

## 치아매니큐어의 효력 및 물리·화학적 특성 연구

양송이<sup>1</sup>, 최지원<sup>1,2</sup>, 이상배<sup>3</sup>, 김광만<sup>1,2</sup>, 권재성<sup>1,2,\*</sup>

<sup>1</sup>연세대학교 치과대학 치과생체재료공학교실 및 연구소,

<sup>2</sup>연세대학교 치과대학 BK21 Plus 사업단,

<sup>3</sup>연세대학교 치과대학 치과의료기기시험평가센터

### Study on the efficacy, physical and chemical properties of tooth manicure products

*Song-Yi Yang<sup>1</sup>, Ji-Won Choi<sup>1,2</sup>, Sang-Bae Lee<sup>3</sup>,  
Kwang-Mahn Kim<sup>1,2</sup>, Jae-Sung Kwon<sup>1,2,\*</sup>*

<sup>1</sup>*Department and Research Institute of Dental Biomaterials and Bioengineering,  
Yonsei University College of Dentistry, Seoul, Korea*

<sup>2</sup>*BK21 Plus Project, Yonsei University College of Dentistry, Seoul, Korea*

<sup>3</sup>*Center for Testing and Evaluation of Dental Device and Biomaterials,  
Yonsei University College of Dentistry, Seoul, Korea*

The purpose of this study was to evaluate the efficacy, physical and chemical properties of tooth manicure products. Three types of tooth manicures (brightness improvement type (BIT), glitter or pearl alteration type (GAT) and color alteration type (CAT)) were selected as test materials. To assess the efficacy for the brightness improvement, the brightness was measured by shade guide and spectrophotometer before applying the tooth manicure on the C4 shade guide and after the application. The efficacies of glitter or pearl and color alteration were visually observed after applying the tooth manicure on the cover glass following 1 and 12 hours of application. The setting time was recorded using the 1/4 lb Gilmore needle. The retention rate was calculated by weight change before and after immersion of tooth manicure applied on the cover glass in distilled water for 12 hours. Also, the detachability of tooth manicure from the tooth was tested using the cross-brushing machine. The BIT tooth manicures increased brightness following 1 and 12 hours of tooth manicure applications ( $p < 0.05$ ). The GAT and CAT tooth manicures maintained glitter and color alterations, respectively for 1 and 12 hours after the tooth manicure applications. The CAT tooth manicures showed longer setting time compared to other types ( $p < 0.05$ ). The retention rates were indicated to be more than 99% in all materials. Finally, the results of the detachability indicated that all of tested tooth manicures were removed from the tooth surfaces by tooth brushing. The above results would provide useful information for future development of related products.

**Key words:** Tooth manicure, Tooth polish, Efficacy, Setting time, Retention, Detachability

Song-Yi Yang (ORCID: 0000-0001-6174-6947) \*Correspondence: Jae-Sung Kwon (ORCID: 0000-0001-9803-7730)  
Ji-Won Choi (ORCID: 0000-0002-7119-1786) 50-1 Yonsei-ro, Seodaemun-gu, Seoul 03722, Republic of Korea  
Sang-Bae Lee (ORCID: 0000-0003-3814-9604) Affiliation: Department and Research Institute of Dental Biomaterials and  
Kwang-Mahn Kim (ORCID: 0000-0002-5235-0294) Bioengineering, Yonsei University College of Dentistry, Seoul, Republic of  
Jae-Sung Kwon (ORCID: 0000-0001-9803-7730) Korea  
Tel: +82-2-2228-3081, Fax: +82-2-364-9961  
E-mail: jkwon@yuhs.ac

Received: Feb. 02, 2020; Revised: Mar. 24, 2020; Accepted: Mar. 24, 2020

## 서론

국내 및 국외 소비자의 치아에 대한 심미적 관심이 증가함에 따라 치아 색상을 조절하고 개선하고자 하는 욕구가 지속적으로 증가하고 있다(1, 2). 현재까지 알려진 치아 미백 기술로는 미백 젤 혹은 레이저 등을 사용하는 것이 있고, 이러한 기술은 후천적인 치아 표면의 착색을 제거하기 위해 사용되고 있으나 시간이 지남에 따라 원래의 치아 색으로 원상 복구될 수 있기 때문에 원하는 백색도가 달성되지 않을 수 있다(3-5). 더불어 일부 제품에서는 숙련된 의료 종사자에 의하여 시술이 이루어져야 한다는 제한점과 처치 기간이 길고 반복적인 내원의 번거로움, 술 후 민감성, 고비용 등과 같은 단점으로 해당 기술은 소비자들에게 부담으로 느껴질 수 있다(6-9).

근래에는 종래 미백 처치의 단점을 해결하기 위해 치아에 일시적으로 백색의 미용 효과를 줌과 동시에 광택을 내기 위한 미용 용으로 치아 표면에 도포하는 ‘치아매니큐어(tooth manicure 또는 tooth polish)’가 개발되어 시장에 판매되고 있다(10). 식품의약품안전처 ‘의약외품 분류번호’에 관한 규정(식품의약품안전처예규 제106호)에서 정의한 치아매니큐어란, ‘치아 표면에 도포하여 치아의 색상을 일시적으로 조절하기 위해 사용하는 제품’으로, 저점도의 고분자계 레진에 에탄올, 색소 등을 포함한 혼합물의 형태를 손톱매니큐어 적용과 같은 방법으로 치아 표면에 적용하여 치아 본래의 색을 일시적으로 차폐하는 역할을 한다. 이처럼 치아매니큐어는 치질을 손상시키지 않으면서 단시간 내에 일시적으로 색조를 개선하는 역할을 하는 제품이고, 치아미백제는 활성산소가 법랑질과 상아질 내로 들어가 착색된 물질을 표백해 밝기를 개선하는 역할을 하는 제품으로, 치아매니큐어와 치아미백제는 치아 색조를 개선하고자 하는 목적이 같으나 작용 원리가 다르다고 볼 수 있다(11-13).

현재 시장에 유통되고 있는 치아매니큐어는 국내 생산 제품은 없고, 일본 및 미국에서 생산하는 제품이 대부분이다. 특히 일본의 구강 용품은 국내에 무분별하게 수입되고 있으며 이 중에서도 치아매니큐어는 국내에 공산품으로 수입되었다가 2018년 11월부터 ‘의약외품’으로 신규 지정되어 관리되고 있다. 의약외품은 처방전 없이 구입이 가능해 접근이 용이하고 상대적으로 가격이 저렴하여 소비자들의

손쉬운 구매가 가능한 반면 의약외품으로 사용되는 성분이나 생리활성 성분을 포함하기 때문에 오용으로 인한 위해 가능성을 배제할 수 없어 의·약학적 평가 및 관리가 필요하다(14). 더욱이 치아매니큐어는 구강 내 경조직 및 연조직에 노출되는 의약외품으로서 사용자가 안심할 수 있는 의약외품 관리 기반 구축을 위해 해당 제품의 사용 목적 및 특징에 부합되는 실시 가능한 시험을 진행하여 치아매니큐어의 효력 및 물리·화학적 특성을 파악하는 연구가 필요하다.

