

수분이 지르코니아 수복물 전용 레진시멘트의 파괴인성에 미치는 영향에 관한 연구

구본욱¹ · 김성훈^{2*} · 이재봉² · 한중석² · 여인성² · 하승룡³ · 김희경⁴

¹서울대학교 치의학대학원, ²서울대학교 치의학대학원 치과보철학교실, ³아주대학교 의과대학 치의학과, ⁴중앙보훈병원 치과병원 치과보철과

Effect of water storage on the fracture toughness of dental resin cement used for zirconia restoration

Bon-Wook Goo¹, Sung-Hun Kim^{2*}, Jai-Bong Lee², Jung-Suk Han², In-Sung Yeo², Seung-Ryong Ha³, Hee-Kyung Kim⁴

¹School of Dentistry, Seoul National University, Seoul, Republic of Korea

²Department of Prosthodontics and Dental Research Institute, School of Dentistry, Seoul National University, Seoul, Republic of Korea

³Department of Dentistry, School of Medicine, Ajou University, Suwon, Republic of Korea

⁴Department of Prosthodontics, Veterans Health Service Medical Center, Seoul, Republic of Korea

Purpose: The aim of this study was to compare the fracture toughness of currently available resin cements for zirconia restorations and evaluate the effect of water storage on fracture toughness of those resin cements. **Materials and methods:** Single-edge notched specimens (3 mm × 6 mm × 25 mm) were prepared from three currently available dual cure resin cements for zirconia restorations (Panavia F 2.0, Clearfil SA luting and Zirconite). Each resin cement was divided into four groups: immersed in distilled water at 37 °C for 1 (Control group), 30, 90, or 180 days (n=5). Specimens were loaded in three point bending at a cross-head speed of 0.1 mm/s. The maximum load at specimen failure was recorded and the fracture toughness (K_{IC}) was calculated. Data were analyzed using one-way ANOVA and multiple comparison Scheffé test ($\alpha=0.05$). **Results:** In control group, the mean K_{IC} was $3.41 \pm 0.64 \text{ MN} \cdot \text{m}^{-1.5}$ for Panavia F, 2.0, $3.07 \pm 0.41 \text{ MN} \cdot \text{m}^{-1.5}$ for Zirconite, $2.58 \pm 0.30 \text{ MN} \cdot \text{m}^{-1.5}$ for Clearfil SA luting respectively, but statistical analysis revealed no significant difference between them. Although a gradual decrease of K_{IC} in Panavia F 2.0 and gradual increases of KIC in Clearfil SA luting and Zirconite were observed with storage time, there were no significant differences between immersion time for each cement. **Conclusion:** The resin cements for zirconia restorations exhibit much higher K_{IC} values than conventional resin cements. The fracture toughness of resin cement for zirconia restoration would not be affected by water storage. (*J Korean Acad Prosthodont* 2014;52:312-6)

Key words: Dental resin cement; Zirconia restoration; Fracture toughness; Water storage

서론

금속-세라믹 수복물은 적절한 심미성과 장기간의 기능적 우수성을 장점으로 치과 임상에서 전통적으로 사용되고 있다.¹ 금속을 포함하지 않은 좀 더 심미적인 수복물에 대한 요구로 올세라믹 수복물이 사용되기 시작하였으며, 높은 강도, 우수

한 기계적 특성과 생체친화성을 장점으로 한 지르코니아가 치과 보철 수복물로 사용되고 있다. 지르코니아는 치과 캐드캠 시스템의 발달과 함께 고정성 수복물의 코어나 프레임의 용도로 많이 사용되고 있으며, 금속-세라믹 수복물의 대체물로서 그 사용이 증가되고 있다.² 지르코니아 고정성 수복물은 많은 임상 연구에서 대부분 높은 생존율을 나타내는 우수한 결과를

