

도재 수리용 레진의 색안정성에 관한 연구

원광대학교 치과대학 치과보철학교실

김난영 · 진태호

I. 서 론

치과 환자의 심미적 요구가 증가함에 따라 도재수복물이 흔히 사용되어지고 있다. 그러나 치과용 도재는 취성이 커 임상에서 도재 파절을 자주 경험하고 있다. 파절시 수리 방법으로는 여러 가지가 있으나, 최근 도재와 레진 간의 결합력에 관한 연구와 개발에 힘입어 복합 레진을 사용하여 구강 내에서 직접 수리하는 방법을 많이 사용하고 있다.¹⁾

Dent²⁾는 도재파절시 수복방법에 따른 보철물의 예후에 관하여 보고하였고, Bowen³⁾은 silane으로 처리된 강화입자로 복합 레진을 보강하여 수리재료를 개발, 임상에 적용하였으며, Barreto와 Bottaro⁴⁾는 불투명 도재 분말과 복합 레진, 그리고 결합제를 사용하여 도재 파절을 수복하는 방법에 대하여 보고하였다.

Newberg와 Pameijer⁵⁾는 접착액을 사용한 금속과 복합레진의 결합력에 관하여 연구하였고, Highton 등⁶⁾은 파절된 도재 수복시 연마제의 거칠기와 유지력과의 관계에 대해 연구하였다. Bello 등⁷⁾은 도재 수리용 재료간의 인장결합강도 및 변연누출에 관하여 보고하였으며, 최 등⁸⁾은 도재와 도재 수리용 레진의 결합력에 관하여 연구하였다. 또한 Chadwick 등⁹⁾은 결합제에 따른 도재와 복합레진간의 결합력에 대해 연구하였고, Leibrock 등¹⁰⁾은 여러 도재 수리용 레진에 대한 열순환과 기계적 하중의 영향에 대해 연구하였으며, Hisamatsu 등¹¹⁾은 기공실 수리과정 중 여러 가지 표면 처리에 따른 silane primer와 bonding agent의 영향에 대해 연구하였다.

이렇듯 다양한 silane primer와 bonding system이 최근에 개발되어 도재와 복합 레진간의 결합력이 증가되고 임상에서의 활용이 높은 반면 복합레진은 표면에서의 마모, 흡착, 흡수 등에 의해 그 물성이 변하는 등의 여러 가지 문제점이 있다. 특히, 구강 내에서의 색의 부조화와 색 변화는 심미적인 영향이 커 임상적으로 수리용 레진의 선택에 중요한 기준이 되고 있다.¹²⁾

레진의 변색에 대한 많은 연구가 있어왔는데, Asmussen¹³⁾은 레진의 색 변화에 영향을 미치는 요인에 대해 연구했고, Germain 등¹⁴⁾과 Oysaed와 Ruyter¹⁵⁾는 filler의 양이 색 변화에 미치는 영향에 대해 연구하였다. Ameye 등¹⁶⁾은 filler size와 색 변화의 관계에 대해 연구하였고, Venz와 Antonussi¹⁷⁾는 photoaccelerator가 레진의 중합과 색안정성에 미치는 영향에 대하여 연구하였다.

Powers 등¹⁸⁾과 Ruyter 등¹⁹⁾은 증류수에서 장기간 보관 후 색 변화를 관찰했고, Gross 등²⁰⁾과 Um과 Ruyter²¹⁾는 커피와 차가 색 변화에 미치는 영향을 연구하였으며, Raptis 등²²⁾은 흡연이 착색에 미치는 영향에 관하여 연구하였고, Brauer²³⁾는 공기와 물에서 레진의 색변화에 대해 연구하였다.

이에 본 연구는 심미적 장점을 지닌 도재관의 부분 파절시 수리용으로 개발되어 현재 널리 사용되고 있는 수종의 복합레진의 물리적 성질 중 색안정성과 염색 저항성에 관하여 연구함으로써 복합레진의 임상적 활용에 도움을 주고자 하였다.

