

## 제2인산칼슘, 제3인산칼슘 및 피로인산나트륨 혼합껌 저작에 의한 치아미백 효과의 실용실험적 평가

김은경, 윤호영, 양해영, 조민정, 최연희, 송근배

경북대학교 치의학전문대학원 예방치과학교실

## Clinical evaluation of the bleaching effect of chewing gum containing amorphous calcium phosphate, hydroxyapatite, and tricalcium pyrophosphate on human enamel

Eun-Kyong Kim, Ho-Young Yoon, Hae-Young Yang, Min-Jeong Cho, Youn-Hee Choi, Keun-Bae Song

Department of Preventive Dentistry, Kyungpook National University School of Dentistry, Daegu, Korea

Received: September 11, 2013

Revised: September 24, 2013

Accepted: September 24, 2013

Corresponding Author: Keun-Bae Song

Department of Preventive Dentistry,  
Kyungpook National University School of  
Dentistry, 2177 Dalgubeol-daero, Jung-gu,  
Daegu 700-412, Korea

Tel: +82-53-660-6875

Fax: +82-53-423-2947

E-mail: kbsong@knu.ac.kr

\*이 논문은 충치예방연구회의 지원에 의하여 연구되었음.

**Objectives:** The purpose of this study was to evaluate the bleaching effect of chewing gum containing amorphous calcium phosphate (ACP), hydroxyapatite (HA), and tricalcium pyrophosphate (TSP) on human enamel.**Methods:** Seventy-three subjects aged 20-30 years were recruited after obtaining their informed consent and approval of the Institutional Review Board. All subjects were randomly assigned to the following four groups: (I) negative control group; (II) 50% gum group; (III) 100% gum group; and (IV) positive control group (10% carbamide peroxide). They received gum containing ACP, HA, and TSP, three times a day, for 4 weeks. Group IV also received 10% CP application using individual trays, once a day, for 2 weeks. Color change was measured using the Shade Eye-NCC colorimeter at weekly intervals, during the 4-week period. Statistical analysis was performed using SPSS 18.0.**Results:** Color changes ( $\Delta E^*$ ) were significantly different among the groups at 2 and 4 weeks after chewing the gum ( $P < 0.05$ ). Given that bleaching effect of Group IV was 100%, bleaching effects of Group III, Group II, and Group I were 54%, 46%, and 36%, respectively.**Conclusions:** Chewing gum containing ACP, HA, and TSP was effective enough to bleach the human enamel. Further comprehensive studies and assessment will be required to ascertain the bleaching effects and mechanism of chewing gum containing various components such as ACP, HA, and TSP using various methods of experiment and analysis.**Key Words:** Amorphous calcium phosphate, Bleaching, Hydroxyapatite, Tricalcium pyrophosphate

## 서론

치아미백은 고농도의 미백제를 이용하여 치과 병·의원에서 전문가가 시행하는 전문가 치아미백과 저농도의 미백제를 사용하여 가정에서 1-2주간 스스로 시행하는 자가미백으로 나눌 수 있

으며, 최근에는 미백제품의 발달과 기술 발전으로 다양한 자가미백제들이 시중에 출시되어 일반인들이 손쉽게 자가미백을 시행할 수 있게 되었다<sup>1,2)</sup>. 특히 자가 치아미백술은 저농도의 미백제로 미백효과를 나타내면서 치과에 내원해야 하는 번거로움 없이 환자 스스로 시행할 수 있는 방법이므로 이러한 자가 치아 미백술에 대

한 선호도가 증가하고 있다. 자가미백에 사용되는 주요 성분은 과산화수소(hydrogen peroxide; HP)와 과산화요소(carbamide peroxide; CP)가 있는데 HP는 보통 2-10% 내의 농도를 사용하고, CP는 보통 6-30% 내의 농도를 사용하는데, 10% CP는 7% 우레아와 3% HP로 분해되면서 유리된 과산화수소에 의해 미백 효과를 나타내게 된다<sup>3)</sup>. 자가미백법으로는 저농도의 미백제를 트레이에 도포하여 치아에 적용하는 방법과 미백치약이나 미백부착대 등을 활용하는 방법이 있다<sup>4,5)</sup>. Lee 등<sup>6)</sup>은 2.8% HP가 함유된 펜 형태의 미백젤이 치아미백에 매우 효과적이며, 미백 치약과 병행해서 사용할 경우 훨씬 뛰어난 미백효과를 나타낸다고 보고한 바 있고, Jung 등<sup>7)</sup>은 2.6% HP 부착대(strip)를 2주간 사용할 경우, 사용 6개월 경과 후까지 치아미백효과를 기대할 수 있었다고 보고하였으며, Jung 등<sup>8)</sup>의 또 다른 연구에서 3.4% 무수피로인산나트륨과 불화나트륨을 배합한 특수세치제로 잇솔질하였을 때 치면 명도가 높아져 치아미백효과가 있음을 보고한 바 있다.

