

CCD카메라를 이용한 수중 전부도재관의 변연적합도에 관한 연구

서울대학교 치과대학 치과보철학교실

문병화 · 양재호 · 이선형 · 정현영

목 차

- I. 서 론
- II. 연구재료 및 방법
- III. 연구결과
- IV. 총괄 및 고안
- V. 결 론
- 참고문헌
- 영문초록

I. 서 론

심미치의학에 관심이 증가됨에 따라, 심미적인 수복물을 제작하기 위한 다양한 방법들이 소개되었다. 이러한 방법들은 최초에는 전치부를 수복하기 위해 개발되었으나 구치부까지 그 사용 범위를 넓혀왔다.

이상적인 심미수복물은 투명도, 빛의 투과성 등이 자연치아처럼 보여야 하고, 내마모성이 좋아야 하며, 시간경과에 따른 색조변화가 없어야 하며, 생체적합성이 우수하고, 충분한 강도 및 우수한 변연적합도를 가져야 한다.⁴⁰⁾ 도재수복물은 이러한 조건을 어느 정도 충족시키며 심미치과에서 가장 널리 이용되는 재료이다.

그러나, 도재전장금관의 특성상 금속내관이 빛의 투과를 차단하여 자연치와 같은 빛의 투과성, 3차원적인 색조를 재현할 수는 없다는 것은 사실이다.⁸³⁾ 따라서 자연치와 유사한 특성을 갖는 전부 도재관을 위한 재료개발이 활발해졌으며, 최근에는 여러 가지 기법들이 소개되었다.

Hi-Ceram(Vita, Zahnfabrik, Bad Säckingen, Germany), Optec(Jeneric/Penton, Wallingford, Conn., USA) 등은 내화모형을 제작하여 도재를 그 위에서 축조 소성하므로 특수한 장비가 요구되지는 않으나, 내화모형에 인접하는 도재표면에 기공이나 미세결함이 형성되는 단점을 보였다.

Dicor 등의 주조형 유리도재계는 납형을 제작하여 매몰 소환하고 유리를 주조하여 제작하므로, 간단하게 제작되고 변연적합도도 좋은 장점이 있으나^{19,25)} 결정화과정에서 수축을 일으키고 매몰재와 닿는 부분에서 skin layer라 불리는 결정이 일정한 방향으로 향하는 층이 있어서 마모가 많이 되는 단점이 있다.³³⁾

IPS-Empress system(Ivoclar AG, Schaan, Liechtenstein)과 OPC(Optimal Pressable Ceramic, Jeneric/ Penton, Wallingford, Conn., USA)와 같은 열가압도재계는 납형을 매몰하여 소환한 후, 미리 결정화된 유리도재를 가열

하여 가압성형하는 것으로 제작이 간편하고, 변형이 적다.^{30,57)} 이는 재래도재에서 소성수축으로 인한 적합도 문제를 해결하고자 고안된 것이다.³³⁾ IPS-Empress는 임상에 응용한 경우가 많으며^{14,42,60,61,67)} 우수성을 보고한 자료들도 많다.^{24,37,62,69)}

In-Ceram은 유리침투도재(glassinfiltration system)로서 분말로 공급된 산화알루미늄을 slip상태로 만들어 소결시킨 후, lanthanum aluminosilicate glass를 침투시켜 결정화함으로써 강도를 현저히 증가시킨 것이다.^{19,29,33)} 변연적합도도 우수하며^{33,55)}, 강도도 높아서 전치부의 가공의치용으로 사용이 가능하고^{16,51,52)}, 최근에는 이를 접착성가공의치에 사용하려는 시도도 있었으며 임상중해도 발표되었다.^{10,11,35,36)}

그러나, 알루미늄의 함량이 너무 높기 때문에 Hi-Ceram보다는 투명하지만, 투명도, 빛의 분산과 굴절 등이 자연치와 달라서 자연스럽지 못한 단점이 있다.⁸⁶⁾

Celay system은 재래의 도재수복물 제작술식에서는 많은 변수들이 내재되어 있어서 최종 제작된 수복물이 물리적이거나 화학적으로 이상적인 상태가 되기 힘들어 새로이 개발된 기계가공도재시스템(machinable ceramic system)의 일종이다.⁵⁹⁾ Celay system은 2세대의 기계가공도재시스템으로서 미리 가공된 도재 블록을 사용하므로 재료의 물성을 대폭 향상시켰다.⁵⁹⁾ 최근에는 이를 In-Ceram과 결부시켜 copy-milled In-Ceram으로 코아를 제작하여 심미치의학에도 응용되고 있다. Copy-milling 술식으로 완성된 In-Ceram코어는 재래의 술식과 비교시 소결과정이 줄어들고 유리침투 시간도 대폭 줄어들었으며, 강도는 약 10%향상되었고 빠른 시간 내에 보철물을 제작할 수 있다는 장점이 있다.⁵⁵⁾ 이러한 방법으로 제작된 수복물은 적절한 변연적합도를 가지고 있음이 입증되었다.^{12,54,55,59)}

현재 이러한 전부도재관에 관한 연구는 활발히 진행되어, 강도에 관한 연구들은 많으나, 변연적합도에 관한 연구는 비교적 적다고 하겠다. 수복물이 갖추어야 할 요건 중에 강도

못지 않게 변연적합도도 중요한 요소이다.

수복물에서 변연적합도가 불량하면, 미세누출이 많이 일어나며⁴⁴⁾, 이러한 미세누출의 결과로서 치아우식증이나 치수염 등을 일으키기도 한다.⁷⁸⁾ 동시에 치태의 침착이 증가하므로 치은염이나 치주염 등의 치주질환을 일으키기도 한다.^{1,15,17,41,49)} 이전의 연구에서도 이러한 관계가 충분히 규명되었다.

도재전장관과 전부도재관의 변연적합도에 관한 지금까지의 보고에 의하면 그 간격은 4-100 μ m 사이였으며, 대부분은 50-60 μ m이었다.²⁶⁾ 이러한 변연적합도 측정에는 대부분의 연구에서 절단하여 보는 방법을 취하여 왔다. 절단하여 보는 경우에는 정확한 측정은 가능하지만, 측정점이 너무 적으므로 전체 치관 변연적합도를 평가하는 데는 문제가 있다. Chan등⁷⁾은 약 300 μ m 구간에서 변연적합도는 180 μ m에서 50 μ m까지 변화한다고 하였으며, 표준편차가 크므로 변연적합도의 변화가 심하다고 추정되며, 변연적합도는 일정한 간격으로 연속하여 측정되어야 한다고 하였다. Holmes등²⁵⁾은 대부분의 연구에서 적합도를 측정하는 위치에는 다분히 임의적인 요소가 있다고 지적하였다. 즉 변연적합도를 측정하려면 한 곳이나 몇 개 부분이 아닌 연속적으로 변연을 평가하는 것이 보다 좋은 방법이라 하겠다.

본 연구에서는 최근에 임상에 도입되어 그 사용이 증가일로에 있는 4종의 전부도재관을 제작하여 모형에 레진시멘트로 접착하고 변연의 협, 설, 근, 원심 측에 각각 1.6mm의 영역을 약 70 μ m 간격으로 연속적으로 변연적합도를 측정하여 다소의 지견을 얻었기에 보고하는 바이다.

II. 실험재료 및 방법

1. 실험재료.

1) 전부도재관

최근에 개발되어 전부도재관용으로 사용되는 4종을 사용하였으며 그 상품명과 특성은 Table 1과 같다.

Table 1. Materials and construction methods for all-ceramic restorations in this study.

Brand	Construction Method	Manufacturer
In-Ceram	Slip-cast and Glass infiltration	Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Germany
In-Ceram blank (for Celay)*	Copy-milling and Glass infiltration	Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Germany
IPS-Empress	Heat-pressing and Layering	Ivoclar AG, Schoan, Liechtenstein
OPC	Heat-pressing and Layering	Jeneric Penton, Wallingford, Conn., U.S.A.

*Celay system(Mikrona Technologies, Spreitenbach, Switzerland)

2) 접착용 시멘트

전부도재관을 접착하는 시멘트는 복합레진 시멘트(Bistite dual cure resin cement-clear, Tokuyama Soda Co., Japan)를 사용하였다.

2. 실험방법

1) 모형제작

상악 우측중절치에 해당되는 경질레진치를 삭제하여 치대치 형태를 만들었다. 변연부는 일반적으로 전부도재관에서 많이 사용되고, 제조회사에서 권장하는 치대치변연형태인 내면에 각을 없앤 shoulder를 형성하였다.^{29,48)}

Shoulder는 끝의 직경이 1.0mm인 flat-end tapered 다이아몬드(TF-13, MANI Inc., Japan)로 순설측 1.0mm, 근원심측 0.7mm에 근사하게 삭제하였다. 동시에 근원심은 치아의 굴곡된 형태를 따라 곡선이 되도록 삭제하고, 변연은 법랑백악경계부 약간 상방에 위치되도록 하였다. 모든 날카로운 선각은 응력집중을 일으키므로¹⁾ 둥글게 마무리하였다.

변연부는 8배율 현미경하에서 끝부분만 삭제되는 다이아몬드(F414s, Shofu Co., Tokyo, Japan)로 다시 한번 확인하며 마무리하였다.

치대치 형성이 완료된 경질레진치를 복제용 인상재로 인상을 채득하여 epoxy resin 치아모형을 40개 제작하였다.

본 실험에서는 전부도재관의 변연적합도에

관한 평가이므로 인상과정이나 석고를 사용하는데 따른 오차를 없애기 위하여 각 epoxy resin 치아모형상에서 개별적인 기공과정을 진행하였다.

2) 전부도재관의 제작

① In-Ceram 도재관의 제작

Epoxy모형에 die spacer를 두겹 바르고 실리콘 인상재로 인상을 채득하고, 경석고를 주입하여 경화후 인상체로부터 제거하였다. 산화알루미늄분말에 액을 섞어 액상 slip을 만들어 경석고 모형위에서 축조하고 In-Ceram 소환로에 넣고 소성시켰다. 다이아몬드 회전기구로 coping의 두께를 조절한 후 In-Ceram glass 분말을 증류수와 섞어 coping에 도포하고 In-Ceram 소환로에 넣어서 완성하였다. 잉여 glass를 다이아몬드와 sandblast로 제거하고, 전용도재(Vita Omega)를 축성하여 완료하였다.

