



저작자표시-비영리-동일조건변경허락 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.
- 이차적 저작물을 작성할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



동일조건변경허락. 귀하가 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공했을 경우에는, 이 저작물과 동일한 이용허락조건하에서만 배포할 수 있습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

치의학석사 학위논문

**Effect of Water Storage on the Fracture Toughness of
Dental Resin Cement used for Zirconia Restoration**

2013년 2월

서울대학교 치의학대학원

치 의 학 과

구 본 욱

Effect of Water Storage on the Fracture Toughness of Dental Resin Cement used for Zirconia Restoration

지도교수 김 성 훈

이 논문을 치의학석사 학위논문으로 제출함.

2012년 10월

서울대학교 대학원

치 의 학 과

구 분 욱

구분욱의 치의학석사 학위논문으로 인준함

2012년 11월

위 원 장 _____ 인

부위원장 _____ 인

위 원 _____ 인

요약(국문초록)

Effect of Water Storage on the Fracture Toughness of Dental Resin Cement used for Zirconia Restoration

서울대학교 대학원 치의학과 치의학 전공

(지도교수 김 성 훈)

구 분 욱

목적: 본 연구는 지르코니아 수복물의 접착에 사용되는 레진 시멘트의 파괴인성을 측정하고, 각 레진 시멘트의 다양한 수중 보관 기간이 파괴인성에 미치는 영향을 평가하기 위함이다. **연구재료 및 방법:** 세 가지 레진 시멘트(Panavia F2.0, Clearfil SA luting, Zirconite)로 single-edged, notched 시편(3 mm × 6 mm × 25 mm)을 제작하였고, 시편은 37°C 증류수에서 1일 (대조군), 30일, 90일, 180일 동안 보관하였다. 만능시험기를 이용하여 0.1 mm/s 속도로 삼점굽힘시험을 시행하였다. 파절 시의 최대하중으로 파괴인성값(K_{IC})을 계산하고, 일원분산분석과 회귀분석을 시행하였다($\alpha = 0.05$). **결과:** 대조군에서 Panavia F2.0가 $3.41 \pm 0.64 \text{ MN}\cdot\text{m}^{-1.5}$ 로 가장 높은 값을 보였으며, Zirconite가 $3.07 \pm 0.41 \text{ MN}\cdot\text{m}^{-1.5}$, Clearfil SA luting이 $2.53 \pm 0.30 \text{ M}\cdot\text{Nm}^{-1.5}$ 으로 가장 낮은 값을 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, 수중 보관에 따른 파괴인성의 변화는 레진 시멘트의 종류에 따라서 다르나 유의한 차이는 없다.

주요어: Dental resin cement; Zirconia restoration; Fracture toughness

학 번: 2009-22657

목 차

1. 서론
2. 연구재료 및 방법
3. 결과
4. 토론
5. 결론

참고문헌

영문초록

1. 서론

금속-세라믹 수복물은 적절한 심미성과 장기간의 기능적 우수성 때문에 치아 보철에서 표준적인 치료로 평가를 받고 있다.¹ 그러나, 금속을 포함하지 않은 좀 더 심미적인 수복물에 대한 요구로 지르코니아를 이용한 올세라믹 수복물이 사용되기 시작하였다. 높은 강도, 우수한 기계적 특성과 생체친화성을 가진 지르코니아는 치과 캐드캠 시스템의 발달과 함께, 고정성 수복물의 코어나 프레임의 용도로 많이 사용되고 있으며, 금속-세라믹 수복물의 대체물로서 그 사용이 증가되고 있다.² 많은 지르코니아 고정성 수복물의 임상 연구에서도 대부분 높은 생존율을 나타내는 우수한 결과를 보여주고 있으며, 신뢰할만한 치료법이라는 결과를 얻고 있다.³ 또한 지르코니아 고정성 수복물이 금속-세라믹 수복물과 유사한 생존율을 보여주어 지르코니아가 금속을 완전히 대체할 수 있다는 주장도 있다.⁴

