침식된 유치 법랑질에 대한 레이저 조사 및 불소도포의 재광화 효과

양영숙 · 이광희 · 김대업 · 라지영

원광대학교 치과대학 소아치과학교실

국문초록

연구목적은 산성 음료수에 의해 탈회된 법랑질의 표면에 대한 Nd:YAG 레이저 조사의 재광화 효과와 불화물 도포의 효과를 평가하는 것이다. 치아우식증, 색소, 손상, 부착물이 없는 건전한 사람의 유치의 평활면으로부터 법랑질 시편을 제작하고, 코카콜라에 12시간 동안 담가 탈회시켰다. 탈회된 법랑질 표면에 6 W 출력, 50 mJ, 20 Hz pulse rate의 에너지 밀도로 Nd:YAG 레이저를 조사하였다. 탈회 전후와 레이저 조사 후에 미세경도 및 Diagnodent 점수를 측정한 후, 0.05% 불소 용액, 1.23% 불소 젤, 0.1% 불소 바니쉬 중의 한 가지를 도포하였으며 미세경도 및 Diagnodent 측정을 통하여 레이저의 재광화 효과와 불소의 효과를 평가하였다.

1. Diagnodent 측정치의 변화에서, 탈회 후에는 초기 점수의 23.51%로 감소하였고, 레이저 조사 후에는 초기 점수의 37.37%로 증가하였으며, 불소도포 후에는 초기 점수의 51.34%로 증가하였고, 전체적으로 보면 초기 점수, 탈회 후 점수, 레이저 조사 후의 점수, 불소도포 후의 점수 및 그 백분율 사이에 모두 유의한 차이가 있었다($P<0.05$). 3개 불소군 사이의 차이는 초기점수 및 불소도포 후 점수와 백분율에서 모두 유의하지 않았으며, 각 불소군 내에서는 불소 용액군과 불소 바니쉬군에서 초기 점수, 탈회후 점수, 레이저 조사 후의 점수, 불소도포 후의 점수 및 그 백분율사이에 모두 유의한 차이가 있었고, 불소 젤군에서는 레이저 조사 후와 불소도포 후의 점수 및 백분율 사이에 유의한 차이가 없었다.
2. 미세경도의 변화에서, 탈회 후의 경도는 초기 경도의 33.58%로 감소하였고, 레이저 조사 후의 경도는 초기 경도의 43.99%로 증가하였으며, 불소도포 후의 경도는 초기 경도의 51.38%로 증가하였고, 전체적으로 보면 초기 경도, 탈회 후 경도, 레이저 조사 후의 경도, 불소도포 후의 경도 및 그 백분율 사이에 모두 유의한 차이가 있었다($P<0.05$). 불소군별로 보면 3개 불소군 사이의 차이는 모두 유의하지 않았고, 백분율에서도 초기경도와 불소도포 후 경도에서 유의하지 않았으며, 각 불소군 내에서는 초기 경도, 탈회 후 경도, 레이저 조사 후의 경도, 불소도포 후의 경도 및 백분율 사이에 모두 유의한 차이가 있었다.

주요어 : 침식, 유치, 법랑질, 레이저, 불소, 재광화

Ⅰ. 서 론

비세균성 산에 의해 발생하는 치아침식증(dental erosion)은 어린이와 성인에서 치아조직 상실의 중요한 원인 중 하나로 인식되고 있으며[1], 주된 발생 원인은 산성 음료수의 빈번한 섭취로 알려져 있다[2-3]. 세계적으로 치아침식증의 유병률은 증가추세에 있어서, 인도의 5-6세 어린이의 약 삼분의 일이 치아침식증을 가지고 있고[4], 네델란드 12세 어린이의 침식성 마모 유병률(erosive wear prevalence)이 24%이었다고 보고되었다[5].

산성 음료수의 섭취를 제한하는 것이 어린이의 치아침식증을 예방하는 첫 번째 방법이지만 치아우식증의 경우에 설탕 섭취를 제한하는 것이 어려운 것과 마찬가지로 현실적으로 실천이 어렵다. 다음으로는, 산성 음료수의 치아침식증 유발력을 감소시키는 방법이 있으며, 주로 불소[6]와 칼슘[7]을 첨가하는 것이 효과적이나, 인체에 대한 안전성의 문제 때문에 첨가할 수 있는

교신저자 : 이 광 희

전북 익산시 신용동 344-2
원광대학교 치과대학 소아치과학교실
Tel: 063-850-1955
E-mail: kwhlee@wonkwang.ac.kr

농도에 한계가 있다. 현실적인 대안 중 하나는 치아침식증이 발생한 초기에 치아표면을 재광화시키는 것이다.

