

치과용 Varnish가 충전재의 변연누출에 미치는 영향에 관한 연구

연세대학교 치과대학 보존학교실

金 姬 中 · 李 正 秭

1. 서 론

충전재의 선택시 충전재의 용해도, 접착성, 용적의 변화, 마모, 강도, 변색, 열전도 및 치수 반응을 고려해야 한다.¹⁾ 특히 성공적인 수복을 위하여 치질과 수복물 사이를 밀폐시켜 타액과 음식물이 침투되지 못하게 하여야 함이 기본적 사항이나 충전재 중 치질과 완전히 화학적으로 결합하는 재료는 아직 없어¹⁴⁾ 이온과 분자에 의한 변연누출이 모든 충전물에서 일어나고 있다.^{15, 25, 28)} 이 변연 누출은 충전재의 용적의 변화와 열팽창계수의 차이²⁵⁾ 그리고 와동의 깊이와 2차 상아질의 양²⁾에 영향을 받으며, 한편으로는 충전물의 파절, 치아의 변색, 우식의 재발, 지각과민증, 치수 병변의 원인이 된다는 것은 잘 알려져 있다.^{2, 15, 16, 28, 30)}

충전물의 변연누출을 염료^{37, 40, 41)}, 동위원소^{7, 15)}, ^{22, 28)} 등으로 조사하였던바 새로 충전된 아말감은 변연폐쇄가 완전히 못하여 쉽게 변연누출이 일어나나²⁾ 충전한지 오래된 아말감은 치질과의 사이에 부식산물이 생성되고^{1, 16, 18, 19, 23)} 이미 침투한 타액 성분이 어느 한계 이상의 침투를 막아²¹⁾ 변연누출은 감소되지만 치아 변색을 일으킨다는 문제가 있으며^{15, 27)} 복합레진은 온도차에 따른 용적의 변화가 심하여 시간이 경과함에 따라 변연누출이 점점 된다는 결점이 있다.^{30, 40, 41)} 아말감과 레진의 단점을 보완하기 위한 많은 시도가 이루어져 아말감 충전에는 varnish의 사용을^{1, 2, 7, 12-16)} 복합레진 충전에는 법랑질 탈회와 bonding agent의 사용을 권장하게 되었다.

치과용 varnish의 기능은 상아세관을 폐쇄하여

위해 자극원이 상아세관을 통하여 치수로 침투하는 것을 막고, 치료후 치수의 과민반응과 galvanic shock을 경감시키며, 충전물 특히 아말감 변연부에서 폐쇄를 돕는 것 등이다.^{20-22, 24)}

Swartz와 Phillips^{28, 33-35)}은 개와 사람의 치아를 이용한 생체실험과 발거된 치아에서의 실험을 통하여, 치과용 varnish가 아말감에서는 변연누출을 감소시키고 복합레진에서는 오히려 증가시킨다고 보고 하였다. Barber등²⁾, Dolyen⁷⁾은 아말감 충전물에서 치과용 varnish를 와동내 상아질 및 우각부위를 포함하여 법랑질에까지 도포하는 것이 변연폐쇄에 가장 효과적이라고 하였다. Going¹⁵⁾, Brännstrom과 Nyborg⁵⁾는 치과용 liner를 정의하였는데 그중 Copalite[®]가 얇고 연속된 막을 형성하므로, 상아세관을 폐쇄하여 생리적 방어벽(physiologic barrier)으로써의 기능을 효과적으로 수행할 수 있다고 하였고, Eames와 Hembree⁶⁾, Yates등³⁸⁾, Younis³⁹⁾ 등도 Copalite[®]의 우수성을 실험으로 입증하였으며 Birkeland와 Tronstad⁴⁾, Gibbs등¹⁰⁾, Edwards¹⁵⁾ 등도 varnish가 방어벽으로 작용하여 치수의 염증반응을 약화시킨다고 보고하였다. Andrews와 Hembree¹⁾, Swartz와 Phillips³³⁾, Newman등²⁶⁾은 장기간에 걸친 평가에서, 아말감 충전후 6개월이 지나면 varnish의 도포와 상관없이 거의 변연누출이 일어나지 않았다고 보고하였다.

한편 Lund등²⁰⁾은 치과용 varnish를 1회, 2회, 또는 3회 도포하고 그면을 전자현미경으로 관찰한바 도포횟수가 증가하면 상아세관의 폐쇄와 상아질면의 균일성은 좋아지나, 3회 도포시는 varnish면이 두꺼워 치질과 충전물 사이의 접합도가 떨어진다고 보고하였다.

불소가 첨가된 치과용 varnish에 대한 연구는 불소가 상아질의 투과성을 낮추는데 효과가 있다고 Martin²²⁾이 보고한 이후, Söremark등³¹⁾은 상아질에 미치는 영향을, Gibbs등¹⁰⁾은 법랑질에 미치는 영향을 조사하여 불소가 치질의 용해를 감소시킨다고 보고한 바 있다. 그러나 Grieve¹⁰⁾은 불소가 첨가된 치과용 varnish의 사용이 Copalite® 이상의 어떤 잇점도 나타내지 못하고, 변연폐쇄 효과보다는 불소에 의한 2차 우식증 예방의 효과가 있을 뿐이라고 보고하였다.

