

열기압성형 지르코니아 코어의 굴곡강도에 대한 매몰재의 영향

김태연¹, 김세하¹, 지정희¹, 임병구², 오성근³, 신재우¹, 이정환⁴, 이민호¹, 배태성^{1,*}

¹전북대학교 치과대학 치과생체재료학교실, 생체흡수성소재연구소

²전북대학교 대학원 치의학과 치과교정학교실

³순천제일대학교 보건의료행정과

⁴광주보건대학교 치기공과

Effect of investment materials on 3-point flexural strength of heat pressed zirconia core

Tae-Yeon Kim¹, Seha Kim¹, Jeong-Hui Ji¹, Byoung gu Lim², Sung Geun Oh³, Jaewoo Shin¹, Junghwan Lee⁴, Min-Ho Lee¹, Tae-Sung Bae^{1,}*

¹*Department of Dental Biomaterials and Institute of Biodegradable Material, School of Dentistry, Jeonbuk National University*

²*Department of Orthodontics, School of Dentistry, Jeonbuk National University*

³*Suncheon Jeil College Health & Medical Administration Dept.*

⁴*Department of Dental Lab Technology, Gwangju Health University*

The purpose of this study was to evaluate the effect of the reaction between investment material and zirconia on the strength of zirconia in the application of heat-pressing method. Sixty specimens were cut (24 mm×4 mm×0.5 mm) into plates from Zirtooth™ Multi O-9814 block (∅98×14T, HASS, Gangwondo, Korea) and sintered at 1450°C. Specimens were divided into 6 subgroups according to the depending on the investment material; (a) UN group (Control), (b) PH group (Prime vest HS), (c) CP group (Calibra-press), (d) BV group (BC-Vest), (e) MH group (Microstar-HS), (f) F1 group (Formula 1). Five investment materials were buried according to the procedure recommended by the manufacturer and left at room temperature for 30 minutes. The investment mold was dried and maintained at an elevated temperature of 850°C for 50 minutes. Then, Amber Lisi-POZ LT (HASS) was placed in a thermoformed electric furnace (Programat EP3000/G2, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) together with the mold, heated to 915°C at an elevation temperature of 45°C/min, and moored for 15 minutes. The specimens were loaded to fracture in a universal testing machine and the fracture surface was examined by a field-emission scanning electron microscopy (FE-SEM). The surface of the zirconia specimen with the investment material was analyzed by energy dispersive X-ray spectroscopy (EDS). The 3-point flexural strength test showed the highest value (1265.5 MPa) in the UN group and the lowest value (756.1 MPa) in the F1 group. As a result of EDS analysis, the largest amount of Si was detected in the F1 group, and the most interfacial changes occurred as a result of FE-SEM analysis. It was concluded that when the zirconia is buried with the investment material and the heat press molding is performed, the state of the interface is changed due to the investment material at the bonding interface while the strength is lowered.

Key words: Zirconia, Investment material, 3-point flexural strength, Heat-pressing method

Tae-Yeon Kim (ORCID: 0000-0002-5907-419X)
Seha Kim (ORCID: 0000-0003-0305-1420)
Jeong-Hui Ji (ORCID: 0000-0001-5744-3572)
Byoung gu Lim (ORCID: 0000-0002-0476-4767)
Sung Geun Oh (ORCID: 0000-0001-7576-4003)
Jaewoo Shin (ORCID: 0000-0003-0834-4265)
Junghwan Lee (ORCID: 0000-0002-2065-5632)
Min-Ho Lee (ORCID: 0000-0001-6142-4876)

Correspondence: Tae-Sung Bae (ORCID: 0000-0002-8307-4544)
567 Baekje-daero, Deokjin-gu, Jeonju-si, Jeollabuk-do, 54896 Republic of Korea
Affiliation: Department of Dental Biomaterials and Institute of Biodegradable Material, School of Dentistry, Jeonbuk National University, Jeonju-si, Republic of Korea
Tel: +82-63-270-4041, Fax: +82-63-270-4040
E-mail: bts@jbnu.ac.kr

Received: Oct, 15, 2020; Revised: Dec, 05, 2020; Accepted: Dec, 17, 2020

서론

상실된 치아의 심미적 수복에 대한 요구가 증가하면서 심미성이 우수한 all-ceramic 수복물이 증가하고 있다. 세라믹은 내마모성과 심미성이 뛰어나고 압축강도가 커서 치관 성형재료로서 우수한 장점을 갖지만, 취성이 있으므로 낮은 인장응력이 작용하는 경우에도 쉽게 파절이 일어날 수 있다. 세라믹 재료의 파절저항성의 개선을 위해 금속을 강화한 metal-ceramic restoration이 적용되었지만, 금속색의 차단을 위해 적용하는 불투명 포세린에서의 빛 반사로 인한 명도 증가, 금속 코팅에 의한 빛 차단으로 일어나는 치은부 2-3 mm 영역의 shadow 발현, 변연부 금속의 노출, 금속과 포세린의 결합실패 등의 자연스럽지 못한 문제점들을 나타냈으며, 이러한 이유로 근래 심미성이 우수한 all-ceramic 수복에 관심이 집중되어 왔다(1, 2).

