표면처리에 따른 gold electroformed surface의 간접 복합 레진과의 전단결합강도

연세대학교 대학원

치의학과

최 성 민

표면처리에 따른 gold electroformed surface의 간접 복합 레진과의 전단결합강도

지도 심 준 성 교수

이 논문을 석사 학위논문으로 제출함

2005년 12월 일

연세대학교 대학원
치의학과
최 성 민

최성민의 석사 학위논문을 인준함

심사위원 _____ 인

심사위원 _____ 인

심사위원 _____ 인

연세대학교 대학원

2005년 12월 일

감사의 글

이 논문이 완성되기까지 끊임없는 지도와 격려를 보내주신 심준성 교수님께 진심으로 감사드리며, 귀중한 조언과 심사에 도움을 주신 문홍석 교수님, 김광만 교수님께도 깊은 감사의 말씀 전합니다.

따뜻한 관심과 격려로 지도해 주시는 이호용 교수님, 정문규 교수님, 한동후 교수님, 이근우 교수님, 황선홍 교수님, 배은경 선생님, 이재훈 선생님께도 감사를 드립니다.

그동안 기쁨과 어려움을 함께 나눈 동기 김민석, 김태원, 서지영, 이상훈, 정소현 선생님과 보철과 의국원 선후배 선생님들에게도 감사의 마음을 전합니다.

본 연구를 위한 실험에 도움을 주신 김광만 교수님, 이상배 선생님, 김우현 선생님을 비롯한 치과생체재료공학 교실원 여러분께도 감사드립니다.

끝으로 지금까지 한결같은 사랑으로 뒷바라지 해주신 부모님, 동생 성하, 사랑하는 윤경이에게 감사드리며 이 기쁨을 함께 나누고자 합니다.

2005년 12월

최 성 민

차 례

그림 및 표 차례 ····· ii

국문 요약 ····· iii

Ⅰ. 서론 ····· 1

Ⅱ. 연구 재료 및 방법 ····· 4

1. 연구 재료 ····· 4

2. 연구 방법 ····· 4

가. 시편의 제작

나. 전단 결합 강도(Shear bond strength) 측정

3. 통계 분석 ····· 9

Ⅲ. 연구 성적 ····· 10

Ⅳ. 총괄 및 고찰 ····· 12

Ⅴ. 결론 ····· 16

Ⅵ. 참고문헌 ····· 18

영문요약 ····· 20

그림 및 표 차례

Figure 1. A specimen holder assembly ····· 8
(a)upper view
(b)side view

Figure 2. A specimen placed in the universal testing machine ····· 8

Table 1. The experimental groups ····· 5

Table 2. Statistical result of shear bond strength ····· 10

Table 3. Duncan's Multiple Range Test (1) ····· 10

Table 4. Duncan's Multiple Range Test (2) ····· 11

국문요약

표면처리에 따른 gold electroformed surface의 간접 복합 레진과의 전단결합강도

Gold Electroformed System(GES)은 우수한 변연적합성, 우수한 생체친화성, 0.2 mm의 얇고 균일한 두께로 치아 삭제량의 감소, 균일하고 높은 금속 밀도, 재료의 효율적인 이용과 기공시간의 감소 등의 장점으로 기존의 금속-도재 수복물을 대체하여 임상에 많이 적용되고 있다. 그러나 GES coping에 대한 porcelain veneering의 경우 도재 소성시 가해지는 고온의 열에 의해 coping이 변형되거나 약해질 수 있는 문제점이 있으며 porcelain의 재료학적 특성상 chipping, fracture등의 문제점이 일어날 수 있어서 composite resin veneering이 GES coping 자체의 물리적 성질을 변화시키지 않으면서 porcelain veneering을 대체할 수 있는 가능성에 관심을 가질 수 있다.

최근에는 Synfony™, TESCERA™ 등 강도 및 심미성이 더욱 증가된 micro-hybrid composite resin이 개발되어 dental porcelain을 대체할 수 있는 가능성이 더 커지게 되었다. 그러나 composite resin과 순금 표면 사이에서의 적절한 결합력이 없을 때 발생할 수 있는 adhesive failure가 문제가 될 것으로 생각되고 있다.

GES coping과 composite resin사이의 결합을 증가시키기 위하여 여러 가지가 제시되어 왔다. GES 표면에 bead 형상을 추가함으로써 macro-mechanical retention을 얻는 방법, GES 표면에 sandblasting이나 etching technique을 이용한 micro-mechanical retention을 얻는 방법, GES 표면에 micro-mechanical retention과 더불어 metal conditioner나 silica coating 등의 표면처치 하는 방법 등이 대표적이다.

Bead를 추가하여 얻는 macro-mechanical retention의 경우 GES에 적절한 undercut을 갖는 bead 자체를 형성하기 어렵고 bead가 차지하는 공간만큼 치아

삭제량이 많아지는 문제점이 있다. 다양한 표면처리가 resin과 귀금속간의 결합력에 미치는 영향에 대한 연구는 발표된 바 있으나 99.9% 순금인 GES coping에 대한 resin과의 결합력에 대한 연구 발표는 미미한 실정이다.

