

제 2급 와동에서 구치부 복합레진의 미세변연누출에 관한 연구

최수진 · 김미자 · 권혁춘

서울대학교 치과대학 보존학교실

ABSTRACT

MICROLEAKAGE OF POSTERIOR PACKABLE COMPOSITE RESIN AT THE GINGIVAL MARGINS OF CLASS II CAVITIES

Su-Jin Choi, D.D.S., Mi-Ja Kim, D.D.S., M.S.D., Ph.D., Hyuk-Choon Kwon, D.D.S., M.S.D.

Department of Conservative Dentistry, College of Dentistry, Seoul National University

The use of flowable composite resins as liners in class II packable composite restoration has been suggested by some manufacturers. However, the contributions of this technique are unproven. The purpose of this study was to compare the gingival microleakage in class II packable composite restorations with or without the use of flowable composite resins as liners.

Slot cavities were prepared on both proximals of 80 extracted human molars and randomly assigned to 8 groups of 20 each. The gingival margins were located at 1mm above CEJ in 80 cavities (group1-4) and 1mm below CEJ in 80 cavities (group5-8). The prepared teeth were mounted in the customized tray with adjacent teeth to simulate clinical conditions and metallic matrix band (Sectional matrix) and wooden wedges were applied. After acid etching and application of Single Bond, each group was restored with the following materials using incremental placement technique: Group 1,5 (Filtek P60), group 2, 3, 4 and group 6, 7, 8 (AeliteFlo, TetricFlow, Revolution/ Filtek P60). All specimens were thermocycled 500 times between 5°C and 55°C with 1 minute dwell time, immersed 2% methylene blue dye for 24 hours and then rinsed with tap water. The specimens were embedded in clear resin and sectioned longitudinally through the center of restoration with a low speed diamond saw. Dye penetration at gingival margin was viewed at 20 magnification and analyzed on a scale of 0 to 4. Kruskal-Wallis One way analysis and Mann-Whitney Rank sum test were used to analyze the results.

The results of this study were as follows.

1. The leakage values seen at the enamel margin were significantly lower than those seen at the dentin margin($P<0.05$).
2. On the enamel margin, packable composite resins with flowable liners showed lower leakage than those without flowable liners, but there were no significant differences among the four groups($P>0.05$).
3. On the dentin margin, four groups demonstrated moderate to severe leakage, and there were no significant differences in leakage values($P>0.05$).

Key words : Flowable composite resin, Packable composite resin, Microleakage, Class II restoration

I. 서 론

현대 수복치과학의 혁명이라 불리는 복합레진은 지난 40

여 년간 치과 수복재로 널리 사용되어 왔다. 하지만 초기에 개발된 레진은 구치부 교합면에 사용하기에는 높은 미세변연누출과 이차우식, 심한 마모와 해부학적 형태의 소실과

같은 문제점들을 가지고 있었다¹⁾. 그럼에도 불구하고 과거 수십 년 동안 구치부 수복재로서 복합레진의 사용이 꾸준히 증가되어 왔다. 이는 복합레진의 기계적 성질과 마모저항이 향상되고 접착기술의 발전으로 치질과 수복물 간에 더욱 강력한 접착을 얻을 수 있게 되었을 뿐만 아니라, 심미적 수복물에 대한 환자의 요구와 치과용 아말감의 수은과 관련된 문제로 대체할만한 구치부 수복재로서 레진에 대한 관심이 증가하였기 때문이다.

그러나 기존의 혼합형 복합레진(hybrid composite resin)은 아말감 충전에 비해 더 많은 시간이 소요되고 2급 와동에 적용시 인접치와 긴밀한 접촉을 얻기 힘들며 레진이 기구에 들러 붙어 와동벽에 레진의 적합이 어려운 문제점 등이 있어 아말감의 대체물로서 이상적인 충전재가 되지 못했다^{2,3)}.

최근 들어 아말감의 대체물로 소개된 “condensable” or “packable composite resin”은 응축성(packability)을 증가시킨 구치부 레진으로 와동내 삽입시 조작이 용이하고 아말감과 유사한 적합도를 보이며 우수한 마모 저항성을 지니고 있다⁴⁾. 그러나 응축이 가능한 반면 단단하므로 2급 와동에 적용시 치은벽 특히 상아질 변연에서 적합이 어려우며 이에 따른 미세변연누출이 문제점으로 제기되고 있다⁵⁾. 부적절한 변연봉쇄는 술후 과민성과 이차우식, 치수병변 및 수복물의 실패를 초래한다⁶⁾. 2급 와동에서 변연봉쇄를 향상시키기 위해 다양한 충전방법과 이장용 재료가 개발 소개되었다. 3-site light-curing technique과 같은 적층법(incremental technique)이 중합수축을 줄이기 위한 시도로 제안 되었고^{7,8)}, Fusayama 등⁹⁾은 깊은 와동이나 상아질 치은 변연에 자가중합형 레진을 사용할 것을 제안하였고, Crim과 Cham-pan¹⁰⁾ 그리고 Aboushala¹¹⁾는 글래스 아이오노머를 이장재로 사용할 것을 추천하였다. 그러나 in vitro에서 시행한 실험결과를 보면 어떠한 방법도 미세변연누출을 완전히 막지는 못하였다.

