

전 · 구치 겸용 혼합형 복합레진의 두 가지 연마법에 따른 표면조도

이재용 · 신동훈*

단국대학교 치과대학 치과보존학교실

ABSTRACT

SURFACE ROUGHNESS OF UNIVERSAL COMPOSITES AFTER POLISHING PROCEDURES

Jae-Yong Lee, Dong-Hoon Shin*

Department of Conservative Dentistry, College of Dentistry, Dankook University

The aim of this study was to evaluate the effect of two polishing methods and chemical conditioning on the surface of hybrid composites.

Ninety cylindrical specimens (diameter: 8 mm, depth: 2 mm) were made with three hybrid composites - Filtek Z250, Tetric Ceram, DenFil. Specimens for each composite were randomly divided into three treatment subgroups - ① Mylar strip (no treatment), ② Sof-Lex XT system, ③ PoGo system. Average surface roughness(Ra) was taken using a surface profilometer at the time of setting and after immersion into 0.02N lactic acid for 1 week and 1 month. Representative specimens were examined by scanning electron microscopy. The data were analyzed using ANOVA and Scheffe's tests at 0.05% significance level.

The results were as follows:

1. Mylar strip resulted in smoother surface than PoGo and Sof-Lex system($p<0.001$). Sof-Lex system gave the worst results.
2. Tetric Ceram was smoother than DenFil and Z250 when cured under only mylar strip. However, it was significantly rougher than other materials when polished with PoGo system.
3. All materials showed rough surface after storage in 0.02N lactic acid, except groups polished with a PoGo system.

The PoGo system gave a superior polish than Sof-Lex system for the three composites. However, the correlation to clinical practice may be limited, since there are several processes, such as abrasive, fatigue, and corrosive mechanisms. Thus, further studies are needed for polishing technique under in vivo conditions.

Key words : Surface roughness, Universal hybrid composite, Mylar strip, Sof-Lex system, PoGo system, 0.02N lactic acid

I . 서 론

전치부 뿐만 아니라 구치부에서도 심미성이 좋은 재료를 선호하고 있는 환자들의 치과 치료에 대한 관심이 높아짐에 따라 치질 보존적인 치료법을 선호하게 되었으며, 이런 환자의 요구에 맞춘 재료들로서 직접법 심미 수복재들이 소개

되어왔다. 최근의 복합레진은 뛰어난 심미성뿐만 아니라 물성까지 우수하여 전치부 뿐만 아니라 구치부에서 다른 수복물들을 대체해 가고 있는 실정이다.

이런 복합레진이 치과 수복재로서 갖추어야 할 성질 중 하나가 매끄러운 표면을 가져야 한다는 것이다. 치과 수복물에 대한 올바른 마무리 및 연마 과정은 수복물의 심미성과

수명을 향상시키는, 임상적으로 매우 중요한 단계이다¹⁾. 매끄럽고 잘 연마된 수복물은 표면이 거친 수복물보다 훨씬 심미적이며 쉽게 유지, 관리될 수 있다²⁾.

직접법 심미 수복물의 최종 심미성은 연마과정에 의해 많은 영향을 받는다³⁾. 수복물의 표면이 거칠 때에는 치태침착, 치은염, 착색, 재발성 우식증 등이 더 잘 일어나고⁴⁾, 약 20 μm 이상의 거칠기는 환자가 인지할 수 있어 환자의 불편감이 생길 수도 있다⁵⁾.

표면조도는 박테리아의 초기 부착에 영향을 주며 일단 부착이 일어나면 독립적으로 계속 박테리아의 축적이 일어난다. Weitman과 Eames⁶⁾는 0.7-1.44 μm 의 표면조도를 보이는 복합레진 시편에서의 치태 축적에 대해 보고하였다. Bollen 등⁷⁾은 구강내 수복물에 대한 박테리아가 부착하는 역치에 해당하는 표면 거칠기(Ra)는 0.2 μm 이고 그 이하인 경우에는 더 이상 박테리아 축적이 감소하지 않고 역치 이상에서는 표면이 거칠어질수록 치태 축적이 증가한다고 하였다. 한편, 임상에서 많이 사용하는 Mylar matrix에 피개되어 중합된 복합레진은 매우 매끄러운 표면을 가지게 되지만⁹⁻¹¹⁾, 여분의 수복재료를 제거하는 마무리 및 연마 과정이 필요한 경우가 많으며¹²⁾, mylar matrix에 의해 형성된 복합레진의 표면층은 본질적으로 유기 기질로 구성되어 있어 그 하방의 층보다는 덜 밀집된 구조를 갖는다. 따라서 최상층을 제거함으로써 표면의 저항성을 향상시킬 수 있다^{13,14)}.

다양한 심미성 수복재료의 마무리 및 연마에 다이아몬드 버, 카바이드 버, 마무리용 산화 아연 디스크, rubber wheels, cups, points 등이 사용되고 있으며, 다양한 입자 크기의 연마제(산화아연 가루, 다이아몬드 입자 등)도 함께 사용하여 매끄럽고 광택을 갖는 표면을 얻을 수 있다. 최종 연마에는 주로 산화 아연 디스크와 연마제가 박혀 있는 레진 디스크, 컵 등이 사용되고 있다. 그러나 복합레진의 무기 필러와 레진 기질간의 경도 차이 때문에 양쪽을 균일하게 다듬기 어려운 문제점은 항상 있다¹⁵⁾. 일부 연구에서는 산화아연 디스크인 Sof-Lex disks가 복합레진의 연마시에 무기 필러 입자와 레진 기질을 동등하게 갈아내어 더욱 매끄러운 면을 얻을 수 있다고 하였으나¹⁶⁾, Sof-Lex disks는 해부학적 접근이 어려운 전치부 설면이나 구치부에서는 사용에 제한을 받는다는 문제를 안고 있다¹⁷⁾.

