

주조도재 관과 도재전장주조관의 치경부 변연적합도에 관한 비교 연구

서울대학교 치과대학 치과보철학교실

金廷祐 · 梁在鎬 · 李善炯

목 차

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

I. 서 론

치과 수복 영역에서 심미적인 재료로서 도재를 사용하게 된 것이 200여년이 되었고, 그동안 도재의 심미성과 물리화학적 성질을 향상시키는 방법이 계속 발전되어왔다. 1886년 Land는 백금박을 이용하여 처음으로 성공적인 도재 jacket 관을 제작하였고, 1956년 Brecker⁵⁾는 도재를 금합금에 융합시켜 강도를 높임으로써 도재전장주조관이 널리 쓰이게 되었다. 1965년 McLean과 Hughes²⁰⁾는 core 도재를 alumina로 강화시키고 그위에 팽창이 유사한 veneer 도재를 축조 소성하여 도재 jacket 관을 보강하였다. 1976년 McLean과 Sced²¹⁾는 aluminous 도재를 주석 산화물이 도금된 백금박에 융합시켜 백금박 결합

도재관을 개발하였다.

또한 1970년대 말부터 도재전장주조관의 심미성과 변연 적합도의 개선을 위하여 도재전장주조관의 강도와 도재 jacket 관의 심미성을 결합시켜 지대치의 순측 변연부위에 도재가 직접 접촉되도록 한 collarless 도재전장주조관에 관해 많은 연구가 이루어졌다^{2, 14, 25, 30, 34)}.

1983년 Sozio와 Riley³²⁾는 사출성형술식 (injection molded technique)으로 aluminous 도재관과 유사하고 수축이 없는 core를 형성하고, 그 위에 Cerestore aluminous veneer 도재 (Coors Biomedical Co.)로 축조 소성하여 제작하는 Cerestore 관 (Johnson & Johnson, East Windsor, N.J.)을 개발하였다.

1923년에 Wain³⁵⁾은 처음으로 유리를 금속과 같이 주조하였으나 강도가 약했다. 1957년 Stookey³⁷⁾는 유리성분에 nucleating agent를 첨가하고 열처리를 하여 보다 향상된 재료를 생산하였다. 1977년 Adair¹⁾는 투명하며 기계적으로 가공성이 있는 유리도재를 우수한 수복 재료로 사용할 수 있다고 제안하였고, Grossman과 함께 연구하여 주조도재관인 Dicor 관 (Dentsply / York Division, York, Pa.)을 개발하였다.

이 주조도재관의 제작법은 보통 금속을 주조하듯이 납형을 조각하고 매몰하여 용융된 유리 주조하고, 주조된 투명한 유리관을 열처리하여

유리구조 내부에 결정화를 이루는 "ceramming" 이란 과정을 거쳐 반투명하며 강도를 높인 상태에서, 표면에 색조를 넣는 "shading" 이란 과정을 거쳐 주조도재관을 완성하는 것이다. 주조도재관은 강도, 투명도, 열팽창계수, 열전도율, 표면내구성등이 자연치와 유사한 성질을 보였고, 도재전장주조관처럼 빛을 차단하는 opaque 도재가 없어서 심미적으로 우수하고 치주조직의 건강에도 좋다고 하였다^{1, 15, 19, 28, 38, 40}.

인공 치관의 변연적합도는 치은건강과 기능에 매우 중요하다. 최근에 개발된 주조도재관의 치경부 변연적합도에 관한 여러 연구가 시행되었으나^{9, 27, 29, 40}, 주조도재관의 열처리에 따른 변연적합도의 변화에 관한 보고는 없었다. 국내에서는 주조도재관에 대한 양(1987)⁴¹의 소개가 있었으며 1988년초부터 임상에 사용되기 시작하였다. 본 연구에서는 주조도재관과 도재전장주조관의 열처리에 따른 치경부 변연적합도를 측정하여 다소 흥미있는 지점을 얻었기에 보고하는 바이다.

II. 연구재료 및 방법

1. 지대치 형성 및 모형 제작

주조도재관과 도재전장주조관의 제작을 위해 상악중절치를 지대치 형성한 형태의 납형을 제작하였다. 주조도재관제작을 위해서 순설측과 근원심측은 1.5mm, 절단면은 2mm 삭제하고 모든 변연은 bevel 없이 1mm 폭경의 90° shoulder 로 하고 모든 line angle 은 둥글게 형성하였다³⁸. 도재전장주조관을 위한 지대치 납형은 순측과 근원심측은 1.5mm, 절단면은 2mm 삭제하고 순측 변연은 bevel 없이 1mm 폭경의 shoulder 를, 설측 변연은 0.5mm 정도의 chamfer 를 형성하였다.

