

# 샌드블라스팅 처리한 스테인리스스틸 크라운에 대한 접착제 및 레진의 종류에 따른 전단결합강도 비교

백광우\*, 유혜연, 기경임

이화여자대학교 임상치의학대학원 소아치과학교실

## Comparative evaluation of shear bond strength of different bonding system and composite resin to sandblasted stainless steel crown

Kwangwoo Baek\*, Hyecheon Yu, Kyungim Ki

Department of Pediatric Dentistry, Ewha Womans University Graduate School of Clinical Dentistry, Seoul, Korea

(Received: Feb. 8, 2009; Accepted: Mar. 10, 2009)

### ABSTRACT

The purpose of this study was to determine and evaluate the shear bond strength and fracture pattern of composite to stainless steel crowns(SSCs) using four different bonding systems: Single Bond 2, Clearfil SE Bond, One-step, Prime & Bond NT. And this in vitro study was to evaluate and compare the shear bond strength of direct composite resin(Clearfil AP-X) and indirect composite resin(Tescera) to sandblasted SSCs using two bonding agents, Clearfil SE Bond and One-Step. Clearfil SE Bond and One-step group provided higher bond strength than Single Bond 2 and Prime & Bond NT, but one-way ANOVA revealed no significant difference among the overall mean bond strengths for the four bonding systems( $p>0.05$ ). The mean shear bond strengths(MPa) and standard deviations were as follows: Clearfil SE bond-Tescera( $11.98\pm 1.53$  MPa); One-Step-Tescera( $9.44\pm 2.00$  MPa); Clearfil SE bond-Clearfil AP-X( $13.48\pm 3.32$  MPa); One-Step-Clearfil AP-X( $10.45\pm 3.48$  MPa). No significant difference was found between direct and indirect composite resin groups. The bond strength values revealed that direct composite resin has slightly higher mean shear bond strength compared to indirect composite resin. Microscopic examination revealed adhesive and mixed bond failure. This study indicates that in certain situations, the operator might choose to bond direct composite resin to a fractured labial facing rather than replacing the SSC.

**KEY WORDS:** bonding system, composite resin, shear bond strength, stainless steel crowns(SSCs)

### 서론

치아 우식이나 외상으로 파절된 유전치의 수복은 구치부 수복에 비해 심미성이 요구된다. 해부학적으로 작고 좁은 치관과 환자의 행동 조절에 대한 어려움으로 유전치부의 심미적 수복은 쉽지 않은 치료 중의 한 분야이다.

일반적으로, 유전치를 완전 피개하는 방법에는 폴리카보네이트 크라운(polycarbonate crown), 레진 스트립 크라운(resin strip crown), 스테인리스스틸 크라운(stainless steel crown; SSC), 개창성 스테인리스스틸 크라운(Open-faced stainless steel crown) 등 4가지 방법이 주로 사용되고 있다. 각 수복물마다 장점이 있긴 하지만, 실제 적용에서 제한적인 문제도 제기되고 있다. 폴리카보네이트 크라운은 심미성이 향상되었지만 적용하기가 어렵고, 유지력이

낮으며 마모가 많이 되어 요즘은 거의 사용되지 않고 있다(Lee, 2002). 레진 스트립 크라운은 우수한 심미성과 함께 수리가 쉽다는 장점이 있지만, 치은 연하 우식이나 치은 출혈이 있는 경우 시행하기가 어렵고, 외상에 의해 쉽게 파절되거나 탈락할 수 있다(Croll과 Helpin, 1996; Baker 등, 1996).

스테인리스스틸 크라운은 심하게 우식에 이환되었거나 파절되어 잔존 치질이 거의 남아있지 않은 치아에서도 장착할 수가 있다. 내구성과 유지력이 우수하여 파절되거나 마모 없이 치아의 탈락시기까지 사용할 수가 있다(Waggoner, 1998; Helpin, 1983). 이런 장점에도 불구하고 은색의 금속 외면은 보호자나 어린이가 받아들이기가 쉽지 않다. Croll(1998)은 일부 보호자는 스테인리스스틸 크라운이 보이는 것을 꺼려했고, 스테인리스스틸 크라운이 유일한 수복방법이라면 유전치를 발치하는 게 낫다고 생각하는 보호자가 있었다고 보고하였다.

\* 서울시 양천구 목동 911-1번지, 우편번호 158-710, 이화여자대학교 목동병원 소아치과학교실, 백광우

\* 이 논문은 이화여자대학교 교내 연구비 지원에 의해서 이루어진 것임.

