

다양한 IPS Empress Esthetic® ingot으로 제작한 laminate veneer의 최종 색조에 대한 영향

양미선¹ · 김석규^{2*}

¹가톨릭대학교 임상치과대학원 치과보철학과, ²성균관대학교 의과대학 삼성서울병원 치과진료부 보철과

연구 목적: IPS Empress Esthetic® system의 ingot은 다양한 반투명도를 가지고 있지만, 실제 다양한 색조의 자연치를 배경으로 각각의 ingot을 laminate veneer로 제작했을 때 어느 정도의 차폐능력을 나타내는지 알 수 없다. 본 연구의 목적은 반투명도가 서로 다른 ingot으로 제작한 IPS Empress Esthetic® laminate veneer 수복 시 다른 색상의 지대치상에서 최종 색조의 차이(color difference, ΔE)를 측정, 분석해서 그 차폐효과를 평가하고, 최종 색조에 미치는 영향을 알아보고자 하였다.

연구 재료 및 방법: Laminate veneer 수복을 위해 삭제된 6가지 다른 색조(A1, A3, A4, B2, B3, C3)의 자연치아 위에 반투명도가 서로 다른 6가지 IPS Empress Esthetic® ingot (E 01, E 03, E OC1, E TC1, E TC2, E TC3)으로 제작된 총 두께 0.6 mm의 도재 시편들을 translucent shade의 시적용 합착제로 시적한 뒤 각 시편 조합의 색조를 색채계(colorimeter)를 이용하여 측정하였다. 서로 다른 색조의 지대치아 위에서 측정된 도재시편들의 색차를 비교, 분석하였다.

결과: 지대치 색조 및 coping의 반투명도에 따라서 laminate veneer 수복물의 최종 색조가 다르게 나타났다($P < .05$). 모든 도재 시편에서 A3, B3, 그리고 C3 shade를 가진 지대치들 사이의 평균 색차값(ΔE)이 2.7 이하로 나타났고, 지대치들 간의 색조가 A3와 A4, B3와 A4, 그리고 C3와 A4인 경우 평균 색차값은 몇 가지 도재 시편에서 2.7 이하를 나타내어 laminate veneer 수복물에 의한 지대치 색조의 차폐효과를 보여 주었다. 반면, A1과 B2 shade의 지대치는 다른 지대치들과 비교하여 높은 색조 차이를 보였으며, 특히 A4와 B2, A3와 B2, 그리고 A1과 A4 색조의 지대치들 사이에는 그 색조 차이가 컸다.

결론: IPS Empress Esthetic® coping으로 제작된 laminate veneer의 최종 색조는 지대치 색조 및 coping의 반투명도에 의해 영향을 받았다. 서로 다른 a*와 b* 값을 나타내는 지대치들의 색상 차이는 어느 정도 차폐 되는 효과를 보여주고 있으나, 명도(L*)의 차이가 많이 나타나는 지대치 색조들을 차폐하는 것은 한계가 있었다. (대한치과보철학회지 2011;49:308-15)

주요단어: IPS Empress Esthetic® system; Laminate veneer; 지대치 색조; Coping의 반투명도

서론

현대 사회는 인터넷과 대중매체의 급속한 발전으로 대중들의 치과치료에 대한 광범위한 정보습득이 가능해졌다. 그에 따라 기능적, 심미적 요구뿐만 아니라 보존적 치료 요구도 높아지고 있다.¹ 최근 도재수복물의 색조재현성 및 생역학적 성질, 접착분야의 발전과 더불어 laminate veneer의 적용범위도 확대되고 있다. 기형치, 치간이개, 파절된 치아 등의 경우에서 기능적, 심미적 결과를 얻을 수 있고, 최소한의 치질 삭제로 보존적이며, 적절한 차폐능력을 가진 laminate veneer를 이용한다면 테트라사이클린 변색, 불소침착증, 그리고 미백술에 반응하지 않는 치아 등에서도 자연스러운 결과를 얻을 수 있다.^{2,7}

접착 도재 수복물은 술자의 색조 선택 능력, 조명조절, 사용되는 shade guide 뿐 아니라 도재의 반투명도와 두께, 합착제의 색조와 두께, 지대치 색조 등 여러 가지 요인에 따라 최종 수복 후의 심미적 결과가 달라지게 된다.^{8,13} 술자에 의한 색조 선택보다 colorimeter를 이용한 색조 선택은 객관적 평가가 가능하고, 재

현성이 높고, 만족할 만한 신뢰도를 보이고 있으며, 색조를 정량화하여 L*, a*, b* 값으로 계산이 가능하기 때문에 비교가 쉽다. Laminate veneer 수복 시 치질을 보존하고 법랑질과 도재 사이의 강력한 결합강도를 얻기 위해서는 치질 삭제량 즉, 도재의 두께는 제한될 수밖에 없다.^{14,15} 또한, laminate veneer는 투명도가 높고, 두께가 얇기 때문에 지대치 색조가 투과되어 최종 색조에 영향을 준다. 따라서, 어두운 색조의 지대치 위에 laminate veneer 수복을 할 경우, 이를 차폐하기 위해서는 도재수복물의 반투명도를 조절하는 것이 하나의 방법이다.

