

## 의치상 이장재의 젖음성 비교

김다인<sup>1</sup>, 정지혜<sup>1</sup>, 공현준<sup>1</sup>, 김유리<sup>1</sup>

<sup>1</sup>원광대학교 치과대학 치과보철학교실

### ORCID ID

Da-In Kim,  <https://orcid.org/0000-0002-0904-9404>

Ji-Hye Jung,  <https://orcid.org/0000-0003-3322-4011>

Hyun-Jun Kong,  <https://orcid.org/0000-0001-9331-3572>

Yu-Lee Kim,  <https://orcid.org/0000-0003-1350-5895>

### ABSTRACT

#### Wettability of denture relining materials to saliva substitute

Da-In Kim<sup>1</sup>, Ji-Hye Jung<sup>1</sup>, Hyun-Jun Kong<sup>1</sup>, Yu-Lee Kim<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Prosthodontics, College of Dentistry, Wonkwang University

**Purpose :** The purpose of this study was to compare the wettability of 4 type of denture relining materials by measuring contact angle with saliva substitute.

**Materials and methods :** Heat-cured reline resin(Vertex RS), Self-cured reline resin(Probbase Cold, Tokuyama Rebase II), soft liner(COE Soft) were fabricated as specimens. Before and after storage in saliva substitute for 24 hour, contact angle between specimens and CMC based saliva substitute(Xerova soln) were measured.

Contact angle according to denture relining materials were analyzed by one-way ANOVA and Tukey test( $\alpha=0.05$ ). Contact angle before and after storage in saliva substitute were analyzed by independent t test( $\alpha=0.05$ ).

**Results :** Before storage, Rebase II showed significantly lower contact angle compared to Vertex RS, Probbase Cold, COE Soft( $P<0.05$ ) and COE Soft showed significantly higher contact angle compared to Vertex RS, Probbase Cold, Rebase II( $P<0.05$ ). After storage, Rebase II showed significantly lower contact angle compared to Vertex RS, COE Soft( $P<0.05$ ) and COE Soft showed significantly higher contact angle compared to Vertex RS, Probbase Cold, Rebase II( $P<0.05$ ). Before and after storage, Rebase II and COE Soft showed significant difference( $P<0.05$ ).

**Conclusion :** Before and after storage in saliva substitute for 24 hour, the contact angle was highest in the order of Rebase II, Probbase Cold, Vertex RS, and COE Soft. After storage in saliva substitute for 24 hour, the contact angle of Rebase II and COE Soft changed, but Vertex RS and Probbase Cold did not change.

**Key words :** denture relining material, contact angle, wettability

#### Corresponding Author

Yu-Lee Kim, DDS, MS, Phd, Professor

Professor, Department of Prosthodontics College of Dentistry, Wonkwang University,

#460 Iksan-Daero, Iksan, 54538, Republic of Korea

Tel : +82-63-859-2938 / E-mail : pro11@wku.ac.kr

ACKNOWLEDGEMENT 이 논문은 2022학년도 원광대학교 교비지원에 의해서 연구됨.

## I. 서론

무치악 환자에게 총의치는 저작, 심미 및 발음을 회복하는데 적절하다. 무치악 환자의 잔존치조제와 연조직은 발치 후 시간이 경과함에 따라 변화와 흡수가 일어나며 처음 의치를 제작하였을 때 적합도가 만족스러웠다 할지라도 연조직과 경조직의 흡수가 발생하여 의치상의 조직면과의 적합도가 감소하게 된다<sup>1)</sup>. 의치의 조직 지지가 부족해지면 더 심한 치조제의 흡수를 초래하고, 잔존치에 더 많은 하중이 가해지는 등 다양한 문제를 유발하게 되므로 주기적인 침상을 시행해야 한다<sup>2~4)</sup>.

