

수종의 BRACKET(DBS)제거방법에 따른 법랑질 표면에 대한 주사전자현미경적 연구

연세대학교 치과대학 교정학교실

송 정 국·손 병 화

I. 서 론

1955년 Buonocore가 처음으로 법랑질 표면을 85% 인산으로 부식시켜 레진과 법랑질 표면의 접착력을 증가 시키려고 시도한 이래 레진의 용도는 전치부 절단면 파절의 회복에서 부터 브라켓(bracket) 부착^{9, 10, 11, 14, 17} 등에 이르기 까지 다양하게 응용되어 왔다.

Saddler(1958)¹⁶는 법랑질 표면에 브라켓을 직접 부착(direct bonding)시키는 것이 가능한가를 종래의 통상적인 접착제(adhesive)로 실험해본 결과 만족할 만한 안정성(stability)을 얻을수 없었다고 보고 하였고, 그후 Newman(1965)¹¹과 Miura(1971)⁹ 등은 산 처리된 법랑질 표면에 브라켓을 아크릴릭 레진으로 부착시키는 direct bonding system을 소개 하였다.

그후 부착물(attachment)의 유지력(retention)에 대한 많은 임상적 연구가 계속 되었으며 최근에는 부착물 제거와 법랑질 표면의 잔여레진(residual resin) 제거후 법랑질 표면 회복의 중요성이 강조 되고 있다.^{3, 4, 5, 6, 8, 12, 13, 15, 22, 23, 24}

선자들은 여러가지 기구와 술식으로 잔여레진을 제거하고 법랑질 표면을 주사전자현미경으로 평가 하여 Burapavong³은 hand scaler, Retief와 Denys¹⁸는 sandpaper disc, Gwinnett과 Gorelick⁸은 green rubber wheel, Zachrisson과 Arthun²³은 green rubber wheel과 tungsten carbide bur, Rouleau¹⁵, Zachrisson²²은 tungsten carbide bur를 권장하였다.

특히 Caspersen(1977)⁴은 치아 표면과 레진을 명확히 구별하기 위해 energy dispersive X-ray(E-D)분석을 하였으며, Zachrisson과 Arthun(1979)²³은 복제술식(replication technique)을 사용하여 법랑질 표면지수(enamel surface index)에 따라 레진제거 방법들을 비교 평가 하였다.

또한 Fitzpatrick과 Way(1977)⁶, Brown과 Way(1978)¹, Pus와 Way(1980)⁵는 브라켓과 레진제거 방법에 따른 법랑질 상실에 대해 보고 하였으며, Zachrisson(1980)²⁴은 브라켓과 레진제거 후 법랑질 표면의 갈라진 틈(crack)에 대해 보고 하였다.

산 부식(acid etching) 술식이 개선되고 아크릴릭 레진의 물리적 기계적 성질이 증가됨에 따라 부착물(attachment) 제거와 법랑질 표면의 처리가 중요한 임상적 문제로 대두되고 있다. 이에 저자는 지금까지 선자들이 권장해온 방법들을 중심으로 브라켓과 잔여레진을 제거하고 법랑질 표면을 회복시켜 각각의 기구와 술식을 비교 평가하여 다소의 성적을 얻었기에 이에 보고하는 바이다.

II. 연구재료 및 방법

가. 연구재료

Y대학병원 교정과에 내원한 환자중 교정치료를 위해 소구치를 발치할 예정인 12~16세 환자 13명을 대상으로 52개의 상하악 소구치를 선정 하였으며 48개의 치아는 실험군으로 4개의 치아는 대조군으로 하였다. 접착재료는 Super C-ortho(Amco), 브라켓은 edgewise 브라켓을 사용 하였다.

나. 연구방법

환자 구강내에서 실험군 치아 순면을 불소가 함유되지 않은 연마제(pumice)로 10초간 연마하고 충분히 세척한 후 건조 시켰으며 지시서에 따라 35% 인산으로 1분간 부식(etching)시켰다.

