

금속지대주에서 다양한 도재관의 변연적합도와 파절강도 평가

Evaluation of Fracture Strength and Marginal
Adaptation of various ceramic crowns on the
metal abutment core

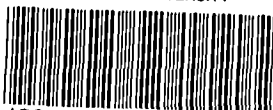
2007년 2월 일

조선대학교 대학원

치 의 학 과

김 태 완

 조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY



100373945 2007-04-09

금속지대주에서 다양한 도재관의 변연적합도와 파절강도 평가

지도교수 계 기 성

이 논문을 치의학 석사학위 신청논문으로 제출함.




2006년 10월 일

조선대학교 대학원

치 의 학 과

김 태 완

김태완의 석사학위 논문을 인준함.

위원장 조선대학교 교수 이상호 
위원 조선대학교 교수 고영무 
위원 조선대학교 교수 제기성 

2006년 11월 일

조선대학교 대학원

목 차

ABSTRACT	iv
I. 서 론	1
II. 연구재료 및 방법	3
III. 연구성적	6
IV. 총괄 및 고안	8
V. 결 론	11
참고문헌	12
사진부도	15

표 목 차

Table 1. Mean of gap diameters before and after cementation	6
Table 2. Mean of gap diameters according to measuring points before cementation	7
Table 3. Mean of gap diameters according to measuring points after cementation	7
Table 4. Mean of fracture strength	7
Table 5. P.value of fracture strength	7

도 목 차

Figure 1. Universal testing machine	15
Figure 2. Dimensions of prepared resin crown form	15
Figure 3. Metal master die	16
Figure 4. Samples for this study	16
Figure 5. Stereo-microscopic view of marginal gap (In-Ceram)	17
Figure 6. Stereo-microscopic view of marginal gap (PFM)	17
Figure 7. Stereo-microscopic view of marginal gap (PFG)	17

ABSTRACT

Evaluation of Fracture Strength and Marginal Adaptation of various ceramic crowns on the metal abutment core

Kim, Tae-wan, D.D.S.

Advisor: Prof. Kay, Kee-Sung, D.D.S., M.S.D., Ph.D.

Dept of Dentistry,

Graduate School of Chosun University

The purpose of this study was to measure the marginal adaptation and fracture strength of various ceramo-metals such as PFM, PFG crown and In-Ceram[®] ceramic crowns on the metal abutment core.

After construction of 10 experimental dies for each group, ceramic and ceramo-metal crowns were fabricated on the metal master dies which simulated the preparation of the maxillary right incisor.

Marginal gap diameter was measured on the specimen at the level of finish line of the metal master die by using stereo-microscope (SEM=DS-3000N, Nitach, Japan) before and after cementation with GC Fjicem cement.

To measure the fracture strength, incisor line angle of specimens were loaded until the catastrophic failure was occurred by using AGS-1000D[®](Shimadzu, Japan).

Data were statistically analyzed with SSPP version 12.0(SSPP InC, Chicago, IL) and T-Test(Tatin quare design, LSP).

The results of this study were as follows :

1. The marginal adaptation of each ceramic crown was in the increasing order of In-Ceram, PFG, and PFM before and after cementation and there was a significant difference among them statistically.
2. There was no significant difference statistically at the marginal adaptation of the palatal and buccal side
3. The fracture strength was in the increasing order of In-Ceram, PFM, and PFG, and there was no significant difference between PFM and PFG, but there was significant difference between PFM and In-Ceram statistically.

By this study, significant difference was found statistically by the specimen of ceramic in marginal adaptation and fracture strength, but it is thought that a clinical application will be acceptable and the further physical and material study must be developed.

I. 서론

고정성 보철물에서 전부도재관의 사용은 심미성을 중요시하는 임상가들 내에서 심미성을 향상시키는 중요한 수단이 되었다^{1,2,3,4}). 이러한 재료들과 제작방법은 인레이 아니라 전부도재관에까지 확장되어 응용되고 있다^{1,2,5}). 치아수복물의 장기간에 걸친 성공을 결정하는 요인은 보철물의 강도, 심미성 그리고 변연부에서의 적합도이다^{2,6}). 변연부에서의 적합도 불량은 접착 재료를 노출시키고 시멘트의 용해로 이어져 치아가 세균에 노출됨으로써 치아우식증과 치주염이 유발되는 원인으로 작용한다.^{7,8,9})

전부도재관의 장점은 생체친화성이 뛰어나며 치은과 주위조직에 대한 위해성이 없고 치수로의 온도자극이 적고 금속 알레르기 환자에게도 사용할 수 있을 뿐 아니라 변색과 마모가 적다는 것이다. 하지만 초기 전부도재관은 후방치아에 사용시 파절이 잘되어 금속도재관에 비해 높은 실패율을 보였다^{2,7,9}).

현재는 강도가 보완된 도재전장관들이 개발되었고 후방구치에도 사용이 가능해졌다^{2,7,9}). 그 대표적이 것이 In-Ceram[®], OPC[®], IPS Empress[®], Dicor, IPS Empress2[®] 시스템등이다. 이 중에서도 1985년에 개발된 In-Ceram[®](vita zahnfabrik, Bad sackingen, Germany)은 파절저항성이 높아 전치부 계속 가공의치용으로 사용될 수 있다는 장점이 있는 반면, 강도를 위해 보강된 알루미나가 투명도를 감소시켜 심미적인 문제를 야기하고 또한 제작시간이 길다는 단점이 있다^{5,6,10,11,12}).

