

브라켓 부착 시 실런트 레진이 법랑질 탈회에 미치는 영향

윤 영 아^a · 조 진 형^b · 이 기 현^c

본 연구는 교정용 브라켓 부착 시 사용되는 접착제 중 two paste type 의 실런트 레진 적용이 법랑질 탈회에 미치는 영향을 알아보고자 시행되었다. 건전한 표면을 가진 발치된 소의 상악절치 48개를 실험재료로 하여 법랑질 처리 방법에 따라 4개 군으로 분류하고 각 군을 Phase II[®] (Reliance, Itasca, III) 를 이용하여 치면처리 하였다. 대조군으로서 아무런 처리를 하지 않은 Group 1, 37% 인산으로 30초간 산부식을 시행한 Group 2, 산부식 후 실런트 A와 B를 동량으로 혼합하여 도포한 Group 3과 산부식 후 실런트를 도포하고 레진 페이스트 A와 B를 동량으로 혼합하여 도포한 Group 4로 분류하여 각 군을 인공탈회용액에서 탈회시킨 다음 공초점 레이저 주사현미경을 이용하여 각각의 탈회된 깊이를 측정한 후 비교한 결과, 탈회된 법랑질의 평균 깊이는 47.4 μm (Group 1), 61.8 μm (Group 2), 13.9 μm (Group 3), 8.2 μm (Group 4) 로 나타났다. 산부식 후 인공탈회용액에 노출되는 군 (Group 2) 은 산부식 없이 노출되는 군 (Group 1) 에 비해 탈회된 깊이가 더 깊은 것으로 나타났으며 ($p < 0.05$), 실런트 레진을 도포한 군 (Group 3) 은 산부식 없이 노출되는 군 (Group 1) 이나 산부식 후 노출되는 군 (Group 2) 에 비해 탈회된 법랑질 깊이가 유의성 있게 감소하였다 ($p < 0.05$). 접착레진으로 부착된 군 (Group 4) 은 법랑질 탈회가 거의 나타나지 않았다. 이상의 연구결과는 교정치료 시 법랑질 탈회 가능성을 줄이기 위해서 브라켓 부착 시 실런트 레진의 도포가 유용함을 시사하였다.

(주요 단어 : 실런트 레진, 법랑질 탈회)

서 론

교정치료시 고정식 교정장치는 가철식 교정장치에 비해 삼차원적인 세밀한 치아이동이 가능하기 때문에 고정식 교정장치를 통한 치료가 주를 이루고 있다. 1965년 Newman¹이 에폭시 레진을 사용한 브라켓 직

접부착법을 소개한 이래 정확한 브라켓 위치설정이 가능하고, 심미적이고, 치주건강에 좋으며, 법랑질 탈회 가능성이 감소하고, 불편감이 적기 때문에 밴드장치보다 직접부착법이 주로 사용되고 있다.²

그러나 직접부착법의 고정성 교정장치 일지라도 여전히 환자 자신에 의한 구강위생관리가 어렵고 구강내 환경을 세균증식이 용이하도록 변화시킴으로써 법랑질 탈회의 발생빈도가 증가됨이 보고되고 있다.³

Diedrich⁴는 농도, 산의 부식시간, 산이 도포 되는 부위, 법랑질의 손상정도 등에 의해 법랑질 탈회가 좌우된다고 하였다. 특히 Gibbin⁵, Bloom과 Brown⁶은 고정식 교정장치 장착 시 구강위생 상태가 저하되어 밴드나 브라켓 주변에 치태가 침착되고, 치태 내 세균에 의해 산이 형성되어 브라켓 주변의 법랑질 표면에 탈회가 나

^a 대학원생, ^b 임상강사, 전남대학교 치과대학 교정학교실.

^c 조교수, 전남대학교 치의학연구소, 전남대학교 치과대학 교정학교실.

