

# 글레이즈 컬러를 적용한 의치상 레진의 비커스 경도 평가

임용운

경동대학교 치기공학과

## Evaluation of the Vickers hardness on denture acrylic resins by glaze color

Yong-Woon Im

Department of Dental Technology, Kyungdong University, Wonju, Korea

### Article Info

Received August 4, 2022

Revised November 3, 2022

Accepted November 3, 2022

### Corresponding Author

Yong-Woon Im

Department of Dental Technology, Kyungdong University, 815 Gyeonhwon-ro, Munmak-eup, Wonju 26495, Korea

E-mail: iywoon9101@kduniv.ac.kr

https://orcid.org/0000-0002-9312-746X

**Purpose:** This study was conducted to compare the Vickers hardness on the denture acrylic resins using the glaze color system.

**Methods:** The specimens (20×2 mm) were prepared by mixing according to the manufacturer's protocols through thermal polymerization and self-polymerization. The surface roughness was measured using a testing machine after water-soaking for 48 hours. For the Vickers hardness measurement, the completed specimen was soaked in water for 48 hours and then applied at 200 gf for 30 seconds. Was the specimen immersed after being soaked in water for 48 hours at temperatures of 5°C and 55°C, respectively, for 30 seconds for the thermo-cycling treatment, and it was carried out 5,000 times.

**Results:** Surface roughness was higher in the more glazing group than in the control group. A significant difference was observed in all groups, except for the Retec Don 2000 and Luciton 199 groups ( $p < 0.05$ ). As a result of measuring the Vickers hardness, the treatment by glaze color showed slightly lower but the thermo-cycling treatment group appeared higher than control group in all.

**Conclusion:** Therefore, the glaze color was found to affect the surface roughness and showed a significant difference. The surface glaze color showed a very high Vickers hardness after the thermo-cycling treatment, indicating that the surface-strengthening effect is greater in the oral environment.

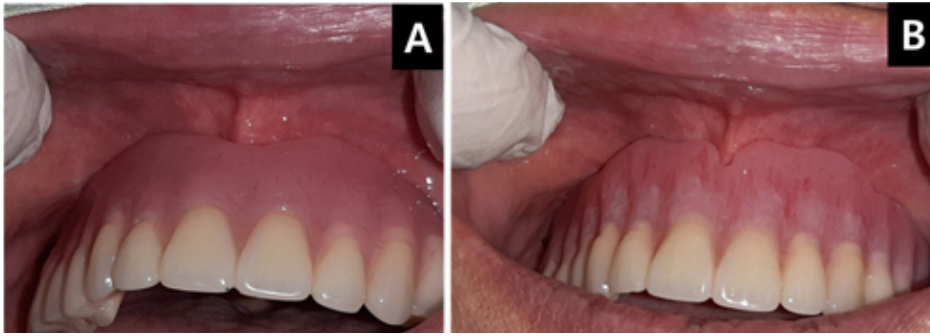
**Key Words:** Denture acrylic resin, Glaze color, Surface roughness, Thermo-cycling, Vickers hardness

## INTRODUCTION

열중합 의치상 레진은 가철성 보철물의 일종인 부분 틀니 또는 전부 틀니의 제작을 위해 빈번하게 사용되고 있다[1]. 치과용 의치상 레진은 전통적인 방법을 통해 널리 제작되고 있으며, 무엇보다 우수한 물리적 특성과 심미성이 요구된다. 최근 치은의 색조와 유사한 심미성 재현을 위해 다양한 방법들이 사용되고 있다. 전 입 시 단계별 색조 축성을 통해 재현하는 방법과 치은 부위를 삭제 후 치은 색조의 복합레진을 축성하는 방법이 있다[2-4]. 하지만, 복잡한 제작 공정과 고난도 기술이 요구되므로 치과기공 분야에서 널리 적용되지 못하고 있는 실정이다. 하지만, 최근에 의치

상 레진 단일 색조를 개선하기 위해 표면에 글레이즈 컬러(glaze color) 기술이 적용되고 있다. 이는 자연스러운 맞춤형 색조 재현이 쉽고, 고풍택 표면 연마가 아니어도 의치상 레진 표면의 광택도 형성이 가능하고, 표면 조도를 감소시키고, 착색 및 광택의 효과를 줄 수 있는 장점이 있다(Fig. 1).