지르코니아 세라믹을 사용한 전치부 수복 시는 지르코니아의 낮은 심미성으로 인해 지르코니아 세라믹을 하부구조로 하는 이중구조 방식이 널리 적용되어 왔다. 이중구조 방식은 심미적이기는 하지만, 비니어 세라믹의 낮은 인장강도와 지르코니아 하부구조와의 낮은 결합력으로 인해 비니어에서 빈번하게 파절이 일어나는 문제점을 보였다(3, 4). 근래 류사이트 강화 글라스-세라믹에 비해 강도가 높은 lithium disilicate 강화 글라스-세라믹이 비니어 재료로 도입되면서 지르코니아 all-ceramic 수복은 전치부는 물론 구치부에도 적용이 되고 있다. Lithium disilicate 강화 글라스-세라믹은 미세한 침상의 lithium disilicate 결정상을 고밀도로 석출시켜 파절강도를 개선하고 있을 뿐만 아니라 불산에 의한 산부식이 가능하여 레진 시멘트와의 결합력이 높으므로 그 자체로서 전구치부 인레이와 단일치 수복물 제작에 적용되고 있다(5, 6).

글라스-세라믹으로 수복물을 제작하기 위해 초기에는 글라스 상태에서 주조하여 성형을 한 후 열처리하여 결정상을 석출하는 방식이 적용되었지만 결정화과정에서 일어나는 수축으로 인해 변연적합도가 떨어지고 수복물 제작에 오랜 기간이 소요되는 단점을 보였으며, 이러한 문제점을 개선하기 위해 미리 결정화 처리한 잉곳(ingot)을 고온고압 하에서 주형에 주입성형하는 열가압성형법이 도입되었다(7). 열가압성형법은 종래의 전통적인 적층소성법을 적용하는 경우

보다 수복물의 적합도가 우수할 뿐만 아니라 비니어의 강도도 높게 나타나는 것으로 보고되었다(8).

All-ceramic 수복물에서 코어와 비니어 세라믹의 계면에서 일어나는 결합실패에 대해서는 많은 임상연구에서 보고가 되고 있다. 특히 이중구조 지르코니아 all-ceramic 수복물에서 코어는 파절되지 않고 대부분의 파절이 비니어 세라믹에서 일어나는 것으로 보고되고 있다(9, 10). 비니어 재료는 양호한 광투과성으로 인해 심미성은 우수하지만 파절저항성이 낮으므로 미세균열이 생성되면 곧바로 파절로 이어진다. 비니어 세라믹의 파절은 코어와 비니어 사이의 열팽창계수 차이에서도 기인할 수 있다(11).

본 연구에서는 이중구조 지르코니아 all-ceramic 수복물의 제작 방법 중의 하나인 열가압성형법을 적용하는 과정에서 일어나는 지르코니아의 구조적인 변화가 3점 굴곡강도의 변화에 미치는 영향을 평가하기 위해 시행되었다. 본 연구에서 제안된 귀무가설은 열가압성형법을 적용하는 과정에서 지르코니아의 3점 굴곡강도는 매물재의 영향을 받지 않는다는 것이다.

재료 및 방법

1. 연구재료

본 연구에 사용된 지르코니아는 3 mol% 이트리아-안정화 정방정 지르코니아 다결정체(3 mol% Ytria-stabilized tetragonal zirconia polycrystals, 3Y-TZP) Zirtooth™ 블록($\varnothing 98 \times 14T$, HASS, Gangwondo, Korea)를 사용하였고, 매물재는 Table 1에 표시한 5종류의 인산염계 매물재를 사용하였다.

2. 지르코니아 시편 제작

Zirtooth™ 블록을 1,450°C에서 소결한 다음 절삭가공하여 24.0 mm×4.0 mm×0.5 mm 시편 60개를 준비한 다음 무작위로 Table 1과 같이 6개의 군으로 분류하였다. 무처리(U)군은 시편을 매물처리 하지 않았다.

