

2 급 와동 복합레진 인레이 충전 후 변연누출에 관한 연구

경희대학교 치과대학 보존학교실

강현숙 · 최호영

목 차

- I. 서 론
- II. 실험재료 및 방법
- III. 실험성적
- IV. 총괄 및 고안
- V. 결 론
- 참고 문헌
- 영문 초록
- 논문사진부도

I. 서 론

복합레진은 자연 치아와 유사한 색상을 지니며 물리적 성질이 향상된 충전재료로써, 조각이 비교적 간편하여 전치부 뿐만 아니라 구치부에서도 널리 사용되고 있다¹⁾.

복합레진이 구치부에 사용될 경우, 가장 중요한 성질은 내마모성과 강도에 있으며²⁾, 이는 Filler 입자의 크기가 감소되고 단위 부피당 입자의 수가 증가됨에 따라 개개 입자에 가해지는 응력을 감소시켜 내마모성과 파괴저항성을 증가시킬 수 있기 때문이라고 하였다¹⁾.

그러나 복합레진 수복물에 수반되는 가장 큰 문제점은 중합시 발생하는 수축이며^{3,4,5)}, 이때 발생하는 contraction gap은 변연부 누출을 유

발하고 슬후 과민반응을 일으킬 수 있으며^{6,7)}, 이차우식증과 치수자극의 원인이 되기도 한다⁸⁾.

또 수복물 변연에 변색을 야기시키고⁹⁾, 변연부 및 치아 파괴를 일으키기도 하며^{10,11)}, 2급 와동인 경우에 구강내에서 긴밀한 접촉점을 얻지 못하면 치주질환을 유발시킬 수 있다고 보고된 바 있다^{12,13)}.

Contraction gap은 특히 2급 와동 수복물의 인접면 치은측 변연부에서 자주 관찰되며¹⁴⁾, 구치부의 복합레진 충전시 이러한 문제점을 해결하기 위하여 여러 방법들이 연구되고 있다.

Buonocore¹⁵⁾는 인산용액을 이용한 범랑질 산부식법을 소개한 바 있고, Ortiz¹⁶⁾와 Bowen¹⁷⁾은 산부식법과 함께 상아질 접착제를 사용함으로써 치질에 대한 접착을 향상시킬 수 있다고 보고하였다.

Krejci¹⁸⁾와 한¹⁹⁾등은 glass-ionomer cement를 이장재로 사용함으로써 변연부 누출을 감소시킬 수 있다고 하였으며, Lutz등²⁰⁾은 glass-ionomer cement는 상아질에 접착성을 지니고 방사선 불투과성이며, 충치를 예방하는 fluoride reservoir 역할을 하고 물리적 성질이 상아질과 유사할 뿐 아니라, glass-ionomer를 이장재로 사용할 경우 복합레진 수복물의 부피가 상대적으로 작아짐으로써 중합수축의 양도

감소된다고 하였다.

Welk²¹⁾은 와동형성시 변연부에 bevel을 형성함으로써 변연부 누출을 감소시킬 수 있다고 하였으며, Craig²²⁾도 bevel을 형성하는 것이 산부식 표면이 증가한다고 하였으나, Isenberg²³⁾의 최근 연구에 의하면 bevel을 부여하는 것이 임상적으로 중요한 효과를 나타내지 않으며, 특히 구치부 복합레진의 교합면 부위에서의 bevel 형성은 금기라고 하였다.

또 Jensen²⁴⁾은 복합레진을 increments방법으로 충전하고 중합시키는 것은 중합수축을 감소시키고 치아교두에서의 응력을 감소시킨다고 보고한 바 있다.

Lutz²⁰⁾에 의하면 three-sited light-curing technique을 이용한 multilayer condensation technique이 중합수축을 감소시킨다고 하였으며, Krejci²⁵⁾도 이 방법을 이용하면 중합반응시 일어나는 중합수축의 vector가 일정하게 변연부 쪽으로 향하게 되어 변연부 누출을 감소시킨다고 하였다.

Hansen²⁶⁾은 복합레진이 구강내에서 수분을 흡수하여 수화팽창을 일으키므로 gap의 크기를 감소시킨다고 하였으나, 수분의 흡수에 의하여 물리적 성질은 감소되므로, 교합력이 큰 부위에 사용될 때는 신중을 기해야 한다²⁷⁾.

또 연마방법에 따른 변연누출의 차이를 연구한 보고에서, Yu²⁸⁾은 disk보다는 bur를 사용하는 것이, 건조한 상태보다는 습기가 존재하는 상태에서 연마하는 것이 변연부 누출을 작게한다고 하였다.

최근, 중합수축을 보상할 수 있는 가장 좋은 방법으로서 복합레진의 간접 충전법, 즉 인레이 수복법이 소개되었는데, Sheth²⁹⁾은 이차적으로 가열 경화된 복합레진에서 기포가 감소되었음을 보고한 바 있고, Wendt^{30,31)}는 부가적인 가열에 의해 인장강도, 경도, 내마모도 및 색조 안정성이 증가되고 변연부 적합성이 좋아진다고 하였다.

Hasegawa³²⁾, 문³³⁾ 및 유³⁴⁾도 인레이로 제작된 복합레진 수복물이 직접 충전된 것보다 더 변연 봉쇄능력이 우수함을 보고하였고, Peutzfeldt³⁵⁾은 간접법보다 직접법으로 형성

된 인레이 수복물에서 변연부 누출이 더 작게 나타났다고 보고한 바 있다.

또 인레이 수복물의 함착용으로 사용되는 이중 중합형(dual-cured) 레진 시멘트의, 비교적 얇은층의 부피에서 일어나는 중합수축은 미약하므로 변연 봉쇄효과를 높일 수 있다고 보고된 바 있으나³⁶⁾, Lambrechts³⁷⁾은 함착용 레진 시멘트의 filler 함량이 적으므로 두꺼운 층으로 사용될 경우, 변연부 누출을 방지할 수 없다고 하였다.