구강 내 사용되는 의치상 레진은 우수한 표면 특성이 요구된다. 특히, 높은 습도와 온도의 조건하에서 낮은 표면 경도는 의치상 레진 표면의 거칠기를 증가시키고, 치석 및 치태 침착 유발의 원인으로 작용된다. 따라서 의치상 레진의 색조 재현과 더불어 표면 처리에 따른 우수한 표면조도와 임상적으로 만족할 만한 표면 미세경도가 필요할 것이다. 의치상 레진의 표면 경도 측정은 표면



**Figure 1.** Clinical denture before (A) and after (B) glaze color.

**Table 1.** Materials and machines in this study

Product	Code	Powder/liquid mixing ratio (g/ml)	Curing method	Company
Retec Press LT	PPL	-	Cold-curing	Retec, Rosbach, Germany
Retec Don 2000	RD	-	Heat-curing	Retec, Rosbach, Germany
Vertex RS	VR	2.15	Heat-curing	Vertex, Soesterberg, Netherlands
Triplex Hot	TP	2.34	Heat-curing	Ivoclar, Schaan, Liechtenstein
Luciton 199	LC	2.10	Heat-curing	Dentsply Sirona, Charlotte, NC, USA
Paladent 20	PD	2.50	Heat-curing	Heraeus, Hanau, Germany



**Figure 2.** Process of specimens from resin packing to polishing.

결합의 영향을 적게 받는 비커스 경도(Vickers hardness, HV) 측정법이 주로 사용된다[5]. 따라서 Kim 등[6]은 HV 측정법에 따른 아크릴 레진의 표면 경도는 수복물의 기계적 특성 평가에 유용한 척도가 된다고 보고하고 있다. 구강 내 세라믹 보철물의 경우, 글레이징 처리를 통해 표면의 경도 및 조도를 감소시키는 것으로 보고되고 있다[7,8]. 하지만, 의치상 레진의 표면 글레이즈 컬러링 기법에 따른 맞춤형 색조 재현 기술이 표면 조도, 표면 미세경도 등 표면 특성 변화에 미치는 영향에 대한 연구는 미미한 실정이다.

모든 치과보철물은 구강 내 환경과 유사한 환경에서 평가를 통한 변화를 예측하는 것이 의치상 레진의 수명 확보를 위해 매우 중요하다. 이에 구강 내 환경에서 치과용 의치상 레진의 열적 충격에 따른 변화는 열 순환 장치를 이용하여 빈번하게 평가되어 왔다[4].

따라서 본 연구에서는 의치상 레진의 표면 글레이즈 컬러링 기법을 통한 의치상 레진의 표면 조도를 평가하고, 유사 임상시험을 위한 열순환 처리에 따른 표면미세경도를 평가하여 의치상 레진 표면에 적용되는 처리 기술이 의치상 레진에 미치는 영향을 평가하고자 하였다.

## MATERIALS AND METHODS

### 1. 의치상 레진의 시편 제작

#### 1) 열중합형 의치상 레진

본 연구에서는 의치상 레진의 표면 HV를 측정하기 위해 시중에서 널리 사용되는 의치상 레진을 사용하였다(Table 1). 제작방법은 전통적인 레진 전입 방법을 사용하였으며, 열중합 의치상 레진의 시편(n=5)을 얻기 위해 직경 20 mm, 두께 2 mm의 크기로

아크릴 레진을 제작하였다. 제작 후 통법대로 플라스크에 1차 매몰 후 아크릴 시편을 삽입하고, 매몰용 석고로 2차 매몰을 하였다. 손쉬운 제거를 위해 아크릴 시편의 테두리는 왁스로 얇게 도포하였다. 플라스크는 고온의 스팀 클리너에서 5분간 적용 후 wax wash를 위해 제거하였다. 아크릴 시편을 제거한 후 레진 분리제를 도포하고 제조사의 지시에 따라 열중합 의치상 레진을 30초간 혼합하여 15분 후 병상 단계(dough stage)에서 전입하였다. 전입 후 제조사에 지시에 따라 70℃의 물에 담근 후 100℃까지 온도를 상승시키고, 100℃에서 30분간 중합하여 방냉하였다. 매몰재를 제거한 후 의치상 레진의 시편을 다듬고 연마하였다(Fig. 2).