한편, 치과용 varnish는 복합레진 하방에 사용했을 때 복합레진의 중합반응을 방해하고^{6, 11, 27)} varnish자체의 연속성이 레진의 monomer에 의해 파괴되므로¹²⁾ 사용하지 않는다는 것이 일반적인 통례였다. 그러나 Grajower등¹⁷⁾은 레진 하방의 Copalite®를 현미경으로 관찰하여, 상아질이 거의 완전하게 Copalite®로 덮혀 있었다고 보고하였다.

이와 같이 varnish의 효과에 대한 많은 연구가 생체와 체외에서 실시되었으나 varnish의 도포 횟수에 따른, 상아질면을 관찰한 적은 있었으나 충전물의 변연누출에 대한 실험 보고는 많지 않았기에 저자는 충전물 변연부에서의 누출에서 생체와 체외간에 차이가 없다는 사실에 근거하여^{7, 15, 23, 28, 33, 35)} 발거된 치아에서 도포횟수가 아말감 충전물의 변연폐쇄에 미치는 효과와 복합레진에서의 변연누출에 미치는 영향을 색소의 침투 정도로 측정하여 그 결과를 이에 보고하는 바이다.

II. 실험재료 및 방법

가) 실험재료

성별, 연령에 관계없이 발거된 치아중 교합면이나 치경부에 우식증 및 파절 등이 없는 상·하악소구치 120개를 사용하였고 치아는 생리적 식염수에 보관하였다.

충전재는 통상의 아말감(conventional amalgam alloy) (Cavex, Holland BV Keur and Sneltsjes), Heliosit® (Vivadent Schaan, Liechtenstein)와 Hipol® (부평치과화학공업사, 인천, 한국)을, 치과용 varnish는 Copalite® (Cooley and Cooley, Ltd., Houston, Texas, U. S. A.)와 Duraphat® (Woelm Pharma., Eschwege, West Germany)를 사용하였고, 2% methylene blue 수용액을 이용하여 색소의 침투 정도를 관찰하였다.

Table 1. The number of cavity used in the experiment

Group	50 Thermocycling			100 Thermocycling		
	I	II	III	I	II	III
Control	4	4	4	4	4	4
Copalite®	18	18	18	18	18	18
Duraphat®	18	18	18	18	18	18

I: Amalgam, II: Heliosit®, III: Hipol®

나) 실험방법

치아에 부착된 연조직을 흐르는 물에서 솔로 완전히 제거하고 각 치아의 협측면과 설측면에 근·원심 폭경이 5mm, 길이는 법랑상아 경계선 하방 0.5mm로 설정하여 5급 와동을 형성한 후 표 1과 같이 와동을 배정하였다.

와동 형성후 smear layer와 상아질의 탈수 상태가 변연누출에 영향을 줄²⁰⁾ 수 있으므로 물과 압축공기로 와동 내면을 깨끗이하고 충전술식을 시행할 때까지 식염수에 보관하였다. 충전하기 전에 와동을 압축공기로 건조시킨 다음 치과용 varnish를 도포하였다.

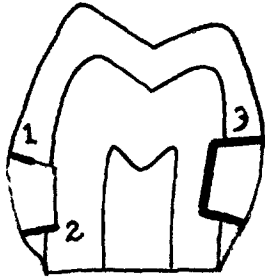
각 충전재의 Copalite® 도포균을 다시 3군으로 나누어 Copalite®를 1회, 2회 또는 3회 도포하였고, Duraphat®도 Copalite®와 동일하게 도포하였다. Copalite®는 1회 도포 후 30초간 건조시켰고, Duraphat®는 10분 이상 건조시켰으며 Copalite®는 조그만 면봉으로, Duraphat®는 솔로 도포하였다.

아말감은 제조자의 지시에 따라 혼합하여 I군에 condenser로 충전하였고, Heliosit®는 II군에, Hipol®은 III군에 제조자의 지시에 따라 충전하였으며 연마는 모든 군에서 실시하지 않았다. 다만 Heliosit®와 Hipol®의 경우 bonding agent를 바르고 Heliosit®는 30초간 광원으로 중합반응을 일으키고, Hipol®은 이것이 경화될때까지 방치하였다가 I, II, III군을 모두 생리적 식염수에 담가 37°C 배양기에 24시간 보관하였다. 그 후 50회 온도변화를 실시할 군과 100회 온도변화를 실시할 군을 4°C 생리적 식염수에 1분, 60°C 생리적 식염수에 1분씩 침윤시키며 50회의 온도변화를 실시하였다. 그리고 100회 온도변화를 할 군은 다시 37°C 배양기에 48시간 보

존하였다가 온도변화를 50회 더 시행하였다.

