

# Debonding에 의한 법랑질 Crack의 증가

부산대학교 치과대학 교정학교실

염 정 배 · 이 병 태

## THE INCREASE OF ENAMEL CRACK IN DEBONDING TEETH

Jeong-Bae Yeom, Byung-Tae Rhee

*Department of Orthodontics, College of Dentistry,  
Pusan National University*

..... >> **Abstract** >> .....

The aim of this study was to clarify whether bonding/debonding procedure will affect the occurrence of enamel crack.

The frequency of enamel crack was compared between before-bonding and after-debonding on 200 human extracted teeth. Each facial surface of the tooth was divided in 9 fragments. A presence of crack, which was classified by its direction as vertical, horizontal and oblique crack, was surveyed in each fragment.

Number of all cracks in facial surface was 1355 at before-bonding, and 1605 at after-debonding, so it revealed significant increase rate of 18.5%, but compared by fragment, cracks were significantly increased in OC, OD, CC and GC fragments.

All kinds of cracks were significantly increased, especially increase rate of oblique crack reached 54.9%.

The increase rate of cracks was not superior at any fragment or region, but some evidence was seen in CC fragment.

Judging from the above, increase of crack is unavoidable with bonding/debonding procedures.

.....

— 목 차 —

영문초록

I. 서 론

II. 실험재료 및 방법

III. 실험성적

IV. 고 안

V. 결 론

참고문헌

## I. 서 론

Buonocore<sup>1)</sup>에 의하여 acid etching이 소개되고 bonding 기법에 의하여 bracket을 바로 법랑질에 접촉시킬 수 있게 되어 임상적 이용이 시작됨에 따라 필연적으로 안전하게 bracket을 제거할 수 있는 방법이 모색되어 왔다.

처음에는 bracket을 회전시키거나 예리한 기구에 의한 지렛대 작용에 의하여 bracket이 탈락되게 하였다. 그러나 이는 초기의 접착제가 제한된 접착력을 나타내었기 때문에 가능하였고 접착 능력이 우수한 접착제가 개발됨에 따라 특정의 제거 기구를 사용하기 시작하였다.

오늘날 사용되고 있는 debonding 방법은 How plier로 wing을 압착하는 방법<sup>2)</sup>, pin and ligature cutter나 bond removing plier를 이용하는 방법<sup>3)</sup>, band removing plier를 이용하는 방법이 사용되고 있다<sup>4)</sup>. 또 bracket을 제거하고 난 후 잔존한 접착제의 효율적 제거방법도 고안되어 왔다.<sup>5-11)</sup>

이에 따라 debonding 후의 법랑질 손상에 대한 연구가 Casperson<sup>3)</sup>, Gwinnett와 Gorelick<sup>12)</sup>, Zachrisson과 Arthun<sup>13)</sup>, Retief와 Denys<sup>14)</sup>, Rouleau<sup>15)</sup> 등에 의하여 수행되어 debonding에 의한 법랑질의 형태적 변화가 구명되었다. 계량적 방법에 의한 연구결과 Pus와 Way<sup>16)</sup>는 unfilled resin인 경우 21.6 내지 31.8  $\mu\text{m}$ , filled resin인 경우 29.5 내지 41.2  $\mu\text{m}$ 의 법랑질 손실을 보고하였고 Fitzpatrick과 Way<sup>17)</sup>, Brown과 Way<sup>18)</sup>는 평균 55  $\mu\text{m}$ 의 법랑질 손실이 발생한다고 보고하였다. 그러나 Diedrich<sup>19)</sup>는 법랑질 탈락이 깊게 일어나는 경우가 있어서 보통 100  $\mu\text{m}$ 의 손실이 있고 때에

따라서 150 내지 160  $\mu\text{m}$ 의 손실이 있는 경우도 있다고 하였다. 이는 전체 순면의 법랑질 두께 1000 내지 1500  $\mu\text{m}$ 의 1할에 해당하는 양이다.

