

## Therapeutic Effect of Toothpaste Containing Hydroxyapatite and Tribasic Calcium Phosphate on Dentinal Hypersensitivity

Yea Hun Choi<sup>1</sup>, Hyeon Cheal Park<sup>1</sup>, Sang Mong Lee<sup>1</sup>, Hong Joo Son<sup>1</sup>, Eun Bi Choi<sup>1</sup>, Jun Young Ha<sup>1</sup>, Jun Young Lee<sup>1,2</sup> and Keun Ki Kim<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Life Science & Environmental Biochemistry, Pusan National University, Miryang 627-706, Korea

<sup>2</sup>Department of Clinical Pathology, Masan University, Changwon 630-729, Korea

Received May 7, 2014 / Revised June 17, 2014 / Accepted June 23, 2014

Although it is not a pathological symptom, Dentinal Hypersensitivity (DH) describes pain felt by patients whose tooth roots are exposed outside of the gums and are therefore sensitive to external stimuli. DH is caused by tooth brushing or gum diseases and treatment to reduce the sensitivity can include use of materials having stimulation activity for DH or a resin material applied periodontally. This study examined the hypersensitivity treatment effects of a four-week treatment with a toothpaste containing hydroxyapatite and tricalcium phosphate (Hap-TCP toothpaste). The Hap-TCP toothpaste was made by mixing a commercially available fluoride-containing toothpaste with 10% (W/W) hydroxyapatite and 19% (W/W) tricalcium phosphate (both 99% purity based on XRD analysis). The tooth hypersensitivity treatment effect was surveyed by scoring VRS values, and showed no significant initial difference compared with the control. However, after 1 week of use, the pain reduction value was 8% in the treatment group compared to the control group. This value increased to 30% and 60% after 2 and 4 weeks, respectively. Hypersensitivity to cold stimulation, which was used as a VAS value, showed no initial significant differences compared with the control, but was significantly decreased after 1, 2, and 4 weeks in the experimental group, with more than a 3-fold difference after 4 weeks. These findings confirmed that remineralization can alleviate DH as hydroxyapatite fills dentinal tubules and calcium, phosphorus, and tricalcium phosphate ion equilibrium is established.

**Key words** : Dentinal Hypersensitivity (DH), hydroxyapatite, remineralization, toothpaste, tricalcium phosphate

### 서 론

치아과민증(dentinal hypersensitivity)은 상아세관의 입구가 노출될 때 나타나는 증상으로 잘못된 칫솔질(횡파법)에 의한 법랑질과 백악질의 파괴가 가장 큰 원인이다. 또한 치주염으로 인한 치은 퇴축에 의해서 상아세관의 입구가 노출되는 경우도 많다. 여러 가지 원인으로 법랑질이나, 백악질이 파괴되면 상아세관의 입구가 외부로 노출되어 상아세관내의 세포 돌기, 신경, 상아질액에 의하여 치수쪽으로 자극이 전달된다. 찬 음료수, 신 과일 뿐만 아니라 온도 자극이나 기계적 자극, 화학적 자극 등의 외부 자극에 통증을 느끼게 되는데, 주로 성인층에서 흔히 나타나는 증상이고 그 유병률은 8~57%까지 다양하고 성인인구의 15% 정도로 나타난다[4, 10, 23, 24, 28].

치아과민증의 발생 원인은 치은 퇴축, 교모, 마모, 부식, abfraction, 치아미백, 수복치료 등이 있으며, 기작은 상아세관 내의 유체가 온도변화, 물리적 삼투압 변화 등으로 이동하여 신경 수용기를 자극하여 통증을 발생시킨다고 하는 hydrodynamic theory가 보편적으로 받아들여지고 있다[1, 2]. 치아과민증을 감소시키려는 대부분의 치료 방법들은 상아세관을 막아 상아세관 내액의 이동을 방지하거나 치수 감각 신경의 활성을 억제하는데 그 목표를 두고 있다. 그 중 potassium oxalate는 여러 연구에서 상아세관을 막는데 효과적인 제재로 알려져 있으며, 그 기전은 치면의 smear layer 제거와 함께 oxalate crystal을 형성시켜 상아세관을 막는 것으로 알려져 있다[4, 23, 24, 28]. 치아과민증 치료를 위한 여러 가지 방법 중에 약제를 첨가한 치약을 사용하는 것은 쉽고 가격이 비싸지 않으며, 현실적으로 널리 이용될 수 있는 방법이다. 첨가약제로 strontium chloride, potassium nitrate, sodium monofluoride phosphate (MFP), dibasic sodium citrate 등이 있다 [3, 5, 6, 4-17, 20, 22, 25]. Dibasic sodium citrate 겔, tricalcium phosphate (TCP), hydroxyapatite (HAp) 함유 치약의 경우에도 치아과민증 완화효과가 우수하여 치약에 적용되고 있다. Hydroxyapatite는 수용액에서 이온화상수가 매우 낮아 완전한 중성의 인산칼슘으로서 화학식은  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ 이다. 인

