

## 의치상 레진과 이장 레진 간의 결합강도 비교

금영희, 김부섭

부산가톨릭대학교 보건과학대학 치기공학과

### Comparison of bond strength between denture base resin and reline resin

Young-Hee Geum, Busob Kim

Department of Dental Laboratory Science, College of Health Science, Catholic University of Pusan

#### [Abstract]

**Purpose:** We compare the bond strength of heat-cured PMMA of Lucitone 199 and QC-20 and Tokuyama Rebase Resin of self-cured resin, which are widely used and well accepted in clinical practice. In order to test the mechanical bonding and chemical bonding, we will compare the bond strength between EstheShot Bright, Smiletone, Repair and Rebase resins.

**Methods:** The denture base resin used in this study was PMMA heat-cured QC-20 and Lucitone 199, polyamide resin EstheShot Bright, Smiletone. And Two types of self-curing Rapid Repair and Tokuyama Rebase were used as resection resins. To measure the bond strength, the denture specimens were fabricated in the size of 10×64×3.5 mm as instructed by the manufacturer. A surface treatment agent was applied to the cut surfaces of each denture specimen, and the specimens were placed in a preformed silicone mold, and autoclaved excimer resins were prepared. The bending strength of the fabricated specimens was measured using a universal testing machine (STM-5, United Calibration Co., U.S.A.) to measure the three-point bending strength.

**Results:** In both polycarbonate and polyacetal resin, a special resin surface treatment agent showed higher bonding strength than the resin surface treatment agent( $p<0.05$ ). Regardless of the type of surface treatment, polycarbonate showed higher bond strength than polyacetal resin( $p<0.05$ ).

**Conclusion:** It is considered desirable to use a special surface treating agent for the thermoplastic denture base resin such as polycarbonate and polyacetal resin.

◉ **Key words:** Bond strength, Denture base resin, PMMA, Reline resin, Thermoplastic resin

Corresponding author	Name	김 부 섭	Tel.	051-510-0593	E-mail	bskim@cup.ac.kr	
	Address	부산광역시 금정구 오륜대로 57 부산가톨릭대학교 치기공학과					
Received	2017. 4. 30		Revised	2017. 8. 10		Accepted	2017. 8. 25

## I. 서론

무치악 환자에게 의치를 제작해 주는 목적은 저작, 발음, 심미성 등을 회복해 주는 것으로 이를 달성하기 위해서 재료적으로 생체친화성, 경제성, 유연하면서도 높은 강도, 구강 환경에서 우수한 열팽창성과 색조 안정성, 수분 흡수성이 낮아야 하며(Brien, 1972), 기술적으로 의치의 안정, 유지, 지지를 만족스럽게 얻어낼 수 있는 술식이 요구된다. 하지만, 현재까지 오랫동안 재료, 치료 및 가공 기술 등의 발전에도 불구하고 아직 총의치에 대한 환자의 불만은 여전히 남아있는 실정이다.

의치상 레진은 열중합형의 polymethyl methacrylate (PMMA)를 널리 사용하고 있으며 분말의 단량체와 액상의 단량체로 공급되며, 둘을 혼합하여 중합과정을 거쳐 중합체가 된다(Moon & Vang, 1998). PMMA는 내마모성, 열전도율, 충격강도 등에 있어서 취약하지만(김용철, 1985), 색상 재현성, 체적안정성, 조직친화성, 강도가 우수하고 중합이 완전히 끝난 후에도 첨가되는 새로운 레진과 결합할 수 있다(Craig, 1989). 열가소성 레진은 화학적 변화 없이 단순히 가열 및 가압 하에 성형되고 냉각 때문에 고체형태를 형성하는 플라스틱으로써 대부분 가교결합 되어 있지만, 열가소성 레진으로 분류될 수 있으며(Lee & Kim, 1995), polycarbonate, polyacetal resin 등이 여기에 포함된다. 일반적으로 열가소성 레진은 가교가 없어 용매에 대한 저항성이 불량하고 쉽게 균열이 일어나는 단점이 있으나(Lee & Kim, 1995), polycarbonate나 polyacetal resin은 PMMA보다 인장 및 충격강도가 우수하여 파절 저항성이 뛰어나고, 잔존 단량체가 없어 위해 작용이 적으며, 낮은 수분 흡수율로 인하여 형태 안정성이 뛰어나다(Kimura, 1980; Fitton et al, 1994).