Lost way법을 이용한 Dicor system은 종래의 도재, 제작시 소성 작업등이 필요하지 않고 치관 형태를 주조 성형 가능한 glass ceramic 재료로서 제작하여 반투명성의 porcelain 착색재를 도포, 소성해서 색조를 표현하는 system이다^{13,14}).

IPS Empress system(IvoclarAG, schoan, Liechtenstein)은 leucite reinforced Aldespathic 도재를 사용함으로써 feldspathic porcelain이나 castable glass ceramic 보다 강도가 높고 precolored ceramic 코어위에 veneering 도재를 축성하여 심미성이 높은 수복물을 제작할 수 있다^{7,14}).

IPS Empress2[®] system(IvoclarAG, schoan, Liechtenstein)은 기존 IPS Empress와는 다른 새로운 화학적 성분과 결정구조를 가지고 있다. 또한 이 시스템의 layering 성분은 미세한 apatite 결정체들로 구성되어 있어 생체 친화성이 매우

높으며 자연치아와 매우 유사한 apatite 결정체들로 구성되어 심미적으로 우수하다.^{7,15)}

변연적합도에 영향을 미치는 요인으로는 부정확한 치아형성, 인상체 또는 주모형의 변형, 도재의 종류 및 제작 방법, 변연 형태 및 접착시 사용된 접착제의 종류 등이 있다. Chan^{11,16,17)}등은 다양한 전부 도재관에서의 변연적합도에 대한 연구를 하였고 그 결과 하나의 보철물에서도 매우 다양한 결과를 나타냈다고 보고하였다.

Beschnidi와 J.R struB⁶⁾는 Jacket crown에서의 변연부 접합도는 생체에서 수용할 수 있는 범위에 있으며 시멘트의 종류에 따른 차이는 없으나 시멘에 의해 변연부 적합의 gap diameter는 더욱 증가되었음을 보고 하였다.

Goran sjögren²⁾등은 전부도재관 특히 Dicor의 임상적 평가에서의 평균 수명에 대해 연구하였는데 평균 6.1년, 중간수명 5.8년(최소 1.4년, 최대10.9년)을 보고 하였다.

Pera¹¹⁾등은 In-Ceram의 변연 형태에 따른 변연적합도에 관한 연구에서 전부 도재관은 우수한 변연적합도 뿐 만 아니라 기능 운동 및 저작력에 충분한 파절강도를 지녀야 한다고 하였다.

전부도재관의 강도는 주로 도재의 종류 및 도재관 제작 방법, 치아형성 방법과 치아와 도재관의 접착 방법에 영향을 받는다. Miller¹⁸⁾는 금속도재관과 전부도재관의 파절강도에 관한 비교연구를 한 바 있다. Neiva¹⁹⁾는 3가지 전부도재관 시스템의 파절 강도를 보고하였다. 또 Yoshinari²⁰⁾은 In-Ceram 도재관에 관한 파절 강도를 보고하였다. 전치부 도재관의 수명은 임상적으로 여러 가지 요인에 의해 좌우된다. 심미성, 변연적합도, 파절강도 등은 그 동안 수많은 석학들에 의해 논의되었다.

금속 도재관, In-Ceram, Dicor, IPS Empress 등의 장단점에 관한 연구가 활발함에도 여러 가지 전치부 도재관에 관한 적합도 및 파절강도 등 보철물 성공에 영향을 미치는 주요 성질들에 대한 비교 연구는 미흡하다. 따라서 본 연구에서는 입체광학 현미경과 만능 역학 실험 기계를 이용하여 PFM(porcelain fused metal crown), PFG(porcelain fused Gold crown), In-Ceram의 변연 적합도와 파절 강도를 측정하고, 비교 연구함으로써 전부도재관을 평가하고 응용하는데 있다.

II. 연구재료 및 방법

A. 연구 재료

경질 레진치를 삭제하여 duralay로 복제한 후 실험용 금속 주모형 30개를 제작하였다. 여기에 PFM 10개, PFG 10개 그리고 In-Ceram 10개씩을 각각 제작하여 실험용 금속 주모형에 GC Fūjicem cement, (GC Co. TokYo, Japan) Reinforced glass ionomer cement로 부착하였다. 입체 광학 현미경(SEM=DS-3000N, Nitach Japan)으로 접착 전후의 변연적합도를 측정하였고, 만능 역학 실험 기계인 AGS-1000D®(Shimadzu, Japan)을 사용하여 파절 강도를 측정, 비교 분석하였다(Fig 1).

B. 연구 방법

1. 실험용 금속 주모형 제작

실험용 금속 주모형 제작을 위해 상악 우측 중절치에 인접면 삭제를 6° 가 되게, rounded shoulder 변연을 백악-법랑 경계부 상방 1.5 mm에 형성하였다. 순설면은 1 mm, 절단면은 2 mm 정도 유도구를 형성하고 균일하게 삭제 하였으며 치관에 가해지는 교합력의 방향을 고려하여 약간 설측으로 기울도록 하였다. 최종 마무리하는 bur는 거칠기가 30 μm인 것을 사용하여 마무리 하였다.

