

# Effects of Polishing Methods on the Surface Characteristics of Composite Resins

Min-Kyung Baik, Chong-Chul Kim, Ki-Taeg Jang

*Department of Pediatric Dentistry, School of Dentistry, Seoul National University*

## Abstract

The aim of this study was to evaluate the surface characteristics of composite resins polished with two different polishing methods.

30 disk-shaped specimens were prepared with microhybrid (Filtek™ Z250) and nanofilled (Filtek™ Z350) resins respectively, and classified into three groups: not polished as controls, polished by an abrasive disk (Sof-lex), and polished by a polishing brush (Occlubrush).

Surface roughness was increased after polishing. In terms of micro-roughness, there were no significant differences between the two polishing methods. But macro-roughness values were markedly increased in the Occlubrush group ( $p < 0.05$ ).

In the Sof-lex group, the matrix and fillers were polished together, resulting into a smoother and homogeneous surface. However, in the Occlubrush group, the matrix layer was torn off, with more heterogeneous surfaces and large scratches.

In regards to micro-hardness, no significant differences were observed between the two polishing systems ( $p > 0.05$ ). And the hardness value increased about 25% after polishing.

In conclusion, the method of polishing should be chosen deliberately in view of the hardness characteristics of composite resins. Sof-lex is recommended to improve the surface characteristics of polished resins.

**Key words :** Composite resin, Polishing method, Surface roughness, Surface morphology, Micro-hardness

## I. 서 론

치아의 성공적인 수복을 위하여 수복재료는 치아와 같은 광택과 매끄러운 표면을 가져야 하며, 구강 환경에서 오래 유지되어야 한다. 심미적이고 내구성 있는 수복을 위하여 치과용 복합레진이 오랫동안 연구되어 왔으며, 임상적으로 성공적인 복합레진은 표면이 매끄럽고, 마모에 강해야 하며, 시간이 지나서도 색이 안정적이어야 한다<sup>1-3)</sup>. 매끄러운 복합레진 표면은 심미적일 뿐만 아니라 변색이나 치태 침착을 최소화 시키며 마찰계수를 줄여 마모에 대한 저항성을 높여준다.

내마모성은 복합레진 표면의 거칠기와 레진 자체의 물리적 성질에 영향을 받는데, 이러한 특성은 복합레진에 들어가는 무기질 filler의 입자 크기를 줄여 그 함량을 높임으로써 얻을 수 있다<sup>4)</sup>. 현재 임상에서 많이 쓰이고 있는 microhybrid 복합레진의 경우, 0.1-1 μm의 glass와 수십 nm의 silica 입자가 혼재되어 있다. 이는 기존의 microfill 복합레진 보다 filler의 함량을 높여 내마모성과 안정성을 향상시킬 수 있었다. 최근에는 filler 입자 크기를 수 nm까지 줄인 nanofill 복합레진도 상용화되어 있는데, filler를 수십 nm까지 작게 만들어 복합레진의 기계적 성질을 향상시켜서 응력을 많이 받는 구치부 수복에도 적합하다.

Corresponding author : Ki-Taeg Jang

Department of Pediatric Dentistry, School of Dentistry, Seoul National University, 101, Daehak-ro, Jongno-gu, Seoul, 03080, Republic of Korea

Tel: +82-2-2072-2682 / Fax: +82-2-744-3599 / E-mail: jangkt@snu.ac.kr

Received October 5, 2015 / Revised November 26, 2015 / Accepted November 26, 2015

적합한 마무리와 연마는 수복물의 심미와 내구성을 위하여 매우 중요한 단계이다<sup>5,6)</sup>. 최종 수복물의 표면 거칠기와 변연적합성 뿐만 아니라 레진 자체의 물리화학적 성질도 수복물의 특성에 영향을 미치는데, 이러한 성질들이 수복한 치아의 치태 침착, 치주 질환, 복합레진의 변색과 부패에 영향을 줄 수 있다<sup>7)</sup>. 매끄러운 복합레진 표면을 얻기 위해 다양한 마무리와 연마방법이 연구되어 왔는데<sup>8-12)</sup>, 연마는 미세한 diamond bur, abrasive disk, silicon이 입혀진 rubber cup 등을 이용한 다단계 방법과 silicon carbide brush 등을 이용한 한 단계 방법이 있다. 최근의 한 단계 방법은 다단계 방법만큼의 연마 효과가 있는 것으로 알려져 있다<sup>13-16)</sup>.

본 연구에서는 복합레진 종류와 연마방법에 따른 레진 표면 특성을 분석하고자 하였다. Microhybrid와 nanofill 복합레진을 이용하였으며, abrasive disk와 polishing brush를 사용하여 연마하였다. 복합레진의 표면특성으로는 표면의 미세조도(micro-roughness), 거시조도(macro-roughness), 표면형상(morphology), 그리고 미세경도(micro-hardness)를 분석하였다

## II. 연구 재료 및 방법

### 1. 복합레진 시편 제작

본 연구에 쓰인 복합레진은 Table 1과 같다. 임상적으로 널리 사용되는 microhybrid 복합레진인 Filtek™ Z250(3M ESPE, USA)과 nanofill 복합레진인 Filtek™ Z350(3M ESPE, USA)에 대한 실험을 진행하였다. 두 복합레진은 유기질과 무기질 filler 성분이 유사하지만, filler의 크기와 분포가 다르다.