의치상과 지지점막 간의 적합은 시간이 지남에 따라 잔존 치조골 흡수로 나빠지고, 교합의 변화는 물론 의치의 유지력 및 안정성이 저하되어 저작 기능 상실과 지지점막에 외상성 궤양이 유발되므로 의치상 조직면에 이장이 필요하다(Jeong, 1995; Zarb et al, 1997). 이장재는 상실된 치조골 및 점막의 대체물로 작용하여 저작시에 단단한 의치상과 부드러운 치조제 사이에서 완충

효과를 나타내므로 의치상 지지조직에 가해지는 충격을 흡수하고 이를 감소, 분배시키는 역할을 한다(Qudah et al, 1990; Lee & Chung, 1992). 의치상 조직면의 이장은 교합관계나 구순과 안면에 대한 심미적인 지지에 불리한 영향을 미치지 않고 조직면에 발생한 변화를 보상하는 방법으로 경제적인 면에서 매우 유용한 방법이다.

의치상 이장 레진은 열중합형, 자가중합형, 광중합형 레진이 사용되며, 자가중합형과 광중합형 레진은 열중합 레진보다 간편하고 임상에서 쉽게 사용할 수 있다. 이장 레진은 의치상과의 우수한 화학적 결합, 충분한 기계적 강도, 생체적합성, 짧은 작업 시간, 체적안정성 등이 필요하다(Craig, 1989). 의치상 레진과 이장 레진의 결합강도는 이장 재료 자체나 표면처리, 단면형태, 오염, 의치의 유지관리 기간 등의 영향을 받는다. 하지만 이런 조건을 모두 충족시키는 이장 레진은 연구 개발 중이며, 특히 의치상 레진과 이장 레진의 분리가 가장 큰 문제점으로(Arima et al, 1996) 이로 인해 이장된 의치의 기계적 강도가 저하되고 세균의 축적과 착색을 촉진한다(Arena et al, 1993). 의치상의 표면처리방법, 표면처리제 사용, 단면형태에 대한 연구 등(Jeong & Moon, 2001; Park & Jin, 2004; Choi & Kwon, 2013) 의치상 레진과 이장 레진에 대한 연구가 많이 보고되고 있지만, 제품에 따라 요구조건을 모두 충족시키기에는 어려움이 있다고 생각한다.

본 연구에서는 보험 틀니가 65세까지 낮취집으로써 많이 사용되고 있는 의치 중 많은 호응과 우수성을 인정받은 Lucitone 199, QC-20의 열중합형 PMMA와 자가중합형 레진의 Tokuyama Rebase Resin과의 결합력을 비교하고, QC-20의 열중합형 PMMA, EstheShot Bright, Smiletone과 Repair resin 간의 결합력을 만능 시험기로 굴곡강도를 측정하여 비교하였다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구 재료

본 연구에 사용된 의치상 레진은 PMMA 계열의 열

Table 1. Materials of denture base resin and relin resin

Material	Product name	Manufacturer
Denture base resin	Heat-cured	QC-20 Dentsply Sirona, China
	Thermoplastic	Lucitone 199 Dentsply Sirona, USA
		EstheShot Bright Nissin Dental, Japan
Reline resin	Smiletone Korea Engineering Plastics Co., Korea	
	Self-cured	Rapid Repair Dentsply Sirona, Australia
	Tokuyama Rebase Tokuyama Dental Co., Japan	

중합형 QC-20(Dentsply Sirona, China)과 Lucitone 199(Dentsply Sirona, USA) 2종을 사용하였으며, 열가소성 EstheShot Bright(Nissin Dental, Japan), Smiletone(Korea Engineering Plastics Co., Korea) 2종을 사용하였고, 이장 레진으로 자가중합형 Rapid Repair(Dentsply Sirona, Australia)와 Tokuyama Rebase(Tokuyama Dental Co., Japan) 2종을 사용하였다(Table 1).

