[UCI]I804:24011-200000232891

레진전색제의 마모저항성에 대한 평가

Evaluation on the abrasion resistance of
a resin surface sealant

2006년 2월 일

조선대학교 대학원

치 의 학 과

김 수 미

레진전색제의 마모저항성에 대한 평가

지도교수 조 영 곤

이 논문을 치의학 박사학위 논문으로 제출함.

2005년 10월 20일

조선대학교 대학원

치 의 학 과

김 수 미

김수미의 박사학위 논문을 인준함.

위원장 서울대학교 교 수 손 호 현 인

위 원 조선대학교 교 수 조 영 곤 인

위 원 조선대학교 교 수 이 창 섭 인

위 원 조선대학교 교 수 고 영 무 인

위 원 조선대학교 교 수 안 종 모 인

2005년 12월 일

조선대학교 대학원

목 차

영문초록 ····· iii

Ⅰ. 서론 ····· 1

Ⅱ. 실험재료 및 방법 ····· 4

Ⅲ. 실험결과 ····· 8

Ⅳ. 총괄 및 고찰 ····· 12

Ⅴ. 결론 ····· 15

참고문헌 ····· 17

사진부도 ····· 20

표 목 차

Table 1. Materials used ----------4
Table 2. Group classification by finishing of resin surfaces or/and applying resin sealant on resin surfaces ----------6
Table 3. Mean surface roughness value (Ra) of each group ---------- 9
Table 4. 3-mean cluster analysis among cluster 1, 2, and 3 ----------10
Table 5. Paired t-test between Ra of B-IM group and B-1~B-18 groups and Ra of B-8 group and B-9~B-18 groups ----------10
Table 6. Repeated measure ANOVA and increasing rate of Ra among F, B-IM, B-8, and B-15 group ----------11

도 목 차

Fig. 1. Tooth abrasive machine used----------7
Fig. 2. Histogram for mean surface roughness value and cluster of each group ----------10
Fig. 3. F Group (×500)----------20
Fig. 4. B-IM Group (×500)----------20
Fig. 5. B-1 Group (×500)----------20
Fig. 6. B-15 Group (×500)----------20
Fig. 7. B-18 Group (×500)----------20

ABSTRACT

Evaluation on the abrasion resistance of a surface sealant

Soo-Mee Kim, D.D.S., M.S.D.
Advisor : Young-Gon Cho, D.D.S., M.S.D., Ph.D.
Department of Dentistry,
Graduate School, Chosun University

The purpose of this study was to evaluate the abrasion resistance of composite resin surface which was applied a resin surface sealant, and to provide proper time to reapply sealant on composite resin surface.

Two hundred rectangular specimens, sized 8×3×2 mm, were of Micronew (Bisco, Inc., Schaumburg, IL, U.S.A) and divided into two groups; F group (n=10) was finished with coarse and medium grit of Sof-Lex disc and B group (n=190) was applied BisCover after finishing with discs. B group was again subdivided into nineteen subgroups. B-IM group was not subjected to toothbrush abrasion test. From B-1 group to B-18 group were subjected to toothbrush abrasion test using a distilled water-dentifrice slurry and toothbrush heads.

Average surface roughness (Ra) of each group was claculated using a surface roughness tester (Surfcorder MSE-1700: Kosaka Laboratory Ltd., Tokyo, Japan). A representative specimen of each group was examined by FE-SEM (S-4700: Hitachi High Technologies Co., Tokyo, Japan). The data were analysed using cluster analysis, paired t-test, and repeated measure ANOVA. The results of this study were as follows;

1. Ra of F group was 0.898 ± 0.145 ㎛ and B-IM group was 0.289 ± 0.142 ㎛. Ra became higher from B-1 group (0.299± 0.48 ㎛) to B-18 group (0.642 ± 0.313 ㎛).
2. Final cluster center of Ra was 0.361 ㎛ in cluster 1(B-IM~B-7), 0.511

㎛ in cluster 2 (B-8~B-14) and 0.624 ㎛ in cluster 3 (B-15~B-18). there was statistically significant among Ra of three clusters.

3. Ra of B-IM group was decreased 210.72% than Ra of F group, Ra of B-8 group and B-15 group was increased 35.49% and 51.35% respectively than Ra of B-IM group.
4. On FE-SEM, B-IM group showed the smoothest resin surface. B-8 group and B-15 group showed vertically shallow scratches, and wide and irregular vertical scratches on composite resin surface respectively.

Within limitation of this study, finished resin surface will be again smooth and glazy if BisCover would be reapplied within 8 to 14 months after applying to resin surface.

I. 서론

수복 후 자연치와 유사한 색조를 나타내는 복합레진은 치아의 심미적 수복은 물론 보다 보존적인 수복을 위해 흔히 사용되고 있다. 복합레진의 표면조도는 수복물의 성공을 결정짓는 중요한 요소 중 하나이다. 평활하고 잘 연마된 복합레진 표면은 환자에게 심미적인 만족감을 주고 마모저항성을 제공하여 구강 내에서 장기간 유지할 수 있도록 한다[1,2]. 복합레진 수복 시 가장 평활한 표면은 polyester strip 하에서 복합레진이 중합될 때 얻을 수 있지만 과도한 복합레진을 마무리하고 연마하는 과정에서 거친 표면이 발생될 수 있다[3-5]. 이러한 표면은 복합레진에 변색과 치태 침착은 물론 재발성우식을 일으킬 수 있다[6,7].

복합레진의 표면조도는 일반적으로 복합레진의 종류와 연마기구에 의해 영향을 받게 된다[1,8]. 복합레진의 종류에 따른 표면조도 차이는 복합레진에 포함되어 있는 필러입자에 의한 것 같다[9,10]. 필러입자는 레진기질보다 훨씬 단단하므로 레진기질은 마무리와 연마과정 중 먼저 제거되며, 이는 복합레진 표면에 필러를 노출시키는 결과를 초래하여 복합레진의 종류에 따라 표면조도는 다르게 나타난다[8].

