

# 충전후 방사능에 의한 변연누출 측정에 관한 실험적 연구

서울대학교 치과대학 보존학교실

김미자 · 이명중

## - 목 차 -

- I. 서 론
- II. 실험재료 및 방법
- III. 실험성적
- IV. 총괄 및 고안
- V. 결 론
- 참고문헌
- 영문초록

## I. 서 론

수복물 주위의 변연폐쇄는 치아수복을 성공으로 이끄는 중요한 요인이나 충전재와 와벽간 경계부에 미세한 간격이 생기면 음식물의 잔사나 구강내 미생물등이 침입하여 수복물 주위에 이차우식, 지각파민, 치아변색 및 치수절환등이 야기되어 수복물질의 조기파절과 탈락을 일으킬 수 있다.<sup>1,2)</sup>

1960년대 복합수복레진이 개발된 이후 Composite Resin은 Silicate Cement를 대체한 심미적인 수복물 질로 계속 발전하여 왔다. 특히 Buonocore에 의해 법랑질 산부식법이 도입된 이후 법랑질과 수복레진과의 접착력이 증대되어 레진수복물의 큰 단점이었던 변연누출을 현저하게 감소시킬 수 있었다.<sup>3,4,5,6,7,8,9)</sup> 그러나 아직 상아질과 백악질과의접착에는 미흡한 점이 많아, 레진수복물이 법랑·백악질 경계부의 하방에 위치한 와동에서는 복합레진의 경화수축 및 치질

과의 열팽창계수의 차이로 인해 와벽과 충전물 주위에서 변연누출이 나타난다.<sup>10,11,12,13)</sup>

1971년 Wilson과 Kent에 의해 소개된 glass ionomer cement는 상아질과 법랑질에 접착력이 있고<sup>5,14,15)</sup> 불소를 방출하여<sup>17,20,21)</sup> 이차우식증을 예방할 수 있으며 치수에 자극이 적은 장점이 있어<sup>22,23,24)</sup> 치경부 침식증, 과민성 치아<sup>17)</sup>, 유구치의 수복<sup>18)</sup> 및 열구전색<sup>19)</sup>등에 이용되어 왔다. 그러나 마모저항성<sup>16)</sup>이 적고 심미성 및 표면평활정도가 레진보다는 열세한 단점이 있다.

Sneed 등<sup>26)</sup>과 Hinoura 등<sup>27)</sup>은 glass ionomer cement 표면에 산부식후 레진을 충전하여 그 결합력을 측정할 결과 glass ionomer cement자체의 응집력보다 더 크다고 보고했으며 Mclean과 philips 등<sup>28)</sup>은 레진의 단점을 보강하고 glass ionomer cement의 장점을 살려 glass ionomer cement를 이장재로 하여 레진을 충전할 것을 권하였다.

수복물의 변연누출 측정방법으로는 색소이용법<sup>3,10,12,29,30)</sup>, 방사성 동위원소의 이용<sup>3,31,32,33,34,35)</sup> 미생물의 이용<sup>36,37)</sup>, 공기압력법<sup>36)</sup>, SEM<sup>22,34,37)</sup>, 전기화학법(electrochemical method)<sup>41,42)</sup>, 방사화 분석법(Neutron Activation Analysis)<sup>38,40)</sup> 등이 있으며 현재 까지 주로 사용되어 온 색소나 방사성 동위원소의 침투도의 측정법은 객관적이지 못하고 양적인 측정법이 아니라는 단점이 있다.

Going에 의해 1966년 처음 도입된 방사화 분석법은 생체내 실험과 변연누출의 양적 측정이 가능하여 객관성을 띠고 있으므로 미래의 변연누출 측정방법으로 제시된 방법이다.<sup>39)</sup>

이에 저자는 변연누출 측정방법의 새로운 시도를 위해 방사화 분석법을 이용하여 충전후의 변연누출을 측정하여 그 결과를 이에 보고하는 바이다.

## II. 실험재료 및 방법

실험에 사용된 치아는 치주질환 및 교정치료를 목적으로 발거된 소구치중 충치나 충전물이 없는 건전한 치아를 선택했다. 치아는 발거한 즉시 생리식염수에 보관하였고 보관기간이 한 달 이전의 것을 사용하였다.

치아에 부착된 치석 및 연조직을 제거하고 연마재로 연마하였다. 각 치아의 협측 부위의 백악·법랑질 경계 부위에 제 5급 와동을 형성하였다. 와동은 고속용 557번 carbide bur를 주수하에 근·원심 폭경 3mm, 교합·치은 폭경 2mm, 깊이는 교합면 쪽은 1.5mm, 치경부 쪽은 1.0mm가 되도록 형성하였고 저속용 558번 carbide bur로 최종 처리 하였다. 그 뒤 저속용 diamond bur를 사용하여 법랑질 표면에만 폭경 0.5~1.0mm의 45° bevel을 주어(그림 1) Scotchbond/Silux로 충전한 군과 glass ionomer cement/Scotchbond/silux로 충전한 군으로 나누어 실험하였다.

