

복합레진 표면의 연마방법에 따른 표면조도

민정범 · 조공철 · 조영곤*

조선대학교 치과대학 치과보존학교실

ABSTRACT

SURFACE ROUGHNESS OF COMPOSITE RESIN ACCORDING TO FINISHING METHODS

Jeong-Bum Min, Kong-Chul Cho, Young-Gon Cho*

Department of Conservative Dentistry, College of Dentistry, Chosun University

The purpose of this study was to evaluate the difference of surface roughness of composite resin according to composite resin type, polishing methods, and use of resin sealant.

Two hundred rectangular specimens, sized $8 \times 3 \times 2$ mm, were made of Micro-new (Bisco, Inc., Schaumburg, IL, U.S.A) and Filtek Supreme (3M ESPE Dental Products, St. Paul, MN, U.S.A.), and divided into two groups: Micronew-M group, Filtek Supreme-S group. Specimens for each composite group were subdivided into five groups by finishing and polishing instruments used: M1 & S1 (polyester strip), M2 & S2 (Sof-Lex disc), M3 & S3 (Enhance disc and polishing paste), M4 & S4 (Astropol), and M5 & S5 (finishing bur). Polished groups were added letter B after the application of resin surface sealant (Biscover), eg. M1B and S1B.

After specimens were stored with distilled water for 24 hr, average surface roughness (Ra) was taken using a surface roughness tester. Representative specimens of each group were examined by FE-SEM (S-4700: Hitachi High Technologies Co., Tokyo, Japan). The data were analysed using paired t-test, ANOVA and Duncan's tests at the 0.05 probability level. The results of this study were as follows:

1. The lowest Ra was achieved in all groups using polyester strip and the highest Ra was achieved in M5, S5 and M5B groups using finishing bur. On FE-SEM, M1 and S1 groups provided the smoothest surfaces, M5 and S5 groups were presented the roughest surfaces and voids by debonding of filler on the polished specimens.
2. There was no significant difference in Ra between Micronew and Filtek Supreme before the application of resin sealant, but Micronew was smoother than Filek Supreme after the application of resin sealant.
3. There was significant corelation between Ra of type of composite resin and polishing methods before the application of resin sealant ($p = 0.000$), but no significant interaction between them after the application of resin sealant. On FE-SEM, most of composite resin surfaces were smooth after the application of resin sealant on the polished specimens.

* Corresponding Author: **Young-Gon Cho**

*Department of Conservative Dentistry,
College of Dentistry, Chosun University
421 Seosuk-dong, Dong-gu, Gwangju, 501-825, Korea
Tel: 82-62-220-3840, 3845 Fax: 82-62-232-9064
E-mail: ygcho@chosun.ac.kr*

※ 이 논문은 2006년도 조선대학교 학술연구비의 지원을 받아 연구되었음.

4. Compared with before and after the application of resin sealant in group treated in the same composite and polishing methods, Ra of M4B and M5B was statistically lower than that of M4 and M5, and S5B was lower than that of S5, respectively ($p < 0.05$).

In conclusion, surface roughness by polishing instruments was different according to type of composite resin. Overall, polyester strip produced the smoothest surface, but finishing bur produced the roughest surface. Application of resin sealant provided the smooth surfaces in specimens polished with Enhance, Astropol and finishing bur, but not provided them in specimens polished with Sof-Lex disc. [J Kor Acad Cons Dent 32(2):138-150, 2007]

Key words: Surface roughness, Finishing method, Polishing instrument, Resin sealant

- Received 2007.1.8., revised 2007.1.29., accepted 2007.2.25. -

I. 서 론

복합레진은 우수한 심미성과 연마성, 그리고 양호한 기계적 성질 등으로 인하여 전치와 구치의 수복재로서 그 사용이 날로 증가되고 있다. 와동의 위치와 형태에 관계없이 평활한 표면은 복합레진 수복물의 성공을 결정짓는 중요한 요소 중 하나로 작용한다.

평활한 표면은 복합레진 수복물의 수명과 심미성을 개선하여 건강한 치주상태와 자연스러운 모습을 유지하도록 한다¹⁾. 그러나 거칠고 불규칙한 수복물 표면은 치태침착, 치은염증, 변색 및 재발성 우식의 발생과 같은 임상적 문제점을 일으킬 수 있다. 복합레진은 polyester strip 하에서 중합될 때 가장 평활한 표면을 얻을 수 있지만²⁻⁴⁾ 마무리나 연마하는 과정에서 흔히 거칠고 흠집 (scratch)이 있는 표면이 발생된다^{1,3)}. 일반적으로 마무리란 원하는 외형을 얻기 위해 수복물의 표면을 대략적으로 삭제하는 것이고, 연마는 마무리 기구에 의해 얻어진 흠집과 거칠기 (roughness)를 제거하는 것을 일컫는다⁵⁾.

현재 복합레진의 마무리와 연마용으로 사용되는 기구와 재료는 carbide finishing bur, Sof-Lex (3M ESPE Dental Products, St. Paul, MN, U.S.A.) 와 같이 마모제가 입혀진 디스크, Enhance (Dentsply Caulk, Milford, DE, U.S.A.) 같이 마모제가 내제된 rubber disc 와 연마제 (polishing paste), Astropol (Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Lichtenstein) 과 같이 다이아몬드가 내제된 rubber polisher 및 레진 표면전색제 (resin surface sealant) 등이 있다⁶⁻¹⁰⁾. 이러한 기구들은 시술부위에 대한 접근성을 고려하여 포인트와 디스크 등의 다양한 형태로 공급되고 있다. 연마기구의 사용방법에 대하여 현재까지는 점진적으로 작은 크기의 입자를 사용하게 되면 평활

한 표면을 얻을 수 있는 것으로 알려져 있다¹¹⁾. 그러나 이와 같은 사용방법과 다양한 연마방법에도 불구하고 완전하게 평활한 표면을 얻을 수는 없다.

마무리와 연마기구에 의해 발생하는 복합레진의 표면조도에 관한 대부분의 연구는 주로 표면조도측정기 (profilometer)와 주사전자 현미경 (SEM)을 이용하여 평가되고 있다^{8,12-14)}. Jung 등¹⁵⁾은 혼합형 복합레진에서 Sof-Lex disc는 16-fluted carbide bur나 finishing diamond보다 통계학적으로 낮은 표면조도를 나타냈다고 보고하였고, Tate와 Powers³⁾는 Sof-Lex disc는 12-fluted finishing bur와 Enhance 연마시스템보다 훨씬 낮은 표면조도를 보였다고 하였다. Sof-Lex disc와 같은 산화알루미늄 디스크에 의해 평활한 복합레진 표면이 형성된 이유에 관하여, van Dijken과 Ruyter¹⁶⁾는 산화알루미늄 디스크에 의해 복합레진의 필러입자와 레진기질이 동등하게 삭제되기 때문이라고 하였으며, 또한 Fruits 등¹⁷⁾은 디스크가 회전할 때 삭제면에 수직으로 작용 (planar motion)하기 때문이라고 하였다.

한편 Marigo 등⁶⁾은 Enhance 연마시스템은 다른 연마기구보다 미세입자형과 혼합형 복합레진 모두에 가장 평활한 표면을 제공하였고, Sof-Lex disc보다 통계학적으로 낮은 표면조도를 나타냈다고 보고한 바 있으며, Yap 등¹⁸⁾은 미세입자형 복합레진을 연마할 때 Enhance 연마시스템의 사용을 추천하였다. 그러나 Turkun과 Turkun¹⁴⁾은 SEM 관찰에서 Enhance 연마시스템과 Sof-Lex disc에 의해 복합레진의 필러입자가 노출되고 탈락된 것을 발견하였다.

Carbide finishing bur에 의한 미세입자형 복합레진의 표면조도에 관하여 Holeischer 등¹⁹⁾ finishing bur는 Sof-Lex disc와 Enhance 연마시스템보다 훨씬 높은 표면조도를 나타낸다고 하였고, Joniot 등²⁾도 carbide finishing bur는 다른 연마기구로 제거하기 어려운 거친 표면을 남긴

다고 보고하였다.