일반적으로 현재까지 저작겔은 구강건강의 증진이라는 목적보다는 식사 후 구강 내 청정감을 느끼기 위한 목적이나, 저작행위를 통하여 무료함을 달래는 습관적 행위의 대상으로 사용되었다. 그러나 최근에 치아우식증 예방을 목적으로 자당이 아닌 자일리톨 등의 대체당이 함유된 저작겔이 상용화되고 있다. 최근 연구에 의하면 Sodium hexamethphosphate를 함유한 저작겔이 치아 미백에 효과가 있다고 보고 되었다<sup>9)</sup>. 치아재광화에 효과가 있는 것으로 알려진 제2인산칼슘과 제3인산칼슘 역시 미백효과가 있는 것으로 보고되었다<sup>10-12)</sup>. 제2인산칼슘은 염화칼슘과 제2인산나트륨을 반응시켜 생성된 침전물로 구강 내 칼슘의 농도를 증가시켜 치면의 광질 재침착을 증가시키는 효과가 있어, 현재 무수인산칼슘 형태로 세치제의 세마성분으로 많이 사용되며 불소화합물과 함께 치아우식증 예방효과를 나타낸다<sup>13)</sup>. Borges 등<sup>14)</sup>을 비롯한 또 다른 연구들에 의하면, 미백제에 제2인산칼슘을 첨가하였을 때, 치아재석회화와 더불어 미백효과를 나타냄을 확인한 바 있다. 제3인산칼슘(수산화인회석)은 인체의 경조직을 구성하는 기본적인 성분으로 치아의 재광화에 효과적인 성분으로 알려져 있다. 이러한 수산화인회석을 치아 표면에 적용하였을 때 칼슘과 인산 등이 소실된 법랑질의 무기질을 보충함으로써 치아의 수복 효과를 기대할 수 있다. Browning 등<sup>15)</sup>의 연구에 의하면, 제3인산칼슘을 치아표면에 코팅하였을 때 치아미백효과가 나타남을 보고한 바 있다. 한편 치주병 예방제로 사용되는 약물 중의 하나인 피로인산나트륨은 치석형성을 억제하고, 세균의 침착을 방해하는 작용을 기대하여, 세치제에 널리 사용되고 있는 물질이다<sup>3)</sup>. Lobene<sup>16)</sup>과 Kim 등<sup>17)</sup>은 피로인산염을 배합한 특수세치제의 치석형성억제 효과를 실용실험을 통하여 보고하였다. Moon 등<sup>18)</sup>은 triclosan과 피로인산염 및 tranexamic acid를 배합한 세치제로 8주 이상 잇솔질 할 경우, 치은염 발생이 억제되며, 장기간 사용할 경우 치석형성과 치은염발생 모두가 억제될 가능성이 높다고 보고한 바 있으며, Moon 등<sup>19)</sup>은 triclosan과 피로인산염 및 tranexamic acid를 배합한 세치제로 치주질환 예방효과 및 치주질환원인균에 대한 항균효과를 보고한 바 있다. 또한 Schemehorn 등<sup>20)</sup>은 피로인

산나트륨이 배합된 세치제가 미백효과가 있음을 확인하였고, Farrell 등<sup>21)</sup>은 미백밴드에 피로인산나트륨을 첨가하였을 때 미백효과가 증가됨을 보고하였다. 이와 같이 제2인산칼슘과 제3인산칼슘 및 피로인산나트륨 각각의 미백효과에 대한 연구는 진행되었으나 이들 세 가지 성분들의 복합적 효과에 대해서는 별로 연구된 바가 없으며, 특히 겔 형태로 저작하면서 미백효과를 평가한 실용실험연구는 전무한 실정이다.

이에 본 연구는 치아미백효과가 있는 것으로 알려진 제2인산칼슘과 제3인산칼슘 및 피로인산나트륨을 복합적으로 배합한 저작겔의 치아미백효과를 평가하고자 하였다.

## 연구대상 및 방법

### 1. 연구대상

연구 시작 전 경북대학교병원 임상시험심사위원회(Institutional Review Board)의 승인 신청 후 연구대상자 모집을 시행하였다(승인번호: 2013-07-024). M대학교 치위생과 학생들에게 본 연구의 취지와 목적을 설명하고 연구에 참여하기를 희망하는 대상자들 중 Table 1의 선정기준을 만족하고, 제외조건을 가지지 않은 20-25세의 건강한 성인 75명을 연구대상자로 선정하였다.