Greener³⁸⁾은 복합레진의 중합변환정도와 관계되는 glass transition temperature는 110-130°C가 적당하며, 이중 125°C가 가장 효과적이라고 보고하였다.

Christensen³⁹⁾과 Wendt^{30,31)}도 125°C에서 가열처리를 하는 것이 바람직하다고 보고하였으며, Wendt⁴¹⁾는 가열 시간에 따라 인장강도와 경도에 큰 차이는 없으나, 7.5분간 열처리한 경우에 내마모성이 우수하였음을 보고한 바 있다.

반면, Inoue⁴²⁾과 Terachi⁴³⁾은 100°C에서 15분간 열처리를 하는 경우에 압축강도, 인장강도, 굴곡강도 및 경도등의 물리적 성질이 증가되었음을 보고하였다.

이에 저자는, 2급 와동에서 광중합 복합레진을 직접 충전한 경우와 직접법으로 제작한 인레이 수복물에서의 변연부 누출도를 비교하여 다소의 지견을 얻었기에, 이에 보고하는 바이다.

II. 실험재료 및 방법

가. 실험재료

실험재료로는 발거후 즉시 4°C의 생리 식염수에 보관되고 치관부나 치경부에 치아 우식증이 없는 건전한 상, 하악 대구치 60개를 선택하여 사용하였으며, 각 군당 10개씩 6개군으로 분류하였다.

각각의 충전재료, 연마기구 및 제조회사는 Table 1과 같다(Table 1).

Table 1. Materials and instruments used in this study

	Name of materials	Manufacturer	Batch No.
Direct filling materials	Brilliant Lux	Coltene, Swiss	090189-65
	Clearfil Photo Posterior	Kuraray Co., Japan	51120
Composite resin inlay materials	Brilliant (Indirect esthetic system)	Coltene, Swiss	190489-02 310389-13
	Clearfil CR Inlay	Kuraray Co., Japan	11125
Light-curing source	Visilux 2	3M Co., West Germany	128857
Heat-curing source	Heat-cure unit K L 100	Kuraray Co., Japan	
Polishing instruments	Hi-Tech (diamond point) white stone	SHOFU INC, Japan	1090
	Prophy Cups (rubber cup)	SHOFU INC, Japan	0391008
	Sof-Lex Pop-on (No. 1980)	DENSCO, U.S.A.	85132
		3M Co., West Germany	70-2004-7412-3
Cutting instrument	Diaflex-F	Horico, West Germany	H 358 F 220
Dye solution	2% Basic fuchsin dye	BHD Chemicals Ltd., England	

나. 실험방법

(1) 시편제작

치아에 부착된 치석과 연조직을 제거하고 세척한 후, 주수하에 고속용 No.701 tapered fissure carbide bur (Komet, West Germany) 로 2급 와동을 형성하였다.

교합면 와동의 isthmus와 proximal box의 협설측 넓이는 각각 2.0mm, 4.0mm 정도가 되게 하였고 와동의 깊이는 상아질층 내로 약 0.5mm까지 형성하였으며, proximal box의 치경부측 변연은 백악-법랑 경계부 하방 1.0

mm에 위치시켰고, 치은측벽의 넓이는 약 2.0 mm가 되도록 하였다.

와동의 내면은 둥근 선각을 가지게하고, 치수 측벽 선각에도 bevel을 부여하였으며, 기존의 금 인레이 와동에서보다 더 divergent한 측벽이 되도록 형성하였다.

또 교합면 와연우각에는 레진의 파괴를 방지하기 위하여 bevel을 형성하지 않았고, proximal box에서는 협설측의 법랑질 변연에만 약 45° 각도로 1.0mm 넓이의 bevel을 형성하였으며, 치경부측 변연에는 bevel을 형성하지 않았다(Fig. 1).

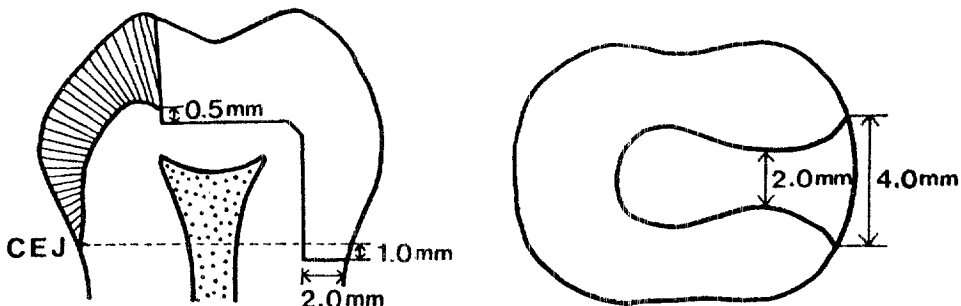


Fig. 1. Design of cavity preparation

각 치아들은 충전재료, 충전방법 및 열처리 방법에 따라 아래와 같이 6개군으로 분류하였다(Table 2).

제 1 군 : 와동을 40초간 산부식시키고 수세, 건조한 후 bonding agent를 도포하고 20초간 광조사하였다. 충전용 레진인 Brilliant Lux를 proximal box측과 교합면측으로 두번에 나누어 충전한 후 각각 40초간 광조사하였다.

제 2 군 : 1군과 방법은 동일하나, 충전재료로 Clearfil Photo Posterior를 사용하였다.

제 3 군 : 직접법을 이용한 인레이 수복물로서, 와동에 분리재를 2회 도포하고, Clearfil CR Inlay 레진을 한 덩어리로 충전한 다음 교합면측과 인접면측에서 각각 40초간, 총 80초 동안 광조사하였다.

인레이 수복물을 치아에서 제거한 후, 남아 있는 분리재를 흐르는 물에 칫솔로 제거한 다음, 가열 중합기 내에서 125°C에 7분간 열처리 하였다.

fine grain diamond bur로 대강의 형태를 수정한 후, 와동을 40초간 산처리하고 수세 건조한 다음, 이중 중합형 레진인 CR Inlay cement를 분말과 액을 동량으로 60초간 혼합하여 인레이체 내면과 와동내면에 시멘트를 고르게 바르고 CR inlay를 합착한 다음, 총 120초간 광조사 하였다.

