

## 부하순환 하에서 제V급 복합레진 수복물의 미세변연누출에 대한 재접착제의 효과에 관한 연구

윤연희 · 김영재 · 김정욱 · 장기택 · 이상훈 · 김종철 · 한세현

서울대학교 치과대학 소아치과학교실 및 치학연구소

### 국문초록

저점도의 레진을 복합레진 수복물 위에 도포하는 것은 미세누출방지와 변연 완전성(integrity) 유지를 위한 한 방법이다. 하지만 장기간 관찰하면, 수복물은 저작압에 의한 영향을 받게 되는데, 저점도의 레진으로 수복물 변연부를 재접착(rebonding)하였을 때 저작압에 의한 응력에 견디면서 계속하여 수복물에 긍정적인 영향을 주는지에 대한 연구는 미흡한 실정이다. 본 연구는 부하순환(load cycling) 하에서 제V급 수복물의 미세변연누출에 대한 재접착제(rebonding agent)의 효과를 알아 보고자 하였다.

40개의 건전한 소구치의 협면에 제V급 와동을 형성하고 제조사의 지시대로 광중합복합레진으로 수복하였다. 20개씩 무작위로 나누어 표면전색을 하지 않는 I군과 표면을 산부식 후 재접착한 II군으로 설정하였다. 열순환 후 각 군에서 10개씩의 하위군(A군=No load cycling군, B군=Load cycling군)으로 나누어 이중 B군의 시편에 1 Hz의 속도로 수직력이 4-100N까지 100,000회의 부하순환을 가하였다. methylene blue 용액에 침윤시켜 변연의 미세누출정도를 평가하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 교합변연에서는 재접착과 무관하게 유의한 차이가 없었다(IA-IIA군, IB-IIB군)( $p>0.05$ ).
2. 치은변연의 경우는 부하순환을 하지 않은 군의 경우 재접착을 한 군(IIA군)이 재접착을 하지 않은 군(IA군)에 비해 더 적은 미세누출결과를 보였다( $p<0.05$ ).
3. 치은 변연에서 부하순환을 시행한 군의 경우에는 재접착을 한 군(IIB군)과 재접착을 하지 않은 군(IB군)과 유의차가 없는 비슷한 미세누출의 결과를 보였다( $p>0.05$ ).

**주요어** : 복합레진, 재접착제, 미세변연누출, 부하순환

### I. 서 론

수복물이 와동의 변연에 잘 적합하여 변연을 봉쇄하는 것은 수복물의 수명에 가장 중요한 요소 중의 하나이다. 미세누출은 형성된 와동벽과 수복재료사이에서 박테리아나 구강액, 분자나 이온, 공기가 스며드는 것을 의미하며, 수복물을 재치료하게 되는 가장 큰 요인이 되고 있다. 미세누출을 막지 못하여 나타나

는 부작용으로는 술후통증, 우식재발, 변연변색, 치수조직의 염증반응 등이 있다<sup>1-3)</sup>.

복합레진은 제V급 와동의 심미적 수복시에 흔히 사용되는 재료이다. 하지만 복합레진은 중합시 재료자체가 수축을 하며 이 때문에 변연부위에서 미세누출을 일으키게 된다<sup>4)</sup>. 특히 변연이 상아질이나 백악질에 위치한 수복물의 미세누출은 임상적으로 중요한 문제가 되고 있다<sup>5-7)</sup>. 이러한 문제를 극복하기 위하여 저점도의 레진인 재접착제를 복합레진수복물 위에 도포하는 것이 연구되었다<sup>8-16)</sup>. 이러한 재접착제는 계면간 공간, 특히 상아질과 백악질변연으로 침투하여 보다 나은 변연폐쇄를 촉진한다<sup>10)</sup>.

재접착제가 소개된 초기에는 큰 크기의 필러를 가진 레진의 표면 전체에 적용하여 더 매끄러운 표면을 갖고 안정된 색을 나타내도록 사용되었다<sup>17)</sup>. 근래에는 미세누출의 감소효과뿐만 아

교신저자 : 한 세 현

서울시 종로구 연건동 28

서울대학교 치과대학 소아치과학교실

Tel : 02-760-3819

E-mail: shhan@snu.ac.kr

나라 마무리 과정 중에 생기는 미세한 결함을 채워주어서 구치부 레진수복물의 마모를 줄이는 효과도 있다고 보고되고 있다<sup>18-21)</sup>.