이 실험에서는 귀금속에서 많이 이용되고 있는 표면 처리 방법인 silica coating (ex. Rocatec system (3M ESPE, Seefeld, Germany)), 귀금속용 metal conditioner(ex. Metaltite (Tokuyama Dental Corp., Tokyo, Japan))를 이용하여 GES coping을 전처치한 후 간접 복합 레진인 Synfony™(3M ESPE, Seefeld, Germany), TESCERA™(Bisco, Inc., Schaumburg, Illinois, U.S.A.)를 대상으로 각각의 shear bond strength를 sandblasting만을 처치한 군을 대조군으로 하여 실험 비교해서 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. GES coping에 Rocatec system를 처치한 군과 sandblasting과 Metaltite를 처치한 군은 sandblasting 만을 처치한 군보다 shear bond strength가 높았지만 ($p<0.05$) Rocatec system을 처치한 군과 sandblasting과 Metaltite를 처치한 군 사이에는 유의성 있는 차이가 없었다($p>0.05$).

2. Rocatec system, sandblasting과 Metaltite, sandblasting만을 처치한 각 군에 있어서 Synfony™, TESCERA™간에 유의성 있는 차이는 없었다($p>0.05$).

이상의 결과를 토대로 GES coping에 대해 Rocatec system으로 처치한 군, sandblasting과 Metaltite를 처치한 군과 같은 표면처리를 동반한 경우 Synfony™, TESCERA™와 같은 간접 복합 레진과 GES coping간의 결합력을 증대시킬 수 있을 것으로 사료되며 임상조건 하에서의 내구성에 대한 추가적인 연구가 요구된다.

핵심어: GES, 간접 복합 레진, 전단 결합 강도

표면처리에 따른 gold electroformed surface의 간접 복합 레진과의 전단결합강도

연세대학교 대학원 치의학과
(지도 심 준 성 교수)
최 성 민

Ⅰ. 서 론

GES restoration은 기존의 lost-wax법을 이용한 금속 도재 수복물에 비해 납형 제작, 매몰, 주조 과정이 필요 없기 때문에 이 과정 중에서 생길 수 있는 오차를 최대한 줄여 보다 정확한 변연 적합성을 가질 수 있다. 이런 장점으로 인해 순도 99.9%의 pure gold를 사용하는 GES restoration은 매우 정밀한 여러 수복물의 coping으로 사용될 수 있다. Behrend(1997)는 GES restoration이 19 μm 정도의 우수한 marginal integrity, pure gold 를 사용함으로써 얻는 우수한 생체친화성, 0.2 mm의 얇고 균일한 두께로 제작 가능하여 치아 삭제량의 감소, opaque에 의해 쉽게 masking되는 gold color, 뛰어난 metal density, 내부 응력 및 기포의 감소, 재료의 절약과 기공시간의 감소 등의 장점으로 기존의 conventional metal ceramic restoration을 대체하여 사용될 수 있다고 하였다.

고정성 보철물의 core로서의 electroformed gold coping은 1961년 Rogers에 의해 처음으로 도입되었다. Potassium cyanide같은 유해 물질이 함유된 toxic electrolyte가 이용되어 임상적으로 사용하기에 문제가 있었다. 1970년대 후반 Wismann에 의해 cyanide가 없는 electrolytic system을 개발되었으나 제작이 어렵고 비용이 너무 비

싼 관계로 사용하기는 어려웠다. 1990년대에 비로소 처음으로 치과산업에 GES(Gold Electroforming System)가 도입되었다. 이는 예전의 system에 비해 크기가 더 작아졌고 저렴하며 작업성이 용이하고 cyanide가 없는 electroplating solution을 사용함으로써 작업 환경에 유해한 문제가 없도록 개선되었다.

Yamamoto(1985)에 의하면 보통 금속과 도재간의 결합기전은 기계적 결합, 산화막 형성에 의한 화학적 결합, van der Waal's force, 도재와 금속간의 열팽창 계수의 차이를 이용한 압축력 등으로 요약할 수 있는데 이중 가장 큰 역할을 하는 결합력은 보통 금속에 들어있는 iron, indium, tin 등의 비귀금속 원소가 가열되면서 표면으로 석출되어 산화됨으로써 생성되는 산화막에 의한 화학적 결합이다. 그러나 GES coping의 경우 순도 99.9%의 순금으로 구성되어 있어 산화막이 형성되지 않아 표면 처리를 함으로써 얻는 화학적 결합이나 기계적 결합의 증가가 반드시 필요하다. 이를 위해 Wirz(1999)등은 GES coping에 porcelain veneering을 하는 경우 99.9%의 순금과 도재 입자로 구성되어 금속의 표면젖음성을 향상시키고 유지력을 증가시키기 위해 gold bonder의 사용을 추천하고 있다. Traini(1995)는 이 밖에 sandblasting로 표면 거칠기를 증가시킴으로써 얻는 미세 유지력을 통한 기계적 결합, 여러 가지 표면 처리를 함으로써 얻는 화학적 결합이 GES coping과 도재와의 결합력의 증가에 도움을 준다고 하였다.

그런데 GES coping의 porcelain veneering의 경우 도재 소성 시 저온 소성의 경우에도 gold의 용융점에 근접한 온도까지 가해지는 고온의 열에 의해 coping이 변형되거나 약해질 수 있고 porcelain의 재료학적 특성상 chipping, fracture등의 문제점이 일어날 수 있다. 이에 composite resin veneering이 GES restoration의 물리적 특징들을 저하시키지 않고 치과용 도재를 대체할 수 있다.

