

수중 복합레진의 색안정성에 관한 연구

원광대학교 치과대학 치과보철학교실

김혜진 · 김광준 · 조혜원 · 진태호

I. 서 론

경제적 수준 및 지적 수준의 향상과 더불어 치과환자의 심미적 요구가 증가되고 있는데, 심미적인 수복재료로는 복합레진과 도제를 들 수 있다. 복합레진은 자연치아와의 색조조화와 색안정성등은 도제보다 떨어지는 반면, 비교적 심미성이 우수하고 인산에 의한 부식으로 접착력이 우수하며, 진료실에서 직접 수복할 수 있고, 아말감과 비교시 수은의 오염이 없으며, 경제적이라는 장점을 가지고 있다. 하지만 복합레진은 중합수축이 크고, 열팽창계수가 차아보다 커서 미세누출이 야기될 수 있고, 복합레진 기질의 응집력 부족으로 물리적 충격에 균열과 파절이 야기되고, 마모도가 크고, 시간 경과시 색안정성이 떨어진다는 단점이 있다.

복합레진은 1940년대 PMMA(polymethyl methacrylate)로 처음 소개되었고, 1962년 Ray Bowen에 의해 Bis-GMA 복합레진이 개발되었다. 복합레진은 중합 개시제에 따라 열중합계, 화학중합계, 자외선 중합계, 가시광선 중합계로 나뉘고, 이 중 가시광선 중합계 복합레진이 보편적으로 많이 사용되고 있다.

광중합 복합레진의 구성은 레진기질(resin matrix)로 이용되는 Bis-GMA단량체, TEGDMA(triethylene glycol dimethacrylate), EGDMA(ethylene glycol dimthacrylate)와 실란처리된 필러, 그리고 광개시제인 Camphoroquinone(CQ)과 반응활성제인 3가 아민으로 이루어진다. 광개시제인 CQ를 많이 넣으면 중합률은 증가하지만, 레진을 황색화시키므로

적정농도를 유지해야 하며, PPD(1-phenyl-1,2-propanedione)와 같은 새로운 광개시제를 함께 사용하여 상승효과를 얻을 수 있다.^{1,2)}

초기에는 복합레진을 심미성이 강조되는 전치부 수복에만 사용하였으나, 1980년대부터 1990년대 초반까지 구치부에 사용하려는 많은 연구가 진행되었고³⁻⁷⁾, 1990년대 후반부터는 구치부 수복에서 수은의 누출이 문제시되는 아말감 대신 대체 수복재료로서 그 사용이 늘어가고 있다.⁸⁻¹⁸⁾

복합레진의 성질 중 변색에 대한 많은 연구가 있어 왔는데, Hosoya는 광조사 시간에 따른 레진의 색변화를 장기적으로 관찰하였고¹⁹⁾, Stober등은 UV, mouthrinse, tea, coffee, red wine, 0.1% turmeric solution, de-ionized water하에서 microfilled hybrid composite의 변색을 관찰하였다.²⁰⁾ Um과 Ruyter는 coffee, tea에 의한 레진의 변색을 연구하였고²¹⁾, Robert 등은 de-ionized water, coffee에서 구치부 복합레진의 변색을 관찰하였다.²²⁾ Ruiter등은 구치부용 레진의 수분 흡수성과 filler의 특성을 연구하였고²³⁾, Brauer는 air, water에서 레진의 색변화를 연구하였다.²⁴⁾ Burrow는 자연광선 하에서 레진의 색변화를 관찰하였고²⁵⁾, Johnston은 광중합 동안에 레진의 투명도와 색의 변화를 연구하였다.²⁶⁾

본 연구에서는 심미성이 강조되는 복합레진의 선택과 임상적 활용에 도움이 되고자 최근에 개발되어 사용되고 있는 수중의 복합레진의 색안정성에 관하여 연구하고자 한다.

