충분한 결합력을 얻을 수 있다면 이는 임상적으로 바람직할 것이다.

기존 복합레진과 수리용 복합레진 간에는 화학적, 기계적 결합이 존재할 수 있는데 Vankerckhoven등¹⁾은 적외선분광법(infrared spectroscopy)으로 bis-GMA계 복합레진의 중합 후 남아있는 잔류 미반응 탄소이중결합을 측정 한 결과 40 - 57%의 불포화 이중결합이 남아 있음을 확인하고 따라서 이미 중합된 복합레진과 수리용 레진 간에 화학적 결합이 일어날 수 있다고 하였다. 그러나 표면 연마 후 30% 정도로 불포화 이중결합의 양이 감소하였고 이에 따라 결합력도 감소하여 실제 임상에서 적용시 충분한 결합력을 얻기 힘들것이라 하였다. 따라서 기존 복합레진의 표면을 다양한 기계적, 화학적 방법으로 처리하여 복합레진 간의 결합력을 높이기 위한 연구가 이루어져 왔으며 주로 샌드블라스팅 방법, 불산 부식 방법, 접착레진을 이용하는 방법, 그리고 실란을 이용하는 방법등이 연구되었다. 샌드블라스팅은 50 μ m 크기의 알루미나 입자를 분사하여 표면을 거칠게 만들어 미세기계적 결합을 부여해주는 방법이며²⁾, 불산 부식 방법은 도재라미네이트의 산부식 처리에서 유래되었는데³⁾ 불산이 필러를 부식시켜 필러가 있던 자리에 발생하는 미세기계공간을 기계적 결합을 위한 유지형태로 사용한다^{2,4)}.

접착레진은 단량체의 반응성향, 우수한 침투성, 낮은 점도 등의 성질을 가지고 있으며^{5,6)}, 실란은 무기물과 유기물과의 화학적 결합을 매개할 수 있는데, 복합레진을 표면 연마할 때 노출되는 무기 필러와 추가되어지는 레진 기질 사이의 화학적 결합을 얻기 위해 사용되었다⁷⁾.

기존 복합레진의 표면을 기계적으로 거칠게 하기 위한 방법으로는 불산 부식과 샌드블라스팅이 많이 연구되어져 왔다. 그러나 대부분의 실험에서 복합레진 표면을 고도로 연마하고 샌드블라스팅과 불산을 적용하였으므로 diamond bur나 stone등으로 형성된 거친 표면에서 샌드블라스팅과 불산에 의한 표면 처리 효과는 알 수 없다. Crumpler⁸⁾은 diamond bur, carbide bur, coarse medine fine polishing disc등을 사용하고 Brosh⁹⁾는 diamond stone과 carborundum stone을 사용하여 복합레진 표면을 거칠게 한

후 거친 정도를 비교, 연구하였으나 실제 임상에서 사용될 수 있는 polishing disc, bur, stone등을 이용한 표면 처리에 대한 연구는 미약하다. primer는 젖음성이 좋고 수분과 친화력이 있어 레진과 상아질 간의 결합력을 높이는 데, 기존 복합레진 수리시에 primer 적용에 따른 수리용 복합레진과의 결합력 변화에 대한 연구는 미약하다.

이에 본 연구에서는 균일한 높이의 시편 제작에 한계가 있는 diamond bur 대신에 fine diamond bur와 coarse diamond bur의 입자 크기에 일치하는 연마지로 표면을 거칠게 하여 표면 거칠기에 따른 기존 광중합형 복합레진에 대한 수리용 광중합형 복합레진의 전단결합강도와 primer의 사용 유무에 따른 전단결합강도를 비교하였으며 주사전자현미경상에서 결합단면과 파절단면 그리고 표면 처리후의 표면 형태등을 관찰하여 다소의 지견을 얻었기에 이를 보고하고자 한다.

II. 실험재료 및 방법

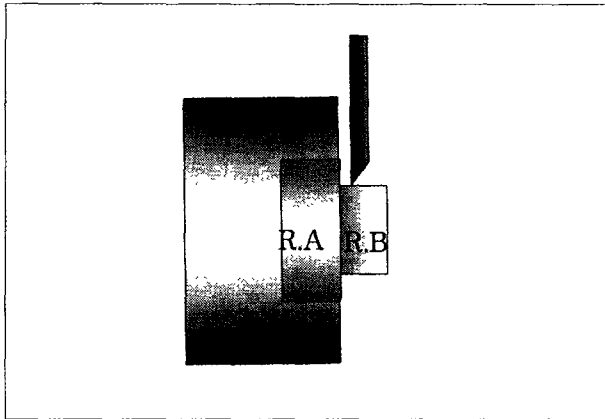
1. 실험재료

실험에 사용된 복합레진은 광중합형 복합레진으로 Z-100(Shade A 3.5, 3M Dent. Prod. U.S.A.)를 사용하였으며 기존 복합레진의 표면을 거칠게 하기 위해 거친 다이아몬드버의 입자 크기인 125 - 150 μ m와 일치하는 #120 연마지와 미세한 다이아몬드버의 입자 크기인 36 - 44 μ m에 일치하는 #400 연마지를 이용하였으며 복합레진 간의 접착을 위해서 All-Bond 2(Bisco Inc., U.S.A)를 이용하였다.