최근에는 Synfony™(3M ESPE, Seefeld, Germany), TESCERA™(Bisco, Inc. Schaumburg, Illinois, U.S.A.) 등 강도 및 심미성이 증가된 micro-hybrid composite resin이 개발되어 dental porcelain을 대체할 수 있는 가능성이 더 커지게 되었다.

우선 Synfony™는 indirect lab composite로 초미세입자가 첨가된 혼합형 복합레진(micro-hybrid composite)으로 porcelain처럼 layer by layer로 build-up

할 수 있도록 제작되었다. 광중합에 의한 전중합단계(prepolymerization)를 거친 후 진공 환경에서 광중합을 하여 중합 효율을 높이도록 구성되어 있다.

TESCERA™도 indirect lab composite로 압력과 광선 그리고 열처리를 혼합하여 composite를 중합함으로써 중합정도를 최대화 시키는 시스템이다. 최종 중합 시 수중에서 열처리하게 되는데 이 때 oxygen capsule를 넣어서 oxygen-inhibited layer를 제거해 주어 중합이 더 효과적으로 일어날 수 있게 한다.

여러 가지 간접 복합 레진이 porcelain veneering을 대체할 만큼 강도와 심미성을 확보하더라도 resin과 금속 간 경계에서의 adhesive failure는 아직까지 확실한 해결책이 제시되지 않고 있다.

Resin과 금속사이의 결합을 증가시키기 위한 여러 가지 방법이 제안되어 왔다. 금속 표면에 macro-mechanical retention을 위해 bead 형상을 추가하는 방법, 금속 표면에 sandblasting나 etching technique를 이용한 micro-mechanical retention을 얻는 방법, 금속 표면에 metal conditioner이나 silica coating(ex. Rocatec system) 등의 표면 처치를 하는 방법 등이 대표적이다.

그런데 GES에 있어서 bead 처리를 하는 macro-retention의 경우 bead가 차지하는 공간만큼 치아 삭제량이 많아지거나 레진이 올라가는 공간을 제한으로 보철물의 심미성에 문제를 가져올 수 있으며 GES에 충분한 undercut을 부여할 bead 자체를 형성하기가 까다로운 문제점이 제기되어 왔다.

다수의 연구에서 귀금속의 표면 처리가 resin-metal 간의 bond strength에 미치는 영향에 대해 발표되어 만족할 만한 결과를 얻었지만 99.9% 순금인 GES coping에 대한 composite resin과의 결합강도에 대한 연구 발표는 미미한 실정이다.

이 실험의 목적은 GES coping과 간접 복합 레진간의 결합력을 증진시킬 수 있는 GES coping의 표면처리방법을 알아보고자 도재용 귀금속 합금에서 효과가 입증된 대표적인 표면처리방법인 Rocatec system(3M ESPE, Seefeld, Germany)과 Metaltite(Tokuyama Dental Corp., Tokyo, Japan)를 이용하여 GES coping을 전처치한 후 간접 복합 레진인 Synfony™(3M ESPE, Seefeld, Germany), TESCERA™(Bisco, Inc., Schaumburg, Illinois, U.S.A.)를 대상으로 shear bond strength를 실험하고자 한다.

Ⅱ. 연구 재료 및 방법

1. 연구 재료

본 연구에서는 The AGC® Micro electroforming equipment (Wieland Co., Germany)를 이용하여 48개의 GES coping 시편이 제작되었다. 간접 복합 레진으로 Synfony™(3M ESPE, Seefeld, Germany)와 TESCERA™(Bisco, Inc., Schaumburg, Illinois, U.S.A.)를 사용하였다.

금속 표면 처치를 위해 대조군으로 50 μm의 입자크기를 갖는 Al_2O_3분말로 sandblasting(Aluminous Powder WA 360, Pana Heraus Dental, Inc., Osaka, Japan), 실험군으로 50 μm의 입자크기를 갖는 Al_2O_3 분말로 이루어진 Rocatec Pre와 30 μm tribochemical SiO_2-coating로 이루어진 Rocatec Soft로 구성된 Rocatec system(3M ESPE, Seefeld, Germany)군과 귀금속 전용 metal conditioner인 Metaltite(Tokuyama Dental Corp., Tokyo, Japan) 군으로 나누어 표면 처치하였다.

