creative commons

COMMONS DEED

저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:

저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.

변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 이용허락규약(Legal Code)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

Disclaimer

dCollection

치의과학 박사학위논문

새로운 연마 시스템이 연마와 칫솔질 후의 복합 레진 광택도 및 표면 조도 변화에 미치는 영향

2021년 2월

서울대학교 대학원

치의과학과 소아치과학 전공

상 은 정

새로운 연마 시스템이 연마와 칫솔질 후의 복합 레진 광택도 및 표면 조도 변화에 미치는 영향

지도교수 현 홍 근

이 논문을 치의과학 박사학위논문으로 제출함

2020년 11월

서울대학교 대학원

치의과학과 소아치과학 전공

상 은 정

상은정의 박사학위논문을 인준함

2021년 1월

위 원 장 장 기 택 (인)

부위원장 현 홍 근 (인)

위 원 김 영 재 (인)

위 원 정 신 혜 (인)

위 원 최 성 철 (인)

국문초록

새로운 연마 시스템이 연마와 칫솔질 후의 복합 레진 광택도 및 표면 조도 변화에 미치는 영향

서울대학교 대학원 치의과학과 소아치과학 전공

(지도교수: 현 홍 근)

상 은 정

본 연구의 목적은 마무리 및 연마 시스템 3종(Sof-Lex XT, Enhance/Pogo, Sof-Lex Diamond)으로 연마한 5종의 치과용 복합 레진(Filtek Z250, Filtek Z350XT, Metafil CX, Ceram X one, Venus Diamond)의 표면 조도(Ra) 및 광택도(GU; gloss unit)의 변화를 비교하는 것이다. 실험적으로 재현된 칫솔질 전과 후에 Ra와 GU 값을 비교하고, 복합 레진 표면에서 최대 GU를 얻는 데 필요한 시간을 연마 시스템 별로 비교하였다. 90개의 직사각형 시편(복합 레진 당 n = 18)을 준비하여 3종의 연마 시스템 별로 6개씩 표본을 할당하고, 일련의 연마 과정을 시행하면서 각 단계별로 Ra 및 GU 값을 측정하였다. 각각의 복합 레진 및 연마 시스템 당 6개의 표본 중 1개를 무작위 선별하여 Atomic force microscopy으로 분석하였고, 나머지 표본에는 3회 주기의 실험적 칫솔질을 시행하면서 매 주기마다 Ra와 GU 값을

측정하였다. Filtek Z350XT에서 연마 시스템에 관계없이 칫솔질 주기 동안 가장 안정적이고 가장 낮은 Ra가 나타났으며, Sof-Lex Diamond 및 Enhance/Pogo 시스템을 사용할 때 연마 및 칫솔질 후 가장 높은 광택과 가장 매끄러운 표면이 얻어졌다.

주요어 : 연마 시스템, 복합 레진, 칫솔질, 표면 조도, 광택도

학 번 : 2015-31262

목차

I. 서론 **1**

II. 연구 배경 **2**

III. 재료 및 방법 **4**

1. 시편 준비 4
2. 표면 조도 및 광택도 측정 6
3. 마무리 및 연마 7
4. 시편 표면의 3차원 이미지 획득 8
5. 실험적 칫솔질 9
6. 통계 분석 9

IV. 결과 **11**

1. 표면 조도 및 광택도의 시계열적 변화 11
2. 최대 광택 형성에 필요한 F/P 시간 15
3. 연마 후 표면 조도 및 광택도 비교 17
4. 시편 표면의 3차원 이미지 분석 20

V. 고찰 **23**

VI. 결론 **28**

참고 문헌 **29**

영문 초록 **33**

I. 서론

광택이란, 빛이 사물 표면의 기하학적인 특성에 따라 다르게 반사되는 것이 시각적으로 인지되어 나타나는 속성이다[1]. 고광택의 표면은 조도가 작은 활택한 수복물과 관련 있으며[2], 이는 복합 레진 수복물의 심미성에 긍정적인 영향을 끼쳐 인접 치아와 더 잘 어울리게 한다[3,4].

박테리아 치태 침착과 표면 조도(Ra)에 대한 생체 내 연구에 따르면, 평균 조도가 0.2 μm 를 초과할 때 박테리아의 잔류가 크게 증가하는 것으로 나타난다[5]. 매끄러운 표면은 치태 침착과 착색을 감소시켜, 수복물의 수명과 심미성을 높이고 수복물이 자연스러운 외형을 유지하도록 한다[6]. 또한, 일반적으로 복합 레진의 표면 조도가 감소함에 따라 초기의 표면 미세 경도는 증가하며[7], 복합 레진의 표면 조도가 증가할수록 마모가 가속화된다[8]. 환자는 혀 끝으로 약 0.3 μm 의 표면 조도 변화도 감지할 수 있기 때문에, 구강 내 수복물의 표면이 매끄러워야 환자가 더 편안함을 느낀다[9]. 따라서 복합 레진 수복물의 표면을 매끄럽고 광택이 있게 마무리 하는 것은 중요하다[10].

II. 연구 배경

적절한 수준의 광택을 얻으려면 마무리와 연마 (Finishing/Polishing : F/P)를 통해 복합 레진의 표면 조도를 감소시키는 것이 가장 중요하다[11]. 임상가는 수복물의 윤곽을 다듬으면서 발생한 복합 레진 표면의 흠집을 마감 과정에서 제거하여, 연마를 통해 수복물의 표면에 에나멜과 같은 광택을 부여함과 동시에 복합 레진의 표면 에너지를 감소시킨다[12]. 시판되는 F/P 시스템의 경우 디스크 또는 고무에 실리콘 옥사이드, 알루미늄 옥사이드, 다이아몬드 다이옥사이드와 같은 연마재가 포함되어 있는데[11], 고광택의 복합 레진 수복물을 얻기 위해서는 거친 입자에서 미세한 입자까지 여러 단계의 연마 디스크를 사용하는 것이 권장된다[13]. 그러나 최근에 출시된 제품 중에는 일련의 F/P 단계를 결합시켜 절차를 1, 2단계로 간소화하면서도 복합 레진의 표면 조도에 있어 다단계 F/P 시스템과 유사한 수준의 결과를 보여주는 것들이 있다[13]. 그 중에 하나로 몇 년 전에 출시된 2단계 연마 시스템인 Sof-Lex Diamond (SD)는 Enhance/Pogo 시스템과 유사한 구성으로 보이지만 열가소성 탄성 중합체 (elastomer)에 알루미늄 옥사이드 또는 다이아몬드 입자가 함유된 나선 (spiral)을 가지는 특징이 있다.

복합 레진의 표면 조도는 F/P 시스템의 종류와 연마 과정 뿐만 아니라 재료의 조성과도 관련되어 있는데[14,15], 복합 레진에 함유된 필러의 모양과 크기가 연마 후의 표면 형태에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다[16]. 나노 필러, 나노 하이브리드 복합 레진은 기존의 마이크로

하이브리드 복합 레진에 비해 초기 연마가 우수하고, 광택 유지력이 좋은 재료로 개발되었다[17]. 다양한 유형의 복합 레진을 대상으로 하여 연마 시스템이 표면 조도에 미치는 영향을 분석한 선행 연구가 있으나[10,13,16,18-26], SD 사용 후 나노 필러, 나노 하이브리드 및 마이크로 하이브리드 복합 레진의 표면 조도 및 광택 변화에 대해 연구한 논문은 찾기 어렵다. 또한 복합 레진의 광택 및 표면 조도에 대해 SD 시스템과 다른 F/P 시스템의 효과를 비교한 연구나, 복합 레진의 최대 광택을 얻기 위해 필요한 F/P 시간을 분석한 연구는 저자가 아는 한 아직 발표되지 않았다.

한편, 구강 내에서의 칫솔질은 연마된 복합 레진 수복물의 표면 조도를 다양한 정도로 증가시킨다[27]. 표면 조도의 증가로 인한 광택 감소는 치태 침착 및 착색으로 이어지며, 수복물의 색상 불안정을 유발하고 시간이 지남에 따라 수복의 실패율을 높인다[28]. 실험적 칫솔질 후 복합 레진의 광택이 어떻게 유지되는지에 대한 선행 연구는 있으나[2,29-32]. 광택의 유지에 있어 연마 시스템이 끼치는 영향에 대한 연구는 거의 없다.

따라서 본 연구의 목적은 세 가지이다. (1) 5종의 치과용 복합 레진과 3종의 F/P 시스템을 사용하여, 복합 레진의 최대 광택을 얻기 위한 일련의 연마 과정 중 표면 조도와 광택의 변화를 분석한다. (2) 복합 레진의 최대 광택을 얻기 위해 필요한 F/P 시간을 파악한다. 그리고 (3) 연마된 복합 레진의 표면 조도와 광택이 세 주기(cycle)의 반복된 실험적 칫솔질 후 어떻게 변하는지 비교한다.

