

수복용복합레진의 표면처리방법에 따른 표면중합률 및 변색정도의 변화와 그 상관관계에 대한 연구

박성호 · 노병덕 · 김모란 · 안현정
연세대학교 치과대학 치과보존학교실

ABSTRACT

THE CHANGE IN SURFACE CONVERSION AND DISCOLORATION IN DENTAL RESTORATIVE COMPOSITE RESIN UNDER DIFFERENT POLISHING METHODS; THE CORRELATION BETWEEN SURFACE CONVERSION AND SURFACE DISCOLORATION

Sung-Ho Park, Byung-Duk Noh, Mo-Ran Kim, Hyun-Jung Ahn
Department of Conservative Dentistry, College of Dentistry, Yonsei University

The purpose of the present study was first, to evaluate the relationship between composite surface conversion and surface discoloration, second, to know if there was difference in surface discoloration between celluloid-strip-finished composite surface and polished surface. In addition, the discoloration of composite surface was also evaluated with visual inspection or digital camera with high resolution monitor. Z100, Tetric Ceram, Spectrum, and Aelitfil were used. The composite surfaces were celluloid-strip finished (group 1), polished (group 2), celluloid-strip finished under nitrogen gas purging (group 3) or only light cured without finishing or polishing under nitrogen gas purging (group 4). The microhardness of each samples were also measured in each group. The samples of each group were also divided into 4 subgroup whether they were immediately placed in disclosing solution (0.2% Erythrosin, pH 7.0) (subgroup 1), 1 day after light curing(subgroup 2), 3day after light curing(subgroup 3) or 7 day after light curing(subgroup 4). The computer controlled spectrophotometer was used to determine CIELAB coordinates (L^* , a^* , b^*). The amounts of color difference were compared.

The results were as follows:

1. There was no difference in discoloration between celluloid strip finished composite surface and polished surface.
2. The samples discolored more when they were placed in disclosing solution immediately after polymerization than other groups.
3. When the samples were light cured under nitrogen gas purging and without polishing process, they discolored more than other groups even though they showed higher microhardness.
4. With visual inspection or digital camera, only a limited information was available in detecting composite surface discoloration

Key Words : composite, discoloration, celluloid strip, microhardness, oxygen inhibition

* 이 연구는 1998년도 학술진흥재단의 과학기술기초 사업의 지원을 통하여 이루어 졌습니다.

I. 서 론

수복용 복합레진은 전치부, 구치부의 심미적인 수복을 위하여 치의학 분야에서 가장 널리 사용되고 있는 재료 중의 하나이다. 복합레진에 있어서 문제점 중의 하나로 지적되고 있는 것이 복합레진의 변색 현상이다¹⁾.

가장 매끄러운 표면은 Celluloid strip로 복합레진의 표면을 처리함으로써 나타난다. 하지만 Hachiya²⁾ 등은 celluloid strip으로 표면을 처리한 복합레진에 대한 변색 실험을 통하여 celluloid strip으로 처리한 군에서 표면변색이 오히려 증가함을 보고하였고, 치아와 celluloid간에 발생하는 표면장력에 의하여 복합레진 표면의 중합이 충분히 이루어지지 않을 가능성을 제시하였다. Park³⁾은 celluloid strip으로 표면 처리한 복합레진의 표면 중합률이 표면을 연마한 경우보다 낮음을 보고 하였다. 이에 근거하여 복합레진의 표면을 celluloid로 처리하는 것보다는 표면연마과정을 이용하는 것이 추천되어 왔다. 한편 Park⁴⁾ 등은 celluloid strip으로 표면을 처리한 복합레진 표면의 미세강도가, 광중합 직후에는 표면을 연마한 군에 비하여 낮다가, 시간이 경과함에 따라 지속적으로 증가하여 결국 표면을 연마한 경우와 같게 됨을 보고하였다. 복합레진에 있어서의 미세강도는 중합 정도를 잘 표현하며⁵⁾, 복합레진의 중합률과 표면 변색과의 밀접한 관계가 있기 때문에⁶⁾, Park⁴⁾ 등의 실험결과를 토대로 하여 유추하여 보면, celluloid strip으로 표면을 처리한 복합레진일 경우에도 초기에 착색되는 것을 피한다면, celluloid strip을 이용하여 표면을 처리한 경우도 표면변색에 큰 영향을 받지 않을 가능성이 있다고 할 것이나, 구체적인 검증은 아직 이루어지지 않았다. 임상가의 입장에서 특히 심미적인 면이 중요시 되는 경우에 celluloid strip을 이용하는 경우가 많아서, celluloid strip의 사용과 복합레진 표면의 미세강도변화, 그리고 복합레진의 표면변색 간에 어떤 연관성이 있는지 근본적인 연구가 필요한 실정이다.

