

비금속 포스트 코어가 전부도재관에 미치는 광학적인 영향

단국대학교 치과대학 보철학교실

김성원 · 조인호 · 임주환 · 임현송

I. 서 론

최근 치의학 분야에서 심미 보철에 대한 관심이 증대되면서 전부도재관의 발전과 함께 근관 치료후 사용되는 포스트의 종류도 다양해졌으며 기존의 금속 주조 포스트 코어가 가지는 금속성 색과 낮은 빛 투과도의 비심미적인 단점¹⁻³⁾을 극복하기 위해 all-ceramic post나 fiber-reinforced post와 같이 금속이 포함되지 않은 nonmetallic post and core system이 개발되었다. 이러한 비금속 포스트 코어는 심미성이 우수하고 빛이 잘 통과하여 전부도재관의 자연스러움을 더해 주므로 임상적으로 널리 적용되고 있다.⁴⁾

All-ceramic post는 상아질과 유사한 색조를 가지고 생체적합성이 우수하며 부식저항성이 높은 반면, 파절강도와 파절저항이 낮은 단점을 가지고 있다.⁵⁾ 그 중에서 일반적으로 사용되는 CosmoPost는 각기 다른 물질인 zirconium dioxide post와 zircon oxide를 함유하는 글래스 세라믹 코어로 이루어져 있지만 서로 열팽창계수가 비슷하여 열가압 주조 후에도 적합성이 우수하다.¹⁾ Fiber-reinforced post는 적당한 강도와 함께 피로저항성이 높고 제거가 쉬우며 탄성계수가 치아와 비슷하여 잔존치질에 가해지는 응력 분산에 유리하다.^{6,7)} 최근에 개발된 fiber post의 하나인 LIGHT-POST™는 투명하여 빛을 잘 투과시키므로 광중합 접착제의 사용에 유리하다.

이러한 비금속 포스트 코어 시스템의 종류에 따른

기계적, 물리적 특성에 대해서는 많은 연구와 발전이 있어 왔지만 치아 외형, 표면 상태, 투명도, 색조 등의 재현과 같이 심미성에 영향을 미칠 수 있는 요소에 대해서는 아직도 임상적으로 미흡한 점이 많다.⁸⁾ 특히 투명도와 색조의 조화는 자연치에 가까운 광학적인 현상을 나타내는데 가장 중요하다.⁹⁾

투과도는 물체를 통과하는 빛의 상대적인 양을 의미하는 것으로 단지 일부분만이 산란된다면 물체는 투명성을 가지고, 산란이 너무 심해서 아무런 빛도 통과하지 않는다면 불투명하게 보인다. 또한 빛은 이러한 물체의 투명성에 의해 반사되거나 투과되는데, 반사시에는 물체 표면의 특성과 입사각에 의하여 반사되는 빛의 양이 좌우되며 투과시에는 굴절지수가 투과율에 영향을 준다.¹⁰⁾ 이러한 투과도를 연구하는 방법으로는 물체를 완전히 통과하여 계측점에 도달한 광원만을 기록하는 direct transmission과 재료를 순수하게 통과한 광원 뿐만 아니라 반사, 굴절된 빛까지 합하여 투과량을 계측하는 total transmission이 있고 재료 표면의 반사도를 투과율과 관련하여 계측하는 spectral reflectance¹⁰⁾가 있다.¹¹⁾

Brodelt 등¹²⁾은 자연치의 광투과율을 조사한 결과, 자연치가 도재에 비해 상대적으로 많은 광투과율을 보였고 젖은 상태의 표면이 건조된 표면보다 높은 투과계수를 나타낸다고 하였으며, O'Keefe 등¹³⁾은 도재 베니어의 두께와 파장에 따른 투과율 연구에서 투과율은 주로 두께에 영향을 받으며 파장이 길고 시편의 두께가 얇을수록 높은 투과율을 보인다고 하

였다.

색조는 파장에 따라서 인간의 감각으로 인지할 수 있는 것으로서 이를 계측하고 판단하는 방법에 있어서 주관적인 평가인 비색법 또는 색도 표준(shade guide) 기법이 가장 쉬운 방법이나 색을 구별하는 능력이 개인마다 다르고 빛의 상태에 따라 색의 인식에 변화를 가져오는 등의 많은 오차를 초래할 수 있다.¹²⁾ 이러한 개인의 시각적 오차를 제거할 수 있는 객관적인 방법으로 눈의 감지부와 같은 특성을 가진 3가지 색상 필터의 사용에 의해 반사광의 적색, 녹색, 청색의 3가지 값을 분석하는 3자극 색채계(tri-stimulus colorimeter)와 분광반사율, 분광투과율을 통하여 색좌표의 절대치를 측정하는 분광광도계(spectrophotometer)가 있다.¹⁴⁻¹⁷⁾

색차를 양적으로 객관적으로 분류할 수 있는 체계로서 Munsell 표색계와 CIE 표색계가 있다. Munsell 표색계는 색을 설명하는 가장 보편적인 방법의 하나로 색은 색상(hue), 명도(value), 채도(chroma)로 분류된다.¹⁸⁾ 본 연구에서 사용되는 색분류 체계는 1978년 국제조명학회에서 인정한 CIE 표색계^{8,16)}이다. 이것은 색을 L^* , a^* , b^* 로 분류하며 L^* 은 Munsell 표색계의 명도에 해당되고 a^* 는 녹색-적색상을 나타내며 b^* 는 청-황색상을 나타낸다. CIE 표색계는 L^* , a^* , b^* 를 숫자로 측정하여 전환할 수 있는 장점이 있다.

O'Brien 등¹⁹⁾은 분광광도계가 시편 색좌표의 절대치를 얻을 수 있는 가장 정확한 기기라고 하였고 박과 임³⁷⁾은 도재 종류, 응축 방법 및 글레이징 유무에 따라 L^* , a^* , b^* 값에 차이가 있었다고 하였으며, Vichi 등²⁰⁾은 비금속 포스트 코어를 사용할 경우 전부도재관과 시멘트의 두께가 색상에 영향을 준다고 보고하였다.

이에 본 연구에서는 심미적인 보철물에서 비금속 포스트 코어의 광학적인 효과를 알아보기 위해 CosmoPost and Empress® core와 LIGHT-POST™ and LIGHT-CORE™를 사용하고 자연치아를 대조군으로 선정하여 각각 IPS Empress® II를 이용한 전부도재관을 장착한 후 광투과도와 색조차이를 비교 분석하여 다소의 지견을 얻었기에 이에 보고하는 바이다.