형성된 레진치아를 Imprint II Garant(3M ESPE, USA) vinyl polysiloxane 인상재로 복제하여 크롬-코발트 합금으로 주조하고 연마하여 실험용 금속 주모형을 제작하였다(Fig 3).

2. 도재관의 제작

도재관 제작을 위하여 Imprint II Garant Vinyl polysiloxane 인상재로 실험용 금속 주모형을 인상 채득하고 type IV 경석고를 주입하여 30개의 작업 모형을 제작하였다. 30개의 작업 모형에서 PFM 10개, PFG 10개, In-Ceram 10개의 도재관을 각각 제작하였다(Fig 4).

1) PFM 및 PFG의 제작

같은 크기와 모양의 작업 모형위에 왁스업을 하였다. 1 mm의 변연에서 0.3 mm두께를 남겨놓고 wax up 하였다. 절단면은 10 gauge 구멍을 가질 수 있도록 sprue 를 연결한다. 제조사의 지시에 따라 매몰하고 casting을 한다. 각각의 구조체들을 연다, sandblasted oxidized 시킨다. Opaque은 인접면에서 0.3 mm의 두께로 casting에 적용하였고 새롭게 조정된 furnace(ultra-Met;UNITEK)에서 소환시킨다. 그리고 body porcelain이 No.3 브러쉬를 이용하여 조금씩 첨가되어지고 제조사의 지시대로 고온에서 소환되어졌다.

그리고 두번째 도재로 인접면의 접촉점과 치아 형태가 형성되어 진다. Crown은 다시 작업 모형에 끼워 Busch silent stone(Busch company engelskirchen, Germany)으로 연대하고, 절단면은 다이아몬드 휠로 다듬는다. 도재의 도면은 중간 굵기의 sandpaper disk로 연마하고 ultrasonic으로 세정한다.

2) In-Ceram 도재관의 제작

작업 모형에 다이 스페이서를 바른 후, 부가 중합형 실리콘(provil BayerAG, Leverkusen, Germany)로 복재하여 석고 모형을 제작한다. In-Ceram의 구조를 형성하기 위해 제조 회사의 지시대로 In-Ceram 도재관을 위한 석고 모형에 알루미나 분말을 혼합하여 slip을 제작하고, 붓을 사용하여 slip과 stabilizer를 석고 다이에 신속히 도포하였다. 완성된 slip 코핑을 도재로(In-ceramat, vita zahnfabrik)에 10시간 소성시킨다. 소성이 끝난 후 다이 스페이서를 제거한 금속주모형에서 하부구조의 적합도를 검사하였다.

모든 측벽의 0.5 mm, 절단면은 0.7 mm두께로 글래스 침투전에 조절하고 완성된 코핑상에 글래스 분말과 증류수를 묽게 혼합하여 유리 침투 소성 과정을 시행하였다. 침투 소성은 1,100°C에서 4시간 시행하였다. 과도한 글래스는 연마와 공기 입자 연마제(aluminium oxide, 50 μ m grain/2 bar)로 제거한다. 유리 침투된 코핑은 알루미늄 도재로에서 소성하여 도재관을 완성하였다.

3. 변연적합도 측정

도재관을 접착하기 전에 금속 주모형의 변연 부위의 하방에 순측와 구개측의 두 지점에 미리 표시하여 두고 입체 광학 현미경을 사용하여 70배와 300배로 확대하여 사진 촬영 후 변연적합도를 측정하였다(Fig 5,6,7).

4. 도재관의 장착

각 10개씩의 conventional metal ceramic(PFM, PFG) crown은 glazing 후 금속주모형에 강화형 glass ionomer cement으로 접착하였다. 10개의 In-Ceram 전부도재관의 내면은 50 μ m Al₂O₃ 을 이용하여 sandblaster를 15초간 분사시키고 초음파 세척기에서 3분간 세척하였다. 강화형 glass ionomer cement는 제조사의 지시에 따라 base와 catalyst를 혼합한 후 도재관 내면에 얇게 바른 후 금속 주모형에 적합시켰다. 레진 시멘트의 균일한 도포를 위해 일정한 힘으로 지압시킨 후 경화를 위해 20초간 LED 광증합기를 사용하여 경화시켰다. 접착이 완료된 도재관은 37 $^{\circ}$ C 증류수에서 보관하였다.

5. 도재관 접착 후 변연적합도 측정

도재관과 금속 주모형 접착전 변연적합도 측정과 동일 부위의 협, 구개측 위치에서 입체 광학 현미경을 사용하여 70배와 300배 배율로 변연적합도를 사진 촬영 후 측정하였다.

6. 파절 강도 측정

금속주모형에 접착된 도재관을 만능역학 실험 기계인 AGS-1000D[®]을 사용하여 파절 강도를 측정하였다. 측정을 위해 금속 주모형에 접착된 도재관을 기계의 고정부분에 부착하고 교합면이 상방을 향하며 지면에 평행하도록 하였다. 하중이 가해지는 부분에는 5 mm의 강화된 스테인레스 스틸을 사용하였다. 만능 시험기의 시험속도를 5 mm/min으로 조절하고 cross-head speed로 도재관 절단면이 1/3정도 파절될 때까지 하중을 가하였다.

