치경부 5급 와동 수복의 잇솔질 마모에 관한 연구

전북대학교 치과대학 치과보존학교실 및 구강생체과학연구소

황수진·유미경·이광원

A Study on the Toothbrush-Dentifrice Abrasion of Class Ⅴ Restroations

Su-Jin Hwang, DDS, PhD., Mi-Kyung Yu, DDS, PhD., Kwang-Won Lee, DDS, PhD

Department of Conservative Dentistry & Institute for Oral Bioscience, School of Dentistry, Chonbuk National University

The objective of this study was to evaluate the toothbrush abrasion characteristics of class Ⅴ restorations. Thirty extracted human premolars, which were collected from oral surgery clinics were used. We mounted five teeth in a metal ring mold of 50 ㎜ in diameter and 15 ㎜ in height using chemically cured acrylic resin. Class Ⅴ cavities were prepared in lingual cervical root surfaces and restored using one of following restorative materials : Dentin Conditioner/Fuji Ⅱ LC (Group FL), All Bond Ⅱ/Z-250 (Group ZT), One-up Bond F/Palfigue Estelite (Group PE), F2000 Primer/Adhesive (Group FT), and Prime & Bond 2.1/Dyract AP (Group DR). They were stored under distilled water at 37℃ for seven days. The toothbrush abrasion test was conducted using a wear testing machine of pin-on disk type under a load of 1.5 N for 100,000 cycles. We have examined the bonded interfaces, the changes of surface roughness and color of abraded surfaces. From this experiment, the following results were obtained.

1. The change of surface roughness showed high degree: RMGIC>compomer>composite resin ($p<0.05$).
2. Because of the protrusion and missing of filler particles, SEM observation of abraded surfaces of RMGIC and compomers revealed the increase of surface roughness due to the selective removal of matrix resin.
3. The color change by toothbrush abrasion was affected in large part by the change of L^* and b^* of resin composites ($p<0.05$)..
4. The color change by toothbrush abrasion was so small to detect by human eyes.
5. SEM observation of abraded surfaces revealed the interface bonding was the best in the FT group.

Key words : Abrasion, Toothbrush, Dentifrice, Class Ⅴ

치경부 5급 와동 수복의 잇솔질 마모에 관한 연구

전북대학교 치과대학 치과보존학교실 및 구강생체과학연구소

황수진·유미경·이광원

Ⅰ. 서 론

마모는 접촉하는 재료의 표면에서 상호간의 기계적인 작용으로 인해 표면층이 점진적으로 상실되어 가는 현상을 말하며, 마모가 쉽게 일어나는 수복재료는 구강 내에서 장기간에 걸쳐서 그 기능을 수행할 수 없다. 구강 내에서는 다양한 형태의 저작운동과 저작력, 타액과 음식물 및 구내 세균 등에 의한 화학적, 열적 및 생물학적 환경변화로 인해 치아와 수복재료의 마모기전을 예측하는 것이 용이하지 않다[1]. 일반적으로 구강 내에서 일어나는 마모기전은 응착성, 연마성, 피로성 및 부식성 마모가 지배적인 것으로 언급되고 있다. Lambrechts 등[2]은 구치부 콤포짓트 레진 수복부에서는 연마성과 마멸성 마모가 마모의 지배적인 기전이라고 하였고, Braem 등[3]은 마멸성 마모와 피로성 마모가 콤포짓트 레진에서 관찰되는 주된 마모 기전이라고 하였다. Lutz 등[4]은 구치부 콤포짓트 레진 수복부의 경우 교합면 접촉부(occlusal contact area : OCA)에서는 응착성 마모와 연마성 마모 등이 복합된 마멸성 마모(attrition wear)가 지배적이지만 비접촉부(contact-free area : CFA)에서는 연마성 마모가 지배적이라고 하였고, Roulet[5]는 교합면 접촉부에서 수복재의 마모를 야기하는 인자로는 응착성, 연마성 및 피로성 마모가 지배적이며, 화학적 분해에서 비롯된 부식도 수복 후 오래 경과된 충전재에서는 파괴의 원인이 될 수 있다고 하였다.

잇솔질로 인해 콤포짓트의 마모가 일어날 경우, 레진의 소실로 일어나는 필러의 돌출과 탈락으로 표면의 조도가 증가하게 되므로 광택의 소실, 변색, 착색 등이 일어난다. Standford 등[6]은 마모로 인한 표면조도의 증가는 콤포짓트 레진 수복부에서 색조 불일치의 원인이 될 수 있다고 하였고, Willems 등[7]은 잇솔질로 인해 표면조도가 증가할 경우 수복물의 표면 광택, 변색 및 마찰과 같은 인자에 영향을 미칠 수 있다고 하였다. Berry 등[8]과 Momoi 등[9]은 치약에 포함된 연마재가 표면조도 증가의 원인이 될 수 있다고 하였고, Svinnseth 등[10], Ambjørnsen과 Holland[11]는 치약의 조성과 잇솔질 습관의 차이에 의해서도 내마모성이 차이를 보일 수 있다고 하였다.

본 연구에서는 잇솔질이 5급 와동 수복물의 내구성에 미치는 영향을 평가하기 위해 발거된 소구치의 순면에 5급 와동을 형성하고 1종의 RMGIC, 2종의 콤포짓트 레진 및 2종의 콤포머로 충전한 다음 마모시험기를 이용하여 100,000회의 잇솔질을 시행하였으며, 잇솔질 전후의 표면조도와 색조의 변화 및 잇솔질 후의 마모 표면과 변연부를 상호 비교하였다.

Ⅱ. 연구재료 및 방법

1. 연구재료

치아는 최근 발거된 소구치 중 파절이나 수복물이 존재하지 않는 치아를 대상으로 하였다. 치아를 세척한 다음 퍼미스로 연마하여 표면에 부착된 유기물과 무기물을 제거하였으며, 실험에 사용할 때까지 증류수 중에 보관하였다. 본 연구에서 사용한 접착제와 충전재 (색조 A3) 및 각각의 제조회사는 Table 1에 표시하였다.

