

In-Ceram 코아의 표면처리 방법에 따른 레진 시멘트와의 결합강도 및 표면상태에 관한 연구

경희대학교 치과대학 치과보철학교실

김영숙 · 우이형 · 임호남 · 최부병

1. 서론

치과용 도재는 심미적으로 우수하고 투명한 치아 불량질의 재현성이 좋을 뿐 아니라 우수한 생체 친화성 때문에 널리 사용되어 왔으나, 낮은 압축 강도 등 재료 자체의 물리적 취약성으로 인하여 그 사용범위가 주로 전치부와 같이 저작압을 직접적으로 받지 않는 부위로 제한되었고, 구치부나 저작력을 받는 부위에 사용하기에는 적절하지 못하기 때문에 이의 보완을 위하여 금속 하부구조를 이용하는 금속-도재관이 주로 사용되고 있다. 도재에 함께 사용되는 금속은 금속자체의 낮은 생체 친화성과 비귀금속 사용시 발생 가능한 알려지 반응등의 문제점이 있고 구조불량으로 인하여 우수한 적합도를 얻지 못하기도 하며 특히 금속 하부구조에 의해 빛이 차단되기 때문에 인접 자연치와는 다른 색조를 띠어 심미적으로 만족스런 결과를 얻지 못하는 경우도 많다.

특히 최근에는 심미성에 대한 요구의 증가로 금속 하부구조를 제외한 즉 완전 도재관에 대한 관심이 증대되고 있으며 금속 하부구조를 배제하기 위해서는 이에 필적하는 강도를 갖는 재료가 필요하기 때문에 이에 대한 많은 연구에 의해 Cerestore, Optec, Dicor, Empress, Hi-Ceram 등의 완전 도재관이 이용되고 있다.

그러나, 대부분의 완전 도재관들은 구강내의 여러 하중 조건에 견딜 수 있는 충분한 강도를 갖지 못하기 때문에 아주 제한된 범위에서 사용 되었다.

이러한 완전 도재관의 경우에는 금속 하부구조에 대응하는 강도부여를 위해 aluminous, mica, leucite 등을 코아재료로 사용해 왔다.

또한, Mclean⁽¹⁾은 완전 도재 가공의치를 위해서는 300MPa 이상의 굴절 강도가 필요하다고 하였으나 완전 도재관으로서 이런 강도를 가진 재료는 없었기 때문에 기능적이고 심미적인 완전 도재 가공의치 제작의 어려움이 있었다.

1985년 Sadoun⁽¹¹⁾에 의해 개발된 In-Ceram은 높은 강도부여를 위하여 금속 하부구조 대신 저항성이 강한 미세한 산화 알루미늄이 주성분을 이루는 재료를 코아로 사용하여 균열과 파절 저항에 필요한 에너지를 증가시키는 도재강화 방법이다. 이것의 굴절강도가 446MPa로 기존의 Vitadur N 코아, Hi-Ceram 코아, 또는 Optec보다 3배 이상 높은 것으로 보고되었고^(2, 3, 4) 이와 같은 우수한 물리적 성질로 인해 단일치 수복 뿐 아니라 일부 구치부와 전치부의 3-유닛 가공 의치에도 사용하는 것이 가능하게 되었으며^(5, 6, 7), Castellani⁽¹³⁾은 이 도재의 파절 강도는 금속 도재전 장관과 비교하여 통계학적 유의차가 없다고 보고하였다.

그러나, 이런 우수한 강도를 가진 도재 수복물도 합착하는 재료의 종류에 따라서 다른 강도를 나타낼 수도 있다.

결합력 증가를 위하여 Tjan등⁽⁹⁾은 주조관 내면을, 그리고 Eden과 Kacic⁽¹⁵⁾, Malament와 Grossman⁽¹⁶⁾은 도재관의 내면을 산부식 처리한 후 접착레진으로 합착한 경우의 결합 강도, 파절 강도가 기존의 인산 아연 시멘트나 글라스 아이오노모 시멘트 또는 폴리카복 실레이트 시멘트보다 훨씬 높은 것으로 보고하였고, Grossman⁽¹⁷⁾은 광탄성을 이용한 연구에서 Dicor관 내면을 산 부식한 후 실란 처리하여 레진 시멘트와 합착한 경우에 시멘트와 수복물의 응력 전달 기전의 변화에 따라 도재관의 강도가 증가하였다고 보고하였다.

일반적인 합착용 시멘트로서 가장 오랫동안 사용되어 왔고 지금도 통상의 수복물에 일반적으로 사용되고 있는 인산 아연 시멘트를 비롯하여 여러 종류의 치과용 합착재들이 있지만 타액용해성, 피막 두께, 기계적 성질등 때문에 만족스런 결과를 얻지 못하는 경우도 많았다. 그러나, 기계적 성질, 피막 두께, 그리고 조작 등에 있어서 일대 혁신을 가져온 레진 시멘트가 개발된 이후 새로운 많은 레진 시멘트들이 개발된 이후 새로운 많은 레진 시멘트들이 개발되었고 다른 치과용 합착재들과 그 우수성이 증명되었다^(8, 9, 10).

특히 치질과 화학적으로 결합하는 접착성 레진 시멘트는 기계적 유지 형태없이 유지력을 얻을 수 있으며 치질 삭제량을 줄일 수 있고, 면연 적합성이 뛰어나 치수 보호의 측면에서도 우수한 것으로 알려져 있다⁽¹⁴⁾.

