

세륨옥사이드나노입자(CNP)첨가가 치면열구전색재 기계적 성질에 미치는 영향

Effects of Cerium Oxide Nano Particles(CNP) Containing on The Mechanical of Pit and Fissure Sealant

정미애*, 김동애**

강원대학교 치위생학과*, 여주대학교 치위생학과**

Mi-Ae Jeong(teeth2080@kangwon.ac.kr)*, Dong-Ae Kim(nicekda@yit.ac.kr)**

요약

본 연구는 세륨옥사이드나노입자(CNP)를 함유한 치면열구전색재를 제조하고 기계적 특성을 평가하고자 하였다. CNP를 상업용 Concise™ 치면열구전색재에 0-4.0 wt% 혼합하고 비커스경도(2 x 10 mm)와 굽힘강도(2 x 2 x 25 mm) 시편을 제작 후 37°C 수중에서 1, 7, 14일 보관하였다. 재료시험기(Instron, 3344)로 분당 1 mm/min 속도로 평가하였다. 결과는 일원배치 분산분석과 Duncan사후검정으로 실시하였다 ($p < 0.05$). 실험결과 굽힘강도와 탄성계수는 다소 차이를 보이지만 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았으며 비커스경도는 CNP첨가한 실험군에서 통계적 유의한 차이가 나타났다($p < 0.05$). 위의 결과는 CNP를 첨가한 치면열구전색재의 기계적 성질 향상을 위한 잠재성이 있음을 입증한 것이라 사료된다. 향후 CNP의 첨가양에 따른 효율성과 폭 넓은 임상 연구가 필요할 것으로 사료된다.

■ 중심어 : | 기계적 성질 | 굽힘강도 | 비커스경도 | 세륨 나노입자 | 치면열구전색재 |

Abstract

The aim of this study was to investigate the mechanical properties of pit and fissure sealant containing cerium oxide nano particles(CNP). Used to mix with pit and fissure sealant (Concise™, USA). CNP was added into liquid (0- 4.0 wt%) of pit and fissure sealant. The specimens for the vickers hardness (VHN; 10 x 2 mm), Three-point flexure (FS; 2 x 2 x 25 mm) with flexure modulus (FM) were obtained from cements at 1, 7, and 14 days after storing in (37±1)°C distilled water. All mechanical strength tests were conducted using machine (Instron 3344) with a cross-head speed of 1 mm/min. Data were statistically analyzed by one-way ANOVA and Duncan posthoc test($p < 0.05$). Mechanical properties of conventional pit and fissure sealant could be enhanced by addition of CNP. Three-point flexure and modulus of pit and fissure sealant containing CNP were showed a slightly higher value not significantly with the group($p > 0.05$). The vickers hardness values were increase significantly with incubation time($p < 0.05$). Results indicated that CNP can be used considered as potential reinforcing agent for increasing mechanical properties for conventional pit and fissure sealant. Therefore, it was suggest that the additional effects of CNP and research on a wide range of substances.

■ keyword : | Mechanical Properties | Flexural Strength | Vickers Hardness | Cerium Nano Particles | Pit and Fissure Sealant |

* 이 논문은 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 것임 (NRF-2018R1C1B5043265)

접수일자 : 2020년 04월 01일

수정일자 : 2020년 04월 17일

심사완료일 : 2020년 04월 20일

교신저자 : 김동애, e-mail : nicekda@yit.ac.kr

I. 서론

치아우식증은 구강에서 발생하는 양대 구강병 질환의 하나이며 발생부위별로 살펴보면 교합면에서 치아 형태학적 특징인 깊고 좁은 소와와 열구가 존재하고 있어 구강내의 미생물이나 음식물 잔사 저류로 우식발생 가능성이 매우 높은 부위이다[1]. 치면열구전색재는 치질을 삭제하지 않고 교합면에 존재하는 깊고 좁은 소와와 열구내로 침투하는 미생물과 탄수화물의 공급을 차단함으로써 우식 예방에 효과적인 방법으로 보고되고 있다[2][3]. 하지만 구강내에 발생하는 교합압과 조작 시술 시 타액에 의한 오염 등으로 인해 조기탈락 현상 뿐만 아니라 재료자체의 강도 감소로 이차치아우식증 및 미세변연누출을 유발하는 단점도 발생되고 있는 실정이다[4]. 이러한 치면열구전색재 재료의 낮은 물리적 성질을 개선하기 위해 단량체에 충전제 입자를 첨가하는 많은 선행연구가 이루어지고 있다. 박 등은[5] 단량체 Bis-GMA에 filler양의 첨가량에 따라 마모저항성과 간접인장강도 등 물리적 성질이 개선되었음을 입증하였으며 김 등[6]은 생체적합성이 우수한 생체활성유리(Bioactive glass nano particles; BGn)를 첨가하여 물성에 효과가 있음을 보고하였다. 이[7]는 하이드록시아파타이트(Hydroxyapatite: HA) 필러(filler)를 첨가하여 HA함량의 증가함에 따라 무기질의 재광화 효과로 인한 결합강도가 증가하였다고 하였다. 그러나 이러한 필러의 첨가량은 입자의 크기로 흐름성이 저하되고 열구내로의 침투력이 상대적으로 감소되는 현상을 보이고 있다[8].