Table 1. Materials used in this study

Group	Adhesives	Filling Material	Manufacturer
FL	Dentin Conditioner	Fuji Ⅱ LC	GC Co, Japan
ZT*	All Bond Ⅱ	Z-250	Bisco Inc, USA/ 3M Dental Products, USA
PE	One-up Bond F	Palfigue Estelite	Tokuyama Co, Japan
FT	F2000 Primer/Adhesive	F2000	3M Dental Products, USA
DR	Prime & Bond 2.1	Dyract AP	Dentsply, Germany

* : Manufacturers of adhesive and composite resin are not same in ZT Group

2. 연구방법

1) 와동형성 및 충전

치아의 준비 후 내경 18㎜ × 높이 15㎜의 금형에 순면이 노출되도록 파라핀 왁스로 고정하고 상온 중합형 교정용 레진(Ortho-Jet, Lang Dental Manufacturing Co, Inc, USA)으로 매몰하여 원주상의 블록으로 제작하였다. 잇솔질 마모시험용의 블록을 제작하기 위해 준비한 치아 블록 시편 5개를 내경 50㎜ × 높이 15㎜의 원주상 금형에 치아 장축이 동심원 상의 접선방향과 일치하도록 위치시킨 후 교정용 레진으로 매몰하였다(Fig. 1). 레진의 경화 후 각각의 치아는 No 330 carbide bur를 사용하여 고속 주수하면서 치근 치경부에 위 2.5mm, 아래 2.0mm, 높이 2.0mm, 깊이 1.0mm의 사다리꼴 형태의 와동을 형성하였으며, 충전재의 충전은 제조사의 지시에 따라 시행하였다.

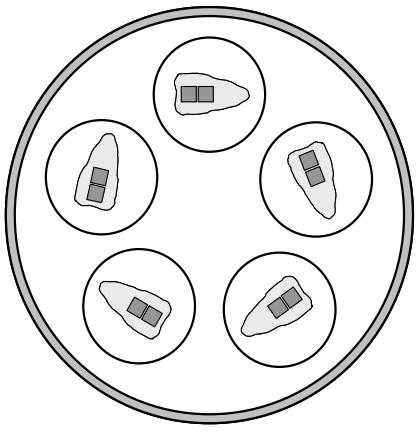


Fig. 1. Schematic diagram of wear specimen.

2) 잇솔질 마모시험

잇솔질 마모시험은 pin-on-disk 구동방식의 마모시험기(Kwangduck FA, Korea)를 이용하여 시행하였다. 3줄 강모의 칫솔(Gum 311, John O Butler, USA)을 중앙부에서 절단한 다음 치아의 와동 수복부를 연결한 동심원의 접선방향과 직각을 이루도록 120°의 방향에서 3개의 칫솔을 부착하고 각 칫솔당 작용력 1.5N, 속도 100rpm의 조건에서 100,000회의 잇솔질을 시행하였다(Fig. 1). 치약은 침강탄산칼슘, 일불소인산나트륨, 아미노카프론산, 알란토인클로로히드록시알루미늄, 비타민-E, 자일리톨 등을 주성분으로 하는 성인용의 Perio A+(LG Chemical Co, Korea)를 사용하였다. 마모시험 중에 치약에 포함된 연마입자들의 침전이 일어나지 않으면서 시편의 표면에서 습윤상태가 유지되도록 하기 위해 치약과 증류수를 2:1의 비율로 혼합하여 사용하였다. 칫솔은 치아의 50,000회 잇솔질 후 교환하였고, 치약은 매 2,000회 잇솔질이 이루어졌을 때 보충하였다.



Fig. 2. Electromechanical wear testing machine.

마모시험 후 표면조도측정기(Form Talysurf, Rank Tayler Hobson Co, England)를 이용하여 cut off 치 0.25㎜의 조건에서 중심선평균거칠기(arithmetical mean deviation from the mean line: R_a)와 최대높이(peak-to valley: R_t)를 측정하였다. 잇솔질이 표면층의 변화에 미치는 영향을 평가하기 위해 주사전자현미경(X-650, Hitachi Co, Japan)으로 마모면을 관찰하였다. 잇솔질로 인한 마모가 충전재의 색조의 변화에 미치는 영향을 평가하기 위해 측색계(Chromaview 300, Spectron Tech Co, Korea)로 색 변화를 조사하였다. 측정기기의 영점조정과 표준조정 후 직경 1㎜의 감지부를 잇솔질 마모시험 전후의 표면에 밀착시킨 상태에서 L^*, a^*, b^* 값을 구하였으며, 색조변화를 식 (1)의 색차식을 이용하여 계산하였다.

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2} \quad (1)$$

측정된 결과는 시험재료 사이의 차이를 평가하기 위해 분산분석에 의해 통계적 유의성을 검증한 다음, 각 군간의 차이를 Tukey 다중범위검증법에 의해 비교하였고, 잇솔질 마모로 인한 색 변화를 평가하기 위해 paired t-test를 시행하였다.

Ⅲ. 결 과

Fig. 3은 충전 직후 및 1.5N의 하중으로 100,000회의 잇솔질을 시행한 후의 중심선평균거칠기 R_a의 변화를 도시한 것이고, Table 2는 그의 결과치를 나

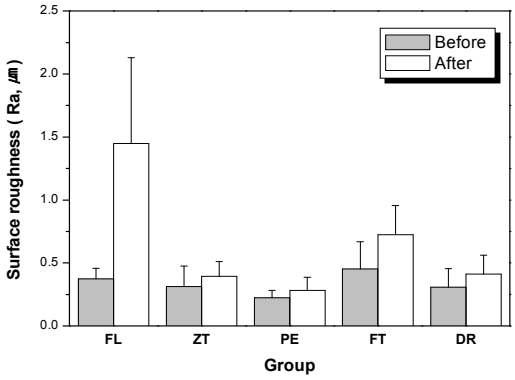


Fig. 3. Comparison of arithmetical mean deviation from the mean line Ra before and after 100,000 cycles of toothbrush-dentifrice test.