제 4 군 : 3군과 동일한 재료와 방법을 이용하였으나, 열처리 과정을 달리하여 100°C에서 15분간 가열하였다.

제 5 군 : 역시 직접법을 이용한 인레이 수복물로서 충전재료는 Brilliant (Indirect esthetic system)를 사용하였고, 125°C에 7분간 열처리

하였으며, 산부식과 수세 건조까지는 3군과 동일하나 인레이체를 합착하는 과정에서만 약간의 차이가 있다. 즉, 시멘트를 사용하기 전에 Duo bond를 와동내면에 바르고 air로 가볍게 불어 얇은 층이 되게한 다음, paste type의 Duo cement를 base와 catalyst가 동량이 되게 혼합한 후 제작된 inlay 내면과 와동 내면에 도포후 와동에 합착시켜 3군과 동일하게 광조사 하였다.

제 6 군 : 5군과 재료 및 방법이 동일하나, 열처리를 100°C에서 15분간 시행하였다.

제작된 시편들은 fine grain diamond bur, white stone, white rubber polisher 및 Sof-Lex disk 순으로 주수하에 연마하였고, 24시간동안 실온의 증류수에 보관하였다.

(2) Thermocycling

Garcia-Godoy등⁴⁴⁾의 방법에 따라 6°C의 수조에서 30초간, 60°C의 수조에서 30초간 교대로 총 200회의 thermocycling을 실행한 후, 치근단공을 통한 불필요한 색소의 침투를 방지하기 위하여 치근단을 utility wax로 봉쇄하고, 수복와동 주위 1.0mm를 제외한 치아전면에 nail varnish를 2회 도포하였다.

(3) 색소 침투도의 측정

시편을 실온의 2.0% basic fuchsin dye 용액에서 24시간동안 침지시킨 후, 여분의 색소를 흐르는 물에서 제거하고 저속용 diamond disk를 이용하여 수복물의 중앙을 지나고 치아 장축에 평행하게 근원심 방향으로 절단하였다.

절단면은 silicone carbide abrasive paper에

Table 2. Filling materials and methods in 6 groups

Group	Filling method	Filling material	Heat treatment
1	direct filling	Brilliant Lux	No
2	direct filling	Clearfil Photo Posterior	No
3	direct inlay	Clearfil CR Inlay	125°C 7 min
4	direct inlay	Clearfil CR Inlay	100°C 15 min
5	direct inlay	Brilliant (Indirect esthetic system)	125°C 7 min
6	direct inlay	Brilliant (Indirect esthetic system)	100°C 15 min

연마한 후 확대경(Smileline illuminator with 2x magnifying lens, Rinn Corp, U.S.A.)을 사용하여 색소 침투도를 관찰하였으며 판정 기준은 Tani와 Buonocore⁴⁵⁾의 방법에 따라 다음과 같이 판정하였다(Fig. 2).

- 0도: 색소 침투가 전혀 없는 경우
- 1도: 색소 침투가 수복물의 측벽을 따라 1/2을 넘지 않는 경우
- 2도: 색소 침투가 수복물의 측벽 및 치은측벽에만 나타나고 치수벽에는 나타나지 않는 경우
- 3도: 색소 침투가 치수벽 및 측벽까지 나타난 경우
- 4도: 색소 침투가 전 와벽 및 치수강까지 도달된 경우

III. 실험성적

60개의 치아를 10개씩 6개군으로 나누어 2급 와동을 형성한 후, 충전재료와 방법 및 열처리

방법등을 달리하여 얻어낸 색소 침투도의 결과는 Table 3과 같으며, 통계분석에는 T-test와 ANOVA를 사용하였다(Table 3).

1군과 2군에서는 교합면측보다 치경부측 변연에서의 색소 침투도가 현저히 크게 나타났으며($p < 0.001$), 4군과 6군에서도 역시 치경부측의 색소 침투도가 높게 나타났다($p < 0.05$). 3군과 5군에서도 치경부측의 색소 침투도가 약간 높게 나타났으나 통계학적인 유의성은 없었다(NS).

각군에 대한 평균과 표준편차는 Table 4와 같다(Table 4).

충전 방법에 따른 비교에서는, 복합레진을 직접 충전한 경우와 인레이로 형성한 경우 교합면측 변연에서는 유의성있는 차이를 보이지 않았으나 치경부측 변연에서는 유의한 차이를 나타냈다.

즉, 제 1군과 5 및 6군 사이에는 교합면측 변연에서 1군의 색소 침투도가 다소 높게 나타났으나 통계학적인 유의성은 없었고(NS), 치

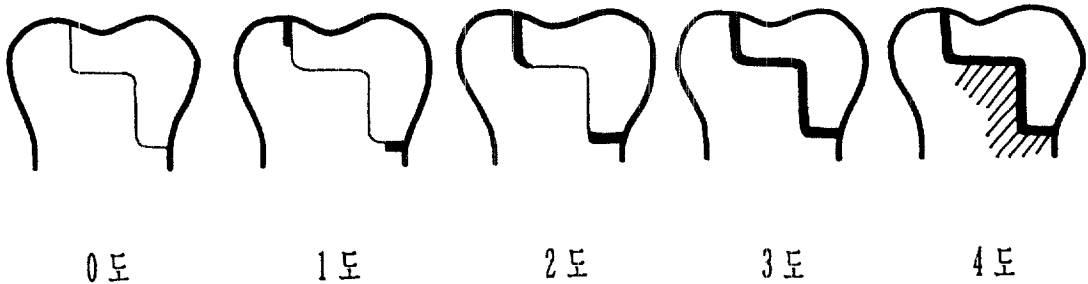


Fig. 2. Diagram of dye penetration degree

Table 3. Dye penetration score obtained from 6 groups

Degree	Occlusal margin score (n = 10)					Cervical margin score (n = 10)					Mean ± S.D.	
	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4	Occlusal margin	Cervical margin
1	7	3							1	9	0.300 ± 0.483	3.900 ± 0.316
2	9	1							1	9	0.100 ± 0.316	3.900 ± 0.316
3	9	1				6	4				0.100 ± 0.316	0.400 ± 0.516
4	9	1				3	4	2	1		0.100 ± 0.316	1.100 ± 0.994
5	9	1				6	1		1	2	0.100 ± 0.316	1.200 ± 1.751
6	7	3				3	4		1	2	0.300 ± 0.483	1.500 ± 1.581