Fruits 등¹⁸⁾은 마무리 및 연마 기구들의 입자가 큰 순서에서 점점 작은 입자 순서로 사용하면 매끄럽고 광택이 나는 수복물의 표면을 얻을 수 있으며, 연마시 적용되는 motion 또한 중요하다고 하였다. 즉, 연마시 적용되는 3가지 motions (rotary, planar, reciprocal) 중에서 planar motion이 가장 매끄러운 표면을 형성하였다고 하였다. 이런 planar motion의 대표적인 예가 disks와 같은 형태의 기구이다.

한편, 이러한 마무리와 연마를 행하기 전에는 최소 10분

동안 복합레진이 완전히 중합되도록 그대로 두어 연마 과정에서 나타날 수 있는 표면 손상을 줄일 수 있다는 주장도 있지만¹⁹⁾, 중합 후 즉시 마무리 및 연마 과정을 한 경우와 1주일 후에 연마한 경우에서 표면 강도와 표면조도에 있어서 유의성 있는 차이를 나타내지 않았다는 보고도 있다²⁰⁾.

또한, 표면조도를 비롯한 복합레진의 물성은 화학적 환경에 영향을 받으며 레진 기질은 일부 음식물 성분이나 치태 유기산에 노출되면 연화되고²¹⁾, 구강내와 같은 습한 조건에 노출되는 경우에는 레진 기질과 필러 입자와의 경계에서 결합력이 저하되어 결국 필러가 빠져나가 붕괴가 일어나고 표면조도가 커지게 된다²²⁾.

무기 필러의 강도나 최대 크기, 함량 등은 복합레진의 연마 후 표면조도(Ra)에 많은 영향을 미치며¹⁰⁾, 기존의 미세 입자형(microfilled) 복합레진은 고도로 연마된 매끄러운 표면을 가질 수 있어 우수한 색조 안정성을 가질 수 있으나 물성에 있어서 여러 문제점을 나타내므로 전치부에만 한정되어 사용되는 실정이다. 이와 같은 문제점을 대신해 전치와 구치를 동시에 사용할 수 있는 전,구치 겸용 혼합형 복합레진이 널리 사용되고 있다. 이들은 미세입자형에 비하여 필러 함량이 많고 평균 입자크기가 1 μm 이하를 나타내어 우수한 연마성과 뛰어난 물성을 동시에 충족시켜 줄 수 있다. 현재 이와 같은 전,구치 겸용 혼합형 복합레진에서 표면 조도에 대한 많은 연구는 이루어지지 않은 실정이다.

기존의 기계적 장치를 이용한 표면조도 측정기와 함께 표면 관찰을 위해 scanning electron microscopy(SEM)를 이용하였으며, 아울러 구강내 환경을 간접적으로 재현하여 표면에서의 변화를 알아보려고 하였다.

이에 본 연구에서는 3가지의 전,구치 겸용 혼합형 복합레진을 2가지 다른 연마시스템을 사용하여 연마 후 표면조도(Ra)를 측정하고 연마방법이나 시간 경과에 따른 차이를 알아보려고 하였다.

Ⅱ. 실험재료 및 방법

1. 실험재료

전구치 겸용 혼합형 복합레진인 Filtek Z250 (3M Dental Products, St. Paul, MN, USA), Tetric Ceram (Ivoclar vivadent, FL-9494 Schaan, Liechtenstein), DenFil (Vericom, Kyung-gi, Korea)을 사용하였다. 색상은 공히 A3를 이용하였다 (Table 1).

연마 기구로는 Sof-Lex XT finishing and polishing system (3M Dental Products, St. Paul, MN, USA)과 PoGo polishing system (Dentsply Caulk, Milford, DE, USA)을 사용하였다 (Table 2).

Table 1. Composition and manufacturers of the composites evaluated

	Filtek Z250	Tetric Ceram	Denfil
Resin matrix	Bis-GMA*, UDMA [§] , Bis-EMA [†]	Bis-GMA, UDMA, TEGDMA [‡]	Bis-GMA TEGDMA
Filler type	Silica, Zirconium oxide	Barium glass Ytterbium trifluoride	Barium aluminosilicate Fumed silica
size(μm)	0.01-3.5	0.04-3.0	0.01-2.5
average size(μm)	0.6	0.7	1
content(Wt%)	70-90	78	81
Manufacturer	3M, U.S.A.	Ivoclar vivadent, Liechtenstein	Vericom, Republic of Korea

* Bis-GMA : bisphenol diglycidyl methacrylate

§ UDMA : urethane dimethacrylate

† Bis-EMA : bisphenol A polyethylene glycol diether dimethacrylate

‡ TEGDMA : triethylene glycol dimethacrylate

Table 2. Polishing kits tested

	Sof-Lex XT finishing and polishing system	PoGo polishing system
Sequence (grain size μm)	coarse (100), dry, 20s, wash medium (29), dry, 20s, wash fine (14), dry, 20s, wash superfine (5), dry, 20s, wash	1 step, dry, 60s, wash
Shape	disk	disk
Compound	polyester film + aluminium oxide grits	urethane dimethacrylate resin matrix + microsized diamond particles
Manufacturer	3M, USA.	Dentsply, Germany

2. 실험방법

(1) 시편제작

직경 8 mm, 두께 2 mm의 원통형 금속주형의 상, 하면에 mylar strip과 glass slide를 위치시키고 재료를 채워 넣은 후, Curing light XL 2500 (3M Dental Products, St. Paul, MN 55144, USA)을 사용하여 약 550 mW/cm²의 광도로 상, 하면 각 40초씩 광중합하여 제작하였으며, 각 재료당 30개씩 3군으로 총 90개의 시편을 제작하였다.

