

냉간 정수압 성형법으로 제작된 지르코니아 코어의 적합도에 관한 연구

서윤정¹ · 윤귀덕¹ · 김현승² · 박상원^{1*}

¹전남대학교 치의학전문대학원 보철학교실, ²(주)쿠보텍

연구목적: 본 연구의 목적은 냉간 정수압 성형법 (cold isostatic press forming)을 이용한 새로운 지르코니아 블록의 제조와 이를 이용한 코어와 완전 도재관의 적합도를 비교 평가하여 임상적 이용 가능성을 평가 하고자 함이다.

연구 재료 및 방법: 지르코니아 분말 (KZ-3YE Type A)을 단일 압축 성형하여 블록의 형태로 제작 한 후, 냉간 정수압 성형하여 블록을 제작하고, 성형이 끝난 지르코니아 블록은 1040℃의 온도에서 반 소결하였다. 대조군은 상용 제품 (Everest[®], KAVO, Biberach/Riβ)을 이용하였다. 1450℃의 온도에서 완전 소결된 실험군 블록과 대조군 블록의 수축률을 측정하고 비교하였다. CAD/CAM을 이용하여 총 21개의 코어를 제작하고 세 그룹으로 나누었다. Group I은 대조군 블록을 이용해 7개의 코어를 제작하고, Group II는 실험군 블록을 이용해 7개의 코어를 제작하였다. Group III은 실험군 블록을 이용해 7개의 코어를 제작하고 도재 (Cerabond[™])를 축성하여 완전 도재관을 제작하였다. 제작된 코어와 완전 도재관을 모형에 합착한 후 레진으로 매몰하여 치관 장축의 협설과 근원심 방향을 따라 절단하고 지대치와 코어 사이의 변연 간격과 내부 측면 간격 그리고 내부 교합면 간격을 SEM (S-4700[®])을 이용해 측정하였다. 모든 측정값은 평균과 표준편차를 계산하고, one-way ANOVA test를 시행하여 실험 결과를 분석하였고, 95%유의 수준으로 검정하였다.

결과: 실험군과 대조군 블록의 수축률을 측정한 결과 실험군 블록의 수축률은 19.00%였고, 대조군 블록의 수축률은 20.09%로 실험군 블록의 수축률이 더 낮은 것으로 나타났다. 적합도 측정 결과 변연 간격의 측정값에서 Group II의 값 ($29.67 \pm 6.58 \mu\text{m}$)이 Group I의 값 ($36.84 \pm 7.18 \mu\text{m}$)보다 통계적으로 유의하게 작은 것으로 나타났다. 또한 Group II와 Group III의 값 사이에서는 유의한 차이가 없었다. 내부 측면 간격의 측정값에서 Group III의 값 ($32.23 \pm 6.33 \mu\text{m}$)이 Group I와 Group II의 내부 측면 간격의 값 ($37.57 \pm 6.81 \mu\text{m}$, $38.14 \pm 6.81 \mu\text{m}$)보다 큰 것으로 나타났다. 각 부위의 간격 측정결과 내부 교합면 간격의 값이 변연 간격 및 내부 측면 간격의 값보다 유의하게 큰 것으로 나타났다.

결론: 현재 상용중인 대조군 블록과 비교하여 냉간 정수압 성형법으로 제조된 실험군 블록의 적합도는 유의한 차이를 보이지 않았다. 변연 적합도는 실험군에서 더 우수하였으며 도재를 축성한 완전 도재관의 적합성이 약간 더 향상되는 경향을 보였다. 변연 적합도는 대조군과 실험군 모두에서 임상적으로 허용되는 양호한 수치를 보였다. (대한치과보철학회지 2010;48:143-50)

주요단어: 냉간정수압성형 (CIP), 지르코니아, 적합도, 코어, 수축률

서론

최근 심미적 수복물에 대한 관심이 늘어남에 따라 이러한 요구조건을 만족시킬 수 있는 다양한 전부 도재 시스템이 개발되어 임상에 적용되고 있다. 특히 높은 마모 저항성 및 생체적합성을 가지고 있는 지르코니아를 이용한 보철물의 제작이 국내외에서 시도되고 있는데, 지르코니아는 통상적인 도재 수복물 제작 방법으로는 가공이 어려워 CAD/CAM system으로 제작된다.¹² 이러한 CAD/CAM system은 컴퓨터로 제어되는 입력, 설계 및 가공 과정을 통하여 보철물의 제작 시간과 비용을 절감하기 위해 개발되었다.³⁴

지르코니아는 외부로부터 자극을 받으면 자체 내에서 압축 응력에 의해 균열의 전이를 스스로 막을 수 있어 도재의 가장 취약한 파절을 보완하는 성질을 가지고 있다. 이러한 지르코니아의 균열전이 방지특성은 열을 가하거나 외부에서 충격을 가하면 정방정상에서 단사정상으로 바뀌는 상변이로 인한 3-

5%의 체적 팽창에 의해 일어난다.⁵⁶ 따라서 낮은 파절 저항성 때문에 전치부에서 제한적으로 사용되던 완전 도재관이 강한 파절 저항성을 갖는 지르코니아를 사용하면서 구치부 뿐만 아니라 계속 가공의치에서도 사용이 가능하게 되어 지르코니아 보철물의 응용 범위가 점차 확대되고 있다.⁷⁹

