표면처리방법이 지르코니아와 레진시멘트 간의 전단결합강도에 미치는 영향

[1]원광대학교 치과대학 치과보철학교실, [2]원광대학교 치과대학 치과생체재료학교실

김경수[1] · 김정미[2] · 김유리[1]

본 연구의 목적은 각각 다른 표면처리를 한 지르코니아를 레진시멘트로 접착한 후 전단결합강도를 평가, 비교하는 것이다. 디스크 모양의 산화 지르코늄(3-TZP, Kyoritsu, Tokyo, Japan) 시편 120 개를 다음과 같이 표면처리하였다. (1)110 μm 산화 알루미나 분사 처리 (2)Silica coating(RocatecTM, 3M ESPE) (3)처리하지 않음

시편을 한 군당 10 개씩 총 6 개군으로 나누어 두 개의 지르코니아 시편을 자가 접착형 레진 시멘트(RelyX U-200, 3M ESPE)로 합착하였다. (1)처리하지 않음/처리하지 않음 (2)처리하지 않음/110 μm 산화 알루미나 분사 처리 (3)처리하지 않음/Silica coating (4)110 μm 산화 알루미나 분사 처리/110 μm 산화 알루미나 분사 처리 (5)110 μm 산화 알루미나 분사 처리/Silica coating (6)Silica coating/Silica coating. 각 군의 전단결합강도를 만능시험기로 측정하였다. 표면처리에 따른 결합강도의 차이를 살펴보기 위해 일원변량분석(One-way ANOVA)을 이용하고 사후분석으로 Tukey HSD test를 실시하였다. Silica coating을 한 두 개의 시편을 접착한 군이 가장 높은 결합 강도를 보였다($P<0.05$). 표면 처리하지 않은 시편을 접착한 군과 두 개의 시편 모두 알루미나 분사 처리한 시편을 접착한 군은 서로 간에 유의한 차이를 보이지 않았으며, 그 외의 군에 비해서는 유의하게 낮았다($P<0.05$). 본 연구의 결과에 따르면 Silica coating은 자가중합형 레진시멘트를 이용하여 접착한 두 지르코니아 간의 결합을 증진시키는데 효과적이었다.

주요어: 레진시멘트, 전단결합강도, 지르코니아, 표면처리 (**구강회복응용과학지** 2013:29(1):69~79)

서 론

최근 환자들의 심미성에 대한 요구가 증가함에 따라 금속을 사용하지 않고 도재만을 이용한 수복물이 점차 증가하고 있다[1]. 이 중에서도 지르코니아는 우수한 심미성과 높은 굴곡 강도, 우수한 생체 적합성으로 전부도재관, 코핑, 고정성 국소의치 등에 다양하게 사용되고 있다[2]. 또한 지르코니아는 임플란트 지대주로 사용하기에도 충분한 강도를 가지고 있다[3].

지르코니아는 인산아연 시멘트나 글래스아이오노머 시멘트로도 충분한 시멘트와의 결합 강

교신저자: **김유리**
원광대학교 치과대학 치과보철학교실,
전라북도 익산시 신용동 무왕로 895, 대한민국.
Fax: 063) 857-4824, E-mail: pro11@wku.ac.kr
원고접수일: 2013년 1월 30일, 원고수정일: 2013년 3월 7일, 원고채택일: 2013년 3월 25일

도를 가지나 레진 시멘트를 사용할 때 보다 나은 결합 강도를 지닌다[4]. Bindl[5]은 CAD/CAM으로 제작한 지르코니아 코핑을 인산아연 시멘트와 레진 시멘트로 접착하였을 때, 인산아연 시멘트에 비하여 레진 시멘트에서 더 높은 압축 강도를 보인다고 하였다. Burke 등[6]은 레진 시멘트의 사용이 파절 저항성을 증가시키고, 변연 폐쇄를 증진시키며 도재의 강도를 증가시킨다고 보고하였다. 지르코니아를 제외한 전부 도재 수복물은 불산 및 알루미나 분사 처리를 통하여 표면 거칠기와 배열이 변화되고, 실란 처리를 통하여 화학적 공유 결합과 수소 결합으로 레진 시멘트와의 결합이 향상된다[7]. 그러나 지르코니아는 매우 안정적인 화학적 구조와 단단하고 치밀한 구조로 인해 기존의 전부 도재 수복물과는 다른 표면처리방법이 필요하게 되었다[8,9].

Tsuo 등[10]은 지르코니아 표면에 알루미나 분사 처리를 한 경우 입자 크기와 상관없이 전단결합강도가 증가하였다고 발표하였고 Blatz[11]는 지르코니아와 시멘트의 전단결합강도를 측정한 연구에서 로카텍을 이용한 표면 처리가 알루미나 분사 표면 처리에 비해 레진 시멘트와의 결합 강도가 더 높았다고 보고하였다. 그러나 Kumbuloglu[12]는 지르코니아에 알루미나 분사 처리를 한 경우와 로카텍 처리를 한 경우, 열순환처리를 한 경우와 그렇지 않은 경우 모두에서 유의한 차이가 없다고 보고하였다. 또한 알루미나 분사 처리 후 접착성 프라이머를 도포하였을 때 지르코니아와 레진 시멘트 간의 결합력이 증진되었다는 연구도 보고되고 있다[13,14].