7. 통계 처리

Data의 통계처리는 SSPP version 12.0(SSPP Inc, Chicago, IL)의 일원배치 분산분석(one-way analysis of variance, ANOVA)과 사후검정(Tatin quare design, LSP)을 이용하여 실험결과를 분석하였으며, 유의수준은 95%이다.

Ⅲ. 연구성적

A. 도재관의 접착전과 접착후 변연적합도

접착전 Inceram의 구개측과 협측 평균 gap diameter는 $210.00 \pm 59.19 \mu\text{m}$, PFG $105.00 \pm 46.87 \mu\text{m}$, PFM은 $55.72 \pm 32.08 \mu\text{m}$ 로 도재관 종류에 따른 변연적합도는 PFM이 가장 좋았으며 In-Ceram의 gap diameter가 가장 컸다. 통계적으로 도재관의 종류에 따른 변연적합도는 유의차가 있었다($p < 0.05$).

접착후 In-Ceram의 구개측과 협측 평균 gap diameter는 311.43 ± 70.35 , PFG는 255.72 ± 53.06 , PFM은 188 ± 37.91 로 접착후에도 PFM의 변연적합도가 가장 우수했다. 통계적으로 도재관의 종류에 따른 변연적합도는 유의차가 있었다($p < 0.05$, Table 1).

Table 1. Mean of gap diameters before and after cementation(μm)

Sample	Mean \pm SD		p.value
	before	after	
In-Ceram	210.00 ± 59.19	311.43 ± 70.35	P<0.05
PFG	105.00 ± 46.87	255.72 ± 53.06	
PFM	55.72 ± 32.08	188.58 ± 37.91	

B. 도재관의 측정위치에 따른 변연적합도 결과

측정 위치에 따른 변연적합도는 Table 2,3에 나타내었으며 T-Test결과 각 도재관의 측정 부위에 따른 변연적합도는 통계적으로 유의한 차이가 없었다($p > 0.05$).

Table 2. Mean of gap diameters according to measuring points before cementation (unit: μm)

	In-Ceram	PFG	PFM
Labial	225.72 \pm 74.63	110.00 \pm 53.90	52.86 \pm 36.30
Palatal	194.29 \pm 35.76	100.00 \pm 40.96	58.57 \pm 28.93
P.value	P > 0.05	P > 0.05	P > 0.05

Table 3. Mean of gap diameters according to measuring points after cementation(unit: μm)

	In-Ceram	PFG	PFM
Labial	334.29 \pm 71.90	246.29 \pm 66.07	187.15 \pm 43.02
Palatal	288.58 \pm 64.17	247.15 \pm 37.62	190.00 \pm 34.34
P.value	P > 0.05	P > 0.05	P > 0.05

C. 도재관의 종류에 따른 파절강도

In-Ceram의 파절 강도는 216.16 \pm 42.96(kgf), PFG는 243.40 \pm 34.78(kgf), PFM 227.40 \pm 25.70(kgf)로 나타났다(Table 4).

각 도재관 종류에 따른 파절 강도 차이를 T-Test를 이용하여 분석한 결과, PFG와 PFM간에는 유의한 차이가 없었으나($p>0.05$), PFG와 PFM 그리고 In-Ceram과는 유의한 차이가 있었다($p<0.05$).

Table 4. Mean of fracture strength(kgf)

Number	In-Ceram	PFG	PFM
Mean \pm SD	216.16 \pm 42.29	243.40 \pm 34.78	227.40 \pm 25.70

Table 5. P.value of fracture strength

Sample	In-Ceram	PFG	PFM
In-Ceram		P < 0.05	P < 0.05
PFM			P > 0.05

IV. 총괄 및 고안

치아수복물의 장기간에 걸친 성공 결정요인은 보철물의 강도, 심미성 그리고 변연부에서의 적합도이다. 변연경계부에서의 적합도 불량은 접착 재료를 노출시키고 시멘 용해로 인하여 치아가 세균에 노출됨으로써 치아우식증과 치주염의 원인이 되어 치아 수명을 단축시킨다^{6,7,8)}.

전부도재관의 장점은 생체 친화성이 뛰어나며 치은과 주위 조직에 대한 위해성이 없고 치주로의 온도, 자극이 적으며 금속 알레르기 환자에게도 사용 가능할 뿐 아니라 변색과 마모가 적다^{2,7,9)}. 그러나 초기 전부 도재관은 후방치아 사용시 보철물 파절에 의해 실패율이 아주 높은 것이 단점으로 지적되었다.

1886년 C.H.Land에 의해 개발된 porcelain jacket crown에 이어 1922년 Hildebrandt는 dentin-enamel층의 구조를 가진 도재치아를 개발하고 이 도재치아의 강도를 높임으로서 ceramic 치아가 기능적인 의미를 갖는데 공헌하였다. 1965년에는 알루미늄 코아를 적용하여 강도를 높인 도재관이 소개되어 전치부 심미 수복 재료로써 많이 이용되었으나 제작 과정이 복잡하고 강도가 충분하지 않아 적용범위가 제한적이었다.