타액은 탈회된 치아법랑질을 재광화시키는 역할을 하나[8], 산에 의한 탈회가 짧은 접촉시간에 발생하는 데 비하여 타액에 의한 재광화는 느리게 일어나므로[9,10], 산의 공격이 빈번할 때에는 타액에 의한 재광화가 충분히 일어나지 못하여 치아침식증이 진행되게 된다. 재광화를 촉진하는 주된 물질은 불소와 칼슘으로서, 음료수에 첨가하는 경우와는 달리 재광화에는 고농도로 사용할 수 있다. 이[11]는 고농도 불소와 칼슘의 법랑질 재광화 효과에 대한 생체외 연구 결과를 보고하였다. 일반적으로 가정에서 사용할 수 있는 가장 효과적인 재광화재료는 불소치약이나, 침식증이 발생한 법랑질의 연화된 표층이 칫솔질의 기계적인 힘에 의해서 마모될 위험이 있다[12].

침식증이 발생한 법랑질의 연화된 표층을 마모 없이 재광화시킬 수 있는 방법 중 하나는 레이저를 조사하는 것이며, 불소를 함께 사용하면 효과가 증가한다고 보고되었다[13~22]. 조 등[23]은 산성 음료수에 의해 탈회된 영구치 법랑질에 Nd:YAG 레이저를 조사하고 불화물을 도포하여 재광화 효과를 얻었음을 보고하였다. 어린이의 산성 음료수 소비가 증가하는 현실을 감안할 때, 유치 법랑질을 대상으로 레이저와 불소의 복합 사용 효과를 검증하는 연구가 필요하다고 생각되었다.

연구의 목적은 산성음료수에 의해 탈회된 유치 법랑질 표면에 대한 Nd:YAG 레이저 조사와 불화물 도포가 법랑질의 재광화에 미치는 효과를 법랑질 표면미세경도의 측정과 레이저형광 측정을 통해 평가하는 것으로서, 레이저 조사 후 불소를 도포하는 방법이 상승 효과가 있는지 알고자 하였다.

Ⅱ. 연구재료 및 방법

1. 유치 법랑질 시편의 제작 및 치아침식증 유발

치아우식증, 색소, 손상, 부착물이 없는 건전한 사람 유치의 평활면을 고속 핸드피스로 주수 하에 분리하여 한 변이 1 cm인 레진괴에 법랑질이 노출되도록 매몰하였다. 노출된 법랑질을 연마기(Metaserv grinder-polisher, Buehler, Germany)를 사용하여 1200 grit까지 연마하여 30개의 유치 법랑질 시편을 만들고 실험군에 따라 세 군으로 나누었다. 산성 음료수에 의한 법랑질의 침식증을 유발하기 위하여 50 ml 플라스틱 시험관(Falcon, USA) 5개에 30 ml의 코카콜라를 채운 후 30개의 시편을 6개씩 나누어 넣고 37℃ 배양기에 12시간 동안 탈회시켰다. 탈회 전후에, 레이저형광을 이용한 우식진단장비인 Diagnodent(Kavo, Germany)로 시편의 탈회도를 측정하고(최소치 0 ~ 최고치 99), 동시에 미세경도측정기(MTX-70, Matsuzawa, Japan)를 사용하여 하중 300 g을 15초간 부여하는 조건으로 시편의 표면미세경도(Vickers Hardness Number, VHN)를 측정하였다. 각 측정은 3회 이상 반복한 후 평균을 내었다.

2. 레이저 조사

연구에 사용된 레이저는 Neodymium-doped yttrium-aluminum-garnet(Nd:YAG) 레이저(PulseMaster 600IQ, American Dental Technologies, USA)로서, 파장 1064 nm, 최대 출력 6 W, 펄스당 에너지 20-200 mJ로, pulse rate 10-200 Hz, free-running pulse로, 200 ㎛직경의 quartz optic fiber를 통해 접촉식으로 방사되었다. 시편 표면에 유성의 검은색 펜으로 직경 2 mm 크기로 칠한 후, 출력 6 W, 에너지 밀도 50 mJ, 20 Hz의 pulse rate로 조사하였다. 조사 후 Diagnodent 점수와 표면미세경도를 동일한 방법으로 측정하였다.

