

투고일 : 2012. 6. 11

심사일 : 2012. 6. 14

게재확정일 : 2012. 6. 19

세라믹 수복물의 접착

서울대학교 치의학대학원, 치과보존학교실

서 덕 규

ABSTRACT

Bonding for dental ceramic

Department of Conservative Dentistry and Dental Research Institute, School of Dentistry,
Seoul National University, Seoul, Korea
Deog-Gyu Seo, DDS, PhD

Recently, ceramic materials have become a popular choice for dentists performing esthetic indirect restorations. The longevity and success of ceramic dental restorations depends on the adhesive procedures of resin cements. However, dental ceramics can be classified in various ways, depending on the compositions. Also, the applications for resin cement require multiple clinical steps. Therefore, understanding the different ceramic substrates involved in each procedure, as well as the proper adhesive steps for the resin cements is important to us for long-term clinical success.

Key words : adhesion, dental ceramic, indirect restoration, resin cement

I. 서론

세라믹(ceramic)은 근래의 심미 간접 수복 치료에 있어서 널리 사용되는 중요한 재료 중 하나이다. 인레이(inlay), 온레이(onlay), 크라운(crown), 비니어(veneer) 등의 세라믹을 통해 가능한 모든 술식에 있어서 장기적인 성공은 매우 중요한 데, 이는 환자와 술자로 부터 영향을 받게 된다. 환자는 식이 습관, 구강 청결 정도, 구강 관련 습관 등으로 영향을 미칠 수 있으며, 술자는 치아 삭제, 인상 채득, 수복물 접착의 전 과정을 통해 영향을 줄 수 있다¹⁾. 특히 세라믹 수복에 있어서 치아와의 접착은 물리적 강도 유지와 탈락 저

항에 있어서 가장 핵심적인 과정 중의 하나이다. 치료의 선택이 비니어, 인레이, 온레이, 크라운 중 어떤 것 일 지라도 성공적인 치료와 장기간의 안정적인 예후를 위해서 접착의 각 단계별로 신경 써 주어야 할 것이 많은 치료법이라 할 수 있다. 따라서 치아와 세라믹에 대한 올바른 접착과정과 접착제 사용에 대한 이해는 필수적이다.

한편, 새로운 종류의 세라믹 재료 소개는 보다 나은 심미성, 증가된 강도를 통해 임상적 사용의 범위를 넓히는 데에 기여하고 있다. 여러 종류에 따른 세라믹은 각기 다른 조성을 갖게 되기 때문에 임상에서 세라믹의 올바른 접착을 하는 데 있어서 어려움을 주고 혼란

을 야기하게 된다. 따라서 성공적인 세라믹의 접착을 위해서는 세라믹의 종류, 표면 처리의 방법, 접착 재료의 특성과 과정을 잘 이해해야 한다. 따라서 본 글을 통해 세라믹 수복물의 성공적인 접착을 위해 임상가들에게 적절한 가이드라인(guideline)을 제시하고자 한다.

Ⅱ. 세라믹 수복물의 접착

1. 접착과 합착 (Adhesion and Cementation)

세라믹 수복물을 치아에 부착(setting)하는 과정에는 본딩제를 사용하여 미세기계적 결합과 화학적 결합을 얻는 접착(adhesion)과 치아와 수복물 사이의 간극을 메우며 미세기계적 결합만을 얻을 수 있는 전통적인 방법의 합착(cementation)이 있다. 수복물을 치아에 부착하는 재료는 세라믹의 조성, 삭제 치아의 유지력, 저항 형태, 수분 조절 및 세팅 시간등에 따라 선택이 달라질 수 있지만 레진 시멘트를 이용한 치아-세라믹의 접착이 내구성과 물리적 성질을 높이는 데 가장 유리하다는 것이 최근 다수 연구결과와 통설이다^{2, 3)}. 따라서 수분을 격리하는 부가적 단계가 필요하며 여러 복합적인 과정상의 상대적으로 많은 시간이 소요될 수 있는 단점에도 불구하고 레진 시멘트를 이용한 접착은 장기적인 성공에 가장 큰 영향을 미치는 요소이므로 그 과정을 하나하나 올바르게 익히는 것이 중요하다.