치과용 지르코니아 블록에는 완전 소결 지르코니아 블록과 반 소결 지르코니아 블록의 두 가지 형태로 공급된다. 완전 소결 지르코니아 블록은 강도가 높아 절삭이 어려워 소요되는 시간이 많지만 추가적인 소결이 필요하지 않다. 반 소결 지르코니아 블록은 최종 소결 과정에서 일어나는 수축으로 인해 정밀도가 떨어지나 절삭이 용이하기 때문에 대부분의 임상에서 반 소결 지르코니아 블록을 사용하고 있다. 그러나 완전 소결 지르코니아에 비해 낮은 강도를 가지는 반 소결 지르코니아 블록이 임상적으로 사용되기 위해서는 파절에 저항 할 수 있는 적절한 물리적 특성과 함께 균일한 수축률을 가져야 한다.

*교신저자: 박상원

500-757 광주광역시 북구 용봉로 77 전남대학교 치의학전문대학원 보철학교실 062-530-5639; e-mail, psw320@chonnam.ac.kr

원고접수일: 2010년 4월 1일 / 원고최종수정일: 2010년 4월 8일 / 원고채택일: 2010년 4월 14일

* 본 연구는 산학연협력 기업부설연구소 지원사업을 통해 개발된 결과물임.

지르코니아 블록은 가압성형, 주입성형, 가소성 가압성형 등 여러 방법으로 제조되고 있다. 그 중 가압 성형은 성형 틀에 분말 원료를 넣고 가압하여 블록을 얻는 방법으로 건식과 습식으로 크게 나누어 지며 건식 성형에는 1축 성형법을 포함한 다축 성형, 정수압 성형 등이 있다. 지르코니아 블록은 성형 하는 방법에 따라서 균질성 및 밀도가 결정되는데 그 중 1축 가압 성형법은 일정하지 않은 내부 밀도로 인한 불 균일한 수축률과 낮은 가공성 등의 단점이 있어 이를 보완하기 위해 냉간 정수압 성형법이 주로 이용되고 있다.

냉간 정수압 성형으로 제작한 블록은 타 성형법으로 제작한 블록과 비교하여 성형 밀도가 높고 균일하며 배향성이 없기 때문에 절삭 가공성이 우수하고, 블록의 표면과 내부 경도의 차이는 작고 균일하다.¹⁰⁻¹² 따라서 본 연구는 냉간 정수압 성형법으로 제작된 지르코니아 블록의 물리적 특성을 확인하고, 보철물의 성공여부를 결정짓는 중요한 요인 중 하나인 적합도의 평가를 위해서 코어 제작을 통하여 적합도를 평가하여 임상 적용가능성을 살펴보고자 하였다.

연구 재료 및 방법

1. 연구 재료

가. 실험군 블록

이트리아 안정화제가 포함된 지르코니아 분말 (KZ-3YE Type A, Nagoya, Japan)을 사용하여 냉간 정수압 성형법으로 제작.

나. 대조군 블록

상용 블록 (Everest®, KAVO, Biberach/Ri β, Germany) 이용.

2. 연구 방법

가. 실험군의 분류 (Table I)

Group I: 대조군 블록을 이용하여 제작한 코어 (n=7)

Group II: 실험군 블록을 이용한 코어 (n=7)

Group III: 실험군 블록을 이용하여 코어를 제작하고 도재를 축성한 완전 도재관 (n=7)

나. 실험군 블록의 제작

실험군의 블록 성형을 위해 12.5 g의 이트리아 안정화제가 포함된 지르코니아 분말을 원통형의 성형 틀 (지름 6 cm, 높이 20 cm)에 넣고 2.2 MPa의 압력을 가하여 성형 한 후 지르코니아 블록을 고무 mold에 넣어 냉간 정수압 성형을 위한 액체가 채워진 성형 틀 (지름 2.01 cm × 높이 1.44 cm)에 넣어 200 MPa의 압력으로 가압 한 상태에서 3분간 지속시켰다 (Fig. 1). 냉간 정수압 성형 후 green body는 상온에서 분당 1℃씩 1040℃까지 상승시켜 90분 동안 소성로 (Lindberg model 51524, Lindberg, Watertown, USA)에서 반 소결하였다.

Table I. Experimental groups of specimens

Group	Material	Specimens
Group I	Kavo Everest block	Core (n = 7)
Group II	New zirconia block	Core (n = 7)
Group III		Core + Porcelain (n = 7)

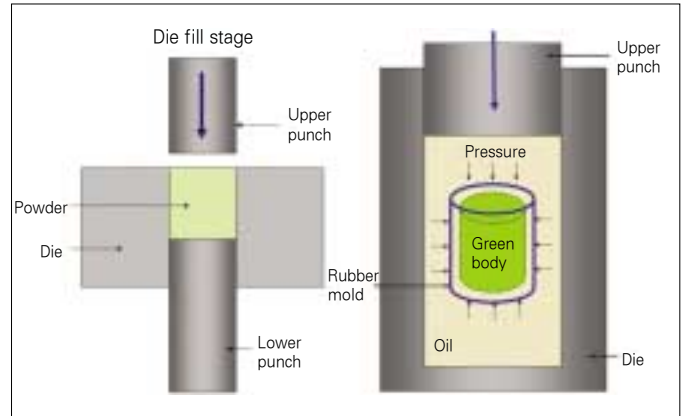


Fig. 1. Schematic diagram of the single action uniaxial press forming and cold-isostatic press forming.