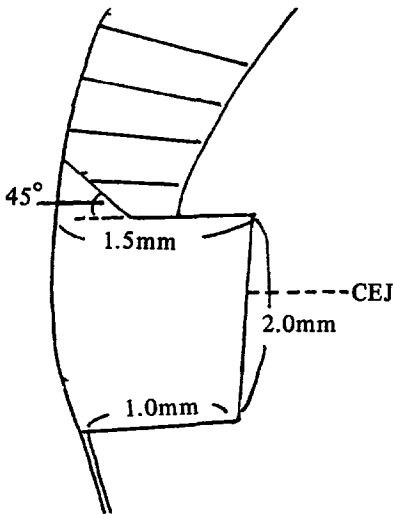


Fig. 1. Cavity Preparation

### 가) Scotchbond/Silux 충전군

와동을 물로 깨끗이 세척하고 완전히 건조시킨 후 제조회사(3M Dental products, USA)의 지시에 따라 법랑질 부위만 etchant로 1분동안 산부식시키고 45초간 물로 세척하여 건조시킨 다음 Scotchbond의 레진성분과 액체 성분을 섞어 5초동안 혼합하여 와동내에 도포하고 가볍게 공기분무를 한 다음 20초간 광중합시켰다. 그 뒤 Silux를 와동내에 충전한 뒤 셀룰로오즈 매트릭스 밴드를 대고 40초간 광중합을 시키고 시편들을 2시간 뒤에 증류수에 담갔다.

### 나) glass ionomer cement/Scotchbond/Silux 충전군

와동을 세척 후 건조시킨 뒤 glass ionomer cement(Fuji ionomer Type II, G-c Dental Industrial Corp., Japan)를 제조회사의 지시대로 혼합하여(액체 : 분말=1 : 3) 그림 2와 같은 방법으로 법랑질 부위를 제외한 모든 와동벽에 충전한 뒤 60초 동안 공기중에 방치하였다가 etchant를 법랑질과 glass ionomer cement 위에 도포하여 60초간 산부식시킨 뒤 45초 동안 세척하고 건조시켰다. 그 뒤 Scotchbond를 치질과 glass ionomer cement 표면

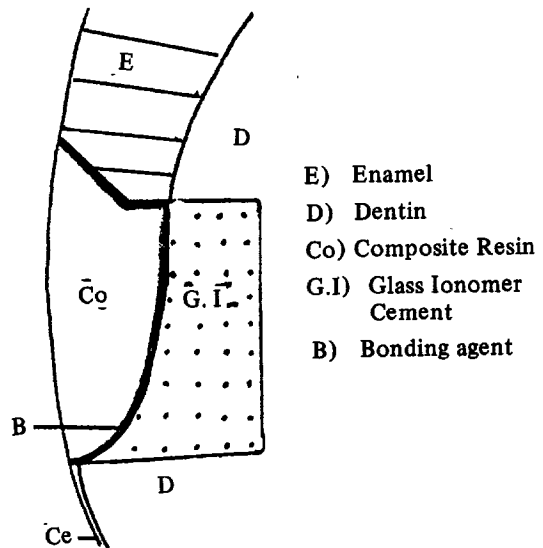


Fig. 2. Schematic representation of cavity and corresponding restoration

위에 도포한 뒤 전자와 같은 방법으로 Siux를 충전했다.

위의 모든 시편들을 충전한 뒤 24시간 후에 Sof-Lex polishing disc®(3M Dental products)를 사용하여 연마하고 60°C±2°C의 수조에서 30초, 1°C±1°C의 수조에서 30초 씩 총 100회의 온도변화(thermal cycling)를 시행한 후 sticky wax와 매니큐어를 수복물 및 변연주위 0.5mm를 제외한 모든 면에 도포하였다.

Samarium metal(High purity metal, 3N, Johnson & Matthey Co., England)을 질산용액에 녹여 만든 Samarium Nitrate(1g/100ml)용액에 3시간 동안 담갔다가 꺼내어 증류수로 씻어낸 뒤 건조시켜 시편을 덮고 있던 sticky wax 및 매니큐어를 제거하고 각각의 치아에 대하여 오염을 막기 위해 알루미늄박에 싸서 표준시료로 만든 Sm 10µg 과 함께 원자로(Triga Mark III, 에너지 연구소)에 넣어 6×10<sup>12</sup>neutrons/cm<sup>2</sup>/sec의 중성자속으로 11시간 동안 조사하여 핵반응을 일으킨 뒤 200시간 동안 냉각시켜 <sup>153</sup>Sm(반감기: 46.8시간)으로 부터 나온 γ선(102.94 KeV)을 전산화 된 반도체 검출기인 HPGe(고순도 Ge Detector, ORTEC, 원자력 병원)로 측정하여 이미 항량을 알고 있는 표준시료 10µg에서 나온 γ선의 양과 비교하여 치아 당 들어간 Sm의 양을 계산하였고 통계처리는 Student's t-test를 사용하였다.

