

## 예방적 레진수복의 미세누출에 관한 연구

구현정 · 이상훈 · 한세현

서울대학교 치과대학 소아치과학교실 및 치학연구소

### 국문초록

예방적 레진수복은 교합면 열구전색의 개념을 확대하여 초기우식에만 국한한 와동을 형성하여 복합레진으로 충전한 후 나머지 건전한 부위의 소와열구를 치면열구전색재로 도포하는 것이다.

충전제가 첨가된 치면열구전색재로서 작은 와동의 수복도 가능하다는 새로운 방법은 소아환자의 치료시 술자와 환자 모두에게 도움을 줄 수 있을 것이다. 그러나 예방적 레진수복을 시행하여 비교한 연구가 아직까지는 부족한 실정이다. 이에 저자들은 4가지 방법의 예방적 레진수복시의 미세누출을 비교해보고자 하였으며 레진수복만을 한 경우도 함께 비교하여 보았다.

55개의 상, 하악 소구치를 준비하여 I급와동을 교합면에 형성하고 다음과 같이 수복하였다.

제1군 : 와동을 복합레진(Z-100)으로 수복

제2군 : 와동을 복합레진(Z-100)으로 수복 중합후, 비충전 전색재인 Teethmate F-1으로 소와열구도포

제3군 : 와동을 복합레진(Z-100)으로 수복 중합후, 충전 전색재인 Ultraseal XT-plus로 소와열구도포

제4군 : 와동과 소와열구를 한 번에 Ultraseal XT-plus로 수복

제5군 : 와동과 소와열구를 나누어 Ultraseal XT-plus로 수복

위와 같이 처리한 치아를 5℃와 55℃의 수조에 번갈아 30초씩 500회의 열순환을 실시하고 1% methylene blue 용액에 24시간 담근 후 수세하고 투명레진에 매몰하였다. 매몰된 치아를 협설측으로 치아장축방향으로 평행하게 절단한 후 입체현미경으로 염색용액의 침투정도를 관찰하여 다음의 결과를 얻었다.

1. 평균 미세누출은 4군에서 가장 높았고, 3군에서 가장 낮았다. 평균 미세누출은 4) > 1) > 5) > 2) > 3군의 순으로 감소하였다.
2. 군간의 미세누출 비교에서 1군은 5군과는 통계학적으로 유의한 차이가 없었으나, 2군, 3군보다 유의하게 높은 미세누출을 보였고(p<0.05), 4군보다는 유의하게 낮은 미세누출을 보였다(p<0.05).
3. 2군은 3군과는 통계학적으로 유의한 차이가 없었으나 4군, 5군보다는 유의하게 낮은 미세누출을 보였다(p<0.05).
4. 3군은 4,5군보다 통계학적으로 유의하게 낮은 미세누출을 보였다(p<0.05).
5. 5군은 4군보다 통계학적으로 유의하게 낮은 미세누출을 보였다(p<0.05).

**주요어 :** 예방적 레진수복, 미세누출, 충전 전색재, 비충전 전색재

### I. 서론

1977년 Simonsen과 Stallard<sup>1)</sup>에 의해 처음으로 소개된 예방적 레진수복은 교합면 열구전색의 개념을 확대하여 초기 우식에만 국한한 와동을 형성하고 복합레진으로 충전한 뒤 나머지 건전한 부위의 소와열구를 치면열구전색재로 도포하는 것이

다.

탐침이 소와열구에 걸리지만 다른 부위는 건전한 교합면, 깊은 소와열구, 초기 소와열구우식증 등이 예방적 레진수복의 적응증이 될 수 있으며, 인접면 우식증이 있거나 여러 면의 우식, 깊은 우식은 비적응증이다<sup>2-5)</sup>.

선학들의 연구에서 예방적 레진수복은 기존의 아말감수복에

※ 본 연구는 보건복지부 보건의료기술연구개발사업(HMP-99-E-10-0003)의 지원에 의하여 이루어진 것임.

비해 치아구조를 보존하는데 효과적인 방법임이 인정되어 왔으며<sup>3,6,8)</sup>, 치아우식의 예방효과도 기대할 수 있다. 또한 아말감수복에서 요구되는 기계적 유지의 필요성이 감소하고<sup>8)</sup>, 수복물의 재수복도 더 용이하다<sup>8,9)</sup>. 치질 삭제량이 적으므로 마취없이도 별 불편함 없이 사용될 수도 있다<sup>9,10)</sup>. 또한 아말감을 충전할 때 아동에게 느껴지는 압력이 예방적 레진수복에서는 필요치 않다는 것도 장점이 될 수 있다. 그러나, 술식 중 수분오염에 특히 주의해야 하고, 장기간의 마모저항성, 유지력 등에 대한 연구가 아말감 수복에 비해 부족하다는 단점도 있다<sup>2,9)</sup>.