2. 치과용 세라믹의 분류와 접착 방법

세라믹의 접착과정에는 불산(hydrofluoric acid) 에칭(etching)과 실란(silane) 적용의 특별한 단계가 있지만 세라믹의 조성에 따른 차이까지 고려를 해야하기 때문에 임상가로서는 적용에 있어서 때론 헛갈

리거나 어려움을 느낄 수 있다. 치과용 세라믹은 기질(matrix)과 필러(filler), 첨가제 등에 의해 다양하게 분류될 수 있으나, 본 글에서는 비교적 간단한 다음의 세가지 분류를 사용하여 접착의 과정을 임상에 실질적 도움이 되도록 기술하고자 하였다.

(1) Glass ceramics

이 종류의 세라믹은 Feldspar minerals, silicon, aluminum oxides를 가지고 구성된다⁴⁾. 이 세라믹은 낮은 기계적 강도를 갖지만 상대적으로 높은 심미성을 갖기 때문에 비니어링 재료나 인레이, 온레이에 주로 사용된다. 따라서 다른 타입에 비해 레진 시멘트를 사용하여 접착을 하는 것이 파절 저항성을 높이는 데 중요하다⁴⁾. Leucite를 포함하는 낮은 양의 필러 함유량을 갖는 경우와 lithium disilicate를 함유하는 중등도의 필러 함유량을 갖는 세라믹에서도 앞의 종류와 마찬가지로 불산 에칭을 위한 충분한 양의 glass를 포함하고 있기에 같은 방식의 접착의 과정을 필요로 한다. 이와 같은 제품으로는 IPS Empress Esthetic(Ivoclar Vivadent), VITABLOCKS Mark 2(VITA), VITABLOCKS Esthetic line(VITA), VITA TriLuxe Bloc(VITA), CEREC block(Sirona)과 Leucite 강화형의 IPS Empress CAD block(Ivoclar Vivadent), lithium disilicate 강화형의 IPS e.max Press(Ivoclar Vivadent)가 있다.

임상가는 이러한 glass 세라믹을 접착하기 전에 사전 표면 처리를 해야한다. 세라믹 표면 처리는 불산으로 하게 되는데 보통 5~10%를 사용한다⁵⁾. 불산 에칭 후의 세라믹 표면은 친수성의, 표면 에너지가 높은 상태가 된다. 이러한 불산 처리는 세라믹의 표면적을 증가시키고, 미세기계적 결합강도를 증진시키며 접착을 위해 깨끗한 표면을 제공하게 된다. 불산 에칭에 대한 임상가들의 고민은 몇 퍼센트 농도를, 어느 정도의 시간으로 사용할 것이며 샌드블라스팅(sandblasting)을 해야하는 지에 대한 부분이다. 샌드블라스팅을 통한 표면처리는 세라믹의 파절을

증대시킬 수 있다는 보고가 있으나 불산만으로는 처리는 균일한 에칭 효과를 얻을 수 없는 한계가 있다⁶⁾. 따라서 과도하지 않은 샌드블라스팅이 기공실에서 시행되어 진료실로 오는 것이 바람직하며, 환자에게 시적(try in) 후에 불산의 농도에 따라 시간을 달리 해주는 것이 필요하다. 이에 대해서도 여러 연구자들 사이에 따라 상이한 주장이 있으나 일반적으로 5% 내외의 농도에서는 4~5분이, 10% 내외의 농도에서는 1분 정도의 시간이 균일하고 적절한 glass 세라믹의 표면 에칭에 적합한 것으로 알려져 있다^{5~7)}. 불산 에칭 후의 세라믹 표면의 SEM(scanning electron microscope) 이미지를 보면 그 효과에 대한 실제적 이해를 하기가 좋다(Fig. 1).

