

새로운 레진 단량체가 복합레진수복물의 미세변연누출에 미치는 영향

배지현¹ · 김영균² · 윤필영² · 이미애³ · 조병훈^{3,4*}

¹분당 서울대학교 병원 치과보존과, ²분당 서울대학교 병원 구강악안면외과,

³서울대학교 치과대학 치과보존학교실, ⁴치학연구소

ABSTRACT

EFFECT OF A NEW RESIN MONOMER ON THE MICROLEAKAGE OF COMPOSITE RESIN RESTORATIONS

Bae JH¹, Kim YK², Yoon PY², Lee MA³, Cho BH^{3,4*}

¹*Department of Conservative Dentistry, Seoul National University Bundang Hospital,*

²*Department of Oral Maxillofacial Surgery, Seoul National University Bundang Hospital,*

³*Department of Conservative Dentistry, School of Dentistry, Seoul National University,*

⁴*Dental Research Institute, Seoul National University*

The purpose of this study was to evaluate the effect of a new resin monomer on the microleakage of composite resin restorations. By adding new methoxylated Bis-GMA (Bis-M-GMA, 2,2-bis[4-(2-methoxy-3-methacryloyloxy propoxy) phenyl] propane) having low viscosity, the content of TEGDMA which has adverse effects on polymerization shrinkage might be decreased. As a result, microleakage might be improved.

2 mm × 2 mm × 2 mm cavities with occlusal margins in enamel and gingival margins in dentin were prepared on buccal and lingual surfaces of 40 extracted human premolars. Prepared teeth were randomly divided into four groups and restored with Clearfil SE bond (Kuraray, Japan) and one of experimental composite resins; EX1, Experimental composite resin1 (Bis-M-GMA/TEGDMA = 95/5 wt%, 40 nm nanofillers); EX2, Experimental composite resin2 (Bis-M-GMA/TEGDMA = 95/5 wt%, 20 nm nanofillers); EX3, Experimental composite resin3 (Bis-GMA/TEGDMA = 70/30 wt%, 40 nm nanofillers); and Filtek Z250 (3M ESPE, USA) was filled as a control group. The restored teeth were thermocycled, and immersed in 2% methylene blue solution for 24 hours. The teeth were sectioned buccolingually with a low speed diamond saw and evaluated for microleakage under stereomicroscope. The data were statistically analyzed by Pearson Chi-Square test and Fisher Exact test ($p = 0.05$).

The microleakage scores seen at the enamel margin were significantly lower than those of dentin margin ($p = 0.007$). There were no significant differences among the composite resins in the microleakage scores within each margin ($p > 0.05$). Bis-M-GMA, a new resin monomer having low viscosity, might in part replace high viscous Bis-GMA and might improve the quality of composite resin. [J Kor Acad Cons Dent 32(5):469-475, 2007]

* Corresponding Author: Byeong-Hoon Cho

Department of Conservative Dentistry,
School of Dentistry, Seoul National University
28 Yeongseon-dong, Jongro-gu Seoul, 110-749, Korea
Tel: 82-2-2072-3514 Fax: 82-2-764-3514
E-mail: chobh@snu.ac.kr

Key words: Microleakage, New resin monomer,
Bis-M-GMA, Viscosity, Polymeriza-
tion shrinkage

- Received 2007.7.11., revised 2007.7.25.,
accepted 2007.8.11.-

※ This work was supported by a grant from the Ministry of Health and Welfare of Korea (Grant No. 03-PJ1-PG1-CH09-0001).

I. 서 론

1960년대 중반 Bowen에 의해 전치부 치료를 위해 복합 레진이 치과계에 도입된 이후, 복합레진은 전치부 심미치료 분야를 넘어서 구치부 수복, 틀니까지 광범위하게 이용되고 있다¹⁾. 강도, 내구성, 마모저항성 같은 물성이 개선되고, 다양한 색상과 색상 안정성으로 심미성이 개선되었으며, 광중합의 도입으로 사용이 편리해지는 등 많은 발전이 이루어져 왔으나, 중합수축에 의한 미세변연누출은 아직도 복합레진의 커다란 단점이다. 수복물의 변연폐쇄성은 수복물의 내구성을 결정해주는 중요 인자이며 이차우식에 대한 저항성을 결정짓는다고 하였다²⁾. 복합레진의 중합시 발생하는 수축 응력은 치아-수복물 경계부에 집중되어 접착 파괴를 가져오고 미세변연누출을 일으킨다³⁾. 이 간극으로 구강액, 산, 효소, 박테리아, 박테리아의 대사산물, 용해성 이온등이 유입되어^{4,5)} 임상적으로 술후 과민증, 치수병변, 이차우식, 변연 변색과 같은 문제점을 야기한다⁶⁻⁷⁾.