전통적인 장식형 세라믹과는 다르게 지르코니아는 응력을 받으면, 정방정계에서 단사정계로 상 전환이 일어나서 받은 응력을 감소시키는 효과를 보인다. 즉 외부의 응력으로 지르코니아의 입자의 국소적인 파괴 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 수복물 보다 내면 간극이 크며,⁵ 지대치로 부터의 유지력도 작다. 그래서, 치과 시멘트 중에서 미세 누출이 적고, 접착력이 제일 강한 레진 시멘트의 사용이 추천되어 진다.⁶ 지르코니아와 화학적을 결합하는 레진 시멘트의 연구 개발로 지르코니아 전용 레진 시멘트가 개발 사용되고 있다. 현재 레진 시멘트와 지르코니아 수복물 간의 접

착 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 파절이 된다면, 접착 실패의 주요한 원인으로 작용하기 때문에,⁷ 레진 시멘트의 강도는 지르코니아 수복물의 임상적 결과에 중요한 역할을 할 것이라는 것을 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 파괴인성은 차이는 없다.
- 2) 증류수에서 일정 기간 보관된 각 레진 시멘트의 파괴인성 변화 차이는 없다.

2. 연구 재료 및 방법

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

Table 1. Experimental materials investigated.

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

각 레진 시멘트는 single-edged, notched 시편으로 제작되었다. 이 시편들은 British Standard 5447에 부합하게 polytetrafluoroethylene (PTFE)-lined brass 몰드를 이용하여 제작되었다. 시편의 전체적인 크기는 3 mm × 6 mm × 25 mm의 직육면체 형태이며, 3 mm 길이의 슬롯은 홈이 시편의 정중앙에 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 2.0 는 제조사의 지시에 따라 재료를 혼합해서 혼합 즉시 몰드에 주입하였다. Zirconite와 Clearfil SA luting 의 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, MN, USA)을 이용하여 시편의 각 면에 세 부분으로 나누어 각각 60 초간 고르게 중합하였다. 시편이 경화되면 드라이버를 이용하여 몰드를 분해한 후 조심스럽게 시편을 제거한 후 매우 조심스럽게 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.

모든 시편은 만능시험기(Instron, 3345 series, MA, USA)를 이용하여 18°C의 온도와 50%의 상대 습도에서 삼점굽힘시험(three-point bending test)을 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 0.1mm/s 속도로 파절이 일어날 때까지 힘을 가하였다. 파절될 때의 최대 하중을 이용하여, 아래의 공식을 이

용하여 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 ($1.93[a/W]^{1/2} - 3.07[a/W]^{3/2} + 14.53[a/W]^{5/2} - 25.11[a/W]^{7/2} + 25.80[a/W]^{9/2}$)

K_{IC} 의 평균과 표준 편차를 구하여 일원분산분석과 Scheffe 사후분석을 95% 수준에서 실시하였다. 또한 시간에 따른 K_{IC} 의 변화에 대하여 선형회귀분석을 시행하였다 (SPSS, version 19, SPSS, IBM Corporation, NY, USA).

3. 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 luting이 $2.53 \pm 0.30 \text{ MN}\cdot\text{m}^{-1.5}$ 으로 가장 낮은 값을 보였으나 재료간에 유의성 있는 차이는 없었다. 전체적으로 Panavia F 2.0는 $2.56\text{-}3.41 \text{ MN}\cdot\text{m}^{-1.5}$ 까지, Clearfil SA luting는 $2.53\text{-}2.85 \text{ MN}\cdot\text{m}^{-1.5}$ 까지, Zirconite는 $3.07\text{-}3.79 \text{ MN}\cdot\text{m}^{-1.5}$ 평균 K_{IC} 값을 보여주었다. 180일 증류수 보관 후에는 Zirconite가 가장 높은 K_{IC} 값을 보여주었으며, 그 다음으로 Panavia F2.0 그리고 Clearfil SA luting 순이었다 (Table 2).

