

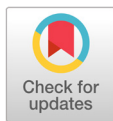


Journal of Korean Society of Dental Hygiene

Original Article 불화물도포 후 양치 시점에 따른 치면변화

조민정¹ · 김다은¹

광주보건대학교 치위생(학)과 · ¹전남대학교 치의학전문대학원 예방치과학교실



Rinsing time and enamel surface changes after fluoride application

Received: December 31, 2018

Revised: January 30, 2019

Accepted: January 31, 2019

Min-Jung Cho¹ · Da-Eun Kim¹

Department of Dental Hygiene, Gwangju Health University

¹Department of Preventive and Public Health Dentistry, Chonnam National University

Corresponding Author: Da-Eun Kim, Department of Preventive & Public Health Dentistry, Chonnam National University, School of Dentistry, 33 Yongbong-ro Buk-gu, Gwangju, 61186, Korea, Tel: +82-62-530-5835, Fax:+82-62-225-9618, E-mail: happyeun71@naver.com

ABSTRACT

Objective: This study aimed to investigate the relation between rinsing time and the change in enamel surface after fluoride application on the enamel surface. **Methods:** We recruited two sample groups with different mouth rinsing times. While one group rinsed the teeth immediately after applying acidulated phosphate fluoride (APF) gel, the other group rinsed the teeth 30 minutes after APF gel application. In each group, we performed the following four-step experiment: (i) apply APF gel on the teeth, (ii) rinse the teeth, (iii) immerse the teeth in orange juice, and (iv) measure enamel surface microhardness and scan enamel surfaces. **Results:** The group that rinsed 30 minutes after treatment exhibited greater microhardness than the group that rinsed immediately after fluoride treatment. The former also showed smooth and regular crystallization, whereas the latter showed rough and damaged crystallization and irregular surfaces. **Conclusions:** Based on these observations, we conclude that delaying the rinsing time improves the dental caries preventive effect of fluoride.

Key Words : APF gel, Surface hardness, Rinsing

색인 : 산성불화인산염 겔, 양치, 표면경도

서론

불화물 국소도포 방법은 고농도의 불소를 치면에 직접 바르는 것으로 도포 시 일차 반응산물로서 불화칼슘이 형성된다. 불화칼슘은 치아표면에 부착되어 법랑질 재광화에 필요한 공급원으로 작용하

고 불화인회석 형성에 기여하여 치아표면의 경도를 증가시키고 치질의 내산성을 높이거나 탈회된 치질의 재광화를 촉진함으로써 치아우식을 예방하는 것으로 알려져 있다[1].

불소도포의 효과를 증진시키기 위해서는 치면에 불소의 침착량을 증가시키는 것이 중요한 과제이다[2]. 이를 위해서 임상에서는 불소도포가 끝난 후 바로 입을 행구지 않고 30분 후에 음식을 먹거나 물을 마시도록 권고하고 있다. Stooky 등[3]은 이러한 주의 사항을 지킨 그룹과 지키지 않은 그룹 간 초기우식병소에서 침착된 불소의 양을 비교하였다. 실험 결과, 30분 간 입안을 행구지 않았던 그룹에서 불소의 침착량이 현저하게 증가하는 것으로 나타나 불소도포 후 30분간은 양치를 해서는 안 된다고 주장하였다. 하지만 불소의 효과를 증진시키기 위해 불소도포 후 일정 시간 동안 입안을 행구지 않도록 권고하는 것은 환자에게 불편을 초래하게 된다. 즉 불소도포가 끝난 직후 거즈로 치면을 닦아 낸다 하더라도 치아 인접면 등에 남아 있는 불화물로 인해 침을 삼키면 안 되고 몇 번을 뱉어내야 하며, 환자는 이러한 상태로 일정 시간 동안 있어야 한다는 것에 힘들어 한다. 특히, 어린이들의 경우에는 실수로 불소를 삼켜버리는 위험성이 있기 때문에 각별한 주의가 요구되는 실정이다[3]. 이와 같은 어려움을 겪는 환자들에게 불소도포 후 양치 시점의 중요성을 인식시키기 위해서는, 양치를 늦추는 것이 과연 치아우식 예방에 어떠한 효과가 있는지 명확히 보여줄 필요가 있다. 선행 연구[3]에서는 30분 동안의 양치 여부에 따라 불소 침착량에 어떤 차이가 있는지를 비교하였으나 양치 시점에 따른 내산성 변화에는 주목하지 않았다. 또한 양치 시점에 따른 불소도포의 효과를 명확하게 확인하기 위해서는 법랑질 경도 측정 이외에도 다양한 접근이 요구되나, 불소침착량과 법랑질 경도 측정에 초점이 국한되어 있다는 한계점이 있다.

