

중합방법이 이중중합 레진시멘트의 미세경도에 미치는 영향

이기덕 · 박세희 · 김진우 · 조경모*
강릉원주대학교 치과대학 치과보존학교실

ABSTRACT

Effect of curing modes on micro-hardness of dual-cure resin cements

Ki-Deok Lee, Se-Hee Park, Jin-Woo Kim, Kyung-Mo Cho*

Department of Conservative Dentistry, Gangneung-Wonju National University College of Dentistry, Gangneung, Korea

Objectives: The purpose of this study was to evaluate curing degree of three dual-cure resin cements with the elapsed time in self-cure and dual-cure mode by means of the repeated measure of micro-hardness.

Materials and Methods: Two dual-cure self-adhesive resin cements studied were Maxcem Elite (Kerr), Rely-X Unicem (3M ESPE) and one conventional dual-cure resin cement was Rely-X ARC resin cement (3M ESPE). Twenty specimens for each cements were made in Teflon mould and divided equally by self-cure and dual-cure mode and left in dark, 36°C, 100% relative humidity conditional-micro-hardness was measured at 10 min, 30 min, 1 hr, 3 hr, 6 hr, 12 hr and 24 hr after baseline. The results of micro-hardness value were statistically analyzed using independent samples *t*-test and one-way ANOVA with multiple comparisons using Scheffé's test.

Results: The micro-hardness values were increased with time in every test groups. Dual-cure mode obtained higher micro-hardness value than self-cure mode except after one hour of Maxcem. Self-cured Rely-X Unicem showed lowest value and dual-cured Rely-X Unicem showed highest value in every measuring time.

Conclusions: Sufficient light curing to dual-cure resin cements should provided for achieve maximum curing. [J Kor Acad Cons Dent 2011;36(2):132-138.]

Key words: Curing mode, Dual-cure, Micro-hardness, Resin cement, Self-adhesive

-Received 29 January 2011; revised 24 February 2011; accepted 24 February 2011-

서론

간접 수복물은 수 년간 온습한 구강 환경에서 저작압과 비 기능성 스트레스를 받아 치아와 시멘트 혹은 시멘트와 수복물 사이의 부착 실패를 야기하거나 시멘트 자체의 응집 실패

를 일으켜 수복물의 실패를 초래할 수 있으므로 시멘트의 물성은 간접 수복물의 예후를 결정하는 매우 중요한 요소이다.

레진시멘트는 과거에 주로 사용된 인산아연시멘트(Zinc Phosphate cement), 폴리카복실레이트시멘트(Polycarboxylate cement), 글래스아이오노머시멘트

Lee KD, DDS, Graduate school student; Park SH, DDS, PhD, Professor; Kim JW, DDS, PhD, Professor; Cho KM, DDS, PhD, Professor, Department of Conservative Dentistry, Gangneung-Wonju National University College of Dentistry, Gangneung, Korea

*Correspondence to Kyung-Mo Cho, DDS, PhD.

Professor, Dept. of Conservative Dentistry, Gangneung-Wonju National University College of Dentistry, 120 GangneungDaehangno, Gangneung, Gangwon, Korea 210-702

TEL, +82-33-640-3155; FAX, +82-33-640-3103; E-mail, drbozon@gwnu.ac.kr

(Glass Ionomer cement)보다 더욱 심미적이고 물리적 성질도 우수한 것으로 알려져 있으며 도재와 복합레진 등의 심미 수복재료들의 발전으로 인해 사용이 점점 증가하고 있다.¹

레진시멘트는 자가중합, 광중합, 이중중합 형태로 중합방법을 분류할 수 있으며 그 중 이중중합 레진시멘트는 빛이 도달하지 않는 부분에서도 중합을 할 수 있으며 원하는 시기에 중합을 유도할 수 있는 장점을 가지고 있기 때문에 널리 이용되고 있다.²

