



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](#)

치의학석사학위논문

심미수복재료의 연마 및  
열순환이 색상에 미치는 영향

2015년 2월

서울대학교 치의학대학원

치 의 학 과

한 소 현

# 심미수복재료의 연마 및 열순환이 색상에 미치는 영향

지도교수 오 석 배

이 논문을 치의학석사학위논문으로 제출함

2015년 2월

서울대학교 대학원

치 의 학 과

한 소 현

한소현의 석사학위논문을 인준함

2015년 2월

위 원 장 안 진 수 (인)

부 위 원 장 오 석 배 (인)

위 원 정 지 훈 (인)

국문초록

# 심미수복재료의 연마 및 열순환이 색상에 미치는 영향

한 소 현

서울대학교 치의학대학원 치의학과

(지도교수 오석배)

## 1. 목적

본 연구의 목적은 임상에서 널리 쓰이는 심미수복재료 연마과정에서 얻어지는 표면 거칠기가 표면 색상에 미치는 영향을 알아보고, 구강 내 환경을 재현하는 열순환시 심미수복재료별 거칠기에 따른 색변화 경향 차이를 확인해 보는 것이다.

## 2. 연구 방법

3 종의 임상적으로 쓰이는 심미수복재료를 사용하여 재료별로 20개의 시편을 acrylic mold와 mylar strip을 이용하여 제작하였다 (Filtek Z250<sup>TM</sup>, Denfil flow; Shade A2)(Fuji II LC; Shade 22). 중합하여 얻은 시편은 재료별로 각각 20개를 서로 다른 거칠기에 따라 5개씩 4개의 군으로 나누었다. (600-grit, 1000-grit, 1500-grit, 대

조군) 4개의 군 중 Mylar strip 제거 후 아무런 표면 연마도 시행하지 않은 것을 대조군으로 하였다. 나머지 군의 경우 연마 도구로는 600-grit, 1000-grit, 1500-grit 사포를 사용하였는데, 최종 연마 사포의 거칠기에 따라 600-grit, 1000-grit, 1500-grit군으로 나누었다. 시편들은 5 °C와 55°C, 증류수 상에서 열순환을 2,000번 시행하였다. 각 시편의 CIE L\*a\*b\*값은 spectroradiometer를 이용하여 열순환 전후 측정하였다. 색차( $\Delta E^*$ )는 다음의 공식을 이용해 구하였다.

$$\Delta E^* = [(L_1^* - L_0^*)^2 + (a_1^* - a_0^*)^2 + (b_1^* - b_0^*)^2]^{1/2}$$

### 3. 연구 결과

1) 재료에 관계없이, L\* 값은 표면 거칠기가 감소함에 따라 감소하는 것을 확인할 수 있었고, 모든 재료 군에서 대조군과 1500-grit 군 간에 L\*값이 유의한 차이를 보이지 않았다.

2) a\*값은 Z250과 Denfil flow의 경우는 표면 거칠기에 따라 특정한 변화 양상을 보이지 않았으며, Fuji II LC의 경우만 표면 거칠기가 작아질수록 감소하는 양상을 보였다.

3) b\*값은 Denfil flow를 제외하고, 대체로 표면 거칠기가 작아질수록 증가하는 양상을 보였다.

4) 열순환 후 모든 재료 군에서 표면 거칠기가 클수록  $\Delta E^*$ 값이 증가하는 경향을 나타냈다. Fuji II LC의 경우 600-grit 실험군이 가장 큰  $\Delta E^*$  값을 가졌다.  $\Delta E^*$  증가정도는 Fuji II LC > Denfil flow > Z250 순이다.

#### 4. 결론

표면 거칠기 차이가 심미수복재료의 표면 색상에 영향을 미치고, 열순환 시 심미수복재료의 거칠기가 클수록 색 변화 정도가 크다는 것을 알 수 있다. 이는 심미수복시 연마과정은 색 표현 및 색 안정성에 있어 중요하다는 것을 시사한다.

.....

주요어 : 심미, 색상, 안정성, 거칠기, 열순환  
학 번 : 2011-22493

## 목 차

I. 서론	-----	1
II. 연구 재료 및 방법	-----	2
III. 실험 결과	-----	6
IV. 고찰	-----	8
V. 결론	-----	12
VI. 참고문헌	-----	13

## I. 서론

심미적인 수복에 대한 환자의 수요가 증가하면서, 복합레진 수복은 우수한 심미성, 허용 가능한 범위의 수명, 상대적으로 낮은 비용 등의 장점이 있어 널리 쓰이게 되었다.

5급 와동의 수복 재료는 복합레진, 글래스-아이오노머, 레진강화형 글래스-아이오노머, 컴포머 등이 있다. 심미성이 중요한 5급 와동의 경우 치아 색과 가깝게 수복하는 것이 중요하기 때문에 전치부 5급 와동의 경우 환자들의 심미적 만족감을 위해 복합레진을 사용하는 경우가 많다.

5급 와동 충전의 경우, 적절한 외형 형성, 매트릭스의 적용, 치은쪽과 인접면 부위 접근 등에 있어 어려움이 있기 때문에 수복 후 적절한 마무리 및 연마 과정이 필요하다.<sup>1)</sup>

복합레진을 이용한 와동수복 시 매트릭스를 사용하였을 때 수복물 표면이 가장 평활하다고 많은 연구에서 보고하였다.<sup>1)-4)</sup> 그러나 실제 임상에서는 매트릭스만으로 적절한 외형을 형성하는 것이 불가능하며 별도의 연마과정을 필요로 한다. 또한 매트릭스를 덮은 상태에서 중합된 표면은 레진 결합제가 풍부하고 마모저항성이 낮으며 기포를 포함하고 있고<sup>3),5)</sup>, 레진 결합제가 중합 수축 중인 복합레진 분자의 자유로운 재배열을 방해하여 생기는 strain 때문에 변색에 취약하다.<sup>6)</sup> 또한 매트릭스로 형성된 표면에 많은 양으로 존재하는 레진 결합제가 수분을 흡수하는 경향이 강하기 때문에 이 또한 변색의 위험성을 높인다고 보고되었다.<sup>7)</sup>

따라서 임상에서는 와동을 약간 과잉 충전한 후 여분의



수복재료를 제거하여 더욱 단단하고 마모저항성이 높으며, 심미적으로 안정된 표면을 만들기 때문에 연마 및 마무리 과정을 복합레진 수복에 있어 중요하다.

