

탈회(Decalcification)



조교수 황 중 주

연세대학교 치과대학 교정학 교실

I. 서 론

포괄적인 교정치료 술식에는 bracket과 band를 이용한 고정식 교정장치가 일반적으로 사용되는데, 이와같은 고정식 교정장치를 사용할 경우, 칫솔질이 어려워지고 타액이나 혀에 의한 자정작용의 세정효과가 낮아져 구강위생상태가 나빠지며, 세균의 서식하기 좋은 조건을 제공하게 된다. 이러한 이유 때문에 교정치료 중에 원치않는 치아표면의 탈회나 치아우식증을 초래하게 되고 이는 심미성 회복이라는 교정치료의 목표에 반하고 결과를 초래하게 된다.

탈회(decalcification)란 석회화된 치질의 소실로 정의 할 수 있는데 이는 세균성 치태(bacterial plaque)가 음식물 잔사를 분해해서 필요한 에너지를 얻을때 대사 결과로 발생하는 유기산에 의해 구강내 산도(pH)가 저하됨으로써 법랑질층에서 칼슘과 인 이온의 확산으로 인해 초래된다. 초기 병소는 하얗고 경계가 불분명하지만 평편하고 광택있는 상태를 보이다가, 점차 진행됨에 따라서 광택의 상실과 함께 더욱 표백된 양상(chalky appearance)으로 변하게 된다. 이러한 모양은 표면 조직 상실의 광학적 현상(optical phenomenon) 때문에 나타나는 것이며, 표면의 건조와 함께 더욱 두드러지게 나타난다. Nishimura는 이런 초기 탈회증을 층화현상(phenomenon of zonation)으로 묘사했는데, 조직학적 변화의 첫번째 층은 translucent zone으로 structural rod의 윤곽이 상실되고 건전한 법랑질에 비해 space 양이 많이 증가되어있는 것이 특징이다. 다음 층은 dark 또는 positive zone으로 space 양이 더욱 더 증가되어 있으며 편광현미경상에서 보이는 모습에 따라 나뉘어 진다. Remineralization이 바로 dark zone에서 일어나며, 마지막 층은 rod의 core까지 침범하면 maximum tissue destruction zone이라 일컫고 바로 질환의 본체(body)에 해당한다. 지속적인 미네랄 소실이 있을 경우에는 치아우식증을 만든다. 대개 이런 탈회나 우식증에는 Mutans Streptococci의 역할이 대부분이며, Lactobacilli는 우식증으로의 진행시에 중요한 역할을 하며 그 수도 증가하게 된다.

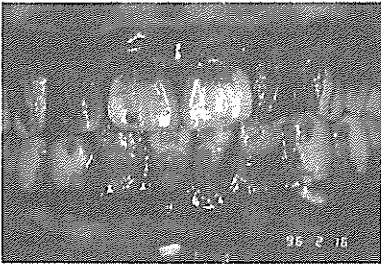


사진 1. 교정 치료후 탈회된 치아의 구강내 사진

교정치료와 관련된 법랑질 탈회 여부는 환자의 구강위생관리능력과 절대적인 연관성이 있으나, 술자의 잘못된 시술로 인해 균태 침착을 증가시켜서 탈회를 가속화 시키거나 교정재료 자체에 의해서도 법랑질 탈회를 야기할 수 있다.(사진 1)

II. 본 론

1. 발생빈도

Meyers(1952년)의 누년적 연구에 의하면 교정치료군의 58%, 비교정치료 대조군의 23.8%에서 탈회가 일어난다고 보고하였으며, Gorelick등(1982년)에 의하면 교정환자의 50%에서 white spot이 발견되었다고 보고한 바 있다 한편 Øgaard(1989년)의 종단적 연구에 의하면 5년-7년동안 교정치료를 받았던 환자의 95%, 교정치료 경험이 없는 대조군의 85%에서 white spot을 관찰할 수 있었다고 보고하였다. 발생빈도의 연구에 있어서 2% - 96%까지의 광범위한 다양성을 볼 수 있는 것은 탈회존재여부를 평가하고 등급을 나누는 방법이 다양한 것에 기인한다. 예를 들어 idiopathic enamel lucencies를 포함시키느냐 시키지 않느냐, 또는 치료기간동안 불소 투여를 받았는지의 여부에 따라서도 달라질 수 있기 때문이다.

