광중합형 복합레진과 shade guide의 색차에 관한 연구

전북대학교 치의학전문대학원 및 구강생체과학연구소

임경민·이민호·송광엽

심미적인 특성을 가진 복합레진은 전치부 수복용 재료로 많이 이용되고 있다. 복합레진 수복 시 만족스러운 결과를 얻기 위해서는 색조의 선택이 중요한 역할을 한다. 현재 대부분의 수복용 복합레진은 Vita Lumin 색조견본(shade guide)이나 각각의 회사에서 제공하는 색조견본을 사용하고 있으나, 색조 견본 사이의 색차와 수복물과 견본 사이에 색차가 예상되어 그 차이를 규명하여 임상적인 선택 시에 도움이 되고자 하였다. 4종의 광중합 복합레진(Gradia Direct (GD), Z250 (Z250), Clearfil AP-X (AP-X), Esthet·X (E·X))과 A2와 A3의 색조 견본을 사용하였다. 각 재료마다 3개의 시편과 1개의 색조 견본을 제작하였다. Teflon 주형(깊이 1.35 mm, 직경 8 mm)에 각각의 복합레진을 채우고 응축한 후에 중합하여 젖은 사포로 연마하였다. 색조 견본을 연마용 stone과 고무를 이용하여 1.35 mm 두께로 연마하였다. 컴퓨터에 의해 조절되는 spectrophotometer(color i5, GretagMacbeth, USA)를 이용하여 시편과 색조견본의 색의 특성을 CIELAB coordinates (L^*, a^*, b^*)로 평가하였다. CIELAB 계측을 통하여 복합레진과 색조 견본의 색차($\triangle E^*ab$)를 비교 평가 하였다. 광원으로는 CIE standard D65를 사용하였다. 다음과 같은 결과를 얻었다. 1. 동일한 shade로 설계된 여러 제조회사의 복합레진 시편의 L^*, a^*, b^* 값 간에 유의할 만한 수준의 차이를 나타냈다($p<0.05$). 2. 동일한 shade로 설계된 여러 제조회사의 복합레진 시편 간에 대부분 육안으로 인지할 만한 색차($\triangle E^*ab>3.3$)값을 나타냈다. 3. 동일한 shade로 설계된 여러 제조회사의 복합레진과 제조회사에서 제공되는 shade guide 및 Vita Lumin shade guide 간에 대부분 육안으로 인지할 만한 색차($\triangle E^*ab>3.3$)값을 나타냈다. 4. 임상에서 보다 나은 색 조화를 얻어 심미성을 향상시키기 위해서는 실제 수복물로 제작한 custom shade guide의 제작이 필요할 것으로 생각된다. 제조사에 의해 제공되는 색조 견본이나 Vita Lumin 색조 견본은 임상의에게 복합레진의 색조 선택 시에 정확한 기준을 제공하지는 않았고, 대부분의 제품에서 인지할 수 있는 색차가 있었다. 그러므로 보다 나은 색조 선택을 위해 수복용 레진으로 제작한 맞춤형 색조 견본을 사용하는 것을 추천한다.

주요어: 수복용 복합레진, 색조 견본, spectrophotometer, 색차, 맞춤형 색조 견본.

(대한치과턱관절기능교합학회지 2009:25(1):13~22)

교신저자 : 송광엽

전라북도 전주시 덕진동 664-14, 전북대학교 치의학전문대학원 치과보철학교실

E-mail: skydent@chonbuk.ac.kr

원고접수일: 2009년 02월 05일, 원고수정일: 2009년 03월 05일, 원고채택일: 2009년 03월 25일

서 론

치아 수복의 궁극적인 목표는 결손된 치아조직을 기존의 자연치와 유사한 기능과 외관을 갖도록 하는 것이다. 이 중 치아의 외관을 결정하는 요소에는 수복물의 형태, 표면질감, 투명도와 색상 등의 여러 가지가 있으며, 심미적인 치료에 대한 환자들의 요구가 증가함에 따라 색상과 관련된 부분은 더욱 중요하게 여겨지고 있다.