3. 불소도포

레이저 조사 및 측정 후, 0.05% 불화나트륨 용액인 치카치카(삼일제약, 한국), 1.23% 산성불화인산염 gel인 60 Seconds (Pascal, USA), 0.1% 불소 varnish인 FluorProtector (Ivoclar Vivadent, Liechtenstein)를 각각 10개 시편에 도포하였다. 불화나트륨 용액은 시험관에 시편과 함께 넣은 후 37℃ 배양기에서 6시간 동안 유지하였고, 불소 gel은 건조된 시편 표면에 4분간 도포하였으며, 불소 varnish는 건조된 시편 표면에 3회 반복 도포하였다. 도포 후 Diagnodent 점수와 표면미세경도를 동일한 방법으로 측정하였다.

4. 자료 분석

불소도포군당 10개 시편 중에서 측정치의 변이가 심한 2개를 제외한 군당 8개 시편을 분석 대상으로 하였다. 윈도우용 SPSS 9.0 프로그램을 이용하여, 각 측정치의 평균과 표준편차, 레이저 조사 및 불소도포 후 측정치의 원 측정치에 대한 백분율 등을 산출하고, 일원배치 분산분석 및 최소유의차 사후 검정으로 3개 실험군간 차이의 유의성을, 대응표본간 t검사로 각 실험군내 차이의 유의성을 각각 분석하였다. Diagnodent 점수의 경우에는 탈회도가 증가할 수록 점수가 커지기 때문에 백분율을 역으로 계산하였다.

Ⅲ. 연구성적

1. Diagnodent 측정치의 변화 (Table 1, 2)

전체적으로 보면, 초기 점수는 5.93이었으며, 탈회 후에는 28.14로서 초기 점수의 23.51%로 감소하였고, 레이저 조사 후에는 16.30으로서 초기 점수의 37.37%로 증가하였으며, 불소도포 후에는 12.17로서 초기 점수의 51.34%로 증가하였고, 초기 점수, 탈회 후 점수, 레이저 조사 후의 점수, 불소도포 후의 점수 및 그 백분율 사이에 모두 유의한 차이가 있었다 ($P<0.05$).

Table 1. Diagnodent scores (0~99)

Group	Initial	Demineralization	Laser	Fluoride
Fluoride solution	6.10_{a}^{a}±1.45	32.69_{a}^{b} ±9.41	16.63_{ab}^{c}±2.92	11.63_{a}^{d}±3.54
Fluoride gel	5.31_{a}^{a}±0.93	23.31_{b}^{b} ±8.98	14.41_{a}^{c} ±3.12	12.63_{a}^{c}±3.46
Fluoride varnish	6.36_{a}^{a}±1.08	28.42_{ab}^{b}±5.62	17.88_{b}^{c} ±2.36	12.25_{a}^{d}±2.76
Totals	5.93^{a} ±1.21	28.14^{b} ±8.74	16.30^{c} ±3.07	12.17^{d} ±3.16

N=8; Mean±SD
Values in columns having the same letter($_{a}$) were not significantly different(P>0.05), ANOVA & LSD.
Values in rows having the same letter(^{a}) were not significantly different(P>0.05), t-test.

Table 2. Relative comparison of Diagnodent scores (%)

Group	Initial	Demineralization	Laser	Fluoride
Fluoride solution	100_{a}^{a}	20.10_{a}^{b}±6.94	37.97_{a}^{c} ±12.64	56.75_{a}^{d}±20.90
Fluoride gel	100_{a}^{a}	27.31_{a}^{b}±14.80	38.07_{a}^{bc}±8.94	44.19_{a}^{c}±10.74
Fluoride varnish	100_{a}^{a}	23.11_{a}^{b}±5.34	36.07_{a}^{c} ±7.28	53.07_{a}^{d}±8.59
Totals	100^{a}	23.51^{b} ±9.96	37.37^{c} ±9.48	51.34^{d} ±14.82

N=8; Mean±SD
%= reversed ratio
Values in columns having the same letter($_{a}$) were not significantly different(P>0.05), ANOVA & LSD.
Values in rows having the same letter(^{a}) were not significantly different(P>0.05), t-test.

Table 3. Microhardness values (Vickers Hardness Number)

Group	Initial	Demineralization	Laser	Fluoride
Fluoride solution	318.90_{a}^{a}±31.82	85.26_{a}^{b} ±18.99	120.65_{a}^{c}±18.54	153.82_{a}^{d}±29.80
Fluoride gel	300.69_{a}^{a}±47.20	119.29_{a}^{b}±37.78	148.39_{a}^{c}±30.29	162.78_{a}^{d}±14.46
Fluoride varnish	314.83_{a}^{a}±55.29	108.53_{a}^{b}±51.92	136.38_{a}^{c}±38.02	155.49_{a}^{d}±23.80
Totals	311.47^{a} ±44.50	104.36^{b} ±39.68	135.14^{c} ±30.96	157.36^{d} ±22.85

N=8; Mean±SD
Values in columns having the same letter($_{a}$) were not significantly different(P>0.05), ANOVA & LSD.
Values in rows having the same letter(^{a}) were not significantly different(P>0.05), t-test.