레진으로 접착된 브라켓은 중화반응이 완전히 이루어지고 최대의 접착강도를 갖도록 1주일이 경과한 후 제거 하였다.⁴⁾

브라켓은 ligature wire cutter를 사용하여 peel force를 주어 탈락 시켰으며 잔여레진은 hand scaler, green stone, green rubber wheel, sandpaper disc, tungsten carbide bur, Sof-lex disc를 사용하여 제거 하였다. 각각의 제거 방법은 한 환자에 있어서 한 치아당 한가지씩 선정 하였고 실험군의 반은 최종연마(final pumicing)를 하여 13개군을 정했다. (도표 1 참조)

잔여레진을 제거하는 과정에서 법랑질 손상을 최소화 하고 임상적 심미적으로 만족 할만한 상태가 되도록 건조된 상태에서 진단침(explorer)으로 탐침하면서 주의깊게 제거 하였으며 동일한 날 치아를 발거하여 50% ethanol에 보관 하였다. 치아를 stub에 봉입(mounting)하고 금(gold)을 100-150A° 두께로 sputter-coating하여 15KV에서 주사전자현미경(scanning electron microscopy)으로 관찰 하였다

Table 1.

Initial removal	Final treatment	No. of teeth
Hand scalar	None	4
Green stone	None	4
Green rubber wheel	None	4
Sandpaper disx	None	4
Tungsten carbide bur	None	4
Sof-lex disc	None	4
Hand scaler	Pumiced	4
Green stone	Pumiced	4
Green rubber wheel	Pumiced	4
Sandpaper disc	Pumiced	4
Tungsten carbide bur	Pumiced	4
Sof-lex disc	Pumiced	4
Controls		4

다.

Ⅲ. 연구 성적

가. Hand scaler

레진 군(island)과 찰흔(scratches)이 많이 보이며 연마 후에도 많은 예리한 찰흔이 존재 하였다. (부도 5, 6 참조)

나. Green stone

레진을 제거하는 면에 있어서는 효율적 이었으나 깊은 고랑(grooves)이 형성되며 연마 후에도 찰흔과 고랑이 뚜렷이 존재 하였다. (부도 7, 8 참조)

다. Green rubber wheel

· 줄무늬(striation) 형상을 보이며 연마 후에도 많은 미세한 찰흔이 존재 하였다. (부도 9, 10 참조)

라. Sandpaper disc (medium, fine)

발육구(developmental groove)에 접착되어 있는 잔여레진을 제거 하기가 용이하지 않았으며 전형적인 줄무늬 형상을 나타내며 연마 후에도 medium disc 사용시 형성된 깊은 찰흔과 미세한 찰흔이 다소 존재 하였다. (부도 11, 12 참조)

마. Tungsten carbide bur

발육구에 존재하는 잔여레진을 제거 하기는 용이 하였으나 많은 고랑과 찰흔이 형성되며 연마후에도 여전히 존재 하였다. (부도 13, 14 참조)

바. Sof-lex disc (medium, fine, super fine)

전형적인 줄무늬 형상을 보이며 연마 후에도 미세한 찰흔이 약간 존재 하였다. (부도 15, 16 참조)

Ⅳ. 총괄 및 고찰

본 연구는 브라켓과 잔여레진을 제거한 후 치아 표면을 처리하기 위한 몇가지 술식을 비교 평가 하는데 있다. 이러한 연구에서는 치아표면이 임상적으로 처리 됐다고 판단되는 시술자의 주관적인 관점의 차이가 불가피 하다.

레진 제거에 관한 연구를 하기 전에 연령에 따른 법랑질의 정상적인 상태를 먼저 명확히 하는 것이 좋다.²³⁾ 어린 나이의 영구치에서는 개인, 치아에 따라 차이가 있지만 출상용기(perikymata)가 뚜렷하며 성년이 됨에따라 점차 소실되고 법랑질 표면이 찰흔에 의해 뒤덮히게 되며 이러한 찰흔은 칫솔질 같은 기계적인 손상, 조직경도변화 등 여러요인에 의해 나타난다.¹²⁾