② Copy-milled 도재관의 제작(Celaysystem)

Celay에 사용되는 도재블록(block)은 In-Ceram alumina, In-Ceram Spinell, 재래형 도재가 있다. 본 실험에서는 모두 In-Ceram alumina 블록을 사용하여 제작하였다. 제작과정은 전용레진(CELAY-Tech, ESPE, Seefeld/Oberbay, Germany)으로 모형상에 적합되게 올려서 광중합하고, 이 치관을 전용 부착대에 레진으로

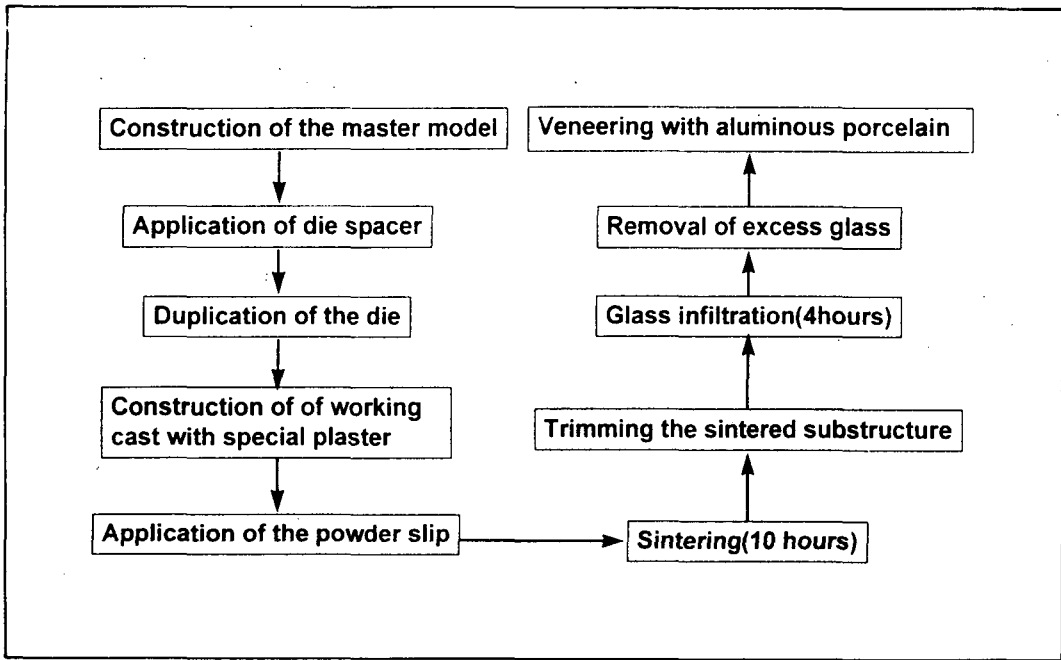


Fig. 1. Flow chart of the conventional In-Ceram fabrication technique.

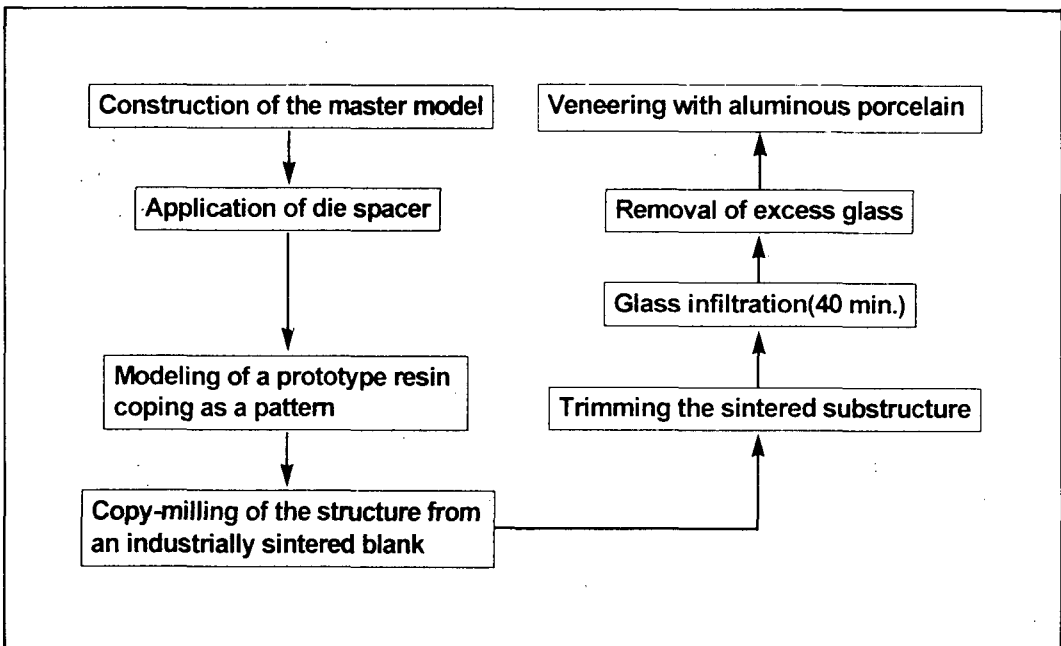


Fig. 2. Flow chart of the copy-milled In-Ceram fabrication technique.

부착하여 작업대에 고정시켰다. 절삭기구 모형으로 레진으로 제작된 형태를 따라 움직이며 반대편에 고정된 In-Ceram 블록을 깎았다. 도중에 수시로 깎이는 상태를 확인하며 작업을 마무리하였다. 완전히 블록을 깎은 후 고정대에서 제거하여 연결부를 절단하고 형태를 수정한 후, glass를 바르고 In-Ceram소환로에서 glass infiltration을 시행하였다. 잉여 glass를 제거하고 전용도재(Vita Omega, Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Germany)를 축성하여 완성하였다.

③ IPS-Empress 도재관의 제작

모형에 die spacer(Vita In-Ceram alumina, Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Germany)를 바르고 Tho-wax로 완전한 형태의 치관납형을 만든 후 매몰하였다. 이를 IPS Empress ingot와 산화알루미늄 press cylinder와 같이 소환로에 넣고 850℃까지 올려서 소환하였다. 몰드내에 IPS Empress ingot를 넣고 미리 700℃까지 가열한 IPS-Empress EP 500 furnace에 넣고 주조하였다. 유리 비드를 분사하여 매몰재를 제거하고 주입선을 자른 후, 선택적으로 내면을 삭제하여 완전한 장착이 되게 하였다. 이를 cut-back하여 도재를 축조할 공간을 만들고 여기에 전용도재인 IPS-Empress Dentin & Impluse를 축조하여 소성하였다.

소성된 도재관의 외형을 수정하고 glaze를 발라 소성하여 완성하였다.

④ OPC 도재관의 제작

Die spacer를 도포하고, Medium Hard Inlay Wax로 납형을 원래의 크기로 조각하였다. 컷백을 하고 주입선을 부착하여 OPC 매몰재로 매몰하였다. 약 1시간 경화후 종이 링을 벗기고 소환하였다. 소환조건은 분당 28℃의 속도로 250℃까지 올리고 30분간 유지하고, 다시 분당 18℃의 비율로 850℃까지 온도를 올리고 90분간 유지하였다. 다음에는 Optimal Auto Press Machine에서 15분간 압축을 시행하였으며, 이 압축과정의 시작온도는 700℃, 압축온도는 1150℃였다. 압축된 링을 꺼내어 적절히 절단하고 4기압으로 유리 비드를 분사하여 매몰재를 제거하였다. 다음에 전용도재인 OP

C porcelain을 축조하고 소성하여 치관을 완성하였다.

3) 도재관의 검사 및 접착

완성된 전부도재관을 각각의 모형에 맞춘 상태로 손가락으로 유지하며 8배의 기공용 현미경하에서 변연의 상태를 검사하고 변연부가 거친 것은 약간의 조정을 시행하였다. 동시에 너무 조이는 도재관은 내면을 선택적으로 삭제하여 과도한 힘을 가하지 않아도 완전히 장착되도록 조정하였다.

5Kg의 접착압하에서도 Dicor 전부도재관의 변연부가 약간 파절되었다고 보고한 바 있다.1,73) 따라서 본 연구에서는 실제의 임상과정과 유사하게 하기 위해 별도로 힘을 측정하였으며, 측정결과 최대 접착압은 약 3.3Kg이었다.

도재관의 내면은 sandblasting하고 초음파 세척을 행한 후 그 부위에 silane을 도포하였다. 두 가지 복합레진시멘트 paste를 균일한 길이로 짜놓고 고르게 10초간 혼합하였다. 혼합된 시멘트를 치관 내면에 붓으로 도포하고 손가락으로 눌러서 적합시키고 자작한 하중전달장치에서 3.2kg의 힘을 가하였다. 하중 전달장치와 인공치관이 접촉하는 부분에서는 힘이 한곳에 편중되어 치관접착시 치관경사가 생기는 것을 줄이기 위해, 하면은 utility wax를 부착하여 치관에 힘이 고르게 전달되게 하였다. 하중 전달장치에 놓고 1분이 경과한 후 광중합기로 변연부 각면에서 20초간 광중합시켰다. 본실험에서 사용한 Bistite resin cement는 dual-cure로서 제조회사의 설명서에는 광중합시키지 않고 구강내에서는 3분이면 경화되고, 22℃에서는 경화시간이 12분이라 하였으므로 완전히 중합시키기 위하여, 광중합하고 12분간 계속적으로 3.2Kg의 하중을 가하였다. 접착된 모형 변연의 시멘트를 기공용 현미경으로 관찰하여 완전히 제거하였다.

