

치과용 지르코니아 착색제의 건조정도가 지르코니아 색조에 미치는 영향

이주희¹, 박진영^{2*}, 김해중³, 문윤희⁴, 김웅철⁵

¹대전보건대학교 치기공학과, ²고려대학교 보건과학연구소, ³㈜김앤리, ⁴단국대학교 보건과학대학, ⁵고려대학교 치기공학과

Effect of coloring agent dryness on zirconia color

Joo-Hee Lee¹, Jin-Young Park^{2*}, Hae-Jung Kim³, Yun Hee Moon⁴, Woong-Chul Kim⁵

¹Department of Dental Lab Technology, Daejeon Health Institute of Technology

²Institute for Health Science, Korea University

³Kim&Lee Inc.

⁴School of Health Sciences, Dankook University

⁵Department of Dental Laboratory Science and Engineering, College of Health Science, Korea University

요 약 심미 치과보철물의 가장 중요한 요인 중의 하나는 치아의 색상이다. 지르코니아는 디자인, 밀링, 착색, 건조, 소결 과정을 거치는데, 이때의 지르코니아 착색제의 건조 정도가 색조에 어떠한 영향을 미치는지 알아보려고 한다. 실험을 위해 캐드캠을 이용하여 지르코니아 블록(L block(LAZOR), Z block(Zircos-E block posterior), A block(AlphaZ))로 각 15개씩 총 45개의 원형 시편을 제작하였다. 그다음 지르코니아 시편을 화학적 착색제를 이용하여 미건조(0sec), 중간건조(10sec), 완전건조(10min)의 온도유지시간(Temperature dwelling time)을 부여하여 오븐에서 건조한 후 제조회사 지시대로 지르코니아 시편을 소결하였다. 분광광도계를 이용하여 색조를 측정하였다. 치과용 지르코니아 시편의 건조유지시간에 따라 색조의 변화를 비교 분석하기 위해 One-way ANOVA를 시행하고, 사후검정으로 Tukey test를 실시하였다. 지르코니아 L*값은 L, A 시편과 a*값은 A 시편, b*값은 Z 시편의 건조 정도에 따라 통계적으로 차이가 없으나 ($p>0.05$), L*값은 Z 시편과 a*값은 L, Z 시편, b*값은 L, A 시편이 건조 정도에 따라 통계적으로 차이가 있었다($p<0.05$). 결론적으로 착색제의 건조유지시간이 길수록 지르코니아 명도를 밝게 하고, 법랑질의 광학적 특성을 증가시킨다.

Abstract One of the most important factor of esthetic prosthesis is the color of the teeth. Zirconia is produced in the process of design, milling, coloring, drying, and sintering. The effect of the drying degree of zirconia colorant on the color tone is examined. For the experiment, a total of 45 zirconia specimens(15 for each) were fabricated by using cad/cam system. The zirconia specimens(L block(LAZOR), Z block(Zircos-E block posterior), A block(AlphaZ)) were then subjected to zirconia sintering in accordance with the manufacturer's instructions, using a chemical coloring agent to Non-drying(0sec), intermediate (10sec), and completely dried (10min) temperature holding times. The color tone was measured using a spectrophotometer. The results were analyzed with a One-way analysis of variance and the Tukey post-hoc test ($\alpha = .05$) The L * values of L, A specimens, a * values of A specimens, and b * values of Z specimens were not statistically different according to the degree of drying ($p>0.05$), While the L *value of Z specimen, a *value of L, Z specimen, b*values of L, A specimens were statistically different according to the degree of drying($p<0.05$). In conclusion, the drying of zirconia colourants improves zirconia brightness and increases the optical properties of the enamel.

Keywords : Acid base coloring liquid, Coloring agent, Temperature dwelling time, Zirconia, Zirconia shade

본 논문은 2017년도 산학연협력기술개발 중소벤처기업부 연구과제로 수행되었음(1425113207).

*Corresponding Author : Jin-Young Park(Korea Univ.)

