

의치상용 자가중합레진의 중합조건에 따른 파괴인성

전북대학교 치과대학 치과보철학교실 및 구강생체과학연구소

정수양 · 김지혜 · 양병덕 · 박주미 · 송광엽

I. 서론

자가중합형 레진은 치과 보철치료시 의치상용 뿐 아니라 임시의치의 재료, 의치 이장용 재료 및 의치 수리용으로 많이 쓰이고 있다.

의치상용 레진은 중합개시에 필요한 활성원에 따라 열중합 의치상레진(Heat-activated denture base resins), 화학중합형 의치상레진(Chemically-activated denture base resins) 그리고 광중합 의치상레진(Light-activated denture base resins)으로 나뉜다.¹⁾ 이 화학중합형 의치상레진은 direct resin, cold curing resin, self-curing resin, autopolymerizing resin과 같은 뜻으로 사용되며 일반적으로는 자가중합형 레진이라 일컫는다.¹⁾

자가중합형 레진은 열중합 레진에 비해 중합수축량이 적어 크기정확성이 우수해 더 좋은 적합성을 보이는 반면 낮은 중합도로 인한 조직의 자극성, 강도저하, 낮은 색 안정성을 보인다고 알려져 있다. 이런 자가중합형 레진의 단점을 보완하기 위한 방법으로 미중합된 모노머의 잔류함유량을 줄여 기계적 성질을 개선시킬 필요성이 있었다.

Vallittu 등²⁾은 의치용 자가중합레진에서 중합시 온도와 의치상중합체의 잔류 모노머의 함량과의 관계를 조사한 결과 중합시 온도상승은 잔류모노머의 함량을 감소시킨다고 하였다. Donovan 등³⁾은 자가중합형 레진의 중합시 압력을 가하면 더 적은 기공을 보이며 굽힘강도가 향상된다고 하였으나 경도는 별 차이를 나타내지 않는다고 하였다. Fletcher 등⁴⁾은

자가중합레진이 열중합 아크릴릭 레진보다 높은 잔류 모노머의 함량을 보인다고 하였다.

이 논문에서는 의치상용 자가중합형 레진의 강도를 개선시키는 방법으로 의치상용 레진의 중합시 여러가지 조건에 따라 강도를 알아봄으로서 기계적 성질을 향상시킬 수 있는 적합한 레진의 중합조건을 알아보고자 하였으며, 각각의 중합조건에서 재료의 표면이나 내부에 존재하는 결함이 재료의 강도에 영향을 미치는 정도를 평가하는 방법인 파괴인성수치를 비교하였다.

II. 연구 재료 및 방법

1. 연구 재료

이 실험에서는 Table I과 같이 비교적 많이 사용되어지는 자가중합형 의치상용 아크릴릭 레진인 Vertex SC(Dentimex, Zeist, Holland), Tokuso Rebase (Tokuyama Corp, Tokyo, Japan) 그리고 Jet Denture Repair Acrylic(Lang dental co, Wheeling, U.S.A)를 사용하였고 그 조성은 Table II와 같다.

2. 연구 방법

1) 시편제작

SENB(Single Edge Notched Beam)법을 적용하여 파괴인성을 측정하기 위해 한번에 3개의 3×6×

Table I. Commercial self-curing denture base resin

Product	Manufacturer	Powder/Liquid
Vertex SC	Dentimex, Zeist, Holland	7/2(with pressure) 5/2(without pressure) (by volume)
Tokuso Rebase	Tokuyama Co, Tokyo, Japan	1.8g/1ml
Jet Denture Repair Acrylic	Lang dental Co, Wheeling, U.S.A	3/1(by volume)

Table II. Composition of materials

Product	Powder	Liquid
Vertex SC	PMMA	MMA
Tokuso Rebase	PEMA BPO	Demethacrylate monomer Derives of hydroethyl methacrylate
Jet Denture Repair Acrylic	PMMA	MMA

* PMMA : Polymethyl Methacrylate
MMA : Methyl Methacrylate
PEMA : Polyethyl Methacrylate
BPO : Benzoyl Peroxide

