

전치부의 발육 결함 및 교정 후 탈회 병소의 심미적 개선을 위한 resin infiltration

김은영 · 안울진 · 김 신 · 정태성

부산대학교 치의학전문대학원 소아치과학교실

국문초록

어린이 영구전치의 법랑질 발육 결함이나 고정성 장치에 의한 교정치료 후 탈회 병소는 흔히 심미적 문제를 유발한다. 본 연구는 상악 전치부에 위 원인에 의한 탈회로 인하여 백반양 병소를 보이는 21명 어린이의 38개 치아를 대상으로, 최근 비침습적인 방법으로 소개된 resin infiltration 기법을 적용하고, 병소의 색조의 임상적 개선 효과를 비교, 분석하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 1주 후 색조가 개선된 병소는 발육 결함 병소의 25%, 교정 탈회 병소의 61%로 나타났다.
2. 발육 결함 병소의 40%, 교정치료 후 탈회 병소의 6%에서는 시술 전후의 색조변화를 관찰할 수 없었다.
3. 법랑질 발육결함 병소에서는 시술 직후 보다 1주 후에 더 많은 색조 변화를 관찰할 수 있었다.

결과적으로 일부 증례에서는 색조의 극적인 개선이 관찰되었으나, 또 일부 증례에서는 변화가 거의 나타나지 않았는데, 이는 병소 깊이의 차이에 기인한 것으로 사료되었다.

주요어: Resin infiltration, 최소 침습, 색조, 탈회, 법랑질 발육 결함

I. 서 론

소아치과 임상에서는 영구 전치 법랑질의 발육결함이나 우식성 탈회에 의한 백반양 병소를 비교적 흔히 보게 된다. 법랑질 발육결함 병소(developmental defects of enamel, 이하 DDE)의 특수한 형태인 대구치-전치 저석회화증(Molar Incisor Hypomineralization)은 3.6~25%의 유병률을 보인다¹⁾. 교정치료에 의해 기인된 백반양 병소의 유병률은 2~96%로 다양하게 보고되고 있는데, 그 이유는 평가 방법, 치료 전 탈회 병소 존재, 교정치료 시 불소도포 여부에 따라 달라지기 때문이다²⁾.

이 병소들은 심부로의 확대 가능성 뿐 아니라, 심미적인 측면에서 문제가 된다³⁾. 고정성 장치를 사용한 교정치료로 인한 법랑질 탈회 병소는 장치 제거 후 부분적으로는 재광화되나 백반양 색조는 거의 비가역적이며⁴⁻⁶⁾, 교정치료 완료 후 5년이 지난 뒤에도 지속됨이 보고되었다⁷⁾.

이러한 백반양 병소의 치료법으로 여러 가지 방법들이 제시

되고 있다. 지금까지 다음과 같은 4가지 방법들이 비교적 흔히 사용되어오고 있다. 첫째, 불소나 CPP-ACP와 같은 제제를 이용하여 재광화를 촉진하는 방법을 들 수 있다^{5,8,9)}. 그러나 이와 같은 재광화 술식은 어느 정도 효과적이기는 하나, 병소 내부로 침투하지 못해 백반양 탁색을 제거하는 데는 한계가 있다^{8,10)}. 따라서 이 방법이 효과적이기 위해서는 장시간이 소요되며 우식의 초기 단계에 적용이 이루어져야 하고, 환자의 협조에 의존해야 하는 단점이 있다⁸⁾. 둘째, 미백을 들 수 있는데^{11,12)}, 이 방법 역시 심미적 개선에는 한계가 있고 술후 과민증 등의 부작용이 흔히 나타나며, 탈회 법랑질 뿐 아니라 건전한 법랑질의 미세경도도 감소시키는 문제가 있다¹³⁻¹⁵⁾. 셋째로, 미세연마술이 백반양 병소의 치료에 흔히 사용되고 있는데¹⁶⁻²⁰⁾, 그러나 이것은 적용 시간과 횟수, 강도에 따라 법랑질의 과도한 삭제를 초래할 수 있고²¹⁾, 얇은 병소에서만 효과적이다²²⁾. 마지막으로 치질 삭제에 이은 수복치료를 하는 방법도 적지 않게 사용되고 있다. 하지만 이 방법은 매우 침습적인 방법으로서^{23,24)}, 치질이 과도히 회생되고 치아 파괴를 가속화한다는 측면에서, 그리고 백

교신저자 : 김 신

경상남도 양산시 물금읍 범어리 / 부산대학교 치의학전문대학원 소아치과학교실 / 055-360-5180 / shinkim@pusan.ac.kr

원고접수일: 2010년 01월 11일 / 원고최종수정일: 2010년 04월 07일 / 원고채택일: 2010년 04월 19일

반양 병소의 치료를 필요로 하는 환자의 대부분이 소아, 청소년 또는 젊은 성인이라는 점을 감안한다면, 지양되어야 할 것으로 사료된다.