형성된 지대치 납형을 인산염결합매물재(Hi-Temp, Whip-mix Co. Kentucky)로 매물하여 비귀금속합금(Verabond, Aalba Dent. Inc. Concord, California)으로 주조하여 각각의 master die 를 제작하였다. 각 master die 의

순측, 근심측, 설측, 원심측의 변연부 직하에 ro-und bur 로 홈을 파서 측정시 기준점으로 사용하도록 하였다.

tray용 합성수지로 개인용 인상 tray를 제작하고 adhesive 를 바른후 부가중합형 silicone 고무인상재(Provil, Bayer Dental, West Germany)로 인상을 채득하고, 경석고(Die stone, Columbus Co.)를 진공혼합하고 인상체내에 주입하여서 각각 10개의 경석고 모형을 제작하였다(Fig.1). 이 모형의 변연부 상방 0.5~1.0mm 까지 die-spacer(Dicor die-spacer)를 제조회사의 지시대로 2회씩 도포하였다³⁹(Fig.2).

2. 주조도재관의 제작

경석고 모형에 분리재를 도포하고 Color Inlay Wax (Shofu 사)로 완전한 치관 형태의 납형조각을 한 후, 납형의 크기를 일정하게 하기 위해 silicone putty(Bayer Dental)로 만든 index 를 이용하여 외형을 다듬었다(Fig.3). 납형의 변연부는 매물직전에 다시 녹여 다듬었다. 절단면 중심에 8 gauge sprue wax로 3~4mm의 주입선을 설치하고, 납형을 sprue forming rod에 2개씩 식립하고, Kaoliner를 한장 두른 주조 ring에 인산염결합매물재(Dentsply/York Division, York, Pa.)를 제조회사의 지시대로 혼합하여 매물하였다³⁹.

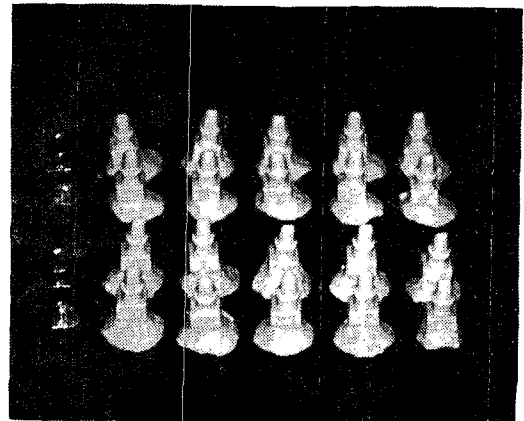


Fig. 1. Metal master dies and hard stone dies.



Fig. 2. Hard stone die coated with the Dicor die spacer.

실온에서 1시간 경화시킨후 실온의 소환로에 주조 ring을 넣고 480°F까지 올린후 이 온도에서 30분간 유지시키고, 다시 온도를 1750°F까지 올려 두시간 동안 유지시켰다. 4 gm의 유리 ingot을 전기구동형 원심주조기(Dentsply/York Division, York, Pa.)로 1358°C (2476°F)에서 용융시켜 주조하였다. 실온에서 서냉시키고 매물재를 제거한 후, 주입선을 잘라내고, 주조도재관의 변연부가 손상받지 않도록 주의하면서 25 μm aluminum oxide로 air abrading하고 치경부 변연 적합도를 첫번째로 측정하였다.

그 다음에 주조도재관은 매물재와 유사한 embedment 재료로 제조회사의 지시대로 혼합하여

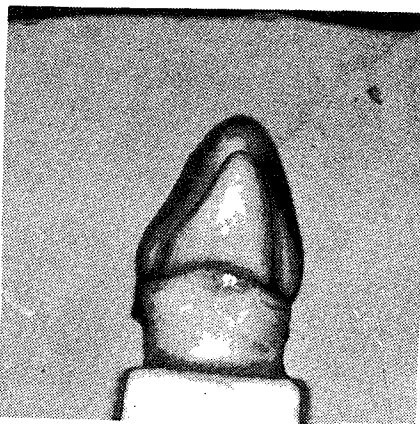


Fig. 3. Silicone putty index for wax contour.

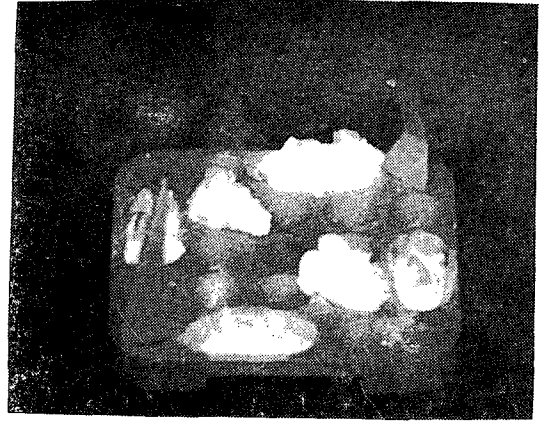


Fig. 4. Cerammed Dicor crowns.

치관 내부와 변연부를 embedding한 후에 30분간 경화시키고, ceramming furnace (Dentsply/York Division, York, Pa.)에 넣고 1075°C (1960°F)에서 6시간 동안 ceramming을 한 후 (Fig.4), embedment를 제거하고 air abrading하고, 두번째로 주조도재관의 변연적합도를 측정하였다.

