

Color evaluation of low viscosity bulk-fill resin with composite resin capping layer

Jonghyeon Yun¹, Ji-Hye Jung², Hoon-Sang Chang^{3*}

¹Department of Dental Science, ³Department of Conservative Dentistry, School of Dentistry, Chonnam National University, Gwangju, Republic of Korea

²Department of Prosthodontics, College of Dentistry, Wonkwang University, Iksan, Republic of Korea

Purpose: The purpose of this study was to measure the color of low viscosity bulk-fill resin with a capping layer and to compare it with the color of microhybrid composite resin. **Materials and Methods:** A low viscosity bulk-fill resin (SDR) and microhybrid composite resin of shade A2 (A2) or A3 (A3) were fabricated to 4 mm thickness and light cured for 20 seconds. CIE L*a*b* values of the resin specimens were measured with a colorimeter. Then shade A2 and A3 microhybrid composite resin was capped over low viscosity bulk-fill resins in 2 mm thickness (SA2, SA3). The resin specimens were light cured for 20 seconds and the color was measured and analyzed (n = 10). Color differences (ΔE) between SA2 and A2, SA3 and A3 were also calculated. **Results:** L* value was highest in SDR followed by SA2 and SA3. L* value of A2 and A3 was the lowest. a* value was lowest in SDR followed by SA2 and SA3, and A2 and A3 was the highest. b* value was lowest in SDR followed by A2 and SA2, and A3 and SA3 was the highest. ΔE between A2 and SA2 ($\Delta E = 3.4$), and that between A3 and SA3 ($\Delta E = 3.1$) was lower than the perceptible color difference threshold of $\Delta E = 3.7$. **Conclusion:** ΔE between low viscosity bulk-fill resin with a capping layer and microhybrid resin was lower than the perceptible color difference threshold. (*J Dent Rehabil Appl Sci* 2015;31(4):294-300)

Key words: low viscosity bulk-fill resin; color; colorimeter

서론

광중합형 복합레진을 이용한 수복은 우식에 이환된 치아의 치료에 일반적으로 사용되는 방법이다. 복합레진 수복은 기능적, 심미적으로 우수하여 환자의 만족도가 높아 사용이 증가되었고, 이에 따라 광중합형 복합레진의 물성을 개선하고 더욱 발전시키려는 노력이 지속되고 있다.¹

일반적으로 광중합형 복합레진을 충분히 광중합시키기 위해서는 최대 2 mm 두께로 적층충전을 해야 한다.² 이는 중합광이 충전재의 크기나 함량 등에 따라 산란되

고 레진 기질을 통과하면서 빛의 감쇄가 일어나기 때문이다. 이런 이유로 깊은 2급 와동을 수복할 때 복합레진을 2 mm씩 충전하고 광중합하는 과정을 반복할 수밖에 없으며 이는 진료 시간을 증가시킨다. 또한 광중합으로 인한 중합수축응력을 최소화하기 위해서도 2 mm 두께로 적층충전을 해야 한다. 일반적으로 복합레진은 중합 과정에서 1 - 6% 정도의 중합수축이 발생하는데³ 이 과정에서 중합수축응력을 조절하지 못하면 치질과 복합레진의 계면에 틈을 발생시켜 2차 우식에 쉽게 이환되거나 변연변색, 술 후 과민증 및 치수병변의 원인이 된다.⁴⁻⁸

최근에 소개된 벌크필레진(bulk-fill resin)은 중합깊이

*Correspondence to: Hoon-Sang Chang
Associate Professor, Department of Conservative Dentistry, School of Dentistry, Chonnam National University, 77 Yongbong-ro, Buk-gu, Gwangju, 61186, Republic of Korea
Tel: +82-62-530-5860, Fax: +82-62-530-5629, E-mail: conden@jnu.ac.kr
Received: July 13, 2015/Last Revision: October 1, 2015/Accepted: December 5, 2015

Copyright© 2015 The Korean Academy of Stomatognathic Function and Occlusion.
© It is identical to Creative Commons Non-Commercial License.