이번 연구를 통하여 복합 레진 표면의 미세강도가 시간의 경과에 따라 어떻게 변화하는지를 조사하며, 이러한 미세강도의 변화가 복합레진의 표면변색에 어떠한 영향을 미치는가 연구하여 복합 레진에 있어서의 표면변색을 개선할 수 있는 방법을 모색하고자 한다.

II. 실험재료 및 방법

1. 실험재료

이번 실험에 사용한 복합레진은 Table 1과 같다.

Table 1. Composites used in this study

| Filling Material | Company | Lot No. |
|------------------|------------------|------------|
| Z100 | 3M | 19990721 |
| Spectrum | Dentsply | A19083 |
| Aelitfil | Bisco | 9905000727 |
| Tetric Ceram | Ivoclar/Vivadent | 9900003379 |

2. 실험방법

1) 시편의 제작

직경 5mm 높이 2mm의 시편을 제작한다. 시편 제작의 방법과 처리방법은 다음과 같다.

1군: 직경 5mm, 높이 2mm의 teflon mold에 복합레진을 충전하고 표면을 celluloid strip으로 덮고 광중합기 (Demetron 500)을 이용하여 60초간 광중합 시킨다.

2군: 직경 5mm, 높이 2mm의 teflon mold에 복합레진을 약간 과충전하여 광중합기 (Demetron 500)을 이용하여 중합 시킨 후, polishing disk (Soflex XT, 3M)와 Polishing paste (Enhance, Dentsply)을 이용하여 표면을 연마하여, teflon mold에 정확하게 크기를 맞춘다. 연마하는 시간은 모든 시편에서 동일하게 하였다.

3군: 아르곤 가스로 차있는 polyethylene bag 속에서 직경 5mm, 높이 2mm의 teflon mold에 복합레진을 충전하고 표면을 celluloid strip으로 덮고 광중합기 (Demetron 500)을 이용하여 60초간 광중합 시킨다.

4군: 아르곤 가스로 차있는 polyethylene bag 속에서 직경 5mm, 높이 2mm의 teflon mold에 복합레진을 충전하고 광중합기 (Demetron 500)을 이용하여 60초간 광중합 시킨다.

각 군당 50개의 시편을 배정하였다.

2) 변색용액의 제작

Erythrosin을 이용하여 0.2%의 용액을 제작하였으며 KOH를 이용하여 pH를 7.0에 맞추었다.

3) 변색의 과정

각 군에 배정된 50개의 시편을 다시 다음과 같은 5개의 소군으로 나누어 변색 처리한다.

소군 1: 광중합 후 즉시 변색용액에 넣고 7일간 빛이 차단된 환경에서 보관한다.

