

# 석고 모형재와 고무인상재의 젖음성이 지르코니아 코핑의 변연적합도에 미치는 영향

김원영, 정인성, 전병욱  
 부산가톨릭대학교 보건과학대학 치기공학과

## Effect of wettability of gypsum materials and rubber impression material on the marginal fitness of zirconia copings

Won-Young Kim, In-Sung Chung, Byung-Wook Jeon

Department of Dental Laboratory Science, College of Health Science, Catholic University of Pusan

**[Abstract]**

**Purpose:** This study examined the effect of wettability of gypsum materials and rubber impression material on the marginal fitness of zirconia copings.

**Methods:** Three commercially available gypsum materials(Fugirock EP, Snow Rock, Tuff Rock) and three zirconia blocks(iJAM Emerald, LUXEN Smile block, ICE Zirkon transluzent) were studied. The zirconia copings were fabricated by using dental CAD/CAM system. Contact angles on the impression materials were measured with contact angle measuring device. Silicone replica method was used to measure the marginal fitness and cutting was performed on the bucco-lingual and mesio-distal sides. It were observed with a stereomicroscope at  $\times 40$  magnification. The data were statistically analyzed with One-way ANOVA.

**Results:** Mean values of contact angles were  $58.3 \pm 0.7^\circ$  for Tuff Rock,  $77.5 \pm 0.5^\circ$  for Fugirock EP and  $87.8 \pm 0.5^\circ$  for Snow Rock and the difference between them was statistically significant( $p < 0.05$ ). The smallest values of marginal fitness for the JF groups were  $30.7 \pm 3.0 \mu\text{m}$  for bucco-lingual direction,  $29.3 \pm 3.0 \mu\text{m}$  for mesio-distal direction. One-way ANOVA showed statistically significant difference between groups for marginal fitness( $p < 0.05$ ).

**Conclusion:** Tuff rock gypsum material had superior wettability to others. The mean marginal fitness of the Tuff rock gypsum material group were significantly better than other groups. Thus they can be also expected to show clinically satisfactory marginal fitness.

**Key words :** Gypsum material, Marginal fitness, Rubber impression material, Wettability, Zirconia coping

교신저자	성명	전 병 욱	전화	051-510-0599	E-mail	nanjbu@nate.com	
	주소	부산광역시 금정구 오륜대로 57 부산가톨릭대학교 치기공학과					
접수일	2016.5.9		수정일	2016.11.16		확정일	2016.11.23

## I. 서 론

환자의 구강 내 치아 및 조직의 형태와 관계를 세밀하고 정확하게 음형으로 인기하는 인상채득 과정은 간접법으로 제작하는 치과보철물의 성공 여부에 영향을 준다(Khalid and Ayman, 2006). 치과보철물 제작 과정에서 중요한 첫 단계인 인상채득도 현재 3차원 스캐닝 기술의 발전 덕분에 아날로그 방법에서 디지털 방법으로 치과 분야에서도 자연스럽게 흐름이 변하고 있다. 치과용 CAD/CAM 시스템의 인상채득 방법으로는 구강스캐너(intraoral scanner)를 사용하는 디지털 방법과 기존의 인상재를 사용하는 전통적인 방법이 있다(Persson et al, 2009). 하지만, 아직은 먼저 전통적인 방법인 인상재를 사용하여 인상채득 후 모형을 제작한 다음 모형을 디지털 방법으로 치과용 스캐너(model scanner)로 스캔하여 치과보철물을 제작하는 복합적인 방법이 일반적으로 사용되고 있다.

현재 임상에서 모형재로 사용되는 치과용 석고는 석고 원석으로부터 어떻게 가공하느냐에 따라 석고 종류가 달라지는데 화학적으로 같은 분자식이지만 물리적 성질이 달라 용도가 다르다. 혼수비와 그 용도에 따라 인상 및 모형용 보통석고, 모형용 경석고, 모형 및 다이 제작용 저팽창 및 고펡창 초경석고의 5가지로 국제표준규격(ISO) 6,873호(1998)에서 구분하고 있으며, 일반적으로 치과보철물 제작에 널리 사용되고 있는 석고는 제3형의 경석고와 제4형, 5형의 초경석고이다.