최근 소개된 resin infiltration 개념은 산과 용해된 무기물의 확산 통로 역할을 하는 미세 구멍들을 저점도의 광중합 레진으로 폐쇄함으로써 병소의 진행을 정지시키는 방법이다²⁵⁾. 또한 레진 기질이 법랑질 구조를 강화시킴으로써, 초기 우식 표층의 파괴를 예방하는 효과가 있다²⁶⁾. 그간 일부 연구에서 이미 시판되고 있는 레진 접착제나 치면열구전색제를 인공우식 내로 침투시키려는 시도를 하였으나²⁷⁻²⁹⁾, 이들 재료는 병소의 표층에 국한하여 침투하는 등³⁰⁾ 별 성과를 거두지 못 하였다. 최근에 들어 이와 같은 목적을 위해, 높은 침투계수를 가진 저점도의 광중합 레진이 개발되었다. 이 방법은 부수적인 효과로서, 병소의 불투명한 색조가 사라지고 원래의 법랑질 색조를 회복한다는 주장이 있다. 따라서 본 연구는 resin infiltration에 의한 백반양 병소의 색조 변화의 유무와 그 정도를 임상적으로 평가해 볼 목적으로 시도되었다.

II. 연구 재료 및 방법

1. 연구 대상

부산대학교병원 소아치과에서 정기검진을 받고 있는 어린이 중 상악 전치부에 백반양 병소를 가진 어린이 21명으로부터 DDE를 가진 20개의 치아(12명, 평균 연령 12.5세)와 고정성 장치에 의한 교정치료 후 탈회 병소를 가진 18개의 치아(9명, 평균 연령 15.1세)를 대상으로 하였다. 이 중 고정성 장치에 의한 교정치료 후 탈회 치아는 교정치료 완료 후 최소 3개월(9개월~3년 8개월, 평균 21개월)이 지난 치아를 대상으로 하였다. 본 실험은 생명윤리위원회(IRB) 규정에 의해 서면 실험동의서를 확보한 후 시행하였다.

2. Resin infiltration 시술

환아의 보호를 위해 보안경을 씌우고, 러버댐과 치간이개용 고무링을 장착하여 연조직과 인접치를 보호하였다. 러버댐과 세마제를 이용하여 치면을 세마하고 세척하였다. 15% 염산(ICON®-Etch, DMG, Germany)을 2분간 적용하여 표층 법랑질을 제거해 병소 본체의 다공성 구조를 노출시키고, 30초간 세척 후 압축 공기로 건조시켰다. 99% 에탄올(ICON®-Dry, DMG, Germany)을 30초간 적용하여 병소를 탈수시킨 후, 압축 공기로 건조시키고, infiltrant 레진(ICON®-Infiltrant, DMG, Germany)을 3분간 적용하여 병소 내부로 스며들게 하였다. 표면에 남아 있는 잉여 레진을 면구로 닦아내고, 치간부의 레진을 제거하였다. 40초간 광중합을 시행한 후, 레진을 1분간 적용, 잉여 레진 제거, 40초간 광중합을 1회 더 반복 시행하였다. 수복용 레진 연마 디스크(Sof-lex disk, 3M ESPE)를 사용하여 거칠어진 법랑질 표면을 연마하였다.

