

## Silicoating 후 시간지연이 금속과 레진 시멘트 간의 접착강도에 미치는 영향

전남대학교 치과대학 치과보철학교실

양진경 · 배정식

### I. 서 론

레진 접합 수복물은 치질 삭제가 작고, 심미적이고, 경제적이라는 장점이 있어 현재 널리 이용되고 있으나 레진과 금속 접착면에서의 탈락이 주된 실패 요인이 되고있다<sup>1-3)</sup>. 이러한 문제점을 해결하기 위한 방법으로 다양한 기계적, 화학적인 금속 피착면 처리법이 사용되어 왔다.

기계적인 접착 방법으로는 천공된 framework<sup>4-7)</sup>, Duralingual mesh<sup>1,5,8)</sup>, 다공성 금속 분말<sup>9)</sup>, 소금분말<sup>10,11)</sup>, retention bead<sup>7,12)</sup> 등이 이용되어 왔으나 이러한 방법들은 치아의 삭제량이 많아지고, 수복물이 풍용해지는 문제점이 있다<sup>7)</sup>. 또 다른 기계적 접착 방법으로 금속 표면의 전기 화학적 식각법<sup>2,11-15)</sup>, 화학적 식각법<sup>4,7,10,11,14,16-25)</sup>, sandblasting법<sup>2,3,18,26-32)</sup>이 소개되고 널리 사용되었다. 전기 화학적 식각법은 기술적으로 매우 민감하고, 특수한 장비를 필요로 하며, 비귀금속 합금에만 사용되어야 하는 문제점이 있고<sup>22,23,33)</sup> 화학적으로 식각시키는 방법은 식각 처리시 화학액의 오염이 결합력에 영향을 미칠 수 있는 단점이 지적되고 있다<sup>7)</sup>.

레진 시멘트와 금속을 화학적으로 접착시키는 방법으로는 주석 도금법<sup>3,15)</sup>, 열 가열법<sup>15,34)</sup>, Silicoating법<sup>2,5,12,21,22,24,35-52)</sup> 등이 사용되고 있다.

1984년 Musil과 Tiller<sup>51)</sup>에 의하여 소개된 불꽃에 의한 방법<sup>31,37,44)</sup>은 silicate층을 균일하지 못하게 형성하여 결합력에 영향을 미치므로<sup>31,39)</sup>

silicate층을 가열로에서 sintering하는 방법(Silicoater MD<sup>®</sup>)이 개발되었다. Hummel등<sup>38)</sup>은 합금에 따른 결합력의 비교에서 가열로에서 sintering하는 방법은 귀금속 합금에서 더 높은 결합력을 나타낸다고 하였으며 flame-spray방법은 비귀금속에서 더 높은 결합력을 나타낸다고 하였으나, Morber등<sup>39)</sup>은 flame-spray방법이 가열로에서 sintering하는 방법보다 귀금속과 비귀금속 모두에서 더 높은 결합력을 나타낸다고 하였다.

Silicoating법이 다른 금속 처리법에 비하여 더 높은 결합력을 나타냄에도 불구하고 silicoating 후 시멘트로 합착 전까지의 시간지연이 결합력에 영향을 미친다는 보고가 있다<sup>37,39,42-44)</sup>. 이러한 결합력 감소를 방지하기 위하여 Laufer와 Nicholls<sup>42)</sup>, Hansson<sup>37,43)</sup>은 flame-spray 방법으로 silicoating 후 레진과 접착을 지연시킬 경우에는 unfilled 레진을 금속 표면에 도포하는 방법 등으로 silicoating된 금속 표면에 보호막을 형성하여야 한다고 하였다. 그러나 가열로에서 silicate층을 sintering하는 silicoating 후 시간지연과 unfilled 레진의 도포 효과에 대한 연구는 미미하다. 이에 저자는 Silicoater MD에서 silicoating을 시행한 후 레진 시멘트로 접착 전까지의 시간지연과 레진 시멘트의 종류가 결합력에 미치는 영향과 파절양상을 관찰하기 위하여 본 연구를 시행하였다.

## II. 연구 재료 및 방법

### 가. 연구 재료

본 실험에서는 금속 시편은 Ni-Cr-Be계 비귀금속 합금인 Rexillum III®(Jeneric/Penton, Gold, U.S.A)를 사용하였고, 레진 시멘트는 Bis-GMA계 복합 레진 시멘트인 Comspan®(L.D Caulk, U.S.A), 인산 복합 레진 시멘트인 Panavia EX®(Kuraray Co., Japan), 4-META 레진 시멘트인 Superbond C&B®(Sun Medical Co., Japan)을 사용하였다.

### 나. 연구방법

#### 1. 실험군의 분류

금속 시편을 금속면 처리 방법, 금속면 처리 후 레진 시멘트와 접착 전까지의 시간지연, 금속면 처리 후 unfilled 레진의 도포 유무에 따라 다음과 같이 분류하였다. 250 $\mu$ m의 산화 알루미늄 분말로(Cobra®, Renfert, Germany) sandblasting만 시행하고 즉시 접착한 시편을 1군, 250 $\mu$ m의 산화 알루미늄 분말로 sandblasting하고 silicoating 후 즉시 접착한 시편을 2군, 250 $\mu$ m의 산화 알루미늄 분말로 sandblasting하고 silicoating 후 밀폐된 방습 용기에 7일 보관한 후 접착한 시편을 3군, 250 $\mu$ m의 산화 알루미늄 분말로 sandblasting하고 silicoating 후 금속 표면에 unfilled 레진을 바르고 밀폐된 방습 용기에 7일 보관한 후 접착한 시편을 4군으로 분류하였다(Table 1).

