

Enamel Microabrasion을 시행한 법랑질과 복합레진의 전단결합강도

홍기상 · 이상대 · 이상훈

서울대학교 치과대학 소아치과학교실 및 치학연구소

국문초록

Enamel microabrasion은 염산과 연마제를 사용하여 치아의 착색을 제거하는 술식으로서, 그 효과는 법랑질 표층에 국한된다. Enamel microabrasion으로 모든 착색이 치료 가능한 것은 아니므로, 착색이 깊을 경우에는 microabrasion 후에도 제거되지 않고 남은 착색부위를 광중합 복합레진을 사용해 수복할 것이 권장된다.

본 연구의 목적은 enamel microabrasion의 방법과 시간이 법랑질에 대한 복합레진의 전단결합강도에 미치는 영향을 조사하는 것이었다. 아무런 처치도 하지 않은 대조군을 1군으로 하였고, 18% 염산과 fine pumice의 혼합물을 hand applicator로 치면에 5초씩 5, 10회 적용시킨 것을 각각 2, 3군으로 하였다. 10% 염산과 연마제의 혼합물인 기성품 PREMA를 10 : 1 gear reduction handpiece로 20초씩 5, 10회 적용시킨 것을 각각 4, 5군으로 하였다. 여기에 37% 인산으로 부식 후 복합레진을 결합시켜 thermocycling 후 전단결합강도를 측정하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 2군이 가장 높은 결합강도($24.36 \pm 3.34\text{MPa}$)를 나타내었고, 3군이 가장 낮은 결합강도($19.35 \pm 3.43\text{MPa}$)를 보였다. 전단결합강도는 2>4>5>1>3군의 순서로 감소하였다.
2. 2군은 1군과 3군보다 통계학적으로 유의성있게 높은 결합강도를 나타내었다($p < 0.05$).
3. 염산과 pumice로 enamel microabrasion을 시행한 2, 3군과 PREMA를 사용한 4, 5군 사이에는 유의한 결합강도의 차이가 없었다($p > 0.05$).
4. 파절면 검사에서, adhesive failure는 3, 4군에서 나타났고, cohesive failure는 1, 2, 3, 4군에서 관찰되었다. 5군에서는 mixed failure만이 관찰되었다.
5. SEM 관찰에서, 염산과 pumice로 enamel microabrasion을 시행한 2, 3군에서는 인산으로 부식한 것과 비슷한 표면양상이 관찰되었고, PREMA로 처리한 4, 5군에서는 1군과 흡사한 매끈한 표면양상이 관찰되었다. 각 군의 시편을 인산으로 부식시킨 다음에는 전형적인 산부식 후의 표면양상이 관찰되었고, 군간 별다른 차이가 없었다.

주요어 : Enamel microabrasion, 복합레진, 전단결합강도

I. 서 론

치아에 나타나는 변색은 다양한 병인과 양상을 가진다¹⁾. 변색은 크게 외인성 착색과 내인성 착색으로 나눌 수 있는데, 외인성 착색은 치아의 표면에 이물질이 부착되거나 축적되어 나타나는 현상으로 흡연, 특정 음식, chlorhexidine과 같은 화학약품 등에 의해 일어난다. 내인성 착색은 약제의 치아 경조직내 침투나 유전적, 환경적 자극에 의한 구조적 변이에 의해 발생한다. Tetracycline 착색이나 Turner's tooth, 법랑질 형성부전 등을 그 예로 들 수 있다²⁾.

Croll은 치아변색을 표현하는 enamel dysmineralization이

란 용어를 사용하였는데³⁻⁵⁾, 이것은 법랑질 형성 시기에 일어난 법랑질 무기성분의 형성장애를 일컫는 말이다. 이러한 석회화 과정의 장애는 brown spot, white opacity, 다양한 색상의 법랑질 변색을 초래할 수 있다. 법랑질 형성기의 과도한 불소 섭취처럼 원인이 명확한 경우도 있으나, 불확실한 경우가 대부분이다. 이 외에도, 후천적으로 치아표면에 치태가 축적되어 발생한 유기산에 의해 법랑질 표면이 탈회되어 치아의 착색이 일어날 수 있다²⁾.

이러한 치아 변색을 치료하기 위해 지금까지 많은 연구가 이루어졌다. 변색된 치아를 삭제해 도재전장관(PJC)이나 도재-금속관(PFM)을 장착하는 보철치료가 있고, 복합레진이나

porcelain veneer를 사용해 보다 보존적으로 치아를 치료하는 것도 가능하다⁶⁾. 그 외에 bleaching도 사용되고 있다⁷⁻¹⁰⁾. 또 다른 방법인 enamel microabrasion은 염산과 연마제를 사용해 치아의 착색을 제거하는 술식이다.

McClosky에 의하면^{11,12)}, 1916년 Kane이 "Colorado Brown Stain", 즉, fluorosis의 치료에 염산을 처음 사용하였다. 그러나 염산과 같은 강산을 구강내에 사용하는 것을 많은 치과의사들이 꺼려해 널리 사용되지 못했다. 1984년 McClosky는 18% 염산을 적신 cotton pellet으로 법랑질을 문질러 반상치를 치료했고, 1986년 Croll과 Cavanaugh는¹³⁻¹⁵⁾ 18% 염산과 fine pumice를 섞은 혼합물을 wooden stick으로 변색된 치면에 적용하는 방법을 소개했다. 산의 부식 작용과 연마제에 의한 표층 법랑질의 기계적 제거를 겸비한 이 술식을 Croll은 enamel microabrasion이라 했다.

현재 microabrasion의 술식은 두가지가 있다. 첫 번째 방법은 18% 염산과 fine pumice를 혼합하여 hand applicator로 이를 치면에 적용시키는 것이고, 두 번째 방법은 15% 염산과 연마제의 혼합물¹⁶⁾인 PREMA(Premier Dental Products, U.S.A.)를 10 : 1 gear reduction handpiece와 함께 사용하는 것이다.

