

광중합방식이 콤포머의 변연폐쇄에 미치는 영향

조옥환 · 한진순 · 임미경 · 이수종

원광대학교 치과대학 치과보존학교실

ABSTRACT

THE EFFECT OF POLYMERIZATION TECHNIQUES ON THE MICROLEAKAGE OF COMPOMER

Ok-Hwan Cho, Jin-Sun Han, Mi-Kyung Im, Su-Jong Lee

Department of Conservative Dentistry, College of Dentistry, Wonkwang University

The aim of this study was to evaluate the effect of various polymerization techniques on the microleakage of compomer restorations. Fifty extracted human premolar and molar were used and randomly divided into 5 groups. After cavity preparation, compomer (F2000®) was filled according to the manufacturer's directions. All groups, except group 5, were filled using an incremental technique.

Group 1 was polymerized for 40 seconds at a continuous 485mW/cm² with a VIP® (Bisco, USA) light cure unit.

Group 2 was polymerized for 20 seconds at 345mW/cm² and then for 20 seconds at 645mW/cm² with the VIP® light cure unit.

Group 3 was polymerized at 400mW/cm², gradually increased to 50mW/cm² per 10 seconds until 550mW/cm² was reached: total 40 seconds with a Spectrum 800® (Dentsply Caulk, USA) light cure unit.

Group 4 was polymerized for 3 seconds using an incremental technique with a Flipo® (LOKki, France) light cure unit.

Group 5 was polymerized for 3 seconds using a bulk fill technique with the Flipo® light cure unit.

The specimens were embedded with acrylic resin, and were sectioned with diamond saws in a mesiodistal direction along the longitudinal axis of the tooth so as to pass through the center of the restoration, and three surfaces (occlusal, pulpal, and gingival) were examined with SEM.

The results were as follows:

1. Group 5 showed a significantly larger gaps compared to other groups on the gingival, occlusal, and pulpal walls.
2. All groups except group 5 had no statistically significant gap on the gingival, occlusal, and pulpal walls.
3. There was no significant correlation between the amount of enamel on the gingival and occlusal walls and polymerization shrinkage.

Key words : Polymerization techniques, Microleakage, Compomer

I. 서 론

심미치과학은 현대치과학의 주축이 되어왔고 항상 새로운

수복재료의 개발을 추구하고있다. 종래형의 글래스 아이오노머는 불소를 유리하여 치아를 강화시키고 색상이 치아와 조화를 이루는 좋은 특성을 가지고 있지만 기계적 성질이 낮

고 경화 시 수분에 민감하기 때문에 임상적으로 콤포지트 레진 보다 사용에 제한을 받아왔다¹¹. 최근 많이 사용되는 콤포머는 글래스 아이오노머와 콤포지트 레진의 장점을 결합한 불소 유리량이 적은 콤포지트 레진으로²⁾ 글래스 아이오노머보다 높은 강도를 가지고 있고 조각이 쉬워 치과의사들에게 관심을 끌고 있지만 콤포지트 레진의 단점인 중합과 관련된 여러 가지 문제점을 해결하지는 못하였다. 그 중 하나인 중합 수축은 복합레진 내부의 물리적 응력을 유발하여 복합레진 수복물과 치질 사이 변연 적합을 파괴할 수 있고³⁻⁶⁾, 이로 인해 생긴 미세누출은 구강의 삼출물과 세균의 확산을 허용하여 결과적으로 이차우식이나 치수염을 야기할 수 있다⁷⁻⁹⁾. 또한 중합수축에 의한 응력은 술 후 동통, 치아의 파절, 착색 등을 일으킬 수 있기 때문에²⁾ 콤포지트 레진을 포함한 콤포머 수복물에 있어 변연부의 안정성을 얻는 것이 중요하다. 중합 수축에 영향을 미치는 요인에는 수복물의 크기, 와동의 형태, 충전방법, 그리고 중합방법 등이 있다¹⁰⁻¹²⁾.

충전방법에 대한 연구에서는 적층 충전방법 (incremental technique)을 이용하여 충전한 경우가 단일층 충전방법 (bulk fill technique)을 이용한 경우보다 유의하게 좋은 결과가 보고되었다^{13,14)}. 중합방법에 관해서는 높은 광강도 (600mW/cm² 이상)를 계속적으로 사용하여 중합한 경우가 낮은 강도로 먼저 중합한 후 높은 강도를 사용하여 다시 중합하는 두 단계의 강도를 사용한 경우에 비해 변연부의 틈이 많다는 것이 보고되었다^{15,16)}.

최초의 광중합기는 자외선을 이용한 중합기로 1mm의 두께를 중합하기 위해 1분이 소요되었다. 이 후 자외선의 장시간 사용의 안전에 대한 우려로 1980년 무렵 가시광선 중합기가 소개되었다. 가시광선 중합기는 대개 할로겐 중합기로서 자외선 중합기보다 더 효과적이었다. 1980년대 후반과 1990년대 초반에 소개된 아르곤 레이저는 가시광선 중

합기보다 훨씬 높은 중합을 할 수 있었지만 고가의 장비와 중합 시 발생하는 높은 열로 호응을 얻지 못했다. 더욱 최근에 플라즈마 방식을 이용한 광중합기가 소개되었는데 중합 개시자의 활성을 위해 가시광선의 파장을 470nm로 집중시켜 아르곤 레이저와 마찬가지로 중합시간을 짧게 단축시켰다.