최종 치과보철물의 정확도와 정밀성을 위해 모형재가 지녀야 할 요건으로는 인상재와의 적합성, 적절한 경화시간, 체적안정성, 높은 압축강도, 미세부 재현성, 표면경도, 마모저항도, 조작의 용이성과 무독성 등을 들 수 있다(Millstone, 1992). 모형재의 요구조건 중 인상재와의 적합성은 모형재와 인상재 간의 젖음성이 나빠 기포가 발생할 수 있으며(Lorren and Salter, 1976), 변연을 정확하게 인기하지 못할 경우에는 최종 치과보철물의 적합도에 영향을 주므로 매우 중요하다(Duke et al, 2000).

석고 모형재와 고무인상재 간의 젖음성에 관한 연구로 인상재에 계면활성제를 분무하였을 때 석고 모형재에 대한 젖음성이 우수하다고 보고하였고(Panichuttra et al,

1991), Schelb 등(1991)과 Choi and Lee(1983)는 인상재에 대한 석고의 적합에 관해 비교 연구하여 보고한 바 있으나, 고무인상재와 석고 모형재 간의 젖음성이 치과보철물의 변연적합도와 관련된 비교 연구는 미흡한 실정이다.

본 연구에서는 석고 모형재와 고무인상재 간의 젖음성이 지르코니아 코핑의 변연적합도에 미치는 영향을 알아보기 위해 1종의 고무인상재와 3종의 석고 모형재 그리고 3종의 지르코니아 블록을 사용하여 지르코니아 코핑을 제작하고 고무인상재에 대한 석고 모형재의 접촉각을 측정하고, 지르코니아 코핑의 변연적합도를 관찰하였다.

## II. 연구 방법

### 1. 시편 제작

높이 5mm, 직경 10mm, 경사각 3° taper, 1mm chamfer 변연의 치아 형태가 되도록 customized abutment Ti 블록(BTBR10S, Shinhung Co., Korea)을 치과용 밀링머신으로 가공하여 금속 지대치를 제작하였다. 임상에서 많이 사용하는 수축변형이 작은 HyFlex light 고무인상재(Osstem Implant Co., Korea)를 사용하여 금속 지대치의 인상을 채득하고 표면 거칠기가 작은 3종의 치과용 석고 모형재(Fugirock EP, GC Co., Japan; Snow Rock, DK Mungyo Co., Korea; Tuff Rock, Talladium Inc, U.S.A)를 사용하여 석고 모형을 제작한 다음, 치과용 스캐너(Scanner 600, Zirkonzahn GmbH, Italy)를 이용하여 디지털 3D 모형을 제작하였다.

### 2. 실험방법 및 분석

#### 1) 접촉각 측정

석고 모형재와 고무인상재의 젖음성 평가를 위해 접촉각을 측정하였다. 인상재를 혼합하여 지름 20mm 원형 mold 내에 주입하고, 유리판을 덮은 후 1kg의 하중을 가한 채로 상온에서 경화시켰다. 인상재 표면을 최대한 매끄럽고 청결한 상태로 유지한 후 혼합된 석고 모형재를 10 $\mu$ l 떨어뜨린 후 석고 모형재가 평행상태가 된 후 접촉각 측정 장치(UNI-CAM, GITSOFITTECH, Korea)를 이용하여 측정하였다. 각 실험군당 5개 시편의 접촉각을 측

정하여 평균값을 구하였다.