다. 블록의 수축률 비교

실험군 블록과 대조군 블록의 수축률을 비교하기 위해 각 군당 임의로 3개씩의 반 소성 블록을 선정하여 완전 소결시킨 후, 소결 전과 후의 지름과 높이를 각각 3번씩 측정하고 다음 식에 의해 계산하여 평균 수축률 값을 구하였다.

$$L = A_0 - A / A_0 \times 100, L = \text{선 수축율} (\%)$$

A_0 = 소성 전 시편의 길이 (mm), A = 소성 후 시편의 길이 (mm)

라. 적합도 측정

1) 모형제작

하악 제1대구치 (Dentiform, Columbia Dentiform, New York, USA)를 선택하여 완전 도재관의 지대치 형성법에 따라 삭제하고 1 mm 폭의 deep chamfer margin을 부여하였다 (Fig. 2). 삭제된 지대치는 인상재 (Exafine, Aichi, Japan)를 사용하여 인상 채득한 후, 경석고 (Suprastone®, KerrLab., Orange, USA)를 주입하여 총 21개의 모형을 제작하였다.

2) 코어 디자인 및 가공

CAD/CAM system (Everest®, KAVO, Biberach/Ri β, Germany)의 3차원 입력 시스템인 scanner를 이용해 지대치 모형의 데이터로 가상의 모형을 제작 하였다. 컴퓨터가 1차적으로 지정한 변연을 1명의 숙련된 실험자에 의해 프로그램 상의 X와 Y축 기울기 변화를 이용한 변연 수정을 시행 하고, 최종적으로 scanner의 변연 확대 프로그램과 회전 프로그램 (KaVo Everest® Scan, KaVo Dental GmbH, Bismarckring, Germany)등을 이용하여 변연을 설정하였다.

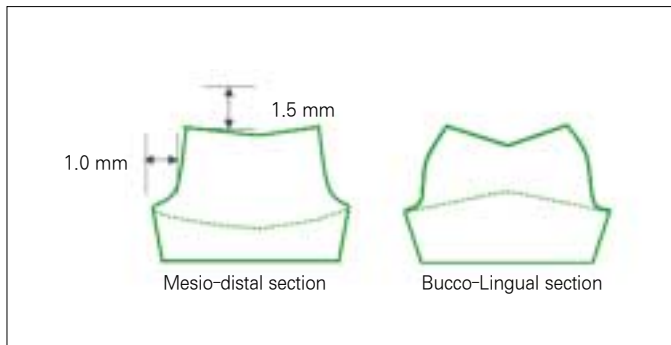


Fig. 2. Diagram of prepared tooth.

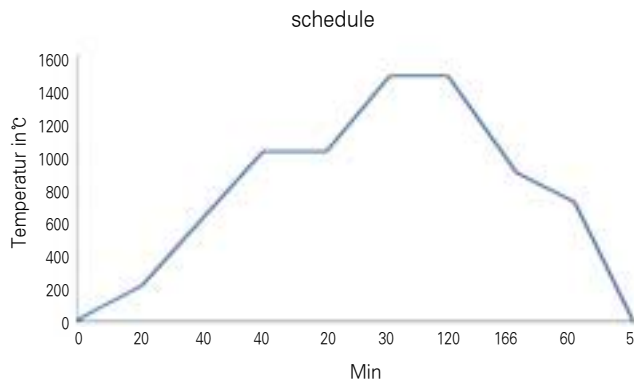


Fig. 4. Firing schedule of the post sintering.

실험군 블록의 수축률을 측정하여 계산하였고 대조군 블록의 수축률은 제조사에서 제시한 수축률을 입력하였다. 코어를 가공할 블록의 고정과 미세한 움직임에 의한 적합성 저하를 막기 위해 제조 회사의 지시에 따라 tray에 매몰하여 가공 기계에 장착하고 가공하였다 (Fig. 3).

3) 코어의 완전 소결

가공 된 코어는 제조사에서 제시 한 소성 스케줄에 따라 실온에서 1000℃까지 상승시킨 후 20분 동안 유지 하고 1450℃로 상승 다시 90분간 유지한 후 실온까지 하강시켜 완전 소결을 시행하였다 (Fig. 4).

마. 도재 축성

실험 군의 코어 중 7개에 장식 도재를 축성하고 소결하여 완전 도재관을 제작하였다 (Table II). 최종적으로 완전 도재관의 두께는 1.5 mm, 교합면의 가장 얇은 부위는 1.2 mm로 하였고 변연의 두께는 1.0 mm로 하였다.

바. 시편 합착 및 절단

21개의 시편을 초경석고 다이에 제조사의 지시에 따라 레진 시멘트 (Maxcem®, Kerr, Michigan, USA)를 이용하여 합착하였다. 시편의 합착은 손가락으로 5분정도 일정한 힘으로 유지하



Fig. 3. Design of zirconia core by CAD / CAM system.

