

도재 전용액이 지르코니아 코어-도재 비니어의 전단결합강도에 미치는 영향

최 병 환, 김 임 선

대구보건대학교 치기공과

Effect of modeling liquid on the shear-bond strength of zirconia core - porcelain veneer

Byung-Hwan Choi, Im-Sun Kim

Department of Dental Technology, Deagu Health College

[Abstract]

Purpose: This study is to evaluate the effect of modeling liquid on the shear-bond strength between zirconia core and veneering ceramic.

Methods: Disk-shaped (diameter: 12.0 mm; height: 3.0 mm) zirconia were randomly divided into six groups according to the surface conditioning method and whether modeling liquid is used or not to be applied (N=60, n=10 per group): group 1 - control group with distilled water(ZD); group 2 - control group with modeling liquid(ZM); group 3 - airborne particle abrasion with 110- μm Al_2O_3 (AD)with distilled water; group 4 - airborne particle abrasion with 110- μm Al_2O_3 with modeling liquid(AM); group 5 - liner with distilled water(LD); group 6 \neq liner with modeling liquid(LM). Contact angles were determined by the sessile drop method at room temperature using a contact angle measurement apparatus. The specimens were prepared using dentin veneering ceramics, veneered, 3mm high and 2.8mm in diameter, over the cores. The shear bond strength test was performed in a Shear bond test machine. Load was applied at a cross-head speed of 0.50mm/min until failure. The fractured zirconia surfaces were evaluated by using stereomicroscope ($\times 30$). Collected data were analyzed using SPSS(Statistical Package for Social Sciences)

Win 12.0 statistics program.

Results: ZD showed the highest contact angle($50.6 \pm 5.4^\circ$) and LD showed the lowest value($6.7 \pm 1.3^\circ$). Control groups and zirconia liner groups were significantly higher contact angle than liner groups($p < 0.05$). LD was the highest shear bond strength($43.9 \pm 3.8 \text{MPa}$) and ZD was the lowest shear bond strength($24.8 \pm 4.9 \text{MPa}$). Shear bond strengths of control groups and contact angle of liner groups were not significantly different($p > 0.05$). Liner groups presented adhesive failures. The others groups showed cohesive and adhesive failures.

Conclusion: Modeling liquid groups showed lower contact angles and lower shear bond strength compared to those of distilled water groups.

Key words :

교신저자	성명	최 병 환	전화	010-2070-3164	E-mail	ilovehwani95@hanmail.net	
	주소	대구광역시 북구 태전동 산7번지					
접수일	2014. 5. 13		수정일	2014. 6. 5		확정일	2014. 6. 25

I. 서 론

지르코니아의 개발 및 발전에 따라 사용되는 재료인 지르코니아의 개발 및 발전이 빠른 속도로 진행되고 있으며 그에 따르는 문제점도 실험을 통해 발견되고 있다.

그 중 지르코니아 코어와 비니어링 세라믹과의 결합 강도에 대한 연구가 활발히 진행되고 있는데 일반적으로 표면 처리를 통한 결합 강도를 높이려는 실험이 주를 이루고 있다.

심미보철물에서 코어와 도재 간 결합강도에 영향을 주는 요인으로는 두 재료 간 기계적, 물리적 결합, 화학적 결합, 열팽창계수의 차이에 의해 발생하는 수축력에 의

한 결합, 도재 층과 코어의 두께, 탄성계수의 차, 습윤성, 작용하는 힘의 방향, 빈도, 크기, 교합접촉면의 크기와 위치, 수 복물과 접착제 계면 사이의 결합, 환경적 요인 등이 있다(Daftary F et al, 1986).

지르코니아 코어와 세라믹 간의 전단결합강도를 물리적, 화학적, 그리고 물리-화학적 결합에 관해 관찰한 연구에서 샌드블라스팅과 라이너 처리한 그룹이 가장 높게 나타났고, 다음으로 라이너 처리한 그룹, 그리고 샌드블라스팅 처리한 그룹이 가장 낮게 나타나서 물리-화학적으로 결합력을 증가시키기 위한 표면처리법이 결합력을 향상시킬 수 있다는 결론을 내렸다(최미선 등, 2009).

