

# QLF-D를 이용한 fTCP와 CPP-ACP의 재광화 효과에 관한 융합 연구

강용주<sup>1</sup>, 이수영<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>진주보건대학교 치위생과, <sup>2</sup>남서울대학교 치위생학과

## Convergence Study on Remineralization Effect of fTCP and CPP-ACP using QLF-D

Yong-Ju Kang<sup>1</sup>, Su-Young Lee<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Dep. of Dental Hygiene, Jinju Health College

<sup>2</sup>Dep. of Dental Hygiene, Namseoul University

**요약** 본 연구는 최근 새롭게 개발된 fTCP와 현재 치과임상에서 재광화 크림으로 널리 사용되고 있는 CPP-ACP의 재광화 효과를 비교하기 위하여 QLF-D를 이용하여 인공우식병소에서 fTCP와 CPP-ACP의 무기질소실 변화를 평가하고자 하였다. 실험에 사용된 우치시편은 탈회용액에 10일간 보관하여 인공우식병소를 형성하였고, 무작위로 두 군으로 분류하였다. 1군은 10% CPP-ACP가 포함된 Tooth Mousse 군이고, 2군은 fTCP가 포함된 Clinpro Tooth Creme군이다. 두 종류의 치아크림을 각각 탈회병소에 바르고 1주일간 인공타액에 침전 후 QLF-D를 이용하여 병소의 형광소실량( $\Delta F$ )을 평가하였다. QLF-D 분석결과 Tooth Mousse군은 처치 후에  $\Delta F$ 값과  $\Delta F_{max}$ 값이 각각 2.65, 6.63 증가하여 무기질 소실이 통계적으로 유의하게 감소( $p < 0.05$ )한 반면, Clinpro Tooth Creme군은 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 또한  $\Delta F_{max}$ 값에서는 처치 후 Tooth Mousse군이 Clinpro Tooth Creme군에 비해 통계적으로 유의하게 감소하였다( $p < 0.05$ ). 그러므로 10% CPP-ACP가 포함된 Tooth Mousse는 fTCP가 포함된 Clinpro Tooth Creme보다 초기우식병소의 재광화 치료에 더욱 효과적이다.

• **주제어** : CPP-ACP, fTCP, 재광화, 인공우식병소, QLF-D

**Abstract** This study was to evaluate the change of mineral loss of fTCP and CPP-ACP in artificial caries lesions using QLF-D to compare the remineralization effect of recently developed fTCP and CPP-ACP, which is widely used as a remineralization cream in current dental clinics. Bovine specimens used in this study formed the artificial caries lesion immersing in demineralization solution for 10 days and were divided randomly into the following two groups; Group 1- Tooth Mousse containing 10% CPP-ACP, Group 2- Clinpro Tooth Creme containing 950ppm NaF and fTCP. Two tooth paste were applied to the artificial caries lesion of specimens and they were immersed in artificial saliva for 1 week. Mineral loss of artificial caries lesion was evaluated by fluorescence loss ( $\Delta F$ ) values using QLF-D. QLF-D analysis showed that the  $\Delta F$  and  $\Delta F_{max}$  value increased 2.65 and 6.63, respectively, in the Tooth Mousse group, and the mineral loss decreased statistically significantly ( $p < 0.05$ ). However, Clinpro Tooth Creme group had no statistically significant difference.  $\Delta F_{max}$  value of Tooth Mousse group was statistically significant difference compared to the Clinpro Tooth Creme. Therefore, the Tooth Mousse containing 10% CPP-ACP is more effective than Clinpro Tooth Creme containing fTCP in the treatment of remineralization of artificial caries lesions.

• **Key Words** : CPP-ACP, fTCP, remineralization, artificial caries lesion, QLF-D

\*Corresponding Author : 이수영 (batty96@nsu.ac.kr)

Received November 20, 2016  
Accepted December 20, 2016

Revised December 30, 2016  
Published December 31, 2016

## 1. 서론

구강내에서 탈회와 재광화의 균형이 적절하면 치아는 건강하게 유지될 수 있지만, 이러한 균형이 무너져 탈회가 지속되면 치아우식증이 발생한다. 그러나 범랑질 초기 탈회는 불소나 무기질을 공급해 주는 재광화 과정을 통해 건강한 치질로 회복될 수 있다[1,2].