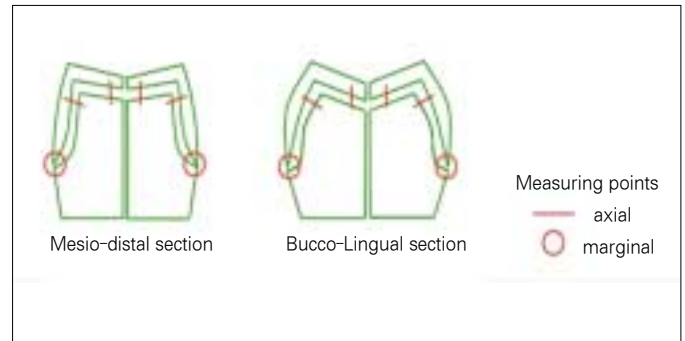


Fig. 5. Measuring points of specimen.

Table II. Firing schedule of the veneering porcelain

	Base temp (°C)	Heat rate (°C/min)	Final temp (°C)	Holding time (min)	Cool time (min)
Shade Base	600	50	1030	1.00	4.00
1 st Body	600	45	960	1.00	4.00
2 nd Body	600	45	960	1.00	4.00

였으며 접착이 완료된 다이는 증류수에 24시간 보관하였다. 합착 후 acrylic resin (Buehler Epoxy resin and Hardner®, Buehler, Evanston, IL, USA)에 매몰 하고 다이아몬드 날의 원형 톱 (Accutom-2, Struers, Copenhagen, Denmark)을 이용해 치관 장축의 협설측과 근원심 방향으로 절단 하여 총 4조각의 시편을 제작 하였다. 시편 절단면의 연마는 #1000의 실리콘 카바이드 페이퍼로 시작하여 순차적으로 #1200, #1500, DP-suspension (Accutom-2, Struers, Copenhagen, Denmark), 폴리 크리스탈 다이아몬드의 순으로 500 rpm에서 시행하였다.

사. 주사전자현미경을 이용한 적합도 분석

준비된 시편은 주사 전자 현미경 (S-4700®, Hitachi horiba, Tokyo, Japan)을 이용하여 30배로 사진을 촬영한 후 관찰하였다. 주사 전자 현미경의 이미지 상에서 협측, 설측, 근심, 원심으로 나누어 변연 부위의 간격, 내부 측면 부위의 간격, 내부 교합면 부위의 간격을 순차적으로 한 시편 당 24곳에서 3번씩 측정하고 기록하였다 (Fig. 5).

아. 통계분석

변연 간격, 내부 측면 간격, 내부 교합면 간격의 평균과 표준편차를 계산하고, 적합도의 차이를 살펴보기 위해 각각 One-way analysis of variance (ANOVA) (SPSS Version 12.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) test를 시행한 후 실험 결과의 유의확률은 0.05 수준으로 분석하였다.

결과

1. 수축률 측정

임의로 선택한 실험군 블록 3개의 측정된 선 수축률 값은 평균 19.00%였고, 대조군 블록의 수축률 값은 20.09%였다 (Table III).

2. 적합도 측정

변연 간격, 내부 측면 간격, 내부 교합면 간격을 30배로 측정된 결과 가공 면은 대체적으로 균일하게 절삭된 것으로 보여졌다 (Fig. 6).

측정 부위에 따른 적합도의 평균값과 표준편차를 Table IV와 Fig. 7에 나타내었다. 변연 적합도는 Group I의 측정값이 36.84 ± 7.18 로, Group II와 Group III의 값 29.67 ± 6.58 , 27.20 ± 4.15 보다 크

게 나타났고, 내부 측면 간격과 내부 교합면 간격의 값은 Group II의 값이 38.14 ± 6.96 , 47.58 ± 5.17 로 가장 크게 나타났으며, Group III의 내부 측면 부위의 간격 값과 내부 교합면 부위 간격의 값이 가장 작은 것으로 나타났다.

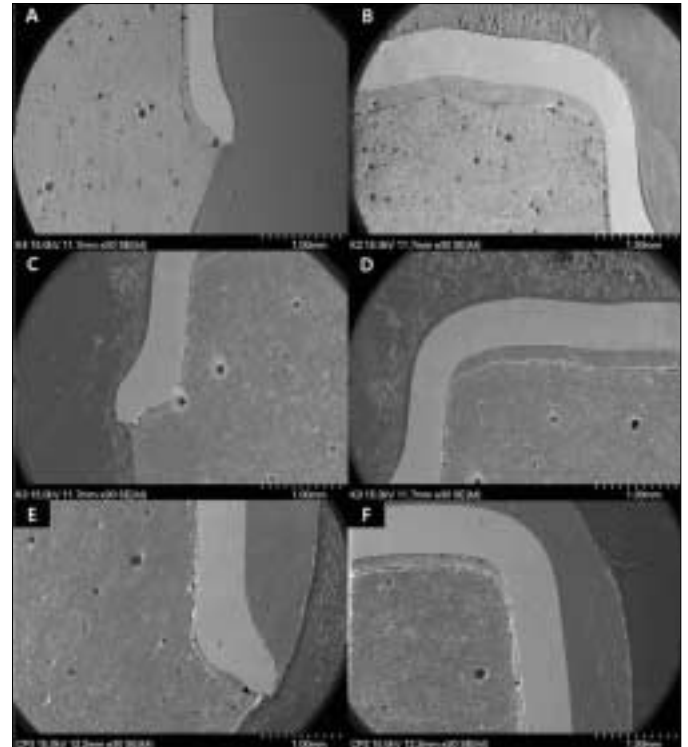


Fig. 6. SEM images obtained from sectioned specimens of the three groups. A, B, Control; C, D, Core only; E, F, All ceramic crown (Original magnification $\times 30$).