50회 또는 100회의 온도변화를 실시한 후 치아 표면에 색깔이 있는 nail polishing을 2회 바르고 2% methylene blue 수용액에 침윤시켜 37°C 배양기에 24시간 보관하였다.

이후 치아를 흐르는 물에서 솔로 깨끗이 닦아 표면에 부착된 과잉 색소를 제거해주었다. 시편은 냉각수를 주입하면서 diamond disk를 사용하여 치근을 분리 제거하고 치관부는 교정용 레진에 포매하였다. 이 시편을 low speed saw(11-1180, ISOMET®, Buehler LTD., Illinois, U. S. A.)를 사용하여 충전물의 중앙부를 통과하도록 절단하고 절단면을 샌드페이퍼로, 거친 것에서 고운 것(#600, #800, #1000)의 순으로 연마한 다음 금속현미경(Inverted Metallurgical Microscopes PME/MG, Olympus Optical Co. LTD., Japan)으로 관찰하였다. 색소 침투의 판정 기준은 다음과 같다.



- 0 : 변연누출이 없음.
- 1 : 치아와 충전물 사이에 methylene blue의 침투의 증거가 보임.
- 2 : 교합면쪽과 치경부쪽 와동연에 색소 침투가 있으나 치수강내는 미치지 않은 상태.
- 4 : 치수강내까지 색소 침투의 증거가 있음.

III. 실험 성적

가) I군 : 아말감 충전물에서 나타난 색소의 침투 정도는 표 2와 같다.

아말감 충전물의 색소침투는 대체로 미약하였다. 치과용 varnish를 도포하지 않은 대조군은 0도가 3개, 1도가 3개, 2도가 2개이었다. Copalite®를 1회 도포한 군과 2회 도포한 군에서 각각 0도가 10개, 1도가 2개이고, 3회 도포한 군에서는 0도가 11개 1도가 1개이었다. Duraphat®를 1회 도포한 군은 0도가 11개, 1도가 1개고, 2회 도포한 군은 0도가 8개, 1도가 4개고, 3회 도포한 군은 0도가 7개, 1도가 4개이었다.

아말감 충전물에서 치과용 varnish의 도포 횟수에 따른 변연누출의 감소 효과를 통계적으로 규명하기 위해 t 검정을 하였다. 대조군과 Copalite® 3회 도포군, 대조군과 Duraphat® 1회 도포군 사이에는 통계적으로 유의차가 있었다($P < 0.05$), 또한 온도변화를 50회 한 것과 100회 한 것 사이에도 통계적 유의차가 있었다 ($P < 0.05$). 그러나 Copalite®와 Duraphat® 사이에는 통계적 유의차가 없는 것으로 나타났다 ($P > 0.05$).

나) II군 : Heliosit®에서 나타난 색소의 침투 정도는 표 3과 같다.

충전물 주위에서의 색소의 침투 정도와 형태는 다양하였다. 대조군에서는 0도가 1개, 1도가 4개, 2도가 3개이었다. Copalite®를 1회 도포한 군은 1도가 1개, 2도가 2개, 3도가 9개고 2회 도포한 군은 0도가 1개, 1도가 1개, 3도가 10개, 3회 도포한 군은 1도가 1개, 2도가 1개, 3도 10개이었다. Duraphat®를 1회 도포한 군은 0도가 1개, 1도가 2개, 2도가 2개, 3도가 7개이고, 2회 도포한 군은 2도가 3개, 3도가 9개이고, 3회 도포한 군은 1도가 4개 2도가 5개, 3도가 3개이었다.

Heliosit®로 충전한 경우, 대조군과 Copalite®를 도포한 군, 대조군과 Duraphat®를 도포한 군 사이에는 통계적 유의차가 있었고($P < 0.05$), 온도변화 횟수, 2 종류의 varnish 사이에는 통계적 유의차가 없었다 ($P > 0.05$).

다) III군 : Hipol®에서 나타난 색소의 침투 정도는 표 4와 같다.

충전물 주위에서의 색소의 침투 정도는 다양하며 대조군은 1도가 4개, 2도가 3개, 3도가 1개 이었고, Copalite® 1회 도포군은 1도가 1개, 2도가 8개, 3도가 3개이었고, 2회 도포군은 1도가 1개, 2도가 5개, 3도가 6개이었고, 3회 도포군은 1도가 2개, 2도가 3개, 3도가 7개로 나타났다. Duraphat®를 1회 도포한 군은 1도가 5개, 2도가 1개, 3도가 6개이었고, 2회 도포한 군은 1도가 2개, 2도가 5개, 3도가 5개이었고, 3회 도포한 군은 2도가 6개, 3도가 6개로 나타났다.

Hipol®로 충전한 군에서도 Heliosit®로 충전한 군과 마찬가지로 대조군과 Copalite® 도포군, 대조군과 Duraphat®도포군 사이에는 통계적 유의차가 있었으나($P < 0.05$), varnish 상호간, 온도변화 횟수사이에서는 통계적 유의차가 없었다 ($P > 0.05$).

Table 2. The degree of methylene blue penetration in amalgam-filled cavities.

