

어린이 불소치약에 따른 유치의 미세경도에 대한 효과

Effect of Microhardness on Primary Teeth following Fluoride Toothpaste for Children

정미애*, 남설희**, 김혜영***

강원대학교 치위생학과*, 부산대학교 치의학전문대학원 구강해부학교실**,
경북대학교 치의학전문대학원 생체재료연구소***

Mi-Ae Jeong(teeth2080@kangwon.ac.kr)*, Seoul-Hee Nam(miss4228@hanmail.net)**,
Hye-Young Kim(khy0606@daum.net)***

요약

본 연구에서는 0.243% 불화나트륨 함유된 어린이 불소치약을 적용하여 유치의 재광화 효과를 알아보기 위하여 유치의 법랑질 표면경도 측정과 치아의 무기질 성분인 Ca, P의 성분분석을 시행하여 분석한 결과, 0.243% 불화나트륨이 함유된 어린이 불소치약의 사용은 유치의 법랑질의 경도를 증가시켜 치질의 강도를 높이고, 치아의 주요성분인 Ca, P의 수치가 증가 됨을 확인하였다. 따라서 영유아 구강건강 관리를 위하여 불화나트륨이 함유된 어린이 불소치약으로 칫솔질을 하게 되면 유치의 효과적인 재광화가 이루어지는 것으로 사료되며, 유치의 표면의 미세경도와 무기질 성분분석을 통하여 치질의 재광화 촉진에 영향을 미치는 것으로 판단된다.

■ 중심어 : | 불소 | 경도 | 불소치약 | 재광화 |

Abstract

This study was to determine the efficacy in the remineralization on primary teeth following the application of toothpaste with and without sodium fluoride. All tooth were checked using microhardness tester and the calcium (Ca) and phosphorous (P) concentration by electron probe microanalyzer (EPMA) analysis for the 4 weeks. The collected data was analysed using the statistical software program SPSS, 20.0. The applied enamel of primary teeth with 0.243% fluoridated toothpaste resulted in significant differences in the microhardness values ($p>0.05$). The Ca and P concentrations of applied primary teeth with fluoridated toothpaste were also significant difference in norm wt% ($p>0.05$). As a results, a increasing the surface microhardness of the primary teeth and providing a remineralizing effect by increased Ca and P concentrations.

■ keyword : | Sodium fluoride | Microhardness | Fluoridated toothpaste | remineralization

I. 서 론

유치는 생후 6~7개월부터 맹출이 시작되어 만 6 세에서 만 12세에 이르기까지 계승영구치가 맹출하기 위

한 자리를 유지하고 정상적인 악골 발육을 돕는 기능을 하고 있다[1]. 유치가 건강해야 계승치도 건강하게 발달 될 수 있기 때문에 유치는 맹출하는 시기부터 철저한 구강관리를 하여야 할 필요성이 있다. 유치는 맹출 후

1년간 무기질 침착이 일어나며 이 시기에 적절한 형태의 불소를 이용되면 산성 환경에 대한 최대의 보호작용을 얻을 수 있다고 보고된 바 있다[2].

유치우식증을 예방하기 위해서는 불소도포법이 효과적이라는 견해가 지배적이다. 불소를 적용함에 따라 법랑질 결정구조에 결합되어 더욱 단단한 구조를 만들어 법랑질 표면의 치밀도와 경도가 증가되며[3], 치질 내산성 증가를 통해서 치아우식증, 법랑질의 재광화 촉진, 법랑질의 탈회 및 치아우식증의 예방효과를 나타내는 것으로 알려져 현재 불소가 함유된 여러 형태의 도포법이 널리 이용되고 있다[4].