교신저자: 이기현

광주광역시 동구 학동 8번지

전남대학교 치과대학 교정학교실 / 062-220-5486

kihlee@chonnam.ac.kr

원고접수일: 2003년 7월 16일 / 원고최종수정일: 2004년 5월 25일

/ 원고채택일: 2004년 5월 31일

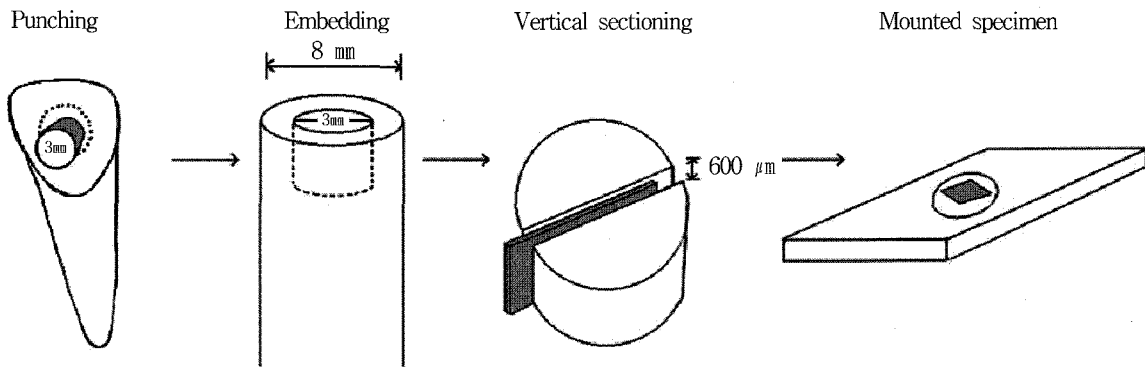


Fig 1. Schematic representation of tooth sectioning and mounted specimen.

타난다고 보고하였고, Gwinnett와 Ceen⁷은 브라켓과 밴드 주변에 침착된 치태 하방으로 일주일만에 국소적인 법랑질 탈회가 발생함을 보고한 바 있다.

특히 브라켓을 치아에 부착하기 위해서 필요한 유지력은 1955년 Buonocore⁸에 의해 산부식이 소개된 이후로 매끄러운 법랑질 표면을 산부식하여 공포 (porosity) 가 많은 불규칙한 표면을 만든 다음 실런트 레진을 도포하고 필러가 포함된 점도가 높은 레진으로 접착하여 연결된다. 브라켓 부착 시 실런트 레진은 결합력을 증가시키고⁹ 중합수축을 감소시켜 미세누출을 방지하며¹⁰ 브라켓 제거를 쉽게 하여 브라켓 제거 시 발생하는 법랑질 손상을 줄일 수 있다고 알려져 있지만¹¹ 그 필요성에 대해서는 의견이 분분하다.

한편 교정치료 시 발생하는 법랑질 탈회를 예방하기 위한 여러 시도¹²⁻¹⁶ 가운데 Shannon¹²과 Frazier¹⁶은 브라켓 부착 후 실런트를 브라켓 주위로 도포하는 것이 법랑질 탈회방지에 효과적임을 보고한바 있다. 이에 본 연구는 교정용 접착제 중 실런트가 포함된 two-paste type의 교정용 접착제 내에 포함되어 있는 실런트의 적용이 법랑질 탈회방지 측면에 미치는 효과를 알아보기 위하여 치면처리 후 인공탈회를 발생시켜 법랑질 탈회정도를 비교 평가해 봄으로써 교정치료 시 법랑질 탈회예방에 도움이 되고자 시행하였다.

연구재료 및 방법

연구재료

본 연구는 광학현미경 상 10배의 배율에서 관찰하

Table 1. Specimen treatment of each group

Group	N	Treatment
1	12	No treatment
2	12	Etching
3	12	Etching + sealant
4	12	Etching + sealant + resin paste

여 우식증이 없고 표면파절과 균열이 없는 건전한 법랑질 표면을 가진 발치된 소의 상악절치^{17,18} 48개를 이용하였다.

본 실험에 사용된 레진 재료는 실런트 A와 B, 레진 페이스트 A와 B로 구성되어 있는 화학중합형 two-paste type인 Phase II[®] (Reliance, Itasca, Illinois, USA) 를 이용하였다.

연구방법

시편제작 (Fig 1, Table 1)

발치된 치아는 식염수에 담귀 보관하였고 치아의 순면에서 직경 3 mm의 원통형 법랑질 시편을 취하여 아크릴 봉에 포매한 다음 시편을 600번 연마지와 감마산화알루미나 (γ alumina oxide) 를 사용하여 시편의 법랑질 표면이 아크릴 봉의 장축에 대해 직각이 되도록 연마하였다. 연마 후 표면경도계 (Micromet Digital Microhardness Tester, Buehler, California, USA) 로 Vicker's Hardness Number

(VHN) 를 측정하여 평균 VHN이 325-345 범위의 경도를 가진 시편만을 실험에 이용하였다. 각 시편을 표면처리 방법에 따라 4개 군으로 나누고 각 군당 12개가 되도록 배정하였다.

Group 1은 아무런 처리를 하지 않은 대조군으로 하고 Group 2는 37% 인산으로 30초간 산부식만 시행하였으며 Group 3은 동일한 방법으로 산부식 후 실런트 A와 B를 제조사의 지시대로 혼합하여 도포하였고 Group 4는 동일한 방법으로 산부식 후 실런트를 도포한 다음 레진 페이스트 A와 B를 제조사의 지시대로 혼합하여 도포하였다.