## 2. 연구 방법

### 1) 시편 제작

#### (1) 의치상용 레진 시편 제작

PMMA 계열의 열중합형 의치상 레진인 QC-20과 Lucitone 199, 그리고 열가소성 의치상 레진인 EstheShot Bright와 Smiletone 각각의 결합 강도를 측정하기 위해 의치상 시편을 제조회사의 지시대로 10×64×3.5 mm 크기로 제작하였고(Table 2), 이장 레진 적용 시에는 37℃ 증류수에서 24시간 보관하였다. Denture bar로 시편을 다듬은 후에 10분간 초음파 세척기에서 세척하고 건조하였다.

Table 2. Fabrication methods of denture base specimens

Product name	Molding method	Curing method
QC-20	Packing mold	Pressing 3 min of two time Microwave curing (1 hour) Cooling in air

Lucitone 199	Injection mold	Injection at 6 bar 3 min Microwave curing Cooling under pressure (30 min, in air 20 min, in water) Boiling in water, 30 min. Cooling in air
EstheShot Bright	Injection mold	Resin dry of 70℃ 24 hours 90℃ 6 hours after resin packing on the capsule increase temperature 270℃ on the furnace cylinder and shooting resin by 5 hours remain 2 min on position
Smiletone	Injection mold	250℃ melting injection 5 bar

#### (2) 이장 레진 시편 제작

각 의치상 시편의 절단면에 표면 처리제를 도포하고 시편을 미리 제작한 실리콘 금형에 위치시킨 다음 자가중합형 이장 레진인 Rapid Repair는 파우더와 모노머를 혼합하여 표면에 도포하였고, Tokuyama Rebase는 45℃ 수중에서 압력을 가해 10분 동안 초기 중합시킨 후 Tokuyama resin hardener II를 도포하였다(Table 3)(Figure 1).

Table 3. Application method of relin resin

Material	Curing method	Primer
Rapid Repair	Mixing powder and monomer on the surface	
Tokuyama Rebase	Initial curing 10 min. Pressure 45℃ water Tokuyama resin hardener II	Ethyl acetate(47%) Acetone(47%)

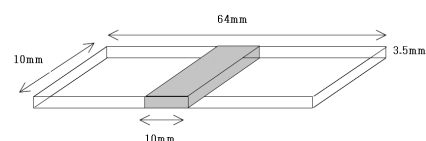


Figure 1. Design of specimens.

## 2) 실험 방법

군별 10개씩 제작된 시편을 3점 굽힘 강도를 측정하기 위해 만능시험기(STM-5, United Calibration Co., USA)를 이용하여 굴곡강도를 측정하였다(Table 4). 지지대 거리 50 mm의 지그에 고정한 다음, 0.5 mm/min의 크로스헤드 속도로 시편이 파절될 때까지 수직으로 시편의 중앙에 압축력을 가하여 측정하였다.

Table 4. Classification of specimen

Denture base resin	Reline resin	Group	Number of specimen
QC-20		QR	10
Smilestone	Rapid Repair	SR	10
EstheShot Bright		ER	10
Lucitone 199	Tokuyama Rebase	LT	10
QC-20		QT	10

## 3) 통계분석

통계 분석은 SPSS ver. 21.0(IBM Co., USA)을 사용하여 3점 굽힘강도의 평균값과 표준편차를 구하고 각 그룹 간의 유의차를 검정하기 위하여 95% 신뢰도 조건에서 이원배치분산분석을 하였으며, 사후검정으로 Duncan 다중범위검정법을 시행하였다.