IPS Empress Esthetic® system (Ivoclar Vivadent, Schaan, Leichtenstein)에서 한 단계 진보된 IPS Empress Esthetic® system (Ivoclar Vivadent)은 상대적으로 강도가 높아지고, 투광성이 좋아져 심미성이 증가되었다. Laminate veneer 제작 시 coping의 두께가 치경부에서 0.3 - 0.6 mm, 절단 0.4 - 1.5 mm 로 가능하다. 또한, 제작과정이 상대적으로 쉽고, ingot의 반투명도가 다양하여 자연치와 유사한 여러 가지 색조로 분류되며, 색조 재현성이 우수하다는 장점이 있다. 하지만 임상적으로 자연치의 색조는 다양하게 나타

*교신저자: 김석규

140-893 서울시 용산구 한남2동 741-1 성균관대학교 의과대학 삼성서울병원 한남동부속치과 02-792-6114/9116; e-mail, seokgyuk@paran.com

원고접수일: 2011년 10월 3일 / 원고최종수정일: 2011년 10월 12일 / 원고채택일: 2011년 10월 18일

나기 때문에 합착 후의 색조변화를 예측할 수 없고, 실제로 수복물의 색이 자연치와 조화를 이루지 못해 술자를 당혹스럽게 하는 경우가 많다. 이는 각각의 치아색조에 따라 어떤 ingot을 선택해야 하는지, 실제 자연치를 배경으로 했을 때 coping의 반투명도가 어느 정도의 차폐능력을 나타내는지 지침이 될 만한 연구가 부족하기 때문이다.^{16,17} 이번 실험은 발거된 자연치아 지대치에 합착된 각 도재 시편간의 색차값(ΔE)이 수종의 IPS Empress® laminate veneer coping의 반투명도 차이 및 지대 치아의 각기 다른 색상에 의해서 영향을 받는다는 연구 가설 하에 시행되었다.

이번 연구의 목적은 6가지 다른 색조의 지대 치아에 반투명도가 서로 다른 IPS Empress Esthetic® ingot을 이용하여 laminate veneer 수복 시 최종 색조가 어떻게 나타나는지 객관적으로 평가해 보고자 함이며, colorimeter를 이용해 최종 색조의 평균 색차값(mean color difference value, ΔE)을 측정, 분석하였다.

연구 재료 및 방법

1. 실험 재료

도재는 IPS Empress Esthetic® system (Ivoclar Vivadent)을 사용하였으며, E 01, E 03, E 0C1, E TC1, E TC2, 그리고 E TC3의 6가지 다른 반투명도의 ingot를 선택했다(Fig. 1). 치아는 발거 후 3개월 이내의 영구전치를 사용하였으며, 치근 부분은 acrylic resin (Lot No. 600709AD/01AE, Lang Dental Mfg Co., Wheeling, IL, USA)으로 매몰하였다. 발거된 치아의 실험 사용에 대해서는 가톨릭대학교 생명윤리심의위원회(Institutional review board)의 심의를 통과하였다. 합착제는 Choice® try-in paste (Lot No. 1100003939, Bisco Inc., Schaumburg, IL, USA) 중 translucent shade를 선택했다.

2. 시편 제작

1) 도재 시편

각 재료 당 두께 0.6 mm, 지름 7 mm의 원형 시편을 wax pattern으로 제작 후, 매몰 소환 압착 주조하였다. 0.01 mm 까지 측정이 가

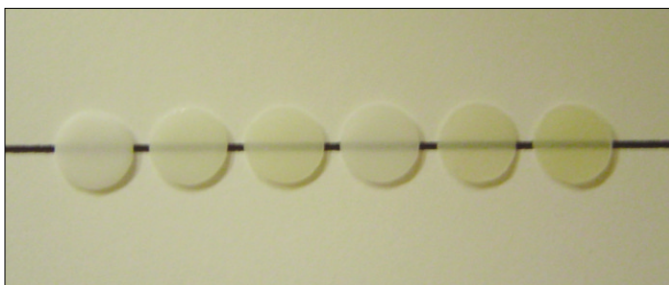


Fig. 1. IPS Empress Esthetic® laminate veneer disk specimen (Ivoclar Vivadent) (from the left, E 03, E 0C-1, E TC-1, E 01, E TC-2, E TC-3).

능한 전자식 측정기(Model: DC-515, Lutron, Taipei, Taiwan)를 이용하여 시편 한 개당 네 곳의 두께를 측정하여 균일한 0.6 mm 두께가 되도록 1000-grit SiC paper (Buehler Ltd, Lake Bluff, IL, USA)를 이용하여 삭제 후 sandblasting 및 스팀 클리닝을 하였다. 건조 후, glazing 처리하였다(Fig. 1).