2. 실험방법

가. 전단결합강도 측정을 위한 시편 제작

기존 복합레진 시편 제작을 위해 직경 2.5cm, 3.0cm의 테플론 몰드를 이용하여 아크릴릭 레진 틀을 제작한 후 중앙부에 공업용 drilling machine을 사용하여 직경 6mm, 깊이 2mm의 와동을 형성하고 와동 내에 광중합형 복합레진(레진A)을 적용한 후 편평한 면을 형성하기 위해 유리판으로 누른 상태에서 Curing Light XL 3000(3M., Germany)을 사용하여 40초간 광중합하였다. 광중합된 레진A의 표면에 아무런 처리를 하지 않은 상태에서 직경 3mm, 높이 3mm의 광중합형 복합레진을 바로 적용한 후 광중합한 시편들을 대조군으로 삼았으며 레진A를 37 $^{\circ}$ C 증류수에 1주일간 보관한 후 레진A의 표면을 표면 처리한 뒤 수리용 복합레진(레진B)를 적용하여 시편을 제작하였으며, 다음과 같이 표면 처리 방법에 따라 8군으로 분류하였다 (Table. 1).



diameter of R.A. (Resin A) : 6mm
 depth of R.A. (Resin A) : 3mm
 diameter of R.B. (Resin B) : 4mm
 height of R.B. (Resin B) : 3mm

Fig.1. Schematic diagram of the re-bonding assembly

- 실험 1군: 레진A의 표면을 #120 연마지를 이용하여 거칠게 한 후 접착레진을 바르고 레진B를 적용한 군.
- 실험 2군: 레진A의 표면을 #400 연마지를 이용하여 거칠게 한 후 접착레진을 바르고 레진B를 적용한 군.
- 실험 3군: 레진A의 표면을 #120 연마지를 이용하여 거칠게 한 후 인산 부식하고 접착레진을 바른 뒤 레진B를 적용한 군.
- 실험 4군: 거칠게 한 후 인산 부식하고 접착레진을 바른 뒤 레진B를 적용한 군.
- 실험 5군: 레진A의 표면을 #120 연마지를 이용하여 거칠게 한 후 primer를 바르고 접착레진을 바른 뒤 레진B를 적용한 군.
- 실험 6군: 레진A의 표면을 #400 연마지를 이용하여 거칠게 한 후 primer를 바르고 접착레진을 바른 뒤 레진B를 적용한 군.
- 실험 7군: 레진A의 표면을 #120 연마지를 이용하여 거칠게 한 후 인산 부식하고 primer와 접착레진을 바른 뒤 레진B를 적용한 군.
- 실험 8군: 레진A의 표면을 #400 연마지를 이용하여 거칠게 한 후 인산 부식하고 primer와 접착레진을 바른 뒤 레진B를 적용한 군.

레진A의 표면을 거칠게 하기 위해 #120 연마지와 #400 연마지를 이용하여 20회간 일정한 방향으로 연마 후 40초간 air-spray로 수세한 후 20초간 건조시켰으며 거칠게 형성된 표면의 산부식을 위해서는 32% phosphoric acid를

Table.1. Group classifications according to the difference in surface treatment

Group	Methods of surface treatment
Control	No surface treatment
Group 1	Treatment with No.120 sand paper → Bonding
Group 2	Treatment with No.400 S.P. → Bonding
Group 3	Treatment with No.120 S.P. → Etching → Bonding
Group 4	Treatment with No.400 S.P. → Etching → Bonding
Group 5	Treatment with No.120 S.P. → Priming → Bonding
Group 6	Treatment with No.400 S.P. → Priming → Bonding
Group 7	Treatment with No.120 S.P. → Etching → Priming → Bonding
Group 8	Treatment with No.400 S.P. → Etching → Priming → Bonding

- Etching: etching with 32% H₃PO₄ of All-Bond 2
- Priming: priming with primer A and B mixture of All-Bond 2
- Bonding: bonding with bonding resin of All-Bond 2

30초간 적용한 후 30초간 수세하고 20초간 건조하였으며 primer의 적용은 All Bond 2의 primer A와 primer B를 섞은 뒤 5회 도포하고 10초간 건조하였으며 접착레진을 도포한 후 20초간 광중합을 시행하였다. 이렇게 표면 처리된 레진A의 중앙부에 직경 3mm, 높이 3mm의 원형 캡슐을 이용하여 복합레진을 충전한 뒤 40초간 광중합하였다 (Fig.1). 구강 내와 유사한 환경이 될 수 있도록 생리식염수로 채워진 용기 속에 넣어 37℃ oven내에 24시간 보관한 뒤 전단결합강도 측정에 이용하였다. 전단결합강도 측정은 만능시험기(Instron 6022, Instron Co., U.S.A)에서 분당 1mm 속도로 하중을 가하여 시편이 분리되는 최대 하중을 구한 뒤 단위 면적당 결합강도로 환산하였으며 개개 실험군의 평균값과 표준편차를 환산한 뒤 각 군간의 통계학적 유의성을 One Way ANOVA를 이용하여 분석하였다.

나. 주사전자현미경 관찰을 위한 시편 제작

주사전자현미경적 관찰은 #120 연마지와 #400 연마지로 연마한 경우의 표면 거칠기 정도와 연마 후 산부식을 시행 시 표면의 변화 양상, 결합강도 실험 후 파절면을 관찰하기로 하였다. 표면 연마면과 파절면 관찰을 위한 시편은 30초간 수세를 시행하였으며 모든 시편은 공기로 건조시킨 후

건조기에 7일간 보관하여 완전 건조시킨 후 aluminum stub에 mounting하고 진공상태에서 금증착을 거쳐 주사전자현미경(Hitachi S-450 SEM, Japan)하에서 관찰하였다.