광중합 수복재들의 중합 시 발생하는 틈을 최소한으로 줄이기 위해 최근 여러 가지 광중합기가 개발되었고¹⁷⁾, 중합에 필요한 시간이 불과 몇 초인 초고속 중합기들이 개발되고 상품화되어 시판되고 있지만 과거에 사용했던 광강도가 조절되지 않는 광중합기와의 수축량의 차이에 대한 비교나 광중합방식에 따른 수축량은 정확하게 알려져 있지 않다. 그리고 법랑질은 상아질보다 수복재료와의 접착력이 강하기 때문에¹⁸⁾ 변연부에 존재하는 잔존 법랑질의 두께는 중합수축에 영향을 미칠 수 있다. 이에 본 연구에서는 이러한 여러 가지 광중합기 및 충전방법을 달리 사용한 여러 가지 광중합방식에 따른 수축과 변연에 존재하는 법랑질의 양이 변연 폐쇄에 미치는 영향을 관찰하고자 하였다.

II. 실험 재료 및 방법

1. 실험 재료

성별에 관계없고 우식이나 충전물이 없으며 파절이나 손상이 없는 40개의 상하악 소구치와 대구치를 선택하여 표면의 치석이나 치주인대 등을 제거한 후 실온의 생리식염수에 보관하여 사용하였다. 사용한 충전재료는 콤포머인 F2000® (3M, USA)을 사용하였고, 중합에 사용된 광조사 기구는 VIP® (Bisco, USA), Spectrum 800® (Dentsply Caulk, USA), 그리고 Flipo® (LOKki, France)를 사용하였다.

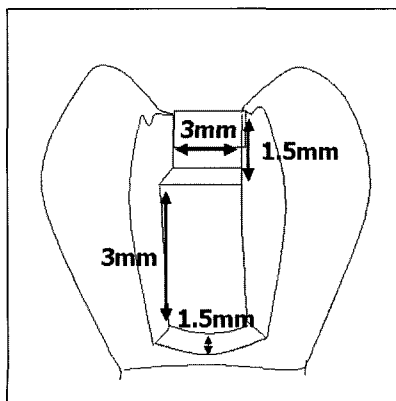


Fig. 1. Diagram of cavity preparation.

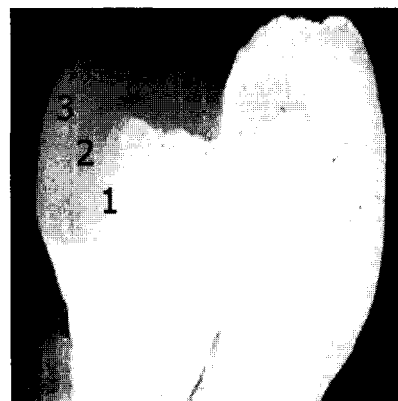


Fig. 2. Diagram of filling technique.

Table 1. Summary of curing methods

Group	Unit	Filling method	Time(intensity-mW/cm ²)
1	VIP® (Bisco, USA)	3step	40s(485)
2	VIP® (Bisco, USA)	3step	20s(345) → 20s(645)
3	Spectrum 800® (Dentsply Caulk, USA)	3step	10s(400) → 10s(450) → 10s(500) → 10s(550)
4	Flipo® (LOKKi, France)	3step	3s(1700)
5	Flipo® (LOKKi, France)	bulk	3s(1700)

2. 실험 방법

1) 와동형성

치은측과 교합면측 변연부에서의 간격 측정을 위해 치아에 고속엔진용 No. 245 bur로 2급 와동을 형성하였다. 와동의 교합측은 근원심폭경은 3mm, 협설폭경은 3mm로 형성하였고, 인접면상자의 깊이 1.5mm, 폭경 1.5mm로 교합치은폭경이 4.5mm가 되도록 형성하였다. 형성된 와동은 fine grit diamond bur로 마무리하였다. 와동이 형성된 치아를 무작위로 5개의 군으로 나누었고, 각 군당 10개의 치아를 사용하였다.

2) 치아의 표면 처리

실험전 치아는 제조자의 지시에 따라 모든 군에 동일하게 범랑/상아질 접착제를 사용하여 표면을 처리하고 30초간 기다린 후 압축공기로 5초간 건조시키고 광중합기인 VIP®를 이용하여 강도 485mW/cm² (mode 4)로 20초간 광중합하였다.

3) 콤포머의 충전 및 중합

F2000®을 광중합기의 종류와 충전방법을 달리 사용한 여러 가지 광중합방식에 따라 5가지 방법을 사용하여 충전한 후 중합하였다 (Table 1). 빛의 조사방향은 모두 일정하게 치아 장축과 45도가 되도록 유지하였다. 충전방법은 협측, 설측, 교합면측의 3단계로 충전하고 5군만 예외적으로 단일층 충전방법으로 충전한 후 Flipo®를 이용하여 중합하였다. 중합이 완료된 치아는 실온에서 100% 습도 하에 보관하였다.

i) 1군

VIP®를 이용하여 485mW/cm² (mode 4)의 강도로 40초간 광중합하였다.

ii) 2군

VIP®를 이용하여 345mW/cm² (mode 3)의 강도로 20초간 광중합한 후 645mW/cm² (mode 5)의 강도로 다시

20초간 광중합하였다.

iii) 3군

Spectrum 800®을 이용하여 400mW/cm²를 시작으로 매 10초 간격으로 50mW/cm² 증가하도록 하여 550mW/cm²까지 40초간 광중합하였다.

iv) 4군

Flipo®를 이용하여 적층 충전방법으로 충전한 후 3초간 광중합하였다.

v) 5군

Flipo®를 이용하여 단일층 충전방법으로 충전한 후 3초간 광중합하였다.