초기우식은 범랑질에 국한되어 와동이 형성되기 전단계 치아우식증으로 육안상 백색반점(white spot)이 관찰되고 정상 범랑질보다 구조적으로 약하다[3].

재광화 과정은 타액을 통해 자연적으로도 일어나지만 현재까지 재광화에 가장 강력한 유효 물질은 불소이며 [4], 바니쉬, 젤, 치약, 양치액, 폼 등의 다양한 형태로 재광화 치료 및 치아우식증 예방에 널리 사용되고 있다[5].

불소의 우식예방 효과는 탈회에 대한 치아의 내산성 증가, 재광화 촉진, 미생물의 효소작용 억제 등으로 보고되고 있다[6].

그러나 영유아나 장애인과 같이 행동조절이 어려운 대상에서는 칫솔질 시 치약을 뱉는 능력이 부족하여 입안에 불소가 잔류하는 경우가 있으며, 어린이용 치약은 향과 단맛 때문에 아동이 삼키는 경우 불소의 독성이 우려되기도 한다[7].

이러한 불소의 사용상 한계를 극복하기 위해 불소처럼 재광화 효과를 지니면서 인체에 해가 없는 새로운 재광화 유도물질에 관심을 갖기 시작했고[4], 수많은 연구가 진행되었다.

그 중 하나가 우유에서 추출한 카제인과 무기질 화합물인 casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate (CPP-ACP)이다. CPP-ACP는 칼슘과 인산 이온을 쉽게 유리시킴으로써 구강내 무기질의 과포화 상태가 되도록 하여, 치아의 탈회를 막고 재광화를 증진시킨다고 알려져 있다[8]. CPP-ACP는 껌, 우유, 치약, 양치액 등 다양한 제품으로 시판되고 있으며, 이 성분의 항우식 효과에 대해 많은 실험실연구와 임상연구 결과들이 보고되고 있다[9,10,11].

CPP는 ACP를 CPP내의 여러 phosphoserine 과 결합시켜 수용액 내에서 칼슘과 인을 안정화 시키고 CPP-ACP 복합체를 형성하여 칼슘과 인의 저장고 역할을 한다[12]. 이러한 CPP-ACP제제는 불소와는 달리 유아가 삼켜도 인체에 무해하고 도포방법이 단순하여 가정에서도 손쉽게 사용할 수 있다[5].

국내에서는 CPP-ACP가 10% 함유된 크림형태상품인

Tooth Mousse (GC corp, Tokyo, Japan)가 판매되고 있다. Tooth Mousse<sup>TM</sup>은 일명 “치아영양크림”으로 시중에서도 쉽게 구입할 수 있으며 치아우식예방과 시린이 예방을 위해 널리 활용되고 있다.

또한 Tooth Mousse제품에 0.09% 불소가 포함된 CPP-ACPF 성분으로 Tooth Mousse Plus (GC corp, Tokyo, Japan)제품이 개발되었고, CPP-ACPF가 CPP-ACP보다 재광화 효과가 더 우수하다고 보고하였다[9].

또 다른 칼슘-인 화합물은 beta-tricalcium phosphate와 sodium lauryl sulfate의 고체상태 불 밀링 과정에서 생산된 functionalized tricalcium phosphate (fTCP)가 있다. fTCP는 불소이온과 칼슘의 상호작용으로 불화칼슘을 형성하고 결국 치아표면에 더 많은 불소와 칼슘을 전달한다[13,14]. fTCP는 현재 950 ppm F가 포함된 페이스트(Clinpro Tooth Creme, 3M ESPE, Saint Paul, MN, USA)로 개발되어 시판되고 있다. 선행연구에서는 Clinpro Tooth Creme을 하루에 1회 4분간 적용한 결과 치아 부식 저항성 효과 좋다고 보고하였으며[15], 또한 지각과민 환자를 대상으로 한 임상연구에서는 54% 시린이 감소효과를 보고하였다[16]. 그러나 국내에서는 아직 fTCP의 효능에 대해 보고된 바가 없다.