Samarium Nitrate 용액에 담그지 않았던 치아와, 충전물질과 치아표면을 모두 매니큐어로 도포하고 용액에 담갔다 매니큐어를 제거한 뒤 측정된 치아에서는 γ선이 거의 검출되지 않았다.

### III. 실험성적

Samarium Nitrate 용액에 3시간 동안 담갔던 27개의 치아로부터 나온 γ선의 양을 전산화 된 반도체 검출기로 측정하고 표준시료 10µg에서 나온 γ선과 비교하여 치아 1개 당 들어간 Sm의 양(µg/tooth)으로 계산하였다(table 1).

Scotchbond/Silux충전군의 각 치아에 들어간 평균 Sm의 양은 2.532µg이고 glass ionomer cement/Scotchbond/Silux 충전군의 경우는 1.705µg 이며 t

값은 3.0721로 두 군 사이에는 유의할 만한 차이가 있었다.(P<0.005)

즉 glass ionomer cement를 충전한 후 산부식하여 Scotchbond/Silux를 충전한 군이 Scotchbond/Silux만 충전한 군보다 변연누출이 더 적었다.

Table 1. Amount of tracer uptake

| Scotchbond/Silux<br>(µg/tooth) | glass ionomer cement/<br>Scotchbond/Silux<br>(µg/tooth) |
|--------------------------------|---|
| 2.44                           | 1.32  |
| 2.37                           | 1.23  |
| 2.32                           | 2.42  |
| 24.5                           | 0.80  |
| 1.44                           | 2.09  |
| 4.68                           | 1.23  |
| 2.56                           | 2.29  |
| 2.02                           | 2.10  |
| 2.54                           | 2.47  |
| 2.00                           | 2.51  |
| 2.47                           | 1.09  |
| 2.19                           | 1.79  |
| 3.00                           | 0.74  |
| 2.94                           |   |
| Mean. 2.532                    | Mean: 1.705   |
| Mean ± S.D..<br>2.532 ± 0.7309 | 1.705 ± 0.6586  |

### IV. 총괄 및 고안

수복물질과 경조직과의 접착에 대하여는 수십년간 많은 학자에 의해 연구되어 왔으며 특히 상아질과의 접착은 변연누출을 감소시킬 수 있고 유지형태를 따로 형성할 필요가 없으므로 치질의 삭제를 적게 할 수 있는 장점이 있어<sup>44,45)</sup> 많은 상아질접착제가 개발중이다. 또한 현재 치근부위의 우식증 및 치경부 마모증이 증가되고 있는 추세이므로 수복물의 상

아질과의 접착이 중요하다. 법랑질의 경우는 치아면을 산부식시켜 접착력을 증가시키고 변연누출을 감소시킬 수 있으나 상아질은 법랑질과 구성성분이 차이가 있고<sup>46)</sup> 산부식 처리시 조상아세포와 치수조직에 손상을 줄 수 있어 산부식이 금기시 되어 있으며<sup>47,48)</sup> 상아질 면을 완벽하게 건조시킬 수 없는 난점 때문에 복합수복레진과 상아질면과의 접착은 매우 어려운 것으로 간주되어 왔다.

현재 수종의 상아질 접착재가 개발되어 있으며 접착력은 상아질면과의 인장응력이나 전단응력의 측정에 의해 평가되고 있다. 레진 수복물의 변연누출은 레진의 경화수축과 열팽창계수의 차이에 의해 발생되며 Eakle<sup>49)</sup>은 온도변화(thermal cycling)를 주기 전에도 이미 경화수축에 의해 상당한 양의 변연누출이 야기되었다고 보고했고 많은 학자들이 레진 수복물과 치질 사이에 완전한 변연봉쇄가 이루어지면 상아질 와동벽과 레진사이의 결합력이 경화수축력보다 더 커야 한다고 주장하였다. Davidson 등<sup>25)</sup>은 일차원적인 실험에서는 레진의 flow에 의해 접착력이 수축력에 의해 생기는 인장응력을 견딜 수 있었으나<sup>25)</sup> 3차원적인 원추형 와동에서는 flow에는 한계가 있어, 증가된 와동벽 때문에 접착력이 수축시의 인장응력을 견디지 못했다고 보고했다.<sup>52)</sup> Komatsu, Finger 등<sup>53)</sup>은 접착력의 수치(strength value)가 원추형 와동에서는 상아질 접착레진의 변연봉쇄성을 충분히 반영하지는 못하며 접착력은 치경부 침식중갈이 얇고 평평한 와동의 레진수복물의 유지를 예상하는데 사용할 경우나 의미 있다고 했다. 실제로 접착력이 높고, 치질-레진의 파절면이 레진의 응집성 파절(cohesive fracture)을 나타내는 상아질 접착재가 많은 상아질 접착레진의 변연누출 측정실험에서 거의 변연누출을 나타내고 있으므로 접착재의 평가는 접착력 뿐 아니라 변연누출의 측정과 함께 행해져야 한다.

