

## CAD/CAM용 루사이트 함유 블록의 라이너 처리가 지대치 색상의 마스킹에 미치는 영향

오솔비<sup>1,+</sup>, 박정은<sup>1,+</sup>, 손시원<sup>2</sup>, 이민호<sup>1</sup>, 장용석<sup>1</sup>, 배태성<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>전북대학교 치과대학 치과생체재료학교실, 생체흡수성소재연구소 및 구강생체과학연구소

<sup>2</sup>(주)하스

<sup>+</sup>공동 1저자

### Effect of liner application on the masking ability of CAD/CAM lucite-containing blocks

*Sol-Bi Oh<sup>1,+</sup>, Jung-Eun Park<sup>1,+</sup>, Si-Won Son<sup>2</sup>, Min-Ho Lee<sup>1</sup>,  
Young-Seok Jang<sup>1</sup>, Tae-Sung Bae<sup>1,\*</sup>*

<sup>1</sup>*Department of Dental Biomaterials, institute of biodegradable Materials and Oral Bio-Science,  
School of Dentistry, Jeonbuk National University, Jeonju, Republic of Korea*

<sup>2</sup>*Department of R&D, Hass Co, Gangneung, Republic of Korea*

<sup>+</sup>*These authors contributed equally to this work*

This study aimed to evaluate the effect of liner application on the masking ability of CAD/CAM blocks containing leucite crystals, specifically IPS Empress CAD and Vitablocs Mark II. The CAD/CAM blocks were sectioned using a low-speed diamond cutting machine and polished to obtain 1.2 mm-thick plate specimens. Four types of liners L1, L2, L3, and L4 containing varying amounts of opaque materials were applied to the specimens. The effects of these liners on translucency parameters and contrast ratios were then assessed. To simulate different clinical scenarios, three types of abutment colors were selected: Z350 A2 for normal tooth color, Z350 A4 for discolored dentin, and Titanium for implant abutments. Color differences ( $\Delta E^*_{ab}$ ) were measured for each group without liner application, and the masking effects of the various liner treatments were subsequently compared. Based on the findings of this study, the following conclusions were drawn:

1. As the content of opaque material in the liner increased, the  $L^*$  values approached those measured against a black background, while the  $a^*$  and  $b^*$  values shifted positively on the same background.
2. Following liner application, the translucency parameter (TP) values of both the IPS Empress (EMP) and Vitablocs Mark II (VIT) blocks significantly decreased ( $p < 0.05$ ), while the contrast ratio (CR) values increased. However, the differences among the various liner compositions were relatively small.
3. When liner-treated EMP and VIT blocks were layered over Z350 A4 or Titanium substrates, the highest masking effectiveness was observed with the L3 liner formulation. Liner application to leucite-containing CAD/CAM blocks reduced translucency and enhanced the masking ability over discolored abutments and Ti abutments. Therefore, in anterior restorations where aesthetics are critical, the use of an appropriate liner should be considered to improve visual outcomes.

**Keywords** : Glass ceramic, Leucite-Containing Blocks, Liner, Titanium abutment, Discolored tooth abutment, Masking ability

Sol-Bi Oh (ORCID: 0009-0005-4065-3852)  
Jung-Eun Park (ORCID: 0000-0003-3087-1539)  
Si-Won Son (ORCID: 0009-0006-4139-6955)  
Min-Ho Lee (ORCID: 0000-0001-6142-4876)  
Young-Seok Jang (ORCID: 0000-0002-2757-232X)

\*Correspondence: Tae-Sung Bae (ORCID: 0000-0002-8307-4544)  
567 Baekje-daero, Deokjin-gu, Jeonju 54896, Republic of Korea  
Affiliation: Department of Dental Biomaterials, institute of biodegradable  
Materials and Oral Bio-Science, School of Dentistry, Jeonbuk National  
University, Jeonju, Republic of Korea  
Tel: +82-63-270-4040  
E-mail: bts@jbnu.ac.kr

Received: June, 11, 2025; Revised: June, 24, 2025; Accepted: June, 24, 2025

## 서 론

치과 보철치료에서 심미적인 안모와 조화로운 치열에 대한 환자의 관심과 기대가 점차 높아짐에 따라, 치료 과정에서는 잔존 치질, 인접 치은 조직, 자연스러운 형태 및 색조와의 조화를 면밀히 고려해야 한다(1). 보철물의 최종 색상은 치아 하부 구조의 색상, 세라믹 재료의 두께와 종류, 그리고 레진 시멘트의 색상이라는 세 가지 주요 요소의 상호작용에 의해 결정된다(2,5). 이러한 요소들의 적절한 조합은 최적의 심미적 결과를 실현하는 데 필수적이다.

최근에는 자연치와 유사한 투과성을 가진 수복물의 제작이 요구되면서(1), 다양한 심미 수복 재료들이 개발되고 있다(6). 심미 수복물은 인접 자연치의 색상과 반투명도를 재현하여 색조 차이가 느껴지지 않도록 해야 하며, 수복물의 반투명성은 완성된 보철물에 생동감과 자연스러움을 부여하는 핵심적인 요소이다(7).

심미성이 특히 강조되는 전치부 수복을 위해 자연치의 색상과 반투명성과 잘 매칭되는 포세린 재료가 도입되었으나, 해당 재료는 취성이 크고 인장 강도가 낮아, 비교적 약한 응력에서도 쉽게 파절되는 단점을 보였다. 이러한 기계적 약점을 보완하기 위해 금속 기반을 보강한 이중 구조 방식의 금속-세라믹(metal-ceramic) 수복법이 개발되었다. 그러나 이 방식 또한 여러 한계를 지닌다. 비니어(veneer) 세라믹의 소성 과정에서 금속 프레임워크의 산화, 금속색을 차단하기 위해 적용된 불투명재에 의해 발생하는 보철물의 과도한 명도 증가, 치은 부위에 형성되는 그림자 효과(shadow), 비니어 세라믹의 파절 등이 주요 문제점으로 지적되어 왔다(8).

이 외에도 금속 프레임워크의 주조 과정에서 나타나는 왁스 패턴의 변형, 매물재의 팽창 및 수축 조절의 어려움, 사용되는 금속 합금에 따른 생체적합성 문제 등 다양한 기술적·생물학적 한계가 보고되고 있다(9).

최근에는 금속을 사용하지 않고 심미적인 수복물을 제작하기 위해, 기계적 성질이 우수한 지르코니아계 및 리튬 디실리케이트계 세라믹 재료가 활발히 도입되고 있다. 특히, 수복물 제작 과정에 CAD/CAM (Computer-Aided Design/Computer-Aided Manufacturing) 기술이 접목되면서(10, 11), 세라믹 재료의 제조 기술이 비약적으로 발전하였고, 이에

따라 다양한 종류의 투과성이 우수한 글라스 세라믹 블록들이 상용화되었다(12, 13).

이러한 글라스 세라믹 재료들은 단일 조성으로 이루어져 있어 구조적으로 안정적이며, 비니어링 세라믹이 별도로 필요하지 않고, 접착 계면이 존재하지 않는다는 장점을 갖는다. 그러나 글라스 세라믹은 지르코니아에 비해 상대적으로 기계적 강도가 낮다는 한계를 지닌다(14). 그 중에서도 장식계 포세린 블록이나 루사이트계 글라스 세라믹 블록은 우수한 심미성을 제공하지만, 파절 강도가 낮기 때문에 높은 응력이 작용하지 않는 전치부에 국한하여 제한적으로 사용되고 있다(13, 15).

변색이 심한 지대치에 올 세라믹 수복물을 적용할 경우, 지대치의 색상이 수복물 표면을 통해 비쳐 보이게 되어 수복물의 최종 색상에 영향을 미치는 경우가 많다(16). 이와 같은 경우, 변색을 차단하기 위해 불투명한 색조의 레진 시멘트를 사용하는 마스킹 처리가 이루어지기도 하지만, 이로 인해 수복물의 명도가 과도하게 증가하게 되어 환자가 심미적인 불만을 호소하는 사례가 보고되고 있다(17). 이러한 문제는 특히 금속 코어를 포함한 지대치나 티타늄 임플란트 지대주에서 더욱 빈번하게 나타나며, 임상적으로 심미적 결과에 부정적인 영향을 줄 수 있다(18, 19). 지대치의 변색을 마스킹하기 위한 다양한 방법이 제안되어 왔으며, 대표적으로는 변색된 지대치를 미백 처리하여 색을 개선하는 방법, 세라믹 코어를 사용하여 물리적으로 변색을 차단하는 방법, 변색 차단이 가능한 이장재(liner)를 적용하는 방법, 그리고 시멘트나 스테인을 통해 색조를 중화하거나 보정하는 방법 등이 있다(20). 이들 방법 중 라이너를 적용하는 방법은 지대치를 크게 변화시키지 않으면서 변색을 차단하는 방법으로 치과임상에서 널리 적용되고 있다.