지르코니아의 표면 처리와 레진 시멘트와의 결합 강도에 관한 연구는 많이 진행되었으나 최근 임플란트 수복에 많이 사용되는 지르코니아 지대주와 지르코니아 보철물 간의 결합 강도에 관한 연구는 많지 않다. 본 연구에서는 각각 다른 표면 처리를 한 두 개의 지르코니아 시편을 레진 시멘트로 접착하고 전단결합강도를 측정하여 표면 처리가 지르코니아와 지르코니아 간의 전단결합강도에 어떤 영향을 미치는지 조사해 보고, 이를 통해 지르코니아 임플란트 지대주와 지르코니아 보철물 간의 결합을 위한 적절한 표면처리방법을 실험적으로 알아보고자 한다.

연구재료 및 방법

1. 지르코니아 시편의 제작

지르코니아 시편은 3Y-TZP(Kyoritsu, Tokyo, Japan) 분말을 직경 20 mm의 원형 몰드를 이용하여 압축, 가압, 성형한 후 RotoForce3(Struers, Ballerup, Denmark) 가공 장비를 사용하여 표면 가공하였다. 가공 시 발생할 수 있는 잔류 응력을 제거하기 위해 1200℃에서 2 시간 열처리하여 직경 12 mm, 두께 3 mm의 크기로 지르코니아 세라믹 디스크 120 개를 제작하였다(Fig. 1).

2. 지르코니아 시편에 대한 표면 처리

지르코니아 시편에 대한 표면 처리를 세 가지 방법으로 나누어 시행하였다. 첫 번째는표면 가공만을 시행한 후 표면 처리를 하지 않았고, 두 번째는 알루미나 분사에 의한 표면 처리하였으며, 세 번째는 로카텍 시스템(3M ESPE, Seefeld Germany)에 의한 표면 처리를 하였다. 알루미나 분사 시에는 110 μm Al_2O_3를 4 bar의 압력으로 지르코니아 시편에 수직으로 10 mm 거리에서 10 초간 분사하였다. 로카텍 처리는 같은 방법으로 알루미나 분사 후, 실리카로 처리된 산화 알루미늄(Rocatec Plus)을 시편에 수직으로 10 mm 거리에서 2.8 bar의 압력으로 10 초간 분사 시켜 tribochemical 코팅하였다. 표면에 실리카 막을 생성시킨 후 무기질의 표면과 유기질인 레진과의 화학적 결합이 이루어질 수 있도록 실란(3M ESPE Sil)을 도포하였다. 표면 처리한 시편은 1 군당 10 개씩 총 6 개의 군으로 분류하였다(Table Ⅰ).

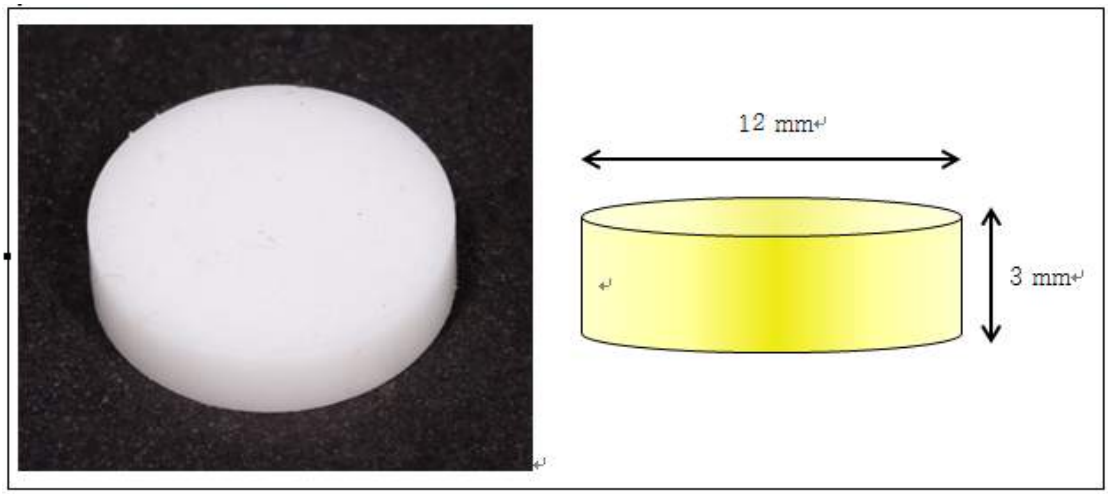


Fig. 1. Disk-shaped zirconia specimen used in this study.