따라서 본 연구의 목적은 현재 시중에 판매되는 치아매니큐어의 각 타입에 따른 제품의 효력, 경화시간, 유지율, 제거 용이성을 평가함으로써 이를 기반으로 치아매니큐어의 효력 및 물리·화학적 특성 파악 연구를 위한 기초자료를 제공함에 있다.

## 재료 및 방법

### 1. 치아매니큐어의 선정

본 연구에서는 카바마이드 퍼옥사이드(carbamide peroxide)나 과산화수소수(hydrogen peroxide)와 같은 미백 성분이 포함된 제품은 제외하고, 단시간 내에 일시적으로 치아 표면을 덮어 색을 조절하는 ‘밝기개선 형(brightness improvement type, BIT)’, ‘글리터 또는 펄 조절 형(glitter or pearl alteration type, GAT)’ 그리고 ‘색상조절 형(color alteration type, CAT)’ 치아매니큐어 3종을 다양한 제조사 및 효력이 포함될 수 있도록 선정하였다(Table 1).

### 2. 치아매니큐어의 밝기개선 효력 및 지속성 평가

밝기개선 효력 및 지속성 평가를 위한 시편은 색조가이드(VITA classical shade guide, VITA Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co., Bad Säckingen, Germany) 세트로부터 C4 색조가이드를 분리 후 치경 1/3부위의 중앙에 지름 6 mm의 홀이 형성된 검정색 방수테이프를 붙여 측정 범위를 한정해 치아매니큐어 적용 전의 색을 측정하였다(base). 이후 ‘BIT’ 치아매니큐어를 제조사가 언급하는 적용 전 준비 방법에 따라 준비 후 마이크로피펫을 이용하여 시편의 홀 부위에 5 ㎍를 적용하였다. 치아매니큐어가 적용된 시편이 경화

**Table 1.** Information of the tooth manicure products according to the manufacturer's instructions

Product	Efficacy*	Composition	Application method	Retention time	Removing method
A (Company P, Japan)	BIT	Ethanol, Shellac, Titanium dioxide, Mica, Hydroxyapatite, Iron oxide, Glycyrrhetic acid, Eucalyptus globulus leaf extract, Rosemary leaf extract, Roman chamomile flower extract, Hydrolyzed silk, Hydrolyzed conchiolin protein	Wipe off moisture on the surface of the teeth, shake it for more than 10~15 seconds	Long time	Toothpaste
B (Company M, Japan)	GAT	Ethanol, Copolymer (alkyl acrylate/acrylamide), Shellac, Mica, Titanium oxide, Glyceryl hydrogenated rosinat, Hinokitilol	Wipe off moisture on the surface of the teeth, shake it for more than 20 seconds, and leave it for about 20~30 seconds until dry	Not mentioned	Toothpaste
C (Company M, USA)	CAT	Alcohol, Shellac/Laque, Ricinus Communitis (castor) seed oil, Ethyl cellulose, Silica, Ethyl Acetate, Iron oxides	Wipe off moisture on the surface of the teeth	Not mentioned	Isopropyl alcohol, Toothpaste

\*mark is an abbreviation for efficacy of tooth manicure products: 'BIT' is an abbreviation for 'brightness improvement type', 'GAT' is an abbreviation for 'glitter or pearl alteration type' and 'CAT' is an abbreviation for 'color alteration type'.

되도록 1시간 동안 상대습도  $30 \pm 5\%$ ,  $25 \pm 2^\circ\text{C}$  조건에서 보관 후 색을 측정하였다.

색조가이드를 이용한 색 평가 시, 치아매니큐어가 적용된 시편을 25 cm 이내의 거리에서 육안으로 'Vitapan Classical'의 색조 'B1(가장 밝음), A1, B2, D2, A2, C1, C2, D4, A3, D3, B3, A3.5, B4, C3, A4, C4(가장 어두움)'의 순서에 따라 적용 전 대비 밝아진 단계를 기록하였다(15). 이때, 2명 이상의 연구자가 참여하여 색상을 판정하도록 하였으며, 두 사람의 의견이 다를 경우 두 사람보다 경험이 많은 제3의 연구자가 최종적으로 판정하였다. 분광광도계(M-3500d, Minolta, Osaka, Japan)를 이용한 색 평가 시, 치아매니큐어가 적용된 시편을 분광광도계의 3 mm 측정 윈도우에 위치시키고, CIE  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  측정 체계를 참고하여 한 시편 당 무작위로 3부위를 측정해 평균값을 구하여 대푯값으로 설정하였다. 또한 얻어진  $\Delta E^*$  값을 바탕으로 밝기개선 효력을 평가하였다.

측정을 마친 시편은 증류수에 충분히 잠기도록 위치시킨 후 12시간 동안  $37 \pm 2^\circ\text{C}$ 의 항온수조에 보관하였다. 이후 시편을 꺼내어 표면에 묻어있는 수분을 제거 후 효력의 지속성 평가를 위한 색을 측정하였다. 이를 총 5회씩 반복 수행하여 결과를 확인하였다.

$$\Delta E^* = [(L^*_{\text{before}} - L^*_{\text{after}})^2 + (a^*_{\text{before}} - a^*_{\text{after}})^2 + (b^*_{\text{before}} - b^*_{\text{after}})^2]^{1/2}$$

$L^*$  : 시편의 명도를 나타내는 값, 백색과 흑색의 정도

$a^*$  : 시편의 채도를 나타내는 값, 적색과 녹색의 정도

$b^*$  : 시편의 채도를 나타내는 값, 황색과 청색의 정도

### 3. 치아매니큐어의 글리터 또는 펄 조절 효력 및 지속성 평가

글리터 또는 펄 조절 효력 및 지속성 평가를 위한 시편은  $18 \times 18$  mm인 cover glass (Microscope cover glasses, Paul

Marlenfeld GmbH & Co., Lauda-Königshofen, Germany) 중앙에 지름 6 mm의 홀이 형성된 검정색 방수테이프를 붙여 측정 범위를 한정해 준비하였다. 이후 'GAT' 치아매니큐어를 제조사가 언급하는 적용 전 준비 방법에 따라 준비 후 마이크로피펫을 이용하여 시편의 홀 부위에 5  $\mu$ 를 적용하였다. 치아매니큐어가 적용된 시편이 경화 되도록 1시간 동안 상대습도 30 $\pm$ 5%, 25 $\pm$ 2 $^{\circ}$ C 조건에서 보관 후 흑색 배경 하에 25 cm 이내의 거리에서 육안으로 제조사가 제시하는 글리터 또는 필 표현과 직접 비교하여 시편의 글리터 또는 필 표현 여부를 확인하였다. 이때, 2명 이상의 연구자가 참여하여 글리터 또는 필 표현 여부를 판정하도록 하였으며, 두 사람의 의견이 다를 경우 두 사람보다 경험이 많은 제3의 연구자가 최종적으로 판정하였다. 측정을 마친 시편은 증류수에 충분히 잠기도록 위치시킨 후 12시간 동안 37 $\pm$ 2 $^{\circ}$ C의 항온수조에 보관하였다. 이후 시편을 꺼내어 표면에 묻어있는 수분을 제거 후 효력의 지속성 평가를 위한 글리터 또는 필 표현을 측정하였다. 이를 총 5회씩 반복 수행하여 결과를 비교하였다.