1996년 복합레진의 새로운 형태인 flowable composite resin이 처음으로 소개되었다. 대부분의 flowable composite resin은 혼합형 복합레진의 일종으로서, 기존의 혼합형 복합레진의 입자 크기는 그대로 유지하나 레진 기질(resin matrix)의 양을 증가시키고, filler의 양(무게: 60%~70%, 부피: 46%~65%)을 줄이는 등 점도를 감소시키려고 하였다. Bayne 등¹²⁾의 연구에 의하면 시중에 나와있는 flowable composite resin의 기계적 성질은 기존 복합레진의 60% 내지는 90% 정도로 보고되고 있어 응력을 많이 받는 곳이나 마모가 심한 곳에는 사용하지 않는 것이 좋다. 제조사들은 flowable composite resin을 초기 우식 병소를 갖는 1급 또는 2급 와동이나 접근이 어려운 와동에서 이장재로 사용할 것을 추천하고 있다.

Flowable composite resin은 기존의 복합레진에 비해

filler의 양이 적어 중합 수축이 크다는 문제점이 보고되고 있다. 반면 flowable composite resin은 점도가 낮으므로 와동의 바닥이나 벽에 긴밀히 결합하여 향상된 결합력을 보일 것이라는 것과 탄성계수가 낮아 중합시 발생하는 수축을 일부 흡수할 수 있으며, abfraction 병소에 사용하는 경우 충격흡수 또는 스트레스 브레이크로 작용할 수 있다는 견해가 있다¹³⁾.

즉 중합수축이 클 수도 있지만 낮은 탄성계수와 증가되는 결합력 때문에 적은 수축을 보일 것이라는 견해와, 수축량이 심하여 적은 결합력을 보일 것이라는 상반된 견해가 있다. 또한 flowable composite resin을 2급 와동의 구치부 레진 하방에 이장재로 사용하는 경우 그 두께가 얇으므로 레진을 와동벽에서 탈락시킬 만큼의 중합수축은 일어나지 않는다고도 한다¹³⁾.

이처럼 낮은 탄성계수와 점도 그리고 높은 중합수축을 갖는 flowable composite resin을 구치부 복합레진 하방에 이장재로 사용했을 때 임상적 거동을 예측하기는 어려운 실정이며 미세변연누출에 대한 영향은 그 연구 결과가 서로 상반되며 아직은 미흡한 실정이다. 따라서, 본 연구에서는 slot 형태의 제 2급 와동을 형성하고 구치부 레진만으로 충전한 경우와 구치부 레진 하방에 flowable composite resin을 이장재로 사용한 경우 치경부 변연의 미세변연누출을 비교 평가하여 다소의 지견을 얻었기에 보고하는 바이다.

Ⅱ. 실험재료 및 방법

1. 실험재료

성별에 관계없이 우식이나 충전물이 없고 손상이 없는 발거된 지 한 달이 지나지 않은 80개의 상, 하악 대구치를 선택하였다. 치아의 표면에 부착된 치주인대와 치석을 제거하고 실험 전까지 0.5% chloramine-T 용액에 보관한 후 사용하였다.

실험에 사용된 구치부 레진은 Filtek P60(3M Dental Products, St. Paul, U.S.A.)이고 flowable composite resin은 AeliteFlo(Bisco, Inc. Schaumburg, IL, U.S.A.), Tetric Flow(Vivadent Ets. Schaan, Liechtenstein), Revolution(Kerr Corp. Orange, CA, U.S.A.)이다. 상아질 접착제로는 단일 용기 상아질 접착제인 Single Bond(3M Dental Products, St. Paul, U.S.A.)를 사용하였고, 광조사 기구는 Curing light XL 3000(3M Co., St. Paul, Minn. U.S.A.)을 사용하였으며 400mW/cm²의 광강도를 확인하였다.

2. 실험방법

(1) 시편제작

고속엔진용 #557 carbide bur를 이용하여 치아의 근심 및 원심면에 2급 slot 와동을 형성하였다. 와동의 협설폭은 4mm, 치경부측 axial depth는 1.5mm로 형성하였고, 치경부 변연이 20개의 치아(40개의 와동)에서는 백악법랑경계 1mm 상방에, 나머지 20개 치아(40개의 와동)에서는 백악법랑경계 1mm 하방에 위치하게 하였다. 치경부 변연이 상아질에 위치하는 경우 와동의 교합 치은 길이는 대략 5~7mm였고, 법랑질에 위치하는 경우는 4~6mm 정도였다. Extra-fine diamond point(ISO 176/016, N.B. MANI)를 사용하여 와동 내면을 평활하게 하였고, internal line angle은 둥글게 마무리 하였다. 치경부 법랑질 변연에는 Extra-fine diamond point (ISO 176/016, M.B. MANI)를 사용하여 0.5mm 폭의 사면을 형성하였다.

