



## 임시치관용레진 타입에 따른 색안정성, 기계적 및 화학적 특성 비교

양송이<sup>1,2</sup>, 권지연<sup>1</sup>, 노지수<sup>1</sup>, 박소연<sup>1</sup>, 박하은<sup>1</sup>, 백은지<sup>1</sup>, 임수연<sup>2</sup>, 권재성<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>건양대학교 의과대학 치위생학과

<sup>2</sup>연세대학교 치과대학 치과생체재료공학교실 및 연구소

### Comparison of color stability, mechanical and chemical properties according to temporary crown resin type

*Song-Yi Yang<sup>1,2</sup>, Ji-Yeon Kwon<sup>1</sup>, Ji-Su No<sup>1</sup>, So-Yeon Park<sup>1</sup>, Ha-Eun Park<sup>1</sup>, Eun-Ji Baek<sup>1</sup>, Su-Yeon Im<sup>2</sup>, Jae-Sung Kwon<sup>2\*</sup>*

<sup>1</sup>Department of Dental Hygiene, College of Medical Science, Konyang University, Daejeon, Republic of Korea

<sup>2</sup>Department and Research Institute of Dental Biomaterials and Bioengineering, Yonsei University College of Dentistry, Seoul, Republic of Korea

Objective of this study was to compare the color stability, mechanical and chemical properties of three different types of temporary crown resins. Commercially available powder-liquid (Group PL), light-cured (Group LC) and auto-mix syringe (Group AM) types' temporary crown resins were used as experimental groups for each of the evaluation. All the test groups were evaluated after 1 day and 7 days of immersion in various staining solutions. The colors of all groups before and after storage in the staining solutions were measured by a spectrophotometer based on CIE Lab system, and the color differences ( $\Delta E^*$ ) thereby calculated. Micro hardness test was performed before water storage and aging after 7 days at 37 °C. In addition, flexural strength, water sorption and solubility tests were performed according to international standard, ISO 10477. All experimental groups showed significant color change in staining solutions when compared to those stored in the control solution (distilled water) ( $p < 0.05$ ). Group PL showed the least color change among the three groups followed by Group AM ( $p < 0.05$ ). This tendency was observed after 7 days of immersion. In terms of the micro hardness test, Group PL showed the highest value among the three groups followed by Group AM ( $p < 0.05$ ). Additionally, the flexural strength decreased in the following order: AM > PL > LC ( $p < 0.05$ ). Water sorption and solubility increased in the following order: AM < PL < LC ( $p < 0.05$ ). The results of this study would provide useful information when choosing temporary crown resin types in various clinical situations.

**KEY WORDS:** Color stability, Flexural strength, Micro hardness, Temporary crown resin, Water sorption and solubility

Song-Yi Yang (ORCID ID: 0000-0001-6174-6947)  
Ji-Yeon Kwon (ORCID ID: 0000-0002-7790-2809)  
Ji-Su No (ORCID ID: 0000-0003-1183-0221)  
So-Yeon Park (ORCID ID: 0000-0002-3819-9479)  
Ha-Eun Park (ORCID ID: 0000-0003-0847-4772)  
Eun-Ji Baek (ORCID ID: 0000-0001-6479-6309)  
Su-Yeon Im (ORCID ID: 0000-0003-3293-680X)

Correspondence: Jae-Sung Kwon (ORCID ID: 0000-0001-9803-7730)  
50-1 Yonsei-ro, Seodaemun-gu, Seoul 03722, Republic of Korea  
Affiliation: Department and Research Institute of Dental Biomaterials and Bioengineering, Yonsei University College of Dentistry, Seoul, Republic of Korea  
Tel: +82-2-2228-3081, Fax: +82-2-364-9961  
E-mail: jkwon@yuhs.ac

Received: Jan. 04, 2019; Revised: Feb. 01, 2019; Accepted: Feb. 11, 2019

## 서론

임시치관(Temporary crown or Provisional crown)은 보철물 제작을 위해 삭제된 치아를 다양한 물리·화학적 자극으로부터 보호하고, 인접치아와 접촉 관계를 유지하며, 대합치아와 교합기능 유지, 심미성 회복 등을 위해 최종 보철물이 장착될 때까지 사용된다. 특히나 전치부의 경우, 발음과 심미적인 이유로 지대치 형성 후 최종 보철물이 장착될 때까지 임시치관을 장착하여 형태와 기능을 유지하도록 해야 한다(1). 위와 같은 기능을 수행하기 위해서 임시치관용 레진 재료는 심미적이어야 하고, 2차 우식의 원인이 될 수 있는 마모와 파절을 방지하기 위해 마모저항성을 가져야 하며, 더불어 구강 내에서 강한 교합력에도 견딜만한 굴곡강도가 요구된다(2, 3).

현재 임시치관용 레진 제품은 성분에 따라 PMMA (Poly Methyl Metacrylate)형, PEMA (Poly Ethyl Metacrylate)형, Bis-Acryl형, Epimine Plastic형, Filled Resin (Auto-cure/Light-cure)형으로 분류된다. 또한 이들은 공급 형태에 따라 powder-liquid 타입, light-cured 타입, auto-mix syringe 타입 등 다양한 타입 별로 제공되어 임상가들이 진료실에서 손쉽게 사용할 수 있도록 개발되어 왔다(4).

PMMA 성분을 함유하는 power-liquid 타입의 임시치관용 레진은 분말과 액체의 형태로 공급되며 이를 혼합하여 모양을 형성 후, 구강 내에서 중합한다. 그러나 중합 시 열이 발생되고, 변형이 크며 중합 시간이 길다는 단점을 갖는다. 반면, 레진 계열의 재료들은 비교적 짧은 중합 시간 및 열이 발생되지 않는 장점을 갖고 있으나, 높은 물 흡수도로 인해 기질 강도가 약해지고, 이에 따라 기질과 충전제의 결합력이 감소하여 물리·화학적 성질이 떨어진다고 보고되었다(5).