#### 4. 치아매니큐어의 색상조절 효력 및 지속성 평가

색상조절 효력 및 지속성 평가를 위한 시편은 18 $\times$ 18 mm인 cover glass 중앙에 지름 6 mm의 홀이 형성된 검정색 방수테이프를 붙여 측정 범위를 한정해 준비하였다. 이후 'GAT' 치아매니큐어를 제조사가 언급하는 적용 전 준비 방법에 따라 준비 후 마이크로피펫을 이용하여 시편의 홀 부위에 5  $\mu$ 를 적용하였다. 치아매니큐어가 적용된 시편이 경화 되도록 1시간 동안 상대습도 30 $\pm$ 5%, 25 $\pm$ 2 $^{\circ}$ C 조건에서 보관 후 백색 배경 하에 25 cm 이내의 거리에서 육안으로 제조사가 제시하는 색상과 직접 비교하여 시편의 색상 일치 여부를 확인하였다. 이때, 2명 이상의 연구자가 참여하여 색상을 판정하도록 하였으며, 두 사람의 의견이 다를 경우 두 사람보다 경험이 많은 제3의 연구자가 최종적으로 판정하였다. 측정을 마친 시편은 증류수에 충분히 잠기도록 위치시킨 후 12시간 동안 37 $\pm$ 2 $^{\circ}$ C의 항온수조에 보관하였다. 이후 시편을 꺼내어 표면에 묻어있는 수분을 제거 후 효력의 지속성 평가를 위한 색상을 측정하였다. 이를 총 5회씩 반복 수행하여 결과를 비교하였다.

#### 5. 치아매니큐어의 경화시간 평가

'BIT', 'GAT' 그리고 'GAT' 치아매니큐어를 제조사가 언급하는 적용 전 준비 방법에 따라 준비 후, 상대습도 30 $\pm$ 5%, 25 $\pm$ 2 $^{\circ}$ C 조건에서 76 $\times$ 26 $\times$ 1 mm인 slide glass (Microscope slides, Paul Marlenfeld GmbH & Co., Lauda-Königshofen, Germany)에 오른쪽 방향으로 4 cm를 한 번에 도포하였다. 이후 양쪽의 0.5 cm 부분(재료가 묻쳐있는 부분)을 제외한 3 cm 부위 내를 측정 범위로 한정하여 1/4 lb 길모어니들을 이용해 매초 단위의 간격을 두어 오른쪽 방향으로 압흔을 찍고, 완전한 원형의 압흔이 나지 않을 때까지의 시간을 기록하였다. 측정의 편의성을 위하여 도포 시작부터의 시간을 치아매니큐어의 경화시간으로 하였다. 그리고 이를 5회씩 반복 수행하여 결과값을 도출하였다.

#### 6. 치아매니큐어의 유지율 평가

'BIT', 'GAT' 그리고 'GAT' 치아매니큐어를 제조사가 언급하는 적용 전 준비 방법에 따라 준비 후, 마이크로피펫을 이용하여 18 $\times$ 18 mm인 cover glass 중앙에 5  $\mu$ 를 적용하였다. 치아매니큐어가 적용된 시편이 경화 되도록 1시간 동안 상대습도 30 $\pm$ 5%, 25 $\pm$ 2 $^{\circ}$ C 조건에서 보관 후 저울(XS105, Mettler-toledo AG, Greifensee, Switzerland)을 이용하여 mg 단위로 무게를 측정하였다( $m_1$ ). 측정을 마친 시편을 증류수에 충분히 잠기도록 위치시킨 후 12시간 동안 37 $\pm$ 2 $^{\circ}$ C의 항온수조에 보관하였다. 보관을 마친 시편을 꺼내어 표면에 묻어있는 수분을 제거 후, 상대습도 50% 이하, 25 $\pm$ 2 $^{\circ}$ C 조건의 데시게이터에 보관하였다. 24시간 간격으로 건조된 시편의 무게 차이가 1 mg 이내가 될 때까지 매일 측정하였다( $m_2$ ). 유지율은 아래와 같은 공식으로 계산하였고, 5회의 시험을 반복하였다. 더불어 시편의 증류수 침적 전과 후를 육안으로 비교하여 재료의 갈라짐 및 떨어짐 유무를 확인하였다.

$$Retention\ rate\ (\%) = \left(\frac{m_2}{m_1}\right) \times 100$$

#### 7. 치아매니큐어의 제거용이성 평가

치근이 분리된 우치의 치관 순면이 바닥을 향하도록 14 $\times$ 10 $\times$ 5 mm 아크릴 몰드 안에 위치시키고, 폴리에스터

레진(Polycoat, Aekyung, Chungnam, Korea)을 주입하여 24시간 동안 충분히 경화 되도록 상대습도  $30\pm 5\%$ ,  $25\pm 2^\circ\text{C}$ 에서 보관하였다. 이후 냉각수 공급 하에 자동연마기(Buehler, Lake Bluff, IL, USA)를 이용하여 P400부터 P1200의 실리콘 카바이드 연마지로 시편 표면을 단계적으로 연마하여 범랑질만 노출시킬 수 있도록 준비하였다. 연마된 치아 시편 위에 치아매니큐어를 한 방향으로 한 번에 적용 후 1시간 동안 상대습도  $30\pm 5\%$ ,  $25\pm 2^\circ\text{C}$  조건에서 보관하였다. 치아매니큐어가 적용된 우치 시편은 자동잇솔질기계(V-8 Cross-brushing machine, Sabri Enterprises Inc, Downers Grove, IL, USA) 적용 전 증류수에 침적 시켜 12시간 동안  $37\pm 2^\circ\text{C}$ 의 항온수조에 보관하였다. 또한 10 mm 길이의 나일론 소재 칫솔모가 부착된 칫솔(Classic 411, Sunstar Americas Inc., Schaumburg, IL, USA)을 준비하여 칫솔모 부분만 남기고 손잡이 부분은 의료용 절삭 기구를 이용하여 잘라낸 후 자동잇솔질기계 사용 24시간 전 물에 침지하여 보관하였다. 치약 용액의 준비를 위해 중등도 이상의 마모도를 갖는 치약(Total Solution Tooth Paste, LG Household & Health Care, Chungbuk, Korea) 50 g과 증류수 80 ml을 24시간 동안 교반하였다. 자동잇솔질기계에 칫솔을 장착하고, 치아매니큐어가 적용된 우치 시편에 대한

칫솔의 하중을 150 g으로 설정하였다(16). 또한 치약 용액 80 ml에 우치 시편과 칫솔이 잠기도록 위치시킨 후, 초당 3회의 사이클을 3분 동안 적용하여 시편 표면에 도포된 치아매니큐어를 제거하였다. 이후, 이미지분석기(Hi-Scope, Hirox Co. Ltd., Tokyo, Japan)를 통해 치아 표면에 잔류된 치아매니큐어를 확인하였다. 이는 총 5회의 시험을 반복 수행하여 결과를 비교하였다.