2) 치아 시편

최근 발거 후 3개월 이내의 우식이나 반점이 없는 중절치, 측절치 등을 20개 준비하여 알코올에 보관하였다. 치근부분은 acrylic resin으로 매몰하여 육면체로 제작하고, 치아는 상아질이 노출되지 않게 diamond wheel (Woosin Diamond, Seoul, Korea)로 순면을 편평하게 삭제하며, 중앙 1/3의 삭제량이 0.6 mm 이하가 되도록 하였다. 퍼미스로 표면을 깨끗이 연마, 세척 후 색조를 측정한다. 실험 기간 동안 증류수에 보관하였다.

3. 실험 방법

색조의 정량화와 객관적 평가를 위하여 ShadeEye NCC® Chroma Meter (Shofu Dental, Menlo Park, Ca, USA)를 이용하였고, 표준 백색판에서 색상 조정(calibration) 후 'tooth mode'에서 측정기를 치아에 직각으로 밀착시켜 삭제된 자연치를 3회씩 색조 측정하였다(Fig. 2, 3).¹⁸ 준비된 20개의 영구전치를 측정해본 결과 A3 shade로 측정된 치아가 5개, A4와 B2 shade가 3개씩, A1, B3, B4 및 C3 shade가 2개씩, 그리고 A2 shade 1개가 나타났다. 그 중 반복 측정하여 균일하고 반복적으로 같은 색조 값이 나오는 6가지의 서로 다른 색조(A1, A3, A4, B2, B3, C3)의 치아들을 하나씩 준비하여 지대 치아로 사용하였다. 측정방법은 45/0 도법(광원-45°, 측정-0°)으로 백악법랑 경계부 상방 2-3 mm 부위에서 측정하였다.^{19,20} 광원은 CIE, ISO의 표준광으로 사용되는 D65 광원



Fig. 2. Dental colorimeter (ShadeEye NCC® Chroma Meter, Shofu Dental).



Fig. 3. Touch probe aperture of ShadeEye NCC® Chroma Meter.

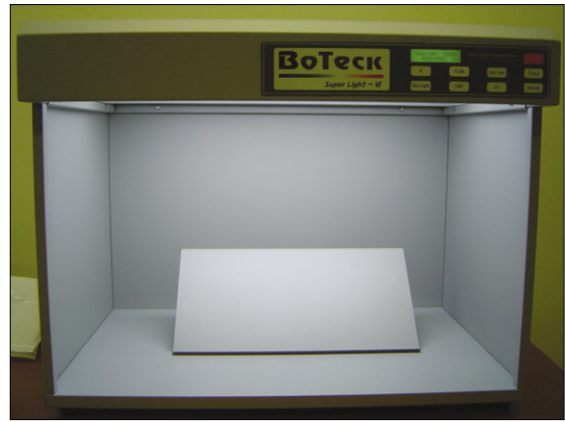


Fig. 4. Day light box (Super Light -VI®, Boteck, Kunpo, Korea).

을 채택하였고, 색온도는 6500 k 이다(Fig. 4). ShadeEye NCC® (Shofu Dental)의 측색 시 외부 빛에 의해서 오차가 발생할 가능성이 있으므로 완전히 외부 빛의 영향을 받지 않는 저녁 8 - 10시 사이에 암실과 같은 환경에서 측색하였다. 지대치 상에 Choice® try-in paste (Bisco Inc.) 중 translucent shade를 이용하여 도재시편을 시적한 후 'analyze mode'에서 3회씩 색조 측정하였다. 따라서 총 측정횟수는 6(지대치의 수) × 6(ingot의 종류) × 3회 = 108회 이다.

색조 평가는 CIE 표색계에 기초하여 색 공간 좌표인 L*, a*, b* 값을 측정하여 다음의 색차방정식을 이용하여 평균 색차 값(mean color difference, ΔE)을 계산하였다. Douglas 등²¹과 이전의 연구문헌들을 참조하여 임상적으로 허용 가능한 색차값(ΔE)의 기준을 2.7로 선정하였다.²¹⁻²⁵

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

$$(\Delta L^* = L_1 - L_2, \Delta a^* = a_1 - a_2, \Delta b^* = b_1 - b_2)$$

4. 통계분석

SAS System for Windows V 8.02 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)을 이용하였으며, 도재의 반투명도와 지대치의 색조차이가 최종색조에 미치는 상관관계를 이원분산분석법(Two-way ANOVA)을 이용해 검정 후 각 군 사이의 통계적 차이를 비교하기 위하여 Tukey 다중범위 검정법(Tukey-HSD test)을 사용하였다. 유의수준 5%로 검정하였다.

Table 1. Mean L*, a*, b* values of the abutment teeth specimens

	A1	A3	A4	B2	B3	C3
L*	79.1 (0.2)	71.3 (0.2)	66.7 (0.2)	78.4 (0.1)	70.3 (0.1)	68.5 (0.6)
a*	-2.3 (0)	-0.9 (0)	-0.2 (0.1)	-3.6 (0)	-1.6 (0)	0.5 (0.1)
b*	12 (0.3)	18.9 (0.3)	17.2 (0.6)	17.2 (0.2)	18.9 (0.3)	15.4 (0)

The SD values are shown in parentheses.