II. 실험 재료 및 방법

1. 실험 재료 및 기구

본 연구에 사용된 재료 및 기구는 다음과 같다.

1) 치아

- 최근에 발치된 건강한 치아 (#11) : 9개
- Epoxy resin teeth (Trimunt Co., Kyoto, Japan) : 18개

2) CosmoPost set (Figure 1)

- CosmoPost dowel (Ivoclar-Vivadent, Liechtenstein) : 직경 1.4mm — 9개
- Empress® Cosmo Ingot (Ivoclar-Vivadent, Liechtenstein)
- Drill set (Ivoclar-Vivadent, Liechtenstein)

3) Fiber post set (Figure 2)

- LIGHT-POST™ (Bisco, U.S.A.) : 직경 1.4mm — 9개
- LIGHT-CORE™ (Bisco, U.S.A.) : 코어재료
- Drill set (Bisco, U.S.A.)

4) 근관 형성 기구

- Access opening : #4 round bur
- Cleaning and shaping: H 및 K-file, gate-glidden drill

5) 합착재

- Variolink® II (Ivoclar-Vivadent, Liechtenstein)

6) 몰드 재료

- VeraBond® (AALBA DENT INC., U.S.A.)
- Panasil® contact plus (A. Kettenbach GmbH & Co., KG, Germany)

7) 인상재와 초경석고

- Panasil® (A. Kettenbach GmbH & Co., KG, Germany)
- Fuji Rock® (GC, Japan)

8) 전부도재관

- IPS Empress® II (Ivoclar-Vivadent, Liechtenstein) : 27개

9) 분광광도계 (spectrophotometer)

- 광투과도 측정 : UV 3101 PC (Shimadzu, Japan)

- 색조 측정 : CM 503i (Minolta Co., Ltd., Japan)

2. 실험방법

1) 실험군의 분류

I 군은 대조군으로서 포스트 코어를 장착하지 않은 자연치를 이용하였고, II 군은 CosmoPost and Empress® core, III 군은 LIGHT-POST™ and LIGHT-CORE™를 일정한 두께의 코어 형태로 제작하여 각각 9개씩 총 27개의 시편을 제작하였다.

각 군은 IPS Empress® II 전부도재관을 제작한 후, 분광광도계를 이용하여 광투과도와 색조를 측정하였다(Table I).

2) 시편 제작

(1) 시편 재료 준비

I 군의 시편재료는 치주병을 가진 환자에게서 최근에 발치한 치아우식이 없는 상악 우측중절치 9개를 준비하여 스케일링 및 퍼미싱을 한 후 5% formal/saline 용액에 보관하여 이용하였다.

II 군과 III 군의 시편은 각각 9개씩 에폭시 레진치아로 제작하였다.

(2) 근관 형성

I 군은 치아의 색을 보존하기 위해 근관형성을 하지 않았고, II, III 군은 절단면에서 치근단으로 17mm를 작업장 길이로 설정하여 #4 round bur로 access opening 후 H 및 K-file과 gate-glidden drill을 이용하여 step-back technique으로 근관을 형성하였다.

Table I. Classification of the experimental groups

Group	All-Ceramic Crown	Post and Core System	Number
I	IPS Empress® II	Natural teeth	9
II		CosmoPost and Empress® core	9
III		LIGHT-POST™ and LIGHT-CORE™	9
		Total	27

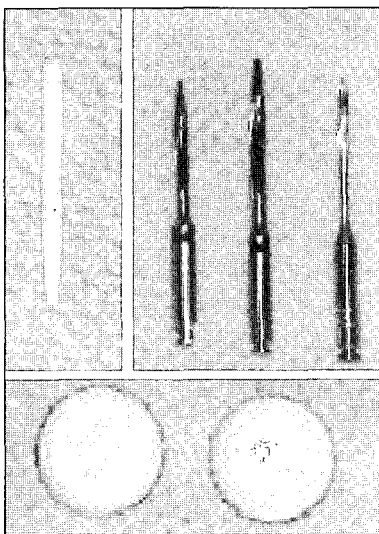


Fig. 1. CosmoPost set (Ivoclar-Vivadent, Liechtenstein)

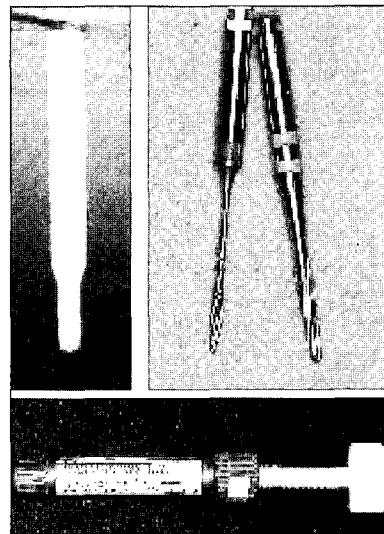


Fig. 2. LIGHT-POST™ and LIGHT-CORE™ (Bisco, U.S.A.)

(3) 포스트 장착을 위한 치아형성

Ⅱ, Ⅲ군의 레진치아는 백아법랑경계 상방 2mm 높이에서 diamond disk로 절단한 후, 백아법랑경계 상방 1mm 높이에서 전부도재관을 위한 1mm의 shoulder margin을 형성하였고 ferrule design을 위해 1mm bevel을 부여하였다.

(4) 포스트 코어 제작

① Ⅱ군

Reaming과 shaping을 통해 10.0mm의 깊이로 근관을 형성하였고 CosmoPost(∅ 1.4mm)를 삽입하여 납형을 형성하였다. 이때 실리콘 재료(Panasil® contact plus)로 코어 형태의 몰드를 제작하여 각 시편마다 서로 두께와 길이가 일정하게 하였다(Fig. 3).

Investing, burn-out, pressing의 과정을 거쳐 얻어진 포스트 코어를 레진시멘트인 Variolink® Ⅱ로 합착하였다(Fig. 4).

② Ⅲ군

Pre-shaping drill과 finishing drill을 사용하여 10.0mm의 깊이로 근관을 형성하였고 LIGHT-POST™(∅ 1.4mm)를 시적하여 확인한 후, 5mm의 치관부 높이로 diamond disk를 이용하여 절단하여 Variolink® Ⅱ로 합착하였다(Fig. 3).