#### 2. 시편 제작

금속 시편은 3종의 시멘트에 따라 18개씩 각 군당 54개, 총 216개를 제작하였다. 시편의 모형은 10 $\times$ 10 $\times$ 2mm 크기로 금속 mold를 이용하여 정사각형의 레진 모형을 Pattern resin®(G.C Co., Japan)을 이용하여 제작한 후 중앙에 5mm직경의 고리를 달아 모형을 완성하였다(Fig. 1).

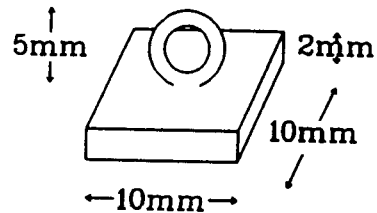


Fig. 1. Schematic representation of metal specimen.

제작된 모형을 통법에 따라 인산염 매몰제(Hi-Temp®, Whip mix, U.S.A)로 진공 매몰하고 주조하였다. 주조된 시편은 50 $\mu$ m의 산화 알루미늄 분말(Hi-Alumina® Shofu, Japan)로 가볍게 sandblasting하여 매몰제를 제거하고 초음파 세척기에서 10분간 세척하였다. 금속 피착면을 균일하게 유지하기 위하여 사포( grit # 80, 150, 220, 1000)를 이용하여 주수하에서 바닥과 평행하도록 연마하고 세척한 후 각 2개의 시편을 무작위로 선택하여 맞추어 크기가 잘 맞는지 확인하고 시편 사이에 빛을 통과시켜

Table 1. Experimental groups

Group	Surface treatment	Cementation
1	Sandblasting	Immediate
2	Sandblasting + Silicoating	Immediate
3	Sandblasting + Silicoating	After 7 days
4	Sandblasting + Silicoating + Unfilled resin coating	After 7 days

보아 시편끼리 간격이 있으면 다시 연마하여 간격이 없도록 하였다.

### 3. 금속 시편의 처리

도재를 측정하는 것과 동일한 조건을 부여 하기 위해 1800°F까지 4회 도재 소성로(HIGH BAKE-II® Jae myoung Co., Korea)에서 소성 하였다.

모든 시편들은 먼저 250µm 크기의 산화 알루미늄 분말로 6bar의 압력으로 30초 동안 sandblasting하고 silicoating을 시행할 2, 3, 4군의 시편들은 ethylacetate(Siliclean®, Kulzer, Germany)에서 10분간 초음파 세척한 후 공기중에서 건조한 다음 silica 용액(Sililink®, Kulzer, Germany)을 도포하고 Silicoater MD에서 300 °C로 가열하여 silicoating을 완성한 후 5분간 식히고 silane(Siliseal®, Kulzer, Germany)을 도포하였다.

2군의 시편들은 silicoating 후 제조사의 지시에 따라 즉시 접착하였고 3군과 4군의 시편들은 silicoating 후 7일간 보관하였는데 4군은 silicoating후 즉시 unfilled 레진의 base(Comspan® L.D Caulk, U.S.A)을 피착될 금속 표면에 붓으로 얇게 도포하였다.

### 4. 금속 시편의 접착

금속 시편은 각각 Comspan, Panavia EX, Superbond C&B로 각 군당 18쌍을 제조자의 지시에 따라 시멘트를 혼합하여 피착면에 바른 후에 두시편을 잘 적합시키고 여분의 시멘트를 붓으로 제거한 후에 1.2kg의 정하중을 10분동안 가하여 완전히 경화 되도록 하였다.

Silicoating후 unfilled레진을 도포하고 7일 보관한 4군의 피착될 금속면은 물로 세척하여 unfilled 레진을 제거하고 30분간 공기중에서 완전히 건조시킨 후에 시멘트로 접착하였다.

### 5. 접착강도 측정과 파절양상 관찰

모든 시편을 5°C와 55°C 수조에서 30초간 교대 침수하여 thermocycling을 1000회 시행한 후 시편을 만능물성 시험기(Universal testing machine, Shimadzu, AGS-100A, Japan)에서 분당

5mm의 crosshead speed로 금속 시편이 분리될 때의 접착강도를 측정하였고, 분리된 시편의 파절양상은 확대경(Loupe®, Lactona Co., U.S. A)을 이용하여 관찰하였다.

### 6. 통계처리

각 군의 금속과 레진 간의 접착강도의 평균 값과 각군간의 비교분석을 ANOVA(An analysis of variance)와 Duncan 다중 비교 검정으로 처리하였다.

## III. 연구 결과

### 가. 금속과 레진 간의 접착강도

Comspan으로 접착한 경우 금속과 레진 간의 접착강도는 1군이 75.15±11.38kg/cm<sub>2</sub>, 2군이 213.07±32.46kg/cm<sub>2</sub>, 3군이 217.95±31.45kg/cm<sub>2</sub>, 4군이 210.08±23.93kg/cm<sub>2</sub>을 나타내어 (Table 2, Fig. 2) 250µm의 산화 알루미늄 분말로 sandblasting만을 시행한 1군에 비해 2, 3, 4군이 약 2.5배정도 높았으며, silicoating을 시행하고 즉시 접착한 2군, 7일간 보관 후 접착한 3군 및 silicoating후 unfilled 레진을 바르고 7일간 보관한 후 접착한 4군 간의 결합력은 유의한 차는 없었다(P<0.05) (Table 2).

