

수종의 CLEAN-UP technique이 법랑질 표면거칠기에 미치는 영향

조상완¹⁾ · 권오원²⁾

교정치료를 목적으로 발거한 소구치 60개를 4군으로 나누고 치과용 저속 절삭기에서 $18,500 \pm 300$ rpm으로 회전속도를 일정하게 하여 4가지 회전 마무리 기구(G1: No. 169L carbide fissure bur, G2: No.2 round bur, G3: No.4 round bur, G4: No.8 round bur)로 잔여 레진을 제거하고 러버컴과 pumice로 법랑질을 5초간 마무리하였을 때 법랑질 손상에 미치는 정도를 알아보기 위해 브라켓 부착전 러버컴과 pumice로 전처치한 후(P1), 각 군에 해당하는 방법으로 잔여 레진을 제거한 후(P2), 러버컴과 pumice로 마지막 마무리 후(P3)의 법랑질 표면거칠기를 표면거칠기 측정기에서 각각 측정하고 주사전자현미경하에서 관찰하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. P2에서 법랑질의 표면거칠기는 G1군의 경우 $2.60 \pm 0.55 \mu\text{m}$ 으로 가장 매끄럽게 나타났고 G2군의 경우 $3.24 \pm 0.80 \mu\text{m}$, G3군의 경우 $3.44 \pm 0.94 \mu\text{m}$ 으로 나타났고 G4군의 경우 $3.89 \pm 0.54 \mu\text{m}$ 으로 가장 거칠게 나타났으며 G2군과 G3군은 통계학적으로 유의성이 없었다($P > 0.05$).
2. P3에서 법랑질의 표면거칠기는 G1군의 경우 $2.29 \pm 0.47 \mu\text{m}$ 으로 가장 매끄럽게 나타났고 G2군의 경우 $2.44 \pm 0.56 \mu\text{m}$, G3군의 경우 $2.44 \pm 0.58 \mu\text{m}$ 으로 나타났고 G4군의 경우 $2.92 \pm 0.43 \mu\text{m}$ 으로 가장 거칠게 나타났으며 G1군은 G2군, G3군과, G2군은 G3군과 통계학적으로 유의성이 없었다($P > 0.05$).
3. 모든 군에서 P2, P3는 P1보다, P2는 P3보다 표면거칠기가 거칠게 나타났다($P < 0.01$).
4. 아무 처치도 하지 않은 정상 법랑질에 러버컴과 pumice로 5초간 전처치한 경우 주사전자현미경관찰에서 미세한 극물을 발견할 수 있었고 네군 모두에서 러버컴과 pumice로 연마 후에도 제거할 수 없는 흄을 남기며 러버컴과 pumice로 마무리 후 육안관찰시 잔여 레진을 발견할 수 없었으나 주사전자현미경하에서는 레진 잔사 등을 관찰할 수 있었다.

(주요단어 : 법랑질, 표면 거칠기, round bur, fissure bur, pumice)

I. 서 론

Buonocore³⁾가 법랑질에 레진 접착을 증가시키기 위해 인산으로 산부식술을 시행하는 개념을 도입한 이후로 임상적인 연구가 지속되어 왔다.

접착계는 보존학적인 측면에서 복합충전물을 충전하거나 파절된 전치의 수복을 하고자 할 때, 우식예방을 위한 치면열구전색을 시행하고자 할 때, 악안면골절의 치료시 약간 고정을 하고자 할 때 산부식술과

동반되어 사용되지만 교정학적인 측면에서는 동적 치료가 끝난 후 장치물을 제거해야 하므로 임시적으로 치면에 장치물을 접착하기 위해 이용된다.

예전의 주관심사는 부착한 장치물의 유지력에 대한 것이었으나 최근 교정장치물의 제거와 치면에서 잔여접착제의 제거에 대한 관심이 증대되고 있으며 산부식술과 레진의 물리적, 기계적 성질의 개선과 더불어 직접 부착한 장치물의 제거와 법랑질의 마무리는 중요한 임상적 문제로 대두되기 시작하였다.

법랑질의 지형적 특성을 보존하면서 상대적으로 매끄러운 표면을 회복하는 것이 성공적인 탈착(de-bonding) 솔식의 관건이라 할 수 있다. 법랑질은 주로

¹⁾ 경북대학교 치과대학 교정학교실, 전공의

²⁾ 경북대학교 치과대학 교정학교실, 교수

인회석으로 구성되어 있고 Mohs value 5를 나타낸다. 수동 기구의 금속은 Mohs value 7~9, tungsten carbide는 Mohs value 8, carbons steel과 aluminum oxide, zirconium silicate는 Mohs value 7, pumice는 Mohs value 6을 나타내며 번호가 클수록 절삭력은 커지며 일정한 번호에서 입자가 커지면 더 깊고 넓은 굵힘을 형성한다.

탈착에 사용되는 방법의 대부분은 법랑질보다 높은 Mohs value를 가지므로 법랑질에 굵힘과 절삭소면(facet)을 형성하여 미생물학적 활성에 의한 치태축적, 변색, 구취, 탈회 등을 야기할 수 있다. 그러므로, 법랑질에 형성된 마모이상을 제거하기 위해 Mohs value가 낮고 입자크기가 감소된 연마제를 순차적으로 사용하여 마모이상의 크기를 감소시키는 것이 필요하다. 또한 젖은 표면은 반사(reflection) 및 굴절(refraction) 현상 때문에 표면 불규칙성이 가려질 수 있으므로 건조상태에서의 검사가 중요하다.

이에 저자는 잔여 접착제의 제거에 대한 여러 가지 탈착방법에 따른 법랑질의 평균 표면거칠기를 측정 비교하여 봄으로써 여러 가지 회전 마무리 기구들이 법랑질 표면손상에 미치는 영향과 기구들의 효능을 평가하여 법랑질의 손상을 최소화하면서 심미적으로나 임상적으로 만족할만한 법랑질 표면을 회복할 수 있는 탈착방법을 알아내어 임상에 응용하고자 본 연구를 시행하였다.

II. 재료 및 방법

1. 재료

교정치료를 목적으로 발거된 소구치중에서 우식이나 수복물이 없고, 치관이 전전한 상하악 소구치 60개를 사용하였고 브라켓은 Micro-Loc 형(Tomy Co., Tokyo, Japan)의 소구치용 표준형 에지와이즈 브라켓을 사용하였다.