#### \*Corresponding author

Tel : +82-55-350-5543, Fax : +82-55-350-5549

E-mail : kkkim@pusan.ac.kr

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

체 뼈의 65%와 치아의 법랑질 성분의 97%를 차지하는 물질로서, 생체친화성 및 생체활성이 가장 우수한 특징을 가지고 있다. 생체 내에서 독성이 없고 계면에서 뼈형성을 촉진하기 때문에, 경조직 임플란트 재료 및 금속 임플란트의 코팅재료로 널리 사용되고 있는 대표적인 생체재료이다[13]. Hydroxyapatite를 함유한 치약이 치아과민증의 치료에 매우 효과적인 것이 보고되었으며, 다양한 제품이 개발되고 있다[9, 21]. 한편 치과와 정형외과에서 사용되는 골대체 물질로서 생체친화성이 우수한 hydroxyapatite와  $\beta$ -tricalcium phosphate ( $\beta$ -TCP)를 적절한 비율로 혼합한 것이 사용되고 있다.  $\beta$ -Tricalcium phosphate는 미세기공으로 연결된 생체활성 재료로 수용액에서 인산칼슘 화합물 중에서 가장 큰 용해도를 보여 빠른 흡수를 보인다. 한편 hydroxyapatite는 인산칼슘 중에서 가장 낮은 용해도를 보인다. Tricalcium phosphate와 hydroxyapatite의 조합은 골 형성을 촉진하는 한편 용출과 흡수의 과정을 거쳐 자가골로 치환될 수 있는 보고와 함께 임상에서도 소개되어 인공치아와 관련된 골 이식술을 위한 인공 골 대체물질로 최근 사용되고 있다[12, 18, 19, 26, 27].

본 연구는 hydroxyapatite와  $\beta$ -tricalcium phosphate를 유효성분으로 포함하는 치약의 치아 지각과민증 치유효과를 임상적으로 조사할 목적으로 실시하였다.

## 재료 및 방법

### 시약 및 기기

지각과민치료효과를 조사하기 위하여 hydroxyapatite와 tricalcium phosphate는 ㈜쓰리크로(서울, 한국)에서 주문 제조한 것을 구입하여 사용하였으며, 치아시편을 제작하고 매몰시키기 위하여 아크릴리레진(orthoplast, Vertex-dental B.V., Zeist, Netherlands)을 사용하였다. 상아질 시편을 산으로 부식시키기 위하여 인산(3M/ESPE, Seefeld, Germany)을 사용하였으며, hydroxyapatite와 tricalcium phosphate의 순도와 결정성을 알아보기 위하여 XRD (X-ray diffraction; Rigaku 40 kV, 30 mA, Scanning rate:  $10^\circ/\text{min}$ , interval:  $0.02^\circ$ )를 사용하였다. 그리고 hydroxyapatite와 tricalcium phosphate를 첨가한 치약을 시편에 10회 사용한 시편의 표면을 관찰하기 위하여 주사전자현미경(JSM-6360, JEOL, Japan)을 사용하였다.

### XRD 분석

실험에 사용한 Hap와  $\beta$ -TCP를  $150^\circ\text{C}$ 에서 완전히 건조한 다음 진공로를 이용하여  $900^\circ\text{C}$ 에서 각각 1시간 동안 열처리 후 분쇄하여 순도와 결정구조를 조사하기 위하여 XRD를 분석하였다. XRD 분석은  $\text{CuK}\alpha$  ( $\lambda$ -1.5418 Å)로  $20$ - $60^\circ$ 까지  $10^\circ/\text{min}$ 의 속도로, interval은  $0.02^\circ$ 를 유지하며 측정하였다.

