

치과용 심미수복재료 세로모에서 수분흡수와 체적 변화에 관한 연구

이종혁*

단국대학교 치과대학 치과보철학교실, 조교수

연구목적: 치과 영역에서 환자들의 심미적인 요구가 증가하면서 자연 치아의 색조를 재현할 수 있는 수복물의 개발이 이루어졌으며, 이러한 연구의 일환으로 도재와 복합레진의 특성을 겸비한 Ceromer (Ceramic Optimized Polymer)가 개발되었다. Ceromer는 기존의 복합레진에 무기질을 고밀도로 충전하여 물리적 성질을 향상시켰다.

연구 재료 및 방법: 본 실험에서는 두 종류의 Ceromer [Targis® (Ivoclar-vivadent AG., Schaan, Liechtenstein), BelleGlass® (Kerr Co., Orange, CA, USA)]를 이용해 레진 전장관 형태의 시편을 제작하고 증류수에 침전한 후 발생하는 체적과 중량의 변화를 관찰하였다.

결과 및 결론: 두 종류의 Ceromer 모두 수증 침적 시간이 증가할수록 높이와 폭이 증가되었으며, Targis®보다 BelleGlass®에서 더 큰 누적변화율을 보였다. 72시간까지 급격한 증가를 보이다 이후 누적변화율의 증가는 감소하였다. 통계적 분석결과 Targis®의 높이와 무게의 누적 변화량이 24시간군과 나머지군 사이에 유의한 차이를 보였으며, BelleGlass®에서는 폭과 무게에서 누적 변화량이 24시간군과 나머지군 사이에 유의한 차이를 보였다 (<0.05). Targis®와 BelleGlass® 두 군간의 비교에서는 높이, 폭, 무게의 변화량은 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았으나 변화양상은 다르게 관찰되었다. (대한치과보철학회지 2009;47:119-24)

주요단어: ceromer, 수증침적, 체적변화, Targis®, BelleGlass®

서론

심미 수복을 위한 치과 재료로 도재와 복합 레진이 주로 사용되어 왔으며, 치아색을 재현하기 위한 노력의 결과 이들 심미 재료들은 많은 개선을 이루었고 자연치와 가까운 색조를 재현할 수 있게 되었다. 그러나 도재의 경우 제작과정이 복잡하고 파절의 위험이 있으며 대합치를 마모시키는 단점이 있고, 레진의 경우 강도나 내마모성에 문제가 있다.^{1,2} 이러한 두가지 재료의 결점을 보완하기 위하여 새로운 재료들이 개발되고 있으며 Ceromer (Ceramic Optimized Polymer)와 FRC (Fiber-Reinforced Composite)도 이들 중 한 가지 이다. 이전 레진에 비해 Ceromer는 무기질 충전제 (ceramics)를 고밀도로 함유하고 있으며, 제조사들은 이들 충전제로 인해 물성이 향상되었다고 하였다.³ FRC의 경우 주로 레진 기질에 강화형 섬유를 포매하여 강도를 보강하였으며 Glass fiber composite, Fiber-reinforced polyceramic composite 등으로 불리우고 있다.¹ 상용화된 제품들로는 Targis® (Ivoclar-vivadent AG., Liechtenstein), BelleGlass (Kerr Co., USA), Artglass® (Heraeus Kulzer, Germany), Tescera® (Bisco Inc, USA)등이 있다. 이중 Targis®는 1996년에 구치부 고정성 보철물에 사용할 목적으로 개발되었으며 Bis-GMA, decandiol dimethacrylate, urethane dimethacrylate matrix에

0.03 - 1.00 μm barium glass, silicon dioxide filler가 무게비 76%로 채워져 있고 중합은 열을 가하면서 광중합을 한다. BelleGlass®는 1990년대 중반 indirect resin inlay, 전치부 수복, 계속가공의치, 스플린트, 임플란트 보철물의 교합면 제작 등을 위해 Kerr사에서 제작되었으며 Urethane dimethacrylate matrix에 0.6 μm barium silicate filler가 무게비 78%로 함유되었다. 압력과 열을 질소통에서 동시에 가하며 광중합 시키는 방식을 사용한다.