*Corresponding Author: Sung-Hun Kim

Department of Prosthodontics and Dental Research Institute, School of Dentistry, Seoul National University, 275-1, Yeongeom-dong, Jongno-gu, Seoul, 110-768, Republic of Korea +82 2 2072 2664; e-mail, ksh1250@snu.ac.kr

Article history: Received 29 September, 2014 / Last Revision 11 October, 2014 / Accepted 15 October, 2014

© 2014 The Korean Academy of Prosthodontics

© This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

보여주고 있으며, 신뢰할만한 치료법이라는 결과를 얻고 있다.³ 또한 지르코니아 고정성 수복물이 금속-세라믹 수복물과 유사한 생존율을 보여주어 지르코니아가 금속을 대체할 수 있다는 주장도 있다.⁴

전통적인 장식형 세라믹과는 달리 지르코니아는 응력을 받으면, 정방정계에서 단사정계로 상전환이 일어나서 받은 응력을 감소시키는 효과를 보인다. 즉 외부의 응력으로 지르코니아의 입자의 국소적인 부피 증가하며, 이 때 발생한 압축 응력이 외부의 응력을 상쇄시켜서 재료 내부의 미세 균열이 진행되는 것을 방해하게 해서 강도를 증가시키게 된다. 또한 지르코니아는 전통적인 장식형 세라믹처럼 직접적인 소성 방법으로 가공하기 어렵기 때문에 캐드캠 시스템을 이용하여 가공한다.² 이렇게 제작된 지르코니아 수복물은 금속 주조 수복물보다 내면 간극이 크며,⁵ 지대치로부터의 유지력도 작다. 그래서, 치과용 시멘트 중에서 미세 누출이 적고, 접착력이 강한 레진 시멘트의 사용이 추천되어 진다.⁶ 지르코니아와 화학적으로 결합하는 레진 시멘트의 연구 개발로, 지르코니아 전용 레진 시멘트가 개발 사용되고 있다. 현재 레진 시멘트와 지르코니아 수복물 간의 접착 강도 및 유지력에 대한 연구가 활발하게 이루어지고 있지만, 지르코니아 전용 레진 시멘트 자체의 강도에 대한 연구는 많이 이루어 지지 않고 있는 실정이다. 레진 시멘트의 약한 강도로 인한 파절은 접착 실패의 주요한 원인으로 작용하기 때문에⁷ 레진 시멘트의 강도는 지르코니아 수복물의 임상적 결과에 중요한 역할을 할 것이라고 예측할 수 있다.

이 연구의 목적은 첫째, 지르코니아 수복물의 접착에 사용되는 세 가지 레진 시멘트의 파괴인성을 알아보고, 둘째, 각 레진 시멘트를 증류수에 일정 기간 보관한 후, 시간에 따른 파괴인성의 변화를 평가하는 것이다. 검정하고자 하는 가설은 다음과 같다. 1) 세 가지 레진 시멘트의 파괴인성의 차이는 없다. 2) 증류수에서 일정 기간 보관된 각 레진 시멘트의 파괴인성의 변화 차이는 없다.

재료 및 방법

이 실험에서는 3종의 이원 중합형 레진 시멘트가 사용되었다(Table 1).

각 레진 시멘트는 single-edge notched 형태의 시편으로 제작되었다. 이 시편들은 British Standard 5447⁸에 부합하게 polytetra-

fluoroethylene (PTFE)-lined brass 몰드를 이용하여 제작되었다. 시편의 전체적인 크기는 3 mm × 6 mm × 25 mm의 직육면체 형태이며, 3 mm 길이의 슬롯은 홈이 시편의 정 중앙에 높이의 절반까지 형성되었다. 슬롯은 정확히 제작된 몰드의 홈에 straight-edged scalpel blade를 넣어 형성되었다. Blade edge의 반지름은 0.3 μm 보다 작게 형성되었으며, notch의 방향은 시편의 길이에 수직하게 형성되었다.