복합레진은 우수한 심미적 특성 때문에 전치부의 수복에 흔히 사용되어 왔으며, 이는 복합레진의 성공적인 수복이 색조 조절의 성공 여부와 밀접한 관계를 가지고 있다는 것을 의미하지만 이를 임상에서 달성하기는 어렵다.

치아와 수복재료의 색 측정 방법에는 Munsell 표색계의 표준화된 색을 이용하여 육안으로 비교하는 시각적 방법[1-3]과 분광광도계(spectrophotometer)나 색채계측기(colorimeter)를 이용하여 기계적으로 측정하는 방법[4-10]이 있으며, 최근 대부분의 연구에서는 보다 객관적인 기계적 방법을 사용하여 색상을 정량적 평가하고 있다. 그러나 실제 임상에서 복합레진의 색상 선택 시에는 제조회사가 제공하는 shade guide를 사용해 육안으로 색상을 비교, 결정하는 방법이 많이 쓰이고 있지만, 복합레진과 shade guide 간에는 색차가 있음이 이미 보고된 바 있다[11,12]. 일부 제품들은 Vita Lumin shade guide(Vita Zahnfabrik)에 맞추어 제작된 레진을 시판하고 있지만, 이들 간에도 색차가 있음이 보고된 바 있다[12].

Vita Lumin shade guide와 복합레진 사이의 색차를 줄이려는 제조회사들의 노력에도 불구하고 custom shade guide가 필요하다고 주장하는 연구결과들이 있다. Swift 등[13]은 3종의 복합레진 사이의 색 계측을 통한 실험에서 동일한 색조라고 표시된 서로 다른 제조회사의 레진 사이에 색조 차이가 인정된다고 보고하였고, Yap 등[14]은 5종의 상업용 shade guide와 복합레진 사이의 색조 적합성에 대한 육안적 연구를 통해 색차가 인정되므로 custom shade guide가 필요하다고 보고하였다.

이에 본 연구의 목적은 현재 가장 많이 사용되는 복합레진 제품들과 그 제조회사에서 제공되는 shade guide, 그리고 Vita Lumin shade guide의 색을 측정하고 색차(ΔE^*ab)값을 비교하여, 복합레진 수복 시 보다 나은 색 조화를 얻어 심미성을 향상시키는 데 도움이 되고자 하는 것이다.

재료 및 방법

본 연구에서는 Vita Lumin shade guide에 맞추어 제작된 4 종류의 광중합형 복합레진; Gradia Direct(GC Co.), Z250(3M), Clearfil AP-X(Kuraray Medical Inc.), Esthet·X(Dentsply/Caulk)와 각각의 제조회사에서 제공되는 shade guide, 그리고 Vita Lumin shade guide가 연구에 사용되었다(Table I). 선택한 4 종류의 복합 레진은 최근 임상에서 많이 이용된다고 판단되는 회사의 제품을 선택하였으며, 색조 또한 임상에서 전치부 심미 수복에 많이 사용된다고 판단되는 A2, A3의 2 종류를 평가하였다.

1. 시편 제작

레진 시편은 두께 1.35 mm, 지름 8 mm의 테프론 주형(Teflon mold)을 이용하여 각 제품마다 A2와 A3 shade의 시편을 각각 3개씩 제작하였다. 복합레진을 테프론 주형에 주입하고 기포 발생을 최대한 줄이도록 주의하면서 2장의 유리판으로 압접하여 편평한 표면을 만들었다. 가시광선 중합기(Optilux, DEMETRON)를 이용하여 제조회사가 지시한 대로 20초씩 광중합시켰다. 중합 완료된 시편은 #400, #800 및 #1200 연마포(sandpaper)로 젖은 상태에서 양면을 순차적으로 연마한 후 종류별로 분류하여 실온에서 24시간 동안 증류수에 보관하였다.

