

ISSN 2384-4434  
eISSN 2384-3268

# 대한치과재료학회지

Korean Journal of Dental Materials

Volume 48, Special Issue, April, 2021



## 2021년 대한치과재료학회 춘계학술대회

- ▶일시 : 2021년 4월 24일 (토) 13:00~18:30
- ▶장소 : 온라인
- ▶주최 : 대한치과재료학회
- ▶보수교육평점 : 대한치과의사협회 2점

대한치과재료학회



# 초대의 글

존경하는 대한치과재료학회 회원 여러분께

코로나 팬데믹이 계속되는 상황에서도 2021년 대한치과재료학회 춘계학술발표 대회에 비대면으로 참석해 주신 회원 여러분 모두 하시는 일과 희망하는 일들이 잘 이루어지고 건강하시기를 진심으로 기원합니다. 대한치과재료학회는 창립 50주년을 지나 지난날을 지나오면서 전임 회장님들과 회원님들의 도움으로 눈부신 발전을 거듭해 왔습니다. 특히 춘·추계 학술발표회를 통하여 학문적인 발전을 거듭해 오고 있으며 대한치과재료학회지를 발간함으로써 신기술과 신학문을 치과임상의나 치과 산업종사자들에게 소개하는 역할을 해왔다고 자부할 수 있습니다. 특히, 지난 한해는 코로나 19로 인하여 학술대회를 개최하지 못할 상황에서도 2020 추계학술대회를 비대면으로 성공적으로 개최함으로써 쉬지 않고 학회가 학술적인 발전을 도모하고 임상가들에게 정보를 제공하는데 중심적 역할을 해왔다고 또한 자부할 수 있습니다. 이는 회원님들의 도움 없이는 이루어질 수 없는 위업이었다고 생각합니다. 2021년을 맞이하여 우리 대한치과재료학회는 새로운 회장단을 구성하고 그동안 수행해 온 업무의 연장선에서 대한치과재료학회의 정체성 및 역사를 찾는 일, 학회회원을 확보하는 일, 신진 연구자, 임상의와 유관기관의 학회참여 유도하는 일, 학회의 논문을 SCIE급 이상으로 업그레이드하고 투고논문의 질을 향상시키는데 최선을 다하고 있습니다.



학술발표대회는 학회 발전의 원동력이 되며 특히 대학, 연구소, 병원, 및 산업체 등이 참석하여 정보를 공유하고 문제를 해결해 나아가는 장이 되기 때문에 이를 위하여 앞으로 각 기관별로 모두 참석 가능하도록 분야를 세분화하여 발표케 하고 학회를 글로벌화하는 일, 즉 국제학회 개최, 해외 워크샵 추진, 및 우수기업 탐방 등을 통하여 학회 수준을 업그레이드하는 일을 추진하도록 하겠습니다.

끝으로 학회는 산학연병을 연결하는 허브 역할을 할 수 있도록 학교, 연구소, 산업체, 및 병원 등과 네트워크를 구축하고 신기술 발굴 및 기술이전 추진, 임상문제 해결 등을 할 수 있도록 학회가 중심 역할을 하겠습니다.

다시 한번 우리 대한치과재료학회가 4차 의료산업을 이끌어갈 견인차로서 학문적, 기술적, 산업적, 및 임상적 역할을 하고 비상하기 위해서는 회원님들의 따뜻한 격려와 학술발표대회에 참여를 비롯하여 학회에 대한 관심과 애정이 절실히 필요하다고 생각합니다.

코로나 상황에서도 학술발표에 참여해 주신 회원님들의 적극적인 활동과 도전을 마지막으로 부탁드립니다. 회원님 여러분과 가정에 만복이 가득하시기를 진심으로 기원합니다.

2021.04.24

대한치과재료학회 회장 **최한철** 올림

# 2021년 대한치과재료학회 춘계학술대회

2021년 4월 24일 (토), 온라인

<b>등록 및 개회식</b>		사회: 배지명(원광대)
13:00~13:10	2021년 대한치과재료학회 춘계학술대회 개회사	회장 최한철
<b>구두발표</b>		좌장: 김병훈(조선대)
13:10~14:40	Oral Presentation	
14:40~15:00	Coffee Break 및 스폰서 온라인 부스	
<b>포스터 발표</b>		좌장: 권태엽(경북대)
15:00~16:00	Poster Presentation	
<b>특별강연 I</b>		좌장: 배지명(원광대)
16:00~17:00	Prof. Satoshi Imazato (Department of Biomaterials Science, Osaka University)	
	"New biodegradable bilayer polymer membrane for GBR treatment"	
<b>특별강연 II</b>		좌장: 정신혜(서울대)
17:00~18:00	김선영 교수 (서울대 치과대학 치과보존학교실)	
	"Elastin-like Polypeptide, 치수-상아질 복합체 재생을 위한 치과재료에의 응용 가능성"	
<b>시상 및 폐회</b>		사회: 오승한(원광대)
18:00~18:30	우수 구연 및 포스터 시상 및 폐회	

# 2021 Spring Conference Program of The Korean Society for Dental Materials

Date: April 24, 2021 (Sat.), Online

<b>Registration &amp; Opening Ceremony</b>	
Moderator: Ji-Myung Bae (WKU)	
13:00~13:10	Opening Remarks for 2021 Spring Conference of KSDM President: Han-Cheol CHoe (CSU)
<b>Oral Presentation</b>	
Chair: Byung-Hoon Kim (CSU)	
13:10~14:40	Oral Presentation
14:40~15:00	Coffee Break & Sponsors' Online booth
<b>Poster Presentation</b>	
Chair: Tae-Yub Kwon (KNU)	
15:00~16:00	Poster Presentation
<b>Special Lecture I</b>	
Chair : Ji-Myung Bae (WKU)	
16:00~17:00	Prof. Satoshi Imazato (Department of Biomaterials Science, Osaka University)
	"New biodegradable bilayer polymer membrane for GBR treatment"
<b>Special Lecture II</b>	
Chair : Shin-Hye Chung (SNU)	
17:00~18:00	Prof. Sun-Young Kim (Department of Conservative Dentistry, School of Dentistry, Seoul National University)
	"Application of elastin-like polypeptide in dental materials for the regeneration of pulp-dentin complex"
<b>Awards Ceremony &amp; Closing</b>	
Moderator: Seunghan Oh (WKU)	
18:00~18:30	Awards Ceremony (Oral & Poster) & Closing

# Special Lecture

시간: 16:00~17:00	특별강연 I	좌장: 배지명 (원광대)
Prof. Satoshi Imazato (Department of Biomaterials Science, Osaka University)	"New biodegradable bilayer polymer membrane for GBR treatment"	
시간: 17:00~18:00	특별강연 II	좌장: 정신혜 (서울대)
김선영 교수 (서울대 치과대학 보존학교실)	"Elastin-like Polypeptide, 치수-상아질 복합체 재생을 위한 치과재료에의 응용 가능성"	

# Oral Presentation

시간: 13:10~14:40

좌장: 김병훈(조선대)

O-01	정용훈 (오송첨단의료산업진흥재단)	다축 하중 시뮬레이터를 통한 인공턱관절 임플란트의 마모 거동
O-02	강관수 (오송첨단의료산업진흥재단)	다축 시뮬레이터를 이용한 교정용 투명교정장치의 크리프 시험
O-03	최지원 (연세대)	수화된 칼슘 실리케이트를 함유한 35% 과산화수소 용액의 법랑질 표면에 대한 효과
O-04	Xinzhe Gao (Shandong First Medical University)	MAF법으로 표면처리 된 생흡수성Mg의 부식에 대한 연구
O-05	Shixun Su (Shandong First Medical University)	유한요소 분석법에 의해 친수성 조정 가능한 그래핀의 최적화 설계
O-06	Qi Jia (Shandong First Medical University)	표준구형 및 개별화 제작형 모델에 의한 구강스캐너의 정확성 평가
O-07	김세하 (전북대)	CAD/CAM 용 다색 리튬디실리케이트와 다층 지르코니아의 비교 - 광학적 특성, 크라운 파절 강도, 마모
O-08	Mohsen Taghizadeh Komarolia (단국대)	연골 탈세포화 세포외 기질을 이용한 PCL 기반 나노섬유를 이용한 연골 재생의 강화
O-09	신성진 (원광대)	결찰유도 치주염 모델에서 토란 추출물 바니쉬의 치주질환 예방 효과
O-10	문원준 (서울대)	UV-광활성화된 티타늄 표면의 지질 흡착에 대한 <i>In vitro</i> 및 <i>In silico</i> 분석
O-11	엄승훈 (서울대, KIST)	나노초 레이저를 이용한 티타늄 표면 인공골 코팅 공법 개발

# Poster Presentation

시간: 15:00~16:00

좌장: 권태엽 (경북대)

P-01	한아름 (연세대)	45S5 생체활성유리를 첨가한 30% 과산화수소가 미백 효력과 법랑질 표면 특성에 미치는 영향
P-02	최지원 (연세대)	시간에 따른 의치 또는 치아교정기 세정제의 효력 평가
P-03	서영빈 (연세대)	아연 도핑 인산염 기반 유리를 함유하는 치과용 유동성 복합 레진의 항균 효과
P-04	Vu Thu Huong (단국대)	미생물의 성장, 부착 억제력을 지닌 세리아 나노입자 결합 바이오 폴리머
P-05	Karunasagara Shanika (단국대)	허혈성 모델에서의 Ref-1/APE-1 의존성 나노 세리아의 혈관 재생 유도
P-06	Ali Taghizadeh (단국대)	조직 재생을 가속화하기 위한 항균-항생생물학적 특성을 가진 구리 적재 생체활성유리를 통한 이온 및 성장인자의 동시 전달
P-07	서경진 (연세대)	시판 중인 MTA 근관역충전재의 물리·화학적, 기계적 성질과 세포독성 비교
P-08	강정규 (전북대)	지르코니아 표면의 구조 변화가 레진 시멘트와의 결합력에 미치는 영향
P-09	엄승훈 (서울대)	양이온의 전자가수가 피브린 네트워크 형성에 미치는 영향
P-10	문성희 (원광대)	토란추출물의 치주질환에 대한 <i>in vitro</i> 와 <i>in vivo</i> 효능
P-11	박철수 (전북대)	교정용 미니스크류의 cutting flute 형성이 삽입 및 제거 토크에 미치는 영향
P-12	주가연 (서울대)	세라믹 브라켓과 치과용 지르코니아간의 간단한 접착 술식이 전단응력에 미치는 영향
P-13	조혜리 (조선대)	ta-C 코팅된 치과용 Ni-Ti-xMo 합금의 내식성
P-14	임병석 (조선대)	ta-C 코팅된 치과용 Ni-Ti 파일의 표면특성

# CONTENTS

## Special Lecture

- S-01. New biodegradable bilayer polymer membrane for GBR treatment  
Satoshi Imazato ..... 2
- S-02. Elastin-like Polypeptide, 치수-상아질 복합체 재생을 위한 치과재료에의 응용 가능성  
김선영 ..... 4

## Oral Presentation

- O-01. 다축 하중 시뮬레이터를 통한 인공턱관절 임플란트의 마모 거동  
Yong-Hoon Jeong, Tae-Gon Jung, Jae-Woong Yang, Kwan-Su Kang,  
Su-Heon Woo, Tae-Hyun Park, Su-Won Lee, and Ui-Lyong Lee ..... 8
- O-02. 다축 시뮬레이터를 이용한 교정용 투명교정장치의 크리프 시험  
Kwan-Su Kang, Tea-Gon Jung, Su-Zy Park, Jeong-Hee Seo and Yong-Hoon Jeong ... 9
- O-03. 수화된 칼슘 실리케이트를 함유한 35% 과산화수소 용액의 법랑질 표면에 대한 효과  
Ji-Won Choi, Song-Yi Yang, Kwang-Mahn Kim and Jae-Sung Kwon ..... 10
- O-04. MAF법으로 표면처리 된 생흡수성Mg의 부식에 대한 연구  
Xinzhe Gao, Yifan Yang, Bi Ying Shi, Chun Yu Dai, ChuanYao Zhai,  
Bing Cheng Zhao, Heng Bo Jiang ..... 11
- O-05. 유한요소 분석법에 의해 친수성 조정 가능한 그래핀의 최적화 설계  
Shixun Sun, Jiaming Song, Naiyu Cui, Xinyue Lu, Xuehan Li,  
Heng Zhang, Heng Bo Jiang ..... 12
- O-06. 표준구형 및 개별화 제작형 모델에 의한 구강스캐너의 정확성 평가  
Qi Jia, HaoYu Shi, Yueyi Tian, Jingnan Xue, Xingyu Hou, Shuai Wang,  
Yilin Lian, Hong Xin Cai, Heng Bo Jiang ..... 13
- O-07. CAD/CAM 용 다색 리튬디실리케이트와 다층 지르코니아의 비교 - 광학적 특성,  
크라운 파절 강도, 마모  
김세하, 이민호, 배태성 ..... 14