그러나 법랑질 표면의 crack에 대한 debonding의 영향에 대해서는 깊은 관심이 경주되지 않았다. 이는 아마도 crack이 일반화되어 발생함에도 불구하고 임상적으로 잘 관찰되지 않고 대개의 경우 특별한 증상을 나타내지 않기 때문이라고 추정된다.

그러나 crack의 존재에 의하여 온도 변화나 감미와 압력에 통증을 느끼는 경우가 있고 이로 인해 치수염이 유발<sup>20,21)</sup>될 수도 있고 또한 그 자체가 법랑질의 손상이라는 점에서 소홀히 간주할 일이 아니라고 사료된다.

Zachrisson<sup>22)</sup>은 bonding 후의 치면에 대한 평가에서 crack의 발생이 높음을 발견하고 교정치료 여부에 의한 crack의 발생에 대하여 연구하여 교정치료군에서 치료받지 않은 군보다 많은 crack이 발견됨을 보고하였다.<sup>23)</sup> 그러나 그들의 연구는 교정치료를 받은 군과 받지 않은 군을 비교하여 debonding외의 다른 요인을 배제하지 못하였고 crack을 구강 내에서 관찰한 한계를 보였기 때문에 저자는 발치된 치아에서 bonding/debonding의 순수한 영향을 파악하고자 본 연구를 시도하였다.

## II. 실험재료 및 방법

발치된 치아 200개를 치아의 종류 구분없이 선정하였으며 그 구성은 표 1과 같다.

Bonding 이전의 법랑질 crack 발생 양상 관찰은 본 연구의 목적이 아니었고, debonding 과정에 의하여 증가되는 crack을 관찰하고자 하였으므로 발치 당시의 환자 연령은 고려하지

Table 1. The study materials(total 200 teeth)

Teeth	Maxillary				Mandibular			
	Incisor	Canine	Premolar	Molar	Incisor	Canine	Premolar	Molar
	30	14	30	45	16	5	15	45

않았다.

각 치아의 순면 혹은 협면에 부착된 치석 등을 제거하고 세마한 후 crack을 관찰하였다. 통법의 bonding 과정을 거쳤고 접착제로는 No-Mix\*를, bracket은 각각의 치아에 맞는 twin siamese bracket을 사용하였다.

Bonding하여 1일이 경과한 후 How plier를 이용한 압착법으로 debonding하고, 잔여 접착제는 tungsten carbide bur로 20,000 r.p.m.에서 제거하고 세마하여 crack을 다시 관찰하였다.

Bonding/debonding에 의한 전체적인 crack의 발생 양상외에 치아 내의 부위별 발생 양상도 관찰하기 위하여 치아의 순면 혹은 협면을 수직 및 수평으로 각각 3등분하여 모두 9개의 구획으로 나누고 각각의 구획에 발생한 crack의 발생 여부를 관찰하였다.<sup>23)</sup>

각각의 구획은 다음과 같다.

- OM : occluso mesial fragment
- OC : occluso central fragment
- OD : occluso distal fragment
- CM : centro mesial fragment
- CC : centro central fragment

- CD : centro distal fragment
- GM : gingivo mesial fragment
- GC : gingivo central fragment
- GD : gingivo distal fragment

Crack은 그 방향에 따라 수직, 수평, 사선의 종류로 나누어 관찰하였고 최종적으로 합산하여 비교하였다.

각각의 구획에 있어서 crack의 종류별로 관찰하였는데 관찰된 개수는 고려하지 않고 발생 여부만을 산정하였다. 그러므로 어떤 특정의 crack이 두 구획 이상에 걸쳐 발생되어 있으면 각각의 구획에 따로 발생한 것으로 간주하였다.

Crack의 관찰은 fiber optic transilluminator로 시행하였다.