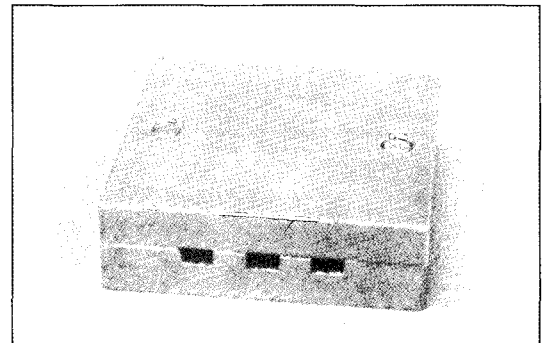
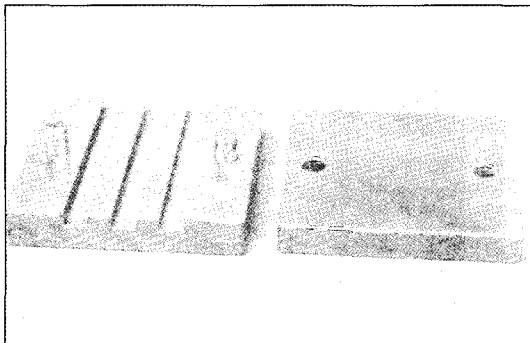


Fig. 1. Stainless steel mold for specimen.

60mm의 레진시편을 만들어낼 수 있는 스테인레스 주형을 이용하여 시편을 제작하였다.(Fig. 1)

각 실험군마다 23℃의 공기중(C0), 23℃의 수중(Cw), 23℃의 20Psi의 수중(C1), 37℃의 20Psi의 수중(C2), 50℃의 20Psi의 수중(C3) 그리고 65℃의 20Psi의 수중(C4)의 조건에서 각각 레진중합을 하였으며 수중에서의 압력은 pressure pot(Acri-dense 3, GC America Inc, Chicago)에 물을 채우고 압력을 가

하였다.

각 조건마다 5개씩, 실험군당 30개, 총 90개의 시편을 만들고 중합시간은 10분으로 하였으며 중합이 완료된 시편의 표면은 800번 emery paper와 1200번 emery paper를 사용해 연마하였다. 시편 연마 후 37℃의 항온수조(WBC 1510A, JEIO TECH, Korea)에 시편을 5일간 보관하였다.

의치상용 자가중합형 레진과 비교해보기 위한 대

조금으로 의치상용 열중합형 레진인 Vertex RC (Dentimax, Zeist, Holland)를 사용하였으며 제조회사의 지시에 따라 혼합하고 열중합시 사용했던 stainless steel mold를 이용해 플라스크에 매몰하고 중합을 완료하여 5개의 시편을 제작하였다. 제작된 시편은 의치상용 자가중합형 레진과 마찬가지로 emery paper로 연마 후 5일간 37°C의 항온수조에 보관하였다.

2) 파괴인성 측정

파괴인성측정은 SENB법을 적용하여 측정하였다. 파괴인성값 측정을 위한 노치는 기공용의 전기엔진 (Sae shin machining Co. Korea)을 장착한 이송장치에 시편을 고정한 다음 직경 22mm×0.3mm의 diamond disk (Tiger, 220×0.30 Switzerland)를 이용

하여 약 15,000 rpm의 원주속도에서 시편의 높이 W와 노치 깊이 a의 비(a/W)가 0.5에 근접하도록 형성하였다.(Fig. 2)

노치가 형성된 시편은 재료시험기(Instron Co, Model 4201, USA)에 지점간의 거리가 24mm인 굽힘장치를 고정한 다음 crosshead speed 0.5mm/min에서 시편에 수직으로 하중을 가해 시편이 파괴되는 최대하중을 측정하여 파괴인성시험을 하였다.(Fig. 3)

재료시험기에서 최대하중측정 후 파절된 시편을 위치시킨 후 좌우로 움직여 파면의 각 지점간의 거리를 측정할 수 있는 측정용 현미경 (Toolmaker's microscope, Mitutoyo, Japan)을 이용하여 시편의 폭, 높이 그리고 초기균열길이를 계측하였다.(Fig. 4)