를 증가시키기 위해 특별히 고안된 광중합 개시제나 단량체를 사용하고 충전재의 크기, 종류, 함량을 변화시키는 등 기존의 복합레진보다 translucency를 증가시켜 4 - 5 mm 두께의 레진을 한 번에 광중합할 수 있어 그로 인한 진료시간의 감소는 환자와 임상의 모두에게 이득이 될 수 있다.^{9,10} 벌크필레진은 저점도형(low viscosity type)과 고점도형(high viscosity type)이 있는데 저점도 벌크필레진은 물성이 낮아⁹ 그 상방에 혼합형 복합레진을 적층할 것을 권고하고 있다. 반면에 부가적인 적층이 불필요한 고점도 벌크필레진은 충전재의 함량을 높여서 그 물성이 혼합형 복합레진에 더욱 가깝다.⁹

와동이 깊거나 선각, 첨각이 날카로운 곳에 벌크필레진의 접합을 증가시키기에는 저점도 벌크필레진이 젖음성과 점착면에 있어서 유리하다. 그러나 저점도 벌크필레진의 강도는 혼합형 복합레진보다 낮고, 흐름성으로 인해 교합면의 해부학적 형태를 복원하기에는 적합하지 않은 것으로 보고되었다.¹¹ 따라서 이러한 물리적 성질의 한계를 극복하기 위하여 저점도 벌크필레진 상방에 혼합형 복합레진을 capping layer로 사용하여 저점도 벌크필레진의 낮은 강도를 보완하는 것을 추천하고 있다.¹¹ 또한, capping layer를 이용한 술식은 수복물의 강도 개선과 더불어 치아와 수복물의 색조를 맞추는데 도움을 준다. 복합레진을 이용한 수복은 심미성이 중요하기 때문에 translucency를 증가시킨 저점도 벌크필레진 상방에 혼합형 복합레진을 적층했을 때의 수복물의 색조를 평가할 필요가 있다. 따라서 이번 연구의 목적은 저점도 벌크필레진 상방에 혼합형 복합레진을 적층한 시편과 혼합형 복합레진만으로 제작한 시편의 색조를 비교평가하기 위함이다.

연구 재료 및 방법

색상 측정을 위한 복합레진 시편을 제작하기 위해 4 mm와 2 mm 두께의 흰색 아크릴판(Samkyung, Seoul, Korea)을 가로 40 mm, 세로 20 mm의 크기로 고속절단기(CSM-600, Manix, Pyeongtaek, Korea)를 이용하여 절단하였다. 4 mm 두께의 아크릴판 위에 2 mm 두께의 아크릴판을 가로와 세로를 맞춰 겹친 후 고정시키고 탁상드릴(MINI Drill-1, Manix)을 이용하여 가로 10 mm와 30 mm 지점과 세로 10 mm 지점의 교점을 중심으로 하는 지름 6.5 mm의 원형 구멍을 2개 형성하였다. 형성된 구멍 주위의 미세한 요철을 제거하기 위하여 800 grit의

사포(Daesung abrasive, Seoul, Korea)로 가볍게 연마하였다. 각 아크릴 판의 두께는 0.05 mm까지 측정이 가능한 vernier calipers (Mitutoyo, Kanagawa, Japan)를 사용하여 측정하였다.

우선 4 mm 두께의 레진 시편을 제작하기 위해 슬라이드 글래스 위에 두께 4 mm의 아크릴판을 올리고 각각 저점도 벌크필레진인 SDR (Dentsply Caulk, Milford, USA; SDR)과 A2, A3 색조의 미세혼합형 복합레진인 Esthet-X Flow (Dentsply Caulk, Milford, USA; A2, A3)를 빈 공간에 적용한 후 또 다른 슬라이드 글래스로 가압하고 LED 광중합기(G-Light, GC, Tokyo, Japan)로 20초간 광중합을 시행하여 각 레진 당 10개의 시편을 얻었다(n = 10).