하지만 연마 및 마무리 과정이 충분하지 못해 복합레진 충전물의 표면이 거칠게 되면, 환자의 구강 내 불편감, 치태 침착 가속화로 인한 치은염 등 유발, 색조와 형태 등의 부적절한 재현성 등의 문제를 초래할 수 있다.<sup>5)</sup>

또한 연마 과정에서 적절한 표면 거칠기를 얻었더라도 환자의 구강상태, 구강 관리 습관에 따라 다시 거친 표면을 가질 수 있고, 이는 수복물 표면의 색상에 영향을 미칠 수 있을 것이다. 구강 환경에 노출된 수복물의 수분 흡수, 색소 침착에 따른 착색과 변색 등으로 색조 변화가 나타날 수 있다.

따라서 이러한 가정 하에 본 연구에서는 임상에서 5급 와동 수복시 널리 쓰이는 심미수복재료를 대상으로 연마정도에 따라 표면 거칠기 정도를 측정해보고, 재료의 표면 색상이 표면 거칠기에 따라 어떤 영향을 받는지 알아보고자 한다. 또한, 구강환경을 재현하는 열순환 처리 시 거칠기에 따라 색변화 경향 차이를 확인해보고자 한다.

## II. 연구 재료 및 방법

본 연구에는 표면 거칠기에 따른 색상 차이를 평가하기 위해 2종의 A2 shade 광중합 복합레진과 1종의 화학중합 글래스-아이오노머를 사용하였다.(Table 1,2.)

## 1. 시편제작

거칠기에 따른 색상 차이를 평가하기 위한 시편은 색상 측정시 배경 색의 영향을 줄이기 위해 직경 8mm, 두께 5mm acrylic mold를 놓고 각 재료를 제조사의 지시대로 적층 충전하면서 광중합하고 가장 윗 층 충전의 경우 각 재료를 주입하고 윗면에 다시 Mylar strip과 cover glass를 위치시킨 후 압접, 여분의 재료를 제거한 후 광중합 하였다.

중합하여 얻은 시편은 재료별로 각각 20개의 시편을 5개씩 4개의 군으로 나누었다. 4개의 군 중 mylar strip 제거 후 아무런 표면 연마도 시행하지 않은 것을 대조군으로 하였다. 연마 도구로는 600-grit, 1000-grit, 1500-grit 사포(Tamiya finishing abrasives, Tamiya Inc., Shizuoka, Japan)를 사용하였다. 시편들은 한쪽 면을 주수 하에 각각 600-grit, 1000-grit, 1500-grit 사포로 연마하는데 이때 최종 연마 후 각 부분이 일정한 두께를 얻을 수 있도록 새로운 사포면에 10회씩 회전하면서 연마하였다. 각 군별로 최종 연마 사포의 거칠기에 따라, 600-grit, 1000-grit, 1500-grit군으로 나누었다.(Table 3.)

## 2. 표면 거칠기 측정

연마된 시편은 실온의 증류수에 보관하였고, 거칠기 측정 전에 24 시간동안 실온에서 건조하였다. 시편의 표면 거칠기는 공초점 레이

저주사 현미경(LSM 5 Pascal, Axiovert 200M, Carl Zeiss MicroImaging GmbH / Germany)을 이용하여 측정하였다. 633 nm의 빛을 방사하는 multi-argon laser를 이용하여 시편의 표면 거칠기(단위:µm)를 측정하였다. Ra value는 컴퓨터에 의해 계산된 mean line으로부터 표면 거칠기를 수학적으로 나타낸 평균값으로, 본 연구에서는 시편 당 Ra value를 측정하여 그 평균값을 채택하였다.

### 3. 색상 측정 (열순환 전후)

색상 측정을 위해 Macro Spectar MS-75 렌즈(Photo Research, Chatsworth, CA, USA) 가 부착된 spectroradiometer( PR-670, SpectraScan, Photo Research)를 이용하였다. spectroradiometer는 시편으로부터 355mm 떨어진 곳에 고정하였고, 측정 영역이 시편의 중심부를 통과하도록 위치를 조절하였다.

어두운 구강 내 배경색상을 재현하고자 검은색 타일( $L^*=10.38$ ,  $a^*=5.87$   $b^*=0.90$ , CM-A101W, Konica Minolta Sensing, Inc., Osaka, Japan)을 시편 뒤에 위치시켜 색상을 측정했다.

색상 측정 시 빛을 차단하는 덮개로 외부의 빛을 차단하였고, 측정 시작 전에 백색 타일을 이용하여 spectroradiometer reference 값을 지정했다.

각 시편의 CIE  $L^*a^*b^*$  값을 측정하였다. CIE  $L^*a^*b^*$  표색계에서  $L^*$ 값은 명도를 나타내는 지수로, 0은 완전한 검은색(completely black), 100은 완전한 백색(completely white)을 나타낸다.  $a^*$ 는 적색(양의 값)에서 녹색(음의 값),  $b^*$ 는 황색(양의 값)에서 청색(음의

값)의 채도 좌표계를 나타낸다.<sup>8)</sup>

열순환 전후, 동일한 방법으로  $L^*a^*b^*$  값을 측정하였다. 측정된  $L^*a^*b^*$  값을 통해 열순환 전후 색상의 변화 양상을 분석하였으며, 각 군에서 전후 색차( $\Delta E^*$ )를 아래의 공식을 이용해 구하였다.

$$\Delta E^* = [(L_1^* - L_0^*)^2 + (a_1^* - a_0^*)^2 + (b_1^* - b_0^*)^2]^{1/2}$$

#### 4. 열순환 처리

열순환 기계로 수조의 온도를 5 °C와 55°C, 수중 침적시간 30초, 계류시간 10초로 설정하여 증류수 상에서 열순환을 2,000번 시행하였다. 열순환을 시행한 후 열순환 전후 색상변화를 측정하기 위해 동일한 방법으로 시편의 색상을 측정하였다.

본 연구에서는 구강 환경을 재현하기 위하여 5 °C와 55°C에서 열순환을 2000번 시행하였다. 이는 통상적으로 사용되는 열순환 조건으로, 치아의 인접면에 소형 온도계를 부착한 후 구강 내에서 나타나는 온도의 변화를 측정하였을 때 13.7°C에서 52.8°C로 나온 연구결과<sup>9)</sup>와 비교했을 때 적절한 온도 범위라고 할 수 있다.