불소군별로 보면, 불소 용액 도포 후의 점수는 11.63으로서 초기 점수의 56.75%이었고, 불소 젤 도포 후의 점수는 12.63으로서 초기 점수의 44.19%이었으며, 불소 바니쉬 도포 후의 점수는 12.25로서 초기 점수의 53.07%이었다. 3개 불소군 사이의 차이는 초기 점수 및 불소도포 후 점수에서 유의하지 않았고 백분율에서는 모두 유의하지 않았으며, 각 불소군 내에서는 불소 용액군과 불소 바니쉬군에서 초기 점수, 탈회 후 점수, 레이저 조사 후의 점수, 불소도포 후의 점수 및 그 백분율 사이에 모두 유의한 차이가 있었고 불소 젤군에서는 레이저 조사 후와 불소도포 후의 점수 및 백분율 사이에 유의한 차이가 없었다.

2. 미세경도의 변화 (Table 3, 4)

전체적으로 보면, 초기 경도는 311.47 VHN이었으며, 탈회 후의 경도는 104.36 VHN으로서 초기 경도의 33.58%로 감소하였고, 레이저 조사 후의 경도는 135.14 VHN으로서 초기 경도의 43.99%로 증가하였으며, 불소도포 후의 경도는 157.36 VHN으로서 초기 경도의 51.38%로 증가하였고, 초기 경도, 탈회 후 경도, 레이저 조사 후의 경도, 불소도포 후의 경도 및 그 백분율 사이에 모두 유의한 차이가 있었다(P<0.05).

불소군별로 보면, 불소 용액 도포 후의 경도는 153.82 VHN으로서 초기 경도의 48.47%이었고, 불소 젤 도포 후의 경도는 162.78 VHN으로서 초기 경도의 55.41%이었으며, 불소 바니

Table 4. Relative comparison of microhardness values (%)

Group	Initial	Demineralization	Laser	Fluoride
Fluoride solution	100_{a}^{a}	26.62_{a}^{b} ±4.72	37.98_{a}^{c} ±6.08	48.47_{a}^{d}±9.99
Fluoride gel	100_{a}^{a}	39.70_{b}^{b} ±11.17	50.55_{b}^{c} ±13.93	55.41_{a}^{d}±10.77
Fluoride varnish	100_{a}^{a}	34.44_{ab}^{b}±16.37	43.46_{ab}^{c}±11.34	50.27_{a}^{d}±9.40
Totals	100^{a}	33.58^{b} ±12.51	43.99^{c} ±11.71	51.38^{d} ±10.08

N=8; Mean±SD
Values in columns having the same letter($_{a}$) were not significantly different(P>0.05), ANOVA & LSD.
Values in rows having the same letter(^{a}) were not significantly different(P>0.05), t-test.

쉬 도포 후의 경도는 155.49 VHN으로서 초기 경도의 50.27%이었다. 3개 불소군 사이의 차이는 모두 유의하지 않았고 백분율에서는 초기 경도와 불소도포 후 경도에서 유의하지 않았으며, 각 불소군 내에서는 초기 경도, 탈회 후 경도, 레이저 조사 후의 경도, 불소도포 후의 경도 및 그 백분율 사이에 모두 유의한 차이가 있었다.

Ⅳ. 총괄 및 고찰

치아침식증(dental erosion)은 내인성 산이나 외인성 산이 세균의 개재없이 치아와 접촉하여 치아표면부터 탈회가 일어나는 것이고, 이를 방치하면 치관 파괴와 더불어 치수노출과 심한 통증을 일으키는 수준까지 진행할 수 있다[2]. 침식증이 발생한 법랑질의 연화된 표층을 마모 없이 재광화시킬 수 있는 방법 중 하나는 레이저를 조사하는 것이며, 불소를 함께 사용하면 효과가 증가한다고 보고되었다[13-22].

최근 치과에 많이 쓰이는 Nd:YAG 레이저는 CO_2 레이저에 비해 자유롭게 빛을 구부릴 수 있는 유연한 광섬유를 통해 구강 내에 자유롭게 방사될수 있고 수분에 대한 흡수력이 좋아 임상적으로 정상 펄스 발진형(normal pulsed laser irradiation)이 주로 이용되고 있다. 이 레이저는 내산성 증가가 더 많고 법랑질의 파괴정도가 더 적어 보다 효과적이라고 보고 된 바 있어, 본 실험에서는 광섬유를 통한 광유도가 가능하고 수용액 상태로 불소도포가 가능하며 심부 침투성이 우수하여 불화물을 치질 깊숙이 균일하게 도달 시킬 수 있는 Nd:YAG 레이저를 이용하였다.