결과

1. 지대치아 시편의 평균 L*, a*, b* 값

각 지대치아들의 색조를 3회 씩 측정하여 나온 평균 L*, a*, b* 값은 다음 Table 1 과 같다.

2. 지대치 상에서 측정한 도재 시편의 평균 L*, a*, b* 값

각 도재 시편에 translucent shade의 Choice® try-in paste (Bisco Inc.)를 이용하여 각 지대 치아에 시적 후 측색한 결과를 평균을 구해 도재 시편의 색조를 비교해 보았다. 제조사에서 제시한 반투명도는 E 03, E 0C1, E TC1, E 01, E TC2, 그리고 E TC3 순으로 반투명도가 증가(ΔE 값의 증가)하게 되고, E TC1, E TC2, 그리고 E TC3 순으로 a* 값과 b* 값의 증가를 보였다. 본 실험 결과에서는 E 03, E 01, E 0C1, E TC1, E TC2, 그리고 E TC3 순으로 L* 값의 감소를 나타냈고, E TC1, E TC2, 그리고 E TC3 순으로 b* 값의 증가를 보였다(Table 2).

3. 각 지대치에 시적된 도재 시편의 ΔE 값

각 도재 시편에 try-in paste를 이용하여 각 지대 치아에 시적한 후 'analyze mode'에서 측색하면, 각각의 조합마다 L*, a*, b* 값이 나타난다. 이를 이용하여 지대 치아의 6가지 색조차이에 따른

Table 2. Mean L*, a*, b* values of laminate veneer specimens on various abutment teeth specimens

	E03	E 01	E 0C1	E TC1	E TC2	E TC3
L*	79.1 (2.2)	75.0 (3.3)	74.5 (2.7)	73.8 (3.0)	71.7 (3.1)	71.5 (2.8)
a*	-0.9 (0.8)	-1.3 (1.1)	-1.5 (0.9)	-1.4 (1.0)	-1.3 (1.2)	-1.6 (1.1)
b*	5.8 (1.2)	10.0 (1.6)	11.9 (1.3)	13.1 (1.5)	15.9 (1.4)	17.6 (1.5)

The SD values are shown in parentheses.

15가지 조합에서 나타나는 평균 색차 값(mean color difference, ΔE)을 산출하였다. 이 평균 색차 값은 도재 시편의 투명도와 지대치의 색조에 따라 유의하게 다른 값을 보여주었다($P < .05$) (Tables 3 - 5). 지대치들 간의 색조가 A3와 B3, A3와 C3, B3와 C3, 그리고 A3와 A4인 경우 평균 색차값은 거의 모든 coping의 도재 시편에서 2.7 이하로 나타났고, B3와 A4, C3와 A4 지대치 사이의 평균 색차값은 몇 가지 도재 시편에서 2.7 이하를 나타내고 있다. 그러나 A1과 B2 shade의 지대치들은 다른 지대치들과 높은 색조 차이를 보였다. 특히, A4와 B2, A3와 B2 지대치 간에는 그 색조 차이가 상대적으로 크게 나타났다(Fig. 5).

고찰

자연치와 유사한 색상의 심미적인 laminate veneer를 제작하기 위해서는 도재와 자연치의 색상에 대한 이해, 기준 광원, 슬자의 색조 선택능력, 적절한 shade guide 등이 필요하다. Preston²⁶은 구강 내에서 인접 자연치와 조화되는 색조를 가진 수복물을 제작하는 것이 심미적으로 중요하다고 하였으며 자연치의 색조를 정확히 재현할 수 있는 정확한 색 측정기기의 필요성을 주장하였다. Sorensen과 Torres,^{27,28} Saleski,²⁹ 그리고 Sproull³⁰⁻³² 등은 색이 관찰자, 물체, 광원 등에 따라 측정에 오차가 생길 수 있음

Table 3. Two-way ANOVA for mean ΔE values of laminate veneers on pair of abutment teeth specimens with different shades

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F value	Pr > F
Laminate veneer	5	26.87	5.374	16.16	<.05
Pair of abutment teeth	14	446.441	31.888	95.87	<.05

Table 4. Tukey's HSD test for mean ΔE values of laminate veneer specimens

Tukey Grouping	Mean	N	Laminate veneer
A	5.44	15	E 01
A	4.56	15	E TC2
B	4.53	15	E TC1
B	4.43	15	E TC3
B	4.35	15	E 0C1
C	3.68	15	E 03

Table 5. Tukey's HSD test for mean ΔE values of pair of abutment teeth specimens

Tukey Grouping	Mean	N	Pair of abutment teeth
A	9.15	6	A4-B2
B	7.58	6	A3-B2
C	7.04	6	A1-A4
C	6.19	6	B2-B3
C	5.97	6	B2-C3
F	5.38	6	A1-A3
F	5.03	6	A1-B3
F	4.97	6	A1-B2
F	4.38	6	A1-C3
	3.63	6	A4-C3
	3.01	6	A4-B3
J	2.22	6	A3-C3
J	1.82	6	A3-A4
J	1.74	6	B3-C3
J	1.69	6	A3-B3