Panavia EX로 접착한 경우 금속과 레진 간의 접착강도는 1군이 155.08±12.47kg/cm<sub>2</sub>, 2군이 21.94±22.79kg/cm<sub>2</sub>, 3군이 221.63±3.20kg/cm<sub>2</sub>, 4군이 217.71±26.74kg/cm<sub>2</sub>로 sandblasting만을 시행한 1군이 가장 낮은 값을 나타냈고, silicoating후 7일간 보관한 후 접착한 3군이 즉시 접착한 2군보다 높았으며(P<0.05) unfilled레진의 도포 유무에 따른 비교에서 unfilled레진을 도포하지 않고 7일간 보관한 후 접착한 3군과 unfilled레진을 도포하고 7일간 보관한 후 접착한 4군간에는 유의한 차이가 없었다 (P<0.05) (Table 2).

Superbond C&B로 접착한 경우 1군이 190.08±32.77kg/cm<sub>2</sub>, 2군이 253.05±27.47kg/cm<sub>2</sub>, 3군이 230.37±43.79kg/cm<sub>2</sub>, 4군이 259.45±39.

Table 2. Mean tensile bond strength between the metal and resin cements(Kg/Cm<sup>2</sup>)

Group	Comspan	Panavia EX	Superbond C&B
	Mean (SD)	Mean (SD)	Mean (SD)
1	75.15(11.38)	155.08(12.47)	190.08(32.77)
2	213.07(32.46)	201.94(22.79)	253.05(27.47)
3	217.95(31.45)	221.63(30.20)	230.37(43.79)
4	210.08(23.93)	217.71(26.74)	259.45(39.12)

SD : Standard deviation

Groups connected by a bracket are not significantly different at P<0.05

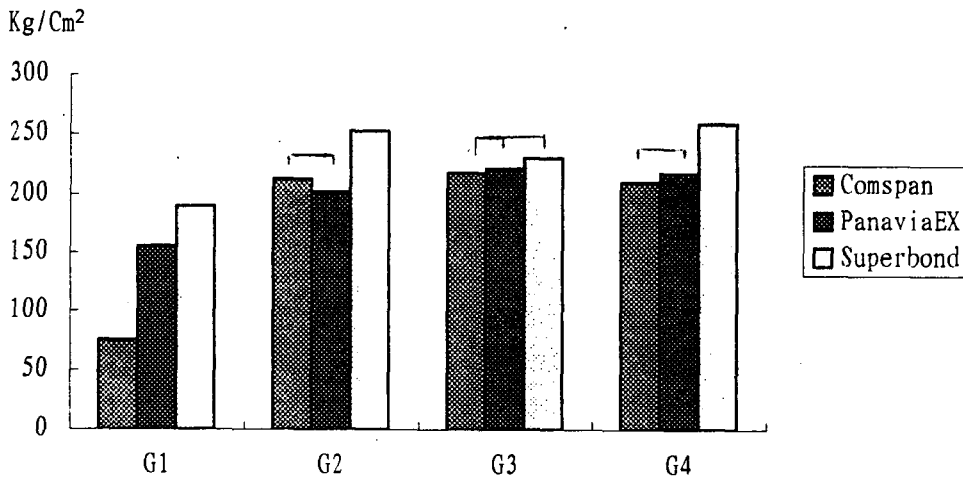


Fig. 2. Bar graph showing tensile bond strength between the metal and resi cements. Groups connected by a bracket are not significantly different at P<0.05.

12kg/cm<sup>2</sup>로 sandblasting만을 시행한 1군의 결합력이 가장 낮았고, silicoating 후 즉시 접착한 2군이 7일간 보관한 후 접착한 3군보다 높았으며(P<0.05), unfilled 레진을 도포하고 7일간 보관한 후 접착한 4군이 unfilled레진을 도포하지 않고 7일간 보관한 후 접착한 3군보다 높았다(P<0.05) (Table 2).

각군에서 시멘트 종류에 따른 접착강도의 비교는 모든 군에서 Superbond C&B을 사용한 경우에 접착강도가 가장 높았으며, silicoating을 시행한 2군 3군 및 4군에서는 Panavia EX와

Comspan으로 접착한 시편들 간의 접착강도는 유의한 차는 없었다(P<0.05) (Fig. 2).

#### 나. 파절양상

Silicoating을 시행한 군에서는 시간지연과 시멘트의 종류에 관계없이 레진 시멘트내에서 cohesive한 파절양상을 나타냈으며(photography 1), 소수의 시편에서는 cohesive한 파절양상과 레진과 금속계면에서 파절이 일어난 adhesive한 양상의 파절이 동시에 일어났지만

Table 3. Types of failure after bond strength test

Group	Comspan			Panavia EX			Superbond C&B		
	C	A	C-A	C	A	C-A	C	A	C-A
1	0	18	0	15	0	3	16	0	2
2	15	0	3	16	0	2	17	0	1
3	14	0	4	17	0	1	18	0	0
4	13	0	5	16	0	2	17	0	1

C ; cohesive, A ; adhesive, C-A ; cohesive-adhesive.

(Photography 2), sandblasting만을 시행한 1군에서 comspan으로 접착한 경우 레진과 금속 계면에서 adhesive한 양상의 파절이 일어났다 (Table 3) (Photographies 3, 4).

#### IV. 총괄 및 고찰

Silicoating법은 금속과 레진을 화학적으로 결합시키는 방법으로 금속과 레진 간의 결합력을 증진시키는데 목적이 있으며 귀금속과 비귀금속에서 모두 사용될 수 있고 레진 접합 수복물뿐만 아니라 전장용 레진을 금속에 결합시킬 때에도 사용될 수 있다<sup>41, 42</sup>.