인공탈회

각 군의 시편은 24시간 동안 37°C, 94% 습도상태에 보관한 후 시편을 탈회용액에 96시간 담궈 인공탈회를 유도하였다. 인공탈회를 유발시키기 위해서 pH 5.0의 50% 포화 HAP (Cat #130-0420, BioRad, Devens, MA, USA), 0.1 M 유산 (Lot #2676, Mallinckroft, Paris, KY) 그리고 0.2% Carboxopol C907을 함유한 탈회용액을 사용하였다.¹⁹

탈회양상관찰

각 군의 시편을 세척한 다음 저속절단기 (Isomet Low Speed Saw, Buehler, California, USA) 를 이용하여 두께 600 μm 로 절단하고 공초점 레이저 주사현미경 (confocal laser scanning microscopy) 을 이용하여 법랑질의 탈회정도를 관찰하였다.

공초점 레이저 주사현미경으로 관찰 시 탈회부위를 명확하게 관찰하기 위하여 각 시편의 표면을 0.1 mM Rhodamine B (Merck, Darmstadt, Germany) 용액이 든 수조에 침적시켜 1시간 동안 염색하였으며 Rhodamine B의 침윤정도를 토대로 법랑질의 탈회정도를 측정하였다.^{20,21} 이때 Rhodamine B로 염색하기 위하여 실런트 용액에 0.1% 농도가 되도록 Rhodamine B isothiocyanate (Merck, Darmstadt, Germany)를 혼합하여 이용하였다.^{22,23} 공초점 레이저 주사현미경 상을 이미지 분석기 (Image Trace Professional, Sonetec) 를 이용하여 μm 단위로 Rhodamine B로 염색된 정도를 측정하였다. 법랑질의 탈회된 정도는 Rhodamine B로 염색된 깊이 중 가장 깊게 염색된 부위 세 곳을 측정하여 평균값으로 결정하였다.²⁴

통계분석

통계 프로그램 SAS를 이용하여 각 군의 평균과 표

준편차를 산출하고 실험군 간의 인공탈회된 법랑질 깊이를 비교하기 위하여 분산검정 (analysis of variance) 을 실시하였다. 유의차 검정은 5% 유의수준에서 판정하였다.

연구성적

인공탈회용액에 담근 후 각 시편을 공초점 레이저 주사현미경으로 관찰한 결과 탈회가 일어난 부위는 염색약 Rhodamine B가 침윤되어 붉은색으로 관찰되었고 염색약이 침투되지 않은 치질은 검은색으로 관찰되었다 (Fig 2). 아무런 처리를 하지 않고 인공탈회용액에 담근 Group 1의 경우 붉게 염색된 치질의 평균 깊이는 47.4 μm 로 측정되었다 (Fig 2A). 법랑질 표면을 산부식한 다음 인공탈회시킨 Group 2의 경우 염색된 치질의 평균 깊이가 61.8 μm 로 Group 1보다 탈회된 범위가 균일하게 깊어져 있었다 (Fig 2B). 산부식 후 실런트 레진을 도포하여 인공탈회시킨 Group 3의 경우 치아표면에 실런트 레진층이 관찰되었고 염색된 치질의 평균 깊이는 13.9 μm 이었다 (Fig 2C). 산부식, 실런트 레진 도포 후 레진 페이스트를 부착한 Group 4의 경우 붉게 염색된 치질의 평균 깊이가 다른 군들에 비해 현저히 감소된 8.2 μm 이었고 치면에는 두꺼운 레진층이 관찰되었다 (Fig 2D).

인공탈회용액 하에서 탈회된 법랑질 깊이는 Group 2 > Group 1 > Group 3 > Group 4의 순서로 나타났다. 실험군 간을 비교하기 위하여 5% 유의수준에서 분산검정을 시행한 결과 네 군간 각각 통계적 유의차를 보였다 (Fig 3, Table 2).

총괄 및 고찰

교정치료 시 고정식 교정장치는 브라켓이나 밴드 주변의 법랑질 표면에 탈회나 변색 등과 같은 문제를 야기 시키기도 한다.^{25,26} 교정치료 후 관찰되는 법랑질 탈회에 대하여 Zachrisson²⁷은 15%에서, Geiger 등²⁸은 34%에서, Gorelick 등³은 50%에서, 그리고 Øgaard²⁹은 96%에서 관찰된다고 하였다. Valk³⁰는 고정식 교정장치 사용 시 산부식에 의해 법랑질 표면이 용해되고, 장치에 의해 구강위생 상태가 저하되어 치아우식증에 이환될 가능성이 증가하며, 법랑질 표면에 탈회와 같은 일시적 또는 영구적인 변화가 나타난다고 하였다. 따라서 교정의들은 교정치료를 진행하는 동안 이러한 법랑질 탈회가 교정환자에서 유발

