



중합조건이 교정용 아크릴 레진의 굽힘강도와 반투명도에 미치는 영향

정선미, 박미경*

부산가톨릭대학교 보건과학대학 치기공학과

The Effect of Different Curing Condition on the Flexural Strength and Translucency of Orthodontic Acrylic Resin

Sun-mi Jung, Mi-Gyeong Park*

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

The purpose of this study is to evaluate the effects of polymerization conditions on the flexural strength and transparency of orthodontic acrylic resin. Materials and methods: The specimens were prepared by applying pressure of 1 bar, 2 bar and 4 bar in air, room temperature water, 50°C water and 70°C water. The flexural strength of each specimen was measured using a universal testing machine and the translucency parameter (TP) was calculated by measuring the CIE L*a*b* value of each specimen using a spectrophotometer. The flexural strength of orthodontic acrylic resin was the highest in water at 50°C, and the flexural strength was significantly lower in the order of 70°C water, room temperature water and air ($P<0.01$). As the pressure increased, the flexural strength of orthodontic acrylic resin did not show any significant difference ($P>0.05$). The transparency of orthodontic acrylic resin showed the highest value in air and was significantly lower in the order of room temperature, 50°C water and 70°C water ($P<0.001$). The transparency of orthodontic acrylic resin did not show any significant difference with increasing pressure ($P>0.05$). Within the limits of this study, the flexural strength and transparency of the orthodontic acrylic resin differ according to polymerization conditions, but there is no difference according to the pressure.

Key words : Orthodontic acrylic resin, Flexural strength, Transparency, Curing condition

서 론

최근 부정교합의 치료와 심미에 대한 관심이 증가하면서 교정치료를 위해 내원하는 환자가 급증하고 있다. 교정치료를 위한 교정장치는 고정식 교정장치, 가철식 교정장치, 및 투명교정장치로 분류된다.

가철식 교정장치는 교정치료와 보정을 목적으로 사용된다. 가철식 교정장치에 사용되는 레진은 교정장치를 구성하는 유지부와 교정력 부분을 연결하는 역할을 한다. 가철성 교정 장치 제작에 주로 사용되고 있는 acrylic resin system은 retainer, splint, active plate 등의 제작에 주로 사용되고 있다(Kenneth, 2006).

가철식 교정장치는 착탈이 가능하여 청결 유지하기에 좋고 치료 중 치은 부분을 자극해서 성장 촉진 효과가 있다. 하지만 환자가 충분한 시간동안 올바른 방법으로 장착 했을 때에 효과를 얻을 수 있기 때문에 환자의 협조도가 치료의

* Correspondence: 박미경 (ORCID ID: 0000-0002-7668-2525)
부산시 금정구 오륜대로 57 부산가톨릭대학교 보건과학대학
치기공학과
Tel: +82-51-510-0595, Fax: +82-51-510-0598
E-mail: mgpark@cup.ac.kr

Received: Mar. 3, 2018; Revised: Mar. 9, 2018; Accepted: Mar. 12, 2018

성공여부를 결정하게 되고 개개치아의 정교한 이동이 어려운 단점이 있다(Choi 등, 2010). 보통 치아의 이동을 위해서는 최소 2개월 이상의 장착이 필수적이고, 맹출 기간 중 교정력이 필요한 경우 수개월이 소요되고, 치조골의 성장과 함께 교정력이 필요한 경우는 수년 동안 장착하게 되며 장기간의 보정과 악관절 치료를 위한 교정장치의 장착은 영구적인 경우도 있다. 장기간 교정장치의 장착동안 환자의 부주의에 의한 교정장치의 파절이 발생하기도 한다(유영규 등, 1988). 특히 장기간의 사용동안 교정장치 내에 타액이나 음식물의 잔사가 스며들어 레진과 와이어의 결합력을 떨어뜨리고 레진의 조밀도를 약하게 하여 강도를 약화시킨다(Woelfel 등, 1963).

가철성 교정장치는 장기간 착용하며, 교정력을 보강하므로 교정용 아크릴 레진은 충분한 강도가 필요하다. 그러나 교정용 아크릴 레진은 충분한 강도를 가지지 못하는 것이 문제점으로 지적되고 있다(Min, 2002). 아크릴 레진을 물에 침수시켰을 때 물이 아크릴 레진 내에 용해되어 중합체 사슬을 느슨하게 하여 표면 경도와 강도를 약화시킨다고 하였다(Arima 등, 1995). Takahashi 등 (1998)은 아크릴 레진을 장기간 수분에 침수 시 굽힘강도가 감소하므로 교합장치의 파절을 막기 위해서는 적당한 굽힘강도가 필수적이라고 하였다.