Ⅲ. 실험결과

1. 전단결합강도 측정

각 군당 10개의 시편을 제작하여 표면 처리에 따른 전단결합강도를 측정하였다(Table. 2)(Fig. 2). 전체적인 전단결합강도는 대조군에서 14.47 ± 0.79 MPa로 가장 높았으며 실험군 중에서는 실험 7군이 13.76 ± 0.66 MPa로 높았고 실험 2군이 6.63 ± 0.74 MPa로 가장 낮게 측정되었다. 표면 거칠기에 따른 전단결합강도는 #120 연마지로 처리한 실험군들이 #400 연마지로 처리한 실험군보다 통계학적으로 유의성있게 높게 측정되었다. 인산 부식 유무에 따른 전단결합강도는 32% 인산으로 산부식하고 접착레진을

처리한 군이 산부식을 시행하지 않고 접착레진만을 처리한 군보다 통계학적으로 유의성있게 높게 측정되었다. 산부식 후 primer 처리 유무에 따른 전단결합강도는 primer를 처리하고 접착레진을 처리한 군에서 접착레진만을 처리한 군보다 통계학적으로 유의성있게 높게 측정되었다.

2. 주사전자현미경 관찰

#120 연마지와 #400 연마지로 기존 복합레진 표면을 거칠게 한 후 표면을 주사전자현미경 관찰시 #120 연마지로 거칠게 한 군이 #400 연마지로 거칠게 한 군보다 요철의 정도가 심한 것을 관찰할 수 있었으며(Fig. 5, 6), 연마지로 거칠게 한 후 32% 인산으로 산부식 후 표면 변화 양상을 관찰시 인산 부식 전과 부식 후 간에 뚜렷한 형태학적 변화를 관찰할 수 없었다(Fig. 7, 8).

전단결합강도 측정실험 후 파절면의 파절 양상을 관찰시 #120 연마지로 거칠게 한 경우 많은 시편에서 기존 복합레진 내부에서의 응집성 파절과 기존 복합레진과 수리용 복합

Table. 2. Shear bond strengths of each groups

Group	No. of sample	Shear bond strength(MPa)
Control	10	14.47 ± 0.79
Group 1	10	9.32 ± 0.53
Group 2	10	6.63 ± 0.74
Group 3	10	12.04 ± 0.94
Group 4	10	9.05 ± 0.94
Group 5	10	12.57 ± 1.40
Group 6	10	7.71 ± 0.89
Group 7	10	13.76 ± 0.66
Group 8	10	11.72 ± 0.82

($P < 0.05$, One Way ANOVA)

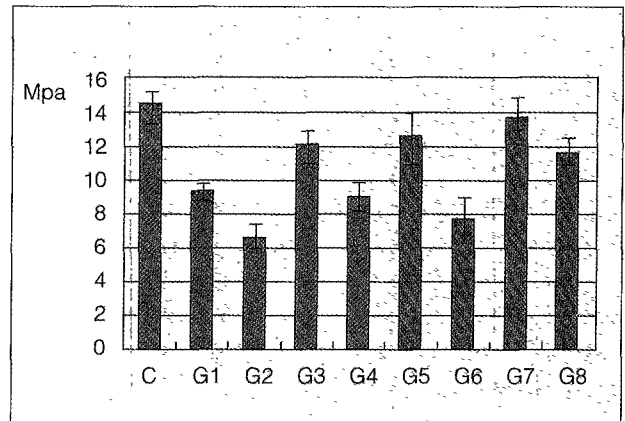


Fig. 2. Shear bond strengths of each groups

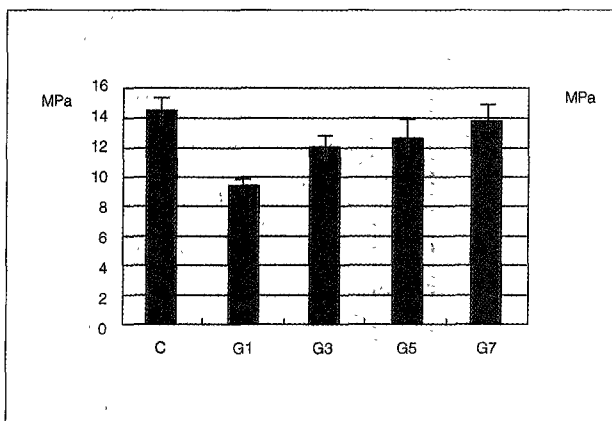


Fig. 3. Shear bond strengths of polishing groups with #120 silicone-carbide paper

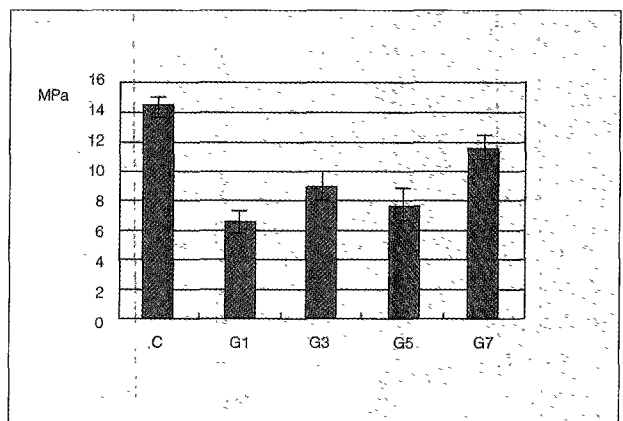


Fig. 4. Shear bond strengths of polishing groups with #400 silicone-carbide paper

레진 사이에서의 접착성 파절을 동시에 보이는 혼합 파절 양상을 관찰할 수 있었고(Fig. 9, 10) 결합강도가 증가될수록 응집성 파절부가 증가되었다(Fig. 11). #400 연마지로 거칠게 한 시편에서는 주로 접착성 파절을 관찰할 수 있었고(Fig. 12, 13) 결합강도 측정실험후 일부 접착레진은 수리용 복합레진과 함께 떨어져 나가고 일부는 기존 복합레진에 결합되어 있는 모습을 관찰할 수 있었다(Fig. 14).