그러나 장기간 관찰하면 수복물과 재접착제는 구강내의 온도 변화와 칫솔질, 그리고 저작압의 영향을 받게 된다<sup>10)</sup>. 특히 저작 압은 치경부에 압축력과 인장력을 발생시켜 수복재와 계면 사이에 응력이 나타나게 한다. 이러한 응력은 제V급 수복물의 미세누출에 중요한 하나의 요인으로 작용하게 된다<sup>22-25)</sup>. 따라서 실험실적으로 수복물의 미세누출에 관한 연구를 할 때는 저작 압을 실험적으로 모방, 재현하는 부하순환을 반드시 고려해야 한다.

저작을 모방한 여러 가지 실험기<sup>26-30)</sup>를 통한 부하순환으로 우리는 실제 임상상황에 대한 많은 정보를 얻을 수 있다. 이중 DeLong과 Douglas<sup>29)</sup>에 의해 기술된 MTS 시스템(858 Mini Bionix II Test System, MTS systems corporation, U.S.A)은 구강 내의 주된 저작요인인 힘 전달과 3차원적인 움직임을 재현하는 서보유압(servohydraulics)을 이용한 기계이다. 즉, 수평면에서의 운동경로는 수평작동기가 직선으로 움직여서, 그리고 전면에서의 운동경로는 수직작동기가 교합면의 형태에 맞게 움직여 재현한다. 또한, 저작력은 힘과 시간과의 그래프가 절반의 사인곡선(half a sine wave)을 보이게 수직작동기의 서보유압에 의해 조절된다.

현재 저점도의 레진으로 수복물 변연부를 재접착하였을 때 저작압으로 발생하는 응력에 견디면서 계속하여 수복물에 긍정적인 영향을 주는지에 대한 연구는 미흡한 실정이므로, 이번 연구에서 MTS 시스템을 이용한 부하순환을 시행하였을 때 제V급 수복물의 미세변연누출에 대해 재접착제가 어느 정도의 효과를 발휘하는가를 알아보려고 하였다.

II. 연구 재료 및 방법

40개의 우식이 없는 소구치를 준비하여 표면의 연조직이나 잔사, 이물질을 큐렛으로 제거하여 실험치아로 사용하였다. 치아 협면에 고속 엔진용 No. 330 carbide bur를 이용하여 V급 와동을 형성하되 치은 변연부는 상아질과 백악질에, 그리고 교합 변연부는 법랑질에 위치하도록 하였다. 와동의 크기는 교합-치은 폭이 3mm, 근원심너비가 4mm, 그리고 깊이는 2mm로 형성하였다.

와동형성을 마친 후 와동을 37% 인산으로 15초 산부식 후 15초의 수세를 하고 2초간 건조하였다. Scotchbond multi-purpose primer(3M ESPE, U.S.A)를 와동 내에 도포하고 5초간 건조시켰다. Scotchbond multi-purpose adhesive(3M ESPE)를 도포하고 400mW/cm<sup>2</sup>의 광강도를 확인한 광중합조사기(XL 3000, 3M ESPE)로 10초간 광중합하였다.

혼합형 복합레진(Filtek Z250, 3M ESPE)를 1mm씩 분할 충전 후 20초씩 광중합하였고, Sof-Lex abrasive disks(3M ESPE)로 연마하였다. 시편들을 무작위로 20개씩 2개의 군으로 나누어 한 군은 재접착제를 도포하지 않고(I군) 다른 한 군은 다음의 술식에 따라 처치하였다(II군): 수복물 표면과 교합 변연부, 치은변연부(치아와 수복물의 경계를 지나 2mm까지)에 15초간 37%의 인산으로 산부식, 15초간 수세 후 과도한 수분을 air로 불어내었다. 산부식된 면 위로 surface-penetrating sealant(Fortify, Bisco inc., U.S.A)를 적용한 후 20초동안 광중합하였다. 사용된 재료는 Table 1에 정리하였다.