브라켓은 ligature wire cutter를 사용하여 peel

force를 주어 탈락시키게 되는데 이때 파절 부위를 보면 일부는 브라켓과 레진 경계를 따라 일어나고 일부는 법랑질과 레진 경계를 따라 일어나는 것을 볼수 있으며 이러한 파절의 위치는 산 칩투에 의해 형성되는 기계적인 유지력 강도에 의존한다. 기계적 유지력이 적은 경우에는 파절 부위가 법랑질과 레진 경계에 위치하며 기계적 유지력이 큰 경우에는 파절 부위가 일부는 레진에서 일부는 법랑질에서 일어난다.⁵⁾

아크릴릭 레진의 종류에는 heavy filled resin (filler 70% 함유), lightly filled resin (filler 4% 함유), unfilled resin이 있으며⁸⁾ heavy, lightly filled resin 보다 unfilled resin제거시 법랑질에 손상이 적다.^{5, 15, 24)}

회전기구(rotary instrument)로 법랑질에 접촉된 잔여레진을 제거하는 경우 물냉각(water cooling)을 사용하면 치아표면에 형성되는 찰흔(scratches), 교모면(facets) 등이 반사 굴절현상에 의해 은폐될 수 있으므로 공기냉각(air cooling)시키면서 건조된 상태에서 관찰하는 것이 필수적이다.^{8, 13)}

또한 회전기구의 마모입자크기, 회전속도가 중요하며 회전기구의 구성은 aluminum oxide(green stone, medium disc)에서 zirconium silicate(fine disc)까지 다양하며 마모입자크기와 형태는 법랑질과 레진에 형성되는 찰흔, 고랑의 크기에 관여된다. 또한 중요한 요인은 경도인데 모오스 경도치(mohs hardness number)가 법랑질은 5, hand instrument는 7, tungsten carbide는 8, carbon steel, aluminum oxide, zirconium silicate는 7, pumice는 6이다.⁸⁾

Burapavong⁹⁾은 hand scaler 사용시 예리한 찰흔이 많이 나타나나 연마(pumicing) 함으로써 제거되며 정상에 가까운 표면을 얻을수 있다고 하였으나 Gwinnett과 Gorelick⁸⁾, Retief와 Denys¹³⁾, Rouleau¹⁵⁾등은 이를 부인하고 있으며 본 연구에서도 예리하고 깊은 찰흔은 제거되지 않았다.

Burapavong⁹⁾, Gwinnett과 Gorelick⁸⁾은 green stone을 사용하는 경우 법랑질 표면에 깊은 고랑을 형성하게 되며 연마 후에도 여전히 존재 한다고 하였으며 green stone을 사용하는 경우에는 법랑질 표면의 손상을 피하기 위해서 법랑질 표면에서 약간 떨어져서 사용해야 한다고 하였다. 본 연구에서도 명백한 고랑이 존재 하였다.

Gwinnett과 Gorelick⁸⁾은 green rubber wheel 이 레진 제거에 가장 효과적이며 미세한 찰흔이 존재

하지만 연마 함으로써 쉽게 제거 된다고 하였으며 Zachrisson과 Arthun²³⁾도 이에 동의 하였다. 그러나 green rubber wheel 사용시 발생하는 열을 막기 위해 적절히 냉각시켜야 하며 rubber wheel을 예리한 형태로 재형성 해줄 필요가 있다고 하였다. 본 연구에서는 연마 후에도 미세한 찰흔들이 존재하였으나 어느정도 만족할 만한 결과를 얻을수 있었다.

Gwinnett과 Gorelick⁸⁾은 sandpaper disc는 레진 제거에 비효과적이며, medium disc는 찰흔, 교모면을 형성하는 요인이 되며 미세한 disc를 사용하면 교모면은 약간 존재 하지만 찰흔은 감소되며 연마 함으로써 제거 된다고 하였다. 또한 Zachrisson과 Arthun²³⁾은 sandpaper disc로 발육구(dereleptental groove)에 접촉되어 있는 잔여레진을 제거하기는 어렵다고 했다. 본 연구에서도 깊은 찰흔이 연마 후에도 뚜렷이 존재 하였으며 기구도달에 어려움이 있었다.