마무리와 연마 후, 복합레진의 표면은 단지 연마기구에 의해서만이 아니라 복합레진 자체와 종류에 의해 영향을 받게 된다⁹⁾. 필러입자가 레진기질보다 훨씬 단단한 복합레진에서는 마무리와 연마 중에 레진기질이 우선적으로 제거되어 복합레진 표면상에 필러가 튀어나오게 된다⁹⁾. 따라서 필러의 크기가 큰 혼합형이나 미세혼합형 복합레진은 미세입자형 복합레진보다 거친 표면과 높은 표면조도 값을 나타내게 된다^{1,6,18)}. 최근 nanofiller에 근거한 복합레진이 치과계에 소개되었으며, 제조사에서는 여러 장점 중 개선된 표면 마무리와 연마의 유지를 제시하고 있다¹⁰⁾. 이러한 nanofill 복합레진은 시판기간이 짧아 다른 종류의 복합레진과 함께 표면조도에 대한 비교가 거의 이루어지지 않았다.

O'Brien과 Yee²⁰⁾는 복합레진 수복물의 표면 하방에서 미세한 결함부 (subsurface micro-defects)가 발생된다는 사실을 최초로 보고하였다. 이러한 결함부는 복합레진의 표면을 마무리하거나 연마함으로써 발생될 수 있으며, 이는 하방으로 계속 진행되어 기질 자체의 약화는 물론, 필러입자의 탈락 (debonding)을 일으킬 수 있다²¹⁾. 레진전색제를 이용한 복합레진의 재접착술 (rebonding technique)은 마무리와 연마 시 발생하는 미세한 결함부와 변연 미세누출을 감소시키고, 마모에 대한 저항성을 증가시키기 위해 그동안 사용되었다²¹⁻²⁵⁾. 최근 중합 후 산소 저해층이 형성되지 않는 새로운 시스템의 레진전색제인 Biscover가 소개되었다. 이는 매우 활성적이고, 다기능성의 아크릴릭 베이스를 함유하고 있는 광중합형의 레진전색제로서 임시 아크릴릭 수복물과 복합레진 수복물의 표면을 매우 평활하고 광택나도록 하는데 사용되고 있다^{26,27)}.

본 연구의 목적은 복합레진의 종류와 연마방법, 복합레진

연마 후 레진전색제의 적용이 복합레진의 표면조도에 어떠한 영향을 미치는가를 알아보기 위하여 복합레진의 표면조도 측정과 FE-SEM (Field Emission-Scanning Electron Microscope) 관찰을 통하여 상호 비교하였다.

II. 실험재료 및 방법

1. 실험재료

본 실험에 사용된 복합레진은 미세입자형 복합레진인 Micronew (Bisco, Inc., Schaumburg, IL, U.S.A)와 nanofill 복합레진인 Filtek Supreme (3M ESPE Dental Products, St. Paul, MN, U.S.A.)을 사용하였으며, 색조는 모두 A3을 사용하였다 (Table 1). 레진전색제로는 Biscover (Bisco, Inc., Schaumburg, IL, U.S.A)를 사용하였다.

복합레진 연마기구로는 Sof-Lex disc (3M ESPE Dental Products, St. Paul, MN, U.S.A.), Enhance disc와 polishing paste (Dentsply Caulk, Milford, DE, U.S.A.), Astropol disc (Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein) 및 Composite finishing bur (Gebr. Brasseler GmbH & Co., Lemgo, Germany)를 사용하였다 (Table 2).

2. 실험방법

(1) 시편제작

내부에 가로 8 mm, 세로 3 mm, 두께 2 mm의 홈이 형성된 분리 가능한 직사각형 금속판의 상부와 하부에 polyester

Table 1. Resin matrix and filler of composite resins used

Composite resin	Resin matrix	Filler			Manufacturer	
		Type	Size	Average Content		
Micronew	Ethoxylated	Glass fit,	5 μ m,	0.05 μ m	Bisco, Inc., Schaumburg, IL, U.S.A	
	Bis-DMA, Bis-GMA	silica	20 - 40 nm			
Filtek	Bis-GMA,	zirconia/	5 - 20	0.6 -	78.5wt%	3M ESPE Dental
Supreme	UDMA,	silica,	nm,	1.4 μ m	St. Paul, MN, U.S.A.	
	TEGDMA, Bis-EMA	silica, cluster,	20nm			

Bis-DMA: bisphenol A dimethacrylate, Bis-GMA: bisphenol A diglycidylmethacrylate,

UDMA: urethan dimethacrylate, TEGDMA: triethylene glycol dimethacrylate,

Bis-EMA: bisphenol A polyethylene glycol diether dimethacrylate

Table 2. Composition and sequence of finishing and polishing instruments used

Instrument	Composition	Sequence (grain size, μm)	Manufacturer
Sof-Lex disc	Polyester film, aluminum oxide	Coarse (100)	3M ESPE Dental Products, St. Paul, MN, U.S.A.
		Medium (29)	
		Fine (14)	
		Superfine (5)	
Enhance disc	Disc: resin, butylated hydroxytoluene, recrystallized EDDBA, Paste: aluminum oxide	Disc (40)	Dentsply Caulk, Milford, DE, U.S.A.
		Prisam-Gloss (1)	
		Prisam-Gloss Extra fine (0.3)	
Astropol disc	Caoutchouc, silicon carbide, aluminum oxide, tritanium oxide, iron oxide, diamond dust (HP)	Astropol F (26.5)	Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Lichtenstein
		Astropol P (12.8)	
		Astropol HP (3.5)	
Finishing bur	Carbide	12-fluted	Gebr. Brasseler GmbH & Co., Lemgo, Germany

strip과 glass slide를 덮고 복합레진을 충전한 후, Spectrum 800 (Dentsply Caulk, Milford, DE, U.S.A.) 광조사기를 사용하여 500 mW/cm²의 광도로 60초간 광조사하였다. 중합된 복합레진을 금속판에서 제거하여 복합레진의 상면과 하면에서 각각 20초씩 부가적으로 광조사하였다.

시편은 각 복합레진 당 100개씩 총 200개를 제작하였으며, 제작된 시편은 표면의 연마를 시행하기 전에 실온의 증류수에서 24시간 동안 보관하였다.

(2) 복합레진 표면의 연마와 레진전색제의 적용

사용된 복합레진의 종류에 따라 Micronew는 M군, Filtek Supreme은 S군으로 분류하였고, 복합레진의 표면 연마방법과 레진전색제의 적용에 따라 M군은 M1군-M5군 및 M1B군-M5B군, 그리고 S군은 S1군-S5군 및 S1B군-S5B군으로 다시 분류하였다 (Table 3).

M1군과 S1군은 대조군으로 polyester strip 하에서 중합된 복합레진 표면을 연마하지 않은 군이다. M2군과 S2군은 저속의 Sof-Lex disc를 사용하여 거칠기 (coarse, medium, fine, superfine) 순으로 복합레진 표면을 연마한 군이다. M3군과 S3군은 제조사의 설명서에 따라 저속의 Enhance disc로 복합레진 표면을 연마한 다음, Enhance cup에 Prisma-Gloss를 문혀 중간정도의 압력으로 복합레진의 표면을 연마하고 물을 첨가하여 가벼운 압력으로 다시

연마한 후 세척하였다. Enhance cup에 Prisma-Gloss Extra fine를 문혀 Prisma-Gloss와 동일한 방법으로 연마한 후 세척하였다. M4군과 S4군은 제조사의 설명에 따라 저속의 Astropol disc F, P, 및 HP를 순차적으로 사용하여 복합레진 표면을 연마하였다. M5군과 S5군은 air-water spray 하에서 고속으로 불꽃모양의 복합레진 finishing bur를 이용하여 복합레진 표면을 연마하였다 (Table 3).