각 시편의 Commission Internationale de l'Eclairage (CIE, International Commission on Illumination) L*a*b* 값은 색차계(colorimeter, ShadeEye NCC, Shofu, Kyoto, Japan)를 'Analyze mode'로 세팅하고 제조사에서 제공한 white working standard를 이용하여 영점을 맞춘 후 각 시편의 중앙부위에 색차계의 measuring tip을 수직으로 세운 채 측정하였다. 시편의 색조는 65 K illumination의 lighting booth (Spectralight III Booth, GretagMacbeth, Newburgh, USA)에서 흰색 배경(CIE L* = 96.3, a* = -1.5, b* = -1.2) 위에서 측정하였다.

SDR과 미세혼합형 복합레진을 적층한 시편을 제작하기 위해서 4 mm 두께의 SDR 시편을 포함한 아크릴판 위에 구멍을 맞춰 2 mm 두께의 아크릴판을 올려 SDR 위에 각각 A2, A3 색조의 미세혼합형 복합레진을 적용한 후 슬라이드 글래스로 가압하고 20초간 광중합하여 총 6 mm 두께의 SDR + A2 (SA2)와 SDR + A3 (SA3) 시편을 얻었다(Fig. 1, 2, n = 10). 6 mm 두께의 시편의 색조는 위에서 기술한 것과 같은 방법으로 측정하였다.

SDR, A2, SA2 간의 색차(color difference, ΔE)와 SDR, A3, SA3 간의 ΔE는 각 군의 평균값을 이용하여 다음과 같은 식으로 계산하였다.¹²

$$\Delta E = [(L^*_1 - L^*_2)^2 + (a^*_1 - a^*_2)^2 + (b^*_1 - b^*_2)^2]^{1/2}$$

L^{*}₁, a^{*}₁, b^{*}₁ = 비교하고자 하는 시편1;

L^{*}₂, a^{*}₂, b^{*}₂ = 비교하고자 하는 시편2

각 시편의 CIE L*a*b* 값은 0.05의 유의수준에서 일원배치분산분석을 이용하여 통계분석하고 Duncan's test (SPSS Ver 21.0, SPSS, Chicago, USA)로 사후분석하였다.

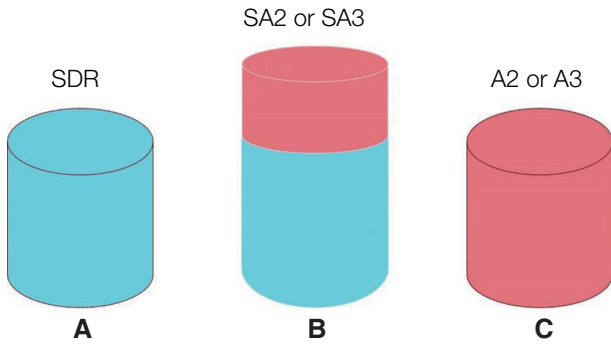


Fig. 1. Diagram of composite resin specimens. (A) SDR of 4 mm thickness (SDR), (B) SDR of 4 mm thickness capped with A2 of 2 mm thickness (SA2) or SDR of 4 mm thickness capped with A3 of 2 mm thickness (SA3), (C) A2 or A3 of 4 mm thickness (A2 or A3). SDR, low viscosity bulk-fill resin; A2, Esthet-X Flow A2; A3, Esthet-X Flow A3.

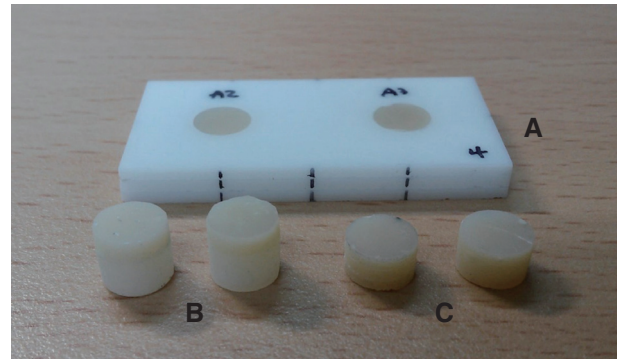


Fig. 2. Photograph of composite resin specimens and acrylic mold. (A) A2 and A3 of 4 mm thickness within the acrylic mold, (B) SDR of 4 mm thickness capped with A2 and A3 of 2 mm thickness, (C) A2 and A3 of 4 mm thickness. A2, Esthet-X Flow A2; A3, Esthet-X Flow A3; SDR, low viscosity bulk-fill resin.

