

Opaque 도재의 도포 방법이 치과용 합금과 도재간의 결합 강도에 미치는 영향

서울대학교 치과대학 보철학교실

장일성 · 이선형

I. 서 론

1950년대 말 주조된 금속하부구조에 도재를 축성하여 도재에 충분한 강도를 갖게하려는 시도가 성공한 이래,³⁵⁾ 도재전장 주조관은 도재의 우수한 내마모성과 색채 재현성, 그리고 재질의 안정성 및 구강내 연조직과의 적응성 등의 장점과 함께, 금속하부구조에 의한 강도의 획득으로 현재 고정성 보철물 중 가장 널리 사용되는 것이 되었다.^{16, 38, 68, 83)} 이에 따라 치과용 도재와 합금에 대한 많은 연구가 있었지만 도재와 금속의 결합력에 가장 중요한 영향을 줄 수 있는 불투명 도재(opaque porcelain)의 도포 방법에 대해서는 아직 확증된 원칙이 없는 것 같다.⁷⁵⁾

McLean은⁵²⁾ 도재와 금속 사이의 결합을 증진시키기 위해 불투명 도재를 두 단계로 나누어 도포하는 방법을 제시했다. 첫번째 층은 금속에 대한 도재의 젖음(wetting)을 향상시키기 위해 불투명 도재를 묽게 혼합하여 얇게 도포한 후 제조자가 추천한 소성 온도보다 20°C 높은 온도에서 소성하고, 두번째 층은 불투명 도재의 본래 목적인 금속이 투시되는 것을 방지하기 위한 두께로 축조하여 제시된 소성 온도에서 소성하였다. Stein과 Kuwata⁸⁴⁾ 역시 도재의 젖음을 위한 얇은 층을 먼저 소성한 후 금속 색조를 차단하기 위한 층을 축조하여 소성하는 방법이 도재와 금속 접촉의 긴밀함을 얻을 수

있어 결합력의 증진에 도움을 줄 것이라고 보고한 바 있다. 그러나 Jochen 등은³⁴⁾ 불투명 도재를 두번에 나누어 축성하는 방법과 한번에 축성하는 방법이 도재와 은-팔라듐계 합금의 결합 강도에 미치는 영향에 관한 연구에서 두 가지 방법 사이에 차이가 없었음을 발표하였고, Rake 등도⁷⁵⁾ 금-백금-팔라듐계 합금과 금-팔라듐계 합금 그리고 니켈-크롬계의 합금에 있어 이러한 두가지 불투명 도재 축성 방법이 금속과 도재의 결합 강도에 큰 영향을 미치지 않는다고 보고하였다. 통상적으로는 한번에 축성하는 방법과 두번에 나누어 축성하는 방법이 혼용되고 있으나 많은 양의 도재전장 주조관을 제작해야 되는 경우에는 시간을 좀더 절약하기 위한 1회 축성법이 많이 이용되고 있다.

분사법으로 불투명 도재를 도포하는 방법이 소개되어^{1, 69)} 도재내의 기포를 감소시키고 얇고 균일한 두께로 금속 색조를 차단할 수 있음이 보고되었으나 아직까지 널리 사용되고 있지는 않다. 또한 최근에는 몸체 도재(body porcelain)와 동시에 축성하는 불투명 도재가 소개되어⁶⁷⁾ 통상적인 방법에 비해 많은 시간을 절약하면서 유사한 결과를 얻을 수 있음이 보고되고 있으나 이러한 도재 또한 많이 사용되고 있지는 않다.

도재전장 주조관이 소개된 이후 금합금이 성공적으로 사용되어 왔으나 금에 대한 비귀

금속의 경제성때문에 비귀금속 합금에 대한 관심이 증대되고 있다.^{40, 49, 56, 58, 86)} 비귀금속 합금들은 경제적 장점이외에도 높은 처짐 저항(sag resistance), 낮은 열전도성, 경도 및 강도의 우수성 등의 특성을 갖고 있어 long span의 고정성 보철물에 적합하고, 환자의 불편감이 감소될 수 있으며, 심미성의 회복을 위한 도재 두께 확보에 유리하도록 얇게 제작할 수 있고 치간부에서도 강도의 저하없이 부피를 줄일 수 있는 등의 물리적 장점들을 갖고 있다.^{10, 32, 37, 60, 74)} 이에 따라 그 사용이 점점 증가되어 왔고 현재는 전체 고정성 보철물의 약 60%가량이 비귀금속 합금을 이용한 것이라는 보고가 있다.⁶⁸⁾ 도재 전장 구조관에 사용되는 비귀금속 합금은 주로 니켈-크롬계와 니켈-크롬-베릴리움계 그리고 코발트-크롬계의 세가지로 분류하는데²²⁾ 지금까지는 니켈-크롬계와 니켈-크롬-베릴리움계의 합금이 널리 사용되어 왔다. 그러나 이러한 유형의 합금은 여러가지 물리적 장점을 갖고 있음에도 불구하고 니켈의 낮은 생체 적합성과 베릴리움의 유독성으로 인한 문제를 갖고 있어 코발트-크롬계 합금의 사용이 증가할 것으로 보인다.

코발트-크롬계 합금은 1959년 Weinstein에 의해 소개되어 주로 국소의치의 금속구조물 제작에 사용되어 왔다. 코발트-크롬계 합금은 니켈의 과민 반응과 베릴리움의 유독성에 의한 잠재적 위험이 없고 부식에 대한 저항성이 높다는 장점이 있지만 경도와 항복 강도가 높고, 신장률이 낮아 교합 조정등의 임상적인 조절이 어려운 단점이 있다.⁵⁷⁾ 국소의치에 사용되는 코발트-크롬계 합금에 대해서 많은 연구가 진행되어 온 것에 비해 합금의 조성이 약간 다른 도재용 코발트-크롬계 합금에 대한 연구는 많지 않으나 이러한 연구에서 보고된 문제점은 역시 조작의 어려움과 정확도 그리고 도재와의 결합력 등이다.^{9, 30, 89)}

합금 조성에 변화를 줌으로써 도재용 코발트-크롬계 합금의 물성을 개선하기 위한 시도들이 진행되어 왔다.³¹⁾ Dentitan은 산화력이 우수한 티타늄을 이용함으로써 도재와의 화학적 결합을 증진시키기 위해 개발된 코발트-크롬계 합금이

다.⁸¹⁾ 합금의 구성 성분으로 이용되는 티타늄은 적절한 강도와 높은 내부식성 그리고 뛰어난 생체적합성을 갖고 있으며 산화 특성과 낮은 열팽창계수로 인해 코발트-크롬계 합금에 사용할 경우 저온 용융 도재(low fusing porcelain)와 잘 조화하는 장점을 갖고 있어 그 사용이 점차 증가하고 있다.³⁸⁾ Dentitan에 대한 몇몇 연구에서 귀금속 합금과 유사한 적합도와, 도재와의 높은 결합 강도가 보고되었다.^{33, 80, 82, 87)} 그러나, Pezzoli 등은⁷³⁾ Dentitan과 도재의 전단결합강도가 귀금속 합금이나 팔라듐-코발트계 합금에 있어서보다 낮다는 상반된 실험 결과를 제시한 바 있다.