Scotchbond는 BIS-GMA의 chlorophosphorous ester 계통으로 접착기전은 확실히 밝혀지진 않았으나 Wiliam Douglas<sup>44)</sup>의 "Entanglement-gel theory"에 의하면 Scotchbond는 산성이기 때문에 도말층의 Calcium Hydroxyapatite crystal에 작용하며 상아질의 칼슘과 인이 교원섬유로부터 도말층으로 빠져나오게 하여 Scotchbond가 교원섬유의 망상 구조 속으로 들어갈 수 있으며 Scotchbond로 들어

간 칼슘은 Scotchbond분자에 의해 작게 분해되어 gel을 형성하여 레진과 결합한다. 많은 학자들의 연구에 의하면 Hydroxyapatite의 농도가 높을수록 Scotchbond의 접착력이 증가되므로 도말층을 제거해서는 안되며<sup>55,56)</sup>, Calcifying Solutim을 사용하면 접착력은 증가된다<sup>57,58)</sup>고 보고되어 있으나 Hansen 등<sup>59)</sup>은 EDTA를 사용한 경우가 물론만 세척한 경우보다 변연봉쇄성이 좋았다고 보고하였다.

Silux/Scotchbond의 상아질과의 접착력<sup>56,60,74)</sup>에 대해서는 많은 연구가 되어 있으나 연구자마다 상이하고 다른 상아질 접착재와의 비교에 있어서도 차이가 있으며 변연누출 측정실험들에서도 차이가 있으나 몇 개에서는 Silux/Scotchbond가 더 우수하다고 보고되어 있다.<sup>61,62)</sup>

Glass Ionomer Cement의 구성성분은 fluoroaluminosilicate glass와 polyacrylic acid이며<sup>63)</sup> Silicate는 이온결합을 하고 있어 산에 의해 쉽게 파괴될 수 있으나 glass Ionomer Cement의 기질은 다염기(polysalt)를 형성하여 긴 공유결합의 사슬이 금속이온에 의해 Cross-link되어 있어 약산에 대해 안정된 구조를 가지고 있으며 접착은 음전하를 띤 oxide surface와 Cement내의 Carboxyl기 사이의 양이온과의 정전기적 인력에 의하는 것 같으며 상아질과의 접착은 교원섬유에 있는 카아복실기(COOH)와 암모니아기(NH<sub>2</sub>)와의 결합에 의해서이다. Maldonado 등은 Glass Ionomer Cement의 법랑질과 상아질에 대한 접착력은 Polycarboxylate cement와 유사하고<sup>14)</sup> 법랑질과의 접착력은 시멘트 자체의 응집력보다 더 크다고 하였으며 glass ionomer cement의 법랑질과의 결합력이 상아질과의 결합력보다 더 크다고 하였다.<sup>5)</sup>

Hembree<sup>35)</sup>, Wash, Hembree 등<sup>64)</sup>은 glass ionomer cement로 충전시 변연누출이 적었다고 보고했고 Fuks, Hirschfeld, Grajover 등<sup>37)</sup>은 SEM으로 관찰시 충전물 주위에 약간의 간격이 형성되어 있으나 온도변화에 의해 거의 영향을 받지 않았다고 보고했으나 Alperstein 등<sup>65)</sup>은 glass ionomer cement의 변연봉쇄성이 다른 레진과 거의 차이가 없다고 보고하였다. Gordon 등<sup>66)</sup>은 glass ionomer cement를 이장재로 사용하고 그 위에 레진 충전시 치은벽의 변연누출이 있었고 이것은 열팽창계수의 차이와 경화수축 때문에 glass ionomer cement가 상아질에 완전히 접

착을 하지 못했기 때문이라고 하였다.

Sneed 등<sup>26)</sup>과 Hinoura 등<sup>27)</sup>은 glass ionomer cement 표면을 산부식후 그 위에 레진을 충전한 경우 두 충전물 사이의 결합력은 glass ionomer cement 자체내의 응집력보다 더 크므로 philips, Mclean 등<sup>28)</sup>의 주장과 같이 레진의 이장재로 glass ionomer cement를 사용할 것을 권고하였다. Derand, Johansson 등<sup>67)</sup>은 glass ionomer cement가 상아질과 완전히 결합을 하지는 않으나 수복물 주위에 remineralization line이 나타나고 다른 재료보다 항우식 작용이 크므로 다른 수복재료 보다는 glass ionomer cement를 사용할 것을 권하였다.