Panavia F 2.0과 Clearfil SA luting는 제조사의 지시에 따라 재료를 혼합해서 혼합 즉시 몰드에 주입하였다. Zirconite의 경우 제조사에서 제공된 혼합 팁에 의해서 정확한 비율로 혼합되면서 배출되기 때문에 바로 몰드에 주입하였다. 그 후 몰드 상부의 열린 면은 투명하고 얇은 비닐 조각으로 덮은 후 그 위에 두꺼운 유리판을 덮어 눌러 여분의 레진 시멘트가 빠져 나오게 하였다. 그리고 광원(Halogen Curing Light, 3M ESPE, Elipar 2500, St. Paul, MN, USA)을 이용하여 시편의 각면에 세 부분으로 나누어 각각 60 초간 고르게 중합하였다. 시편이 경화되면 드라이버를 이용하여 몰드를 분해한 후 조심스럽게 시편을 제거한 후 시편에서 blade를 제거하였다.

각 레진 시멘트는 각각 4개의 하위 그룹으로 나누어 1일 보관한 것을 대조군으로 하고, 30일, 90일, 180일 동안 37°C 증류수에 보관한 것을 실험군으로 하였다(n = 5). 모든 시편은 만능시험기(Instron, 3345 series, Norwood, MA, USA)를 이용하여 18°C의 온도와 50%의 상대 습도에서 삼점굽힘시험을 시행하였다. 시편은 20 mm 거리를 두고 떨어져 있는 두 받침대의 정중앙에 시편의 중심을 조심스럽게 위치시킨 후, 각 시편의 정중앙 부위에 시편의 길이 방향에 대해 직각으로 0.1 mm/s 속도로 파절이 일어날 때까지 힘을 가하였다. 파절 될 때의 최대 하중을 이용하여, 아래의 공식을 이용하여 파괴인성(K_{IC})를 계산하였다.

$$K_{IC} = [3PL / BW^{3/2}]Y$$

P = peak load at fracture; L = length; B = width; W = height; and Y = calibration functions of given geometry (1.93[a/W]^{1/2} 3.07[a/W]^{3/2} + 14.53[a/W]^{5/2} 25.11[a/W]^{7/2} + 25.80[a/W]^{9/2})

통계분석은 SPSS(version 19, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) 프로그램을 이용해서 일원분산분석으로 분석하고 사후검정은 다중분석 Scheffé test를 사용하여 유의수준 0.05로 분석하였다. 또한 선형회귀분석을 통해 시간과 K_{IC}의 변화간의 상관관계를 알아 보았다.

Table 1. Experimental materials investigated

Resin cement	Lot No.	Curing mode	Resin matrix	Manufacturer
Panavia F2.0	00536A	Dual cure	MDP	Kuraray medical Inc., Okayama, Japan
Clearfil SA luting	00251A	Dual cure	MDP	Kuraray medical Inc., Okayama, Japan
Zirconite	4157 HQBARCZ	Dual cure	UDMA TEGDMA	BJM laboratories Ltd., Or-Yehuda, Israel

결과

대조군에서 Panavia F 2.0가 $3.41 \pm 0.64 \text{ MN} \cdot \text{m}^{-1.5}$ 로 가장 높은 값을 보였으며, Zirconite가 $3.07 \pm 0.41 \text{ MN} \cdot \text{m}^{-1.5}$, Clearfil SA luting 이 $2.58 \pm 0.30 \text{ MN} \cdot \text{m}^{-1.5}$ 으로 가장 낮은 값을 보였으나 재료간에 유의성 있는 차이는 없었다. 전체적으로 Panavia F 2.0는 $2.56 - 3.41 \text{ MN} \cdot \text{m}^{-1.5}$, Clearfil SA luting는 $2.53 - 2.85 \text{ MN} \cdot \text{m}^{-1.5}$, Zirconite는 $3.07 - 3.79 \text{ MN} \cdot \text{m}^{-1.5}$ 범위의 K_{Ic} 값을 보여주었다. 180일 증류수 보관 후에는 Zirconite가 가장 높은 K_{Ic} 값을 보여주었으며, 그 다음으로 Panavia F 2.0 그리고 Clearfil SA luting 순이었다(Table 2).

