

지르코니아 표면 에칭처리 효과에 따른 레진 및 도재의 결합강도

박영대, 한석윤
대구보건대학교 치기공과

Bonding strength of resin and porcelain depending on the effects of zirconia surface etching

Young-Dae Park, Sok-Yoon Han
Department of Dental Technology, Daegu Health College

[Abstract]

Purpose: The purpose of this study was to investigate the effects of etching by monitoring the etched surfaces and the shear bonding strength of resin and porcelain with etched zirconia.

Methods: The CAD/CAM was used to produce 24 zirconia blocks in groups of six. The zirconia specimen surfaces were sandblasted, and they were then divided into 12 specimens with surface etching and 12 specimens without etching for the control group. 12 specimens of composite resin were bonded using a curing light, and 12 specimens of porcelain underwent vita porcelain build-up sintering and the shear bonding strength was measured using a universal testing system.

The SEM photographs were taken in order to observe any differences in the surfaces before and after etching, and they were magnified by a factor of 8 in order to observe fractured surface types.

Results: The results of the shear bonding strength measurements are as follows: For the composite resin tests, between zirconia and resin, the shear bonding strength of the control group (NZR) without surface etching was 4.68 Mpa and the experimental group (EZC) with surface etching was 9.65 Mpa, which is significantly higher. The crystal structure of the zirconia was confirmed to be different in observations of the surfaces before and after etching.

Conclusion : In comparing the shear bonding strength of zirconia and composite resin, the effects of etching were found to be significant. The effects of surface etching were also observed in fractured surfaces between zirconia and porcelain. This is expected to be applicable to various prosthetics as surface etching on zirconia is used in clinics.

◉ **Key words:** Zirconia, Bond strength, Etching

Corresponding author	Name	박 영 대	Tel.	053-320-4514	E-mail	parkyd8006@dhc.ac.kr	
	Address	대구광역시 북구 영송로15(태전동) 대구보건대학교 치기공과					
Received	2017. 9. 29		Revised	2017. 12. 18		Accepted	2017. 12. 22

1. 서론

보철환자들의 빠른 치료와 심미적인 요구가 증가하고 있고, 이에 발맞추어 CAD/CAM system의 대중화 및 지속적인 발전으로 다양한 심미보철 재료들이 개발되고 있다.

그중에서도 높은 강도와 우수한 변색저항성, 생체친화성, 컴퓨터를 이용한 디자인/제조(CAD/CAM)의 가능성 등으로 인해 단연 지르코니아가 수복재로서 사용이 증가하고 있다.

치과용 지르코니아인 부분 안정화된 지르코니아는 세라믹류 임에도 불구하고 파절가능성이 매우 낮으며, 치아의 색상과 유사하며 생체 친화성이라는 장점으로 인해 전치 및 구치부 브릿지, 임플란트 지대치, 임플란트 몸체, 교정용 브라켓등 치과 보철물에 적용범위가 넓어지면서 점차적으로 사용이 늘어나고 있는 추세이다(Luthardt et al, 2002; Wohlwend et al, 1997).

하지만 최근 지르코니아에 다양한 색상을 첨가하는 coloring system 등으로 색상과 투명도가 나날이 발전하고 있지만 정교하게 재현하는 것은 한계가 있고 일반적으로 지르코니아 위에 도재를 축성하여 심미성을 보완하고 있으나 지르코니아와 도재의 결합에 취약점인 도재의 박리나 깨짐의 문제가 발생하고, 자연치아와 유기적인 관점에서 보면 높은 마모저항성과 산 저항성으로 인하여 불산 에칭이 효과적이지 않고 표면처리가 어려우며, 실리카의 부재 및 유리가 없는 구조는 메타크릴레이트 기반으로 인해 복합레진과의 충분한 결합강도를 나타내기 어렵다(Kern & Wegner, 1998; Thompson 등, 2011; Blatz 등, 2007). 따라서 기계적, 화학적 처리를 포함한 다양한 구강내 수리방법(Bagis et al, 2009) 및 세라믹과 복합레진의 결합강도를 높이기 위한 다양한 표면처리 방법이 연구되어져 왔다(Seabra et al, 2014; Mohamed et al, 2014; Elsaka, 2015).

도재 수복물의 경우 샌드블라스팅, 불산, 실레인 도포를 하면 보통 17.28 MPa의 전단 결합 강도를 보인다. 하지만 실리카(silica)의 함유량이 적은 지르코니아는 도재처럼 불산(HF)에 의한 산 부식을 적용할 수 없고, 실레인과도 결합하지 않아 레진 접착 술식으로는 적

절한 결합력을 얻기 어렵다. 이에 대해 최근까지 지르코니아 수복물에 대한 브라켓의 접착력을 개선하기 위한 다양한 표면처리 방법들이 제시되었으나, 그 방법들의 경우 진료실에서 직접 적용하기에는 다소 번거로움이 많았다. 한편, 접착제의 단량체인10-(MDP)methacryloxydecyl dihydrogen phosphate는 금속 산화물과 화학적으로 결합하여 비귀금속이나 지르코니아에 대한 접착력을 증가시킬 수 있음이 보고되었다.

