

금인레이의 치은변연적합도에 관한 주사전자 현미경적 연구

서울대학교 치과대학 치과보존학교실

박준일 · 권혁춘

목 차

- I. 서 론
- II. 실험재료 및 실험방법
- III. 실험성적
- IV. 총괄 및 고찰
- V. 결 론
- 참고문헌
- 사진부도
- 영문초록

20, 25, 37 - 57, 75)

I. 서 론

치과영역에서 구조물을 이용하여 치아의 결손부위를 수복하는 방법은 매몰, 왁스의 소환과 구조방법이 고안된 이래 오랫동안 광범위하게 사용되고 있다¹⁻⁵⁾. 특히 금인레이의 경우 치질결손 수복에 많이 이용된다²⁾. 그러나 이러한 금인레이는 여러 단계의 제작과정중에 나타나는 많은 변수^{1, 6, 7)}에 의해 변연부위의 부적합이 피할 수 없는 단점으로 나타날 수 있고^{1, 8-12)} 시멘트 접착 후에 증가하는 변연의 부적합이 수복물의 성패를 좌우하고 있어 이에 대한 연구와 더 우수한 변연적합을 얻기 위한 연구가 계속되어 왔다¹³⁻²⁰⁾.

종래의 금인레이를 포함한 구조물에 대한 관심은 인상재^{21, 22, 24)}, 경석고^{23, 24, 29)}, 매몰재³⁰⁾ 등의 재료 및 구조방법의 개선에 관한 것이어서 재료학적으로 많은 발전이 있었고 임상적으로는 변연부위에 적당한 bevel을 부여하여 시멘트의 노출을 적게하려고 하고 있으나^{2, 26-30)} 금인레이의 접착에 사용되는 시멘트에 의한 변연의 부적합은 불가피하다^{1, 2, 7, 9-11, 16,}

변연적합이 불량한 수복물은 변연누출에 의한 2차 치아우식이 발생하거나¹⁶⁾ 치태의 부착으로 치주질환이 야기된다^{58-60, 76, 77)}. 구조된 금인레이를 와동에 시멘트없이 적합하더라도 완벽한 적합은 불가능하고, 필수적으로 사용하게되는 시멘트에 의해 변연적합은 더욱 떨어진다^{2, 7, 38, 39, 41, 51, 54, 64)}.

Dedmon⁵¹⁾은 시멘트로 접착하기 전 수복물과 치질간의 적합도를 관찰한 결과 39 μ m 보다 큰 부적합을 보인 경우는 9%에 불과하였으나 시멘트 접착 후는 모두 증가하였다고 보고하였다. Fusayama 등^{7, 49)}은 zinc phosphate cement로 접착하기 전에 13-15 μ m의 적합이 시멘트 접착 후 33-77 μ m로 증가함을 보고하였다. Patel³⁸⁾도 금인레이의 제작과정보다 시멘트 접착과정에서 더 많은 변연 부적합을 보인다고 주장하였다.

금인레이 제작과정중이나 시멘트 접착 후 finishing으로 변연적합을 높일 수 있다는 보고^{1-5, 15, 19, 27, 61, 62, 64, 75)}가 있으나 이 경우에도 교합면과 인접면 외에 치은 부위에서는 거의 효과가 없는 것으로 보고되고 있다^{31, 39, 73, 74)}. Kishimoto 등⁶⁵⁾은 시멘트 접착 후 변연 부적합에 대해 변연부위를 finishing의 방법으로 우수한 변연적합을 얻을 수 있다고 하였다. Christensen 등¹⁾은 10명의 치과외사가 만족할만 하다고 평가한 수복물의 변연 부적합을 현미경하에서 측정한 결과 교합면부위에서는 2-51 μ m의 변연 부적합을 보인 반면 치은부위에서는 34-119 μ m의 변연 부적합을 보인 것을 보고하여 치은부위의 변연적합도는 임상적으로 탐침에 의해서 구별할 수 없음을 지적하였다.

금인레이를 포함한 금구조물에 의한 수복물의

* 본연구 논문은 서울대학교병원 1990년도 특진연구비에 의하여 이루어졌음.

변연적합도는 학자들마다 다른 결과를 보이고 있다. Lennart 등²⁰⁾은 in vivo 에서 치은연상 부위의 탐침으로 검사하여 우수한 변연적합을 보인 경우 주사전자현미경을 사용하여 측정시 7-65 μm 의 변연 부적합을 보고하고 있다.

치과용 인상재료와 모형석고의 물리적 성질의 개선과 정밀한 주조방법²¹⁾으로 주조체의 와동내의 적합이 크게 개선되고 있는 근래에는 금수복물을 포함한 보철물의 제작시 현미경을 사용하여 좀 더 정확한 주조체를 제작하려는 시도를 하고 있다⁶⁶⁻⁶⁹⁾. 주조체 제작시 배율 1.5-3배의 확대경은 오래전부터 사용되어 왔으며 근래에는 10-30배율의 해부현미경(dissecting microscope)도 사용되고 있다. Baumann⁶⁸⁾은 탐침에 의해 변연적합이 우수하다고 평가받은 변연도 현미경으로 관찰하면 불규칙하게 보임을 발표하였고, Donald 등⁶⁹⁾은 현미경을 이용한 석고모형의 변연부위 관찰 및 왁스조각을 보고 하였으며 Chou 등⁶⁷⁾은 현미경을 사용하여 주조체 제작시 우수한 변연적합을 얻을 수 있음을 보고한 바 있다.

금주조체의 변연적합에 대한 연구방법으로는 구강내에서 직접 탐침으로 평가하는 방법¹⁾, 인상채득 후 replica를 제작하여 변연부위를 광학현미경이나 주사전자현미경으로 관찰하는 방법^{64,70)}, 구강외에서 변연부위를 광학현미경이나 주사전자현미경으로 직접 관찰, 계측하는 방법^{16-20,61,63)} 그리고 레진에 매립하여 단면을 검사하는 방법^{7,38,43,45-47,53,71,72)}이 있고, 이외의 방법으로는 컴퓨터를 이용한 computer simulation study⁴⁸⁾가 있다.

이중에 레진에 매립하여 단면을 검사하는 방법은 변연부위 및 주조체와 치아사이의 내부 적합도를 알아볼 수 있어 널리 사용되고 있으나 유사한 실험에도 불구하고 보고자에 따라 매우 다른 결과를

보이고 있다.^{1,8,9,18,25,27,34,35,37,41,46,49,51,52,68,74,78)}

금인레이의 치은부위는 교합면부위와는 달리 시멘트로 접착하기 전이나 접착한 후에 burnishing을 할 수 없는 부위이므로^{31,39,73,74)} 최종연마된 상태로 접착되어 금인레이의 정확한 제작이 요구된다. 경석고모형상에서의 burnishing에 의한 치은부 적합도 개선 여부를 알아보고, 현미경을 사용하여 제작한 경우와 육안으로 제작한 금인레이의 적합도 차이를 알아보기 위하여, 저자는 zinc phosphate cement로 접착된 2급 와동 금인레이를 레진에 매립하여 절단 후 광학현미경과 주사전자현미경을 이용하여 치질과 주조체의 간격을 계측한 바 다소의 지견을 얻었기에 이에 보고하는 바이다.

II. 실험재료 및 실험방법

가) 실험재료

본 실험에서는 연령, 남녀의 구별없이 교정치료의 목적으로 발거된 100개의 상·하악 소구치를 치주인대와 치석을 제거하고 건조되지않게 생리식염수에 보관 후 사용하였다, 사용된 재료의 종류 및 제조회사는 Table 1과 같다.

나) 실험방법

A) 시편 제작

1) 와동형성

세척된 치아는 4개의 실험군으로 나누어 한군에 25개씩 도합 100개의 치아에 금인레이를 위한 2급와동을 형성하였다. 통법에 의해 #171 bur로 와동형성하고 hand cutting instrument로 finishing한 후 교합면 및 인접면, 치은변연부위는 30-45도의 bevel을 white stone으로 부여하였다. 와동형성이 완료된 치아는 밀폐된 용기내의 생리식염

Table 1. Materials used in this study

| | Brand name (Manufacturer) |
|---------------------|--|
| Impression material | Coltex Fine (Coltene, Altstätten, Swiss) |
| Stone | Fujirock (G-C Dental Industrial Co., Japan) |
| Wax | Blue Inlay Wax (Kerr, Sybron, USA) |
| Investment | Kerr Cristobalite Inlay Investment (Kerr, Sybron, USA) |
| Polishing | Silicone Points (Shofu Inc., Japan) |
| Inlay gold | Baker Inlay Gold (Hankuk - Engellhard) |

수에 넣어 건조됨을 방지하였다.

2) 인상채득 및 석고모형제작

각 치아에 대하여 실리콘 인상재(Coltex Fine)로 인상채득 후 경석고(Fujirock)를 제조업자의 지시에 따라 혼수비를 맞추어 진공혼합(Combination Unit, Whip-Mix Co., USA)하여 통법에 의해 석고모형을 제작하였다. 석고모형은 1시간 이상 경과 후 인상재에서 분리해 내고 24시간 경과 후 금인레이를 제작하였다.

3) 왁스패턴 제작(Table 2)

왁스조각은 4개군으로 나누어 시행하였다. 모든 왁스조각은 Blue Inlay Wax를 사용하여 실온에서 행하였으며 1-2분간 압접하여 왁스조각하였다.

제 1군 :

현미경을 사용하지 않고 육안으로 석고모형에 변연부를 빨간 색연필로 표시하고 분리제도포 후 치은변연부위를 두텁게 조각하지 않고 변연이 표시된 부위까지 정확히 맞추어 조각하였다. 왁스패턴 제거 후 재적합시켜 육안으로 검사하여 변형된 부위가 있으면 수정하였다.

제 2군 :

1군과 같이 현미경을 사용하지 않고 육안으로 변연부위를 표시하고 왁스조각하였다. 모든 왁스조각은 육안으로 하되 치은변연 부위의 조각은 약간 두텁게 하였고 왁스패턴을 분리해 보고 다시 넣어 변연부위를 검사하여 변형된 부위가 있으면 수정하였다.