II. 연구재료 및 방법

1. 연구 재료

본 실험에서 사용된 복합 레진은 porcelain repair kit에 포함된 제품으로 Tetric ceram (Ivoclar, Liechtenstein)과 Arabesk Top (VOCO, Germany), 전구치부용 복합 레진 제품으로 Carisma (Kulzer, Germany)와 Filtek Z250 (3M, USA)을 사용하였고, 색상은 모두 A2를 사용하였다(Table I).

2. 연구 방법

가) 시편제작

플라스틱 주형을 이용하여 직경 10mm, 두께 2mm인 원판형의 시편을 각 제품 당 30개씩, 모두 120개를 제작하고 각 15개씩 2군으로 나누었다. 주형의 하부에 유리판을 놓은 다음 주형에 레진을 충전한 후 그 위에 celluloid strip을 위치시킨 후 유리판으로 압축한 다음 유리판을 제거하고 윗부분은 40초, 아래 부분은 20초 동안 광중합 하였다. 광중합기로는 가시광선 중합기인 VIP (BISCO Inc., USA)를 사용하였고, 광중합기의 광도는 400(mW/cm²)이었던

다. 광중합된 각각의 시편은 600, 800, 1000, 1200번 사포로 연마하였다. 완성된 시편은 2일 동안 증류수에 침적시키어 실온, 암소에 보관하였다.

나) 시편 처리

시편은 각 제품 당 15개씩 나누어 열순환 처리(thermocycling), 메칠렌블루 염색을 하였다.

(1) 열순환 처리 : Thermal cycling system(KD-TCS30, 광덕 F.A. Korea)을 이용하여 각각 5℃와 50℃의 수조에서 1회당 30초씩 교대로 담가 열순환을 시행하였으며, 4000회(1주), 8000회(2주), 12000회(3주) 순환 후 색 측정을 하였다.

(2) 염색 처리 : 중량비 0.05% 메칠렌블루 용액에 담가 실온에서 보관하였으며, 24시간 마다 용액을 교체하였다. 염색 처리 24, 72시간 후에 색 측정을 하였다.

다) 색 측정

열순환 처리된 시편들은 측정 전에 증류수에 담가 초음파 세척기에서 1분 동안 세척하고 건조 후 측정하였고, 염색 처리된 시편들은 측정 전에 비눗물 용액을 이용하여 1분 동안 초음파 세척기에서 세척한

Table I. Materials used in this study

Materials	Filler	Composition		Manufacturer
		Inorganic filler (%vol)	Filler size(μm)	
Carisma	Barium aluminium fluoride glass, Siliciumdioxide	64	0.02-2.0	Kulzer, Germany
Tetric ceram	Barium glass, Ytterbium trifluoride, Ba-Al-fluosilicate glass, Silicon dioxide, Mixed oxide	60	0.04-3.0	Ivoclar, Liechtenstein
Filtek Z250	Zirconia/Silica	60	0.01-3.5	3M, USA
Arabesk Top	Fumed silica, Barium-aluminium-boro silicate glass	56	0.05-0.7	VOCO, Germany

후에 다시 증류수로 1분 동안 세척한 다음 건조 후 측정하였다.

색 측정은 측색색차계(colorimeter, Model Tc-6Fx, Tokyo Denshoku Co.)로 X,Y,Z filter 방식의 CIE 표준 C광원을 이용하였으며 측정방법은 2광로 교조측정방식에 의한 적분구식 0-45법이었고 측정 경은 3mm이었다. 색조측정을 위하여 광학부에 흡광 통을 놓고 영점조정을 한 후 광학부에 표준 백색판을 놓고 표준조정을 시행하였다. 기기의 영점조정과 표준조정이 끝나면 시편에 광학부를 밀착시킨 후 색 측정을 하였다.