Table III. Linear sintering shrinkage of CNU block

	Shrinkage			Mean
Block 1	19.02	19.00	18.97	18.99
Block 2	19.06	19.02	18.99	19.02
Block 3	19.02	19.00	19.01	19.01
Total				19.00 (%)

Table IV. Mean and standard deviation of marginal, internal and occlusal gaps

		Code			(Unit: μm)
		Group I	Group II	Group III	
Marginal gap	B	32.08 (5.00)	28.69 (5.05)	28.13 (5.13)	
	L	38.43 (7.24)	28.57 (5.94)	26.01 (2.56)	
	M	38.44 (6.58)	33.32 (8.46)	28.96 (5.53)	
	D	38.44 (9.93)	28.21 (6.90)	25.70 (3.83)	
	mean	36.84 (7.18)	29.67 (6.58)	27.20 (4.15)	
Internal gap	B	45.79 (8.09)	33.91 (5.91)	31.23 (6.50)	
	L	41.51 (8.35)	38.22 (5.01)	33.86 (8.59)	
	M	40.75 (5.48)	42.16 (10.82)	33.02 (7.34)	
	D	37.57 (5.31)	38.27 (6.12)	30.82 (2.90)	
	mean	37.57 (6.81)	38.14 (6.96)	32.23 (6.33)	
Occlusal gap	B	48.28 (6.92)	43.34 (5.00)	36.11 (5.06)	
	L	45.78 (8.25)	48.44 (4.81)	35.94 (7.96)	
	M	42.90 (8.14)	50.87 (7.78)	37.51 (6.41)	
	D	44.85 (7.79)	47.70 (3.10)	36.51 (5.48)	
	mean	45.45 (7.77)	47.58 (5.17)	43.83 (5.89)	

B: Buccal, L: Lingual, M: Mesial, D: Distal

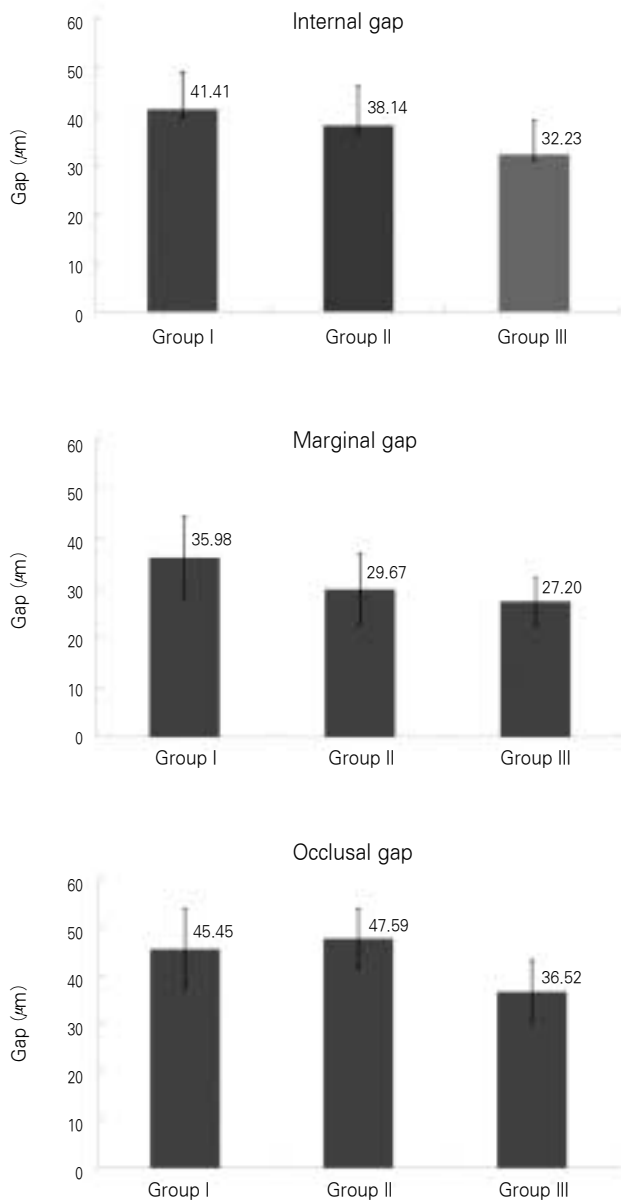


Fig. 7. Comparison of total mean marginal, internal, and occlusal gaps at the three groups.

고찰

지르코니아 블록은 보철물 제작에 요구되는 형상 및 크기를 감안하여 성형되며, 재현성이 있는 최종 제품을 얻기 위해 균일한 밀도를 가지고 있어야 한다.¹⁴ 지르코니아 블록의 수축률은 제조 과정의 환경에 영향을 받아 제조사의 작업 환경과 작업 조건에 따라 달라진다. 따라서 동일하지 않은 환경과 조건에서 제조된 블록들의 수축률은 따로 계산되어야 한다.