III. 재료 및 방법

3.1 시편 준비

본 연구의 실험에는 입자 크기와 조성이 다른 5종의 시판 복합 레진과 3종의 F/P 시스템이 사용되었다 (Table 1 및 Table 2). 2종의 마이크로 하이브리드 복합 레진인 Filtek Z250 (Z2; 3M ESPE, St. Paul, MN, USA)과 Metafil CX (ME; Sun Medical, Shiga, Japan), 1종의 나노 필러 복합 레진인 Filtek Z350XT (Z3; 3M ESPE), 2종의 나노 하이브리드 복합 레진인 Ceram X one (CE; Dentsply, Milford, DE, USA)과 Venus Diamond (VE; Heraeus Kulzer, Hanau, Germany)를 사용하였으며 색상은 모두 A2로 하였다.

Table 1. Finishing and polishing products tested in this study

Polishing system	Code	Average particle size	Manufacturer	Lot #
Sof-Lex XT	SX	Medium disk aluminum oxide (40 μm) Fine disk aluminum oxide (24 μm) Superfine disk aluminum oxide (8 μm)	3M ESPE, St. Paul, MN, USA	N695318 N716624 N701266
Enhance / Pogo	EP	Finisher disk aluminum oxide (40 μm) Diamond coated micro-polisher (10-15 μm)	Dentsply, Milford, DE, USA	140127 140930
Sof-Lex Diamond	SD	Pre-polishing spirals (Beige) Polishing spirals (Pink)	3M ESPE	N754057 N754058

Table 2. Resin composites (shade A2) tested in this study

Resin composite	Code	Type	Inorganic filler (wt%)	Average particle size	Manufacturer	Lot #
Filtek Z250	Z2	Microhybrid	78	0.01-3.5 μm	3M ESPE	N703018
Filtek Z350XT	Z3	Nanofilled	78.5	Primary particle (0.005-0.02 μm) + Nonagglomerated silica filler (0.02 μm)	3M ESPE	N751605
Metafil CX	ME	Microhybrid	54	Prepolymerized particle filler (5-10 μm) + Spherical particle (< 0.05 μm)	Sun Medical, Shiga, Japan	LW12
Ceram X one	CE	Nanohybrid	76	Nanoparticle (0.0023 μm) + Nanofiller (0.01 μm) + Glass filler (1.1-1.5 μm)	Dentsply	1504000378
Venus Diamond	VE	Nanohybrid	64	0.005-0.02 μm	Heraeus Kulzer, Hanau, Germany	010059A

중합되지 않은 복합 레진을 폴리비닐실록산 (polyvinyl siloxane) 몰드에 압축하여 90개의 직사각형 시편 (폭 = 5 mm, 길이 = 12 mm, 두께 = 2 mm, 각 복합 레진 당 n = 18)을 제작하였다. 그리고 몰드와 동일한 모양의

직사각형 구멍과 구멍 내부에 0.5mm 깊이의 유지구 (retention groove) 를 갖도록 사전에 제작한 아크릴 링 (직경 = 25 mm, 높이 = 8 mm) 내에 이 복합 레진 시편을 위치시켰다. 광중합 전의 복합 레진 시편 표면에 마일러 스트립을 얹어서 산소 억제층 (oxygen inhibition layer) 의 형성을 방지하고, 손가락으로 슬라이드 글라스를 30초 동안 가볍게 눌러 여분의 복합 레진을 압출시켰다. 그런 다음 팁 직경이 12 mm ± 1 mm 인 Valo LED 광중합기기 (Ultradent, South Jordan, UT, USA) 로 40초 동안 시편을 광중합하였다. 조사광의 에너지는 1260 - 1540mW/cm^2 범위였으며 치과용 노출계 (Light Meter-200; Rolence Enterprise Inc., Chungli, Taiwan) 로 모니터링 하였다. 시편을 몰드에서 분리하고 가장 자리의 잔여 복합 레진을 조심스럽게 제거했다. 시편을 24시간 동안 건조하고 숙련된 작업자가 표면을 600-grit의 SIC-연마지 (silicon carbide paper; Struers Inc., Clevenlan, OH, USA) 로 연마하여 표준 표면을 생성하였다.

3.2 표면 조도 및 광택 측정

시편의 표면 조도와 광택을 연마 전에 측정하여 기준 값 (baseline) 으로 기록하고, 각 연마 단계에서의 값을 연쇄적으로 측정하였다 (각 그룹 n = 6). 평균 표면 조도 (Ra, μm)는 표면 조도계 (surface profilometer, TR200; TIME Group, Pittsburgh, PA, USA) 를 사용하여 측정 길이 (tracing length) 2 mm에 0.25 mm의 절사 값 (cut-off value) 으로 직사각형 시편의 각 변 방향에서 4회 측정하였다. 평균 표면 조도 (Ra, μm)의 기준 값은 0.696에서 0.845 범위였다.

시편 표면의 광택도 (GU) 는 60° 에 2 x 2 mm의 정사각형 측정 영역을 가진 광택 측정기 (Novo-Curve; Rhopoint Instruments, UK) 를 사용하여 시편 중앙에서 3회 측정하였다. 일원배치 분산분석 (one-way ANOVA) 결과, Ra와 GU는 연마 전 기준 값에서 통계적으로 유의한 그룹간 차이를 보이지 않았다 (Ra의 $p = 0.928$, GU의 $p = 0.727$).

3.3 마무리 및 연마

5종의 복합 레진 시편을 각 군마다 동일한 개수로 3종의 F/P 시스템에 무작위 할당하였다 (n = 6). 숙련된 작업자가 가벼운 압력으로 동일한 저속 핸드피스 (NSK, 일본 도쿄, 평균 15,000 rpm) 를 사용하여 제조사의 지시에 따라 F/P를 수행하였으며 그 과정은 다음과 같다.

(1) Sof-Lex XT (SX; 3M ESPE)

1 단계 : 시편을 medium-grit 디스크로 20초간 연마 후 수세하고 시린지로 10초 동안 건조했다.

2 단계 : 1단계를 마친 시편을 20초씩 3회에 걸쳐 fine-grit 디스크로 연쇄적으로 연마했다. 각 단계마다 수세하고 시린지로 10초 동안 건조했다.

3 단계 : 2단계를 마친 시편을 20초씩 3회에 걸쳐 superfine-grit 디스크로 연쇄적으로 연마했다. 각 단계마다 수세하고 시린지로 10초 동안 건조했다.

(2) Enhance/Pogo (EP; Dentsply)

1 단계 : 시편에 Enhance로 가벼운 간헐적 압력을 가하여 60초간

처리하고, 수세 후 시린지로 10 초 동안 건조했다.

2 단계 : 1단계를 마친 시편에 Pogo로 가벼운 간헐적 압력을 가하여 20초씩 3회 및 추가 80초 1회, 추가 20초 2회의 처리를 연쇄적으로 시행하였다. 각 단계마다 수세 후, 10초 동안 시린지로 건조했다.

(3) Sof-Lex Diamond (SD, 3M ESPE)

1 단계 : 시편을 coarse-grit spiral로 60초 간 처리하고 수세 후 시린지로 10초 동안 건조했다.

2 단계 : 1단계를 마친 시편에 fine-grit spiral로 20초씩 3회 및 추가 80초 1회, 추가 20초 2회의 처리를 연쇄적으로 시행하였다. 각 단계마다 수세 후, 10초 동안 시린지로 건조했다.

각 연마 도구 (grinder) 는 가벼운 압력 하에서 한 번씩 사용하였고, 원형의 일정한 동작으로 연마를 시행한 후, 각 연마 단계마다 시편 표면에서 Ra와 GU를 측정하였다.

3.4 시편 표면의 3차원 이미지 획득

모든 연마 단계 후에 AFM (Atomic force microscopy) 분석을 위해 각 군에서 하나의 시편을 무작위로 선택하였다. 최대 범위가 100 x 100 μm 인 스캐너가 장착된 XE-100 AFM (Park Systems, Korea) 을 사용하여 비접촉 모드의 30 μm 스캔 사이즈로 시편 표면의 3차원 이미지를 획득하였다.

3.5 실험적 칫솔질

시판 치약 (2080 Pro-Clinic; Aekyung, Korea; radioactive relative abrasion [RDA] = 90) 을 사용하여 물과 치약의 부피비가 2:1인 치약 용액을 만들었다. 시편 (각 군당 n = 5) 을 실험적 칫솔질 기계의 아크릴 케이스에 장착하고, 상온 (23 ℃) 의 치약 용액에 잠기도록 하였다. 부드러운 나일론 칫솔 (Oral-B Soft, Oral-B Laboratories, Belmont, CA, USA) 이 150 g의 균일한 압력으로 시편에 접촉하게 하고, 2.83 Hz의 주파수에서 선형의 전후방적인 칫솔질 동작을 시편에 적용시켰다. 각 시편에 대해 5,760 stroke (완전한 전진, 후진 동작) 의 실험적 칫솔질을 한 후 5분 동안 초음파 세척을 하고 증류수로 헹군 뒤 조심스럽게 닦아서 건조했다. 모든 단계에서 신선한 치약 용액과 칫솔을 사용했으며, 이와 같은 실험적 칫솔질을 3회 주기로 반복하고, 각 주기 후에 시편 표면의 Ra와 GU를 측정했다. 모든 단계는 숙련된 작업자 한 명이 수행하였고, 3회의 칫솔질 주기가 끝난 후에 각 군에서 무작위로 하나의 시편을 선택하여 AFM으로 표면을 관찰하였다.