이와 함께 각 치과용 재료 제조회사에서는 chair-side에서 좀 더 접착을 간단히 시행할 수 있는 방안을 계속 모색해 왔으며 그 결과 지르코니아 접착을 위한 전용 프라이머를 시작으로 근래에는 지르코니아 및 그 외 모든 수복물에 적용이 가능한 다용도 프라이머까지 매우 다양한 지르코니아 프라이머를 개발하여 출시하고 있다. 하지만, 이에 대한 비교 연구는 부족한 편으로 임상에서 지르코니아 프라이머 제품군에 있어서 선택 시 다소 어려움이 있어 왔다.

지르코니아는 내부 표면을 접착 전 버/다이아몬드 또는 샌드블라스팅 처리를 통해 변형시키는 것은 표면적을 증가시켜 결합력을 향상시킨다. 그러나 입자크기와 압력의 정도, 기질로부터의 거리, 삭제속도, 그리고 변연손상 등의 요소에 대한 기준은 주관적이며 논쟁이 있다.

지르코니아 표면의 변형은 가수분해와 상변화에 의해 지르코니아 수복물 결합의 장기간 가수분해를 유발할 수 있다. 연구에 따르면, 기계적 방법에 의해 지르코니아가 정방정계에서 단사정의 결정구조로 쉽게 상변화를 일으키며 이는 부피의 증가와 표면응력을 유발한다. 게다가, 고온도-화학변화(pyro-chemical) 또는 마찰화학처리(tribo-chemical)의 사용은 분해에 취약하다는 결과로 이러한 처리가 결합력을 크게 개선하지 않는다는 것이 증명되었다. 또한 프라이머 결합의 기전에 따르면 요철이 있는 표면에 인산을 세척제로 사용하는 것은 더 낮은 결합력을 유발할 수 있다(서병인, 2013).

라미네이트, Maryland-bridge 등 접착에 의해서 유지를 얻어야 하는 지르코니아 보철물들은 사실상 임상환자들에게 적용하기 힘들었다. 몇몇 치과재료회사에서 지르코니아 에칭제가 개발되어 출시되었으나 그 효과가 미미하였거나 에칭시간이 길어 임상에 적용하기 힘들

었다. 하지만 최근 짧은 시간(2~7분)에도 표면처리 효과가 뛰어난 에칭제가 개발되어 그 효과를 입증해보고자 한다.

본 연구의 목적은 에칭 처리한 지르코니아 표면을 관찰하여 기계적 유지력이 형성되었는지, 그리고 지르코니아 수복재와 복합레진, 지르코니아 수복재와 세라믹 간의 에칭효과에 따른 전단결합강도를 비교평가하고, 파절유형을 관찰하여 에칭 처리 효과에 대해 알아보고자 하였다.

II. 연구 방법

1. 연구재료 및 방법

1) 지르코니아 수복재 시편의 제작

본 연구에 사용된 지르코니아 수복재(Luxen, Dental Max, Korea)를 사용하였다. 치과용 CAD/CAM ARUM 5X-200(Doowon Co, Korea)를 사용하여 직경 10 mm, 높이 14 mm의 디스크 형태로 각 그룹당 6개씩 24개의 시편을 제작 하였다(Fig. 1).

버의 소모로 인한 절삭면의 거친 정도와 정밀도를 고려하여 새로운 bur를 장착하였고, 지르코니아는 Trione-F (DIO IMPLANT Co, Korea)소결로를 이용하여 1500℃에서 10시간 열처리 하여 소결 시켰다.

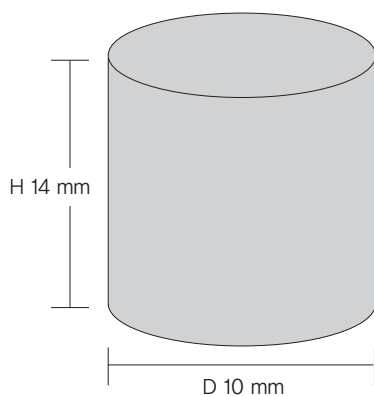


Figure 1. Disk-shaped specimen of CAD/CAM restorative materials.

2) 시편의 그림

24개의 시편은 다음과 같이 6개씩 4그룹으로 분류하였다(Table 1).