순습게 도포할 수 있는 방법을 모색하게 되면서 여러 형태 중 가정에서 가장 효과적이고 쉽게 사용할 수 있는 재광화 재료는 불소가 함유되어 있는 어린이 불소치약이다. 어린이 불소치약의 사용은 치면세균막 관리를 할 수 있으므로 실용성이 높을 뿐만 아니라, 이 닦는 습관을 기를 수 있다[5]. 몇몇 선행연구에 의하면 영유아에서 치약을 통한 불소섭취비율이 높다는 보고들로 인해 불소함유치약에 의한 불소 과잉섭취량에 대한 주의가 요구되고 있다[6-8]. 그러나, 분명한 것은 재광화를 촉진하는 주된 물질은 불소이며, 이러한 불소의 다양한 형태의 접근으로 인하여 법랑질을 재광화하는 개념의 예방적인 접근이 더욱 중요해졌다[9]. 또한, 산에 의하여 이미 탈회된 법랑질에도 불소의 적용함에 따라 재광화 효과가 있음을 많은 연구에서 밝혀져 있다[10-12]. 이러한 이유로 최근에는 불소가 함유되어 있는 어린이 불소 치약의 사용으로 인한 치아우식증 예방효과가 증가하고 있는 추세이다. 여러 종류의 불소에 따른 효과를 비교한 연구의 결과, 불화나트륨 (NaF)이 함유된 치약이 더 효과적인 예방을 한다고 보고된 바 있다[13]. 그러므로 유치에 불화나트륨이 함유된 어린이 불소치약은 치아우식증 예방효과 뿐만 아니라 유치의 법랑질 재광화를 이끌 것이다.

이에 본 연구는 유치의 법랑질 표면에 0.243% 불화나트륨 함유된 어린이 불소치약 4주 적용 후 유치의 표면의 미세경도와 무기질 성분분석을 통하여 치질의 재광화 촉진에 미치는 효과를 분석하여 어린이 구강보건향상에 기여하고자 한다.

II. 연구대상 및 방법

1. 연구재료

1.1 시편준비 및 제작

건강한 사람의 유치를 경조직절단기(Minitom, Struers, Copenhagen, Denmark)를 사용하여 치근부를 절단한 다음, 아크릴 블록에 매몰하여 3×3×2 mm의 법랑질 시편을 제작하였다. 법랑질 시편은 1800 grit까지 연마하여 동일한 표면으로 다듬었다. 총 60개의 법랑질 시편은 20개씩 3그룹으로 나누었다.

1.2 연구설계

본 연구는 유치에 불소침착으로 인한 재광화 정도를 평가하기 위하여 3 그룹 (n=20)으로 나누어 처치되었으며, 실험에 사용된 재료의 성분은 [Table 1]과 같다.

Table 1. Commercially available toothpaste products used in this study

Material	Composition	Manufacturer
Colgate Children's 2 in 1 Toothpaste and Mouthwash	Sodium Fluoride 0.243% Sorbitol, Water, Glycerin, Hydrated Silica, PEG 12, Sodium lauryl sulfate, Tetrasodium pyrophosphate, Cocamidopropyl betaine, Sodium saccharin, Aroma, Xanthan gum, Red 40	Colgate, USA
My First Colgate™	Propylene glycol, Glycerin, Hydrated silica, Sorbitol, Water, Poloxamer 407, Cellulose gum, Sucralose, Citric acid, Flavor	Colgate, USA

그룹 1은 대조군으로 아무처리를 하지 않은 유치를 인공타액에 보관하였다.

그룹 2는 불화물이 함유되지 않은 어린이 치약으로 유치의 법랑질 표면에 매일 아침, 점심, 저녁 3분씩 3회 적용하였으며, 처리 후 멸균증류수로 세척하여 실제 구강 내 환경과 유사한 조건을 재현하기 위하여 인공타액에 담구어 보관되었다.

그룹 3은 0.243% 불화나트륨이 함유된 어린이 불소치약을 그룹 2와 동일하게 처리한 다음 멸균증류수로 세척하여 인공타액에 담구어 보관되었다.

모든 그룹의 인공타액은 하루에 3번 교체하였으며, 4주 동안 반복 적용하였다. 1주 간격으로 유치의 법랑질의 재광화 정도를 측정하기 위하여 경도측정과 주요 성분분석을 평가하였다.

1.3 경도측정

각 그룹의 유치의 법랑질 시편은 Vickers Hardness Number(VHN)를 이용하여 100g의 하중을 10초간 부여하여 측정하였다. 각 유치의 법랑질 표면의 측정은 4회 반복한 후 평균 수치를 산출하였다. 미세경도를 측정은 1주 간격으로 4주간 측정하였다.

1.4 성분분석

유치의 법랑질 표면의 재광화에 따른 치아의 주요 성분 (Ca, P)에 대한 정량적인 분석을 위하여 전자현미분석기 electron probe micro analyzer (EPMA; SX100, CAMECA, Corbevoie, France)를 이용하여 치아의 성분 분포를 측정하였다. 각 측정은 시편 당 4 point로 측정하여 평균치를 norm weight % 으로 산출하였다.