선형회귀분석에 의하면 Panavia F2.0의 경우 음의 상관 관계, Zirconite의 경우 양의 상관 관계를 보였으며, Clearfil SA luting은 특별한 상관 관계를 보이지는 않았다. 일원분산분석 및 다중분석 Scheffé test에 의하면 세 가지 레진 시멘트 모두 180일 간의 증류수 보관에 따른 K_{Ic} 변화는 유의한 차이를 보이지 않았다.

고찰

본 연구에서는 지르코니아 수복물 전용으로 사용되는 레진 시멘트의 파괴인성을 측정 하고 이러한 레진 시멘트의 수중 보관이 파괴인성에 미치는 영향에 관하여 분석하였다. 본 연구 결과에 따르면 실험에 사용된 세 가지 시멘트들의 평균 K_{Ic} 의 분포는 최소 2.53에서 최대 $3.79 \text{ MN} \cdot \text{m}^{-1.5}$ 까지로 나타났다. Knobloch 등⁶은 일반적인 수복에 사용되는 클래스 아이오노머 시멘트, 레진 강화형 글라스 아이오노머 시멘트, 그리고 레진 시멘트의 파괴인성을 측정하였다. 글라스 아이오노머 시멘트(Ketac-Cem)와 레진 강화형 글라스 아이오노머 시멘트(Vitremer Luting)의 K_{Ic} 범위는 각각 $0.2 - 0.3 \text{ MN} \cdot \text{m}^{-1.5}$ 와 $0.7 - 0.8 \text{ MN} \cdot \text{m}^{-1.5}$ 을 나타내었으며, 이들 시멘트의 K_{Ic} 는 본 실험 값의 1/5 - 1/10 정도 밖에 되지 않았다. 또한 레진 시멘트(Panavia 21)의 K_{Ic} 는 $0.8 - 1.4 \text{ MN} \cdot \text{m}^{-1.5}$ 의 범위를 나타내었다. 반면 본 실험에서 사용한 레진 시멘트는 이 보다 약 두 배 이상의 높은 파괴인성을 가졌다. 레진 시멘트 내 충전재의 함량을 증가시킴으로써 파괴인성을 향상시킬 수 있다는 것은 여러 문헌을 통해 잘 알려져 있다.^{9,10} 다른 문헌¹¹에서도 클래스 아이오노머 시멘트와 레진 강화형 글라스 아이오노머 시멘트의 K_{Ic} 를 측정하였는데, 그 값은 각각 $0.37 - 0.53 \text{ MN} \cdot \text{m}^{-1.5}$ 와 $0.87 - 1.32 \text{ MN} \cdot \text{m}^{-1.5}$ 이었다.

Cook과 Moopnar¹²은 Urethane dimethacrylate Oligomer (UDMA)를 포함한 레진은 10-Methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate (MDP)를 포함한 레진보다 높은 파괴인성을 갖는다고 보고하였다. 본 실험의 결과에 따르면, UDMA를 성분으로 갖는 Zirconite 시멘트가 MDP를 갖는 다른 두 가지 레진 시멘트에 비해서 90일과 180일 증류수 보관 시 전체적으로 높은 수치의 파괴인성을 보였으나, 레진 시멘트의 구성성분과 파괴인성과의 관계에 관한 추후 연구가 필요하다고 생각된다.