그러나, 그 효과가 법랑질 표층에 국한되기 때문에, 모든 착색이 enamel microabrasion으로 치료 가능한 것은 아니다. 착색이 깊어 microabrasion만으로는 제거가 불가능할 경우, Croll은 광중합 복합레진을 사용해 수복할 것을 권했다^{4,17,18)}. 그는 치료 후 법랑질 표면을 diamond bur로 삭제해 새로운 법랑질을 노출시킨 후 etching할 것을 추천했다^{4,5)}. 그러나, 회전 절삭기구를 이용해 추가적으로 법랑질을 제거하지 않을 경우 enamel microabraion이 법랑질에 대한 복합레진의 결합에 미치는 영향은 거의 연구된 바가 없는 실정이므로¹⁹⁾, 저자는

enamel microabrasion의 방법과 적용횟수가 법랑질에 대한 복합레진의 전단결합강도에 미치는 영향을 조사해 다소의 지견을 얻었기에 보고하는 바이다.

Ⅱ. 연구재료 및 방법

발거된, 우식이나 손상이 없는 건전한 대구치의 협면을 적절한 크기로 잘라내어 법랑질이 바깥쪽으로 향하도록 80×20×15mm³의 아크릴릭 레진 블록에 매몰했다. 직경 3.5mm 이상의 평면이 만들어질 때까지 Hard Tissue Polisher(Struers Dap-V, Denmark)를 사용해 800, 1200 및 4000-grit sandpaper로 노출된 법랑질을 연마했다.

이러한 시편을 60개 만들어 각각 12개씩 5개 군으로 나누었다(Table 1).

인산으로 부식하기 전, 후의 시편을 각 군에서 1개씩 골라 이들 10개를 gold coating했고, 15kV의 acceleration voltage로 주사전자현미경(JSM-840A, JEOL, Japan)을 사용해 이들 시편의 법랑질 표면양상을 1,000배의 배율로 관찰했다.

각 군의 나머지 10개씩의 전처리된 시편 표면에 adhesive(Scotchbond Multi-Purpose, 3M, U.S.A.)를 도포한 후 20초간 광중합시켰고, 직경 3.15mm, 높이 3mm의 mold를 사용해 복합레진(Z-100, 3M, U.S.A.)을 나누어 충전하고 40초씩 광중합시켰다.

모든 시편을 5~55℃ 사이에서 계류시간 30초로 thermocycling을 1,200회 시행한 후 Universal Testing Machine(Instron, England)에서 0.5mm/min의 cross-head 속도로 전단결합강도를 측정했고, Stereomicroscope(Olympus, Japan)으로 파절양상을 관찰했다.

ANOVA와 Scheffe test로 각 군의 전단결합강도 사이의 통

Table 1. Pretreatment of different groups

Group	Pretreatment
1	Etching with 37% phosphoric acid for resin bonding(Control)
2	Enamel microabrasion using a mixture of 18% hydrochloric acid and fine pumice for 5 seconds and rinsing repeated 5 times followed by etching with 37% phosphoric acid for resin bonding
3	Enamel microabrasion using a mixture of 18% hydrochloric acid and fine pumice for 5 seconds and rinsing repeated 10 times followed by etching with 37% phosphoric acid for resin bonding ¹
4	Enamel microabrasion using PREMA for 20 seconds and rinsing repeated 5 times followed by etching with 37% phosphoric acid for resin bonding
5	Enamel microabrasion using PREMA for 20 seconds and rinsing repeated 10 times followed by etching with 37% phosphoric acid for resin bonding

Table 2. Shear bond strength(MPa)

Group	Mean±SD
1	19.92±3.02
2	24.36±3.34
3	19.35±3.43
4	21.80±1.29
5	21.13±3.27

Table 3. Difference in shear bond strength between groups

Group	1	2	3	4	5
1					
2		*			
3			*		
4					
5					

*p<0.05

계학적 유의성을 검사했다($p < 0.05$).

Ⅲ. 연구결과

1. 전단결합강도

전단결합강도를 측정된 결과를 Table 2와 Fig. 1에 나타내었다. 이를 분산분석한 결과는 Table 3에 기록하였다.

대조군을 제외한 나머지 4개 군 중에서, 2군이 가장 높은 결합강도(24.36 ± 3.34)를 나타내었고, 3군이 가장 낮은 결합강도(19.35 ± 3.43)를 보였다.

대조군인 1군은 19.92 ± 3.02 의 전단결합강도를 보여주었다. 전단결합강도는 $2 > 4 > 5 > 1 > 3$ 군의 순서로 감소하였고, 2군이 1군과 3군보다 통계학적으로 유의성있게 높은 결합강도를 나타내었다.

염산과 pumice로 enamel microabrasion을 시행한 2, 3군과 PREMA를 사용한 4, 5군 사이에는 유의한 차이가 없었다.

2. 파절면 검사

각 군에서의 파절양상을 검사한 결과를 Table 4에 나타내었다.

파절면 검사에서, adhesive failure는 3, 4군에서 각각 1개씩 나타났고, cohesive failure는 1군에서 3개, 2군에서 2개, 3군에서 2개, 4군에서 2개 관찰되었다. 나머지 시편들에서는 mixed failure가 관찰되었고, 5군에서는 mixed failure만이 관찰되었다. Adhesive failure는 접착제와 레진, 또는 접착제와 치질 사이가 분리된 것을 의미하며, cohesive failure는 치질내, 혹은 레진내에서 완전한 파괴가 일어난 것을 뜻한다. Mixed failure는 위의 두 가지 양상이 동시에 나타나는 것이다.