그리고 금속(VeraBond®)으로 제작한 코어용 몰드를 이용하여 광중합형 레진인 LIGHT-CORE™로 서로 동일한 두께와 길이의 코어를 축성하였다(Fig. 4).

(5) IPS Empress® Ⅱ 전부도재관의 제작

모든 실험군은 전부도재관 장착을 위한 치아 형성을 시행하였다.

Ⅰ군은 기공과정동안 건조에 의한 변색을 방지하기 위해, 부가중합형 실리콘 인상재인 Panasil® light body로 인상을 채득하고 초경석고인 Fuji Rock®을 주입하여 얻은 경석고 주모형을 이용하여 전부도재관을 제작하였다.

모든 군은 layering technique을 이용하여 일정한 색조와 두께를 가진 IPS Empress® Ⅱ 전부도재관을 제작하였고, 합착하지 않은 상태에서의 측정이 끝난 후, 투명한 색조의 Variolink® Ⅱ로 전부도재관을 합착하였다(Fig. 5).

3) 광투과도 및 색조 측정

(1) 실리콘 몰드 제작

전부도재관을 장착하지 않은 포스트 코어 상태와 전부도재관을 합착한 상태에서의 광투과도를 측정하기 위해 실리콘 재료(Panasil® contact plus)를 이용하여 각기 다른 2개의 몰드를 제작하였다. 광원의 크기가 2mm×10mm이므로 포스트 코어 상태에서 측정하기 위한 시편에는 상단부 중앙에서 1mm, 전부도재관 합착 상태에서 측정하기 위한 시편에는 절단면 중앙에서 3mm 떨어진 위치에 5mm×2mm의 넓이를 가진 창을 형성하여 실제로 광원이 시편을 통과하는 영역이 2mm×2mm가 되도록 제작하였다(Fig. 6).

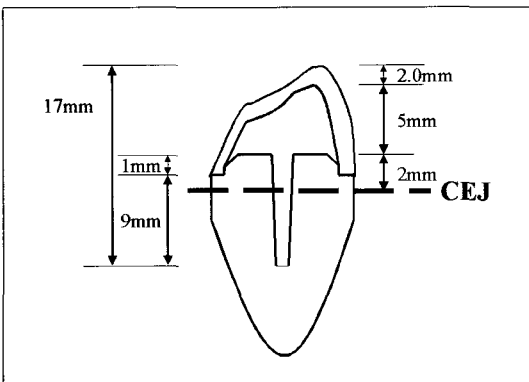


Fig. 3. Design of each specimen in Group II and III

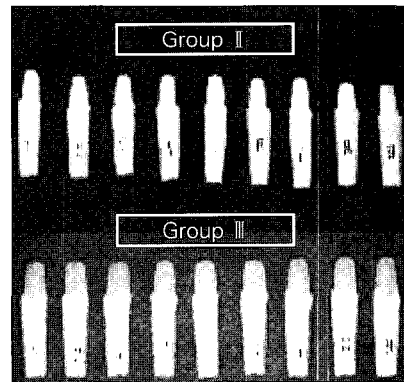


Fig. 4. Group II and III with post and core

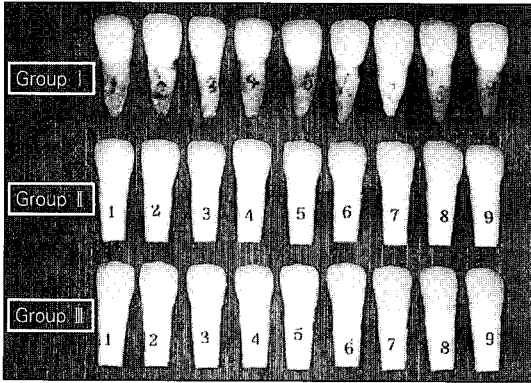


Fig. 5. Completed specimens with all-ceramic crowns

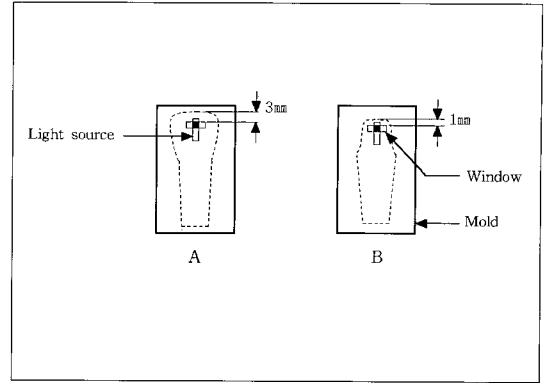


Fig. 6. Diagram of silicone-molds for measuring the optical transmittance: with all-ceramic crown cemented(A) and without all-ceramic crown(B). Small black box represents the area size of light passing through the specimen substantially.

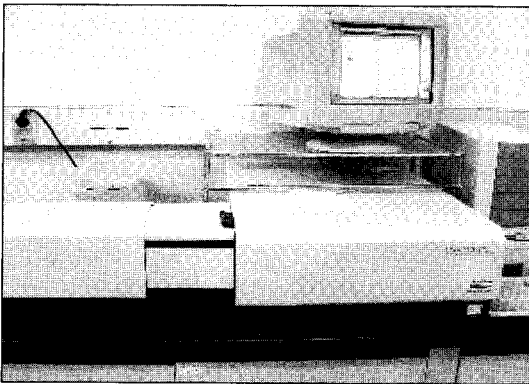


Fig. 7. Spectrophotometer used for measuring the optical transmittance (UV 3101 PC, Shimadzu, Japan)

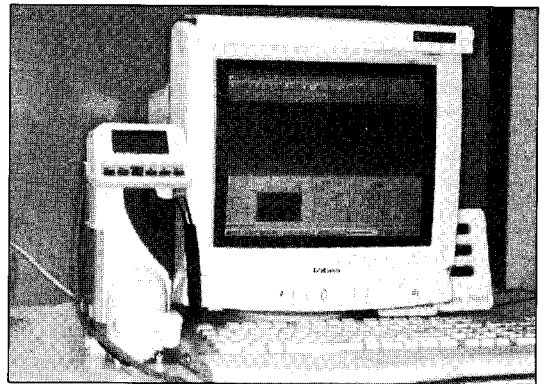


Fig. 8. Spectrophotometer used for measuring the color value (CM 503i, Minolta Co., Ltd., Japan)

(2) 광투과도 측정

분광광도계(UV 3101 PC) 내에 실리콘 몰드로 시편을 고정시킨 후, 가시광선의 영역인 400nm~700nm의 광원을 일정 부위에 수직으로 입사되도록 통과시켜서 전부도재관을 장착하지 않은 포스트 코어 상태와 전부도재관을 합착한 상태에서의 direct transmittance를 측정하였다(Fig. 7).