## III. 결과

3점 굽힘 강도 실험 결과, QR 시편이  $20.13 \pm 9.45$  MPa로 가장 높았고, ER( $13.12 \pm 5.23$ MPa), LT( $6.23 \pm 3.05$ MPa), SR( $5.23 \pm 3.25$ MPa), QT( $4.56 \pm 2.62$ MPa) 순으로 나타났으며(Fig. 2), 각 그룹 간의 결합 강도 사이에 유의차가 존재하였다( $p < 0.001$ ). 모든 시편은 resin primer를 도포한 경우가 결합강도가 높게 나타났으며, QC-20이 Smilestone과 EstheShot Bright보다 이장 레진과 더 우수한 결합 강도를 보였다.

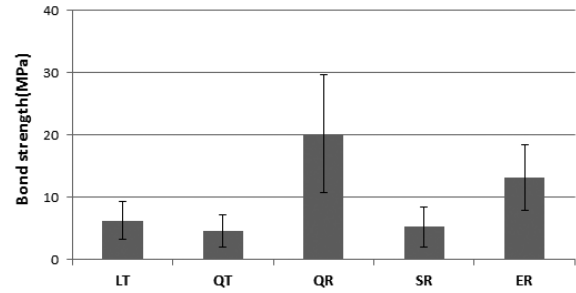


Figure 2. Mean and standard deviations of bonding strength (MPa)

## IV. 고찰

자가 중합형 이장 레진은 열중합형에 비해 작업 과정이 간편하고 정확성이 우수하지만, 중합 과정에서 열이 발생하며 잔존 모노머에 의한 유해성이 있으며 물리적 성질이나 강도가 저하되는 단점이 있다(Cucci et al, 1999). 최근에 소개된 자가 중합형 레진은 이러한 단점들을 보완하여 ethylene glycol dimethacrylate와 같은 가교제를 첨가해 균열 저항성이나 표면 경도를 더 향상했다. 그러나 단량체 내에 첨가된 고농도의 가교제는 오히려 중합된 폴리머의 인장강도와 충격강도를 약화시킬 뿐만 아니라, 분자량이 커져서 의치상의 이장면을 용해하지 못하기 때문에 의치상과의 결합강도를 감소시켜 resin primer가 필요하다. 본 연구에서 사용된 자가중합형 이장 레진인 Tokuyama Rebase의 용액 내에는 monofunctional monomer인  $\beta$ -methacryloyl oxyethyl propionate가 39%, 가교제인 1,6-hexane diol methacrylate가 약 60% 정도 포함되어 있어 가교제를 포함하지 않은 이장 레진보다 굴곡강도와 탄성계수는 높고 용해도가 낮다(Arimia et al, 1995).

의치상 레진과 이장 레진 간의 결합은 두 재료가 서로 접촉하는 계면 부위에서 형성된다. Arimia 등(1996)은 레진 표면 처리제를 바른 열중합형 PMMA 의치상 레진 표면을 주사전자현미경 관찰을 통해 레진 표면 처리제는 의치상의 표면을 용해해 망상 구조나 다공성을 형성한다고 하였으며, 접착실패의 주원인 중 하나는 세균이나 다른 이물질로 인한 의치상 표면의 오염으로 성공적인 결합 강도를 얻기 위해서는 오염된 표면층을 기계적으로 제거한 후 표면 처리제를 사용할 것을 주장하였다.