Tel: +82-10-3024-1219 email: pjy2437@korea.ac.kr

Received May 3, 2018

Revised (1st May 23, 2018, 2nd June 16, 2018)

Accepted August 3, 2018

Published August 31, 2018

1. 서론

치과보철에 사용되는 재료로 지르코니아는 최근의 치과기공분야에서 기능과 심미를 겸비한 수복재로 인정받으며 널리 쓰이고 있다. 지르코니아는 변태강화에 의해 큰 강도를 가지며, 치과용 캐드캠시스템의 발달로 인해 그 사용이 급증하고 있다[1]. 그러나, 지르코니아의 경우 유백색의 색상을 띠는 물질로써, 자연치아와 같은 색상을 재현하는 데는 한계를 가지고 있다. 그리하여 최근 지르코니아 표면에 착색제를 첨가하여 지르코니아의 심미성을 개선하고자 하는 시도는 여전히 진행되고 있다[2].

지르코니아에 색조를 부여하는 방법은 크게 착색법과 혼합법으로 나뉜다. 먼저 착색법은 금속 산화물 등이 첨가된 착색제(Coloring liquid)를 적용하여 원하는 색조를 얻어내는 방법이며, 혼합법은 지르코니아 분말을 조성하는 과정에서 색상을 재현할 수 있는 금속 산화물 등을 혼합한 후 반 소결하여, 색조화된 유색 지르코니아 블록을 제작하는 방법이다[3-5]. 혼합법의 경우, 최종 소성 후 일률적인 색조재현이 어려우며, 금속 산화물 첨가로 인하여 강도 저하가 된다는 단점이 있는 반면, 착색법은 착색용액의 종류, 침지 시간 및 착색 농도 조절이 가능하여 수복물의 자연스러운 색조 재현이 가능하다는 장점이 있다[3].

색상에 첨가되는 색소체의 주요 성분은 금속염, 용제, 산으로 구성되어 있으며, 크게 두 가지로 구분될 수 있다[6]. 착색제는 화학성 착색제(acid-based coloring liquid)와 수성 착색제(water-based coloring liquid)로 구분될 수 있다. 화학성 착색제는 강산인 염화수소(HCl) 수용액을 포함하고 있으며, 산-염기 반응을 이용해 색조를 부여한다[3]. 수성착색제는 산 성분 없이 다공성인 지르코니아에 금속 양이온을 침투시켜 색조를 부여한다[6].

완전도재관의 코어로 사용되던 지르코니아는 현재 치관전체를 제작하는 방식으로 전환되어가고 있다. 그러나 무색 지르코니아에 착색제를 침적시켜 자연치의 색상을 표현한 지르코니아는 심미성이 우수한 것으로 알려진 글래스 세라믹 등에 비해 반투명도가 낮은 것으로 보고되고 있다[7-10]. 사람의 법랑질은 반투명한 고유 특성을 보이며, 수복하는 치과용 세라믹에 있어 자연치와 유사한 반투명도가 필요성이 요구된다[11,12]. 또한, 반투명도는 자연치와 조화를 이루는 데 중요한 영향을 미친다[7-8, 13]. 자연치아의 색 재현을 위해 지르코니아에 착색제를 침착시켜 자연치와 조화로운 색조를 맞추게 된

다. 이때 착색제의 적절한 취급이 최종 투명도 및 색 발현에 영향을 미친다는 연구가 계속되고 있다. 색의 관점에서 본 선행논문들을 보면 착색제의 침적 횟수, 침적 시간, 착색제의 도포 방법, 착색제의 종류 등에 따라 재현되는 색에 차이가 있음을 알 수 있다[1,6,14]. 그뿐만 아니라 착색제 첨가 시 건조에 따라 지르코니아에 스며드는 정도가 달라지는데, 이 정도에 따라 지르코니아 색조에 영향을 미치게 될 것이다. 즉, 치과보철 제작결과에 영향을 미치는 건조과정의 중요성 및 취급 메뉴얼에 대한 지침을 마련하는 기초자료가 될 수 있다.