본 연구는 불화물 도포 후 양치 시점에 따라 치면에 어떤 변화가 있는지를 파악하여, 임상에서 환자에게 양치시점의 중요성을 알리고자 하는데 그 목적이 있다. 이를 위해 임상에서 널리 사용되고 있는 APF gel을 건전치아에 도포한 후 양치 시점을 달리하여 산성 음료(오렌지주스)에 침지시킨다. 치면의 변화를 검증하기 위한 방법으로 다음의 두 가지를 고려한다. 첫째, 법랑질 경도 변화를 측정하여 재광화 효과 및 내산성 차이를 양적으로 검증한다. 둘째, 주사전자현미경으로 법랑질을 관찰함으로써 법랑질 표면의 탈회 정도를 질적으로 검증한다.

연구방법

1. 연구재료

본 연구에서는 불화물 도포 후 양치 시점에 따른 치면의 변화를 알아보기로 소의 절치를 이용하였다. 불소는 1.23% APF gel(Topex® Topical A.P.F® Gel, Sultan healthcare, USA)을 사용하였으며 음료는 pH가 3.97인 오렌지 주스(Minute Maid orange, Coca-cola, Korea)를 이용하였다.

2. 연구방법

1) 시편제작

소의 영구 절치를 발거하여 연조직을 제거하고 흐르는 증류수에 세척한 후 70% 에탄올에 보관하였다. 우식이 없고 건전한 표면을 가진 소의 절치로부터 직경 5 mm 원통형태의 법랑질 시편을 취득하였다. 그리고 아크릴 봉에 acrylic resin을 사용하여 포매한 후 #60, #240, #600, #1200번 연마지(Carbimet, Buehler, Illinois, USA)를 사용하여 연마하였다.

2) 표면미세경도 측정

제작이 완성된 시편을 표면경도계(Fm-7, Future-tech Corp, Tokoy, Japan)를 이용하여 초기 미세경도를 측정하였다. 시편의 상, 하, 좌, 우 4 부위를 200 mg 하중으로 10초간 압인한 뒤 400배의 배율에서 압흔의 크기를 VHN으로 측정하여 법랑질 표면 미세경도가 280~320 VHN 범위에 해당하는 시편 16개를 선정하여 두 군으로 나누었으며 각 군당 8개씩 배정하였다. 각 군당 시편의 개수 선정 시 기존의 홍삼음료와 치아부식연구[4]의 결과 값을 바탕으로 G*power 3.1 프로그램을 이용하여 논문의 power 값과 표본 수를 확인하였다. 그 결과 군당 8개의 시편으로 분배 할 경우 power 값이 100%를 나타내므로 각 군당 8개씩 총 16개의 시편을 선정하였다.

3) 시편처리

처리 전 표면의 미세경도 차이가 유의하지 않은 시편을 불화물도포 술식에 따라 APF gel로 4분간 처리한 후 거즈로 닦아내고 두 군으로 나누어 한 군은 즉시 시편을 흐르는 증류수로 30초씩 2회 세척하고 또 다른 군은 불소처리 후 주의사항대로 30분 경과 후에 증류수로 30초씩 2회 세척하였다. 그리고 두 군 모두 오렌지 주스에 각각 20분간 침지하였다<Table 1>.

4) 시편처리 후 평가

(1) 법랑질 표면미세경도 측정

불화물 처리 및 세척을 한 후와 오렌지 주스로 처리한 후의 시편을 처리 전 표면미세경도를 측정하였던 4부위에서 각 중앙쪽으로 인접한 부위를 처리 전과 동일한 방법으로 측정하였다.

(2) 법랑질 표면형태 관찰

모든 처리가 끝난 시편을 각 군당 2개씩 선정하여 시편을 0.5 cm 이하로 잘라 하루 동안 건조시켰다. 건조된 시편을 동판위에 고정하고 백금으로 피복시킨 후 주사전자현미경(Scanning Electron Microscope, FM-SEM, S-4700, Hitachi, Japan)을 이용하여 15kV의 전압에서 50,000배, 100,000배의 배율로 법랑질 표면을 관찰하였다.