탈회가 가장 많이 일어나는 치아로는, Gorelick등(1982년)에 의하면 상악 전치와 하악 제1대구치라고

보고하였고, Mizrahi(1983년)는 상악 중절치와 제1대구치를, Øgaard 1989년는 상.하악의 제1대구치라고 보고한 반면, Geiger(1988)등은 상악 측절치와 견치 그리고 하악 소구치가 가장 빈번하게 발생한다고 하였다.

Banding과 Bonding에 의한 탈회 발생빈도의 차이에 대한 Gorelick등의 연구에서는, Band를 사용해서 치료한 경우 상악 측절치의 17%, 중절치의 7%에서 white spot을 관찰할 수 있었으며 발생빈도와 Band의 장착 기간과는 무관한 것으로 보고하였다. (Banding의 최소기간 12개월) Bonding으로 치료한 경우에는 10.8%의 발생빈도를 보였으며, Segment별로는 상악 전치부가 15.3%, 하악 구치부가 14.1%로 높은 발생빈도를 보였고 상대적으로 하악 전치부(9.4%)와 상악 구치부(4.5%)는 white spot 발생율이 낮았다고 보고하였다.(표 1 참고)

표 1. 각 치아의 white spot 발생빈도

부위별 치아	발생 빈도(%)
상악 측절치	23.0
하악 견치	18.0
하악 제 1 소구치	17.5
하악 제 1 대구치	14.5
하악 제 2 소구치	14.1
상악 견치	11.2
상악 제 1 소구치	9.6
상악 중절치	8.4
하악 측절치	8.0
상악 제 2 소구치	3.0
하악 중절치	2.5
상악 제 1 대구치	1.0

2. 원인

세균, 당분, 법랑질, 시간의 상호작용에 의해서 치아표면의 탈회 및 우식증이 발생한다고 하는

Murray(1989)의 이론이 보편타당하게 받아들여지고 있으며 교정치료시 탈회나 우식증의 발생을 증가시키는 요인에는 다음과 같은 몇가지 요소가 관련되어 있다.

1) 구강 위생 상태

구강내 교정 장치의 부착은 치솔질을 어렵게 하며 장치가 부착되어 있는 치면과 변연치는 사이에 치태의 축적을 증가시키게 된다. Lundstrom과 Krasse(1983)등은 치면의 이런 치태층(plaque layer)이 당질(sugar substrate)의 존재하에 산을 생성하는 요인으로 작용하며 또한 생성된 산이 치아표면으로부터 확산되어 회석되고 타액내 칼슘과 인산 이온에 의해 remineralization되는 것을 방해하는 물리적 장애물로 작용한다고 하였다. 따라서 치태가 축적되는 치아부위와 탈회는 밀접한 관계를 갖게 된다. (Saloum & Sondhi, 1987)

2) 식이 습관

고정식 교정장치에 의해 혀와 타액에 의한 음식물 잔사의 제거가 잘 되지 않을뿐 아니라 당분이 높은 음식이나 음료를 자주 섭취하게 되면, 치태에 의해 구강내 산도가 5.5 이하로 떨어지게 되므로 더욱 복잡한 탄수화물(carbohydrate)의 분해가 치아표면에 지속적인 산성자극을 야기시키게 된다.

3) 장치의 종류와 디자인

Madoria등은 고정용 band와 archwire장착 전후의 치태 표본의 비교를 통해서 치태의 산도가 6.8에서 6.4로 떨어졌으며, 치태내의 탄수 화물 함량과 세균군의 수가 증가했다고 보고하였으며, Scheie는 고정식 교정장치 장착시 *S. mutans*의 수가 일시적으로 감소하였다가 약 3개월후에는 그 수가 확연히 증가하였는데, 이는 교정장치가 새로운 잔류지(retentive area)를 제공하기 때문이라고 하였다.

