

여러가지 음식물에 따른 인공치의 색 안정성에 관한 연구

이영일¹ · 조인호^{2*} · 이준석²

단국대학교 치과대학 치과보철학교실, ¹대학원생, ²교수

서론: 최근 환자들의 심미에 대한 기대와 관심이 증가하면서 고정성 영역 뿐 아니라 가철성 의치 분야에서도 심미적인 수복에 대한 관심이 증가하고 있다. 이러한 가철성 의치의 심미성은 선택되는 인공치에 의하여 잘 표현된다. 의치용 인공치는 마모저항성 등의 기계적 요구조건은 물론, 색 안정성 등의 심미적인 조건 또한 충족되어야 하며 이러한 인공치의 색 안정성은 의치의 장기적인 성공물에 지대한 영향을 주게 된다.

하지만 의치용 인공치의 변색이나 착색은 의치상 레진과 함께 심미적인 문제를 발생시켜 왔으며 이에 대한 많은 연구들이 보고되었으나 대부분 의치상 레진이나 연성이장재에 대한 것이고 인공치의 경우에도 주로 차나 음료수 등에 대한 것으로 한국인이 자주 섭취하는 음식에 대한 연구는 부족한 실정이다.

이에 본 연구에서는, 대조군을 증류수로 하고 한국인이 자주 섭취하는 간장, 고추장, 커피에 3 종류의 아크릴 레진 치아를 침전시킨 후 분광광도계 (spectrophotometer)로 시간에 따른 색상 변화를 측정하고 비교, 분석하였다.

재료 및 방법: 인공치를 종류별로 40개씩 총 120개를 준비하여 각각 10개씩 오염원 (간장, 고추장, 커피, 증류수)에 침전시킨 후 1일, 1주, 2주, 4주, 8주 후에 분광광도계를 이용하여 L*, a*, b* 값을 측정한 후 CIE 표색계에 따라 L*, a*, b* 값을 이용하여 ΔE^* 를 산출하고 통계 처리하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

결과: 1. 간장과 커피에서는 침전 시간에 따라 다양한 ΔE^* 값의 차이를 나타냈으나 고추장에서는 침전 시기에 관계없이 Duracross Physio[®]가 Trubyte Biotone[®]에 비해 유의하게 적은 ΔE^* 값을 보였다 ($P < .05$). 2. Endura Anterio[®]의 8주, Duracross Physio[®]의 4주, 8주의 ΔE^* 값을 제외하고는 고추장에 침전된 인공치들은 그 종류에 관계없이 다른 오염원과 비교하여 유의한 ΔE^* 값의 차이를 나타내었다 ($P < .05$). 3. 고추장에 침전된 Endura Anterio[®]와 Trubyte Biotone[®]의 a*, b* 값은 Duracross Physio[®]의 값과 비교하여 유의한 변화를 보였다 ($P < .05$).

결론: 이상의 결과로 볼 때 Duracross Physio[®]가 Endura Anterio[®], Trubyte Biotone[®]에 비하여 비교적 적은 색상 변화를 나타내고 고추장이 인공치의 색안변화에 가장 큰 영향을 주는 것으로 보이나 ΔE^* 값이 모두 3.3 이하이므로 임상적으로 허용 가능하리라 사료된다. (대한치과보철학회지 2009;47:82-90)

주요단어: 인공치, ΔE^* , L*, a*, b*

서론

치아가 상실된 부분 무치악이나 완전 무치악 환자들의 의치를 이용하여 수복하는 경우 저작 및 기능의 회복 뿐 아니라 심미성의 회복 역시 중요하다. 최근 치과 진료 시 환자들의 심미적인 요구가 증가하면서 이러한 가철성 의치 영역에서 또한 심미적인 수복에 대한 관심이 증가하고 있다.¹ 심미적인 가철성 의치의 제작을 위해 인공치의 선택은 매우 중요하다. 인공치는 의치상 재료와의 영구적인 결합력, 타액과 용해제에 대한 저항성, 저작압을 견딜 수 있는 높은 충격 강도, 결정된 교합 수직 고경을 유지하고 비기능성 움직임에 견딜 수 있는 높은 마모 저항성, 교합 조절 용이성 등의 기본적인 기계적인 요구 조건을 만족함은 물론, 적절한 투명성, 색조 안정성 등의 심미적인 요구 또한 충족되어야 한다.² 가철성 의치의 심미

성은 그 종류에 관계없이 인공치에 의하여 제일 잘 표현된다.³ 이러한 인공치는 우선 환자의 안모와 조화를 이루는 적절한 형태, 크기의 인공치가 선택되어야 하고 우수한 심미성을 위해 일차적으로 환자의 피부색이나 인접 치 색상과 조화를 이루도록 선택되어야 한다. 나아가 이차적으로 인공치의 색 안정성이 요구되는데 이는 의치의 장기적인 심미성에 큰 영향을 주고 색 변화 및 색소 침착 등은 의치 재 제작의 원인이 된다.⁴ 색 안정성이라 함은 여러 환경에서 오랜 기간 동안 재료 자체의 색상을 유지하는 성질을 말하며 이는 치의학에서 사용되는 많은 재료의 중요한 물리적 성질이다.⁵

인공치아의 색 안정성에 관한 연구로 Lamia 등⁶은 아크릴 레진치가 도재치에 비하여 색 안정성이 낮고 차나 콜라보다 커피에 침전시킨 경우 더 큰 색상 변화를 보인다고 하였고, Rosentritt 등⁷은 가철성국소의치에 사용되는

교신저자: 조인호

330-716 충청남도 천안시 신부동 산 7-1 단국대학교 치과대학 보철학교실 041-550-1971; e-mail, cho8511@dku.edu

원고접수일: 2008년 11월 20일 / 원고최종수정일: 2009년 1월 6일 / 원고채택일: 2009년 1월 7일

※ 본 연구는 (주)조광 덴탈의 지원에 의하여 이루어진 것임.