접착용 레진으로는 자가증합수지형의 교정용 비흔합형 접착제인 Ortho-One(BISCO Inc., Itasca, U. S. A.)을 사용하였다.

2. 방법

발거한 소구치 60개를 흐르는 물에 깨끗이 씻어 혈액이나 이물질등을 제거한 후 실험시 사용하였다. 소구치를 $30 \times 10 \times 15\text{mm}$ 의 경석고 블록에 협면이 노출되게 매식한 후 0.9% 생리식염수에 보관하였다. 보관

한 치아에 러버컵과 pumice를 5초간 치아의 협면에 적용시킨 뒤 10초간 세척하고 건조시킨 다음 치아 협면의 표면거칠기를 측정하였다. 각 군당 15개 치아씩 표면거칠기의 평균이 비슷하도록 4군으로 분류한 다음 Ortho-One의 산부식액을 면가제에 묻혀 치아의 협면에 45초간 적용하고 흐르는 물에 10초간 세척한 후 잘 건조하였다. Ortho-One의 primer를 산부식한 법랑질 표면과 브라켓 기저부에 바르고 paste를 브라켓 기저부에 얹은 다음 법랑질 표면에 견고한 압력을 가하여 브라켓을 위치시키고 브라켓 가장자리 주위로 흘러나온 과량의 레진을 레진의 경화가 방해받지 않도록 재빨리 제거하였다.

레진이 충분히 경화되도록 실온에서 1시간동안 방치한 후 0.9% 생리식염수에 침적하여 37°C 항온조에 24시간동안 보관하였다. 보관 24시간 경과후 브라켓 제거용 플라이어를 브라켓 가장자리의 근원심으로 적용시켜 부드럽게 압력을 가해 브라켓을 제거하였다.

(1) 잔여 레진 제거방법

아래와 같이 각 군에 해당하는 방법으로 적절한 공기 냉각 하에서 저속($18,500 \pm 300\text{ rpm}$)으로 잔여 접착제를 제거하고 러버컵과 pumice로 5초간 마지막 마무리를 시행하고 10초간 세척, 건조하였다.

제 1 군(G1) ; No. 169L carbide fissure bur (Komet Co., West Germany)

제 2 군(G2) ; No. 2 round bur(Komet Co., West Germany)

제 3 군(G3) ; No. 4 round bur(Komet Co., West Germany)

제 4 군(G4) ; No. 8 round bur(Komet Co., West Germany)

(2) 주사전자현미경 관찰

아무 치치도 하지 않은 정상 치아, 러버컵과 pumice로 전처치만 시행후(P1), 잔여 레진 제거 후(P2), 러버컵과 pumice로 마지막 마무리후(P3) 대표적인 치아를 선정하고 법랑질 표면분석을 위해 치아표면을 이온증착기(Ion coater IB-3, Eiko engineering co., Japan)에서 금-백금을 피막처리하고 주사전자현미경(S-2300, Hitachi Ltd., Japan)하에서 50배로 관찰하였다.

(3) 법랑질 표면거칠기의 측정

네개군에서 러버컵과 pumice로 전처치 후(P1), 회전 기구로 잔여 레진 제거후(P2), 러버컵과 pumice로

마지막 마무리후(P3)의 법랑질 표면거칠기를 표면거칠기측정기(Surftest 500, Mitutoyo Co., Japan)를 이용하여 range 600 μm , λ_c 0.8mm, n=1의 조건으로 표면을 측정하였다. 각 치아당 브라켓이 부착된 부위에서 평균 표면거칠기(Ra)를 무작위로 10회 측정하고 그 평균치를 산정하여 표면거칠기를 평가하였다.

(4) 통계처리

SAS 통계처리용 컴퓨터 프로그램을 이용하여 각 실험군의 법랑질 표면거칠기의 평균과 표준편차를 산출하고 P2, P3에서 각 군간에 표면 거칠기 비교는 공분산분석법(ANCOVA, analysis of covariance)을, 각 군별로 P1, P2 및 P3 간에 표면 거칠기 비교는 repeated measure ANOVA를 시행한 뒤 paired t-test를 시행하였다.

III. 성 적

1. 법랑질 표면거칠기

P1, P2 및 P3에서 각 실험군의 법랑질 표면거칠기의 평균 및 표준 편차를 Table 1에 나타내었다.

Table 1. Average surface roughness of enamel surface
(Unit : μm)

G	N. of specimens	Procedure	Mean	SD
1	15	P1	2.00	0.45
		P2	2.60	0.55
		P3	2.29	0.47
2	15	P1	2.00	0.61
		P2	3.24	0.80
		P3	2.44	0.56
3	15	P1	2.00	0.72
		P2	3.44	0.94
		P3	2.44	0.58
4	15	P1	2.00	0.48
		P2	3.89	0.54
		P3	2.92	0.43

G, Group ; N, Number ; SD, Standard deviation.

G1, No.169L carbide bur ; G2, No.2 round bur ; G3, No.4 round bur; G4, No.8 round bur.

P1, After prophylaxis with rubber cup and pumice prior to bracket bonding ;

P2, After removal of residual adhesive with 4 types of rotary finishing instrument ;

P3, After final polishing with rubber cup and pumice.

P2에서 각 실험군의 법랑질 평균 표면거칠기는 G1 군의 경우 $2.60 \pm 0.55 \mu\text{m}$ 으로 가장 매끄러운 표면을 나타내었고 G2군의 경우 $3.24 \pm 0.80 \mu\text{m}$, G3군의 경우 $3.44 \pm 0.94 \mu\text{m}$ 이었으며 G4군의 경우 $3.89 \pm 0.54 \mu\text{m}$ 으로 가장 거칠게 나타났으나 G2군과 G3군은 통계학적으로 유의한 차이가 없었다($P > 0.05$)(Table 1, 2).

P3에서 각 실험군의 법랑질 평균 표면거칠기는 G1 군의 경우 $2.29 \pm 0.47 \mu\text{m}$ 으로 가장 매끄러운 표면을 나타내었고 G2군의 경우 $2.44 \pm 0.56 \mu\text{m}$, G3군의 경우 $2.44 \pm 0.58 \mu\text{m}$ 이었으며 G4군의 경우 $2.92 \pm 0.43 \mu\text{m}$ 으로 가장 거칠게 나타났으나 G1군은 G2군, G3군과, G2군은 G3군과 통계학적으로 유의한 차이가 없었다($P > 0.05$) (Table 1, 3).