적합도가 감소된 의치상을 개선하는 이장방법으로는 직접법과 간접법이 있다. 직접법은 이장재를 의치상 조직면에 첨가하여 구강 내에서 직접 시행하는 방법이고, 간접법은 기존 의치를 트레이로 이용하여 인상을 채득한 후 인상면을 의치상 레진으로 대체하는 방법이다<sup>5)</sup>. 직접법은 조작이 용이하여 시술과정이 간단하며 의치상의 변형이 적고 환자가 의치 없이 지내는 시간이 없다는 장점이 있다<sup>6)</sup>. 하지만 점막에 자극이 갈 수 있고, 의치상 재료에 대한 이장재의 결합강도가 부족하다. 간접법은 직접법에 비해 침상된 면의 탈락, 기포 등이 적고, 의치상 외에 인공치 수리나 교체 등 다른 조치가 필요할 때도 유리하며, 직접법보다 쉽게 적절한 두께를 만들 수 있고 타액에 노출되지 않아 기존 의치상과 결합강도가 강하다<sup>6)</sup>. 그러나 중합열에 의해 의치상의 변형이 발생할 수 있으며, 가공과정이 복잡하고 오래 걸려 환자가 의치 없이 지내는 기간이 필요하다.

의치상 이장재는 경성 이장재와 연성 이장재로, 경성 이장재는 중합 방식에 따라 열중합형, 자가중합형 등으로 구분할 수 있다<sup>7)</sup>. 열중합형 레진은 정확도, 강도, 색조 안정성, 심미성, 조직 친화성 등의 측면에서 의치상 이장재로 사용되고 있다. 자가중합형 레진은 의치상의 초기변형을 방지할 수 있으나 기계적 물성이 열중합형 이장재에 비해

다소 떨어진다<sup>7)</sup>. 연성 이장재는 염증에 이환된 점막에 가해지는 하중을 완화하고, 단단한 의치상과 잔존 치조제 사이에 완충효과를 나타내는 탄성재이다<sup>8,9)</sup>. 레진과 결합력이 불량하고 위생관리가 힘들다. 연성 이장재를 오래 사용하게 되면, 의치상 레진과의 분리, 진균의 증식, 치태나 치석의 부착, 색상 변화 등의 문제가 발생한다<sup>8)</sup>.

의치상 이장재의 물성을 평가하는 방법은 기존 의치상과의 결합강도, 파절강도, 굴곡강도, 세포독성, 젖음성 등이 있다. 이 중 의치상 이장재의 젖음성은 의치의 유지에 있어서 중요한 특성이다<sup>2)</sup>. 타액의 의치 내면에 쉽게 퍼지면 지지조직과 의치 사이의 밀착력이 증가한다<sup>10)</sup>. 의치 표면에 대한 타액의 젖음성은 둘 사이의 접촉각을 측정하여 알 수 있다. 접촉각이 낮을수록 젖음성이 더 좋다. 타액대체제가 많이 사용되고 있으며 타액대체제는 의치에 적절한 젖음성을 가져야 한다. 그러나 타액대체제를 이용한 의치상 이장재의 젖음성에 대한 연구는 부족하다.

본 연구는 열중합형 레진 이장재, 2종류의 자가중합형 레진 이장재, 연성이장재에 대한 타액대체제의 접촉각을 측정하여 젖음성을 비교하고 평가하는 것이다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 연구 재료

본 연구에 사용된 의장재는 열중합형 레진 이장재 Vertex RS(Vertex Dental, Zeist, The Netherlands), 자가중합형 레진 이장재인 Probase Cold(Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Lietschentein)와 Tokuyama Rebase II(Tokuyama, Tokyo, Japan), 연성 이장재 COE Soft(GC America, Alsip, USA)가 사용되었다(Table 1). 접촉각 측정 시 사용하는 유체로는 카르복시메틸셀룰로오스 기반 인공 타액대체제(Xerova soln, HK kolmar,

Table 1. Denture relining materials used in this study

group	Product	Type	Composition	Curing	Manufacturer
VR	Vertex RS	Hard laboratory denture liner	acrylic(PMMA)	heat-curing	Vertex Dental, Zeist, The Netherlands
PC	ProBase Cold	Hard laboratory denture liner	acrylic(PMMA)	self-curing	Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Lietschentein
RB	Tokuyama Rebase II	Hard chairside denture liner	acrylic(PEMA)	self-curing	Tokuyama Dental Corp, Toyko, Japan
CS	COE Soft	Soft chairside denture liner	silicone	self-curing	GC America, Alsip, USA