예방적 레진수복의 수명은 전색재와 밀접한 관련이 있다. Feigal<sup>10)</sup>은 전색재의 유지가 예방적 레진수복의 장기간 성공에 필수적이라 하였고, Walker 등<sup>11)</sup>은 예방적 레진수복 실패의 주원인이 전색재의 상실에 있다고 하였으며, Ripa와 Wolff<sup>12)</sup>는 예방적 레진수복의 수명이 전색재의 유지 및 보수 정도에 의해 좌우된다고 하고 전색재 상실 원인이 전색재의 마모라고 하였으며, Futatsuki 등<sup>13)</sup>은 전색재의 초기 상실 원인은 마모라기보다 전색재와 치아법랑질 사이 접착의 실패로 인한 파절 때문인 것 같다고 하였다. 그러나 Silverstone 등은 전색재가 떨어져도 법랑질에 tag가 있어서 전색하지 않은 인접부위 법랑질에 비해 용해성이 덜하며<sup>14,15)</sup> 전색재의 상태만으로 예방적 레진수복의 임상적 성공을 따지는 것은 이러한 수복의 가치를 폄하하는 것이라 지적하기도 하였다<sup>16)</sup>.

Simonsen과 Stallard가 사용한 재료는 복합레진을 희석한 것으로 화학중합형이었으나 재료의 개발로 매우 다양한 종류의 복합레진과 전색재가 사용되고 있다. 치면열구전색재이면서 작은 와동의 수복이 가능한 새로운 재료의 사용은 전통적 예방적 레진수복에 비해 술식을 단순화시켜 행동의 조절이 어려운 소아환자의 치료시 술자의 간편함은 물론 시술시간의 단축으로 환자에게도 도움을 주리라 생각된다. 그러나 이러한 재료를 사용한 예방적 레진수복의 연구는 부족한 실정이다. 이에 저자들은 네 가지 방법의 예방적 레진수복시의 미세누출을 비교해보고자 하였다. 전통적인 방법의 예방적 레진수복을 충전제가 첨가된 전색재를 사용한 경우와 충전제가 첨가되지 않은 전색재를 사용한 경우, 그리고 충전제가 첨가된 전색재로 와동과 소와열구를 한 단계로 수복한 경우와 두 단계로 나누어 수복한 경우, 그리고 전색재의 사용 없이 레진수복만을 시행한 경우도 함께 비교하여 보았다.

## II. 연구재료 및 연구방법

### 1. 연구재료

성별에 관계없이 우식과 충전물이 없고 파절이나 손상없이 교정목적으로 발거한 55개의 상,하악 소구치를 선택하여 연조직과 치석을 제거하고 실온에서 생리식염수에 보관한 후 실험치아로 사용하였다. 복합레진으로는 Z-100(3M Dental Co., U.S.A.)을, 비충전 전색재로는 Teethmate F-1(Kuraray,

Japan)을, 충전 전색재이면서 작은 와동의 수복이 가능하다는 재료로 Ultraseal XT-plus(Ultradent, U.S.A.)를 사용하였으며, 가시광선조사기로는 Curing Light XL3000(3M Dental Co., U.S.A.)을 사용하였다.

### 2. 연구방법

실험치아의 교합면을 충분한 양의 pumice로 세정한 뒤 고속엔진용 No.330 tungsten carbide bur를 사용하여 깊이를 bur의 두부가 바로 잠기도록 하고, bur가 한 번 지나가면서 형성된 너비로 근심소와에서부터 원심소와까지 연결된 I 급와동을 형성하였다. 소구치의 모양에 따라 중앙에 ridge가 있는 하악소구치의 경우에도 같은 깊이를 유지하였다. 와동형성이 완료된 실험치아를 무작위로 군당 11개씩 배분하였으며 각 군을 다음과 같이 수복하였다.

1군은 37%의 인산(3M Dental Co., U.S.A.)으로 15초의 산부식 후 15초의 수세를 하고 건조 후, 와동내에 primer를 2회 도포하고, adhesive를 바른 후 10초간 광중합하였다. Z-100복합레진을 와동 내에 테프론으로 피복된 기구로 충전한 후 40초 광중합하였다.

2군은 1군과 같은 술식으로 와동을 수복한 후 Teethmate F-1을 충전된 와동 상방과 나머지 소와열구부위에 도포 후 20초간 광중합하였다.

3군은 1군과 같은 술식으로 와동을 수복한 후 Ultraseal XT-plus로 와동상방과 소와열구를 도포하고 20초간 광중합하였다.

4군은 37% 인산으로 15초간 부식한 후 수세 15초를 행하고 건조 후, Prima Dry를 5초간 바르고 air로 불어낸 뒤 Ultraseal XT-plus로 와동과 소와열구에 한 번에 적용한 후 40초간 광중합하였다.

5군은 4군의 술식에서 Ultraseal XT-plus를 적용 시 두 단계로 나누어 와동만을 먼저 채우고 40초 광중합 후 와동상방과 소와열구부위에 다시 Ultraseal XT-plus를 도포하고 20초 광중합하였다.

모든 치아들을 고온(55℃)과 저온(5℃)의 수조에서 번갈아 30초씩 총 500회의 열순환을 시행하였다. 염색 용액에 담그기 전에 모든 치아의 교합면을 제외한 부분에 nail varnish를 치아 건조 후 2회 도포하였다. 그 후 1%의 methylene blue 염색 용액에 24시간동안 담그어 둔 후 흐르는 물에 세척하고 투명레진에 매몰하였다. 매몰된 치아를 협설측으로 치아 장축에 평행하게 절단하여 각 치아당 2개의 시편을 얻어 염색 용액의 침투 정도를 시편당 2곳의 변연에서 입체 현미경(Olympus, SZ-PT, Japan)으로 관찰하고 이를 기록하였다.

와동과 충전물 사이의 색소침투 판정기준은 다음과 같다.