### 상아질 복구능 측정

Hydroxyapatite와 tricalcium phosphate 함유 치약의 상아질 결손 복구능을 검토하기 위한 *in vitro* 실험은 상아질 블록(dentin block)을 사용하여 실시하였다. 최근에 발치된 치아 우식증이 전혀 없는 건전한 대조군치를 선별하고, 이들 치아는 흐르는 물에 세척한 후  $4^\circ\text{C}$ 의 증류수에 냉장 보관하였다. 치아 시편제작을 위해 흐르는 물에 세척하고, 각 치근을 치축의 수직방향으로 저속의 다이아몬드 디스크로 절단하였다. 가공된 치아를  $2.5 \times 2.5 \times 2.5$  cm 크기의 몰드에 비스듬히 위치시킨 다음 아크릴릭 레진(orthoplast, Vertex-dental B.V., Zeist, Netherlands)으로 매몰하였다. 매몰 후 상아질을 노출시키기 위해 각 시편을 사포로 연마하였으며, 연마 후에는 흐르는 물에 세척하였다. 실험 상아질 시편을 산부식 처리하였으며, 35% 인산(3M/ESPE, Seefeld, Germany)을 15초간 적용한 후 10초 동안 물에 세척하고 5초 동안 에어로 건조시켰다. 산부식 처리된 상아질 시편을 대조군, 실험군으로 나누어 각각 다음 치약을 처방하여 30초간 일정하게 칫솔질을 한 후 다시 30초간 방치하고, 그 후 6초 동안 정제수로 세정하여 치약성분을 완전히 제거하였다.  $37^\circ\text{C}$ 에서 5분간 건조시킨 후 다시 각 치약으로 처리하였으며, 이 과정을 10회 반복하여 분석시료로 하였다. 대조군은 시중에 판매하고 있는 일반 불소함유 치약을 사용하였고, 실험군으로는 tricalcium phosphate 19.0%와 hydroxyapatite 10.0% 함유된 치약을 사용하였다. 각 처리된 상아질 시편은 상온에서 이틀간 건조시킨 뒤 백금 코팅 후 주사전자현미경(JSM-6360, JEOL, Japan)을 이용하여 관찰하였다.

### 지각과민도 임상시험

#### VRS test

민감성 치아를 갖는 24명의 지원자를 대상으로 대조군 12명, 실험군 12명을 나누어 실시하였으며, 24명 중 여성이 13명이고 남성이 11명으로 성별간 차이는 크게 없도록 하였다. 지원자들의 연령분포는 21세부터 61세까지 다양한 연령대를 포함하였으며, 평균연령은  $38.13 \pm 7.93$ 세였다. 먼저 VRS test를 하기 위하여 대조군과 실험군 대상자에게 *in vitro* test에서 사용한 2종류의 치약 중 1종을 선택하여 나누어 주고, 대상자가 시린이 정도를 VRS (verbal rating scale)로 자가진단 할 수 있도록 하였다. 자가진단방법은 Ricarte[23]가 사용한 방법으로 아래와 같이 4단계로서 대상자 스스로가 시린이의 정도를 측정하여 느끼는 정도를 기록하게 하였다.

0 = 불편 없음(no discomfort)

1 = 약간 불편(mild discomfort)

2 = 불편(important discomfort)

3 = 매우 불편(important discomfort lasting more than 10 seconds)

#### VAS test

VAS (Visual Analogue Scale) test는 차가운 물에 대한 느끼

는 정도를 나타내는 값으로 test를 실시하기 전에 미리 각 대상자의 지각과민 치아의 과민 부위를 체크하였고, 치아의 시린 부위에 약 5°C의 차가운 물을 스포이드로 떨어뜨려 환자들이 느끼는 정도를 VAS값으로 표시하였다. VAS 측정은 시험 시작, 1주, 2주, 그리고 4주 후에 시행하였다. VAS test는 Marini 등이 사용한 방법[14]을 실험에 참여한 대상자를 대상으로 치아의 시린 부위에 약 5°C의 차가운 물을 스포이드로 떨어뜨려 환자들이 느끼는 정도를 0~10 단계의 눈금이 있는 10 cm의 눈금자를 이용하여 해당하는 눈금에 표시하도록 하였다. 이때 전혀 아프지 않을 경우(no pain)를 0으로, 참을 수 없을 정도로 아플 경우(extreme, unbearable pain)를 10으로 표시하는 방법으로 실시하였다.

**통계 처리**

얻어진 VRS 및 VAS 값을 이용하여 통계학적 분석을 시행하였다(SPSS version 11.0, SPSS, Chicago, IL). 시간에 따른 지각과민증 감소량에 대한 유의성 검증은 repeated measures ANOVA를, 각 그룹간 차이에 대한 유의성 검증은 Scheffe's test를 이용하였다. 유의수준은 95% 신뢰구간을 설정하여 유의성을 검증하였다.