이처럼 CPP-ACP의 재광화 평가는 활발히 진행되었으나, 새롭게 개발된 fTCP paste의 재광화 효과를 평가한 연구는 미흡한 실정이다.

이에 본 연구는 우치의 범랑질에 인공우식병소를 형성하여 재광화 유도물질로 새롭게 개발된 fTCP와 현재 치과임상에서 재광화 크림으로 널리 사용되고 있는 CPP-ACP의 재광화 효과를 비교하고자 한다.

## 2. 연구재료 및 방법

### 2.1 연구재료

#### 2.1.1 재광화 제제

본 연구에 사용된 재광화 제제는 국내에 시판되고 있는 치아크림 페이스트 두 종류를 사용하였다[17,18] <Table 1>.

<Table 1> The products used in this study

| Products            | Main contents       | Manufacturer |
|---------------------|---------------------|--------------|
| Tooth Mousse        | 10% CPP-ACP         | GC, Japan    |
| Clinpro Tooth Creme | 0.21% w/w NaF, fTCP | 3M ESPE, USA |

## 2.2 연구방법

### 2.2.1 시편준비

최근에 발치된 소의 상악전치 중에서 치아우식증이나 치관 파절 등 외형손상이 없는 건전한 우치를 선정하였다. 다이아몬드 휠 디스크(Diamond NTI-Kahla GmbH, Germany)로 치관과 치근을 분리하여 치관을 putty (Vonflx S<sup>TM</sup>, KOREA)에 매몰하였다. 매몰된 치관부 협면에 3x3mm<sup>2</sup> 크기의 window를 형성하고 나머지 부위는 내산성 nail varnish를 발랐다.

### 2.2.2 탈회용액

시편에 초기우식병소를 형성하기 위해 탈회용액 0.1 M의 lactic acid에 제3인산칼슘(tribasic calcium phosphate)을 첨가하여 50% 포화용액을 제조하였다. 염화수소(HCl)를 첨가하여 소량의 칼슘과 인 이온이 유리되도록 하였고, 여과한 용액에 0.2% carbopol (ETD 2050, Noveon Inc, USA)을 첨가한 후 50% NaOH를 첨가하여 최종 pH가 5.0이 되도록 조정하였다.

### 2.2.3 재광화 용액

재광화 페이스트를 적용 후에 시편을 침전시킬 재광화 용액은 인공타액을 이용하였다. 인공타액은 2 l 증류수에 0.22% 위점액소(Mucin from porcine stomach Type II, Sigma®, Germany)와 13 mM 염화나트륨(NaCl), 3 mM 염화칼슘(CaCl<sub>2</sub>), 10 mM 인산칼륨(KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>), 30 mM 염화칼륨(KCl)을 첨가하여 pH 6.8로 조절하여 사용하였다.

### 2.2.4 QLF-D 촬영 및 분석

재광화 페이스트 적용 전 후에 인공우식병의 재광화 평가를 위해 Quantitative Light-induced Fluorescence-Digital(QLF-D) (Inspektor Research Systems bv, Amsterdam, Netherlands)를 이용하였다. QLF-D는 무기질이 소실된 탈회 부위에서 발현되는 자연형광의 차이로 초기 우식 병소를 탐지 및 정량화할 수 있는 진단 장비이다[19,20].

QLF-D는 백색광 촬영 시 Shutter speed 1/60s, Aperture value 16.0, ISO speed 1600, Image size Small Fine로 설정하였고, 청색광 촬영 시 Shutter speed 1/30s, Aperture value 8.0, ISO speed 1600, Image size Small Fine로 설정하여 촬영하였다.

촬영된 QLF-D 이미지는 QLF-D 전용 분석 프로그램 QA2 version 1.23 (Inspektor Research Systems bv, Amsterdam, Netherlands)을 이용하여  $\Delta F$  값으로 초기 우식병소의 크기를 분석하였다.