이후에는 알코올 속에 세라믹 수복물을 담고 초음파 세척(1~5분)을 통해 불산을 깨끗하게 제거한 후 실란을 적용하는 것이 필요하다. 불산 적용 후의 세라믹 표면은 친수성(hydrophilic)의 높은 표면 에너지 상태로 물에 대해 낮은 접촉각(contact angle)을 나타내지만 같은 표면에 실란을 도포할 경우 물에 대해 낮은 에너지 표면 상태의 높은 접촉각을 갖는 소수성(hydrophobic)으로 변하게 되는 것을 확인 할 수 있다. 따라서 이러한 실란의 적용은 소수성을 갖는 레진 시멘트의 접착에 습윤성을 높이고 hydroxylate 포

셀린 표면과 레진 기질 사이의 화학적 결합을 증대한다. 실란의 적용에 있어서 한 개의 병으로 구성된 상품을 살 것인지, 두 개의 병으로 구성되어 혼합하여 쓰는 형태의 상품을 이용하는 게 좋을 지의 여부도 임상가들에 있어 주요한 고민거리이다. 또한 기공물을 시적(try in) 전에 적용할 것인지 후에 할 것인지는 치과의사에게 있어서 매우 헷갈리고 고민스러운 과정일 수 있다. 실란의 원재료는 그 자체로 포세린에 기능하지 못한다. 이 때문에 제조사에서는 기능을 할 수 있는 hydrolyzed silane의 형태를 갖출 수 있도록 소량의 물과 산을 첨가하게 된다. 이러한 pre-hydrolyzed silane의 형태를 갖는 one bottle의 실란이 현장에서는 더 많이 사용되고 있다. 그러나 이러한 형태는 시간이 흐르면서 self-condensation 되어 그 원래의 기능을 상실하게 된다⁸⁾. 이를 막기 위해서 제조사에서 neutralizing agent를 첨가하기는 하지만 그 과정을 느리게 할 뿐 막을 수는 없기에 상대적으로 짧은 shelf-life를 갖는다는 점을 유념해야 한다. 따라서 6개월에서 1년 이내에 실란의 사용이 가능한 임상가는 one bottle의 제품을 사용하는 것이 편리하겠으나, 사용량이 적은 경우라면 unhydrolyzed(inactive) silane과 water-acid 혼합물로 이루어진 two bottle의 제품을 필요할 때

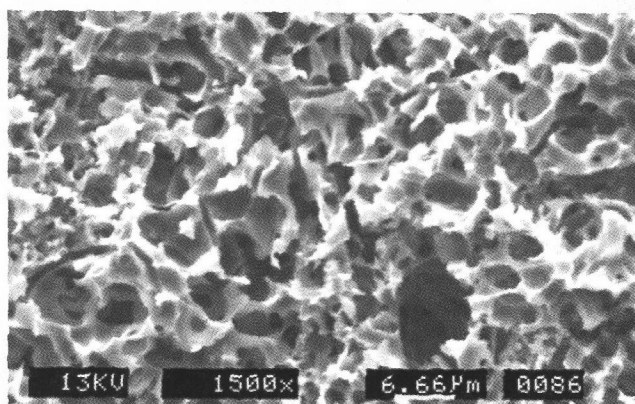


Fig. 1. 불산 에칭 후의 glass ceramic의 표면⁹⁾

마다 섞어서 사용하는 것이 바람직할 것이다.

실란의 적용은 실란 프라이머와 포세린에 있는 두 개의 silanol($-Si-OH$) groups이 축합반응을 하여 $-Si-O-Si-$ 를 이루는 화학적으로 매우 강력한 공유 결합을 유도한다. 이 화학반응 중에 형성되는 소량의 물은 warm air나 헤어 드라이기 등을 통해서 충분히 말려주는 것이 좋다. 세라믹 표면을 처리하는 여러 단계의 과정 중에 가장 중요한 부분이 실란 처리의 과정이다. 샌드블라스팅, 시적의 과정, 불산 에칭, 실란 도포, 접착제의 적용의 여러 과정에 있어서 임상가는 세라믹 수복물을 다루면서 표면의 오염(contamination)을 발생시킬 수 있다. 이 경우 초음파 세척이나 water rinsing을 할 수 있는데, 실란 적용 단계에서 발생한 오염이 접착에 가장 직접적인 영향을 미친다⁶⁾. 따라서 임상가는 반드시 불산 적용과 세척 건조 후에 곧바로 실란을 적용하여 오염의 과정이 없도록 신경써주는 것이 필요하다. 다수의 임상가들은 치과 기공소와 기공과정에 대해 일정한 협의를 공유하는 팀워크(teamwork)를 가지고 일을 할 것이다. 가장 이상적인 팀워크의 과정은 기공소에서 샌드블라스팅을 해서 치과로 보내고, 치과의사가 시적 후에 수세, 건조를 하여 불산 에칭과 다시 수세 건조 후에 실란을 적용하는 것이다. 이후 접착 본딩제와 레진 시