3. 주사전자현미경 관찰

Enamel microabrasion을 시행한 각 군의 시편을 인산으로 부식하기 전, 후에 주사전자현미경으로 관찰한 모습을 Fig. 2에서 11까지에 나타내었다. Fig. 2는 인산으로 부식하기 전의 1

Table 4. Fracture patterns of different groups

Group	Cohesive	Adhesive	Mixed
1	3	0	7
2	2	0	8
3	2	1	7
4	2	1	7
5	0	0	10

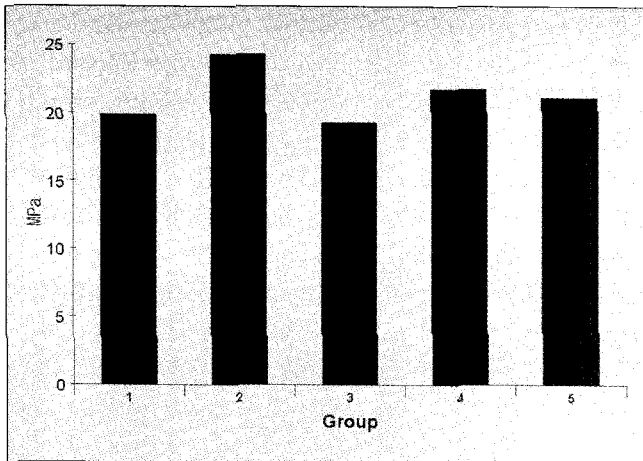


Fig. 1. Shear bond strength.

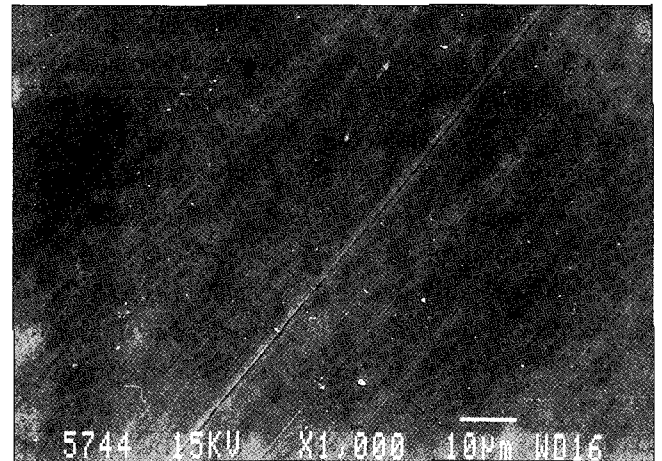


Fig. 2. Group 1 before phosphoric acid etching.

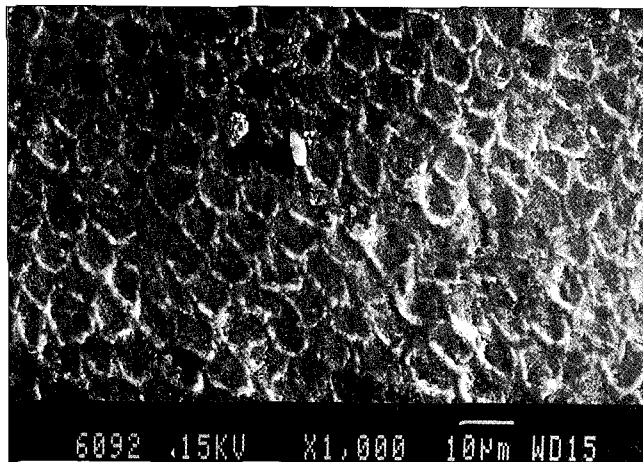


Fig. 3. Group 1 after phosphoric acid etching.

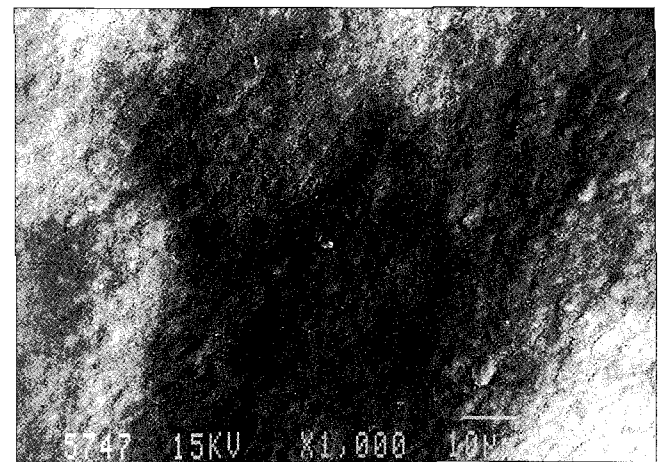


Fig. 4. Group 2 before phosphoric acid etching.

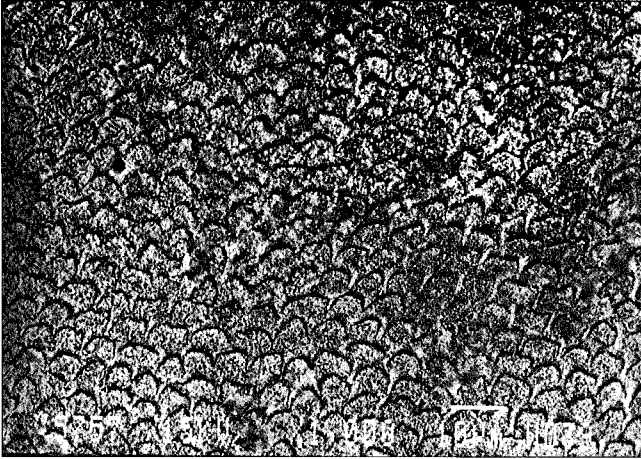


Fig. 5. Group 2 after phosphoric acid etching.

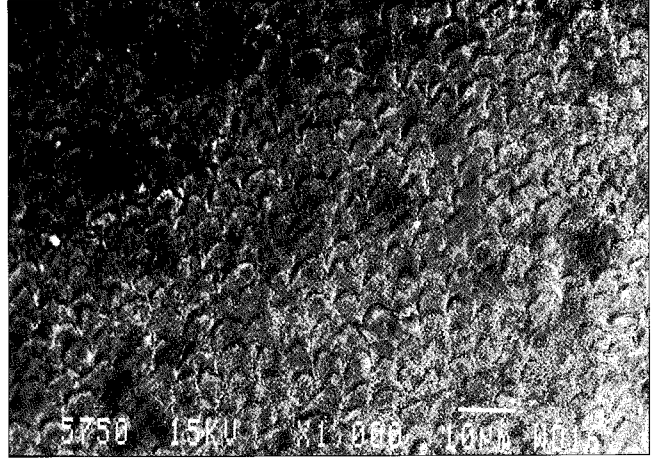


Fig. 6. Group 3 before phosphoric acid etching.