0 : 색소의 침투가 전혀 없는 경우

1 : 색소가 와동상방 전색재와 와동측벽 길이 합의 1/3까지 침투한 경우

**Table 1.** Materials and mode of restoration used in this study

Group	Materials	mode
1	Z-100	resin restoration
2	Z-100 / Teethmate F-1	2-step PRR
3	Z-100 / Ultraseal XT-plus	2-step PRR
4	Ultraseal XT-plus	1-step PRR
5	Ultraseal XT-plus	2-step PRR

PRR: preventive resin restoration

**Table 2.** Microleakage score

Group	Microleakage degree					Mean Microleakage	Standard Deviation	Sample size
	0	1	2	3	4			
1		3	3	3	13	3.18	1.14	22
2		11	8	2	1	1.68	0.84	22
3		12	8	2		1.55	0.67	22
4			2	1	19	3.77	0.61	22
5	1	4	2	2	13	3.00	1.38	22

**Table 3.** Comparison between groups, p-value(Mann-Whitney U Test)

Compariso	1	2	3	4	5
1		*	*	*	-
2			-	*	*
3				*	*
4					*
5					

\* : statistically significant difference(p<0.05)

- : statistically no significant difference(p>0.05)

2 : 색소가 와동상방 전색재와 와동측벽 길이 합의 2/3까지 침투한 경우  
 3 : 색소가 와동상방 전색재와 와동측벽 길이 합의 2/3이상 침투하였으나 치수벽에는 도달하지 않은 경우  
 4 : 색소가 와동의 치수벽까지 침투한 경우  
 얻어진 자료는 SPSS version 10.0 프로그램을 이용하여, Kruskal-Wallis test 및 Mann-Whitney U test로 각 군의 유의성을 검정하였다.

Ⅲ. 연구성적

평균 미세누출은 충전 전색재로 와동과 소와열구를 한 단계로 수복한 4군에서 가장 높았고, 복합레진과 충전 전색재를 사용한 3군에서 가장 낮았다. 평균 미세누출은 4군 > 1군 > 5군 > 2군 > 3군의 순으로 감소하였다. 군 간의 미세누출 비교에서는 복합레진만으로 수복한 1군은 복합레진과 전색재를 사용한 2군, 3군보다 유의하게 높은 미세누출을 보였으며(p<0.05), 충전 전색재만을 한 단계로 사용한 4군보다는 유의하게 낮은 미세누출을 보였다(p<0.05). 1군과 5군 사이에는 통계적으로 유의한 미세누출의 차이가 없었다(p>0.05). 복합레진과 비충전 전색재를 사용한 2군은 4군, 5군보다 유의성있게 낮은 미세누

출을 보였으나(p<0.05), 3군과는 유의한 차이가 없었다(p>0.05). 복합레진과 충전 전색재를 사용한 3군은 같은 전색재로 와동과 소와열구를 수복한 4군, 5군보다 모두 유의성 있게 낮은 미세누출을 보였다(p<0.05). 같은 전색재로 한 단계, 두 단계로 나눈 4군, 5군은 두 단계로 수복한 5군이 통계학적으로 유의하게 낮은 미세누출을 보였다(p<0.05)(Table 2, 3).

Ⅳ. 총괄 및 고찰

미세누출은 치아와 수복물의 계면에 형성되어 산, 효소, 미생물과 그 부산물이 침투하게 되는 간극으로<sup>17)</sup>, 치아변색, 재발성 우식증, 치수염증, 치수괴사를 일으킬 수 있다<sup>18)</sup>. Alani와 Toh<sup>19)</sup>는 미세누출이 치과수복물의 수명을 결정짓는 주요인으로 간주된다고 하였고, Al-Obaidi와 Salama<sup>20)</sup>는 치과 수복물 변연의 온전성과 미세누출은 임상적 성공에 중요한 변수이며, 미세누출의 방지가 오랜동안 치과계의 목표가 되어왔다고 하였다.

이러한 미세누출을 관찰하는 방법 중 가장 흔히 사용되어 온 것이 표본을 염색용액에 담그거나 방사선 동위원소를 이용하는 것이다. 방사선 동위원소는 치과용 방사선 필름을 사용하여 영구적으로 누출을 기록할 수 있으나 취급시 매우 주의해야 하며

자격이 있어야 취급이 가능하지만, 염색 용액은 자격없이도 사용할 수 있어 조사자에게 더욱 편리하며 그 침투정도를 쉽게 볼 수 있다<sup>21)</sup>. Crim 등<sup>21)</sup>은 열순환을 시행하면 추적자로 염색용액을 쓴 것과 방사선 동위원소를 쓴 것 간에 차이가 없다고 하였다. 또한 Puppala 등<sup>22)</sup>은 복합레진 수복의 레이저 및 가시광선 중합을 비교한 연구에서 염색용액의 침투가 방사선 동위원소보다 변연부 미세누출 평가에 있어서 더 우수했다고 하였다. 본 실험에서는 1%의 methylene blue 염색용액을 사용하였다.