I군과 II군의 시편을 37℃의 증류수에서 7일간 보관한 후 고온(55℃)과 저온(5℃)의 수조에서 번갈아 30초씩 총500회의

Table 1. Tested Materials

	Product	Composition	Manufacturer
Adhesive system	Scotchbond Multi-Purpose Primer	HEMA, polyalkenoic copolymer, water	3M ESPE U.S.A
	Scotchbond Multi-Purpose Adhesive	Methacrylic ester, acetone, butylated hydroxy toluene	
Resin composite	Filtek Z250 Restorative	Bis-GMA, UDMA, Bis-EMA resins, zirconia/silica filler	
Rebonding agent	Fortify(low viscosity, unfilled resin)	UDMA, Ethoxylated Bisphenol A dimethacrylate	BISCO Inc. U.S.A

Table 2. Conditions of Testing

Group	Experimental condition
IA	No load cycling
IB	Load cycling
	(total 100,000 cycles with 4-100N load at a rate of 1 Hz)
IIA	No load cycling
IIB	Load cycling
	(total 100,000 cycles with 4-100N load at a rate of 1 Hz)

열순환을 시행하였다.

열순환 후 각 군을 다시 10개씩, 2가지의 실험조건을 달리한 하위군으로 나누었다: A군=No load cycling군, B군은 Load cycling군(Table 2).

부하순환은 Mini Bionix II Test System(MTS systems corporation, U.S.A)에서 직경 3mm의 강철구로 시편의 교합면을 접촉하게 하였다. 이 과정은 증류수가 담긴 용기 안에서 1 Hz의 속도로 수직력이 4에서 100N까지, 또한 측방활주운동(lateral excursion)의 재현은 중심구를 기준으로 협측으로 0.4mm를 왕복하도록 하였다. 각 시편에 100,000회의 부하순환을 시행하였다.

모든 시편을 건조 후, 수복와동 변연 1mm를 제외한 전 표면에 nail varnish를 2회 도포하였다. 2% methylene blue 염색 용액에 24시간동안 담그고, 흐르는 물에 염색용액을 세척하였다. 협설방향으로 와동의 중앙을 저속 diamond saw로 절단한 후, 염색용액의 침투도를 입체현미경(Olympus SZ-PT, Olympus Co, Japan)으로 관찰하였다. 교합변연과 치은변연에서 별도로 측정하였으며 다음과 같은 기준으로 판정하였다:

- 0= 색소의 침투가 전혀 없는 경우
- 1= 색소침투가 와동깊이의 1/3을 넘지 않는 경우
- 2= 색소침투가 와동깊이의 1/3에서 2/3사이를 보이는 경우

3= 색소침투가 와동깊이의 2/3이상을 보이는 경우

얻어진 자료는 비모수적 통계방법인 Kruskal-Wallis test와 Mann-Whitney U test를 사용하여 각 군의 유의성을 검정하였다.

### Ⅲ. 연구 성적

재접착을 하지 않은 군의 양쪽변연의 미세누출은 부하순환 후에도 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았다(IA-IB군)( $p>0.05$ ). 재접착을 한 군의 교합변연에서도 부하순환이 미세누출에 유의한 영향을 주지 않았다(IIA-IIB군)( $p>0.05$ ). 그러나 재접착을 한 군의 치은변연에서는 부하순환 후 통계학적으로 유의하게 미세누출이 증가하였다(IIA-IIB군)( $p<0.05$ ).

교합변연에서는 재접착과 무관하게 유의한 차이가 없었다(IA-IIA군, IB-IIB군). 치은변연의 미세누출에 대해 살펴보면 부하순환을 하지 않은 군의 경우 재접착을 한 군(IIA군)이 재접착을 하지 않은 군(IA군)에 비해 더 적은 미세누출결과를 보였다( $p<0.05$ ). 그러나 부하순환을 시행한 군의 경우에는 재접착을 한 군(IIB군)과 재접착을 하지 않은 군(IB군)과 유의차가 없이 비슷한 미세누출의 결과를 보였다( $p>0.05$ )(Table 3, 4).