연구 시작 전 대상자들에게 연구 목적과 방법, 안정성과 위험성에 대해 설명 한 후 연구에 자발적으로 참여하겠다는 서면동의서를 받았다. 실험과정 동안 일정한 금액에 해당하는 인센티브를 제공하고 실험기간 동안 휴연, 커피 등과 같은 착색요인의 과도한 섭취를 금하도록 교육하였다. 겔 저작 시간과 횟수를 저작일지에 기록하게 하도록 하였으며 동일한 칫솔과 치약을 제공하고 가능한 동일한 방법과 일정한 시간동안 잇솔질 하도록 하는 잇솔질 방법 등을 교육한 후 각 그룹에 20명씩 3개 군으로 나누어 무작위 배정하고 양성대조군인 자가미백제 도포군은 임의로 15명을 배정하였다. 그러나 제3군에서 2주경 2명의 대상자가 탈락하여 18명이 실험 4주까지 완성하여 최종 대상자는 73명이었다.

Table 1. Inclusion and exclusion criteria for acceptance as subjects

Inclusion criteria	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Be in good general and oral health</li> <li>- Have all natural anterior teeth of which shade are between D3-A2 shade guide</li> <li>- Willing to return for postwhitening evaluation</li> <li>- Agree to sign a consent form</li> </ul>
Exclusion criteria	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Have anterior teeth with orthodontic braces or restoration</li> <li>- Have critical pathological lesion in oral tissue</li> <li>- Have gingival inflammation or multiple dental caries</li> <li>- Have more than two teeth need to be treated immediately</li> <li>- Have ever been involved in other study in 6 months</li> <li>- Have experience of high sensitivity during dental bleaching</li> <li>- Have ever used of whitening agent in 6 months</li> </ul>

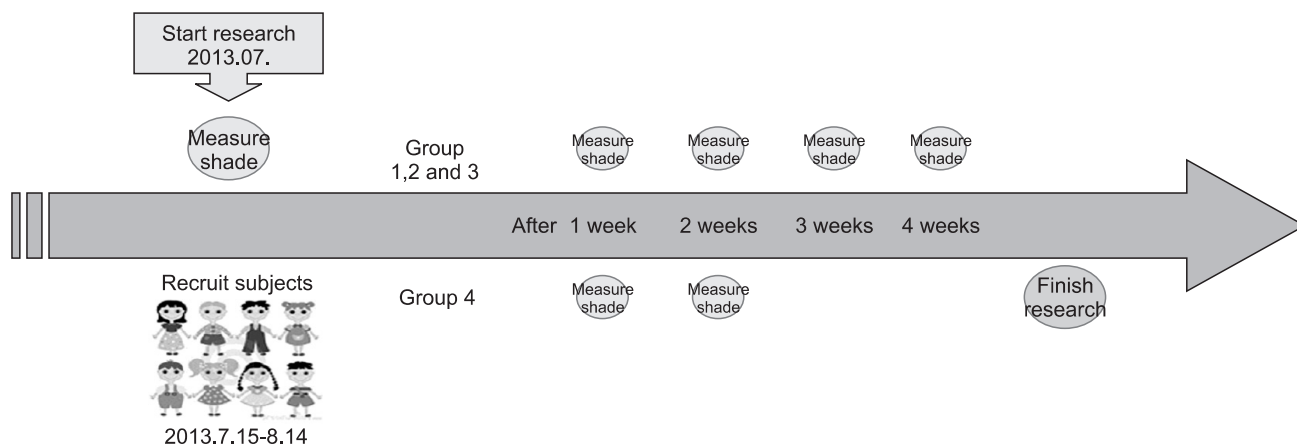


Fig. 1. Flow chart of clinical test.

Table 2. Color changes ( $\Delta E^*$ ) of all teeth by bleaching times

Group	1 week	2 weeks*	3 weeks	4 weeks*
I <sup>†</sup>	1.71±0.92	1.43±0.84 <sup>a</sup>	0.95±0.72	2.04±0.90 <sup>a</sup>
II <sup>†</sup>	1.82±1.30	1.69±1.14 <sup>ab</sup>	2.33±1.16	2.59±1.74 <sup>ab</sup>
III <sup>†</sup>	2.04±1.29	2.24±1.64 <sup>b</sup>	3.88±6.48	2.98±1.86 <sup>b</sup>
IV	-	5.52±2.04	-	-
P-value		<0.017		<0.032

Values are mean ± S.D.

\*Significantly different among the group at each time by one-way ANOVA procedure.

<sup>†</sup>Significantly different during among experimental time by repeated measures ANOVA procedure.

<sup>ab</sup>Same letters indicate no significant different between groups by Tukey's multiple comparison at each bleaching time.

Group IV was measured at only after 2 week of treatment and excluded in statistically analysis.

