

## Hybrid-Ceramic Crown과 금속 도재관의 파절강도 비교

전남대학교 치과대학 치과보철학교실

구철희 · 양홍서

### I. 서 론

1956년 금속 도재관이 개발된 이래 금속 도재관은 도재의 심미성과 금속 구조물로부터 얻을 수 있는 강도로 인해 치과 보철 치료 분야에 있어서 널리 사용되어 왔다.<sup>1)</sup> 그러나 도재에 의한 대합치의 마모, 상대적으로 어려운 기공과정, 비싼 기공료, 도재 파손으로 인한 재수복, 레진을 이용한 구강 내 보수의 어려움 및 금속 구조물에 따른 심미성 저하 등이 지적되어 왔다. 특히 금속 구조물은 빛의 투과를 차단하여 자연치와 유사한 투명도를 얻기 어렵고 치관 변연부에 금속이 보일 수 있는 단점을 가질 수 있다.

이러한 금속 도재관의 심미성을 극복하기 위해 금속 하부구조물을 사용하지 않는 완전 도재관의 개발이 이루어졌다.<sup>2)</sup> 1984년 미국의 코닝사에 의해 도재관(Dicor<sup>®</sup>)이 개발되었으며<sup>3)</sup> 1988년 내화성 매몰재 모형상에서 도재를 직접 축조 및 소성하는 도재관(Hi-Ceram<sup>®</sup>, Optec HSP<sup>®</sup>)이 소개되었으며<sup>4)</sup> 1989년 알루미늄 코어를 사용하여 강도를 크게 보강시킨 도재관(In-Ceram<sup>®</sup>)이 개발되었으며<sup>5)</sup> 1990년에는 자연치와 유사한 투명도를 가질 수 있는 도재관(IPS-Empress<sup>®</sup> system)이 Liechtenstein Ivoclar 사에 의해 개발되었다.<sup>6)</sup> 그러나 완전 도재관은 뛰어난 심미성을 가진 반면 제작 과정이나 기능 중에 발생하는 미세 결함의 성장에 의해 금속 도재관에 비해 강도가 더 떨어지므로 쉽게 파절될 수 있는 단점이 있다.

복합레진은 직접법으로 전치부를 심미적으로 수복

시키는데 주로 사용되어 왔으나 지속적인 물성 개선을 통하여 구치부에도 사용이 가능하고 간접법으로 제작이 가능하며 마모저항성이 높고 여러 재료에 접착이 가능한 새로운 제 2세대 간접 복합레진이 개발되었다. 이것은 microhybrid형 복합레진으로 세라믹 필러를 고밀도로 함유하고 있기 때문에 ceromer, hybrid-ceramic과 같은 용어로 불리고 있다.<sup>7,8)</sup> 현재 시판되고 있는 hybrid-ceramic의 종류로는 Artglass<sup>®</sup>, Sculpture/Fibrekor<sup>®</sup>, Columbus<sup>®</sup>, Targis/Vectris<sup>®</sup>, BelleGlass HP<sup>®</sup> 등이 있다.<sup>8,11)</sup> 제 1세대 간접 복합레진에 비해서 hybrid-ceramic의 압축강도와 인장강도는 30~40%, 굴곡강도는 80%, Vickers경도는 3배 정도 향상되었으며, 도재와 비교해 보았을 때 압축강도는 1/2, 인장강도는 4배, 굴곡강도는 120~160MPa로서 2~3배, Vickers경도는 약 1/4배 정도 임이 보고되고 있다. Hybrid ceramic의 필러 함량은 무게의 70~80%로서 제 1세대 간접 복합레진의 함량(30~50%)보다 높고 최소의 중합 수축률을 보인다. 또한 마모 저항성은 범랑질과 비슷하여 대합되는 자연치에 대해서 극히 적은 마모를 일으키는 장점을 갖고 있다.<sup>8,11)</sup>

일반적으로 치과용 수복 재료는 구강 내에서 교합력을 견딜 수 있는 충분한 강도를 가져야한다. 여러 문헌에서 사람의 교합력과 비교하여 금속 도재관 또는 완전 도재관에 대한 파절강도를 측정 한 실험은 많이 보고되고 있으나<sup>12-15)</sup> hybrid-ceramic들은 여러 가지 물리적 성질과 몇몇의 임상 증례가 보고되었을 뿐<sup>7-11)</sup> 임상 상황에 맞게 crown을 제작하여 파절강도

를 측정하는 실험은 보고되고 있지 않다.

본 연구는 현재 시판되고 있는 hybrid-ceramic인 Artglass®, Sculpture®, Targis®로 제작된 crown의 파절강도를 알아보기 위해 금속 도재관을 대조군으로 하여 파절강도를 측정하고 파절양상을 비교하기 위하여 시행하였다.

## II. 연구재료 및 방법

### 1. 연구재료

본 실험에서 금속 도재관은 비귀금속 합금으로 Rexillium III®(Jeneric Pentron, USA)와 도재로는 Noritake®(Noritake, Japan)를 사용하였고 hybrid ceramic으로는 Artglass®(Heraeus Kulzer, Germany), Sculpture®(Jeneric Pentron, USA), Targis®(Ivoclar-Vivadent, Liechtenstein)를 사용하였다(Table I).

### 2. 연구방법

#### 가. 실험군의 분류

대조군으로 금속 도재관을 사용하였고 실험군으로 Artglass®(Heraeus Kulzer, Germany), Sculpture®(Jeneric Pentron, USA), Targis®(Ivoclar-Vivadent, Liechtenstein)를 사용한 전장관을 각 군당 10개씩 제작하였다.