## 8. 통계분석


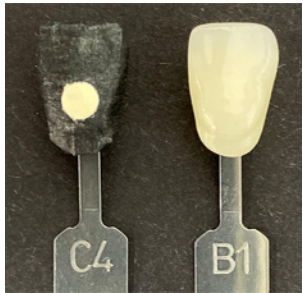
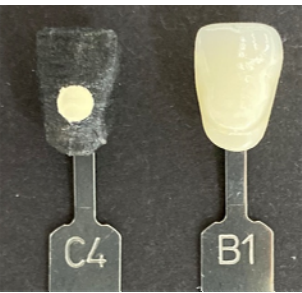
치아매니큐어 처치 전과 1시간, 12시간 후에 따른 밝기, 치아매니큐어 타입에 따른 경화시간 및 유지율의 통계분석은 일원배치분산분석(IBM SPSS Statistics 25.0, IBM Co., Armonk, NY, USA)과 Tukey's test로 사후 검정하였다. 이때, 통계적 유의 수준은 0.05로 설정하였다.

## 결 과

### 1. 치아매니큐어의 밝기개선 효력 및 지속성 평가

Table 2는 'BIT' 치아매니큐어의 밝기개선 효력 및 지속성

**Table 2.** Efficacy for the brightness improvement of BIT tooth manicure

	Base	After 1 hour	After 12 hours
			
Levels of brightness improvement	-	$15\pm 0$	$15\pm 0$
<i>L</i> * value	$43.00\pm 0.68^A$	$81.77\pm 2.15^B$	$85.17\pm 2.51^B$
<i>a</i> * value	$1.34\pm 0.06^A$	$1.58\pm 1.18^A$	$1.19\pm 0.95^A$
<i>b</i> * value	$8.45\pm 0.36^A$	$16.41\pm 2.73^B$	$15.02\pm 2.30^B$

The same capital letter indicates no differences between before and after application of tooth manicure ( $p>0.05$ ).

평가에 대한 결과이다. 색조가이드를 이용한 시각적 색 평가 시, 치아매니큐어가 처치되지 않은 C4 시편과 처치된 1시간 후의 시편을 비교하였을 때 색조가이드에서 2단계 이상으로 밝게 변화하여, 제품의 '밝기개선 효력'이 있다고 판정하였다. 또한 증류수에 12시간 동안 침적 후 치아매니큐어가 처치되지 않은 C4 시편과 비교하였을 때 색조가이드에서 2단계 이상으로 밝게 변화하여, 제품의 '밝기개선 지속성'이 있다고 판정하였다. 분광광도계를 이용한 색 평가 시, 치아매니큐어가 처치되지 않은 C4 시편과 처치된 1시간 후의 시편을 비교하였을 때  $\Delta L^*$ 의 증가로 인해  $\Delta E^*$ 이 2 이상

증가하여, 제품의 '밝기개선 효력'이 있다고 판정하였다. 또한 증류수에 12시간 동안 침적 후 치아매니큐어가 처치되지 않은 C4 시편과 비교하였을 때  $\Delta L^*$ 의 증가로 인해  $\Delta E^*$ 이 2 이상 증가하여, 제품의 '밝기개선 지속성'이 있다고 판정하였다(Figure 1).

## 2. 치아매니큐어의 글리터 또는 펄 효력 및 지속성 평가

Table 3은 'GAT' 치아매니큐어의 글리터 또는 펄 효력 및 지속성 평가 결과로서, 제조사에서 제시하는 글리터 또는

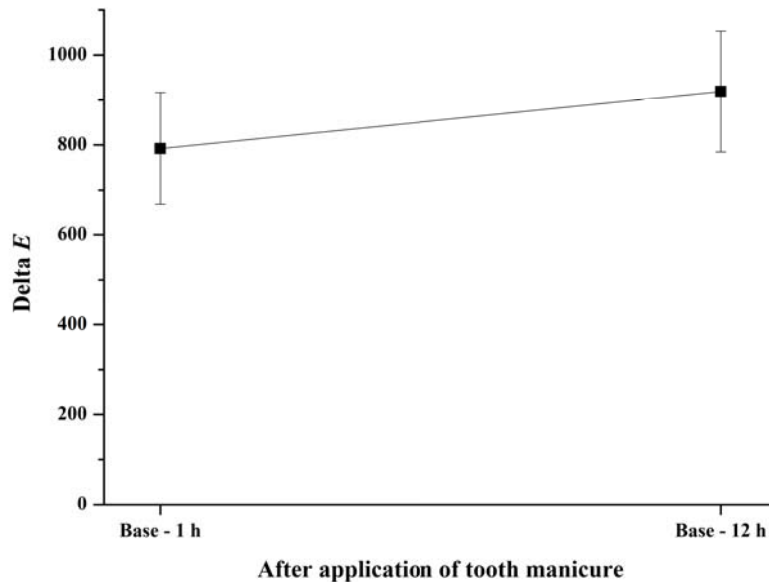
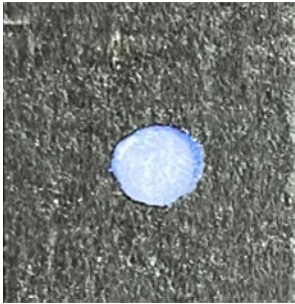




Figure 1.  $\Delta E^*$  values and standard deviation of BIT tooth manicure after experimental procedure.

Table 3. Efficacy for the glitter alteration of GAT tooth manicure

	Base	After 1 hour	After 12 hours
			
Match rate of GAT efficacy (%)	-	100	100



필 표현과 처치된 1시간 후의 시편을 비교하였을 때 거의 같은 글리터 또는 필 표현이 존재하여 제품의 ‘글리터 또는 필 효력’이 있다고 판정하였다. 또한 증류수에 12시간 동안 침적 후 제조사에서 제시하는 글리터 또는 필 표현과 비교하였을 때 거의 같은 글리터 또는 필 효력이 존재하여 제품의 ‘글리터 또는 필 효력 지속성’이 있다고 판정하였다. 이는 매 반복 실험 시 글리터 또는 필 효력 및 지속성이 100% 일치하였다.