5) 자료분석

본 연구에서는 불화물로 처리한 시편을 두 군으로 나누어 군별로 시점을 달리하여 세척을 하고 오렌지 주스로 각각 처리한 후 법랑질 표면의 미세경도 차이를 비교하기 위해 Independent t-test를 사용하였다. 통계분석은 SPSS(Statistical Packages for Social Science 21.0. SPSS Inc. USA) 통계프로그램을 사용하였고 유의수준 α 는 0.05로 하였다.

연구결과

1. 양치시점에 따른 법랑질 표면미세경도 변화 비교

불화물 처리 전 두 군의 정상법랑질 시편 표면의 경도는 302.06~302.82 VHN으로 통계적으로 유의한 차이가 없었다($p>0.05$). 불화물 처리 후 즉시 세척을 한 군, 즉 주의사항을 지키지 않은 군은 처리 전에 비해

Table 1. The groups used in the experiment and treatment process

Group	N	Treatment process		
Flush Immediately	8	1.23% APF gel application (4 minutes)	Flush Immediately (1 minutes) → air dry	Immersed in orange juice (20 minutes)
Flush after 30minutes	8		Flush after 30minutes (1 minutes) → air dry	

처리 후의 법랑질 표면미세경도 변화가 1.89 ± 5.26 VHN이었다. 불화물 처리 후 30분이 경과하여 세척을 한 군, 즉 주의사항을 지킨 군은 처리 전에 비해 처리후 법랑질 표면의 미세경도 변화가 11.88 ± 7.26 VHN으로 나타나 두 군간의 법랑질 표면의 미세경도 변화는 유의한 차이를 보였다($p < 0.05$).

이어서 두 군 모두 오렌지 주스로 처리한 결과 주의사항을 지키지 않은 군의 법랑질 표면의 미세경도 변화는 -46.45 ± 14.64 VHN이었으나 주의사항을 지킨 군의 법랑질 표면의 미세경도 변화는 6.83 ± 6.49 VHN으로 나타나 두 군간의 법랑질 시편 표면의 경도 변화는 유의한 차이를 보였다($p < 0.05$) <Table 2, Fig. 1>.

2. 주사전자현미경에 의한 법랑질 표면 관찰

시편 처리가 모두 끝난 후 주사전자현미경(SEM)으로 법랑질 시편의 표면형태를 50,000배와 100,000 배율로 관찰한 결과 두 군 간의 법랑질 표면의 형태는 차이가 있었다. 그림 A, B와 같이 즉시 세척을 한 군에서는 시편 2개 모두 부식으로 인해 법랑질 표면의 결정들이 손상되어, 시편 표면이 불규칙하며 매끄럽지 못한 다공성인 형태로 관찰되었다. 그러나 그림 C, D와 같이 30분 경과 후 세척을 한 군에서는 즉시 세척을 한 군에 비해 시편 2개 모두 표면의 형태가 좀 더 매끄럽고 대체적으로 규칙적인 결정을 확인 할 수 있었다 <Fig. 2>.