Gwinnett등은 bracket주위의 치태분포에 대한 연구에서 bonding된 bracket도 band와 마찬가지로 치은자극과 white spot lesion을 일으키며, resin filler가 거친면으로 작용하여 치태축적을 더욱 증가시킨다고 하였다. 이렇게 교정장치 장착후 일어나는 치태변화는 고정식 교정장치의 irregularity와 음식물 잔사가 축적될 부가적인 공간을 제공하고 칫솔질과 자정작용을 방해하기 때문이라고 볼 수 있다. Gorelick등에 의하면 bonding과 banding에 의한 white spot 발생빈도 차이는 없다고 한 반면, Ciancio등은 banding시 치태축적이 더 많고 치주조직의 파괴 및 상실도 증가한다고 보고하였다.

교정용 band는 dental cement의 luting효과에 의해 치면에 부착하게 되는데, 주로 쓰이는 dental cement의 액체 성분인 인산은 그 자체로 법랑질에 탈회를 일으킨다. 특히 Gross는 dental cement의 혼합된 상태, 즉 잘못 혼합하여 free phosphoric acid의 양이 많을 때에 법랑질 탈회가 일어난다고 보고하였다. 인산아연 cement은 혼합초기 산도 2의 높은 산도를 나타내며, 1시간 후에는 산도 5 - 5.8, 24시간 후에는 산도 6.5정도로 점차 중화되어 약 1주일후에는 중성의 산도를 나타내며 더 이상의 법랑질 탈회는 일어나지 않는다. Durhing(1989)은 교정용 band 하방의 법랑질표면 변화는 cement재료 자체의 영향이라기 보다는, cement의 접착력이 상실되고 타액이나 세균이 그 공간내로 축적되기 때문에 발생하는 것이라고 결론지었으며, 이러한 band 하방에서의 파괴 현상이 잘 발견되지 않기 때문에 임상적으로 문제시된다고 하였다.

arch wire 제작에 따라서도 치태나 음식물 잔사의 축적에 영향을 미치는데, loop나 auxiliary arch wire 등을 사용하는 경우나 elastic thread나 chain등을 사용하는 경우에도 칫솔질을 어렵게 한다. 따라서 가능한한 구강위생을 잘 유지할 수 있는 단순한 형태의 arch wire 제작이나 장치형태가 고려되어야 한다.

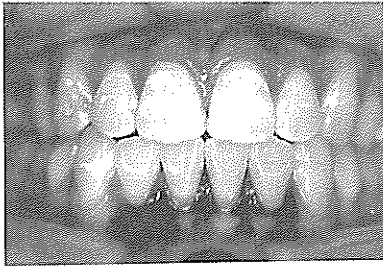


사진 2. 교정 치료전 disclosing solution 을 이용하여 구강내 치태 침착부위를 염색하여 동기유발과 치솔질 방법교육에 도움을 줄 수 있다.

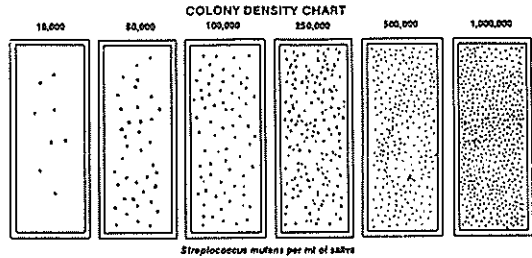


사진 3. Cariescreen을 이용한 타액 1ml당 S. mutans의 colony chart 비교

3. 교정치료 환자에서의 탈회 예방법

탈회된 치면은 탈회의 정도 및 환자의 구강 위생 관리 능력에 따라 다양하게 나타나는데 만약 구강위생이 계속 나쁜 상태로 장기간 진행되면 치아우식증으로 발전하거나 탈회된 상태로 정지, 혹은 remineralization되어 진다. 이런 탈회는 병소 발생후의 치료보다 예방에 중점을 두는 것이 더욱 바람직하다.

1) 주기적인 교육과 동기 유발

가장 중요하면서도 기본적인 예방법은 양호한 구강위생 유지를 위한 교육을 들 수 있는데, 구강 청결에 대한 능력과 협조도가 낮은 환자를 미리 선별하고, 환자에게 구강청결의 중요성과 칫솔질 방법, 음식물의 섭취억제등을 교육해야만 한다. 이는 환자의 적극적인 협조가 절대적이라 하겠으며, 술자는 환자와의 유기적 관계 유지로 환자의 협조를 독려해야 한다.