M1B군에서 M5B군까지는 M1군에서 M5군과 같이 복합레진 표면을 연마한 다음 각각 Biscover 레진전색제를 적용한 군이고, S1B에서 S5B군까지는 S1군에서 S5군과 같이 복합레진 표면을 연마한 다음 각각 Biscover 레진전색제를 적용한 군이다 (Table 3). 연마된 복합레진 표면에 Uni-Etch (Bisco, Inc., Schaumburg, IL, U.S.A)를 15초간 적용하여 산부식 처리한 후 세척, 건조하였다. 공급된 용기에 Biscover와 Biscover viscosity modifier를 각각 1방울씩 떨어뜨려 5초간 혼합한 후, 혼합된 용액을 솔에 적셔 연마된 복합레진 표면에 적용하고 15초간 기다린 다음, Biscover 층을 공기시린지로 가볍게 불어 얇게 펼친 후 Spectrum 800으로 15초간 광조사하였다. 그 후 다시 복합레진 표면에 Biscover를 반복하여 적용하고 15초간 광조사하였다. 연마와 레진전색제가 적용된 복합레진 시편은 표면 조도의 측정과 주사전자 현미경 관찰을 시행하기 전에 실온의 증류수에서 24시간 동안 보관하였다.

Table 3. Group classification by composite type, polishing methods and resin sealant application

Resin	Group	Polishing methods	Group	Polishing methods + resin sealant
Micronew	M1	Polyester strip	M1B	Polyester strip + Biscover
	M2	Sof-Lex disc	M2B	Sof-Lex disc + Biscover
	M3	Enhance disc	M3B	Enhance disc + Biscover
	M4	Astropol disc	M4B	Astropol disc + Biscover
	M5	Finishing bur	M5B	Finishing bur + Biscover
Filtek Supreme	S1	Polyester strip	S1B	Polyester strip + Biscover
	S2	Sof-Lex disc	S2B	Sof-Lex disc + Biscover
	S3	Enhance disc	S3B	Enhance 3.00 disc + Biscover
	S4	Astropol disc	S4B	Astropol disc + Biscover
	S5	Finishing bur	S5B	Finishing bur + Biscover

M: Micronew, S: Filtek Supreme, B: Biscover

(3) 표면조도의 측정과 FE-SEM 관찰

복합레진의 표면조도를 측정하기 전에 각 복합레진의 표면은 air-water 시린지로 깨끗이 세척한 후 압축공기로 건조하였다. 복합레진의 표면조도는 복합레진 시편의 상면과 하면 모두에서 표면조도측정기 (Surfcorder M.SE-1700: Kosaka Laboratory Ltd., Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였다. 표면조도 측정 시 측정길이는 3 mm로 하였고, 1회 측정 후 0.25 mm 간격으로 평행 이동시켜 각 시편 당 5회 측정하였다. 각 시편의 평균 표면조도 값 (Ra)과 표준편차는 측정된 5개의 표면조도 값을 이용하여 산출하였다.

복합레진의 표면조도를 측정한 각 군중 대표적인 시편 1개를 선택하여 세척, 건조하였다. 주사전자 현미경적인 관찰을 위해 각 시편을 stub에 부착하고 12 KV 전압 하에서 1분간 700 Å의 두께로 백금으로 도금하였다. 복합레진의 표면 관찰은 FE-SEM (S-4700: Hitachi High Technologies Co., Tokyo, Japan)을 사용하여 500배의 배율로 관찰하였다.

(4) 통계분석

레진전색제 적용 전과 후의 복합레진, 연마방법, 복합레진과 연마방법에 따른 표면조도 간의 상호 연관성은 two-way ANOVA를 이용하여 분석하였다. 동일한 복합레진과 연마방법으로 처리된 군에서 레진전색제 적용 전과 후의 표면조도에 대한 유의성은 paired t-test를 이용하여 비교하였다. 레진전색제 적용 전과 후의 연마방법에 따른 각 군의 표면조도 값에 대한 유의성은 one-way ANOVA와 95% 유의수준에서 Duncan 다중비교를 통해 분석하였다.

Ⅲ. 실험결과

레진전색제 적용 전과 후의 복합레진의 종류와 연마방법에 따른 각 군의 평균 표면조도 값 (Ra)과 표준편차는 Table 4에 나타내었다. 레진전색제를 적용하기 전 각 군 (M1-M5, S1-S5)의 표면조도 값은 M군과 S군 모두에서 polyester strip이 가장 낮게 나타났고, finishing bur가 가장 높게 나타났다. One-way ANOVA와 Duncan 다중비교를 이용하여 분석한 결과 M1군, M4군, M5군은 각각 나머지 군과, M2군과 M3군은 M1군, M4군, M5군과 통계학적으로 유의한 차이를 나타내었으며 ($p < 0.05$), S1군, S3군, S5군은 각각 나머지 군과, S2군과 S4군은 S1군, S3군, S5군과 통계학적으로 유의한 차이를 나타내었다 ($p < 0.05$) (Table 4).

레진전색제를 적용한 후 각 군 (M1B-M5B, S1B-S5B)의 표면조도 값은 M군과 S군에서 모두 polyester strip이 가장 낮게 나타났고, M군과 S군에서는 각각 finishing bur와 Sof-Lex disc가 가장 거친 표면을 나타내었다. One-way ANOVA와 Duncan 다중비교를 이용하여 분석한 결과, M1B군은 M3B군과 M5B군보다 통계학적으로 낮은 표면조도를 나타내었고 M5B군은 나머지 군보다 통계학적으로 높은 표면조도를 나타내었으며 ($p < 0.05$), S1B군은 S2B군, S3B군, S5B군보다 통계학적으로 낮은 표면조도를 나타내었다 ($p < 0.05$) (Table 4).

동일한 복합레진과 연마방법으로 처리된 군에서 레진전색제 적용 전과 후의 표면조도를 비교한 결과 M군에서는 M1B군이 M1군보다 통계학적으로 높은 표면조도를 나타

Table 4. Average surface roughness (Ra) of each group before and after resin sealant application

Group	Before resin sealant application		Group	After resin sealant application	
	Ra ± S.D. (μm)	n		Ra ± S.D. (μm)	n
M1	0.175 ± 0.055 ^{a (*)}	10	M1B	0.273 ± 0.140 ^{ef}	10
M2	0.322 ± 0.098 ^b	10	M2B	0.344 ± 0.099 ^{bg}	10
M3	0.383 ± 0.083 ^b	10	M3B	0.390 ± 0.133 ^{bf}	10
M4	0.535 ± 0.090 ^{c (*)}	10	M4B	0.334 ± 0.107 ^{bg}	10
M5	1.004 ± 0.216 ^{c (*)}	10	M5B	0.517 ± 0.119 ^c	10
	Ave: 0.488 ± 0.310			Ave: 0.372 ± 0.144	
S1	0.145 ± 0.049 ^{a (*)}	10	S1B	0.290 ± 0.128 ^{bg}	10
S2	0.420 ± 0.132 ^{b, f}	10	S2B	0.492 ± 0.242 ^{cf}	10
S3	0.603 ± 0.288 ^c	10	S3B	0.469 ± 0.192 ^{cf}	10
S4	0.334 ± 0.166 ^b	10	S4B	0.421 ± 0.190 ^{b, cf}	10
S5	0.782 ± 0.121 ^{d (*)}	10	S5B	0.467 ± 0.209 ^{cf}	10
	Ave: 0.456 ± 0.276			Ave: 0.482 ± 0.205	

Superscripts of the other letter indicate values of statistical significant difference (p < 0.05, Duncan's multiple comparison test). Ave: Average roughness
 (*): statistical significant difference between groups in the same composite and polishing method before and after resin sealant application (p < 0.05, paired t-test).

Table 5. Statistical analysis by two-way ANOVA

Application of resin sealant	Statistical comparison		
	Composites	Polishing methods	Composites/polishing methods
Before	F = 1.714, P = 0.192	F = 129.756, P = 0.000	F = 16.438, P = 0.000
After	F = 6.096, P = 0.014	F = 9.188, P = 0.000	F = 2.091, P = 0.084

내었으며, M4B군과 M5B군은 각각 M4군과 M5군 보다 통계학적으로 낮은 표면조도를 나타내었다. S군에서는 S1B군이 S1군보다 통계학적으로 높은 표면조도를 나타내었으며, S5B군은 S5군 보다 통계학적으로 낮은 표면조도를 나타내었다 (p < 0.05) (Table 4).