본 연구에서는 전치부 심미 보철물 제작에 사용되는 CAD/CAM용 루사이트 함유 블록을 대상으로, 라이너 처리가 지대치 색상의 마스킹에 미치는 영향을 평가하고자 하였다. 변색이 없는 정상 지대치 색상의 재현을 위해 A2 shade의 Z350 수복용 콤포짓 레진을 사용하였고, 변색된 지대치 색상을 재현하기 위해 A4 shade의 Z350 레진을 적용하였다. 또한, 임플란트 지대주의 색을 모사하기 위해 Ti 판을 사용하였다.

이 연구의 귀무가설은 “CAD/CAM용 루사이트 함유 블록

에 라이너를 적용하더라도 반투명도와 색조의 변화에 유의한 영향을 미치지 않는다”는 것이다.

## 재료 및 방법

### 1. 연구 재료

본 연구에서는 A2 shade의 루사이트 함유 CAD/CAM용 블록 중 IPS Empress CAD (Ivoclar/Vivadent, Schaan, Liechtenstein)와 Vitablocs Mark II (VITA Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co. KG, Bad Säckingen, Germany) 블록을 사용하였다. 라이너는 불투명재 함량에 따라 제조사에서 분류한 L1, L2, L3, L4 총 4종을 적용하였다. 또한, 글레이즈는 Insync<sup>®</sup> glaze paste (Jensen Dental, USA)를 사용하였다 (Table 1). 본 연구에 사용된 라이너의 조성은 Table 2에 상세히 기재하였다.

### 2. 연구 방법

#### 2.1 시편 제작

각각의 블록의 크기에 맞추어서 IPS Empress CAD는 12.5×14.5×1.3 mm 크기로 절단하였고, Vitablock Mark II는 12.5×10.5×1.3 mm로 절단하였으며, 이후 #600-#1000 SiC 연마지를 사용하여 순차적으로 연마하여 최종

**Table 2.** Chemical composition of Liners

Material	SiO <sub>2</sub>	Li <sub>2</sub> O	Others	
Liner	L1	70	16	25
	L2	72	14	25
	L3	74	12	25
	L4	76	10	25

두께를 1.2 mm로 조절하였으며 블록별 각 50개씩 총 100개의 시편을 준비하였다. 각각 준비한 시편은 무작위로 블록별 5개의 그룹으로 분류하였다. 제1 그룹은 라이너 무처리 상태로 사용하였고, 제2 그룹은 라이너 L1으로, 제3 그룹은 라이너 L2로, 제4 그룹은 라이너 L3로, 제5 그룹은 라이너 L4로 처리하였다.

#### 2.2 라이너(liner) 처리

각각의 시편의 합착부에 붓으로 균일하게 도포하였으며, 이후 전기로(Austromat D4, DEKEMA Dental-Keramiköfen GmbH, Freilassing, Germany)에 넣고 제조자가 추천하는 소성 스케줄에 따라 온도를 820℃로 올렸으며, 유지시간 1분 조건에서 소성하였다(Table 3). 소성 후 라이너의 최종 두께는 30 μm가 되도록 #1000 SIC 연마지를 사용하여 두께를 조절하였다.

**Table 1.** Materials used in the study

Material	color -batch no.	code	Manufacturer	Lot No
block	IPS Empress CAD	LT A2/C14	EMP	Ivoclar/Vivadent, Schaan, Liechtenstein
	Vitablock Mark II	A2 CC 12	VIT	VITA Zahnfabrik H Rauter GmbH&Co KG, Bad Säckingen, Germany
Liner	Liner (L1, L2, L3, L4)		Hass, Gangneung, Korea	Prototype
glaze	Insync <sup>®</sup> glaze paste		Jensen Dental, USA	0220
resin	3M™ Filtek™ Z350 XT	A2, A4	3M/ESPE, Neuss, USA	NC72866
	Universal Restorative			

**Table 3.** Firing schedules of the liner

Material	ST [°C]	TRI [°C/min]	FT [°C]	HT [min]	V1 [°C]	V2 [°C]	L [°C]
Liner (L1, L2, L3, L4)	400	40	820	0.5/1.5	550	800	800

(ST: starting temperature; TRI: temperature rate increase; FT: final temperature; HT: holding time; V1: vacuum on; V2: vacuum off; L: long-term cooling)

### 2.3 글레이즈(glaze) 처리

라이너 처리 후 시편의 표면에 Insync® glaze paste (Jensen Dental, USA)를 붓으로 균일하게 도포하고 제조사가 추천하는 소성 스케줄에 따라서 730°C에서 1분간 유지하여 글레이즈 처리를 하였다(Table 4).

**Table 4.** Firing schedules of the Insync® glaze paste

Material	ST [°C]	TRI [°C/min]	FT [°C]	HT [min]	V1 [°C]	V2 [°C]	L [°C]	HT [min]
Insync® glaze paste	450	45	730	1	730	1(air)	-	1(air)

(ST: starting temperature; TRI: temperature rate increase; FT: final temperature; HT: holding time; V1: vacuum on; V2: vacuum off; L: long-term cooling)

### 2.4 반투명도와 대조비 측정

라이너 무처리 시편과 라이너 L1, L2, L3, L4 처리 시편 그룹의 CIE (Commission International de l'Éclairage)  $L^* a^* b^*$  값을 측정하였다. 색조측정을 위해 분광광도계 Color i5 (Gretag Macbeth™ Instrument, New Windsor, NY, USA)를 사용하여 표준광원 D65 조건에서 표준 흑색판 ( $L^* = 0.08 \pm 0.02$ ,  $a^* = -0.09 \pm 0.03$ ,  $b^* = -0.10 \pm 0.04$ )과 표준 백색판 ( $L^* = 95.42 \pm 0.40$ ,  $a^* = -0.32 \pm 0.01$ ,  $b^* = 2.39 \pm 0.03$ )을 배경으로 하여 정반사광을 포함하는 방식으로 측정하였다.

반투명도(Translucency Parameter: TP)는 식 (1)을 이용하여 계산하였다.

$$TP = [(L_b^* - L_w^*)^2 + (a_b^* - a_w^*)^2 + (b_b^* - b_w^*)^2]^{1/2} \quad (1)$$

여기에서,  $b$ 와  $w$ 는 흑색과 백색 배경에서 측정한 색 좌표

값이다(21, 22). TP 값 0은 완전히 불투명한 재료에 해당하며, TP 값이 클수록 재료의 실제 반투명도가 높아진다 (21).

대조비(Contrast Ratio : CR)는 식 (2)를 이용하여 계산하였다. 대조비는 색도좌표 XYZ 값을 얻어서 흑색과 백색 배경에서의 Y값으로부터 계산하였다.

$$CR = Y_b/Y_w \quad (2)$$

여기에서  $Y_b$ 와  $Y_w$ 는 흑색과 백색 배경에서 측정된 시편의 빛 반사율(spectral reflectance of light)이다. CR 값은 투명한 재료에서는 0이 되지만 완전하게 불투명한 재료에서는 1.0이 된다(22).

### 2.5 background substrates의 준비

라이너 처리 후 masking ability를 측정하기 위해 background substrate를 준비하였다. 본 연구에서는 무처리 대조 그룹의 자연치 지대치 색을 표현하기 위해 A2 shade Z350 수복용 콤포짓트 레진을 사용하였고, 변색 지대치를 재현하기 위해서 A4 shade Z350 수복용 콤포짓트 레진을 사용하였다. 판상의 배경 시편을 제작하기 위해서 7×12×1.2 mm 크기로 제작된 테플론제 분할형 몰드를 사용하였다. 분할형 몰드에 폴리에스테르 필름과 유리판을 개재한 상태에서 페이스 트 상의 콤포짓트 레진을 넘치도록 채우고 손으로 압력을 가하여 여분의 페이스트를 제거한 다음 네모서리 부위와 중앙부에서 출력 450 mW/cm<sup>2</sup>의 광중합기(CO<sub>2</sub> curing unit, Premium Plus UK Ltd, Bournemouth, England)로 20초씩 광중합을 하였다. 또한, 임플란트 보철의 심미 수복을 상정하여 Ti 판으로 7×12×1.2 mm 크기의 시편을 준비하였다. 준비한 모든 배경 시편은 #600-#1000 SiC 연마지 단계까지 순차적으로 연마하였다.