미세변연누출을 줄이기 위해서는 복합레진의 중합 수축을 줄여야 한다. 그러나, 복합레진의 중합수축은 기질을 구성하는 레진의 중합전 단량체 분자 사이의 van der Waals 거리가 중합후에 공유결합으로 바뀌게 되고, 중합체 사이의 거리가 단량체 사이의 거리보다 줄어들어 발생되므로, 복합레진의 내재적 성질이다⁸⁾. 복합레진의 중합수축을 줄이기 위해 새로운 단량체를 개발하고자 하는 연구가 많이 이루어지고 있다. Spiro-orthocarbonate 단량체를 기존의 dimethacrylate 단량체에 넣는 시도가 있었다⁹⁻¹¹⁾. Spirocyclic monomer의 ring opening 반응으로 만들어진 중합체는 팽창되지만, 물성이 좋지 않고, 부가반응이 많아서 치과용 복합레진에 사용하기에는 적당하지 않았다^{10,11)}. Bis-GMA (2,2-bis[4-(2-hydroxy-3-methacryloxypropoxy)phenyl] propane)의 점도가 낮은 새로운 유도체를 제작함으로써 필요한 희석제의 양을 줄일 수 있는 것으로 보고되었다¹²⁻¹⁶⁾. Bis-GMA는 복합레진의 주요 성분으로 사용되고 있지만 hydroxyl group 사이의 수소결합 때문에 점도가 높아 조작하거나 필러 량을 증가시키는데 제약이 있어서 TEGDMA 같은 희석제를 혼합하여 이용한다¹²⁾. 그러나 이런 희석제는 수분 흡수율을 높이고 중합수축률을 높이게 된다^{17,18)}. 이런 단점을 보완하기 위하여 Bis-GMA의 hydroxy group을 methoxy group으로 대체하여 분자량이 증가됨에도 불구하고 점도는 감소한 Bis-M-GMA (2,2-bis[4-(2-methoxy-3-methacryloxypropoxy) phenyl] propane)를 합성하였고, 새로운 단량체로 제작된 복합레진은 사용된 TEGDMA 양을 줄여서 중합 수축이 적고 물리적 성질이 우수하다고 보고되었다¹⁴⁾.

본 연구에서는 점도가 낮아서 TEGDMA 첨가량을 줄일 수 있고 중합수축이 적은 Bis-M-GMA로 제작한 실험용 복

합레진으로 와동을 수복하여 법랑질과 상아질 변연부에서의 미세변연누출을 비교하였다.

II. 실험재료 및 방법

1. 실험재료

우식이나 충전물이 없고 파절이나 손상이 없는 발거된 40개의 상하악 소구치를 선택하였다. 표면에 부착된 연조직과 치석을 제거하고 근점부위를 wax로 폐쇄한 후 치근단 부위를 교정용 레진 (Orthodontic resin, Dentsply International Inc., Milford, DE, USA)으로 mold에 고정하고, 실온의 생리 식염수에 보관한 다음 실험에 사용하였다. Clearfil SE bond (Kuraray, Osaka, Japan)를 상아질 접착제로 사용하였고, 실험에 사용된 복합레진의 조성은 Table 1과 같으며, 대조군으로는 Filtek Z250 (3M ESPE, St. Paul, MN, USA)을 사용하였다.

