

IPS e.max Press에 대한 수중 레진 시멘트의 전단결합강도에 관한 연구

원광대학교 치과대학 치과보철학교실

이경은 · 김유리 · 신창용 · 동진근

본 연구는 최근 심미수복에 흔히 사용되는 IPS e.max Press와 각종 레진 시멘트간의 결합강도를 알아보고자 하였다. 직경 12mm, 높이 3mm의 원반형 IPS e.max Press 시편을 제조사의 지시에 따라 만들어 초음파로 세척하여 자가중합 아크릴릭 레진에 포매하였다. 플라스틱 튜브를 사용하여 직경 4.5mm, 높이 3mm의 40개의 원주형 레진 시편을 제작하였다. 각각의 시편은 무작위로 4개의 실험군으로 나뉘고 4 종류의 서로 다른 레진 시멘트(Variolink II(light-cure), Variolink II(dual-cure), Calibra, Super-Bond C&B)를 이용하여 제조사의 지시에 따라 부착하였다. 부착된 시편은 강도 측정 전에 37°C 에서 24시간 동안 생리식염수에 보관하였다. 만능시험기를 사용하여 1mm/min 의 crosshead speed로 각 시편에 힘을 가하여 전단결합강도를 측정하였다. 측정된 결합강도는 SPSS V12.0을 사용하여 일원배치 분산분석으로 비교 분석하였으며, 사후 검증은 Tukey HSD test를 이용하여 분석하였다.

Super-Bond C&B의 전단결합강도는 Calibra, Variolink II(light-cure), Variolink II(dual-cure)에 비해 유의하게 낮은 값을 나타내었다($P<.01$). Calibra, Variolink II(light-cure), Variolink II(dual-cure)는 전단결합강도에서 서로 유의한 차이를 보이지 않았다. 광중합형과 이원 중합형 레진 시멘트의 전단결합강도는 자가 중합형 시멘트보다 높았다.

주요어: 전단결합강도, 광중합형 시멘트, 이원 중합형 시멘트, 자가 중합형 시멘트

(구강회복응용과학지 2010;26(3):311~322)

서 론

최근 생체적합성을 가진 수복물을 찾으려는 치과 의사들의 노력과 환자들의 심미적인 요구에 대한 관심이 증가하면서 다양한 전부 도재 시스템이 대두되었다. 1988년 Ivoclar사에 의해 소개된 IPS Empress 시스템은 결정화된 ingot을 열가압하여 수복물을 제작하므로 제작이 용이하고 색조가 우수하며 안정된 파절강도를 보인다는 장점이 있으나, 굽힘강도가 120 MPa 정도로 그

적응증은 인레이, 온레이, 비니어 및 단일관으로 제한되었다.¹⁾

그 후 좀더 향상된 물성을 지닌 IPS Empress 2(Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein)가 1998년 소개되었고, 이 시스템은 IPS Empress의 한정된 사용범위를 전치부의 3분 고정성 국소치까지 확대시켰다. IPS Empress가 30~40%의 결정 용적비를 가진 백류석 강화형 도재인데 반해, IPS Empress 2는 기존의 IPS Empress의 단순한 변형이 아닌 lithium disilicate glass-ceramic으로 결정

교신 저자 : 동진근

원광대학교 치과대학 치과보철학교실, 전라북도 익산시 신운동 344-2, 570-749.

Fax: 063-857-4824, E-mail: dong@wonkwang.ac.kr

원고접수일: 2010년 07월 25일, 원고수정일: 2010년 08월 15일, 원고채택일: 2010년 09월 25일

용적비율이 60% 이상으로 강도와 파괴인성이 증가하였고, 굽힘강도가 약 350 MPa에 달한다.^{2,3)}

2005년에 새롭게 소개된 IPS e.max 시스템은 Press technique과 CAD/CAM technique으로 구성되어 있으며, 높은 강도와 우수한 심미적인 결과를 제공한다.⁴⁾ 또한 이 시스템은 다양한 재료와 과정이 혼재되어 비금속 수복물에서 다양한 범위에 적용된다.⁴⁾ 이 중 IPS e.max Press 시스템은 전치부 및 구치부의 단일치 수복 뿐만 아니라 제 2 소구치를 후방지대치로 하는 3본 고정성 국소의 치의 제작이 가능하다. Press technique은 심미적인 glass-ceramic인 IPS e.max Press ingot과 지르코니아 성분을 포함한 glass-ceramic인 IPS e.max ZirPress ingot으로 구분된다. IPS e.max Press ingot은 IPS Empress 2에 비해 훨씬 우수한 400 MPa의 굽힘강도를 가지며 투명도에 따라 다양한 ingot을 선택할 수 있다. 이 중 LT ingot은 가장 최근에 소개된 것으로 투명도가 높아 심미성이 뛰어나고 라미네이트 비니어의 제작이 가능하며, incisal powder 축성으로 색조의 재현이 가능하다. 라미네이트 비니어는 치아를 최소한으로 삭제하며 변색치, 절단연의 파절, 형태나 위치 교정을 위한 보존적인 처치로서 선호되고 있다.⁵⁾