(3) 색조 측정

분광광도계(CM 503i)의 광학부에 흡광통을 놓고

영점조정을 한 후 표준 백색판을 이용하여 표준조정을 하였다.

전부도재관을 장착만 하고 합착하지 않았을 때와 합착하였을 때로 나누어서, 각 시편의 부위에 따라 절단부, 중간부, 치경부를 각각 측정하여 L^* , a^* , b^* 값을 산출하였다(Fig. 8).

4) 통계 처리

본 연구의 통계처리를 위하여 SPSS V. 10.0 for Windows (SPSS Inc., U.S.A.)을 사용하였다. 각 실

협군의 측정값은 one-way ANOVA test, two-way ANOVA test, multiple range test(Scheffé's test)을 통하여 각 인자들간의 유의성을 분석하였다.

Ⅲ. 실험결과

1. 광투과도 측정 결과

전부도재관을 장착하지 않은 포스트 코어 상태와 전부도재관을 레진시멘트로 합착한 상태에서 각각 광투과율을 측정한 결과는 다음과 같다.

1) 코어 상태에서의 광투과도 비교

전부도재관을 장착하지 않은 포스트 코어 상태에서 광투과율을 측정한 결과, Ⅲ군, Ⅰ군, Ⅱ군 순으로 감소하였으며 모든 군에서 단파장에서 장파장으로 갈수록 투과율이 증가하는 양상을 나타내었다(Table II, Fig. 9).

각 군간의 파장에 따른 광투과율의 유의성을 검증하기 위한 ANOVA test 결과는 Table III과 같다.

ANOVA test 결과 광투과도는 파장이 증가함에 따라 유의성 있게 증가하였고 모든 군간에 유의한 차이를 보였다($p < 0.05$).

2) 전부도재관 합착 상태에서의 광투과도 비교

전부도재관을 합착한 상태에서 광투과율을 측정 한 결과, Ⅰ군, Ⅱ군, Ⅲ군의 순으로 감소하였고 단파장에서 장파장으로 갈수록 투과율이 증가하는 양상을 나타내었다. 그러나 전반적인 광투과율의 측정값과 각 군간 차이가 전부도재관을 장착하지 않은 코어 상태일 때보다 상당히 감소하였다(Table IV, Fig. 10).

각 군간의 파장에 따른 광투과율의 유의성을 검증하기 위한 ANOVA test 결과는 Table V와 같다.

ANOVA test 결과 광투과도는 파장이 증가함에 따라 유의성 있게 증가하였고 모든 군간에 유의한 차

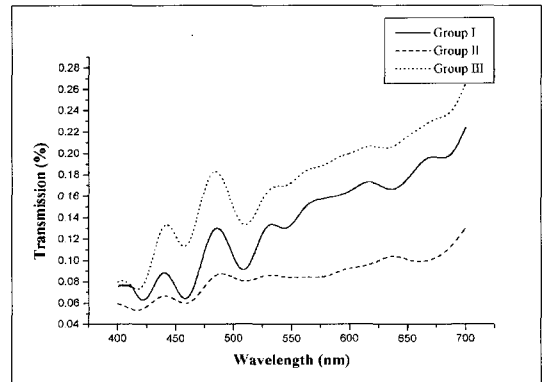


Fig. 9. Graph of transmission rate of post and core

Table II. Mean and standard deviation of transmission rate of post and core

Unit: %

Wave	Group I	Group II	Group III
400	0.0671±0.0336	0.0569±0.0138	0.0783±0.0336
420	0.0373±0.0516	0.0525±0.0076	0.0560±0.0291
440	0.0970±0.0681	0.0656±0.0087	0.1343±0.0375
460	0.0519±0.0533	0.0572±0.0081	0.0970±0.0312
480	0.1193±0.0559	0.0715±0.0091	0.1828±0.0415
500	0.1343±0.0531	0.0619±0.0095	0.1902±0.0336
520	0.1604±0.0600	0.0639±0.0121	0.1790±0.0375
540	0.1231±0.0557	0.0602±0.0084	0.1753±0.0326
560	0.1384±0.0398	0.0738±0.0105	0.1797±0.0252
580	0.1641±0.0813	0.0654±0.0103	0.1940±0.0576
600	0.1648±0.0649	0.0794±0.0130	0.2306±0.0146
620	0.1607±0.0520	0.0910±0.0141	0.1980±0.0382
640	0.1617±0.0709	0.0752±0.0130	0.1949±0.0475
660	0.2014±0.0545	0.0957±0.0143	0.2292±0.0292
680	0.1563±0.0788	0.0840±0.0129	0.2034±0.0286
700	0.2401±0.0798	0.1074±0.0133	0.2848±0.0296

Table III. Results of two-way ANOVA test for transmission rate of post and core

Source	Sum Squares	DF	Mean Squares	F. Ratio	F. Prob
Material	2.7094	2	1.3547	817.6455	0.000
Wavelength	2.0587	60	0.0343	20.7093	0.000
Mat*Wav	0.5910	120	0.0049	2.9723	0.093
Error	2.4256	1464	0.0017		

Table IV. Mean and standard deviation of transmission rate on cementation

Unit: %

Wave	Group I	Group II	Group III
400	0.0262±0.0134	0.0219±0.0124	0.0216±0.0210
420	0.0178±0.0078	0.0109±0.0060	0.0086±0.0082
440	0.0291±0.0072	0.0305±0.0071	0.0233±0.0117
460	0.0248±0.0119	0.0159±0.0091	0.0163±0.0122
480	0.0467±0.0110	0.0445±0.0108	0.0387±0.0189
500	0.0498±0.0099	0.0432±0.0130	0.0381±0.0195
520	0.0557±0.0083	0.0434±0.0122	0.0436±0.0156
540	0.0629±0.0227	0.0446±0.0142	0.0434±0.0168
560	0.0525±0.0092	0.0453±0.0091	0.0432±0.0118
580	0.0688±0.0186	0.0437±0.0143	0.0462±0.0161
600	0.0639±0.0127	0.0536±0.0170	0.0508±0.0199
620	0.0640±0.0136	0.0567±0.0128	0.0488±0.0197
640	0.0860±0.0217	0.0653±0.0296	0.0552±0.0277
660	0.0701±0.0151	0.0575±0.0139	0.0528±0.0167
680	0.0897±0.0142	0.0649±0.0138	0.0502±0.0187
700	0.1082±0.0179	0.0959±0.0152	0.0776±0.0176

