

## PFM metal과 zirconia의 표면상태에 따른 전단결합강도 분석

정재관<sup>1\*</sup>, 김경아<sup>2</sup>, 이수옥<sup>3</sup>, 김기백<sup>4</sup>, 김재홍<sup>4</sup>, 김영일<sup>5</sup>

<sup>1</sup>대전보건대학교 치기공과, <sup>2</sup>충북대학교 의과대학 의공학교실, <sup>3</sup>충북보건과학대학교 치위생과, <sup>4</sup>고려대학교 치기공학과,  
<sup>5</sup>충북보건과학대학교 치기공(학)과

## Shear bond strength analysis of PFM metal and zirconia with different surface condition

Jae-Kwan Jung<sup>1\*</sup>, Kyung-Ah Kim<sup>2</sup>, Su-Ok Lee<sup>3</sup>, Ki-baek Kim<sup>4</sup>, Jae-Hong Kim<sup>4</sup>,  
il-young kim<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Dental Laboratory Technology, Daejeon Health Sciences College

<sup>2</sup>Dept. of Biomedical Engineering, College of Medicine, Chungbuk National University

<sup>3</sup>Dept. of Dental Hygiene, Chungbuk Health Sciences University

<sup>4</sup>Dept. of Dental Laboratory Technology, Korea University

<sup>5</sup>Dept. of Dental Laboratory Technology, Chungbuk Health Sciences University

**요약** 본 연구의 목적은 금속 도재관과 지르코니아 도재관 보철물의 하부 구조물인 금속과 상부 도재의 결합강도 (금속군), 하부 구조물인 지르코니아와 상부 도재의 전단결합강도 (지르코니아군)를 결정함에 있어서 각각 하부 구조물인 금속과 지르코니아의 표면 처리를 다르게 하였을 때, 전단결합강도에 미치는 영향을 평가하고자 한다. 금속군에서는 금속 표면에 각각 아무 처리를 하지 않은 집단(NM), 모래분사를 실시한 집단(SM), 불투명 도재를 도포한 집단(OM), 모래분사와 함께 불투명 도재를 도포한 집단(SOM) 총 4집단으로 나누어 실시하였고, 지르코니아군에서는 아무 처리를 하지 않은 집단(NZ), 표면에 모래 분사를 실시한 집단(SZ), 지르코니아 표면에 이장재(지르라이너)를 처리한 집단(LZ), 모래분사와 이장재 처리를 함께한 집단(SLZ) 총 4집단으로 시편을 제작하였다. 금속군과 지르코니아군 각각의 4집단의 표면 처리에 따른 전단결합강도에 영향이 있는지 알아보기 위하여 SPSS를 사용하여 일원배치 분산분석을 시행하였다. 금속 도재관의 경우 하부 구조물인 금속 표면에 모래분사를 한 후 불투명 도재를 도포하는 것이 가장 권장되며, 지르코니아 도재관의 경우 하부 구조물인 지르코니아 표면에 모래분사를 한 후 지르라이너를 도포하는 것이 권장된다.

**Abstract** This study examined the effects of the shear bond strength when the surface condition of the metal and zirconia, each being the lower structures, was different when determining the bond strength (metal group) of the metal lower structure with upper ceramics, and the shear bond strength (zirconia group) of zirconia lower structure with the upper ceramics in prosthetic appliances of metal-ceramic crown and zirconia-ceramic crowns. The metal groups were divided into a total of four groups: the group with no condition on the metal surface(NM), the group with sand-blasting(SM), the group with applied opaque ceramics(OM), and the group with applied opaque ceramics and sand-blasting(SOM). The zirconia groups were also separated into four groups: the group with no condition(NZ), the group with sand-blasting(SZ), the group treated with ZirLiner on the zirconia surface(LZ), and the group applied with ZirLiner along and sand-blasting(SLZ). To examine the effects on the shear bond strength according to the surface condition of each of the four metal and zirconia groups, SPSS was used to conduct one-way ANOVA. For metal-ceramic crowns, it would be best to apply opaque ceramics after sand-blasting on the surface of the metal, the lower structure. For zirconia-ceramic crowns, it is recommended to apply the ZirLiner after sand-blasting on the surface of zirconia, the lower structure.