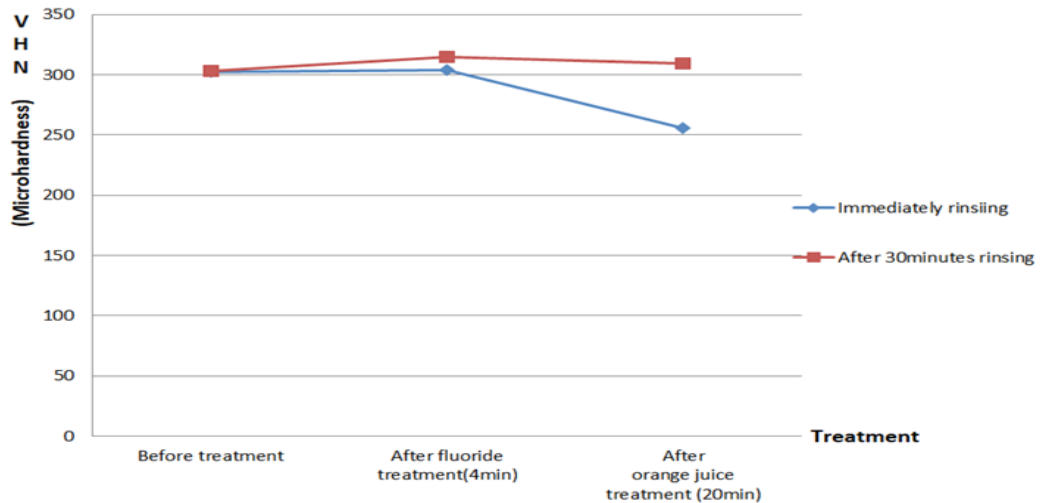


Fig. 1. Microhardness changes in enamel surface hardness after treatment

Table 2. Differences in surface microhardness after treatment

Unit : VHN

Group	N	Before treatment	First treatment	Second treatment		
			After fluoride treatment (4 min)	Difference *	After orange juice treatment (20 min)	Difference *
Immediately flush	8	302.06 ± 5.81	303.95 ± 3.02	1.89 ± 5.26	255.61 ± 14.05	-46.45 ± 14.64
After 30minutes flush	8	302.82 ± 8.26	314.71 ± 8.40	11.88 ± 7.26	309.66 ± 8.37	6.83 ± 6.49

Values are Mean ± SD

* $p < 0.05$, by Independent t-test

Difference: After treatment—Before treatment

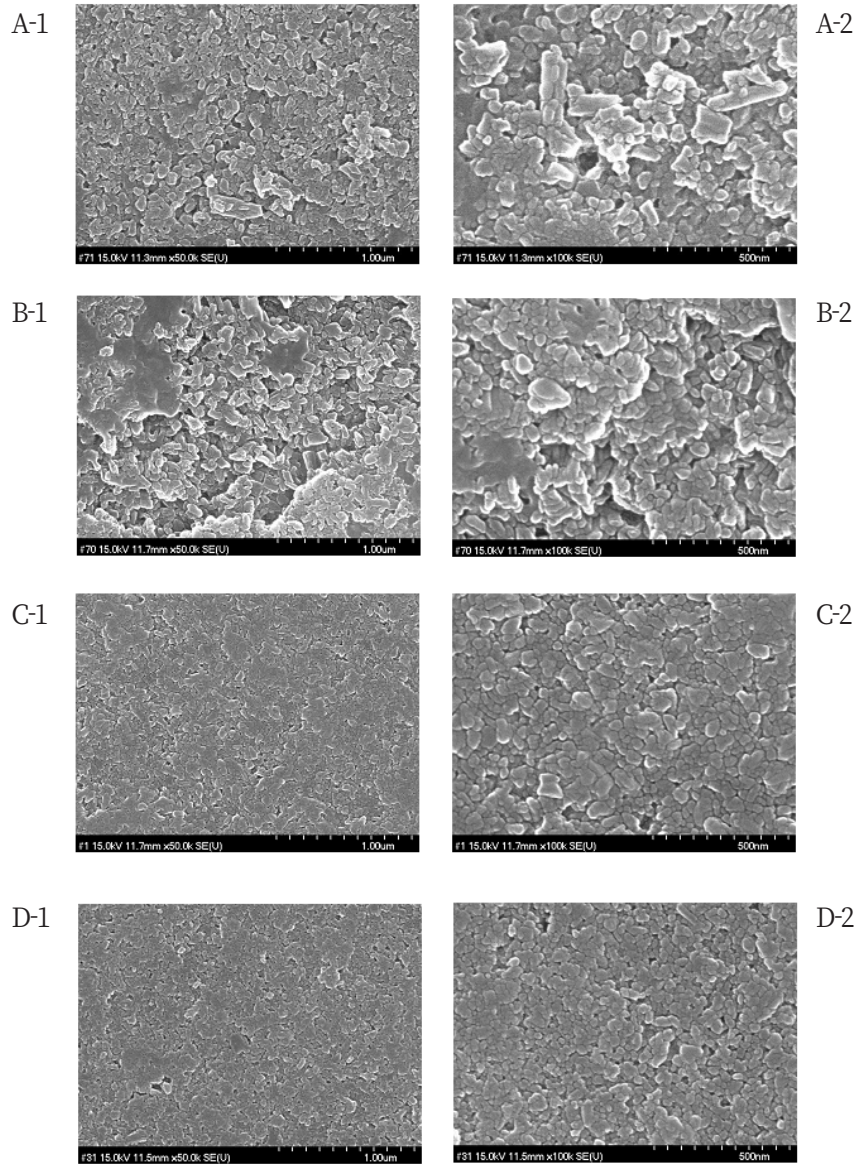


Fig. 2. SEM findings on enamel surface of experimental groups after treatment (A,B: Immediately flush, C,D: After 30 minutes flush, 1: $\times 50,000$, 2: $\times 100,000$)