그동안 복합레진의 마무리와 연마를 위해 다양한 기구가 소개되었다. 대부분의 연구에서 산화알루미늄 디스크는 다른 기구들에 비해 평활한 표면을 제공하는 것으로 보고되고 있다[11,12]. 이러한 결과는 산화알루미늄 디스크가 복합레진의 필러입자와 레진기질을 동등하게 삭제하는 능력[13]과 디스크를 사용할 때 복합레진의 표면에 수직으로 작용하는 planar motion[7]과 관련이 있는 것으로 설명되고 있다. 그러나 이러한 디스크는 비교적 평편한 복합레진 표면에서만 사용이 가능하며, 구치의 교합면과 같이 오목한 부위에서는 접근이 어려워 다른 모양의 기구나 레진전색제 (resin surface sealant)를 사용하여야 한다[14,15].

중합된 복합레진 수복물의 재접착술 (rebonding)을 위해 특별히 개발된 레진전색제는 고도의 흐름성 (flow rate)을 갖는 레진재료로서 복합레진의 마무리와 연마 후에 발생하는 미세한 잔금 (microcrack)과 복합레진 수복물의 계면에 발생된 간극을 폐쇄하고, 마모 및 변색을 감소시키기 위해 흔히 추천되고 있다[16-18].

Kawai와 Leinfelder[19]의 연구에 의하면 레진전색제는 우수한 젖음성 (wettability)과 저점도를 가지고 있어 복합레진 표면 하방에 발생된 1-2 ㎛의 미세한 결함부

(defects)로 침투할 수 있다고 하였다. Ramos 등[20,21]은 중합된 복합레진의 변연에 적용된 레진전색제는 상아질과 백악질변연의 미세누출을 감소시킨다고 보고하였다. 또한 Dickinson과 Leinfelder[22]는 레진전색제를 적용한 복합레진의 마모율을 장기간 동안 임상적으로 평가한 결과 레진전색제의 적용은 복합레진의 마모율을 뚜렷이 감소시킨다고 하였으며, Garman 등[23]은 복합레진 표면에 적용한 레진전색제를 1년간의 임상적으로 평가한 결과 레진전색제를 적용한 복합레진의 표면 평활도와 광택은 레진전색제를 적용하지 않은 복합레진에서 보다 뚜렷이 우수하였다고 보고하였다.

몇 년 전에 소개된 BisCover 레진전색제 및 glaze는 아크릴레진이나 복합레진 수복물의 표면을 전색하고 동시에 평활하고 광택나는 표면을 제공한다[24,25]. 제조사에 의하면 Biscover는 epoxylated bisphenol A diacrylate, urethane acrylate ester, polyethyleneglycol diacrylate 성분으로 구성되어 있다. 이는 독특한 화학성분으로 인해 끈적거리는 산소저해층 (oxygen inhibited layer)을 남기지 않고 중합되며, 연마의 필요성을 감소시키거나 제거한다[25,26].

구강 내 환경과 비슷한 조건을 얻기 위해 실험실적으로 사용되는 칫솔마모시험 (tooth brushing abrasion test)은 복합레진 표면의 마모도와 표면조도를 평가하기 위해 흔히 사용되고 있다. Teixeira 등[27]의 연구에서 두 종류의 복합레진 (nanofill과 미세혼합형)의 마모도와 표면조도는 칫솔질의 cycle을 증가할수록 증가하였다고 보고하였다. Wang 등[28]은 응축형 복합레진의 마모저항성을 칫솔마모검사로 10만회 평가한 결과, 무게손실율 (weight loss percentage)은 0.38-1.69%였고 표면조도치는 다양하게 나타나 마모저항성의 저하를 보였다고 하였다. van Dijken과 Ruyter[29]는 Sof-Lex disc로 연마한 후의 칫솔마모검사에서 모든 복합레진의 표면조도가 증가함을 입증하였다. 또한 van Dijken 등[30]은 마무리한 미세입자형 복합레진은 칫솔마모시험에서 평활한 표면을 유지하였으나 마무리한 거대입자형 복합레진은 칫솔마모검사에서 평활한 표면을 유지하지 못하였다고 하였다.

레진전색제를 복합레진의 표면에 적용할 경우 초기에는 평활한 표면을 제공할 것이다. 그러나 레진전색제와 복합레진간의 수축률의 차이는 장기간에 걸쳐서는 접착력의 저하를 유발할 수 있으며, 또한 구강 내에서의 반복된 칫솔질은 레진전색제를 마모시킴으로써 거친 표면을 만들 것이다. 특히 BisCover 레진전색제는 임상에 소개 된지 얼마되지 않아 이에 대한 영구성과 장기간의 평가는 아직까지 이루어지지

않았다.

따라서 이 연구의 목적은 강화형 미세입자 복합레진인 Micronew에 BisCover 레진전색제를 적용한 후 칫솔마모시험을 시행하여 복합레진 표면의 조도와 현미경적 변화를 비교 평가함으로써 복합레진 표면에 레진전색제를 재적용할 적절한 시기를 실험실적으로 알아보기 위함이다.

Ⅱ. 실험재료 및 방법

1. 실험재료

이 실험에서 실험재료는 강화형 미세입자 복합레진인 Micronew (Bisco, Inc., Schaumburg, IL, U.S.A)와 레진전색제 및 glaze인 BisCover (Bisco, Inc., Schaumburg, IL, U.S.A)를 사용하였으며, 복합레진의 표면을 마무리하기 위해 Sof-Lex disc (3M ESPE Dental Products, St. Paul, MN, U.S.A.)를 사용하였다 (Table 1).

복합레진 시편제작을 위해 내부에 가로 8 mm, 세로 3 mm, 두께 2 mm의 홈이 형성된 분리 가능한 직사각형 알루미늄 판을 제작하여 사용하였다. 또한 칫솔마모 시험을 할 때 복합레진 시편을 고정하기 위하여 가로 8 mm, 세로 3 mm, 두께 1.5 mm의 홈이 파진 알루미늄 블록을 제작하여 사용하였다.

Table 1. Materials used

Material	Composition	Manufacturer
Micronew	Ethoxylated Bis-DMA, Bis-GMA, Glass frit, silica	Bisco, Inc., Schaumburg, IL, U.S.A
BisCover	Ethoxylated Bisphenol A Diacrylate, Urethane acrylate ester, Polyethyleneglycol Diacrylate	Bisco, Inc., Schaumburg, IL, U.S.A
Sof-Lex disc	Polyester film, aluminum oxide -Coarse(100㎛)/Medium(29㎛) size	3M ESPE Dental Products, St. Paul, MN, U.S.A.