#### 나. 시편 제작

##### (1) 실험용 주모형의 제작

상악 중절치의 경질 레진치(Nissin dental products INC. Japan)에 고속의 다이아몬드 바를 사용하여 hybrid-ceramic crown을 위한 치아 삭제를 시행하였다. 절단연을 약 2mm, 순측과 설측을 약 1.5mm, 그리고 변연부를 약 1mm 삭제하여 전방에서 측정시 측벽 경사 4°, 높이 6mm, 치경부 폭경 5mm, 변연 1mm shoulder가 되도록 하였고 측방에서 측정시 측벽 경사 8°, 높이 7mm, 치경부 폭경 7mm, 변연 1mm shoulder가 되도록 하였다. 또한 cavosurface angle이 90°가 되도록 치아를 삭제하였다.

실리콘 인상재(Exaflex, GC America, Japan)를 이용하여 인상 채득한 후 인레이 왁스를 이용하여 기

**Table I.** Materials used in the present experiment

Materials	Types	Manufacturers
Artglass®	Hybrid-ceramic	Heraeus Kulzer
Sculpture®	Hybrid-ceramic	Jeneric Pentron
Targis®	Hybrid-ceramic	Ivoclar-Vivadent
Rexillium III®	PFM alloy	Jeneric Pentron
Noritake®	Ceramic®	Noritake



**Fig. 1.** Labial and proximal views of the master die.

본 모형을 복제하였다. 일반적인 주조방법으로 니켈 크롬 합금(Rexillium III®, Jeneric Pentron, USA)을 사용하여 총 10개의 실험용 금속 모형을 제작하였다. 주조 후 예리한 선각은 러버휠로 마무리하고 50µm의 산화 알루미늄 분말을 분사하여 표면 처리하였다(Fig. 1).

##### (2) 형판의 제작

각각의 crown 두께를 표준화하기 위해 가철성 형판(template)을 제작하였다. 실험용 금속 모형 상에 아크릴릭 레진(Jet, Lang, USA)을 이용하여 crown을 제작하고 crown의 두께를 Boley gauge를 이용하여 절단연은 약 2mm, 순측과 설측은 약 1.5mm, 변연부는 약 1mm가 되도록 조정하였다. 그 후 putty type의 실리콘 인상재를 아크릴릭 레진 crown에 적용하여 굳힌 후 순측과 설측으로 예리하게 절단하여 가철성 형판으로 사용하였다(Fig. 2).

##### (3) Crown의 제작

각 군당 10개씩 총 40개의 crown을 제작하였다. 실험용 금속 모형으로부터 실리콘 인상재와 초경석고



Fig. 2. Silicone templates for standardization of crowns.

를 이용하여 각 군당 10개씩 총 40개의 석고 모형을 제작하였다. 각각의 crown 두께를 표준화하기 위해 가철성 형판과 Boley gauge를 이용하여 incisal 1/3은 2mm, 나머지 부위는 1.5mm의 균일한 두께를 갖도록 제작하였다. 금속 도재관의 제작시 metal coping의 두께는 0.4mm로 하였다. 각각의 crown 제작은 제조회사의 지시사항을 준수하였다.

#### (4) Crown의 접착

제작된 각각의 전장관은 hybrid glass ionomer cement(Protec CEM, Ivoclar-Vivadent, Germany)를 사용하여 제조 회사의 지시에 따라 금속 모형상에 접착하였다. 먼저 crown 내면에 silane처리를 하였고 Protec CEM<sup>®</sup> cement를 얇게 도포한 후 금속 모형에 위치시켜 일정한 수지압을 가하였다. 접착이 완료된 crown은 36℃ 증류수에 24시간 보관하였다.

#### 다. 파절강도의 측정과 파절양상의 관찰

Crown이 접착된 금속모형은 만능 물성 시험기(STM-5<sup>®</sup>, United Calibration Co., USA)의 loading stylus와 130°를 이룰 수 있도록 아크릴릭 레진에 매몰하여 고정하였다. 그 후 매몰된 금속모형은 다시 testing jig에 고정하였다. 직경이 7mm인 강화된 스테인레스 스틸로 된 loading stylus를 사용하여

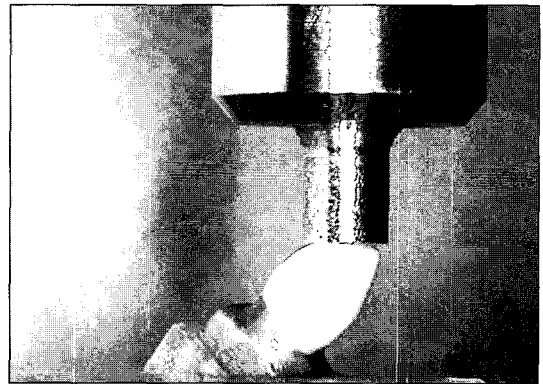


Fig. 3. Photograph of loading condition showing 130° angulation between loading stylus and specimen.

절단면에 하중을 가하였다. 500Kg의 load cell을 이용해 cross-head speed를 1mm/min으로 하여 crown이 파절될 때까지 압축하중을 가하였고 각각의 군에서 파절양상을 관찰하였다(Fig. 3).

#### 라. 통계 처리

윈도우용 SPSS 8.0 프로그램을 이용하여 통계처리를 시행하였다. 각 군간의 비교분석은 단일변량 분산분석(One-way analysis of variance)과 Tukey HSD 다중비교 검정으로 처리하였다.