총괄 및 고안

불화물 도포효과는 불화물의 종류, 농도, pH, 도포방법 및 도포기간 등에 의해 영향을 받는다고 한다[5]. 불화물의 종류 중 APF gel의 형태는 중성인 NaF에 비해 법랑질 내부로의 불소 흡수 효과가 우수한 것으로 보고되고 있다[6]. 이는 산성불화인산염내에 존재하는 미해리 불화수소가 불화나트륨에 존재하는 F나 HF_2 보다 훨씬 더 쉽게 법랑질내의 결정공간과 그 외의 미세경로를 통하여 확산되어지는 특징 때문이라고 하였다[7]. 또한 gel의 형태로 tray를 사용하기 때문에 편리하고 시술시간이 짧으므로 임상에서의 선호도가 높다고 한다[8]. 이러한 APF gel의 도포효과를 증진시키기 위해 임상에서는 도포 후 입안에 남아 있는 불소는 거즈로 닦아 주거나 타구에 침만 빨게 하고 30분 동안은 물로 입안을 헹구거나 물을 마시지 않

도록 권장하고 있다. 그러나 잔류되어 있는 불소로 인해 간혹 도포 후 즉시 양치하기를 원하는 환자들이 있다.

이에 본 연구는 불화물 도포 후 양치 시점에 따른 치면의 변화를 비교 분석할 필요가 있다고 사료되어 시편을 불화물 처리 한 후 군별로 세척시점을 달리하여 어느 군이 더 우수한 재광화 및 내산성 효과가 있는지를 알아보려고 하였다.

국소도포한 불소가 법랑질의 탈회 및 재광화에 미치는 효과를 평가하는 방법으로는 우식 병소내 광물의 소실 혹은 침착, 법랑질표면미세경도, 법랑질의 조직학적 변화를 측정하는 방법이 있으나 본 실험에서는 기존 연구[9]에서 밝혀진 바 있는 간단하지만 정확하게 측정할 수 있는 법랑질표면미세경도측정법을 이용하였다. White 등[10]도 불화물도포에 의한 재광화 정도를 알아보기 위해 법랑질의 표면미세경도를 측정하였으며, 표면경도가 증가한 것은 재광화가 높아졌다는 것을 의미한다고 하였다. 따라서 본 실험에서도 먼저 불화물 도포 후 양치 시점에 따른 법랑질 표면의 경도를 비교해 보기 위해 APF gel로 처리한 후 시편을 두 군으로 나누어 즉시와 30분이 경과한 후 각각 세척을 하고 미세경도를 측정하여 두 군간에 재광화 효과에 유의미한 차이가 있는지를 알아보았다.