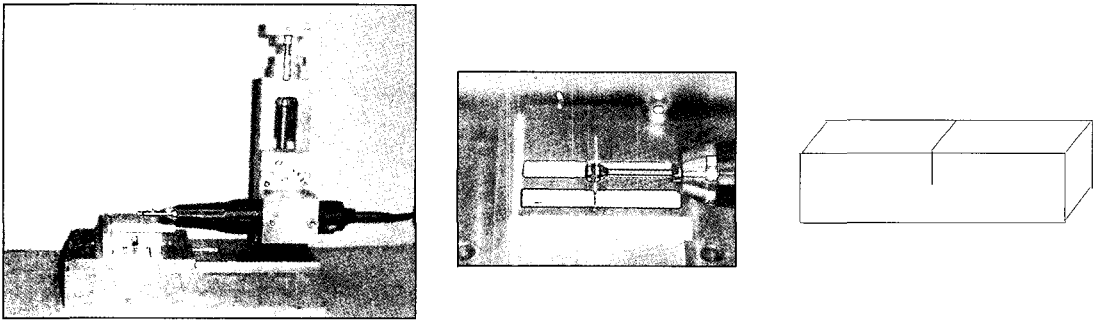


Fig. 2. Device to form the notch in specimen and schematic diagram of specimen in notch.

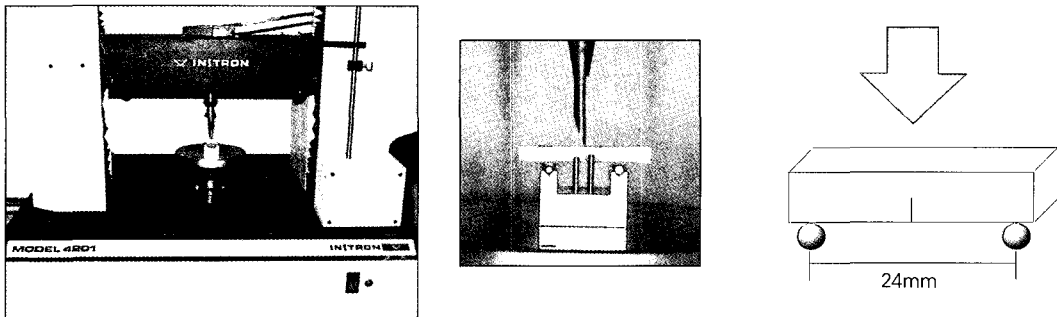


Fig. 3. Instron with specimen for transverse strength and schematic diagram of specimen.

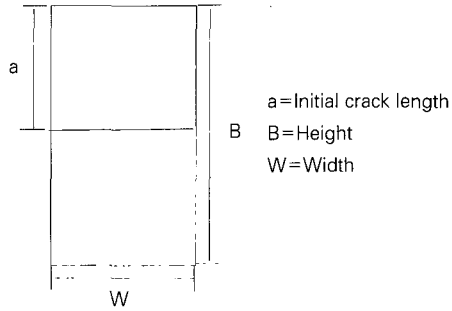
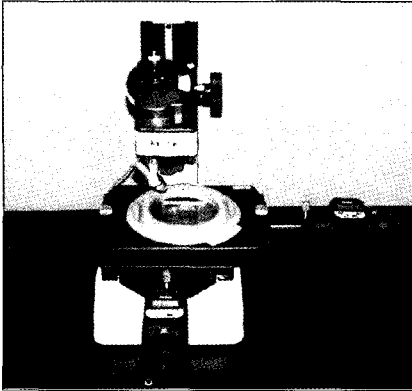


Fig. 4. Measuring microscope and schematic diagram of fracture surface of specimen.

각각 측정이 완료된 시편의 파면상의 중앙부와 좌우 끝의 3 위치에서 노치의 깊이를 측정하여 이들의 평균치로부터 초기균열길이(a)를 구하였으며 파괴인성 Kc는 다음의 식을 이용하여 구하였다.

$$Kc = \frac{PS}{BW^{3/2}} f(a)$$

$$f(a) = \frac{3a^{1/2} [1.99 - \alpha(1-\alpha)(2.15 - 3.93\alpha + 2.7\alpha^2)]}{2(1+2\alpha)(1-\alpha)^{3/2}}$$

여기에서 $\alpha = a/W$ 이고 B는 시편의 폭, W는 시편의 높이, S는 지점간의 거리 그리고 P는 최대하중을 나타낸다.

측정된 결과는 각각 중합된 레진간의 통계적 유의성을 평가하기 위해 one way ANOVA test를 하였고 Duncan test로 검증하였다.

III. 연구결과

실험에 사용된 의치상용 자가중합레진의 평균 파괴인성수치와 표준편차는 Table I, II, III과 Fig. 5에 정리하였다.