IV. 총괄 및 고안

기존 복합레진 수복물에 문제점이 있을때 레진을 완전히 제거하지 않고 일부분만 제거한 후 새로운 레진으로 수복하고자 할 때 기존 복합레진과 수리용 복합레진간에 화학적, 기계적 결합에 의한 충분한 결합강도가 요구되어진다. 수리용 복합레진 기질내 단량체의 탄소이중결합이 기존 복합레진의 표면과 반응할 수 있다면 별도의 표면 처리없이 두 복합레진간의 화학적 결합을 이룰 수 있다. 화학결합을 이루기 위해서는 기존 복합레진 표면에 탄소이중결합을 지니는 미반응 단량체가 있어야 하는데, Vankerckhoven¹¹⁾은 mylar strip으로 공기를 차단하고 bis-GMA계 광중합형 복합레진을 광중합한 후에도 40 - 57%의 불포화 이중결합이 있어 화학결합이 가능하며 표면연마(polishing)후에는 불포화 이중결합의 양이 상당히 감소하였다고 보고하였다. Leung¹⁰⁾은 광중합형 복합레진의 광조사 후에도 중합은 계속 진행되며 24시간정도 지나야 중합이 완료되어 표면경도가 더 이상 증가하지 않는다고 보고하였고, Boyer¹¹⁾은 시간경과후 기존 복합레진에 대한 수리용 복합레진간의 결합력 관찰시 기존 복합레진 광중합 후 24시간 까지는 복합레진간의 결합력이 점차로 감소하였고 1일 후와 7일 후 결합력 비교시에는 7일 후 실험군에서 결합력이 다소 감소하였으나 유의성은 없었다고 보고하고 이러한 시간 경과에 따른 결합력 감소 이유로 기존 복합레진 표면의 미반응 단량체의 수가 중합에 따라 감소하기 때문이라고 하였다. 또한 Boyer¹¹⁾은 표면 연마 후 복합레진간에 결합력이 감소하였는데, 그 이유로 기존 복합레진의 무기 필러나 pre-polymerized 필러가 노출되어 미반응 methacrylate group과 새로운 레진 기질간에 화학적 결합의 기회가 적기 때문이라고 보고하였다. 따라서 임상에서는 기존 복합레진 표면이 심하게 오염되어 있어서 표면 연마는 반드시 필요하기 때문에 불포화 이중결합에 의한 화학적 결합력만으로는 충분한 레진간의 결합이 이루어질 수 없다.

치과용 복합레진의 레진기질은 bis-GMA, TEDMA, UDMA, iso-bis-GMA등이 쓰이며 이중 주로 bis-GMA, UDMA 등이 사용되어지는데, 이들 두가지 단량체는 모두 methacrylate기를 반응기로 사용하며 이중결합부의 포화에 의해 중합이 일어난다. 레진기질의 종류에 따른 기존 광

중합형 복합레진과 수리용 광중합형 복합레진간의 결합강도 차이에 대한 연구가 많이 보고되어지고 있는데, Vankerckhoven¹¹⁾은 필러의 함량이 클수록 중합정도가 낮으며 bis-GMA가 점도가 높아서 중합시에 라디칼(radical)의 확산이 느려지기 때문에 중합률이 낮아져 미반응 이중결합 양이 많아진다고 하였다. chalkley¹²⁾은 Bis-GMA계 레진은 bis-GMA/UDMA계 레진보다 기존 복합레진에 대한 수리용 복합레진의 결합력이 강하며 동종의 복합레진을 서로 결합시킬 때 이종 복합레진간의 결합력보다 결합력이 세다고 하였다. Guzman¹³⁾은 UDMA계 자가중합형 복합레진에 UDMA계와 bis-GMA계 광중합형 복합레진을 결합시켰을 때 이종인 bis-GMA계 광중합형 복합레진이 더 우수한 결합력을 보였다고 하였고, Gregory¹⁴⁾은 UDMA계, bis-GMA계, bis-GMA/UDMA계 세 종류의 복합레진에 대한 상호간의 결합강도 측정시 레진기질과 결합력간의 상관관계는 일정한 규칙이 없었다고 보고하였다. 이상과 같이 이미 중합되어있는 복합레진에 새로운 복합레진을 결합시킬 때 레진기질의 종류에 따른 결합강도의 증가는 기대될 수 없다.