Helpin(1983)은 심미성을 개선시키기 위해, 치아에 접착한 스테인리스스틸 크라운의 순측 금속과 시멘트를 제거하고 그 부위에 콤포짓트 레진을 접착하였다. 이러한 개장성 스테인리스스틸 크라운은 시술시간이 오래 걸리고 주변부의 금속이 여전히 노출되어 레진 크라운보다는 심미성이 떨어지며 콤포짓트 레진을 접착시키는 동안 출혈을 조절해야만 한다(Croll, 1998; Lee, 2002; Helpin, 1983). 콤포짓트 레진의 접착력과 금속 표면처리 기술이 다양해지고 발전하면서 순면에 미리 콤포짓트 레진을 피복한 스테인리스스틸 크라운도 사용할 수 있게 되었다(MacLean과 Champagne, 2007). 이러한 레진 비니어 스테인리스스틸 크라운은 기존의 스테인리스스틸 크라운의 장점은 유지하면서 심미성도 우수하다. 또한 시술시간이 짧고, 출혈이 있거나 방식이 어려운 경우에도 쉽게 사용할 수가 있다. 그러나 순측 변연부는 레진 비니어의 탈락 위험 때문에 구부러져 적합을 맞추기가 어렵고, 변형 가능성 때문에 고압멸균소독이 불가능하며, 가공과정이 필요하여 일반적인 크라운보다 고가이다. 가장 큰 문제점은 레진 비니어 부분이 탈락하거나 깨질 수 있다는 것이다(Waggoner와 Cohen, 1995).

레진 비니어 스테인리스스틸 크라운에서 레진 비니어가 파절되었을 때 크라운을 교체하는 작업은 부가적인 시간과 비용, 환아의 협조능력 등에 따라 어려울 수 있다. 크라운의 교체 없이 효과적으로 수복할 수 있다면 시술과정이 훨씬 단순해질 것이다. 임상에서 현재 사용하고 있는 접착 시스템으로 가공과정에서 레진 비니어를 만들 때 사용할 수 있을 뿐 아니라 레진 비니어가 탈락하거나 파절되었을 때 수리과정에서도 사용 가능하다고 하였다(Wiedenfeld 등, 1995; Al-Shalan 등, 1997; Yilmaz와 Yilmaz, 2004).

본 연구에서는 샌드블라스팅 처리한 스테인리스스틸 크라운 표면에 4종의 접착제를 사용하여 각 접착제에 따른 레진의 결합력을 비교, 평가하였다. 또한, 그 중 우수한 성질을 보인 접착제를 사용하여 직접용 콤포짓트 레진과 간접용 콤포짓트 레진의 결합력을 비교, 평가하고 레진

탈락 양상도 평가해 보고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험재료

본 연구에서 접착시스템에 따른 결합강도 측정을 위하여는 3M사의 ESPE 스테인리스스틸 크라운, 결합제는 Kuraray사의 Clearfil SE Bond, Bisco사의 One-step, Dentsply사의 Prime & Bond NT, 3M ESPE사의 Single Bond 2를 사용하였고, 광중합형 콤포짓트 레진은 3M ESPE사의 Filtek™Z 250, 광중합기는 3M ESPE사의 Elipar™Freelight 2를 사용하였다.

레진의 결합강도 측정 시에는 3M ESPE사의 스테인리스스틸 크라운, 결합제는 Kuraray사의 Clearfil SE Bond와 Bisco사의 One-step를 사용하였다. 콤포짓트 레진은 Kuraray사의 Clearfil AP-X와 Bisco사의 Tescera, 측정 중합기는 Kerr사의 gun type 중합기 Optilux 500과 Schutz-Dent사의 Dialog를 사용하였고, Tescera의 경우에는 중합장치인 Tescera ATL을 이용하였다.

### 2. 실험방법

#### 1) 접착시스템에 따른 결합강도 측정

##### ① 시편 제작

40개의 스테인리스스틸 유증절치 크라운(size 6; 3M ESPE, St. Paul, USA)을 각 10개씩 4개의 실험군으로 분류하였다(Table 1). 가로 1.5 cm, 세로 1.5 cm, 높이 0.7 cm의 몰드를 제작하고 스테인리스스틸 크라운의 설측면이 몰드의 바닥을 향하도록 위치시킨 후 자가 중합 아크릴릭 레진을 채워주었다. 10분 경과한 후 경화된 레진 블록을 몰드에서 제거하였다. 제작된 시편 표면을 입자 크기가 110 μm 알루미나(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) 분말로 노즐을 시편에서 1cm 떨어진 곳에서 수직으로 위치시킨 후 2.8 bar의 압력으로

Table 1. Experimental groups used in this study.