멘트를 적용하여 치아와 세라믹간의 접착을 하는 것이 바람직하다. 만약 불산 에칭 과정을 기공소에서 시행해서 기공물을 받는다면 곧바로 초음파 세척, 건조 후에 실란을 적용하고 이후 시적을 시행하며 다시 초음파 세척 건조 후에 접착의 과정을 시행하는 것이 올바른 방법이 될 것이다.

법랑질이나 상아질에 대한 접착은 self etching system이나 total etching system으로 이루어진다. self-etching system은 사용하기가 보다 쉬워서 보다 널리 사용되지만 법랑질에 대한 결합력이 단점으로 지적된다. 현재까지 three steps의 total etching system이 gold standard로 받아들여지고 있다. 레진 시멘트는 중합방식에 따라 화학 중합형, 이중 중합형, 광 중합형의 세 가지로 분류할 수 있다. 화학 중합형 레진 시멘트는 세라믹의 두께와 빛의 투과에 영향을 받지 않고 사용할 수 있으나, 상품화된 색상의 종류가 매우 제한적이고 경화시간이 상대적으로 길어 사용이 많지 않다. 이중 중합형 레진 시멘트는 세라믹의 두께가 두껍거나 불투과성이 높은 색상일 경우에, 빛이 도달하기 어렵게 판단될 때 사용하는 것이 바람직하다. 광 중합형 레진 시멘트는 세라믹의 두께가 얇거나 투명도가 높아서 빛의 투과가 심부까지 도달할 수 있을 때 사용하는 것이 추천된다. 또한 이중 중합형

Type of restoration	Surface treatment of restoration surface			Cements
	Conditioning	Priming	Bonding	
Glass Ceramics	HF etching (after sandblasting)	Silane	Adhesive	Multi-step Resin cements
Alumina based Ceramics	Tribochemical silica coating (Rocatec/ CoJet)	Silane	Adhesive	
Zirconia	Sandblasting	Zirconia primer	Adhesive	Resin cements
	Surface treatment of tooth surface			Cements
	Conditioning	Priming	Bonding	
Tooth surface	Acid etching	Primer	Adhesive	Multi-step Resin cements

Table 1. 치과용 세라믹 종류에 따른 접착의 방법

이나 화학 중합형 레진의 경우 화학중합에 관여하는 삼차 아민(tertiary amine)이 장시간 후에 변색을 유발할 수 있기 때문에, 전치부의 경우라면 광 중합형 레진이 추천되며 구치부의 경우 충분한 광 조사를 통한 광 중합형 레진 시멘트를 사용하거나 이중 중합형을 이용하는 것이 바람직하다고 할 수 있다. Self adhesive 레진 시멘트가 최근에 많이 소개되고 있다. 이것은 한 단계만의 사용으로도 레진 시멘트의 접착과 같은 효과를 나타낸다고 해서 많은 임상가들에게 인기가 있는 편이다. 이러한 술식은 시간을 단축시킬 수 있을 뿐 아니라 사용 단계를 줄임으로써 사용상의 실수나 오차를 줄일 수 있는 장점이 있다. 그러나 실제로는 많은 연구가들의 결과에 의하면 기존의 여러 단계를 거치는 레진 시멘트에 비해서 접착 강도나 미세 누출에 있어서 결과가 좋지 않게 나오므로⁸⁾ 질적인 면을 놓고 본다면 여러 단계를 수행하는 레진 시멘트의 사용을 통해 최선의 결과를 얻는 것이 바람직할 것이다(Table 1).