**Key Words** : Ceramics, Metal, shear bond strength, Surface condition, Zirconia

이 논문은 2014년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2008-0062611).

\*Corresponding Author : Jae-Kwan Jung(Daejeon health sciences college)

Tel: +82-42-670-9189 email: jkjung@hit.ac.kr

Received March 6, 2014

Revised (1st May 7, 2014, 2nd May 13, 2014)

Accepted July 10, 2014

## 1. 서론

지르코니아 전부도재관은 하부구조물인 지르코니아 코어 위에 전장도재를 축성하여 제작하게 되는데, 최대 굽힘강도가 900~1200 MPa로 매우 높고[1],  $10 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ 의 파괴인성을 보이므로 파절에 대한 저항이 강하고 밀링작업이 가능하기 때문에 캐드캠을 이용한 치과보철물 제작이 가능하다[2]. 지르코니아 코어는 우수한 물리적 성질과 캐드캠 기술의 발달로 그 사용이 증가하였지만, 표면이 매끈하고 낮은 젖음성으로 인해 전장도재와의 사이에서 낮은 결합강도를 보이고[3], 그에 따른 파절이 예상되었다. 또한 전장도재는 장식계열의 도재를 전통적인 방법으로 축성하여 제작되고 있기 때문에[4] 코어와 전장도재 사이에서 파절이나 탈락을 야기할 수 있다[5]. 그동안 지르코니아와 전장도재 간의 결합력을 향상시키기 위한 연구[6]가 진행되고 있지만 대부분은 지르코니아에 도재를 축성하는 방법에 대한 연구이며, 그 외에는 주로 금속[7] 또는 지르코니아[8] 코어 종류에 따른 상부 도재와의 결합강도에 관한 연구로 금속과 지르코니아의 표면 처리 조건에 따른 전단결합강도 분석 연구는 아직 심도 있게 진행된 바 없다.

따라서 본 연구에서는 보다 효율적인 표면처리로 지르코니아 전부도재관을 제작하여 더욱 심미적이고 안정적인 치과보철물을 제작하기 위한 방법을 제시하고자 하였다. 먼저 금속도재관의 금속 하부구조물에 표면처리 조건에 따른 금속군의 시편을 금속군군으로 설정하고, 지르코니아 전부도재관의 지르코니아 블록을 제작하여 소결(sintering)한 코어에 표면처리 조건에 따른 지르코니아군의 시편을 지르코니아군으로 설정하였다. 금속군과 지르코니아군에 각각 표면처리 방법을 4가지로 달리 하여 하부구조물과 전장도재와의 전단결합강도를 분석하였다. 본 연구는 지르코니아와 전장도재와의 표면처리 조건에 따른 분석결과로 지르코니아 전부도재관의 성공률을 높이는 중요한 연구자료가 되어지리라 판단된다.

### 1.1 캐드캠의 시스템 원리

캐드캠은 스캐너를 이용하여 치아의 정보를 획득하고 획득한 정보를 바탕으로 컴퓨터 화면상에서 소프트웨어를 이용하여 치과보철물을 디자인하는 장비로, 스캐너, 해당 소프트웨어, 그리고 밀링장비로 구성되어 있다. 캐드캠은 치과보철물을 컴퓨터 프로그램을 이용하여 간편하게 디자인할 수 있으며 캐드 소프트웨어와 밀링 장비

를 통합하여 정밀한 가공이 가능하며, 치과보철물 제작 시스템을 자동화하여 제작에 소요되는 시간을 줄이고 기존의 방법으로 제작하기 힘들었던 지르코니아를 이용한 치과보철물 제작을 가능하게 해주었다.