제 3군 :

20 배율의 현미경(Olympus Optical Co., Japan)을 이용하여 변연부를 빨간 색연필로 표시하고 분리재를 도포하였다. 왁스조각시 치은변연부위를 두텁게 조각하지 않고 현미경을 보고 정확히 맞추어 조각하였다. 왁스패턴 제거 후 다시 넣어 현미경으로 변연부위를 검사하여 변형된 부위가 있으면

수정하였다.

제 4군 :

3군과 같이 20 배율의 현미경을 보고 변연부위를 빨간 색연필로 표시하고 분리재를 도포하였다. 모든 조각은 현미경을 보고 시행하되 치은변연부위를 약간 두텁게 조각하였다. 왁스패턴을 석고모형에서 분리해낸 후 다시 넣어 현미경으로 변연부위를 검사하여 변형된 부위가 있으면 수정하였다.

4) 매몰 및 주조

모든 왁스패턴을 모형석고에서 분리해낸 후 즉시 cristobalite 매몰재를 사용하여 제조업자의 지시에 따라 혼수비를 맞추어 진공매몰하였다. 소환은 실온의 전기로에 넣고 310°C까지 가열한 후 20분간 유지하고 680°C까지 온도를 다시 상승시켜 30분간 유지한 후 원심주조방법에 의해 금인레이를 주조하였다. 3분간 서냉 후 물속에 넣어 급냉시켜 매몰재를 제거하여 주조체를 초음파 세척기로 세척하고 Jel Pac (J.F.Jelenko, Inc., USA)에 넣어 산화막을 제거하였다.

5) 연마(Table 2)

제 1군 :

육안으로 주조체 내면을 관찰하여 기포가 있으면 No.1/4 bur로 제거해내고 시적하였다. burnishing 하지 않고 Silicone Points로 최종연마하였다.

제 2군 :

1군과 같이 시적하여 변연부위를 육안으로 조사한 후 white stone을 이용하여 육안으로 주조체에서 치은변연으로 힘을 가해 높이가 같아지게 burnishing 한 후 Silicone Points로 최종연마하였다.

제 3군 :

현미경을 이용하여 주조체의 내면을 검사하고 필요에 따라 No.1/4 bur로 기포를 제거하였다. 석고모형에 주조체를 넣어 현미경하에서 변연부위

Table 2. Summaries of wax-up and finishing

| | Observation method | Wax-up and finishing procedure |
|---------|--------------------|--------------------------------|
| Group 1 | unaided eye | exact wax-up and no burnishing |
| Group 2 | unaided eye | thick wax-up and burnishing |
| Group 3 | microscope | exact wax-up and no burnishing |
| Group 4 | microscope | thick wax-up and burnishing |

의 적합도를 검사하여 burnishing 하지 않고 현미경하에서 Silicone Points 로 최종연마하였다.

제 4 군 :

3 군과 같은 방법으로 현미경을 이용하여 시적한 후 white stone 을 이용하여 두텁게 제작된 주조체에서 치은변연에 힘을 가해 높이가 같아지게 burnishing 한 후 Silicone Points 로 최종연마하였다.

6) 시멘트 접착

주조체를 초음파 세척기로 깨끗이 세정한 후 건조시켜 각 치아에 zinc phosphate cement(Fleck's, Mizzy Inc, USA)으로 제조업자의 지시에 따라 접착하였다.

B) 변연적합도 측정

각 실험군의 모든 치아는 치은변연부위 하방 2-3 mm 정도에서 치근부위를 제거해낸 후 레진에 매립하여 경화시켰다. 경화된 후 근원심 방향으로 두께 0.5mm 의 microcutter 를 이용하여 치은변연부위를 통과하게 절단하고 #240-1500 emery paper(Buehler Co., USA)를 사용하여 연마하고 0.05 μ m aluminium oxide powder 로 최종 미세연마하였다.

1) 주조체 및 치아의 변연관찰

변연부위를 현미경으로 40 배 확대 관찰하여 금인레이와 치아의 관계를 Fig. 1 과 같이 구분하였다.

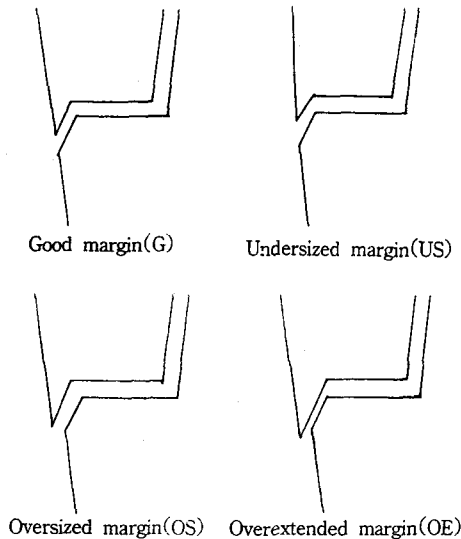


Fig. 1. Marginal illustrations of gingival margin.

2) 적합도 계측

연마면에 금 이온 도포(진공상태에서 5mA 로 5 분간)하여 치은변연부위를 주사전자현미경(JEOL 35-CF, Japan)하에서 150 배의 배율로 사진 촬영한 후 인화하여 치아와 금인레이 사이의 적합도를 Sorensen⁷⁰⁾이 제시한 방법에 의해 적합도를 관찰, 계측하였다(Table 3-1, Table 3-2). 각 계측부위는 Fig. 2 와 같다.

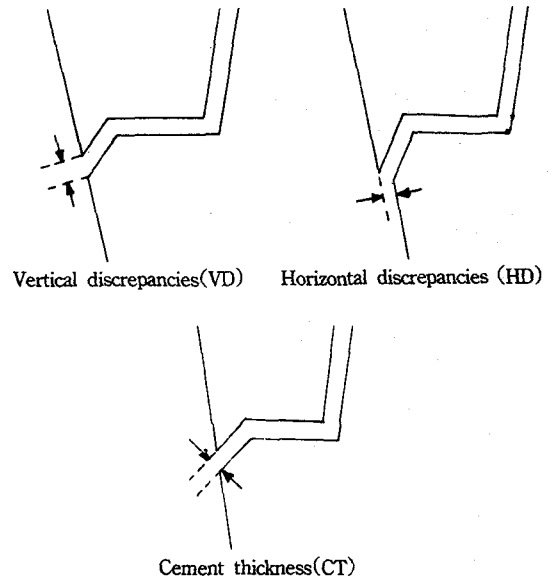


Fig. 2. Diagram illustrating measured discrepancies between inlay and tooth.

3) 통계처리

통계처리는 SPSS/PC+(Microsoft Co.)를 이용하였으며, 4 개의 각 군간의 차이를 검증하기 위하여는 ANOVA 를 이용하고 Scheffe 법으로 사후검증 하였으며, 현미경으로 제작한 군과 육안으로 제작한 군 간의 차이를 검증하기 위해서 t-test 를 사용하였다.

III. 실험성적

제 1 군 : 육안으로 제작하고 변연부위를 정확히 맞추어 Silicone Points 로 최종연마한 군. 25 개의 시편 중 5 개에서 치아의 변연 하부까지 인레이가 피겨낸 것(overextended, OE)을 관찰할 수 있었고 치은변연 상부의 20 개 시편의 수직변연

Table 3-1. Experimental results(μm)

| Group 1 | | | | | Group 2 | | | | |
|---------|--------|--------|-------|-------|---------|-------|-------|------|-------|
| No. | VD | HD | CT | | No. | VD | HD | CT | |
| 1 | 127.9 | 23.2 | 68.1 | G | 1 | 31.5 | 7.9 | 70.9 | G |
| 2 | 60.6 | 83.6 | 54.5 | OS | 2 | 74.0 | 9.4 | 61.4 | G |
| 3 | -24.2 | 78.8 | 42.4 | OS OE | 3 | 58.3 | 23.6 | 43.3 | G |
| 4 | 97.1 | 47.1 | 76.5 | G | 4 | 135.4 | 20.5 | 85.5 | G |
| 5 | 110.5 | -15.1 | 98.8 | US | 5 | 96.7 | 53.5 | 33.3 | OS |
| 6 | -127.3 | 160.1 | 36.4 | OS OE | 6 | -75.0 | 50.0 | 31.0 | OS OE |
| 7 | -23.5 | 123.5 | 117.6 | OS OE | 7 | 61.4 | 20.5 | 50.0 | G |
| 8 | 60.6 | 42.4 | 63.6 | OS | 8 | 108.3 | -41.7 | 75.0 | US |
| 9 | 100.6 | 118.6 | 104.7 | OS | 9 | -65.8 | 46.1 | 29.6 | OS OE |
| 10 | 38.6 | 40.7 | 31.0 | OS | 10 | 127.3 | -37.0 | 36.4 | OS |
| 11 | 194.0 | -117.6 | 17.6 | US | 11 | 68.6 | 54.9 | 42.3 | OS |
| 12 | 64.7 | 0 | 22.4 | G | 12 | -52.1 | 43.8 | 26.0 | OS OE |
| 13 | -73.5 | 41.2 | 38.2 | OS OE | 13 | 100.0 | 57.6 | 86.1 | OS |
| 14 | -81.2 | 95.3 | 76.5 | OS OE | 14 | 93.9 | -42.4 | 97.0 | US |
| 15 | 50.0 | 32.4 | 50.6 | OS | 15 | 48.5 | 30.0 | 72.7 | OS |
| 16 | 52.9 | 54.1 | 47.1 | OS | 16 | 75.2 | 90.9 | 39.4 | OS |
| 17 | 25.9 | 52.9 | 67.6 | OS | 17 | 38.8 | 36.4 | 13.4 | G |
| 18 | 129.4 | 11.7 | 61.2 | G | 18 | 109.0 | -17.6 | 42.4 | US |
| 19 | 130.0 | 17.6 | 76.5 | G | 19 | 78.8 | 3.1 | 66.7 | G |
| 20 | 19.4 | 66.7 | 61.8 | OS | 20 | 67.3 | 49.7 | 69.1 | OS |
| 21 | 37.0 | 115.2 | 67.9 | OS | 21 | 50.5 | 46.0 | 41.2 | G |
| 22 | 145.5 | -45.5 | 49.7 | US | 22 | 129.0 | -98.1 | 62.0 | US |
| 23 | 26.7 | 40.3 | 38.3 | G | 23 | 54.1 | 32.0 | 39.5 | G |
| 24 | 120.0 | 27.3 | 80.0 | G | 24 | 34.2 | 19.5 | 74.2 | G |
| 25 | 41.0 | 49.0 | 50.0 | G | 25 | 89.2 | 42.0 | 62.0 | G |
| M | 81.6 | 60.1 | 59.6 | | M | 78.6 | 36.9 | 54.0 | |
| SD | 48.6 | 41.1 | 24.6 | | SD | 30.9 | 21.0 | 21.6 | |

