DOI:10.4047/jkap.2008.46.5.535

상아질에 대한 자가 접착 레진 시멘트의 전단결합강도에 관한 연구

인희선[1] · 박종일[1] · 최종인[1] · 조혜원[2] · 동진근[2]

원광대학교 치과대학 보철학교실 · 원광치의학 연구소 [1]대학원생, [2]교수

최근의 레진 접착시스템은 단계를 줄이고 적용과정을 간편화시키는데 주력하고 있으며, 치면에 bonding 및 conditioning 과정 없이 바로 적용 가능한, one-step의 새로운 자가 접착 레진시멘트 (self-adhesive resin luting cement)들이 소개되어 임상에 사용되고 있다. 이에 본 연구의 목적은 자가 접착 레진시멘트와 기존의 레진시멘트의 상아질에 대한 전단 결합 강도를 비교해보고, 자가 접착 레진시멘트 적용 시 치면의 식각 처리 여부가 전단 결합 강도에 미치는 영향에 관하여 알아보고자 하는 것이다. 본 연구를 위해 최근 6개월 내 발치된 비교적 건전한 성인의 대구치 45개를 아크릴릭 레진으로 매몰한 다음, 800 grit SiC연마지로 연마를 시행하여 상아질을 노출시켰다. 15개의 치아를 한 군으로 하여, 세 가지 실험군으로 분류하였다. Group 1) 치면에 아무런 전처리 없이 RelyX Unicem 접착. Group 2) 치면에 인산 산부식 처리 후, RelyX Unicem 접착, Group 3) 치면에 Syntac primet + Syntac adhesive + Heliobond 처리 후 Variolink II 접착. 전처리가 완료된 치아 시편 위에 플라스틱 튜브 (직경 3 mm, 높이 3 mm)를 고정한 다음, 제조사의 지시에 따라 각 레진 시멘트를 혼합하여 링 안을 채우고, 광중합을 시행하였다. 접착이 완료된 시편은 37℃ 항온수조 (증류수)에서 24시간 동안 보관 후, 만능 시험기를 이용하여 1 mm/min의 cross head speed로 결합강도를 측정하였으며, 확대경 하에서 파절 양상을 분류 · 관찰하고, 주사전자현미경을 이용하여 미세구조를 관찰하였다. 측정결과는 SPSS WIN 12.0 프로그램을 사용하여 분석하였으며 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. RelyX Unicem의 상아질에 대한 전단결합강도는 Variolink II와 유의한 차이를 보이지 않았다.
2. 상아질에 대한 인산 산부식 처리는 RelyX Unicem과의 전단결합강도를 낮게 하였다.
3. RelyX Unicem과 Variolink II에서는 혼합 파절의 비율이 컸으며, 전단결합강도가 낮았던 인산 산부식 처리 후 RelyX Unicem을 접착한 경우에서는 전체 시편에서 접착성 파절이 관찰되었다.

결론으로 말하면, 자가 접착 레진시멘트와 기존의 레진시멘트의 상아질에 대한 전단결합강도는 유의한 차이를 보이지 않으며, 인산 산부식 처리는 상아질에 대한 자가 접착 레진시멘트의 전단결합강도를 감소시킨다. *(대한치과보철학회지 2008;46:535-43).*

주요단어: 전단 결합 강도, 자가 접착 레진시멘트, 레진시멘트, 인산 산부식

서론

심미적인 전치부 수복을 위해 금속 지지부가 없는 세라믹을 널리 사용하고 있으며, 이에 따른 전부 세라믹관과 합착용 시멘트의 개발 또한 활발히 진행되고 있다. 세라믹 라미네이트 비니어나 세라믹 전장관 (all ceramic crown)의 접착에는 여러 종류의 시멘트가 사용되고 있으나, 최근에는 기계적, 화학적 접착력이 우수한 레진 시멘트를 주로 사용하고 있다.[1,2]

레진 시멘트는 다른 여러가지 시멘트에 비해 강도가 우수하고, 물에 대한 용해도가 낮고 중합 시간이 짧으며,[3] 기계적 성질과 피막 두께, 변연 적합성, 치질과의 화학적 결합력에 있어서도 만족스러운 결과를 보여준다.[4]

세라믹과 치아의 접착 시 레진 시멘트를 사용함으로써 인산아연 시멘트나 글라스아이오노머 시멘트를 사용했을 때보다 결합강도와 파절강도가 향상되며[5], 평균적으로 산부식시킨 세라믹을 이중중합 레진 시멘트를 이용하여 접착할 경우 인산아연시멘트로 접착된 세라믹관보다 2배의 하중저항을 나타낸다고 보고되었다.[6] 또한 레진과 세라믹 사이의 결합력이 각 재료의 응집성 결합 강도

교신저자: ***조혜원***

570-711 전북 익산시 신용동 344-2 원광대학교 치과대학 치과보철학교실 063-859-2938: e-mail, hwcho@wonkwang.ac.kr

원고접수일: 2008년 7월 11일 / 원고최종수정일: 2008년 9월 16일 / 원고채택일: 2008년 10월 10일

※ 본 연구는 2007년도 원광대학교 교비연구비에 의해 연구되었음.