(2) 연마

중합된 시편들은 15분 정도 기다린 후, 한 명의 실험자가 각 재료들마다 10개는 Sof-Lex XT finishing and polishing system을 사용하여 연마하고, 다른 10개는 PoGo polishing system을 사용하여 제조사의 지시대로 연마하였다. 각 연마기구들은 통상적인 low-speed rotary engine에 장착하여 약 20000 rpm의 속도로 사용하였다(Table 2). 나머지 10개는 연마하지 않은 면 (mylar strip에 의해 형성된 시편)으로 두었다.

(3) 표면조도 측정과 관찰

연마 후에 각각의 연마되지 않은 면과 연마된 면의 평균 표면조도값(Ra)을 표면조도 측정기 SJ-301 (Mitutoyo Manufacturing Ltd., Tokyo, Japan)을 사용하여 측정하였다. 측정길이는 1.25 mm로 하였고 1회 측정 후 1 mm 씩 평행 이동시켜 각 시편당 5회 측정하였다(Fig. 1).

평균 표면조도값(Ra)이라는 것은 측정길이 내의 중심선으로부터 표면 윤곽까지의 모든 절대값들의 평균치라고 정의할 수 있으며, 가장 보편적으로 사용되는 수치이다²³⁾ (Fig. 2).

이와 같은 측정 후에 구강내 화학적 환경을 재현하기 위해 시편을 0.02N lactic acid²⁴⁾에 1개월 동안 상온에서 보관하였으며, 1주 후와 1개월 후의 표면조도를 측정하였다. 표면조도를 측정하기 전에 각 시편을 수세한 후 압축 공기를 이용하여 가볍게 건조시켰다. 표면 관찰은 scanning elec-

tron microscopy (SEM)(JSM-5200, Jeol Japan Ltd., Tokyo, Japan)를 사용하여 150배의 배율로 관찰하였다.

(4) 통계 분석

재료, 연마 방법, 침적 기간의 상호 연관성은 3-way와 2-way ANOVA를 사용하여 분석하였고, 각 연마 방법간의 표면조도값의 유의성, 재료간의 유의성, 시간 경과에 따른 유의성은 one-way ANOVA test와 95% 유의수준의 Sheffe's Post Hoc test를 통해 검증하였다.

III. 실험 결과

각 재료, 연마 방법, 침적 기간에 따른 평균 표면조도값과 표준편차를 Table 3과 Fig. 3에 나타내었다. 연마 방법에서 거친 순서로 보면 Sof-Lex XT finishing and polishing

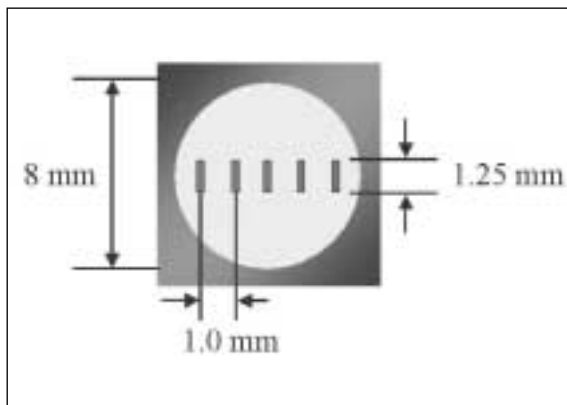


Fig. 1. Tracing length and sites of specimens.

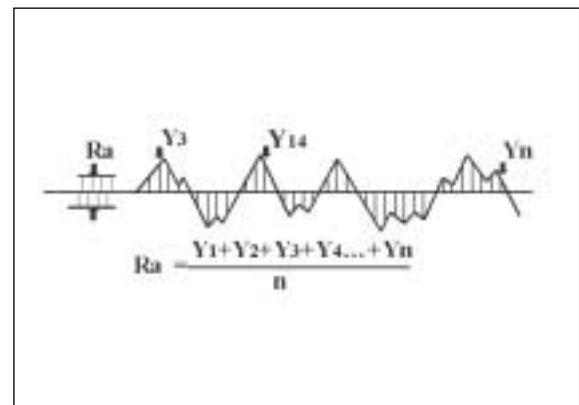


Fig. 2. The overall roughness of the surface (Ra parameter) is defined as the arithmetical average value of all absolute distances of the roughness profile from the centerline within the measuring length.

Table 3. Surface roughness (Ra) (Mean (S.D.)) (μm)

Material	Polishing Time	No Tx. (mylar)	Sof-Lex	PoGo
Filtek Z250	Before	0.022(0.005)	0.114(0.037)	0.038(0.017)
	After1wk	0.022(0.003)	0.117(0.035)	0.038(0.016)
	After1mn	0.023(0.003)	0.121(0.015)	0.039(0.010)
Tetric Ceram	Before	0.023(0.004)	0.098(0.019)	0.047(0.012)
	After1wk	0.027(0.014)	0.115(0.015)	0.051(0.009)
	After1mn	0.031(0.010)	0.120(0.012)	0.053(0.011)
DenFil	Before	0.019(0.003)	0.105(0.019)	0.041(0.017)
	After1wk	0.025(0.004)	0.102(0.019)	0.042(0.009)
	After1mn	0.027(0.004)	0.111(0.020)	0.042(0.008)