최근 많은 연구가 선행되어지고 있는 세륨옥사이드나노입자(Cerium oxide nano particles ; CNP)는 특유의 산소친화성을 이용하여 산업분야인 금속 재료, 세라믹 분야를 비롯하여 화장품재료, 연료전지, 연마제 등 다양한 분야에 촉매제로 널리 사용되고 있는 물질이다[9-12]. 특히 세륨옥사이드 나노입자는 높은값의 표면적을 형성하여 벌크 분말과 비교하여 우수한 산화/환원 작용으로 인해 표면결정에 영향을 미치는 매우 효과적인 물질이다[12].

이에 본 연구는 CNP의 특징을 활용하여 치면열구전색재에 첨가하여 표면 물성 개선을 통해 CNP함량에

다른 비커스경도와 굽힘강도 및 탄성계수 기계적 평가를 시행하여 기계적 성질을 강화한 새로운 치면열구전색재의 가능성을 제시하고자 한다.

II. 연구재료 및 방법

1. 연구재료

1.1 세륨옥사이드나노입자(Cerium oxide nano particle;CNP)/복합 치면열구전색재 제조

본 연구에 사용된 치면열구전색재는 상업용 불소 미방출 제품인 Concise™(3M ESPE, USA, Lot number N758202)에 세륨옥사이드나노입자(Sigma, st. Louis, MO, USA, Lot number MKCD7986, < 25 nm particles)를 무게비(wt%)로 계산하여 0, 0.5, 1.0, 2.0, 4.0 %를 혼합한 후 초음파기를 이용하여 균일하게 분산하였다.

2. 연구방법

2.1 시편제작

본 실험에 사용된 시편제작은 슬라이드 글라스 위에 폴리에스테르 필름을 대고 LED 광조사기(Curing light. VALO™, ultradent co., USA)를 이용하여 앞. 뒷면 각각 40초씩 광중합 하였다. 중합된 시편은 37℃ 100% 상대습도 항온수조에 1시간 보관 한 다음 각각 실험 몰드에서 시편을 제거하였다. 제거 된 시편은 미중합층 제거를 위해 SiC #400, #800, #1200 grit로 충분히 연마 후 세척하였다. 연마 처리한 시편은 ISO규격 9917에 따라 37℃ 증류수에 1일, 7일, 14일 보관하였다.

2.2 굽힘강도와 탄성계수

굽힘강도와 탄성계수의 시편은 ISO규격 4049에 따라 폭 2 mm, 높이 2 mm, 길이 25 mm의 금속몰드를 이용하여 제작하였다. 제작 후 시편은 재료시험기(Instron 3344, Norwood, MA, USA)를 이용하여 분당 1 mm/min의 속도로 실험군당 5개씩 측정하였으며 다음공식에 의하여 산출하였다.

$$6 = 3PL/2bd^2$$

여기서 P ; 파절하중, L ; 상부 하중점간의 거리, b ; 시편의 폭, d ; 시편의 두께

2.3 비커스 경도

비커스 경도(HM-221, Mitutoyo, Japan)기를 이용하여 하중 200 gf에서 유지시간 20초 적용하고 대면각이 136° 정사각형뿔 다이아몬드를 이용하여 측정하였다. 측정된 대각선은 경도기에 장착된 현미경을 이용하여 x50배율로 관찰하였다. 시편 표면위에 형성된 압흔의 대각선 평균 길이(Dm, μm)로 측정하였다. 이때 인접 압흔의 대각선 길이 보다 2.5 d 사이를 두고 측정하며 실험군별 5개의 시편을 시편당 3회 측정하여 평균값을 다음 공식에 의하여 산출하였다.