	TE-SE	TE-ON	AP-SE	AP-ON
# of specimen	10	10	10	10
Bonding agent	Clearfil SE Bond	One-Step	Clearfil SE Bond	One-Step
Body resin	Tescera	Tescera	Clearfil AP-X	Clearfil AP-X
Curing unit	Optilux500	Dialog	Optilux500	Dialog
	Tescera ATL	Tescera ATL	Optilux500	Optilux500

10초간 샌드블라스팅을 시행하고, 입자 크기가 50 μm인 알루미늄 분말로 다시 한 번 같은 조건으로 샌드블라스팅을 시행하였다. 샌드블라스팅 처리한 다음 시편 표면을 세척한 후 건조하였다.

## ② 접착 과정

샌드블라스팅 처리한 크라운 표면에 4종의 레진 접착 시스템 중 하나를 사용하여 레진을 접착하였다. 각 접착 과정은 제조사의 설명서에 따라 시행하였으며, 지름 3.0 mm, 두께 2.0 mm의 원통구조의 몰드를 이용하여 크라운 표면에 레진이 균일하게 접착되도록 하였다.

대조군으로 Single Bond 2(3M ESPE, USA)를 크라운 표면에 충분히 도포한 후 5초간 공기로 건조시키고 Elipar™ Freelight 2(3M ESPE, Germany)를 사용하여 10초간 광중합 하였다. 실험 1군은 Clearfil SE Bond (Kuraray, Japan)를 적용하였는데, 먼저 primer를 표면에 도포하고 20초간 유지 후 공기로 건조시키고 그 위에 bonding resin을 도포하고 10초간 광중합 하였다. 실험 2군은 One-Step(Bisco, USA)을 도포한 다음 건조시키고 10초간 광중합 하였다. 실험 3군은 Prime & Bond NT (Dentsply/DeTrey, Germany)를 도포하고 건조 후 10초간 광중합 하였다. 각 실험 군에 위 방식대로 접착 시스템을 적용한 후 퍼티 몰드에 광중합형 콤포짓트 레진 (Filtek™ Z250, 3M ESPE, USA)을 채워 넣고 20초간 광조사하였다. 몰드를 제거한 후 레진 블록의 네 면에서 각각 10초씩 추가로 광조사하였다. 제작한 시편은 실험군 별로 37°C 증류수에 담가 24시간 동안 보관하였다.

## 2) 직접용 콤포짓트 레진과 간접용 콤포짓트 레진의 결합강도 측정

### ① 시편 제작

접착시스템에 따른 결합강도 측정과 동일한 방법으로

40 시편을 제작하여 각 10개씩 4종의 실험군으로 분류하였다 (Table 1).

### ② 접착 과정

샌드블라스팅 처리한 크라운 표면에 두 가지 레진 접착 시스템 중 하나를 사용하여 레진을 접착하였다. 각 접착 과정은 제조사의 설명서에 따라 시행하였으며, 지름 3.0 mm, 두께 2.0 mm의 원통구조의 몰드를 이용하여 크라운 표면에 레진이 균일하게 접착되도록 하였다. 각 실험군의 조합은 Table 1과 같다.

실험 1군에서는 Clearfil SE bond(SE)를 적용하였는데, 먼저 primer를 표면에 도포하고 20초간 유지 후 공기로 건조시키고 그 위에 bond를 도포하고 gun type 중합기 (Optilux500, Kerr)로 10초간 광중합 하였다. Tescera (TE)를 몰드에 넣고 20초간 gun type 중합기로 광중합 시킨 후, 크라운 표면에 붙이고 중합장치(Tescera ATL™, Bisco)에서 30분간 중합시켰다.

실험 2군에서는 One-Step(ON)을 도포한 다음 광중합기(Dialog, Schutz-Dent)에서 15분간 광중합한 후 Tesceraflo를 도포하고 광중합기(Dialog)에서 15분간 광중합 하였다. Tescera를 몰드에 넣고 20초간 gun type 중합기로 광중합 시킨 후, 크라운 표면에 붙이고 중합장치에서 30분간 중합시켰다.

실험 3군에서는 Clearfil SE bond를 적용하였는데, 먼저 primer를 표면에 도포하고 20초간 유지 후 공기로 건조시키고 그 위에 bond를 도포하고 gun type 중합기로 10초간 광중합 하였다. Clearfil AP-X(AP)를 몰드에 넣고 20초간 gun type 중합기로 광중합 시킨 후, 크라운 표면에 붙이고 40초간 광중합 시켰다.