본 연구는 불투명 도재의 두 가지 도포 방법, 즉 불투명 도재를 한번에 축성하는 방법과 두 단계로 나누어 축성하는 방법이 티타늄이 첨가된 코발트-크롬계 합금에 있어서 도재와 금속의 결합 강도에 어떠한 영향을 주는지를 평가해보고자 행하였다.

II. 연구 재료 및 방법

1. 실험 재료

실험 재료로는 금-백금-팔라듐계 합금인 P합금 (Degudent H, Degussa, Germany)과 코발트-크롬계 합금인 C합금 (Dentitan, Krupp, Germany)의 두가지 도재용 합금이 사용되었는데 이들의 주요 구성 성분 및 중요한 물리적 특성은 표 1과 표 2에 기재되어 있다. 도재 분말은 치과임상에서 사용되는 shade %66의 Ceramco II 도재 (POP, Body, Incisal; white, Add-on porcelain, Natural glaze., Ceramco Inc. Burlington, NJ)를 사용하였다.

표 1. 실험에 사용된 합금의 주요 구성 성분

Alloy	Contents by mass in %				
	Au	Pt	Pd	In	Ta
Degudent H	84.4	8.0	5.0	2.5	0.1
Dentitan	Co	Cr	Mo	Ti	
	69.5	24.0	4.5	2.0	

표 2. 실험에 사용된 합금의 물리적 특성

	Dentitan	Degudent H
Vickers Hardness	285 HV10(after por. firing)	220 HV5
Tensile strength	550N/mm ²	620N/mm ²
0.2% proof stress	370/mm ²	600N/mm ²
Elongation	15%	3%
Density	8.3g/cm ³	18.1g/cm ³
Thermal expansion Co.	14.5μm/mK	14.4μm/mK
Melting range	1300~1400°C	100~1210°C
Casting temperature	1480°C	1400°C
Color	White	Light yellow

2. 주조체 제작

주조를 위한 플라스틱 패턴을 제작하기 위해 깊이 0.9mm, 넓이 5×19mm의 홈이 형성되어 있는 주형을 제작하였다(그림 1). 이러한 주형을 이용해 G. C. Pattern 레진 (G.C. Corp, Japan)으로 총 40개의 플라스틱 패턴을 제작하였다. 주형을 이용해 플라스틱 패턴을 제작하는 경우는 주형으로부터 흘러나오는 과량의 재료에 의해 약간 두꺼워지는 경향이 있는데 이는 800 grit의 사포를 이용해 수정하였다. P합금으로 주조할 플라스틱 패턴은 인산염계 매몰제인 Hi-Temp (Whip Mix Corp., Louisville, Ky)를 이용해 매몰하였고, C합금으로 주조할 플라스틱 패턴은 제조자의 지시에 따라 흑연 및 석고 성분이 없는 인산염계 매몰제인 Denti-Vest 2000 (Krupp, Germany)을 분말대액의 비율이 5:1이 되도록 혼합하여 매몰하

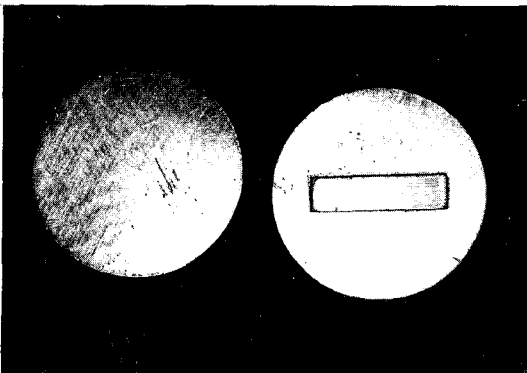


그림 1. 플라스틱 패턴의 제작을 위한 주형.

였다. 매몰제 경화 후 각 합금에 추천되는 과정에 따라 소환하고 주조하였다. C합금에 함유된 티타늄은 산소와 질소에 높은 친화력을 갖고 있기 때문에 이 합금의 주조를 위해서는 진공주조기인 Globucast주조기(Krupp, Germany)를 사용하였다(그림 2).

주조링으로부터 주조체를 조심스럽게 분리하고 잔여매몰제는 50μm의 입자 크기를 갖는 산화 알루미늄으로 제거하였다. 각 합금을 이용해 20개씩의 주조체를 제작하여 불투명 도재를 1회에 측정하는 방법과 2회에 측정하는 방법이 10개씩의 주조체에서 행해지도록 하였다.

3. 불투명 도재 도포

P합금은 50μm, C합금은 90~150μm의 산화



그림 2. Dentitan의 주조에 사용된 Globucast 진공 주조기.

표 3. 합금의 산화 및 도재의 소성 과정

	Vacuum (CmHg)	Speed (°C/Min)	Preheat (Min)	Initial temp.(°C)	Vac. release(°C)	Final temp.(°C)	Hold (Min)
Oxidation	73	70	·	600	980	980	10
Degudent H	73	70	·	600	900	900	1
Dentitan	73	70	·	600	900	900	1
1st opaque	73	67	6	649	952	974	·
1nd opaque	73	67	6	649	952	954	·
1st body	73	72	10	621	896	918	·
2nd body	73	72	10	621	893	913	·
Add-on porcelain	·	56	6	649	·	·	·
Natural glaze	·	56	6	649	·	·	·

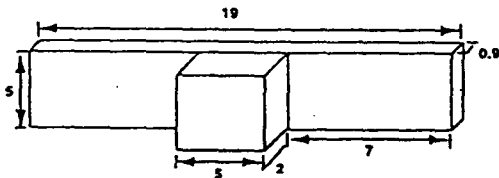


그림 3. 완성된 시편의 모식도(mm).

알루미늄 입자를 이용해 sandblasting (Hi-BlasterIII, Shofu, Japan)한 후, 증기 세척기(Triton S, Bego, Germany)를 이용해 1차 세척하고, 증류수에서 20분간 초음파 세척(Bransonic, USA)하였다.

P합금은 980°C에서 10분간, C합금은 900°C에서 1분간 산화 처리하고, 도재는 붓을 이용해 축조하고 표 3의 과정에 따라 KDF Master spirit 120 furnace(KDF, Japan)에서 소성하였다. 2회 축성법에서는 먼저 물계 혼합한(slurry) 불투명 도재를 얇게 도포하여 소성한 후(표 3의 1st opaque), 이보다 20°C 낮은 온도에서 불투명 도재 축성을 완성하였다(2nd opaque). 1회 축성법에서의 불투명 도재 축성은 2회 축성법에서의 두번째 축성 방법과 동일하게 하였다. 완성된 시편에서 불투명 도재는 중앙부에서 평균 0.1mm, 전체 도재는 약 1.0mm의 두께를

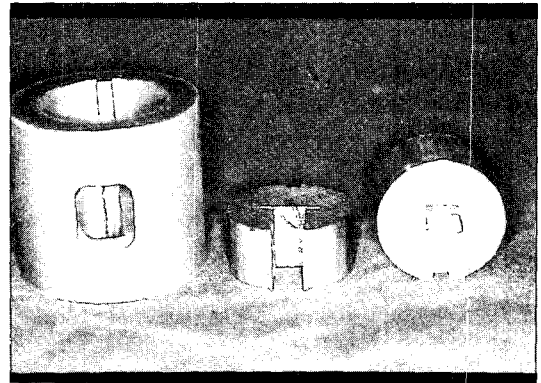


그림 4. 전단 시험을 위해 고안된 mounting jig.

