

도재용 금속 코핑의 처리 방법에 따른 변연 적합도에 관한 연구

단국대학교 치과대학 보철학 교실

구범모 · 임주환 · 조인호

I. 서 론

금속 도재관(PFM)의 임상적 성공은 합금의 구조성, 도재와 합금간의 결합력, 휨저항성, 변연 적합도 및 심미성 등에 의해 좌우된다. 특히 변연 적합도의 불량은 치아우식증, 치은염 및 치주 질환의 원인이 되어 보철물의 수명을 단축시킬 수 있다²⁵⁾. 이러한 변연 적합도에 영향을 미치는 요인들은 합금의 종류, 주조체 내면에 형성된 금속 산화물, 도재 소성시 발생하는 수축, 도재와 합금간 열팽창 계수의 차이, 금속 코핑의 설계 방식, 변연의 형태 그리고 주조시 발생된 응력(stresses)의 방출 여부 등이 있다^{10, 11, 13, 14, 17, 21, 34)}. 특히 여러 원인 중에서 주조시 발생된 응력의 발생 여부는 본 연구에서 알고자 하는 코핑 변연의 변형과 밀접한 관련이 있는 것으로 알려졌다며 금속 코핑에 대한 처리 방식에 따라서 이러한 응력이 공동 상승 작용(synergistic effect)을 일으켜 금속 코핑 변연의 변형을 증가시킬 수도 있으며 반대로 응력의 방출을 감소시킬 경우 코핑의 변형을 최소로 줄일 수도 있었다¹⁵⁾. Shelby³⁴⁾와 Silver³⁶⁾는 코핑의 변형은 도재 소성중 발생하는 수축 때문이라고 주장했으며 Buchanan등¹¹⁾은 합금 내면에 형성된 금속 산화물의 얇은 막이 코핑의 적합도에 영향을 미친다고 주장했다. 그러나 최근의 연구에

의하면 DeHoff 와 Anusavice¹⁸⁾는 도재와 합금간 열팽창 계수의 차이는 코핑 변형에 대한 중요한 요인이 될 수 없다고 발표했다. Nicholls 와 Bridger¹⁰⁾는 코핑 변형의 주원인은 합금이 주조후 고체화(solidification)되는 과정 중에 발생된 응력의 방출 때문이라고 주장했다. Campbell등¹⁵⁾은 도재용 금속 합금의 처리 방식에 따른 잔존응력을 측정하여 변연이 변형되는 현상을 설명했으며, Campbell등^{13, 14, 15)}은 도재용 금속 주조체의 변형에 관계하는 열처리에 대한 효과를 연구한 결과 모든 변형은 1차 thermocycling 과정 중에 발생한다고 발표하였다.

이에 본 실험에서는 도재용 금속 코핑의 변연 적합도에 영향을 미치는 thermocycling 과 코핑 표면의 finishing 효과에 대한 연구를 하여 다소의 지견을 얻었기에 보고하는 바이다.

II. 이 론

도재용 금속 코핑과 작업 모형간의 긴밀한 적합도의 상실은 도재의 축조를 위해 시행하는 고온의 열처리 과정 중에 일어난다고 알려졌다^{7, 10, 11, 18, 31)}. 이러한 고온의 열처리 과정 중에 발생하는 변형의 원인을 알고자 많은 학자들이 연구한 결과 도재의 소성시 발생하는 수축(12%~15%)이 주원인이라고 주장했다^{26, 35)}.

그러나 Pascoe²⁷⁾와 Buchanan^{등¹¹⁾}은 금속 코핑 내면에 형성된 금속 산화막이 긴밀한 적합을 방해한다고 하였다. 적합도의 상실에 대한 최근의 유력한 학설은 도재와 금속간 열팽창 계수의 차이 때문에 변형이 일어난다는 것이다²⁴⁾. 그러나 DeHoff와 Anusavice¹⁸⁾는 이러한 현상은 금속 변형의 주원인이 아니고 단지 부분적으로만 작용한다고 주장했다. Bridger와 Nicholls¹⁰⁾는 주조체가 고체화되는 과정 중에 발생하는 응력의 방출이 변형의 주원인이라고 주장했다. 이러한 변형은 지대치와 주조체간의 간격을 만들게 되고 치태의 침착이 누적되어 결국 치아우식증 및 치은염을 일으킨다고 하였다.