## Oral Presentation

---

- O-08. 연골 탈세포화 세포외 기질을 이용한 PCL 기반 나노섬유를 이용한 연골 재생의 강화  
Mohsen Taghizadeh, Hye Sung Kim, Nandin Mandakhbayar, Hae-Won Kim,  
Kam W. Leong, Hyuk SangYoo ..... 15
- O-09. 결찰유도 치주염 모델에서 토란 추출물 바니쉬의 치주질환 예방 효과  
신성진, 문성희, 오승한, 배지명 ..... 16
- O-10. UV-광활성화된 티타늄 표면의 지질 흡착에 대한 *In vitro* 및 *In silico* 분석  
Wonjoon Moon, Byeong-Min Lee, Shin Hye Chung and Gehoon Chung ..... 17
- O-11. 나노초 레이저를 이용한 티타늄 표면 인공골 코팅 공법 개발  
Seung-Hoon Um, Yong-Woo Chung, Youngmin Seo, Sang-Hoon Rhee,  
Hojeong Jeon ..... 18

## Poster Presentation

---

- P-01. 45S5 생체활성유리를 첨가한 30% 과산화수소가 미백 효력과 법랑질 표면  
특성에 미치는 영향  
A Ruem Han, Song-Yi Yang, Kwang-Mahn Kim and Jae-Sung Kwon ..... 20
- P-02. 시간에 따른 의치 또는 치아교정기 세정제의 효력 평가  
Ji-Won Choi, Song-Yi Yang, Kwang-Mahn Kim and Jae-Sung Kwon ..... 21
- P-03. 아연 도핑 인산염 기반 유리를 함유하는 치과용 유동성 복합 레진의 항균 효과  
Young-Bin Seo, Myung-Jin Lee, Ji-Young Seo, Kwang-Mahn Kim,  
Sung-Hwan Choi and Jae-Sung Kwon ..... 22
- P-04. 미생물의 성장, 부착 억제력을 지닌 세리아 나노입자 결합 바이오 폴리머  
Vu Thu Huong, Sung-Min Park, Dong-Ae Kim, Jeong-Ki Jo, Soo-Kyung Jun,  
Tae-Su Jang, Hae-Won Kim, Jung-Hwan Lee, and Hae-Hyoung Lee ..... 23
- P-05. 허혈성 모델에서의 Ref-1/APE-1 의존성 나노 세리아의 혈관 재생 유도  
Shanika Karunasagara, In-Su Park, Chinmaya Mahapatra, Ji Sun Park,  
Khandmaa Dashnyam, Jong-Wan Kim, Jin Chul Ahn, Phil-Sang Chung,  
Dong Suk Yoon, Nandin Mandakhbayar, Rajendra K. Singh, Jung-Hwan Lee  
Kam W. Leong, Hae-Won Kim ..... 24

## Poster Presentation

---

- P-06. 조직 재생을 가속화하기 위한 항균-항생생물학적 특성을 가진 구리 적재 생체활성유리를 통한 이온 및 성장인자의 동시 전달  
Ali Taghizadeh, Ahmed El-Fiqiabc, Nandin Mandakhbayarab, Seung Bin Jo, Jonathan C.Knowles, Jung-Hwan Lee, Hae-Won Kim ..... 26
- P-07. 시판 중인 MTA 근관역충전재의 물리·화학적, 기계적 성질과 세포독성 비교  
Kyoung-Jin Seo, Tae-Yun Kang, Ji-Won Choi, Kwang-Mahn Kim and Jae-Sung Kwon ..... 28
- P-08. 지르코니아 표면의 구조 변화가 레진 시멘트와의 결합력에 미치는 영향  
강정규, 이민호, 배태성 ..... 29
- P-09. 양이온의 전자가수가 피브린 네트워크 형성에 미치는 영향  
엄승훈, 이상훈 ..... 30
- P-10. 토란추출물의 치주질환에 대한 *in vitro*와 *in vivo* 효능  
문성희, 신성진, 오승한, 배지명 ..... 31
- P-11. 교정용 미니스크류의 cutting flute 형성이 삽입 및 제거 토크에 미치는 영향  
박철수, 이민호, 배태성 ..... 32
- P-12. 세라믹 브러켓과 치과용 지르코니아간의 간단한 접착 술식이 전단응력에 미치는 영향  
Ga-Youn Ju, Soram Oh, Bum-Soon Lim, Hyun-Seung Lee and Shin Hye Chung .... 33
- P-13. ta-C 코팅된 치과용 Ni-Ti-xMo 합금의 내식성  
조혜리, 임병석, 박순균, 최한철 ..... 34
- P-14. ta-C 코팅된 치과용 Ni-Ti 파일의 표면특성  
임병석, 조혜리, 박순균, 최한철 ..... 35

# **Special Lecture**

---

**(S-01 ~ S-02)**

S-01

---

## New biodegradable bilayer polymer membrane for GBR treatment



Satoshi Imazato, DDS, PhD

*Professor and Chair*

*Department of Biomaterials Science, Osaka University Graduate School of Dentistry*

Barrier membrane is an important element for Guided Bone Regeneration (GBR) treatment to gain the space for bone growth with protection of invasion of epithelial cells into the bone defect. Currently, usage of biodegradable membrane is the mainstream for GBR, and collagen-derived membranes are widely used. However, the membranes made from animals may contain infectious agents and their degradation behavior is difficult to control. Therefore, synthetic biodegradable polymer membranes have been attracting attention among clinicians.

In addition to the barrier effects, the ability to promote bone growth is a favorable function for the membranes used for GBR. From this point of view, membranes with bilayer structure, which exhibit capabilities to block epithelial tissue invasion on one side and support osteoblastic cell activities on the other side, is advantageous. In collaboration with the manufacturer, we fabricated a bilayer membrane composed of poly (lactic-co-glycolic acid) (PLGA). This membrane had a compact outer layer and a porous inner layer, and was found to function as expected. However, its degradation behavior and mechanical properties remained to be further improved.

Next, using copolymer of poly (L-lactic acid) and poly (caprolactone), a new bilayer membrane was fabricated (PLCL membrane). In vitro analysis revealed that the experimental PLCL bilayer membrane demonstrated excellent stretching and fitting properties, suggesting good clinical operability. The experimental membrane also demonstrated slower degradation compared with the commercial single layer membrane made of PLGA. Cell proliferation and osteogenic differentiation were promoted on the inner porous layer of the PLCL membrane, resulting in enhancement of bone regeneration. Additionally, the PLCL membrane was able to prevent bacterial penetration due to the compact structure of outer layer. Based on those findings, the experimental PLCL bilayer membrane was successfully commercialized as Cytrans Elashield® (GC, Tokyo) recently.

In this presentation, our approach to develop new bilayer polymer membranes and their clinical usefulness will be summarized

## Brief CV

### EDUCATION and Qualification

- 1986 DDS, Osaka University, School of Dentistry
- 1992 PhD, Osaka University

### ACADEMIC APPOINTMENTS

- 1986-1991 Research/Clinical Fellow, Department of Operative Dentistry, Osaka University Faculty of Dentistry
- 1991-1999 Assistant Professor, Department of Operative Dentistry, Osaka University Faculty of Dentistry
- 1993-1994 Visiting Researcher, Department of Oral Biology, Newcastle University, UK
- 1999-2010 Associate Professor, Department of Restorative Dentistry and Endodontology, Osaka University Graduate School of Dentistry
- 2011-present Professor and Chair, Department of Biomaterials Science, Osaka University Graduate School of Dentistry
- 2018- present Professor (concurrent), Department of Advanced Functional Materials Science, Osaka University Graduate School of Dentistry
- 2019-present Dean, Osaka University Graduate School of Dentistry/School of Dentistry

### ACTIVITIES at INTERNATIONAL/DOMESTIC ORGANIZATIONS

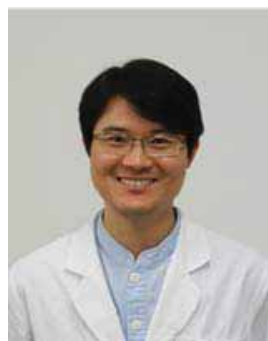
- IADR, Dental Materials Group, President (2008-2009)
- Japanese Division of IADR, President (2019-2020)
- Japanese Society for Dental Materials and Devices, President (2018-2020)
- ISO TC106 Dentistry, SC1, WG15 & WG11, Convenor

### AWARDS

- IADR, Distinguished Scientist Award (Wilmer Souder Award), 2020
- International Union of Societies for Biomaterials Science and Engineering, Fellow, 2020
- Prize of Japanese Society for Dental Materials and Devices, 2020

S-02

## Elastin-like Polypeptide, 치수-상아질 복합체 재생을 위한 치과재료에의 응용 가능성



김 선 영

서울대학교 치의학대학원 치과보존학 교실

E-mail: denkim@snu.ac.kr

의학, 치의학 치료에서 궁극적인 방향은 기능을 갖는 조직의 재생(tissue regeneration)일 것이다. 현재 치아경조직 및 치수질환의 치료는 재생(regeneration)에 의한 기능 회복(full restoration)보다는 기계적 수리(repair)에 의한 기능회복 수준(partial restoration)에 가깝다. 완전한 기능의 회복을 위해서는 생물학적 재생에 가까운 방향으로 궁극적 치료가 이뤄져야 하지만, 아직 치의학 치료기술이나 연구단계는 특히 경조직이나 치수조직 재생치료가 있어서는 초보단계라고 할 수 있고, 그에 따라 여러 방향에서 연구들이 진행되고 있다. 치수와 상아질은 연조직과 경조직으로 물리적, 생물학적 성질이 전혀 달라 보이지만 사실 긴밀하게 연결되어 있어 치수-상아질 복합체라고 명명이 되고 있다. 치수재생을 위해서는 치수-상아질 경계를 형성할 상아질이 동시에 재생되어야 할 것이며, 상아질이 재생되기 위해서는 하방에 치수가 적어도 건전하게 유지되어야 한다. 이러한 치수 재생, 치수-상아질 복합체의 재생은 치수 생물학(Pulp biology) 연구자들과 수복 및 근관치료 임상가들에게 꾸준한 연구주제로 남아 있다.

Elastin-like polypeptide (ELP)는 최초 돼지의 elastin에서 추출한 폴리펩타이드로 유전자 재조합법을 통해 합성이 가능하다. Val-Pro-Gly-Xaa-Gly의 다섯개의 아미노산의 펜타펩타이드가 반복되는 구조이며, Xaa는 proline을 제외한 아미노산으로 채워지는 단순하고 규칙적인 구조를 이루고 있다. ELP의 주요한 특징으로는, 1) 탄성과 복원력이 우수하고, 2) 생체 친화적이며, 3) 온도에 따라 가역적으로 응집도의 차이를 보이며, 4) 유전공학적 변형이 용이(genetically tunable)한 점을 들 수 있다. 그리하여, ELP는 약물전달체 기능, 단백질 분리, 조직공학 등 다양하게 이용이 되고 있으며, 앞으로도 생체재료로써 응용가능성의 확대가 예상되고 있다.

본 연자는 치수-상아질 복합체 재생치료에 많이 이용된 무기 복합물의 물성개선을 위한 ELP 연구를 진행해오고 있으며, 본 발표에서 그 동안 진행된 연구와 임상적 의의 및 전망에 대해 말씀드리고자 한다.