일반적으로 이중중합 복합레진은 광중합을 추가로 하는 경우에 더 높은 중합도를 보이며^{3,4} 이중중합 레진시멘트 또한 광중합을 하는 경우 더 높은 중합도와 미세경도를 보인다고 알려져 있다.⁵

하지만 금속재 하부 구조물이 있는 수복물과 같이 이중중합 레진시멘트를 사용하는 모든 경우에서 빛이 적절히 투과되는 것은 아니며, 심미성이 높으며 빛이 어느 정도 투과되는 수복재료인 도재에서도 여러 재료에 따라 빛의 투과성이 다름에 따라 이중중합 레진시멘트의 중합도가 차이가 나게 된다.⁶

최근에는 치아 및 수복물에 전 처리가 필요없는 다양한 이중중합형 자가접착 레진시멘트가 소개되어 사용 중이지만 물리적 성질은 기존의 레진시멘트에 비해 낮은 것으로 보고되고 있으나⁷ 중합방법에 따른 중합도와 물리적 성질에 대한 연구는 아직 부족한 상황이다.

이에 본 연구에서는 이중중합형 자가접착 레진시멘트와 기존의 이중중합형 레진시멘트에서 중합방법에 따른 중합도의 변화를 시간에 따라 평가하기 위하여 중합도를 간접적으로 알아볼 수 있는 미세경도를 반복적으로 측정함으로써 장기적인 수복물의 유지력을 향상시킬 수 있는 이중중합 레진시멘트의 중합방법을 알아보고자 하였다.

연구 재료 및 방법

1. 실험재료

총 3종의 이중중합 레진시멘트를 이용하였으며 이 중 Maxcem Elite (Kerr, Orange, CA, USA)와 Rely-X Unicem (3M ESPE, St. Paul, MN, USA)는 자가접착 레진시멘트이고 Rely-X ARC (3M ESPE)는 접착제가 필요한 전통형 레진시멘트이다. 각 레진시멘트의 구성 성분은 Table 1에 나타내었다.

2. 시편제작

테플론을 이용하여 Figure 1과 같이 몰드를 제작하였다. 각 레진시멘트를 몰드에 채우고 mylar strip으로 덮은 뒤 슬라이드 글라스로 누른 다음 자가중합법은 온도 36℃에 100% 상대습도를 유지하는 빛이 들어가지 않는 항온기에 넣어 중합을 하였다.

이중중합법은 자가중합법과 마찬가지로 레진시멘트를 채우고 할로겐 광중합기(XL 3000, 3M ESPE)를 이용하여 40초간 광중합하고 자가중합법과 동일한 조건의 항온기에 넣어 자가중합을 추가로 유도하였다.

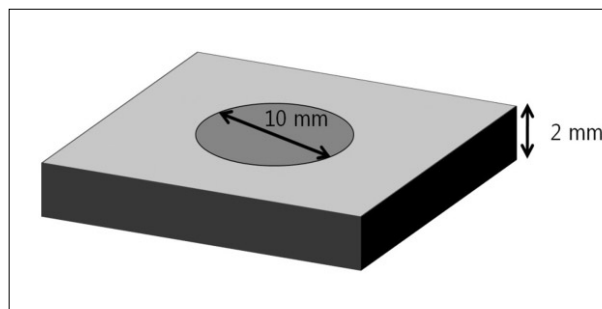


Figure 1. Schematic drawing of moulds.

Table 1. Composition of materials used in this study

Group	Type	Composition
Maxcem Elite	Dual cure	Glycerol dimethacrylatedihydrogen phosphate, comonomers, proprietary self-curing redox activator, camphorquinone, stabilizer, barium glass fillers, fluoroaluminosilicate glass fillers, fumed silica
	Self-adhesive	
Rely-X Unicem	Dual cure	Powder: glass powder, silica, calcium hydroxide, pigment, substituted pyrimidine, peroxy compound, initiator Liquid: methacrylated phosphoric ester, dimethacrylate, acetate, stabilizer, initiator
	Self-adhesive	
Rely-X ARC	Dual cure Conventional	bisphenol-A-diglycidyletherdimethacrylate, triethylene glycol dimethacrylate, zirconia filler, silica filler, dimethacrylate polymer, pigments, photoinitiator, amine and peroxide

세 가지 레진시멘트에서 자가중합법과 이중중합법으로 시편을 각각 10개씩 제작하여 총 6개군을 실험하였다.

