표면처리방법에 따른 Electroforming Gold와 레진과의 전단결합강도

전북대학교 치과대학 치과보철학교실, 구강생체과학연구소

유병일·장문숙·윤태호·박주미·박찬운

Ⅰ. 서 론

구강내 수복물을 제작하기 위해 주조법이 사용된 이후로 주조에 의해 만들어진 보철물들은 여러 가지 한계점을 나타내었다.

1960년 Mahler[1]등과 1985년 Yamamoto[2]는 주조체의 한계성의 원인으로 납형의 변형, 매몰재의 팽창, 주조 후 금속의 수축을 이야기 하였다. 기술의 발전과 재료의 개발이 있었지만 주조체의 한계성은 극복되지 못하였다. 이런 주조체의 부적합이나 변형은 이차우식의 가능성을 증가시켜 수복물의 장기적인 예후에 좋지 않은 영향을 준다[3]. 주조에 의해 만들어지는 수복물은 술식의 한계성으로 인해 일반적으로 변연적합성이 130㎛로 매우 크며, 오랜 숙련을 통해 오차들을 줄일 수는 있지만 변연적합성이 가장 정밀한 경우 50㎛ 정도이며 또한 그 결과가 항상 일정하지도 않다[4,5]. 주조에 의한 보철물의 한계를 극복하기 위한 방법으로 electroforming gold가 소개되었다[6]. 1961년 Rogers에 의해 처음 도입된 electroforming gold는 99.9% 의 순수한 금 구조물을 전기침착에 의해 0.2mm에서 0.3mm의 균일한 두께로 만들어 내는 방법이다[7].

Electroforming gold는 납형제작, 매몰, 주조의 과정이 생략되어 주조에 의한 수복물 제작법에 비해 사용방법이 간편하고, 제작 단계의 단순화로 제어할 수 없는 오차들이 작아지며, 특별한 숙련 없이도 누구나가 20㎛ 이하의 우수한 변연적합성을 갖는 보철물을 만들어 낼 수 있는 장점이 있다. 또한, 순금 고유의 황색조는 심미적이며, 그 성분은 생체적합성이 우수하다[8-10].

Electroforming gold는 inlay, onlay, crown, implant 및 이중관가철성국소의치 등 치과보철의 다양한 분야에 이용된다. Inlay, onlay 및 crown에서는 일차구조물로 이용되며, implant와 이중관가철성국소의치에서는 이차구조물로 일차구조물과 삼차구조물의 정밀한 적합에 이용된다[11].

일차구조물로 이용되는 electroforming gold는 그 상부에 도재나 레진을 축성할 수 있다. 금속-도재 수복물 제작에서 electroforming gold를 하부구조로 이용할 때 도재의 소성과정 중 Vickers 경도가 150에서 50으로 감소하는 것이 관찰되었지만 이 정도의 경도 감소는 단일관으로 사용하는 데는 무리가 없는 것으로 보고되고 있다[12]. 하지만, electroforming gold에 레진을 이용하여 보철물을 제작하는 것은 electroforming gold의 물리적 성질을 변화시키지 않는다는 점에서 도재를 이용하는 것에 비해 장점을 가진다고 말할 수 있다. 또한 이차구조물로 이용되는 electroforming gold는 삼차구조물과의 부착시 레진시멘트를 사용하는데, 이 때 레진과의 우수한 결합이 요구되며 이 경우 레진과의 결합력이 중요한 요소로 작용한다[13]. 레진과 금속과의 결합에는 기계적, 화학적인 요인들이 작용한다. 하지만, 기계적인 유지구조들은 gap formation, microleakage 및 수복물의 두께를 증가시킨다[14]. 화학적인 표면처리에 의한

방법은 이러한 기계적인 유지구조의 단점을 보완할 수 있다. 화학적 결합을 위해서는 금속표면의 산화층이 매우 중요한데 99.9%의 순수한 금으로 이루어진 electroforming gold는 표면에 산화층을 형성하기가 어렵다[6,7]. 따라서, electroforming gold의 표면을 특수한 방법으로 표면처리 해 주어야 한다[15,16]. 제조사와 기존의 연구에서 이용한 electroforming gold의 표면처리방법은 silicoating methods중 한가지인 Rocatec (3M ESPE)을 분사하는 방법이었다. 하지만, 이 방법은 구강내에서 수복물이 유지될 수 있는 충분한 결합강도를 나타내지 못하고 있다.

본 연구는 electroforming gold와 레진과의 결합을 위해 이용할 수 있는 다른 표면처리방법을 조사해보고, 각 방법 간의 결합력의 차이를 알아보고, 임상에서 어떤 의의가 있는지 알아보고자 하였다. Electroforming gold와 레진과의 결합을 위해 이용할 수 있는 표면처리방법 중 silicoating methods중 한가지인 Rocatec (3M ESPE)을 분사하는 방법, 화학적 접착방법을 이용하는 방법 및 electrolytic tin plating을 이용한 방법으로 electroforming gold 표면을 처리한 후, 콤포짓트 레진 막대를 부착하여 전단결합강도를 비교하여 결합력의 차이를 알아보았고, EDX 분석을 통하여 그 계면을 분석하고, 파절양상을 광학현미경을 통해 관찰하였다.

Ⅱ. 실험방법 및 재료

1. 실험 재료

본 실험에서는 Gammat Free™(Gramm, Germany)을 이용하여 electroforming gold를 제작하였으며 전단결합강도 측정에 사용된 재료는 다음과 같다(Table 1).