임상에서 미건조 상태에서 바로 신터링 작업이 진행되는 경우 착색제가 일정 부분에 묻쳐 보철물 외면에 불규칙한 색상이 발생되는 경우가 있다. 그리하여 지르코니아에 착색제 침적 후 건조과정을 거친 후 신터링을 진행한다. 신터링 전 건조방법으로 할로겐 발열 전구나 헤어드라이어, 쿠킹용 미니 오븐 등이 사용되고 있다. 건조의 정도는 육안으로 확인하기는 어렵고, 작업자의 경험이나 경력에 의존하는 경향이 있어 실패가 빈번히 일어날 수 있는 과정이다. 할로겐 발열 전구나 헤어드라이어 등의 오픈된 공간에서의 건조방법은 정확한 건조온도를 측정하기 어려운 단점이 있어 닫힌 공간의 오븐건조기를 이용하여 건조방법을 진행하여야 한다. 건조 여부에 따라 색조 발현에 차이가 있을 수 있지만, 현재 지르코니아 착색제의 건조에 따른 영향은 연구된 바 없다. 따라서 지르코니아 착색제의 건조 정도가 색조에 어떠한 영향을 미치는지 본 연구를 통해 알아보려고 한다.

2. 연구 방법

2.1 실험 재료

본 연구에서는 무색지르코니아 블록으로Zircos-E block posterior(ACUCERA Co., Ltd.), AlphaZ(DMAX, Korea)와 LAZOR™(U&C International Co., Ltd.)을 사용하여 시편을 제작하였다. 착색제는 화학성 착색제인 Color Liquid Prettau®(ZirKonzahn GmbH, Gais, Italy)를 사용하였다(Table 1).

Table 1. Materials used in the this study

Material	Brand name	Block	Manufacturer
Zirconia block	LAZORTM	L	U&C International Co., Ltd.
	Zircos-E block posterior	Z	ACUCERA Co., Ltd.
	AlphaZ	A	DMAX, Korea
Coloring liquid	Colour Liquid Prettau®		ZirKonzahn GmbH, Gais, Italy

2.2 지르코니아 시편제작

디자인프로그램을 이용하여 지름12mm, 높이 1.5mm 의 원형디스크 형태로 디자인하여 STL파일로 저장하였다. STL파일을 가지고 Hyperdent를 이용하여 각 지르코니아 블럭별 수축률을 적용하고, tool path를 계산하여 NC파일을 생성한 후 DWX-50(Roland DG Corporation, Shizuoka, Japan)장비를 이용하여 지르코니아별 15개씩 원형시편을 밀링하였다(Fig. 1.).



Fig. 1. Zirconia Samples

2.3 착색제 용액 준비

이물질이 들어가지 않도록 뚜껑이 있는 유리용기에 착색 용액인 Colour Liquid Prettau®를 담아두고, 비금속성 재료인 나무젓가락을 이용하여 지르코니아 시편을 30초 침적하였다(Fig.2).



Fig. 2. Coloring instrument(deposition container and tongs)

2.4 아르키메데스법을 이용한 질량측정

소수점 셋째자리까지 측정되는 전자저울 (PIONEER™ Balances ,Ohaus Corporation, USA)을 이용하여 침적 전 지르코니아 블럭 질량(0.873g), 침적 후 지르코니아 블럭 질량(0초(1.118g), 10초(0.997g), 10분 (0.882g))의 을 측정하여 미건조, 중간건조, 완전건조의 기준을 정하였다(Fig.3).



Fig. 3. Electronic scale

2.5 오븐 건조 및 신터링

오븐건조기를 이용하여 95℃에서 미건조(0초), 중간건조(10초), 완전건조(10분) 온도유지시간(Temperature dwelling time)을 부여하였다. 그다음 제조회사 지시대 로 지르코니아를 소결하였다(Fig. 4, Table 2).

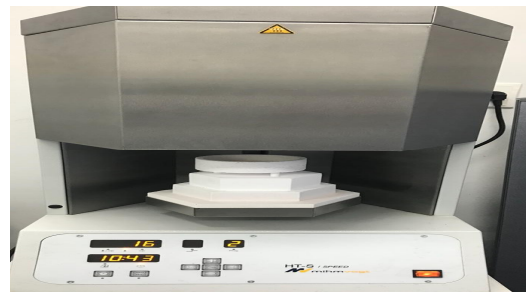


Fig. 4. Sintering Furnace (Mihm-Vogt HT-S Speed)

2.6 표면 연마

시편제작 후 디지털캘리퍼스를 이용하여 두께를 체크 하며, 1000-grit SiC paper로 최종 연마를 시행하며 시편을 완성하였다(Fig. 5.).