구강청결 교육은 전문가에 의한 주기적인 교육에 의한 칫솔질에 대한 지속적인 관심과 동기유발이 필요하다. 이를 위해서는 고정식 교정장치 부착 전후에 disclosing solution으로 환자들의 치태 침착 부위를 염색한 다음 스스로 거울을 보면서 칫솔질하여 염색된 치태가 완전히 제거될 수 있도록 내원시마다

수차례 실시함으로써 동기유발과 치솔질 방법의 습득에 좋은 효과를 얻을 수 있다. (사진 2) 객관적인 환자의 선별을 위해 Lundstrom과 Krasse(1983)는 Microbial monitoring을 제안 하였고, Sandham등이 임상적으로 간단히 사용할 수 있도록 개발한 Cariescreen은 타액내 S. mutans 양의 비교에 도움이 될 수 있을 것으로 기대된다. (사진 3)

2) 치태 제거 방법

세균성 치태의 제거방법에는 기계적인(mechanical) 방법과 화학적인(chemical) 방법이 있다.

① 기계적인 방법

칫솔질에 의한 기계적인 치태제거 방법에 대해서는 여러 가지 주장이 많은데, Williams등은 여러 형태의 칫솔이 개발되어 있으나 일정형태나 방법이 더 우수하다는 증거는 없다고 하였다. Casey는 single tufted tooth brush로 칫솔질할 것을 추천하였고 Boyd등(1989)과 Jackson(1991)은 통법의 칫솔질 방법 (manual brushing)과 전동식 방법(electric tooth brushing)사이에 별차이가 없음을 보고하였으나, 최근에 개발된 Interplak 이나 Rota-Dent , Plak controll등은 치솔강모의 회전운동을 다양하게 조절하여 매우 효과적으로 치태를 제거할 수 있어서 동법의 칫솔질 방법에 비해 치태를 제거하는 능력 (Coontz 1985, Baab and Johnson, 1989)이나 치은염

을 감소시키는 효과면 (Killoy 등 1989)에서 주목할 만한 결과를 나타내었다. Youngblood 등 (1985)에 의하면 Interplak을 사용한 경우 42.4%의 치아가 청결히 되었으나 통법의 경우에는 단지 25.7%만이 청결한 것으로 나타났다. 이 연구에서 주목할 만한 점으로는 Interplak사용시 gingival sulcus내에 더 깊이 접근할 수 있다는 점이다.(Interplak 1.4 mm, manual method 0.7 mm) Attarzadeh(1986)는 구강 세척제를 칫솔질과 더불어 사용하는 것이 효과적이라고 하였으며 또다른 보조기구로는 water irrigation 장치들을 수 있는데 칫솔질로 잘 닦이지않는 gingival sulcus내부까지 물줄기를 분사하여 음식물 찌꺼기를 제거하는 것으로서 치아나 주위조직에 불유쾌한 감각을 일으키지않고 교정장치에도 손상을 주지않는 보조적 방법이다.

② 화학적인 방법에 의한 치태 제거 방법

불소와 Chlorhexidine을 이용한 방법이 대표적이다. 이것은 기계적인 치태제거를 철저히 한다는 전제하에서 보조적인 수단으로 사용이 된다면 상당히 도움이 될 수 있다.

불소에 의한 예방효과는 첫째는 치아자체에 양질의 hydroxyapatites를 형성하는 촉매역할 둘째는, 구강내 산도의 변동기간동안의 remineralization을 돕는 역할이며, 셋째로는 치태세균의 glycolysis를 억제하는 효과가 있는 것으로 알려져있다.(Levine, 1991) 가장 간편한 불소 이용법은 장치 장착후 0.5% NaF로 매일 구강세척하는 것으로 stannous fluoride 나 acidulated phosphate fluoride로 세척하는 것보다 더 효과적이다.(Zachrisson 1975, Saloum & Sondhi 1987) 불소도포의 또한가지 방법은 전문가에 의한 불소도포인데 pre-etching fluoride 처치등이 bond strength에 영향을 미치지 않으면서도 효과적이긴 하지만 비싼 것이 단점으로 지적되고 있다. 또 다른 방법으로는 fluoride를 포함하고 있는 cement나 bonding adhesives를 사용하는 방법이 추천되고 있는데, zinc phosphate나 zinc polyacrylate cement을 사용하는 것보다 polyalkenoate cement를 사용하는