레진전색제를 적용하기 전과 후의 복합레진의 종류, 연마 방법, 복합레진의 종류와 연마방법에 따른 표면조도 간의 상호 유의성과 연관성은 Table 5에 나타내었다. 레진전색제를 적용하기 전, 복합레진에 따른 평균 표면조도 값은 M군에서 0.488 ± 0.310 μm, S군에서 0.456 ± 0.276 μm를 나타내어 복합레진에 따른 표면조도 간에 유의한 차이를 나타내지 않았다 (F = 1.714, P = 0.192) (Table 4, 5). 레진전색제를 적용한 후 복합레진의 종류에 따른 평균 표면조도 값은 M군에서 0.372 ± 0.144 μm, S군에서 0.428 ±

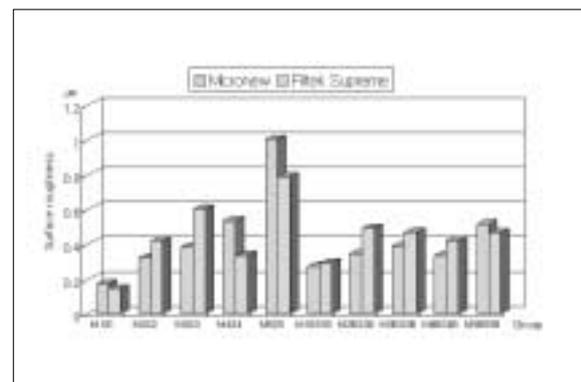


Figure 1. Histogram for average surface roughness (Ra) of each group.

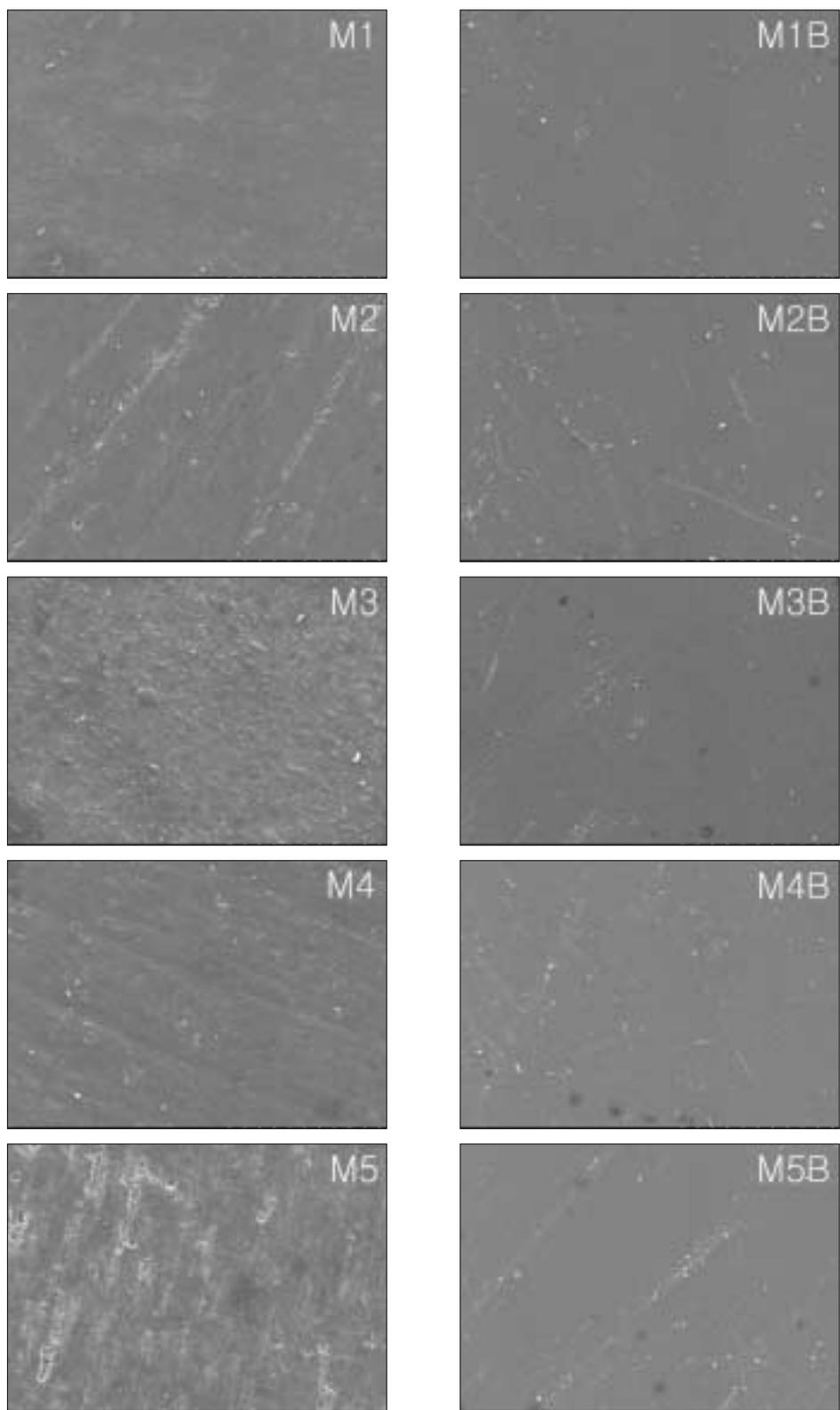


Figure 2. Micronew surfaces polished with different systems and sealed with Biscover ($\times 500$). Left: M1-Control surface (polyester strip); M2-polished with Sof-Lex; M3-polished with Enhance, M4-polished with Astropol, M5-polished with finishing bur, Right: M1B, M2B, M3B, M4B, and M5B were sealed M1, M2, M3, M4, and M5 with Biscover respectively.