실험 4군에서는 One-Step을 도포한 다음 광중합기(Dialog)에서 15분간 광중합 하였다. Clearfil AP-X를 몰드에 넣고 20초간 gun type 중합기로 광중합 시킨 후, 크

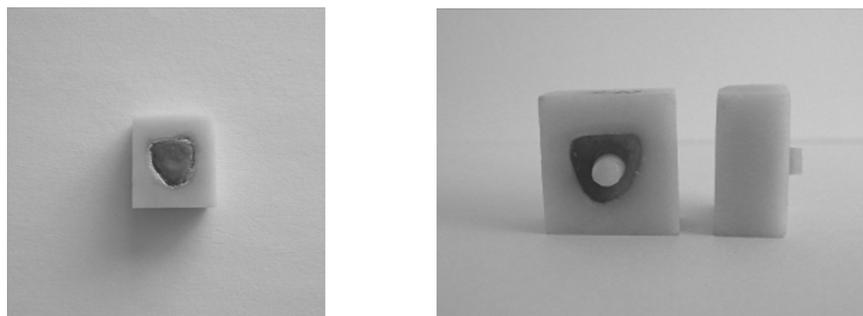


Figure 1. Stainless steel crown embedded in resin block and SSC specimen bonded with composite resin.

라운 표면에 붙이고 40초간 광중합 시켰다.

제작한 시편은 각 실험군으로 분류하여 37°C 증류수에 담가 24시간 동안 보관하였다.

3) 전단결합강도 측정

시편의 전단결합강도는 만능시험기(Instron, Model 4465, England)를 이용하여 측정하였다. 하중을 1.0 mm/min의 속도로 시편에 가하여 콤포지트 레진이 스테인리스스틸 크라운에서 분리될 때의 최대 하중을 측정한 다음 측정값과 레진 접착면의 반지름을 이용해서 전단결합강도를 계산하였다.

$$\text{전단결합강도} = 9.8 \times \frac{F}{\pi} \times d^2$$

F : 최대하중  
d : 접착면의 반지름

4) 접착실패의 유형 분석

레진 시편이 분리된 크라운 표면을 실체 현미경(SMZ-U, Nikon Co., Tokyo, Japan)에서 20배율로 관찰하여 접착실패 유형을 분석하였다. 접착 실패가 금속과 접착제의 경계면에서 일어난 경우(접착성 파괴; adhesive failure), 접착제 내에서 일어난 경우(응집성 파괴; cohesive failure) 및 두 가지 양상이 혼합된 경우(혼합성 파괴; mixed failure)로 분류하여 관찰하였다.

5) 통계처리

① 접착시스템에 따른 결합강도 측정

각 실험군의 전단결합강도 측정값의 평균과 표준편차를 구하고 모아진 자료를 Graphpad Prism version 4.03을 사용하여 one-way ANOVA로 분석하였다.

② 직접용 콤포지트 레진과 간접용 콤포지트 레진의 결합강도 측정

각 실험군에서 측정한 전단결합강도는 Turkey multiple comparisons(p=0.05)로 통계 분석하였고, 사용한 레진 시멘트의 영향과 직접용/간접용 콤포지트 레진간의 유의한 차이는 t-test로 통계 분석하였다.

결과

1) 접착시스템에 따른 결합강도 측정

① 전단결합강도

대조군인 Single Bond 2는 10.58~19.29 MPa 범위의 전단결합강도를 보였고, 평균결합강도와 표준편차는 13.17 ± 2.78 MPa이었다. Clearfil SE Bond의 평균결합강도는 15.39 ± 3.94 MPa이었고, One-Step과 Prime & Bond NT의 결합강도 값은 각각 14.90 ± 2.82 MPa, 14.84 ± 4.01 MPa이었다(Table 2).

Clearfil SE-Bond의 전단결합강도 평균값이 가장 높게 나타났으며, Single Bond 2의 평균값이 가장 낮게 나타났다. 그러나 One-way ANOVA로 분석한 결과 각 실험군

Table 2. Mean shear bond strength(MPa) and standard deviation(SD) of direct composite resin experimental group.

Group	Bond system	N	Mean	SD	Minimum	Maximum
G4	Clearfil SE Bond	10	15.39	3.94	10.07	20.29
G3	One-Step	10	14.90	2.82	11.56	19.09
G2	Prime & Bond NT	10	14.84	4.01	8.45	20.24
G1	Single Bond 2	10	13.17	2.78	10.58	19.29

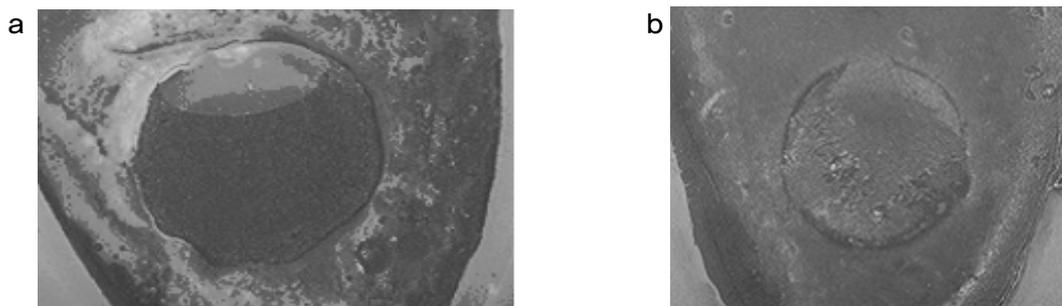


Figure 2. Failure pattern: adhesive failure (a) and mixed failure (b).