2: 광중합 후 빛이 차단된 통속에서 하루동안 증류수에 보관한 후, 변색 용액에 넣고 7일간 빛이 차단된 환경에서 보관한다

3. 광중합 후 빛이 차단된 통속에서 3일 동안 증류수에 보관한 후, 변색 용액에 넣고 7일간 빛이 차단된 환경에서 보관한다

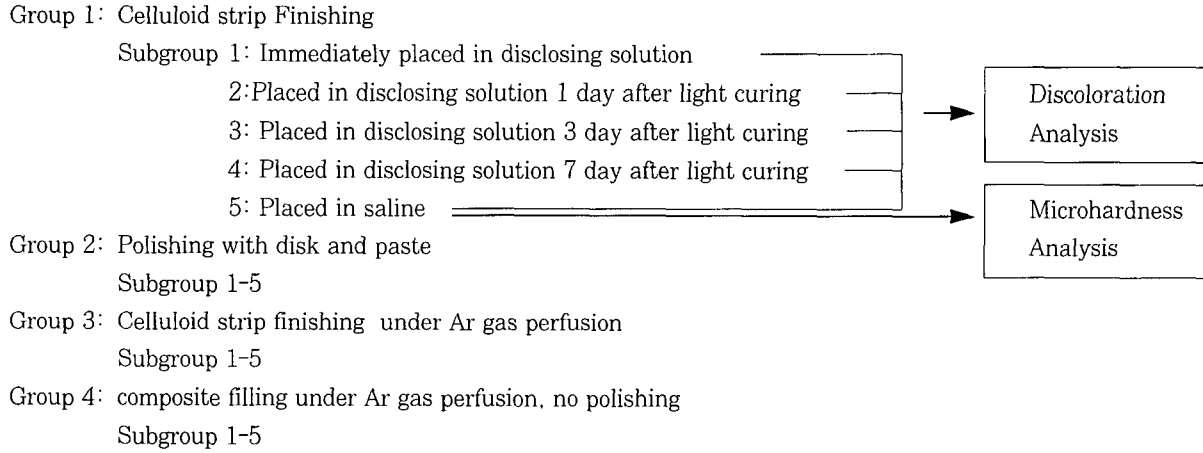


Fig. 1. Flow of the present study

4: 광중합 후 빛이 차단된 통속에서 7일 동안 증류수에 보관한 후, 변색 용액에 넣고 7일간 빛이 차단된 환경에서 보관한다
 5: 광중합 후 빛이 차단된 통 속에서 14일간 증류수에 보관한다.

4) 변색의 평가

3가지 방법을 이용하여 평가하였다.

가. 시각적인 평가: 5인의 평가자가 각 군간의 변색정도를 구별하는 것이 가능한지 평가하였다.

나 Digital Camera와 고해상도 모니터를 이용한 평가

130만 화소의 macro 기능을 갖는 digital camera (RDC 4300, Richo Company, LTD, Taiwan)를 이용하여 시편을 촬영하고 이를 software(Photoshop 5.0, Adobe)를 이용하여 고해상도 monitor에서 관찰한다. 화면에 나타난 시편을 각 군마다 비교 관찰하고, 5인의 평가자가 각 군간의 변색정도를 구별하는 것이 가능한지 평가하였다.

3. Colorimeter 를 이용한 관찰

색의 특성은 분광광도계를 이용하여, D65표준 광원하에서 측정하였고, 컴퓨터 프로그램을 이용하여 색공간좌표인 CIELAB 값으로 기록하였다. 매 측정 시 영점조절과 백색조절을 하였다. 분광광도계는 CIE 3자극치 X, Y, Z의 값을 얻은 뒤 CIE L*(밝기 흰색-검정), a*(적색-녹색), b*(황색-청색) 값으로 표현한다.

색차는 다음의 식으로 부터 계산된다.

$$E^*ab = [(L^*)^2 + (a^*)^2 + (b^*)^2]^{1/2}$$

5) 미세경도의 측정 및 평가

각 군(1, 2, 3, 4)에서 제 5 소 군에 배정된 10개의 시편

을 이용하여 미세강도를 측정한다. 측정 시기는 광중합 충전 후 즉시, 1일 후, 3일 후, 7일 후에 보관한 통 속에서 꺼내어 각각 시행하며, 측정이 끝난 시편은 다시 보관 통에 넣어 보관한다. 각 군간의 경도를 통계적으로 비교 평가하였다.

6) 통계적 분석

변색에 대한 비교:

Colorimeter에 의한 평가: 각 군과 각 소 군에 있어서의 미세강도의 차이를 1way ANOVA와 Tukey를 이용하여 비교 하였다.

시각 및 고해상도 모니터에 의한 비교 평가: 5면의 평가자가 각 군간 또한 각 소군에 있어서 변색의 차이를 감지할 수 있는 군을 기록하게 한다.

미세강도에 대한 비교:

각 군과 각 소 군에 있어서의 미세강도의 차이를 1way ANOVA 와 Tukey 를 이용하여 비교 하였다.

Fig. 1에 이번 실험의 흐름을 요약하였다

III. 결 과

복합레진 표면의 미세강도에 결과가 Table 2에 요약되어 있다.