Table Ⅰ. 6 surface treatment groups used in this study

Groups	Specimen A	Specimen B
1 (No/No)	No Tx.	No Tx.
2 (No/Sand)	No Tx.	Sandblast
3 (No/Roc)	No Tx.	Rocatec
4 (Sand/Sand)	Sandblast	Sandblast
5 (Sand/Roc)	Sandblast	Rocatec
6 (Roc/Roc)	Rocatec	Rocatec

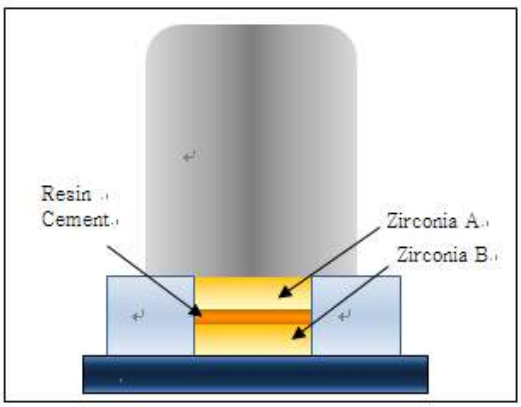


Fig. 2. Schematic diagram of specimen cementation.

3. 지르코니아 시편의 접착

표면 처리한 지르코니아 시편을 몰드 위에 올려 놓고 이중 중합형 자가 접착 레진 시멘트(RelyX U-200; 3M ESPE, Seefeld, Germany)를 혼합하여 고르게 시편 위에 도포한 후 두 번째 시편을 몰드에 위치시켰다. 동일한 시멘트 두께를 갖게 하기 위하여 몰드와 두 개의 시편 사이 높이 차를 40 μm이 되도록 하였고, 0.5 kg의 편평한 추를 위에 위치시켰다. Elper Freelight 2 LED 광중합기(3M ESPE, Seefeld, Germany)를 이용해 1200 mw/cm의 광도로 다섯 방향에서 20 초씩 총 100 초 광중합 하였다. 중합이 완료된 후 접착면 이외에 부착된 잔여 레진 시멘트를 No. 15 기공용 칼로 깨끗이 제거한 후 24 시간 동안 실온에서 보관 후 전단결합강도를 측정하였다(Fig. 2, 3, 4, 5).

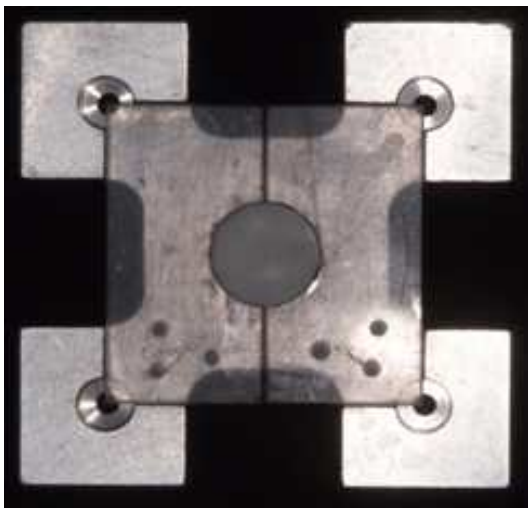


Fig. 3. Bonding zirconia to zirconia.

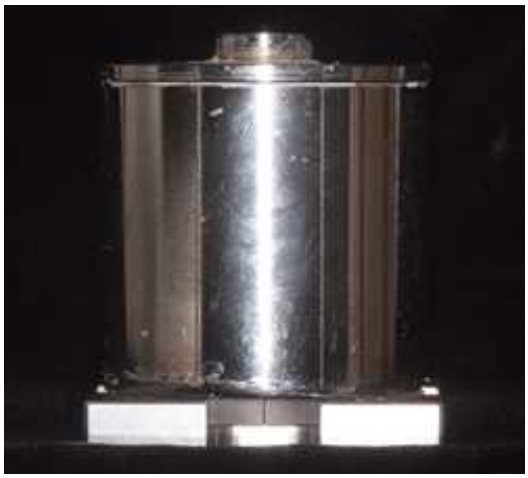


Fig. 4. Cementation of specimen.

4. 전단결합강도의 측정

접착된 지르코니아 시편의 전단결합강도를 측정하기 위해 만능시험기(Z020, Zwick, Germany)를 사용하였다. 전단결합강도 측정용 지그에 시편을 고정하고 1 mm/min의 시험 속도로 전단 압



Fig. 5. Cemented specimen.

력이 가해지도록 하여 지르코니아 시편이 분리되는 시점에서의 최대 하중을 측정하고 동시에 파절 유형을 관찰하였다(Fig. 6, 7).

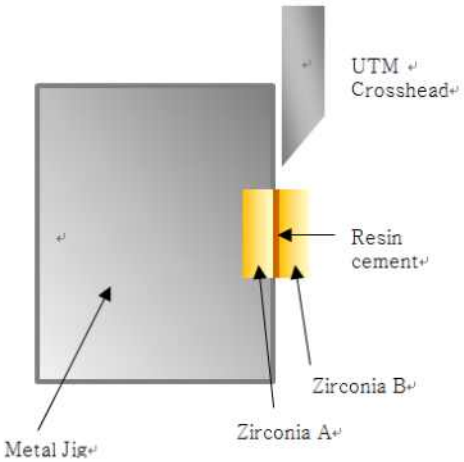


Fig. 6. Schematic diagram of shear bond strength testing.