2) 자가중합형 의치상 레진

자가중합형 의치상 레진의 시편을 얻기 위해 직경 20 mm, 두께 2 mm의 크기로 몰드를 제작한 후 제조사의 지시에 따라 혼합한 후 음형의 공간에 주입하였다. 주입 후 진공가압을 10분간 시행한 후 시편의 표면을 연마하여 제작하였다.

2. 표면 연마 및 글레이즈 컬러링

열중합 의치상 레진의 기계적인 연마를 위해 SiC 연마지 800~1,200 순으로 단계별 연마를 시행하였다. 글레이즈 컬러링 처리를 위해 glass bead 입자를 이용하여 15초간 표면을 sand-blasting 한 후 스팀 클리너(SE-KI Dental; Seoul, Korea)를 이용하여 깨끗이 세척하고 건조하였다. 붓을 이용하여 clear glazing을 도포하고 vibrator를 이용하여 5초간 진동으로 표면을 매끄럽게 한 후 light emitting diode (LED) 중합기에서 15초간 중

합하였다(Table 2). 또한 중합기를 이용하여 전용의 ultraviolet 중합기에서 5분 40초간 중합을 시행하였다(Fig. 3).

3. 열순환 처리

글레이즈 컬러링 처리 후 표면 특성을 평가하기 위해 5℃와 55℃의 열 변환이 가능한 열 순환 기계장치(Thermo-cycling machine; Giken, Tokyo, Japan)에서 5,000회 시행하였다. 시편의 수중 침적 시간과 중간 계류 시간은 각각 30초 시행하였으며, 시편들은 37℃에서 48시간 증류수에 보관한 후 측정하였다.

4. 표면 조도 측정

표면 조도 측정을 위해 의치상 레진 시편들은 연마 후 증류수에서 5분간 세척 후 표면을 티슈 페이퍼로 물기를 제거한 후 표면조도 측정기(SJ-400; Mitutoyo, Kawasaki, Japan)를 이용하여 이송속도 0.5 mm/s로 중앙부위에서 4.0 mm의 거리를 측정하였다(Fig. 4). 단면곡선에서 필터를 통해 파장을 제거하는 컷오프(Cut-off, λc) 값은 0.8 mm로 하였다. 각각의 시편 표면에서 서로 다른 방향으로 3회 측정하여 산술 평균조도(Ra)의 평균값을 산출하여 계산하였다.

Table 2. Glaze color and light curing machine

Product	Company
Optiglaze color	GC, Tokyo, Japan
Dr's light AT	Good Doctors, Incheon, Korea
Schotz Nano Paq LED	Rolence Enterprise Inc., Taoyuan, Taiwan

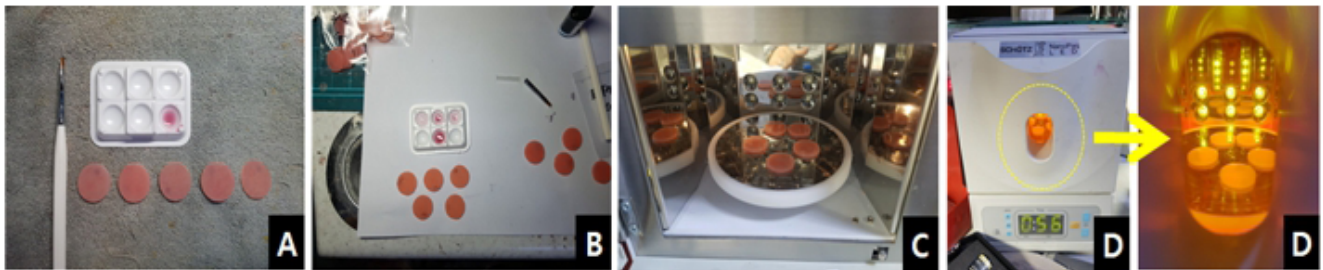


Figure 3. Glaze color and curing process from (A) to (D).