Table 1. Investment materials used in this study

Group	Brand name	Manufacture	N
UN	Untreated sample (Specimens not buried with investment material.)		10
PH	Prime vest HS	BK Giulini GmbH, Ladenburg, Germany	10
CP	Calibra-Press	Protechno, Vilamalla Girona, Spain	10
BV	BC-Vest	Bukwang, Busan, Korea	10
MH	Microstar-HS	Microstar Dental LLC, Lawrenceville, GA, USA	10
F1	Formula 1	Whip Mix Corporation, Louisville, KY, USA	10



Figure 1. Schematic diagram of specimen.

3. 지르코니아 시편의 매몰

준비한 지르코니아 코어에 lithium disilicate 계의 잉곳 (ingot)인 Amber Lisi-POZ LT (HASS)를 열가압성형하는 경우와 같이 매몰하기 위해 인레이 왁스로 24.0 mm×4.0 mm×1.0 mm의 패턴을 준비한 다음 지르코니아 시편에 부착하였으며, 이후 상기의 5종류 매몰재를 사용하여 각각의 시편을 제조사가 추천하는 분액비와 절차에 따라 매몰을 한 다음 실온에 30분 동안 방치하였다(Figure 1, Table 2).

4. 매몰재 주형의 가열 처리

매몰재 주형의 건조 후 소환온도 850℃에서 50분 동안 계류한 다음 열가압성형용 전기로(Programat EP3000/G2, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein)에 넣고 Amber

Lisi-POZ LT의 소성 스케줄에 따라 상승온도 45℃/min으로 915℃까지 가열하여 15분 동안 계류하였다(Table 3). 이후 지르코니아 시편의 표면에 부착된 매몰재를 제거하고 3차 증류수에서 5분간 초음파 세정을 하고 50℃의 건조기에서 24시간 이상 보관 후 시험에 사용하였다.

5. 지르코니아 시편의 3점 굴곡 시험

준비한 지르코니아 시편의 강도 측정을 위해 ISO/CD 6872의 규정에 따라 3점 굴곡시험을 실시하였다(12). 재료 시험기(Universal Testing Machine 4201, Instron, Canton, MA, USA)에 3점 굴곡시험용의 하중장치를 장착한 다음 준비된 시편을 올려놓고 crosshead speed 0.5 mm/min에서 파절하중을 측정하였다(Figure 2). 3점 굴곡강도는 식 (1)을 적용하여 계산하였다.

Table 2. Processing instruction of each investment

Group (Brand name)	W (mL) : P (g)	Working time (min)	Burnout temp (°C)
PH (Prime vest HS)	100 : 24	5	927
CP (Calibra-Press)	100 : 25	7 - 8	871
BV (BC-VEST)	100 : 18	5 - 7	871
MH (Microstar-HS)	100 : 25	5 - 7	871
F1 (Formula 1)	100 : 22	6 - 8	927

Table 3. Pressing schedules of Amber Lisi-POZ ingots

Translucency	Size	Shade	Investment Ring	Starting Temp.	Heating Rate	Max Temp.	Holding Time	Vacuum On	Vacuum Off
HT	R10(3g)	W4,	Small (100g)	700°C	45°C/min	915°C	15min	700°C	915°C
LT	R15(4,5)	A1,							
HT	R20(6g)	A2,	Large (200g)			30min			
LT		A3,							
		A4							

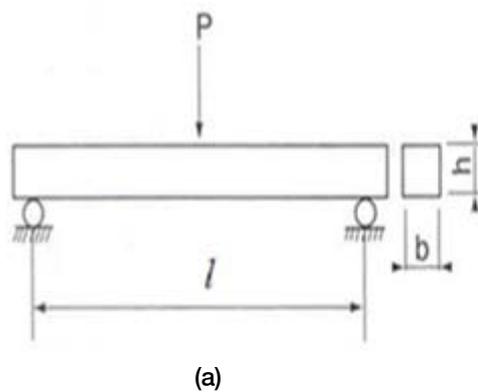


Figure 2. Experimental setup (a) and three-point flexural test (b).

$$\text{파절강도 } \sigma = \frac{3pl}{2bh^2} \quad (1)$$

여기에서, p 는 파절하중, l 은 지지점 사이의 거리, b 는 시편의 폭, h 는 시편의 높이를 나타낸다.

6. 표면분석

열가압성형의 과정에서 가열한 매물재와 접촉할 때 일어나는 지르코니아의 미세구조 변화에 대하여 조사하기 위해 5% HF 수용액에 30분 동안 침적한 다음 3차 증류수에서 5분간 초음파 세정을 하고 건조를 하였다. 준비한 모든 시편은 표면에 Os 코팅을 하고 전계방출 주사전자현미경 (Field Emission Scanning Electron Microscope SU8230 in

KBSI Jeonju, Hitachi, Japan)으로 관찰하였으며, 결합계면에 존재하는 원소의 변화를 X-선 스펙트럼(EDS, Bruker, Germany)으로 분석하였다.