No. of application	No. of thermocycling	No. of cavities	Degree**			
			0	1	2	3
Control	50	4	2	1	1	—
	100	4	1	2	1	—
Copalite®	1	50	6	5	1	—
		100	6	5	1	—
	2	50	6	5	1	—
		100	6	5	1	—
	3	50	6	5	1	—
		100	6	5	1	—
Duraphat®	1	50	6	—	—	—
		100	6	5	1	—
	2	50	6	6	—	—
		100	6	2	4	—
	3	50	5*	4	1	—
		100	6	3	3	—

* : Fractured during the preparation

** : 0—No evidence of leakage along the preparation margin

1—Slight evidence of penetration of dye along the interface of the restoration and the tooth

2—Severe penetration along the gingival and occlusal walls, but not along the axial wall

3—Penetration of the dye along the axial wall

Significance of difference of mean value at the Copalite® 3, Duraphat® 1 ($p < 0.05$)

Table 3. The degree of methylene blue penetration in Heliosit®-filled cavities.

No. of application	No. of thermocycling	No. of cavities	Degree			
			0	1	2	3
Control	50	4	—	1	3	—
	100	4	1	3	—	—
Copalite®	1	50	6	—	1	1
		100	6	—	—	1
	2	50	6	1	1	—
		100	6	—	—	—
	3	50	6	—	1	—
		100	6	—	—	1
Duraphat®	1	50	6	1	1	—
		100	6	—	1	2
	2	50	6	—	—	2
		100	6	—	—	1
	3	50	6	—	3	2
		100	6	—	1	3

Significance of difference between control and Copalite® groups as well as control and Duraphat® groups ($p < 0.05$)

Table 4. The degree of methylene blue penetration in Hipol[®]-filled cavities.

No. of application	No. of thermocycling	No. of cavities	Degree				
			0	1	2	3	
Control	50	4	—	3	—	1	
	100	4	—	1	3	—	
Copalite [®]	1	50	—	—	4	2	
		100	—	1	4	1	
	2	50	6	—	1	3	2
		100	6	—	—	2	4
	3	50	6	—	1	2	3
		100	6	—	1	1	4
Duraphat [®]	1	50	—	3	1	2	
		100	—	2	—	4	
	2	50	6	—	—	4	2
		100	6	—	2	1	3
	3	50	6	—	—	3	3
		100	6	—	—	3	3

Significance of difference between control and Copalite[®] groups as well as control and Duraphat[®] groups ($p < 0.05$)

IV. 총괄 및 고안

충전재의 변연누출을 관찰하는데 동위원소,^{1, 21, 22} 염료,^{2, 19} 박테리아^{2, 24} 등이 이용되었다. 이들 관찰 재료의 효과에 대하여는, 동위원소가 염료보다 효과적이라는 보고^{21, 32, 34}도 있었고, 차이가 없다는 보고^{13, 15}도 있었으나 본 실험에서는 Ca⁴⁵, gentian violet, basic fuchsin, methylene blue를 이용하여 예비실험을 한 결과, methylene blue 수용액에 침윤시킨 시편이 판정하기에 가장 용이하였기에 이것을 선택실험하였다.

Going 등¹⁵은 충진물의 변연누출을 측정하는데 체외에서 얻어진 결과를 생체에 그대로 적용할 수 있다고 하였으며 Swartz와 Phillips³³, Phillips 등²⁸, Swartz 등¹⁹, McCurdy 등³³이 이를 입증하였다. 본 실험은 발거된 치아에서 온도변화와 생리적 식염수에 침윤시킨 시간을 변화시켜 실시하였고, 그 외 생체에서 일어나는 환경의 변화는 실험에 포함시키지 않았다. 온도변화는 구강내의 온도가 4°C에서 60°C 사이라는 Nelsen 등²⁵의 보고에 준하여 이 온도도 온도변화 처리를 하였다.

치아는 방수성이 아니므로 와동을 형성하지 않은 정상 상태의 치아에서도 눈에 보이지 않은 균열이나 교합면의 깊은 소와 및 열구를 통하여 미세한 누출이 일어날 수 있기 때문에 교합면에 와동을 형성하지 않고 협측면과 설측면에 5급 와동을 형성하였다. Going과 Massler¹⁵도 충진물의 변연누출을 조사하는데 5급 와동이 가장 적당하다고 보고 한 바 있었다.

varnish는 천연고무나 합성고무를 유기용매에 용해시킨 것으로 그 외에 불소, thymol, eugenol 등이 첨가될 수 있다.¹² 이 varnish는 두께가 얇고 건조가 빠른 것이 좋다. 이런 점에서 여러 varnish 중 Copalite[®]가 30초면 건조되고²⁰, 1회 도포했을 때 두께가 2μ로 varnish 중 가장 얇으므로 많은 실험에 사용되었다. 이 varnish는 상아질면에서 분명히 이온의 침투를 감소시키나 반투과성막이므로¹² 완전히 차단시키지는 못한다.³⁴