II. 연구재료 및 방법

1. 연구재료

본 실험에서 사용된 광중합 레진은 구치부전용 레진 Surefil, Filtek P60, Synergy Compact 3종과 전구치겸용 레진 Esthet X, Filtek Z250, Synergy Duo 3종이었다. 색상은 Surefil을 제외하고 A3였고, Surefil은 색상이 A, B, C로만 제작되기 때문에 A로 하였으며, Synergy Compact와 Synergy Duo는 A3/D3였다(Table 1).

2. 연구방법

(1) 시편의 제작

직경 7mm, 두께 2mm인 레진을 각 제품마다 36개씩, 총 216개를 제작하였다. 유리판 위에 cellulose strip을 깔고 그 위에 주형을 놓고 주형에 레진을 압축하여 넣은 다음, 그 위에 cellulose strip을 덮고 slide glass로 압접시킨 후 slide glass를 제거하고, 가시광선 중합기(curing light 2500, 3M, U.S.A.)를 이용하여 윗부분은 40초, 아래부분은 20초 동안 광중합시켰다. 광중합기의 광도는 450(MW/CM²)였다. 만들어진 시편은 400, 600, 1000, 1200 grit sand paper로 균일하게 연마하였다. 시편은 5~7일 동안 증류수에 담아 실온, 어두운 곳에서 보관한 후 사용하였으며, 증류수는 2일에 한번씩 교체하였다.

(2) 시편처리

시편은 각 제품당 36개를 12개씩 나누어, 열순환처리(thermocycling), methylene blue 염색, coffee

염색을 하였다.

① 열순환처리 : thermal cycling system(KD-TCS 30, 광덕 F.A, Korea)에서 8000회(2주)후와 12000회(3주)후에 색측정을 하였다. 열순환처리의 온도는 5±55℃였고, dwell time은 25초였다.

② methylene blue 염색 : 0.05% 중량비 methylene blue용액으로 60시간 동안 실온에서 보관하였고, 하루에 수회씩 흔들어 주어 용액을 균일하게 하였다.

③ filtered coffee 염색 : 물 20cc와 원두커피(Codolly Food Co. 4g)티백으로 만든 커피용액으로 200시간 동안 실온에서 보관하였고, 하루에 수회씩 흔들어 주어 용액을 균일하게 하였다. coffee는 2일에 한번 새것으로 교체하였다.

(3) 색측정

처리 전의 시편들을 대조군으로 하여 측색색차계(colorimeter, Model Tc-6Fx, Tokyo Denshoku Co.)로 측정하였고, 처리된 시편들을 측색색차계로 측정하여 비교, 분석하였다.

열순환처리, methylene blue 염색, filtered coffee 염색을 시행한 후 초음파 세척기로 5분간 세척하고, 건조시킨 후 색측정을 하였다.

측색색차계는 XYZ filter방식의 CIE 표준 C광원을 이용하였으며, 측정방법은 2광로 교조측정방식에 의한 적분구식 0~45범이었고 측정경은 3mm였다. 색측정을 위하여 광학부에 흡광통을 놓고 영점조정을 하고, 백색 표준판을 놓고 표준조정을 시행한 후, 시편을 광학부에 밀착시켜서 색측정을 실시하였고, 각 시편당 시편의 다른 부위를 2회씩 측정하였다. 측정된 XYZ 3차 극치는 컴퓨터 프로그램에 의하여

Table 1. Composite resins used in this study

Material	Shade	Batch No.	manufacturer
Surefil	A	645032	Dentsply, U.S.A.
Esthet X	A3	0101041	Dentsply, U.S.A.
Filtek P60	A3	8100A3	3M, U.S.A.
Filtek Z250	A3	1370A3	3M, U.S.A.
Synergy Compact	A3/D3	KC492	Coltene, Switzerland
Synergy Duo	A3/D3	JF781	Coltene, Switzerland

색공간 좌표인 L*, a*, b* 값 및 ΔE* 값(총색변화량)이 산출되었다.

(4) 통계처리

얻어진 측정치들을 SPSS프로그램을 이용하여 one-way ANOVA test로 각각의 평균값과 표준편차를 구하였고, 염색전과 염색후의 측정치들을 one-way ANOVA test와 T-test로 비교, 검증하였다.