갖고, 도재와 금속의 접촉 면적은 5×5mm가 되도록 하였다. 그림 3은 완성된 시편의 모식도이다.

4. 결합 강도 측정

그림 4와 같이 상부 구조와 하부 구조 및 외부 금속링의 세 부분으로 구성된 mounting jig를 제작하였다. 하부 구조는 시편이 적합되는 폭 0.9mm의 홈을 갖고 있고 또한 결합 강도 측정을 위한 압축력이 가해질 때 시편 양 끝을 지지할 수 있도록 설계하여 특수강철로 제작하였다. 상부 구조는 단면이 0.5×10mm의 사각형인 특수강철 tip을 가지며, 강도와 경도 증진을 위하여 열처리하였다. 하부 구조는 외부 금속링에 포함되어 있으며, 상부 구조는 외부 금속링의 유도에 의해 동일 위치로 갈 수 있게 하였다. 이에 따라 유도된 상부 구조는 하부 구조의 홈에

고정한 시편의 금속과 도재 경계부 도재쪽에 압축력을 가하게 된다. 시편의 위치 확인 및 실험의 진행과정을 살펴보기 위하여 외부 금속링에 창을 내었다.

Mounting jig의 하부 구조에 시편을 끼우고 Instron 만능 시험기의 load cell에 올려 놓은 후 상부구조의 metal tip이 금속과 도재의 경계부 도재쪽에 위치하도록 하였다. Load cell의 cross head speed는 1mm/min, 최대부하는 1000 kg으로 하중을 가하기 시작하여 기록기상에서 최초로 힘의 증가가 감소하여 peak가 나타나는 순간의 하중을 전단결합강도로 정하였다.

계면에서의 파절 양상은 육안으로 관찰하였고, 불투명 도재의 도포 방법과 합금의 종류를 변수로 하여 얻어진 전단결합강도를 분석하기 위해서 SPSS/PC⁺ 통계 프로그램에서 one way ANOVA test를 시행하였으며, 각 금속군내에서 불투명 도재의 도포 방법에 의한 영향을 비교하기 위해서는 t-Test를 시행하였다.

III. 연구 결과

금속과 도재의 경계부 도재 쪽에 압축력을

표 4. 각 실험군에서의 평균 전단결합강도
Group 1 : Degudent H-One layer method,
Group 2 : Degudent H-Two layer method,
Group 3 : Dentitan-One layer method,
Group 4 : Dentitan-Two layer method

	N	Mean(kg/0.25cm ²)	S.D.
Group 1	10	64.2	12.69
Group 2	10	71.4	15.69
Group 3	10	76.2	16.99
Group 4	10	79.7	18.92

N : Number of specimens. Mean : Mean shear bond strength.

S.D. : Standard deviation.

*No significant differences exist between Group 1 and Group 2, Group 3 and Group 4 at the 0.050 level in t-Test

*No two groups are significantly different at the 0.050 level in one-way ANOVA test

가해 금속으로부터 도재를 파절시키고, 10개의 시편에서 얻어진 파절시의 하중치 평균을 대표값으로 하였다. 실험 결과 측정된 전단결합강도는 표 4에 기재되어 있다.

P합금 군에서 불투명 도재를 1회에 측정된 군과 2회에 걸쳐 측정된 군의 평균 전단결합강도는 0.25cm²의 단위면적에 대해 각각 64.2kg, 71.4kg이었다. t-Test 결과 P합금 군내에서는 불투명 도재 도포 방법이 결합강도에 유의한 영향을 주지 않았다.

C합금 군에서 불투명 도재를 1회에 측정된 군과 2회에 걸쳐 측정된 군의 평균 전단결합강도는 0.25cm²의 단위면적에 대해 각각 76.2kg, 79.7kg이었다. 이 군에서의 t-Test 결과역시 불투명 도재 도포 방법이 결합 강도에 유의할 만한 영향을 주지 못한다는 것을 보여주었다.

C합금 군이 전반적으로 P합금 군에서보다 높은 전단결합강도값을 나타냈지만 역시 통계적으로 유의할만한 차이는 없었다. 각 실험군에서 얻어진 평균 전단결합강도값은 C합금-2회 측정법, C합금-1회 측정법, P합금-2회 측정법, P합금-1회 측정법의 순으로 높았다.

그림 5는 이와 같은 실험 결과를 나타낸 것이다. 육안으로 파절면을 관찰한 결과 파절 양상은 두 금속 사이에 큰 차이를 보이지 않았고, 불투명 도재를 2회에 측정하는 방법에서

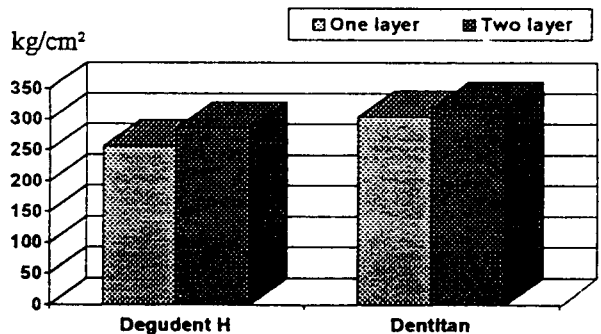


그림 5. 각 실험군의 평균 전단결합강도 비교.

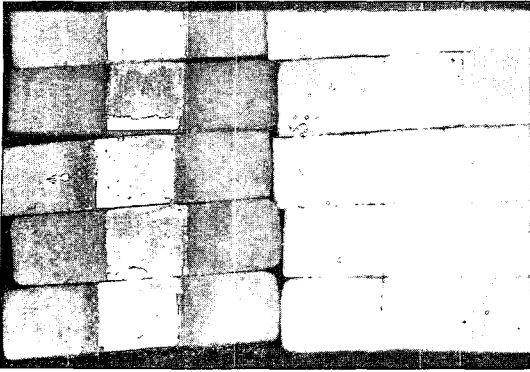


그림 6. 육안으로 관찰한 1회 축성법에서의 파절면 양태.

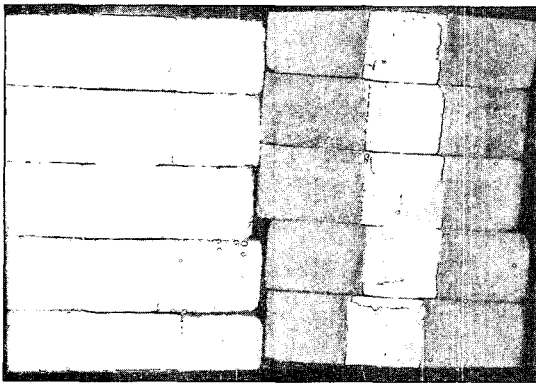


그림 7. 육안으로 관찰한 2회 축성법에서의 파절면 양태.