**결 과**

**XRD 분석**

치약 유효성분으로 혼합된 tricalcium phosphate과 hydroxyapatite의 순도와 결정구조를 알아보기 위해 XRD (X-ray diffraction; Rigaku 40 kV, 30 mA, Scanning rate: 10°/min, interval: 0.02°) 분석을 하였다. Fig. 1에서 hydroxyapatite의 순도는 매우 우수함(>99%)을 확인하였다. 결정구조에 의한 순도 계산은 ASTM Designation: F 2024-00에 의거

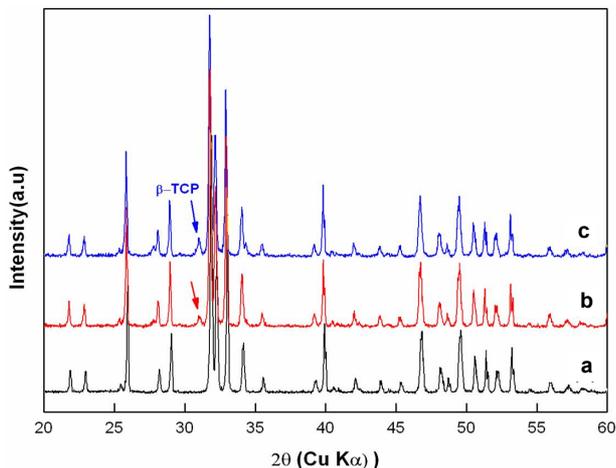


Fig. 1. X-ray diffraction patterns of hydroxyapatite and β-TCP (a) HAp >99%, (b) HAp 95 + β-TCP 5wt%, (c) HAp 90 + β-TCP 10wt%.

하여 진행하였다.

**전자현미경 관찰**

치아과민증상을 갖는(상아세관의 입구가 노출된) 치아를 *in vitro*로 재현하고자, 35% 인산으로 상아질 표면을 처리하였다. 산부식 균에서는 smear layer가 존재하지 않았고, 관간 상아질의 제거에 따른 상아세관의 확장된 모습이 보이고 있다(Fig. 2a). 일반 불소 함유치약으로 반복 처리한 경우에는 확장된 상아세관이 그대로 존재함을 보이면서 큰 변화가 없었으나(Fig. 2b), hydroxyapatite와 tricalcium phosphate을 함유한 치약으로 처리한 경우 손상된 상아세관이 치약의 사용에 따라 대부분 복구되는 양상을 보였다(Fig. 2c). 이는 McKay등이 보고한 논문에 의하면 불소 함유 치약은 치아의 표면을 이루는 hydroxyapatite와 불소가 반응하여 내산성이 우수한 불화인회석(Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>CaF<sub>2</sub>)층을 형성하기에 치아우식증을 예방할 수 있는 효능은 우수하다고 알려져 있다. 하지만 이미 확장된 상아세관을 복구하는 기능은 미약함을 의미한다. 이에 반해 hydroxyapatite와 tricalcium phosphate를 함유한 치약은 치아 법랑질 성분인 hydroxyapatite가 상아질의 확장된 상아세관들을 메움으로써 구강구조내의 칼슘, 인 등 이온평형을 tricalcium phosphate이 조절하여 메워진 상아세관이 안정적으로 자리를 잡도록 도와주어 치아과민증상을 완화하는 효능을 보일 수 있음을 나타내는 것이다. 실험을 계속 진행하여 1주일 경과 후에는 확장되었던 상아세관의 흔적이 거의 사라졌음을 보여주고 있다(Fig. 2d).

**VRS test**

시험 시작, 1주, 2주 그리고 4주 후 각 피험자가 느끼는 시린이의 정도를 VRS로 표시하고, 이 평균값의 변화를 repeated measures ANOVA를 이용하여 통계 분석하였으며, 그 결과는 Fig. 3과 같다. 대조군의 경우 1주 후 약간의 개선효과를 보였으나 통계적 유의성이 없었으며, 2주 및 4주 후에는 p-value <0.05 수준의 유의성 있는 시린이 개선효과가 나타났다.

한편, hydroxyapatite 및 tricalcium phosphate 치약 사용군의 경우는 사용 전에 비하여 1주 후부터 통계적 유의성이 나타났으며(p<0.05), 2주 및 4주 후에는 통계적으로 매우 유의성이 있는 시린이 증상의 감소 효과를 보였다(p<0.0001).

각 시험기간 동안 대조군과 시험군 간의 시린이 완화 효과를 통계적으로 분석하여보면, 1주에서는 유의한 차이가 없었으나(p=0.1713), 2주와 4주에서는 유의성 있는 차이를 보였고(p<0.0001), 실험군의 시린이 완화 효과가 매우 우수한 것을 알 수 있다(Fig. 3).