Silicoating후 금속과 레진 시멘트 간의 접착 강도에 관하여 많은 연구들이 발표되어왔다. Veen등<sup>5</sup>은 silicoating이 천공된 framework나 sandblasting법보다 더 높은 결합강도를 보이며 주석 도금법과는 유사한 접착강도를 보고하였고, Imbery등<sup>31</sup>과 Caeg등<sup>33</sup>은 silicoating이 sandblasting및 전기 화학적 식각 처리법 보다 더 높은 결합력을 나타낸다고 하였으며, Creuger등<sup>35</sup>은 silicoating이 주석도금법및 sandblasting에 비하여 더 높은 결합강도를 보고하였다. 이외에도 다른 많은 선현들의 연구에서 silicoating이 다른 기계적 및 화학적 금속면 처리 방법에 비하여 금속과 레진 시멘트 간의 결합력을 증가시킬 수 있다고 보고되고 있다<sup>2, 7, 12, 13, 19, 23, 33, 36, 39, 47</sup>. 본 실험에서도 silicoating한 군들이(2군, 3군, 4군) 레진 시멘트와 접착전까지의 시간 지연 및 unfilled 레진 도포 유무와 관계없이

sandblasting만 시행한 1군보다 더 높은 결합력을 보여 sandblasting과 silicoating을 비교한 선현들의 보고<sup>2, 3, 5, 21, 22, 29, 31, 35, 40</sup>와 유사한 결과를 나타내었으며 이로 silicoating이 기계적 결합 방법보다 금속과 레진 간의 결합력을 증진시킬수 있는 방법임을 제확인할 수 있었다.

금속 표면에 불꽃에 의하여 silicate층을 형성하는 flame-spray방법은<sup>31, 37, 44</sup> silicate층을 균일하지 못하게 형성하여 결합력에 영향을 미치므로<sup>31, 39</sup> silicate층을 가열로에서 sintering하는 방법이 개발되었다. Silicoating을 flame-spray방법과 가열로에서 sintering하는 방법으로 시행한 경우의 레진과 금속 간의 결합력의 비교에 관하여 Hansson과 Moberg<sup>39</sup>은 flame-spray방법이 가열로에서 sintering하는 방법보다 귀금속과 비귀금속 모두에서 더 높은 결합력을 나타내었다고 하였으나, Hummel등<sup>38</sup>은 가열로에서 sintering하는 방법이 귀금속에서, flame-spray방법은 비귀금속 합금에서 더 높은 결합력을 나타냈다고 하였다. 본 연구에서는 silicoating을 비귀금속 합금에 가열로에서 sintering하는 방법(Silicoater MD)을 사용하였는데 silicoating을 시행하고 Bis-GMA계 레진 시멘트인 Comspan으로 접착시킨 경우(2군) 213.07±32.46kg/cm<sup>2</sup>을 나타내어 flame-spray방법을 사용하고 같은 Bis-GMA계 레진 시멘트로 접착시킨 신등<sup>41</sup>의 결과(239.16±44.4kg/cm<sup>2</sup>)와 유사하였다. 그러므로 silicate층을 flame-spray방법과 가열로에서 sintering하는 방법 모두 금속과 레진 간의 결합력에는 큰 차이가

없는 것으로 생각된다.

Laufer와 Nicholls<sup>42)</sup>은 silicoating후 레진 시멘트로 접착시키기 전까지의 시간지연과 보관 방법이 금속과 레진 간의 접착강도에 영향을 미칠 수 있다고 하였다.

비귀금속 합금에서 1시간까지는 즉시 접착한 군과 큰 차이가 없었지만 2시간 경과시는 현저히 결합력이 감소된다고 하였고 이러한 결합력 감소를 방지하기 위해 silicoating된 금속표면에 unfilled 레진을 도포하여 보관하는 방법을 추천하였다.

본 실험에서는 7일간 보관한 후 접착시킨 3군과 즉시 접착한 2군간에서는 Comspan으로 결합력에 영향을 미치지 않았으며, Superbond C&B로 접착시킨 경우는 3군이 2군보다 낮았으며, Panavia EX로 접착한 경우에는 오히려 3군이 2군보다 더 높은 금속 레진간의 접착강도를 보여 silicoating후 시간지연이 레진 시멘트에 따라 상이하게 나타났으며 Superbond C&B로 접착한 경우 접착강도의 감소 정도는 Laufer와 Nicholls<sup>42)</sup>이 보고한 40% 정도보다는 훨씬 적었다. 이러한 결과로 미루어 볼때 Laufer와 Nicholls<sup>42)</sup>이 사용한 flame-spray방법보다는 본 실험에서 사용한 가열로에서 sintering하는 방법이 더 안정된 silicate층을 유지할 수 있는 것으로 생각된다.

한편 Hansson과 Moberg<sup>39)</sup>는 가열로에서 silicoating한 후 경화되지않은 unfilled 레진을 도포하고 7일간 보관한 후 접착한 경우 경화시킨 unfilled 레진을 도포하고 7일간 보관한 후 접착한 경우 및 즉시 접착한 경우에서 결합력은 차이가 없다고 보고하였다. 본 실험에서는 unfilled 레진을 도포하지 않고 7일간 보관 후 접착한 3군과 unfilled 레진을 도포하고 7일간 보관 후 접착한 4군간에서는 Comspan과 Panavia EX로 접착한 경우에는 유의한 차가 없어 Hansson과 Moberg<sup>39)</sup>의 결과와 유사하였다. 그러나 Superbond C&B로 접착시킨 경우에는 unfilled 레진을 도포하지 않고 7일간 보관 후 접착한 군의 결합강도가 더 낮아 Comspan과 Panavia EX에서는 silicoating 후 7일정도까지는 시간을 지연시키고 접착하여도 무방할것으로 생각되며

Superbond C&B는 silicoating후 unfilled 레진을 도포하고 보관하는것이 결합강도 측면에서 더 유리할 것으로 생각된다.