아크릴 레진은 일반적으로 용액과 분말로 이루어지는데 분말은 폴리메틸메타크릴레이트(Polymethylmethacrylate : PMMA)를 주성분으로 하고, 용액은 메틸메타크릴레이트(Methylmethacrylate : MMA)를 주성분으로 한다. 아크릴 레진은 단량체가 공유결합에 의해 반복 연결되어 사슬 구조를 형성하고 있다. 아크릴 레진의 중합 방법은 광중합 시스템, 열중합 시스템, 자가중합 시스템으로 나뉜다. 치과 교정장치 제작 시 주로 사용되는 자가중합형 레진은 열중합형 레진에 비해 낮은 중합도로 인해 기계적 강도를 저하와 구강 내 변색 등의 문제가 있다(Fleischer 등, 1983; Ica 등, 2014). 교정용 아크릴 레진의 중합도를 결정 하는 요인은 중합시 온도, 중합 시간 및 압력이다.

선행연구에서 아크릴 레진의 중합시 중합온도는 기계적 특성에 중요한 영향을 미치는 것으로 밝혀졌으나 적정온도에 대해서는 상반된 견해가 있다. Hardik 등 (2016)은 중합시

온도가 상승 할수록 아크릴 레진의 굽힘강도는 상승하나 70°C 이상의 온도에서는 더 이상 굽힘강도가 상승하지 않았다고 한 반면 Ogawa 등 (2000)은 80°C의 온도에서 아크릴 레진을 중합하였을 시, 높은 굽힘강도를 보였다고 밝혔다. 또한 Donovan 등 (1985)과 Vallittu 등(1998)의 연구에서는 아크릴 레진의 중합시 압력의 증가가 압력이 아크릴 레진의 굽힘강도를 증가시켰으나, Furnish 등 (1983)의 연구에서는 압력의 증가가 굽힘강도에 유의한 차이는 가져오지 않았다.

환자의 심미성에 대한 요구를 만족시키기 위해서는 가철식 교정장치에 사용되는 아크릴 레진도 반투명도가 높을 필요가 있다. 활택하고 투명한 가철식 교정장치의 제작을 위해서는 기공과정에서 정확한 인상채득, 교정장치의 제작 시 작업 모델의 손상방지, 레진의 중합시 분말과 액의 혼수 방법 및 적정한 가압이 중요한 요소이다(한국치과재료학 교수협의회, 2008). 레진 중합방법 중 압축 중합법은 레진을 전입한 후 적절한 압력을 가하여 중합시키기 때문에 기포 발생이 적어 아크릴 레진의 강도와 투명도를 증가시킨다(Kenneth, 2006). Undurwade (1989)는 레진 중합시 적정 압력은 레진조직의 친밀성을 높여 레진내의 기포수를 줄여 준다고 하였으며 압력의 일정 수준이상의 증가는 장치내의 단량체의 잔존량을 증가시키는 원인이 된다고 하였다. Craig (1989)은 가철식 교정장치 제작시 중합방법 중, 압력을 가하여 수중에서 중합하는 것을 추천하였다.

이와 같이 가철성 교정장치의 아크릴 레진 중합시 온도 등의 중합조건과 압력은 강도와 반투명도에 영향을 미치는 중요한 요소이다. 다양한 연구들은 아크릴 레진의 중합시 중합조건에 따른 굽힘강도 변화에 대한 연구들을 시행하였으나(Furnish 등, 1983; Donovan 등, 1985; Vallittu 등, 1998; Ogawa 등, 2000; Fortes 등, 2010; Hardik 등, 2016), 아크릴 레진 중합시 중합조건과 압력이 반투명도에 미치는 영향에 대한 연구는 미비한 실정이다. 따라서 본 연구의 목적은 중합조건과 압력이 교정용 아크릴 레진의 굽힘강도와 반투명도에 미치는 영향을 평가하는 것이다. 첫번째 귀무가설은 중합조건과 압력은 교정용 아크릴레진의 굽힘강도에 영향을 미치지 않는다. 두번째 귀무가설은 중합조건과 압력은 교정용 아크릴레진의 반투명도에 영향을 미치지 않는다.