3. 미세경도의 측정

각 실험군마다 시편제작 10분, 30분, 1시간, 3시간, 6시간, 12시간, 24시간이 지난 시점에 미세경도기(HM 125, Mitutoyo, Kawasaki, Japan)를 이용하여 50 g의 힘으로 15초간 힘을 가해 세 번 미세경도를 측정하고 평균을 내어 해당 시점의 미세경도로 정하였다.

미세경도는 시편의 중앙에서 측정하였으며 이전의 미세경도를 측정한 부위를 피하여 최대한 근접하여 측정하였다.

4. 통계분석

SPSS Ver 10.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 사용하여 각 미세경도 측정시점에서 동일한 레진시멘트의 중합방법에 따른 미세경도를 independent samples *t*-test로 비교하였고, 각 레진시멘트간의 미세경도를 one-way ANOVA로 비교 분석하였으며, 95% 유의수준에서 Scheffe's test로 사후검정 하였다.

연구 결과

각 실험군의 측정시기별 미세경도는 Table 2와 같았으며 시간경과에 따른 미세경도의 변화를 Figure 2로 나타내었다. 모든 실험군에서 시간이 경과됨에 따라 미세경도가 증

가하는 결과를 보이고 있으며 24시간 뒤의 미세경도는 자가중합법의 Rely-X Unicem이 가장 낮게 나타났으며 이중중합법의 Rely-X Unicem이 가장 높게 나타났다.

각각의 레진시멘트에서 중합방법에 따른 미세경도의 차이를 각 측정 시점에서 분석한 결과는 Table 3과 같다. Rely-X Unicem과 Rely-X ARC는 매 측정 시점에서 이중중합법이 자가중합법 보다 높은 미세경도를 보였으나 Maxcem의 경우에는 3시간 이후부터 자가중합법과 이중중합법 사이에 차이를 보이지 않았다.

각 측정 시점에서 실험군 사이의 비교 결과를 살펴보면 중합개시 10분 후에는 자가중합한 Rely-X Unicem이 가장 낮은 미세경도를 보이며 이중중합한 Rely-X Unicem과

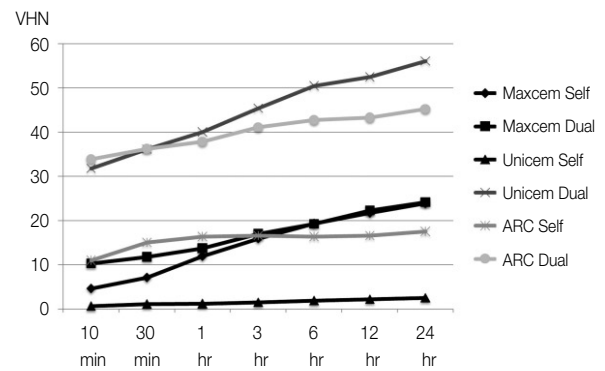


Figure 2. Micro-hardness changes of test groups with the time. VHN, Vicker's hardness number.