### 2.6 미세구조 관찰

각 시험 군에 대하여 준비한 시편의 조직을 관찰하기 위해 교정용 레진으로 매몰하고 시편의 중앙부를 저속 절단기로 절단하였다. 이후 절단면을 #1000 SiC 연마지 단계까지 순차적으로 연마한 다음 9% HF 수용액에서 30초와 90초 동안 산부식을 하고 수세한 다음 50°C 건조기에서 1시간 이상 건조하였다. 이어서 각각의 시편 표면에 오스뮴을 코팅하고서 고해상도 전계 방출 주사전자 현미경(High Resolution

Field Emission Scanning Electron Microscope: HR FE-SEM in KBSI Jeonju, SU8230, Hitachi, Japan)으로 관찰하였다.

## 2.7 색차 측정

masking ability를 측정하기 위해서 준비한 시편들을 백색 배경에 올려놓고 CIE  $L^* a^* b^*$  값을 측정한 다음 색차식 (3)을 이용하여 색차  $\Delta E_{ab}^*$

$$\Delta E_{ab}^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2} \quad (3)$$

여기에서,  $\Delta L^*$  값은 명도의 차이,  $\Delta a^*$  값은 적/녹색 정도의 차이,  $\Delta b^*$  값은 황/청색 정도의 차이를 나타낸다.

## 2.9 통계적 분석

시험군 사이의 통계적 유의성은 일원배치 분산분석

(one-way ANOVA)과 Tukey-multiple comparisons test로 검증하였다. 모든 통계분석은 0.05 유의수준에서 SPSS Win 25.0 program (SPSS Inc, Chicago, IL, USA)을 이용하여 분석하였다.

## 결 과

### 3.1. 반투명도지수 TP와 대조비 CR 측정

Table 5는 shade A2의 EMP 블록과 VIT 블록으로 준비한 무처리 그룹과 네 종류의 라이너로 처리한 그룹에 대하여 백색과 흑색 배경하에서 측정한 CIE  $L^* a^* b^*$  값이다.  $L^*$  값의 경우, 무처리 시편에서는 흑색 배경보다 백색 배경에서 더 높게 나타났지만, 라이너 처리 후 불투명재의 함량이

**Table 5.** Means and deviations of CIE  $L^* a^* b^*$  values for IPS Empress CAD and Vitablocs Mark II specimens on the different background colors.

Group	Back grounds	$L^*$	$a^*$	$b^*$
EMP A2 (Untreated)	white	74.32 ± 0.46	0.57 ± 0.03	13.31 ± 0.22
	black	62.80 ± 0.38	-0.60 ± 0.03	5.44 ± 0.19
EMP/L1	white	74.39 ± 0.66	0.93 ± 0.05	14.40 ± 0.37
	black	69.47 ± 0.81	0.06 ± 0.05	10.05 ± 0.42
EMP/L2	white	74.46 ± 0.80	1.09 ± 0.05	14.30 ± 0.20
	black	71.81 ± 0.88	0.36 ± 0.08	11.57 ± 0.42
EMP/L3	white	74.11 ± 0.44	1.11 ± 0.05	13.98 ± 0.31
	black	72.28 ± 0.51	0.48 ± 0.07	12.00 ± 0.30
EMP/L4	white	74.31 ± 0.58	0.91 ± 0.13	13.61 ± 0.50
	black	73.47 ± 0.38	0.53 ± 0.07	12.61 ± 0.41
VIT A2 (Untreated)	white	73.77 ± 0.32	-0.12 ± 0.04	8.59 ± 0.27
	black	60.94 ± 0.21	-0.58 ± 0.04	3.15 ± 0.23
VIT/L1	white	73.32 ± 0.85	0.11 ± 0.03	10.05 ± 0.23
	black	68.64 ± 0.52	-0.30 ± 0.03	6.83 ± 0.25
VIT/L2	white	73.02 ± 0.52	0.42 ± 0.10	9.93 ± 0.39
	black	70.30 ± 0.51	-0.03 ± 0.07	7.72 ± 0.31
VIT/L3	white	72.79 ± 0.49	0.50 ± 0.04	9.80 ± 0.28
	black	71.43 ± 0.53	0.09 ± 0.06	8.44 ± 0.36
VIT/L4	white	72.29 ± 0.20	0.35 ± 0.08	9.50 ± 0.19
	black	71.10 ± 0.32	0.01 ± 0.08	8.19 ± 0.32

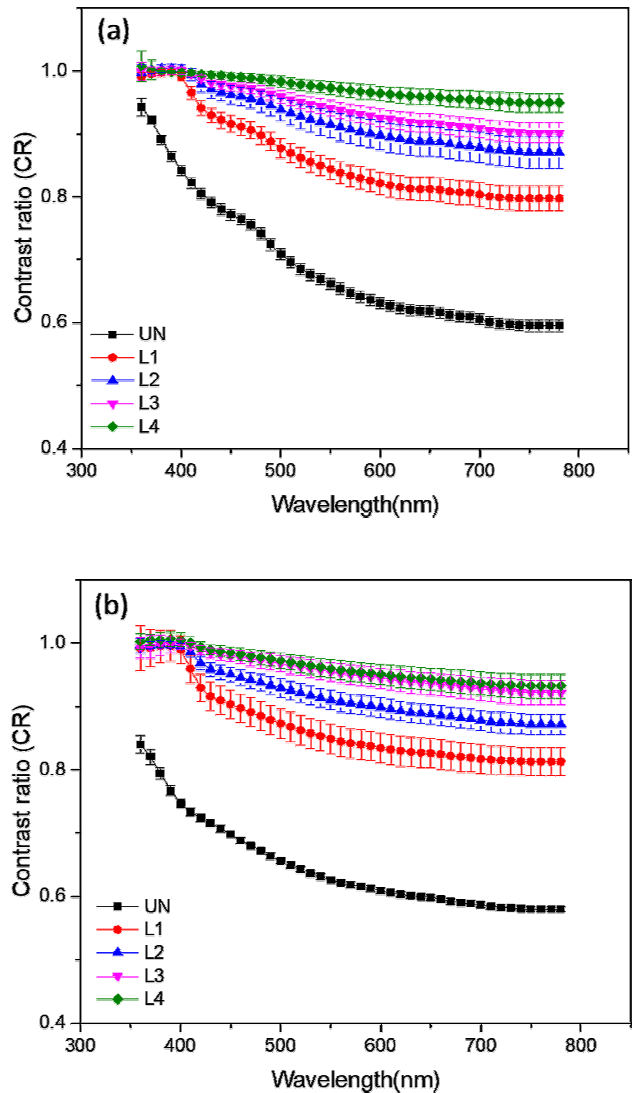
증가함에 따라서 흑색 배경에서의 값이 백색 배경에서의 값에 근사하게 증가하였다.  $a^\circ$  값의 경우, 백색 배경에서는 뚜렷한 경향을 보이지 않지만, 흑색 배경에서는 라이너 처리 후 + 측으로 증가하였다. 또한,  $b^\circ$  값의 경우, 백색 배경에서는 뚜렷한 경향을 보이지 않았지만, 흑색 배경에서는 라이너 처리 후 + 측으로 크게 증가하였다. 그렇지만 라이너 처리 그룹들 사이에서 그의 변화 폭은 크지 않았다.

Table 6은 EMP 블록과 VIT 블록으로 준비한 무처리 그룹과 네 종류의 라이너 처리 그룹에 대한 반투명지수 TP 값을 나타낸 것이다. 무처리 그룹의 TP 값은 EMP 블록과 VIT 블록에서 각각 14.00와 13.95로서 나타났지만, 라이너 처리 후에는 불투명재의 함량에 따라서 각각 6.63~1.36과 5.71~1.81로서 유의한 감소를 보였다( $p < 0.01$ ). 라이너 처리 그룹들의 경우 EMP 블록과 VIT 블록 공히 불투명재의 함량이 증가함에 따라서 유의한 감소를 보였지만( $p < 0.05$ ), 라이너 처리 그룹들 사이에서 그의 변화 폭은 크지 않았다.