각각의 제조회사에서 제공되는 shade guide 및 Vita Lumin shade guide는 polishing stone과 rubber points를 이용하여 시편과 동일한 두께인 1.35 mm

Table I. The four resin composites investigated

Brand name (Code)	Shades	Manufacturer	Batch No.
Gradia Direct (GD)	A2 A3	GC Co. USA.	0608101 0608042
Z250 (Z250)	A2 A3	3M USA.	6RN 6AW
Clearfil AP-X (AP-X)	A2 A3	Kuraray Medical Inc. USA.	00948A 01195A
Esthet·X (E·X)	A2 A3	Dentsply/Caulk USA.	0701154 070120



Fig. 1. The four resin composites investigated.



Fig. 2. Vita Lumin shade guide.



Fig. 3. Shade guide(Gradia Direct, GC Co.).



Fig. 4. Shade guide(Z250, 3M).

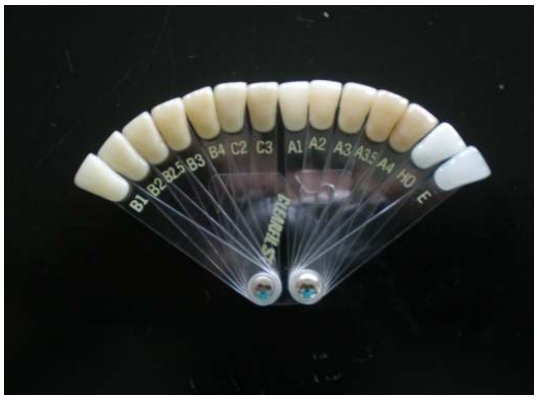


Fig. 5. Shade guide(Clearfil AP-X, Kuraray Medical Inc.).



Fig. 6. Shade guide(Esthet·X, Dentsply/Caulk).

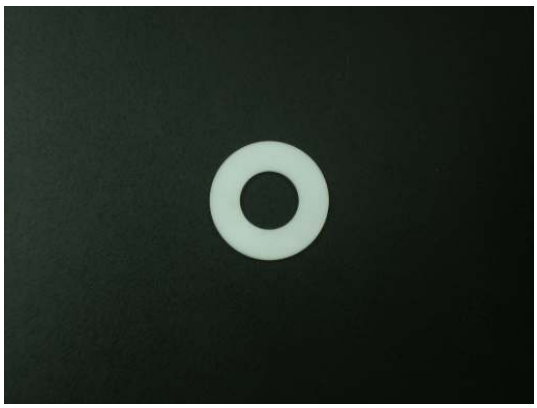


Fig. 7. Teflon mold for fabrication of specimens.

두께로 연마한 후, 레진 시편을 연마할 때 사용한 동일한 연마포를 이용하여 순차적으로 연마하였다. 제품화된 복합레진의 색조가 Vita Lumin shade guide 탭의 중앙부에 맞추어 제작되어 있으므로 절단부와 치경부를 제외한 중앙부만을 색측정에 이용하였다.

2. 색 측정

색의 특성은 분광광도계(Spectrophotometer, color i5, GretagMacbeth, USA)를 이용하여 측정하였다. 4 종류의 복합레진 시편, 제조회사에 의해 제공된 shade guide, Vita Lumin shade guide 각각에서 수분을 제거한 후 분광광도계에 위치시켰다. Reflectance Specular Include Mode, CIE $L^*a^*b^*$ scale, 2 degree observer 및 표준광원 D65 하에서, 분광광도계 tip의 직경을 6mm로 조정하고 배면에 백색표준물(White standard, L^*=93.46, a^*=-0.41, b^*=10.284)을 접촉시킨 상태에서 측정하고 컴퓨터 프로그램을 이용하여 색공간좌표인 CIELAB값으로 기록하였다. 매 측정시마다 영점조정과 백색조정을 하였으며, 각각의 시편에서 임의로 선택된 위치를 3번씩 측정하여 얻은 L^*, a^*, b^* 값의 평균과 표준편차값을 기록하고, 다음 식에 의하여 색공간에서 두 점간의 대수적 거리를 의미하는 제품 간의 색차(ΔE^*ab)값을 산출하였다.