VD : vertical discrepancies

HD : horizontal discrepancies

CT : cement thickness

M : mean

SD : standard deviation

G : good contour

US : undersized margin

OS : oversized margin

OE : overextended margin

Table 3-2. Experimental results(μm)

| Group 3 | | | | | Group 4 | | | | |
|---------|-------|-------|------|-------|---------|-------|-------|------|-------|
| No. | VD | HD | CT | | No. | VD | HD | CT | |
| 1 | 45.3 | -26.7 | 26.0 | US | 1 | 64.0 | 28.0 | 88.0 | G |
| 2 | 97.1 | 8.8 | 35.3 | G | 2 | 27.0 | 29.3 | 66.7 | G |
| 3 | 50.0 | 7.0 | 26.4 | G | 3 | 13.3 | 44.0 | 36.0 | OS |
| 4 | 111.7 | -31.4 | 23.3 | US | 4 | 46.7 | 21.3 | 64.0 | G |
| 5 | 42.4 | 29.4 | 20.6 | OS | 5 | 127.9 | 9.1 | 46.0 | G |
| 6 | 72.1 | -11.6 | 43.0 | US | 6 | 52.0 | 96.0 | 65.3 | OS |
| 7 | 66.7 | 7.6 | 26.7 | G | 7 | -53.3 | 70.7 | 40.0 | OS OE |
| 8 | 27.5 | 37.5 | 33.8 | OS | 8 | 78.7 | -44.7 | 32.7 | US |
| 9 | 116.2 | 11.6 | 23.3 | G | 9 | 41.3 | -30.7 | 53.3 | US |
| 10 | 91.5 | 48.8 | 88.4 | OS | 10 | 93.3 | 66.7 | 53.4 | OS |
| 11 | 39.5 | -24.4 | 61.6 | US | 11 | 81.3 | 13.3 | 93.3 | G |
| 12 | 38.2 | 41.2 | 26.5 | OS | 12 | 100.0 | 13.3 | 46.6 | G |
| 13 | 55.8 | 26.1 | 30.3 | G | 13 | 33.3 | 46.7 | 30.0 | G |
| 14 | 25.5 | 54.5 | 48.5 | OS | 14 | 20.0 | 12.1 | 24.2 | G |
| 15 | 90.9 | 13.1 | 67.9 | G | 15 | -5.9 | 13.3 | 12.2 | OS OE |
| 16 | 30.3 | 29.7 | 33.9 | OS | 16 | -54.5 | 24.2 | 25.0 | OS OE |
| 17 | 42.4 | 6.1 | 30.3 | G | 17 | 97.6 | -39.4 | 38.8 | OS |
| 18 | 66.7 | 7.3 | 30.3 | G | 18 | -46.1 | 60.6 | 43.6 | OS OE |
| 19 | -9.1 | 48.5 | 24.2 | OS OE | 19 | 30.3 | 15.2 | 30.3 | G |
| 20 | 40.0 | 21.8 | 32.7 | G | 20 | 18.2 | 15.2 | 25.5 | G |
| 21 | 40.5 | 29.5 | 39.5 | OS | 21 | 31.5 | 15.2 | 63.6 | G |
| 22 | 63.6 | 33.3 | 69.7 | G | 22 | -65.5 | 42.4 | 39.4 | OS OE |
| 23 | 40.0 | 45.5 | 24.4 | OS | 23 | 90.9 | -19.4 | 54.5 | US |
| 24 | 37.0 | 26.1 | 22.4 | G | 24 | 80.0 | 8.0 | 41.6 | G |
| 25 | 49.0 | 64.0 | 41.0 | G | 25 | 6.1 | 24.2 | 25.5 | OS |
| M | 57.5 | 28.4 | 37.2 | | M | 56.7 | 31.8 | 45.6 | |
| SD | 26.4 | 17.5 | 17.4 | | SD | 35.0 | 24.2 | 19.8 | |

VD : vertical discrepancies

HD : horizontal discrepancies

CT : cement thickness

M : mean

SD : standard deviation

G : good contour

US : undersized margin

OS : oversized margin

OE : overextended margin

부적합(vertical discrepancies, VD)은 최소 19.4 μ m 최대 194.0 μ m의 크기를 나타내었으며 평균 81.6 μ m, 표준편차 48.6 μ m이었다. 수평변연 부적합(horizontal discrepancies, HD)은 25개 시편중 3개에서 치아 외형보다 작은 (undersized, US) 인레이가 관찰되었고 부적합은 최소 0 최대 160 μ m이었으며 평균 60.1 μ m 표준편차 41.1 μ m이었다. 시멘트 두께(cement thickness, CT)는 최소 17.6 μ m 최대 117.6 μ m이고 평균 59.6 μ m 표준편차 24.6 μ m이었다(Fig. 3).

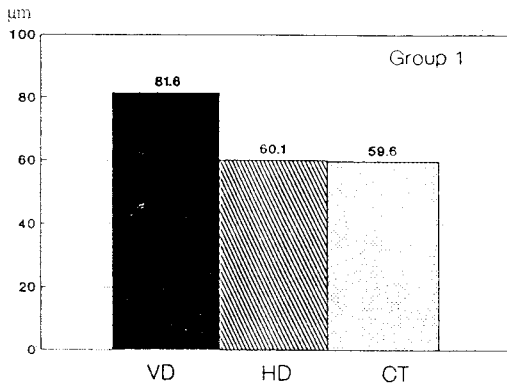


Fig. 3. Group 1(unaided eye, no burnishing)

제 2군 : 육안으로 제작하고 변연부위를 약간 두텁게 제작한 후 기공과정중 burnishing 한 군

25개의 시편 중 3개에서 치아의 변연 하부까지 인레이가 피개된 것(overextended, OE)을 관찰할 수 있었고 치은변연 상부의 22개 시편의 수직변연 부적합은 최소 31.5 μ m 최대 135.4 μ m의 크기를 나

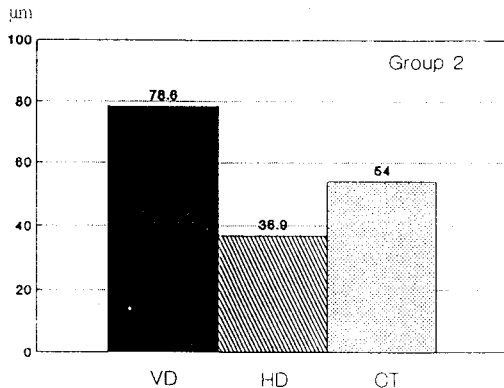


Fig. 4. Group 2(unaided eye, burnishing)

타내었으며 평균 78.6 μ m 표준편차 30.9 μ m이었다. 수평변연 부적합은 25개 시편중 5개에서 치아 외형보다 작은(undersized, US) 인레이가 관찰되었고 부적합은 최소 3.1 μ m 최대 90.9 μ m이었으며 평균 36.9 μ m 표준편차 20.7 μ m이었다. 시멘트 두께는 최소 13.4 μ m 최대 97.0 μ m이고 평균 54.0 μ m 표준편차 21.6 μ m이었다(Fig. 4).

제 3군 : 현미경을 이용하여 제작하고 변연부위를 정확히 맞추어 Silicone Points로 최종연마한 군

25개의 시편 중 1개에서 치아의 변연 하부까지 인레이가 피개된 것(overextended, OE)을 관찰할 수 있었고 치은변연상부의 24개 시편의 수직변연 부적합은 최소 25.5 μ m 최대 116.2 μ m의 크기를 나타내었으며 평균 57.5 μ m 표준편차 26.4 μ m이다. 수평변연 부적합은 25개 시편중 4개에서 치아 외형보다 작은 (undersized, US) 인레이가 관찰되었고 부적합은 최소 6.1 μ m 최대 64.0 μ m이었으며 평균 28.4 μ m 표준편차 17.5 μ m이었다. 시멘트 두께는 최소 20.6 μ m 최대 88.4 μ m이고 평균 37.2 μ m 표준편차 17.4 μ m이었다(Fig. 5).

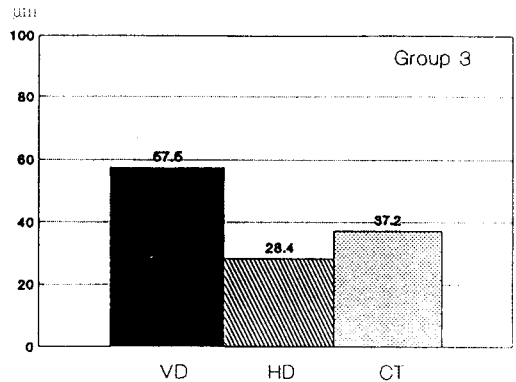


Fig. 5. Group 3(microscope, no burnishing)

제 4군 : 현미경을 이용하여 제작하고 변연부위를 약간 두텁게 왁스조각한 후 기공과정중 burnishing 한 군

25개의 시편 중 5개에서 치아의 변연 하부까지 인레이가 피개된 것(overextended, OE)을 관찰할 수 있었고 치은변연 상부의 20개 시편의 수직변연 부적합은 최소 6.1 μ m 최대 127.9 μ m의 크기를 나타내었으며 평균 56.7 μ m 표준편차 35.0 μ m이었다.

수평변연 부적합은 25개 시편중 4개에서 치아 외형보다 작은 (undersized, US) 인레이가 관찰되었고, 부적합은 최소 8.0 μ m 최대 96.0 μ m이었으며 평균 31.8 μ m 표준편차 24.2 μ m이었다. 시멘트 두께는 최소 12.2 μ m 최대 93.3 μ m이고 평균 45.6 μ m 표준편차 19.8 μ m이었다(Fig. 6).