레진 시멘트와 도재와의 강한 결합력을 얻기 위하여 도재 표면의 샌드블라스팅이나 산부식처리에 의한 기계적 결합력과 무기물질인 도재표면에 유기물인 복합 레진과 결합시키기 위해 실란을 도포하여 얻는 화학적 결합력을 이용하는 방법들이 연구되었으며, 이는 기존의 도재관 합착이나 파절된 도재의 수리회복등에 널리 사용되고 있다.

본 연구의 목적은, In-Ceram이 다른 도재관들보다 외력에 대한 저항 능력이 뛰어나고 주조관과 유사한 변연 적합성을 가지며, 전통적인 시멘트 합착방법으로도 충분한 강도를 유지할 수 있다고 알려져 있으나^(3, 4),

^{5, 12)}, 우수한 접착력을 가진 레진 시멘트의 임상적 유용성을 보다 높이기 위하여 In-Ceram의 효과적인 표면처리 방법을 검토하고 In-Ceram을 이용한 접착성 가공의치의 합착이나⁽¹⁸⁾도재 인레이 수복방법⁽¹⁹⁾의 성공적 효과를 높이기 위해서는 In-Ceram의 안정된 결합이 대단히 중요할 것으로 사료되므로 본 연구를 시행하여 다소의 지견을 얻었기에 이를 보고하는 바이다.

II. 연구 재료 및 방법

본 연구를 위하여 Vita In-Ceram 시편을 제조회사의 지시에 따라 제작하고 접착을 위하여 Panavia 21 접착성 레진 시멘트를 이용하여 실험을 시행하였다 (Table 1).

1. 시편제작

In-Ceram 코아를 위한 복제모형 제작에 사용되는 전용의 특수 석고를 제조회사의 지시대로 혼합하여 12×8×2cm의 직육면체 판을 만든 후, 실험에 사용될 In-Ceram 코아 시편과 동일한 크기와 모양의 1.0×0.5cm의 홈이 20개 파져있는 0.2cm 두께의 실리콘 몰드를 앞의 석고판과 동일한 크기로 제작하였다. 석고판 위에 실리콘 몰드를 올려놓은 다음, In-Ceram 코아용 슬립분말과액에 첨가제를 넣어 혼합하여 실리콘 몰드의 홈에 주사하였다. 경화를 위하여 30분간 건조시킨 후 In-Ceram 전용의 도재료에서 1차 소성을 하였다.

소성을 위하여 coping 표면에 stabilizer를 도포한 후 20°C에서 120°C까지 6시간에 걸쳐서 서서히 온도를 상승시킨 다음 120°C에서 1120°C까지는 분당 10°C씩 상승시키고 1120°C에서 2시간 동안 유지시킨 후 서서히 냉각하였다. 1차 소성이 끝난 In-Ceram 코아 시편의 외면에 증류수에 혼합한 In-Ceram 전용 유리 가루를 도포한 후 백금막에 올려 1100°C에서 4시간 동안 소성함으로써 유리 침윤의 2차 소성을 하였다.

2. 표면처리

Table 1. In-Ceram core and resin cement used in this study

Material	Product name	Component	Manufacturer
High-strength ceramic system	Vita In-Ceram core	1) Crystal : Aluminum oxide 2) Glass : Lanthanum oxide Silica dioxide Aluminum oxide Calcium oxide	Vita Zahnfabrik Co., Germany
Resin cement	Panavia 21 Dental adhesive	1) Panaia 21 paste : Silanated barium glass Silanated silica Bis-phenol A ployethoxy dimethacrylate 10-Methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate 2) Oxyguard II : Polyethyleneglycol Glycerine Sodium benzensulfate	Kuraray Co., Japan

소성이 완료된 In-Ceram 코아 시편을 표면처리 방법에 따라 9가지로 분류하였다(Table 2).

결합력 측정을 위하여 각 군의 나머지 7개씩 총 63개의 시편을 에폭시 레진에 포매하였다.

실험군 분류는 다음과 같다. 소성된 모든 시편내면을 통법에 따라 20초 동안 동일 거리와 압력으로 샌드블라스팅만 한 군과 20%의 불화 수소산으로 각기 5, 10, 15분 산부식만을 시행한 3가지군 및 20%의 불화 수소산으로 5, 10, 15분 산부식 후 실란을 도포한 군, 그리고 샌드블라스팅후에 Silicoator MD 시스템(Ku-lzer, Germany)을 이용하여 실리카 코팅 처리를 한 후 실란을 도포한 군등 모두 9종류로 분류하여 차례대로 1군부터 9군까지로 정하였다. 산부식 후에 실란 처리한 3개군을 제외한 6개군과 250 μ m로 샌드블라스팅을 하고 실리카코팅을 하지 않은 시편을 포함한 7개의 시편을 주사전자 현미경으로 관찰하여 표면처리 전후의 효과를 비교하였다.

본 실험에 사용된 실란은 Bistite resin primer(Tokuso, Japan)을 제조회사의 지시대로 도포하였다.

