

치과 CAD-CAM용 임시 수복재의 색 안정성 비교 연구

이혜은, 김원수*, 김정숙*, 이주희*, 원석재*

경동대학교 치기공과, 대전보건대학교 치기공학과*

Comparative Study on the Color Stability of Temporary Prosthetic Materials for Dental CAD-CAM

Hye-Eun Lee, Won-Soo Kim *, Jung-suk Kim*, Ju-hee Lee *, Seuck-Jae Won *

Department of dental Technology, Kyung-dong University
Department of dental Technology, Dae-jeon health science of college*

[Abstract]

Purpose: This study was conducted to examine the color stability of temporary prosthetic materials for dental CAD-CAM.

Method: 2 kinds of existing acrylic resin temporary filling materials and 2 kinds of polymer prosthetic materials for dental CAD-CAM were used for testing, and five specimens respectively were absorbed in soy sauce, red pepper paste, and coffee. A Chroma Meter was used as analysis equipment. The color change of the specimens was observed to calculate ΔE value throughout 2 days, 3 days, 4 days, and 5 days and this was analyzed and the following result was obtained.

Results: Snap's ΔE value was bigger than Vipi block($p < 0.05$). Red pepper paste had the largest impact on the color change of resin(ΔE), followed by soy sauce and coffee($p < 0.000$). With the passage of time, ΔE value was inversely(-) related and decreased somewhat($p < 0.000$).

○Key words : color stability, temporary prosthetic materials, dental CAD-CAM

교신저자	성명	이 혜 은	전화	010-2437-7456	E-mail	kochun77@hanmail.net	
	주소	대전시 서구 내동 21-53					
접수일	2016. 6. 27		수정일	2016. 9. 20		확정일	2016. 9. 27

I. 서 론

손상된 치아를 삭제한 후 금관으로 수복하기 전, 금관의 제작 기간 동안 환자는 임시 보철물을 장착하게 된다. 임시 보철물은 삭제된 치아의 치수를 보호하고, 치아의 이동, 과민증을 방지하고 기능과 심미를 회복시켜 주기 위해서 제작된다(Lieu, 2001). 때문에 보철 치료과정 중 임시 보철 제작은 중요하다고 할 수 있다(Koumjn et al, 1990; Burgess et al, 1992).

임시수복물의 이상적인 요구조건은 구강 조직을 심미적으로 재현시키기 위해 적절한 반투명성이나 투명성을 가져야 하며, 변색이나 외형의 변화가 없어야 한다. 체적안정성과 적절한 강도, 내마모성이 있어야 하며, 구강액이나 구강 섭취 물질에 의해 용해되거나 부식되지 않아야 하며, 무미, 무취, 비독성, 비자극성이어야 하며, 파절되었을 때 보수가 쉽고 경제적이어야 한다(Tjan AH et al, 1997).

치과용 수복재료는 금속에서부터 최근 심미 재료에 이르기까지 다양하게 사용되고 있으며, 특히 심미 재료의 개발과 치의학 분야의 임상 적용은 CAD/CAM 시스템의 도입으로 급격하게 증가하고 있는 추세이다. 특히 임시 보철물은 환자가 처음 접하게 되는 보철로 그 중요성이 날로 증가하고 있으며, 환자는 보다 심미적이며 치과에 내원한 당일 장착 가능한 보철물을 요구하고 있다. 따라서 심미성과 단시간 내에 정확한 보철물의 제작 요구도가 높아짐으로 CAD-CAM을 이용한 PMMA block이 임시 수복용 보철물등에 많이 사용되고 있다.

전수경 등(2015)은 연구에서 기존의 치과용 컴포지트 수복 재료는 구강 환경에 노출되면 무기 필러의 불규칙한 배열로 인해 표면이 거칠게 되고 주변의 색소를 기계적으로 흡착하기 때문에 착색이 쉽게 일어나는 경향이 있다고 하여, 그 색상의 변화가 심미성을 안정적으로 유지하는데 어려움이 있음을 언급한 바 있다.