4) 시편의 매물 및 주사전자현미경 관찰

모든 시편을 2×1.5cm의 투명레진에 매물한 후 diamond saws (South Technology, USA)를 사용하여 근원심측으로 치아 장축방향과 평행하게 충전부의 중심부를 통과하도록 절단하였다. 절단된 시편을 전자현미경관찰용 stub에 고정하고 금이온증착을 시행한 후 주사전자현미경 (SX-40WDX, AKASHI, Japan)으로 10kvp의 전압에서 1000배로 계면을 관찰하였다. 관찰 부위는 치은측, 교합면측, 치수측으로 나누어 수복물과 치아간의 간격을 μ m 단위로 측정하고 기록한 후 SPSS 프로그램의 One way ANOVA와 correlation을 이용하여 통계처리 하였다.

III. 실험 성적

1. 치은측

Flipo®를 사용하여 단일층 충전방법으로 충전한 5군 (13.450 μ m±11.653 μ m)은 한 가지 광도를 일정하게 사용한 1군 (2.300 μ m±2.071 μ m), 두 단계의 광도를 사용한 2군 (4.850 μ m±5.764 μ m), 점차 증가하는 광도를 사용한 3군 (3.250 μ m±2.821 μ m), 그리고 Flipo®를 사용하여 적층 충전방법으로 충전한 4군 (3.200 μ m±3.513 μ m)보다 큰 간격을 보였고 통계학적으로 유의한 차이가 있었다. 5군을 제외한 다른 군들은 서로 유의한 간격의 차이가 없었다.

Table 2. Mean value of gingival gap (μm)

Group	1	2	3	4	5
Mean	2.300	4.850	3.250	3.200	13.450*
SD	2.071	5.764	2.821	3.513	11.653

* : Significant difference compared to other groups (p<0.05)

Table 4. Mean value of pulpal gap (μm)

Group	1	2	3	4	5
Mean	6.650	5.900	4.550	13.350	16.800*
SD	5.696	5.896	4.764	7.265	8.094

* : Significant difference compared to other groups (p<0.05)

2. 교합면측

Flipo[®]를 사용하여 단일층 충전방법으로 충전한 5군 (20.950 μm ±10.808 μm)은 한 가지 광도를 일정하게 사용한 1군 (2.200 μm ±1.947 μm), 두 단계의 광도를 사용한 2군 (5.100 μm ±4.508 μm), 점차 증가하는 광도를 사용한 3군 (4.000 μm ±3.472 μm), 그리고 Flipo[®]를 사용하여 적층 충전방법으로 충전한 4군 (7.150 μm ±6.165 μm)보다 큰 간격을 보였고 통계학적으로 유의한 차이가 있었다. 5군을 제외한 다른 군들은 서로 유의한 간격의 차이가 없었다.

3. 치수측

Flipo[®]를 사용하여 단일층 충전방법으로 충전한 5군 (16.800 μm ±8.094 μm)은 한 가지 광도를 일정하게 사용한 1군 (6.650 μm ±5.696 μm), 두 단계의 광도를 사용한 2군 (5.900 μm ±5.896 μm), 점차 증가하는 광도를 사용한 3군 (4.550 μm ±4.764 μm), 그리고 Flipo[®]를 사용하여 적층 충전방법으로 충전한 4군 (13.350 μm ±7.265 μm)보다 큰 간격을 보였고 통계학적으로 유의한 차이가 있었다. Flipo[®]를 사용하여 적층 충전방법으로 충전한 4군 (13.350 μm ±7.265 μm)의 경우 5군을 제외한 나머지 군보다 큰 간격이 관찰되었지만 통계학적으로 유의한 차이는 없었다.

4. 법랑질의 양과 중합 수축의 상관관계

Table 5에 나타난 바와 같이 변연에 존재하는 법랑질의 양과 중합수축과의 관계에 대한 검사에서는 치수측과 교합면측 모두에서 상관관계가 없었다.

Table 3. Mean value of occlusal gap (μm)

Group	1	2	3	4	5
Mean	2.200	5.100	4.000	7.150	20.950*
SD	1.947	4.508	3.472	6.165	10.808

* : Significant difference compared to other groups (p<0.05)

Table 5. Correlation between amount of enamel on gingival and occlusal walls and polymerization shrinkage

Group	Gingival		Occlusal	
	correlation coefficient	sig	correlation coefficient	sig
1	.547	.102	-.239	.506
2	-.277	.438	.134	.712
3	.006	.988	-.223	.536
4	-.099	.786	.653*	.041*
5	.034	.926	.153	.673

* : p<0.05 (2-tailed)

IV. 총괄 및 고찰

빛의 강도가 레진 수복물과 와동벽 사이에 미치는 영향에 대한 연구들 중 Uno와 Asmussen¹⁵⁾은 낮은 강도로 일차적으로 광중합한 후 높은 강도로 다시 광중합하는 두 단계의 과정이 수복물의 물리적인 부피에 간섭 없이 변연부 간격의 폭과 길이를 감소시킨다고 보고하였고, Mehl 등¹⁹⁾은 최종 강도의 50%로 감소시켜 중합한 후 최고 강도로 적어도 20초간 재중합하는 두 단계의 중합방법을 사용하였을 때 미세 강도에는 변화가 없다고 하였다. 그러나 본 연구에서는 VIP[®] (Bisco, USA)를 이용하여 mode4 (485mW/cm²)로 40초간 중합한 1군과 같은 광중합기의 mode3 (345mW/cm²)으로 20초간 광중합한 후 mode5 (645mW/cm²)로 다시 20초간 광중합하는 두 단계 광중합 과정으로 충전물을 중합한 2군과 비교할 때 통계학적으로 유의한 차이가 없었고, 평균간격에서는 치수측을 제외하고 1군에서 더 작게 나타났는데 이것은 1군에서 사용된 빛의 강도 (485mW/cm²)가 다른 연구에서의 빛의 강도 (600mW/cm² 이상)보다 낮은 강도였기 때문이라고 사료된다.