PMMA = polymethyl methacrylate; PEMA = polyethyl methacrylate

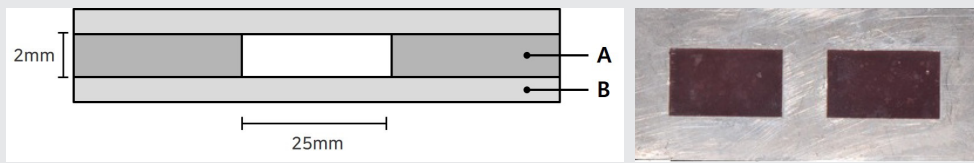


Fig. 1. Specimen was manufactured by placing the metal mold(A) between the two slide glasses(B)

Seoul, Korea)를 사용하였다.

## 2. 연구 방법

### 1) 시편 제작

금속 몰드(80 × 25 × 2 mm)와 두 개의 유리판을 준비하였고, 금속 몰드를 이용하여 막대 모양의 시편(25 × 15 × 2 mm)을 제작하였다. 평평한 표면을 얻기 위해 금속 몰드를 두 개의 유리판 사이에 놓고 시편을 제작하였다. 각 군당 30개의 시편을 제작하였다(Fig. 1).

#### (1) 열중합형 레진이장재(Vertex RS)

파라핀 왁스로(25 x 15 x 2mm) 직육면체 형태로 납형을 제작하고 의치용 플라스크에 플라스터를 이용하여 매

몰한 뒤 왁스를 제거하고 주형을 형성하였다. Vertex RS를 제조사 지시에 따라 혼합하고 병상기 때 주형에 전입한 후 100℃의 물에서 20분 동안 중합하였다. 중합한 후 시편을 비누와 물로 세척한 후 초음파 세척기로 행구고 건조시킨 후 의치 조직면을 시뮬레이션하기 위해 연마하지 않았다.

#### (2) 자가중합형 기공실용 레진이장재(Probase Cold)

Probase Cold를 제조사 지시에 따라 혼합하고 흐름 단계에서 금속 몰드에 주입하고 4분 동안 경화시켰다. 40℃의 가압장치에서 30 psi로 15분간 중합하였다. 중합한 후 시편을 비누와 물로 세척한 후 초음파 세척기로 행구고 건조시킨 후 의치 조직면을 시뮬레이션하기 위해 연마하지 않았다.

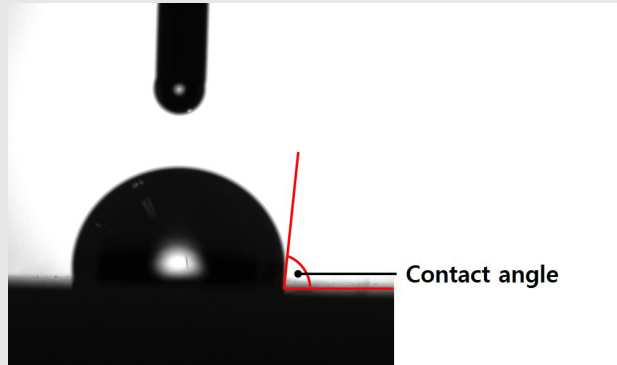


Fig. 2. Digital images of goniometer measurements. After injecting fluid into the specimen surface and taking digital images, the contact angle was measured.

### (3) 자가중합형 진료실용 레진이장재(Rebase II)

Rebase II를 제조사 지시에 따라 혼합하고 금속 몰드에 주입하여 8분간 경화시켰다. 경화제를 넣은 50°C의 물 200 ml에 시편을 넣고 3분간 중합하였다. 중합 후 시편을 비누와 물로 세척한 후에 초음파 세척기로 행구고 건조하였다. 의치 조직면을 시뮬레이션하기 위해 연마하지 않았다.

### (4) 연성이장재(COE Soft)

COE Soft를 제조사 지시에 따라 혼합하고 금속 몰드에 주입하고 8분간 경화시켰다. 찬 물에 행군 뒤 과잉의 재료는 뜨거운 스파출라를 이용하여 제거하였다. 시편을 비누와 물로 세척한 후 초음파 세척기로 행구고 건조시킨 후 의치 조직면을 시뮬레이션하기 위해 연마하지 않았다.