한 시편 당 서로 다른 3부위를 3회씩 측정하고 컴퓨터 프로그램을 이용하여 색 공간 좌표인 L^* , a^* , b^* 값을 측정하였다. 각 시편의 L^* , a^* , b^* 값으로 대조군과 실험군의 차를 계산하여 ΔL^* , Δa^* , Δb^* 값을 얻고 다시 다음의 식을 이용하여 ΔE^* 값을 계산하였다.

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

라) 통계처리

측정된 결과는 SPSS V10.0 for Win.(SPSS Inc., USA)을 사용하여 One-way ANOVA로 평균값과 표준편차를 구하였으며, Scheffé's multiple range test, paired t-test를 시행하여 95% 유의수준에서 검증하였다.

III. 연구 성적

1. 열순환 처리 후의 색 변화

열순환 후의 각 실험군의 색 변화에 대한 결과는 Table II와 같다. 4000회 열 순환 후, 모든 군의 ΔE^* 값은 2이상이었고, Arabesk Top은 Tetric ceram보다 색 변화가 적었다($p < 0.01$). 8000회 열순환 후에는 Filtek Z250을 제외하고는 모두 4000회 열순환 후 보다 통계학적으로 유의한 수준으로 ΔE^* 값이 증가하였으며, Filtek Z250은 다른 레진보다 색 변화가 적었다($p < 0.001$). 12000회 열순환 후에는 모든 레진의 ΔE^* 값이 통계학적으로 유의한 수준에서 증가하였고, Carisma와 Filtek Z250은 Tetric ceram과 Arabesk Top에 비해 색 변화가 적은 경향을 보였다($p < 0.001$).

2. 메칠렌블루 염색 후의 색 변화

메칠렌블루 염색 후의 각 실험군의 색 변화에 대한 결과는 Table III과 같다. 24시간 염색 후에는 Arabesk Top의 ΔE^* 값이 Carisma의 값보다 통계적으로 유의성이 있는 수준으로 적었고, 나머지 레진들 간의 ΔE^* 값은 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 72시간 염색 후에는 Tetric ceram은 24시간 염색 후의 결과와 통계적으로 유의한 차이를 보이지

Table II. Color changes after thermocycling

Materials	N	$\Delta E(4000)^*$	$\Delta E(8000)^*$	$\Delta E(12000)^*$
Carisma	15	2.64(0.15) ^{a,b,A}	2.97(0.16) ^{a,B}	3.24(0.18) ^{a,C}
Tetric ceram	15	2.96(0.23) ^{a,A}	3.21(0.21) ^{a,B}	3.73(0.19) ^{b,C}
Filtek Z250	15	2.59(0.42) ^{a,b,A}	2.55(0.37) ^{b,A}	3.19(0.40) ^{a,B}
Arabesk Top	15	2.20(0.78) ^{b,A}	3.07(0.31) ^{a,B}	3.61(0.33) ^{b,C}

- Mean values of 15 specimens with standard deviation in parentheses.
- For comparisons between the products, the mean with the same lowercase letter are not statistically different at $p=0.05$ using the Scheffe test.
- For comparisons between the thermal cycling time, the mean with the same capital letter are not statistically different at $p=0.05$ using Scheffe test.

Table III. Color changes after staining with methylene blue solution

Materials	N	$\Delta E(24hr)^*$	$\Delta E(72hr)^*$
Carisma	15	2.07(0.22) ^{a,A}	2.36(0.23) ^{a,B}
Tetric ceram	15	1.85(0.29) ^{a,b,A}	1.87(0.33) ^{b,A}
Filtek Z250	15	1.87(0.26) ^{a,b,A}	2.66(0.30) ^{c,B}
Arabesk Top	15	1.75(0.14) ^{b,A}	2.80(0.21) ^{c,B}

- Mean values of 15 specimens with standard deviation in parentheses.
- For comparisons between the products, the mean with the same lowercase letter are not statistically different at $p=0.05$ using the Scheffe test.
- For comparisons between the staining time, the mean with the same capital letter are not statistically different at $p=0.05$ using the paired t-test.