## 2. 임상시험

본 연구에서는 제2인산칼슘(Amorphous calcium phosphate; ACP), 제3인산칼슘(Hydroxyapatite, HA)과 피로인산나트륨(Tricalcium pyrophosphate, TSP) 혼합재료를 함유시킨 겜을 L사 연구소에 의뢰하여 시료를 제작하였다. 혼합시료의 농도는 ACP 3%, HA 2%, TSP 1%를 첨가한 혼합시료의 농도를 100%로 하여 조제하였다. 이를 50% 희석한 실험군(제2군)과 100% 농도군(제3군)으로 분류하였다. 음성대조군(제1군)으로는 L사의 일반 시판 자일리톨겜을 사용하였고, 양성대조군(제4군)으로는 10% 과산화요소를 함유한 Opalescence F (Ultradent product. Inc., South Jordan, CA, USA) 도포군으로 분류하였다.

임상시험군은 제1군-대조군(control, 일반겜), 제2군(50% 농도군), 제3군(100% 농도군), 제4군(자가미백제 사용군)의 총 4개 군으로 나누었다. 본 연구는 임상실험 책임연구자만 농도 및 내용을 알고 있고 타 연구자나 임상실험 대상자는 실험내용에 대해서 알지 못하도록 하는 2중맹검법(Double blind test)을 활용하였다.

대조군을 비롯한 제2군, 제3군은 겜을 한번에 1개씩 하루에 3

회, 식후 5분간, 4주간 저작하였다. 5분 동안 겜을 씹도록 한 것은 겜 내의 성분이 충분히 용출되는 시간으로 규정하였으며, 겜이 충분히 부드러워지는 시간이다. 각각의 대상자들에게 저작일지를 배부하여 기록하도록 하고 정기적으로 겜 저작에 대한 순응도를 확인하였다. 연구 시작 전과 저작 후 1주, 2주, 3주, 4주째 색조를 측정하여 미백효과를 평가하였다.

제4군의 연구대상자들은 미백용 개인트레이를 제작하여 제공하였다. 자가미백술은 10% 과산화요소를 함유한 Opalescence F를 취침 전에 하루 2시간씩 미리 제작한 트레이에 담아 2주간 도포한 후 색조를 측정하였다(Fig. 1).

## 3. 색조변화분석

검사대상치아는 상악 6전치와 하악 6전치 각각의 색조변화를 관찰하여 이를 평균하여 사용하였다. 4개 군의 모든 실험참가자는 비타팬 색 기준(Vitapan classical shade guide, VIDENT™, CA, USA)과 색조색차계(Shade Eye-NCC, SHOFU Co., Kyoto, Japan)를 사용하여 겜 저작 전·후 색의 변화를 관찰하였다. 색조 측정용 팁은 치아 표면에서 0.5-1.0 mm의 상방에서 조사되었으며 팁이 치아에 대해 직각이 되게 하여 3부위를 측정, 평균하여 L\*, a\*, b\* 값을 구하였다. 겜 저작 전·후의 색조 변화를 보기 위해 각  $\Delta L^*$ ,  $\Delta a^*$ ,  $\Delta b^*$ 를 구한 후 전체 색조변화량( $\Delta E^*$ )을 아래의 식<sup>22)</sup>에 의해 계산하였다. 또한 이렇게 산출된  $\Delta E^*$  값은 색조의 변화를 육안으로 관찰하였을 때 나타나는 반응의 형태로 범주화 시킨 아래의 NBS 단위공식에 의해 환산하여 NBS기준<sup>23)</sup>에 의해 비교하였다.

$$\Delta E^* = \{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2\}^{1/2}$$

$$\text{NBS unit} = \Delta E^* \times 0.92$$

## 4. 통계분석

수합된 모든 자료는 통계분석용 소프트웨어인 SPSS (SPSS 18.0 for windows, SPSS Inc., Chicago., IL., USA) 프로그램을 이용하여 분석하였다. 겜 저작 전·후의 군별 색조변화량의 군별 차이는 일변량 분산분석법(one-way ANOVA)을 이용하였고,

저작 횟수에 따른 치아의 색조변화는 반복측정자료의 분산분석법(repeated measures ANOVA)을 사용하였다. 또한 분산분석 결과 군간 유의한 차이가 있을 경우 유의수준 5%에서 Tukey의 다중 비교법으로 사후검정하였다.

## 연구성적

색조변화량  $\Delta E^*$  값을 정량적으로 평가한 결과는 Table 2에 나타내었다. 껌저작 횟수의 증가에 따른 색조변화량( $\Delta E^*$ )을 비교한 결과 모든 군에서 껌 저작 횟수가 증가함에 따라 색조변화량( $\Delta E^*$ )이 통계적으로 유의하게 증가하였다( $P < 0.001$ ). 각 군별에 따른 색조변화량( $\Delta E^*$ )을 비교해 보았을 때, 미백 후 2주와 4주 후에 유의한 차이가 있었다( $P < 0.005$ ).