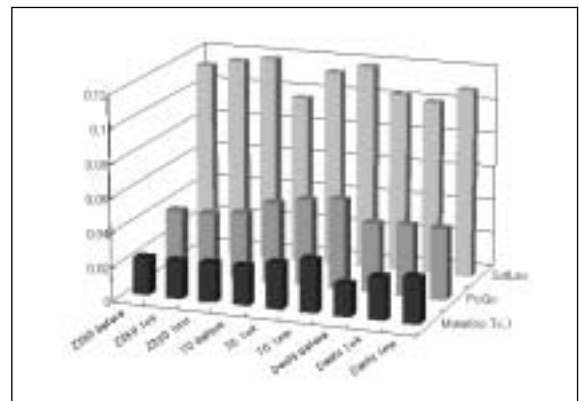


Fig. 3. Surface roughness(Ra, μm)

system이 가장 거친 면을 형성하였고 그 다음이 PoGo polishing system, mylar strip(no Tx.)에 의해 형성된 면이었다($p<0.001$) (Table 3과 Fig. 3).

Three-way ANOVA를 사용하여 분석한 결과, 재료, 연마 방법, 침적 기간은 각각 모두 표면조도값에 영향을 미치며, 가장 많은 영향을 미치는 요인은 연마 방법이었다. 그리고 재료와 연마 방법간에는 서로 상호작용을 끼쳤다.

각 재료들에서 연마 방법과 침적 기간에 따른 표면조도를 비교하고 상호 연관성을 분석하기 위해서 다시 2-way ANOVA를 사용하였다. 분석 결과, Filtek Z250과 DenFil에서는 연마 방법간에 표면조도값은 커다란 차이를 나타내었지만($p<0.001$), 침적 시간에 따른 차이는 보이지 않았다. Tetric Ceram에서도 연마 방법간에 커다란 유의차를 보였고 침적 시간에 따른 표면조도값의 유의차도 큰 차이를 나타내었다 ($p=0.001$, Table 4). 그러나, 연마 방법과 침적 시간 사이의 연관성은 발견되지 않았다.

Two-way ANOVA에 의한 분석 결과를 토대로, 유의차가 나타난 군들에 대해서 각각 one-way ANOVA를 사용하여 표면조도를 비교, 분석하였다.

Table 4. Statistical significance when the polishing methods and materials, immersion times and materials combination were analyzed (2-way ANOVA).

Materials		F	Sig.
Filtek Z250	Polishing methods	199.616	0.000
	Immersion times	0.184	0.832
Tetric Ceram	Polishing methods	372.284	0.000
	Immersion times	7.598	0.001
DenFil	Polishing methods	319.391	0.000
	Immersion times	1.134	0.327

각 실험 재료는, 연마방법에 의해 영향을 받았다. Mylar strip에 의해 형성되고 침적 전의 군에서는 DenFil이 가장 매끄러운 면을 보였고 그 다음으로 Filtek Z250과 Tetric Ceram 순이었으며 Tetric Ceram과 DenFil간에는 유의성 있는 차이를 보였다 ($p<0.05$). Mylar strip에 의해 형성되고 침적 기간 1개월인 군에서는 Tetric Ceram이 가장 거칠었으며 Filtek Z250과의 유의차는 0.009를 보였다. Sof-Lex XT finishing and polishing system에 의해 형성된 군에서는 Filtek Z250에 의해 형성된 면이 가장 거친 양상을 나타내어 침적 전에는 Tetric Ceram과 ($p=0.045$), 침적 1주 후에는 DenFil과 ($p=0.043$) 유의성 있는 차이를 보였다. PoGo polishing system에서는 Tetric Ceram에 의해 형성된 면이 가장 거친 양상을 보였고 침적 1주 후에는 Filtek Z250과 ($p<0.001$) DenFil ($p<0.01$)의 표면조도를 비교할 때, 침적 1개월 후에도 Filtek Z250과 ($p<0.001$) DenFil ($p<0.001$)과 비교할 때 큰 유의차를 보였다.

침적 기간에 따른 표면조도 값을 비교해 보면, 전체적으로 시간이 지날수록 표면조도 값이 증가하는 양상을 보였다. 특히 연마하지 않은 군의 경우, DenFil에서 lactic acid에 담그기 전과 1주 후 ($p=0.001$), 1개월 후 ($p<0.001$) 모두에 유의성 있는 차이를 보였다. Sof-Lex XT finishing and polishing system에 의해 형성된 군의 경우, Tetric Ceram에서 침적시키기 전과 1주 후 ($p=0.004$), 1개월 후 ($p<0.001$)에 표면조도 값에서 유의한 차이를 보였다.

SEM 사진을 살펴보면, 본 논문에서는 재료들 간에는 같은 연마방법이나 침적 기간에 따라 비슷한 양상을 보여 Filtek Z250의 사진만을 삽입하였다. 연마하지 않은 군에서는 재료에 상관없이 전반적으로 균일하고 매끄러운 표면을 보여주었고 침적 전과 1개월 후의 그림에서 별 다른 차이점이 발견되지 않았다(Fig. 4와 5). Sof-Lex XT finishing and polishing system으로 연마한 군에서는 회전 방