## 2) 접촉각의 측정

광학 접촉각 측정 방법인 sessile drop 기법을 사용하여 측정하였다. sessile drop 기법은 유체를 고체 표면 위에 떨

어뜨리고 유체와 고체 표면 사이의 각을 측정하는 방법이다. 접촉각 측정기인 Optical Tensionmeter(Attension-biolin scientific Co, Stockholm, Sweden)과 Xerova soln(HK kolmar, Seoul, Korea)을 이용하여 접촉각을 측정하였다(Fig. 2). 카메라를 사용하여 시편 표면에 주입된 유체(5 $\mu$ l)의 접촉각을 기록하였다. 경화 직후와 37 $\pm$ 2°C의 타액대체재에 24시간동안 보관한 후에 각각 접촉각을 측정하였다.

## 3) 통계 분석

4가지 재료에 따른 접촉각의 차이를 위해 일원배치 분산분석(One-way ANOVA)을 사용하여 통계처리하였으며, 사후 분석은 Tukey test를 사용하였다. 각 재료에 대해 타액대체재 보관 전후의 접촉각의 차이를 비교하기 위해 독립표본 t 검정을 시행하였다. 모든 통계는 통계 소프트웨어 프로그램(IBM SPSS Statistics, v20.0; IBM Corp)를 이용하였으며, 유의 확률이 0.05 이하인 경우에 통계적으로 유의하다고 판단하였다.

### III. 결과

#### 1. 경화 직후 4가지 의치상 이장재의 접촉각

경화 직후 Vertex RS, Probase Cold, Rebase II, COE Soft의 접촉각 평균값을 비교한 결과 의치상 이장재의 종류에 따라 접촉각에 유의한 차이가 있었다( $P < 0.05$ ). Vertex RS와 Probase Cold는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. Rebase II는 Vertex RS, Probase Cold,

COE Soft보다 낮은 접촉각을 보였고, COE Soft는 Vertex RS, Probase Cold, Rebase II보다 높은 접촉각을 보였으며, 이는 통계적으로 유의한 차이가 있었다( $P < 0.05$ ) (Table 2, Fig. 3).

#### 2. 타액대체재에 24시간 보관 후 4가지 의치상 이장재의 접촉각

$37 \pm 2^\circ\text{C}$ 의 타액대체재에 24시간 보관 후 Vertex RS,

Table 2. Mean of contact angle of denture relining materials after setting.

Group	Number	Mean	SD
Vertex RS	30	56.7 <sup>b</sup>	10.716
Probase Cold	30	56.5 <sup>b</sup>	19.878
Rebase II	30	46.7 <sup>a</sup>	9.014
COE Soft	30	72.6 <sup>c</sup>	4.899

Different letters represent significant differences ( $P < 0.05$ ).

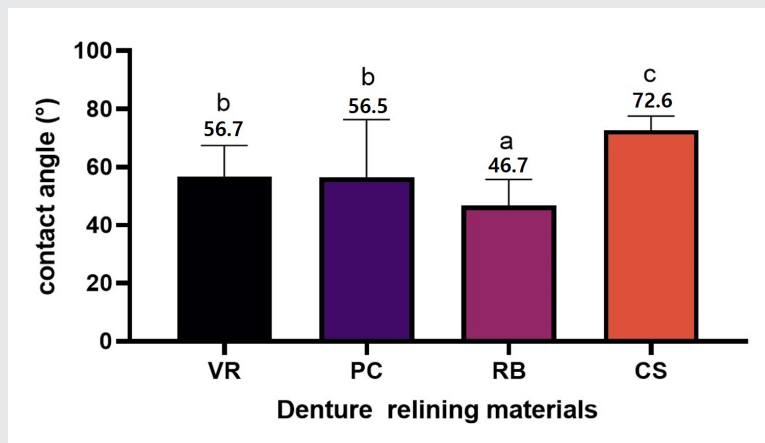


Fig. 3. Mean of contact angle of denture relining materials after setting. Different letters represent significant differences ( $P < 0.05$ ).

Probase Cold, Rebase II, COE Soft의 접촉각 평균값을 비교한 결과 의치상 이장재의 종류에 따라 접촉각에 유의한 차이가 있었다( $P<0.05$ ). Vertex RS와 Probase Cold는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. Rebase II는 Vertex RS, COE Soft보다 낮은 접촉각을 보였고, COE Soft는 Vertex RS, Probase Cold, Rebase II보다 높은 접촉각을 보였으며, 이는 통계적으로 유의한 차이가 있었다( $P<0.05$ ) (Table 3, Fig. 4).