2. 실험 방법

1) 전단결합강도 측정용 시편제작

20mm × 20mm × 100mm (가로, 세로, 높이)의 사각 금속 봉을 절삭기를 이용하여 20mm × 20mm × 50mm (가로, 세로, 높이)의 금속시편 4개를 제작하였다. 제조사의지시에 따라 금속시편에 구리 전극을 연결하고 (Fig. 1), Gammat Free electroforming unit(Gramm, Germany)을 이용하여 금속시편의 넓은 한쪽 면에 gold hard plating을 실시하였다 (Fig. 2). 금도금된 4개의 금속시편을 3기압의 압력으로 모래분사(50㎛, Al_2O_3, Renfert)한 후 표면의 잔류 모래를 air로 제거하고 다음의 4가지 방법으로 표면처리를 하였다. 각각의 표면처리 후 각 시스템에 따른 제조사의 추천에 따라 2종의 indirect resin system을 이용하여 높이 5mm의 콤포짓트 레진층을 중합하였다.

(1) Group 1

3기압의 압력으로 Rocatec Plus (3M ESPE, 110μm)를 분사하여 silicoating 하였다. 공기로 잔류물질은 제거하고 Sinfony™ (3M ESPE)를 제조사의 지시대로 적용하였다.

(2) Group 2

1개의 금속시편에 SR Active Link를 적용하고 Adoro system (Ivoclar -vivadent)을 적용하였다.

(3) Group 3

준비된 금속시편에 Micro- tin(Danville Engineering)을 이용하여 electrolytic tin plating을 실시하였다(Fig. 3). 제조사의 지시대로 silvery-gray-white한 색으로 변할 때까지 도포하였다. 15초간 물로 세척하고 건조시킨 후 Adoro system을 적용하였다.

Table 1. Materials used in this study

Brand name	Manufacturer	Type
Rocatec	3M ESPE	Silicoating
SR Link	IvoclarVivadent	Chemical bonding
Sinfony	3M ESPE	Indirect Lab Composite
SR Adoro	IvoclarVivadent	Indirect Lab Composite

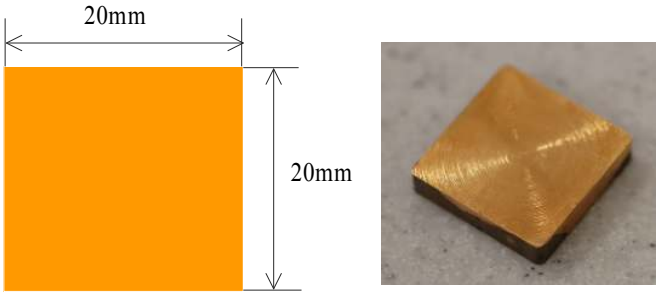


Fig. 1. Base metal specimen.

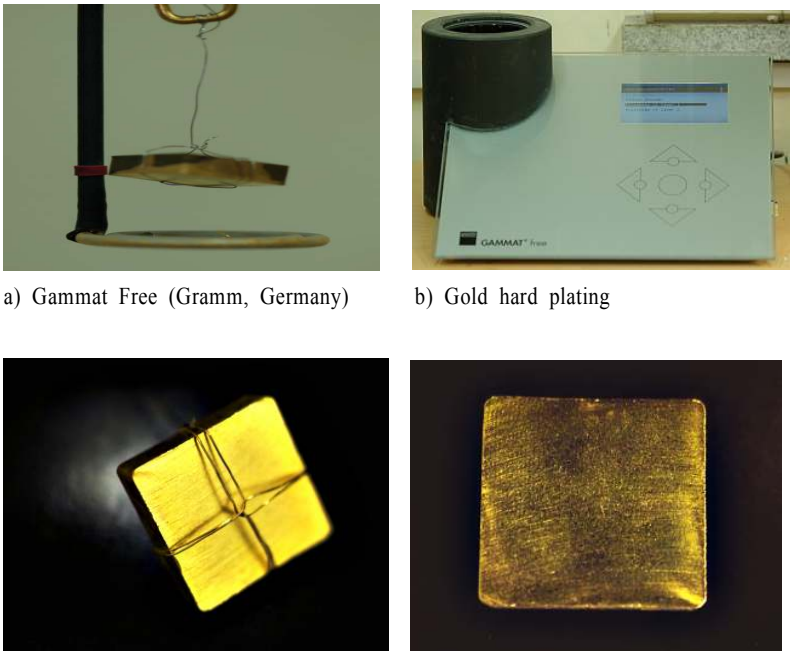
(4) Group 4

마지막으로 Micro-tin을 이용하여 electrolytic tin plating을 실시한 후, 3기압의 압력으로 Rocatec Plus 처리를 시행한 후 Sinfony를 적용하였다.

각 Group의 시편에 축성한 레진은 각각 제조사의 지시에 따라 중합을 실시하였다. 4개의 시편을 Isomet Low Speed Saw (Beuhler LTD)를 이용하여 1.8mm × 1.8mm × 8mm (가로, 세로, 높이)의 크기로 절단하여 각 군마다 시편 15개씩을 제작하였다.

(2) 전단결합강도 측정

각 그룹별로 제작된 시편을 universal test machine (4201, Instron Co., USA)에 고정하고 1mm/min의 하중속도로 시편에 50kg의 하중을 가하면서 시편이 파괴될 때의 하중(F)을 측정한 다음 전단결합강도를 계산하였다(Fig. 4).



a) Gammat Free (Gramm, Germany)
b) Gold hard plating
c) Result of the gold hard plating
d) Surface of the gold hard plating

Fig. 2. Process of electroforming process.