비커스경도(HV)는 F/A 값으로 결정된다. 압흔의 표면적 A는 다음식에 의해 결정된다(ASTM E384-10, 2010).

$$A = d^2/2\sin(136^\circ/2) \approx d^2/1.8544$$

여기서 d ; 두 대각선의 길이 mm, F는; 하중 (kgf)

$$HV = F/A \approx 1.8544F/d^2$$

3. 자료분석방법

통계분석은 PASW Statistics 20 (SPSS, Chicago, IL, USA)을 이용하였으며 재료와 침전시간의 경과에 따른 강도 평균비교는 일원배치 분산분석 one-way ANOVA 및 Duncan 다중비교 분석을 유의수준 p<0.05에서 실시하였다.

III. 결 과

1. 굽힘강도와 탄성계수

굽힘강도 및 탄성계수의 실험결과는 [Table 1]과 [Fig. 1(A-B)]에 나타내었다. CNP를 첨가하지 않는 실란트 대조군 굽힘강도의 강도값은 72.0-85.7 MPa, CNP0.5는 75.4-88.1 MPa, CNP1.0은 86.4-95.1 MPa, CNP2.0은 83-92.1 MPa, CNP4.0은 83.2-89.8 MPa로 1일과 14일에서 CNP를 첨가한 실험군에서 다소 높은 강도값을 보였으나 통계적 유의한

차이는 나타나지 않았으며 탄성계수는 CNP를 첨가하지 않는 실란트 굽힘강도의 강도값은 1.8-2.3 GPa, CNP0.5는 2.3-2.4 GPa, CNP1.0은 2.3-2.4 GPa CNP2.0은 2.1-2.4 GPa, CNP4.0은 2.2-2.6 GPa로 CNP4.0실험군에서 유의하게 높은 강도값을 보였으나 대부분의 실험군에서는 통계적 유의한 차이는 나타나지 않았다.

2. 비커스경도

비커스경도의 결과는 [Table 1]과 [Fig. 1(C)]에 나타내었다. CNP를 첨가하지 않는 실란트 대조군 비커스경도의 강도값은 12.8-13.6 kgf/mm², CNP0.5는 13.4-15.2 kgf/mm², CNP1.0은 13.4-14.2 kgf/mm², CNP2.0은 13.9-15.0 kgf/mm², CNP4.0은 14.2-17.3 kgf/mm² 각각의 값을 보였다. 모든 실험군에서 1일에 비해서 침전 시간이 경과하면서 경도값이 증가하였으며 특히 CNP4.0 실험군은 1일, 14일에 CNP를 첨가한 실험군에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다.

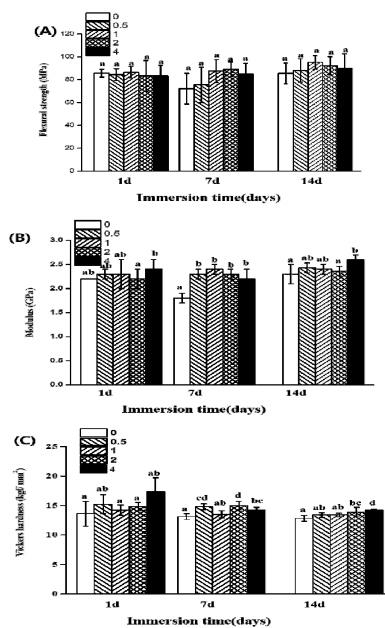


Fig. 1. Various mechanical properties of the fit and fissure sealant as a function of immersion time. (A) Flexural strength, (B) Modulus, (C) Vickers hardness

Table 1. Measured strengths of CNP addition fit and fissure sealant(entries are mean values with standard deviations in parentheses: the strength values with the same superscript letter were not significantly different) (n=5)