효과적인 레이저와 불소의 재광화효과에 대한 국내외의 연구를 보면 Bahar와 Tagomori[13]는 소와 및 열구 법랑질에서 Nd:YAG 레이저 조사 후에 APF를 도포하였을 때 불소의 흡수가 증가되었다고 하였다. Zhang 등[14]은 38% $Ag(NH_3)_2F$를 1분간 도포한 후에 Nd:YAG 레이저를 조사한 경우와 레이저 조사 후에 2% 불화나트륨을 4분간 도포한 경우에 레이저 조사에 의해 불소의 흡수가 증가되었다고 보고하였다. Huang 등[15]은 Nd:YAG 레이저를 2.5W로 6초간 조사 후에 불소 바니쉬(Duraphat)를 도포함으로써 대구치의 소와 및 열구와 평활면에서 우식억제의 상승 효과를 얻을 수 있었다고 하였다. Harazaki 등[16]은 APF 도포와 함께 Nd:YAG 레이저 조사를 하는 것은 교정치료 중에 우식을 예방하는 효과적인 방법이라고 보고하였다. Westerman 등[17]은 1.23% APF 젤을 4분간 도포한 경우보다 아르곤 레이저를 11.5 J/cm^{2}로 10초간 조사한 경우 및 레이저 조사 후에 불소 젤을 도포한 경우에 법랑질 표면 미세경도가 유의하게 더 증가하였다고 보고하였다. Hicks 등[18]은 11.5 mJ/cm^{2}의 아르곤 레이저와 1.23% APF를 함께 사용하였을 때 유치 법랑질 표면에 불소가 풍부한 칼슘과 인산염 무기질 층이 생긴다고 보고하였다. Santaella 등[19]은 809 nm, 140 mJ, 50 Hz의 반도체 레이저를 1분간 조사하고 0.1 mg 불소 바니쉬(Duraphat)를 6시간 도포하였을 때, 레이저 조사만 한 경우보다 레이저 조사와 불소도포를 함께 한 경우에 유치 법랑질의 산에 대한 저항이 증가하였다고 보고하였다. Azevedo 등[20]은 이산화탄소 레이저와 불소를 따로 사용한 경우에 비해 함께 사용한 경우에 우식양병소 발생의 억제효과가 더 컸으며, 함께 사용함으로써 레이저 에너지 밀도와 불소수준을 낮출 수 있다고 하였다. Hicks 등[21]은 아르곤 레이저를 250 mW로 10초간 단독 조사한 경우에 비해 레이저 조사와 0.5% 불소이온 농도로 불소도포를 함께 하였을 때 생체내 법랑질의 우식 저항력이 더욱 증가하였다고 보고하였다.

Chin-Ying 등[22]은 법랑질에 2.0% 불화나트륨젤을 도포한 후 이산화탄소 레이저를 조사하였을 때 레이저 조사가 법랑질의 불소흡수를 증가시켰다고 보고하였다. 이와 같이 여러 선학의 연구를 통하여 레이저 조사가 불화물의 침착을 증가시키며 내산성을 향상시키는 것은 명확한 것으로 여겨진다.

탈회된 법랑질 표면의 재광화 효과를 평가하기 위해서 사용된 실험적 방법 중 이 연구에서는 표면미세경도의 측정과 치아우식증의 새로운 진단기술인 레이저 형광측정법의 하나인 Diagnodent 측정법을 이용하였다. 법랑질 표면의 미세경도를 측정하는 방법은 일반적으로 널리 사용되는 방법으로서 비용이 적게 들고 간단하며 치아침식증의 초기 단계를 관찰할 수 있다는 장점이 있으나, 법랑질 표면을 편평하게 연마한 후에 드러나는 내층의 법랑질이 표면 법랑질보다 용해도가 높기 때문에 침식증이 더 빨리 진행되는 단점이 있다[24].

한편 Diagnodent 측정법은 레이저를 조사한 치아에서 발생하는 형광을 측정하여 치아의 탈회정도를 즉석에서 정량적으로

측정하는 방법으로서, 건전한 치질보다 우식치질에서 발산하는 형광이 더 크다는 원리에 근거하는 레이저 형광 측정법이다[23]. Diagnodent 측정법의 신뢰도 및 타당도에 대한 국내외의 연구들을 보면, 이 측정법은 검사자내 또는 사이의 재현성이 높으며, 특이도와 민감도가 높아 우식진단기구로서 임상적으로 우수하게 활용될 수 있다고 보고하고 있다[23].