대부분의 치과 재료는 습한 구강내 환경에 노출되며, 이러한 이유로 수복용 재료는 습한 환경에서도 적절한 물성을 유지할 수 있어야 한다. 하지만 수복용 재료들이 습한 환경에 노출되었을 때 기계적 물성이 약화되는 것이 종종 보고되어 왔으며,^{4,7} 마모에 대한 저항^{8,9} 그리고 체적 안정성에도 문제가 있을 수 있음이^{10,11} 알려져 왔다. 복합레진 수복물을 이용한 수복시 임상적으로 잘 알려진 체적 변화는 중합에 의한 수축과 수분 흡수에 따른 팽창이다. Hirasawa 등¹²의 연구에 의하면 체적의 팽창과 흡수된 수분의 양과는 직접적인 상관관계가 있다고 하였다. 수분의 흡수는 주로 레진에 의해 직접적으로 발생하며 충전제에 의한 흡수는 거의 발생하지 않는다. 그러므로 수분이 얼마나 흡수되는가는 복합레진에서 레진의 함량과 레진과 충전제의 결합 정도에 의해 영향을 받는다.¹¹

교신저자: 이종혁

330-716 충청남도 천안시 신부동 산 7-1 단국대학교 치과대학 보철학교실 041-550-1971-1973; e-mail, hyuk928@dankook.ac.kr

원고접수일: 2008년 10월 8일 / 원고최종수정일: 2008년 10월 23일 / 원고채택일: 2008년 12월 1일

* 본 연구는 단국대학교 교내연구비 지원에 의해 이루어짐 (과제번호 46195).

기존의 많은 논문들에서 수복물의 수분 흡수에 따른 체적 변화에 대해 연구하였으나 새로이 개발되는 제품들의 레진과 충전제의 성분비가 다르고, 임상적 수복물에서의 수분 흡수에 따른 체적의 변화는 실험을 위해 준비된 디스크 형태의 시편에서의 변화와 다른 양상을 보일 것으로 사료되며, 수복물제작 과정상 단일층이 아닌 적층과정 (layering)에서 발생하는 차이도 있을 것으로 생각된다. 이에 본 실험에서는 두 가지 Ceromer를 임상에 사용되는 resin jacket crown형태로 제작하고 수중에 침전하여 체적과 중량에서 나타난 변화를 관찰하여 다소의 지견을 얻었기에 보고하는 바이다.

연구 재료 및 방법

실험을 위해서 두 종류의 Ceromer [Targis® (Ivoclarvivadent AG., Schaan, Liechtenstein), BelleGlass® (Kerr Co., Orange, CA, USA)]가 사용되었으며 실험대상 치아는 실습 모형 (Dental study model, Nissin Dental Products. Inc., Kyoto, Japan)의 상악 우측 중절치를 선정하였다. 실습모형상에서 상악 우측 중절치의 협측을 1.2 mm, 절단연을 2.0 mm, 설측을 1.0 mm 삭제하였으며 deep chamfer 변연의 지대치 형성을 하였다. 형성된 레진치아를 부가중합형 실리콘 인상재 (Examixfine, GC Co., Tokyo, Japan)를 사용하여 인상 채득후 치과용 초경석고 (GC Fujirock EP, GC Europe, Leuven, Belgium)를 부어서 작업모형을 제작하였다.