그 결과 불화물 처리 후 즉시 세척을 한 군은 처리 전과 후의 법랑질 표면미세경도 변화가 1.89 ± 5.26 VHN이었으며 불화물 처리 후 30분이 경과하여 세척을 한 군은 처리 전과 후의 미세경도 변화가 11.88 ± 7.26 VHN으로 나타나 두 군간의 법랑질 표면의 미세경도 변화는 유의한 차이를 보였다($p < 0.05$). 이는 전문가 불화물도포 종료 후 30분 동안 양치하지 않을 경우 법랑질 시편의 불소 침착량이 유의미하게 높았다고 한 Stookey[3]의 결과와도 일치하였다. 이와 같이 불화물 처리를 하고 30분이 경과한 후에 세척을 한 군에서 법랑질 표면의 경도가 더 증가한 것으로 나타난 것은 선행연구에서 밝힌 바와 같이 재광화 효과가 더 높아졌다는 의미이다. 그러므로 불화물도포 후 양치 시점에 따라 법랑질 표면에 미치는 영향이 달라지게 되므로 환자가 불편해 하더라도 불화물도포 후 30분 동안은 입안을 헹구거나 먹고 마시는 것을 삼가도록 반드시 요청할 필요가 있다. 이는 불소가 치면에서 반응할 추가 시간을 주기 위한 것으로 불소의 최대 잔류를 위해서는 양치 시점을 늦춰야 한다고 본다. 그러나 본 실험은 Stookey[3]의 연구에서 처럼 불소 침착량이 아닌 법랑질 표면의 경도 변화를 관찰한 결과이지만 법랑질 표면의 광물 함량과 경도는 비례관계에 있다고 주장한 선행 연구[10]도 있어 같은 의미로 해석할 수 있다고 본다. 또한 본 연구는 불화물 처리 후 양치시점에 따른 군간의 내산성 정도를 비교해 보기 위해 청량음료들이 법랑질 침식을 일으킨다는 연구[11]에 따라 시중에서 선호도가 높은 음료인 오렌지 주스에 불화물 처리 후 세척시점을 달리한 시편을 20분간 침지하였다. 이 등[12]은 건전치아를 오렌지 주스에 10분간 노출시켜 법랑질 침식 정도를 알아보았다고 하였으나 김 등[13]은 20분간 침지시켰다고 하였다. 그래서 본 연구에서는 이미 불화물 처리를 한 시편이므로 확실한 부식효과를 관찰하기 위해 20분간 침지하였다. 그 결과 30분 경과 후 세척을 한 군에서 법랑질 표면의 미세경도 변화가 6.83 ± 6.49 VHN으로 주의사항을 지키지 않는 군의 -46.45 ± 14.64 VHN과는 감소 차이가 유의미하게 있는 것으로 나타났다. 이는 기존 연구[14]의 결과와 같이 불소와의 접촉 시간이 길어 산에 대한 저항성이 높았다고 해석할 수 있다. 또한 모든 처리가 끝난 시편의 법랑질 표면 형태를 관찰해 보고자 Soares와 De Carvalho Filho[15]의 연구와 같이 주사전자현미경(SEM)을 이용하였다. SEM[16]은 전자빔을 사용하는 방법으로 가시광선의 파장보다 짧아 광학현미경에 비해 고해상도의 이미지로 시편의 미세구조를 확인할 수 있다. 그래서 모든 처리가 끝난 후의 치면상태를 SEM으로 관찰한 결과 즉시 세척을 한 군에서는 시편의 표면이 매끄럽지 못하고 결정들이 손상되어 불규칙한 표면을 보였으나 30분 경과 후 세척을 한 군에서는 시편 표면이 더 매끄러운 것으로 확인되었다. 이는 SEM 관찰시 탈회된

법랑질의 경우 다공성과 파괴적인 표면이 보이는데 불화물 처리 후 즉시 세척을 한 군의 시편에서 이와 같은 양상을 보이는 것으로 보아 오렌지 주스의 pH에 의해 탈회 되었다고 볼 수 있다. 30분 경과 후 세척을 한 시편에서는 표면의 결정이 덜 손상된 것으로 보여 내산성이 증가된 것을 확인할 수 있었다. 이번 실험에서 세척 시점에 따라 법랑질의 경도, 내산성도, 표면형태의 변화에서 유의미한 차이가 나타난 것으로 보아 임상에서는 우식예방을 위한 불화물도포 과정도 중요하지만 도포 후 주의사항을 지키는 것도 매우 의미 있다고 사료된다. 그러나 환자들은 잔류된 불소로 인해 불편함을 느껴 30분을 지키지 못하고 행구고 싶어 하는 경우가 종종 있다. 그래서 불화물을 도포하고 나면 여분의 불화물을 잘 닦아주어야 하며 칫은 두 세번 타구에 빨게 한 다음 유니트 체어에서 내려 오도록 해야한다. Arends와 Schuthof[17]에 의하면 환자들은 구강 내 잔류되어 있는 불소를 부주의로 섭취할 위험성이 있다고 하였다. 그러므로 특히 어린 환자나 협조도가 낮은 환자들은 30분 동안 불소섭취를 하지 못하도록 더욱 주의를 기울여야 할 것으로 사료된다. 이번 연구에서는 초기우식병소에서 침착된 불소의 양을 비교한 선행연구와 다르게 시편에 탈회 처리를 하지 않고 바로 불소처리를 하였다. 이는 실제 임상에서는 건전한 치아에 직접 불화물을 도포하고 있는 점을 고려하였기 때문이다. 그러나 불화물 도포시 건전한 법랑질에서보다 이미 형성된 병소에서 재광화 증가가 주로 일어난다는 기존의 연구[18]도 있는 바 추후에는 시편에 초기우식병소를 형성하여 건전 치아와의 재광화 효과를 비교해 볼 필요가 있다고 본다. 또한 본 연구에서는 법랑질 표면을 주사전자현미경으로 관찰만 하였으나 추후에는 EDS나 EPMA 분석 등도 시행하여 탈회 및 재광화 효과에 대한 종합적인 판단을 하여야 할 것으로 사료된다.