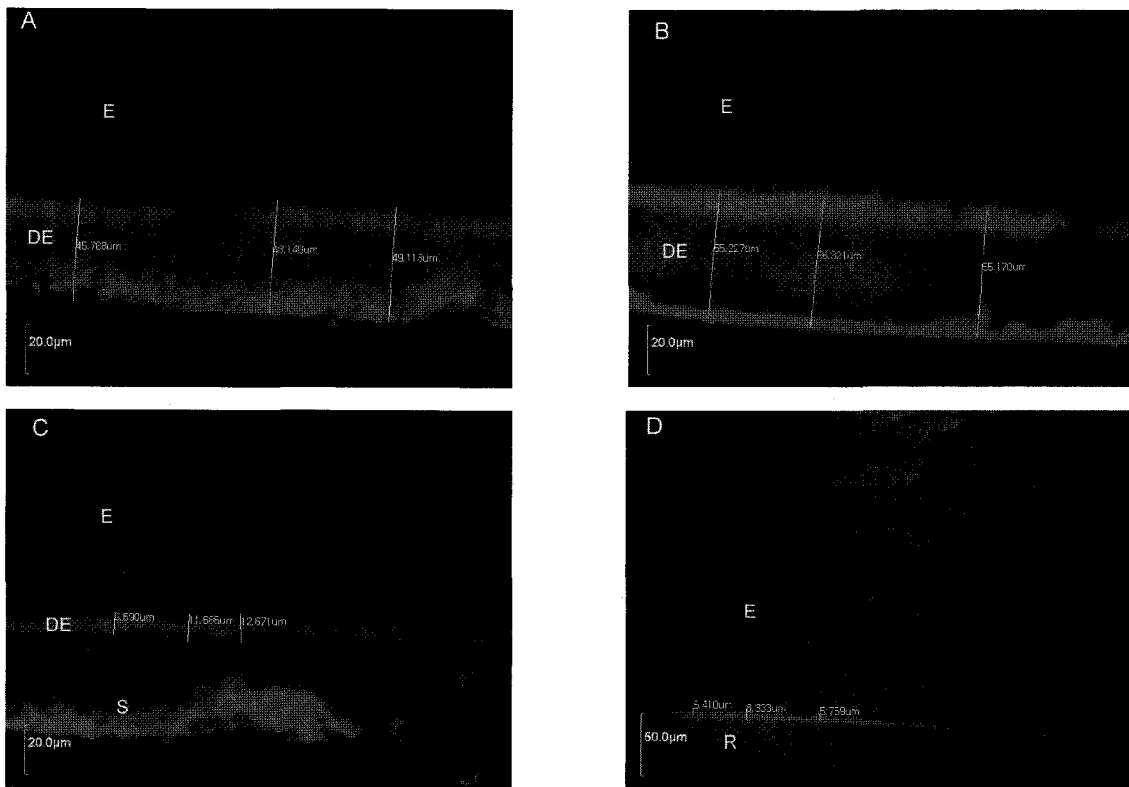


Fig 2. Confocal microscopy images of each group. Note that the gray area indicates demineralized enamel and black area indicates sound enamel (E, Enamel; DE, demineralized enamel; S, sealant; R, resin). A, Confocal microscopy image of Group 1; B, Confocal microscopy image of Group 2; C, Confocal microscopy image of Group 3; D, Confocal microscopy image of Group 4.

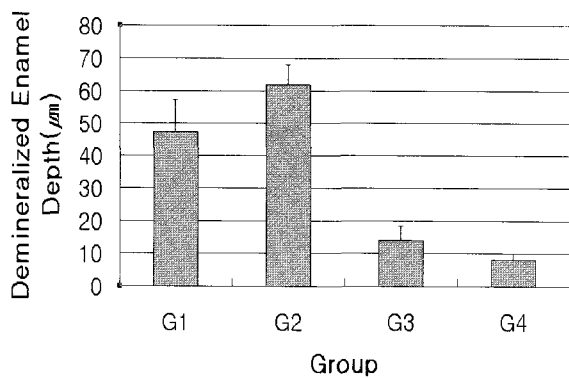


Fig 3. Graph showing mean demineralized enamel depth (μm).

되지 않도록 각별한 주의가 필요하다.

이에 본 연구는 브라켓 부착 시 실런트 레진의 도포가 법랑질 탈회방지에 효과가 있는지 알아보기 위

Table 2. Demineralized enamel depth (μm)

Group	N	Mean	SD	ANOVA (p value)	Duncan's grouping
1	12	47.4	9.8	p < 0.001	B
2	12	61.8	6.1		A
3	12	13.9	4.6		C
4	12	8.2	1.8		D

N, number; SD, standard deviation; ANOVA, analysis of variance.