Table 2. Micro-hardness value of test groups in each measurement times

Group	10 min	30 min	1 hr	3 hr	6 hr	12 hr	24 hr
Maxcem Self	4.62 ^b (0.68)	7.11 ^b (0.79)	11.92 ^b (1.31)	15.94 ^b (1.16)	19.34 ^c (1.54)	21.78 ^c (2.29)	23.94 ^c (2.85)
Maxcem Dual	10.29 ^c (1.79)	11.79 ^c (1.41)	13.75 ^b (1.88)	17.01 ^b (1.79)	19.30 ^c (2.39)	22.28 ^c (3.61)	24.15 ^c (3.12)
Unicem Self	0.65 ^a (0.41)	1.11 ^a (0.71)	1.21 ^a (0.79)	1.55 ^a (0.67)	1.89 ^a (0.78)	2.25 ^a (1.19)	2.57 ^a (1.19)
Unicem Dual	31.84 ^d (1.54)	36.20 ^e (1.08)	40.05 ^d (2.34)	45.45 ^d (0.31)	50.48 ^e (1.03)	52.49 ^e (1.23)	56.11 ^e (1.96)
ARC Self	11.01 ^c (1.84)	15.04 ^d (2.18)	16.38 ^c (1.46)	16.67 ^b (1.66)	16.39 ^b (1.97)	16.65 ^b (1.39)	17.57 ^b (1.34)
ARC Dual	33.87 ^d (1.16)	36.24 ^e (1.54)	37.89 ^d (1.11)	41.17 ^c (0.48)	42.76 ^d (0.64)	43.33 ^d (0.59)	45.29 ^d (1.37)

The number in the parentheses are the standard deviation.

VHN, Vicker's hardness number.

Different superscript letters mean statistical difference in each measured time.

Table 3. Significances between self and dual curing of each resin cements (independent samples *t*-test)

Group	10 min	30 min	1 hr	3 hr	6 hr	12 hr	24 hr
Maxcem Elite	0.000	0.000	0.022	0.131	0.972	0.714	0.877
Rely-X Unicem	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Rely-X ARC	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Rely-X ARC가 가장 높은 미세경도를 보였다. 중합개시 후 30분 시점에서 각 실험군 사이의 차이는 10분 시점과 유사한 결과를 보이고 있으며 각 레진시멘트에서 이중중합이 자가중합에 비해 높은 미세경도를 보였다. 한 시간이 경과한 시점에서 각 실험군 사이의 차이는 계속 유사한 결과를 보이지만 Maxcem에서는 자가중합법과 이중중합법이 유사한 미세경도 값을 보였다. 세 시간이 경과한 시점에서 계속 유사한 결과를 보이며 Rely-X Unicem 자가중합법이 가장 낮은 미세경도를 보였으며 Rely-X Unicem 이중중합법이 다른 실험군에 비해 가장 높은 미세경도 값을 보였다.

중합개시 후 6, 12, 24시간 모두 Maxcem에서 자가중합법과 이중중합법이 유사한 미세경도 값을 보이며 Rely-X Unicem자가중합법이 가장 낮은 미세경도를 보이고 Rely-X Unicem이중중합법이 다른 실험군에 비해 가장 높은 미세경도 값을 나타내는 결과가 계속 이어졌다.

총괄 및 고안

최근 심미 수복에 대한 관심이 고조되면서 세라믹이나 레진을 이용한 간접 수복물의 사용이 증가함에 따라 간접 수복물과 치아의 합착을 위해 접착용 레진시멘트가 사용되고 있으며 이들은 복합레진과 같은 중합 체계를 가지고 있기에 레진시멘트에서 중합의 정도는 매우 큰 의미를 가지게 된다. 복합레진 계열의 재료들에서 중합의 깊이와 전환율(degree of conversion)과 같은 중합의 특징은 중합 후 재료의 탄성계수, 굴곡강도, 접착력과 같은 물리적 성질에 중요한 영향을 주게 된다.⁸ 또한 복합레진의 중합도가 떨어지는 경우 복합레진 수복물은 구강 안에서 물과 같은 용매가 복합레진 안으로 침투해 들어갈 수 있는 공간을 더 많이 가지게 되어 용매에 의한 수복물의 연화와 용해도의 증가를 초래하게 된다.⁹

과거부터 사용된 접착용 시멘트는 여러 종류가 있지만, 최근 물성의 향상과 사용의 편의성 등의 이유로 자가접착 레진시멘트가 각광받고 있으나 이중중합 형태를 가지는 자가접착 레진시멘트의 중합 방법에 따른 중합도에 대한 연구는 매우 적으며 시간 경과에 따른 중합도를 연구한 경우는 거의 없기에 본 연구를 계획하게 되었으며 기존의 이중중합 레진시멘트를 대조군으로 넣었다.