결과

색차계로 측정된 각 복합레진 시편의 CIE L*a*b* 값은 Table 1에 나타내었다. L* 값의 경우 SDR이 가장 컸으며 SA2와 SA3가 그 뒤를 이었고, A2와 A3가 가장 작은 값을 보였다. a* 값에서는 SDR이 가장 작았고 SA2와 SA3가 뒤를 이었으며 A2에 이어 A3에서 가장 큰 값을 보였다. SDR, SA2와 SA3는 음의 값을 보였고 A2, A3는 양의 값을 보였다. b* 값에서는 SDR이 가장 작았으며 A2와 SA2가 서로 유의차 없이 더 큰 값을 보였고 A3와 SA3가 서로 유의차 없이 가장 큰 값을 보였다. SA2와 A3 역시 통계적으로 유의차가 없었다.

SDR과 A2, SDR과 A3 사이의 ΔE는 각각 13.7과 15.2로 계산되었고, SDR과 SA2, SDR과 SA3 사이의 ΔE는 각각 12.9와 14.5로 계산되었다. 반면에 SA2와 A2, SA3와 A3 사이의 ΔE는 각각 3.4와 3.1로 계산되었다(Fig. 3).

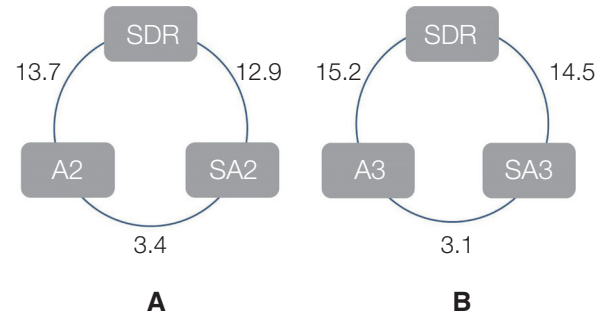


Fig. 3. (A) Color differences (ΔE) between SDR and A2, SDR and SA2, and A2 and SA2; (B) color differences (ΔE) between SDR and A3, SDR and SA3, and A3 and SA3. SDR, low viscosity bulk-fill resin; A2, Esthet-X Flow A2; A3, Esthet-X Flow A3; SA2, SDR+Esthet-X Flow A2; SA3, SDR+Esthet-X Flow A3.

Table 1. CIE L*a*b* values (mean ± SD) of composite resin specimens measured with a colorimeter (n = 10)

	A2	SA2	SDR	SA3	A3
L*	75.3 ± 0.8 ^c	78.3 ± 1.0 ^b	80.5 ± 1.3 ^a	77.4 ± 1.4 ^b	74.5 ± 1.0 ^c
a*	0.7 ± 0.3 ^c	-0.8 ± 0.5 ^b	-3.8 ± 0.4 ^a	-0.5 ± 0.4 ^b	1.1 ± 0.3 ^d
b*	16.4 ± 1.2 ^b	16.9 ± 1.3 ^{bc}	4.6 ± 1.4 ^a	18.4 ± 1.1 ^d	17.7 ± 1.1 ^{cd}

Different letters indicate significant difference between groups at $\alpha < 0.05$.

CIE, Commission Internationale de l'Eclairage; SD, standard deviation; A2, Esthet-X Flow A2; SA2, SDR+Esthet-X Flow A2; SDR, low viscosity bulk-fill resin; SA3, SDR+Esthet-X Flow A3; A3, Esthet-X Flow A3.

