

잇솔질 마모 처리한 불소방출성 수복재의 특성

박종하 · 백병주 · 김재곤 · 양연미

전북대학교 치과대학 소아치과학교실 및 구강생체과학연구소

국문초록

불소는 항우식 작용을 보이므로 치아의 우식예방을 고려한 진료가 이루어지면서 치면에 불화물을 도포하거나 불소 함유 구강세정액을 사용하거나 불소방출성의 수복재료를 적용하거나 하는 등의 우식억제 방법이 치과임상에서 빈번하게 적용되고 있다.

이에 본 연구는 불소 방출을 보이는 수복재료의 잇솔질 후 불소방출과 잇솔질로 인한 표면조도의 변화를 조사하기 위해 시행되었다. 7종의 불소를 방출하는 수복재료로 Fuji II LC Improved: FL, Compoglass F: CG, Dyract AP: DR, F2000: FT, Ariston: AT, Tetric: TR, 그리고 Gradia: GD를 연구재료로 사용하였다. 불소 방출은 10,000회의 잇솔질을 시행한 후 10일 동안의 방출량을 측정하였고, 표면조도는 40,000회의 잇솔질 후 중심선평균거칠기 Ra와 최대거칠기 Ry를 측정하였으며, 마모면은 주사전자현미경으로 관찰하였다. 잇솔질 후의 불소 방출량과 표면 관찰로부터 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 불소방출은 AT군, FL군 및 CF군의 경우에는 초기단계에 다량의 급격한 방출을 보인 후 상대적으로 낮으면서도 지속적인 방출 양상을 보였지만, 나머지 시험군의 경우에는 초기단계로부터 낮으면서도 지속적인 방출을 보였다.
2. 불소방출은 약 40일 경과 후 안정적인 방출 양상을 나타냈으며, Tukey 분석 결과, AT군, 레진강화 GIC의 FL군, 콤포머군 전부 및 불소방출성 콤포짓트 레진의 GD군과 TC군 사이에서 통계학적으로 방출량의 유의한 차이를 보였다 (P<0.05).
3. 표면조도는 FT군에서 가장 크고 CF군에서 가장 작은 값을 보였으며, Tukey 분석 결과, FT군, AL군 및 FL군과 TC군, DR군, GD군 및 CF군 사이에서 통계학적으로 유의한 차이를 보였다(P<0.05).

주요어 : 불소방출, 표면조도, 마모

I. 서 론

불소는 항우식 작용을 보이므로 치아의 우식예방을 고려한 진료가 이루어지면서 치면에 불화물을 도포하거나 불소 함유 구강세정액을 사용하거나 불소방출성의 수복재료를 적용하거나 하는 등의 우식억제 방법이 치과임상에서 빈번하게 적용되고 있다.

글라스아이오노머 시멘트(이하 GIC)의 항우식 작용은 구강

내에서 일어나는 지속적인 불소방출에서 기인한다. GIC는 수복물 변연에 인접한 치질의 우식 재발을 억제하는 작용을 나타내기도 하지만^{1,2)}, 인접한 치질의 광물질 소실(demineralization) 억제와 함께 재광화(reminerlization)를 촉진하는 효과가 있다고 보고된 바 있다^{3,4)}. GI수복재의 불소방출량과 방출속도에 대한 많은 연구가 이루어져 왔지만⁵⁻⁷⁾, 치아 우식을 억제하는데 필요한 최적의 불소방출 수준은 아직 잘 알려져 있지 않은 실정이다.

재래형 GIC는 치질에 대한 접착성이 있으며 구강 내에서 불소이온을 방출하여 항우식성을 보이는 등의 장점이 있지만, 조작이 불편하고 경화반응 초기에 수분에 대한 민감성을 나타내며, 굽힘강도, 파괴인성, 및 내마모성 등의 기계적 성질이 콤포짓트 레진에 비해 떨어지는 등의 단점이 있다^{8,9)}. 한편 콤포짓트 레진은 조작이 간편하고, 심미성이 우수하며, 기계적 성질과 표

교신저자 : 김 재 곤

전북 전주시 덕진구 금암동 634-18

전북대학교 치과대학 소아치과학교실

Tel : 063-250-2128,2121 Fax : 063-250-2131

E-mail : pedodent@chonbuk.ac.kr

면 연마성이 GIC 보다 우수한 장점을 갖고 있지만 치질에 대한 접착성과 항우식성 등을 보이지 않는 등의 단점이 있다. 최근 이들 수복재료의 장점을 결합하고 단점을 보완하기 위해 GIC와 콤포짓트 레진을 결합한 다양한 종류의 수복재료가 개발되었으며, 그들의 경화기전과 발현되는 성질에 따라 GIC에 가까운 재료를 레진강화 GIC(resin-modified glass ionomer cement), 콤포짓트 레진에 가까운 성질을 보이는 재료를 다중산강화 레진 콤포짓트(poly acid-modified resin composite)로 분류하고 있으며, 다중산강화 레진 콤포짓트는 콤포짓트 레진에 GIC를 첨가한 재료라는 의미에서 콤포머(compomer)로 부르고 있다. 이외에도 치과임상에서는 불소방출성 필러를 사용하여 콤포짓트 레진에 항우식성을 부여한 재료도 함께 사용되고 있다. 콤포머는 단일 페이스트 형으로 제공되므로 충전조작이 간편하고, 굽힘강도와 파괴인성 등의 기계적 성질이 GIC와 레진강화 GI 수복재를 상회하여 콤포짓트 레진에 필적하게 높으며, 연마면이 비교적 매끈하므로 항우식성을 갖는 심미성 수복재료로서 평가받고 있다¹⁰⁻¹²⁾. 레진강화 GIC는 산-염기 반응과 레진의 중합 반응에 의해 경화가 일어나지만 콤포머는 레진의 중합 반응에 의해 경화가 일어나고 산-염기 반응은 구강 환경으로부터 재료의 기질을 통하여 물이 흡수됨에 따라 제한적으로 일어난다. 이들 재료는 주로 전치부의 심미수복에 적용되