Ⅲ. 연구성적

복합레진의 총색변화량은 Table II - Table IV에 기록된 바와 같다. Table II에서와 같이 열순환처리 후에 각각의 레진 시편의 ΔE* 값의 변화는 대조군에 비해 실험군이 대부분 감소하는 양상을 보였다. 감소 폭이 2주 후보다 3주 후에 전반적으로 더 감소

하였다. Surefil의 ΔE* 값은 대조군이 23.30이고 2주 후 실험군이 22.36으로 0.94 감소하였으며, 3주 후 실험군은 19.69로 3.61 감소하였다. Esthet X의 ΔE* 값은 대조군이 24.42이고 2주 후 실험군이 23.72로 0.70 감소하였으며, 3주 후 실험군은 21.31로 3.11 감소하였다. Filtek P60의 ΔE* 값은 대조군이 25.45이고 2주 후 실험군이 24.36으로 1.09 감소하였으며, 3주 후 실험군은 21.87로 3.58 감소하였다. Filtek Z250의 ΔE* 값은 대조군이 24.37이고 2주 후 실험군이 22.25로 2.12 감소하였으며, 3주 후 실험군은 20.35로 4.02 감소하였다. Synergy Compact의 ΔE* 값은 대조군이 23.14이고 2주 후 실험군이 22.97로 0.17 감소하였으며, 3주 후 실험군은 20.93으로 2.21 감소하였다. Synergy Duo의 ΔE* 값은 대조군이 23.59이고 2주 후 실험군이 23.28로 0.31 감소하였으며, 3주 후 실험군은 21.09로 2.50 감소하였다.

Table II. Mean of ΔE* values by thermocycling

Material	Control Group	Experimental Group		AC	P
		2 Weeks	3 Weeks		
Surefil	23.30±0.26	22.36±0.12	19.69±0.13	3.61	***
EsthetX	24.42±0.21	23.72±0.05	21.31±0.05	3.11	***
FiltekP60	25.45±0.25	24.36±0.23	21.87±0.18	3.58	***
FiltekZ250	24.37±0.09	22.25±0.19	20.35±0.06	4.02	***
Synergy-Co.	23.14±0.18	22.97±0.10	20.93±0.05	2.21	***
Synergy-Duo.	23.59±0.17	23.28±0.09	21.09±0.05	2.50	***

AC : Amount of Change in ΔE* between control group and experimental group(3 weeks)

*** : P<0.005

Table III. Mean of ΔE* values by methylene blue staining

Material	Control Group	Experimental Group	AC	P
Surefil	23.30±0.26	26.88±0.81	3.58	***
EsthetX	24.42±0.11	26.44±0.67	2.02	***
FiltekP60	25.45±0.25	26.77±0.63	1.32	***
FiltekZ250	24.37±0.09	25.24±0.55	0.87	***
Synergy-Co.	23.14±0.18	23.87±0.13	0.73	***
Synergy-Duo.	23.59±0.17	24.65±0.09	1.06	***

AC : Amount of Change in ΔE* between control group and experimental group

*** : P<0.005

Table IV. Mean of ΔE^* values by coffee staining

Material	Control Group	Experimental Group	AC	P
Surefil	23.30±0.26	19.72±0.07	3.58	* * *
EsthetX	24.42±0.11	21.61±0.04	2.81	* * *
FiltekP60	25.45±0.25	22.36±0.04	3.09	* * *
FiltekZ250	24.37±0.09	21.13±0.08	3.24	* * *
Synergy-Co.	23.14±0.18	20.25±0.04	2.89	* * *
Synergy-Duo.	23.59±0.17	20.89±0.06	2.70	* * *