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

CIELAB system은 1976년 국제조명위원회(CIE)에서 채택된 정량적인 색측정 방법으로서, 3차원의 색공간에 색을 나타낼 수 있는 좌표이며, 색차에 대한 시각적 인식과 깊은 관계가 있다[15]. 즉, L은 밝기(lightness)를 나타내며 0은 black, 100은 white를 의미한다. a는 (+)이면 redness, (-)이면 greeness를 나타내며, b는 (+)이면 yellowness, (-)이면 blueness를 의미한다.



Fig. 8. Spectrophotometer(color i5, GretagMacbeth) used in this study.

3. 통계 분석

각 group의 L^*, a^*, b^* 요소에 대한 평균과 표준편차를 SPSS/PC+와 Sigmastat 통계처리 프로그램을 이용하여 구하고, 각 그룹 내의 통계적 차이를 0.05 유의수준에서 검정하기 위하여 one-way ANOVA를 시행한 후, 사후검정을 위하여 Duncan's multiple range test를 시행하였다. 또한 각 회사별 복합레진 시편과 제공되는 shade guide 및 Vita Lumin shade guide와의 L^*, a^*, b^*에 대한 통계적 차이를 0.05 유의수준에서 검정하기 위하여 t-test를 시행하였다.

결 과

1. 각 재료의 L^*, a^*, b^* 값의 비교

시판되는 4 종류의 복합레진 시편과 제조회사에서 제공되는 shade guide 및 Vita Lumin shade guide에 대해 색조 A2와 A3에 대한 각각의 평균과 표준편차가 Table II와 III에 기록되어 있다.

Table II의 A2 색조에 대해 보면, Esthet·X 제품이 다른 제품들에 비하여 유의하게 높은 L^* 값을 갖고 있어 가장 밝은 것을 의미하고 Gradia Direct, Clearfil AP-X, Z250 순으로 낮아졌다($p<0.05$). a^* 값으로 볼 때, Clearfil AP-X 제품이 가장 적색을 나타내며, Z250 제품은 다소 초록색을 나타냈다. b^* 값으로 볼 때, Esthet·X 제품이 가장 황색을 나타냈다.

Shade guide에서는, Clearfil AP-X 제품이 다른 제품들에 비하여 유의하게 높은 L* 값을 갖고 있어 가장 밝고, Esthet·X, Z250, Gradia Direct 순으로 낮아졌다($p<0.05$). a^* 값에서는, Z250과 Esthet·X 제품이 양수로 나와 적색을 띰을 알 수 있고, Gradia Direct와 Clearfil AP-X 제품은 초록색을 나타내었다. b^* 값에서는, 모두 황색을 나타냈으며 Esthet·X 제품의 값이 가장 컸다.

Table III의 A3 색조에서는, Esthet·X 제품이 다른 제품들에 비하여 유의하게 높은 L^* 값을 갖고 있어 가장 밝고 Gradia Direct, Clearfil AP-X, Z250 순으로 낮아졌다($p<0.05$). a^* 값에서는 모두 양수로 나와 적색을 나타내었는데, Clearfil AP-X 제품이 가장 유의하게 적색을 나타내며($p<0.05$) Gradia Direct, Esthet·X, Z250 순이었다. b^* 값으로 볼 때, Esthet·X 제품이 가장 유의하게 황색을 나타냈다($p<0.05$).

Shade guide에서는, Esthet·X 제품의 L^* 값이 다른 제품들에 비해 가장 유의하게 컸고($p<0.05$), a^* 값에서는 Z250, b^* 값에서는 Esthet·X 제품이 가장 유의하게 높은 값을 나타냈다($p<0.05$).

Table II. Mean L^*, a^*, b^* values for the A2 shade of different materials

Material	A2		
	L^*	a^*	b^*
GD	69.33(0.09)	1.67(0.19)	21.52(0.16)
(shade guide)	68.74(0.005)	-0.34(0.04)	18.02(0.02)
Z250	68.14(0.30)	-0.59(0.05)	19.48(0.16)
(shade guide)	71.78(0.01)	0.28(0.02)	22.58(0.02)
AP-X	68.52(0.27)	2.02(0.11)	21.22(0.60)
(shade guide)	75.10(0.008)	-0.15(0.01)	22.89(0.02)
E·X	71.92(0.37)	1.58(0.10)	23.92(0.40)
(shade guide)	71.92((0.02)	2.44(0.03)	28.79(0.01)
Vita Lumin shade guide	69.86	1.45	22.43

*Standard deviations are in parentheses.
Codes of the materials are written in Table I.