Al-Dohan 등(2004)의 연구에서는 지르코니아와 도재 계면 근처 (near the interface) 에서 파절을 양상이 관찰되었으며 비니어층이 지르코니아에 잔존함이 보고되어 주로 지르코니아와 도재와의 결합력에 화학적인 영향을 미쳤다는 해석을 하였다.

Fischer 등 (2008)은 수종의 지르코니아와 동 회사의 비니어용 도재 간의 결합강도에 샌드블라스팅, 실리카 코팅, 라이너 등이 미치는 영향에 대한 실험결과를 보고하였는데, 표면처리에 의해 표면조도의 유의한 증가는 관찰되었으나 전단결합강도를 개선에는 영향을 미치지 못한 결과를 보였다. 거칠기를 증가시켜도 전단결합 강도가 개선되지 못하므로 지르코니아와 도재의 결합은 기계적 결합보다는 화학적 결합에 영향을 받을 수 있다고 결론 내렸다. 모든 군에서 응집 파괴(cohesive failure)의 파절 양상을 보여 이는 도재의 응집파괴가 실패요인이므로 보

다 강화된 비니어 개발의 필요성을 주장하였다.

Naoyoshi 등(2012)의 연구에서 silicone wheel , sandblast with alumina, tribochemical, mirror polishing, 24시간 13% HF + 16% H₂SO₄의 산용액에 침수, 그리고 도재로 표면 처리한 결과 표면 거칠기가 큰 경우 접착각이 작은 즉, 습윤력이 향상되었다는 결과를 보였다. 이와 같이 물리적 결합이나 화학적 결합을 위해 다양한 표면 처리를 한 후 전단결합 강도를 측정한 연구는 많이 보고되고 있으나 같은 표면처리를 한 실험에서도 서로 다른 결과를 보인 연구들이 많이 보고되고 있으며 이를 해석하기 위해 다양한 근거를 제시하고 있으나 명확한 근거를 명시한 연구는 부족하여 이에 대한 검증이 필요하다. 이와 관련하여 Fischer 등 (2008)의 표면 습윤성이나 표면장력이 전단결합 강도에 영향을 미쳤을 것이라는 의견을 바탕으로 증류수와 전용액의 접착각과 각 용액으로 축성한 도재와 지르코니아의 전단 결합 강도의 상관관계 및 전용액이 전단결합 강도에 미치는 영향을 분석하여 임상적 안정성을 평가하였다.

II. 연구 방법

1. 시편 제작

표면처리를 하지 않은 전부 도재관 지르코니아를 대조군으로 하고, 110 μ m 크기의 알루미나 입자 처리와 라이너를 도포하여 시편을 각각 10개씩, 총 60개를 준비하였다.

가소결 상태의 지르코니아 블록(Prettau® Zirconia, zirkonzahn, Bruneck, Italy)을 절단하여 직경 12mm, 높이 3mm의 원형 시편을 제작 후 전용 소성로에 넣어 제조회사의 지시에 따라 소결하였다. 소결된 지르코니아는 800grit의 sandpaper로 연마 한 후 증류수에 넣어 5분간 초음파 세척하였다. 110 μ m의 알루미나를 사용하여 10mm 떨어진 위치에서 압력 2.0기압으로 15초 동안 분사 처리한 군과 라이너(IPS e.max Ceram ZirLiner, Ivoclar-Vivadent, Leichtenstein)를 도포하여 소성한 군을 준비하였다. 접착각 측정 후 증류수에 5분간 초음파 세척한 후 지르코니아 표면위에 실리콘 몰드를 사용하여 직경 2mm, 높이 3mm의 도재를 전용액과 증류수를 사용하여 축성 후