기존 복합레진의 표면을 거칠게 하여 기존 복합레진과 수리용 복합레진간 기계적 결합력을 증가시키고자하는 연구는 주로 샌드블라스팅과 불산 처리 방법으로 이루어졌다. Swift¹⁵⁾과 Turner¹⁶⁾ 그리고 강등¹⁷⁾은 샌드블라스팅 처리후 레진간 결합력이 증가되었다고 보고하였고 Guzman¹³⁾과 Swift¹⁸⁾은 샌드블라스팅과 접착레진의 사용시 불산과 접착레진 그리고 실란의 사용시와 비교하였을 때 결합력의 차이에 유의성이 없었다고 보고하였다. 불산의 처리에 대한 연구에서는 강등¹⁷⁾은 불산 처리시에 필러의 분리가 일어나면 구조적으로 기계적 결합력이 약화된다고 보고하였으며 Bowen¹⁹⁾은 불산 처리에 의해 복합레진 표면에서 필러와 레진 기질이 분리되었다고 보고하였으며, Gregory¹⁴⁾과 Swift¹⁵⁾은 불산 처리후 접착레진을 이용하였을 때 샌드블라스팅후 접착레진을 처리했을 때에 비해 복합레진 종류에 따라 다소 결합력이 떨어지거나 혹은 유사하다고 하였고, Swift¹⁸⁾은 샌드블라스팅 처리 후에 추가적으로 불산을 처리했을 때는 결합력이 낮아진다고 보고하였다.

All-Bond 2의 사용지침서에 따르면 복합레진의 수리시에 샌드블라스팅의 사용을 추천하는데, 샌드블라스팅기구가 없을 경우 거친 다이아몬드버로 표면을 거칠게 해야 하며 이 경우는 결합력이 다소 떨어진다고 하였다. 본 실험에서 표면 거칠기에 따른 결합강도를 비교시, #120 연마지로 표면을 거칠게 한 군이 #400 연마지로 표면을 거칠게 한 군보다 통계학적으로 유의성있게 결합력이 높았다. 이는 거친 다이아몬드버를 사용할 것을 추천한 All-Bond 2의 사용지침서에 일치하는 결과이다. 기존 복합레진과 수리용 복합레진간의 결합력을 측정된 여러 실험에서는 기존 복합레진부

를 형성할 때 복합레진을 적용한 후 mylar strip을 대고 유리판으로 눌러 중합시켜 평편한 표면을 형성하거나 #500 연마지나 #600 연마지를 사용하여 표면을 거칠게 한 다음 샌드블라스팅이나 불산으로 표면 처리를 하는 방법등을 주로 이용하였으나, Guzman등¹³⁾은 #180 연마지를 사용하여 표면을 거칠게 한 후 샌드블라스팅, 불산, 접착레진의 적용 방법에 따른 결합력을 측정하고 샌드블라스팅으로 표면 처리시에 불산 처리시보다 결합력이 낮았다고 보고하였다. 그밖에 Crumpler등⁹⁾은 다이아몬드버(D830)와 #245 carbide bur, polishing disc를 사용하고 표면 거칠기에 대한 결합력을 비교시 다이아몬드버 혹은 carbide bur로 표면 처리한 군이 결합력이 우수하다고 보고하였고, Brosh등⁹⁾은 carborundum stone, diamond stone, 샌드블라스팅 등을 사용하여 표면을 거칠게 하고 접착레진을 적용했을 때 carborundum stone 혹은 샌드블라스팅으로 표면 처리한 군이 결합력이 우수하였다고 하였다. 이상과 같이 기존 복합레진을 다이아몬드버로 표면 처리한 후 결합력을 측정하는 연구가 부족하고 결합력을 증가시키는 것으로 보고된 샌드블라스팅의 경우 고도로 연마된 복합레진 표면에 적용시킨 후 결합력을 측정하는 것이므로 다양한 거친 표면에서의 샌드블라스팅의 필요성 여부에 대해서는 논란의 여지가 많다. 따라서 거친 다이아몬드버로 거칠게 한 표면에 불산 부식과 샌드블라스팅을 사용하여 표면 처리를 시행한 후 결합강도를 측정하는 연구가 요구된다.

본 실험에서 샌드페이퍼로 처리된 기존 광중합형 복합레진의 표면을 인산 부식 한 후에 기존 광중합형 복합레진과 수리용 광중합형 복합레진간 결합력이 통계학적으로 유의성있게 증가되었는데, Soderholm등²⁰⁾은 인산부식이 복합레진 표면의 거칠기에 별다른 영향을 주지 않으나 복합레진 표면의 smear층을 제거하는 효과가 있다고 추측한 바 있다. 본 실험의 주사전자현미경 관찰시에도 인산 부식 후에 복합레진 표면의 별다른 변화를 관찰할 수 없었다.

접착레진을 이용한 Boyer등¹¹⁾과 Turner등¹⁶⁾ 그리고 강등¹⁷⁾의 실험에서는 기존 복합레진과 수리용 복합레진간의 결합력이 증가되었으며 접착레진의 적용은 레진 수리시에 반드시 필요하다고 보고하였다. primer가 기존 복합레진 수리시 수리용 복합레진과의 결합력에 미치는 효과에 대해 Turner등¹⁶⁾은 primer가 친수성 모노머와 아세톤을 함유하여 미세기계적 유지공간(micromechanical retentive area)으로의 침투력이 접착레진보다 우수하다고 보고하였다. primer는 알콜이나 아세톤²¹⁾같은 유기용매에 HEMA²²⁾, 4-META²³⁾, glycerylmethacrylate²⁴⁾, 그리고 BPDm과 같은 친수성 단량체를 용해시킨 것으로 습윤한 상아질과의 효과적인 결합을 위해 개발되었는데, 본 실험에서는 All-Bond 2의 primer A와 primer B를 혼합하여 사용하는데 primer A는 NTG-GMA, 에탄올, 아세톤으로, primer B는

bisphenyl dimethacrylate(BPDm), 아세톤으로 구성된다. 본 실험에서는 primer를 적용 후 접착레진으로 표면 처리한 군에서 접착레진만으로 표면 처리한 군보다 레진간 결합력이 높았다.