변연부 형태가 금속 도재관의 변연 적합도에 미치는 영향에 관한 연구로 Rensburg와 Strating³⁰⁾은 shoulder를 형성할 것을 주장하였고 bevel은 주조체가 치아에 기계적으로 적합할 수 있는 장점만을 가진다고 하였으며, Shillingburg^{등³⁵⁾}과 Faucher와 Nicholls²¹⁾는 bevel의 형성과 관계없이 shoulder는 chamfer에 비해 도재소성시 금속관을 보상해 주어 변연의 변형을 적게 해 준다고 하였다. Strating^{등³⁷⁾}은 도재 butt 변연은 금속 butt 변연에 비해 적합도가 떨어져 임상적으로 불리하다고 보고하였으나 Belser^{등⁹⁾}은 이들 변연간의 적합도에는 큰 차이가 없다고 보고하였다.

합금의 종류에 따른 변연의 변형에 대한 연구로 Buchanan^{등¹¹⁾}은 변연의 적합도는 금속 하부 구조물 제작을 위해 사용된 합금에 영향을 받는다고 보고했다. 그 변형된 양은 비귀금속 합금에서 더 크게 나타났으며 이는 도재의 소성 과정 중에 비귀금속 주조체 내면에 형성된 산화막의 두께가 증가하기 때문인 것으로 알려졌다.

III. 실험재료 및 방법

1. 실험재료

본 실험을 위하여 Silascon Light Body[®](Dow Corning, Japan) 및 Fuji Rock[®](GC, Japan)를 사용하여 금속 주모형을 인상, 복제하였으며 blue inlay casting wax[®], type II (Kerr/Syborn, U.S.A.)를 사용하여 납형을 제작한 후 Uninvest[®](Shofu, Japan) 및 Herador SG[®](Heraeus Kulzer, Germany)를 사용하여 납형을 매몰, 주조하였다. 완성된 코핑 내면에 DuraLay[®](Reliance, U.S.A.)를 주입하여 레진 다이를 제작하였다.

2. 실험 방법

실험군을 3군으로 분류한 후 각 군당 10개 썩의 코핑을 사용하여 1군은 finishing후 thermocycling을 시행하였고 2군은 thermocycling 후 finishing을 시행했으며 3군은 코핑을 재매몰한후 finishing과 thermocycling을 시행하였다(Table 1).

1) 금속 주모형의 제작

Stainless steel을 선반 가공하여 높이가 6 mm, 직경이 8 mm, 총 축벽의 경사도가 8도가 되게 금속 주모형을 제작하였으며 교합면 중심에서 떨어진 곳에 주조체가 잘 안착되도록 작은 홈(dimple)을 만들었다(Fig 1).

2) 작업모형 제작

금속 주모형에 대한 예비 인상을 채득하여 예비 모형을 제작하였다. 제작된 예비 모형위에

Table 1. Classification of experimental groups

Group	Number	Treatment
1	10	Surface Finishing→Thermocycling
2	10	Thermocycling→Surface Finishing
3	10	Re-investing→Surface Finishing→Thermocycling

2 mm 두께의 wax spacer를 깔고 tray제작용 acrylic resin을 이용하여 개인용 인상 tray를 제작하였다. 인상 tray의 제작은 적어도 최종 인상 채득 24시간 전에 실시하였다.

제작된 개인용 인상 tray내에 접착제를 도포한 후 충분히 건조시킨 다음 Silascon Light Body®(Dow Corning, Japan)를 제조 회사의 지시에 따라 혼합한 후 인상 tray에 담아 준비된 금속 주모형에 위치시켜 인상을 채득하였다.

Fuji Rock®(GC, Japan)를 제조 회사의 지시에 따라 진공혼합후 각각의 인상체내에 주입하여 30개의 작업모형을 완성하였다(Fig 2).

3) 납형 제작

완성된 작업모형에 분리제를 도포한 후 blue inlay casting wax®, type II (Kerr/Syborn Co., U.S.A.)를 이용하여 30개의 납형을 제작하였다.

모든 측벽과 교합면은 두께가 0.5 mm, 순면 collar의 폭은 0.4 mm, 설측 collar의 폭은 2.0 mm가 되게 제작하였으며 wax thickness caliper(Belle de St. Claire, U.S.A.)를 사용하여 wax의 두께를 결정하였다.

4) 매몰 및 주조

Univest®(Shofu, Japan)를 제조사의 지시에 따라 진공 혼합한 후 통법에 따라 매몰하였다.

매몰재의 경화를 위해 1시간을 기다린 후 주조링을 소환로에 위치시켰다. 소환로의 온도는 7°F/분의 속도로 올렸으며 30분간 600°F를 유지하였다. 다음 1500°F가 될 때까지 20°F/분의 속도로 올렸다. 1시간 동안 heat soaking시킨 후 Herador SG®(Heraeus Kulzer, Germany)로 주조하였다.