고 있지만, 기계적 성질은 콤포머가 재래형이나 레진강화 GIC에 비해 우수한 것으로 보고되고 있다¹³⁾.

본 연구는 불소방출을 보이는 수복재료의 잇솔질 후의 불소방출 특성 및 잇솔질로 인한 표면조도의 변화를 조사하기 위해 시행되었다.

II. 연구재료 및 방법

1. 연구재료

본 연구에서는 수복용으로 이용되는 1종의 레진강화형 글라스아이오노머 시멘트(Fuji II LC Improved, GC Co, Tokyo, Japan)와 3종의 다중산강화 레진 콤포짓트(Compoglass F, Ivoclar Vivadent AG, FL-9494 Schaan, Liechtenstein; Dyract® AP, Densply Detrey GmbH, D-78467 Konstanz, Germany; F2000, 3M ESPE AG, D-82229 Seefeld, Germany) 및 3종의 콤포짓트 레진(Ariston pHc, Vivadent Ets, FL-9494 Schaan, Liechtenstein; Gradia Direct, GC Co, Tokyo, Japan; Tetric® Ceram, Ivoclar Vivadent AG, FL-9494 Schaan, Liechtenstein)을 연구재료로 사용하였다 (Table 1).

Table 1. Restorative glass-ionomer materials used in this study

Material	Code	Composition	Manufacturer
Fuji II LC Improved	FL	Ca-Al-F silicate glass, copolymer of acrylic acid and malic acid, HEMA, H ₂ O	GC Co, Tokyo, Japan
Compoglass F	CF	UDMA, TEGDMA, cycloaliphatic dicarboxylic acid dimethacrylate (22.75wt%), ytterbium trifluoride, Ba-Al-fluorosilicate glass, and spheroid mixed oxide (77wt%)	Ivoclar Vivadent AG, FL-9494 Schaan, Liechtenstein
Dyract® AP	DA	Strontium-fluoro-silicate glass, strontium fluoride, Polymerisable resins, TCB resin	Densply Detrey GmbH, D-78467 Konstanz, Germany
F2000	FT	fluoro alumino, silicate glass, CDMA, GDMA	3M ESPE AG, D-82229 Seefeld, Germany
Ariston pHc	AT	Ba-Al-F-silicate glass, ytterbium trifluoride and highly dispersed silicon dioxide (79%), different kinds of dimethacrylates (20.8%)	Vivadent Ets, FL-9494 Schaan, Liechtenstein
Gradia Direct	GD	Silica, organic filler UDMA	GC Co, Tokyo, Japan
Tetric® Ceram	TC	Bis-GMA, UDMA, TEGDMA (20.2%), barium glass, ytterbium trifluoride, Ba-Al-fluorosilicate glass, highly dispersed silicon dioxide and spheroid mixed oxide (79%)	Ivoclar Vivadent AG, FL-9494 Schaan, Liechtenstein

2. 연구방법

시편의 제작을 위해 내경 15 mm의 공간이 형성된 테플론제의 분할형 몰드를 사용하였다. 몰드를 폴리에스테르 필름 위에 고정하고 페이스트를 약간 넘치도록 채운 다음 또 한 장의 폴리에스테르 필름과 유리판을 덮고서 압력을 가하여 여분의 시료를 제거하였다. 광중합은 시편의 상면과 하면에서 각각 40초씩 총 80초간 시행하였다. 각 시험군 공히 각각 7개씩의 시편을 준비한 다음 양면을 #240 - 2000의 SiC 연마지를 사용하여 순차적으로 연마하였다. 불소방출시험을 위해 시편을 50 cc의 증류수 중에 10일간 침지한 다음 방출된 불소이온 농도를 불소전극 (Model 96-09, Orion, USA)을 사용하여 측정하였다. 구강환경과 유사한 조건에서 불소이온 방출 특성을 조성하기 위해 불소방출시험 전 10,000회의 잇솔질을 시행하였다. 잇솔질은 pin-on-disk 구동방식의 마모시험기(2M Co., Korea, Fig. 1)를 사용하여 실시하였다. 6개의 시편을 원주 상에 고정할 수 있도록 제작한 직경 50 mm의 금형에 시편을 고정하고서 잇솔질을 시행하였으며(Fig. 2), 치약 성분이 불소이온 방출에 미치는 영향을 줄이기 위해 과민성 치아를 위한 치약인 인산칼슘과 콜로이드성 실리카를 주성분으로 하는 시린메드(Sirin med, Bukwang Co, Korea)를 사용하였다. 칫솔은 3줄 강모 칫솔(Gum 311, John O Butler, USA)의 손잡이를 절단한 다음 시편의 중심부를 지나는 동심원의 접선방향과 직각을 이루도록 3개의 칫솔을 120°를 이루도록 부착하여 사용하였으며, 각각