Fig. 7. Shear bond testing assembly on UTM.

5. 통계 분석

표면 처리에 따른 결합 강도의 차이를 살펴보기 위하여 일원배치분산분석(One-way ANOVA)를 이용하고 사후 분석으로 Tukey HSD test를 실시 하였으며 통계 처리는 SPSS WIN 12.0 프로그램을 사용하여 분석하였다.

결 과

1. 전단결합강도의 비교

Table Ⅱ는 모든 실험군들의 평균값을 나타낸 것이다. Roc/Roc군의 접착 강도가 7.00 MPa로 가장 높게 나타났으며, Sand/Roc군의 접착 강도가 4.46 MPa으로 다음으로 높게 나타났다. 그 다음으로는 Sand/Sand, No/Sand, No/No, No/Roc순이었으나 서로 간에 유의한 차이를 나타내지 않았다(Table Ⅱ, Fig. 8). Roc/Roc군과 Sand/Roc군 사이에는 유의한 차이를 보였으며($P<0.05$), Sand/Roc군과 나머지 네 군 사이에도 유의한 차이를 보였다($P<0.05$).

Table Ⅱ. Shear bond strength of zirconia specimens by surface treatment (MPa)

Groups	Mean	Std. Deviation
1 (No/No)	0.28a	0.33
2 (No/Sand)	0.29a	0.34
3 (No/Roc)	0.12a	0.23
4 (Sand/Sand)	0.56a	0.47
5 (Sand/Roc)	4.46b	1.62
6 (Roc/Roc)	7.00c	3.48

* Significantly significant difference with rows is shown by superscript letters a, b, c. Same letters are not significantly different ($P>0.05$).

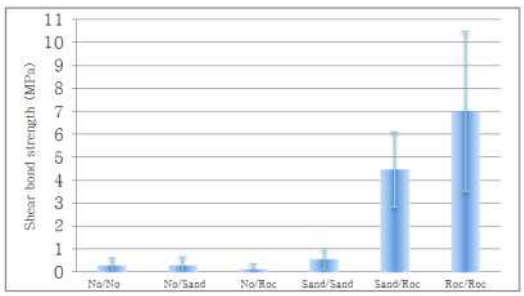


Fig. 8. Shear bond strength of 6 surface treatment groups.

Table Ⅲ은 일원배치분산분석의 결과이며, 집단 간 $P<0.05$에서 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다.

2. 접착 실패 후 파절 양상

혼합성 실패 양상이 No/No군의 10개의 시편 중 1개에서 나타났고 그 외의 모든 시편에서 접착성 실패 양상이 나타났다. 응집성 실패 양상은 어떠한 시편에서도 관찰되지 않았다(Table Ⅳ).

Table Ⅲ. Results of one-way ANOVA

	Sum of squares	df	Mean square	F	P
Between group	424.3795	5	84.87589	33.53825	.000
Within group	136.6588	54	2.530719		
Total	561.0383	59			

No/Roc군에서는 접착성 실패 양상이 모두 표면 처리를 하지 않은 지르코니아 시편에서 나타났으며 No/Sand군에서도 접착성 실패 양상이 모두 표면 처리를 하지 않은 지르코니아 시편에서 나타났다. Sand/Roc 군에서는 모든 접착성 실패 양상이 알루미나 분사 표면 처리를 한 지르코니아 시편에서 일어났다.

3. 주사전자현미경 관찰

표면 처리를 하지 않은 시편은 표면 가공에 의한 규칙적인 형태를 보였고, 알루미나 분사 처리한 시편은 거칠어진 표면이 관찰되었으며, 로카텍 표면 처리 후에는 거친 표면과 도포된 실리카가 표면과 융합되었다(Fig. 9).

혼합성 파절에서는 레진 시멘트와 시편의 경계면이 관찰되었으며, 접착성 파절에서는 접착 실패가 일어난 레진 시멘트가 관찰되었다(Fig. 10).