Table III. Mean L^*, a^*, b^* values for the A3 shade of different materials

Material	A3		
	L^*	a^*	b^*
GD	68.88(0.70)	1.96(0.16)	25.30(0.42)
(shade guide)	65.06(0.02)	1.37(0.03)	22.47(0.008)
Z250	65.64(0.10)	0.83(0.03)	20.54(0.07)
(shade guide)	68.00(0.009)	4.26(0.02)	19.61(0.02)
AP-X	66.71(0.35)	3.81(0.09)	23.72(0.95)
(shade guide)	69.46(0.007)	0.89(0.01)	22.49(0.008)
E·X	72.14(0.22)	1.60(0.02)	28.12(0.71)
(shade guide)	70.83(0.007)	2.75(0.02)	27.61(0.02)
Vita Lumin shade guide	67.74	2.00	24.12

*Standard deviations are in parentheses.
Codes of the materials are written in Table I.

2. 각 재료간 색차(ΔE*ab) 의 비교

Table IV는 각 재료 간의 색차를 shade 별로 보여주고 있다.

A2 shade 내에서는 Z250~E·X 간의 ΔE*ab 값이 6.22로 가장 높았고, GD~AP-X 간의 ΔE*ab 값이 0.92로 가장 낮았다. 또한, ΔE*ab=3.3 이하를 보인 경우는 3가지로서 GD~Z250, GD~AP-X 및 Z250~AP-X 였다.

A3 shade 내에서는 Z250~E·X 간의 ΔE*ab 값이 10.01로 가장 높았고, GD~AP-X 간의 ΔE*ab 값이 3.27로 가장 낮았다. 또한 ΔE*ab=3.3 이하를 보인 경우는 1가지로서 GD~AP-X 였다.

Table IV. Comparison of different materials of A2 and A3 shade (ΔE*ab values)

Materials	A2	A3
GD ~ Z250	3.27	5.87
GD ~ AP-X	0.92	3.27
GD ~ E·X	3.54	4.32
Z250 ~ AP-X	3.16	4.49
Z250 ~ E·X	6.22	10.01
AP-X ~ E·X	4.36	7.33

Codes of the materials are written in Table I.

3. 각 회사별 복합레진 시편과 제조회사에서 제공되는 shade guide 및 Vita Lumin shade guide 간의 색차(ΔE*ab)의 비교

Table V에서는 각 회사별 복합레진 시편과 제조회사에서 제공되는 shade guide 및 Vita Lumin shade guide 간의 색차를 shade 별로 보여주고 있다.

A2 shade 내에서, Gradia Direct 제품이 복합레진 시편과 제조회사에서 제공되는 shade guide 간의 색차가 가장 낮았고, Z250, Esthet·X, Clearfil AP-X 순으로 높았다. 또한 모든 제품에서 ΔE*ab 값이 3.3보다 높았다.

복합레진 시편과 Vita Lumin shade guide 간의 색차에서는 Gradia Direct 제품이 가장 낮았고, Clearfil AP-X, Esthet·X, Z250 순으로 높았다. 또한 ΔE*ab=3.3 이하인 제품은 Gradia Direct, Clearfil AP-X, Esthet·X 였다.

A3 shade 내에서는 Esthet·X 제품이 복합레진 시편과 제조회사에서 제공되는 shade guide 간의 색차가 가장 낮았고, Clearfil AP-X, Z250, Gradia Direct 순으로 높았다. 또한 ΔE*ab=3.3 이하인 제품은 Esthet·X 였다.

복합레진 시편과 Vita Lumin shade guide 간의 색차에서는 Gradia Direct 제품이 가장 낮았고, Clearfil AP-X, Z250, Esthet·X 순으로 높았다. 또한 ΔE*ab=3.3 이하인 제품은 Gradia Direct와 Clearfil AP-X 였다.