### 3. 치아매니큐어의 색상조절 효력 및 지속성 평가


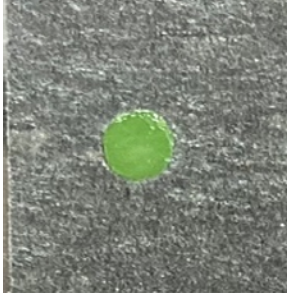
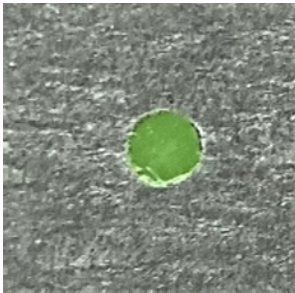
Table 4는 ‘GAT’ 치아매니큐어의 색상조절 효력 및 지속

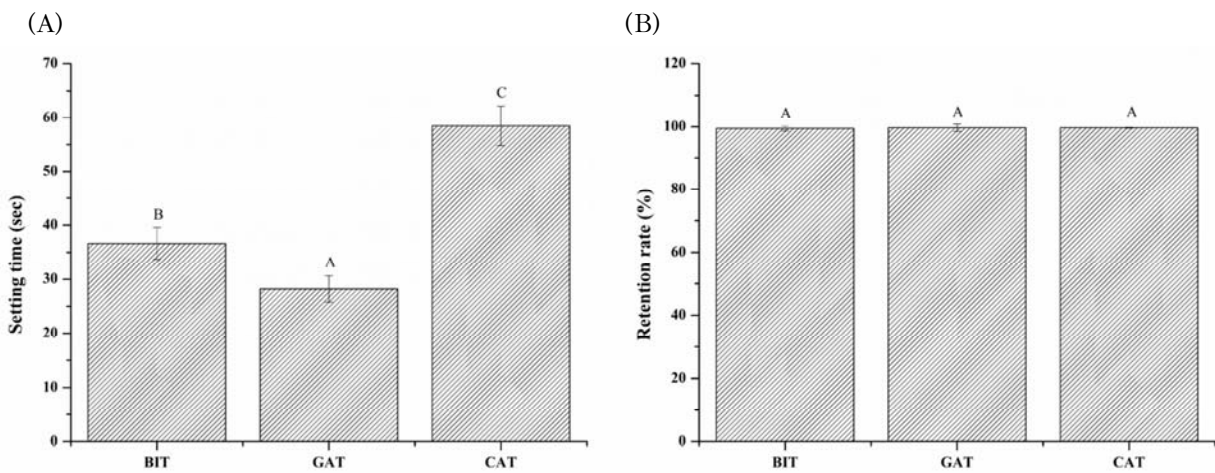
성 평가 결과로서, 제조사에서 제시하는 색상과 처치된 1시간 후의 시편을 비교하였을 때 거의 같은 색상이 표현되어 제품의 ‘색상조절 효력’이 있다고 판정하였다. 또한 증류수에 12시간 동안 침적 후 제조사에서 제시하는 색상과 비교하였을 때 거의 같은 색상이 표현되어 제품의 ‘색상조절 지속성’이 있다고 판정하였다. 이는 매 반복 실험 시 색상조절 효력 및 지속성이 100% 일치하였다.

### 4. 치아매니큐어의 경화시간 평가

Figure 2A는 slide glass에 도포된 ‘BIT’, ‘GAT’ 그리고 ‘GAT’ 치아매니큐어의 경화시간을 측정된 결과로서, ‘GAT’

**Table 4.** Efficacy for the color alteration of CAT tooth manicure

	Base	After 1 hour	After 12 hours
			
Match rate of GAT efficacy (%)	—	100	100



**Figure 2.** (A) Setting time and (B) retention rate of tooth manicure products. The same capital letter indicates no differences among the experimental groups ( $p > 0.05$ ).

치아매니큐어가 ( $28.20 \pm 2.44$ )초로 가장 낮은 값을 나타내었고, 다음으로는 'BIT' 치아매니큐어가 ( $36.60 \pm 2.97$ )초에 경화 되었다. 'GAT' 치아매니큐어는 ( $58.50 \pm 3.69$ )초로 모든 치아매니큐어 제품 중 가장 긴 경화시간을 보였다 ( $p < 0.05$ ). 더불어 모든 타입의 치아매니큐어는 제조사가 제시하는 경화시간 내에 경화가 이루어졌다.

### 5. 치아매니큐어의 유지율 평가




Figure 2B는 cover glass에 도포된 치아매니큐어를 12시간 동안 증류수에 침적 후 건조된 무게 변화를 측정하여 유지율로 환산한 결과로서, 'BIT' 치아매니큐어는 ( $99.43 \pm 0.74$ )%, 'GAT' 치아매니큐어는 ( $99.68 \pm 1.17$ )% 그리고 'GAT' 치아매니큐어는 ( $99.65 \pm 0.15$ )%로 본 시험에 사용된 모든 제품의 유지율은 99% 이상을 나타내었고, 치아매니큐

어 타입 별 유지율에 대한 유의한 차이는 없었다( $p > 0.05$ ). 더불어 모든 타입의 치아매니큐어에서 증류수 침적 후 재료의 갈라짐 및 떨어짐 등의 흔적은 관찰되지 않았다.

### 6. 치아매니큐어의 제거용이성 평가

Table 5는 자동잇솔질기계를 이용하여 치아매니큐어 제거 후 이미지분석기를 통해 치아 표면을 확인한 결과로서, 본 시험에 사용된 모든 치아매니큐어 제품은 치아 표면으로부터 완전히 제거되어 재료가 잔류된 양상이 관찰되지 않았다. 이에 모든 타입의 제품은 치아 표면으로부터 제거가 용이한 것으로 확인되었다. 더불어 우치의 법랑질 표면에 치아매니큐어 적용 전 대비 치아매니큐어 제거 후 치아 표면의 손상은 관찰되지 않았다.

**Table 5.** Optical images for tooth surface before and after application of cross-brushing machine

	BIT	GAT	GAT
	240 ×	240 ×	240 ×
Before application of tooth manicure			
After application of tooth manicure			
After application of cross-brushing machine			



## 고 찰

자기 미적 관심이 증가하고 있는 현 사회의 수요에 따라 전반적인 구강위생 및 심미 용품의 시장이 급성장하고 있고 이 중에서도 치아매니큐어는 치면에 얇게 도포하여 일시적인 색상 조절의 목적으로 사용되는 의약외품으로서, 치아매니큐어의 색 및 유지에 대한 만족도와 임상 평가에 대한 국외의 선행 연구 결과는 일부 보고된 반면 이들의 물리·화학적 특성을 표준화된 시험법으로 비교한 연구들은 부족한 것으로 나타났다(10-12). 이에 본 연구에서는 치아매니큐어 타입에 따른 효력 및 물리·화학적 특성 비교를 통해 추후 치아매니큐어의 사용 목적에 부합되는 효능 및 품질평가를 위한 기초 자료를 제공하고자 한다.

본 연구에서 조사된 치아매니큐어 제품은 효력에 따라 ‘밝기개선 형’, ‘글리터 또는 펄 조절 형’, ‘색상조절 형’ 3가지 타입으로 분류하여 시중에 판매되고 있었고, 이들은 치아에 대한 일시적인 밝기개선, 글리터 또는 펄 조절 효력, 색상조절 효력을 나타내는 것으로 조사되었다. 사용법은 10~20초 동안 충분히 제품을 흔들어서 내용물이 고루 섞이게 한 후, 깨끗한 치아 표면에 적용하여 건조하도록 명시되어 있다. 또한 치아매니큐어는 구강 내에서 최소 8시간에서 최대 24시간 동안 유지할 수 있고, 사용자가 치아매니큐어의 사용을 중단하고 싶을 때에는 치약이나 알코올을 칫솔 또는 거즈 등에 묻혀 제거 가능한 것으로 조사되었다.