주조도재관을 증류수내에서 초음파 세척하고, Dicor shading 도재를 주조도재관의 표면에 도포하고 dry시킨 후, 대기압하에서 1300°F 소성로에 넣고 1725°F까지 온도를 올려 1분간 유지시키고 소성로에서 꺼내 공기중에서 서냉시켰다. 이와같은 shading 과정을 4회 반복하여 완성된 주조도재관 (Fig.5)의 변연적합도를 세번째로 측정하였다.

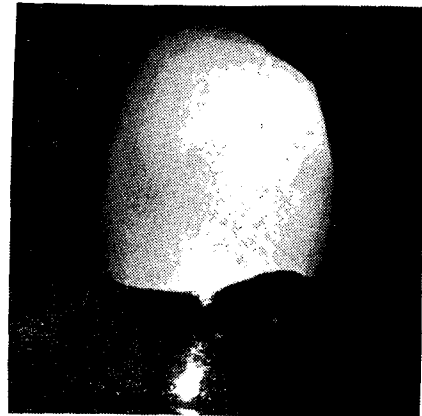


Fig. 5. Finished Dicor crown.

3. 도재전장주조관의 제작

경석고 모형에 분리제를 도포하고 Color Inlay Wax (Shofu 사)로 금속 coping이 될 부위의 납형을 제작하였다. 이때 순측 변연부위는 약 0.5 mm 폭경의 collar 를 형성하고 도재 파개면의 두께는 0.3~0.4 mm로 하며 설측은 1.0 mm 정도의 두께로 하였다. 완성된 납형의 변연부는 매몰하기 직전에 다시 녹여 다듬었다.

납형의 절단면에 10 gauge sprue wax로 주입선을 설치하고, 인산염결합매몰재(Hi-Temp, Whip-mix Co. Kentucky)를 제조회사의 지시대로 혼합하여 주조용 ring에 매몰하였다. 실온에서 1시간동안 경화시킨 후 실온의 소환로에 ring을 넣고 약 1시간동안에 1700 F까지 온도를 올리고 1시간동안 유지시키고, 유도주조기(Castron-8, Yoshida, Japan)를 이용하여 비커금속합금(Verabond, Aalba Dent. Inc. Concord, California)으로 주조하고 서냉시켰다. 매몰재에서 금속 주조관을 제거한 후에 주입선을 자르고 sandblasting을 한 후 첫번째 변연적합도 측정을 하였다.

금속 주조관을 degassing하기 위해 1200 F 도재소성로에 넣고 28 기압 진공 상태에서 분당 70 F씩 올려서 1860 F까지 도달하게 한 후에 5분간 유지시키고 도재소성로에서 제거하여 냉각시키고 두번째 측정을 하였다.

다시 금속 주조관을 증류수안에서 초음파 세척하고, opaque porcelain (Ceramco)을 축조하고 진동으로 응축시킨 후에, programmer가 내장된 진공도재소성로(Flagship VPF, Jelenko, Armonk N.Y., U.S.A.)로 1830 F까지 진공소성하였다. Opaque porcelain의 소성이 끝난 후 body porcelain과 incisal porcelain (Ceramco)을 축조하여 1775 F까지 진공소성하였다. 축조 소성된 도재전장주조관은 대기압하에서 glaze하여 완성하고 (Fig.6), 금속부위를 연마한 후에 세번째로 변연적합도를 측정하였다.

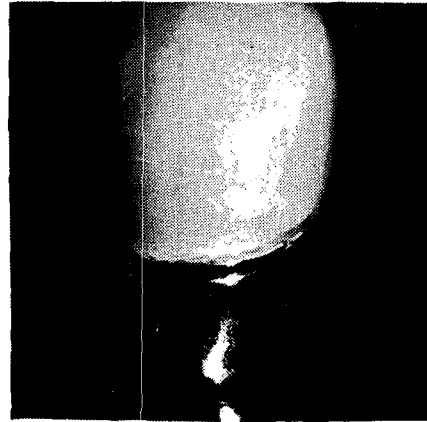


Fig. 6. Finished metal-ceramic crown.

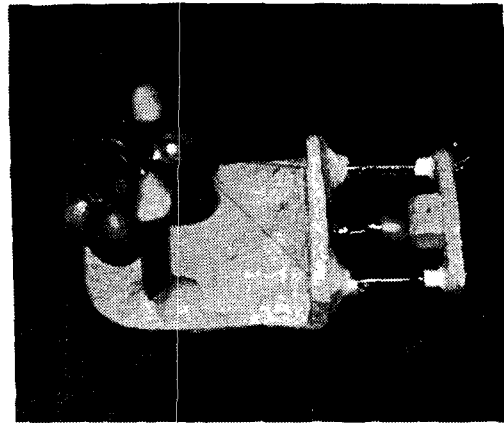


Fig. 7. Loading jig with master die and crown.