2) 변연적합도 측정

지대치와 지르코니아 코핑 간의 변연적합도를 관찰하기 위하여 시편을 표 1과 같이 분류하여 실리콘 복제법 (silicone replica technique)을 이용하여 협설 방향, 근원심 방향으로 나누어 변연간격을 측정하였다. 지르코니아 코핑 안쪽에 수축변형이 작은 light body silicone(Imprint II Garant Light, 3M ESPE, U.S.A.)을 채운 후 지대치에 시적하여 압력을 가하였다. 그 후에 light body silicone이 손상되지 않게 지대치에서 지르코니아 코핑을 제거한 후 수축변형이 작은 medium body silicone(Examixfine Regular, GC Co, Japan)으로 둘러싸다. 실리콘 복제본이 완성된 후 절단한 단면을 지대

치의 marginal 부분에서 지르코니아 코핑까지 수직선상으로 연결한 선과 평행선상에 위치한 부분에서 100 $\mu$ m 안쪽에 위치한 부분을 지정하여(Abbate et al, 1989) 실체현미경(SZX7, Olympus, Japan)을 이용하여 40배율로 변연간격을 측정하였다. 각 시편의 계측부위가 같도록 표시하여 3번씩 측정하여 동일한 결과를 얻었을 때 수치를 기록하였다.

3) 통계분석

SPSS Ver. 21.0 program(SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 접촉각과 변연적합도의 평균값과 표준편차를 구하고, 각 그룹 간의 유의차를 검정하기 위하여 95% 신뢰도 조건에서 One-way ANOVA를 실시하였으며, Scheffe test로 사후검정을 시행하였다. Snow 근원

Table 1. Classification of experimental group

Material		Group	N
Zirconia block	Gypsum material		
iJAM Emerald	Fugirock EP	JF	10
iJAM Emerald	Snow Rock	JS	10
iJAM Emerald	Tuff Rock	JT	10
LUXEN Smile block	Fugirock EP	LF	10
LUXEN Smile block	Snow Rock	LS	10
LUXEN Smile block	Tuff Rock	LT	10
ICE Zirkon transluzent	Fugirock EP	ZF	10
ICE Zirkon transluzent	Snow Rock	ZS	10
ICE Zirkon transluzent	Tuff Rock	ZT	10

III. 결과

1. 접촉각 측정

석고 모형재와 고무인상재 간의 젖음성 평가를 위해 접촉각을 측정한 결과, Tuff Rock이 58.3 $\pm$ 0.7 $^\circ$ 로 가장 작

게 나타났고, Fugirock EP(77.5 $\pm$ 0.5 $^\circ$ ), Snow Rock(87.8 $\pm$ 0.5 $^\circ$ ) 순으로 나타났으며(Table 2), 일원배치 분석 결과 석고 모형재에 따라 통계학적으로 유의차가 나타났다(p<0.05).

Table 2. Contact angle of gypsum materials on impression material

Group	Contact angle				P
	Mean	SD	Min.	Max.	
Fugirock EP	77.5a	0.5	76.8	78.2	.000
Snow Rock	87.8b	0.5	87.2	88.5	
Tuff Rock	58.3c	0.7	57.8	59.5	

<sup>a,b,c</sup> The same letters indicate no significant difference between groups by Scheffe.

## 2. 변연적합도 관찰

협설 방향에서 변연적합도를 측정한 결과, iJAM Emerald 블록 사용 시 Tuff Rock이  $30.3 \pm 2.7 \mu\text{m}$ 로 가장 작게 나타났고, Fugirock EP( $30.7 \pm 3.0 \mu\text{m}$ ), Snow Rock( $31.2 \pm 3.0 \mu\text{m}$ ) 순으로 나타났으며, LUXEN Smile 블록 사용시 Tuff Rock이  $26.5 \pm 2.0 \mu\text{m}$ 로 가장 작게 나타

났고, Fugirock EP( $26.9 \pm 2.0 \mu\text{m}$ ), Snow Rock( $27.3 \pm 2.1 \mu\text{m}$ ) 순으로 나타났으며, ICE Zirkon transluzent 블록 사용 시 Tuff Rock이  $33.6 \pm 2.5 \mu\text{m}$ 로 가장 작게 나타났고, Fugirock EP( $34.5 \pm 2.6 \mu\text{m}$ ), Snow Rock( $35.0 \pm 2.7 \mu\text{m}$ ) 순으로 나타났으며(Figure 1, 2), 일원배치분석 결과 그룹 간에 통계학적으로 유의차가 나타났다( $p < 0.05$ ).