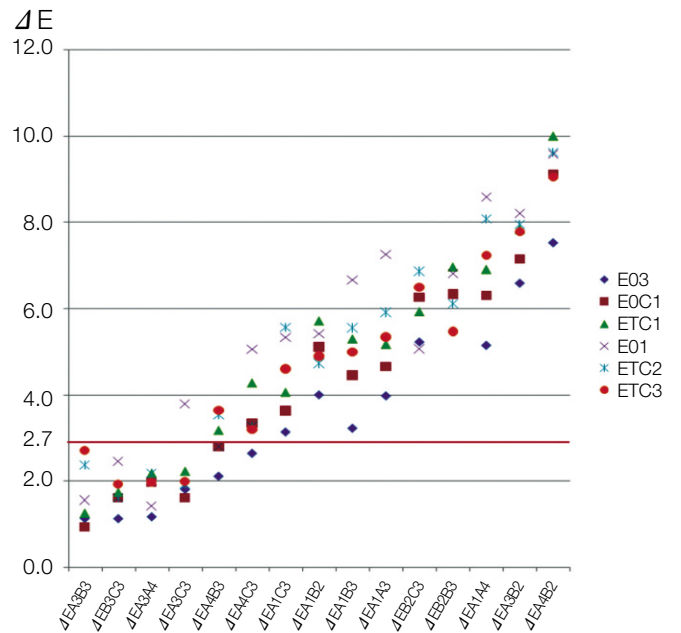


Fig. 5. Mean ΔE values of laminate veneer specimens on various abutment teeth specimens.

을 지적하였고, Macentee와 Lakowski³³는 색 측정 방법은 술자의 시각에 의존하는 정성적 분석과 기계를 이용하는 정량적 분석 방법이 있는데 정성적 방법은 미세한 색변화를 인지하기 어려운 단점이 있다고 지적하였다.

색은 관찰자간 또는 시간이나 환경, 물체의 구조 및 표면 상태에 따라 결과가 달라질 수 있으며, 관찰된 색을 기공사에게 전달하는 과정에서도 오차가 발생할 수 있다. 따라서 객관적인 색의 측정과 전달, 표현의 기준이 필요하다. 색의 표현법에는 Munsell system과 CIE L*a*b* system이 있다. CIE L*a*b* system에서 L*은 명도를 나타내고, a*는 적색과 녹색의 정도를 나타내며, b*는 황색과 청색의 정도를 나타낸다. 이러한 CIE L*a*b* 색공간은 Munsell system과 비슷하지만, 보다 균등한 색공간을 얻을 수 있다. 또, 색의 측정 방법은 시각을 이용한 색 측정법과 기계를 이용한 색 측정법이 있는데 기계적 측정 방법은 시각적 측정 방법에 비해 보다 객관적이며 측색에 시간이 덜 걸리고 비교적 높은 재현성을 가지고 있다.^{34,35} 그리고 치과의사와 기공사, 혹은 환자와의 정보 전달을 용이하게 하는 장점이 있다.

자연치의 색조를 색견본을 이용하여 육안으로 관찰할 경우, 주변 조건의 변화에 따라 치아색이 달라 보일 수 있으나, 이 실험에 사용된 ShadeEye NCC® Chroma Meter (Shofu Dental)는 조명이나 주변 색, 술자의 경험 등에 좌우되지 않고 객관적으로 정확한 정보를 얻을 수 있다. 이 기기는 무선으로 되어 있고, 한 손으로 쥐고 측정할 수 있다. 빛을 보내고 반사된 빛을 흡수하는 측정기의 끝부분은 3 mm이며, 그 주위는 탄성이 있는 구멍(5 mm)으로 되어 있어 치아에 밀착시키기 편리하다. 이 기기는 closed window type 측색기이므로 반투명 도재 등을 측색시 'edge-loss error'가 발생할 수 있다.^{36,38} 즉, 반투명 물체를 투과한 빛이 돌아오는 과정에서 측색기 감지창에 전부 다 돌아오지 못하는 경우가 발생하여 반복 측정한 색상 값이 다소의 변이를 보일 수 있다. 한편, closed window type 이므로 측색시 외부 조명의 영향을 상대적으로 적게 받는 장점도 있다.

측정에 이용되는 표준광원으로는 A, C, D65가 있으며, 표준광 A는 일반적인 텅스텐 광이고, 표준광 C는 북위 40도 지역에서 얇게 구름 낀 날 오후 2시경 북쪽 창문을 통하여 들어오는 평균자연광의 분광분포를 기준으로 정의되며, 표준광 D65는 표준광 C와 비슷하나 자외선 파장의 역을 포함한 것이 다른 점이다. 하지만 실험이 진행되는 시간과 구름 낀 정도에 따라 자연광의 분광분포는 달라질 수 있기 때문에 본 실험에서는 미국 ASTM D-1729 규격에 맞추어 주광(Daylight)을 나타내는 F7형광등과 UV 램프를 사용한 D65 광원을 채택하였고, 색온도는 6500k를 나타낸다.