7. 통계적 분석

측정한 결과 값들은 one-way ANOVA test에 의해 통계적 유의성을 검증한 다음 각 군 사이의 차이를 비교하기 위해서 Tukey 다중범위검증법을 적용하였다. 통계분석은 SPSS software (Version 12.0, SPSS, Chicago, IL, USA) 통계프로그램을 이용하여 수행하였다.

결 과

Figure 3은 Zirtooth™ 블록으로 제작한 시편의 3점 굴곡강도를 도시한 것이다. 3점 굴곡강도는 무처리군에서 $1,265.5 \pm 285.1$ MPa에서 가장 높고 F1군에서 756.1 ± 362.7 MPa로 가장 낮게 나타났으며, 무처리군과 F1군에서 상호간에 통계학적으로 유의한 차이를 보였다($P < 0.01$).

Figure 4는 매몰재와 접촉한 지르코니아 표면을 FE-SEM을 이용하여 50,000배로 확대 관찰한 사진이고, Table 4와 Figure 5는 표면에 존재하는 원소의 EDS 분석 결과이다.

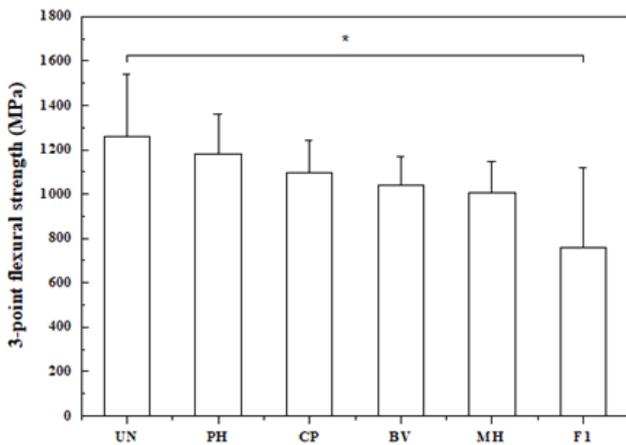


Figure 3. Flexural strength of specimens after heat treatment, 3-point flexural strength was the highest (1265.6 MPa) in UN group and was the lowest (756.1 MPa) in the F1 group. (UN: Untreated, PH: Prime vest HS, CP: Calibra-Press, BV: BC-Vest, MH: Microstar-HS, F1: Formula 1)

무처리군과 비교했을 때 PH군과 CP군에서는 거의 구조적인 변화가 관찰되지 않았다. BV군과 MH군에서는 표면의 얇은 층에서 박리(A)가 진행되는 미소한 구조적인 변화가 관찰되었고, 강도가 가장 크게 저하된 F1군에서는 표면의 얇은 층에서 박리(A) 양상과 소공(B)이 관찰되었으며, 표면층에서는 Si와 P의 피크가 상대적으로 높게 나타났다.

고 찰

본 연구에서 지르코니아 하부구조에 왁스를 비니어하고 매몰한 다음 lithium disilicate 계의 Amber Lisi-POZ LT의 열가압성형 조건에서 열처리를 한 다음 3점 굴곡강도를 조사한 결과 강도의 저하를 나타내며 표면층에서 변화를 보여 본 연구의 귀무가설은 기각되었다.

세라믹 재료의 강도 평가 시 파절은 인장응력이 작용하는 가장 취약한 결합부에서 균열이 진전되어 일어나므로 인장 강도의 측정이 요구되지만, 세라믹 재료는 인장시험이 용이하지 않으므로 굴곡시험에 의한 강도측정법이 빈번하게 적용이 되며, 치과용 세라믹 재료에서는 ISO/CD 6872에 의거하여 2축 굴곡시험이나 3점 굴곡시험이 널리 적용되고 있다(12-14). 본 시험에서 지르코니아는 매몰재로 매몰한 다음 열가압성형을 하는 과정에서 표면의 얇은 층에서 박리가 진행되며 소공이 형성되어 강도의 평가를 위해 3점 굴곡 시험법을 적용하였다.