구강외에서 구강내 열변화를 재현하는데 가장 흔히 쓰이는 방법이 열순환이다. 열순환은 수조의 온도, dwell time, 순환횟수 등을 다양하게 할 수 있으며<sup>19,23)</sup>, Mandras 등<sup>24)</sup>은 복합레진의 미세누출에 250회와 1,000회의 열순환이 유의한 차이를 야기하지 않는다고 하였다. Crim과 Garcia-Godoy<sup>25)</sup>은 열수조에서의 dwell time과 열순환 횟수가 복합레진의 미세누출을 인지하기 위한 염색용액이나 방사선 동위원소의 침투 정도에 큰 영향을 주지 않는다고 하였으며, Harper 등<sup>26)</sup>은 생활치에 극도로 차거나 뜨거운 물질이 직접 닿는 것을 환자가 장시간 견딜 수 있을 것 같지는 않다고 하였다. 또 Wendt 등<sup>27)</sup>은 열순환을 염색용액 내에서 하는 것과 열순환 후 염색용액에 담그는 것과는 통계학적인 유의차가 없다고 하였다. 본 실험에서는 가장 흔히 쓰인다고 생각되는 30초의 dwell time을 적용하였으며, 열순환 후 염색용액에 담그었다.

Wendt 등<sup>27)</sup>은 치질과 레진수복물 계면의 온전성이 몇가지 요소에 의해 좌우되며, 이 중 세 가지가 중합 시의 중합수축, 중합과정 이후에 일어나는 수분흡수, 그리고 치아와 수복물질 간의 열팽창계수의 차이로 하였다. Bausch 등<sup>28)</sup>도 수축이 전단응력을 일으켜 와동벽과 수복물 사이에 변연간극을 만들 수 있다고 하였다. 이론적으로는 수복물과 치아간의 열팽창계수의 차이가 크면 열변화에 따라 더 큰 변연누출이 일어날 것이다<sup>29)</sup>. 치아와 수복물의 열팽창계수 차이는 충전제의 존재여부나 양에 영향을 받으며 비충전 레진과 복합레진은 상대적으로 치아보다 높은 열팽창계수를 갖지만 뛰어난 절연성으로 열팽창계수의 일반적 양상에 혼란을 준다<sup>27)</sup>. 충전제가 첨가되면 중합수축이 크게 감소하고 레진의 높은 열팽창도 감소하며 경도와 강도도 증가한다<sup>30,31)</sup>. Geiger 등<sup>32)</sup>에 의하면 소와열구전색재 역시 중합시 약 1.5~4%의 수축이 일어나며 전색재에 의해 덮이는 부분이 넓을수록 변연의 이탈이 더 클 것이라고 하였다.

서론에서도 밝혔듯이 예방적 레진수복의 성공은 전색재와 밀접한 관련을 가진다. Feigal<sup>10)</sup>은 예방적 레진수복의 실패가 덮고있는 전색재의 실패에 관련이 있고 전색재의 실패율은 1년에 5~10%이며 자주 검사해야 하고 적당한 예방적 유지노력이 필요하다고 하였다. Saunders 등<sup>33)</sup>도 예방적 레진수복의 누출은 전색재에 의존한다고 하였으며, Walker 등<sup>11)</sup>도 전색재가 예방적 레진수복의 결과에 가장 큰 기여요인이라고 하였다.

충전 전색재로 작은 와동의 수복이 가능하다고 하는 Ultraseal XT-plus는 Bayne 등<sup>34)</sup>의 보고에 따르면 충전제 입자의 지름이 1.0~1.5 $\mu$ m이며 중량으로 60%의 충전제를 함유하는 레진계 전색재이다. 다른 유동성 복합레진에 비해 flow가

높아 시중에 전색재로 알려지고 판매되고 있는 Ultraseal XT-plus가 다른 전색재와는 달리 작은 와동의 수복도 가능하다는 것은 이러한 충전제의 존재 때문일 것이다. 모든 유동성 복합레진의 충전제 함량이 알려진 것은 아니지만,  $\kappa$ liteflo(Bisco Dental Product, U.S.A.)의 경우 중량으로 60%, FloRestore (Den-Mat Corp., U.S.A.)는 중량으로 50%, 체적으로 43%의 충전제를 함유하고 있으며, Revolution(Kerr, U.S.A.)은 중량으로 62%, 체적으로 46%, Flow-It(Jeneric/Pentron Inc., U.S.A.)은 중량으로 70.5%의 충전제를 가진다<sup>34)</sup>.

반면 Teethmate F-1은 비충전 전색재로 Kozai 등<sup>35)</sup>에 의하면 Ultraseal XT-plus보다 소수성이 더 크며, 이것은 접촉각이 Ultraseal XT-plus가 더 작다는 것을 의미한다. 접촉각이 작다는 것은 수분이 존재하는 경우 법랑질을 적시는 능력이 더 우수하다는 것을 의미한다. Z-100복합레진은 고도로 충전된 hybrid 복합레진으로 0.6 $\mu$ m의 충전제 입자크기를 가지며 중량으로 85%, 체적으로 66%의 충전제를 함유한다<sup>34)</sup>. Ultraseal XT-plus에는 다른 전색재와 달리 Prima Dry라는 것을 사용하도록 되어 있는데 이것은 99% ethyl alcohol과 1%의 bond enhancer(0.46%~2.3%의 NTG-GMA)로 이루어져 있다. 병소의 대부분이 법랑질일 때는 와동 수복 시 산부식후 수세 건조한 뒤 Prima Dry를 5초간 적용하고 air로 살짝 불어낸 후 바로 와동에 전색재를 주입하라고 지시하고 있다. 이번 실험의 경우가 이에 해당되어 4, 5군은 bonding agent없이 지시대로 수복하였다.