아크릴 판에 직경 3 mm, 깊이 2 mm의 원통 모양의 몰드에

복합레진을 충전하고 mylar strip을 이용하여 표면을 압착한 상태에서, LED 광중합기(Valo, Ultradent, USA)로 20초씩 광중합 하였다. 각 레진에 대해 30개씩의 총 60개의 시편을 제작하였다.

복합레진 연마는 abrasive disk인 Sof-lex disk(3M ESPE, USA)와 polishing brush인 Occlubrush point(Kerr, USA)를 이용하였으며(Table 2), 연마 방법에 따른 표면 특성 차이를 알아보기 위하여 시편을 세 군으로 나누었다: 1) 연마 하지 않은 시편, 2) Sof-lex disk로 연마한 시편, 그리고 3) Occlubrush로 연마한 시편. Sof-lex disk는 저속 핸드피스(4000-5000 rpm)를 사용하여 가장 거친 disk부터 세밀한 disk까지(150, 360, 600 and 1200 grit size) 단계별로 15초씩 연마 하였고, 술자 한 명이 비슷한 압력으로 시행하였다. 열 발생을 막기 위하여 주수 하에 실시하였으며, 각 단계 사이에 10초 이상 물로 세척하여 마모제 잔존물이 레진 표면에 남아 있지 않도록 하였다. Occlubrush도 저속 핸드피스를 이용하여 주수 하에 20초 동안 연마하였다. 연마가 끝난 시편들은 20초 이상 물로 세척하고 air syringe로 건조시켰다.

### 2. 표면 특성 분석

레진 표면의 미세조도와 표면형상을 3차원적으로 분석하기 위하여 원자현미경, Atomic Force Microscope(AFM: XE-100, Park systems, Seoul, Korea)을 이용하였다. 이 장비의 최대 분석 범위는 50 μm × 50 μm × 25 μm(각각 x, y, z 방향)이고, 해상도는 수평 2~3 Å, 수직 0.1 Å이다. Non-contact mode를 이용하여, 0.5 Hz 속도로 30 μm × 30 μm scan 하여 표면 영상을 얻었으며, XEI(image processing and analysis program) 프로그램을 통하여 평균 미세조도와 3차원 영상을 분석할 수 있었다.

**Table 1.** The composite resins and their composition

Material	Type	Particle size (μm)	Inorganic filler	Filler contents (wt%)	Organic matrix	Manu-facturer	Batch no.
Filtek™ Z250	Micro hybrid	0.01-3.5	Zirconia Silica	60	Bis-GMA, UDMA, bis-EMA	3M Dental Products, St. Paul, MN, USA	N257101
Filtek™ Z350	Nanofil	Cluster: 0.6-1.4  Particle: 0.075	Silica	72.5	Bis-GMA, UDMA, TEGDMA, bis-EMA	3M Dental Products, St. Paul, MN, USA	N238540

**Table 2.** Polishing agent composition

Material	Type	Abrasive cutting particle	Manufacturer
Sof-lex disk	Abrasive coated disk	Aluminum oxide (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	3M Dental Products, St. Paul, MN, USA
Occlubrush	Brush point	Silicon dioxide (SiO <sub>2</sub> )	Kerr Co., West Collins, Orange, CA, USA

원자현미경 분석을 통해 얻은 조도는 미세한 영역의 값이기 때문에, 레진 시편의 대표적인 조도 값을 나타내기 위하여 더 넓은 영역에서의 거시조도(macro-roughness) 분석이 필요하다. 공초점레이저현미경, Confocal Laser Scanning Microscope(CLSM: LSM 5 pascal EXCITER, Carl Zeiss, Obercohen, Germany)의 40배 현미경으로 약 450 μm × 450 μm 영역의 표면조도를 분석하였다. 이 장비는 10, 20, 40, 63배의 현미경을 가지고 있으며, diode, Ar, HeNe 레이저를 이용한다. 공초점레이저현미경은 원자현미경에 비하여 분석 속도가 빠르고, 더 넓은 영역을 측정할 수 있다는 장점이 있다. 레진 시편은 각 군에서 3개씩 시편을 선택하여 각 시편 당 5지점을 측정하였다.

표면형상을 다양한 배율로 관찰하기 위하여 주사전자현미경, Field Emission-Scanning Electron Microscopy(FE-SEM: S-4700, Hitachi horiba, Tokyo, Japan)분석을 하였는데, 이 장비의 해상도는 1.5 nm(15 kV), 2.1 nm(1 kV)이며, 가속 전압 범위는 0.5-30 kV이고, 20-500,000배율의 영상을 얻을 수 있다. 레진 시편 각 그룹에서 5개씩의 시편을 선택하여, 가속 전압 15 kV 하에서 500배, 1,000배, 5,000배 영상을 얻었다.