Lund 등³⁰은 도포횟수에 관한 실험에서 1회 도포시는 상아세관의 폐쇄가 불완전하고, 면도 불규칙하며, 2회 도포부터는 상아세관의 폐쇄 및 균일한 면을 얻을 수 있으므로 1회 도포보다는 2회가 효과적이라고 하였다. 2회 이상의 도포는 표면의 질감과 이장재의 기계적 유지가 불량해진다

보고하였다. Gilmore 등¹¹⁾, Going¹²⁾은 2회의도포가, Charbeneau 등⁸⁾은 2회이상의도포가 적당하다고 하였다. 그러나 Eames와 Hollenback⁹⁾은 Copalite[®]의 두께를 비교측정기(comparator)로 조사한 결과 varnish 내의 용매가 먼저 도포한 varnish를 씻어내게 되므로 반복도포하여도 두께가 증가하지 않는다고 보고하였다. 본 실험에서는 Copalite[®]를 바른 아말감 충전물의 경우 1회, 2회 도포군은 변연누출에 있어서 대조군과 통계적 유의차가 없었고 3회 도포군은 대조군과 통계적 유의차가 있었다. 이는 varnish의 기본 조인인 상아세관 폐쇄를 위한 연속된 얇은 막에서 2회 도포는 얇은 막을, 3회 도포는 연속된 면을 얻게 되어, 결국 2회 도포한 경우는 얇으나 불완전한 막을, 3회 도포는 두꺼우나 연속된 막을 만들기 때문에 아말감 충전물의 초기 변연 폐쇄에 3회가 효과적이었다고 생각된다. 즉, varnish의 단순한 도포 사실이 의미있는 것이 아니고 상아세관을 얼마나 얇고 균일한 막으로 폐쇄했는가 중요한 것으로 나타났다.

Duraphat[®]는 천연고무 성분이 들어있는 알콜 용액에 2.26% 불화나트륨이 첨가되어 있어¹⁰⁾ 도포 후 수부성 상아질의 형성을 자극하고 상아세관의 폐쇄를 유도한다고 믿어진다. 이 Duraphat[®]는 현탁액 상태로 점성이 크고 건조가 느리기 때문에 얇게 도포하기 어려웠다. 거듭 도포한 경우 선각(line angle)등에 Duraphat[®]가 누적되어 치질과 충전물 사이 접합이 특히 아말감에서 불량한 것을 금속현미경상에서 볼 수 있었다(Fig. 2). 이런 이유로 아말감 충전물에서 1회 도포한 경우를 제외하고는 변연누출을 감소시키는데 대조군과 통계적 유의차가 없었던 것으로 사려된다. Duraphat[®]는 충전물의 초기 변연누출을 감소시키는 효과보다는 불용성 불화칼슘을 형성하여 상아세관을 폐쇄시키고, 치질의 용해를 막아 2차 우식증을 예방하고^{4, 19)} 치면을 통한 타액의 투과를 감소시켜 부가적으로 변연누출의 감소 효과를 얻는다고 사려된다.

일반적으로 레진 수복물 하방에는 치과용 varnish를 사용하지 않았다.^{11, 12)} 본 실험에서도 역시 Copalite[®] 및 Duraphat[®]는 가시광선으로 중합반응을 일으키는 Heliosit 나, 통상의 복합레진인 Hipol[®]에 상관없이 충전물 주위에서 변연누출을 증가시켰다. 이것은 Copalite[®]의 유기 용매가 레진의 중합반응과 범랑질 탈회를 방해하고 Duraphat[®]의 불소가 범랑질내 무기질과 반응하여 범랑질 탈회를 방해하기 때문이라 생각된다.

대부분의 충전재(아말감 $25 \times 10^{-6} \text{mm} / ^\circ\text{C}$, 복합레진 $34.2 \times 10^{-6} \text{mm} / ^\circ\text{C}$)는 치질의 열팽창계수 ($11.4 \times 10^{-6} \text{mm} / ^\circ\text{C}$)와 다르기 때문에 변연누출이 온도에 영향을 받는다고 보고되었다.²⁴⁾

아말감 충전물의 변연누출은 시간이 경과함에 따라 부식산물이 충전물과 치질 사이의 틈을 채워 충전 초기보다 점차 변연누출이 감소된다고 보고되었다.^{2, 20, 28)} 그러나 본 실험에서는 생리적 식수염에 24시간 보관하였다가 50회의 온도변화를 실시한 시편과, 생리적 식염수에 총 72시간 보존하고 총 100회의 온도변화를 실시한 시편 사이에서 통계적 유의차가 있는 것으로 나타났다. 이것은 아말감 충전물이 온도변화에 별로 영향을 받지 않으므로^{14, 30)} 온도변화 횟수에 의한 용적의 변화때문이라기 보다는 varnish의 용해와 온도변화에 의한 막의 손상 및 시간에 관계한다고 생각된다.

