접착재의 종류에 따른 In-Ceram 도재관의 변연적합도와 파절강도에 관한 연구

단국대학교 치과대학 보철학교실

임 주 환

I. 서 론

자연 치아의 상실시 이를 수복하는 목적은 기능의 회복과 더불어 심미성의 회복도 포함된다. 최근들어 경제적 발달과 더불어 치과보철학 분야에서도 인간의 삶의 질을 높이고자 상실된 치아의 수복시, 과거와는 달리 단순한 저작기능뿐만 아니고 외모의 심미적인 측면을 회복하고 개선시켜줌으로서 정상적인 사회활동을 가능하게 하는데 그 역점을 두고 있다. 따라서 보철물 수복시 최근에는 금속의 불투과성으로 인한 부자연스러움을 개선하기 위해 금속 구조물이 필요치 않은 전부도재관 (All ceramic crown)을 주로 사용하여 고정성 가공의치를 제작하고 있다[10,31,34].

그러나 치과용 도재는 뛰어난 심미성을 가진 반면 제작 과정 중이나 기능 중에 발생하는 미세 결함의 성장에 의해 금속보다 쉽게 파절될 수 있다. 따라서 이러한 도재의 단점을 보완하여 균열의 전파에 저항하는 물성을 가진 새로운 도재들이 개발되어 사용되고 있으며, 최근 많이 사용되는 재료에는 In-Ceram[31], IPS-Empress[10], OPC (Optimal Pressable Ceramic)[34] 등이 있다.

이 중에서도 1985년 프랑스의 Sadoun[31]에 의해 개발된 In-Ceram (Vita Zahnfabirk)은 유리침투도재계로서 알루미나로 형성된 다공성의 코어위에 유리를 침투시켜 결정화함으로써 강도를 증가시키는 방법을 사용하여, 높은 파절 저항성을 가지므로 전치부 계속가공의치용으로도 사용할 수 있다는 장점을 가진다.

전부도재관의 접착시에는 종래의 인산아연시멘트와 glass-ionomer 시멘트 등을 사용할 수도 있으나, 최근에는 많은 종류의 레진시멘트가 소개되고 있으며, 심미성과 강도면에서 레진시멘트의 사용이 권장되고 있다.

전부도재관의 파절강도 및 레진시멘트에 관한 최근의 연구를 살펴보면 Neiva 등[23]은 3가지 전부도재관의 파절강도를 비교하였으며, Kern과 Strub[20]은 알루미나 도재의 접착강도에 대한 5년간의 임상연구 결과 알루미나 도재표면에 silica coating 처리시 높은 레진 결합을 이루었음을 보고하였다. Wood 등[35]은 불산식각에 저항성 (hydrofluoric acid etch-resistance)을 가진 In-Ceram과 In-Ceram Spinell 에 대한 접착력을 증가시키기 위한 방법에 관해 연구하였다. 또한 Yoshinari와 Derand[36]는 conventional Vita-Dur, In-Ceram, Dicor, 및 IPS-Empress 등의 4가지 전부도재관의 파절강도에 대한 연구를 시행한 바 있다. Burke와 Watts[11]는 전부도재관으로 수복시 파절강도에 대한 여러가지 접착시스템의 효과에 대해 연구하였으며, Chang 등[15]은 glass-ceramic (Dicor)과 법랑질간의

"이 연구는 1998년도 단국대학교 대학연구지원비의 지원으로 연구되었음"

dual-cured 시멘트의 인장결합강도에 관해 보고하였다. 이외에도 전부도재관 접착시 사용되는 여러 가지 레진시멘트에 대한 접착강도에 관한 연구가 있으며[9,19,27], 이 연구들은 대부분 도재접착면의 처리방법 등에 따른 레진시멘트와 도재간의 결합강도에 대한 것이었다.

또한 국내에서는 김 등[3]이 수종의 전부도재를 이용한 구치부 고정성 가공의치의 유한 요소법적 응력 분석을 시행하였고, 조 등[7]이 die spacer 도포횟수에 따른 In-Ceram 도재관의 변연적합도와 파절강도에 관한 연구를 시행한 바 있으며, 그 외에도 전부도재관에 관한 연구가 진행된 바 있다[25,6].

변연을 정확히 재현한 높은 변연적합성을 보이는 금관은 치아우식증과 치주병의 발생기회를 낮추는 반면, 수복물과 형성된 치아사이의 변연 gap은 지각과민증을 일으키거나, 치태의 축적을 용이하게 만들며 또한 보철물의 수명을 감소시킨다. 변연적합도에 영향을 주는 요인으로는 인상체 또는 주모형의 변형, 도재의 종류 및 제작방법, 변연형태 및 접착시 사용된 접착재의 종류등이 있다[7].

이러한 요소들에 관한 연구가 국내외에서 일부 진행되어 왔으나[1,2,4,7,32,33], In-Ceram 도재관의 접착시 사용되는 접착재의 종류에 따른 변연적합성의 변화와 도재관의 파절강도에 미치는 영향 등에 관한 연구는 다소 부족한 것으로 사료되며, 따라서 본 연구에서는 높은 강도를 가지는 것으로 알려진 In-Ceram 도재관의 구강내 접착시 사용되는 레진시멘트의 종류와 측정위치에 따른 변연적합도 변화와 도재관의 파절강도를 비교측정하여 적절한 종류의 레진 시멘트를 선별사용함으로써 임상에서 보철수복물의 성공률을 높이고자 하는데 그 목적이 있다.

Ⅱ. 연구 재료 및 방법

1. 연구재료

총 27개의 In-Ceram 도재관을 제작하여 3종류의 접착성 레진시멘트인 Panavia 21® (Kuraray Co., Ltd., Japan), Super-bond® (Sun Medical Co., Ltd., Japan), Lute-it® (Jeneric® /Pentron® Inc., U.S.A.)를 사용하여 금속모형상에 접착한 후 입체

Table 1. Classification of experimental groups.