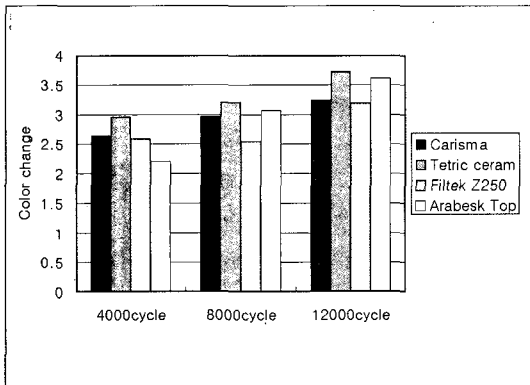


Fig. 1. Color changes(ΔE^*) of 4 groups after thermocycling.

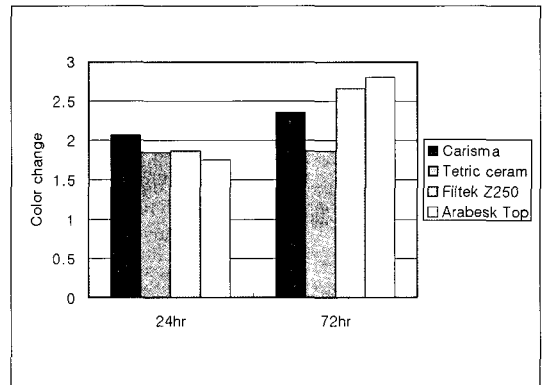


Fig. 2. Color changes(ΔE^*) of 4 groups after methylene blue staining.

않았으며, 다른 레진보다 색 변화도 적은 결과를 보였다($p<0.001$).

IV. 총괄 및 고찰

심미성이 요구되는 경우 도재전장관은 뛰어난 색안정성, 마모 저항성, 연조직과의 친화력 등의 장점을 지니고 있는 것에 반하여 도재부의 파절 또는 탈락의 단점을 지니고 있다. 최근 다양한 silane primer와 luting agent를 포함하는 bonding system이 개발되면서, 도재 수리 시스템은 크게 향상되었고, 그 편리함으로 인해 임상에서 많이 사용되고 있다.⁸⁻¹¹⁾

심미성이 요구되는 부위의 수복 시 색안정성이 좋은 재료를 선택하는 것은 환자나 술자 모두에게 중

요하다. 1930년 이래로 치과분야에서는 수복물과 자연치아간의 색조 조화에 관하여 연구하였고, Seghi 등²⁴⁾은 보철물의 심미성은 보철물의 외형, 표면형태, 투명도와 색조에 의해 좌우된다고 하였으며, 자연치아에서의 빛의 반사와 흡수 양상을 그대로 재현시킬 수는 없다고 하였다.

색을 측정하는 방법에는 Munsell standard color chart 등을 이용하여 육안으로 비교하는 방법과 측색색차계(colorimeter)나 분광광도계(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, 분광광도계(spectrophotometer)는 반사광의 가

시광선 파장 범위에서 spectral power distribution을 측정한다. Seghi 등^{24,25)}은 분광광도계와 측색색차계를 이용하여 도재의 색조를 측정하여 서로 비슷한 결과를 보였다고 보고한 바 있다. 기계적인 방법이 육안으로 비교하는 것보다 객관적이고 신속하기 때문에 현재 대부분의 연구에서는 기계적인 방법이 이용되고 있다. 따라서, 본 연구에서도 측색색차계를 이용하여 색변화를 평가하였으며, 색차를 정량적으로 평가하기 위해 CIE system을 사용하였다.

CIE system은 1976년 국제조명위원회 CIE (Commission International d'Éclairage)에서 채택된 색의 정량적 측정법이며, 색 측정을 위해 CIE L*, a*, b*로 표현되는데 L*은 명도를 나타내며 0에서 100까지의 수로 표시하며 100은 완전한 백색을, 0은 검정색을 나타낸다. a*는 적색 및 녹색 정도를 나타내는 지표이며 -60부터 +80까지의 수로 표시하며 (+)이면 적색을, 0이면 회색을, (-)이면 녹색을 나타낸다. b*는 황색과 청색의 정도를 나타내는 지표로 범위는 -80부터 +60까지이며 (+)이면 황색을, 0이면 회색을, (-)이면 청색을 나타낸다. 또한 전체 색 변화량 ΔE*는 실험 전과 실험 후에 L*, a*, b*값을 측정하여 구하고, 이를 색안정성의 기준으로 하였으며, ΔE*값이 증가할수록 색안정성은 감소하는 것이라고 하였다.