고찰

사람이 치아의 색을 인식할 때는 많은 요인들이 복합적으로 영향을 미친다. 광원의 종류, 빛의 산란, 치아의 투명도, 관찰자의 시각에 따라 색을 인식하는 정도는 달라질 수 있다.¹³ 이를 정량화하여 표현하고자 하는 노력으로 1931년에 표준화시킨 CIE L*a*b*은 사람의 시각이 색을 길항적으로 인식한다는 이론에 의거하여 만들어진 색공간이다. CIE L*a*b*에서 L* 값은 명도를 의미하는데 L* = 0이면 검정색을, L* = 100이면 흰색을 나타낸다. a*는 빨간색과 초록색 중에서 어느 쪽으로 치우쳤는지를 보여준다. a*가 (-) 값일수록 초록색을 띄며, (+) 값일수록 빨간색을 띤다. b*는 노란색과 파란색을 나타내는데 b*가 (-) 값일수록 파란색이고 b*가 (+) 값일수록 노란색을 띤다.¹²

이번 연구에서는 색차계를 이용하여 CIE L*a*b* 값을 수치화하였는데 이를 사용할 경우 육안으로 평가할 때와는 다르게 평가자의 숙련도와 상관없이 수복물의 색조를 객관적이고 정량적으로 평가할 수 있다.¹⁴ 색차계는 수학적 변환 없이 직접적인 색좌표를 보여주는데 이는 사람 눈의 색 수용체의 반응을 모방한 3색 필터를 통해 수복물로부터 반사된 빛을 수집하여 얻어진다.¹⁵ 더욱이 이번 연구에 사용된 ShadeEye NCC의 경우 여러 연구에서 편평한 시편의 색조 측정에는 신뢰할만한 결과를 보였다.^{14,16} 하지만 색차계는 일반적으로 감지구의 직경이 작아서 edge-loss effect가 발생하는 경향이 있어 오차를 야기할 가능성이 있다.¹²

혼합형 복합레진에 비해 translucency를 증가시킨 SDR이 가장 큰 L* 값과 가장 작은 a* 값 그리고 가장 작은 b* 값을 나타내었다. L* 값과 a* 값은 SA2와 SA3가 각각 SDR과 A2, SDR과 A3 사이의 수치를 보였으나 b* 값에서는 SA2와 SA3가 각각 SDR과 A2, SDR과 A3보다 높은 수치를 보였다. 원래 지향했던 색조인 A2, A3를 SA2, SA3와 각각 비교했을 때 L* 값과 a* 값은 유의하게 차이가 있었으나 b* 값은 통계적인 유의차이가 없었다.

SDR, A2, SA2 사이의 ΔE 와 SDR, A3, SA3 사이의 ΔE 를 비교했을 때 SDR과 A2, SDR과 SA2, SDR과 A3, SDR과 SA3는 최소 12.9 이상의 값을 보였으나 A2와 SA2, A3와 SA3 사이의 ΔE 는 각각 3.1, 3.4의 값을 보였다.

사람의 눈으로 색의 차이를 감지할 수 있는 ΔE 의 최저치는 2.6에서 3.7까지 다양하게 보고되었다.¹⁷⁻²¹ 이런 차이는 색을 감지할 때의 환경, 즉, 광원이나 물체의 형

상 또는 관찰자에 따라 변한다.²⁰ Costa 등의²² 연구에 따르면 일반적으로 ΔE 값이 3.3보다 크면 임상적으로 인지할 수 있다고 보고하였고, King 등은²³ 일반적으로 $\Delta E = 0 - 2$ 인 경우 인지가 불가능하고 $\Delta E = 2 - 3$ 인 경우 겨우 인지할 수 있고, $\Delta E = 3 - 8$ 인 경우 적당히 인지가 가능하고 $\Delta E > 8$ 인 경우 확연히 인지가 가능하다고 하였다. 또한 일반적인 사람은 $\Delta E = 5 - 6$ 정도일 때 색의 차이를 인지할 수 있으며 훈련된 사람만이 $\Delta E = 3 - 4$ 정도일 때 색의 차이를 인지할 수 있다고 하였다. 다른 연구에서는 US Public Health Service (USPHS)를 따라 임상에서 색의 차이를 감지할 수 있는 ΔE 의 최저치를 3.7로 정하였다.^{20,24}

위의 기준을 종합적으로 판단하여 적용할 경우 SDR과 A2, SDR과 A3의 색차는 $\Delta E > 8$ 로 일반적인 사람이 확연히 차이를 인지할 수 있으나 제조사의 권고에 따라 SDR 상방에 A2 또는 A3를 2 mm 적층충전한 시편과 A2나 A3만으로 제작한 시편을 비교했을 때 그 색차는 $\Delta E = 3.1 - 3.4$ 로 훈련된 사람만이 인지할 정도여서 SDR과 일반적인 복합레진을 이용한 적층충전으로 원래 의도했던 색조에 가까운 색조를 얻을 수 있다는 결과를 얻었다.