보다 강하다고 보고 된 바 있다.[7,8] 그러나 현재까지도 레진 시멘트를 이용한 세라믹 수복물 접착시 이상적인 접착 시스템의 부재로 인하여, 임상의들은 선택된 수복재료에 따라 각기 다른 접착재와 접착 과정을 적용해야하는 어려움을 가지고 있다. 또한 산부식, 수세, priming, adhesive agent 도포 등의 과정에 적지 않은 시간이 소요되고, 사용 도중 혼동할 가능성이 있으며, 술식이 술자 능력에 따라 민감하다는 문제에도 직면하게 된다. 이러한 이유로, 최근의 접착 시스템은 단계를 줄이고 적용과정을 간편화시키는데 주력하고 있다. 최근에는 복잡한 치면의 전처리 과정 없이, 바로 적용 가능한 RelyX Unicem (3M ESPE, Seefeld, Germany), Maxcem (Kerr, Orange, USA), BisCem (BISCO, Schaumburg, USA)과 같은 one-step의 새로운 자가 접착 시멘트 (self-adhesive resin cement)들이 소개되었고, 제조사들은 인레이, 크라운, 포스트 등 라미네이트 비니어를 제외한 거의 모든 수복물에 적용할 수 있다고 소개하고 있다.

RelyX Unicem은 고체 무기 물질과 액체 유기 화합물로 구성되는데, 유기 기질은 인산기에 결합된 메타크릴레이트 모노머로 적어도 두 개 이상의 불포화된 탄소 이중결합을 가진다. 액체상에는 이러한 methacrylate phosphoric ester가 dimethacrylate, acetate, 안정제 그리고 개시제들과 함께 혼합되어 있는데 이들은 치질을 탈회시키고 탈회된 기질 속으로 침투하여 미세기계학적 유지를 얻을 수 있도록 하며, 수산화인회석과 화학적인 결합을 이룬다. 고체상 분말에는 Al, Si, Na, O들이 서로 glass network를 이루며, 방사선 불투과성의 스트론튬과 란탄의 양이온이 network에서 서로 상호작용을 한다.[9] 또한, 약 2%의 수산화칼슘이 포함되어 시술 후의 민감성 감소 효과를 기대할 수 있게 하며,[10-12] 약 10% 가량의 불소를 포함하고 있어, 인접치아의 법랑질 우식과 충전된 치아의 2차 우식 발생률을 감소시킬 것으로 기대된다.[10,13] RelyX Unicem의 경화반응은 광중합이나 redox system에 의해 개시되는 자유 라디칼의 중합반응으로 시작되며, 반응 동안에는 물이 방출되어 중화에 중요한 역할을 한다.[14,15]

Piwowarczyk 등[16]은 샌드블라스트 처리된 알루미나 제

Table I. Composition of experimental materials used in this study

Material	Brand name	Composition	Polymerization	Manufacturer
Resin cement	RelyX Unicem	Powder: silanized glass powder, silanized silica, calcuim hydroxide, pigment, substituted pyrimidine, peroxy compound, initiator Liquid: Methacrylated phosphoric ester, dimethacrylate, acetate, stabilizer, initiator	dual-cure	3M ESPE,
	Variolink Ⅱ	Base paste: Bis-GMA. UDMA, TGDMA, fillers, pigments and stabilizers Catalyst paste	dual-cure	Ivoclar Vivadent AG
Primer	Syntac primer	PEGDMA, maleic acid, acetone, water	no polymerization initiators	Ivoclar Vivadent AG
Adhesive	Syntac adhesive	PEGDMA, glutaraldehyde, water	no polymerization initiators	Ivoclar Vivadent AG
	Heliobond	Bis-GMA, TEGDMA	light-cure	Ivoclar Vivadent AG
Phosphoric acid	Total Etch™	37% Phosphoric acid, thickening agent, pigments		Ivoclar Vivadent AG

Table II. Experimental groups by dentin conditioning and resin cement

Groups	Etching	Primer/adhesive	Resin cement	Number of specimen
1	none	none	RelyX Unicem	15
2	phosphoric acid	none	RelyX Unicem	15
3	phosphoric acid	Syntac Primer/Syntac adhesive/Heliobond	Variolink II	15

재의 고강도 세라믹 (Procera Allceram)에 대한 접착력이 RelyX Unicem, Panavia F가 Variolink II보다 높으며, 고금함량 합금에 대한 접착력도 RelyX Unicem, Panavia F가 Variolink II보다 높았으나, IPS Empress 2에 대한 접착력은 이와 반대로 Variolink II, RelyX Unicem이 Panavia F보다 더 높았음을 보고하였고, Carlos 등[17]은 자가 접착 시멘트 (RelyX Unicem)를 이용하는 경우 여러 단계의 치면처리제를 도포해야 하는 excite/Valiolink II보다 치수에 더 적은 손상을 주었다고 하였다.

만일, 자가 접착 시멘트가 예견 가능한 내구성과 심미성을 가지고 수복물의 접착에 사용될 수 있다면, 이들은 임상가들에게 이전의 번거로웠던 과정을 단순화하면서 만족스러운 결과를 가져다주는 시멘트로써 사용되어 질 수 있을 것이다. 이에 본 연구는 최근 개발되어 임상에 사용되고 있는 자가 접착 레진 시멘트와 기존의 레진 시멘트의 상아질에 대한 전단결합강도를 비교해 보고, 자가 접착 레진 시멘트 적용 시, 치면의 산부식 처리가 전단결합강도에 미치는 영향에 관하여 알아보고자 한다.