레진 인공치가 레진 콤포짓 비니어와 비교하여 더 높은 색 안정성을 보인다고 하였다. Satoh 등⁶은 일반적인 아크릴 레진치보다 강화형 레진치가 색 안정성이 더 뛰어난 것을 보고하였고 인공치를 매일 세척한 것이 그렇지 않은 것에 비하여 색 변화가 더 작은 것을 보고하였다.

또한 Hersek 등⁷은 차, 커피, 와인 등이 치아의 법랑질과 아크릴 레진에 심각한 염색을 일으키는 것을 보고하였고 Kai 등⁸은 복합레진에서 차, 콜라보다 커피, 간장이 월등하게 변색을 일으키는 것으로 보고하였다. Jeon 등⁴은 의치상 레진이 간장과 고추장에 변색을 일으키는 것을 보고하였고 Cho 등⁹은 연성 의치상 레진은 고추장에 색 변화가 있는 것을 보고하였다.

여러 문헌들을 고찰해 볼 때 의치 심미의 한 부분을 담당하는 의치상 레진의 색 안정성에 관한 연구들은 많이 이루어지고 있으나 가철성 의치의 심미성에 가장 큰 영향을 미치는 인공치의 색 안정성에 관한 연구는 부족한 실정이고 현재 이루어진 대부분의 연구가 차나 식용 음료 등에 관한 것이다. 이에 본 연구에서는 한국인이 가장 많이 섭취하는 간장, 고추장, 커피에 현재 시판되는 아크릴 레진 치와 강화형 레진 치를 이용하여 일정기간 침전시킨 후 분광광도계를 이용하여 얻어진 인공치의 색상 변화를 측정하여 비교분석하였다.

실험재료 및 방법

1. 실험재료

1) 인공치

Endura Anterio[®] (Shoufu, Kyoto, Japan) (Fig. 1), Duracross Physio[®] (Nissin, Kyoto, Japan) (Fig. 2), Trubyte Biotone[®] (Dentsply, York, USA) (Fig. 3)을 각 40개씩 120개를 사용하였다 (Table I).

Table I. Resin denture teeth used in this study

Commercial name	Shade	Manufacturer
Endura Anterio [®]	A2	Shoufu, Japan
Duracross Physio [®]	A2	Nissin, Japan
Trubyte Biotone [®]	#59	Dentsply, USA

2) 오염원

인공치를 침전시킨 오염원으로는 간장, 고추장, 커피를 사용하였고 대조군으로는 증류수를 사용하였다 (Table II).

Table II. Solution used in this study

Materials	Commercial name	Manufacturer
Soy sauce	Sempio Jin	Sempio foods co., Korea
Red pepper paste	Taeyangcho	Haechandle, Korea
Coffee	Maxim mocha gold mild	Dong Suh food co., Ltd., Korea
Distilled water	Sterile water for injection	Daihan Pharm co., Ltd., Korea

3) 실험장비

인공치의 보관을 위해 항온기 (DS-63, Yamato Co., Tokyo, Japan)를 사용하였고 침전 후 색상변화를 관찰하기 위해 분광광도계 (Spectrophotometer CM-503i, Minolta Co., Tokyo, Japan)를 사용하였다 (Fig. 4).



Fig. 1. Endura Anterio[®] (Shoufu, Kyoto, Japan).



Fig. 2. Duracross Physio[®] (Nissin, Kyoto, Japan).



Fig. 3. Trubyte Biotone[®] (Dentsply, New York, USA).



Fig. 4. Spectrophotometer (CM503i) (Minolta Co., Tokyo, Japan).

2. 실험방법

1) 실험군의 분류

Endura Anterio[®], Duracross Physio[®], Trubyte Biotone[®]을 10개씩 각각 간장, 고추장, 커피, 증류수에 침전시켰으며, 총 120개의 인공치를 사용하였다 (Table III).

Table III. Classification of experimental groups

	Soy sauce	Red pepper paste	Coffee	Distilled water	Total
Endura Anterio [®]	n = 10	n = 10	n = 10	n = 10	n = 40
Duracross Physio [®]	n = 10	n = 10	n = 10	n = 10	n = 40
Trubyte Biotone [®]	n = 10	n = 10	n = 10	n = 10	n = 40
Total	n = 30	n = 30	n = 30	n = 30	n = 120

2) 치아의 표면처리

증류수에서 5분간 초음파 세척하고, 거즈로 건조시켰다.