Table 2. Experimental groups

Groups	G	S	Sc	Etch			Etch/Si		
				etching time(Min.)					
				5	10	15	5	10	15
	1	2	3	4	5	6	7	8	9

G : glass-beadblasting for 20 seconds

S : Sandblasting with 50 micron alumina oxide powders for 20 seconds

Sc : Sandblasting with 250 micron alumina oxide powders for 20 seconds and silica coating

Etch : Etching with 20% hydrofluoric acid

Etch/Si : Etching with 20% hydrofluoric acid and silane coating

3. 레진 블록의 축성

실험을 위한 표면처리와 에폭시 레진 포매가 완료된 가 시편위에 직경 4mm, 두께 2mm의 고무 링을 고정시킨 후 제조자의 지시에 따라 접착용 레진 시멘트를 혼합해 기포가 생기지 않도록 링 안을 채운 다음, 셀로판지를 덮어 레진 시멘트와 공기를 차단시켰다.

실란 처리군 시편은 레진 시멘트를 혼합하기 전에 미리 붓으로 시편에 실란을 도포하였다.

각 실험군에서 시멘트를 혼합하여 링을 채우고 셀로판지로 덮어 1시간 경과후 셀로판지를 제거한 다음, 노출된 레진 시멘트와 시편과 고무 링 사이에 다시 Oxyguard II를 도포하여 3분이 지난 후 37°C의 항온 수조에서 24시간 동안 보관한 후 전단 결합 강도를 측정하였다.

4. 결합 강도 측정

결합 강도는 차중이 시편과 레진 시멘트 사이의 결합면과 동일한 방향으로 전달되도록 전단 결합 강도 측정용 지그에 시편을 고정하여, 만능 인장강도 시험기(Instron 4202, USA)에서 분당 0.5mm의 속도로 하중을 가하여 축성한 레진 시멘트 블록이 시편과 분리될 때의 최대하중을 측정하였다.

이 측정된 하중을 레진 시멘트의 단위 면적으로 환산하여 시편의 결합강도로 하였다.

III. 연구성적

1. 주사전자 현미경 관찰

소성이 완료된 In-Ceram 코아를 통법에 따라 글라스-비드블라스팅 처리한후 주사전자 현미경으로 관찰한 대조군의 시편은 시멘트와의 기계적 결합력에 필요한 미세한 요철은 보이지 않고 비교적 완만한 표면을 나타냈으나(photo 1), 50 μ m의 알루미늄 입자로 20초 동안 샌드블라스팅한 시편에서는 미세한 요철형태가 전체적으로 균일하게 분포되었다(photo 2).

20%의 불화 수소산으로 산부식 처리를 한 시편의 경우에는, 5분간 산부식 처리한 시편에서 미약하나마 비교적 균일하게 표면이 부식된 것이 관찰되었으나(photo 3) 10분 경과된 시편에서는 미약하게 형성된 요철부가 점차 소실되었고(photo 4) 15분 경과된 시편

에서는 더욱 소실되어 비교적 평활한 표면을 보였다(photo 5).

250 μ m의 알루미늄 입자로 15초 동안 샌드블라스팅한 시편에서는 50 μ m의 알루미늄 입자로 20초 동안 샌드블라스팅한 경우보다 불규칙한 형태의 요철부가 보였고(photo 6), 여기에 다시 실리카 코팅처리를 한 시편의 경우는 전체적으로 균일하게 실리카 피막이 형성된 것이 관찰되었다(photo 7).

2. 결합강도

글라스-비드 블라스팅만 시행한 대조군은 표면처리를 한 모든 시편의 경우보다 평균 결합력이 24.45Kgf/cm²로 가장 낮았고 50 μ m의 알루미늄 입자로 20초 동안 샌드블라스팅한 시편에서는 48.34Kgf/cm²로 증가되었으며 실리카 코팅한 시편에서는 116.58Kgf/cm²로 가장 큰 결합력을 보였다(Table 3).

20%의 불화 수소산으로 산부식한 시편에서는 5분간 산부식한 시편에서 49.64Kgf/cm²의 결합강도를 보였고 10분의 경우 54.25Kgf/cm² 그리고 15분의 경우에서 66.13Kgf/cm²이었다. 산부식후 실란을 도포한 시편에서는 5, 10, 15분의 부식시간 경과에 따라 결합력은 각각 78.82Kgf/cm², 60.17Kgf/cm², 62.44Kgf/cm²로 5분간 산부식한 시편에서 가장 높은 결합 강도를 보였다(Table 3).

IV. 총괄 및 고안

치과 도재는 금속에 비해 재료 자체의 물성은 취약하지만 심미성에 대한 요구의 증가로 점차 그 사용범위가 확대되고 있으며 또한 물리적 성질을 개선시키기 위한 많은 노력으로 금속 하부구조를 대신하는 여러

Table. 3. Bond strengths of In-Ceram core to resin cement after different surface conditioning(kgf/cm²)

	kgf/cm ²)								
Group	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Mean	24.45	48.34	116.58	49.64	54.25	66.13	73.82	60.17	62.44
S. D.	5.05	2.24	13.45	3.84	8.1	7.14	8.23	10.26	6.22

종류의 코아 재료가 개발되었고, 더욱 많은 증례에서 급속 수복물을 대신하는 경향이 증가되고 있으며 급속-도재관에 비해 월등한 투명도등으로 인하여 특히 상하악 전치부에서는 점차 사용이 급증하고 있다.

그러나, 상하악 전치부는 치아의 해부학적 구조상 충분한 유지를 부여하기 어렵기 때문에 장착후 간혹 탈락하는 경우도 있다. 최근 접착재로서 치질 및 수복물과 화학적 결합을 이루는 레진 시멘트가 개발 사용되고 있으며 본 연구에서도 레진 시멘트 사용시 도재와의 결합 증가를 위한 방법을 확인하고자 도재 내면 처리 방법에 따른 레진 시멘트와의 결합력을 비교 분석하였다.