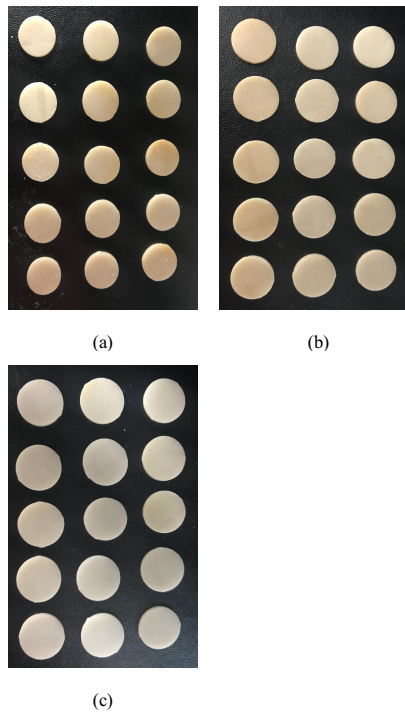


Fig. 5. zirconia samples
(a) Laser (b) AlphaZ (c) Zircos-e
: left line(10min), middle line(10sec), right line(0sec)

2.7 색조측정

분광광도계(Spectrophotometer CM-3600A, Konica Minolta, Japan)를 이용하여 표준광원 D65의 조건에서 정 반사광 제거 방식으로, 세 번 연속하여 나온 값을 평균으로 색을 측정하였다(Fig. 6).

각 시편의 CIE L*, a*, b* 값을 측정하고, 각각의 평균과 표준편차를 산출하였다.

L*은 명도를 나타내고 0-100의 값을 가진다. 숫자가 클수록 밝은 정도 작을수록 어두운 정도를 나타낸다. a*는 적-녹색계열을 나타내는데 +는 적색, -는 녹색을 나타낸다. b*는 황-청색계열로 +는 황색, -는 청색을 나타낸다.

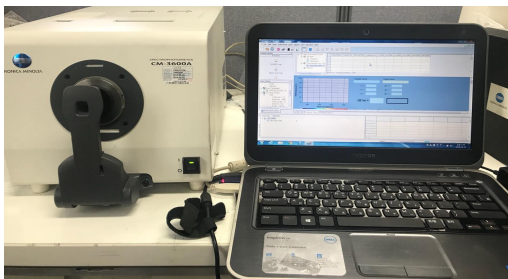


Fig. 6. Spectrophotometer CM-3600A

2.8 통계분석

치과용 지르코니아 시편의 건조유지시간에 따라 색조의 변화를 비교 분석하기 위해 One-way ANOVA를 시행하고, 사후검정으로 Tukey test를 실시하였다. 통계분석은 IBM SPSS Statistics 24.0 (IBM Co., Armonk, NY, USA)을 이용하여 수행하였다. 통계적 판단을 위한 제1종 오류의 수준은 0.05로 하였다.

3. 연구 결과

3.1 각 시편의 색차계

각 시편의 건조 정도에 따른 L*, a*, b* 값의 평균은 다음과 같다(Table 2).

L*값은 L, Z, A 시편의 경우 완전건조일수록 증가하는 값을 보였다. a*, b*값은 L 시편이 건조가 더 잘 될수록 감소하는 값을 보였다. L*값은 L, A 시편과 a*값은 A 시편, b*값은 Z 시편이 건조 정도에 따라 통계적으로 차이가 없으나, L*값은 Z 시편과 a*값은 L, Z 시편, b*값은 L, A 시편이 건조 정도에 따라 통계적으로 차이가 있었다. (Table 2).

Table 2. Mean(SD) of L*, a* and b* values of zirconia specimens using one-way ANOVA

Brand	Temperature dwelling time	L*	p-value	a*	p-value	b*	p-value
L	0sec	67.57 (1.63)	0.629	3.31 (0.51) ^a	0.018	17.57 (1.96) ^a	0.015
	10sec	68.28 (2.39)		1.07 (1.10) ^a		11.70 (2.62) ^{ab}	
	10min	68.98 (2.64)		1.04 (1.14) ^b		11.37 (2.42) ^b	
A	0sec	69.08 (0.93)	0.502	-0.81 (0.15)	0.074	10.30 (1.54) ^a	0.000
	10sec	69.53 (0.36)		-0.39 (0.26)		9.75 (2.21) ^a	
	10min	69.84 (0.56)		-0.28 (0.15)		13.47 (0.83) ^b	
Z	0sec	69.79 (0.62) ^a	0.019	-0.32 (0.09) ^a	0.009	9.17 (1.02)	0.697
	10sec	70.49 (0.59) ^a		-0.76 (0.25) ^a		8.22 (0.46)	
	10min	71.60 (2.36) ^b		-0.54 (0.11) ^b		9.57 (3.92)	

*different letters indicate significant difference (P<.05) according to post-hoc comparison.