치과 재료의 색 안정성은 치과 보철의 심미성 해결에 밀접한 관련이 있는 분야로 최근 환자나 술자 모두의 관심사로 대두되고 있다. 특히 1930년 이래로 치과분야에서는 수복물과 자연 치아 간의 색조 조화에 관하여 관심을 기울여 왔으며(신미란 등, 1991), 이에 따라 기존의 보편적으로 사용되는 재료와 새롭게 도입된 재료 간 구강 환경

에 따른 변화의 차이를 살피는 것은 연구로써 그 의의가 있다고 사료된다.

레진의 색조 등과 관련하여 특히 1980년대에 관련 연구가 활발했는데 Oyaed 등(1986)은 filler양이 색 변화에 미치는 영향에 대해 연구하였고, Asmussen(1981)은 레진의 구성 성분이 색 변화에 미치는 영향에 대해 연구 연구하였다. Ameye 등(1981)과 Pollock 등(1984)은 filler size와 색 변화의 상관 관계에 관해 연구하였으며, Venz 등(1987)은 photoaccelerator가 레진의 중합과 색 안정성에 미치는 영향에 대하여 연구하였다.

2010년 이후 국내 선행 연구로는 정현진(2012)의 복합 레진의 색 안정성, 전수경(2015)의 레진의 표면 상태와 용액에 따른 치과용 컴포지트 레진의 색 안정도 연구가 있었으며, 김영미(2014)의 수종의 인공 치아에서 여러 음식에 대한 색 안정성 연구, 조은영(2010)의 자가중합 아크릴릭 레진의 중합온도 열 발생 시 치관, 치수, 임플란트에 미치는 영향, 김형래(2015)의 치과 CAD-CAM용 폴리머 보철 수복재료들의 기계적 특성에 관한 연구등이 있다.

이렇듯 여러 문헌들에서 치과 재료의 색 안정성에 관심을 보이고 있으나 대부분의 연구가 레진의 구성성분이나 기질 내 filler양이 색변화에 미치는 영향에 대한 연구이거나 음료나 차를 이용한 것이 대부분이어서 한국인 식단에 많이 들어가는 대표적인 음식물을 이용한 신 재료의 색 안정성에 관한 연구는 다소 부족함이 있다. 본 연구는 한국인 식단에 많이 들어가는 대표적인 음식물을 이용한 오염원에 침적하여 CAD-CAM용 임시 수복재와 기존 임시 수복재와의 색 안정성 정도를 측정 비교하고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구재료

1) 시편 제작

CAD-CAM용 폴리머 보철 수복재(PMMA)인 Vipi block(Shindental Co., Ltd, Korea), TS block(Tian Shwu Co., Ltd, Taiwan) 2종과 기존의 임시 수복용 아크릴릭 레진(MMA)인 SNAP(Parkell, Inc., USA)과 Vertex(Dentimex, Inc., Netherlands) 2종을 사용하였

다. 시편은 가로 10mm, 세로 10mm, 두께 2mm로 제작하였으며, CAD-CAM용 폴리머 보철 수복재인 Vipi block과 TS block은 절삭 가공 하였으며, 자가 중합 레진은 Metrix(Vinyl polysilixane impression)를 이용하여 주형(Mold)을 만든 후 제조사의 지시에 따라 대기 중에서 핸드 믹싱 하여 주형에 넣고 평평한 유리판으로 덮어 경화시켰다.

표면 처리에 따른 차이를 최소화 하고자, 모든 시편은 동일한 솔자가 동일한 방법으로 denture bur, silicone bur로 polishing한 후, 치과기공용 lathe(Sejong, Korea)를 이용하여 pumice(Whipmix, USA)로 연마하였다.

2) 음식 색 오염원

각 시편을 침전시킨 오염원으로는 고추장, 간장, 커피를 사용하였다(Table 1).

Table 1. Pollution source used in this study

Materials	Commercial name	Manufacturer
Red pepper paste	Taeyangcho	Haechandle, Korea
Soy sauce	Sampio Jin	Sampio foods co, Korea
Coffee	Maxim mocha gold mild	Dong-Suh food co. Ltd., Korea

3) 실험 장비

시편의 보관을 위해 항온기(CS-A31, ChangShin, Korea)를 사용하였고, 침전 후 색상 변화를 관찰 하기 위해 Chroma Meter(Shade-eye, Shofu, U.S.A)를 사용하였다.