것이 탈회의 발생을 효과적으로 줄인다고 하였다.(Máijer & Smith 1988, Mizrahi 1988, During 1989)

Chlorhexidine은 acquired pellicle에 흡수되어 그 효과가 지속적이며 S. mutans에 선택적이라는 여러 보고가 있어 왔다.(Hogg, 1990) 그러나 이를 매일 구강세척해야 하는 번거로움과 치아의 착색을 일으키는 문제 때문에 장기간 사용 못하는 단점을 갖고 있다.

따라서 Schaeken은 varnish에 chlorhexidine을 포함시켰으며 Sandham등은 Chlorhexidine을 치아에도포한후 varnish로 보호하는 방법을 개발하여 장기적이며 지속적인 효과를 얻을 수 있는 동시에 경제적인 방법이라고 주장하였다. 이는 현재 Chlorzoin이라는 상품으로 사용되고 있으며 그 효과및 실용성에 대해서는 좀 더 연구가 필요하리라 생각한다.

3) 교정장치에 의한 치태 축적을 줄이는 방법

가능한 작은 bracket을 선택하고 bracket주위의 잉여 composite resin flash를 철저히 제거하며 looped wire대신 flexibility가 높은 wire를 사용하고 내원시 마다 정기적으로 band하방의 cement 접촉도를 잘 검사하여 치태가 축적되지 않았는지 여부를 검사하는 방법이다. 육안적으로 band margin이 잘 sealing된 것처럼 보여도 6-8개월마다 제거하여 음식물잔사등이 치아의 탈회를 일으키는지 여부를 확인하고 재접착해주는 것이 바람직하다.

4. 탈회면의 처치

술자의 관심과 주의에도 불구하고 아직도 교정치료중간에 demineralization이 자주 일어나고 있는 것이 사실이다. 이럴때면 즉각 장치를 제거할 것인가 아니면 가능한한 빠른 시간내에 적절한 결과를 얻도록 시도해야하는지의 고민에 빠지게 된다. 탈회된 치면은 탈회정도 및 환자의 구강위생 관리능력에 따라 더 진행되어 치아 우식증으로 발전하거나 탈회된

상태로 정지 혹은 remineralization되어진다.

탈회된 법랑질의 remineralization 현상은 Head가 그 가능성을 보고한 이래 많은 선학들의 연구가 있었으며, Albert, Grenoble, Feagin, Koulourides, Johnson, Brudevold 등의 보고를 살펴보면 타액내 칼슘과 인산 이온이 탈회된 법랑질에 침착되어 remineralization이 일어나며, 불소 이온 존재시에는 remineralization 현상이 가속화된다. 그러나 remineralization은 탈회된 정도에 따라 한계가 있는데 의견이 일치하고, 따라서 탈회가 심할때는 remineralization을 기대할 수 없다. 특히 부식에 의해서 와동이 형성된 경우에는 반드시 보존 치료를 해주어야 한다. Zachrisson은 일단 탈회가 일어난 경우에는 debonding이후 2-3개월간 구강위생만 청결히 유지하면 white spot의 임상적 노출도(visibility)를 줄여 줄 수 있다고 하였으며 그후에 불소를 국소적으로 투여해서 remineralization을 유도하도록 권하였다. 만약 처음부터 불소를 적용하는 경우에는 calcium phosphate 침착이 오히려 법랑질표면의 pore를 막게 되어 표면만 remineralization되고 하방(subsurface)의 remineralization은 방해를 받게 된다. 타액에 의한 remineralization은 비교적 빨리 일어나게 되는데 처음 2주동안에 가장 많이 일어나고 그 이후에는 매우 느리게 진행된다. 따라서 debonding 즉시 불소를 도포하는 경우에는 white spot의 크기가 육안적으로 관찰할때 줄어들지 않는다고 하였다.