**Table 3.** Frequency of Microleakage Scores

Groups	Cycling	No. of specimens	Microleakage Score			
			0	1	2	3
Occlusal margins						
IA	Not-rebonded	No load cycling	3	6	1	0
IB		Load cycling	2	5	3	0
IIA	Rebonded	No load cycling	6	4	0	0
IIB		Load cycling	5	5	0	0
Cervical margins						
IA	Not-rebonded	No load cycling	1	3	3	3
IB		Load cycling	1	4	2	3
IIA	Rebonded	No load cycling	4	5	1	0
IIB		Load cycling	1	2	0	7

\*0= absence of dye penetration; 1= dye penetration up to one-third of the extension of the walls; 2= dye penetration from one-third to two-thirds of the extension of the wall. 3= dye penetration to more than two-thirds of the extension of the walls.

**Table 4.** Comparison between groups

Group	IA-IB	IIA-IIB	IA-IIA	IB-IIB
Occlusal margins				
Cervical margins		*	*	

\* indicate significant difference between groups based on Mann-Whitney U Test( $p<0.05$ ).

IV. 총괄 및 고찰

중합으로 인한 수축은 복합레진의 미세누출을 일으키는 주요 원인이 된다. 이런 미세누출을 줄이기 위하여 광중합기의 종류와 광강도, 적용방법을 변화시키거나, 복합레진 적용시 분할 충전술을 하거나, 수복재료의 물리적, 화학적인 물성자재를 변화시키는 등 여러 방법을 시도해왔다<sup>31-33</sup>. 많은 발전에도 불구하고 아직도 미세누출로 인해 많은 환자들이 불편감을 호소하고 있다. 이러한 문제를 해결하고자 표면과 계면 사이의 미세결손부위에 저점도레진을 적용하여 모세관현상을 이용해 스며들게 하는 시도를 하였던 것이 바로 재접착제로 발전하게 된 것이다<sup>8-16</sup>. 이전의 실험실 연구에 의하면 재접착하였을 때 미세누출의 감소효과가 있다고 한다<sup>8,10,15,34</sup>. 또한 Dickinson과 Leinfelder<sup>12</sup>도 재접착을 하여 유의하게 마모가 줄고 변연완전성(marginal integrity)도 얻을 수 있었다고 하였다.

미세누출을 줄이는 목적으로 사용되는 재접착제는 몇 가지 물성을 갖추어야 한다. 계면부위를 효과적으로 봉쇄하기 위해서는 화학적으로 수복재료와 반응을 일으키지 않아야 하고 치질과 열팽창, 수축계수가 비슷해야 하며 아주 작은 미세결합으로 적절히 흘러들어가갈 수 있도록 충분한 흐름성을 가지고 있어야 한다. 특히 결정적이라고 할 수 있는 성질은 미세한 틈으로 적절히 침투하는 능력으로서, 이는 재료의 점도(viscosity)와 산부식된 계면으로 적셔져 퍼지는 성질(wetability)이 좌우한다고 할 수 있겠다<sup>10,11,35</sup>. Torstenson 등<sup>35</sup>과 Tjan과 Tan<sup>11</sup>에 의하면 재접착제가 10~16 $\mu$ m 정도의 미세한 틈사이로 침투하여야 한다고 하였다. 이러한 성질을 지니려면 기존의 bonding agent나 sealant가 아닌 특별히 제작된 재접착 시스템이 바람직하다고 하겠다. 현재 이러한 제품으로 나와있는 것들은 Fortify(Bisco inc., U.S.A), Protect-It(Jeneric-Pentron inc., U.S.A), Optiguard(Kerr corp., U.S.A), Permaseal(Ultradent, U.S.A) 등이 있다.

Bertrand 등<sup>36</sup>에 따르면 Fortify는, SEM 관찰시 복합레진의 표면결합을 매워주는 역할을 하며 육안으로 관찰시 거울표면과 같은 매끈한 모습을 보였다고 하였다. 하지만, 액상의 레진으로 평탄하고 균일하게 도포하는 것은 쉽지 않으며 부위에 따라서 평강히 불규칙한 표면이 되고 그 두께가 0~70 $\mu$ m(평균 20~30 $\mu$ m)으로 다양한 수치를 보였다고 하였다. 또한 이런 제품을 한번 적용하여 복합레진의 표면경도가 증가하지는 않았으며 재접착을 한 이중층의 표면경도는 복합레진자체의 경도보다는 낮고 재접착제만의 표면경도보다는 높은 중간값을 가진다고 보고하였다.