사이에 통계학적으로 유의한 차이는 없었다( $P=0.362$ ).

② 접착실패 유형

결합강도 측정 후 파절된 표면을 실체 현미경으로 관찰한 결과 접착성 파괴(adhesive bond failure)와 혼합성 파괴(mixed bond failure)가 관찰되었다(Fig 2). 한 가지 파절 유형만 나타난 경우는 없었고 일부는 접착성 파괴를 보였고 일부는 혼합성 파괴를 보였다. Single Bond 2는 접착성 파괴가 8개, 혼합성 파괴가 2개였고, One-Step은 6개와 4개, SE bond는 3개와 7개, Prime & Bond NT는 5개와 5개였다.

2) 직접용 콤포지트 레진과 간접용 콤포지트 레진의 결합강도 측정

① 전단결합강도

각 실험군의 시편 개수, 측정된 전단결합강도의 평균값 및 표준편차는 Table 3과 같다. Clearfil SE Bond로 접착한 실험군에서 직접용 콤포지트 레진(AP)의 전단결합강도는 13.48 MPa로 간접용 콤포지트 레진(TE)의 전단결합강도의 11.98 MPa보다 다소 높은 평균값을 보였으나,  $t$ -test로 통계 분석한 결과  $p=0.218$ 로 유의한 차이는 없었다.

One-Step으로 접착한 실험군에서 직접용 콤포지트 레진(AP)의 전단결합강도는 10.45 MPa로 간접용 콤포지트 레진(TE)의 전단결합강도의 9.44 MPa보다 다소 높은 평균값을 보였으나,  $t$ -test로 통계 분석한 결과  $p=0.437$ 로 유의한 차이가 없었다.

직접용 콤포지트 레진(AP)에서 Clearfil SE Bond로 접착한 실험군의 전단결합강도는 13.48 MPa로 One-Step으로 접착한 실험군의 10.45 MPa보다 다소 높은 평균값을 보였으나,  $t$ -test로 통계 분석한 결과  $p=0.062$ 로 유의한 차이가 없었다. 간접용 콤포지트 레진(TE)에서 Clearfil SE bond로 접착한 실험군의 전단결합강도는 11.98 MPa로 One-Step으로 접착한 실험군의 9.44 MPa보다 높은 평균값을 보였으며,  $t$ -test로 통계 분석한 결과  $p=0.005$ 로 유의한 차이가 있었다.

② 접착실패 유형

결합강도 측정 후 스테인리스스틸 크라운 표면을 실체 현미경으로 관찰한 결과 대부분의 경우 표면에 레진 시멘트 또는 콤포지트 레진이 잔류되지 않은 접착성 파괴 양상을 보였으며, 결합강도가 높은 경우에서만 약 20% 정도 콤포지트 레진이 잔류하는 혼합파괴 양상을 보였다.

Table 3. Mean shear bond strength of direct and indirect composite resin experimental groups.

Code	composite resin type	N	Mean	SD	Minimum	Maximum
TE-SE	direct	10	11.98 <sup>ab</sup>	1.53	9.80	13.68
TE-ON	direct	10	9.44 <sup>b</sup>	2.00	6.97	12.55
AP-SE	indirect	10	13.48 <sup>a</sup>	3.32	8.66	18.22
AP-ON	indirect	10	10.45 <sup>ab</sup>	3.48	5.28	15.56

Note: Mean shear bond strength values within column with the same superscript letter were not significantly different ( $p > 0.05$ ).

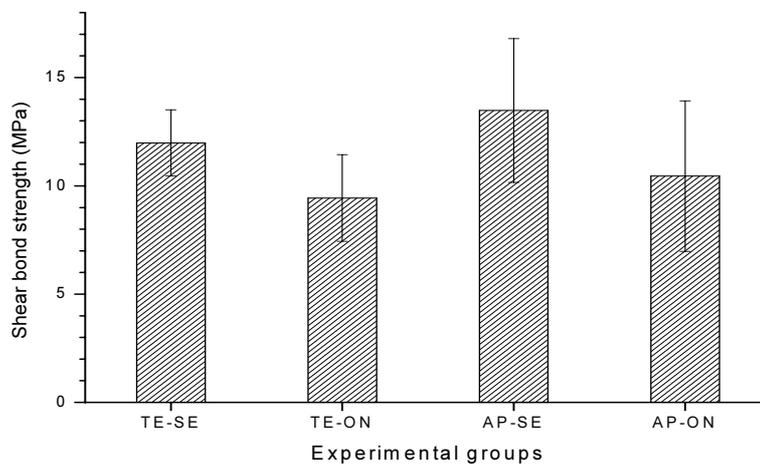


Figure 3. Shear bond strength of experimental group.