### 3. 4가지 의치상 이장재의 보관 전후 접촉각 비교

보관 전후 접촉각을 비교한 결과, Vertex RS과 Probase Cold는 유의한 차이를 보이지 않았다. Rebase II는 보관 전후 접촉각을 비교하였을 때, 유의하게 증가하였다 ( $P<0.05$ ). COE Soft는 보관 전후 접촉각을 비교하였을 때, 유의하게 감소하였다( $P<0.05$ ).

Table 3. Mean of contact angle of denture relining materials after storage in saliva substitute for 24 hour.

Group	Number	Mean	SD
Vertex RS	30	57.9 <sup>b</sup>	9.302
Probase Cold	30	56.9 <sup>ab</sup>	14.652
Rebase II	30	50.8 <sup>a</sup>	7.423
COE Soft	30	69.6 <sup>c</sup>	1.770

Different letters represent significant differences ( $P<0.05$ ).

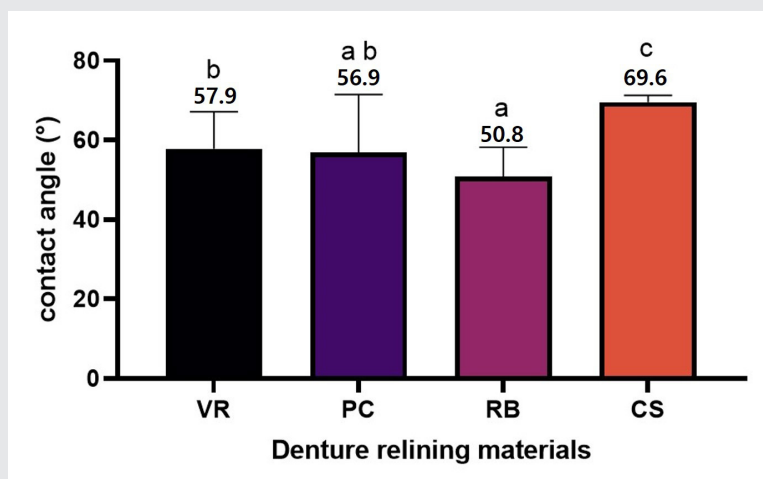


Fig. 4. Mean of contact angle of denture relining materials after storage in saliva substitute for 24 hour. Different letters represent significant differences ( $P<0.05$ ).

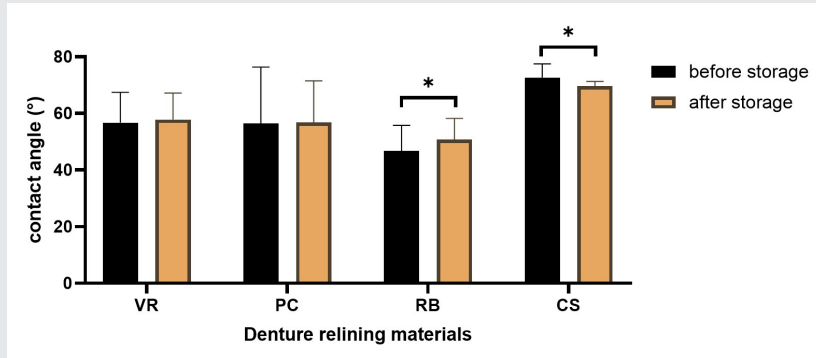


Fig. 5. Mean contact angle of denture relining materials before and after storage in saliva substitute for 24 hour. The symbol (\*) represents statistical significant difference ( $P<0.05$ ).

#### IV. 고찰

골흡수로 인해 연조직이 변화하면 의치 재이장이 필요하다. 의치상 이장재의 젖음성은 의치의 유지에 있어서 중요한 특성이다. 이는 타액이 의치 내면에 쉽게 퍼질 수 있는 조건을 제공하기 때문이다. 의치 표면에 대한 타액의 젖음성은 둘 사이의 접촉각을 측정하여 알 수 있다. 접촉각이 낮을수록 젖음성이 더 좋다. 본 연구는 타액대체제를 이용해 접촉각 측정하고 의치상 이장재들의 젖음성을 비교하고 평가하였다.