마지막으로 미세경도기, Micro-vickers(Shimadzu HMV, Kyoto, Japan)를 이용하여 레진의 표면경도를 분석하였다. 4.9 N의 힘을 10초 동안 가하였으며, 레진 시편 각 군에서 5개씩의 시편을 선택하여 한 시편에서 네 곳의 경도를 측정하여 그 평균값을 분석했다.

### 3. 통계 분석

시료간의 표면조도와 미세경도 값의 유의차를 검증하기 위하여, 유의수준 95%에서 일원배치분산분석(ANOVA)을 시행하였다. 통계 분석은 standard statistical software package (SPSS 18.0.0, IBM Corporation, New York, US)를 이용하였다.

## Ⅲ. 연구 성적

### 1. 표면 조도

원자현미경과 공초점레이저현미경을 이용하여 미세조도( $r_a$ )와 거시조도( $R_a$ )를 평가하였다(Table 3). 전반적으로 원자현미경에 의한 조도가 공초점레이저현미경의 값보다 작게 측정되었고, 연마방법 중에서는 연마를 하지 않은 시편의 조도가 가장 작았다. 거시조도 값은 두 레진 모두에서 다음과 같은 순서를 보였다: none polishing < Sof-lex disk polishing < Occlubrush polishing.

Z250의 경우, 미세조도가 연마방법에 따른 큰 차이를 보이지 않았으나, 거시조도는 Sof-lex disk로 연마한 경우 더 작은 값을 나타냈다. Z350은 미세조도와 거시조도 모두 Occlubrush

**Table 3.** Surface roughness values (nm) measured by AFM and CLSM

Material	Polishing system	$r_a$ (AFM)	$R_a$ (CLSM)
Z250	None	7.465	132.6 ± 30.3 <sub>a</sub>
	Sof-lex disk	53.306	318.0 ± 38.7 <sub>b</sub>
	Occlubrush	50.898	818.5 ± 140.2 <sub>c</sub>
Z350	None	12.632	195.9 ± 41.7 <sub>a</sub>
	Sof-lex disk	51.866	385.9 ± 70.9 <sub>b</sub>
	Occlubrush	77.286	767.3 ± 86.8 <sub>c</sub>

Within a column, values with similar lower case letters are statistically equivalent. ( $p=0.05$ )

$r_a$  : average micro-roughness measured by AFM,  $R_a$  : average macro-roughness measured by CLSM

AFM : atomic force microscope, CLSM : Confocal laser scanning microscope

연마가 Sof-lex disk 연마 시편보다 큰 조도 값을 보였다. 연마를 하지 않은 시편의 경우, Z250이 Z350에 비하여 낮은 조도 값을 나타냈다.

시편의 전반적인 거칠기를 평가할 수 있는 거시조도 값으로 일원배치 분산분석을 시행하였다. 그 결과, 연마방법에 의한 조도 차이가 통계적으로 유의 하였으며( $p < 0.05$ ), 복합레진 종류에 따른 차이는 없었다( $p > 0.05$ ).

### 2. 표면 형상

전자현미경 평가 결과는 Fig. 1, 2와 같다. 연마를 하지 않은 시편은 균일하고 매끄러운 표면을 보였는데, 무기질 filler가 없는 유기질 층이 표면을 덮고 있으며 아래로 filler particle이 희미하게 나타났다. 또한 5,000배의 고배율 영상에서, Z250에 비해 Z350의 filler가 더 크고 많이 포함되어 있음을 알 수 있다.

Sof-lex disk와 Occlubrush를 이용하여 연마를 시행한 시편은, 모든 시편에서 표면의 유기질 층이 벗겨지고 filler가 드러난 형상을 보였다. 그리고 1,000배 확대 영상에서 표면에 좁은 스크래치가 나타났다.

연마방법에 따른 차이를 살펴보면, Sof-lex disk를 이용한 시편은 좀 더 균일하게 표면이 깎여나가면서 연마된 형상이고, filler의 형상이 잘 관찰된다. 반면 Occlubrush를 이용한 시편은 불균일하게 표면이 뜯겨나간 형상을 보였다. Z250, Z350 두 복합레진에 따른 유의한 차이는 관찰되지 않았다.

원자현미경 분석에 의한 3차원 영상은 Fig. 3과 같다. 전자현미경 영상에서와 같이 연마를 하지 않은 시편의 표면은 매끈하였으나, 연마 후에 표면이 거칠어짐을 확인할 수 있었다. Sof-lex disk로 연마한 시편은 표면이 균일하고 filler가 표면에 나타나 보이며, 연마로 인한 스크래치가 적은 편이었다. 반면 Occlubrush로 연마한 시편은 표면이 불균일하고 좁고 깊은 스크래치가 많이 관찰되었다.