선학들의 연구에서는 법랑질의 경도를 보다 균일하게 하기위해 경도간의 차이가 거의 나지 않는 소의 치아를 사용하거나 교정적치료로 발거된 소구치를 대상으로 하여 그 차이를 최소화하였고, 이 연구에서 사용된 유치는 전체치아의 경도를 균일화하지는 않았으나 군간에 유의한 경도차이를 보이지 않았기 때문에 군간의 비교에 있어 오차를 줄일 수 있었다.

연구성적에 있어서도 선학들의 연구와 유사하게, 50 mJ의 에너지 밀도로 조사된 본 실험에서도 탈회된 법랑질 표면 경도가 레이저 조사 후에 초기 경도의 43.99%로 회복되어 레이저 조사 후의 법랑질 표면의 경도가 증가함으로써 레이저 조사가 재경화(rehardening) 효과를 가졌으며, 불소도포 후에는 초기 경도의 51.38%까지 회복되어 레이저 조사 시와 유의한 차이는 보이지 않았으나, 레이저 조사에 부가적인 효과를 가져왔다고 할 수 있다. 레이저 조사 후 법랑질 표면에 균열, 미세공간이 생기고 법랑질의 침투성이 증가하여 다량의 불소가 치면에 침착하여, 레이저 조사 후 법랑질 표면의 결정들이 재결정화 되며, 이후 불소도포 후 재광화의 효과가 부가적으로 첨가된 것으로 생각된다.

이 연구에서 측정된 Diagnodent 점수의 변화를 보면, 전체적으로는 레이저 조사 후 초기점수의 37.37%로 증가하였으며, 불소도포후는 초기점수의 51.34%로 증가하였고 초기점수, 탈회후 점수, 레이저 조사후의 점수, 불소도포 후의 점수는 그 백분율 사이에 모두 유의한 차이가 있었다($P<0.05$). 불소군별로 보면 불소 용액 도포후의 점수는 초기점수의 56.75%이었고, 불소 젤 도포후의 점수는 초기점수의 44.19%이었으며, 불소 바니쉬 도포후의 점수는 초기점수의 53.07%이었다. 3개 불소군사이의 차이는 초기점수 및 불소도포 후 점수와 백분율에서 모두 유의하지 않았고, 각 불소군내에서는 불소 용액군과 불소 바니쉬군에서 초기점수, 탈회후 점수, 레이저 조사후의 점수, 불소도포 후의 점수 및 그 백분율사이에 유의한 차이가 있었고 불소 젤군에서는 레이저 조사 후와 불소도포 후의 점수 및 백분율 사이에 유의한 차이가 없었다.

이 연구결과는 영구치를 대상으로 한 조 등[23]의 연구결과와 비교해볼 때, 전체적으로 본 초기점수, 탈회후 점수, 레이저 조사후 불소도포 후의 점수에서 유의한 차이가 있는 것은 비슷하나, 불소군별로 보면 조 등[23]의 연구결과는 가장 고농도인 불소 젤군이 가장 낮았으나, 이 연구에서는 불소군 간에 유의한 차이가 없었다.

산에 의한 침식공격은 매우 짧은 시간에 걸쳐 일어나고, 나머지 시간에는 타액에 의한 재광화가 일어나는데 이는 매우 느리게 일어난다. 따라서, 탈회된 치아 표면이 재광화 될 수 있는 조건으로, 본 연구에서 이용한 레이저와 불소 화합물의 도포뿐만 아니라, 구강내 환경에서 재광화에 가장 영향을 미치는 타액의 완충능과 성분, 자정작용 및 타액에의 노출시간과 구강위생 방법에 의한 다양한 법랑질의 재광화에의 연구가 앞으로 필요하리라 생각된다. 또한 우리가 흔히 접하는 산성음료수인 콜라뿐 아니라, 기타 청량음료나 스포츠음료가 산도가 낮아서 치아침식증을 야기할 수 있는바, 이런 사실에 대한 교육과 홍보가 필요하고 제조사에서도 침식작용이 적은 대체음료의 개발이 필요하리라 생각된다.