(2) Alumina-based ceramic

이 종류의 세라믹은 기질에 상대적으로 많은 필러가 포함되어 있다. 필러의 양은 세라믹의 물리적인 성질과 연관을 갖는데, 필러의 양이 증가하게 되면 물리적인

성질이 좋아지게 되지만 glass의 양이 줄어들게 되기 때문에 투과성 및 심미성은 나빠지게 된다. aluminum oxide infiltrated된 세라믹의 경우는 glass의 함량이 가장 적으면서 높은 강도와 파괴 인성을 갖는 특성을 지닌다. In-Ceram alumina(Vita Zahnfabrik), In-Ceram Spinell(Vita Zahnfabrik), In-Ceram Zirconia(Vita Zahnfabrik), Vita In-Ceram Alumina(Vita Zahnfabrik), Vita In-Ceram Spinell(Vita Zahnfabrik), inCoris Al(Sirona)가 이에 속한다. 이러한 종류의 세라믹은 불산 에칭이 되지 않아 레진 시멘트를 이용한 접착보다는 전통적인 비접착성 시멘트를 이용한 합착의 방법을 사용하는 임상가들이 있었다. 그러나 불산 에칭 후의 실란 적용의 과정을 Tribochemical 방법을 통해 대신함으로써 레진 시멘트를 사용하여 높은 결합 강도와 내구성을 얻을 수 있다. 이 방법은 silica coating이 된 aluminum oxide particle을 샌드블라스팅의 방법과 같이 분사하게 되면 코팅된 silica particle의 조각이 alumina-based ceramic에 강하게 박혀서 silanization을 할 수 있게 되는 원리이다(Fig. 2). 기공실에서 사용할 수 있는 Rocatec system(3M ESPE)과 진료실에서 적용 가능한 CoJet system(3M ESPE)이 있다. 이후의 접착 과정

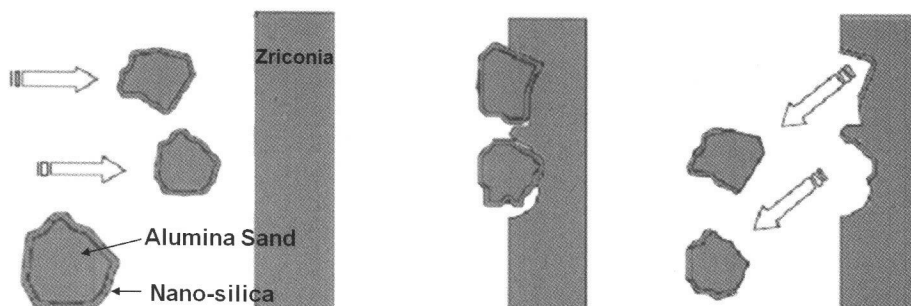


Fig. 2. Tribochemical silica-coating의 원리

은 실란을 도포하는 과정부터 시작하여 glass 세라믹의 방법과 같게 진행하면 된다.

(3) Polycrystalline ceramics

지르코니아(zirconia) 원자는 규칙적인 배열을 갖고 매우 높은 인성과 파괴 강도를 가져서 코핑이나 프레임으로 사용될 수 있다. 생체 적합성이 매우 좋고 세라믹 중에 가장 뛰어난 강도를 가지면서도 심미성을 지녀서 최근 널리 각광받고 있다. Cercon(Dentsply), Lava (3M ESPE), Everest ZS und ZH(KaVo), In-Ceram YZ(VITA), inCoris Zr(Sirona), IPS e.max ZirCAD(Ivoclar Vivadent) 등의 재료가 여기에 속한다. 그러나 이러한 치과용 지르코니아는 glass를 함유하지 않기 때문에 불산 에칭이 되지 않을 뿐 아니라 tribochemical silica coating 또한 효과적이지 않아서 치아와의 접착에 중요한 문제점을 갖는다. 기존에는 이러한 문제로 통상적인 비접착성 시멘트를 사용한 합착을 추천하기도 하였다. 그러나 이와 같은 문제점을 해결하고자 많은 연구가와 제조사의 노력 끝에 현재는 지르코니아 전용 프라이머의 사용이 권장되고 있다. 아직은 앞서 언급한 두 카테고리의 세라믹의 접착에 비해 더 개선이 필요한 부분이 있어서 연구자들에 따라 권장하는 방법상의 이견이 존재하기는 하나, 지르코니아 표면을 샌드블라스팅하고 phosphate or carboxylate 등의 기능성 모노머가