각 군별 미백처리 4주후의 색조변화량을 비교해본 결과 제1군 상악 치아에서  $2.10 \pm 0.91$ , 하악 치아에서  $1.98 \pm 0.92$  그리고 상·하악 치아에서  $2.04 \pm 0.9$ 의 색조변화량( $\Delta E^*$ )을 볼 수 있었고, 제2군 상악치아에서  $2.75 \pm 2.09$ , 하악 치아에서  $2.43 \pm 1.34$  그리고 상·하악 치아에서  $2.59 \pm 1.74$ 의 색조변화량을 볼 수 있었다. 또한 100% 혼합검을 저작한 제3군 상악 치아에서  $2.87 \pm$

$1.72$ , 하악 치아에서  $3.08 \pm 2.04$  그리고 상·하악 치아에서  $2.98 \pm 1.86$ 의 색조변화량( $\Delta E^*$ )을 볼 수 있었다. 제4군인 자가미백군의 미백 처리 직후의 색조변화량( $\Delta E^*$ )을 비교해 본 결과 상악 치아에서  $6.56 \pm 1.64$ , 하악 치아에서  $4.48 \pm 1.91$  그리고 상·하악 치아에서  $5.52 \pm 2.04$ 의 색조변화량( $\Delta E^*$ )을 나타내었다(Fig. 2).

제4군인 자가미백군의 색조변화량( $\Delta E^*$ )을 100%로 하였을 때, 제3군은 54%, 제2군은 46%, 제1군은 36%의 미백효과를 나타내었다(Fig. 3).

또한, NBS 단위로 환산한 결과도 미백 처치가 종료된 후에 100% 껌 저작군인 제3군에서 임상적으로 의미를 지니는 'Appreciable'에 가장 가까이 해당되어 상당한 미백효과가 나타나는 것을 확인할 수 있었다(Table 3).

## 고 안

치아미백의 기전은 아직 정확히 밝혀지지 않았으나 주성분인 과산화수소에 의한 것으로 알려져 있다. 과산화수소는 구강 내에서 분해되어 자유 라디칼과 활성 산소(oxygen radical)를 형성하며 이렇게 생성된 활성산소는 치아에 침투되어 치아의 변색을 초래하는 착색물질과 화학반응을 하여 미백효과를 나타낸다. 한편,

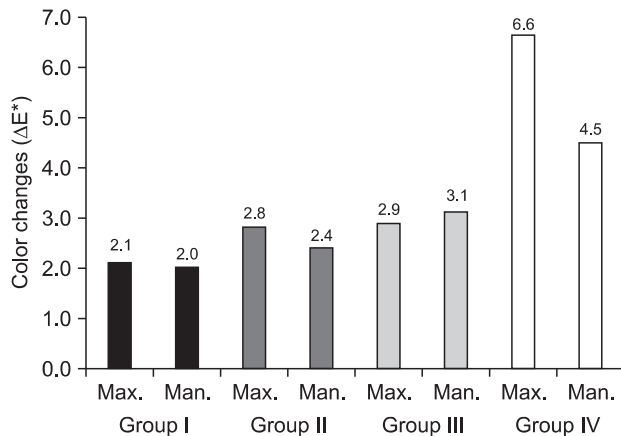


Fig. 2. Color changes ( $\Delta E^*$ ) of tooth after 4 weeks.

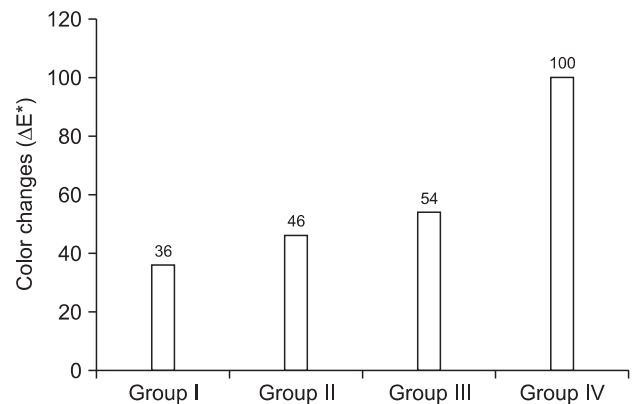


Fig. 3. Percentage of color changes compared with Group IV's.