Bis-DMA: bisphenol A dimethacrylate, Bis-GMA: bisphenol A diglycidylmethacrylate

2. 실험방법

(1) 복합레진 시편제작

평편한 작업대위에서 가로 8 mm, 세로 3 mm, 두께 2 mm의 홈이 형성된 분리 가능한 직사각형 알루미늄 판의 하부에 slide glass와 polyester strip을 위치하고,

알루미늄 판의 홈에 Micronew (색조 A3)를 한번에 충전하였다. Micronew위에 polyester strip과 slide glass를 덮고 광조사기 (Spectrum 800, Dentsply Caulk, Milford, DE, U.S.A.)를 이용하여 500 mW/cm^{2}의 광강도로 40초간 광조사하였다. 그 후 알루미늄 판에서 복합레진 시편을 분리하여 복합레진 시편의 하면을 20초간 부가적으로 광조사하였다.

이러한 방법으로 복합레진 시편은 모두 200개를 제작하였다. 직사각형 모양의 복합레진 시편의 가장자리로 튀어나온 과잉의 복합레진을 거친 입자의 Sof-Lex disc로 다듬었다. 제작된 시편은 실온의 증류수에서 24시간 동안 보관하였다.

(2) 군 분류

200개의 복합레진 시편 중 한쪽 표면을 선택하여 저속 (7,000 rpm)의 Sof-Lex disc를 사용하여 마무리하였다. Sof-Lex disc는 2가지 입자, 즉 거친 입자와 중간 입자를 사용하였으며, 가벼운 압력을 가하여 복합레진 표면에 평행하게 회전시키면서 각 disc 당 20초간 적용하여 마무리하였다.

Sof-Lex disc로 마무리한 시편 중 10개를 선택하여 마무리 군 (F 군) 으로 배정하였고, 나머지 190개의 시편은 마무리한 복합레진 표면에 BisCover를 적용할 군 (B 군)으로 배정하였다 (Table 2). 마무리한 복합레진 표면에 BisCover의 적용은 다음과 같이 시행하였다. 복합레진 표면에 Uni-Etch (Bisco, Inc., Schaumburg, IL, U.S.A)를 15초간 적용하여 산부식 처리한 후 세척, 건조하였다. 공급된 용기에 BisCover와 BisCover viscosity modifier (Bisco, Inc., Schaumburg, IL, U.S.A)를 각각 1방울씩 떨어뜨려 5초간 혼합한 후, 혼합된 용액을 브러쉬에 적셔 복합레진 표면에 적용하고 15초간 기다린 다음, BisCover 층을 공기시린지로 가볍게 불어 얇게 펼친 후 Spectrum 800으로 15초간 광조사하였다. BisCover를 복합레진 표면에 반복 적용하고 15초간 광조사하였다.

B 군 (190개)은 BisCover를 적용한 복합레진 표면에 칫솔질을 가하지 않는 군 (B-IM 군)과 칫솔질을 가한 군으로 다시 분류하였으며, 각 군당 10개씩의 시편을 배정하였다 (Table 2). B-1 군에서 B-18 군까지는 BisCover를 적용한 복합레진 표면에 칫솔질을 가한 군이다 (Table 2).

(3) 시편의 마모시험

칫솔마모시험기(Toothbrush abrasive machine K 236: Tokyo Machine Co.,

Tokyo, Japan)의 수조에 페리오 치약(LG houshold & health care Ltd., Chung-Ju, Korea)과 증류수를 무게 비 50:50으로 혼합하여 부은 다음, 가로 8 mm, 세로 3 mm, 두께 1.5 mm의 홈이 파진 알루미늄 블록에 각 군 (B-1 군에서 B-18 군까지)의 시편을 각각 위치시킨 후 칫솔 (KS G 3103, Crio Co., Chung-Ju, Korea)을 고정장치에 부착하고 전, 후 왕복운동을 가하여 칫솔질을 시행하였다 (Fig. 1). 칫솔질은 900회 왕복운동을 반복한 경우를 구강 내에서 1개월간 칫솔질을 시행한 경우로 가정하였다[27]. B-1 군에서 B-18 군까지의 시편 (180개)은 군당 10개씩 선택하여 900회 (1개월)에서 16,200회 (18개월)까지 칫솔질을 시행하였으며, 군 분류 시 B-1 군에서 B-18 군까지의 뒷자리 수자는 개월을 표기한 것이다 (Table 2).

Table 2. Group classification by finishing of resin surfaces or/and applying resin sealant on resin surfaces

Group		Finishing or/and applying resin sealant on resin surfaces	Times of tooth brushing	No. of specimens
F	F	Only finishing resin surfaces with Sof-Lex discs	–	10
B	B-IM	Applying resin sealant on the finished resin surfaces	–	10
	B-1		900	10
	B-2		1,800	10
	B-3		2,700	10
	B-4		3,600	10
	B-5		4,500	10
	B-6		5,400	10
	B-7		6,300	10
	B-8		7,200	10
	B-9		8,100	10
	B-10		9,000	10
	B-11		9,900	10
	B-12		10,800	10
	B-13		11,700	10
	B-14		12,600	10
	B-15		13,500	10
	B-16		14,400	10
	B-17		15,300	10
	B-18		16,200	10

F: Finishing, B: BisCover

(4) 표면조도 측정과 주사전자현미경 관찰

복합레진의 표면조도를 측정하기 전에 각 군의 복합레진 표면은 air-water 시린지로 깨끗이 세척한 후 압축공기로 건조하였다. 각 시편에서 복합레진 표면조도는 표

면조도측정기 (Surfcorder MSE-1700: Kosaka Laboratory Ltd., Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였다. 표면조도 측정 시 측정길이는 3 mm로 하였고, 1회 측정 후 0.25 mm 간격으로 평행 이동시켜 각 시편 당 5회 측정하였다. 그 후 각 시편의 평균 표면조도 값 (Roughness average: Ra)과 표준편차를 산출하였다.