2급 와동에 레진을 충전하는 동안 임상적인 상황과 유사하도록 Fig. 1과 같은 장치들을 제작하여 사용하였다. 인접치로 사용할 두 개의 치아를 치과용 석고에 매몰하여 양쪽에 위치시키고, 실험에 사용될 치아의 치근부를 heavy silicone impression material (Exaflex, GC America Inc, Alsip, Illinois 60803, Japan)로 치은변연 1mm 하방까지 매몰하여 두 인접 치아 사이에 위치시킨 후 한쪽 치아를 이동시켜 시편이 인접치아와 긴밀한 접촉을 이룰 수 있게 하였다. Metallic matrix band (Sectional matrix, 3M Dental Products, St. Paul, U.S.A.)와 wooden wedge(Denta CO, Norway)를 사용하여 인접면을 재현하였다.

치경부 변연이 법랑질 또는 상아질에 위치하는 80개의 와동을 각각 20개씩 네 개의 군으로 나누고 제 1, 5군은 구치부 레진인 Filtek P60만으로 충전하였고 제 2, 6군은 flowable composite resin인 AeliteFlo를 이장재로 사용한 후 구치부 레진 Filtek P60로 충전하였고 제 3, 7군과 제 4, 8군은 각각 Tetric Flow와 Revolution을 이장재로 사용

한 후 구치부 레진으로 충전하였다. 모든 치아들의 협측 및 설측 와동을 10초간 압축공기로 건조시킨 뒤 32% 인산(Unietch, Bisco, Inc. Schaumburg, U.S.A.)으로 15초간 산처리한 후 15초간 수세하고, 5초간 과량의 수분을 제거한 후, 5세대 상아질 접착제인 Single Bond를 균일한 층으로 2회 도포하고 2~5초간 살짝 건조시켜 가시광선 광조사 기구인 Curing light XL 3000을 이용하여 400 mW/cm² 광강도로 10초간 광중합 하였다.

제 1, 5군 : 구치부 레진 Filtek P60를 와동내 약1.5mm 두께로 충전한 후 교합면 방향에서 400mW/cm² 광강도로 40초간 광중합하였고, 나머지 와동은 2mm씩 적층법(incremental technique)으로 충전하고 20초씩 광중합하였다. Matrix band를 제거한 후 협측 및 설측에서 각각 20초씩 광중합하였다.

제 2, 6군 : AeliteFlo를 와동내 약1.5mm 두께로 채운 후 와동내벽과 긴밀하게 적합하도록 explorer를 사용하여 끌어준 후, 교합면 방향에서 400mW/cm² 광강도로 40초간 광중합하였고, 와동의 나머지 부분은 구치부 레진 Filtek P60를 2mm 두께로 충전하여 20초씩 광중합하였다. Matrix band를 제거한 후 협측 및 설측에서 각각 20초씩 광중합하였다.

제 3, 7군 및 제 4, 8군 : 2, 4군에서와 같은 방법으로 하되, 이장재로는 Tetric Flow와 Revolution을 각각 사용하였다.

수복물 변연에 존재하는 과량의 레진은 #12 scalpel blade를 사용하여 제거하였고, Sof-Lex disc(3M Dental Products, St. Paul, U.S.A.)를 사용하여 연마하였다. 완료된 시편을 실온의 생리식염수에 7일간 보관한 후, 5℃와 55℃의 수조에서 번갈아 1분씩 총 500회의 온도변화를 주며 thermocycling을 실시하고 근점부위를 글래스아이오노머 시멘트(Fuji II LC, GC Corp., Tokyo, Japan)로 폐쇄한 후, 수복와동변연 1mm를 제외한 전 표면에 nail varnish를 도포하였다. 2% methylene blue 염색용액에 24시간 동안 담그고, 흐르는 물에 세척한 후, 시편을 투명레진

Table 1. Materials used in this study

Products	Manufacturer	
Etchant	Unietch (32% phosphoric acid)	Bisco, Inc. Schaumburg, U.S.A.
Bonding agent	Single Bond	3M Dental Products, St. Paul, U.S.A.
Packable composite	Filtek P 60	3M Dental Products, St. Paul, U.S.A.
Flowable composite	AeliteFlo	Bisco, Inc. Schaumburg, IL, U.S.A
	Tetric Flow	Vivadent Ets. Schaan, Liechtenstein
	Revolution	Kerr Corp. Orange, CA, U.S.A.