탈회된 치면관리의 또다른 방법으로 Croll과 Cavanaugh(1986)에 의해 개발된 acid pumice abrasion technique인데 pumice와 18% hydrochloric acid의 혼합물로 탈회된 법랑질 표면을 rubbing하는 것으로 표면층을 제거해주어 탈회의 임상적 노출도를 성공적으로 감소시켜줄 수 있다.(Kapila, 1988)

Ⅲ. 결 론

교정치료에 있어서 탈회는 아직도 완전히 해결되지 못한 문제이며 일단 white spot이 발생하면 만족

할만한 처리 방법이 아직 미비하므로 예방을 위해 노력하는 것이 최선이라고 생각한다. 그러므로 교정 치료기간동안 환자의 구강위생 교육과 정기적인 술자의 관리, 보조적으로 사용할 수 있는 불소의 사용 그리고 구강내 위생상태를 용이하게 유지할 수 있도록 가능한한 간편하면서도 효과적인 장치 및 치료 기전의 선택등에 의해 탈회는 효과적으로 예방될 수 있으리라 사료된다.

참고문헌

1. Alexander, S.A. : The effect of fixed and functional appliances on enamel decalcifications in early Class II treatment, *Am. J. Orthod.* 103(1) : 45-47, 1993.
2. Arbuckle, G.R., and Willis, G.P. : Enamel management during orthodontic treatment[Review], *J. Indiana Dental Association.* 71(4) : 12-15, 1992.
3. Banks, P.A., and Richmond, S. : Enamel sealants : a clinical evaluation of their value during fixed appliance therapy, *European J. Orthod.* 16(1) : 19-25, 1994.
4. Boyd, R.L., and Rose, C.M. : Effect of rotary electric toothbrush versus manual toothbrush on decalcification during orthodontic treatment, *Am. J. Orthod.* 105(5) : 450-456, 1994.
5. Boyd, R.L. : Long-term evaluation of a SnF2 gel for control of gingivitis and decalcification in adolescent orthodontic patients, *International Dental J.* 44(1 suppl 1) : 119-130, 1994.
6. Buyukyilmaz, T., Tangugsorn, V., Ogaard, B., Arends, J., Ruben, J., and Rolla, G. : The effect of titanium tetrafluoride(TiF4) application around orthodontic brackets, *Am. J. Orthod.* 105(3) : 293-296, 1994.
7. Chadwick, B.L. : Products for prevention during orthodontics.[Review], *Brit. J. Orthod.* 21(4) : 395-398, 1994.
8. Dubroc, G.C. Jr., Mayo, J.A., and Rankine, C.A. : Reduction of caries and of demineralization around orthodontic brackets : effect of a fluoride-releasing resin in the rat model, *Am. J. Orthod.* 106(6) :