연구의 결과 세 가지 이중중합 레진 시멘트에서 측정시기에 상관없이 광중합을 하는 이중중합법이 자가중합법에 비해 높은 미세경도 값을 보였다. 이러한 결과는 이전의 연구와 유사한 결과를 보여준다.¹⁰ 그렇지만 빛이 투과되는 포스트를 이용하여 이중중합 레진시멘트의 중합도를 평가한 다른 연구에서는 Panavia-F와 Unicem이 근관의 부위와 상관없이 고른 중합을 보였으나 Variolink와 Duolink는 광중합기에 가까운 부위에서 더 높은 중합도를 보여 본 연구와는 조금 다른 결과를 보였다.¹¹ 하지만 이 연구는 물과 알코올을 이용하여 노화와 자극을 준 경우로 이러한 경우에 Unicem의 내부에 있는 수산화칼슘에 의해 중합의 양상이 바뀔 수 있으므로 본 연구와는 다른 결과가 나타날 수 있을 것으로 생각한다.

Unicem과 Maxcem을 이용한 유사한 연구에서도 이중중합을 하는 경우에 더 높은 전환율을 보인 다른 연구가 있다.¹² 하지만 이 연구에서는 중합개시 후 10분이 지난 시점에서만 중합율을 측정했으므로 본 연구에서와 같이 30분까지는 Maxcem이 이중중합을 하는 경우에 더 높은 미세경도를 보였지만 한 시간 이후부터는 자가중합과 이중중합이 유사한 미세경도를 보인 또 다른 결과를 반영하지는 못한다.

본 연구에서는 이중중합 레진시멘트의 초기 중합도 뿐만 아니라 시간이 경과하면서 변화되는 중합도의 양상을 살펴보고자 했기 때문에 미세경도 측정 방법을 이용하였다. 복합레진의 중합도를 간접적으로 미세경도를 이용하여 측정하는 방법은 직접 화학물질을 분석하여 중합율을 측정하는 fourier transform infrared (FTIR) spectroscopy와 견주어 볼 때 서로 유사하게 결과가 나타난다고 한다.¹³ Ferracane의 연구에서도 미세경도 값은 탄소 이중결합의 전환율과 연관이 있어서 중합 중 전환율이 증가하면 미세경도가 증가하게 된다고 하였지만 미세경도 값이 절대적으로 전환율과 호환되는 것은 아니라고 하였다.¹⁴ 그렇지만 동일한 시점에서 반복적으로 중합도를 측정할 수 있는 방법은 없으므로 간접적으로 중합도를 측정할 수 있는 미세경도 측정 방법을 본 연구에서 사용하였다.

본 연구에서 미세경도는 중합방법과 상관없이 시간이 지남에 따라 대부분 증가하는 양상을 보였는데 이러한 결과는 초기에 중합이 부족하다로 산-염기 반응과 redox 반응에 의해 시간이 지남에 따라 중합도가 증가하며 물리적 성질이

좋아질 수 있다는 결론을 내리게 한다. 하지만 이중중합법과 비교하였을 때 매우 낮은 자가중합의 결과를 나타냈으므로 단단한 수복물과 상아질 사이에서 매우 얇은 두께로 개재하게 되는 시멘트의 특성을 생각하면 매우 위험한 결과라고 생각할 수 있다. 특히 이러한 부분은 Unicem에서 두드러져서 Unicem의 자가중합법은 전 기간에 걸쳐서 가장 낮은 미세경도를 보이고 있으며 24시간이 경과한 후에도 다른 조건의 시멘트들과 비교했을 때 현저히 낮은 미세경도를 보였다. 이러한 결과가 Unicem에서 나타나는 이유는 Unicem의 중합과 관련된 화학적 반응을 분석함으로써 알아낼 수 있겠으나 현실적으로 이에 대한 밝혀진 것은 없으며 다만 약간의 연구에서 다음과 같이 유추하고 있다.