### Ⅲ. 연구 성적

#### 1. 파절강도

대조군인 금속 도재관군에서 평균  $131.7 \pm 22.0$ Kgf로 가장 큰 파절강도를 나타내었으며 3종의 실험군의 파절강도는 Artglass군에서 평균  $57.5 \pm 9.5$ Kgf, Sculpture군에서  $62.7 \pm 12.2$ Kgf, 그리고 Targis군에서  $60.2 \pm 10.1$ Kgf로 서로 비슷하게 나타났다(Table II, Fig. 4).

One-way ANOVA test와 Tukey 다중 비교 검정의 결과 대조군은 3종의 실험군에 대해 통계적으로 유의한 차이가 있었으며 3종의 실험군 사이에서는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다( $p < 0.05$ ) (Table III, IV).

**Table II.** Fracture strength of experimental specimens(Kgf)

Number	Artglass	Sculpture	Targis	Metal-Ceramics
1	45.8	59.4	78.2	125.3
2	55.5	73.1	59.3	159.5
3	59.7	50.6	54.5	118.7
4	66.3	78.5	73.3	127.8
5	73.8	64.8	52.2	122.7
6	60.8	66.5	61.6	137.5
7	40.7	47.2	57.1	119.9
8	61.6	45.8	43.0	130.8
9	54.2	61.5	63.6	98.3
10	56.7	79.8	58.7	176.5
MEAN	57.5	62.7	60.1	131.7
SD	9.5	12.3	10.1	22.0

\* SD : standard deviation

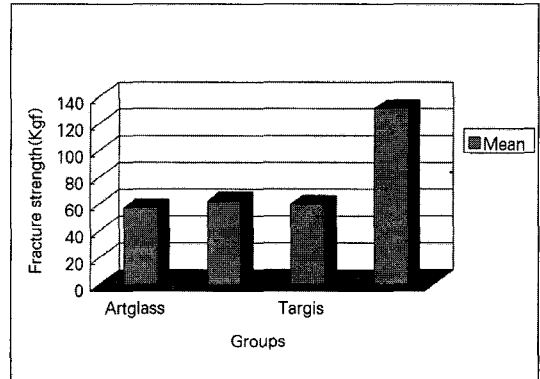
**Table III.** Results of one-way ANOVA test for fracture strength among 4 groups

	Sum of squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	38556.294	3	12852.098	62.076	.000
Within Groups	7453.390	36	207.039		
Total	46009.684	39			

#### 2. 파절양상

대조군인 금속 도재관의 파절양상은 하중이 가해진 절단면 직하방의 근심 또는 원심쪽 1/4정도의 도재가 금속 도재 결합부에서 떨어져 나가는 양상을 보였다. 그러나 대부분에서 치경부쪽 도재는 파절되지 않고 남아 있었다(Fig. 5).

3종의 실험군에서 파절양상은 hybrid-ceramic들의 상품에 따라 차이가 나타나지 않았다. 3가지 군에서 모두 유사하게 하중이 가해진 절단면 직하방으로 수직적인 파절선이 나타났으며 전장관의 파절은 변연부위까지 일어나 파절을 중심으로 파절편이 금속 모형에서 순면과 설면이 분리되는 파절양상을 보였다(Fig. 6~8).



**Fig. 4.** Bar graph shows fracture strength of experimental specimens(Kgf).

**Table IV.** Results of Tukey multiple comparisons among 4 groups

(I)MATERIAL	J)MATERIAL	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95%Confidence interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Targis	Artglass	2.6400	6.435	.976	-14.6908	19.9708
	Sculpture	-2.5700	6.435	.978	-19.9008	14.7608
	Metal-Ceramic	-71.5500*	6.435	.000	-88.8808	-54.2192
Artglass	Targis	-2.6400	6.435	.976	-19.9708	14.6908
	Sculpture	-5.2100	6.435	.849	-22.5408	12.1208
	Metal-Ceramic	-74.1900*	6.435	.000	-91.5208	-56.8592
Sculpture	Targis	2.5700	6.435	.978	-14.7608	19.9008
	Artglass	5.2100	6.435	.849	-12.1208	22.5408
	Metal-Ceramic	-68.9800*	6.435	.000	-86.3108	-51.6492
Metal-Ceramic	Targis	71.5500*	6.435	.000	54.2192	88.8808
	Artglass	74.1900*	6.435	.000	56.8592	91.5208
	Sculpture	68.9800*	6.435	.000	51.6492	86.3108

\* The mean difference is significant at the .05 level.