3. 임상 사진 촬영

치료 전(T1), 치료 직후(T2), 1주 후(T3)에 치면 세마를 시행하고 임상 사진을 촬영하였다. 촬영 조건을 표준화하기 위하여 두부 고정장치를 제작하고, 카메라를 일정한 위치에 고정시켜 촬영 거리와 각도를 일정하게 유지하였다. 디지털 카메라(EOS 450d camera, Canon, Japan), 매크로렌즈(SP AF90mm F/2.8 Di 1:1 Macro lens, Tamron, USA), 그리고 플래쉬(MT 24-EX twinlight, Canon, Japan)를 사용하여 디지털 이미지를 얻었다. 카메라를 수동 모드(셔터 스피드 1/200, F29, ISO 400, Auto white balance, spot 측광)로 설정을 일정하게 유지하였다. 주변 환경의 빛을 차단하기 위해 암실에서 촬영하였으며, 플래시의 광도를 일정하게 유지하기 위해 광도계를 사용하였다. 또한 치면에 대한 빛의 반사를 최소화하기 위해 편광 필터와 트윈라이트를 사용하였다. 그래도 반사광이 잡힌 부분은 시료에서 제외시켰다.

4. 이미지 분석

이미지 편집 프로그램(Adobe® Photoshop® CS3 extended ver 10.0, Adobe, USA)을 이용하여 백반양 병소의 경계선을 그리고, 정상 치면을 임의로 선택한 후, 이미지 분석 프로그램(I-solution, IMT technology, Korea)을 사용하여 임상 사진을 분석하였다. 치료 전 사진에서 지정한 경계선의 레이어를 치료 후와 1주 후 사진으로 옮겨 동일한 부위에서 색조 분석이 이루어지도록 하였다. 대상 치아의 백반양 병소와 정상 치면의 RGB값을 측정 후 CIE L*a*b*값으로 변환하였다.

본 연구에서 적용한 CIE L*a*b* 색공간은 측색으로 얻어진 값을 표시하는 방법으로, 1976년 국제조명위원회(CIE)에서 제정한 것이다. CIE L*a*b* 색표계에서 L* 값은 명도를 나타내는데, '0'은 완전한 검정을 나타내고 값이 증가할수록 명도가 증가함을 의미한다. a*와 b*는 색상을 나타내며 a*의 양의 값은 적색, 음의 값은 녹색, b*의 양의 값은 황색, 음의 값은 청색 방향을 의미한다. 이들 3차원 색표계를 이용하면 색의 상호관계를 인간의 색감각에 가까운 균등 지각 색공간으로 나타내는 것이 가능하다³¹⁾.

측정된 CIE L*a*b*값으로 아래의 공식을 이용하여 각 시기별 정상 치면과 백반양 병소의 색조 차(ΔE)를 계산하였다.

$$\Delta E = \sqrt{(L_1 - L_2)^2 + (a_1 - a_2)^2 + (b_1 - b_2)^2}$$

L1 : 정상 치면의 L값

L2 : 백반양 병소의 L값

a1 : 정상 치면의 a값

a2 : 백반양 병소의 a값

b1 : 정상 치면의 b값

b2 : 백반양 병소의 b값

ΔE는 두 색조 사이의 불일치를 정량화하는 값으로 임상적으로 색조 차이나 색 변화를 감지할 수 있는 임계값은 3.7이다³²⁾.

즉 정상 치면과 백반양 병소의 색조 차인 ΔE가 3.7 미만인 경우 백반양 병소를 임상적으로 인지할 수 없으며, 3.7 이상인 경우 백반양 병소를 임상적으로 인지할 수 있다. 또한 임상적으로 백반양 병소가 관찰되더라도 치료 전과 후 ΔE 값의 차이가 3.7 이상인 경우에는 색조 변화를 감지할 수 있다.

치료 1주 후 색조 변화 정도에 따라 다음과 같이 type 1, 2, 3로 구분하였다:

Type 1 : 치료 1주 후 정상 치면과 비교하여 백반양 타색이 거의 완전히 사라진 경우(정상 치면과 백반양 병소 사이의 ΔE 값이 3.7 미만인 경우),

Type 2 : 치료 1주 후 백반양 타색이 어느 정도 개선되기는 하였으나, 아직 남아있는 경우(정상 치면과 백반양 병소 사이의 ΔE 값이 3.7 이상이나, 치료 전과 1주 후 ΔE 값의 차이가 3.7 이상인 경우),

Type 3 : 치료 1주 후 백반양 타색의 색조가 거의 변하지 않은 경우(정상 치면과 백반양 병소 사이의 ΔE 값이 3.7 이상이고, 치료 전과 1주 후 ΔE 값의 차이가 3.7 미만인 경우)

5. 통계학적 분석

윌콕슨의 부호 순위 검정법을 이용하여 치료 전과 직후, 치료 전과 1주 후, 치료 직후와 1주 후 색조 차의 통계학적 유의성에 대해 검정하였다.