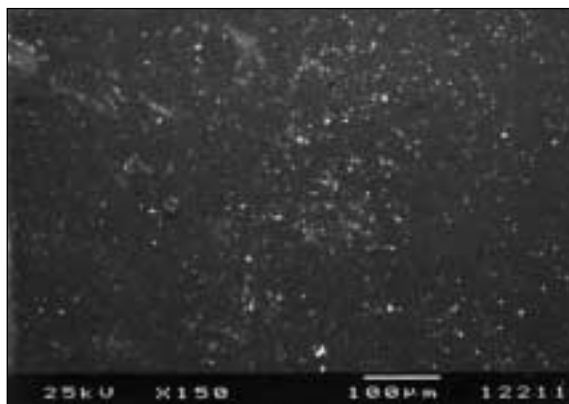


Fig. 4. Filtek Z250 (no Tx., before immersion) ($\times 150$)

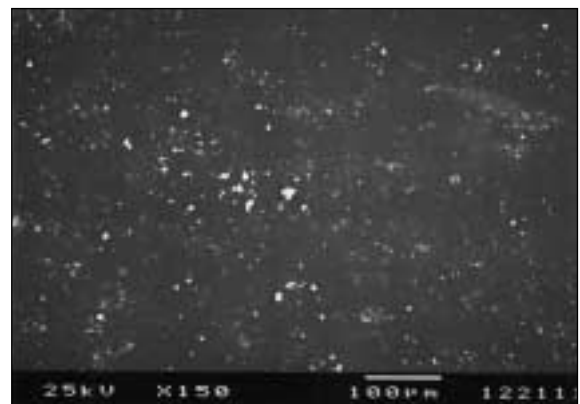


Fig. 5. Filtek Z250 (no Tx., 1 month) ($\times 150$)

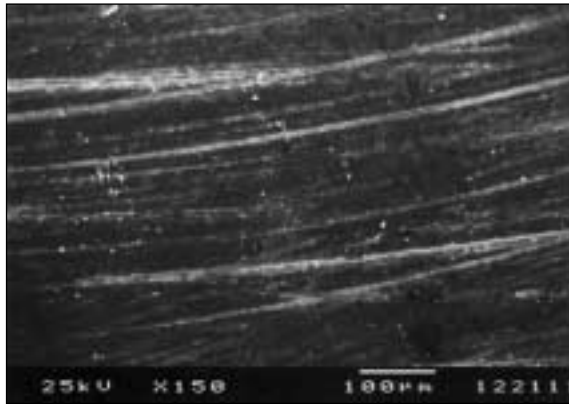


Fig. 6. Filtek Z250 (Sof-Lex system, before immersion) ($\times 150$)

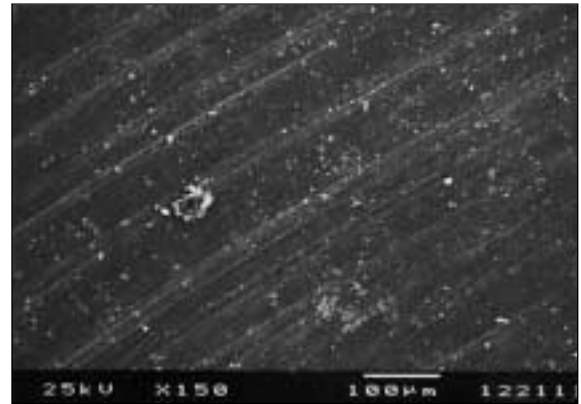


Fig. 7. Filtek Z250 (Sof-Lex system, 1 month) ($\times 150$)

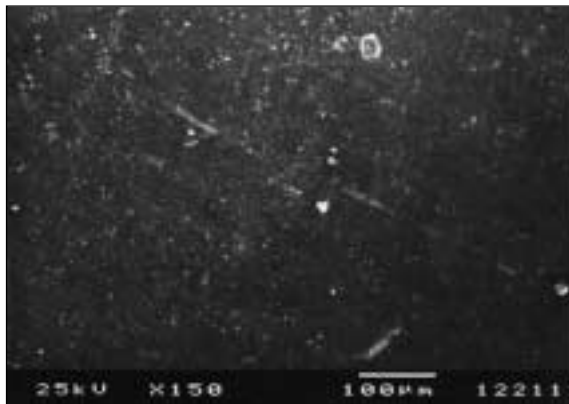


Fig. 8. Filtek Z250 (PoGo system, before immersion) ($\times 150$)

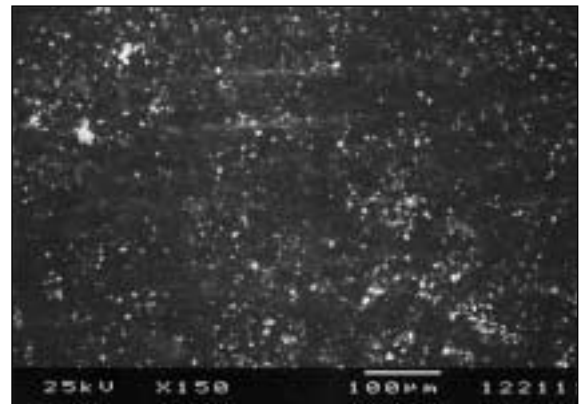


Fig. 9. Filtek Z250 (PoGo system, 1 month) ($\times 150$)

향과 평행한 깊게 파인 흠집을 보여주며 역시 침적 전과 후에 있어서는 큰 차이점을 발견 할 수 없었다(Fig. 6과 7). PoGo polishing system으로 연마한 군에서는 얇은 흠집을 발견할 수 있으나 표면조도 값에서 나타내는 것과 비슷하게 전반적으로 균일한 표면을 보여준다(Fig. 8과 9).