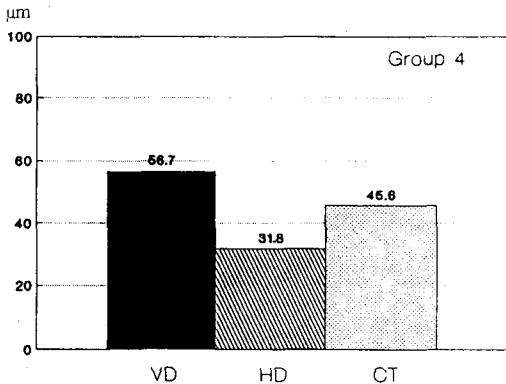


Fig. 6. Group 4(microscope, burnishing)

통계처리

수직변연 부적합의 경우(Fig. 7) 각 실험군 사이의 유의성이 있는 차이는 없었다($p > .050$). 수평변연 부적합(Fig. 8)은 각 군 사이에 차이를 인정할 수 있어서 Scheffe 법으로 사후검증 결과 3군과 4군이 1군보다 유의성이 있게 수평적합도가 우수하였다($p < .050$). 시멘트 두께(Fig. 9)는 3군이 1군보다 유의성이 있게 시멘트 적합도가 우수하였다($p < .050$). 시멘트 두께의 경우에는 3군, 4군, 2군 순으로 시멘트 적합도가 우수하였으나 서로 비슷하였고 4군, 2군, 1군 순으로 서로 비슷하였다.

치아 외형보다 작은 (undersized, US) 인레이와 외형보다 큰(oversized, OS) 인레이의 경우, 치아의 변연 하부까지 인레이가 피개된 것(overextended, OE)에서도 각 실험군 사이의 유의성이 있는 차이는 없었다($p > .050$).

육안군들(1,2군)과 현미경을 사용한 군들(3,4군), 기공과정중에 burnishing을 한 군(2, 4군)과 안한 군(1,3군)과의 관계를 2-way ANOVA로 검증한 결과 수직변연 부적합, 수평변연 부적합, 시멘트 두께 모두가 현미경 사용한 군들(3, 4군)에서 유의성이 있게 작은 수치를 보였다($p < .050$).

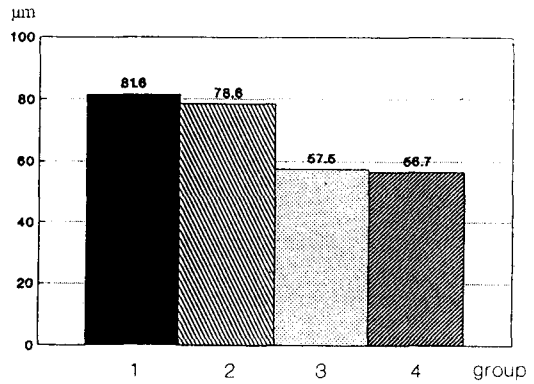


Fig. 7. Vertical discrepancies are shown for 4 groups measured in this study.

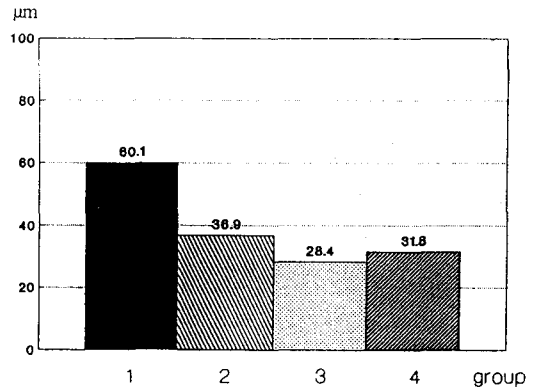


Fig. 8. Horizontal discrepancies are shown for 4 groups measured in this study.

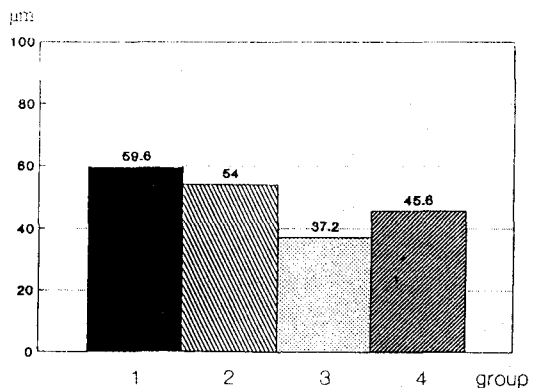


Fig. 9. Cement thicknesses are shown for 4 groups measured in this study.

IV. 총괄 및 고찰

1885년 Carroll이 금주조체 제작방법을 보고한 이래 치아수복물로 주조체를 사용하는 방법은 계속되어 왔다²⁾. 1907년 왁스소환 방법의 도입으로 내면과 변연의 정확성이 높아졌다³⁵⁾. 현재에 사용되는 주조방법은 더 이상의 개선의 여지가 거의 없는 것으로 여겨지고 있고, 변연적합을 더 좋게 하려는 연구는 사용되는 재료, 특히 인상재와 모형재의 개선에 중점을 두고 있다. 따라서 임상적으로는 와동형성, 인상재 및 모형석고의 선택, 연마방법, 시멘트의 선택등이 중요하다^{6, 67)}.

금인레이 또는 주조체에 의한 수복물의 변연적합이나 시멘트 두께의 측정방법으로는 구강내에서 직접 탐침으로 평가하는 방법¹⁾이 오래전부터 사용되어 왔으나 검사자의 주관이 많이 개입되어 이를 극복하기 위해 여러명의 검사자가 구성되어 평균치를 구하는 방법이 시행되고 있다. 이에 비해 인상채득 후 replica를 제작하여 변연부위를 광학현미경이나 주사전자현미경으로 관찰하는 방법^{64, 70)}은 임상적 적용이 가장 용이한 방법으로 관찰 대상물을 손상시키지 않고 그대로 관찰, 계측할 수 있는 장점이 있다⁷⁹⁾.

금주조체 제작과정에 관한 비교연구는 생체외에서 제작, 관찰하게 되며 구강외에 변연부위를 광학현미경이나 주사전자현미경으로 직접 계측하는 방법^{16-20, 61, 63)}과 주조체를 레진에 매립하여 단면을 검사하는 방법^{7, 38, 43, 45-47, 53, 65, 71, 72)}이 있고 이외의 방법으로는 여러가지 변수를 가상하여 직접 제작하지 않고 주어진 조건을 모두 입력시켜 컴퓨터를 이용한 computer simulation study가 최근에 발표되고 있다⁴⁸⁾. 이중 직접 관찰방법은 측정대상물을 손상시키지 않고 여러번 반복 관찰할 수 있어서 여러 단계의 제작과정을 거치는 도제전장판등의 측정에 많이 사용되고 있으며 시멘트접착 전, 후의 비교등에 이용되고 있다. 이 방법은 절단면을 검사, 측정하는 방법에 비해 시멘트 접착, 레진에의 매몰, 절단 및 연마의 과정이 없으므로 간편하고 시편의 손상도 없는 장점이 있는 반면 반복되는 삽입, 철거에 의해 변연부위의 손상이 일어날 수 있고 정확한 측정과 재위치가 어려워 측정치의 표준편차가 커져 통계적 의의가 떨어지는 단점이 있다⁷⁹⁾. 이에 반하여 레진에 매립하여 절단면을 검사하는 방법은 더 많은

정보를 얻을 수 있고 좀 더 정확한 측정치를 얻을 수 있다. 또 직접 관찰법에서는 불가능한 수평면 연부적합을 측정할 수 있는 장점이 있다. 반면 측정대상물을 손상시켜 여러번의 제작과정을 반복 관찰할 경우에는 사용할 수 없고 연속된 변연부위를 관찰, 측정하기에는 애로점이 많다⁷⁹⁾.

그동안에 레진에 매립한 후 주사전자현미경을 사용하여 절단면을 관찰, 측정하는 방법으로 주조물의 치은변연부를 조사한 많은 연구들이 발표되었다^{7, 38, 43, 45-47, 53, 65, 71, 72)}. Conway 등¹⁶⁾은 아말갈과 금인레이의 치은변연과 치아와의 관계를 주사전자현미경으로 연구, 보고하였고 Metzler 등¹⁷⁾은 금인레이 제작시 변연부의 finishing을 상이한 방법으로 처리하여 주사전자현미경으로 관찰한 결과 약간 높게 조각하여 finishing하는 것이 좋다고 하였다. Sarrett 등¹⁹⁾은 금전장관 주조 후 green stone과 white stone으로 finishing한 결과 적합이 개선되었으나 치아에 손상을 주고 Garnet disk나 burnisher는 적합도개선은 없었으나 치아나 금주조물 표면에는 손상이 없었음을 보고하였다.

본 실험에서 사용된 현미경을 이용하는 기공방법은 1970년대에 들어 본격적으로 사용되었고 근래에는 임상에도 도입이 되고 있어 microdentistry^{67, 69)}라는 용어가 쓰이고 있다. Donald⁶⁶⁾은 정확한 주조체를 만들기 위한 여러 변수들 중 die trimming의 중요성을 강조하고 10배 해부현미경을 사용하여 기공시 우수한 작업시야를 얻을 수 있었고 왁스패턴의 변연검사, 주조체의 내면검사등으로 적합도를 높이고 진로시간을 줄일 수 있는 장점이 있다고 보고하였다. Chou 등⁶⁷⁾은 현미경을 사용시 치아의 삭제면이 어디까지 인가를 확인할 수 있다는 장점이 있고 die trimming도 정확히 시행할 수 있으며 최종연마할 때도 현미경 사용시 우수한 변연적합을 보였으며, 변연을 표시하는 빨간 색연필 선의 두께가 40-80 μ m이라고 보고하였다. Martignoni 등⁶⁸⁾은 왁스패턴 제작시 석고모형에서 분리 후 다시 넣어 현미경으로 왁스의 변연을 검사하는 것이 중요하다 하였다.

10배에서 30배의 현미경이 주로 기공용으로 쓰이고 있어 본 실험에서는 20배의 현미경을 사용하여 변연의 기공과정중의 finishing 방법을 달리 하여 변연적합도 및 시멘트 두께, 변연의 형태에 대하여 관찰하였다.