각 실험군별로 P1과 P2, P1과 P3, P2와 P3사이에 모두 통계학적으로 유의한 차이를 나타내었다($P < 0.01$)(Table 4, Fig. 1).

Table 2. Analysis of covariance among each group at P2

	G1	G2	G3	G4
G1				
G2		**		
G3		**	NS	
G4	**	**	**	**

NS : Not significantly different

* : Significantly different at $P < 0.05$

** : Significantly different at $P < 0.01$

Table 3. Analysis of covariance among each group at P3

	G1	G2	G3	G4
G1				
G2		NS		
G3		NS	NS	
G4	**	**	**	**

NS : Not significantly different

* : Significantly different at $P < 0.05$

** : Significantly different at $P < 0.01$

Table 4. Comparison of average surface roughness between the various combinations of each procedure in each group by paired t-test

	G1	G2	G3	G4
P1-P2	**	**	**	**
P1-P3	**	**	**	**
P2-P3	**	**	**	**

** : Significantly different at $P < 0.01$

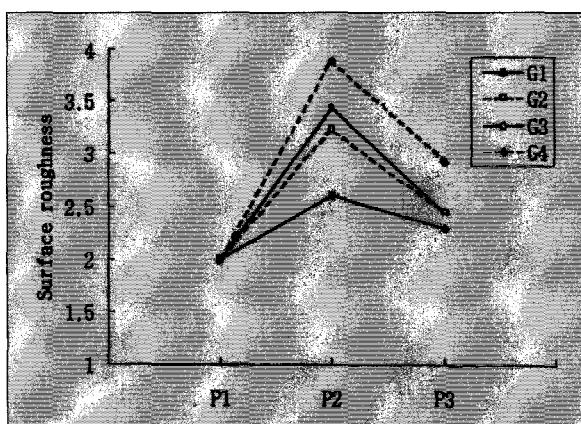


Fig. 1. Comparison of average surface roughness for each procedure in each group.

2. 주사전자현미경소견

아무 처치도 하지 않은 정상법랑질 표면은 어느 정도 일정하게 평탄한 양상을 보이며 균일한 간격의 주파조를 관찰할 수 있었다. 정상법랑질 표면에 러버컵과 pumice로 5초간 전처치한 경우 평탄한 양상도 보이나 미세한 긁힘도 상당수 나타났다. 회전 기구로 잔여 레진을 제거한 경우 모든 군에서 bur의 형태와 비슷한 모양의 긁힘을 법랑질에서 관찰할 수 있었고 pumice로 마지막 연마 후에는 회전 마무리 기구에 의해 형성된 긁힘, 절삭소면, 흠 등의 깊이가 감소함을 볼 수 있었다.

모든 군에서 pumice로 마지막 마무리 후에도 법랑질 표면에 레진잔사, 얇은 조각 등이 잔존해 있었으며 러버컵과 pumice에 의해 형성된 미세한 긁힘도 볼 수 있었다.

IV. 고 안

1955년 Buonocore³⁾의 산부식 접착술식의 도입과 1965년 Newman⁸⁾이 교정용 접착물을 직접 치면에 부착하는데 애폴시 레진 접착제를 적용한 이래 브라켓 접착에 관한 연구는 많이 시행되어 왔으나 직접 접착 후 접착제의 제거시 사용하는 여러 가지 기구들이 법랑질에 얼마나 손상을 미치는 가에 대한 연구는 많지 않았던 실정이다.

법랑질은 4%의 유기물과 수분 그리고 96%의 무기물로 이루어진 고도로 석회화된 조직으로 유기질 내에 초현미경적 결정(submicroscopic crystallites)이 매립되어 있으며 두께는 약 1500~2000μm정도이다. 정상 법랑질 표면은 나이에 따라 큰 개인차가 있는데 청소년의 치아는 주파조(perikymata)라는 저명한 수평 융기(horizontal ridge)가 전치면에 걸쳐 치관 주위를 주행하며 그 형태는 개인에 따라 치아에 따라 다양성이 크다. 보통 주파조는 치경부에서 더 저명하고 조밀하게 나타나며 절단면으로 갈수록 얕아진다. 중령에 따라 주파조의 전형적인 형태는 점차 소실되고 흡집이 형성되는데 흡집의 모습은 잇솔질 등과 같은 기계적 손상이나 조직경도의 다양성, 나이 등과 같은 여러 요소와 관련된다. Mannerberg⁷⁾에 의한 연령별 치면 형태에 관한 연구에 따르면 13~14세 소년, 소녀의 50%이상이 상악중절치의 전협면에 주파조를 가지고 10%이하가 완전히 소실된 양상을 보였으며 18~20세 사이는 25%이하가 거의 온전한 주파조를 보이고 수평형태의 긁힘을 가지면서 주파조가 완전히 소실된 경우가 20~25%에 이르며 긁힘은 점차 사라지고 새로운 긁힘이 형성된다고 보고하면서 나이보다 잇솔질 습관에 따라 법랑질의 형태가 더 변한다고 하였다.

탈착의 목적은 교정용 접착물이 붙은 치아로부터 모든 접착 레진과 부착물을 제거하여 건조한 상태 혹은 젖은 상태에서 인접한 법랑질 표면과 비교시 별 차이가 없도록 법랑질을 가능한 한 치료전 상태에 가깝게 회복하는 것이다. 접착, 탈착과 연관되어 법랑질 손상에 영향을 미치는 요소로는 산부식시간, 접착레진의 무기질함량, 브라켓 제거방법, 레진 제거에 사용되는 기구, 연마제 입자의 크기와 조성, 치과용 절삭기의 회전속도, bur의 적용압력 등을 들 수 있다.