IV. 총괄 및 고안

마무리 및 연마는 일반적으로 직접법 심미 수복재를 적용한 후 불가피한 과정이고, 마무리는 적절한 해부학적 구조를 얻기 위해서 여분의 수복물을 전체적으로 다듬고 삭제하는 과정을 말하며, 연마는 마무리과정에서 생긴 거친 면이나 흠집난 면을 없애주어 매끄럽고 광택이 나는 면을 얻기 위한 과정이다³⁾.

본 실험에 사용된 연마기구인 Sof-Lex XT finishing and polishing system은 가장 거친 coarse disk와 그 다

음 단계인 medium disk의 경우 마무리 과정에 해당하며 fine disk와 superfine disk는 연마 과정에 사용된다. PoGo polishing system의 경우는 마무리 과정에 해당하는 disk가 따로 존재하지 않으며 하나의 disk로 연마 과정을 하게 된다. 다른 연구들에서는 임상에서 주로 시행하는 마무리 과정을 재현하기 위해 다이아몬드 버나 카바이드 버로 표면을 삭제한 후에 상품화된 연마 기구들을 적용하였다^{8,10)}. Sof-Lex XT finishing and polishing system이나 PoGo polishing system 모두 임상적으로는 카바이드 버나 다이아몬드 버 등으로 마무리 과정을 한 후에 적용하는 것을 추천하고 있다. 따라서 두 연마 방법에서 연마전의 조건이 카바이드 버나 다이아몬드 버를 적용하지는 않았지만 같은 조건(mylar strip에 의해 형성)에서 연마 방법이 적용되었다고 볼 수 있다.

본 실험에서 연마 기구들은 일정하게 계속 이동하는 동작을 취하면서 사용하였고, 복합레진 표면에 전반적인 가벼운

압력을 주어 열이나 흡이 생기지 않도록 주의하였다²³⁾. 본 실험에서는 제조사의 지시에 따라 연마 기구를 사용하였으나, 다른 연구에서는 광학 현미경을 사용하여 각 단계의 표면을 관찰함으로써 더욱 매끈한 표면을 얻는 것이 가능하다고 하였다. 이 연구에서는 한 단계의 연마 기구를 계속 사용하여도 표면 개선이 없을 때, 그 다음 단계의 기구를 사용하였다²⁵⁾.

연마 후의 매끈하고 광택이 있는 표면은 마모 입자가 박혀 있는 연마 기구의 유연성, 마모 입자의 경도, 연마 기구의 모양, 연마 기구가 사용되는 방법과 연관지어 진다¹⁾.

이전의 많은 실험들에서 보였던 것과 마찬가지로 가장 매끄러운 표면은 연마하지 않고 mylar strip에 의해 형성된 시편들에서 나타났다^{10,11)}. 많은 실험에서는 일반적으로 Sof-Lex finishing and polishing system이 다른 종류의 연마 system보다 매끄러운 면을 형성한다고 보고하였으나^{10,26)}, 본 실험에서는 이와 다르게 PoGo polishing system이 Sof-Lex XT finishing and polishing system보다 우수한 결과를 나타내었다. 이것은 Sof-Lex XT finishing and polishing system에서의 coarse disk에 의해 형성된 깊고 뚜렷한 흠집이 나머지 3가지 disk의 연마 과정을 거치더라도 없어지지 않은 것으로 여겨진다. Van Noort와 Davis⁵⁾는 Sof-Lex disk에 붙어있는 거대 마모입자들은 복합레진의 표면을 거칠게 갈라지게 하고 흠집을 내는 경향이 있다고 하였다. Von Dijken과 Ruyter¹⁶⁾는 몇몇 혼합형 복합레진에 사용된 Sof-Lex disk는 필러 입자들과 레진 기질을 동등하게 깎거나 마모시키는 경향이 있지만, 마찰열로 인해 레진 기질에 흡이 생긴다고 하였다. 또한 Sof-Lex XT finishing and polishing system은 볼록한 표면에서 사용될 때는 매우 효과적이나 평편한 면이나 오목한 면에 적용하는데 있어서는 제한적이다²⁷⁾. 이에 반해, PoGo polishing system은 제조사에 따르면 urethane dimethacrylate resin matrix에 매우 고운 다이아몬드 입자를 함유하고 있으며, PoGo polishing disk의 레진 성분은 유연함을 제공하고 복합레진의 레진 기질과 비슷한 성질을 가지고 있어서 표면이 평탄하게 마무리 된 경우에 연마하면 굉장히 매끄럽고 광택이 나는 표면을 얻을 수 있다고 하였다.

침적 전과 1개월 후의 연마하지 않은 군에서는 Tetric Ceram이 가장 거친 표면을 나타내어 Filtek Z250, DenFil과 유의성 있는 차이를 보였다. 침적 1주 후와 1개월 후의 PoGo polishing system으로 연마한 군에서는 Tetric Ceram이 가장 거친 표면을 나타내어 다른 재료들과 유의한 차이를 나타내었다. 침적 전과 1주 후의 Sof-Lex XT system으로 연마한 군에서는 Filtek Z250이 가장 거칠었고 DenFil과 유의성 있는 차이를 보였다 ($p < 0.05$). 한편 Jeffereys 등²⁵⁾은 복합레진을 마무리하고 연마할 때 같은 제조사에서 추천하는 제품을 사용한 경우, 최고의 연마상태

를 얻었다고 보고하여 본 실험 결과와 차이를 보였다.

제조사들은 평균 입자크기가 1 μm 일 경우, 유사한 평균 입자 크기를 갖는 다른 재료들과 동등한 연마성을 갖는다고 주장하나, 반드시 사실만은 아니다. 1 μm 의 같은 평균 입자 크기를 갖는 재료들이라도 입자 분포에 있어서 차이가 있기 때문이다¹⁹⁾. Ferracane 등²⁸⁾은 복합레진을 마무리하는 동안 마모에 대해 저항성이 큰 경우와 작은 경우가 있으며, 이는 레진기질의 중합도, 필러입자의 크기, 조성, 함량, 레진 기질과 필러의 접착 정도 등에 의해 영향을 받는다고 하였다.