Targis 시편을 제작하기 위해서 석고모형에 전용분리제 (Targis® separator) 도포후 base층을 전반적으로 축성하고 Targis® Quick으로 10초간 광중합하였다. Dentin 층을 1 mm 정도로 하여 10초간 광중합한 후 Incisal 층을 축성하여 치아 형태를 완성하고 10초간 광중합 시행하였다. 축성 완료후 Targis® Gel을 도포하여 Targis® power unit에서

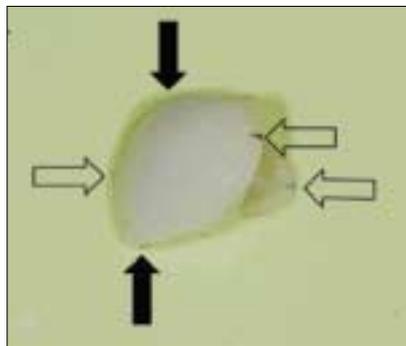


Fig. 1. Marked reference points. Middle of incisal edge, lowest part of cervical margin and two proximal contact points were selected. Black arrows indicate reference points for mesiodistal width, White arrows indicate reference points for crown height.

25분간 열 (95℃)을 가하면서 광중합 (450 - 500 nm)하여 완성하였다.

BelleGlass® 시편을 제작하기 위해서는 석고 모형에 분리제 (Rubber Sep®) 도포후 3개의 층 (opaque dentin, translucent dentin, enamel)을 차례로 축성하면서 각면을 Optilux-500®으로 20초간 중합하였다. 3개의 층을 모두 축성한 후 수복물을 질소통에 넣고 압력 (80 psi)하에서 열 (140° C)을 가하며 광중합 (450 - 500 nm)하였다.

완성된 시편들은 내면의 세척을 위해서 50 μm Al₂O₃를 이용하여 sandblasting하였으며 초음파 세척기에서 5분간 세척하였다. 세척이 완료된 시편들은 압축공기로 건조한 후 측정부위를 표시하고, 일반적인 기공물의 보관시와 같은 환경인 공기중에 노출하여 1주간 보관하였다. 측정 부위는 수복물의 높이의 변화를 측정하기 위해 절단부의 중앙과 치경부 변연의 협측과 설측의 중앙에 임의의 점을 표시하였으며, 근심과 원심의 최대 풍융부에 점을 표시하여 수복물 폭의 변화를 측정하는 부위로 선정하였다 (Fig. 1).

수분 흡수에 의한 체적 변화와 무게의 변화를 관찰하기 위해 시편들은 1주간 증류수에 보관되었고 외부로부터의 오염을 방지하기 위해 밀봉하였으며 측정시에만 공기중에 노출되었다. 시편들은 침적 시작 후 24시간, 72시간 (3일), 168시간 (7일)에 각각 측정되었다. 체적의 변

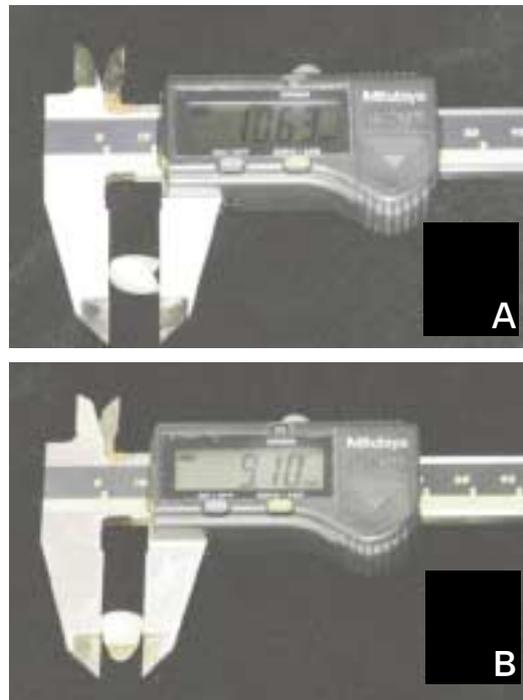


Fig. 2. Dimension of samples were measured with electrical caliper: A. Measuring height, B. Measuring width.