대조군인 의치상용 열중합 레진인 Vertex RC의 평균파괴인성값은 $2.125\text{MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ 로 계측되었다.

Vertex SC 군, Tokuso Rebase 군, Jet Denture Repair Acrylic 군 사이의 파괴인성수치에서 Vertex SC 군과 Tokuso Rebase 군은 서로 통계적 유의성을

찾을 수 없었지만 ($P>.05$) Jet Denture Repair Acrylic군과 비교시 유의성 있는 높은 파괴인성값을 보였다. ($P<.05$)

Vertex SC 군에서는 23℃의 공기중(C0)에서 중합시의 파괴인성값은 23℃의 수중(Cw), 20psi의 23℃의 수중(C1), 20psi의 37℃의 수중(C2), 20psi의 50℃의 수중(C3), 20psi의 65℃의 수중(C4)의 순서로 파괴인성값이 증가하는 양상을 나타냈지만, C0와 Cw, C1은 통계적으로 유의한 차이는 보이지 않았으며 ($P>.05$) C2, C3 그리고 C4에서 유의한 차이를 보였고 ($P<.05$) C2와 C3 사이에도 유의한 차이는 없었다. ($P>.05$)

Tokuso Rebase 군에서는 C0, C1, Cw, C2, C3, C4 순서로 파괴인성값이 증가하는 양상을 나타냈지만 C0와 C2, C3, C4 사이에 통계적으로 유의한 차이를 보였으며 ($P<.05$) C2와 C3 사이는 유의한 차이가 없었다. ($P>.05$)

Jet Denture Repair Acrylic 군에서는 C0, Cw, C1, C2, C3, C4 순서로 파괴인성값이 증가했으며 C0와 Cw, C1, C2, C3 군에서는 통계적 유의한 차이가 없었고 ($P>.05$) C0와 C4에서만 유의한 차이가 있었다. ($P<.05$)

그리고 의치상용 자가중합형 레진시편의 각 군의 모든 실험조건에서 계측된 시편의 파괴인성값은 의치상용 열중합형 레진인 Vertex RC의 파괴인성값 ($2.125\text{MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$)보다 작은 값을 나타내었다.

Table III. Mean value of fracture toughness (MPa · m^{1/2}) of Vertex SC

Vertex SC	Fracture toughness (MPa · m ^{1/2})	SD
C0	1.187	0.136
Cw	1.341	0.164
C1	1.374	0.127
C2	1.500	0.091
C3	1.540	0.116
C4	1.795	0.226

* SD=standard deviation

Table IV. Mean value of fracture toughness (MPa · m^{1/2}) of Tokuso Rebase

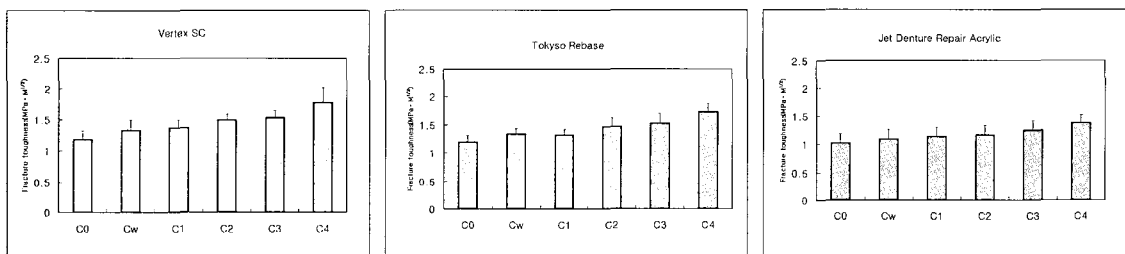
Tokuso Rebase	Fracture toughness (MPa · m ^{1/2})	SD
C0	1.199	0.114
Cw	1.347	0.089
C1	1.328	0.095
C2	1.481	0.141
C3	1.530	0.179
C4	1.738	0.143

* SD=standard deviation

Table V. Mean value of fracture toughness (MPa · m^{1/2}) of Jet Denture Repair Acrylic

Jet Denture Repair Acrylic	Fracture toughness (MPa · m ^{1/2})	SD
C0	1.021	0.158
Cw	1.094	0.166
C1	1.135	0.172
C2	1.171	0.166
C3	1.252	0.169
C4	1.388	0.133

* SD=standard deviation



* C0 : air at 23°C
 C1 : water at 23°C (20Psi)
 C3 : water at 50°C (20Psi)
 Cw : water at 23°C
 C2 : water at 37°C (20Psi)
 C4 : water at 65°C (20Psi)

Fig. 5. Mean fracture toughness value.