도재와 레진 시멘트와의 결합에는 1963년 Bowen⁽²⁴⁾이 Organo-silane을 소개하면서부터 가능해진 실란에 의한 화학적 결합과, 도재표면의 거칠기를 이용하는 기계적 결합 방법이 이용되고 있다.

도재 표면을 거칠게 하는 방법으로는 불화 수소산이나 불화 암모늄을 사용해 도재표면에 미세한 요철을 형성하여 시멘트 접착 면적을 증가시킴으로써 기계적 결합력을 얻는 것이 도재 수복물의 접착이나 파절부수리시 일반적으로 사용되는 방법이며^(19, 24, 25, 26) 이와 같은 산부식 처리와 함께 샌드블라스팅으로 도재 내면에 모래등을 고압 분사하여 요철을 형성하는 방법도 이용되고 있다^(27, 28).

산부식에 의한 결합력 증가효과는 많은 선행들에 의해 입증되었지만⁽²⁶⁻²⁸⁾, 결합력 증가가 어떠한 기전에 기인하는지에 대한 연구는 미미한 편이다.

Hussain등⁽²⁸⁾은 치과 도재에 대한 부식 효과는 표면의 활택면 제거, 요철 크기의 증가와 알루미늄 입자의 노출로 인하여 균열전파의 감소에 의한다고 하였고, Baikova등⁽²⁹⁾은 부식은 도재표면의 미세결합을 제거해서 코아를 강화하는 반면 도재표면을 탈수시켜 코아를 약하게도 하지만 결과적으로 도재표면의 표면적 증가등으로 인하여 결합력이 더욱 증가된다고 하였다.

Bailey와 Bennett⁽²⁶⁾는 주조도재인 Dicor에 대한 부식액의 종류에 따른 효과를 알아보기 위한 연구에서, 불화 수소산을 함유하는 부식액인 Stripit와 NH₄HF₂는 잔류 유리를 제거하고 긴봉 형태의 결정을 남겨 결합이 가능한 양상을 보였고 알카리 산부식

Table. 4. Bond strengths of In-Ceram core to resin cement according to the concentration of etching solution and etching time(kgf/cm²)

Con(%)	(kgf/cm ²) Time(Min.)	
	5	10
10	48.57	54.94
20	52.92	65.29
30	51.75	61.1
40	46.97	47.77

Con : the concentration of hydrofluoric acid

은 도재표면에서 물리적 변화양상을 보이지 않았으며, 뜨거운 염산용액은 표면 결정부만 선택적으로 부식시켰으나 구멍을 형성하여 표면적을 증가시키는 이러한 방법은 유리를 제거하고 결정부를 남기는 방법보다 더 효과적이라고 보고하였다. 시간과 농도에 따른 염산과 불화 수소산의 부식효과를 비교한 본 연구의 예비실험에서 염산보다 불화 수소산을 사용했을 때 더 효과적이었기 때문에(Table 4) 본 실험에서는 부식액으로 불화 수소산을 사용하였다.

Stangel등⁽²⁵⁾은 leucite crystal을 함유하는 장식질 도재와 레진 시멘트의 결합력은, 부식을 하지 않았을 때에는 사용한 레진 시멘트의 종류, 실란이나 상아질 접착제의 영향을 받지만 불화 수소산을 이용해 부식했을 때에는 이 세가지 조건에 따른 결합력이 유의차를 나타내지 않았으며 도재를 산부식하는 것이 결합 강도를 높이는 주요인이라는 연구결과를 발표했다. 또, 이들은 주사전자 현미경 관찰결과 20% 불화 수소산으로 2.5분간 부식했을 때에는 결정부가 선택적으로 부식되어 큰 기포가 있는 부정형의 미세구조가 형성되었으며, 이것은 20분간 부식한 것보다 레진 시멘트와 2-3배 가량 더 높은 결합 강도를 나타낸다고 주장하였다.

이와 같이, 산부식 처리를 비롯해서 치과도재의 표면처리 방법에 대한 연구들이 많이 이루어졌지만 최근에 개발된 고강도 세라믹인 In-Ceram은 재료자체의 성분과 구조가 기존의 치과도재와는 많이 다르기 때문에 종래의 도재표면처리 방법으로는 충분한 결합력을 얻을 수 없을 것으로 생각된다.

Pape와 Marx, Fischer등, 그리고 Probster등^(20, 22, 36)의 In-Ceram의 표면처리 방법에 따른 레진 시멘트

와의 결합력에 대한 최근 연구들은, 전통적인 도재와 비교해 볼 때 In-Ceram 코아는 산부식으로 미세한 유지면을 얻을 수 없기 때문에 샌드블라스팅 처리를 하는 것을 추천하고 있다.

Pape등⁽²⁰⁾은 potassium nitrate로 In-Ceram 코아를 산부식시켰을 때 장식질 세라믹인 Biodent의 부식깊이가 최고 12.5 μ m인 것에 비해 In-Ceram은 3.8 μ m이었으며 주사 전자 현미경 상에서도 이 두 종류 도재의 부식정도가 명확한 차이를 보였다고 하였다.