#### IV. 총괄 및 고찰

전치부 심미 보철 분야에 있어서 지금까지 널리 사용되어왔던 금속 도재관은 심미성과 금속의 유해성에 대한 비판이 커짐에 따라 금속을 사용하지 않는 수복용 재료의 개발이 시도되어 왔다.<sup>2,17)</sup> 그 결과 심미성과 생체 친화성이 향상된 여러 종류의 도재관이 개발되었다.<sup>3,6)</sup> 그러나 완전 도재관은 뛰어난 심미성을 가진 반면 강도가 약해 쉽게 파절될 수 있으며 파절 시 수리가 어렵고 높은 제작비용, 긴 작업시간, 대합치를 마모 그리고 기공과정이 어렵다는 단점이 있다.<sup>19,20,37)</sup> 최근에 기존의 복합 레진에 필러 함량을 증가시켜 복합레진의 강도를 크게 증가시킨 새로운 재료들이 개발되었다.<sup>8-11)</sup> 이들은 polymerceramic material, ceramic optimized polymer, polymer glass ceramic, ceromer, hybrid ceramic 등의 여러 가지 용어로 불리고 있는데 아직까지 통일된 용어는 없는 실정이다.<sup>10)</sup> 이들은 제 2세대 간접 복합레진으로 필러 함량이 전체 무게의 70~80%로 증가되어 제 1세대 간접 복합레진에 비해 압축 강도와 인장강도에서 30~40%, 굴곡강도에서 80%, Vickers경도에서 3배정도 향상되었으며 일반적인 광중합 외에 열, 질소가스, 진공, 압력 등에 의해 중합시킴으로써 최소의 중합 수축률을 보인다.<sup>43-45)</sup> 또한 자연치의 상아 질층과 유사한 탄력성과 투명도, 자연치와 비슷한

마모도, 구강 내에서 보수의 용이함, 그리고 작업시간과 기공과정이 비교적 단순하다는 여러 가지 장점을 가져 복합 레진과 도재가 가질 수 있는 모든 장점을 살리는 것이 가능해졌다.<sup>7)</sup>

이번 연구는 국내에서 사용되고 있는 3종의 hybrid-ceramic들을 사용하여 crown을 제작하고 임상에서와 같은 상황을 재현하여 파절강도를 알아보기 위하여 시행되었다. 따라서 인간 치아의 크기와 형태가 유사한 상악 중절치의 경질 레진 치아를 선택하여 임상에서와 같은 방식으로 hybrid-ceramic crown을 위한 치아 삭제제를 시행하였고<sup>16)</sup> 이를 인레이 왁스로 복제, 주조하여 10개의 균일한 크기의 금속모형을 제작하였다. 접착용 시멘트는 hybrid glass ionomer cement인 Protec CEM<sup>®</sup>을 사용하였는데 이는 Ivoclar-Vivadent사에서 최근에 개발된 시멘트로 hybrid-ceramic crown의 접착에 사용 가능하므로 본 연구에 사용하였다.<sup>46)</sup>

접착된 crown은 증류수에 24시간동안 포화시킨 후 파절시킴으로써 구강 내 상황을 유사하게 재현하도록 시도하였다. 이번 실험에서 사용된 수직하중은 치아의 장축에 대해 130°로 수행되었다. 이러한 각도는 상악 중절치와 하악 중절치가 이루는 각도를 반영한 것인데 기능 시 절단부에 수직으로 하중이 가해지는 경우는 드물며 절치간 각도인 130° 정도의 경사하중을 주는 것이 더 의미 있다고 생각되었기

때문이다. 또한 실험조건을 표준화하기 위해 형판을 이용하여 균일한 두께의 crown을 제작하고 이를 동일한 크기의 금속 모형에 접착시켜 파절강도를 측정하였다. 이러한 측정치는 임상의 경우와 다소 다를 수 있는데 자연치에 있어서는 접착에 의해 전장관이 법랑질 및 상아질의 산부식에 의해 얻어진 미세한 요철구조와 물리적으로 결합하며 시멘트의 종류에 따라서 화학적 결합을 이룰 수 있으므로 금속모형상과는 다른 결과가 나올 수 있을 것으로 생각된다.

Crown의 성공에 대한 가장 기본적인 요구 사항은 기능 운동 시 그 하중에 의해 파절되지 않는 충분한 파절강도를 갖는 것이다.<sup>19,20)</sup> 일반적으로 재료에 대한 강도를 알아보기 위해서 굽힘강도를 측정한다. 그러나 test bar를 통해 얻은 굽힘강도들이 전장관의 파절강도를 바로 대변하지는 못한다.<sup>29,30)</sup> 이미 측정된 여러 hybrid-ceramic material의 굽힘강도를 볼 때 어느 정도의 차이를 나타냈는데 그 이유는 여러 재료의 강도가 매우 조정하기 힘든 다양한 요소에 의해 그 측정치가 다르게 나타날 수 있기 때문이다. 또한 접착용 시멘트의 종류가 crown의 파절강도에 많은 영향을 주기 때문에 실물 크기의 crown을 제작하여 모형에 시멘트로 접착한 후의 파절강도를 측정하는 파절실험이 더 큰 의미가 있으리라 생각된다. 따라서 본 실험에서는 이러한 파절실험을 통해 파절강도를 비교하였다.

인간의 평균적인 교합력을 볼 때 일반적으로 치아의 교합력은 40N이고 대합치와의 최대 교합력은 평균 245N에서 540N정도이다.<sup>32)</sup> 인간의 교합력에 대한 이전 연구의 결과는 매우 다양하다. Kiliaridis 등<sup>33)</sup>은 교합력이 본질적으로 인간의 나이, 성, 안모 형태에 따라 다르다고 하였으며 Waltimo와 Kononen<sup>34)</sup>은 남자에서 절치의 최대 교합력을 263N, 여자에서 243N이라 하였다. Gibbs 등<sup>35)</sup>은 교합력은 정상적인 chewing 동안 263N 그리고 연하 시에 297N이라고 하였다. 다른 연구에서 인간의 최대 교합력은 200~3500N 까지 도달한다고 보고하였고 성인의 대구치 부위는 약 400~800N, 소구치 부위는 300N, 견치 부위는 200N, 전치부위는 약 150N의 교합력을 받는다고 보고하였으며 인간은 보통 저작과 연하 시에 하루 500번 정도의 치아접촉이 이루어진다고 보고하였다.<sup>36)</sup>