일반적으로 최종 소결 후의 수축률은 반 소결 된 블록의 밀도 상태에 따라 달라진다. 반 소결 된 블록의 밀도는 green body

Table V. Own-way Anova test for marginal gap

	Sum of squares	DF	Mean squares	F	P
Between Groups	1147.043	2	573.521	12.221	.000
Within Groups	3801.152	81	46.928		
Total	4948.195	83			

Table VI. Own-way Anova test for Internal gap

	Sum of squares	DF	Mean squares	F	P
Between Groups	1211.159	2	605.580	10.602	.000
Within Groups	4626.659	81	57.119		
Total	5837.818	83			

Table VII. Own-way Anova test for Occlusal gap

	Sum of squares	DF	Mean squares	F	P
Between Groups	1930.796	2	965.398	19.69	.000
Within Groups	3971.488	81	49.031		
Total	5902.284	83			

의 성형방법과 반 소결 블록 제조를 위한 소결 과정의 온도 등에 따라 달라진다. 반 소결 블록의 밀도는 제조 과정의 소결 온도에 따라 달라진다. 소결 온도를 올리면 밀도가 올라가게 되고 수축률은 낮아진다. 하지만 밀도가 올라가면 강도가 높아져 가공성이 저하된다. 반대로 소결 온도가 낮으면 밀도가 낮아져 강도가 낮기 때문에 가공성은 좋아지지만 수축률이 높아져 보철물 적합도는 떨어질 수밖에 없다. 따라서 적절한 밀도와 수축률을 갖는 반 소결 블록을 제작해야만 양호한 가공성과 정밀한 보철물 제작이라는 두 가지 목표를 동시에 얻을 수 있다.

여러 성형 방법 중에 1축 가압 성형법으로 성형된 블록은 불균일한 압력 전달로 내부 밀도의 불균일화, 내부 응력 분포의 불균일 등에 의해 부분적으로 밀도가 다른 블록이 만들어진 다. 냉간 정수압 성형법은 '액체에 압력을 가하면 액체는 각 방향으로 똑같은 힘으로 압력을 전달한다는' Pascal의 원리에 기초하여 변형 가능한 성형 틀에 분말을 충전하고 정수압에 의해 무한 다 축 방향으로 압축 성형하는 방법이다. 냉간 정수압 성형법으로 제조된 블록은 성형 밀도가 높고 표면과 내부의 경도의 차가 별로 없고 밀도가 균일하여 타 성형법과 비교하여 균질성이 우수하고 배향성이 없기 때문에 소성 수축이 균일하여 절삭 가공에 의한 제품의 정밀도가 뛰어나다.¹⁴ 반면 냉간 정수압 성형법도 불충분한 충전, 고무 mold의 지지 불충분, 분말이 균일하게 충전 되지 않았거나 분말의 유동성이 나쁜 경우, 고무 mold가 너무 얇거나 압축률이 너무 큰 경우 또는 불충분한 가압 등으로 실패할 수 있다. 이들 실패는 어느 한가지의 원인일 수도 있지만 여러 원인들이 복합적으로 작용하는 것이 일반적이다.¹⁵ 따라서 본 실험에는 여러 번의 반복 실험에

의해 가압조건을 확립하였고, 냉간 정수압 성형 과정에서 분말의 균일한 충진을 위해 정확한 용량을 측정하여 분말을 사용하였으며, 타이머를 이용하여 동일한 시간 동안 압력을 가해주었다.

변연의 적합성을 측정하는 실험적 방법으로 Sorensen¹⁶은 직접 보는 방법, 절단 하여 보는 방법, 인상채득을 통해 평가하는 방법과 탐침에 의한 시각적 관찰 등이 있다. Kay 등¹⁷은 컴퓨터 시뮬레이션에 의한 방법을 제안하고 있지만 임상에서는 지대치에 대한 인공치관의 적합성이나 탐침에 의한 시각적 관찰 위주로 판단하여 왔다. 코어의 적합도에 관한 측정 기준에 대해서는 여러 연구에서 정의되는 바가 다르다. Holmes 등¹⁸은 지대치의 측면에서 수복물의 내면까지 수직거리를 내부간격이라고 하고 특히 변연부에서의 이것을 변연 간격이라고 정의하였다. 본 연구에서는 코어의 변연과 경석고 다이 변연 사이의 거리를 변연 간격으로 정하였고, 합착 후 다이 측면에서 코어 내면까지의 수직 거리를 내부 변연 간격으로 정하였다.¹⁹ 시편의 연마된 면에서 코어와 다이의 변연 간격을 30배로 측정한 결과 모든 시편에서 변연이 수평적으로 약간 과 연장된 형태를 보였으며, 이는 스캔 과정에서의 오류 또는 가공 과정에서의 절삭 기구의 크기에 의한 원인으로 판단되었으며 모두 임상적으로 문제가 될 만한 정도는 아니었다. 이론적으로 만족할 만한 변연은 필요한 시멘트 피막 후경을 고려하여 25 - 40 μm 이지만 임상적으로는 보철물의 수명을 고려할 때 100 - 200 μm 정도는 수용할 만한 범위에 있다고 보고되고 있다.^{20,21}

CAD/CAM system으로 가공한 보철물의 적합도에 관한 연구를 보면 May 등²²은 Procera Allceram crown의 변연과 측면 적합도를 70 μm 이하로 보고하였고, Tinschert 등²³은 Precident DCS system을 이용하여 alumina와 zirconia로 제작한 도재관의 적합도 연구에서 변연 오차를 60.5 - 74.0 μm 로 보고하였으며, 김 등²⁴은 CAD/CAM system으로 제작된 alumina core의 변연 오차를 각각 76.5 μm , 75.4 μm 으로 서로 유의한 차이가 없었다고 보고하였다. 또한 Valderrama 등¹⁹은 도재 금속관과 방전 가공된 티타늄관의 변연 적합에 대한 비교 연구에서 도재 금속관 47 μm , 티타늄관 61 μm 의 변연 적합을 얻었으며 이들 값에 유의한 차이는 없었다고 하여 CAD/CAM system에 의한 변연 적합이 주조법의 수준에 도달하였음을 보고하였다.