모든 자가접착 레진시멘트는 산성단량체 (acidic monomer)를 가지고 있으므로 이중중합 레진시멘트 안에 있는 amine initiator와 반응을 하게 되어 중합율에 영향을 미치게 된다. 이를 극복하기 위해 고유의 sodium aryl sulfate 또는 aryl-borate salt와 같은 중합개시 시스템을 레진시멘트 안에 넣게 된다.¹⁵ 이러한 중합시스템들은 결국 전통형 이중중합 레진시멘트와 다른 중합행태를 가지게 되며 결국 초기의 낮은 중합도의 결과를 나타낼 수 있다는 것이며 이것이 계속적으로 중합도에 영향을 미치게 된다는 것이다.¹⁶

Unicem의 중합과 관련된 다른 연구에서 Unicem은 중합기의 광원과 중합방법에 따라 각기 다른 세포독성을 나타내는데 자가중합을 한 경우에 가장 높은 세포독성을 나타낸다고 하였다.¹⁷ 이러한 부분을 고려한다면 빛이 투과되지 않거나 투과되는 정도가 떨어지는 상황에서 자가중합에 주로 의지해야 한다면 낮은 자가중합의 정도를 보이는 레진시멘트의 사용은 좋지 않은 결과를 초래할 수 있을 것이다.

이중중합 레진시멘트에 대한 중합 방법에 따른 물리적 성질의 차이는 접착력에도 영향을 미치게 되어 광중합을 한 이중중합 레진시멘트에서 더 높은 전단결합강도를 보이며 이러한 현상이 장기간의 노화와 응력을 부여하는 조건을 주었을 때도 마찬가지로 나타나 결국 불충분한 중합이 접착력을 떨어뜨린다고 한다.¹⁸

자가접착 레진시멘트와 관련한 연구에서 2 mm 두께의 레진수복물을 여러 이중중합 자가접착 레진시멘트를 사용하여 자가중합법과 이중중합법으로 접착을 시도한 결과 Unicem에서는 중합법에 따른 차이를 보이지 않았지만 매우 낮은 접착력을 보였으며 반면 다른 자가접착 레진시멘트에서는 이중중합법에서 더 높은 접착력을 보여 Unicem이 빛에 대한 감수성이 떨어지는 것으로 보인 결과도 있다.¹⁹

근관 안은 빛이 도달하기 어려우므로 최근에는 빛이 투과되는 포스트를 이용하여 수복을 하는 경우가 많으며 이에 대해 빛이 투과되어 레진시멘트의 중합에 얼마나 영향을 주는가에 대해서도 관심을 가질 수밖에 없으나 그 결과는 포

스트를 통한 빛의 전달이 충분하지 않아 중합도가 떨어지는 것으로 나타나고 있다.²⁰

이러한 부분들을 감안하여 생각해 본다면 빛이 들어갈 수 없는 상황 즉 금속 수복물의 하방, 빛을 잘 투과하지 않는 도재 수복물의 하방 및 근관 안에 이중중합 레진시멘트를 사용할 때 중합도가 떨어질 가능성이 높으므로 수복물의 합착 초기에 환자로 하여금 음식물의 저작과 급격한 구강 안의 온도변화를 유발하는 음식물의 섭취를 제한 할 필요가 있다. 또한 빛이 어느 정도 투과되는 수복물이라면 최대한 광중합의 시간을 길게 가짐으로써 이중중합의 가능성을 높여 주어야 할 것이다.