현재 다양한 종류의 임시치관용 레진이 국내 및 국외로 유통되고 있고, 각 타입에 따른 장점 및 단점이 존재한다. 임시치관용 레진의 특성을 밝힌 각각의 논문들은 평가 방법 및 기준이 서로 다르고, 이에따라 물리·화학적 특성 평가 결과에도 상당한 차이가 있었다. 또한 임시치관용 레진과 관련된 색안정성, 경도, 굴곡강도, 물 흡수도 및 용해도와 같은 요구조건을 재료의 타입에 따라 종합적으로 비교 연구한 논문이 보고되어 있지 않아 환자의 개별 구강 상태에 따라 적합한 재료를 선택할 수 있는 참고자료가 부족하다.

따라서 본 연구에서는 임시치관용 레진 타입별 대표적인 재료들을 선별하여 재료의 기계·화학적 특성을 비교하고 (6), 이를 통해 임상가에게 개별 환자의 구강에 가장 적절한 임시치관용 레진을 선택할 수 있는 기준을 제공하고자 한다. 이에 ‘임시치관용 레진 타입에 따라 색 안정성, 경도, 강도, 물 흡수도 및 용해도는 유의한 차이가 없을 것이다.’ 라는 귀무가설을 세우고 본 연구를 수행하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 연구재료

본 연구에서 사용된 임시치관용 레진은 power-liquid 타입, light-cured 타입 그리고 auto-mix syringe 타입으로, 임상에서 현재 사용되고 있는 타입별 제품 한가지를 선택하여 실험군으로 설정하였다. 제품에 대한 사양은 Table 1과 같다.

Table 1. Temporary crown resins used in this study

Group	Type	Brand	Material	Manufacturer
PL	Powder-liquid	Jet	Methyl methacrylate resin	Lang Dental, USA
LC	Light-cured	Revotek LC	Urethane dimethacrylate resin	GC, Germany
AM	Auto-mix syringe	Luxa temp plus	Bis acrylic composite resin	DMG, Germany

## 2. 색 안정성

### 1) 시편의 제작

각 실험군 별 지름 ( $15 \pm 1$ ) mm, 두께 ( $1 \pm 0.1$ ) mm 크기의 시편을 제작하기 위하여, powder-liquid 타입인 실험군 PL의 시편제작은 slide glass에 polyester film을 놓고 그 위에 지름 15 mm, 두께 1 mm의 stainless steel 몰드를 놓았다. Powder와 liquid를 1:0.7의 무게비로 계량 후 plastic spatula를 이용해 powder가 liquid에 충분히 적셔지도록 핸드 믹싱 후 stainless steel 몰드에 약간 넘치게 채워 넣었다. 그리고 그 위에 polyester film과 slide glass를 올려 clamp로 압력을 가하였다. 믹싱 시작 후 10분 동안 ( $37 \pm 1$ ) °C, 100% 상대습도를 유지하는 항온수조에 보관하였다. 보관 후 시편을 몰드로부터 분리하고 규정된 크기에 맞도록 과도하게 중합된 부분의 레진을 320 grit의 연마지를 이용하여 연마하였다.

Light-cured 타입인 실험군 LC의 시편제작은 slide glass에 polyester film을 놓고 그 위에 지름 15 mm, 두께 1 mm의 stainless steel 몰드를 놓았다. Plastic spatula를 이용하여 재료를 stainless steel 몰드에 약간 넘치게 채워 넣고 그 위에 polyester film과 slide glass를 올려 clamp로 압력을 가하였다. 제조사의 지시사항에 따라 앞·뒤면 모두 LED light-curing unit (Elipar™ S10, 3M ESPE, Seefeld, Germany)으로 광조사를 시행하는데 이 때, 광조사는 부위 당 20초씩 중첩하여 중합하였다. 중합 후 시편을 몰드로부터 분리하고 규정된 크기에 맞도록 과도하게 중합된 부분의 레진을 320 grit의 연마지를 이용하여 연마하였다.

Auto-mix syringe 타입인 실험군 AM의 시편제작은 slide glass에 polyester film을 놓고 그 위에 직경 15mm, 두께 1mm의 stainless steel 몰드를 놓았다. Mixing tip을 이용하여 재료를 stainless steel 몰드에 약간 넘치게 채우고 그 위에 polyester film과 slide glass를 올려 clamp로 압력을 가하였다. 재료 혼합 시작 후 7분 동안 ( $37 \pm 1$ ) °C, 100% 상대습도를 유지하는 항온 수조에 보관하였다. 보관 후 시편을 몰드로부터 분리하고 규정된 크기에 맞도록 과도하게 중합된 부분의 레진을 320 grit의 연마지를 이용하여 연마하였다. 시편은 각 실험군당 40개씩 제작하였다.

### 2) 착색 용액

색 안정성을 평가하기 위해 실험에 사용된 착색 용액은 coke (Coca-Cola, Coca-Cola Korea Company, Uiwang, Korea), 인스턴트 커피인 coffee mix (Maxim Mocha Gold Mild, DongSuh Food, Incheon, Korea)와 americano (Kanu Mini Mild Americano, DongSuh Food, Incheon, Korea)를 사용하였다. Coffee mix는 분말 12 g 당 증류수 100 ml, americano는 분말 2.7 g 당 증류수 100 ml로, 제조사에서 권장하는 비율을 바탕으로 제조하였다. 또한 대조군으로는 증류수를 사용하였다. 준비된 각각의 용액은 ( $37 \pm 1$ ) °C의 항온 수조에 실험 전까지 보관하였다.