Groups	Resin Cements	The Number of Specimens
PV	Panavia 21	9
SB	Super-bond	9
LI	Lute-it	9
Total		27

광학현미경 (Stereomicroscope SZ-ST®, Olympus, Japan)을 사용하여 변연적합도를 측정하였으며, 만능역학실험기계인 Autograph S-2000® (Shimadzu, Japan)을 사용하여 파절강도를 측정 및 비교분석하였다. 실험군의 분류는 다음과 같다 (Table 1).

2. 연구방법

1) 금속주모형 (Metal master die)의 제작

Dentiform 상에서 상악 우측중절치에 In-Ceram 도재관을 위한 지대치 형성을 시행하였다. 절단연은 약 2 mm, 그리고 순측과 설측은 약 1.2 mm 삭제하였으며, 전체적으로 약 1 mm의 heavy chamfer 변연을 형성하였다. 형성된 레진치아를 duralay로 복제한 후 Verabond® (Aalba Dent Inc., Concord, CA., USA)로 주조하고, 연마하여 금속주모형을 완성하였다 (Fig. 1).

2) In-Ceram 알루미나 코핑의 제작

부가중합형 실리콘 인상재인 Panasil® (A. Kettenbach GmbH & Co. KG, Germany) heavy

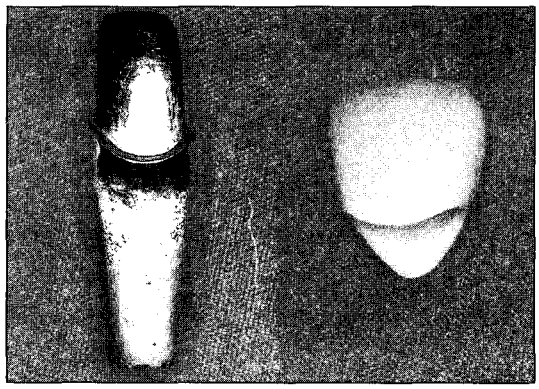

Fig. 1. Metal master die and In-Ceram crown

body와 Panasil® light body를 사용하여 금속주모형의 복제인상을 채득한다음 제조회사의 지시대로 special plaster를 증류수와 혼합하여 인상체 내에 부어 plaster model을 제작하고 표면에 sealant를 도포하였다.

제조회사의 지시대로 알루미나 분말을 혼합하여 slip을 제작하고, 붓을 사용하여 혼합된 slip을 plaster die에 도포하였으며, 이때 먼저 도포된 slip의 건조를 방지하기 위해 신속히 도포하였으며 이후 기공용 칼로 변연부위를 넘는 과도한 slip을 제거한 다음 stabilizer를 도포하였다. 완성된 slip 코핑을 Vita Inceramat® (Vita Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co. KG, Germany) 도재로에서 소성하였다. 소성온도는 제조회사의 지시대로 6시간 동안 20℃에서 120℃까지 증가시키고, 120℃에서 11,20℃까지 분당 10℃씩 증가시킨 후 2시간 동안 계류시켰다. 소성이 끝난 후 die spacer를 제거한 금속주모형에서 하부구조의 적합도를 검사하였다. Fine-grit diamond를 사용하여 절단연쪽은 0.7 mm, 축벽은 0.5 mm의 두께가 되도록 조절하였다.

3) 유리침투소성 (Glass infiltration firing) 및 도재관의 완성

Glass powder와 증류수를 묽게 혼합하여 붓으로 소결된 하부구조의 외면에 두껍게 도포한 후 0.1mm 두께의 백금박 위에 올려서 600℃로 예열하였다. Vita Inceramat® (Vita Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co. KG, Germany) 도재로에서 30 분간 1100℃ 까지 빠르게 올리고 4시간 동안 유지하였다. 실온까지 식힌 후 coarse-grit diamond와 disk, 그리고 35-50㎛의 Al_2O_3로 micro-blasting하여 과도한 유리를 제거하였다.

하부구조가 완성된 후 Vitadur® Alpha 도재 (Vita Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co. KG, Germany)를 사용하여 최종 도재관형태로 축성하고 Vita Vacumat 250® (Vita Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co. KG, Germany) 도재로에서 소성하여 도재관을 완성하였다.

4) 도재관의 접착

제작된 총 27개의 In-Ceram 도재관 (Fig. 2)을 9개씩 3종류의 레진시멘트 (Panavia 21, Lute-it, Super-bond)를 사용하여 제조회사의 지시대로 금속모형상에 접착하였다.

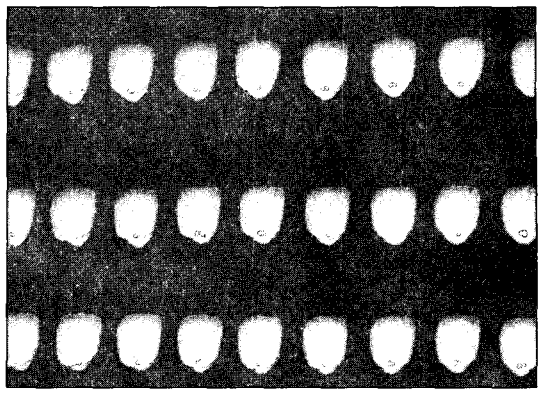

Fig. 2. In-Ceram crowns for experiment

5) 변연적합도 측정

금속주모형의 변연 하방을 따라 90°간격으로 미리 표시해둔 순측, 근심측, 설측 및 원심측의 4군데 기준점에서 입체광학현미경 (Stereomicroscope SZ-ST®, Olympus, Japan)을 사용하여 80배로 확대하여 사진 촬영한 후 변연적합도를 측정하였다 (Fig. 3, 4).