Feilzer 등¹⁶⁾은 5급 와동에서 빛의 강도가 수복물과 와동계면의 안정성에 미치는 영향에 대해 연구하였는데 낮은 강도 (250mW/cm²)의 광중합기를 사용한 경우가 높은 강도

(650mW/cm²)의 광중합기를 사용한 경우보다 유의하게 낮은 계면결합을 보였고 이는 Uno와 Asmussen¹⁵⁾의 연구와 같은 결과로 두 가지 연구 모두 약한 강도의 빛을 사용할 때 변연적합이 훨씬 우수해진다는 것을 증명하였다. 이 결과는 본 연구의 결과와 같은 결과로서 Feilzer의 연구에서 사용된 와동은 1.5mm의 깊이와 폭을 갖는 5급 와동이었으므로 본 연구에 사용된 2급 와동과는 차이가 있었지만 낮은 강도의 광중합이 와동의 크기와 관계없이 탁월한 변연적합을 보임을 알 수 있었다. 그러나 Lutz²⁰⁾는 낮은 강도로 광중합하는 것이 변연적합을 향상시키지만 적절한 깊이의 중합과 좋은 물성, 그리고 잔존 단량체가 적게 농축되기 위해서는 더 높은 강도의 광중합이 필요하다고 주장하였다. 따라서 위의 연구자들의 결과와 본 연구의 결과로 볼 때 낮은 강도의 중합이 변연적합에는 좋은 영향을 미치지만 충전재의 강도를 위해서는 높은 강도의 중합도 필요함을 지적한다. Rueggeberg 등²¹⁾은 1mm 두께의 콤포지트 레진을 적절히 중합하는데 233mW/cm²이상의 강도가 있어야 한다고 하였는데, 본 연구에 사용된 광중합기의 강도를 모두 233mW/cm² 이상으로 하였기 때문에 변연적합과 재료의 강도, 두 가지 모두의 측면에서 더 나은 결과를 위해서는 두 단계 광중합과정을 우선적으로 선택해야 한다고 사료된다.

Feilzer 등²²⁾은 콤포지트 레진을 높은 강도로 중합하는 것은 재료의 흐름을 방해하고 변연누출을 증가시킨다고 증명하였고, 콤포지트 레진을 낮은 강도로 광중합하는 것은 변연적합을 유의하게 향상시키고 광중합과정 중 재료의 흐름성을 좋게 한다고 하였다. 그리고 Koran 등¹⁰⁾은 낮은 강도에서 시작하여 높은 강도로 광중합하는 두 단계 광중합의 효과에 대해 다섯 가지 요소 (표면강도, 접착, 누출, 점도, 그리고 잔존 단량체/광중합 정도)로 나누어 연구하였는데 두 단계 광중합이 우수한 결과를 보였고, 또한 두 단계의 광중합은 광중합과정에서 발생하는 열에 의한 치수손상을 감소시킬 수 있다고 보고하였다.

두 단계 광중합 과정 이외에 시간이 지남에 따라 계속적으로 강도가 증가하는 다단계 광중합과정도 최근 개발되었고, 이에 대한 연구도 시행되었는데 Goracci 등²³⁾은 광도를 낮은 강도에서 높은 강도로 계속적으로 증가시켜 중합하는 것이 높은 강도의 광중합과 비교할 때 유의하게 향상된 결과를 보인다고 보고하였다. 이러한 중합방법을 이용한 Optilux 501[®] (Demetron, USA)은 초기 10초 동안 100mW/cm²로 시작하여 1000mW/cm²까지 출력량이 증가하다가 2단계 (나머지 10초)동안 1000mW/cm² 이상을 출력하도록 구성된 모드를 사용하는데 광중합기 자체에 내장되어 있는 타이머에 따라 낮은 강도의 광중합 시작 후 자동으로 시간이 지남에 따라 강도가 증가되도록 개발되었다고 알려지고 있다. 그러나 본 연구에서는 한가지 강도의 빛을 사용한 1군과 점차 증가하는 광도를 사용한 3군

(400mW/cm²의 강도로 시작하여 매 10초마다 50mW/cm²씩 증가하도록 하여 총 40초간 광중합) 사이에도 통계학적으로 유의한 차이가 없었으며, 1군이 각 부위에서 가장 편차가 적은 결과를 보였는데 이는 전술한 바와 같이 1군에서 사용한 빛의 강도 (485mW/cm²)가 다른 연구에서 사용한 높은 강도 (650mW/cm²)와 비교할 때 낮은 수치였기 때문에 오히려 낮은 강도의 빛을 계속적으로 조사한 Feilzer 등¹⁶⁾의 연구 결과와 유사한 결과를 나타낸 것으로 사료된다.