전반적으로 많은 양의 도재가 금속에 남아있는 것을 확인할 수 있었으나, 1회 축성법과 2회 축성법 모두에서 도재가 금속 표면에 일부 부착한 복합 파절의 양태를 보였다(그림 6, 7).

IV. 총괄 및 고안

결합 강도를 비교하는데 있어 가장 큰 문제는 임상적 실패를 이상적으로 반영하는 적절한 결합 강도 실험방법이 없다는 것이다.³⁾ 결합 강도를 평가하기 위해 인장, 전단, 3점 및 4점 굴곡 등 다양한 유형의 실험이 사용되어 왔으나 시편 처리가 어렵고, 일관성있는 결과가 드물며 임상적 결과와의 연관성이 없다는 문제점이 있었다.⁷⁾

판형의 금속시편에 도재를 용착시켜 도재와

금속의 결합력을 측정할 수 있는 방법으로 횡형의 굴곡시험, 비틀림시험, 전단 시험 등이 있다.

전단시험은 도재와 금속의 결합력 측정에 가장 일반적으로 사용되는 시험으로 밀어내거나 당기는 힘을 가해 도재를 금속부위로부터 파절시키는 방법이며, 방법에 따라 결합력의 차이가 있다. Shell과 Nielsen⁷⁹⁾ 의해 최초로 제시된 이래 여러 학자들에 의해 그와 유사한 형태의 전단시험이 행해졌으나^{2, 6, 25, 26, 42, 43, 47, 58)} 시편 제작과, 여러가지 변수의 조절이 어려운 근래에는 직접 도재에 전단력을 가해 단위 면적에 대한 결합력을 측정하는 방법이 사용되어지고 있다. 본 연구에서는 판형의 금속 시편을 제작한 후 도재를 금속에 용착시켜 pushing device로 도재에 직접 하중을 가함으로써 결합 강도를 측정하였다. 이러한 실험 형태는 기존의 전단시험에서 시편을 경석고에 매몰하는 과정을 생략할 수 있어 결과에 영향을 주는 변수 요인을 줄일 수 있으며, 주조 및 금속 처리, 도재 축성 등의 여러가지 면에서 시편 제작이 용이하다는 장점이 있다.

0.25cm² 단위 면적에 대한 결합 강도를 기록하였을 때 C합금 군이 P합금 군보다, 불투명 도재를 두 단계로 축성한 군이 한번에 축성한 군보다 약간 높은 결합 강도를 보였다. 각 실험군내에서 높은 표준 편차를 보이는 이유는 시편 제작 및 결합 강도 측정의 많은 과정에서 다양한 변수 요인이 작용하기 때문이다.^{2, 43, 47, 48)}

사용된 실험의 유형뿐만 아니라 합금의 조성, 도재의 종류, 합금의 표면 처리, 도재의 냉각 방법 등이 결합 강도에 영향을 주기 때문에 다른 실험에서 측정된 결합력과 그 크기를 비교하는 것은 상당한 주의를 요한다.^{5, 15, 17, 27, 43, 48)}

현재까지 알려진 바에 의하면 치과용 합금에 대한 도재의 결합은 sintering 과정에 의해 형성되는데⁹⁰⁾ 주 결합기전은 화학적인 결합, 기계적인 결합, van der Waals force에 의한 결합, 그리고 도재와 금속의 열팽창계수 차이때문에 발생하는 수축력에 의한 결합 등으로 밝혀져 있다.^{23, 25, 51, 85, 93)}

다양한 결합기전에 대한 논란과 상충된 연구

결과들이 제시되어 오고 있지만 임상적으로 유용한 결합 강도를 획득하기 위해서는 합금 내의 전이 원소 산화물을 통해 형성되는 화학적 결합이 가장 중요한 역할을 하는 것으로 간주되고 있다.^{2, 21, 26, 36, 39, 41, 42, 53, 63, 64, 79, 91)}

화학적 결합은 금속과의 계면에서 부분적으로 용해되어 금속 산화물로 포화된 도재가 금속 산화물과 열동력학적 평형을 이루고 이러한 평형이 역시 금속 산화물로 포화되어 있는 금속 표면을 지나 유지됨으로써 이루어진다. 결과적으로 계속적인 정전기적 구조가 금속 산화물을 통해 금속에서 도재까지 형성되고, 이에 따라 도재와 금속이 화학적으로 결합하게 되는 것이다.^{4, 13, 70, 71)}

비귀금속 합금의 경우는 귀금속 합금과 구성 성분 뿐만 아니라 미세 구조 역시 다르기 때문에 그 결합기전이 더욱 복잡하고 알기 어렵다.²⁴⁾

비귀금속 합금이 귀금속 합금에 비해 경제적인 장점과 함께 많은 물리적 장점들을 갖고 있지만 그 결합력에 대해서는 많은 이견이 있다. 비귀금속 합금은 합금의 구성 성분이 직접적으로 쉽게 산화되기 때문에 산화막이 두꺼워지기 쉽고 이렇게 과도하게 형성된 산화막은 온도 변화로 인한 균열이 생기거나 전위에 의하여 변형이 발생하면 도재와 금속간의 결합 실패를 초래할 수 있다.

McLean은 비귀금속 합금에서 니켈 산화물과 크롬 산화물이 도재의 열팽창계수를 떨어뜨려 잔류 응력을 발생시킴으로써 결합력을 감소시킨다고 보고한 바 있다.^{51, 76)}

많은 연구가 이러한 비귀금속 합금의 산화 특성이 결합 강도를 감소시킨다고 보고하고 있지만,^{43, 46, 50, 76, 88)} 표면의 크롬 산화물이 압축 결합 강도에 기여하는 등의 이유로 비귀금속 합금의 결합력이 귀금속 합금에서보다 높다는 연구 결과도 제시되고 있다.^{24, 58)}

현재까지의 비귀금속 합금에 대한 연구들은 대부분 가장 많이 이용되고 있는 니켈-크롬계, 또는 니켈-크롬-베릴륨계 합금에 대한 것이었다. 그러나 이러한 합금의 주요 구성 성분인 니켈은 많은 연구에서 그 생체적합성을 의심 받고 있다. 몇몇 연구에서 니켈과 니켈 화합물이