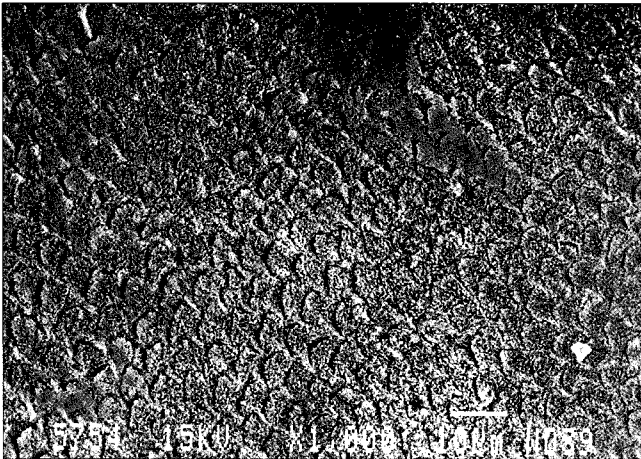


Fig. 7. Group 3 after phosphoric acid etching.

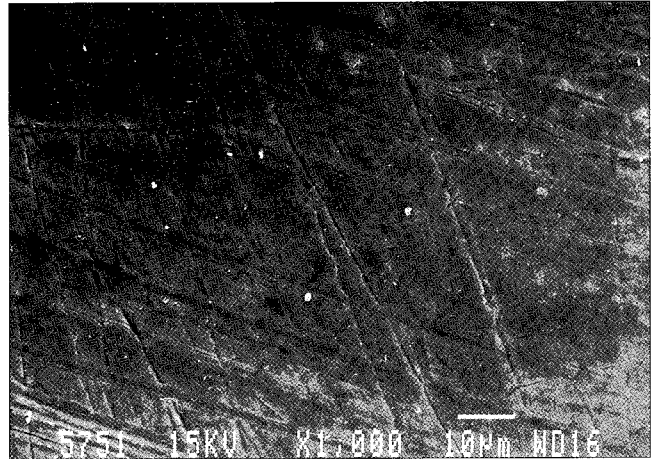


Fig. 8. Group 4 before phosphoric acid etching.

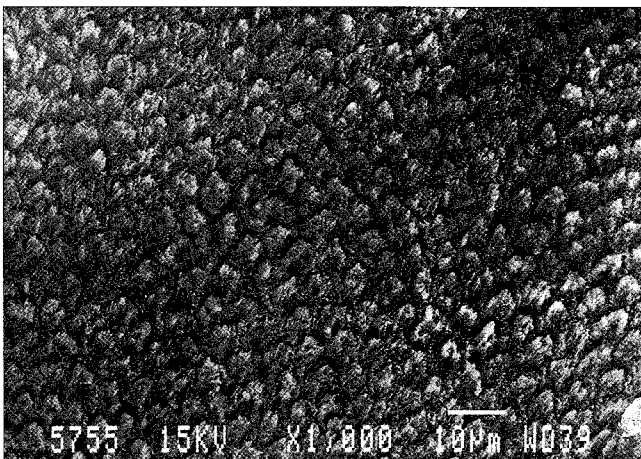


Fig. 9. Group 4 after phosphoric acid etching.

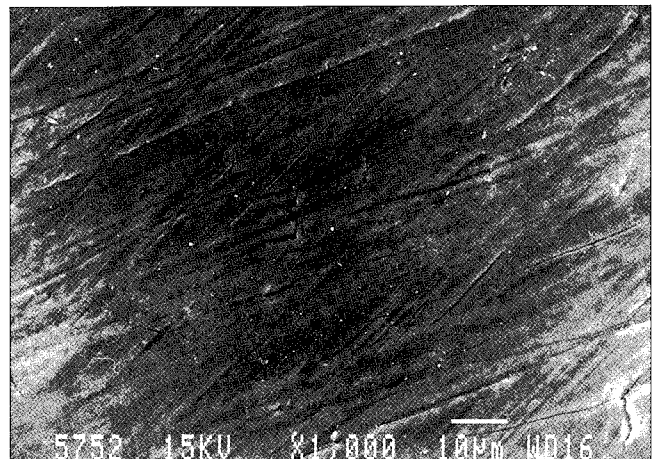


Fig. 10. Group 5 before phosphoric acid etching.

군 시편의 매끈한 법랑질 표면을 보여주고 있다. Fig. 4는 염산과 pumice로 enamel microabrasion만을 시행했는데도 인산으로 부식한 것과 비슷한 표면양상을 보이고 있는 2군의 부식 전 시편을 나타내고 있다. 이렇듯 부식시킨 듯한 표면 양상은 3군에서 더욱 뚜렷하였다(Fig. 6). Fig. 8은 PREMA로 처리한

4군으로 대조군의 법랑질과 흡사하게 매끈한 표면양상을 보여주었다. PREMA를 사용한 microabrasion의 횡수가 증가한 5군에서는 mandrel에 의한 것이라 생각되는 striation이 증가한 것이 관찰되었다(Fig. 10).

각 군의 시편을 enamel microabrasion 후 인산으로 부식시

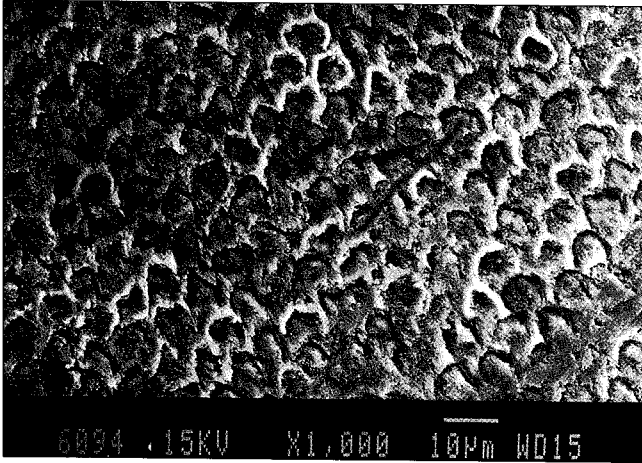


Fig. 11. Group 5 after phosphoric acid etching.