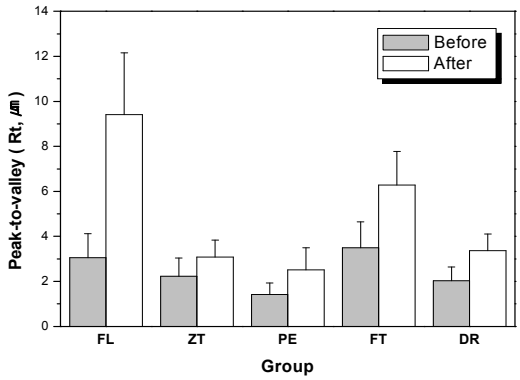
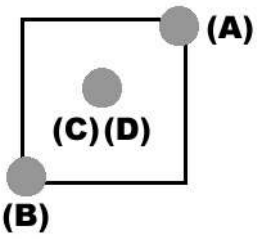


Fig. 4. Comparison of peak-to-valley Rt before and after 100,000 cycles of toothbrush-dentifrice test.

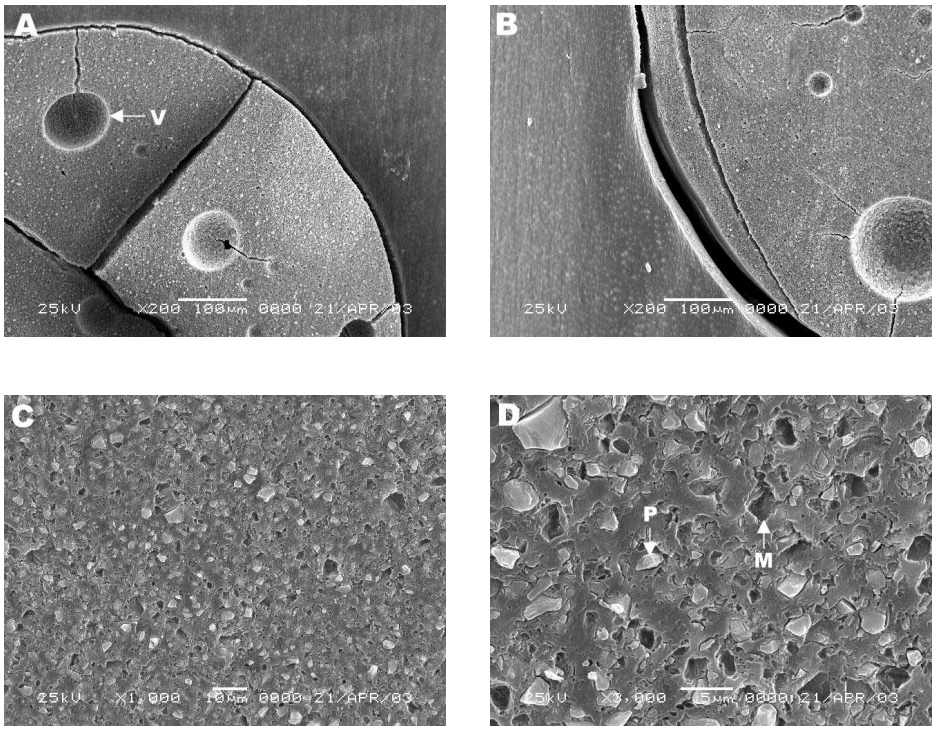
Table 2. arithmetical mean deviation from the mean line Ra and peak-to-valley Rt before and after 100,000 cycles

Material code	R_a (㎛)		R_t (㎛)	
	Before	After	Before	After
FL	0.372±0.085^A	1.449±0.681^A	3.054±1.071^A	9.414±2.735^A
ZT	0.313±0.161^A	0.395±0.115^C	2.226±0.814^{AB}	3.076±0.757^B
PE	0.224±0.059^A	0.283±0.104^C	1.423±0.501^B	2.514±0.976^B
FT	0.453±0.214^A	0.725±0.230^B	3.486±1.161^A	6.829±1.493^A
DR	0.306±0.148^A	0.412±0.150^C	2.027±0.607^B	3.358±0.752^B

* Means in each column designated with the same superscript letter were not significantly different(α= 0.05).



(a)

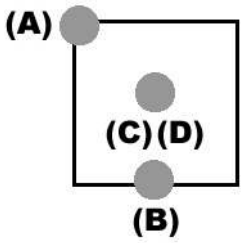


(b)

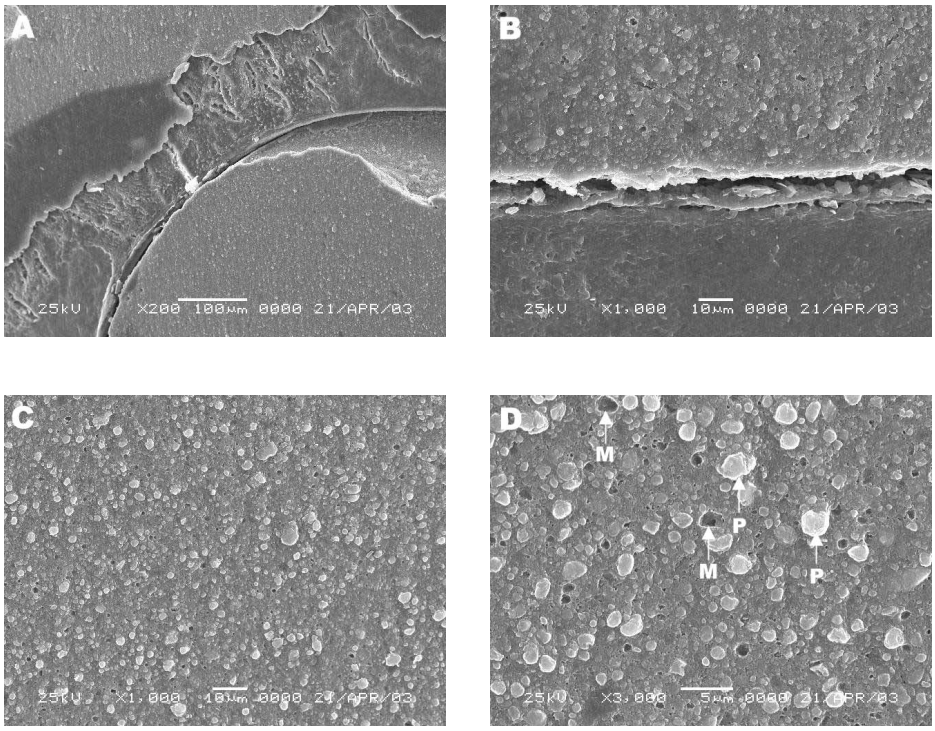
Fig. 5. Schematic representation of observing positions in cavity (a) and scanning electron micrographs at A, B, C, and D of the FL group after toothbrush-dentifrice abrasion test (b). V, void; M, missing of filler particle; P, protrusion of filler particle.