지르코니아 수복물에 사용되는 레진 시멘트가 기존에 일반적인 수복에 사용되는 시멘트에 비해 높은 강도를 가져야 하는 이유는 지르코니아 수복물이 기존 주조 수복물들에 비해서 상대적으로 큰 내면 간극을 가지기 때문이다. 내면 간극이 큰 경우, 교합력에 의해 수복물에 전달된 모든 힘이 직접적으로 지대치로 이행되지 못하고 중간에 개재되어있는 시멘트에 상당한 힘을 전달할 가능성이 더 커지게 되므로, 시멘트의 파절을 막기 위해서는 지르코니아 합착 시 높은 파괴인성을 갖는 시멘트를 사용할 필요성이 더 커지는 것이다. 만약 변연 적합의 불량으로 인해 변연 주변의 시멘트에 미세한 파절이 일어날 경우, 파절이 일어난 틈 사이로 미생물들이 침투하여 점진적인 치질의 파괴를 유발할 수 있고, 또한 지대치와 수복물 간의 분리를 유발 할 수도 있기 때문에 지르코니아 수복물 접착 시 높은 파괴인성을 갖는 시멘트를 이용할 필요가 있는 것이다.¹³

구강 내는 항상 타액으로 젖어있기 때문에 타액은 구강 내에 존재하는 수복물 및 치과재료의 기계적인 특성에 영향을 미친다는 사실은 잘 알려져 있다.¹⁴ 본 실험 결과에 따르면, 세 가지 레진 시멘트에서 공통적으로 증류수에서 30일 보관한 시점에서의 K_{Ic} 가 대조군 보다 통계적으로 유의성은 없었지만 약간 높은 수치를 보였다. 이러한 현상의 원인으로서는 두 가지 정도의 이유로 설명할 수 있을 것 같다. 첫째, 레진 시멘트는 기본적으로 취성을 가진 재료로서¹⁴ 취성이 두드러질 경우 소성 변형이 거의 없는 상태에서 바로 재료의 파절이 발생함으로써, 소성 변형을 통해서 외부에서 전달된 에너지를 어느 정도 흡수하는 기전을 확보하지 못해서 낮은 파괴인성을 갖게 된다. 물 분자는 레진 내의 사슬간 거리보다 작아서 레진 내로 흡수가 가능하다.¹⁵ 레진 시멘트에 흡수된 물 분자는 재료의 가소화를 일으키게 되는데, 적절한 정도의 가소화는 취성을 갖는 레진

Table 2. Mean and standard deviation in parenthesis for K_{Ic} ($\text{MN} \cdot \text{m}^{-1.5}$) of three resin cements at 1 day, 30 days, 90 days and 180 days immersion in distilled water

Material	Water storage (day)			
	1 (Control)	30	90	180
Panavia F 2.0	3.41 (0.64) ^{aA}	3.61 (0.51) ^A	2.56 (0.19) ^A	3.19 (0.17) ^A
Clearfil SA luting	2.58 (0.30) ^{aB}	2.78 (0.20) ^B	2.53 (0.45) ^B	2.85 (0.38) ^B
Zirconite	3.07 (0.41) ^{aC}	3.09 (0.38) ^C	3.56 (0.70) ^C	3.79 (0.55) ^C

Means with the same lower-case letter in each column were not significantly different ($P > .05$).

Means with the same upper-case letter in each row were not significantly different ($P > .05$).

시멘트가 소성 변형되는 정도를 다소 증가시킴으로써 파괴인성을 일정 정도 상승시키는데 기여하였기 때문이다.¹⁶ 둘째, 초기 광중합에 의해 충분히 이루어지지 못한 중합반응이 시간을 두고 추가적으로 이루어졌을 가능성이 있다. 시간의 흐름에 따라 추가적인 중합이 진행되어서 레진 시멘트가 강력한 그물망을 형성한 것이 강도 상승에 영향을 주었을 것으로 생각된다.