3) Incubation

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

4) 착색 전 색조 측정 (initial stage)

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

5) 오염원 준비

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

6) 착색 후 색조 측정

침전시킨 시편들은 침전 후 각각 1일, 1주, 2주, 4주 그리고 8주 후에 분광광도계를 이용하여 색조를 측정하였다. 측정 전 시편들을 흐르는 물에서 브러쉬로 표면의 오염원을 제거 한 후 건조하여 즉시 측정하였다. 색상 측정을 위해 분광광도계의 광학부에 흡광통을 놓고 영점조정 (zero calibration)을 한 후 표준 백색판 (standard white reflector plate)을 사용하여 표준조정 (white calibration)을 하였고 영점조정과 표준조정이 끝난 후 시편을 광학부에 밀착시키고 색상을 측정하였다. 이 때 색상측정은 치아의 중앙부위 중에서 무작위로 3점을 선택하여 한 지점당 3회씩 측정한 후 그 평균값을 이용하여 L^* , a^* , b^* 값을 측정 하였다. 색상차이는 L^* , a^* , b^* 값을 이용하여 ΔE^* 을 산출하였다.

7) ΔE^* 값의 계산

색상차이를 나타내는 ΔE^* 값의 산출 공식은 다음과 같다.

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

L^* 은 white와 black 정도를 나타내고, a^* 는 redness와 greenness 정도를 나타내며 b^* yellowness와 blueness의 정도를 나타낸다. ΔE^* 값이 1보다 큰 경우는 관찰자의 1/2이 인지하는 정도이고 ΔE^* 값이 3.3보다 작은 경우에는

치의학에서 임상적으로 수용가능한 정도이다.

시편색상을 측정하는 기구인 분광광도계는 spectral sensor (multiple sensor) 방식의 측정경 3 mm를 가지며 표준광원으로 D65 광원을 사용하고 시야각은 2°로 하였다. 3 자극치를 수학적으로 변형시켜 컴퓨터를 통해 색 공간 좌표 값인 L^* , a^* , b^* , ΔE^* 를 구하였다.

8) 통계 처리

본 논문의 통계 처리에는 SPSS V. 12.0 for Win. (SPSS Inc., Chicago, USA)를 사용하여 one-way ANOVA test, Scheffé test를 시행하였으며 95% 유의수준으로 검증하였다.

결과

각각의 인공치를 여러 오염원에 침전시킨 후 시간에 따른 색 변화를 분광광도계를 이용하여 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 오염원에 따른 인공치의 ΔE^* 비교

1) 증류수

침전 시간에 따라 약간의 변화는 있었으나 인공치 간의 유의한 ΔE^* 의 차이는 없었다.

2) 간장

1주에서는 Duracross Physio®와 Trubyte Biotone® 간에, 8주에서 Endura Anterio®와 Trubyte Biotone®간에 ΔE^* 값에 유의한 차이를 나타내었다 ($P < .05$) (Table IV).

Table IV. Result of Scheffé test on ΔE^* of soy sauce after 1 week and 8 weeks

	Endura Anterio®	Duracross Physio®	Trubyte Biotone®
Endura Anterio®			
Duracross Physio®			
Trubyte Biotone®	†	*	

*: 1 week †: 8 weeks

*denotes pair of groups significantly different at the 0.05 level

3) 고추장

침전 후 1일에는 Duracross Physio®와 비교하여 Trubyte Biotone®에서, 1주에서는 Duracross Physio®와 비교하여 Endura Anterio®에서, 2주에는 Duracross Physio®와 비교하여 Trubyte Biotone®, Endura Anterio®에서 유의한 ΔE^* 의 차이를 보였다 ($P < .05$) (Table VI - VIII).

4주에서는 Duracross Physio®와 비교하여 Trubyte

Biotone®에서, 8주에서는 Duracross Physio®, Endura Anterio®와 비교하여 Trubyte Biotone®에서 유의한 ΔE^* 의 변화가 관찰되었다 ($P < .05$) (Table IX, X). 이상을 종합적으로 살펴볼 때 침전시기에 관계없이 Duracross Physio®는 Trubyte Biotone®보다 더 적은 ΔE^* 의 변화를 보였다 ($P < .05$) (Table V).

Table V. Result of Scheffé test on ΔE^* of red pepper paste after 1 day, 2 weeks, 8 weeks

	Endura Anterio®	Duracross Physio®	Trubyte Biotone®
Endura Anterio®			
Duracross Physio®	†		
Trubyte Biotone®	‡	*	

* : 1 day † : 2 weeks ‡ : 8 weeks

* denotes pair of groups significantly different at the 0.05 level

4) 커피

1주에서 Endura Anterio®, Duracross Physio®가 Trubyte Biotone®과 비교하여 유의한 ΔE^* 의 차이를 나타내었고 2주에서는 Endura Anterio®, Duracross Physio®, Trubyte Biotone®순으로 유의한 ΔE^* 의 차이를 보였다 ($P < .05$) (Table VI).

Table VI. Result of Scheffé's test on ΔE^* of coffee after 1 week and 2 weeks

	Endura Anterio®	Duracross Physio®	Trubyte Biotone®
Endura Anterio®			
Duracross Physio®			
Trubyte Biotone®	*	*	

* denotes pair of groups significantly different at the 0.05 level

2. 인공치에 따른 오염원의 ΔE^* 비교

각 침전 시기에서 오염원에 대한 one-way ANOVA test를 시행하였다.