도재 수복의 임상적 성공은 접착제의 선택과 접착 과정에 크게 좌우된다.⁶⁾ 여러 연구에서 도재의 접착시 인산 아연 시멘트나 글래스 아이오노머 시멘트를 사용한 경우보다 레진 시멘트를 사용한 경우 더 높은 결합강도와 파절강도를 보였다고 보고하고 있다.⁷⁻⁸⁾ 레진 시멘트와 그들의 중합 방식은 그들의 특성에 영향을 미친다.^{9,10)} 레진 시멘트는 중합 방식에 따라 자가 중합형, 광중합형, 그리고 이원 중합형의 세 그룹으로 나눌 수 있다. 자가 중합형 시멘트는 짧은 작업시간을 갖지만, 도재의 두께에 관계없이 사용할 수 있다. 광중합형 시멘트는 작업 시간의 제한이 없으나, 불완전한 중합을 예방하기 위해 3mm 이상의 두께를 갖는 수복물에 사용되어서는 안된다. 이원 중합형 시멘트는 최고의 작업성을 갖기 위

해 광개시제(camphoroquinone)와 화학적 활성 성분(Peroxide/amine)을 둘 다 포함하고 있다. 도재 수복물의 접착을 위해서는 광중합형과 이원 중합형 레진 시멘트가 추천된다.¹¹⁾

다양한 도재에서 레진 시멘트를 사용한 합착에 관한 연구는 이전부터 많이 이루어져 왔으나, 최근에 소개된 IPS e.max Press에서의 결합강도에 관한 연구는 아직 미비한 상태이다.

따라서, 본 연구에서는 최근 개발되어 심미 수복에 사용되는 IPS e.max Press의 LT ingot을 이용하여 IPS e.max Press와 수종의 레진 시멘트간의 전단결합강도를 비교해보고, 레진 시멘트의 중합방법이 전단결합강도에 미치는 영향에 관하여 알아보려고 한다.

연구재료 및 방법

1. 연구재료

원판 모양의 도재 시편 제작을 위하여 IPS e.max Press LT A2 ingot(Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein)을 사용하였으며, 원주 모양의 레진 시편은 Filtek Z350 flowable resin(3M ESPE, St. Paul, USA)을 이용하여 제작하였다. 레진 시멘트로는 제조사에서 추천하는 시멘트인 Variolink II[®] (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein)와 일반적으로 전부도재관 합착에 사용되는 Calibra (Dentsply Caulk, York, USA), Super-Bond C&B(Sun Medical Co., Ltd, Moriyama, Japan)를 사용하였다(Fig. 1, Table I).

2. 연구 방법

1) 도재 시편 제작

도재 시편 제작을 위하여 직경 12mm, 두께 3mm의 납형을 매몰하였다. 이때 납형간의 거리는 3mm 이상, 매몰링과 납형간의 거리는 최소 10mm, 왁스 주입선의 직경은 3mm, 길이는 8mm, 각도는 45~60°가 되도록 하였다. IPS e.max Press



Fig. 1. Experimental materials.

- (A) IPS e.max Press LT A2 ingot (B) Filtek Z350 flowable resin
 (C) Variolink II[®] (D) Calibra (E) Super-Bond C&B

전용 매물재인 IPS PressVEST Speed(Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein)를 혼수비에 맞추어 매물재 액, 증류수, 매물재 분말의 혼합비율을 32ml : 22ml : 200g이 되도록 양을 계측하여 진공혼합법으로 60초간 혼합 후 매물링 하단으로부터 매물재를 채웠다. 매물링의 내벽에 표시된 선 이상으로 매물재를 부은 후 ring gauge로 살짝 덮어 진동이 없는 곳에 보관하였고 매물재

가 완전 경화된 후 ring gauge와 매물링을 모두 제거한 다음 매물링의 기저면이 바닥과 90°가 되도록 하였다.

매물체를 850°C의 예열된 소환로에 넣고 60분간 소환하였다. Press furnace (IPS Empress EP 500, Ivoclar Vivadent, Schann, Liechtenstein)의 13번 프로그램을 선택하여, 700°C까지 예열한 후 매물체를 소환로에서 꺼내어 Press furnace 중앙

Table 1. Composition of resin cements used in this study

Material	Brand name	Main composition	Manufacturer
Resin cement	Variolink II [®]	Bis-GMA, TEGDMA, UDMA	Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein
	Calibra	Bis-GMA, UDMA	Dentsply Caulk, York, USA
	Super-Bond C & B	4-META, TBB, MMA, PMMA	Sun Medical, Moriyama, Japan

Bis-GMA : bisphenol A-glycidyl methacrylate,
 TEGDMA : triethyleneglycol dimethacrylate,
 UDMA : urethane dimethacrylate,
 4-META : 4-methacryloyloxyethyl trimellitate anhydride,

TBB : tri-*n*-butylborane,
 MMA : methyl methacrylate,
 PMMA : pulverized poly-MMA.