AC : Amount of Change in ΔE^* between control group and experimental group

* * * : P<0.005

Table III에서와 같이 Methylene blue 염색에서는 각각의 레진 시편의 ΔE^* 값의 변화는 대조군에 비해 실험군이 대부분 증가하는 양상을 보였다. Surefil의 ΔE^* 값은 대조군이 23.30이고 실험군이 26.88로 3.58 증가하였고, Esthet X의 ΔE^* 값은 대조군이 24.42이고 실험군이 26.44로 2.02 증가하였다. Filtek P60의 ΔE^* 값은 대조군이 25.45이고 실험군이 26.77로 1.32 증가하였고, Filtek Z250의 ΔE^* 값은 대조군이 24.37이고 실험군이 25.24로 0.87 증가하였다. Synergy Compact의 ΔE^* 값은 대조군이 23.14이고 실험군이 23.87로 0.73 증가하였고, Synergy Duo의 ΔE^* 값은 대조군이 23.59이고 실험군이 24.65로 1.06 증가하였다.

Table IV에서와 같이 Coffee 염색에서는 각각의 레진 시편의 ΔE^* 값의 변화는 대조군에 비해 실험군이 대부분 감소하는 양상을 보였다. Surefil의 ΔE^* 값은 대조군이 23.30이고 실험군이 19.72로 3.58 감소하였고, Esthet X의 ΔE^* 값은 대조군이 24.42이고 실험군이 21.61로 2.81 감소하였다. Filtek P60의 ΔE^* 값은 대조군이 25.45이고 실험군이 22.36으로 3.09 감소하였고, Filtek Z250의 ΔE^* 값은 대조군이 24.37이고 실험군이 21.13으로 3.24 감소하였다. Synergy Compact의 ΔE^* 값은 대조군이 23.14이고 실험군이 20.25로 2.89 감소하였고, Synergy Duo의 ΔE^* 값은 대조군이 23.59이고 실험군이 20.89로 2.70 감소하였다.

IV. 총괄 및 고찰

심미성이 강조되는 부위에서 복합레진의 수복은

초기에는 만족할 만한 결과를 가져오지만, 시간이 지남에 따라 레진 자체의 변성과 음식물에 의한 외부변색이 문제점으로 지적되어왔다. 복합레진의 변색은 내적인자와 외적인자로 나눌 수 있는데, 내적인자는 중합되지 않고 남아있는 레진자체의 변성, 기질자체의 변성, 기질과 무기 충전제간의 경계면의 변성, 광중합개시제인 Camphoroquinone(CQ)의 영향등을 들 수 있고²⁷⁾, 외적인자는 외부착색인자의 흡착(adsorption)과 흡수(absorption)를 들 수 있다.²⁸⁾

³⁰⁾ 본 연구에서는 레진 자체의 변색을 보기위해 열순환처리를 시행하였고, 외부착색인자로서 methylene blue와 coffee를 선택하였다. Hosoya는 광조사 시간에 따른 레진의 색변화를 5년 동안 관찰하였는데, L* 값은 감소하고, a*, b* 값은 증가하여 red color와 yellow color로 변한다고 하였다.¹⁹⁾ 본 연구에서 시행한 열순환처리는 긴 시간에 걸쳐 관찰되는 구강상태를, 짧은 실험시간으로 조금이나마 재현하여 분석한 것이다. 모든 시편에서 L* 값은 증가경향을 보였고, a* 값과 b* 값은 일률적으로 증가하거나 감소하지 않았는데, 그 이유는 복합레진의 종류에 따라 다를 수 있으며, Hosoya처럼 장기간 동안 관찰해보아야 할 것으로 생각된다.

Stober등은 복합레진을 mouthrinse, coffee, tea, red-wine, 0.1% turmeric solution에 넣은 실험에서 0.1% turmeric solution에서 가장 큰 변화를 보였고, 그 다음이 red-wine이었다고 보고하였고, coffee에서는 실험한 8종류의 레진 중 ΔE^* 값이 3.3 이상이 3종류였고, 나머지 5종류는 ΔE^* 값이 3.3 이하였다고 하였다.²⁰⁾ 본 연구에서는 0.05%중량비 methylene blue로 염색하였는데 강한 염색효과를 기대하기 위