화는 전자식 캘리퍼 (ABS Digimatic caliper CD-15CPX, Mitutoyo Corp. Kawasaki, Japan)를 사용하여 근원심 직경과 치관 길이를 소수점 2자리까지 3회 측정하여 평균하였으며 변화량을 산출하였고 (Fig. 2), 무게의 변화는 시편의 표면과 내면의 수분을 거즈와 paper towel을 이용하여 제거한 후 전자식 저울 (Libror AEX-200G, Shimadzu Corp. Koto, Japan)을 사용하여 즉시 (시편마다 1분이상 공기중에 노출시키지 않았음) 측정하였다 (Fig. 3). 중량의 측정은 표시되는 측정값이 안정된 후 10초간 나타난 값을 소수점 4자리까지 3회 선택하여 평균하였다. 측정된 시편은 즉시 재침적 하였으며 정해진 시간 간격에 따라 측정하였다.

표준화된 시편에서 나타난 체적과 무게의 변화가 아니기 때문에 변화량의 표준화를 위하여 변화율을 계산하였다. 변화율은 다음의 공식으로 계산하였다 (1):

$$\Delta D = (Dt - Do) / Do \times 100 \quad (1)$$

여기서 ΔD 는 변화율, Dt 는 특정 시간에서의 체적이나 무게, Do 는 침적 전의 체적이나 무게를 나타내며 백분율로 계산하였다.

통계적 분석은 MS-Windows용 SPSS V16.0 (SPSS Inc., Chicago, USA)를 사용하여 일자별 비교에서는 paired t-test를 시행하였으며 재료별 비교에서는 independent t-test를 시행하였다.



Fig. 3. Weight of sample was measured with electrical balance.

결과

완성된 시편에서 Targis® crown의 평균 높이는 10.83 mm, 폭은 8.99 mm 그리고 무게는 52.68 mg이었으며, BelleGlass® crown에서는 높이가 10.42 mm, 폭 8.87 mm 그리고 무게는 42.82 mg으로 측정되었다. 168시간이 경과한 후 이들 평균값은 Targis®군에서 높이 10.84 mm, 폭 9.0 mm, 무게 52.86 mg 그리고 BelleGlass®군에서는 높이 10.43 mm, 폭 8.89 mm, 무게는 43.07 mg으로 변화되었다. Ceromer의 수중 침적에 따른 크기와 무게의 변화량의 평균은 Table I에 나타내었다. 침적시간이 증가할수록 높이와 폭의 변화가 관찰 되었다. Ceromer의 침적 시간에 따른 체적 변화율을 Fig. 4에 나타내었는데 높이와 폭의 변화가 다른 양상을 보였으며, 이를 무게변화율과 함께 표시하였다. Targis®보다 BelleGlass®에서 더 큰 누적변화율을 보였으며 72시간까지 급격한 증가를 보이다 이후 누적변화율의 증가는 감소하였다. 통계적 분석결과 Targis®의 높이와 무게의 누적 변화량이 24시간군과 나머지군 사이에 유의한 차이를 보였으며, BelleGlass®에서는 폭과 무게에서 누적 변화량이 24시간군과 나머지군 사이에 유의한 차이를 보였다 (<.05). Targis®와 BelleGlass® 두 군간의 높이, 폭, 무게의 변화량은 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다.

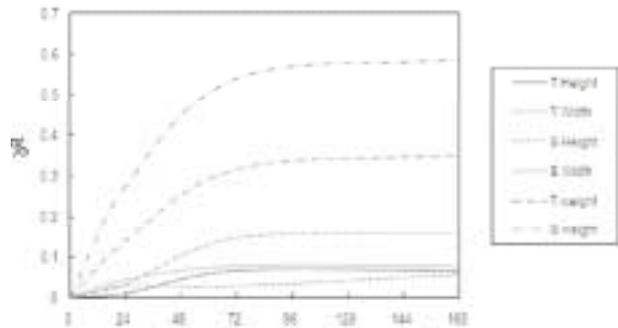


Fig. 4. Cumulated rate of dimensional changes depending on time. T: Targis®, B: BelleGlass®.