**VAS test**

시험시작 시점과 비교하여 1주, 2주, 그리고 4주 후 냉자극에 대한 지각과민증의 정도를 VAS로 표시하고, 이 평균값의

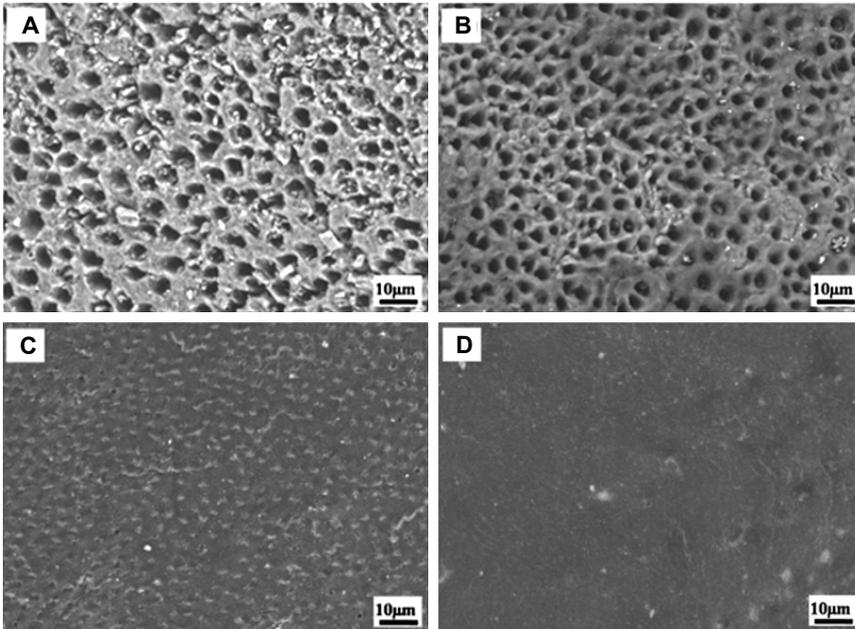


Fig. 2. SEM images of the surface of hypersensitive teeth induced by phosphoric acid treatment and toothpaste treatment; (A) HAp no treatment (negative control), (B) fluoride toothpaste (placebo), (C) HAp-β-TCP toothpaste (test group), (D) test group after 7days.

변화를 repeated measures ANOVA를 이용하여 평가하였으며, 그 결과는 Fig. 4와 같다. 자가측정 VRS의 결과와 유사하게 대조군의 경우 1주 후 약간의 개선효과를 보였으나 통계적 유의성이 없었으며, 2주에는  $p < 0.05$ , 4주 후에는  $p < 0.01$  수준의 유의성 있는 시린이 개선효과가 나타났다. 시험군의 경우는 사용 전에 비하여 1주 후부터 통계적 유의성이 나타났으며 ( $p < 0.01$ ), 2주 및 4주 후에는 통계적으로 매우 유의성이 있는 시린이 증상의 감소 효과를 보였다( $p < 0.0001$ ). 각 시험기간 동안 대조군과 시험군 간의 시린이 완화 효과를 통계적으로 분석하여보면, 시험자 VRS 결과와 동일하게 1주에서는 유의한 차이가 없었으나( $p = 0.4548$ ), 2주와 4주에서는 유의성 있는 차이를 보였으며( $p < 0.0001$ ), hydroxyapatite와 tricalcium phosphate 첨가 치약의 시린이 완화 효과가 매우 우수한 것을 알

수 있다(Fig. 4).

**Scheffe's test**

각 군간 최대의 유의성 있는 차이를 보인 4주 후 치아과민증 감소량 결과자료를 이용하여 그 효과를 검증하기 위해 Scheffe's test를 시행하였으며, 그 결과는 Table 1과 같다.

Sheffe's test 결과 자가측정 VRS의 경우와 VAS 결과 모두 hydroxyapatite와 tricalcium phosphate 함유 치약군이 일반 불소 함유 치약군보다 유의성 있는 지각과민증 감소를 보였다.

**고 찰**

치아의 지각과민 증상은 치경부 치질 손실로 인해 상아질이

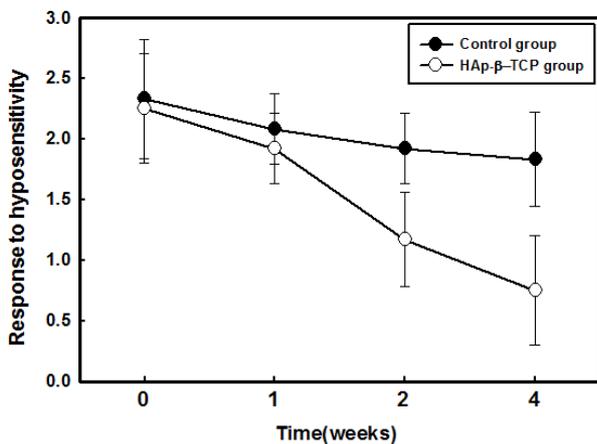


Fig. 3. The verbal rating scale (VRS) for hypersensitivity at baseline, 1 week, 2 week and 4 week between HAp-β-TCP and control groups.