의 칫솔당 작용력 1.5 N, 속도 100 rpm의 조건에서 잇솔질을 시행하였다. 잇솔질 마모시험 중에 시편의 표면에서 습윤상태가 유지되고 치약에 포함된 연마 입자들의 침전이 일어나지 않도록 하기 위해 치약과 증류수를 중량비 2:1로 혼합하여 사용하였다. 불소방출량 측정은 처음 10일간의 방출량, 이후 11일간격으로 3회의 방출량 및 최종적으로 80일이 되는 때로부터 10일간의 방출량 측정 등 전체 5회의 방출량을 측정하였다. 불소이온 방출시험 후 시편의 표면조도를 표면조도측정기(SV-3000, Mitutoyo Co, Japan)를 사용하여 cut off 치 0.25 mm의 조건에서 중심선평균거칠기(Ra)와 최대높이(Ry)를 측정하였다. 각 시험재료의 표면을 0.5% 불산으로 20초간 부식한 다음 주사전자현미경(SM-350, Topcon, Japan)으로 관찰하였으며, 측정된 결과는 시험재료 사이의 유의차를 조사하기 위해 oneway anova test에 의해 통계적 유의성을 검증한 다음, 각 군간의 차이를 Tukey 다중범위검증법에 의해 비교하였다.

Ⅲ. 결 과

Fig. 3은 각각 10일간 방출된 불소량을 전체 시험기간 90일 동안에 걸쳐서 도시한 것이고, Table 2는 그의 결과치이다. AT군, FL군 및 CF군의 경우에는 초기단계에 다량의 급격한 방출을 보인 후 상대적으로 낮아지면서도 지속적인 방출 양상을 보였지만, DR군, FT군, GD군 및 TC군의 경우에는 초기단계로부터 낮아지면서도 지속적인 방출을 보였으며, 특히 GD군과 TC군

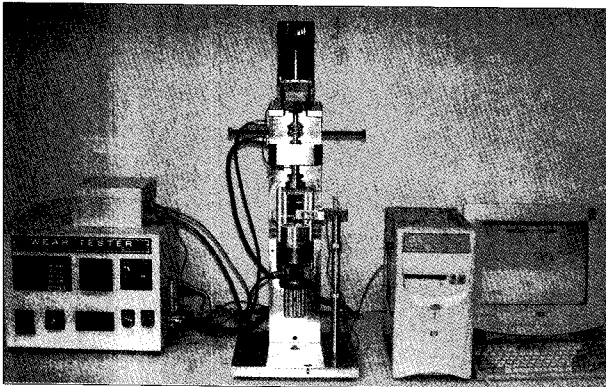


Fig. 1. Electromechanical wear testing machine.

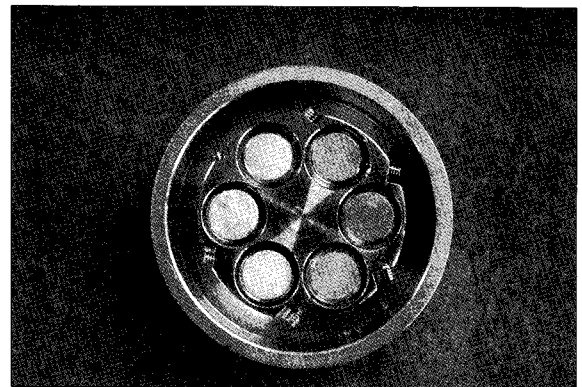


Fig. 2. Specimen holder for toothbrush-dentifrice abrasion.

Table 2. The mean fluoride release ($\mu\text{g}/\text{mm}^2$) over a 90 days

Day	FL		CF		DR		FT		AT		GD		TC	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
1st-10	1.132 ^b	0.201	0.532 ^c	0.031	0.193 ^d	0.018	0.302 ^d	0.020	7.018 ^a	0.553	0.021 ^e	0.0100	0.027 ^e	0.0042
2nd-10	0.604 ^b	0.059	0.361 ^c	0.026	0.178 ^c	0.065	0.252 ^c	0.021	4.921 ^a	0.401	0.016 ^d	0.0050	0.017 ^d	0.0050
3rd-10	0.489 ^b	0.064	0.337 ^{bc}	0.030	0.186 ^c	0.016	0.264 ^c	0.026	3.913 ^a	0.319	0.010 ^d	0.0017	0.011 ^d	0.0014
4th-10	0.474 ^b	0.027	0.366 ^b	0.021	0.205 ^b	0.008	0.246 ^b	0.012	3.328 ^a	0.307	0.006 ^c	0.0008	0.007 ^c	0.0007
9th-10	0.366 ^b	0.004	0.264 ^b	0.018	0.237 ^b	0.019	0.246 ^b	0.015	3.302 ^a	0.417	0.006 ^c	0.0014	0.007 ^c	0.0015

* Means in each row designated with the same superscript are not significantly different (P>0.05, ANOVA, Tukey's test).