연구 재료 및 방법

1. 연구 재료

레진 시멘트는 기존의 레진 시멘트인 Variolink II (Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein), 자가 접착 레진 시멘트인 RelyX Unicem (3M ESPE, Seefeld, Germany) 2종류를 사용하였다 (Table I).

치아는 최근 6개월 내 발치된, 비교적 표면이 건전하고 우식이나 기타 이유로 보존 수복 처치나 근관 치료가 행해지지 않은 건전한 성인의 대구치 45개를 흐르는 물에 세척한 후 ISO TR 11405-1994 (E). Dental materials-Guidance on testing of adhesion to tooth structure에 따라서 4℃의 증류수에 냉장보관 하였다. 보관 용액의 변질을 방지하기 위해 3일에 한번씩 주기적인 교환을 시행하였으며, 화학제는 첨가하지 않았다.

2. 연구 방법

1) 상아질 시편 제작

증류수에 보관된 건전한 성인의 대구치 45개를 흐르는 물에 세척하고 혈흔이나 육아조직의 잔존유무를 확인한 다음, 저속의 다이아몬드 디스크를 이용하여 각 치근을 치축의 수직방향으로 절단하였다. 가공된 치아를 2.5 × 2.5 cm 크기의 몰드에 비스듬히 위치시킨 다음, 아크릴릭레진으로 매몰하였다. 경화 후, 편평한 상아질 표면을 얻기 위하여 법랑질로부터 3 mm를 절단하고 #220-800 grit SiC 연마지로 흐르는 물에서 표면 연마를 시행하였으며, 노출된 상아질면에 잔존 법랑질이나 치수조직의 유무를 확인하기 위하여 확대경 (X8, S300 II, Tokyo Kinzoku, Japan)으로 관찰 및 분별하였다 (Fig. 1).

2) 레진 시멘트 접착

매몰한 45개의 치아 시편은 2가지 레진 시멘트 종류와 접착과정에 따라 세 가지 실험군으로 분류하였으며, 15개의 시편을 한 군으로 하였다 (Table II). Group 1과 Group 2는 RelyX Unicem을 접착한 군으로, 접착 전에 Group 1은 치면에 어떠한 처리도 하지 않았으며, Group 2는 치면에 10초간 37% 인산 산부식 처리 후, 5초간 수세 및 건조하였다. Group 3은 Variolink II를 접착하였으며, 접착 전에 치면에 20초간 인산 산부식 처리 후, 5초간 수세 및 건조한 다음 Syntac Primer (15초)와 Syntac adhesive (15초) 및 Heliobond를 제조사의 지시에 따라 차례로 적용하였다.

실험군에 따라 전처리를 완료한 상아질 시편위에 플라스틱 튜브 (내경 3 mm, 높이 3 mm)를 고정한 다음, 제조사의 지시에 따라 레진 시멘트를 혼합하여 기포가 생기지 않게 약간 넘치도록 링 안을 채우고, 4면으로 나누어 각 면당 10초씩 광중합을 시행하였다. 중합 후 몰드는 No. 12 칼로 깨끗이 제거하였으며, 전단결합강도를 측정하기 전까지 증류수가 담긴 37℃ 항온수조에서 24시간 동안 보관하였다.

Fig. 1. Impregnated tooth specimen in acrylic resin.

3) 전단결합강도 측정

전단결합강도를 측정하기에 앞서 확대경하에서 변연부의 기포 등 결함이 있는 시편은 제외하였다. 결합 강도는 하중이 치아와 레진 시멘트 사이의 접착면과 동일한 방향으로 전달되도록, 전단 결합강도 측정용 지그에 시편을 고정한 다음, 만능 시험기 (Z020, Zwick, Ulm, Germany)에서 1 mm/min의 cross head speed로 접착면에 하중을 가하였다. 매몰된 치아 표면에서 레진시멘트가 분리될 때까지의 최대하중을 계면 단면적으로 나누어 전단결합강도를 측정하였다 (Fig. 2, 3).

4) 파절면의 관찰

파절이 일어난 45개 시편의 파절양상을 확대경하에서 분류하고 관찰하였다. 또한, 파절된 시편을 이틀간 상온에서 건조시킨 뒤 gold coating한 다음 주사전자현미경 (JSM-6360, JEOL, Japan)을 이용하여 미세 구조를 관찰하였다. 파절 양상은 상아질 표면에서 레진 시멘트가 깨끗이 탈락되는 접착성 파절 (adhesive failure pattern)과 레진 시멘트 내에서 파절이 일어나는 응집성 파절 (cohesive failure pattern), 그리고 상아질 표면에서 접착성 파절과 응집성 파절이 혼합되어 일어나는 혼합형 파절 (mixed failure pattern)으로 구분하였다.

5) 통계처리

측정된 각 군의 전단결합강도의 차이를 살펴보기 위하여 일원배치 분산분석 (One way ANOVA)을 시행하였다. 본 연구의 분석은 모두 유의수준 $\alpha = 0.05$에서 검정하였으며, 사후 검정은 Scheffe test를 이용하였고, 통계처리는 SPSS WIN 12.0 프로그램을 사용하였다.