2. 실험 방법

1) 실험군의 분류

CAD-CAM용 폴리머 보철 수복재(PMMA)인 Vipi block(Shindental Co., Ltd, Korea), TS block(Tian Shwu Co., Ltd, Taiwan) 2종과 기존의 임시 수복용 아크릴릭 레진(MMA)인 SNAP(PARKELL, Inc., USA)과 Vertex(Dentimex, Inc., Netherlands) 2종, 총 4종 5개씩 각각 고추장, 간장, 커피에 침전 시켰으며 총 60개의 시편을 사용하였다(Table 2).

Table 2. Classification of experimental groups

	Red pepper paste	Soy source	Coffee	Total
Vipi	5	5	5	15
TS	5	5	5	15
Snap	5	5	5	15
Vertex	5	5	5	15
Total	20	20	20	60

2) Incubation

12개의 100ml 측정용 비이커에 증류수 80cc를 넣고 시편을 침전시키고 37°C 항온기에서 24시간 동안 보관하였다.

3) 착색 전 색조 측정(initial stage)

24시간 동안 증류수에 보관하였던 시편들을 증류수에서 5분간 초음파 세척하고, 거즈로 건조 시킨 후 색차계를 이용하여 착색 처리 전 색조의 수치를 측정 및 기록하였다.

4) 착색 용액 준비

고추장은 90g에 증류수 10cc를 넣어 페이스트 상태로 제조하여 사용하였고, 간장은 원액 그대로를 80cc 사용하였다. 커피는 12g에 증류수 70cc를 섞어 사용하였다.

5) 착색 후 색조 측정

측정 전 시편들을 흐르는 물에서 브러쉬로 표면의 오염원을 제거 한 후 건조하여 초기 값을 측정하였으며, 침전 후 2일, 3일, 4일, 5일에 걸쳐 측정하였다. 색상 측정을 위해 색차계의 광학부에 흡광통을 놓고 영점 조정(zero calibration)을 한 후 표준 백색판(standard white reflector plate)을 사용하여 표준 조정(white calibration)을 하였고 영점 조정과 표준 조정이 끝난 후 시편을 광학부에 밀착 시키고 색상을 측정하였다. 이때 색상 측정은 치아의 중앙 부위 중에서 무작위로 3점을 선택하여 한 지점당 3회씩 측정 한 후 그 평균값을 이용하여 L, a, b값을 측정하였다.

6) ΔE* 값의 계산

색상 차이를 나타내는 ΔE*값의 산출 공식은 다음과 같다.

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

$\Delta L^* = L2-L1$, L2=실험후의 값, L1=실험전의 값

$\Delta a^* = a2-a1$, a2=실험후의 값, a1=실험전의 값

$\Delta b^* = b2-b1$, b2=실험후의 값, b1=실험전의 값

7) 통계처리

통계 처리에는 SPSS V. 12.을 사용하여 t-test와 One-way ANOVA test, Repeat Measures ANOVA test를 실시하였으며, 사후 검정으로 Scheffe Test를 시행하였다.

III. 결 과

1. 레진에 따른 ΔE 비교

〈Table 3〉에서 ΔE 의 변화 폭은 3개 착색 용액 중 고추

장에서 가장 높게 나타났다. 착색 용액 고추장에서의 레진 간 ΔE 값을 살펴본 결과, Snap의 경우 관찰한 2일 경과 시점에 10.45 ± 1.51 로 ΔE 허용 임계치 3.3을 훌쩍 넘었으며, 침적 3일 경과 시점에도 타사 레진과는 달리 색의 변화 폭이 크음을 알 수 있다. 관찰 2일, 4일은 MMA계통의 레진인 Snap과 Vertex의 색 변화가 PMMA block인 Vipi와 TS보다 유의미하게 크음을 알 수 있다($p < 0.05$).

착색 용액 간장에서는 관찰 2일 경과 시점에서 PMMA block인 Vipi block에서의 색변화가 다소 큰 양상을 나타냈으며, TS, Vertex, Snap순으로 나타났다($p < 0.05$). 또한 착색 용액 커피에서 관찰 2일 $1.77 \pm .85$ ($p < 0.05$), 5일 $2.09 \pm .66$ ($p < 0.01$)로 Vipi block의 색 변화가 다소 큰 양상을 나타냈으나 그 차이가 3.3보다 작아 치의학에서 임상적으로 수용 가능 한 정도이다.