Moon and Vang(1998)은 레진 표면 처리제의 도포가 열중합형 PMMA 의치상 레진과 이장 레진의 결합 강도를 증가시킨다고 하였으며, 특히 기존 의치상 레진과 새로운 이장 레진 간의 화학적 조성이 서로 다른 경우에는 두 레진 간의 결합 강도를 향상시키기 위한 표면 처리제의 사용이 필수적이다. Andreopoulous et al(1991)은 광중합형 이장 레진 간의 결합에 관한 연구에서 의치상의 잔존 단량체는 이장 레진과의 친화성에 영향을 주기 때문에 이장 전 의치상 표면의 단량체 처리는 비록 단시간에 단량체가 의치상 내에 침투하여 이장 레진과 충분히 반응하지는 못하지만, 의치상 표면을 세척함으로써 결합 강도를 증가시킬 수 있다고 하였다. 따라서 본 연구와 같이 polycarbonate나 polyacetal resin과 같은 열가소성 레진을 PEMA 성분의 자가 중합형 이장 레진으로 이장하는 경우에도 두 레진 간의 결합 강도를 향상시키기 위해서는 적절한 표면 처리제를 선택 사용하는 것이 필요하다.

의치상에 대한 이장 레진의 결합을 촉진하기 위해 계면 부위에 사용되는 표면 처리제는 성분에 따라 용매 성분의 표면 처리제(solvent based primer)와 단량체 성분의 표면 처리제(monomer based primer) 그리고 단량체와 중합체를 모두 함유한 표면 처리제(monomer and polymer based primer)로 분류된다. 용매 성분의 표면 처리제는 용매가 의치상 표면을 용해하여 의치상 레진 내로 이장 레진의 침투를 촉진하고, 이 반응으로 두 재료 사이에는 혼합층(mixed layer)이 형성되어 결합을 촉진시킨다. 단량체 성분의 표면 처리제는 용매 성분의 표면 처리제보다 상대적으로 의치상 표면의 용해 능력은 떨어지지만, 단량체가 의치상 표면 내로 침투하여 이장 레진과 함께 중합된다. 단량체와 중합체를 모두 함유한 표면 처리제는 의치상 표면에 얇은 중합체 층을 형성함으로써 결합력을 증가시킨다(Arima, 1996). 본 연구에서 사용된 레진 표면 처리제인 Tokuyama rebase aid는 dichloromethane이 함유된 용매 성분의 표면 처리제이며, resin primer는 용매 성분인 cyclomethan과 methacrylate 단량체 및 중합체를 모두 함유하고 있고, Acecricil은 일반적인 표면 처리제 성분과는 달리 용매 성분인 heptane과 cyanoacrylate 접

착제인 ethylcyanoacrylate로 구성되어 있다.

본 연구의 열가소성 의치상 레진 시편으로 사용된 polycarbonate는 carbonic acid의 polyester로서 선행사슬 내에 carbonate가 반복된 구조로 되어 있으며, PMMA보다 인장강도와 굴곡강도가 우수하고, 체적안정성이 뛰어나며 뿐만 아니라 연화온도가 높아 끓는 물에서 소독이 가능하다(Kimura, 1980). 그러나 polycarbonate는 습기 찬 금형 내로는 사출이 잘 안되며 용해점도가 높고 수분 존재 하에서 과열되면 폭발적인 해중합(depolymerization)이 발생할 수 있으며, 또한 가공이 없어 용매 저항성 및 균열 저항성이 불량하다는 단점을 갖고 있다(O'Brien, 1989). 본 연구결과, polycarbonate 의치상 시편의 전용 표면 처리제인 resin primer를 도포한 실험군에서 가장 높은 결합 강도를 나타내었는데, 이는 표면 처리제인 resin primer가 용매인 cyclomethane과 MMA, PMMA를 모두 함유하고 있어 용매 저항성이 약한 polycarbonate 표면을 용해한 후 의치상 레진 표면에 중합체 층을 형성하였기 때문으로 생각된다. 또한, 자가중합형 이장 레진의 표면 처리제인 Tokuyama rebase aid는 용매 성분의 레진 표면 처리제로 용매인 dichloromethane이 저항성이 약한 polycarbonate 의치상 표면을 용해하여 의치상과 이장 레진 간의 혼합층 형성을 촉진함으로써 비록 resin primer와는 유의성 있는 차이가 있기는 하나 polyacetal resin보다 비교적 높은 결합 강도를 나타낸 것으로 생각할 수 있다.