재료 및 방법

1. 시편 제작

교정용 아크릴 레진(Ortho-Jet, Lang Dental Manufacturing Co., Inc., Wheeling, IL, USA)을 실내온도 25°C 상태에서 중합시간을 10분간 중합하고 분말과 용액의 혼수비를 분말 1g에 용액 0.5 ml로 하였다. 분말과 액의 혼합회전 횟수를 60회로 일정하게 유지하였다. 교정용 아크릴 레진 혼합시 불규칙한 회전방향은 많은 기포발생을 시키므로 한 방향으로만 회전시켰다.

교정용 아크릴 레진 중합시 실내온도 23°C ± 5°C 일때 가압기의 내부 조건을 각각 공기 중, 실온수에 담근 상태, 50°C 수중에 담근 상태 및 70°C 수중에 담근 상태에 제작하였고 중합시 압력도 1bar, 2bar 및 4bar로 중합하여 제작하였다. 굽힘강도 측정을 위한 시편은 금속주형을 이용하여 ISO 20795-2의 국제 규격에 의해 65 mm × 10 mm × 3.3 mm 크기로 각 군당 10개씩 총 120개의 시편을 제작하였다. 반투명도 측정을 위하여 금속주형을 이용하여 두께 2 mm, 지름 8 mm의 원판형으로 각 군당 10개씩 총 120개의 시편을 제작하였다.

주형에서의 시편의 분리를 위해서 바세린을 도포하였고 레진 혼합전 슬라이드 위에 주형을 올려놓고 혼합된 레진을 주형에 주입후 주형위에 슬라이드를 하나 더 올려놓고 압접하고 시편의 정확한 규격을 위해 여분의 레진부분을 정리하였다. 최종 중합 후 주형에서 시편을 분리하고, 모든 시편은 #800 sic paper, #1200 sic paper를 이용하여 물을 첨가하면서 한쪽 방향으로 연마하여 위아래가 평평하게 조정하였다. 마이크로 미터(Mitutoyo Co., Kawasaki, Japan)로 시편의 두께를 측정하였다.

2. 실험방법 및 분석

1) 굽힘강도 측정

굽힘시험은 3점 굽힘시험으로 실시하였고, 각 시편을 지지대 간격이 40 mm인 만능시험기(STM-5, United Calibration Corporation, USA) 지지대의 중앙에 올려놓고 하중 속도 1mm/min로 수직하중을 가해서 시편이 파절 될 때까지 시편

의 중앙에 수직으로 압축력을 가하여 최대하중을 측정하였다. 최대하중은 N으로 기록되었으며 굽힘강도 (σ)는 아래의 식에 의해 MPa로 계산되었다.

$$\sigma = 3LP/(2WH^2)$$

L: 지지대간의 거리(mm)

P: 시편에 가해진 최대 힘(N)

W: 시편의 두께(mm)

H: 시편의 높이(mm)

2) 반투명도 측정

시편의 색상은 분광측색계(Minolta, CM-3600d, Japan)를 이용하여 reflectance (%R) mode에서 CIE(Commission Inter-nationale d' Eclairage) L* a* b* 값을 측정하였다.

반투명도 측정 계산법은 다음과 같다.

$$TP = [(L_w - L_B)^2 + (a_w - a_B)^2 + (b_w - b_B)^2]^{1/2}$$

B: 검정색 배경($L^*=2.93$, $a^*=0.38$, $b^*=-0.38$)

W: 흰색 배경($L^*=93.26$, $a^*=0.61$, $b^*=-2.09$)

계산된 값은 흑색판과 백색판 배경에서 동일시편의 색차를 의미하며 숫자가 클수록 투명한 재료를 표시한다. 불투명 재료는 TP가 0이 된다.

3) 통계처리

통계적 유의성을 검정하기 위한 자료는 SPSS Ver23 (SPSS Inc, Chicago, IL, USA)를 이용해서 일변량분석 분산분석 (one-way ANOVA)과 이변량 분산분석(two-way ANOVA)을 시행하였다. 사후검증은 Tukey B를 이용해 0.05수준에서 통계적 유의성을 검정하였다.

결과

1. 굽힘강도의 변화

중합조건을 달리한 시편의 굽힘강도를 측정한 결과가 표와 그림에 나타나 있다(Table 1, 2, Figure 1).