제조사의 소성 스케줄에 따라 완성하였다. <Table 1>

제작된 시편을 직경 25mm, 높이 20mm의 원기둥 형태가 되도록 아크릭 레진으로 포매하여 전단결합강도 측정용 지그에 고정될 수 있도록 하였다. <Fig. 1>

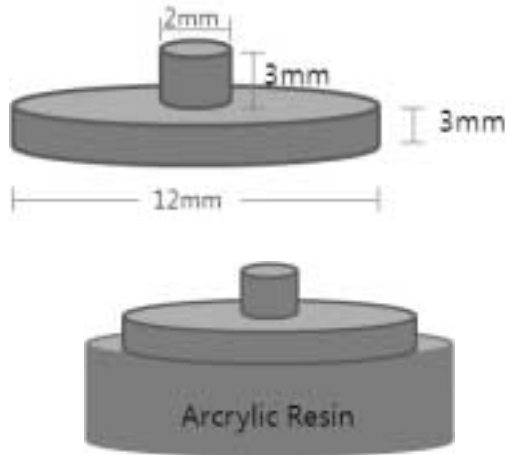


Fig. 1. Schematic diagram of specimen size and test design

Table 1. Experimental groups used in this study

Group	Surface treatment	Liquid
ZD	No	distilled water
ZM	No	modeling liquid
AD	sandblast	distilled water
AM	sandblast	modeling liquid
LD	liner	distilled water
LM	liner	modeling liquid

2. 접촉각 측정

각 표면의 젖음성 평가하기 위하여 상부 도재를 소성하기 전 접촉각을 측정하였다. 시편에 증류수와 도재 전용액을 3 μ l 를 떨어뜨린 후 접촉각 측정 장치(OCA 15 plus, Data Physucs Instrument GmbH, Filderstadt, Germany)를 이용하여 관찰하였다. <Fig.2>

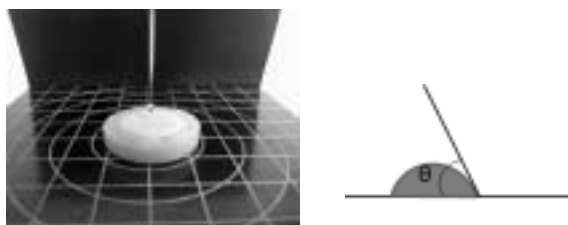


Fig. 2. Measurement of contact angles formed by liquid drops on a treated surface

3. 전단결합강도 측정

지르코니아 블록과 도재 사이의 접착 면과 평행한 방향으로 하중이 전달 되도록 지그에 고정한 뒤, 만능시험기 (Universal testing machine Mode 3343, Instron Calibration Lab, USA)를 사용하여 crosshead speed 0.5mm/min로 파절이 일어날 때까지 전단력을 가하여 최대 적용력(N)을 측정하고 다음의 식을 이용하여 전단결합강도(MPa)를 계산하였다.

$$\text{Shear bond strength(MPa)} = \text{Maximum applied force(N)} / \text{bonded cross-sectional area(mm}^2\text{)}$$

4. 파절양상 관찰

파절된 지르코니아 표면을 실체 현미경(Olympus SZ61, Olympus, Tokyo, Japan)을 이용하여 30배율로 관찰하였다.

5. 통계 분석

유의성 검증은 SPSS 통계 프로그램(SPSS 12.0 for Windows, SPSS Inc. Illinois, U.S.A)을 이용하여 일원 분산 분석(one-way ANOVA test)을 실시하였다.