**Table 6.** Means and standard deviations of translucency parameter (TP) values ( $p < 0.05$ ).

Group	TP
EMP A2 (Untreated)	14.00 ± 0.39
EMP/L1	6.63 ± 0.64
EMP/L2	3.87 ± 0.81
EMP/L3	2.77 ± 0.51
EMP/L4	1.36 ± 0.43
VIT A2 (Untreated)	13.95 ± 0.23
VIT/L1	5.71 ± 0.77
VIT/L2	3.53 ± 0.52
VIT/L3	1.98 ± 0.56
VIT/L4	1.81 ± 0.58

Figure 2는 EMP 블록과 VIT 블록으로 준비한 무처리 그룹과 네 종류의 라이너 처리 그룹에 대한 대조비(CR)를 도시한 것이다. 대조비는 라이너 처리 후 큰 폭으로 증가하여 더 불투명하게 나타났으며, 라이너 처리 그룹들 사이에서 그의 변화 폭은 크지 않았다.



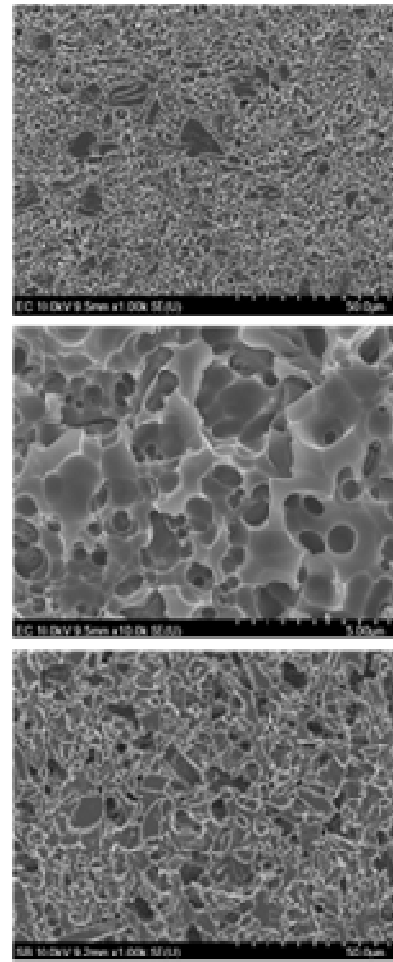
**Figure 2.** Changes in contrast ratio before and after liner treatment, (a) IPS Empress CAD, (b) Vitablocs Mark II.

Table 7은 무처리 그룹 EMP와 VIT 시편은 Z350 A2 background, Z350 A4 background 및 Ti background에 겹치고 백색 배경하에서 측정된  $\Delta E^*$  값과 라이너 처리 그룹들은 Z350 A2 background, Z350 A4 background 및 Ti background 상에 겹치고 백색 배경하에서 측정된  $\Delta E^*$  값이다. EMP 블록과 VIT 블록 공히 라이너 처리 후 background 종류와 관계없이  $\Delta E^*$  가 유사한 변화를 보였지만 그중 L3가 가장 높은  $\Delta E^*$  값을 보였다. 하지만 EMP 블록과 VIT 블록 공히 라이너 처리 그룹들 사이에서  $\Delta E^*$  값의 변화 폭은 크지 않았다.

**Table 7.** Means and standard deviations of  $\Delta E_{ab}^*$  values for backgrounds of Z350 A2 and Z350 A4 and Ti.

	Group	$\Delta E_{ab}^*$
EMP	EMP/Z350 A2 : EMP/L1/Z350 A2	1.29 ± 0.42
	EMP/Z350 A2 : EMP/L2/Z350 A2	1.34 ± 0.29
	EMP/Z350 A2 : EMP/L3/Z350 A2	1.00 ± 0.20
	EMP/Z350 A2 : EMP/L4/Z350 A2	0.79 ± 0.37
	EMP/Z350 A4 : EMP/L1/Z350 A4	4.86 ± 0.56
	EMP/Z350 A4 : EMP/L2/Z350 A4	6.79 ± 0.54
	EMP/Z350 A4 : EMP/L3/Z350 A4	7.19 ± 0.49
	EMP/Z350 A4 : EMP/L4/Z350 A4	7.20 ± 0.34
	EMP/Ti : EMP/L1/Ti	4.89 ± 0.25
	EMP/Ti : EMP/L2/Ti	6.79 ± 0.29
VIT	EMP/Ti : EMP/L3/Ti	6.95 ± 0.26
	EMP/Ti : EMP/L4/Ti	6.85 ± 0.65
	VIT/Z350 A2 : VIT/L1/Z350 A2	1.75 ± 0.21
	VIT/Z350 A2 : VIT/L2/Z350 A2	1.73 ± 0.18
	VIT/Z350 A2 : VIT/L3/Z350 A2	1.75 ± 0.15
	VIT/Z350 A2 : VIT/L4/Z350 A2	1.81 ± 0.12
	VIT/Z350 A4 : VIT/L1/Z350 A4	5.78 ± 0.21
	VIT/Z350 A4 : VIT/L2/Z350 A4	7.42 ± 0.19
	VIT/Z350 A4 : VIT/L3/Z350 A4	8.06 ± 0.36
	VIT/Z350 A4 : VIT/L4/Z350 A4	7.74 ± 0.36
VIT/Ti : VIT/L1/Ti	5.98 ± 0.38	
VIT/Ti : VIT/L2/Ti	7.49 ± 0.32	
VIT/Ti : VIT/L3/Ti	8.33 ± 0.23	
VIT/Ti : VIT/L4/Ti	7.96 ± 0.28	

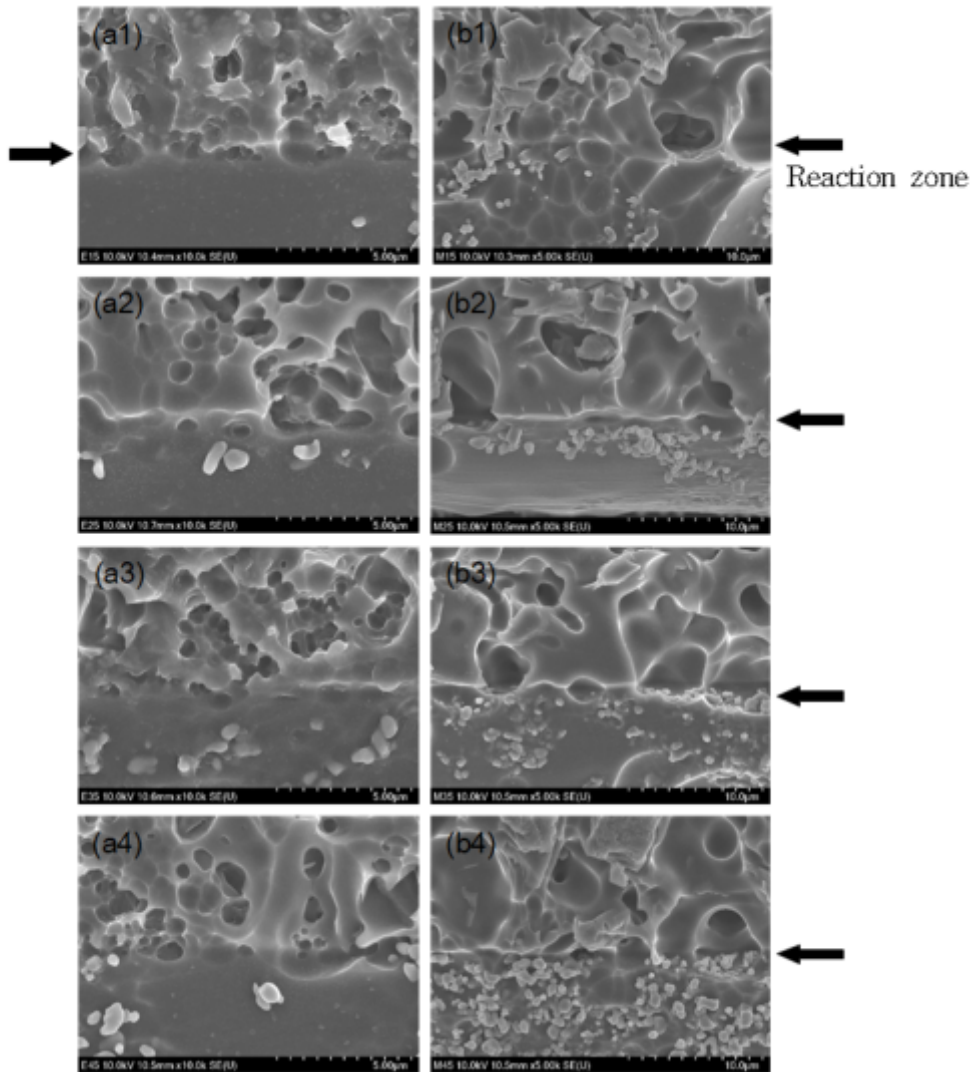
Figure 3은 EMP 블록(a)(b) 와 VIT 블록(c)으로 준비한 시편의 표면을 9% HF 수용액으로 30초 동안 산부식을 한 후 HR FE-SEM으로 관찰한 사진이다. 두 군 공히 루사이트 결정들이 균일하게 분산된 양상을 보였고, 분산된 루사이트 결정의 크기는 EMP 블록이 VIT 블록보다 미세한 양상을 보였다.