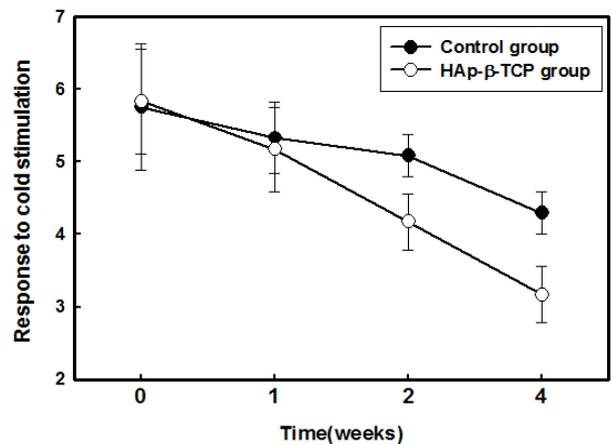


Fig. 4. Change of visual analogue scale (VAS) for sensitivity to cold stimulus at baseline, 1 week, 2 weeks and 4 weeks between HAp-β-TCP and control groups.

Table 1. The effect in relieving sensitivity at baseline and 4 weeks on each group

	Control group (n=12)	HAp-β-TCP group (n=12)
Patient-performed VRS	0.50±0.52	0.83±0.83
Operator-performed VAS	1.50±0.67	2.67±0.65

노출된 치면에 온도변화, 치아 마찰, 삼투압 등과 같은 다양한 외인성 자극이 원인이 되어 일시적으로 온도나 기계적 자극에 민감해지는 현상으로서 이를 완화시키기 위해 개인이 직접 사용할 수 있는 용액이나 겔, 치약이 있으며, 전문가에 의해 바니쉬, 화학 침전제, 수지(resin), 이온도포법, 레이저 등의 치료법이 사용되고 있다[7]. 그 중 지각과민증세가 있는 환자에게 몇 주 이내로 지각과민을 완화 시킬 수 있는 방법은 지각과민 완화 치약을 사용하는 것으로서 일반 대상자들도 쉽게 사용할 가능하며, 경제적이며 효과적인 방법이다[28]. 지각과민 완화 치약은 지각과민 완화 유효성분이 상아세관에 침투하거나 침착되어 상아세관을 밀봉시켜 지각과민을 둔화시키거나 신경의 탈감각 효과를 유도하여 지각과민을 감소시킬 수 있다[8].

첨가약제로는 strontium chloride, potassium nitrate, sodium monofluoride phosphate, dibasic sodium citrate 등이 있으며[3, 5, 6, 14-17, 20, 22, 25], Dibasic citrate 겔, tricalcium phosphate, hydroxyapatite도 지각과민증 완화효과가 우수하여 치약에 적용되고 있다[13]. 특히 hydroxyapatite와 strontium chloride은 민감성치아의 치아과민증 개선효과에 사용시기에 따라 통증을 유의적으로 감소시켰으며[11], strontium chloride 보다 hydroxyapatite 가 과민증감소 효과가 좋은 것으로 조사되어졌다[7].

본 연구에서는 hydroxyapatite와 tricalcium phosphate를 동시에 함유시킨 치약을 제작하여 상아질 복구능을 조사하고, 민감성 치아를 갖고 있는 지원자를 대상으로 1주~4주 동안 시린이의 정도를 측정하였다. 시린이의 정도를 자가 측정된 결과 치약을 사용하기 전에 VRS 값이 2.25±0.45이던 것이 1주 후에는 1.92±0.29, 2주 후 1.17±0.39, 4주 후에는 0.75±0.45로 사용시기에 따라 유의적으로 감소했다. Positive control치약은 4주 후에 VRS값이 1.83±0.39로 22% 감소에 비해 hydroxyapatite와 tricalcium phosphate을 첨가한 것은 67%의 감소 효과를 가져왔다. 냉자극에 대한 자극증상 값인 VAS는 초기에 5.83±0.72에서 4주 후에 3.17±0.39로 사용시기의 증가에 따라 비례적으로 감소하는 현상이 나타났다. 이는 상아세관의 관찰에서도 볼 수 있었는데 일반 불소 함유치약은 큰 변화가 없었으나, hydroxyapatite와 tricalcium phosphate를 함유한 치약은 1주일 후부터 확장되었던 상아세관의 흔적이 거의 사라지는 것을 확인할 수 있었다. 이는 치과나 정형외과에서 골구조 형성을 목적으로 hydroxyapatite와 tricalcium phos-

phate을 일정 비율로 혼합할 때 더욱 우수한 골격형성을 하는 임상결과를 보이는 것과 연관성이 있는 결과로, hydroxyapatite가 공극을 메우고 tricalcium phosphate는 조골작용도와 빠른 치유능력 효과를 보이는 것으로 판단된다[12, 18, 19, 26, 27]. Hydroxyapatite와 tricalcium phosphate를 첨가하여 만든 치약은 사용기간에 따라 유의적으로 통증을 완화시켜 주었으므로 꾸준히 사용하면 치과과민증의 감소효과는 뚜렷이 나타날 것으로 사료된다. 그리고 이러한 효과를 증대시키기 위해서는 철저한 구강위생관리 및 정확한 칫솔질 방법이 병행하는 것이 필수적일 것이다. 개인의 식생활을 포함한 생활습관과 수질 등의 환경적 요인에 따른 치아과민증 발생 정도를 조사하고, hydroxyapatite 등 치아과민 치료보조제의 개발과 상호작용 및 효과를 지속시키기 위한 연구도 필요할 것으로 보여진다.