### 1.2 지르코니아의 특성

지르코니아는 생체 불활성 재료이면서 뛰어난 기계적 성질을 가지고 있으므로 임플란트와 심미보철 치료에 각광받는 소재이다. 지르코니아는 온도의 변화에 따라 단사정(monoclinic), 정방정(tetragonal), 입방정(cubic)의 3가지 결정구조로 존재한다. 단사정 구조는 순수한 천연 지르코니아의 결정구조로  $1170^\circ\text{C}$  이하에서 안정한 상태를 유지하고, 정방정 구조는  $1170\sim 2370^\circ\text{C}$ 의 온도범위에서 결정상으로 존재하며, 입방정 구조는  $2370\sim 2680^\circ\text{C}$ 의 온도범위에서 존재하는 결정상이다. 순수한 지르코니아는 실온에서 단사정이지만  $1170^\circ\text{C}$  정도에서 정방정으로 전이되면서 수축되거나 실온으로 냉각 시에는 팽창하므로 재료의 균열을 유발하게 된다. 이러한 전이가 발생하지 않도록 하기 위해 CaO,  $\text{Y}_2\text{O}_3$ , MgO의 안정화제(stabilizer)를 첨가한 정방정 구조나 입방정 구조의 지르코니아를 안정화 지르코니아라 한다. 지르코니아에 안정화제를 첨가하지 않으면 고온에서 소결한 후 냉각도중 상전이(phase transition)에 의한 균열이 발생하게 된다. 즉 소결 시에는 정방정 구조로 있다가 냉각도중 단사정 구조로 전이가 일어나면서 부피가 팽창하여 균열이 발생하는 것이다. 안정화제를 적당량 첨가하면 정방정 구조를 상온에서도 유지할 수 있어 알루미늄과 같은 세라믹 소재보다 월등히 높은 강도( $1000 \text{ MPa}$ )와 파괴인성( $10 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ )을 갖는 재료로 형성된다. 지르코니아는 지금까지 치과분야에서 소개된 어떤 세라믹 재료보다도 뛰어난 기계적 성질과 함께 높은 강도와 우수한 심미성의 재료로 인정받고 있다.

[Table 1] Zirconia property

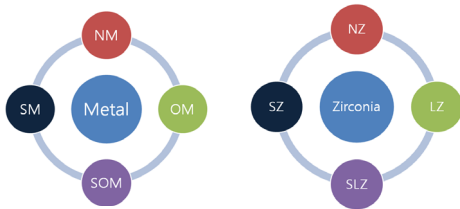
Classification	Dental zirconia
Color	White
Density[ $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ]	> 6
Porosity(%)	< 0.1
Bending strength[MPa]	900~1200
Compression strength[MPa]	2000
Fracture toughness[KIC]	7~10
Coefficient of thermal expansion[ $\text{K}^{-1}$ ]	$11 \times 10^{-6}$
Thermal conductivity[ $\text{W} \cdot \text{m} \cdot \text{K}^{-1}$ ]	2
Hardness(HV 0.1)	1200

## 2. 실험 방법

### 2.1 실험군의 분류

도재관 하부구조물과의 결합강도에 영향을 미치는 요소에는 여러가지가 있으나, 대표적으로 접착면의 표면처리가 달라짐에 따라 결합강도가 달라진다. 본 연구에서는 하부구조물을 금속군과 지르코니아군 두 종류로 나누고 표면처리 조건을 다르게 하여 그에 따른 하부구조물과 전장도재의 결합강도를 측정하였다.

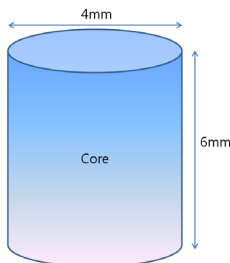
금속군은 금속하부구조 표면처리를 시행하지 않은 집단(NM), 금속 표면에 모래분사를 실시한 집단(SM), 표면에 불투명도재를 도포한 집단(OM), 표면에 모래분사와 함께 불투명도재를 도포한 집단(SOM)으로 나누었다. 지르코니아군은 지르코니아 표면처리를 시행하지 않은 집단(NZ), 표면에 모래분사를 실시한 집단(SZ), 표면에 라이너(이장재, liner)를 도포한 집단(LZ), 표면에 모래분사와 함께 라이너를 도포한 집단(SLZ)으로 분류하였다.