Table 3. Color changes of specimens with time according to the NBS system

Group		Time			
		1 week	2 weeks	3 weeks	4 weeks
NBS system	Group I	$1.57 \pm 0.82$ (Noticeable)	$1.31 \pm 0.63$ (Slight)	$1.80 \pm 0.72$ (Noticeable)	$1.88 \pm 0.85$ (Noticeable)
	Group II	$1.67 \pm 0.79$ (Noticeable)	$1.55 \pm 0.59$ (Noticeable)	$2.15 \pm 1.01$ (Noticeable)	$2.38 \pm 1.23$ (Noticeable)
	Group III	$1.88 \pm 1.29$ (Noticeable)	$2.06 \pm 1.63$ (Noticeable)	$3.57 \pm 1.39$ (Appreciable)	$2.74 \pm 1.88$ (Noticeable)
	Group IV		(Appreciable)		

Values are mean  $\pm$  S.D.

(Critical remarks of color difference by NBS system).

Group IV was measured at only after 2 week of treatment.



Mor 등<sup>24)</sup>을 비롯한 일부 연구들에서는 자가미백제가 치아 표면 거칠기에 영향을 미칠 수 있으며, 이로 인해 치면세균막의 표면 접착을 유의하게 증가시킨다고 보고한 바 있다. 거친 표면을 갖는 수복물은 수복 후의 표면의 거친 촉감에 의한 환자의 불편감이 생길 수 있으며, 표면 에너지를 높여 치태와 잔사의 침착성을 가속화시킴으로써, 치은염 및 이차우식증 등을 유발시킬 수 있다. 이처럼 미백 후 심미적인 욕구 만족과 더불어 이러한 부작용을 줄일 수 있는 방안에 대한 노력이 최근 진행되고 있다.

본 실험에서는 제2인산칼슘, 제3인산칼슘 및 피로인산나트륨 혼합검의 치아 미백효과를 평가하기 위하여 4개군을 설정하였다. 제1군을 구강 내 타액에 의한 순수한 자연적인 색조를 보는 대조군으로 정하였고, 제2군은 50% 혼합검을 저작하도록 하는 군, 제3군은 100% 혼합검을 저작하는 군, 제4군은 시판되고 있는 자가미백제인 Opalescenc F를 도포하는 군으로 나뉘어 실험을 진행하였다. 따라서 타액에 의한 자연적인 미백 효과와 제2인산칼슘, 제3인산칼슘 및 피로인산나트륨 함유 농도의 기반 하에 이들 성분들의 효과를 보다 정확한 방법으로 확인하고자 하는데 본 실험에 의의가 있다고 하겠다. 그러나 아무런 처치도 하지 않은 대조군에서도 일부 색조의 변화가 탐지되었다. 그 이유로서 대조군에 포함된 대상자들이 실험기간 중 잇솔질 방법, 칫수 등의 변화로 인한 novel effect로 추정된다.

또한 본 실험의 경우 I사의 연구소에 의뢰하여 저작검의 제작을 의뢰하였으며, 본 실험에 참여한 지원자들이 검의 종류를 알지 못하도록 감미료를 제외한 모든 성분 및 맛, 향 포장을 통일하여 이중맹검법(double blind test)으로 시행하였다. 실험대상자들에게는 제2인산칼슘, 제3인산칼슘 및 피로인산나트륨이 함유되지 않은 동일한 세치제를 공급하였고, 잇솔질 방법은 회전법으로 통일하여 교육하였다. 검 저작은 조식, 중식, 석식 후로 한번에 1개씩 하루 3회를 시행토록 하였으며, 1회 저작시간은 5분으로 하였다. 1회당 검 저작시간을 증가시키는 것이 치아 미백에 더 효과적일 것으로 추정되었으나 사전 조사를 통해 평소 대상자들의 평균 검 저작시간이 대부분 10분 이내였고, 또한 검 내의 성분이 충분히 용출되는 시간이 5분으로 나타나 이를 근거로 5분 정도가 현실적으로, 임상적으로 의의가 있다고 판단하였다.

본 연구에서 색조변화를 정량적으로 측정해본 결과, 자가미백군의 효과를 100%로 하였을 때, 제1군은 36%, 제2군은 46%, 제3군은 54%의 미백효과를 나타내, 제3군은 제1군 및 제2군에 비해 미백효과가 유의하게 증가함을 보였다. 이러한 정도는 NBS 단위로 환산한 결과도 미백이 종료된 후 100% 군에서 임상적으로 의미를 지니는 'Appreciable'에 가장 가까이 해당되어 4주 동안 미백검을 저작한 결과는 육안으로 확연하게 구분 될 만큼의 의미 있는 미백효과는 아니지만 미약하나마 눈으로 인지가 가능한 정도의 미백효과가 나타났으며, 이는 통계적으로 유의한 차이임을 확인하였다.