주사전자현미경적인 관찰을 위해 표면조도를 측정한 각 군에서 대표적인 시편 1개를 선택하여 세척, 건조한 후 각 시편을 stub에 부착하고 12 KV 전압 하에서 1분간 700 Å의 두께로 백금으로 도금하였다. 복합레진의 표면관찰은 FE-SEM (S-4700: Hitachi High Technologies Co., Tokyo, Japan)을 사용하여 500배율로 관찰하였다.

(4) 통계분석

복합레진의 표면을 마무리만 시행한 F 군과 레진전색제를 적용한 B 군의 평균 표면조도 값과 표준편차는 통계분석 프로그램인 SPSS (version 10.1)에서 군집분석과 대응 t 검정을 시행하여 3개의 군집으로 분류한 후, 반복측정 분산분석 (repeated measure ANOVA)을 이용하여 군집간의 평균 표면조도 값을 비교하였다.

Fig. 1. Tooth abrasive machine used

Ⅲ. 실험결과

복합레진의 표면을 마무리과정만 시행한 F 군과 복합레진 표면에 레진전색제를 적용한 B 군의 평균 표면조도 값 (Ra)과 표준편차는 Table 3에 나타내었다. F 군은 0.898 ± 0.145 ㎛로 가장 높은 Ra를 나타내었고, B-IM 군은 0.289 ± 0.142 ㎛로 가장 낮은 Ra를 나타내었다. B-1 군에서 B-18 군까지의 Ra와 표준편차는 점차적으로 증가하여 B-18 군에서 0.642 ± 0.313 ㎛로 가장 높은 Ra를 나타내었다 (Table 3).

계층적 군집분석 (Hierarchical cluster analysis)을 이용하여 각 군의 Ra를 분석한 결과 3개의 군집으로 분류되었다. 군집 1은 B-IM 군에서 B-7 군까지, 군집 2는 B-8 군에서 B-14 군까지, 군집 3은 B-15 군에서 B-18 군으로 분류되었다 (Fig. 2). 3-평균 군집분석 (3-mean cluster analysis)을 이용하여 3군집 간의 Ra를 비교한 결과, Ra 최종 군집중심은 군집 1에서 0.361 ㎛, 군집 2에서 0.511 ㎛, 군집 3에서 0.624 ㎛를 나타내어 각 군집의 Ra 최종 군집중심 간에 통계학적으로 유의한 차이를 나타내었다 ($F=49.705$, $p=0.000$) (Table 4).

대응 t 검정을 이용하여 B군 중 B-IM 군과 나머지 군의 Ra를 비교한 결과, B-IM 군과 B-1 군에서 B-7 군까지의 Ra 간에 통계학적인 유의차가 없었지만 ($p>0.05$), B-IM 군과 B-8 군에서 B-18 군까지의 Ra 간에 통계학적인 유의차를 나타내었다 ($p<0.05$). 또한 B-8 군과 B-9 군에서 B-18 군까지의 Ra를 대응 t 검정을 이용하여 비교한 결과, B-8 군과 B-9 군에서 B-14 군까지의 Ra 간에는 통계학적인 유의차가 없었지만, B-8 군과 B-15 군에서 B-18 군까지의 Ra 간에는 통계적인 유의차를 나타내었다($p<0.05$) (Table 5).

반복측정 분산분석을 이용하여 F 군, B-IM 군, B-8 군, B-15 군 간의 Ra를 상호 비교한 결과, 각 군 간에 통계학적으로 유의한 차이를 나타내었다 ($F=23.465$, $p=0.000$) (Table 6). 이들 군에 대한 Ra의 증감률을 보면 B-IM 군의 Ra는 F 군에 비해 210.72% 감소되었으며, B-8 군과 B-15 군의 Ra는 칫솔질을 가하지 않은 B-IM 군에 비해 각각 35.49%와 51.35% 증가되었다 (Table 6).

FE-SEM으로 촬영한 대표적인 군의 복합레진 표면은 Fig. 3에서 Fig. 7까지 보여주고 있다. Sof-Lex disc를 중간 입자까지 사용한 F 군은 복합레진 표면에 수직

으로 여러 개의 줄무늬 모양의 깊은 흠집과 함께 복합레진 필러의 탈락에 의한 기포가 관찰되었다 (Fig. 3). B-IM 군은 BisCover 레진전색제에 의해 복합레진의 표면이 매우 평활하게 나타났다 (Fig. 4). B-8 군은 전체적으로 평활한 복합레진 표면을 보였지만 표면에 수직으로 아주 얕은 흠집이 관찰되었다 (Fig. 5). B-15 군은 복합레진 표면의 중앙에서 B-8 군보다 더 넓고 불규칙한 수직의 흠집이 관찰되었다 (Fig. 6). B-18 군은 복합레진 표면 전체에 넓은 흠집이 관찰되었다 (Fig. 7).

Table 3. Mean surface roughness value (Ra) of each group

Group	Ra ± S.D. (㎛)	Group	Ra ± S.D. (㎛)
F	0.898 ± 0.145	B-9	0.464 ± 0.145
B-IM	0.289 ± 0.142	B-10	0.493 ± 0.222
B-1	0.299 ± 0.148	B-11	0.525 ± 0.139
B-2	0.323 ± 0.105	B-12	0.541 ± 0.182
B-3	0.353 ± 0.119	B-13	0.550 ± 0.198
B-4	0.373 ± 0.175	B-14	0.558 ± 0.159
B-5	0.403 ± 0.169	B-15	0.594 ± 0.198
B-6	0.417 ± 0.200	B-16	0.629 ± 0.215
B-7	0.427 ± 0.154	B-17	0.633 ± 0.208
B-8	0.448 ± 0.137	B-18	0.642 ± 0.313