이상의 방법으로 bonding 전과 debonding 후의 crack 발생 양상을 구획별로 관찰 비교하고 이를 토대로 상하로는 교합부, 중심부, 치은부, 근원심으로는 근심부, 중심부, 원심부로 각각 3등분하여 부위별 발생 양상을 비교하였으며 치아 전 면에서의 양상도 검토하였다.

\*Visco Co.

Table 2. Number of enamel cracks after subdivision of each facial tooth surface into nine zones

	Before bonding				After debonding			
	Vertical crack	Horizontal crack	Oblique crack	All	Vertical crack	Horizontal crack	Oblique crack	All
OM	103	2	22	127	112	8	25	145
OC	112	6	26	144	130	9	40	179*
OD	93	4	21	118	108	8	36*	152*
CM	109	20	12	141	115	25	26*	166
CC	140	19	14	173	162*	21	33*	216*
CD	115	8	13	136	121	10	20	151
GM	111	25	20	156	120	27	30	177
GC	142	16	34	192	158	21	46*	225*
GD	126	20	22	168	141	24	29	194
Sum	1,051	120	184	1,355	1,164*	153*	285*	1,605*

\* Significance at 0.05 level

### Ⅲ. 실험 성적

9개의 구획에 발생한 수직, 수평, 사선의 crack을 실험 전후로 평가한 결과에 의하면 실험전의 치아에서 수직 crack이 모든 구획에서 수평과 사선 crack 보다 월등히 많았다(표 2).

실험후의 결과를 실험전과 비교하면 수직 crack은 CC 구획에서, 사선 crack은 OD, CM, CC, GC 구획에서 유의한 차를 나타내며 증가되었고, CC구획에서는 두 종류의 crack이 유의한 차를 보였다. 종류를 구분하지 않고 각 구획에 발생한 crack을 종합하면 OC 구획에서 35 구획이 증가하여 24.3%, OD 구획에서 34 구획이 증가하여 28.8%, CC 구획에서 43 구획이 증가하여 24.8%, GC 구획에서 33 구획이 증가하여 17.2%의 증가율을 나타내어 유의한 차를 보였고 이외의 구획에서는 11.0 내지 17.2%의 증가를 보였으나 유의한 차는 나타나지 않았다.

이 결과를 치아의 순면 혹은 협면을 수직과 수평으로 각각 3등분 한 부위별로 비교해 보면 수직 crack은 수직으로 3등분한 모든 부위에서, 수평 구분의 중심과 원심 부위에서 유의한 차를 보였고, 수평 crack은 수직 구분의 교합 부위에서 유의한 차를 보였으며, 사선 crack은 수직 수평의 모든 구분에서 다 유의한 차를 나타내는 증가를 보였다(표 3).

종류를 불문한 각 부위별 발생 양상은 각각 15.1% 내지 22.4%의 유의한 증가를 나타내었다.

구획을 구분하지 않고 치면 전부에서 보면 수직 crack은 113 구획이 증가하여 10.8%, 수평 crack은 33 구획이 증가하여 27.5%, 사선 crack은 101 구획이 증가하여 54.9%의 증가율을 나타내고 모두 유의한 차를 보였다. 또 치면 전부에서 모든 종류의 crack을 비교해 보면 실험전 1051 구획이 실험후 1605 구획으로 되어 250 구획이 증가하여 18.5%의 증가율을 나타내고 유의한 차를 보였다(표 2).