IV. 총괄 및 고찰

현재 의치제작에서 가장 많은 사용빈도를 보이는 것은 열중합형 의치상용 레진으로 자가중합형 의치상용 레진과 비교해보았을 때 압축강도, 인장강도, 굽힘강도 등 기계적 성질은 우수한 반면 큰 중합수축으로 인한 적합도 저하와 긴 중합시간, 복잡한 작업과정 등의 단점을 보이고 있다.¹⁾

이런 의치상용 자가중합형 레진의 물리적 성질을 개선시키기 위한 방법으로 레진 분말에 적절한 양의 glass fiber를 첨가해 물성을 개선시키거나⁵⁾ 중합시기를 줄이고 강도를 증가시키기 위해 압력을 가하는 대신 레진 혼합시 진공상태에서 혼합함으로써 물성개선을 하려고 하는 등⁶⁾ 여러 방법이 고안되었다. 레진 성분변화와 더불어 레진이 중합될 때 놓여질 수 있는 여러 상태에 대해 의치의 물리적 성질을 개선시킬 수 있는 적절한 중합상태를 알아보려는 노력이 있었다. Donovan 등³⁾은 공기중에서 중합시, 수중에서 중합시, 압력하의 공기중에서 중합 시 그리고 압력하의 수중에서 중합시 물리적 특성을 실험한 결과 압력을 가하면 강도증가와 적은 다공성을 보이는 반면 공기중에서와 수중에서는 별 차이를 찾지 못했다. Ogawa 등⁷⁾은 자가중합 레진이 23℃의 공기중과 30℃의 수중에서 중합시에는 굽힘강도가 별 차이가 없는 반면 23℃의 공기중보다 60~80℃의 수중에서 중합시 굽힘강도가 2배 증가했다고 하였다. 이런 온도변화에 따른 물성 변화는 의치상용 레진에 함유되어 있는 잔류모노머의 양과 관련이 있을 것으로 보이는데 열중합 레진에서는 평균 0.2~0.5%의 잔류모노머가 남는 반면 자가중합형 레진에서는 3~5%의 잔류모노머가 남는다고 하였으며,¹⁾ 많은 연구에서도 자가중합형 의치상 중합체에서 열중합형 중합체보다 많은 잔류모노머의 함량을 보인다고 하였다.^{4,8,9)}

의치상용 레진은 보통 methylmethacrylate(MMA)의 모노머와 혼합된 prepolymerized polymethylmethacrylate(PMMA) 분말입자(powder particle)와 ethylenglycol dimethacrylate(EGDMA)와 같은 가교제(cross-linking agent)로 구성되어 있으며 혼합시와 병상기(dough stage)동안 모노머는 분말입자로 침투하고 분말은 부분적으로 용해되며 중합 후에 multiphase polymer가 형성된다.³⁾ 열중합 레진은 열을 가해 분말내의 benzoyl peroxide를 활성화해서 중

합을 시작하는 반면 자가중합형 레진에서는 benzoyl peroxide를 활성화하기 위해 demethyl-p-toluiding 같은 화학적 경화촉진제를 첨가함으로써 중합을 개시한다.^{1,10)} 어떠한 방법이든지 모노머의 중합체로의 전환은 완전하지 않고 반응하지 않고 의치상용 레진 중합체에 남아있는 모노머가 생기게 되는데 이를 잔류모노머라 부른다.¹⁰⁾ 이런 잔류모노머는 의치사용에 따라 감소되지만 20여년 동안 의치사용 후에도 잔류모노머가 남아있다고 조사되었다.¹¹⁾

이렇게 완전히 변환이 일어나지 않은 잔류모노머와 분해되지 않은 부산물 등은 의치상의 구성조직을 흐트러 놓거나 생체조직에 대한 거부반응을 나타내는 등 잠재적인 영향을 가지게 된다.¹²⁾