Fig. 7.을 보면 지르코니아 시편들이 건조될수록 L* 값이 증가 되는 것을 볼 수 있다.

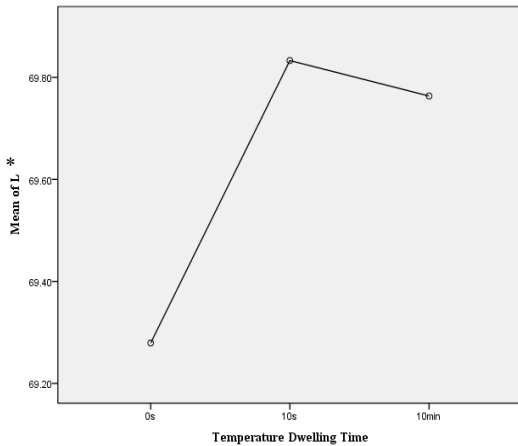


Fig. 7. Mean value of L* in zirconia samples.

4. 고찰

최근 심미성에 관한 관심이 높아지면서 심미 보철물의 사용이 날로 증가하고 있다. 치아의 심미성에 영향을 주는 요인으로는 치아의 형태와 크기, 치아배열 상태와 비율, 표면상태, 조사된 광원 특성, 투과성, 수복물의 설계, 질병상태 등의 치아 요인과 안면 형태, 골격, 입술 색조, 등이 있다[15]. 이 중에서 색과 형태는 눈에 가장 민감하게 반응하며, 특히 치아의 색상은 가장 중요한 요인으로 보고되고 있다[16].

지르코니아 보철물에 관해서도 치아색조 재현의 어려움으로 이의 해결을 위한 다양한 변수들에 관해 논의되고 있다. 심미치과 수복의 중요한 변수인 색상은 지르코니아 침적시간, 침적용액의 종류, 침적액의 건조 등 여러 요인이 연구되고 있으나, 본 연구에서와 같은 건조 정도에 따른 색조에 연구는 아직 없다. 따라서 본 연구에서는 지르코니아 블록들이 건조 정도에 따라 색상에 어떠한 영향을 미치는지 알아보려고 하였다.

연구결과, L, Z, A 시편의 L*값이 미건조<중간건조<완전건조로 증가하는 값을 보였다. 이는 건조가 잘 될수록 명도가 높아지고 밝아진다는 것을 알 수 있다.

L시편의 a*, b*값은 건조가 더 잘 될수록 감소하는 값을 보였고, a*, b*값이 감소한 것은 색 공간 내에서 녹

-청 계열로 이동한 것이다. 치아의 색상과 채도는 주로 상아질에 의해 결정되고, 반투명도는 법랑질에 의해 결정되며[11,12], 이는 청색 영역의 파장에서 적은 양의 산란을 통해 나타난다[17]. 이를 토대로 녹-청 계열로 이동한 것은 법랑질의 광학적 특성이 강해졌다고 볼 수 있다.

Fig. 7.을 보면 지르코니아 시편들이 건조될수록 L* 값이 증가 되는 양상을 볼 수 있다. 이는 건조가 많이 될수록 명도가 높아지는 것을 알 수 있었다. 색료를 사용하여 표현하기 어려운 치아의 높은 명도를 표현하기에 유리하다고 할 수 있다.

지르코니아 착색제의 건조가 진행될수록 명도(L*)가 높아지고, a*,b*값이 감소하여 녹-청계열로 이동하므로 법랑질의 광학적 특성이 증가한다. 이는 지르코니아의 심미적 단점을 개선하는데 활용될 수 있다.