6) 파절강도 측정

만능역학실험기계인 Autograph S-2000® (Shimadzu, Japan)을 사용하여 파절강도를 측정하였다. 상하악 치아간 각도가 126°가 되도록 금속주모형의 설측이 상방을 향하며 수평면에 36°기울기로 되도록 만능역학실험기계의 고정부분에 부착하고, 가동부분에는 하악 중절치형태를 금속으로 복제하여 수직으로 부착하였다. 하중점의 위치는 도재관의 절단면에서 치경부쪽으로 1 mm 부위에 설정하였으며, 가동부분의 cross head speed는 5 mm/min로 수직하중을 가하여 파절강도를 측정하였다 (Fig. 5, 6).

7) 통계처리

윈도우용 SPSS® Version 8.0 컴퓨터 프로그램을 사용하여, ANOVA test, one-way ANOVA test 및 multiple range test를 시행하여 통계적 유의성을 검증하였다.

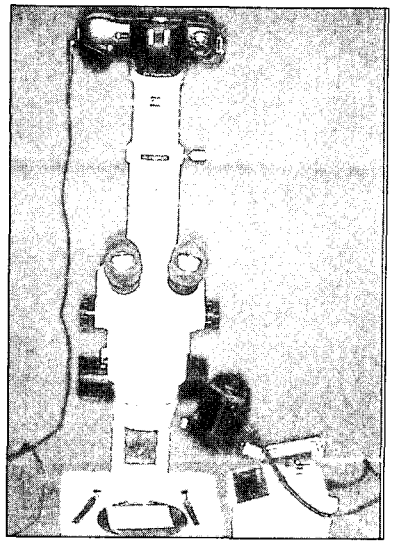

Fig. 3. Stereomicroscope

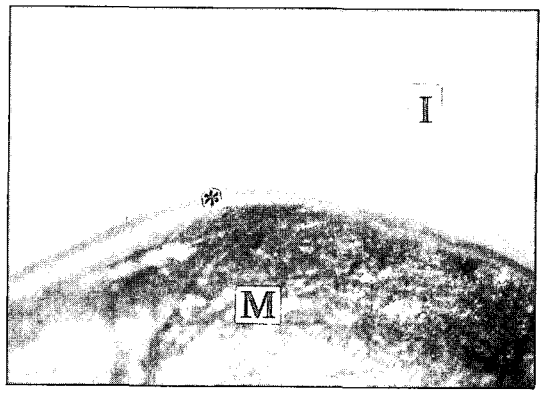

Fig. 4. Stereomicroscopic view of marginal gap
I : In-Ceram, M : Metal die, * : Cement

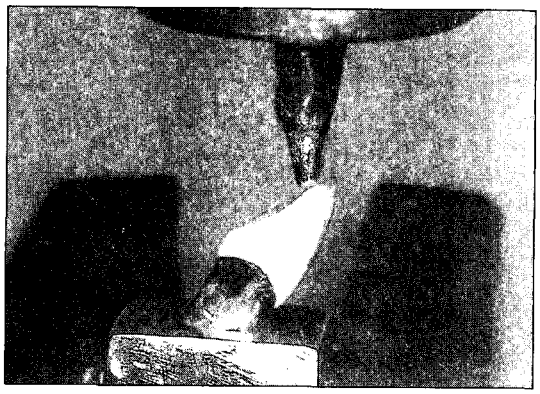

Fig. 5. Photograph of loading condition

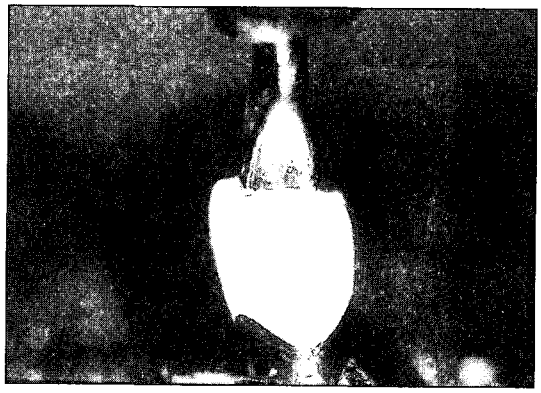

Fig. 6. Fractured In-Ceram crown

Ⅲ. 연구성적

1. 변연적합도 측정결과

Table 2 는 레진시멘트의 종류와 측정 위치에 따른 변연적합도의 평균과 표준편차이며 레진시멘트의 종류에 따른 변연적합도는 Lute-it 으로 접착한 군에서 평균 63.75㎛으로 가장 우수하였고, Panavia 21을 이용하여 합착한 군에서 평균 86.53㎛으로 가장 낮은 변연적합도를 나타내었다.

레진시멘트의 종류와 측정위치가 변연적합도에 미치는 효과와 서로간의 상호작용이 있는지를 검사하기 위해 ANOVA test를 실시한 결과 두 요소간에 상호작용은 없었으며 주로 레진시멘트의 종류가 변연적합도에 영향을 미치는 것으로 나타났다 (Table 3).

레진시멘트의 종류에 따른 변연적합도에 대한 one-way ANOVA test 및 multiple range test의 결과는 Table 4, 5 에 나타내었으며, one-way ANOVA test 결과 레진시멘트의 종류에 따른 변연적합도의 비교시 통계적으로 유의한 차이가 있었으며 ($p<0.05$), multiple range test 결과 Lute-it 으로 접착한 군과 Panavia 21로 접착한 군 사이에 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p<0.05$).