3.6 통계 분석

각 군간의 Ra와 GU 차이를 통계적으로 비교하기 위한 검정을 시행하였다. Kolmogorov-Smirnov 검정과 Shapiro-Wilk 검정 결과 정규성 가정을 만족하여 모수적 방법으로 분석하였다. 기준 값 (baseline), 각 연마 단계 후, 각 칫솔질 주기 후에 Ra와 GU 값을 일원배치 분산분석

(one-way ANOVA) 으로 비교하고, Levene's test로 등분산 가정을 평가했다. Levene's test 결과에 따라 Tukey's honestly significant difference (HSD) 또는 Dunnett's T3를 사용하여 사후 검정을 시행했다. 또한, 반복 측정 분산분석 (repeat measured ANOVA) 으로 연마 후부터 3회의 칫솔질 주기 이후까지 시편의 Ra와 GU 변화를 분석하였다. 모든 통계 분석은 SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) 23 (IBM SPSS Statistics, NY, USA)을 사용하여 유의 수준 0.05에서 시행되었다.

IV. 결과

4.1 표면 조도 및 광택의 시계열적 변화

각 군에 대한 Ra와 GU의 평균값과 표준 편차는 표3에 나와있다. 반복 측정 분산분석 결과, 연마 후인 T1부터 칫솔질 주기가 3회 이루어진 후인 T4 시점간에 Ra와 GU의 유의한 차이가 나타났다 (p <0.05). Z3는 연마 시스템에 관계없이 칫솔질 주기 동안 가장 안정적이고 가장 낮은 Ra 값을 나타냈다. EP 및 SD는 SX에 비해 칫솔질 주기 동안 각 복합 레진에 대해 더 안정적이고 낮은 Ra 값을 나타냈다.

연마 및 칫솔질 과정에서 연마 시스템에 따른 복합 레진의 평균 GU 값이 시계열적으로 변화하는 양상은 Fig. 2에 제시하였다. EP 및 SD에서 GU 값은, 연마 시작 후 120초까지는 높은 기울기로 증가했지만, 이후에는 서서히 증가했다. EP 또는 SD로 연마 된 Z3는 칫솔질 주기 동안 가장 안정적이고 가장 높은 GU를 유지했다. 칫솔질 주기 동안 EP 및 SD는 특히 Z3, ME 및 VE 군에 대해 더 높은 GU 값을 나타냈다.

GU 값과 Ra 값이 항상 음의 상관관계로 나타나지는 않았다. SX, EP 및 SD로 연마된 Z2는 ME, VE, CE보다 세 번째 칫솔질 주기 후의 시점(T4)에서 더 낮은 Ra 및 더 낮은 GU 값을 나타냈다 (Table 3, Fig. 1).

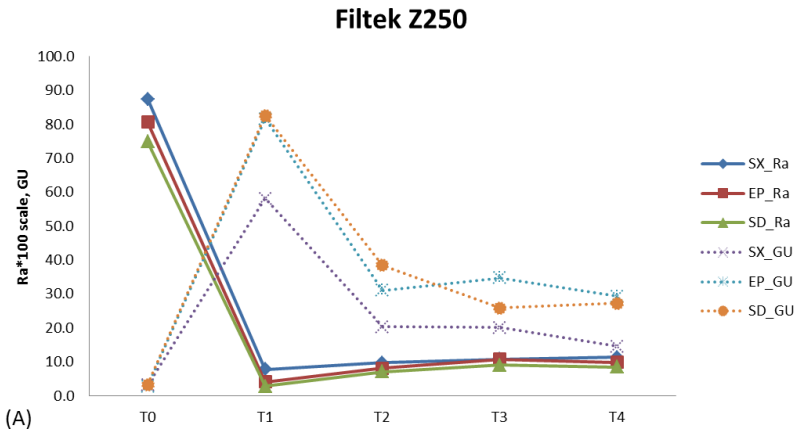
Table 3. Mean surface roughness (Ra) (μ m) and gloss unit (GU) value with standard

deviations (SD) of investigated composites

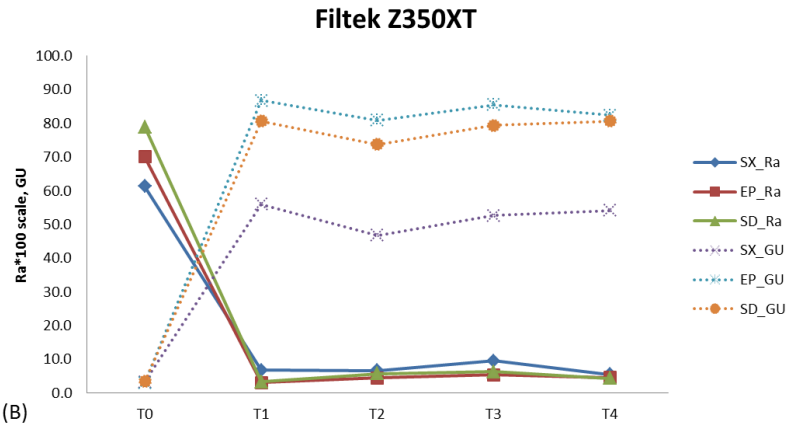
Group	Ra		GU	
	T1	T4	T1	T4
Z2				
SX	0.077 (0.017)	0.113 (0.018)^{cd}	58.1 (8.6)	14.5 (4.9)^{ABC}
EP	0.040 (0.024)	0.098 (0.019)^{bc}	81.7 (4.5)	29.3 (12.5)^{DE}
SD	0.028 (0.005)	0.084 (0.020)^{ab}	82.6 (1.0)	27.2 (10.5)^{DE}
Z3				
SX	0.067 (0.019)	0.054 (0.013)^{ab}	55.9 (7.3)	54.1 (7.0)^{EFG}
EP	0.030 (0.005)	0.045 (0.010)^{a}	86.7 (1.4)	82.3 (7.4)^{J}
SD	0.033 (0.003)	0.043 (0.005)^{a}	80.6 (1.5)	80.6 (4.5)^{IJ}
ME				
SX	0.087 (0.011)	0.197 (0.011)^{f}	56.9 (9.1)	28.0 (6.2)^{BCD}
EP	0.057 (0.012)	0.093 (0.021)^{bc}	78.8 (3.0)	59.9 (5.1)^{HI}
SD	0.067 (0.003)	0.114 (0.020)^{cd}	68.1 (1.6)	57.3 (10.1)^{GH}
VE				
SX	0.087 (0.004)	0.146 (0.021)^{e}	48.6 (5.6)	19.0 (3.2)^{AB}
EP	0.057 (0.007)	0.101 (0.004)^{bc}	81.0 (2.2)	53.6 (8.6)^{FGH}
SD	0.049 (0.004)	0.101 (0.007)^{bc}	77.9 (2.9)	59.3 (8.3)^{GH}
CE				
SX	0.117 (0.011)	0.148 (0.052)^{e}	31.4 (6.5)	16.5 (4.7)^{A}
EP	0.072 (0.009)	0.138 (0.041)^{de}	65.9 (4.5)	33.1 (12.3)^{CDE}
SD	0.061 (0.004)	0.107 (0.021)^{cd}	73.1 (1.7)	41.6 (13.4)^{DEF}

Values with the same superscript are not significantly different ($p > 0.05$; repeated measures ANOVA between T1 through T4 with post hoc Tukey's HSD test).

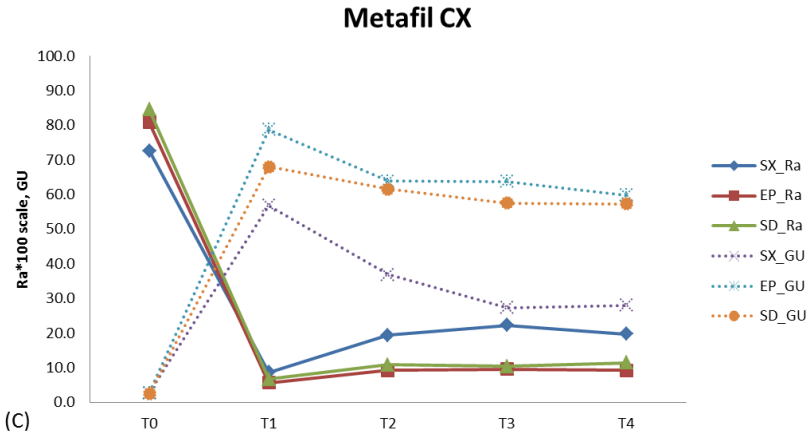
Z2: Filtek Z250; Z3: Filtek Z350XT; ME: Metafil CX; VE: Venus Diamond; CE: Ceram X one; SX: Sof-Lex XT system; EP: Enhance-Pogo system; SD: Sof-Lex Diamond system; T1: after polishing; T4: after the 3rd brushing cycle.