- (1) NZR : 에칭을 하지 않은 지르코니아 시편 6개 (레진접착용)
- (2) EZR : 에칭을 한 지르코니아 시편 6개 (레진접착용)
- (3) NZC : 에칭을 하지 않은 지르코니아 시편 6개 (세라믹 접착용)
- (4) EZC : 에칭을 한 지르코니아 시편 6개 (세라믹 접착용)

Table 1. Zirconia of composite resin & ceramic etching used bonding in the study

Group	Material	Etching
NZR	Dentsply D4 resin	
EZR	Dentsply D4 resin	YesBioGold Smart Etching2
NZC	3M ESPE powder A3	
EZC	3M ESPE powder A3	YesBioGold Smart Etching2

3) 시편에 대한 표면처리와 세라믹과 복합레진의 접착 표면처리를 위해 절삭 가공된 지르코니아 시편에 2 bar의 압력으로 10 cm 거리에서 수직으로 15초동안 50 μm 산화알루미늄을 분사했다. 잔여물을 제거하기 위해 초음파 세척기를 이용하여 증류수로 5분 동안 세척 후 압축공기를 이용하여 건조하였다.

Etching을 위해 지르코니아 시편 12개는 제조사의 설명에 따라 80℃의 에칭액속에 5분간 넣어 에칭을 시행한 후 스팀을 분사하여 잔여물을 제거하였다(Fig. 2).





Figure 2. Zirconia & ceramic Etching Solution.

복합레진을 규격에 맞게 제작하기 위해 직경 3 mm, 높이 5 mm의 크기로 알미늄 몰드를 제작하였다. 복합레진은 규격에 맞게 제작한 후 광중합기(light cure Complex Lux S8, Italy)를 이용하여 1700 mW/cm² 광도로 각각 3분 동안 광중합 하였다.

세라믹은 몰드에 넣어 수분을 제거한 후 분리하여 지르코니아 시편위에 얹어 수분을 첨가하여 도재 소성로 (Vita 50, Vita, Germany)에 분당 상승온도 50℃로 810℃에서 소성한다. 중합과 소성이 끝난 시편들은 만능시험기의 지그에 고정시키기 위해 아크릴 레진으로 포매 하였고, 실온에서 48시간 후에 전단 결합 강도를 측정하였다(Fig. 3).

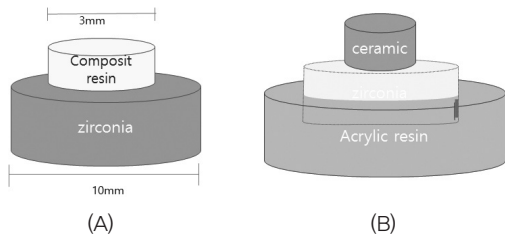


Figure 3. Schematic diagram of experimental specimen. (A) bonding composite resin and zirconia specimen and (B) mounted to acrylic resin for fixing shear bond strength test jig.

4) 전단결합강도의 측정

전단결합강도를 측정하기 위해 소형만능시험기 (Model 3343, UTM, USA)를 사용하였다.

하중이 시편과 복합레진 또는 도재의 접착면과 동일한 방향으로 전달되도록 전단결합강도 측정용 금속지그(zig)에 시편을 고정 시키고 1 mm/min의 crosshead

speed로 하중을 가하였다. 시편에서 레진 또는 세라믹이 분리될 때 까지의 최대 하중값(N)을 측정하고 접착면의 단면적(mm²)으로 나누어 전단결합강도를 측정하였다(Fig. 4).

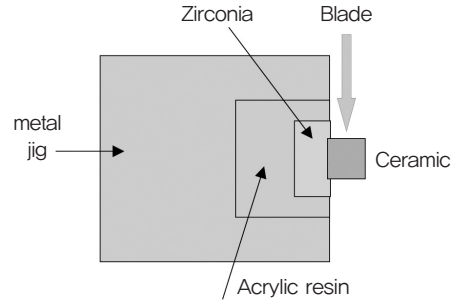


Figure 4. Schematic diagram of shear bond strength test.

5) 표면관찰 및 파절유형분석

지르코니아 에칭전과 후의 시편의 표면을 관찰하기 위하여 field emission-scanning electron microscope (FE-SEM) (JSM-6700F, Jeol, Japan)을 이용하여 250배와 2000배의 배율로 측정하였다. 또한 파절이 일어난 도재 시편 12개를 확대경(8X)으로 분류하고, 파절된 단면을 관찰하였다.

파절 유형은 복합레진이나 도재가 깨끗하게 분리되면 접착파절(Adhesive failure), 복합레진 및 도재 내에서 파절이 일어나면 응집파절(Cohesive failure), 접착파절과 응집파절이 같이 나타나면 복합파절(Mixed failure)로 구분하였다. 또한 접착잔량지수(Adhesive Remnant Index, ARI)를 이용하여 시편에 남아있는 접착 도재의 양을 점수화 하였다. 지르코니아 표면에 도재가 거의 남아있지 않은 상태를 0점으로, 지르코니아 표면에 도재가 50%이하로 남아있는 상태를 1점으로, 지르코니아 표면에 도재가 100% 남아있는 상태는 3점으로 각각 부여하였다(Fig. 5).