선형회귀분석에 의하면 Panavia F2.0의 경우 음, Clearfil SA luting은 거의 0, Zirconite의 경우 양의 linear regression을 보여주었다. 그러나, 일원분산분석에 의하면 세 가지 레진 시멘트 모두 180일 간의 증류수 보관에 따른 K_{IC} 변화는 유의한 차이를 보이지 않았다.

Table 1. Mean and standard deviation in parenthesis for K_{IC} ($MN \cdot m^{-1.5}$) 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)	3.61 (0.51)	2.56 (0.19)	3.19 (0.17)
Clearfil SA luting	2.58 (0.30)	2.78 (0.20)	2.53 (0.45)	2.85 (0.38)
Zirconite	3.07 (0.41)	3.09 (0.38)	3.56 (0.70)	3.79 (0.55)

4. 토 론

이 실험에서 사용된 레진 시멘트는 지르코니아 수복물에 전용으로 사용되는 것이다. 이 세 가지 시멘트들의 평균 K_{IC} 의 분포는 최소 2.53에서 최대 3.79 $MN \cdot m^{-1.5}$ 까지 나타났다. Knobloch등⁶ 은 일반적인 수복에 사용되는 글래스 아이오노머 시멘트(Ketac-Cem), 레진 강화형 글래스 아이오노머 시멘트(Vitremer Luting), 그리고 레진 시멘트(Panavia 21)의 파괴인성을 측정하였는데, 이 레진 시멘트의 최대 K_{IC} 는 0.8-1.4 $MN \cdot m^{-1.5}$ 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.^{8, 9} 또한 글래스 아이오노머 시멘트와 레진 강화형 글래스 아이오노머 시멘트의 K_{IC} 의 범위는 각각 0.2-0.3 $MN \cdot m^{-1.5}$ 와 0.7-0.8 $MN \cdot m^{-1.5}$ 을 나타내는 것을 확인 할 수 있었으며, 이들 시멘트의 K_{IC} 는 본 실험 값의 1/5-1/10 정도 밖에 되지 않는다. 또 다른 문헌에서도 글래스 아이오노머 시멘트와 레진 강화형 글래스 아이오노머 시멘트의 K_{IC} 를 측정하였는데, 그 값은 각각 0.37-0.53 $MN \cdot m^{-1.5}$ 와 0.87-1.32

MN·m^{-1.5} 이었다.¹⁰

Cook¹¹에 의하면 Urethane dimethacrylate Oligomer(UDMA)를 포함한 레진은 10-Methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate(MDP)를 포함한 레진보다 높은 파괴인성을 갖는다고 보고하였는데, 이는 본 실험에서 UDMA를 성분으로 갖는 Zirconite 시멘트가 MDP를 갖는 다른 두 가지 레진 시멘트에 비해서 전체적으로 높은 강도를 갖는 것과 일치하는 것을 확인할 수 있었다.

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 변연 주변으로 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 높은 파괴인성을 갖는 시멘트를 이용할 필요가 있는 것이다.¹²

구강 내는 항상 타액으로 젖어있기 때문에 타액은 구강 내에 존재하는 수복물 및 치과재료의 기계적인 특성에 영향을 미친다는 사실은 잘 알려져 있다.¹³ 본 실험에서 세 가지 레진 시멘트에서 공통적으로 증류수에서 30일 보관한 시점에서의 K_{IC} 가 대조군보다 높았다. 이러한 현상의 원인으로서는 두 가지 정도의 이유로 설명할 수 있을 것 같다. 첫째,

레진 시멘트는 기본적으로 취성을 가진 재료로서¹³ 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.¹⁴ 레진 시멘트에 흡수된 물 분자는 재료의 가소화를 일으키게 되는데, 적절한 정도의 가소화는 취성을 갖는 레진 시멘트가 소성 변형되는 정도를 다소 증가시킴으로써 파괴인성을 일정 정도 상승시키는데 기여하였기 때문이다.¹⁵ 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 luting 에서 다시 파괴인성이 30일 동안 증류수에 보관한 것에 비해서 감소하였다. 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.¹⁵

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 있기 때문인 것으로 생각된다. 첫째, 시편수의 부족을 들 수 있다. 시편은 레진 시멘트의 종류와 수중 보관 기간이라는 두 가지 독립 변수에 의해서

총 9개의 실험군으로 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 나타나기에 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 필요하겠다.