치아매니큐어를 통한 치아의 일시적인 색상 조절 효력 평가는 각 치아매니큐어 타입의 사용목적에 부합하는 시험 방법으로 수행되어야 한다. 치아미백제 관련 선행연구 및 국제표준에 따르면, 밝기개선 효력은 표준비색계를 사용하는 경우 제품 적용 전보다 적용 후 2단계가 밝아지거나, 분광광도계와 같은 전자장비를 사용하는 경우 제품 적용 전보다 적용 후  $L^*$ 값(백색-흑색)의 증가 및  $b^*$ 값(황색-청색)의 감소로 인한  $\Delta E^*$ 의 값이 2가 증가해야 미백 효능이 있는 것으로 명시되어있다. 이에 본 연구에서는 해당 기준을 참고로 치아매니큐어의 밝기개선 효력 평가에 적용하였다(15, 17, 18). 더불어 제조사에서 제시하는 치아매니큐어의 지속시간이 12시간인 점을 고려하여 이들의 밝기개선 지속성 평가를 진행한 결과, 치아매니큐어 적용 전 대비 1시간 및 12시간 침적 후 유의한 차이가 있게 밝아지는 양상을

확인하였다. 이에 위와 같은 선행연구들을 바탕으로 설계한 치아매니큐어의 밝기개선 효력 및 지속성 평가 연구 결과, ‘밝기개선 형’ 타입의 치아매니큐어는 표준비색계를 이용한 평가 결과 2단계 이상, 분광광도계를 이용한 평가 결과  $L^*$ 값(백색-흑색)의 증가로 인한  $\Delta E^*$ 의 값이 2 이상 증가하여 밝기개선 효력 및 지속성이 있는 제품으로 판단하였다. 따라서 밝은 치아 색 표현을 중요시하는 사용자의 경우, ‘밝기개선 형’ 치아매니큐어의 적용은 심미적인 치아 색을 표현하고 일정 시간 동안 해당 효력을 지속시키는데 적절한 타입의 제품인 것으로 사료된다.

이 외 ‘글리터 또는 펄 조절 형’과 ‘색상조절 형’ 제품의 글리터 또는 펄 조절 효력과 색상조절 효력은 일시적으로 색상을 조절하는 기전과 유사한 의약외품 품목인 ‘염모제’의 효력평가방법을 참고하였다. 식품의약품안전처 ‘기능성화장품 기준 및 시험방법(식품의약품안전처고시 제2018-111호)’ 조사 결과, ‘별표 6’의 ‘모발의 색상을 변화시키는 데 도움을 주는 기능성화장품 각조’ 중 ‘염모제’의 염모력 시험 평가 시, ‘효능효과에서 표시한 색상과 거의 같은 색으로 염색’되는지를 육안으로 확인하는 방법이 명시되어 본 연구에서는 해당 방법과 기준을 참고로 치아매니큐어의 글리터 또는 펄 조절과 색상조절 효력 평가에 적용하였다. 그 결과, 치아매니큐어 적용 전 대비 1시간 및 12시간 침적 후 글리터 또는 펄 조절 효과와 색상조절 효과는 제조사가 제시한 표현과 거의 유사하게 표현되는 양상을 확인하였다. 그러나 육안으로 비교 평가하는 해당 방법은 사용이 간편하고 비용이 저렴한 반면 물체의 정확한 글리터 또는 펄과 색조 평가 시 동일한 차광 조건을 갖추기 어려운 환경에서 측정할 경우 신뢰도가 저하될 여지가 있을 수 있으므로 보다 객관적으로 평가할 수 있는 실험 방법의 설계가 고려되어야 하겠다(15, 17). 그럼에도 불구하고 본 연구에서 사용된 치아매니큐어 제품의 글리터 또는 펄 효력과 색상조절 효력 평가 결과는 매 반복 실험 시 100% 일치하는 일치율을 보였다. 따라서 글리터 또는 펄 표현과 색상조절 표현을 조절하기 위한 목적으로 치아매니큐어 적용 시 ‘글리터 또는 펄 조절 형’과 ‘색상조절 형’ 치아매니큐어의 사용은 해당 효력을 표현하고 지속시키는데 적절한 타입의 제품인 것으로 판단된다.

치아매니큐어는 치아 표면에 적용 후 수십 초가 지나면 고체 형태를 띠는 채 경화가 이루어진다(10, 12). 실험에 사용

된 각 제품의 제조사 표기사항에 따르면, 최소 10초에서 최대 60초 이내에 재료가 경화되는 것으로 제시되어 있다. 따라서 치아매니큐어 제품이 제조사에서 제시하는 경화시간에 부합하는지 측정하기 위한 객관적인 실험방법 설정이 필요하다. 이에 구강 내에서 경화되어 사용하는 유사 치과 재료 관련 규격 및 문헌에 따라 재료의 경화시간 측정 시 사용되는 길모어니들을 이용하여 수 초 단위의 간격을 두어 재료의 표면에 올리고 압흔이 형성되지 않을 때까지의 경과된 시간을 측정하는 방법을 참고로 치아매니큐어의 경화시간 평가에 적용하였다(19-22). 그 결과 ‘색상조절 형’이 다른 타입의 실험군에 비해 유의하게 높은 경화시간을 보였고, 그 다음으로 ‘글리터 또는 펄 조절 형’ 그리고 ‘밝기개선 형’ 타입 순으로 낮게 나타났다. 이러한 각 타입 별 경화시간의 차이는 치아매니큐어를 구성하고 있는 성분의 차이로 인해 결과에 영향을 미쳤을 것으로 사료되나, 본 연구에 사용된 재료의 구성 성분에 대한 비율 및 색상 조절에 사용된 색소의 구체적인 정보에 대해서는 기술되어 있지 않으므로 추후 구성 성분 및 비율이 재료의 효력 및 경화시간에 미치는 영향에 대한 추가 연구가 필요할 것으로 판단된다.

치아매니큐어는 습윤한 구강 내 환경에서 경화 후 일정 시간 동안 재료의 효력을 발휘하며 유지되어야 한다(12). 이에 구강 내에서 경화되어 사용하는 고분자 치과재료 관련 규격 및 문헌에 따라 재료의 물에 대한 용해도 측정 방법을 참고로 치아매니큐어의 유지율 평가에 적용하였다(23, 24). 그 결과 모든 타입의 치아매니큐어 제품에서 제조사가 제시하는 유지 시간 동안 99% 이상의 유지율을 보이는 것으로 나타났다. 이는 습윤한 구강 내 환경에서 치아매니큐어가 적용되는 시간 동안 치아로부터 재료가 분리되거나 갈라짐 없이 효력을 발휘하며 유지할 수 있는 재료인 것으로 유추된다. 또한 해당 평가 방법 및 결과는 치아매니큐어 재료의 내구성을 평가하는데 유용한 평가 지표로 활용될 수 있을 것이다.

치아매니큐어 사용자는 재료의 효력을 중단하고자 할 때 잇솔질을 통해 치아 표면으로부터 재료를 제거하여 본래의 치아 색상으로 되돌릴 수 있다. 이에 관련 선행 연구 및 국제표준을 참고로 치약의 연마도 측정 시 사용되는 자동잇솔질기계를 활용하여 칫솔질 왕복 횟수와 하중을 설정해 치아매니큐어의 ‘제거용이성’을 평가하였다(16, 25).