접착력과 변연누출에 영향을 주는 인자는 실험방법, 실험시편, 온도변화, 측정단위, 발거치아의 보존기간이나 보관용액, 그리고 상아질 자체의 이종성(heterogeneity) 등을 들 수 있다. Jörgensen<sup>68)</sup>은 치아의 보관조건이 변연누출에 영향을 미치지 않았다고 했으며 Michem, Wiliam 등도 상아질 접착재의 결합력은 발거 후의 보관기간과 관련이 없다고 했으나 Causton 등은 Poylcarboxylate cement의 접착력은 보관기간이 길수록 감소하며 발거한 지 10~20분 이내의 치아를 사용할 것을 권하였다. Crim과 Mattingly<sup>70)</sup>은 변연누출 측정실험시 온도변화를 시행해야 한다고 하였고 Crim, Swartz, 그리고 Philips<sup>71)</sup>은 온도변화를 60°C에서 4초간, 37°C에서 23초간, 12°C에서 4초간, 그리고 37°C에서 23초간 계속 실행한 군과 60°C에서 30초간, 그 뒤 12°C 30초간 실행한 군 사이에는 변연누출 정도에 차이가 없었고, 색소가 담긴 용액내에서 온도변화를 시행한 실험군과 온도변화를 시행한 후 색소가 담긴 용액에 넣었던 실험군과는 유의차가 없었다고 보고하였다.

본 실험에서는 모든 시편에서 변연누출을 나타냈으며 이는 Hembree 등<sup>35)</sup>, Alperstein 등<sup>65)</sup>, Welsh 등<sup>64)</sup>의 실험결과와 유사하며 glass ionomer cement 또는 Scotchbond와 상아질과의 결합력이 경화수축력과 열팽창계수의 차이에 의해 야기되는 것으로 사료된다. 그러나 glass ionomer cement를 이장재로 사용한 것이 변연누출이 더 적었으며 이는 아말감 충전시의 liner의 효과<sup>36,39,47)</sup>나 레진수복시 "Incremental Insertion"<sup>13)</sup>에 의한 변연누출의 감소와 같은 효과에 의한 것으로 생각된다.

이 실험의 결과와 함께 glass ionomer cement의

불소 방출 효과까지 기대한다면 glass ionomer cement를 이장재로 사용하는 것이 좋은 결과를 기대할 수 있다. 그러나 Kanca<sup>73)</sup>의 연구에 의하면 백악·법랑질 경계부위의 허방에 와동이 위치한 경우 치은벽 전체를 glass ionomer cement로 충전하고 그 위에 레진을 충전하는 방법이 본 실험에서 행했던 방법처럼 치은벽 일부를 레진으로 충전하는 것보다 더 변연누출이 적었다고 보고하였다. 따라서 glass ionomer cement를 이장재로 사용하기 위해서는 glass ionomer cement의 충전범위, 산부식 시간, 세척시간 등 여러 요소들에 대한 표준화를 위한 계속적인 연구가 더 필요하다.

방사화 분석법은 1966년 Going이 처음 Mn을 사용하여 임시 충전물의 변연부패성을 측정했고 1980년에는 Douglas가 Dy을 이용하였으며 본 실험에서는 <sup>153</sup>Sm을 이용하였다.

방사화 분석법은 생체내 실험이 가능하고 변연누출의 양적 측정이 가능한 장점이 있으나 염색법이나 동위원소를 사용한 경우와 달리 변연누출 부위를 시각적으로 확인할 수 없는 단점이 있다. 본 실험에서 변연누출이 충전물질과 치질벽 사이에서 일어났는지 Scotchbond와 glass ionomer cement사이에서 일어났는지 확인할 수 없었으나 Gordon<sup>66)</sup>의 실험에서 Scotchbond와 glass ionomer cement 사이에서는 색소침투가 관찰되지 않았다.

본 실험에서 측정된 값은 시편을 용액속에 담그는 시간, 용액의 농도, 와동의 크기, 조사시간, 냉각시간 등에 따라 차이가 나므로 변연누출의 절대적인 양이 아니고 단지 실험방법의 차이나 충전재료의 차이를 비교할 수 있는 상대적인 값이다. 따라서 실험시 작용할 수 있는 여러 요소들 및 변수에 대한 연구가 계속 필요할 것으로 사료되며 레진충전시 glass ionomer cement를 이장재로 사용하면 항우식 작용과 함께 변연누출의 감소를 기대할 수 있으므로 좋은 수복결과를 기대할 수 있을 것으로 사료된다.