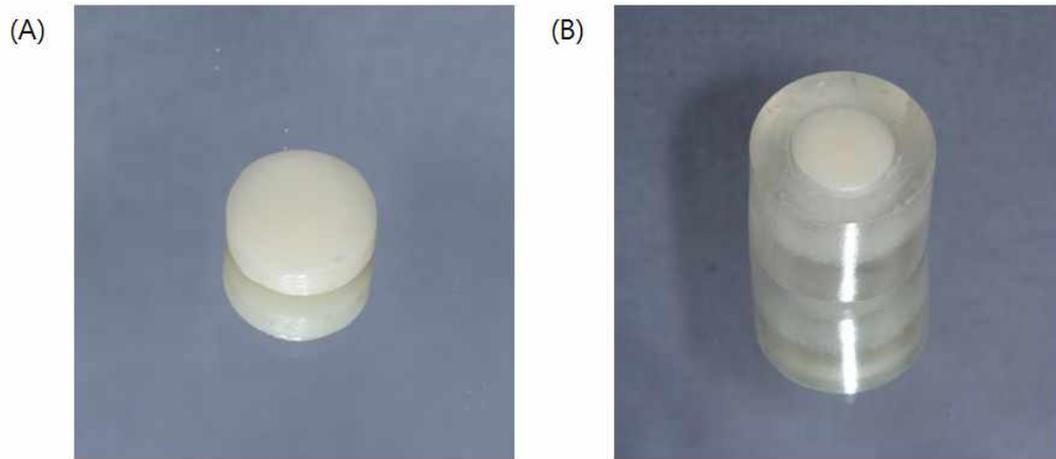


Fig. 2. Ceramic specimen used in this study.
(A) Fabricated ceramic specimen(IPS e.max Press core).
(B) Embedded specimen into an autopolymerizing acrylic resin.

에 위치시키고 ingot을 넣은 후 분리재를 바른 alox plunger를 매물체에 넣고 IPS e.max Press 프로그램을 실행시켰다.

가압이 끝난 매물체를 furnace에서 꺼내 약 1시간 정도 서냉한 후 100 μm 의 glass bead(Shofu Co, Japan)를 약 4기압으로 하여 매물체를 제거하였다. 매물체가 제거된 시편을 IPS e.max Press 전용 invex liquid(Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein)가 담긴 플라스틱 컵에 넣고 초음파 세척기에서 약 30분동안 반응층을 제거하였다. 그 후 시편을 흐르는 물에 세척 후 건조하여 약 1~2기압의 100 μm aluminum oxide로 sandblasting 하였다. diamond disc를 이용하여 주입선을 절단한 후 표면 연마를 위해 80, 120, 220, 320, 400 grit의 사포로 편평한 표면을 얻은 다음 세척하여 도재 시편을 완성하였다. 제작된 도재 시편을 직경 22mm, 높이 25mm의 aluminum mold의 중앙에 위치시킨 다음, 자가중합 아크릴 레진(Ortho jet acrylic, Lang Dental Mfg. Co, Wheeling, USA)으로 포매하여 37°C의 항온수조에서 증류수에 보관하였다(Fig. 2).

2) 레진 시편 제작

레진 시편 제작을 위하여 내경 4.5mm, 높이 3mm의 투명한 plastic tube에 광중합형 Filtek Z350 flowable resin을 기포가 생기지 않게 약간 넘치도록 채운 후 4면으로 나누어 각 면당 20초씩 광중합을 시행하였다. 중합 후 plastic tube는 No. 12 칼로 깨끗이 제거하여 40개의 동일한 광중합 복합 레진 시편을 제작하였다.

3) 도재시편과 레진시편의 접착

각각의 도재 시편과 레진 시편은 총 4개 군으로 나누어 제조사의 지시에 따라 접착을 시행하였다(Fig. 3).

(1) 광중합 Variolink II[®] 시멘트군

base만을 사용한 Variolink II[®] 적용군은 도재 시편에 5% 불산(IPS Empress etching gel; Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein)로 20초 동안 산부식을 시행한 후 수세, 건조하였다. 실란커플링제(Monobond S; Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein)가 도재 표면에 60초 동안 적용되고

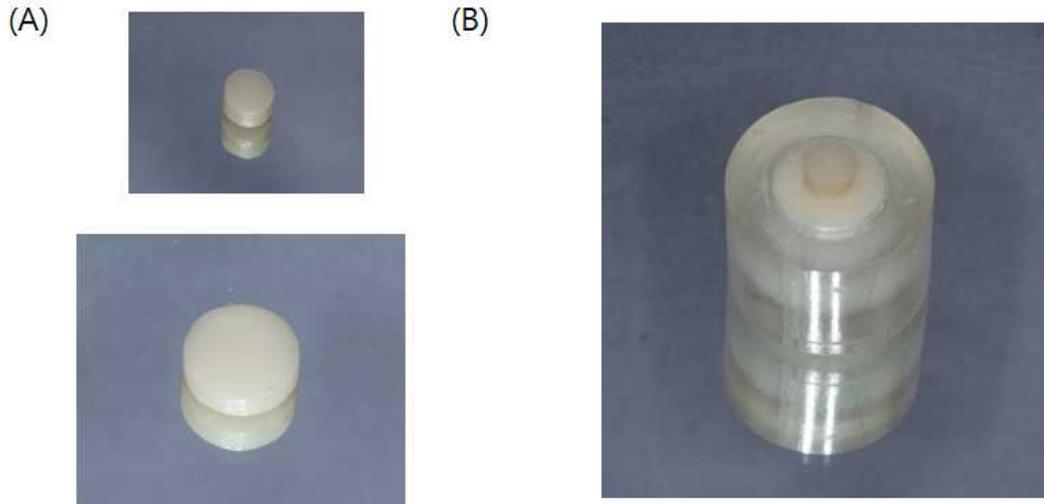


Fig. 3. Bonding of resin cement to ceramic specimen.
 (A) Prefabricated composite resin specimen(above), ceramic specimen(below)
 (B) Bonding of resin specimen to ceramic specimen.