Table 2. Marginal fidelity of In-Ceram specimens according to type of resin cement and measuring point

(unit : ㎛)

Measuring point	Panavia 21 (Mean±SD)	Super-bond (Mean±SD)	Lute-it (Mean±SD)
Mesial	80.00±23.31	58.33±38.52	48.61±13.18
Distal	84.72±25.01	95.83±31.56	61.94±25.79
Buccal	88.33±28.42	69.44±35.54	84.72±35.23
Lingual	93.05±17.44	87.50±32.19	59.72±16.27
Total	86.53±23.35	77.78±34.45	63.75±22.62

Table 3. Results of ANOVA test for marginal fidelity according to type of resin cement and measuring point

Source of variation	Sum of Squares	DF	Mean Square	F	Sig. of F
Main effects	162.764	5	32.553	2.262	.054
Cement type	95.060	2	47.530	3.302	.041
Position	67.704	3	22.568	1.568	.202
2-way interations	80.644	6	13.441	.934	.475
Cement type vs Position					
Explained	243.407	11	22.128	1.537	.131
Residual	1381.847	96	14.394		
Total	1625.255	107	15.189		

Table 4. Results of one-way ANOVA test for marginal fidelity according to type of resin cement

Source	DF	Sum of Squares	Mean Squares	F Ratio	F Prob.
Between Groups	2	9506.019	4753.009	3.261	.042
Within Groups	105	153019.444	1457.328		
Total	107	162525.463			

Table 5. Results of multiple range test (Scheffe test) for marginal fidelity according to type of resin cement

	Lute-it	Super-bond	Panavia 21
Lute-it			
Super-bond			
Panavia 21	*		

* denotes pair of groups significantly different at the 0.05 level

Table 6. Fracture strength of In-Ceram specimens according to type of resin cement

(unit : kg/㎠)

Cement type	Mean	Standard Deviation
Panavia 21	56.11	12.36
Super-bond	56.80	8.60
Lute-it	60.00	15.81

Table 7. Results of one-way ANOVA test for fracture strength according to type of resin cement.

Source	DF	Sum of Squares	Mean Squares	F Ratio	F Prob.
Between Groups	2	77.514			
Within Groups	24	3813.769	38.757	.244	.785
Total	26	3891.283	158.907		

2. 파절강도의 측정결과

Table 6 은 레진시멘트의 종류에 따른 파절강도의 결과로서 Lute-it으로 접착한 군에서 평균 60.00kg/㎠로 가장 높은 파절강도를 나타내었으며, Panavia 21 (56.11kg/㎠)과 Super-bond (56.80kg/㎠)로 접착한 군에서는 서로 비슷한 파절강도를 나타내었다.

Table 7은 레진시멘트의 종류에 따른 파절강도의 one-way ANOVA test의 결과로서 레진시멘트의 종류에 따른 파절강도의 비교시 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다.

Ⅳ. 총괄 및 고안

사회적, 경제적 발전과 더불어 최근에는 심미적인 수복물에 대한 환자의 욕구가 증가함에 따라 치과용 도재의 새로운 재료와 술식의 개발이 이루어져왔다[21,24].

전부도재관은 1903년 Land에 의해 백금박 술식이 개발되었으며[25], 이것은 고융점 장석 도재로서 높은 투명도와 자연스러운 심미성을 가질 수 있었다. 즉 치과용 도재는 자연치아와 유사한 색상 및 질감을 갖으며, 구강내에서 부식에 저항력이 있고, 생물학적 친화성이 있으며 열팽창 계수도 치질과 유사하다. 그러나 과거의 전부도재관은 강도가 낮으므로 응력이 높은 부위에서는 사용하기 어려운 단점을 지니고 있었다[18].

반면 금속도재관은 전부도재관의 단점인 파절에 대한 저항성을 증가시켜 단일 치관과 고정성 계속가공의치에 사용되어 왔고, 적절한 적응증에 사용하는 경우 좋은 결과를 얻을 수 있다. 그러나 금속 구조물에 의한 빛의 차단으로 자연감이 감소하고, 치관 변연부에 금속이 보일 수 있으며, 귀금속 합금을 사용할 경우 가격이 비싸고, 비귀금속 합금은 치은에 과민반응을 일으킬 수 있으며, 결합실패 또는 도재의 변색이 나타나는 단점들이 있을 수 있다. 따라서 최근에는 금속도재관의 비심미성을 극복함과 동시에 고정성 계속가공의치에도 사용될 수 있을 정도의 새로운 전부도재 시스템들이 소개되고 있다.

IPS-Empress[10]와 같은 열가압도재계는 도재의 소성과정에서 발생하는 수축을 최소화 시키기 위해서 미리 결정화시킨 glass-ceramic을 열과 압력을 가해서 성형하는데 백류석 (leucite) 결정에 의한 강도증가에 한계를 보인다. In-Ceram은 유리침투 도재계로서 알루미나 코어에 유리를 침투시켜 결정화함으로써 그 강도가 현저히 증가되어 전치부의 계속가공의치로도 선택적 사용이 가능하다[7].