S.D.: Standard Deviation

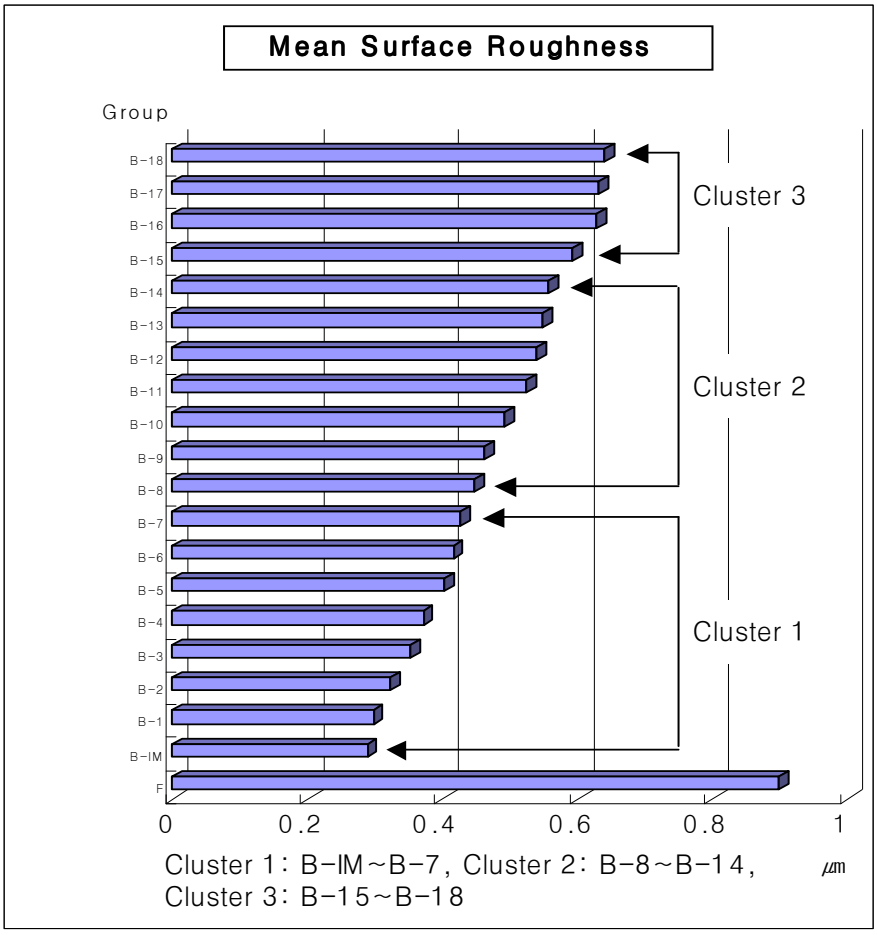

Fig. 2. Histogram for mean surface roughness value and cluster of each group

Table 4. 3-mean cluster analysis among cluster 1, 2, and 3

Group	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	F	p-value
Final cluster centers of Ra	0.361 ㎛	0.511 ㎛	0.624 ㎛	49.705	0.000

Cluster 1: B-IM~B-7, Cluster 2: B-8~B-14, Cluster 3: B-15~B-18

Ra: Mean surface roughness value

Table 5. Paired t-test between Ra of B-IM group and B-1~B-18 groups and Ra of B-8 group and B-9~B-18 groups

Group	p-value	Group	p-value
B-IM		B-8	
B-1~B-7	>0.05	B-9~B-14	>0.05
B-8~B-18	<0.05	B-15~B-18	<0.05

Table 6. Repeated measure ANOVA and increasing rate of Ra among F, B-IM, B-8, and B-15 group

Group	Ra + S.D. (㎛)	F	p value	Increasing rate of Ra (%)	
F	0.898 ± 0.145[a]	23.465	0.000	0	
B-IM	0.289 ± 0.142[b]			-210.72	0
B-8	0.448 ± 0.137[c]				+35.49
B-15	0.594 ± 0.198[d]				+51.35

Superscripts of the other letter indicate values of statistical significant difference.

IV. 총괄 및 고찰

환자들의 심미적 요구와 복합레진 성분의 개선 및 접착술식의 단순화로 인하여 복합레진은 그 사용이 날로 증가되고 있다. 수복 후 평활한 복합레진 표면을 얻는 것은 임상적으로 아주 중요하다. 그러나 복합레진을 충전한 후 마무리와 연마과정은 피할 수 없으며[4], 이는 복합레진 표면에 거칠기를 증가시켜 치태유지나 표면변색을 일으킬 수 있다[6]. 따라서 복합레진의 마무리와 연마 후에 발생된 거친 표면을 평활하고 광택나게 하는 레진전색제 및 glaze가 임상에서 사용되고 있다[31].

대부분의 실험실적인 연구에서 복합레진의 표면조도를 검사하는 방법으로는 양적인 평가를 위한 표면조도측정법과 질적인 평가를 위한 주사전자현미경법이 이용되고 있다[31,32]. 표면조도측정법은 표면조도측정기를 이용하여 다양한 재료의 표면조도를 평가하기 위하여 수년 동안 사용되어 왔다. 이 방법은 제한된 이차원적인 정보를 제공하지만 산술적인 평균 표면조도를 산출하는데 이용되고 있다[15]. 그러나 수복재료의 복잡한 표면구조를 단지 표면조도측정기 만을 이용하여 표면조도를 평가한 후 그 결과를 임상에 직접 적용하는 것은 문제가 될 수 있다. 따라서 주사전자현미경법과 같은 정성적인 평가가 동시에 이루어진다면 수복재료의 표면조도에 대한 보다 정확한 예측이 이루어질 수 있으므로 이 연구에서는 복합레진의 표면조도 평가를 위해 표면조도측정법과 주사전자현미경법을 함께 이용하였다.

Roeder 등[9]은 Sof-Lex disc를 거친 입자에서 초미세입자 순으로 사용하여 여러 종류의 복합레진을 마무리와 연마한 후 레진전색제 (Protect-It)를 적용하고 레진전색제가 복합레진의 표면조도에 미치는 영향을 평가한 결과, 레진전색제에 의한 복합레진의 표면조도는 개선되지 못하였다고 보고하였다. 따라서 이 연구에서는 제작된 모든 복합레진 표면에 연마과정에 해당하는 미세 및 초미세 입자 disc를 사용하지 않고 단지 거친 입자와 중간 입자의 Sof-Lex disc를 사용하여 마무리과정을 시행한 후 레진전색제에 의한 복합레진의 표면조도 변화를 평가하였다.