Ⅲ. 연구 성적

DDE 병소 20개 중, 25%인 5개에서 type 1의 결과를 보였고, 35%인 7개에서 type 2, 40%인 8개에서 type 3의 결과를 보였다(Table 1, Fig. 1, 2). 그리고 고정성 장치에 의한 교정 치료 후 탈회 병소의 18개 중, 61%인 11개, 33%인 6개, 6%인 1개에서 각각 type1, 2, 3의 결과를 나타내었다(Table 1, Fig. 3, 4).

전반적으로 DDE 병소와 교정치료 후 탈회 병소 모두 치료 전과 직후, 치료 전과 1주 후 정상 치면과 백반양 병소 사이의 색조차가 유의하게 감소하였다(p<0.05). DDE 병소에서는 치료 직후에 비해 1주 후 색조 차가 유의하게 감소하였다(p<0.05, Table 2).

Table 1. Color changes of white spot lesions

	Type 1 (disappeared)	Type 2 (progressed)	Type 3 (little changed)	sum
DDE*	5(25%)	7(35%)	8(40%)	20
ODL**	11(61%)	6(33%)	1(6%)	18

* DDE : developmental defects of enamel

** ODL : orthodontic decalcified lesions



Fig. 1. Type 1 color changes in maxillary left central incisor showing DDE. Compared with T1(before treatment), enamel color was recovered much in T2(immediately after treatment), and still more in T3(1 week after treatment), showing almost normal.



Fig. 2. Type 2 color changes in maxillary left lateral incisor showing DDE. Although enamel color was recovered slightly in T2(immediately after treatment), and still more in T3(1 week after treatment) compared with T1(before treatment), the white spot remained.



Fig. 3. Type 1 color changes in maxillary left lateral incisor showing orthodontic decalcified lesion. Compared with T1(before treatment), enamel color was recovered much in T2(immediately after treatment), and still in T3(1 week after treatment), showing almost normal.



Fig. 4. Type 3 color changes in maxillary right canine showing orthodontic decalcified lesion. Compared with T1(before treatment), no change in enamel color was visible either in T2(immediately after treatment) or in T3(1 week after treatment).

Table 2. Statistical analysis of color changes

	T1 - T2 [†]	T1 - T3 [‡]	T2 - T3 [§]
DDE*	p < 0.05	p < 0.05	p < 0.05
ODL**	p < 0.05	p < 0.05	p = 0.09

[†]T1 - T2 : color change between T1(before the treatment) and T2(after the treatment)

[‡]T1 - T3 : color change between T1 and T3(1 week after the treatment)

[§]T2 - T3 : color change between T2 and T3

* DDE : developmental defects of enamel

** ODL : orthodontic decalcified lesions

IV. 총괄 및 고찰

백반양 초기 우식병소와 DDE 병소의 불투명도는 범랑질 표층 하방에서 다공성이 증가된 데에 기인한다^{33,34}. 이러한 불투명도는 치면을 건조시켰을 때 더 명확한데, 이는 범랑질과 수분, 공기의 광굴절률이 다르기 때문이다. 건전한 범랑질의 광굴절률은 1.62인 반면, 다공성 범랑질은 타액 등의 수분에 의해 채워질 경우 물의 광굴절률인 1.33에 근접하여 불투명해 보이게 된다. 치면이 건조되었을 때에는 미세 구멍 내의 수분이 공기로 대체되어 공기의 광굴절률인 1.0과 가까워지므로 병소가 더 명확해진다³⁵. 반면 infiltrant resin으로 다공성 범랑질을 채우게 되면 광굴절률은 1.46으로 증가하여 건전한 범랑질과 근접해 짐으로써 색조가 개선되는 효과를 나타내게 된다.

Infiltrant resin은 불소나 CPP-ACP 등을 이용한 재광화 치료와는 달리, 병소 내부로 깊게 침투하므로 상대적으로 깊은 병소에서도 색조가 개선되며, 그 효과 또한 치료 후 즉시 나타난다^{8,10,36}. 그리고 미세연마술이나 수복치료에 비해 덜 침습적인 방법이다^{23,24,37,38}.