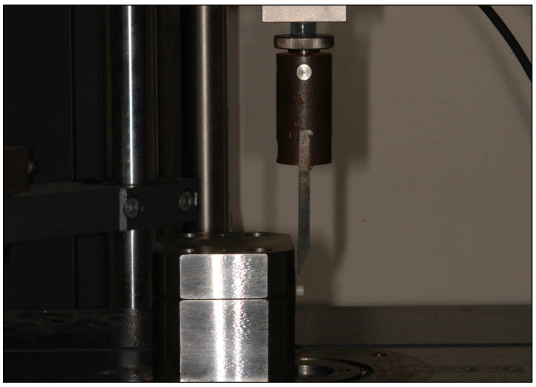

Fig. 2. Shear bond testing assembly on universal testing machine.

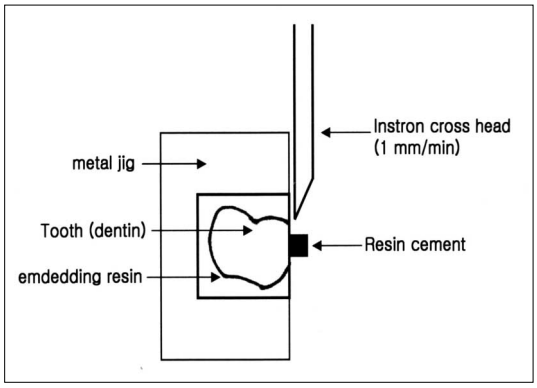

Fig. 3. Schematic diagram of shear bond strength testing.

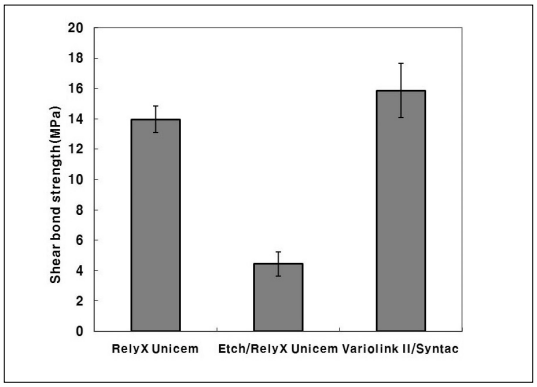

Fig. 4. Shear bond strength of all experimental groups.

Table III. Proportional prevalence of fracture modes for all experimental groups

Groups	Adhesive	Mixed	Cohesive
RelyX Unicem	6	9	0
Etching/RelyX Unicem	15	0	0
Syntac / Variolink II	5	10	0

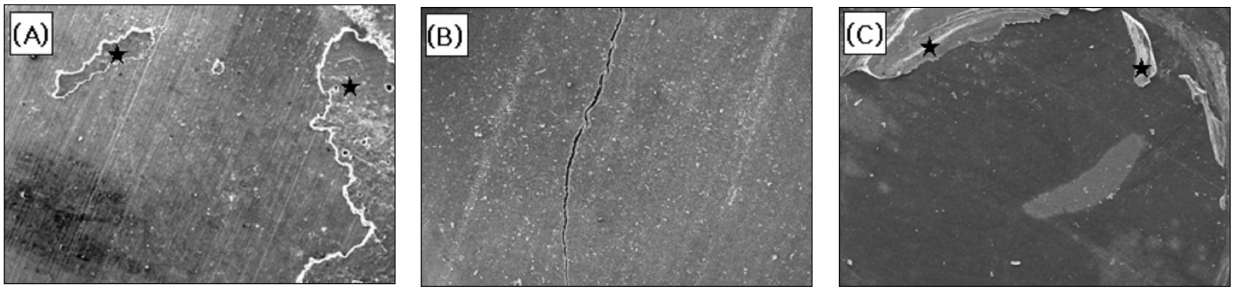

Fig. 5. Failure patterns of the groups (X35). (A) Mixed failure pattern of RelyX Unicem group. (B) Adhesive failure pattern of Etching/RelyX Unicem group. (C) Mixed failure pattern of Variolink II/Syntac group. (★ resin cement)

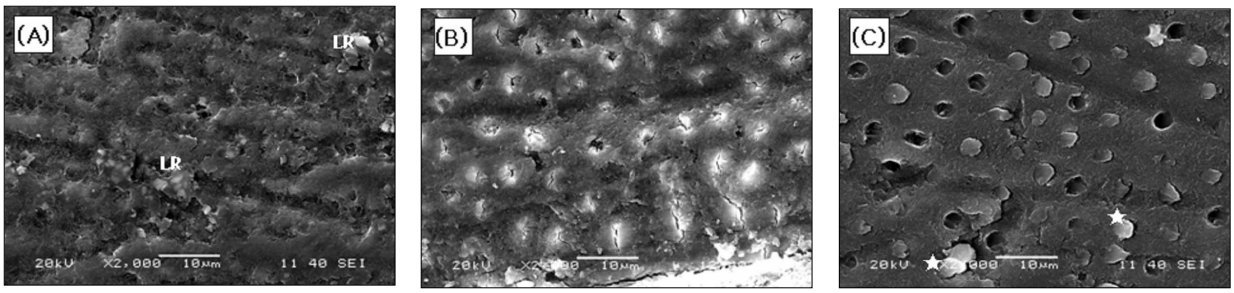

Fig. 6. SEM micrograph at 2000 magnifiacation of debonded dentin specimen (A) Adhesively failed at the top of dentin surface with a thin layer of luting resin (LR) remaining on the dentin surface. (B) Adhesively failed at the top of dentin surface. (C) Adhesive failure occurred along the top of the hybrid layer and cohesive failures occurred in the resin tags (★).