현재 이용되고 있는 광중합기는 약 300~2000mW/cm²의 범위의 강도를 가지고 이 범위에서 가장 큰 빛의 강도를 가지는 것은 플라즈마를 이용한 광중합기로 대표되어진다²⁴⁾. 고강도의 빛은 많은 수축을 발생시키기 때문에 이러한 고강도를 이용하여 수복물을 중합하는 것은 의문스러워 보이지만 본 연구에 사용된 광중합기 중 LOKKi 사의 Flipo[®]는 플라즈마 방식을 사용하여 대부분의 콤포지트 레진이나 접착재료를 1~3초로 중합할 수 있다고 제조자는 말하고 있다. 즉, 일반적으로 사용되는 할로겐 광중합기의 파장은 400~510nm이고 광기시자의 흡수범위는 이 범위에 해당되는데 플라즈마 광중합기는 460~480nm의 범위에서 가장 큰 출력을 발생시켜 빠른 시간에 효과적으로 중합할 수 있다는 것이다²⁴⁾. 본 연구에서는 4군이 플라즈마를 이용하여 적층 충전방법으로 충전한 후 중합하였는데 1군과 비교시 치은측과 교합면측에서는 유의한 차이가 없었으나 치수측에서는 유의하게 큰 간격을 보였다. 광중합 수복재는 일반적으로 빛이 있는 쪽으로 수축하는데 이것은 광원에 가장 가까운 부위에서의 표면에너지가 높을 것이라는 이론이다²⁴⁾. 따라서 이러한 결과는 빛의 방향에 의한 방향성 수축 뿐 아니라 중합에너지에 미치는 영향으로 해석할 수 있는데 본 연구의 조사방향은 45도였기 때문에 교합면측이나 치은측보다 치수측이 광원에 가까워서 방향성 수축이 일어났다고 할 수 있으며 치수측에 더 강한 빛이 전달되어 더 큰 간격이 발생한 것으로 사료된다. 측정된 세 부위중 치수측의 평균간격 (9.450 μ m \pm 7.838 μ m)이 가장 큰 것도 같은 이유로 설명할 수 있을 것이다.

충전방법도 광중합재료의 미세누출에 영향을 미치는 인자인데, Schwartz 등¹⁴⁾은 적층 충전방법으로 충전한 경우 한 층씩 연속적으로 충전하기 때문에 앞서 충전된 층에 의해 형성된 공간이 다음 층의 충전 시 메워지게 되어 결과적으로 단일층 충전방법으로 충전한 경우와 비교해서 더 적은 틈을 만든다고 보고하였고, Crim 등¹⁵⁾도 같은 결과를 보고하였다. 즉 연속적인 층이 놓여질 때 첫 번째 층은 마지막 층이 적용될 때에도 여전히 수축하고 있다는 것을 의미하고 이것은 큰 와동을 단일층 충전방법으로 충전하는 것이 문제가 되는 근원이 된다. 그리고 Fusayama²⁵⁾는 광중합 복합레진은 표면의 와동에만 제한적으로 사용해야 한다고 하

였다. 본 연구에서는 5군이 단일층 충전방법을 이용하여 충전하고 Flipo®를 이용하여 중합하였는데 비록 제조자가 권장하는 방법으로 사용하였지만 다른 군과 비교할 때 상대적으로 넓은 간격이 관찰되었다. 이것으로 플라즈마 방식을 이용한 경우 빠른 시간에 중합하는 것은 가능하지만 단일층 충전방법을 이용하여 충전한 경우는 변연부에 많은 수축이 발생되었고, 와동의 크기가 3mm 이상이므로 표면의 와동에만 제한적으로 사용해야 한다는 Fusayama²⁵⁾의 연구에 반하는 결과를 나타내어 빛이 와동의 내부까지 전달되지 않았음을 알 수 있다.

일반적으로 법랑질은 상아질보다 수복재료와의 접착력이 강하다⁶⁾고 알려져 있다. 2급 와동의 경우 종래의 아말감 수복물의 치은측 변연은 상아질 상에 위치하게 되지만 콤포지트 레진이나 콤포머 수복물은 치질과의 접착으로 잔존 치질을 최대한 보존하기 때문에 법랑질 상에 변연이 위치하게 되는 경우가 많고 따라서 변연이 법랑질 상에 있는 경우와 상아질 상에 위치하는 경우 수축량은 달라질 수 있다. 따라서 본 연구에서는 형성된 와동의 변연에 존재하는 법랑질의 양을 측정 후 중합수축 간격과의 상관성을 검사하였는데 어떠한 상관관계는 존재하지 않았다.

이상의 연구에서 사용된 여러 가지 광중합기 및 충전방법을 달리한 여러 가지 광중합방식은 각각의 장점과 단점을 가지고 있다. 전통적인 할로겐 중합기를 사용할 경우 변연폐쇄에는 효과적이지만 중합시간이 오래 걸리는 단점을 가지고 있고 초고속 광중합기를 사용할 경우 변연폐쇄는 전통적인 방법과 비교할 때 우수한 결과는 아니지만 중합시간이 단축되어 타액이나 수분에 오염될 가능성이 줄어든다는 장점을 가진다. 그러나 초고속 광중합기에서도 단일층 충전방법으로 충전한 경우에는 큰 간격을 나타냈다. 결과적으로 콤포머 및 콤포지트 레진 수복물의 변연밀폐를 최소화하기 위해서는 어떠한 광중합기나 광중합방식을 사용하든지 간에 원칙에 충실한 술식이 가장 중요할 것으로 사료된다.