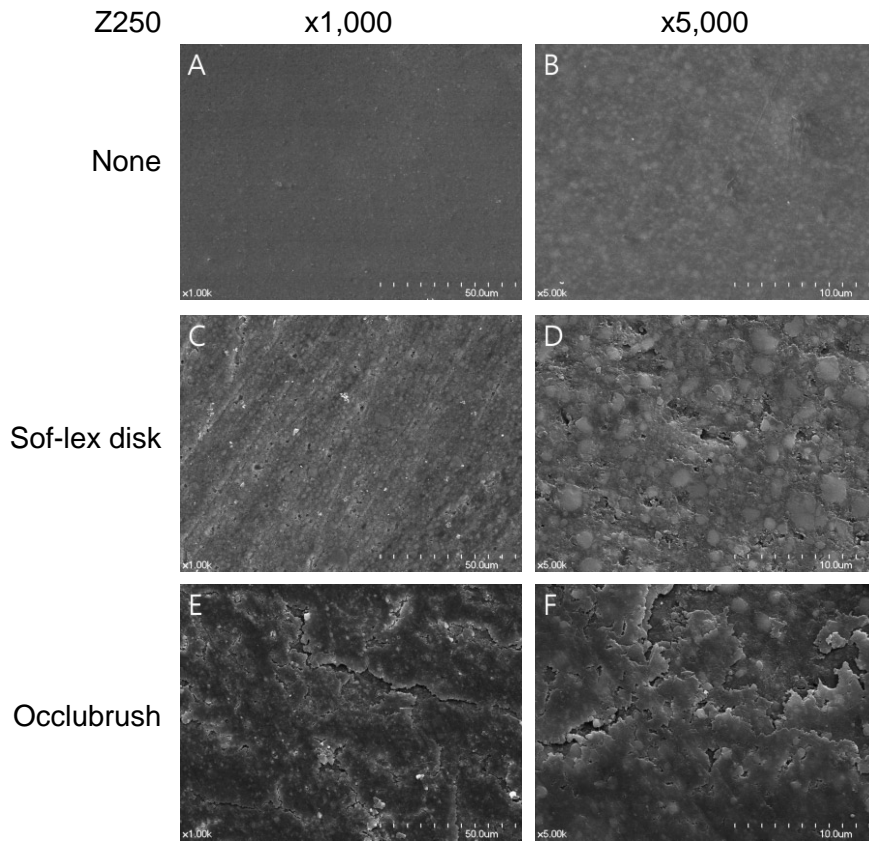


Fig. 1. SEM images of Z250. A, B. None polishing. C, D. Sof-lex polishing. E, F. Occlubrush polishing. ( $\times 1,000$  and  $\times 5,000$ ).

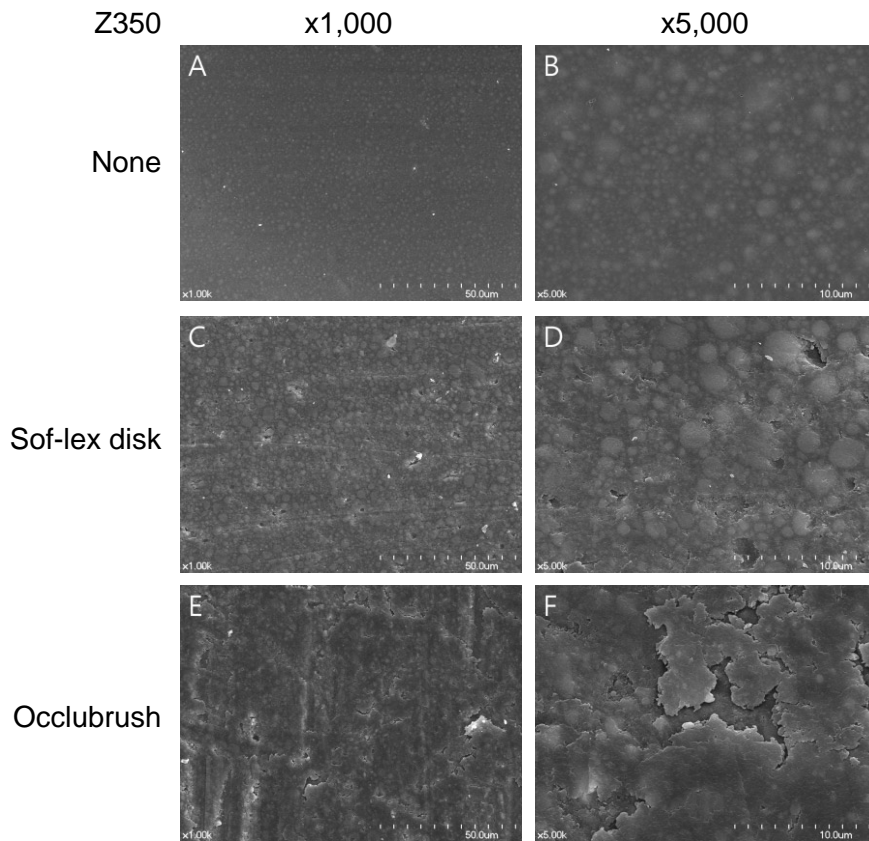


Fig. 2. SEM images of Z350. A, B. None polishing. C, D. Sof-lex polishing. E, F. Occlubrush polishing. ( $\times 1,000$  and  $\times 5,000$ ).