킨 다음에는 전형적인 산부식 후의 표면양상이 관찰되었고, 구간 별다른 차이가 없었다(Fig. 3, 5, 7, 9, 11).

IV. 총괄 및 고안

Enamel microabrasion이 표재성 법랑질 변색의 치료에 효과적인 것은 확실하나, 그 정확한 기전과 치료에 의해 나타나는 치아표면의 변화는 아직 정확하게 알려지지 않았다. Donly 등²¹⁾에 의하면, enamel microabrasion은 법랑소주 혹은 법랑질의 유기질 성분에 변화를 일으키는 것일 수 있다. 즉, 변색물질이 법랑질의 유기조직에 있는 것이라면, 산 성분이 법랑소주에 영향을 주지 않고 이를 제거하는 것이다. Enamel microabrasion은 또한 표재성 법랑질의 구조를 변화시킬 수 있다. 법랑소주 표면의 미약한 마모가 산에 의한 erosion과 함께 일어나 유기질 부위에 무기질을 다져넣어 표층의 소주가 많은 법랑질을 단단히 다져진 무소주 부위로 대체시키는 것일 수도 있다. 유리와 같은 광채를 내는 이 독특한 매끄러운 법랑질 표면은 현미경으로도 구별되는데, 이를 "enamel glaze"라고도 한다. Berg와 Donly가 편광현미경을 사용해 이 표면을 처음으로 관찰하였고⁵⁾, Donly 등²¹⁾은 SEM을 이용하여 structureless surface mineral layer를 확인하였다. 새롭게 형성된 표층에서는 빛의 반사와 굴절이 일반 법랑질에서와 다르게 나타나며, 이러한 광학적 성질은 표층하 변색을 가려줄 수도 있다. 타액에 의한 치아의 수화(hydration)는 이 효과를 증가시킨다⁵⁾. Croll은 이러한 염산의 화학적 침식과 연마제의 기계적 마모의 혼합효과를 "abrosion effect"라 이름지었다⁵⁾.

Enamel microabrasion은 bur cutting보다 치아형태를 변형시킬 가능성이 적고 치아표면 또한 인지될 만큼 변화시키지 않는 보존적인 술식이다^{6,20,22-25)}. Enamel microabrasion은 적용 후 윤이 나고 매끄러운 법랑질 표면을 갖게 되는데, 시간이 지남에 따라 종종 추가적인 심미적 개선이 일어난다. 이것은 구강 내에서의 탈회와 재석회화 과정과 법랑질의 광학적 성질에 의한 것으로 추측된다^{5,10,26)}.

Segura^{27,28)}는 enamel microabrasion을 시행한 법랑질 표면이 산의 공격에 더 강한 저항성을 보이며, Streptococcus mutans의 집락형성도 덜하다고 보고하였다.

또한, oxygenating agent를 사용해 치아의 화학적 색조 변화를 일으키는 치아표백술과는 달리, enamel microabrasion은 변색된 표층치질을 실제로 제거하기 때문에 그 결과가 영구적이다^{5,10,29)}.

그렇다고 이 술식에 문제가 없는 것은 아닌데, 한 예로 산의 사용에 따른 위험을 들 수 있겠다. Enamel microabrasion에 의한 산의 치수에 대한 잠재적 위험성을 밝혀내기 위해 많은 연구가 행해졌는데, Griffen 등³⁰⁾, Baumgartner 등³¹⁾, Kilpatrick과 Welbury³²⁾의 실험 결과 염산이 상아법랑질 경계에 이르지 못함이 입증되었다.

진료실에서도, 러버댐, 장갑, 보안경 등의 보호장비가 필요하고³³⁾, 18% 염산과 pumice의 혼합물의 경우 시술시 튀는 것을 막기 위해 설압자 등의 hand instrument로 적용시켜야 한다^{4,13,14)}. 손으로 적용시켜야 하는 번거로움과 산에 의한 위험을 감소시키기 위해 새로운 재료의 연구가 이루어졌고, 그 결과 10% 염산, silicon carbide abrasive, silica gel 등의 혼합물로서 10:1 gear reduction handpiece로 적용이 가능한 PREMA가 개발되었다^{4,5)}.

Enamel microabrasion에 의해 제거되는 법랑질의 양 또한 문제가 될 수 있는데, Waggoner 등³⁴⁾은 18% 염산과 pumice의 혼합물을 5초씩 적용했을 때 삭제되는 법랑질이 첫회에 12µm, 10회 적용시 매번 평균 26µm 정도로, 이것은 순면 법랑질의 약 25%가 제거되는 것을 의미한다고 하였다. Tong 등³⁵⁾은 100초간 18% 염산을 직접 치아에 도포했을 때 100±47µm의 법랑질이 소실되었고, pumice와 함께 적용한 경우 360±30µm의 손실이 관찰되었다고 보고하였다. 한편, Chan 등³⁶⁾에 의하면, 손으로 하거나 handpiece를 사용하거나 차이가 없으며 약 300µm의 법랑질이 삭제된다고 하였다.

이에 Waggoner 등³⁴⁾은 25~33%의 법랑질 소실은 인지하기 어려우며 임상적으로 문제될 것이 없다고 주장하였고, Dalzell 등³⁷⁾도 시술전 법랑질 두께가 1mm 정도인 경우에 있어서 이에 동의하였다.

Croll과 Cavanaugh¹³⁻¹⁵⁾는 변색의 원인, 색깔이나 형태는 이 치료술식의 성공과 무관하며, 표층에 국한되어 있다면 어떠한 내인성 법랑질 착색도 enamel microabrasion으로 치료가 가능하다고 하였다. 마찬가지로, 교정치료 중에 흔히 발생하는 탈회 또한 이 술식을 사용한 치료의 적응증이 된다. Croll¹⁴⁾은 대부분의 갈색 변색이 superficial하고 white defect의 약 75% 또한 비교적 표층에 국한되어 있기 때문에 부분적으로 제거가 가능하다고 하였다.