V. 결 론

심미 수복물인 콤포머는 우수한 심미성과 적절한 강도를 가지고 있지만 광중합시 발생하는 중합수축으로 변연 미세 누출이 야기되어 수복물의 안정성을 감소시킨다. 본 연구는 이러한 여러 가지 광중합기 및 충전방법을 달리 사용한 여러 가지 광중합방식에 따른 수축과 변연에 존재하는 법랑질의 양이 변연밀폐에 미치는 영향을 관찰하고자 하였다. 발거된 사람의 치아에 2급 와동을 형성한 후 콤포머를 충전하여 주사전자현미경으로 계면의 간격을 측정하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. Flipo®를 사용하여 단일층 충전방법으로 충전한 5군은 치은측, 교합면측, 치수측 모두에서 다른 군보다 통계학

적으로 유의하게 큰 간격을 나타냈다.

2. 5군을 제외한 모든 군은 치은측, 교합면측, 치수측 모두에서 통계학적으로 유의한 간격의 차이가 없었다.
3. 치은측과 교합면측의 변연에 존재하는 법랑질의 양과 중합수축간격 사이는 상관관계가 나타나지 않았다.

참 고 문 헌

1. Suliman AH, Boyer DB, Roderic S, Lakes BS. Polymerization shrinkage of composite resins: Comparison with tooth deformation. *J Prosthet Dent* 71:7-12, 1994.
2. 조영근 등 번역, 치아의 심미수복, 나래출판사, chapter 4A:108.
3. Bowen RL, Rapson JE, Dickson G. Hardening shrinkage and hygroscopic expansion of composite resins. *J Dent Res* 61:654-8, 1982.
4. Hansen EK, Asmussen. Marginal adaptation of posterior resins: effect of dentin-bonding agent and hygroscopic expansion. *Dent Mater* 5:122-6, 1989.
5. Koike T, Hasegawa T, Manabe A, Itoh K, Wakumoto S. Effect of water sorption and thermal stress on cavity adaptation of dental composites. *Dent Mater* 6:178-80, 1990.
6. Feilzer AJ, De Gee AJ, Davidson CL. Relaxation of polymerization contraction shear stress by hygroscopic expansion. *J Dent Res* 69:36-9, 1990.
7. Davidson Ce Gee AJ. Relation of polymerization contraction stresses by flow in dentinal composite. *J Dent Res* 63:146-148, 1984.
8. Brannstrom M. Communication between the oral cavity and the dental pulp associated with restorative treatment. *Oper Dent* 12:158-163, 1987.
9. Brannstrom M. Infection beneath composite resin restoration: Can it be avoided? *Oper Dent* 12:150-154, 1987.
10. Koran P, Kurschner R. Effect of sequential versus continuous irradiation of a light-cured resin composite on shrinkage, viscosity, adhesion, and degree of polymerization. *Amer J Dent* 11:17-22, 1998.
11. Hansen EK. Visible light-cured composite resin: polymerization contraction, contraction pattern and hygroscopic expansion. *Scand J Dent Res* 90:329-35, 1982.
12. Feilzer AJ, De Gee AJ, Davidson CL. Setting stress in composite resin in relation to configuration of restoration. *J Dent Res* 66:1636-9, 1987.
13. Schwartz JL, Anderson MH, Pelleu GB Jr. Reducing microleakage with the glass ionomer/resin sandwich technique. *Oper Dent* 15:186-192, 1990.
14. Crim GA. Microleakage of three resin placement technique. *Amer J Dent* 4:69-72, 1991.
15. Uno S, Asmussen A. Marginal adaptation of a restorative resin polymerized at reduced rate. *Scand J Dent Res* 99:440-444, 1991.
16. Feilzer AJ, De Gee AJ, Davidson CL. Quantitative determination of stress reduction by flow in composite restorations. *Dent Mater* 6:167-171, 1990.
17. Blankenau RJ, Powel GL. Evaluation of resin polymerization using xenon, argon, and VLC system. *J Dent Res* 75:147, 1996.
18. Buonocore MG. Simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J*

- Dent Res 34:849-53, 1955.
19. Mehl A, Staunau H, Schreyger D, et al. The influence of pre-curing on the material properties of composite resins. J Dent Res 74:462 (Abstr 496), 1995.
 20. Lutz F, Krecjci I, Luescher B, Oldenburg TR. Improved proximal margin adaptation of Class II composite resin restorations by use of light-reflecting wedges. Quintessence Int 17:659-670, 1986.
 21. Rueggeberg FA, Caughman WF, Curtis JW, Davis HC. Factors affecting cure and depths within light-activated resin composites. AM J Dent 6:91-99, 1993.
 22. Feilzer AJ, Dooren LH, De Gee AJ, Davidson CL. Influence of light intensity on polymerization shrinkage and integrity of restoration-cavity interface. Eur J Oral Sci 103:322-326, 1995.
 23. Goracci G, Mori G, Casa de' Martinis L. Curing light intensity and marginal leakage of resin composite restorations. Quint Int 27:355-362, 1996.
 24. Lenhard M. Composite restoration version 2.7. ICDE (International Center for Dental Education) 1-24, 2000.
 25. Fusayama T. Indications for self-cured and light-cured adhesive composite resins. J Prosthet Dent 67:46-51, 1992.