주조후 주조체를 매몰재에서 꺼내어 초음파 세척을 한 후 sand blaster(50µm) 처리하여 코핑을 완성하였다.

5) 레진 다이의 제작

주조시 발생된 오차로 인한 작업모형과 주조체 변연간에 발생된 간격을 보상하기 위해서 DuraLay®(Reliance, U.S.A.)를 제조사의 지시

에 따라 혼합한 후 코핑 내면에 직접 주입하여 레진 다이를 완성하였다. 24시간후 다이를 320-, 400-, 600- grit silicon carbide abrasion paper를 이용하여 연마 하였다.

6) 측정 부위의 표시

순면에 3 부위, 설면에 2 부위의 측정 부위를 표시하였다.

순면은 중앙부에 한 점을 표시했고 이 점을 중심으로 근심 쪽으로 4mm 떨어진 곳에 한 점, 원심 쪽으로 4mm 떨어진 곳에 한 점을 표시했고 설면은 전체 길이를 3 등분하는 2 부위에 측정점을 표시하였다(Fig 3).

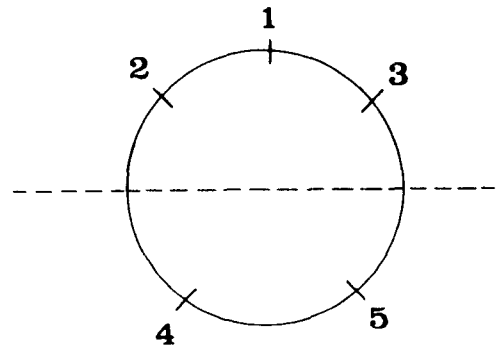


Figure 3. Schematic drawing of measurement sites

7) 코핑에 대한 처리 시행

(1) 제 1 군의 처리 술식

코핑의 표면을 녹색 및 흰색 grinding stone으로 finishing한 후 sand blaster(50µm) 처리를 했으며 thermocycling 시행후 코핑과 레진 다이간의 간격을 측정하였다.

(2) 제 2 군의 처리 술식

코핑을 thermocycling시킨 후 녹색 및 흰색 grinding stone으로 finishing처리하였고 sand blaster(50µm) 처리후 코핑과 레진 다이간의 간격을 측정하였다.

(3) 제 3 군의 처리 술식

코핑을 재매몰시켜 1500°F에서 30분간 가열한 후 꺼내어 초음파 세척을 하였으며 녹색 및

흰색 stone으로 finishing 처리하였고 sand blaster 시행후 thermocycling하여 코핑과 레진 다이간의 간격을 측정하였다.

녹색 및 흰색 grinding stone으로 코핑의 두께가 0.4mm(±0.1 mm)가 될때까지 finishing 하였으며 코핑을 1650°에서 10분간 가열하여 thermocycling 처리를 하였다.

8) 사진 촬영

입체현미경을 사용하여 코핑과 레진다이간의 간격을 순측 및 설측 부위에 표시된 5 군데 측정 부위에서 측정하고 기록하였다. 측정은 두 사람이 독립적으로 실시한 후 측정값의 차이가 있는 경우 의견이 일치할 때까지 반복하여 측정하였다.

3. 통계 처리

윈도우용 SPSS® Version 5.02 컴퓨터 프로

그램을 이용하여 ANOVA test, one-way ANOVA test 및 multiple range test를 실시하여 실험 결과를 분석하였으며 95%의 유의 수준으로 검증하였다.

IV. 실험결과

실험 방법에 따른 처리를 시행하기전 코핑과 레진 다이간의 간격을 입체현미경하에서 관찰해본 결과 측정할 만한 간격은 보이지 않았다. 실험군에 따른 처리후 측정 부위에서 코핑과 레진 다이간의 간격을 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다(Table 2).

제 1 군의 경우 제 2, 제 3 군과 비교할 때 모든 측정 부위에서 수치가 크게 나타났으며 제 2, 제 3 군간에는 비슷한 수치를 나타냈다(Fig 4).