Vallittu 등²⁾은 중합온도를 30℃에서 60℃로 올렸을 때 중합체의 잔류모노머의 함량이 4.6wt%에서 3.3wt%로 감소하는 것을 알아내고 중합시 온도와 중합시간이 의치상 레진 중합체의 잔류모노머의 함량에 영향을 준다고 하였다. Dogan 등¹³⁾은 중합시간, 중합 온도 변화시 잔류모노머 함량과 인장강도의 관계를 연구한 결과 중합시간이 길어지고 중합시 온도가 높아짐에 따라 잔류모노머의 함량이 줄고 인장강도는 증가한다고 하였다. 또 공기중에서 중합된 레진시편과 압력하에서 중합된 레진시편간의 굽힘강도는 별 차이를 나타내지 않았으며¹⁴⁾ 파괴인성값도 대기압과 압력을 가한 상태에서 중합된 레진 시편간에는 압력을 가한 상태에서 중합된 시편이 더 적은 기공을 보이긴 했지만 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다.^{6,15)}

이 실험에서는 시편을 수중에 놓은 상태에서 압력을 변화시켰을 때 Vertex SC 군과 Jet Repair Denture Acrylic 군에서는 파괴인성값이 증가한 반면 Tokuso Rebase 군에서는 약간의 감소를 보였다. 일반적으로 압력증가는 중합시에 기공의 감소로 인해 레진의 중합체 구조가 치밀해져서 강도가 증가될 것으로 보인다고 하였으나²⁾ 약간의 수치증가는 볼 수 있지만 통계적으로 차이를 발견할 수 없다는 보고도 있었는데¹⁴⁾ 이는 각 레진 종류간의 혼합시 작업시간, 레진의 점조도 그리고 다른 중합시간에 따른 차이 등이 영향을 미친것으로 생각된다.

열중합이건 자가중합이건 모두 benzoyl peroxide를 갖는데 이는 methylmethacrylate의 중합초기에 분해되고 중합체의 진행을 위한 자유 라디칼(free radical)을 제공한다. 이 과정은 열에 의해 가속되어지는데 열

V. 결 론

은 MMA 모노머와 중합체 라디칼의 움직임을 증진시켜 자유라디칼 중합반응을 가속시킨다고 하였다.¹²⁾ 이 자유라디칼 중합반응은 자유라디칼과 반응하는 다른 물질로 인해 방해받는데 하이드로퀴논(hydroquinone), 유지놀, 다량의 산소 등은 MMA의 자유라디칼과 반응하고 중합을 지연시키거나 방해한다고 하였다.¹⁶⁾ 하이드로퀴논은 중합억제제로 첨가되고 있고 산소의 농도는 공기중보다 수중에서 더 낮다. 따라서 중합되는 동안 레진 시편을 물 속에 놓아 산소를 어느 정도 차단시켜주면 레진의 중합정도는 상승할 것이고 물온도가 높아감에 따라 산소는 더 낮아지므로 물온도와 비례해 중합도가 증가할 것으로 예상되어진다. 수중에서 온도를 상승시키는 것보다 공기중에서 온도를 상승시키는 것의 차이는 산소농도 차이뿐 아니라 뜨거운 공기는 물과 달리 레진이 중합되는 짧은 시간동안 충분한 열원을 제공할 수 없다는 것이다. 따라서 레진을 수중의 높은 온도에서 중합시키는 것은 충분한 열원을 제공해줄 뿐 아니라 산소를 막아주는 방어벽같은 역할을 함으로 미반응의 잔류모노머의 함량을 최소로 해주게 된다.¹¹⁾ 또 적당한 압력은 휘발성의 모노머가 중합초기에 기화되는 것을 방지해주고 표면의 기공을 줄여주는 역할을 하지만 높은 압력을 가하게 되면 레진 표면에 과도한 산소를 제공하게 됨으로 중합사슬의 성장을 방해할 수 있는 가능성도 있을 수 있다.¹⁷⁾

이를 종합해 봤을 때 중합시 산소를 배제시키고 중합온도를 올려주는 게 자가중합형레진의 잔류모노머의 함량을 최소화시키고 이로 인해 레진의 기계적 성질을 향상시켜주는 좋은 방법이라고 생각되어진다.

이 실험에서는 Vertex SC 군, Tokuso Rebase 군 그리고 Jet Denture Repair Acrylic 군 모두 같은 온도의 공기중과 수중에서 중합시의 파괴인성값은 통계적으로 유의한 차이가 나진 않았지만 모두 증가하는 양상을 보였다. 그리고 실온인 23℃의 수중과 압력을 가한 상태에서 물의 온도를 증가시켰을 때 모두 파괴인성수치가 증가하는 양상을 보였으며, 실험군마다 유의한 차이가 나는 온도의 범위는 각각 다르게 나타났다.