본 연구의 예비실험 과정 중 실온에서 자가접착 레진시멘트의 자가중합을 유도하였을 때 많은 시간이 경과하였음에도 불구하고 중합이 거의 되지 않았으므로 구강 안의 상황을 모사하여 체온과 유사한 36℃의 온도에서 시편을 보관하면서 미세경도를 측정하였다. 앞으로의 연구에서 이러한 부분을 참고하여야 할 것으로 사료된다.

제조사에서 더욱 안정적으로 자가중합과 이중중합이 일어나는 제품을 개발해야 함은 당연한 사실일 것으로 생각하며 본 연구와 관련하여 추후 여러 이중중합 레진시멘트의 다양한 중합방법에 따른 결과를 실제 수복물과 연관 지어 장기 간에 걸쳐 확인하는 연구가 필요할 것으로 생각한다. 이와 더불어 이중중합 레진시멘트의 중합을 걱정하지 않고 환자가 편하게 저작과 음식물 섭취를 할 수 있는 시점이 중합 개시 후 언제부터인가에 대한 연구도 필요하리라 생각한다.

결 론

다양한 중합방법으로 이중중합 레진시멘트를 중합하여 시간경과에 따른 중합도의 변화를 간접적으로 알아보고자 미세경도를 측정한 본 연구의 결과 광조사를 한 이중중합법이 자가중합법에 비해 높은 미세경도를 나타내는 결과를 얻어 이중중합 레진시멘트의 중합도를 향상시키기 위해서는 광조사를 하여야 함을 확인하였다. 따라서 임상에서 이중중합 레진시멘트를 이용하는 경우 광조사를 충분히 해야 할 것으로 생각하며, 빛이 투과되지 않는 수복물을 사용하는 경우에는 자가중합의 능력이 더 우수한 이중중합 레진시멘트를 이용해야 할 것으로 사료된다.

REFERENCES

1. Theodore M, Harald O, Edward J. Sturdevant's art & science of operative dentistry. 5th ed. St. Louis, USA: Mosby; 2006.p225-227.
2. Michelle CA, Abbariki M, Orr JF. The influence of luting cement on the probabilities of survival and modes of failure of cast full-coverage crowns. *Dent Mater* 2000;16:198-206.