고정성 보철물의 우수한 변연 적합도는 성공적인 수복물을 위한 필수 요소이며, 인공치관의 변연적합도는 다양한 연구의 초점이 되어왔다. 높은 적합도를 가지는 치관은 재발성 우식과 치주질환의 발생을 감소시키는 반면 불량한 적합도를 가지는 인공치관은 세균성 치태의 축적을 가져온다. 따라서 보철물과 치아사이의 변연에 gap이 없는 것이 가장 이상적이나 기공과정의 오차 등으로 인하여 전혀 없게 할 수는 없다. 또한 아주 정확히 제작된 보철물이라 할지라도 치아에 접착시키기 위해 사용되는 시멘트의 두께로 인하여 필수적으로 변연 오차가 발생하게 되며, 이것은 사용되는 시멘트의 피막두께와 점조도 등에 따라 좌우된다. 최근에는 아주 다양한 레진시멘트가 소개되고 있고 Rosenstiel 등[30]은 이것의 선택을 위한 고려요소로서 생체친화성, 항우식 효과, microleakage, 강도 및 물리적 성질, 용해도, 수분흡수도, 접착력, 경화응력, 마모저항성, 색상안정성, 방사선 불투과성, 피막두께, 점조도, 작업시간 및 경화시간 등을 들었다. 또한 임상사용시 주의사항으로는 임시시멘트의 완전한 제거, smear layer의 제거, 정확한 액/분

말 비율, 혼합시 온도 및 속도, 접착시 가하는 힘 및 진동여부와 철저한 방습 등을 고려해야 한다고 언급하였다.

변연적합도에 관한 연구에서 Pera 등[26]은 In-Ceram alumina porcelain ceramic의 소성시 체적 안정을 측정하였고, 3가지 형태 즉, chamfer, 50°shoulder, 90°shoulder에 따른 변연 적합도를 입체현미경을 사용하여 조사하였다. 그 결과 치아삭제 형태에 관계없이 모두 임상적으로 받아들여질만한 50 ㎛이하의 변연적합도를 보였으며, 도재 소성과 최종 glazing 과정 동안에 체적 안정성을 보였고, 90°에 비해 chamfer나 50°shoulder에서 더 좋은 변연 적합을 보고하였다.

Campbell 등[13]은 도재수복물이 소성시 수축으로 인하여 다이의 변연에서 들어 올려져서 변연 gap을 만든다고 하였으며, In-Ceram 도재관은 알루미나 분말을 소성한 후에 최소한의 선상 수축(0.21%)을 나타냄을 보고하였다. 이러한 수축은 통상적인 석고 (gypsum) 재료의 팽창으로 보상되며, In-Ceram 수복물의 높은 적합도를 허용해 준다고 하였다. 또한 In-Ceram 도재관은 shoulder 형성시 강도가 236 MPa (4점 flexural)과 446 MPa (3점 flexural) 사이인 것으로 보고하였으며, 이것은 통상의 치과용 feldspar Dicor cast ceramic, aluminous porcelain jacket 재료보다 약 3~6배 더 큰 값을 나타냄을 보고하였다. Abbate 등[8]은 금속변연을 가지는 금속도재관, 도재변연을 가지는 금속도재관, Cerestore 도재관 및 Dicor 도재관 등의 4종류 도재관의 변연적합도 측정에서 비교적 만족스러운 변연 적합도를 보고한 바 있다.

또한 Rinke 등[29]은 통상적인 방법으로 제작된 In-Ceram 도재관과 copy-milled In-Ceram 도재관의 변연 정확성과 파절 강도를 비교하였다. 이 연구에서는 전치부의 통상적인 In-Ceram 도재관에서 32.5 ㎛의 gap이 나타났으며 copy-milled In-Ceram도재관은 38㎛의 gap을 보고하였다. Sorensen 등[33]은 전부도재관의 변연형태에 따른 변연적합도 비교에서 chamfer (32±29㎛), shoulder (24±25㎛), shoulder-bevel (48±52㎛)이 좋은 변연 적합성을 보였고, feather edge형태 (67±76㎛)는 불규칙하고 과형성된 변연을 갖는다고 하였다.

본 연구에서는 heavy chamfer 형태의 변연을 사용하였으며, 전부도재관 접착시 주로 사용되는 레진시멘트 중에서 Bis-GMA 계통의 dual cure 시멘트인 Lute-it, 인산에스테르계의 Panavia 21 및 4-META 함유 레진시멘트인 Super-bond를 사용하여, In-Ceram 도재관의 접착에 사용하였으며, 각 재료의 물리적 특성 차이에 따라서 발생될 수 있는 변연 오차를 비교해보고자 하였다. 연구 결과 Lute-it이 다른 2종의 레진 시멘트 보다 적은 변연 오차를 나타내었으며, 이러한 이유는 본 연구의 결과 만으로는 정확히 파악할 수 없으나 각각의 레진시멘트의 피막두께에 따른 결과로 사료된다. 또한 이러한 피막두께에 영향을 미칠 수 있는 요인으로는 시멘트 혼합시 base와 catalyst 혹은 액/분말 비율의 차이와 혼합시간 등을 생각해 볼 수 있다.

새로운 치과용 도재의 개발에 있어서 심미성 뿐만 아니라 가장 중요한 물성은 강도이므로, 심미성을 잃지 않고, 충분한 강도를 가질 수 있는 도재에 대한 연구가 계속되어 왔다. 높은 In-Ceram 코어의 강도는 소결과정과 유리침투로 얻어진다. 매우 치밀하게 축성되는 알루미나 입자에 의해 균열전파가 제한되고, 유리침투에 의하여 도재의 약점이 되는 거의 모든 기공 (porosity)이 제거된다[17]. 알루미나 입자와 유리사이의 열팽창계수의 차이는 알루미나-유리 계면에 압축응력을 발생시키고 이 응력은 가해지는 인장력에 반작용함으로써 강도는 더욱 증가된다[28]. Campbell[12]에 따르면 응력에 대한 전장 재료의 저항도는 코어의 강도와 연관되어 있다고 한다. 하부구조의 도재에 대한 강화 효과는 탄성계수와 직접적 관련이 있으며 탄성계수가 증가할수록 강도는 증가한다. 일반적으로 탄성계수가 낮은 도재는 균열이 모든 층으로 전달되어 응력에 대한 저항이 낮아지게 된다.