악성 종양을 야기할 수 있다는 보고가 있으나^{54, 72)} 실제로 치과 임상에서 가장 높은 빈도의 문제를 야기하고 있는 것은 알레르기성 접촉성 피부염을 유발시킨다는 것이다.^{11, 20, 61, 62)} 이러한 파민 반응은 니켈을 이용한 장신구 착용이 많은 여성에게 빈발하는데 니켈에 파민 반응을 보이는 여성이 전체 피검대상의 30% 이상이라는 보고도 있어²⁾ ADA에서는 니켈을 포함한 합금을 사용하는 경우 일상적인 patch test를 추천하고 있다.^{19, 55)} 또한 니켈-크롬 합금의 합금화 및 물성을 개선시키기 위해 첨가되는 베릴륨은 흡입시 급성 및 만성 유독 효과를 나타낸다는 문제점이 보고되었다.^{18, 59)} 이러한 잠재적 위험 요인으로 인해 코발트-크롬계 비귀금속 합금의 사용이 증가할 것으로 전망된다. 코발트-크롬계 합금은 주로 국소의치의 금속 구조물 제작에 사용되어 왔는데 도재전장 구조관에 사용되는 코발트-크롬계 합금은 그 조성이 약간 다르다.⁸⁾ 국소의치를 위한 코발트-크롬계 합금은 열처리 후 함유된 탄소침전물의 용해로 강도 저하를 보인다.⁷⁾ 이러한 현상은 탄소를 포함하고 있는 일부 도재용 코발트-크롬계 합금에서는 나타나지 않는데 이는 이러한 합금들이 강도 손실을 극복할 수 있는 조성을 갖고 있기 때문이다.⁵⁷⁾ 국소의치에 사용되는 코발트-크롬계 합금에 대해서는 많은 연구가 있었으나 고정성 보철물에 사용되는 코발트-크롬계 합금에 대한 연구는 상대적으로 적은 형편이다. 몇몇 연구에서 코발트-크롬계 합금을 고정성 보철물에 사용하기에는 조각이 어렵고, 주조 후 정확도가 문제시되며, 도재와의 결합력이 약하다는 단점들이 보고되었다.^{9, 30, 89)} 또한 코발트-크롬계 합금은 경도 및 항복 강도가 높고 신장률이 낮아 교합 조정 등의 임상적인 조절이 어려우므로 대합치의 마모 등을 유발할 위험이 높다는 보고도 있다.⁵⁷⁾

이에 따라 코발트-크롬계 합금에 베릴륨 등의 다른 성분을 첨가해 물성을 개선하려는 시도가 많이 진행되어 왔는데³¹⁾ 이 실험에서 사용한 C합금은 티타늄의 산화 특성을 이용해 도재와의 화학적 결합을 증진시키기 위해서 개발되었다.

⁸¹⁾ C합금은 주로 이중관을 이용한 의치의 외관에

사용되어 왔는데 이는 이 합금이 도재와 높은 결합력을 보인다는 연구 결과들에 기초하고 있다.^{33,80)} 또한 단기간에 걸친 임상 시험으로 C합금이 귀금속 합금과 유사한 적합도를 보이고 높은 내부식성을 나타낸다는 결과를 보고한 연구도 있다.⁸²⁾

본 실험에서도 C합금의 결합 강도가 통계적으로 유의할만한 정도는 아니지만 임상적으로 성공적인 정도로 평가되는 귀금속 합금인 P합금의 결합 강도보다 약간 우수한 결과를 보였다. 그러나 시편 제작시의 어려운 조작성, 소환 및 주조를 위한 새로운 장비의 필요, 도재 소성 후 지나치게 어두워지는 색조 등의 문제가 이 합금의 임상적인 사용에 고려되어야 할 것이다.

육안으로 관찰한 파절면은 4가지 실험군 모두에서 도재가 금속 표면에 일부 부착된 복합 파절의 양태를 보였다. O'Brien은 높은 함량의 금을 포함하는 귀금속 합금에서는 도재 내에서 응착 파절(cohesive failure)을 보이고 이러한 실패 양상이 이상적인 금속과 도재의 결합을 반영하는 것이라고 보고한 바 있다.⁶⁶⁾ 본 실험에서 부분적으로 금속 표면이 노출되는 결과를 보인 것은 금속과 도재의 결합이 주조 및 표면 처리, 세척, 산화막 형성 등의 과정에 민감한 것과 함께, 사용된 실험의 유형에 큰 영향을 받은 것으로 보인다.⁹⁴⁾ 전반적으로 불투명 도재를 1회에 축성한 군보다 2회에 축성한 군에서, P합금 군에서보다 C합금 군에서 많은 양의 도재가 금속 표면에 남아 있는 것을 확인할 수 있었는데, 이러한 현상은 측정된 결합력이 각각 2회 축성법과 C합금 군에서 높게 나타난 것과 연관되어 있을 것으로 보인다.

도재전장 구조판의 성패에는 적절한 변연 적합도 뿐만 아니라 금속에 부착된 도재의 파절과 관련된 내구성이 가장 중요한 요인 중의 하나이다. 이러한 내구성의 측면을 고려할 때 기공 및 설계상의 불안정한 요소를 배제하면 도재와 금속의 결합력을 좌우하는 불투명 도재층이 도재전장 구조판의 성공에 결정적인 요인일 수 있다.⁷⁸⁾

도재전장 구조판이 40여년간 성공적인 보철물로 이용되어왔음에도 불구하고 이러한 불투명

도재층의 축성에는 '아직까지 확증된 원칙이 없다. 많은 방법들이 소개되고 있지만 가장 많이 이용되는 방법은 붓을 이용해 불투명 도재를 두 단계로 축성하는 방법과 한번에 축성하는 방법의 두가지이다.

다른 방법으로는 분사에 의해 불투명 도재를 도포하는 방법이 있다. 분사법을 이용한 불투명 도재의 도포 방법은 기포가 적고 얇고 균일한 층의 형성, 표면의 질감 조절, 색조 수정 도재(color modifier)의 세심한 혼합 등을 가능하게 하기 위하여 소개되었다.^{1,69)} 그러나, 초기의 불필요한 재료 낭비와 도포 부위 조절의 어려움²³⁾ 등의 문제가 개선되고 있음에도 불구하고 아직까지 널리 사용되고 있지 않다. 또다른 방법으로 불투명 도재를 목체 도재와 동시에 축성하는 방법이 소개되어 실험적으로 좋은 결과를 보였다는 보고가 있지만,⁶⁷⁾ 역시 많이 사용되고 있지는 않다.

본 실험에서는 통상적으로 가장 많이 이용되고 있는 두 가지 방법의 불투명 도재 축성 방법을 결합력의 측면에서 비교하고자 하였다. 전반적으로 두단계 축성법에서 약간 높은 결합 강도를 나타낸 것은 불투명 도재 도포 후의 소성온도가 높을수록 결합 강도가 증가한다는 이전의 연구 결과에 비추어 볼때 다른 변수보다는 소성온도의 영향인 것으로 보인다.^{28,29,92)} 그러나, 통계 분석 결과 두 방법사이에는 유의한 차이가 없었고, 이러한 결과는 두 단계로 축성하는 방법이 더욱 긴밀한 도재와 금속의 접촉을 가능하게 하고 소성 중의 산화막 형성을 감소시켜 결합 강도를 증진시킨다는 전제가 중요하지 않음을 보여주고 있다.

도재와 금속의 결합 강도가 불투명 도재 도포 방법을 평가하는 결정적인 요인임에도 불구하고 최소한 다음의 세가지 요인이 부가적으로 고려되어야만 한다. 먼저 한번에 축성하는 방법은 치경부에 전형적인 불투명 도재선(opaque line)을 나타내기 쉽기 때문에 심미적으로 중요한 전치부에는 사용하기 어렵다는 것이다. 이러한 단점은 두 단계 축성법에서 도재의 젖음을 위한 얇은 불투명 도재층의 도포로 최소화할 수 있다.