연구성적

1. 전단결합강도

RelyX Unicem 적용군은 13.97 ± 1.73 Mpa, Variolink II/Syntac 적용군은 15.85 ± 3.56 Mpa로 Variolink II/Syntac 적용군의 전단 결합강도가 RelyX Unicem보다 약간 높은 것으로 나타났으나, 이는 통계적으로유의한 차이를 나타내지 않았다 ($P > .05$). Etching 후 RelyX Unicem을 적용한 군은 4.44 ± 1.60 Mpa로 가장 작은 전단결합강도를 나타내었으며, RelyX Unicem군과 비교시 통계적으로 유의성 있게 작았다 ($P < .05$) (Fig. 4).

2 . 파절 양상

RelyX Unicem 적용군과 Variolink II/Syntac 적용군은 상아질에서의 접착성 파절과 혼합형 파절이 관찰되었으며, 혼합형 파절 양상이 다소 높게 관찰되었다. Etching 처리 후 RelyX Unicem을 적용한 군에서는 모든 시편에서 100% 접착성 파절이 관찰되었다 (Fig. 5). 높은 결합력을 보이는 군일수록 혼합형 파절의 비율이 컸다 (Table III).

각각의 시편의 파절 단면을 2000배에서 주사전자현미경으로 관찰한 결과, RelyX Unicem의 단면에서는 탈회된 상아질 상부에서의 접착성 파절이 일어났으며, 곳곳에 시멘트가 부착되어 남아있는 모습을 관찰할 수 있었다. 또한, Etching 처리 후 RelyX Unicem을 적용한 군에서는 탈회된 상아질 상부의 콜라겐 네트워크에서 접착성 파절이 일어난 것을 관찰할 수 있었고, Valiolink II/Syntac 군에서는 resin teg안에서의 응집성 파절과 함께 상아질 표면에서의 접착성 파절이 혼성층 상부를 따라 일어난 것을 관찰 할 수 있었다 (Fig. 6).

총괄 및 고찰

상아질 접착제와 레진 시멘트의 사용은 여타의 시멘트와 비교할 때 치아구조물과 수복물과의 접착 능력이 우수하고 용해성이 낮다.[18] White 등[19]은 레진 시멘트와 폴리카복실레이트 시멘트, 인산아연 시멘트, 글라스아이오노머 시멘트의 용해도와 수분 흡수도를 비교한 연구에서 레진 시멘트의 성질이 더 우수함을 보고하였고, Ellison 등은 세라믹 전장관을 복합레진 시멘트로 접착하면 인산아연시멘트나 글라스아이오노머 시멘트로 접착한 것에 비해 그 실패율이 현저히 감소한다고 하였다.

레진 시멘트는 유기 기질에 무기 필러를 함유하고 있으며, 수복용 복합 레진과 조성 및 특성이 비슷하다. 레진 시멘트는 중합형태에 따라 광중합, 자가 중합 (화학중합), 이중 중합의 3가지로 분류된다. 광중합형 레진 시멘트는 색상, 밀도, 조성 등이 다양하고 임상적으로 충분한 작업 시간을 가지며, 사용이 간편하다. 대부분 중합을 위해서는 처음 460 nm 파장의 빛을 필요로 하며, 광노출 후에는 빠른 경화가 일어난다. 반면에, 자가중합 레진 시멘트는 고정된 작업시간 및 경화시간을 나타낸다. 이중중합 레진 시멘트는 광중합과 자가 중합의 특성을 모두 가지는데,[20] 대부분의 이중중합 레진 시멘트는 광중합을 필요로 하며, 만일 이 과정이 생략된다면 결합강도가 저하된다.[21] 전부 세라믹관의 합착에는 주로 이중중합 레진 시멘트를 사용하는데, 이것은 광중합을 시키기 전까지 충분한 조작시간을 얻을 수 있고, 세라믹의 광투과성으로 인해 밖에서 충분한 광중합을 시행할 수 있기 때문이다. 또한, 광조사가 어려운 깊은 인접 치간 치은 연하 변연의 경우에도 유용하게 쓰일 수 있다.

상아질 접착은 법랑질에 대한 접착과는 달리 접착 기전이 복잡하고, 예측하기 힘들다고 알려져 있다. 따라서 그간 상아질 접착제의 발전과 변화는 단순한 적용방법과 높은 접착력에 초점을 맞추어 여러 세대에 걸쳐 발전되어왔으며, 이런 노력의 결과로 최근에는 한 가지 용액을 도포하도록 단순화시킨 제7세대 상아질 결합제가 소개되어 임상에서 사용되고 있다. 이에 발맞추어, 레진 시멘트에서도 기존에 상아질 접착제를 필요로 하던 복잡한 술식을 줄이기 위한 제품 개발이 끊임없이 이루어져 왔고, 그 결과 치아에 전처리 없이 자가 접착하는 레진 시멘트들로 RelyX Unicem과 Maxcem, BisCem 시멘트가 최근에 개발되어 임상에 사용되고 있다.

