

Full Zirconia Crown용으로 사용되는 block의 제조사의 굴곡강도와 임상작업후의 굴곡강도에 관한 연구

정 효 경, 곽 동 주
대구보건대학교 치기공과

The Study of Flexural Strength of Full Zirconia Crown using Block after Clinical Work

Hyo-kyung Jung, Dong-Ju Kwak
Dept. of Dental Technology, Daegu Health College

[Abstract]

Purpose: The purpose of this study was to evaluate flexural strength of full zirconia crown using block after clinical work.

Methods: The three point bending test was used to measure the flexural strength of zirconia block. Statistical analysis was done using the Statistical Package for Social Sciences version 19.0 for Windows. As for the analysis methods, the study used analysis of variance, Tukey's test.

Results: The ave Rage value of flexural strengths of WIELAND, Zirkozahn, Hass, D-MAX were 516.2MPa, 612.6 MPa, 566.2MPa, 744.6MPa. The ave Rage value of Surface Roughness of WIELAND, Zirkozahn, Hass, D-MAX were 0.39Ra, 0.33Ra, 0.33Ra, 0.47Ra.

Conclusion: Flexural strength of zirconia block decreased after clinical work. Flexural strength of zirconia block is equal to or higher than flexural strength of dental metal, so zirconia block can be used as dental material.

○Key words : zirconia block, flexural strength

교신저자	성명	정 효 경	전화	053-320-1867	E-mail	hkjung@dhc.ac.kr	
	주소	대구광역시 북구 영송로 15번지 대구보건대학교 치기공과					
접수일	2011. 10. 26		수정일	2011. 12. 22		확정일	2011. 12. 28

I. 서론

지르코니아는 산화 지르코늄(Zirconium Oxide, ZrO₂)의 총칭으로 화학적 안정성, 체적 안정성을 보이며 다형(polymorphic)구조로 상전이 시 발생하는 Transformation toughening 기전에 의한 체적확장에 의해 균열의 진행을 억제하여 기존의 도재에 비해 높은 굴곡 및 파절강도를 갖고 있다(Piconi & Maccauro, 1999; Guazzato et al, 2004). 또한 높은 마모 저항성 및 생체적합성으로 인해 의학영역의 인공 관절 등으로 이용되고 있는 재료로, 이러한 특성을 살려 치과 영역에서도 구치부 전부도재관, 포스트, 임플란트 지대치, 교정용 브라켓 등에 적용되고 있지만, 높은 강도 때문에 통상적인 도재 수복물 제작방법으로는 가공이 어려워 CAD/CAM(computer-assisted design/computer assisted manufacturing)시스템을 이용한 기계적인 절삭을 통해 제작을 하게 된다(서준용 등, 2006).

지르코니아는 상온에서 백색의 고체이고, 융점이 높기 때문에 내열성 재료로 사용되고, 순수 지르코니아는 온도가 상승함에 따라서 1,170℃까지는 단사정(monoclinic), 1,170℃로부터 2,370℃까지는 정방정(tet Ragonal), 그 이상의 온도로부터 녹는점인 2,680℃까지는 입방정(cubic) 상으로 존재하며, 온도를 내리면 다시 입방정, 정방정, 단사정상으로 상변태가 일어난다(Christel et al, 1989). 지르코니아 블록은 정방정 지르코니아 다결정체(TZP)를 블록 형상으로 제작한 것으로서, 완전소결과 반소결 지르코니아가 널리 사용되고 있다(Filser et al, 2003).

치과용 수복물은 치아의 손상된 기능 회복 뿐만 아니라 적절한 심미성을 재현할 수 있어야 한다. 특히 심미성에 대한 관심이 증가하면서 전치부 뿐만 아니라 강한 응력을 받는 구치부에도 치과용 합금보다는 심미성이 우수한 세라믹을 적용하려는 추세로 고강도 세라믹인 지르코니아의 응용범위가 크게 증가하고 있다(Suarez et al, 2004). 하지만, 각 회사에서 제시한 굴곡강도 값으로 치아보철물을 제작했을 때 파절의 가능성이 거의 없어야 함에도 불구하고 임상적 작업 진행도중이나 진행후에 다소의 파절 양상을 보이고 있다. 이는 임상작업중에 생기는 작업환경

의 차이에 따라 굴곡강도에 영향을 줄것으로 생각된다.