5. 결 론

실험한 레진 시멘트의 전체적인 K_{IC} 는 2.53-3.79 $MN \cdot m^{-1.5}$ 를 보이며, 이것은 다른 일반적인 시멘트들에 비해서 상당히 높다. 그리고 증류수 보관 시간에 따른 K_{IC} 의 변화는 레진 시멘트의 종류에 따라 각각 다르게 나타났다.

Reference

- 1 Silva NR, Bonfante EA, Zavanelli RA, Thompson VP, Ferencz JL, Coelho PG. Reliability of metaloceramic 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, de Melo AO, da Silva LM, de Oliveira JL, de 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 White SN, Yu Z. Physical properties of fixed prosthodontic, resin composite luting agents. *Int J Prosthodont* 1993;6:384-9.
- 9 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.
- 10 Ilie N, Hickel R, Valceanu AS, Huth KC. Fracture toughness of dental restorative materials. *Clin Oral Investig* 2012;16:489-98.

- 11 Cook WD, Moopnar M. Influence of chemical structure on the fracture behaviour of dimethacrylate composite resins. *Biomaterials* 1990;11:272-6.
- 12 Yuksel E, Zaimoglu A. Influence of marginal fit and cement types on microleakage of all-ceramic crown systems. *Braz Oral Res* 2011;25:261-6.
- 13 Azar M, Bagheri R, Burrow M. Effect of storage media and time on the fracture toughness of resin-based luting cements. *Aust Dent J* 2012;57:349-54.
- 14 Miettinen VM, Narva KK, Vallittu PK. Water sorption, solubility and effect of post-curing of glass fibre reinforced polymers. *Biomaterials* 1999;20:1187-94.
- 15 Ferracane JL, Berge HX. Fracture toughness of experimental dental composites aged in ethanol. *J Dent Res* 1995;74:1418-23.

ABSTRACT

Effect of Water Storage on the Fracture Toughness of Dental Resin Cement used for Zirconia Restoration

Bon-Wook Goo

Department of Dentistry

School of Dentistry

Seoul National University

Purpose: Fracture toughness of resin cements for zirconia restoration and the effect of water storage on fracture toughness was investigated. **Materials and Methods:** Single-edged, notched specimens (3 mm × 6 mm × 25 mm) were fabricated from three dental resin cements (Panavia F 2.0, Clearfil SA luting and Zirconite). The specimens were stored in distilled water at 37°C for 1 (Control group), 30, 90, or 180 days. Specimen were loaded in three point bending at a cross-head speed of 0.1 mm/s. K_{IC} was calculated using the maximum fracture load, and compared by one-way ANOVA and multiple comparison Scheffé test ($\alpha = 0.05$). Linear regression analysis was also applied for each material. **Result:** In control group, the mean K_{IC} was $3.41 \pm 0.64 \text{ MN}\cdot\text{m}^{-1.5}$ for Panavia F2.0, $3.07 \pm 0.41 \text{ MN}\cdot\text{m}^{-1.5}$ for Zirconite, $2.53 \pm 0.30 \text{ MN}\cdot\text{m}^{-1.5}$ for Clearfil SA luting, respectively, but the values did not show significantly different between them. Although a gradual decrease in K_{IC} of Panavia F2.0 and a gradual increase in K_{IC} of Clearfil SA luting and Zirconite occurred with time, it was not statistically significant. **Conclusion:** The dental resin cement for zirconia restoration exhibited much higher K_{IC} values than conventional dental cements. The effect of water storage on its fracture toughness does not coincide among three resin cements investigated.

Key Words: Dental resin cement; Zirconia restoration; Fracture toughness

Student number: 2009-22657