실란 처리는 표면 삭제시에 노출된 무기 필러와 유기 레진 기질과의 화학적 결합을 유도하기 위해 연구되었다. Byoung등⁷⁾은 macrofill, hybrid 복합레진의 성분에는 무기 필러가 있으므로 실란 처리가 기존 복합레진과 새로이 적용되는 복합레진간의 결합력 증가에 도움이 되나 microfill 복합레진에서는 무기 필러가 없으므로 실란 처리 후 결합력에 미치는 효과가 없을 것이라고 추측하였다. Brosh등⁹⁾은 샌드블라스팅이나 carborundum stone으로 표면을 거칠게 한 후 실란과 접착레진을 처리하였는데 실란을 처리해도 결합력에 영향이 없었다고 하였고 Guzman등¹³⁾은 실란과 접착레진 처리군과 접착레진 처리군간에 결합력의 차이가 없다고 보고하였으나, Swift등¹⁸⁾은 불산 부식 후 실란 처리가 결합력을 증가시키나 샌드블라스팅 후에는 실란 처리가 도움이 되지 않았다고 보고하였고 Matsumura등²⁵⁾은 carborundum stone으로 표면을 거칠게 한 후에 접착레진만을 처리한 경우보다 실란 처리후 접착레진으로 표면 처리한 경우에서 결합력이 더 우수하다고 하였다.

이상과 같이 기존의 광중합형 복합레진을 새로운 광중합형 복합레진으로 수리시 결합력을 향상시키기 위해서는 기존 광중합형 복합레진 표면을 거친 다이아몬드버로 삭제한 후 인산 부식하고 primer와 접착레진을 도포한 다음 새로운 광중합형 복합레진을 적용해야 할 것으로 사료된다.

V. 결 론

기존 광중합형 복합레진 수리시 표면 처리에 따른 전단결합강도의 차이를 연구하기 위해 아르틸릭 레진틀에 와동을 형성하고 와동내에 광중합형 복합레진(Z-100)을 적용한 후 광중합하였다. 광중합된 복합레진을 표면 처리하지 않은 시편을 대조군으로 하였고, 실험군은 연마지 거칠기에 따라 시편을 크게 두 부류로 나누어 광중합된 복합레진의 표면을 각각 #120 연마지와 #400 연마지를 사용하여 거칠게 한 후 All-bond 2 접착시스템을 사용하여 접착레진 처리, 인산 부식 후 접착레진 처리, primer 도포 후 접착레진 처리, 인산 부식 후 primer 도포와 접착레진 처리 등 4가지 방법으로 표면 처리하여 총 8개 군으로 나누었다. 모든 시편의 표면 상방에 수리용 광중합형 복합레진(Z-100)을 적용하고 광중합한 후 만능시험기를 이용하여 전단결합강도 측정하였고 ANOVA를 이용하여 분석하였다. 연마지로 거칠게 한 복합레진 표면과 전단결합강도 측정 후 파절면을 주사전자현미경으로 관찰하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 기존 광중합형 복합레진 표면을 거친 다이아몬드버의 입

자 크기에 해당하는 #120 연마지를 사용하여 거칠게 만든 실험군이 #400 연마지로 거칠게 만든 실험군보다 유의성있게 결합력이 높았으며, 주사전 자현미경으로 관찰하였을 때 #120 연마지로 표면을 거칠게 만든 시편이 #400 연마지로 표면을 거칠게 만든 시편보다 표면의 요철이 더욱 심하였다.

2. 기존 광중합형 복합레진 표면을 인산 부식 후 primer를 도포하고 접착레진으로 표면 처리한 실험군이 인산 부식 후 primer를 도포하지 않고 접착레진을 처리한 실험군보다 결합력이 높았다.
3. 기존 광중합형 복합레진의 표면을 인산 부식을 하고 접착레진을 처리한 실험군이 인산 부식하지 않고 접착레진을 처리한 실험군보다 결합력이 높았으며, 주사전자현미경으로 레진 표면을 관찰시 인산 부식 전과 인산 부식 후 간에 뚜렷한 형태학적 변화를 관찰할 수 없었다.
4. 전단결합강도 측정실험 후 파절된 면을 주사전자현미경으로 관찰시 #120 연마지로 표면을 거칠게 한 경우 많은 시편에서 기존 복합레진 내부에서의 응집성 파절과 기존 복합레진과 수리용 복합레진 사이에서의 접착성 파절을 동시에 보이는 혼합 파절 양상을 관찰할 수 있었으며, #400 연마지로 표면을 거칠게 만든 시편에서는 주로 접착성 파절을 관찰할 수 있었다.

참고문헌

1. Vankerckhoven H, Lambrechts P, Vanbeylen M, Davidson CL, Vanherle G: Untreated methacrylate groups on the surface of composite resins. *J Dent Res* 61:791-795,1982
2. Swift EJ, Levalley BD, Boyer DB: Evaluation of new methods for composite repair *Dent Mater* 8:362-365,1992
3. Horn HR: Porcelain laminate veneers bonded to etched enamel. *Dent Clin North Am* 27:671-684,1983
4. Miller MB: Repairing composite. *Reality* 5:216,1990
5. Lloyd CH, Dhuru VB: The effect of a commercial bonding agent upon the fracture toughness(k' IC) of repaired heavily filled composite. *Dent Mater* 1:83-85,1985
6. Eli I, Liberman R, Levi N, Haspel Y: Bond strength of joined posterior light cured composite. *J Prosthet Dent* 60:185-189,1988
7. Byoung I, Suh B. I.: All-Bond fourth generation dentin bonding system. *J Esthet Dent* 3:139-147,1991
8. Crumpler DC, Bayne SC, Sockwell S, Brunson D, Roberson TM: Bonding to resurfaced posterior composites.