타낸 것이다. Tukey 다중범위검증법에 의해 각각 충전 직후와 100,000회 잇솔질을 시행한 후 충전재료에 따른 R_a의 차이를 비교한 결과, 충전 직후의 마무리한 표면에서는 상호간에 유의한 차이를 보이지 않았지만, 100,000회의 잇솔질을 시행한 표면에서는 RMGIC의 FL 군 및 콤포머 계의 FT 군과 나머지 군 사이에서 통계학적으로 유의한 차이를 보였다($p<0.05$). t-test에 의해 충전 직후와 100,000회 잇솔질 후 표면의 R_a 값을 비교한 결과, 모든 시험군에서 100,000회의 잇솔질 후 R_a가 증가하는 경향을 보였으며 RMGIC의 FL 군과 콤포머의 FT 군에서 통계학적으로 유의한 높은 차이를 보였다($p<0.01$).

Fig. 4는 충전 직후 및 1.5N의 하중으로 100,000회 잇솔질을 시행한 후의 최대거칠기 R_t의 변화를 도시한 것이고, Table 2는 그의 결과치를 나타낸 것이다. Tukey 다중범위검증법에 의해 각각 충전 직후와 100,000회 잇솔질을 시행한 후 충전재료에 따른 R_t의 차이를 비교한 결과, 충전 직후의 마무리한 표



(a)



(b)

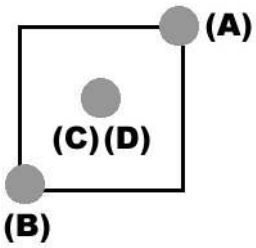
Fig. 6. Schematic representation of observing positions in cavity (a) and scanning electron micrographs at A, B, C, and D of the ZT group after toothbrush-dentifrice abrasion test (b). M, missing of filler particle; P, protrusion of filler particle.

면에서는 FT 군, FL 군과 DR 군, PE 군 사이에서 상호간에 유의한 차이를 보였고, 100,000회의 잇솔질을 시행한 표면에서는 FL 군, FT 군과 나머지 군 사이에서 통계학적으로 유의한 차이를 보였다 ($p<0.01$).

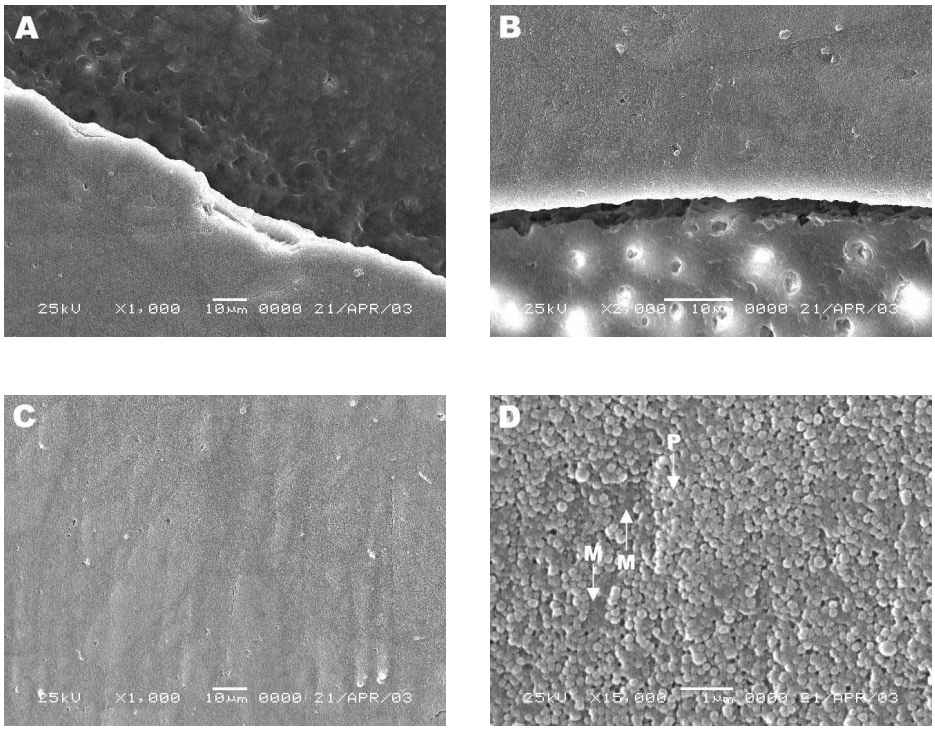
Fig. 5는 잇솔질 마모시험 후 대조군인 FL 군의 충전부 계면 및 중앙부 마모면을 주사전자현미경으로 관찰한 사진이다. 충전부의 계면 및 기질 내에서 다수의 균열이 관찰되었고(a, b), 마모면에서는 기질의 선택적인 마모와 필러의 탈락 양상이 관찰되었다(c, d).

Fig. 6과 Fig. 7은 잇솔질 마모시험 후 각각 ZT 군과 PE 군의 충전부 계면 및 중앙부 마모면을 주사전자현미경으로 관찰한 사진이다. 충전부의 계면에서 부분적으로 균열이 관찰되었고(a, b), 마모면에서는 기질의 선택적인 마모로 인한 필러의 돌출과 탈락 양상이 관찰되었다(c, d).

Fig. 8은 잇솔질 마모시험 후 FT 군의 충전부 계



(a)



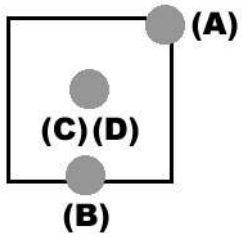
(b)

Fig. 7. Schematic representation of observing positions in cavity (a) and scanning electron micrographs at A, B, C, and D of the FL group after toothbrush-dentifrice abrasion test (b). M, missing of filler particles; P, protrusion of filler particle.