#### 5. 통계처리

수복재료와 연마기구에 따른 표면 거칠기의 차이를 보기 위해 one-way anova test를 시행하였다. 열순환 전후 재료별로 거칠기에 따라 색상변화 양상을 보기 위해 two-way anova test를 시행하였

다.

### Ⅲ. 실험 결과

#### 1. 표면 거칠기 측정

수복재료에 따른 표면 거칠기를 비교한 결과, Denfil flow은 실험군 모두에서 표면 거칠기가 가장 낮게 나타났고, Fuji II LC은 대조군, 실험군 모두에서 가장 표면 거칠기가 높게 나타났다. 대조군인 Mylar strip 군이 세 가지 수복재료 모두에서 가장 평활한 표면을 나타내었다.(Table 4., Figure 1.,2.)

#### 2. 표면 거칠기에 따른 색상측정

spectroradiometer를 사용하여 측정한 표면 거칠기에 따른 각 시편의  $L^*a^*b^*$ 값의 평균과 표준편차는 Table 5.과 같다. (Figure 3-5.)

측정된  $L^*$ 값은 모든 재료에서 표면 거칠기가 가장 큰 600-grit 군에서 가장 큰 값을 보였으며 표면 거칠기가 작아짐에 따라 감소하는 양상을 보였다. 또한 모든 재료 군에서 Mylar군과 1500-grit군 간에는  $L^*$ 값은 유의한 차이를 보이지 않았다. ( $p < 0.05$ )  $a^*$ 값은 Z250과 Denfil flow의 경우는 표면 거칠기에 따른 유의성 있는 차이를 보이지 않았지만, Fuji II LC의 경우 표면 거칠기가 작아질수록 감소하는 양상을 보였다. ( $p < 0.05$ )  $b^*$ 값은 Z250과

Fuji II LC의 경우 대체로 표면 거칠기가 작아질수록 증가하는 양상을 보이는 반면, Denfil flow는 유의성 있는 차이를 보이지 않았다.( $p < 0.05$ )

Z250의 경우  $L^*$ 값은 대조군인 Mylar 군이 600-grit 군, 1000-grit 군과 유의한 차이를 보였다.( $p < 0.05$ ) 1000-grit 군부터 거칠기가 증가할수록 유의성 있게  $L^*$ 값도 증가하였다.  $a^*$ 값은 유의성 있는 차이를 보이지 않았고,  $b^*$ 값은 대조군인 Mylar 군과 600-grit, 1000-grit 군과 비교했을 때 유의성 있는 차이를 보였다.( $p < 0.05$ )

Denfil flow의 경우  $L^*$ 값은 600-grit 군과 나머지 군을 비교했을 때 유의한 차이를 보였다.( $p < 0.05$ ) 나머지  $a^*$ ,  $b^*$ 값은 Denfil flow에서는 유의성 있는 차이를 보이지 않았다.

Fuji II LC의 경우  $L^*$ 값은 600-grit 군과 나머지 군을 비교했을 때 유의한 차이를 보였다.( $p < 0.05$ )  $a^*$ 값은 1500-grit 군부터 거칠기가 감소할수록 유의성 있게 감소하는 것을 확인할 수 있었고,  $b^*$ 값은 대조군인 Mylar 군이 나머지 군과 비교했을 때 유의한 차이를 보였다.

### 3. 열순환 전후 색상변화

열순환 처리 후 표면 거칠기에 따른 각 재료별 색 변화( $\Delta E^*$ )는 Table 6, Fig 6. 같다. 복합레진과 글래스-아이오노머 실험군 모두에서 열순환 후 표면 거칠기가 클수록  $\Delta E^*$ 값이 증가하는 경향을 나타냈으며, 글래스-아이오노머 실험군 중 600-grit

실험군이 가장 큰  $\Delta E^*$  값을 가졌다.

각 재료별 표면 거칠기에 따른 색 변화를 살펴보면, Z250의 경우 대조군인 Mylar 군이 나머지 군과 비교했을 때 유의한 차이를 보였다.( $p < 0.05$ ) Denfil flow와 Fuji II LC에서는 표면 거칠기가 증가함에 따라 유의성 있게  $\Delta E^*$  값이 증가하는 것을 확인할 수 있었고, Fuji II LC가 가장 월등하게 증가하는 것을 확인할 수 있었다.

#### IV. 고찰

본 연구에서는 심미수복재료의 표면 거칠기 정도가 색상에 영향을 준다는 가정 하에, 연마정도에 따라 거칠기 정도를 측정해보고, 복합레진의 표면 색상이 복합레진의 표면 거칠기에 따라 어떤 양상을 보이는 지 알아보는 실험을 하였다. 또한 구강 내의 다양한 환경변화가 색 안정성에 영향을 미칠 것으로 생각하여 구강환경을 재현하는 열순환 처리 시 거칠기에 따라 색변화 경향 차이를 확인해보았다.

심미 수복물의 연마 및 마무리 과정에서 수복재의 표면은 다양한 요소들의 영향을 받는데, 크게 연마기구와 수복재의 특성에 따라 결정된다고 한다.<sup>10)-12)</sup>

이 전의 많은 연구에서 복합레진과 글래스-아이오노머를 비교했을 때 매트릭스 적합한 표면이든 다양한 기구를 이용한 연마과정을 거쳤든 복합레진이 글래스-아이오노머 보다 평활하다고 보고하였다.<sup>2),13)</sup> 본 연구에서는 서로 다른 거칠기를 가지는 사포로

연마하였을 때 모든 경우 Fuji II LC는 Z250에 비해 더 거친 표면을 나타내었다.

복합레진 간의 비교를 해보면 대조군을 제외하고 나머지 군에서 Z250보다 Denfil flow가 표면 거칠기가 낮게 나타났는데 이는 Denfil flow가 Z250에 비해 필러함량이 적은 것에서 비롯되었다고 볼 수 있다.

인간이 인지하는 물체의 색상은 물체의 구조, 구성성분, 표면상태, 광원 등 다양한 외부조건에 의해 결정되는데, 심미수복에 있어서는 연마 및 마무리 과정에 따라 결정되는 표면 상태가 중요한 요인으로 작용할 수 있다.