Resin infiltration의 개발 목적은 다공성 우식 병소를 제거하는 대신, 산과 용해된 무기물의 확산 통로 역할을 하는 미세 구멍들을 폐쇄해 우식 진행을 정지시키고자 하는 것이다²⁵. 또한 이 방법은 비와동성 초기 범랑질 우식병소에 기계적인 지지도 제공한다²⁷. Infiltrant resin은 침투계수가 높은 저점도 광중합레진으로 범랑질에 대한 접촉각이 낮고 표면 장력이 높다³⁹. 이러한 특성으로 인해 병소 본체 내부로 깊은 침투가 가능하다. 그러나 병소 표층이 장벽으로 작용해 병소 본체로의 침투를 방해한다. 따라서 표층의 완전한 제거와 병소 본체의 노출이 산부식의 목적이다³⁰. 염산 사용으로 인한 표층의 완전한 제거로 병소 구조를 더 약하게 하지 않을까하는 의문이 있을 수 있으나, Meyer-Lueckel 등³⁸은 40 μm의 과광화된 표층을 완전히 제거하기 위해서는 15% 염산의 사용이 가장 적절하고, 표층이 완전히 부식된 뒤에도 와동이 형성되지 않았으며 또한 이후 침투된 레진이 병소 구조를 강화시킬 수 있음을 주장하였다. 또한 백반양 병소의 치료로 흔히 선택되는 미세연마술의 경우, 18% 염산을 사용하여 범랑질을 360 μm까지 제거함을 고려한다면³⁷, 40 μm 정도는 많은 양은 아니라고 할 수 있다. 99% 에탄올은 미세 구멍 내부를 완전히 탈수시켜 레진이 모세관 현상에 의해

병소 내로 빨려 들어가도록 할 목적으로 사용한다⁴⁰. 본질적으로 infiltration 기법은 병소 내부에 장벽을 형성하는 것이기 때문에 infiltrant resin 적용 후 표면에 남아있는 잉여 레진을 닦아내고 광중합을 시행한다. 병소 본체 내로 균일하게 레진이 침투해 들어간다면 병소 표면의 레진 층은 없어도 무방하고, 오히려 표면의 레진을 제거함으로써 표면의 이상적인 형태를 얻을 수 있다²⁸. 레진의 중합수축으로 인한 공간을 폐쇄하기 위해 레진을 두 번 반복 적용한다²⁷.

본 연구에서 사용한 디지털표준임상사진술은 병소 크기와 색의 정량화를 위해 가장 간단하고 임상적으로 접근이 쉬운 방법으로, 이미 여러 연구에서 카메라와 조명이 동일한 위치에 있다면 객관적이고 재현성이 있으며 정확한 방법이라고 보고되고 있다⁴¹⁻⁴⁴. 본 연구에서는 표준임상사진술과 영상 분석 프로그램으로부터 얻은 결과를 바탕으로 색의 차이를 확인할 수 있는 정량적인 수치인 ΔE를 이용하였다. 인간의 눈은 표준화된 실험실 환경에서 1 ΔE 값까지 색조 차를 구분할 수 있을 만큼 효과적이다. 하지만 광원을 표준화할 수 없는 구강 내에서는 3.7 ΔE 값 이상인 경우 색조 차이를 구분할 수 있다. 몇몇 연구에서는 그 임계값을 3.0 ΔE로 주장하고 있지만, 색 안정성에 대한 대부분의 연구에 따르면 3.7 ΔE를 임계값으로 정하고 있다^{32,45,46}.

본 연구에서 교정성 장치에 의한 교정치료 완료 후 3개월 이상 경과한 환자를 선택한 것은 교정 장치 제거 후 단지 구강위생 관리만 철저히 하여도 어느 정도의 탈회 병소는 타액에 의해 2-3개월 동안 스스로 재광화되기 때문이다. 어느 정도의 탈회 병소는 수 주 내에 사라지고, 대부분의 병소는 2-3개월동안 그 임상적 크기가 감소된다^{47,48}. 따라서 본 연구에서는 교정치료 완료 후 병소가 자발적으로 개선되는 기간인 3개월이 지난 후에도 남아있는 병소를 대상으로 하였다.