### 3) 시편의 착색 처리

착색을 위하여 15-ml Conical tube (SPL Life Science, Pocheon, Korea)에 5 ml의 착색 용액을 담고, 한 개의 시편이 충분히 잠기도록 침적 하여 ( $37 \pm 1$ ) °C의 항온 수조에 보관하였다. 그리고 1일 침적 후 용액으로부터 시편을 꺼내어 증류수로 10초간 세척 후 압축공기를 이용해 표면의 수분을 제거한 후 색 변화를 관찰하고, 동일 용액에 6일간 침적 후 시편을 꺼내어 위의 과정과 동일하게 세척 후 표면의 수분을 제거하여 색 변화를 관찰하였다.

### 4) 착색 전·후 색조 측정

시편의 색조를 측정하기 위해 분광 광도계(Spectrophotometer CM-3500d, Minolta, Osaka, Japan)를 사용하였다. 색 변화는 착색 전, 착색 1일, 7일 후에 측정하였다. 색 변화량  $\Delta E^*$ 는 국제조명위원회에서 규정한 CIE  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  측정체계를 참고하여 분석하였다. 또한 얻어진  $\Delta E^*$ 를 바탕으로 임상 허용 가능 정도를 선행 논문을 근거로  $\Delta E^* < 1$  '시각적 차이가 없음',  $\Delta E^* < 3.3$  '치의학에서 임상 허용 가능 정도',  $\Delta E^* > 3.7$  '임상적으로 문제'로 예측 하였다 (7).

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

$L^*$ : 시편의 명도를 나타내는 값, 검정과 백색의 정도

$a^*$ : 시편의 채도를 나타내는 값, 적색과 녹색의 정도

$b^*$ : 시편의 채도를 나타내는 값, 황색과 청색의 정도

### 3. 경도

#### 1) 시편의 제작

직경 15 mm, 두께 1 mm 크기의 시편을 제작하기 위하여 각 실험군별 시편제작과정은 색 안정성의 시편제작과정과 동일하게 시행되었다. 시편은 각 실험군당 10개씩 제작하였다.

#### 2) 표면미세경도 측정

증류수 침적 전 임시치관용 레진의 표면 경도를 측정하기 위해 diamond indenter가 부착된 미세경도측정기(Model DMH-2, Matsuzawa Seiki Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 압입 하중 10 g, load time 5초로 재료의 표면에 압흔을 주고, 400배율에서 압흔의 크기를 측정하여 비커스경도값(Vickers Hardness Number; VHN)을 산출하였다. 한 시편당 무작위로 3부위를 측정하여 대푯값으로 산정하였고, 각 실험군당 10개의 시편을 측정하였다. 또한 수분이 재료 표면의 경도에 주는 영향을 평가하기 위하여 시편을 (37 ± 1) °C 증류수에 7일 동안 침적시킨 후 표면 경도를 측정하였다.

### 4. 굴곡강도

#### 1) 시편의 제작

ISO 10477:2004 Dentistry - Polymer based crown and bridge materials (6)에서 규정하는 (25 ± 2) mm × (2.0 ± 0.1) mm × (2.0 ± 0.1) mm 크기의 3점 굴곡강도 시편을 제작하기 위하여 stainless steel 몰드를 이용하였다. 실험군 PL은 길이 25 mm, 너비 2 mm, 두께 2 mm 크기의 시편을 제작하기 위하여 slide glass에 polyester film을 놓고 그 위에 몰드를 놓았다. 분말과 용액을 1:0.7의 무게비로 계량 후 플라스틱 스파툴라를 이용하여 분말이 용액에 충분히 적셔지도록 핸드믹싱 후 몰드에 약간 넘치게 채워 넣었다. 그리고 그 위에 polyester film과 slide glass를 올려 clamp를 이용하여 압력을 가하였다. 믹싱 시작 후 10분 동안 (37 ± 1) °C의 100 % 상대습도를 유지하는 항온 수조에 보관하였다. 보관 후 시편을 몰드로부터 분리하고 규정된 시편 크기에 맞도록 과도하게 중합된 부분의 레진을 320 grit의 연마지를 이용하여 연마하였다. 연마된 시편을 굴곡강도 시험 시작 직전까지 (37 ± 1) °C의 증류수에 24시간 동안 보관 후 표면의 수분을

제거하여 굴곡강도 측정 전 시편의 폭과 높이를 측정하였다.

실험군 LC는 길이 25 mm, 너비 2 mm, 두께 2 mm 크기의 시편을 제작하기 위하여 slide glass에 polyester film을 놓고 그 위에 stainless steel 몰드를 놓았다. 플라스틱 스파툴라를 이용하여 재료를 몰드에 약간 넘치게 채워 넣었다. 그리고 그 위에 polyester film과 slide glass를 올려 clamp를 이용하여 압력을 가하였다. 제조사의 지시사항에 따라 앞·뒤면 모두 LED light-curing unit을 이용하여 광조사를 시행하는데 이 때, 광조사는 부위 당 20초씩 10부위를 중첩하여 총 200초 동안 중합을 시행하였다. 중합 후 시편을 몰드로부터 분리하고 규정된 시편 크기에 맞도록 과도하게 중합된 부분의 레진을 320 grit의 연마지를 이용하여 연마하였다. 연마된 시편을 굴곡강도 시험 시작 직전까지 (37 ± 1) °C의 증류수에 24시간 동안 보관 후 표면의 수분을 제거하여 굴곡강도 측정 전 시편의 폭과 높이를 측정하였다.