### 2.2.5 프로토콜

우치시편은 Tooth Mousse과 Clinpro Tooth Creme 군으로 각각 9개씩 분류하였다. 인공우식병소를 형성하기 위해 콘 튜브에 20mL의 탈회용액을 넣고 우치 시편이 충분히 잠기도록 위치시켜 밀폐한 후 37°C 배양기에서 10일간 탈회시켰다. 인공우식병소가 형성된 시편은 증류수로 세척하고 표면을 압축공기로 건조시켰다. 탈회부위의 무기질 소실 값을 측정하기 위해 QLF-D를 이용하여 시편의 window부분을 백색광과 청색광으로 두 번 촬영하였고, 촬영은 연구자 1인이 암실에서 진행하였다.

인공우식병소의 초기 무기질 소실 값을 측정된 후에 두 종류의 재광화 제제 (Tooth Mousse, Clinpro Tooth Creme)로 시편의 표면을 도포한 후 실온에 5분간 두었다. 각 군의 시편은 타액이 존재하는 구강내 상황을 간접적으로 모사하기 위해 16 well 플라스틱 용기에 넣고 사람의 자극성 타액을 첨가한 후 stirrer에서 교반하였다. 타액은 24시간마다 교체하였고, 1주일간 재광화 용액에 적용하였다.

그 후 시편표면에 남아있는 재광화 제제를 거르로 닦아내고 증류수로 세척한 후, 표면을 압축공기로 건조시켰다. 동일한 방법으로 QLF-D를 촬영하고 이미지를 분석하여 탈회 병소의 변화를 평가하였다.

## 2.3 통계 분석

본 연구의 통계분석은 PASW statistics 18.0.0 (IBM Co., Armonk, NY, USA) 프로그램을 이용하여 병소의 무기질 소실 값을 평균과 표준편차로 산출하였고, 각군의 처치 전 후 결과는 대응표본 t-test를 시행하였다. 또한 두 군간  $\Delta F$  비교는 독립표본 t-test를 실시하였으며, 통계적 유의수준은 0.05로 설정하였다.

## 3. 연구 결과

### 3.1 인공우식병소의 형광소실 비교

인공우식병소의 무기질 소실 정도는 QLF-D 분석에서 나타나는  $\Delta F$ (병소의 깊이) 값으로 표현되는데, 이는

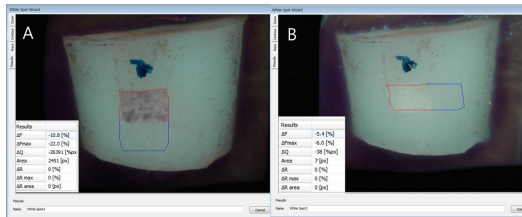
결국 건전치질과 탈회부위의 형광차이로 나타나는 형광소실을 의미한다.

Tooth Mousse를 처치한 군에서는 초기  $\Delta F$ 값(-7.17)에 비해 처치 후에 병소의 깊이가 -4.52로 통계적으로 유의한 수준으로 감소하였다( $p < 0.05$ ). QLF-D분석 이미지에서 알 수 있듯이 인공우식이 형성된 부위는 무기질소실로 인해 상대적으로 어둡게 보이지만 Tooth Mousse로 처치한 후에는 인공우식병소가 재광화 되어 밝은 색으로 자연치질과 유사하게 관찰되었다[Fig. 1]. 반면 Clinpro Tooth Creme를 처치한 군은 초기  $\Delta F$ 값에 비해 재광화 처치 후 병소의 크기가 다소 줄었으나 통계적으로 유의미한 차이는 없었다. 또한 두 제제의 군간 차이는 없었다<Table 2>.