본 연구 결과 DDE 병소의 60%, 교정치료 후 탈회 병소의 94%에서 색조가 유의하게 개선되었고, 백반양 탁색이 거의 사라진 경우는 DDE 병소에서 25%, 교정치료 후 탈회 병소에서 61%를 보였다. 따라서 DDE 병소보다는 교정치료 후 탈회 병소에서 색조 개선 효과가 더 큼을 알 수 있었다. 이처럼 일부 증례에서는 극적인 색조 개선이 나타난 반면, 색조 변화가 거의 없었던 병소도 발육 결함 병소의 40%, 교정치료 후 탈회 병소의 6%로 관찰되었다. 이것은 병소의 깊이 차이에 기인한 것으로 해석되었다. 즉, infiltrant resin의 침투 깊이를 넘어서는 깊은 병소에서는 색조 개선 효과를 거둘 수 없는 것으로 판단되었다. 그러나 resin infiltration의 원래 목적은 확산 통로를 폐쇄해 내부 병소를 보호하는 것으로, 심미적 개선 효과는 그에 따른 부수적인 효과이므로 색조가 개선되지 않더라도 병소의 진행을 차단한다는 점에서는 의미가 있다고 할 수 있다. 그러나 범랑질 색조 개선을 목적으로 한 resin infiltration의 적응증을 판별하기 위해서는 병소 깊이를 정밀하게 예측할 방법의 개발이 절실하며, 아울러 장기적인 색조 안정성을 위한 지속적인 연구가 필요할 것으로 생각되었다. 또한 일부 DDE 병소에서 시술 직후에 비해 1주 후에 색조 변화가 더 많이 진행된 이유에 대해서는 추가적인 연구가 있어야 할 것이다.

V. 결 론

소아치과 임상에서 자주 접하게 되는 DDE 나 교정치료 후 탈회에 의한 백반양 법랑질 병소에 대한 resin infiltration의 색조 개선 효과를 평가할 목적으로 38개의 영구 전치를 대상으로 시술 전후의 색조 변화를 분석하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 1주 후 색조가 개선된 병소는 발육 결함 병소의 25%, 교정 탈회 병소의 61%로 나타났다.
2. 발육 결함 병소의 40%, 교정치료 후 탈회 병소의 6%에서는 시술 전후의 색조변화를 관찰할 수 없었다.
3. 법랑질 발육결함 병소에서는 시술 직후 보다 1주 후에 더 많은 색조 변화를 관찰할 수 있었다.

색조 개선을 목적으로 하는 resin infiltration 기법의 적응증 판별을 위하여 병소 깊이의 정밀한 측정 방법이 절실하며, 장기적인 색조 안정성에 대한 연구가 필요할 것으로 생각되었다. 또한 일부 증례에서 나타난 1주 후 색조 개선효과에 대한 추가적인 연구가 필요할 것이다.

참고문헌

1. Weerheijm KL : Molar incisor hypomineralization (MIH): clinical presentation, aetiology and management. Dent Update, 31:9-12, 2004.
2. Benham AW, Campbell PM, Buschang PH : Effectiveness of pit and fissure sealants in reducing white spot lesions during orthodontic treatment. A pilot study. Angle Orthod, 79:338-345, 2009.
3. Suzuki M, Jordan RE, Skinner DH, et al. : Clinical management of non-cariou enamel defects. Int Dent J, 32:148-158, 1982.
4. Artun J, Brobakken BO : Prevalence of carious white spots after orthodontic treatment with multi-bonded appliances. Eur J Orthod, 8:229-234, 1986.
5. O'Reilly MM, Featherstone JD : Demineralization and remineralization around orthodontic appliances: an in vivo study. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 92:33-40, 1987.
6. Øgaard B, Rølla G, Arends J : Orthodontic appliances and enamel demineralization. Part 1. Lesion development. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 94:68-73, 1988.
7. 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, 96:423-427, 1989.
8. Ardu S, Castioni NV, Benbachir N, et al. : Minimally invasive treatment of white spot enamel lesions. Quintessence Int, 38:633-636, 2007.