본 실험에 사용된 복합레진들은 같은 조건으로 중합되었으며, 레진 기질의 조성과 필러 입자의 함량도 비슷하였으나, 필러 입자의 조성은 서로 간에 약간의 차이가 있었다.

본 실험에서는 구강내의 화학적 환경을 재현해 줄 목적으로 0.02N lactic acid에 시편을 담그었다. Lactic acids는 주스나 과일 등에 주로 포함되어 있으며 구강내 박테리아에 의해 생성되는 산이기도 하다. 이것은 무기필러를 변성시키고 레진 기질에 있는 ester groups의 가수분해를 일으킬 수도 있다²⁴⁾.

본 실험에서는 전반적으로 저장된 기간이 길어질수록 표면조도가 커지는 양상을 나타내었다. Mylar strip으로 압력을 가하여 중합시킨 복합레진은 레진 기질이 풍부한 표면을 가지게 된다. 이런 표면은 마모저항성에 약할 뿐만 아니라 화학 용매에도 민감하다²⁹⁾. 이와 같은 이유로 연마하지 않고 mylar strip에 의해 형성된 군들에서 시간경과에 따른 표면조도 값의 차이가 크게 나타났다고 볼 수 있다. 반면, 표면을 연마하여 무기 필러가 풍부하고 저항성이 강한 표면을 노출시킨 군들에서는 Tetric Ceram을 제외하고는 시간 경과에 따른 차이가 크게 나타나지는 않았다.

복합레진과 레진-강화형 글래스 아이오노머의 레진 기질은 물에 오랫동안 노출되었을 때 소량의 수분을 흡수한다고 보고되었다. 수분에 노출되면, 레진 기질은 수분을 흡수하여 부풀게 되고 레진기질과 필러와의 계면에서 인장력이 작용하여 필러가 탈락하며 그로 인해 표면조도 값이 증가하게 된다³⁰⁾. 실험 재료들 중에서 연마하지 않은 군에서는 DenFil만이 시간 경과에 따른 표면조도 값에서 유의한 차이를 보였고, Sof-Lex XT finishing and polishing system으로 연마한 군에서는 Tetric Ceram만이 유의한 차이를 보였다. 이것은 Tetric Ceram의 경우 연마 과정을 거치더라도 다른 복합레진들에 비해 수분이나 화학 용매에 불안정하다고 볼 수 있다. 또한 연마하지 않은 군과 Sof-Lex XT finishing and polishing system으로 연마한 군에서는 표면조도에 있어서 침적 기간에 따라 유의성 있는 차이를 보였으나 PoGo polishing system으로 연마한 군에서는 유의차가 나타나지 않았다. 이로 미루어 보면, PoGo polishing system으로 연마 하였을 때, 본 실험에 사용된 복합레

진이 수분이나 화학적 용매에 안정성을 가졌다고 볼 수 있다.

본 실험 결과 임상적으로 두 연마 방법은 전, 구치 겸용 복합레진에 매우 효과적이며, 앞으로 본 실험에서 사용된 전, 구치 겸용 복합레진 뿐만 아니라 레진 변형 글래스 아이오노머나 고흡습성 레진, 또는 구치부 전용 packable 레진 등에 대한 연구도 필요하다고 생각된다. 또한 이런 수복물들이 실제 구강내에서 겪게 되는 다양한 마모 과정, 피로 응력, 화학적 환경, 부식 과정 등과 연관된 표면조도에 대한 연구도 필요하다.

V. 결 론

심미 수복물에서 표면의 매끄러움과 광택은 수복물의 수명에 결정적인 역할을 하는 요인중 하나이다. 본 연구에서는 기존의 Sof-Lex XT finishing and polishing system과 새로 나온 1-step disk system인 PoGo polishing system을 전, 구치 겸용 혼합형 복합레진인 Filtek Z250, Tetric Ceram, DenFil에 적용하고 저장용액 (0.02N lactic acid)에 침적 후 표면조도를 측정하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 각 재료에서 가장 매끄러운 표면은 연마하지 않고 mylar strip에 의해 형성된 군에서 보였다.
2. 재료나 기간과는 상관없이 PoGo polishing system이 Sof-Lex XT finishing and polishing system보다 더 작은 표면조도값을 나타내었다 ($p < 0.001$).
3. 재료를 비교해 보았을 때, 연마 방법에 의해 주로 영향을 받으며 연마하지 않은 군에서 침적 전과 1개월 후의 군에서는 Tetric Ceram이 가장 거친 양상을 보였다. Sof-Lex system의 경우 침적 전과 침적 1주 후에서 Z250이 가장 거칠었다. PoGo system의 경우 침적 1주와 1개월 후에서 Tetric Ceram이 가장 거친 표면을 보였다.
4. 전체적으로 침적 기간이 길어질수록 표면조도값이 증가하는 양상을 보이며, 특히 연마하지 않은 DenFil군의 경우와 Sof-Lex system으로 연마한 Tetric Ceram군에서 큰 유의차를 보였다 ($p < 0.01$).

이상의 결과로 미루어 볼 때, PoGo polishing system은 사용이 간편하고 시간이 절약되어 임상적으로 유용할 수 있을 것으로 보인다. 모든 군에서 $0.2 \mu\text{m}$ 이하의 표면 조도값을 나타내었고 이는 임상적으로 매우 우수한 결과이다.