4. 치경부 변연적합도의 측정

주조도재관과 도재전장주조관의 치경부 변연적합도는 각각의 master die에서 optical projector (Werth, Giessen, West Germany, 50X)로 측정하였다 (Fig.8). 약 147gm의 일정한 힘을 가할 수 있는 장치 (loading jig)에 master die와 치관을 위치시킨 후에 (Fig.7), 치경부 변연이 viewing screen의 중심에 오도록 하고 치경부 변연 직하에 표시된 홈(index mark)에서 직각되고 가장 가까운 부위의 변연 간격을 digital로 측정하였다. 측정은 각 치관마다 순측(A), 근심측(B), 설측(C), 원심측(D)에 표시된 홈에서 시행하였다 (Fig.9).

주조도재관은 주조후, ceramming후, shad-

ing 후에 측정하였고, 도재전장주조관은 주조후, degassing 후, 도재 축소소성 후에 치경부 변연 적합도를 측정하였다.



Fig. 8. Optical projector (Werth, 50 X)

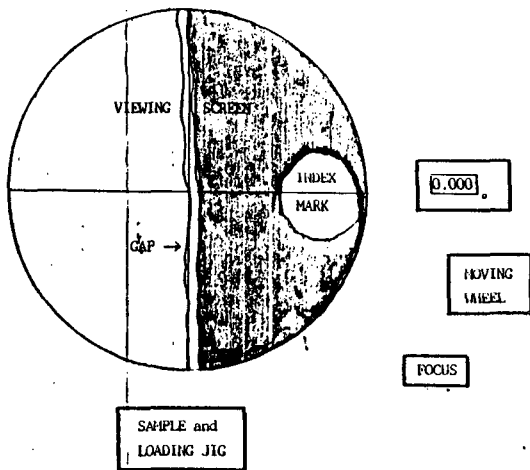


Fig. 9. Optical projector: Marginal gap lies in the middle of the viewing screen. The distance between a tangent from each index mark to a tangent of the closest margin was used.

III. 연구성적

주조도재관과 도재전장주조관의 열처리 에 따른 치경부 변연적합도를 측정하여 각각의 평균치와 표준편차를 산출하고, 치관의 종류와 열처리 과정 및 측정위치에 따른 변연 적합도를 비교하기 위해 변량 분석법 (analysis of variance) 을 이용

하여 통계학적 유의치를 비교하여 보았다 (Table 1, 2).

열처리에 따른 변화를 보면 주조도재관은 ceramming 시에 변연적합도의 측정치가 유의성 있게 증가하였고 ($P < 0.05$). 도재전장주조관은 degassing 후에 변연 적합도의 유의한 증가를 보이지 않았으나 ($P > 0.05$), 도재소성시 유의성 있게 변연부 간격이 증가하였다 ($P < 0.05$) (Table 3).

Table 1. Means and standard deviations (microns) for each location after each step.

Location	PFM		Dicor		
	Mean	SD	Mean	SD	
A	1	24.2	14.323	28.4	9.069
	2	28.7	10.937	51.0	17.216
	3	37.1	15.202	57.3	21.128
B	1	26.2	13.541	30.7	12.009
	2	30.3	8.063	40.0	12.025
	3	37.7	12.546	44.4	14.151
C	1	26.2	14.746	30.1	10.995
	2	29.9	12.470	43.0	9.980
	3	40.0	12.116	50.3	14.135
D	1	28.3	12.248	35.2	19.394
	2	30.3	9.209	44.3	7.015
	3	37.3	17.321	52.7	14.072

	PFM	DICOR
1	after casting	after casting
2	after degassing	after ceramming
3	finished crown	finished crown

주조도재관과 도재전장주조관의 주조후 측정치를 비교할 때 유의한 차이가 없었으나 ($P > 0.05$), ceramming 된 주조도재관과 degassing 된 도재전장주조관의 측정치는 유의한 차이가 있었고 ($P < 0.01$), 완성된 주조도재관과 도재전장주조관의 측정치도 유의한 차이가 있었다 ($P < 0.01$) (Table 4, Fig. 10).

측정위치 (location A, B, C, D) 에 따른 열처리 과정시의 변화는 서로 유의한 차이를 보이지 않았다 ($P > 0.05$) (Fig. 10, 11).

Table 2. Means and standard deviations (microns) of Dicor and PFM crowns after each step.

Step	PFM		Dicor	
	Mean	SD	Mean	SD
1st	26.225	13.828	31.1	12.663
2nd	29.8	10.328	44.575	12.792
3rd	38.025	14.497	51.175	16.815

Table 3. Statistical Analysis. (comparison between each step)

	PFM			DICOR		
	1st	2nd	3rd	1st	2nd	3rd
1	*	*	*	*	*	*
2	NS	*	*	S	*	*
3	S	S	*	S	NS	*

Significant at .05 level

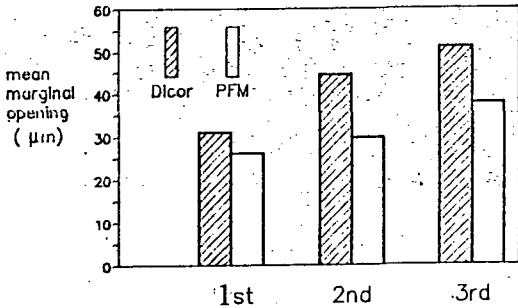


Fig. 10. Mean marginal opening of Dicor and PFM crown after each step.