이에 본 연구는 3점 굴곡강도(Three point flexural strength) 실험을 적용하여 임상에서 많이 사용되고 있는 full zirconia block의 임상 작업 후에 굴곡강도를 측정하기 위해 시행하였다.

II. 연구 방법

1. 실험재료

Zirconia crown용으로 사용되는 block의 임상적 작업 후에 굴곡강도변화를 관찰하기 위하여 임상에서 가장 많이 사용하는 WIELAND, Zirkozahn, Hass, D-max 4종의 block을 선택하였다. 각 회사의 블록을 5개씩 측정하여 총 20개의 시편을 대상으로 측정하였다(Table 1).

또한, CAD/CAM으로 가공된 면을 가진 시편 3개로 대조군을 만들고, 표면처리한 시편의 표면거칠기 값을 측정하였다.

Table 1. Material of specimens(Flexural strength)

block	manufacturer	N
A1	WIELAND,Germany	5
A2	Zirkozahn, Italy	5
A3	Hass, Korea	5
A4	D-MAX, Korea	5

Table 2. Material of specimens(Surface roughness)

block	manufacturer	N
C	KATANA	3
L1	WIELAND	3
L2	Zirkozahn	3
L3	Hass	3
L4	D-MAX	3

2. 실험방법

1) 시편제작

시편은 Low speed Dia cutting(ISOMET, Buehler Ltd., Lake Bluff, IL., USA)기를 사용하여 29mm×4mm×2mm(n=5)의 직사각형 형태로 제작하였고(Fig 1, 2), 시편

의 final sintering 온도는 1500℃에서 2시간 소성하여 제작하였으며, 시편의 표면거칠기 값을 맞추기 위해 표면 연마기 metaserv 250(Buehler Ltd., Lake Bluff, IL, USA)를 사용하여 표면 연마를 하였다(Fig 3). 그 다음 과정으로 보철물의 완성된 상태와 동일 조건으로 하기위해 표면에 glaze처리를 하였다(Fig 4, 5, 6, 7).

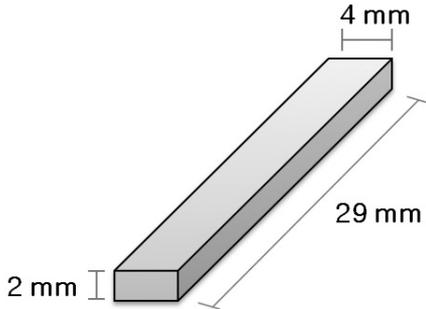


Fig 1. Shape of specimen

2) 3점 굴곡강도 측정

굽힘실험 시 시편 연삭된 표면이 아래쪽을 향하도록 하여 (Fig. 8)에 보는 것과 같이 만능시험기(Model 3343, Instron Inc., Canton MA, USA)로 3점 굽힘 실험을 하였으며 압입속도는 1mm/min으로 하였으며, 굽힘 강도값은 식을 사용하여 계산하였다(Fig 8).