고 찰

본 연구는 최근 많이 사용되는 지르코니아의 표면을 아무 처리하지 않은 경우, 알루미나 분사 처리한 경우, tribochemical 코팅을 하는 로카텍 처리를 한 경우로 나누어 처리 한 후 지르코니아와 지르코니아 사이의 전단결합강도를 비교하여, 지르코니아가 임플란트 지대주로 이용되고 상부에 지르코니아 보철물이 사용될 때 결합 강

Table Ⅳ. Failure patterns

	Cohesive failure	Mixed failure	Adhesive failure	
No/No	0	1	9	
No/Roc			No	Roc
	0	0	10	0
No/Sand			No	Sand
	0	0	10	0
Sand/Sand	0	0	10	
Sand/Roc			Sand	Roc
	0	0	10	0
Roc/Roc	0	0	10	

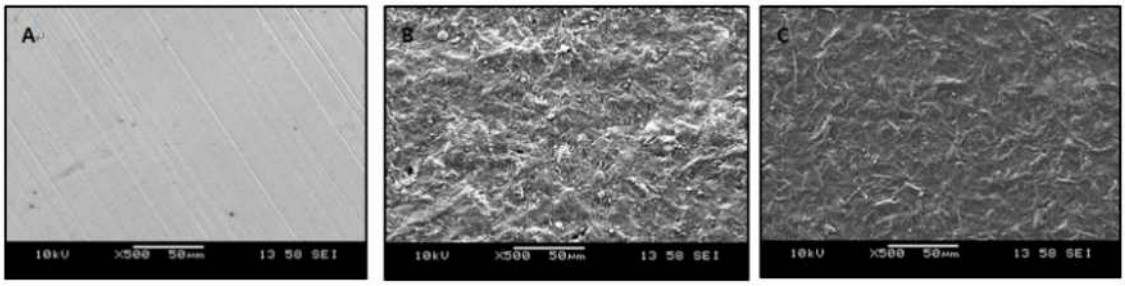


Fig. 9. SEM pictures of Zirconia ceramic(magnification x 500).
A: Grinding with 50 μm disk, B: Airborne particle abrasion with 110 μm alumina,
C: Rocatec conditioning.

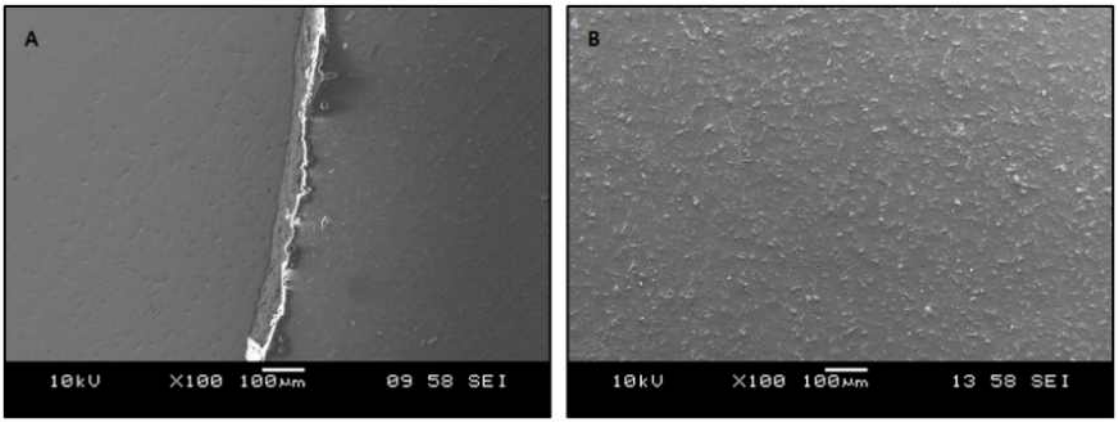


Fig. 10. SEM pictures of failure patterns(magnification x 100).
A: Mixed failure, B: Cohesive failure.

도에 효과적인 표면처리방법이 무엇인지를 실험적으로 알아보고자 하였다.

지르코니아는 다른 도재와는 달리 실리카 성분이 포함되지 않아 실리카와 반응하는 실란 처리를 하지 않는다. 따라서 알루미나 분사 처리를 하여 도재 표면의 거칠기를 증가시켜 기계적 결합을 증진시키는 방법이 연구되었다[15]. 지르코니아에 알루미나 분사 처리를 하는 것은 표면에너지, 접착을 위한 표면적, 젖음성을 향상시키는 것으로 알려져 있다[16]. 그러나 알루미나 분사 처리는 지르코니아를 정방정상에서 단사정상으로 상변이를 일으키고 이는 굴곡 강도를 증가시키기는 하나 미세 균열을 발생시켜 장기간의 안정성에 영향을 미칠 수 있고 예측할 수 없는 실패를 야기할 수 있다[17,18]. Blatz 등[19]은 분사입자에 의한 지르코니아의 미세 균열을 레진 시멘트가 보상할 수 있다고 하였다.

지르코니아의 결합 강도를 높이기 위해 접착

성 모노머가 포함된 프라이머나 레진 시멘트를 이용한 화학적 방법에 대한 실험도 여러 연구에서 진행되었다[13,14,20-22]. 10-methacryloyloxy decyl dihydrogen phosphate(MDP) 모노머가 포함된 Panavia F와 같은 레진 시멘트는 친수성인 phosphate기가 치면의 탈회를 일으켜 칼슘 이온이나 아미노기와 결합하고 하이드록실기가 지르코니아 표면의 하이드록실기와 반응한다. 하지만 이러한 결합은 열순환처리 후에는 급격한 저하를 나타내었다[23]. 실리카 코팅을 통한 표면처리방법이 지르코니아에 적용된 경우, 열순환처리 후에도 전단결합강도가 크게 낮아지지는 않았다[24].