2. 통계분석

SPSS 20.0 (Version 20, SPSS, Chicago, IL, USA) 통계 프로그램을 통하여 분석되었다. 미세경도의 차이와 성분분석의 변화에 대한 유의성에 검증을 위하여 유의수준 $\alpha=0.05$ 에서 일원분산분석법 (one-way ANOVA)을 시행하였고, 사후검증으로 Tukey's test를 시행하였다.

III. 결과

1. 법랑질의 미세경도

아무처리하지 않은 대조군, 불소가 함유되지 않은 어린이 치약과 불소가 함유된 어린이 치약으로 유치의 법랑질에 1주 간격으로 4주 동안 적용한 표면경도의 변화는 [Figure 1] 와 같으며, 각 평균수치와 표준편차는 [Table 1]에서 보여준다. 불화나트륨이 함유된 어린이 치약을 1-2주 처리하였을 때 불소가 함유되지 않은 어

린이 치약을 적용한 표면과의 유의한 차이는 없었으나 ($p>0.05$), 어린이 불소치약을 적용한 3주 후에는 유의한 차이를 보였다. ($p<0.05$). 0.243% 불화나트륨이 함유된 어린이 치약을 처리시 표면경도의 증가를 보이며 이러한 결과는 불화나트륨의 함유된 어린이 치약의 사용은 유치의 표면 재광화 효과를 가진다는 것을 보여준다.

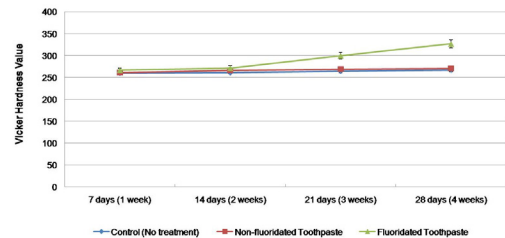


Figure 1. The changes of surface microhardness(VHN) during 4-weeks treatment

Table 2. The mean $\Delta E \pm SD$ of surface microhardness values

Treatment period	N	Mean \pm S.D			p-values
		Control (No treatment)	Non-fluoridated Toothpaste	Fluoridated Toothpaste	
7 days(1 week)	10	259.55 \pm 2.20 ^a	260.98 \pm 3.42 ^a	266.88 \pm 3.91 ^a	0.216
14 days(2 weeks)	10	260.58 \pm 2.09 ^a	266.02 \pm 4.33 ^a	271.50 \pm 5.87 ^a	0.157
21 days(3 weeks)	10	264.02 \pm 3.39 ^a	268.84 \pm 3.22 ^a	299.55 \pm 7.43 ^b	0.000*
28 days(4 weeks)	10	266.60 \pm 3.87 ^a	270.50 \pm 5.76 ^a	326.77 \pm 8.97 ^b	0.000*

*p-values are determined by one-way ANOVA ($p<0.05$).

2. Ca, P 변화

유치의 표면 재광화와 관련한 Ca, P의 정량적인 분석을 시행한 결과는 [Figure 3][Figure 4]와 같다. 불소가 함유된 치약으로 유치에 적용한 결과 3주 후부터 Ca, P 성분의 수치가 유의한 차이를 보였으며, 각 수치와 통계적 수치는 [Table 3]에서 확인된다($p<0.05$). 이러한 결과는 Ca, P의 높은 수치로 인하여 치질의 재광화 효과가 있음을 시사한다.

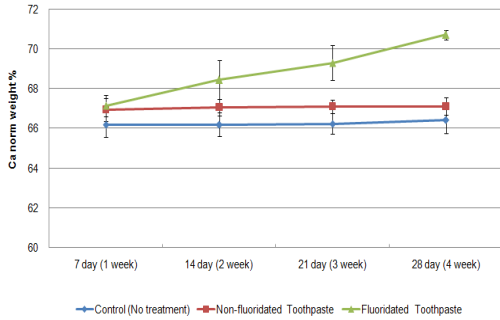


Figure 2. The calcium (Ca) content on enamel surfaces using EPMA.