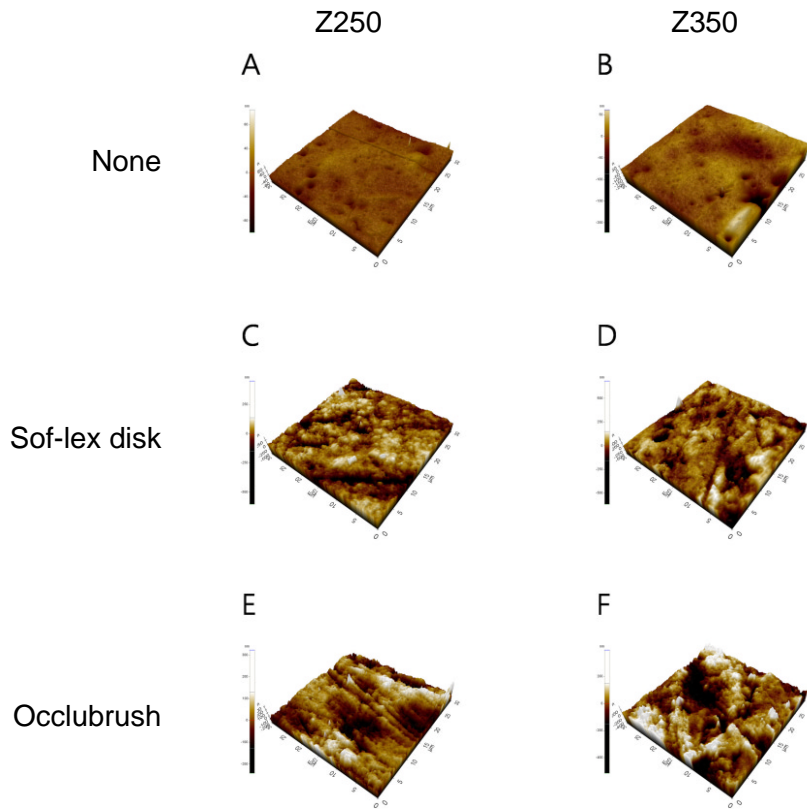


Fig. 3. AFM images of Z250 and Z350. A, B. None polishing. C, D. Sof-lex polishing. E, F. Occlubrush polishing.

Table 4. Micro-hardness values (HV) measured by micro-Vickers

Materials	Polishing system	Micro-hardness (HV)
Z250	None	81.99 ± 2.55a
	Sof-lex disk	101.50 ± 6.42b
	Occlubrush	109.25 ± 11.29bc
Z350	None	83.88 ± 3.2a
	Sof-lex disk	113.11 ± 11.00c
	Occlubrush	106.78 ± 10.06bc

Within a column, values with similar lower case letters are statistically equivalent. ( $p = 0.05$ )

### 3. 미세 경도

각 시편의 미세경도 값은 Table 4와 같은데, 두 레진 모두에서 연마 후 경도가 약 25% 증가하였다. 일원배치분산분석 결과, 연마 전후에 경도 차이가 유의하였으며( $p < 0.05$ ), 연마 방법에 의한 차이는 없다고 결론 내릴 수 있다. 또한 복합레진 종류에 의한 차이도 유의하지 않았다( $p > 0.05$ ).

### IV. 총괄 및 고찰

심미적이고 내구성 있는 치아 수복을 위하여, 복합레진의 적합한 마무리와 연마가 중요하다<sup>5,6)</sup>. 부적합한 마무리와 연마로 인해 복합레진 표면이 거칠어지면, 수복물의 마모와 치태 침착이 증가하여 임상적으로 실패한 치료가 될 수 있다<sup>7)</sup>. 그리고 적합한 연마를 통해 광중합 레진 표면의 filler free zone을 제거 해주어야, 경도가 높은 표면을 얻을 수 있다<sup>10)</sup>. 복합레진 수복물의 표면 조도와 경도는 복합레진 filler의 크기와 양, 그리고 경도에 따라 다르며, 연마 재료의 유연성, 연마 마모제의 경도, 마모제 입자 크기에 따라 달라진다<sup>11)</sup>.

Sof-lex disk system은 복합레진 연마의 표준 방법으로 제안 되는데, 이와 같은 aluminium oxide disk가 다양한 복합레진을 비과파적이고 평탄하게 연마해주기 때문이다<sup>17)</sup>. 하지만 disk grit size에 따라 여러 단계를 거쳐야 하고, 구치부의 교합면 같은 굴곡이 심하고 오목한 부위에서는 적용할 수 없는 단점이 있다. 반면 polishing brush는 오목한 교합면에 적용이 용이하고 한단계로 연마할 수 있는 장점이 있다.