⁸⁴⁾ 또한 한번에 축성하는 방법은 도재 표면의

질감을 조절하기 어렵다는 점도 고려해야 한다. 최근에는 심미성을 개선하기 위해 불투명 도재층에서부터의 빛의 반사가 중요시되고 있고 이러한 반사를 조절하기 위해서는 불투명 도재의 질감을 조절하는 것이 필요하다.^{14,44,45,65)} 두 단계 축성법의 두번째 층을 축성할 때 세심한 소성 온도의 조절로 원하는 질감을 형성함으로써 심미적으로 바람직한 확산반사를 획득할 수 있다.⁶⁵⁾ 마지막으로 한번에 축성하는 방법으로는 long span의 고정성 보철물을 제작할 때 균일한 두께로 금속 색조를 차단하기 어렵다는 것이다.³⁴⁾

이러한 두단계 축성법의 잠재적인 많은 장점에도 불구하고 귀금속 합금과 코발트-크롬 합금을 사용하는 경우, 한번에 축성하는 방법이 심미성이 크게 중요하지 않은 작은 크기의 고정성 보철물에 적절히 이용된다면 시간 절약과 함께 결합력을 저해하지 않는 좋은 결과를 가져올 수 있음을 예측할 수 있다.

본 실험 결과 불투명 도재의 축성 방법은 도재와 금속간의 결합력에 관한 한 중요하지 않음을 알 수 있었다. 즉, 불투명 도재 축성 방법의 선택은 여러가지 임상적 요인에 대한 더욱 신중한 고려에 기초해야 한다.

V. 결 론

두가지 불투명 도재 도포 방법이 금-백금-팔라듐계 합금과 티타늄을 첨가한 코발트-크롬계 합금의 두 가지 도재용 합금과 Ceramco II 도재와의 결합력에 미치는 영향을 평가하기 위해 도재를 용착시킨 금속시편에 대한 전단 시험을 시행하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 각 실험군에 있어서 0.25cm² 단위 면적에 대한 전단결합강도는 티타늄이 첨가된 코발트-크롬계 합금/2회 축성법이 79.7kg으로 가장 높았고, 티타늄이 첨가된 코발트-크롬계 합금/1회 축성법은 76.2kg, 금-백금-팔라듐계 합금/2회 축성법이 71.4kg, 금-백금-팔라듐계 합금/1회 축성법이 64.2kg의 순이었다.

2. 두 가지 불투명 도재 도포 방법은 금-백금-팔라듐계 합금 군과 티타늄이 첨가된 코발트-크롬계 합금 군 모두에서 결합 강도에 통계적으로 유의한 영향을 주지 않았다.
3. 금-백금-팔라듐계 합금과 티타늄이 첨가된 코발트-크롬계 합금의 두 가지 금속 사이에도 유의한 결합 강도의 차이는 없었다.

참고문헌

1. Allen C.R. : Technique for applying opaque with an airbrush. Quint. of Dent. Tech. 1979; 3 : 39
2. Anthony D.H., Burnett A.P., Smith D.L. and Brooks M.S. : Shear test for measuring bonding in cast gold-alloy-porcelain composites. J Dent Res 1970; 49 : 27
3. Anusavice K.J., DeHoff P.H., and Fairhurst C.W. : Comparative evaluation of ceramic-metal bond tests using finite element stress analysis. J Dent Res 1980; 59 : 603
4. Anusavice K.J., Horner J.A., and Fairhurst C.W. : Adherence controlling elements in ceramic-metal system. I. Precious alloy. J Dent Res 1977; 56 : 1045
5. Anusavice K.J., Ringle R.D., and Fairhurst C.W. : Bonding mechanism evidence in a ceramic-nonprecious alloy system. J Biomed Mater Res 1977; 11 : 701
6. Asgar K. and Giday Z. : Refinements on testing of porcelain-to-metal bond. J Dent Res 1978; 57(sp. issue A) : 292
7. Asgar K., Morris H.F., Ochi S., Lorey R. and Dootz E. : Properties and compositions of many newly developed crown and bridge alloys. [Abstract]. J Dent Res 1982; 61 : 284
8. Barakat M.M. and Asgar K. : Mechanical properties and soldering of some base metal alloys. Dent Mater 1986; 2 : 272
9. Baran G.R. : Selection criteria for base

- metal alloys for use with porcelain. *Dent Clin North Am* 1985; 29 : 779
10. Baran G.R. : The metallurgy of Ni-Cr alloys for fixed prosthodontics. *J Prosthet Dent* 1983; 50 : 639
 11. Blanco-Dalmau L. : The nickel problem. *J Prosthet Dent* 1982; 48 : 99
 12. Blanco-Dalmau L., Carrasquillo-Alberty H. and Silva-Parra J. : A study of nickel allergy. *J Prosthet Dent* 1984; 52 : 116
 13. Broom M.P. and Pask J.A. : Role of "adherence oxides" in the development of chemical bonding at glass-metal interfaces. *J Am Ceram Soc* 1966; 49 : 1
 14. Burk B. : Color and Esthetics. *Dental Porcelain : The State of Art-1977* p293
 15. Caputo A.A. : Effect of surface preparation on bond strength of nonprecious and semiprecious alloys. *J Calif Dent Assoc* November 1978 p42
 16. Christensen G.J. : The use of porcelain-fused-to-metal restorations in current dental practice; A survey. *J Prosthet Dent* 1986; 56 : 1
 17. Civjan S., Huget E.F., DeSimon L.B. and Risinger R.J. : Determination of apparent bond strength of alloy-porcelain systems. *IADR Progr Abstr* 1974; 53 : 742
 18. Council on Dental Materials and Devices; *Guide to Dental Materials and Devices*, ed 8. Chicago 1976 American Dental Association
 19. Council on Dental Materials; Patch tests for sensitivity to mercury or nickel. *J Am Dent Assoc* 1984; 108 : 381
 20. Council on Dental Materials, Instruments and Equipment; Report on base metal alloys for crown and bridge applications. Benefits and risks. *J Am Dent Assoc* 1985; 111 : 479
 21. Custer F. and Coyle T. : Techniques influencing strength of the porcelain-fused-to-metal restorations Part I. *NYJ Dent* 1969; 39 : 118
 22. Dudek R.P. : Nonprecious Alloys; An Update. Perspectives in dental ceramics. Quint Pub Co Inc 1988 p85
 23. Dykema R.W., Goodacre C.J. and Phillips R.W. : *Johnston's Modern Practice in Fixed Prosthodontics*. 4th ed. W B Saunders Co 1986
 24. Fairhurst C.W. : Metal surface preparation and bonding agent in PFM systems. NIH conference Proceedings; Alternatives to gold alloys in dentistry. January 1977 p255
 25. Gavelis J.R., Lim S.B., Guckes A.D., Morency J.D. and Sozio R.B. : A comparison of the bond strength of two ceramometal systems. *J Prosthet Dent* 1982; 48 : 424
 26. Goeller I., Meyer J.M. and Nally J.N. : Comparative study of three coating agents and their influence on bond strength of porcelain-fused-to-gold alloys. *J Prosthet Dent* 1972; 28 : 504
 27. Guinn J.W.III, Griswold W.H. and Vermilyea S.G. : The effect of cooling rate on the apparent bond strength of porcelain-metal couples. *J Prosthet Dent* 1982; 48 : 551
 28. Hammad I.A. and Stein R.S. : A qualitative study for the bond and color of ceramometals. Part I *J Prosthet Dent* 1990; 63 : 643
 29. Hammad I.A., Goodkind R.J. and Gerberich W.W. : A shear test for the bond strength of ceramometals. *J Prosthet Dent* 1987; 58 : 431
 30. Hansson O. : Casting accuracy of a nickel and beryllium-free cobalt-chromium alloy for crown and bridge prosthesis and resin bonded bridges. *Swed Dent J* 1985; 9 : 105
 31. Hishida M. : A study on the effects of beryllium addition upon biological and physi-