도재 수복물의 강도에 관한 연구는 국, 내외적으로

비교적 활발히 진행되어 왔다.<sup>21-28)</sup> 임상적으로 도재관의 파절강도는 삭제된 치아의 외형, 삭제량, 도재관의 재료, 치아와 수복물 간의 접착방법 및 도재관에 전달되는 힘의 상태에 따라 영향을 받는다. 삭제된 치아의 외형은 도재관에 가해진 힘의 분산에 영향을 주며 도재관의 강도는 치아와의 접착방법, 도재관의 두께, 가해진 힘의 방향, 파절강도 측정 시 힘이 전달되는 실험기구의 반경 등에 영향을 받는다.<sup>38-40)</sup> Gardner 등<sup>31)</sup>은 금속 변연과 도재 변연을 갖는 금속 도재관에서 파절강도를 연구하였고 Grey 등<sup>18)</sup>은 금속 도재관과 완전 도재관의 파절강도를 비교하였다. Miller 등<sup>42)</sup>은 금속 도재관과 수종의 완전 도재관의 파절강도 비교를 위해 4가지 형태의 전치부 치관에서 절단면에 가해진 힘에 대한 파절저항을 연구하였는데 금속 도재관이 완전 도재관(360psi)보다 유의하게 더 높은 값(720psi)에서 파절됨을 보고하였다. 또한 완전 도재관을 레진 시멘트로 접착시 더 높은 파절강도를 보일 것이라고 예측하였다. Neiva 등<sup>41)</sup>은 완전 도재관인 IPS-Empress®, In-Ceram®, Procera-AllCeram®의 파절강도를 비교하였는데 이들 완전 도재관의 파절강도는 194Kgf에서 222Kgf으로 유의한 차이가 없다고 하였다. 또한 국내에서도 백과 양<sup>22)</sup>이 수종의 완전 도재관의 파절강도에 관한 연구를 하였는데 복합 레진 시멘트 접착군에서 In-Ceram 도재관은 52.58Kgf, Empress 도재관은 50.42Kgf, Dicor 도재관은 42.75Kgf의 파절강도를 가지며 복합 레진 시멘트 접착군이 클래스 아이오노머 시멘트 접착군보다 파절강도가 더 크게 나타남을 보고하였다. 다른 연구에서 김 등<sup>23)</sup>은 IPS-Empress®도재관에서 변연 형태에 따른 파절강도를 연구하였으며 임<sup>21)</sup>은 In-Ceram® 도재관에 있어서 접착제 종류에 따른 변연적합도와 파절강도에 관해 연구하였다.

이와 같은 여러 연구들을 기초로 하여 이번 연구에서는 현재 임상적으로 사용되고 있는 3종의 hybrid-ceramic crown들을 제작하여 임상 상황과 유사하게 재현하여 파절강도를 측정하였다. 본 연구에서 파절강도의 측정 결과 metal ceramic 군에서 평균 131.7 ± 22.0Kgf로 가장 큰 파절강도를 나타내었으며 3종의 실험군은 Artglass군에서 평균 57.5 ± 9.5Kgf, Sculpture군에서 62.7 ± 12.2Kgf, 그리고 Targis군에서 60.2 ± 10.1Kgf로 3종의 hybrid-ceramic crown의

## V. 결 론

파절강도는 금속 도재관에 비해 통계적으로 유의하게 낮았으며 3종의 hybrid-ceramic crown내에서의 파절강도는 서로 비슷하였다. 그러나 평균적인 인간의 전치부 교합력에 비해서는 3종에서 모두 다 더 높은 파절강도를 보였으며 완전 도재관에 비교할 만 하였다.

파절양상에서 hybrid-ceramic crown들은 주로 하중이 가해진 곳에서 순면 치경부까지 파절선이 이어져 순측과 설측을 분리시키는 파절양상을 나타냈으며 거의 대부분에서 균열의 생성과 파절이 동시에 일어나는 single-phase failure의 형태를 보였다. 또한 Artglass군에서 3개, Targis군에서 1개의 cohesive failure의 형태를 보였고 나머지는 adhesive failure의 형태를 보였다. 이러한 파절양상은 이전에 연구된 완전 도재관의 파절양상과 유사한데 Dickinson 등<sup>24)</sup>의 완전 도재관 파절 연구에서도 이와 유사한 파절양상을 보고하였다. 금속 도재관의 파절양상도 대부분 single-phase failure의 형태를 보였지만 파절면에 있어서는 주로 근심이나 원심쪽 1/3 정도의 도재가 금속 도재 결합부에서 떨어져 나가는 양상을 보였다. 금속 도재관과 완전 도재관의 파절양상에 관한 연구에서 Castellani 등<sup>25)</sup>은 완전 도재관의 경우 crack의 파급양상이 금속 도재관과는 다른 경로를 따른다고 하였으며, 완전 도재관에서 crack은 다공성 층에서 시작되어 전체 두께로 쉽게 확산되는데 이는 도재가 근본적으로 깨지기 쉬운 성질을 가지기 때문이라고 하였다. 이에 반해 금속 도재관은 도재가 완전히 파절되었을 때에도 하부 금속에 부착되어 있는 경향을 보이는데 이러한 양상은 근본적으로 하부구조 재료의 성질 즉, Young's modulus, 두께, 다공성 및 형태적 특성 등에 따른 것으로 보인다고 하였다. 이번 연구결과 hybrid-ceramic crown의 파절양상이 완전 도재관과 같은 양상으로 파절되었는데 이러한 원리가 반영되었을 것으로 생각된다.