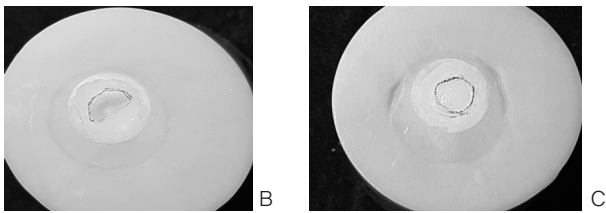


Figure 5. Classification of failure modes, A: Adhesive failure, B: Mixed failure, C: Cohesive failure

6) 통계분석

에칭 된 지르코니아와 복합레진 또는 도재와 에칭하지 않은 지르코니아와 복합레진 또는 도재 군에 따라 전단결합강도의 통계적 유의차가 있는지를 확인하기 위하여 SPSS Ver 12.0 for windows (SPSS INC, USA.)를 이용해 일원 배치 분산 분석(One-way ANOVA)과 Tukey HSD 사후 검정(post-hoc test)을 실시하였다. 자료 검정에 이용된 유의 수준은 95%로 하였다.

III. 결과

1. 전단결합강도

실험 결과 지르코니아와 레진 사이에서는 표면에칭처리를 시행하지 않은 대조군(NZR)의 평균은 전단결합강도 4.68 ± 2.23 Mpa로 나타났고, 표면에칭처리를 한 실험군(EZR)은 9.65 ± 1.33 Mpa로 나타나 유의성 있게 높았고($p < 0.05$), 지르코니아와 세라믹사이에서는 표면에칭처리를 한 실험군(EZC)은 12.90 ± 2.06 Mpa, 표면에칭처리를 하지 않은 대조군(NZC)에서는 13.91 ± 2.53 Mpa로 전단강도 실험 결과 예상과 달리 유의미한 차이는 없지만 대조군에서 전단결합 강도가 더 높게 나타났다. 이는 접착잔량지수(NZC 6점, EZC 18점) 와도 맞지 않은 의외의 결과가 나타났다(Table 2).

Table 2. Bonding strength

Group	Bonding strength (MPa)		
		Mean	S.D
Ceramic	No-Etching	13.91 _a	2.53
	Etching	12.90 _a	2.06
Resin	No-Etching	4.68 _b	2.23
	Etching	9.65 _c	1.33

* Same lowercase letter is no significantly different using Tukey HSD test (P).05)

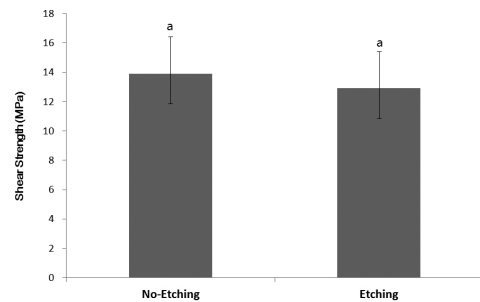


Figure 6. Bonding strength(Zirconia/Resin).

porcelain No-Etching, Etching 두 그룹간의 유의차는 없다(Fig. 6).

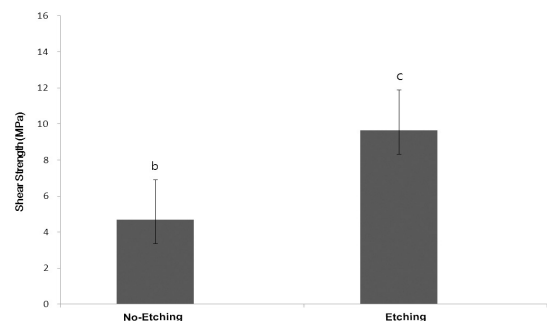


Figure 7. Bonding strength(Zirconia/Resin).

Resin No-Etching 군의 결합 강도 값은 4.68 MPa, Etching군은 9.65 MPa이다(Fig. 7).

2. 파절유형관찰

각 군의 6개의 시편 중, 복합레진을 사용한 NZR, EZR군에서는 접착파절이 보였고, 응집파절은 보이지 않았다. Ceramic을 사용한 NZC에서는 복합파절이 주로 나타났으며, EZC에서는 전부 응집파절의 유형을 보였다. 파절유형 비율을 도표로 나타내면 다음과 같다 (Table 3).