50°C 수중에서 4bar 압력에서 중합한 교정용 아크릴 레진의 시편의 굽힘강도 값이 가장 높았고, 공기 중에서 1bar의

압력으로 중합했을 때 교정용 아크릴 레진 시편의 굽힘강도 값이 가장 낮았다($P<0.05$). 중합조건의 변화에 따라서 교정용 아크릴 레진의 굽힘강도는 유의한 차이가 나타났다($P<0.01$). 교정용 아크릴 레진 중합조건을 달리하였을 시 50°C 수중에서 중합하였을 때 굽힘강도가 가장 높은 값을

Table 1. Flexural strength of orthodontic acrylic resin(unit, MPa)

Group	Mean(SD)
A1	84.77(28.06) ^a
A2	87.87(14.83) ^{ab}
A4	93.68(18.86) ^{ab}
W1	96.38(15.74) ^{ab}
W2	96.39(16.67) ^{ab}
W4	97.90(17.61) ^{ab}
FW1	102.97(18.54) ^{ab}
FW2	112.26(11.10) ^{ab}
FW4	114.20(17.62) ^b
SW1	91.74(24.49) ^{ab}
SW2	104.91(19.69) ^{ab}
SW4	97.55(16.80) ^{ab}

*A1: pressure 1bar in air,

A2: pressure 2bar in air,

A4: pressure 4bar in air

W1: pressure 1bar in room temperature water,

W2: pressure 2bar in room temperature water,

W4: pressure 4bar in room temperature water,

FW1: pressure 1bar in 50°C warm water,

FW2: pressure 2bar in 50°C warm water,

FW4: pressure 4bar in 50°C warm water,

SW1: pressure 1bar in 70°C warm water,

SW2: pressure 2bar in 70°C warm water,

SW4: pressure 4bar in 70°C warm water.

보였으며 70°C 수중 중합, 실온 수중에서 중합 및 공기 중에서의 중합 순으로 굽힘강도가 유의하게 낮았다. 압력의 증가에 따른 굽힘강도의 값은 유의한 차이를 나타나지 않았다($P>0.05$).

2. 반투명도의 변화

중합조건을 달리한 시편의 반투명도를 측정한 결과가 표와 그림에 나타나 있다(Table 3, 4).

공기중에서 4bar 압력에서 중합한 교정용 아크릴 레진 시편의 반투명도 값이 가장 높았고, 70°C 수중에서 4bar의 압력으로 중합했을 때 교정용 아크릴 레진 시편의 반투명도 값이 가장 낮았다($P<0.001$). 중합조건의 변화에 따라서 반투명도는 유의한 차이가 나타났다($P<0.001$). 중합조건을 달리함에 따라 교정용 아크릴 레진의 반투명도는 공기 중에서 중합시 가장 높은 값을 보였고, 70°C 수중에서 중합시 가장 낮은 값을 보였다. 실온과 50°C 수중에서 중합 시에는 두 값에서 유의한 차가 나타나지 않았다. 압력을 변화시켰을 시 교정용 아크릴 레진의 반투명도 값에서는 유의한 차가 없었다($P=0.210$).

고찰

본 연구에서는 교정용 아크릴 레진의 중합시 중합조건을 공기 중, 실온수중 그리고 50°C 수중 및 70°C 수중에서 압력을 1bar, 2bar 및 4bar로 변화시켰을 때의 교정용 아크릴 레진의 굽힘강도와 반투명도를 측정하였다.

Table 2. Two-way ANOVA results of flexural strength(unit, MPa)

Bar \ Curing Condition	Air ^a	Room temperature water ^a	50°C water ^b	70°C water ^a	P
1 ^A	84.77(28.0)	96.38(15.7)	102.97(18.5)	91.74(24.4)	$\alpha > 0.05$
2 ^A	87.87(14.8)	97.90(17.6)	112.26(11.1)	104.91(19.6)	$\beta < 0.01$
4 ^A	93.68(18.8)	97.90(17.6)	114.20(17.6)	97.55(16.8)	$\alpha \times \beta = 0.881$

* α , bar of curing; β , curing condition.