이번 연구에서는 실제 구강환경을 모방하기 위한 열순환과 부하순환 과정이 이용되었다. 열순환에서 사용한 55 $\pm$ 2 $^{\circ}$ C와 5 $\pm$ 2 $^{\circ}$ C 사이의 온도는 구강환경에서 경험할 수 있는 온도의 범위에 해당하는 것이며<sup>37</sup>, 부하순환 과정에서 사용한 100N의 힘은 충분한 교두의 굴곡(cuspal flexure)을 일으킬 만한 힘으로 보고된 것이었다<sup>38-40</sup>. 100,000번의 부하순환 횟수는 임상적인

저작으로 2년정도에 해당된다고 한다<sup>21</sup>. 이런 cycling을 거쳐서 나온 이번 연구결과는 재접착을 적용한 시편의 치은변연의 미세누출이 부하순환에 의해 유의한 영향을 받은 것으로 나타났다.

교합변연에서는 법랑질과 수복물사이의 변연으로서, 염료의 침투에 충분히 저항할 수 있을 만큼의 계면을 형성하여 최소한의 미세누출을 보이게 된다<sup>13</sup>. 따라서 재접착을 하지 않아도 이 계면은 충분한 미세누출저항성을 가지고 있게 된다. 이번 실험에서도 재접착을 하지 않은 군과 시행한 군 사이에 유의할 만한 미세누출의 차이를 발견할 수 없었다. 이번 연구결과와 달리 재접착의 술식 중 산부식으로 인한 법랑질표면의 탈광화로 미세누출이 증가하였다는 이전의 보고<sup>15</sup>도 있었다. 이러한 차이는 산부식이 된 법랑질표면의 경계부위까지 재접착제로 적절히 다시 봉쇄하여 해결되었다고 생각되며 실제 임상에서의 교합변연에서는 특별한 문제가 되지 않는다.

교합변연과 대조적으로, 치은변연에서는 백악질이나 상아질과 레진 사이의 변연으로서, 치질자체의 형태적인 구조와 그 조성의 차이로 인하여 법랑질보다 복합레진 수축으로 인한 공간이 문제가 될 수 있다. 이로 인한 미세누출을 줄이고자 하는 것이 바로 재접착제의 목적이기도 하다<sup>8-16</sup>. 이번 실험에서도 부하순환을 시행하지 않은 군에서는 재접착의 미세누출 감소효과가 나타났다. 그러나, 부하순환을 시행한 군에서는 재접착의 여부와 관계없이 미세누출결과가 비슷하게 나타났다.

최근의 광탄성연구에 따르면<sup>24</sup> 수복되지 않은 치경부 notch형 병변의 안쪽 끝부분에 교합력의 응력이 집중된다고 하였다. 그리고 이 부위에 수복이 이루어지면 병변 끝부분의 응력은 줄어들지만 수복의 교합변연과 치은변연에 새로운 힘의 집중이 일어나게 된다고 하였다. 이러한 응력은 치아와 수복물의 계면에서 계속적으로 작용하여 미세누출을 증가시키게 된다고 하였다. 따라서 부하순환은 제V급 레진 수복물의 미세누출에 많은 영향을 끼치게 된다<sup>26,27</sup>. Jang 등<sup>27</sup>은 편심으로 기울어진 부하순환은 제V급 수복물의 미세누출을 증가시킬 수 있다고 하였고 Mandras 등<sup>30</sup>은 부하순환 시행 후 치은변연의 미세변연누출이 증가했다고 보고하였다.

따라서 이번 연구의 결과는 치은변연의 공간으로 침투한 재접착제가 처음에는 미세누출을 줄이는 효과가 있었으나, 그 탄성계수와 결합력이 교합력에 의한 cuspal flexure로 생기는 응력을 극복하기에는 충분하지 못하다는 것을 보여주고 있다.

본 실험에서 부하순환으로 인한 영향이 재접착을 한 II군에서만 유의하여, 재접착을 한 II군에서 재접착을 하지 않은 I군보다 부하순환에 더 민감한 반응을 보였다. Munro 등<sup>13</sup>에 따르면 재접착을 적용하기 전 산부식을 다시 시행하였을 때 치은변연부위의 백악질이 미세하게 떨어져나가면서 상아세관이 노출된다고 하였다. 이렇게 재접착을 시행할 때 산부식을 다시 한번 시행한 것으로 인하여 부하순환에 더 민감하게 미세누출이 증가되었다고 생각된다. 하지만, 수복물과 인접치아조직의 오염된 물질을 제거하고 resin의 접착을 위해서는<sup>41</sup> 제조사의 지시대로

산부식이 꼭 필요하였다. 그리고, 재접착을 적용하지 않은 I군에서도 부하순환의 조건을 달리하여 더 많은 횡수로 cycling한 다면 여기에서도 역시 유의성을 찾을 수 있다고 생각된다.