Polyacetal resin은 주로 formaldehyde의 중합 때문에 형성된 polyoxymethylene의 단일 중합체로서(Turner et al, 1999) 분자의 규칙성, 대칭성, 유연성 때문에 높은 인장강도와 굽힘 강도, 우수한 형태 안정성과 용매 저항성을 나타내지만, 자외선과 산화제에 취약하다. 본 연구에서는 polycarbonate 의치상 시편보다 이장 레진과의 결합강도가 표면 처리제의 종류와 관계없이 낮게 나타났는데, 이는 고결정구조인 polyacetal resin의 우수한 용매 저항성 때문으로 생각된다. 전용 표면 처리제인 Acecricil을 도포한 실험군보다 자가 중합형 이장 레진의 표면 처리제인 Tokuyama rebase aid를 도포한 실험군에서 결합 강도가 64% 정

도 감소하였는데, 이는 용매 성분의 표면 처리제만으로는 polyacetal resin의 표면을 효과적으로 용해하지 못한다는 것을 보여준 결과로써 이처럼 용매 저항성이 뛰어난 polyacetal resin과 이장 레진 간의 적절한 결합 강도를 얻기 위해서는 접착제를 포함한 표면 처리제를 사용하는 것이 효과적인 방법이라 생각된다. Acetal dental의 제조사는 이장 레진과 최상의 결합 강도를 얻기 위해서는 자가 중합형 레진을 이용하여 이장을 하더라도 이장 레진의 중합체와 Acecric이 충분히 반응하도록 이장 레진 적용 후부터 보철물 장착까지 24시간을 기다릴 것을 추천하고 있다.

Moon et al(2002)은 열가소성 의치상 레진과 이장 레진 간의 결합 강도에 관한 연구에서 열가소성 의치상 레진에 대한 자가 중합형 이장 레진과 열중합형 이장 레진의 결합 강도 간에는 차이가 없었으며, polycarbonate와 자가 중합형 이장 레진 간의 결합 강도는 열중합형 PMMA 의치상 레진과 자가 중합형 이장 레진 간의 결합 강도와 유사하였다고 보고하였다. 또한, polyacetal resin은 polycarbonate보다 열중합형 이장 레진, 자가 중합형 이장 레진, 그리고 광중합형 이장 레진 모두에 대해 낮은 결합 강도를 보였으나, polyacetal resin 의 치상에 대한 열중합형 이장 레진, 자가 중합형 이장 레진의 결합 강도는 PMMA 의치상 레진과 광중합형 이장 레진 간의 결합 강도보다 우수하므로 실제 임상적으로 큰 문제가 없을 것이라고 보고하였다. 본 연구에서도 표면 처리제의 종류와 관계없이 polycarbonate가 polyacetal resin보다 자가중합형 이장 레진에 대하여 높은 결합 강도를 보여 Moon et al (2002)이 보고한 결과와 일치하였다.

임상에서 유용하게 사용되는 이장재의 안정된 사용을 위해 수분 흡수로 인한 부피 팽창, 착색, 구강 환경에서의 결합 강도 등의 요소에 대한 추가 연구가 더욱 필요한 것으로 사료된다.

## V. 결론

본 연구에서는 열가소성 의치상 레진인 polycarbo-

nate와 polyacetal resin을 자가 중합형 이장 레진으로 할 경우 표면 처리제의 종류, 즉 열가소성 의치상 레진의 전용 표면 처리제 또는 이장용 레진의 표면 처리제 사용에 따른 두 레진 간의 결합 강도 차이를 비교한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 모든 시편에서 전용의 레진 표면 처리제가 이장용 레진 표면 처리제보다 높은 결합 강도를 나타냈다 ( $p < 0.05$ ).
2. 표면 처리제의 종류와 관계없이 polycarbonate가 polyacetal resin보다 높은 결합 강도를 보였다 ( $p < 0.05$ ).