References

1. Brännström, M. 1966. Sensitivity of dentine. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* **21**, 517-526.
2. Bren, M. 1986. The hydrodynamic theory of pain: Sensation in preparation, caries, and the dentinal crack syndrome. *J Endod* **12**, 453-457.
3. Carini, F., Scardina, G. A., Leone, A., Messina, P. and Valenza, V. 2007. Effects of ferric oxalate dentin desensitizer : SEM analysis. *Res J Biol Sci* **2**, 147-149.
4. Cummins, D. 2009. Dentin hypersensitivity: from diagnosis to a breakthrough therapy for everyday sensitivity relief. *J Clin Dent* **20**, 1-9.
5. Duran, I. and Sengun, A. 2004. The long-term effectiveness of five current desensitizing products on cervical dentine sensitivity. *J Oral Rehabil* **31**, 351-356.
6. Gillam, D. G., Coventry, J. F., Manning, R. H., Newman, H. N. and Bulman, J. S. 1997. Comparison of two desensitizing agents for the treatment of cervical dentine sensitivity. *Endod Dent Traumatol* **13**, 36-39.
7. Jacobsen P. L. and Bruce G. 2001. Clinical dentin hypersensitivity : understanding the cause and prescribing a treatment. *J Contemp Dent Pract* **15**, 1-12.
8. Jang, S. O., Kim, D. K. and Ko, Y. M. 2007 Clinical evaluation of dentinal hypersensitivity treatment containing potassium phosphate and ursodeoxycholic acid. *J Korean Res Soc Dent Mater* **34**, 89-97.
9. Kang, S. J., Kwon, Y. H., Park, J. B., Herr, Y. and Chung, J. H. 2009. The effects of hydroxyapatite toothpaste on tooth hypersensitivity. *J Korean Acad Periodontol* **39**, 9-16.
10. Kim, S. 1986. Hypersensitivity teeth: Desensitization of pulpal sensory nerves. *J Endod* **12**, 482-485.
11. Kim, S. H, Park, J. B., Lee, C. W., Koo, K. T., Kim, T. I., Seol, Y. J., Lee, Y. M., Ku, Y., Chung, C. P. and Rhyu, I. C. 2009. The clinical effects of a hydroxyapatite containing toothpaste for dentine hypersensitivity. *J Korean Acad Periodontol* **39**, 87-94.