레진 시멘트의 종류에 따른 silicoating 후 금속과 레진 간의 접착강도의 비교에서는 모든 군에서 Superbond C&B가 가장 높은 접착강도를 나타내었으며 Comspan과 Panavia EX간에서는 유의한 차이가 없었다(Fig. 3). Masuhara<sup>30)</sup>는 4-META 레진은 금속의 산화막과 결합하는데 silicoating이 이러한 산화막을 형성하고, 또한 4-META 레진이 금속 표면의 산화막형성에 도움을 주므로써 4-META 레진이 다른 레진 시멘트의 결합력보다 더욱 높다고 하였다. 그러나 Diaz-Arnold등<sup>16)</sup>은 Panavia EX가 Superbond C&B보다 큰 결합력을 보이고, Superbond C&B에서는 결합강도의 편차가 크다고 하였는데 본 실험에서도 이와 유사한 경향을 보였다. 이는 Superbond C&B가 정확하게 분말과 액의 비율을 조정하기 어렵고 작업시간이 매우 짧아 표준화가 어렵기 때문인 것으로 생각된다.

Silicoating후 레진과 금속 간의 파절양상에 관하여 Naegeli등<sup>36)</sup>, Verzijen등<sup>2)</sup>은 레진내에서 cohesive한 파절이 일어난다고 하였으며, Diaz-Arnold등<sup>16)</sup>은 sandblasting하여 접착한 경우에서 Panavia EX는 cohesive한 파절을, Superbond C&B는 adhesive한 파절을 보인다고 하였고, Imbery등<sup>31)</sup>은 sandblasting만으로 금속 표면을 처리하고 Comspan으로 접착한 경우에 주로 adhesive한 파절양상을 보인다고 하였다. 본 실험에서는 sandblasting만으로 표면 처리하고 Comspan으로 접착시킨 경우에는 adhesive한 파절이 발생하였고(Photographies 3, 4), 이는 Imbery등<sup>31)</sup>의 결과와 같았다. 이러한 결과는 레진과 금속 간의 결합이 레진내의 결합보다 약한 것을 의미한다. 한편 silicoating한 군에서는 시간지연이나 시멘트의 종류, unfilled 레진의 도포와 관계없이 대부분 cohesive한 파절이 일어났고 일부의 시편에서는 adhesive와 cohesive한 파절이 동시에 일어났으나 cohesive한 파절이 우세하게 관찰되었다(Photographies 1, 2). 이는 신등<sup>41)</sup>과 Bahannan<sup>46)</sup>의 보

고와 유사하며 이처럼 silicoating한 군에서 cohesive한 파절양상을 보이는 것은 레진내보다 레진과 금속 간의 결합이 더 강하다는 것을 의미한다.

이상의 결과로 보아 silicoating을 가열로에서 시행하는 경우 일주일까지는 시멘트 접착전까지의 시간지연시 unfilled 레진을 도포하지 않고 보관한 후 접착하는 것도 결합력의 측면에서는 크게 영향을 미치지 않을 것으로 생각된다. 그러나 본실험은 실험에서 시행된 결과이고 구강내에서는 보다 복잡한 여러 요소들이 존재하므로 이와 연관된 임상적인 연구가 시행되어져야 할 것으로 생각된다.

## V. 결 론

본 연구는 Ni-Cr-Be계 비귀금속 합금의 표면을 Silicoater MD를 이용하여 silicoating한 후 레진 시멘트와 접착 전까지의 시간 지연과 시멘트의 종류에 따른 금속과 레진간의 접착 강도를 알아보기 위하여 250 $\mu$ m 산화 알루미늄 분말로 sandblasting만 시행한 군을 1군, silicoating 후 즉시 레진 시멘트로 접착시킨 군을 2군, silicoating 후 밀폐된 방습 용기에 7일간 보관한 후 레진 시멘트로 접착시킨 군을 3군, silicoating 후 unfilled 레진을 도포하고 밀폐된 방습 용기에 7일간 보관한 후 레진 시멘트로 접착시킨 군을 4군으로 분류하고 각군의 시편들을 각각 Comspan, Panaiva Ex 및 Superbond C&B로 접착하여 금속과 이들 레진 시멘트 간의 접착강도를 만능물성 실험기를 이용하여 측정하고 파절의 양상을 관찰하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 시멘트의 종류에 관계없이 silicoating한 군들이(2군, 3군, 4군) 250 $\mu$ m 산화 알루미늄으로 sandblasting만 시행한 1군보다 더 높은 결합력을 보였다( $P < 0.05$ ).
2. Comspan으로 접착한 경우 금속과 레진 시멘트 간의 접착강도는 silicoating 후 즉시 접착한 2군, 7일간 보관한 후 접착한 3군 및 unfilled 레진을 도포하고 7일간 보관한 후 접착한 4군들 간에는 유의한 차이가 없

었다( $P > 0.05$ ).