한편, ΔE*값에 대한 연구에서, 치과 수복재 평가 시에 ΔE*값이 1이상일 때는 눈으로 색 변화를 감지할 수 있고, 3.3일 때 임상적 허용 색차의 한계라고 하였다.^{19,26)} 또한 O'Brien 등²⁷⁾은 ΔE*값이 1이하일 때는 우수하고, 2이하일 경우에는 임상적으로 받아들여질 만하며, 3.7이상일 경우에는 임상적으로 문제가 있다고 하였다. 이와 같은 연구 결과를 토대로 미국 치과 의사 협회는 ΔE*값이 2일 때를 색차를 구별 할 수 있는 기준값으로 규정하고 있다.²⁸⁾

본 실험에서는 열순환 처리시와 메질렌블루 염색 처리시 모든 제품군에서 ΔE*값이 3.7이하로 임상적으로 수용 가능한 정도였다.

레진(resin-based material)의 변색은 내적 요소(intrinsic factor)와 외적 요소(extrinsic factor)에 의해 야기된다. 내적 요소는 레진 기질의 변질과 filler의 계면의 변화와 같은 재료 자체의 변색을 포함한다.²¹⁾ 색 변화는 또한 기온의 변화와 수분에 담금, 자외선에 노출에 의해 야기될 수 있다.²⁹⁻³³⁾ 외적 요소는

외부 요소에서의 오염의 결과로 색소의 흡수 또는 흡수에 의한 착색을 포함한다. 커피나 차, 니코틴, 그리고 음료수와 같은 색소에 의한 재료의 착색이 보고 되었다.^{20,22,34,35)} 구강 내에서의 변색의 심화는 식이 습관과 구강 청결 상태와 관계가 있다. 색소는 표면에 모이고 표면의 변질과 표면층에서의 착색물질과 반응함으로써 표면 아래로 침투한다.^{21,36)}

레진의 색안정성은 filler의 함유량과 크기에 따라서 영향을 받는다. Oysaed와 Germain 등^{14,15)}은 filler의 함유량이 많을수록 색 변화가 적다고 하였으며, Ameye와 Pollack 등^{16,37)}은 microfill resin이 색 변화가 적다고 하였고, filler 입자가 작을수록 filler 입자들이 큰 것보다 빛을 효과적으로 산란시켜 약간의 변색이 가려질 수 있다고 하였다. 또한 Ruyter¹⁹⁾는 filler의 함유량이 적거나 matrix의 함유량이 많을 경우 색안정성이 불량하다고 보고하였다.

레진 수복물의 변색을 유발하는 인자로서 물을 흡수하는 성질이 주요한 것으로, 레진은 타액이나 타액의 분해산물, 세균 등을 흡수하여 표면에 침착시킨다.¹⁵⁾ 복합 레진의 수분 흡수는 확산에 의해서 일어나며, 주로 filler와 matrix의 결합 사이나 resin matrix 사이에서 일어난다. 또한 polymer matrix에 흡수된 물은 filler matrix 간의 결합을 와해시키거나 filler를 용해시킬 수 있으며, 레진 시편에 기포가 생길 경우 inhibition zone을 만들어 수분 흡수가 많이 일어난다고 하였다.¹⁵⁾