III. 결 과

각 군에서 접촉각의 평균 및 표준편차를 <Fig. 3>에 표시하였다. 가장 높은 접촉각은 ZD로 50.6 \pm 5.5 MPa, 가장 낮은 값은 LD인 6.7 \pm 1.7 MPa를 나타냈다. 라이너 군을 제외하고 증류수의 접촉각이 도재 전용액의 접촉각보다 낮은 결과 값을 보였다. 라이너 군에서는 액체의 종류와는 관계없이 비슷한 결과를 보였다. 일원분산분석(one-way ANOVA test)을 시행한 결과, 표면처리 군간 접촉각은 유의한 차이를 보였으며, 라이너 군을 제외하고 각 군에서도 유의한 차를 보였다(p<0.05).

각 군에서 전단결합강도의 평균 및 표준편차를 <Fig. 4>에 표시하였다. LD군이 가장 높은 전단결합 강도인 43.9 \pm 3.8 MPa이며, ZD로 24.8 \pm 4.9 MPa로 가장 낮았다. 일원분산분석(one-way ANOVA test)을 시행한 결과, 증류수를 사용한 군 간에는 유의한 차를 보였으나, 도재 전

용액을 사용한 군 간에는 명확한 유의차가 나타나지 않았으며, 대조군을 제외한 각 군에서의 전단결합강도는 유의한 차이를 보였다($p < 0.05$).

접촉각과 전단결합강도간의 상관관계를 <Fig. 5>에 나타내었다. $R = 0.4141$ 로 약간의 상관관계는 있으나 명확하지는 않으며, 기울기를 중심으로 위쪽은 증류수 그룹,

아래쪽은 도재 전용액 그룹으로 각 그룹에서 접촉각이 클수록 전단결합 강도가 낮아지는 것을 관찰 할 수 있었다.

파절 양상을 실제 현미경으로 관찰한 결과 ZD, AD, AL 군에서는 혼합 파절양상이 나타났으며 나머지 군에서는 모두 접착성 실패 경향이 높았다(Fig. 6).

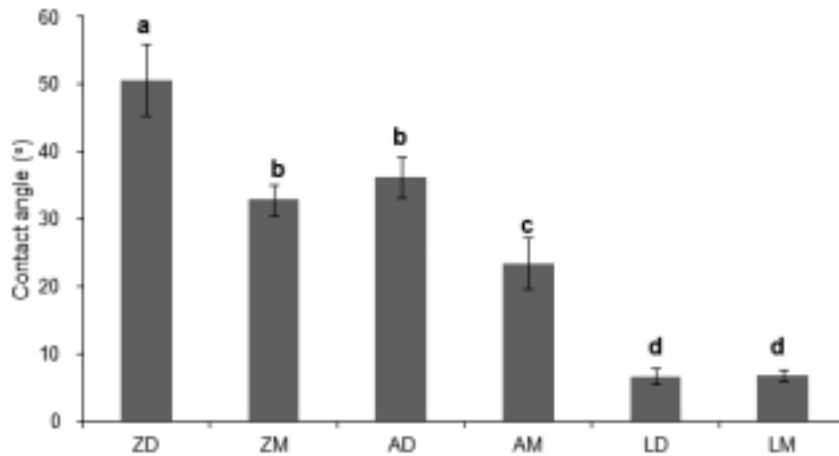


Fig. 3. Mean and standard deviation of contact angle. Different letters mean significant difference at $p < 0.05$ level