접촉각 측정은 이전에 여러 논문에서 보고되었지만 어떤 측정이 젖음성의 정확한 지표인지에 대한 합의는 부족하다. Craig 등<sup>11)</sup>은 폴리스티렌과 폴리메틸메타크릴레이트에서 타액과 물의 전진 및 후진 접촉각을 측정하고 후진 접촉각 값이 의치 유지에 중요하다고 하였다. 그러나 Monsenego 등<sup>12)</sup>은 의치 유지에 대한 기본 요구 사항은 전진하는 액체-고체 접촉각과 후진 접촉각 사이의 차이인 접촉각 히스테리시스라고 결론지었다. Zissis 등<sup>13)</sup>은

접촉각 히스테리시스와 평형 접촉각이 재료의 젖음성에 대한 신뢰할 수 있는 지표라고 하였다. Mohsin 등<sup>10)</sup>은 평형 접촉각이 의치의 젖음성의 지표로 간주될 수 있다고 하였다. 본 연구에서는 평형 접촉각을 측정하여 의치상 이장재의 젖음성을 확인하였다.

타액대체제는 구강 건조증의 증상 완화에 유용한 약제이다<sup>14)</sup>. 타액 대체제는 카르복시메틸셀룰로오스와 뮤신 기반 타액 대체제로 나뉜다. 뮤신 기반 타액 대체제는 카르복시메틸셀룰로오스 기반 타액 대체제보다 더 나은 습윤성을 나타내는 것으로 입증되었지만 돼지 유도체, 주로 위 뮤신에서 파생되므로 돼지고기를 피하는 사람에게 불쾌감을 줄 수 있다<sup>15)</sup>. 그래서 본 연구에서는 카르복시메틸셀룰로오스 기반의 대체제를 사용하였으며 국내 시장에서 구할 수 있는 제품을 선택하였다.

Aydin 등<sup>16)</sup>의 연구에서 두 가지 타액대체제(뮤신 기반 및 카르복시메틸셀룰로오스 기반 타액대체제)는 천연 타액보다 의치상 레진에서 더 나은 젖음성을 보였다. Ramana<sup>17)</sup>의 연구에 의하면 의치상 레진 접촉각 측정 시에

천연 타액과 타액대체제 사이에 유의한 차이가 없었다. Jaiswal 등<sup>15)</sup>은 증류수, 천연 타액과 3종류의 타액대체제를 이용하여 의치상 레진의 접착각을 측정하였으며, 천연 타액과 타액대체제는 증류수보다 더 나은 젖음성을 보였다. 타액대체제가 증류수보다 나은 젖음성을 보였기 때문에 접착각 측정하는 유체를 증류수가 아닌 타액대체제로 선택하였다. Craig 등<sup>12)</sup>의 연구에서 폴리스티렌과 폴리메틸메타크릴레이트의 아무 처리하지 않은 표면과 타액에 최소 24시간 동안 보관한 표면에서 접착각을 측정하였고 타액에 저장한 표본에서 침에 저장된 표면에서 접착각이 감소하였다. 이러한 연구들을 참고하여 본 실험을 진행하였다.

Jin 등<sup>18)</sup>의 연구에 따르면 PMMA(Polymethyl methacrylate)의 열중합형 레진 이장재에서 가장 낮은 접착각이 관찰되었으며, 연성 이장재에서 가장 높은 접착각이 관찰되었다. 본 연구에서는 PEMA(Polyethyl methacrylate)의 자가중합형 레진 이장재에서 가장 낮은 접착각이 관찰되었으며, Jin 등의 연구와 동일하게 연성 이장재에서 가장 높은 접착각이 관찰되었다.