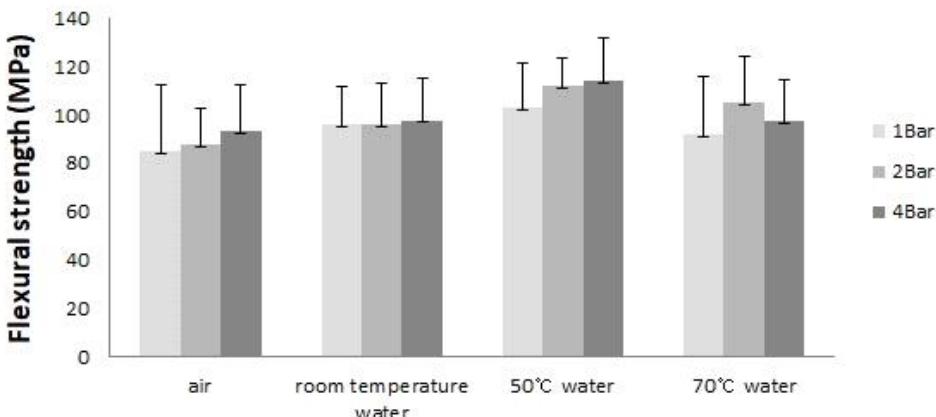


Figure 1. Results of flexural strength

Table 3. Transparency of orthodontic acrylic resin

Group	Mean±SD
A1	46.40(2.60) ^{bcd}
A2	46.80(2.24) ^{cd}
A4	47.19(1.30) ^d
W1	45.16(2.33) ^{bcd}
W2	43.61(2.43) ^{bcd}
W4	42.68(0.22) ^{bc}
FW1	44.85(1.66) ^{bcd}
FW2	42.34(0.95) ^b
FW4	42.87(0.70) ^{bc}
SW1	33.42(1.39) ^a
SW2	33.14(1.24) ^a
SW4	32.17(1.84) ^a

*A1: pressure 1bar in air,

A2: pressure 2bar in air,

A4: pressure 4bar in air

W1: pressure 1bar in room temperature water,

W2: pressure 2bar in room temperature water,

W4: pressure 4bar in room temperature water,

FW1: pressure 1bar in 50°C warm water,

FW2: pressure 2bar in 50°C warm water,

FW4: pressure 4bar in 50°C warm water,

SW1: pressure 1bar in 70°C warm water,

SW2: pressure 2bar in 70°C warm water,

SW4: pressure 4bar in 70°C warm water.

되었다. 본 연구에서는 50°C 수중에서 교정용 아크릴 레진을 중합하였을 때 굽힘강도가 가장 높은 값을 보였으며 70°C 수중 중합, 실온 수중에서 중합 및 공기 중에서의 중합 순으로 굽힘강도가 유의하게 낮았다. Min (2002)는 아크릴 레진 중합시 온도를 20°C와 40°C 조건에서 압력은 2bar, 4bar로 조건을 두어 실험한 결과 압력의 차이에는 큰 변화가 없었지만 온도가 높을수록 파절의 저항성이 높다고 하여 본 연구와 일치된 결과를 보였다. Fortes 등 (2010)의 연구에서는 자가 중합레진을 20°C 실온수와 50°C 온수에서 중합하였을 시 50°C 온수에서 굽힘강도가 증가하는 것으로 나타나 본 연과 결과와 일치된 결과를 보였으나, 압력과 온도가 높을수록 아크릴 레진의 기계적 특성이 향상된다는 점은 본 연구결과와는 달랐다.

Kim 등 (2014)도 교정용 아크릴 레진 중합시 압력을 3bar로 유지한 상태에서 온도를 40°C와 70°C로 한 상태에서 아크릴 레진을 중합한 결과 70°C에서 기계적 특성이 향상된다고 하였다. Hardik 등 (2016)도 물의 온도가 기계적 성질에 미치는 영향을 알아보기 위해 공기, 29°C, 60°C, 65°C, 70°C, 80°C 혼합 개시 8분 후, 수지 시편을 제거하고 굽힘 시험을 실시 한 결과 온도가 상승 할수록 굽힘강도 값이 높았지만, 70°C 이상에서는 더 이상 굽힘강도 값의 상승이 나타나지 않았다. Lee (2015)는 온도를 25°C와 40°C 및 70°C로 중합조건을 달리하고 교정용 아크릴 레진 중합시 압력을 3bar로 일정하게 유지했을 때, 70°C 온도에서 중합시 굽힘강도가

중합조건과 압력은 교정용 아크릴레진의 굽힘강도에 영향을 미치지 않는다는 첫 번째 귀무가설은 부분적으로 채택

Table 4. Two-way ANOVA results of orthodontic acrylic resin

Bar \ Curing Condition	Air ^a	Room temperature water ^a	50°C water ^b	70°C water ^a	P
1 ^A	46.40(2.60)	45.16(2.33)	44.85(1.66)	33.42(1.39)	$\alpha > 0.05$
2 ^A	46.80(2.24)	43.61(2.43)	42.34(0.95)	33.14(1.24)	$\beta < 0.001$
4 ^A	47.19(1.30)	42.68(0.22)	42.87(0.70)	32.17(1.84)	$\alpha \times \beta = 0.535$

* α , bar of curing; β , curing condition.