이 연구에서 거친 입자와 중간 입자의 Sof-Lex disc를 사용한 F 군의 Ra는 0.898 ± 0.145 ㎛를 나타내어 레진전색제를 적용한 B 군의 Ra에 비해 훨씬 높게 나타났으며, FE-SEM 상에서도 복합레진 표면에 disc에 의한 줄무늬 모양의 깊은 흠집과 기포가 관찰되었다 (Fig. 3). 이러한 결과는 중간 입자까지 Sof-Lex disc로

마무리한 복합레진의 주사전자현미경 소견에서 복합레진 표면에 깊은 흠집이 나타났다고 보고한 Marigo 등[31]의 연구결과와 일치하였다. 이 연구의 결과를 통하여 Sof-Lex disc 사용 시 중간 입자까지의 마무리 과정은 거친 복합레진 표면을 나타내므로 미세 및 초미세입자 disc의 사용에 의한 부가적인 연마과정이 반드시 필요할 것으로 생각된다.

이 연구에서 disc로 복합레진의 표면을 마무리한 후 레진전색제를 적용하는 것은 복합레진의 표면조도를 개선하는데 효과적인 것으로 나타났다. 이 연구에서 B-IM 군의 Ra는 0.289 ± 0.142 ㎛를 나타내어 F 군의 Ra보다 210% 정도 감소되었으며 (Table 6), FE-SEM에서 B-IM 군은 레진전색제에 의한 매우 평활한 복합레진 표면이 관찰되었다 (Fig. 4). 이러한 결과는 주사전자현미경적인 관찰에서 복합레진의 표면질감이 레진전색제 (Fortify)에 의해 현저히 개선되었다고 보고한 Bertrand 등[33]의 결과와 일치하였다.

칫솔마모시험은 장기간의 복합레진 사용에 대한 마모도 및 표면조도를 평가하기 위한 실험실적인 방법으로 널리 이용되고 있다. 이 연구에서는 칫솔마모시험기에 복합레진 시편을 고정하고 그 위에 칫솔을 위치시켜 왕복운동을 시행함으로써 복합레진 표면에 적용된 BisCover 레진전색제가 마모되도록 한 후 표면조도의 변화에 따른 레진전색제의 재적용 시기를 알아보았다. 칫솔마모검사는 900회의 왕복운동을 1개월의 칫솔질로 가정하였으며[27], 최대 16,200회 (18개월)의 왕복운동을 시행하였다 (Table 2).

이 연구의 결과에서 칫솔마모시험은 레진전색제를 적용한 복합레진의 표면조도에 영향을 주었다. 이 연구에서 B 군의 Ra를 계층적 군집을 이용하여 분석한 결과 3개의 군집 즉 군집 1 (B-IM 군에서 B-7 군까지), 군집 2 (B-8 군에서 B-14 군까지), 군집 3 (B-15 군에서 B-18 군까지)으로 분류되었다 (Fig. 2). 3군집 간의 Ra를 3-평균 군집분석을 이용하여 비교한 결과 Ra 최종 군집중심은 군집 1에서 0.361 ㎛, 군집 2에서 0.511 ㎛, 군집 3에서 0.624 ㎛를 나타내어 각 군집의 Ra 최종 군집중심 간에 통계학적으로 유의한 차이를 나타내었다 ($F=49.705$, $p=0.000$) (Table 4). 이러한 연구결과는 복합레진 표면에 BisCover 레진전색제를 적용한 후 칫솔질을 가한 1개월에서 7개월 까지는 레진전색제에 의한 표면조도에 큰 변화가 없음을 의미하고, 칫솔질을 가한 8개월에서 14개월 까지 그리고 15개월에서 18개월 까지는 레진전색제의 마모에 의해 표면조도가 현저히 증가되므로 이러한 시기에

레진전색제의 재적용은 복합레진의 표면조도를 개선시킬 수 있을 것으로 생각된다. 이러한 결과는 in vivo에서 복합레진 표면에 적용된 glaze가 6개월에서 1년간 지속된다고 보고한 De Wet와 Ferreira[34]의 연구결과와 복합레진 수복 후 5년간의 임상적인 평가에서 레진전색제 (Fortify)의 적용은 복합레진 수복물의 integrity를 개선시키고 2년에 1회씩 다시 적용하면 레진전색제의 효과를 향상시킬 것이라고 보고한 Dickinson과 Leinfelder[22]의 연구결과와 유사하게 나타났다.

또한 이 연구에서 반복측정 분산분석을 이용하여 B-IM 군, B-8 군, B-15 군 간의 Ra를 상호 비교한 결과 각 군 간에 통계학적으로 유의한 차이를 나타내었으며 (F=23.465, p=0.000), B 군의 Ra의 증감률에서 칫솔질을 가한 B-8 군과 B-15 군의 Ra는 칫솔질을 가하지 않은 B-IM 군에 비해 각각 35.49%와 51.35% 증가되었다 (Table 6). FE-SEM 상에서 B-8군은 전체적으로 평활한 복합레진 표면을 보였지만 표면에 수직으로 아주 얕은 흠집이 관찰되었고 (Fig. 5), B-15군은 복합레진 표면의 중앙에서 B-8군보다 더 넓고 불규칙한 수직의 흠집이 관찰되어 (Fig. 6) 현미경적인 소견에서도 B-IM 군보다 거친 표면을 나타내었다.

이 연구의 결과는 마무리한 강화형 미세입자 복합레진에 적용한 레진전색제의 칫솔질에 의한 표면조도 변화를 나타낸 것으로써 다른 종류의 복합레진 예를 들면 미세입자형이나 응축형 복합레진과 같이 필러의 크기나 함량이 다른 복합레진의 표면에 레진전색제를 적용한 경우나 실험에 사용된 칫솔모의 탄력성 및 치약에 포함된 마모제에 따라 레진전색제의 표면조도 변화는 영향을 받을 수 있을 것이다. 또한 초미세입자까지의 Sof-Lex disc를 사용하여 복합레진을 연마한 후 BisCover 레진전색제를 적용하고 칫솔마모검사를 시행한다면 이 연구에서 나타난 결과와 다른 표면조도를 나타내게 되어 레진전색제의 재적용 시기에 대한 결과 또한 다르게 나타날 것으로 예상된다.

이 연구를 종합하여 보면, 복합레진 표면을 거친 입자와 중간 입자의 Sof-Lex disc로 마무리한 후 Biscover 레진전색제의 적용은 평활한 표면을 얻는데 효과적이었고, 칫솔질에 의한 레진전색제의 마모로 인해 발생된 거친 복합레진 표면의 개선을 위해서는 레진전색제를 8개월에서 14개월 사이에 재적용하여야 할 것으로 사료된다.