3. Kwon PC, Park JW. Influence of thickness on the degree of cure of composite resin core material. *J Kor Acad Cons Dent* 2006;31:352-358.
4. Kim YJ, Jin MU, Kim SK, Kwon TY, Kim YK. Polymerization of dual cured composites by different thickness. *J Kor Acad Cons Dent* 2008;33:169-76.
5. Cadenaro M, Navarra CO, Antonioli F, Mazzoni A, Di Lenarda R, Rueggeberg FA, Breschi L. The effect of curing mode on extent of polymerization and microhardness of dual-cured, self-adhesive resin cements. *Am J Dent* 2010;23:14-18.
6. Borges GA, Agarwal P, Miranzi BA, Platt JA, Valentino TA, dos Santos PH. Influence of different ceramics on resin cement Knoop Hardness Number. *Oper Dent* 2008;33:622-628.
7. Shin HJ, Song CK, Park SH, Kim JW, Cho KM. Physical properties of different self-adhesive resin cements and their shear bond strength on lithium disilicate ceramic and dentin. *J Kor Acad Cons Dent* 2009;34:184-191.
8. Danesh G, Davids H, Reinhardt KJ, Ott K, Schäfer E. Polymerisation characteristics of resin composites polymerised with different curing units. *J Dent* 2004;32:479-488.
9. Ferracane JL. Hygroscopic and hydrolytic effects in dental polymer networks. *Dent Mater* 2006;22:211-222.
10. Noronha Filho JD, Brandão NL, Poskus LT, Guimarães JG, Silva EM. A critical analysis of the degree of conversion of resin-based luting cements. *J Appl Oral Sci* 2010;18:442-446.
11. Pedreira AP, Pegoraro LF, Góes MF, Pegoraro TA, Carvalho RM. Microhardness of resin cements in the intraradicular environment: effect of water storage and softening treatment. *Dent Mater* 2009;25:868-876.
12. Vrochari AD, Eliades G, Hellwig E, Wrbas KT. Curing efficiency of four self-etching, self-adhesive resin cements. *Dent Mater* 2009;25:1104-1108.
13. Rueggeberg FA, Craig RG. Correlation of parameters used to estimate monomer conversion in light-cured composite. *J Dent Res* 1988;67:932-937.
14. Ferracane JL. Correlation between hardness and degree of conversion during the setting reaction of unfilled dental restorative resins. *Dent Mater* 1985;1:11-14.
15. Mazzitelli C, Monticelli F, Osorio R, Casucci A, Toledano M, Ferrari M. Effect of simulated pulpal pressure on self-adhesive cements bonding to dentin. *Dent Mater* 2008;24:1156-1163.
16. Tezvergil-Mutluay A, Lassila LV, Vallittu PK. Degree of conversion of dual-cure luting resins light-polymerized through various materials. *Acta Odontol Scand* 2007;65:201-205.
17. Monteiro GQ, Souza FB, Pedrosa RF, Sales GC, Castro CM, Fraga SN, Galvão BH, Braz R. In vitro biological response to a self-adhesive resin cement under different curing strategies. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2010;92:317-321.
18. Piwowarczyk A, Bender R, Ottl P, Lauer HC. Long-term bond between dual-polymerizing cementing agents and human hard dental tissue. *Dent Mater* 2007;23:211-217.
19. Aguiar TR, Di Francescantonio M, Ambrosano GMB, Gianini M. Effect of curing mode on bond strength of self-adhesive resin luting cements to dentin. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2010;93:122-127.
20. Roberts HW, Leonard DL, Vandewalle KS, Cohen ME, Charlton DG. The effect of a translucent post on resin composite depth of cure. *Dent Mater* 2004;20:617-622.

국문초록

중합방법이 이중중합 레진시멘트의 미세경도에 미치는 영향

이기덕 · 박세희 · 김진우 · 조경모*

강릉원주대학교 치과대학 치과보존학교실

연구목적: 본 연구는 3종의 이중중합 레진시멘트에서 자가중합법과 이중중합법이 중합도에 미치는 영향을 간접적으로 알아보고자 시간경과에 따라 미세경도를 측정하였다.

연구 재료 및 방법: 실험을 위해 자가접착 레진시멘트인 Maxcem Elite (Kerr)와 Rely-X Unicem (3M ESPE) 및 전통형 레진시멘트인 Rely-X ARC (3M ESPE)를 사용하였으며 각 레진시멘트를 동일한 크기의 테플론 몰드에 채우고 자가중합법과 이중중합법으로 중합을 하여 각각 10개씩 시편을 제작하였으며 중합 시작 후 10분, 30분, 1시간, 3시간, 6시간, 12시간, 24시간이 지난 시점에 미세경도를 측정하였다.

결과: 각 시점에서 레진시멘트별로 중합법 사이의 비교를 위한 independent samples *t*-test 및 모든 실험군 사이의 비교를 위한 one-way ANOVA와 Scheffe 사후검정을 95% 유의수준에서 실시하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 모든 실험군에서 시간이 경과함에 따라 미세경도가 증가하는 경향을 보였다.
2. Maxcem에서 중합 1시간 후 부터를 제외하고 이중중합이 자가중합에 비해 높은 미세경도 값을 보였다($p < 0.05$).
3. 매 시점에서 자가중합법의 Rely-X Unicem이 가장 낮은 미세경도를 보였으며 이중중합법의 Rely-X Unicem이 가장 높은 미세경도 값을 보였다.

결론: 이상의 실험 결과로 볼 때 이중중합 레진시멘트의 충분한 중합을 위해서는 광조사를 반드시 하여야 할 것으로 생각한다.

주요단어: 미세경도; 레진시멘트; 이중중합; 자가접착; 중합방법