Sahar[22]는 RelyX Unicem과 기존에 사용되고 있는 몇 가지 레진 시멘트 사이의 결합력을 비교한 연구에서, RelyX Unicem의 법랑질에서의 결합력은 다른 시멘트 (Variolink II/Syntac, ED-primer II/Panavia F 2.0, Prime & Bond NT/Dyract Cem Plus)에 비해 크게 떨어지나, 상아질과의 결합력은 큰 차이를 보이지 않았음을 보고하였다. 또한, Munck[23]는 RelyX Unicem과 Panavia F의 인장강도를 비교한 연구에서, RelyX Unicem과 Panavia F가 상아질에 대한 비슷한 인장강도를 나타냈으나, RelyX Unicem의 경우 상아질에 인산 처리시 인장강도가 감소하였고, 법랑질에서는 이와 반대의 결과를 나타냈다고 하였다. Walter[24]는 자가 접착 시멘트인 RelyX Unicem과 기존의 레진 시멘트인 Panavia F, 글라스 아이오노머 시멘트인 FujiCEM의 상아질에 대한 미세인장 결합강도에 관한 연구에서 RelyX Unicem, Panavia F, FujiCEM 순서의 결합강도를 보였으나, 유의성 있는 차이가 없었음을 보고 하였다.

그러나, Yang[25]은 super-bond C&B, Panavia F 2.0, RelyX Unicem의 상아질에 대한 결합강도 연구에서는 RelyX Unicem이 나머지 두 레진 시멘트에 비해 유의성있게 낮은 결합강도를 보였다고 하였으며, Escribano와 Macorra[26]는 Panavia F 2.0, RelyX Unicem, Multilink system을 이용하여 접착한 IPS Empress II와 상아질과의 결합강도를 측정한 연구에서 RelyX Unicem이 가장 낮은 결합강도를 나타냈다고 보고하였다. 또한 Kececi 등[27]은 RelyX Unicem과 valiolink II로 fiber-reinforced composite (FRC) post를 접착한 결과, Valiolink II로 접착한 post가 RelyX Unicem으로 접착한 post보다 더 높은 결합 강도를 나타내었다고 보고하였다.

본 연구에서 얻어진 RelyX Unicem군과 Variolink II/Syntac군과의 평균 전단결합강도는 Sahar 등에 의해 얻어진 것과 유사한 결과를 보였다. Variolink II/Syntac (15.85 MPa)이 RelyX Unicem (13.97 MPa)보다 조금 더 높은 전단강도를 나타냈으나, 유의성 있는 차이를 보이지는 않았다. 또한, 인산 처리 후 RelyX Unicem을 접착했을 때에는 4.44 MPa, 치면에 대한 전처리 없이 RelyX Unicem을 접착한 군은 13.97 MPa을 보여 산부식시 전단결합강도가 현저히 감소함을 관찰 할 수 있었다.

산부식을 하고 수세를 하면 smear layer가 제거되고 상아세관과 상아세관 사이의 관간 상아질 표면의 무기질이 일부 빠져나가면서 삼차원적인 콜라겐 네트워크가 노출되고 상아세관의 입구가 확장된다.[28] 이에 primer를 도포하면 콜라겐 네트워크 사이로 primer가 물을 치환하며 스며들며, 이후 좀 더 소수성의 adhesive agent를 도포하게 되면 primer를 따라 adhesive resin monomer가 침투하면서 상아질과 레진 시멘트 사이에 혼성층이 형성된다.[29] 따라서 상아질 접착제를 사용하는 기존의 레진 시멘트들의 접착 계면에서는 콜라겐섬유와 adhesive resin

monomer가 혼재되어있는 다양한 혼성층 (hybrid layer)과 상아세관 내로 유입된 resin tag가 관찰되며,[23,25,30] 미세기계적 결합과 화학적 결합이 더해진 결합력이 발휘된다. 이때 대부분의 접착력은 노출된 상아질의 콜라겐 네트워크에 친수성 단량체가 침투하는 정도에 의하여 결정된다.[31]

그러나, 치면에 아무런 처리를 하지 않는 자가 접착 시멘트의 경우, 시멘트 적용시 상아질 표면에 smear layer가 그대로 남아 있게 된다. 이론적으로는 RelyX Unicem에 함유된 최소 두 개의 탄소이중결합을 가지는 Phosphoric acid methacrylate monomer가 smear layer와 하부의 상아질을 탈회시키고, 흡수성의 상아질 표면에 스며든다. 그러나 여러 문헌에서 관찰된 접착 계면에서는 초기 경화시의 낮은 산도 (pH < 2)에도 불구하고 뚜렷한 탈회의 흔적이 없었으며, 혼성층이나 resin tag가 관찰 되지 않았고, 단지 하부 상아질과 표면적으로 서로 작용함이 관찰되었다.[21,23] 또한, 상아질 표면을 인산으로 산부식처리 한 다음 자가 접착 시멘트로 접착할 경우 산부식에 의해 상아질 표면의 smear layer가 제거되고 두껍고 치밀한 콜라겐섬유가 노출되며 이러한 콜라겐섬유 네트워크에 높은 점조도를 가지는 RelyX Unicem이 침투하기가 어렵게 된다. 따라서, 노출된 상아세관 내부로 일부 시멘트 입자가 침투하여 tag를 형성하지만, 대부분의 노출된 콜라겐 섬유는 상아질과 레진 시멘트 사이에 그대로 남아 결합력의 저하를 야기하게 된다.[23,32] 본 실험의 결과에서 보여준 현저히 낮은 결합강도와 100%의 접착성 파절 또한 이로써 설명할 수 있을 것이다.