이로 미루어봤을 때 의치상용 자가중합형 레진의 중합시에 높은 온도의 수중에 위치시키는 것이 어느 정도 레진의 물성을 개선시키는데 효과적일 것으로 보인다.

의치상용 자가중합형레진의 기계적 성질을 개선하기 위해 적합한 중합조건을 알아보기 위하여 열중합레진을 대조군으로 Vertex SC, Tokuso Rebase 그리고 Jet Denture Repair Acrylic의 3 종류의 의치상용 자가중합형 레진을 이용하여 각각 대기압상태와 압력을 가한 상태, 공기중과 수중, 수중에서의 온도변화에 따른 파괴인성을 비교한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 자가중합형 레진은 열중합형 레진에 비해 낮은 파괴인성값을 나타내었고 각 시편들은 공기중보다 수중에서, 압력이 가해지지 않았을 때보다 압력을 가했을 때, 또 수중에서도 온도가 높아감에 따라 파괴인성값이 증가하는 양상을 나타내었다.
2. 23℃의 공기중에서 중합시와 23℃의 수중에서 중합시 파괴인성 수치는 모든 실험군에서 약간의 수치증가를 보였으나 통계적으로 유의한 차이는 보이지 않았다.($P > .05$) 23℃의 수중에서 중합시와 20psi의 23℃의 수중에서 중합시의 파괴인성 수치는 Vertex SC와 Jet Denture Repair Acrylic에서 약간의 증가를 보였고 Tokuso Rebase에서는 약간의 감소를 보였으나 통계적 유의성은 없었다.($P > .05$)
3. Vertex SC에서는 23℃의 공기중에서 중합시와 37℃(20psi), 50℃(20psi)의 수중에서 중합시와 65℃(20psi)의 수중에서 중합시의 파괴인성수치간의 유의한 차이를 보였고, Tokuso Rebase에서는 23℃의 공기중에서 중합시와 37℃(20psi)의 수중에서 중합시, 50℃(20psi)의 수중에서 중합시 그리고 65℃(20psi)의 수중에서 중합시의 파괴인성수치간의 유의한 차이를 보였다. Jet Denture Repair Acrylic에서는 23℃의 공기중에서 중합시와 65℃(20psi)의 수중에서 중합시의 파괴인성수치간의 유의한 차이를 보였다.($P < .05$)
4. Jet Denture Repair Acrylic군이 Vertex SC군이나 Tokuso Rebase군보다 상대적으로 낮은 파괴인성값을 보였으며 Vertex SC군과 Tokuso Rebase군은 유의한 차이가 없었다.($P > .05$)