2. 실험방법

(1) 시편제작

고속엔진용 No. 701 bur를 이용하여 치경부측에서 치은 변연부가 백악-법랑경계 1 mm 하방 백악질에 위치하도록 와동을 치아의 협면과 설면에 각각 형성하였다. 와동의 크기는 교합-치은 폭 2 mm, 근원심폭 2 mm, 깊이 2 mm 이었다. Extra-fine diamond point (ISO 171/016, NB Mani)를 사용하여 와동 내면을 평활하게 하였다. 모든 치아의 협측 및 설측 와동을 눈에 보이는 수분이 없을 정도로 압축 공기를 이용하여 건조시킨 뒤 Clearfil SE Bond의 Primer를 20초간 적용한 후 가볍게 건조시키고, Clearfil SE bond의 Bond를 도포하고 10초간 광중합 하였다. 40개의 치아를 무작위로 4개의 군으로 나누어 각 군에서는 10개 치아의 협설면에 형성한 20개의 와동을 지정된 실험용 복합레진으로 충전하고 EX1군, EX2군, EX3군은 40초, Z250군은 제조사의 지시에 따라 20초 광중합 하였다. 모든 시편은 Extra-fine diamond point (ISO 160/014, NB Mani)와 Sof-Lex disc (3M ESPE, St. Paul, MN, USA)를 이용하여 연마하였다. 제작된 시편을 실온의 생리식염수에서 7일간 보관한 후, 5℃와 55℃의 수조에서 번갈아 온도변화를 주며 침적시간 26초, 대기 시간 4초의 열순환을 총 500회 실시한 후, 수복와동변연 1 mm를 제외한 전 표면에 nail varnish를 2회 도포하였다. 2% Methylene blue 염색 용액에 24 시간 담근 후 흐르는 물에 세척하고, Diamond saw (Isomat, Buehler Co., USA)를 이용하여 협설측으로 치아 장축에 평행하게 절단하였다.

(2) 미세변연누출 관찰

입체 현미경(Stereo Zoom Microscope, Olympus, Japan)을 사용하여 $\times 20$ 배율로 사진 촬영하여 염색 용액의 침투도를 관찰하고, 다음과 같은 기준으로 판정하였다.

0 - 염색 용액의 침투가 없는 경우

1 - 염색 용액의 침투가 와동 깊이의 1 / 3을 넘지 않는 경우

2 - 염색 용액의 침투가 와동 깊이의 2 / 3를 넘지 않는 경우

3 - 염색 용액의 침투가 와동 깊이의 2 / 3를 넘거나 와동 저까지 침투한 경우

염색 용액의 침투도는 법랑질 변연과 상아질 변연에서 각각 측정하였고, 각군간의 미세변연누출에 대한 상호간의 유

의성 검증은 통계분석 프로그램인 SPSS software (Version 13.0; SPSS Inc., Chicago, IL, USA)에서 Pearson 카이제곱검정과 Fisher Exact test를 적용하여 분석하였다 (유의수준 $p = 0.05$).

III. 실험결과

복합레진의 종류와 변연의 위치에 따른 염색 용액의 침투도는 Table 2에 표시하였고 Figure 1 - 3은 각 score의 양상을 보여준다. 미세변연누출은 법랑질 변연에서 상아질 변연에서 보다 유의성있게 낮았다 ($p = 0.007$). 법랑질 변연에서는 EX1, EX2보다 EX3, Z250에서 염색침투도가 증가하는 경향을 보이지만 통계적으로 유의성 있는 차이를 보

Table 1. The composition of experimental composite resins (Unit: wt%)

	Monomer (25%)			Filler (75%)		
	Bis-GMA	Bis-M-GMA	TEGDMA	Barium sitreate	40 nm silica	20 nm silica
EX1	0	23.75	1.25	65	10	0
EX2	0	23.75	1.25	65	0	10
EX3	17.5	0	7.5	65	10	0

The numbers were percentage of the composition within each experimental resin.

Table 2. Number of specimens showing microleakage scores at enamel and dentin margins of cervical box cavities filled with composite resins bonded with an adhesive system ($n = 20$, unit: N(%)[¶])