9. 강지선, 이상호, 이난영 : CPP-ACP제제를 이용한 법랑질 초기 우식증의 재광화 치험례. 대한소아치과학회지, 35:159-165, 2008.
10. Willmot DR : White lesions after orthodontic treatment: does low fluoride make a difference? J Orthod. 31:235-242, 2004.
11. Wright JT : The etch-bleach-seal technique for managing stained enamel defects in young permanent incisors. Pediatr Dent, 24:249-252, 2002.
12. Bussadori SK, do Rego MA, da Silva PE, et al. : Esthetic alternative for fluorosis blemishes with the usage of a dual bleaching system based on hydrogen peroxide at 35%. J Clin Pediatr Dent, 28:143-146, 2004.
13. Haywood VB, Leonard RH, Nelson CF, et al. : Effectiveness, side effects and long-term status of nightguard vital bleaching. J Am Dent Assoc, 125:1219-1226, 1994.
14. Leonard RH Jr. : Efficacy, longevity, side effects, and patient perceptions of nightguard vital bleaching. Compend Contin Educ Dent, 19:766-774, 1998.
15. Basting RT, Rodrigues Júnior AL, Serra MC : The effect of 10% carbamide peroxide bleaching material on microhardness of sound and demineralized enamel and dentin in situ. Oper Dent, 26:531-539, 2001.
16. Welbury RR, Shaw L : A simple technique for removal of mottling, opacities and pigmentation from enamel. Dent Update, 17:161-163, 1990.
17. Welbury RR, Carter NE : The hydrochloric acid-pumice microabrasion technique in the treatment of post-orthodontic decalcification. Br J Orthod, 20:181-185, 1993.
18. Croll TP, Bullock GA : Enamel microabrasion for removal of smooth surface decalcification lesions. J Clin Orthod, 28:365-370, 1994.
19. Rodd HD, Davidson LE : The aesthetic management of severe dental fluorosis in the young patient. Dent Update, 24:408-411, 1997.
20. 박미령, 김종수, 김용기 : Microabrasion technique을 이용한 치아변색의 치료증례. 대한소아치과학회지, 24:511-517, 1997
21. Dalzell DP, Howes RI, Hubler PM : Microabrasion: effect of time, number of applications, and pressure on enamel loss. Pediatr Dent, 17:207-211, 1995.
22. Wong FS, Winter GB : Effectiveness of microabrasion technique for improvement of dental aesthetics. Br Dent J, 193:155-158, 2002.
23. Malterud MI : Minimally invasive restorative den-