<Table 2>  $\Delta F$  value of before and after treatment using QLF-D

| Group | N | Baseline   | After treatment | p     |
|-------|---|------------|-----------------|-------|
| TM    | 9 | -7.17±1.90 | -4.52±267       | 0.040 |
| TC    | 9 | -7.06±1.52 | -5.22±3.02      | 0.117 |
| p     |   | 0.553      | 0.166           |       |

TM: Tooth Mousse, TC: Clinpro Tooth Creme  
All values are the mean±standard deviation  
 $p < 0.05$



[Fig. 1] QLF-D image before and after treatment in Tooth Mousse group (A: artificial caries lesions B: after treatment)

### 3.2 인공우식병소의 최대 형광소실 비교

$\Delta F_{max}$ 는 탈회병소의 최대 형광소실을 의미하며, Tooth Mousse를 처치한 군에서는 초기  $\Delta F$ 값이 -12.54였으나 재광화 처치 후에 병소의 깊이가 -5.91로 통계적으로 유의한 수준으로 감소하였다( $p < 0.05$ ). Clinpro Tooth Creme를 처치한 군은 초기  $\Delta F$ 값(-12.83)에 비해 재광화 처치 후 병소의 크기(-8.32)가 다소 줄었으나 통계적으로 유의미한 차이는 없었다. 또한 재광화 처치 후 두 군의 병소의 크기는 통계적으로 유의한 차이가 나타났다( $p < 0.05$ ) <Table 3>.

<Table 3>  $\Delta F_{max}$  value of before and after treatment using QLF-D

| Group | N | Baseline    | After treatment | p     |
|-------|---|-------------|-----------------|-------|
| TM    | 9 | -12.54±6.66 | -5.91±4.24      | 0.030 |
| TC    | 9 | -12.83±4.91 | -8.32±5.37      | 0.083 |
| p     |   | 0.545       | 0.038           |       |

TM: Tooth Mousse, TC: Clinpro Tooth Creme  
All values are the mean±standard deviation  
 $p < 0.05$

## 4. 고찰

본 연구는 우치 법랑질에 인공우식병소를 형성하여 CPP-ACP가 포함된 Tooth Mousse와 fTCP가 주성분인 Clinpro Tooth Creme의 재광화 효과를 알아보려 하였다. 연구결과 10% CPP-ACP가 함유된 Tooth Mousse paste가 인공우식병소에서 재광화 효과가 있는 것으로 확인되었다. 이는 CPP-ACP의 항우식효과를 입증할 수 많은 연구들과 일치하는 결과를 보였다[21,22,23]. CPP-ACP는 치면에 인산칼슘을 운반해 안정화시키면서 칼슘과 인 이온의 높은 농도를 유지하고, 산공격에 대해 무기질 손실을 막아주며 수산화인회석 형성을 유도하여 재광화를 촉진한다[24]. 또한 CPP-ACP는 이미 재광화된 병소에 탈회 저항효과도 있으며, CPP-ACP에 의해 형성된 무기질은 타액에 의해 형성된 무기질보다 산저항성이 더 크다고 보고하였다[25].

반면 950 ppm NaF와 0.05% fTCP가 함유된 Clinpro Tooth Creme은 인공우식병소의 깊이가 통계적으로 의미 있는 차이를 보이지 못했다. 선행연구에서는 in-situ 연구를 통해 불소치약보다 적은 양의 fTCP paste 사용으로 재광화 효과를 보고하였는데, 이는 14일간 하루에 2분씩 꾸준히 도포한 연구결과였다[26]. 그러나 본 연구는 4분간 1회만 도포한 결과이므로 선행연구와는 달리 충분한 재광화 효과를 볼 수 없었던 것으로 사료된다.

현재까지 가장 강력한 재광화 유도물질은 불소라고 알려져 있다. CPP-ACP는 많은 연구에서 재광화 효과를 입증했지만, 대부분의 견해는 불소보다 재광화 효과가 미약하다고 보고하고 있다[11]. 그동안 CPP-ACP의 재광화 평가는 대부분 표면미세경도 측정, SEM 관찰을 통해 주로 표면의 변화를 평가하였는데, 이런 경우 초기 우식병소 과정에서 나타나는 미세한 무기질 변화를 탐지하거나 우식병소의 깊이를 측정할 수 없다고 판단되어

본 연구는 우식병소 깊이의 정량화가 가능한 QLF-D를 이용하여 평가하였다.