Margin	Group	Microleakage Score				p-value [§]
		0	1	2	3	
Enamel	EX1	16 (80.0)	2 (10.0)	2 (10.0)	0 (0.0)	0.373
	EX2	14 (70.0)	5 (25.0)	1 (5.0)	0 (0.0)	
	EX3	11 (55.0)	3 (15.0)	4 (20.0)	2 (10.0)	
	Z250	12 (60.0)	2 (10.0)	3 (15.0)	3 (15.0)	
	total [†]	53 (66.3)	12 (15.0)	10 (12.5)	5 (6.3)	
Dentin	EX1	13 (65.0)	0 (0.0)	5 (25.0)	2 (10.0)	0.241
	EX2	11 (55.0)	2 (10.0)	5 (25.0)	2 (10.0)	
	EX3	12 (60.0)	0 (0.0)	3 (15.0)	5 (25.0)	
	Z250	11 (55.0)	1 (5.0)	1 (5.0)	7 (35.0)	
	total	47 (58.8)	3 (3.8)	14 (17.5)	16 (20.0)	

[¶] The numbers in the parentheses were percentage of the specimens within the group restored with the same composite resin and same position.

[§] p values by Fisher's Exact test

[†] Proportion of microleakage score in enamel margin was significantly different from that in dentin margin ($p = 0.007$).

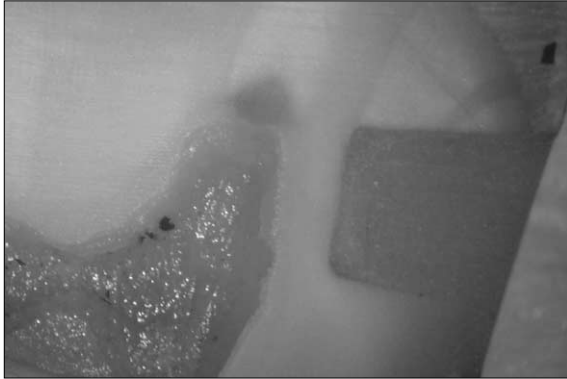


Figure 1. A specimen of EX1 showed score 0 at enamel margin and dentin margin.



Figure 2. A Specimen of EX2 showed score 0 at enamel margin and score 2 at dentin margin

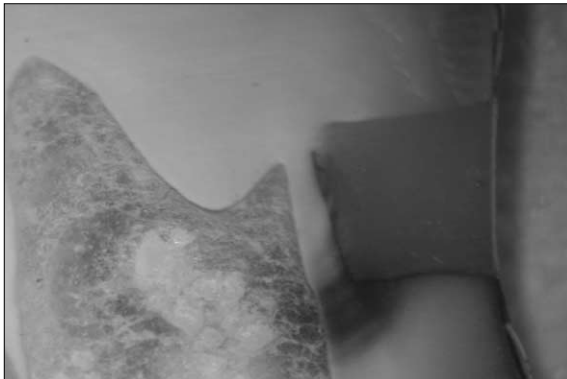


Figure 3. A specimen of EX3 showed score 0 at enamel margin and score 3 at dentin margin.

이지는 않았다 ($p > 0.05$). 상아질 변연의 미세변연누출도 범랑질 변연에서의 미세변연누출과 같은 양상을 보였으나 통계적으로 유의성 있는 차이를 보이지는 않았다 ($p > 0.05$).

IV. 총괄 및 고찰

복합레진의 중합시 발생하는 수축응력은 치아-수복물 경계부에 집중되어 접착 파괴를 가져오고 미세변연누출을 일으킨다³⁾. 복합레진의 중합수축응력에 의한 접착의 파괴를 줄이기 위하여 중합수축응력에 저항할 수 있는 강한 물성을 가진 접착제층이 형성되어야 한다¹⁹⁾. 하지만 복합레진의 중합수축이 너무 큰 경우에는 치아-수복물 접착력이 강하여 수축응력을 견뎌낼 수 있다면 주위 치아의 구조를 변형시켜, 술후민감증이나 향후 crack이나 파절, 또는 수복물의 조기 실패의 원인이 되는 치경부 범랑질의 microcrack을