실험군 AM은 길이 25 mm, 너비 2 mm, 두께 2 mm 크기의 시편을 제작하기 위하여 slide glass에 polyester film을 놓고 그 위에 stainless steel 몰드를 놓았다. Mixing tip을 이용하여 재료를 stainless steel 몰드에 약간 넘치게 채워 넣었다. 그리고 그 위에 polyester film과 slide glass를 올려 clamp를 이용하여 압력을 가하였다. 믹싱 시작 후 7분 동안 37 °C의 100 % 상대습도를 유지하는 항온 수조에 보관하였다. 보관 후 시편을 몰드로부터 분리하고 규정된 시편 크기에 맞도록 과도하게 중합된 부분의 레진을 320 grit의 연마지를 이용하여 연마하였다. 연마된 시편을 굴곡강도 시험 시작 직전까지 (37 ± 1) °C의 증류수에 24시간 동안 보관 후 표면의 수분을 제거하여 굴곡강도 측정 전 시편의 폭과 높이를 측정하였다. 시편은 각 실험군당 12개씩 제작하였다.

#### 2) 3점 굴곡강도 측정

3점 굴곡강도 시험용 지그가 장착된 Universal Testing Machine (Instron 5942, Instron, Massachusetts, USA)의 지지대에 시편을 올린 후 crosshead speed를 1 mm / min으로 설정하여 3점 굴곡강도를 측정하였다. 이 때, 지지대 사이의 거리는 20.0 mm 이며, 시편에 가해지는 최대 하중(단위: N)을 측정하여 아래의 공식에 대입한 후 3점 굴곡강도(MPa)를 계산하였다.  $F$ : Maximum applied load (단위: N),  $l$ : 지지대 사이의 거리(단위: mm),  $b$ : 시편의 폭(단위:

mm),  $h$  : 시편의 높이(단위: mm).

$$\delta = \frac{3Fl}{2bh^2}$$

## 5. 물 흡수도 및 용해도

### 1) 시편의 제작

ISO 10477:2004 Dentistry - Polymer based crown and bridge materials (6)에서 규정하는 지름 15 mm, 두께 1 mm 크기의 디스크 시편을 제작하기 위하여 각 실험군별 시편 제작과정은 색 안정성의 시편 제작과정과 동일하게 시행되었다. 시편은 각 실험군당 6개씩 제작하였다.

### 2) 물 흡수도 및 용해도 측정

제작된 실험군 PL, LC, AM군의 시편들을 (37±1)° C desiccator에 22시간 동안 보관 후 (23 ± 2) °C desiccator에 옮겨 2시간 동안 유지 후 24시간 간격으로 시편의 무게를 측정하여 0.1 mg 이내의 오차가 발생될 때의 시편 무게를  $M_1$ 으로 간주한다.  $M_1$ 을 구한 후, 각 시편의 직경을 서로 직각으로 2번, 두께를 4번 0.01 mm의 정확도의 digital caliper (Mitutoyo Model CD-15CPX, Mitutoyo Corporation, Kawasaki, Japan)로 측정하여 각각의 평균을 구해 부피( $V$ )를 계산한다(0.01 mm). 그 후, (37 ± 1) °C 증류수에 7일 동안 침적 하고 표면의 수분을 제거하여 1분 후 측정된 무게를  $M_2$ 로 간주한다. 이어서 desiccator에 시편을 보관하며 24시간 간격으로 무게를 측정하여 0.1 mg 이내 오차가 발생될 때의 무게를  $M_3$ 으로 간주한다.

물 흡수도는  $M_2$ 에서  $M_3$ 의 무게를 뺀 값을 시편의 부피 값으로 나누어 계산( $\mu\text{g}/\text{mm}^3$ )하고, 용해도는  $M_1$ 에서  $M_3$ 의 무게를 뺀 값을 시편의 부피 값으로 나누어 계산( $\mu\text{g}/\text{mm}^3$ )하였다.

## 6. 통계분석

착색 용액들에 따른 실험군 간 색 안정성, 실험군 간 경도, 굴곡강도, 물 흡수도 및 용해도의 통계분석은 일원배치분산 분석(PASW Statistics 18.0, IBM Co., USA)과 Tukey's test로 사후 검정하였다. 통계적 유의 수준은 0.05로 설정하였다.