- Dent Mater* 5:417-424,1989
9. Brosh T, Pilo R, Bichacho N, Blutstein R: Effect of combination of surface treatments and bonding agents on the bond strength of repaired composites. *J Prosthet Dent* 77:122-126,1997
10. Leung RL, Fan PL, Johnson WM: Post-irradiation polymerization of visible light activated composite resin. *J Dent Res* 62:363-365,1983
11. Boyer DB, Chan KC, Reinhardt JW: Build-up and repair of light-cured composites. *J Dent Res* 63:1241-1244,1984
12. Chalkey Y, Chan DCN: Microleakage between light-cured composites and repairs. *J Pros Dent* 56:441-444,1986
13. Guzman A, Moore BK: Influence of surface treatment on bond strength between a heat-activated and a light-activated resin composite. *Int J Prosthodont* 8:179-186,1995
14. Gregory WA, Pounder B, Bakus E: Bond strengths of chemically dissimilar repaired composite resins. *J Prosthet Dent* 64:664-668,1990
15. Swift EJ, Brodeur C, Cvitko E, Pires JAF: Treatment of composite surfaces for indirect bonding. *Dent Mater* 8:193-196,1992
16. Turner CW, Meiers JC: Repair of an aged contaminated indirect composite resin with a direct visible-light-cured composite resin. *Oper Dent* 18:187-194,1993
17. 강현숙, 최호영: 표면 처리된 복합레진에 대한 수리용 레진의 결합강도에 대한 연구. *대한치과보존학회지* 20:487-507,1995
18. Swift EJ, Cloe BC, Boyer DB: Effect of a silane coupling agent on composite repair strengths. *Am J Dent* 7:200-202,1994
19. Bowen RL, Cleek GW: A new series of x-ray-opaque reinforcing fillers of composite materials. *J Dent Res* 51:177-182,1972
20. Soderholm KJM, Roberts MJ: Variables influencing the repair strength of dentinal composites. *Scand J Dent Res* 99:173-180,1991
21. Maciel KT, Carvalho RM, Ringle RD: The effect of acetone, ethanol, HEMA and air on the stiffness of human decalcified dentin matrix. *J Dent Res* 75:1851-1858,1996
22. Suzuki K, TakaHashi M, Nakai H: Treatment of dentin by aqueous solution of amino acid delivative-HEMA. *Adhes Dent* 8:43-51,1990
23. Abe Y: Relation between interpenetration and bond strength to dentin with 4-META, phenyl-P, HNPM and 4-META/MMA-TBB resin. *J Jpn Soc Dent Mater* 5:839-851,1986
24. Munksguard EC, Asmussen E: Bond strength between dentin and restorative resins mediated by mixtures of HEMA and glutaraldehyde. *J Dent Res* 63:1087-1089,1994
25. Matsumura H, Hisamatsu N, Atsuta M: Effect of unfilled resins and a silane primer on bonding between layers of a light activated composite resin veneering material. *J Prosthet Dent* 73:386-391,1995

사진부도 설명

- Fig. 5. SEM view of light-cured composite resin surface treated with #120 silicone-carbide paper ($\times 600$)
- Fig. 6. SEM view of light-cured composite resin surface treated with #400 silicone-carbide paper ($\times 600$)
- Fig. 7. SEM view of light-cured composite resin surface treated with #120 silicone-carbide paper and etched with 32% phosphoric acid. ($\times 600$)
- Fig. 8. SEM view of light-cured composite resin surface treated with #400 silicone-carbide paper and etched with 32% phosphoric acid etching ($\times 600$)
- Fig. 9. SEM view of debonded surface showing cohesive fracture in specimen treated with #120 silicone-carbide paper ($\times 12$)
- Fig. 10. SEM view of debonded surface showing cohesive fracture in specimen treated with #120 silicone-carbide paper ($\times 10$)
- Fig. 11. SEM view of detail of the specimen in Fig. 9 ($\times 163$)
- Fig. 12. SEM view of debonded surface showing adhesive fracture in specimen treated with #400 silicone-carbide paper ($\times 12$)
- Fig. 13. SEM view of debonded surface showing adhesive fracture in specimen treated with #400 silicone-carbide paper ($\times 11$)
- Fig. 14. SEM view of detail of the specimen in Fig. 13 ($\times 202$)