Table 4. Comparisons of occlusal and cervical dye penetration degree in each groups

Group (n = 10)	Mean ± S.D.		P
	Occlusal margin	Cervical margin	
1	0.300 ± 0.483	3.900 ± 0.316	< 0.001
2	0.100 ± 0.316	3.900 ± 0.316	< 0.001
3	0.100 ± 0.316	0.400 ± 0.516	NS
4	0.100 ± 0.316	1.100 ± 0.994	< 0.05
5	0.100 ± 0.316	1.200 ± 1.751	NS
6	0.300 ± 0.483	1.500 ± 1.581	< 0.05

경부측 변연에서는 인레이로 수복된 5 및 6군의 색소 침투도가 현저히 작게 나타났다(p<0.001).

제 2군과 3 및 4군 사이에서도 역시 교합면측 변연에서는 색소 침투도의 차이를 나타내지 않았으나(NS), 치경부측 변연에서는 인레이로 수복된 3 및 4군의 색소 침투도가 현저히 작게 나타났으며(p<0.001), 결과는 Table 5와 같다(Table 5).

Clearfil CR Inlay를 사용한 인레이 중, 125°C에서 7분간 가열처리한 3군과 100°C에서 15분간 열처리한 4군을 비교해보면, 교합면측에서는 색소 침투도에 차이를 보이지 않았으며(NS), 치경부측에서는 4군이 다소 높은 색소 침투도를 나타냈으나 통계학적인 유의성은 없

었다(p>0.05).

Brilliant를 사용한 5군과 6군에서도 교합면측과 치경부측 변연에서 색소 침투도의 차이는 통계학적인 유의성이 없었다(p>0.05).

각 군간의 유의도 차이를 살펴보면, 교합면측에서는 각 군간에 통계학적으로 유의성있는 차이가 없었고, 치경부측에서의 유의성 여부는 Table 6과 같다(Table 6).

Table 6. Comparisons between groups at cervical margin

Group	1	2	3	4	5	6
1		NS	S	S	S	S
2			S	S	S	S
3				NS	NS	S
4					NS	NS
5						NS
6						

S : Significant difference at the 5% level

NS : No significant difference

IV. 총괄 및 고안

복합레진은 전치부와 구치부의 심미적인 수복재로써 그 사용빈도가 증가되고 있으나, 와동에 직접 충전한 경우 충분한 강도와 내마모

Table 5. Comparisons of occlusal and cervical dye penetration degree by filling method

(1) Brilliant

Filling method	No. of exam	Mean ± S.D.	
		Occlusal margin	Cervical margin
Direct filling (group 1)	10	0.300 ± 0.483	3.900 ± 0.316
Inlay (group 5 and 6)	20	0.200 ± 0.410	1.350 ± 1.631
P		NS	< 0.001

(2) Clearfil

Filling method	No. of exam	Mean ± S.D.	
		Occlusal margin	Cervical margin
Direct filling (group 2)	10	0.100 ± 0.316	3.900 ± 0.316
Inlay (group 3 and 4)	20	0.100 ± 0.308	0.750 ± 0.851
P		NS	< 0.001

성을 가지지 못하며 변연부 누출로 인한 문제점이 있다.

최근에 사용되고 있는 hybrid type의 복합레진은 1~5 μ m 크기의 작은 filler 입자와 비교적 큰 입자가 섞여있어 구치부에 사용되기에 더욱 적합해졌다⁴⁰⁾.

본 실험에 사용된 Billiant와 Clearfil CR Inlay도 hybrid type의 복합레진이며, 무게비로 75~80% 정도되는 많은 양의 filler를 함유하기 때문에 물리적 성질이 향상되고 중합수축도 감소하게 되었다. 중합수축의 정도는 filler의 함량 및 입자의 크기등과 관계있으며, 구치부용 복합레진의 평균 중합수축률은 약 2.5~3.5vol. %정도이다²⁾.

중합시 발생하는 수축응력은 약 2.8~6.4 MPa정도이고⁴⁶⁾, 이는 치질에 대한 수복물의 결합력보다 크므로, 레진의 중합시 발생하는 contraction gap은 피할 수 없는 문제점이 되어왔다.

그러나 Ciucchi등⁴⁷⁾은 중합수축을 보상할 수 있는 가장 좋은 방법이 인레이를 이용하는 것이라 하였으며, Kanca⁴⁸⁾와 Qvist⁴⁹⁾는 복합레진 인레이에 열을 가하는 가장 중요한 이유는 채적의 안정성을 얻기 위함이라고 밝힌 바 있다.

Leinfelder²⁾는 가열처리한 복합레진 수복물의 장점은 변연 적합성이 우수하고 인접면의 형태 부여 및 긴밀한 접촉점의 부여가 용이하며, 중합 수축을 보상하여 변연부 누출 및 이로 인한 술후 과민성과 이차 우식증등을 감소시키는데 있다고 하였다. 뿐만 아니라 부가적인 가열처리를 함으로써 여러 물리적 성질이 증가되는데, 이는 열에 의하여 복합레진내에서 중합되지 않은 레진기질의 양이 감소되고 중합도가 증가되기 때문이라고 하였다^{30,31,48)}.