가장 높았다고 하였다. Ogawa 등 (2000)의 연구에서 아크릴 레진을 10°C, 23°C, 30°C, 40°C, 60°C, 80°C의 온도로 중합하였을 때, 온도가 23°C와 30°C에서는 차이가 없었지만 23°C와 60°C~80°C의 온도에서 중합시는 높은 온도에서 2배의 굽힘 강도 값을 보인다고 하였다. 본 연구에는 50°C 온수에서 중합시 아크릴 레진은 가장 높은 굽힘강도 값을 보이고 70°C 수중 중합시 굽힘강도 값이 감소하여 이들의 연구와 (Ogawa 등, 2000; Kim 등, 2014; Lee 등, 2015; Hardik 등, 2016)는 상반된 결과를 보였다.

본 연구에서 압력을 달리 하여 중합하였을 시, 교정용 아크릴 레진의 굽힘강도는 4bar, 2bar, 1bar 순으로 높았지만 유의한 차이는 나타나지 않았다. Min (2002)의 연구에서도 2bar와 4bar로 아크릴 레진을 중합하였을 때 압력의 차이에 따라 강도 값에서는 큰 변화가 없는 것으로 나타나 본 연구 결과와 일치된 결과를 보였다. Furnish 등 (1983)의 연구에서도 아크릴 레진의 중합시 압력의 증가는 굽힘강도를 약간 증가시켰지만 통계적으로는 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 반면, Donovan 등 (1985)은 아크릴 레진을 중합하였을 때 압력이 올라가면 아크릴 레진내의 기포 수가 감소하고 굽힘강도가 향상된다고 밝혔으며, 압력 하에서의 물은 물리적인 특성을 더욱 향상 시킨다고 하였다. Vallittu 등 (1998)은 아크릴 레진 중합시 압력의 증가는 기공의 감소로 중합체구조가 치밀해져서 강도가 증가한다고 하였다.

중합조건과 압력은 교정용 아크릴레진의 반투명도에 영향을 미치지 않는다는 두 번째 귀무가설은 부분적으로 채택되었다. 본 연구에서 아크릴 레진의 반투명도는 중합조건에 따라 공기 중, 실온수중, 50°C 수중, 70°C 수중 순으로 유의하-

게 높았다. 압력을 달리 하였을 시, 아크릴 레진의 반투명도에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

아크릴 레진 중합시 압력의 증가는 아크릴 레진의 기포를 감소시키지만(Donovan 등, 1985; Vallittu 등, 1998), 본 연구 결과에서는 압력증가가 반투명도에 유의한 차이를 가져오지는 않았다. 또한 2bar 이상의 압력하에서는 공기중 중합에 비해 물속에서의 중합은 아크릴 레진의 반투명도를 유의하게 감소시켰는데, 이는 물이 아크릴 레진의 표면의 거칠기에 영향을 미친 것으로 사료된다.

Cho 등 (2006)은 복합레진을 연마전과 연마후 표면의 색상을 CIE L*a*b*값과 투명도 변화를 평가하기 위해 백색 배경판과 흑색 배경판 상에서의 Y값을 Spectrolino를 사용하여 측정하고 분석하였다. 그 결과 칫솔이나 마모에 때문에 표면의 거칠기는 투명도와 색상의 변화를 유발시킨다고 하였다. Grajower 등 (1976)은 거친 표면은 빛의 산란과 반사정도에도 양향을 미쳐 표면의 색상이나 투명도에 영향을 줄 수 있다고 하였다. Buyukyilmaz 등 (1994)는 의치에 사용되는 아크릴 레진은 오래 사용했을 때 의치내의 색소의 변형이나 커피나 음료등과 같은 오염요인으로 색소가 부착되어 변색이 발생한다고 하였다. Bunch 등 (1987)은 다섯 종류의 의치상 아크릴 레진의 착색에 의한 색조 측정결과 대부분의 레진에서 색조변화가 일어났다고 하였다. Kang 등 (2003)은 아크릴 레진을 커피에 처리하여 측색 색차계를 이용해 반사색을 측정하였다. 그 결과 왜재성과 내재성 요소에 의해인지 가능한 색조변화를 나타낸다고 하였다. Jung 등 (2016)은 착색음료의 착색 전후의 L*a*b*값을 측정한 결과 착색후 레진의 투명도는 종류수를 제외한 나머지의 음료에

서 감소되는 경향을 보였다고 밝혔다. Jeon 등 (2004)은 타액이나 음식 성분에 의한 산도 변화가 변색을 일으킬 수 있기 때문에 아크릴 레진의 적절한 굽힘강도 외에도 변색이나 착색에 대한 저항성이 필요하다고 하였다. Kim 등 (2015)은 세라믹 글레이징 투명도를 측정한 결과 글레이징 후 투명도가 증가하였다고 하였다.