Table 4. Statistical Analysis. (comparison between Dicor and PFM crowns)

	PFM	DICOR
1st		NS
2nd		S
3rd		S

Significant at .01 level

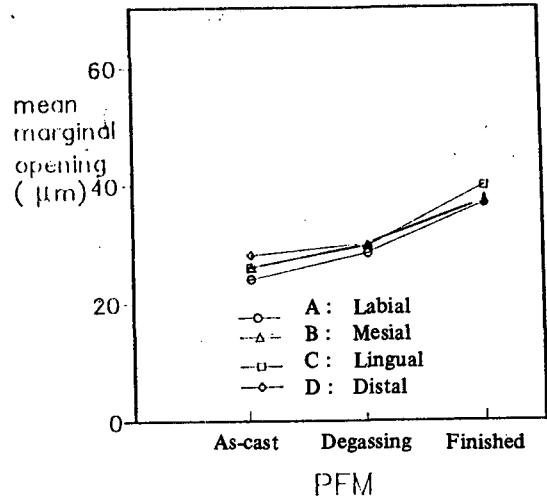


Fig. 11. Changes at each location during PFM crowns fabrication.

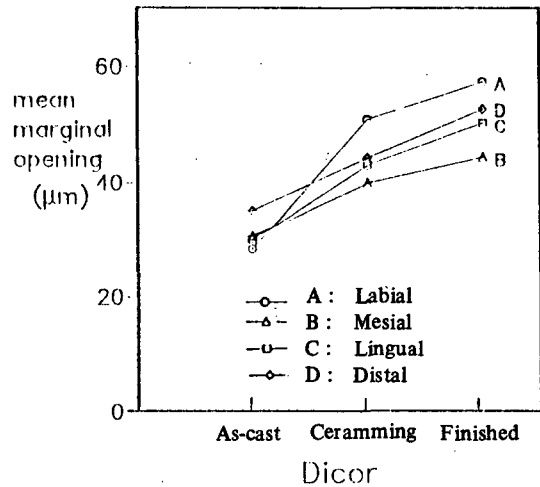


Fig. 12. Changes at each location during Dicor crowns fabrication.

IV. 총괄 및 고안

인공 치관의 변연적합도는 보철물의 성공여부를 결정짓는 중요한 요인이다. 만일 변연적합도가 불량하다면 치아과민증을 일으키거나, 치태가 축적되어 치은염과 치아우식 등의 부작용을 야기할 것이다.

변연 적합도를 향상시키는 방법으로는 vent 를

형성하거나⁸⁾, internal relief를 하기 위해 die spacer를 도포하거나, electrochemical milling, 인공치관 내면의 etching, internal escape way 형성 등을 할 수 있다^{3, 10)}. 금속주조관의 경우 변연에 bevel을 형성하거나³⁾, burnishing을 할 수 있다.

주조도재관의 경우 die spacer를 사용하는 방법 이외에는 다른 방법을 사용하기가 어렵다. 본 실험에서는 제조회사 (Dentsply)에서 제공한 die spacer를 사용하였는데, Davis⁹⁾는 Dicor die spacer는 평균 38 μ m의 두께를 가진다고 하였다. 이 수치는 Eames¹⁰⁾ 등이 주조관의 정확한 장착을 위해 주장한 25 μ m보다는 큰 것이나, Fusayama¹²⁾ 등이 사용한 40 μ m와는 유사한 것이다.

주조도재관과 도제전장주조관의 주조후 변연 간격의 측정치는 유의성있는 차이가 없었다 ($P > 0.05$). 이 점으로 미루어 볼 때 glass ingot의 주조성은 비교적 양호하며, Dicor die spacer의 internal relief 효과와 제조회사의 특수한 인산염 결합매물재의 팽창효과 때문이라고 사려된다.

주조도재관은 ceramming 후에 변연 간격이 유의성있게 증가하였는데 ($P < 0.05$), Sato²⁷⁾ 등은 Dicor관이 ceramming 시에 1.66% 수축이 일어난다고 하였다. 만일 이 수축이 주조도재관에서 균일하게 일어난다면 ceramming 시에 근원 심축보다는 치관의 길이가 큰 순축이나 설측에서 변연 간격이 더 크게 증가하리라 예상할 수 있었는데, Fig. 12에서 볼 때 순축의 변연 간격이 다른 부위보다는 크게 증가하였으나, 유의성있는 차이는 보이지 않았다 ($P > 0.05$).

Hensel¹⁶⁾은 Dicor 관의 변연 적합도는 적절한 변연 형성이 되었는가와 ceramming시의 수축이 문제이며, ceramming후에 항상 내면을 조정해야 할 필요가 있다고 하였다. Schaerer 등²⁹⁾은 ceramming시의 수축을 보상하기에는 인산염 결합 매물재의 팽창과 Dicor die spacer의 internal relief 효과가 부족하였다고 보고하였다.