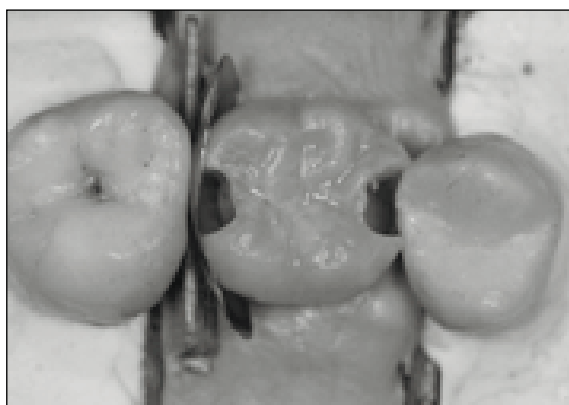


Fig. 1. Experimental specimen implanted in silicone impression material

(Epofix, Struers, Den-mark)에 매몰하였다. 매몰된 시편은 diamond saw(Isomet, Buehler Co. U.S.A.)를 사용하여 근원심으로 절단한 후, 염색용액의 침투도를 관찰하였다.

(2) 미세변연누출관찰

입체 현미경(Stereo Zoom Micro-scope, OLYMPUS, Japan)을 사용하여 $\times 20$ 배율로 치아 수복물의 치은쪽 계면에서 염색용액의 침투도를 관찰하고 사진 촬영하였다. Kruskal-Wallis One Way Analysis와 Mann-Whitney Rank sum test로 통계처리 하였다.

염색용액의 침투도는 다음과 같이 판정하였다.

- 0- 염색용액의 침투가 전혀 없는 경우
- 1- 염색용액의 침투가 와동 깊이의 1/3을 넘지 않는 경우
- 2- 염색용액의 침투가 와동 깊이의 2/3을 넘지 않는 경우
- 3- 염색용액의 침투가 와동의 전 깊이 까지 확장되나 axial wall은 포함하지 않는 경우
- 4- 염색용액의 침투가 axial wall을 넘는 경우

Ⅲ. 실험결과

구치부 레진과 flowable composite resin으로 2급 와동을 충전했을 때, 법랑질 변연과 상아질 변연에서의 미세변연누출은 Table 2, 3에 표시하였고, Fig. 2와 Fig. 3은 이를 도표로 나타낸 것이다.

(1) 법랑질에 대한 염색 용액의 침투도

구치부 레진 하방에 flowable composite resin의 사용 유무 및 사용된 flowable composite resin의 종류에 관계없이 모든 군에서 법랑질 변연이 상아질 변연 보다 유의성 있게 낮은 미세변연누출을 보였다($P < 0.05$). 법랑질 변연에서 Revolution, Tetric Flow, AeliteFlo, Filtek P60의 순으로 염색용액의 침투도가 증가하는 경향을 보였으나 통계적으로 유의성 있는 차이를 보이지는 않았다($P > 0.05$).

(2) 상아질에 대한 염색 용액의 침투도

상아질 변연에서는 flowable composite resin을 이장재로 사용한 군과 구치부 레진만으로 충전한 군 모두 중등도

Table 2. Number of specimens in each score and microleakage value on enamel margin

Group	Score					No.	Mean	S.D.
	0	1	2	3	4			
Group1 (Filtek P60)	2	3	3	7	5	20	2.50	1.32
Group2 (AeliteFlo+Filtek P60)	2	4	7	3	4	20	2.15	1.27
Group3 (Tetric Flow+Filtek P60)	4	3	4	7	2	20	2.00	1.34
Group4 (Revolution+Filtek P60)	5	2	8	2	3	20	1.80	1.36

Table 3. Number of specimens in each score and microleakage value on dentin margin

Group	Score					No.	Mean	S.D.
	0	1	2	3	4			
Group5 (Filtek P60)	0	0	0	6	14	20	3.7	0.47
Group6 (AeliteFlo+Filtek P60)	0	0	3	6	11	20	3.4	0.75
Group7 (Tetric Flow+Filtek P60)	0	0	1	5	14	20	3.65	0.59
Group8 (Revolution+Filtek P60)	0	0	2	5	13	20	3.55	0.69

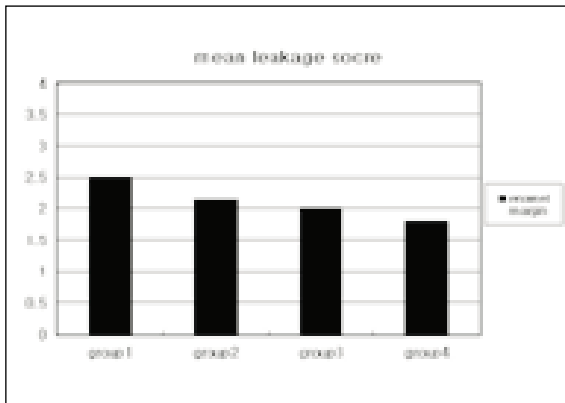


Fig. 2. Mean leakage values of each group of enamel

이상의 변연누출을 보였고, 각 군간에 통계적으로 유의성 있는 차이를 보이지는 않았다($P>0.05$).