해서였고, coffee에서는 ΔE^* 값이 3.3 이상이 한 종류였고 나머지는 ΔE^* 값이 3.3 이하였다. Um과 Ruyter는 hydrophobicity인 coffee에 잘 염색되는 레진이 있고, hydrophilicity인 tea에 잘 염색되는 레진이 있다고 하였는데, 본 연구에서는 tea보다 즐겨마셔지는 coffee를 선택하였다.²¹⁾ Cooley 등은 구치부 레진 6종류를 coffee에 7일 동안 담구어 변색을 관찰하였는데, 7일이 staining이 plateau에 도달하는 시간이라고 하였다.²²⁾ 본 연구에서도 시편들을 coffee에 8일간 담구어 두었는데, 이전의 연구들에 바탕을 두고 있다. 레진의 색안정성은 filler의 함유정도나 크기에 따라서 영향을 받는데, Germain 등은 filler의 양이 많을수록 색변화가 적다고 하였다.³¹⁾

Øysæd²³⁾는 레진에서 수분흡수는 확산에 의해서 일어나며, 주로 filler와 matrix 결합사이나 resin matrix사이에서 일어나고, filler와 matrix간의 결합을 와해시키거나 filler를 용해시킬 수 있다고 하였고, 레진 시편에 기포가 생길 경우 그곳은 중합되지 않는 inhibition zone을 만들어 high water solubility를 야기시킨다고 하였다. 본 연구에서도 레진을 주형에 다져 넣을 때 기포가 생기지 않도록 주의하였으나, 중합후 기포가 생긴 부분이 관찰되었고, 그 부분은 3가지 처리방법 후에 다른 부분보다 많은 색차이를 보였다. Brauer 등은 60°C air에 12개월 동안 놓아 둔 시편과 60°C water에 1개월 동안 담구어 둔 시편의 색변화가 같으며, 이는 수분흡수의 영향이라고 하였고, microfilled resin이 traditional resin보다 색안정성이 좋지 않은 이유도 레진기질의 수분흡수 때문이라고 하였다.²⁴⁾ Burrow 등은 복합레진이 빛과 water에 함께 노출되었을 때 색변화가 더 크다고 하였다.²⁵⁾

복합레진의 표면상태는 색소침착과 관계가 있는데, Wendt는 표면상태가 거칠수록 색소침착이 크다고 하였으며,³²⁾ 박 등은 레진 시편에 표면연마를 시행한 군과 celluloid strip으로 처리한 군을 비교시 celluloid strip으로 처리한 군이 표면연마를 시행한 군보다 표면의 미세강도가 낮았지만, 표면변색에는 차이를 보이지 않았다고 하였다. 그러나 celluloid strip으로 처리한 것이 표면연마를 시행한 것보다 변색량이 크다는 이전 연구들이 있으며, 표면변색을 줄이기 위하여 복합레진 충전후 초기에 착색물질과의 접촉을 피하는 것이 좋다고 하였다.³³⁾ 본 연구에

서 레진시편의 표면연마는 1000, 1200 grit sand paper까지 연마하여 표면거칠기를 줄이려는 노력을 하였다. 그러나 표면연마를 여러방법으로 더 매끈하게 하였으면 ΔE^* 값이 좀 더 적었으리라고 생각된다.

수복재료의 색조변화를 연구하는 방법에는 Munsell standard color chart등을 이용하여 육안으로 비교하는 방법과 측색색차계나 분광측정기(spectrophotometer)를 이용하는 기계적 방법들이 이용되고 있다. 측색색차계는 인간의 눈에 있는 수용기와 똑같은 특징을 지니고 있는 3색 여과기를 이용하여 반사된 빛의 적, 녹, 청색에 대한 값을 분석하는 기계이고, 분광측정기는 반사광의 가시광선 파장 범위에서 spectral power distribution을 측정한다. 측정된 빛은 400~700nm 사이의 가시광선 파장내에서 illumination spectrum S와 반사도(reflective property)R의 곱으로 표현된다. 육안으로 비교하는 방법은 관찰자의 주관이 개입될 수 있고 미세한 색상변화는 비교하기 어렵기 때문에, 현재 대부분의 연구에서는 기계적 방법이 이용되고 있다. 본 실험에서는 측색색차계를 이용하여 색을 분석하였으며, 색차를 정량적으로 평가하기 위하여 CIE system을 사용하였다.