Palomo와 Peden²⁵이 제시한 75 μm 를 기준하였을 때, 본 연구에서는 실험군과 대조군에서 지르코니아 코어의 변연 간격이 평균 $29.67 \pm 6.58 \mu\text{m}$ 와 $36.84 \pm 7.18 \mu\text{m}$ 로 모두 만족스러운 수치를 보였다. 그러나 SEM 사진을 관찰해 보면 변연이 과연장되거나 적합이 잘 되지 않은 부분이 작지만 일부 보이기 때문에 좀 더 완벽한 보철물 제작을 위해서는 가공기계의 가공 정밀성을 높이고, 수축률이 낮으면서 가공성이 용이한 블록의 개발 그리고 지대치 스캔과정의 오차를 낮추어 3차원으로 정밀하게 재현된 모델을 만들려는 노력이 지속적으로 필요할 것이라 사료된다.

결론

본 연구에서 냉간 정수압 성형법으로 제작 한 실험군 블록과 상용제품인 대조군 블록으로 코어와 완전 도재관을 제작하고 적합성을 비교 하여 다음의 결과를 얻었다.

1. 실험군 블록과 대조군 블록의 수축률 비교시 실험군은 19.00 %였고, 대조군 블록의 수축률은 20.09 %였다.
2. 변연 부위의 간격 측정에서 대조군 블록으로 제작한 코어의 값 ($36.84 \pm 7.18 \mu\text{m}$)보다 실험군 블록으로 제작한 코어의 값 ($29.67 \pm 6.58 \mu\text{m}$)이 통계적으로 유의하게 작은 것으로 나타났다 ($P < .05$).
3. 실험군 블록으로 제작한 코어의 도재 축성 전 후의 변연 부위 간격의 측정값은 유의한 차이가 없었다.
4. 내부 측면 간격의 측정에서 실험군 블록으로 제작한 코어에 도재를 축성한 완전도재관의 값 ($32.23 \pm 6.33 \mu\text{m}$)이 대조군 블록으로 제작한 코어와 실험군 블록으로 제작한 코어의 값 ($37.57 \pm 6.81 \mu\text{m}$, $38.14 \pm 6.81 \mu\text{m}$)보다 통계적으로 유의하게 큰 것으로 나타났다.
5. 내부 교합면 부위의 간격 측정 시 대조군 블록으로 제작한 코어의 값 ($45.45 \pm 7.77 \mu\text{m}$)보다 실험군 블록으로 제작한 코어의 값 ($47.58 \pm 5.17 \mu\text{m}$)이 더 크게 나타났고 통계적으로 유의한 차이가 없었다.

상용제품인 대조군과 비교하여 새롭게 제조된 실험군 블록의 적합도는 유의한 차이를 보이지 않았다. 또한 변연 적합도는 실험군에서 더 우수하였으며 완전 도재관 제작을 위한 도재 소성 후 약간 더 향상되는 경향을 보였다. 변연 적합도는 대조군과 실험군 모두에서 임상적으로 허용되는 양호한 수치를 보였다.

참고문헌

1. Seghi RR. Relative flexural strength of six new ceramic materials. Int J Prosthodont 1995;8:239-46.
2. Tinschert J, Mautsch W, Spickermann H, Anusavice KJ. Marginal fit of alumina-and zirconia-based fixed partial dentures produced by a CAD/CAM system. Oper Dent 2001;26:367-74.
3. Sturdevant JR, Heymann HO. Margin gap size of ceramic inlays using second-generation CAD/CAM equipment. J Esthet Dent 1999;11:206-14.
4. Besimo C, Guggenheim R. Marginal adaptation of titanium frameworks produced by Cad/Cam techniques. Int J Prosthodont 1997;10:541-6.
5. Shimizu K, Kumar P, Kotoura Y, Yamamoto T, Makinouchi K. Time-dependent changes in the mechanical Properties of zirconia ceramic. J Biomed Mater Res 1993;27:729-34.
6. Luthardt RG, Sandkuhl O, Herold V, Schnapp JD, Kuhlisch E. Reliability and properties of ground Y-TZP-zirconia ceramics. J Dent Res 2002;81:487-91.
7. Wagner WC. Biaxial flexural strength and indentation fracture toughness of three new dental core ceramics. J Prosthet Dent