Table I. Mean and standard deviation of accumulated change rate

Material		0 - 24 h		0 - 72 h		0 - 168 h	
		Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
Targis®	Height (%)	0.010*	0.069	0.065	0.063	0.065	0.063
	Width (%)	0.044	0.077	0.078	0.091	0.078	0.091
	Weight (%)	0.139*	0.139	0.316	0.162	0.351	0.169
BelleGlass®	Height (%)	0.029	0.047	0.029	0.065	0.058	0.081
	Width (%)	0.034*	0.093	0.147	0.151	0.159	0.162
	Weight (%)	0.273*	0.296	0.542	0.367	0.589	0.365

*: denotes significantly different with the others (P < .05).

고찰

손상된 악구강계의 기능을 회복시켜주는 보철물에서 수복물의 체적 안정성은 술자가 의도한 바를 장기간 동안 유지시키기 위해 매우 중요하다. 금속이나 도재 수복물의 경우 수분에 의한 변화는 성분의 변화나 열화가 주된 관심사 이었다. Ceromer의 경우 수분에 의한 문제에 있어서 금속이나 도재와는 다른 점을 가지고 있다. Ceromer의 기본성분인 레진 성분은 수분을 흡수하여 약화될 수 있으며 또한 체적의 변화를 발생시킬 수 있다.

레진의 수분흡수로 인한 체적 변화에 관한 많은 논문들이 있었다.^{10,12-14} 이들 논문에서 수분흡수와 레진의 체적 변화는 비례관계를 가지며 그 정도는 제품의 성분과 중합방식에 따라 달라질 수 있다고 하였다. Ceromer는 그 물성을 강화시키기 위해 많은 양의 무기질 필러를 포함하지만 필러의 양과 중합방식이 제품마다 달라 수분에 의한 영향도 다양하게 나타날 것으로 보았다.¹⁵ 이번 실험에 사용된 Targis®와 BelleGalss®도 함량과 중합방식이 다르며 실험결과에서 나타난 두 제품의 차이에 큰 영향을 주었을 것으로 보인다. 이번 실험이 기존의 수분흡수에 의한 체적변화 측정과 다른 점은 디스크를 사용한 단순한 형태의 시편이 아닌 임상에서 사용되는 레진전장관의 형태를 사용하였다는 점이다. 레진 전장관을 제작하는 과정에서는 단일 회사의 제품이어도 적층식 방법을 사용하기 때문에 조성이 균일하지 못하게 된다. 또한 부위별 체적 또한 일정한 양상을 유지하기 어렵기 때문에 디스크 시편에 비해 좀더 많은 변수를 가지게 된다.

치관내 수복물에서의 수분흡수 팽창을 다룬 논문들에서는 이러한 레진의 팽창이 충전후 중합과정에서 나타나는 수축을 보상해 줄 것이라는 의견을 보인적도 있으나^{14,16,17} 최근의 연구에서는 이러한 보상적 팽창은 가능하지 않은 것으로 보고 있고¹¹ 조절되지 않은 팽창으로 인한 응력은 치아를 손상시킬 위험이 있다고 하였다.¹⁰

레진의 수분흡수에 따른 팽창량은 레진 기질의 함량과 직접적인 관련이 있으므로^{11,12} 수복물 형태의 시편에서는 해당부위의 체적에 따라 체적 변화량도 달라질 것으로 사료된다. 이에 본 실험에서는 측정부위에서의 변화량을 비교하기 위해 변화율을 도입하였으며 실험결과 군에 따라 폭과 높이의 변화율이 다르게 나타남을 알 수 있었다. 이런 차이점은 제품의 차이에 기인한다기 보다는 시편의 특수한 형태와 시편 제작 과정에 나타난 부위별 체적의 차이에 기인하였을 가능성이 더 큰 것으로 사료되고 또한 적층식 제작과정에 사용된 제품들의 조성 차이도 원인이 될 수 있을 것으로 생각된다.