표면 색상을 측정하는데 있어 기존의 연구들은 시편의 색상 측정에 접촉 측정 장치(contact measurement device, I.e spectrophotometer, colorimeter)를 사용하였으나 본 연구에서는 spectroradiometer를 이용하였다.<sup>14)</sup> 접촉측정장치는 반투명 재료의 색상 측정시 edge-loss effect<sup>14)</sup>로 인하여 어둡게 측정될 수 있는 문제점이 있다.<sup>15)16)</sup> 그에 비해 spectroradiometer와 같은 비접촉 측정장치(non-contact measurement device)는 외부 광원, 측정 장비 및 피사체 사이에 조리개가 위치하지 않아 그림자가 생기지 않으므로<sup>17)18)</sup> 피사체의 색상을 좀 더 정확히 측정할 수 있다는 장점이 있다고 알려져 있다.

이전의 많은 연구에서 표면 거칠기가 증가하면 L\*값이 증가된다고 보고되었다.<sup>4)</sup> 본 연구에서도 모든 군에서 표면 거칠기가 증가하면 L\*값이 증가되는 양상을 보이고, 이는 수복물의 표면이 거칠수록 밝게 보인다는 것을 의미한다. 또한 대조군인 Mylar군이 모든 재료 군에서 가장 낮은 L\*값을 보였으나, 통계적으로 Mylar군과



1500-grit군 간에는  $L^*$  값은 유의한 차이를 보이지 않았다. 이를 통해 1500-grit 이상의 고운 입자를 가지는 기구로 연마한 것이 임상적으로 적절하다고 볼 수 있다.

$a^*$  값의 측정결과를 통해, Fuji II LC는 표면 거칠기가 작아질수록 greenish 한 경향을 나타낸다는 것을 알 수 있었다. 측정된  $b^*$  값에 따르면, Z250과 Fuji II LC의 경우 대체로 표면 거칠기가 작아질수록 yellowing 한 양상을 띤다.

구강 내는 끊임없이 변화하는 환경에서 수복물들은 수분, 온도 변화, pH 등 다양한 외인성 요인들에 의해 성질이 변화할 수 있다. 본 실험결과에서  $\Delta E^*$  값이 열순환 후 모든 재료에서 증가한 것을 알 수 있다. 이는 수복재료가 물을 흡수함으로써 나타나는 현상이라 해석할 수 있다. 글래스-아이오노머는 구강 내 수분이 있는 환경에서 물을 흡수하여 흡습팽창이 지속된다. 따라서 수분이 있는 상태에서는 물성변화가 일어나며 색 안정성도 영향을 받는다고 알려져 있다.<sup>9)</sup> 본 연구에서도 열순환 전후 색변화가 글래스-아이오노머가 콤포짓트 레진에 비해 훨씬 큰 것을 알 수 있었다. 최근 연구에서 50%의 치과의사들이 인지할 수 있는 색차가 ( $\Delta E^*$ )는 2.6 정도라고 하였다.<sup>20)</sup> 본 연구 결과를 살펴보면, 글래스-아이오노머인 Fuji II LC의 경우 표면 거칠기가 큰 600-grit, 1000-grit 군에서  $2.6\Delta E_{unit}$  보다 큰 값( $4.251\pm 0.372^c$ ,  $2.947\pm 0.141^b$ )을 가지는 데 비해 콤포짓트 레진인 Z250, Denfil flow의 경우 Z250은 모든 군에서, Denfil flow는 600-grit 군을 제외하고 색차가  $2.6\Delta E_{unit}$  보다 낮았다. (Table 6.) 이는 Martin 등<sup>21)</sup>에 따르면 글래스-아이오노머가 수분 조건하에서 물을 흡수하여 물성의 변화가 나타나며, 물을 흡수하는 정도가 콤포짓트 레진에 비해 큰 것이 그

원인이라고 볼 수 있다. 따라서 콤포짓트 레진이 글래스-아이오노머에 비해 색 안정성이 더 우수하다는 것을 확인할 수 있었다.

수복물의 변색은 외인성 요인뿐 아니라 재료 자체 요인에 의해서도 유발된다. 기질과 무기질 필러(filler)가 수복재료 변성에 영향을 미친다고 알려져 있다.<sup>22)</sup> 또한 무기질 필러의 종류나 함량도 수복재료의 색상 안정성에 영향을 줄 수 있다고 한다.<sup>23)</sup> 필러의 양이 적을수록 레진의 중합수축 정도가 크고, 미세 누출 정도도 크다. 미세 누출 정도가 클수록 물성변화나 변색 등의 위험이 높아진다. 본 연구에서 쓰인 콤포짓트 레진의 필러함량은 Z250이 78 wt%, Denfil-Flow이 60wt%이다. 기질 자체도 영향을 미칠 수 있는데 Bis-GMA와 같이 결사슬에 hydroxyl 기와 같은 친수성기를 갖는 단량체는 흡수성이 높고, 그에 비해 친수성기가 없는 단량체는 내수성을 보인다. 많은 연구에서 Bis-GMA의 높은 점도를 희석하기 위해 첨가하는 TEGDMA와 같은 저점도의 단량체는 수분의 흡수를 더 증가시키는 효과가 있다고 보고되었다.<sup>24)25)</sup> 따라서 소수성 기질을 갖는 수복재료일수록 수분 흡수가 적기 때문에 색상 안정성이 더 좋다고 생각할 수 있다. 본 연구에서는 비록 큰 차이는 아니지만 전체적으로 Denfil flow가 Z250와 비교했을 때 색 변화 정도가 큰 것으로 나타났다. Z250은 Denfil flow와 비교했을 때 Bis-GMA, TEGDMA를 공통으로 가지고, 추가적으로 UDMA, Bis-EMA를 가지는데 Bis-EMA는 Bis-EMA는 hydroxyl기가 치환되어 Bis-GMA보다 상대적으로 흡수성이 낮고 UDMA는 Bis-GMA보다 분자량이 작다. 따라서 Z250이 필러 함량이 더 크고, 기질의 특성으로 인한 낮은 흡수성의 특징 때문에 Denfil flow에

비해 낮은 색상 변화를 보이는 것으로 생각된다.

모든 재료에서 표면 거칠기가 클수록 색상 변화정도가 큰 것을 알 수 있었다. 표면 거칠기가 클수록 표면적이 넓고 기질-필러 사이의 계면으로 물이 침투하게 될 확률이 높아져 색상 변화가 증가한 것으로 생각된다. Two-way anova test 결과, 재료별로 거칠기에 따른 색상 변화 정도가 다르다고 나왔으며, Fuji II LC가 색상 변화에 있어 거칠기에 영향을 많이 받는 것을 나타냈다.