[Fig. 1] Classification of experimental group

### 2.2 시편 제작

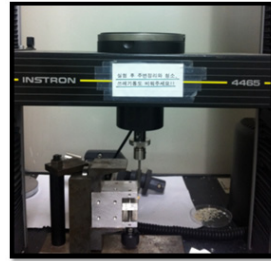
전단결합강도 실험에 사용할 시편은 지름 4mm, 높이 6mm의 하부구조물을 제작하고 상부의 전장도재는 지름 3.5mm, 높이 5mm의 크기로 제작하였다. 실험을 위한 시편의 총 높이는 11mm의 원기둥 모양으로 제작하였으며, 금속군과 지르코니아군을 각 표면처리 조건별로 나누어 10개씩 총 80개의 시편을 이용하여 전단결합강도 실험을 측정하였다.



[Fig. 2] The size of the core

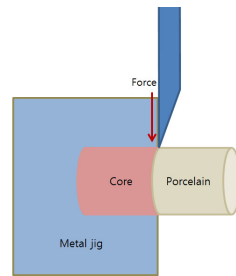
### 2.3 전단결합강도 측정

실험을 위한 시편 제작이 완료된 후 금속군, 지르코니아군 각각 40개의 시편 총 80개 시편을 전단결합강도 측정기(Model 3345, Instron, USA)를 이용하여 실험하였다.



[Fig. 3] Universal Testing machine(UTM)

전단결합강도 측정기를 이용하여 하중을 부하할 때 하중이 하부구조물과 전장도재 사이의 접착면에 정확히 전달되도록 전단결합강도 측정용 금속 지그에 고정하고 crosshead speed는 0.5mm/min로 파절이 일어날 때까지 하중을 가하였다. 파절 될 때의 하중[N]을 측정하고 파절 시의 하중[N]을 단면적[mm<sup>2</sup>]으로 나누는 전단결합강도 (Shear bond strength[MPa] = Maximum applied force[N]/bonded cross-sectional area[mm<sup>2</sup>])으로 전단결합강도 값을 계산하였다[9].



[Fig. 4] Measurement of Shear bond strength

### 2.4 통계분석

금속군과 지르코니아군에서 각각 집단별로 측정된 전단결합강도 평균(표준편차)값들 사이의 통계적으로 유의한 차이가 있는지를 확인하기 위해 SPSS 통계 프로그램 (Statistical Package for Social Science 12.0. SPSS Inc. USA)을 사용하여 일원배치 분산분석(one-way ANOVA test)을 시행하였다. 금속군 내에서 집단 간의 차이를 보

이른지를 검증하기 위해 다중비교 검정(Tukey's multiple comparison test)을 실시하였다. 검정을 통해 사후분석을 하였다. 통계적 유의성 여부는 유의수준 0.05를 기준으로 판단하였다. 지르코니아군 역시 집단 간의 차이를 보이느지를 검증하기 위해 다중비교 검정을 실시하였으며, 검정을 통해 사후분석을 실시하였다. 통계적 유의성 여부는 유의수준 0.05를 기준으로 판단하였다.



[Fig. 5] Digital an electron microscope

[Table 2] Result of Metal group

Group	N	Shear bond strength[MPa]	F-value
NM	10	24.67 ± 3.01 <sup>1a2)</sup>	38.709***3)
SM	10	29.55 ± 2.74 <sup>bc</sup>	
OM	10	38.36 ± 3.49 <sup>e</sup>	
SOM	10	48.47 ± 6.78 <sup>f</sup>	

- 1) Mean ± S.D
- 2) Mean with by different superscripts are significantly different by Tukey's multiple range test
- 3) \*\*\* p<0.001

[Table 3] Result of Zirconia group

Group	N	Shear bond strength[MPa]	F-value
NZ	10	26.27 ± 4.27 <sup>ab</sup>	5.257***3)
SZ	10	31.07 ± 3.97 <sup>cd</sup>	
LZ	10	30.76 ± 3.11 <sup>cd</sup>	
SLZ	10	33.78 ± 5.46 <sup>d</sup>	

- 1) Mean ± S.D
- 2) Mean with by different superscripts are significantly different by Tukey's multiple range test
- 3) \*\* p<0.01