## 고찰

최근 심미성에 대한 관심이 높아지면서 자연치와 유사한 색조의 심미 수복재에 관한 연구가 증가하고 있다. 레진 비니어 스테인리스스틸 크라운은 기능뿐만 아니라 심미성 회복에도 우수한 수복물이다. 그러나 레진의 파절이나 탈락이 일어나게 되면 심미성이 훼손되어 재치료가 필요하다. 스테인리스스틸 크라운과 순측 비니어의 낮은 결합력으로 비니어가 파절되거나 탈락하면 크라운을 교체해야 하지만, 시간이나 비용, 어린이의 행동 조절, 다시 실패할 가능성 등을 고려할 때 바람직하지 않다. 최근 발달한 레진 접착 시스템을 이용하여 크라운의 교체 없이 효과적으로 수리할 수 있다면 레진 비니어 스테인리스스틸 크라운의 적용은 크게 증가할 수 있다. 임상에서 현재 사용하고 있는 접착 시스템은 기공과정에서 레진 비니어를 만들 때 간편하게 사용할 수 있을 뿐 아니라 크라운을 치아에 접착한 후 레진 비니어가 탈락하거나 파절되었을 때 수리과정에서도 손쉽게 사용할 수 있다.

본 연구에서는 샌드블라스팅 처리한 스테인리스스틸 크라운 표면에 4종의 접착 시스템으로 콤포짓트 레진을 부착하여 접착시스템에 따른 레진과 금속간의 결합강도를 비교해 보았다. 이 중에서 결합강도가 높은 두 가지의 접착제를 사용하여 직접용 콤포짓트 레진과 간접용 콤포짓트 레진을 접착한 후 각 실험군의 결합력을 비교, 평가하고 레진 탈락 양상도 평가해 보았다.

알루미나 분말로 샌드블라스팅 처리를 하게 되면 금속 표면을 세척하는 효과와 표면적을 증가시키는 효과가 있다. 샌드블라스팅 처리로 표면에 미세한 거칠기를 만들어 결합에 사용될 표면적을 증가시킨 후 화학적 결합방법을 이용하여 레진과의 결합을 강화할 수 있다(Tanaka 등, 1986). Park(2007)은 유증절치 스테인리스스틸 크라운을 알루미나 입자로 샌드블라스팅 처리한 다음 표면 거칠기를 비교분석하고, 광중합형 콤포짓트 레진(Filtek Z250)을 접착한 후 만능 시험기로 전단결합강도를 측정하였다. 표면 거칠기는  $110+50\mu\text{m}$  처리군이 가장 좋았고, 전단결합강도는  $110+50\mu\text{m}$  처리군과  $110\mu\text{m}$  처리군이 다른 군보다 유의하게 높았다. 또한, 표면 거칠기가 증가할수록 전단결합강도도 증가함을 보였다. 이번 연구에서는 Park의 실험에서 표면 거칠기와 전단결합강도가 가장 높았던  $110+50\mu\text{m}$  알루미나 입자로 샌드블라스팅 처리하였다.

실패한 레진 비니어 스테인리스스틸 크라운을 수복하기 위한 여러 가지 방법과 다양한 결합제나 레진을 이용한

효과를 비교 평가한 연구들이 많이 보고되었다. Salama와 el-Mallakh(1997)는 콤포머를 이용해 스테인리스스틸 크라운을 비니어하는 방법을 비교하였다. 스테인리스스틸 크라운에 바로 접착하는 방법, 샌드블라스팅 처리 후 접착하는 방법, 크라운의 설측에 클릿(lingual cleat, TP Orthodontics, Inc, LaPorte, IN)을 용접하여 접착하는 방법, 샌드블라스팅 처리 후 Multipurpose Adhesive Bond(3M, USA)를 사용하여 접착하는 방법을 비교하였는데, 클릿을 이용하여 기계적 방법으로 유지력을 증가시켰을 때 결합강도가 가장 높았다고 하였다. 스테인리스스틸 크라운에 이용할 수 있도록 클릿의 크기나 형태를 적절하게 제한한다면 교정이나 소아에서 유용할 것이라고 하였다.