한편, 기존의 치과 도재에서는 silicon dioxide (SiO₂) 성분이 화학조성 비율의 50-60%를 차지하고 산화 알루미늄(Al₂O₃) 성분이 15-20%를 차지하는데 비해^(33, 34), In-Ceram 코아는 산화 알루미늄이 85%를 차지하고 있으며 소성 후에 결정부의 유일한 구성성분이 되고⁽²²⁾ 소량의 La₂O₃, SiO₂, Al₂O₃, CaO등이 유리부를 구성하기 때문에⁽³⁵⁾ 도재와 레진 시멘트의 화학 결합에 매개체 역할을 하는 SiO₂가 부족할 것으로 생각된다. 더욱이, Fischer등⁽²²⁾은 황산 용액으로 In-Ceram 코아를 산부식 처리했을 때 유리부만 선택적으로 용해되었다고 보고하였다.

본 연구에서 5, 10, 15분간 산부식한 시편에서는 산부식 시간의 증가와 더불어 결합 강도가 증가하였으나, 산부식후 실란을 도포한 시편들중에서는 5분간 산부식한 시편의 경우가 결합 강도가 가장 크게 나타났으며 이것은 실리카 코팅을 하지 않은 모든 실험군들 중에서는 가장 높은 결합 강도였다. 이는 In-Ceram 코아의 결정부가 순수한 Al₂O₃이며 유리부에만 SiO₂가 소량 존재한다는 사실을 고려해 볼 때 In-Ceram 코아를 산부식하는 것은 산부식에 의하여 유리부분이 감소됨에 따라 SiO₂가 소실되어 결합 강도 감소에 영향을 주었을 것으로 사료되나 실란 처리를 하지 않은 군의 결합 강도가 산부식 시간의 증가와 더불어 증가되었고 본 연구에서는 37°C의 항은 수조에서 24시간 경과후의 결과이므로 보다 다양한 산부식 조건과 장시간 경과후의 결합강도에 대한 실험이 필요하리라 사료된다.

또한, In-Ceram 코아는 산부식으로 충분한 기계적 결합 강도를 얻을 수 없을 뿐 아니라 SiO₂와 실란을 매개로 하는 화학 결합의 효과도 미약하기 때문에 본 연

구의 결과와 같이 산부식법 대신에 샌드블라스팅을 하고 In-Ceram 코아 표면의 부족한 SiO₂를 보충하기 위해 실리카 코팅 처리를 하는 것이 더욱 좋은 결합의 결과를 가져올 것으로 생각된다. 최근에 추천되고 있는 이 실리카 코팅 처리법^(23, 30, 31, 36)은 금속과 레진 베니어의 결합을 목적으로 1984년 Musil과 Tiller⁽³⁷⁾가 소개한 것으로, 비드나 철사와 같은 기계적 유지가 필요하지 않으며 금속과 화학 결합을 하기 때문에 물이나 온도에 대한 저항성이 큰 것으로 알려지고 있다.

In-Ceram, 과 IPS-Empress의 샌드블라스팅 후 발생하는 체적 손실을 비교한 Kern과 Thompson⁽²³⁾은 금속의 실리카 코팅 시스템에 사용되는 110 μ m의 알루미늄 입자로 0.25MPa의 힘으로 1초동안 샌드블라스팅을 시행했을 때 Empress의 경우 약 1mm³의 도재 재료가 소실되었지만, In-Ceram을 동일 조건으로 처리했을 때 발생하는 체적 손실은 Empress의 약 1/36 밖에 되지 않아 귀금속에서 발생하는 체적 손실과 유사했으며 이러한 조건으로 Empress나 다른 장식질 도재내면에 샌드블라스팅을 하지 않는다면 임상에서, 특히, metal frame대신 In-Ceram 코아를 사용하는 allceramic resins bonded retainer의 “wing”의 내면에도 안전하게 이용할 수 있을 것이라고 보고했다. Kern과 Thompson⁽²³⁾이 In-Ceram을 실리카 코팅 기구의 하나인 Rocatec System(Espe, Seefeld, Germany)의 샌드를 사용하여 샌드블라스팅하기 전후의 In-Ceram 코아 표면의 성분차이를 EDS(energy-dispersive spectroscopic) analysis로 비교한 결과 조성 비율의 차이가 없었으며, 코아의 표면에 소량 존재하던 실리카가 실리카 코팅후에는 19.7 wt%, 그리고 초음파 세척 후에는 15.8 wt% 가량 증가하였으며 이는 금속에서 실리카 코팅 후의 증가율과 비교해 보았을 때 In-Ceram 코아에도 실리카 코팅이 효과적이며 안정성 있게 실리카가 코팅된다고 할 수 있다. Probster⁽³⁶⁾는 Silicoater와 Rocatec system으로 처리하여 세라믹/레진 접착 In-Ceram의 전단 결합 강도를 증가시켰으며, 그 수치가 비귀금속과 레진의 것과 유사하다는 연구결과를 얻었다.

본 실험에서도 샌드블라스팅과 실리카 코팅을 한 군이 116.58Kgf/cm²으로 가장 높은 결합력을 나타냈다.

Kern등⁽³⁰⁾도 In-Ceram을 70%의 황산으로 산부식후의 접착 레진 시멘트와의 결합 강도가 샌드블라스팅후 Rocac(ESPE) system으로 silicoating한 것과 비교했을 때 1/2도 안되었으며 30일이 지난후에는 급격히 감소했으나, 샌드블라스팅후 Rocatec system으로 실리카 코팅한 In-Ceram은 150일 후에도 결합 강도가 거의 변하지 않았다고 보고하였으며 본 연구에서 20%의 불화 수소산으로 처리한 것과 실리카 코팅한 시편의 비교에서도 같은 결과를 보였다.