본 실험은 단일치관 형태를 사용하여 비교하였으나, 많은 Ceromer와 FRC가 상실치 수복을 위한 수복물로도 사용되고 있기 때문에 이러한 복잡한 형태를 가지는 수복물에서는 좀더 많은 체적의 변화가 발생할 것으로 사료된다. 체적의 변화로 인한 응력은 수복물의 내부 응력과 수복물과 치아의 계면에서 응력으로 작용할 수 있으며 이러한 응력이 수복물의 장기간의 예후에 문제를 발생시킬 수도 있을 것으로 보인다.

레진의 중합방식과 필러의 함량 그리고 섬유를 사용한 강화는 수복물의 견고성과 수분 흡수에 영향을 주기 때문에^{15,18} 앞으로 새로이 개발되는 강화형 레진 수복재료에서는 좀더 안정된 수복물을 기대할 수 있을 것으로 사료되며 또한 본 실험은 치아에 부착된 상태에서 행해진 실험이 아니기 때문에 체적 변화의 방향성에 있어서 임상과 다른 결과를 보였을 수 있을 것으로 사료된다. 앞으로 이러한 변수들을 반영한 실험이 필요할 것으로 사료된다.

결론

본 연구에서는 Targis®와 BelleGlass® 두종류의 Ceromer를 사용하여 레진전장관 형태의 시편을 제작 수증 침적 후 체적의 변화를 관찰하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 수증침적 시간의 증가에 따른 Ceromer의 수분흡수와 체적 변화가 관찰되었으며 Targis®와 BelleGlass® 군에서 각기 다른 양상을 보였으나 두 군간의 차이는 통계적으로 유의하지 않았다.
2. 수증침적한 시편의 유의한 변화는 72시간 이내에 발생하는 것으로 나타났다 ($P < .05$).
3. 임상적 치관형태의 시편을 사용한 이번 실험에서 수증침적에 의한 체적변화가 시간경과에 따라 폭과 높이에서 다른 양상으로 나타났으며 이에 Ceromer 보철물에서 보철물의 설계에 따라 체적안정성에 차이가 있을 수 있을 것으로 사료된다.

참고문헌

1. Kim SJ, Shin SW, Han JS, Suh KW. Marginal fitness and marginal leakage of fiber-reinforced composite crowns depending upon luting cements. J Korean Acad Prosthodont 2000;38:618-30.
2. Chang HW, Lee JH, Lim HS, Cho IH. A study on the marginal fidelity and the fracture strength of ceromers. J Korean Acad Prosthodont 2005;43:438-52.
3. Trushkowsky RD. Ceramic optimized polyer: the nest gen-