TETRIC Ceram과 Spectrum군에 있어서 일반적으로 시간이 경과할수록 복합레진의 표면 강도는 높아 졌지만 Z100과 Aelitfil의 일부 군에서 낮아지는 현상이 나타났다.

시편의 처리 방법에 따른 복합레진 표면의 미세강도는 Celluloid strip으로 표면 처리를 한 1군이 다른 군 보다는 일반적으로 표면 강도가 낮게 나타났다. 복합레진의 표면을 연마한 군이(2군)의 표면 강도가 일반적으로 높게 기록이 되었으며, Ar 가스 하에서 중합충전을 한 3군과 4군의 경우

Table 2. Microhardness of the tested samples.

| | | Subgroup 1 | Subgroup 2 | Subgroup3 | Subgroup 4 |
|--------------|---------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Z100 | Group 1 | A 96.1(5.2) a | A 106.3(2.8)c | A 100.6(3.9)b | A 104.3(2.4)c |
| | 2 | B,106.9(7.7) a | B 119.8(8.3)b | C 116.4(5.7)b | B 110.1(4.0)a |
| | 3 | B 102.8(3.9) a | A 109.6(3.6)b | A 103.6(5.0)a | A 102.7(3.3)a |
| | 4 | B 103.5(10) a | A 111.1(11.7)b | B 107.3(6.7)ab | A 104.3(7.6)a |
| Tetric Ceram | Group 1 | A 48.8(1.5) a | A 51.5(1.4)b | A 52.3(1.5)b,c | A 53.1(1.8)c |
| | 2 | B 53.6(2.6) a | C 56.8(2.6)b | B 58.3(2.4)b,c | B 58.7(2.5)c |
| | 3 | A,B 51.3(1.7)a | B 53.5(2.0)c | A 52.0(1.0)a,b | A 52.8(1.5)b,c |
| | 4 | C 58.0(7.0) b | B 53.6(4.4)a | B 60.2(5.3)b | B 57.5(5.5)b |
| Spectrum | Group 1 | A 52.3(2.8) a | A 56.4(2.7)b | A 56.4(2.2)b | A 56.7(2.7)b |
| | 2 | B 58.2(2.2)a | B 63.9(3.9)b | B 65.9(4.4)b | C 64.2(2.5)b |
| | 3 | B 57.0(2.8)a | A 56.7(3.4)a | A 56.8(3.9)a | A 57.3(4.2)a |
| | 4 | C 54.5(5.4)a | A 57.7(5.3)a,b | A 57.9(4.7)b | B 60.1(4.6)b |
| Aelitfil | Group 1 | A 60.0(2.4)a | A 63.1(2.8)b | A 62.1(3.3)b | A 62.4(3.4)b |
| | 2 | B 64.4(2.5)a | B 66.9(2.7)b | B 65.8(2.6)a,b | B 64.6(2.4)a |
| | 3 | C 69.4(4.3)b | C 70.8(3.8)b | C 71.5(3.0)b | B 65.4(2.4)a |
| | 4 | A 57.6(4.4)a | A 61.1(3.9)b | B 64.6(3.1)c | B 65.1(3.6)c |

Values within the parenthesis are standard deviation. Capitals A,B,C in front of the value represent difference in hardness between groups in each subgroup at p=0.05 level . Letters a,b,c in the back of the value represent difference in hardness between subgroups in each group at p=0.05 level.