또 McKinney⁵⁰⁾는 중합후 가열처리를 함으로써, 중합체(polymer)가 산과 같은 화학적 물질에 더 큰 저항성을 갖게 된다고 하였다.

복합레진의 중합 정도는 가열 중합형, 광중합형, 자가 중합형 순이며⁵¹⁾, 자가 중합형과 가열 중합형 레진이 균일하게 중합되는 것에 반하여 광중합형 레진은 광원으로 부터의 거리

가 멀어질수록 중합정도는 낮아진다⁵²⁾. 그러므로 완벽한 중합을 위하여 구강 밖에서 이차적으로 열을 가하는 것은 매우 바람직한 결과를 기대할 수 있다.

가열처리시의 온도와 시간에 대하여 Greener등³⁸⁾은 glass transition temperature라 하여 110-130°C의 온도에서 filler와 레진기질 사이의 결합력이 증가된다고 하였으며, 60°C 미만의 열을 가하는 경우에는 내마모성이 현저히 감소된다고 하였다⁵³⁾.

Wendt^{30,31)}와 Kanca⁴⁸⁾등도 125°C에서 약 7-10분간 열을 가하는 경우 내마모도, 인장강도 및 색조 안정성등이 증가되며 변연 봉쇄성이 우수해진다고 보고하였다.

반면 Inoue⁴²⁾, Terachi⁴³⁾등은 100°C에서 15분간 열을 가하는 경우 압축강도, 굴곡강도 및 경도등의 여러 물리적 성질이 가장 우수하다고 하였다.

본 연구에서는 교합면측 변연과 치경부측 변연 모두에서 가열처리한 온도와 시간 변화에 따른 변연부 누출의 차이는 거의 없었으며($p > 0.05$), 임상에서는 최소한 60°C이상의 열을 가하는 것이 바람직하다고 사료된다.

많은 선학들의 연구에서와 같이, 본 실험의 결과에서도 교합면측 변연에서는 직접 충전한 수복물과 인레이로 수복한 경우 모두에서 거의 색소 침투도를 보이지 않았으나, 치경부측 변연에서는 비교적 높은 색소 침투도를 보였다.

그러나 치경부측에서는 인레이로 수복한 경우, 직접 충전한 경우보다 색소 침투도가 훨씬 감소된 것을 알 수 있었는데, 이는 복합레진 인레이를 이용하는 것이 중합수축을 보상할 수 있는 좋은 방법임을 알 수 있다.

치경부측의 변연부 누출이 큰 이유는, 수복물의 변연이 법랑질에 위치하는 경우는 산부식법에 의하여 적절한 결합력을 얻을 수 있는 반면에, 수복물 변연이 상아질에 위치하는 경우에는 중합수축시 발생하는 수축응력을 전달 만큼 충분한 결합력을 얻을 수 없기 때문이라고 설명될 수 있다.

Davidson등⁴⁶⁾에 의하면, 중합시 수복물과 치아 사이에서 발생하는 응력은 2.8~6.4MPa

정도이며, Leinfelder²⁾는 법랑질 접착제의 인장 결합강도는 13.8MPa 정도이므로 효과적이거나, 제 2 세대 상아질 접착제의 결합강도는 4~5MPa를 넘지 못하므로 중합시 수축응력에 저항하기에는 충분치 못하다고 하였다. Retief 등⁵⁴⁾도 서로다른 네가지의 상아질 접착제의 평균 결합강도가 3.8MPa 정도에 지나지 않는다고 하였다.

이와같이 상아질층에 대한 결합력이 낮은 이유는 법랑질에 비해 유기질과 수분의 함량이 많아 효과적인 산부식이 어렵기 때문이며^{55,56)}, Gwinnett⁵⁷⁾의 SEM연구에 의하면 사람치아의 치경부 법랑질 구조는 불규칙한 양상을 나타내므로, 이러한 요인 역시 결합강도를 낮추는데 관여한다고 하였다.

치경부측에서의 변연부 누출은 proximal box의 크기가 클수록 증가하는데, 이는 수복물의 부피가 더 커지게 되어 중합수축량도 증가하기 때문이다⁵⁸⁾.

또 구강내에서 시술하는 경우, 격벽의 적합이 곤란하고 연마기구 및 광원이 도달되기 어려우므로, 변연부 누출은 더욱 증가하게 된다⁵⁹⁾.

본 연구에서, 인레이의 합착용 시멘트로 각 재료에 포함된 이중 중합형 레진을 사용한 이유는, 이들은 광선에 의하여 중합이 일어날 뿐만 아니라, 광선이 도달되지 못하는 부위에서도 자가 중합반응이 일어나므로 보다 완벽한 중합효과를 얻을 수가 있기 때문이다.

대부분의 상품들은 구치부용이므로 방사선 불투과성이고, Bis-GMA나 urethane dimethacrylate 레진으로 부터 형성된 미립자의 filler를 함유하는 hybrid type이며, silica나 glass filler를 무게비로 20~75%정도 포함한다⁶⁰⁾.

레진 시멘트(150 μ m)는 인산아연 시멘트(85 μ m)나 glass-ionomer cement(80 μ m)보다 피막 후경이 훨씬 두꺼우나⁶¹⁾, 구강내 용액에 대한 용해성이 거의 없고 충분한 광조사에 의하여 레진 시멘트의 표층에 초기 방어층(initial barrier)을 형성하므로 변연부 누출을 효과적으로 막을 수가 있다³²⁾.

Wendt³⁰⁾와 Hasegawa 등⁶²⁾의 연구에 의하면 합착제로 사용되는 레진 시멘트의 중합수축은 무시할만 하며 변연부 누출을 감소시킬 수 있다고 하였으나, Yanikoglu 등⁶³⁾과 Feilzer^{64,65)}는 합착용 레진 시멘트의 경화시 발생하는 중합수축으로 인하여 효과적인 변연 봉쇄효과를 나타낼 수 없다고 하였다.