본 연구결과를 보면 L*값은 Z와 a*값은 L, Z 시편, b*값은 L, A 시편이 건조 정도에 따라 차이가 있었다 (p<0.05). 색 차이를 망막이 인식할 때, L* 값인 명도가 색조나 채도의 차이보다 더 민감하게 반응한다[18]. 또한, 자연치아와 심미 보철물을 구분할 때 가장 먼저 차이가 나는 것을 밝기로 구분할 수 있다[19].

본 연구에서 명도 차이가 뚜렷하게 차이가 나는 지르코니아 시편을 보면 착색제의 건조 정도가 색 차이에 영향을 미쳤다고 볼 수 있다. 그러나 본 연구의 한계점은 지르코니아의 화학적 착색제만을 적용하여 건조 정도를 분석하였다는 것이다. 현재 시판되는 착색제로는 화학적 착색제와 수성 착색제가 있다. 그러므로 수성 착색제를 포함한 착색제의 건조 정도 연구가 필요하다.

5. 결론

본 연구에서는 착색제 건조 정도가 색조에 미치는 영향을 알아보려고 지르코니아 시편에 색조를 부여한 후 CIE L*, a*, b* 색체계를 이용하여 각 시편의 색조를 측정하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. L*값은 L, A 시편과 a*값은 A 시편, b*값은 Z 시편이 건조 정도에 따라 차이가 없었고(p> 0.05), L*값은 Z와 a*값은 L, Z 시편, b*값은 L, A 시편이 건조 정도에 따라 차이가 있었다(p<0.05).
2. L 시편의 a*,b*값이 감소하는 값을 보였다.

3. 지르코니아 시편들이 건조될수록 L*값이 증가 되는 경향을 보여 건조가 충분할수록 명도가 높아지는 것을 알 수 있었다.

결론적으로 착색제의 건조될수록 지르코니아 명도를 밝게 하고, 범랑질의 광학적 특성을 증가시킨다.