Table 3. The mean $\Delta E \pm SD$ in the norm wt% of Ca

Treatment period	N	Mean \pm S.D			p-values
		Control (No treatment)	Non-fluoridated Toothpaste	Fluoridated Toothpaste	
7 days(1 week)	10	66.20 \pm 0.65 ^a	66.94 \pm 0.57 ^b	67.14 \pm 0.53 ^b	0.071
14 days(2 weeks)	10	66.21 \pm 0.59 ^a	67.07 \pm 0.41 ^b	68.44 \pm 0.97 ^b	0.116
21 days(3 weeks)	10	66.24 \pm 0.52 ^a	67.10 \pm 0.36 ^b	69.31 \pm 0.87 ^b	0.006*
28 days(4 weeks)	10	66.43 \pm 0.66 ^a	67.12 \pm 0.43 ^b	70.71 \pm 0.25 ^b	0.000*

*p-values are determined by one-way ANOVA (p<0.05).

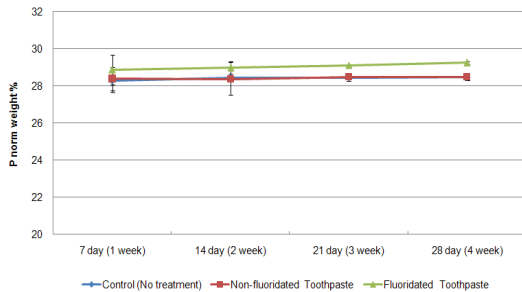


Figure 3. The P content on enamel surfaces using EPMA.

Table 4. The mean $\Delta E \pm SD$ in the norm wt% of P

Treatment period	N	Mean \pm S.D			D-values
		Control (No treatment)	Non-fluoridated Toothpaste	Fluoridated Toothpaste	
7 days(1 week)	10	28.28 \pm 0.59 ^a	28.39 \pm 0.63 ^a	28.87 \pm 0.80 ^b	0.855
14 days(2 weeks)	10	28.42 \pm 0.91 ^a	28.38 \pm 0.16 ^a	28.98 \pm 0.31 ^a	0.712
21 days(3 weeks)	10	28.44 \pm 0.18 ^a	28.48 \pm 0.15 ^a	29.10 \pm 0.04 ^b	0.005*
28 days(4 weeks)	10	28.47 \pm 0.18 ^a	28.48 \pm 0.17 ^a	29.24 \pm 0.07 ^b	0.003*

*p-values are determined by one-way ANOVA (p<0.05).

IV. 총괄 및 고찰

영유아기는 신체적, 정신적, 사회적 발달 등 가장 현저하게 변화하는 시기로서 균형 잡힌 영양공급을 위해서 구강건강관리가 매우 중요하다. 따라서, 오늘날 어린이들의 치아는 효과적인 방법으로 관리되어야 할 것이다.

유치 법랑질의 미세구조는 영구치와 차이가 있으며, 이는 탈회와 재광화 과정에서도 분명한 차이를 보인다. 유치의 법랑질은 산에 의한 침식공격이 매우 짧은 시간에 이루어지며 타액에 의한 재광화는 매우 천천히 일어나므로, 반복적인 노출 시에는 충분한 재광화가 일어나지 않으면 법랑질 손상이 발생한다[14]. 법랑질의 탈회 예방 및 재광화 촉진을 위하여 다양한 방법으로 불화물을 함유하여 사용된다. 많은 연구에서 치아우식증 예방을 위한 불화물의 적용에 따른 보고가 있으며, 이는 산에 대한 용해도를 감소시키며, 미세경도를 증가시키고 탈회된 법랑질에 적용할 경우 법랑질의 재광화를 촉진하여 항우식효과와 항부식효과를 나타낸다[15]. 다양한 활용법 중 치약에 함유된 불화물은 누구나 효과적으로 시행 가능함으로 널리 사용되고 있으며, 현재 많은 종류가 시판 되어지고 있을 뿐만 아니라 세계적으로 꾸준한 효과들이 보고 되고 있다[16]. 그러므로, 본 연구에서는 유치의 표면의 재광화를 확인하기 위하여 유치에 불소가 함유된 치약으로 4주간 적용하여 표면경도와 치아의 무기성분의 측정을 통하여 법랑질 표면의 재광화 효과를 평가하였다.