먼저 고려할 사항은 산부식시간인데 Wickwire와 Rentz¹⁴⁾는 4분의 산부식시간이 적절하며 6분 동안 산부식시 법랑질 파절을 야기한다고 하였고 Silver-

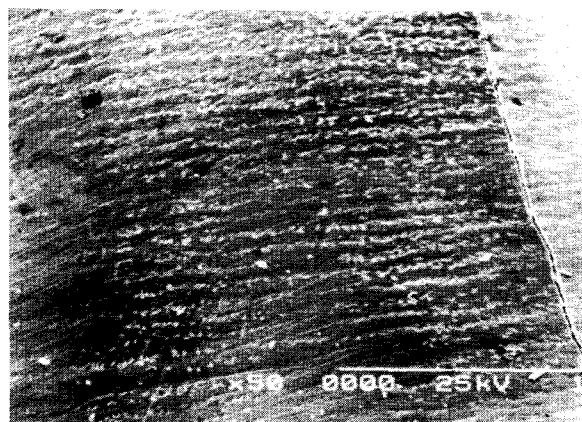


Fig. 2. Virgin enamel before bonding procedure. Note perikymata and imbrications. (Magnification 50×)



Fig. 4. Prepolished enamel surface after residual resin removal with No.169L carbide fissure bur. (Magnification 50×)

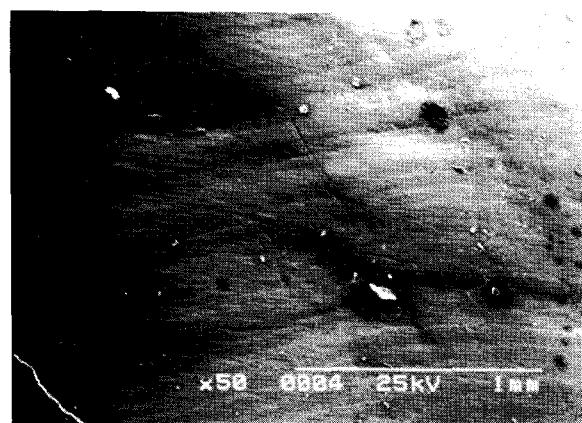


Fig. 3. Enamel surface after prophylaxis with rubber cup and pumice. Note scratched enamel surface due to pumice. (Magnification 50×)

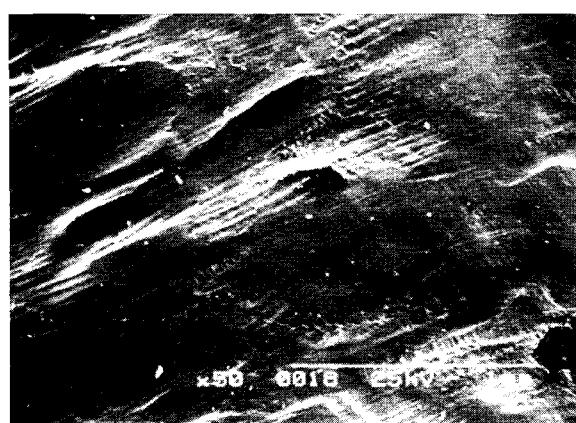


Fig. 5. Polished enamel surface after residual resin removal with No.169L carbide fissure bur followed by rubber cup and pumice. (Magnification 50×)

stone 등¹²⁾은 20~50% 인산농도에서 60초가 가장 이상적이며 Olsen 등¹⁰⁾은 15~30초, Wang과 Lu¹³⁾는 15~90초간 산부식시 브라켓 접착부 파절양상이나 결합력에 큰 차이가 없다고 하였으며 Johnstone 등⁵⁾은 60초동안 산부식한 경우 가장 좋은 부식형태를 보이나 30초간 부식한 것과 별차이가 없으며 김¹⁾은 60초 이상 부식시 법랑질 파절이 발견되고 적절한 전단결합강도와 법랑질 파절을 최소화하기 위해서는 15~30초간 부식시간이 적절하다고 하였다. 이에 비추어 볼 때 산부식시간은 보통 1분이라고 보고되고 있으나 최근의 연구^{1,5,10)}에서 법랑질 파절에 대해 60초이하의

산부식이 적절하다고 보고하는 설정이므로 본 연구에서는 37% 인산농도로 45초간 산부식하였다.

Lee Brown과 Way⁶⁾에 따르면 무기질을 함유하지 않은 레진을 사용하여 접착, 탈착시 27.5 μm 의 평균 법랑질 손실이, 무기질을 함유한 레진을 사용하여 접착, 탈착시 48.0 μm 의 평균 법랑질 손실이 생기며, 치과용 저속절삭 텅스텐 카바이드 버를 사용하여 탈착한 Zachrisson¹⁵⁾에 따르면 총법랑질 손실은 5 μm 이하라고 하였고 Fitzpatrick과 Way⁴⁾는 광중합형 접착제를 사용해 산부식, 접착, 탈착한 결과 법랑질 손실이 55.6 μm 정도라고 보고하였으므로 접착시 사용하는 레진의

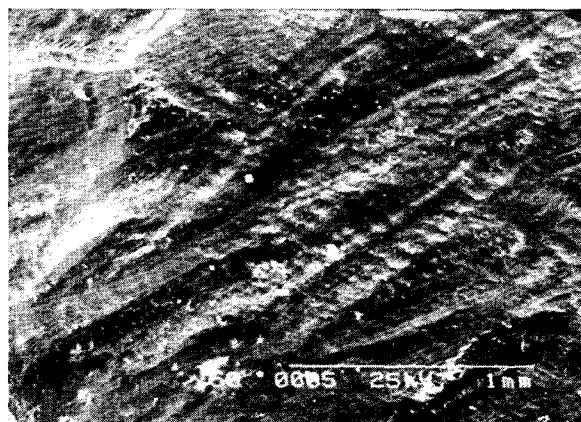


Fig. 6. Prepolished enamel surface after residual resin removal with No.2 round bur. (Magnification 50×)

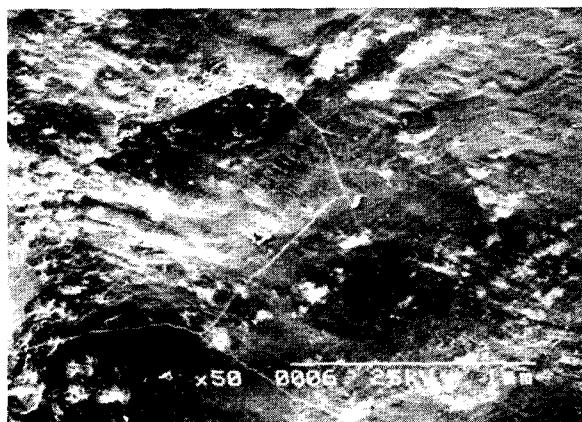


Fig. 8. Prepolished enamel surface after residual resin removal with No.4 round bur. (Magnification 50×)