Code	FS(MPa)			FM(GPa)			VHN(kgf/ mm ²)		
	1D	7D	14D	1D	7D	14D	1D	7D	14D
CNP0	85.7(3.5) ^a	72.0(13.4) ^a	85.4(9.0) ^a	2.2(0.0) ^{ab}	1.8(0.1) ^a	2.3(0.2) ^a	13.6(2.1) ^a	13.1(0.5) ^a	12.8(0.5) ^a
CNP0.5	84.3(5.2) ^a	75.4(15.5) ^a	88.1(10.2) ^a	2.3(0.1) ^{ab}	2.3(0.1) ^b	2.4(0.1) ^{ab}	15.2(1.6) ^{ab}	14.8(0.5) ^{cd}	13.4(0.4) ^{ab}
CNP1.0	86.4(5.1) ^a	87.5(10.0) ^a	95.1(5.9) ^a	2.3(0.3) ^{ab}	2.4(0.1) ^b	2.4(0.1) ^{ab}	14.2(0.9) ^a	13.5(0.6) ^{ab}	13.4(0.3) ^{ab}
CNP2.0	83.0(13.6) ^a	89.0(6.5) ^a	92.1(8.0) ^a	2.1(0.2) ^a	2.3(0.1) ^b	2.4(0.1) ^a	14.8(0.7) ^a	15.0(0.7) ^d	13.9(0.8) ^{bc}
CNP4.0	83.2(9.1) ^a	85.0(9.3) ^a	89.8(12.9) ^a	2.4(0.2) ^b	2.2(0.2) ^b	2.6(0.1) ^b	17.3(2.4) ^{ab}	14.2(0.5) ^{bc}	14.2(0.2) ^d

Means with different letters are significantly different at $p < 0.05$.

IV. 고찰

치면열구전색재의 사용 시 고려하여야 할 특징은 치질에 부착되고 교합압을 비롯하여 잇솔질 등 기타 압력에 파절되지 않고 유지되어야 한다[5][14]. 이[7]는 현재 임상에서 발생하고 있는 탈락율이 1년 후 8%, 5년 동안 33%의 탈락률의 문제가 된다고 하였으며 정 등[13]은 연간 약 9-10%의 탈락률을 보고하였다.

이러한 전색재의 조건을 충족하기 위해 새로운 물질을 첨가하는 여러 가지 연구가 이루어졌으나 치아의 변색을 야기 시키는 부작용을 비롯해서 파절과 탈락의 주요 원인으로 작용하는 기계적 강도가 감소하는 문제점이 보고되고 있다[15][16]. 따라서 치면열구전색재에 물성을 향상시킬 수 있는 새로운 재료의 연구가 필요한 실정이다.

본 연구에서는 산화환원이 가능하여 안정된 산화물이며 촉매분야에 응용되는 나노입자로 표면물성의 기초연구에 활용되고 있는 세륨옥사이드 나노 입자(Cerium oxide nano particle: CNP)[12]에 혼합을 용이하게 위해 non-filler 형태의 상업용 Concise™(3M ESPE, USA) 치면열구전색재에 무게비로 (0-4.0 wt%)를 첨가한 실험군과 CNP를 첨가하지 않은 치면열구전색재를 대조군으로 굽힘강도와 탄성계수, 비커스경도를 연구하여 기계적 성질에 미치는 영향을 평가하였다.

임상에서 사용되는 재료는 상당한 양의 굽힘강도와 표면에 복잡한 압력이 작용되므로 굽힘강도를 비롯한 경도는 중요한 기계적 성질로 간주되고 있다[17]. 재료에 가해지는 복합적인 압력의 힘은 재료의 탈락을 유발하고 이로 인해 탈락된 수복재는 이차우식을 유발하는

중요한 원인이다.

본 연구에서 굽힘강도는 CNP가 첨가되지 않은 대조군에 비해 CNP를 첨가한 실험군에서 높은 값을 보이긴 하였으나 통계적 유의한 차이는 나타나지 않았다 ($p > 0.05$)[Fig. 1(A)].

탄성계수는 CNP 첨가량이 증가할수록 높은 값을 보였으며 첨가량이 높은 CNP4.0 실험군에 유의하게 높은 값을 나타내었다($p < 0.05$)[Fig. 1(B)].

비커스경도는 CNP 첨가량이 증가할수록 강도값이 높아졌으며 특히 첨가량이 높은 CNP4.0 실험군에 1일차와 14일차에서 유의하게 높은 값을 나타내었다 ($p < 0.05$)[Fig. 1(C)]. Ramezanzadeh 등[18]은 Al-CeO₂-SiO₂복합체 필름을 제조하여 평가한 연구에서 강도값이 증가하였다고 보고하였으며 원인은 단순한 교차결합에 의한 재료간의 가교결합이 아니라 화학적 교차결합 뿐만 아니라 물리적 교차결합을 형성하여 물리적 성질에 영향을 끼쳐 증가한 원인으로 보고 있다. 양 등[19]은 나노 충전재를 함유한 실험군에서 가장 높은 미세경도값을 보고하였으며 Asmussen 등[20]은 강도에 영향을 주는 요인은 충전재의 입자크기와 함량이 영향을 끼친다고 하였으며 입자의 크기는 중합에도 관여한다고 하였다. Younesse 등[21]은 세륨(CeO₂)을 첨가한 phosphate glasses 연구에서 추가적으로 첨가한 세륨이 glasses와 효과적으로 결합하여 강도가 증가하였다고 보고하였다. 이는 본 연구 실험 결과 강도가 증가와 일치하였다.