복합레진에 비해 전색재의 어떤 상품은 낮은 비율의 충전제를 갖지만 대부분이 비충전 전색재이다<sup>35)</sup>. 일반적으로 충전 전색재가 충전제 함량이 높고, 더 높은 점도를 가져, 이는 전색재의 법랑질에의 적합을 더 나쁘게 하고<sup>31)</sup>, 소와열구 기저부까지의 침투가 불완전할 것이라 생각되지만, Park 등<sup>36)</sup>, Boj 등<sup>37)</sup>, Xalabarde 등<sup>38)</sup>은 미세누출에 있어서 비충전 전색재와 충전 전색재간에 유의한 차이가 없다고 하였고, Feldens 등<sup>39)</sup>은 주사전자현미경연구에서 충전 전색재와 비충전 전색재간에 차이가 없다고 하였으나, Hatibovic-Kofman 등<sup>40)</sup>은 소와열구를 전통적 방법, bur를 사용한 방법, air-abrasion을 사용한 방법으로 처리한 후 전색재의 미세누출을 비교한 실험에서 모든 경우 비충전 전색재의 미세누출이 충전 전색재보다 적다고 하는 등의 견이 부분하다. 본 실험에서는 같은 복합레진 상방에 충전 전색재를 사용한 3군이 비충전 전색재를 사용한 2군보다 평균미세누출은 작았지만 통계학적 유의성은 없었다. 유의성은 없지만 충전 전색재가 오히려 낮은 평균미세누출을 보인 것은 앞에서 언급한대로 비록 충전 전색재일지라도 Ultraseal XT-plus가 Teethmate F-1보다 접촉각이 더 작아 법랑질을 더 잘 적신다는 Kozai 등<sup>35)</sup>의 보고를 생각하면 이해가 될 수 있다. 또한 온도 변화는 충전제가 첨가된 재료보다 첨가되지 않은 재료에 더 나쁜 영향을 미치므로<sup>41)</sup> 이것 역시 관계가 있을 것이라 생각한다.

복합레진만으로 수복한 1군보다 예방적 레진수복을 시행한 2, 3군의 미세누출이 유의하게 낮았는데, 이는 완전 중합된 복

합레진 위에 전색재를 적용하면 전색재가 변연을 따라 존재하는 미세결손부나 미세한 틈에 침투하여 수복물의 마모저항과 변연의 온전성을 향상시킬 수 있을 것이라 한 Dickinson 등<sup>42)</sup>의 보고와도 일치하는 결과였다. 한편, 충전 전색재만을 두 단계로 사용한 5군이 1군보다 통계학적 유의성은 없으나 낮은 평균미세누출을 보였는데 이는 5군의 경우 비록 와동내에 bonding agent의 사용이 없었지만 와동을 수복 중합한 후 와동상방과 소와열구에 전색재를 도포하고 중합하는 것이 변연을 보강하여 이러한 결과를 보인 것으로 추측한다.

복합레진과 전색재를 사용한 2, 3군은 충전 전색재만을 사용한 4, 5군보다 유의하게 낮은 미세누출을 보였는데, 이는 같은 예방적 레진수복이라 하더라도 bonding agent를 사용하는 편이 우수한 결과를 보였다는 것을 말해준다. Qvist<sup>31)</sup>는 레진수복물 주위의 간극 형성은 산부식법, 상아질 결합제, 복합레진이 아닌 저점도의 레진을 점도 높은 복합레진 적용 전에 바르는 것 외에도 다양한 방법으로 예방할 수 있다고 하였다. Prima Dry는 drying agent로서의 기능이 대부분으로서 bonding agent를 사용하는 것보다 우수한 결과를 기대하기 힘들 것이다. 미세누출에 있어서는 제조사가 권장하는 방법만으로는 기존의 방법만큼의 결과를 얻을 수는 없었다. Ferdianakis<sup>43)</sup>는 air-abrasion을 사용하여 와동을 형성하고 수복한 실험에서 유동성 복합레진으로 수복한 경우가 미세누출과 기포의 형성이 더 적었다는 보고를 한 바 있으며 국내에서도 박 등<sup>44)</sup>이 같은 결과를 보고한 바 있다. 이들의 경우는 모두 유동성 복합레진 적용 전에 bonding agent를 사용하여 한 것으로 본 실험과는 조건이 달랐다.

충전 전색재를 한 단계로 와동과 소와열구에 한 번에 적용하고 중합한 4군은 두 단계로 나누어 와동에 적용하고 중합 후, 소와열구에 도포하고 중합한 5군과 복합레진만으로 수복한 1군보다 유의하게 높은 미세누출을 보였다. 1군과 4군의 차이는 bonding agent의 유무로 나타난 결과라 생각하며, 4군과 5군의 차이는 비록 기존의 bonding agent를 사용하지는 않았다 하더라도 와동의 중합 후 와동상방과 소와열구에 전색재를 도포하고 중합한 것이 수복물과 와동벽 사이의 미세한 결손부 사이로 침투한 전색재의 효과를 설명해 주는 것이라 생각되고 결과적으로 5군의 중합시간이 4군보다 더 긴 것도 영향을 미쳤을 것으로 사료된다. 이와같은 결과를 모두 고찰하여 볼 때 전색재 이면서 작은 와동의 수복이 가능하다하여 사용이 간편할 것으로 예상되는 4, 5군의 재료가 제조사가 권장하는 방법만으로는 미세누출에 있어서는 기존의 방법보다 우수하지 못하다는 것을 알 수 있다. 제조사는 병소의 대부분이 상아질일 때 상아질 결합제 등의 bonding agent를 사용할 것을 권장하고 있지만 와동의 대부분이 법랑질에 형성된 경우에도 bonding agent를 적용하는 것이 기존의 방법과 필적할 만한 결과를 얻을 수 있지 않을까 사료되며 이는 더 연구가 필요할 것이다. 또한 교합면 레진수복만을 하는 것보다는 레진수복 후에 전색재를 도포하여 주는 예방적 레진수복이 미세누출에 있어서 우수한 결과를 보인다는 것도 알 수 있다.