하지만, 실제 수복물은 구강내에서 다양한 화학적 환경, 마모과정, 피로 응력, 부식 과정 등을 접하게 되므로 실험실에서의 연구에는 한계가 있어 앞으로 이런 다양한 조건하에서의 연마 방법에 대한 연구가 필요하다.

참고문헌

1. Marigo L, Rizzi M, La Torre G and Rumi G : 3-D surface profile analysis: different finishing methods for resin composites. *Oper Dent* 26:562-568, 2001.
2. Strassler HE and Baum G : Current concepts in polishing composite resins. *Pract Periodontics Aesthet Dent* 5(3 Suppl 1):12-17, 1993.
3. Yab AU, Lye KW and Sau CW : Surface characteristics of tooth-colored restoration polished utilizing different polishing system. *Oper Dent* 22(6):260-265, 1997.
4. Toledano M, De La Torre FJ and Osorio R : Evaluation of two polishing methods for resin composites. *Am J Dent* 7:328-330, 1994.
5. von Noort R and Davis LG : The surface finish of composite resin restorative materials. *Br Dent J* 157(10):360-364, 1984.
6. Weitman RT and Eames WB : Plaque accumulation on composite surfaces after various finishing procedures. *Oral Health* 65(12):29-33, 1975.
7. Bollen CM, Lambrechts P and 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(4):258-269, 1997.
8. Joniot SB, Gregoire GL, Authier AM and Roques YM : Three-dimensional optical profilometry analysis of surface states obtained after finishing sequences for three composite resins. *Oper Dent* 25(4):311-315, 2000.
9. Bouvier D, Duprez JP and Lissac M : Comparative evaluation of polishing systems on the surface of three aesthetic materials. *J Oral Rehabil* 24(12):888-894, 1997.
10. Roeder LB, Tate WH and Powers JM : Effect of finishing and polishing procedures on the surface roughness of packable composites. *Oper Dent* 25(6):534-543, 2000.
11. Kaplan BA, Goldstein GR, Vijayaraghavan TV and Nelson IK : The effect of three polishing systems on the surface roughness of four hybrid composites: a profilometric and scanning electron microscopy study. *J Prosthet Dent* 76(1):34-38, 1996.
12. Turssi CP, Saad JR, Duarte SL Jr and Rodrigues AL Jr : Composite surfaces after finishing and polishing techniques. *Am J Dent* 13(3):136-138, 2000.
13. Lutz F, Setcos JC and Phillips RW : New finishing instruments for composite resins. *J Am Dent Assoc* 107(4):575-580, 1983.
14. Stoddard JW and Johnson GH : An evaluation of polishing agents for composite resins. *J Prosthet Dent* 65(4):491-495, 1991.
15. Chung KH : Effects of finishing and polishing procedures on the surface texture of resin composites. *Dent Mater* 10(5):325-330, 1994.
16. van Dijken JW and Ruyter IE : Surface characteristics of posterior composites after polishing and toothbrushing. *Acta Odontol Scand* 45(5):337-346, 1987.
17. Jung M : Finishing and polishing of a hybrid composite and a heat-pressed glass ceramic. *Oper Dent* 27(2):175-183, 2002.
18. Fruits TJ, Miranda FJ and Courty TL : Effects of equivalent abrasive grit sizes utilizing differing polishing motions on selected restorative materials. *Quintessence Int* 27(4):279-285, 1996.

19. Albers HF : Tooth-colored restoratives 8th. Alto Books, 1996.
20. Yab AU, Lye KW and Sau CW : Effect of finishing/polishing time on surface characteristics of tooth-coloured restoratives. *J Oral Rehabil* 25(6):456-461, 1998.
21. Wu W and McKinney JE : Influence of chemicals on wear of dental composites. *J Dent Res* 61(10):1180-1183, 1982.
22. Roulet JF and Walti C : Influence of oral fluid on composite resin and glass ionomer cement. *J Prosthet Dent* 52(2):182-189, 1984.
23. Setcos JC, Tarim B and Suzuki S : Surface finish produced on resin composites by new systems. *Quintessence Int* 30(3):169-173, 1999.
24. Yap AU, Low JS and Ong LF : Effect of food-simulating liquids on surface characteristics of composite and polyacid-modified composite restoratives. *Oper Dent* 25(3):170-176, 2000.
25. Jefferies SR, Barkmeier WW and Gwinnett AJ : Three composite finishing systems: a multisite in vitro evaluation. *J Esthet Dent* 4(6):181-185, 1992.
26. Berastegui E, Canalda C, Brau E and Miquel C : Surface roughness of finished composite resins. *J Prosthet Dent* 68(5):742-749, 1992.
27. Strassler HE and Bauman G : Current concepts in polishing composite resins. *Pract Periodontics Aesthet Dent* 5(3 Suppl 1):12-17, 1993.
28. Ferracane JL, Condon JR and Mitchem JC : Evaluation of subsurface defects created during the finishing of composites. *J Dent Res* 71(9):1628-1632, 1992.
29. Kao EC : Influence of food-simulating solvents on resin composites and glass-ionomer restorative cement. *Dent Mater* 5(3):201-208, 1989.
30. Soderholm KJ : Leaking of fillers in dental composites. *J Dent Res* 62(2):126-130, 1983.

신 동 훈

단국대학교 치과대학 치과보존학 교수

충남 천안시 신부동 산7-1 단국대학교 치과대학 보존과

Tel : 041-550-1965 Fax : 041-550-1963

E-mail : donyshin@dankook.ac.kr