90일 동안 증류수에 보관한 경우, Panavia F 2.0과 Clearfil SA luting에서 다시 파괴인성이 30일 동안 증류수에 보관한 것에 비해서 통계적으로 유의성은 없었지만 약간 낮은 수치를 보였다. 앞 단락에서 언급한 것처럼 물 분자는 레진의 사슬 사이로 침투를 할 수 있는데 물 분자의 적당한 침투는 가소화를 일으켜 파괴인성의 일정부분 상승을 도왔지만, 이후 지속적인 물 분자의 침투는 레진 격자구조를 분해시켜서 역으로 파절선의 전파속도를 증가시켜서 파괴인성을 감소시키는 역할을 하게 되었으리라 여겨진다. Zirconite 시멘트는 이와 다른 양상을 보이는데 이는 Zirconite 시멘트의 UDMA와 TEGMA 성분과 관련이 있을 수 있다.

세 가지 레진 시멘트의 선형회귀분석 결과는 서로 다른 기울기를 보여주었다. 이는 같은 부류에 속한 레진 시멘트가 서로 비슷한 경향을 보일 것이라는 실험전의 예측에서 벗어나 있다. 이러한 예측에서 벗어난 경향은 두 가지의 요인이 실험의 신뢰성을 충분히 확보하는데 부족했을 가능성이 있다. 첫째, 시편수의 부족을 들 수 있다. 시편은 레진 시멘트의 종류와 수중 보관 기간이라는 두 가지 독립 변수에 의해서 대조군을 포함한 총 12개의 그룹으로 나누어졌는데 각 실험군의 시편의 갯수가 최대 5개를 넘지 못했다. 둘째, 충분한 기간의 수중 보관이 이루어지지 않았기 때문일 수 있다. 각 레진 시멘트마다 구성 성분의 차이로 인하여 물속 보관에 의한 효과가 나타나는데 180일 정도가 충분하지 못한 기간이었을 가능성이 있다. 그러므로 추후 각 대조군과 실험군 별로 더 많은 시편을 확보하고, 좀 더 오랜 기간 동안 증류수에서 보관하는 조건이 필요하겠

결론

지르코니아 수복물 전용 레진 시멘트의 파괴인성은 다른 일반 시멘트에 비해 대체로 높으며, 이러한 파괴인성은 수중 보관에 영향을 받지 않는다.

References

1. Silva NR, Bonfante EA, Zavanelli RA, Thompson VP, Ferencz JL, Coelho PG. Reliability of metallo-ceramic and zirconia-based ceramic crowns. *J Dent Res* 2010;89:1051-6.
2. Palacios RP, Johnson GH, Phillips KM, Raigrodski AJ. Retention of zirconium oxide ceramic crowns with three types of cement. *J Prosthet Dent* 2006;96:104-14.
3. Vult von Steyern P, Carlson P, Nilner K. All-ceramic fixed partial dentures designed according to the DC-Zirkon technique. A 2-year clinical study. *J Oral Rehabil* 2005;32:180-7.
4. Komine F, Blatz MB, Matsumura H. Current status of zirconia-based fixed restorations. *J Oral Sci* 2010;52:531-9.
5. Martins LM, Lorenzoni FC, Melo AO, Silva LM, Oliveira JL, Oliveira PC, Bonfante G. Internal fit of two all-ceramic systems and metal-ceramic crowns. *J Appl Oral Sci* 2012;20:235-40.
6. Knobloch LA, Kerby RE, Seghi R, Berlin JS, Lee JS. Fracture toughness of resin-based luting cements. *J Prosthet Dent* 2000;83:204-9.
7. Mueller HJ. Fracture toughness and fractography of dental cements, lining, build-up, and filling materials. *Scanning Microsc* 1990;4:297-307.
8. BS 5447:1997. Methods of test for plane strain fracture toughness (K_{Ic}) of metallic materials. 1997.
9. White SN, Yu Z. Physical properties of fixed prosthodontic, resin composite luting agents. *Int J Prosthodont* 1993;6:384-9.
10. Lloyd CH, Iannetta RV. The fracture toughness of dental composites. I. The development of strength and fracture toughness. *J Oral Rehabil* 1982;9:55-66.
11. Ilie N, Hickel R, Valceanu AS, Huth KC. Fracture toughness of dental restorative materials. *Clin Oral Investig* 2012;16:489-98.
12. Cook WD, Moopnar M. Influence of chemical structure on the fracture behaviour of dimethacrylate composite resins. *Biomaterials* 1990;11:272-6.
13. Yüksel E, Zaimoğlu A. Influence of marginal fit and cement types on microleakage of all-ceramic crown systems. *Braz Oral Res* 2011;25:261-6.
14. Azar MR, Bagheri R, Burrow MF. Effect of storage media and time on the fracture toughness of resin-based luting cements. *Aust Dent J* 2012;57:349-54.
15. Miettinen VM, Narva KK, Vallittu PK. Water sorption, solubility and effect of post-curing of glass fibre reinforced polymers. *Biomaterials* 1999;20:1187-94.
16. Ferracane JL, Berge HX. Fracture toughness of experimental dental composites aged in ethanol. *J Dent Res* 1995;74:1418-23.