Ⅴ. 결 론

연구목적은 산성 음료수에 의해 탈회된 법랑질의 표면에 대한 Nd:YAG 레이저 조사의 재광화 효과와 불화물 도포의 효과를 평가하는 것이다. 치아우식증, 색소, 손상, 부착물이 없는 건전한 사람의 유치의 평활면으로부터 법랑질 시편을 제작하고, 코카콜라에 12시간 동안 담가 탈회시켰다. 탈회된 법랑질 표면에 6 W 출력, 50 mJ, 20 Hz pulse rate의 에너지 밀도로 Nd:YAG 레이저를 조사하였다. 탈회 전후와 레이저 조사 후에 미세경도 및 Diagnodent 점수를 측정한 후, 0.05% 불소 용액, 1.23% 불소 젤, 0.1% 불소 바니쉬 중의 한 가지를 도포하였으며 미세경도 및 Diagnodent 측정을 통하여 레이저의 재광화 효과와 불소의 효과를 평가하였다.

1. Diagnodent 측정치의 변화에서, 탈회 후에는 초기 점수의 23.51%로 감소하였고, 레이저 조사 후에는 초기 점수의 37.37%로 증가하였으며, 불소도포 후에는 초기 점수의 51.34%로 증가하였고, 전체적으로 보면 초기 점수, 탈회 후 점수, 레이저 조사 후의 점수, 불소 도포 후의 점수 및 그 백분율 사이에 모두 유의한 차이가 있었다($P<0.05$). 3개 불소군 사이의 차이는 초기점수 및 불소도포 후 점수와 백분율에서 모두 유의하지 않았으며, 각 불소군 내에서는 불소 용액군과 불소 바니쉬군에서 초기 점수, 탈회후 점수, 레이저 조사 후의 점수, 불소도포 후의 점수 및 그 백분율사이에 모두 유의한 차이가 있었고, 불소 젤군에서는 레이저 조사 후와 불소도포 후의 점수 및 백분율 사이에 유의한 차이가 없었다.
2. 미세경도의 변화에서, 탈회 후의 경도는 초기 경도의 33.58%로 감소하였고, 레이저 조사 후의 경도는 초기 경도의 43.99%로 증가하였으며, 불소도포 후의 경도는 초기 경도의 51.38%로 증가하였고, 전체적으로 보면 초기 경도, 탈회후 경도, 레이저 조사 후의 경도, 불소도포 후의 경도 및 그 백분율 사이에 모두 유의한 차이가 있었다($P<0.05$). 불소군 별로 보면 3개 불소군 사이의 차이는 모두 유의하지 않았고, 백분율에서도 초기경도와 불소도포 후 경도에서 유의하지 않았으며, 각 불소군 내에서는 초기 경도, 탈회 후 경도, 레이저 조사 후의 경도, 불소도포 후의 경도 및 백분율 사이에 모두 유의한 차이가 있었다.