건조되었다. 도재 시편에 상아질 결합재(Excite DSC; Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein)가 10 초간 적용된 후 광중합을 시행하지 않고 건조되었다. 직사광선에 노출되지 않도록 주의하면서 Variolink II[®] base(translucent)를 기포가 생기지 않게 도재 시편에 적용하였다. 도재 시편에 레진 시편을 접착하여 4면으로 나누어 제조사의 지시에 따라 광중합기(Elipar TriLight, 3M ESPE, Seefeld, Germany)를 사용하여 각 면당 40초씩 광중합을 시행하였다. 모든 시편은 중합 동안 정하중기를 사용하여 50N의 동일한 압력을 가하였다. 광중합 시행 후 접착면 이외에 부착된 잔여 레진 시멘트를 No 15. 기공용 칼을 이용하여 깨끗이 제거한 후 37℃의 항온수조에서 생리식염수에 24시간동안 보관하였다.

(2) 이원 중합 Variolink II[®] 시멘트군

base와 catalyst를 함께 사용한 Variolink II[®] 적용군은 앞서 기술한 바와 같이 전처리를 시행한 후 Variolink II[®] base(translucent)와 catalyst

(translucent, high viscosity)를 1:1로 혼합하여 기포가 생기지 않게 도재 시편에 적용하고 광중합하여 보관하였다.

(3) Calibra 시멘트군

Calibra 적용군은 도재 시편에 (Caulk silane coupling agent,를 적용한 다음 Prime & Bond NT adhesive와 Self Cure Activator를 혼합하여 한번 도포한 후 바로 5초간 공기 분사기로 건조하였다. 직사광선에 노출되지 않도록 주의하면서 Calibra base(translucent)와 catalyst를 1:1로 혼합하여 기포가 생기지 않게 도재 시편에 적용하였다. 도재 시편에 레진 시편을 접착하여 4면으로 나누어 제조사의 지시에 따라 광중합기를 사용하여 각 면당 20초씩 광중합하였다. 중합 후 전단결합강도를 측정하였다.

(4) Super-Bond C&B 시멘트군

Super-Bond C&B 적용군은 도재 시편에 red activator로 30초 동안 산부식을 시행한 후 수세,

건조하였다. Porcelain liner M의 Liquid A와 Liquid B를 각각 한방울씩 혼합하여 동봉된 스폰지를 사용하여 골고루 적용하였다. 부드럽게 air를 적용한 다음 제조사의 지시대로 헤어 드라이어를 사용하여 3분간 90℃로 표면에 열을 가하였다. monomer 네방울과 catalyst V 한방울을 혼합하고 이 activated liquid에 polymer 한 scoop을 혼합하여 기포가 생기지 않게 도재 시편의 접착 표면에 적용하였다. 도재 시편에 레진 시편을 접착하여 10분간 중합하였다. 자가중합 시행 후 위와 같은 방법으로 보관한 다음 전단결합강도를 측정하였다.

4) 전단결합강도 측정

전단결합강도를 측정하기에 앞서 확대경(x8, S300 II, Tokyo Kinzoku, Japan)으로 변연부의 gap, 기포 등의 결함이 있는 시편을 찾아 제외하였다. 결합강도는 하중이 도재 시편과 레진 블록 사이의 접착면과 동일한 방향으로 전달되도록 전단결합강도 측정용 지그에 시편을 고정한 다음, 만능시험기(Z020, Zwick, Ulm, Germany)를 사용하여 측정하였다. 시험 속도는 1mm/min crosshead speed로 전단압력이 도재 시편과 레진 블록의 접합부에서 집중되도록 하여 레진 블록이 분리되

는 시점에서의 최대 하중을 계면 단면적으로 나누어 전단결합강도를 측정하였다(Fig. 4~5).

5) 파절면의 관찰

파절이 일어난 40개 시편의 파절양상을 확대경하에서 분류하고 관찰하였다. 표면의 양상을 관찰하기 위해 각 군 당 도재시편을 3개씩 선택하여 시편을 2일간 건조시킨 후 도재 시편 파절면의 파절 양상을 확대경하에서 3가지로 분류하여 관찰하였다.

- ① 접착성 파절(adhesive failure pattern): 도재 표면에서 레진 시멘트가 깨끗이 탈락됨
- ② 응집성 파절(cohesive failure pattern): 레진 시멘트나 도재 시편 내에서 파절이 일어남
- ③ 혼합형 파절(mixed failure pattern): 도재 표면과 flowable resin 시편 접착면에서 접착성 파절과 응집성 파절이 부분적으로 혼합되어 일어남

6) 통계분석

측정된 각 군의 전단결합강도 차이를 살펴보기 위해 SPSS Ver 12.0(SPSS GmbH, Munich,

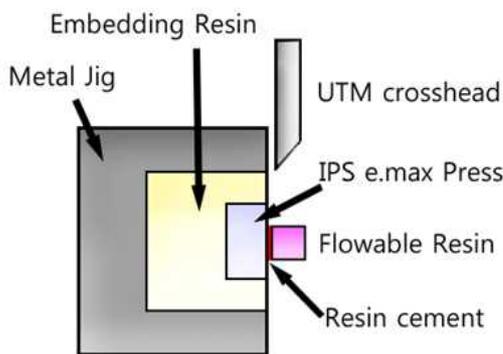


Fig. 4. Schematic diagram of shear bond strength testing.