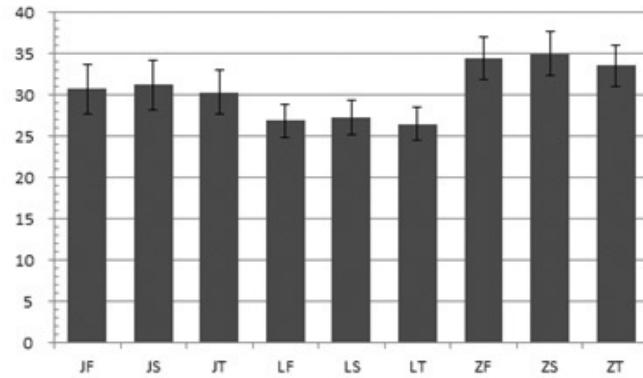


Figure 1. Mean and standard deviations of marginal fitness(bucco-lingual direction).

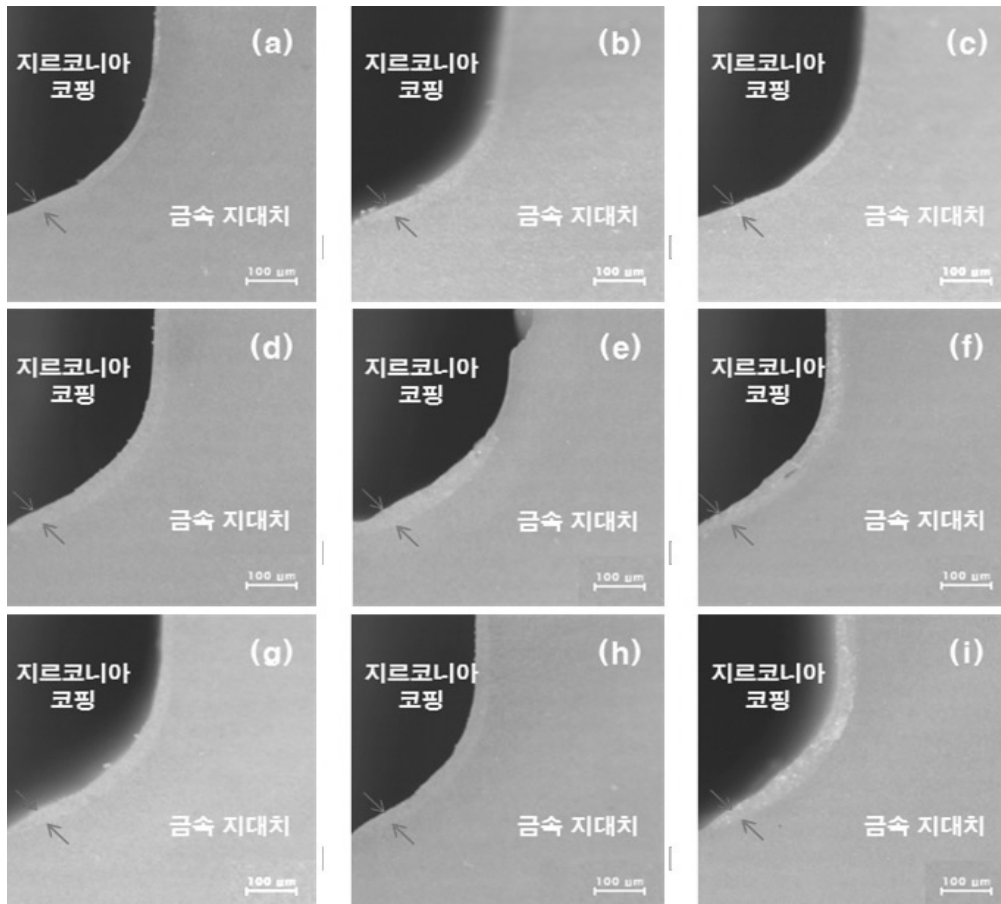


Figure 2. Images of marginal fitness(bucco-lingual direction)( $\times 40$ ): (a) JF, (b) JS, (c) JT, (d) LF, (e) LS, (f) LT, (g) ZF, (h) ZS, (i) ZT.

근원심 방향에서 변연적합도를 측정한 결과, iJAM Emerald 블록 사용 시 Tuff Rock이  $28.8 \pm 2.2 \mu\text{m}$ 로 가장 작게 나타났고, Fugirock EP( $29.3 \pm 3.0 \mu\text{m}$ ), Snow Rock( $30.0 \pm 2.9 \mu\text{m}$ ) 순으로 나타났으며, LUXEN Smile 