본 연구결과 CNP첨가량이 증가하면서 강도값이 증가한 원인은 CNP나노입자와 치면열구전색재 사이의 결합력 증가가 원인으로 사료된다.

이상의 연구 결과로 CNP가 치면열구전색재의 기계

적성질 개선에 효과가 있음을 입증하였다. 또한 CNP가 여러 선행 논문[21-23]에서 항균효과가 높은 것으로 평가되어 추후 항균효과와 적절한 CNP의 함량첨가에 의한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

IV. 결론

본 연구는 기존의 치면열구전색재에 세륨옥사이드나노입자(CNP)를 첨가하여 시간경과에 따른 굽힘강도, 탄성계수와 비커스경도를 통한 기계적 성질 평가에서 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. CNP 첨가량이 증가할수록 굽힘강도는 다소 강도값이 증가하는 양상을 보였으나 통계적 유의성은 나타나지 않았다($p>0.05$).
2. 탄성계수는 CNP 첨가량이 증가할수록 강도값이 증가하였으며 특히 CNP4.0 첨가한 실험군에서는 1일차와 14일차에서 통계적 유의한 차이를 보였다($p<0.05$).
3. 비커스경도는 CNP 첨가량이 증가할수록 강도값이 증가하였으며 CNP4.0 첨가한 실험군에서는 7일차와 14일차에서 통계적 유의한 차이를 보였다($p<0.05$).

본 연구는 기존의 치면열구전색재에 CNP를 첨가하여 기존의 제품이 가지고 있는 기계적 성질을 강화하여 구강내에서 발생하는 교합력에 의한 탈락을 방지함으로써 이차우식 예방을 위한 효과가 있음을 입증하였으나 실제 임상적으로 유사한 구강 환경에서의 다양한 평가와 오랜 시간 경과에 따른 효과도 연구가 필요할 것으로 여겨진다.

참고 문헌

[1] 정호길, “치면열구전색재 (pit and fissure sealants),” 대한치과의사협회지, 제26권, 제5호, pp.384-388, 1988.
 [2] W. P. Rock, “The effectiveness of fissure

sealant resins,” J Dent Educ, Vol.48, pp.27-31, 1984.
 [3] A. Ahovuo-Saloranta, A. Hiiri, A. Nordblad, H. Worthington, and M. Mäkelä, “Pit and fissure sealants for preventing dental decay in the permanent teeth of children and adolescents,” Cochrane Database Syst Rev, Vol.3, p.CD001830, 2008.
 [4] R. J. Simonsen, “Pit and fissure sealant : review of the literature,” Pediat Dent., Vol.24, No.5, pp.393-414, 2002.
 [5] 박경준, 이서영, 김경남, “Filler의 양에 따른 치면열구전색재의 물리적 성질에 관한 연구,” 대한치과기재학회지, 제18권, 제2호, pp.119-126, 1991.
 [6] 김동애, 전수경, “생체활성유리 나노입자를 첨가한 치면열구전색재의 항균효과 및 물성평가,” 한국콘텐츠학회논문지, 제18권, 제3호, pp.542-549, 2018.
 [7] 이효철, 나노하이드록시아파타이트를 첨가한 치면열구전색재의 탈회 가능성, 연세대학교 치의학대학원, 석사학위논문, 2008.
 [8] T. Tillis, D. J. Stach, and R. A. Hatch, “Occlusal discrepancies after sealant therapy,” J. Prosthet Dent., Vol.68, No.3, pp.222-228, 1992.
 [8] 옥지영, 손정훈, 배동식, “CeO2 나노 분말 합성에 미치는 용매 및 전구체의 영향,” 한국결정성장학회지, 제28권, 제3호, pp.118-122, 2018.
 [10] A. R. Hwang, J. Park, and Y. C. Kang, “Strictira: and slectprtrpsopic investigation of ceria nanofibers fabricated by electrospinning process,” Bull. Korean Chem. Soc., Vol.32, No.9, pp.3338-3342, 2011.
 [11] 장다원, High-sensitive and colorimetric detection of glucose with glucose oxidase-mimicking gold nanoparticles and cerium oxide nanoparticles, 한양대학교 대학원, 석사학위 논문, 2019.
 [12] 김용환, 세륨의 성질과 기능의 다양성, 한국과학기술정보원, ReSEAT 분석리포트, pp.1-5, 2010.
 [13] 정영복, 신승철, “치면열구 전색재료의 개발에 따른 비교경도 측정 연구,” 대한구강보건학회지, 제20권, 제2호, pp.247-257, 1996.
 [14] 김경남, “치면열구전색재의 종류와 특성,” 대한치과 의사협회지, 제27권, 제3호, pp.3231-235, 1989.