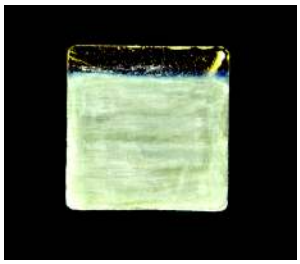
a) Micro-tin(Danville Engineering)



b) tin plating solution



c) tin plating



d) surface of the tin plating

Fig. 3. Process of tin plating.

(3) 전자현미경관찰용 시편 제작

20mm×20mm×5mm (가로, 세로, 높이)의 금속 시편에 Gammat Free electro-forming system을 이용하여 금속시편의 넓은 면을 electroforming 하였다. 3기압의 압력으로 모래분사한 후 표면의 잔류 모래를 air로 제거하고 왼쪽 1/2은 Micro-tin을 이용하여 tin plating을 실시하였다. 15초간 물로 세척하고 건조한 후 아래 1/2는 3기압의 압력으로 Rocatec Plus를 분사하였다. 각 1/4 면을 전자현미경 (JSM 5900. JEOL. JAPAN)을 통하여 그 표면양상을 관찰하였다.

3. 통계처리

전단결합강도에 대한 평균과 표준편차를 측정하고, 얻어진 결과를 Tukey multiple comparisons test를 이용하여 95% 유의 수준에서 검증하였다.

Ⅲ. 연구결과

1. 전단결합강도 측정

각 실험 군에 대한 전단결합상도의 평균값과

Table 2. The experimental groups

Group	surface treatment	composite resin
1	Sandblasting+ Rocatec	Sinfony
2	Sandblasting+ SR Active Link	Adoro
3	Sandblasting+ Micro-tin+ SR Active Link	Adoro
4	Sandblasting+ Micro-tin+ Rocatec	Sinfony

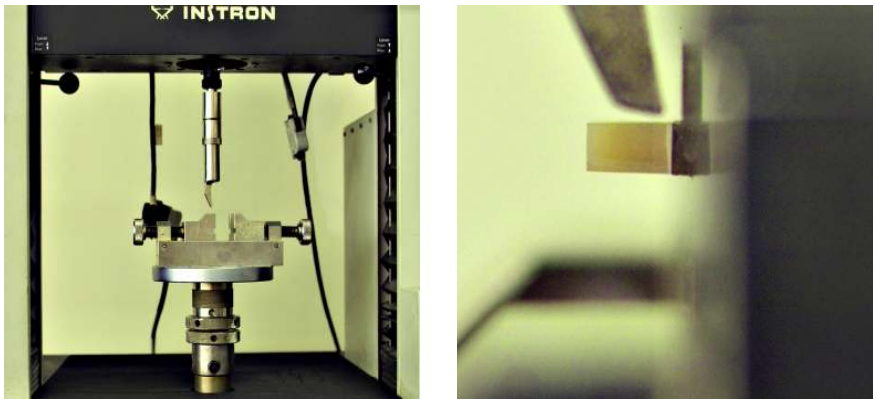


Fig. 4. Shear bond strength test.

Table 3. Shear bond strength test value (MPa)

Group	Shear bond strenght	Tukey Group
1	22.398(±3.601)	a
2	11.693(±2.568)	b
3	22.348(±7.289)	a
4	27.710(±5.724)	a

표준편차를 조사한 결과 group 2 (11.693 MPa± 2.568)의 경우 가장 작게 나타났으며, 다음으로 group 3 (22.348 MPa±7.289), group 1(22.398 MPa ±3.601), group 4(27.710 MPa±5.724) 순으로 나타났다. Tukey multiple comparisons test를 이용하여 95% 유의 수준에서 검증한 결과 group 2와 나머지 group 간에는 유의한 차이가 있었으며 ($p<0.05$), group 1, 3, 4 간에는 유의한 차이가 없었다 ($p>0.05$).(Table 3)

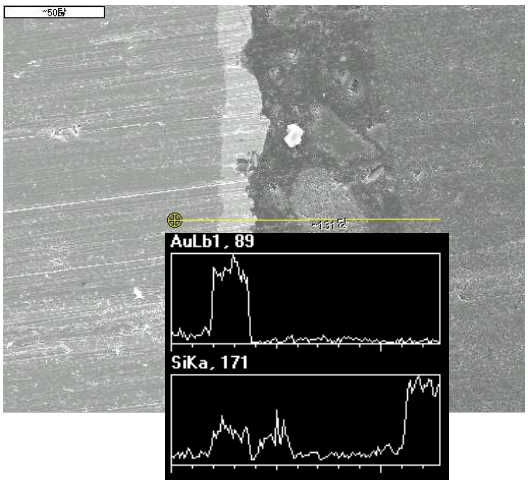


Fig. 5. Energy Dispersive X-ray Line analysis and SEM image of Group 1(Original magnification x 500).