Table 2. Mean and standard deviation of gap discrepancies according to various treatment methods (unit : μm)

	Site 1 M± SD	Site 2 M± SD	Site 3 M± SD	Site 4 M± SD	Site 5 M± SD
Group 1	22.3± 3.65	21.6± 4.14	23.3± 2.98	18.1± 3.63	18.4± 3.20
Group 2	7.6± 3.02	6.7± 3.46	9.5± 4.99	7.2± 3.04	8.1± 3.54
Group 3	8.0± 2.05	9.9± 2.80	5.9± 2.23	7.7± 3.02	7.0± 3.52

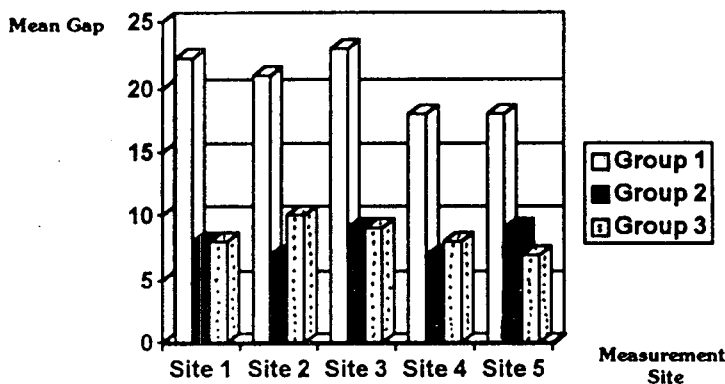


Fig 4. Graph representing gap discrepancies between groups in all sites

처리 방법과 측정 부위간의 상호 작용을 검증하기 위한 ANOVA test의 결과는 Table 3와 같다.

ANOVA test의 결과 처리 방법에 따른 유의차가 있었으나 측정 부위간의 유의차는 없는 것으로 나타났다.

처리 방법에 따른 각 군간의 간격의 크기를 측정한 결과 제 1 군($20.74 \pm 4.01\mu\text{m}$)에서 가장 큰 간격의 증가를 보였으며 제 2 군($7.82 \pm 3.66\mu\text{m}$), 제 3군($7.70 \pm 2.98\mu\text{m}$)간의 간격의 크기는

서로 유사한 수치를 나타냈다. 제 1 군과 제 2, 제 3 군간의 유의차는 있었으나 제 2, 제 3 군간의 유의차는 없게 나타났다.

처리 방법에 따른 각 군간의 one-way ANOVA test 및 multiple range test의 결과는 Table 4 및 Table 5와 같다.

측정 부위에 따른 간격의 크기를 측정한 결과 측정 부위간의 통계학적 유의차가 없는 것으로 나타났다. 이것으로 금속 collar의 두께가 0.4 mm에서 2.0mm 정도의 범위내에 있을때는 코핑의 변형에 아무런 영향을 주지 않는다는 것을 알 수 있었다.

Table 3. Results of ANOVA test

Source of variance	Sum of squares	D.F.	Mean squares	F	Sig. of F
Main effect	5718.547	6	953.091	84.355	.000
Method	5616.373	2	2808.187	248.545	.066
Site	102.173	4	25.543	2.261	.000
2-way Interactions Method,Site	252.027	8	31.503	2.788	.007
Explained Residual	5970.573	14	426.470	37.746	.000
Total	7495.873	149	50.308		

Table 4. Results of one-way ANOVA test for gap discrepancies according to various treatment methods

Source	D.F.	Sum of squares	Mean of squares	F Ratio	F Prob.
Between groups	2	5616.3733	2808.1867	219.6347	.0000
Within groups	147	1879.5000	12.7857		
Total	149	7495.8733			

Table 5. Mean(M), standard deviation(SD) and results of multiple range test for gap discrepancies according to various treatment methods (unit : μm)

M \pm SD	Group 1 20.74 ± 4.01	Group 2 7.82 ± 3.66	Group 3 7.70 ± 2.98
Group 1			
Group 2	*		
Group 3	*		

Table 6. Results of one-way ANOVA test for gap discrepancies according to measurement sites

Source	D.F.	Sum of squares	Mean squares	F. Ratio	F. Prob.
Between sites	4	102.1733	25.5433	.5009	.7351
Within sites	145	7393.7000	50.9910		
Total	149	7495.8733			

Table 7. Mean(M), standard deviation(SD) and results of multiple range test for gap discrepancies according to measurement sites (unit : μm)

	Site 1 (M± SD) 12.63± 7.53	Site 2 (M± SD) 12.73± 7.34	Site 3 (M± SD) 12.90± 8.38	Site 4 (M± SD) 11.00± 5.99	Site 5 (M± SD) 11.17± 6.18
Site 1					
Site 2					
Site 3					
Site 4					
Site 5					

측정 부위에 따른 one-way ANOVA test 및 multiple range test의 결과는 Table 6, Table 7과 같다.