QLF-D는 미세한 무기질 변화량을 분석하기 때문에 시진이나 촉진, 방사선 촬영으로 병소를 확인하는 진단 방법보다 초기우식병소 진단에 대한 민감도가 높다[27]. QLF-D는 건전한 치아의 법랑질에서는 녹색형광을 발현하고, 무기질이 소실된 병소부위에서는 상대적으로 어렵게 보이는 원리로  $\Delta F(\%)$ 는 병소부위의 형광소실량을 나타내는데, 이는 우식병소의 무기질 소실량 즉 병소의 깊이를 대변할 수 있다[28,29].

본 연구에서는 QLF-D 분석에서 나타나는  $\Delta F$  값과 최대형광소실을 의미하는  $\Delta F_{max}$ 로 평가하였다. Tooth Mousse를 사용한 군은  $\Delta F$ 값이 -7.17에서 -4.52로 통계적으로 유의하게 감소하였고,  $\Delta F_{max}$  값도 -12.54에서 -5.91로 유의하게 감소하였다. 특히  $\Delta F_{max}$  결과는 Tooth Mousse군과 Clinpro Tooth Creme 군 간에 통계적으로 유의한 차이를 확인하였고, 본 연구결과를 토대로 CPP - ACP의 항우식 효과를 재입증하였다. Tooth Mousse와 Clinpro Tooth Creme을 이용하여 재광화 효과를 평가한 연구가 없어서 직접적인 비교는 어렵지만, 기존의 CPP - ACP에 0.09% 불소가 함유된 Tooth Mousse Plus 페이스트와 Clinpro Tooth Creme를 이용하여 in-situ 모델에서 평가한 선행연구에서는 두 제품의 재광화 효과는 나타났지만 제품간에는 유의한 차이가 없었다[26]. 이러한 결과는 실험기간 동안 두 종류의 페이스트와 불소치약을 함께 사용하였기에, 불소치약에 의한 회색효과가 작용한 것으로 보여진다. 그러나 본 연구는 추가적인 불소 처치 없이 우치시편에서 Tooth Mousse와 Clinpro Tooth Creme만을 단일적용한 결과이므로 제품만의 효과가 극대화된 것으로 사료된다. 그러나 fTCP의 재광화 효과에 대한 연구가 부족하고 본 연구에서도 단 1회 처치만으로도 얻어진 결과이므로 향후 Clinpro Tooth Creme 제품의 권장사항에 준해 장기간 반복 도포 후에 재광화 효과를 평가하는 추후 임상연구가 필요하다고 보여진다.

그러므로 CPP - ACP가 포함된 Tooth Mousses는 Clinpro Tooth Creme에 비해 재광화 효과가 뛰어났으며, 불소사용을 꺼려하거나 치아불소증을 유발할 위험이 있는 유아의 치아우식예방에 효과적인 대안이라고 사료된다.

## 5. 결론

본 연구는 우치의 인공우식병소에서 CPP-ACP가 포함된 Tooth Mousse와 fTCP가 포함된 Clinpro Tooth Creme의 재광화 효과를 평가하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. Tooth Mousse군의 초기  $\Delta F$ 값(-7.17)은 처치 후에 -4.52로 통계적으로 유의하게 감소하였다( $p < 0.05$ ). 반면, Clinpro Tooth Creme군은 통계적으로 유의한 차이가 없었다.
2. 탈회병소의 최대 형광소실을 나타내는  $\Delta F_{max}$ 는 Tooth Mousse군이  $\Delta F_{max}$  값이 -6.63로 통계적으로 유의하게 감소하였고, 처치 후 Clinpro Tooth Creme군과 통계적으로 유의한 차이가 있었다( $p < 0.05$ ).

이상의 결과로 종합해 보면, 기존의 항우식 치아크림인 CPP - ACP가 포함된 Tooth Mousse가 새로운 재광화 유도물질인 fTCP로 개발된 Clinpro Tooth Creme보다 재광화 효과가 뛰어났다.