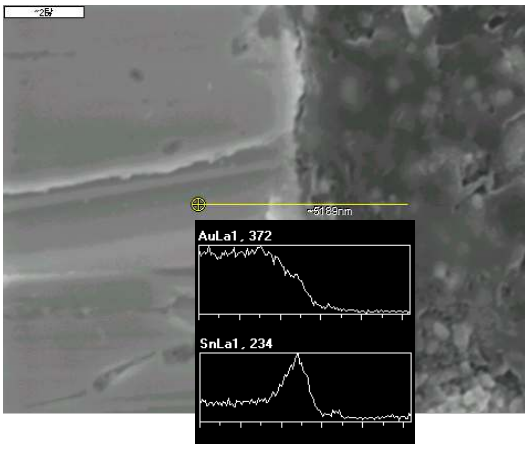


Fig. 6. Energy Dispersive X-ray Line analysis and SEM image of Group 3(Original magnification x 10,000).

2. Energy Dispersive X-ray(EDX) Line분석

Group 1 시편의 절단면을 전자현미경을 통하여 관찰하고 레진과 금속간의 결합계면의 성분을 분석하였다. 500배로 확대한 사진이며 중앙의 실선부위를 선분석 하였다 (Fig. 5). 각 성분의 분석결과 Au의 성분이 적어지는 위치에서 Si의 성분이 점점 증가함을 알 수 있다. 이것은 모래분사에 의해 Au의 성분이 적어지고 그 공간에 SiO_2가 침착함을 알 수 있다. 오른쪽에 SiO_2의 성분이 증가하는 것은 레진속의 필러를 나타내는 것이다.

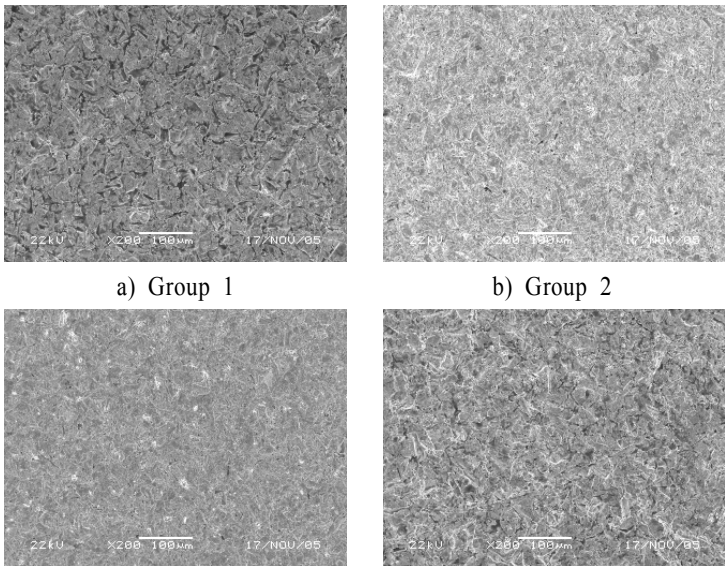
Group 3 시편의 절단면을 전자현미경을 통하여 관찰하고 레진과 금속간의 결합계면의 성분을 분석하였다. 10,000배로 확대하여 관찰하였고 중앙의 실선부위를 선분석 하였다(Fig. 6). Au의 성분이 점점 감소하고 주석의 성분이 점점 증가함을 알 수 있다. 이것은 모래분사에 의해 Au의 성분이 적어지고 그 공간에 주석산화층이 침착함을 나타내는 것이다.

3. 전자현미경관찰

전자현미경을 통하여 각 group의 표면처리를 관찰하였다 (Figs. 7-10). 200배, 500배 확대관찰시 모두 표면의 거칠기가 증가함을 알 수 있었다. 특히 group 1과 group 4의 경우 표면의 거칠기가 현저히 증가함을 알 수 있었고, 1,000배 확대 관찰시 group 1, 4에서 SiO_2 층을 확인할 수 있었다. Group 3의 경우 1,000배 (Fig. 9c), 5,000배 (Fig. 10) 확대 사진에서 미세 요철구조를 확인하였고, 표면의 tin crystal을 관찰할 수 있었다.

4. 파절면의 광학현미경 관찰

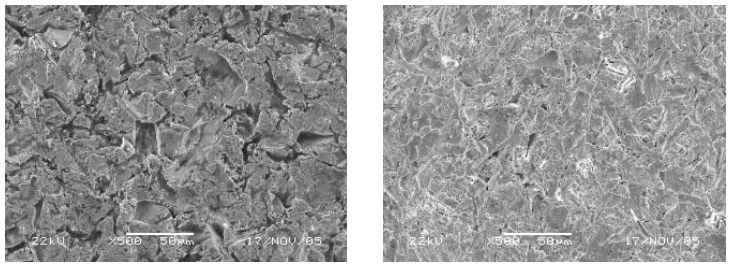
전단결합강도 측정후 파절면을 관찰한 결과 group 2의 경우 표면에 남아 있는 레진이 없었으며, 나머지 세 group의 경우 표면에 레진이 남아있음을 관찰하였다. 특히, group 4의 경우 전체 표면에 골고루 레진이 남아있었고, 그 면적도 가장 넓었다 (Fig. 11).



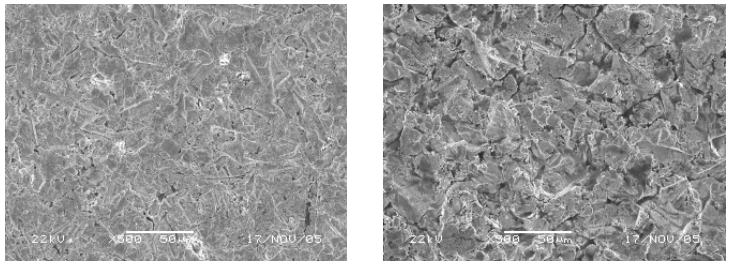
a) Group 1 b) Group 2

c) Group 3 d) Group 4

Fig. 7. SEM pictures of experimental groups according to surface treatment (Original magnification × 200).