하여 교정용 접착제 중 실런트 레진을 포함한 two-paste type인 Phase II[®]를 이용하여 치면처리 후 법랑질 탈회정도를 비교해 보았다.

법랑질 표면의 변화와 손상정도를 평가하기 위한 방법으로 육안으로 관찰하는 방법³과 현미경을 이용하여 측정하는 방법,^{21,31-33} 미세경도를 측정하는 방법

³⁴ 등이 있다.

본 실험에서는 공초점 레이저 주사현미경을 이용하여 법랑질의 탈회된 양상을 관찰하고 탈회된 깊이를 측정하였다.²⁰⁻²³ 공초점 레이저 주사현미경은 투과 전자현미경이나 주사 전자현미경과는 달리 시편의 포매, 부식, 건조 등의 복잡한 시편처리과정 없이도 직접 형광염료로 염색한 시편을 관찰할 수 있어 시편의 처리과정이 단순할 뿐 아니라 처리과정 중의 변형 위험이 없는 장점이 있다.³⁵⁻³⁷ 또한 공초점 레이저 주사현미경은 광원으로 레이저선을 이용하고 광원과 디텍터의 초점을 시료의 한 지점에 동시에 맞추는 원리를 이용하므로 정교한 초점을 쉽게 형성할 수 있고 표본 내부로 투영되어 표본이 여러 개의 얇은 단면으로 주사될 수 있으며 주사된 빛이 사진 증폭관에 분석되어 고감도의 수상기에서 상을 형성한 후 컴퓨터 프로그램에 의하여 초점 바깥의 상은 모두 제거되고 초점에 맞는 상만이 나타나 해상력이 높은 선명한 상을 관찰할 수 있으며, 광학적 절편을 이용함으로써 선명한 상과 입체적인 구조의 상을 얻을 수 있다는 장점이 있다.³⁵⁻³⁷

본 연구에서는 시편자체의 기본적인 조건을 동일하게 일치시키기 위하여 발치된 소의 상악절치 중 표면 경도계로 VHN을 측정하여 평균 VHN이 325-345 범위의 경도인 시편만을 실험에 이용하였다. VHN을 정확하게 측정하기 위하여 법랑질 시편을 아크릴 봉에 포매하고 시편표면을 평평하게 연마하였다.

시편의 치면을 아무런 처리하지 않고 인공탈회용액에 탈회시킨 대조군 Group 1의 경우 염색된 깊이는 평균 47.4 μm 로 측정되었다. 소의 치아에서 인공탈회를 유발시켜 탈회된 법랑질 깊이를 측정할 결과 40-80 μm 정도로 측정된다고 한 Arends 등³⁸의 결과와 유사하였다. 산부식 후 탈회시킨 Group 2의 염색된 깊이는 평균 61.8 μm 로 산부식 없이 탈회시킨 Group 1보다 탈회가 더 깊이 관찰되었다. 법랑질을 산으로 부식 시 불소가 많이 함유된 최외층의 법랑질 표면이 용해되고 20 μm 까지 다공성의 표면이 형성된다.³⁹ 레진 접착 시 기계적인 결합력을 증가시킬 목적으로 시행되는 산부식 시 생기는 법랑질 변화^{32,33,40}가 인공탈회용액의 침투를 더 쉽게 만들어 탈회되어 염색된 법랑질 깊이가 증가된 것으로 생각된다. 따라서 건전한 법랑질이 산부식 후 노출되면 재광화가 일어나기 전까지는 탈회될 가능성이 커지므로 탈회 가능성을 줄이기 위해서 산부식된 치면의 처리가 필요할 것으로 생각된다.

한편 산부식 및 실런트 도포 후 탈회시킨 Group 3은 염색된 깊이가 13.9 μm 로 나타나 Group 1과 Group 2에 비해 현저하게 감소되었다. Frazier 등¹⁶은 브라켓 부착 후 실런트 레진을 브라켓 주위로 적용할 경우 80%까지 탈회가 예방됨을 보고하였고, Banks와 Richmond⁴¹는 브라켓 부착 전에 광중합형 실런트를 도포하고 no mix type의 접착레진으로 브라켓을 부착하여 법랑질 탈회예방 효과를 연구하였는데, 실런트의 종류에 따라 차이가 있기는 하지만 탈회예방 효과가 있는 것으로 보고하였다. 즉 산부식된 치면에 도포된 실런트가 인공탈회용액이 치면을 부식시키지 못하게 하는 방어막으로 작용한 것으로 사료된다. 따라서 브라켓 접착 시 산부식이 의도한 부위보다 넓게 되었다면 브라켓이 부착된 후 노출되는 산부식된 치면은 실런트 레진으로 도포하는 것이 탈회예방에 도움이 되리라 여겨지며 특히 Gorelick 등³과 Geiger 등²⁸에 의하면 교정치료 후 나타나는 법랑질 탈회현상은 거의 브라켓 하방의 치은쪽에서 나타나므로 치은쪽의 실런트 레진 도포는 탈회예방에 많은 도움이 되리라 생각된다.