CIE system은 1976년 국제조명위원회 CIE(Commission International d'Eclairage)에서 채택된 색의 정량적 측정법이며, $L^* a^* b^*$ 에서 L^* 은 색의 밝기를 나타내는 명도(value)이며 L^* 값이 100이면 완전한 백색을, 0이면 검정색을 나타내고, a^* , b^* 값은 색도(chromacity)를 나타내어 a^* 값이 (+)이면 적색을, (0)이면 회색을, (-)이면 녹색을 나타내고, b^* 값이 (+)이면 황색을, 0이면 회색을, (-)이면 청색을 나타낸다. 또한 전체 색변화량 ΔE^* 는 각 색의 특성 변화량을 나타내며, 이는 색의 특성 변화량 ΔL^* , Δa^* , Δb^* 를 측정 한 후 $\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$ 식을 이용하여 산출하게 된다. 치과 수복재를 육안적으로 평가할 때 ΔE^* 값의 수치는 중요한데, Ruyter등은 1은 색변화를 인식할 수 있는 수치이고 3.3은 치과수복재로 사용할 수 있는 허용상한선(upper limit of acceptability)으로 3.3이하 값의 색차는 받아들일 수 있다고 하였다. O'Brien등은 ΔE^* 값의 변화가 1일 때 우수하며, 2일 때 임상적으로 수용가능하고, 3.7 이상이면 임상적으로 문제가 있다고 하였다.³⁴⁾ 본 실

험에서 열순환처리시 Filtek Z250을 제외하고 ΔE* 값이 3.7 이하로 임상적으로 수용가능하였고, methylene blue staining과 coffee staining시 모든 제품에서 ΔE* 값이 3.7 이하로 임상적으로 수용가능하였다.

전구치부 겹용레진과 구치부 전용레진으로 크게 나누어 볼 때, 두 group간에 색변화에 있어서 유의한 차이를 보이지는 않았다. 그 이유는 전구치부 겹용레진과 구치부 전용레진 모두 filler 입자가 minifill type(0.6~1.0μm)과 nanofill type(0.01~0.02μm)의 혼합인 microhybrid composite이며, 중합수축이나 강도, 마모저항성을 고려하여 filler의 함량을 60%이상의 부피비(vol%)로 넣은 밀집양 복합레진(densified composite)이기 때문이다.^{35,36)} 다만 구치부 전용레진은 연마성보다는 물성이 더 고려되기 때문에, filler의 입자가 전구치부 겹용레진보다 더 클 것으로 생각되며, 물성에 대한 비교가 더 필요하리라고 본다. 그리고 전치부 전용레진도 아울러 색안정성을 검사하여 비교하는 것이 의미있을 것이라고 생각된다. 또한 본 실험에서는 복합레진의 색안정성을 보기 위하여 시편을 3가지 방법으로만 실험처리하였으나 더 많은 방법으로, 장기간에 걸친 연구가 필요하리라고 사료되어진다.

V. 결 론

저자는 복합레진의 색 안정성이 심미성에 미치는 영향을 고려하여, 최근 개발되어 시판되고 있는 복합레진 Surefil(Dentsply, U.S.A.), Esthet X(Dentsply, U.S.A.), Filtek P60(3M, U.S.A.), Filtek Z250(3M, U.S.A.), Synergy Compact(Coltene, Switzerland), Synergy Duo(Coltene, Switzerland)를 이용하여 시편을 제작한 후, 열순환처리 2주와 3주, methylene blue 염색 60시간, coffee 염색 200시간동안 실험처리하고, 측색색차계(colorimeter, Model Tc-6Fx, Tokyo Denshoku Co.)로 색변화를 측정 한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 열순환 3주 처리후 ΔE* 값은 Filtek Z250, Surefil, FiltekP60, Esthet X가 Synergy Duo, Synergy Compact 보다 비교적 높게 나타났다.
2. Methylene blue 염색시 ΔE* 값은 Surefil과 Esthet X가 Filtek P60, Synergy Duo, Filtek

Z250, Synergy Compact보다 비교적 높게 나타났다.