1984년 미국의 코닝사에 의해 개발된 Dicor 도재관은 납형을 매몰하고 주조과정을 거쳐 도재관을 제작하는데 이 도재관은 외형 부여가 용이하고 변연 적합성이 우수한 반면 강도가 충분하지 못하여 심미성의 부여가 용이하지 않은 단점을 갖고 있다^{5,21)}.

1988년 내화성 매몰재 모형상에서 도재를 직접 축조 및 소성하는 Hi-ceram과 optec HSP가 소개되었으며, 1989년 In-Ceram이 소개되었는데 In-Ceram은 slip-casting 방법을 이용하여 알루미늄 코아를 제작하는 방법으로 강도가 탁월하여 전치부 고정성 보철물의 제작도 가능하게 되었다^{6,11,12)}.

1990년에 Ivoclar 회사에 의해 개발된 열가압 도재인 IPS Empress 시스템은 leucite reinforced aldesphatic 도재를 사용함으로써 feldspathic porcelain이나 castable glass ceramic 보다 강도가 높고 precolored ceramic core위에 veneering 도재를 축성하여 수복물을 제작함으로써 심미성이 높은 수복물을 제작할 수 있게 되었다. 그러나 120에서 200Mpa정도의 낮은 굴곡 강도로 인하

여 전치부 계속 가공의치로 사용할 수 없는 단점을 지니고 있다²²⁾. 이러한 재료의 취약한 성질을 보강하기 위하여 최근에는 schweiger¹⁵⁾와 Ivoclar사는 Lithium desilicate로 구성된 높은 강도의 IPS Empress2 시스템을 개발하였다. IPS Empress2[®] system (IvoclarAG, schoan, Liechtenstein)은 IPS Empress와는 다른 새로운 화학적 성분과 결정 구조를 가지는데 유리 기질 내에서 일정하게 결합된 lithium disilicate 결정구조에 이결정체들이 서로 맞물리는 구조로 배열되어 높은 굴곡 강도를 갖는다. 또한 이 시스템의 layering 성분은 미세한 apatite 결정체들로 구성되어 있어 생체 친화성이 매우 높으며 자연치과 매우 유사한 apatite 결정체들로 구성되어 자연치와 매우 유사한 심미성을 제공하게 되었다^{7,14,15)}.

Mito²³⁾등의 연구에 의하면 수종의 전부도재관 계속가공의치 파절강도 비교에서 IPS Empress2는 In-Ceram과 비슷한 수치의 강도를 나타낸다고 주장하였다.

Empress2 층형성법에서 기저 구조물 성분의 상부 구조를 이루는 층형성 세라믹은 fluoro apatite 결정들로 구성되며 기존의 Empress와는 다른 성질을 가진다. 이는 분말형태로 공급되면서 800℃에서 소성되고 미세한 apatite 결정체들로 구성되며 생체친화성이 매우 높으며 빛 투과성, 광 분산성 등의 광학적 성질을 지니고 있어, 결과적으로 IPS Empress2 도재관에 자연치아와 유사한 심미성을 제공한다고 하였다¹⁵⁾.

일반적으로 변연적합도란 수복물 변연과 삭제된 지대치아의 변연 간 거리인 변연 오차를 의미한다. 보철물의 이상적인 형태는 심미적이며, 우수한 적합도에 의해 변연부에 치태 침착을 억제하는 형태이나 이런 특성을 만족시켜주는 보철물을 제작하기는 매우 어려울 것이다.

변연적합도에 영향을 미치는 요인으로는 부정확한 치아형성, 인상체 또는 주모형의 변형, 도재의 종류 및 제작방법, 변연의 형태 및 접착시 사용된 접착제의 종류등이다. Rosenstiel²⁴⁾등은 시멘트 선택을 위한 고려사항을 언급한 바 있으며, 도재관의 변연형태에 대한 그 밖의 연구로는 pera¹⁷⁾등이 In-Ceram의 경우 deep chamfer와 50° shoulder가 우수하다고 하였으며, schneider²⁵⁾등은 shoulder를 추천하였고, Malament²⁶⁾등은 유리도재의 경우 1.2-1.5 mm 폭을 갖는 deep chamfer와 rounded shoulder를 주장하였다.

본 실험에서는 인접면 삭제를 6° 되게 하였으며 rounded shoulder 변연을 형성하였고 순설면 1 mm, 절단면 2 mm가 삭제된 금속주모형을 사용하였다. 금

속주모형상에서 PFM sample 10개, PFG sample 10개, In-Ceram sample 10개를 각각 제작하여 접착전의 변연적합도, 구개측과 협측에서 측정된 바 PFM은 $55.72 \pm 32.08 \mu\text{m}$, PFG는 $105.00 \pm 46.87 \mu\text{m}$, In-Ceram은 $210.00 \pm 59.19 \mu\text{m}$ 로 PFM이 변연적합도가 가장 우수하였으며, In-Ceram은 gap diameter가 가장 컸다. 접착 후의 변연적합도는 PFM은 $188 \pm 37.91 \mu\text{m}$, PFG는 $255.72 \pm 53.06 \mu\text{m}$, In-Ceram은 $311.43 \pm 70.35 \mu\text{m}$ 로 In-Ceram의 gap diameter가 가장 컸다. 또한 각 도재관의 시멘트 접착 전후간에 유의한 차가 있었으며($p < 0.05$), 도재관의 종류에 따른 변연적합도 또한 유의한 차가 있었다($p < 0.05$).