IV. 총괄 및 고찰

복합레진은 중합시에 수축하는 특성을 가지며 제품에 따라 1.7%에서 7.1% 정도의 중합수축을 보인다²⁰⁾. 레진 수복물의 변연이 치관부 법랑질에 위치한 경우는 산부식된 법랑질과의 결합력이 중합 수축력을 능가하므로 문제가 되지 않지만, 2급이나 5급 와동에서처럼 치경부 변연이 백악법랑 경계 하방 상아질에 위치하는 경우는 중합 수축력이 상아질 결합제의 결합력을 능가하므로 변연간극이 발생하게 된다. 수복물과 치아 사이에 형성된 간극은 미생물과 그 산물이 치수내로 들어오게 되는 통로가 되고 치수내 염증과 과민반응 그리고 이차우식을 일으키게 되며 결국에는 수복물의 실패를 초래하게 된다⁶⁾.

복합레진의 광중합 수축으로 인한 결합 실패를 줄이기 위한 방법으로 flowable composite resin의 사용이 제안되고 있다. 중합수축이 일어나면 복합레진이 치아와 접하는 면에서 인장응력이 발생하는데 응력의 정도는 복합레진의 수축량, 탄성계수 등에 따라 다르며 탄성계수가 낮은 재료는 탄성이 크고 중합응력을 감소시킬 수 있는 능력이 크다. Flowable composite resin은 탄성계수가 기존 혼합형 복합레진의 50%~70% 정도로서 중합시 발생하는 수축응력을 어느 정도 흡수할 수 있으며 레진이 치질에 결합되었을 때 레진 치아 복합체의 유연성(flexibility)을 증가시켜 스트레스 브레이커로 작용할 수 있다고 한다^{13,19)}. Kemp-Scholte and Davidson 등²¹⁾은 유연한 성질을 지닌 중간층을 5급 와동에 사용시 중합수축을 20%~50%정도 완화시킨다고 하였다. 또한 flowable composite resin은 filler의 함량이 줄어들어 중합시 큰 수축을 보이지만 열팽창계수가 감소하여 상아질과 좀 더 유사한 열팽창계수를 가지므로 구

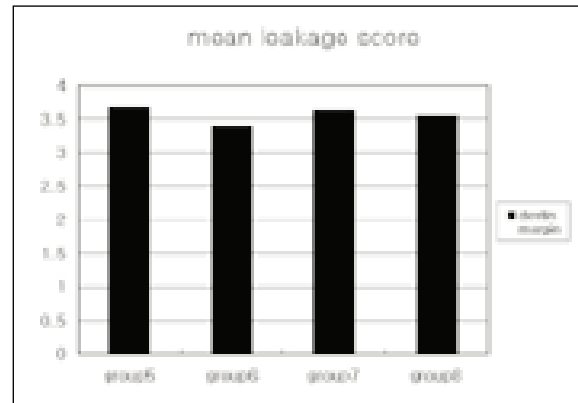


Fig. 3. Mean leakage values of each group of dentin

강내 온도변화에 유리하게 작용할 수 있다. Flowable composite resin은 condensable composite resin 하방에 이장재나 베이스로 사용하는 경우 C-factor를 감소시킬 수 있다. C-factor는 결합된 면과 결합되지 않은 면의 비로 정의되며 C-factor의 감소는 내부응력을 감소시켜 레진 중합시 생기는 수축력과 결합제에 의해 레진이 와동벽에 결합하려는 힘 사이의 경쟁을 완화시키는 기능을 한다^{22,23)}.

이번 연구에서는 2급 와동에서 구치부 복합레진만으로 충전한 군과 세 종류의 flowable composite resin을 각각 이장재로 사용한 후 구치부 레진으로 충전한 군의 치경부 미세변연누출을 비교하였다. 법랑질 변연에서 치경부 미세변연누출은 Revolution(제 4군), Tetric Flow(제 3군), AeliteFlo(제 2군), Filtek P60(제 1군)의 순으로 증가하는 경향을 보였으나 통계적 유의성은 없었다. 상아질 변연의 경우에 있어서도 세 종류의 flowable composite resin을 이장재로 사용한 군(제 6, 7, 8군)과 구치부 복합레진만으로 충전한 군(제 5군)간에 통계적으로 유의성 있는 차이를 보이지는 않았으며 네 군 모두 심한 미세변연누출을 보였다. 이러한 결과는 flowable composite resin이 2급 와동에서 치경부 변연의 미세변연누출을 크게 감소시키지는 못하며 특히 상아질 변연의 경우 미세변연누출에 거의 영향을 주지 않음을 알 수 있다.