## REFERENCES

- [1] Lussi A, Hibst R, Paulus R, "DIAGNOdent: an optical method for caries detection", J Dent Res, Vol. suppl, No. 1, pp. 80-83, 2004.
- [2] Thylstrup A, Fejerskov O, "Textbook of clinical cariology", 2nd ed. Copenhagen: Munksgaard, 1994.
- [3] S.Y. Lee, S.R. Lim, Y.S. Cho, "Remineralisation Effect of Fluoride on Early Caries Lesions using a Quantitative Light-Induced Fluorescence -Digital (QLF-D)", Indian Journal of Science and Technology, Vol 8, No. S1, pp. 457-461, 2015.
- [4] Y.S. Kim, J.H. Min, Y.S. Kim, S.J. Hong, H.K. Kwon, B.I. Kim, "The effect of nano-sized carbonate apatite on remineralization of artificial caries-like lesions", Journal of Korean Academy of Oral Health, Vol. 33, No. 1, pp. 40-50, 2009.
- [5] J.S. Kang, N.Y. Lee, S.H. Lee, "Remineralization effects by APF gel and CPP-ACP paste on incipient

- artificial caries of enamel”, The Korean Academy of Pediatric Dentistry, Vol. 35, No. 4, pp. 684-691, 2008.
- [6] Kirkegaard E, “In vitro fluoride uptake in human dental enamel from various fluoride solutions”, Caries Research, Vol. 11, pp. 16-23, 1997.
- [7] Ten Cate JM, “In vitro studies on the effects of fluoride on de- and remineralization”, Journal of Dental Research, Vol. 69, No. 614-619, pp. 634-636, 1990.
- [8] Reynolds EC, “Casein phosphopeptide - amorphous calcium phosphate: the scientific evidence”, Advances Dental Research, Vol. 21, No. 1, pp. 25-29, 2009.
- [9] Walker G, Cai F, Shen P, Reynolds C, Ward B, Fone C, et al., “Increased remineralization of tooth enamel by milk containing added casein phosphopeptide-morphous calcium phosphate”, The Journal of Dairy Research, Vol. 73, No. 1, pp. 74-78, 2006.
- [10] Reynolds EC, Cai F, Shen P, Walker GD. “Retention in plaque and remineralization of enamel lesions by various forms of calcium in a mouthrinse or sugar-free chewing gum”, Journal of Dental Research, Vol. 82, No. 3, pp. 206-211, 2003.
- [11] Manton DJ, Walker GD, Cai F, Cochrane NJ, Shen P, Reynolds EC, “Remineralization of enamel subsurface lesions in situ by the use of three commercially available sugar-free gums”, International Journal of Paediatric Dentistry, Vol. 18, No. 4, pp. 284-290, 2008.
- [12] Ji Won Hwang, “Comparison of the remineralization effect between CPP-ACP paste and fluoride varnishes by using pH cycling model”, Master’s thesis, Yonsei University, 2007.
- [13] Karlinsey RL, Mackey AC, Walker ER et al. “Surfactant- modified beta-TCP: structure, properties, and in vitro remineralization of subsurface enamel lesions”, Journal of Materials Science. Materials in Medicine, Vol. 21, No. 7, pp. 2009-2020, 2010.
- [14] Karlinsey RL, Pfarrer AM, “Fluoride plus functionalized b-TCP: a promising combination for robust remineralization”, Advances Dental Research, Vol. 4, No. 2, pp. 48-52, 2012.
- [15] Mithra N Hegde, Darshana Devadiga, Prince A Jemsily. “Comparative evaluation of effect of acidic beverage on enamel surface pre-treated with various remineralizing agents: an in vitro study”, Journal of Conservative Dentistry, Vol. 15, No. 4, pp. 351 - 356, 2012.
- [16] Steven J. Naoum, Andrea Lenard, F. Elizabeth Martin, and Ayman Ellakwa “Enhancing fluoride mediated dentin sensitivity relief through functionalized tricalcium phosphate activity”, International Scholarly Research Notices, Vol. 2015, pp. 1-9, 2015.
- [17] <http://toothgood.com/product/gc-tooth-mousse-from-japan/>.
- [18] [http://solutions.3m.com/wps/portal/3M/en\\_LK/3M-ESPE-APAC/dental-professionals/products/category/preventive/clinpro-tooth-creme/](http://solutions.3m.com/wps/portal/3M/en_LK/3M-ESPE-APAC/dental-professionals/products/category/preventive/clinpro-tooth-creme/).
- [19] Stookey GK, “Quantitative light fluorescence: a technology for early monitoring of the caries process”, Dental Clinics of North America, Vol. 49, No. 4, pp. 753-770, 2005.
- [20] Angmar-Månsson B, ten Bosch JJ, “Quantitative light-induced fluorescence (QLF): a method for assessment of incipient caries lesions”, Dento maxillo facial Radiology, Vol. 30, No. 6, pp. 298-307, 2001.
- [21] Maki Oshiro, Kanako Yamaguchi, Toshiki Takamizawa, Hirohiko Inage “Effect of CPP- ACP paste on tooth mineralization :an FE-SEM study”, Journal of Oral Science. Vol. 49, No. 2, pp. 115-120, 2007.
- [22] Kanako Yamaguchi, masashi Miyazaki, Toshiki Takamizawa, Hirohiko Inage, B. Keith Moore “Effect of CPP-ACP paste on mechanical properties of bovine enamels determined by an ultrasonic device”, Journal of Dentistry, Vol. 34, pp. 230-236, 2006.
- [23] Shen P, Cai F, Nowicki A, Vincent J, Reynolds EC, “Remineralization of enamel subsurface lesions by sugar-free chewing gum containing casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate”, Journal of Dental Research, Vol. 80, No. 12, pp. 2066-2070, 2001.
- [24] Iijima Y, Cai F, Shen P, Walker G, Reynolds C, Reynolds EC, “Acid resistance of enamel subsurface lesions remineralized by a sugar-free chewing gum containing casein phosphopeptide- amorphous calcium