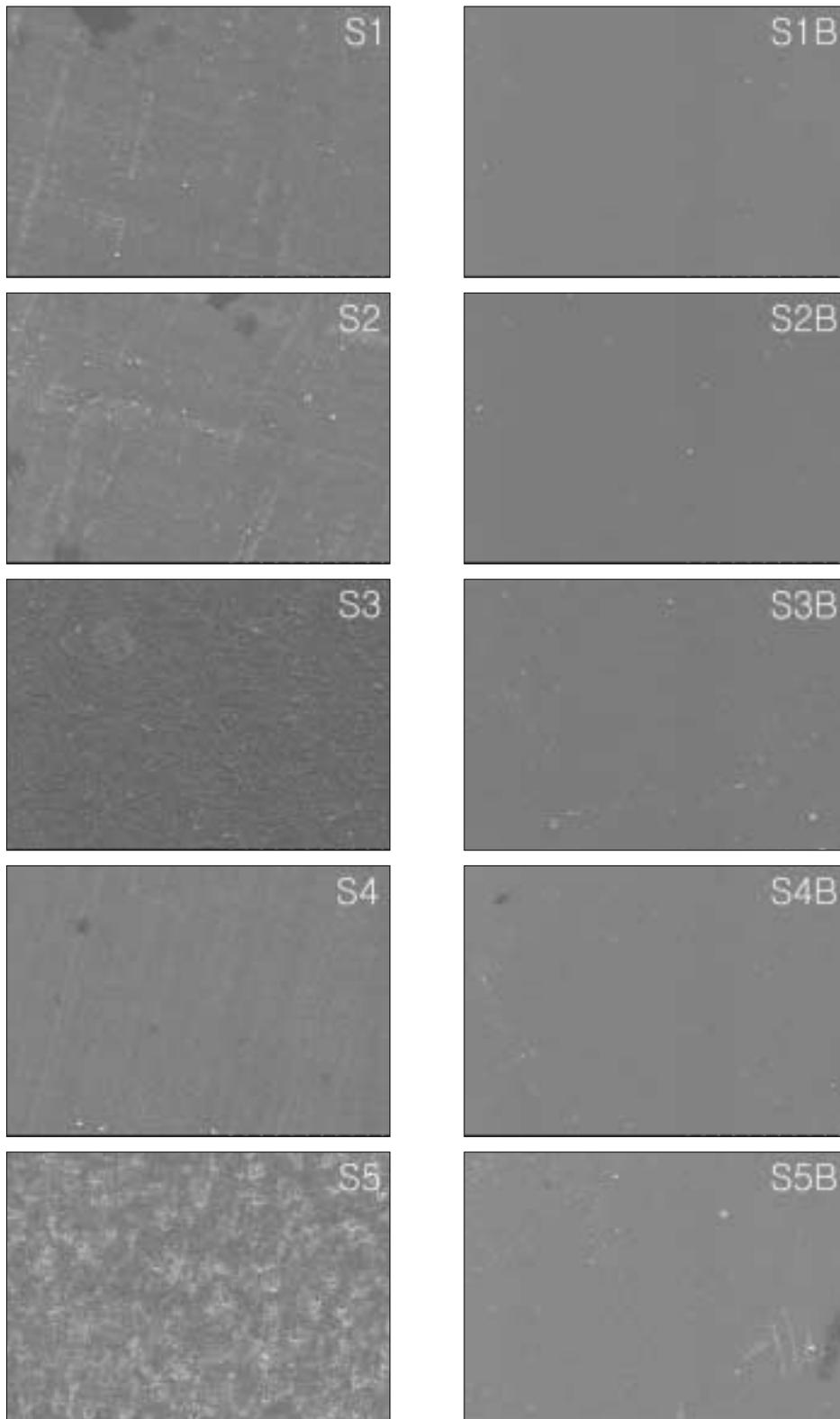


Figure 3. Filtek Supreme surfaces polished with different systems and sealed with Biscover ($\times 500$). Left: S1-Control surface (polyester strip); S2-polished with Sof-Lex; S3-polished with Enhance, S4-polished with Astropol, S5-polished with finishing bur, Right: S1B, S2B, S3B, S4B, and S5B were sealed S1, S2, S3, S4, and S5 with Biscover respectively.

0.205 μm 를 나타내어 Micronew가 Filtek Supreme보다 평활한 표면을 나타내었다 ($F = 6.096, P = 0.014$) (Table 4, 5).

연마방법에 따른 표면조도 값은 레진전색제를 적용하기 전 ($F = 129.756, P = 0.000$)과 적용한 후 ($F = 9.188, P = 0.000$) 모두에서 통계학적으로 유의한 차이를 나타냈다 (Table 5). 레진전색제를 적용하기 전에는 복합레진의 종류와 연마방법에 따른 표면조도 값 간에 상호 연관성이 있었으나 ($F = 16.438, P = 0.000$), 레진전색제를 적용한 후에는 복합레진과 연마방법에 따른 표면조도 간에 상호 연관성이 없었다 ($F = 2.091, P = 0.084$) (Table 5).

레진전색제를 적용하기 전과 후에 FE-SEM으로 찍은 각군의 표면은 Figure 2와 3에서 보여주고 있다. 레진전색제를 적용하기 전 polyester strip을 사용한 S1군과 M1군은 다른 군보다 훨씬 평활한 표면이 관찰되었다. Sof-Lex disc를 사용한 M2군과 S2군은 복합레진의 표면에 사선으로 파인 여러 개의 흠집이 보였으나 전체적으로 평활한 표면을 관찰할 수 있었다. Enhance disc와 polishing paste를 사용한 M3군과 S3군은 다른 군에 비해 특이한 표면 양상을 보였는데, 두 군 모두에서 복합레진의 필러가 노출된 표면이 관찰되었다. Astropol을 사용한 M4군은 복합레진의 표면을 따라 사선으로 울퉁불퉁한 면이 관찰되었으나, S4군에서는 비교적 부드러운 표면이 관찰되어 복합레진의 종류에 따라 서로 다른 표면을 나타내었다. Finishing bur를 사용한 M5군과 S5군은 필러의 탈락에 의해 형성된 여러 개의 기포와 함께 울퉁불퉁한 표면이 관찰되었다 (Figure 2, 3).

레진전색제를 적용한 후 모든 군은 대체적으로 평활한 표면을 나타내었다 (Figure 2, 3). Polyester strip을 사용한 M1B군과 S1B군은 M1군과 S1군과 같이 평활한 표면이 관찰되었다. Sof-Lex disc를 사용한 M2B군과 S2B군은 M2군과 S2군에서 나타난 여러 개의 흠집이 Biscove에 의해 폐쇄되어 있는 모습을 관찰할 수 있었다. Enhance disc와 polishing paste를 사용한 M3B군과 S3B군은 M3군과 S3군에서 나타난 노출된 복합레진의 필러가 Biscove에 의해 폐쇄되어 있는 모습을 관찰할 수 있었다. Astropol을 사용한 M4B군은 M4군에서 나타난 사선의 울퉁불퉁한 표면이 Biscove에 의해 폐쇄되어 있는 모습을 관찰할 수 있었고, S4B군은 S4군과 마찬가지로 평활한 표면이 관찰되었다. Finishing bur를 사용한 M5B군과 S5B군은 M5군과 S5군에서 나타난 울퉁불퉁한 표면이 아주 평활한 표면으로 변화하였으나 표면에 약간의 흠집이 남아있는 것을 관찰할 수 있었다 (Figure 2, 3).

IV. 총괄 및 고찰

복합레진 수복물의 마무리와 연마는 심미적인 면에서 뿐만 아니라 구강건강을 위해서 적절히 이루어져야 한다²⁴. 마무리와 연마의 주된 목표는 우수한 외형과 교합, 건강한 공극 (embrasure) 형태와 부드러운 표면을 얻는 것이다^{14,24}. 복합레진 수복물의 가장 평활한 표면은 polyester strip 하에서 얻을 수 있으며, 어떠한 연마기구에 의해서도 이러한 표면은 재현될 수 없다⁴. 그러나 과도한 재료를 제거하고 수복물에 적절한 외형을 부여하기 위해서는 마무리와 연마 과정이 필요하며, 이는 결과적으로 수복물에 거친 표면을 발생시킨다^{4,10}.

마무리와 연마 후 발생된 복합레진의 표면조도는 표면조도측정기를 이용하여 수년 동안 연구되고 있다. 이러한 측정기는 산술적인 평균 조도만을 산출하여 이차원적인 정보만을 제공하므로 복잡한 표면구조를 완전하게 평가할 수 없다¹⁴. 그러나 SEM과 함께 표면의 관찰이 이루어진다면 좀 더 정확한 평가가 이루어질 수 있을 것이다. 따라서 본 연구에서는 표면조도측정기와 FE-SEM을 이용하여 표면조도의 측정과 관찰을 동시에 시행하였다.

본 연구의 결과, 레진전색제를 적용하기 전 polyester strip 하에서 중합된 Micronew (M군)과 Filtek Supreme (S군) 모두에서 0.2 μm 이하의 Ra 값을 나타내어 연마기구를 사용한 모든 군 (0.3 μm 이상)보다 통계학적으로 낮게 나타났다 ($p < 0.05$) (Table 4). 이러한 결과는 polyester strip 하에서 가장 낮은 Ra 값을 나타냈다고 보고한 이전의 연구결과들과 일치하였다^{2,18,19,28}. 이는 본 연구의 FE-SEM 관찰에서 M1군과 S1군이 다른 군에 비해 훨씬 평활한 표면을 보여준 소견을 통하여 확인할 수 있었다 (Figure 2, 3). 비록 polyester strip 하에서 중합된 수복물에 표면결함이 없지는 않았지만 ($Ra=0.2 \mu\text{m}$ 이하), 이는 본 연구에서 가장 평활한 표면을 제공하였다. Strip 하에서의 표면결함은 strip 자체에 존재하는 흠집 때문에 발생하는 것으로 알려져 있다¹⁰.