Table 3. Failure mode analysis after shear bond strength test

Group	Failure mode		
	Adhesive	Cohesive	Mixed
NZR	6	0	0
EZR	6	0	0
NZC	0	0	6
EZC	0	6	0

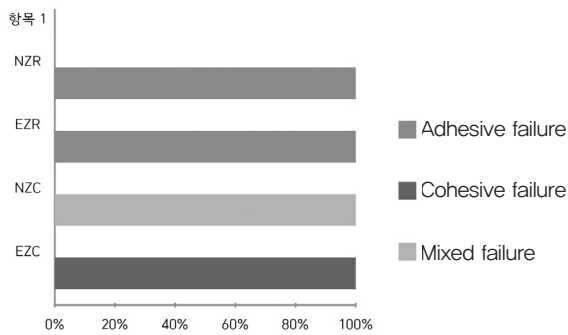


Figure 8. Failure mode distributions of experimental groups.

3. 표면 관찰

SEM을 이용하여 250배율로 지르코니아 시편의 표면을 관찰한 결과 에칭처리한 지르코니아 시편이 에칭처리를 하지 않은 지르코니아 시편에 비해 불규칙한 표면의 양상을 나타내었다(Fig. 9).

좀더 명확한 에칭결과를 보기 위하여 2000배율로 관찰해보았더니 에칭처리 하지 않은 표면에 비하여 지르코니아 결정구조의 입자와 입자사이의 공간이 넓어졌으며, 입자의 모양이 불규칙 적이고 거칠게 나타났다(Fig. 10).

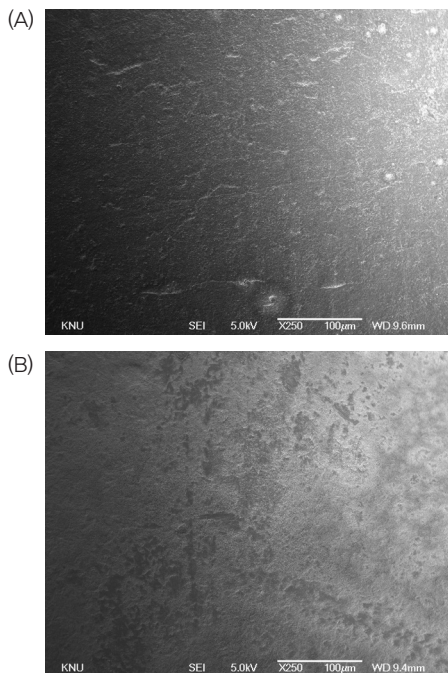


Figure 9. SEM images show zirconia surface textures(250x). (A) No etching zirconia group. (B) Etching zirconia group.

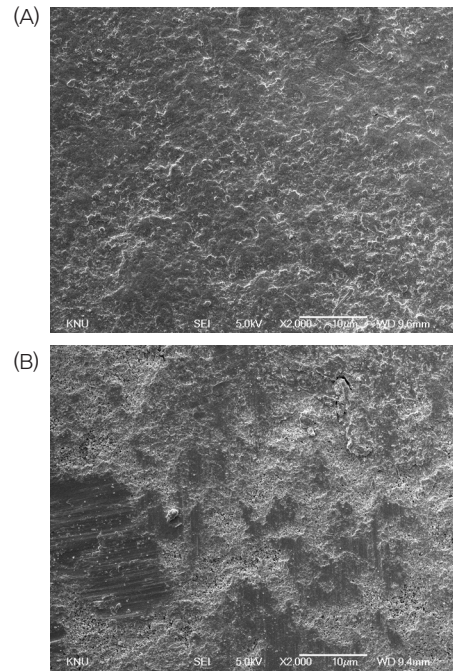


Figure 10. SEM images show zirconia surface textures(2000x). (A) No etching zirconia group. (B) Etching zirconia group.

IV. 고찰

최근 지르코니아가 치과심미보철물에 사용되면서 지르코니아 코어 또는 전부지르코니아 보철물의 사용이 날로 증가하고 있는 추세이다. 지르코니아와 도재, 또는 레진 등에서 파절되는 접착에 대한 문제점이 드러나면서 이에 대한 연구가 논문에서 발표되었으나 아직 많이 미흡한 상태이다.

이에 본 연구에서는 최근 출시된 지르코니아 에칭제(Smart etching2, Korea)를 사용하여 지르코니아 표면을 에칭 처리하여 각 제조사에서 권장하고 있는 복합레진을 접착시키고, 에칭제를 사용하지 않은 지르코니아 수복재와 복합레진간의 전단결합강도를 비교 평가 하였다.

또한, 표면에칭처리한 지르코니아 수복재에 많이 사용되는 도재(Vita Q900)을 소성하여 에칭하지 않은 지르코니아와 비교하여 어떤 결과를 나타내는지 알아보았다.