본 실험에서는 인레이 수복물을 이중 중합형 레진으로 합착시킨 경우, 직접 충전한 경우보다 치경부측에서의 변연부 누출이 훨씬 감소된 결과를 보였다. 그러나 제 5 군과 6 군에서, 20 개의 시편중 4개에서 4도의 색소 침투도를 나타낸 것은, 시편 제작후 레진 시멘트의 완전한 경화가 완료되기전에 연마하고 물속에 보관했기 때문이라고 사료된다.

복합레진 인레이 수복물의 최대 장점은 구강 밖에서 이차적으로 열을 가하여 부가적인 중합수축을 유도하고, 이때 발생하는 contraction gap은 이중 중합형 레진 시멘트로 봉쇄함으로써 변연부 누출을 감소시키는데 있으므로, 합착용 레진 시멘트의 중합 수축에 대해서는 연구가 계속되어야 할 것으로 생각된다.

또 현재까지 개발된 상아질 접착제의 치질에 대한 결합강도는 레진 수복물의 중합수축력에 저항하는데 불충분하므로, 물리적 성질의 향상과 함께 새로운 재료의 개발이 시급하다고 사료된다.

구치부에서 복합레진의 사용은, Amalgam이나 금인레이에 비하여 강도와 내마모도가 낮은 취약성이 있으나, 근래에는 복합레진을 이용한 인레이 수복물이 소개됨에 따라 강도와 경도, 색조 안정성 및 내마모도가 증가하게 되었고, 변연부 누출 또한 현저히 감소하게 되어, 심미적인 수복재료써 매우 바람직한 성질을 가지게 되었다.

이상의 연구들을 토대로 할때, 교합력이 직접 가해지는 부위가 아닌경우, 깊은 와동에 수산화칼슘 제재를 사용하여 치수를 보호해주고 glass-ionomer cement로 이장한 다음 복합레진 인레이로 수복해 준다면, 매우 성공적인 결과를 얻을 수 있으리라 생각된다.

앞으로 이상적인 구치부용 심미 수복재의 개

발을 위하여, 실험실 내의 연구와 더불어 구강 내, 즉 임상증례에 대한 관찰과 연구가 계속 되어야 할 것이다.

V. 결 론

저자는 광중합형 복합레진을 와동에 직접 충전한 경우와, 인레이 수복물을 제작하여 이중중합형 레진 시멘트로 합착시킨 경우의 변연부 누출도를 비교하기 위하여, 발거한 상, 하악 대구치 60개에 2급 와동을 형성하고 충전재료와 방법 및 열처리 온도와 시간에 따라 6개군으로 분류하였다.

제작된 시편들은 동일한 조건하에서 연마한 후, 6°C와 60°C의 수조에서 각각 30초씩 20회의 온도변화를 주고, basic fuchsin dye-용액에 24시간 동안 침지시킨 후 시편을 절단하고 색소 침투를 측정하여 변연부 누출도를 비교하였으며, 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 모든군에서 교합면측보다는 치경부측에서 비교적 높은 변연부 누출을 나타냈다.
2. 치경부측에서는 인레이로 수복한 경우가 직접 충전한 경우보다 변연부 누출이 작게 나타났다($p < 0.001$).
3. 가열처리한 인레이에서, 온도와 시간에 따른 교합면측과 치경부측의 변연 누출도의 차이는 나타나지 않았다.
4. 교합면측에서는 변연부 누출을 거의 보이지 않았으며, 각 군간 유의한 차이가 없었다.

REFERENCES

1. Bowen R.L.: Dental filling material comprising vinyl silane treated fused silica and a binder consisting of reaction product of bisphenol and glycidyl acrylate. US patent No. 3066, 112, 1962.
2. Leinfelder K.F.: Posterior composite resins. J Am Dent Assoc (special issue) September, 21-26, 1988.
3. Bausch J.R., De Lange C., Davidson C.L., et al.: Clinical significance of polymerization shrinkage of composite resins. J Prosthet Dent 48:59-62, 1982.
4. Goldman M.: Polymerization shrinkage of resin-based restorative materials. Aust Dent J 28:156-161, 1983.
5. Davidson C.L., DeGee A.J.: Relaxation of polymerization contraction stresses by flow in dental composites. J Dent Res 63:146-154, 1984.
6. Lambrechts P., Braem M., Vanherle G.: Evaluation of clinical performance for posterior resins and dentin adhesives. Oper Dent 12:53-78, 1987.
7. Torstenson B., Brännström M.: Contraction gap under composite resin restorations: Effect of hygroscopic expansion and thermal stress. Oper Dent 13:24-31, 1988.
8. Brännström M.: Communication between the oral cavity and the dental pulp associated with restorative treatment. Oper Dent 9:57-68, 1984.
9. Eick J.D., Welch F.H.: Polymerization shrinkage of posterior composite resins and its possible influence on postoperative sensitivity. Quintessence Int 17:103-111, 1986.
10. Lutz F., et al.: Optimizing the marginal adaptation of MOD composite restorations. In G. Vanherle et al. (eds): Posterior composite Resin Dental Restorative Materials. St. Paul Minn, 3M Co., pp. 405-420, 1985.
11. Staninec M., et al.: Interfacial space, marginal leakage, and enamel cracks around composite resins. Oper Dent 11:14-24, 1986.
12. Wilder A.D.: Clinical techniques of placement for posterior composite resin. In G. Vanherle et al. (eds): Posterior Composite