3. Coffee 염색시 ΔE* 값은 Surefil, Filtek Z250, Filtek P60이 Synergy Compact, Esthet X, Synergy Duo보다 비교적 높게 나타났다.
4. Synergy Compact와 Synergy Duo는 ΔE* 값이 열순환처리와 coffee 염색에서 비교적 낮게 나타났다.

참고문헌

1. 김경현, 권오승, 김현기. 수중 광중합 복합레진의 중합깊이와 광조사 시간에 따른 중합률에 관한 연구. 대한치과보존학회지 1997; 22:35-53.
2. 탁홍수, 박상진. Camphoroquinone이 복합레진의 특성에 미치는 영향. 대한치과보존학회지 2001;26:41-50.
3. Leinfelder KF. Using composite resins as a posterior restorative material. JADA 1991;Apr.:65-70.
4. Mazer RB, Leinfelder KF. Evaluating a microfill posterior composite resin a five-year study. JADA 1992;Apr.:32-38.
5. Bayne SC, Heymann HO, Swift EJ. Update on dental composite restorations. JADA 1994; June.:687-701.
6. Leinfelder KF. Posterior composite resins : the materials and their clinical performance. JADA 1995; May:663-676.
7. Donly KJ, Wild TW, Jensen ME. An in vitro investigation of the effects of glass inserts on the effective composite resin polymerization shrinkage. J Dent Res 1989;68:1234-1237.
8. Christensen GJ. Amalgam vs. composite resin. JADA 1998;129:1757-1759.
9. Cobb DS, Macgregor KM, Vargas MA and et al. The physical properties of packable and conventional posterior resin-based composites. JADA 2000;131:1610-1615.
10. Christensen GJ. Curing restorative resin

- : A significant controversy. JADA 2000; 131:1067-1069.
11. Jackson RD, Morgan M. The new posterior resins and a simplified placement technique. JADA 2000;131:375-383.
 12. Turkun LS, Aktener BO. Twenty-four-month clinical evaluation of different posterior composite resin materials. JADA 2001;132:196-203.
 13. Harada KM, Caputo AA, Mito RS. Evaluation of microleakage of composite restorations with glass insert megafillers. J Esth Dent 1997;9:306-310.
 14. Manhart J, Chen HY, Hickel R. The suitability of packable resin-based composites for posterior restorations. JADA 2001; 132:639-645.
 15. Dodes JE. The amalgam controversy. JADA 2001;132:348-356.
 16. Ziskind D, Venezia E, Hirschfeld EM. The effect of composite resin application and radiation techniques on dye penetration in class II direct composite resin restorations. J Oral Rehabil 1999;26:254-258.
 17. Dijiken JV, Horstedt P, Waern R. Directed polymerization shrinkage versus a horizontal incremental filling technique : Interfacial adaptation in vivo in Class II cavities. Am J Dent 1998;11:165-172.
 18. Condon J, Ferracane JL. Assessing the effect of composite formulation on polymerization stress. JADA 2000;131:497-503.
 19. Hosoya Y. Five-year color changes of light-cured resin composites : influence of light-curing times. Dent Mater 1999; 15:268-274.
 20. Stober T, Glide H, Lenz P. Color stability of highly filled composite resin materials for facings. Dent Mater 2001;17:87-94.
 21. Um C, Ruyter IE. Staining of resin-based veneering materials with coffee and tea. Quint Int 1991;22:377-386.
 22. Cooley RL, Barkmeier WW, Matis BA and et al. Staining of posterior resin restorative materials. Quint Int 1987; 18:823-827.
 23. Øysæd H, Ruiter E. Water sorption and filler characteristics of composites for use in posterior teeth. J Dent Res 1986; 65:1315-1318.
 24. Brauer GM. Color changes of composites on exposure to various energy sources. Dent Mater 1988;4:55-59.
 25. Burrow MF, Makinson OF. Color change in light-cured resins exposed to daylight. Quint Int 1991;22:447-452.
 26. Johnston WM, Reisbick MH. Color and translucency changes during and after curing of esthetic restorative materials. Dent Mater 1997;13:89-97.
 27. 조희태, 박상진. 필러의 실란처리 농도가 복합 레진의 특성에 미치는 영향. 대한치과 보존학회지 2001;26:23-29.
 28. Shin MR, Cho HW, Jin TH. The color stability of porcelain repair composite resins. 1991;29:171-179.
 29. 오세홍, 임미경, 조혜원, 이광희. 광중합 레진의 색 안정성과 미세경도에 관한 연구. 대한치과보존학회지 1992;17:126-133.
 30. 신흥수, 황호길, 조영곤. 심미성 수복재료의 착색경향에 관한 연구. 대한치과보존학회지 1995; 20:372-383.
 31. Germain HS, Swartz ML, Phillips RW and et al. Properties of Microfilled composite resins as influenced by filler contents, J Dent Res 1985;64:155-160.
 32. Wendt SL. The effect of heat used as secondary cure upon the physical properties of three composite resins. II. Wear, hardness, and color stability. Quint Int 1987;18:351-356.
 33. 박성호, 노병덕, 김모란, 안현정. 수복용 복합 레진의 표면처리 방법에 따른 표면중합률 및