**Figure 3.** HR FE-SEM images of specimens etched with 9% HF for 20 s. (a) 1K image and (b) 10K image of IPS Empress CAD (EMP) block, (c) 1K image of Vitablocs Mark II (VIT) block.

Figure 4는 EMP와 VIT 시편들에 라이너를 적용하고 820°C에서 30초간 유지한 시편들을 중앙부에서 수직으로 절단한 다음 9% HF 수용액으로 30초 동안 산부식하고서 관찰한 HR FE-SEM 사진이다. 두 군 공히 결합 계면에 약 1.5 μm 내외에 달하는 반응층이 생성되며 화학적으로 결합이 된 양상을 보였다.

Figure 5는 EMP와 VIT 시편들에 라이너를 적용하고 820°C에서 90초간 유지한 시편들을 중앙부에서 수직으로 절단한 다음 9% HF 수용액으로 30초 동안 산부식하고서 관찰한 HR FE-SEM 사진이다. 두 군 공히 계면에서 화학적으로 결합이 되었으며 반응층의 두께는 820°C에서 30초 동안 유지한 경우와 90초 동안 유지한 경우에서 유사하였지만 90초 동안 유지한 경우에 소폭 두껍게 형성된 양상을 보였다.

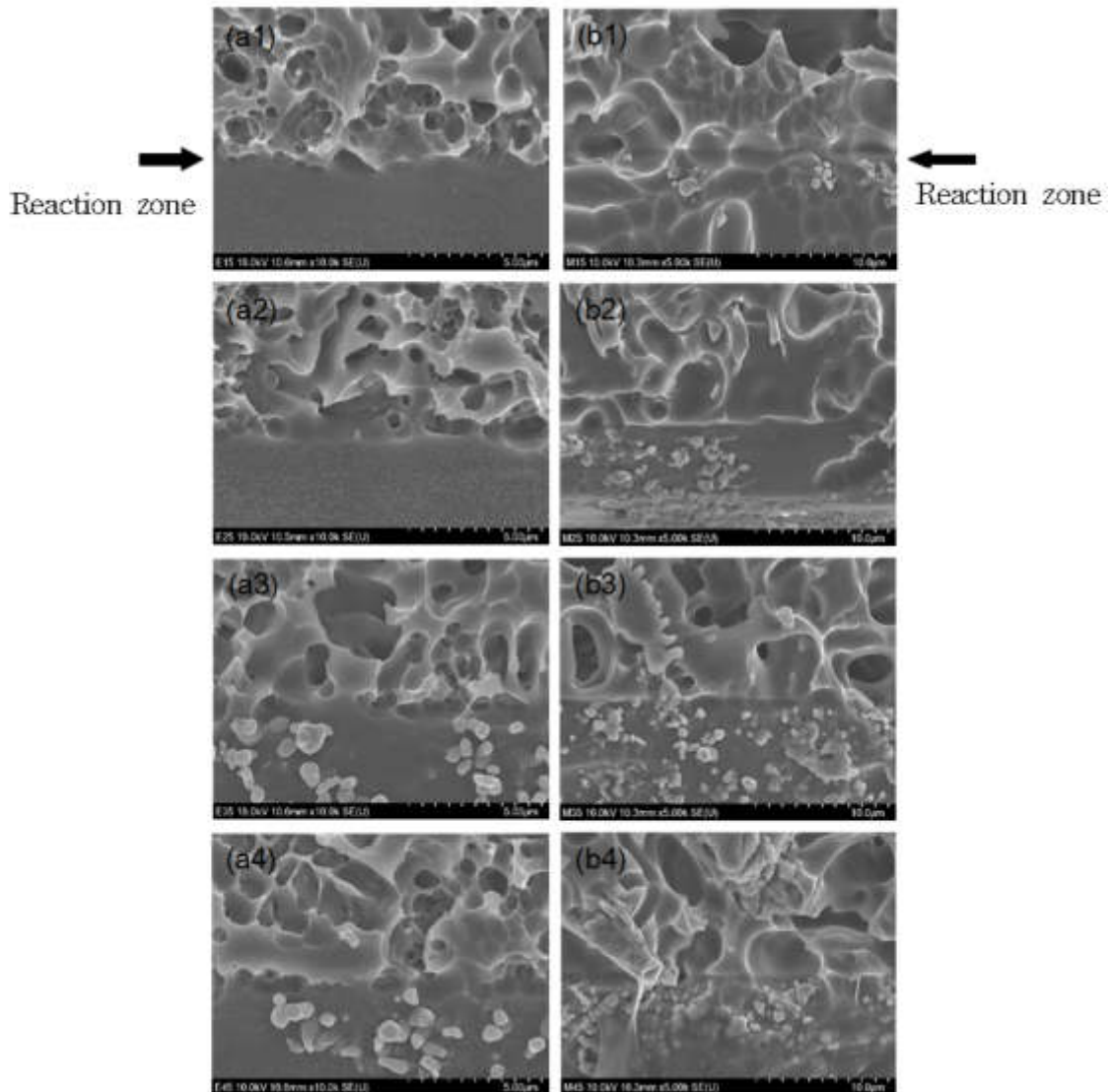


**Figure 4.** HR FE-SEM images of veneer and liner interfaces treated at 820°C for 30 s. (a1) and (b1) are L15 treated, (a2) and (b2) are L25 treated, (a3) and (b3) are L35 treated, (a4) and (b4) are L45 treated. (a1)~(a4) are liner-treated specimens of IPS Empress CAD, (b1)~(b4) are liner-treated specimens of Vitablocs Mark II.

## 고찰

본 연구는 CAD/CAM용 루사이트 함유 블록인 IPS Empress CAD와 Vitablocs Mark II 블록에 대한 라이너 처리가 반투명도 변화 및 변색된 지대치 색상 마스킹에 미치는 영향을 평가하기 위해 수행되었다. 두 시험 재료 모두 라이너 처리 후 반투명도 지수(TP) 값이 감소하고 대조비(CR) 값이 증가하는 경향을 보였으며, 무처리 그룹과 색조 차이를 나타내어 본 연구의 귀무가설은 기각되었다.

전치부 심미성의 중요성이 부각되면서 환자의 만족도 향상을 위해 다양한 재료와 치료법이 개발되고 있다. 특히 변색된 지대치와 임플란트 지대주의 심미성 개선을 위한 다각적인 연구가 진행되어 왔다(23). 전통적으로는 심미성이 뛰어난 포세린을 기계적 강도가 우수한 금속 하부구조로 보강한 금속-세라믹 수복법이 널리 사용되었으나, 환자들의 심미적 요구가 증가함에 따라 세라믹 단일 재료만으로 제작하는 올 세라믹(all-ceramic) 수복물의 사용이 점차 확대되고 있다(24).