도재수복물의 강도에 관한 연구는 국,내외적으로 비교적 활발히 진행되고 있으며, Neiva 등[23]은 3가지 전부도재관의 파절강도를 비교하였으며, Miller 등[22]은 금속도재관과 수종의 전부도재관의 파절강도 비교를 위해 4가지 형태의 전치부 치관에서 절단연에 가해진 힘에 대한 파절 저항을 시험하였다. 금속도재관이 전부도재관 (360psi)보다 유의하게 더 높은 값 (720psi)에서 파절되었다. 또한 전부도재관을 레진시멘트로 접착시 더 높은

파절값을 보일 것이라고 예측하였다. Castellani 등[14]은 금속도재관과 전부도재관의 파절강도에 관한 연구에서 전부도재관의 경우 crack의 파급양상이 금속도재관과는 다른 경로를 따른다고 하였으며, 전부도재관에서 crack은 다공성의 층에서 시작되어 전체 두께로 쉽게 확산되는데 이는 도재가 근본적으로 깨지기 쉬운 성질을 가지기 때문이라고 하였다. 이에 반해 금속도재관은 도재가 완전히 파절되었을 때에도 하부 금속에 부착되어 있는 경향을 보였다. 이러한 양상은 근본적으로 하부구조 재료의 성질 즉, Young's modulus, 두께, 다공성 및 형태적 특성 등에 따른 것으로 보인다.

Giordano 등[16]은 In-Ceram 시스템에서 각각의 구성 요소의 굽힘 강도를 측정하였고, 장석을 함유한 통상적인 도재와 Dicor의 코어 재료를 비교하였다. In-ceram sintered alumina의 굽힘 강도는 18.39±5.00Mpa이었고, In-Ceram infusion glass는 76.53±15.23Mpa, In-Ceram infused alumina core는 236.15±21.94Mpa, self glazed feldspathic porcelain은 69.74±5.47Mpa, cast Dicor ceramic은 71.48±7.17 Mpa, 연마된 Dicor ceramic은 107.78±8.45Mpa이었다. 또한 Yoshinari 와 Derand[36]의 연구에서는 conventional Vita-Dur, In-Ceram, Dicor 및 IPS-Empress 등의 4가지 전부도재관의 파절강도를 비교하였으며, polyalkenoate 나 접착성 레진 시멘트로 접착시 Vita-Dur 도재관의 파절 강도가 증가됨을 보고하였다. 또한 인산아연시멘트로 접착시 Vita Dur (770±237N), Dicor (840±226N), IPS-Empress (891±185N) 및 Vita In-Ceram (1060±341N) 등의 순으로 나타났고, In-Ceram 도재관의 파절은 완전히 파절된 형태와 알루미나 코어가 남아있는 형태인 두가지 양상으로 나타났으며, 각각의 파절강도는 1276±207N와 808±292N로서 알루미나 코어까지 파절된 경우 좀 더 높은 파절 저항성을 보였다.

이와 같이 In-Ceram 도재관의 강도는 현재까지의 전부도재관 중에서 가장 높은 것으로 알려져 있으며, 파절양상도 기존의 전부도재관이 전체적으로 파절되는 것에 비해 금속도재관이 도재에서만 파절을 일으키는 것처럼 In-Ceram 코어는 그대로 남아있는 경우가 본 연구에서도 관찰되었다.

일반적인 장석도재용의 산부식은 In-Ceram 도재관에서는 일반적인 도재에 비해 미세한 기공을 가진 표면을 얻지 못하므로 부적합한 것으로 알려져 있다. 또한 In-Ceram 도재관은 유리기질 내의 규소 함량이 낮아서 silane 적용으로 레진과 도재관의 접착강도를 증가시키지 못한며, sandblasting을 통한 미세 기공의 형성으로 레진과 도재관의 접착강도를 증가시킨다. 또한 도재접착면의 처리에 관한 연구에서 Kern 과 Strub[20]은 5년간의 임상연구 결과 알루미나 도재에 대한 silica coating처리가 높은 레진 결합을 이루었음을 보고하였다. 그러나 silica coating을 위해서는 고가의 특수한 장비가 필요하다는 단점을 가진다.

Wood 등[35]은 불산식각에 저항성 (hydrofluoric acid etch-resistant)을 가진 In-Ceram과 In-Ceram Spinell 에 대한 접착력을 증가시키기 위한 방법에 관해 연구한 바 있고, Burke와 Watts[11]는 전부도재관으로 수복시 파절강도에 대한 여러 가지 접착시스템의 효과에 대해 연구하였으며, 도재관 내면을 불산 처리후 Scotchbond MP Plus와 3M Indirect Porcelain Bonding Kit로 접착한 경우 (0.77 kN) 및 All-Bond 2와 3M Indirect Porcelain Bonding Kit로 접착한 경우 (0.81 kN)가 Mirage ABC 와 Mirage FLC (0.71 kN), Metabond luting material (1.24 kN), All-Bond 2 와 Duo-link (1.03 kN) 등으로 접착한 경우보다 통계적으로 유의성 있게 높은 파절 강도를 나타내었다.

Chang 등[15], Peters와 Meiers[27] 등도 도재와 레진 시멘트 간의 결합 강도에 관해 연구하였으며, 대부분의 파절은 도재와 시멘트 간의 계면에서 발생된다고 하였다. Awliya 등[9]은 여러 가지 표면 처리에 따른 sintered high-purity alumina (Procera)에 대한 레진 시멘트의 전단 결합강도에 관한 연구에서 알루미나 코어를 4가지 방법으로 처리하였으며, 50㎛ 알루미나 입자를 80psi 로 air abrasion 시킨 경우에서 가장 높은 전단 결합 강도 (11.9±3.12 MPa)를 나타내었다. Kamada 등[19]은 Cerec II 도재 시스템에서 도재표면 처리에 따른 4가지 접착제 (Super-Bond C&B, Panavia 21, Clapearl, 및 Vita Cerec Duo Cement)의 인장결합강도에 대한 연구에서 4가지 표면 처리 방법을 사용하였으며, silane coupler로 처리한 경우 인장결합강도가 증가하였으며, phosphoric acid로 식각처리후 silane cou-

pling agent를 도포한 경우가 가장 높은 인장결합강도를 나타냄을 보고하였다.