## 특강연자 소개

### 학력

- 2001 서울대학교 치과대학 졸업
- 2004 서울대학교 치의학대학원 석사
- 2009 서울대학교 치의학대학원 박사

### 경력

- 서울대학교치과병원 인턴, 레지던트, 전임의
- 경희대학교 치의학전문대학원 및 치과병원 보존과 조교수, 부교수
- University of California in Berkeley 방문 교수
- (현) 서울대학교 치의학대학원 및 치과병원 교수

### 학회 및 전문가 활동

- 대한치과보존학회 재무이사
- 한국접착치의학회 총무이사
- IADR 한국지부 - 학술이사(임상)
- Associate editor, Restorative Dentistry and Endodontics

### 중점연구분야

1. 치수-상아질 복합체의 재생
2. 상아질-복합레진 접착계면의 내구성
3. 치수줄기세포의 조직공학적 이용
4. 기능성 펩타이드의 다기능성 생체재료
5. 최신 3차원 영상 기법의 치의학적 적용





# **Oral Presentation**

---

(O-01 ~ O-10)

## 다축 하중 시뮬레이터를 통한 인공턱관절 임플란트의 마모 거동

### Wear Behavior of Temporomandibular Joint Prosthesis with Multi-axial Loading Simulator

Yong-Hoon Jeong<sup>1,\*</sup>, Tae-Gon Jung<sup>1</sup>, Jae-Woong Yang<sup>1</sup>, Kwan-Su Kang<sup>1</sup>, Su-Heon Woo<sup>2</sup>,  
Tae-Hyun Park<sup>2</sup>, Su-Won Lee<sup>2</sup>, and Ui-Lyong Lee<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Department of Medical Device Development Center, Osong Medical Innovation Foundation

<sup>2</sup>Research & Development Center, Medyssey Co. Ltd.

<sup>3</sup>Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Dental Center, Chung-Ang University Hospital

\*Correspondence: yonghoonj186@kbiohealth.kr

**Introduction.** Total temporomandibular joint (TMJ) prosthetics have obtained to improve mandibular function and reduce disability from damaged joints such as cancer, trauma or fracture, congenital malformation and osteochondritis. By the way, related clinical reports have small number of patients and too many kind of devices were applied. TMJ prostheses still have a resulting in several clinical problems, need to verify the wear characteristics of this prosthesis prior to use for the patient. The aim of this study was to evaluate the wear behavior of TMJ prosthesis with multi-axial loading simulator.

**Method.** The component of TMJ specimen was consisted with fossa (UHMWPE for cup by milling, and Ti-6Al-4V alloy for joint by 3D printing by maxillary bone shape), and condyle (Co-Cr alloy by milling). Wear test was performed by Force 5 (AMTI, Massachusetts, US) wear simulator which can be allowed to move in four axes to simulate with flexion-extension (x), lateral bending (y), and axial rotation, as well as sinusoidal compressive load (z) at 37°C ( $\pm 2^\circ\text{C}$ ) in fetal bovine serum (FBS) solution. The wear simulation was performed with a constant 100 N for z-axial (loading on TMJ), a movement of 15° forward to x-axis (chewing), a 5° to y-axis (lateral), and a difference rotation of 2° based on clinical range of motion, respectively. Wear rate was calculated with weight loss of fossa and condyle component while the specimen has tested at certain cycles.

**Result & Conclusion.** As based on our preliminary results, the multi-axial simulation was appropriate to measure their wear behavior which could be a basic protocol to estimate life time of TMJ prosthesis under In-Vitro environment as a pre-clinical test.

**Acknowledgement:** This research was supported by a grant of the Korea Health Technology R&D Project through the Korea Health Industry Development Institute (KHIDI), funded by the Ministry of Health & Welfare, Republic of Korea (grant number H118C1224).

**Keywords:** Dental, TMJ, Bio-mechanics, Wear, Multi-axial

O-02

**다축 시뮬레이터를 이용한 교정용 투명교정장치의 크리프 시험****Creep Test with Multi-Axial Simulator for Orthodontic Clear Aligner**Kwan-Su Kang<sup>1</sup>, Tea-Gon Jung<sup>1</sup>, Su-Zy Park<sup>1</sup>, Jeong-Hee Seo<sup>2</sup> and Yong-Hoon Jeong<sup>1,\*</sup><sup>1</sup>Department of Medical Device Development Center, Osong Medical Innovation Foundation, Cheongju-si, Chungbuk, Republic of Korea<sup>2</sup>Medical Device R&D Center, DENTIS Co., Ltd., Daegu-si, Republic of Korea

\*Correspondence: yonghoonj186@kbiohealth.kr

**Introduction.** Orthodontic clear aligner has obtained the great interest in the last decade as a substitute for a fixed orthodontic treatment, and clear aligners are characterized by a stepwise correction for malocclusions. For their each steps, a clear aligner has to provide gentle force over the time, comfortable to wear, and invisibility during the full course of use.

In this study, we have aimed to investigate the creep force and momentum of clear aligners with brand, thickness, or manufacturing methods on clinical based 3 dimensional mal-occlusion mandibular tooth model by multi-axial load cell system.

**Method.** Clear aligner specimens were prepared by thermo-forming (conventional transparent sheet) or 3D printing. The mal-occlusion mandibular tooth model was fabricated by 3D printing based on clinical casting image which was constructed by rotating of central incisor by 5 degrees in the disto-mesial direction or not (normal occlusion). The creep test between clear aligner and tooth models were performed by multi axial load cell (Nano-17, ATI, US) to measure the value of reducing force and momentum over the time (1~3 days) with 3 dimensional direction (xyz).

**Conclusions.** Our final goal of this experiment was to confirm the mechanical test method of clear aligner with clinical environment by effect of materials, design, and manufacturing methods to establish the In-Vitro test protocol.

**Acknowledgement:** *This work was supported by Industrial Technology Innovation Program (20006105, Development of Artificial Intelligence based Dental Invisible Orthodontics Platform for 1-Day Patient-specific Treatment) funded by the Ministry of Trade, Industry and Energy (MOTIE) of Korea.*

**Keywords:** *Mechanical property, Creep, Clear aligner, Orthodontic treatment, Dentistry*

## 수화된 칼슘 실리케이트를 함유한 35% 과산화수소 용액의 법랑질 표면에 대한 효과

### Effect of 35% hydrogen peroxide solution containing hydrated calcium silicate on the enamel surface

Ji-Won Choi<sup>1,2</sup>, Song-Yi Yang<sup>1</sup>, Kwang-Mahn Kim<sup>1</sup> and Jae-Sung Kwon<sup>1,2,\*</sup>

<sup>1</sup>Department and Research Institute of Dental Biomaterials and Bioengineering, Yonsei University  
College of Dentistry

<sup>2</sup>BK21 FOUR Project, Yonsei University College of Dentistry

\*Correspondence: jkwon@yuhs.ac

**Introduction.** The aim of this study was to evaluate the bleaching efficacy, microhardness, and surface morphology on enamel surface by newly developed tooth bleaching material containing hydrated calcium silicate (hCS).

**Method.** Portland cement was mixed with distilled water and ground into particles, which were then mixed with 35% hydrogen peroxide solution (HP) as follows: only HP (HP); 0.25 wt.% hCS + HP (hCS 0.25); 0.50 wt.% hCS + HP (hCS 0.50); 1.0 wt.% hCS + HP (hCS 1.0); 2.0 wt.% hCS + HP (hCS 2.0). Teeth whitening gel was used as a commercial control (CC). The pH and calcium ion release were measured for 15 min, following the thrice application of test and control solutions on discolored bovine enamel surface for 15 min. Also, color change, microhardness, and micromorphology were analyzed before and after the application.

**Results.** The pH and calcium ion concentration from the experimental solutions containing hCS were much higher than those of HP and CC at the final point ( $p < 0.05$ ). The  $\Delta E$  of the specimen treated with experimental solutions containing hCS was significantly higher than that of the CC, but there were no significant differences between the test solutions with different hCS contents. The experimental solutions containing hCS generally reduced the percentage of microhardness loss (PML), which were significantly decreased as the content of hCS increased ( $p < 0.05$ ). The erosion pattern was observed on HP and CC, while aggregated hCS was detected on hCS 2.0.

**Conclusions.** This novel bleaching material is promising for inhibiting demineralization and promoting the remineralization of tooth during bleaching treatment in dental clinics.

**Acknowledgement:** This research was supported by the National Research Foundation of Korea (NRF) grant funded by the Korea government (MIST) (Fund No. 2020R1I1A1A01051962).

**Keywords:** hydrated calcium silicate; hydrogen peroxide; microhardness; tooth bleaching

O-04

## MAF법으로 표면처리 된 생흡수성Mg의 부식에 대한 연구

### Corrosion behavior of biodegradable magnesium alloy by MAF treatment

Xinzhe Gao, Yifan Yang, Bi Ying Shi, Chun Yu Dai, ChuanYao Zhai,  
Bing Cheng Zhao, Heng Bo Jiang\*

Stomatological Materials Laboratory, School of Stomatology, Shandong First Medical University, Tai'an,  
Shandong 271016, P. R. China.

\*Correspondence: hengbojiang@vip.qq.com

**Introduction.** Magnesium and magnesium alloys, with mismatched degradation rates and products that are expected to support the effects being issues that need to be overcome, are hindered from clinical application. The coating preparation plays an active role in tackling this problem. The purpose of this work is to observe the corrosion control by the MAF coating *in vitro* and *in vivo*.

**Method.** The MgF<sub>2</sub> layer was prepared on the surface of AZ31 magnesium alloy by MAF method at 190 V DC in HF-H<sub>2</sub>O (46%) solution. The magnesium alloy samples before and after the treatment were compared by scanning electron microscopy (SEM) observation. The coating structure and constituents were confirmed using cross-sectional SEM, energy-dispersive X-ray spectroscopy (EDS) and X-ray diffraction (XRD) analysis. Potentiodynamic polarization (PDP) was utilized for electrochemical evaluation of corrosion potential and current density. 6-week-old male rats were used as experimental subjects for *in vivo* experiments. The volume changes and surface morphology of the corroded samples were dynamically monitored using micro-CT for 16 weeks.

**Results.** The distribution of coating elements observed by EDS is dominated by magnesium and fluorine. The XRD analysis shows that the prepared coatings are mainly MgF<sub>2</sub> crystals. The coating was observed by SEM to be uniformly dense and coral-like. The results of the PDP experiments showed that the coated samples had lower corrosion current density and corrosion potential. Comparison of the two groups of *in vivo* experiments revealed that the rate of volume change decreased in the coated samples and the density change during micro-CT observation was less than that of the uncoated group.

**Conclusions.** Effective coatings were prepared on the surface of AZ31 magnesium alloy using the MAF method. This coating was also validated the potential to control the corrosion rate and corrosion process of magnesium alloy by both *in vitro* and *in vivo* evaluation systems.

**Keywords:** Magnesium alloy; MAF; Fluoride coating; corrosion; *in vivo*

## 유한요소 분석법에 의해 친수성 조정 가능한 그래핀의 최적화 설계

### Optimization design of graphene with adjustable hydrophilic properties by finite elements analysis

Shixun Sun, Jiaming Song, Naiyu Cui, Xinyue Lu, Xuehan Li,  
Heng Zhang, Heng Bo Jiang\*

Stomatological Materials Laboratory, School of Stomatology, Shandong First Medical University, Tai'an, Shandong, 271016, China

\*Correspondence: hengbojiang@vip.qq.com

**Introduction.** Graphene coating has a wide range of applications in the field of biomaterials. As a hydrophobic material, chemical modification of graphene is an important way to increase hydrophilicity. Therefore, the purpose of this study is to regulate the hydrophilicity with the introduction of various types and numbers of functional groups based on finite element analysis (FEA).

**Method.** Built a graphene system model loaded with different functional groups and analyzed the adsorption configuration, and calculated the charge density difference. Analysis reduced density gradient function. The energy decomposition is divided into four parts to observe the action mode of the hydrogen bond. All calculations were performed at a Super Computer (128-cores Intel E7-8860 v3@2.2GHz).