V. 총괄 및 고안

보철물의 이상적인 변연 형태는 심미적이며 우수한 적합도와 변연부에 치태의 침착을 억제하는 형태이나 부정확한 인상 채득, 모형 제작시의 변형, 매물재의 경화 팽창, 주조체 내면의 조잡성 및 오염, 부적절한 금속관의 설계, 납형 제작 과정시의 변형, 주조시 금속의 용융 온도, 주조 방법 등의 원인으로 인하여 만족스런 보철물의 제작을 어렵게 만들 수 있다^{2,37)}. 특히 금속 도재관의 변연에서는 도재 수축으로 인한 금속관의 변형, 합금의 grain growth, 고온에서 도재용 합금의 plastic flow, 도재 소성시 금속관의 부적절한 지지 등의 요소로 인해 변연 적합성이 더 나빠질 가능성이 많다^{10,12,16,17,20,21)}. 이러한 원인으로 인해 생긴 수복물 변연 누출은 치은염, 치아우식증 및 치주질환의 원인이 되고 있다¹⁹⁾.

변연 적합도를 향상시켜 주는 방법으로는 치관 내면에 구멍(vent)의 형성, 치관 내면의 relief를 위한 die spacer의 도포, 전기화학적 milling, 치관 내면의 etching, 치관 내면에 사출로의 형성 등의 방법을 이용할 수 있다²⁰⁾.

금속 도재관은 열처리시 변연 간격이 증가하는 것으로 알려졌으며 Mumford²⁶⁾는 금속 도재관의 금속 코핑의 변형은 첫째 도재 수축에 의한 금속 변형, 둘째 금속 코핑의 오염, 셋째 금속내의 grain growth, 넷째 주조체 내로 도재의 유입 등이 원인이고 특히 첫 번째 이유가 가장 크다고 하였다. 또한 Buchanan등¹¹⁾은 반복된 열처리 시에 변연부의 변형을 관찰하였는데 6 μm 의 금속 산화물이 변연 간격을 70 μm 까지 증가시킬 수 있다고 하였다. 그러므로 금속 도재관의 경우 도재 축조 소성시 필요 이상의 반복된 소성은 변연 적합도에 좋지 않은 영향을 준다고 사료된다.

치경부 변연 적합도에 관한 임상적 허용 한계는 연구하는 사람에 따라 많은 차이를 보여 주고 있다. 미국 치과의사협회의 규정에 의하면 접착된 주조체의 변연 적합도는 25 μm 이하이어

야 한다고 했으나 실제로 이 정도의 적합도를 얻기란 쉽지 않다.

금속 도재관의 변연 적합도에 관한 연구를 고찰해 보면 Strating등³⁷⁾은 비귀금속합금(Ni-Cr합금)도 귀금속 합금처럼 정확하게 주조될 수 있으며, 금속 collar를 가진 금속 도재관의 변연 적합도가 16.3 μ m라고 보고하였다. 본 연구에 의하면 금속 코핑의 변연 적합도의 상실은 thermocycling 과정중에 발생되었으며 모든 측정 가능한 변형은 1차 thermocycling 과정 중에 일어났고 2차 thermocycling 또는 표면 finishing 과정 중에 변형은 없었다^{13, 14, 15)}.

본 연구에서 단순화된 실험 재료를 사용하여 도재용 금속 코핑의 변형을 일으키는 원인들을 밝혀낼 수 있었다^{8, 25, 38)}. 또한 thermocycling 과정중에 일어나는 변형을 최소로 줄일 수 있는 방법도 규명할 수 있었다. 코핑을 통법에 따라 finishing 처리후 thermocycling시킨 1군의 경우 (20.74 \pm 4.01 μ m) 이와 다르게 처리한 2군(7.82 \pm 3.66 μ m)이나 3군(7.70 \pm 2.98 μ m)보다 현저하게 큰 간격의 증가를 보였다. 일반적으로 도재의 축조(application)는 코핑의 변형에 거의 영향을 주지 않는 것으로 나타났다^{8, 25, 38)}. Bagby와 Marshall⁸⁾은 주조로 인한 잔존 응력을 X-선 회절법으로 측정하였으며 450 MPa 정도의 높은 압축응력이 발생하는 것으로 보고하였다. 이러한 응력은 코핑을 가장 먼저 thermocycling 처리함으로써 많이 경감될 수 있었다. 그러나 코핑 내면에 형성된 금속 산화막이 변연의 적합도에 미치는 영향에 대해서는 본 연구에서 다루지 않았다.