Zachrisson과 Arthun²³⁾은 tungsten carbide bur가 발육구에 접근하기 용이하며 법랑질 손실이 적고 단지 미세한 찰흔만을 형성 한다고 했으며 Retief와 Denys¹³⁾은 tungsten carbide bur로 대부분의 레진을 제거하고 Sof-lex disc나 Ceramiste wheel로 마무리하면 더 좋은 결과를 얻을수 있다고 하였다. 또한 Rouleau¹⁵⁾는 twelve fluted bur로 레진을 제거하고 tungsten carbide ultrafine bur로 마무리하면 만족 할만한 결과를 얻을수 있다고 하였다. 본 연구에서는 발육구에 기구도달은 용이 하였으나 연마 후에도 찰흔과 고랑이 많이 존재 하였다.

Retief와 Denys¹³⁾는 Sof-lex disc를 사용하는 경우 입자가 미세한 디스크를 사용함에 따라 불규칙한 표면이 점차 감소되며 연마 함으로써 만족 할만한 결과를 얻는다고 했으며, 본 연구에서도 같은 결과를 얻었다.

브라켓과 레진 제거시 고려해야할 가장 중요한 문제는 법랑질 표면에 대한 손상인데 이에 대해 많은 선현들의 연구가 있었다. Brown과 Way¹⁾, Fitzpatrick과 Way⁶⁾는 50~60 μ m의 법랑질 상실이었다고 보고한 반면 Zachrisson과 Arthun²³⁾은 평균 5 μ m높이인 증상용기(perikymata)를 해부학적 기준으로 법랑질 상실 양을 측정 하였는데 tungsten carbide bur로 레진을 조심스럽게 제거하면 법랑질 상실은 5 μ m보다 적으며 법랑질 표면의 많은 부위에서 증상용기가 발견 되므로 결과적으로 법랑질 상실은 없다고 보고 하였다. 본 연구에서 이점을 주시하여 관찰 하였는데 증상용기으로써 인정되는 부

위를 관찰 하기는 어려웠다. Diedrich⁵⁾는 법랑질 파결이 100 μ m 깊이에서 부분적으로는 150~160 μ m 까지 에서도 일어나며 이것은 법랑질 두께의 10%에 해당 된다고 보고 하였다. 또한 Pus와 Way¹²⁾는 레진 제거시 7.7~17.2 μ m의 법랑질 상실이 있다고 보고 하였으며 산 부식에 의해 법랑질 표면에 형성되는 다공(porosities)의 깊이를 15~25 μ m으로 보고 이 다공에 레진이 완전히 채워진다고 하면 치아를 연마한 후에도 레진돌기(resin tag)가 여전히 남아 있다고 했다. 이러한 견해는 Caspersen⁴⁾의 energy dispersive X-ray분석에서도 의견을 같이 하고 있으며 Gwinnett과 Ceen⁷⁾도 자외선 촬영법을 사용한 결과 약간의 레진돌기가 발견 되었다고 했다.

법랑질 표면에 남아있는 얇은막의 레진은 법랑질의 용해도(solubility)를 증가 시키지 않으므로 그 존재여부는 임상적으로 중요하지 않으나^{18) 19)} 치은 가까이 남겨진 레진에는 치태가 부착되기 쉬우며 동시에 변색된다.²¹⁾ 또한 기구에 의해 형성되는 찰흔과 고랑에 치태가 쉽게 부착되며 또한 변색된다.

V. 결 론

법랑질 표면에 부착된 브라켓과 레진을 수종의 방법을 통해 제거하고 법랑질 표면을 관찰하기 위해 교정치료를 목적으로 발치할 예정인 52개의 소구치를 선정하여 4개의 치아를 대조군, 48개의 치아를 실험군으로 하여 실험군 치아에 Super-C ortho로 브라켓을 부착시키고 1주일 후 브라켓을 제거하고 잔여레진을 hand scaler, green stone, green rubber wheel, sandpaper disc, tungsten carbide bur, Sof-lex disc로 제거한 후 실험군 치아의 반은 최종연마를 하였다. 치아를 발거하여 주사 전자현미경으로 법랑질 표면을 평가하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 잔여레진 제거에 있어서 Sof-lex disc가 가장 만족할만한 결과를 얻었다.
2. 찰흔(scratches) 형성이 많은 순은 hand scaler, green stone, tungsten carbide bur, sandpaper disc, green rubber wheel, Sof-lex disc였다.
3. 고랑(grooves) 형성이 많은 순은 green stone, tungsten carbide bur 였으며 나머지 방법은 고랑 형성이 없었다.
4. 최종연마(final pumicing)는 잔여레진 제거와 법

랑질 표면 회복에 효과적 이었다.