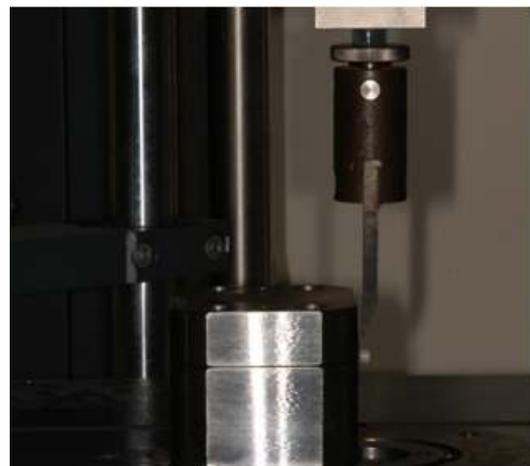


Fig. 5. Shear bond testing assembly on universal testing machine.

Germany)을 이용하여 각 군당 평균과 표준편차를 구하고 P<.01수준에서 One-way ANOVA (analysis of variance)를 이용하였으며 Tukey HSD test로 사후검정을 시행하였다.

결 과

1. 전단결합강도

IPS e. max Press 도재 시편과 수중의 레진 시멘트 사이의 전단결합강도는 Variolink II® (DC; dual-cure)로 접착한 군이 25.67 ± 1.64 MPa로 가장 높게 나타났고, Super-Bond C&B로 접착한 군이 23.32 ± 1.62 MPa로 가장 낮은 결합강도를 나타내었다. Variolink II® (LC; light-cure), Calibra로 접착한 군은 각각 25.47 ± 0.74 MPa, 25.34 ± 0.90 MPa의 결합강도를 나타내었다(Table II, Fig. 6).

Table II. Shear bond strength (Mpa) of 4 resin cements on the IPS e.max Press

Group	n	Mean(MPA)	S.D.
Variolink II® (LC)	10	25.47	0.74
Variolink II® (DC)	10	25.67	1.64
Calibra	10	25.34	0.90
Super-Bond C & B	10	23.32*	1.62

LC: light-cure, DC: dual-cure

*Significant (p<.01)

통계적 분석 결과 Super-Bond C&B의 전단결합강도는 Variolink II® (LC), Variolink II® (DC), Calibra에 비해 유의하게 낮은 값을 나타내었다 (P<.01)(Table III). Variolink II® (LC), Variolink II® (DC), Calibra로 접착한 군은 전단결합강도에서 서로 유의한 차이를 보이지 않았다.

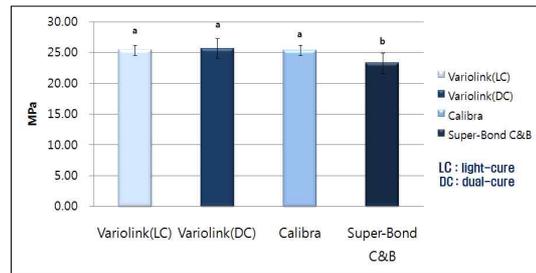


Fig. 6. Diagram shows shear bond strength (MPa) of resin cements.

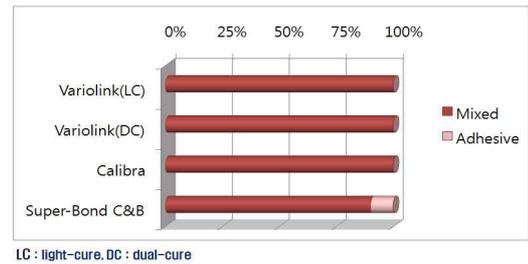


Fig. 7. Diagram shows Proportion to fracture modes of all experimental groups.

Table III. One-way ANOVA for shear bond strength of resin cements on the IPS e.max Press

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	P-value
Between groups	35.806	3	11.935	7.18	.001
Within groups	59.845	36	1.662		
Total	95.651	39			