Cooley 등³⁸⁾은 복합 레진의 색안정성에 관한 연구에서 6개월간 증류수에 침적시킨 연구에서 명도가 증가하고 보다 yellowish 해졌다고 보고하였다. 또한 색안정성에 대해 제품, 색조, 중합방법의 순으로 영향력에 차이가 있었고 일반적으로 밝은 색조가 어두운 색보다 변화량이 크게 나타났다. 본 연구에서 시행한 열순환 처리는 긴 시간에 걸쳐 관찰되는 구강 상태를 보다 짧은 실험시간으로 재현하는 것으로, 열순환 처리 후의 색 변화는 그 결과가 다양하게 보고 되고 있다. 일반적으로 레진은 명도가 증가하고 보다 불투명해지는 경향이 있다고 보고 되고 있으며,³³⁾ 본 연구에서도 열순환 처리 후 모든 종류의 실험군에서 명도가 증가하는 경향을 보였다.

Gross와 Moser²⁰⁾은 증류수, 커피, 차에 4종의 복합 레진을 담근 후, 삼자극치 색채계측기(tristimulus colorimeter)로 변색을 측정하였고, 이 중 커피가 가

장 심한 변색을 유발한다고 하였다. Stober 등³⁹⁾은 복합 레진을 mouthrinse, coffee, tea, red wine, turmeric solution에 담근 연구에서 turmeric solution, red wine 순으로 색 변화량이 크다고 하였다. Um과 Ruyter²¹⁾는 커피와 차에 의한 resin based veneering material의 변색 연구에서 차에 의한 변색은 유색 인자의 표면 흡착(surface adsorption)에 기인한 것이며, 커피에 의한 변색은 유색 인자의 흡착뿐 아니라 흡수에 의한 것이라고 하였다.

본 실험에서 사용된 제품은 모두 microhybrid type의 광중합레진으로 각 제품간의 시간에 따른 ΔE^* 값의 차이는 monomer와 polymer 조성상의 차이로 사료되며, 제품간에 보이는 ΔE^* 값 역시 제품 조성상의 차이가 색안정성에 미치는 영향을 반영한 것으로 사료된다.

본 연구는 도재 수리용 레진 자체의 내적, 외적 색안정성에 대하여 연구한 것으로, 금속 도재판에서 파절이 일어날 경우 하부 금속이 노출되었을 경우는 배제된 것으로 이에 대한 더 많은 연구가 필요하리라 생각되며, 더욱 다양한 염색 재료를 이용한 장기간의 연구가 필요하리라 사료된다.

V. 결 론

이 연구는 심미적 장점을 지닌 도재판의 부분 파절 시 수리용으로 개발되어 현재 널리 사용되고 있는 도재 수리용 복합 레진인 Carisma(Kulzer, Germany), Tetric ceram(Ivoclar, Liechtenstein), Filtek Z250(3M, USA), Arabesk Top(VOCO, Germany)의 색안정성에 관하여 연구하고자 원판형의 시편을 제작하고 4000회, 8000회, 12000회 열순환 처리 후의 색 변화와 24시간, 72시간동안 증량비 0.05%의 메칠렌블루 용액에 담가 놓은 후의 각 시편의 색 변화를 측색색차계(colorimeter, Model Tc-6Fx, Tokyo Denshoku Co.)로 측정, 분석 연구한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 열순환 12000회 처리 후의 색 변화는 Filtek Z250에서 적게 나타났으며 Tetric ceram과 Arabesk Top에서 큰 경향을 보였다.
2. 모든 제품에서 열순환 횟수가 증가할수록 색 변화량(ΔE^*)이 증가하는 경향을 보였다.
3. 메칠렌블루로 처리한 경우, Arabesk Top이

Carisma와 Tetric ceram에 비해 색 변화가 큰 경향을 보였으며, Tetric ceram의 경우 비교적 안정적인 결과를 보였다.