## V. 결론

1.  $L^*$ 값은 모든 재료에서 표면 거칠기가 작아짐에 따라 감소하는 양상을 보였다. 또한 모든 재료 군에서 대조군이 Mylar군과 1500-grit군 간에  $L^*$ 값이 유의한 차이를 보이지 않았다.

2.  $a^*$ 값은 Z250과 Denfil flow의 경우는 표면 거칠기에 따라 특정한 변화 양상을 보이지 않았으며, Fuji II LC의 경우만 표면 거칠기가 작아질수록 감소하는 양상을 보였다.

3.  $b^*$ 값은 Z250과 Fuji II LC의 경우 대체로 표면 거칠기가 작아질수록 증가하는 양상을 보이는 반면, Denfil flow는 별 다른 양상을 띠지 않았다.

4. 열순환 후 모든 재료 군에서 표면 거칠기가 클수록  $\Delta E^*$ 값이 증가하는 경향을 나타냈다. 글래스-아이오노머 실험군 중 600-grit 실험군이 가장 큰  $\Delta E^*$  값을 가졌다.  $\Delta E^*$  증가정도는 Fuji II LC > Denfil flow > Z250 순이다.

## VI. 참고문헌

- 1) Steve O Hondrum, Richard Fernandex. Contouring, Finishing, and Polishing Class 5 Restorative Materials. Operative Dentistry. 1997;22:30-36.
- 2) Hoelscher DC, Neme ANL, Pink FE et. al. The effect of three finishing systems on four esthetic restorative materials. Oper Dent. 1998;23:36-42
- 3) Setcos JC, Tarim B, Suzuki S. Surface finish produced on resin composites by new polishing systems. Quintessence Int. 1999;30,169-17
- 4) Chung KH. Effects of finishing and polishing procedures on the surface textures of resin composites. Dent Mater. 1994;10:325-220
- 5) Stassler HE. Polishing composite resins. J Esthet Dent 4:177-179, 1992
- 6) Hachiya Y, Iwaku M, Hosoda H, Fusauama T. Relation of finishing to discoloration of composite resins. J Prosthet Dent. 1984;53:811-814
- 7) Okazaki M, Douglas WH. Comparison of surface layer properties of composite resins by ESCA, SEM, and X-ray diffractometry. Biomaterials 1984;5:284-290
- 8) CIE (Commission Internainale de l'Eclairage). Colorimetry-technical report. Vienna: Bureau Central de la CIE.

CIE Publication No.15 3rd edition, 2004

- 9) Baek SH, Chae MS, Lee JH, et.al. In vivo evaluation of four posterior composites. *Dent Mater.* 1998;2:106-113.
- 10) Stoddard JW, Johnson SH. An evaluation of polishing agents for composite resins. *J Prosthet. Dent.* 1991;65:491-95
- 11) Herrgott AML, Ziemiecki TL, Dennison JB. An evaluation of different composite resin systems finished with various abrasives. *J Am Dent Assoc.* 1989;119:729-732.
- 12) Gladys S, Van Meerbeek B, Braem M et. al. Comparative physico-mechanical characterization of new hybrid restorative materials with conventional glass-ionomer and resin composite restorative materials. *J Dent Res.* 1997;76:883-894.
- 13) Bouvier D, Duprez JP, Lissac M. Comparative evaluation of polishing systems on the surface of three aesthetic materials. *J Oral Rehabil.* 1997;24:888-894.
- 14) van der Burgt TP, ten Bosch JJ, Borsboom PC, Kortsmid WJ, A comparison of new and conventional method for quantification of tooth color, *J Prosthet Dent* 1990;63(2): 155-62
- 15) Bolt RA, Bosch JJ, Coops JC. Influence of window size in small-window colour measurement, particularly of teeth. *Phys Med Biol.* 1994;39(7):1133-42.
- 16) Johnston WM, Hesse NS, Davis BK, Seghi RR. Analysis of edge-losses in reflectance measurements of pigmented maxillofacial elastomer. *J Dent. Res.* 1996;75(2):752-60.
- 17) Bayindir F, Kuo S, Johnston WM, Wee AG. Coverage error

- of three conceptually different shade guide systems to vital unrestored dentition. *J Prosthet Dent.* 2007;98(3):175-85.
- 18) Kim JC, Yu B, Lee YK. Influence of surface layer removal of shade guide tabs on the measured color by spectrophotometer and spectroradiometer *Dent.* 2008;36(12):1061-7.
- 19) Nicholson JW, Anstice HM, McLean JW. A preliminary report of the effect of storage in water on the properties of commercial light-cured glass ionomer cements. *Br Dent J.* 1992;173:98-101.
- 20) R. Duane Douglas, Tad J. Steinhauer, Alvin G. Wee. Intraoral determination of the tolerance of dentists for perceptibility and acceptability of shade mismatch, *J Prosthet Dent.* 2007;97(4):200-208.
- 21) Martin N, Jedynekiewicz N. Measurement of water sorption in dental composites. *Biomaterials* 1998;19:77-83
- 22) Um CM, Ruyter IE. Staining of resin-based veneering materials with coffee and tea. *Quintessence Int.* 1991;22:377-386.
- 23) Ameye C, Lambrechts P, Vanherle G. Conventional and microfilled composite resins. Color stability and marginal adaptation. *J Prosthet Dent.* 1981;46:623-630.
- 24) Dietschi D, Campanile G, Holz J, Meyer JM. Comparison of the color stability of ten new-generation composites: an in vitro study. *Dent Mater* 1994;10:353-362.
- 25) Buchalla W, Attin T, Hilgers R, Hellwig E. The effect of

water storage and light exposure on the color and translucency of a hybrid and a microfilled composite. J Prosthet Dent 2002;87:264-270.