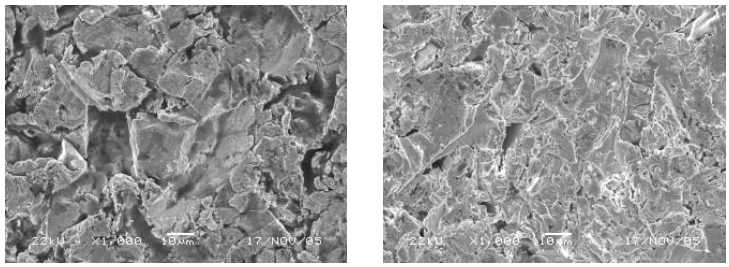


a) Group 1 b) Group 2

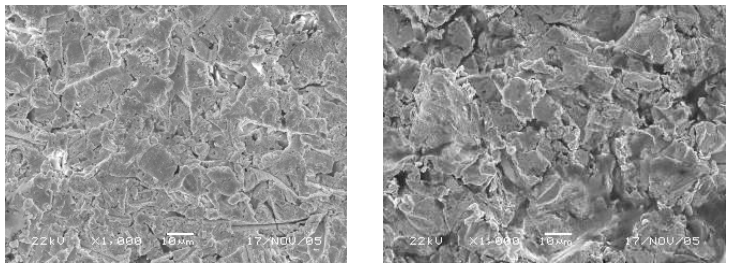


c) Group 3 d) Group 4

Fig. 8. SEM pictures of experimental groups according to surface treatment (Original magnification × 500).



a) Group 1 b) Group 2



c) Group 3 d) Group 4

Fig. 9. SEM pictures of experimental groups according to surface treatment (Original magnification × 1,000).

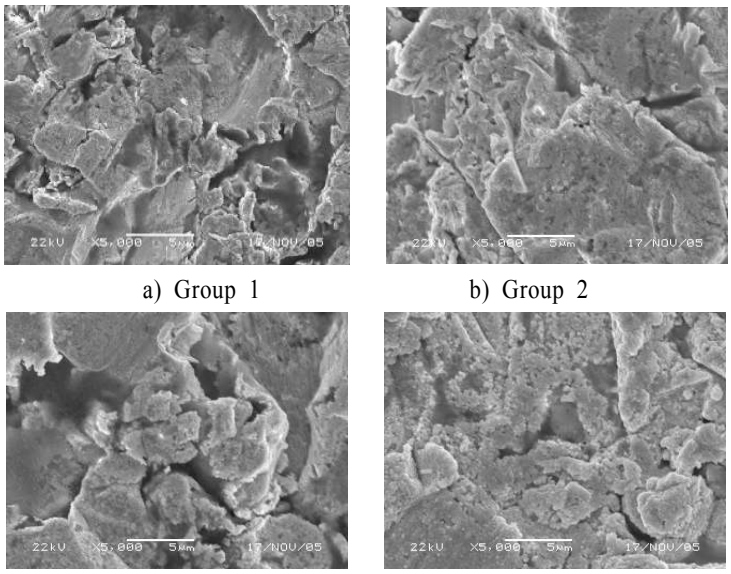


Fig. 10. SEM pictures of experimental groups according to surface treatment (Original magnification × 5,000).

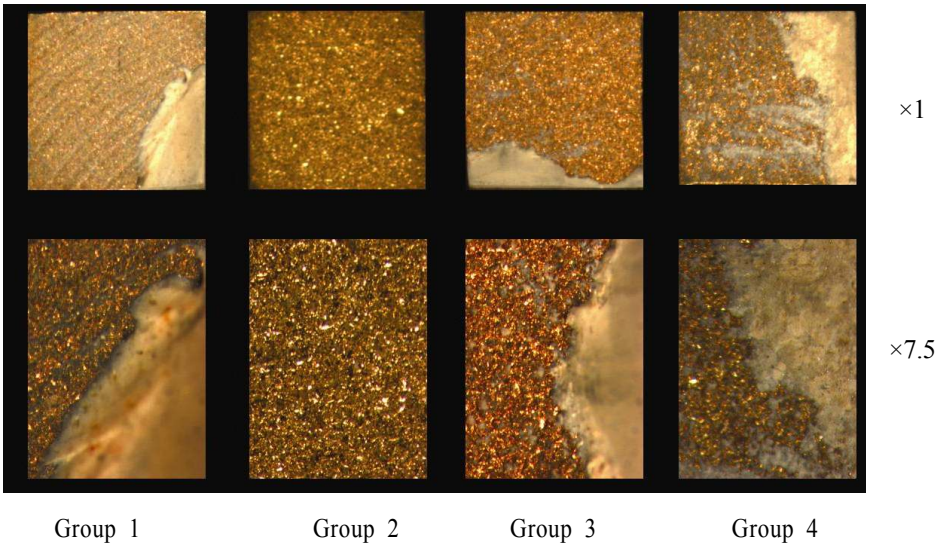


Fig. 11. Electroforming gold-resin interface after the bonding failure. Observation was done with optical microscope (Original magnification and original magnification x 7.5).