**Figure 5.** HR FE-SEM images of veneer and liner interfaces treated at 820°C for 90 s. (a1) and (b1) are L15 treated, (a2) and (b2) are L25 treated, (a3) and (b3) are L35 treated, (a4) and (b4) are L45 treated. (a1)~(a4) are liner-treated specimens of IPS Empress CAD, (b1)~(b4) are liner-treated specimens of Vitablocs Mark II.

수복물의 색조는 형태와 더불어 심미적 관점에서 매우 중요한 요소로, 술자의 색조 인지 능력, 조명 조건, 셰이드 가이드(shade guide)의 종류, 포세린 층의 두께 등에 영향을 받는다(25). 전치부 심미 수복을 위해서는 높은 투광성을 가진 루사이트 결정이 함유된 장석계 포세린이나 글라스 세라믹, 아파타이트 결정 또는 리튬 디실리케이트 결정이 포함된 글라스 세라믹 등의 재료가 널리 사용되고 있다. 이 중 루사이트 결정을 포함하는 재료는 우수한 심미성을 제공하지만 파절 강도가 상대적으로 낮아, 심미성이 요구되

면서도 높은 응력이 작용하지 않는 전치부에 한정하여 제한적으로 사용되고 있다(26).

색이란 광원에서 나온 빛이 물체에 닿아 반사, 산란, 투과, 굴절, 흡수되는 과정을 거쳐 안구의 망막에 도달하는 빛이 시각 수용체(추상체와 간상체)를 자극하고, 대뇌에서 주관적으로 해석되는 시지각의 한 형태로, 치아 수복 시 반드시 고려해야 할 중요한 요소 중 하나이다(27). 수복물의 정확한 색조 조절을 위해서는 체계적인 색 분석과 측정이 필수적이며, 이를 위해 시각적 측정법과 색채 측정 장비를 활용한

방법이 널리 사용되고 있다. 시각적 측정법은 기존의 웨이드 가이드와 술자의 경험을 바탕으로 직접 비교하여 색을 선택하는 방법으로, 주관적일 수 있으며 주변 환경과 조명 조건에 따라 색 인지에 혼란이 발생할 수 있다는 단점이 있다. 이러한 문제를 보완하기 위해, 보다 과학적이고 객관적인 색조 평가를 위해 색체계를 이용한 정량적 평가법(tristimulus colorimeter)이나 분광광도계(spectrophotometer)가 활용되고 있다(28, 29).

분광광도계를 이용한 분광반사율 측정은 3차원 색 공간 내에서 색조의 위치를 수치적으로 표현할 수 있도록 해준다.  $L^*$  값은 1부터 100까지의 범위를 가지며, 밝기를 나타낸다.  $a^*$  값은 -90에서 +70까지로, 양의 값은 적색을, 음의 값은 녹색을 의미한다.  $b^*$  값은 -80에서 +100까지로, 양의 값은 황색, 음의 값은 청색을 나타낸다. 본 연구에서는 CAD/CAM용 루사이트 함유 블록으로 제작된 시편들의 광학적 특성을 정량적으로 평가하기 위해 분광광도계 Color i5(Gretag Macbeth™, Instrument, New Windsor, NY, USA)를 사용하였다. 측정은 표준광원 D65 조건하에, 표준 흑색판( $L^* = 0.08 \pm 0.02$ ,  $a^* = -0.09 \pm 0.03$ ,  $b^* = -0.10 \pm 0.04$ )과 표준 백색판( $L^* = 95.42 \pm 0.40$ ,  $a^* = -0.32 \pm 0.01$ ,  $b^* = 2.39 \pm 0.03$ )을 배경으로 하여, 정반사광(specular component 포함)을 포함한 방식으로 이루어졌다.

$L^* a^* b^*$  값의 변화를 살펴보면, 무처리 상태에서는 두 시편 모두 백색 배경에서의  $L^*$  값이 흑색 배경보다 높게 나타나 명도가 더 밝게 측정되었다. 라이너 처리 후, 백색 배경에서는  $L^*$  값의 유의한 변화가 없었으나, 흑색 배경에서는  $L^*$  값이 증가하여 백색 배경의 수치에 근접하는 경향을 보였다.  $a^*$  값은 백색 배경에서는 뚜렷한 변화가 없었으나, 흑색 배경에서는 라이너 처리 이후 + 방향으로 이동하여 적색 쪽으로 편향되는 경향을 나타냈다.  $b^*$  값 역시 백색 배경에서는 큰 변화가 없었지만, 흑색 배경에서는 라이너 처리 후 + 방향으로 증가하여 황색 쪽으로의 편향이 확인되었다. 그러나 라이너 처리군들 간의 변화 폭은 상대적으로 작아, 불투명재의 함량 증가에 따른 색조 변화는 제한적이었다.

반투명도 지수(TP, Translucency Parameter)와 대조비(CR, Contrast Ratio)는 세라믹 재료의 반투명성을 평가하는데 널리 사용되는 지표이며,  $\Delta E$  값은 색조 차이를 비교하는

데 활용된다(30). 세라믹 수복물의 반투명성은 주로 TP 값과 CR 값으로 표현되며, 기존 연구들에 따르면 이 두 지표 간에는 높은 상관관계가 있는 것으로 보고되고 있다. 특히 TP 값은 세라믹 수복 재료의 반투명성을 평가하는 데 신뢰도가 높은 측정법으로 간주되며, 세라믹의 화학적 조성, 미세구조, 평균 입자 크기 등 다양한 요인이 TP와 CR에 영향을 미친다(22, 31). 또한, 색차  $\Delta E^*$ 는 CIE  $L^* a^* b^*$  색 공간에서 두 색상 간의 차이를 수치적으로 표현하는 지표로, 명도 차이( $\Delta L^*$ ), 적·녹색 차이( $\Delta a^*$ ), 황·청색 차이( $\Delta b^*$ )를 바탕으로 계산된다.  $\Delta E^*$  값은 기준 색상과의 차이를 정량화함으로써 색조 변화를 객관적으로 평가할 수 있다. Bayindir 등(32)과 Yilmaz 등(33)은 치과용 세라믹의 임상적으로 허용 가능한 색차를  $\Delta E^* < 3.7$ 로 제안하였으며, Subaşı 등(34)은 글레이즈의 소성 스케줄, 소성 온도 및 유지 시간 등 다양한 인자들이 최종 색조에 영향을 줄 수 있다고 보고하였다. 또한, YoungEun 등(35)은 지르코니아의 마스크 능력을 평가한 연구에서 지르코니아의 종류와 두께가 서로 다른 배경에 따라  $\Delta E^*$  값에 영향을 미쳤으며, 1.5 mm 이상의 두께에서 임상적으로 허용 가능한 마스크 효과를 보인다고 밝혔다. 본 연구에서는 CAD/CAM용 루사이트 함유 블록에 라이너를 처리했을 때 반투명도(TP)와 대조비(CR)에 미치는 영향을 평가하였다. 그 결과, TP 값의 감소에 따라 CR 값이 증가하는 높은 상관관계를 확인할 수 있었다. IPS Empress CAD(EMP) 블록과 Vitablocs Mark II(VIT) 블록에서 얻은 평균 TP 값은 각각 14.00과 13.95로, EMP 블록이 VIT 블록보다 유의하게 높은 반투명도를 보였다( $p < 0.05$ ). 라이너를 처리한 그룹들의 TP 값은 EMP 블록에서 6.63~1.36, VIT 블록에서 5.71~1.81의 범위를 나타냈으며, 이는 무처리 그룹에 비해 유의하게 낮은 수치였다. 다만, 각 블록 내의 라이너 처리 그룹들 간 TP 값의 차이는 상대적으로 크지 않았다. 한편, CR 값은 두 블록 모두에서 라이너 처리 후 현저히 증가하여 수복물이 더 불투명하게 나타났으며, 무처리 그룹과 비교하여 유의한 차이를 보였다. 그러나 라이너 처리 그룹들 사이의 CR 값 차이는 제한적이었다.

본 연구에서는 CAD/CAM용 루사이트 함유 블록에 라이너를 적용했을 때 반투명도(TP)와 대조비(CR)에 미치는 영향을 평가하였다. 그 결과, TP 값이 감소함에 따라 CR 값이 증가하는 뚜렷한 역상관관계가 관찰되었다. IPS

Empress CAD (EMP) 블록과 Vitablocs Mark II (VIT) 블록의 평균 TP 값은 각각 14.00과 13.95로 나타났으며, EMP 블록이 VIT 블록보다 유의하게 높은 반투명도를 보였다 ( $p < 0.05$ ). 라이너 처리군의 TP 값은 EMP 블록에서 6,631.36, VIT 블록에서 5,711.81의 범위를 나타내며, 무처리군과 비교하여 유의하게 감소하였다. 그러나 동일 블록 내에서 라이너의 종류에 따른 TP 값의 변화 폭은 상대적으로 제한적이었다.