Table V. Comparison of ΔE*ab values between composite resins and shade guides in A2 and A3 shade

	GD		Z250		AP-X		E·X	
	shade guide	Vita Lumin shade guide	shade guide	Vita Lumin shade guide	shade guide	Vita Lumin shade guide	shade guide	Vita Lumin shade guide
A2	4.08	1.08	4.86	3.98	7.94	1.89	4.95	2.55
A3	4.79	1.64	4.27	4.31	4.20	2.12	1.82	5.96

*Codes of the materials are written in Table I.

고 찰

치아 색의 평가에 이용되는 방법에는 크게 시각적 방법과 기계적 방법의 두 가지가 있다[16]. 시각적 색 측정법은 치아와 표준 색체를 같은 조명하에서 동시에 관찰하여 비교하는 것으로 치과 영역에서 가장 많이 이용되는 방법이다[17]. 이러한 방법에서, shade guide가 표준 색채로 사용되고 있으나 관측 조건에 따라 측정 신뢰도가 좌우되고, 관측자 간 또는 관측자 내에서의 일관성의 결여 등의 한계가 있다. 이에 비해 기계적인 색 측정법은 보다 객관적으로 물체의 색을 평가할 수 있는 방법으로 색분석을 위한 중요한 도구이며 최근 치과분야의 대부분의 연구에서 시각적 방법보다 더욱 선호되고 있다.

전통적으로 치과 영역에서는 Munsell system의 색상, 명도, 채도의 용어로 치아 색을 표현해왔다[4]. 그러나 색차를 정량적으로 평가하기 위해서는 1976년에 고안된 CIELAB 색체계가 주로 이용되는데, 이 색체계는 색을 L^*, a^*, b^*의 세 가지 요소로 표현하고 있으며, L^* 값은 Munsell system의 명도와 상응되고, a*, b^* 값은 채도와 상응되며, 각각 red-green axis와 yellow-blue axis에서의 위치를 나타낸다(a>0:redness, a<0:greeness, b>0:yellowness, b<0:blueness). CIE 색차는 다음과 같은 식으로 계산된다[18].

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

색의 개개 요소의 분석은 색 변화의 방향에 대한 중요한 정보를 제공하지만, 전체적인 색 조절 문제는 삼차원적 색공간에서의 색변화의 결합, 즉 두 물체 사이에서 L^*, a^*, b^* 로 이루어지는 좌표 사이의 거리를 나타내는 색차(ΔE^*ab)에 의해서 평가된다[17]. ΔE^*ab 의 차이는 육안으로 판별이 가능한 수치(just noticeable differences)의 단위로 보고되는 양이다[19].

Seghi 등[20]은 측정된 색차값과 관찰자간의 비교연구에서 ΔE^*ab 값이 2 이상이면 대부분의 관찰자에 의해 색차가 인지되고, 1~2 의 범위에서는 종종 부정확한 판단을 하였으며, 1 이하의 값에서는 거의 인지할 수 없다고 보고하였다. 반면, Ruyter 등[18]에 의하면 ΔE^*ab 값이 3.3 이상이면 인간의 눈으로 인지 가능하다고 보고하였다. 따라서 1.0의 ΔE^*ab 값은 관찰자가 인식가능한 수준의 상한선 또는 시각적 역치의 상한선에 대한 평가 기준이 되고, 3.3의 ΔE^*ab 값은 관찰자의 주관적인 시각적 측정에서 인정하는 상한선으로 간주되고 있다[15,17].

본 연구결과의 A2 shade에서 각 재료간 색차를 비교해 볼 때 ΔE^*ab 값이 3.3 이하인 경우는 3가지였고, 복합레진 시편과 제조회사에서 제공되는 shade guide 간의 ΔE^*ab 값이 3.3 이하인 제품은 없었으며, 복합레진 시편과 Vita Lumin shade guide 간에서는 3종의 제품이 있었다. 또한 A3 shade에서는 각 재료간 ΔE^*ab 값이 3.3 이하인 경우는 한 가지였고, 복합레진 시편과 제조회사에서 제공되는 shade guide 간의 ΔE^*ab 값이 3.3 이하인 제품은 1종이었으며, 복합레진 시편과 Vita Lumin shade guide 간에서는 2종의 제품이 있었다. 이는 여러 회사에서 제조되는 복합레진의 대부분이 광중합 후에, 제조회사에서 제공되는 shade guide 또는 Vita Lumin shade guide와 육안으로 인지할 만한 색차가 있으며, 각 회사별 재료 간에도 그러하다는 것을 의미한다.