자가중합형 레진 직접이장재는 일반적으로 PEMA로 구성된 분말과 MMA 단량체로 구성된 액체와 함께 분말/액체 형태이며 가소제가 들어있다. 물에 담그면 가소제와 기타 재료가 물에 용해되고 중합체에 의해 물이 흡수된다<sup>19)</sup>. 재료에 흡수된 수분은 경도, 횡강도, 피로한도와 같은 물리적 및 기계적 특성을 감소시키고, 크기 안정성에 영향을 준다<sup>19,20)</sup>. 주로 PEMA로 구성된 자가중합형 레진과 PMMA로 구성된 열중합형 레진의 주요 차이점은 자가중합수지에 더 많은 잔류 단량체가 존재한다<sup>19,20)</sup>. Dixon 등<sup>20)</sup>에 따르면 남아 있는 단량체는 수분 흡수 및 팽창에 영향을 미칠 수 있다. 본 연구 결과 경화 직후와 37±2℃의 타액대체제에 24시간 보관 후 접착각을 비교하였을 때, PEMA로 구성된 자가중합형 레진 직접이장재가 PMMA로 구성된 열중합형 레진 간접이장재와 다르게 접착각이

유의하게 증가하였다.

연성이장재는 단기 연성 의치상 이장재로, 한정된 기간 동안 의치의 적합도, 유지력의 증가와 환자의 편안함을 위해 사용된다. 실험에서 사용한 COE Soft는 분말과 액 형태로, 분말은 PEMA, 액은 dibutyl phthalate, benzyl salicylate, ethanol로 구성된다<sup>21)</sup>. 에스테르에 의한 중합체의 용해는 에탄올에 의해 크게 가속화되어 젤과 같은 구조를 생성한다<sup>22)</sup>. 에탄올은 시간이 지남에 따라 공기중으로 확산되는데, COE Soft를 물에 담그면 그 현상이 더 빠르게 나타난다<sup>21)</sup>. COE Soft를 물에 담그면 에탄올이 확산되고 그 후에는 물이 흡수되어 COE Soft의 성분이 변화하여 크기 안정성과 기계적 특성에 영향을 미친다<sup>21,23)</sup>. 구강 내에서 타액으로 인한 가소제와 기타 수용성 물질이 용출되어 시간이 지남에 따라 탄력성이 상실되고 딱딱하게 경화되는 양상을 보인다<sup>21-23)</sup>. 실리콘으로 된 연성이장재는 소수성으로 PMMA보다 수분 흡수는 적지만 동시에 PMMA보다 젖음성이 현저하게 떨어진다<sup>24)</sup>. 이런 연성이장재의 성질은 본 연구 결과에서 확인할 수 있었다. 본 연구에서는 경화 직후와 타액대체제에 24시간 보관 후 모두에서 COE Soft가 가장 높은 접착각을 보였다.

연구의 한계는 체외 연구가 임상상황을 재현할 수 없다는 점이다. 임상적으로 의치 조직면은 불규칙한 반면 시편의 표면은 평평하였다. 또한 임상 상황에서 타액대체제의 효능은 제공된 지침이나 환자의 순응도와 같은 여러 요인에 따라 달라진다. 또한 한 종류의 타액대체제가 사용되었으며 타액대체제에 따라 결과가 달라질 수 있기 때문에 일반화할 수 없다. 또한 의치상 이장재의 젖음성에 대한 지표로 평형 접착각만을 사용하였는데, 다른 연구들에서 사용된 전진 접착각 및 후진 접착각, 접착각 히스테리시스에 대한 관찰이 필요하다고 사료된다.

## V. 결론

본 연구에서는 의치상 이장재의 종류에 따른 타액대체제의 젖음성을 알아보기 위해 Vertex RS, Probase Cold, Rebase II, COE Soft 시편에 타액대체제를 주입한 후 접착각을 측정하였다. 이를 비교 분석해 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 경화 직후 젖음성은 Rebase II가 가장 높았고, COE Soft가 가장 낮았다.
2. 24시간 보관 후 젖음성은 Rebase II가 가장 높았고, COE Soft가 가장 낮았다.
3. 타액대체제에서 24시간 보관 후 Vertex RS와 Probase Cold의 젖음성은 변화하지 않았다.
4. 타액대체제에서 24시간 보관 후 Rebase II와 COE Soft의 젖음성은 변화하였다.