본 연구에서 코핑을 통법에 따라서 finishing 처리후 발생된 변연부 간격의 증가는 주조로 인한 응력 및 finishing 처리시 발생된 응력이 공동 상승작용(synergistic effect)을 일으킨 결과였다. 이러한 요소들이 제거됐을 때 코핑의 변연 적합도는 크게 향상되었다. 코핑 표면의 finishing 처리로 합금 표면에 응력이 집중되었으며 다음 과정인 thermocycling시기에 응력이 방출되어 변형이 일어나게 되었다. 이 실험을 통해 3차원적인 고정성 보철물의 도재용 금속 코핑에 대한 열처리 시행후 발생된 변형을 자

세히 측정하는 것은 어려운 일이다. 여러 연구 결과를 보더라도 thermocycling시 발생하는 변형의 원인에 대해 많은 논란이 있는 것을 볼 수 있었다^{10, 11, 26, 37)}.

도재용 금속 코핑의 적합도에 영향을 미치는 다른 원인들은 도재 축조 후 rigidity의 증가, 코핑 내면에 형성된 금속 산화막, 도재와 금속이 결합되는 곳의 오염 등이 있다^{10, 11, 21, 36)}. 그러므로 이러한 요소들은 도재용 금속 코핑의 긴밀한 적합도에 영향을 미칠 수 있으나 이것들에 대해서는 본 연구에서 다루지 않았다.

코핑을 재매몰시키는 방법으로 응력의 방출을 감소시킬 수 있었고 결과적으로 코핑 변연의 변형을 최소로 줄일 수 있었고 통법에 따라 처리한 것보다 우수한 변연 적합도를 보였다. 그러나 코핑을 재매몰시키는 작업은 나름대로 번거로운 일이 될 수도 있으므로 실제 임상에서 많이 이용될 방법으로는 생각되지 않는다.

본 연구의 결과 대부분의 코핑의 변형은 1차 thermocycling 과정 중에 발생하는 관계로 구강 내에서 코핑의 적합도를 평가할 때는 반드시 1차 thermocycling 처리후 시행하는 것이 바람직하다고 사료된다.

VI. 결 론

본 연구에서는 실험군을 3군으로 분류하여 1군은 코핑을 finishing한 후 thermocycling하였고 2군은 thermocycling후 finishing처리하였으며 3군은 코핑을 재매몰한 후 finishing과 thermocycling을 시행하였다. 모든 코핑과 레진 다이에 5개의 측정 부위를 설정하여 실험후 발생된 간격을 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

- 1) 도재용 금속 코핑의 thermocycling 처리는 변연의 간격을 증가시켰다.
- 2) 코핑 변연 간격의 가장 큰 증가는 1차 thermocycling 과정 중에 발생되었다.
- 3) 2차 thermocycling 및 finishing 후 코핑 변연 간격의 증가는 없었다.
- 4) 처리 방법에 따른 간격의 크기는 제 1 군과

제 2, 제 3 군간의 유의 차이를 보였으며 ($p < 0.05$), 제 2 군과 제 3 군간의 유의 차는 없는 것으로 나타났다($p > 0.05$).

- 5) 측정 부위에 따른 간격의 크기는 통계학적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다.