Table 1. Composite resins used in study

Brand Name	Shade	Matrix	filler type	filler weight (%)	Manufacturer
Filtek Z250 <sup>TM</sup>	A2	Bis-GMA TEGDMA UDMA BisEMA	Zirconia /silica (0.01-3.5 $\mu$ m) Microfilled	78	3M ESPE (St. Paul, MN U.S.A)
Denfil-Flow	A2	Bis-GMA TEGDMA	Ba glass/silica (0.01-2.5 $\mu$ m) Microfiled	60	Vericom (Anyang)

Table 2. Glass ionomer used in study

Brand Name	shade	Type	Component	Manufacturer
GC Fuji 2 glass ionomer	22 shade	resin-modified glass ionomer	fluoro-aluminium silicate glass, polyacrylic acid, HEMA	GC Corporation, Tokyo, Japan



Table 3. Polishing sequence(Divided in four groups)

	연마정도
Control(Mylar)	초기 상태
600-grit	600-grit 사포 연마
1000-grit	600-grit, 1000-grit 순서로 사포 연마
1500-grit	600-grit, 1000-grit, 1500-grit 순서로 사포 연마

Table 4. Surface roughness values(Ra) (mean±SD,  $\mu\text{m}$ )

	Z250	Denfil flow	Fuji II LC
600-grit	0.724±0.061	0.669±0.042	0.923±0.090
1000-grit	0.488±0.051	0.446±0.017	0.638±0.050
1500-grit	0.396±0.031	0.367±0.026	0.575±0.040
Control(Mylar)	0.061±0.004	0.073±0.004	0.194±0.005

Table 5. L\* a\* b\* values of restorative materials used in this study (mean±SD)

		Z250	Denfil flow	Fuji II LC
600-grit	L*	73.678±1.921 <sup>c</sup>	77.322±1.009 <sup>b</sup>	78.484±1.718 <sup>b</sup>
	a*	0.524±0.218	1.881±0.424	1.644±0.307 <sup>b</sup>
	b*	17.639±0.845 <sup>a</sup>	11.087±1.073	12.722±2.016 <sup>a</sup>
1000-grit	L*	70.718±0.944 <sup>b</sup>	76.487±1.619 <sup>a,b</sup>	76.811±1.223 <sup>a,b</sup>
	a*	0.301±0.871	1.484±0.679	1.537±0.314 <sup>b</sup>
	b*	17.841±1.530 <sup>a</sup>	11.178±1.490	12.147±0.969 <sup>a</sup>
1500-grit	L*	68.783±1.623 <sup>a,b</sup>	75.518±0.888 <sup>a</sup>	74.098±1.959 <sup>a</sup>
	a*	0.481±0.594	1.761±0.104	0.765±0.354 <sup>a</sup>
	b*	19.744±0.770 <sup>a,b</sup>	13.471±0.576	14.781±1.199 <sup>a</sup>
control (Mylar)	L*	67.721±0.742 <sup>a</sup>	73.973±1.779 <sup>a</sup>	74.345±0.413 <sup>a</sup>
	a*	0.425±0.605	1.906±0.144	0.646±0.215 <sup>a</sup>
	b*	23.125±1.655 <sup>b</sup>	13.142±1.522	17.566±0.879 <sup>b</sup>

\* Values with same superscripts are not significantly different at p<0.05 level among different surface roughness of same material.

Table 6. ΔE\* values of restorative materials used in this study after thermocycling (mean±SD)

ΔE*	z250	Denfil flow	Fuji II LC
600-grit	2.339±0.098 <sup>b</sup>	3.969±0.481 <sup>c</sup>	4.251±0.372 <sup>c</sup>
1000-grit	2.287±0.186 <sup>b</sup>	2.279±0.334 <sup>b</sup>	2.947±0.141 <sup>b</sup>
1500-grit	1.958±0.198 <sup>b</sup>	1.629±0.232 <sup>a,b</sup>	1.652±0.256 <sup>a</sup>
Control( Mylar)	1.487±0.263 <sup>a</sup>	1.338±0.165 <sup>a</sup>	1.204±0.182 <sup>a</sup>

\* Values with same superscripts are not significantly different at p<0.05 level among different surface roughness of same material.

Figure 1. Surface roughness values(Ra) of restorative materials used in this study

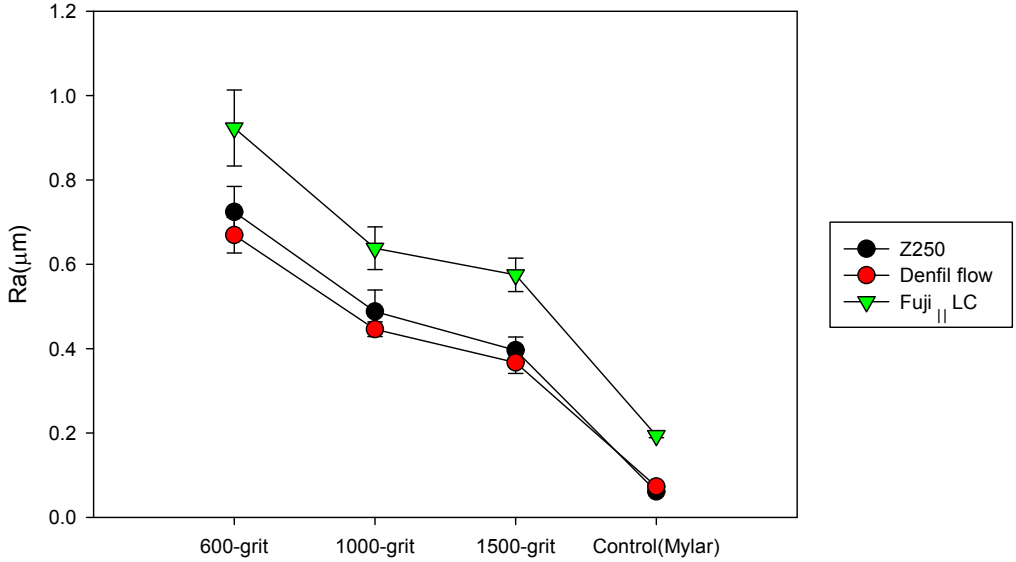


Figure 2. Confocal images of different materials with different surface roughness; a. Z250:600-grit, b. Z250:1000-grit, c. Z250:1500-grit, d. Z250:Mylar(control), e. Denfil flow :600-grit, f. Denfil flow :1000-grit, g. Denfil flow :1500-grit, h. Denfil flow :Mylar(control), i. Fuji II LC :600-grit, j. Fuji II LC:1000-grit, k. Fuji II LC:1500-grit, l. Fuji II LC:Mylar(control)