참고문헌

1. Kim KN, Kim KH, Kim HI, Park YJ, Bae TS, Lim HN, Cho HW : Dental Materials. 1st Edition, Koonja Publishing, Inc p159-90, 1995.
2. Vallittu PK, Ruyter IE, Buykuilmaz S. Effect of polymerization temperature and time on the residual monomer content of denture base polymers. *Eur J Oral Sci* 1998;106:588-93.
3. Donovan TE, Hurst RG, Campagni WV. Physical properties of acrylic resin polymerized by four different techniques. *J Prosthet Dent* 1985;54:522-4.
4. Fletcher AM, Purnaveja S, Amin WM, Ritchie GM, Moradians S, Dodd AW. The level of residual monomer in self-curing denture-base materials. *J Dent Res* 1983; 62:118-20.
5. Stipho HD. Effect of glass fiber reinforcement on some mechanical properties of autopolymerizing polymethyl methacrylate. *J Prosthet Dent* 1998; 79: 580-4.
6. Chee WW, Donovan TE, Daftary F, Siu TM. The effect of vacuum-mixed autopolymerizing acrylic resins on porosity and transverse strength. *J Prosthet Dent* 1988;60:517-9.
7. Ogawa T, Tanaka M, Koyano K. Effect of water temperature during polymerization on strength of autopolymerizing resin. *J Prosthet Dent* 2000;84:222-4.
8. Fletcher AM, Purnaveja S, Amin WM, Ritchie GM, Moradians S, Dodd AW. The level of residual monomer in self-curing denture-base materials. *J Dent Res* 1983; 62:118-20.
9. Sadamori S, Ganefiyanti T, Hamada T, Arima T. Influence of thickness and location on the residual monomer content of denture base cured by three processing methods. *J Prosthet Dent* 1994;72:19-22.
10. Ruyter IE, Oysaed H. Conversion in denture base polymers. *J Biomed Mater Res* 1982;16:741-54.
11. Sadamori S, Kotani H, Hamada T. The usage period of dentures and their residual monomer contents. *J Prosthet Dent* 1992; 68:374-6.
12. Lee SY, Lai YL, Hsu TS. Influence of polymerization conditions on monomer elution and microhardness of autopolymerized polymethyl methacrylate resin. *Eur J Oral Sci* 2002;110:179-83.
13. Dogan A, Bek B, Cevik NN, Usanmaz A. The effect of preparation conditions of acrylic denture base materials on the level of residual monomer, mechanical properties and water absorption. *J Dent* 1995; 23:313-8.
14. Furnish GM, O' Toole TJ, von Fraunhofer JA. The polymerization of acrylic resin orthodontic prostheses. *J Prosthet Dent* 1983;49:276-8.
15. Gegauff AG, Pryor HG. Fracture toughness of provisional resins for fixed prosthodontics. *J Prosthet Dent* 1987;58:23-9.
16. Keh ES, Hayakawa I, Takahashi H, Watanabe A, Iwasaki Y, Akiyoshi K, Nakabayashi N. Improving a self-curing dental resin by eliminating oxygen, hydroquinone and water from its curing process. *Dent Mater J* 2002;21:373-82.
17. Vallittu PK. Unpolymerized surface layer of autopolymerizing polymethyl methacrylate resin. *Oral Rehabil* 1999;26:208-12.

Reprint request to:

Kwang-Yeob Song, D.D.S., M.S.D., Ph.D.

Department of Prosthodontics, School of Dentistry, Chonbuk National University
664-14 Dukjin-Dong, Dukjin-Gu, Jeonju, Jeonbuk, 561-756, Korea
skydent@moak.chonbuk.ac.kr

ABSTRACT

FRACTURE TOUGHNESS OF SELF-CURING DENTURE BASE RESINS WITH DIFFERENT POLYMERIZING CONDITIONS

Soo-Yang Jeong, D.D.S., Ji-Hye Kim, D.D.S., M.S.D., Byung-Deok Yang, D.D.S., M.S.D.,
Ju-Mi Park, D.D.S., M.S.D., Ph.D., Kwang-Yeob Song, D.D.S., M.S.D., Ph.D.

*Department of Prosthodontics and Institute of Oral Bio Science,
College of Dentistry, Chonbuk National University*

Purpose. The intent of this study was to evaluate the effects of curing conditions on self-curing denture base resins to find out proper condition in self-curing resin polymerization.

Materials and methods. In this study, 3 commercial self-curing denture base resins are used: Vertex SC, Tokuso Rebase and Jet Denture Repair Acrylic. After mixing the self-curing resin, it was placed in a stainless steel mold(3×6×60mm). The mold containing the resin was placed under the following conditions: in air at 23°C; or in water at 23°C; or in water at 23°C under pressure(20psi); or in water at 37°C under pressure(20psi); or in water at 50°C under pressure(20psi); or in water at 65°C under pressure(20psi), respectively. Also heat-curing denture base resin is polymerized according to manufacturers' instructions as control. Fracture toughness was measured by a single edge notched beam(SENB) method. Notch about 3mm deep was carved at the center of the long axis of the specimen using a dental diamond disk driven by a dental micro engine. The flexural test was carried out at a crosshead speed 0.5mm/min and fracture surface were observed under measuring microscope.

Results and conclusion. The results obtained were summarized as follows :

1. The fracture toughness value of self-curing denture base resins were relatively lower than that of heat-curing denture base resin.
2. In Vertex SC and Jet Denture Repair Acrylic, higher fracture toughness value was observed in the curing environment with pressure but in Tokuso Rebase, low fracture toughness value was observed but there was no statistical difference.
3. Higher fracture toughness value was observed in the curing environment with water than air but there was no statistical difference.
4. Raising the temperature in water showed the increase of fracture toughness.

Key words : Self-curing denture base resin, Curing conditions, Fracture toughness