참고문헌

1. Mahoney EK, Kilpatrick NM : Dental erosion: part 1. Aetiology and prevalence of dental erosion. N Z Dent J, 99:33-41, 2003.
2. Linnett V, Kim Seow W : Dental erosion in children: A literature review. Pediatr Dent, 23:37-43, 2001.
3. 안호영, 이광희, 김대업 : 산성 음료에 의한 법랑질의 침식과 인공타액에 의한 재광화. 대한소아치과학회지, 29:84-91, 2002.
4. Deshpande SD, Hugar SM : Dental erosion in children : an increasing clinical problem. J Indian Soc Pedod Prev Dent, 22:118-127, 2004.
5. Truin GJ, van Rijkom HM, Mulder J, et al. : Caries trends 1996-2002 among 6- and 12-year-old children and erosive wear prevalence among 12-year-old children in the Hague. Caries Res, 39:2-8, 2005.
6. Larsen MJ : Prevention by means of fluoride of enamel erosion as caused by soft drinks and orange juice. Caries Res, 35:229-234, 2001.
7. Hughes JA, West NX, Parker DM, et al : Development and evaluation of a low erosive blackcurrant juice drink. 3. Final drink and concentrate, formulae comparison in situ and overview of the concept. J Dent, 27:345-350, 1999.
8. Amaechi BT, Higham SM : In vitro remineralisation of eroded enamel by saliva. J Dentistry, 29:371-376, 2001.
9. 김정욱 : 산성 음료수에 의한 법랑질 침식과 구강내 재경화에 관한 연구. 대한소아치과학회지, 25:312-319, 1998.
10. Eisenburger M, Addy M, Hughes JA, et al. : Effect of time on the remineralisation of enamel by synthetic saliva after citric acid erosion. Caries Res, 35:211-215, 2001.
11. 이광희 : 불소와 칼슘의 법랑질 재광화 효과에 대한 생체외 연구. 대한소아치과학회지, 31:624-629, 2004.
12. Attin T, Knofel S, Buchalla W, et al. : In situ evaluation of different remineralization periods to decrease brushing abrasion of demineralized enamel. Caries Res, 35:216-222, 2001.
13. Bahar A, Tagomori S : The effect of normal pulsed Nd-YAG laser irradiation on pits and fissures in human teeth. Caries Res, 28:460-467, 1994.
14. Zhang C, Kimura Y, Matsumoto K : The effects of pulsed Nd:YAG laser irradiation with fluoride on root surface. J Clin Laser Med Surg, 14:399-403, 1996.
15. Huang GF, Lan WH, Guo MK, et al. : Synergistic effect of Nd:YAG laser combined with fluoride varnish on inhibition of caries formation in dental pits and fissures in vitro. J Formos Med Assoc, 100:181-185, 2001.
16. Harazaki M, Hayakawa K, Fukui T, et al. : The Nd-YAG laser is useful in prevention of dental caries during orthodontic treatment. Bull Tokyo Dent Coll, 42:79-86, 2001.
17. Westerman GH, Ellis RW, Latta MA, et al. : An in vitro study of enamel surface microhardness following argon laser irradiation and acidulated phosphate fluoride treatment. Pediatr Dent, 25:497-500, 2003.
18. Hicks J, Flaitz C, Ellis R, et al. : Primary tooth enamel surface topography with in vitro argon laser irradiation alone and combined fluoride and argon laser treatment: scanning electon microscopic study. Pediatr Dent, 25:491-496, 2003.
19. Santaella MR, Braun A, Matson E, et al. : Effect of diode laser and fluoride varnish on initial surface demineralization of primary dentition enamel: an in vitro study. Int J Paediatr Dent, 14:199-203, 2004.
20. Azevedo Rodrigues LK, Nobre Dos Santos M, Pereira D, et al. : Carbon dioxide laser in dental caries prevention. J Dent, 32:531-540, 2004.
21. Hicks J, Winn D 2nd, Flaitz C, et al. : In vivo caries formation in enamel following argon laser irradiation and combined fluoride and argon laser treatment: a clinical pilot study. Quintessence Int, 35:15-20, 2004.
22. Chin-Ying SH, Xiaoli G, Jisheng P, et al. : Effects of CO2 laser on fluoride uptake in enamel. J Dent, 32:161-167, 2004.
23. 조 현, 이광희, 김대업 : Nd:YAG 레이저 조사와 불화물 도포가 탈회법랑질의 재광화에 미치는 영향. 대한소아치과학회지, 31:381-390, 2004.
24. Barbour ME, Rees JS : The laboratory assessment of enamel erosion: a review. J Dent, 32:591-602, 2004.

Abstract

EFFECT OF LASER IRRADIATION AND FLUORIDE APPPLICATION ON REMINERALIZATION OF ERODED PRIMARY DENTAL ENAMEL

Young-Sook Yang, Kwang-Hee Lee, Dae-Eup Kim, Ji-Young Ra

Department of Pediatric Dentistry, Dental College, Wonkwang University

The purpose of this in vitro study was to evaluate the remineralizing effects of Nd:YAG laser irradiation and fluorides application on primary tooth enamel eroded by acidic drink. The materials were 30 sound primary teeth with intact smooth enamel surfaces. They were demineralized with Coca-cola at 37 ℃ for 12 hours and then irradiated by Nd: YAG laser with 6W power, 50mJ/㎠ energy density, and 20 Hz pulse repetition. After laser irradiation, teeth were treated by three kinds of fluorides: (1) 0.05% NaF solution, (2) 1.23% APF gel and (3) 0.1% fluoride varnish. Diagnodent scores and microhardness (VHN) were measured before and after the each treatment.

The results were as follows:

1. Diagnodent scores decreased to 23.51% from the initial after demineralization, and then increased to 37.37% after laser irradiation, and to 51.34% after fluoride treatment. There were significant differences between the total scores of initial, demineralization, laser irradiation and fluoride treatment ($P<0.05$). There was no significant difference between scores after fluoride treatment according to fluoride types.
2. Microhardness(VHN) decreased to 33.58% from the initial after demineralization, and then increased to 43.99% after laser irradiation, and to 51.38% after fluoride treatment. There were significant differences between the total scores of initial, demineralization, laser irradiation and fluoride treatment ($P<0.05$). There was no significant difference between scores after fluoride treatment according to fluoride types.

Key words : Erosion, Primary tooth, Enamel, Laser, Fluoride, Remineralization