이상과 같은 결과에서 새로 개발된 hybrid-ceramic crown은 심미성을 가진 새로운 수복재료로써 완전 도재관에 비교 할만한 강도, 적은 마모율, 낮은 제작비용, 기공의 간편함을 갖고 있어 심미적인 요구가 강한 경우에서 점차로 그 사용범위가 커질 것으로 보인다. 그러나 실제 임상 상황 하에서의 강도와 보철물의 수명은 예측이 불가능하며 변색정도, 체적 안정성에 관한 연구가 더욱더 진행되어야하며 장기간의 임상적 연구가 필요할 것으로 생각된다.

최근에 소개된 3종의 hybrid-ceramic의 파절강도를 알아보기 위하여 금속 도재관을 대조군으로 하여 각 군마다 균일한 크기의 crown을 제조회사의 지시에 따라 각각 10개씩 제작하였다. Crown의 규격을 표준화하기 위해 putty type의 실리콘 인상재를 사용하여 가철성 형판을 제작하였으며 제작된 40개의 crown은 hybrid glass ionomer cement로 금속 모형에 정착하였다. 정착된 각각의 crown은 36℃ 증류수에 24시간 보관 후 만능 물성 시험기를 이용하여 금속 모형의 장축과 130°로 수직 하중을 가하여 파절강도를 측정하고 파절양상을 관찰하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 3종의 hybrid-ceramic crown의 파절강도는 Artglass®에서  $57.5 \pm 9.5$ Kgf, Sculpture®에서  $62.7 \pm 12.2$ Kgf, 그리고 Targis®에서  $60.2 \pm 10.1$ Kgf로 유의한 차이가 없었다.
2. 3종의 hybrid-ceramic crown의 파절강도는 금속 도재관의 파절강도( $131.7 \pm 22.0$ Kgf)보다 약 50%정도 낮았다.
3. 금속 도재관은 근심이나 원심쪽의 금속 도재 결합부에서 도재가 부분적으로 떨어져 나가는 파절양상을 보였다.
4. Hybrid-ceramic crown은 하중이 가해진 곳에서 치경부까지 파절선이 이어져 순측과 설측이 분리되는 파절양상을 보였다.

이상의 결과에서 이번 연구에 사용된 3종의 hybrid-ceramic crown의 파절강도는 금속 도재관의 파절강도와 비교 시 50%정도로 낮기 때문에 임상에 적용 시 기준에 맞게 신중하게 적용해야 할 것으로 생각된다.

## REFERENCES

1. Christensen GJ, The use of porcelain-fused-to-metal restorations in current dental practice. A survey. J Prosthet Dent 1986;56:1-3.
2. Probst L, Compressive strength of two modern all-ceramic crowns. Int J Prosthodont 1992;5:409-414.

3. Adair PJ, Grossman DG, The castable ceramic crown. *Int J Periodont Rest Dent* 1984;2:33-45.
4. Optec HSP laboratory technique manual. Jeneric pentron inc Wallingford Conn. 1988.
5. Sadoun M, All ceramic bridges with the slip casting technique. presented at the 7th International Symposium on Ceramics Paris September 1988.
6. Beham G, IPS-Empress : A new ceramic technology. Ivoclar-Vivadent report 6 1990:1-13.
7. Touati B, Aidan N, Second generation laboratory composite resins for indirect restorations. *J Esthet Dent* 1997;9:108-18.
8. Krejci I, Boretti R, Lutz F, Giezendanner P, Adhesive crowns and fixed partial dentures of optimized composite resin with glass fiber-bonded framework. *Quint Dent Tech* 1999:107-27.
9. Fuhrer N, Restoring posterior teeth with a novel indirect composite resin system. *J Esthet Dent* 1997;9:124-30.
10. Armstrong DJ, Kimball D, Fiber-reinforced polymerceramic fixed partial dentures in the esthetic zone. : A clinical and laboratory case perspective. *Quint Dent Tech* 1999:95-106.
11. Takashi Nakamura, Kazunobu Yamada, Takao Maruyama, Clinical application of a newly developed hybrid ceramic composite for posterior prostheses. *Quint Dent Tech* 1999:83-93.
12. Kelly JR, Giordano R, Pobir R, Michael J, Fracture surface analysis of dental ceramics. : Clinically failed restorations. *Int J Prosthodont* 1990:3:430-40.
13. Dickinson AJT, A comparative study of the strength of aluminous porcelain and all ceramic crowns. *J Prosthet Dent* 1989: 61:297-304.
14. Josephson BA, Schulman A, Dunn ZA, Hurwitz W, A compressive strength study of an all-ceramic crowns. *J Prosthet Dent* 1985:53:301-3.
15. Josephson BA, Schulman A, Dunn ZA, Hurwitz W, A compressive strength study of complete ceramic crowns. Part II. *J Prosthet Dent* 1991:6:388-91.
16. Argue JE, The preparation of the tooth for porcelain jacket crowns. *J Am Dent Assoc* 1930:17:1259.
17. Cambell SD, A comparative strength study of metal ceramic and all-ceramic esthetic materials. : Modulus of rupture. *J Prosthet Dent* 1989:62:476-9.
18. Grey NJA, Pidcock V, Wilson MA : In vitro comparison of conventional crowns and a new all-ceramic system. *J Dent* 1993:21:47-51.
19. Hondrum SO, A Review of the strength properties of dental ceramics. *J Prosthet Dent* 1992:67:859-65.
20. Johnston WM, O'Brien WJ, The shear strength of dental porcelain. *J Dent Res* 1980:59:1409-11.
21. 임주환, 접착재의 조류에 따른 In-Ceram 도재관의 변연적합도와 파절강도에 관한 연구. *대한치과보철학회지* 1998:36:888-98.
22. 백승진, 양재호, 수중 전부도재관의 파절강도에 관한 비교연구. *대한치과보철학회지* 1995: 33:611-33.
23. 김현수, 주태훈, 오상천, 동진근, IPS-Empress 도재관의 변연형태에 따른 파절강도에 관한 연구. *대한치과보철학회지* 1997: 35:296-307.
24. Dickinson AJG, Moore BK, Harris RK, Dykema RW, A comparative study of the strength of aluminous porcelain and all-ceramic crowns. *J Prosthet Dent* 1989: 61:297-304.
25. Castellani D, Baccetti T, Giovannoni A, Bernardini UD, Resistance to fracture of metal-ceramic and all-ceramic crowns.