참고문헌

1. Mark AL, Wayne WB. Approaches for intraoral repair of ceramic restorations. *Compendium* 2000;21:635-9.
2. Dent RJ. Repair of porcelain fused to metal restorations. *J Prosthet Dent* 1979; 41:661-7.
3. Bowen RL. Properties of a silane reinforced polymer for dental restoration. *J Am Dent Associ* 1963;66:57-64.
4. Barreto MT, Bottaro BF. A practical approach to porcelain repair. *J Prosthet Dent* 1982;61:349-51.
5. Newburg R, Pameijer CH. Composite resins bonded to porcelain with silane solution. *J Am Dent Associ* 1978;96:288-91.
6. Highton RM, Caputo AA, Matys J. Effectiveness of porcelain repair systems. *J Prosthet Dent* 1979;42:292-4.
7. Bello JA, Myers ML, Jarvis RH. Bond strength and microleakage of porcelain repair materials. *J Prosthet Dent* 1985; 54:788-91.
8. Choi JW, Han DH, Jeong CM. A comparison of the shear bond strength between three porcelain repair systems and fractured surfaces of porcelain-fused-to-metal restorations. *J Korean Acad Prosthodont* 1990; 28:147-63.
9. Chadwick RG, Mason AG, Sharp W. Attempted evaluation of three porcelain repair system. *J Oral Rehabil* 1998;25: 610-5.
10. Leibrock A, Degenhart M, Behr M, Rosentritt M, Handel G. In vitro study of the effect of thermo- and load-cycling on

- the bond strength of porcelain repair systems. *J Oral Rehabil* 1999;26:130-7.
11. Hisamatsu N, Atsuta M, Matsumura H. Effect of silane primers and unfilled resin bonding agents on repair bond strength of a prosthodontic microfilled composite. *J Oral Rehabil* 2002;29:633-8.
 12. Mclean JW. The science and art of dental ceramics : vol 1. The nature of dental ceramics and their clinical use. Quintessence, Chicago, 1979.
 13. Asmussen E. Factors affecting the color stability of restorative resins. *Acta Odont Scand* 1983;41:11-8.
 14. Germain HS, Swatz ML, Phillips RW, Moore BK, Roberts TA. Properties of microfilled composite resins as influenced by filler content. *J Dent Res* 1985;64:155-60.
 15. Oysaed H, Ruyter IE. Water sorption and filler characteristics of composites for use in posterior teeth. *J Dent Res* 1986;65:1315-8.
 16. Ameye C, Lambrechts P, Vanherle G. Conventional and microfilled composite resins. Part I. Color stability and margin adaptation. *J Prosthet Dent* 1981;46:623-30.
 17. Venz S, Antonucci JM. Effect of photoaccelerators on curing and discoloration of composites. *Dent Mater* 1987;3:244-6.
 18. Powers JM, Dennison JB, Andrew K. Color stability of restorative resins under accelerated aging. *J Dent Res* 1978;57:964-70.
 19. Ruyter IE, Nilner K, Moller B. Color stability of dental composite resin materials for crown and bridge veneers. *Dent Mater* 1987;3:246-51.
 20. Gross MD, Moser JB. A colorimetric study of coffee and tea staining of four composite resins. *J Oral Rehabil* 1977;4:311-22.
 21. Um CM, Ruyter IE. Staining of resin-based veneering materials with coffee and tea. *Quint Int* 1991;22:377-86.
 22. Raptis CN, Powers JM, Fan PL, Yu R. Staining of composite resins by cigarette smoke. *J Oral Rehabil* 1982;9:367-71.
 23. Brauer GM. Color changes of composites on exposure to various energy sources. *Dent Mater* 1988;4:55-9.
 24. Seghi RR. Spectrophotometric analysis of color differences between porcelain systems. *J Prosthet Dent* 1986;56:35-40.
 25. Seghi RR. Effects of instrument-measuring geometry on colorimetric assessments of dental porcelains. *J Dent Res* 1990; 69:1180-3.
 26. Eldiwany M, Friedl KH, Powers JM. Color stability of light-cured and post-cured composites. *Am J Dent* 1995;8:179-81.
 27. O'Brien WJ, Groh CL, Boenke KM. A new, small color difference equation for dental shade. *J Dent Res* 1990;69:1762-4.
 28. Wozniak WT. Proposed guidelines for the acceptance program for dental shade guides. American dental association, Chicago, pp.1-2, 1987.
 29. Cook WD, Chong MP. Color stability and visual perception of dimethacrylate based dental composite resins. *Biomaterials* 1985;6:257-64.
 30. Ferracane JL, Moser JB, Greener EH. Ultraviolet light induced yellowing of dental restorative resins. *J Prosthet Dent* 1985;54:483-7.
 31. Powers JM, Fan PL. Color stability and aging of plastic veneering materials. *J Dent Res* 1981;60:1692-6.
 32. Powers JM, Bakurat MM, Ogura H. Color and optical properties of posterior composites under accelerated aging. *Dent Mater* 1985; 1:62-7.
 33. Powers JM, Bakus ER, Goldberg AJ. In vitro color change of posterior composites. *Dent*