유치의 법랑질 표면 재광화를 위하여 0.243% 불화나트륨이 함유된 어린이치약으로 4주간의 적용 결과, 유치의 표면미세경도는 불화나트륨이 함유되지 않은 치약의 미세경도와 비교 시 3주 후부터 유의한 차이를 보였다(p<0.05). 또한, 무기성분의 분석 결과는 불화나트륨이 함유된 불소치약 적용 시 Ca, P의 수치가 3주 후부터 증가함을 확인하였다. 이는 표면경도가 증가할수록 높은 재광화 효과를 의미하며, 유치 법랑질 표면에 칼슘과 인산 무기질 층이 생겨서 치질을 강화시켜 준다고 볼 수 있다. Kim 등은 저농도의 불소양치용액과 불소치약을 함께 적용함에 따라 법랑질 표면의 재광화 효

과가 있음을 증명하였고[17], von der Fehr도 불소가 함유된 치약을 사용한 경우 재광화가 증가 한다고 보고한 바 있다[18]. 또한, 불소함유치약의 사용은 약 15~30% 우식예방효과가 있는 것으로 보고되었다[19]. 치아의 무기질인 칼슘과 인산은 재광화에 중요한 역할을 담당한다고 보고된 바 있으며[20][21], 이러한 선행연구는 본 연구의 결과와도 일치한다.

본 연구에서 불소가 함유된 치약을 유치에 적용 시, Ca, P의 수치가 증가함은 보여주었으며, 이는 유치의 법랑질 재광화 상태를 의미하며 표면경도의 증가에 영향을 미쳤을 것을 뒷받침 해준다. 따라서, 유치에 0.243% 불화나트륨이 함유된 치약을 사용하면 불소가 포함되지 않은 치약에 비하여 재광화를 촉진한다는 결과를 얻을 수 있다. 그러므로, 본 연구를 바탕으로 영유아의 구강위생관리를 위하여 칫솔질 시 불소함유치약의 사용을 권장하여 어린이 구강보건향상에 기여하고자 한다.

V. 결론

본 연구에서는 0.243% 불화나트륨 함유된 어린이 불소치약을 적용하여 유치의 재광화 효과를 알아보기 위하여 유치의 법랑질 표면경도 측정과 치아의 무기질 성분인 Ca, P의 성분분석을 시행하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 유치의 법랑질을 1주 간격으로 4주간 측정된 결과, 0.243% 불화나트륨이 함유된 어린이 불소치약을 1-2주 처리하였을 때 그룹간의 유의한 차이는 없었으나 ($p>0.05$), 3주 후부터 뚜렷한 유의한 차이를 보였다. 어린이 불소치약을 적용한 유치의 법랑질에서 3주 후부터 표면경도의 증가를 보였으며, 이는 불화나트륨이 함유되지 않은 법랑질과 비교하여 높은 치질의 강도가 나타남을 보여준다.

2. 치아의 무기질 성분인 Ca, P의 성분 분석한 결과, 0.243% 불화나트륨이 함유된 어린이 불소치약을 적용한 유치의 법랑질 시편에서 3주 후부터 유의한 차이가 나타났다($p<0.05$). 불화나트륨이 함유된 어린이 불소치

약의 적용에 따라 Ca, P의 주요 무기성분의 증가된 높은 수치가 나타났으므로 두드러진 치질의 재광화 효과가 있음을 보여준다.

이상의 결과를 통하여, 0.243% 불화나트륨이 함유된 어린이 불소치약의 사용은 유치의 법랑질의 경도를 증가시켜 치질의 강도를 높이고, 치아의 주요성분인 Ca, P의 수치가 증가 됨을 확인하였다. 본 연구의 결과를 바탕으로 영유아 구강건강 관리를 위하여 불화나트륨이 함유된 어린이 불소치약으로 칫솔질을 통하여 유치의 효과적인 재광화가 이루어지는 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

- [1] M. J. Kim, S. S. Kim, and S. S. Kim, *Dental Morphology*, Seoul:Shinkwangpub, pp.1-199, 2001.
- [2] T. M. Marthaler, "The value in caries prevention of other methods of increasing fluoride ingestion, apart from fluoridated water," *Int Dent J*, Vol.17, No.3, pp.606-618, 1967.
- [3] J. W. Kim, J. A. Lee, and K. Y. Lee, "Enamel strengthening effect of the dental fluoride compound," *J Korean Soc Dent Hyg*, Vol.10, No.4, pp.757-764, 2010.
- [4] S. G. Ciancio, "Agents for the management of plaque and gingivitis," *J Dent Res*, Vol.71, No.7, pp.1450-1454, 1992.
- [5] R. D. Holt and J. J. Murray, "Developments in fluoride toothpaste: an overview," *Community Dent Health*, Vol.14, No.1, pp.4-10, 1997.
- [6] J. A. Hargreaves, G. S. Ingram, and B. J. Wagg, "A gravimetric study of the ingestion of toothpaste by children," *Caries Res*, Vol.6, No.3, pp.237-243, 1972.
- [7] E. D. Beltran and S. M. Szpunar, "Fluoride in toothpastes for children: Suggestions for change," *Pediatr Dent*, Vol.10, No.3, pp.185-188,