2. 연구 방법

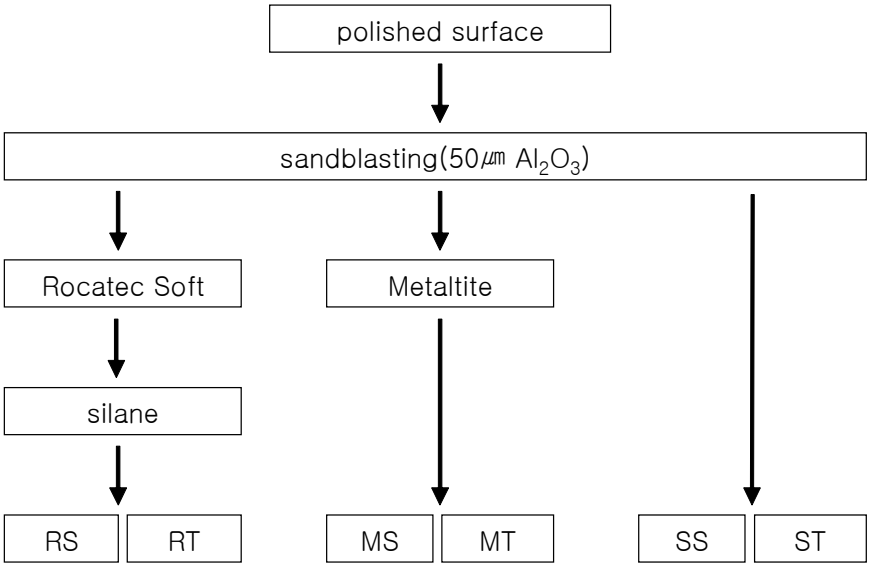
가. 시편의 제작

The AGC® Micro electroforming equipment (Wieland Co., Germany)를 이용하여 7 mm 지름에 0.2 mm 두께를 갖는 GES coping 48개를 silver-coated된 석고 die위에 제작하였다. die는 turbulance를 최소로 하기 위해 원추형으로 제작하였다. 테프론을 이용하여 자가중합형 레진(Orthodontic resin, The LD Caulk Division, Dentsply International, Inc., Milford, DE, USA)에 넣어 제작한 48개

의 시편을 다음의 6개 군으로 무작위로 배분하여 전단 결합 강도 실험을 위한 시편으로 제작하였다.

Table 1. The experimental groups

Group	Surface treatment	Composite resin
Group1(RS)	Sandblasting+ Rocatec Soft	Synfony™
Group2(RT)	Sandblasting+ Rocatec Soft	TESCERA™
Group3(MS)	Sandblasting+ Metaltite	Synfony™
Group4(MT)	Sandblasting+ Metaltite	TESCERA™
Group5(SS)	Sandblasting	Synfony™
Group6(ST)	Sandblasting	TESCERA™



1) Group1(RS): Rocatec system(Sandblasting+Rocatec Soft)과 Synfony™군

8개의 GES coping은 50 μm의 입자크기를 갖는 Al_2O_3 분말(Aluminous Powder WA 360, Pana Heraus Dental, Inc., Osaka, Japan)로 0.25 MPa의 압력으로 10 mm거리에서 15초간 표면 분사하고 증류수를 이용하여 세척된 후 건조된 후 Rocatec Soft(30 μm tribochemical SiO_2-coating)로 0.25 MPa의 압력으로 표면이 골고루 갈색으로 변하도록 15초간 10 mm거리에서 분사했다. Rocatec Soft 처리된 표면에 Silane(ESPE-SIL, 3M ESPE, Seefeld, Germany)을 붓으로 도포한 후 5분간 오염되지 않도록 건조시켰다.

이처럼 표면 처치한 coping은 Figure 1 과 같은 holder에 끼워 넣고 2.39 mm의 지름과 3 mm의 높이의 구멍을 갖는 plastic mold에 Synfony™(3M ESPE, Seefeld, Germany)를 충전 및 중합하였다.

Synfony™는 우선 opaque powder와 opaque liquid를 45초간 동량으로 섞어 크림과 같은 점도일 때 얇게 도포 후 표면을 Visio Alfa중합기로 5초 cycle로 2번 광중합 하였다. Opaque-dentin을 1 mm이하로 build-up하여 5초 cycle로 2번 광중합 하였다. 다음 dentin을 1 mm씩 2번에 걸쳐 5초 cycle로 2번씩 광중합 하였다. 최종적으로 Visio Beta Vario unit을 이용하여 Program 1을 이용하여 15분간 진공상태에서 광중합 시켰다.

2) Group2(RT): Rocatec system(Sandblasting+Rocatec Soft)과 TESCERA™군

1)군과 동일한 방법으로 8개의 GES coping을 표면 처리하였다. 마찬가지로 표면 처치한 coping을 hold에 끼워 넣고 plastic mold에 TESCERA™(Bisco, Inc., Schaumburg, Illinois, U.S.A.)를 충전 및 중합하였다.

TESCERA™는 우선 dentin composite을 얇게 올리고 light 컵에서 2분간 중합하였다. Body composite을 1 mm가 넘지 않도록 dentin composite 위에 올려 light 컵에서 2분간 중합하는 것을 반복하였다. 이 후 heat 컵에 물을 채우고 산소캡슐과 함께 시편을 넣어 20-30분간 최종 중합을 시행하였다.

3) Group3(MS): Sandblasting+ Metaltite 과 Synfony™ 군

8개의 GES coping은 50 μm의 입자크기를 갖는 Al_2O_3 분말로 0.25 MPa의 압력으로 10 mm거리에서 15초간 표면 분사하고 증류수를 이용하여 세척된 후 건조된 후 귀금속용 metal conditioner (Metaltite, Tokuyama Dental Corp., Tokyo, Japan)를 도포 후 건조시켰다.

1)군에서와 같은 방법으로 Synfony™를 충전 및 중합하였다.