V. 결론

이 연구는 강화형 미세입자 복합레진인 Micronew에 BisCover 레진전색제를 적용한 후 칫솔마모시험을 시행하여 복합레진 표면의 조도와 현미경적 변화를 비교함으로써 레진전색제를 복합레진 표면에 재적용할 시기를 알아보고자 하였다.

중간에 홈이 파진 분리 가능한 알루미늄 판과 복합레진을 이용하여 8×3×2 mm 크기의 복합레진 시편 200개를 제작하였다. 복합레진 시편의 양쪽 표면을 Sof-Lex disc로 거친 입자에서 중간 입자까지 마무리한 후 실온의 증류수에 24시간 동안 보관하였다. 시편은 disc로 마무리만 시행한 F 군 (n=10)과 마무리 후 레진전색제인 BisCover를 적용한 B 군 (n=190)으로 분류하였다. B 군은 다시 칫솔질을 가하지 않은 B-IM 군 (n=10)과 칫솔질을 가한 군 (n=180, B-1 군에서 B-18 군)으로 분류하였다.

칫솔질을 가한 군은 칫솔마모검사기의 수조에 페리오 치약과 증류수를 무게 비 50:50으로 혼합하여 부은 다음, 홈이 파진 알루미늄 블록에 각 군의 시편을 위치시키고 칫솔을 고정장치에 부착하여 전, 후 왕복운동을 가하여 칫솔질을 가하였다. 칫솔질은 B-1 군에서 B-18 군 까지 각각 900회씩 증가시켜 16,200회 까지 시행하였다. 표면조도측정기를 사용하여 각 군의 복합레진 표면의 평균 표면조도 값(Ra)을 산출한 후 통계적으로 분석하였고, 주사전자현미경하에서 각 군의 대표적인 시편 1개를 관찰하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. F 군의 Ra는 0.898 ± 0.145 ㎛, B-IM 군의 Ra는 0.289 ± 0.142 ㎛를 나타냈으며, B-1 군에서 B-18 군까지의 Ra는 점차적으로 증가하여 B-1 군에서 0.299± 0.48 ㎛, B-18 군에서 0.642 ± 0.313 ㎛까지 나타났다.
2. Ra 최종 군집중심은 군집 1 (B-IM~B-7)에서 0.361 ㎛, 군집 2 (B-8~B-14)에서 0.511 ㎛, 군집 3 (B-15~B-18)에서 0.624 ㎛를 나타내어 각 군집의 Ra 최종 군집중심 간에 통계학적으로 유의한 차이를 나타내었다 (F=49.705, p=0.000)
3. B-IM 군의 Ra 증감율은 F 군에 비해 210.72% 감소되었으며, B-8 군과 B-15 군의 Ra 증감율은 B-IM 군에 비해 각각 35.49%와 51.35% 증가되었다.

4. FE-SEM 관찰에서 B-IM 군은 매우 평활한 복합레진 표면을 나타내었고, B-8 군은 전체적으로 평활한 복합레진 표면을 보였지만 표면에 수직으로 아주 얕은 흠집을 나타내었다. B-15 군은 복합레진 표면의 중앙에서 B-8군보다 더 넓고 불규칙한 수직의 흠집을 나타내었고, B-18군은 복합레진 표면 전체에 넓은 흠집을 나타내었다.

이 연구를 종합하여 보면, 이 실험실적인 연구에 제한하여 복합레진 표면에 BisCover 레진전색제를 적용한 후 평활한 복합레진 표면을 다시 얻기 위해서는 8개월에서 14개월 사이에 레진전색제를 재적용하여야 할 것으로 사료된다.

참고문헌

1. Hoelscher DC, Neme AML, Pink FE, Hughes PJ. The Effect of three finishing systems on four esthetic restorative materials. *Oper Dent* 23: 36-42, 1998.
2. Turkun LS, Turkun M. The effect of one-step polishing system on the surface roughness of three esthetic resin composite materials. *Oper Dent* 29:203-211, 2004.
3. Joint SB, Gregoire GL, Auther AM, Roques YM. Three-dimensional optical profilometry analysis of surface states obtained after finishing sequences for three composite resins. *Oper Dent* 25:311-315, 2000.
4. Yap AUJ, Yap SH, Teo CK, Ng JJ. Comparison of surface finish of new aesthetic restorative materials. *Oper Dent* 29:100-104, 2004.
5. 이재용, 신동훈. 전·구치 겸용 혼합형 복합레진의 두 가지 연마법에 따른 표면조도. *대한치과보존학회지* 28: 369-377, 2003.
6. Yap AUJ, Yap SH, Teo CK, Ng JJ. Finshing/polishing of composite and compomer restoratives: effectiveness of one-step systems. *Oper Dent* 29:275-279, 2004.
7. Fruits TJ, Miranda FJ, Coury TL. Effects of equivalent abrasive grit sizes utlizing different polishing motions on selected restorative materials. *Quintessence Int* 27:279-285, 1996.
8. Filho NH, D'Azevedo MTFS, Nagem HD, Marsola FP. Surface roughness of composite resins after finishing and polishing. *Braz Dent J* 14:37-41, 2003.
9. Roeder LB, Tate WH, Powers JM. Effect of finishing and polishing procedures on the surface roughness of packable composites. *Oper Dent* 25:534-543, 2000.
10. Turssi CP, Saad JRC, Duarte SLL, Rodrigues AL. Composite surfaces after finishing and polishing techniques. *Am J Dent* 13:136-138, 2000.
11. Lu H, Roeder LB, Powers JM. Effect of polishing systems on the surface

roughness of microhybrid composites. *J Esthet Restor Dent* 15:297-304, 2003.