로카텍 시스템은 세 단계의 표면처리과정으로 이루어지는데, 첫 단계로 표면에 110 μm의 알루미나 입자를 분사하여 요철을 형성하여 거칠기를 증가시킨다. 그 후 실리카 코팅된 입자를 분사하여 tribochemical 코팅이 이루어지도록 한 후 마지막 단계로 3M ESPE Sil을 이용한 실란 처리를 하여 실리카 코팅된 무기질 표면과 유기질인 레진 시멘트 사이의 화학적 결합이 이루어지도록 한다.

Blatz 등[11]은 지르코니아의 표면처리방법과 레진 시멘트의 종류에 따른 전단결합강도를 비교한 연구에서 로카텍 시스템으로 표면 처리를 하고 Rely X Unicem으로 접착한 경우가 가장 높은 전단결합강도를 보였다. 본 연구에서는 Rely X Unicem과 같은 계열인 Rely X U-200(3M ESPE, Seefeld Germany) 레진 시멘트를 사용하였고, 각각 로카텍 처리를 한 두 시편을 합착한 군의 결합 강도가 가장 높은 결과를 보였다. 최근 많이 사용되는 자가 접착형 레진 시멘트는 치아에 대한 전처리가 필요하지 않고 단일단계로 사용이 간편한 장점을 지니고 있다[25].

Valandro 등[26]은 지르코니아의 표면 처리에 따른 미세전단결합강도와 미세인장결합강도에 대한 영향에 관한 연구에서 표면 처리에 따라 알루미나 분사 표면 처리군과 로카텍 표면 처리군, 코젯 표면 처리군으로 분류하고 전단결합강도와 미세인장결합강도를 측정하였다. 전단결합강도와 미세인장결합강도 사이에는 유의한 차이가 없었으며 로카텍 처리를 한 지르코니아의 전단결합강도가 27.2 ± 7.8 MPa로 가장 높았다. Jung등[27]의 연구에서 지르코니아의 표면처리방법과 수 종의 시멘트에 따른 전단결합강도를 비교한 결과, 로카텍 표면 처리를 하고 Rely X Unicem으로 접착한 군의 전단결합강도가 12.54 ± 1.66 MPa으로 가장 높게 나타났다. 본 연구에서도 로카텍으로 표면 처리한 두 시편을 접착한 군의 전단결합강도가 7.00 ± 3.48 MPa로 가장 높게 나타났으나 다른 연구의 실험 결과에 비하면 전단결합강도가 작게 나타났다. 이것은 두 개의 표면 처리된 지르코니아 시편을 접착함으로서 접착 실패가 일어날 수 있는 면이 늘어났기 때문으로 생각할 수 있다. 또한 알루미나 분사 처리를 한 시편과 로카텍 표면 처리를 한 시편을 접착한 군의 평균 전단결합강도가 4.46 ± 1.62 MPa로 다음으로 높았는데, 이것은 이전의 연구들에서 나타났듯이 로카텍 표면 처리가 알루미나 분사 처리에 비해 더 효과적이기 때문으로 해석할 수 있다.

알루미나 분사 처리한 두 시편을 합착한 군에서의 전단결합강도는 표면 처리를 하지 않은 시편을 합착한 군과 유의한 차이를 보이지 않았다. Kern과 Wegner[28]에 의하면 지르코니아에 알루미나 분사 처리를 할 경우 표면의 거칠기가 확실히 증가하지만 금속에 알루미나 분사 처리를 한 경우에 비해 제한되거나 최소한의 언더컷이 형성되어 기계적 결합이 크게 증가되지 않는다고 하였다.

접착 실패 양상을 살펴보면, 응집성 실패는 나타나지 않았고 대부분의 실패 유형이 접착성 실패였다. 접착성 실패 양상은 표면 처리를 하지 않은 시편과 로카텍 표면 처리를 한 시편을 합착한 군에서는 표면 처리를 하지 않은 군에서 모두 접착성 실패가 나타났고, 표면 처리를 하지 않은 시편과 알루미나 분사 처리한 시편을 합착한 군에서도 모두 표면 처리를 하지 않은 군에서 모두 접착성 실패가 나타났으며, 알루미나 분사 처리

를 한 시편과 로카텍 표면 처리를 한 시편을 합착한 군에서는 알루미나 분사 처리를 한 시편에서 모두 접착성 실패가 나타났다. 이것으로 보아, 알루미나 분사 표면 처리가 표면 처리를 하지 않았을 때보다 결합 강도를 증진시키고 알루미나 분사 표면 처리보다 로카텍 시스템을 이용한 표면 처리가 지르코니아의 결합 강도를 증진시킨다고 유추해 볼 수 있다.