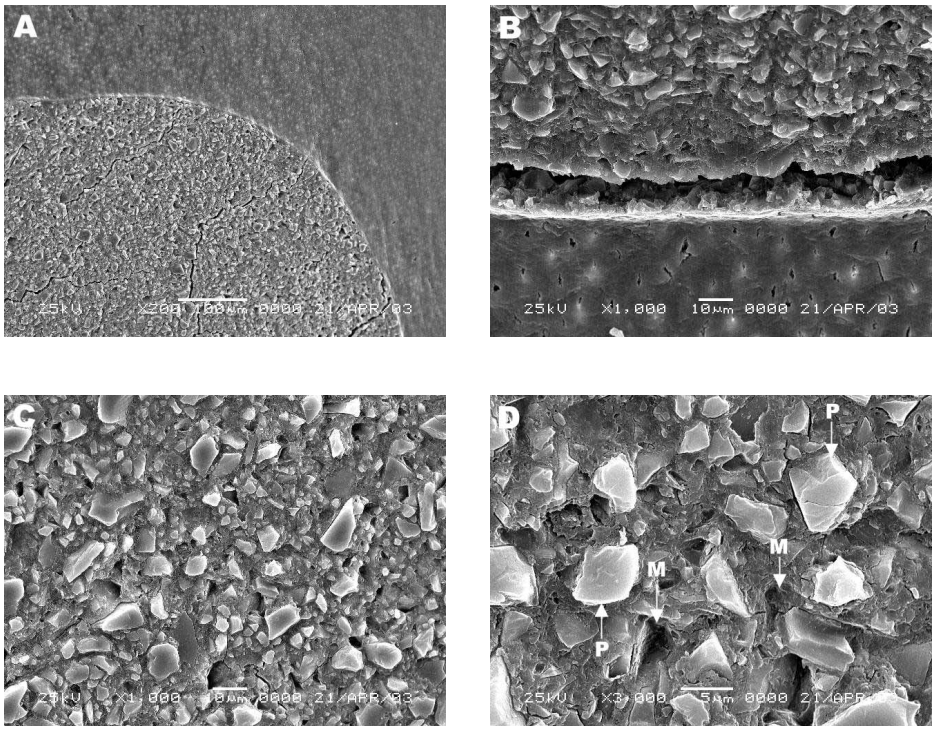
면 및 중앙부 마모면을 주사전자현미경으로 관찰한 사진이다. 충전부 계면의 일부(a)와 기질 내에서 다수의 균열이 관찰되었고(b), 마모면에서는 기질의 선택적인 마모로 인한 필러의 돌출과 국소적인 필러의 탈락 양상이 관찰되었다(c, d).

Fig. 9는 잇솔질 마모시험 후 DR 군의 충전부 계면 및 중앙부 마모면을 주사전자현미경으로 관찰한 사진이다. 충전부 계면에서는 전체적으로 균열이 관찰되었고(a), 마모면에서는 필러의 돌출과 탈락 양상이 관찰되었다(c, d).

Table 3은 잇솔질 마모시험 전후의 충전부 색조를 비교한 것이다. L^*의 값은 FT 군을 제외한 나머지 모든 시험군에서 유의한 증가를 보였고, a^*의 값은 FT 군에서만 유의한 증가를 보였으며, b^*의 값은 FL 군에서는 유의한 감소를 보였지만 나머지 모든 시험군에서 유의한 증가를 보였다($p<0.05$). 색의 변화를 표시하는 ΔE의 값은 DR 군에서 1.70으로 가장 크고 FL 군에서 0.78로 가장 작은 값을 나타냈다.



(a)

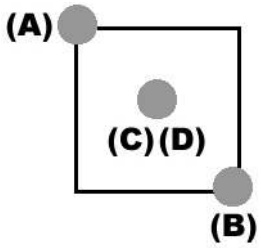


(b)

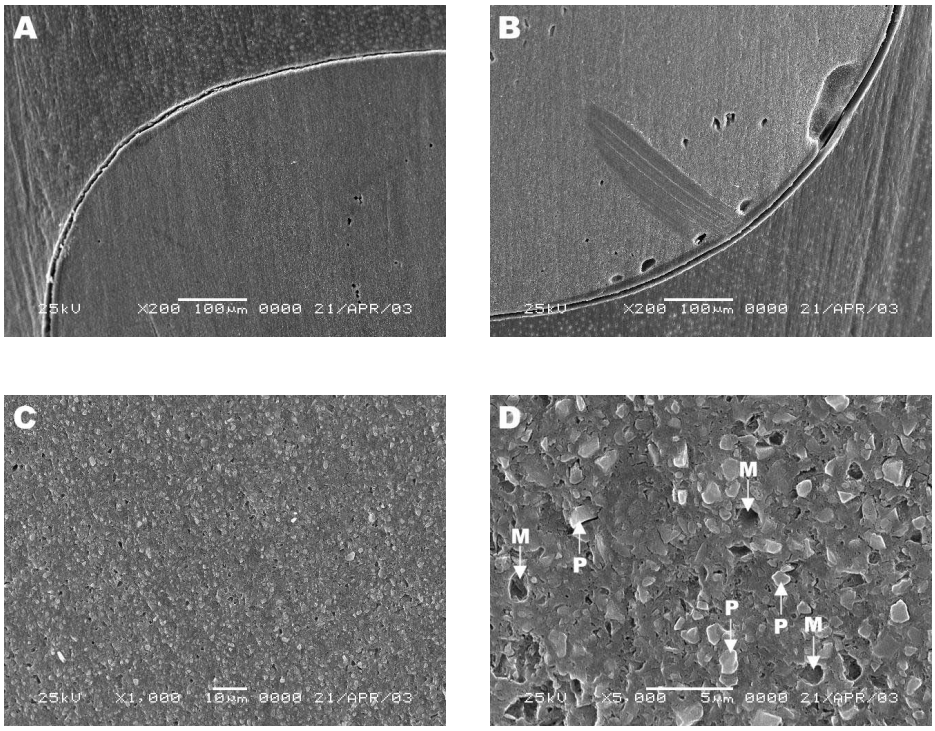
Fig. 8. Schematic representation of observing positions in cavity (a) and scanning electron micrographs at A, B, C, and D of the FT group after toothbrush-dentifrice abrasion test (b). M, missing of filler particle; P, protrusion of filler particle.