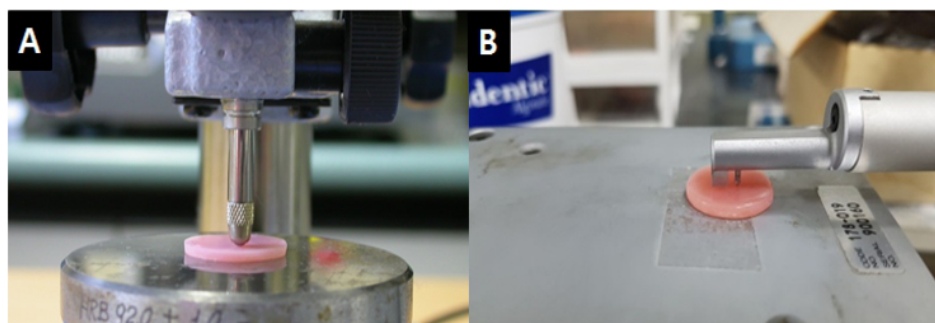


Figure 4. Measurement of thickness (A) and surface roughness (B).

### 5. 표면 미세경도 측정

고광택 연마가 완료된 시편은 마이크로 비커스 미세경도 측정기(HM-122; Mitutoyo)를 이용하여 전자기력에 의하여 136°의 대각을 갖는 피라미드 다이아몬드 팁에 하중을 전달하여, 시편에서 하중에 따른 압자의 침투 깊이를 측정하였다. 각각의 시편은 수중 보관 후 흡습지로 물기를 완전히 제거한 후 샘플 평행 유지장치(810-020; Mitutoyo)로 두께를 측정하였다(Fig. 5). 경도 측정은 200 gf에서 하중 유지시간은 30초를 적용하였다. 시편들의 HV는 아래와 같이 F/A의 값으로 결정하였으며, 여기서 F는 가해진 하중(kgf)이고, A는 압흔의 표면적이다.

$$HV = F/A \approx 1.8544 F/d^2$$

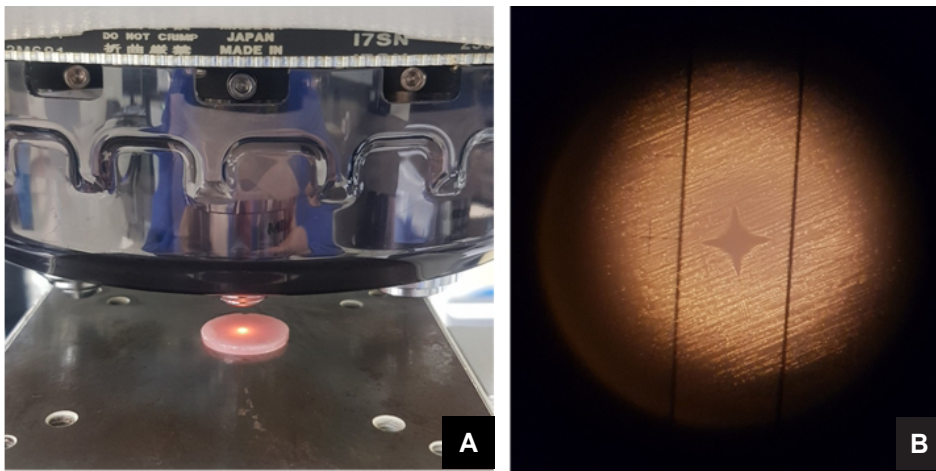
### 6. 통계분석

통계처리는 IBM SPSS Statistics 26.0 (IBM, Armonk, NY, USA)를 이용하여 표면 글레이즈 컬러와 열 순환에 따른 의치상 레진의 HV 평균값들을 일원배치분산분석(one-way ANOVA) 하였으며, Scheffé's post hoc 사후 검정을 실시하였으며 유의수준 p<0.05로 하였다.