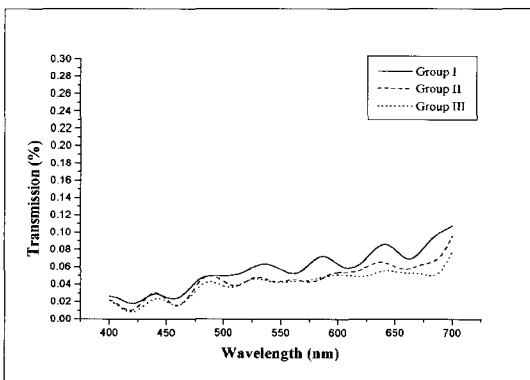


Fig. 10. Graph of transmission rate on the cementation

이를 보였다($p < 0.05$).

2. 색조 측정 결과

전부도재관의 합착 전, 후의 색조를 각각 절단부, 중간부, 치경부로 분류하여 측정한 평균 L^* , a^* , b^* 값의 결과는 다음과 같다(Table VI).

1) 전부도재관 합착 전의 색조 비교

전부도재관을 포스트 코어에 시적하였을 때, I 군과 II 군의 색조차이(ΔE^*_1), II 군과 III 군의 색조차이(ΔE^*_2), III 군과 I 군의 색조차이(ΔE^*_3)를 산출하였다. 색조차이 평균값은 ΔE^*_1 이 4.03 ± 1.79 , ΔE^*_2 이 4.04 ± 2.19 , ΔE^*_3 이 3.68 ± 1.76 이었으며, one-

Table V. Results of two-way ANOVA test for transmission rate on cementation

Source	Sum Squares	DF	Mean Squares	F. Ratio	F. Prob
Material	0.0772	2	0.0386	169.4613	0.000
Wavelength	0.5471	60	0.0091	40.0270	0.000
Mat*Wav	0.0324	120	0.0003	1.1837	0.000
Error	0.3335	1464	0.0002		

Table VI. Mean and standard deviation of L*, a*, b* value in all groups

Cementation	Group	Site	Mean±S.D.		
			L*	a*	b*
Before	I	incisal	67.96±1.75	1.35±0.27	15.00±1.62
		middle	68.36±1.70	1.31±0.23	14.01±2.33
		cervical	64.69±1.89	0.87±0.22	10.23±2.52
	II	incisal	71.22±1.55	1.57±0.31	15.94±1.41
		middle	70.10±1.53	1.45±0.28	15.07±1.80
		cervical	66.90±1.57	1.07±0.22	12.32±1.88
	III	incisal	66.97±1.40	1.20±0.40	14.04±1.23
		middle	66.69±1.64	0.90±0.35	13.59±1.15
		cervical	65.36±1.86	0.58±0.18	11.68±1.34
After	I	incisal	66.12±3.10	0.98±0.32	13.68±1.95
		middle	67.67±1.48	1.09±0.22	12.94±2.53
		cervical	64.51±1.03	1.77±0.16	9.44±1.76
	II	incisal	69.46±1.31	1.48±0.27	14.75±1.50
		middle	68.67±1.37	1.36±0.29	14.39±1.70
		cervical	65.25±2.30	0.76±0.22	10.58±1.99
	III	incisal	66.48±1.97	0.67±0.28	12.58±1.25
		middle	65.98±2.06	0.41±0.28	12.08±1.10
		cervical	65.13±1.33	0.31±0.14	10.66±1.03

Table VII. Results of one-way ANOVA test for E* between groups before cementation

Source	Sum Squares	DF	Mean Squares	F. Ratio	F. Prob
Between Groups	2.27	2	1.14	0.30	0.73
Within Groups	289.29	78	3.71		
Total	291.56	80			

way ANOVA test 결과 유의한 차이를 보이지 않았다(Table VII).

2) 전부도재관 합착 후의 군간 비교

전부도재관을 포스트 코어에 레진시멘트로 합착하였을 때, I 군과 II 군의 색조차이(ΔE^*_1), II 군과 III

군의 색조차이(ΔE^*_2), III 군과 I 군의 색조차이(ΔE^*_3)를 산출하였다. 색조차이 평균값은 ΔE^*_1 이 3.68 ± 2.37 , ΔE^*_2 이 4.21 ± 1.93 , ΔE^*_3 이 3.75 ± 2.01 이었으며, one-way ANOVA test 결과 유의한 차이를 보이지 않았다(Table VIII).

Table VIII. Results of one-way ANOVA test for E* between groups after cementation

Source	Sum Squares	DF	Mean Squares	F. Ratio	F. Prob
Between Groups	4.53	2	2.26	0.50	0.60
Within Groups	347.84	78	4.46		
Total	352.37	80			

Table IX. Results of one-way ANOVA test for E* in each group after cementation

Source	Sum Squares	DF	Mean Squares	F. Ratio	F. Prob
Between Groups	10.05	2	5.02	2.21	0.11
Within Groups	177.36	78	2.27		
Total	187.41	80			

3) 전부도재관 합착시 색조 변화의 구간 비교

전부도재관을 장착한 상태에서 레진시멘트로 합착 하였을 때, I군의 색조 변화(ΔE^*_1), II군의 색조 변화(ΔE^*_2), III군의 색조 변화(ΔE^*_3)를 산출하였다.

색조변화의 평균값은 ΔE^*_1 이 1.89 ± 1.62 , ΔE^*_2 이 2.64 ± 1.84 , ΔE^*_3 이 1.90 ± 0.91 이었으며, one-way ANOVA test 결과 유의한 차이를 보이지 않았다 (Table IX).