## 결과

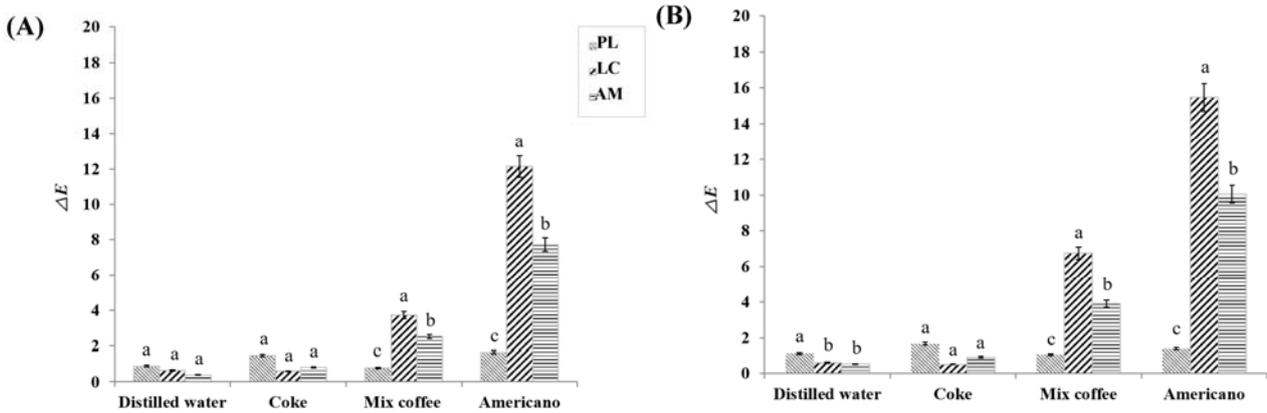
### 1. 색 안정성

Coke에서 1일과 7일 동안 침적시킨 모든 실험군 간의 색 변화는 유의한 차이가 없었다( $P>0.05$ ). 그러나 coffee mix에서 1일 동안 침적시킨 실험군 간의 색 변화는 실험군 PL이  $0.78 \pm 0.48$ 로 가장 낮은 색변화를 나타내었고, 다음으로는 실험군 AM이  $2.52 \pm 0.71$ 을 나타내었다. 그리고 실험군 LC가  $3.73 \pm 0.66$ 으로 가장 높은 색변화를 보였다( $p < 0.05$ ). 마찬가지로 7일 동안 침적시킨 실험군 간의 색변화도 실험군 PL이  $1.06 \pm 0.23$ 으로 가장 낮았고, 다음으로는 실험군 AM이  $3.90 \pm 0.95$ 을 나타내었다. 그리고 실험군 LC가  $6.75 \pm 0.77$ 로 가장 높은 색변화를 보였다( $p < 0.05$ ).

위와 같은 경향은 americano에서 1일과 7일 동안 침적시킨 실험군에서도 동일하였다. 1일 동안 침적시킨 실험군 간의 색변화는 실험군 PL이  $1.38 \pm 0.39$ 로 가장 낮았고, 실험군 AM이  $7.72 \pm 1.49$  값을 나타내었다. 그리고 실험군 LC가  $12.14 \pm 1.08$ 로 가장 높은 색변화를 보였다( $p < 0.05$ ). 7일 동안 침적시킨 실험군 간의 색변화도 실험군 PL이  $1.65 \pm 1.06$ 로 가장 낮았고, 실험군 AM이  $10.05 \pm 1.60$  값을 나타내었다. 가장 높은 색 색변화를 보인 실험군 LC는  $15.48 \pm 2.38$  값으로 모든 실험군 간 유의한 차이가 있는 색변화를 보였다( $p < 0.05$ ) (Fig. 1).

위 결과를 바탕으로 실험군 간 색 안정성은 coke 침적 1일과 7일 모두 색 안정성에 유의한 차이가 없었다( $p > 0.05$ ). 반면, coffee mix와 americano 침적 1일과 7일 후 실험군 LC < AM < PL 순서로 유의한 차이의 색 안정성을 보였다 ( $p < 0.05$ ).

또한 임상 허용 가능 정도를 실험군 PL은 coke, coffee mix, americano에서  $\Delta E^* < 3.3$ 이므로 '치의학에서 임상 허용 가능'을 예측하였다. 그리고 실험군 LC는 coke에서  $\Delta E^* < 1$ 이므로 '시각적 차이가 없음'이나, coffee mix와 americano에서  $\Delta E^* > 3.3$ 이므로 '임상적으로 허용되기에는 문제가 있는 것'으로 예측하였다. 마지막으로 실험군 AM은 coke에서  $\Delta E^* < 1$ 이므로 '시각적 차이가 없음'이나, coffee mix와 americano에서  $\Delta E^* > 3.3$ 이므로 '임상적으로 허용되기에는 문제가 있음'을 예측하였다.



**Figure 1.** Mean color change ( $\Delta E^*$ ) after immersion in various discoloration solution, (A) 1 day immersion and (B) 7 days immersion. The same lowercase letter indicates no differences among the experimental groups with the same discoloration solution ( $p > 0.05$ ).

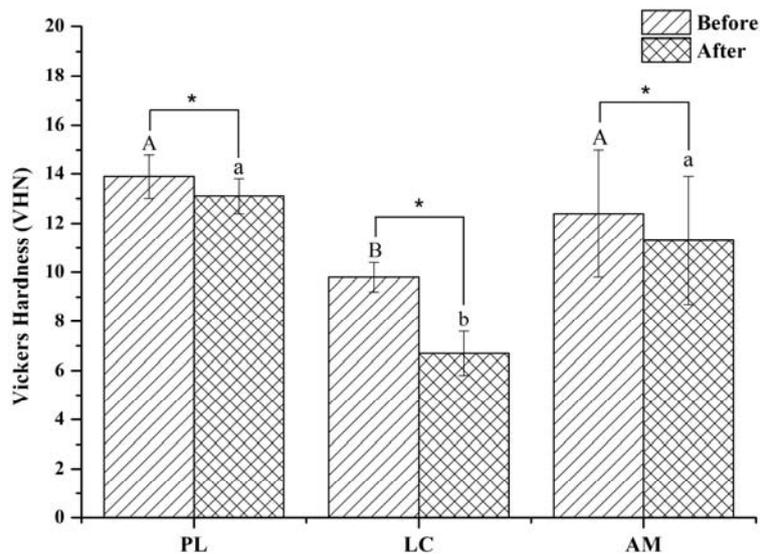
## 2. 경도

증류수에 침적하기 전 표면 경도는 실험군 PL이 ( $13.91 \pm 0.92$ ) VHN으로 가장 높은 값을 나타내었고, 다음으로는 실험군 AM이 ( $12.42 \pm 2.56$ ) VHN의 값을 나타내었다 ( $p > 0.05$ ). 실험군 LC는 ( $9.84 \pm 0.56$ ) VHN으로 가장 낮은 값을 보였다 ( $p < 0.05$ ).