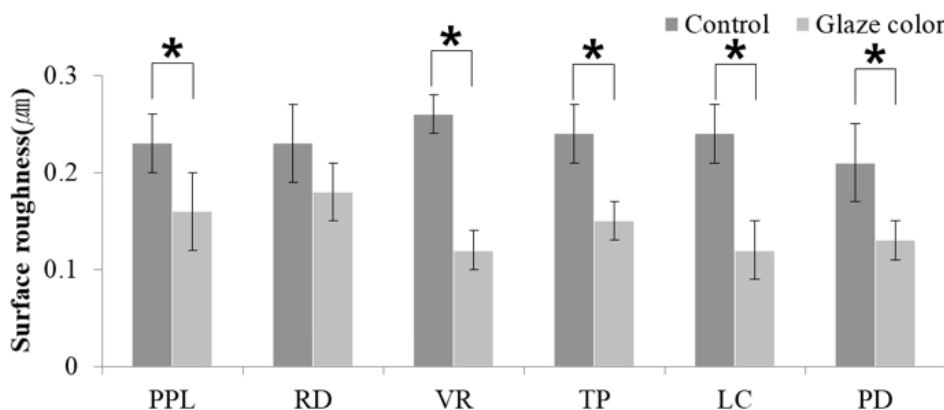
## RESULTS

의치상용 레진의 글레이즈 컬러 표면 처리에 표면 조도 값은 Fig. 6에 나타내었다. 의치상 레진의 평균 Ra값은 0.12~0.18 μm로 고광택 발현의 기준점(0.2 μm)보다 하회하였으나, 통계적으로 유의한 차이는 없었다(p<0.05). 본 연구에서 표면조도는 글레이즈 컬러 처리 후 모든 재료에서 우수한 표면 조도를 보였다(<0.2 μm). 글레이즈 컬러 처리 후 Vertex RS (VR)군에서 53.85%로 가장 높은 표면 조도 감소율을 보였으며, Retec Don 2000 (RD)군은 21.74%로 가장 낮은 감소율을 나타내었다(Table 3).

의치상용 레진의 글레이즈 컬러 표면 처리에 표면 미세경도 값은 Fig. 7에 나타내었다. Triplex Hot (TP)군에서 가장 높은 비커스 경도값(Vickers hardness number, VHN)을 보였으며, Retec Press LT (PPL)군과 Paladent 20 (PD)군에서 19.4 VHN로 가장 낮은 경도를 나타내었다. 대조군에서 HV는 19.4~20.4 VHN의 범위 값을 나타내었으며, 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 글레이즈 컬러링 처리 후 HV는 17.2~18.7 VHN의 범위 값을 보였으며, LC군에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 글레이즈 컬러 처리 후 열 순환을 시행한 결과 HV는 모든 군에서 높은 VHN을



**Figure 5.** Measurement of Vickers hardness (A) and photograph (B) of indentation at 200 gf.



**Figure 6.** Results of surface roughness before and after glaze color. The columns connected by bars were significantly different. PPL: Retec Press LT, RD: Retec Don 2000, VR: Vertex RS, TP: Triplex Hot, LC: Luciton 199, PD: Paladent 20. \*Significantly different by groups (p<0.05).

보였다. PD군에서 24.9 VHN으로 가장 높은 경도 값을 보였으며, LC군에서 21.0 VHN으로 가장 낮았다.

## DISCUSSION

치과용 틀니를 제작하기 위해 사용되는 의치상 레진은 우수한 표면 경도를 가져야 한다. 낮은 표면 경도를 갖는 의치상 레진은 구강 내 장기간 사용 시 섭취 음식물에 따라 표면의 잦은 스크래치로 인해 거칠기를 증가시킨다. 따라서 Berger 등[8]과 Hwang 등[9]은 의치상 레진의 최종 마무리 단계에서 rouge를 이용한 고광택 표면 연마를 시행해야 한다고 하였다. 특히 표면 연마 시 고광택 발현의 기준이 되는  $0.2\ \mu\text{m}$  이하의 표면 조도가 되어야 한다. 일반적인 고광택 연마는  $0.2\ \mu\text{m}$  이하의 우수한 표면조도를 갖고 있으며, 이는 잔류하는 음식물의 부착 및 세균의 증식을 억제할 수 있는 것으로 보고되고 있다. 최근 이러한 고광택 연마가 아닌 폴리머 계열의 심미성 강화 효과를 주기 위해 적용되는 글레이즈 컬러 기법이 사용되고 있다. 이는 의치상 레진의 단일 색조를 문제를 해결하고, 자연 치은의 색조로 재현할 수 있기 때문에 널리 사용되고 있다.