따라서, In-Ceram 코아의 경우 산부식 처리하는 것보다는 샌드블라스팅후 실리카 코팅을 하고 실란 처리를 하여 레진 시멘트로 합착하는 것이 결합력 증진에 가장 효과적인 방법이라는 것으로 사료되며, 본 연구에서 20%의 불화 수소산으로 산부식만 시행한 경우에는 시간 경과에 따라 약간 결합력이 증가되었고 산부식후 실란처리를 한 경우에는 5분간 산부식한 군이 가장 높은 결합 강도를 보여었고 그후에는 약간 저하되었으며 전반적으로 실리카 코팅한 군이 가장 높은 결합 강도를 나타냈다.

In-Ceram의 결합 강도 증가에 대한 본 실험에서 가장 우수한 결과를 보인 실리카 코팅은 임상적으로 In-Ceram 합착에 응용할 수 있으리라 생각되며 더욱 우수한 결합 강도 증진법, 또는 일반 도재에서처럼 산부식을 할 수 있는 용액의 개발이나 보다 다양한 내면 처리 방법에 의한 장시간 경과후의 레진 시멘트와의 결합 강도에 관한 연구가 필요하리라 사료된다.

V. 결론

70개의 In-Ceram 코아시편을 제작하여 각각 70개씩 9개의 실험군으로 시편표면을 제작하여 글래스-비드블라스팅만 한 군을 대조군으로 하고 50 μ m의 알루미늄 입자로 20초간 샌드블라스팅, 20%의 불화 수소산용액으로 5, 10, 15분간 산부식처리, 5, 10, 15분간 산부식 후에 실란 처리한 군, 그리고 250 μ m의 알루미늄 입자로 15초간 샌드블라스팅한 후 실리카 코팅등의 방법으로 표면처리한 9개 실험군을 레진 시멘트로 합착 후에 전단 결합력을 측정하였고 산부식 후에 실란

처리한 3개군을 제외한 6개군과 250 μ m로 샌드블라스팅을 하고 실리카 코팅을 하고 실리카 코팅을 하지 않은 시편을 포함한 7개의 각군 시편을 주사전자 현미경으로 비교 관찰하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 주사전자 현미경 관찰시, 불화 수소산으로 In-Ceram 코아를 산부식 처리했을 때 강한 부식양상을 관찰할 수 없었으며 부식시간이 증가함에 따라 표면의 요철은 감소하는 양상을 보였으나 샌드블라스팅한 경우가 산부식에 비하여 현저한 요철 구조가 형성되었다.
2. 내면 처리를 하지 않은 대조군에 비하여 내면 처리한 모든 실험군에서 레진 시멘트와의 결합 강도가 높았다.
3. 결합강도의 증가에 대한 산부식과 실란의 영향에서 산부식보다는 실란의 기여도가 더 높았다.
4. 레진 시멘트와의 결합 강도를 높일 목적으로 산부식 처리나 산부식과 실란 처리를 한 것보다는 실리카 코팅과 실란 처리를 한 것이 가장 높은 결합 강도를 나타냈다.

Reference

1. Levy, H. : Working with the In-Ceram porcelain system, Prosthese Dentaire NO 44-45 Juin/juillet, 1990.
2. Seghi, R.R., Sorensen, J.A, Engelman, M.J., Roumanas, E., and Toress, T.J. : Flexural strength of new ceramic materials, J Dent Res 69, [Avstract 918], 299, 1990.
3. Heinrich, F., Kappert, and Knode, H. : In-Ceram : Testing a new ceramic material, Wuintessence of dental technology, 1993.
4. Futterknecht, N. and Jinoian, V. : A renaissance of ceramic prosthetics?, Quintessence Publishing Co, Chicago, IL, 1992.
5. Claus, H., Dr. Ing : VITA In-ceram, a new system for producing aluminum oxide crown and bridege substructures, Die Quintessenzder