이 varnish는 용해도가 낮아 증류수에서는 거의 불용성이고 규연산에 1주일 저장하면 1.3%의 용해가 일어나지만 불용성은 아니므로 시간이 경과함에 따라 계속 용해가 일어나고, 아말감 충전물에서 부식산물의 형성이 일정기간까지는 varnish의 손상 및 용해속도를 따르지 못하므로 오히려 증가한다고 생각된다. 그러나 아직 부식물의 형성과의 시간적인 관계는 명확히 알려져 있지 않다.

또 24시간 후 아말감의 지연팽창이 $2 \mu\text{m}/\text{cm}$ 인데 비하여 72시간 후는 그 3배에 달하는 $6 \mu\text{m}/\text{cm}$ 이다. 이로 인해 아말감 충전물 내에서 지연팽창이 일어나 변연부 파절(marginal breakdown) 및 연속성 결여(loss of marginal integrity)가 일어나 변연누출을 증가시킨다고 생각된다.

레진 충전물의 변연폐쇄는 아말감 충전물과는 반대로 초기에는 우수하나 시간이 지남에 따라 점차 증가하는 것으로 보고되었다.^{6, 28, 33)} 그러나 본 실험에서는 온도변화 후 변연누출을 조사하였기 때문에 초기 상태의 변연폐쇄는 알 수 없었다. 다만 50회 혹은 100회의 온도변화 횟수에 따른 변연누출의 차이를 통계적으로 분석하였다. Heliosit[®], Hipol[®]공히 24시간 생리적 식염수에 보관하였다가 50회 온도변화를 한 것과 72시간 생리적 식염수에 보관하였다가 온도변화를 총 100회 실시한 것 사이에서 변연누출의 통계적 유의차가 없었다. 일반적으로 레진은 치질의 열팽창 계수와 차이가 크기 때문에 많은 영향을 받는다고 하지만, 50회의 온도변화와 Copalite[®], Duraphat[®]의 도포로 이미 변연누출이 거의 전 와동내면까지 일어났기 때문에 100

회의 온도변화를 실시한 것과 차이가 없었던 것으로 생각된다. 이런 경우 색소 침투의 강도(intensity)에 차이가 난다고 하였지만¹⁹⁾ 본 실험에서는 색소 침투 깊이(depth)만을 측정하고 강도는 측정하지 않았기에 이와같은 결과를 얻었다고 생각한다.

대부분의 경우, 시편의 변연누출의 형태는 치경부쪽에서 염료의 침투 깊이 및 빈도가 높게 나타났다. 이것은 치경부쪽의 법랑질이 해부학적 구조상 얇고, 그렇기 때문에 다루는 과정에서 교합면쪽 법랑질에 비해 쉽게 손상을 받기 때문이라 생각된다.

치과용 충전재의 변연폐쇄는 아말감이 복합레진보다 우수하다는 결과를 얻었다. Heliosit[®]와 Hipol[®] 사이에는 통계적 유의차가 나타나지 않았다. 이는 아말감의 물리적 성질이 복합레진보다 우수하기 때문이고 Heliosit[®]와 Hipol[®]은 중합반응을 일으키는 기전만 다르고 그 외의 물리적 성질은 유사하기 때문이라^{3, 29)} 생각된다.

충전물의 변연누출은 어느 한 인자 때문이라기^{12, 36)} 보다는 수복재의 종류, 수복방법, 관찰기간, 온도, 충전물 하방의 상아질의 두께와 상태 및 노출 상아세관의 수 등 여러인자가 복합적으로 작용하기 때문이라 생각되며 앞으로 충전물의 변연누출에 대한 더 많은 연구가 있어야 될 것으로 사려된다.

V. 결 론

본 실험에서는, 발거된 상아악 소구치 120개에 240개의 5급 와동을 형성한 후 Copalite[®]와 Duraphat[®]의 도포횟수 및 온도변화횟수가 3 가지 충전재, 아말감, Heliosit[®] 그리고 Hipol[®]의 변연폐쇄 및 변연누출에 미치는 영향을 methylene blue 색소의 침투 정도로 비교 관찰하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 아말감 충전시 Copalite[®] 3 회 도포 또는 Duraphat[®] 1 회 도포의 경우가 varnish를 도포하지 않은 군보다 변연폐쇄가 우수하였다.
2. Heliosit[®] 또는 Hipol[®] 충전시 varnish를 도포한 경우가 도포하지 않은 경우보다 변연누출이 많았다.
3. 모든 충전군에서 Copalite[®]와 Duraphat[®] 사이에는 통계적으로 유의할 만한 차이가 없었다 ($P > 0.05$).
4. 50회와 100회의 온도변화 처리 사이에 아말감의 충전군 변연누출은 통계적으로 유의할 만

한 차이가 있었으나 ($P < 0.05$), Heliosit 또는 Hipol 충전군은 온도변화 처리 횟수사이에 통계적으로 유의차가 나타나지 않았다 ($P < 0.05$).