Filtek Z250
Ra*100 scale, GU
100.0
90.0
80.0
70.0
60.0
50.0
40.0
30.0
20.0
10.0
0.0
T0
T1
T2
T3
T4
SX_Ra
EP_Ra
SD_Ra
SX_GU
EP_GU
SD_GU

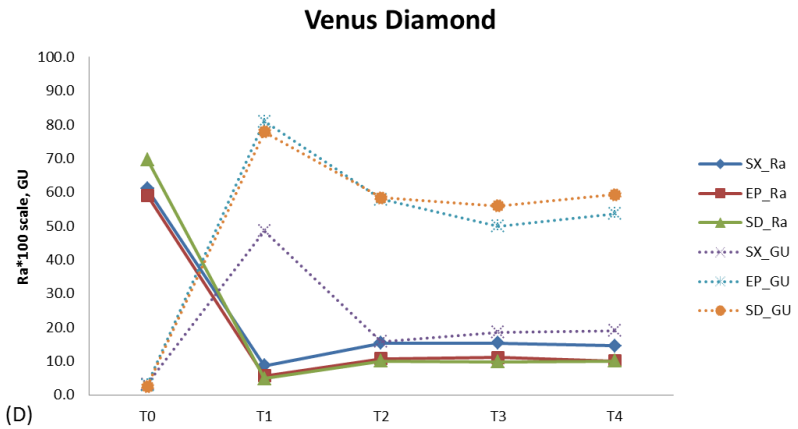
(A)


Filtek Z350XT
Ra*100 scale, GU
100.0
90.0
80.0
70.0
60.0
50.0
40.0
30.0
20.0
10.0
0.0
T0
T1
T2
T3
T4
SX_Ra
EP_Ra
SD_Ra
SX_GU
EP_GU
SD_GU

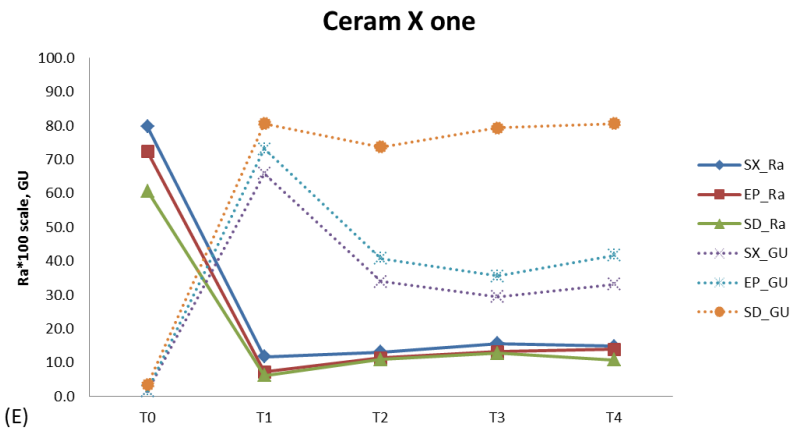
(B)


Metafil CX
Ra*100 scale, GU
100.0
90.0
80.0
70.0
60.0
50.0
40.0
30.0
20.0
10.0
0.0
T0
T1
T2
T3
T4
SX_Ra
EP_Ra
SD_Ra
SX_GU
EP_GU
SD_GU

(C)



(D)



(E)

Fig. 1. Mean surface roughness (Ra, μm) and gloss unit (GU) value of (A) Filtek Z250 (B) Filtek Z350XT, (C) Metafil CX, (D) Venus Diamond, (E) Ceram X one. The vertical axis represents the GU value and 100 times the Ra value. SX: Sof-Lex XT system; EP: Enhance-Pogo system; SD: Sof-Lex Diamond system; T0: at the base time; T1: after polishing; T2: after the 1st brushing cycle; T3: after the 2nd brushing cycle; T4: after the 3rd brushing cycle.

4.2 최대 광택 형성에 필요한 F/P 시간

SX 시스템에서 Z2, ME, VE, CE는 superfine-grit 디스크를 60초 적용한 후 (누적 시간 140초) 에 최대 GU가 나타난 반면, Z3은 이 디스크를 40초간 적용한 후 (누적 시간 120초) 에 최대 GU가 나타났다. EP 시스템에서 Z2, Z3, VE, CE는 Pogo를 160초 동안 적용한 후 (누적 시간 220초) 에 최대 GU가 나타난 반면 ME는 이를 180초 동안 적용한 후 (누적 시간 240초) 에 최대 GU가 나타났다. SD 시스템에서 Z2, Z3, VE, CE는 두 번째 도구인 fine-grit spiral을 160초 동안 적용한 후 (누적 시간 220초) 에 최대 GU가 나타난 반면, ME는 이를 180초 동안 적용한 후 (누적 시간 240초) 에 최대 GU가 나타났다 (Fig. 2). 모든 복합 레진에서 SX를 사용할 때보다 SD 또는 EP 시스템을 사용할 때 연마가 끝난 후의 GU 값이 더 높았다.

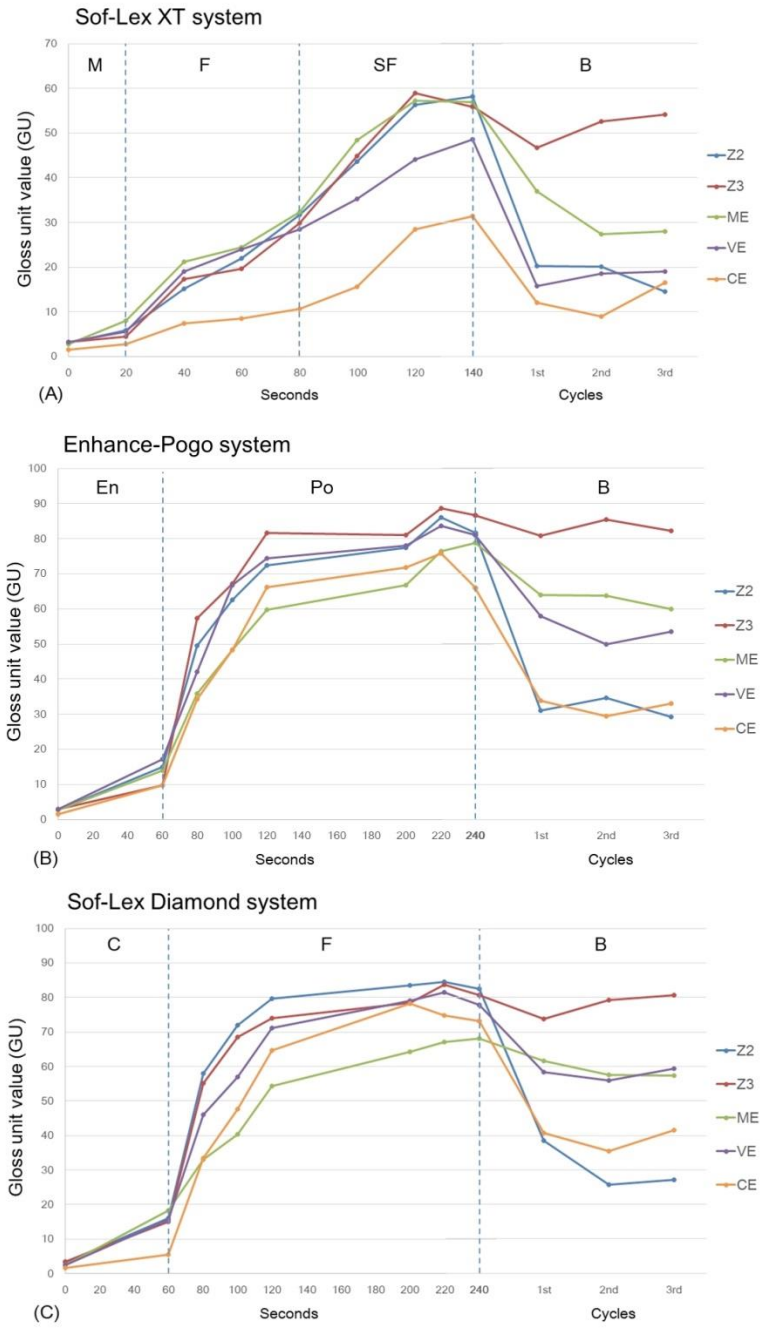


Fig. 2. Mean gloss unit value changes for the 5 resin composites and 3 polishing systems tested. Z2: Filtek Z250; Z3: Filtek Z350XT; ME: Metafil CX; VE: Venus Diamond; CE: Ceram X one; M: Medium grit; F: Fine grit; SF: Superfine grit; B: Brushing; En: Enhance; Po: Pogo; C: Coarse grit.