레진전색제를 적용하기 전 각종 연마방법에 의한 표면조도는 복합레진의 종류에 따라 약간 다른 순서로 나타났지만 carbide finishing bur를 사용한 M5군과 S5군은 다른 군에 비해 가장 높은 Ra 값을 나타내었다 ($p < 0.05$) (Table 4, Figure 1). FE-SEM 관찰에서도 M5군과 S5군은 필러의 탈락과 함께 울퉁불퉁한 표면을 보였다 (Figure 2, 3). 이러한 결과는 미세입자형 복합레진에서 carbide finishing bur를 사용한 경우 거친 표면이 발생되었다고 보고한 Holelscher 등¹⁹의 연구결과와 일치하였다. Fruits 등¹¹은 아말감과 복합레진 모두에서 연마기구 사용 시 수직으로의 작용은 다른 작용에 비해 뚜렷이 낮은 표면조도 값을 나타

냈다고 보고하였다. 본 연구에서 finishing bur를 제외한 나머지 연마기구는 disc를 사용함으로써 복합레진 표면에 수직으로 작용하였지만, finishing bur는 연마되고 있는 표면에 수평으로 작용 (rotary motion) 되었다. 이러한 작용의 차이가 finishing bur에 의한 높은 Ra 값을 나타내는 하나의 원인으로 작용하였을 것으로 사료된다. 복합레진의 연마 시 finishing bur의 사용에 관하여, Tate와 Powers³⁾는 finishing bur의 사용 후 산화알루미늄 디스크의 사용을 추천하였으며, Joniot 등²⁾은 silicone point를 이용한 중간 연마과정이 필요하다고 하였다.

레진전색제를 적용하기 전 Micronew를 사용한 시편의 Ra 값은 Sof-Lex disc (M2군), Enhance (M3군), Astropol (M4군), Finishing bur (M5군) 순으로 낮게 나타나 M4군과 M5군은 각각 다른 군보다 통계학적으로 높은 Ra 값을 나타내었으며 ($p < 0.05$), M2군과 M3군 간에는 통계학적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다 (Table 4, Figure 1). FE-SEM 관찰에서 M2군은 사선으로 파인 흠집이 있었지만 전체적으로 평활한 표면을 보였고, M4군은 사선으로 울퉁불퉁한 표면을 나타내어 이들에 대한 표면의 차이를 확실하게 구별할 수 있었다 (Figure 2). 이러한 결과는 미세입자형 복합레진에서 Sof-Lex disc와 Enhance에 의한 표면조도 간에 통계학적인 차이가 없었다고 보고한 Setcos 등²⁹⁾과 Turssi 등⁵⁾의 연구결과와 일치하였다. 그러나 미세입자형 복합레진에서 Enhance가 Sof-Lex disc보다 우수한 표면을 제공하였고, SEM 관찰에서 Sof-Lex disc는 표면에 다양한 용기와 거친 표면을 보였고 Enhance는 평활한 고질의 표면을 제공하였다고 보고한 Marigo 등⁶⁾의 연구결과와는 다르게 나타났다.

Lu 등¹⁾은 미세입자형 복합레진의 연마에서 Sof-Lex disc는 Astropol에 비해 통계학적으로 낮은 표면조도를 제공하였다고 보고하여 본 연구의 결과와 일치하였다. 이러한 차이에 대하여 그들은 Astropol에서 사용하는 마지막 polisher에 내재된 다이아몬드가 Sof-Lex disc에 내재된 산화알루미늄보다 단단하여 복합레진의 표면에 깊은 흠집을 일으켜 거친 표면을 제공하였기 때문이라고 설명하였다.

레진전색제를 적용하기 전 Filtek Supreme을 사용한 시편의 Ra 값은 Astropol (S4군), Sof-Lex disc (S2군), Enhance (S3군), Finishing bur (S5군) 순으로 낮게 나타나 S3군과 S5군은 각각 다른 군보다 통계학적으로 높은 Ra 값을 나타내었으며 ($p < 0.05$), S2군과 S4군 간에는 통계학적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다 (Table 4, Figure 1). 이러한 차이는 S4군과 S2군에서는 비교적 평활한 표면을 보였고, S3군은 필러가 노출된 특이한 표면을 보인 FE-SEM 관찰에서 확인되었다 (Figure 3).

본 연구에서 레진전색제를 적용하기 전 복합레진의 종류에 따른 Ra 값은 M군에서 $0.488 \pm 0.310 \mu\text{m}$, S군에서

$0.456 \pm 0.276 \mu\text{m}$ 를 나타내어 복합레진의 종류에 따른 Ra 값 간에 유의한 차이를 나타내지 않았으나 ($P = 0.192$), 연마방법에 따른 표면조도 값은 통계학적으로 유의한 차이를 나타냈다 ($P = 0.000$) (Table 4, 5). 이러한 통계적인 결과를 통하여 레진전색제를 적용하기 전의 표면조도는 복합레진의 종류보다는 사용된 연마기구에 의해 영향을 많이 받는다는 사실을 알 수 있었다.

미세입자형과 nanofill 복합레진의 표면조도 간에 유의한 차이가 나타나지 않은 이유에 관하여, Yap 등¹⁰⁾은 미세입자형 복합레진이 nanofill 복합레진의 평균 입자 크기보다 작지만 미세입자형 복합레진의 물성을 개선하기 위하여 콜로이달 실리카와 강화된 필러입자를 사용함으로써 그들 표면에 methacrylate group이 부족하게 되어 연마과정 중 nanofill 복합레진과 비슷하게 필러와 기질계면에서 파괴가 일어나기 때문이라고 하였다.

본 연구에서 레진전색제를 적용하기 전 M군은 Sof-Lex disc에서, S군은 Astropol에서 가장 낮은 Ra 값과 평활한 표면을 나타내어 복합레진의 종류에 따라 연마기구에 의한 표면조도가 다르게 나타남을 알 수 있었다.

최근 복합레진 수복물을 연마하기 위해 새로운 레진전색제인 Biscove가 사용되고 있다. 이는 복합레진을 광중합하기 전이나 광중합한 후에 표면에 적용할 수 있고, 산소저해층을 형성하지 않기 때문에 더 이상의 연마를 필요로 하지 않는다고 한다^{26,27)}. 본 연구에서 레진전색제에 의한 표면의 연마효과를 평가하기 위하여 연마기구로 복합레진을 연마한 후 레진전색제를 적용하였다.

레진전색제를 적용한 후 각종 연마방법에 의한 표면조도는 레진전색제를 적용하기 전과 마찬가지로 복합레진의 종류에 따라 서로 다른 순서를 나타내었으며, polyester strip 하에서 중합된 M1B군과 S1B군 모두에서 가장 낮게 나타났다 (Table 4, Figure 1). 레진전색제를 적용한 후 Micronew를 사용한 시편의 Ra 값은 Sof-Lex disc (M2B군), Astropol (M4B군), Enhance (M3B군), Finishing bur (M5B군) 순으로 낮게 나타나 M5B군이 다른 군보다 통계학적으로 높게 나타났다 ($p < 0.05$). Filtek Supreme을 사용한 시편의 Ra 값은 Astropol (S4B군), Finishing bur (S5B군), Enhance (S3B군), Sof-Lex disc (S2B군)의 순으로 낮게 나타났지만 이들 간에는 통계학적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다 (Table 4, Figure 1).

레진전색제를 적용한 후 복합레진의 종류에 따른 Ra 값은 M군에서 $0.372 \pm 0.144 \mu\text{m}$, S군에서 $0.482 \pm 0.205 \mu\text{m}$ 를 나타내어 Micronew가 Filtek Supreme보다 부드러운 표면을 나타내어 ($P = 0.014$) (Table 4, 5) 연마기구를 사용한 후 레진전색제의 사용은 Micronew에서 더욱 효과적인 것을 알 수 있었다. 그러나 레진전색제를 적용한 후 복합레진의 종류와 연마방법에 따른 표면조도 간에 상호 연관

성은 없었다 ($P = 0.084$) (Table 5).