IV. 총괄 및 고안

치관이 광범위하게 손상된 전치부 보철물 수복에 있어서 자연치에 가까운 심미적인 회복은 기능적인 면과 함께 매우 중요하다. 최근 임상적으로 사용이 증가하고 있는 비금속 포스트 코어는 이러한 심미적 욕구가 반영되어 치아 색조를 가지며 투과성이 우수하므로 치아의 자연스런 모습을 재생할 수 있다. Clark²¹⁾는 치과분야에서 색에 대한 과학적 인식을 중요하게 여겨 자연치의 색을 부위별로 면밀히 분석하여 여러 분야에서 잘 활용되도록 노력하였으나, 아직 치의학에서 이에 관한 체계적인 연구와 교육은 부족한 실정이다.

현재 투과도와 색상을 측정하기 위한 많은 노력과 방법들이 시행되고 있다. 색도 표준(shade guide)을 이용한 비색법은 제작된 색도 표준의 색도 범위가 너무 제한되고 그 간격이 너무 커서 도재의 색을 선

택할 때 어려움이 따르며 두 물체의 색이 어떤 광원에서는 동일하나 다른 광원에서는 다르게 보이는 현상과 같은 단점이 있다.²²⁾ 분광광도계를 이용하는 방법은 색상이 수치로 표현되므로 쉽게 이해하기 어렵고 색상을 측정하더라도 그것을 다시 기공실에서 도재를 이용하여 정확히 재현할 수 없다는 단점을 가지지만, 색을 객관적으로 측정하기 위해서는 적합한 방법이다.¹⁴⁻¹⁷⁾ 본 연구에서는 leucite-reinforced glass ceramic을 열가압하여 코어를 형성한 zirconia post와 직접법으로 광중합 코어 재료를 이용한 fiber post 사이의 투과도와 색조를 분광광도계로 측정하여 비교하였다.

광선은 물체를 통과하면서 산란, 투과, 흡수, 반사, 굴절같은 물리적 현상에 의해 영향을 받는다.¹⁰⁾ 자연치의 절단부는 가장 투과성이 좋은 영역임에도 불구하고 단지 1%만이 투과하고 나머지는 반사되거나 흡수되거나 산란된다. 전부도재관의 변연부는 투명한 절단부 도재뿐만 아니라 불투명한 상아질 세라믹으로 만들어진다고 생각한다면 그 양은 1%보다 훨씬 작은 양이 된다.²³⁾

투과도는 재료의 종류와 굴절지표의 정도에 의해 결정되며²⁴⁾ 영향을 주는 요인에는 광원^{25,26)}, 표면 광택²⁷⁾, 입사면의 만곡도²⁷⁾, 시편 두께^{13,28)} 등이 있다. Brodbelt 등¹¹⁾에 의하면 400~700nm의 파장 영역에서 자연치와 도재의 투과율을 비교해 보았을 때, 도재의 1mm 두께에 대해 total transmission은

26.8%, direct transmission은 0.13%의 투과율을 나타내어 도재에 비해 자연치가 상대적으로 많은 투과율을 보인다고 하였고, Strang 등²⁹⁾은 도재의 두께가 색조나 불투명성(opacity)보다 투과율에 더 많은 영향을 준다고 보고하였다. 파장이 클수록 투과율이 증가하는 것¹²⁾은 파장이 클수록 빛의 산란이 감소하여 투과율이 커진다는 Rayleigh scattering 방정식²⁵⁾과도 일치한다고 볼 수 있으며 장파장 영역에서 투과율 경사도가 커지거나 투과율이 큰 것은 황색, 적색 계열의 빛을 더 많이 투과한다는 것을 의미할 수 있다. 또한 투과율 그래프들이 비교적 평행하게 진행되는 양상은 가시광원 하에서 유사한 투과 패턴을 가진다고 볼 수 있다.³⁰⁾

치아 법랑질의 투명도는 표면이 건조되어 있을 때 크게 감소한다. 이는 공기가 물을 대체하였을 때 법랑소주와 주변 매개체간 증가된 굴절지수의 차이에 의해 설명된다. 치아 법랑질의 굴절지수는 약 1.70이고 물은 1.33이며 공기는 1.00이기 때문에 법랑질과 공기계면에서 더 큰 차이로 인한 더 큰 산란이 만들어진다.¹²⁾ 본 실험에서 III군이 합착 상태에서 광투과도가 갑자기 낮아진 것도 코어용 레진 재료가 다른 재료보다 도재관과의 굴절지수가 많이 차이 나는 데 따른 빛의 산란효과 때문이다. 세라믹이나 치아는 굴절지수가 1.6에서 1.7로 전부도재관과 비슷한 반면, III군의 레진은 1.5 정도로 차이를 보인다.³¹⁾

도재의 색상은 광원의 성질, 도재관에 의한 광의 변화, 이러한 효과에 대한 관찰자의 해석에 의해 영향을 받는다.^{10,32)} Miyagawa와 Powers³³⁾는 물체의 광학적 성질이 배경 색조에 의하여 영향을 받는다고 보고하였고, Seghi 등¹⁶⁾에 의하면 치아 색상은 상아질이 주된 원천이고 법랑질의 투과도와 두께에 의하여 변경된다고 하였다. 포스트 코어가 상아질의 색상에 가까워도 밝은 흰색 계열의 색상은 가려져야 하므로 전부도재관의 두께는 중요하다. 포스트 코어 재료에 상관없이 색상 차이가 분광광도계에 의해 감식되지 않을 도재관의 협측면의 최소의 두께가 2.0mm이다. 도재 두께를 1.0mm로 제작하는 것은 임상적으로 받아들이기 어려울 정도로 지대치에 의한 색상의 영향이 극명하게 나타나고 교합력에 대해 좋지 않은 저항도를 가진다. 두께가 적어도 1.5mm이거나 다소 적다면 분광광도계에서는 색상 차이가

나타나지만 임상적으로는 차이가 드러나지 않으므로 지대치의 색상이 최종적인 심미성에 미치는 영향은 최소화될 수 있다.²⁰⁾

포스트 코어 상태에서 광투과율을 측정하였을 때 보다 전부도재관을 합착하였을 때 광투과율이 훨씬 감소하면서 구간 차이가 현격하게 좁아진 이유도 전체적인 시편의 두께 증가와 함께 전부도재관내 불투과성 코핑이 포스트 코어 본래의 색상을 차단하였기 때문이다. 색조 측정의 경우 합착 여부에 관계없이 구간에 차이를 가지지 않는 것도 이러한 전부도재관의 불투과성 때문이다.