그 결과, 중등도의 연마도를 갖은 치약으로 잇솔질을 가할 시 치아의 손상 없이 모든 타입의 치아매니큐어가 깨끗하게 제거된 것을 확인할 수 있었다. 근래에 자동잇솔질기계를 활용한 마모력에 대한 실험실 평가 연구가 지속적으로 진행되어 왔고, 해당 방법은 비교적 정밀도와 재현도가 우수한 방법으로 알려져 있다(26-28). 따라서 치아매니큐어 제품의 제거용이성 평가 시, 시편에 닿는 칫솔의 힘과 왕복 횟수를 표준화시켜 일반적인 칫솔질과 비슷하게 작동 범위를 조정하여 평가할 수 있는 해당 방법을 추천한다.

지속해서 증가할 치아 미백에 대한 수요와 치아매니큐어 시장 추세를 고려해 볼 때, 객관적이고 표준화된 방법을 통한 치아매니큐어 제품의 고찰은 현 사회의 수요에 필수적인 연구가 될 수 있다. 이에 의약외품으로 신규 지정된 치아매니큐어 제품의 지속적인 모니터링 강화가 필요할 것으로 사료되는 가운데 실제 사람의 구강 환경에서 일어나는 상황 재현 하, 치아 색상 개선 제품에 대한 효력 및 물리·화학적 특성 연구는 효능 및 품질평가를 위한 기반 기술을 확보하여 안전한 제품이 시중에 유통될 수 있는 시대적 요구가 될 수 있다. 본 연구에서는 치아매니큐어 제품의 타입 별 대표적인 상품을 한 가지로 선정하여 실험을 진행하였고, 육안 비교를 통해 글리터 또는 펄 및 색상조절 효력에 대한 평가를 수행하였다는 제한점을 갖고 있어 해당 결과를 통해 제품에 대한 특성을 일반화 내리는 것은 다소 한계가 있으므로 타입 별 대표적인 상품의 개수를 늘리고 보다 객관적인 평가 방법을 고안하여 한계점을 추가 보완하는 연구가 필요할 것으로 판단된다.

## 결론

본 연구는 다양한 치아매니큐어 타입에 따른 효력 및 물리·화학적 특성 비교를 위한 실험으로 ‘밝기개선 형’, ‘글리터 또는 펄 조절 형’ 그리고 ‘색상조절 형’ 치아매니큐어의 대표적인 상품을 이용하여 각각의 효력, 경화시간, 유지율, 제거용이성 실험을 진행해 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 치아매니큐어는 제품의 효력 또는 효능에 따라 ‘밝기개선 형’, ‘글리터 또는 펄 조절 형’, ‘색상조절 형’ 세가지 종류로 나뉘었고, 이들은 깨끗하게 건조된 치아 표면에

- 도포하여 일시적으로 색상을 조절하는 역할을 한다.
2. '밝기개선 형' 치아매니큐어 제품은 처치 전과 비교하여 밝기개선 효력 및 지속성을 보였다( $p < 0.05$ ).
  3. '글리터 또는 펄 조절 형' 치아매니큐어 제품은 제조사가 제시하는 글리터 또는 펄 표현과 비교하여 글리터 또는 펄 조절 효력 및 지속성을 보였다.
  4. '색상조절 형' 치아매니큐어 제품은 제조사가 제시하는 색상과 비교하여 색상조절 효력 및 지속성을 보였다.
  5. 치아매니큐어 타입에 따른 경화시간은 '글리터 또는 펄 조절 형' < '밝기개선 형' < '색상조절 형' 순으로 유의한 차이가 있었으나( $p < 0.05$ ), 유지율은 유의한 차이가 없었다( $p > 0.05$ ).
  6. 모든 타입의 치아매니큐어는 자동잇솔질기계 적용 후 치아 표면에 잔류된 양상 없이 제거가 용이하였다.

이상의 연구에서 제시하는 다양한 치아매니큐어 제품의 효력, 경화시간, 유지율 그리고 제거용이성 결과들은 소비자의 욕구 및 구강 환경에 적합한 재료를 선택할 수 있는 기반을 마련하고, 사용 목적에 부합되는 최적의 시험법 선택과 치아매니큐어의 다양한 발전을 위한 발판 마련에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

## 사 사

본 연구는 2019년도 식품의약품안전처의 연구개발비(19172MFDS227)로 수행되었으며 이에 감사드립니다.

## 참고문헌

1. Zekonis R, Matis BA, Cochran MA, Al Shetri SE, Eckert GJ, Carlson TJ. Clinical evaluation of in-office and at-home bleaching treatments. *Oper Dent*. 2003;28(2): 114-21.
2. Lee KH, Park CH, Kim SK. Awareness and satisfaction on tooth whitening. *J Korean Soc Dent Hyg*. 2013;

- 13(4):605-13. <https://doi.org/10.13065/iksdh.2013.13.4.605>.
3. Buchalla W, Attin T. External bleaching therapy with activation by heat, light or laser-a systematic review. *Dent Mater*. 2007;23(5):586-96. <http://doi.org/10.1016/j.dental.2006.03.018>.
4. Moon K, Jung SB, Seol HJ, Kang JS, Kwon YH. Bleaching of stained resin using nitrogen doped-TiO<sub>2</sub> nanoparticles. *Kor J Dent Mater*. 2019;46(3):175-84. <http://doi.org/10.14815/kjdm.2019.46.3.175>.
5. Leonard RH Jr, Bentley C, Eagle JC, Garland GE, Knight MC, Phillips C. Nightguard vital bleaching: a long-term study on efficacy, shade retention, side effects, and patients' perceptions. *J Esthet Restor Dent*. 2001;13(6): 357-69. <https://doi.org/10.1111/j.1708-8240.2001.tb01021.x>.
6. Auschill T, Hellwig E, Schmidale S, Sculean A, Arweiler NB. Efficacy, side-effects and patients' acceptance of different bleaching techniques (OTC, in-office, at-home). *Oper Dent*. 2005;30(2):156-63. <https://doi.org/10.1308/1355761054348396>.
7. Kim YS, Choi SH, Youn KE, Jang JH, Chang HS, Hwang YC, Hwang IN, Oh WM, Lee BN. Effects of various root canal sealers on tooth discoloration and internal bleaching. *Kor J Dent Mater*. 2019;46(1):1-10. <http://doi.org/10.14815/kjdm.2019.46.1.1>.
8. Shin MW, Ji MG, Han MS. A survey on the actual conditions & recognition of tooth bleaching in female college students. *J Korean Soc Dent Hyg*. 2008;8(4): 43-53.
9. Park YH, Choi AN, Jung KH, Park JK, Kwon YH, Son SA. Effects of Bioactive Glass on Microhardness of Bleached Enamel Surface. *Kor J Dent Mater*. 2018;45(1):1-10. <https://doi.org/10.14815/kjdm.2018.45.1.1>.
10. Hosoya Y. Study of the esthetic efficacy of tooth manicure. Report 1: Color changes of tooth applied with "Fiche" dental cosmetic manicure. *Jpn J Conserv*