재접착제의 수명에 대해서는 De Wet과 Ferreira<sup>17)</sup>는 1/2에서 1년 정도라고 하였고 Dickinson과 Leinfelder<sup>12)</sup>에 따르면 재접착제를 1년에 2번 정도씩 다시 적용하여야 그 임상효과가 계속 유지될 수 있을 것이라고 한다. 이렇게 정기적으로 재적용하여 이번 연구에서 보여준 교합력으로 인한 변연완전성(marginal integrity)의 상실을 보상할 수 있는 한 가지 방법이 될 것이다.

이번 연구에서 시편에 수복을 하고 재접착을 적용하는 과정은 모두 발치된 치아에서 실험실적으로 이루어졌다. 임상연구에서는 동일하게 실험조건을 조절하는 것이 어렵고, 미세누출의 양을 실제로 절단하여 확인할 수 없기 때문에, 시간과 비용적인 면에서 유리한 실험실에서의 연구결과가 그 나름의 의미를 가지게 된다. 하지만, 실험과정을 임상과정과 동일하게 진행하였다고 하더라도, 인체 내의 살아있는 치아에서 이루어지는 치아와 수복물간의 결합을 모방하지 못한 부분이 있고 치수조직액의 흐름으로 인하여 재접착제의 변연부위 침투가 영향을 받을 수도 있다. 앞으로는 좀더 인체환경과 비슷하게 모방하면서도 여러 영향 인자의 조건을 조절할 수 있는 실험방법을 개발한 추가적인 연구가 이루어져야 할 것이다. 또한 치은변연의 공간으로 효과적으로 침투하는 것뿐만 아니라 교합력으로 인한 응력을 극복하기에 충분한 물리적인 성질을 지닌 재접착제의 개발도 이루어져야 한다고 생각된다.

### V. 결 론

본 연구는 부하순환 하에서 제V급 수복물의 미세변연누출에 대한 재접착제의 효과를 알아보기 위하여 40개의 제V급 복합 레진수복 시편을 무작위로 나누어 표면전색을 하지 않는 I군과 표면을 산부식 후 재접착한 II군으로 설정하였다. 열순환 후 각 군에서 10개씩의 하위군(A군=No load cycling군, B군=Load cycling군)으로 나누어 이중 B군의 시편에 부하순환을 가하였다. methylene blue 용액에 침윤시켜 변연의 미세누출 정도를 평가하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 교합변연에서는 재접착과 무관하게 유의한 차이가 없었다 (IA-IIA군, IB-IIB군)( $p>0.05$ ).
2. 치은변연의 경우는 부하순환을 하지 않은 군의 경우 재접착을 한 군(IIA군)이 재접착을 하지 않은 군(IA군)에 비해 더 적은 미세누출결과를 보였다( $p<0.05$ ).
3. 치은변연에서 부하순환을 시행한 군의 경우에는 재접착을 한 군(IIB군)과 재접착을 하지 않은 군(IB군)과 유의차가 없는 비슷한 미세누출의 결과를 보였다( $p>0.05$ ).