동일한 복합레진과 연마방법으로 처리된 군에서 레진전색제의 적용 전과 후의 Ra 값을 비교한 결과, 레진전색제를 적용한 M1B군과 S1B군 모두에서 레진전색제를 적용하기 전보다 통계학적으로 Ra 값이 증가되었다 ($p < 0.05$) (Table 4). 이러한 결과는 복합레진에서 polyester strip을 사용한 경우에 레진전색제를 적용할 필요가 없다는 것을 시사하였다.

한편 M군에서 M4군의 Ra 값은 $0.535 \pm 0.09 \mu\text{m}$ 에서 $0.334 \pm 0.107 \mu\text{m}$ (M4B군)으로, M5군의 Ra 값은 $1.004 \pm 0.216 \mu\text{m}$ 에서 $0.517 \pm 0.119 \mu\text{m}$ (M5B군)를 나타내어 레진전색제를 적용한 후가 적용 전보다 거의 두 배에 가까운 Ra 값의 감소를 나타내었다 ($p < 0.05$) (Table 4). 또한 S군에서 레진전색제를 적용한 후 S5군의 Ra 값이 $0.782 \pm 0.121 \mu\text{m}$ 에서 $0.467 \pm 0.209 \mu\text{m}$ (S5B군)으로 감소되어 통계학적인 유의차를 나타내었고 ($p < 0.05$), S3군의 Ra 값은 통계학적인 차이는 없었지만 $0.603 \pm 0.288 \mu\text{m}$ 에서 $0.469 \pm 0.192 \mu\text{m}$ (S3B군)로 상당한 감소를 보였다 (Table 4). 그러나 레진전색제를 적용한 후 M군에서 M2B군과 M3B군, 그리고 S군에서 S2B군, S4B군은 레진전색제를 적용하기 전보다 오히려 Ra 값이 약간 증가되었지만 통계학적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다 (Table 4).

본 연구의 FE-SEM 관찰에서 레진전색제를 적용한 후의 모든 군은 적용 전보다 대체적으로 평활한 표면을 나타내었다 (Figure 2, 3). M4B군은 M4군에서 나타난 사선의 울퉁불퉁한 표면이 Biscover에 의해 폐쇄되어 있는 모습을 관찰할 수 있었고, M5B군과 S5B군 역시 M5군과 S5군에서 나타난 울퉁불퉁한 표면이 아주 평활한 표면으로 변화하였다. S3B군은 S3군에서 나타난 노출된 복합레진의 필러가 Biscover에 의해 폐쇄되어 있는 모습을 관찰할 수 있었다. Bertrand 등³⁰⁾은 복합레진에 레진전색제 적용 전과 후의 표면을 SEM으로 관찰한 결과 레진전색제를 적용한 후에 표면의 질감이 현저히 개선됨을 보여주었다고 보고하여 본 연구의 결과와 일치하였다. 그러나 Roeder 등⁹⁾은 응축형과 혼합형 복합레진에서 5종의 마무리와 연마기구를 사용한 후 레진전색제를 적용한 결과, Ra의 감소효과가 없었다고 보고하여 본 연구의 결과와는 다르게 나타났으며 이는 검사한 복합레진의 필러함량 차이 때문으로 사료된다.

본 연구의 결과는 M군에서 Astropol과 carbide finishing bur, S군에서 carbide finishing bur와 Enhance 기구를 사용한 후 레진전색제의 적용이 표면조도의 개선과 함께 평활한 표면을 제공할 수 있음을 시사하였다.

Weitman과 Eames³¹⁾은 표면조도 값이 $0.7 - 1.44 \mu\text{m}$ 인 복합레진 시편에서 치태가 침착됨을 보고하였다. 본 연구에서는 레진전색제를 적용하기 전 finishing bur로 연마한

M5군과 S5군은 각각 $1.004 \pm 0.216 \mu\text{m}$ 와 $0.782 \pm 0.121 \mu\text{m}$ 를 나타내어 치태가 침착될 가능성을 보여주었다. 그러나 레진전색제를 적용하기 전의 나머지 군과 연마한 후 레진전색제를 적용한 모든 군에서 $0.7 \mu\text{m}$ 이하의 Ra 값을 나타내어 치태가 침착될 가능성은 없는 것으로 생각되었다.

본 연구를 종합하여 보면 복합레진의 종류에 따라 표면조도의 순서는 다르게 나타났으며, polyester strip 하에서 복합레진이 중합된 경우 가장 낮은 Ra 값과 평활한 표면을 제공하였고, 전반적으로 finishing bur는 가장 높은 Ra 값과 거친 표면을 제공하였다. Enhance, Astropol, carbide finishing bur로 연마한 표면은 레진전색제의 사용으로 평활한 표면을 얻을 수 있었지만, polyester strip과 Sof-Lex disc로 얻어진 표면은 레진전색제의 사용으로 표면조도의 개선을 얻을 수 없었다.

본 연구는 실험실적인 결과로서 이를 뒷받침할 수 있는 임상적인 연구가 더욱 필요하다. 특히 레진전색제를 적용한 후 칫솔질에 의한 마모나 구강 내에서 장기간 타액에 노출될 경우, 복합레진 표면에 있는 레진전색제의 변화가 표면조도에 어떠한 영향을 미치는가에 관한 지속적인 연구가 진행되어야 할 것으로 사료된다.

V. 결 론

본 연구의 목적은 복합레진의 종류와 연마방법, 복합레진 연마 후 레진전색제의 적용이 복합레진의 표면조도에 미치는 영향을 알아보기 위하여 복합레진의 표면조도 측정과 FE-SEM 관찰을 통하여 상호 비교하는 것이다.

본 연구를 통해 polyester strip 하에서 복합레진이 중합된 경우 가장 낮은 표면조도 값과 평활한 표면을 그리고 finishing bur가 가장 높은 Ra 값과 거친 표면 제공함을 알 수 있었다. Enhance, Astropol, carbide finishing bur로 연마한 표면은 레진전색제의 사용으로 평활한 표면을 얻을 수 있었지만, polyester strip과 Sof-Lex disc로 얻어진 표면은 레진전색제의 사용으로 표면조도의 개선이 이루어지지 않았다. 이는 복합레진 수복물에서 보다 평활한 표면을 얻기 위해서는 polyester strip의 적절한 사용으로 마무리와 연마를 최소화하고 연마 후에는 레진전색제를 사용해주어야 함을 보여준다.

참고문헌

1. Lu H, Roeder LB, Powers JM. Effect of polishing systems on the surface roughness of microhybrid composites. *J Esthet Restor Dent* 15:297-304, 2003.
2. Joniot SB, Gregoire GL, Auther AM, Roques YM. Three-dimensional optical profilometry analysis of surface states obtained after finishing sequences for three composite resins. *Oper Dent* 25:311-315, 2000.