반투명도를 측정하는 방법에는 명암비(contrast), 투과율 및 투명도 지수(Translucency Parameter-TP)가 있다. 완전 투명과 완전 불투명사이의 상태를 기술하고 백색과 흑색의 배경차로 계산 된다(Johnston 등, 1995). 본 연구에서는 투명도 지수(Translucency Parameter-TP)를 이용하여 반투명도를 측정하였다.

본 연구의 한계점은 한 종류의 재료만 사용하여 실험을 하였다는 것으로 여러 종류의 교정용 아크릴 레진을 대상으로 비교분석한 연구가 필요하다. 또한 교정용 아크릴 레진의 반투명도나 색안정성에 대한 연구가 필요한 것으로 사료된다.

결 론

본 연구에서는 교정용 아크릴 레진의 중합시 중합조건을 공기 중, 실온 수중, 50°C 수중 및 70°C 수중의 조건과 1bar, 2bar 및 4bar로 압력을 달리하였을 시 굽힘강도와 반투명도의 변화를 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 교정용 아크릴 레진의 중합조건에 따른 굽힘강도는 50°C 수중, 70°C 수중, 실온 수중 및 공기 중 순으로 높았다.
2. 교정용 아크릴 레진의 중합시 압력에 따라 굽힘강도 값에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.
3. 교정용 아크릴 레진의 중합시 중합조건에 따라 반투명도는 공기 중, 실온 수중, 50°C 수중 및 70°C 수중 순서로 높았다.
4. 교정용 아크릴 레진의 중합시 압력에 따라 반투명도는 유의한 차이가 나타나지 않았다.

참고문헌

- 정선미 (2017). 중합조건이 교정용 아크릴 레진의 굽힘강도 와 투명도에 미치는 영향. 부산가톨릭대학교 대학원 치기공학과 석사학위논문.
- 유영규, 손승화, 박영철, 백형선 (1988). 가철성 교정장치의 design 제작 및 사용법. 서울: 대림출판사 pp. 254-258.
- 한국치과재료학 교수협의회 (2008). 치과재료학. 5판. 서울: 군자출판사 pp. 381-388.
- Arima T, Murata H, Hamada T (1995). Properties highly cross-linked autopolymerizing reline acrylic resins. J Prosthet Dent 73:55-59.
- Bunch J, Johnson GH, Brudvik JS (1987). Evaluation of hard direct reline resins. J Prosthet Dent 57:512-519.
- Buyukyilmaz S, Ruyter IE (1994). Color stability of denture base polymers Int J Prosthodont 7:372-382.
- Cho KJ, Park SJ, Cho HG, Kim DJ Hwang YC, Oh WM, Hwang IN (2006). Influence of the surface roughness on translucency and surface color of the dental composite resins. Restor Dent Endod 31:314-320.
- Choi JH, Moon CH (2010). Discomfort caused by the circumferential comfortable retainer (CCR) as a removable maxillary retainer. Korean J Orthod 40, 325-333.
- Craig RG (1989). Restorative denture Materials, 8th ed. Mosby, St. Louis, pp. 539-540.
- Donovan TE, Hurst RG, Campagni WV (1985). Physical properties of acrylic resin polymerized by four different techniques. Prostheses, J Prosthet Dent. 54:522-524.
- Flehcher AM, Purnaveja S, Amin WM (1983). The level of residual monomer in self curing denture base materials. Dent Res 62:118-120.
- Fortes CB, Collares FM, Machado CV (2010). Effect of different curing condition on material properties of acrylic resin for orthodontic appliance. Orthodontic