7일 증류수 침적 후 표면 경도는 실험군 PL이 ( $13.13$

$\pm 0.73$ ) VHN으로 가장 높은 값을 나타내었고, 다음으로는 실험군 AM이 ( $11.36 \pm 2.58$ ) VHN의 값을 나타내었다 ( $p > 0.05$ ). 실험군 LC는 ( $6.69 \pm 0.95$ ) VHN으로 가장 낮은 값을 보였다 ( $p < 0.05$ ).

또한 침적 전과 후의 경도 값을 비교하였을 때, 모든 실험군에서 전·후 경도의 유의한 차이를 보였다 ( $p < 0.05$ ) (Fig. 2)



**Figure 2.** VHN values of experimental groups before and after immersion in distilled water. The same capital letter indicates no differences among the experimental groups within before immersion ( $p > 0.05$ ). The same lowercase letter indicates no differences among the experimental groups within after immersion ( $p > 0.05$ ). \*Significant differences in VHN values between before and after immersion ( $p < 0.05$ ).

**Table 2.** Flexural strength, water sorption and solubility values for each experimental groups (Mean±S.D)

Group	PL	LC	AM
Flexural strength (MPa)	119.78±6.33 <sup>b</sup>	91.68±7.45 <sup>c</sup>	136.09±8.31 <sup>a</sup>
Water sorption ( $\mu\text{g}/\text{mmi}$ )	20.86±0.36 <sup>b</sup>	26.01±0.94 <sup>a</sup>	15.11±0.91 <sup>c</sup>
Water solubility ( $\mu\text{g}/\text{mmi}$ )	1.96±0.50 <sup>ab</sup>	2.78±0.81 <sup>a</sup>	1.65±0.17 <sup>b</sup>

The same lowercase letter indicates no difference in values among experimental groups ( $p > 0.05$ ).

### 3. 굴곡강도

3점 굴곡강도 측정 결과 실험군 AM이 (136.09 ± 8.31) MPa로 가장 높은 값을 나타내었고, 다음으로는 실험군 PL이 (119.78 ± 6.33) MPa 값을 나타내었다. 가장 낮은 굴곡강도 값은 실험군 LC가 (91.68 ± 7.45) MPa 값으로 모든 실험군 간 유의한 차이가 있는 강도 값을 보였다( $p < 0.05$ ) (Table 2).

### 4. 물 흡수도 및 용해도

물 흡수도 측정 결과 실험군 LC가 (26.01 ± 0.94)  $\mu\text{g}/\text{mmi}$ 로 가장 높은 값을 나타내었고, 다음으로는 실험군 PL이 (20.86 ± 0.36)  $\mu\text{g}/\text{mmi}$ 를 나타내었다. 가장 낮은 물 흡수도 값은 실험군 AM이 (15.11 ± 0.91)  $\mu\text{g}/\text{mmi}$ 으로 실험군 PL과 LC보다 유의하게 낮은 값을 보였다( $p < 0.05$ ). 또한 용해도 측정 결과 실험군 LC가 (2.78 ± 0.81)  $\mu\text{g}/\text{mmi}$ 로 가장 높은 값을 나타내었고, 다음으로는 실험군 PL이 (1.96 ± 0.50)  $\mu\text{g}/\text{mmi}$ 을 나타내었다. 가장 낮은 용해도는 실험군 AM이 (1.65 ± 0.17)  $\mu\text{g}/\text{mmi}$ 으로 실험군 PL과 LC보다 유의하게 낮은 값을 보였다( $p < 0.05$ ) (Table 2).

## 고찰

현재 다양한 종류의 임시치관용 레진이 유통되고 있으나 이들의 기계·화학적 특성을 표준화된 시험법으로 비교한 연구들이 충분히 뒷받침 되지 못하여, 임상에서 술자 및 환자의 상황에 맞는 적절한 타입의 재료를 선택하는데 어려움이 있다. 이에 본 연구의 결과를 바탕으로 재료의 특성

및 사용목적에 부합되는 최적의 임시치관용 재료를 선택할 수 있는 기준을 제공하고자 한다.

환자들의 심미 만족도에 대한 요구가 증가함에 따라 임시치관용 레진의 색 안정성은 전치부에 사용될 경우 특히나 고려되어야 할 요소 중 하나이다(8, 9). 이에 레진의 색 안정성을 평가하기 위해 일부 선행논문에서는 외인성 착색을 일으키는 coffee, coke, water 등을 후보군으로 선정하여 가장 많은 착색을 일으키는 음료 연구를 고찰한바 있고, 이 중 커피가 가장 높은 색 변화를 일으킨다는 결과를 참고하여(10) 본 연구에서는 선행연구를 바탕으로 coffee mix, americano 그리고 coke를 대표적인 착색 용액으로 선정하여 색 안정성 평가에 적용하였다. 더불어 Yannikakis 등의 연구에서는 착색 용액에 침적시키는 시간을 24시간 후, 168시간 후, 720시간 후로 나누어 침적 시간에 따른 착색 정도를 평가하는 연구를 진행하였다(11). 그 결과, 침적 168시간 후 추가의 침적이 색의 변화에 유의한 차이를 보이지 않는다고 보고하였고, 임시치관의 사용 기간은 단기간 동안 구강 내 적용한다는 특성을 고려하여, 본 연구에서는 침적 1일 후와 7일을 기준으로 실험을 진행하였다. 위와 같은 선행연구들을 바탕으로 설계한 색 안정성 연구 결과, 가장 많은 착색을 일으키는 americano 용액에서 powder-liquid 타입의 색 안정성이 가장 우수하였고, auto-mix syringe 타입 그리고 light-cured 타입 순서로 높은 색 변화 값을 보였다. 따라서 심미성을 중요시 하는 환자의 임시치관 적용 또는 전치부에 수복해야 하는 경우 상대적으로 색 변화가 적은 powder-liquid 타입의 재료를 추천하고, 심미성의 중요도가 떨어지는 구치부는 powder-liquid 타입은 물론 light-cured 타입과 auto-mix syringe 타입 모두를 적용할 수 있다.