Table 3. Comparison of ΔE between specimen groups according to lapse time in 3 types of the pollution source

Pollution source	Group	lapse time			
		2day	3day	4day	5day
Red pepper paste	snap(5)	10.45±1.51	14.72±1.99	6.62±1.97	2.94±1.53
	vertex(5)	11.66±1.36	2.71±1.12	2.31±1.96	3.54±1.05
	TS(5)	9.19±.90	3.55±1.24	1.65±.80	4.79±2.49
	vipi(5)	9.34±.52	2.80±1.35	2.17±1.51	2.63±1.17
	total(20) F(P)	10.16±1.48 4.711(0.015)**	5.94±5.37 79.81(0.000)***	3.19±2.53 9.953(0.001)**	3.47±1.74 1.647(.218)
Soy source	snap(5)	.84±.42	.83±.34	.72±.41	.53±.24
	vertex(5)	1.34±.27	.25±.37	1.02±.24	.81±.21
	TS(5)	1.46±.42	.83±.30	2.10±2.56	1.57±2.01
	vipi(5)	2.21±.68	.95±.55	.73±.36	1.47±1.02
	total(20) F(P)	1.46±.66 7.060(.003)**	.71±.46 3.044(.059)	1.14±1.34 1.221(.334)	1.09±1.13 .974(.429)
Coffee	snap(5)	.66±.35	.57±.17	.89±.30	.84±.33
	vertex(5)	.87±.42	.29±.14	1.15±.46	.73±.39
	TS(5)	.87±.16	.60±.31	.72±.26	.82±.59
	vipi(5)	1.77±.85	1.01±.82	1.39±.51	2.09±.66
	total(20) F(P)	1.04±.64 4.557(.017)*	.62±.49 2.157(.133)	1.04±.45 2.275(0.79)	1.12±.74 7.868(.002)**

*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

레진의 종류와 침적 시간 간 상호작용 효과를 살펴보기 위해 반복측정 분산분석을 실시하였다(Table 4, 5). 개체 내 효과 검증 결과를 살펴보면, 착색 용액 고추장에서 레진의 종류와 침적 시간 간에 상호작용 효과가 나타났으며

($p < 0.001$), 개체 간 효과 검증 결과 레진의 종류에 따른 ΔE 값이 고추장과 커피 착색 용액에서 유의미한 차이를 보였다($P < 0.001$).

Table 4. Test of within Subjects Effects

Pollution source	variables	typelll sum of squares	df	Mean Square	F(p)
Red pepper paste	Lapse time	624.347	3	208.116	80.424(.000)
	lapse time * resin	382.918	9	42.546	16.442(.000)
	treatment Error (lapse time)	124.212	48	2.588	
Soy source	Lapse time	5.664	3	1.888	3.006(.039)
	lapse time * resin	8.352	9	.928	1.478(.183)
	treatment Error (lapse time)	30.145	48	.628	
Coffee	Lapse time	3.121	3	1.040	5.052(.004)
	lapse time * resin	2.645	9	.294	1.427(.203)
	treatment Error (lapse time)	9.884	48	.206	

Table 5. Test of Between Subjects Effects

Pollution source	variables	typelll sum of squares	df	Mean Square	F(p)
Red pepper paste	Intercept	2595.466	1	2595.466	2125.766(.000)
	resin	245.410	3	81.803	66.999(.000)
	Error	19.535	16	1.221	
Soy source	Intercept	98.206	1	98.206	63.472(.000)
	resin	8.150	3	2.717	1.756(.196)
	Error	24.756	16	1.547	
Coffee	Intercept	73.575	1	73.575	258.592(.000)
	resin	9.971	3	3.324	11.679(.000)
	Error	4.553	16	.285	

2. 침적 시간에 따른 누적 ΔE 의 변화

침적 시간에 따른 ΔE 의 누적 값으로 꺾은선 그래프를 그려 그 값의 변화를 보다 쉽게 보고자 했다(Fig 1, 2, 3, 4). 착색 용액 고추장에서 색 변화의 폭이 가장 크게 나

타났으며, Snap, Vertex보다 TS, Vipi Block이 색 변화량 누적값이 다소 낮게 나타났다. 간장과 커피의 색 변화량 누적값은 비슷한 양상을 나타내고 있으며, TS Block에서만 간장이 커피보다 약간 높게 나타났다.