연구결과, 에칭한 지르코니아 수복재와 복합레진사이의 전단결합강도가 에칭하지 않은 지르코니아 수복재와 복합레진 사이에 비해 유의성 있게 높은 전단 결합 강도를 나타 내었고, 도재를 소성하여 실험한 지르코니아 수

복재에서는 에칭의 유무에 상관없이 유의한 차이가 없었다. 예상과 달리 에칭을 하지 않은 지르코니아 수복재와 도재의 전단결합강도도 높게 나타나 한번 더 실험을 하였지만 결과는 동일하게 유의미한 차이가 없었다. 이는 파절유형 관찰에서 알 수 있듯이 에칭한 지르코니아와 도재의 계면에서 분리되는 전단결합강도가 나타나는 것이 아니라 소성된 도재가 파절되면서 나타나는 전단결합강도의 값이라고 봐야할 것이다. 그 이유는 에칭한 지르코니아 표면에 소성한 도재들이 모두 붙어있는 응집파절로 나타났고, 에칭을 하지 않은 지르코니아 표면에 소성한 도재들은 부분적으로 파절되는 복합파절의 양상으로 나타난 것을 보면 이것 역시 계면에서 분리되는 전단결합강도 값이라고 하기 보다는 도재들이 파절되는 것과 계면에서 분리되는 전단결합강도 값의 합이라고 봐야 할 것이라 생각된다. 그렇기 때문에 도재 시험군과 대조군의 표면관찰이 응집파절과 복합파절로 분명히 나누어지는 것임에도 불구하고 전단결합 강도 값이 유의미한 차이가 없다는 사실이 설명된다고 봐야할 것이다.

정창섭(2016)의 연구에서 전단결합강도가 높을수록 응집파절의 비율이 높아지고, 전단결합강도가 낮을수록 접착파절의 비율이 높다고 보고하였다. 이는 본연구의 결과와도 일치하였다.

따라서 지르코니아 수복재의 표면을 에칭처리로 인하여 지르코니아와 복합레진 간에는 전단결합 강도 값에서, 지르코니아와 도재 간에는 표면관찰 결과에서 결합강도가 유의미하게 증가한다고 할 수 있다.

연구에 사용된 에칭제의 특징을 살펴보면 불산에 질산을 섞어 사용하지만 에칭 후 질산이 거의 남아있지 않는다는 것과 다른 제품에 비해 에칭시간(2~6분)이 현저히 짧아 임상에서 쉽게 사용할 수 있다는 장점과 900 Mpa이하의 강도를 가진 지르코니아는 샌드블라스트를 하지 않아도 에칭효과가 뛰어나며, 에칭의 원리를 살펴보면 에칭 할 지르코니아 표면에 샌드블라스트를 하면 마이크로 크랙이 발생하며 이 마이크로크랙 사이를 에칭제가 확장시켜 기계적 결합력을 높이는 원리로 제조되었다.

물리적 표면처리방법은 지르코니아의 표면에 일정한

깊이의 균열을 유발(crack initiation)함으로써 지르코니아 표면에 거칠기를 형성하여 그 결과로 지르코니아와 도재 간의 결합강도가 증가하는 것으로 보인다. 또한 위와 같은 물리적인 표면처리 과정에서 지르코니아의 표면을 타격할 때 발생하는 응력(internal stress)으로 인하여 지르코니아의 상변이가 초래되어 정방정계상에서 단사정계상으로 변화하게 된다. 그 과정에서 부피의 팽창이 일어나면서 지르코니아 내부에 압축응력이 형성되어 미세균열이 더 이상 진행되지 않게 된다 (Vagkopoulou et al, 2009).

기계적 표면 거칠기의 증가는 indirect composite resin의 접착성 향상을 위해 실란의 화학적 처리보다 중요하다(Spitznagel 등, 2014). 현재 대부분의 문헌에서는 알루미늄 입자를 사용한 공기마찰과 실리카 코팅시스템인 로카텍(3M ESPE, Seefeld, Germany)을 사용하여 표면에너지와 기계적 결합을 증가시킬수 있도록 표면을 거칠게 한다(Spitznagel 등, 2014).

또한 불산 에칭과정은 대부분의 복합레진에서 낮은 결합강도를 유도하고, 실란 전처리과정은 일반적으로 전단결합강도를 높이기 위해 권장되지만(Spitznagel 등, 2014) 등 문헌을 살펴보면 기존에는 지르코니아와 레진의 결합력을 증가시키기 위해서는 복합레진의 표면을 화학적 처리나 기계적 처리를 한 것을 알 수 있다.