블록 사용 시 Tuff Rock이  $34.1 \pm 1.7 \mu\text{m}$ 로 가장 작게 나타났고, Fugirock EP( $34.1 \pm 1.7 \mu\text{m}$ ), Snow Rock( $35.5 \pm 2.0$

$\mu\text{m}$ ) 순으로 나타났으며, ICE Zirkon transluzent 블록 사용 시 Tuff Rock이  $33.0 \pm 3.8 \mu\text{m}$ 로 가장 작게 나타났고, Fugirock EP( $33.3 \pm 4.8 \mu\text{m}$ ), Snow Rock( $34.0 \pm 4.47 \mu\text{m}$ ) 순으로 나타났으며(Figure 3, 4), 일원배치분석 결과 그룹 간에 통계학적으로 유의차가 나타났다( $p < 0.05$ ).

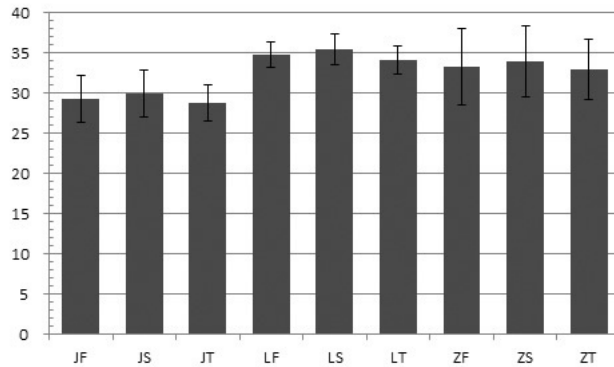


Figure 3. Mean and standard deviations of marginal fitness(mesio-distal direction).