Ⅳ. 고 찰

치과영역에서 사용되는 수복재료는 기계적, 심미적 만족도를 높이기 위해 서로 다른 재료들 간의 혼용이 이루어지고 있다. 대표적인 예로, 금속과 도재, 금속과 레진, 도재와 레진 등이 있다. 금속과 도재와의 결합력은 현재로는 만족할 만하지만 도재의 파절, 소성시 고온에서 오는 금속의 변형, 대합치의 마모 등은 다른 형태의 조합인 금속과 복합레진의 필요성을 부각시키고 있다. 그러나 금속과 레진과의 결합력은 금속과 도재의 결합력보다 낮으며, 금속과 레진의 결합 실패는 대부분 그 계면에서 발생하는 것으로 보고되고 있다. 이와 같은 문제점을 해결하기 위해 금속과 레진의 계면에서 결합력을 강화할 수 있는 여러 방법들이 개발되어 왔다.

Thompson[21]등 은 전기화학적 식각법을 도입하여 금속과 레진간의 결합강도를 크게 개선하는 방법을 보고하였다. 실험에서 전기화학적 식각법에 의해 식각된 금속표면과 레진간의 결합강도가 약 39 MPa로 레진과 법랑질간의 결합강도의 두 배에 이른다고 보고되었지만, 전기화학적 식각법을 귀금속에는 적용하지 못하는 단점이 있다[15]. 본 실험에서 레진과의 결합을 위해 이용한 electroforming gold는 99.9%의 순금으로 형성되므로 전기화학적 식각법이 효과적으로 적용될 수가 없었다.

Electrolytic tin plating은 금속의 표면에 0.5μm 두께의 tin crystals 층을 형성하고, 주석산화층과 레진과의 결합을 유도하는 방법이다. 이 방법은 작은 장비와 적은 비용이라는 장점이외에도 귀금속에 적용하여 귀금속과 레진간의 결합강도를 약 2.5배정도 증가시킨다[18-20,22,23]. 주석전석법은 표면에 도포된 주석입자가 미세유지구조와 화학적 결합을 유도하는 방식으로 비귀금속에 모래분사방법과 같은 수준의 결합력을 보인다고 하였으며, 주석 전석으로 생성된 산화층은 도재 소성시 형성되는 산화층과 같다고 하였다[24].

합금을 사용하는 경우 sandblasting만 하는 경우보다 electrolytic tin plating을 하는 것이 전단결합강도가 훨씬 크다고 보고되었다[29]. 본 연구에서도 모래분사 (Group 2)만 하는 경우보다 electrolytic tin plating (Group 3)을 시행한 경우에 결합강도가 2배 정도 크게 나타났다. 이는 electrolytic tin plating시 형성되는 0.5μm 두께의 tin crystals 층이 미세 유지구조를 형성하고, 도재 소성시 형성되는 금속의 산화층과 비슷한 산화층을 형성하기 때문이라고 보고한 Gates등[24]의 논문의 결과와 일치하며, 본 실험에서도 파절된 단면의 주사전자현미경 관찰 결과 미세유지구조가 형성됨을 관찰할 수 있었고 EDX 선분석 결과를 통해 electroforming gold 표면에 SnO_2층이 형성되었음을 확인할 수 있었다.

다른 표면처리방법인 silicoating methods는 Tiller[28] 에 의해 소개되었는데, 이는 금속과 도재의 결합에 이용되는 방법처럼 먼저 금속과 silicon dioxide의 결합을 유도하고, silane을 이용하여 silicon dioxide와 레진과의 결합을 유도하는 방법이다[17]. Silicoating methods에 의해 금속과 레진간의 결합력이 4배정도 증가된다고 하였고, sandblasting과 함께 사용하면 결합강도를 증가시킨다고 보고되었다[30]. Silicoater (Heraeus-Kulzer), Silicoater MD(Metal-Dotted)(Heraeus-Kulzer), Rocatec등 3종의 silicoating method가 소개되었지만, 금속과 레진간의 결합력은 가장 먼저 개발된 Silicoater의 결합강도가 가장 높게 나타났다. 그 이유에 대한 설명으로 silane의 작용이 추측되었는데 Silicoater의 경우 silane을 매일 새로 만들어 사용하기 때문에 결합강도가 크다고 하였다[26]. 그러나, Pfeiffer[27]와 Tiller[28]는 세 가지 방법간에 유의한 차이가 없다고 보고하였다.

Rocatec은 다른 silicoating method에 비해 작업속도가 빠르고, 작업을 정확하게 할 수 있는 장점이 있다. 이것은 silicon dioxide가 도포되는 금속표면의 색이 변한다는 점에서 작업이 진행되는 과정 중 처리가 되지 않은 부분을 즉시 확인 가능하기 때문에 작업시 술자에 의한 오차를 줄일 수 있다[25]. 또한 처리과정중 금속에 열을 가하지 않으므로 금속의 변형을 일으키지 않는다는 장점이 있다.

Silicoating method의 silicon dioxide와 금속간의 결합은 미세요철구조에 의한 기계적인 결합보다

는 화학적인 결합이 더욱 중요하다. 이는 금속-도재수복물의 금속과 도재와의 결합기전과 비슷한데 금속 -도재 수복물에서 Sn, In 등의 비귀금속 원소가 미량 첨가되어 가열시 표면으로 석출되고 산화되어 산화층을 형성하는데 이 산화막이 도재와의 화학적 결합에 중요한 요소로 작용한다[2,19]. 하지만, electroforming gold는 재료의 특성상 이러한 산화층을 형성할 수 없다[7]. 따라서, electroforming gold와 silicon dioxide층간의 결합력은 다른 금속에 비해 약할 수밖에 없다.