4.3 연마 후 표면 조도 및 광택 비교

연마 후 각 복합 레진에 대한 Ra와 GU 값의 평균 및 표준 편차는 Fig. 3에 나와있다. Ra 값에 대해 SX 군과 다른 군간에는 유의한 차이가 있었고 (p <0.001, 분산의 동질성 하 Tukey's HSD 사후 검정; Fig. 3A) GU 값에 대해서도 동일한 결과를 얻었다 (p <0.001, 분산의 이질성 하 Dunnett 's T3 사후 검정; Fig. 3B).

각 연마 시스템에 대한 Ra와 GU 값의 평균 및 표준 편차는 Fig. 3에 나와있다. 가장 낮은 Ra 값을 가진 Z3과 가장 높은 Ra 값을 가진 CE 사이에 통계적으로 유의한 차이가 있었다 (p = 0.023, 분산의 동질성 하 Tukey's HSD 사후 검정; Fig. 4A). 또한 가장 낮은 GU 값을 가진 CE와 다른 군간에 유의한 차이가 있었다 (p = 0.033, 분산의 동질성 하 Tukey's HSD 사후 검정, Fig. 4B).

연마 후 각 F/P 시스템에 대해 복합 레진의 표면 조도를 비교했을 때 SD와 EP로 연마한 Z2, Z3가 가장 낮은 Ra 값을 나타낸 반면 SX로 연마한 CE가 가장 높은 Ra 값을 나타냈다 (p <0.001, 분산의 동질성 하 Tukey's HSD 사후 검정). 또한 광택을 비교했을 때 SD와 EP로 연마한 Z2, Z3이 가장 높은 GU 값을 나타낸 반면, SX로 연마한 CE는 가장 낮은 GU 값을 나타냈다 (p <0.001, 분산의 동질성 하 Tukey's HSD 사후 검정).

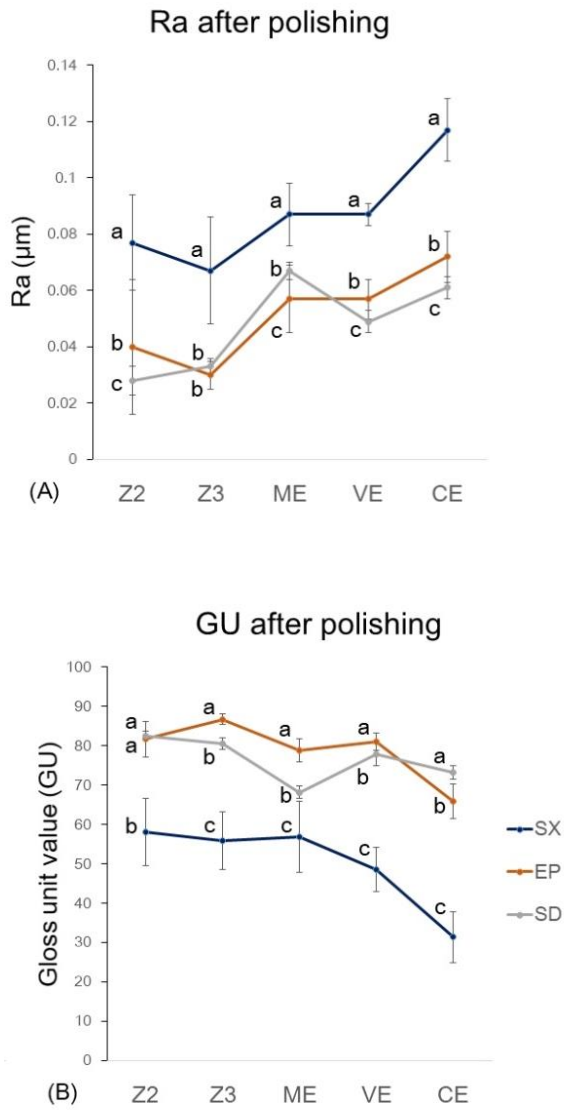


Fig. 3. Comparison of (A) mean surface roughness (Ra, µm) and (B) gloss unit (GU) value for the resin composites tested after sequential polishing with different polishing systems. Values with the same lowercase letter are not significantly different ($p > 0.05$; one-way ANOVA between polishing systems with post hoc Tukey's HSD test). Vertical bars refer to the standard deviation. Z2: Filtek Z250; Z3: Filtek Z350XT; ME: Metafil CX; VE: Venus Diamond; CE: Ceram X one; SX: Sof-Lex XT system; EP: Enhance-Pogo system; SD: Sof-Lex Diamond system.

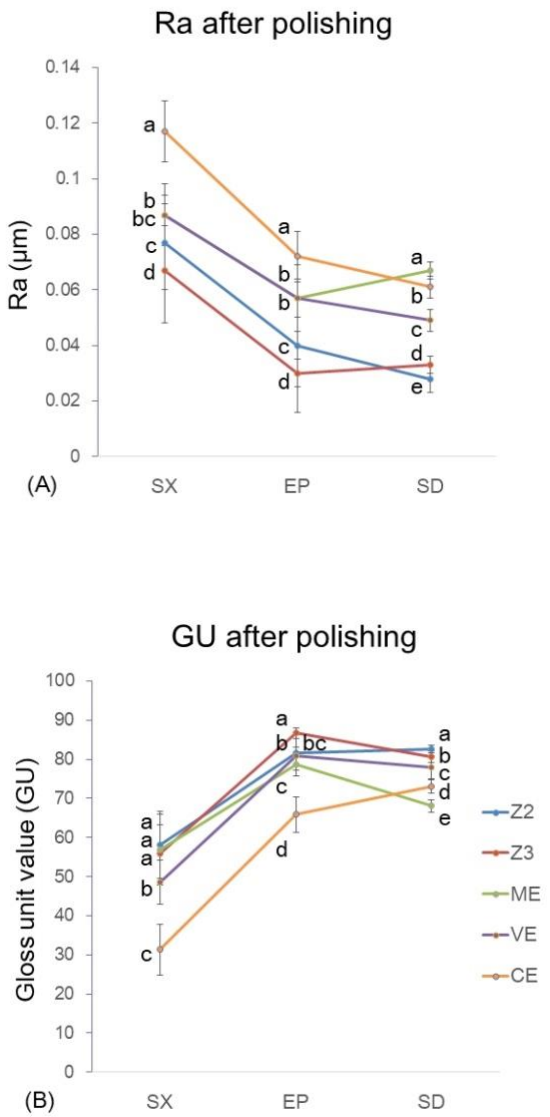


Fig. 4. Comparison of (A) mean surface roughness (Ra, µm) and (B) gloss unit (GU) value for the polishing systems tested after sequential polishing with different resin composites. Values with the same lowercase letter are not significantly different ($p > 0.05$; one-way ANOVA between resin composites with post hoc Tukey's HSD test). Vertical bars refer to the standard deviation. Z2: Filtek Z250; Z3: Filtek Z350XT; ME: Metafil CX; VE: Venus Diamond; CE: Ceram X one; SX: Sof-Lex XT system; EP: Enhance-Pogo system; SD: Sof-Lex Diamond system.

4.4 시편 표면의 3차원 이미지 분석

실험적 칫솔질을 시행하기 전에 시편 표면 조도는, EP 및 SD 시스템에서 SX 시스템보다 낮게 나타났다 (Fig. 5). 세 번의 칫솔질 주기 이후에는, Z3이 가장 낮은 표면 조도를 보였고, VE와 CE가 다른 복합 레진에 비해 더 높은 표면 조도를 보였다 (Fig. 6). 어떤 종류의 F/P 시스템을 사용하더라도 Z2, ME, VE, CE는 세 번의 칫솔질 주기 이후에 연마 직후보다 더 거친 표면 조도를 보였다. 반면에 Z3의 표면 조도는 칫솔질 이후에도 전과 비슷하거나 보다 작게 나타났다 (Fig. 5 및 Fig. 6).