12. Ryba TM, Dunn WJ, Murchison DF. Surface roughness of various packable composites. *Oper Dent* 27:243-247, 2002.
13. Tate WH, Powers JM. Surface roughness of composites and hybrid ionomers. *Oper Dent* 21:53-58, 1996.
14. Reis AF, Giannini M, Lovadino JR, dos Santos Dias CT. The effect of six polishing systems on the surface roughness of two packable resin-based composites. *Am J Dent* 15:193-197, 2002.
15. Setcos JC, Tarim B, Suzuki S. Surface finish produced on resin composites by new polishing systems. *Quintessence Int* 30:169-173, 1999.
16. Erhardt MCG, Magalhaes CS, Serra MC. The effect of rebonding on microleakage of class V aesthetic restorations. *Oper Dent* 27:396-402, 2002.
17. May KNJr, Swift EJJr, Wilder AD, Futrell SC. Effect of a surface sealant on microleakage of Class V restorations. *Am J Dent* 9:133-136, 1996.
18. Doray PG, Eldiwany MS, Powers JM. Effect of resin surface sealers on improvement of stain resistance for a composite provisional material. *J Esthet Restor Dent* 15:244-250, 2003.
19. Kawai K, Leinfelder KF. Effect of surface penetrating sealant on composite wear. *Dent Mater* 9:103-113, 1993.
20. Ramos RP, Chinelatti MA, Chimello DT, Dibb RGP. Assessing microleakage in resin composite restorations rebonded with a surface sealant and three low-viscosity resin systems. *Quintessence Int* 23:450-456, 2002.
21. Ramos RP, Chimello DT, Chinelatti MA, Dibb RGP, Mondelli J. Effect of three surface sealants on marginal sealing of class V composite resin restorations. *Oper Dent* 25:448-453, 2000.
22. Dickinson GL, Leinfelder KF. Assessing the long-term effect of a surface penetrating sealant. *JADA* 124:68-72, 1993.
23. Garman TA, Fairhurst CW, Heuer GA, Williams HA, Beglau DL. A comparison of glazing materials for composite restorations. *JADA* 95:950-956,

1977.
24. 조영곤, 최희영. 복합레진 수복물의 변연 미세누출에 관한 Biscover™ 전색제의 효과. *대한치과보존학회지* 30: 355-364, 2005.
25. Barghi N, Alexander C. A new surface sealant for polishing composite resin restorations. *Compend Contin Educ Dent* 24:30-33, 2003.
26. Suh BI. A new resin technology: a glaze/composite sealant that cures without forming an oxygen-inhibited layer. *Compend Contin Educ Dent* 24:27-29, 2003.
27. Teixeira EC, Thompson JL, Jeffrey RP, Thompson JY. In vitro toothbrush-dentifrice abrasion of two restorative composites. *J Esthet Restor Dent* 17: :172-180, 2005.
28. Wang L. Garcia FC, Amarante de Araujo P, Franco EB, Mondelli RF. Wear resistance of packable resin composites after simulated toothbrushing test. *J Esthet Restor Dent* 16(5):303-314, 2004.
29. van Dijiken JW, Ruyter IE. Surface characteristics of posterior composites after polishing and toothbrushing. *ACTA Odonto Scandia* 45:337-346, 1984.
30. van Dijiken JW, Stadigh J, Meurman JH. Appearance of finished and unfinished composite surface after toothbrushing. A scanning electron microscopy study. *ACTA Odonto Scandia* 41:377-383, 1983.
31. Margio L, Rizzi M, La Torre G. 3-D surface profile analysis: different finishing methods for resin composites. *Oper Dent* 26:562-568, 2001.
32. Jung M, Voit S, Klinek J. Surface geometry of three packable and one hybrid composite after finishing. *Oper Dent* 28:53-59, 2003.
33. Bertrand MF, Leforestier E, Muller M, Lupi-Pegurier L, Bolla M. Effect of surface penetrating sealant on surface texture and microhardness of composite resins. *J Biomed Mater Res* 53:658-663, 2000.
34. De Wet FA, Ferreira MR. The durability of dental glazes. *J Prosthe Dent* 44:300-306, 1980.

사진부도

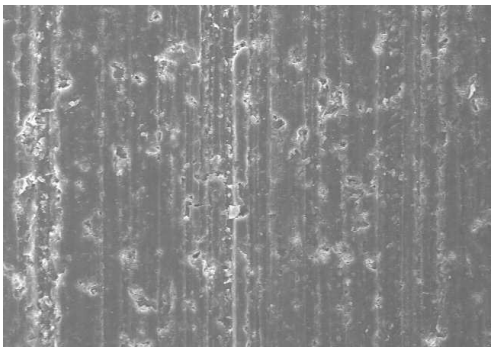

Fig. 3. F Group (×500)

Fig. 4. B-IM Group (×500)

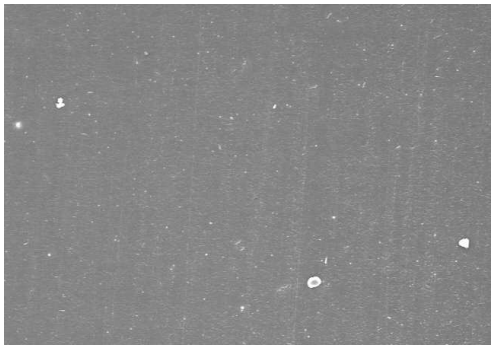

Fig. 5. B-8 Group (×500)

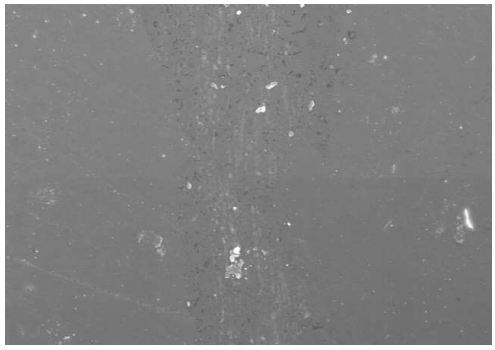

Fig. 6. B-15 Group (×500)

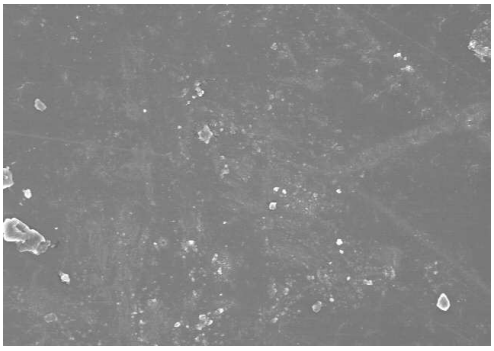

Fig. 7. B-18 Group (×500)