Table 3. Number of enamel cracks after subdivision of each facial tooth surface into three zones by vertical and horizontal plane

	Before bonding				After debonding			
	Vertical crack	Horizontal crack	Oblique crack	All	Vertical crack	Horizontal crack	Oblique crack	All
<b>Horizontal division</b>								
Occlusal	308	12	69	389	350*	25*	101*	476*
Central	364	47	39	450	398*	56	79*	533*
Gingival	379	61	76	516	419*	72	105*	596*
<b>Vertical division</b>								
Mesial	323	47	54	424	347	60	81*	488*
Central	394	41	74	509	450*	51	119*	620*
Distal	334	32	56	422	370*	42	85*	497*

\* Significance at 0.05 level

## IV. 고 안

접착된 bracket이나 다른 부착물이 치아 표면에서 제거되기 위해서는 bracket, 접착제, 법랑질의 사이 중 어느 한 곳 이상에서 파절이 일어나야 한다. 소개되고 있는 여러 가지의 제거 방법 중에서 How plier에 의한 압착 방법은 bracket과 접착제 사이의 파절을 유도함으로써 치면에 대한 손상을 가급적 줄일 수 있는 것으로 추천되고 있다.

Bennett 등<sup>21)</sup>의 광탄성을 이용한 연구에 의하면 bracket 제거시 bracket의 wing을 압착시킨 방법, base에 힘을 가한 방법, 접착제에 힘을 가한 방법의 순으로 법랑질의 긴장이 증가한다고 한다. 임상적으로도 wing을 압착시켜 제거하면 대개의 경우 접착제가 온전히 남아 base의 망상 형태를 볼 수 있으나 pin and ligation cutter류에 의한 제거 결과는 중앙부에 접착제의 파절이 보이고 법랑질 표층의 일부가 접착제와 함께 제거되는 수가 있다.

그러므로 본 연구에서는 가능한한 법랑질의 손상을 줄인 상태에서의 crack 발생을 관찰하기 위하여 How plier에 의한 압착 제거를 시도하였다. 또 잔여 접착제의 제거는 tungsten carbide bur를 이용한 방법이 우수하다고 알려져 있어서<sup>13)</sup> 이 과정을 채택하였다.

법랑질 crack의 검사 방법은 직접 조명법, 간접조명법과 손가락을 이용한 간접 조명방법, methylene blue에 의한 염색법<sup>24,25)</sup>, 형광 염료에 의한 염색법<sup>26)</sup> 등이 소개되고 있으나 fiber optic transillumination 방법이 가장 우수한 방법으로 알려져 있다.<sup>23)</sup>

발육기의 법랑질 발육 부전과 맹출 후의 법랑질 파절이 crack의 발생 원인으로 알려져 있고<sup>27-30)</sup> 이외에 급격한 열 변화에 의한 법랑질 긴장의 증가<sup>24)</sup>와 상아질과 법랑질의 강도 차이에 의한 상아법랑 경계 부위의 하중 집중<sup>27)</sup>도 원인으로 거론되고 있다.

치아에 대한 외력이 crack을 발생시킬 수 있고 특히 bonding/debonding 과정에 의하여 발생 빈도가 증가한다는 사실은 Zachrisson 등<sup>23)</sup>에 의하여 입증된 바 있다. 그들의 연구에 의하면 crack이 교정 치료를 받지않은 치아에서 약 60% 발생하고, 교정 치료를 받은 치아에서는 60 내지 75%의 발생을 보이며 또, 상하악 중절치와 제 1 대구치는 일찌기 맹출한 이유로 crack이 다른 치아에서 보다 많이 발생하며, 종류 별로는 수직 crack이 가장 많이 발생한다고 하였다.

본 연구는 전술한 이유로 발치된 치아를 실험 대상으로 하였고 연령별 분포는 고려하지 않았으므로 치아별 crack의 발생 빈도와 bonding 전의 발생 양상은 중요하게 언급될 성질의 범주에 속하지 않는다. 그러나 전체적으로 볼 때 bonding 전의 수직, 수평, 사선 crack은 각각 1051, 120, 184개의 구획에서 발생하여 수직 crack의 발생이 월등하게 높음을 알 수 있었다.