4) 시편의 측정

광학현미경하에서 협, 설, 근, 원심 각각 1.6mm의 영역을 설정한 후, 이 영역 내에서

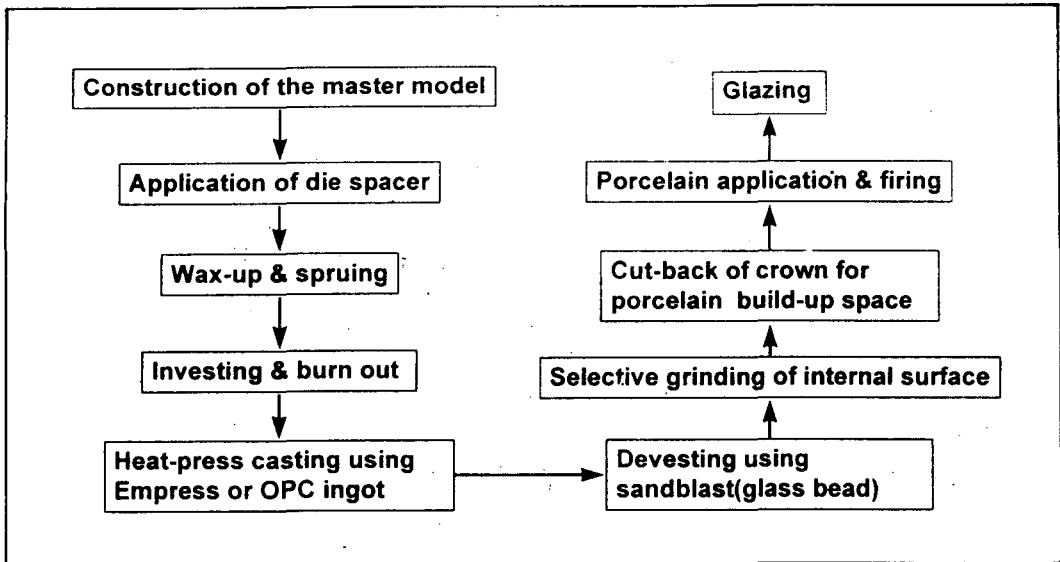


Fig. 3. Flow chart of the IPS-Empress and OPC fabrication technique.

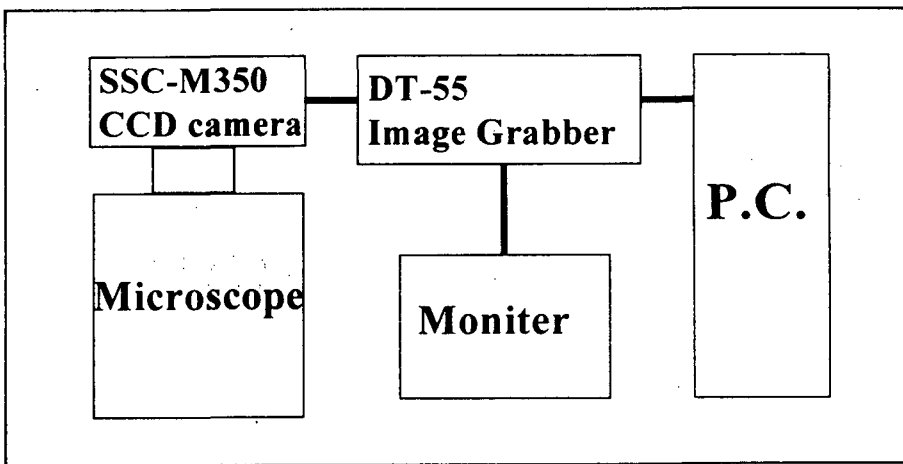


Fig. 4. Illustration of measuring system.

측정하였다.

측정방법은 광학현미경(Leitz, Metalloplan Microscope, Germany)에서 30배로 확대하고 이 모습을 현미경에 장착된 CCD카메라(Charge-Coupled- Device camera, SSC-M350, Sony, Japan)를 이용하여 영상입력장치(Frame grabber DT-55, Data Translation Co., USA)로 컴퓨터에 입력(Global Lab Image ver3.0, Data Translation Co., USA)하였다. 입력된 화상을 저장하고, 화상에서 실제의 크기를 측

정하기 위한 기준 크기로서 stage micrometer(Earling 11-7796)를 사용하였다. 화상의 시야는 약 $470 \times 620 \mu\text{m}$ 였으며 중첩되게 모형의 각 면 영상을 잡은 결과 약 $0.6 \times 1.7 \text{mm}$ 영역이 4번에 걸쳐 기록되었다. 컴퓨터에 입력된 영상은 총 640개였으며, 각 영상에서 측정점은 약 $70 \mu\text{m}$ 간격으로 6개를 부여하였다. 컴퓨터 이미지분석프로그램(Global Lab Image ver 3.0)을 이용하여 각면당 24개씩 측정하였으며, 측정된 값은 Microsoft사의 Excel로 기록하였다. 각각

근, 원심, 순, 설면 4부분으로 나누어 그 부분에서 변연적합도를 관찰하였다.

3. 통계처리.

각면에서 근원심 만족도가 변연적합도에 미치는 영향을 파악하기 위해 각군별로 순설면과 인접면사이의 적합도차이를 검증하기 위하여 t-test($p < 0.01$)를 시행하였으며, 각군간 변연적합도 유의성을 알아보기 위해 Duncan's multiple range test($p < 0.01$)를 시행하였다.

III. 연구결과

변연적합도 측정을 시행하여 얻어진 총 측정값은 3840개였으며 각면의 평균과 전체 평균은 Table 2와 같다. 각군간의 차이를 검증하기 위해 Duncan's multiple range test를 시행한 결과 4개군은 적합도에서 유의할만한 차이가 있었다($p < 0.01$).

각 재료에 따른 변연적합도는 다음과 같다.

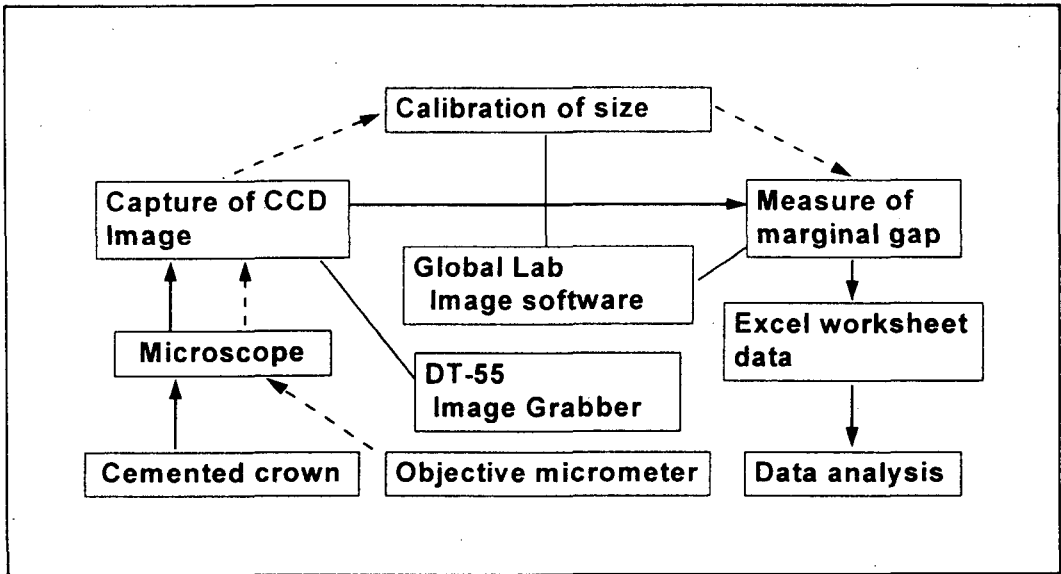


Fig. 5. Flow chart of measuring method.

Table 2. Mean marginal discrepancies(μm) of the four ceramic materials

		Labial	Lingual	Mesial	Distal	Total
In-Ceram	Mean	31.36	30.26	30.95	33.09	31.41
	SD	16.22	15.69	18.60	15.35	16.52
Copy-milled (CELAY)	Mean	48.88	59.55	59.77	53.67	55.47
	SD	26.64	29.18	26.91	27.50	27.90
IPS-Empress	Mean	32.47	36.90	46.91	61.17	44.36
	SD	18.77	16.02	22.27	28.86	24.58
OPC	Mean	42.37	41.68	46.67	58.32	47.21
	SD	15.58	16.95	20.59	23.07	20.42

1. 통법으로 제작된 In-Ceram관

통법으로 제작된 In-Ceram관에서는 전체면에 걸쳐 비교적 고른 적합도를 보였다. 그러나, 통법으로 제작된 In-Ceram관에서는 인접면의 만곡으로 인한 효과가 나타나지 않았으며 전체면을 통해 일정한 값을 보였으나, 원심면에

서 조금 크게 나타났다. 모든 면의 평균은 $31.4 \pm 16.22\mu\text{m}$ 이었다.

순설면과 인접면의 적합도 차이를 t-test($p < 0.01$)로 검증한 결과 유의할 만한 차이를 나타내지 않았다.