phosphate”, *Caries Research*, Vol. 38, pp. 551-556, 2004.

- [25] Cai F, Shen P, Morgan MV, Reynolds EC, “Remineralization of enamel subsurface lesions in situ by sugar-free lozenges containing casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate”, *Australian Dental Journal*, Vol. 48, pp. 240-243, 2003.
- [26] Somkamol Vanichvatana, Prim Auychai, “Efficacy of two calcium phosphate pastes on the remineralization of artificial caries: a randomized controlled double-blind in situ”, *International Journal of Oral Science*, Vol. 5, pp. 224 - 228, 2013.
- [27] Hee-Eun Kim, “Quantitative Light-Induced Fluorescence: A Potential Tool for Dental Hygiene Process”, *Journal of Dental Hygiene Science*, Vol. 13, No. 2, pp. 115-124, 2013.
- [28] Ando M, van der Veen MH, Schemehorn BR, Stookey GK, “Comparative study to quantify demineralized enamel in deciduous and permanent teeth using laser- and light-induced fluorescence techniques”, *Caries Research*, Vol. 35, pp. 464-470, 2001.
- [29] Gmür R, Giertsen E, van der Veen MH, de Josselin de Jong E, ten Cate JM, Guggenheim B, “In vitro quantitative light-induced fluorescence to measure changes in enamel mineralization”, *Clinical Oral Investigations*, Vol. 10, pp. 187-195, 2006.

이 수 영(Su-Young Lee)

[정회원]



- 2005년 8월 : 단국대학교 구강보건학과 (보건학석사)
  - 2009년 8월 : 연세대학교 응용생명과학과 (치의학박사)
  - 2008년 3월 ~ 2009년 8월 : 영동대학교 치위생학과 전임강사
  - 2009년 9월 ~ 현재 : 남서울대학교 치위생학과 조교수
- <관심분야> : 임상치위생, 예방치학

#### 저자소개

강 용 주(Yong-Ju Kang)

[정회원]



- 2002년 8월 : 경상대학교 교육학과 (교육학석사)
- 2008년 2월 : 경상대학교 교육학과 (교육학박사)
- 2003년 09월 ~ 현재 : 진주보건대학교 치위생과 조교수

<관심분야> : 임상치위생, 치위생관리