Chuang 등¹⁴⁾의 연구에 의하면 2급 와동에서 flowable composite resin을 liner로 사용하는 경우 구치부 복합레진만으로 충전한 경우와 비교했을 때 레진과 치아의 계면 및 레진 내부의 기포는 감소하였으나 미세변연누출은 별로 감소하지 않았다고 보고하였으며, Beznos²⁴⁾는 2급 와동에서 flowable composite resin인 Aeliteflo를 이장재로 사용한 경우 치경부에서 심한 미세변연누출을 보였고 레진강화형 클래스 아이오노머 시멘트(RMGIC)를 사용한 경우 보다 미세변연누출이 더 크다고 보고하였다. 이러한 결과는 이번 실험에서 구치부 복합레진 하방에 flowable composite

resin을 사용한 경우 미세변연누출이 크게 감소하지 않는 것과 일치한다.

그러나, Leevailoj 등¹⁴⁾은 상아질 변연을 갖는 2급 와동을 4종의 구치부 복합레진과 혼합형 복합레진만으로 각각 충전했을 때와 flowable composite resin을 이장재로 사용했을 때의 미세변연누출을 비교한 결과 flowable composite resin을 이장재로 사용하는 경우 모두 치경부 미세변연누출을 감소시켰다고 보고하였으며, flowable composite resin을 이장재로 사용하지 않은 경우 구치부 복합레진(Alert, Pyramid and Surefil)은 혼합형 복합레진(Renew)보다 미세변연누출이 크다고 하였다. 다른 연구에 의하면 flowable composite resin을 사용한 경우 미세변연누출이 유의성 있게 감소함을 보여 주었다. Payne 등¹⁸⁾은 상아질 결합제인 Optibond와 flowable composite resin (Tetric Flow)을 사용한 경우 55%의 시편에서만 염색용액의 침투를 보였고 글래스 아이오노머보다 미세변연누출이 적다고 하였다. 또한 SEM 관찰에서 상아질 결합제(Optibond)와 flowable composite resin 사이에, 치질과 상아질 결합제 사이에 긴밀한 결합을 보였으며 기포도 거의 관찰할 수 없었다고 보고하였다.

2급 와동에서 구치부 레진 수복시 flowable composite resin을 이장재로 사용하는 경우 글래스 아이오노머와 비교할 때 미세변연누출의 감소라는 점에서 다소 상반된 결과를 보이지만 결국에는 큰 차이를 보이지 않으며 글래스 아이오노머를 사용하는 경우 분말과 용액을 혼합해야 하고 이 과정에서 기포가 함유될 가능성이 높다. 그러므로 flowable composite resin을 글래스 아이오노머 대신 사용하는 것이 유용하다고 사료된다. 또한 구치부 복합레진은 기존의 혼합형 복합레진 보다 비교적 단단하여(stiff) 와동내 충전시 더 큰 힘을 필요로 하고 와동내 긴밀한 적합이 어렵다. 그러므로 주입이 용이하고 적합성이 우수한 flowable composite resin을 구치부 레진 수복시 이장재로 사용하는 것은 미세변연누출의 감소에는 큰 영향을 끼치지 못하더라도 유용할 것으로 사료된다.

Flowable composite resin은 주사기 주입형으로 나오므로 와동내 쉽게 적용 가능하지만 점착성(stickness) 때문에 임상에서 사용시 세심한 주의를 기울여야 한다. 특히, 주사기를 와동 내에서 제거할 때 공기가 함유될 수 있다. Chuang 등¹⁴⁾의 연구에 의하면 2급 와동에서 flowable composite resin을 이장재로 사용하는 경우 숙련되지 않은 사람이 시행한 경우 숙련된 사람보다 치아와 레진의 경계면 뿐만 아니라 레진 내부에 기포가 더 많이 발생한다고 보고하였다. 또한 flowable composite resin은 기존의 혼합형 복합레진에 비해 기계적 성질과 마모저항이 낮으므로 2급 와동에서 이장재로 사용하는 경우 인접면 접촉점 하방에 국한해서 사용해야 할 것이다.

본 실험에서 치경부 변연이 법랑질에 위치하는 경우 모든 군에서 상아질 보다 적은 미세변연누출을 보였다. 상아질은 법랑질 보다 유기물을 많이 함유하고 있고 12% 정도의 물을 포함하고 있다²⁶⁾. 이러한 이유로 복합레진의 경우 법랑질과의 결합은 중합수축 응력을 이겨낼 수 있으나 상아질과의 결합은 이겨내지 못하는 것으로 알려져 있으며²²⁾, 적절히 산처리된 법랑질 변연에서는 미세변연누출이 없다는 보고도 있다. 본 실험에서 법랑질 변연의 경우 교합면에서 와동의 깊이는 치아에 따라 4~6mm정도였고, 상아질 변연에서는 5~7mm로 다양하였다. 광중합 복합레진은 광조사 방향을 향하여 수축한다고 볼 때 본 실험에서는 교합면 방향에서 광중합하였으므로 치은변연에서 중합수축이 발생하며 특히 상아질과의 결합인 경우 이러한 중합수축 응력을 이겨내기는 더욱 힘들다. Versluis 등²⁸⁾이 제시한 광중합 복합레진과 치아와의 결합이 완벽한 경우에는 빛의 방향보다는 와동벽을 향하여 수축한다는 원리에 근거하더라도 와동이 깊은 경우 즉 백악법랑경계 하방에 수복물의 변연이 오는 경우는 상황이 불리하다. 와동의 기저부 첫번째 레진층은 완전한 중합이 되지 않을 수 있기 때문이다. 따라서 이를 고려해 볼 때 상아질 변연의 미세변연누출이 더 큰 것은 당연한 일이다. 여러 학자들이 2급 와동의 변연봉쇄를 향상시키기 위한 여러 방법을 소개하였으나 어떠한 방법도 상아질 변연에서의 미세변연누출을 완전히 막지는 못하였다.