1) Endura Anterio®

8주를 제외하고는 측정 기간에 관계없이 고추장이 증류수, 간장, 커피보다 유의한 ΔE^* 의 차이를 보였다 ($P < .05$) (Table VII) 1주와 2주에서 커피는 증류수보다 유의한 ΔE^* 의 차이를 나타내었다 ($P < .05$) (Table VIII).

2) Duracross Physio®

1일에서는 고추장이 증류수, 간장, 커피보다 유의한 ΔE^* 의 차이를 나타내었고 ($P < .05$) (Table IX) 1주와 2주에서 고추장이 증류수에 유의한 ΔE^* 의 차이를 나타내었다 ($P < .05$) (Table X).

Table VII. Result of Scheffé test on ΔE^* of Endura Anterio® after 1 day and 4 weeks

	Distilled water	Soy sauce	Red pepper paste	Coffee
Distilled water				
Soy sauce				
Red pepper paste	*	*		
Coffee				*

* denotes pair of groups significantly different at the 0.05 level

Table VIII. Result of Scheffé test on ΔE^* of Endura Anterio® after 1 week and 2 weeks

	Distilled water	Soy sauce	Red pepper paste	Coffee
Distilled water				
Soy sauce				
Red pepper paste	*	*		
Coffee	*			*

* denotes pair of groups significantly different at the 0.05 level

Table IX. Result of Scheffé test on ΔE^* of Duracross Physio® after 1 day

	Distilled water	Soy sauce	Red pepper paste	Coffee
Distilled water				
Soy sauce				
Red pepper paste	*	*		
Coffee				*

* denotes pair of groups significantly different at the 0.05 level

Table X. Result of Scheffé on ΔE^* of Duracross Physio® after 1 week and 2 weeks

	Distilled water	Soy sauce	Red pepper paste	Coffee
Distilled water				
Soy sauce				
Red pepper paste	*			
Coffee				

* denotes pair of groups significantly different at the 0.05 level

Table XI. Result of Scheffé test on ΔE^* of Trubyte Biotone® after 1 day, 1 week, 2 weeks, 4 weeks and 8 weeks

	Distilled water	Soy sauce	Red pepper paste	Coffee
Distilled water				
Soy sauce				
Red pepper paste	*			
Coffee				

* denotes pair of groups significantly different at the 0.05 level

Table XII. Mean and standard deviation of a* of experimented artificial tooth

		Endura anterio®	Duracross Physio®	Trubyte Biotone®
Distilled water	baseline	0.23 ± 0.08	-1.02 ± 0.22	1.54 ± 0.08
	1 day	0.23 ± 0.07	-1.04 ± 0.21	1.53 ± 0.07
	1 week	0.15 ± 0.08	-1.07 ± 0.20	1.56 ± 0.06
	2 weeks	0.26 ± 0.05	-1.01 ± 0.21	1.55 ± 0.06
	4 weeks	0.10 ± 0.08	-1.05 ± 0.20	1.58 ± 0.06
	8 weeks	0.11 ± 0.05	-1.04 ± 0.20	1.50 ± 0.05
Soy sauce	baseline	0.05 ± 0.09	-1.21 ± 0.12	1.63 ± 0.10
	1 day	0.15 ± 0.06	-1.17 ± 0.12	1.50 ± 0.09
	1 week	0.18 ± 0.05	-1.22 ± 0.11	1.52 ± 0.11
	2 weeks	0.20 ± 0.05	-1.17 ± 0.12	1.56 ± 0.09
	4 weeks	0.03 ± 0.08	-1.20 ± 0.13	1.55 ± 0.09
	8 weeks	0.02 ± 0.05	-1.22 ± 0.12	1.60 ± 0.10
Red pepper paste	baseline	0.01 ± 0.10	-1.14 ± 0.17	1.67 ± 0.08
	1 day	0.61 ± 0.11	-1.00 ± 0.20	2.23 ± 0.22
	1 week	0.55 ± 0.13	-0.99 ± 0.18	1.96 ± 0.22
	2 weeks	0.61 ± 0.10	-0.97 ± 0.18	2.05 ± 0.16
	4 weeks	0.26 ± 0.21	-1.04 ± 0.16	2.13 ± 0.10
	8 weeks	0.26 ± 0.08	-1.08 ± 0.19	1.94 ± 0.10
Coffee	baseline	0.01 ± 0.09	-1.17 ± 0.10	1.58 ± 0.07
	1 day	0.07 ± 0.12	-1.13 ± 0.10	1.51 ± 0.05
	1 week	0.26 ± 0.11	-1.19 ± 0.09	1.48 ± 0.06
	2 weeks	0.25 ± 0.09	-1.15 ± 0.09	1.58 ± 0.05
	4 weeks	0.08 ± 0.10	-1.20 ± 0.08	1.56 ± 0.05
	8 weeks	0.02 ± 0.07	-1.22 ± 0.09	1.52 ± 0.04

Table XIII. Result of Scheffé test on a* of Trubyte Biotone® and EnduraAnterio®

	Distilled water	Soy sauce	Red pepper paste	Coffee
Distilled water				
Soy sauce				
Red pepper paste	*	*		
Coffee			*	

* denotes pair of groups significantly different at the 0.05 level

(3) Trubyte Biotone®

침전기간 내내 고추장이 증류수, 간장, 커피보다 유의한 ΔE^* 의 차이를 나타내었다 ($P < .05$) (Table XI).