CR 값 또한 모든 라이너 처리군에서 무처리군에 비해 유의하게 증가하였으며, 이는 수복물이 보다 불투명 해졌음을 의미한다. 마찬가지로, CR 값 역시 라이너 처리군 간의 차이는 크지 않은 것으로 나타났다.

CAD/CAM용 루사이트 함유 블록은 치과용 세라믹 재료 중 가장 높은 반투명도를 지닌 것으로 간주된다(36). 반투명도는 수복물의 두께, 소성 횟수, 시멘트 종류, 배경 색조, 표면 질감 및 조명 조건 등 다양한 요인의 영향을 받는다(37). 따라서 CAD/CAM용 루사이트 함유 블록의 높은 투광성은 변색된 지대치나 금속성 임플란트 지대주 위에 적용되는 경우, 심미적 측면에서 한계로 작용할 수 있다. 이러한 임상 상황에서 세라믹 수복물에 라이너를 적용하는 것은 지대치 또는 금속 지대주의 변색을 효과적으로 차단하는 데 유용할 것으로 판단된다. 본 연구에서는 IPS Empress CAD(EMP) 블록과 Vitablocs Mark II(VIT) 블록 시편에 라이너를 적용한 후, 820°C에서 각각 30초와 90초 동안 유지하여 소성하였다. 그 결과, 라이너와 블록 사이의 결합 계면에서는 약 1.5  $\mu\text{m}$  정도의 얇은 반응층이 형성되었으며, 반응층 내부에는 기공이 거의 관찰되지 않아 화학적 결합이 양호하게 이루어진 것으로 나타났다. 이로 미루어 보아, 소결 시간 자체가 결합 특성에 미치는 영향은 제한적일 수 있다. 그러나 유지 시간이 길어질수록 반응층의 두께 증가와 더불어 원자 확산이 일어날 가능성이 있으므로, 30초 유지 조건이 90초 조건보다 결합부의 안정성 확보 측면에서 더 유리하게 작용할 수 있을 것으로 사료된다.

본 연구에서는 변색이 없는 지대치로 Z350 A2를, 변색된 지대치로는 Z350 A4를, 그리고 임플란트 지대주로는 티타늄을 각각 사용하여 CAD/CAM용 루사이트 함유 블록과 매칭 시킨 후, 개재물 없이 접친 상태에서 무처리 시편과 라이너 처리 시편 간의 색차를 비교하였다. 그 결과, VIT 블록이

EMP 블록보다 더 큰 색차를 나타내어 VIT 블록이 배경 색조에 더 민감한 반응을 보이는 것으로 확인되었다. 그러나 두 블록 모두 라이너 처리 후에는 배경 종류와 관계없이 유사한 색차를 나타내어, CAD/CAM용 루사이트 함유 블록이 높은 투광성을 가진 재료임에도 불구하고, 변색된 지대치나 금속성 지대주 위에 적용할 경우 라이너 처리가 효과적인 마스크링 수단이 될 수 있음을 시사한다.

본 연구의 한계는 라이너에 의한 변색의 마스크링에 대하여 조사하면서 시멘트 층을 고려하지 않았다. 또한 라이너 조성을 달리하고 있으면서도 각각의 성분의 영향을 고려하지 못하였다. 이러한 이유로 향후 시멘트의 종류 및 색조가 마스크링에 미치는 영향에 대한 추가적인 검토가 필요할 것으로 생각된다.

## 결론

본 연구는 CAD/CAM용 루사이트 함유 블록인 IPS Empress CAD 블록과 Vitablocs Mark II 블록에 라이너 처리를 적용했을 때, 지대치 색조의 마스크링에 미치는 영향을 평가하고자 수행되었다. 두 블록을 저속 다이아몬드 절단기로 절단한 후, 표면을 연마하여 두께 1.2 mm의 판상 시편을 제작하였다. 이후 불투명재의 함량이 다른 네 종류의 라이너(L1, L2, L3, L4)를 시편에 적용한 후, 라이너 처리가 반투명도와 대조비에 미치는 영향을 분석하였다. 또한, 변색이 없는 지대치의 색조로는 Z350 A2를, 변색된 지대치 색조로는 Z350 A4를, 임플란트 지대주 재료로는 티타늄을 선택하였다. 각 지대치 배경에 개재물 없이 라이너 처리된 시편을 밀착시킨 상태에서 색차( $\Delta E'_{ab}$ ) 값을 측정하고 비교함으로써 마스크링 효과를 평가하였다. 이러한 실험을 통해 다음과 같은 결론을 도출할 수 있었다.

1. CAD/CAM용 루사이트 함유 블록에 라이너를 처리한 결과, 불투명재의 함량이 증가할수록  $L^*$  값은 흑색 배경에서의 값이 백색 배경에서의 값에 근접하게 증가하였으며,  $a^*$  및  $b^*$  값은 흑색 배경에서 양(+)의 방향으로 증가하였다.
2. 라이너 처리 후, IPS Empress CAD 블록과 Vitablocs Mark II 블록 모두에서 반투명도 지수(TP) 값은 유의하게 감소하고, 대조비(CR) 값은 증가하였다. 그러나 동일

블록 내 라이너 종류 간에는 그 변화 폭이 크지 않았다.  
3. 라이너 처리된 블록을 Z350 A4 및 Ti-6Al-4V 합금 배경과 중첩하여 평가한 결과, L3 라이너 처리 시편에서 가장 우수한 마스킹 효과가 나타났다.

결론적으로, CAD/CAM용 루사이트 함유 블록에 라이너를 처리하는 것은 재료의 반투명도를 낮추어 변색된 지대치나 금속 임플란트 지대주를 효과적으로 마스킹하는 데 기여한다. 따라서 심미성이 중시되는 전치부 보철 시, 라이너 처리의 적용을 적극적으로 고려해 볼 필요가 있다.

## 사 사

본 연구는 (주)하스의 지원으로 연구되었습니다. 본 연구는 2022년도에 제출된 오솔비의 석사학위 논문("Effect of Liner Treatment of CAD/CAM Leucite-Containing Blocks on Masking of Abutment Color")의 데이터를 기반으로 재구성했습니다.

## 참고문헌

1. Joiner A. Tooth colour: a review of the literature. *Journal of dentistry*. 2004;32:3-12.
2. Zappala C, Bichacho N, Prosper L. Options in aesthetic restorations: discoloration and malformation-problems and solutions. *Practical Periodontics and Aesthetic Dentistry: PPAD*. 1994;6(8):43-51; quiz 2.
3. Bichacho N. Porcelain laminates: integrated concepts in treating diverse aesthetic defects. *Practical Periodontics and Aesthetic Dentistry: PPAD*. 1995;7(3):13-23; quiz
4. Calamia JR, Calamia CS. Porcelain laminate veneers: reasons for 25 years of success. *Dental clinics of north America*. 2007;51(2):399-417.
5. Li Q, Yu H, Wang Y. Spectrophotometric evaluation of the optical influence of core build-up composites on all-ceramic materials. *Dental Materials*. 2009;25(2):