이번 연구가 비록 *in vitro*이지만 임상과 유사하도록 불화물도포 술식 절차에 따라 진행하면서 세척을 30초씩 2회 하였으나 실제 임상에서는 짧게 한 두 번 양치를 하는 경우가 대부분이므로 추후 세척시간을 단축시킨 연구가 필요하다고 본다. 또한 불화물 처리 후 양치 시점도 10분, 20분, 30분 경과 후 별로 달리해서 시간별에 따른 효과를 비교하여 이를 토대로 30분 동안 주의사항을 지키기가 어려운 어린이들에게는 적절한 양치 시점을 적극적으로 적용할 필요가 있다고 본다. 그리고 불화물 중 바니쉬는 비수용성이고 도포시 치아에 점착성의 막을 형성하므로 양치의 영향을 덜 받을 것으로 판단되기에 추후에는 불소바니쉬와도 비교분석이 이루어져야 할 것으로 사료된다.

이상의 연구결과를 종합하면 불화물 처리 후 즉시와 30분이 경과하여 세척을 한 군간에 법랑질 표면경도 변화에 의미있는 차이가 있었으며 오렌지 주스 처리 후에도 두 군간에 법랑질 표면경도 변화에 의미있는 차이를 보였다. 뿐만 아니라 SEM 관찰에서도 30분 경과 후 세척을 한 군이 비교적 표면이 더 매끄러운 것을 확인할 수 있었다. 이와 같이 불화물 도포 후 양치 시점에 따른 치면의 변화에 차이가 있었으므로 불화물도포 후 30분 동안은 입안을 행구거나 먹고 마시는 것을 삼가도록 환자에게 반드시 권장해야 한다고 사료된다.

결론

불화물 도포 후 양치 시점에 따른 치면의 변화를 알아보기 위해 시편을 APF gel로 처리하고 즉시와 30분이 경과하여 각각 세척을 한 후 오렌지 주스로 처리하였다. 그리고 불소처리 및 세척이 끝난 후와 오렌지 주스 처리 후의 법랑질 표면의 미세경도 변화를 각각 측정하고 시편 표면의 형태를 SEM으로 관찰하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 불화물 처리 후 즉시 세척을 한 군은 처리 전에 비해 처리 후의 법랑질 표면미세경도변화는 1.89 ± 5.26

VHN이었다. 불화물 처리 후 30분이 경과하여 세척을 한 군은 처리 전에 비해 처리후 법랑질 표면의 미세경도변화가 11.88 ± 7.26 VHN으로 나타나 두 군간의 법랑질 표면의 미세경도 변화는 유의한 차이를 보였다($p < 0.05$).

이어서 두 군 모두 오렌지 주스로 처리한 결과 주의사항을 지키지 않은 군의 법랑질 표면의 미세경도 변화는 -46.45 ± 14.64 VHN이었으나 주의사항을 지킨 군의 법랑질 표면의 미세경도 변화는 6.83 ± 6.49 VHN으로 나타나 두 군간의 법랑질 시편 표면의 경도 변화는 유의한 차이를 보였다($p < 0.05$).

2. 시편 처리가 모두 끝난 후 주사전자현미경으로 법랑질 시편의 표면형태를 관찰한 결과 즉시 세척을 한 군에서는 부식으로 인해 표면이 매끄럽지 못하고 결정들이 손상되어 불규칙한 표면을 보였으나 30분 경과 후 세척을 한 군에서는 즉시 세척을 한 군에 비해 표면의 형태가 비교적 매끄럽고 규칙적인 결정을 확인할 수 있었다<Fig. 2>.