**Results.** The oxygen-containing groups supported by the graphene system can form hydrogen bonds with hydrogen atoms in water. For weak interactions, electrons are transferred from water to the graphene thin layer, however, in a system where epoxy groups and hydroxyl groups function together, electrons are transferred oppositely.

**Conclusions.** A graphene coating model was constructed and explored with adjustable hydrophilicity based on FEA. In our further study, the real graphene coating need to be manufactured and we believed that it could be widely used in the field of medicine.

**Keywords:** Weak interaction; Graphene coating; Hydrophilicity; Finite element analysis; Energy decomposition

O-06

표준구형 및 개별화 제작형 모델에 의한 구강스캐너의 정확성 평가  
Evaluation of Dental Scanners' Accuracy via ISO Spherical Model and an Individualized Model

Qi Jia, HaoYu Shi, Yueyi Tian, Jingnan Xue, Xingyu Hou, Shuai Wang, Yilin Lian,  
Hong Xin Cai, Heng Bo Jiang\*

Stomatological Materials Laboratory, School of Stomatology, Shandong First Medical University, Tai'an,  
Shandong 271016, China

\*Correspondence: hengbojiang@vip.qq.com

**Introduction.** With the popularization of digital technology, computer-aided design and computer-aided manufacturing (CAD/CAM) has been widely used in the field of dentistry. The accuracy of the dental scanner determines the ultimate accuracy of the prosthesis. We found that the existing standard models to evaluate oral scanners were always divided into the IN-lay and the ON-lay models without sphere model. However, due to the complexity of the dentition environment, the sphere model is also important. Therefore, we decided to evaluate the accuracy of the intraoral and extraoral scanners by the spherical model and an individualized (IN/ON-lay) model.

**Method.** We selected a sphere model (ISO 12836) and a new designed IN/ON-lay model as the scanning objects. The true value of the two models were measured by CMM (coordinate measuring machine; NC8107, Renishaw, UK). The CMM measurements were set as the gold standards and 3D files based on the measured values of the CMM were created (AutoCAD 2018, Autodesk, USA) as the gold standard files for 3D fitting analysis. The scans of the two models were taken by one extraoral scanner (SHINING) and two intraoral scanners (CEREC and TRIOS), respectively. Then we obtained the final results through data analysis and 3D fitting using a software (Geomagic Control X 2018) for comparison with the gold standard to compare the accuracy of the scanners.

**Results.** In the vast majority of measurement metrics, TRIOS is the best and SHINING is the worst in accuracy. In the 3D fitting analyze, TRIOS is superior to CEREC and SHINING. The sphere model and the IN/ON-ray model are achievable as scanning objects.

**Conclusions.** The accuracy of the intraoral scanners in this experiment is greater than that of the extraoral scanner, but there are also factors in our research that the selected extra-oral scanners are of lower quality.

**Keywords:** Accuracy; Intraoral scanner; Extraoral scanner; Sphere model; IN/ON-lay model

## CAD/CAM 용 다색 리튬디실리케이트와 다층 지르코니아의 비교 - 광학적 특성, 크라운 파절 강도, 마모

### Comparison between gradation CAD/CAM lithium disilicate and multilayer zirconia

김세하, 이민호, 배태성\*

전북대학교 치과대학 치과생체재료학교실, 전북대학교 생체흡수성소재연구소

\*교신저자: bts@jbnu.ac.kr

**서론:** 전치부 수복물에 대한 심미적 요구가 높아짐에 따라 근래 강도와 반투명성이 gradation 되어 있는 단일구조의 다색 다층 블록이 도입되었다. 본 연구의 목적은 CAD/CAM 용 다색 리튬디실리케이트 블록과 다층 지르코니아 블록의 광학적 특성, 크라운 수복물의 파절 강도 및 마모 거동을 비교하는 것이다.

**방법:** 리튬 디실리케이트 계의 다색 Amber Mill Direct (AMD) 블록과 지르코니아계의 50% 입방정 함유 Ultra Translucent Multi-Layered (UTML) 블록을 상층부(U), 중양부(M), 하층부(L)로 3등분하고 연마하여 14×12×1.2 mm의 시편을 준비하였다. 광학적 특성평가는 정반사광을 포함하는 방식으로 CIE L\*, a\*, b\* 값을 측정하고 다음 반투명도지수 TP와 대조비 CR을 조사하였다. 크라운의 파절강도 비교는 재료시험기에 크라운 시편을 수직으로 고정하고 다음 크라운 중앙부에 직경 3 mm 강철구를 올려놓고 crosshead speed 0.5 mm/min으로 압축력을 가하여 파절하중을 측정하였다. 마모시험은 실온의 증류수 중에서 시험 재료와 범랑질 교두가 원주상에서 미끄럼 접촉을 하는 방식의 핀-디스크 (pin-on-disk) 유형으로 설정하였고, 마모표면을 전계방출 주사전자현미경으로 관찰하였다.

**결과:** 반투명도 값은 AMD 블록의 경우 두께방향으로 변화폭이 컸지만 UTML 디스크 블록에서는 그의 변화폭이 작았으며, AMD 블록과 UTML 디스크 블록 사이에서 통계학적으로 유의한 차이를 보였다(P<0.05). 대조비는 AMD 블록의 경우에는 상부에서 하부로 가며 뚜렷하게 증가되었지만 UTML 디스크 블록에서는 그의 변화폭이 작았다. 크라운의 칩핑강도와 파절강도는 AMD 크라운에서는 1244.8±324.9 N으로 일치하였지만 UTML 크라운에서는 각각 1686.1±491.9 N과 2665.9±335.4 N으로 나타났으며 상호간에 통계학적으로 유의한 차이를 보였다(P<0.05). 대합치의 마모는 AMD가 UTML에 비해 더 크게 나타났다.

**결론:** UTML 디스크 블록으로 제작한 크라운의 파절강도가 AMD 블록으로 제작한 크라운에 비해 높게 나타났지만 심미성에 민감한 상악 전치부에 적용할 경우에는 반투명도가 크라운의 절단부로부터 치경부로 변화하는 AMD 블록이 시각적으로 보다 자연스러운 수복물의 제작이 가능할 것으로 생각된다.

**키워드:** 리튬디실리케이트; 지르코니아; 크라운 수복물; 파절강도; 마모시험



O-08

## 연골 탈세포화 세포외 기질을 이용한 PCL 기반 나노섬유를 이용한 연골 재생의 강화

### Enhanced cartilage regeneration using cartilaginous decellularized extracellular matrix-loaded PCL-based nanofibrils

Mohsen Taghizadeh<sup>1</sup>, Hye Sung Kim<sup>2</sup>, Nandin Mandakhbayar<sup>1,3</sup>, Hae-Won Kim<sup>1,3,4</sup>,  
Kam W. Leong<sup>5</sup>, Hyuk SangYoo<sup>2,6,\*</sup>

<sup>1</sup>Institute of Tissue Regeneration Engineering, Dankook University, Cheonan, 31116, Republic of Korea

<sup>2</sup>Department of Biomedical Materials Engineering, Kangwon National University, Chuncheon, 24341, Republic of Korea

<sup>3</sup>Department of Nanobiomedical Science and BK21 PLUS NBM Global Research Center for Regenerative Medicine, Dankook University, Cheonan, 31116, Republic of Korea

<sup>4</sup>Department of Biomaterials Science, College of Dentistry, Dankook University, Cheonan, 31116, Republic of Korea

<sup>5</sup>Department of Biomedical Engineering, Columbia University, New York, NY, 10027, USA

<sup>6</sup>Institute of Molecular Science and Fusion Technology, Kangwon National University, Republic of Korea

\*Correspondence: hsyoo@kangwon.ac.kr

**Introduction.** Cartilage tissue suffers from the lack of vasculature, which restricted its self-regeneration by a slow proliferation of chondrocytes and neo-matrix reconstruction. Among all various treatments for the regeneration of osteochondral defects, cell-based therapy has been attracted huge interest among researchers due to its high capability of cartilage regeneration. In this method, the engineering of scaffolds that can provide a microenvironment similar to a native tissue is of great significance. In this study, the cartilage regeneration capacity of cartilage-based extracellular matrix (ChECM)-immobilized polymeric nanofibrils, followed by self-assembling adipose-derived stem cells (ADSCs), was investigated.

**Method.** Firstly, the surface of PCL-based nanofibrils (NFs) was chemically modified by ECM obtained by decellularizing cartilage tissue. Then, adipose-derived stem cells (ADSCs) were attached to the surface of modified NFs via cell-directed association, and finally, the scaffold was implanted in defected articular cartilage of rats for in vivo study.

**Results.** Characterization of materials confirms a homogenous grafting of ChECM, and the proteins secreted from ECM played a role as filler and fully packed the defects. The modified scaffold was found non-toxic for ADSCs, and chondrogenic markers were also highly expressed after two weeks of cultivation. A comparison between in vivo study results on cartilage repair capability of NFs coated with ChECM and non-coated sample confirm a higher neo-osteochondral regeneration and formation of bone tissue in defected site after 12 weeks.

**Conclusions.** Chemically grafting of ChECM proteins onto NFs was found more efficient than the direct conjugation method. ChECM coated NFs per se drove ADSCs into chondrogenic lineage differentiation, and together, ADSCs-assembled ChECM-coated NFs showed a synergistic impact on in vivo bone and cartilage tissue repair.

**Acknowledgment:** The authors of this study greatly appreciate the financial support they received from the Ministry of Science and ICT in the Republic of Korea (2020R1A4A1016093).

**Keywords:** Decellularized extra-cellular matrix; Chondrogenesis; Nanofibrils, PCL; Cartilage

## 결찰유도 치주염 모델에서 토란 추출물 바니쉬의 치주질환 예방 효과

### Effect of Colocasia antiquorum var. esculanta extract varnish on preventing periodontal disease in ligation-induced periodontitis model

신성진<sup>1</sup>, 문성희<sup>2</sup>, 오승한<sup>1,2</sup>, 배지명<sup>1,2,\*</sup>

<sup>1</sup>원광대학교 치과대학 치과생체재료학교실  
<sup>2</sup>원광대학교 치과대학 생체재료·매식 연구소

\*교신저자: baejimy@wku.ac.kr

**서론:** 치주질환을 예방 및 치료하기 위한 천연물 발굴이 계속되고 있고, 이와 관련된 약물전달 시스템에 대한 연구가 필요하다. 본 연구는 토란 추출물의 항균작용과 세포독성을 평가하고, 결찰유도 치주염 모델에서 토란 추출물을 바니쉬에 적용하여 치주염 예방효과를 평가하고자 하였다.

**방법:** 토란 에탄올 추출물의 *Porphyromonas gingivalis* (ATCC 53978)에 대한 최소억제농도(MIC)와 최소살균농도(MBC)를 구하였다. 또한 L929 cell에서 CCK-8 (Dojindo Molecular Technologies, ML, USA) 키트를 이용해 세포독성을 구하였다. 백서(Sprague-Dawley 종)의 상악 제2구치에 4-0 견사를 결찰하였다. 바로 제거한 군을 음성대조군으로, 결찰을 유지한 군을 양성대조군으로 하고, 바니쉬만 적용한 군과 바니쉬와 토란 추출물 15 wt%을 혼합한 토란추출물 바니쉬군을 실험군으로 설정하였다. 결찰 이후 토란 추출물 바니쉬를 백서의 상악 치아에 도포하였다. 결찰 14일 이후 백서를 희생하였고, Micro-computed tomography (SkyScan 1076, Kontich, Belgium)를 이용하여 골소실량을 측정하였으며, 결찰 주변 치은조직의 염증성 사이토카인(TNF- $\alpha$ , MMP-9, IL-6)을 qPCR로 분석하였다.

**결과:** 토란 추출물의 최소억제농도는 31.3  $\mu\text{g/mL}$ 였고, 최소살균농도는 62.5  $\mu\text{g/mL}$ 였다. CCK-8 시험 결과 500  $\mu\text{g/mL}$  이하에서 세포독성이 보이지 않았다. 토란 추출물 바니쉬를 도포한 군은 양성 대조군보다 치조골 소실량이 유의성있게 작게 관찰되었다( $p < 0.05$ ). 바니쉬만 도포한 군보다 토란추출물 바니쉬를 도포한 군에서 MMP-9와 IL-6가 유의성있게 낮게 관찰되었다( $p < 0.05$ ).