본 연구결과에서 알 수 있듯이 제조회사에서 제공되는 shade guide나 Vita Lumin shade guide는 실제로 심미 수복재료인 복합레진의 색상을 결정하는 데 정확한 기준을 제공하지 못하며, 대부분의 제품에서 육안으로 인지할 만한 색차를 나타내고 있다. 이에 보다 나은 색 조화를 얻어 심미성을 향상시키기 위해서는 실제 수복물로 제작한 custom shade guide를 사용하는 것이 보다 정확할 것으로 생각된다.

결 론

4종의 광중합형 복합레진과 제조회사에서 제공되는 shade guide 및 Vita Lumin shade guide 간의 색차를 분광광도계로 측정하여 비교한 결과

다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 동일한 shade로 설계된 여러 제조회사의 복합레진 시편의 L^*, a^*, b^* 값 간에 유의할 만한 수준의 차이를 나타냈다($p<0.05$).
2. 동일한 shade로 설계된 여러 제조회사의 복합레진 시편 간에 대부분 육안으로 인지할 만한 색차($\Delta E^*ab>3.3$)값을 나타냈다.
3. 동일한 shade로 설계된 여러 제조회사의 복합레진과 제조회사에서 제공되는 shade guide 및 Vita Lumin shade guide 간에 대부분 육안으로 인지할 만한 색차($\Delta E^*ab>3.3$)값을 나타냈다.
4. 임상에서 보다 나은 색 조화를 얻어 심미성을 향상시키기 위해서는 실제 수복물로 제작한 custom shade guide의 제작이 필요할 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

1. Clark EB. An analysis of tooth color. J Am Dent Assoc 1931;18:2093-2103.
2. Clark EB. Tooth color selection. J Am Dent Assoc 1933;20:1065-1073.
3. Ameye C, Lambrechts P, Vanherle G. Conventional and microfilled composite resins, Part I: Color stability and marginal adaptation. J Prosthet Dent 1981;46:623-630.
4. Sproull RC. Color matching in dentistry, Part II: Practical applications of the organization of color. J Prosthet Dent 1973;29:556-566.
5. Gross MD, Moser JB. A colorimetric study of coffee and tea staining of four composite resins. J Oral Rehabil 1977;4:311-322.
6. Wozniak WT, Muller TP, Silverman R, Moser JB. Photographic assessment of colour changes in cold and heat-cure resins. J Oral Rehabil 1981;8:333-339.
7. Caul HJ, Schoonover IC. The color stability of direct filling resins. J Am Dent Assoc 1953;47:448-452.
8. Goodkind RJ, Schwabacher WB. Use of a fiber-optic colorimeter for in vivo color measurements of 2830 anterior teeth. J Prosthet Dent 1987;58:535-542.
9. Yeh CL, Powers JM, Miyagawa Y. Color of selected shades of composites by reflection spectrophotometry. J Dent Res 1982;61:1176-1179.
10. Goodkind RJ, Keenan KM, Schwabacher WB. A comparison of Chromascan and Spectrophotometric color measurements of 100 natural teeth. J Prosthet Dent 1985;53:105-109.
11. Kim HS, Um CM, Kahng MW. A study on color differences between composite resins and shade guides. J Kor Academy Oper Dent 1996;21:107-120.
12. Ko YM, Choe HC, Choi CK. Color difference between Vita Lumin shade guide and Vita shade resin composite. J Kor Res Society Dent Mat 1996;23:235-241.
13. Swift Jr, Hammel SA, Lund PS. Colorimetric evaluation of Vita shade resin composites. Int J Prosthodont 1994;7:356-361.
14. Yap AUJ, Bhole S, Tan KBC. Shade match of tooth-colored restorative materials based on a commercial shade guide. Quint Int 1995;26:697-702.
15. Cho KY, Hwang IN, Choi HR, Oh WM. Comparative evaluation of light-cured composite resins based on Vita shade by spectrocolorimeter. J Kor Academy Oper Dent 1998;23:424-432.
16. Van Der Burgt TP, Ten Bosch JJ, Borsboom PC, Plasschaert AJ. A new method for matching tooth colors with color standards. J Dent Res 1985;64: 837-841.
17. Chon YJ, Cho SS, Um CM. Color differences between resin composites before- and after-polymerization and shade guides. J Kor Academy Oper Dent 1999;24:299-432.
18. Ruyter IE, Nilner K, Möller B. Color stability of dental composite resin materials for crown and bridge veneers. Dent Mat 1987;13:246-251.
19. Kuehn RG, Marcus RT. An experiment in visual sealing of small color differences. Color Res 1979;4: 83-91.
20. Seigh RR, Hewlett ER, Kim J. Visual and instrumental colorimetric assessments of small color differences on translucent dental porcelain. J Dent Res 1989;68:1760-1764.