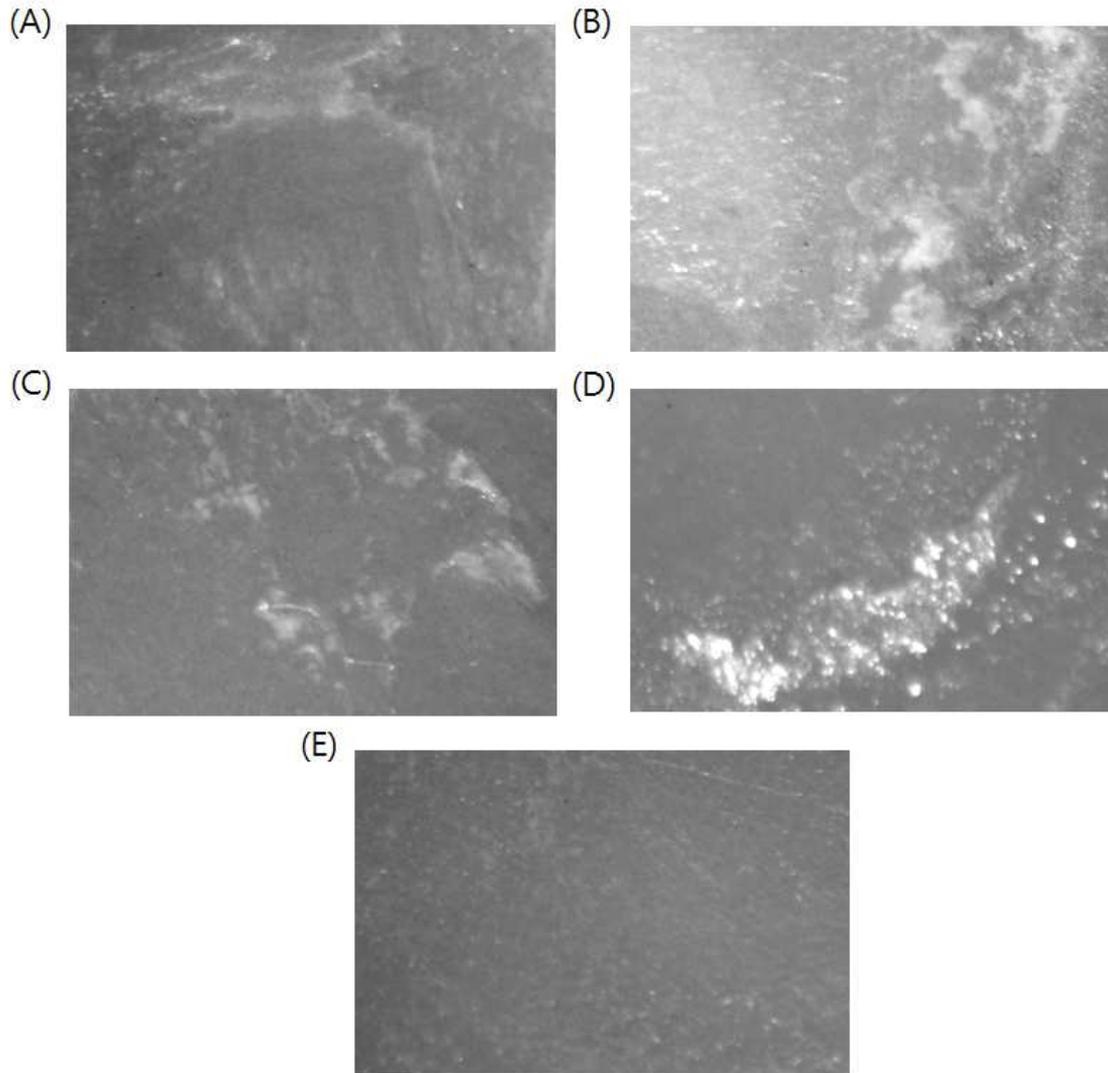


Fig. 8. Various failure patterns of each group (X20).
(A) Mixed failure pattern of Variolink II[®] (LC).
(B) Mixed failure pattern of Variolink II[®] (DC).
(C) Mixed failure pattern of Calibra.
(D) Mixed failure pattern of Super-Bond C&B.
(E) Adhesive failure pattern of Super-Bond C&B.

Table IV. Failure patterns after the shear bond testing

Groups	Adhesive failure	Cohesive failure	Mixed failure
Variolink II [®] (LC)	0	0	10
Variolink II [®] (DC)	0	0	10
Calibra	0	0	10
Super-Bond C & B	1	0	9

LC: light-cure, DC: dual-cure

2. 파절 양상

확대경 하에서 모든 시편의 파절 양상을 관찰한 결과 모든 군에서 공히 혼합형 파절의 양상이 관찰되었으며, Super-Bond C&B로 접착한 군에서만 1개의 접착성 파절의 소견이 관찰되었다 (Table IV, Fig. 7~8).

총괄 및 고안

본 연구는 최근 개발되어 심미 수복에 사용되는 IPS e. max Press와 4종의 레진 시멘트 (Variolink II[®] (LC), Variolink II[®] (DC), Calibra, Super-Bond C&B)와의 전단결합강도를 비교하여 IPS e.max Press를 위한 적절한 레진 시멘트 시스템을 알아보고, 레진 시멘트의 중합방법이 전단결합강도에 미치는 영향에 관하여 알아보고자 하였다.

본 연구에서 4종의 레진 시멘트 중에서 Variolink II[®] (DC)로 접착한 군이 가장 높은 결합강도를 보였고, Super-Bond C&B로 접착한 군이 가장 낮은 결합강도를 나타냈다. 통계적 분석 결과 Super-Bond C&B의 전단결합강도는 다른 3종의 레진 시멘트에 비해 유의하게 낮은 값을 나타내었다(P<.01). Variolink II[®], Calibra와 같은 레진 시멘트는 filler를 포함하고 있어, filler를 포함하지 않는 Super-Bond C&B에 비해 좋은 결합강도를 보인다.¹²⁻¹⁵⁾ 또한 시편의 파절 양상을 관

찰해 보더라도 Variolink II[®]가 Super-Bond C&B에 비해 높은 결합강도를 보인다.^{14,15)} 하지만 접착 시스템의 선택은 임상적으로 어떤 도재 수복물을 적용시키는가에 달려있다.¹⁴⁾