- 583-587, 1994.
9. Gorelick, L., Geiger, A.M., and Gwinnett, A.J. : Incidence of white spot formation afterbonding and banding, *Am. J. Orthod.* 81 : 93-98, 1982.
 10. Graber, T.M., Vanardall, R.L. : *Orthodontics, Current Principles and Techniques*, 2nd ed., Mosby, 1994.
 11. Grieve, A.R. : The occurrence of secondary caries-like lesions in vitro, *Brit. Dent. J.* 134 : 530-536, 1973.
 12. Hughes, D.O., Hembree, J.M. and Webber, F.N. : Preparations to prevent enamel decalcification during orthodontic treatment compared, *Am. J. Orthod.* 75 : 416-420,
 13. Liebenberg, W.H. : Extended fissure sealants : and adjunctive aid in the prevention of demineralization around orthodontic bands[Review], *Quintessence International.* 25(5) : 303-312, 1994.
 14. McGuinness, N.J. : Research in the field of enamel demineralization and the implications the this has for orthodontic practice[letter], *Brit. J. Orthod.* 19(2) : 166, 1992.
 15. Mitchell, L. : Decalcification during orthodontic treatment with fixed appliances -an overview. [Review], *Brit. J. Orthod.* 19(3) : 199-205, 1992.
 16. Mizrahi, E. : Enamel demineralization following orthodontic treatment, *Am. J. Orthod.* 82 : 62-67, 1987
 17. Moreno, E.C., and Zahradnik, R.T. : Demineralization and remineralization of dental enamel, *J. Dent. Res.*, 58(B) : 1989-902, 1979.
 18. Moreno, E.C. : The effect of acquired pellicle on enamel demineralization, *Proc. Int. Symp. Acid Etch Tech.* 1-12, 1975.
 19. Sandham, H.J., Brown, J., Can, K.H., Phillips, H.I., Burgess, R.C., and Stokkl, A.J. : clinical trial in adults of and antimicrobial varnish for reducing mutnas streptococci, *J. Dent. Res.*, 70(11) : 1401-1408, 1991.
 20. Sandham, H.J., Brown, J., Phillips, H.I., and chan, K.H. : A preliminary report of long-term elimination of detctable Mutans Streptococci in man, *J. dent. Res.*, 67(1) : 9-14, 1988.
 21. Sandham, J.J., Nadeau, L., Phillips, H.I., The effect of chlorhexidin varnish treatment on salivary Mutans Streptococcal levels in child orthodontic patients, *J.Dent. Res.*, 71(1) : 32-35, 1992.
 22. Schaeken, J.J.M., De Hann, P. : Effects of Sustained-release chlorhexidine acetate on the human dental plaque flora, *J. Dent. Res.*, 68(12) : 1786-1789, 1989.
 23. Shaeken, J.J.M., De Jong, M.H., Fanken, H.C.M., Van Der Hoven, J.S., Effects of Highly concentrated stannous fluoride and chlorhexidine regimens on the human dental plaque flora. *J. Dent. Res.*, 65(1) : 57-61, 1986.
 24. Silverman, E., Cohen, M., Demke, R.S., and Silverman, M. : A new light-cured glass ionomer cement that bonds brackets to teeth without etching in the presence of saliva, *Am. J. Orthod.* 108(3) : 231-236, 1995.
 25. Silverstone, L.M. : Remineralization Phenomena, *Caries Res.* 11(Suppl. 1) : 59-84, 1977.
 26. Tillery, T.J., Hembree, J.H. and Weber, F.N. : Preventing enamel decalcification during orthodontic treatment, *Am. J. Orthod.* 70 : 435-439, 1976.
 27. Turner. P.J. : The clinical evaluation of a fluoride-containing orthodontic bonding material, *Brit. J. Orthod.* 20(4) : 307-313, 1993.
 28. Twetman, S., Hallgren, A., and Tetersson, L.G. : Effect of and antibacterial varnish on mutans streptococci in plaque from enamel adjacent to orthodontic appliances, *Caries research.* 29(3) : 188-91, 1995.
 29. Willis, G.P., and Arbudkle, G.R. : Orthodontic decalcification management with microabrasion, *J. Indiana Dental Association.* 71(4) : 16-19, 1992.
 30. Wisth, P.J. : The role of zinc phosphate cement in enamel surface changes on banded teeth, *angle. Ortho.* 40 : 329-333, 1970.
 31. Younis, O., Hughes, D.O., and Weber, F.N. : Enamel decalcification in orthodontic treatment, *Am. J.Orthod.* 75 : 678-681, 1979.
 32. Yukimasa Hachiya, Toshio Takatsu, Jiroyasu Hosoda, and Tako Fusayama : A varnish to prevent etching unrestored enamel, *J. Prosthet. Dent.* 53 :

- 46-50, 1985.
33. Zachrisson, B.U. : The acid etch technique in orthodontics. Clinical studies, Proc. Int. Symp. Acid Etch Tech., 265-275, 1975.
34. 김태우 : 교정치료와 탈회, 대한 치과 의사 협회지 32(8) : 575-578, 1994.
35. 민정미, 서정훈 : 치과교정학 전공의 학술발표 제 1집 : 106-113, 1987.
36. 양규호, 차봉근 : 교정환자의 개인별 구강위생관리, 지성출판사 : 78-95, 1994.