Table 3. Mean marginal discrepancies(μm) at various surfaces of conventional In-Ceram

No.of specimen	Labial Mean(SD)	Lingual Mean(SD)	Mesial Mean(SD)	Distal Mean(SD)	Total Mean(SD)
1	37.31(15.91)	17.44 (7.33)	30.48(13.61)	27.12 (8.83)	28.09(13.78)
2	28.07 (9.89)	17.09 (3.77)	33.29(29.65)	46.38(18.35)	31.21(20.82)
3	47.99(21.81)	43.55(15.12)	34.88(14.80)	19.40 (8.02)	36.45(18.96)
4	23.54(10.51)	48.19(19.77)	21.53(14.27)	38.31(14.92)	32.90(18.60)
5	30.80(21.68)	37.50(14.17)	28.97(12.41)	43.99(22.43)	35.32(18.90)
6	31.29(11.75)	31.67(12.53)	23.78 (9.08)	29.69(10.54)	29.11(11.33)
7	22.71(11.88)	21.57 (5.78)	20.04 (9.51)	26.52(12.36)	22.71(10.34)
8	24.48 (8.39)	26.11(13.47)	40.12(17.37)	30.58 (8.44)	30.32(13.73)
9	31.43(14.04)	35.82(10.69)	50.34(23.33)	28.59 (8.66)	36.55(17.21)
10	36.00(15.09)	23.67 (9.03)	26.07(11.53)	40.27(11.16)	31.50(13.59)

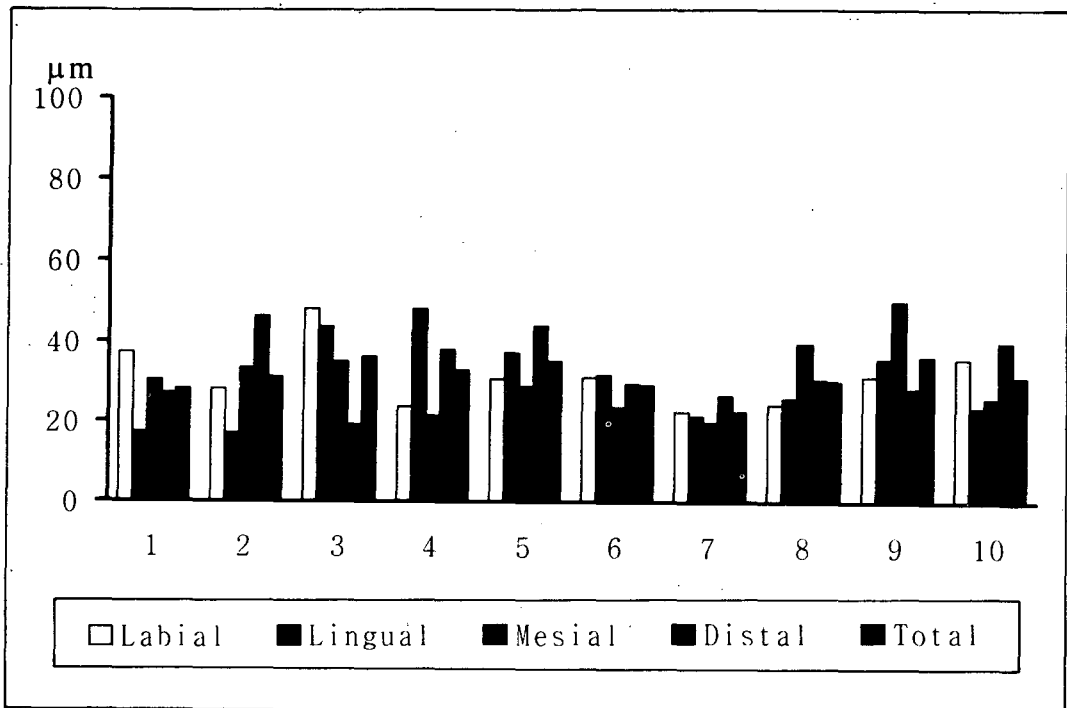


Fig.6 Marginal discrepancies of conventional In- Ceram crown.

2. Copy-milled In-Ceram(Celay system)
 변연간격이 비교적 큰 값을 보였다. 평균은
 $55.47 \pm 26.64 \mu\text{m}$ 이었다. 순설면과 인접면의 적

합도 차이를 t-test($p < 0.01$)로 검증한 결과 유
 의할만한 차이는 없었다.

Table 4. Mean marginal discrepancies(μm) at various surfaces of copy-milled In-Ceram using Celay system.

No. of specimen	Labial Mean(SD)	Lingual Mean(SD)	Mesial Mean(SD)	Distal Mean(SD)	Total Mean(SD)
1	60.55(22.51)	60.66(21.30)	55.71(22.68)	71.16(24.88)	62.02(23.22)
2	39.03(13.11)	57.40(26.05)	51.04(20.90)	54.08(20.51)	50.39(21.50)
3	19.57(7.78)	35.81(8.09)	54.00(14.98)	36.74(11.33)	36.53(16.30)
4	47.87(30.48)	94.08(17.83)	74.23(27.47)	39.31(15.57)	63.87(31.91)
5	33.00(7.52)	47.90(23.44)	42.17(10.52)	39.02(13.86)	40.52(15.79)
6	73.31(22.04)	37.11(13.92)	48.84(10.99)	55.14(20.61)	53.60(21.68)
7	52.23(15.63)	68.55(27.94)	59.75(16.56)	27.70(7.89)	52.05(23.73)
8	71.84(34.88)	90.26(31.98)	58.03(31.30)	67.42(21.38)	71.89(32.08)
9	53.93(28.23)	46.71(20.78)	54.99(17.46)	62.55(15.31)	54.54(21.44)
10	37.52(12.45)	57.04(24.52)	98.94(37.11)	83.59(45.83)	69.28(39.89)

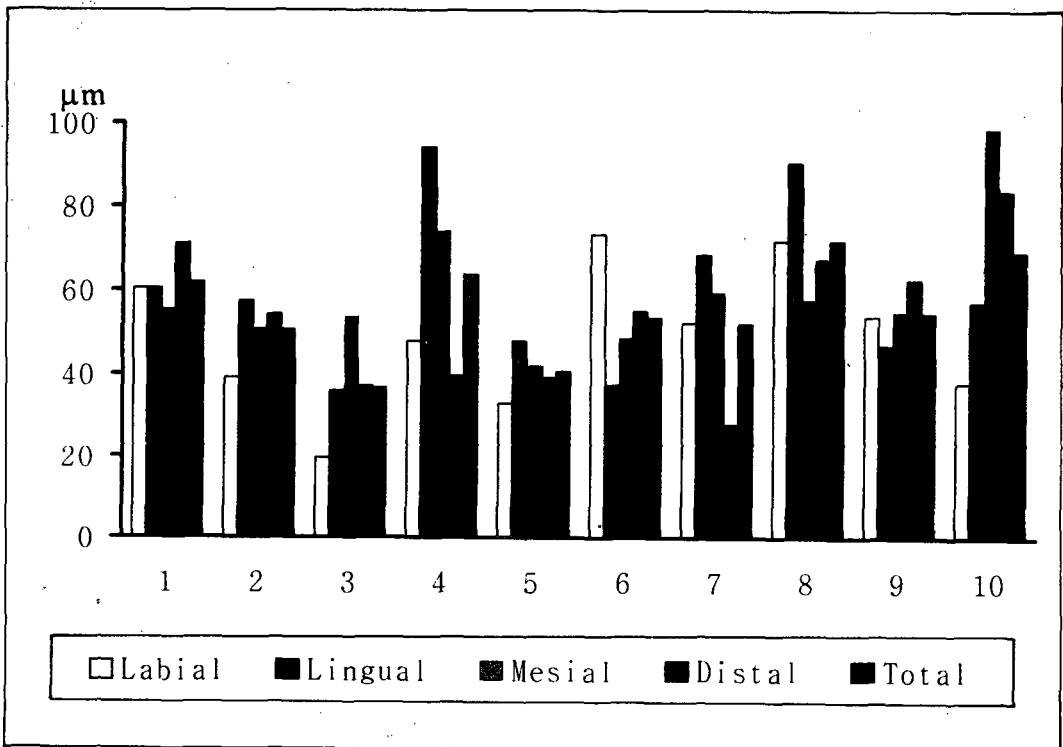


Fig. 7 Marginal discrepancies of copy-milled In-Ceram crown using Celay system.

3. IPS-Empress

순면과 설면에서 거의 In-Ceram과 유사한 값을 보였으나 인접면에서는 약간 증가하는 경향이 있었다. 평균은 $44.36 \pm 24.59 \mu\text{m}$ 이었다.

순설면과 인접면의 적합도 차이를 알아보기 위하여 t-test($p < 0.01$)를 시행한 결과 유의할 만한 차이를 나타내었다.

Table 5. Mean marginal discrepancies(μm) at various surfaces of IPS Empress.

No. of specimen	Labial Mean(SD)	Lingual Mean(SD)	Mesial Mean(SD)	Distal Mean(SD)	Total Mean(SD)
1	37.80(12.52)	40.57(22.58)	44.20(16.34)	39.67(15.16)	40.56(16.95)
2	24.73(7.12)	46.11(13.31)	44.15(13.75)	38.09(9.25)	38.27(13.86)
3	31.09(9.46)	32.29(15.01)	40.34(24.89)	62.76(35.18)	41.62(26.25)
4	15.66(5.44)	27.03(8.24)	55.51(13.48)	57.18(21.85)	38.84(22.57)
5	31.67(8.82)	25.18(5.93)	40.88(13.49)	97.70(28.94)	48.86(33.30)
6	17.41(5.68)	31.46(10.22)	23.79(9.95)	43.92(12.96)	29.15(14.01)
7	70.96(23.93)	28.22(8.35)	73.54(14.05)	85.68(18.62)	64.60(27.64)
8	41.69(11.41)	43.82(10.99)	29.99(9.85)	66.73(28.99)	45.56(21.60)
9	25.98(10.19)	38.03(12.36)	47.15(16.46)	64.21(22.81)	43.84(21.22)
10	27.74(9.40)	56.28(16.81)	69.51(27.30)	55.73(21.27)	52.31(24.78)

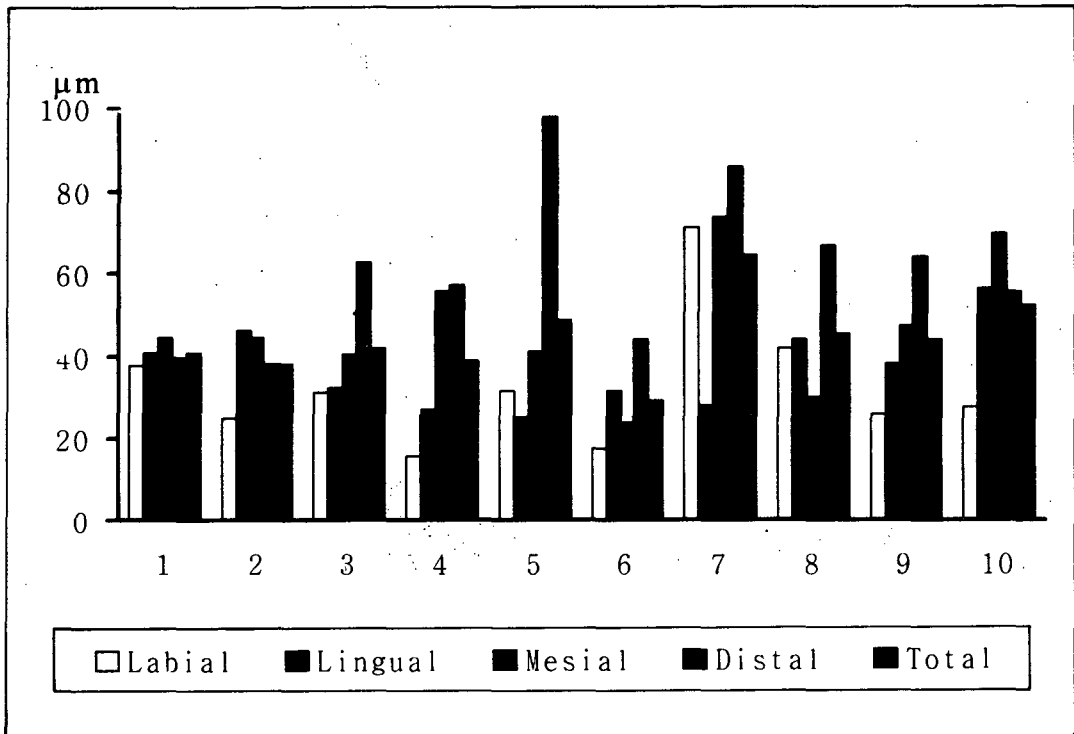


Fig. 8 Marginal discrepancies of IPS-Empress.