### 참고문헌

1. Kidd EA : Microleakage: A review. J Dent, 4:199-206, 1976.
2. Hakimeh S, Vaidyanathan J, Houpt ML, et al. : Microleakage of compomer Class V restorations: Effect of load cycling, thermal cycling, and cavity shape differences. J Prosthet Dent, 83:194-203, 2000.
3. Qvist V, Qvist J, Mjör IA : Placement and longevity of tooth-colored restorations in Denmark. Acta Odontol Scand, 48:305-311, 1990.
4. Davidson CL, de Gee AJ, Feilzer A : The competition between the composite-dentin bond strength and the polymerization contraction stress. J Dent Res, 63:1396-1399, 1984.
5. Gordon M, Plasschaert AJ, Stark MM : Microleakage of several tooth-colored restorative materials in cervical cavities. A comparative study in vitro. Dent Mater, 2:228-231, 1986.
6. Kaplan I, Mincer HH, Harris EF, et al. : Microleakage of composite resin and glass ionomer cement restorations in retentive and non-retentive cervical cavity preparations. J Prosthet Dent, 68:616-623, 1992.
7. Davidson CL, de Gee AJ : Relaxation of polymerization contraction stresses by flow in dental composites. J Dent Res, 63:146-148, 1984.
8. Judes H, Eli I, Lieberman R, Serebro L, et al. : Rebonding as a method of controlling marginal microleakage in composite resin restorations. N Y J Dent, 52:137-143, 1982.
9. Garcia-Godoy F, Malone WFP : Microleakage of posterior composite restorations after rebonding. Compendium, 8:606-609, 1987.
10. Reid JS, Saunders WP, Chen YY : The effect of bonding agent and fissure sealant on microleakage of composite resins restorations. Quintessence Int, 22:295-298, 1991.
11. Tjan AHL, Tan DE : Microleakage at gingival margins of Class V composite resin restorations rebonded with various low-viscosity resin systems. Quintessence Int, 22:565-573, 1991.
12. Dickinson GL, Leinfelder KF : Assessing the long-term effect of a surface penetrating sealant. J Am Dent Assoc, 124:68-72, 1993.
13. Munro GA, Hilton TJ, Hermes CB : In vitro microleakage of etched and rebonded class V composite

- resin restorations. *Oper Dent*, 21:203-208, 1996.
14. May KN Jr, Swift EJ Jr, Wilder AD Jr, et al. : Effect of a surface sealant on microleakage of Class V restorations. *Am J Dent*, 9:133-136, 1996.
  15. Ramos RP, Chinelatti MA, Chimello DT, et al. : Assessing microleakage in resin composite restorations rebonded with a surface sealant and three low-viscosity resin systems. *Quintessence Int*, 33:450-456, 2002.
  16. Erhardt MC, Magalhaes CS, Serra MC : The effect of rebonding on microleakage of class V aesthetic restorations. *Oper Dent*, 27:396-402, 2002.
  17. de Wet FA, Ferreira MR : The durability of dental glazes. *J Prosthet Dent*, 44:300-306, 1980.
  18. Dickinson GL, Leinfelder KF, Russel CM : Evaluation of wear by application of a surface sealant[Abstract No.1999]. *J Dent Res*, 67:362, 1988.
  19. Dickinson GL, Leinfelder KF, Mazer RB, et al. : Effect of a surface penetrating sealant on wear rate of posterior composite resins. *J Am Dent Assoc*, 121:251-255, 1990.
  20. Kawai K, Leinfelder KF : Effect of surface penetrating sealants on the wear rate of composite resins[abstract 957]. *J Dent Res*, 71:635, 1992.
  21. Shinkai K, Suzuki S, Leinfelder KF, et al. : Effect of surface-penetrating sealant on wear resistance of luting agents. *Quintessence Int*, 25:767-771, 1994.
  22. Jorgensen KD, Matono R, Shimokobe H : Deformation of cavities and resin fillings in loaded teeth. *Scand J Dent Res*, 84:46-50, 1976.
  23. Braem M, Lambrechts P, Vanherle G : Stress induced cervical lesions. *J Prosthet Dent*, 67:718-722, 1992.
  24. Kuroe T, Itoh H, Caputo AC, et al. : Biomechanics of cervical tooth structure lesions and their restoration. *Quintessence Int*, 31:267-274, 2000.
  25. Qvist V : The effect of mastication on marginal adaptation of composite restorations in vivo. *J Dent Res*, 62:904-906, 1983.
  26. Fruits TJ, Van Brunt CL, Khajotia SS, et al. : Effect of cyclical lateral forces on microleakage in cervical resin composite restorations. *Quintessence Int*, 33:205-212, 2002.
  27. Jang KT, Chung DH, Shin D, et al. : Effect of eccentric load cycling on microleakage of Class V flowable and packable composite resin restorations. *Oper Dent*, 26:603-608, 2001.
  28. Cruz EV, Shigetani Y, Ishikawa K, et al. : A laboratory study of coronal microleakage using four temporary restorative materials. *Int Endod J*, 35:315-320, 2002.
  29. DeLong R, Douglas WH: An artificial oral environment for testing dental materials. *IEEE Trans Biomed Eng*, 38:339-345, 1991.
  30. 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.
  31. Unterbrink GL, Muesner R : Influence of light intensity on two restorative systems. *J Dent*, 23:183-189, 1995.
  32. Tortenson BC, Oden A : Effects of bonding agent types and incremental techniques on minimizing contraction gaps around resin composites. *Dent Mater*, 5:218-223, 1989.
  33. Feilzer JA, de Gee AJ, Davidson CL : Quantitative determination of stress reduction by flow in composite restorations. *Dent Mater*, 6:167-171, 1990.
  34. Ramos RP, Chimello DT, Chinelatti MA, et al. : Effect of three surface sealants on marginal sealing of Class V Composite resin restoration. *Oper Dent*, 25:448-453, 2000.
  35. Torstenson B, Brännström M, Mattson B : A new method of sealing composite resin contraction gaps in lined cavities. *J Dent Res*, 64:450-453, 1985.
  36. Bertrand MF, Leforestier E, Muller M, et al. : Effect of surface penetrating sealant on surface texture and microhardness of composite resins. *J Biomed Mater Res*, 53:658-663, 2000.
  37. Noguera AP, McDonald NJ : A comparative in vitro coronal microleakage study of new endodontic restorative materials. *J Endod*, 16:523-527, 1990.
  38. Morin D, DeLong R, Douglas WH : Cusp reinforcement by the acid-etch technique. *J Dent Res*, 63:1075-1078, 1984.
  39. Pilo R, Ben-Amar A : Comparison of microleakage for three one-bottle and three multiple-step dentin bonding agents. *J Prosthet Dent*, 82:209-213, 1999.
  40. Palamara D, Palamara JE, Tyas MJ, et al. : Strain patterns in cervical enamel of teeth subjected to occlusal loading. *Dent Mater*, 16:412-419, 2000.
  41. Dutton FB, Summit JB, Chan DCN, et al. : Effect of a resin lining and rebonding on the marginal leakage of amalgam restorations. *J Dent*, 21:52-56, 1993.