본 실험의 결과에서 burnishing의 여부에 관계 없이 육안군(1, 2군)과 현미경군(3, 4군)으로 나누어 통계처리한 결과에서 나타나는 수직변연 부적합의 차이는 현미경군에서의 금인레이 왁스조각 시 변연부보다 짧게 조각된 것이 없었다는 것도 한가지 요인으로 사료된다. 또한 통계적으로 유의성이 있는 변연 부적합의 차이(수직변연 부적합, 수평변연 부적합, 시멘트 두께)는 무엇보다도 매 물체의 작은 기포에 의한 금인레이 내면에 생기는 기포를 제거하는 내면의 수정이 구조체적합에 가장 큰 영향을 미치는 것으로 사료된다. Chou 등⁶⁷⁾이 지적했듯이 금인레이 제작시 각 과정에 대한 개 개인의 숙달도의 차이도 적합도에 중요한 요인이 된다.

금인레이의 형태학적인 발전은 Rosner³¹⁾에 의해 정리된 금구조물에서의 bevel의 기능에 의한 것이라고 사료된다. bevel의 기능은 인상재의 사용과 주조, 시멘트 접착에 의한 필연적인 오차를 감소시키고 변연부에서 범랑질 부위를 보호할 수 있고 시멘트 접착 후 burnishing 할 수 있으며 금인레이 치은부의 수평거리를 줄여 시멘트 접착시 부적합의 양을 줄일 수 있다. bevel을 부여한 경우 시멘트의 두께는 내면 두께에 bevel 각도 알파의 cosine 값을 곱한 값으로 표시되어 bevel 각도 알파가 90°에 가까울수록 시멘트 두께가 0에 가까이 된다는 것이 시멘트 두께를 줄일 수 있다는 이론이다. 1940년 대까지의 금인레이가 수축에 의해 “시멘트의 바다에 떠있는 금인레이의 섬”이라고 표현³⁵⁾ 되었고 이러한 단점을 극복하기 위해 bevel을 부여한 변연을 만들어 수축에 의한 부적합을 보상하려 했으나 근래의 bevel은 그 목적부터가 다르다^{2, 26-36)}. 즉, 금의 연성이라는 성질을 이용하여 금인레이의 변연부를 얇게하여 치아 변연부로 밀착을 가능하게 burnishing 하려는 것이 그 목적이다.

Lofstrom 등⁶⁴⁾은 금전장판 변연부의 부족된 부위가 burnishing에 의해 개선되는가에 대한 연구에서 silver die에서 burnishing 하면 부족부위가 줄어드는 것 같으나 치아에 적합시키면 차이가 별로 없었다고 하였으나 Christensen¹⁾, Eames 등⁹⁾, Metzler 등¹⁷⁾은 변연 부적합이 burnishing에 의해 개선된다는 상반된 의견을 보이고 있다. 이러한 burnishing 효과는 금의 함량, 강도, 두께, 연성, 전성에 의해 차이가 나게 된다^{61, 66)}. 이런 목적으로 부여하는 bevel에

대해 모두 의견의 일치를 보이지는 않는다²⁶⁻³⁶⁾. 다시 말해서 bevel을 부여할 경우 변연부위의 경사면에서는 시멘트의 두께가 감소한다는데는 동의하지만 치아와 수복물 사이의 노출된 시멘트의 두께는 bevel 여부에 관계없이 수복물의 완전한 seating에 의하여 결정되고, 실제적으로 완전한 seating이 불가능하므로 bevel은 오히려 노출된 시멘트 두께를 증가시킨다는 이론도 제기되어 실험결과 노출된 시멘트의 두께로만 보면 bevel을 주지 않은 경우가 오히려 적었다는 보고가 있다^{33, 80)}. Pardo⁸⁰⁾는 Rosner³¹⁾의 주장은 이론일 뿐이고, 치아의 형성에서 시멘트 접착 사이의 많은 변수에 의해 예상보다 많은 부적합을 보인다고 하였다. 즉, 치은변연부위 상부 어디서나 치아와 구조체 사이의 조기접촉이 일어날 수 있고 조금이라도 작게 만들어진 경우에는 bevel은 변연부의 부적합을 더 크게한다고 하였다. Pascoe³³⁾도 구조체가 약간 크게 만들어지고 bevel을 주지않은 shoulder가 변연 부적합이 가장 적었다고 하여 Rosner³¹⁾의 이론과 다른 주장을 하였다.

bevel의 위치는 술자의 눈으로 직접 확인할 수 있는 치은연상부위가 치은연하부위에 비해 정확한 적합이 된다는 데에는 의견의 일치를 보이고 있다. 변연을 치은연상에 부여할 시 가장 큰 장점은 시멘트 접착 전이나 접착 후에 burnishing을 할 수 있다는 점이다⁶⁵⁾. burnishing에 대한 연구방법으로는 finishing의 효과 유무^{17, 19, 64)}, 치아와 수복물과의 적합도^{4, 81)}, 수복물의 finishing 상태⁷⁵⁾, 수복물의 finishing 방법이 치아의 변연부에 줄 수 있는 치아 표면의 손상^{17, 19)}, finishing의 술식과 사용하는 기구에 대한 비교연구³⁰⁾들이 주사전자현미경으로 연구되어 왔다. 그러나 구조물 제작과정 중의 burnishing이 변연적합에 어느 정도 영향을 주는가에 대한 보고는 매우 적다. Pameijer 등⁷⁵⁾은 인레이나 온레이의 구조물 제작과정중에 약간 두텁게 완성하여 임상적으로 burnishing을 하는 방법이 좋은 변연적합을 보인다고 하였으나 이와는 달리 본 실험에서는 육안으로 약간 두텁게 조각한 후 burnishing을 하는 방법(2군)이 정확히 같은 높이로 조각 후 최종연마만 한 실험군(1군)에 비해 수평 변연적합도가 통계적으로 유의성이있게 우수하지는 않았다. 반면 현미경을 보고 약간 두텁게 조각한 후 burnishing을 하는 방법(4군)과 현미경을

보고 정확히 같은 높이로 조각 후 최종연마만 한 실험군(3군)에서 육안으로 같은 높이로 조각 후 최종연마만 한 실험군(1군)보다 수평변연적합도가 통계적으로 유의성이있게 우수한 결과를 보였다 ($p < .050$). 이러한 다른 결과로 현미경 사용 여부에 관계없이 실험시편의 burnishing 여부에 따라 최종연마만 한 실험군(1, 3군)과 burnishing 한 후 최종연마한 실험군(2, 4군)으로 나누어 통계 처리한 결과 수평변연 적합도, 수직변연 적합도, 시멘트 두께 모두에서 유의성이 있는 차이를 발견할 수 없어 기공과정중의 burnishing 이 변연 적합도 개선에 도움이 되지 않는다는 것을 알 수 있었다. 반면 현미경을 사용한 군(3, 4군)이 현미경을 사용하지 않은 군(1, 2군)보다 변연적합이 통계적으로 유의성이 있게 우수하였다($p < .050$).

이상적인 수복물이 되기 위해서는 주조체는 치아에 정확히 적합이 되어야 하지만 치아와 주조체 사이에 시멘트가 들어가야하므로 변연 부적합이 생기게되고 임상적으로 관찰할 수 있는 변연 부적합은 사용재료나 주조의 오차보다 접착시 사용되는 시멘트에 의한다는 것이 공통된 의견이다. A. D.A. Specification No. 8에서는 수복물 접착용 zinc phosphate cement 의 두께를 $25\mu\text{m}$ 이하로 규정⁸⁰⁾ 하고 있으나 실제 접착된 주조물의 시멘트 두께가 이 기준을 초과하고 있다.

주조물의 적합도 측정이나 시멘트 두께에 대한 연구는 학자에 따라 상이한 결과를 보고하고 있고^{8, 9, 18, 25, 27, 34, 35, 37, 41, 49, 51, 152, 68, 74, 78)} 학술용어나 측정방법도 통일되지 않고 있는 실정이라서 Holmes 등⁸³⁾은 변연적합도 측정시 사용하는 용어에 대해, Sorensen⁷⁹⁾은 규격화된 변연적합도 측정 방법을 제시하였다. 본 실험에서는 Sorensen⁷⁹⁾이 제시한 변연적합도 측정 방법을 이용하고 추가하여 bevel부의 burnishing에 의한 시멘트 두께의 변화가 있나 측정하기 위해 시멘트 두께도 측정하였다.

현재까지 보고된 수복물과 치아사이의 시멘트 두께에 관한 임상적인 허용 범위에 관해서는 많은 이견이 있다. Christensen 등¹¹⁾이 육안으로 볼 수 있는 부위의 변연 부적합이 평균 $39\mu\text{m}$ 로 보고한 이후 이를 많이 인용하고 있으나, 치은부위에서는 많은 차이를 보여 Palomo 등⁵⁸⁾은 Christensen의 연구¹¹⁾에서도 치은부위의 변연 부적합이 평균 $74\mu\text{m}$ 이었음을 지적하고 있으며 변연 부적합이 $100\mu\text{m}$ 가

넘으면 안된다고 기술하였다⁵⁸⁾. 또 Fusayama 등⁶⁾은 탐침으로 $25\mu\text{m}$ 를 감지할 수 있다고 한 반면 McLean 등⁵⁹⁾은 $80\mu\text{m}$ 이하의 부적합은 치은부에서 탐침으로 발견할 수 없고 $120\mu\text{m}$ 이하이면 임상적으로 받아들일 만한 주조체라 하였다.

Jorgensen⁵⁴⁾은 전장금관의 시멘트 접착시 수복물에 힘이 가해지면 시멘트는 치경부위로 빠져 나가게 되지만 교합면쪽의 시멘트가 빠져 나가기 위해서는 긴 거리를 이동해야 하므로 마찰저항을 극복해야 하고 이때 생기는 압력에 의해 시멘트의 액상성분과 고상성분이 분리되게 되며 이 고상입자들은 균집을 형성하여 시멘트 두께를 증가시킨다고 하여 이 현상을 filtration process라 하였다. Hoard 등⁴²⁾은 전장금관내에 sensor를 위치시켜 시멘트 접착중의 금관내의 압력을 측정한 결과 내압이 2초 후 최대가 되고 1분 후 0으로 되었으나 점도가 높을수록 내압이 커지고 시간이 지나도 0으로 되지는 않았다고 하였다. 따라서 내면에서 발생하는 압력이 주조체의 완전한 적합이 안되게 하는 요인이 되는 듯 하나 너무 과장되게 평가되고, 있다고 지적하였고, filtration process⁵⁴⁾도 중요한 원인이 되는 것 같다고 언급하였다.