그러나 모든 증례에서 enamel microabrasion으로 치료가 가능한 것은 아닌데, 언제쯤 이 술식을 사용한 치료를 포기하고 중단해야 하는가에 관해서, Croll과 Cavanaugh¹⁴⁾는 5초 적용, 10초 수세를 15회까지만 반복하는 것을 추천했고, PREMA의

사용설명서에는 20초 적용, 10초 수세를 10회 까지만 반복할 것을 권하고 있다. 한편, Croll^{5,14)}은 시술전에 대상 치아를 절단면 쪽에서 치경으로 관찰해 변색의 심도를 가늠할 수 있다고 하였고, 적용횟수보다 임상적 평가가 중요하고, 치아표면이 편평해지거나 오목해지면 시술을 중단해야하며 대개 6~7회 적용하면 색조변화가 나타난다고 하였다. 그는 또한, 소실되는 법랑질의 정확한 양은 중요하지 않으며, 남아있는 치질로 치아가 기능에 문제가 없는 강도와 적절한 심미성을 지니고 하방의 치질을 보호할 수 있으면 문제가 없다고 주장하였다⁵⁾.

이와 같이 microabrasion 시행 후 충분한 심미성의 개선이 이루어지지 않아 복합레진으로 충전해야 하는 경우에서의 enamel microabrasion이 레진의 결합강도에 미치는 영향을 조사한 본 연구의 결과에서, 실험군이 대조군과 비슷하거나, 2군에서와 같이, 오히려 대조군보다 우수한 결합강도를 보여주었다. 이는 주사전자현미경으로 살펴보았을 때 인산으로 부식한 각 군의 시편에서 관찰된 서로 비슷한 표면양상과 관련이 있을 것이다(Fig. 3, 5, 7, 9, 11). 따라서, Croll⁵⁾의 추천과 달리, enamel microabrasion으로 치아변색을 완전히 제거할 수 없을 경우, 당일에라도 high-speed handpiece를 사용한 추가적인 법랑질의 삭제없이 치질을 보존하며 레진 수복을 할 수 있을 것이다.

18% 염산과 pumice로 enamel microabrasion을 시행한 2, 3군에서는 적용횟수가 증가함에 따라 복합레진의 결합강도가 유의하게 감소하는 것이 관찰되었다. 이는 인간의 대구치 법랑질을 사용한 시편 제작에 있어서의 기술적인 어려움으로 인해 얇게 제작된 법랑질 시편에서 반복된 18% 염산과 pumice의 적용으로 인해 육안으로 구분하기 힘든 상아질의 노출이 일어났기 때문이 아닐까 의심된다. Shillingburg와 Grace³⁶⁾에 의하면, 상악 중절치와 하악 절치의 치경부에서의 평균 법랑질 두께는 각각 0.49mm와 0.36mm에 불과하므로, 특히 debonding 시와 같이 법랑질이 이미 소실된 경우, 이들 부위에서 18% 염산과 pumice로 enamel microabrasion을 시행할 때에는 각별한 주의가 필요하리라 사료된다³⁹⁾. 이 혼합물을 여러번 적용했는데도 변색이 충분히 제거되지 않았다면, 상아질이 노출되었을 위험이 있으므로, 레진으로의 수복시 dentin bonding agent의 사용이 유용할 것이라고 생각된다.

그러므로, 염산과 pumice의 혼합물로 enamel microabrasion을 시술하는 경우에는, 몇 번의 적용 후에 이 술식으로 치료하지 못할 치아를 구분하여 곧장 인산으로 부식한 후 복합레진으로 수복하거나, microabrasion으로 변색이 제거되지 않는 것이 확인될 때까지 적용을 반복한 후 상아질이 노출되었을 위험에 주의하여 dentin bonding agent를 도포한 후 복합레진으로 수복하는 것이 좋으리라 생각된다.

PREMA로 시술한 4, 5군에서는 대조군과 비슷하고 2군에 비해 떨어지지 않는 결합강도가 관찰되었다. 시술 후의 우수한 치아표면의 매끄러움과 광채를 고려할 때, handpiece로 적용이 가능한 PREMA가 잇점이 있으리라 사료된다. 또한, 결합강

도가 적용횟수에 영향을 받지 않아, enamel microabrasion으로 충분히 시도해 본 후에 레진수복을 고려해도 특별한 문제가 없을 것 같다.

파절면 검사에서, adhesive failure가 3, 4군에서 관찰되었고, cohesive failure는 1, 2, 3, 4군에서 나타났다. 5군에서는 mixed failure만이 관찰되었다.

주사전자현미경으로 관찰한 결과, 18% 염산과 pumice로 처리한 2, 3군에서는 마치 산으로 부식한 듯한 표면양상이 관찰되었는데, 이는 Royer와 Meiers¹⁹⁾의 연구결과와 일치한다(Fig. 4, 6). 또한, 적용횟수가 증가함에 따라 이 부식한 듯한 표면양상은 더욱 뚜렷해졌다. 18% 염산과 pumice 혼합물을 hand instrument를 사용해 적용시켰을 때 나타나는 이러한 불규칙한 표면이, 3군에서와 같은 하방 상아질의 노출이 없을 경우, PREMA를 사용한 4, 5군에서의 매끈한 표면과는 다르게 2군에서 관찰된 높은 결합강도에 기여하는 것이 아닐까 생각된다.

PREMA로 enamel microabrasion을 시행한 4, 5군에서는 마치 아무런 처치를 하지 않은 법랑질과 흡사한 표면양상이 관찰되었다(Fig. 2, 8, 10). Donly 등²¹⁾에 의하면 이는 "abrasion effect", 즉, 산에 의한 침식과 연마제에 의한 마모의 혼합 효과가 법랑소주의 표면적을 감소시켰고 이 술식에 의해 만들어진 광물 부산물들이 남은 법랑질 표면에 다져져서 치밀하고 매끄러운, 석회화된 층을 이루었기 때문이다. Royer와 Meiers¹⁹⁾의 연구에서도 이러한 법랑질 도말층의 존재가 확인되었다.