- Zahntechnik, Ref. No.1285 : 1-11, 1990.
6. Sorensen, J.A., Knode, H. and Torres, T.J. : Quintessence of dental technology, 41-46, 1992.
 7. Probster, L. : Survival rate of In-Ceram restoreration, Int J Prosthodont ; 259-263, 1993
 8. Whutem S.N., Sorensen, J.A., Kang, S.K., and Caputo, A.A. : Microleakage of new crown and fixed partial denture luting agents, J Prosthet Dent, 67 : 156-161, 1992.
 9. Tjan, H.H.L., Dunn, J.R., and Grant, B.E. : Marginal leakage of cast crowns luted with an adhesive resin cement, J Prosther Dent, 7 : 11-15, 1992.
 10. Gorodovsky, S. and Zian, O. : Retentive strength, disintegration, and marginal Quality of luting cements, J Prosthet Dent, 68 : 269-274, 1992.
 11. Sadoun, M. : All ceramic bridges with the slip casting technique, 7th International symposium in ceramics, Paris, September 1988.
 12. Proster, L. and Diehl : Slip-casting alumona ceramics for crown and bridge restorations, Quintessence International, 2325-2331 : 1992.
 13. Castellani, D., Baccetti, T., Giovannoi, A., and Bernardini, V.D. : Resistance to fracture of metal ceramic and all-ceramic crowns, J Dent Res, 7 : 149-154, 1994.
 14. Takao Fusayama : A simple pain-free adhesive restorative system by minimal reduction and total etching, Ishiyaku EuroAmerica, Inc. Publishers : 23-44.
 15. Eden, G.T. and Kacic, J.M : Dicore crown strength improvement due to bonding [Abstract 801], J Dent Res, 66, 1987.
 16. Malament, K.A. and Grossman, D.G. : Clinical application of bonded DICOR Crown. Two year report, [Abstract 1523] J Dent Res, 69 : 206, 1990.
 17. Grossman, D.G. : Photoelastic examination of bonded crown interfaces, [Abstract 719], J Dent Res, 1989.
 18. Kern, M., Knode, H. and Strub, J.R : The allporcelain, resin-bonded bridge, Quintessence Int, 22 : 257-262, 1991.
 19. Hofaman, N. and Haller, B. : Sear strength of comosite luted to ceramics. A comparison of three ceramic materials, International Symposium on Computer Resteration, Quintessence Publishing 1991
 20. Pape, F.W., Pfeiffer, P., and Marx, R. : Bond strength of etched In-Ceram to enamel, Zahnarzt Welt, 100 : 450-3, 1991.
 21. Schmid, M., Fischer, J., Hoffmann, C., and Strub, J.R. : Chemical and thermal compatibility of all-cermic system, Dtsch Zahnartzl Z, 45 : 505-508,1 1990.
 22. Fischer, J, Schmid, M., Kappert, H.F., and Strub, J.R. : Gefugeausbildung der dentalkeramischen Kernmasse In-Ceram und thermische Dehnungihrer Einzelkomponentern, DtschZahnarzt, 46 : 461-463, 1991.
 23. Kern, M. and Thompson, V.p. : Sandblasting and silica costing of a glass-infiltrated alumina ceramic : Volum loss, Morphologe, and changer sin the surface composition, J Prosthet Dent, 71 : 453-461, 1994.
 24. Bowen, R.L. : Properties of silica reinforced polymer for dental restorations, J. Am. Dent. Assoc., 66 : 57-64, 1963.
 25. Stangel, I., Nathanson, D. and HSV, C.S : Shear strength of the composite bond to etched porcelane, J Dent Res, 66(9) : 1460-1465, 1987.
 26. Bailey, L.F. and Bennett, R.J. : Dicore surface treatements for enhanced bonding, J Dent Res, 67 : 925-931, 1988.
 27. Bertolotti, R.L., Lacy, A.M., and Watanabe, L.G. : Adhesive monomers for porcelain repair, Int J Prosthodont, 99 : 530-543, 1989.
 28. Hussain, M.A., Bradford, E.W., and Charlton, G. : Effect of etching on the strength of aluminous

- porcelain Jacket crowns, *Br Dent J*, 147 : 89–90, 1979.
29. Ting-wei, Y., Blackman, R.B., and Baez, R.J. : Effect of acid etching on the flexural strength of a feldspathic porcelain and castable glass ceramic, *J Prothet Debtm* 70 : 224–33, 1993.
 30. Kern, M., Neikes, J., and Strub, J.R. : Tensile strength of the bond to In-Ceram after varying modes of surface conditioning, *Dtsch Zahnarztl Z*, 46 : 758–761, 1991.
 31. Nathanson, D., Vongphantuset, R., and Herault, R.L. : Bond strength of luting resin to etched glass ceramic in vitro, *J Dent Res*, 71 [Abstract 86], 1992.
 32. Llobell, A., Nicholls, J.I., Kois, J.C., and Daly, C.H. : Fatigue life of porcelain repair systems, *Int J Prosthodont*, 5 : 205–213, 1992.
 33. Claus, H. : The structural bases of dental porcelain, Verlag Neuer, Dental Labor, Munich, Germany, issue 10/1980.
 34. Claus, H. : The importance of leucite in dental porcelain, Dr. Alfred Huthig Verlag, ZWR, Heidelberg, Germany, 6/1981.
 35. Fischer, J., Schmid, M., Kappert, H.F., and Strub, J.R. : Gefugeausbildung der dentalkeramischen kernmasse In-Ceram und thermische dehung ihrer einzelkomponenten, *Dtsch Zahnarztl Z*, 46 : 461–463, 1991.
 36. Probst, L. : Untersuchung zur scherfestigkeit des In-Ceram-unststoff-verbundes, *Dtsch Zahnarztl Z*; 47, 292–294, 1992.
 37. Musil, R. and Tiller, H.j. : Die molekulare kopplung der kunststoffverblendung an die legierungsoberflache, *Dent Labor*, 32 : 1155–1161, 1984.

EXPLANATION OF PHOTOGRAPHS

- Photo 1. Appearance of In-Ceram core surface after glass-beadblasting with no further modification.
- Photo 2. In-Ceram1 core surface after sandblasting with 50 μ m aluminum oxide powder for 20 seconds.
- Photo 3. In-Ceram core surface, etched with 20% hydrofluoric acid for 5 minutes.
- Photo 4. In-Ceram core surface, etched with 20% hydrofluoric acid for 10 minutes.
- Photo 5. In-Ceram core surface, etched with 20% hydrofluoric acid for 15 minutes.
- Photo 6. In-Ceram core surface, sandblasted with 250 μ m aluminum oxide powders for 15 seconds.
- Photo 7. In-Ceram core surface, sandblasted with 250 μ m aluminum oxide powders for 15 seconds and silica coated

논문 사진부도

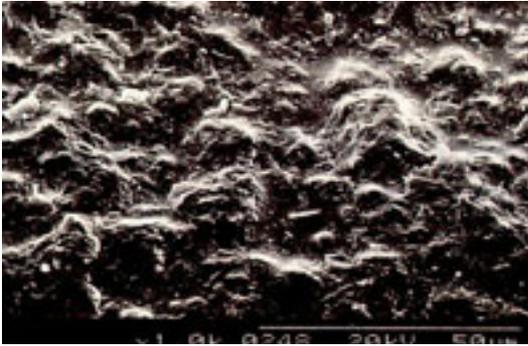


Photo 1.