수복물의 변연적합도는 접착시의 압력, 시멘트의 종류, 치아와 도재의 생리 화학적 반응, 시멘트의 점조도, 습도, 온도, 상아질, 접착제의 종류에 따라 달라지며, 금속도재관과 전부도재관의 접착시 가하는 압력이 다르다.

Pera¹⁷⁾등은 In-Ceram의 변연 형태에 따른 변연적합도에 관하여 전부도재관은 우수한 변연적합도 뿐 만 아니라 기능운동 및 저작력에 충분한 파절강도를 지녀야 한다고 하였다.

전부도재관의 강도는 주로 도재의 종류 및 도재관 제작 방법, 치아 형성 방법과 치아와 도재관의 접착 방법에 영향을 받는다. Miller¹⁸⁾는 금속도재관과 전부도재관의 파절강도를 보고하였다. Neiva¹⁹⁾는 3가지 전부도재관의 파절강도를 비교하였으며 schweiger¹⁵⁾등의 연구에서는 수종의 전부도재관의 파절강도를 비교하였다.

본 실험에서 파절강도 측정에서 만능 시험기의 시험속도를 5mm/min으로 조절하여 측정된바 In-Ceram의 파절강도는 $216.16 \pm 42.96(\text{kgf})$, PFG는 $243.40 \pm 34.78(\text{kgf})$, PFM은 $227.40 \pm 25.70(\text{kgf})$ 로 나타났으며, T-Test 분석결과 PFG와 PFM간에는 유의한 차이가 없었으나($P > 0.05$), PFG와 PFM 그리고 In-Ceram과는 유의한 차가 있었다($p < 0.05$).

전부도재관의 성공에 대한 가장 기본적인 평가 기준은 기능운동시 그 하중에 의해 파절되지 않는 충분한 파절강도를 지녀야 한다는 것이다. 굽힘강도와 피로강도를 측정한 여러 연구결과, 전부도재관의 기계적 강도의 요구조건은 초기 강도가 전치부의 경우 400N, 구치부의 경우 600N이 필요하다고 하였다.

본 실험 결과로 볼 때, 변연적합도는 도재관의 종류에 따라 다르며, 접착 전과 후의 변연적합도는 유의한 차이를 보였으며, 파절강도 또한 도재관의 종류에 따른 차이를 보였다. 향후 심미적이면서도 교합력에 충분한 강도를 갖는 도재관에 관한 연구가 더욱더 진행되어야 할 것으로 사료된다.

V. 결 론

최근에 개발되어진 In-Ceram과 금속도재관인 PFM, PFG 각각 10개씩 총 30개의 시편을 제작하여 Reinforced glass ionomer cement로 금속주모형에 삽입 접착하여, 접착 전후의 변연적합도를 입체광학 현미경을 사용하여 측정하고, 만능 역학 실험 기계 AGS-1000D[®]을 사용하여 파절 강도를 측정하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 접착전·후 각 도재관의 변연적합도는 PFM이 가장 우수하였고, In-Ceram의 gap diameter가 가장 컸으며, 세 군간 통계적으로 유의한 차이가 있었다.
2. 각 도재관 시편의 측정 부위인 구개측과 협측 변연적합도는 통계적으로 유의한 차이가 없었다.
3. 각 도재관의 파절강도 시험에서 파절저항성은 PFG이 가장 우수했으며, In-Ceram이 가장 낮았으나 PFM과 PFG는 통계적으로 유의한 차이가 없었고 In-Ceram과는 유의한 차이가 있었다.

이러한 결과에 의해 PFM, PFG, In-Ceram은 도재의 종류에 따른 변연적합도와 파절저항성이 통계적으로 유의한 차이를 보이거나, 임상적 응용은 유용하며 재료학적, 물리적 연구가 더 이루어져야 할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. 동진근·오상천·김상돈. “IPS Empress 도재관의 파절강도: 상악 제1소구치에서 교합면 두께와 측면경사도에 따른 영향.” 「대한치과보철학회지」 37(1):127-133, 1999.
2. Edward A. McLaren, Shane N. white. “Survival of In-Ceram crowns in a private practice: A prospective clinical trial.” *The Journal of prosthetic Dentistry*. 83:216-221, 2000.
3. Burke. F.J.T. Watts, D.C.. “Fracture Resistance of Teeth Restored with Dentin-bonded Crowns.” *Quintessence Int*. 25:335-340, 1994.
4. Burke. F.J.T.. “The Effect of Variations in Bonding Procedure on Fracture Resistance of Dentin-Bonded All-Ceramic Crowns.” *Quintessence Int*. 26:293-300, 1995.
5. Sven Rinke, Alfons Hüls, Leon Jahn. “Marginal Accuracy and Fracture strength of conventional and copy-milled All-ceramic crown.” *The International Journal of prosthodontics*. 8:303-310, 1995.
6. S.M.Beschnidt, J.R. Strub. “Evaluation of the marginal accuracy of different all-ceramic crown systems after simulation in the artificial mouth.” *The Journal of Oral Rehabilitation*. 26:582-593, 1999.
7. John A. Sorensen. “The IPS Empress2 system: Defining the possibilities.” *Quintessence Int*. 153-163, 1999.
8. Marco Ferrari. “Cement Thickness and Micro leakage under Dicor crowns : An In VIVO Investigation.” *Int J Prosthodont*. 4:126-131, 1991.
9. Nasser Barghi, Marcia Mckeehan-whitmer, Rafael Aranda. “Comparison of fracture strength of porcelain-veneered-to-high noble and base metal alloys.” *The Journal of prosthetic Dentistry*. 57:23-25, 1987.
10. Paoh pera, Stefano Gilod, Francesco Bassi, Stefano carossa. “In vitro marginal adaptation of alumina porcelain ceramic crowns.” *The Journal of prosthetic Dentistry*. 72:585-589, 1994.