Kaufman 등¹¹⁾의 연구결과 시멘트 두께에 의한 변연 부적합은 19 - 32%의 유지력 감소를 가져온다고 하였다. 유지력의 감소외에 시멘트의 용해로 치태의 침적속도를 높이게 되어 수복물의 성패에 영향을 준다^{78, 84)}. Kashni 등³⁴⁾은 치경부의 적합도가 떨어지면 시멘트 용해가 커져 $200\mu\text{m}$ 의 변연 부적합은 $100\mu\text{m}$ 의 부적합보다 시멘트의 용해가 3배었음을 보고하였다. Pilo 등¹²⁾은 8 - 15년 사용한 전장금관을 조사하여 시멘트의 용해를 관찰한 결과 변연적합이 우수한 경우에도 시멘트가 용해되고 반대로 변연적합이 불량한 경우에도 시멘트가 용해되지 않는 경우를 발견하였고 이는 시멘트의 용해가 변연적합도에 의해서만 결정되는 것이 아니어서 시멘트의 조작, 치아의 국소적인 주변상황, 구강내의 위치등이 고려되어야 하고 이에 대한 연구는 더 필요한 것으로 사료된다^{53, 84)}.

본 실험의 결과에서 알 수 있듯이 기공물 제작 과정중의 현미경의 사용은 변연 적합도를 높이는 데 매우 효과적이고 임상적으로도 진료시간을 줄일 수 있는 방법이므로 적극 사용을 권장할 수 있는 것으로 사료되며, 육안으로 제작할 경우에는 변연부

를 약간 두텁게 제작하여 burnishing 하는 것이 평균적으로는 작은 수치를 보이고 있으므로 기공과 정중에 사용할 만한 방법이라고 사료된다.

V. 결 론

2급 금인레이 제작시 현미경을 사용할 경우 변연적합도의 개선이 어느 정도인지 알아보고 기공과 정중의 burnishing 이 치은부위 변연적합도에 미치는 영향을 관찰하기 위하여

- 1 군) 육안으로 인레이 제작하고 burnishing 하지 않고 최종연마한 실험군
- 2 군) 육안으로 인레이 제작하고 burnishing 한 후 최종연마한 실험군
- 3 군) 현미경으로 인레이 제작하고 burnishing 하지 않고 최종연마한 실험군
- 4 군) 현미경으로 인레이 제작하고 burnishing 한 후 최종연마한 실험군

으로 나누어 주사전자현미경으로 관찰, 계측한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 1 군은 수직변연 부적합이 $81.6\mu\text{m}(\pm 48.6\mu\text{m})$ 수평변연 부적합이 $60.1\mu\text{m}(\pm 41.1\mu\text{m})$ 시멘트 두께는 $59.6\mu\text{m}(\pm 24.6\mu\text{m})$ 이었다.
2. 2 군은 수직변연 부적합이 $78.6\mu\text{m}(\pm 30.9\mu\text{m})$ 수평변연 부적합이 $36.9\mu\text{m}(\pm 20.7\mu\text{m})$ 시멘트 두께는 $54.0\mu\text{m}(\pm 21.6\mu\text{m})$ 이었다.
3. 3 군은 수직변연 부적합이 $57.5\mu\text{m}(\pm 26.4\mu\text{m})$ 수평변연 부적합이 $28.4\mu\text{m}(\pm 17.5\mu\text{m})$ 시멘트 두께는 $37.2\mu\text{m}(\pm 17.4\mu\text{m})$ 이었다.
4. 4 군은 수직변연 부적합이 $56.7\mu\text{m}(\pm 35.0\mu\text{m})$ 수평변연 부적합이 $31.8\mu\text{m}(\pm 24.2\mu\text{m})$ 시멘트 두께는 $45.6\mu\text{m}(\pm 19.8\mu\text{m})$ 이었다.
5. 수직변연 부적합은 육안, 현미경 사용이나 burnishing 여부에 관계없이 어느 실험군에서나 통계적으로 차이는 없었다($p > .050$).
6. 수평변연 부적합의 경우는 burnishing 여부에 관계없이 현미경을 사용하여 제작한 실험군(3, 4 군)이 육안으로 polishing 한 군(1 군)보다 우수한 적합도를 보였다($p < .050$).
7. 시멘트 두께의 경우 3 군, 4 군 2 군 순으로 비슷한 수치를 보이고 4 군, 2 군, 1 군 순으로 비슷한 수치를 보였으나 3 군이 1 군보다 통계적으로 유의성이 있게 작은 두께를 보였다($p < .050$).

050).

8. 육안으로 제작한 군과 현미경을 사용하여 제작한 군, 그리고 burnishing 을 한 군과 안한 군으로 나누어 검증한 결과 burnishing 여부에 관계없이 현미경을 사용한 방법에서 적합도가 높은 것으로 나타났다($p < .050$).

참 고 문 헌

1. Christensen GJ.: Marginal fit of gold inlay castings. J Prosthet Dent 16: 297-305, 1966.
2. Ostlund LE.: Cavity design and mathematics: Their effect on gaps at the margins of cast restorations. Operative Dentistry 10: 122-137, 1985.
3. Charbeneau GT.: Principles and practice of operative dentistry. 2nd ed. Philadelphia: Lea and Febiger Publishing Co., pp. 377-8, 1981.
4. Gilmore HW.: Operative dentistry. 4th ed. St Louis C.V. Mosby Co, pp. 263-4, 333-4, 1982.
5. Sturdevant CM, Barton RE, Braner JC.: The art and science of operative dentistry, NY, McGraw-Hill Book Co., Inc., pp. 344-5, 1968.
6. Fusayama T.: Factors and technical procedure of precision castings. J. Prosthet Dent 9: 468, 1959.
7. Fusayama T, Ide K, Kurosu A, Hosoda H.: Cement thickness between cast restorations and preparation walls. J Prosthet Dent 13: 354-364, 1963.
8. 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 45: 138-45, 1981.
9. Eames WB, O'Neal SJ, Monteiro J, Miller C, Roan JD, Cohen KS.: Techniques to improve the seating of castings. J Am Dent Assoc 98: 432-7, 1978.
10. Kaufman EG, Coelho DH, Colin L.: Factors influencing the retention of cemented gold castings. J Prosthet Dent 11: 487-502, 1961.
11. Kaufman EG, Colin L, Schlagel E, Coelho DH.: Factors influencing the retention of cemented

- gold castings : The cementing medium. *J Prosthet Dent* 16 : 731 - 9, 1966.
12. Pilo R. et al : Incomplete seating of cemented crowns : A literature review. *J Prosthet Dent* 59 : 429 - 33, 1988.
 13. Davis SH. et al : Use of an elastomeric material to improve the occlusal seat and marginal seal of cast restorations. *J Prosthet Dent* 62 : 288 - 91, 1989.
 14. Compagni WV. et al : Measurement of paint - on die spacers used for casting relief. *J Prosthet Dent* 47 : 606 - 11, 1982.
 15. Shillingburg HT, Hobo S. : Fundamentals of fixed prosthodontics. 2nd ed. Chicago ; Quintessence Publishing Co, pp. 90 - 3, 118, 1981.
 16. Conway JC, Baumhammers S. : Scanning electron microscopic examination of surfaces and margins of restorations. *J Prosthet Dent* 27 : 622 - 31, 1972.
 17. Metzler JC, Chandler HH. : An evaluation of techniques for finishing margins of gold inlays. *J Prosthet Dent* 36 : 523 - 31, 1976.
 18. Saltzberg DS, Ceravolo FJ, Holstein FJ, Groom G, Gottsegen R. : SEM study of the junction between restorations and gingival cavosurface margins. *J Prosthet Dent* 36 : 517 - 22, 1976.
 19. Sarrett DC, Richeson JS, Smith GE. : SEM evaluation of four finishing techniques on margins of gold castings. *J Prosthet Dent* 50 : 784 - 92, 1983.
 20. Lennart HL, Mohamed MB. : SEM evaluation of clinically cemented cast gold restorations. *J Prosthet Dent* 61 : 664 - 669, 1989.
 21. Merchant VA, Herrera SP, Dwan JJ. : Marginal fit of cast gold MO inlays from disinfected elastomeric impressions. *J Prosthet Dent* 58 : 276 - 80, 1987.
 22. Ciesco JN, William MS, Malone FP. : Comparison of elastomeric impression materials used in fixed prosthodontics. *J Prosthet Dent* 45 : 89 - 94, 1981.
 23. Plekavich EJ, Joncas JM. : The effect of impression - die systems on crown margins. *J Prosthet Dent* 49 : 772 - 6, 1983.
 24. Teteruck WR, Mumford G. The fit of certain dental casting alloys using different investing materials and techniques. *J Prosthet Dent* 16 : 910 - 27, 1966.
 25. Basset RW. : Solving the problems of cementing the full veneer cast gold crown. *J Prosthet Dent* 16 : 740, 1966.
 26. Baker DL, Curson I. : A high speed method for finishing cavity margins. *Brit Dent J* 137 : 391 - 396, 1974.
 27. Kasloff A. : Casting techniques and some variables. *J Prosthet Dent* 11 : 533 - 6, 1961.
 28. Barnes IE. : The production of inlay cavity bevels. *Brit Dent J* 137 : 379 - 390, 1974.
 29. Cooney JP. : A comparison of silver - plated and stone dies from rubber - base impressions. *J Prosthet Dent* 32 : 262, 1974.
 30. Cooney JP, Caputo AA. ; Type III gold alloy complete crowns cast in a phosphate - bonded investment. *J Prosthet Dent* 46 : 414 - 9, 1981.
 31. Rosner D. : Function, placement, and reproduction of bevels for gold castings. *J Prosthet Dent* 13 : 1660, 1963.
 32. Grajower R, Lewinstein I. : A mathematical treatise on the fit of crown castings. *J Prosthet Dent* 49 : 663 - 74, 1983.
 33. Pascoe DF. : Analysis of the geometry of finishing lines for full crown restorations. *J Prosthet Dent* 40 : 157 - 62, 1978.
 34. Kashani HG. et al : The effects of bevel angulation on marginal integrity. *J Am Dent Assoc* 103 : 882 - 5, 1981.
 35. Rosenstel E. : To bevel or not to bevel ? *Brit Dent J* 138 : 389 - 92, 1975.
 36. Pann FV. : Evaluation of the 45 - degree labial bevel with a shoulder preparation. *J Prosthet Dent* 56 : 655 - 61, 1986.
 37. Eames WB. : The casting misfit : How to cope. *J Prosthet Dent* 45 : 283, 1981.
 38. Patel MG. : The effect of electrochemical milling on margins of MOD inlays. *J Prosthet Dent* 30 : 66, 1973.
 39. Gardner FM. : Margins of complete crowns - lite-