의치상 레진의 글레이즈 컬러 표면 처리에 표면조도 값은 Fig.

**Table 3.** Results of surface roughness and reduction ratio

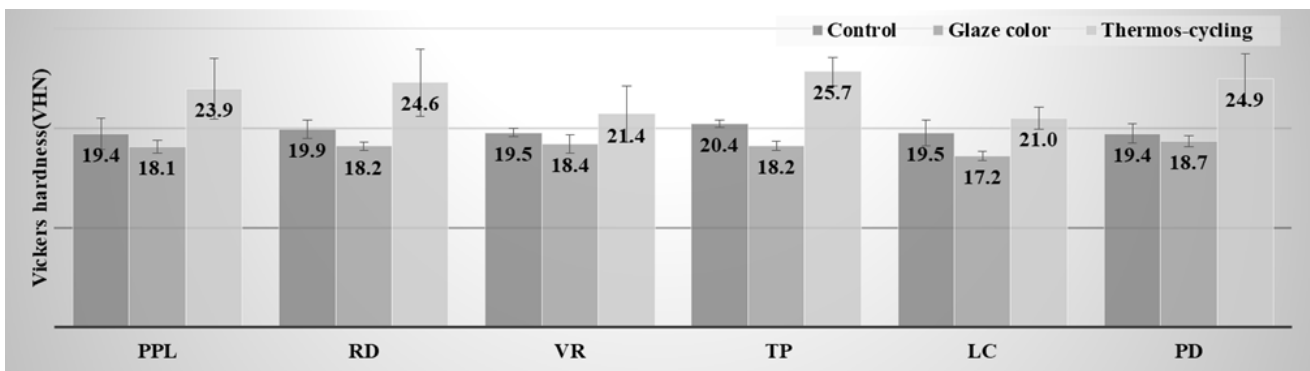
Group	Control*	Glaze color*	Reduction ratio (%)
PPL	0.23	0.16	30.43
RD	0.23	0.18	21.74
VR	0.26	0.12	53.85
TP	0.24	0.15	37.50
LC	0.24	0.12	50.00
PD	0.21	0.13	38.10

PPL: Retec Press LT, RD: Retec Don 2000, VR: Vertex RS, TP: Triplex Hot, LC: Luciton 199, PD: Paladent 20.

\* $p < 0.05$ .

6에 나타내었다. 의치상 레진의 평균 Ra값은  $0.12\sim 0.18\ \mu\text{m}$ 로 고광택 발현의 기준점보다 하회하였으나, 통계적으로 유의한 차이는 없었다( $p < 0.05$ ). 본 연구에서 표면조도는 글레이즈 컬러 처리 후 모든 재료에서 우수한 표면 조도를 보였다( $< 0.2\ \mu\text{m}$ ). Bol-len 등[10]은 치과용 수복물의 표면 조도는  $0.2\ \mu\text{m}$  이하의 수준으로 권고하고 있는 것과 일치하는 결과를 보였다. 이는 Abuzar 등[11]의 보고와 같이 매끄러운 표면에서 세균의 증식과 부착을 억제할 수 있기 때문에 임상적 허용 임계점으로 사용되고 있다. Im과 Hwang [9]의 보고에 따르면, rouge 광택까지 연마해야  $0.2\ \mu\text{m}$  이하의 표면 조도를 얻을 수 있다고 하였다. 이는 글레이즈 컬러 기법에 의한 표면 처리는 표면 조도를 감소시키는데 영향을 미치는 것으로 사료된다. 또한 임상에서 의치상 표면 연마에 의한 기계적 공정을 감소시키므로 생산 시간을 단축할 수 있을 것으로 사료된다. 특히, 글레이즈 처리 후 VR군에서 53%로 가장 높은 표면 조도 감소율을 보였으며, RD군은 21.74%로 가장 낮은 감소율을 나타내었다. 이는 의치상 레진의 성분과 글레이즈 컬러의 다이렉트 레진과의 상호 반응에 의한 것으로 판단되나 추가적인 연구가 필요할 것으로 보인다. 의치상 레진의 종류에 따른 표면 조도 감소율은 다소 차이가 있지만 모든 군에서  $0.2\ \mu\text{m}$  이하의 우수한 표면조도를 보여 임상 적용 시 우수한 표면을 얻을 수 있을 것으로 생각된다. 따라서 글레이즈 컬러 표면처리는 기계적 고광택 연마 수준의 효과를 갖는 것으로 볼 수 있다. 다만, 이러한 표면 글레이즈의 지속성과 내마모성 평가에 대한 추가적인 연구를 통한 종합적인 평가가 필요할 것으로 사료된다.