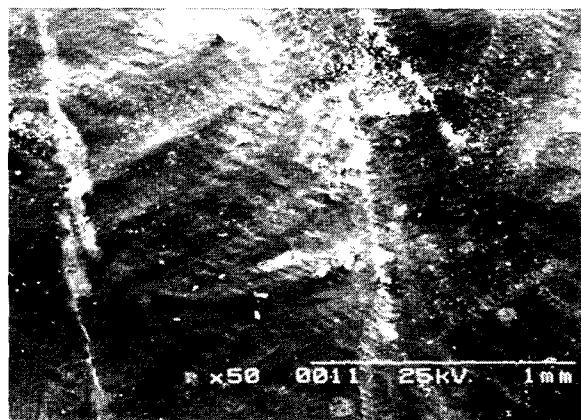


Fig. 7. Polished enamel surface after resin removal with No.2 round bur followed by rubber cup and pumice. (Magnification 50×)

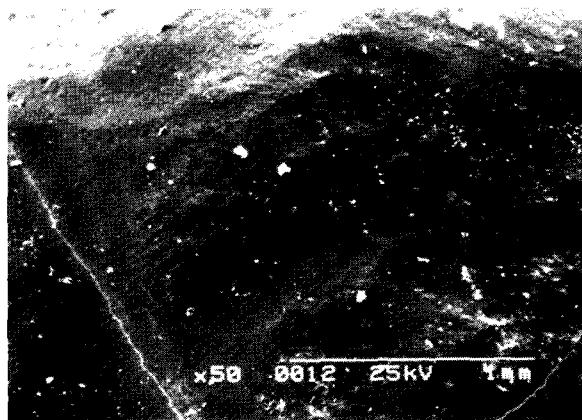


Fig. 9. Polished enamel surface after residual resin removal with No.4 round bur followed by rubber cup and pumice.(Magnification 50×)

무기질 함유유무와 관계없이 접착, 탈착후 총법랑질 손실은 총법랑질 두께의 3%이하라고 볼 수 있다. 그러므로 법랑질 손상에 미치는 영향에 대해 사용하는 레진의 무기질 함유 유무는 임상적으로 그다지 중요하지 않다고 볼 수 있다. 그러나 접착 레진의 무기질 함량이 증가하면 치면에 레진의 결합력이 증가하고 접착 레진의 제거시 상대적으로 큰 힘이 요구되며 함량이 감소하면 작은 힘으로 쉽게 레진을 제거할 수 있고 마모저항을 감소시켜 법랑질 표면의 연마와 마무리를 쉽게 해주는 경향이 있다.

또한 브라켓 제거방법에 따라 법랑질 손상 정도가

달라질 수 있는데 Bennett 등²⁾이 언급한 금속브라켓의 3가지 제거방법중 플라이어로 브라켓 억면을 압착하는 방법은 접착레진이 법랑질표면에 잔존하고 법랑질과 레진에 가장 적은 응력을 가하는 방법이며 브라켓 기저부에 전단력을 가하는 방법과 브라켓 기저부와 치면 사이의 접착면에 전단력을 가하는 방법은 접착제-법랑질계면에서 파절이 생겨 법랑질안에서 응력집중이 발생되어 법랑질 표면에 손상을 줄 수 있다고 하였다. Oliver⁹⁾의 연구에 의하면 브라켓 억면을 압착할 때나 본 연구에서 사용한 것과 유사한 방법인 브라켓 제거용 기구로 들어올려 인장력을 가한 경우

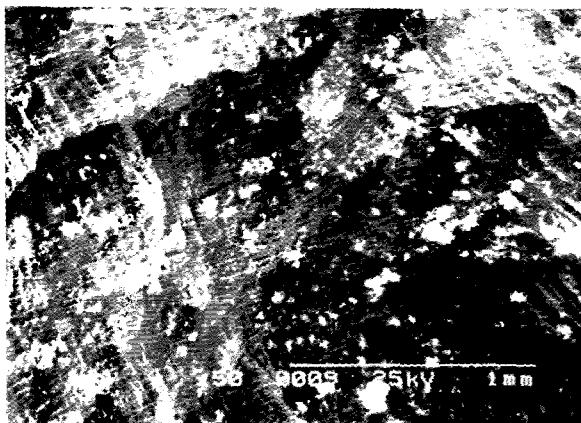


Fig. 10. Prepolished enamel surface after residual resin removal with No.8 round bur. (Magnification 50 \times)

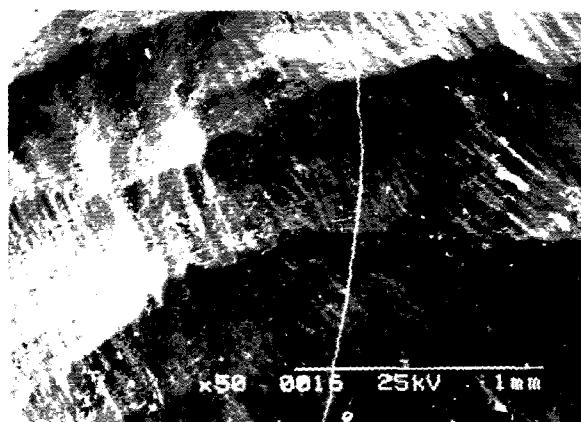


Fig. 11. Polished enamel surface after residual resin removal with No.8 round bur followed by rubber cup and pumice. (Magnification 50 \times)

에 잔여 레진의 양은 거의 차이가 없다고 하였다. 그러나 탈착후 법랑질 표면에 남아있는 레진의 양은 법랑질에 대한 브라켓 기저부의 적합여부에도 달려있으므로 브라켓은 치아의 외형에 맞게 주의 깊게 선택해야 하고 브라켓 기저부를 덮을 만큼 충분한 레진을 사용하여야만 하며 브라켓을 위치시킬 때 견고한 압력을 적용하여 과잉 레진은 레진의 경화가 방해 받지 않도록 재빨리 제거해야 한다.