본 실험에서 사용한 색소침투법은 미세누출에 대한 양상만을 보여줄 뿐 누출이 어느 계면에서 일어나는지 밝히지 못하므로 실험에서 보인 미세누출은 정확한 경로를 알 수는 없으며<sup>19)</sup>, 간극의 너비가 얼마인지도 알 수 없다<sup>31)</sup>. 또 이번 연구는 열순환을 시행한 후 미세누출만을 관찰하였는데, 교합압 등의 영향을 고려한 실험이나, 미세누출 이외의 마모저항이나 결합력 등에 대한 연구 등도 필요하리라 사료된다.

예방적 레진수복은 작고, 한정적인 초기 우식증을 가진 치아에서 가장 효과적인 치료방법으로 점차 인정되고 있다<sup>10,13,45-47)</sup>. 같은 술식에서 와동수복에 복합레진 대신 글라스아이오노머 시멘트를 사용하는 예방적 글라스아이오노머 수복도 등장하고<sup>48-50)</sup> 전색재의 하방에 bonding agent를 적용하는 등<sup>51,52)</sup> 여러 가지의 시도도 이루어지고 있다. 현재까지 시행된 여러 연구들은 실험조건, 방법 등의 차이로 함께 비교하기는 어렵다. 새로운 재료들의 여러 가지 특징과 술식에 대한 종합적이고도 상세한 비교가 행해진다면 임상가들에게 더욱 큰 도움을 줄 수 있을 것이다.

## V. 결 론

예방적 복합레진 수복시 전통적 방법에서 충전 전색재와 비 충전 전색재를 사용한 경우와 충전 전색재로 와동과 소와열구를 한 단계로 수복한 경우와, 두 단계로 나누어 수복한 경우의 미세누출의 차이를 알아보기 위하여 교합면에 작은 I 급와동을 형성하고 전색재를 사용하지 않은 군을 포함하여 5군으로 나누어 실험하였다. 500회의 열순환을 시행하고 색소 침투법을 사용하여 미세누출을 측정 한 뒤 각 군의 미세누출을 비교하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 평균 미세누출은 충전 전색재만을 한 단계로 수복한 4군에서 가장 높았고, 복합레진과 충전 전색재로 수복한 3군에서 가장 낮았다. 평균 미세누출은 4 > 1 > 5 > 2 > 3군의 순서로 감소하였다.
2. 군간의 미세누출 비교에서 복합레진만으로 충전한 1군은 충전 전색재로 와동과 소와열구를 두 단계로 나누어 수복한 5군과는 통계학적으로 유의한 차이가 없었으나, 전통적 방법의 예방적 레진수복을 시행한 2군, 3군보다 통계학적으로 유의하게 높은 미세누출을 보였고(p<0.05), 충전 전색재로 와동과 소와열구를 한 단계로 수복한 4군보다는 통계학적으로 유의하게 낮은 미세누출을 보였다(p<0.05).
3. 복합레진과 비충전 전색재를 사용한 2군은 복합레진과 충전 전색재를 사용한 3군과는 통계학적으로 유의한 차이가 없었으나 충전 전색재만으로 와동과 소와열구를 모두 수복한 4군, 5군보다 통계학적으로 유의하게 낮은 미세누출을 보였다(p<0.05).
4. 복합레진과 충전 전색재를 사용한 3군은 충전 전색재만 사용한 4,5군보다 통계학적으로 유의하게 낮은 미세누출을 보였다(p<0.05).
5. 충전 전색재만으로 두 단계로 나누어 수복한 5군은 같은

전색재로 한 단계로 수복한 4군보다 통계학적으로 유의하게 낮은 미세누출을 보였다( $p < 0.05$ ).