Table 3. The mean Ra and Ry values after toothbrushing of 40,000 cycles

	Ra (μm)		Ry (μm)	
	Mean	SD	Mean	SD
FL	0.366 ^b	0.094	2.894 ^a	1.013
CF	0.114 ^c	0.025	0.846 ^b	0.194
DR	0.165 ^b	0.036	1.489 ^b	0.495
FT	0.571 ^a	0.054	3.668 ^a	0.211
AT	0.447 ^{ab}	0.114	3.356 ^a	0.863
GD	0.132 ^c	0.015	0.884 ^b	0.079
TC	0.188 ^c	0.113	1.61 ^b	1.053

* Means in each column designated with the same superscript are not significantly different ($P>0.05$, ANOVA, Tukey's test).

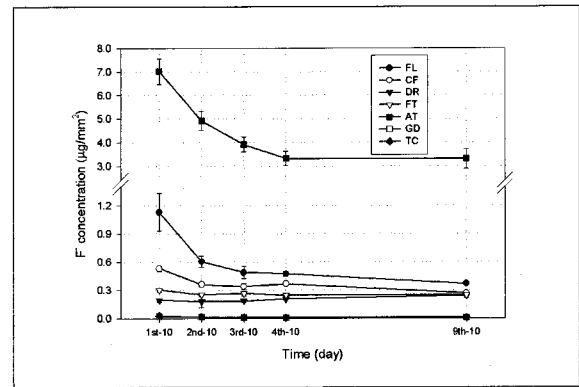


Fig. 3. The mean fluoride release ($\mu\text{g}/\text{mm}^2$) over a 90 days.

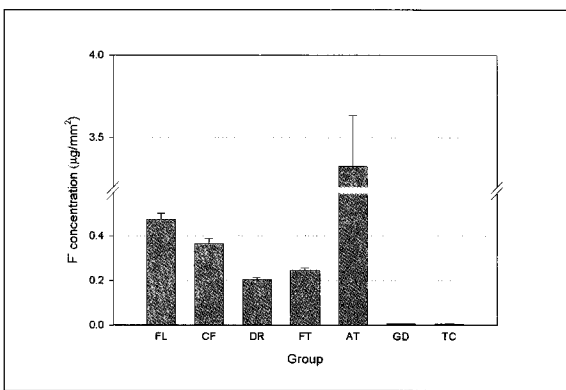


Fig. 4. The mean fluoride release ($\mu\text{g}/\text{mm}^2$) for 4th 10 days.

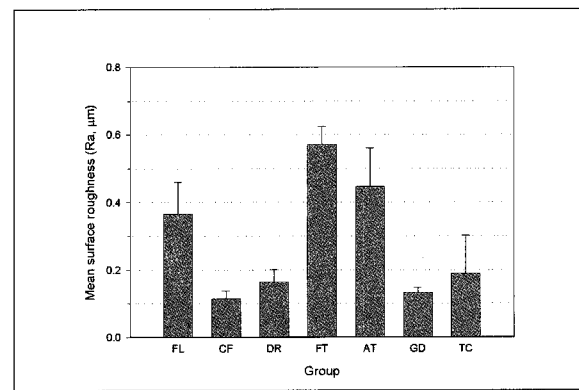


Fig. 5. Comparison of Ra after toothbrushing of 40,000 cycles.

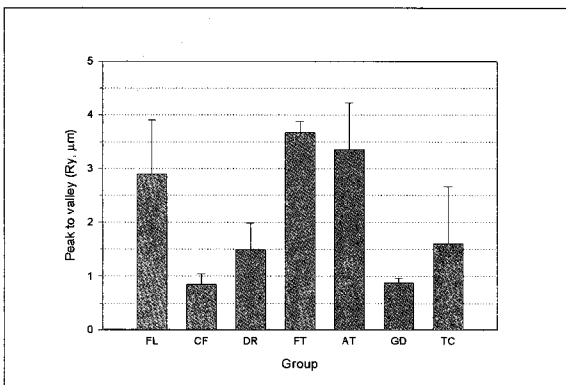


Fig. 6. Comparison of Ry after toothbrushing of 40,000 cycles.

의 경우에는 상대적으로 매우 낮은 방출량을 보였다.

Fig. 4는 안정적인 불소방출을 보이는 4번째 10일간의 방출량을 시험재료 사이에 비교한 것으로, AT군에서 $3.328 \mu\text{g}/\text{mm}^2$ 으로 가장 높고 GD군이 $0.0064 \mu\text{g}/\text{mm}^2$ 으로 가장 낮게 나타났으며, Tukey 분석 결과, AT군, GD군과 TC군 및 나머지군 사이에서 유의한 차이를 보였다($P<0.05$).

Fig. 5는 1.5N의 하중으로 40,000회 잇솔질을 시행한 후의 중심선 평균거칠기 Ra의 값을 도시한 것으로서, 그의 결과치를 Table 3에 표시하였다. Ra는 FT군에서 $0.571 \mu\text{m}$ 로 가장 크고 CF군에서 $0.114 \mu\text{m}$ 로 가장 작은 값을 보였으며, Tukey 분석 결과, FT군과 FL군, FT군, AT군 및 FL군과 TC군, DR군, GD군 및 CF군 사이에서 유의한 차이를 보였다($P<0.05$).