본 연구에서는 SR Spectra Link를 이용하는 SR Adoro, silicoating methods를 이용하는 Rocatec, electrolytic tin plating을 이용하는 Micro-tin을 선택하였는데 그 이유는 electroforming gold의 물리적인 성질을 변화시키지 않기 위해 고열로 처리되지 않는 표면처리방법을 택했기 때문이다.

Electroforming gold와 silicon dioxide의 결합력을 증가시키기 위해 Group 4에서 electroforming gold의 표면에 electrolytic tin plating을 실시하여 주석 산화층을 형성하고 그 위에 Rocatec 처리를 하였다. 그 결과, Rocatec을 단일 처리한 Group 1보다 electrolytic tin plating과 Rocatec을 함께 처리한 Group 4의 전단결합강도가 높게 나왔다.

또한, 실험결과 electrolytic tin plating (Group 3)과 Rocatec (Group 1)의 전단결합강도에는 유의한 차이를 보이지 않았지만 이를 임상에 적용할 때에는 특별한 장비가 필요하지 않고, 경제적으로 저렴하며, 작업의 용이성에서 진료실의 Unit chair 옆에서 바로 시행할 수 있다는 점, 분진이 날리지 않는다는 점, 표면처리가 더 고르게 될 수 있다는 점에서 electrolytic tin plating이 Rocatec 분사방법에 비해 유리하다고 생각된다.

V. 결 론

본 연구에서는 electroforming gold와 레진간의 결합력을 증가 시킬 수 있는 표면처리 방법을 알아보고자 Rocatec을 분사하는 방법, 화학적 접착방법을 이용하는 방법 및 electrolytic tin plating 방법으로 electroforming gold표면을 처리한 후, 콤포짓트 레진 막대를 부착하여 전단결합강도를 비교하여 결합력의 차이를 알아보고, 파절면을 EDX 분석과 광학현미경을 이용해 관찰하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 전단결합강도 측정결과 electrolytic tin plating 처리 (Group 3), Rocatec 분사처리 (Group 1) 및 electrolytic tin plating+Rocatec (Group 4) 간에는 유의한 차이를 보이지 않았으나 ($p>0.05$), 화학적 결합방법만을 이용한 군 (Group 2)에 비해서 최소 두 배 이상의 결합강도의 증가를 보였다($p<0.05$).
2. EDX 분석결과 electrolytic tin plating 처리한 그룹의 경우 그 계면에서 SnO_2가 검출되었고, silicoating method 인 Rocatec 처리 그룹의 경우 SiO_2가 검출되었다.
3. 전자현미경 관찰 결과 sandblasting에 의해 그 표면의 거칠기가 증가됨을 관찰하였고, electrolytic tin plating 처리에 의해 표면에 미세요철구조와 tin crystal 층이 형성됨을 관찰하였으며, Rocatec 분사에 의해 표면의 요철구조와 silicon dioxide층이 형성됨을 확인할 수 있었다.
4. Electrolytic tin plating 처리 (Group 3)와 Rocatec 분사 (Group 1) 표면처리방법은 각각 임상적으로 유용한 (>20MPa) 전단결합강도를 보였지만, 두 표면처리 방법을 병행하여 사용하면 더 우수한 결합강도를 얻을 수 있었다.

REFERENCES

1. Mahler DB, Ady AB. An explanation for the hygroscopic setting expansion of dental gypsum products. J Dent Res 1960;39:578-89.
2. Yamamoto M. Metal-ceramics. Quintessence Pub. Co. Tokyo, 1985.
3. Campbell SD, Sozio RB. Evaluation of the fit and strength of an all-ceramic fixed partial denture. J Prosthet Dent 1988;59:301-6.
4. Chan C, Haraszthy G, Geis-Gerstorfer J, Weber H, Huettemann H. Scanning electron microscopic studies of the marginal fit of three esthetic crowns. Quintessence Int 1989;20:189-93.
5. Rinke S. Fitting accuracy of FPDs produced by a CAD/CAM system for the production of metal