4) Group4(MT): Sandblasting+ Metaltite 과 TESCERA™군

3)군에서와 같은 방법으로 8개의 coping을 sandblasting 후 Metaltite로 표면 처치하고 2)군에서와 같은 방법으로 TESCERA™를 충전 및 중합하였다.

5) Group5(SS): Sandblasting 과 Synfony™ 군

대조군으로 설정한 군으로 8개의 coping을 단지 50 μm의 입자크기를 갖는 Al_2O_3 분말로 0.25 MPa의 압력으로 10 mm거리에서 15초간 표면 분사하고 증류수를 이용하여 세척된 후 건조되었다. 1)군에서와 같은 방법으로 Synfony™를 충전 및 중합하였다.

6) Group6(ST): Sandblasting 과 TESCERA™군

대조군으로 설정한 군으로 5)에서와 같은 방법으로 8개의 coping을 Sandblasting 하고 2)군에서와 같은 방법으로 TESCERA™를 충전 및 중합하였다.

(a) (b)

Figure 1. A specimen holder assembly

(a) Upper view (b) Side view

나. 전단 결합 강도(Shear bond strength) 측정

각각의 시편은 만능시험기(Instron 3366, Instron Corp., Massachusetts, USA)을 이용하여 전단 파절 강도를 측정하였다. 이 때 crosshead speed는 2.0 mm/min으로 하였다.

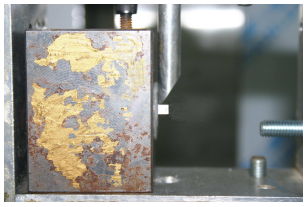


Figure 2. A specimen placed in the universal testing machine

Figure 2 에서 보는 것처럼 시편을 만능시험기에 고정시킨 후 blade tool을 이용하여 전단결합강도를 측정하였다.

순수하게 adhesive failure로 인한 전단 파절 강도를 측정하기 위해 시편 제작상의 문제로 cohesive failure가 발생한 시편과 육안으로 보기에 결손이 있는 시편은 시편을 재제작하여 측정하였다.

3. 통계 분석

통계프로그램인 SAS 8.1을 이용하여 평균 및 표준편차를 산출하였다. Two-way analysis of variance(two-way ANOVA)와 Duncan's Multiple Range Test로 유의수준 5%에서 통계 분석하였다.

Ⅲ. 연구 성적

전단결합강도는 시편의 지름(2.39mm)을 이용한 표면적을 이용하여 MPa로 환산하였다. 각각의 군의 평균 및 표준 편차는 Table 2 와 같다.

Table 2. Statistical result of shear bond strength

Group	n	Mean±S.D.
Group1(RS)	8	14.70 ± 5.46
Group2(RT)	8	18.04 ± 6.38
Group3(MS)	8	16.24 ± 4.13
Group4(MT)	8	18.62 ± 4.92
Group5(SS)	8	9.12 ± 2.29
Group6(ST)	8	9.81 ± 4.37

Table 3. Duncan's Multiple Range Test(1)

Surface treatment	n	Mean	Duncan's Grouping
Sandblasting+ Metaltite	16	17.43	A
Sandblasting+ Rocatec Soft	16	16.37	A
Sandblasting only	16	9.46	B

Table 3에서 Sandblasting+ Metaltite가 평균 17.43 MPa로 가장 높은 수치를 보였으나 16.37 MPa을 보인 Sandblasting+ Rocatec Soft 과의 사이에는 유의성

있는 차이가 없었다($p>0.05$). 9.46 MPa을 보인 Sandblasting과는 유의성 있는 차이가 있었다($p<0.05$).

Table 4. Duncan's Multiple Range Test(2)

Composite resin	n	Mean	Duncan's Grouping
TESCERA™	24	15.49	A
Synfony™	24	13.35	A

Table 4에서 Synfony™, TESCERA™간의 전단결합강도는 Sandblasing+ Rocatec Soft, Sandblasting+ Metaltite, Sandblasting only의 모든 경우에 있어서 유의성 있는 차이가 없었다($p>0.05$).

Ⅳ. 총괄 및 고찰

금속-도재 수복물은 금속으로 인한 강도와 도재로 인한 심미성의 확보로 고정성 보철물에 다양하게 널리 사용되어왔다. Yamamoto(1985)에 의하면 주조형 금속은 납형 제작, 매몰, 주조의 단계를 거치면서 변연적합성에 문제의 소지가 있을 수 있는 단점이 있다. 이에 Gold electroformed surface(GES)를 이용한 고정성 보철물은 1990년대에 처음으로 치과 산업에 도입된 이후 우수한 marginal integrity, 우수한 생체 친화성, 치아 삭제량의 감소, 뛰어난 심미성, 내부 응력 및 기포의 감소, 재료의 효율적 사용과 기공시간의 감소 등의 장점으로 널리 이용되고 있다.

Yamamoto(1985)는 주조형 금속-도재 수복물의 경우 귀금속 내에 비귀금속 원소가 첨가되어 있어 이들이 고온에서 석출되어 산화됨으로써 산화막을 형성하여 도재와 강한 화학적 결합을 이룬다고 하였다. GES coping에 사용되는 순금 같은 귀금속들은 산화막을 형성할 수 없기 때문에 화학적 결합을 이루는데 한계가 있다. 이에 GES coping에 표면 처리하는 방법은 sandblasting이나 gold bonder의 사용이 추천되고 있다.