- 변색정도의 변화와 그 상관관계에 대한 연구.
대한치과보존학회지 2000;25:482-487.
34. 전이주, 조성식, 엄정문. 복합레진의 광중합
전 후와 shade guide의 색차비교. 대한치과보
존학회지 1999;24:299-309.
35. 류길주, 최경규. 전치부 복합레진의 올바른 선
택과 이용. 치과임상 2001;5월호:466-471.
36. 신동훈. 복합레진을 이용한 심미성 재현. 치과
계 2001;8월호:58-61.

Reprint request to:

Kye-Jin Kim

Department of Prosthodontics, School of Dentistry, Wonkwang University
344-2, Shinyong-Dong, Iksan-Si, Jeonbuk 570-749 Korea
Tel. 063-850-1938
E-mail. khjdent@hanmail.net

ABSTRACT

THE STUDY ON THE COLOR STABILITY OF COMPOSITE RESIN

Hye-Jin Kim, Kwang-Jun Kim, Hye-Won Cho, Tai-Ho Jin

Department of Prosthodontics, School of Dentistry, Wonkwang University

The purpose of this study was to investigate the color stability of composite resins used widely as esthetic restorative material. Surefil(Dentsply, U.S.A.), Esthet X(Dentsply, U.S.A.), Filtek P60(3M, U.S.A.), Filtek Z250(3M, U.S.A.), Synergy Compact(Coltene, Switzerland), and Synergy Duo(Coltene, Switzerland) were chosen for this study. Thirty six specimens(7mm×2mm) of each composite resin were fabricated and polished after polymerization. Treatment conditions designed for this study were thermocycling, methylene blue staining, and filtered coffee staining. The color changes before and after treatment were measured by colorimeter(colorimeter, Model Tc-6Fx, Tokyo Denshoku Co.) and analyzed.

The followings were drawn from this study:

1. The color changes of Filtek Z250, Surefil, Filtek P60 and Esthet X after thermocycling for 3 weeks were greater than those of the others.
2. The color changes of Surefil and Esthet X after methylene blue staining and those of Surefil, Filtek Z250 and Filtek P60 after coffee staining were great.
3. The color changes of Synergy Duo and Synergy Compact after thermocycling and coffee staining were relatively lesser than those of other composite resins.

Key words : Surefil, Esthet X, Filtek P60, Filtek Z250, Synergy Compact, Synergy Duo, Color stability, Colorimeter