Debonding에 의하여 증가되는 crack의 비율을 보면 사선 crack이 54.9%로 가장 높다. 이는 debonding force가 사선 crack의 증가에 밀접하게 연관될 수 있다는 점외에 수직 crack이 bonding 전에 미리 많이 발생되어 있어서 새로운 구획의 발생은 상대적으로 적게 나타날 수 밖에 없다는 점과 증가의 절대치 즉, 수직 crack이 113 구획, 사선 crack이 101 구획에서 새로 발생하였다는 사실을 고려하여 유추하여야 할 것이다. 왜냐하면 본 실험의 방법에 있어서 동일 구획에 같은 종류의 crack이 더 발생하였다 하더라도 증가된 것으로 계산되지 않기 때문이다. 그러나 실험 전에 가장 낮은 빈도를 보였던 수평 crack의 증가율이 사선 crack의 증가율의 반에 불과하다는 사실도 무시할 수는 없다.

구획과 부위별로 본 crack의 증가는 비슷한 결과를 보여 부위나 구획별 증가 집중 현상은 뚜렷하지 않았으나, 단지 CC 구획에서 수직 crack과 사선 crack이 실험 전후에 유의한 차를 나타내는 증가를 보인 것은 이 부위에서 특

히 발생률이 높다는 사실을 유추케 해준다.

Zachrisson<sup>23)</sup>은 조심스럽게 debonding을 시행하면 crack의 증가에 대하여 우려할 바가 없다고 하였으며 단지 육안으로 쉽게 관찰되는 심한 crack에 대하여 주의를 환기시켰고 수평 crack은 그 발생 빈도가 낮음으로 이의 발생이 증가되면 debonding 방법을 재고하여야 한다고 하였다. 본 연구에 의하면 전체적으로 18.5%의 crack이 bonding/debonding에 의하여 증가하였고 그 분포와 양상으로 미루어 볼 때 현재의 소개된 debonding 방법에 의하면 crack의 증가가 불가피한 것으로 사료되었다.

## V. 결 론

저자는 bonding/debonding 과정에 의하여 법랑질 crack이 증가하는지 여부와 그 정도 및 부위를 파악하기 위하여 발치된 200개의 치아에서 bonding 전과 debonding 후의 crack 발생을 관찰하였다. 각각의 치아 순면 혹은 협면을 가상의 9등분으로 나누고 각 구획에 발생한 수직, 수평, 사선 crack을 종류별로 실험 전후를 비교하였다.

실험 전후의 결과를 구획별, 부위별, 치아 전체에서 비교하고 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 발생한 모든 종류의 crack은 실험 전에 1355, 실험 후에 1605로 18.5%의 유의한 증가를 보였고, 구획별로는 OC, OD, CC, GC 구획에서 유의한 증가가 나타났다.

2. 수직, 수평, 사선 crack은 각각 유의한 증가를 보였으며 특히, 사선 crack의 증가율은 54.9%에 달하였다.

3. 치아 순면 혹은 협면내의 국소적 증가 양상에서는 별 차이가 없었으나 중심 부위에서는 우세한 증가가 추정되었다.