GES coping에 대한 도재의 결합력이 주로 GES coping에 대한 표면처리에 주로 의존하고 있고 또한 도재 소성 시 저온 소성의 경우에도 gold의 용융점에 근접한 온도까지 가해지는 고온의 열에 의해 GES coping 자체가 변형되거나 약화 될 수 있는 문제점이 생길 수 있으며 porcelain의 재료학적 특성상 chipping, fracture 등의 문제점이 일어날 수 있어서 composite resin veneering이 GES coping 자체의 물리적 성질을 변화시키지 않으면서 porcelain veneering을 대체할 수 있는 가능성에 관심을 가질 수 있다.

본 연구에서는 Rocatec system과 Metaltite가 표면 처치 재료로 사용되었다. 우선 Rocatec system(3M ESPE, Seefeld, Germany)은 표면을 규산염처리(silicatization)하기 위해, 마찰력을 이용하여 화학적 결합을 이루게 하는 방법(tribochemical method)을 사용한다. Tribochemical method란 물리적인 힘을 가

해줌으로서 화학적 결합을 얻는 방법을 의미하는데 이런 화학적 결합을 이루 게 하는 힘은 문지르기(rubbing), 갈기(grinding), 샌드블래스팅(sandblasting) 등의 형태로 제공된다. Guggerberger에 의하면 tribochemical coating은 통상의 화학적 반응 때 일어나는 열이나 빛의 적용은 없기 때문에 저온 규산염 처리법(cold silicatisation)으로도 불리며 물리적인 힘(mechanical energy)이 운동에너지(kinetic energy)의 형태로 기질에 전달되고 온도의 변화 없이 규산염화(silicatisation)가 거시적으로 이루어지게 된다고 하였다. Metaltite(Tokuyama Dental Corp., Tokyo, Japan)는 polymerizable organic sulfur compound를 함유한 single bottle로 된 liquid 형태로 제공되며 functional monomer는 6-methacryloxyhexyl 2-thiouracil-5-carboxylate(MTU-6)로 되어 있다. 귀금속과 다양한 resin간에 단단한 화학적 결합을 형성해준다. 모든 시편들은 우선 전처치로 sandblasting 하였는데 이는 금속의 표면 에너지를 증가시킴으로 인해 젖음성을 증가시켜 금속과 resin의 접착에 기여하게 된다. Hoffmann 등은 GES coping에 sandblasting을 이용하면 표면의 거칠기가 증가해서 결합력을 증가시킬 수 있다고 하였다. 그러므로 이 상태에서 metal conditioning agent나 silica-coating system을 사용할 때 더 큰 효과를 볼 수 있다.

실험 디자인을 보면 우선 50 μm의 입자크기를 갖는 Al_2O_3로 sandblasting만 처치한 것을 대조군으로 하였고 50 μm의 입자크기를 갖는 Al_2O_3로 sandblasting한 후 30 μm tribochemical SiO_2-coating으로 구성되어 있는 Rocatec Soft로 처치한 것과 Metaltite로 처치한 것을 실험군으로 하였다.

각각의 경우에 있어서 Synfony™ (3M ESPE, Seefeld, Germany), TESCERA™ (Bisco, Inc., Schaumburg, Illinois, U.S.A.)를 8개씩 나누어 충전 및 중합하였다.

결과를 보면 Rocatec system으로 처리한 것과 sandblasting한 후에 Metaltite로 처치한 것이 sandblasting만 처리한 것보다 높은 shear bond strength 값을 보였고 Rocatec system과 sandblasting한 후에 Metaltite를 처치한 군 사이에는 유의성 있는 차이가 없는 것으로 나타났다.

단순히 sandblasting만으로 표면 에너지를 증가시키는 것보다 표면 처치를 해서 화학적 결합을 이룸으로써 보다 좋은 결과를 얻을 수 있었다.

Juliano에 의하면 palladium-silver alloy (Pors-on 4) 와 three ceramics (Ceramco, Noritake and Vita VMK-68)의 shear bond strength를 비교해 본 결과 28.21MPa(Ceramco), 28.96 MPa(Noritake) and 24.11 MPa(Vita VMK-68)의 수치를 보였다. Kim 등은 Ceramometal alloy(V-Supragold)에 Al_2O_3로 sandblasting후 oxidation cycle한 군과 GES coping에 Al_2O_3로 sandblasting만한 군, GES coping에 Al_2O_3로 sandblasting하고 gold bonder를 처치한 군과 GES coping에 Rocatec system을 처치한 군의 도재와의 결합 시 전단결합강도를 측정해 본 결과 V-Supragold는 22.9±3.7 MPa, GES-Sand는 13.0±1.4 MPa, GES-Bond는 22.1±3.8 MPa, GES-Rocatec은 20.1±2.8 MPa로 나타났다. GES-sand를 제외하고 나머지 세 군간의 유의성 있는 차이는 없었다고 하였다. 즉 GES coping과 도재와의 결합에 있어서 Rocatec system으로 표면 처리한 경우와 gold bonder를 사용한 경우 일반적인 metal-ceramic restoration의 metal과 도재간의 결합과 비교해 볼 때 유의성 있는 차이가 없음을 알 수 있다.