3. Panavia EX로 접착한 경우 금속과 레진 시멘트 간의 접착강도는 silicoating 후 7일간 보관한 후 접착한 3군이 즉시 접착한 2군보다 높았으며( $P < 0.05$ ), unfilled 레진의 도포 유무에 따른 비교에서 unfilled 레진을 도포하지 않고 7일간 보관한 후 접착한 3군과 unfilled 레진을 도포하고 7일간 보관한 4군 간에는 유의한 차이가 없었다( $P < 0.05$ ).
4. Superbond C&B로 접착한 경우 금속과 레진 시멘트 간의 접착강도는 silicoating 후 즉시 접착한 2군이 7일간 보관한 후 접착한 3군보다 높았으며( $P < 0.05$ ), unfilled 레진의 도포 유무에 따른 비교에선 unfilled 레진을 도포하고 7일간 보관한 4군이 unfilled 레진을 도포하지 않고 7일간 보관한 후 접착한 3군보다 높았다( $P < 0.05$ ).
5. 레진 시멘트의 종류에 따른 금속과 레진 시멘트 간의 접착강도의 비교에서는 모든 군에서 Superbond C&B로 접착한 경우가 가장 높았으며( $P < 0.05$ ), Panavia EX와 Comspan으로 접착한 경우들 간에는 유의한 차이가 없었다( $P > 0.05$ ).
6. 파절양상은 대부분의 시편에서 cohesive한 파절이 일어났으나 sandblasting만 시행하고 Comspan으로 접착시킨 군에서는 adhesive한 파절양상이 관찰되었다.

이상의 결과로 가열로에서 silicoating을 시행한 경우 시간지연과 unfilled 레진의 도포에 관계없이 임상적으로 바람직한 접착력을 보여 silicoating 후 보관과 운반시 7일간의 시간 경과가 결합력에 크게 영향을 미치지 않는 것으로 생각된다.

## 참고문헌

1. Taleghani M, Leinfelder KF, Taleghani AM : An alternative to cast etched retainers. J Prosthet Dent 58 : 424-428, 1987.

2. Verzijden CWGJM, Feilzer AJ, Creugers NHJ, Davidson CL : The Influence of polymerization shrinkage of resin cements on bonding to metal. *J Dent Res* 71 : 410-413, 1992.
3. Gates WD, Diaz-arnold AM, Aquilino SA, Ryther JS : Comparison of the adhesive strength of a BIS-GMA cement to tin-plated and non-tin-plated alloys. *J prosthet Dent* 69 : 12-16, 1993.
4. Brady T, Doukoudakis A, Rasmussen ST : Experimental comparison between perforated and etched-metal resin-bonded retainers. *J prosthet Dent* 5 : 361-365, 1985.
5. Veen JH, Bronsdijk AE, Slagter AP, Poel ACM, Arends J : Tensile bond strength of Comspan resin to six differently treated metal surface. *Dent Mater* 4 : 272-277, 1988.
6. Rochette AL : Attachment of a splint to enamel of lower anterior teeth. *J Prosthet Dent* 30 : 418-423, 1973.
7. LaBarre EE, Ward HE : An alternative resin-bonded restoration. *J Prosthet Dent* 52 : 247-249, 1984.
8. Stokes AN, Tidmarsh BG : Porous metal coatings for resin-bonded systems. *J Prosthet Dent* 56 : 170-175, 1986.
9. Hansson GH, Gibbon WM, Shmizu HL : Bonding bases coated with porous metal power : A comparison with foil mesh. *Am J Orthodontics* 83 : 1-4, 1983.
10. 박상원, 양홍서 : 식각된 비귀금속 합금과 범랑질간의 접착 인장강도에 관한 연구, 대한치과 보철학회지 25 : 303-316, 1987.
11. El-sherif MH, EL-Messery A, Halhoul MN : The effects of alloy surface treatments and resins on the retention of resin-bonded retainers. *J Prosthet Dent* 65 : 782-786, 1991.
12. Barzilay I, Myers ML, Cooper LB, Graser GN : Mechanical and chemical retention of laboratory cured composite to metal surface. *J Prosthet Dent* 59 : 131-137, 1988.
13. Thompson VP, Castillo ED, Livaditis GJ : Resin-bonded retainers. Part I : Resin bond to electrolytically etched nonprecious alloys. *J Prosthet Dent* 50 : 771779, 1983.
14. Lawson JR : Alternative alloys for resin-bonded retainers. *J prosthet Dent* 65 : 97-99, 1991.
15. 이근우 : 수지접합 수복물용 합금의 피착면처리에 따른 결합력에 관한 실험적 연구. 대한 치과 보철학회지 29 : 13-22, 1991.
16. Diaz-Arnold AM, Mertz JM, Aquilino SA, Ryther JS, Keller JC : A comparison of the tensile strength four prosthodontic adhesives. *J prosthodont* 2 : 215-219, 1993.
17. Reilly B, Davis EL, Joynt RB, Quevedo J : Shear strength of resin developed by four bonding agent used with cast metal restoration. *J Prosthet Dent* 68 : 53-55, 1992.
18. Wiltshire WA : Nickel-and cobalt-based alloys for resin-bonded prosthesis. *Q D T Year book*, 153-160, 1989.
19. Livaditis GJ, Thompson, VP : Etched castings : An improved retentive mechanism for resin-bonded retainers. *J Prosthet Dent* 47 : 52-58, 1982.
20. Meiers JC, Jensen ME, Mayclin T : Effect of surface treatments on the bond strength of etched-metal resin-bonded retainers. *J prosthet Dent* 53 : 185-190, 1985.
21. Twesme DA, Lacefield WR, O'Neal SJ : Effects of thermocycling, silicoating and etching on composite bonding to Cu, Au and Ni base alloys. *J Dent res* 66 : 206,