따라서 이번 연구의 결과로 보아, 지르코니아 지대주와 지르코니아 보철물 접착시 지르코니아 보철물 뿐 아니라 지르코니아 지대주에도 로카텍 시스템을 이용한 표면 처리를 하는 것이 결합 강도 증진에 효과적이라고 생각할 수 있다.

이번 연구에서는 표면 처리된 두 개의 지르코니아 시편을 접착함으로써 지르코니아 지대주와 보철물의 결합 강도를 증진시키는 표면처리방법에 대한 실험적인 결과를 도출하였다. 그러나 구강 내 환경과의 차이를 고려하지 못하였으므로 보철물 형태로 제작한 지르코니아 시편과 장기간의 수중 보관이나 열순환처리 등 구강 내 환경을 재현한 실험을 시행하여 결합 강도가 어떻게 변화되는지에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

결 론

본 연구에서는 최근 임플란트 지대주 및 보철물로 많이 사용되고 있는 지르코니아의 표면처리방법을 비교하기 위하여 표면 처리를 시행하지 않은 시편과 알루미나 분사 표면 처리, 로카텍 시스템 표면 처리를 한 지르코니아 시편을 각각 준비하였다. 이 중 두 개의 지르코니아 시편을 이중 중합형 자가 접착 레진 시멘트로 접착하고 전단결합강도를 측정하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 두 개의 시편 모두 로카텍 시스템으로 표면 처리하여 접착한 군(Roc/Roc)에서 전단결합강도가 가장 높았다($P<0.05$).
2. 표면 처리하지 않은 시편을 접착한 군(No/No, No/Sand, No/Roc)과 두 개의 시편 모두 알루미나 분사 처리한 시편을 접착한 군(Sand/Sand)은 서로 간에 유의한 차이를 보이지 않았으며, 그 외의 군(Roc/Roc, Sand/Roc)에 비해서는 유의하게 낮았다($P<0.05$).
3. 접착 실패 후 파절 양상은 표면 처리를 하지 않은 두 지르코니아 시편을 접착한 군(No/No)에서 나타난 한 번의 혼합성 실패 외에는 모두 접착성 실패를 보였다.

연구비 지원 및 사의

이 논문은 2011년도 원광대학교의 교비지원에 의해서 수행됨

참 고 문 헌

1. Kelly JR, Nishimura I, Campbell SD. Ceramics in dentistry: historical roots and current perspectives. J Prosthet Dent 1996;75(1):18-32.
2. Manicone PF, Rossi Iommetti P, Raffaelli L. An overview of zirconia ceramics: basic properties and clinical applications. J Dent 2007;35(11):819-826.
3. Apicella D, Balleri MVP, Apicella A, Ferrari M. Influence of abutment material on the fracture strength and failure modes of abutment-fixture assemblies when loaded in a bio-faithful simulation. Clin Oral Implants Res 2011;22(2):182–188.
4. Palacios RP, Johnson GH, Phillips KM, Raigrodski AJ. Retention of zirconium oxide ceramic crowns with three types of cement. J Prosthet Dent 2006;96(2):104-114.
5. Bindl A, Lüthy H, Mörmann WH. Thin-wall ceramic CAD/CAM crown copings: strength and fracture pattern. J Oral Rehabil 2006;33(7):520-528.
6. Burke FJ, Fleming GJ, Nathanson D, Marquis PM. Are adhesive technologies needed to support ceramics? An assessment of the current evidence. J Adhes Dent 2002;4(1):7-22.
7. Blatz MB, Sadan A, Kern M. Resin-ceramic bonding: a review of the literature. J Prosthet Dent 2003;89(3):