부가적으로, 이번 실험에서 SDR, A2, A3는 4 mm 두께의 시편을 사용하고 SDR+A2와 SDR+A3는 6 mm 두께의 시편을 사용하였는데 전자는 기존의 연구에서 복합레진의 두께가 4 mm 이상일 경우 주변 배경색의 영향을 받지 않는다는 결과에 따라 시편의 두께를 결정하였고,²⁵ 후자 역시 주변 배경색의 영향을 받지 않게 SDR를 4 mm로 설정하고 SDR의 설명서에 따라 혼합형 복합레진을 2 mm 두께로 설정하여 실험을 하였다.

결론

저점도 벌크필레진의 낮은 물리적 성질을 극복하기 위해 저점도 벌크필레진 상방에 혼합형 복합레진을 2 mm 두께로 적층충전한 수복물의 색조는 혼합형 복합레진만을 사용한 수복물의 색조와 비교할 때 훈련된 사람만이 인지할 수 있는 색의 차이를 보였다.

Acknowledgements

이 논문은 전남대학교병원 학술연구비(CRI 14023-1)에 의하여 연구되었음.

ORCID

Ji-Hye Jung <http://orcid.org/0000-0003-3322-4011>

Hoon-Sang Chang <http://orcid.org/0000-0002-3019-1528>

References

- Poyser NJ, Briggs PF, Chana HS, Kelleher MG, Porter RW, Patel MM. The evaluation of direct composite restorations for the worn mandibular anterior dentition - clinical performance and patient satisfaction. *J Oral Rehabil* 2007;34:361-76.
- Rueggeberg FA, Craig RG. Correlation of parameters used to estimate monomer conversion in a light-cured composite. *J Dent Res* 1988;67:932-7.
- Kleverlaan CJ, Feilzer AJ. Polymerization shrinkage and contraction stress of dental resin composites. *Dent Mater* 2005;21:1150-7.
- Suliman AH, Boyer DB, Lakes RS. Polymerization shrinkage of composite resins: comparison with tooth deformation. *J Prosthet Dent* 1994;71:7-12.
- Meredith N, Setchell DJ. In vitro measurement of cuspal strain and displacement in composite restored teeth. *J Dent* 1997;25:331-7.
- McCulloch AJ, Smith BG. In vitro studies of cuspal reinforcement with adhesive restorative material. *Br Dent J* 1986;161:450-2.
- Venhoven BA, de Gee AJ, Davidson CL. Polymerization contraction and conversion of light-curing BisGMA-based methacrylate resins. *Biomaterials* 1993;14:871-5.
- Labella R, Lambrechts P, Van Meerbeek B, Vanherle G. Polymerization shrinkage and elasticity of flowable composites and filled adhesives. *Dent Mater* 1999;15:128-37.
- Ilie N, Bucuta S, Draenert M. Bulk-fill resin-based composites: an in vitro assessment of their mechanical performance. *Oper Dent* 2013;38:618-25.
- Czasch P, Ilie N. In vitro comparison of mechanical properties and degree of cure of bulk fill composites. *Clin Oral Investig* 2013;17:227-35.
- Ilie N, Schöner C, Bücher K, Hickel R. An in-vitro assessment of the shear bond strength of bulk-fill resin composites to permanent and deciduous teeth. *J Dent* 2014;42:850-5.
- Chang HS, Hong SO. Effects of layering technique on the shade of resin overlays and the microhardness of dual cure resin cement. *Braz Oral Res* 2014;28. pii: S1806-83242014000100233. [Epub 2014 Jun 11]
- Joiner A. Tooth colour: a review of the literature. *J Dent* 2004;32:3-12.
- Yamanel K, Caglar A, Özcan M, Gulsah K, Bagis B. Assessment of color parameters of composite resin shade guides using digital imaging versus colorimeter. *J Esthet Restor Dent* 2010;22:379-88.
- Yilmaz B, Karaagaclioglu L. In vitro evaluation of color replication of metal ceramic specimens using visual and instrumental color determinations. *J Prosthet Dent* 2011;105:21-7.
- Li Q, Wang YN. Comparison of shade matching by visual observation and an intraoral dental colorimeter. *J Oral Rehabil* 2007;34:848-54.
- Lee YK, Lim BS, Kim CW. Difference in polymerization color changes of dental resin composites by the measuring aperture size. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2003;66:373-8.
- Johnston WM, Kao EC. Assessment of appearance match by visual observation and clinical colorimetry. *J Dent Res* 1989;68:819-22.
- Buchalla W, Attin T, Hilgers RD, 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;87:264-70.
- Paravina RD, Ontiveros JC, Powers JM. Curing-dependent changes in color and translucency parameter of composite bleach shades. *J Esthet Restor Dent* 2002;14:158-66.
- Yu B, Lee YK. Differences in color, translucency and fluorescence between flowable and universal resin composites. *J Dent* 2008;36:840-6.
- da Costa J, Fox P, Ferracane J. Comparison of various resin composite shades and layering technique with a shade guide. *J Esthet Restor Dent* 2010;22:114-24.
- King KA, deRijk WG. Variations of L* a* b* values among Vitapan classical shade guides. *J Prosthodont* 2007;16:352-6.
- Barutçigil C, Harorli OT, Yildiz M, Ozcan E,