Al-Shalan 등(1997)은 결합실패가 발생한 레진 비니어 스테인리스스틸 크라운에 5가지 다른 결합제를 이용하여 콤포짓트 레진을 재접착 했을 때의 결합강도와 원래의 레진 비니어 스테인리스스틸 크라운의 결합강도를 비교하였다. 평균 결합강도 값은  $14.1\pm 5.0\text{MPa}$ 에서  $22.9\pm 10.7\text{MPa}$ 이었다. 5가지 접착제를 이용한 재접착 실험군 모두가 원래의 레진 비니어 스테인리스스틸 크라운의 결합강도보다 높았다. 본 연구에서도 결합강도가  $13.17\pm 2.78\text{MPa}$ 에서  $15.39\pm 3.94\text{MPa}$ 로 유사한 결과를 보였다.

Yilmaz와 Yilmaz(2004)는 실패한 레진 비니어 스테인리스스틸 크라운에 글라스아이오노머 시멘트를 이용하여 유동성 레진과 비니어용 레진을 재접착시켰을 때의 결합강도가 원래의 레진 비니어의 결합강도보다 낮았다고 하였다. Khatri 등(2007)은 샌드블라스팅한 유전치부 스테인리스스틸 크라운에 접착제 Prime & Bond NT(Dentsply)를 사용하여 일반 콤포짓트 레진과 나노 콤포짓트 레진을 접착한 후 전단결합강도를 비교한 연구에서 나노 콤포짓트 레진의 전단결합강도가 다소 높았지만 통계학적으로 유의한 차이는 없었다고 하였다.

본 연구에서는 두 가지 접착제를 이용하여 직접용 콤포짓트 레진과 간접용 콤포짓트 레진을 접착하였을 때의 결합강도를 비교하였는데, 접착제와 레진에 따른 유의한 차이는 볼 수 없었다. 이는 시편 제작 시 실험 오류에 의해 편차가 높게 나타난 결과로 생각되며, 시편 개수를 늘린다면 실험군 간의 유의한 차이를 얻을 수도 있을 것으로 보인다. 본 실험에서 두 가지 레진 사용 시 유사한 조건을 만들기 위해 Tescera 레진을 접착하는 과정 중 기공 과정에서 통상적으로 사용하는 불투명 레진을 사용하지 않았는데 이 점도 전단결합강도에 영향을 주었을 것으로 추측된다. 따라서 불투명 레진을 사용한 후의 결합강도 차이

를 비교하는 실험이 추가적으로 필요할 것으로 보인다.

Jeong(2007)은 스테인리스스틸 크라운의 표면처리가 결합력에 미치는 영향을 비교하는 연구에서 샌드블라스팅 처리 후 불투명 레진을 도포한 실험군에서 더 높은 결합 강도를 보였다고 하였다. 또한 중합 과정에서 gun-type 중합기(Optilux500)나 광중합기(Dialog), Tescera ATL 등 다른 종류의 광중합장치를 사용하였는데 광중합장치에 따른 차이도 발생하였을 것으로 추측된다. 각 실험군에서 대부분 접착성 파절 양상을 보였으며, 일부 결합강도가 높은 20% 정도에서만 혼합 파절양상을 보였다. 결합강도가 증가할수록 접착계면에서의 실패는 감소함을 볼 수 있었다.

임상에서는 환자에게 적합한 스테인리스스틸 크라운에 샌드블라스팅 처리 후 상용하는 접착 시스템과 레진을 이용하여 진료실에서 간편하게 심미적인 크라운을 만들어 줄 수 있을 것이다. 레진 비니어가 스테인리스스틸 크라운에서 파절되거나 탈락한 경우에도 크라운을 교체하지 않고 수리해 줄 수 있다. 그러므로 추가적인 치질 삭제나 특별한 기공 과정 없이 보존적이고 경제적인 수복방법이다. 샌드블라스팅 처리를 하거나 단순한 유지 장치를 추가한 유전치부 스테인리스스틸 크라운이 상품화되어 나온다면 임상에서 더 다양한 선택과 나은 진료를 제공할 수 있을 것으로 생각된다.

본 실험에서는 접착제로 One-Step과 Clearfil SE Bond만 사용하였는데, 다른 논문에서 좋은 결과를 나타낸 Panavia F2.0과 같은 다른 접착제를 사용하여 비교하는 실험도 필요하다고 본다. 또한 간접법으로 사용할 수 있는 Sinphony(3M, USA)와 같은 다른 재료를 이용한 실험도 추가적으로 필요할 것으로 보인다. 스테인리스스틸 크라운을 실란이나 로카텍으로 처리한 후의 직접법과 간접법을 이용한 결합강도 차이를 비교하는 실험도 필요할 것으로 생각된다. 또한 치과용 수복물은 구강 내 장착되는 순간부터 지속적으로  $-7^{\circ}\text{C}$ 에서  $+75^{\circ}\text{C}$  범위의 온도변화를 겪게 되므로 구강 내 환경과 좀 더 유사한 조건에서의 결과를 얻기 위하여 열순환 처리를 시행하는 실험이 추가적으로 필요할 것으로 보인다.