참 고 문 헌

1. Brown, C.R.L., and Way, D.C.: Enamel loss during orthodontic bonding and subsequent loss during removal of filled and unfilled adhesives. *Am. J. Orthod.*, 74: 663-671, 1978.
2. Buonocore, M.G.: A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surface. *J. Dent. Res.*, 34:849-853, 1955.
3. Burapavong, V., Apfel, D.A., Marshall, G.W., and Perry, H.T.: Enamel surface characteristics on removal of bonded orthodontic bracket. *Am. J. Orthod.*, 78:176-187, 1978.
4. Caspersen, I.: Residual acrylic adhesive after removal of plastic orthodontic brackets: A scanning electron microscopic study. *Am. J. Orthod.*, 71:637-649, 1977.
5. Diedrich, P.: Enamel alterations from bracket bonding and debonding: A study with the scanning electron microscope. *Am. J. Orthod.*, 79:500-522, 1981.
6. Fitzpatrick, D.A., and Way, D.C.: The effect of wear, acid etching and bond removal on human enamel. *Am. J. Orthod.*, 71:671-681, 1977.
7. Gwinnett, A., and Ceen, R.H.: An ultraviolet photographic technique for monitoring plaque direct bonding procedures. *Am. J. Orthod.*, 73:178-186, 1978.
8. Gwinnett, A., and Gorelick, L.: Microscopic evaluation of enamel after debonding: Clinical Appliance. *Am. J. Orthod.*, 71:651-665, 1977.
9. Miura, F., Nakagawa, K., and Masuhara, E.: New direct bonding system for plastic brackets. *Am. J. Orthod.*, 350-361, 1971.

10. Mulholland, R.D., and Deshazer, D.O.: The effect of acid pretreatment solution on the direct bonding of orthodontic bracket to enamel. *Angle Orthod.*, 38:236-253, 1968.
11. Newman, G.V.: Epoxy adhesives for orthodontic attachment: progress report. *Am. J. Orthod.*, 51:901-912, 1965.
12. Pus, M.D., and Way, D.C.: Enamel loss due to orthodontic bonding with filled and unfilled resins using various clean-up techniques. *Am. J. Orthod.*, 77:261-283, 1980.
13. Retief, D.H., and Denys, F.R.: Finishing of enamel surface debonding of orthodontic attachments. *Angle Orthod.*, 49:1-10, 1979.
14. Retief, D.H., and Sadowsky, P.L.: Clinical experience with the acid-etch technique in orthodontics. *Am. J. Orthod.*, 68:645-654, 1975.
15. Rouleau, B.D., Marshall, G.W., and Cooley, R.C.: Enamel surface evaluations after clinical treatment and removal of orthodontic bracket. *Am. J. Orthod.*, 81:423-426, 1982.
16. Sadler, J.F.: A survey of some commercial adhesives: Their possible application in clinical orthodontics. *Am. J. Orthod.*, 44:65, 1958.
17. Silverman, E., Cohen, M., Gianelly, A.A., and Dietz, V.S.: A universal direct bonding system for both metal and plastic brackets. *Am. J. Orthod.*, 62:236-244, 1972.
18. Silverstone, L.M.: Susceptibility to dissolution of fissure-sealed enamel surface artificially abraded in vitro. *J. Dent. Res.*, 52:967-968, 1973.
19. Silverstone, L.M.: The susceptibility to dissolution of acid etched and subsequently abraded enamel in vitro. *Caries Res.*, 11:46-51, 1977.
20. Tronstad, L., and Leidal, T.I.: New instrument for finishing of embrasure margins of Class II cavity. *J. Am. Dent. Assoc.*, 93:94-97, 1976.
21. Weitman, R.T., and Eames, E.B.: Plaque accumulation on composite surface after various finishing procedures. *J. Am. Dent. Assoc.*, 91:101-106, 1975.
22. Zachrisson, B.U.: A posttreatment evaluation of direct bonding in orthodontics. *Am. J. Orthod.*, 71:173-189, 1977.
23. Zachrisson, B.U., and Arthun, J.: Enamel surface appearance after various debonding techniques. *Am. J. Orthod.*, 75:121-137, 1979.
24. Zachrisson, B.U., Skogan, O., and Höymyhr: Enamel crack in debonded, debanded, and orthodontically untreated teeth. *Am. J. Orthod.*, 77:307-319, 1980.