한편 Christopher 등⁴²은 실제 환자에서 no-mix type의 접착레진으로 브라켓을 부착 후 광중합형 실런트를 도포하여 교정치료 전후의 탈회형성 여부를 육안으로 관찰하였는데, 실런트를 도포한 군과 비교군 간에 통계적 유의성이 없었다. 본 연구 결과와의 차이는 실런트 도포 시 타액오염으로 인한 레진중합 결여와 교정치료 동안 구강내에서 실런트의 마모때문으로 생각된다. 또한 현미경이 아닌 육안 관찰로 인해 두 군간의 미세한 차이를 발견하기는 어려웠을 것으로 생각된다.

산부식, 실런트 레진 도포 후 레진 페이스트를 부착하고 탈회시킨 Group 4는 염색된 깊이가 8.2 μm 로 나타났다. 공초점 레이저 주사현미경 상에서 건전한 치질이 균일한 양상으로 염색된 부위는 치아를 절단하는 과정에서 법랑소주가 파괴되어 파괴된 법랑소주를 따라 염색약이 침투되어 염색된 것으로 보인다. Hicks와 Silverstone⁴³은 37% 인산으로 60초 동안 법랑질을 산부식 시 10 μm 의 산부식 깊이가 나타난다고 하였는 바 본 실험에서 관찰되는 염색부위는 인공탈회용액에 의한 탈회부위가 아니라 레진 부착을 위해 시행한 37% 인산에 의해 산부식된 부위가 염색이 된 것으로 생각된다. 따라서 교정용 접착레진으로 브라켓 접착 시 레진으로 덮이는 치면은 교정치료 시 탈회에 영향을 받지 않지만 산부식한 치면 중 브라켓

베이스 주변으로 노출된 치면은 치태침착에 의한 탈회에 취약하기 때문에 실런트 레진의 사용이 법랑질 탈회방지에 효과가 있을 것으로 생각된다.

브라켓 접착제 선택 시 조작상의 간편함 때문에 실런트가 포함되지 않은 no mix type의 접착레진 사용이 증가하고 있지만 구강위생이 좋지 않은 소아 환자나 장애인, 우식 이환율이 높은 성인인 경우 no mix type에 비해 조작이 복잡하지만 실런트가 함유된 two paste type의 교정용 접착레진을 사용하는 것이 법랑질 탈회방지 측면에서 좋을 것으로 생각된다.

또한 정확한 브라켓 부착과 시술시간을 감소하기 위해 이용되고 특히 설측교정장치 부착을 위해 필요한 간접부착술식은 황⁴⁴에 의하면 실런트 레진을 사용하게 되므로 간접부착술식이 법랑질 탈회 예방에 더 유리할 것으로 생각된다.

본 연구는 화학중합형 교정용 레진만 포함된 실험이기 때문에 최근에 많이 사용되는 광중합 레진의 실런트에서도 동일한 결과가 나오는지에 관한 추가적인 연구가 필요하다고 생각된다. 또한 본 연구는 구강내 환경을 정확하게 재현하지 못한 실험실 연구이기 때문에 구강내에서 타액과 음식물 섭취로 인한 실런트 마모 저항성에 대한 추가적인 연구가 필요하다고 생각된다.

결론

교정용 브라켓 부착 시 사용되는 접착제 중 two paste type 내의 실런트 레진 적용이 법랑질 탈회에 미치는 영향을 알아보기 위하여 산부식만 시행한 군, 산부식 후 실런트를 도포한 군, 실런트 도포 후 레진 페이스트를 도포한 군으로 나누어 인공탈회용액에서 탈회시켜 탈회된 깊이를 측정 및 비교하여 다음의 결과를 얻었다.

1. 탈회된 법랑질의 평균 깊이는 47.4 μm (Group 1), 61.8 μm (Group 2), 13.9 μm (Group 3), 8.2 μm (Group 4)로 나타났다.
2. 산부식 후 인공탈회용액에 노출되는 군 (Group 2) 은 산부식 없이 노출되는 군 (Group 1) 에 비해 탈회된 깊이가 더 깊은 것으로 나타났다 ($p < 0.05$).
3. 산부식 후 실런트 레진을 도포한 군 (Group 3) 은 산부식 없이 노출되는 군 (Group 1) 이나 산부식 후 노출되는 군 (Group 2) 에 비해 탈회된 법랑질 깊이가 유의성 있게 감소하였다 ($p < 0.05$).