### 2.5 파절 후 단면관찰

금속군과 지르코니아군 각각 40개의 시편 총 80개의 시편의 전단결합강도 측정 후 파절면의 파절양상을 알아보기 위해 파절된 시편의 단면을 디지털 전자 현미경 (KH-7700, Hirox, Japan)을 이용하여 배율 40배로 관찰하였다. 파절된 시편의 단면은 세 가지의 파절양상으로 분류하였다. 첫째는 한가지의 재료 사이에서 파절이 일어난 응집성 파절(cohesive failure), 둘째는 두가지 재료의 접촉면에서 분리가 일어난 접착성 파절(adhesive failure), 그리고 셋째는 응집성 파절과 접착성 파절이 혼재되어 나타나는 혼합형 파절(mixed failure)로 나누어 파절양상을 관찰하였다.

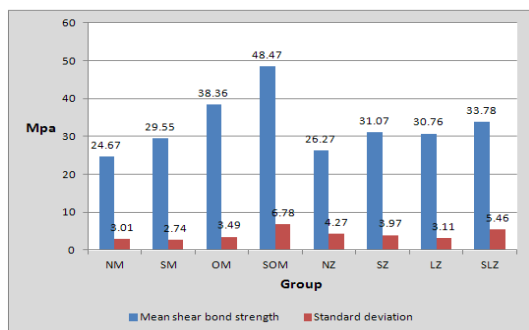
### 3. 실험 결과

금속군에서 일반적으로 금속도재관을 제작하는 방법은 모래분사와 불투명도재를 함께 도포(SOM)하는 방법을 채택하고 있으며, 전단결합강도 평균(표준편차)은 48.47(6.78) MPa로 나타났다. 국제표준화기구에서 추천하는 25 MPa의 전단결합강도의 범위를 상위하는 안정적인 결과값을 보였다. 지르코니아군에서는 일반적인 제작 방법으로 채택하고 있는 NZ집단의 전단결합강도 평균(표준편차)은 26.27(4.27) MPa, LZ집단은 30.76(3.11) MPa로 나타났다. 하지만 지르코니아군에서는 SLZ집단의 전단결합강도 평균(표준편차)은 33.78(5.46) MPa로 가장 높은 전단결합강도를 보였다. 금속군과 지르코니아군 전체 군의 유의확률(F-value)은 P<0.001로 통계적으로 유의하였다.

[Table 4] Result of Shear bond strength

Group	N	Shear bond strength[MPa]	F-value
NM	10	24.67 ± 3.01 <sup>1a2)</sup>	31.144***3)
SM	10	29.55 ± 2.74 <sup>bc</sup>	
OM	10	38.36 ± 3.49 <sup>e</sup>	
SOM	10	48.47 ± 6.78 <sup>f</sup>	
NZ	10	26.27 ± 4.27 <sup>ab</sup>	
SZ	10	31.07 ± 3.97 <sup>cd</sup>	
LZ	10	30.76 ± 3.11 <sup>cd</sup>	
SLZ	10	33.78 ± 5.46 <sup>d</sup>	

- 1) Mean ± S.D
- 2) Mean with by different superscripts are significantly different by Tukey's multiple range test
- 3) \*\*\* p<0.001



[Fig. 6] Result of Shear bond strength[MPa]