References

- [1] D.Y. Kim, Translucency and Masking Ability of Colored Zirconia Core, p1-26, Dept. of Medical Science, Graduate school, Hanyang University, 2011.
- [2] Park J-Y, Kim J-H, Kim W-C, Kim J-H, Kim H-Y. Effects on Bond Strength between Zirconia and Porcelain according to Etching Treatment and Low Temperature Degradation, J Dent Hyg Sci, vol.14, no2, pp140-149, 2014.
- [3] J.Y. Nam, Effects Water Based Coloring Liquid on the Color and Hardness of Zirconia, p1-47, Dept. of Dental Laboratory Science Graduate School, Catholic University of Pusan, 2006.
- [4] Sceeram KJ, Srinivasan R, Devi JM, Nair BU, Ramasami T. "Cerium molybdenum oxides for environmentally benign pigments", Dyes and pigments, vol.75, no.3, pp. 687-692, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.dyepig.2006.07.021>
- [5] Aboushelib MN, Kleverlaan CJ, Feilzer AJ, "Effect of zirconia type on its bond strength with different veneer ceramics", J Prosthodont, vol.17, no.5, pp401-408, 2008. DOI:<https://doi.org/10.1111/j.1532-849X.2008.00306.x>
- [6] K.H. Kim, Noh K, Pae A, Woo Y-H, Kim H-S., Effect of Coloring agent on the color of zirconia, J Korean Acad Prosthodont, vol.55, no.1, pp. 18-25, 2017. DOI: <https://doi.org/10.4047/jkap.2017.55.1.18>
- [7] Heffernan MJ, Aquilino SA, Diaz-Arnold AM, Haselton DR, Stanford CM, Bargas MA, "Relative translucency of six all-ceramic systems. Part I: core materials", J Prosthet Dent, vol.88, no.1, pp4-9, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1067/mp.2002.126794>
- [8] Heffernan MJ, Aquilino SA, Diaz-Arnold AM, Haselton DR, Stanford CM, Bargas MA, "Relative translucency of six all-ceramic systems. Part II: core and veneer materials", J Prosthet Dent, vol.88, no.1, pp10-5, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1067/mp.2002.126795>
- [9] Raptis NV, Michalakakis KX, Hirayama H, "Optical behavior of current ceramic systems", Int J Periodontics Restorative Dent, vol.26, no.1, pp31-41, 2006.
- [10] Conrad HJ, Seong WJ, Pesun KJ, "Current ceramic materials and systems with clinical recommendations: a systematic review", J Prosthet Dent, vol. 98, no.5, pp389-404, 2007. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0022-3913\(07\)60124-3](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(07)60124-3)
- [11] Paul SJ, Pliska P, Pietrobon N, Scharer P, "Light transmission of composite luting resins" , Int J Periodontics Restorative Dent, vol.16, no.2, 164-173, 1996.
- [12] Arikawa H, Fujii K, Kanie T, Inoue K, "Light transmittance characteristics of light-cured composite resins", Dent Mater vol.14, no.6, 405-411, 1998.
- [13] Hjerpe J, Narhi T, Froberg K, Vallittu PK, Lassila LVJ, "Effect of shading the zirconia framework on biaxial strength and surface microhardness", Acta Odontol Scand, vol.66, no.5, pp262-267, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1080/00016350802247123>
- [14] H. J. Lee, J. H. Kim, W. C. Kim, H. Y. Kim, "Comparative study of color reproducibility of zirconia using a dipping method and coating method", The Korean Academy of Dental Technology, vol.35, no.3, pp185-192, 2013. DOI: [10.14347/kadt.2013.35.3.185](https://doi.org/10.14347/kadt.2013.35.3.185)
- [15] Haywood VB, Robinson FG, "Vital tooth bleaching with nightguard vital bleaching", Curr Opin Cosmet Dent, vol.4, pp45-52, 1997.
- [16] Kwon SS, LEE HE, "Effect of roughness on the color stability of artificial teeth according to the surface treatment", The Journal of the Korea Contents Association, vol.15, no.6, pp267-275, 2015. DOI : [10.5392/JKCA.2015.15.06.267](https://doi.org/10.5392/JKCA.2015.15.06.267)
- [17] Joiner A. "Tooth colour: a review of the literature", J Dent, vol.32 To.6, pp3-12, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2003.10.013>
- [18] Stevenson B, Ibbetson R, "The effect of the substructure on the colour of samples/restorations veneered with ceramic: a literature review", J Dent, vol.38, no.5, pp361-368, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2010.01.009>
- [19] Niu E, Agustin M, Douglas RD, "Color match of machinable lithium disilicate ceramics: Effects of cement color and thickness", J Prosthet Dent, vol.111, no.1, pp42-50, 2014. DOI: [10.1016/j.prosdent.2013.09.005](https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2013.09.005)

이 주 희(Ju-Hee Lee)

[정회원]



- 2009년 2월 : 배재대학교 재료공학 전공(공학박사)
- 2006년 3월 ~ 현재 : 대전보건의료 대학 치기공(학)과 교수

<관심분야>

치과재료, 치과도재학, 치과보철, 디지털치의학

박진영(Jin-Young Park)

[정회원]



- 2016년 8월 : 고려대학교 일반대학원 보건과학과 치의기공전공(이학박사)
- 2016년 9월 ~ 현재 : 고려대학교 보건과학연구소 연구교수

<관심분야>

디지털치의학, 치과보철, 치과재료, 치기공연구방법론

김웅철(Woong-Chul Kim)

[정회원]



- 1982년 8월 : 연세대학교 보건대학원 보건학과 (석사)
- 2000년 2월 : 가톨릭대학교 보건학과 (박사)
- 1988년 2월 ~ 현재 : 고려대학교 치기공학과 교수

<관심분야>

디지털치의학, 치과기공, 치과보철, 치과재료

김해중(Hae-Jung Kim)

[정회원]



- 2012년 2월 : 배재대학교 무역학사
- 2017년 1월 ~ 현재 : ㈜킴엔리대표

<관심분야>

치과기공, 치과보철, 치과재료, 치과캐드캠

문윤희(Yun-Hee Moon)

[정회원]



- 2016년 2월 : 단국대학교 보건복지대학원 보건학과 구강보건학전공(구강보건학박사)
- 2010년 3월 ~ 현재 : 대전보건대학교 치기공(학)과 겸임교수
- 2009년 10월 ~ 현재 : 이미지치과기공소 대표

<관심분야>

치과기공, Dental CAD/CAM, ZIRCONIA, 3D PRINTER