Ⅳ. 고 찰

심미수복을 위한 충전재료로서 글래스아이오노머 시멘트(이하 GIC라 함)와 콤포짓트 레진이 빈번하게 사용되어 왔다. GIC는 치수에 대한 위해 작용이 적고, 치질에 대한 접착성을 가지며, 불소이온의 방출에 의한 항우식성을 갖는 등의 장점이 있지만, 조작이 불편하고, 경화반응 초기에 수분에 대한 민감성을 나타내며, 굽힘강도, 파괴인성, 내마모성 등과 같은 기계적 성질이 낮은 등의 단점을 보였다[12,13]. 한편 콤포짓트 레진은 조작이 간편하고, 심미성이 우수하며, 기계적 성질과 표면 연마성이 GIC보다 우수한 등의 장점을 갖지만 치질에 대한 접착성과 항우식성 등을 보이지 않는다. 이들 수복재의 장점을 결합하고 단점을 보완하기 위해 GIC와 콤포짓트 레진을 혼합한 수복재료가 개발되었으며, 그들의 경화기전과 발현되는 성질에 따라 GIC에 가까운 재료를 resin-modified glass ionomer 시멘트



(a)



(b)

Fig. 9. Schematic representation of observing positions in cavity (a) and scanning electron micrographs at A, B, C, and D of the DR group after toothbrush-dentifrice abrasion test (b). M, missing of filler particle; P, protrusion of filler particle.

(이하 RMGIC라 함), 콤포짓트에 가까운 재료를 polyacid-modified resin composite(이하 PMRC라 함)로 분류하고 있으며, PMRC는 composite에 glass ionomer를 첨가하였다는 의미의 조어인 compomer (이하 콤포머라 함)로 명명하였다. 콤포머는 단일 페이스트 형으로 제공되므로 충전조작이 간편하고, 굽힘강도와 파괴인성 등의 기계적 성질이 GIC와 RMGIC를 상회하여 콤포짓트 레진에 필적하게 높으며, 연마면이 비교적 매끈하므로 항우식성을 갖는 심미성 수복재료로서 평가받아 왔다[14-16].

절삭기구로 치아를 삭제하는 경우, 법랑질은 산부식에 의해 우수한 결합력을 얻을 수 있지만 상아질은 제거된 상아질 잔사와 타액 등이 혼합된 도말층이 형성되어 수복재와의 결합이 용이하지 않으므로 다양한 표면처리법이 적용되어 왔다. 4세대 상아질 접착제에서는 산처리제, 프라이머, 본딩 레진의 3단계 적용과정을 거쳐서 결합력을 얻는다. 산부식에 의해 도말층을 제거하고 상아질을 탈회하여

Table 3. The mean values of $L^*a^*b^*$ and ΔE data before and after 100,000 cycles

Material Code	Before			After			ΔE^*
	L^*	a^*	b^*	L^*	a^*	b^*	
FL	91.18	0.13	2.37	91.75	0.02	1.95	1.06
	(0.54)	(0.25)	(0.31)	(0.50)	(0.32)	(0.37)	(0.47)
ZT	90.68	0.34	1.87	91.60	0.17	2.73	1.40
	(0.39)	(0.31)	(0.20)	(0.48)	(0.40)	(0.30)	(0.40)
PE	91.46	-0.28	1.36	90.74	-0.41	1.62	1.09
	(0.54)	(0.34)	(0.45)	(0.69)	(0.39)	(0.46)	(0.68)
FT	92.15	-0.51	1.89	91.69	0.16	2.97	1.07
	(0.45)	(0.37)	(0.45)	(0.55)	(0.58)	(0.45)	(0.56)
DR	91.17	0.06	2.62	92.37	-0.05	3.71	1.70
	(0.51)	(0.36)	(0.53)	(0.61)	(0.36)	(0.53)	(0.73)

( ) : Standard deviation

교원섬유를 노출시키며, 산부식 잔유물과 치질에서 탈회된 무기질의 제거를 위해 수세를 시행하고, 프라이머의 적용을 위해 상아질 표면의 수분량을 조절한다. 산부식법은 상아질 접착제의 결합력을 증가시키지만, 이 과정에서 노출된 교원섬유의 수분 증발로 인한 변성이 일어날 경우 결합강도의 저하를 초래할 수도 있고, 도말층의 제거와 상아세관의 노출은 치수의 자극과 지각과민증의 원인이 될 수 있다[17,18]. 최근 상아질 접착제의 사용 술식을 줄여서 시술 시간을 절약하고 술식에 따른 실패율을 줄이기 위해 프라이머/본딩 레진 또는 산부식제/프라이머의 형태로 2가지 기능을 함께 하도록 한 5세대 상아질 접착제 및 3가지 기능을 함께 하도록 한 “all-in-one" 접착제로 불리는 자가 산부식형의 6세대 상아질 접착제가 도입되었다. 이들 상아질 접착제는 임상적용 단계를 감소시켜 술식을 단순화시켰을 뿐만 아니라[19], 처리한 치질의 수세와 건조과정이 없으므로 wet bonding을 필요로 하는 접착제에서 일어날 수 있는 상아질의 건조로 인한 교원섬유의 붕괴나 over-wetting과 같은 임상적으로 술식에 민감한 부분을 피할 수 있는 장점이 있다[20]. 그러나 접착계면에 용해된 형태로 잔류하는 도말층에서 유기질의 가수분해가 일어날 경우에는 시간이 경과하면서 결합력이 저하하게 되므로 접착내구성이 떨어질 수 있다[21].