Burke³⁴⁾는 물체의 표면조도는 외관에 상당히 중요한 부분을 담당하고 글레이징이 잘된 표면을 가지면 수복물은 더 투명하고 색상도 yellow-orange 계열로 변한다고 하였고, Lemire와 Burke²⁴⁾, Eissman³⁵⁾은 표면조도가 자연치나 도재 수복물에 내리찍는 광의 산란이나 반사를 조절하고 거칠거나 불규칙한 조도 표면은 빛을 불규칙하고 확산되는 패턴으로 반사시키며 이는 외관의 색을 변화시킨다고 기술하였다. Barghi와 Richardson³⁶⁾에 의하면 도재를 위한 열처리가 계속 반복되면 반짝거리는 양상과 더불어 색상과 형태의 상실을 야기하며 잔여 기포의 감소로 인하여 금속에 부착된 도재의 채도를 증가시킨다고 보고하였다.

Watts와 Cash²⁸⁾는 빛을 투과하는 레진시멘트 제재가 색상에 변화를 주는 것은 임상적으로 불가능하고 전부도재관의 심미적 결과에 영향을 미치는 것은 시멘트 제재보다는 기공사에 의한 색상재현이라고 하였다. 그러므로 IPS Empress[®]와 In-Ceram[®]을 이용한 전부도재관의 수복에서 다양한 색상의 레진시멘트를 사용하여 변화를 주는 것보다 본 실험에서와 같이 한가지 종류의 투명한 시멘트를 쓰는 방법²³⁾이 현명하다고 사료된다.

O'Keefe 등¹³⁾은 불투명성(opacity)을 달리하여 제작한 3가지 종류의 도재 시편의 광투과율을 측정하였을 때 그 차이가 각 파장에 대해 0.4%보다 크지 않았기 때문에 임상적으로 의미가 없다고 하였고, Vichi 등³⁶⁾은 수종의 비금속 포스트 위에 도재 시편을 합착하여 색조를 측정하였을 때 색조변화가 1.0과 2.0 사이에 위치한다면 임상적으로 동일하게 받아들일 수 있다고 하였다.

결론적으로 본 연구에 사용된 CosmoPost and Empress® core와 LIGHT-POST™ and LIGHT-CORE™의 2가지 비금속 포스트 코어에서 재료의 선택은 광투과도에 영향을 미치지만 그 차이가 각 파장에 대해 0.01%보다 작으므로 임상적으로 그 차이를 구별할 수 없고 또한 색조 비교에서도 차이가 없으므로, 심미적인 면에 많은 영향을 주지 않으리라 사료된다. 앞으로 이외에 임상에서 자주 사용되는 더욱 많은 종류의 비금속 포스트 코어의 광학적 특성에 관한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

V. 결 론

본 연구에서는 CosmoPost and Empress® core(Ⅱ군)와 LIGHT-POST™ and LIGHT-CORE™(Ⅲ군)를 사용하고 포스트를 장착하지 않은 자연치아를 대조군(Ⅰ군)으로 하여 IPS Empress® Ⅱ 전부도재관을 장착한 후 광투과도와 색조를 비교 연구한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 전부도재관을 장착하지 않고 광투과도를 측정하였을 때, Ⅲ군, Ⅰ군, Ⅱ군의 순으로 광투과율이 감소하였으며 각 군간에 유의한 차이를 보였다 ($p < 0.05$).
2. 전부도재관을 합착하고 광투과도를 측정하였을 때, Ⅰ군, Ⅱ군, Ⅲ군의 순으로 광투과율이 감소하였으며 각 군간에 유의한 차이를 보였다 ($p < 0.05$).
3. 전부도재관의 합착전과 합착후, 각 군간의 색조 비교에서 모든 군간에 유의한 차이가 없었다.
4. 전부도재관 합착 전과 후의 색조 변화 비교시 각 군간에 유의한 차이가 없었다.

이상의 결과로 볼 때, 각 군간의 광투과도 비교에서 유의성을 보이지만 그 차이가 임상적으로 구분할 수 없을 정도로 미미하고, 또한 색조 비교에서도 유의한 차이가 없으므로, 본 연구에 사용된 재료의 선택은 심미적인 면에 많은 영향을 주지 않으리라 사료된다.

참고문헌

1. Kakehashi Y, Naef R, Scherer P. A new all-ceramic post and core system : clinical, technical and in vitro results. *Int J Periodont Rest Dent* 1998;18:587-93.

2. Koutayas SO, Kern M. All-ceramic posts and cores : The state of the art. *Quintessence Int* 1999;30:383-92.
3. Zalkind M, Hochman N. Esthetic consideration in restoring endodontically treated teeth with posts and cores. *J Prosthet Dent* 1998;79:702-5.
4. Yoon JY, Cho IH. A Study on the fracture strength and fracture pattern of Zirconium Post and Carbon fiber post : Department of Prosthodontics Graduate, School, Dankook Univ.; 2001.
5. Yi YJ, Yang JH. Clinical application of carbon fiber post. *Clinical Dentistry*:1999;5.
6. Isidor F, Ödman P, Brøndum K. Intermittent loading of teeth restored using prefabricated carbon fiber posts. *Int J Prosthodont* 1996;9:131-6.
7. Stegaroiu R, Yamada H, Kusakari H, Miyakawa O. Retention and failure mode after cyclic loading in two post and core systems. *J Prosthet Dent* 1996;75:506-11.
8. Miller LL. A scientific approach to shade matching. *Quintessence Pub Co*; 1988. p. 193-208.
9. Davison SP, Myslinski NR. Shade selection by color vision-defective dental personnel. *J Prosthet Dent* 1990;63:97-101.
10. Obregon A, Goodkind RJ, Schwabacher WB. Effects of opaque and porcelain surface texture on the color of ceramometal restorations. *J Prosthet Dent* 1981;46:330-40.
11. Brodbelt RHW, O'Brien WJ, Fan PL. Translucency of dental porcelains. *J Dent Res* 1980;59:70-5.
12. Brodbelt RHW, O'Brien WJ, Fan PL, Yu R. Translucency of human dental enamel. *J Dent Res* 1981;53:1749-53.
13. O'Keefe KL, Pease PL, Herrin HK. Variables affecting the spectral transmittance of light through porcelain veneer samples. *J Prosthet Dent* 1991;66:434-8.