11. Rinke, S. Hüle, A.. "Marginal Accuracy and Fracture Strength and Conventional and Copy Milled All-Ceramic Crowns." *Int J Prosthet.* 8:303-310, 1995.
12. Bernal, G, Jones. M.R. Brown, D.T.. "The Effect of Finish Line Form and Luting Agent on the Breaking Strength of Dicor Crowns." *Int J Prosthet.* 6:286-290, 1993.
13. M. Mark, A.J.E Qualthough, F.J.T. Burke. "The effect of different ceramic materials on the fracture resistance of dentin-bonded crown." *Quintessence International.* 28:197-203, 1997.
14. E.D. Bonilla, G. Mardirossian, A.A caputo. "Fracture toughness of various core build-up materials." *Journal of Prosthodontics.* 9:14-18,2000.
15. Schweiger, M. Holand, W.. "IPS Empress 2: A New Pressable High-Strength Glass-Ceramic for Esthetic all-Ceramic Restoration." *QDT.*143, 1999.
16. Mak, M. Qualtrough, A.J.E. Burke, F.J.T.. "The Effect of Different Ceramic Materials on the Fracture Resistance of Dentin-Bonded Crowns." *Quintessence Int..* 28:197-203, 1997.
17. Pera, P. Bassi, F.Carossa S.. "In Vitro Marginal Adaptation of Alumina Porcelain Ceramic Crown." *J Prosthet Dent.* 72:584, 1994
18. Miller, A. Long, J. Miller, B. Cole, J.. "Comparison of the Fracture Strengths of Cerano-Metal Crowns versus Several All-Ceramic Crowns." *J Prosthet Dent.* 68:38, 1992.
19. Neiva, G. Yaman, P.Dennison, J.B.. "Resistance to Fracture of Three All-Ceramic Systems." *J Esthet Dent.* 10:60, 1998.
20. Yoshinari, M. Dernand, T.. "Fracture Strength of All-Ceramic Crowns." *Int J Prosthet.* 7:329, 1994.
21. David M. Schneider, Maxs. Levi, Donald F. Mori. "Porcelain shoulder adaption using direct refractory dies" *J Prosthet Dent..* 36:583-587, 1976.
22. Próbster, L.. "Compressive Strength of Two Modern All-Ceramic Crowns." *Int J Prosthet.* 4:409-414, 1992.

23. Mito, W.T. Mito, Sorensen, J.A.. "Fabrication of Fixed Partial Dentures with Empress 2." *QDT*. 164. 1997.
24. Rosenstiel, S.F. Land, M.F. Crispin, B.J.. "Dental Luting Agents: A review of the current literature." *J Prosthet Dent*. 80:280, 1998.
25. Schneder, D.M. Levi, M.S, Nori, D.F.. "Procelain Shoulder Adaptation using direct refractory dies." *J Prosthet Dent*. 36:583, 1976.
26. Malament, K.A. Grossman, D.G.. "The Cast Glass-Ceramic Restoration." *J Prosthet Dent*. 57:674, 1987.
27. 구재용·임주환. "전부도재판의 변연형태에 따른 변연적합도에 관한 연구." 「대한치과보철학회지」 35(3):445-457, 1997.
28. 황정원·양재호. "Copy-milled celay In-Ceram 전부도재판의 파절강도에 관한 연구." 「대한치과보철학회지」 35(2):417-429, 1997
29. Pascal Magre, Anthunis versluis, William H. Douglas. "Effect of luting composite shrinkage and thermal loads on the stress distribution in porcelain laminate veneers." *The Journal of prosthetic Dentistry*. 81:335-343, 1999.
30. Rose Marie Jones, David Brown, Carlos A. Munoz, Charles J. Goodacre. "The effect of finish line form and luting agent on the breaking strength of Dicor crowns." *The International Journal of Prothodontics*.
31. Tore Derand. "Fracture strength of All-ceramic crowns." *Int J Prosthodont*. 7:329-338, 1994.
32. Yueh-Long Tsai, Paul E. Petsche, Kenneth J. Anusavice, Mark C. Yang. "Influence of Glass ceramic thickness on Hertzian and Bulk Fracture mechanisms." *Int J Prosthodontics*. 11:27-32, 1998.
33. Alberto Giovannoni, Ubaldo Dino Berardini. "Resistance to fracture of metal ceramic and all-ceramic crowns." *Int J Prosthodontics*. 7:149-154, 1994.
34. Luca, L. Dalloca, U.D.. "A New Esthetic Material for Anterior Crowns: IPS-Empress." *QDT*. 171-175, 1995.