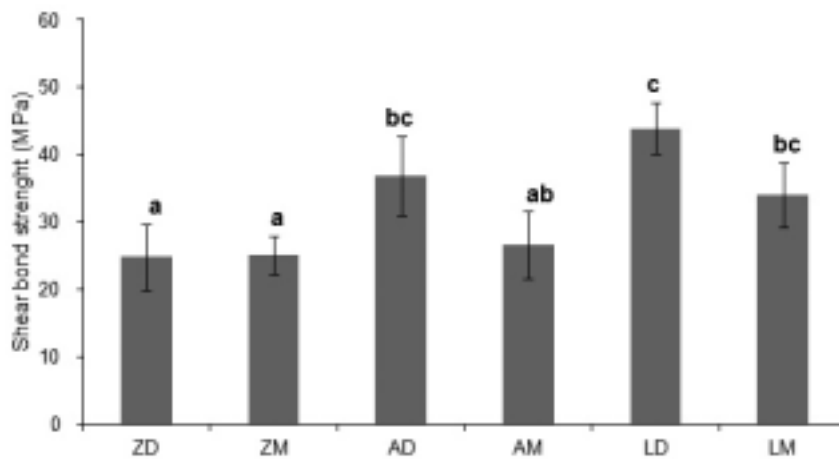


Fig. 4. Mean and standard deviation of shear bond strength. Different letters mean significant difference at $p < 0.05$ level

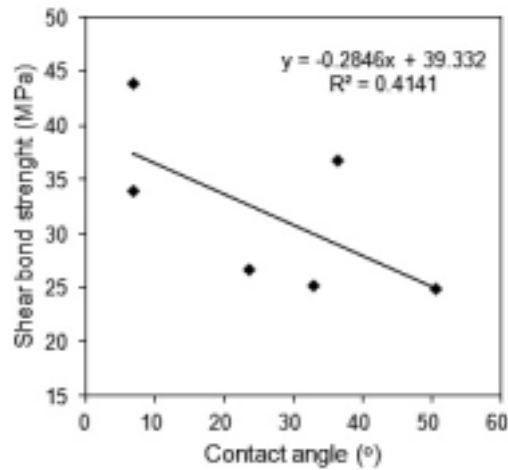


Fig. 5. Relationship between contact angle and shear bond strength

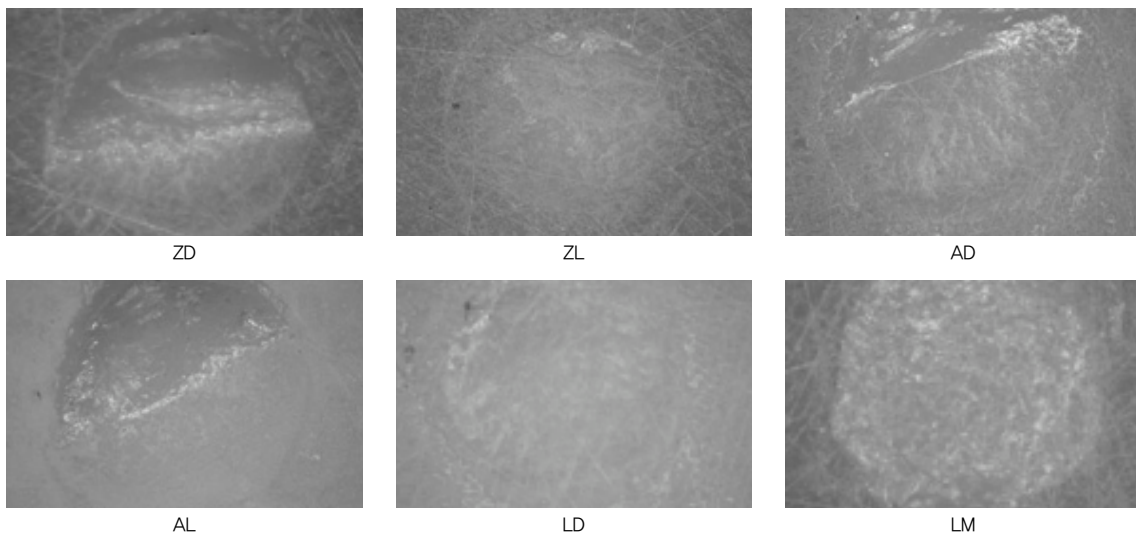


Fig. 6. Stereomicroscope (×30) photographs after shear bond strength

IV. 고찰

현대의 기술적 진보를 통하여 물성의 개선과 접착제 개발 등으로 오늘날 전부도재관은 현대 보철 임상에서 차지하는 비중이 현저히 증가되고 있다. 근자에는 CAD/CAM 기법을 이용하는 지르코니아 코어 전부도재관의 사용이 점차 확대되고 있다(Kim et al, 2005; Piconi et al, 1999; Vult et al, 2005).