### 참고문헌

1. Simonsen RJ, Stallard RE : Sealant-restorations utilizing a diluted filled resin: one year result. *Quintessence Int* 8:77-84, 1977.
2. Hicks MJ : Preventive resin restorations: etching patterns, resin tag morphology and the enamel-resin interface. *ASDC J Dent Child* 51:116-123, 1984.
3. Simonsen RJ : Preventive resin restoration ( I ). *Quintessence Int* 9:69-76, 1978.
4. Simonsen RJ : Preventive resin restorations: three-year results. *J Am Dent Assoc* 100:535-539, 1980.
5. Swift EJ Jr : Preventive resin restorations. *J Am Dent Assoc* 114:819-821, 1987.
6. Conry JP, Beyer JP, Pintando MR, Douglas WH : Measurement of preventive resin restorations using computer profilometry. *ASDC J Dent Child* 59:177-181, 1992.
7. Walls AWG, Murray JJ, McCabe JF : The management of occlusal caries in permanent molars. A clinical trial comparing a minimal composite restoration with an occlusal amalgam restoration. *Br Dent J* 164:282-292, 1988.
8. Walker J, Floyd K, Jakobson J, Pinkham JR : The effectiveness of preventive resin restorations in pediatric patients. *ASDC J Dent Child* 63:338-340, 1996.
9. McConnachie I : The preventive resin restoration: a conservative alternative. *J Can Dent Assoc* 58:197-200, 1992.
10. Feigal RJ : Sealants and preventive restorations: review of effectiveness and clinical changes for improvement. *Pediatr Dent* 20:85-92, 1998.
11. Walker JD, Jensen ME, Pinkham JR : A clinical review of preventive resin restorations. *ASDC J Dent Child* 57:257-259, 1990.
12. Ripa LW, Wolff MS : Preventive resin restorations: indications, technique, and success. *Quint Int* 23:207-315, 1992.
13. Futatsuki M, Kubota K, Yeh YC, et al. : Early loss of pit and fissure sealant: a clinical and SEM study. *J Clin Pediatr Dent* 19:99-104, 1995.
14. Hicks MJ, Silverstone LM : The effect of sealant application and sealant loss on caries-like lesion formation in vitro. *Pediatr Dent* 4:111-114, 1982.
15. Silverstone LM: Fissure sealants : The enamel-resin interface. *J of Public Health Dent* 43:205-215, 1983.
16. Silverstone LM: Fissure sealants : The susceptibility to dissolution of acid-etched and subsequently abraded enamel in vitro. *Caries Res* 11:46-51, 1977.
17. Kidd EAM : Microleakage: a review. *J Dent* 4:199-206, 1976.
18. Browne RM, Tobias RS : Microbial microleakage and pulpal inflammation: a review. *Endodon Dent Traumatol* 2:177-183, 1986.
19. Alani AH, Toh CG : Detection of microleakage around dental restorations: a review. *Oper Dent* 22:173-185, 1997.
20. Al-Obaidi FF, Salama FS : Resin-modified glass ionomer restorations in primary molars: a comparison of three in vitro procedures. *J Clin Pediatr Dent* 21:71-76, 1996.
21. Crim GA, Swartz ML, Phillips RW : Comparison of four thermocycling techniques. *J Prosthet Dent* 53:50-53, 1985.
22. Puppala R, Hedge A, Munshi AK : Laser and light cured composite resin restorations: in-vitro comparison of isotope and dye penetrations. *J Clin Pediatr Dent* 20:213-218, 1996
23. Rossomando KJ, Wendt SL : Thermocycling and dwell times in microleakage evaluation for bonded restorations. *Dent Mater* 11:47-51, 1995.
24. Mandras RS, Retief DH, Russell CM : The effects of thermal and occlusal stresses on the microleakage of the Scotchbond 2 dentinal bonding system. *Dent Mater* 7:63-67, 1991.
25. Crim GA, Garcia-Godoy F : Microleakage: the effect of storage and cycling duration. *J Prosthet Dent* 57:572-576, 1987.
26. Harper RH, Schnell RJ, Swartz ML, Phillips RW : In vitro measurements of thermal diffusion through restorations of various materials. *J Prosthet Dent* 43:180-185, 1980.
27. Wendt SL, McInnes DM, Dickinson GL : The effect of thermocycling in microleakage analysis. *Dent Mater* 8:181-184, 1992.
28. Bausch JR, DeLange K, Davidson CL, et al. : Clinical significance of polymerization shrinkage of composite resins. *J Prosthet Dent* 48:59-67, 1982.
29. Going RE : Microleakage around dental restorations: a summarizing review. *J Am Dent Assoc* 84:1349-1357, 1972.