4. OPC(Optimal Pressable Ceramic)

IPS Empress와 거의 유사한 양상을 나타내었다. 평균은 $47.21 \pm 20.42 \mu\text{m}$ 이었다. 순설면과

인접면의 적합도는 t-test($p < 0.01$) 결과 유의할만한 차이를 나타내었다.

Table 6. Mean marginal discrepancies(μm) at various surfaces of OPC

No. of specimen	Labial Mean(SD)	Lingual Mean(SD)	Mesial Mean(SD)	Distal Mean(SD)	Total Mean(SD)
1	30.15(9.53)	39.08(10.57)	39.19(16.27)	82.72(21.18)	47.79(25.42)
2	35.27(14.01)	33.31(15.23)	38.34(9.77)	58.63(16.47)	41.39(17.20)
3	54.65(11.09)	59.18(22.38)	18.03(10.19)	83.89(19.10)	53.94(28.71)
4	52.99(11.88)	25.68(6.28)	54.04(20.40)	50.44(16.11)	45.79(18.58)
5	34.21(8.63)	48.05(12.47)	49.00(16.66)	41.95(12.55)	43.30(14.01)
6	45.84(10.70)	54.18(12.14)	44.86(9.87)	56.12(22.61)	50.25(15.35)
7	54.44(20.28)	30.29(9.32)	65.40(21.95)	66.77(28.10)	54.22(25.39)
8	30.21(7.87)	44.44(19.63)	63.20(19.36)	53.22(17.96)	47.77(20.63)
9	36.34(12.41)	43.89(13.77)	48.60(21.52)	43.99(11.41)	43.21(15.70)
10	49.57(16.74)	38.67(10.42)	44.08(10.70)	45.42(11.53)	44.44(13.02)

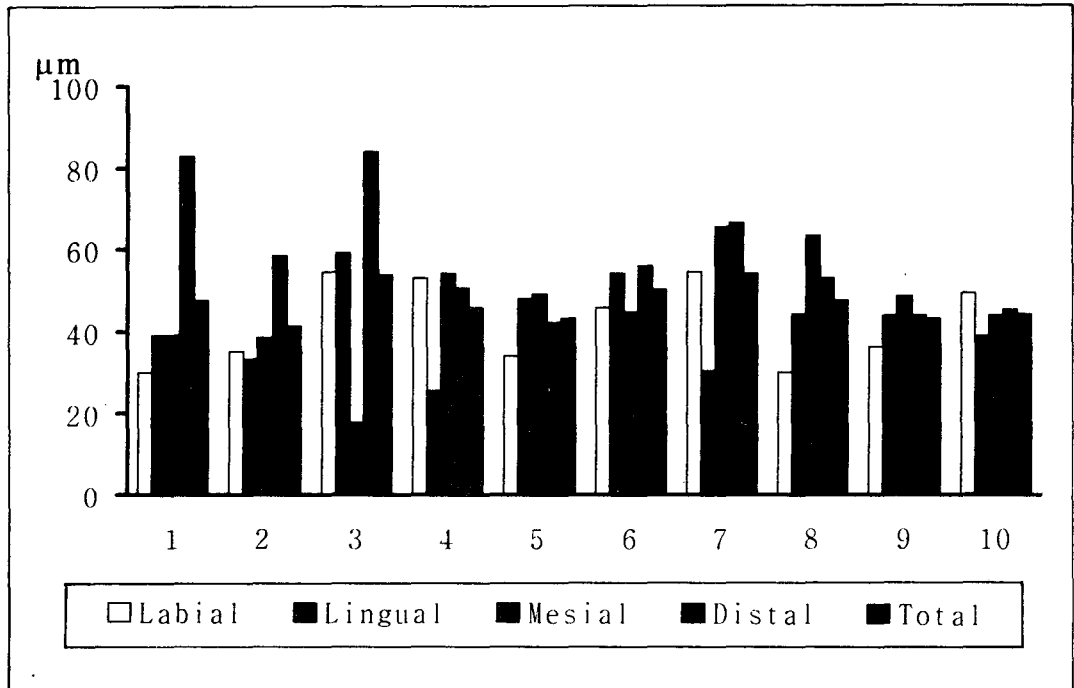


Fig. 9. Marginal discrepancies of OPC.

IV. 총괄 및 고안

구강내 장착될 심미적 보철물이 갖추어야 할 요건을 들자면 적절한 투명도, 색조, 빛의 반사와 굴절, 적합도, 광범위한 사용범위 등을 들 수 있다. 전부도재관은 어느 것이나 재래의 도재전장금관에 비하여 탁월한 심미성을 지니고 있음은 주지의 사실이나, 사용범위를 확대하려면 충분한 강도를 지녀야 한다. 이러한 강도에 관한 것은 이미 많은 연구를 통하여 대부분이 단일관용으로는 충분한 강도를 지니고 있음을 임상중례^{10,33,57,71)}나 강도시험^{33,58,85,86)}에서 밝힌 바가 있다.

변연적합도가 낮은 경우 치주질환, 치아우식증, 치수염등이 생기는 경우가 많다. 그러므로, 변연적합도는 상당히 중요하게 평가되어야 한다.¹³⁾

변연적합도에 영향을 미치는 요소로는^{59,77)} 시멘트의 피막후경, 유출공, die spacer의 두께^{3,22)}, 변연의 형태^{72,74)}, 축벽경사도, 접착압의 크기^{32,72,74,79)}, 접착제의 양^{2,68)} 등이 있다.

ADA specification No. 8에 언급되었듯이 피막후경은 25 μ m (Type I), 40 μ m (Type II) 두 가지가 있다. 그러나 이 피막후경은 자연치가 아니라 유리관위에서 시행되는 것이므로 그대로 치아에 적용하기는 곤란하고 하나의 참고로 사용될 수 있다고 생각된다. White 등⁸⁰⁾은 인산아연 시멘트와 글래스 아이오노머 시멘트에서 유리관일 경우보다 유리관과 상아질일 때 피막후경이 감소하였으며, 레진시멘트에서는 증가한다고 하였다. 다른 연구에서는 접착성 레진시멘트는 다른 시멘트보다 더 큰 변연간격을 보였다고 보고하였다.⁷⁶⁾ Gardner 등¹⁷⁾은 hydraulic pressure를 줄이지 않으면 피막후경은 100 μ m까지도 증가한다고 하였으며, 변연 미세누출은 변연적합도와 시멘트의 피막후경에 영향을 받는다고 하였다.

임상적으로 노출된 시멘트면의 크기와 타액에 의한 시멘트 용해량과 상관관계는 정확히 밝혀진 바가 없으나 작을수록 좋다는 것은 명백하다. 시멘트 용해기전은 불명확하며 용해정도는 시멘트의 종류, 취급법과 변연부를 지나

는 액체의 양에 좌우된다고 하였다.³⁰⁾ 이러한 용해로 인한 문제를 피하려면, 변연이 수복물에 정확하게 적합되어 간격을 없애는 것이 이상적이거나 현실적으로 불가능하다.³⁾ 일반적으로 전부도재관에서는 구강 내에서 미세누출이 적은 접착성레진시멘트를 사용하는데^{20,39,75,78)} 이런 이유 외에도 일반적인 접착제보다 유지력이 좋고²⁰⁾, 파절강도가 증가하기^{46,56,85)} 때문이라 하겠다.

장착에 영향을 미치는 다른 요소로서 Gavelis 등¹⁸⁾은 변연의 유형을 들면서 변연의 밀봉효과 즉, 변연사이 간격은 feather edge가 가장 우수하였으나 교합안착의 정도는 shoulder가 가장 우수하여 67 μ m이라 하였다. Hunter 등²⁷⁾은 변연의 두께와 형태는 적합에 영향을 미친다고 하였으며 shoulder는 외연과 경계면이 직각을 이루고 수복물과 치아 사이가 butt joint라고 정의를 내렸다. 치관의 외형을 조절하기가 쉬워 심미적이며, 구조적으로 견고하고, 인상이나 모형에서 분명하게 보인다는 장점이 있다고 하였으며, Rinke 등⁵⁴⁾은 Celay system을 이용하여 제작한 In-Ceram관에서 shoulder가 120° chamfer보다 나은 변연적합도를 보였다고 하였다.

Campbell⁶⁾은 각 die spacer의 피막두께에 관한 연구를 시행한 바가 있으며, Grajower 등²¹⁾은 적합도를 증진시키기 위해서는 die spacer는 반드시 50 μ m 정도의 두께가 필요하며, 이중 30 μ m은 시멘트 피막후경을 보상하는 것이고 나머지 20 μ m은 납형의 변형을 보상하기 위해 필요하다고 하였다.