2급 와동을 복합레진으로 충전할 때 적절한 인접면 접촉을 얻기 위해서 임상가들은 금속 매트릭스 밴드(metallic matrix band)를 선호한다. 투명한 매트릭스 밴드를 사용하는 경우 빛이 매트릭스를 통과하므로 교합면 방향에서 반드시 중합하지 않아도 된다는 장점이 있지만 두께가 두껍고 견고하지 못해 실제 임상에서 사용하는데 어려움이 있다. 본 실험에서는 임상적인 조건을 재현하기 위해 금속 매트릭스 밴드와 wooden wedges를 사용하였다. 교합면 방향에서 먼저 광조사를 하였고 매트릭스를 제거한 후 협면과 설면에서 추가적으로 광조사 하여 매트릭스와 접한 부분에서도 복합레진의 완전한 중합이 이루어지게 하였다. Kay 등²⁹⁾의 연구에 의하면 금속 매트릭스 밴드를 사용하는 경우라도 매우 평활한 금속 매트릭스 밴드와 접한 부분에서 레진의 중합은 충분히 이루어진다고 하였다.

본 실험에서 사용된 단일용기 상아질 접착제인 Single Bond는 상아질 내 수분의 존재 및 그 양에 의해 큰 영향을 받는데, 건조 상아질에서는 교원 망상층이 수축, 붕괴되어 접착레진이 불완전하게 침투하는 hybrid zone이 생기며 상아질 내 수분이 과다한 경우에는 접착레진과 혼성층 사이의 계면에 overwet phenomenon이 발생한다. 이러한 성질은 본 실험의 염색용액의 침투도와 변연적합도에 큰 영향을 미칠 것으로 사료되며 상아질 접착제의 도포시 제조회사의 지시에 따라 세심한 주의를 기울여 상아질 내 적절한 수분량

을 유지하기 위한 노력이 필요하리라 사료된다.

본 실험에서는 미세변연누출에 대한 실험방법 중 염색용액의 침투도를 조사하여 미세변연누출 정도를 정성적으로 평가하였는데, 이러한 방법은 매우 유용하며 유해한 방사선이나 화학반응에 노출될 염려가 없다는 장점이 있으나 술식에 매우 민감하며 간극의 정확한 위치를 알기 힘들고 그 결과의 평가에 있어 객관적인 기준을 필요로 한다. 미세변연누출의 통로에 대한 정보와 정량적인 평가를 얻기 위해 탈회를 시켜 관찰하거나, 연속절단 또는 연속연마후 2차원, 또는 3차원으로 재구성하여 염료침투의 방향과 면적/부피를 측정하는 방법들도 추천될 수 있을 것이다.

V. 결 론

2급 와동에서 구치부 복합레진 하방에 flowable composite resin을 이장재로 사용하는 것이 치경부 변연의 미세변연누출에 미치는 영향을 알아보기 위하여 80개의 발거한 상, 하악 대구치 양쪽 인접면에 slot 와동을 형성하여 범랑질 변연과 상아질 변연으로 각각 20개씩 네 군으로 나누고 구치부 복합레진(Filtek P60)으로 충전한 군을 1, 5군 이장재로 AeliteFlo, Tetric Flow, Revolution을 사용한 군을 2, 3, 4군과 6, 7, 8군이라 하였다. 5세대 상아질 결합제인 Single bond를 사용하였고 인접면 재현을 위해서는 sectional matrix와 wooden wedge를 사용하였다. 복합레진 충전 후 모든 시편을 thermocycling을 시행하였고, 2% methylene blue 염색용액에 24시간 동안 담그어 수세 후 투명 레진에 매몰하였다. 매몰된 시편을 근, 원심으로 절단하여 미세변연누출을 관찰하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 사용된 flowable composite resin의 종류 및 사용유무에 관계없이 모든 군에서 범랑질 변연이 상아질 변연보다 유의성 있게 낮은 미세변연누출을 보였다($P<0.05$).
2. 2급 와동에서 치경부 범랑질 변연의 미세변연누출은 Filtek P60, AeliteFlo, Tetric Flow, Revolution의 순으로 감소하는 경향을 보였으나 통계적으로 유의성은 없었다($P>0.05$).
3. 2급 와동에서 치경부 상아질 변연에서는 flowable composite resin의 사용 유무에 관계없이 높은 미세변연누출을 보였고, 5, 6, 7, 8군 간에 통계적으로 유의성은 없었다($P>0.05$).