야기할 수 있다^{20,21)}. 따라서 치아와의 접착을 강화시키는 것도 중요하지만 복합레진 자체의 중합수축을 줄이는 것도 접착의 파괴를 방지하여 미세변연누출을 감소시킬 수 있는 방안이 된다. 복합레진의 중합수축을 감소시키기 위한 재료학적인 연구는 새로운 레진단량체의 개발과 필러 함량을 증가시켜 수축의 원인이 되는 레진단량체의 양을 줄이는 것이 대표적 방법이다. 요즈음에는 prepolymerized resin을 필러로 이용하고, 나노필러를 사용하는 등 필러 함량을 늘이는 많은 방법이 개발되었다^{22,23)}. 중합수축이 없거나 중합수축이 적은 새로운 단량체로는 중합시 팽창하는 spiro-orthocarbonate 단량체를 기존의 dimethacrylate와 혼합하는 연구가 소개되었다⁹⁻¹¹⁾. Spirocyclic monomer는 ring opening 반응으로 실온에서 약 4% 정도 팽창하지만, 물성이 좋지 않고, 중합시간이 길고, 부가반응이 많아서 치과용 복합레진에 사용하기에는 적당하지 않다^{10,11)}.

다른 방법으로는 필요한 희석제의 양을 줄일수 있는 점도가 낮은 Bis-GMA의 유도체도 연구되고 있다¹²⁻¹⁶⁾. Bis-M-GMA는 Bis-GMA의 hydroxy group을 methoxy group으로 대체하여 제작되었다. Bis-M-GMA는 점도 3.7 Pa.s로 점도 574 Pa.s인 Bis-GMA와 비교했을 때 점도가 낮고 중합 시간도 짧다. Bis-M-GMA는 강한 상호작용으로 분자간 간격을 좁히는 polar group인 hydroxyl group의 밀도가 낮기 때문에 중합시 수축이 적다. 또한 hydroxyl group이 없기 때문에 수분 흡수율도 작다¹⁴⁾. 복합레진의 기질단량체로 사용되는 Bis-GMA를 희석하기 위해 첨가되는 TEGDMA의 비율이 70/30인 경우와 비슷한 점도를 갖는 복합레진을 Bis-M-GMA를 이용하여 제작하면 희석제인 TEGDMA의 양을 5%까지 줄일 수 있다. 본 연구에서는 Bis-M-GMA를 기질단량체로 사용하여 중합수축과 수분 흡수율이 큰 TEGDMA의 양을 줄이고 Bis-M-GMA 자체 성질의 이중 효과로 중합수축이 47% 감소하고, 수분 흡수

도 적고, 물리적 성질이 우수한 복합레진을 제작하여¹⁴⁾ 미세 변연누출에 미치는 영향을 비교하였다.

미세변연누출 검사는 접착 시스템이 임상적으로 수용될 수 있는가를 평가하는 검사 방법 중 하나이다. 미세변연누출을 측정하기 위해 색소 침투법, 인공 우식법, 주사전자현미경을 이용한 변연 적합도 측정, 중성자 활성화 분석법, 유체이동 측정법 및 전기 전도도 측정법과 같은 다양한 방법들이 사용되어 왔다^{5,24)}. 가장 많이 쓰이는 방법은 색소 침투법이다. 이 방법은 간단하고 경제적이고 유해한 방사선이나 화학 반응에 노출될 염려가 없다는 장점이 있으나, 표본 해석의 주관성이 문제점이다. 미세변연누출도를 정성적으로 평가할 수는 있으나 정확히 어떤 계면에서 발생했는지를 알 수 없고, 간극이 아닌 정상 상아세관으로도 침투되는 경우가 있어 판독에 어려움을 주기도 한다^{5,25)}. 이러한 단점을 극복하기 위해 일반적으로 시편의 수를 증가시키거나 삼차원적인 관찰을 시도한다. 본 연구에서는 각 군의 시편을 20개를 제작하여 실험하였다. 미세변연누출의 통로에 대한 정보와 정량적인 평가를 얻기 위해 탈회시켜 관찰하거나, 연속 절단 또는 연속 연마후 3차원적으로 재구성하여 염료 침투의 방향과 면적, 부피를 측정하는 방법들도 보고되고 있다^{24,25)}.