3Y-TZP에 포세린을 비니어 할 때 지르코니아 결정의 안정화제로 사용된 이트리아나 세리아의 용해가 일어나 이들이 포세린의 규산염 네트워크 내부로 유입이 될 경우, 지르코니아의 표면층에서는 국소적으로 결정구조가 정방정에서 단사정으로 변화되고(15), 이로 인해 표면층에서는 약 4% 체적팽창을 수반하게 된다(16). 그렇지만, 대부분의 연구결과들은 포세린 소부처리의 영향은 매우 작으므로 상전이로 인한 균열진전 일어나지 않는다고 보고하였다(17, 18). 또 다른 연구에서는, 지르코니아는 고온에서 화학적으로 안정하므로 비니어 포세린을 적용하는 온도 범위에서는 반응성이 낮기 때문에 포세린에 대한 결합력은 매우 낮다고 보고하였다(19). 지르코니아의 낮은 결합력의 문제점을 개선하기 위해, 지르코니아의 표면층을 구조적으로 변화시켜

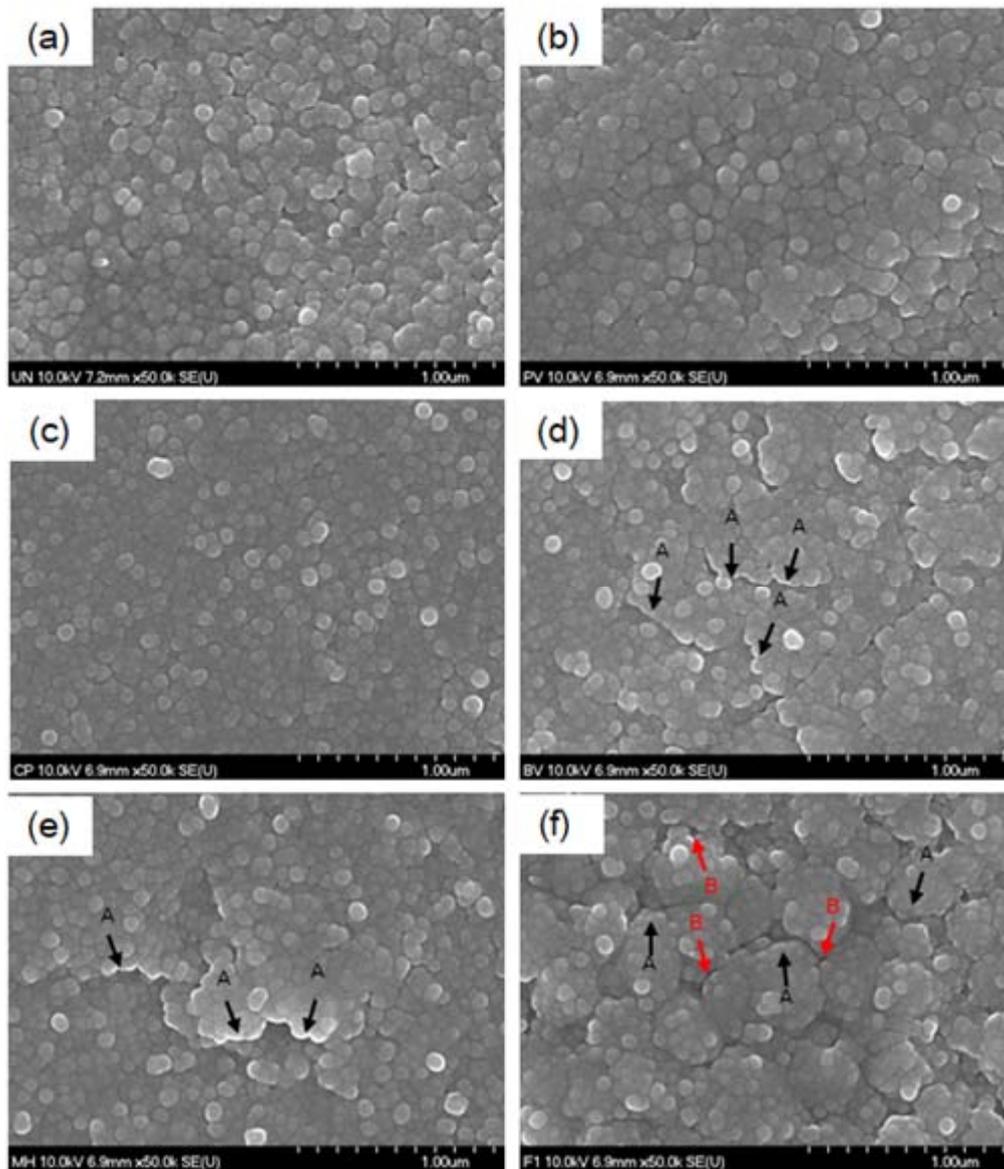


Figure 4. FE-SEM images of zirconia surface after heat treatment, (a) UN, (b) PH, (c) CP, (d) BV, (e) MH, (f) F1, (A: delamination of surface thin layer, B: micro pore).