## V. 결 론

저자는 현재 사용되고 있는 수복레진의 변연누출을 감소시키는 충전방법의 연구 및 객관성있는 변연

누출 측정방법을 연구하기 위해 발거된 소구치에 제 5급 와동을 형성하고 여기에 Scotchbond와 Silux로 충전한 군과 glass ionomer cement, Scotchbond, 그리고 Silux를 충전한 군의 변연누출을 양적으로 측정하기 위해 Sm원소를 이용한 방사화 분석법을 사용한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

① 두 충전군 모두에서 변연누출을 나타냈다.

② glass ionomer cement, Scotchbond, 그리고 Silux로 충전한 군이 Scotchbond, Silux로 충전한 군보다 더 적은 양의 변연누출을 나타냈다. ( $P < 0.005$ )

③ 방사화 분석법은 변연누출의 양적 측정이 가능하며 Sm원소는 방사화 분석법을 사용한 레진 수복물의 변연누출 측정실험에 이용가능한 원소였다.

## REFERENCES

1. J.M. Ellis, L.R. Brown: Application of an in vitro cariogenic technic to study the development of carious lesions around dental restorations, *J. Dent. Res.* 46:403, 1967.
2. Martin Brannstrom, Hilding Nyborg: Cavity treatment with a microbicidal fluoride solution: Growth of bacteria and effect on the pulp, *J. Prosth. Dent* 30:303, 1973.
3. Harald M. Eriksen, Michael G. Buonocore: Marginal leakage with different composite restorative materials: effect of restorative techniques, *JADA*, 93:1143, 1976.
4. Dennis L. Torney, Luiz C. Teixeira: The acid-etch class III composite resin restoration, *J. Prosthet. Dent.* 38(6):623, 1977.
5. Salomon Entebi Yedid, Kai Chiu Chan: Bond strength of three esthetic restorative materials to enamel and dentin., *J. Prosthet. Dent.*, 44(5):573, 1980.
6. John H. Hembree, James T. Andrews: In situ evaluation of marginal leakage using an ultraviolet-light-activated resin system, *JADA* 92:414, 1976.
7. John H. Hembree: Microleakage of composite resin restorations with different cavosurface designs, *J. Prosthet. Dent.*, 44(2):171, 1980.
8. M.G. Buonocore, etc.: Evaluation of an enamel adhesive to prevent marginal leakage: An in vitro study, *J. Dent. Child* 40:119, 1973.
9. Sawsan Al Rafei, D.L. Moore: Marginal penetration of composite resin restorations as indicated by a tracer dye, *J. Prosth. Dent* 34:435, 1975.
10. Gordon M., Plasschaert A.J.M., Stark M.M.: Microleakage of several tooth colored restorative materials in cervical cavities. A comparative study in vitro, *Dent Mater.*, 2:228, 1986.
11. John H. Hembree: In vitro microleakage of a new dental adhesive system, *J. Prosth. Dent.*, 55(4):442, 1986.
12. Moshe Gordon, Alphons J.M. Plasschaert, Jimmy M. Saiku, Roger B. Peizner: Microleakage of posterior composite resin materials and an experimental urethane restorative material, tested in vitro above and below the cemento-enamel junction, *Quintessence International*, 17(1):11, 1986.
13. Joo Loon Lui, etc.: Margin quality and microleakage of class II composite resin restorations, *JADA* 114:49, 1987.
14. Alfonso Maldonado, etc.: An in vitro study of certain properties of a glass ionomer cement, *JADA*, 96:785, 1978.
15. C.B.G. Jenkins: A comparison of bond