정창섭(2016)의 연구결과에서 지르코니아 수복재에 repair Kit를 사용하여 bonding 처리 후 복합레진과의 전단결합강도 값을 보면 8.7 ± 1.34 Mpa로 나타났다. 본 실험의 에칭처리 한 지르코니아와 레진의 전단결합강도 값이 9.65 ± 1.33 Mpa로 bonding제등 화학처리 보다는 실험결과에 나타났듯이 지르코니아 표면을 에칭 처리하여 기계적결합력을 높여 복합레진과 결합을 할 경우 결합력이 유의미하게 증가된 것을 알 수 있을 것이다.

선행연구에서 보면 치과용 지르코니아는 내산성이며 비결정질 실리카 글라스를 포함하지 않은 결정질 이므로 불산을 이용한 표면에칭은 지르코니아 표면에는 효과적이지 않고 임상적으로는 치아구조와 연조직에 손상을 줄수 있다는 문제점이 지적된바 있다(Sarac et al, 2011). 지르코니아 도재사이에 불산으로 표면 에칭 처리

한 것은 효과적인 유지를 가지지 못한다는 연구결과도 보고되고 있다(Bona, 2007).

반면 Elaska(2013)의 연구에서는 지르코니아와 도재 간의 결합강도를 증가시키기 위한 sand blasting 표면 처리방식은 지르코니아의 단사정계의 분율을 증가시키지만 결국에는 단사정계상의 증가로 인해 강도가 저하될 것이 우려되므로 표면에칭처리방식이 대안으로 고려되어야 한다고 주장하고 있다. 또한 Blatz(2003)은 도재를 불산으로 표면 처리한 경우 적절한 표면 질감과 거칠기를 줄 수 있고 glassy matrix가 선택적으로 제거되고 결정구조가 드러나 미소기공률의 형태에 영향을 준다고 보고하였으며, 지르코니아 표면에칭처리가 지르코니아 입자를 부식시키고 입자의 크기가 작고 내부입자공간을 증가하는 것으로 보이며 결정구조를 불규칙한 형태로 변화하여 미세 기계적인 유지를 부여하는 것으로 보인다. 미세 기계적인 유지는 지르코니아 코어와 레진 접착제 사이의 높은 결합강도를 위한 화학적인 접착보다 효과적인 메커니즘이다.

거칠게 된 표면은 미세유지로 레진시멘트가 뚫고 들어가거나 흘러들어가 결합강도를 향상 시키기 때문이다. 그리하여 지르코니아와 같은 조밀한 세라믹재료와 레진 접착제 사이의 낮은 결합강도를 향상시키기 위해서는 거칠기 증가를 위한 표면이 불룩하고 움푹 들어간 접착 표면 처리가 요구 된다(Moradabadi, 2014). 또 다른 연구보고에 의하면 에칭과정 후 표면의 거칠기가 증가한 것이 분명하게 관찰되었으며 황산(96%)과 산화수소의 혼합액은 다른 표면처리와 복합적으로 작용할 때 지르코니아 표면 상태와 유지 강화가 더욱 효과적이라고 보고되고 있다(Zandparsa, 2013).

박 등(2014)의 연구에서도 지르코니아 표면 에칭처리가 에칭처리하지 않은 지르코니아에 비해 도재와의 전단결합강도를 유의미하게 증가시켰다고 보고 하였다

본 연구결과를 토대로 지르코니아 표면에 에칭을 실시하여 복합레진과의 결합 시 기계적인 메카니즘으로 인해 프라이머나 본딩제등의 화학적인 처리보다 우수한 결합력을 나타내어 구강내 보철물의 수리나 Maryland bridge, laminate등 접착의 어려움으로 인해 적용하기 어렵었던 보철물도 실행할 수 있을 것으로 사료된다. 또

한 표면에칭 처리한 지르코니아와 도재간의 결합에서도 도재의 박리나 깨짐 현상이 줄어들 것으로 생각되며, CAD/CAM을 이용한 full 지르코니아 보철물의 glazing 도 표면에칭을 통하여 손쉽게 할수 있으리라 생각된다. 본 연구의 제한점으로는 지르코니아 표면을 에칭한 후 복합레진과의 결합에서 레진에 프라이머나 본딩제 처리 후 결합강도를 알아보지 못하였으며, 향후 연구에서는 지르코니아 표면에 에칭처리한 기계적 결합과 에칭처리를 하지 않고 프라이머나 본딩제 등 화학적 결합력을 적용시켜 전단결합강도에 대한 연구가 필요하다고 생각 된다.

V. 결론

본 연구에서는 지르코니아 표면을 에칭처리한 후 지르코니아 수복재와 복합레진사이, 지르코니아 수복재와 도재사이의 결합강도에 미치는 영향을 알아보기 위하여 전단결합강도를 측정하였고, 최근 출시된 지르코니아 에칭제가 지르코니아 표면에 변화를 주는지를 관찰하기 위하여 SEM측정을 하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 지르코니아 수복재와 복합레진의 전단결합강도 비교에서는 에칭처리를 하지 않은 지르코니아 수복재에 비해 에칭처리를 한 지르코니아 수복재의 전단결합강도가 크게 나타났다. 이는 에칭용액이 sand blasting하여 지르코니아 수복재 표면에 생긴 미세한 균열사이로 흘러들어가 기계적인 결합력을 높여 준 결과이다.