- 1996;76:140-4.
8. Meyenberg KH, Scharer P. Zirconia Posts: A new all-ceramic concept for nonvital abutment teeth. *J Esthet Dent* 1995;7:73-80.
9. Donachie MJ. Effects of Pressing on metal powders. *J Metals* 1963;9:849-54.
10. Moon IH. Relationship between compacting pressure, green density and green strength of copper powder compacts. *Powder Metallurgy* 1984;27:80-4.
11. James PJ. Particles deformation during coldisostatic pressing of metal powders. *Powder Metallurgy* 1977;20:199-204.
12. Chantikul P, Anstis GR, Lawn BR, Marshall DB. A critical evaluation of indentation techniques for measuring fracture toughness: II, Strength method. *J Am Ceram Soc* 1981;64:539-43.
13. Shin HS, Kim SG. Comparison of marginal fit before and after porcelain build-up of two kinds of CAD/CAM zirconia all-ceramic restorations. *J Korean Acad Prosthodontics* 2008;46:528-34.
14. Sun WS. How about CIP. *J Ponderous* 1993;9:258-68.
15. Sorensen JA. A standardized method for determination of crown margin. *J Prosthet Dent* 1990;64:18-24.
16. Kay GM, Dongon IL. Factors affecting the seating and fit of complete crowns: A computer simulation study. *J Prosthet Dent* 1986;55:13-8.
17. Holmes JR, Holland GA, Sulik WD. Considerations in measurement of marginal fit. *J Prosthet Dent* 1989;62:405-8.
18. Valderrama S, Gooacre CJ, Munoz CA. A comparison of the marginal and internal adaptation of titanium and gold-platinum-palladium metal ceramic crowns. *Int J Prosthodont* 1995;8:29-37.
19. Wang CJ, Nathanson DN. Effects of cement, cement space, marginal design, seating aid materials, and seating force on crown cementation. *J Prosthet Dent* 1992;67:786-90.
20. Cristensen GJ. Marginal Fit of Gold Casting. *J Prosthet Dent* 1966;16:297-305.
21. May KB, Russell MM, Razzoog ME, Lang BR. Precision of fit: The Procera Allceram crown. *J Prosthet Dent* 1998;80:394-404.
22. Tinschert J, Natt G, Mautsch W SH, Anusavice KJ. Marginal fit of alumina-and zirconia-based fixed partial dentures produced by a CAD/CAM system. *Oper Dent* 2001;26:367-74.
23. Kim DK, Lim JH, Lim HS. On The marginal fidelity of all-ceramic core using CAD/CAM system. *J Korean Acad Prosthodont* 2003;41:20-34.
24. Palomo F, Peden J. Periodontal consideration of restorative procedure. *J Prosthet Dent* 1976;36:387-94.

Adaptability of zirconia core fabricated by cold isostatic pressing

Yoon-Jeong Seo¹, MSD, Kwi-Dug Yun¹, DDS, MSD, Hyun-Seung Kim², PhD, Sang-Won Park^{1*}, DDS, MSD, PhD

¹Department of Prosthodontics, School of Dentistry, Chonnam National University, Gwangju, Korea

²Kuwotech Co. Ltd., Gwangju, Korea

Purpose: The purpose of this study is to fabricate the new zirconia block (CNU block) and to evaluate fit of core and porcelain veneered zirconia crown. **Material and methods:** The experimental blocks were fabricated from the commercial yttria-stabilized zirconia powder (KZ-3YE Type A). The powder was uniaxial pressing and the green bodies were conducted using the Cold Isostatic Pressing. The zirconia blocks were presintered at 1040 °C and the final sintering was performed at 1450 °C. The Kavo Everest ZS blank® (KaVo, Biberach/ Ri β.) was used as a control group. The linear shrinkage of CNU block and Kavo block were compared. Twenty-one cores for porcelain veneered crowns were fabricated with CAD/CAM system (Everest®, Biberach/ Ri β.). Group I: seven cores fabricated from Kavo blocks, Group II: seven cores fabricated from CNU blocks, Group III: seven cores from CNU blocks and porcelain veneering for crowns. All specimens were cemented and sectioned into two planes: diagonal and bucco-lingual. The measurement of the marginal, internal, and occlusal fit was carried out using SEM (S-4800®) at 30 ×. The results were analyzed by one-way ANOVA test. **Results:** The linear shrinkage of the CNU block and the KaVo block was 19.00% and 20.09%. The marginal gap of cores ($29.67 \pm 6.58 \mu\text{m}$) fabricated from CNU blocks showed significantly smaller than that of the cores of Kavo blocks ($36.84 \pm 7.18 \mu\text{m}$) ($P < .05$). The internal gaps of the porcelain veneered crowns ($32.23 \pm 6.33 \mu\text{m}$) were larger than those of the other two groups ($37.57 \pm 6.81 \mu\text{m}$ and $38.14 \pm 6.81 \mu\text{m}$). **Conclusion:** No statistically significant difference was found in between experimental groups and control group. The experimental groups in marginal gap showed significantly smaller than the control group. (*J Korean Acad Prosthodont 2010;48:143-50*)

Key words: Core, Cold isostatic pressing, Marginal fit, Shrinkage, Zirconia

*Corresponding Author: Sang-Won Park

Department of Prosthodontics, School of Dentistry, Chonnam National University, 77 Yongbong-Ro, Buk-gu, Gwang-Ju, 500-757, Korea

+82 62 530 5638: e-mail, psw320@chonnam.ac.kr

Article history

Received April 1, 2010/ Last Revision April 8, 2010/ Accepted April 14, 2010