Table 3. Degree of Discoloration of the tested samples

| | | Subgroup 1 | Subgroup 2 | Subgroup3 | Subgroup 4 |
|--------------|---------|-----------------------|------------------|-------------------|------------------|
| Z100 | Group 1 | B4.87(0.86) b | A,B4.04(0.71)a | A,B 4.38(0.80)a,b | B 4.80(1.23) b |
| | 2 | B5.16(1.02) a | B4.95(1.19) a | B4.72(0.77)a | B4.99(1.31) a |
| | 3 | A2.88(0.78)a,b | A3.8(1.06) c | A 3.51(1.97) b,c | A2.38(0.49) a |
| | 4 | C21.12(3.01)c | C20.58(2.83) b,c | C19.11(2.68) a,b | C17.25(3.20) a |
| Tetric Ceram | Group 1 | A 6.1 6 (0. 7 9) a,b | A5.84(1.97) a,b | A6.53(1.08) b | A5.5(1.09)a |
| | 2 | A7.23(1.40) b | A,B 6.23(0.66) a | A6.57(0.82)a,b | B8.45(1.09) c |
| | 3 | A6.20(0.87) b | B7.50(1.18)c | A5.15(1.02) a | A6.57(0.88) b |
| | 4 | B18.00(5.80) c | C10.51(3.75)a | B14.22(4.84)b | C12.15(4.27) a,b |
| Spectrum | Group 1 | A,B 4.78(0.85) b | B4.84(1.19)b | A4.04(0.72)a | A,B3.40(1.21) a |
| | 2 | B6.00(1.38) b | B5.70(2.44) b | A5.77(1.18)a | B4.52(1.92)a |
| | 3 | A3.97(1.26)b | A2.61(0.50)a | A3.77(1.18) b | A2.38(0.77)a |
| | 4 | C14.08(4.07) b | C13.35(2.76) a,b | B11.5(3.67)a | C13.19(3.04)a, b |
| Aelitfil | Group 1 | A,B4.4(0.70) b,c | A,B4.00(0.94)a,b | A3.59(0.60)a | B4.87(1.67)c |
| | 2 | B5.80(1.54)b | B4.89(1.07)a | B4.94(1.00)a | A,B4.39(0.94) a |
| | 3 | A3.86(1.62)b | A2.54(0.45)a | A,B3.80(1.25) b | A3.48(1.10)b |
| | 4 | C20.71(4.95)c | C17.62(4.38)b | C13.46(3.23)a | C12.43(2.51)a |

Capitals A,B,C in front of the value represent difference in E*ab between groups in each subgroup at p=0.05 level . Letters a,b,c in the back of the value represent difference in E*ab between subgroups in each group at p=0.05 level.

에 1, 4군에 대한 미세강도는 재료에 따라 상이하게 나타났다.

복합레진 표면의 변색에 대한 결과가 Table 3에 요약되어 있다.

4군의 변색이 다른 군에 비하여 모든 군에서 제일 높게 관찰 되었다. 3군의 표면 변색이 사용된 재료에서 다른 군에 비하여 일반적으로 낮게 관찰되었으며 1군과 2군 간에는 표면 변색에 있어서 큰 차이는 관찰되지 않았다.

광중합 후 변색기간이 연기될수록 일반적으로 모든 재료에서 변색되는 정도는 낮게 나타났다.

시각적 또는 고해상도 모니터를 이용하여 변색정도를 평가한 실험에서는 5명 모든 검사자가 4군과 다른 군과의 구별이 가능하다고 하였으나, 그 이외의 군, 또는 소 군간의 구별은 불가능하다고 하였다.

IV. 총괄 및 고찰

celluloid strip으로 표면을 처리한 복합레진에 있어서, 어느 정도의 중합 간섭이 일어난다는 사실은 직, 간접적으로 여러 문헌에서 관찰 된다. Park은 복합레진 표면의 중합률을 직접 측정하거나⁹⁾, 표면의 미세 강도를 직접 측정함으로써⁴⁾ 이러한 사실을 입증하였으며, 그 이외에도 celluloid strip으로 표면 처리를 한 복합레진 표면에 복합레진을 첨가할 경우, 결합강도가 화학적으로 결합한 복합레진과 차이가 없다는 사실을 토대로 하여 이러한 사실을 간접적으로 추론하였다⁷⁻¹⁰⁾. 이러한 사실을 토대로 처음 이 실험이 계획 되었을 때, celluloid strip 으로 표면 처리를 하였을 경우 나타나는 표면 변색의 정도가 복합레진 표면을 연마 하였을 때보다 높게 나올 것을 예상했지만 이번 실험의 결과는 이와 차이가 있었다. 이번 실험에서 celluloid strip으로 표면 처리한 군의 미세강도가 표면의 미세강도가 표면을 연마한 경우보다 낮게 관찰되었지만 표면 변색의 정도는 차이는 나타나지 않았다. Rueggerberg와 Craig는 5는 FTIR을 이용하여 표면의 중합률을 직접 측정하는 방법과 복합레진 표면의 미세강도를 측정하는 방법이 복합레진의 표면 중합률을 평가하는 데 가장 효과적이라고 하였다. 이러한 사실로 미루어 복합레진의 표면에서 중합의 장애가 일어나는 것은 사실이지만 이러한 약간의 중합장애가 복합레진 표면의 변색에 영향을 줄 전도는 아니라고 추측해 볼 수 있겠다.