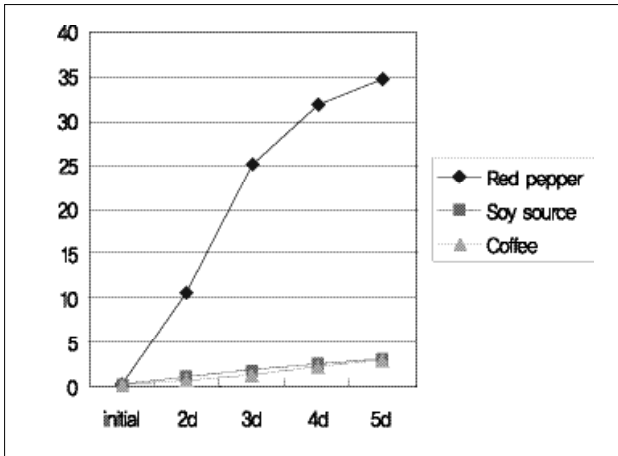


Fig 2. Comparison of ΔE according to lapse time in the Vertex

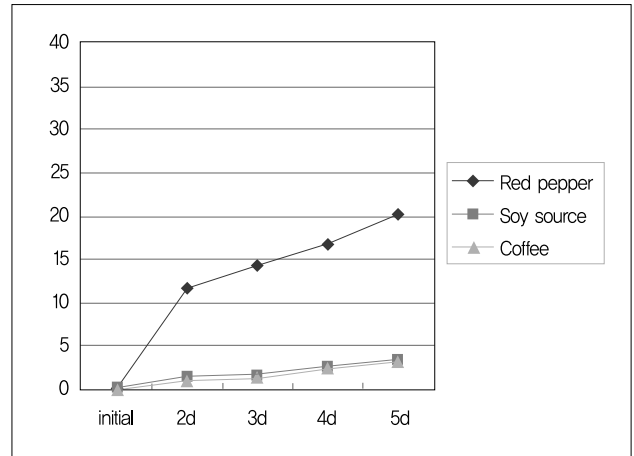


Fig 1. comparison of ΔE according to lapse time in the Snap

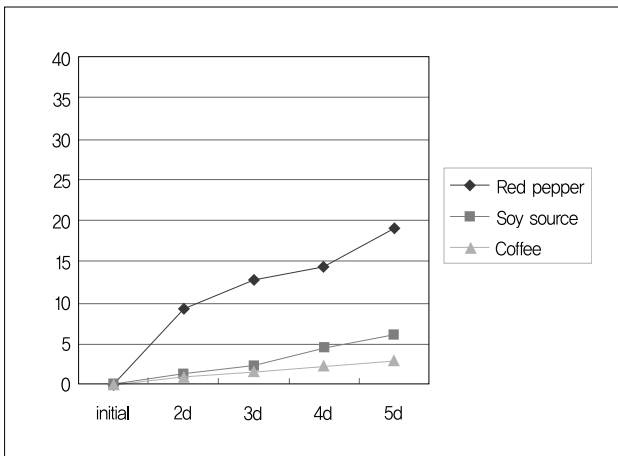


Fig 3. Comparison of ΔE according to lapse time in the TS

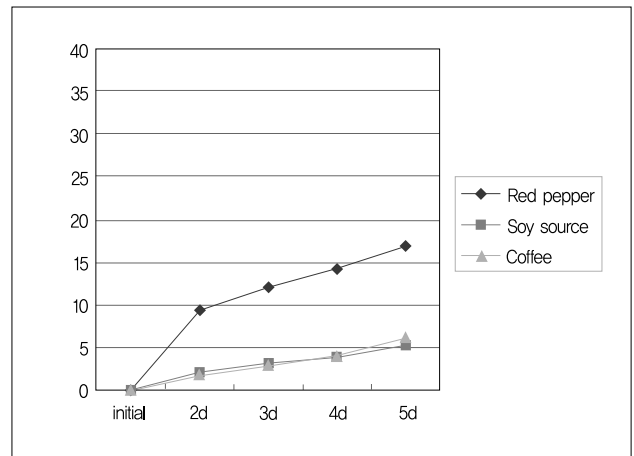


Fig 4. Comparison of ΔE according to lapse time in the Vipi

3. ΔE에 영향을 미치는 요인

ΔE값의 변화에 레진의 종류와 착색 용액 간 영향력의 상대적 크기를 알아보하고자 다중회귀 분석을 실시한 결과 (Table 6) 설명력은 52%로 나타났으며, 회귀모형은 유의미하였다($p < 0.001$).

Vipi block에 비해 Snap의 색변화가 유의미한 양(+)의 관계로 그 변화의 폭이 크을 알 수 있었으며, 커피에 비해 고추장의 색 변화의 폭이 유의미한 양(+)의 관계로 그 변화의 폭이 크을 알 수 있다. 또한 침적 시간에 따라 유의미한 음(-)의 상관 관계를 나타내 시간의 흐름에 따라 ΔE값은 줄어든다고 할 수 있다.

Table 6. Multiple regression analysis of factors influencing ΔE

Variable	β	t	p	R ²	F(p)
(Constant)	2.661	5.308	.000		
Snap	1.002	2.343	.020		
Vertex	-.158	-.370	.711		
TS	-.037	-.087	.931	.520	42.131***
Red pepper	4.737	12.793	.000		
Soy source	.149	.402	.688		
lapse time	-.761	-5.632	.000		

** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

IV. 고찰