$$\delta = \frac{3Fl}{2bh^2}$$

F: 시편이 파괴될 때의 최대하중
 b: 시편의 너비
 h: 시편의 두께
 l: 하중지지점사이의 거리

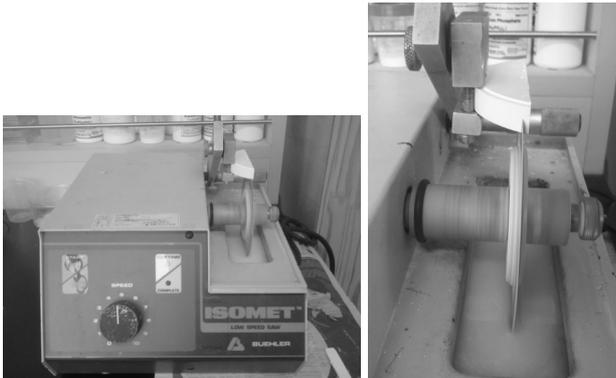


Fig 2. Low speed saw



Fig 3. Metaserv 250

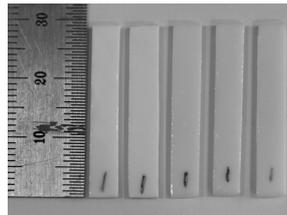


Fig 4. A1 specimens

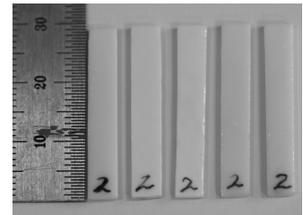


Fig 5. A2 specimens

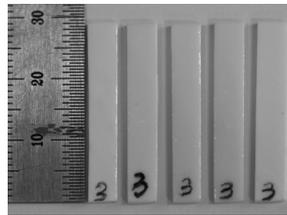


Fig 6. A3 specimens

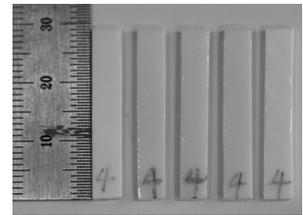


Fig 7. A4 specimens

3) 표면거칠기 값 측정

표면거칠기는 Mitutoyo surfstest SV-400(Mitutoyo Co., Kanagawa, Japan)을 이용하여 측정하였다(Fig 9). 시편의 표면에서 장축방향으로 8mm 이동하면서 표면의 거칠기를 측정하였다. 측정은 시편별로 3차례씩 반복하여 평균값을 구하였다.

4) 통계 처리

통계 처리는 SPSS(Statistical Package for Social Sciences) 19.0 for windows을 이용하여 분석하였다. 각 블록의 굴곡강도에 따른 값의 유의차를 검정하기 위해 일원분산분석(One-way ANOVA)분석과 다중비교분석의 하나인 다중비교검정(Tukey's multiple comparison test)을 시행하였고, 모든 통계는 95%의 유의수준에서 검정되었다.

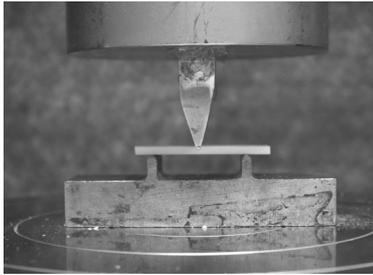


Fig 8. Tool Dynamometer

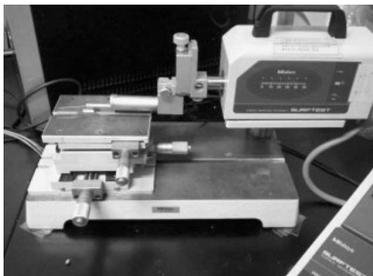


Fig 9. Mitutoyo surfest SV-400

III. 결 과

1. 지르코니아 시편의 표면거칠기

지르코니아 시편의 표면거칠기를 측정한 결과는 다음과 같다(Table 3). C는 0.34Ra를 보였고, L1는 0.39Ra를 보였고, L2는 0.33Ra를 보였고, L3는 0.33Ra를 보였고, L4는 0.47Ra를 보였다.

2. 임상적 작업 후 지르코니아 블록의 굴곡강도

지르코니아 시편의 임상적 작업 후 3점 굴곡시험을 시행하여 하중을 측정한 결과는 다음과 같다(Table 4). A1의 임상적 작업 후 굴곡강도는 516.2MPa으로 감소하였다. A2의 임상적 작업 후 굴곡강도는 612.6MPa으로 감소하였다. A3의 임상적 작업 후 굴곡강도는 566.2MPa으로 감소하였다. A4의 임상적 작업 후 굴곡강도는 744.6MPa으로 감소하였다(Fig 10, 11, 12, 13).