- [Abstract] #799, 1987.
22. Kolodney H, Pucket AD, Breazeale M S, Patterson KL, Lentz DL : Shear bond strengths of prosthodontic adhesive systems to a nickel-chromium-beryllium alloy. *Quintessence Int* 23 : 65-69, 1992.
  23. Livaditis GJ : A chemical etching system for creating micromechanical retention in resin-bonded retainers. *J Prosthet Dent* 56 : 181-188, 1986.
  24. Chang JC, Powers JM, Hurt D : Bond strength of composite to alloy treated with bonding systems. *J prosthodont* 2 : 110-114, 1993.
  25. Love LD, Breitman JB : Resin retention by immersion-etched alloy. *J Prosthet Dent* 53 : 623-624, 1985.
  26. Matsumura H, Kawahara M, Tanaka T, Atsuta M : Surface preparations for metal frameworks of composite resin veneered prostheses made with an adhesive opaque resin. *J Prosthet Dent* 66 : 10-15, 1991.
  27. Tanaka T, Fujiyama E, Shimizu H, Takaki A, Atsuta M : Surface treatment of non-precious alloys for adhesion-fixed partial dentures. *J Prosthet Dent* 55 : 456-462, 1986.
  28. Aboush Y E Y : Cast metal resin-bonded dental restorations : Effect on the resin-to-metal bond of storage conditions before cementation. *J prosthodont* 67 : 293-295, 1992.
  29. Re GJ, Kaiser DA, Malone WFP, Garcia-Godoy F : Shear bond strengths and scanning electron microscope evaluation of three different retentive methods for resin-bonded retainers. *J Prosthet Dent* 59 : 568-573, 1988.
  30. Masuhara, E. : A New 4-META adhesive resin. *Dent. outlook* 59 : 661-682, 1982.
  31. Imbery TA, Burgess Jo, Naylor W. P : Tensile strength of three resin cements following two alloy surface treatments. *Int J prosthodont* 5 : 59-67, 1992.
  32. Hall T, Mitchell RJ : Bond strength to resin bonded to sandblast Ni-Cr-Be alloy. *J Dent Res* : 272 [Abstract] #724, 1989.
  33. Caeg c, Leinfelder KF, Lacefield WR, Bell W : Effectiveness of a method used in bonding resins to metal. *J Prosthet Dent* 64 : 37-41, 1990.
  34. Tanaka T, Atsuta M, Nakabayash E : Surface treatment of gold alloys for adhesion. *J prosthet Dent* 60 : 271-279, 1988.
  35. Creugers NHJ, Welle PR, Vrijhoef MMA : Four bonding systems for resin-retained cast metal prostheses. *Dent mater* 4 : 85-88, 1988.
  36. Naegeli DG, Duke ES, Schwartz R, Norling BK : Adhesive bonding of composites to a casting alloy. *J Prosthet Dent* 60 : 279-283, 1988.
  37. Hansson O : The Silicoater technique for resin-bonded prostheses : Clinical and laboratory procedures. *Quint int* 20 : 85-99, 1989.
  38. Hummel SK, Pace LL, Marker VA : A comparison of two silicoating techniques. *J prosthodont* 3 : 108-113, 1994.
  39. Hansson O, Moberg L-E : Evaluation of three silicoating methods for resin-bonded prostheses. *Scand J Dent Res* 101 : 243-251, 1993.
  40. Peutzfeldt A, Asmussen E : Silicoating : Evaluation of a new method of bonding composite resin to metal. *Scand J Dent Res* 96 : 171-176, 1988.
  41. 신현수, 한동후, 이근우 : Silicoating이 수지접합 수복물의 결합력에 미치는 영향에 관한 실험적 연구. *대한치과보철학회지* 27 : 101-117, 1989.

42. Laufer B-Z, Nicholls JI : Time delay effects on the tensile bond strength developed by the silicoater. *Quintessence Dent Tech* 11 : 199-203, 197.
43. Hansson O : Strength of bond with Comspan Opaque to three silicoated alloys and titanium. *Scand J Dent Res* 98 : 248-256, 1990.
44. Laufer B-Z, Nicholls JI, Townsend JD : SiOx-C Coating : A composite-to-metal bonding mechanism. *J Prosthet Dent* 60 : 320-327, 1988.
45. Twesme DA, Lacefield WR, O'Ndal SJ : Effect of silicoating and etching on alloy-composite bonding. *J Dent res* 65 : 314, [Abstract] #1304, 1986.
46. Bahannan S, Lacefield WR : An evaluation of three methods of bonding resin composite to stainless steel. *Int J prosthodont* 6 : 502-505, 1993.
47. Ishijima T, Caputo AA, Mito R : Adhesion of resin to casting alloys. *J Prosthet Dent* 67 : 445-449, 1993.
48. Kolodney H, Puckett AD, Brown K : Shear strength of laboratory -processed composite resins bonded to a silane-coated nickel -chromium- beryllium alloy. *J Prosthet Dent* 67 : 419-422, 1992.
49. Bahannan SA, Connelly ME, Mueninghoff LA : Application of silica coating technique for removable prosthodontics. A clinical report. *J prosthet Dent* 65 : 1-3, 1991.
50. O'Keefe KL, Connelly ME, Mueninghoff LA : In vitro bond strength of silica-coated metal post in roots of teeth. *Int J Prosthodont* 5 : 373-376, 1992.
51. Mori S, Kawamura N, Iwai M, Kato M, Hasegawa J : Evaluation of alloy composite resin adhesive strength of silicoater system. *Aichi-Gakuin J Dent Sci* 25 : 170-175, 1987.
52. Musil R, Tiller HJ : Die molekulare Kopplung der Kunststoff-Verblendung an die Legierungsoberfläche. *Dental-labor XX-XII Heft* : 1155-1161, 1984.
53. 山下 敦 : 歯科接着性樹脂の基礎臨床 (下巻) クインラシセンス出版. 東京 69-84, 1983.
54. Tanaka T, Nagata K, Takeyama M, Atsuta M, Nakabayashi N, Masuhara E : 4-META Opaque Resin-A new resin strongly adhesive to Nickel-Chromium Alloy. *J Dent Res* 60 : 1697-1705, 1981.