Fig. 6은 1.5N의 하중으로 40,000회 잇솔질을 시행한 후의 최대거칠기 Ry의 값을 도시한 것으로서, 그의 결과치를 Table 3에 표시하였다. Ry는 FT군에서 $3.668 \mu\text{m}$ 로 가장 크고 CF군에서 $0.846 \mu\text{m}$ 로 가장 작은 값을 보였으며, Tukey 분석 결과, FT군, AT군 및 FL군과 TC군, DR군, GD군 및 CF군 사이에서 유의한 차이를 보였다($P<0.05$).

Fig. 7은 마모면의 주사전자현미경 사진이다. AT군의 표면에서는 기질을 가로지르는 다수의 미세균열과 표면층의 유실로 인한 백목상의 거친 표면이 관찰되었다 (a). FL군과 FT군의 표면에서는 국소적으로 기질을 가로지르는 균열과 함께 기질의 선택적인 마모로 인한 필러의 돌출과 탈락 양상이 관찰되었다 (b와 e). CF군, DR군, GD군 및 TC군의 마모면에서는 기질의 선택적인 마모로 인한 필러의 돌출과 국소적인 탈락 양상이 관찰되었다(c와 d, f와 g).

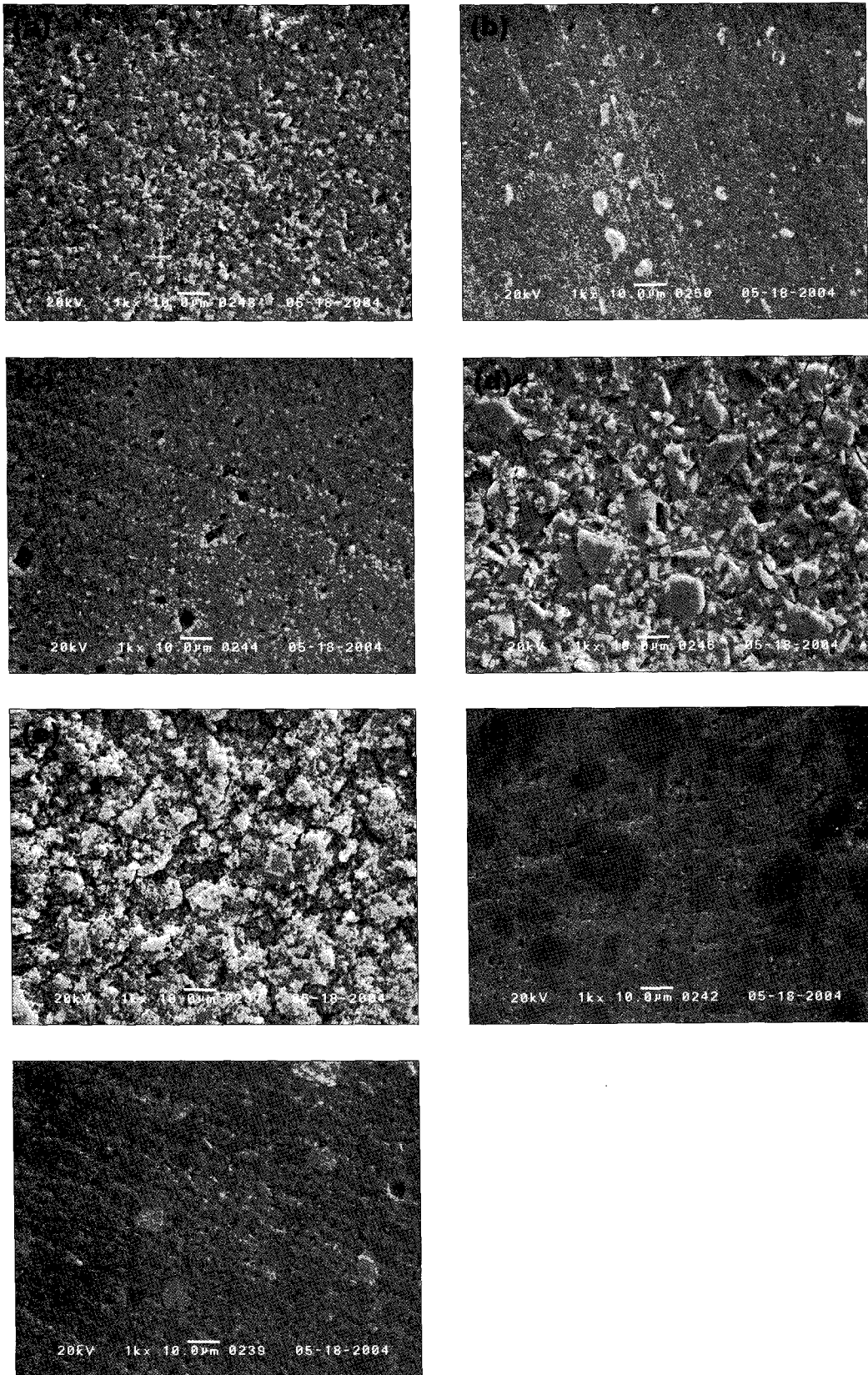


Fig. 7. Scanning electron micrographs after toothbrush dentifrice abrasion test. (a) FL, (b) CF, (c) DR, (d) FT, (e) AT, (f) GD, and (g) TC.