14. Goodkind RJ, Keenan KM, Schwabacher WB. A comparison of chromascan and spectrophotometric color measurements of 100 natural teeth. *J Prosthet Dent* 1985;53:105-9.
15. Jorgenson MW, Goodkind RJ. Spectrophotometric study of five porcelain shades relatives to the dimensions of color, porcelain thickness, and repeated firings. *J Prosthet Dent* 1979;42:96-105.
16. Seghi RR, Johnston WM, O'Brien WJ. Spectrophotometric analysis of color differences between different porcelain system. *J Prosthet Dent* 1986;56:35-40.
17. Seghi RR, Johnston WM, O'Brien WJ. Performance assessment of colorimetric devices on dental porcelains. *J Dent Res* 1989; 68:1755-9.
18. Sproull RC. Color matching in dentistry. Part II : Practical applications of the organization of color. *J Prosthet Dent* 1973; 29:556-66.
19. O'Brien WJ. Double layer effect and other optical phenomenon. *Dental Clinics of North America* 1985;29:667-72.
20. Vichi A, Ferrari M, Davidson CL. Influence of ceramic and cement thickness on the masking of various types opaque posts. *J Prosthet Dent* 2000;83:412-7.
21. Clark EB. An analysis of tooth color. *J Am Dent Assoc* 1981;18:2093-5.
22. Johnston WM, O'Brien WJ. Color analysis of dental modifying porcelains. *J Dent Res* 1982;61:484-8.
23. Stefan JP, Paul P, Nicola P, Peter S. Light transmission of composite luting resins. *Int J Periodont Rest Dent* 1996; 16:165-73.
24. Lemire P, Burke B. *Color in dentistry*. J M Ney Co; 1975.
25. Frank LP, Leno SP. *Introduction to Optics*. 2nd ed. Prentice-hall International Co Inc; 1966. p. 501-21.
26. Goodkind RJ, Schwabacher WB. Use of a fiber-optic colorimeter for in vivo color measurements of 2830 anterior teeth. *J Prosthet Dent* 1987;58:535-41.
27. Grajower R, Revah A, Sorin S. Reflectance spectra of natural and acrylic resin teeth. *J Prosthet Dent* 1976;36:570-9.
28. Watts DC, Cash AJ. Analysis of optical transmission by 400-500nm visible light into aesthetic dental biomaterials. *J Dent* 1994;22:112-7.
29. Strang R, McCrosson J, Muirhead GM, Richardson SA. The setting of visible-light-cured resins beneath etched porcelain veneers. *Br Dent J* 1987;163:149-51.
30. Choi KB, Park CW, Song CY, Ko SM. Analysis of optical transmission characteristics by visible Light into Shade guides. *The Journal of Korean Academy of Prosthodontics*. 2000;38:147-59.
31. Houwink B. The index of refraction of dental enamel apatite. *Br Dent J* 1974; 137:472-5.
32. Knispel G. Factors affecting the process of color matching restorative materials to natural teeth. *Quintessence Int* 1991 ;22:525-31.
33. Miyagawa Y, Powers JM. Prediction of an esthetics restorative material. *J Dent Res* 1983;62:581-4.
34. Burke B. *Dental Porcelain : The state of the Art-1977-Color and Esthetics*. Los Angeles: University of Southern California; 1977. p. 293-5.
35. Eissman H. *Dental Porcelain : The state of the Art-1977-Visual Perception and Tooth Contour*. Los Angeles: University of Southern California; 1977.
36. Barghi N, Richardson JT. A study of various factors influencing shade of bonded porcelain. *J Prosthet Dent* 1985;39:625-7.

37. Park YH, Lim JH, Cho IH. A study on the shade of dental porcelain according to the condensation methods and glazing. The Journal of Korean Academy of Stomatognathic function and occlusim. 1999;15:131-40.
38. Hochman N, Zalkind M. New all-ceramic indirect post-and-core system. J Prosthet Dent 1999;81:625-9. 388-93.

Reprint request to:

In-Ho Cho, D.D.S., Ph.D.

Department of Prosthodontics College of Dentistry, Dankook University
7-1, Shinpoo-dong, Chunan, Chungnam, 330-716, Korea

Tel. 82-41-550-1990, 1994

E-mail : cho8511@dku.edu

ABSTRACT

OPTICAL EFFECTS OF NONMETALLIC POST AND CORE SYSTEMS ON ALL-CERAMIC CROWNS

Sung-Won Kim, D.D.S., In-Ho Cho, D.D.S., Ph.D.,
Ju-Hwan Lim, D.D.S., Ph.D., Heon-Song Lim, D.D.S., Ph.D.

Department of Prosthodontics College of Dentistry, Dankook University

Recently as the esthetic concerns about dental prosthesis have been increased, the nonmetallic post and core systems have been introduced clinically to improve the color and the low optical transmittance of conventional casting metal post and core systems.

The purpose of this study was to compare and analyze the optical transmittance and the shade changes of all-ceramic crowns with two nonmetallic post and core systems.

The experimental groups were classified as follows:

Total 27 specimens (9 samples in each group) were evaluated.

Group I : Natural teeth as a control group

Group II : CosmoPost and Empress® core (Ivoclar-Vivadent, Liechtenstein)

Group III : LIGHT-POST™ and LIGHT-CORE™ (Bisco, U.S.A.)

In all groups, all-ceramic crowns were fabricated with the same shade of IPS Empress® II (Ivoclar-Vivadent, Liechtenstein) after abutment preparation, and then two kinds of spectrophotometers, UV 3101 PC (Shimadzu, Japan) and CM 503i (Minolta Co., Ltd., Japan), were used to measure the optical transmittance and the color value.

The following results were obtained :

1. The optical transmittance of each group without all-ceramic crowns, was significantly decreased in order of Group III, I and II ($p < 0.05$).
2. The optical transmittance of each group with all-ceramic crowns cemented, were significantly decreased in order of Group I, II and III ($p < 0.05$).
3. In comparison with the shade of all-ceramic crowns, there were no significant differences between groups regardless of the cementation.
4. In comparison with the shade changes in each group after the cementation of all-ceramic crowns, there were no significant differences between groups.

From the above results, it is thought that the selection among materials used in this study doesn't influence greatly the esthetic restoration, because the differences of optical transmittance were so small that those were clinically insignificant.

Key words : Nonmetallic post and core, Optical transmittance