3. L* 값의 변화

오염원의 종류나 인공치의 종류에 관계없이 유의한 변화를 일으키지 않았다.

4. a* 값의 변화

Endura Anterio®, Trubyte Biotone®은 증류수, 간장, 커피

에 비하여 고추장에서 유의한 값의 변화를 보인 반면 Duracross Physio®는 유의한 값의 변화가 관찰되지 않았다 ($P < .05$) (Table XII).

5. b* 값의 변화

b* 값의 변화는 다음과 같다 (Table XIV).

Endura Anterio®는 증류수와 비교하여 커피에서 유의한 값의 변화를 나타내었고, 증류수, 간장, 커피와 비교하여 고추장에서 유의한 값의 변화가 나타났다 ($P < .05$) (Table XV).

Trubyte Biotone®는 간장과 비교하여 커피에서 유의한 값의 변화가 나타났고 고추장은 증류수, 간장, 커피에 비

Table XIV. Mean and standard deviation of b* of experimented artificial tooth

		Endura Anterio®	Duracross Physio®	Trubyte Biotone®
Distilled Water	baseline	9.89 ± 0.49	6.32 ± 0.91	13.70 ± 0.45
	1 day	9.96 ± 0.48	6.43 ± 0.93	13.89 ± 0.32
	1 week	10.12 ± 0.46	6.56 ± 0.89	13.99 ± 0.37
	2 weeks	9.74 ± 0.42	6.31 ± 0.92	13.74 ± 0.35
	4 weeks	9.94 ± 0.46	6.20 ± 0.92	13.63 ± 0.39
	8 weeks	9.49 ± 0.49	5.95 ± 0.96	13.51 ± 0.35
Soy Sauce	baseline	10.25 ± 0.45	5.67 ± 0.56	12.88 ± 0.95
	1 day	10.37 ± 0.31	5.82 ± 0.73	12.98 ± 0.92
	1 week	10.87 ± 0.37	5.99 ± 0.67	13.21 ± 1.02
	2 weeks	10.01 ± 0.39	5.77 ± 0.61	13.12 ± 0.93
	4 weeks	10.41 ± 0.30	5.78 ± 0.68	13.10 ± 0.86
	8 weeks	10.16 ± 0.37	5.69 ± 0.68	12.96 ± 0.94
Red Pepper Paste	baseline	10.35 ± 0.49	5.73 ± 0.36	13.56 ± 0.31
	1 day	11.25 ± 0.65	6.24 ± 0.37	14.82 ± 0.50
	1 week	11.79 ± 0.62	6.31 ± 0.42	14.75 ± 0.35
	2 weeks	11.26 ± 0.47	6.23 ± 0.38	14.62 ± 0.40
	4 weeks	11.08 ± 0.62	6.12 ± 0.39	14.62 ± 0.33
	8 weeks	10.55 ± 0.48	6.12 ± 0.50	14.44 ± 0.29
Coffee	baseline	10.51 ± 0.41	5.87 ± 0.52	13.73 ± 0.37
	1 day	10.64 ± 0.47	6.03 ± 0.53	13.90 ± 0.36
	1 week	10.76 ± 0.44	6.22 ± 0.54	14.02 ± 0.34
	2 weeks	9.98 ± 0.49	5.92 ± 0.56	13.82 ± 0.32
	4 weeks	10.56 ± 0.44	5.92 ± 0.53	13.68 ± 0.35
	8 weeks	10.19 ± 0.41	5.80 ± 0.52	13.55 ± 0.33

Table XV. Result of Scheffé's test on b* of Endura Anterio®

	Distilled water	Soy sauce	Red pepper paste	Coffee
Distilled water				
Soy sauce				
Red pepper paste	*	*		
Coffee	*		*	

* denotes pair of groups significantly different at the 0.05 level

Table XVI. Result of Scheffé's test on b* of Trubyte Biotone®

	Distilled water	Soy sauce	Red pepper paste	Coffee
Distilled water				
Soy sauce				
Red pepper paste	*	*		
Coffee		*	*	

* denotes pair of groups significantly different at the 0.05 level

하여 유의한 값의 변화를 보였다 ($P < .05$) (Table XVI).

Duracross Physio®는 유의한 값의 변화가 관찰되지 않았다.

총괄 및 고안

심미적인 가철성 의치를 제작하기 위해 환자의 안모나 인접치의 형태, 색과의 조화로운 인공치 선택은 물론 인공치의 색 안정성 또한 중요하다. 그리고 색 안정성은 모든 치과 재료들에 있어서 장기적인 심미성을 유지하는데 가장 중요한 요구조건 중 하나로 색상 변화, 심미적 부조화, 색소 침착 등은 보철물 재제작의 주요 원인이 된다.¹⁰ 이러한 색상 변화는 내재성 및 외재성 요소에 의해 일어난다.^{11,12} 그 중 내재성 요소는 재료의 화학적 안정성

과 관련되어 일어나는데 이러한 화학적 변색은 다양한 에너지나 장시간 수분에 노출된 후 일어날 수 있다.¹²⁻¹⁴ 또한 외재성 요소는 커피나 차, 니코틴, 간장, 고추장, 색소 용액과 같이 외부에서 기인한 요소에 의해 오염된 색소가 흡착 또는 침투하여 발생한 변색을 말한다.^{5,11,15} Jeon 등⁴은 고추장, 간장이 의치상 레진에 많은 색 변화를 일으키는 것을 보고하였다. 또한 커피는 의치상 레진이나 수복용 레진의 색 안정성에 관한 연구에 자주 사용되었다.^{12,13,15,16} 이에 본 실험에서는 증류수를 대조군으로 하고 실험군으로 간장, 고추장, 커피를 사용하였다.