4. Bonding/debonding 과정에 의한 법랑질 crack의 증가는 불가피함으로 bonding과 debonding 시에 세심한 주의가 요망된다고 사료되었다.

## 참 고 문 헌

1. Buonocore, M.G. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces, *J. Dent. Res.*, 38, 849 (1955)
2. Bennett, C.G., Shen, C. and Waldron, J.M., The effects of debonding on the enamel surface, *J. Clin. Orthod.*, 18, 330 (1984)
3. Caspersen, I., Residual acrylic adhesive after removal of plastic orthodontic brackets: A scanning electron microscopic study, *Am. J. Orthod.*, 71, 637 (1977)
4. Gorelick, L., Bonding metal brackets with a self polymerizing sealant composite: A 12 month assessment, *Am. J. Orthod.*, 71, 542 (1977)
5. Brandt, S., Servoss, J.M. and Wolfson, J., Practical methods of bonding, direct and indirect, *J. Clin. Orthod.*, 9, 610 (1975)
6. Zachrisson, B.U. and Majör, I.A., Remodeling of teeth by grinding, *Am. J. Orthod.*, 68, 545 (1975)
7. Zachrisson, B.U., Cause and prevention of injuries to teeth and supporting structures during orthodontic treatment, *Am. J. Orthod.*, 69, 285 (1976)
8. Unitek Corp, Instructions for Bond-Eze, 11-191-1 (1975)
9. Garn, N.W., Direct bonding: A clinical study using an ultraviolet-sensitive adhesive system, *Am. J. Orthod.*, 69, 455 (1976)
10. Burapavong, V., Marshall, G.W., Apfel, D.A. and Perry, H.T., Enamel surface characteristics on removal of bonded orthodontic brackets, *Am. J. Orthod.*, 74, 176 (1978)
11. Dragiff, D.A., A new debonding procedure, *J.C.O.*, 13, 107 (1979)
12. Gwinett, A. and Gorelick, L., Microscopic evaluation of enamel after debonding: Clinical application, *Am. J. Orthod.*, 73, 651 (1977)
13. Zachrisson, B.U. and Arthun, J., Enamel surface appearance after various debonding techniques, *Am. J. Orthod.*, 75, 121 (1979)

14. Retief, D.H. and Denys, M.S., Finishing of enamel surfaces after debonding of orthodontic attachments, *Angle Orthod.*, 49, 1 (1979)
15. Rouleau B.D., Marshall, G.W. and Cooley, R.O., Enamel surface evaluations after clinical treatment and removal of orthodontic brackets, *Am. J. Orthod.*, 81, 423 (1982)
16. Pus, M.D. and Way, D.C., Enamel loss due to orthodontic bonding with filled and unfilled resin using various clean-up techniques, *Am. J. Orthod.*, 77, 269 (1980)
17. Fitzpatrick, D.A. and Way, D.C., The effect of wear, acid etching, and bond removal on human enamel, *Am. J. Orthod.*, 72, 671 (1977)
18. 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 (1978)
19. Diedrich, P., Enamel alterations from bracket bonding and debonding: A study with scanning electron microscope, *Am. J. Orthod.*, 79, 500 (1981)
20. Luebke, R.G., Vertical crown-root fractures in posterior teeth, *Dent. Clin. North Am.*, 28, 883 (1984)
21. Cameron, C.E., The cracked tooth syndrome: Additional findings, *J.A.D.A.*, 971 (1971)
22. Zachrisson, B.U., A post-treatment evaluation of direct bonding in orthodontics, *Am. J. Orthod.*, 71, 173 (1977)
23. Zachrisson, B.U., Skogan, Ö. and Höymyhr, S., Enamel cracks in debanded, debonded and orthodontically untreated teeth, *Am. J. Orthod.*, 77, 307 (1980)
24. Brown, W.S. and Jacobs, H.R. and Thompson, R.E., Thermal fatigue in teeth, *J. Dent. Res.*, 51, 461 (1972)
25. Viener, A.E., Fractured teeth: A cause of odontalgia, *Oral Surg.*, 20, 594 (1965)
26. Hefferren, J.J., Council on dental materials and devices, A review of approaches to the detection of dental caries, *J.A.D.A.*, 86, 1358 (1973)
27. Atkinson, H.F. and Prophet, A.S., The production on artificial lamellae in human enamel, *Br. Dent. J.*, 95, 60 (1953)
28. Awazawa, Y., Measurement on the diameter of crevices in enamel, especially in diameter sizes of enamel crevices as compared with those of enamel lamellae, *J. Nihon Univ. School Dent.*, 6, 41 (1984)
29. Brabant, H. and Klees, L., Histological contribution to the study of lamellae in human dental enamel, *Int. Dent. J.*, 8, 539 (1958)
30. Tyldesley, W.R., The fracture of human enamel: A mechanical model, *Arch. Oral Biol.* 15, 997 (1970)