치과용 틀니에 사용되는 의치상 레진은 심미성 강화 효과를 얻기 위해 우수한 표면 조도를 갖는 것 뿐 아니라 우수한 표면 미세 경도를 보여야 한다. HV법은 의치상 레진의 표면의 굳기를 측정하는데 유용하게 사용되고 있다[6]. 이에 본 연구에서는 글레이즈 컬러 기법에 의치상 레진의 표면의 강화 효과가 있는지의 여부를 확인하기 위해 HV 평가를 하였다. TP군에서 가장 높은 HV를 보였으며, PPL군과 PD군에서 19.4 VHN로 가장 낮은 경도를 나타



**Figure 7.** Results of Vickers hardness according to glaze color and thermos-cycling. PPL: Retec Press LT, RD: Retec Don 2000, VR: Vertex RS, TP: Triplex Hot, LC: Luciton 199, PD: Paladent 20.

내었다(Fig. 7). 대조군에서 HV는 19.4~20.4 VHN의 범위 값을 나타내었으며, 통계적으로 유의한 차이는 없었다( $p < 0.05$ ). 글레이즈 컬러 처리 후 HV는 17.2~18.7 VHN의 범위 값을 보였으며, LT군에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 글레이즈 처리 후 표면 경도는 유의한 차이가 없었으며, 오히려 경도 감소가 모든 군에서 관찰되었다. 이는 앞서 언급한 바와 같이 의치상 레진 표면에 글레이즈 컬러 다이렉트 리퀴드의 영향으로 보이나 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

구강 내 사용되는 모든 보철물은 저작 기능과 함께 열 변환 환경에 노출되고 장기간 사용하게 된다. 이러한 변화에 대응하기 위해 Im과 Hwang [12]은 열 순환 장치를 이용한 임상적 평가가 선행되어야 한다고 하였다. 본 연구에서는 구강 내 유사 시험으로 5°C와 55°C의 열 순환 환경 속에서 5,000회 실시하였으며, 열 순환을 시행한 결과 HV는 모든 군에서 높은 값을 보였다. 이는 LED 광원을 통한 글레이즈 컬러 처리 표면은 1차적으로 LED 중합기에 의한 초기 경화와 2차적으로 광중합 레진 중합기를 통한 후경화 공정을 거친다. 게다가 열 순환 처리에 따른 55°C의 강한 열 자극은 글레이즈 표면 경화에 영향을 준 것으로 사료된다. 글레이즈 컬러링 표면처리에 LED 광원으로 초기 표면경도에 영향을 주지만, 구강 내 적용 시 열 처리에 의한 이중 강화효과로 나타나는 것으로 사료된다. 이는 글레이즈에 의한 초기 표면경도와는 달리 임상영역을 재현한 구강 내 환경 조건에서 열 순환 처리가 보다 우수한 표면 경도 강화효과를 얻을 수 있을 것으로 사료된다. 임상적 상황을 고려할 때 의치상 레진의 글레이즈 컬러 처리의 영향을 받는 것으로 생각된다.