Arslan H, Bayindir F. The color differences of direct esthetic restorative materials after setting and compared with a shade guide. *J Am Dent Assoc* 2011;142:658-65.

25. Kamishima N, Ikeda T, Sano H. Color and translucency of resin composites for layering techniques. *Dent Mater J* 2005;24:428-32.

저점도 벌크필레진과 복합레진 적층수복물의 색조 평가

윤종현¹, 정지혜², 장훈상^{3*}

전남대학교 치의학전문대학원 ¹치학과, ³치과보존학교실

²원광대학교 치과대학 치과보철학교실

목적: 저점도 벌크필레진과 복합레진을 적층한 수복물의 색조를 평가하기 위함이다.

연구 재료 및 방법: 저점도 벌크필레진(SDR)과 A2, A3 색조의 미세혼합형 복합레진(A2, A3)을 4 mm 두께로 제작하여 광중합한 후 색차계를 이용하여 레진 시편의 CIE L*a*b* 값을 측정하였다. 이후 저점도 벌크필레진 상방에 2 mm 두께로 A2, A3 색조의 미세혼합형 복합레진을 적층하여(SA2, SA3) 광중합한 후 색측정을 하고(n = 10), 저점도 벌크필레진과 미세혼합형 복합레진, 그리고 이들을 적층한 시편의 색차(ΔE)를 계산하였다.

결과: L* 값은 SDR이 가장 컸고 SA2, SA3 그리고 A2, A3 순으로 감소했다. a* 값은 SDR이 가장 작았고 SA2, SA3 그리고 A2, A3 순으로 증가했다. b* 값은 SDR이 가장 작았으며 A2, SA2 그리고 A3, SA3 순으로 증가했다. 적층한 시편과 미세복합형 복합레진 시편의 ΔE 값은 A2와 SA2 사이에 $\Delta E = 3.4$, A3와 SA3 사이에 $\Delta E = 3.1$ 로 계산되었다.

결론: 저점도 벌크필레진과 미세혼합형 복합레진을 적층한 시편과 미세혼합형 복합레진만으로 제작한 시편의 색조의 차이는 일반적으로 인지하지 못할 정도로 작았다.

(구강회복응용과학지 2015;31(4):294-300)

주요어: 저점도 벌크필레진; 색조; 색차계

*교신저자: 장훈상

(61186) 광주광역시 북구 용봉로 77 전남대학교 치의학전문대학원 치과보존학교실

Tel: 062-530-5860 | Fax: 062-530-5629 | E-mail: conden@jnu.ac.kr

접수일: 2015년 7월 13일 | 수정일: 2015년 10월 1일 | 채택일: 2015년 12월 5일