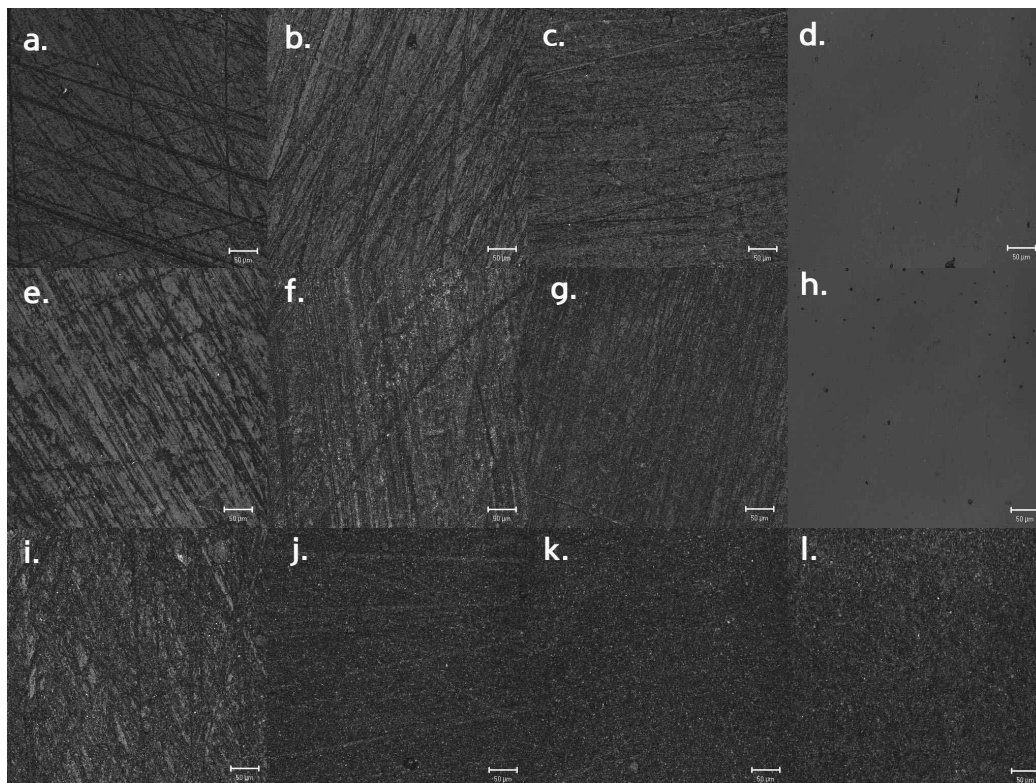


Figure 3.  $L^*$  values of restorative materials used in this study

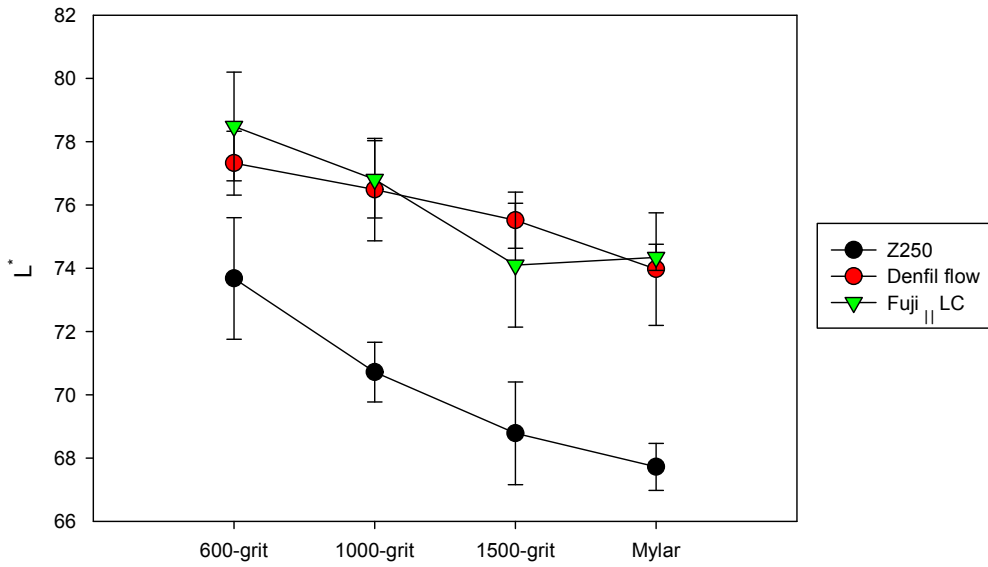


Figure 4.  $a^*$  values of restorative materials used in this study

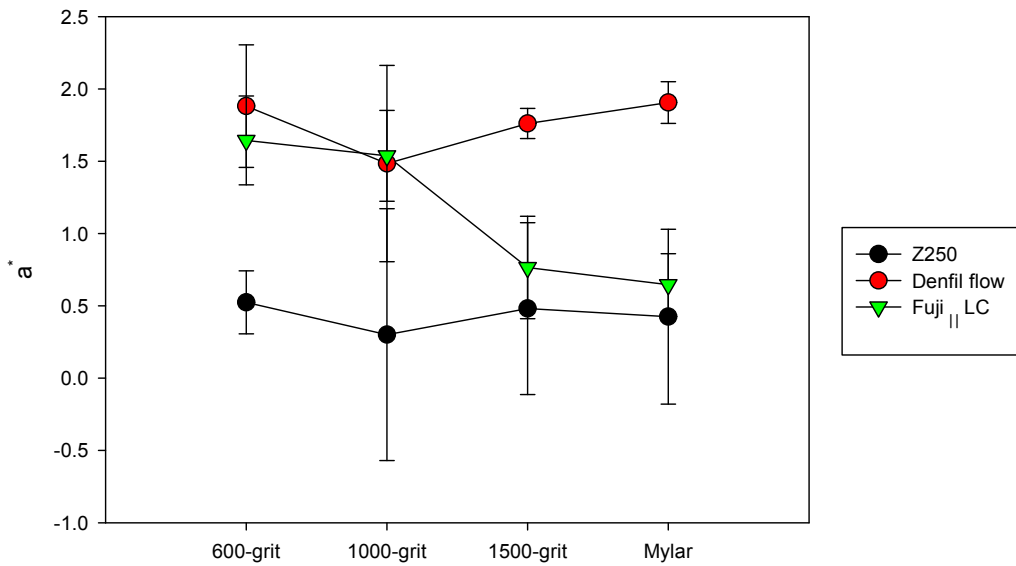


Figure 5.  $b^*$  values of restorative materials used in this study

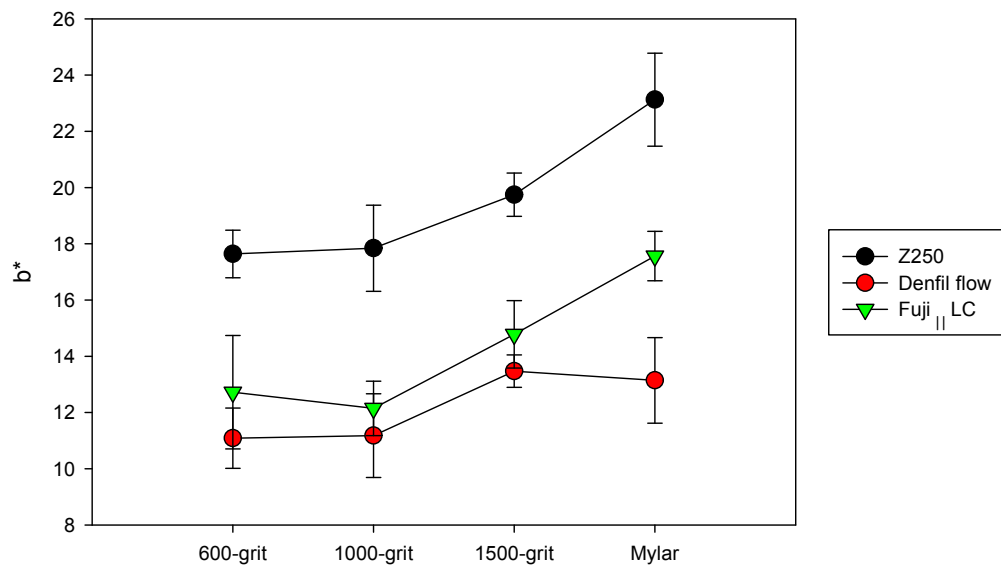
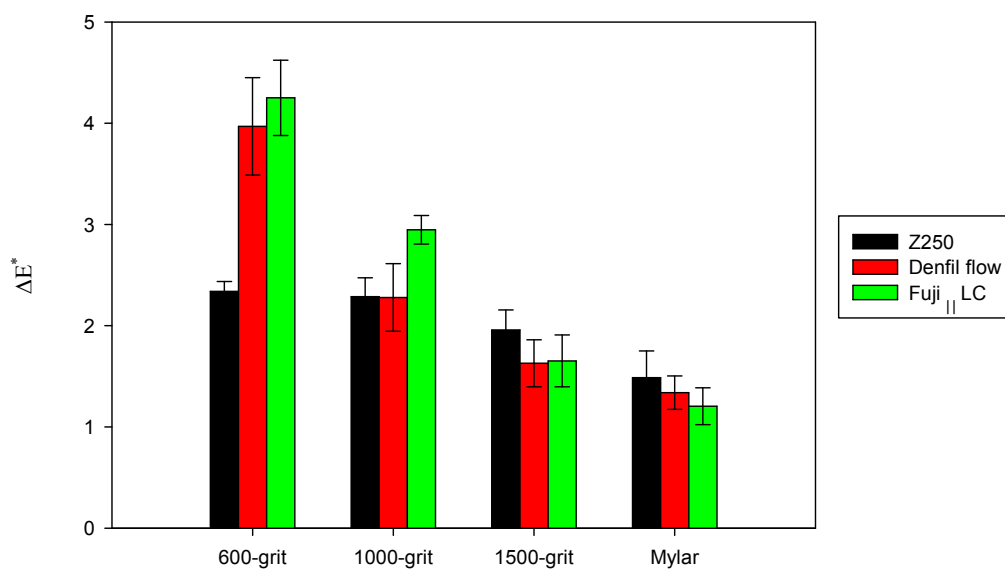


Figure 6.  $\Delta E^*$  values of restorative materials used in this study after thermocycling



Abstract

# The Influence of Polishing and Thermocycling on Color of Esthetic restorative materials

Sohyun, Han

Department of Dentistry

School of Dentistry

Seoul National University

## 1. Objectives

The purpose of this study was to evaluate the effect of surface roughness according to polishing on the surface color and the degree of color stability under thermocycling of commercial esthetic restorative materials.

## 2. Methods

Three commercial esthetic restorative materials were tested, of which two were composite resins(Filtek Z250, Denfil flow;Shade

A2) and the other was glass-ionomer(Fuji II LC;Shade 22). Twenty samples(8mm\*5mm) were prepared for each material. Twenty samples were divided into 4 groups; 600-grit, 1000-grit, 1500-grit, Control group. Five samples for control group were not polished after polymerization and five for each the other group were polished against a sheet of SiC paper with different coarseness(600-grit, 1000-grit, and 1500-grit) Samples were aged using distilled water for 2,000 cycles of thermocycling.