수복물의 합착을 위해 사용되는 레진 시멘트는 일반적으로 Bis-GMA 시멘트, 인산 에스테르계 Bis-GMA 시멘트, 4-META 함유 시멘트로 3종류가 있다.¹⁶⁾ 이번 실험에서 높은 결합강도를 보인 Variolink II[®]는 Bis-GMA계 이원 중합형 레진 시멘트로 피막 두께가 얇고 조작이 간편하여 임상에서 널리 이용되며 IPS e.max Press의 레진 시멘트로 제조사에서 추천하고 있다. 도재와 레진 시멘트 간의 전단결합강도를 비교한 다른 논문들을 살펴보면 Spohr¹⁷⁾ 등은 IPS Empress 2도재와 Bis-GMA계 레진 시멘트인 Rely-X ARC(3M ESPE, Minnesota, USA)가 높은 결합강도를 보인다고 하였으나, Kern¹⁸⁾ 등은 In-Ceram 도재관 접착시 인산 에스테르계 Bis-GMA 레진 시멘트가 다른 Bis-GMA계 레진 시멘트보다 높은 결합강도를 보인다고 하였다. 이를 통해 도재 수복물의 적절한 결합 강도를 위해서는 도재의 종류에 따라 레진 시멘트를 선택적으로 사용해야 할 필요가 있음을 확인하였다.

또한 이번 연구에서는 같은 레진 시멘트에서 중합 형태가 결합강도에 미치는 영향을 알아보았다. 이번 실험의 결과에서는 Variolink II[®] 레진 시멘트를 이원 중합형으로 사용한 경우가 광중합형으로 사용한 경우보다 평균 전단결합강도

가 높게 측정되었으나 그 정도가 미약하였고 유의한 차이는 없었다. Braga^{9,10)} 등은 레진 시멘트의 구성과 중합 형태는 그 성질과 결합강도에 영향을 미친다고 하였다. 그러나, Akgungor¹¹⁾ 등은 IPS Empress 2 시편에 대하여 광중합형 레진 시멘트와 이원 중합형 레진 시멘트가 유사한 조기 전단결합강도를 가진다고 하였다. 본 연구에서는 접착 후 24시간 후의 전단결합강도를 측정하여 비교하였는데, Braga¹⁹⁾ 등은 이원 중합형 레진 시멘트에서 접착 15분 후와 24시간 후의 전단결합강도의 유의한 증가가 있었음을 보고하였다. 그러나, Peters와 Meiers²⁰⁾ 등은 도재에 이원 중합형 레진 시멘트를 사용하였을 때 접착 5분 후와 24시간 후의 전단결합강도의 차이가 없음을 보고하였다.

이상의 실험 결과로 볼 때, IPS e.max Press의 접착을 위해서는 resin-based bonding 시스템이 추천된다. 또한 이번 연구에서 IPS e.max Press에는 Bis-GMA 계열의 광중합형, 이원 중합형 레진 시멘트가 더 높은 전단결합강도를 보이고, 같은 시멘트 내에서 중합 방식에 따른 결합강도의 차이는 없음을 알 수 있었다. 그렇지만 본 실험은 시편을 직접 제작하여 시행한 in vitro study이며, 이를 임상적으로 적용하기 위해서는 구강환경을 모방한 실험이 필요할 것으로 생각된다. 이번 연구의 한계내에서 광중합형이나 이원 중합형 시멘트의 전단결합강도는 자가 중합형 시멘트의 전단결합강도보다 통계적으로 유의하게 높음을 보였다($P<.01$). 도재의 물성, 레진 접착제의 type 및 조성, 도재의 다양한 색조 등과 같은 다양한 요인이 레진 시멘트의 중합도에 영향을 미칠 수 있다. 같은 연구에서 이러한 모든 요소를 포함시킬 수는 없으며, 결과에 영향을 줄 수 있는 요소를 제거하고 조절되지 않는 변수를 제한하는 것이 최선일 것이다. 또한 이 실험은 thermocycling을 시행하지 않고 조기 전단접착강도만 비교하였다. 이러한 실험 결과는 임상적인 상황을 정확하게 반영하지는 못하며, 시멘트가 보철물의 유지에 영향을 미치는 요인은 다양하므로 임상 적

용을 위해서는 좀더 많은 연구가 필요하리라 사용된다.

결 론

본 연구는 최근 심미수복에 사용되는 IPS e.max Press와 수종의 레진시멘트 간의 전단결합강도를 비교해보고, 레진 시멘트의 중합방법이 전단결합강도에 미치는 영향에 관하여 알아보기 위해 IPS e.max Press도재 시편에 미리 제작한 resin 시편을 Variolink II[®] (LC), Variolink II[®] (DC), Calibra, Super-Bond C&B로 접착하여 도재 시편과 레진 시멘트 간의 전단결합강도를 비교 측정하였으며, 확대경하에서 파절 양상을 분류, 관찰한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. Variolink II[®] (LC), Variolink II[®] (DC), Calibra의 전단결합강도는 각각 25.47 MPa, 25.67 MPa, 25.34 MPa로 서로 유의한 차이를 보이지 않았다.
2. Super-Bond C&B의 전단결합강도는 23.32 MPa로 다른 군에 비해 낮은 값을 나타내었다.
3. 모든 군에서 공히 혼합형 파절의 양상이 많았으며, Super-Bond C&B로 접착한 군에서 1개의 접착성 파절 소견을 보였다.

참 고 문 헌

1. Dong JK, Luthy H, Wohlwend A et al. Heat-pressed ceramics: technology and strength. *Int J Prosthodont* 1992;5:9-16.
2. Höland W. Materials science fundamentals of the IPS Empress 2 glass-ceramics. *Ivoclar Vivadent Report* 1998;12:3-10.
3. Schweiger M, Höland W, Frank M. IPS Empress 2: A new pressable high strength glass-ceramic for esthetic all-ceramic restorations. *Quintessence Dent Technol* 1999;22:143-151.
4. Rheinberger V. All-ceramic: a real success story. *Ivoclar Vivadent Report* 2006;16:4-7.