탈착시 가장 중요한 것은 어떤 기구를 어떤 회전속도로 사용하는 가인데 회전속도를 $18,500 \pm 300\text{rpm}$ 으로 일정하게 하여 4가지 기구들로 잔여 레진을 제거

한(P2) 결과 G2군과 G3군간에 통계학적으로 유의성은 없었으나($P>0.05$) No.169L carbide fissure bur(G1)의 경우 $2.60 \pm 0.55\mu\text{m}$, No.2 round bur(G2)의 경우 $3.24 \pm 0.80\mu\text{m}$, No.4 round bur(G3)의 경우 $3.44 \pm 0.94\mu\text{m}$, No.8 round bur(G4)의 경우 $3.89 \pm 0.54\mu\text{m}$ 의 표면거칠기를 나타내어 round bur의 경우 bur의 직경이 클수록 법랑질의 표면거칠기가 거칠어지는 양상을 보였다. 러버컵과 pumice로 마지막 마무리한(P3) 결과 G1군은 G2군, G3군과, G2군은 G3군과 통계학적 유의성을 보이지 않았으나($P>0.05$) No.169L carbide fissure bur(G1)의 경우 $2.29 \pm 0.47\mu\text{m}$, No.2 round bur(G2)의 경우 $2.44 \pm 0.56\mu\text{m}$, No.4 round bur(G3)의 경우 $2.44 \pm 0.58\mu\text{m}$, No.8 round bur(G4)의 경우 $2.92 \pm 0.43\mu\text{m}$ 의 표면거칠기를 나타내어 회전 기구로 잔여 레진을 제거한(P2)후와 비교해 볼 때 감소된 표면거칠기를 나타내고 통계학적으로 유의성이 있으므로($P<0.01$) 러버컵과 pumice의 마지막 마무리 효과는 어느 정도 있다고 인정된다. 또한 회전 기구로 잔여 레진을 제거한 후(P2)의 표면거칠기가 No.2 round bur(G2)와 No.4 round bur(G3)의 경우가 No.8 round bur(G4)의 경우 보다 낮은 수치를 보이고 통계학적으로도 유의성이 있으며($P<0.01$) 러버컵과 pumice로 마지막 마무리한(P3)의 표면거칠기도 같은 양상을 보이므로 No.2 round bur(G2)와 No.4 round bur(G3)가 No.8 round bur(G4)보다 법랑질 손상을 적게 가한다고 볼 수 있다. 또, No.2 round bur(G2)와 No.4 round bur(G3)는 잔여 레진 제거시(P2)나 최종 연마시(P3) 통계학적 유의성이 없으므로 No.2 round bur와 No.4 round bur중 어떤 bur를 사용하더라도 큰 차이는 없을 것으로 생각된다. 그리고 회전 기구로 잔여 레진을 제거한 후(P2)의 표면거칠기 순서가 러버컵과 pumice로 마지막 마무리한(P3)에도 변하지 않으므로 러버컵과 pumice로 마지막 마무리하는 과정보다 잔여 레진 제거시 어떤 기구를 사용하는가가 탈착 및 최종 연마후 법랑질 표면거칠기에 더 큰 영향을 미친다고 생각된다.

No.169L carbide bur(G1)의 경우 잔여 레진 제거시 표면거칠기가 나머지 세군 보다 낮게 측정되었으나($P<0.01$) 러버컵과 pumice로 최종 연마시 No.2 round bur(G2), No.4 round bur(G3)와 통계학적으로 유의성이 없으므로($P>0.05$) 최종 연마를 시행한다면 비슷한 양상의 표면을 형성할 것으로 예상된다. 그러나 본 실험에서는 치아 곡면을 따라 잔여 레진을 제거하려고 최대한 노력하였으나 실제 환자의 구강 내에서

는 기구의 길이가 길고 접근성이 좋지 않아 잔여 레진을 충분히 제거하지 못할 수도 있고 실험 결과보다 법랑질 손상이 클 가능성도 있으며 round bur의 경우 와 마찬가지로 러버컵과 pumice의 마지막 마무리 효과는 어느 정도 인정된다($P<0.01$).

주사전자현미경소견상 정상 법랑질에 러버컵과 pumice로 전처치한 경우 러버컵의 형태와 치과용 절삭기의 회전 방향과 일치하는 미세한 긁힘을 관찰할 수 있었는데 이는 Mohs value가 5인 법랑질보다 pumice의 Mohs value가 6으로 약간 더 높기 때문이다. 그러므로 브라켓 부착 전에 러버컵과 pumice로 전처치하는 것은 치면에 붙은 음식물 잔사, 백태(material alba)나 치태(plaque)를 제거하는 이상의 효과는 없는 것 같다. 모든 실험군에서 회전 기구의 크기, 형태에 일치하는 흠, 절삭소면, 긁힘이 등을 관찰할 수 있었으며 No.2 round bur의 경우 No.4 round bur 경우 보다, No.4 round bur의 경우 No.8 round bur의 경우보다 더 작고 촘촘한 흠이 형성된 양상을 관찰할 수 있는데 이는 bur의 직경이 작아 레진삭제부위가 작음으로 인해 반복삭제가 되었을 가능성이 크다. 또한 러버컵과 pumice로 마지막 마무리후 회전 기구에 의해 형성된 흠, 절삭소면, 긁힘이 깊이가 감소하여 매끄러워진 양상을 보이나 완전히 제거되지 않고 P1과 P3간 법랑질 표면거칠기의 비교에서 통계학적으로 유의성이 있으므로($P<0.01$) 어떤 종류의 기구를 사용하더라도 법랑질의 손상은 피하기 어렵고 러버컵과 pumice로 연마한다 할지라도 브라켓 부착전 법랑질 표면을 회복하기 어려우므로 잔여 레진 제거시 가능한 한 법랑질에 기구가 접촉하지 않도록 세심한 주의가 요망된다. 육안 관찰시 레진이 완전히 삭제되어 보이는 치면일지라도 주사전자현미경관찰시 아크릴 잔사, 조각, 확산막 등이 보이는데 이는 실험에 사용한 절착제가 Mohs value 7인 석영(quartz) 등의 무기질을 함유하므로 Mohs value 6인 pumice로 제거하는데는 한계가 있으며 법랑질을 산부식시 $10\sim50\mu\text{m}$ (평균 $25\mu\text{m}$)의 미세다공(microporosity)을 형성하고 다공(porosity)을 절착제가 채워 잔여 레진 제거와 최종 연마시 법랑질이 어느 정도 삭제되었다 하더라도 다공안에 레진이 남아있을 수 있고 구(groove)사이에 들어간 레진을 완전히 제거하지 못했기 때문인 것 같다. 그러나 절착제가 얇은 막일 때는 육안으로 잔여 레진을 발견하기가 어렵고 산부식된 거친 법랑질 표면에 레진이 밀접하게 적합되어 변색과 누출을 일으키지 않으며 법랑질 용해도를 증가시키지도 않는다고 보고

한 Silverstone¹¹⁾의 연구결과와 같이 얇은 레진막의 존재유무 또한 임상적으로 그다지 중요하지 않다고 생각된다.