시멘트의 양과 치관장착의 정도에 관한 연구는 많이 행해졌으며^{2,31,50,69,72,77)}, 접착시에 붓으로 시멘트를 치아변연에만 바른 군에서 변연적합도가 좋다고 하였다. 본 실험에서는 이러한 연구결과를 참고하여 치관의 내면에 균등하게 시멘트를 도포하는 방법을 택하였다.

White 등⁷⁷⁾은 치관을 접착하면서 일어나는 혼한 일종의 하나는 정확한 위치에 장착되지 않아서 치관이 경사진 상태로 접착되는 경우가 많으며, 이는 변연적합도를 저하시키고, 교합변화, 접촉부 변화 등이 일어나는 것은 피할

수가 없으므로, 치관을 조심스럽게 fit-checker 등을 사용하여 장착에 장애가 되는 부분을 선택적으로 삭제하여야 한다고 하였다. 이러한 사항을 고려하여 제작된 치관을 현미경하에서 접착 전에 조정하여 동일한 조건에서 접착되도록 하였다.

시멘트의 피막후경과 장착력사이의 쌍곡선으로 나타나는 관계가 있다고 하였으며 대부분의 연구에서 접착압을 증가시키면 치관장착이 더 잘되었다고 보고하였다.^{32,72,79)} Jablonsky 등³²⁾은 장착시 장착의 정도를 변연유형별로 볼 때 shoulder가 가장 불량하였다고 하였다.

Davis 등⁹⁾은 10파운드의 장착력에서도 Dicor로 제작한 전부도재관의 변연부위에 파절이 생겼다고 하였으며, Abbate 등¹⁾은 5Kg의 장착력에서도 Dicor와 Cerestore로 제작한 전부도재관에 모두 미세균열이 발생하였으므로 전부도재관을 접착할 때는 미약한 힘을 사용할 것을 권하였다. Wilson 등⁸¹⁾은 장착시에 치관의 변형이 있었다고 하였으며 전부도재관에서 이러한 일이 일어난다면 아주 치명적이라고 지적하였다. 치관이 얇을수록 이러한 변형은 많이 일어났으며, 완전히 안착되는 데 걸리는 시간도 줄어들었다고 하였다. 두꺼운 치관(2mm)에서 잔류변형이 0.04% 일어났으므로 도재의 경우 탄성계수를 고려한다면 두께가 1mm는 되어야 하며, 접착시 생긴 이러한 잔류변형은 후에 파절되는 것에 관여하므로 반드시 고려되어야 한다고 하였다. Wu 등⁸²⁾은 적당한 시멘트 공간(40 μ m)만 확보된다면 접착압은 25N정도가 적당하다고 하였다. 그러므로 본 실험에서는 손가락으로 누르는 힘에 가까운 3.2Kg을 사용하여 이러한 파절의 가능성을 줄이고자 하였다.

변연의 적합도를 보는 방법은 여러 가지가 있다.⁶⁶⁾ 절단하여 보는 것이 가장 정확한 방법이나 측정점을 늘릴 때는 곤란한 문제가 있다. Leong 등⁴³⁾은 금속으로 제작된 경우에도 절단하는 것 자체가 변연을 변형시킬 가능성이 있다는 의견도 제시하였다. 다음으로는 인상을 채득하여 보는 방법으로 부정확하지만 실제 환자 구강내 보철물을 평가하는 데는 유용하다.

탐침을 쓰는 방법도 있으나 정확도가 너무 낮다. 마지막으로 현미경 하에서 바로 보는 방법인데, 어느 정도 반복재현이 가능하고 측정점을 많이 부여할 수도 있다.

그리고, 접착하지 않고 보는 경우 임상과정에서 정확한 자료로 활용될 수는 없다. 실제로 접착시에 적합도가 변화하기 때문이다.⁴⁾

적합도를 평가하려면 적합도 평균치와 함께 표준편차도 고려되어야 한다. 표준편차는 적합도가 얼마나 균일한가를 알려주는 자료가 되며, 표준편차가 크다면 변연 균일성은 떨어지게 된다.^{7,25)} 문헌에 보고된 평균치는 대략 15-20 μ m 사이에 있었으며, 본 연구에서도 통법의 In-Ceram군은 16.52 μ m, IPS Empress는 24.59 μ m, OPC는 20.42 μ m, Celay system을 이용하여 copy-milling법으로 제작한 In-Ceram군은 27.90 μ m으로서, 통법의 In-Ceram 군 외에는 이보다 큰 값을 보였다. 이는 두가지 가능성을 고려해 보아야 한다. 첫째는, 나머지 세가지 전부도재관에서 재래의 다른 인공치관에 비해 변연균질성이 저하되었거나, 둘째는 지금까지의 측정방법에 문제가 있었음을 암시하는 것이다. Leong⁴³⁾ 등이 측정현미경으로 측정된 결과를 보면 표준편차가 귀급속으로 제작한 도재전장금관관에서 40 μ m이라 하였으며, Chan⁷⁾ 등에 의하면 주사전자현미경으로 본 변연적합도는 더 복잡하고 불규칙한 양상을 띠었다고 하였다. 그러므로, 측정방법에서 생길 가능성도 배제할 수 없다.

이러한 변화가 심한 변연을 정확하게 파악하려면 측정점을 되도록 많이 부여하는 것이 좋은 방법이다.⁶⁶⁾ 본 연구에서도 순, 설, 근, 원심면에 각각 1.6mm 범위에서 24개의 측정점을 부여하여 측정하는 방법을 취하여 영역내를 연속적으로 평가하였는데, 미약하나마 이러한 변연의 적합도가 변하는 현상을 관찰할 수 있었다. 그러나 광학 현미경하에서 평면을 정확하게 일치시키기 어려워 실제와는 조금 차이를 나타낼 가능성은 있었으나, 대략의 적합도 변화상황은 파악할 수 있었다.

본 연구에서 변연적합도는 통법으로 제작한 In-Ceram관과 Celay system을 사용하여 c-

copy-milling법으로 제작한 In-Ceram관에서 각각 평균 $31.41\mu\text{m}$ 과 $55.47\mu\text{m}$ 이었다. 이는 Rinke⁵⁵⁾등이 제시한 $33.5\mu\text{m}$ 과 $38.0\mu\text{m}$ 이라는 값과 비교시에 통법의 In-Ceram관에서는 거의 일치하는 결과를 보았다고 할 수 있다. Celay system을 이용한 copy-milling법에서 인레이의 변연간격을 측정한 Eidenbenz¹²⁾등은 평균 간격이 $50\text{--}60\mu\text{m}$ 이라 하였으며 이는 본 논문의 결과와 일치한다. 또한 인레이에서 Sorensen⁶⁾²⁾등은 $92\mu\text{m}$, Hayashi²⁴⁾등은 각각 $92\mu\text{m}$ 과 $50\text{--}65\mu\text{m}$ 사이라고 하였다.

본 실험에서 사용한 재료중 하나인 PS-Empress와 OPC는 유사한 열가압도재계로서 납형제작이라는 방법을 사용한다. 납형제작을 않고 slip-cast 술식을 사용하는 통법의 In-Ceram관이나 Celay system을 이용하여 copy-milling법으로 제작한 In-Ceram관에서는 근원심이나 협설로 부여한 치관의 만곡에 따른 차이를 크게 보이지 않았는데 반해, 납형을 제작하는 방법을 취한 두가지 재료는 모두 만곡에 따른 차이를 보였다. 최근의 연구에 따르면, 만곡이 심한 근원심부에서는 변연적합도가 저하된다 하였다.²⁵⁾ Zeltzer⁸⁴⁾에 의하면 납형을 모형에서 제거하여 매몰시까지 shoulder에서는 약 $35\mu\text{m}$ 의 변형이 있었다고 하였다. 본 연구에서 나타난 만곡에 따른 변형의 원인으로서는 납형변형과 더불어 열가압주조를 시행하는 동안에 열팽창률 차이로 인한 것이거나, 후에 도재를 축조하여 소성하는 과정에서 인접면에서 변연변형을 초래 할 수도 있으나, 아직까지 이러한 사항의 평가는 이루어져 있지 않다.

Sorensen⁶⁶⁾은 변연적합도를 평가하는 방법 중에서 직접 현미경으로 관찰하는 것은 변연부의 치아와 보철물 모두에서 정확한 측정기준점을 잡는데 어려움이 있다고 한 바 있다. Tjan⁷⁰⁾도 이러한 어려움을 언급한 바가 있다. 본 연구에서 사용한 CCD camera는 Abbate¹⁾등도¹⁾ 사용한 바가 있으며 Rinke^{54,55)}광학현미경의 해상도 증가를 목적으로 사용하였다. 동시에 본 연구에서는 영상분석프로그램 (Global Lab Image Ver 3.0, Data Translation Co. USA)을 사용하여 측정시 측정

선을 확인하는 작업을 간편하게 하고, 동시에 많은 측정점에서 얻어진 방대한 자료를 바로 spread-sheet인 Excel프로그램으로 연결하여 쉽게 처리할 수 있었다. 물론 이러한 시스템에도 한계가 있으나 정밀도로 인한 문제점은 이런 연구에서는 그렇게 크지 않다고 한다.²³⁾

Sorensen^{63,64)}에 따르면 복합레진으로 보철물을 접착할 때 14-30% 정도에서 지각과민 반응이 생겼다고 한다. 특히 접착제가 두꺼운 부분이 있으면 레진시멘트 중합수축으로 인해 치아와 접착제 사이에 간격이 생긴다고 하였다.^{10,78)} 그러므로 파절내성을 증가시키기 위해 접착성레진을 사용하는 빈도가 높은 보철물인 전부도재관에서 내면적합도도 중요한 요소라고 하겠다. 그러나 본 실험에서는 변연부만 평가하였는데 계속적인 연구가 필요하리라 사료된다.