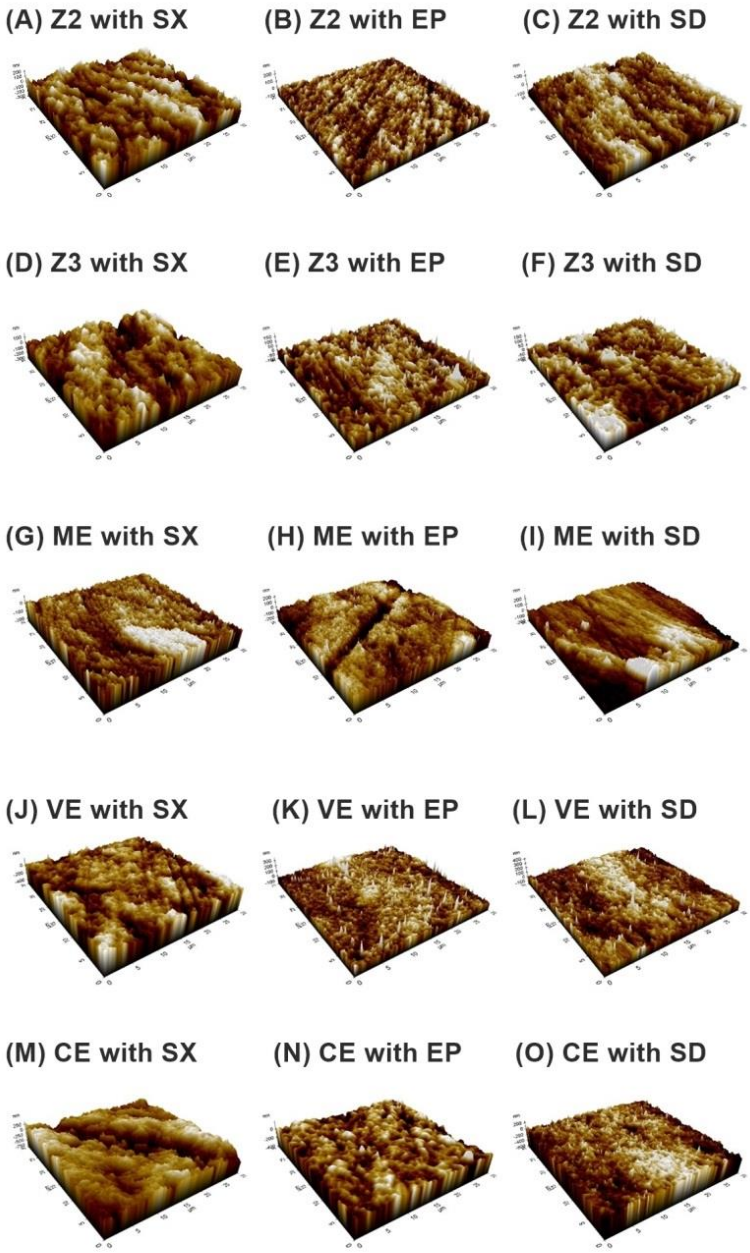


Fig. 5. Atomic force microscopy (AFM) 3-dimensional images showing the polished surfaces of resin composites before brushing (scan size 30 x 30 μm). Z2: Filtek Z250; Z3: Filtek Z350XT; ME: Metafil CX; VE: Venus Diamond; CE: Ceram X one; SX: Sof-Lex XT system; EP: Enhance-Pogo system; SD: Sof-Lex Diamond system.

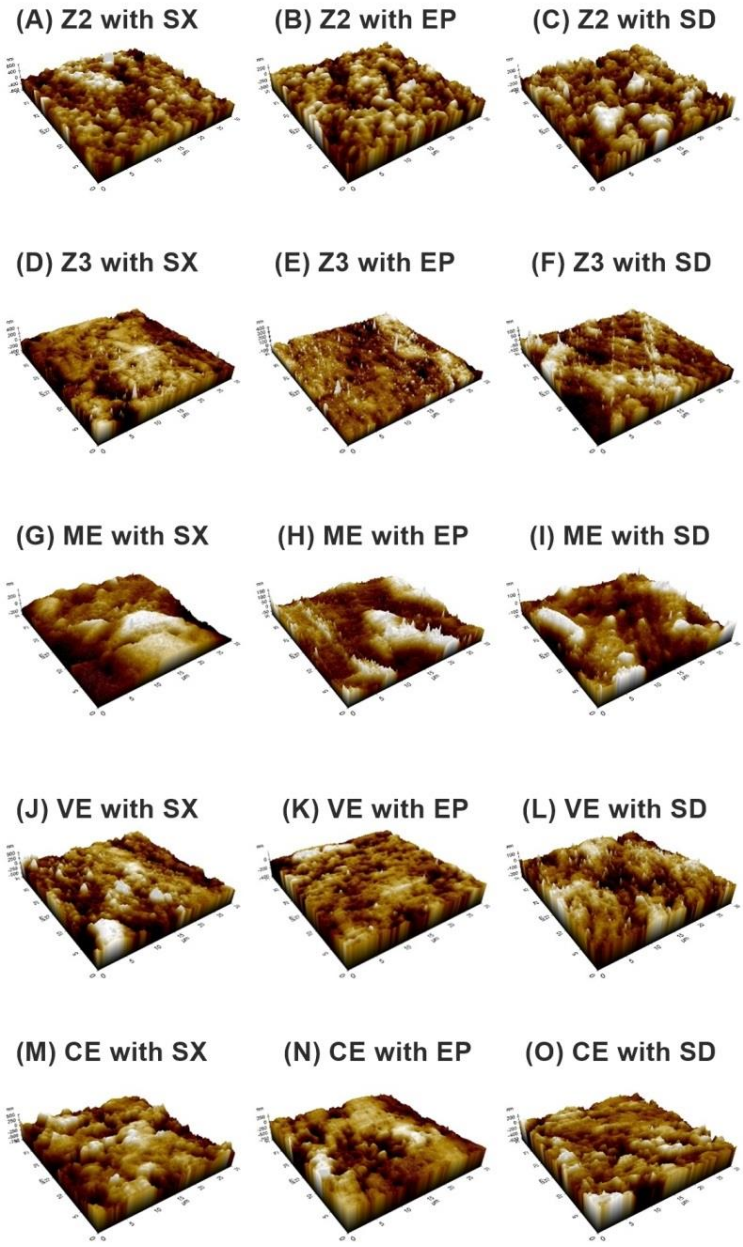


Fig. 6. Atomic force microscopy (AFM) 3-dimensional images showing the surfaces of resin composites after the third brushing cycle (scan size 30 x 30 μm). Z2: Filtek Z250; Z3: Filtek Z350XT; ME: Metafil CX; VE: Venus Diamond; CE: Ceram X one; SX: Sof-Lex XT system; EP: Enhance-Pogo system; SD: Sof-Lex Diamond system.

V. 고찰

본 연구에서는 치태 축적의 임계 값으로 알려진 0.2 μm 미만 [5]으로 Ra 값을 감소시키는 데에 소요되는 시간이 SX 시스템에서 가장 적은 것으로 나타났고, EP 시스템에서 가장 많은 것으로 나타났다. 그러나 0.2 μm 미만의 낮은 Ra 값이 높은 GU 값을 항상 보장하는 것은 아니다. 마이크로 하이브리드 및 나노 필러 복합 레진의 표면 조도와 광택에 대한 선행 연구에서는, 복합 레진의 표면 조도가 비슷함에도 불구하고 F/P 시스템에 따라 광택이 다르게 나타났다고 보고하였다 [10]. 표면 조도는 복합 레진의 광택과 상당한 관련이 있지만, 실제 광택은 레진 기질과 필러의 굴절률 차이와 같은 다른 요인에도 영향을 받는다 [4,33]. 선행 연구에서 필러 입자 기술은 복합 레진 수복물의 내마모성 뿐만 아니라 광학적 특성에도 영향을 미치는 것이 밝혀졌다 [34]. 더 작은 필러 입자가 사용되면 난반사 (diffusion reflection) 가 적어 더 광택이 있게 보이는데, 이와 같은 이유로 나노 필러 복합 레진은 연마 후에 마이크로 하이브리드보다 더 광택 있는 표면을 보이는 것으로 보고되었다 [33,35]. 이러한 선행 연구 결과는 본 연구의 결과에 부합한다.

본 연구에서 CE에 SX를 사용할 때 다른 복합 레진보다 높은 Ra 값와 낮은 GU 값이 나타났는데, 이는 CE 조성의 특징 때문으로 여겨진다. CE 는 무기 실란화 필러 (inorganic silanized filler) 에 무기-유기 공중합체 (organic-inorganic copolymer)가 더해진 Ormocer (organically modified ceramic)

의 대표적인 재료로 알려져 있다[36]. CE 에는 비교적 큰 크기의 유리 필러 (glass-filler) 가 포함되어 있어 연마 중에 레진 기질이 조기 마모되고, 필러 입자가 손실될 수 있다. 이러한 특징은 낮은 수축률과 높은 생체 적합성 면에서는 장점이 될 수 있으나 매끄럽고 광택 있는 표면에 관해서는 부정적인 요소로 작용할 수 있다 [37]. 또한 AFM 관찰 결과, 3 종의 F/P 시스템 모두에서 CE 의 표면이 칫솔질 전과 후에 다른 복합 레진의 표면보다 거칠다는 것이 확인되었다.