코어-비니어 간 접착력에 영향을 주는 요인으로는 코어와 비니어링 세라믹의 열팽창계수의 차이, 비니어링 세라믹에 의한 코어의 낮은 젖음성, 비니어링 세라믹 소성 후 수축, 열과 응력에 의한 코어-비니어간 지르코니아 입

자의 상전이 현상, 여러 기공과정 동안 발생한 고유의 결함들이 있다(Aboushelib et al, 2006).

Harding (2012) 등의 연구에서 라이너와 샌드블라스팅 표면처리를 한 후 결합 강도를 측정된 결과 샌드블라스팅 처리한 군은 유의하게 낮아졌으며 대조군과 비교해서 라이너를 처리한 군은 유의한 차를 보이지 않았고 파절 양상은 모두 혼합 실패를 보였다. 최미선 등(2009)의 연구에서는 지르코니아 코어에 샌드블라스팅과 라이너 단독 표면처리는 대조군에 비해서 결합력에 유의한 차이를 보이지 않았으나 샌드블라스팅과 라이너 동시 표면처리는 두 재료간 결합력에 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 하지만 본 연구에서는 샌드블라스팅이나 라이너를 도

포한 군이 대조군과 비교하여 더 높은 결과값을 보였으며 샌드블라스팅 처리 후 도재 전용액을 사용한 군을 제외하고 유의하게 높은 차이를 보였다.

이는 다른 연구에서도 언급한 것처럼 접착력에 영향을 주는 요인이 다양하기 때문이며 시편의 크기나 재료의 종류 그리고 가공과정 중 발생할 수 있는 문제들에 대한 많은 연구가 이루어져야 한다고 생각한다. 시편이 클수록 축성한 도재 내 기포나 불순물의 양이 많을 수 있어 전단결합강도에 영향을 미칠 수도 있다. 사용하는 재료의 최종 소성 온도가 낮을 경우 일반적으로 도재의 강도가 낮아 도재 자체의 응집 파괴가 일어나므로 표면처리와는 관계없이 유의한 차가 나지 않을 수도 있다.

Fischer 등 (2008)의 연구에서도 도재 자체의 응집력이 도재와 지르코니아 간의 결합력보다 낮아 도재의 강도를 높여야 한다는 결론을 내렸다. 본 연구에서는 파절 양상을 실제 현미경으로 관찰한 결과 ZD, AD, AL 군에서는 혼합 파절양상이 나타났으며 나머지 군에서는 모두 접착성 실패 경향이 높아 도재자체의 강도보다는 접촉되는 부분의 결합으로 인한 파절이 일어났다고 본다. 또한 젖음성과 표면장력도 영향을 미칠 수 있다고 했다. 본 연구에서는 증류수와 도재 전용액을 사용하여 접촉각을 측정하였으며 각 용액에 따라 표면처리한 군과 젖음성과의 상관관계가 있음을 발견하였다. Naoyoshi (2012) 등의 연구에서 거칠기가 클수록 접촉각이 작다고 발표하였으며 본 연구에서는 표면처리를 하지 않은 대조군이 가장 높은 결과값을 보였으며 라이너, 샌드블라스팅 순으로 낮아져 라이너의 표면 거칠기가 가장 높은 것으로 추정할 수 있다. 증류수를 사용하여 표면 처리한 지르코니아 위에 도재를 축성한 결과 유의한 차가 있었으나 전용액을 사용한 군에서는 유의한 차가 없음을 알 수 있었다. 대조군 실험에서는 접촉각에는 유의차가 있었으나 전단결합에는 유의차가 없어 젖음성이 영향을 미치지 못했다는 결론을 내릴 수 있다. 이는 용액의 젖음성 보다는 화학적인 결합이 지르코니아와 도재사이에 영향을 미쳤다고 볼 수 있다. Fischer 등 (2008)의 연구에서도 지르코니아와 도재사이 는 화학적 결합이 기본이라고 보고하였다.