참고문헌

1. 김 기환 : 도재소부전장금관의 치경부 변연의 적합도에 관한연구. 대한치과의사협회지 : 23(7) : 593, 1985.
2. 김 상석, 방 몽숙 : 수종 collarless 도재전장관의 순측 치경부 변연 적합도에 관한 연구. 대한치과의사협회지 ; 25(3) : 289, 1987.
3. 김 영환 : 도재전장주조관의 순측 치경부 변연 적합도에 관한 주사현미경적 연구. 대한치과보철학회지 ; 113 p, 1985.
4. 윤 일중 등 : 도재전장주조관의 제작 방법에 따른 순측 치경부 변연 적합도에 관한 주사현미경적 연구. 대한치과보철학회지 ; 151 p, 1986.
5. 이 선형 : Collarless metal-ceramic crown의 치경부 변연적합도에 관한 주사현미경적 연구. 대한치과의사협회지 ; 23 : 585, 1985.
6. 장 익태 : 국산 치과용 저금함유 합금의 치경부 변연의 구조 적합성에 관한 연구. 대한치과의사협회지 ; 20(12) : 1065, 1982.
7. Ando N, Hakamura, K Namiki, T Sugata, T Suzuki, T Muriyama K : Deformation of porcelain bonded gold alloys. J Jpn Soc Appl Master 13 : 237, 1972.
8. Bagby M, Marshall SJ : Residual stress in two dental alloys during porcelain application. Advances in x-ray analysis. New York Plenum Press, 31 : 225, 1985.
9. Belser UC, MacEntee MI, Richter WA : Fit of three PFM marginal design in vivo : SEM study. J Prosthet Dent 53 : 24, 1985.
10. Bridger DV, Nicholls JI : Distortion of ceramometal fixed partial dentures during the firing cycle. J Prosthet Dent 45 : 502, 1981.
11. Buchanan WT, Svare CW, Turner KA : The effect of repeated firings and strength on marginal distortion in two ceramometal systems. J Prosthet Dent 45 : 507, 1981.
12. Bryant RA, Nicholls JI : Measurement of distortions in fixed partial dentures resulting from degassing. J Prosthet Dent 42 : 515, 1979.
13. Campbell SD, Pelletier LP : Thermal cycling distortion of metal ceramics, Part 1 - metal collar width. J Prosthet Dent 67 : 603, 1992.
14. Campbell SD, Pelletier LB : Thermal cycling distortion of metal ceramics, Part 2 - etiology. J Prosthet Dent 68 : 284, 1992.
15. Campbell SD, Rasool F, Pelletier LB, Giordano RA : Residual stress determination in metal ceramic alloys [Abstract]. J Dent Res 73 : 212, 1994.
16. Coornaert J, Adriaens P, Debover J : Long term clinical study of porcelain fused gold restoration. J Prosthet Dent 51 : 338, 1984.
17. Dederich DN, Svare CW, Peterson LC, Turner KA : The effect of repeated firings on the margins of nonprecious ceramometals. J Prosthet Dent 51 : 628, 1984.
18. DeHoff DH, Anusavice KJ : Effect of metal design on marginal distortion of metal-ceramic crown. J Dent Res 63 : 1327, 1984.
19. Donovan T, Prince J : An analysis of margin configurations for metal-ceramic crown. J Prosthet Dent 53 : 153, 1985.
20. Eames WB : The casting misfit : How to cope. J Prosthet Dent 45 : 283, 1981.
21. Faucher RR, Nicholls JI : Distortion to related margin design in PFM restoration. J Prosthet Dent 43 : 149, 1980.

22. Gavelis JR, Morency JD, Riley ED : The effect of various finishing line preparations on the marginal seal and occlusal seat of full crown preparations. *J Prosthet Dent* 45 : 138, 1981.
23. Goodacre CJ, Dykema RW, Ullmann RB : The collarless metal ceramic crown, *J Prosthet Dent* 38 : 615, 1977.
24. Iwashida AH, Kuriki H, Hasuo T, et al : Studies on dimensional accuracy of porcelain fused to precious metal crown. The influence of the porcelain to metal coping on the porcelain fusing procedure. *Shigaku*. 66 : 110, 1977.
25. McLean JW : The science and art of dental ceramics. Vol 1. Chicago Quintessence Publ Co 273, 1972.
26. Mumford G : The PFM restoration. *Dent Clin North Am* 4 : 241, 1965.
27. Pascoe DF : Analysis of the geometry of finishing lines for full crown restorations. *J Prosthet Dent* 40 : 157, 1978.
28. Prince JP, Donovan T, Pressword RG : The all porcelain margins for ceramometal restoration — a new concept. *J Prosthet Dent* 50 : 793, 1983.
29. Read-Hill RE : Physical metallurgy principles. 2nd ed. Boston. PWS Publishers, 267, 1973.
30. Rensburg FV, Strating H : Evaluation of the margin integrity of ceramometal restoration : Part 2. *J Prosthet Dent* 63 : 1161, 1983.
31. Richter-Snapp K, Aquilino SA, Svare CW, Turner KA : Change in marginal height as related to margin design, alloy type, and porcelain proximity in PFM restorations. *J Prosthet Dent* 60 : 435, 1988.
32. Rosner D : Function, placement and reproduction of bevels for gold castings. *J Prosthet Dent* 13 : 1161, 1963.
33. Sato T, Schaerer P : Marginal fit in a castable ceramic crown system. *J Prosthet Dent*(accepted).
34. Shelby DS : Practical considerations and design of PFM. *J Prosthet Dent* 12 : 542, 1962.
35. Shillingburg HT, Hobo S, Fisher DW : Preparation design and comparison of PFM. *J Prosthet Dent* 29 : 276, 1973.
36. Silver M, Klein G, Howard MC : An evaluation and comparison of PFM. *J Prosthet Dent* 10 : 1055, 1960.
37. Strating H, Pameijer CH, Gildenhuys RR : Evaluation of marginal integrity of ceramometal restorations. Part 1. *J Prosthet Dent* 46 : 59, 1981.
38. Twiggs SW, Searle JR, Ringle RD, Fairhurst CW : A rapid heating and cooling rate dilatometer for measuring thermal expansion in dental porcelain. *J Dent Res* 68 : 1316, 1989.
39. Toogood GD, Archibald JF : Technique for establishing porcelain margins. *J Prosthet Dent* 40 : 464, 1978.
40. Vryonis P : A simplified approach to the complete porcelain margin. *J Prosthet Dent* 42 : 592, 1979.
41. Wain D : Porcelain casting. *Br. Dent J* 44 : 1364, 1923.
42. Yamamoto M : Metal-ceramics. Principles and methods of Makoto Yamamoto. Chicago Quintessence Publ Co 203, 1985.