- strengths of glass ionomer cements and an acid etch resin system, *J. Dent. Res. Special Issue D134* (abs #116).
16. J.E. McKinney, J.M. Antonucci, N.W. Rupp: Wear and microhardness of glass-ionomer cements, *J. Dent. Res.* 66(6):1134, 1987.
  17. Henry E. Brandau, Thomas L. Ziemiecki, Gerald T. Charbeneau: Restoration of cervical contours on nonprepared teeth using glass ionomer cement: a 4½ year report, *JADA*, 104:782, 1984.
  18. C.G. Plant, David S. Shovelton, etc.: The use of a glass ionomer cement in deciduous teeth, *Brit. Dent. J.* 143:271, 1977.
  19. J.W. McLean, A.D. Wilson: Fissure sealing and filling with an adhesive glass-ionomer cement, *Brit. Dent. J.* 136:269, 1974.
  20. M.L. Swartz, R.W. Phillips, H.E. Clark, R.D. Norman, and R. Potter: Fluoride distribution in teeth using a silicate model, *J. Dent. Res.* 59(10):1596-1603, 1980.
  21. M.L. Swartz, R.W. Phillips, H.E. Clark: Long-term F release from glass ionomer cements, *J. Dent. Res.* 63(2):158-160, 1984.
  22. Osborne J.W., Berry T.G.: Clinical assessment of glass ionomer cements as class III restorations: a one-year report, *Dent. Mat.* 2:147, 1986.
  23. R.S. Tobias, R.M. Browne, C.G. Plant, D.V. Ingram: Pulpal response to a glass ionomer cement, *Brit. Dent. J.* 144:345, 1978.
  24. Cornelis H. Pameizer, Edith Segal, John Richardson: Pulpal response to a glass ionomer cement in primates, *J. Prosth. Dent.* 46:36, 1981.
  25. C.L. Davidson, A.J. de Gee: Relaxation of Polymerization contraction stresses by Flow in Dental Composites, *J. Dent Res* 63(2): 146, 1984.
  26. Sneed WD, Looper SW: Shear bond strength of a composite resin to an etched glass ionomer, *Dent Mater* 1: 127, 1985.
  27. Ko, Hinoura, B. Kein Moore, Ralph W. Philips: Tensile bond strength between glass Ionomer cement and composite resins, *JADA* 114: 167, 1987.
  28. Status report on the glass Ionomer cements (Council on Dental Materials and Devices), *JADA* 99: 221, 1979.
  29. Craig B. Phair, James L. Fuller: Microleakage of composite resin restorations with cementum margins.
  30. R.J. Loiselle, A.J. Goldberg, R.L. Gross, C.H. Stuever: Marginal microleakage-an in vivo assessment, *JADA* 78: 758, 1969.
  31. J.H. Hembree, J.T. Andrews: Microleakage evaluation of eight composite resins, *J. Prosth. Dent.* 44(3): 279, 1980.
  32. M.L. Swartz, R.W. Phillips: In vitro studies on the marginal leakage of restorative materials, *JADA* 62: 15, 1961.
  33. J.H. Hembree, T.J. Taylor: Marginal leakage of visible light-cured composite resin restorations, *J. Prosth Dent* 52(6): 790, 1984.
  34. J.L. Lui, Shigeyuki Masutani, J.C. Setcos, Felix Lutz, Marjorie L. Swartz, R.W. Phillips: Margin quality and microleakage of Class II composite resin restorations.
  35. J.H. Hembree, J.T. Andrews: Microleakage of several Class V anterior restorative materials: a laboratory study, *JADA* 97: 179, 1978.
  36. G.D. Derkson, D.H. Pashley, M.E. Derkson: Microleakage measurement of selected restorative materials: A new in vitro method, *J. Prosth. Dent* 56(4): 435, 1986.
  37. A.B. Fuks, Z. Hirschfeld, R. Grajower: Marginal adaptation of glass Ionomer ce-

- ments, *J. Prosth. Dent.* 49(3), 1983.
38. R.E. Going, H.M. Myers, S.G. Prussin. Quantitative Method for studying Microleakage In vivo and In vitro. *J. Dent Res.* 47(6): 1228, 1968.
  39. R.E. Going: Microleakage around dental restorations: A summarizing review, *JADA* 84: 1349, 1972.
  40. W.H. Douglas, etc.: Neutron Activation Analysis of Microleakage Around a Hydrohoobic composite Restoratives, *J. Dent Res* 59(9): 1507, 1980.
  41. P.D. Delivanis, K.A. Chapman: Comparison an reliability of techniques for measuring leakage and marginal penetration, *Oral Surg* 53(4): 410, 1982.
  42. J.A. von Fraunhofer, D.W. Hammer: D.W. Hammer: Microleakage of composite resin restorations, *J. Prosth Dent* 51(2): 209, 1984.
  43. Eugene P. Lazzari: *Dental Biochemistry*, Lea & Febiger, 2nd ed., 1976, p. 14.
  44. Changes in the prevalence of dental disease, Bureau of Economic and Behavioral Research, Council on Dental Health and Health Planning, *JADA* 105:75, 1982.
  45. Resin dentin bonding systems, council on Dental Materials, Instruments, and Equipments, *JADA* 108.240, 1984.
  46. R.W. Phillips: Advancements in Adhesive Restorative Dental Materials, *J. Dent Res.* Supplement to No. 6, 45:1663, 1966.
  47. H.R. Stanley, etc.: Human pulp rpsponse to acid pretreatment of dentin and to composite restoration, *JADA* 91: 817, 1975.
  48. A.J. Gwinnett: The Morphologic Relationship Between Dental Resins and Etched Dentin, *J. Dent Res* 56(10):1155-1160, 1977.
  49. Eakle WS. Effect of thermal cycling on fracture strength and microleakage in teeth restored with a bonded composite resin, *Dent Mater*, 2:114, 1986.
  50. R.L. Bowen, etc.: Adhesive bonding of various materials to hard tooth tissues: forces developing in composite materials during hardening, *JADA* 106:475, 1983.
  51. R.L. Bowen: Adhesive bonding of various materials to hard tooth tissues, VI. Forces developing in direct-filling materials during handening, *JADA* 74:439, 1967.
  52. C.L. Davidson, etc.: The competition between the Composite-Dentin Bon strength and the Polymerization Contraction Stress, *J. Dent Res.* 63(12): 1396, 1984.
  53. Komatsu M. Finger: Dentin bonding agents: correlation of early bond strength with margin gaps, *Dent Mater* 2:257, 1986.
  54. A.L. Creo, D.E. Shumaker, L.M. Stoffels (1984): Scotch Bond™ Light Cure Dental Adhesive product profile.
  55. S.A. Beech: Bonding of composites to dentin using primers, *Dent Mater* 1:79, 1985.
  56. Oden A., øilo G.: Tensile bond strength of dentin adhesives, *Dent Mater* 2:207, 1986.
  57. B.E. Causton, N.W. Johnson: Improvement of polycarboxylate Adhesion to Dentine by the use of a New Calcifying Solution, *Brit. Dert J.* January 5: 9, 1982.
  58. B.E. Causton: Improved Bonding of Composite Restorative to Dentin, *Brit. Dent Caries Res.* 18:548, 1984.
  59. ERIK KEITH HANSEN: Effect of scotch-bond dependent on cavity cleaning, cavity diameter and cavosurface angle, *Scan. J. Dent Res.* 92: 141, 1984.
  60. Retief DH, etc.: Tensile bond strengths of dentin bonding agents to dentin, *Dent*