Coornaert는 금속-도재 간에는 둘 간의 열팽창계수의 차이를 최소화해 열팽창계수를 조화시킴으로써 압축력을 강화시키고 iron, indium, tin과 같은 비귀금속을 미량 첨가하여 degassing 과정을 통해 산화막을 형성함으로써 도재와 화학적 결합력을 증가 시키게 된다고 하였다. 이런 화학적 결합이 주조형 금속-도재간의결합에 큰 역할을 한다.

Wirz에 의하면 GES에 사용된 gold bonder는 99.9%이상의 순금과 도재 입자들로 구성되어 있어서 소성과정 중에 금 입자들이 융합되면서 도재입자들과 결합하게 된다. 즉 도재 입자들이 금 입자에 붙어 있게 되고 이렇게 노출된 도재입자들이 opaque ceramic의 화학적 또는 기계적인 결합을 형성하도록 해주는 역할을 할 수 있다고 하였다.

Guggerberger(1989)는 Rocatec system의 경우 금속에 표면에 sandblasting 한 후 silica가 코팅된 입자를 분사함으로써 즉시 표면을 도재화(ceramization)시킬 수 있어 도재와의 결합력에 큰 효과를 볼 수 있다고 하였다.

부가적으로 중합 방법의 차이가 있기 때문에 Synfony™와 TESCERA™를 나누어 실험하고 Duncan's Multiple Range Test로 비교해 보았는데 둘 사이에서는

유의성 있는 차이가 없었다($p>0.05$).

본 연구에서는 표면 처리방법에 따라 GES coping에 대한 간접 복합 레진의 결합 강도가 다름을 알 수 있다. GES coping에 단순히 sandblasting만 한 것은 여러 논문 결과에서도 나타난 것처럼 다른 표면 처리 방법에 비해 낮은 전단 결합 강도를 보이고 있다. Rocatec system이나 metal conditioner인 Metaltite 로 표면처리 한 경우 GES coping과 간접 복합 레진간의 결합력의 증진에 효과적인 방법으로 여겨진다.

그러나 기존의 금속-도재간의 전단결합강도와 표면 처리된 GES coping과 도재와의 전단결합강도와 비교하여 GES coping과 간접 복합 레진의 전단결합강도가 임상적으로 유의한 차이가 있는지에 대한 연구가 더 필요하다.

또한 임상적으로 유의한 차이가 없는 전단 결합 강도를 보이더라도 long-term으로 보았을 때 도재의 물성과 비교하여 fracture resistance, 색조의 안정성, 표면 강도, 간접 복합 레진과 GES coping간의 microleakage등에 대한 연구가 더 필요할 것으로 사료된다.

Ⅴ. 결 론

본 연구는 GES coping의 표면 처리에 따른 강화형 복합레진의 전단 결합 강도를 알아보고자 하였다. 대조군으로 GES coping에 sandblasting 한 후 간접 복합레진인 Synfony™와 TESCERA™를 각각 8개씩 적층 및 중합 하였고 실험군으로는 Rocatec system으로 표면 처리하고 Synfony™ 와 TESCERA™를 적층, 중합한 군 각각 8개씩과 sandblasting 후 Metaltite로 표면 처리하고 Synfony™와 TESCERA™를 적층, 중합한 군 각각 8개씩 총 48개의 시편을 제작하여 만능시험기(Instron 3366, Instron Corp., Massachusetts, USA)를 이용해 전단결합강도를 측정하여 2-way ANOVA를 이용하여 통계 분석하여 다음과 같은 실험 결과를 도출하였다.

1. GES coping에 Rocatec system를 처치한 군과 sandblasting과 Metaltite를 처치한 군은 sandblasting 만을 처치한 군보다 shear bond strength가 높았지만 ($P<0.05$) Rocatec system을 처치한 군과 sandblasting과 Metaltite를 처치한 군 사이에는 유의성 있는 차이가 없었다($p>0.05$).

2. Rocatec system, sandblasting+Metaltite, sandblasting only 각 군에 있어서 Synfony™, TESCERA™간에 유의성 있는 차이는 없었다($p>0.05$).

이상의 결과를 종합해 볼 때 GES coping에 Rocatec system을 처치하거나 sandblasting 후 Metaltite를 처치한 경우와 같이 표면 처리를 한 경우에 있어서 Synfony™, TESCERA™와 같은 간접 복합 레진의 GES coping과의 결합력에 중요한 역할을 함을 알 수 있다.

그러나 기존의 금속-도재간의 전단 결합 강도와 표면 처리된 GES coping과 도재간의 전단결합강도에 있어서 임상적으로 유의한 차이가 있는지 또한 long-term

으로 보았을 때 도재의 물성과 비교하여 fracture resistance, 색조의 안정성, 표면 강도, 간접 복합 레진과 GES coping간의 microleakage등에 대한 연구가 더 필요할 것으로 사료된다.