이러한 결과를 종합해 볼 때, 50% 혼합검에서는 미백효과가 미약하였으나, 100% 혼합검에서 더 나은 미백효과가 있음을 확인할 수 있었다. 또한 자가미백제를 사용한 군에서 미백효과가 가

장 우수하게 나타난 것은 기존의 실험과 동일하였다. 그러나 본 임상실험 시행하기 전의 *in vitro* 연구의 주사전자현미경 관찰 결과 자가미백제 도포에 의하여 산부식 양상과 유사하게 우치 법랑질 표면이 상당히 거칠어진 양상을 보였으나 그에 반해 50% 혼합용액과 100% 혼합용액군에서는 우치 법랑질 표면이 훨씬 더 매끄럽게 재광화가 이루어짐을 관찰한 바 있다. 따라서 법랑질 표면에는 영향을 미치지 않으면서 미백효과가 있는 100% 혼합검이 미백효과를 가진 기능성 검으로 사용 가능할 것으로 사료된다.

본 연구의 제한점으로는 *in vivo* 실험에서 대상자들 간의 차이로 인한 오차를 들 수 있고, 대상자의 수가 적은 아쉬움이 있으며, 조금 더 장기간동안 검 저작효과를 충분히 보지 못한 점을 들 수 있겠다. 그럼에도 불구하고 실제 젊은 여성들을 대상으로 미백검을 직접 저작하게 함으로써 완벽한 구강상태에서 재현한 *in vivo* 모형을 구축하여 확인 하였으며, 저작검들간의 농도차이에 따른 미백효과를 비교하여 제2인산칼슘, 제3인산칼슘 및 피로인산나트륨 100% 혼합검의 미백 효과의 가능성을 입증 할 수 있었다는데 의의가 있다고 하겠다. 향후 다양한 실험방법과 분석방법 등을 통해 제2인산칼슘, 제3인산칼슘 및 피로인산나트륨을 비롯한 여러 가지 성분 함유 검 저작에 따른 미백효과 및 기전에 관한 포괄적인 연구와 종합적 평가가 더 진행되어야 할 것이다. 뿐만 아니라 장기간 저작으로 인한 예기치 못한 부작용의 출현에 대해서도 집중적인 관찰이 필요할 것으로 사료되었다.

## 결론

본 연구에서는 치아미백효과가 있는 것으로 알려진 제2인산칼슘과 제3인산칼슘 및 피로인산나트륨을 복합적으로 배합한 저작검의 일부 치아미백효과를 평가하고자 하였다. M대학교 치위생과 학생들을 대상으로 제2인산칼슘(Amorphous calcium phosphate; ACP), 제3인산칼슘(Hydroxyapatite, HA)과 피로인산나트륨(Tricalcium pyrophosphate, TSP) 혼합재료를 함유시킨 검을 한번에 1개씩 하루에 3회, 식후 5분간, 4주간 저작하게 하여 연구 시작 전과 저작 후 1주, 2주, 3주, 4주째 색조를 측정하여 미백효과를 평가하였다.

1. 각 군별에 따른 색조변화량( $\Delta E^*$ )을 비교해 보았을 때, 미백 후 2주와 4주 후에 유의한 차이가 있었다( $P < 0.005$ ).

2. 제4군인 자가미백군의 색조변화량( $\Delta E^*$ )을 100%로 하였을 때, 제3군은 54%, 제2군은 46%, 제1군은 36%의 미백효과를 나타내었다.

3. NBS 단위로 환산한 결과, 미백 처치가 종료된 후에 100% 검 저작군인 제3군에서 임상적으로 의미를 지니는 'Appreciable'에 가장 가까이 해당되어 상당한 미백효과가 나타나는 것을 확인할 수 있었다.

향후 다양한 실험방법과 분석방법 등을 통해 제2인산칼슘, 제3인산칼슘 및 피로인산나트륨을 비롯한 여러 가지 성분 함유 검 저작에 따른 미백효과 및 기전에 관한 포괄적인 연구와 종합적 평가가 더 진행되어야 할 것이다.