수복물 변연에 간격이 없는 상태가 이상적이라고 해서 완전히 간격이 없는 상태로 변연을 제작하기는 불가능하며 그렇게 제작되었다고 할지라도 시멘트 피막후경만큼 변연부적합은 남을 수밖에 없다.^{25,28,50)} 그러므로, 임상에서는 적합도 판단에 참고가 될 수 있는 어느 정도의 기준이 필요하다고 생각한다. 예전의 연구를 보면 Christensen⁸⁾은 인접면에서는 치과의사가 변연의 이상유무를 $119\mu\text{m}$ 까지 적당하다고 판정이 내려지는 경우가 있었으며, 육안으로 관찰이 가능한 교합면에서 적당하다고 판정이 내려지는 평균치는 대략 $39\mu\text{m}$ 이라 하였다. 그러나 이러한 적합도는 치과의사가 변연부를 이상이 없다고 판단하는 기준 수치일 뿐이지 이 정도의 변연이개가 임상적으로 허용가능한가의 판단기준으로는 부적당하다고 할 수 있겠다. McLean과 von Fraunhofer⁴⁵⁾는 5년간 1000개의 치관에서 행한 연구에서 임상에서는 여러 가지 원인으로 인해 인접면에서는 $80\mu\text{m}$ 이하의 경우에는 감지가 어려우며, $100\mu\text{m}$ 정도의 변연 불일치는 임상적으로 거의 문제를 일으키지 않으므로, 임상적으로 허용가능한 최대 변연적합도는 $120\mu\text{m}$ 이라고 결론지었다. 그러나, Kydd³⁸⁾은 변연적합도가 $244\mu\text{m}$ 인 경우에도 20년이상 사용된 것으로 볼 때,

이러한 기준은 다분히 임의적이라고 비판하였다. Palomo등⁴⁹⁾은 잘 제작된 경우라도 치관이나 금인레이 변연사이에는 74 μ m 정도의 간격이 있으며 이러한 부분이 미생물의 증식부위가 되어 치주질환을 일으킨다고 하였으며 일반적으로 이개된 변연(open margin)의 경우보다 overcontour된 변연이 20배 가량 많았다고 하였다. 그리고 Christensen이 제시한 39 μ m은 현실적으로 임상에서는 불가능하며 인접면에서의 평균인 75 μ m이 현실적인 기준이라 하였다.

Hung등²⁶⁾은 이상적인 시멘트 피막후경인 25 μ m은 임상에서는 얻어지기가 힘들다고 하면서 임상적으로 허용가능한 변연적합도는 50-75 μ m 사이에 있을 것이라 하였다. Holmes등²⁵⁾은 가장 능숙한 술자에서 변연 적합도가 50 μ m 내외라고 하였다. 그러나, 현재까지 정확한 수치로서 임상적으로 허용가능한 최대변연이개 정도는 알려져 있지 않다.^{3,65)}

Palomo등이 제시한 75 μ m을 기준하였을 때, 본 연구에서 4종의 전부도재관은 변연적합도에서 모두 임상적으로 허용가능한 범위 내에 있었다. 그러나, 사용한 모형이 자연치가 아니었기 때문에 젖음성(wettability)등으로 실제 접착에서 차이가 날 가능성을 배제할 수 없었다. 앞으로 자연치에서 이러한 연구가 계속되어야 할 것으로 사료된다.

V. 결 론

최근 임상에 사용중인 전부도재관의 변연적합도를 비교하기 위해서 epoxy모형을 40개 제작하여 conventional In-Ceram, copy-milled In-Ceram, IPS Empress, OPC 등의 4가지 재료로 전부 도재관을 10개씩 제작하였다. 제작된 전부도재관을 복합 레진시멘트(Bistite dual cure resin cement-clear, Tokuyama Soda Co., Japan)로 epoxy resin모형에 접착하고 순,설, 근원심부에 각각 1.6mm의 영역을 설정하고 현미경에 CCD카메라를 연결하여 변연적합도를 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 변연적합도는 통법으로 제작된 In-Ceram은 31.42 \pm 16.52 μ m, copy-milled In-Ceram이 55.45 \pm 27.90 μ m, OPC는 47.21 \pm 20.42 μ m, IPS Empress는 44.36 \pm 24.59 μ m이었으며, 각군간 변연적합도는 유의성있는 차이를 보였다(p<0.01).

2. 통법을 사용한 In-Ceram군과 copy-milled In-ceram군에서는 순설면과 인접면의 변연적합도는 유의한 차이를 보이지 않았으나, 열가압 도재인 IPS Empress와 OPC에서는 유의성 있는 차이를 보였다(p<0.01).

3. 변연적합도는 4종의 전부도재관에서 모두 임상적으로 허용가능한 범위 내에 있었다.

REFERENCES

1. Abbate MF, Tjan A, Fox WM. Comparison of marginal fit of various ceramic crown systems. J Prosthet Dent 1989 ; 61:527-531.
2. Assif DA, Rimer Y, Aviv I. The flow of ZPC under a full coverage restorations and its effect on marginal adaption according to the location of cement application. Quintessence Int 1987 ; 18 :765-774.
3. Blackan RB, Baez R, Barghi N. Marginal accuracy and geometry of cast titanium copings. J Prosthet Dent 1992 ; 67:435-440.
4. Brukl CE, Nicholson JW, Norling BK. Crown retention and seating on natural teeth with a resin cement. J Prosthet Dent 1985 ; 53 : 618-622.
5. Campagni WV, Wright W, Martinoff JT. Effect of die spacer on the seating of complete cast gold crowns with grooves. J Prosthet Dent 1986 ; 55 : 324-328.
6. Campbell SD. Comparison of conventional paint-on die spacers and those used with all-ceramic restorations. J Prosthet

- Dent 1990 ;63 : 151-155.
7. Chan C, Haraszthy G, Geis-Gerstorfer J, Weber H, Huettemann H. Scanning electron microscopic studies of marginal fit of three esthetic crowns. *Quintessence Int* 1989 ; 20 :189-193.
 8. Christensen GJ. Marginal fit of gold casting. *J Prosthet Dent* 1966;16:297-305.
 9. Davis DR. Comparison of fit of two types of all ceramic crowns. *J Prosthet Dent* 1988;59:13-16.
 10. Denissen HW, Wijnhoff GF, Veldhuis AAH, Kalk W. Five year study of all-porcelain veneer fixed partial denture. *J Prosthet Dent* 1993;69:464-469.
 11. Durr D, Schultheiss R, Kern M, Strub JR. Clinical comparison of porcelain-fused-to-metal and all-porcelain resin-bonded bridges[Abstract No.908] *J Dent Res* 1993;72:217.
 12. Eidenbenz S, Lehner CR, Schärer P. Copy milling Inlays from resin analogs: A practical approach with Celay system. *Int J Prosthodont* 1994;7:134-142.
 13. Felton DA, Kanoy BE, Bayne SC, Wirthman GP. Effect of in vivo crown margin discrepancies on periodontal health. *J Prosthet Dent* 1991;65:357-364.
 14. Fradeani M, Barducci G. Versatility of IPS Empress restorations Part I: Crowns. *J Esthet Dent* 1996;8:127-135.
 15. Freilich MA, Niekrash CE, Katz RV, Simonsen RJ. Periodontal effects of fixed partial denture retainer margins: Configuration and location. *J Prosthet Dent* 1992;67:184-190.
 16. Futterknecht N, Jinoian V. A renaissance of ceramic prosthetics? *Quintessence Dent Tech* 1992;15:65-78.
 17. Gardner FM. Margins of complete crowns-Literature review. *J Prosthet Dent* 1982;48:396-400.
 18. Gavelis JR, Morency JD, Riley ED, Sozio RB. The effect of various finish line preparations on the marginal seal and occlusal seat of full crown preparations. *J Prosthet Dent* 1981;45:138-145.
 19. Giordano RA, Pelletier L, Campbell S, Pober R. Flexural strength of an infused ceramic, glass ceramic, and feldspathic porcelain. *J Prosthet Dent* 1995;73:411-418.
 20. Gorodovsky S, Zidan O. Retentive strength, disintegration, and marginal quality of luting cements. *J Prosthet Dent* 1992;68:269-274.
 21. Grajower R, Lewinstein I. A mathematical treatise on the fit of crowns. *J Prosthet Dent* 1983;49:663-674.
 22. Grajower R, Zuberi Y, Lewinstein I. Improving the fit of crowns with die spacers. *J Prosthet Dent* 1989;61:555-563.
 23. Harris IR, Wickens JL. A comparison of the fit of spark-eroded titanium copings and cast gold alloy copings. *Int J Prosthodont* 1994;7:348-355
 24. Hayashi M,awai K, Torii M, Tsuchitani Y. Marginal adaptation and fit of Celay inlay[Abstract No.276]. *J Dent Res* 1994;73:136.
 25. Holmes JR, Sulik WD, Holland GA, Bayne SC. Marginal fit of castable crowns. *J Prosthet Dent* 1992;67:594-599.
 26. Hung SH, Hung KS, Eick JD, Chappell RP. Marginal fit of porcelain-fused-to-metal and two types of ceramic crown. *J Prosthet Dent* 1990;63:27-31.
 27. Hunter AJ, Hunter AR. Gingival crown margin configurations: A review and discussion. Part I: Terminology and