- cal properties of dental cobalt-chromium alloys. *Shika Rikogaku Zasshi* 1977; 18 : 254
32. Huget E.F., Dvivedi N. and Cosner H.E. Jr. : Properties of two nickel-chromium crown and bridge alloys for porcelain veneering. *J Am Dent Assoc* 1977; 94 : 87
 33. Ikeda M. : Application of chrome-cobalt alloys containing titanium in inner and outer cone-telescope crown. *Nippon Hotetsu Shika Gakkai Zasshi* 1990; 34 : 54
 34. Jochen D.G., Caputo A.A. and Matyas J. : Effect of opaque porcelain application on strength of bond to silver-palladium alloys. *J Prosthet Dent* 1990; 63 : 414
 35. Johnston J.F., Dykema R.W. and Cunningham D.M. : The use and construction of gold crowns with a fused-porcelain veneer; A progressive report. *J Prosthet Dent* 1956; 6 : 811
 36. Kelley M., Asgar K. and O'Brien W.J. : Tensile strength determination of the interface between porcelain fused to gold. *J Biomed Mater Res* 1969; 3 : 403
 37. Kelly J.R. and Rose T.C. : Nonprecious alloys for use in fixed prosthodontics; A literature review. *J Prosthet Dent* 1983; 49 : 363
 38. Kimura H., Horng C.J., Okazaki M. and Takahashi J. : Thermal compatibility of titanium-porcelain system. *J of the Osaka Univ Dent School* 1990; 30 : 43
 39. Knap F.J. and Ryge G. : A study of bond strength of dental porcelain fused to metal. *J Dent Res* 1966; 43 : 927
 40. Kulwiec L.J. : Economics of alloy selection; Alternatives to gold in dentistry. Washington D.C. : Department of Health, Education, and Welfare Publication No. (NIH) 77-1227 : 28
 41. Lautenschlager E.P., Greener E.H. and Elkington W.G. : Microprobe analysis of gold porcelain bonding. *J Dent Res* 1969; 48 : 1206
 42. Leone E.F. and Fairhurst C.W. : Bond strength and mechanical properties of dental porcelain enamels. *J Prosthet Dent* 1967; 18 : 155
 43. Lubovich R.P. and Goodkind R.J. : Bond strength studies of precious, semiprecious and nonprecious ceramic-metal alloys with two porcelains. *J Dent Res* 1977; 37 : 288
 44. Lund P.S., Aquilino S.A. and Dixon D.L. : Evaluation of the color and appearance of an new textured opaque porcelain. *Int J Prosthodont* 1991; 4 : 548
 45. Lund P.S. and Davis P.W. : Shear bond strength of textured opaque porcelain. *Int J Prosthodont* 1992; 5 : 503
 46. Mackert J.R. and Fairhurst C.W. : SEM and EDXA characterization of adherent and non-adherent oxides. 「Abstract」 *J Dent Res* 1983; 62 : 255
 47. Malhotra M.L. and Maickel L.B. : Shear bond strength in porcelain-metal restorations. *J Prosthet Dent* 1980; 43 : 397
 48. Malhotra M.L. and Maickel L.B. : Shear bond strength of porcelain-fused-to-alloys of varying noble metal content. *J Prosthet Dent* 1980; 44 : 405
 49. McCrary J.N. : Economics of alloy selection; Alternatives to gold alloys in dentistry. DHEW Publication No.(NIH) 77-1227 1977;11
 50. McLean J.W. and Sced I.R. : Bonding of dental porcelain to metal; II The Base-metal alloy/porcelain bond. *Trans Br Ceram Soc* 1973; 72 : 235
 51. McLean J.W. : The Science and Art of Dental Ceramics Vol I ; The Nature of Dental Ceramics and their clinical use. Quint Pub Co Inc 1979
 52. McLean J.W. : The metal-ceramic restoration. *Dent Clin North Am* 1983; 27 : 747

53. Meyer J.M. and Nally J.N. : Chemical bonding in the porcelain-baked-to-metal technique. *J Dent Res* 1971; 50 : 760
54. Mitchell D.F., Shankwalker G.B. and Shazer S. : Determining the tumorigenicity of dental materials. *J Dent Res* 1960; 39 : 1023
55. Morris H.F. and Participants of CSP No. 147 : Veterans Administration Cooperative Studies Project No. 147 Part IV : Biocompatibility of base metal alloys. *J Prosthet Dent* 1987; 58 : 1
56. Morris H.F. and Participants of CSP No. 147 : Veterans Administration Cooperative Studies Project No. 147 Part VI : Laboratory costs of castings from noble and alternative ceramic metal alloys. *J Prosthet Dent* 1988; 60 : 164
57. Morris H.F. and Participants of CSP No. 147/242 : Properties of Co-Cr metal ceramic alloys after heat treatment. *J Prosthet Dent* 1990; 63 : 426
58. Moffa J.P., Lugassy A.A., Guckes A.D. and Gottleman L. : An evaluation of nonprecious alloys for use with porcelain veneers. Part I, Physical properties. *J Prosthet Dent* 1973; 30 : 424
59. Moffa J.P., Guckes A.D., Okawa M.T. and Lilly G.E. : An evaluation of nonprecious alloys for use with porcelain veneers. Part II, Industrial safety and biocompatibility. *J Prosthet Dent* 1973; 30 : 432
60. Moffa J.P. and Jenkins W.A. : Status report on base-metal crown and bridge alloys. *J Am Dent Assoc* 1974; 89 : 652
61. Moffa J.P., Beck W.D. and Hoke A.W. : Allergic response to nickel-containing dental alloys. [Abstract] *J Dent Res* 1977; 56 : B 78
62. Moffa J.P., Ellison J.E. and Hamilton J.C. : Incidence of nickel sensitivity in dental patients. [Abstract] *J Dent Res* 1983; 62 : 199
63. Nally J.N. : Chemico-physical analysis and mechanical tests of the ceramo-metallic complex. *Int Dent J* 1968; 18 : 309
64. Nielsen J.P. and Tuccillo J.J. : Calculation of interfacial stress in dental porcelain bonded to gold alloy substrate. *J Dent Res* 1972; 51 : 1043
65. Obregon A., Goodkind R.J. and Schwabacher W.B. : Effects of opaque and porcelain surface texture on the color of ceramometal restoration. *J Prosthet Dent* 1981; 46 : 330
66. O'Brien W.J. : Cohesive Plateau Theory of Porcelain-Alloy Bonding. *Dental Porcelain : The State of the Art* 1977 p137
67. O'Brien W.J., Boenke K.M. and Groh C.L. : Evaluation of some properties of an opaque porcelain fired simultaneously with the body porcelain. *J Prosthet Dent* 1994; 72 : 414
68. Olin P.S., Clay D.J. and Look J.O. : Current prosthodontic practice; A dental laboratory survey. *J Prosthet Dent* 1989; 61 : 742
69. Paige G.F. : Spray Opaquing; A new method for an old technique. *Perspectives in Dental Ceramics*. Quint Pub Co Inc 1988 p365
70. Pask J.A. : Fundamentals of wetting and bonding between ceramics and metals.; Alternatives to gold alloys in dentistry. DHEW publication No.(NIH) 77-1227 1977;235
71. Pask J.A. and Fulrath R.M. : Fundamentals of glass-to-metal bonding; VIII *J Am Ceram Soc* 1962; 45 : 592
72. Pedersen E., Hogetueit A.C. and Anderson A. : Cancer of the respiratory organs among workers at a nickel refinery in Norway. *Int J Cancer* 1973; 12 : 32
73. Pezzoli M., Angelini E. and Bruzzone G.