## Abstract

THE EFFECT OF REBONDING IN MICROLEAKAGE OF CLASS V  
RESTORATIONS UNDER LOAD CYCLING

Yeon-Hee Youn, D.D.S., M.S., Young-Jae Kim, D.D.S., M.S., Ph.D.,  
Jung-Wook Kim, D.D.S., M.S., Ph.D., Ki-Taeg Jang, D.D.S., M.S., Ph.D.,  
Sang-Hoon Lee, D.D.S., M.S., Ph.D., Chong-Chul Kim, D.D.S., M.S., Ph.D.,  
Se-Hyun Hahn, D.D.S., M.S., Ph.D.

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

One clinical technique recommended for improving marginal integrity is "rebonding" or application of unfilled resins to the surface of composite restoration. But continuously the restorations are affected with occlusal load. There is room for doubt that the rebonding agent has the positive effect on microleakage in spite of the stress generated by the occlusal load. This study determined the effect of rebonding on microleakage of Class V resin composite restorations under load cycling.

Class V cavities were prepared on the buccal surface of 40 sound extracted premolars and restored with a hybrid light-cured resin composite according to manufacturers' directions. They were randomly divided into two groups consisting of 20 samples: a control(group I), without surface sealing, and the other group(group II) in which margins were etched and rebonded. After thermocycling, each of groups was divided into subgroups(group A, B), and load cycling(total 100,000 cycles with 4-100N load at a rate of 1 Hz) were applied on the group B. Assessment of microleakage utilized methylene blue dye penetration.

The following results were obtained:

1. In the occlusal region, no significant difference was noted in the scores regardless of whether or not the rebonding agent was used(group IA-IIA, IB-IIB) ( $p>0.05$ ).
2. In the cervical region, the control group with rebonding(group IIA) showed the better result than the group without rebonding(group IA) ( $p<0.05$ ).
3. In the cervical region, the rebonded group with load cycling(group IIB) showed similar results to the group without rebonding(group IB) and no significant difference was noted( $p>0.05$ ).

**Key words** : Composite resin, Rebonding agent, Microleakage, Load cycling