복합레진을 erythrosin 용액에 위치시키는 시간이 지연될수록 변색의 정도는 일반적으로 낮게 나타났다. 이것은 시간이 경과할수록 복합레진의 중합률이 일반적으로 높아져서, 변색에 대한 영향도 그만큼 적어지기 때문으로 사료된다. 초기에 변색용액에 위치시키는 1소군의 경우 Ar 가스 하에서, celluloid strip 으로 표면처리를 하는 3군이 다른 군보다 변색이 적게 되었는데, 이것은 Ar 가스 하에서 중합을 시키기 때문에 산소에 의한 중합방해의 현상이 적으며, 또한 celluloid strip으로 표면 처리를 했기 때문에 매끈한 표면을 얻을 수 있기 때문으로 사료 된다.

Ar gas 하에서 중합충전을 하여 산소에 의한 영향을 받지 않았음에도 불구하고, 4군의 표면 변색의 정도가 가장 크게

나타났다. Park은 Ar 가스하에서 중합한 복합레진의 경우 표면을 연마한 복합레진과 같은 중합률을 나타낸다고 하였다. 높은 중합률을 나타냄에도 불구하고 표면변색이 제일 심했던 것은 4군이 연마과정을 거치지 않아서 복합레진의 표면이 제일 거칠었기 때문으로 사료된다

Celluloid strip 사용시 일어나는 복합레진의 불충분한 중합이 복합레진과 celluloid strip 간에서 일어나는 표면장력에 의한 간섭 현상이라는 견해와 산소에 의한 일종의 oxygen inhibition이라는 견해가 있다. 1소 군에서 대부분의 재료에서 Ar 가스하에서 celluloid strip을 이용하여 충전한 3군의 미세강도가 celluloid strip만을 이용하여 충전한 1군보다 높게 나타났다. 따라서 산소에 의한 영향이 더 크을 알 수 있다.

V. 결 론

복합레진의 표면변색에 있어서, 표면을 celluloid strip 으로 표면 처리한 경우와 연마한 경우의 차이는 없었다. 복합레진에서 일어나는 표면 변색을 줄이기 위해서는 복합레진 충전 후 초기에 착색 물질과 접하는 것을 피하는 것이 도움이 된다.

참 고 문 헌

1. Kroetze HJP, Plasschaert MA, Hof MA, Truin GJ : Prevalence and need for replacement of amalgam and composite in Dutch adults. *J Dent Res* 69: 1270-1274, 1990.
2. Hachiya Y, Hosoda, H Husayama T : Relation of finish to discoloration of composite resins. *J Prosthet Dent* 52:811-814, 1984.
3. Park SH : The relative degree of conversion of the composite resin surface. *J Dent Res special issue #1973*, 1997.
4. Park SH, Krejci I, Lutz F : Hardness of mylar-finished or polished composite surfaces with time. *J Prosthet Dent* 68:6, 2000 in press.
5. Rueggerberg FA, Craig RG. Correlation of parameters used to estimate monomer conversion in a light-cured composite. *J Dent Res* 67:932-7, 1988.
6. De Gee AJ, Harkel-Hagenaar E, Davidson CL : Color dye for identification of incompletely cured composite resins. *J Prosthet Dent* 52:626-631, 1984.
7. Li J. Effects of surface properties on bond strength between layers of newly cured dental composites. *J Oral Rehabil* 24:358-60, 1997.
8. Boyer DB, Chan KC, Torney DL. The strength of multilayer and repaired composite resin. *J Prosthet Dent* 39:63-7, 1978.
9. Lloyd CH, Baigrie DA, Jeffrey IW. The tensile strength of composite repairs. *J Dent* 8:171-7, 1980.
10. von Beetzen M, Li J, Nicander I, Sundstr F. Factors influencing shear strength of incrementally cured composite resins. *ACTA Odontol Scand* 54:275-8, 1996.