**결론:** 토란 추출물은 31.3  $\mu\text{g/mL}$ 까지 *P. gingivalis*에 항균효과가 있으며 독성을 보이지 않았다. 토란 추출물 바니쉬는 동물실험에서 치조골 소실을 감소시키고, 염증성 사이토카인의 생성을 감소시켰다. 토란 추출물 바니쉬는 치주질환 예방에 효과적인 물질과 전달체제로 응용될 수 있을 것으로 사료된다.

**사사:** 이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2021R1A2C1009204).

**키워드:** 토란 추출물; 결찰 유도 치주염; 바니쉬

O-10

## UV-광활성화된 티타늄 표면의 지질 흡착에 대한 *In vitro* 및 *In silico* 분석

### *In vitro* and *In silico* Analysis of Lipid Adsorption onto UV-photofunctionalized Titanium Surface

Wonjoon Moon<sup>1,†</sup>, Byeong-Min Lee<sup>2,†</sup>, Shin Hye Chung<sup>1,\*</sup> and Gehoon Chung<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Dental Biomaterials Science and Dental Research Institute, School of Dentistry, Seoul National University, Seoul 03080, Republic of Korea

<sup>2</sup>Department of Oral Physiology and Dental Research Institute, School of Dentistry, Seoul National University, Seoul

\*Correspondence: den533@snu.ac.kr (S.H.C.); gehoon@snu.ac.kr (G.C.) † Equal contribution

**Introduction.** Photofunctionalization of titanium by ultraviolet (UV) light has been widely utilized due to its ability to induce hydrophilicity and biocompatibility. As titanium implant frequently contacts blood that contains numerous lipid molecules, its oleophilicity by UV might also be significant. Therefore, this study investigated lipid adsorption on titanium after UV treatment through *in vitro* and *in silico* analysis.

**Method.** For an *in vitro* analysis, phosphatidylcholine liposomes were prepared, and the experiments were conducted for four different groups: Control, UV only, Lipid only, and UV & Lipid. UV treatment was performed for 48 hours and lipid application for 10 minutes. Lipid adsorption was measured by scanning electron microscopy (SEM) with energy dispersive spectroscopy (EDS), fluorescence, and surface roughness. For an *in silico* analysis, molecular dynamics simulation was performed for a system composed of phosphatidylcholine and TiO<sub>2</sub> surface to calculate the molecule-surface distance and total non-covalent energy.

**Results.** *In vitro* analysis through SEM-EDS, fluorescence, and surface roughness showed that UV & Lipid group allowed the highest lipid adsorption. *In silico* analysis through molecular dynamics simulation demonstrated that phosphate group of the lipid formed stronger and more stable non-covalent interaction with UV-treated TiO<sub>2</sub> surface than with TiO<sub>2</sub> surface with no treatment.

**Conclusions.** Experimental and computational methods both showed that UV treatment of titanium increased affinity for phosphatidylcholine through non-covalent interaction.

**Keywords:** UV-photofunctionalization; lipid adsorption; titanium; molecular dynamics simulation

## 나노초 레이저를 이용한 티타늄 표면 인공골 코팅 공법 개발

### Nanosecond laser-treated surface of titanium for hydroxyapatite coating in single step process

Seung-Hoon Um<sup>1,2</sup>, Yong-Woo Chung<sup>1</sup>, Youngmin Seo<sup>1</sup>, Sang-Hoon Rhee<sup>2</sup>, Hojeong Jeon<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Center for Biomaterials, Biomedical Research Institute, Korea Institute of Science and Technology (KIST), Seoul, 02792, Republic

<sup>2</sup>Department of Dental Biomaterials Science, Dental Research Institute, School of Dentistry, Seoul National University, Seoul 03080, Republic of Korea

\*Correspondence: jeonhj@kist.re.kr

**Introduction.** Titanium is the most widely used material in medical implants. However, since titanium alone lacked the bone bonding ability hydroxyapatite which is a mineral component of bone coating is used. Various hydroxyapatite coating methods on titanium surfaces have been studied. But most of the conventional methods require multistep processing, energy and time.

**Method.** Herein, we developed a hydroxyapatite coating method in single step on titanium surface using calcium, phosphoric acid solution and nanosecond laser.

**Results.** The thickness of the apatite layer can be controlled by adjusting laser parameters. Moreover, serum proteins and bone cell adhesion promotion, which are important for bone formation, have been identified on apatite surfaces coated with this method.

**Conclusions.** The results of this study demonstrate the potential for use in biomedical surface coatings and biocompatible surface treatments.

**Keywords:** keyword 1; hydroxyapatite 2; coating 3; nanosecond laser

# Poster Presentation

---

(P-01 ~ P-16)

P-01

## 45S5 생체활성유리를 첨가한 30% 과산화수소가 미백 효과와 법랑질 표면 특성에 미치는 영향

### Effects of 30% hydrogen peroxide solution containing 45S5 bioactive glass on whitening efficacy and enamel surface properties

A Ruem Han<sup>1,2</sup>, Song-Yi Yang<sup>1</sup>, Kwang-Mahn Kim<sup>1</sup> and Jae-Sung Kwon<sup>1,2,\*</sup>

<sup>1</sup>Department and Research Institute of Dental Biomaterials and Bioengineering,  
Yonsei University College of Dentistry

<sup>2</sup>BK21 FOUR Project, Yonsei University College of Dentistry

\*Correspondence: jkwon@yuhs.ac

**Introduction.** Hydrogen peroxide has been demonstrated for the use as tooth bleaching, which may also cause demineralization of enamel surface and hypersensitivity. The purpose of this study was to evaluate the effects of incorporating 45S5 bioactive glass (BAG) into 30% hydrogen peroxide (HP) solution on whitening efficacy, and enamel surface properties after bleaching treatment.

**Method.** Discolored bovine teeth by black tea were divided into five groups according to experimental solution; distilled water (DW), HP, 0.01 wt% BAG+HP, 1.0 wt% BAG+HP, and 20 wt% BAG+HP. The pH change was recorded for 20 min immediately after mixing the experimental solution. Color change, surface roughness, microhardness, and micromorphological measurements were conducted before and after bleaching treatment.

**Results.** All groups containing BAG showed an increase in pH from 3.5 to 5.5 in less than 1 min, and the final pH increased as more BAG was added ( $p < 0.05$ ). The  $\Delta E$  of all experimental groups was significantly higher than that of DW group ( $p < 0.05$ ), however, there were no significant differences between the groups containing BAG ( $p > 0.05$ ). There was no significant difference in surface roughness ( $p > 0.05$ ), but hardness increased significantly with the BAG content after bleaching ( $p < 0.05$ ).

**Conclusions.** HP incorporated with 45S5 BAG showed efficacy in tooth whitening, inhibited demineralization of enamel, and maintained surface morphology. These novel materials may minimize the enamel surface damage during bleaching treatment.

**Acknowledgement:** This work has supported by the National Research Foundation of Korea (NRF) grant funded by the Korea government (MIST) (No. 2020R1H1A1A01051962).

**Keywords:** 45S5 bioactive glass; Hydrogen peroxide; Enamel surface; Roughness; Microhardness

P-02

## 시간에 따른 의치 또는 치아교정기 세정제의 효력 평가

### Evaluation of the time-dependent efficacy of commercial denture or orthodontic appliance cleansers

Ji-Won Choi<sup>1,2</sup>, Song-Yi Yang<sup>1</sup>, Kwang-Mahn Kim<sup>1</sup> and Jae-Sung Kwon<sup>1,2,\*</sup>

<sup>1</sup>Department and Research Institute of Dental Biomaterials and Bioengineering,  
Yonsei University College of Dentistry

<sup>2</sup>BK21 FOUR Project, Yonsei University College of Dentistry

\*Correspondence: jkwon@yuhs.ac

**Introduction.** This study aimed to evaluate the antimicrobial, stain removal, and protein removal efficacy of denture or orthodontic appliance cleansers according to their application time using *in vitro* methods.

**Method.** To evaluate antimicrobial efficacy, thermoplastic sheet used for orthodontic retainer was attached with *Candida albicans* and *Streptococcus mutans* by immersing into each microorganism containing solution. Seven commercially available denture/orthodontic cleansers, distilled water (NC), and sodium hypochlorite solution (PC) were applied on thermoplastic sheet for 10 min, 30 min, 3 h, 6 h, and 12 h, followed by calculation of microbial removal rate by colony forming unit counting. Protein removal efficacy was assessed by bicinchoninic acid assays following the use of same cleansers and control solution on thermoplastic sheet attached with bovine serum albumin. Finally, stain removal efficacy was evaluated by stained microplate with artificial saliva.

**Results.** When compared with the NC, experimental cleansers significantly affected the microorganism removal rate, along with the protein and stain removal rates, at each application time ( $p < 0.05$ ). As the application time increased, the protein and stain removal rates of every cleanser significantly increased ( $p < 0.05$ ). As the application time of every cleanser increased, the remaining protein content significantly decreased ( $p < 0.05$ ).

**Conclusions.** Antimicrobial, protein, and stain removal efficacy were all demonstrated by experimental cleansers. Thus, predictive model of clinical outcomes can be developed by researchers and manufacturers and applied to the hygiene management of dentures or orthodontic appliances.

**Acknowledgement:** This research was supported by the National Research Foundation of Korea (NRF) grant funded by the Korea government (MIST) (Fund No. 2020R111A1A01051962).

**Keywords:** denture cleanser; cleaning retainer; antimicrobial; protein removal; stain removal

## 아연 도핑 인산염 기반 유리를 함유하는 치과용 유동성 복합 레진의 항균 효과

### Antibacterial effect of dental flowable composite resin containing zinc-doped phosphate based glass

Young-Bin Seo<sup>1,3</sup>, Myung-Jin Lee<sup>2</sup>, Ji-Young Seo<sup>4</sup>, Kwang-Mahn Kim<sup>1</sup>,  
Sung-Hwan Choi<sup>4,\*</sup> and Jae-Sung Kwon<sup>1,3,\*</sup>

<sup>1</sup>Department and Research Institute of Dental Biomaterials and Bioengineering,  
Yonsei University College of Dentistry

<sup>2</sup>Department of Dental Hygiene, Division of Health Science, Baekseok University  
<sup>3</sup>BK21 FOUR Project, Yonsei University College of Dentistry

<sup>4</sup>Department of Orthodontics, Institute of Craniofacial Deformity, Yonsei University College of Dentistry

\*Correspondence: selfexam@yuhs.ac, jkwon@yuhs.ac

**Introduction.** Flowable resins are commonly used in dental restoration, where secondary caries may occur due to the biofilm formation. Zinc has been known for antibacterial properties and low toxicity. Thus, the objective of the study was to evaluate the antibacterial activity of flowable composite resin that contains Zn-PBG (phosphate-based glasses) in terms of prevention of secondary caries.

**Method.** Zn-PBG was mixed with and incorporated into flowable composite resin at 0 (control), 1.9, 3.8 and 5.4 weight percentage (wt%). The mechanical, physical and antibacterial activity properties including flexural strength, elastic modulus, microhardness, depth of cure, ion release, inhibition zone and colony-forming units were evaluated. All data were calculated using ANOVA.

**Results.** The flexural strength of the control was significantly higher than groups containing Zn-PBG ( $p < 0.05$ ). However, all of the groups' values were fulfilled the requirement of ISO 4049. The microhardness were not significant different in the results between the control group and the two test groups except 5.4% Zn-PBG group ( $p < 0.05$ ). Composite resin released significantly higher amounts of P, Ca, Na and Zn ions as contents of Zn-PBG increased ( $p < 0.05$ ). Furthermore, the colony-forming unit count showed a significant reduction in the bacterial viability of *S. mutans* as contents of Zn-PBG increased ( $p < 0.05$ ).

**Conclusions.** The addition of Zn-PBG to flowable composite resins improves antibacterial activity and could aid the prevention of secondary caries.

**Acknowledgement:** This study was supported by a National Research Foundation of Korea (NRF) grant funded by the Korean government (MSIT) (2020R1C1C1009703).