각 군 간의 비교를 위해 One-way ANOVA test를 시행한 결과로 각 군간의 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 5).

Table 3. Surface roughness of each zirconia

cord	mean(Ra)	standard deviation	maximum	minimum
C	.34	.07	.40	.26
L1	.39	.25	.69	.21
L2	.33	.07	.39	.24
L3	.33	.07	.39	.24
L4	.47	.02	.48	.44

Table 4. Flexural strength of each zirconia

cord	flexural strength(MPa)	after clinical work			
		mean(MPa)	standard deviation	minimum	maximum
A1	1200~1400MPa	516.2	153.95	351	667
A2	1200~1400MPa	612.6	119.80	519	808
A3	1200~1400MPa	566.2	135.87	443	772
A4	1200~1400MPa	744.6	237.73	627	1032

Table 5. One-way ANOVA test(Flexural strength)

characteristic	sum of square	df	mean square	F	p
between group	144203.800	3	48067.933		
within group	452114.000	16	28257.125	1.701	.207
Total	596317.800	19			

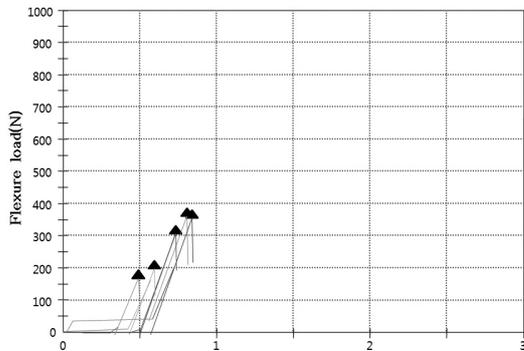


Fig 10. Flexural strength of WIELAND

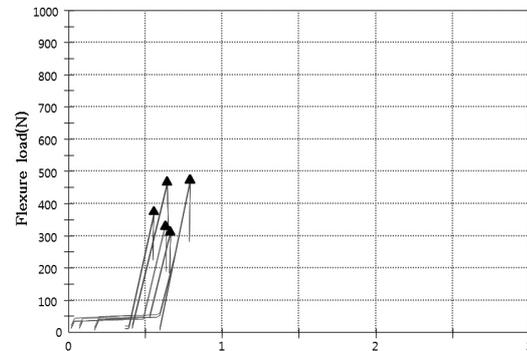


Fig 11. Flexural strength of Zirkozahn

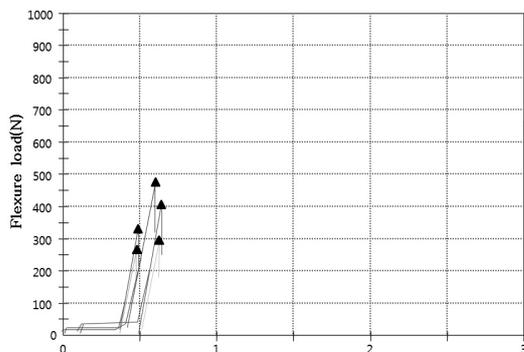


Fig 12. Flexural strength of Hass

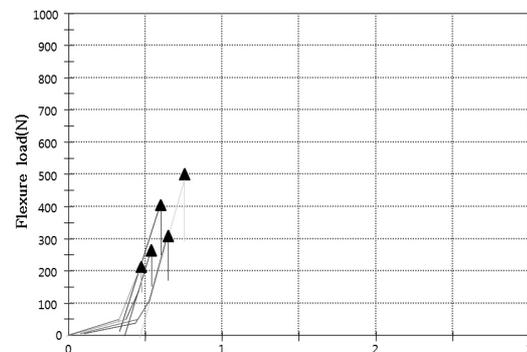


Fig 13. Flexural strength of D-MAX

IV. 고 찰

심미 치과 수복물에 대한 관심은 지속적으로 유지되고 있어서, 치아의 색조를 유사하게 재현함과 동시에 충분한 강도를 가지는 재료와 기구에 대한 연구가 계속되면서 다양한 전부 도재 수복물이 임상에 적용되어 왔으나, 강도 혹은 심미를 모두 충족시키는 재료를 찾기 어려웠다(박지현, 2010). 최근 들어 지르코니아는 이 문제를 해결하는 대안으로 인식되고 있으며 실제로 임상에 널리 적용되고 있다(Abduo et al, 2010).