본 연구의 전단결합강도의 실험을 통하여 NM집단과 SM집단을 제외한 다른 집단들 사이에는 전단결합강도 평균값 사이에 유의한 차이가 있었다( $P < 0.05$ ). NZ집단과 SLZ집단 사이에는 전단결합강도 평균값 사이에 유의한 차이가 있었다( $P < 0.05$ ). 금속군과 지르코니아군의 모든 집단에서 국제표준화기구에서 추천하는 25 MPa의 전단결합강도를 상회하는 안정적인 결과값을 보였다. 금속도재관의 보철제작방법으로 채택하고 있는 금속군의 SOM 집단은 전단결합강도 평균(표준편차)은 48.47(6.78) MPa로 매우 우수한 전단결합강도를 보였다. 지르코니아 전부도재관의 보철제작방법으로 채택하고 있는 지르코니아군의 NZ집단의 전단결합강도 평균(표준편차)은 26.27(4.27) MPa, LZ집단은 30.76(3.11) MPa로 나타났다. 지르코니아군에서 가장 우수한 전단결합강도를 보인 집단은 SLZ집단으로 나타났다. 금속군 전체 시편 40개와 지르코니아군 전체 시편 40개의 전단결합강도의 평균(표준편차)값을 분석한 결과 금속군 35.26(4.08) MPa, 지르코니아군 30.47(4.20) MPa로 금속군이 더 높은 값을 보였다. 파절양상을 관찰한 결과 금속군에서 접착성 파절을 보였으며, 지르코니아군에서는 접착성 파절과 응집형 파절이 함께 보이는 혼합형 파절양상이 관찰되었다. 시편의 형태가 구강의 치과보철물과는 다르지만, 금속군에서는 SOM집단, 지르코니아군에서는 SLZ집단이 추천할 수 있는 제작방법으로 나타났다.

#### 4. 고찰 및 결론

본 연구에서는 실험실 조건하에서 금속도재관과 지르코니아 전부도재관 제작 시 하부구조물에 다양한 표면처리를 하였을 때 하부구조물과 전장도재 간의 전단결합강

도에 어떠한 영향을 주는지에 대하여 평가하였다. 가장 높은 전단결합강도값은 금속군에서는 SOM집단, 지르코니아군에서는 SLZ집단으로 나타났다. 따라서 금속도재관의 경우 현재 제작방법에 사용되고 있는 하부구조물인 금속 표면에 모래분사를 한 후 불투명도재를 도포하는 것이 가장 권장되며, 지르코니아 전부도재관의 경우 하부구조물인 지르코니아 표면에 모래분사를 시행한 후 라이너를 도포하는 것이 권장된다. 본 연구는 전단결합강도 실험에 사용된 시편이 임상적인 치과보철물의 형태와는 달리 실험을 위한 시편의 형태로 제작되어 임상적 결과를 반영하지 못했으며 구강 내의 상황과도 다르다는 한계점을 가지고 있다. 추후에는 이를 보완하여 치과보철물과 유사한 형태의 시편을 이용한 전단결합강도의 측정과 구강 내 환경을 적용하여 전단결합강도에 미치는 영향을 연구하는 실험이 필요할 것으로 생각된다. 또한 더 많은 변수를 적용하기 위하여 현재 국내에서 시판되고 있는 다양한 지르코니아 시제품을 대상으로 한 추가 연구가 요구된다.

#### References

- [1] Tinschert J, Zvez D, Marx R, and Anusavice KJ. "Structural reliability of alumina-, feldspar-, leucite-, mica- and zirconia-based ceramics", *Journal of Dentistry*, 28:529 - 535, 2000.  
DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0300-5712\(00\)00030-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0300-5712(00)00030-0)
- [2] Christel P, Meunier A, Heller M, Torre JP, and Peille CN. "Mechanical properties and short-term in vivo evaluation of yttrium-oxide-partially-stabilized zirconia", *Journal of Biomedical Materials Research*, 23:45 - 6, 1989.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/jbm.820230105>
- [3] K. B. Kim, J. H. Kim, "Influence of Low Temperature Degradation on Bond Strength of Yttria-Stabilized Tetragonal Zirconia Polycrystal Core to Veneering Ceramic", *Journal of Dental Hygiene Science*, 14:29-34, 2014.
- [4] Chen HY, Hickel R, Setcos JC, and Kunzelmann KH. "Effects of surface finish and fatigue testing on the fracture strength of CAD-CAM and pressed-ceramic crown", *Journal of Prosthetic Dentistry*, 82(4):468-475, 1999.  
DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0022-3913\(99\)70036-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0022-3913(99)70036-3)
- [5] Aboushelib MN, De Jager N, Pallav P, and Feilzer AJ, "Microtensile bond strength of different components of

core veneered all-ceramic restorations”, *Dental Materials*, 21:984-991, 2005.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.dental.2005.03.013>