사진부도 ①



Fig. 5

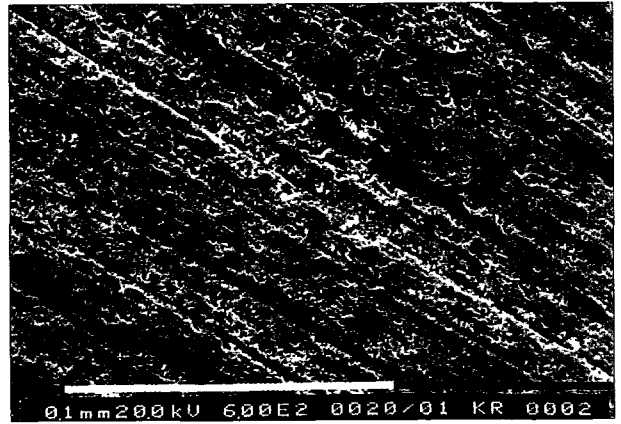


Fig. 6

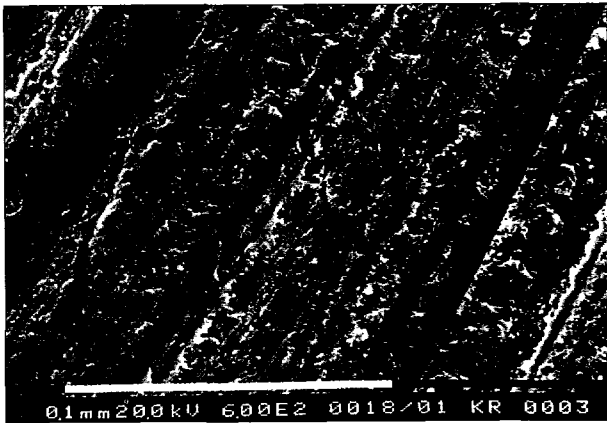


Fig. 7

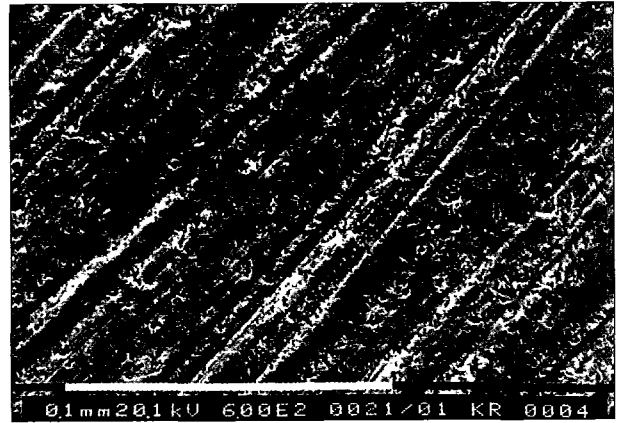


Fig. 8

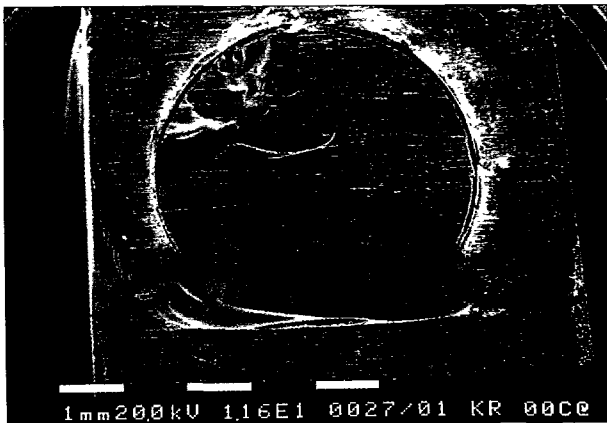


Fig. 9



Fig. 10

사진부도 ②

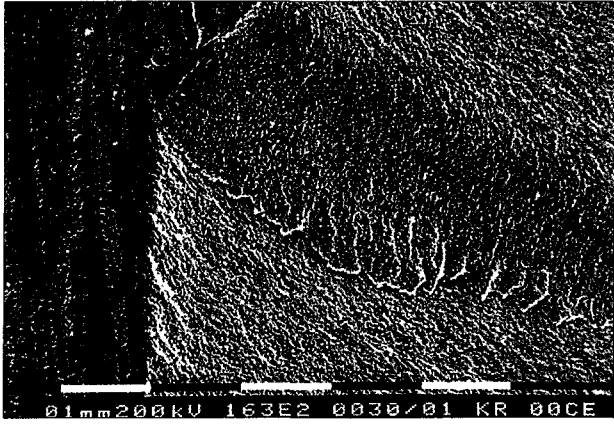


Fig. 11

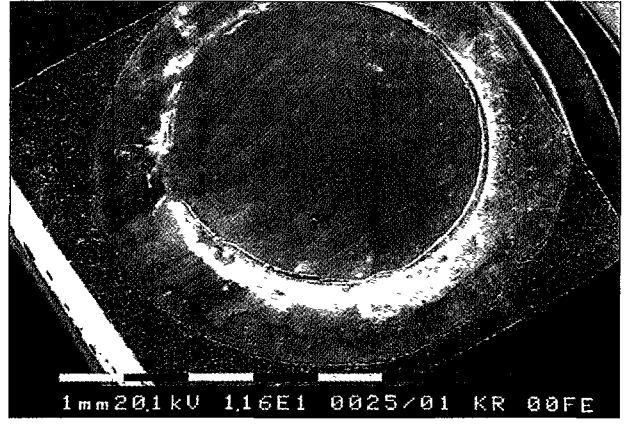


Fig. 12



Fig. 13

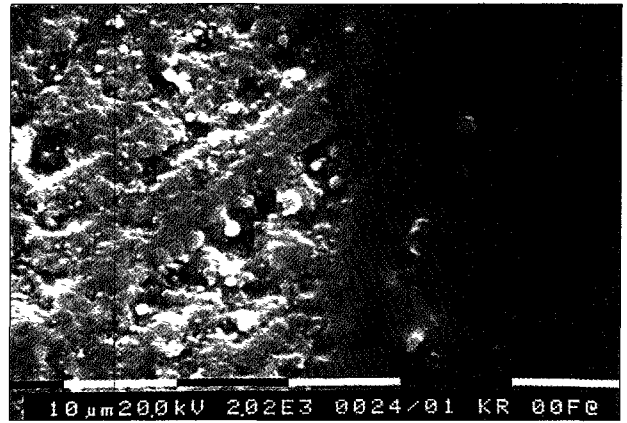


Fig. 14