Table 4. EDS results of zirconia surface after heat treatment

Group	UN	PH	CP	BV	MH	F1
Si	-	1,36	4,13	0,85	5,29	12,60
P	-	1,44	-	-	1,35	0,26
Zr	59,00	51,54	47,00	53,99	42,92	32,69

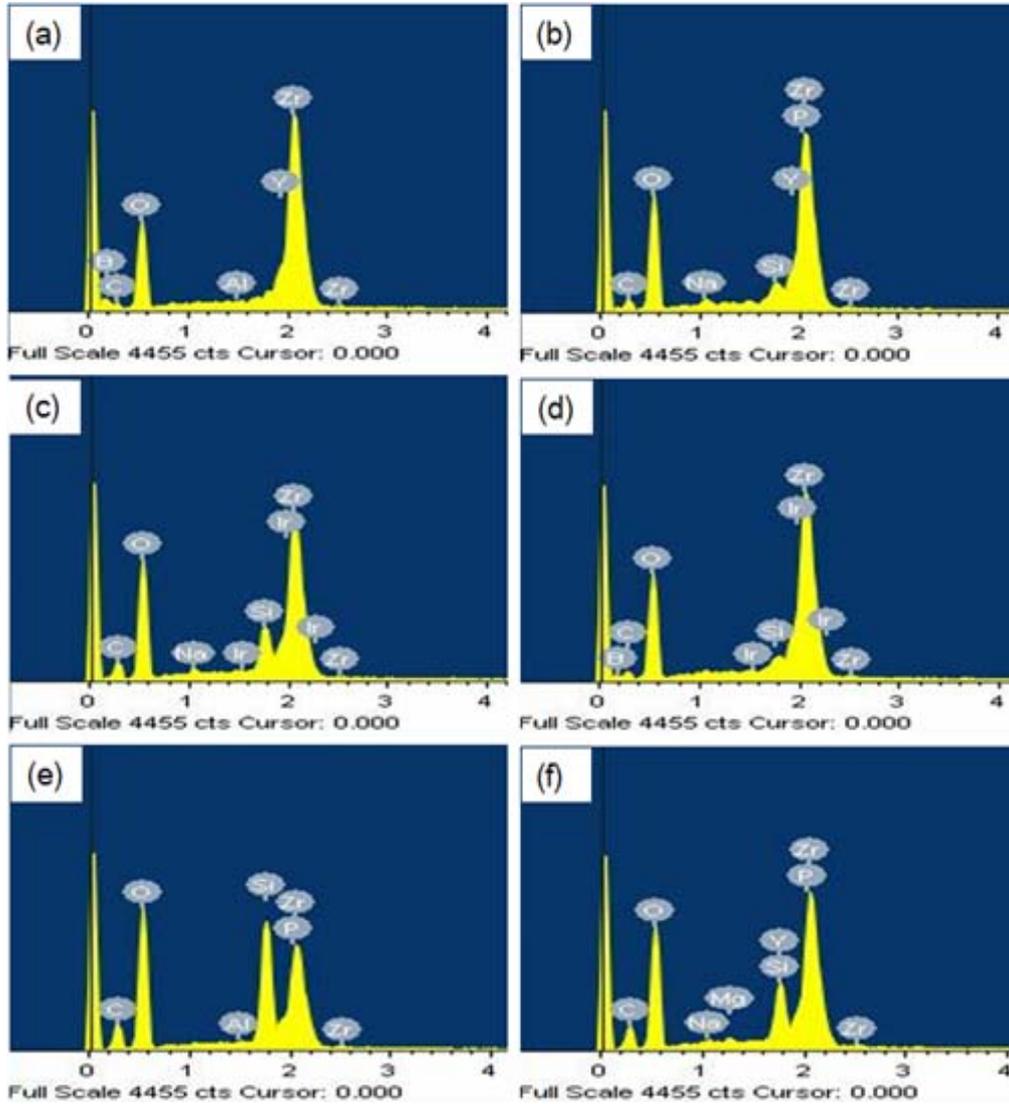


Figure 5. EDS results of zirconia surfaces after heat treatment, (a) UN, (b) PH, (c) CP, (d) BV, (e) MH, (f) F1.