재료의 낮은 경도는 구강 내에서 교합 시 마모되기 쉽고,

이는 교합고경과 교합관계에 심각한 영향을 끼침으로써 많은 부작용을 일으킨다고 보고되었다(12). 특히나 높은 교합력을 받는 구치부는 경도가 높은 재료를 사용하는 것이 추천된다. 이에 본 연구에서 경도가 가장 높았던 powder-liquid 타입은 이같이 환자, 교합력이 강한 환자 또는 비교적 오랜 기간 임시치관용 레진을 장착하여 마모에 노출될 확률이 높은 환자에게 적합한 타입의 재료로 추천하고, 적은 교합력을 받는 전치부에는 경도가 가장 낮았던 light-cured 타입 또는 auto-mix syringe 타입의 재료를 사용하는 것이 추천된다.

임시치관용 레진의 굴곡강도는 auto-mix syringe 타입이 다른 실험군에 비해 유의하게 높게 나타났으며, 그 다음으로 powder-liquid 타입 그리고 light-cured 타입 순으로 낮게 나타났다. Light-cured 타입은 물 흡수도 및 용해도 평가에서 유의하게 가장 높은 결과를 보였는데 이는 주변의 수분이 재료의 물성에 영향을 미친 것으로 사료된다. 또한 물 흡수도 및 용해도가 낮은 값을 보였던 auto-mix syringe 타입은 높은 굴곡강도를 보여 우수한 물성을 보여주고 있다. 이에 본 연구를 통해 재료의 파절에 노출되기 쉬운 구치부에는 auto-mix syringe 타입의 재료가 추천되고, 비교적 강도의 중요성이 떨어지는 전치부는 powder-liquid 타입 또는 light-cured 타입을 모두 사용할 수 있다.

구강 내에 장착된 재료는 항상 물을 흡수하고 물속에 용해될 가능성이 있으므로 이를 확인하기 위한 시험이 필요하다(13). 또한 물 흡수도 및 용해도는 재료의 강도뿐만 아니라 색 안정성에도 영향을 미치는 요소 중 하나인데, 본 연구의 실험결과 물 흡수도 및 용해도가 가장 높게 나왔던 light-cured 타입은 주변의 수분이 재료의 물성에 영향을 미쳐 낮은 강도와 가장 많은 색 변화 그리고 낮은 경도 값을 보였다. 반대로 물 흡수도 및 용해도가 낮을수록 높은 굴곡강도와 높은 색 안정성을 나타내었다.

이에 위 실험 결과를 바탕으로 본 연구는 진료실에서 다양한 임시치관용 레진 재료 중 심미성, 마모도 그리고 강도 요소 중 구강 상황에 적절한 재료를 선택할 수 있는 기반을 마련하고, 보다 만족도 높은 재료의 선택에 기여할 수 있을 것으로 기대된다(2).

다만 본 연구에 사용된 재료들 간의 평가에서 임시치관용 레진의 타입별 대표적인 상품을 한가지로 선정하여 실험을

진행한 것과 색 안정성 평가에 사용된 음료는 표준화 된 음료가 아니므로 이를 통해 얻어진 결과를 바탕으로 일반화를 내리는 것은 다소 한계가 있음을 고려해야 한다. 따라서 타입 별, 음료 별 대표적인 상품의 개수를 늘려 한계점을 추가 보완하는 연구가 필요할 것으로 판단된다.

## 결론

본 연구는 임시치관용 레진 타입에 따른 색 안정성 및 물리·화학적 특성 비교를 위한 실험으로 power-liquid 타입, light-cured 타입 그리고 auto-mix syringe 타입의 대표적인 상품을 이용하여 색 안정성, 경도, 굴곡강도, 물 흡수도 및 용해도 실험을 진행하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 임시치관용 레진 타입에 따른 색 안정성은 1일, 7일의 coffee mix와 americano에서 실험군 LC < AM < PL 순서로 유의한 차이가 있었다( $p < 0.05$ ). 그러나 콜라 용액에서는 1일, 7일 후 색 안정성이 실험군 간 유의한 차이가 없었다( $p > 0.05$ ).
2. 임시치관용 레진 타입에 따른 경도는 실험군 LC < AM < PL 순서로 유의한 차이가 있었다( $p < 0.05$ ). 또한 같은 실험군 내에서 증류수 침적 전·후의 경도는 유의한 차이가 있었다( $p < 0.05$ ).
3. 임시치관용 레진 타입에 따른 굴곡강도는 실험군 LC < PL < AM 순서로 유의한 차이가 있었다( $p < 0.05$ ).
4. 임시치관용 레진 타입에 따른 물 흡수도 및 용해도는 실험군 AM < PL < LC 순서로 유의한 차이가 있었다 ( $p < 0.05$ ).