5. Heliosit 와 Hipol 충전군 사이의 변연누출은 통계적으로 유의할 만한 차이가 없었다 ($P < 0.05$).

REFERENCES

1. Andrews, J. T., and Hembree, J. H. Jr.: In vitro evaluation of marginal a leakage of corrosion-resistant amalgam alloy, *J. Dent. Child.*, 42:367-370, 1975.
2. Barber, D., Lyell, J., and Massler, M.: Effectiveness of copal resin varnish under amalgam restorations, *J. Prosth. Dent.*, 14:533-536, 1964.
3. Bassiouny, M. A., and Grant, A. A.: Physical properties of visible light-cured composite resin, *J. Prosth. Dent.*, 43:536-541, 1980.
4. Birkeland, J. M., and Tronstad, L.: Fluoride in an experimental cavity varnish, *Scan. J. Dent. Res.*, 84:200-203, 1976.
5. Brännstrom, M., and Nyborg, H.: Pulpal protection by a cavity liner applied as a thin film beneath deep silicate restorations, *J. Dent. Res.*, 50:90-95, 1971.
6. Charbeneau, C. T., Cartwright, C. B., Comstock, F. W., Kahler, F. W., Snyder, D. T., Dennison, J. B., and Margeson, R.: Principles and practice of operative dentistry, 2nd ed., Philadelphia, Lea & Febiger, 1981, pp. 212-222.
7. Dolyen, R. C.: Micromesurement of cavity lining, using U-V and reflected light, and the effect of the liner on marginal penetration, evaluated with Ca^{45} , *J. Dent. Res.*, 45:12-15, 1966.
8. Eames, W. B., and Hollenback, G. M.:

- Cavity liner thickness and retentive characteristics, *J. Am. Dent. Assoc.*, 72:69-72, 1966.
9. Edwards, D. J.: The response of the human dental pulp to the use of a cavity varnish beneath amalgam fillings, *Brit. Dent. J.*, 145:39-43, 1978.
 10. Gibbs, M., Retief, D. H., Bradley, E. L., Taylor, R. E., and Walker, A. R.: In vivo enamel fluoride uptake from and caries inhibition by topical fluoride agents, *J. Dent. Res.*, 60:770-775, 1981.
 11. Gilmore, H. W., Lund, M. R., Bales, C. C. J., and Verneti, J. P.: Operative dentistry, 4th ed., ST. Louis, C. V. Mosby Co., 1982, pp. 75-76, 86.
 12. Going, R. E.: Status report on cement bases, cavity liners, varnishes, primers and cleansers, *J. Am. Dent. Assoc.*, 85: 654-660, 1972.
 13. _____: Cavity liners and dentin treatment, *J. Am. Dent. Assoc.*, 69:415-422, 1964.
 14. _____: Microleakage around dental restorations: A summarizing review, *J. Am. Dent. Assoc.*, 84:1349-1357, 1972.
 15. Going, R. E., Massler, M., and Dute, H. L.: Marginal penetrations of dental restorations as studied by crystal violet dye & I^{131} , *J. Am. Dent. Assoc.*, 61:283-300, 1960.
 16. Going, R. E., and Sawinski, V. J.: Microleakage of a new restorative material, *J. Am. Dent. Assoc.*, 73:107-115, 1966.
 17. Grajower, R., Hirschfeld, Z., and Zalkind, M.: Observations of cavity liners for composite resin restorations, *J. Prost. Dent.*, 36:265-273, 1976.
 18. Grieve, A. R.: The occurrence of 2ndary caries-like lesions in vitro: The effect of a fluoride cavity liner and a cavity varnish, *Brit. Dent. J.*, 134:530-536, 1974.
 19. Jodaikin, A., and Austin, J. C.: The effect of cavity smear layer removal on experimental marginal leakage around amalgam restorations, *J. Dent. Res.*, 60:1861-1866, 1981.
 20. Lund, N. H., Matthews, J. L., and Miller, A. W.: Cavity varnish and its application: 'Once is not enough', *J. Prost. Dent.*, 40:534-537, 1978.
 21. Lyell, J., Babber, D., and Massler, M.: Effects of saliva and sulfide solutions on the marginal seal of amalgam restorations, *J. Dent. Res.*, 43:375-379, 1964.
 22. Martin, N. D.: The permeability of the dentin to P^{32} using the direct tissue radioautography technique, *Oral Surg.*, 41:1461-1464, 1951.
 23. McCurdy, C. R. Jr., Swartz, M. L., Phillips, R. W., and Phodes, B. F.: A comparison of in vivo and in vitro microleakage of dental restorations, *J. Am. Dent. Assoc.*, 88:592-602, 1974.
 24. Mortensen, D. W., Boucher, N. E., and Ruge, G.: A method of testing for marginal leakage of dental restorations with bacteria, *J. Dent. Res.*, 44:58-63, 1965.
 25. Nelsen, R. J., Wolcott, R. B., and Paffenbarger, G. C.: Fluid exchange at the margins of dental restorations, *J. Am. Dent. Assoc.*, 44:288-295, 1952.
 26. Newman, S. M., Valadez, S. K., and Hembree, J. H. Jr.: Cyanoacrylate as a cavity liner for amalgam restorations, *J. Prost. Dent.*, 40:422-425., 1978.
 27. Phillips, R. W.: Science of dental materials, 8th ed., Philadelphia, W. B. Saunders Co., 1982, pp. 216-247, 302-354, 490-493.
 28. Phillips, R. W., Gilmore, H. W., Swartz, M. L., and Schenker, S. I.: Adaptation of