본 연구에서는 Bis-M-GMA를 기질단량체로 이용한 복합레진의 미세변연누출에 미치는 영향을 평가하기 위하여 Bis-M-GMA를 함유한 실험용 복합레진과 대조군으로 Bis-GMA를 함유한 실험용 복합레진 및 상용제품인 Filtek Z250을 2% methylene blue용액에 침적하여 미세변연누출을 평가하였다. 치아의 협측과 설측에 있는 법랑-백악 경계면에서의 미세변연누출 간에는 차이가 없다고 보고한 Barnes 등²⁶⁾의 연구 결과를 토대로 본 연구에서도 동일한 치아의 협면과 설면에 와동을 형성하여 미세변연누출을 평가하였다. 색소침투 정도를 0, 1, 2, 3의 4단계로 구분하여 분석하였다. 본 실험 자료가 색소 침투 정도에 해당하는 빈도수를 나타낸 것이므로 카이제곱검정을 이용하였고, 기대치가 5 이하인 셀의 수가 20% 미만일 경우에는 Pearson 카이제곱검정을, 20% 이상일 경우에는 Fisher Exact test를 적용하여 분석하였다. 색소 침투가 없었던 군이 총 160개의 시편중 100개로 가장 높은 분포를 보였다. 본 실험에서는 적층 충전이 아닌 단일 충전을 하고 와동의 형태도 C-factor가 큰 박스 형태였고 임상 상황을 재현하기 위하여 열순환을 시행하였음에도 불구하고, 2-step self-etching adhesive인 Clearfil SE bond는 추가적인 접착제의 도포 및 접착제층의 형성으로 중합수축응력을 잘 흡수하여 미세 변연누출에 우수한 성능을 보여준다.

본 연구에서 법랑질 변연부 미세누출과 상아질 변연부의 미세누출을 비교하였을 때 상아질 변연부에서의 미세누출이 법랑질 변연부보다 높게 나타났다. 이는 2급와동 변연이

상아질 또는 백악질 상에 존재하는 경우가 미세변연누출이 더 크다고 한 다른 연구 결과와 일치한다^{27,28)}. 법랑질 변연부에서 미세누출이 낮은 이유는 법랑질의 산부식이 우수하여 복합레진의 중합 수축력을 견딜 수 있기 때문이다. 반면 상아질에서는 중합 과정 동안 법랑질을 향해 일어나는 복합레진의 수축으로 인해 상아질과 복합레진 사이에 간극이 형성됨으로써 더 많은 미세누출이 초래된 것으로 생각된다.

실험용 레진은 충분한 중합을 위하여 40초 광중합하였고, 대조군인 Filtek Z250은 제조사의 지시에 따라 20초 광중합하였다. 이 중합 시간의 차이는 에너지의 차이를 초래하여 초기 중합수축량을 증가시키므로써 더 많은 미세변연누출을 초래할 수 있다. 그럼에도 불구하고 상아질 변연과 법랑질 변연에서 공히 재료간의 차이가 없었고 ($p > 0.05$), 염색 용액이 와동의 2/3을 넘어 와동의 측벽까지 도달한 score 3의 경우는 새로운 단량체인 Bis-M-GMA를 함유한 실험용 레진군 (EX1, EX2)이 다른 군에 비하여 적게 나타난다는 점은 점도가 낮은 Bis-M-GMA가 TEGDMA의 사용을 줄이기 위한 기질단량체로서의 가능성을 보여주는 결과로 해석된다.

필러 크기가 미세변연누출에 미치는 영향을 관찰하기 위하여 40 mm silica와 20 mm silica를 각각 함유한 EX1과 EX2를 비교하였다. 필러 크기가 작을수록 동일한 필러 부피에서 필러 입자수가 증가하고 표면적이 증가하여 높은 점도를 보인다²⁹⁾. 실험에 사용된 EX2는 다른 조건은 EX1과 같지만 크기가 작은 필러가 동일 부피비로 함유되었기 때문에 점도가 높아서 조작하는 데 세심한 주의가 필요했다. 하지만 EX2의 미세변연누출은 법랑질과 상아질 변연에서 모두 EX1과 비슷한 경향을 보였다. 이는 본 연구 조건하에서는 필러의 크기가 미세변연누출에 미치는 영향이 적다는 것을 보여준다.

본 연구에서는 새로운 레진단량체인 Bis-M-GMA를 함유한 복합레진이 수복물의 미세변연누출의 측면에서는 기존의 Bis-GMA/TEGDMA를 기질단량체로 사용하는 복합레진을 대체할 수 있는 성능을 보유하고 있음을 확인하였다. 중합수축, 수분 흡수, 강도 등을 연구한 이전 연구를 바탕으로¹⁴⁾ 새로운 단량체인 Bis-M-GMA가 복합레진의 다양한 물성에 미치는 영향에 관한 지속적인 연구가 진행되어야 할 것으로 사료된다.