Pumice는 Mohs value 6으로 5인 법랑질에 대해 경도의 연마제로서 30초 동안 러버컵과 동반사용시 $3\sim4\mu\text{m}$ 의 법랑질이 제거된다는 Lee Brown과 Way⁶⁾의 보고도 있으나 소량의 잔여 레진과 4가지 기구들에 의해 남겨진 긁힘등을 대부분 제거하여 처치된 법랑질의 평활도를 회복함과 동시에 저광택 표면을 형성할 수 있으므로 모든 제거 출식에서 반드시 필요한 마지막 마무리 단계라 할 수 있다. 또, 육안관찰시 매우 끄럽게 보이는 표면일지라도 주사전자현미경관찰시 절삭소면과 긁힘이 보이는데 이는 연마로 인한 반사현상일 수도 있으므로 임상관찰시 긁힘을 간과하지 않도록 주의해야 한다.

본 연구에서는 구강외에서 처치하였으므로 구강내에서 처치한 경우보다 법랑질 손상이 커질 가능성도 배제할 수 없는데 그 이유로는 첫째, 더 좋은 조명하에서 쉽게 관찰할 수 있고 견조를 확실히 할 수 있어 잔여 레진을 보다 깨끗이 제거하여 더 세밀하게 연마, 마무리 할 수 있기 때문이며 둘째, 탈착후 시간이 경과함에 따라 잇솔질 등에 의한 치면의 계속적인 마모현상이 일어날 수도 있으며 타액내 무기질 침착에 의해 재생성 침적이 일어나 산부식후 브라켓이 부착되지 않은 법랑질표면과 연마 마무리후 긁힘이 형성된 법랑질표면에 재석회화가 일어날 수도 있기 때문이다.

이상을 종합해서 살펴보면 직경이 클수록 많은 양의 레진을 제거하는데는 빠르고 효과적이므로 많은 치아에 다량의 잔여 레진이 부착되어 있는 경우 교합면 근처의 브라켓 부착부위에서는 No.8 round bur나 carbide fissure bur를 사용하여 페인트를 칠하는 듯한 동작으로 사용하고 직경이 작을수록 접근하기 어려운 곳에 대한 접근성이 좋으므로 치은부위나 치간공극 등과 같이 접근하기 어려운 부위에서는 No.2 round bur나 No.4 round bur, 스케일러 등을 사용하여 잔여 레진을 제거하는 것이 연조직이나 법랑질의 손상을 최소화하는 방법이라고 생각된다. 또한 치과용 저속 절삭기가 법랑질에 접촉하지 않기 위해 적합한 조명과 확대경하에서 작업하는 것이 좋고 치수조직에 부작용을 야기하지 않도록 적절한 공기 냉각을 동반하고 약한 압력을 적용하여 작업하는 것이 필수적이며 러버컵과 pumice로 법랑질의 마지막 마무리를 시행하는 것이 법랑질의 손상을 최소화하면서 잔

여 레진을 보다 쉽게 제거하여 브라켓 부착전의 법랑질 표면에 가장 가까운 표면을 회복할 수 있는 방법이라고 생각된다. 또한 잇솔질, 음식물 등에 의한 치면의 계속적인 마모현상이 연간 $2\sim6.4\mu\text{m}$ 정도로 탈착시 생성된 균힘이 소실될 수도 있다는 주장⁷⁾도 있으나 개인에 따라 다양하며 탈착시 불소함량이 가장 높고 산부식에 저항성이 강한 최외층의 법랑질이 소실될 수 있으므로 재석회화를 촉진시키는 불소양치용 액을 탈착후 얼마동안 사용하는 것도 의원성 손상을 최소화하여 가장 매끄러운 법랑질 표면을 만드는데 어느 정도 도움이 되리라 생각된다.

그리고 본 연구는 일정한 회전속도 하에서 4가지 회전 마무리 기구를 사용하여 탈착할 때의 법랑질 손상정도에 대한 실험만 시행하였으나 향후 여러 가지 회전속도하에서 여러 가지 기구를 사용할 때의 법랑질 손상정도 뿐 아니라 pumice와 zircate paste 등과 같은 다른 연마제를 사용했을 때 법랑질 손상에 미치는 영향에 대한 연구가 필요하리라 생각된다.

V. 요 약

교정치료를 목적으로 발거한 소구치 60개를 4군으로 나누고 치과용 저속 절삭기에서 $18,500\pm300\text{rpm}$ 으로 회전속도를 일정하게 하여 4가지 회전 마무리 기구(G1; No. 169L carbide fissure bur, G2; No.2 round bur, G3; No.4 round bur, G4; No.8 round bur)로 잔여 레진을 제거하고 러버컵과 pumice로 법랑질을 5초간 마무리하였을 때 법랑질 손상에 미치는 정도를 알아보기 위해 브라켓 부착전 러버컵과 pumice로 전처치한 후(P1), 각 군에 해당하는 방법으로 잔여 레진을 제거한 후(P2), 러버컵과 pumice로 마지막 마무리 후(P3)의 법랑질 표면거칠기를 표면거칠기 측정기에서 각각 측정하고 주사전자현미경하에서 관찰하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

- P2에서 법랑질의 표면거칠기는 G1군의 경우 $2.60\pm0.55\mu\text{m}$ 으로 가장 매끄럽게 나타났고 G2군의 경우 $3.24\pm0.80\mu\text{m}$, G3군의 경우 $3.44\pm0.94\mu\text{m}$ 으로 나타났고 G4군의 경우 $3.89\pm0.54\mu\text{m}$ 으로 가장 거칠게 나타났으며 G2군과 G3군은 통계학적으로 유의성이 없었다($P>0.05$).
- P3에서 법랑질의 표면거칠기는 G1군의 경우 $2.29\pm0.47\mu\text{m}$ 으로 가장 매끄럽게 나타났고 G2군의 경우 $2.44\pm0.56\mu\text{m}$, G3군의 경우 $2.44\pm0.58\mu\text{m}$ 으로 나타-

났고 G4군의 경우 $2.92\pm0.43\mu\text{m}$ 으로 가장 거칠게 나타났으며 G1군은 G2군, G3군과 G4군과 통계학적으로 유의성이 없었다($P>0.05$).