표면조도의 정량적인 분석을 위하여 본 논문에서는 원자현미경과 공초점레이저현미경을 이용하였다. 원자현미경은 해상도가 높아 미세한 영역(micro-roughness)을 분석할 수 있고 3차원 영상을 얻을 수 있는데 반해, 공초점레이저현미경은 해상도는 다소 떨어지지만 더 넓은 영역(macro-roughness)을 빠른 시간 내에 분석할 수 있는 장점이 있다.

미세조도는 두 레진 모두에서 연마하지 않은 시편의 표면이 가장 평탄했다. Z250의 경우 연마방법에 따른 미세조도의 차이가 없었으나, Z350은 Occlubrush로 연마한 경우에 더 거친 표면을 나타냈다. 이러한 차이는 레진 표면의 형상에 비하여, 원자현미경 분석 영역이  $30 \mu\text{m} \times 30 \mu\text{m}$ 로 좁기 때문이라고 생각되는데, 적합한 조도 평가를 위해서는 전체 표면을 대표할 수 있는 균일한 형상을 보이는 너비를 분석하여야 한다. 따라서 전체적인 표면 조도는 더 넓은 영역을 측정할 공초점레이저현미경의 결과를 분석하는 것이 타당하다. 원자현미경 분석에서는 복합레진의 filler에 의한 미세한 표면조도 차이를 비교할 수 있는데, 연마하지 않은 시편을 비교해보면, Z350이 Z250에 비해 더 거칠음을 알 수 있다. Filler 크기가 더 작은 nanofill 레진인 Z350의 표면이 더 거칠기 측정된 것은, 실제로 nanofill 레진의 경우 nano 입자가 각각 떨어져 고르게 분산되어 있지 않고 몇몇이 뭉쳐 큰 덩어리(cluster)를 이루고 있다는 사실을 반영한다. 그리고 이는 전자현미경 영상에서도 관찰할 수 있는데, Z350의 표면에는 수십 nm의 작은 입자와 10-20  $\mu\text{m}$ 의 덩어리가 혼재되어 있다.

복합레진 수복물 표면의 미세조도와 표면광택의 상관관계가 있다고 알려져 있는데<sup>18)</sup>, 임상적으로 mylar strip을 덮어 광중합한 직후의 레진 표면은 매우 광택이 있지만 연마 후 광택도가 낮아진다. 이는 연마 후 미세조도가 증가하기 때문이며, 연마방법에 따른 미세조도 차이는 크지 않으므로 임상적으로 연마방법에 따른 광택 차이는 크지 않을 것이다.

거시조도의 경우 다음과 같은 순서를 나타냈다: None polishing < Sof-lex disk polishing < Occlubrush polishing. 연마에 따른 표면조도 차이는 크게 났으며, 두 레진 간의 차이는 유의하지 않았다. 연마를 하지 않은 시편의 경우 매우 평탄한 표면을 보였는데, 이는 레진을 중합하면 최고 표면에 filler가 없이 유기질만 있는 층이 생기기 때문이다. 표면 연마를 시행할 경우, 이 층이 벗겨지고 filler가 드러나므로 결과적으로 표면조도가 증가하게 된다.

Sof-lex disk를 이용한 경우 연마 전에 비하여 2-3배의 표면조도 증가를 보인 반면, Occlubrush를 이용한 경우에는 4-6배 정도로 현저하게 표면이 거칠어졌다. 이는 연마방법에 따른 표면광택도 차이가 없어 보이더라도, 실제 수복 성공에 영향을 미칠 수 있는 거시적 표면조도 차이는 두 연마 방법 간에 유효한 차이가 있음을 말한다. 연마 후 수복물의 표면조도에 대한 표준기준치가 제시된 것은 없지만, 표면조도 값이 약 0.2  $\mu\text{m}$ 이 되면 치태 침착이 증가하고 우식과 치주 염증 위험이 증가한다고 보고 되어 있다<sup>7)</sup>.

전자현미경 분석을 통한 표면형상을 살펴보면, 연마를 하지

않은 시편의 표면은 filler가 없는 층이 관찰되고 매우 평탄한 형상을 보였다. 그 층 아래로 filler가 희미하게 드러나 보이지만, Z250의 경우 지름 수십 nm - 수  $\mu\text{m}$ 의 filler들이 혼재되어 나타났고, Z350은 수십 nm의 filler 입자와 약 20  $\mu\text{m}$ 의 덩어리가 관찰된다. 통상 microhybrid 복합레진에 비하여 filler가 작은 nanofill 복합레진의 표면이 더 매끄러울 것이라고 여겨지지만, 실제 nano filler 입자들이 뭉쳐져 큰 덩어리로 존재함을 알 수 있다.