- [6] J. P. Kim, K. S. Kim, H. M. Kwon, D. J. Yoon, D. H. Won, J. H. Lee, M. H. Lee, “Shear bond strength between zirconia core and porcelain”, *Journal of Korea Research Society Dental Materials*, 36:277-282, 2009.
- [7] I. S. Kim, K. J. Min, “Comparison of dental porcelain baking methods by base-alloy and bonding strength by thermocycling”, *Journal of Korea Academia-Industrial cooperation Society*, 11:772-779, 2010.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2010.11.2.772>
- [8] K. B. Kim, J. H. Kim, “A Study on the Shear Bond Strength of Veneering Ceramics to the Lithium Disilicate (IPS e.max CAD) Core”, *Journal of Dental Hygiene Science*, 13:290-295, 2013.
- [9] Craig RG. “Mechanical properties in restorative”, *Dental materials*, 11:551-592, 2002.

**정재관(Jae-Kwan Jung)**

[정회원]



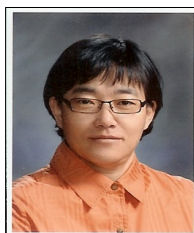
- 2007년 2월 : 건양대학교 보건복지대학원 보건학과 (보건학석사)
- 2012년 8월 : 충북대학교 의과대학원 의공학과 (의학박사)
- 1999년 9월 ~ 2008년 2월 : 건양대학교병원 치과진료부 실장
- 2008년 3월 ~ 현재 : 대전보건대학교 치기공(학)과 조교수

<관심분야>

치과재료, 치과기공, 치과보철, 의공학

**김경아(Kyung-Ah Kim)**

[정회원]



- 1991년 2월 : 충북대학교 물리학과 (이학사)
- 1993년 2월 : 충북대학교 물리학과 (이학석사)
- 2001년 8월 : 충북대학교 의용생체공학과 (공학박사)
- 2005년 3월 ~ 현재 : 충북대학교 의과대학 의학과 부교수

<관심분야>

생체계측, 물리센서, 심폐의료기

**이수옥(Su-Ok Lee)**

[정회원]



- 2005년 2월 : 충남대학교 보건대학원 보건학과 (보건학석사)
- 2012년 2월 : 충북대학교 의과대학원 의공학과 (의학박사수료)
- 2000년 10월 ~ 2005년 12월 : 건양대학교병원 치과진료부 책임치과위생사
- 2010년 3월 ~ 현재 : 충북보건과학대학교 치위생과 조교수

<관심분야>

예방치과, 치과보철, 치위생학, 의공학

**김기백(Ki-Baek Kim)**

[정회원]



- 2011년 2월 : 고려대학교 일반대학원 보건과학과 치의기공전공 (보건과학석사)
- 2014년 2월 : 고려대학교 일반대학원 보건과학과 치의기공전공 (이학박사)
- 2014년 3월 ~ 현재 : 대전보건대학교 치기공(학)과 겸임교수
- 2014년 3월 ~ 현재 : 고려대학교 보건과학연구소 연구교수

<관심분야>

치과재료, 치과기공, 치과보철, 의공학

**김재홍(Jae-Hong Kim)**

[정회원]



- 2012년 7월 : 고려대학교 일반대학원 보건과학과 치의기공전공 (이학석사)
- 2012년 8월 ~ 현재 : 고려대학교 일반대학원 보건과학과 치의기공전공 (박사학위 과정)
- 2012년 8월 ~ 현재 : 신구대학교 치기공과 외래교수
- 2012년 8월 ~ 현재 : 신구대학교 치위생과 외래교수

<관심분야>

치과재료, 치과기공, 치과보철, 의공학

김 영 일(il-young Kim)

[정회원]



- 2011년 2월 : 건양대학교 보건복지대학원 보건학과 (보건학석사)
- 2014년 2월 : 충북대학교 공과대학원 의용생체공학과 (공학박사수료)
- 2007년 7월 ~ 2013년 12월 : 건양대학교 치과기공실장
- 2011년 3월 ~ 현재 : 충북보건과학대학교 치기공과 겸임교수

<관심분야>

치과재료, 치과기공, 치과보철, 의용생체