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 Wälti[22], Jordan 등[23]은 충전재의 마모는 표면의 조도를 증가시킨다고 하였고, Standford 등[6]은 마모로 인한 표면조도의 증가는 콤포짓트 레진 수복부에서 색조의 불일치를 야기하는 원인 중의 하나라고 하였으며, Willems 등[7]은 콤포짓트 레진 충전재의 표면조도는 교합면에서 법랑질과 법랑질이 대합하는 경우의 표면조도 (R_a=0.64㎛) 보다 작은 값을 가져야 하며, 잇솔질로 인해 콤포짓트 레진의 표면조도가 증가할 경우 표면 광택, 변색 및 마찰과 같은 인자에 영향을 미칠 수 있다고 하였다. Yaffe와 Zalkind[24]는 불소이온이 콤포짓트 필러의 용해도 증가를 초래할 수 있다고 하였고, Svinnseth 등[10]은 치약의 불소이온 함유 유무가 법랑질과 상아질의 마모도에 영향을 미쳤다고 하였으며, Ambjørnsen과 Holland[11]는 치약의 조성과 잇솔질 습관에 따라 마모도가 차이를 보일 수 있다고 하였다. Kao 등[25]과 Schreyger 등[26]은 RMGI 수복재가 재래형 GIC에 비해 경도가 낮고 연마성 마모에 대한 저항성이 불량하게 나타난다고 하였고, Tanoue 등[27]은 강도가 높은 광원으로 중합했을 때 콤포짓트의 연마성 마모에 대한 저항성이 증가한다고 하였다. 본 연구에서 100,000회의 잇솔질 마모시험 후 표면조도를 조사한 결과, 중심선 평균 거칠기 R_a는 RMGIC>콤포머>콤포짓트 레

진 순으로 크게 나타났으며, 이는 콤포짓트 레진의 경우에는 기질레진과 필러가 실란 결합제를 매개로 하여 결합하고 있으므로 상대적으로 마모 저항성이 낮은 레진의 마모로 인해 필러가 돌출된 양상이 주로 관찰되지만, RMGIC와 콤포머의 경우에는 기질레진과 필러 사이의 결합이 상대적으로 취약하므로 기질의 마모가 일어나는 과정에서 필러의 탈락이 일어났기 때문으로 생각된다. 또한 RMGIC와 콤포머의 경우에도 그의 물성이 GIC에 보다 가까운 RMGIC의 경우에 필러의 탈락 양상이 두드러지게 나타났다(Fig. 3 - Fig. 9).

물체의 색은 입사한 광원의 특성과 물체가 빛을 흡수, 반사, 투과, 산란시키는 정도에 따라 변화한다. 물체의 색을 정의하고 측정하기 위해 여러 가지 방법이 적용되어 왔지만, 일반적으로 재료의 색상을 표준 색상표와 육안으로 비교하는 가시적인 색 측정 방법 및 분광광도계(spectrophotometer)나 색차계(colorimeter)와 같은 색분석 장치를 이용하는 방법이 널리 적용되고 있다. 가시적인 색 측정의 대표적인 방법으로서 Munsell 표색계가 널리 이용되고 있다. 이 방법에서는 물체의 색을 시각적 인지의 차이에 의존하여 색상, 명도, 채도의 3속성으로 표시하고 있는데, 검사자의 주관성이 배제되지 못하는 단점이 있으며, 이 때문에 최근의 색 측정에 관한 많은 연구에서는 후자의 객관적인 평가 방법을 보다 빈번하게 적용하고 있다. 국제적으로 통용되는 기계적인 색측정 방법에는 CIE 표색계가 있다. CIE 표색계는 적(R), 녹(G), 청(B)의 3종 원색의 비율로 색을 표시하는 RGB 표색계를 근거로 하여 R, G, B를 좌표 변환하여 얻은 3자극치 X, Y, Z로 색을 지정하는 CIE XYZ 표색계 및 미소한 색의 차이를 표시하기 위한 CIE $L^*a^*b^*$ 표색계로 변천되어 왔다. CIE $L^*a^*b^*$ 표색계에서 L^*는 색의 밝기를 나타내는 명도지수이고, a^*와 b^*는 채도지수로서, a^*의 +측은 적색, -측은 녹색으로의 변화를 나타내고, b^*의 +측은 황색, -측은 청색으로의 변이를 나타내며, 색의 차이를 색공간좌표 상의 거리로 표시한 색차 ΔE^*의 값으로 표시한다. 미국 국가 표준국(National Bureau of Standard Unit : NBS)에서는 NBS 단위를 사용하여 색차를 표시하고 있다. NBS 단위가 0 ~ 0.5 이면 색차가 미소(trace), 0.5 ~ 1.5는 근소(slight), 1.5 ~ 3.0은 눈에 띌 정도(noticible), 3.0 ~ 6.0은 감지할 정도(appreciable), 6.0 ~ 12.0은 많은 차이(much), 12.0 이상이면 매우 큰 차이(very much)라고 표현하였다[28,29]. Um과 Ruyter[30]는 ΔE^*의 값이 3.3 이상일 경우 시각적인 인지가 가능하다고 하였고, Cook 등[31]은 ΔE^*의 값이 5.4 이하이면 임상적으로 적절하고 10.6 이상이면 심미 수복재료로서 사용할 수 없다고 하였으며 ΔE^*의 값이 2.07±7.64를 보일 경우 심미수복재료로서 사용할 수 있다고 하였다. 본 연구에서 잇솔질이 충전재의 색조변화에 미치는 영향을 평가하기 위해 100,000회의 잇솔질 후 색차계로 잇솔질 전후의 색변화를 조사한 결과, 색조의 변화에는 L^*와 b^*의 영향이 크게 나타났으며, 색의 변화를 표시하는 ΔE^*의 값은 DR 군에서 1.70으로 가장 크고 FL 군에서 0.78로 가장 작은 값을 나타냈지만, 전체적으로 Um과 Ruyter[30]가 제시한 시각인지 한계치 보다 작은 값을 보였다(Table 3).

본 연구에서는 잇솔질이 구강 내 5급 와동 수복물의 내마모성에 미치는 영향을 평가하기 위해 잇솔질만을 시행하였지만, 레진계 수복재는 구강내에서 교합과 저작과정에서 발생하는 높은 응력과 반복응력, 음식물에 의한 온도변화와 수분, 타액과 박테리아 등 복합적 요인으로 인해 물성의 저하가 일어날 수 있으므로 잇솔질로 인한 5급 와동 수복물의 마모 기전을 보다 명확히 규명하기 위해서는 구강환경과 유사한 조건 하에서의 보다 많은 연구가 필요하리라고 생각된다

Ⅴ. 결 론

본 연구에서 잇솔질이 5급 와동 수복물의 내구성에 미치는 영향을 평가하기 위해 발거된 소구치의 순면에 5급 와동을 형성하고 1종의 RMGIC (Improved Fuji Ⅱ LC : FL), 2종의 콤포짓트 레진 (Z250 : ZT, Palpique Estelite : PE) 및 2종의 콤포머 (F2000 : FT, Dyract AP : DR,)로 충전한 다음 마모시험기를 이용하여 100,000회의 잇솔질을 시행하였으며, 잇솔질 전후의 표면조도와 색조의 변화 및 잇솔질 후의 마모 표면과 변연부를 상호 비교한 결과, 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 잇솔질로 인한 표면조도의 변화는 RMGIC>콤포머>콤포짓트 레진 순으로 크게 나타났다($p<0.05$).
2. RMGIC와 콤포머의 마모면에서 주로 필러의 탈

락이 표면조도 증가의 주된 원인으로 나타났다.
3. 잇솔질로 인한 충전재의 색조변화에는 CIE L^*와 b^*의 영향이 크게 나타났다($p<0.05$).
4. 잇솔질로 인한 색조변화는 시각적으로 인지할 수 있는 한계보다 낮은 값을 보였다.
5. 주사전자현미경 관찰 결과, 계면의 결합 양상은 FT 군에서 가장 우수하게 나타났다.