## 결론

본 연구에서는 금속과 레진을 결합시키는 화학적 방법 중 접착시스템을 사용하여 샌드블라스팅 처리된 스테인리스스틸 크라운에 대한 콤포짓트 레진의 결합강도를 측정,

비교하였다. 또한 이 중 두 가지 접착제를 사용하여 직접 용 콤포짓트 레진과 간접용 콤포짓트 레진의 전단결합강도를 측정하고 비교하였다.

1. Clearfil SE Bond와 One-Step의 전단결합강도가 Prime & Bond NT와 Single Bond 2의 결합강도보다 높아서 레진의 결합강도 실험에 사용하였으나, 각 실험군간 결합강도의 유의한 차이는 없었다( $p > 0.05$ ).
2. 직접용 콤포짓트 레진에서 Clearfil SE bond로 접착한 실험군의 전단결합강도가 One-step으로 접착한 실험군보다 다소 높았으나 유의한 차이는 없었다( $p > 0.05$ ).
3. 간접용 콤포짓트 레진에서 Clearfil SE bond로 접착한 실험군의 전단결합강도가 One-step으로 접착한 실험군보다 다소 높았으며 유의한 차이가 있었다( $p = 0.005$ ).
4. 전단결합강도가 낮을수록 접착성 파절 양상을 보였으며, 결합강도가 높은 일부 20% 정도에서만 혼합 파절 양상을 보였다.

본 연구에서 직접법과 간접법의 전단강도 간에 유의한 차이가 없으므로 레진 비니어가 파절되거나 탈락한 경우에 크라운의 교체 없이 진료실에서 콤포짓트 레진을 이용하여 직접법으로 수복하는 것이 받아들일 만하다.

## 참고문헌

1. Al-Shalan TA, Till MJ, Feigal RJ(1997). Composite bonding to stainless steel metal using different bonding agents. *Pediatr Dent* 19(4):273-276.
2. Baker LH, Moon P, Mourino AP(1996). Retention of esthetic veneers on primary stainless steel crowns. *ASDC J Dent Child* 63(3):185-189.
3. Croll TP, Helpin ML(1996). Preformed resin-veneered stainless steel crowns for restoration of primary incisors. *Quintessence Int* 27(5):309-313.
4. Croll TP(1998). Primary incisor restoration using resin-veneered stainless steel crowns. *ASDC J Dent Child* 65(2):89-95.
5. Helpin ML(1983). The open-face steel crown restoration in children. *ASDC J Dent Child* 50(1):34-38.
6. Jeong M(2007). The effect of surface treatments on the bond strength of stainless steel crowns and composite resin

- for anterior primary teeth restoration. Graduate School of Clinical Dentistry, Ewha Women University, MSD Thesis.
7. Khatri A, Nandlal B, Srilatha(2007). Comparative evaluation of shear bond strength of conventional composite resin and nanocomposite resin to sandblasted primary anterior stainless steel crown. *J Indian Soc Pedod Prev Dent* 25(2):82-85.
  8. Lee JK(2002). Restoration of primary anterior teeth: review of the literature *Pediatr Dent* 24(5):506-510.
  9. MacLean JK, Champagne CE(2007). Clinical outcomes for primary anterior teeth treated with preveneered stainless steel crowns. *Pediatr Dent* 29(5):377-381.
  10. Park S(2007). The effect of various surface treatment on the bond strength of stainless steel crowns and composite resin for anterior primary teeth restoration. Graduate School of Clinical Dentistry, Ewha Women University, MSD Thesis
  11. Salama FS, el-Mallakh BF(1997). An in vitro comparison of four surface preparation techniques for veneering a compomer to stainless steel. *Pediatr Dent* 19(4):267-272.
  12. Tanaka T, Fujiyama E, Shimizu H, Takaki A, Atsuta M(1986). Surface treatment of nonprecious alloys for adhesion-fixed partial dentures. *J Prosthet Dent* 55(4):456-462.
  13. Waggoner WF, Cohen H(1995). Failure strength of four veneered primary stainless steel crowns. *Pediatr Dent* 17(1):36-40.
  14. Waggoner WF(2002). Restoring primary anterior teeth. *Pediatr Dent* 24:511-516.
  15. Wiedenfeld KR, Draughn RA, Goltra SE(1995). Chairside veneering of composite resin to anterior stainless steel crowns: another look. *ASDC J Dent Child* 62(4):270-273.
  16. Yilmaz Y, Yilmaz A(2004). Repairing a preveneered stainless steel crown with two different materials. *J Dent Child* 71(2):135-138.