- Mater 2:72, 1986.
61. G.A. Crim, etc.: Microleakage with a dentin-bonding agent, *General Dentistry*, May-June: 232, 1985.
  62. G.A. Crim: Assessment of micraeakage of 12 restorative systems, *Quintessence International* 18(6):419, 1987.
  63. Stephen Crisp, etc.: Glass Ionomer Cements: Chemistry of Erosion, *J. Dent Res.* 55(6): 1032, 1976.
  64. E.L. Welsh, J.H. Hembree: Microleakage at the gingival wall with four Class V anterior restorative materials, *J. Prosth. Dent* 54(3): 370, 1985.
  65. K.S. Alperstein, etc.: Marginal leakage of glass-ionomer cement restorations, *J. Prosth. Dent.* 50(3):803, 1983.
  66. Moshe Gordon, etc.: Microleakage of four composite resins over a glass ionomer cement base in Class V restorations, *Quintessence International* 12:817, 1985.
  67. T. Derand, B. Johansson: Experimental Secondary Caries around Restorations in roots, *Caries Res.* 18:548, 1984.
  68. KNUD Dreyer Jörgensen, etc.: Composite wall-to-wall polymerization contraction in dentin cavities treated with various bonding agents, *Scan J. Dent. Res.* 93:276, 1985.
  69. B.E. Causton, N.W. Johnson: Changes in the dentine of human teeth following extraction and their implication for in-vitro studies of adhesion to tooth substance, *Archs Oral Biol.* 24:229, 1979.
  70. G.A. Crim: Comparison of four thermo-cycling techniques, *J. Prosth. Dent.* 53(1): 50, 1985.
  71. G.A. Crim: Evaluation of two methods for assessing marginal leakage, *J. Prosth. Dent.*, 45(2):160, 1981.
  72. Martin Brännström: Communication between the oral cavity and the dental pulp associated with restorative treatment, *Operative Dent.* 9:57, 1984.
  73. J. Kanca: Posterior resins: Microleakage below the cemento-enamel junction, *Quintessence International* 18(5):347, 1987.
  74. Daniel C.N.: Bond strengths of restorative materials to dentin, *General Dentistry*, May-June, 1985.

# AN EXPERIMENTAL STUDY ON THE MEASUREMENT OF MARGINAL LEAKAGE USING A RADIOACTIVITY

Mi Ja Kim, Myung Jong Lee

*Department of Dental Operative, College of Dentistry  
Seoul National University*

## — Abstract —

The study was designed to establish a more nearly quantitative method for assessing the marginal leakage of dental restorations.

27 Class V cavities with 45° bevel joint were prepared and classified into 2 groups. One group was filled with Scotchbond and silux. The other group was filled with glass ionomer cement, Scotchbond and silux.

After finishing, all specimens were subjected manually to 100 thermal cycles at 0°C and 100°C water-bath. They were soaked in a samarium nitrate solution for 3 hours, irradiated with flux of  $6 \times 10^{12}$  neutrons/cm<sup>2</sup>/sec for 11 hours, cooled for 200 hours, counted with the HPGE detector and the tracer uptake was determined by comparison with a standard of samarium (10 µg)

The following results were obtained.

1. Both of the two groups showed a considerable amounts of marginal leakage.
2. The group filled without glass ionomer cement base showed more marginal leakage than the group filled with glass ionomer cement base.
3. Neutron Activation Analysis produced a good quantitative method to measure the marginal leakage and samarium was appropriate to measure the marginal leakage of resin restorations using neutron activation analysis.