참 고 문 헌

1. Yap AUJ, Teoh SH, Hastings GW, Lu CS. Comparative wear ranking of dental restorative materials utilizing different wear simulation modes. *J Oral Rehabil* 24:574-578, 1997.
2. Lambrects P, Vanherle G, Vuylsteke-Wauters M, Davidson CL. Quantitative evaluation of the wear resistance of posterior dental restoration: a new three-dimensional measuring technique. *J Dent* 12:252-226, 1984.
3. Braem M, Lambrechts P, van Doren V, Vanherle. In vivo evaluation of four posterior composites. *Dent Mater* 2:106-113, 1986.
4. Lutz F, Phillips RW, Roulet JF, Setcos JC. In vivo and in vitro wear of potential posterior composites : quantitative wear measurements and clinical behavior. Dent *Mater* 2:106-113, 1986.
5. Roulet JF. Degradation of dental polymers : 1st ed New York : Karger, pp60-160, 1987.
6. 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.
7. Willems G, Lambrechts P, Braem M, Vanherle G. Composite resins in the 21st century. *Quintessence Int* 24:641-658, 1993.
8. Berry LL, Berry Ⅲ EA, Powers JM. Prophylaxis abrasives affect surface roughness of composites and hybrid ionomers(Abstract No 948). J Dent Res 73:220, 1994.
9. Momoi Y, hirosaki K, Kohno A, McCabe JF. In vitro toothbrush- dentifrice abrasion of resin-modified glass ionomers. *Dent Mater* 13:82-88, 1997.
10. Svinnseth PN, Gjerdet NR, Lie T. Abrasivity of toothpastes. An in vitro study of toothpaste marketed in Norway. *Acta Odontol Scand* 45:195-202, 1987.
11. Ambjørnsen E, Holland RI. In vitro abrasion of two acrylic veneers. *Dent Mater* 10:107-110, 1994.
12. Wilson AD. Developments in glass-ionomer cements. *Int J Prosthodont* 2:438-446, 1989.
13. Bourke AM, Walls AW, McCabe JF. Light-activted glass polyalkenoate (ionomer) cements : the setting reaction. *J Dent* 20:115- 120, 1992.
14. McLean JW, Nicholson JW, Wilson AD : Proposed nomenclature for glass-ionomer dental cements and related materials(guest editorial). *Quintessence Int* 25:587-589, 1994.
15. 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.
16. Peutzfeltd A, Garcia-Godoy F, Asmussen E. Comparative physico- chemical characterization of new hybrid restorative materials. *J Dent Res* 76:883-894, 1997.
17. Maciel KT, Carvalho RM, Ringle RD, Preston CD< Russel CM, Pashly DH. The effects of acetone, ethanol, HEMA, and air on the stiffness of human decalcified dentin matrix. *J Dent Res* 75:1851-1858, 1996.
18. Tay FR, Sano H, Carvalho R, Pashley DH. An ultrastructural study of the influence of acidity of self-etching primers and smear layer thickness on bonding to intact dentin. *J Adhesive Dent* 2:83-98, 2000.
19. Frankenberger R, Perdigao J, Rosa BT, Lopes M. "No-bottle" vs "multi-bottle" dentin adhesives - a microtensile bond strength and morphological study. *Dent Mater* 17:373-380, 2001.
20. Zheng L, Pereira PNR, Nakajima M, Sano H, Tagami J. Relationship between adhesive thickness and microtensile bond strength. *Oper Dent* 26:97-104, 2001.
21. Lambrechts P, Van Meerbeek B, Perdigao J, Vanherle G. Adhesives: dos and don'ts. In Roulet JF, Degrange M (eds) Adhesion the silent revolution in dentistry. Illinous, Quintessence Publishing Co, pp45-60, 2000.
22. Roulet JF, Wälti C. The influence of oral fluid on composite resin and glass inomer cement. *J Prosthet Dent* 52:182-189, 1984.
23. Jordan RE, Suzuki M, Gwinnett AJ, Hunter JK. Restoration of fractured and hypoplastic incisors by the acid etch resin technique : a three-year reports. J Am dent Ass 95:795-803, 1997.
24. Yaffe A, Zalkind M. The effect of topical application of fluoride on composite resin restorations. *J Prosthet Dent* 45:59-62, 1981.
25. 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.
26. 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.
27. Tanoue N, Matsumura H, Atsuta M. Analysis of composite type and different sources of polymerization light on in vitro toothbrush/dentifrice abrasion resistance. J Dent 28:355-359, 2000.
28. O'Brien WJ. Dental materials: Color and appearance. Quintessence Publishing Co, pp51-69, 1989.
29. Craig RG. Restorative dental materials: Optical, thermal, electrical properties. 9th ed, Mosby, pp29-37, 1993.
30. Um CM, Ruyter IE. Staining of resin-based veneering materials with coffee and tea. *Quintessence Int* 22:355-359, 1991.
31. Cook WD, Chong MP. Colour stability and visual perception of dimethacrylic based dental composite resins. Biomaterials 6:257-264, 1985.

Correspondence to: Dr. Kwang-Won Lee, Department of Conservative Dentistry, School of Dentistry, Chonbuk National University, 634-18, Geumam-dong, Chonju, Chonbuk, 561-712, Korea, E-mail: mkyou102@hanmail.net, Tel: 82-63-250-2119, Fax: 82-63-250-2129