— ABSTRACT —

**ENAMEL SURFACE EVALUATION ON VARIOUS REMOVAL TECHNIQUE
OF BRACKET (DBS): A STUDY WITH THE SCANNING
ELECTRON MICROSCOPY**

Jung Kook Song, Byung Hwa Sohn,

Department of Orthodontics, College of Dentistry, Yonsei University.

With modification of the acid etch technique and improvements of the physical and mechanical properties of the acrylic resin, the removal of directly bonded attachments and the finishing of the underlying enamel have become an acute clinical problem. This study was to evaluate the efficacy of recently introduced instrumentation and techniques to remove bonded brackets and residual resin, and restore the affected enamel surface to an acceptable clinical condition. Forty-eight premolars which were scheduled for extraction for orthodontic purposes were bonded with brackets using super-C ortho. Four additional premolars with untreated surfaces were used as controls. After one week the brackets were removed and the residual resin removed by hand scaler, green stone, green rubber wheel, sandpaper disc, tungsten carbide bur, Sof-lex disc. Half the experimental teeth were given a final pumicing and then all were extracted and stored in 50 percent ethanol. The scanning electron microscopy was used to evaluate the enamel surface.

Following results were obtained;

1. A satisfactory result was obtained by means of the Sof-lex disc.
2. The order of the scratch formation was the procedure using hand scaler, green stone, tungsten carbide bur, sandpaper disc, green rubber wheel, and Sof-lex disc.
3. The procedures using green stone and tungsten carbide bur showed many groove formations and the other procedures showed none.
4. Final pumicing serves effectively to remove residual adhesive and restore the enamel surface.

— 사진부도 설명 —

1. 즐상용기(perikymata)가 관찰된다.
(법랑질 표면, ×500)
2. 예리한 찰흔이 관찰된다.
(연마후 법랑질 표면, ×500)
3. (브라켓 제거후 레진 표면, ×50)
4. (법랑질과 레진의 경계, ×500)
5. 레진 군(island)과 찰흔이 많이 관찰된다.
(hand scaler로 레진 제거후 법랑질 표면, ×500)
6. 깊고 예리한 찰흔이 관찰된다.
(hand scaler로 레진 제거하고 최종연마 후 법랑질 표면, ×500)
7. 깊은 고랑과 찰흔이 많이 관찰된다.
(green stone으로 레진 제거후 법랑질 표면, ×500)
8. 찰흔과 고랑이 뚜렷하게 관찰된다.
(green stone으로 레진 제거하고 최종연마 후 법랑질 표면, ×500)
9. 줄무늬 형상을 보임.
(green rubber wheel로 레진 제거후 법랑질 표면, ×500)
10. 미세한 찰흔이 많이 관찰된다.
(green rubber wheel로 레진 제거하고 최종연마 후 법랑질 표면, ×500)
11. 줄무늬 형상을 보임.
(sandpaper disc로 레진 제거후 법랑질 표면, ×500)
12. 깊은 찰흔이 보임.
(sandpaper disc로 레진 제거하고 최종연마 후 법랑질 표면, ×500)
13. 고랑과 찰흔이 많이 관찰된다.
(tungsten carbide bur로 레진 제거후 법랑질 표면, ×500)
14. 고랑과 찰흔이 관찰된다.
(tungsten carbide bur로 레진 제거하고 최종연마 후 법랑질 표면, ×500)
15. 줄무늬 형상을 보임.
(Sof-lex disc로 레진 제거후 법랑질 표면, ×500)
16. 미세한 찰흔이 약간 관찰된다.
(Sof-lex disc로 레진 제거하고 최종연마 후 법랑질 표면, ×500)