**Keywords:** Dental restoration; Flowable resin composite; Zinc; Phosphate-based glass



P-04

## 미생물의 성장, 부착 억제력을 지닌 세리아 나노입자 결합 바이오 폴리머

### The incorporation of ceria nanoparticles in biopolymer inhibits the growth and adherence of microbials

Vu Thu Huong<sup>1,2</sup>, Sung-Min Park<sup>1,2</sup>, Dong-Ae Kim<sup>3,4</sup>, Jeong-Ki Jo<sup>4</sup>, Soo-Kyung Jun<sup>1,2</sup>,  
Tae-Su Jang<sup>5</sup>, Hae-Won Kim<sup>1,2,4,7</sup>, Jung-Hwan Lee<sup>1,2,4,7\*</sup>, and Hae-Hyoung Lee<sup>1,2,4,7\*</sup>

<sup>1</sup>Institute of Tissue Regeneration Engineering (ITREN), Dankook University, South Korea  
Department of Nanobiomedical Science&BK21 PLUS NBM Global Research Center for Regenerative

<sup>2</sup>Medicine Research Center, Dankook University, South Korea;

<sup>3</sup>Department of Dental Hygiene, Yeosu College, South Korea;

<sup>4</sup>Department of Biomaterials Science, School of Dentistry, Dankook University, South Korea

<sup>5</sup>Department of Pre-medi, College of Medicine, Dankook University, South Korea

<sup>6</sup>Department of Dental Hygiene, Hanseo University, South Korea

<sup>7</sup>UCL Eastman-Korea Dental Medicine Innovation Centre, Dankook University, South Korea

\*Correspondence: ducious@gmail.com

**Introduction.** Biopolymers have been widely used in the medical field due to its excellent biocompatibility and durability in human body. Although biopolymer has been studied for many decades, the issue of low antimicrobial properties has remained the challenge to researchers. Recent studies revealed cerium nanoparticles has not only reactive oxygen species (ROS) scavenging properties, but also antimicrobial effect alone. Therefore, the incorporation of CNPs into a representative biopolymer, polymethyl methacrylate (PMMA), was expected to have anti-microbial properties.

**Method.** The hydrothermal fabricated CNP were characterized before incorporated in PMMA at different concentration, up to 2.0% weight relative to PMMA. CNP-PMMA was co-cultured with *Candida albicans* for 4 hours and anti-microbial effects were determined using metabolic activity assays. The underlying anti-adhesive and anti-microbial mechanism was also investigated.

**Results.** Synthesized CNPs showed CNPs' typical characters, such as angular shape with a diameter of about 20 nm, zeta potential of  $12 \pm 2.3$  mV, and the ROS scavenging effect. CNP incorporated into PMMA did not yield a significant difference in surface morphology and roughness. In terms of surface energy, there was the significant increase in the 2% CNP compared to control group. In contrast, the decrease was observed in contact angle and Vickers hardness along to the increase of amount of CNP in PMMA. Metabolic activity assays (PrestoBlue) showed less *Candida albicans* was attached as the amount of CNPs increased in the PMMA, in particular, the anti-adherent effect was maximized in 2% CNP-PMMA. The result from the microviability test revealed CNP prevent *Candida albicans* adherence and growth via the upregulation of the intracellular ROS level

**Conclusions.** CNP incorporation into PMMA made the surface more hydrophilic that decreased survivability and affected the adherence of *Candida albicans*. These results suggest the clinically potential application of CNP as a promising drug-free antimicrobial ingredient.

This work was supported by the National Research Foundation of Korea (NRF) via a grant funded by the Ministry of Science and ICT (Global Research Development Center Program) and the Ministry of Education

## 허혈성 모델에서의 Ref-1/APE-1 의존성 나노 세리아의 혈관 재생 유도

### Revascularization and limb restoration in critical limb ischemia by nanoceria-induced Ref-1/APE1-dependent angiogenesis

Shanika Karunasagara<sup>a</sup>, In-Su Park<sup>a,b,c,1</sup>, Chinmaya Mahapatra<sup>a,d,1,2</sup>, Ji Sun Park<sup>e</sup>,  
Khandmaa Dashnyam<sup>a,d</sup>, Jong-Wan Kim<sup>a</sup>, Jin Chul Ahn<sup>b,g,h</sup>, Phil-Sang Chung<sup>b,i</sup>,  
Dong Suk Yoon<sup>a</sup>, Nandin Mandakhbayar<sup>a,d</sup>, Rajendra K. Singh<sup>a,d</sup>, Jung-Hwan Lee<sup>a,d,j,k,\*\*</sup>  
Kam W. Leong<sup>e,f</sup>, Hae-Won Kim<sup>a,d,j,k,\*</sup>

<sup>a</sup> Institute of Tissue Regeneration Engineering (ITREN), Dankook University, Cheonan, 31116, South Korea

<sup>b</sup> Beckman Laser Institute Korea, Dankook University, Cheonan, 31116, South Korea

<sup>c</sup> Cell Therapy Center, Ajou University Medical Center, Suwon, South Korea

<sup>d</sup> Department of Nanobiomedical Science and BK21 PLUS NBM Global Research Center for Regenerative Medicine, Dankook University, Cheonan, 31116, South Korea

<sup>e</sup> Department of Biomedical Engineering, Columbia University, New York, NY, 10027, USA

<sup>f</sup> Department of System Biology, Columbia University Medical Center, New York, NY, 10032, USA

<sup>g</sup> Department of Biomedical Science, Dankook University, Cheonan, 31116, South Korea

<sup>h</sup> Biomedical Translational Research Institute, Dankook University, Cheonan, 31116, South Korea

<sup>i</sup> Department of Otolaryngology-Head and Neck Surgery, Dankook University, Cheonan, 31116, South Korea

<sup>j</sup> Department of Biomaterials Science, School of Dentistry, Dankook University, Cheonan, 31116, South Korea

<sup>k</sup> UCL Eastman-Korea Dental Medicine Innovation Centre, Dankook University, Cheonan, 31116, South Korea

\* Corresponding author: Institute of Tissue Regeneration Engineering (ITREN), Dankook University, Cheonan, 31116, South Korea.

\*\*Corresponding author: Department of Biomaterials Science, School of Dentistry, Dankook University, Cheonan, 31116, South Korea.

\*Correspondence: ducious@gmail.com (J.-H. Lee), kimhw@dku.edu (H.-W. Kim).

**Introduction.** In critical limb ischemia (CLI), overproduction of reactive oxygen species (ROS) by mitochondria due to oxygen/nutrient starvation and impairment of neovascularization give rise to muscle damage and limb loss. Cerium oxide nanoparticles (CNP), which considered to regulate ROS, have shown therapeutic utility in various disease models. This study shows that CNP as a pro-angiogenic agent in a mouse hindlimb ischemia model, and revealed the molecular mechanism underlying the pro-angiogenic effect.

**Method.** After characterization of CNP, a hindlimb ischemia model was established in immunodeficient nude mice by injecting CNP into a ligated region of a femoral artery. Tissue reperfusion and hindlimb salvage were monitored for 3 weeks.

**Results.** Following CNP administration, tissue sample analysis indicated induction of pro-angiogenic markers, maturation of blood vessels, and remodeling of muscle tissue. At the dose of 0.6 mg CNP, mice showed reperfusion of blood vessels in the hindlimb and a high rate of limb salvage (71%, n = 7), while all untreated mice (n = 7) suffered foot necrosis or limb loss. Moreover, CNP induced the endothelial cell tubule formation via the Ref-1/APE1 signaling pathway *in vitro*. The involvement of this pathway was confirmed using immunocompetent and immunodeficient mice and by siRNA knockdown of APE1.

**Conclusions.** These results proved CNP as an effective treatment for CLI with excessive ROS by scavenging ROS to improve endothelial survival by inducing Ref-1/APE1-dependent angiogenesis to revascularize an ischemic limb.

**Acknowledgement:** This research was supported by the National Research Foundation of Korea (Global Research Laboratory Program: 2015K1A1A2032163, Global Research Development Center Program: 2018K1A4A3A010 64257, Priority Research Center Program: 2019R1A6A1A11034536, and Basic Science Research Program: 2018R1A2B3003446 and 2019R1C1C1002490).

**Keywords:** Critical limb ischemia; Pro-angiogenesis; Cerium oxide nanoparticle; Reactive oxygen species; Ref-1/APE1 pathway

P-06

## 조직 재생을 가속화하기 위한 항균-항생생물학적 특성을 가진 구리 적재 생체활성유리를 통한 이온 및 성장인자의 동시 전달

### Simultaneous co-delivery of ion and growth factor through Copper-loaded bioactive glass with antimicrobial-angiogenetic properties for accelerating tissue regeneration

Ali Taghizadeh<sup>1</sup>, Ahmed El-Fiqiabc<sup>1,2,3</sup>, Nandin Mandakhbayarab<sup>1,2</sup>, Seung Bin Jo<sup>1</sup>, Jonathan C.Knowles<sup>2,4,5,7</sup>, Jung-Hwan Lee<sup>1,2,6,7,\*</sup>, Hae-Won Kim<sup>1,2,6,7,\*</sup>

<sup>1</sup> Institute of Tissue Regeneration Engineering (ITREN), Dankook University, Cheonan, 31116, Republic of Korea

<sup>2</sup> Department of Nanobiomedical Science and BK21 PLUS NBM Global Research Center for Regenerative Medicine, Dankook University, Cheonan, 31116, Republic of Korea

<sup>3</sup> Glass Research Department, National Research Centre, Cairo, 12622, Egypt

<sup>4</sup> Division of Biomaterials and Tissue Engineering, UCL Eastman Dental Institute, 256 Grays Inn Road, London, WC1X 8LD, UK

<sup>5</sup> The Discoveries Centre for Regenerative and Precision Medicine, UCL Campus, London, UK

<sup>6</sup> Department of Biomaterials Science, School of Dentistry, Dankook University, Cheonan, 31116, Republic of Korea

<sup>7</sup> UCL Eastman-Korea Dental Medicine Innovation Centre, Dankook University, Cheonan, 31116, Republic of Korea

\*Correspondence: ducious@dankook.ac.kr, kimhw@dku.edu

**Introduction.** The current clinically available methods to regenerate infected/wounded tissues failed to recover the initial functionality due to the necessity of tissue removal from the infected area. To address this challenge, herein, we developed a nano-sized multifunctional bioactive glass (BG) with the ability to deliver copper, silicate, and calcium ions along with epidermal growth factors (EGF) at the same time to kill the bacteria and accelerate angiogenesis. Moreover, as-prepared nanocarriers exhibited remarkable osteo-odontogenesis in the infected pulp tissue of rat models.

**Method.** After synthesis and characterizing copper-doped BG (CBG), for the in-vitro part, angiogenesis properties of Cu-BG (CBG) and EGF-loaded BG (EGF@CBG) were studied with HUVECs cell. These nanoparticles (NPs) with various concentrations were cultured with hMSCs to assay the osteo/odontogenesis. Moreover, the antimicrobial properties of CBG against *E. faecalis* and *E. faecalis*/HUVECs co-culture conditions were investigated by PrestoBlue. For in vivo part, we used rats to model the pulp infection condition and studied the effect of ions and EGD release from locally injected NPs on inflammation inhibition and tissue regeneration.

**Results.** After successful synthesis of 50-60 nm CBGs, cell viability assay demonstrated applying EGF@CBG up to 20  $\mu\text{g/ml}$  did not reduced cell viability of HUVECs, which can be related to release of copper and calcium ions. Furthermore, from invitro antimicrobial assay, it can be understood that EGF@CBG and CBG NPs reduced the *E. faecalis* viability up to more than 3 times compared to the control. Antimicrobial and angiogenesis of EGF@CBG NPs can be attributed to the slow and sustained release of EGF and copper ions after 7 days. Besides,  $\mu\text{-CT}$  scanning and H&E histological analysis exhibited that after a 42 days implantation of EGF@CBG and CBG into the infected pulp tissue of rat models, they induced a higher area of vessels (higher angiogenesis) and could preserve the bone around the teeth (antibacterial properties).

**Conclusions.** This study showed the synergistic effect of sustained release of copper ions and EGF on enhancing angiogenesis and accelerating antimicrobial properties of BG against *E. faecalis* in wounded pulp tissue model. Moreover, the release of silicate and calcium can significantly improve the osteo/odontogenesis.