5. Rathke A. From inlays to bridges: Indications for the use of all-ceramic materials. *Ivoclar Vivadent Report* 2006;16:19-20.
6. Diaz-Arnold AM, Vargas MA, Haselton DR. Current status of luting agents for fixed prosthodontics. *J Prosthet Dent*. 1999;81:135-141.
7. White SN, Sorensen JA, Kang SK et al. Microleakage of new crown and fixed partial denture luting agents. *J Prosthet Dent* 1992;67:156-161.
8. Tjan AL, Dunn JR, Grant BE. Marginal leakage of cast crowns luted with an adhesive resin cement. *J Prosthet Dent* 1992;7:11-15.
9. Braga RR, Ballester RY, Carrilho MR. Pilot study on the early shear strength of porcelain-dentin bonding using dual-cure cements. *J Prosthet Dent* 1999;81:285-289.
10. Braga RR, Cesar PF, Gonzaga CC. Mechanical properties of resin cements with different activation modes. *J Oral Rehabil* 2002;29: 257-262.
11. Akgungor G, Akkayan B, Gaucher H. Influence of ceramic thickness and polymerization mode of a resin luting agent on early bond strength and durability with a lithium disilicate-based ceramic system. *J Prosthet Dent* 2005;94:234-241.
12. White SN, Yu Z. Physical properties of fixed prosthodontic-resin composite luting agents. *Int J Prosthodont* 1993;6:384-389.
13. Yoshida K, Funaki K, Tanagawa M et al. Properties of commercially available luting cements. *J Jpn Prosthodont Soc* 1995;39:35-40.
14. Nagai T, Kawamoto Y, Kakehashi Y et al. Adhesive bonding of a lithium disilicate ceramic material with resin-based luting agents. *J Oral Rehabil* 2005;32:598-605.
15. Altintas S, Eldeniz AU, Usumez A. Shear bond strength of four resin cements used to lute ceramic core material to human dentin. *J Prosthodont* 2008;26:1-7.
16. Yang TJ, Lim JH, Cho IH. A study of tensile bond strength according to varied treatment methods of non-precious metal surface and resin cements. *J Korean Acad Prosthodont* 1996;34:335-348.
17. Spohr AM, Sobrinho LC, Consan S et al. Influence of surface conditions and silane agent on the bond resin to IPS Empress 2 ceramic. *Int J Prosthodont* 2003;16:277-282.
18. Kern M, Thompson VP. Bonding to glass infiltrated alumina ceramic: Adhesive methods and their durability. *J Prosthet Dent* 1995;73:240-249.
19. Braga RR, Ballester RY, Daronch M. Influence of time and adhesive system on the extrusion shear strength between feldspathic porcelain and bovine dentin. *Dent Mater* 2000;16:303-310.
20. Peters AD, Meiers JC. Effect of polymerization mode of a dual-cured resin cement on time-dependent shear bond strength to porcelain. *Am J Dent* 1996;9:264.268.

Shear Bond Strength of Resin Cements on the IPS e.max Press

Kyung-Eun Lee, DDS, Yu-Lee Kim, DDS, MSD, PhD, Chang-Yong Shin, DDS, MSD,
Jin-Keun Dong, DDS., MSD., PhD

Department of Dentistry, Graduate School, Wonkwang University

The purpose of this study was to evaluate the bond strengths between IPS e.max Press and four different types of resin cements that often used for esthetic restoration.

Disc shaped IPS e.max Press blocks(N=40, diameter: 12mm, thickness: 3mm) were fabricated according to the manufacture's instruction and cleaned with ultrasonic cleaner. They were embedded into an autopolymerizing acrylic resin. Fourty cylinder shaped resin block(Filtek Z350, diameter: 4.5mm, thickness: 3mm) were fabricated using a plastic tube. Each specimens were randomly divided into 4 experimental group and bonded each other using 4 different resin cements(Variolink II(light-cure), Variolink II(dual-cure), Calibra, Super-Bond C&B) according to the manufactures' recommendations. All the specimens were stored in normal saline at 37°C for 24 hours before test. Universal testing machine at a crosshead speed of 1mm/min was used to evaluate the shear bond strength. The data were statistically analyzed using one-way ANOVA(P<.01). Multiple comparison was done by the Tukey HSD test.

The shear bond strength of Super-Bond C&B to e.max was significantly lower than those of Calibra, Variolink II(light-cure), Variolink II(dual-cure) (P<.01). The shear bond strength of Calibra, Variolink II(light-cure), Variolink II(dual-cure) to e.max were not significantly different.

The shear bond strengths of light-cure/dual-cure cement were higher than that of self-cure cement.

Key words: shear bond strength, light-cure cement, dual-cure cement, self-cure cement

Correspondence to : Prof. Jin-Keun Dong,

Department of Prosthodontics, Collage of Dentistry, Wonkwang University, 344-2, Sinyong-dong, Iksan-si, Jeonlabuk-Do, 570-749, Korea.

Fax: +82-63-857-4824. E-mail:dong@wonkwang.ac.kr

Received: July 25, 2010, Last Revision: August 15, 2010, Accepted: September 25, 2010