사진부도 설명

- Fig. 3. Scanning electron microscope shows gingival gap ($2.3\mu\text{m}$) of group 1. (Bar indicate $10\mu\text{m}$)
- Fig. 4. Scanning electron microscope shows gingival gap ($4.85\mu\text{m}$) of group 2.
- Fig. 5. Scanning electron microscope shows gingival gap ($3.25\mu\text{m}$) of group 3.
- Fig. 6. Scanning electron microscope shows gingival gap ($3.2\mu\text{m}$) of group 4.
- Fig. 7. Scanning electron microscope shows gingival gap ($13.45\mu\text{m}$) of group 5.
- Fig. 8. Scanning electron microscope shows occlusal gap ($2.2\mu\text{m}$) of group 1.
- Fig. 9. Scanning electron microscope shows occlusal gap ($5.1\mu\text{m}$) of group 2.
- Fig. 10. Scanning electron microscope shows occlusal gap ($4\mu\text{m}$) of group 3.
- Fig. 11. Scanning electron microscope shows occlusal gap ($7.15\mu\text{m}$) of group 4.
- Fig. 12. Scanning electron microscope shows occlusal gap ($20.95\mu\text{m}$) of group 5.
- Fig. 13. Scanning electron microscope shows pulpal gap ($6.65\mu\text{m}$) of group 1.
- Fig. 14. Scanning electron microscope shows pulpal gap ($5.9\mu\text{m}$) of group 2.
- Fig. 15. Scanning electron microscope shows pulpal gap ($4.55\mu\text{m}$) of group 3.
- Fig. 16. Scanning electron microscope shows pulpal gap ($13.35\mu\text{m}$) of group 4.
- Fig. 17. Scanning electron microscope shows pulpal gap ($16.8\mu\text{m}$) of group 5.