- Mater 1988;4:151-4.
34. Satou N, Khan AM, Matsumae I, Satou J, Shintani H. In vitro color change of composite-based resins. *Dent Mater* 1989; 5:384-7.
 35. Wozniak WT, Muller TP, Silverman R, Moser JB. Photographic assessment of color changes in cold and heat-cure resins. *J Oral Rehabil* 1981;8:333-9.
 36. 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;10:353-62.
 37. Pollack BK & Blitzler MH. Discoloration in composite and microfill resins. *Gen Dent* 1984;130-3.
 38. Cooley RL, Sandoval VA, Barnwell SE. Fluoride release and color stability of a fluoride-containing composite resin. *Quintessence Int* 1988;19:899-904.
 39. Stober T, Clide H, Lenz P. Color stability of highly filled composite resin materials for facings. *Dent Mater* 2001;17:87-94.
 40. Asmussen E. Factors affecting the color stability of restorative resins. *Acta Odont Scand* 1983;41:11-8.
 41. Craig RG. Chemistry, composition, and properties of composite resin. *Dent Clin North Am* 1981;25:219-39.

Reprint request to:

Tai-Ho Jin, D.D.S., M.S.D., Ph.D.
Department of Prosthodontics, School of Dentistry, Wonkwang University
344-2, Shinyong-Dong, Iksan, 570-749, Korea
jin@wonkwang.ac.kr

ABSTRACT

**A STUDY ON THE COLOR STABILITY
OF PORCELAIN REPAIR RESINS**

Nan-Young Kim D.D.S.,M.S.D., Tai-Ho Jin, D.D.S.,M.S.D.,Ph.D.

Department of Prosthodontics, School of Dentistry, Wonkwang University

Statement of problem: Porcelain restorations are widely used in restorative dentistry with a high degree of general success. However, porcelain is brittle and may fracture intraorally. Sometimes a repair may be attempted using composite resin and bonding system available.

Color stability of porcelain repair resins affects esthetics and prognosis of prosthesis, so that provides important criteria for the choice of porcelain repair resins.

Purpose: The purpose of this study was to investigate the color stability of composite resins used widely as porcelain repair system.

Materials and method: Composite resins used for this study were Carisma(Kulzer, Germany), Tetric ceram(Ivoclar, Liechtenstein), Filtek Z250(3M, USA), and Arabesk Top(VOCO, Germany).

Thirty disc-shaped specimens(10×2mm) were fabricated from each composite resin. Color changes of specimens after treatment using thermocycling system(KD-TCS30, Kwang-duk F.A. Korea) and after immersion in methylene blue(0.05% by Wt) were measured with colorimeter(Model Tc-6Fx, Tokyo Denshoku Co.) and obtained data were analyzed.

Results and Conclusion: The results obtained from this study were as follows.

1. The color change of Filtek Z250 was lesser than those of Tetric ceram and Arabesk Top after thermocycling (12000 times).
2. All of the composite resins in this study showed increase of color change according to increase of thermocycling frequency.
3. After treatment with methylene blue, the color change of Arabesk Top was greater than those of Carisma and Tetric ceram, and Tetric ceram was more stable than others.

Key words : Porcelain repair resins, Color stability, Colorimeter