또한 Schaerer 등²⁹⁾은 주사전자현미경으로

관찰해 본 결과 ceramming후 주조도재관의 표면에 약 50 μ m 두께의 백색층이 생기는데, 이것은 투명도에 영향을 주므로 extra-fine diamond point나 rubber wheel로 제거해야 하며 이로 인하여 변연부에 손상이 가해질 수 있다고 하였다. 그리고 주조도재관은 주조후와 ceramming후에 25 μ m aluminum oxide를 40 psi의 압력으로 air abrading해야 하는데 이 과정에서 주조도재관의 변연이 쉽게 손상을 받을 수 있으므로 변연부를 손가락 끝으로 보호해야 한다고 하였다. 이와같이 주조도재관의 제작과정은 금속주조관과 유사하지만, 제조회사의 지시사항을 정확히 준수하고 좀 더 세심한 주의를 기울여야만 허용 가능한 변연적합도를 얻을 수 있다고 사려된다.

주조도재관은 shading 후의 측정치는 ceramming 후의 측정치와 유의한 차이가 없었는데, 이것으로 미루어 볼 때 shading 시의 변형은 크지 않으며 주조도재관은 원하는 색조가 나올 때까지 shading을 반복하여도 변연 적합도에 큰 영향을 주지 않을 것으로 사려된다.

도제전장주조관은 순축에 bevel을 형성하여 변연 적합도를 증가시킬 수 있으나, 본 연구에서는 주조도재관과 비교하기 위해서 bevel을 형성하지 않았다. Shillingburg 등³¹⁾과 Faucher와 Nicholls¹¹⁾는 shoulder나 shoulder-bevel 설계시에 변연부 변형이 적었다고 하였고, 또한 Johnston 등¹⁷⁾과 Miller와 Belsky²³⁾는 90° shoulder 설계를 주장하였다.

도제전장주조관은 열처리시에 변연 간격이 증가하는 것을 보이는데 (Fig. 11), Mumford²⁴⁾는 도제전장주조관의 금속주조물의 변형은 첫째 도제 수축에 의한 금속변형, 둘째 금속주조체의 오염, 셋째 금속내의 grain growth, 넷째 주조체내로 도제의 유입등이 원인이고 특히 첫번째 이유가 가장 크다고 하였다. 또한 Buchanan 등⁶⁾은 반복된 열처리시에 변연부의 변형을 관찰하였는데, 6 μ m의 metal oxide가 변연 간격을 70 μ m까지 증가시킬 수 있다고 하였다. 그러므로 도제전장주조관의 경우 도제축조 소성시에 필요이상의 반복된

소성은 변연 적합도에 좋지 않은 영향을 준다고 사려된다.

치경부 변연 적합도에 관한 임상적 허용한계는 연구하는 사람에 따라 많은 차이를 보여주고 있다. ADA specification³⁶⁾에 의하면 접착된 주조체의 변연 적합도는 25 μm 이하이어야 한다고 했으나 실제로 이 정도의 적합도를 얻기란 쉽지 않다.

Christensen⁷⁾은 10명의 치과의사에게 inlay의 변연을 평가시켰는데 임상적 허용한계는 치경부에서 34~119 μm 이었고 교합면 부위는 2~51 μm 이었다. 또한 McLean 등²²⁾은 120 μm 가 변연 적합도의 임상적 허용한계라고 보고하였고 Assif³⁾은 평균적인 변연 간격이 약 140 μm 라고 보고하였다.

주조도재관의 변연 적합도에 관한 연구가 최근에 많이 이루어지고 있는데, Dicor 제조회사의 연구보고⁴⁰⁾에 의하면 Dicor 관의 변연적합도는 28 μm 이며 이것은 ADA specification No. 8에 있는 25 μm 와 유사한 것이라고 주장하고 있으나, Davis⁹⁾의 연구에서 설측 치경부 변연 간격이 38 μm 이었고, Schaerer 등²⁹⁾의 연구결과와는 순측에서 87.8 μm 이었다고 보고하였다. 본 실험에서 완성된 주조도재관의 변연 적합도는 51.2 μm 이었으므로 Davis의 측정치보다는 컸으나, Schaerer 등의 측정치보다는 작았다.

도재전장주조관의 변연적합도에 관한 연구를 고찰해 보면 Starting 등³³⁾은 비귀금속합금(Ni-Cr 합금)도 귀금속합금처럼 정확히 주조될 수 있으며, 금속 collar를 가진 도재전장주조관의 변연 적합도가 16.3 μm 라고 보고하여 본 실험의 38 μm 보다 작은 수치를 보였다. 반면에 Belser 등⁴⁾은 metal butt margin을 가진 도재전장주조관의 변연 적합도는 접착전에 45 μm 이었고, 접착후에는 46 μm 이라고 보고하여, 본 실험의 결과보다는 약간 큰 수치를 보였다.

본 실험에서는 cementation을 하지 않았는데 그 이유는 하나의 master die에서 계속 측정을 해왔으므로 만일 접착을 한다면 한 개의 치관 밖에 하지 못하게 되기 때문이다. 접착시에 약간의 변연간격이 증가할 것이 예상된다¹⁸⁾.