본 연구에서는 앞서 언급한 3종의 레진시멘트 사용시 시멘트 자체의 물리적 성질과 피막두께가 전부도재관의 파절강도에 영향을 미치는 지를 알아보고자 하였으며, 연구결과 약간의 차이는 있었으나 통계적 유의성은 발견할 수 없었다. 그 이유는 레진시멘트의 피막두께가 그리 크지 않으므로 전부도재관의 파절강도 증가에 많은 영향을 주지는 못한 것으로 사료된다. 그러나 본 연구에서는 동일한 크기의 시편을 얻기 위해 금속주모형을 사용하였으며, 자연치와는 다른 금속모형에 접착시켜 파절강도를 측정하였으므로 실제와는 다른 결과를 보일 가능성이 있다. 자연치에 있어서는 법랑질 및 상아질의 산부식에 의해 얻어진 미세한 요철 구조와 물리적으로 결합하며, 레진의 종류에 따라서 화학적 결합을 이룰 수도 있으므로 이에 대한 연구가 좀 더 진행되어야할 것으로 사료된다.

V. 결 론

최근에 소개되어진 여러 종류의 전부도재관 중에서 가장 높은 파절강도를 보이는 것으로 알려진 In-Ceram 도재관을 총 27개 제작하여, 세 종류의 레진시멘트로 각 군당 9개씩 접착한 후 측정 위치와 레진시멘트의 종류에 따른 변연적합도를 비교하였으며, In-Ceram 시편의 설측 절단연에서 치경부쪽으로 1mm 떨어진 곳에 하중을 가하여 파절강도를 비교하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. In-Ceram 시편의 변연부 순측, 설측, 근심측, 원심측의 측정위치에 따른 변연적합도의 비교시 통계적으로 유의한 차이가 없었다.
2. 레진시멘트의 종류에 따른 변연적합도의 비교시 Lute-it으로 접착한 군에서 63.75㎛로 가장 우수한 적합도를 보였고, Super-bond (77.78㎛), Panavia 21 (86.53㎛)로 접착한 군의 순으로 낮아졌으며, Lute-it 으로 접착한 군과 Panavia 21로 접착한 군간에 통계적으로 유의한 차이가 있었다 ($p<0.05$).
3. 레진시멘트의 종류에 따른 파절강도의 비교시 Lute-it 으로 접착한 군에서 60.00kg/㎠ 으로 가장 높은 파절강도를 나타내었으며 Super-bond (56.80kg/㎠) 와 Panavia 21 (56.11kg/㎠) 로 접착한 군에서는 비슷한 파절강도를 나타내었으나 모든 군 간에 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

참 고 문 헌

1. 구범모, 임주환, 조인호 : 도재용 금속코핑의 처리 방법에 따른 변연 적합도에 관한 연구. 대한치과보철학회지. 35: 265, 1997.
2. 구재용, 임주환, 조인호 : 전부도재관의 변연형태에 따른 변연적합도에 관한 연구. 대한치과보철학회지. 35: 445, 1997.
3. 김강호, 임주환, 조인호 : 수종의 전부도재를 이용한 구치부 고정성 가공의치의 유한 요소법적 응력 분석. 대한악기능교합학회지. 12: 93, 1996.
4. 김광남: 전부주조금관의 치경부변연의 적합도에 관한 연구. 대한치과의사협회지, 20: 1089, 1982.
5. 신현수, 이상진, 이근우: Alumina와 zirconia가 치과용 코아 도재의 물리적 성질에 미치는 영향에 관한 실험적 연구. 대한치과보철학회지, 31: 3, 1993.
6. 유형우, 송창용, 배태성, 송광엽, 박찬운: All-ceramic crown용 도재의 굽힘강도에 관한 비교연구. 대한치과보철학회지, 32: 2, 1994.
7. 조용훈, 임주환, 조인호 : Die spacer 도포횟수에 따른 In-Ceram 도재관의 변연적합도와 파절강도에 관한 연구. 대한악기능교합학회지. 12: 305, 1996.
8. Abbate, M.F., Tjan, H.L.A., Fox, W.M. : Comparison of the marginal fit of various ceramic crown system. J Prosthet Dent 61: 527, 1989.
9. Awliya, W., Oden, A., Yaman, P., Dennison, J.B., Razzoog, M.E. : Shear bond strength of a resin cement to densely sintered high-purity alumina with various surface conditions. Acta Odontol Scand 56: 9, 1998.
10. Beham, G. : IPS-Empress: A new ceramic technology. Ivoclar-Vivadent Report, 6: 1, 1990.