색상 변화 측정을 위해 주관적인 시각적 측정법과 객관적인 기계적 측정법이 사용된다.^{3,17,18} 시각적 측정법은 관찰자의 주관에 개입될 수 있으며 측정 시 주변 환경에 따라 달라질 수 있는 단점이 있다. 이에 반해 기계적 측정

법은 재료의 색상 변화를 정량적으로 측정할 수 있으며, 객관적인 평가가 가능하다.¹² 기계적 색 측정법에 사용되는 것은 3자극색채계 (tristimulus colorimeter)와 분광광도계 (spectrophotometer)가 있다. 3자극색채계는 CIE (국제조명위원회)에서 규정한 표준광원을 비추어서 반사광을 3개의 여과기, 즉 RGB (red, green, blue) value를 사용하여 색을 측정하는 기구로써 시편 간의 근소한 색차를 측정하는데 사용된다. 또 다른 기구인 분광광도계는 빛을 사물에 조사하여 전 가시영역에 걸쳐서 각각의 파장에 따른 분광 반사율(spectral reflectance), 분광 투과율 (spectral transmittance)을 측정하여 시편 색 좌표의 절대치를 얻을 수 있는 것으로 3자극색채계 보다 정확한 기계이다.^{19,21}

색을 객관적으로 표현할 수 있는 표색계에는 Munsell 표색계와 CIE 표색계가 있다. Munsell 표색계는 색을 설명하는 가장 보편적인 방법의 하나로 색상 (hue), 명도 (value), 채도 (chroma)의 3요소로 표현된다.^{22,23} 본 연구에서 사용된 CIE 표색계는 1978년 국제조명학회에서 인정한 표색계로 1931년 CIE (Commission International de l'Éclairage) 국제기구가 개발한 것을 1976년에 보다 발전시킨 것으로써²¹ L^* , a^* , b^* 수치를 측정하여 색조차이인 ΔE^* 를 구하고, 이를 색 안정성의 기준으로 하였으며, ΔE^* 값이 증가할수록 색 안정성은 감소하는 것이라고 하였다. Esquivel 등²³은 CIE 표색계와 시각적 인지가 일치함을 보고하였다.

분광광도계를 이용한 연구에 따르면 치과 수복재 평가 시에 ΔE^* 값이 1 이상일 때는 눈으로 색 변화를 감지할 수 있고²⁴, Ruyter 등²⁵과 Eldiwany 등²⁶은 ΔE^* 값이 3.3 이하일 때 임상적 허용 색차의 한계라고 하였다. 또한 Shortwell²⁴ 등은 ΔE^* 값이 3.7 이상일 때는 육안으로 판별이 가능할 정도로 색 변화가 커서 임상 적용 시에 문제가 된다고 보고하였다.

한편 Saleski²⁷는 치과분야에서는 광원에 관한 표준이 없음을 지적한 바 있다. CIE 표색계에서는 객관화된 표준광원으로 A, B, C, D를 제시하고 있는데, A는 백열등 (2854° K), B는 오후의 자연광 (2879° K), C는 맑은 날의 평균적인 자연광 (6770° K), 그리고 D는 평균적인 자연광 (6500° K)을 의미한다.²² 본 연구에서는 시편의 색변화를 관찰하기 위해 표준광원으로 D광원이 적용되는 분광광도계 (CM503i, Minolta Co, Tokyo, Japan)를 사용하여 색조를 평가하였다.

오염원의 종류에 따른 ΔE^* 비교 시 대조군인 증류수에서는 침전시간에 관계없이 세 종류의 인공치에 유의할 만한 ΔE^* 값의 차이를 보이지 않았다. 간장에서는 그

차이는 크지 않지만 1주와 8주에서 Trubyte Biotone[®]이 다른 인공치에 비하여 유의하게 안정적인 것을 볼 수 있었고, 커피에서는 1주와 2주에서만 Trubyte Biotone[®]보다 Endura Anterio[®]에서 유의한 ΔE^* 값의 차이를 보였다 ($P < .05$). 반면 고추장에서는 침전 시기에 관계없이 Duracross Physio[®]가 Trubyte Biotone[®]에 비하여 높은 색 안정성을 보였다. 간장과 커피에 침전시킨 경우에 관찰된 유의한 변화는 그 변화량이 작으며 다양한 것을 볼 수 있다. 이것은 Endura Anterio[®]나 Duracross Physio[®]가 Trubyte Biotone[®] 보다 표면의 색상이 더 다양하여 측정 시 일어날 수 있는 미세한 오차에 민감하게 반응한 것으로 사료된다.

인공치의 종류에 따른 ΔE^* 비교 시, Endura Anterio[®]의 8주, Duracross Physio[®]의 4주, 8주 측정치를 제외하고는 세 종류의 인공치 모두에서 다른 시료에 비하여 고추장에서 더 큰 ΔE^* 값의 차이를 보였다. 이것은 Jeon 등⁸의 발효음식 중 고추장이 의치상용 레진의 색상 변화에 큰 영향을 준다는 보고와 Cho 등⁹의 고추장이 연상 의치상용 레진의 색상 변화에 큰 영향을 준다는 보고와 일치한다.