연마방법에 따른 결과를 살펴보면, Sof-lex disk로 연마 한 경우 저배율 영상에서 레진 표면은 더 균일한 형상을 보이고, 고배율 영상에서 filler와 유기질층이 함께 깎이면서 균일하게 연마 되었음을 알 수 있다. 그에 반해 Occlubrush를 적용한 경우, 표면이 군데 군데 뜯겨져 나가서 불균일한 형상을 보이며 크고 불규칙한 스크래치가 관찰되었다.

이렇게 연마방법에 따라 레진 표면이 다른 것은, 연마재료 자체의 물성 때문이라 생각된다<sup>10)</sup>. Sof-lex disk와 Occlubrush에서 연마제인 cutting particle 역할을 하는 것은 각각 aluminum oxide와 silicon dioxide이다. 효과적인 연마를 위하여 연마제의 cutting particle이 레진 filler보다 더 단단해야 한다고 알려져 있는데<sup>19)</sup>, cutting particle이 더 약할 경우 부드러운 유기질층만 제거되고 filler는 표면에 잔존하여<sup>10)</sup> 연마 후 거친 표면을 얻게 된다. 알려진 결과에 따르면 aluminum oxide는 silicon dioxide 보다 경도가 크고, 임상에서 쓰이는 대부분의 복합 레진 filler보다 단단해서<sup>20)</sup>, 다양한 복합레진의 연마에 적합하다고 할 수 있다.

그러나 Sof-lex disk는 접근이 가능한 편평하거나 약간 볼록한 면에만 적용할 수 있다는 단점이 있다. 교합면이나 오목한 설면 등에는 적용할 수 없으므로, 이러한 곳에는 polishing brush나 rubber point가 쓰일 수 밖에 없다. 그리고 Sof-lex disk는 거친 disk부터 단계별로 연마를 하는 다단계 방법이기 때문에 Occlubrush를 사용하는 경우보다 시간이 많이 걸리고 복잡한 단점이 있다.

실제로 복합레진을 광중합한 직후에는 매우 평탄하고 광택 있는 표면을 얻을 수 있지만, 연마를 통하여 오히려 표면이 거칠어지게 된다. 그러나 복합레진의 연마가 필요한 이유는 표면경도 때문이다. 본 실험 결과 연마 후 표면경도가 약 25% 증가하였는데, 연마 전에는 레진 표면이 filler가 없는 유기질 층으로 되어 있어 경도가 낮고 연약했지만, 연마 후에 단단한 filler가 표면에 드러남으로 인해 표면경도가 증가하였다.

연마방법 간에 표면경도 값 유의차는 없었으며, 레진 간의 유의차도 나타나지 않았다. 이론적으로 nanofill 레진이 microhybrid 레진보다 더 강하다고 알려져 있지만, 임상적인 유의차는 없을 것이라 생각된다.

이상의 결과를 종합해 보면 microhybrid 복합레진과 nanofill 복합레진 모두 연마 후 표면조도와 표면경도가 증가하였고, Occlubrush에 비하여 연마제의 경도가 큰 Sof-lex disk로 연마한 경우, 표면특성이 더 우수하였다. 본 연구는 실험실 조건에서 한정적인 실험만을 행한 한계가 있으므로, 추후 실제

치아에 복합레진을 적용하고 다양한 구강조건에서 변화하는 표면특성에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 보인다.

## V. 결 론

복합레진의 연마에 따른 표면특성을 평가하기 위하여, 레진 종류와 연마방법에 따른 표면조도, 표면형상, 미세경도에 대한 평가를 시행하였다. Filtek™ Z250과 Filtek™ Z350을 이용하였으며, 연마 전의 시편을 대조군으로 하여 Sof-lex disk 연마와 Occlubrush 연마를 시행하였다. 레진 연마 후 표면 특성이 변하는 경향과 그 이유에 대해 고찰하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

레진 표면의 미세조도는 연마 후 증가하였고, 연마 방법에 따른 유의한 차이는 없었다. 거시조도 역시 연마 후에 증가하였는데, Occlubrush를 이용한 경우 현저하게 표면조도가 증가하였다. Sof-lex disk 연마의 경우 filler까지 평탄하게 연마되어 표면이 균일하지만, Occlubrush 연마는 유기질 층이 뜯겨져 나가고 큰 스크래치들이 나타나는 불균일한 형상을 보였다. 연마 후 경도 값이 25% 정도 상승하였으며, 경도에 있어서 두 연마방법 사이의 유의차는 없었다( $p > 0.05$ ).

이상의 연구 결과를 종합해 보면, 복합레진의 표면경도 향상을 위하여 적합한 연마가 필요하며, Sof-lex disk를 이용한 연마가 더 우수한 것으로 사료된다. 그리고 복합레진 간의 표면특성은 유사한 양상을 보였다.