치과 영역에서의 색 안정성은 모든 치과 재료들에 있어서 장기적인 심미성을 유지하는데 가장 중요한 요구 조건(김영미, 2014) 중 하나로 의치의 색상 변화, 심미적 부조화, 색소 침착 등이 보철물 재제작의 주요 원인이 된다(전열매 등, 2004).

최근 치과 치료에서 심미에 대한 관심과 요구도가 증가하면서 보철 수복 시 심미적 개선을 위한 노력이 중요해지고 있다. 이에 따라 기존의 보편적으로 사용되는 재료와 새롭게 도입된 재료 간 구강 환경에 따른 변화의 차이를 살피는 것은 보철 장착 환자에게 보다 좋은 보철을 제공하는데 도움이 될 것으로 사료된다. 본 연구에서는 침적 기간을 5일로 설정 하였는데, 김영미(2014)의 연구에서 한국인의 일회 식사 시간을 30분으로 간주하고 3끼를 먹는 것으로 하여 하루를 계산한 공식에 5일간의 침적 시간을 대입하면 80일에 해당된다고 할 수 있다. CIE (Commission Internatio nated Eclarag -e) 표색계를 이용하여 ΔL , Δa , Δb 수치를 측정하여 ΔE 값을 산출 하였으며, 이 값으로 색 안정성을 판단하였다.

착색 용액에 따른 레진의 색 변화를 살펴보면, 고추장이 레진의 색 안정성에 가장 큰 영향을 미쳤으며, 간장, 커피 순으로 나타났다. 이는 전열매 등(2004)의 연구에서 된장, 간장, 고추장 중 고추장이 의치상용 레진의 색상 변화에 가장 큰 영향을 미친다고 한 것과 일부 일치하며, 이영일(2008)의 여러 음식에 따른 인공치의 색 안정성에 대한 연구에서 간장, 커피보다 고추장이 침적된 인공치의 색 변화가 컷다고 보고 한 결과와 맥을 같이 한다. 변색은 내적 요소(intrinsic factorh)와 외적 요소(extrinsic factorh)에 의한 것으로 나뉘는데(강은숙, 2003; Iazzetti et al, 2000). 정유진(2003), 이영일(2008), 황수현 등(2012)은 고추장, 간장, 커피 등에 의한 변색은 레진 표면에 흡착 또는 침투하는 외적 요소에 의한 변색이라고 언급한 바 있다. 이에 따라 고추장, 간장, 커피등의 섭취가 잦은 우리나라의 경우 임시 치관 제작 시 술자가 표면 처리를 활발하게 하여 음식물의 흡착 또는 침투를 막는 것이 중요하다(박지원, 2015)

다중회귀 분석 결과, Vipi block에 비해 Snap의 색 변

화가 유의미한 양(+)의 관계로 Vipi block보다 Snap의 색 변화량이 크다($p < 0.05$).