## 참고문헌

1. Sulieman MA. An overview of tooth-bleaching techniques: chemistry, safety and efficacy. *Periodontol* 2000 2008;48:148-169.
2. Ritter AV, Leonard RH Jr, St Georges AJ, Caplan DJ, Haywood VB. Safety and stability of nightguard vital bleaching: 9 to 12 years post-treatment. *J Esthet Restor Dent* 2002;14:275-285.
3. Saeki Y, Kato T, Okuda K. Inhibitory effects of furorin on the adherence and colonization of oral bacteria. *Bull Tokyo Dent Coll* 1996;37:77-92.
4. Park DY, Ma DS, Cho KM, Jeong DB, Jung SH. Efficacy of a paint-on, self-applied, humidity-facilitated setting 2.8% hydrogen peroxide whitening gel. *J Korean Acad Oral Health* 2005;29:397-406.
5. Jung SH, Park DY, Ma DS, Kim JY, Kim JH. Effect of 2.6% hydrogen peroxide containing tooth - whitening strip on stained hydroxyapatite tablets. *J Korean Acad Oral Health* 2002;26:375-383.
6. Lee SY, Jeong SH, Kang SM, Kwon HK, Kim BI. Effect of 2.8% hydrogen peroxide gel on tooth whitening in vitro. *J Korean Acad Oral Health* 2007;31:20-30.
7. Jung SH, Park DY, Ma DS. Efficacy of six months of a 2.6% hydrogen peroxide containing tooth-whitening strips. *J Korean Acad Oral Health* 2004;28:117-125.
8. Jung SH, Bae KH, Lee WJ, Moon HS, Paik DI, Kim JB. Clinical study on the effect of therapeutic toothpaste containing tetrasodium pyrophosphate, vitamin E and hydrogen peroxide on the tooth whitening. *J Korean Acad Oral Health* 2001;25:221-226.
9. Porciani PF, Grandini S, Perla C, Grandini R. Whitening effect by stain inhibition from a chewing gum with sodium hexametaphosphate in a controlled twelve-week single-blind trial. *J Clin Dent* 2006;17:14-16.
10. DE Abreu DR, Sasaki RT, Amaral FL, Flório FM, Basting RT. Effect of home-use and in-office bleaching agents containing hydrogen peroxide associated with amorphous calcium phosphate on enamel microhardness and surface roughness. *J Esthet Restor Dent* 2011;23:158-168.
11. Grobler SR, Majeed A, Moola MH, Rossouw RJ, van Wyk Kotze T. In vivo spectrophotometric assessment of the tooth whitening effectiveness of nite white 10% with amorphous calcium phosphate, potassium nitrate and fluoride, over a 6-month period. *Open Dent J* 2011;5:18-23.
12. Pimenta LA. Commentary. Effect of home-use and in-office bleaching agents containing hydrogen peroxide associated with amorphous calcium phosphate on enamel microhardness and surface roughness. *J Esthet Restor Dent* 2011;23:169-170.
13. Gu HJ, Lee YE, Baek HJ, Kim JS, Song KB. Effect of fluoride application after tooth bleaching using the diode Laser. *J Korean Acad Oral Health* 2008;32:160-169.
14. Borges BC, Pinheiro MH, Feitosa DA, Correia TC, Braz R, Montes MA, et al. Preliminary study of a novel in-office bleaching therapy modified with a casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate. *Microsc Res Tech* 2012;75:1571-1575.
15. Browning WD, Cho SD, Deschepper EJ. Effect of a nano-hydroxyapatite paste on bleaching-related tooth sensitivity. *J Esthet Restor Dent* 2012;24:268-276.
16. Lobene RR. A clinical study of the anticalculus effect of a dentifrice containing soluble pyrophosphate and sodium fluoride. *Clin Prev Dent* 1986;8:5-7.
17. Kim JB, Paik DI, Moon HS, Ma DS. A clinical comparison of the anticalculus effect of two kinds of therapeutic dentifrice. *J Korean Acad Oral Health* 1989;13:7-15.
18. Moon HS, Jin BH, Park DY, Ma DS, Paik DI, Kim JB, et al. A clinical study of toothpaste containing triclosan, pyrophosphate and tranexamic acid on the prevention of calculus formation and gingivitis. *J Korean Acad Oral Health* 1994;18:545-553.
19. Moon HS, Jung SH, Paik DI, Kim JB, Yoon JW, Shin MJ, et al. The effect of dentifrice containing triclosan, pyrophosphate and tranexamic acid on the antimicrobial activity against the pathogens of periodontal disease and halitosis. *J Korean Acad Oral Health* 1998;22:205-214.
20. Schemehorn BR, Moore MH, Putt MS. Abrasion, polishing, and stain removal characteristics of various commercial dentifrices in vitro. *J Clin Dent* 2011;22:11-18.
21. Farrell S, Barker ML, Gerlach RW, Putt MS, Milleman JL. Prevention of lingual calculus formation with daily use of 6% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/2% pyrophosphate whitening strips. *J Clin Dent* 2009;20:75-78.
22. Lenhard M. Assessing tooth color change after repeated bleaching in vitro with a 10 percent carbamide peroxide gel. *J Am Dent Assoc* 1996;127:1618-1624.
23. Shotwell JL, Razzoog ME, Koran A. Color stability of long-term soft denture liners. *J Prosthet Dent* 1992;68:836-838.
24. Mor C, Steinberg D, Dogan H, Rotstein I. Bacterial adherence to bleached surfaces of composite resin in vitro. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1998;86:582-586.