수분이 지르코니아 수복물 전용 레진시멘트의 파괴인성에 미치는 영향에 관한 연구

구본욱¹ · 김성훈^{2*} · 이재봉² · 한중석² · 여인성² · 하승룡³ · 김희경⁴

¹서울대학교 치의학대학원, ²서울대학교 치의학대학원 치과보철학교실, ³아주대학교 의과대학 치의학과, ⁴중앙보훈병원 치과병원 치과보철과

목적: 본 연구에서는 지르코니아 수복물의 접착에 사용되는 레진 시멘트의 파괴인성을 측정하고 각 레진 시멘트의 다양한 수중 보관 기간이 파괴인성에 미치는 영향에 관하여 알아보하고자 하였다.

재료 및 방법: 세가지 종류의 레진 시멘트(Panavia F2.0, Clearfil SA luting, Zirconite)를 사용하여 single edge notched 형태의 시편(3 mm × 6 mm × 25 mm)을 제작하였다. 각 시편은 37°C 증류수에서 1일 (대조군), 30일, 90일, 180일 동안 보관하였다 (n=5). 만능시험기를 이용하여 0.1 mm/s 속도로 삼점굽힘 시험을 시행하고, 파절 시의 최대하중으로 파괴인성(K_{IC})을 계산하였다. 측정값은 일원분산분석과 다중분석을 위한 Scheffé test를 사용하였고, 유의수준은 0.05로 하였다.

결과: 대조군에서 Panavia F2.0가 $3.41 \pm 0.64 \text{ MN} \cdot \text{m}^{1.5}$ 로 가장 높은 K_{IC}를 보였으며 Zirconite가 $3.07 \pm 0.41 \text{ MN} \cdot \text{m}^{1.5}$, Clearfil SA luting이 $2.58 \pm 0.30 \text{ MN} \cdot \text{m}^{1.5}$ 으로 가장 낮은 K_{IC}를 보였으나, 재료간에 유의성 있는 차이는 없었다. 수중보관 기간이 증가함에 따라 Panavia F2.0의 값은 감소였고, Clearfil SA luting과 Zirconite는 증가하였으나, 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다.

결론: 지르코니아 수복물 전용 레진 시멘트의 파괴인성은 다른 일반 시멘트에 비해 대체로 높으며, 이러한 파괴인성은 수중 보관에 영향을 받지 않는다. (대한치과보철학회지 2014;52:312-6)

주요단어: 치과용 레진 시멘트; 지르코니아 수복물; 파괴인성; 수중 보관

*교신저자: 김성훈

서울 중로구 연건동 275-1 서울대학교 치의학대학원 치과보철학교실

02-2072-2664; e-mail, ksh1250@smu.ac.kr

원고접수일: 2014년 9월 29일 / 원고최종수정일: 2014년 10월 11일 / 원고채택일:

2014년 10월 15일

© 2014 대한치과보철학회

이 글은 크리에이티브 커먼즈 코리아 저작자표시-비영리 3.0 대한민국 라이선스에 따라
이용하실 수 있습니다.