V. 결 론

본 연구는 도재 축성 시 사용되는 증류수와 도재 전용액의 젖음성이 전단결합 강도에 영향을 미치는지 알아보기 위해 지르코니아 표면에 샌드블라스팅과 라이너 처리를 하여 실험하였다. 표면처리를 한 후 접촉각을 측정하였고, 도재를 축성하여 지르코니아와 도재간의 전단결합 강도를 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 가장 높은 접촉각은 ZD로 50.6 ± 5.5 mR, 가장 낮은 값은 LD인 6.7 ± 1.7 mR를 나타냈다. 일원분산분석(one-way ANOVA test)을 시행한 결과, 표면처리 군간 접촉각은 유의한 차이를 보였으며, 라이너 군을 제외하고 각 군에서도 유의한 차를 보였다($p < 0.05$).

2. LD군이 가장 높은 전단결합 강도인 43.9 ± 3.8 mR이며, ZD로 24.8 ± 4.9 mR로 가장 낮았다. 일원분산분석(one-way ANOVA test)을 시행한 결과, 증류수를 사용한 군 간에는 유의한 차를 보였으나, 도재 전용액을 사용한 군 간에는 명확한 유의차가 나타나지 않았으며, 대조군을 제외한 각 군에서의 전단결합강도는 유의한 차이를 보였다($p < 0.05$).

3. 파절 양상을 실제 현미경으로 관찰한 결과 ZD, AD, AL 군에서는 혼합 파절양상이 나타났으며 나머지 군에서는 모두 접착성 실패 경향이 높았다.

4. 각 그룹에서 접촉각이 클수록 전단결합 강도가 낮아지는 것을 관찰 할 수 있었다.

REFERENCES

- Aboushelib MN, Kleverlaan CJ, Feilzer AJ. Microtensile bond strength of different components of core veneered allceramic restorations. Part II: Zirconia veneering ceramics. Dent Mater, 22, 857-63, 2006.

- Daftary F., Donovan T. Effect of four pretreatment techniques on porcelain-to-metal bond strength. *J Prosthet Dent* 58, 535-40, 1986.
- Dundar M, Ozcan M, Gokc.e B, Comlekoğelu E, Leite F, Valandro LF. Comparison of two bond strength testing methodologies for bilayered all-ceramics. *Dent Mater*, 23, 630-6, 2007.
- Harding AB, Norling BK, Teixeira EC. The effect of surface treatment of the interfacial surface on fatigue-related microtensile bond strength of milled zirconia to veneering porcelain. *J Prosthodont*, 21(5), 346-52, 2012.
- Jens Fischer, Philipp Grohmann, Bogna Stwarczyk. Effect of zirconia surface treatments on the shear strength of zirconia/veneering ceramic composites. *Dental Materials Journal*, 27(3), 448-454, 2008.
- Kim CH, Jeon YC, Joeng CM, Lim JS. Effect of surface treatments of zirconia ceramic on the bond strength of resin cements. *J Korean Academy of Prosthodontics*, 42, 386-96, 2005.
- Mi-Sun Cho, Young-Soo Kim, Kyu-Won Suh, Jae-Jun Ryu. Effect of surface treatmet on the shear bond strength of a zirconia core to veneering ceramic. *J Korean Academy of Prosthodontics*, 47, 199-205, 2009.
- Naoyoshi Tarumi., Motohiro Uo, Eiji Yamaga, Fumio Watari. SEM observation and wettability of variously processed and fractured surface of dental zirconia. *Applied Surface Science*, 262, 253-257, 2012
- Piconi C, Maccauro G. Zirconia as a ceramic biomaterial. *Biomaterials*, 20:1-25, 1999.
- 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*, 32, 180-7, 2005.