## 참고 문헌

1. Kawano F, Tada N, Nagal K, Matsuomoto N. Influence of soft lining materials on pressure distribution. *J Prosthet Dent* 1991;65(4):567-575.
2. Arena CA, Evans DB, Hilton TJ. A comparison of bond strengths among chairside hard reline materials. *J Prosthet Dent* 1993;70:126-131.
3. Haywood J, Basker RM, Watson CJ, Wood DJ. A comparison of three hard chairside denture reline materials. Part I. Clinical evaluation. *Eur J Prosthodont Restor Dent* 2003;11:157-163.
4. Matsumura H, Tanoue N, Kawasaki K, Atsuta M. Clinical evaluation of a chemically cured hard denture relining material. *J Oral Rehabil* 2001;28:640-644.
5. Takahashi Y, Chai J. Shear bond strength of denture reline polymers to denture base polymers. *Int J Prosthodont* 2001;14:271-275.
6. Chai J, Takahashi Y, Kawaguchi M. The flexural strengths of denture base acrylic resins after relining with a visible-light-activated material. *Int J Prosthodont* 1998;11:121-124.
7. An JK, Lee JK, Chung CH. A comparative study of surface characteristics of COE Soft of direct reline resins. *J Adv Prosthodont* 2001;39(1): 49-57.
8. Jo SH, Lim HS, Sin SY. The Effect of segmented foods on the color change of soft denture liners. *J Adv Prosthodont* 2004;42(5):572-582.
9. Yoon MC, Jeong CM, Jeon YC. Effect of denture base surface pretreatments on the tensile bond strength between a resilient liner and a processed denture base resin. *J Adv Prosthodont* 2007;45(5):621-632.
10. Mohsin AHB, Reddy V, Kumar P, Raj J, Babu SS. Evaluation of wetting ability of five new saliva substitutes on heat-polymerized acrylic resin for retention of complete dentures in dry mouth patients: a comparative study. *Pan Afr Med J* 2017;10(27):185.
11. Craig R, Berry G, Peyton F. Physical factor related to denture retention. *J Prosthet Dent* 1960;10:459-467.
12. Monsenego P, Proust J. Complete denture retention. Part I: physical analysis of the mechanism. Hysteresis of the solid-liquid contact angle. *J Prosthet Dent* 1989;62:189-196.
13. Zissis A, Polyzois G, Jagger R, Waters M. Wettability of visible light curing denture lining materials. *Int J Prosthodont* 2001;14:250-254.
14. Jadhav V, Deshpande S, Radke U, Mahale H, Patil PG. Comparative evaluation of three types of denture base materials with saliva substitute before and after thermocycling: An in vitro study. *J Prosthet Dent* 2021;126(4):590-594.
15. Jaiswal N, Patil PG, Gangurde A, Parkhedkar RD. Wettability of 3 different artificial saliva substitutes on heat-polymerized acrylic resin. *J Prosthet Dent* 2019;121(3):517-522.
16. Aydin A, Terzioğlu H, Ulubaram K, Hasirci N. Wetting properties of saliva substitutes on acrylic resin. *Int J Prosthodont* 1997;10: 473-477.
17. Ramanna PK. Wettability of three denture base materials to human saliva, saliva substitute, and distilled water: A comparative in vitro study. *J Indian Prosthodont Soc* 2018;18(3):248-256.
18. Jin NY, Lee HR, Lee H, Pae A. Wettability of denture relining

• 참고 문헌 •

- materials under water storage over time. *J Adv Prosthodont* 2009;1 (1):1-5.
19. Kalachandra S, Turner DT. Water sorption of plasticized denture acrylic lining material. *Dent Mater* 1989;5:161-164.
20. Dixon D, Breeding L, Ekstrand K. Linear dimensional variability of three denture base resins after processing and in water storage. *J Prosthet Dent* 1992;68:196-200.
21. Ellis B, Lamb DJ, McDonald MP. A study of the composition and diffusion characteristics of COE Soft of a soft liner. *J Dent* 1979;7(2):133-140.
22. Jones D, Sutow E, Graham B, Milne E, Johnston DE. Influence of plasticizer on soft polymer gelation. *J Dent Res* 1986;65(5):634-42.
23. Wright P. Composition and properties of soft lining materials for acrylic dentures. *J Dent* 1981;9(3):210-223.
24. Waters M, Jagger R, Polyzois G. Wettability of silicone rubber maxillofacial prosthetic materials. *J Prosthet Dent* 1999;81:439-443.