- ature review. *J Prosthet Dent* 48 : 396, 1982.
40. Kelly JR, Davis SH, Campbell SD. : Nondestructive, three - dimensional internal fit mapping of fixed prostheses. *J Prosthet Dent* 61 : 368 - 73, 1989.
 41. Pascoe D. : An evaluation of the marginal adaptation of extracoronal restorations during cementation. *J Prosthet Dent* 49 : 657 - 62, 1983.
 42. Hoard RJ : Intracoronal pressure during crown cementation. *J Prosthet Dent* 40 : 520 - 5, 1978.
 43. Hamaguchi H. : Marginal distortion of the porcelain - bonded - to - metal complete crown : A SEM study. *J Prosthet Dent* 47 : 146 - 53, 1982.
 44. Belser UC. : Fit of three porcelain - fused - to - metal marginal designs in vivo : A SEM study. *J Prosthet Dent* 53 : 24 - 9, 1985.
 45. Faull TW. : Marginal opening of single and twin platinum foil - bonded aluminous porcelain crowns. *J Prosthet Dent* 53 : 29 - 33, 1985.
 46. Moore JA. : Marginal distortion of cast restorations induced by cementation. *J Prosthet Dent* 54 : 336 - 40, 1985.
 47. Strating H. : Evaluation of the marginal integrity of ceramometal restorations. Part I. *J Prosthet Dent* 46 : 59 - 65, 1981.
 48. Kay GW, Jablonski DA, Dorgon IL. : Factors affecting the seating and fit of complete crowns : A computer simulation study. *J Prosthet Dent* 55 : 13 - 18, 1986.
 49. Fusayama T, Ide K, Hosoda H. : Relief of resistance of cement of full cast crowns. *J Prosthet Dent* 14 : 95 - 106, 1964.
 50. Schwartz IS. : A review of methods and techniques to improve the fit of cast restoration. *J Prosthet Dent* 56 : 279 - 83, 1986.
 51. Dedmon HW. : The relationship between open margins and margin designs on full cast crowns made by commercial dental laboratories. *J Prosthet Dent* 53 : 463 - 6, 1985.
 52. McLean JW, von Fraunhofer JA. : The estimation of cement film thickness by an in vivo technique. *Br Dent J* 131 : 107 - 11, 1971.
 53. Krug RS, Markley MR. : Cast restorations with gold - foil - like margins. *J Prosthet Dent* 22 : 54, 1969.
 54. Jorgensen KD. : Factors affecting the film thickness of zinc phosphate cements. *Acta Odontol Scand* 18 : 497 - 90, 1980.
 55. Koyano E, Iwaku M, Fusayama T. : Pressuring techniques and cement thickness for cast restorations. *J Prosthet Dent* 40 : 544 - 8, 1978.
 56. Ishikiriyama A, Oliveira JF, Vieira DF, Mondelli J. : Influence of some factors on the fit of cemented crowns. *J Prosthet Dent* 45 : 400 - 4, 1981.
 57. Dimashkieh MR, Davies EH, von Fraunhofer JA. : Measurement of the cement film thickness beneath full crown restorations. *Brit Dent J* 137 : 281 - 284, 1974.
 58. Palomo F, Pedent J. : Periodontal considerations of restorative procedures. *J Prosthet Dent* 36 : 387 - 394, 1976.
 59. Richter WA, Ueno H. : Relationship of crown margin placement to gingival inflammation. *J Prosthet Dent* 30 : 156 - 61, 1973.
 60. Sorensen JA. : A rationale for comparison of plaque - retaining properties of crown systems. *J Prosthet Dent* 62 : 264 - 9, 1989.
 61. Moon PC, Modjeski PJ. : The burnishability of dental casting alloys. *J Prosthet Dent* 36 : 401, 1976.
 62. Eames WB, Little RM. : Movement of gold at cavosurface margins with finishing instruments. *J Am Dent Assoc* 75 : 147, 1967.
 63. Byrne G, et al : Casting accuracy of high - palladium alloys. *J Prosthet Dent* 55 : 297 - 301, 1986.
 64. Lofstrom LH, Asgar K. : Scanning electron microscopic evaluation of techniques to extend deficient cast gold margins. *J Prosthet Dent* 55 : 416 - 21, 1986.
 65. Kishimoto M, Hobo S, Duncanson MG, Shillingburg HT. : Effectiveness of gold margin finishing techniques. *Int J Periodon Restor Dent* 1 : 21, 1981.
 66. Donald BB. : Precision technique for trimming dies using a magnification device. *J Prosthet Dent* 43 : 590 - 1, 1981.

67. Chou TH, Pameijer CH : The application of microdentistry in fixed prosthodontics. *J Prosthet Dent* 54 : 36 - 43, 1985.
68. Baumann RR : How may the dentist benefit from the operating microscope ? *Quin Int* 5 : 17, 1977.
69. Martignoni M, Schoenenberger A. : Precision fixed prosthodontics : Clinical and laboratory aspects. 1st ed. Chicago, Quintessence Publishing Co. Inc., pp. 52 - 57, 1990
70. Grundy JR. : An intra - oral replica technique for use with the scanning electron microscope. *Br Dent J* 130 : 113, 1971.
71. Donovan T, Prince J. : An analysis of margin configurations for metal - ceramic crowns. *J Prosthet Dent* 53 : 153 - 7, 1985.
72. Wanserski DJ, et al : An analysis of margin adaptation of all - porcelain facial margin ceramometal crowns. *J Prosthet Dent* 56 : 289 - 92, 1986.
73. Hunter AJ, Hunter AR. : Gingival crown margin configurations : A review and discussion. Part I : Terminology and widths. *J Prosthet Dent* 64 : 548 - 52, 1990.
74. Hunter AJ, Hunter AR. ; Gingival margins for crowns : A review and discussion. Part II : Discrepancies and Configurations. *J Prosthet Dent* 64 : 636 - 42, 1990.
75. Pameijer CH, D'Ambrosio HP. : Adaptation of gold inlays to enamel using various technique. *Int Assoc Dent Res Abst. No. L333, Feb., 1975.*
76. Craig RG : Restorative dental materials. St. Louis, C.V. Mosby Co., p. 199, 1989.
77. Dykema RW, Goodacre CJ, Phillips RW. : Modern practice in fixed posthodontics. 4th ed. Philadelphia : WB Saunders Co., p. 202, 1986.
78. Grieve AR, Jones JG. : Marginal leakage associated with four inlay cementing materials. *Brit Dent J* 151 : 331 - 334, 1981.
79. Sorensen JA. : A standardized method for determination of crown margin fidelity. *J Prosthet Dent* 64 : 18 - 24, 1990.
80. Pardo GL. : A full cast restoration design offering superior marginal characteristics. *J Prosthet Dent* 48 : 539 - 543, 1982.
81. Assuf DL ; Comparison of methods of clinical evaluation of the marginal fit of complete cast gold crowns. *J Prosthet Dent* 54 : 20 - 4, 1985.
82. Reports of councils and bureaux. : Revised American national standard institute. American dental association specification No. 8 for zinc phosphate cement *J. Am Dent Assoc*, 96 : 121, 1978.
83. Holmes JR, et al. : Considerations in measurement of marginal fit. *J Prosthet Dent* 62 : 405, 1989.
84. Wilson AD, Abel G, Lewis BG. : The solubility and disintegration test for zinc phosphate dental cements. *Brit Dent J* 137 : 313 - 317, 1974.

EXPLANATION OF FIGURES

- Fig. 10, 11, 12. Scanning electron microscopic photographs of Group 1; unaided eye, no burnishing($\times 150$)
- Fig. 13, 14, 15. Scanning electron microscopic photographs of Group 2; unaided eye, burnishing($\times 150$)
- Fig. 16, 17, 18. Scanning electron microscopic photographs of group 3; microscope, no burnishing($\times 150$)
- Fig. 19, 20, 21. Scanning electron microscopic photographs of group 4; microscope, burnishing($\times 150$)

논문 사진부도 ①

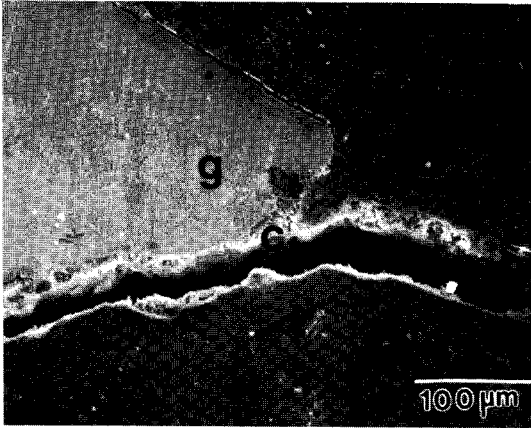


Fig. 10.