30. 대한소아치과학회 : 소아청소년치과학. 신흥인터내셔널, 서울 :226-232, 1999.
31. Qvist V : Resin restorations: leakage, bacteria, pulp. Endod Dent Traumatol 9:127-152, 1993.
32. Geiger SB, Gulayev S, Weiss EI : Improving fissure sealant quality:mechanical prepararion and filling level. J Dent 28:407-412, 2000.
33. Saunders WP, Strang R, Ahmad I : In vitro assessment of the microleakage around preventive resin(laminate) restorations. ASDC J Dent Child 57:433-436, 1990.
34. Bayne SC, Thompson JY, Swift EJ Jr, et al. : A characterization of first-generation flowable composites. J Am Dent Assoc 129:567-577, 1998.
35. Kozai K, Suzuki J, Okada M, Nagasaka MN : In vitro study of antibacterial and antiadhesive activities of fluoride containing light-cured fissure sealants and a glass ionomer liner/base against oral bacteria. ASDC J Dent Child 67:117-122, 2000.
36. Park K, Georgescu M, Scherer W, Schulman A : Comparison of shear bond strength, fracture patterns and microleakage among unfilled, filled and fluoride releasing sealants. Pediatr Dent 15:418-421, 1993.
37. Boj JR, Xalabarde A, Garcia-Godoy F : Microleakage of fissure sealants after enameloplasty. Pediatr Dent 17:143(Abstr), 1995.
38. Xalabarde A, Garcia-Godoy F, Boj JR, Canalda C : Microleakage of fissure sealants after occlusal enameloplasty and thermocycling. J Clin Pediatr Dent 22:231-235, 1998.
39. Feldens EG, Feldens CA, Araujo FB, Souza MAL : Invasive technique of pit and fissure sealants in primary molars: A SEM study. J Clin Pediatr Dent 18:187-190, 1994.
40. Hatibovic-Kofman S, Wright GZ, Braverman I : Microleakage of sealants after conventional, bur, and air-abrasion preparation of pit and fissures. Pediatr Dent 20:173-176, 1998.
41. Asmussen E : The effect of temperature changes on adaptation of resin fillings. I. Acta Odontol Scand 32:161-171, 1974.
42. Dickinson GL, Leinfelder KF, Mazer RB, Russell CM : Effect of surface penetrating sealant on wear rate of posterior composite resins. J Am Dent Assoc 121:251-255, 1990.
43. Ferdianakis K : Microleakage reduction from newer esthetic restorative materials in permanent molars. J Clin Pediatr Dent 22:221-229, 1998.
44. 박헌정, 김종수, 김용기 : 유동성 복합레진을 적용한 예방적 레진수복물의 미세누출 양상에 관한 비교연구. 대한소아치과학회지 27:419-429, 2000.
45. Roth AG, Conry JP : A retrospective cohort evaluation of preventive resin restorations. J Can Dent Assoc 58:223-226, 1992.
46. King NM, Yung LKM, Holmgren CJ : Clinical performance of preventive resin restorations placed in a hospital environment. Quintessence Int 27:627-632, 1996.
47. Houpt M, Fuks A, Eidelman E : The preventive resin(composite resin/sealant) restoration: Nine-year results. Quintessence Int 25:155-159, 1994.
48. Kupiezky A, Houpt M, Mellberg J, Shey Z : Fluoride exchange from glass ionomer preventive resin restorations. Pediatr Dent 16:340-345, 1994.
49. Croll TP : Glass ionomer/resin preventive restoration. ASDC J Dent Child 59:269-272, 1992
50. Henry RJ, Jerrell RG : The glass ionomer rest-a-seal. ASDC J Dent Child 56:283-287, 1989.
51. Hitt JC, Feigal RJ : Use of a bonding agent to reduce sealant sensitivity to moisture contamination: an in vitro study. Pediatr Dent 14:41-46, 1992.
52. Borem LM, Feigal RJ : Reducing microleakage of sealants under salivary contamination: Digital-image analysis evaluation. Quintessence Int 25:283-289, 1994.

## Abstract

## A STUDY ON MICROLEAKAGE OF PREVENTIVE RESIN RESTORATION

Hyun-Jung Koo, D.D.S., Sang-Hoon Lee, D.D.S., M.S.D., Ph.D., Se-Hyun Hahn, D.D.S., M.S.D., Ph.D.

*Department of Pediatric Dentistry and Dental research Institute, College of Dentistry, Seoul National University*

Preventive resin restoration, extended concept of occlusal pit and fissure sealing, is procedure composed of as follows. Cavity preparation is limited to areas of initial caries. The cavity is then restored with composite resin, while other sound pits and fissures are sealed with pit and fissure sealant.

If pit and fissure sealant with which microrestoration is possible is used, it may be of great benefit to both patient and operator in case of difficult-to-control children's treatment. However, study on preventive resin restoration using this kind of materials have been scarce.

The purpose of this study was to compare the microleakage of four different modes of preventive resin restoration. Restoration using only composite resin was compared together.

Fifty-five bicuspid were prepared with small class I cavity preparation on the occlusal surface, divided into the following groups and restored accordingly.

Group 1 : Cavity was restored with Z-100 composite resin

Group 2 : Cavity was restored with Z-100 composite resin. Pits and fissures were then sealed with Teethmate F-1

Group 3 : Cavity was restored with Z-100 composite resin. Pits and fissures were then sealed with Ultraseal XT-plus

Group 4 : Cavity and pits and fissures were restored with Ultraseal XT-plus altogether

Group 5 : Cavity was restored with Ultraseal XT-plus . Pits and fissures were then sealed with the same material.

After restoration, the samples were thermocycled 500 times between 5°C and 55°C with a dwell time of 30 seconds. After thermocycling, the samples were dipped into 1% methylene blue solution for 24 hours, then rinsed with tap water. The teeth were then embedded in resin and cut buccolingually along the tooth axis and observed with a stereomicroscope to determine the degree of microleakage.

The results were as follows:

1. Group 4 showed the greatest microleakage, while group 3, showed the least. The mean microleakage decreased in the following order: 4>1>5>2>3.
2. There was no statistically significant difference between group 1 and group 5 ( $p>0.05$ ). However, group 1 showed significantly greater microleakage compared to group 2 and 3 ( $p<0.05$ ). Group 1 showed significantly less microleakage compared to group 4 ( $p<0.05$ ).
3. Group 2 showed no statistically significant difference compared to group 3 ( $p>0.05$ ). However, group 2 showed significantly less microleakage compared to group 4 and 5 ( $p<0.05$ ).
4. Group 3 showed significantly less microleakage compared to group 4 and 5 ( $p<0.05$ ).
5. Group 5 showed significantly less microleakage than group 4 ( $p<0.05$ ).

**Key words** : Preventive resin restoration, Microleakage, Filled sealant, Unfilled sealant