- Resin Dental Restorative Materials. St. Paul Minn, 3M Co., pp. 465-473, 1985.
13. Craig R.G.: Overview of posterior composite resins for use in clinical practice. In G. Vanherle et al. (eds): Posterior Composite Resin Dental Restorative Materials. St. Paul Minn, 3M Co., pp. 199-211, 1985.
 14. Lutz F., Kull M.: The development of posterior tooth composite system, in vitro investigation. *Hely Odontol Acta* 24:1-29, 1980.
 15. Buonocore M.G.: A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res* 34:849, 1955.
 16. Ortiz R.F., Phillips R.W., Swartz M.L.: Effect of composite resin bond agent on microleakage and bond strength. *J Prosthet Dent* 41:51-57, 1979.
 17. Bowen R.L., Cobb E.N.: A method for bonding to dentin and enamel. *J Am Dent Assoc* 107:734-736, 1984.
 18. Krejci I., Lutz F., Krejci D.: The influence of different base materials on marginal adaptation and wear of conventional Class II composite resin restorations. *Quintessence Int* 19:191-198, 1988.
 19. 한승원 : Glass-ionomer cement를 이장한 Composite resin의 변연 적합성에 관한 연구. *대한치과보존학회지*, 14(2) : 5-19, 1989.
 20. Lutz F., Krejci I., Oldenburg T.R.: Elimination of polymerization stresses at the margins of posterior composite resin restorations: a new restorative technique. *Quintessence Int* 17:777-784, 1986.
 21. Welk D.A., Laswell H.R.: Rationale for designing cavity preparations in light of current knowledge and technology. *Dent Clin North Am* 20:231, 1976.
 22. Craig R.G.: Restorative dental materials. 6th ed. St. Louis, C.V. Mosby, 1980.
 23. Isenberg B.P., Leinfelder K.F.: Efficacy of beveling posterior composite resin preparations. *J Esthet Dent* 2(3):70-73, 1990.
 24. Jensen M.E., Chan D.C.N.: Polymerization shrinkage and microleakage. In G. Vanherle et al. (eds): Posterior Composite Resin Dental Restorative Materials. St. Paul Minn, 3M Co., pp. 243-262, 1985.
 25. Krejci I.: Optimierung der marginalen Adaptation approximaler Randbezirke von lichtgehärteten MOD-Komposite restorationen in vitro. *Zahnmed. Diss.*, Zurich, 1986.
 26. Hansen E.K.: Visible light-cured composite resins: polymerization contraction, contraction pattern and hygroscopic expansion. *Scand J Dent Res* 90:329-335, 1982.
 27. Staninec M., Mochizuki A., Tanizaki K., et al.: Interfacial space, marginal leakage, and enamel cracks around composite resins. *Oper Dent* 11:14-24, 1986.
 28. Xin Yi Yu, Wiczowski G., Davis E.L., et al.: The influence of finishing technique on microleakage. *J Esthet Dent* 2(5): 142-144, 1990.
 29. Sheth P.J., Jensen M.E., Sheth J.J.: Comparative evaluation of three resin inlay techniques: microleakage studies. *Quintessence Int* 20:831-836, 1989.
 30. Wendt S.L.: The effect of heat used as a secondary cure upon the physical properties of three composite resins. I. Diametral tensile strength, compressive strength, and marginal dimensional stability. *Quintessence Int* 18:265-271, 1987.
 31. Wendt S.L.: The effect of heat used as secondary cure upon the physical properties of three composite resins. II. Wear, hardness, and color stability. *Quintessence Int*

- 18:351-356, 1987.
32. Hasegawa E.A., Boyer D.B., Chan D.C.N.: Microleakage of indirect composite inlays. *Dent Mater* 5:388-391, 1989.
 33. 문영덕, 조규증 : 합착방법에 따른 복합레진 인레이의 변연봉쇄효과. *대한치과보존학회지*, 16(1) : 121-132, 1991.
 34. 유제국, 배정식, 이호용 : 광중합 복합레진 INLAY 수복물의 변연누출에 관한 실험적 연구. *대한치과보철학회지*, 26(1) : 85-96, 1988.
 35. Peutzfeldt A., Asmussen E.: A comparison of accuracy in seating and gap formation for three inlay/onlay techniques. *Oper Dent* 15:129-135, 1990.
 36. Schaller H.G., Götze W., Bertram V.: Prüfung der Wanständigkeit verschiedener Kompositkunststoffe im Seitenzahnbereich. *Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift* 43:914-918, 1988.
 37. Lambrechts P., Braem M., Vanherle G.: Evaluation of clinical performance for posterior composite resins and dentin adhesives. *Oper Dent* 12:53-78, 1987.
 38. Bakir N., Greener E.H.: Glass transition temperatures in posterior composites. *J Dent Res* 65 (special issue): (abs. No. 458), 1986.
 39. Christensen G.J.: Tooth-colored inlays and onlays. *J Am Dent Assoc* (special issue), September, 12-17, 1988.
 40. Wendt S.L., Leinfelder K.F.: The clinical evaluation of heat-treated composite resin inlays. *J Am Dent Assoc* 120:177-181, 1990.
 41. Wendt S.L.: Time as a factor in the heat curing of composite resins. *Quintessence Int* 20:259-263, 1989.
 42. Inoue K., Utsumi S., Matsumura K.: Characteristics of composite resin inlay. *Adhesive Dentistry* 6(4): 235-241, 1988.
 43. Terachi M., Ujigo Y., Muraki T., et al.: A study on composite resin inlay. *Japan J Conserv Dent* 32(1): 95-101, 1989.
 44. Garcia-Godoy F., Malone W.F.P.: Microleakage of posterior resins using glass-ionomer cement bases. *Quintessence Int* 19: 13-17, 1988.
 45. Tani Y., Buonocore M.G.: Microleakage and penetration of basic fuchsin dye in anterior restorative materials. *J Am Dent Assoc* 78:542-548, 1969.
 46. Davidson C.L., DeGee A.J.: Relaxation of polymerization contraction stresses by flow in dental composites. *J Dent Res* 63: 16-48, 1984.
 47. Ciucchi B., Bouillaguet S., Holz J.: Proximal adaptation and marginal seal of posterior composite resin restorations placed with direct and indirect techniques. *Quintessence Int* 21:663-669, 1990.
 48. Kanca J. III: The effect of heat on the surface hardness of light-activated composite resins. *Quintessence Int* 20:899-901, 1989.
 49. Qvist V.: Marginal adaptation of composite restorations performed in vivo with different acid-etch restorative procedures. *Scand J Dent Res* 93:68-75, 1985.
 50. McKinney J.E.: Influence of acid on wear of composite restoratives. *J Dent Res* 63: 199 (abs. No. 256), 1984.
 51. Wilder A.D.: Clinical techniques of placement for posterior composite resin. In G. Vanherle et al. (eds): *Posterior Composite Resin Dental Restorative Materials*. St. Paul Minn, 3M Co., pp. 465-473, 1985.
 52. Cook W.D.: Factors affecting the depth of cure of UV polymerized composites. *J Dent Res* 59:800-808, 1980.
 53. Greener E.H., Greener C.S., Moser J.B.:

- The hardness of composite as a function of temperature. *J Oral Rehabil* 11:335-340, 1984.
54. Retief D.H., et al.: Tensile bond strength of dentin bonding agents to dentin. *Dent Mater* 2:72-77, 1986.
 55. Phair C.B., Fuller J.L.: Microleakage of composite resin restorations with cementum margins. *J Prosthet Dent* 53:361-364, 1985.
 56. Walker C., Lacy A.: Cervical microleakage in class II posterior composite resin restorations. *J Dent Res* 65:346 (abs. No. 1591), 1986.
 57. Gwinnett A.J.: The ultrastructure of the "prismless" enamel for permanent human teeth. *Archives Oral Biology* 12:381-388, 1967.
 58. Söderholm K.J.: Influence of silane treatment and filler fraction on thermal expansion of composite resins. *J Dent Res* 63:1321-1326, 1984.
 59. Clark N.P., Warren J.A., Boyle J.A.: Extramarginal enamel marker used to finishing of composite resin restoration margins. *Quintessence Int* 19:347-351, 1988.
 60. O'Keefe K., Powers J.M.: Light-cured resin cements for cementation of esthetic restorations. *J Esthetic Dent* 2(5): 129-133, 1990.
 61. Staninec M., Giles W.S., Saiku J.M., et al.: Caries penetration and cement thickness of three luting agents. *Int J Prosthet* 1: 259-263, 1988.
 62. Hasegawa E.A., Boyer D.B., Chan D.C.N.: Microleakage of indirect composite inlays. *J Dent Res* 67 (special issue): 196 (abs. No. 666), 1988.
 63. Yanikoglu F., Scherer W.: Comparison of microleakage between direct placement technics and direct inlay technics. *J Marmara Univ Dent Faculty* 1(1): 40-46, 1990.
 64. Feilzer A.J., DeGee A.J., Davidson C.L.: Setting stress in composite resin in relation to configuration of the restoration. *J Dent Res* 66:1636-1639, 1987.
 65. Feilzer A.J., DeGee A.J., Davidson C.L.: Increased wall-to-wall curing contraction in thin bonded resin layers. *J Dent Res* 68:48-50, 1989.

– ABSTRACT –

A STUDY ON THE MARGINAL LEAKAGE OF CLASS II COMPOSITE RESIN INLAY

Hyun - Sook Kang, D. M. D., Ho - Young Choi D. D. S., Ph. D.

Department of Conservative Dentistry, College of Dentistry, Kyung Hee University

The purpose of this study was to evaluate the microleakage of class II composite resin inlays and compare them with the conventional light-cured resin filling restorations.

Class II cavities were prepared in 60 extracted human molars with which cervical margins were located below 1.0mm at the cemento-enamel junction using No. 701 tapered fissure carbide bur.

All of the prepared cavities were restored as follows and divided into 6 groups.

Group 1 and 2 were restored using direct filling technique and group 3,4,5 and 6 were restored using direct inlay technique that was cemented with dual-cured resin cements.

group 1: Cavities were restored with light-curing composite resin, Brilliant Lux.

group 2: Cavities were restored with light-curing composite resin, Clearfil PhotoPosterior.

group 3: Cavities were restored with Clearfil CR Inlay and heat treated at 125°C for 7 minutes.

group 4: Cavities were restored with same material as group 3 and heat treated at 100°C for 15 minutes.

group 5: Cavities were restored with Brilliant (Indirect esthetic system) and heat treated at 125°C for 7 minutes.

group 6: Cavities were restored with same material as group 5 and heat treated at 100°C for 15 minutes.

All specimens were polished with same method and thermocycled between 6°C and 60°C, then immersed in a bath of 2.0% aqueous solution of basic fuchsin dye for 24 hours.

Dyed specimens were sectioned longitudinally and dye penetration degree was read on a scale of 0 to 4 by Tani and Buonocore's method⁴⁵⁾.

The results were as follows:

1. Microleakage was observed rather at the cervical margins than at the occlusal margins in all groups.
2. Composite resin inlay groups showed significantly less leakage than direct filling groups at the cervical margins ($p < 0.001$).
3. In composite resin inlay groups, there was no significant difference in microleakage between specimens by heat treating temperature and time ($p > 0.05$).
4. There was no significant difference in leakage between each groups at the occlusal margins ($p > 0.05$).

EXPLANATION OF FIGURES

- Fig. 1.** A photograph of direct filling restoration from group 1 shows one degree of dye penetration at the occlusal margin, and four degree of dye penetration at the cervical margin. (x10)
- Fig. 2.** A photograph of direct filling restoration from group 2 shows zero degree of dye penetration at the occlusal margin, and four degree of dye penetration at the cervical margin. (x10)
- Fig. 3.** A photograph of composite resin inlay from group 3 shows zero degree of dye penetration both at the occlusal and cervical margins. (x10)
- Fig. 4.** A photograph of composite resin inlay from group 4 shows zero degree of dye penetration at the occlusal margin, and two degree of dye penetration at the cervical margin. (x10)
- Fig. 5.** A photograph of composite resin inlay from group 5 shows zero degree of dye penetration at the occlusal margin, and three degree of dye penetration at the cervical margin. (x10)
- Fig. 6.** A photograph of composite resin inlay from group 6 shows one degree of dye penetration both at the occlusal and cervical margins. (x10)

논문 사진부도