copings for porcelain-fused-to-metal restorations. J Dent Res 1996;75:138-43.
6. Raigrodski AJ, Malcamp C, Rogers WA. Electroforming technique. J Dent Technol 1998;15: 13-6.
7. Behrend F. Gold Electroforming System: GES restorations. J Dent Technol 1997;14:31-7.
8. Holmes JR, Pilcher ES, Rivers JA, Stewart RM. Marginal fit of electroformed ceramometal crowns. J Prosthodont 1996;5:111-4.
9. Setz J, Diehl J, Weber H. The marginal fit of cemented galvanoceramic crowns. Int J Prosthodont 1989;2:61-4.
10. Petteno D, Schierano G, Bassi F, Bresciano ME, Carossa S. Comparison of marginal fit of 3 different metal-ceramic systems: an in vitro study. Int J Prosthodont 2000;13:405-8.
11. Wirz J, Hoffman A. Electroforming in restorative dentistry: new dimensions in biologically based prostheses. Quintessence Pub. Co. 1999.
12. Raigrodski AJ, Malcamp C, Rogers WA. Electroforming technique. J Dent Technol 1998;15: 13-6.
13. Jacques LB, Ferrari M, Cardoso PE. Microleakeage and resin cement film thickness of luted all-ceramic and gold electroformed porcelain-fused-to-metal crowns. J Adhes Dent 2003;5:145-52.
14. Metal resin bonding. Adept report 1991;30:418-423.
15. Raigrodski AJ, Malcamp C, Rogers WA. Electroforming technique.J Dent Technol 1998; 15:13-6.
16. Kwon HB, Yim SH. A qualitative analysis of bonding between electroformed surface and veneering ceramics. J Korea Acad Prosthodont 2000;38:328-35.
17. Tiller HJ, Gobel R, Magnus B, Musil R, Garschke A, Lockowandt P,Oden A. Sandblasting procedures and its effect on the surface properties of dental alloys (II). Quintessenz 1985;36:2151-8.
18. van der Veen JH, Jongebloed WL, Dijk F, Purdell-Lewis DJ, van de Poel AC. SEM study of six retention systems for resin-to-metal bonding. Dent Mater 1988;4:266-71.
19. van der Veen JH, Bronsdijk AE, Siagter AP, van de Poel AC, ArendsJ. Tensile bond strength of Comspan resin to six differently treated metal surfaces. Dent Mater 1988;4:272-7.
20. van der Veen JH, Bronsdijk AE, van de Poel AC. Resin-bondedbridges with tin-electroplated retainers results after three years.Ned Tijdschr Tandheelkd 1988;95:64-7.
21. Thompson VP, Del Castillo E, Livaditis GJ. Resin-bonded retainers.Part I: Resin bond to electrolytically etched nonprecious alloys. J Prosthet Dent 1983;50:771-9.
22. Yamashita A. The clinical application of a new adhesive resin(MMA-4-META-TBB-O) to an adhesion bridge (adhesion splint). Shikai Tenbo 1982;59:671-82.
23. Yamashita A. A new adhesive bridge. Nippon Shika Ishikai Zasshi 1983;35:1074-87.
24. 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 1993;69:12-6.
25. Guggenberger R. Rocatec system--adhesion by tribochemical coating. Dtsch Zahnarztl Z 1989;44: 874-6.
26. Marinello CP, Luthy H, Scharer P. Silicoater increases bonding strengthin the adhesive technique. Dent Labor 1990;38:1625-9.
27. Pfeiffer P. Chemical bond of adhesive and palladium alloys. ZWR 1991;100:292, 294, 297-8.
28. Tiller HJ. The silicoater MD-technique. A new version of the established silicoater technique. Zahntechni. 1991;48:28-30.
29. Watanabe F, Powers JM, Lorey RE. In vitro bonding of prosthodontic adhesives to dental alloys. J Dent Res 1988 ;67:479-83.
30. Luthy H, Marinello CP, Scharer P. Factors influencing metal-resin tensile bond strength to filled composites. Dent Mater 1990;6:73-7.

Corresponding Author : Dr. Charn-Woon Park
Dept. of Prosthodontics, School of Dentistry, Chonbuk National University, 664-14, Ducjin Dong, Ducjin-Gu, Chonju, Korea 541-756. E-mail: cwpark@moak.chonbuk.ac.kr. Tel: 063-250-2013

ABSTRACT

The Shear Bond Strength of Resin to Electroforming Gold according to the Surface Treatment

Byung-Il You, Mun-Suk Chang, Tae-Ho Yoon, Ju-Mi Park, Charn-Woon Park

Department of Prosthodontics, and Institue of Oral Bio-Science, School of Dentistry, Chonbuk National University

Statement of problem. The success of the bonding between electroforming gold and resin is dependent on the surface-conditioning technique but its effective technique has net been studied widely.

Purpose. The purpose of the study was to evaluate the bond strength between the electroforming gold and resin with varying the surface-conditioning technique.

Materials and methods. Sixty rectangular shaped metal specimens were made and one side of each specimen were gold hard plated. The sand-blasted specimens were divided into four experimental groups with fifteen specimens in each group and were treated as follows. Group 1: Silicoating (Rocatec, 3M ESPE)+ Sinfony (3M ESPE), Group 2: SR Link+ SR Adoro (Ivoclar Vivadent), Group 3: Tin plating (Microtin, Danville Engineering)+ SR Link+ SR Adoro, Group 4: Tin plating (Micro tin, Danville Engineering)+ Silicoating (Rocatec)+ Sinfony. Shear bond strength at metal-resin interface were measured using universal testing machine. Energy Dispersive x-ray analysis was done and scanning electron microscope images were taken and observed.

Results and Conclusion. The following conclusions were drawn.

1. The mean shear bond strength values in order were 11.69MPa (Group 2), 22.35MPa (Group 3), 22.40MPa (Group 1) and 27.71MPa (Group 4). There was no significant difference in Group 1, Group 3 and Group 4($P>0.05$).
2. In the EDX line analysis, the Au was detected on the surface of all specimen. SnO_2 showed on the surface of Group 2 and SiO_2 was detected on the surface of Group 1.
3. Increasing of roughness by sandblasting(Group 2), formation of micro-irregularities and tin crystals by electrolytic tin plating(Group 3) and formation of surface irregularities and SiO_2 layer(Group 1,4) were observed in SEM photo.
4. Tin plating(Group 3) and Rocatec treatment(Group 1) showed clinically effective shear bond strength(>20MPa), but when the two surface conditioning method were used together higher bond strength were achieved.

Key words : Electroforming gold, Shear bond strength, Silicoating, Tin plating