268-274.
8. Piconi C, Maccauro G. Zirconia as a ceramic biomaterial. Biomaterials. 1999; 20(1):1-25.
9. Ozcan M, Vallittu PK. Effect of surface conditioning methods on the bond strength of luting cement to ceramics. Dent Mater 2003;19(8):725-731.
10. Tsuo Y, Yoshida K, Atsuta M. Effects of alumina-blasting and adhesive primers on bonding between resin luting agent and zirconia ceramics. Dent Mater J 2006;25(4):669-674.
11. 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 2007;38(9):745-753.
12. Kumbuloglu O, Lassila LV, User A, Vallittu PK. Bonding of resin composite luting cements to zirconium oxide by two air-particle abrasion methods. Oper Dent 2006;31(2):248-255.
13. Kern M, Barloi A, Yang B. Surface conditioning influences zirconia ceramic bonding. J Dent Res 2009;88(9):817-822.
14. Ural C, Külünk T, Külünk S, Kurt M, Baba S. Determination of resin bond strength to zirconia ceramic surface using different primers. Acta Odontol Scand 2011;69(1):48-53.
15. Cavalcanti AN, Foxton RM, Watson TF, Oliveira MT, Giannini M, Marchi GM. Bond strength of resin cements to a zirconia ceramic with different surface treatments. Oper Dent 2009;34(3):280-287.
16. Della Bona A, 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 2007;21(1):10-15.
17. Phark JH, Duarte S Jr, Blatz M, Sadan A. An in vitro evaluation of the long-term resin bond to a new densely sintered high-purity zirconium-oxide ceramic surface. J Prosthet Dent 2009;101(1):29-38.
18. Karakoca S, Yilmaz H. Influence of surface treatments on surface roughness, phase transformation, and biaxial flexural strength of Y-TZP ceramics. J Biomed Mater Res B Appl Biomater 2009;91(2):930-937.
19. Blatz MB, Sadan A, Martin J, Lang B. In vitro evaluation of shear bond strengths of resin to densely-sintered high-purity zirconium-oxide ceramic after long-term storage and thermal cycling. J Prosthet Dent 2004;91(4):356-362.
20. Aboushelib MN, Matinlinna JP, Salameh Z, Ounsi H. Innovations in bonding to zirconia-based materials: Part I. Dent Mater 2008;24(9):1268-1272.
21. Aboushelib MN, Mirmohamadi H, Matinlinna JP, Kukk E, Ounsi HF, Salameh Z. Innovations in bonding to zirconia-based materials. Part II: Focusing on chemical interactions. Dent Mater 2009;25(8):989-993.
22. Mirmohammadi H, Aboushelib MN, Salameh Z, Feilzer AJ, Kleverlaan CJ. Innovations in bonding to zirconia based ceramics: Part III. Phosphate monomer resin cements. Dent Mater 2010;26(8):786-792.
23. Ozcan M, Nijhuis H, Valandro LF. Effect of various surface conditioning methods on the adhesion of dual -cure resin cement with MDP functional monomer to zirconia after thermal aging. Dent Mater J 2008;27 (1):99-104.
24. Lüthy H, Loeffel O, Hammerle CH. Effect of thermocycling on bond strength of luting cements to zirconia ceramic. Dent Mater 2006;22(2):195-200.
25. Radovic I, Monticelli F, Goracci C, Vulicevic ZR, Ferrari M. Self-adhesive resin cements: a literature review. J Adhes Dent 2008;10(4):251-258.
26. Valandro LF, Ozcan M, Amaral R, Vanderlei A, Bottino MA. Effect of testing methods on the bond strength of resin to zirconia-alumina ceramic: microtensile versus shear test. Dent Mater J 2008;27(6):849-855.
27. Jung JH, Jung SH, Cho HW, Kim YL. The influence of surface conditioning on the shear bond strength of self-adhesive resin cement to zirconia ceramics. J Korean Acad Prosthodont 2010;48(4):251-258.
28. Kern M, Wegner SM. Bonding to zirconia ceramic: adhesion methods and their durability. Dent Mater 1998;14(1):64-71.

The Effect of Surface Treatment on the Shear Bond Strength of Zirconia Ceramics to Resin Cement

Kyung Soo Kim[1], Jeong-Mi Kim[2], Yu-Lee Kim[1]

[1]Department of Prosthodontics, College of Dentistry, Wonkwang University
[2]Department of Dental Biomaterials, College of Dentistry, Wonkwang University

The aim of this study was to evaluate the effect of surface conditioning on the shear bond strength of zirconium-oxide ceramic to resin cement. A total of 120 disk-shaped zirconium-oxide ceramic blocks(3-TZP, Kyoritsu, Tokyo, Japan) were treated as follows: (1) no treatment; (2) sandblasting with 110 μm aluminum-oxide(Al2O3); (3) particles tribochemical silica coating(RocatecTM, 3M ESPE). Then zirconium-oxide ceramic blocks were divided into six groups(10 for each group) and bonded with resin cement(Rely X U-200, 3M ESPE). (1) No treatment / No treatment (2) No treatment / Sandblasting with 110 μm aluminum-oxide particles (3) No treatment / Silica coating (4) Sandblasting with 110 μm aluminum-oxide particles / Sandblasting with 110 μm aluminum-oxide particles (5) Sandblasting with 110 μm aluminum-oxide particles / Silica coating (6) Silica coating / Silica coating. Each group was tested in shear bond strengths by UTM. Data analysis included one-way analysis of variance(ANOVA) and the Tukey Honestly Significant Difference test (P=0.05). Group that bonded two silica coated specimen showed a highest bond strength($P<0.05$). Two silica coated surface conditioning group and air-abrasion and silica coated surface conditioning group showed significantly difference with other groups($P<0.05$). Other groups had no significantly difference each other. Within the limitation of this study, Surface conditioning with Rocatec treatment to each side of specimen provided the highest bond strength.

Key words: Resin cement, Shear bond strength, Surface conditioning, Zirconia

Correspondence to: Prof. Yu-Lee Kim
Department of Prosthodontics, College of Dentistry, Wonkwang University,
344-2, Sinyoung dong, Iksan, Jeonbuk, 570-749, Korea.
Fax: +82-63-857-4824, E-mail: pro11@wku.ac.kr
Received: January 30, 2013, Last Revision: March 7, 2013, Accepted: March 25, 2013