(5°C-55°C) CIE L\*a\*b\* values of each samples were measured before and after thermocycling with spectroradiometer. The color shifts were calculated using the formula:  $\Delta E^* = [(L_1^* - L_0^*)^2 + (a_1^* - a_0^*)^2 + (b_1^* - b_0^*)^2]^{1/2}$

### 3. Conclusion

1) Regardless of type of materials, L\* values decreased as the surface roughness decreased, and there was no significant difference between Control group and 1500-grit group.

2) Both Z250 and Denfil flow showed that a\* values with different surface roughness condition did not show significant difference, but a\* values decreased as the surface roughness decreased in group-Fuji II LC.

3) b\* values increased as the surface roughness decreased except Denfil flow.

4) After thermocycling, all materials showed that  $\Delta E^*$  value



increases as the surface roughness increased. Fuji II LC polished with 600-grit sandpaper showed the most dramatic increase in  $\Delta E^*$ . Fuji II LC showed the most dramatic change of  $\Delta E^*$ , followed by Denfil flow and Z250.

#### 4. Conclusion

From this work, it can be concluded that surface roughness influence the color of the esthetic restorative materials and after thermocycling, the more coarse roughness of the esthetic restorative materials, the greater color change. This suggests that the polishing during esthetic restoration is important in color representation and color stability.

.....

**key words** : esthetic, color, stability,  
roughness, thermocycling  
*Student Number* : 2011-22493