## 논문 사진부도

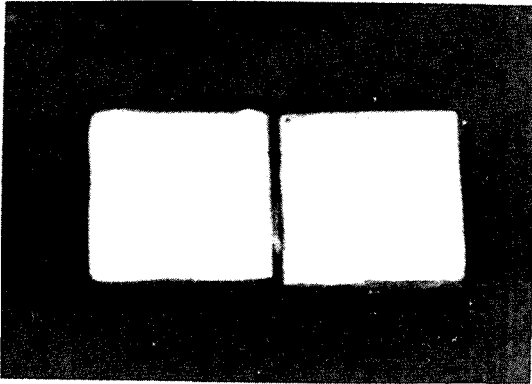


Photo. 1. Photography showing cohesive fractured specimens

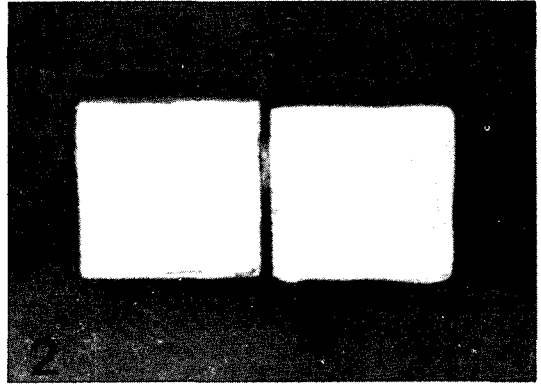


Photo. 2. Photography showing cohesive & adhesive fractured specimens

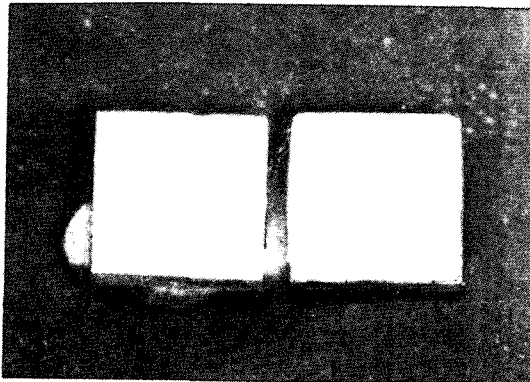


Photo. 3. Photography showing adhesive fractured specimens

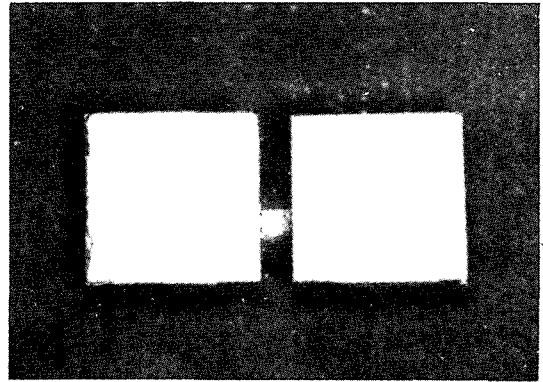


Photo. 4. Photography showing adhesive fractured specimens

## Abstract

# THE EFFECT OF TIME DELAY AFTER SILICOATING ON THE BOND STRENGTH BETWEEN THE METAL AND RESIN CEMENT

Jin-Kyoung Yang, Jeong-Sik Bae

*Dept. of Prosthodontics, College of Dentistry, Chonnam National University*

For the purpose of this study, the silicoating on Ni-Cr-Be alloy surface was carried out by using the Silicoater MD. The effect of time delay after silicoating on the bond strength between the metal and resin cement was examined. The groups were divided into 4 :

group 1 : Sandblasted with 250 $\mu$ m aluminium oxide, immediatly cemented

group 2 : Sandblasted with 250 $\mu$ m aluminium oxide, silicoated and immediatly cemented

group 3 : Sandblasted with 250 $\mu$ m aluminium oxide, silicoated and cemented after 7 days

group 4 : Sandblasted with 250 $\mu$ m aluminium oxide, silicoated and coated with unfilled resin and cemented after 7 days

Specimens were luted with Comspan, Superbond C&B or Panavia EX. The tensile bond strength between the metal and resin cement was measured by using the universal testing machine.

The results were as follows :

1. The bond strength in groups 2, 3 and 4 was higher than that of group 1 ( $p < 0.05$ ). There was no statistically significant difference among the bond strength in groups 2, 3 and 4 ( $p > 0.05$ ).
2. In Comspan-cemented groups, there was no significant difference among the bond strength in groups 2, 3 and 4 ( $p < 0.05$ ).
3. In Panavia EX-cemented groups, the bond strength of group 3 was higher than that of group 2 ( $p < 0.05$ ) and there was no significant difference between groups 3 and 4.
4. In Superbond C&B-cemented groups, there was significant difference between groups 2 and 3 ( $p < 0.05$ ) and the bond strength of group 4 was higher than that of group 3 ( $p < 0.05$ ).
5. The highest tensile bond strength was obtained by using the Superbond C&B and no difference in the Panavia EX and Comspan.
6. The modes of bond failure were mainly cohesive failure.

The method of storage and transport indicated in this study seems recommendable for laboratory and clinical use at least up to 7 days.