3. Tate WH, Powers JM. Surface roughness of composites and hybrid ionomers. *Oper Dent* 21:53-58, 1996.
4. Yap AUJ, Yap SH, Teo CK, Ng JJ. Finishing/polishing of composite and compomer restoratives: effectiveness of one-step systems. *Oper Dent* 29:275-279, 2004.
5. Turssi CP, Saad JRC, Duarte SLL, Rodrigues AL. Composite surfaces after finishing and polishing techniques. *Am J Dent* 13:136-138, 2000.
6. Marigo L, Rizzi M, La Torre G, Rumi G. 3-D surface profile analysis: different finishing methods for resin composites. *Oper Dent* 26:562-568, 2001.
7. Reis AF, Giannini M, Lovadino JR, Ambrosano GM. Effects of various finishing systems on the surface roughness and staining susceptibility of packable composite resins. *Dent Mater* 19:12-18, 2003.
8. Reis AF, Giannini M, Lovadino JR, dos Santos Dias CT. The effect of six polishing systems on the surface roughness of two packable resin-based composites. *Am J Dent* 15:193-197, 2002.
9. Roede LB, Tate WH, Powers JM. Effect of finishing and polishing procedures on the surface roughness of packable composites. *Oper Dent* 25:534-543, 2000.
10. Yap AUJ, Yap SH, Teo CK, Ng JJ. Comparison of surface finish of new aesthetic restorative materials. *Oper Dent* 29:100-104, 2004.
11. Fruits TJ, Miranda FJ, Coury TL. Effects of equivalent abrasive grit sizes utilizing different polishing motions on selected restorative materials. *Quint Int* 27:279-285, 1996.
12. Ryba TM, Dunn WJ, Murchison DF. Surface roughness of various packable composites. *Oper Dent* 27:243-247, 2002.
13. Schmidlin PR, Sener B, Lutz F. Cleaning and polishing efficacy of abrasive-bristle brushes and a prophylaxis paste on resin composite material *in vitro*. *Quint Int* 33:691-699, 2002.
14. Turkun L.S, Turkun M. The effect of one-step polishing system on the surface roughness of three esthetic resin composite materials. *Oper Dent* 29:203-211, 2004.
15. Jung M, Voit S, Klinek J. Surface geometry of three packable and one hybrid composite after finishing. *Oper Dent* 28:53-59, 2003.
16. van Dijken JW, Ruyter IE. Surface characteristics of posterior composites after polishing and tooth brushing. *Acta Odonto Scandia* 45:337-346, 1984.
17. Fruits TJ, Miranda FJ, Coury TL. Evaluation of sub-surface defects created during the finishing of composites. *J Dent Res* 71:1628-1632, 1992.
18. Yap AUJ, Lye KW, Sau CW. Surface characteristics of tooth-colored restoratives polished utilizing different polishing systems. *Oper Dent* 22:260-265, 1997.
19. Hoelscher DC, Neme AML, Pink FE, Hughes PJ. The effect of three finishing systems on four esthetic restorative materials. *Oper Dent* 23:36-42, 1998.
20. OBrien WJ, Yee J. Microstructure of posterior restoration of composite resin after clinical wear. *Oper Dent* 5:90-94, 1980.
21. Shinkai K, Suzuki S, Leinfelder KF, Katoh Y. Effect of surface-penetrating sealant on resistance of luting agents. *Quint Int* 25:767-771, 1994.
22. Dickinson GL, Leinfelder KF. Assessing the long-term effect of a surface penetrating sealant. *J Am Dent Assoc* 124:68-72, 1993.
23. Erhardt MCG, Magalhaes CS, Serra MC. The effect of rebonding on microleakage of class V aesthetic restorations. *Oper Dent* 27:396-402, 2002.
24. Filho NH, D'Azevedo MTF, Nagem HD, Marsola FP. Surface roughness of composite resins after finishing and polishing. *Braz Dent J* 14:37-41, 2003.
25. Ramos RP, Chinelatti MA, Chimello DT, Dibb RGP. Assessing microleakage in resin composite restorations rebonded with a surface sealant and three low-viscosity resin systems. *Quint Int* 23: 450-456, 2002.
26. Barghi N, Alexander C. A new surface sealant for polishing composite resin restorations. *Compend Contin Educ Dent* 24:30-33, 2003.
27. Suh BI. A new resin technology: a glaze/composite sealant that cures without forming an oxygen-inhibited layer. *Compend Contin Educ Dent* 24:27-29, 2003.
28. Lee JY, Shin DH. Surface roughness of universal composites after polishing procedures. *J Kor Acad Cons Dent* 28:369-377, 2003.
29. Setcos JC, Tarim B, Suzuki S. Surface finish produced on resin composites by new polishing systems. *Quint Int* 30:169-173, 1999.
30. Bertrand MF, Leforestier E, Muller M, Lupi-Pegurier L, Bolla M. Effect of surface penetrating sealant on surface texture and microhardness of composite resins. *J Biomed Mater Res* 53:658-663, 2000.
31. Weitman RT, Eames WB. Plaque accumulation on composite surface after various finishing procedures. *J Am Dent Assoc* 91:101-106, 1975.

국문초록

복합레진 표면의 연마방법에 따른 표면조도

민정범 · 조공철 · 조영근*

조선대학교 치과대학 치과보존학교실

본 연구는 복합레진의 종류와 연마방법, 복합레진 연마 후 레진전색제의 적용이 복합레진의 표면조도에 미치는 영향을 알아보기 위하여 복합레진의 표면조도 측정과 FE-SEM 관찰을 통하여 상호 비교하였다.

미세입자형과 nanofill 복합레진을 이용하여 8×3×2 mm의 시편을 각각 100개씩 제작하였고, 연마방법과 레진전색제의 적용 유무에 따라 20개의 군으로 분류하였다. 복합레진의 종류에 따라 Micronew를 사용한 군은 M군, Filtek Supreme을 사용한 군은 S군으로 분류한 후, 연마방법에 따라 M1군과 S1군은 polyester strip만을 사용한 군, M2군과 S2군은 Sof-Lex disc를 사용한 군, M3군과 S3군은 Enhance disc와 polishing paste를 사용한 군, M4군과 S4군은 Astropol disc를 사용한 군, M5군과 S5군은 carbide finishing bur를 사용한 군으로 다시 분류하였다. 또한 연마 후 Biscover 레진전색제를 적용한 군은 연마방법에 따른 각 군에 B를 추가하여 M1B군-M5B군 및 S1B군-S5B군으로 분류하였다.

제작된 모든 시편은 표면조도의 측정과 주사전자 현미경 관찰을 시행하기 전에 실온의 증류수에서 24시간 동안 보관하였다. 표면조도측정기를 사용하여 각 시편의 상면과 하면 모두에서 각각 5회씩 측정하여 평균 표면조도 값을 산출하여 통계적으로 분석하였으며, 각 군에서 대표적인 시편 1개를 선택하여 FE-SEM에서 관찰하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 복합레진의 표면조도 값은 polyester strip에 의해 형성된 모든 군에서 가장 낮게 나타났고, 레진전색제를 적용한 S군을 제외한 다른 모든 군에서 finishing bur로 연마한 군이 가장 높게 나타났다 ($p < 0.05$). FE-SEM 관찰에서 레진전색제를 적용하기 전의 표면은 polyester strip을 사용한 M1군과 S1군이 가장 평활한 표면을 나타냈고, finishing bur를 사용한 M5군과 S5군은 필러의 탈락에 의해 형성된 여러 개의 기포와 함께 울퉁불퉁한 표면을 보였다.
2. 복합레진의 종류에 따른 표면조도는 레진전색제를 적용하기 전에는 통계학적으로 차이를 나타내지 않았으나, 레진전색제를 적용한 후에는 Micronew가 Filtek Supreme보다 평활한 표면을 나타내었다 ($p < 0.05$).
3. 레진전색제를 적용하기 전에는 복합레진의 종류와 연마방법에 따른 표면조도 간에 상호 연관성이 있었으나, 레진전색제를 적용한 후에는 복합레진의 종류와 연마방법 간에 상호 연관성이 없었다. FE-SEM 관찰에서 레진전색제를 적용한 후의 표면은 모든 군에서 대체적으로 평활한 표면을 나타내었다.
4. 동일한 복합레진과 연마방법으로 처리된 군에서 레진전색제 적용 전과 후의 표면조도 값은 M1B군이 M1군보다, S1B군이 S1군보다 통계학적으로 높게 나타났으며, M4B군과 M5B군은 각각 M4군과 M5군 보다, 그리고 S5B군은 S5군 보다 통계학적으로 낮게 나타났다 ($p < 0.05$).

본 연구를 종합하여 보면, 복합레진의 종류에 따라 표면조도의 순서는 다르게 나타났고, polyester strip 하에서 복합레진이 중합된 경우 가장 낮은 표면조도 값과 평활한 표면을 제공하였으며 전반적으로 finishing bur는 가장 높은 Ra 값과 거친 표면을 제공하였다. Enhance, Astropol, carbide finishing bur로 연마한 표면은 레진전색제의 사용으로 평활한 표면을 얻을 수 있었지만, polyester strip과 Sof-Lex disc로 얻어진 표면은 레진전색제의 사용으로 표면조도의 개선이 이루어지지 않았다.

주요어: 표면조도, 연마방법, 연마기구, 레진전색제