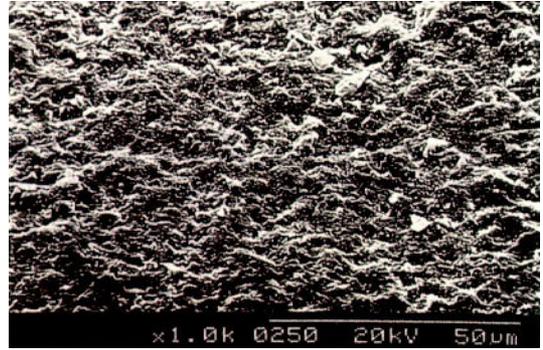


Photo 2.

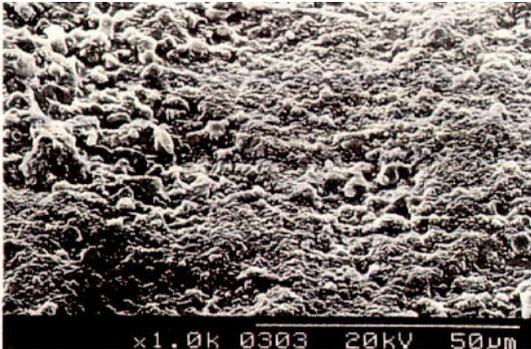


Photo 3.

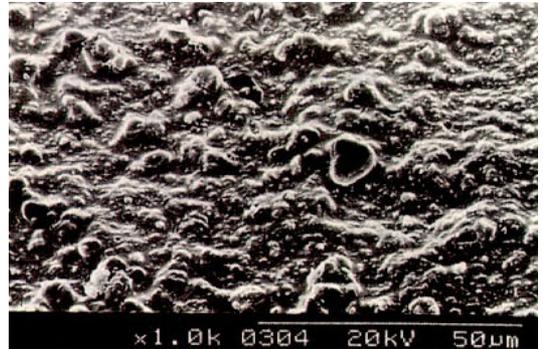


Photo 4.



Photo 5.

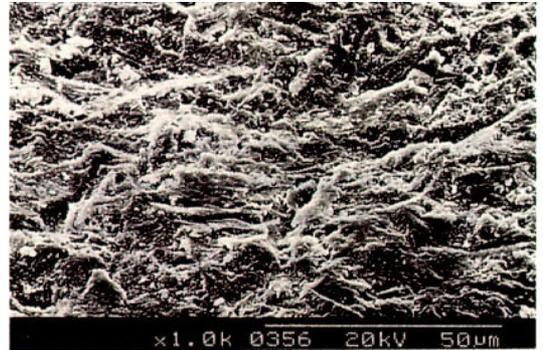


Photo 6.

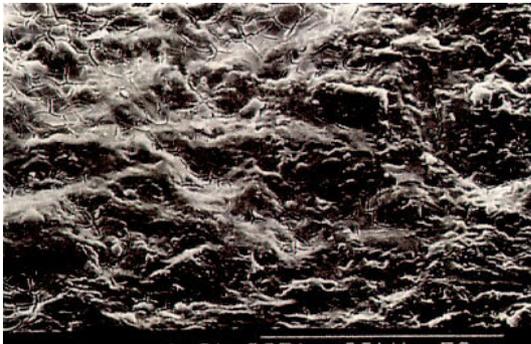


Photo 7.

=Abstract=

STUDY ON THE SURFACE MORPHOLOGY AND SHEAR BOND STRENGTH OF IN-CERAM CORE TO RESIN CEMENT AFTER VARYING MODES OF SURFACE CONDITIONING

Yeung-Sug Kim, Yi-Hyung Woo, Ho-Nam Lim, Boo-Byung Choi

Department of Prosthodontics, College of Dentistry, Kyung Hee University

This study was performed to evaluate effective surface conditioning method of In-Ceram core to improve bonding with resin cement. The surface of each sample was abraded with glass bead for 20 seconds and then subjected to one of the following conditions : no modification, sandblasting with 50 μ m aluminum oxide powders for 20 seconds, etching with 20% hydrofluoric acid for 5, 10, and 15 minutes(half of the etched samples were coated with silane), and sandblasting with 250 μ m aluminum oxide powders and silica coating with Silicoater MD system(Kulzer, Germany). The surface morphology changes were examined with scanning electronic microscope(SEM) and the shear bond strength of In-Ceram core samples to resin cement(Panavis 21, Kuraray, Japan) were measured.

It was concluded that :

1. By SEM observation, 20% HF acid etching did not create clear microretentive structure and surface roughness diminished with increase in etching time. Sandblasting was more effective than 20% hydrofluoric acid etching in producing microretentive structure.
2. The bond strengths of all In-Ceram core samples surface conditioned were increased that that of control group.
3. Silica coating showed higher bond strength than etching with 20% hydrofluoric acid.
4. The use of silane coating was more effective in improving bond strength than lengthening etching time.