- Int J Prosthodont 1994;7:149-54.
26. Powers JM, Farah JW, Craig RG, Modulus of elasticity and strength properties of dental ceramics. *J Am Dent Assoc* 1976;92:588-91.
  27. Rodrigues A, Nathason D, Goldstein R, Fracture resistance of different porcelain crown systems in-vitro (abstract). *J Dent Res* 1987;66:270.
  28. Rosenstiel SF, Porter SS, Apparent fracture toughness of all-ceramic crown system. *J Prosthet Dent* 1989;62:529-32.
  29. Scherrer SS, Rijk WG, The fracture resistance of all-ceramic crowns on supporting structures with different elastics moduli. *Int J Prosthodont* 1993;6:462-67.
  30. Smith TB, Kelly JR, Tesk JA, In vitro fracture behavior of ceramic and metal-ceramic restorations. *J Prosthodont* 1994;3:138-44.
  31. Gardner FM, Tillman-McCombs KW, Gaston ML, Runyan DA, In vitro failure load of metal-collar margins compared with porcelain facial margins of metal-ceramic crowns. *J Prosthet Dent* 1997;78:1-4.
  32. De Boever JA, McCall WD, Holden S, Ash MM, Functional occlusal forces. : An investigation by telemetry. *J Prosthet Dent* 1978;40:326-33.
  33. Kiliaridis S, Kjellberg X, Wenneberg B, Engstrom C, The relationship between maximal bite force, bite force endurance, and facial morphology during growth. : A cross-sectional study. *Acta Odontol Scand* 1993;51:323-31.
  34. Waltimo A, Kononen M, A novel bite recorder and maximal isometric bite force values for healthy young adults. *Scand J Dent Res* 1993;101:1711-5.
  35. Gibbs CH, Mahan PE, Lundeen HC, Brehnan K, Walsh EK, Holbrook WB, Occlusal forces during chewing and swallowing as measured by sound transmission. *J Prosthet Dent* 1981;46:443-9.
  36. Craig RG, Restorative dental materials. 10th ed. St. Louis : CV Mosby 1997: 91-2.
  37. O'Brien, WJ, Recent developments in materials and process for ceramic crowns. *J Am Dent Assoc* 1985;110:548-9.
  38. Myers ML, Ergle JW, Fairhurst CW, Ringle RD, Effect of stressing rate and environment on fracture strength of porcelain. *J Dent Res* 1993;72:575.
  39. Dickinson AJG, A comparative study of the strength of aluminous Porcelain and all-ceramic crown. *J Prosthet Dent* 1989;61:297-304.
  40. Johnston WM, O'Brien WJ, Shear strength of dental porcelain. *J Dent Res* 1980;59:1409-11.
  41. Neiva G, Yaman P, Dennison JB, Razzoog ME, Lang BR, Resistance to fracture of three all-ceramic systems. *J Esthet Dent* 1998;10:60-6.
  42. Miller A, Long J, Miller B, Cole J, Comparison of the fracture strengths of ceramometal crowns versus several all ceramic crowns. *J Prosthet Dent* 1992;68:38-41.
  43. Targis instruction for use, Ivoclar Schaan/Liechtenstein 1996.
  44. Artglass handling instructions, Heraeus Kulzer Inc.
  45. Sculpture instruction reference manual, Jeneric/Pentron incorporated.
  46. Protec CEM instruction for use, Vivadent Ets.

---

**Reprint request to:**

**Hong-Seo Yang, D.D.S., Ph. D.**  
 Department of prosthodontics, College of Dentistry, Chonnam National University  
 8, Hak 1-Dong, Dong-gu, KwangJu, 501-757, Korea  
 Tel. 82-62-220-5461

사진부도

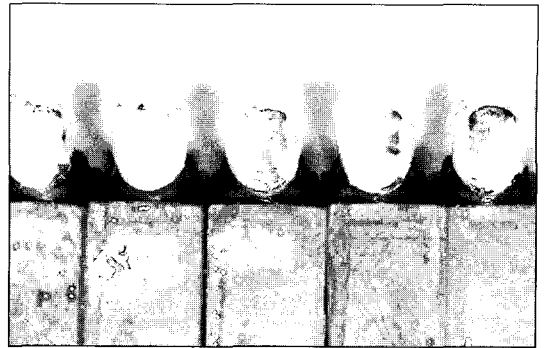
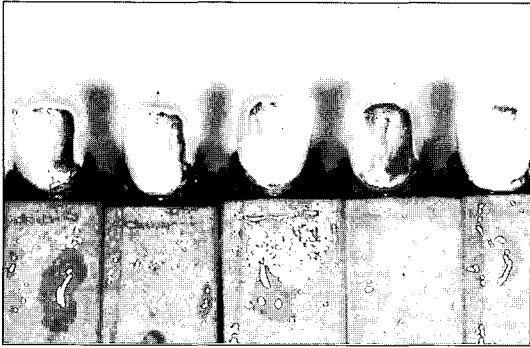


Fig. 5. Fracture pattern of metal-ceramic crowns.