IPS Empress Esthetic® system의 제조사에서는 laminate veneer를 위한 치아 삭제 시 치경 0.3-0.6 mm, 절단 0.4-1.5 mm의 삭제량을 제시하였다. 이 시스템은 ingot 자체에 색조를 부여하고 있어 채색법(staining technique)을 사용하면 절단부의 도재 축성이 필요하지 않아서 치아의 삭제량을 감소시킬 수 있다는 장점이 있다. 필요한 경우 절단부에서 coping을 삭제(cut-back) 후 도재를 측

성할 수 있다. 이 실험에서는 중앙 1/3에서 측색이 이루어지기 때문에 도재 시편의 두께를 0.6 mm로 규격화하였다.

Laminate veneer의 제작과정이 수작업이고, 두께가 상당히 얇기 때문에 도재의 두께, 도재 표면의 거칠기와 연마 상태에 따라 색조에 영향을 줄 수 있다.³⁹ 2003년 김 등³⁹은 표면의 거칠기와 glazing이 색차에 미치는 영향에 대해 발표하였다. 그들은 SiC paper 연마군과 glazing 군 간의 CIE L*, a*, b* 수치의 차이는 나타나지 않았으며, ΔE도 인지 가능한 색차치를 나타내지 않았다고 하였다. 이 실험에서는 1000-grit SiC paper로 연마방법을 표준화하고, 균일하게 glazing을 시행하여 최종 색조에 미치는 영향을 최소화하였다.

IPS Empress Esthetic® system 제조사에서 제시한 laminate veneer ingot의 반투명도를 보면 E 01, E TC1, E TC2, 그리고 E TC3가 비슷한 반투명도를 보이고 있고, E 0C1은 중간 범위에, E 03는 가장 낮은 반투명도를 나타낸다. 본 실험결과에서 Tukey 다중범위 검정법(Tukey-HSD test)에 의해 도재 시편의 색조를 비교, 분석한 Table 4를 보면 E 01, E TC1, E TC2, E TC3가 Group A, E 0C1, E TC1, E TC3가 Group B, 그리고 E 03가 Group C로 분류되어 있다. Group A는 높은 반투명도를 가진 도재 시편들이고, Group B의 E 0C1은 중간 정도의 반투명도, Group C의 E 03는 낮은 반투명도를 나타내기 때문에 제조사에서 제시한 범위와 거의 같은 결과를 나타냈다.

색차의 정도를 나타내는 ΔE 값에 대한 해석에는 많은 연구가 진행되어 왔다. Seghi 등^{22,23}은 인간의 색 감각은 피로도, 나이, 감정 상태 등에 의해 제한을 받지만 2개의 물체의 색차이를 인지하는 능력은 매우 높아서 아주 작은 색차이도 감지할 수 있다고 하였다. ΔE < 1 일 때는 사람의 눈으로는 색 차이의 구별을 할 수 없으며 기계적인 방법에 의해서만 색 차이를 구별할 수 있고, 1 < ΔE < 2 일 때는 숙련된 전문가에 의해서만 구별이 가능하며, ΔE > 2 일 때는 비전문가에 의해서도 색 차이의 구별이 가능하므로 ΔE 값이 2 이하이면 임상적으로 받아들일 만하다고 보고하였다. O'Brien 등²⁴은 ΔE 값이 1 이하일 경우 색의 일치가 우수하고, 2 이하일 경우 임상적으로 허용 가능하며, 3.7 이상일 경우 육안으로 확연히 구별된다고 보고하였다. 그러나 구강 내 환경은 여러 가지 변수가 있기 때문에 임상적으로 허용 가능한 색차값은 엄격하게 조절된 환경에서 인지되는 색차값보다 넓은 범위를 나타낸다.²¹ Douglas 등²¹은 구강 내에서 ΔE 값이 2.69 이하일 때 50%가 인지할 수 있는 한계라고 보고하였다. Johnston과 Kao²⁵는 composite resin이 구강 내 환경에서 ΔE 값이 3.7 이하이면 치과용 수복재료로 임상에서 허용 가능하다고 하였으며, Ruyter 등⁴⁰은 composite resin의 육안으로 허용 가능한 ΔE 값은 3.3 이하라고 보고하였다. 본 실험에서는 ΔE 값이 2.7 이하일 때를 임상적으로 허용 가능한 기준값으로 정하였다.