- widths. *J Prosthet Dent* 1990;64:548-552.
28. Hunter AJ, Hunter AR. Gingival margins for crowns: A review and discussion. Part II: Discrepancies and configurations. *J Prosthet Dent* 1990;64:636-642.
 29. Hüls A. All-ceramic restorations with the In-Ceram Systems - 6years of clinical experience.
 30. IPS Empress inspired by nature. Ivoclar AG.
 31. Ishikiriama A, Oliveria JF, Viera DF, Mondelli J. Influence of some factors on the fit of cemented crown. *J Prosthet Dent* 1981;45:400-4.
 32. Kay GM, Jablonski DA, Dogon IL. Factors affecting the seating and fit of complete crowns: A computer simulation study. *J Prosthet Dent* 1986;55:13-18.
 33. Kelly JR, Campbell SD. Ceramics in dentistry: Historical roots and current perspectives. *J Prosthet Dent* 1996;75:18-32.
 34. Kelly JR, Sorensen JA. Failure of all-ceramic fixed partial dentures in vitro and in vivo: Analysis and modeling. *J Dent Res* 1995;74:1253-1258.
 35. Kern M, Knode H, Strub JR. The all-porcelain, resin-bonded bridge. *Quintessence Int* 1991;22:257-262.
 36. Kern M, Schwarzbach W. Stability of all-porcelain resin-bonded fixed partial restorations with different designs: An in vitro study. *Int J Prosthodont* 1992;5:108-113.
 37. Krejci I, Krejci D, Letz F. Clinical evaluation of a new pressed glass ceramic inlay material over 1.5 years. *Quintessence Int* 1992;23:181-186.
 38. Kydd WL, Nicholls JI, Harrington G, Freeman M. Marginal leakage of cast crowns luted with zinc phosphate cement: An in vivo study. *J Prosthet Dent* 1996;75:9-13.
 39. Lacy AM, Wada C, Du W, Watanabe L. In vitro microleakage at gingival margin of porcelain and resin veneers. *J Prosthet Dent* 1992;67:7-10.
 40. LaHoste LH, Bruggers KJ. Dental ceramics: A comparison of current systems. *Quintessence Dent Tech* 1990/1991;14:91-94.
 41. Lang NP, Kiel RA, Anderhalden K. Clinical and microbiological effects of subgingival restorations with overhanging or clinically perfect margins. *J Clin Periodontol* 1983;10:563-578.
 42. Lehner C, Studer S, Schärer. Full porcelain crowns made by IPS Empress: First clinical results[Abstract No. 1143]. *J Dent Res* 1992;71:658
 43. Leong D, Chai J, Lautenschlager E, Gilbert J. Marginal fit of machine-milled titanium and cast titanium single crown. *Int J Prosthodont* 1994;7:440-447.
 44. Lomanto A, Weiner S. A comparative study of ceramic crown margins constructed using different technique. *J Prosthet Dent* 1992;67:773-777.
 45. McLean JW, Von Fraunhofer JA. The estimation of cement film thickness by in vivo technique. *Brit Dent J* 1971;131:107-111
 46. Miller A, Miller B, Cole J. Comparison of the fracture strength of ceramometal crowns versus several all-ceramic crowns. *J Prosthet Dent* 1992;68:38-41.
 47. Nash RW. Strength, anatomic adaption, and aesthetics of a new all-ceramic restorative. *Practical Periodontics and Aesthetic Dentistry*. 1996;8:309-311.

48. OPC instruction reference. Jeneric/Penton Inc., USA.
49. Palomo F, Peden J. Periodontal consideration of restorative procedure. *J Prosthet Dent* 1976;36:387-394.
50. Pilo R, Cardash HS, Baharav H, Helft M. Incomplete seating of cemented crowns: A literature review. *J Prosthet Dent* 1988;59:429-433.
51. Pröbster L, Diehl J. Slip-casting alumina ceramics for crown and bridge substructure. *Quintessence Int* 1992;23:25-31.
52. Pröbster L. Survival rate of In-Ceram restorations. *Int J Prosthodont* 1993;6:259-263.
53. Reeves WG. Restorative margin placement and periodontal health. *J Prosthet Dent* 1991;66:733-736.
54. Rinke S, Margraf G, Jahn L, Hüls A. Qualitätsbeurteilung von Kopiergefrästen Voll-Keramischen Kronengesüsten (Celay/In-Ceram). *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 1994;104:1495-1499.
55. Rinke S, Hüls A, Jahn L. Marginal accuracy and Fracture strength of conventional and copy-milled all-ceramic crowns. *Int J Prosthodont* 1995;8:303-310.
56. Scherrer S, Rijk W, Beslser U. Fracture resistance of human enamel and three all-ceramic crown systems on extracted teeth. *Int J Prosthodont* 1996;9:580-585.
57. Scotti R, Catapano S, D'Elia A. A clinical evaluation of In-Ceram crowns. *Int J Prosthodont* 1995;8:320-323.
58. Seghi RR, Sorensen JA. Relative flexural strength of six new ceramic materials. *Int J Prosthodont* 1995;8:239-245.
59. Siervo S, Bandettini B, Siervo P, Falleni A, Siervo R. The Celay system: A comparison of the fit of direct and indirect technique. *Int J Prosthodont* 1994;7:434.
60. Small BW. Esthetic replacement of an anterior crown using leucite reinforced ceramic. *Compendium* 1995;16:106-109
61. Sorensen JA, Fanuscu MI, Choi C, Mito W. Status of clinical trial on Empress crowns[Abstract No.1182]. *J Dent Res* 1995;74:159.
62. Sorensen JA, McLaren E, Avera SP. Marginal fidelity and microleakage of ceramic inlay systems[Abstract No.140]. *J Dent Res* 1994;73:119.
63. Sorensen JA, Munksgaard EC. Relative gap formation adjacent to ceramic inlays with combination of resin cements and dentin bonding agent. *J Prosthet Dent* 1996;76:472-476.
64. Sorensen JA, Munksgaard EC. Relative gap formation resin-cemented ceramic inlays and dentin bonding agent. *J Prosthet Dent* 1996;76:374-378.
65. Sorensen JA, Okamoto SK, Seghi RR, Yarovesky U. Marginal fidelity of four methods of swaged metal matrix crown fabrication. *J Prosthet Dent* 1992;67:162-173.
66. Sorensen JA. A standardized method for determination of crown margin fidelity. *J Prosthet Dent* 1990;64:19-24.
67. Studer S, Lehner C, Schärer. Full porcelain crowns made by IPS Empress: First clinical results[Abstract No. 1144]. *J Dent Res* 1992;71:658
68. Tan K, Ibbetson R. The effect of cement volume on crown seating. *Int J Prosthodont* 1996;9:445.
69. Tidehag P, Gunne J. A 2 year clinical follow-up study of IPS-Empress ceramic inlays. *Int J Prosthodont* 1995;8:456

70. Tjan AH, Sarkissian R. Effect of finish on retention and fit of complete crowns. *J Prosthet Dent* 1986;56:283-288.
71. Wall JG, Cipra DL. Alternative crown systems. Is the metal-ceramic crown always the restoration of choice. *Dent Clinics of North America* 1992;36:765-781.
72. Wang CJ, Millstein PL, Nathanson D. Effects of cement, cement space, marginal design, seating and materials, and seating force on crown cementation. *J Prosthet Dent* 1992;67:786-790.
73. Wanserski DJ, Sobczak K, Monaco JG. An analysis of margin adaption of all-porcelain facial margin ceramometal crowns. *J Prosthet Dent* 1986;56:289-292.
74. Weaver JD, Johnson GH, Bales D. Marginal adaption of castable ceramic crowns. *J Prosthet Dent* 1991;66:747-753.
75. White S, Yu Z. Compressive and diametral tensile strength of current adhesive luting cements. *J Prosthet Dent* 1993;69:568-572.
76. White SN, Kipnis V. Effect of adhesive luting agents on the marginal seating of cast restorations. *J Prosthet Dent* 1993;69:28-31.
77. White SN, Kipnis V. The three-dimensional effects of adjustment and cementation on crown seating. *Int J Prosthodont* 1993;6:248-254.
78. White SN, Sorensen JA, Kang SK, Caputo AA. Microleakage of new crown and fixed partial denture luting agents. *J Prosthet Dent* 1992;67:156-161.
79. White SN, Yu Z, Kipnis V. Effect of seating force on film thickness of new adhesive luting agents. *J Prosthet Dent* 1992;68:476-481.
80. White SN, Yu Z. The effect of adhesive luting agent-dentinal surface interaction on film thickness. *J Prosthet Dent* 1992;68:49-52.
81. Wilson PR, Goodkind RJ, DeLong R, Sakaguchi R. Deformation of crowns during cementation. *J Prosthet Dent* 1990;64:601-609.
82. Wu JC, Wilson PR. Optimal cement space of resin luting cement. *Int J Prosthodont* 1994;7:209-215.
83. Yamamoto M. *Metal Ceramics*. Quintessence Publishing Co., Inc. Chicago, Illinois. 1985;274-285.
84. Zeltser C, Lewinstein I, Grajower R. Fit of crown wax patterns after removal from the die. *J Prosthet Dent* 1985;53:344-346.
85. 백승진, 양재호. 수중전부도재관의 파절강도에 관한 연구. *대한치과보철학회지*.
86. 황정원, 양재호. Copy-milled Celay In-Ceram 전부도재관의 파절강도에 관한 연구. *대한치과보철학회지*. in pressing.

— ABSTRACT —

A STUDY ON THE MARGINAL FIT OF ALL-CERAMIC CROWNS USING CCD CAMERA

Byoung-Hwa Moon, Jae-Ho Yang, Sun-Hyung Lee, Hun-Young Chung

Dept. of Prosthodontics, School of Dentistry, Seoul National University

The purpose of this study was to evaluate marginal fit of four all-ceramic crown systems 1) conventional In-Ceram, 2) copy-milled In-Ceram using Celay system, 3) IPS Empress, 4) OPC(Optimal Pressable Ceramic). All ceramic crowns were made on epoxy dies. The fabricated crowns were sandblasted, cleaned with ultrasonic cleansing, silanated, and cemented with Bistite composite resin cement.

The selected marginal areas of the crowns were the labial, lingual, mesial, and distal surface. Each selected area of surface was 0.6X1.6mm in dimension.

The image of each marginal area was captured to computer files using DT-55 Frame Grabber and light microscope connected CCD camera. The marginal gaps were measured every 70 μ m using computer image analysis program.

The results obtained were summarized as follows :

1. The marginal fit of four all-ceramic crowns were significantly different from each other($p < 0.01$), and mean marginal fit values obtained were $31.42 \pm 16.52 \mu\text{m}$ in conventional In-Ceram, $55.45 \pm 27.90 \mu\text{m}$ in copy-milled In-Ceram using Celay system, $44.36 \pm 24.59 \mu\text{m}$ in IPS Empress, $47.21 \pm 20.42 \mu\text{m}$ in OPC.
2. In the marginal fit of conventional In-Ceram and copy-milled In-Ceram crowns using Celay system there was no significant difference between mesiodistal and buccolingual surface, but in the marginal fit of IPS Empress and OPC crowns, there was significant difference between mesiodistal and buccolingual surface($p < 0.01$).
3. The marginal fit of four kinds of all-ceramic crowns was clinically acceptable.

Key words; all-ceramic restoration, marginal fit, In-Ceram, IPS Empress, OPC, Celay system