4. 접착레진으로 부착된 군 (Group 4) 은 법랑질 탈회가 거의 나타나지 않았다.

이상의 연구결과는 교정치료 시 법랑질 탈회 가능성을 줄이기 위해서 브라켓 부착 시 실런트 레진의 도포가 유용함을 시사하였다.

참고문헌

1. Newman GV. Epoxy adhesives for orthodontic attachments: Progress report. Am J Orthod 1965;51:901-12.
2. Reynolds IR. A review of direct orthodontic bonding. Br J Orthod 1976;2:171-8.
3. Gorelick L, Geiger AM, Gwinnett AJ. Incidence of white spot formation after bonding and banding. Am J Orthod 1982;81:93-8.
4. Diedrich P. Enamel alterations from bracket bonding and debonding: A study with the scanning electron microscope. Am J Orthod 1981; 79:500-22.
5. Gibbin FE. Control of caries during orthodontic treatment. Int J Orthod 1937;23:1205-11.
6. Bloom RH, Brown LR Jr. A study of the effect of orthodontic appliances on the oral microbial flora. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1964;17:658-67.
7. Gwinnett AJ, Ceen RF. Plaque distribution on bonded brackets: A scanning microscope study. Am J Orthod 1979;75:667-77.
8. Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. J Dent Res 1955;34:849-53.
9. Gwinnett AJ. State of the art and science of bonding in orthodontic treatment. JADA 1982;105:844-50.
10. Luescher B, Lutz F, Ochslein H. Microleakage and marginal adaptation in conventional and adhesive Class II restorations. J Prosthet Dent 1977;37:300-9.
11. Wang WN, Trang TH. Evaluation of the sealant in orthodontic bonding. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1991;100:209-11.
12. Shannon IL. Prevention of decalcification in orthodontic patients. J Clin Orthod 1981;15:694-705.
13. Ten Cate JM, Duijsters PP. Influence of fluoride solution on tooth demineralization. I Chemical data. Caries Res 1983;17:193-9.
14. Geiger AM, Gorelick L, Gwinnett AJ, Benson BJ. Reducing white spot lesions in orthodontic populations with fluoride rinsing. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1992;101:403-7.
15. 손한신, 이동주. Bracket 부착에 의한 법랑질 표면의 탈회 및 개선 방법에 관한 연구. 대치교정지 1995;25:165-74.
16. Frazier MC, Southard TE, Doster PM. Prevention of enamel demineralization during orthodontic treatment: An in vitro study using pit and fissure sealants. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1996;110:459-65.
17. Newbrun E, Timberlake P, Pigman W. Changes in microhardness of enamel following treatment with lactate buffer. J Dent Res 1959;38: 293-300.
18. Glimcher MJ, Mechanic G, Bonar LC, Dannel EJ. The amino acid composition of the organic matrix of decalcified fetal bovine dental enamel. J Bio Chem 1961;236:3210-3.
19. 홍석진, 박기철, Stookey GK. 미생물의 작용을 이용한 법랑질 우식 및 재광화 평가. 대한구강보건학회지 1996;20:431-40.
20. 홍석진, 박기철, Stookey GK. 인공우식 법랑질에 대한 불소함유치약의 효과. 대한구강보건학회지 1996;20:1-10.