참고문헌

1. Bowen RL. Adhesive bonding of various materials to hard tooth tissues. II. Bonding to dentin promoted by a surface-active comonomer. *J Dent Res* 1965;44:895-902.
2. Wieczkowski G, Joynt RB, Davis EL, Yu XY, Cleary K. Leakage patterns associated with glass-ionomer based resin restorations. *Oper Dent* 1992;17:21-25.

3. Cho BH, Dickens SH, Bae JH, Chang CG, Son HH, Um CM. Effect of interfacial bond quality on the direction of polymerization shrinkage flow in resin composite restorations. *Oper Dent* 2002;27:297-304.
4. Aguiar FHB, Santos AJS, Groppo FC, Lovadino JR. Quantitative evaluation of marginal leakage of two resin composite restorations using two filling techniques. *Oper Dent* 2002;27:475-479.
5. Alani AH, Toh CG. Detection of microleakage around dental restorations: a review. *Oper Dent* 1997;22:173-185.
6. Going RE. Microleakage around dental restorations: a summarizing review. *J Amer Dent Asso* 1972;84:1349-1357.
7. Hanning M, Fu B. Effect of air abrasion and resin composite on microleakage of class V restoration bonded with self etching primers. *J Adhes Dent* 2001;3:265-272.
8. Davidson CL, AJ Feilzer. Polymerization shrinkage and polymerization shrinkage stress in polymer-based restorations. *J Dent* 1997;25:435-440.
9. Thompson VP, Williams EF, Bailey WJ. Dental resins with reduced shrinkage during hardening. *J Dent Res* 1979;58:1522-1532.
10. Stansbury JW. Synthesis and evaluation of new oxaspiro monomers for double ring-opening polymerization. *J Dent Res* 1992;71:1408-1412.
11. Moon EJ, Lee JY, Kim CK, Cho BH. Dental restorative composites containing 2,2-bis-[4-(2-hydroxy-3-methacryloyloxy propoxy) phenyl] propane derivatives and spiro orthocarbonates. *J Biomed Mater Res Part B* 2005;73B:338-346.
12. Kalachandra S, Sankarapandian M, Shobha HK, Taylor DF, McGrath JE. Influence of hydrogen bonding on properties of Bis-GMA analogs. *J Mater Sci Mater Med* 1997;8:283-286.
13. Kim Y, Kim CK, Cho BH, Son HH, Um CM, Kim OY. A new resin matrix for dental composite having low volumetric shrinkage. *J Biomed Mater Res Part B* 2004;70B:82-90.
14. Kim JW, Kim LU, Kim CK, Cho BH, Kim OY. Characteristics of novel dental composites containing 2,2-bis[4-(2-methoxy-3-methacryloxy-propoxy) phenyl] propane as a base resin. *Biomacromolecules* 2006;7:154-160.
15. Kim LU, Kim JW, Kim CH. Effect of molecular structure of the resins on the volumetric shrinkage and the mechanical strength of dental restorative composites. *Biomacromolecules* 2006;7:2680-2687.
16. Parakki A, Tallury P, Mondelli RFL. Influence of additives on the properties of Bis-GMA/Bis-GMA analog comonomers and corresponding copolymers. *Dent Mater* 2006 (E-pub ahead of print).
17. Anseth KS, Newman SM, Bowman CN. Polymeric dental composites: properties and reaction behavior of multimethacrylate dental restorations. *Adv Polym Sci* 1995;122:177-217.
18. Braden M. The formulation of composite filling materials. *Oper Dent* 1978;3:97-102.
19. Dickens SH, Cho BH. Interpretation of bond failure through conversion and residual solvent measurements and Weibull analyses of flexural and microtensile bond strengths of bonding agents. *Dent Mater* 2005;21:354-364.
20. Sakaguchi RL, Peters MCRB, Nelson SR, Douglas WH, Poort HW. Effects of polymerization contraction in composite restorations. *J Dent* 1992;20:178-182.
21. Bausch JR, Lange KD, Davidson CL, Peters A, de Gee AJ. Clinical significance of polymerization shrinkage of composite resins. *J Prosthet Dent* 1982;48:59-67.
22. Goldman M. Polymerization shrinkage of resin-based restorative materials. *Aust Dent J* 1983;28:156-161.
23. Kim JJ, Moon HJ, Lim BS, Lee YK, Rhee SH, Yang HC. The effect of nanofiller on the opacity of experimental composites. *J Biomed Mater Res Part B* 2007;80B:332-338.
24. Kim IS, Min KS, Shin DH. Microleakage of various composite resin systems. *J Kor Acad Cons Dent* 2003;28:127-133.
25. Kang SH, Kim OY, Oh MH, Cho BH, Um CM, Kwon HC, Son HH. Microleakage of microfill and flowable composite resins in class V cavity after load cycling. *J Kor Acad Cons Dent* 2002;27:142-149.
26. Barnes DM, McDonald NJ, Thomson VP, Blank LW, Shires PJ. Microleakage in facial and lingual class 5 composite restorations: A comparison. *Oper Dent* 1994;19:133-137.
27. Gordon M, Plasschaert AJM, Saiku JM, Pelzner RB. Microleakage of posterior composite resin materials and an experimental urethane restorative material tested *in vitro* above and below the cementoenamel junction. *Quint Int* 1986;17:11-15.
28. Fayyad MA, Shortall AC. Microleakage of dentin-bonded posterior composite restoration. *J Dent* 1987;15:67-72.
29. Lee IB, Lee JH, Cho BH, Son HH, Lee ST, Um CM. Rheological properties of resin composites according to the change of monomer and filler compositions. *J Kor Acad Cons Dent* 2004;29:520-531.