함유되어있는 지르코니아 전용 프라이머(Z-prime plus, Bisco; Signum zirconia bond, Heraeus ; Zirconia primer, Ivoclar Vivadent ; Zirconia liner, Sunmedical)를 적용하는 것이 현재의 가장 효과적인 방법으로 알려져 있다^{9, 10}. 그러나 지르코니아 표면에 샌드블라스팅을 하는 것은 microcrack을 유발시켜서 파절 위험성을 증가시킬 가능성이 있으며 tetragonal phase에서 monoclinic phase로의 상변이를 야기시켜서 지르코니아의 물성을 악화시킬 수 있는 것이 단점으로 지적되고 있다(Fig. 3). 이와 같은 문제점에 대해서는 지르코니아의 치과 임상에서의 사용이 오래되지 않았으므로 보다 긴 기간의 적용 관찰이 필요한 실정이며, 지르코니아 수복물과 치아와의 접착에 대해서도 보다 개선이 요구되는 상황이다.

III. 결론

최근 심미 치료에 대한 요구 증가와 함께 새로운 재료의 개발로 세라믹의 사용이 증가하고 있다. 이러한 세라믹 수복물을 치아에 올바른 방법을 통해 화학적, 기계적 접착을 하는 것은 내구성을 증진시키는 데 무엇보다 중요하다. 구성에 따른 여러 종류의 세라믹 수복물에 대한 특성을 알고 레진 시멘트의 접착 과정을

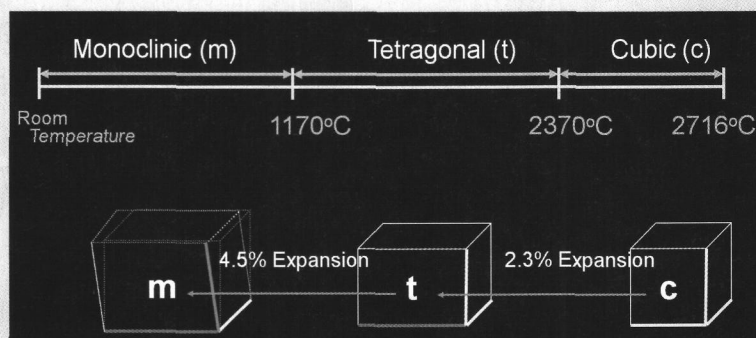


Fig. 3. 온도에 따른 지르코니아의 상변화(phase transformation)

잘 이해함으로서, 환자에게 보다 심미적이며 장기적으로 성공 가능한 치료를 위해 노력하는 것이 우리 임

상가의 역할이자 보람이라 생각된다.

참 고 문 헌

1. Vargas MA, Bergeron C, Diaz-Arnold A. Cementing all-ceramic restorations: recommendations for success. J Am Dent Assoc 2011;142 Suppl 2:20S-4S.
2. 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 1995;73:386-91.
3. Zidan O, Ferguson GC. The retention of complete crowns prepared with three different tapers and luted with four different cements. J Prosthet Dent 2003;89:565-71.
4. Bottino MA, Salazar-Marcho SM, Leite FP, et al. Flexural strength of glass-infiltrated zirconia/alumina-based ceramics and feldspathic veneering porcelains. J Prosthodont 2009;18:417-20.
5. Alex G. Preparing porcelain surfaces for optimal bonding. Compendium of continuing education in dentistry 2008;29:324-35.
6. Suh B. Porcelain Bonding. J Dent Res and Appl 2007;1:42-5.
7. Sorensen JA, Kang SK, Avera SP. Porcelain-composite interface microleakage with various porcelain surface treatments. Dent Mater 1991;7:118-23.
8. Radovic I, Monticelli F, Goracci C, et al. Self-adhesive resin cements: a literature review. J Adhes Dent 2008;10:251-8.
9. Yun JY, Ha SR, Lee JB, Kim SH. Effect of sandblasting and various metal primers on the shear bond strength of resin cement to Y-TZP ceramic. Dent Mater 2010;26:650-8.
10. Ozcan M, Nijhuis H, Valandro LF. Effect of various surface conditioning methods on the adhesion of dual-cure resin cement with MDP functional monomer to zirconia after thermal aging. Dent Mater J 2008;27:99-104.