지르코니아 수복재와 도재의 전단결합강도 비교에서는 에칭 처리한 지르코니아 수복재와 에칭처리 하지 않은 지르코니아 수복재 둘 다 전단결합강도는 높게 나타났으며, 유의미한 차이는 보이지 않았다.

2. 파절 유형관찰에서 살펴본 결과 에칭처리를 한 지르코니아 에서는 전부응집파절이 나타났으며, 에칭처리를 하지 않은 지르코니아 수복재 에서는 복합파절이 나타난 것으로 관찰되었다. 따라서 에칭처리를 한 지르코니아가 기계적인 결합력을 높여 지르코니아와 도재의 결합에서도 결합강도가 높은 것으로 나타났다.

3. 결론적으로 기존의 지르코니아 수복재는 에칭의 효

과가 나타나기 어렵다고 인식되어 왔으나 최근 출시된 지르코니아 에칭제는 에칭시간도 짧고, 에칭효과도 뛰어나 임상에 활용하는데 무리가 없을 것이라 생각된다.

REFERENCES

- Bagis B, Ustaomer S, Lassila LVJ, Vallittu PK. Provisional repair of zirconia fixed partial denture with fibre-reinforced restorative composite: a clinical report. *J Can Dent Assoc*, 75(2), 133-137, 2009.
- Blatz MB, Chiche G, Holst S, Sadan A. Influence of surface treatment and simulated aging on bond strengths of luting agents to zirconia. *Quintessence Int*, 38(9), 745-753, 2007.
- Bona AD, Borba M, Benetti P, Cecchetti D. Effect of surface treatments on the bond strength of a zirconia-reinforced ceramic to composite resin. *Braz Oral Res*, 21(1), 10-15, 2007.
- Elsaka SE. Bond strength of novel CAD/CAM restorative materials to self-adhesive resin cement: the effect of surface treatments. *J Adhes Dent*, 16(6), 531-540, 2014.
- Elsaka SE. Repair bond strength of resin composite to a novel CAD/CAM hybrid ceramic using different repair systems. *Dent Mater J*, 34(2), 161-167, 2015.
- Jeong CS. Shear bond strengths of repair composite resins to hybride CAD/CAM restorative materials, Wonkwang University, Master's Thesis, 2016.
- Luthardt RG, Holzhüter M, Sandkuhl O, Herold V, Schnapp JD, Kuhlisch E, Walter M. Reliability and properties of ground Y-TZP-zirconia ceramics. *J Dent Res*, 81(7), 487-491, 2002.
- Mohamed FF, Finkelman M, Zandparsa R, Hirayama H, Kugel G. Effects of Surface Treatments and Cement Types on the Bond Strength of Porcelain-to-Porcelain Repair. *J Prosthodont*, 23(8), 618-625, 2014.
- Kern M, Wegner SM. Bonding to zirconia ceramic: adhesion methods and their durability. *Dent Mater*, 14(1), 64-71, 1998.
- Park JY, Kim JH, Kim WC, Kim JH, Kim HY. Effects of bond strength between zirconia and porcelain according to etching treatment and low temperature degradation. *J Den Hyg Sci*, 14(2), 140-149, 2014.
- Saraç YS, Külünk T, Elekdag-Türk S, Saraç D, Türk T. Effects of surface-conditioning methods on shear bond strength of brackets bonded to different all-ceramic materials. *Eur J Orthod*, 33, 667-672, 2011.
- Seabra B, S Arantes-Oliveira, Portugal J. Influence of multimode universal adhesives and zirconia primer application techniques on zirconia repair. *J Prosthet Dent*, 112(2), 182-187, 2014.
- Seo BI. *Adhesive Dentistry Verstehen*. Well Publishing Inc, 179-213, 2013.
- Spitznagel FA, Horvath SD, Guess PC, Blatz MB. Resin bond to indirect composite and new ceramic/polymer materials: a review of the literature. *J Esthet Restor Dent*, 26(6), 382-393, 2014.
- Thompson JY, Stoner BR, Piascik JR, Smith R. Adhesion/cementation to zirconia and other non-silicate ceramics: where are we now? *Dent Mater*, 27(1), 71-82, 2011.
- Vagkopoulou T, Koutayas SO, Koidis P, Strub JR. Zirconia in dentistry: part 1. Discovering the nature of an upcoming bioceramic. *Eur J Esthet Denti*, 4, 130-151, 2009.