본 실험에서 명도 값(L*)이 큰 A1과 B2 shade 지대치아는 그 위에 도재 시편을 올릴 경우 다른 지대치들과 비교하여 높은 색조 차이를 보였다. 특히 A4와 B2, A3와 B2, 그리고 A1과 A4 지

대치 간에는 그 색조 차이가 상대적으로 컸다. 이는 IPS Empress Esthetic® 도재 시편들이 서로 다른 a* 와 b* 값을 나타내는 지대 치의 A, B, 그리고 C shade 간의 색상 차이는 임상적으로 사용 가능한 차폐 효과를 보여주고 있으나, 명도 값(L*)의 차이가 많이 나는 지대치가 나란히 있어서 이들을 함께 수복할 경우 이를 laminate veneer의 반투명도만으로 차폐하는 것은 어렵다고 판단되었다. 이 경우 결국 지대 치아 미백 등의 방법으로 심미성을 해결해야 한다고 사료된다. 하지만, 지대치아의 색조 차이에서 L* 값의 차이가 많지 않은 A3, B3, 그리고 C3 사이, 혹은 A3 와 A4 간에는 coping의 반투명도에 관계없이 색차 값이 2.7 이하로 나타남을 확인할 수 있었고, 이것은 수복물에 의한 지대치 색조의 확실한 차폐효과를 나타낸다고 볼 수 있었다.

결론

본 실험의 한계 내에서 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. Laminate veneer 도재 시편의 최종 색조가 각 도재 coping의 반투명도 및 지대치 색조에 의해 영향을 받았다
2. L* 값(명도)의 차이가 많이 나는 지대치 색조간에는 laminate veneer 로 그 차이를 차폐하는 것이 제한되었다.

참고문헌

1. Davis LG, Ashworth PD, Spriggs LS. Psychological effects of aesthetic dental treatment. J Dent 1998;26:547-54.
2. Faunce FR, Myers DR. Laminate veneer restoration of permanent incisors. J Am Dent Assoc 1976;93:790-2.
3. Helpin ML, Fleming JE. Laboratory technique for the laminate veneer restoration. Pediatr Dent 1982;4:48-50.
4. Barreto MT, Shiu A, Renner RP. Anterior porcelain laminate veneers: clinical and laboratory procedures. Quintessence Dent Technol 1986;10:493-9.
5. Garber DA, Goldstein RE, Feinman RA. Porcelain Laminate Veneers. Chicago, Quintessence Pub Co., 1988.
6. Fradeani M. Six-year follow-up with Empress veneers. Int J Periodontics Restorative Dent 1998;18:216-25.
7. Belser UC, Magne P, Magne M. Ceramic laminate veneers: continuous evolution of indications. J Esthet Dent 1997;9:197-207.
8. Yaman P, Qazi SR, Dennison JB, Razzoog ME. Effect of adding opaque porcelain on the final color of porcelain laminates. J Prosthet Dent 1997;77:136-40.
9. Antonson SA, Anusavice KJ. Contrast ratio of veneering and core ceramics as a function of thickness. Int J Prosthodont 2001;14:316-20.
10. Vichi A, Ferrari M, Davidson CL. Influence of ceramic and cement thickness on the masking of various types of opaque posts. J Prosthet Dent 2000;83:412-7.
11. Davis BK, Aquilino SA, Lund PS, Diaz-Arnold AM, Denehy GE. Colorimetric evaluation of the effect of porcelain opacity on the resultant color of porcelain veneers. Int J Prosthodont 1992;5:130-6.

12. Davis BK, Papcum LJ, Johnston WM. Effect of cement shade on final shade of porcelain veneers. J Dent Res 1991;70:297 Abstract 250.
13. Davis BK, Scott JO, Johnston WM. Effect of porcelain shades on final shade of porcelain veneers. J Dent Res 1991;70:475 Abstract 1671.
14. Simonsen RJ, Calamia JR. Tensile bond strength of etched porcelain [abstract]. J Dent Res 1983;62:297 Abstract 1099.
15. Calamia JR, Simonsen RJ. Effect of coupling agents on bond strength of etched porcelain[abstract]. J Dent Res 1984;63:179 Abstract 79.
16. Hasegawa A, Ikeda I, Kawaguchi S. Color and translucency of in vivo natural central incisors. J Prosthet Dent 2000;83:418-23.
17. Kim HE, Cho IH, Lim JH, Lim HS. Shade analysis of anterior teeth using digital shade analysis system. J Korean Acad Prosthodont 2003;41:565-81.
18. Shimada K, Kakehashi Y, Matsumura H, Tanoue N. In vivo quantitative evaluation of tooth color with hand-held colorimeter and custom template. J Prosthet Dent 2004;91:389-91.
19. Bolt RA, Bosch JJ, Coops JC. Influence of window size in small-window colour measurement, particularly of teeth. Phys Med Biol 1994;39:1133-42.
20. Wee AG, Monaghan P, Johnston WM. Variation in color between intended matched shade and fabricated shade of dental porcelain. J Prosthet Dent 2002;87:657-66.
21. Douglas RD, Steinhauer TJ, Wee AG. Intraoral determination of the tolerance of dentists for perceptibility and acceptability of shade mismatch. J Prosthet Dent 2007;97:200-8.
22. Seghi RR, Hewlett ER, Kim J. Visual and instrumental colorimetric assessments of small color differences on translucent dental porcelain. J Dent Res 1989;68:1760-4.
23. Seghi RR, Johnston WM, O'Brien WJ. Performance assessment of colorimetric devices on dental porcelains. J Dent Res 1989;68:1755-9.
24. O'Brien WJ, Groh CL, Boenke KM. A new, small-color-difference equation for dental shades. J Dent Res 1990;69:1762-4.
25. Johnston WM, Kao EC. Assessment of appearance match by visual observation and clinical colorimetry. J Dent Res 1989;68:819-22.
26. Preston JD. Current status of shade selection and color matching. Quintessence Int 1985;16:47-58.
27. Sorensen JA, Torres TJ. Improved color matching of metal-ceramic restorations. Part I: A systematic method for shade determination. J Prosthet Dent 1987;58:133-9.
28. Sorensen JA, Torres TJ. Improved color matching of metal-ceramic restorations. Part II: Procedures for visual communication. J Prosthet Dent 1987;58:669-77.
29. Saleski CG. Color, light, and shade matching. J Prosthet Dent 1972;27:263-8.
30. Sproull RC. Color matching in dentistry. I. The three-dimensional nature of color. J Prosthet Dent 1973;29:416-24.
31. Sproull RC. Color matching in dentistry. II. Practical applications of the organization of color. J Prosthet Dent 1973;29:556-66.
32. Sproull RC. Color matching in dentistry. 3. Color control. J Prosthet Dent 1974;31:146-54.
33. Macentee M, Lakowski R. Instrumental colour measurement of