국문초록

새로운 레진단량체가 복합레진수복물의 미세변연누출에 미치는 영향

배지현¹ · 김영균² · 윤필영² · 이미애³ · 조병훈^{3,4*}

¹분당 서울대학교 병원 치과보존과, ²분당 서울대학교 병원 구강악안면외과,

³서울대학교 치과대학 치과보존학교실, ⁴치학연구소

본 연구는 물성의 단점이 많은 희석재인 TEGDMA의 사용을 줄이기 위해, Bis-GMA의 유도체로서 중합수축이 적고 점도가 낮은 새로운 단량체인 methoxlyated Bis-GMA (Bis-M-GMA)를 첨가한 복합레진의 법랑질과 상아질 변연에서의 미세누출을 비교하였다.

40개의 발거된 상악악 소구치의 협면과 설면에 2 mm × 2 mm × 2 mm 와동을 형성하여 4개 군으로 분류하였다. Clearfil SE bond와 복합레진을 이용하여 와동을 수복하였다. EX1군은 실험용 복합레진 1 (Bis-M-GMA/TEGDMA = 95/5wt%, 40 nm 나노필러 함유), EX2군은 실험용 복합레진 2 (Bis-M-GMA/TEGDMA = 95/5wt%, 20 nm 나노필러 함유), EX3군은 실험용 복합레진 3 (Bis-GMA/TEGDMA = 70/30wt%, 40 nm 나노필러 함유), Z250군은 Filtek Z250으로 각각 와동을 수복하였다. 모든 시편은 실온의 실온의 생리식염수에서 7일간 보관한 후, 5℃와 55℃의 수조에서 500회의 열순환을 실시하고, 2% methylene blue 염색 용액에 24 시간 담근 후, 협설측으로 치아 장축에 평행하게 절단하고 광학입체현미경하에서 각 수복물의 법랑질과 상아질 변연부의 색소침투 정도를 관찰하여 미세누출 점수로 기록한 후 각 군의 유의성을 검증하였다.

법랑질 변연이 상아질 변연보다 유의성있게 낮은 미세변연누출을 보였다 ($p = 0.007$). 각 변연에서 EX1, EX2보다 EX3, Z250군의 염색침투도가 증가하는 경향을 보였지만 통계적으로 유의성 있는 차이를 보이지는 않았다 ($p > 0.05$). 점도가 낮은 새로운 레진단량체인 Bis-M-GMA는 기존의 단량체인 Bis-GMA의 대체재로 고려될 수 있다.

주요어: 미세변연누출, 새로운 레진단량체, Bis-M-GMA, 점도, 중합수축