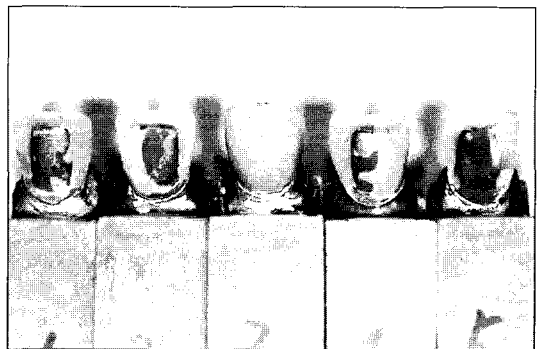


Fig. 6. Fracture pattern of Artglass crowns.

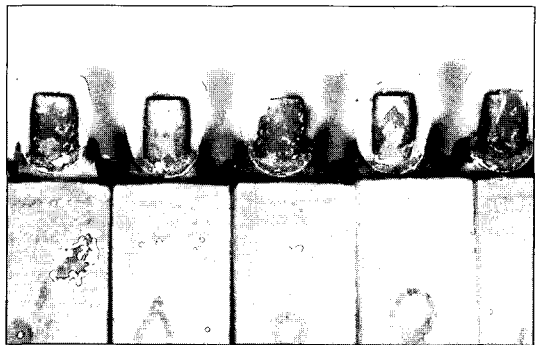
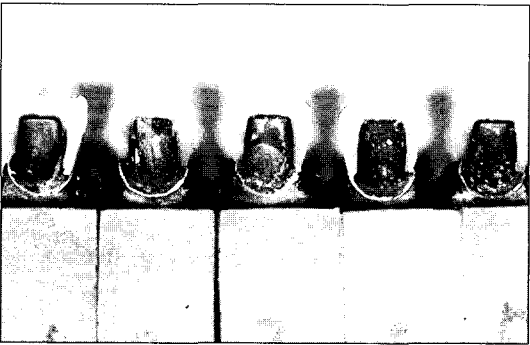


Fig. 7. Fracture pattern of Sculpture crowns.

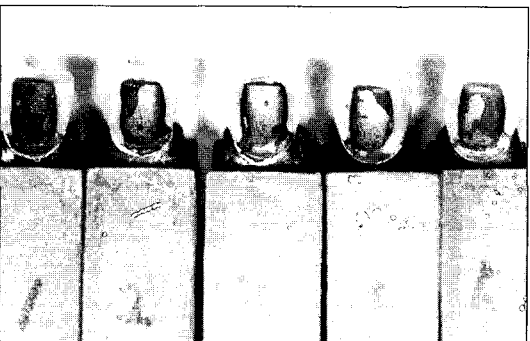


Fig. 8. Fracture pattern of Targis crowns.

## ABSTRACT

# COMPARISON OF FRACTURE STRENGTH BETWEEN HYBRID-CERAMIC CROWN AND METAL-CERAMIC CROWN

Chul-Whoi Ku, Hong-So Yang

*Department of Prosthodontics, College of Dentistry, Chonnam National University*

The purpose of this study was to compare the fracture strengths and the fracture patterns of several hybrid-ceramic crowns and metal-ceramic crown. Ten crowns were constructed for each group according to the manufacturer's instruction. Removable template of silicone rubber impression material was used for standardization of each crowns. Each crown was cemented on a metal die with hybrid glass ionomer cement. All crowns cemented were stored in distilled water, 36°C for 24 hours prior to loading in an universal testing machine. The load was directed at 130 degrees to the long axis of metal die. The fracture strengths were measured and the fracture patterns were observed.

The following results were obtained from this study

1. The mean fracture strengths of Artglass<sup>®</sup>, Sculpture<sup>®</sup> and Targis<sup>®</sup> were  $57.5 \pm 9.5$ Kgf,  $62.7 \pm 12.2$ Kgf and  $60.2 \pm 10.1$ Kgf respectively. There was no significant difference among each hybrid ceramic crown group.
2. The load required to fracture hybrid-ceramic crowns was significantly smaller than metal-ceramic crowns ( $131.7 \pm 22.0$ Kgf).
3. In the metal-ceramic crowns, labial porcelain detached partially from porcelain-metal junction of proximal side by load.
4. Hybrid-ceramic crowns showed a simple fracture pattern that fracture line began at the loading area and extended through proximal surface, perpendicular to the margin. The crown was separated into two parts of labial side and lingual side.

Above results revealed that three kinds of the hybrid-ceramic crowns used in this study must have careful application in clinical use since the strength of hybrid-ceramic crown was lower (about 1/2) than that of metal-ceramic crown.

---

**Key words** : Hybrid ceramic crown, Metal-ceramic crown, Fracture strength