이상의 결과를 종합해 볼 때 불화물 도포 후 양치 시점에 따른 치면의 변화는 유의미한 차이가 있는 것으로 사료된다.

Acknowledgements

이 논문은 2017학년도 광주보건대학교 연구년(조민정)에 의하여 연구되었음.

Conflicts of interest

The authors declared no conflict of interest.

References

- [1] Mellberg JR, Ripa LW, Leske GS. Fluoride in preventive dentistry: theory and clinical applications. Chicago: Quintessence; 1983: 151-79.
- [2] Lee SD, Hong SJ. X-ray photoelectron spectroscopic and scanning electron microscopic studies on reaction of different topical fluoride agents on enamel. J Korean Dent Health Acad 1991;15(2):219-36.
- [3] Stookey GK, Schemehorn BR, Drook CA, Cheetham BL. The effect of rinsing with water immediately after a professional fluoride gel application on fluoride uptake in demineralized enamel: An *in vivo* study. Pediatr Dent 1986;8(2):153-7.
- [4] Kim DE, Kim KH, Kim AO, Jeong SS, Choi CH, Hong SJ. The erosive effect of commercial red ginseng beverages on bovine enamel surfaces. J Korean Acad Oral Health 2016;40(3):198-205. <https://doi.org/10.11149/jkaoh.2016.40.3.198>.
- [5] Wefel JS, Harless JD. The effect of topical agents on fluoride uptake and surface morphology. J Dent Res 1981;60(11):1842-8. <https://doi.org/10.1177/00220345810600110301>.
- [6] Cobb B, Roizer G, Bawden JW. A clinical study of the caries APF solution and thixotropic gel. Pediatr Dent 1980;2:263-6.
- [7] Brudevold F, Naujoks R. Caries preventive fluoride treatment of the individual. Caries Res 1978;12(1):52-64. <https://doi.org/10.1159/000402432>.
- [8] Wei SHY. Clinical uses of fluorides : critical assessment of professional application of topical fluorides. Philadelphia: Lea & Febiger; 1985: 18-20.

- [9] Zero DT, Rahbek I, Proskin JFHM, Featherstone JDB. Comparison of the iodide permeability test, the surface microhardness test and mineral dissolution of bovine enamel following acid challenge. *Caries Res* 1990;24:181-8. <https://doi.org/10.1159/000261263>.
- [10] White DJ, Chen WC, Nancollas GH. Kinetic and physical aspects of enamel remineralization: a constant composition study. *Caries Res* 1998;22:11-9. <https://doi.org/10.1159/000261077>.
- [11] Holloway PJ, Mellanby M, Stewart RJC. Fruit drinks and tooth erosion. *J Br Dent* 1958;104:305-9.
- [12] Lee CG, Kim S, Jung TS. A study on the enamel erosion caused by orange juices. *J Korean Acad Pediatr Dent* 2004;31(4):617-23.
- [13] Kim BR, Min JH, Kwon HK, Kim BI. Analysis of the erosive effects of children`s beverages using a pH-cycling model. *J Korean Acad Oral Health* 2013;37(3): 141-6. <https://doi.org/10.11149/jkaoh.2013.37.3.141>.
- [14] Saxegaard E, Röllä G. Fluoride acquisition on and in human enamel during topical application *in vitro*. *Scand J Dent Res* 1988;96(6):523-35. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0722.1988.tb01592.x>.
- [15] Soares LE, De Carvalho Filho AC. Protective effect of fluoride varnish and fluoride gel on enamel erosion: roughness, SEM-EDS, and μ -EDXRF studies. *Microsc Res Tech* 2015;78(3):240-8. <https://doi.org/10.1002/jemt.22467>.
- [16] Yang KH, Park EH, Jeong BC. SEM and confocal laser scanning microscopic study on the corrosion of dental restorative resins. *J Korean Acad Pediatr Dent* 2002;29(3):430-8.
- [17] Arends J, Schuthof J. Fluoride content in human enamel after fluoride application and washing *in vitro* study. *Caries Res* 1975;9:363-72. <https://doi.org/10.1159/000260178>.
- [18] Ögaard B, Rølla G, Helgeland K. Alkali soluble and alkali insoluble fluoride retention in demineralized enamel *in vivo*. *Scand J Dent Res* 1983;91:200-4. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0722.1983.tb00802.x>.