참고문헌

1. Phillips RW, Avery DR, Mehra R, Swartz ML & McCune RJ. Observations on a composite resin for Class II restorations: Three-year report. J of Prosthet Dent 1973;30(6):891-897.
2. Belvedere P. Posterior composites experiencing growth

- trend Dentistry Today 1999;18(3):44,46-47.
3. Leinfelder KF, Radz GM & Nash RW. A report on a new condensable composite resin. Compendium 1998; 19(3):230-237.
4. Alster D, Feilzer AJ, De Gee AJ, Mol A, Davidson CL. The dependence of shrinkage stress reduction on porosity concentration in thin resin layers. J Dent Res 1992;71:1619-1621.
5. Ehrnfrd L, Derand T. Cervical gap formation in class II composite resin restoration. Swed Dent J 1984;8:15-19.
6. Qvist V. Resin restorations: Leakage, bacteria, pulp. Endod Dent Traumatol 1993;9:127-152.
7. Tjan AH, Bergh BH, Lindner C. Effect of various incremental techniques on the marginal adaptation of class II composite resin restorations. J Prosthet Dent 1992;67:62-66.
8. Lutz E, Krejci I, Oldenburg TR. Elimination of polymerization stresses at the margin of posterior composite resin restorations: a new restorative technique. Quintessence Int 1986;17: 777-784.
9. Fusayama T. Indications for self-cured and light cured adhesive composite resins. J Prosthet Dent 1992; 67:46-51.
10. Crim GA, Chapman KW. Reducing microleakage in class II restorations: an in vitro study. Quintessence Int 1994;25:781-785.
11. A. Kugel G, Hurley E. Class II composite resin restorations using glass-ionomer liners: microleakage studies. J Clin Pediatr Dent 1996;21: 67-70.
12. Bayne SC, Thompson JY, Swift EJ Jr, Stamatides P, Wilkerson M. A characterization of first-generation flowable composites. J Am Dent Assoc 1998;129:567-577.
13. Bonner PB. New developments in composite resins. Dentistry Today 1997;16(4):44-47.
14. Leevailoj C, Cochran MA, Matis BA, Moore BK, Platt JA. Microleakage of posterior packable resin composites with and without flowable liners. Oper Dent 2001;26(3):302-307.
15. Chuang SF, Liu JK, Chao CC, Liao FP, Chen YH. Effects of flowable composite lining and operator experience on microleakage and internal voids in class II composite restorations. J Prosthet Dent 2001; 85(2):177-183.
16. Belli S, Inokoshi S, Ozer F, Pereira PN, Ogata M, Tagami J. The effect of additional enamel etching and a flowable composite to the interfacial integrity of class II adhesive composite restoration. Oper Dent 2001;26(1):70-75.
17. Ashraf M, Estafan, Denise Estafan. Microleakage study of flowable composite resin systems. Compendium 2000; vol.21, No.9:705-712.
18. John H. Payne IV. The marginal seal of class II restoration: flowable composite resin compared to injectable glass ionomer. J of Clin Pediatr Dent 1999; vol.23, No.2:123-130.
19. Kemp-Scholte CM, Davidson CL. Complete marginal seal of class V resin composite restorations effected by increased flexibility. J Dent Res 1990;69(6):1240-1243.
20. R. Labella, P. Lambrechts. Polymerization shrinkage and elasticity of flowable composites and filled adhesives. Dent Mater 15(1999)128-137.
21. Kays BT, Sneed WD, Muckles DB. Microhardness of

- class II composite resin restorations with different matrices and light positions. J Prost Dent 1991; 65(4):487-490.
22. Leeson TS: Atlas of Histology 1st ed. Philadelphia: Saunders, 401, 1988.
23. Davidson CL, de Gee AJ. Relaxation of polymerization contraction stresses by flow in dental composites. J Dent Res 1984;63(2):146-148.
24. Versluis A, Tantbirojn D, Douglas WH. Do dental composites always shrink toward the light? J Dent Res 1998; 77:1435-1445.
25. Peutzfeldt A. Resin composites in dentistry: The monomer systems. Eur J Oral Sci 1997;105:92-116.
26. Kanca J, Suh BI. Pulse activation: Reducing resin-based composite contraction stresses at the enamel cavosurface margins. Am J Dent 1999;12:107-112.
27. Feilzer A, de Gee A, Davidson CL. Setting stress in composite resin in relation to configuration of the restoratives. J Dent Res 1987;66: 1636-1639.
28. C Beznos. Microleakage at the cervical margin of composite class II cavities with different restorative techniques. Oper Dent 2001;26:60-69.
29. Van Meerbeek B, Willems G, Celis JP, Roos JR, Braem M, Lambrechts P, Banherle G. Assessment by nano-indentation of the hardness and elasticity of the resin-dentin bonding area. J Dent Res 1993;72:1434-1442.