- 158-65.
6. Sturdevant JR, Bayne SC, Heymann HO. Margin gap size of ceramic inlays using second-generation CAD/CAM equipment. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. 1999;11(4):206-14.
7. Lim H-N, Yu B, Lee Y-K. Spectroradiometric and spectrophotometric translucency of ceramic materials. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2010;104(4):239-46.
8. Rosenblum MA, Schulman A. A review of all-ceramic restorations. *The Journal of the American Dental Association*. 1997;128(3):297-307.
9. Tuncel İ, Turp I, Üşümez A. Evaluation of translucency of monolithic zirconia and framework zirconia materials. *The journal of advanced prosthodontics*. 2016;8(3):181-6.
10. Kosmač T, Oblak Č, Marion L. The effects of dental grinding and sandblasting on ageing and fatigue behavior of dental zirconia (Y-TZP) ceramics. *Journal of the European Ceramic Society*. 2008;28(5):1085-90.
11. Denry I, Kelly JR. State of the art of zirconia for dental applications. *Dental materials*. 2008;24(3):299-307.
12. Guess PC, Schultheis S, Bonfante EA, Coelho PG, Ferencz JL, Silva NR. All-ceramic systems: laboratory and clinical performance. *Dental clinics*. 2011;55(2):333-52.
13. Lambert H, Durand J-C, Jacquot B, Fages M. Dental biomaterials for chairside CAD/CAM: State of the art. *The journal of advanced prosthodontics*. 2017;9(6):486.
14. Culp L, McLaren EA. Lithium disilicate: the restorative material of multiple options. *Compendium of Continuing Education in Dentistry (15488578)*. 2010;31(9).
15. Gresnigt MM, Özcan M, van den Houten ML, Schipper L, Cune MS. Fracture strength, failure type and Weibull characteristics of lithium disilicate and multiphase resin composite endocrowns under axial and lateral forces. *Dental materials*. 2016;32(5):607-14.
16. 오선미, 이채현. 지르코니아 코어의 두께에 따른 변색치

- 와 메탈 포스트의 색조차단 효과. 대한치과기공학회지. 2010;32(4):327-35.
17. 정혜진. Walking bleach technique 을 이용한 변색 실험 치의 치료 증례보고. 대한병원치과의사협회지. 2009;5(1):32-7.
  18. Azer SS, Rosenstiel SF, Seghi RR, Johnston WM. Effect of substrate shades on the color of ceramic laminate veneers. The Journal of prosthetic dentistry. 2011;106(3):179-83.
  19. Kürklü D, Azer SS, Yilmaz B, Johnston WM. Porcelain thickness and cement shade effects on the colour and translucency of porcelain veneering materials. Journal of dentistry. 2013;41(11):1043-50.
  20. 이승규. 심미수복의 첫걸음-변색치 수복 시 고려사항. 키펀센스; 2009.
  21. Johnston WM, Ma T, Kienle BH. Translucency parameter of colorants for maxillofacial prostheses. International Journal of Prosthodontics. 1995;8(1).
  22. Della Bona A, Nogueira AD, Pecho OE. Optical properties of CAD-CAM ceramic systems. Journal of dentistry. 2014;42(9):1202-9.
  23. Choe G-B, Park C-U, An S-G. 색조와 투명도에 따른 변색 치아의 수복. 대한치과보철학회: 학술대회논문집. 2002:112-.
  24. Zhang F, Inokoshi M, Batuk M, Hadermann J, Naert I, Van Meerbeek B, et al. Strength, toughness and aging stability of highly-translucent Y-TZP ceramics for dental restorations. Dental Materials. 2016;32(12):e327-e37.
  25. Seghi RR, Johnston WM, O'Brien W. Spectrophotometric analysis of color differences between porcelain systems. The Journal of prosthetic dentistry. 1986; 56(1):35-40.
  26. 배태성. 심미수복을 위한 글라스-세라믹 재료의 치과 응용. 대한치과의사협회지. 2020;58(7):435-42.
  27. Chiche GJ, Pinault A. Esthetics of anterior fixed prosthodontics. (No Title). 1994.
  28. Jorgenson MW, Goodkind RJ. Spectrophotometric study of five porcelain shades relative to the dimensions of color, porcelain thickness, and repeated firings. Journal of Prosthetic Dentistry. 1979;42(1): 96-105.
  29. Bangtson LK, Goodkind RJ. The conversion of Chromascan designations to CIE tristimulus values. The Journal of Prosthetic Dentistry. 1982;48(5):610-7.
  30. Chu FC, Chow TW, Chai J. Contrast ratios and masking ability of three types of ceramic veneers. The Journal of prosthetic dentistry. 2007;98(5):359-64.
  31. Spink LS, Rungruanganut P, Megremis S, Kelly JR. Comparison of an absolute and surrogate measure of relative translucency in dental ceramics. Dental Materials. 2013;29(6):702-7.
  32. Bayindir F, Ozbayram O. Effect of number of firings on the color and translucency of ceramic core materials with veneer ceramic of different thicknesses. The Journal of prosthetic dentistry. 2018;119(1):152-8.
  33. Yilmaz K, Gonuldas F, Ozturk C. The effect of repeated firings on the color change of dental ceramics using different glazing methods. The journal of advanced prosthodontics. 2014;6(6):427.
  34. Subaşı MG, Alp G. Effects of different glaze treatments on the optical properties and roughness of lithium disilicate ceramics. Cumhuriyet Dental Journal, 2019;22(1):48-55.
  35. Cho Y-E, Lim Y-J, Han J-S, Yeo I-SL, Yoon H-I. Effect of yttria content on the translucency and masking ability of yttria-stabilized tetragonal zirconia polycrystal. Materials. 2020;13(21):4726.
  36. Barizon KT, Bergeron C, Vargas MA, Qian F, Cobb DS, Gratton DG, et al. Ceramic materials for porcelain veneers. Part I: Correlation between translucency parameters and contrast ratio. The Journal of prosthetic dentistry. 2013;110(5):397-401.
  37. Yu B, Lee YK. Color difference of all-ceramic materials by the change of illuminants. Omega. 2009;900(2M2): 1,0.

## CAD/CAM용 루사이트 함유 블록의 라이너 처리가 지대치 색상의 마스킹에 미치는 영향

오솔비<sup>1,+</sup>, 박정은<sup>1,+</sup>, 손시원<sup>2</sup>, 이민호<sup>1</sup>, 장용석<sup>1</sup>, 배태성<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>전북대학교 치과대학 치과생체재료학교실, 생체흡수성소재연구소 및 구강생체과학연구소

<sup>2</sup>(주)하스

<sup>+</sup>공동 1저자

본 연구는 루사이트 결정이 함유된 CAD/CAM 블록인 IPS Empress CAD 및 Vitablocs Mark II에 라이너 처리를 적용했을 때, 지대치 색조의 마스킹에 미치는 영향을 평가하고자 했다. CAD/CAM 블록은 저속 다이아몬드 절단기를 사용하여 절단하고 연마하여 1.2 mm 두께의 판형 시편을 제작했다. 준비한 시편에 불투명재의 함량이 다른 네 가지 종류의 라이너 L1, L2, L3 및 L4를 적용한 후 라이너 조성의 차이가 세라믹의 색조에 미치는 영향을 평가하기 위해 반투명도(translucency parameter)와 대조비(contrast ratio)를 측정하였다. 또한 라이너 처리가 지대치 색의 마스킹에 미치는 영향을 평가하기 위해, 변색이 없는 지대치의 색조는 Z350 A2, 변색된 지대치의 색조는 Z350 A4, 그리고 임플란트 지대주로서 Ti 판을 선택한 후 라이너 처리가 마스킹에 미치는 영향에 대하여 조사하였다. 본 연구의 결과에 기초하여 다음과 같은 결론을 도출하였다:

1. 라이너의 불투명재의 함량이 증가함에 따라  $L^*$  값은 흑색 배경에서의 값이 백색 배경에서의 값에 근접하게 증가하였으며,  $a^*$  및  $b^*$  값은 동일한 배경에서 양의 방향으로 이동하였다.
2. 라이너 적용 후, IPS Empress (EMP) 및 Vitablocs Mark II (VIT) 블록 모두의 반투명도 지수(TP) 값은 유의하게 감소하였고( $p < 0.05$ ), 대조비(CR) 값은 증가하였다. 그러나 동일 블록 내 라이너 종류 간에는 그 변화 폭이 크지 않았다.
3. 라이너 처리된 EMP 와 VIT 블록을 Z350 A4 및 Ti 판의 배경과 중첩하여 평가한 결과, L3 라이너 처리 시편에서 가장 높은 마스킹 효과가 관찰되었다. 루사이트 함유 CAD/CAM 블록에 라이너를 적용하면 반투명도가 감소하고 변색된 지대치 및 티타늄 지대치에 대한 마스킹 능력이 향상되었다. 따라서 심미성이 중요한 전치부 수복 시에는 시각적 결과를 개선하기 위해 적절한 라이너 사용을 고려해야한다.

**색인단어** : 글라스 세라믹, 루사이트 함유 블록, 라이너, 티타늄 어버트먼트, 변색된 치아 어버트먼트, 마스킹 능력