- vital and extracted human teeth. *J Oral Rehabil* 1981;8:203-8.
34. Tung FF, Goldstein GR, Jang S, Hittelman E. The repeatability of an intraoral dental colorimeter. *J Prosthet Dent* 2002;88:585-90.
 35. Paul S, Peter A, Pietrobon N, Hämmerle CH. Visual and spectrophotometric shade analysis of human teeth. *J Dent Res* 2002;81:578-82.
 36. Johnston WM, Hesse NS, Davis BK, Seghi RR. Analysis of edge-losses in reflectance measurements of pigmented maxillofacial elastomer. *J Dent Res* 1996;75:752-60.
 37. van der Burgt TP, ten Bosch JJ, Borsboom PC, Kortsmmit WJ. A comparison of new and conventional methods for quantification of tooth color. *J Prosthet Dent* 1990;63:155-62.
 38. Brewer JD, Garlapo DA, Chipps EA, Tedesco LA. Clinical discrimination between autoglazed and polished porcelain surfaces. *J Prosthet Dent* 1990;64:631-4.
 39. Kim IJ, Lee YK, Lim BS, Kim CW. Effect of surface topography on the color of dental porcelain. *J Mater Sci Mater Med* 2003;14:405-9.
 40. Ruyter IE, Nilner K, Moller B. Color stability of dental composite resin materials for crown and bridge veneers. *Dent Mater* 1987;3:246-51.

Influencing factors on the final color of laminate veneer restorations with various IPS Empress Esthetic® ingots

Mi-Seon Yang¹, DDS, MSD, Seok-Gyu Kim^{2*}, DDS, PhD

¹Department of Prosthodontics, Graduate School of Clinical Dental Science, The Catholic University of Korea,

²Department of Prosthodontics, The Institute of Oral Health Science, Samsung Medical Center, Sungkyunkwan University School of Medicine, Seoul, Korea

Purpose: The purpose of this study was to colorimetrically evaluate the masking effect of different opacity of ingots on the final shade of IPS Empress Esthetic® laminate veneer restorations using the CIE L*a*b* system. **Materials and methods:** Six porcelain disks of IPS Empress Esthetic® system (translucency: E 01, E 03, E 0C-1, E TC-1, E TC-2, E TC-3) were fabricated with 7 mm in diameter and 0.6 mm in thickness. Six extracted human incisors (shade: A1, A3, A4, B2, B3, C3) were used as the abutment specimens. The incisors were prepared using a diamond wheel and made with a flat labial surface on the middle 1/3. For each combination of different shades of abutments and copings, the change in color was measured with a colorimeter. CIE L*a*b* coordinates were recorded for each specimen. Color differences (ΔE) were calculated. Descriptive statistical analysis was done. **Results:** ΔE values were significantly affected by coping translucency and abutment shade ($P < .05$). The color differences (ΔE) of laminate veneers among abutments with A3, B3, C3, and A4 shade were mostly below 2.7 which was within the clinically acceptable range, while color differences between A4 and B2, A3 and B2, and A1 and A4 showed more than 2.7. **Conclusion:** The final color of IPS Empress Esthetic® laminate veneers were significantly influenced by translucency of the coping and shade of abutment teeth. The large value difference of abutment teeth limited the masking ability by laminate veneers. (*J Korean Acad Prosthodont 2011;49:308-15*)

Key words: IPS Empress Esthetic® system; Laminate veneer; Abutment teeth shade; Translucency of coping

*Corresponding Author: **Seok-Gyu Kim**

Department of Prosthodontics, The Institute of Oral Health Science, Samsung Medical Center, Sungkyunkwan University School of Medicine, 741-1 Hannam2-dong, Yongsan-gu, Seoul, 140-893, Korea

+82 2 792 6114/9116: e-mail, seokgyuk@paran.com

Article history

Received October 3, 2011 / Last Revision October 12, 2011 / Accepted October 18, 2011