A Spectrophotometric Study on Color Differences between Various Light-Cured Composite Resins and Shade Guides

Kyung-Min Lim, DDS, Min-Ho Lee, PhD., Kwang-Yeob Song, DDS, MSD, PhD.

School of Dentistry and Institute of Bioscience, Chonbuk National University.

The composite resin, due to its esthetic quality, is considered the material of choice for restoration of anterior teeth. To get a satisfactory result in the composite resin restorations, it is necessary to choose right shade. At present, most of the commercial composite resins are based on the Vita Lumin shade guides or shade guides that are provided by their company, but color differences among them might be expected even using the same shade in various materials. This study is to measure color differences between various light-cured composite resins and shade guides and to provide the clinicians with information which may aid in improved color match of esthetic restoration. Four kinds of light-cured composite resins (Gradia Direct (GD), Z250 (Z250), Clearfil AP-X (AP-X), Esthet·X (E·X)) and shade guides with A2 and A3 shade were used. Three specimens of each material and one specimen of each shade guide were made. Each composite resin was filled into the Teflon mold (1.35 mm depth, 8 mm diameter), followed by compression, polymerization and polishing with wet sandpaper. Shade guides were grinded with polishing stones and rubber points to a thickness of approximately 1.35 mm. Color characteristics were performed with a spectrophotometer(color i5, GretagMacbeth, USA). A computer-controlled spectrophotometer was used to determine CIELAB coordinates (L^*, a^*, b^*) of each specimen and shade guide. The CIELAB measurements made it possible to evaluate the amount of the color difference values (ΔE^*ab) between composite resins and shade guides. CIE standard D65 was used as the light source. The results were as follows : 1. Among the L^*, a^*, b^* values of most of 4 kinds of composite resin specimens which are produced by same shade, there were significant differences($p<0.05$). 2. Among all 4 kinds of composite resin specimens which are produced by same shade, there were color differences that is perceptible to human eye($\Delta E^*>3.3$). 3. Between most of composite resin specimens investigated and their corresponding shade guides, there were color differences that is perceptible to human eye($\Delta E^*>3.3$). 4. In the clinical environment, it is recommended that custom shade guides be made from resin material itself for better color matching. Shade guides supplied by manufacturers or Vita Lumin shade guide may not provide clinicians a accurate standard in matching color of composite resins, and there are perceptible color differences in most of products. Therefore, it is recommended that custom shade guides be made from resin material itself and used for better color matching.

Key words: Composite resin, Shade guides, Spectrophotometer, Color difference, Custom shade guide.

Correspondence to : Kwang-Yeob Song.
Department of Prosthodontics, School of Dentistry, Chonbuk National University
664-14 Dukjin-Dong, Dukjin-gu, Jeonju, 561-756, Korea
E-mail: skydent@chonbuk.ac.kr
Received: February 05, 2009, Last Revision: March 05, 2009, Accepted; March 25, 2009