그러나 아직까지 자가접착 레진 시멘트의 결합기전에 관한 연구는 완벽하게 이루어지지 않은 상태이며, 개발되어 알려진지 오래되지 않았으므로 장기간의 임상 적용 예가 부족한 실정이다. 따라서, 임상적용에 있어 좀 더 많은 연구와 신중한 사용이 필요할 것으로 사료된다.

결론

본 연구는 최근에 개발되어 임상에 사용되고 있는 자가 접착 레진 시멘트 (self-adhesive resin cement)와 기존의 레진 시멘트 (conventional resin cement)의 상아질에 대한 전단결합강도를 비교해보고, 자가 접착 시멘트 적용시 치면의 산부식 처리 여부가 전단결합강도에 미치는 영향에 관하여 알아보기 위해, 치면에 아무런 처리없이 RelyX Unicem만을 적용한 군과 산부식 처리 후에 RelyX Unicem을 적용한 군, 그리고 primer, adhesive를 처리한 후에 Valiolink II를 적용한 군으로 나누어 전단결합강도를 비교 측정하였으며, 확대경하에서 파절 양상을 분류, 관찰한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. RelyX Unicem의 상아질에 대한 전단결합강도는 Variolink II와 유의한 차이를 보이지 않았다.
2. 상아질에 대한 인산 산부식 처리는 RelyX Unicem과의 전단결합강도를 낮게 하였다.
3. RelyX Unicem과 Variolink II에서는 혼합 파절의 비율이 컸으며, 전단결합강도가 낮았던 인산 산부식 처리 후 RelyX Unicem을 접착한 경우에서는 전체 시편에서 접착성 파절이 관찰되었다.

참고문헌

1. Pröbster L. Survival rate of In-Ceram restoration. Int J Prosthodont 1993;6:259-63.
2. Tjan AH, Dunn JR, Grant BE. Marginal leakage of cast gold crowns luted with an adhesive resin cement. J Prosthet Dent 1992;67:11-5.
3. Anusavice KJ. Phillips science of dental materials.11th ed. Saunders, Missouri, USA, 2003;443-94.
4. Dixon DL, Breeding LC, Hughie ML, Brown JS. Comparison of shear bond strengths of two resin luting systems for a base and a high noble metal alloy bonded to enamel. J Prosthet Dent 1994;72:457-61.
5. Groten M, Pröbster L. The influence of different cementation modes on the fracture resistance of feldspathic ceramic crowns. Int J Prosthodont 1997;10:169-77.
6. Eden GT, Kacicz JM. Dicor crownstrength improvement due to bonding (abstract). J Dent Res 1987;66:207.
7. Roulet JF, Söderholm KJ, Longmate J. Effects of treatment and storage conditions on ceramic/composite bond strength. J Dent Res 1995;74:381-7.
8. Stangel I, Nathanson D, Hsu CS. Shear strength of the composite bond to etched porcelain. J Dent Res 1987;66:1460-5.
9. Gerth HU, Dammaschke T, Züchner H, Schäfer E. Chemical analysis and bonding reaction of RelyX Unicem and Bifix composites - A comparative study. Dent Mater J 2006;22:934-41.
10. 3M ESPE. Wissenschaftliches Produktdossier RelyX Unicem. 3M ESPE AG, 82229 Seefeld, Germany.
11. Timmons S, Cobb D, Stanford C, Dawson D, Denehy J, Vargas M. Post-operative sensitivity of bonded ceramic posterior inlays and onlays. J Dent Res 2004;83 (Spec Iss A):1538.
12. Cobb D, Timmons S, Stanford C, Dawson D, Denehy G, Vargas M. Clinical outcomes of ceramic inlays/ onlays luted with two bonding systems. J Dent Res 2004;83 (Spec Iss A):1539.
13. Benelli EM, Serra MC, Rodrigues AL Jr, Cury JA. *In situ*