- restorations in vivo as assessed by Ca^{45} ,
J. Am. Dent. Assoc., 62:9-20, 1961.
29. Raptis, C. N., Fan, P. L., and Powers J. M.: Properties of micro-filled and visible light-cured composite resins, J. Am. Dent. Assoc., 99:631-633, 1979.
 30. Seltzer, S.: The penetration of microorganisms between the tooth and direct resin fillings, J. Am. Dent. Assoc., 51: 560-566, 1955.
 31. Söremark, R., Hedin, M., and Rojmyr, R.: Studies on incorporation of fluoride in a cavity liner (varnish), Odont. Revy., 20:189-198, 1969.
 32. Stark, M. M., Nicholson, R. J., and Soelberg, K. B.: Marginal seal afforded by n-butyl and isobutyl cyanoacrylates as cavity liners, J. Prost. Dent., 21:380-383, 1969.
 33. Swartz, M. L., and Phillips, R. W.: In vitro studies on the marginal leakage of restorative materials, J. Am. Dent. Assoc., 62: 141-151, 1961.
 34. _____: Influence of manipulative variables on the marginal adaptation of certain restorative materials, J. Prost. Dent., 12:172-181, 1962.
 35. Swartz, M. L., Phillips, R. W., and Chamberlain, N.: Continued studies on the permeability of cavity liners, J. Dent. Res., 41: 66-74, 1962.
 36. Tani, Y., and Buonocore, M. G.: Marginal leakage and penetration of basic fuchsin dye in anterior restorative materials, J. Am. Dent. Assoc., 78:542-548, 1969.
 37. Wilson, N. H. F., and Smith, G. A.: The in vitro behaviour of a cavity liner under amalgam restorations, Brit. Dent. J., 145: 331-334, 1978.
 38. Yates, J. L., Murry, G. A., and Hembree, J. H. Jr.: Cavity varnishes applied over insulating bases: Effect on microleakage, Oper. Dent., 5:43-46, 1980.
 39. Younis, O.: Permeability and wetting properties of 4 cavity liners, J. Am. Dent. Assoc., 94:690-695, 1977.
 40. 권혁춘: Durafill의 변연누출에 관한 실험적 연구, 대치협회지, 21(8): 645-650, 1983.
 41. 이윤상, 김홍석, 박희명: 수중충전재의 변연누출에 관한 실험적 연구, 대치협회지, 11(5): 337-340, 1973.

A STUDY OF CAVITY VARNISH APPLICATION ON THE MARGINAL LEAKAGE OF THE VARIOUS DENTAL RESTORATIONS

Hee Joong Kim, Chung Suck Lee

Department of Operative Dentistry, Yonsei University.

This study was undertaken to evaluate the effects of varnish application and thermocycling on the marginal leakage. 240 cavities of Class V were prepared on the 120 extracted premolars, and the cavities were filled with amalgam, Heliosit[®], and Hipol[®] after application of Copalite[®] or Duraphat[®]. All specimens were immersed in methylene blue solution for 24 hours after thermocycling at 4°C and 60°C, embedded in acrylic resin, and sectioned with low speed saw into two parts. The sectioned specimens observed with the metallurgical microscope.

The following results were obtained:

1. The marginal seal was more effective in the amalgam-filled cavities after application of Copalite[®] threetimes or an application of Duraphat[®] varnish than in those without varnish applications.
 2. Of the composite resin-filled cavities, the leakage of the varnish applied cases showed much more than without application.
 3. There was no significant difference in the effect of marginal sealing between Copalite[®] and Duraphat[®] applications.
 4. There was a significant difference in the degree of the marginal leakage of amalgam-filled cavities between the groups of thermocycling times, but no significant difference in the resin-filled cavities.
 5. There was no significant difference in the degree of the marginal leakage between the Heliosit[®] and the Hipol[®] resin-filled cavities.
-

EXPLANATION OF FIGURES

- Fig. 1. Amalgam restoration with Copalite[®] application is no color penetration. x35
- Fig. 2. Amalgam restoration with Duraphat[®] application is no color penetration and Duraphat[®] is accumulated in the point angle (arrow). x35
- Fig. 3. Heliosit[®] restoration without varnish is no color penetration. x35
- Fig. 4. Heliosit[®] restoration with Copalite[®] threetimes application is 3 degree color penetration. x35
- Fig. 5. Hipol[®] restoration without varnish is 1 degree color penetration. x35
- Fig. 6. Hipol[®] restoration with Duraphat[®] twice application is 3 degree color penetration. x 35

e : enamel

d : dentin

a : amalgam

he : Heliosit[®]

hi : Hipol[®]

논문 사진부도