Witek과 Butler(1986)는 상변태 강화는 지르코니아 입

자가 상변이 경계에 준안정성의 정방정계상으로 존재할 때 가능하며, 이러한 준안정성은 지르코니아 입자의 조성, 입자의 크기와 형태, 첨가되는 산화물의 유형과 양, 다른 결정상의 지르코니아와 공정과정간의 상호작용에 의해 결정된다고 하였다.

Virkar(1986) 등 임상에서 지르코니아의 실패원인은 저온열화 현상과 더불어 가공중 발생하는 결함이 주된 요인으로 지르코니아 소결체는 표면 연삭시 표면의 상이 바뀌면서 구조적인 부피변화를 가져와 강도를 저하시키는 ferroelastic domain switching(FDS) 현상이 발생한다고 보고하였다.

Hang (2008) 등 연삭가공된 직후의 지르코니아와 여러 가지 표면처리 후 지르코니아의 굽힘 강도를 비교한 결과, 연마만 시행한 시편에서 가장 높은 굽힘 강도를 보였고, 50um 크기의 산화알루미늄을 샌드블라스트시에는 강도의 유의한 변화가 없었으나, 120um의 산화알루미늄 샌드블라스트시에는 강도의 유의한 감소가 나타났고, 굴곡강도와 표면거칠기로 표현될 수 있는 표면손상은 강한 상관관계를 나타냈다.

본 연구는 3점 굴곡강도(Three point flexural strength) 실험을 적용하여 임상에서 많이 사용되고 있는 full zirconia block의 임상 작업 후에 굴곡강도가 치과수복용으로 충분한 강도를 갖고 있는지를 측정하기 위해 시행하였다.

본 연구의 한계점은 판상의 시편을 이용하여 지르코니아의 굴곡강도를 평가했다는 점에서 한계가 있으며, 임상 크라운의 형태를 재현한 시편을 이용하여 굴곡강도를 평가하는 연구가 더 필요할 것이다. 연구결과를 고찰해 보면 다음과 같다.

본 실험에서 굴곡강도의 결과는 임상작업 후 굴곡강도가 A1은 516.2MPa, A2은 612.6MPa, A3는 566.2MPa, A4는 744.6MPa으로 제조사가 제시한 굴곡강도보다 현저히 감소하였다. 김명화(2009)의 연구에서는 sand blastig 전보다 열처리 후 강도가 낮아졌음을 알 수 있고, 박재홍(2003)의 연구에서는 건조상태의 Inceram-Zirconia, Celay Zirconia, CAD/CAM Zirconia의 4점 굴곡강도 측정결과의 평균치는 각각 605.6MPa, 669.9MPa, 806.5MPa이었으며 각각은 유의성 있는 차이가 있었고(P<0.05), 피로 부하 후의 각 종류의 굴곡강도는 601.7MPa, 674.9MPa, 806.0MPa로서 각각은 유의성 있는 차이가 있었다(P<0.05). 열 순환처리 후의 각 종류의 굴곡강도는 각각 605.4MPa, 604.2MPa, 791.2MPa이었으며, 이는 각 회사에서 공급한 block의 굴곡강도는 임상작업에서 사용되는 CAD/CAM 장비를 이용한 절삭의 방법 및 세기, 표면의 거칠기, sand blasting 방법, 수분의 유입 및 heating 온도 차이에 따라 굴곡강도가 감소하기 때문이다. 이 연구에서 얻고자 하는 목적은 여러 가지 작업환경의 차이에 따른 변화를 인지하고 임상작업 과정에서 강도의 감소가 최소화 될 수 있도록 작업 환경의 개선 및 작업과정의 기

본 기준을 설정함으로써 안정적인 Full 지르코니아 보철을 만들 수 있을 것이라 본다.