anticariogenic potential of glass ionomer cement. Caries Res 1993;27:280-4.
14. Technical data sheet : Espertise RelyX Unicem (2002) 3M ESPE, seefeld Germany.
15. Behr M, Rosentritt M, Regnet T, Lang R, Handle G. Marginal adaptation in dentin of a self-adhesive universal resin cement compared with well-tried systems. Dent Mater J 2004;20:191-7.
16. Piwowarczyk A, Laucer HC, Sorensen JA. *In vitro* shear bond strength of cementing agents to fixed prosthodontic restorative materials. J Prosthet Dent 2004;92:265-73.
17. de Souza Costa CA, Hebling J, Randall RC.Human pulp response to resin cements used to bond inlay restorations. Dent Mater J 2006;22:954-62.
18. Platt JA. Resin cements into the 21st century. CompCont Edue Dent 1999;20:1173-88.
19. White SN, Sorensen JA, Kang SK, Caputo AA. Microleakage of new crown and fixed Partial denture luting agents. J Prosthet Dent 1992;67:156-61.
20. Kramer N, Lohbauer U, Frankenberger R. Adhesive luting of indirect restorations. Am J Dent 2000;13:60-76.
21. Hasegawa EA, Boyer DB, Chan DC. Hardening of dual-cared cements under composite resin inlays. J Prosthet Dent 1991;66:187-92.
22. Abo-Hamar SE, Hiller KA, Jung H, Federlin M, Friedl KH, Schmalz G. Bond strength of a new universal self-adhesive resin luting cement to dentin and enamel. Clin Oral Investig 2005;9:161-7.
23. De Munck J, Vargas M, Van Landuyt K, Hikita K, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Bonding of an auto-adhesive luting material to enamel and dentin. Dent Mater 2004;20:963-71.
24. Walter R, Miguez PA, Pereira PN. Microtensile bond strength of luting materialsto coronal and root dentin. J Esthet Restor Dent 2005;17:165-71.
25. Yang B, Ludwig K, Adelung R, Kern M. Micro- tensile bond strength of three luting resins to human regional dentin. Dent Mater 2006;22:45-56.
26. Escribano N, de la Macorra JC. Microtensile bond strength of self -adhesive luting cements to ceramic. J Adhes Dent 2006;8:337-41.
27. Kececi AD, Ureyen Kaya B, Adanir N. Micro push-out bond strengths of four fiber-reinforced composite post systems and 2 luting materials. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2008;105:121-8.
28. Perdigão J, Lambrechts P, van Meerbeek B, Tome AR, Vanherle G, Lopes AB. Morphological field emission-SEM study of the effect of six phosphoric acid etching agents on human dentin. Dent Mater J 1996;12:262-71.
29. Pashley DH, Carvalho RM. Dentin permeability and dentin adhesion. J Dent 1997;25:355-72.
30. DW Kim, SJ Park, GK Choi. Compatibility of self-etching dentin adhesives with resin luting cements. J Kor Acad Cons Dent 2005;30:493-504.
31. Vargas MA, Cobb DS, Denehy GE. Interfacial micromorphology and shear bond strength of single-bottle primer/adhesives. Dent Mater 1997;13:316-24.
32. Hikita K, Van Meerbeek B, De Munck J, Ikeda T, Van Landuyt K, Maida T, Lambrechts P, Peumans M. Bonding effectiveness of adhesive luting agents to enamel and dentin. Dent Mater 2007;23:71-80.

The study of shear bond strength of a self-adhesive resin luting cement to dentin

Hee-Sun In[1], DDS, MSD, **Jong-Il Park**[1], DDS, MSD, **Jong-In Choi**[1], DDS, MSD,
Hye-Won Cho[2], DDS, MSD, PhD, **Jin-Keun Dong**[2], DDS, MSD, PhD
[1]Graduate student, [2]Professor,
Department of Dentistry, Graduate School, Wonkwang University, Korea

Purpose: The objective of this study was to compare the bonding characteristics of a new self-adhesive resin cement to dentin, which does not require bonding and conditioning procedure of the tooth surface , and conventional resin cement. The effect of phosphoric acid etching prior to application of self-adhesive resin cement on the shear bond strength was also evaluated. **Material and methods**: Fortyfive non-carious human adult molars extracted within 6 months were embedded in chemically cured acrylic resin. The teeth were ground with a series of SiC-papers ending with 800 grit until the flat dentin surfaces of the teeth were exposed. The teeth were randomly divided into 3 experimental groups. In group 1, self-adhesive resin cement, RelyX Unicem (3M ESPE, Seefeld, Germany) was bonded without any conditioning of teeth. In group 2, RelyX Unicem was bonded to teeth after phosphoric acid etching. For group 3, Syntac Primer (Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein) was applied to the teeth before Syntac adhesive (Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein) and Helibond (Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein) followed by conventional resin cement, Variolink Ⅱ (Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein). To make a shear bond strength test model, a plastic tuble (3 mm diameter, 3 mm height) was applied to the dentin surfaces at a right angle and filled it with respective resin cement, and light-polymerized for 40 seconds. All the specimens were stored in distilled water at 37℃ for 24 hours before test. Universal Testing Machine (Z020, Zwick, Ulm, Germany) at a cross head speed of 1 mm/min was used to evaluate the shear bond strength. The failure sites were inspected under a magnifier and Scanning Electron Microscope. The data was analyzed with One way ANOVA and Scheffe test at $\alpha = 0.05$. **Results**: (1) The shear bond strengths to dentin of RelyX Unicem was not significantly different from those of Variolink Ⅱ/Syntac. (2) Phosphoric acid etching lowered the shear bond strength of RelyX Unicem significantly. (3) Most of RelyX Unicem and Variolink Ⅱ showed mixed fractures, while all the specimens of RelyX Unicem with phosphoric acid etching demonstrated adhesive failure between dentin and resin cement. **Conclusion**: Shear bond strength to dentin of self-adhesive resin cement is not significantly different from conventional resin cement, and phosphoric acid etching decrease the shear bond strength to dentin of self-adhesive resin cement. *(J Kor Acad Prosthodont 2008;46:535-43).*

Key words: Shear bond strength, Resin cement, Self-adhesive resin cement, Phosphoric acid

Corresponding Author: ***Hye-Won Cho***
Department of Prosthodontics, School of Dentistry, Wonkwang University, 344-2, Shin-Yong Dong, Iksan, Chunbuk, 570-711, Korea
Tel.: +82 63 589 2938
E-mail: hwcho@wonkwang.ac.kr

Article history
Revised July 11, 2008 / Last Revision September 16, 2008 / Accepted October 10, 2008.