## References

- Ferracane JL : Resin composite - state of art. *Dent Mater*, 27:29-38, 2011.
- Yap AU : Occlusal contact area (OCA) wear of two new composite restoratives. *J Oral Rehabil*, 29:194-200, 2002.
- Yildiz E, Sirin KE, Usumez A, et al. : Color stability and surface roughness of polished anterior restorative materials. *Dent Mater J*, 34:629-39, 2015.
- Kim KH, Ong JL, Okuno O : The effect of filler loading and morphology on the mechanical properties of contemporary composites. *J Prosthet Dent*, 87:642-9, 2002.
- Koupiš NS, Marks LA, Martens LC, et al. : Review: finishing and polishing procedures of (resin-modified) glass ionomers and compomers in paediatric dentistry. *Eur Arch Paediatr Dent*, 8:22-8, 2007.
- Peyton JH : Finishing and polishing techniques: direct composite resin restorations. *Pract Proced Aesthet Dent*, 16:293-8, 2004.
- Bollen CM, Lambrechts P, Quirynen M : Comparison of surface roughness of oral hard materials to the threshold surface roughness for bacterial plaque retention: a review of the literature. *Dent Mater*, 13:258-69, 1997.
- Reis AF, Giannini M, Ambrosano GM, et al. : Effects of various finishing systems on the surface roughness and staining susceptibility of packable composite resins. *Dental Mater*, 19:12-18, 2003.
- Da Costa J, Ferracane J, Roeder L, et al. : The effect of different polishing systems on surface roughness and gloss of various resin composites. *J Esthet Restor Dent*, 19:214-24, 2007.
- Erdermir U, Sancakli HS, Yildiz E : The effect of one-step and multi-step polishing systems on the surface roughness and microhardness of novel resin composites. *Eur J Dent*, 6:198-205, 2012.
- Giacomelli L, Derchi G, Frustaci A, et al. : Surface roughness of commercial composites after different polishing protocols: an analysis with atomic force microscopy. *Open Dent J*, 4:191-4, 2010.
- Barbosa SH, Zanata RL, Nunes OB, et al. : Effect of different finishing and polishing techniques on the surface roughness of microfilled, hybrid and packable composite resins. *Braz Dent J*, 16:39-44, 2005.
- St-Georges AJ, Bolla M, Stamatiades PJ, et al. : Surface finish produced on three resin composites by new polishing systems. *Oper Dent*, 30:593-7, 2005.
- Yap AU, Yap SH, Ng JJ, et al. : Finishing/polishing of composite and compomer restoratives: effectiveness of one-step systems. *Oper Dent*, 29:275-9, 2004.
- Lu H, Roeder LB, Powers JM : Effect of polishing systems on the surface roughness of microhybrid composites. *J Esthet Restor Dent*, 15:297-303, 2003.
- Paravina RD, Roeder L, Powers JM, et al. : Effect of finishing and polishing procedures on surface roughness, gloss and color of resin-based composites. *Am J Dent*, 17:262-6, 2004.
- Ryba TM, Dunn WJ, Murchison DF : Surface roughness of various packable composites. *Oper Dent*, 27:243-7, 2002.
- Kakaboura A, Fragouli M, Silikas N, et al. : Evaluation of surface characteristics of dental composites using profilometry, scanning electron, atomic force microscopy and gloss-meter. *J Mater Sci Mater Med*, 18:155-63, 2007.
- Chandler HH, Bowen RL, Paffenbarger GC : Method for finishing composite restorative materials.

*J Am Dent Assoc*, 83:344-8, 1971.

20. Christensen R, Christensen G : Comparison of instruments and commercial pastes used for finishing and polishing composite resin. *Gen Dent*, 29:40-5, 1981.



국문초록

## 연마방법에 따른 복합레진의 표면특성 평가

백민경 · 김종철 · 장기택

서울대학교 치의학대학원 소아치과학교실

본 연구는 복합레진의 연마방법에 따른 표면특성을 평가하기 위해, microhybrid 레진(Filtek™ Z250)과 nanofill 레진(Filtek™ Z350)을 연마 전, abrasive disk(Sof-lex) 연마 후, polishing brush(Occlubrush) 연마 후로 나누어 분석하였다.

그 결과 레진 표면조도는 연마 후 증가하였는데, 미세조도는 연마방법에 따른 차이가 없었으나 거시조도는 Occlubrush를 이용한 경우 현저하게 커졌다( $p < 0.05$ ). Sof-lex 연마의 경우 레진의 filler까지 연마되어 표면이 보다 균일한 형상을 보였으나 Occlubrush 연마시편은 기질층이 뜯겨져 나간 불균일한 형상을 보였다. 두 연마방법 간의 미세경도 유의차는 없었으며( $p > 0.05$ ), 연마 후 경도 값이 약 25% 상승하였다.

결론적으로, 복합레진의 표면경도 향상을 위하여 적합한 연마가 필요하며, Sof-lex를 이용한 연마가 더 우수한 것으로 사료된다.

**주요어:** 복합레진, 연마방법, 표면조도, 표면형상, 미세경도

www.kci.go.kr