레진은 중합 방법의 차이에 의해서도 색 안정성이 영향을 받는데, 자가 중합 레진의 경우 tertiary aromatic amine의 산화와 peroxide initiator-inhibitor반응에 의해 변색 분해산물이 수복물을 노랗거나 어둡게 한다고 언급한 바(Reptis et al, 1982) 있다. 따라서 Vipi block보다 Snap의 색 변화량이 큰 것은 Snap과 Vipi block의 중합 방법의 차이에 따른 결과가 아닌가 사료된다. 이밖에도 치과용 레진계 재료에 외재성 착색에 직접적인 영향을 미치는 요인들로 레진의 구조와 입자의 특징(강버들, 2010)과 filler의 양(Oyaed, 1986; Germain, 1985; Ruyter 1987)등이 있을 수 있다고 하였으나, 본 연구에서 이점을 비교하지 못하여 제한점으로 남는다.

본 연구에서 고추장 침적 시 관찰 2일부터 ΔE 값이 일부 시편에서 시각적인 변색이 일어난 결과로 볼 때 임시 치를 장기간 사용할 경우 음식물에 대한 변색 가능성을 안내하여 변색에 대한 환자 배려가 필요하며 성공적인 치과 치료의 만족도를 위해서 필요시 재제작을 권장하고, 환자에게 이를 인지 시킬 필요가 있다. 또한, 고추장이나 간장, 커피등의 습관적 섭취에 주의를 권유하는 것과 섭취 후 세정의 필요성을 충분히 주지시켜야 할 필요가 있다고 사료된다.

V. 결론

본 연구는 치과 CAD-CAM용 임시 수복재 색 안정성을 알아보고자 실시되었다. 기존의 임시 수복용 아크릴릭 레진 2종과 CAD-CAM용 폴리머 보철 수복재 2종 각 5개씩의 시편을 고추장, 간장, 커피에 침전시켰으며, 분석 장비는 색차계를 사용하였다. 침전시킨 시편들은 각각 2일, 3일, 4일, 5일에 걸쳐 색상 변화를 측정하여 ΔE 값을 산출하였고, 이를 분석하여 다음의 결론을 얻었다.

1. Vipi block에 비해 Snap의 색 변화가 유의미한 양(+)의 관계로 Vipi block보다 Snap의 색 변화량(ΔE)이 크다($p < 0.05$).

2. 착색 용액 고추장이 레진의 색 변화(ΔE)에 가장 큰 영향을 미쳤으며, 간장, 커피 순이었다($p < 0.000$).

3. 시간의 흐름에 따라 색 변화량(ΔE)은 음(-)의 관계로, 다소 감소하는 양상을 띠었다($p < 0.000$).