- : Metal-porcelain bonding to a magnetizable alloy. *J Prosthet Dent* 1989; 62 : 38
74. Philips R.W. : Skinner's science of dental materials. 8th ed. Philadelphia; WB Saunders Co 11982 p547
 75. Rake P.C., Goodacre C.J., Moore B.K. and Munoz C.A. : Effect of two opaquing techniques and two metal surface conditions on metal-ceramic bond strength. *J Prosthet Dent* 1995; 74 : 8
 76. Sced I.R. and McLean J.W. : The strength of metal/ceramic bonds with base metal containing chromium. *Br Dent J* 1972; 132 : 232
 77. Schaffer S.P. : An approach to determining the bond strength of ceramometal system. *J Prosthet Dent* 1982; 48 : 282
 78. Schwartz N.L., Whitsett L.D., Berry T.G. and Stewart J.L. : Unserviceable crowns and fixed partial dentures; Life-span and causes for loss of serviceability. *J Am Dent Assoc* 1970; 81 : 1395
 79. Shell J.S. and Nielsen J.P. : Study of the bond between gold alloys and porcelain. *J Dent Res* 1962; 41 : 1424
 80. Shiba A. : The Conical Double-Crown Telescopic Removable Periodontic Prosthesis. Ishiyaku EuroAmerica Inc 1993 p50
 81. Siebert G. : 10 Jahre Erfahrungen mit NEM.; Redaktionell bearbeitete Fassung eines Referates das anl ich des NEM-symposiums in Stuttgart am 28 Jan.1989 gehalten wurde.
 82. Siebert G. and Schwickerath H. : Investigation of a new non-precious metal-ceramic system(Dentitan). *Deutsche Zahn rztliche Zeitschrift* 1983; 38 : 1029
 83. Silver M., Klein G., and Howard M.C. : An evaluation and comparison of porcelains fused to cast metals. *J Prosthet Dent* 1960; 10 : 1055
 84. Stein R.S. and Kuwata M. : A dentist and a dental technologist analyze current ceramo-metal procedures. *Dent Clin North Am* 1977; 21 : 729
 85. Tamura and Katsumi : Ceramo-metal crown. Ishiyaku Pub Inc 1991
 86. Tesk J.A. : Selection and characteristics, nickel and base metals.; Alternatives to gold alloys in dentistry. Washington D.C. DHEW publication No.(NIH) 77-1227 1977;68
 87. Trifunovic D.M., Gligic M. and Todorovic A.B. : Study of Co-Cr-Mo alloys in metal ceramics. *Stomatoloski Glasnik Srbije* 1991; 37 : 369
 88. Uusalo E.K., Lassila V.P. and Yli-Urpo A.V. : Bonding of dental porcelain to ceramic-metal alloy. *J Prosthet Dent* 1987; 57 : 26
 89. Vermilyea S.G., Tamura J.J. and Mills D.E. : Observations on nickel-free, beryllium-free alloys for fixed prosthesis. *J Am Dent Assoc* 1983; 106 : 36
 90. Vickery R.C. and Badinelli L.A. : Nature of attachment forces in porcelain-gold system. *J Dent Res* 1968; 47 : 683
 91. Von Radnoth M.S. and Lautenschlager E. P. : Metal surface changes during porcelain firing. *J Dent Res* 1969; 48 : 321
 92. Wight T.A., Bauman J.C. and Pelleu G.B.Jr. : An evaluation of four variables affecting the bond strength of porcelain to nonprecious alloy. *J Prosthet Dent* 1977; 37 : 570
 93. Yamamoto M. : Metal Ceramics. Quint Pub Co Inc 1985 p110
 94. 주혜연, 김광남, 장익태 : 티타늄의 구조성 및 도재와의 결합력에 대한 연구. 서울대학교 치대논문집 1993; 27 : 115

Abstract

EFFECT OF TWO OPAQUING TECHNIQUES ON METAL-CERAMIC BOND STRENGTH

Il-Seong Jang, Sun-Hyung Lee

Department of Prosthodontics, College of Dentistry, Seoul National University

The opaque porcelain layer of porcelain-fused-to-metal (PFM) restoration is critical for the success of PFM restoration because it is the first layer placed over the treated alloy. But, the methods of opaquing technique have not been confirmed. Usually, the one layer method and two layer method have been used for the application of opaque porcelain.

In the past, alloys with porcelain veneers which have been used successfully have contained various precious metals. Recent increase in the cost of precious metals stimulates considerable interest in nonprecious alloys. Although nickel-chromium alloys and nickel-chromium-beryllium alloys have been widely used, the use of cobalt-chromium alloys would be gradually increased with elimination of any potential risk of nickel-related allergic responses and/or beryllium-related toxic responses.

This investigation examined one- and two-layer opaque porcelain applications to determine the effect on the bond strength of titanium added cobalt-chromium metal ceramic alloy.

Bond strength of Ceramco II porcelain to titanium added cobalt-chromium alloy (2Dentitan) and gold-platinum-palladium alloy (Degudent H) were evaluated by direct shear bond strength test with Instron universal testing machine.

The results were as follows;

1. When the mean shear bond strength of each experimental group were compared in 0.25cm² unit area, the titanium added cobalt-chromium alloy/two layer method exhibited the greatest strength (79.7kg), followed by titanium added cobalt-chromium alloy/one layer method (76.2kg), gold-platinum-palladium alloy/two layer method (71.4kg), gold-platinum-palladium alloy/one layer method (64.2kg).
2. No significant differences in bond strength were recorded between the two opaquing techniques for gold-platinum-palladium alloy and titanium added cobalt-chromium alloy.
3. No significant differences in bond strength were recorded between the gold-platinum-palladium alloy and the titanium added cobalt-chromium alloy.

Key words : opaque porcelain, cobalt-chromium alloy, shear bond strength