Figures



Figure 1. Universal Testing machine

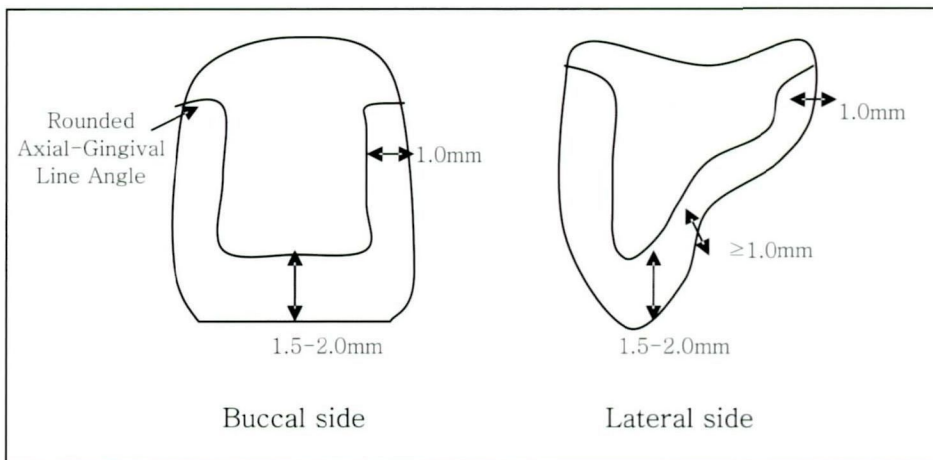


Figure 2. Dimensions of prepared resin crown form



Buccal side



Lateral side

Figure 3. Metal Master die



In-Ceram

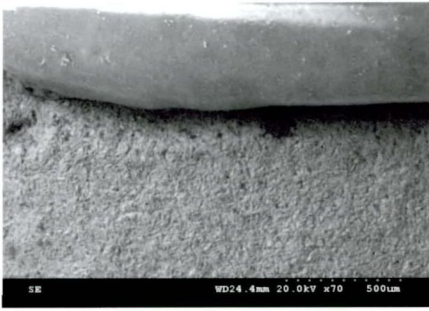


PFG

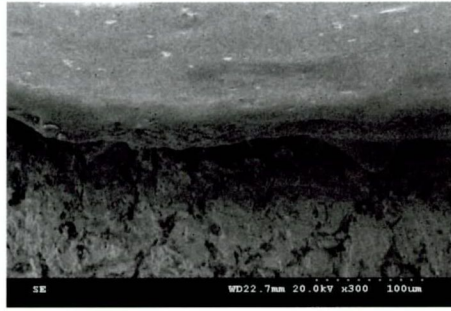


PFM

Figure 4. Samples for this Study

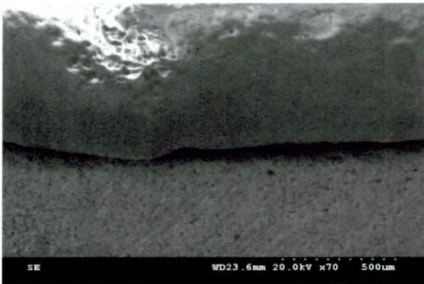


In-Ceram x 70

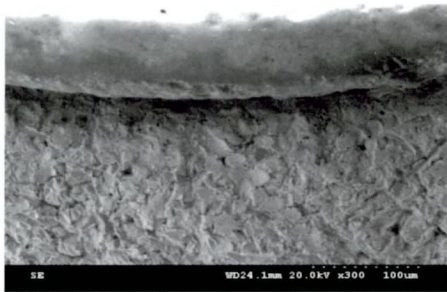


In-Ceram x 300

Figure 5. Stereo-microscopic view of marginal gap (In-Ceram)

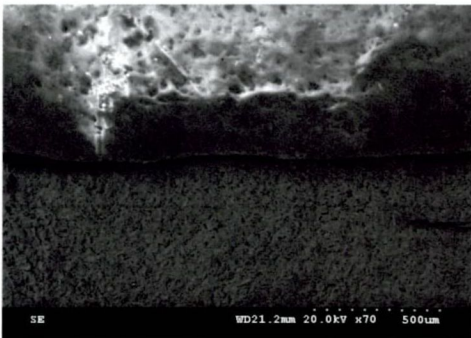


PFM x 70

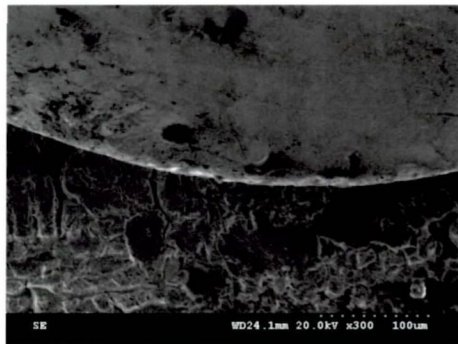


PFM x 300

Figure 6. Stereo-microscopic view of marginal gap (PFM)



PFG x 70



PFG x 300

Figure 7. Stereo-microscopic view of marginal gap (PFG)