단, 10 : 1 handpiece로 혼합물을 적용시킬 때 사용한 mandrel에 의한 흠집이 관찰되었는데, 이는 적용횟수가 증가함에 따라 증가했다.

시편제작의 어려움, 상아질 노출여부를 평가할 방법의 미흡함 등이 본 연구의 결과에 영향을 주었으리라 사료되고, 기존 연구에서 이미 조사된 바 있으나, 본 연구에서는 인산을 사용한 부식을 행하지 않았을 때 enamel microabrasion의 방법과 횟수가 레진 결합에 미치는 영향이 함께 조사되지 않았기 때문에 이 술식과 레진 결합간의 관계를 전체적으로 살펴보기에는 무리가 있다. 본 술식에 의해 얻어진 변색 제거의 안정성, enamel microabrasion 방법과 횟수에 의한 법랑질 제거량에 대한 추가적인 연구가 장차 필요하리라 사료된다.

V. 결 론

본 연구의 목적은 enamel microabrasion의 방법과 적용횟수가 법랑질에 대한 복합레진의 결합강도에 미치는 영향을 조사하는 것이었다. 이에 저자는 발견된 대구치의 협면에 18% 염산과 pumice의 혼합물을 5초씩, 기성품인 PREMA를 20초씩 각각 5, 10회 적용하여 enamel microabrasion을 시행하였다. 치면을 37% 인산으로 부식시킨 후 여기에 복합레진을 결합시켜 전단결합강도를 측정하였고, 그 파절면을 관찰하였으

며, 인산으로 부식시키기 전, 후의 표면양상을 주사전자현미경으로 관찰하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 2군이 가장 높은 결합강도(24.36 ± 3.34 MPa)를 나타내었고, 3군이 가장 낮은 결합강도(19.35 ± 3.43 MPa)를 보였다. 전단결합강도는 2>4>5>1>3군의 순서로 감소하였다.
2. 2군은 1군과 3군보다 통계학적으로 유의성있게 높은 결합강도를 나타내었다($p < 0.05$).
3. 염산과 pumice로 enamel microabrasion을 시행한 2, 3군과 PREMA를 사용한 4, 5군 사이에는 유의한 결합강도의 차이가 없었다($p > 0.05$).
4. 파절면 검사에서, adhesive failure는 3, 4군에서 나타났고, cohesive failure는 1, 2, 3, 4군에서 관찰되었다. 5군에서는 mixed failure만이 관찰되었다.
5. SEM 관찰에서, 염산과 pumice로 enamel microabrasion을 시행한 2, 3군에서는 인산으로 부식한 것과 비슷한 표면양상이 관찰되었고, PREMA로 처리한 4, 5군에서는 1군과 흡사한 매끈한 표면양상이 관찰되었다. 각 군의 시편을 인산으로 부식시킨 다음에는 전형적인 산부식 후의 표면양상이 관찰되었고, 군간 별다른 차이가 없었다.

참고문헌

1. Eisenberg E, Bernick SM : Anomalies of the teeth with stains and discolorations. J Prev Dent 2:7-20, 1975. cited from Croll TP, Cavanaugh RR: Enamel color modification by controlled hydrochloric acid-pumice abrasion. II. Further examples. Quint Int 17:157-164, 1986.
2. 김신, 최외임, 하은숙 등 : Enamel microabrasion. 대한 소아치과학회지 19:376-381, 1992.
3. Croll TP : Enamel microabrasion for removal of superficial dysmineralization and decalcification defects. JADA 120:411-414, 1990.
4. Croll TP : Enamel microabrasion: the technique. Quint Int 20:395-400, 1989.
5. Croll TP : Enamel Microabrasion. Quintessence Publishing Co, Chicago, 1991.
6. Segura A : Acid-abrasive enamel reduction for tooth color correction. Am J Dent 4:103-104, 1991.
7. Faunce F : Management of Discolored Teeth. DCNA 27:657-670, 1983.
8. McEvoy SA : Removing intrinsic stains from vital teeth by microabrasion and bleaching. J Esthet Dent 7:104-109, 1995.
9. Scherer W, Quattrone J, Chang J et al. : Removal of intrinsic enamel stains with vital bleaching and

- modified microabrasion. Am J Dent 4:99-102, 1991.
10. Croll TP, Segura A : Tooth color improvement for children and teens: Enamel microabrasion and dental bleaching. J Dent Child 63:17-22, 1996.
11. McCloskey RJ : A technique for the removal of fluorosis stains. JADA 109:63-64, 1984.
12. Croll TP : A case of enamel color modification: 60 year results. Quint Int 18:493-495, 1987.
13. Croll TP, Cavanaugh RR : Enamel color modification by controlled hydrochloric acid-pumice abrasion. I. Technique and examples. Quint Int 17:81-87, 1986.
14. Croll TP, Cavanaugh RR : Enamel color modification by controlled hydrochloric acid-pumice abrasion. II. Further examples. Quint Int 17:157-164, 1986.
15. Croll TP, Cavanaugh RR : Hydrochloric acid-pumice enamel surface abrasion for color modification: results after six months. Quint Int 17:335-341, 1986.
16. Train TE, McWhorter AG, Seale NS et al. : Examination of esthetic improvement and surface alteration following microabrasion in fluorotic human incisors in vivo. Ped Dent 18:353-362, 1996.
17. Croll TP : Combining resin composite bonding and enamel microabrasion. Quint Int 27:669-671, 1996.
18. Croll TP : Enamel color improvement: all things considered. Quint Int 17:271-275, 1986.
19. Royer MA, Meiers JC : Shear Bond Strength of Resin to Acid/Pumice-microabraded Enamel. Oper Dent 20:155-159, 1995.
20. Croll TP : Enamel microabrasion for removal of superficial discoloration. J Esthet Dent 1:14-20, 1989. cited from Croll TP: Enamel Microabrasion. Quintessence Publishing Co, Chicago, 1991.
21. Donly KJ, O'Neill M, Croll TP : Enamel microabrasion: a microscopic evaluation of the "abrosion effect". Quint Int 23:175-179, 1992.
22. Coll JA, Jackson P, Strassler HE : Comparison of enamel microabrasion techniques: PREMA compound versus a 12-fluted finishing bur. J Esthet Dent 3:181-186, 1991.
23. Croll TP : Enamel microabrasion followed by dental bleaching: case reports. Quint Int 23:317-321, 1992.
24. Croll TP : Hastening the enamel microabrasion procedure. JADA 124:87-90, 1993.
25. Killian CM, Croll TP : Enamel microabrasion to improve enamel surface texture. J Esthet Dent 2:125-128, 1990. cited from Croll TP: Enamel Microabra-