치과 수복용 재료의 특징 중 하나인 강도의 기준보다 같거나 높기 때문에 치과수복용으로 사용하는데 문제가 없을 것으로 사료된다.

V. 결 론

본 연구에서는 현재 임상에서 Full Zirconia crown용으로 사용되는 block(WIELAND, Zirkozahn, Hass, D-MAX)의 임상적 작업후의 굴곡강도를 확인하기 위해 3점 굴곡강도 실험결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. Zirconia block의 표면거칠기 측정결과 L1은 0.39Ra, L2는 0.33Ra, L3은 0.33Ra, L4는 0.47Ra으로 나타났다.
2. 임상작업 후 Zirconia block의 굴곡강도 측정결과 A1은 516.2MPa, A2은 612.6MPa, A3는 566.2MPa, A4는 744.6MPa으로 나타났다.
3. 임상작업 후 Zirconia block의 굴곡강도의 비교를 위해 One-way ANOVA test를 시행한 결과 각 군간의 유의한 차이를 보이지 않았다.

참 고 문 헌

- 김명화. 다양한 표면 처리 방법이 Y-TZP 지르코니아의 미세 구조와 굴곡 강도에 미치는 영향. 전남대학교 대학원 석사학위논문, 2009.
- 박지현. CAD/CAM과 Copy Milling 방법으로 제작한 지르코니아 코어의 변연 적합도에 관한 비교연구. 서울대학교 대학원 석사학위논문, 2010.
- 박재홍. 수종 지르코니아 세라믹의 굴곡강도에 관한 연구. 고려대학교 대학원 석사학위논문, 2003.
- 서준용, 박인임, 이근우. CAD/CAM을 이용한 구치부 전

- 부도재 고정성 국소의치 지르코니아 코어의 연결 부 설계에 따른 파절강도. 대한치과보철학회지, 44(1), 29-39, 2006.
- Abduo J, LYONS K, Swain M. Fit zirconia fixed partial denture: a systemic review. *J Oral Rehabil*, 37(8), 66-76, 2010.
- Christel P, Meunier A, Heller M, Torre JP, Peille CN. Mechanical properties and short-term in-vivo evaluation of yttrium-oxide-partially-stabilized zirconia. *J Biomed Mater Res*, 23(1), 45-61, 1989.
- Filser F, Kocher P, Gauckler LJ. Net-shaping of ce Ramic components by direct ce Ramic machining. *Assembly Autom*, 23(1), 382-390, 2003.
- Guazzato M, Albakry M, Ringer SP, Swain MV. Strength, f Racture toughness and microstructure of a selection of all-ce Ramic materials. Part I. Pressable and alumina glass-infiltrated ce Ramics. *Dent Mater*, 20(1), 441-448, 2004.
- Hang Wang, Moustafa N, Aboushelib, Albert J. Feilzer. Strength influencing variables on CAD/CAM zirconia frameworks. *Dental materials*, 24(1), 633-638, 2008.
- Piconi C, Maccauro G. Review zirconia as a ce Ramic biomaterial. *Biomaterials*, 20(1), 1-25, 1999.
- Shimizu K, Oka M, Kumar P, Kotou Ra Y, Yamamuro T, Makinouchi K. Time-dependent changes in the mechanical properties of zirconia ce Ramic. *J Biomed Mater Res*, 27(7), 29-34, 1993.
- Suarez MJ, Lozano JF, Paz Saliod M, Maritinez F. There year clinical evaluation of In-Cream Zirconia posterior FPDs. *Int J Prosthodont*, 17(6), 35-38, 2004.
- Virkar AV, Matsumoto RLK. Ferroelastic Domain Switching as a Toughening Mechanism in Tet Ragonal Zirconia. *J Am Ceram. Soc*, 69(1), 244-260, 1986.
- Witek SR, Butler EP. Zirconia particles coarsening and the effect of zirconia additions on the mechanical properties of certain commercial aluminas. *J Am Ceram Soc*, 69(1), 523-529, 1986.