- 모든 군에서 P2, P3는 P1보다, P2는 P3보다 표면거칠기가 거칠게 나타났다($P<0.01$).
- 아무 치치도 하지 않은 정상 법랑질에 러버컵과 pumice로 5초간 전처치한 경우 주사전자현미경관찰에서 미세한 균힘이 발견할 수 있었고 네군 모두에서 러버컵과 pumice로 연마 후에도 제거할 수 없는 흄을 남기며 러버컵과 pumice로 마무리 후 육안관찰시 잔여 레진을 발견할 수 없었으나 주사전자현미경하에서는 레진 잔사 등을 관찰할 수 있었다.

참 고 문 헌

- 김선미. 부식시간이 교정용 레진 전단결합강도에 미치는 영향. 대치협지 1996;34:288-293.
- Bennett CG, Shen C, Waldron JM. The effects of debonding on the enamel surface. J Clin Orthod 1984;18:330-34.
- Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling material to enamel surface. J Dent Res 1955;34:849-53.
- Fitzpatrick DA, Way DC. The effects of wear, acid etching, and bond removal on human enamel. Am J Orthod 1977; 72:671-81.
- Johnston CD, Hussey DL, Burden DJ. The effect of etch duration on the microstructure of molar enamel: An in intro study. Am J Orthod Dentofac Orthop 1996;109:531-534.
- Lee Brown CR, Way DC. Enamel loss during orthodontic bonding and subsequent loss during removal of filled and unfilled adhesives. Am J Orthod 1978;74:663-671.
- Mannerberg F. Appearance of tooth surface. Odontol Revy 1960;11:Suppl 6.
- Newman GV. Epoxy adhesive for orthodontic attachment : Progress report. Am J Orthod 1965;51:901-12.
- Oliver RG. The effect of different methods of bracket removal on the amount of residual adhesive. Am J Orthod 1988;93:196-200.
- Olsen ME, Bishara SE, Boyer DB, Jakobsen JR. Effect of varying etching times on the bond strength of ceramic brackets. Am J Orthod Dentofac Orthop 1996;109:403-409.
- Silverstone LM. Fissure sealants: The susceptibility to dissolution of acid etched and subsequently abraded enamel in vitro. Caries Res 1977; 11:46-51.
- Silverstone LM, Saxton CA, Dogon LL, Fejerskov O. Variation in the pattern of acid etching of human dental enamel examined by SEM. Caries Res 1975;9:973-987.
- Wang WN, Lu TC. Bond strength with various etching times on young permanent teeth. Am J Orthod Dentofac

- Orthop 1991;100:72-79.
14. Wickwire NA, Rentz D. Enamel pretreatment: A critical variable in direct bonding systems. Am J Orthod 1973;64: 499-512.
15. Zachrisson BU. Unpublished research, presented in a paper at Anaheim on April 15, 1978, prior to the A.A.O. convention. Cited by Lee Brown CR, Way DC. Enamel loss during orthodontic bonding and subsequent loss during removal of filled and unfilled adhesives. Am J Orthod 1978;74:663-671.

- ABSTRACT -

Effects of various CLEAN-UP techniques on enamel surface roughness

Sang-Wan CHO, D.D.S., Oh-Won KWON, D.D.S., M.S.D., Ph.D.

Department of Orthodontics, College of Dentistry, Kyungpook National university

Sixty premolars extracted for orthodontic treatment were divided into four groups, and the residual resin was removed with four different rotary finishing instruments at a fixed speed of $18,500 \pm 300$ rpm on the low speed handpiece. The instruments were G1: No.169L carbide fissure bur, G2: No.2 round bur, G3: No.4 round bur, G4: No. 8 round bur. Then, the enamel received a 5-second polishing with a rubber cup and a pumice. To find the extent of loss on the enamel at this point, prophylaxis was done with the rubber cup and pumice prior to bonding of the bracket(P1) and removal of residual resin by means of appropriate procedure applicable to each respective group(P2) followed. The final polishing was done with the rubber cup and pumice(P3), and the enamel surface roughness was measured each by the surface measuring instrument. The whole process was observed under a scanning electron microscope to gain the following results:

At P2, the enamel surface roughness in G1 showed most smoothly with $2.60 \pm 0.55 \mu\text{m}$; in G2, $3.24 \pm 0.80 \mu\text{m}$; in G3, $3.44 \pm 0.94 \mu\text{m}$; in G4, $3.89 \pm 0.54 \mu\text{m}$, the roughest. G2 and G3 showed no statistical significance($P > 0.05$).

At P3, the enamel surface roughness in G1 showed most smoothly with $2.29 \pm 0.47 \mu\text{m}$; in G2, $2.44 \pm 0.56 \mu\text{m}$; in G3, $2.44 \pm 0.58 \mu\text{m}$; in G4, $2.92 \pm 0.43 \mu\text{m}$, the roughest. G1 vs G2, G3, and G2 vs G3 had no statistical significances($P > 0.05$).

In all groups, P2 and P3 showed rougher in surface roughness than P1, and P2 rougher than P3($P < 0.01$).

In a case of 5-second prophylaxis with the rubber cup and the pumice on a virgin, normal enamel, fine scratches were found under the scanning electron microscope. In all four groups, unremovable gouges remained even after polishing with the rubber and pumice; residual resin was not observed with naked eye when finished with the rubber and pumice, but the resin debris was observed under the scanning electron microscope.

KOREA. J. ORTHOD. 1996 ; 26 : 791-800

* Key words : Enamel, Surface roughness, round bur, fissure bur, pumice