이상의 연구 결과는 임상에서 환자의 심미적 욕구 및 기능적 개선 목표를 고려하였을 때 환자 개개인의 다양한 특성과 상황에 맞는 최적의 임시치관용 레진 재료의 선택에 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

## 참고문헌

1. Abdulmohsen B, Parker S, Braden M, Patel MP. A study to investigate and compare the physico-mechanical properties of experimental and commercial temporary crown and bridge materials. *Dent Mater*. 2016;32(2):200-10.
2. Comisi JC. Provisional materials: advances lead to extensive options for clinicians. *Compend Contin Educ Dent*. 2015;36(1):54-9.
3. Im YW, Hwang SS, Kim SH, Lee HH. Effects of specimens dimension on the flexural properties and testing reliability of dental composite resin. *Korean J Dent Mater*. 2017;44(3):273-80.
4. Singh A, Garg S. Comparative evaluation of flexural strength of provisional crown and bridge materials - An In vitro study. *J Clin Diagn Res*. 2016;10(8):ZC72-7.
5. Gujjari AK, Bhatnagar VM, Basavaraju RM. Color stability and flexural strength of poly (methyl methacrylate) and bis-acrylic composite based provisional crown and bridge auto-polymerizing resins exposed to beverages and food dye: an in vitro study. *Indian J Dent Res*. 2013;24(2):172-7.
6. International Organization for Standardization. ISO 10477:2004. Dentistry-Polymer-based crown and bridge materials. Geneva: ISO; 2004.
7. Park JW, Bae SS. Color stability of self-cured temporary crown resin according to different surface treatments. *J Dent Hyg Sci*. 2016;16(2):150-6.
8. Robinson FG, Haywood VB, Myers M. Effect of 10 percent carbamide peroxide on color of provisional restoration materials. *J Am Dent Assoc*. 1997;128(6):727-31.
9. Choi Y, Jang SJ, Park SJ. Effect of powder-liquid ratios and powder colors on color stability of 4-META / MMA-TBB resin after immersion in coffee. *Korean J Dent Mater*. 2018;45(3):187-98.
10. Mundim FM, Garcia Lda F, Pires-de-Souza Fde C. Effect of staining solutions and repolishing on color stability of direct composites. *J Appl Oral Sci*. 2010;18(3):249-54.
11. Yannikakis SA, Zissis AJ, Polyzois GL, Caroni C. Color stability of provisional resin restorative materials. *J Prosthet Dent*. 1998;80(5):533-9.
12. Yap AU, Mah MK, Lye CP, Loh PL. Influence of dietary simulating solvents on the hardness of provisional restorative materials. *Dent Mater*. 2004;20(4):370-6.
13. Kumar N, Sangi L. Water sorption, solubility, and resultant change in strength among three resin-based dental composites. *J Investig Clin Dent*. 2014;5(2):144-50.

## 임시치관용레진 타입에 따른 색안정성, 기계적 및 화학적 특성 비교

양송이<sup>1,2</sup>, 권지연<sup>1</sup>, 노지수<sup>1</sup>, 박소연<sup>1</sup>, 박하은<sup>1</sup>, 백은지<sup>1</sup>, 임수연<sup>2</sup>, 권재성<sup>2\*</sup>

건양대학교 의과대학 치위생학과<sup>1</sup>  
연세대학교 치과대학 치과생체재료공학교실 및 연구소<sup>2</sup>

다양한 종류의 임시치관용 레진이 시장에 유통되고 있음에도 불구하고 환자의 구강 상태에 따라 적절한 재료를 선택할 수 있는 근거자료는 없는 실정이다. 이에 본 연구는 임시치관용 레진 타입별 물리·화학적 특성을 비교하여 임상가에게 개별 환자의 구강에 가장 적절한 타입의 재료 선택 기준을 제공하고자 한다.

특성 비교를 위해 실험군은 power-liquid 타입(실험군 PL), light-cured 타입(실험군 LC) 그리고 auto-mix syringe 타입(실험군 AM)으로 설정하였다. 색 안정성의 경우, coke, coffee mix 와 americano 에 1 일, 7 일 침적 후 분광 광도계를 사용하여 색 변화량을 측정하였다. 경도의 경우, 증류수에 침적하기 전과 7 일 동안 침적시킨 후를 비교하기 위해 미세경도측정기를 이용하여 비커스경도값을 산출하였다. 또한 ISO 10477:2004 에 따라 만능시험기를 이용하여 3 점 굴곡강도를 측정하였다. 더불어 실험군의 물 흡수도 및 용해도를 측정하였다. 통계분석은 일원배치분산분석과 Tukey's test 로 사후 검정하였다 ( $p=0.05$ ).

모든 실험군은 증류수와 비교하여 침적용액에 담근 후 유의한 색 변화가 있었다( $p<0.05$ ). 색 안정성은 1 일, 7 일 침적 후 coffee mix 와 americano 에서 실험군 LC < 실험군 AM < 실험군 PL 순서로 유의한 차이가 있었다( $p<0.05$ ). 경도는 실험군 LC < 실험군 AM < 실험군 PL 순서로 유의한 차이가 있었다( $p<0.05$ ). 또한 같은 실험군 내에서 증류수 침적 전·후의 경도는 유의한 차이가 있었다( $p<0.05$ ). 굴곡강도는 실험군 LC < 실험군 PL < 실험군 AM 순서로 유의한 차이가 있었다 ( $p<0.05$ ). 물 흡수도 및 용해도는 실험군 AM < 실험군 PL < 실험군 LC 순서로 유의한 차이가 있었다 ( $p<0.05$ ).

위 결과를 바탕으로 본 연구는 임상가에게 임시치관용 레진 선택 시, 심미성, 마모도, 강도 요소를 고려하여 환자 개개인의 구강상황에 맞는 적절한 타입의 재료를 선택할 수 있는 기반을 마련하고, 환자에게는 보다 만족도 높은 재료의 적용에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

**색인 단어** : 색 안정성, 굴곡강도, 미세경도, 임시치관용 레진, 물흡수도 및 용해도

---