12. Lee, S. H., Song, S. I., Han, J. Y., Hwang, K. G., Paik, S. S. and Shim, K. S. 2004. The experimental study of the bone regeneration on  $\beta$ -TCP in rabbit cranial bone. *J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg* **30**, 282-291.
13. Lee, S. Y., Kwon, H. K. and Kim, B. I. 2008. Effect of dentinal tubule occlusion by dentifrice containing nano-carbonate apatite. *J Oral Rehabil* **35**, 847-853.
14. Marini, I. and Greenspan, D. 2006. Pilot clinical study evaluating efficacy of NovaMin-containing dentifrice for relief of dentin hypersensitivity. *NovaMin Research Report*. Novamin Technology Inc.
15. Merika, K., HeftitArthur, F. and Preshaw, P. M. 2006. Comparison of two topical treatments for dentine sensitivity. *Eur J Prosthodont Restor Dent* **14**, 38-41.
16. Minkoff, S. and Axelrod, S. 1987. Efficacy of strontium chloride in dental hypersensitivity. *J Periodontol* **58**, 470-474.
17. Morris, M. F., Davis, R. D. and Richardson, B. W. 1999. Clinical efficacy of two dentin desensitizing agents. *Am J Dent* **12**, 72-76.
18. Nevins, M., Camelo, M., De Paoli, S., Friedland, B., Schenk, R. K., Parma-Benfenati, S., Simion, M., Tinti, C. and Wagenberg, B. 2006. A study of the fate of the buccal wall of extraction sockets of teeth with prominent roots. *The Int J Periodontics Restorative Dent* **26**, 19-29.
19. Orsini, G., Scarano, A., Degidi, M., Caputi, S., Iezzi, G. and Piattelli, A. 2007. Histological and ultrastructural evaluation of bone around Bio-Oss particles in sinus augmentation. *Oral Dis* **13**, 586-593.
20. Pamir, T., Dalgar, H. and Onal, B. 2007. Clinical evaluation of three desensitizing agents in relieving dentin hypersensitivity. *Oper Dent* **32**, 544-548.
21. Park, J. J., Park, J. B., Kwon, Y. H., Herr, Y. and Chung, J. H. 2005. The effects of microcrystalline hydroxyapatite containing toothpaste in the control of tooth hypersensitivity. *J Korean Acad Periodontol* **35**, 577-590.
22. Pashley, D. H. and Galloway, S. E. 1985. The effects of oxalate treatment on the smear layer of ground surfaces on human dentin. *Arch Oral Biol* **30**, 731-737.
23. Ricarte, J. M., Matoses, V., Ll acer, V. J. F., Fern andez, A. J. F. and Moreno, B. M. 2008. Dental sensitivity: Concept and methodology for its objective evaluation. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* **13**, E201-E206.
24. Richmond, N. L. 1993. Dental hypersensitivity: Recent advances in diagnosis and treatment. *J Indiana Dent Assoc* **72**, 20-22.
25. Schiff, T., He, T., Sagae, L. and Baker, R. 2006. Efficacy and safety of a novel stabilized stannous fluoride and sodium hexametaphosphate dentifrice for dental hypersensitivity. *J Contemp Dent Pract* **7**, 1-10.
26. Tal, H., Kozlovsky, A., Artzi, Z., Nemcovsky, C. E. and Moses, O. 2008. Long-term bio-degradation of cross-linked and non-cross-linked collagen barriers in human guided bone regeneration. *Clin Oral Implants Res* **19**, 295-302.
27. Tonetti, M. S., Cortellini, P., Lang, N. P., Suvan, J. E., Adriaens, P., Dubravec, D., Fonzar, A., Fourmousis, I., Rasperini, G., Silvestri, M., Topoll, H., Wallkamm, B. and Zyburtz, M. 2004. Clinical outcomes following treatment of human intrabony defects with GTR/bone replacement material or access flap alone. *J Clin Periodontol* **31**, 770-776.
28. Walters, P. A. 2005. Dentinal hypersensitivity: a review. *J Contemp Dent Pract* **6**, 1-10.

## 초록 : 치아 과민증에 Hydroxyapatite와 Tricalcium phosphate을 함유한 치약의 치료효과

최예훈<sup>1\*</sup> · 박현철<sup>1</sup> · 이상몽<sup>1</sup> · 손홍주<sup>1</sup> · 최은비<sup>1</sup> · 하준영<sup>1</sup> · 이준영<sup>1,2</sup> · 김근기<sup>1\*</sup>  
 (<sup>1</sup>부산대학교 생명환경화학과, <sup>2</sup>마산대학교 임상병리과)

치아과민증은 치아의 병적인 증세는 아니지만 치아뿌리가 잇몸밖으로 노출되어 외부의 자극에 대한 민감한 반응으로 환자가 통증을 느끼는 것을 말한다. 칫솔질이나 잇몸질환 등의 다양한 원인이 있으며 치료를 위해서는 자극을 줄여 주는 방법으로 치아과민치료활성이 있는 물질을 이용하거나 레진으로 들어난 치주를 도포하는 방법이 있다. 본 연구에서 수산화인회석과 인산삼칼슘을 혼합하여 만든 치약과 시중에 판매하고 있는 불소함유치약을 4주간 사용하면서 치주과민성 치료효과를 비교 조사하였다. 첨가한 수산화인회석과 인산삼칼슘의 순도는 XRD분석결과 99% 이상으로 나타났으며, 제조한 치약(Hap-TCP)에는 각각 10%와 19%(W/W) 되게 첨가하였다. 치아과민성 치료효과를 VRS값으로 조사한 결과 사용직후에는 대조군과 차이가 없었으나, 1주후에는 대조군에 비해 8% 통증감소효과가 나타났고, 2주와 4주 후에는 각각 30%와 60%정도 통증감소효과가 나타났다. 그리고 냉자극에 대한 지각과민증을 VAS값으로 조사한 결과도 초기에는 차이가 없었으나, 1주, 2주, 4주 후에 측정된 결과 기간에 따라 유의적으로 감소하였다. 4주후에는 VAS값이 3배이상 차이를 보였다. 이 결과는 현미경관찰에서도 확인이 되어진 것과 같이 수산화인회석이 확장된 상아세관들을 메우고, 구강내의 칼슘, 인 등 이온평형을 인산삼칼슘이 조절하여 메워진 상아세관을 안정적으로 자리를 잡도록 도와주는 재석회화현상으로 치아과민증상을 완화하는 것으로 확인되었다.