REFERENCES

- Ameys C, Lambrechts P, Vanherle G. Conventional and microfilled composite resins. Part I: Color stability and margin adaptation. *J Prosthet Dent*, 46, 623-630, 1981.
- Asmussen E. An accelerated test for color stability of restorative resins. *Acta Odont Scand*, 39, 329-333, 1981.
- Burgess JO, Haveman CW, Butzin C. Evaluation of resins for provisional restorations. *Am J Dent*, 5(3), 137-139, 1992.
- Cho EY. A Study on heat transfer to the implant bone interface during fabrication of provisional restorations using autopolymerizing acrylic resin. Korea University, 2010.
- Crispin BJ, Caputo AA. Color stability of temporary restorative materials. *J Prosthet Dent*, 42, 27-33, 1979.
- Fusayama T, Hirano T, Kono A. Discoloration test of acrylic resin filling by an organic dye. *J Prosthet Dent*, 25, 532-539, 1971.
- Ha JY. Mechanical Properties and Exothermic Behavior of Provisional Restoration Materials. Kyungpook National University, 2009.
- Hwang SH, Yu JS, Han YK. The Effect of Various Coffees on the Color Stability of Self-cured Temporary Crown Resin. *J Dent Hyg Sci*, 342-347, 2012.
- Iazzetti G, Burgess JO, Gardiner D, Ripps A. Color stability of fluoride-containing restorative materials. *Oper Dent*, 25, 520-525, 2000.
- Imirzalioglu P, Karacaer O, Yimaz B, Ozmen Msc I. Color stability of acrylic resins and a soft lining against tea, coffee and nicotine. *J Prosthodont*, 19(2), 118-124, 2010.
- Jeon YM, Lim HS, Shin SY. The effect of Femented foods on the Color and hardness Change of denture base Acrylic Resins. *J Korean Acad Prosthet Dent*, 42(2), 344-355, 2004.
- Jun SK, Wo HS, Kim DE, Lee HH. Effect of surface condition and food solution on the color stability of dental composite resins. *Kor J Dent Meter*, 42(4), 67-68, 2015.
- Jung HJ. Evaluation of the Color Stability of Light Cured Composite Resins according to the Resin Matrices. Chonnam National University, 2012.
- Jung YJ, Lim JH, Jo IH, Lim HS. Color Stability of CEROMERs in Three Food Colorants. *J Korean Acad Prosthet Dent*, 41(2), 136-147, 2003.
- Kang BD, Choi JY, Chang WG, Lim BS, Rhee SH, Yang HC. Evaluation of Color Stability of Esthetic Restorative Materials as Simulated Oral Environments. *Kor J Dent Mater*, 36(4), 265-275, 2009.
- Kang ES, Jeon YC, Jeong CM. The Color Stability of Direct Denture Reline Resins. *J Korean Acad Prosthet Dent*, 41(2), 160-168, 2003.
- Kim HM. Effect of powder/liquid ratio of temporary crown and fixed partial denture materials on the water sorption and fracture toughness. Korea University, 2009.
- Kim HR, Kim SC, Lee HH. Mechanical properties of polymer prosthetic materials for dental CAD-CAM. *Kor J Dent Mater*, 42(Special Issue), November, 2015.

- Kim YM. Color stability of four different artificial teeth against various food solutions. Dankook University, 2014.
- Koumjian JH, Nimmo A. Evaluation of fracture resistance of resins used for provisional restorations. *J Prosthet Dent*, 64(6), 654-657, 1990.
- Lee YI. The effect of various foods on the color stability of artificial teeth. Dankook University, 2008.
- Lieu C, Nguyen TM, Payant L. In vitro comparison of peak polymerization temperature of 5 provisional restoration resins. *J Can Dent Assoc*, 67, 36-37, 2001.
- Oyaed H, Ruyter IE. Water sorption and filler characteristics of composites for use in posterior teeth. *J Dent Res*, 65(11), 1315-1318, 1986.
- Park JW. Color Stability of self cured Temporary Crown Resin according to the Surface Treatment. Hanseo University, 2015.
- Pollack BF, Blitzler MH. Discoloration in composite and microfill resins. *Gen Dent*, 32(2), 130-133, 1984.
- Reptis CN, Powers JM, Fan PL, Yu R. Staining of composites by cigarette smoke. *J Oral Rehabil*, 9(4), 367-371, 1982.
- Rosentritt M, Esch J, Behr M, Leibrock A, Hendel G. In vivo color stability of resin composite veneers and acrylic resin teeth in removable partial dentures. *Quintessence Int*, 29(8), 517-522, 1998.
- Ruyter IE, Nilner K, Moller B. Color stability of dental composite resin materials for crown and bridge veneers. *Dent Mater*, 3, 246-251, 1987.
- Shin MR, Cho HW, Jin TH. The Color Stability of porcelain repair composite resins. *J Korean Acad prosthodont Dent*, 29(3), 171-179, 1991.
- St Germain H, Swartz ML, Phillips RW, Moore BK, Roberts TA. Properties of microfilled composite resins as influenced by filler content. *J Dent Res*, 64(2), 155-160, 1985.
- Tjan AH1, Castelnuovo J, Shiotsu G. Marginal fidelity of crowns fabricated from six proprietary provisional materials. *J Prosthet Dent*, 77(5), 482-485, 1997.
- Venz S, Antonucci JM. Effect of photoaccelerators on curing and discoloration of composites. *J Dent Res*, 66(Special issue), 246, 1987.