- Wave 69:18-22.
- Furnish GM, Otoole TJ, Fraunhofer JA (1983). The Polymerization of acrylic resin orthodontic prostheses. *J Prosthet Dent* 49:276-278.
- Iça RB, Oztürk F, Ates B, Malkoc MA, Kelestemur U (2014). Level of residual monomer released from orthodontic acrylic materials. *J Angle Orthod* 84:862-867.
- Grajower R, Revah A, Sorin S (1976). Reflectance spectra of natural and acrylic resin teeth. *J Prosthet Dent* 35: 570-579.
- Hardik P, Rupal JS, Anandmayee C, Ghanshyam P (2016). Effect of water temperature on the mechanical properties of autopolymerizing resin during polymerization. *International J. of Healthcare and Biomedical Research* 4:8-18.
- Jeon YM, Lim HS, Shin SY (2004). The effect of fermented foods on the color and hardness change of denture base acrylic resins. *J Korean Acad Prosthodont* 42: 344-351.
- Johnston WM, Ma T, Kienle BH (1995). Translucency parameter of colorants for maxillofacial prostheses. *Int J Prosthodont* 8:79-86.
- Jung JE, Jung KH, Son SA, Hur B, Kwon YH, Park JK (2014). Comparison of the color of composite resins with different thickness. *Kor J Dent Mater* 41:85-93.
- Kang US, Jeon YC, Jeong CM (2003) The Color Stability Of Direct Denture Reline Resins. *J Korean Acad Prosthodont* 41:160-168.
- Kenneth JA (2006). Phillips' science of dental materials. 11st ed. Phillips, New York, pp.143-169.
- Kim KI, Im YW, Kim SC, Yang TH, Lee HH (2014). Influence of Powder/Liquid Ratio and Temperature on The Mechanical Properties of Autopolymerized Resin for Orthodontic Appliance. *Kor J Dent Mater* 41s: 17-18.
- Kim SJ, Kahm SH (2015). Translucency of ceramic veneers on glazing effect. *J Korean Acad Pediatr Dent* 53: 138-141.
- Lee GS (2015). Flexural properties according to change of polymerization temperature of autopolymerized resin for orthodontic. *J Dent Hyg Sci* 15:259-264 .
- Min BK (2002). A study on the fracture strength according to orthodontic acrylic resin of resin work technique. *Bulletin of Dongnam Health college* 20:67-72.
- Ogawa T, Tanaka M, Koyano K (2000). Effect of water temperature during polymwritization on strength of autopolymerizing resin. *J Prosthet Dent* 84:222-224.
- Takahashi Y, Chai J, Kawaguchi M (1998). Effect of water sorption on the resistance to plastic deformation of a denture base material relined with four different denture reline materials. *Int J Prosthet Dent* 11:49-54.
- Undurwade JH, Sidhaye AB (1989). Curing acrylic resin in a domestic pressure cooker; A study of residual monomer content. *Quintessence Int* 20:123-129.
- Vallittu PK, Ruyter IE, Buykuilmaz S (1998). Effect of polymerization temperature and time on the residual monomer content of denture base. *Eur J Oral Sci* 106: 588-593.
- Woelfel JB, Paffenbarger GC, Sweeney WT (1963). Some physical properties of organic denture base meterials. *J Am Dent Assoc* 67:499-504.

중합조건이 교정용 아크릴 레진의 굽힘강도와 반투명도에 미치는 영향

정선미, 박미경*

부산가톨릭대학교 보건과학대학 치기공학과

본 연구의 목적은 중합조건이 교정용 아크릴 레진의 굽힘강도와 반투명도에 미치는 영향을 평가하는 것이다. 교정용 아크릴 레진을 중합시 공기 중, 실온 수중, 50°C 수중 및 70°C 수중 상태에서 1bar, 2bar 및 4bar의 압력을 가하여 시편을 제작하였다. 각 시편은 만능 시험기를 이용하여 굽힘강도를 측정하고 분광측색장치를 이용하여 각 시편의 CIE L*a*b*값을 측정하여 반투명도(Translucency Parameter: TP)값을 계산하였다. 교정용 아크릴 레진의 굽힘강도는 50°C 수중에서 가장 높았으며 70°C 수중 중합, 실온 수중에서 중합 및 공기 중에서의 중합 순으로 굽힘강도가 유의하게 낮았다($P<0.01$). 압력의 증가에 따라 아크릴 레진의 굽힘강도 값은 유의한 차이를 나타내지 않았다($P>0.05$). 교정용 아크릴 레진의 반투명도는 공기 중에서 중합시 가장 높은 값을 보였고, 실온과 50°C 수중 및 70°C 수중 순으로 유의하게 낮은 값을 보였다($P<0.001$). 압력의 증가에 따라 아크릴 레진의 반투명도는 유의한 차이를 나타내지 않았다($P>0.05$). 본 연구의 한계 내에서, 교정용 아크릴 레진의 강도와 반투명도는 중합조건에 따라 차이가 있지만 압력에 따른 차이는 없다.

색인 단어 : 교정용 아크릴 레진, 굽힘강도, 반투명도, 중합조건