21. González-Cabezas C, Fontana M, Dunipace AJ, Li Y, Fischer GM, Proskin HM, Stookey GK. Measurement of enamel remineralization using microradiography and confocal microscopy. *Caries Res* 1998;32:385-92.
22. Gomez SS, Stookey GK, Schemehorn BR, Wood GD. Estudio in vitro en caries incipiente sobre biodisponibilidad de Fluor de cuatro dentífricos diferentes. *Odont Chilena* 1991;39:73-7.
23. Pioch T, Stotz S, Staehle HJ, Duschner H. Applications of confocal laser scanning microscopy to dental bonding. *Adv Dent Res* 1997;11:453-61.
24. Todd MA, Staley RN, Kanellis MJ, Donly KJ, Wefel JS. Effect of a fluoride varnish on demineralization adjacent to orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1999;116:159-67.
25. Zachrisson BU. Cause and prevention of injuries to teeth and supporting structures during orthodontic treatment. *Am J Orthod* 1976;69:285-300.
26. Mattingly JA, Sauer GJ, Yancey JM, Arnold RR. Enhancement of streptococcus mutans colonization by direct bonded orthodontic appliances. *J Dent Res* 1983;62:1209-11.
27. Zachrisson BU. A posttreatment evaluation of direct bonding in orthodontics. *Am J Orthod* 1977;71:173-89.
28. Geiger AM, Gorelick L, Gwinnett AJ. Bond failure rates of facial and lingual attachments. *J Clin Orthod* 1983;17:165-9.
29. Øgaard B. Prevalence of white spot lesions in 19-year-olds: A study on untreated and orthodontically treated persons 5 years after treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1989;96:423-7.
30. Valk P. Enamel damage resulting from fixed orthodontic appliances. *Excelsior Haarlem* 1987;90:256-63.
31. Øgaard B, Rolla G, Arends J, Ten Cate JM. Orthodontic appliances and enamel demineralization. Part 2. Prevention and treatment of lesions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1988;94:123-8.
32. Hicks MJ, Silverstone LM. Acid-etching of caries-like lesions of enamel: A polarized light microscopic study. *Caries Res* 1984;18:315-26.
33. Hicks MJ, Silverstone LM. Acid-etching of caries-like lesions of enamel: A scanning electron microscopic study. *Caries Res* 1984;18:327-35.
34. 김철위. 치아 경조직의 미세 정도에 관한 연구. *대치협회지* 1975;13(1):17-32.
35. Watson TF. Applications of confocal scanning optical microscopy to dentistry. *Br Dent J* 1991;9:287-91.
36. Duschner H, Götz H, Qgaard B. Fluoride-induced precipitates on enamel surface and subsurface areas visualised by electron microscopy and confocal laser scanning microscopy. *Eur J Oral Sci* 1997;105:466-72.
37. Zucker RM, Price OT. Practical confocal microscopy and the evaluation of system performance. *Methods* 1999;18:447-58.
38. Arends J, Schuthof J, Jongbloed WG. Microhardness indentations on artificial white spot lesions. *Caries Res* 1979;13:290-7.
39. Garberoglio R, Cozzani G. In vivo effect of oral environment on etched enamel: A scanning electron microscopic study. *J Dent Res* 1979;58:1859-65.
40. Hicks MJ, Silverstone LM. The effect of acid-etching on caries-like lesions treated with stannous fluoride. *J Dent Res* 1983;62:783-8.
41. Banks PA, Richmond S. Enamel selants: A clinical evaluation of their value during fixed appliance therapy. *Eur J Orthod* 1994;16:19-25.
42. Christopher JW, Martin W, Alan JB. Effectiveness of a fluoride-releasing sealant in reducing decalcification during orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1999;116:629-34.
43. Hicks MJ, Silverstone LM. Internal morphology of surface zones from acid-etched caries-like lesions: A scanning electron microscopic study. *J Dent Res* 1985;64:1296-301.
44. Hwang HS. Indirect bonding techniques in orthodontics. In: Hardin JF, ed. *Clark's Clinical Dentistry*. St Louis: Mosby; 1998. p.1-19.

- ORIGINAL ARTICLE -

The effects of a sealant resin on enamel demineralization in orthodontic bracket bonding

Young-Ah Youn, DDS, MSD,^a Jin-Hyoung Cho, DDS, MSD,^b Ki-Heon Lee, DDS, MSD, PhD^c

The purpose of this study was to evaluate the effects of a sealant resin on enamel demineralization in orthodontic bracket bonding. The forty eight extracted sound bovine teeth were subdivided into four groups and treated with Phase II[®] (Reliance, Itasca, Ill) on the surface. Group 1 was not treated. Group 2 was acid etched with 37% phosphoric acid for 30 seconds. Group 3 was applied with sealant after acid etching. Group 4 was applied with resin paste after acid etching and sealant application. Each group was demineralized in artificial caries solution. Demineralized enamel depth was measured by confocal laser scanning microscopy. The results were as follows: the mean demineralized enamel depth was 47.4 μm (Group 1), 61.8 μm (Group 2), 13.9 μm (Group 3), 8.2 μm (Group 4); the demineralized enamel depth was increased in Group 2 than in Group 1 ($p < 0.05$); the demineralized enamel depth was reduced in Group 3 than in Group 1 and Group 2 with statistically significant differences ($p < 0.05$); and demineralization in Group 4 was very little.

The results of the present study indicate that sealant application is useful for reducing enamel demineralization in orthodontic bracket bonding.

Korean J Orthod 2005;35(1):43-50

※ **Key words:** Sealant resin, Enamel demineralization

^a Graduate Student, ^b Clinical Lecturer, Department of Orthodontics, College of Dentistry, Chonnam National University

^c Assistant Professor, Department of Orthodontics, College of Dentistry, Dental Science Research Institute, Chonnam National University

Reprint requests: **Ki-Heon Lee**

Department of Orthodontics, Chonnam National University Hospital, 8, Hak-Dong, Dong-Gu, Gwangju, 501-757, Korea
+82 62 220 5486

kihlee@chonnam.ac.kr

Received July 16, 2003; Last Revision May 25, 2004; Accepted May 31, 2004