Z2 는 입자가 큰 크기의 필러까지 함유하므로 일반적으로 마이크로 하이브리드 종류로 분류되는데, 본 연구에서는 칫솔질 전에 다른 복합 레진보다 낮은 Ra 값을 나타내었고, 다른 복합 레진만큼 높은 GU 값을 나타냈다. 기존의 선행 연구에서는 SX 시스템으로 연마 할 때 칫솔질 전후에 Z2 가 나노 필러 또는 나노 하이브리드 복합 레진에 비해 더 높은 Ra 값을 나타냈다고 보고하였으며 [38], 이는 본 연구의 결과와는 차이가 있다. 이것은 본 연구에서 연마 시간을 더 길게 하였기 때문에 초래된 결과일 수 있으며, 복합 레진의 강력한 기질-필러 결합으로써 연마 과정 중에 필러 입자가 손실되지 않을 수 있음을 시사한다.

ME 는 더 작은 필러들로 구성된 큰 크기의 사전 중합 필러 입자 (prepolymerized particle filler) 를 가지고 있지만 필러 함량이 가장 낮기 [39] 때문에 내마모성이 낮다. ME 의 서브마이크론 (submicron) 필러 입자는 나노 필러 입자보다는 크기 때문에 연마 후에 다른 복합 레진에 비해 표면이 거칠고 광택도가 떨어질 수 있다. 한편, VE 는 레진 기질 내에 3 개의 연결된 고리 구조 (three connected rings) 를 갖는 새로운 TCD-DI-

HEA (Bis-(acryloyloxymethyl) tricycle [5.2.1.02,6] decane) 단량체를 첨가하여 낮은 수축 응력과 수축량을 갖도록 고안된 제품으로 알려져 있다 [40]. 본 연구에서 VE 는 CE 을 제외한 다른 복합 레진들보다 표면 조도 및 광택에 있어 열등한 결과를 나타냈으며, 이는 연마된 표면의 조도가 레진 기질보다 필러와 더 연관이 있음을 시사한다.

Z3 은 응집되지 않은 (nonagglomerated) 0.02 μm 크기의 실리카 필러가 5-20 nm 의 지르코니아/실리카 나노 클러스터 (zirconia/silica nanocluster)에 느슨하게 결합되어 있어 나노 입자의 함량이 높고, 입자의 크기가 작아 연마 능력과 기계적 물성이 우수하다 [11,41]. 이 때문에 Z3 은 연마 직후에는 다른 복합 레진과 유사한 Ra 및 GU 값을 보였으나, 칫솔질 이후에는 사용된 연마 시스템의 종류와는 관계없이 다른 복합 레진에 비해 가장 안정적이고 낮은 Ra 및 높은 GU 값을 나타내었다.

F/P 시스템의 연마 효능 (polishing efficacy) 은 매립된 연마 입자의 경도, 지지체 (backing material) 의 유연성 및 사용된 기구의 모양과 관련이 있다 [20]. 본 연구에서 SD 및 EP 시스템을 사용하여 연마한 복합 레진의 표면은 SX 를 사용한 것보다 통계적으로 낮은 Ra 값과 높은 GU 값을 보였다. 이러한 결과는 EP 시스템을 사용하여 연마한 Z2 와 Filtek Supreme Plus 의 표면 GU 값이 SX 시스템을 사용할 때에 비해 높았다고 보고한 da Costa et al.의 연구 결과와 유사하다 [16]. 이는 SX 시스템의 산화 알루미늄 입자보다, EP 시스템의 Pogo 및 SD 시스템의 fine-grit spiral 에 매립된 고강도의 미세 다이아몬드 입자가 GU 값을 높이는 데에 더 유리하기 때문인 것으로 생각된다.

SD 및 EP 시스템을 사용했을 때, 칫솔질 주기 동안 각 복합 레진에 대해 보다 안정적이고 낮은 Ra 값 및 높은 GU 값이 나타났다. 그리고 최대한의 시간 동안 연마를 시행하면 복합 레진의 최적 Ra 값 및 GU 값을 얻을 수 있었지만, 칫솔질 후에는 복합 레진 본연의 기계적 특성이 다시 나타나는 것으로 보인다. 나노 입자를 함유하여 연마 능력이 우수한 Z3 의 낮은 Ra 와 높은 GU 값은 칫솔질 과정에서도 거의 변하지 않았는데, 이는 Z3 의 나노 크기의 필러 입자가 칫솔질 중에 제거되더라도 표면 조도에 큰 영향을 미치지 않았기 때문이다. Z2 는 연마 직후에는 낮은 Ra 및 높은 GU 값을 나타냈지만 칫솔질 이후에는 높은 Ra 및 낮은 GU 값을 나타내었다. 이는 Z2 의 필러 입자가 연마 중에는 레진 기질에 잘 부착되어 있지만, 반복적이고 지속적인 칫솔질 동안에 손상되었음을 암시하며, 이러한 사실은 AFM 이미지에서도 확인할 수 있다.

본 연구의 한계점들은 다음과 같다. 선행 연구에서 da Costa et al. [42]은 사람이 하루에 두 번씩 4 초 동안 각 치아를 칫솔질 할 수 있다고 하였으며, 이는 구강 내에서 1 초에 2 번의 칫솔질이 이루어진다고 가정할 때 하루 16 번의 stroke 로 환산된다. 따라서 360 일 동안 행해지는 5,760 번의 stroke 는 1 년의 칫솔질을 나타낸다고 할 수 있다. 본 연구에서 실험적으로 재현한 1 차, 2 차, 3 차 칫솔질 주기 (cycle)는 각각 1 년, 2 년, 3 년 간의 칫솔질을 상정한 것으로써, 이는 복합 레진 수복물의 평균 수명을 고려할 때 여전히 너무 짧은 기간이다. 또한, 본 연구에 사용된 것과 같은 2 차원 촉각 조도 계측 방법 (tactile profilometry)은 3 차원의

자연 상태를 충분히 반영하지 못하여 치과용 복합 레진의 표면 조도를 과소 평가하는 경향이 있는 것으로 보고되어 있다 [43]. 측정 및 해석의 오류를 줄이기 위해 2D 접촉 방법과 3D AFM 검사를 모두 수행하였지만 그럼에도 불구하고 여전히 해석에 한계가 있을 수 있다. 또한 일반적으로 치과 의사들이 가장 추천하는 칫솔이기 때문에 부드러운 칫솔모의 칫솔을 본 연구에 사용하였으나, 보다 강모의 칫솔을 사용한다면 실험적 칫솔질 후의 결과에 영향이 있을 것으로 사료된다.

이와 같은 한계점에도 불구하고 본 연구는 복합 레진에 대한 일련의 연마 과정 중에 표면 조도와 광택이 변화하는 양상을 시계열적으로 분석함으로써 복합 레진의 최대 광택을 얻기 위해 필요한 F/P 시간을 파악하고, 복합 레진의 표면 조도와 광택이 칫솔질 후 어떻게 변하는지를 시각화하여 비교한 것에 의의가 있다.

VI. 결론

본 연구는 3종의 마무리 및 연마 시스템으로 연마한 5종의 치과용 복합 레진에 실험적으로 재현된 칫솔질을 적용하여, 칫솔질 전과 후에 Ra와 GU 값을 비교하고, 복합 레진 표면에서 최대 GU를 얻는 데 필요한 시간을 연마 시스템 별로 비교하였다.

이와 같은 실험적 (in vitro) 연구의 한계 내에서, 다음과 같은 결론이 도출될 수 있다. 이 연구에 사용된 2단계의 F/P 시스템은 다단계 F/P 시스템에 비해 동일한 연마 시간으로 더 높은 GU를 달성할 수 있었다. 새롭게 출시된 SD 시스템은 SX 시스템에 비해 모든 복합 레진에서 더 높은 GU 값과 더 낮은 Ra 값을 달성할 수 있었으나, EP 시스템과는 비슷한 결과를 보였다. 칫솔질 후에 복합 레진의 광택 유지는 복합 레진의 유형이나 F/P 시스템의 종류보다는, 복합 레진 제품 그 자체에 영향을 받는다. 그럼에도 불구하고 SD 또는 EP 시스템을 사용하여 연마한 복합 레진은 칫솔질 후에도 SX 시스템을 사용하는 것보다 GU가 더 높게 나타났다. 또한 모든 F/P 시스템에 대해, 나노 입자의 비율이 높은 Z3이 실험적 칫솔질 주기 동안 가장 우수하게 광택을 유지하였다.

참고문헌

1. Obein G, Knoblauch K, Vienot F. Difference scaling of gloss: Nonlinearity, binocularity, and constancy. J Vision 2004; 4: 711-20.

2. Heintze SD, Forjanic M, Rousson V. Surface roughness and gloss of dental materials as a function of force and polishing time in vitro. Dent Mater 2006; 22: 146-65.

3. O'Brien WJ, Johnston WM, Fanian F, Lambert S. The surface roughness and gloss of composites. J Dent Res 1984; 63(5): 685-8.

4. Lee YK, Lu H, Oguri M, Powers JM. Changes in gloss after simulated generalized wear of composite resins. J Prosthet Dent 2005; 94(4): 370-6.