11. Burke, F.J., Watts, D.C. : Effect of differing resin luting systems on fracture resistance of teeth restored with dentin-bonded crowns. Quintessence Int 29: 21, 1998.
12. Campbell, S.D. : A comparative strength study of metal ceramic and all-ceramic esthetic materials: Modulus of rupture. J Prosthet Dent 62: 476, 1989.
13. Campbell, S.D., Pelletier, L.B., Pober, R.L., Giordano, R.A. : Dimensional and formation analysis of a restorative ceramic and how it works. J Prosthet Dent 74: 332, 1995.
14. Castellani, D., Baccetti, T., Giovannoni, A., Bernardini, U.D. : Resistance to fracture of metal ceramic and all-ceramic crowns. Int J Prosthodont 7: 149, 1994.
15. Chang, J.C., Nguyen, T., Duong, J.H., Ladd, G.D. : Tensile bond strengths of dual-cured cements between a glass-ceramic and enamel.. J Prosthet Dent 79: 503, 1998.
16. Giordano, Ⅱ., R.A., Pelletier, L., Campbell, S., Pober, R. : Flexural strength of an infused ceramic, glass ceramic, and feldspathic porcelain. J Prosthet Dent 73: 411, 1995.
17. Grey, N.J.A., Piddock, V., Wilson, M.A. : In vitro comparison of conventional crowns and a new all-ceramic system. J Prosthet Dent 21: 47, 1993.
18. Johnston, W.M., and O'Brien, W.J. : Shear strength of dental porcelain, J Dent Res 868, 1978.
19. Kamada, K., Yoshida, K., Atsuta, M. : Effect of ceramic surface treatments on the bond of four resin luting agents to a ceramic material. J Prosthet Dent 79: 508, 1998.
20. Kern, M., Strub, J.R. : Bonding to alumina ceramic in restorative dentistry: clinical results over up to 5 years. J Dent 26: 245, 1998.
21. Lacy, A.M. : The chemical nature of dental porcelain, Dent Clin North Am 1: 661, 1977.
22. Miller, A., Long, J., Miller, B., Cole, J. : Comparison of the fracture strengths of cer-amometal crowns versus several all-ceramic crowns. J Prosthet Dent 68: 38, 1992.
23. Neiva, G., Yaman, P., Dennison, J.B., Razzoog, M.E., Lang, B.R. : Resistance to fracture of three all-ceramic systems. J Esthet Dent 10: 60, 1998.
24. O'Brien, W.J. : Properties of new high expansion core material for porcelain crowns, J Dent Res (Abstr. No. 410) 63: 216, 1984.
25. O'Brien, W.J. : Recent developments in materials and process for ceramic crowns, J Am Dent Assoc 110: 548, 1985.
26. Pera, P., Bassi, F., Carossa, S. : In vitro marginal adaptation of alumina porcelain ceramic crown. J Prosthet Dent 72: 585, 1994.
27. Peters, A.D., Meiers, J.C. : Effect of polymerization mode of a dual-cured resin cement on time-dependent shear bond strength to porcelain. Am J Dent 9: 264, 1996.
28. Probster, L. : Compressive strength of two modern all-ceramic crowns. Int J Prosthodont 5: 409, 1992.
29. Rinke, S., Huls, A., Jahn, L. : Marginal accuracy and fracture strength of conventional and copy-milled all-ceramic crowns. Int J Prosthodont., 8:303, 1995.
30. Rosenstiel, S.F., Land, M.F., Crispin, B.J. : Dental luting agents: A review of the current literature. J Prosthet Dent 80: 280, 1998.
31. Sadoun, M. : All ceramic bridges with the slip casting technique. Presented at the 7th International Symposium on Ceramics, Paris, September, 1988.
32. Sorensen, J.A.: A standardized method for determination of crown margin fidelity. J Prosthet Dent 64: 18, 1990.
33. Sorensen, J.A., Torres, T.J., Kang, S.K., Avera, S.P. : Marginal fidelity of ceramic crowns with different margin designs [abstract]. J Dent Res 69: 279, 1990.
34. The Optimal Pressable Ceramic System : Valley dental laboratories, Inc., 1997.

35. Wood, D.J., Bubb, N.L., Millar, B.J., Dunne, S.M. : Preliminary investigation of a novel retentive system for hydrofluoric acid etch-resistant dental ceramics. J Prosthet Dent 78: 275, 1997.

36. Yoshinari, M., Derand, T. : Fracture strength of all-ceramic crowns. Int J Prosthodont 7: 329, 1994.

ABSTRACT

MARGINAL FIDELITY AND FRACTURE STRENGTH OF IN-CERAM CROWNS ACCORDING TO VARIOUS RESIN CEMENTS

Ju-Hwan Lim, D.D.S., M.S., Ph.D.

Department of Prosthodontics, School of Dentistry, Dankook University

In-Ceram system is one of contemporary esthetic all ceramic restorations and has relatively high flexural strength.

The purpose of this study was to evaluate the marginal fidelity according to type of resin cement and measuring position, and to evaluate fracture strength according to type of resin cement.

In this study, twenty seven In-Ceram crowns were fabricated on the metal master die of prepared maxillary right central incisor and devided into three groups. All specimens were cemented with Panavia 21 (group PV), Super-bond (group SB) and Lute-it (group LI) on the metal master die.

After cementation, specimens were measured marginal gap between the margin of the In-Ceram crown and the finishing line of metal master die by using a stereomicroscope (SZ-ST, Olympus, Japan). Marginal gaps were recorded at the labial, lingual, mesial and distal measuring points on the metal master die.

For the mesurement of fracture strength, lingual surfaces of cemented specimens were loaded at a distance of 1mm from incisal edge by using the Autograph S-2000 (Shimadzu, Japan).

The results of marginal fidelity and fracture strength were statistically analyzed with the SPSS version 8.0 programs.

The results of this study were as follows:

1. In comparison of marginal fidelity according to the measuring points, there was no significant difference.
2. The marginal fidelity according to the type of resin cement was decreased in order of group LI (63.75㎛), SB (77.78㎛), PV (86.53㎛), and there was significant difference between group LI and PV ($p<0.05$).
3. The fracture strength according to the type of resin cement was showed descending order of group LI (60.00kg/㎠), SB (56.80kg/㎠), PV (56.11kg/㎠), but there was no significant difference.