IV. 총괄 및 고찰

GIC의 항우식 작용은 지속적인 불소 방출에서 기인한다. Diaz-Arnold 등¹⁴⁾은 GIC의 불소 방출은 처음 24시간 동안 가장 높게 나타났으며, 일주일 이후 경과한 후 급격한 감소를 보였다고 하였고, Eliades 등¹⁵⁾은 항우식성 수복재료의 불소 방출량은 초기 60분 동안은 이후의 기간에 비해 유의하게 높게 나타났으며, 1주일 후 현저하게 저하되는 양상을 보였다고 하였다. Grobler 등¹⁶⁾은 GIC의 불소방출은 처음 일주일 동안 다량의 급격한 방출을 보였고, 두 번째 일주일 동안 모든 시험재료에서 유의한 감소를 보였다고 하였으며, Diaz-Arnold 등¹⁴⁾은 재래형과 레진강화 GIC의 불소 방출 양상은 모든 재료에서 유사하게 나타났으며, 처음 6주간에 걸쳐서 점진적으로 평형상태에 접근하는 특징을 보였다고 하였다. Shaw 등¹⁷⁾은 GIC의 불소 방출은 처음 40일 동안 급격히 감소하여 콤포머와 유사한 수준으로 저하되었으며, 콤포머는 초기단계로부터 GIC에서와 같은 다량의 급격한 불소 방출을 보이지 않고 6개월의 시험 기간동안 상대적으로 낮은 방출량을 보였다고 하였다. Tay와 Braden⁵⁾은 2.5년에 걸친 불소 방출을 조사한 다음, 2단계의 방출특성을 보인다고 보고하였다. 첫 번째 단계는 짧고 빠르게 일어나지만, 두 번째 단계는 점진적이면서도 지속적으로 일어나며 불소 방출속도의 미소한 변화를 보인다고 하였다. 본 연구에서 불소 방출성 콤포지트 레진의 AT군, 레진강화 수복재의 FL군 및 콤포머의 CF군의 경우에는 이후의 기간보다 초기에 높은 불소 방출을 보였지만, 콤포머의 FT군과 DR군 및 불소방출성 콤포지트 레진의 GD군과 TC군의 경우에는 이러한 현상을 보이지 않았다. FL군과 CF군에서 수증침지의 초기에 나타난 높은 불소 방출은 초기에 수분의 확산을 수반하는 표면층의 유실로 인한 불소 방출에서 기인한 것이^{5,18)}, 콤포머의 DR군과 FT군 및 불소방출성 콤포지트 레진의 GD군과 TC군에서 이러한 초기의 높은 불소 방출을 보이지 않는 것은, 단지 불소 방출이 수분의 확산에 의해서만 일어났기 때문으로 생각된다^{18,19)}. 모든 시험재료에서 약 40일이 경과한 이후부터 안정적인 불소 방출을 나타내어 Diaz-Arnold 등¹⁴⁾과 Shaw 등¹⁷⁾의 보고와 일치되는 양상을 보였으며, 시험재료 사이의 비교 결과, AT군, GD군과 TC군 및 나머지군 사이에서 통계학적으로 유의한 차이를 보였다($p < 0.05$). AT군이 다른 시험재료에 비해 높은 불소 방출을 보였는데, Xu와 Burgess²⁰⁾는 그 이유로서 알칼리 글라스 필러를 함유하기 때문이라고 언급하였다.

치아나 수복물의 마모 원인으로는 저작운동, 잇솔질, 이상 기능 및 직업적 습관 등을 들 수 있으며, 마모는 교합고경의 감소, 교합장애, 심미성의 저하 등을 초래하는 원인이 될 수 있다. Roulet와 Wälti²¹⁾, Jordan 등²²⁾은 충전재의 마모는 표면조도 증가의 원인이 될 수 있다고 하였고, Standford 등²³⁾은 마모로 인한 표면조도의 증가는 콤포지트 레진 수복부에서 색조 불일치의 원인이 될 수 있다고 하였다. Berry 등²⁴⁾과 Momoi 등²⁵⁾은 치약에 포함된 연마제가 표면조도 증가의 원인이 될 수 있다고