- eration of esthetic restorations-Part 1. *Compend Contin Educ Dent* 1997;18:1101-6.
4. Draughn RA, Bowen RL, Moffa JP. Composite materials. In: Reese JA, Valega M. editors. *Restorative dental materials-an overview*, vol. 1. London: FDI; 1985. p. 75-107.
 5. Øysæd H, Ruyter IE. Composites for use in posterior teeth: mechanical properties tested under dry and wet conditions, *J Biomed Mater Res* 1986;20:261-71.
 6. Calais JG, Söderholm KJ. Influence of filler type and water exposure on flexural strength of experimental composite resins. *J Dent Res* 1988;67:836-40.
 7. Mohsen NM, Craig RG. Hydrolytic stability of silanated zirconia silica-urathane. *J Oral Rehab* 1995;22:213-20.
 8. Söderholm KJ. Degradation of glass filler in experimental composites. *J Dent Res* 1981;60:1867-75.
 9. Martin N, Jedyakiewicz NM, Fisher AC. Hygroscopic expansion and solubility of composite restoratives. *Dent Materials* 2003;19:77-86.
 10. McCabe JF, Rusby S. Water absorption, dimensional change and radial pressure in resin matrix dental restorative materials. *Biomaterials* 2004;25:4001-7.
 11. van Noort R. Chapter 2.2 Resin composites and polyacid-modified resin composites. *Introduction to dental materials*. 2nded, Mosby, Edinburgh 2002, p,96-123.
 12. Hirasawa T, Hirano S, Hirabayashi S, Harashima I, Aizawa M. Initial dimensional change of composites in dry and wet conditions. *J Dent Res* 1983;62:28-31.
 13. Musanje L, Barvell BW. Aspects of water sorption from the air, water and artificial saliva in resin composite restorative materials. *Dental Materials* 2003;19:414-22.
 14. Segura A, Donly KJ. *In vitro* posterior composite polymerization recovery following hygroscopic expansion. *J Oral Rehab* 1993;20:495-9.
 15. Gohring TN, Gallo L, Luthy H. Effect of water storage, thermocycling, the incorporation and site of placement of glass-fibers on the flexural strength of veneering composite. *Dent Mater* 2005;21:761-72.
 16. Feilzer AJ, de Gee AJ, Davidson CL. Relaxation of polymerization recontraction shear stress by hygroscopic expansion. *J Dent Res* 1990;69:36-9.
 17. Feilzer AJ, Kakaboura AI, de Gee AJ, Davidson CL. The influence of water sorption on the development of setting shrinkage stress in traditional and resin-modified glass ionomer cements. *Dent Mater* 1995;11:186-90.
 18. Keyf F, Yalcin F. The weight change of various light-cured restorative Materials stored in water. *J Contemp Dent Pract* 2005;6:72-9 .

Dimensional Changes of Ceromer Crown by Water Absorption

Jong-Hyuk Lee*, DDS, MSD, PhD

Assistant professor, Department of Prosthodontics, College of Dentistry, Dankook University

Statement of problem: The increasing demand for esthetic restorations has been required developing new materials for tooth colored restoration. Ceromer (Ceramic Optimized Polymer) has some advantages over porcelain, and has gained increasing popularity in restorative dentistry. However, there is little information on the dimensional changes in a clinical restoration in moist conditions. **Purpose:** This study examined the dimensional changes in Ceromer restorations with a clinical crown shape that were fabricated in a clinical manner. **Material and methods:** The crowns for the maxillary central incisor were fabricated with two Ceromers (BelleGlass[®] and Targis[®]) using a similar clinical restoration manufacturing technique. A total of twenty specimens were prepared and immersed in distilled water at room temperature to allow for water absorption. The weight, height and width were measured at 24, 72 and 168 hours. The accumulated ratios of the changes were calculated and evaluated using a paired t-test and an independent independent t-test. **Results:** The dimensions and weight increased with increasing soaking time. Targis[®] showed significant differences in height and weight between 24 hours and the other times ($P < .05$). BelleGlass[®] showed significant differences in width and weight between 24 hours and the other times. The two materials showed different changing patterns of the dimensions but there were no statistically significant differences between them. **Conclusion:** The dimensions and weight of the Ceromer restorations were changed by water absorption. The clinical crown shaped specimen showed more complicated dimensional changes than the simplified specimens.

Key words: ceromer, water absorption, dimensional change, Targis[®], BelleGlass[®]

Corresponding Author: Jong-Hyuk Lee

*Department of Prosthodontics, College of Dentistry, Dankook University, San 7-1, Shinboo-Dong, Cheonan, Choongnam, 330-716, Korea
+82 41 550 1971; e-mail, hyuk928@dankook.ac.kr*

Article history

Revised October 8, 2008 / Last Revision October 23, 2008 / Accepted December 1, 2008