**Acknowledgment:** This study was supported by a National Research Foundation of Korea (NRF) grant funded by the Ministry of Science and ICT (2019R1C1C1002490, 2018R1A2B3003446), by the Global Research Development Center Program (2018K1A4A3A01064257), and by the Priority Research Center Program provided by the Ministry of Education (2019R1A6A1A11034536). The present research was also supported by the research fund of Dankook University for the 2019 University Innovation Support Program.

**Keywords:** Bioactive glass; angiogenesis; tissue regeneration; antimicrobial activity

P-07

## 시판 중인 MTA 근관역충전재의 물리·화학적, 기계적 성질과 세포독성 비교

### Physico-chemical, Mechanical Properties and Cytotoxicity of Commercial MTA Endodontic Retrograde Filling Materials: A Comparative Study

Kyoung-Jin Seo<sup>1,2</sup>, Tae-Yun Kang<sup>1</sup>, Ji-Won Choi<sup>1,2</sup>,  
Kwang-Mahn Kim<sup>1</sup> and Jae-Sung Kwon<sup>1,2,\*</sup>

<sup>1</sup>Department and Research Institute of Dental Biomaterials and Bioengineering,  
Yonsei University College of Dentistry

<sup>2</sup>BK21 FOUR Project, Yonsei University College of Dentistry

\*Correspondence: jkwon@yuhs.ac

**Introduction.** Recently, commercial mineral trioxide aggregate (MTA) materials such as Endocem MTA (EC), Dia-Root Bio MTA (DR), Retro MTA (RM), and ProRoot MTA (PR) have been commonly used for retrograde filling during the endodontic treatment. The aim of this study was to assess and compare the physico-chemical and mechanical properties, as well as the cytotoxicity of these MTAs.

**Method.** The tests were measured based on the method outlined in International Standard, 'ISO 6876 Dentistry – Root canal sealing materials'. Compressive Strength at day 7 were compared in accordance to the maximum load. Morphology of the specimens were analyzed after evaluating pH value and calcium ion release. Cytotoxicity was evaluated by considering cell viability using MTT solution assay. One-way analysis of variance (ANOVA) and Tukey's post-hoc test were adapted for the statistical analysis.

**Results.** The film thicknesses of EC and DR were considerably less than that of PR; however, RM's film thickness was greater than that of PR. In addition, the setting times of EC, DR, and RM were shorter than that of PR. The solubility was not significantly different among all groups. EC, DR, and RM exhibited a significant difference in pH variation and calcium ion release relative to the PR group. The radiopacity of EC, DR, and RM were considerably less than that of PR. The mechanical strength of RM was not significantly different from that of PR; however, the EC and DR groups were not as strong as PR.

**Conclusions.** EC, DR, RM, and PR exhibited clinically acceptable physico-chemical and mechanical properties as well as cell cytotoxicity.

**Acknowledgement:** This work was supported by the Korea Medical Device Development Fund grant funded by the Korea government (Project Number: 9991007149, KMDF\_PR\_20200901\_0045).

**Keywords:** mineral trioxide aggregate (MTA); root-end filling materials; endodontic materials; retrograde filling materials

P-08

## 지르코니아 표면의 구조 변화가 레진 시멘트와의 결합력에 미치는 영향

### The effect of structural change of the zirconia surface on the bonding strength with resin cement

강정규, 이민호, 배태성\*

전북대학교 치과대학 치과생체재료학교실, 전북대학교 생체흡수성소재연구소

\*교신저자: bts@jbnu.ac.kr

**서론:** 환자들의 심미적 수복에 대한 요구가 증가함에 따라 자연치아와 심미적으로 유사한 특성을 가진 다양한 종류의 세라믹 재료가 치과 임상에 도입되었다. 본 연구는 지르코니아 가소결체 표면에 지르코니아 미분말과 탄소 미분말을 혼합한 슬러리의 적용 및 소결에 따른 지르코니아 표면의 구조변화가 지르코니아와 레진 시멘트 사이의 결합력에 미치는 영향에 대해 평가하였다.

**방법:** 가소 상태의 5Y-TZP 디스크를 절단하여  $18 \times 18 \times 7$  mm 크기로 지르코니아 시편을 준비한 후 레진 시멘트와의 접착 표면을 다음과 같이 처리하였다. 제1군은 표면처리 없이  $1530^{\circ}\text{C}$ 에서 2시간 소결, 제2군은  $1530^{\circ}\text{C}$ 에서 2시간 소결 후 알루미늄 나노입자로 분사처리, 제3군은 표면에 슬러리 농도 15%의 Zirface를 적용 후  $1530^{\circ}\text{C}$ 에서 2시간 소결, 제4군은 슬러리 농도 30%의 Zirface를 적용 후  $1530^{\circ}\text{C}$ 에서 2시간 소결하였다. 실리콘 퍼티 몰드를 사용하여 지르코니아 시편과 동일한 크기의 광중합 레진 시멘트가 서로 마주보며 접착된 형태로 제작한 후 인장강도 시험을 위해 단면이  $1.0 \times 1.0$  mm 크기가 되도록 절단하여 시편을 준비하였다. 준비한 시편들은 재료시험기에 고정하고 crosshead speed 0.5 mm/min에서 인장력을 가하여 파절 하중을 측정하였다.

**결과:** 최대 인장결합강도는 30% Zirface 처리 그룹에서  $18.8 \pm 5.4$  MPa를 보였으며, Tukey 분석 결과, 나머지 모든 시험군들과 통계학적으로 유의한 차이를 보였다( $P < 0.05$ ). 인장시험 후의 파면을 HR FE-SEM으로 관찰한 결과, 30% Zirface 처리 그룹에서만 레진 내 응집파절과 계면파절이 혼재된 양상을 보였고, 나머지 모든 시험군의 경우에는 계면파절 양상을 보였다.

**결론:** 30% 농도의 Zirface 처리군이 다른 처리군에 비해 인장결합강도가 현저히 높게 나타났다. 다소 의외인 점은 15% 농도의 Zirface에서 30% 농도 Zirface 절반 정도의 인장결합강도가 나올 것이라는 예상과 다르게 굉장히 낮은 인장결합강도를 보여주었다. 지르코니아 슬러리 농도와 인장결합강도의 정확한 상관관계를 알아보기 위해서 좀 더 세분화된 슬러리 농도로 나눈 실험을 진행할 필요가 있다고 생각된다.

**키워드:** 지르코니아; 레진 시멘트; 인장결합강도

P-09

## 양이온의 전자가수가 피브린 네트워크 형성에 미치는 영향

### Formation capabilities of fibrin networks depending on the charge valences of cationic ions

엄승훈, 이상훈\*

서울대학교 치의학대학원 치의과학과 치과재료과학교실

\*교신저자: rhee1213@snu.ac.kr

**서론:** 피브린 네트워크의 형성은 모세혈관 손상 후 발생하는 초기 치유 과정 중 하나다. 특히 임플란트 식립 시 표면에 형성되는 피브린 네트워크는 조직 재생의 성패를 결정한다고 알려져 있다. 피브린 네트워크는 약 50 nm의 피브리노겐 단위체가 상호 결합해 형성되는데, 이때 트롬빈을 포함한 여러 단백질이 반응에 관여한다. 인산칼슘계 세라믹이나 생체활성 유리 등과 같은 골 충전재들은 체내에서 다양한 양이온을 용출시키는데, 양이온에 의한 피브린 네트워크 형성 영향에 관한 연구는 충분하지 않다. 본 연구에서는 양이온의 전자가수가 피브린 네트워크 형성에 미치는 영향을 확인했다.

**방법:** 효소 및 단백질 없이 1, 2, 3 가수의 양이온과 피브리노겐을 반응시켜 피브린 네트워크 형성 정도와 그 형상을 평가했다.

**결과:** 효소 및 단백질 없이, 양이온만으로도 피브린 네트워크 형성됐으며, 양이온의 전자가수에 따라 피브린 네트워크의 형태가 달라지는 것이 확인됐다.

**결론:** 체내 조직 손상 부위에서 트롬빈을 포함한 여러 종류의 단백질에 의해서만 형성되는 것으로 알려졌던 피브린 네트워크는 양이온만으로도 형성 가능하며, 전자가수에 따라 네트워크 형태가 변화했다.

**사사:** 이 연구는 서울대학교 미래기초학문분야 기반조성사업으로 지원되는 연구비에 의하여 수행되었음(860-20200067).

**키워드:** 피브린; 양이온; 전자가수



P-10

## 토란추출물의 치주질환에 대한 *in vitro*와 *in vivo* 효능

### *In Vitro* and *In Vivo* Evaluation of *Colocasia antiquorum* var. *esculenta* Extracts on Periodontal Disease

문성희<sup>1</sup>, 신성진<sup>2</sup>, 오승한<sup>1,2</sup>, 배지명<sup>1,2,\*</sup>

<sup>1</sup>원광대학교 치과대학 생체재료·매식연구소

<sup>2</sup>원광대학교 치과대학 치과생체재료학교실

\*교신저자: baejimy@wku.ac.kr

**서론:** 치주질환은 병원성 세균과 치태로 인해 형성된 치석에 의해 치아 주위조직의 점진적인 파괴가 야기되는 만성 염증성 질환이다. 이러한 치주질환의 유병률과 경제적 부담은 고령화 인구가 증가함에 따라 계속 증가할 것으로 예측되어 치주질환의 예방과 치료는 구강건강과 성인의 전반적인 건강에 중요하다. 본 연구의 목적은 토란(*Colocasia antiquorum* var. *esculenta*)의 75% 에탄올 추출물의 치주질환 예방 및 개선제로써의 가능성을 *in vitro* 및 *in vivo*에서 평가하는 것이다.

**방법:** *In vitro* 활성을 확인하고자 *Porphyromonas gingivalis* (ATCC 33277)에 대한 토란 75% 에탄올 추출물의 항균효능을 최소억제농도(MIC)와 최소살균농도(MBC)로 평가하고 CCK-8 assay로 세포독성을 확인하였다. *In vivo* 활성은 마우스 모델(BALB/c)을 이용하여 10일간 항생제(sulfamethoxazole, trimethoprim) 적용 후 10<sup>9</sup> CFU의 *P. gingivalis* (ATCC 33277)를 구강 내 3회 주입하여 치주염을 유발하고 첫 접종 42일 이후에 골소실을 평가하기 위해 희생하였다. 상악 시편을 마이크로 CT로 촬영하여 백악범랑경계에서 치조정 사이(CEJ-ABC)의 거리를 측정하였다.

**결과:** *In vitro*에서 토란 추출물은 *P. gingivalis*에 대해 항균활성을 나타내어 MIC는 31.3 µg/mL이었고, MBC는 62.5 µg/mL였다. *In vivo*에서 마이크로 CT 분석 결과, 골소실 효과는 군간의 유의성 있는 차이가 나타나지 않았다(p>0.05).

**결론:** 토란 추출물 31.3 µg/mL의 농도에서 *P. gingivalis* (ATCC 33277)에 대한 항균활성을 지니며 세포독성을 나타내지 않았다. 또한 *P. gingivalis*로 유발한 마우스 모델에서 골소실은 유발되지 않았는데 이는 *P. gingivalis*의 strain에 따른 병원체 독성의 차이에 의한 것이라 사료된다. 향후 다른 strain의 *P. gingivalis*를 이용하여 치주염 마우스 모델을 확립하여 토란 추출물의 효능을 평가해야할 필요가 있다.