끝으로 표면 조도 및 HV에 따른 표면 특성 외에도 표면 글레이즈 컬러 기법을 적용한 의치상 레진의 마모도 평가와 굽힘 특성 등 기계적 특성 평가를 통한 종합적인 평가를 위해 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

## CONCLUSIONS

본 연구에서는 표면 글레이즈 컬러링 처리에 따른 의치상 레진의 표면 조도와 HV의 표면 특성 및 열 순환 처리에 따른 표면 HV를 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 의치상 레진의 표면 글레이즈 컬러링 처리는 모든 군에서 낮은 표면 조도를 보였다.

2. 글레이즈 컬러 처리 후 VR군에서 표면 조도 감소율이 가장 높았으며(53.85%), RD군에서 감소율이 가장 낮았다(21.74%).

3. 글레이즈 컬러 처리 후 열 순환을 시행한 HV는 모든 군에서 높은 VHN (>21)을 보였다.

의치상 레진의 표면 글레이즈 컬러 처리는 표면 조도 감소 효과

를 보이며, 열 순환 처리 시 의치상 레진의 표면 미세경도 강화효과가 나타나는 것으로 보아 구강 내 임상적 환경을 종합적으로 고려할 때 임상 사용이 가능할 것으로 사료된다. 따라서 글레이즈 컬러 처리에 의한 의치상 레진의 표면 맞춤형 색조 재현 기술은 본 임상연구 결과 내에서의 글레이즈 컬러 적용이 가능할 것으로 생각된다.

## FUNDING

This research was supported by Kyungdong University Research Fund, 2020.

## ACKNOWLEDGEMENTS

None.

## CONFLICT OF INTEREST

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

## ORCID

Yong-Woon Im, <https://orcid.org/0000-0002-9312-746X>

## REFERENCES

1. Kuhar M, Funduk N. Effects of polishing techniques on the surface roughness of acrylic denture base resins. *J Prosthet Dent.* 2005;93:76-85.
2. Ichiwata T, Ueda K, Takeda T, Goto H, Shirane M, Nakamura A, et al. Research into the colors of denture base resin--influence of differences in shade and thickness. *J Nihon Univ Sch Dent.* 1984;26:30-38.
3. Balchin EJ. The use of acrylic stains to retain shade harmony in dentures. *Dent Tech.* 1983;36(10 Suppl): 30-31.
4. Im YW, Hwang SS. Evaluation of flexural properties of indirect gum-shade composite resin for esthetic improvement. *J Dent Hyg Sci.* 2015;15:407-412.
5. Wang L, D'Alpino PH, Lopes LG, Pereira JC. Mechanical properties of dental restorative materials: rela-

- tive contribution of laboratory tests. *J Appl Oral Sci.* 2003;11:162-167.
6. Kim GR, Kim DA, Kim NS, Yang TH, Lee HH. Effects of indentation load and immersion period in water on Vickers hardness of denture base resins. *Korean J Dent Mater.* 2014;41:155-160.
  7. Al-Kheraif AA. The effect of mechanical and chemical polishing techniques on the surface roughness of heat-polymerized and visible light-polymerized acrylic denture base resins. *Saudi Dent J.* 2014;26:56-62.
  8. Berger JC, Driscoll CF, Romberg E, Luo Q, Thompson G. Surface roughness of denture base acrylic resins after processing and after polishing. *J Prosthodont.* 2006;15:180-186.
  9. Hwang SS, Im YW, Kim SC, Han MS. Evaluation of surface roughness of heat-polymerized denture base resin according to the polishing step. *J Korean Acad Dent Technol.* 2015;37:205-212.
  10. Bollen CM, Lambrechts P, Quirynen M. Comparison of surface roughness of oral hard materials to the threshold surface roughness for bacterial plaque retention: a review of the literature. *Dent Mater.* 1997;13:258-269.
  11. Abuzar MA, Bellur S, Duong N, Kim BB, Lu P, Palfreyman N, et al. Evaluating surface roughness of a polyamide denture base material in comparison with poly(methyl methacrylate). *J Oral Sci.* 2010;52:577-581.
  12. Im YW, Hwang SS. Influence of mechanical properties with gingival shade composites resin according to the thermocycling treatment. *J Korean Acad Dent Technol.* 2017;39:83-91.