주조도재관은 도재전장주조관에 비해 변연적합도가 우수하지 않았으나, 지대치 형성시와 제작 과정에서 세심한 주의를 기울인다면 주조도재관의 변연 적합도는 여러 선현들의 연구결과를 참고할 때에 임상적 허용한계내에 있다고 하겠다.

V. 결 론

저자는 주조도재관(Dicor)과 도재전장주조관의 열처리에 따른 치경부 변연적합도를 비교하기 위하여, 10개의 주조도재관과 10개의 도재전장주조관을 제작하고, Optical projector로 측정한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 주조도재관의 변연적합도는 주조후에 31.1 \pm 12.7 μm , ceramming후에 44.6 \pm 12.8 μm , shading 후에 51.2 \pm 16.8 μm 이었다.
2. 도재전장주조관의 변연적합도는 주조후에 26.2 \pm 13.8 μm , degassing 후에 29.8 \pm 10.3 μm , 도재소성후에 38.0 \pm 14.5 μm 이었다.
3. 주조도재관은 ceramming 후에, 도재전장주조관은 도재소성후에 변연간격이 유의성있게 증가되었다. ($P < 0.05$).
4. 완성된 보철물에서 도재전장주조관의 변연적합도가 주조도재관의 적합도보다 우수하였다 ($P < 0.01$).

REFERENCES

1. Adair, P.J., Grossman, D.G.: The castable ceramic crown. *Int J periodont Rest Dent* 4:32, 1984.
2. Arnold, H.N., Aquilino, S.A.: Marginal adaptation of porcelain margins in cerametal restorations. *J Prosthet Dent* 59:409, 1988.
3. Assif, D., Rimer, Y., Aviv, I.: The flow of zinc phosphate cement under a full-coverage restoration and its effect on marginal adaptation according to the location of cement

- application. *Quintessence International* 18:765, 1987.
4. Belser, V.C., MacEntee, M.I., and Richter, W.A.: Fit of three porcelain-fused-to-metal marginal designs in vivo; An SEM study. *J Prosthet Dent* 53:24, 1985.
 5. Brecker, S.C.: Porcelain baked to gold; A new medium in prosthodontics. *J Prosthet Dent* 6:801, 1956.
 6. Buchanan, W.T. Svare, C.W., and Turner, K.A.: The effect of repeated firings and strength on marginal distortion in two ceramometal systems. *J Prosthet Dent* 45:502, 1981.
 7. Christensen, G.J.: Marginal fit of gold inlay casting. *J Prosthet Dent* 16:297, 1966.
 8. Cooper, T.M., Christensen, G.J., Laswell, H. R., Baxter, R.: Effect of venting on cast gold full crowns. *J Prosthet Dent* 26:621, 1971.
 9. Davis, D.R.: Comparison of fit of two types of all-ceramic crowns. *J Prosthet Dent* 59: 12, 1988.
 10. Eames, W.B., O'Neal, S.J., Monteiro, J., Miller, C., Roan, J.D. Jr., Cohen, K.S.: Technique to improve the seating of casting. *J Am Dent Assoc* 96: 432, 1978.
 11. Faucher, R.R. and Nicholls, J.I.: Distortion related to margin design in porcelain-fused-to-metal restorations. *J Prosthet Dent* 43: 149, 1980.
 12. Fusayama, T., Ide, K., Mosoda, H. Relief of resistance of cement of full cast crowns. *J Prosthet Dent* 14:95, 1964.
 13. Gavelis, J.R., Morency, J.D., Riley, E.D., and Sozio, R.B.: The effect of various finish line preparations on the marginal seal and occlusal seat of full crown preparation. *J Prosthet Dent* 45:138, 1981.
 14. Goodacre, C.T., Van Roekel, N.B., Dykema, R.W., Ullman, R.B.: The collarless metal-ceramic crown. *J Prosthet Dent* 38:615, 1977.
 15. Grossman, D.G.: Cast glass ceramics. *Dent Clin North Am* 29:725, 1985.
 16. Hensel, W., Sato, T., Wohlwend, A., and Schaerer, P.: A clinical case report utilizing a castable ceramic crown system. *Quintessence International* 18:323, 1987.
 17. Johnston, J.F., Mumford, G., and Dykema, R.W.: *Modern practice in dental ceramics*. Philadelphia, 1967, W.B. Saunders Co.
 18. Jørgensen, K.D.: Factors affecting the film thickness of zinc phosphate cements. *Acta Odontol Scand* 18:479, 1960.
 19. Malament, K.A., Grossman, D.G.: The cast glass-ceramic restoration. *J Prosthet Dent* 57: 674, 1987.
 20. McLean, J.W., and Hughes, H.: The reinforcement of dental porcelain with ceramic oxides. *Br Dent J* 119:251, 1966.
 21. McLean, J.W., and Seed, I.R.: The bonded alumina crown 1; the bonding of platinum to aluminous dental porcelain using tin oxide coatings. *Aust Dent J* 21(2): 119, 1976.
 22. McLean, J.W., von Fraunhofer, J.A.: The estimation of cement film thickness by an in vivo technique. *Br Dent J* 131:197, 1971.
 23. Miller, I.F., and Belsky, M.W.: The full shoulder preparation for periodontal health. *Dent Clin North Am* 9:83, 1965.
 24. Mumford, G.: The porcelain fused to metal restoration. *Dent Clin North Am*, March 1965, p. 241-249.
 25. Prince, J., Donovan, T.E., Presswood, R.G.: The all-porcelain labial margin for ceramometal restorations; a new concept. *J Prosthet Dent* 50:793, 1983.
 26. Rieger, M.R., Tanquist, R.A., Brose, M.O. and Ali, M.: Measuring the thickness of a paint-on die spacer. *J Prosthet Dent* 58: 305, 1987.