기계적인 결합을 유도하려는 연구(19, 20) 및 결합계면에 라이너를 적용하여 화학적인 결합을 유도하려는 연구(21) 등이 이루어졌다. 지르코니아는 고온 안정성이 우수하여 포세린 소성온도 범위에서는 화학적으로 불활성의 특성을 보이지만, 표면에 Si, Na, K, Mg 등의 원소가 존재하면 결정립계의 미끄러짐, 분할 및 재배열 등에 의한 구조적인 변화가 일어나므로 표면의 얇은 층에 미세 다공질 층이 생성되어 레진 및 비니어 세라믹에 대한 결합력이 개선된다고 보고하였다(22). 본 연구에서 지르코니아 하부구조에 lithium disilicate 계 글라스-세라믹을 열가압하는 과정에서 실리카

를 주성분으로 하는 매몰재와의 접촉이 지르코니아의 구조 변화에 미치는 영향에 대하여 조사한 결과, 표면층에서 다소의 차이는 있지만 구조적인 변화가 일어나고 3점 굴곡강도의 저하가 일어났으며, 특히 F1군에서는 3점 굴곡강도가 유의하게 저하되었는데, 이는 Aboushelib 등, Jang 등의 결과에서 볼 수 있는 것과 같이, 매몰재에 포함된 Si와 P 등의 성분이 열가압성형 과정에서 지르코니아와 반응하여 일어났다고 생각된다(Figure 4와 Figure 5).

결론

본 연구는 이중구조 지르코니아 all-ceramic 수복물의 제작방법 중의 하나인 열가압성형법을 적용하는 과정에서 매몰재와 지르코니아 사이의 반응이 지르코니아의 강도에 미치는 영향을 평가하기 위해 시행되었다. 지르코니아로 24.0 mm×4.0 mm×0.5 mm 크기의 시편을 준비하고 두께 1.0 mm 왁스 패턴을 부착한 다음 5종류의 매몰재로 매몰을 하였다. 이후 lithium disilicate 계 비니어 세라믹인 Amber Lisi-POZ LT의 열가압성형 조건에 따라 온도를 915℃로 올려서 15분 동안 유지하고 3점 굴곡시험과 표면층을 분석한 결과, 다음과 같은 결론을 얻었다. 지르코니아와 매몰재의 접촉부에서는 열가압성형 과정에서 매몰재 성분과의 화학적인 반응으로 구조적인 변화가 일어남에 따라 3점 굴곡강도의 저하가 일어났으며, 무처리 대조군과 F1군 사이에서 통계학적으로 유의한 차이를 보였다(P<0.01).

이상의 결과로 미루어볼 때, 지르코니아에 열가압성형법을 적용하여 글라스-세라믹을 비니어할 때 매몰재의 선택이 지르코니아 코어의 강도에 영향을 미침을 알 수 있었다.

사사

본 논문은 김태연의 2019년도 석사 학위논문의 내용을 발췌 정리하였습니다.

참고문헌

1. Yamamoto M. Metal ceramics. Chicago : Quintessence 1987;219-91.
2. Piddock V, Qualtrough AJE. Dental ceramics-an update. J Dent. 1990;18:227-35.
3. Kelly JR, Tesk JA, Sorensen JA. Failure of all-ceramic fixed partial dentures in vitro and in vivo: analysis and modeling. J Dent Res. 1996;74(6):1253-8.
4. Larsson C, von Steyem PV, Sunzel B, Nilner K,

All-ceramic two- and five-unit implant-supported reconstructions. A randomized, prospective clinical trial. Swed Dent J. 2006;30(2):45-53.

5. Tysowsky G. The science behind lithium disilicate: today's surprisingly versatile, esthetic & durable metal-free alternative. Oral Health J. 2009; 93-7.
6. Kim JH, Cho YK, Kim HY. Esthetic rehabilitation of anterior dentition by all ceramic crowns using IPS e.max CAD: a case of tetracycline discoloration. J Dent Hyg Sci. 2011;11:299-303
7. Lee HH. Recent dental ceramics: Processing and strengthening. Clinical Dentistry. 2000;20:106-15.
8. Gorman CM, McDevitt WE, Hill RG. Comparison of two heat-pressed all-ceramic dental materials. Dent Mater. 2000;16(6):389-95.
9. Albakry M, Guazato M, Swain MV. Fracture toughness and hardness evaluation of three prepressable all-ceramic dental materials. J Dent. 2003;31(3):181-8.
10. Al-Dohan HM, Yaman P, Dennison JB, Razzong ME, Lang BR. Shear strength of core-veneer interface in bi-layered ceramics. J Prosthet Dent. 2004;91(4): 349-55.
11. Isgro G, Pallav P, van der Zel JM, Feilzer AJ. The influence of the veneering porcelain and different surface treatments on the biaxial flexural strength of a heat-pressed ceramic. J Prosthet Dent. 2003;90(5): 465-73.
12. International Standards, ISO 6872 Dentistry - Ceramic materials. Geneva, 2015.
13. Kang SH, Ahn JS, Seo DG, Cho BH, Son HH (2014). Physical/mechanical properties and microstructure of dental lithium disilicate ceramics for chairside CAD/CAM restoration. Kor J Dent Mater 2014;41(1): 19-28.
14. Ban S, Anusavice KJ. Influence of test method on failure stress of brittle dental materials. J Dent Res. 1990;69(12):1791-9.
15. Schelling PK, Phillpot SR, Wolf D. Mechanism of the