- Dent. 2004;47:349-57.
11. Hashimura T, Yamada A, Iwamoto T, Arakaki M, Saito K, Fukumoto S. Application of a tooth-surface coating material to teeth with discolored crowns. *Pediatr Dent J*. 2013;23(1):44-50. <https://doi.org/10.1016/j.pdj.2013.03.011>.
  12. Hosoya Y, Oota T, Nagasaka M, White JM. Study of the colors and retention of over-the-counter cosmetic veneers. *Dent Mater J*. 2006;25(1):166-71. <https://doi.org/10.4012/dmj.25.166>.
  13. Joiner A. The bleaching of teeth: A review of the literature. *J Dent*. 2006;34(7):412-9. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2006.02.002>.
  14. Kim JS. Consumer – focused study on cosmetics and quasi-drugs. Korea Institute for Health and Affairs, 2013.
  15. International Organization for Standardization. ISO 28399:2011. Consumer-focused for external tooth bleaching. Geneva: ISO; 2011.
  16. International Organization for Standardization. ISO 11609:2010. Dentistry – Dentifrices: Requirements, test methods and marking. Geneva: ISO; 2010.
  17. Kwon SR, Meharry M, Oyoyo U, Li Y. Efficacy of Do-It-Yourself whitening as compared to conventional tooth whitening modalities: an in vitro study. *Oper Dent*. 2015;40(1):E21-7. <https://doi.org/10.2341/13-333-LR>.
  18. Kim YM, Ha AN, Kim JW, Kim SJ. Double-blind randomized study to evaluate the safety and efficacy of over-the-counter tooth-whitening agents containing 2.9% hydrogen peroxide. *Oper Dent*. 2018;43(3):272-81. <https://doi.org/10.2341/16-379-C>.
  19. International Organization for Standardization. ISO 3107:2011. Dentistry – Zinc oxide/eugenol cements and zinc oxide/non-eugenol cements. Geneva: ISO; 2011.
  20. Ha WN, Bentz DP, Kahler B, Walsh LJ. D90: The strongest contributor to setting time in mineral trioxide aggregate and Portland cement. *J Endod*. 2015;41(7):1146-50. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2015.02.033>.
  21. Ha WN, Nicholson T, Kahler B, Walsh LJ. Methodologies for measuring the setting times of mineral trioxide aggregate and Portland cement products used in dentistry. *Acta Biomater Odontol Scand*. 2016;2(1):25-30. <https://doi.org/10.3109/23337931.2015.1135746>.
  22. International Organization for Standardization. ISO 6876:2012. Dentistry – Root canal sealing materials. Geneva: ISO; 2012.
  23. Müller JA, Rohr N, Fischer J. Evaluation of ISO 4049: water sorption and water solubility of resin cements. *Eur J Oral Sci*. 2017;125(2):141-50. <https://doi.org/10.1111/eos.12339>.
  24. International Organization for Standardization. ISO 4049:2019. Dentistry – Polymer-based restorative materials. Geneva: ISO; 2019.
  25. Jung YS, Jo HY, Ahn JH, Kim JY, Jin MU, Cho MJ, et al. In vivo and in vitro assessment of the bleaching effectiveness of a brush-off patch containing 3.0% hydrogen peroxide. *Clin Oral Investig*. 2019;23(6):2667-73. <https://doi.org/10.1007/s00784-018-2675-8>.
  26. Lee SY, Kwon HK, Kim BI. Effect of dentinal tubule occlusion by dentifrice containing nano-carbonate apatite. *J Oral Rehabil*. 2008;35(11):847-53. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2842.2008.01876.x>.
  27. Kang JK, Kim SH, Yoo EM, Choi HS, Choi YR, Kim KM. Surface changes of denture base resin according to two toothpastes and a kitchen detergent. *J Korean Soc Dent Hyg*. 2012;12(3):611-20. <https://doi.org/10.13065/jksdh.2012.12.3.611>.
  28. Neme AM, Wagner WC, Pink FE, Frazier KB. The effect of prophylactic polishing pastes and toothbrushing on the surface roughness of resin composite materials in vitro. *Oper Dent*. 2003;28(6):808-15.

## 치아매니큐어의 효력 및 물리·화학적 특성 연구

양송이<sup>1</sup>, 최지원<sup>1,2</sup>, 이상배<sup>3</sup>, 김광만<sup>1,2</sup>, 권재성<sup>1,2,\*</sup>

<sup>1</sup>연세대학교 치과대학 치과생체재료공학교실 및 연구소,

<sup>2</sup>연세대학교 치과대학 BK21 Plus 사업단,

<sup>3</sup>연세대학교 치과대학 치과의료기기시험평가센터

본 연구의 목적은 다양한 타입의 치아매니큐어 제품에 대한 효력 및 물리·화학적 특성을 평가하는 것이다. 특성 비교를 위해 ‘밝기개선 형(BIT)’, ‘글리터 또는 펄 조절 형(GAT)’ 그리고 ‘색상조절 형(CAT)’ 3종의 치아매니큐어를 선정하였다. 치아매니큐어의 밝기개선 효력평가를 위해, 색조가이드와 분광광도계를 이용하여 C4 색조가이드 시편에 치아매니큐어를 적용하기 전과 후를 평가하였다. 치아매니큐어의 글리터 또는 펄 조절 효력과 색상조절 효력평가를 위해, 치아매니큐어를 커버글라스에 적용 후 1시간과 12시간 증류수 침지 후 육안으로 글리터 또는 펄 조절과 색상조절 효력을 관찰하였다. 치아매니큐어의 경화시간은 113 g의 길모어니들을 이용하여 측정하였다. 유지율은 치아매니큐어를 커버글라스에 적용하여 증류수에 12시간 동안 침지 후 건조시킨 무게를 측정하여 유지율을 계산하였다. 또한 치아로부터 치아매니큐어의 제거용이성을 확인하기 위하여, 자동잇솔질기계 적용 후 이미지분석기를 통해 재료의 잔류 유무를 평가하였다. ‘BIT’ 치아매니큐어 그룹은 적용 직후부터 1시간 및 12시간 후 밝기가 증가 및 지속되었다( $p < 0.05$ ). ‘GAT’과 ‘CAT’ 치아매니큐어 그룹은 적용 직후부터 1시간 및 12시간 후 글리터 또는 펄 조절 효력과 색상조절 효력이 유지되었다. 경화시간 측정 결과, ‘CAT’ 치아매니큐어 그룹은 다른 타입에 비해 가장 긴 경화시간을 보였다( $p < 0.05$ ). 유지율은 모든 타입의 제품에서 99% 이상을 나타내었고, 실험군 간 유의한 차이가 없었다( $p > 0.05$ ). 마지막으로, 모든 타입의 치아매니큐어는 자동잇솔질기계 적용 후 치아 표면에 잔류된 양상 없이 제거가 용이하였다. 이상의 실험 결과는 소비자의 욕구 및 구강 환경에 적합한 치아매니큐어를 선택할 수 있는 기반을 마련하고, 해당 제품의 다양한 발전을 위한 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

**색인 단어 :** 치아매니큐어, 효력, 경화시간, 유지, 제거용이성

---