논문 사진 부도

Fig. 1. Metal master model

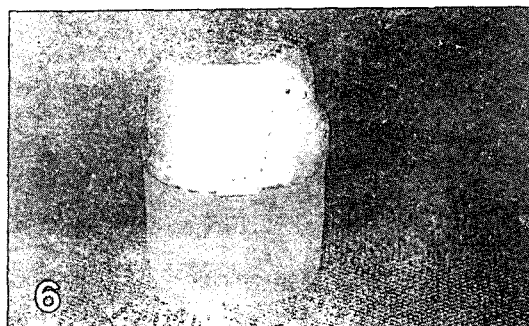
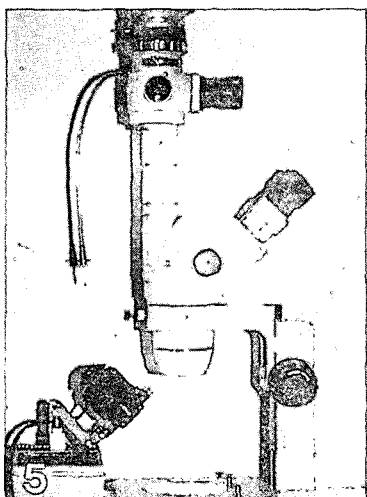
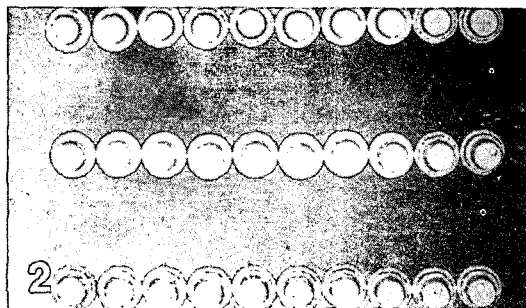
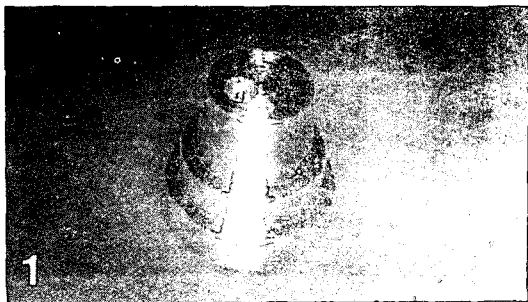
Fig. 2. Working model

Fig. 5. Stereomicroscope(SZ-ST[®], Olympus, Japan) used to measuring the gap

Fig. 6. Metal coping and resin die

Fig. 7. Stereomicroscopic view of gap discrepancies between coping margin and resin die(x50)

논문사진부도



Abstract

A STUDY ON MARGINAL FIDELITY OF CERAMIC METAL COPINGS TREATED BY VARIOUS METHODS

Koo, Bum-Mo, Lim, Ju-Hwan, Cho, In-Ho

Dept. of Prosthodontics, School of Dentistry, Dankook University

The effect of thermocycling and surface finishing on the marginal fidelity of copings for a metal ceramic crown was examined. Methods for minimizing the loss of marginal fidelity were evaluated.

The results were as follows ;

1. Thermocycling of ceramic metal copings resulted in increased marginal gap.
2. The greatest marginal gap occurred during the first thermocycling of the copings.
3. No additional distortion of marginal fidelity occurred when surface finishing and second thermocycling were completed after initial thermocycling.
4. The gap increases according to various treatment methods showed group 1 to be the highest values.
5. There was no significant difference between group 2 and group 3($p > 0.05$).
6. There was significant difference between group 1 and group 2, 3($p < 0.05$).
7. There was no significant difference among the measurement sites.