하였고, Willems 등²⁶⁾은 잇솔질로 인해 콤포지트 레진의 표면 조도가 증가할 경우, 표면의 광택, 변색 및 마찰과 같은 인자에 영향을 미치게 되므로 법랑질과 법랑질이 대합하는 교합면에서의 표면조도 ($Ra = 0.64\mu m$) 보다 작은 값을 가져야 한다고 하였다. Kao 등²⁷⁾과 Schreyger 등²⁸⁾은 레진강화 GIC가 재래형 GIC에 비해 경도가 낮고 연마성 마모에 대한 저항성이 불량하게 나타났다고 하였고, Momoi 등²⁵⁾은 잇솔질 마모에 대한 저항성은 광중합형 수복용 콤포지트 레진, 레진강화 GIC 및 재래형 GIC 순으로 높게 나타났다고 하였다. 본 연구에서 시험재료의 잇솔질 마모 후 중심선 평균거칠기 Ra 를 조사한 결과, FT군에서 $0.571\mu m$ 로 가장 큰 값을 나타내어 Willems 등²⁶⁾이 지적한 법랑질과 법랑질이 대합하는 교합면에서의 중심선 평균 거칠기 보다 작은 값을 나타냈다. 중심선 평균거칠기는 AT군, FL군 및 FT군이 CF군, DR군, GD군 및 TC군에 비해 높은 값을 보였다($P < 0.05$). AT군, FL군 및 FT군에서 표면조도가 높게 나타난 이유는, 주사전자현미경 관찰 결과로 미루어 생각할 때, AT군의 표면에서는 기질을 가로지르는 다수의 미세균열과 표면층의 유실로 인한 백묵상의 거친 표면이 형성되었고, FL군과 FT군의 표면에서는 기질을 가로지르는 국소적인 균열과 기질의 선택적 마모로 인한 필러의 돌출 및 탈락으로 인해 거친 표면이 형성되었기 때문으로 생각된다.

재래형 GIC의 경우에는 지속적인 불소방출에 의한 항우식 및 재광화 효과가 있으며 레진강화 GIC의 경우에도 유사한 효과가 예견되지만, 콤포머와 불소방출성 필러 함유 콤포지트 레진의 경우에는 매우 낮은 불소 방출을 보이므로 이들 효과가 발현될지 의심스러운 실정이다. 따라서 우식활성성이 높고 충전의 목적이 치아 보존에 있는 경우에는 우선적으로 재래형 GIC나 레진강화 GIC를 선택해야 하겠지만, 재래형 GIC에서는 예후가 좋지 못하였거나 불소 방출효과가 그다지 요구되지 않을 때는 다중산강화 레진 콤포지트나 불소방출성 필러 함유 콤포지트 레진을 사용하는 것이 바람직하다고 생각한다. 현재까지 어느 정도의 불소 방출이 우식 억제에 효과적인지 알려져 있지 않으므로 이 분야에 대한 보다 많은 연구가 필요하리라 생각된다.

V. 결 론

본 연구는 불소 방출을 보이는 수복재료의 잇솔질 후의 불소 방출과 잇솔질로 인한 표면조도의 변화를 조사하기 위해 시행되었다. 불소 방출은 10,000회의 잇솔질을 시행한 후 10일 동안의 방출량을 측정하였고, 표면조도는 40,000회의 잇솔질 후 중심선평균거칠기 Ra 와 최대거칠기 Ry 를 측정하였으며, 마모면은 주사전자현미경으로 관찰하였다. 잇솔질 후의 불소 방출량과 표면 관찰로부터 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 불소방출은 AT군, FL군 및 CF군의 경우에는 초기단계에 다량의 급격한 방출을 보인 후 상대적으로 낮으면서도 지속적인 방출 양상을 보였지만, 나머지 시험군의 경우에는 초기

- 단계로부터 낮으면서도 지속적인 방출을 보였다.
2. 불소 방출은 약 40일 경과 후 안정적인 방출 양상을 나타냈으며, Tukey 분석 결과, AT군, 레진강화 GIC의 FL군, 콤포머군 전부 및 불소방출성 콤포짓트 레진의 GD군과 TC군 사이에서 방출량의 유의한 차이를 보였다($P < 0.05$).
 3. 표면조도는 FT군에서 가장 크고 CF군에서 가장 작은 값을 보였으며, Tukey 분석 결과, FT군, AL군 및 FL군과 TC군, DR군, GD군 및 CF군 사이에서 유의한 차이를 보였다($P < 0.05$).