- cubic-tetragonal phase transition in zirconia and yttria-stabilized zirconia by molecular-dynamics simulation. *J Am Ceram Soc.* 2001;84(7):1609-19.
16. Piconi C, Maccauro G. Zirconia as a ceramic biomaterial. *Biomaterials.* 1999;20(1):1-25.
 17. de Kler M, de Jager N, Meegdes M, van der Zel JM. Influence of thermal expansion mismatch and fatigue loading on phase changes in porcelain veneered Y-TZP zirconia discs. *J Oral Rehabil.* 2007;34(11):841-7.
 18. Denry IL, Holloway JA. Microstructural and crystallographic surface changes after grinding zirconia-based dental ceramics. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater.* 2006;76(2):440-8.
 19. Liu D, Matinina J, Pow EHN. Insights into porcelain to zirconia bonding. *Journal of Adhesion Science and Technology.* 2012;26:1249-65.
 20. Fischer J, Grohmann P, Stawarczyk B. Effect of zirconia surface treatments on the shear strength of zirconia/veneering ceramic composites. *Dent Mater.* 2008;27(3):448-54.
 21. Jang YS, Noh HR, Lee MH, Lim MJ, Bae TS. Effect of lithium disilicate reinforced liner treatment on bond and fracture strengths of bilayered zirconia all-ceramic crown. *Materials.* 2018;11(1):77.
 22. Aboushelib MN, Kleverlaan CJ, Feilzer AJ. Selective infiltration-etching technique for a strong and durable bond of resin cements to zirconia-based materials. *J Prosthet Dent.* 2007;98(5):379-88.

열가압성형 지르코니아 코어의 굴곡강도에 대한 매몰재의 영향

김태연¹, 김세하¹, 지정희¹, 임병구², 오성근³, 신재우¹, 이정환⁴, 이민호¹, 배태성^{1,*}

¹전북대학교 치과대학 치과생체재료학교실, 생체흡수성소재연구소

²전북대학교 대학원 치의학과 치과교정학교실

³순천제일대학교 보건의료행정과

⁴광주보건대학교 치기공과

본 연구의 목적은 열가압성형법을 적용하는 과정에서 일어나는 지르코니아와 매몰재 사이의 반응이 지르코니아 강도에 미치는 영향을 평가하는 것이다. Zirtooth™ Multi O-9814 블록 (Ø98 × 14T, HASS, Gangwondo, Korea)을 24 mm×4 mm×0.5 mm로 절삭 가공하여 총 60개의 시편을 만든 다음 1450℃ 에서 소결했다. 시편은 매몰재에 따라 6개의 하위 그룹으로 나누었다. (a) UN 그룹 (대조군), (b) PH 그룹 (Prime vest HS), (c) CP 그룹 (Calibra-press), (d) BV 그룹 (BC-Vest), (e) MH 그룹 (Microstar- HS), (f) F1 그룹 (Fomula 1). 5가지 매몰재를 사용하여 제조사가 권장하는 절차에 따라 매몰한 다음 상온에서 30분간 방치했다. 매몰재 주형을 건조하고 소환온도 850℃ 에서 50분간 계류시켰다. 그리고 Amber Lisi-POZ LT (HASS)를 주형과 함께 열가압성형 전기로(Programat EP3000/G2, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein)에 넣고 상승온도 45℃/min 으로 915℃ 까지 가열한 다음 15분 동안 계류시켰다. 시편은 재료시험기(universal testing machine 4201, instron, Canton, MA, USA)에 준비된 시편을 올려놓고 crosshead speed 0.5mm/min 에서 파절 하중을 측정했다. 파절면은 전계 방출 주사 전자 현미경(FE-SEM)으로 관찰했다. 매몰재와 접촉된 지르코니아 시편의 표면에 존재하는 원소의 변화를 X-선 스펙트럼(EDS, Bruker, Germany)로 분석했다. 3점 굴곡 강도 시험은 UN 군에서 가장 높은 값 (1265.5 MPa), F1 군에서 가장 낮은 값 (756.1 MPa)을 나타냈다. EDS 분석 결과 F1 그룹에서 가장 많은 Si가 검출되었으며 FE-SEM 분석 결과 가장 많은 계면 변화가 발생했다. 지르코니아는 매몰재로 매몰한 후 열가압성형을 실시할 경우 결합 계면 부근의 지르코니아의 상태변화로 인해 강도가 저하된다.

색인 단어 : 지르코니아, 매몰재, 3점 굴곡 강도, 열가압성형법