고추장이 인공치의 색상 변화에 제일 큰 영향을 주는 결과는 L^* , a^* , b^* 값의 변화와 관련되어 있다. L^* 은 색의 밝기를 나타내는 값으로 수치가 높을수록 밝은 것을 의미한다. a^* 는 적색채도를 나타내는 값으로 (+)는 적색의 정도, (-)는 녹색의 정도를 의미한다. b^* 값은 황색채도를 나타내는 값으로 (+)는 황색의 정도, (-)는 청색의 정도를 의미한다. Duracross Physio[®]는 어떤 오염원에서도 유의한 a^* , b^* 값의 변화를 보이지 않은 반면 Trubyte Biotone[®]과 Endura Anterio[®]를 고추장에 침전시킨 경우에는 a^* , b^* 값이 다른 오염원과 비교하여 유의하게 증가한 것을 볼 수 있다. 이는 고추장이 Trubyte Biotone[®]과 Endura Anterio[®]를 좀 더 황적색으로 변화시킨 것을 의미한다.

비록 고추장에서 가장 큰 ΔE^* 값의 차이를 보였으나 이것은 Jeon 등⁸이나 Cho 등⁹의 결과에 비하면 상당히 낮은 값으로 Ruyter 등²⁵과 Eldiwany 등²⁶이 보고한 임상적 허용 기준인 3.3 이하이다. 이는 본 실험 시 인공치의 표면에 아무런 처리를 하지 않은 점과 침전 후 측정 전에 브러쉬를 이용하여 충분히 세척한 점이 원인으로 생각된다. 의치 제작 시 인공치의 표면에 손상을 가하지 않도록 주의할 기우이고 환자에게 의치 세정의 중요성을 충분히 주지시킨다면 위의 인공치들은 임상적으로 유용하게 사용될 수 있을 것으로 사료된다.

결론

본 연구에서는 레진 인공치아 (Endura Anterio®, Duracross Physio®, Trubyte Biotone®)를 여러 오염원 (간장, 고추장, 커피)과 증류수에 침전시키고, 1일, 1주, 2주, 4주, 8주 후에 분광광도계를 이용해 색상 변화를 측정하여 ΔE^* 값을 산출하였고 이를 분석하여 다음의 결론을 얻었다.

1. 간장과 커피에서는 침전 시간에 따라 다양한 ΔE^* 값의 차이를 나타냈으나 고추장에서는 침전 시기에 관계없이 Duracross Physio®가 Trubyte Biotone®에 비해 유의하게 작은 ΔE^* 값을 보였다 ($P < .05$).
2. Endura Anterio®의 8주, Duracross Physio®의 4주, 8주 측정치를 제외하고는 인공치의 종류에 관계없이 고추장에서 가장 큰 ΔE^* 값의 차이를 나타내었다 ($P < .05$).
3. 고추장에 침전된 Endura Anterio®와 Trubyte Biotone®은 다른 오염원과 비교하여 유의한 a^* , b^* 값을 보인 반면 Duracross Physio®에서는 유의한 변화가 관찰되지 않았다 ($P < .05$).

이상의 결과로 볼 때 Duracross Physio®가 Endura Anterio®, Trubyte Biotone®에 비하여 비교적 적은 색상 변화를 나타내고 고추장이 인공치의 색상변화에 가장 큰 영향을 주는 것으로 보이나 ΔE^* 값이 모두 3.3 이하이므로 임상적으로 허용가능하리라 사료된다.