[15] Y. Kudou, K. Obara, T. Kawashima, M. Kubota, S. Abe, T. Endo, M. Komatsu, and R. Okuda, "Addition of Antibacterial Agents to MMA-TBB Dentin Bonding Systems," *Dent Mater J Mar*, Vol.19, No.1, pp.65-74, 2000.

[16] P. Thunyakitpisal, S. Jiemsirilers, D. P. Kashima, N. Tjunyakitposal, and T. Rupunt, "Depth of cure, flexural strength, microhardness, and cytotoxicity of light activated pit and fissure resin-based sealant experimental prototypes," *CU Dent J.*, Vol.39, pp.43-52, 2016.

[17] S. A. Rodrigues, J. L. Ferracane, and A. Della Bona, "Flexural strength and Weibull analysis a microhybrid and a nanofill composite evaluated by 3- and 4-point bending tests," *Dent Mater*, Vol.43, No.4, pp.26-31, 2008.

[18] B. Ramezanzadeh, M. Rostami, and S. Niroumandrad, "Enhancement of the physical/mechanical properties of an epoxy composite by addition of aluminum nanoparticles through modification with cerium oxides and functionalization by SiO₂-NH₂ thin films," *Progress in Organic Coatings*, Vol.112, pp.244-253, 2017.

[19] 양규호, 최남기, 김선미, 최지은, "치면열구전색제와 유동성 복합 레진의 미세경도 및 표면조도의 비교," *대한소아치과학회지*, 제36권, 제3호, pp.440-447, 2009.

[20] E. Asmussen, "Restorative resin : hardness and strength vs quality of remaining double bonds," *Scand J Dent Res*, Vol.90, pp.484-489, 1982.

[21] R. A. Youness, M. A. Taha, A. A. El-Kheshen, N. El-Faramawy, and M. Ibrahim, "In vitro bioactivity evaluation, antimicrobial behavior and mechanical properties of cerium-containing phosphate glasses," *Materials Research Express*, Vol.6, No.7, pp.1-13, 2019.

[22] V. Shah, S. Shah, H. Shah, F. J. Rispoli, K. T. McDonnell, S. Workeneh, K. Ajay, K. Amit, and S. Sudipta, "Antibacterial activity of polymer

coated cerium oxide nanoparticles," *PLoS One*, Vol.7, No.10, pp.e478271-13, 2012.

[23] C. C. L. dos Santos, I. A. P. Farias, A. D. J. dos Reis Albuquerque, P. M. D. F. e Silva, G. M. da Costa One, and F. C. Sampaio, "Antimicrobial activity of nano cerium oxide (IV)(CeO₂) against *Streptococcus mutans*," In *BMC proceedings*, BioMed Central.A, Vol.8, No.4, p.48, 2014.

저 자 소 개

정 미 애(Mi-Ae Jeong)

중신회원



- 1999년 8월 : 단국대학교 보건행정학과 석사
- 2008년 2월 : 한양대학교 보건학과 박사
- 2010년 3월 ~ 현재 : 강원대학교 치위생학과 교수

<관심분야> : 보건교육연구, 공중구강보건학, 임상보건학

김 동 애(Dong-Ae Kim)

중신회원



- 2005년 8월 : 단국대학교 구강보건학과 구강보건학석사
- 2015년 2월 : 단국대학교 나노바이오의과학과 치과생체재료학 치의학박사
- 2020년 3월 ~ 현재 : 여주대학교 치위생(학)과 조교수

<관심분야> : 치과생체재료학, 치위생학