27. Sato T., Wohlwend, A., Schaerer, P.: Marginal fit in a castable ceramic crown system. *J Prosthet Dent* (accepted)
28. Savitt, E.D., Malament, K.A., Sacransky, S.S., Melcer, A.J., Backman, K.J.: Effects on colonization of oral microbiota by a cast glass-ceramic restoration. *Int J Periodont Rest Dent* 2:22, 1987.
29. Schaerer, P., Sato, T., and Wohlwend, A.: A comparison of the marginal fit of three cast ceramic crown systems. *J Prosthet Dent* 59: 534, 1988.
30. Schneider, D.M., Levi, M.S., Mori, D.F.: Procelain shoulder adaptation using direct refractory dies. *J Prosthet Dent* 36:583, 1976.
31. Shillingburg, H.T., Hobo, S., and Fisher, D.W.: Preparation design and margin distortion in porcelain-fused-to metal restoration. *J Prosthet Dent* 29: 276, 1973.
32. Sozio, R.B., Riley, E.J.: The shrink-free ceramic crown. *J Prosthet Dent* 49: 182, 1983.
33. Strating, H., Pameijer, C.H., Gildenhuys, R.R.: Evaluation of the marginal integrity of ceramometal restorations. Part I. *J Prosthet Dent* 46: 59, 1981.
34. Toogood, G.D., Archibald, J.F.: Technique for establishing porcelain margin. *J Prosthet Dent* 45: 592, 1979.
35. Wain, D.: Porcelain casting. *Br Dent J* 44: 1364, 1923.
36. ADA specification No. 8, Council on Dental Materials and Devices. *J Am Dent Assoc* 96 Jan. 1978.
37. Corning Develops New Ceramic Material. *Am Ceram Soc Bull* 36:279, 1957.
38. Dicor Clinical Procedures Manual. York Pa: Dentsply International Inc, 1984.
39. Dicor Laboratory Technique Manual. York, Pa: Dentsply International Inc, 1984.
40. Fit of Dicor castable ceramic crowns: Dicor research report Vol 2 issue 1 Feb., 1986.
41. 양재호 : High-strength ceramic crown 에 관한 고찰. *대한치과의사협회지*, Vol. 25, No. 12, 1103, 1987.

— Abstract —

**A Comparative Study on the Marginal Fit
between Castable Ceramic (Dicor) Crowns and Metal-Ceramic Crowns**

Jeong-Ho Kim D.D.S.

Jae-Ho Yang, D.D.S., M.S.D., Ph.D., Sun-Hyung Lee, D.D.S., M.S.D., Ph.D.

Department of Prosthodontics, College of Dentistry, Seoul National University

The recently introduced castable glass ceramics incorporate properties characteristic of natural teeth and they are regarded as an ideal material to restore lost tooth structure. The purpose of this study was to compare the marginal fit of castable ceramic crown with that of the metal-ceramic crown in the process of heat treatment. Two master dies for castable ceramic crowns and metal-ceramic crowns were fabricated from being cast with the base metal. Each master die was duplicated with addition silicone and hard stone. Ten castable ceramic crowns were made on each hard stone die and their marginal openings were measured three times: first, after casting; second, after ceramming; third, after shading. The other ten metal-ceramic crowns were made on each hard stone die and their marginal openings were measured three times: first, after casting; second, after degassing; third, after porcelain veneering. Each crown was seated on its master die with the constant force delivered by loading jig. And then, marginal openings were measured on four locations by optical projector at X50 magnification.

The results were as follows:

1. The mean marginal openings of castable ceramic crowns were $31.1 \pm 12.7 \mu\text{m}$ after casting; $44.6 \pm 12.8 \mu\text{m}$ after ceramming; $51.2 \pm 16.8 \mu\text{m}$ after shading.
2. The mean marginal openings of the metal-ceramic crowns were $26.2 \pm 13.8 \mu\text{m}$ after casting; $29.8 \pm 10.3 \mu\text{m}$ after degassing; $38.0 \pm 14.5 \mu\text{m}$ after porcelain veneering.
3. There was significant increase in the marginal opening of castable ceramic crowns after ceramming, while metal-ceramic crowns showed significant increase after porcelain veneering ($p < 0.05$).
4. Marginal fit of metal-ceramic crown was better than that of castable ceramic crown ($p < 0.01$).