본 연구에서 polycarbonate와 polyacetal resin 시편 모두에서 제조사가 제공하는 전용의 표면 처리제를 도포한 경우가 자가 중합형 이장 레진의 표면 처리제를 도포한 경우보다 이장 레진과의 결합 강도가 우수한 것으로 나타나 polycarbonate, 특히 polyacetal resin과 같은 열가소성 의치상 레진의 이장 시에는 전용의 표면 처리제를 사용하는 것이 바람직하다고 생각된다.

## REFERENCES

- Andreopoulos AG, Polyzois GL, Demetriou PP. Reparis with visible light-curing denture base materials. *Quintessence Int*, 22, 703-706, 1991.
- Arena CA, Evans DB, Hilton TJ. A comparison of bond strength among chairside hard reline materials. *J Prosthet Dent*, 70, 126-131, 1993.
- Arima T, Murata H, Hamada T. Properties of highly cross-linked autopolymerizing reline acrylic resins. *J Prosthet Dent*, 73, 55-59, 1995.
- Arima T, Nikawa H, Hamada T. Composition and

- effect of denture base resin surface primers for relined acrylic resins. *J Prosthet Dent*, 75, 457-462, 1996.
- Brien R. International Prosthodontic Workshop. The University of Michigan, 12-15, 1972.
- Choi E, Cwon EJ. Effects of chemical surface treatment on the shear bond strength of denture liners and denture base resin. *Journal of Korea Academia Industrial Cooperation Society*, 14, 5745-5751, 2013.
- Craig RG. Restorative dental materials. 8th ed., St Louis ; CV Mosby, 509-559, 1989.
- Cucci ALM, Rached RN, Giampaolo ET, Vergani CE. Tensile bond strengths of hard chairside relined resins as influenced by water storage. *J Oral Rehabil*, 26, 631-634, 1999.
- Fitton JS, Davies EH, Jowlett JA, Pearson GJ. The physical properties of a polyacetal denture resin. *C Mater*, 17, 125-129, 1994.
- Jeong CM, Moon TS. Effect of resin surface primers used for bending chair-side relining resin to thermoplastic denture base resin. *J Korean Acad Prosthodont*, 28, 359-366, 2001.
- Jeong JH. Complete denture Prosthodontics. Cheong haesa, 491-499, 1995.
- Kimura H. A study on the dental injection molding system with cartridge(part1) Polycarbonate denture base. *J Osaka Univ Dent Sch*, 20, 51-61, 1980.
- Kim WC. Dental materials. Daihakseolim, 131-133, 1985.
- Lee JL, Kim KN. Dental materials, Quintessence korea, 100-140, 1995.
- Lee SH, Chung CH. A study on the bonding strength of resilient denture liners. *J Korean Acad Prosthodont*, 30, 411-436, 1992.
- Moon BJ, Vang MS. A study on the bond strength of rebase resin to denture base relined by application of primers. *J Korean Acad Prosthodont*, 36, 50-63, 1998.
- Moon TS, Jeong CM, Jeon YC, Lim JS. A study on the bond strength of relined resin to pressure injection type thermoplastic denture base resin. *J Korean Acad Prosthodont*, 40, 42-52, 2002.
- O'Brien WE. Dental materials: properties and selection. Quintessence Publishing Co., 157-176, 1989.
- Park EJ, Jin TH. Effect of surface design on bond strength of relining denture resin. *J Korean Acad Prosthodont*, 42, 167-174, 2004.
- Qudah S, Harrison A, Huggett R. Soft lining materials in prosthetic dentistry : a review. *Int J Prosthodont*, 3, 477-483, 1990.
- Turner JW, Radford DR, Sherriff M. Flexural properties and surface finishing of acetal resin denture clasps. *J Prosthet*, 8, 188-195, 1999.
- Zarb GA, Bolender CL, Carsson GE. Boucher's prosthodontic treatment for edentulous patients. 11ed C.V Mosby Co., 390-399, 1997.