참고문헌

1. Jensen ME, Wefel JS, Hammesfahr PD : Fluoride-releasing liners: in vitro recurrent caries. *Gen Dent*, 39:12-17, 1991.
2. Forsten L : Resin-modified glass ionomer cements: fluoride release and uptake. *Acta Odontol Scand*, 53:222-225, 1995.
3. Svanberg M, Mjör IA, Orstavik D : Mutans streptococci in plaque from margins of amalgam, composite, and glass-ionomer restorations. *J Dent Res*, 69:861-864, 1990.
4. Triolo PT, Wefel JS, Jensen ME : Fluoride-releasing core build-up materials and artificial caries. *Am J Dent*, 4:207-210, 1991.
5. Tay W, Braden M : Fluoride ion diffusion from polyalkenoate (glass-ionomer) cements. *Biomaterials*, 9:454-456, 1998.
6. Forsten L : Short and long-term fluoride release from glass ionomer and other fluoride containing materials in vitro. *Scand J Dent Res*, 98:179-185, 1990.
7. Takahashi K, Emilson CG, Birkhed D : Fluoride release in vitro from various glass ionomer cements and resin composites after exposure to NaF solutions. *Dent Mater*, 9:350-354, 1993.
8. Wilson AD : Developments in glass-ionomer cements. *Int J Prosthodont*, 2:438-446, 1989.
9. Bourke AM, Walls AW, McCabe JF : Light-activated glass polyalkenoate (ionomer) cements : the setting reaction. *J Dent*, 20:115-120, 1992.
10. McLean JW, Nicholson JW, Wilson AD : Proposed nomenclature for glass-ionomer dental cements and related materials(guest editorial). *Quintessence Int*, 25:587-589, 1994.
11. Attin T, Vataschki M, Hellwig E : Properties of resin-modified glass-ionomer restorative materials and two polyacid-modified resin composite materials. *Quintessence Int*, 27:203-209, 1996.
12. Peutzfeldt A, Garcia-Godoy F, Asmussen E : Comparative physico-chemical characterization of new hybrid restorative materials. *J Dent*, 76:883-894, 1997.
13. Braem MJA, Lambrechts P, Gladys S, et al. : In vitro Fatigue behaviour of restorative composites and glass ionomers. *Dent Mater*, 11:137-141, 1995.
14. Diaz-Arnold AM, Helmes DC, Wistrom DW, et al. : Short-term Fluoride Release/uptake of glass ionomer restoratives. *Dent Mater*, 11:96-101, 1995.
15. Eliades G, Kakaboura A, Palaghias : Acid-base reaction and fluoride release profiles in visible light-cured polyacid-modified composite restoratives (compomers). *Dent Mater*, 14:57-63, 1998.
16. Grobler SR, Rossouw RJ, Van Wyk Kotze TJ : A comparison of fluoride release from various dental materials. *J Dent*, 26:259-265, 1998.
17. Shaw AJ, Carrick T, McCabe JF : Fluoride Release from glass-ionomer and compomer restorative materials: 6-month data. *J Dent*, 26:355-359, 1998.
18. Rothwell M, Anstice HM, Pearson GJ : The uptake and release of fluoride by ion-leaching cements after exposure to toothpaste. *J Dent*, 26:591-597, 1998.
19. Arends J, Van der Zee Y : Fluoride uptake in bovine enamel and dentin from a fluoride releasing composite resin. *Quintessence Int*, 21:541-544, 1990.
20. Xu X, Burgess JO : Compressive strength, fluoride release and recharge of fluoride-releasing materials. *Biomaterials*, 24:2451-2461, 2003.
21. Roulet JF, Wälti C : The influence of oral fluid on composite resin and glass ionomer cement. *J Prosthet Dent*, 52:182-189, 1984.
22. Jordan RE, Suzuki M, Gwinnett AJ, et al. : Restoration of fractured and hypoplastic incisors by the acid etch resin technique : a three-year reports. *J Am dent Ass*, 95:795-803, 1997.
23. Stanford WB, Fan PL, Wozniak WT : Effects of finishing on color and gloss of composites with different fillers(Abstr No 451). *J Dent Res*, 62:219, 1983.
24. Berry LL, Berry III EA, Powers JM : Prophylaxis abrasives affect surface roughness of composites and hybrid ionomers(Abstr No 948). *J Dent Res*, 73:220, 1994.
25. Momoi Y, Hirotsuki K, Kohno A, et al. : In vitro toothbrush-dentifrice abrasion of resin-modified

- glass ionomers. *Dent Mater*, 13:82-88, 1997.
26. Willems G, Lambrechts P, Braem M, et al. : Composite resins in the 21st century. *Quintessence Int*, 24:641-658, 1993.
27. Kao EC, Rezvan E, Johnston WM : Microhardness as an indicator for finishing time on ionomer restoratives(Abstract No 945). *J Dent Res*, 73:220, 1994.
28. Schreyger D, Kunzelmann K-H, Hickel R : Three-body wear of glass ionomer cements(VLC GIC, GIC) and hybrid composites(Abstract No 2470). *J Dent Res*, 73:411, 1994.

Abstract

CHARACTERISTICS OF FLUORIDE RELEASING RESTORATIVE MATERIALS
AFTER TOOTHBRUSH-DENTIFRICE ABRASION

Jong-Ha Park, D.D.S., Ph.D., Byeong-Ju Baik, D.D.S., Ph.D.,
Jae-Gon Kim, D.D.S., Ph.D. Yeon-Mi Yang, D.D.S, Ph.D.

Department of Pediatric Dentistry and Institute of Oral Bioscience, School of Dentistry, Chonbuk National University

The objectives of this study were to evaluate the fluoride release and the change of surface roughness of fluoride releasing restorative materials after toothbrush-dentifrice abrasion. Seven commercially available fluoride releasing restorative materials (Fuji II LC Improved: FL, Compoglass F: CG, Dyract AP: DR, F2000: FT, Ariston: AT, Tetric: TR, and Gradia: GD) were selected as experimental materials.

The results obtained were summarized as follows:

1. The AT, FL, and CF groups produce an initially large burst of fluoride release and comparatively low but continuous release of fluoride. But other groups produce no initial burst of fluoride and levels of release remain relatively constant.
2. The rate of fluoride release remains steady state after 40 days. The results of Tukey's test ($P<.05$), the fluoride release showed the order of decreasing rank as follows: AT > FL > compomers > TC and GD.
3. The surface roughness indicated that the highest value was observed in the FT group and the lowest value was observed in the CF group. The surface roughness of Tukey's test showed the significant differences between groups of FT, AT and FL and groups of CF, DR, GD and TC ($P<0.05$).

Key words : Fluoride release, Surface roughness, Abrasion