- istry: a biomimetic approach. *Pract Proced Aesthet Dent*, 18:409-414, 2006.
24. Stahl J, Zandona AF : Rationale and protocol for the treatment of non-cavitated smooth surface carious lesions. *Gen Dent*, 55:105-111, 2007.
 25. Meyer-Lueckel H, Paris S : Progression of artificial enamel caries lesions after infiltration with experimental light curing resins. *Caries Res*, 42:117-124, 2008.
 26. Paris S, Meyer-Lueckel H, Cölfen H, et al. : Resin infiltration of artificial enamel caries lesions with experimental light curing resins. *Dent Mater J*, 26:582-588, 2007.
 27. Robinson C, Brookes SJ, Kirkham J, et al. : In vitro studies of the penetration of adhesive resins into artificial caries-like lesions. *Caries Res*, 35:136-141, 2001.
 28. Mueller J, Meyer-Lueckel H, Paris S, et al. : Inhibition of lesion progression by the penetration of resins in vitro: influence of the application procedure. *Oper Dent*, 31:338-345, 2006.
 29. 이금량, 안명기, 정태성, 김신 : 인접면 초기 우식 병소의 깊이에 따른 therapeutic sealing의 유효성 평가. *대한소아치과학회지*, 36:394-403, 2009.
 30. Paris S, Meyer-Lueckel H, Kielbassa AM : Resin infiltration of natural caries lesions. *J Dent Res*, 86:662-666, 2007.
 31. 문은배 : 색체의 활용. 도서출판 국제, 서울, 61-82, 2002.
 32. Johnston WM, Kao EC : Assessment of appearance match by visual observation and clinical colorimetry. *J Dent Res*, 68:819-822, 1989.
 33. Newbrun E, Brudevold F : Studies on the physical properties of fluorosed enamel. I. Microradiographic studies. *Arch Oral Biol*, 2:15-20, 1960.
 34. Fejerskov O, Yaeger JA, Thylstrup A : Microradiography of the effect of acute and chronic administration of fluoride on human and rat dentine and enamel. *Arch Oral Biol*, 24:123-130, 1979.
 35. Deery C, Hosey, Therese M, et al. : Paediatric Cariology. *Quintessence Essentials*, 14-17, 2004.
 36. Meyer-Lueckel H, Paris S. : Improved resin infiltration of natural caries lesions. *J Dent Res*, 87:1112-1116, 2008.
 37. Tong LS, Pang MK, Mok NY, et al. : The effects of etching, micro-abrasion, and bleaching on surface enamel. *J Dent Res*, 72:67-71, 1993.
 38. Meyer-Lueckel H, Paris S, Kielbassa AM : Surface layer erosion of natural caries lesions with phosphoric and hydrochloric acid gels in preparation for resin infiltration. *Caries Res*, 41:223-230, 2007.
 39. Paris S, Meyer-Lueckel H, Cölfen H, et al. : Penetration coefficients of commercially available and experimental composites intended to infiltrate enamel carious lesions. *Dent Mater*, 23:742-748, 2007.
 40. Meyer-Lueckel H, Paris S, Mueller J, et al. : Influence of the application time on the penetration of different dental adhesives and a fissure sealant into artificial subsurface lesions in bovine enamel. *Dent Mater*, 22:22-28, 2006.
 41. Benson PE, Pender N, Higham SM : Enamel demineralisation assessed by computerised image analysis of clinical photographs. *J Dent*, 28:319-326, 2000.
 42. Willmot DR, Benson PE, Pender N, et al. : Reproducibility of quantitative measurement of white enamel demineralisation by image analysis. *Caries Res*, 34:175-181, 2000.
 43. Cochran JA, Ketley CE, Sanches L, et al. : A standardized photographic method for evaluating enamel opacities including fluorosis. *Community Dent Oral Epidemiol*, 32 Suppl 1:19-27, 2004.
 44. Benson PE, Shah AA, Willmot DR : Measurement of white lesions surrounding orthodontic brackets: captured slides vs digital camera images. *Angle Orthod*, 75:226-260, 2005.
 45. Paul S, Peter A, Pietrobon N, et al. : Visual and spectrophotometric shade analysis of human teeth. *J Dent Res*, 81:578-582, 2002.
 46. Paul SJ, Peter A, Rodoni L, et al. : Conventional visual vs spectrophotometric shade taking for porcelain-fused-to-metal crowns: a clinical comparison. *Int J Periodontics Restorative Dent*, 24:222-231, 2004.
 47. Artun J, Thylstrup A : Clinical and scanning electron microscopic study of surface changes of incipient caries lesions after debonding. *Scand J Dent Res*, 94:193-201, 1986.
 48. Artun J, Thylstrup A : A 3-year clinical and SEM study of surface changes of carious enamel lesions after inactivation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 95:327-333, 1989.

Abstract

RESIN INFILTRATION FOR THE ESTHETIC IMPROVEMENT OF ANTERIOR TEETH
WITH DEVELOPMENTAL DEFECTS AND POST-ORTHODONTIC DECALCIFICATION

Eun-young Kim, Ul-jin An, Shin Kim, Tae-sung Jeong

Department of Pediatric Dentistry, School of Dentistry, Pusan National University

The prevalence of developmental defects of enamel and lesions by post-orthodontic decalcification has been reported with increasing frequency. Even though there have been increasing interests and clinical challenges in esthetic improvement of these lesions, few of studies were reported for using non-invasive approach which is a very significant matter for child and young adults.

This study was conducted to assess clinical effect on the improvement in color of these lesions via resin infiltration method developed as minimum invasive technique for white spot. For the 38 maxillary anterior teeth with calcification problem, the changes in color between before- and after- infiltration treatment, were evaluated and summarized as following.

1. A week after infiltration, 25% of developmental defects and 61% of decalcification lesions were improved in color as the value of 4E below 3.7.
2. 40% of the developmental defects and 6% of decalcification lesions showed no significant change.
3. The developmental defects showed more remarkable changes in color 1 week after infiltration rather than immediately after the treatment.

From our study results, it is considered that the amount of color improvement depended on the depth of lesion. In other words, for the lesion having more depth than the depth infiltrant resin can penetrate into, infiltration treatment showed no significant effect. Therefore, for clinical indication of resin infiltration treatment, further research on precise measurement technique of lesion depth is strongly required.

Key words : Resin infiltration, Minimally invasive, Color, Demineralization, Developmental defect of enamel