참고문헌

1. Behrend F. Gold Electroforming System: GES restorations. J Dent Technol. 1997Mar;14(2):31-7.
2. Biewer ZP. Development of the G.E.S. electroforming technique: biocompatible , corrosion-free production of telescopic crowns. J Dent Technol. 1999Jul-Aug;16(6):24-9.
3. Coornaert J, Adriaens P, Boever J. Long-term clinical studt of porcelain-fused-to-gold restorations. J Prosthet Dent 1984;51:338-42.
4. Erpenstein H, Borchard R, Kerschbaum T. Long-term clinical results of galvano-ceramic and glass-ceramic individual crowns. J Prosthet Dent. 2000May;83(5):530-4.
5. Guggenberger R. Rocatec system-adhesion by tribochemical coating Dtsch Zahnarztl Z. 1989 Nov;44(11):874-6. German.
6. Holmes JR, Pilcher ES, Rivers JA, Stewart RM. Marginal fit of electroformed ceramometal crowns. J Prosthodont. 1996 Jun;5(2):111-4.
7. Juliano Milczewsky Scolaro Bonding ceramic to metal : A comparison using shear tests. Rev. FOB Jan./Mar. 2002 Volume 10, Number1;57-62
8. Kim C. Shear bond strength of veneering ceramic to electroformed gold with three different surface treatment. J Korean Acad Prosthodont Oct 2005;43:599-608
9. Matsumura H, Atsuta M, Tanoue N. Evaluation of two thione primers and composite luting agents used for bonding a silver-palladium-copper-gold alloy. Journal of Oral Rehabilitation 2002 29;842-46
10. Raigrodski AJ, Malcamp C, Rogers WA. Electroforming technique. J Dent Technol. 1998 Jul-Aug;15(6):13-6.

11. Ringgenberg RA. Aesthetics and biocompatibility: strong, electroformed, pure gold for PFM crowns and bridges. Dent. Today. 2000 Aug; 19(8) : 80-3.
12. Rocatec system. Information for use. 3M ESPE.
13. Rogers OW, Armstrong BW. Electroforming a gold matrix for indirect inlays. J Prosthet Dent 1961;11:959-66.
14. Synfony™. Information for use. 3M ESPE.
15. TESCERA™ ATL™. Information for use. BISCO.
16. Traini T. Electroforming technology for ceramometal resto rations. Quintessence 1995:21-9.
17. Vence BS. Electroforming technology for galvanoceramic restorations. J Prosthet Dent. 1997 Apr;77(4):444-9.
18. Wirz J., Hoffman A. Electroforming in restorative dentistry: new dimensions in biologically based prostheses. Quintessence Pub. Co. 1999.
19. Yamamoto M. Metal-Ceramics. Quintessence. Pub. Co. Tokyo. 1985.
20. Yoshida K, Kamada K, Sawase T, Atsuta M. Effect of three adhesive primers for a noble metal on the shear bond strengths of three resin cements. J Oral Rehabil 2001 28;14-9
21. Yoshida K, Kamada K, Sawase T, Atsuta M. Effect of three adhesive primers on the bond strengths of four light-activated opaque resins to noble alloy. J Oral Rehabil 2001 28;168-173

Abstract

Shear bond strength of indirect composite resin according to surface treatment of gold electroformed surface.

Sung Min Choi, D.D.S.
Department of Dental Science
The Graduate School, Yonsei University

(Directed by Assistant Prof. **June Sung Shim**, D.D.S., M.S.D., PhD.)

GES is being widely used compared to contemporary metal-porcelain restorations due to its good marginal adaptation, good biocompatibility, reduced tooth reduction due to its thin and equal thickness of 0.2 mm, equal and high metal density, reduced material use and lab time. However, contemporary porcelain veneering with GES coping due to its high temperature while porcelain furnacing could weaken and deformed the restoration.

Such problems were solved by utilizing resin instead of dental porcelain as the veneering material. Recently, micro-hybrid composite resin with improved strength and esthetics such as Synfony™ ,TESCERA™ were invented as replacements of dental porcelain. However, insufficient bonding strength between the interface of composite resin and pure gold could result in adhesive failure.

Many suggestions have been made to improve bonding between GES and composite resin. Methods such as macromechanical retention by beading on the GES surface, micro-mechanical retention by sandblasting or etching

techniques, micro-mechanical retention with metal conditioners and silica coating (ex. Rocatec system) have been suggested.

In the case of macro-mechanical retention by adding beads, beads of adequate ubdercuts are hard to manufacture and increased tooth reduction to obtain bead space is inevitable. Even though studies on effects on bonding strength between resin and noble metal by surface treatment have been reported, studies on bonding strength between 99.9% pure gold GES coping and resin are a rarity.

In this experiment, following pre-treatment of GES coping with widely used surface treatment methods of noble metals such as Rocatec system, Metaltite, shear bond strength of each famous contrastive indirect composite resin Synfony™ and TESCERA™ were compared to the sandblasted control groups.

The following results were obtained.

1. The shear bond strength of Rocatec system and Sandblasted Metaltite treated GES coping were higher compared to the solely sandblasted groups($p<0.05$). However a statistically significant differences were not to be found in the two groups($p>0.05$).

2. Rocatec system, sandblasted Metaltite and sandblasting only showed no significant difference in both the Synfony™ and TESCERA™($p<0.05$). According to the following results, it could be said that surface treatment of GES coping with Rocatec and sandblasted Metaltite plays an important role in bonding strength of indirect composite resin.

Key words : GES, indirect composite resin, shear bond strength