**사사:** 이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(2021R1A2C1009204)

**키워드:** 토란; 치주질환; *P. gingivalis*; 골소실; 마우스모델

## 교정용 미니스크류의 cutting flute 형성이 삽입 및 제거 토크에 미치는 영향

### Effect of the cutting flute of the orthodontic miniscrew on insertion and removal torque

박철수<sup>1</sup>, 이민호<sup>2</sup>, 배태성<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>전북대학교 치과대학 치과교정학교실

<sup>2</sup>전북대학교 치과대학 치과생체재료학교실, 생체흡수성소재연구소

\*교신저자: bts@jbnu.ac.kr

**서론:** 본 연구는 교정용 미니스크류의 구조적 특징인 나사길이의 cutting flute의 형성이 삽입 및 제거 토크에 미치는 영향을 평가하기 위해 시행되었다.

**방법:** 나사부의 길이가 각각 6.0 mm, 3.3 mm 2종류의 미니스크류를 flute 형성 영향을 살펴보기 위해 flute를 형성하지 않은 미니스크류 실험군과 flute를 형성한 실험군으로 나누었다. Flute 형성 시 미니스크류의 tip으로부터 6.0 mm인 경우는 4.0 mm 그리고 3.3 mm인 경우는 2.4 mm까지 flute를 원주상의 180° 위치에 2개를 형성하였다. 또한 flute 형성의 영향을 살펴보기 위해 미니스크류의 tip으로부터 6.0 mm 경우는 4 mm 그리고 3.3 mm 경우는 2.4 mm까지 flute를 원주상의 180° 위치에 2개를 형성하였다. 삽입 부위에 따른 피질골의 두께와 골밀도의 차이에 따른 영향을 배제하기 위해 피질골 두께 2 mm와 해면골 두께 10 mm의 인공골 Biomechanical Test Block (Sawbones Inc, Vashon, Washington, USA)을 이용하였다. 인공골에 직경 1 mm 드릴로 guide hole을 형성하고 미니스크류를 수직하게 위치시킨 다음 0.1 N·cm 정밀도의 디지털 토크 게이지(9810P, Aikoh Engineering Co, Japan)에 약 1.2 kg의 정하중을 가한 상태에서 나사부의 top까지 삽입하며 얻어진 최대 토크 값과 삽입방향의 역방향으로 제거할 때의 최대 토크값을 기록하였다

**결과:** 길이 6.0 mm와 3.3 mm 미니스크류의 삽입 토크 값은 각각 29.53±1.84 N·cm와 26.84±2.15 N·cm, 그리고 제거 토크 값은 각각 14.50±1.37 N·cm와 13.15±2.89 N·cm를 보였으며 상호간에 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았다(P>0.05). Flute의 형성으로 6.0 mm 미니스크류에서는 삽입과 제거 토크 값이 각각 30.13±1.97 N·cm와 18.65±1.10 N·cm으로 공히 증가되었는데 통계학적으로 유의한 차이를 보이지는 않았다(P>0.05). 길이 3.3 mm 미니스크류에서는 삽입과 제거 토크 값은 각각 20.99±3.94 N·cm와 11.32±2.03 N·cm으로 공히 감소되었는데 삽입 토크 값에서만 통계학적으로 유의한 감소를 보였다(P<0.05).

**결론:** 미니스크류의 삽입과 제거 토크 값은 나사부의 길이가 2배 증가되는 경우에도 큰 폭으로 증가되지 않았고, flute 형성의 영향은 나사부의 길이에 따라 다르게 나타났다.

**키워드:** 미니스크류; 인공골; Flute; 삽입 토크; 제거 토크

P-12

## 세라믹 브라켓과 치과용 지르코니아간의 간단한 접착 술식이 전단응력에 미치는 영향

### Effect of Simplified Bonding on Shear Bond Strength between Ceramic Brackets and Dental Zirconia

Ga-Youn Ju<sup>1</sup>, Soram Oh<sup>2</sup>, Bum-Soon Lim<sup>3</sup>, Hyun-Seung Lee<sup>1</sup> and Shin Hye Chung

<sup>1</sup>Department of Dental Biomaterials Science, School of Dentistry, Seoul National University, Seoul 03080, Korea; espoir840126@naver.com (G.-Y.J.); hyun11@snu.ac.kr (H.-S.L.)

<sup>2</sup>Department of Conservative Dentistry, Kyung Hee University Dental Hospital (KHUHDH), Seoul 02447, Korea; soram0123@gmail.com

<sup>3</sup>Department of Dental Biomaterials Science, School of Dentistry and Dental Research Institute, Seoul National University, Seoul 03080, Korea; nowick@snu.ac.kr

\*Correspondence: den533@snu.ac.kr; Tel.: +82-2-740-8693

**Introduction.** The aim of this study was to evaluate the long term stability of shear bond strength (SBS) when 10-methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate (10-MDP) containing universal adhesive was used in the ceramic bracket bonding on dental zirconia.

**Method.** Twenty human maxillary incisors were collected. The ceramic bracket was bonded on the buccal enamel surface after the acid-etching and orthodontic primer application (Group CON). Sixty zirconia specimens were sintered, sandblasted and divided into three experimental groups; group CP—ceramic primer followed by an orthodontic primer; group U—universal adhesive; group CU—ceramic primer followed by a universal adhesive. For each specimen, the bracket was bonded onto the treated surface with composite resin (Transbond XT, 3M ESPE). The SBS tested before (CON0, CP0, U0, CU0) and after the artificial aging (CON1, CP1, U1, CU1). The data were statistically analyzed with the Kruskal-Wallis test at a significance level of 0.05.

**Results.** The mean SBS of CON0, CP0, U0 and CU0 were within the clinically acceptable range without significant differences. After the aging process, SBS decreased in all groups. Among the aged groups, CP1 showed the highest SBS.

**Conclusions.** Based on the results, when bonding ceramic brackets to a dental zirconia surface, we can conclude that ceramic primer used with an orthodontic primer, rather than using a universal adhesive, is recommended.

**Acknowledgement:** This research was supported by Research Resettlement Fund for the new faculty of Seoul National University.

**Keywords:** dental zirconia; orthodontic bracket; 10-MDP; surface treatment; shear bond strength; resin bonding

## ta-C 코팅된 치과용 Ni-Ti-xMo 합금의 내식성

### Corrosion behaviors of ta-coated Ni-Ti-xMo alloy for dental use

조혜리<sup>1</sup>, 임병석<sup>1</sup>, 박순균<sup>2</sup>, 최한철<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>조선대학교 치과대학 치과재료학교실

<sup>2</sup>(주)BPC

\*교신저자: hcchoe@chosun.ac.kr

**서론:** 현재 근관에 염증을 제거하기 위해서 Endodontic 회전기구가 사용된다. 그러나 근관 시스템의 형태와 뿌리의 곡률은 다양해 염증을 제거하기는 쉽지 않다. Ni-Ti합금은 우수한 유연성과 전반적인 성능이 좋아 현재 근관치료에 많이 쓰이고 있다. 니켈-티타늄 합금은 기존에 쓰이던 스테인리스 강보다 만족된 근관의 형태를 더 쉽게 따라간다. 또한 피로 저항성, 회복 가능한 변형률, 생체 적합성, 및 부식 저항성이 스테인리스 강보다 좋다. 하지만 회전 운동에 사용되는 기구의 비틀림에 의한 골절과 굽힘 피로에 의한 골절이 많이 보고되었다. 이를 방지하기 위해 최근 특수 열처리 및 제조 공정이 적용된 새로운 합금을 제조하는 연구가 활발히 진행되어지고 있다. 특히 유연성을 증가시키기 위하여 R-phase가 되도록 합금원소를 첨가하든지 아니면 열처리를 행하는데 본 연구에서는 Mo함량을 변화시켜 유연성 확보를 하기 위하여 R-phase를 갖도록 하여 연구를 수행하였다. 따라서 본 연구에서는 R-phase를 갖는 Ni-Ti-xMo alloy를 (x=0~0.5%) 제조한 뒤, 표면에 ta-C 코팅 처리 후, 내식성을 평가하였다.

**방법:** Ni-Ti-xMo alloy는 Mo함량을 0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5%로 달리하여 제작하였으며, 필터링된 아크 증착법을 사용하여 합금표면에 ta-C를 코팅하였다. 코팅된 합금의 표면은 FE-SEM, EDS, 및 XRD를 사용하여 관찰하였으며, Corrosion test를 통해 부식거동을 조사하였다.

**결과:** 실험결과, Ni-Ti-xMo 합금에 ta-C 표면코팅을 통해 내식성이 증가되었다.

**결론:** ta-C 코팅하지 않은 것에 비하여 ta-C 코팅한 것은 내식성이 증가되었으며 피로특성이 개선될 것으로 보인다

**사사:** 본 연구는 2021년도 산학연 Collabo R&D (No. G21S289283901) 지원으로 수행되었음

**키워드:** ta-C 코팅; 부식특성; Ni-Ti-xMo합금, R-phase

P-14

## ta-C 코팅된 치과용 Ni-Ti 파일의 표면특성

### Surface characteristics of ta-C coated Ni-Ti file for dental use

임병석<sup>1</sup>, 조혜리<sup>1</sup>, 박순균<sup>2</sup>, 최한철<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>조선대학교 치과대학 치과재료학교실  
<sup>2</sup>(주)BPC

\*교신저자: hcchoe@chosun.ac.kr

**서론:** 근관치료는 신경치료라고 잘 알려져 있으며, 전치를 제외한 모든 치근이 만족되어 있기 때문에 신경을 제거하는 과정에서 비틀림이 발생하고, 회전력을 이용해 치료를 하기 때문에 근관 내의 반복되는 싸이클의 영향으로 치료에서 쉽게 파절이 일어나게 된다. 근관치료에 사용되어지는 파일은 스테인리스강 파일과 Ni-Ti 파일이 존재하지만 스테인리스강은 피로 파절 저항성이 낮기 때문에 수동파일로만 사용되어지며, Ni-Ti 파일이 초탄성, 형상기억, 부식 저항성 및 우수한 생체친화성을 지니고 있어 최근 치과용 전동파일에 거의 사용되고 있다. 그러나 표면가공 시에 나타나는 표면의 결함에 의하여 반복하중 시에 균열의 전파로 인해 파절이 발생하여 임상적으로 위험성이 높다는 큰 단점이 있다. 이를 방지하기 위하여 표면에 여러 가지 물질을 코팅하거나, 열처리를 통하여 개선하고 있지만 이러한 문제를 해결하지 못하고 있는 상태이다. 따라서 R-phase를 갖고 파일을 사용하여 유연성을 확보할 수 있다. 본 연구에서는 Ni-Ti 파일을 사용하여 유연성을 갖는 파일 표면에 ta-C를 코팅하여 그 표면을 관찰하였다.

**방법:** Ni-Ti pro-file, k-file을 사용하였으며, 아크이온 플레이팅법을 사용하여 ta-C를 코팅하였다. 표면처리가 완료된 시편은 FE-SEM 및 EDS를 사용하여 표면을 관찰하였다.

**결과:** 실험결과, ta-C 코팅한 파일의 표면은 매끈한 표면을 보였으면 경도가 크게 증가하고 내마모특성이 증가하였다.

**결론:** 이와 같은 결과로부터 ta-C 코팅된 파일의 표면에서 결함이 크게 감소한 것을 확인하였다.

**사사:** 본 연구는 중소벤처기업부에서 지원하는 2021년도 산학연 Collabo R&D (No. G21S289283901)의 연구수행으로 인한 결과물임을 밝힙니다.

**키워드:** 내마모성; 나노인텐터; Ni-Ti 파일



## 대한치과재료학회 학회 미션과 비전

### 미션

대한치과재료학회는 치과재료 및 치과의료기기의 연구와 교육을 통하여 치의학 발전에 기여하는 학술 단체로서 다음과 같은 역할을 수행한다.

1. 치과재료 및 치과의료기기관련 산·학·연간의 연구 및 정보교류의 장을 제공한다.
2. 치과재료와 치과의료기기의 전문가 집단으로서 관련 분야에서 치과계를 선도하고 국민에게 올바른 정보를 제공한다.
3. 학술대회 개최와 학회지 발간을 통하여 치과재료 및 치과의료기기의 교육과 학문 발전에 공헌한다.
4. 회원 상호 간 친목을 도모하고 국내외 관련 학회 및 유관 단체와 교류를 통하여 학문적 지평을 넓히며 국제화를 추구한다.

### 비전

대한치과재료학회는 치과재료 및 치과의료기기 분야의 국내 유일 학회로서 대한치의학회 산하 학술단체로서 전통을 계승하고 세계 각국의 관련 학계와의 교류를 통하여 학문을 발전 시킴으로써 치의학 발전에 이바지하여 인류의 복지향상에 공헌한다.