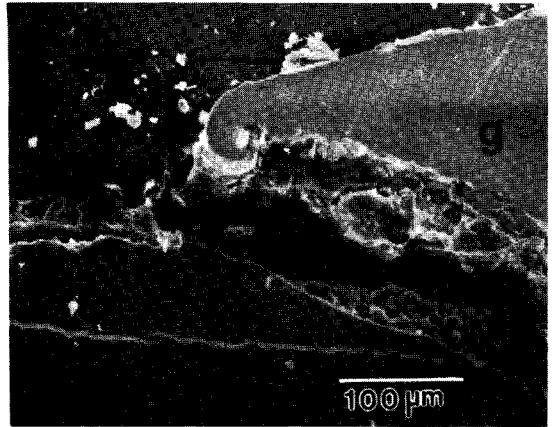


Fig. 11.

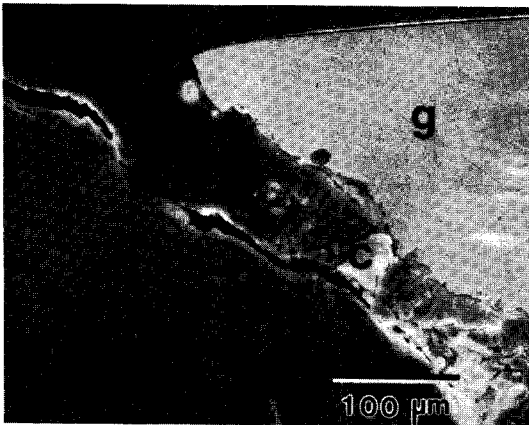


Fig. 12.

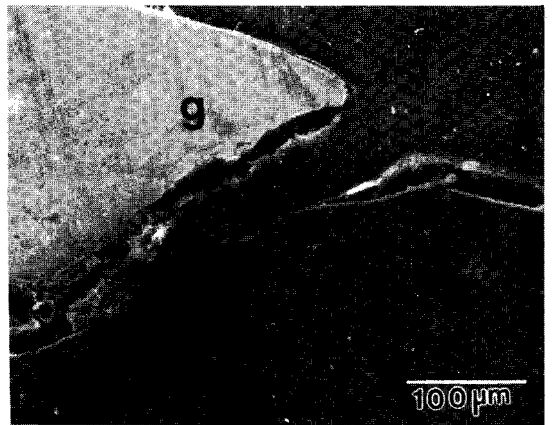


Fig. 13.



Fig. 14.

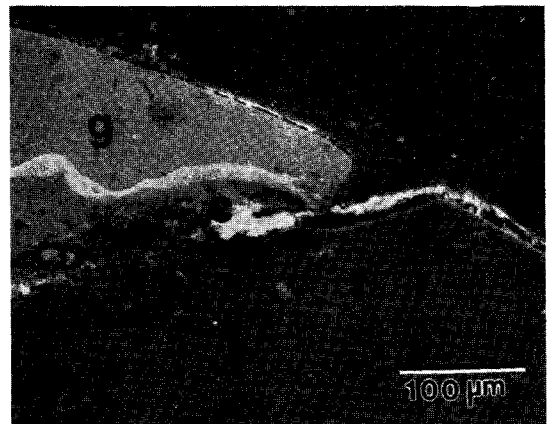


Fig. 15.

논문 사진부도 ②

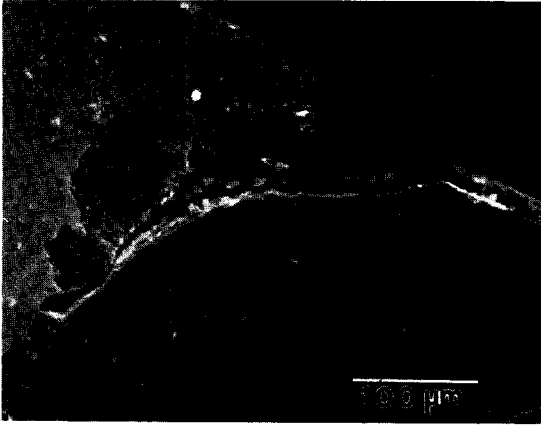


Fig. 16.

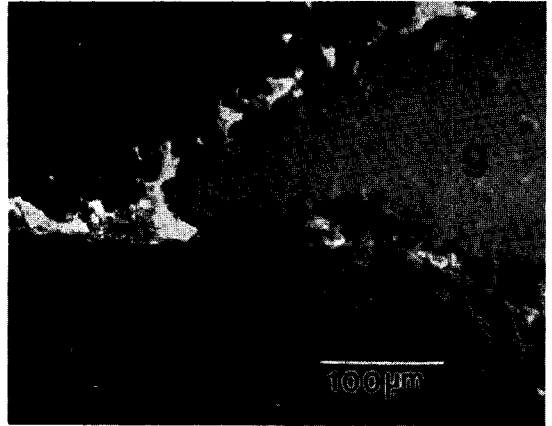


Fig. 17.

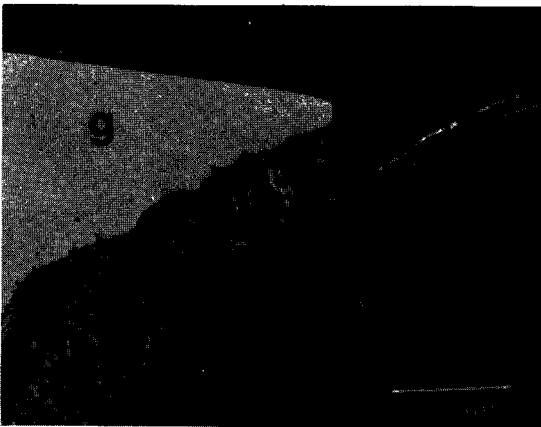


Fig. 18.

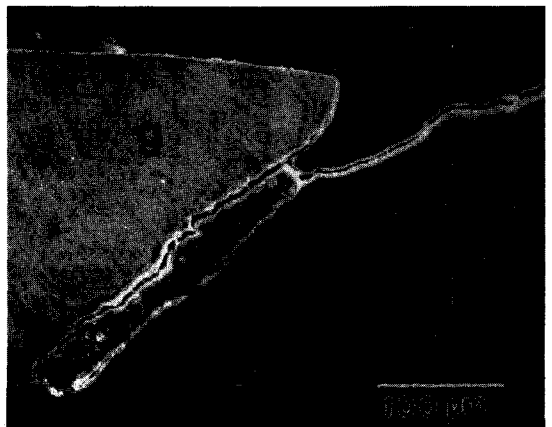


Fig. 19.

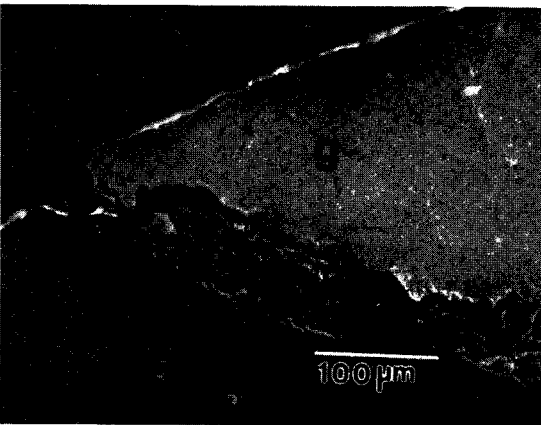


Fig. 20.



Fig. 21.

-ABSTRACT-

SCANNING ELECTRON MICROSCOPIC STUDY OF THE JUNCTION BETWEEN GOLD INLAYS AND GINGIVAL CAVOSURFACE MARGINS

Joon-II Park, D.D.S., M.S.D., Hyuk-Choon Kown, D.D.S., Ph.D.

Department of Conservative Dentistry, College of Dentistry, Seoul National University

Present - day inlay casting procedures have been developed for more than 100 years and experimentation has focused on the perfect adaptation to the cavity preparation. Marginal adaptation is considered to be an important indicator of the acceptability of the cast restoration, especially on the gingival margin.

The purpose of this study was to evaluate the effects of a dissecting microscope and burnishing on vertical discrepancies, horizontal discrepancies, and cement thickness on master die. Extracted premolars were prepared for class II gold inlays and master dies were made with conventional techniques. The experiments consisted of 4 groups.

Group 1 : unaided eye, no burnishing on master die.

Group 2 : unaided eye, burnishing on master die.

Group 3 : microscope, no burnishing on master die.

Group 4 : microscope, burnishing on master die.

Cemented inlays were embedded in the hard resin and sectioned with microcutter through the gingival margins. The sectioned surfaces were polished with emery paper and finally with aluminum oxide powders. The results of the experiments were measured for vertical discrepancies, horizontal discrepancies and cement thickness under the scanning electron microscope at the beveled gingival margin.

The results of the study were summarized as follows.

1. Group 1 showed the vertical discrepancies of $81.6\mu\text{m}(\pm 48.6\mu\text{m})$, horizontal discrepancies of $60.1\mu\text{m}(\pm 41.1\mu\text{m})$, and cement thickness of $59.6\mu\text{m}(\pm 24.6\mu\text{m})$.
2. Group 2 showed the vertical discrepancies of $78.6\mu\text{m}(\pm 30.9\mu\text{m})$, horizontal discrepancies of $36.9\mu\text{m}(\pm 20.7\mu\text{m})$, and cement thickness of $54.0\mu\text{m}(\pm 21.6\mu\text{m})$.
3. Group 3 showed the vertical discrepancies of $57.5\mu\text{m}(\pm 26.4\mu\text{m})$, horizontal discrepancies of $28.4\mu\text{m}(\pm 17.5\mu\text{m})$, and cement thickness of $37.2\mu\text{m}(\pm 17.4\mu\text{m})$.
4. Group 4 showed the vertical discrepancies of $56.7\mu\text{m}(\pm 35.0\mu\text{m})$, horizontal discrepancies of $31.8\mu\text{m}(\pm 24.2\mu\text{m})$, and cement thickness of $45.6\mu\text{m}(\pm 19.8\mu\text{m})$.
5. Vertical discrepancies were not significantly different at any groups ($p > .050$).
6. Microscope groups (Group 3, 4) showed significantly improved horizontal marginal adaptation ($p < .050$).
7. Although cement thickness showed the subset of Group 3, 4, 2 and Group 4, 2, 1, Group 3 showed significantly smaller thickness than Group 1 ($p < .050$).
8. Finishing and polishing by means of a microscope produced significantly smaller discrepancies than doing so with the unaided eye ($p < .050$).