사진부도 ①

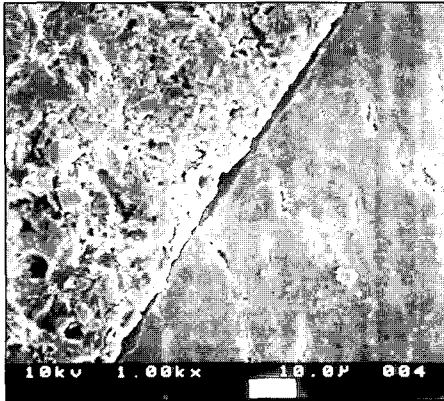


Fig. 3

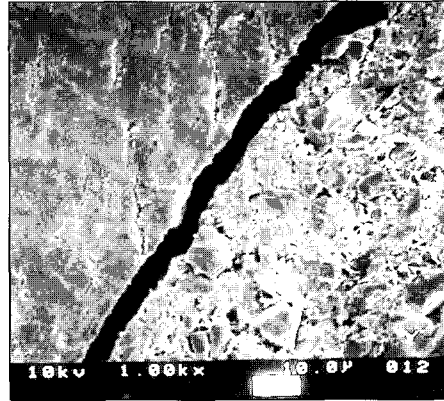


Fig. 4

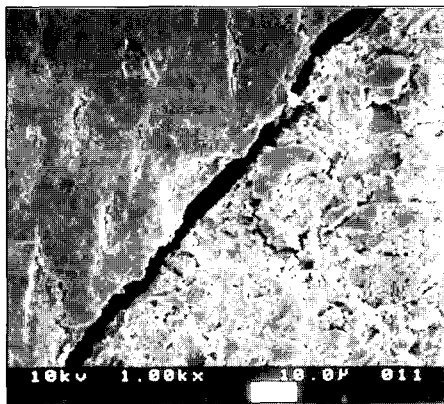


Fig. 5

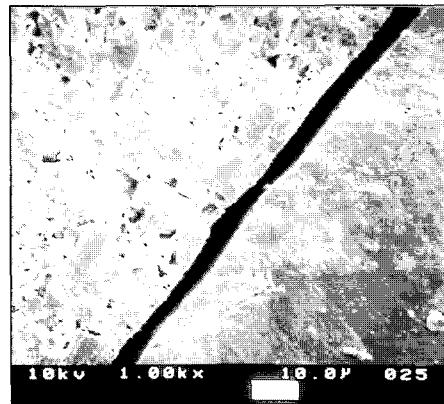


Fig. 6

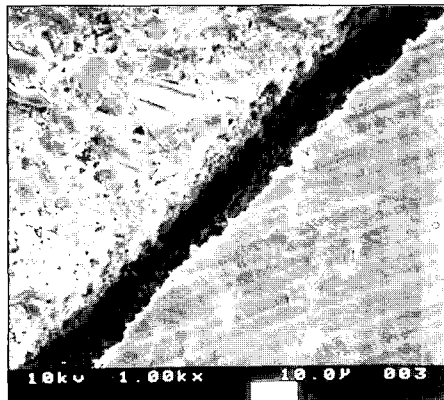


Fig. 7

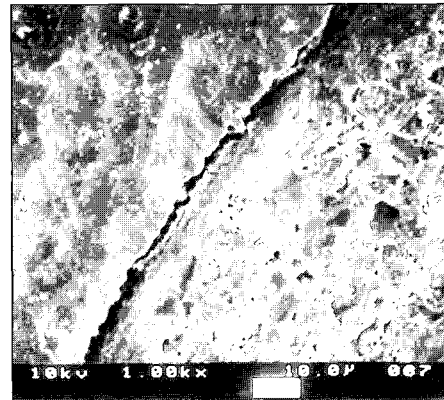


Fig. 8

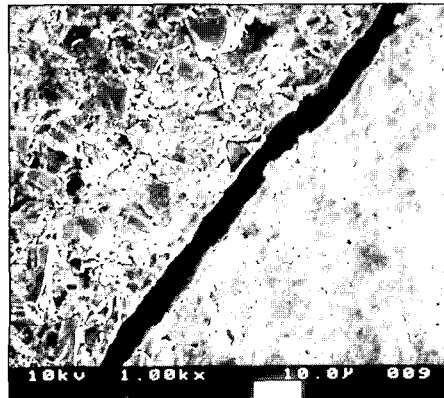


Fig. 9

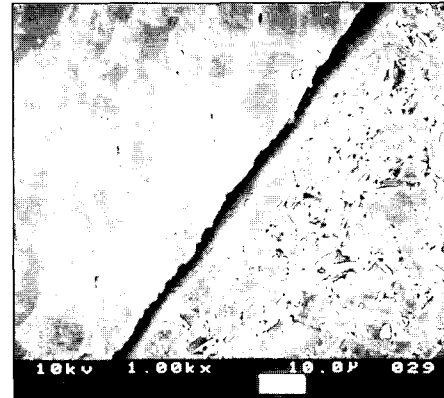


Fig. 10

사진부도 ②

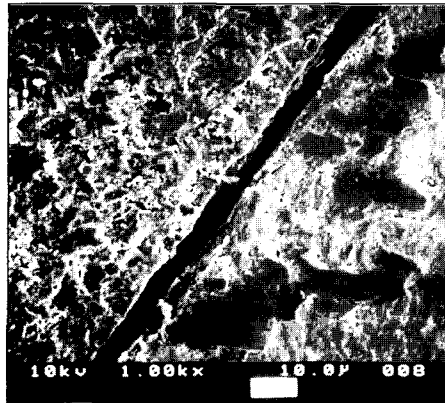


Fig. 11

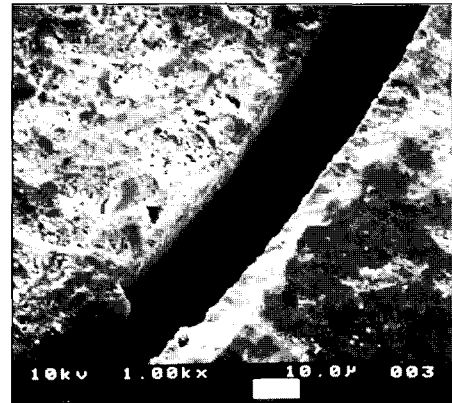


Fig. 12

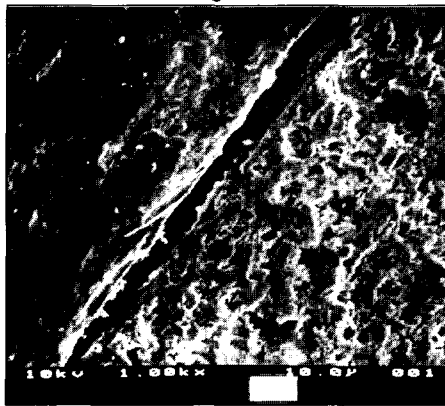


Fig. 13

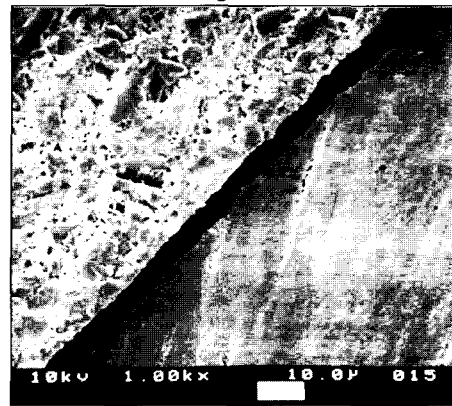


Fig. 14

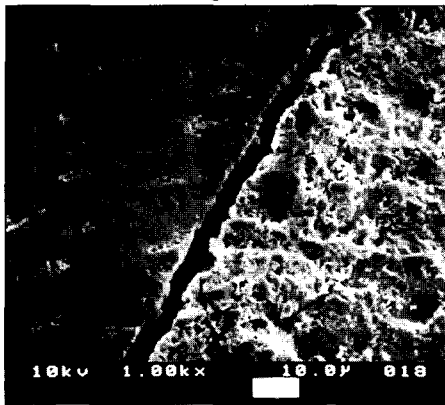


Fig. 15

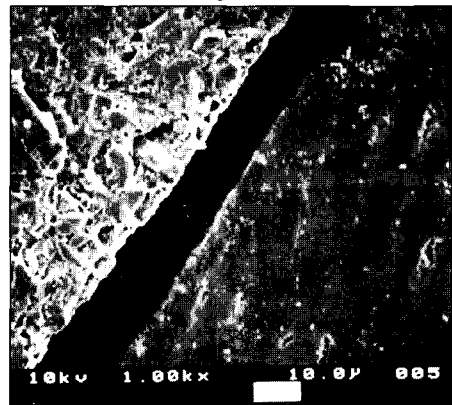


Fig. 16

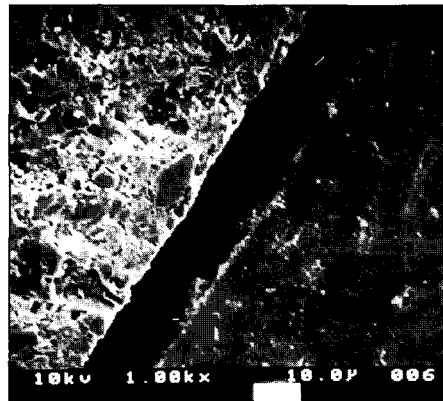


Fig. 17