- sion. Quintessence Publishing Co, Chicago, 1991.
26. Wei SHY : Remineralization of enamel and dentine—a review. *J Dent Child* 34:444-451, 1967.
 27. Segura A, Donly KJ, Wefel JS : The effects of microabrasion on demineralization inhibition of enamel surfaces. *Quint Int* 28:463-466, 1997.
 28. Croll TP, Segura A, Donly KJ : Enamel microabrasion: new considerations in 1993. *Pract Periodontics Aesthet Dent* 5:15-29, 1993.
 29. Rosenthaler H, Randel H : Rotary Reduction, Enamel Microabrasion, and Dental Bleaching for Tooth Color Improvement. *Compend Cont Edu Dent* 19:62-67, 1998.
 30. Griffen RG, Grower MF, Ayer WA : Effect of solutions used to treat dental fluorosis on permeability of teeth. *J Endod* 3:139-143, 1977. cited from Baumgartner JC, Reid DE, Pickett AB: Human pulpal reaction to the modified McInnes bleaching technique. *J Endod* 9:527-529, 1983.
 31. Baumgartner JC, Reid DE, Pickett AB : Human pulpal reaction to the modified McInnes bleaching technique. *J Endod* 9:527-529, 1983.
 32. Kilpatrick NM, Welbury RR : A four year follow up of the hydrochloric acid-pumice microabrasion technique for the removal of enamel pigmentation. *Dental Update* 20: 105-107, 1993.
 33. Croll TP, Killian CM, Miller AS : Effect of enamel microabrasive compound on human gingiva: report of a case. *Quint Int* 21:959-963, 1990.
 34. Waggoner WF, Johnston WM, Schumann A et al. : Microabrasion of human enamel in vitro using hydrochloric acid and pumice. *Ped Dent* 11:319-323, 1989.
 35. Tong LSM, Pang MKM, Mok NYC et al. : The Effects of Etching, Micro-abrasion, and Bleaching on Surface Enamel. *J Dent Res* 72:67-71, 1993.
 36. Chan DCN, Howell ML, Carraway KB et al. : Polarized and transmitted light microscopic study of enamel after microabrasion. *Quint Int* 26:57-62, 1995.
 37. Dalzell DP, Howes RI, Hubler PM : Microabrasion: effect of time, number of applications, and pressure on enamel loss. *Ped Dent* 17:207-211, 1995.
 38. Shillingburg HT, Grace C : Thickness of enamel and dentin. *J South Calif State Dent Assoc* 41:33-36, 1973. cited from Dalzell DP, Howes RI, Hubler PM: Microabrasion: effect of time, number of applications, and pressure on enamel loss. *Ped Dent* 17:207-211, 1995.
 39. Kendell RL : Hydrochloric acid removal of brown fluorosis stains: clinical and scanning electron microscopic observations. *Quint Int* 20:837-839, 1989.

Abstract

SHEAR BOND STRENGTH OF COMPOSITE RESIN TO ENAMEL FOLLOWING ENAMEL MICROABRASION

Kee-Sang Hong, D.D.S., Sang-Dae Lee, D.D.S., Ph.D., Sang-Hoon Lee, D.D.S., Ph.D.

Department of Pediatric Dentistry and Dental Research Insititute, College of Dentistry, Seoul National University

Enamel microabrasion is a means by which superficial enamel discoloration is removed using hydrochloric acid and fine pumice. As enamel microabrasion alone may not be sufficient in cases of deeper discoloration, composite resin restoration is recommended in areas where there is remaining discoloration.

The purpose of this study was to investigate the effects of different methods and number of applications of enamel microabrasion on the shear bond strength of composite resin to enamel. Untreated control was designated as group 1. 5-second applications of a mixture of 18% HCl and fine pumice were performed 5 and 10 times on groups 2 and 3, respectively. A commercially available mixture of 10% HCl and abrasives(PREMA) was applied using a 10 : 1 gear reduction handpiece 5 and 10 times on groups 4 and 5, respectively, with each application lasting 20 seconds. After etching with 37% phosphoric acid, composite resin was bonded. Thermocycling was performed and shear bond strength was measured.

The following results were obtained:

1. Group 2 showed the highest bond strength(24.36 ± 3.34), while group 3 showed the lowest(19.35 ± 3.43). Shear bond strength decreased in the following order: 2 > 4 > 5 > 1 > 3.
2. Group 2 showed bond strength significantly higher compared to groups 1 and 3($p < 0.05$).
3. There were no significant differences between groups 2 and 3, which had been microabraded using HCl and pumice, and groups 4 and 5, to which PREMA had been applied, when bond strengths were compared($p > 0.05$).
4. When modes of fracture were examined, adhesive failure was observed in groups 3 and 4, while cohesive failure was observed in groups 1, 2, 3 and 4. Only mixed failures were found in group 5.
5. When viewed using a SEM, groups 2 and 3, which had been microabraded using HCl and pumice, showed surface appearances similar to that of enamel etched with phosphoric acid. Groups 4 and 5, treated with PREMA, exhibited a smooth surface similar to that of group 1. All groups showed similar, typical surface characteristics following phosphoric acid etching.

Key Words : Enamel microabrasion, Composite resin, Shear bond strength