참고문헌

1. Donovan TE, Derbabian K, Kaneko L, Wright R. Esthetic considerations in removable prosthodontics. J Esthet Restor Dent 2001;13:241-53.
2. Zarb GA, Bolender CL, Eckert SE, Jacob RF, Mericske-Stern R. Prosthodontic treatment for edentulous patients. Mosby. 12th ed. 2005. pp. 195-7.
3. Mutlu-Sagesen L, Ergun G, Ozkan Y, Bek B. Color stability of different denture teeth materials: an in vitro study. J Oral Sci 2001;43:193-205.
4. Jeon YM, Lim HS, Shin SY. The effect of fermented foods on the color and hardness change of denture base acrylic resins. J Korean Acad Prosthodont 2004;42:344-55.
5. Rosentritt M, Esch J, Behr M, Leibrock A, Handel G. In vivo color stability of resin composite veneers and acrylic resin teeth in removable partial dentures. Quintessence Int 1998;29:517-22.
6. Satoh Y, Nagai E, Azaki M, Morikawa M, Ohyama T, Toyoma H, Itoh S, Sakurai H, Iwasawa A, Ohwa M, et al. Study on high-strength plastic teeth. Tooth discoloration. J Nihon Univ Sch Dent 1993;35:192-9.
7. Hersek N, Canay S, Uzun G, Yildiz F. Color stability of denture base acrylic resins in three food colorants. J Prosthet Dent 1999;81:375-9.
8. Chan KC, Fuller JL, Hormati AA. The ability of foods to stain two composite resins. J Prosthet Dent 1980;43:542-5.
9. Cho SH, Lim HS, Shin SY. The effect of fermented foods on the color change of soft denture liners. J Korean Acad Prosthodont 2004;42:572-82.
10. Jeong YJ, Lim JH, Cho IH, Lim HS. Color stability of ceromers in three food colorants. J Korean Acad Prosthodont 2003;41:136-47.
11. Iazzetti G, Burgess JO, Gardiner D, Ripps A. Color stability of fluoride-containing restorative materials. Oper Dent 2000;25:520-5.
12. Kang ES, Jeon YC, Jeong CM. The color stability of direct denture relined resins. J Korean Acad Prosthodont 2003;41:160-8.
13. Buyukyilmaz S, Ruyter IE. Color stability of denture base polymers. Int J Prosthodont 1994;7:372-82.
14. Asmussen E. Factors affecting the color stability of restorative resins. Acta Odontol Scand 1983;41:11-8.
15. Um CM, Ruyter IE. Staining of resin-based veneering materials with coffee and tea. Quintessence Int 1991;22:377-86.
16. Cooley RL, Barkmeier WW, Matis BA, Siok JF. Staining of posterior resin restorative materials. Quintessence Int 1987;18:823-7.
17. Liberman R, Combe EC, Piddock V, Watts DC. Colour changes in acrylic teeth—comparison of an objective and subjective method. J Oral Rehabil 1996;23:464-9.
18. Johnston WM, Kao EC. Assessment of appearance match by visual observation and clinical colorimetry. J Dent Res 1989;68:819-22.
19. Seghi RR, Johnston WM, O'Brien WJ. Spectrophotometric analysis of color differences between porcelain systems. J Prosthet Dent 1986;56:35-40.
20. 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.
21. Bangtson LK, Goodkind RJ. The conversion of Chromascan designations to CIE tristimulus values. J Prosthet Dent 1982;48:610-7.
22. Sproull RC. Color matching in dentistry. II. Practical applications of the organization of color. J Prosthet Dent 1973;29:556-66.
23. Esquivel JF, Chai J, Wozniak WT. Color stability of low-fusing porcelains for titanium. Int J Prosthodont 1995;8:479-85.
24. Shotwell JL, Razzoog ME, Koran A. Color stability of long-term soft denture liners. J Prosthet Dent 1992;68:836-8.
25. Ruyter IE, Nilner K, Moller B. Color stability of dental composite resin materials for crown and bridge veneers. Dent Mater 1987;3:246-51.
26. Eldiwany M, Friedl KH, Powers JM. Color stability of light-cured and post-cured composites. Am J Dent 1995;8:179-81.
27. Saleski CG. Color, light, and shade matching. J Prosthet Dent 1972;27:263-8.

The effect of various foods on the color stability of artificial teeth

Youngil-II Lee¹, DDS, In-Ho Cho^{2*}, DDS, MSD, PhD, Joon-Seok Lee², DDS, MSD

¹Graduate Student, ²Professor, Department of Prosthodontics, College of Dentistry, Dankook University

Statement of problem: Recently, as patients' expectation and interest for esthetics are increasing, concerns of esthetic restoration for removable dentures as well as fixed prosthodontics are also increasing. And the color stability of artificial teeth will affect a long term success rate of the denture. But the stain or discoloration of these artificial teeth as well as denture resin has caused esthetic problem. **Purpose:** This study was designed to evaluate the influence on color stability of artificial teeth when soy sauce, red pepper paste and coffee which many Koreans have eaten were applied. **Material and methods:** For artificial teeth type (Endura Anterio[®], Physio Duracross[®], Trubyte Biotone[®]) selected for the study, 10 specimens each were soaked into individual beakers of soy sauce, red pepper paste, coffee and distilled water. And L*, a*, b* value were measured for evaluation of the color difference (ΔE^*) with spectrophotometer on the 1 day, 1 week, 2 weeks, 4 weeks and 8 weeks after immersion. **Results:** 1. ΔE^* value of artificial teeth which were soaked in soy sauce and coffee was various according to soaking periods. However there was significant difference between Trubyte Biotone[®] and Physio Duracross[®] in red pepper paste regardless of soaking period ($P < .05$). 2. Except for 8 weeks of Endura Anterio[®], 4 weeks and 8 weeks of Physio Duracross[®], artificial teeth soaked in red pepper paste regardless of the type had significant difference of ΔE^* value compared with other groups ($P < .05$). 3. a*, b* value of Endura Anterio[®] and Trubyte Biotone[®] which were soaked in red pepper paste had significant difference compared with the value of other group ($P < .05$). **Conclusion:** Red pepper paste had the greatest effect on color difference of artificial tooth. Physio Duracross[®] showed relatively less color difference than Trubyte Biotone[®] and Endura Anterio[®]. But as ΔE^* difference were all less than 3.3, these artificial resin teeth seemed appropriate for clinical use. (*J Korean Acad Prosthodont* 2009;47:82-90)

Key words: Artificial teeth, ΔE^* , L*, a*, b*

Corresponding Author: In-Ho Cho

Department of Prosthodontics, College of Dentistry, Dankook University, San 7-1, Shinboo-Dong, Cheonan, Choongnam, 330-716, Korea
+82 41 550 1971; e-mail, cho8511@dku.edu

Article history

Revised November 20, 2008 / Last Revision January 6, 2009 / Accepted January 7, 2009.