5. Bollen CML, 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 1997; 13: 258-69.

6. Lu H, Roeder LB, Lei L, Powers JM. Effect of surface roughness on stain resistance of dental resin composites. J Esthet Restor Dent 2005; 17(2): 102-8.

7. Hyun HK, Salehi S, Ferracane JL. Biofilm formation affects surface properties of novel bioactive glass-containing composites. Dent Mater 2015; 31: 1599-1608.

8. Willems G, Lambrechts P, Braem M, Vuylstekewauters M, Vanherle G. The Surface-Roughness of Enamel-to-Enamel Contact Areas Compared with the Intrinsic Roughness of Dental Resin Composites. J Dent Res 1991; 70: 1299-1305.

9. Jones CS, Billington RW, Pearson GJ. The in vivo perception of roughness of restorations. Brit Dent J 2004; 196(1): 42-5.

10. Antonson SA, Yazici AR, Kilinc E, Antonson DE, Hardigan PC. Comparison of different finishing/polishing systems on surface roughness and gloss of resin composites. J Dent 2011; 39(1): e9-17.

11. Miletic V. Dental Composite Materials for Direct Restorations. Switzerland: Springer International Publishing; 2018.

12. Anusavice KJ. Finishing and polishing materials. Phillips' science of dental materials, 11th ed. St. Louis, Missouri, USA: Saunders; 2003. p. 351-77.

13. Kemaloglu H, Karacolak G, Turkun LS. Can reduced-step polishers be as effective as multiple-step polishers in enhancing surface smoothness? J Esthet Restor Dent 2017; 29: 31-40.

14. Yap AU, Lye KW, Sau CW. Surface characteristics of tooth-colored restoratives polished utilizing different polishing systems. Oper Dent 1997;

22(6): 260-5.

15. Reinhardt JW, Jordan RD, Denehy GE, Rittman BR. Porosity in composite resin restorations. Oper Dent 1982; 7(3): 82-5.

16. da Costa J, Ferracane J, Paravina RD, Mazur RF, Roeder L. The effect of different polishing systems on surface roughness and gloss of various resin composites. J Esthet Restor Dent 2007; 19: 214-24.

17. Jung M, Sehr K, Klimek J. Surface texture of four nanofilled and one hybrid composite after finishing. Oper Dent 2007; 32(1): 45-52.

18. Chung K-h. Effects of finishing and polishing procedures on the surface texture of resin composites. Dent Mater 1994; 10: 325-30.

19. Eide R, Tveit AB. Finishing and polishing of composites. Acta Odontol Scand 1988; 46(5): 307-12.

20. Marigo L, Rizzi M, La Torre G, Rumi G. 3-D surface profile analysis: different finishing methods for resin composites. Oper Dent 2001; 26(6): 562-8.

21. Turkun L, Turkun M. The effect of one-step polishing system on the surface roughness of three esthetic resin composite materials. Oper Dent 2004; 29(2): 203-11.

22. Uctasli M, Arisu HD, Omurlu H, Eliguzeloglu E, Ozcan S, Ergun G. The effect of different finishing and polishing systems on the surface roughness of different composite restorative materials. J Contemp Dent Pract 2007; 8(2) 89-96.

23. Erdemir U, Yildiz E, Eren MM, Ozsoy A, Topcu FT. Effects of polishing systems on the surface roughness of tooth-colored materials. J Dent Sci 2013; 8: 160-9.

24. da Costa J, Goncalves F, Ferracane J. Comparison of two-step versus four-step composite finishing/polishing disc systems: evaluation of a new two-step composite polishing disc system. Oper Dent 2011; 36(2): 205-12.

25. Janus J, Fauxpoint G, Arntz Y, Pelletier H, Etienne O. Surface roughness and morphology of three nanocomposites after two different polishing treatments by a multitechnique approach. Dent Mater 2010; 26(5): 416-25.

26. Hosoya Y, Shiraishi T, Odatsu T, Nagafuji J, Kotaku M, Miyazaki M, et al. Effects of polishing on surface roughness, gloss, and color of resin composites. J Oral Sci 2011; 53(3): 283-91.

27. Van Dijken JW, Ruyter IE. Surface characteristics of posterior composites after polishing and toothbrushing. Acta Odontol Scand 1987; 45: 337-46.

28. Furuse AY, Gordon K, Rodrigues FP, Silikas N, Watts DC. Colour-stability and gloss-retention of silorane and dimethacrylate composites with accelerated aging. J Dent 2008; 36: 945-52.

29. Heintze S, Forjanic M, Ohmiti K, Rousson V. Surface deterioration of dental materials after simulated toothbrushing in relation to brushing time and load. Dent Mater 2010; 26: 306-19.

30. Moraes RR, Ribiero DS, Klumb MM, Brandt WC, Correr-Sobrinho L, Bueno M. In vitro toothbrushing abrasion of dental resin composites: packable, microhybrid, nanohybrid and microfilled materials. Braz Oral Res 2008; 22(2): 112-8.

31. Senawongse P, Pongprueksa P. Surface roughness of nanofill and nanohybrid resin composites after polishing and brushing. J Esthet Restor Dent 2007; 19(5): 265-73.

32. Kamonkhantikul K, Arksornnukit M, Takahashi H, Kanehira M, Finger WJ. Polishing and toothbrushing alters the surface roughness and gloss of composite resins. Dent Mater J 2014; 33(5): 599-606.

33. Kaizer MR, de Oliveira-Ogliari A, Cenci MS, Opdam NJ, Moraes RR. Do nanofill or submicron composites show improved smoothness and gloss? A systematic review of in vitro studies. Dent Mater 2014; 30(4): e41-e78.

34. Musanje L, Ferracane J, Ferracane L. Effects of resin formulation and nanofiller surface treatment on in vitro wear of experimental hybrid resin composite. J Biomed Mater Res B Appl Biomater 2006; 77: 120-5.

35. Alexander-Katz R, Barrera R. Surface correlation effects on gloss. J Polym Sci Part B Polym Phys 1998; 36: 1321-34.

36. Polydorou O, Beiter J, König A, Hellwig E, Kümmerer K. Effect of bleaching on the elution of monomers from modern dental composite materials. Dent Mater 2009; 25(2): 254-60.

37. Hickel R, Dasch W, Janda R, Tyas M, Anusavice K. New direct restorative materials. FDI Commission Project. Int Dent J 1998; 48: 3-16.

38. Moraes R, Goncalves LdS, Lancellotti A, Consani S, Correr-Sobrinho L, Sinhoreti M. Nanohybrid resin composites: nanofiller loaded materials or traditional microhybrid resins? Oper Dent 2009; 34(5): 551-7.

39. Kim K-H, Ong JL, Okuno O. The effect of filler loading and morphology on the mechanical properties of contemporary composites. J Prosthet Dent 2002; 87(6): 642-9.

40. Marchesi G, Breschi L, Antoniolli F, Di Lenarda R, Ferracane J, Cadenaro M. Contraction stress of low-shrinkage composite materials assessed with different testing systems. Dent Mater 2010; 26(10): 947-53.

41. Nair VS, Sainudeen S, Padmanabhan P, Vijayashankar LV, Sujathan U, Pillai R, Three-dimensional evaluation of surface roughness of resin composites after finishing and polishing. J Conserv Dent. 2016; 19(1): 91–5.

42. da Costa J, Adams-Belusko A, Riley K, Ferracane JL. The effect of various dentifrices on surface roughness and gloss of resin composites. J Dent 2010;

38(2): e123-8.

43. Kakaboura A, Fragouli M, Rahiotis C, Silikas N. Evaluation of surface characteristics of dental composites using profilometry, scanning electron, atomic force microscopy and gloss-meter. J Mater Sci Mater Med 2007; 18: 155-63.

Abstract

Influence of a new polishing system on changes in gloss and surface roughness of dental composites after polishing and brushing

(Directed by Prof. Hong–Keun Hyun, DDS, MSD, Ph.D)

Eun Jung Sang, DDS

Department of Pediatric Dentistry

Graduate School

Seoul National University

This study aimed to compare the change of surface roughness (Ra) and gloss units (GU) of five dental composites (Filtek Z250, Filtek Z350XT, Metafil CX, Ceram X one, and Venus Diamond) polished with three systems (Sof-Lex XT, Enhance/Pogo, and Sof-Lex Diamond) before/after simulated brushings and to determine the amount of time required to achieve maximum gloss. Ninety rectangular specimens (n = 18 per composite) were prepared. Six specimens of each composite were assigned to one of the polishing systems. The Ra and GU of each specimen were measured after each polishing step. Five polished specimens per composite were brushed with a toothbrush machine, and the Ra and GU values were determined.

Filtek Z350XT exhibited the most stable and lowest Ra during the brushing cycles regardless of polishing system. When using the Sof-Lex Diamond and Enhance/Pogo systems, the highest gloss and the smoothest surfaces were achieved after polishing and brushing.

Keywords : Polishing system, Dental composite, Brushing, Surface roughness, Gloss

Student Number : 2015-31262