- 1988.
- [8] E. M. Bentley, R. P. Ellwood, and R. M. Davies, "Fluoride ingestion from toothpaste by young children," *Br Dent J*, Vol.186, No.9, pp.460-462, 1999.
- [9] Y. Lijima, O. Takagi, and J. Ruben, "In vitro remineralization of in vivo and in vitro formed enamel lesions," *Caries Res*, Vol.33, pp.206-213, 1999.
- [10] R. S. Levine, "Remineralization of human carious dentine in vitro," *Arch Oral Biol*, Vol.17, No.6, pp.1005-1008, 1972.
- [11] T. Koulourides and B. Cameron, "Enamel remineralization as a factor in the pathogenesis of dental caries," *J Oral Pathol*, Vol.9, No.5, pp.255-269, 1980.
- [12] J. Hicks, F. Garcia-Godoy, and C. Flaitz, "Biological factors in dental caries enamel structure and the caries process in the dynamic process of demineralization and remineralization (part 2)," *J Clin Pediatr Dent*, Vol.28, pp.119-124, 2004.
- [13] M. F. Johnson, "Comparative efficacy of NaF and SMFP dentifrices in caries prevention: a meta-analytic overview," *Caries Res*, Vol.27, pp.328-336, 1993.
- [14] M. Eisenburger, M. Addy, J. A. Hughes, and R. P. Shellis, "Effect of time on the remineralization of enamel by synthetic saliva after citric acid erosion," *Caries Res*, Vol.35, pp.2011-2215, 2001.
- [15] J. B. Ammari, Z. H. Baqain, and P. F. Ashley, "Effects of programs for prevention of early childhood caries," *A systematic review*, *Med Princ Pract* 2007, Vol.16, No.6, pp.437-42, H. Yamazaki, H. C. Margolis, "Enhanced enamel remineralization under acidic conditions in vitro," *J Dent Res*, Vol.87, No.6, pp.569-574, 2008.
- [16] World Health Organization, *Fluorides and oral health*, Technical Report Series No.846, Geneva: WHO, 1994.
- [17] H. Y. Kim, S. H. Nam, and M. H. Jeong, "Influence of Microhardness and Mineral Content on Fluoride Materials Containing Low Concentration with Sodium Fluoride," *Journal of the Korea Contents Association*, Vol.13, No.4, pp.312-319, 2013.
- [18] F. R. von der Fehr, "A study of carious lesions produced in vivo in unabrased, abraded, exposed, and F-treated human enamel surfaces, with emphasis on the x-ray dense outer layer," *Arch Oral Biol*, Vol.12, No.7, pp.797-814, 1967.
- [19] T. M. Marthaler, "The value in caries prevention of other methods of increasing fluoride ingestion," apart from fluoridated water, *Int Dent J*, Vol.17, No.3, pp.606-618, 1967.
- [20] S. Takagi, H. Liao, L. C. Chow, "Effect of a low-fluoride-content, two-component rinse on fluoride uptake and on de- and remineralization of enamel lesions: an in vitro study," *Caries Res*, Vol.35, pp.223-228, 2001.

저 자 소 개

정 미 애(Mi-Ae Jeong)

중신회원



- 2008년 2월 : 한양대학교 보건학과 박사졸업
- 1998년 3월 ~ 2009년 : 동우대학교 부교수 역임
- 2010년 3월 ~ 현재 : 강원대학교 치위생학과 교수

<관심분야> : 구강보건교육연구, 공중구강보건학, 치과임상학 등

남 설 희(Seoul-Hee Nam)

정회원



- 2011년 2월 : 부산대학교 치의학 석사졸업
- 2013년 2월 : 부산대학교 치의학 박사수료

<관심분야> : 구강해부학 및 조직학, 세포생물학

김 혜 영(Hye-Young Kim)

정회원



- 2006년 2월. : 전남대학교, 치과 대학(치의학박사)
- 2002년 3월 ~ 2009년 2월 : 마산 대학 치위생과 교수 역임
- 2009년 3월 ~ 2012년 : 동의대학교 치위생학과 교수 역임

- 2013년 현재 : 경북대학교 연구원

<관심분야> : 구강보건예방분야, 두경부해부학, 조직 발생