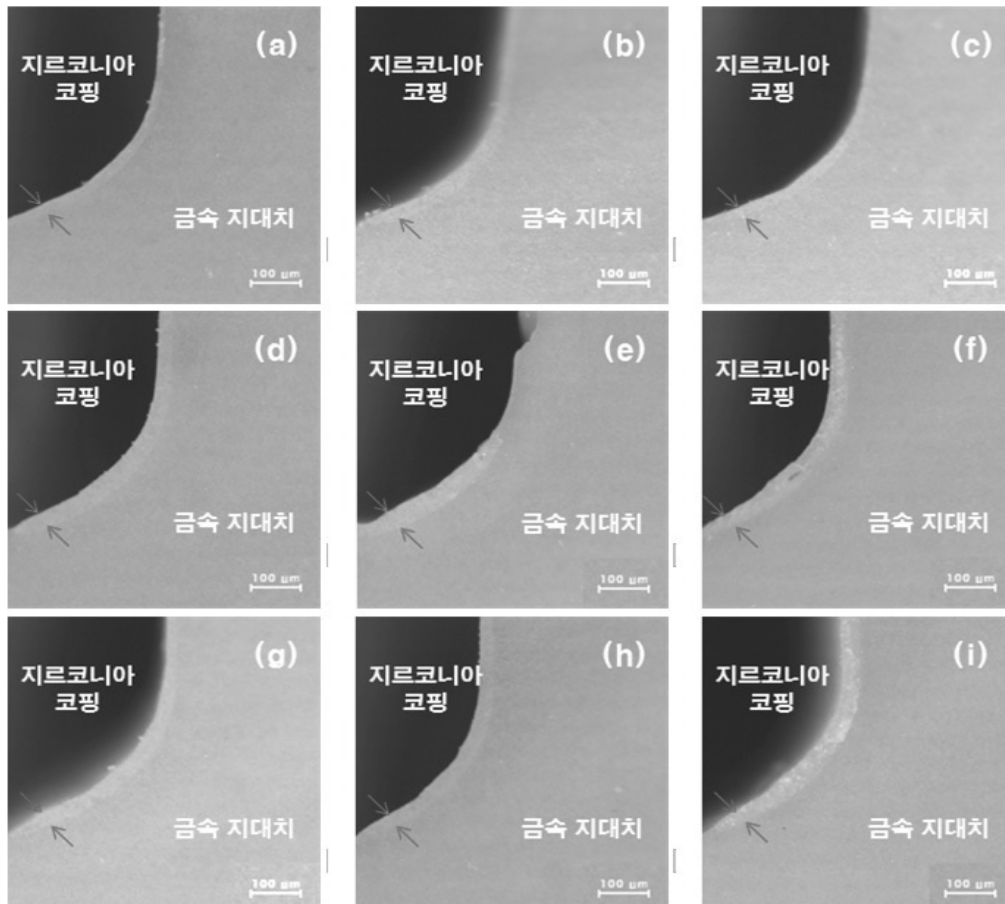


Figure 4. Images of marginal fitness(mesio-distal direction)( $\times 40$ ): (a) JF, (b) JS, (c) JT, (d) LF, (e) LS, (f) LT, (g) ZF, (h) ZS, (i) ZT.

#### IV. 고찰

석고 모형재와 고무인상재 간의 젖음성이 지르코니아 코핑의 변연적합도에 미치는 영향을 알아보기 위해 HyFlex light 고무인상재와 Fugirock EP, Snow Rock, Tuff Rock 등의 석고 모형재 그리고 iJAM Emerald, LUXEN Smile block, ICE Zirkon transluzent 등의 지르코니아 블록을 사용하여 지르코니아 코핑을 제작하고 고무인상재에 대한 석고 모형재의 접촉각을 측정하고, 지르코니아 코핑의 변연적합도를 관찰하였다.

석고 모형재와 인상재 간의 젖음성을 측정하는 방법으로는 접촉각을 측정하는 방법이 흔히 사용된다(Chong et al, 1990). 젖음성(wettability)은 인상체의 정밀한 부위까지 석고액이 잘 흘러 들어갈 수 있도록 하여 기포의 형성이나 정밀도가 요구되는 부위를 날카롭게 재현할 수 있도록 하는 성질이다. 젖음성은 고체에 대한 액체의 접촉각으로 나타내는데, 90° 이상의 높은 접촉각은 젖음성이 낮은 소수성을 나타내며, 0°의 접촉각은 표면에 대한 완벽한 젖음성을 의미한다(Lee et al, 2004). Zisman and Fox(1950)는 두 물질 간의 젖음성 향상을 위해서는 고체인 피착체에 적용될 액상 물질의 표면장력이 피착체보다 작아야 하며, 이 조건을 만족하게 할 때 우수한 젖음성을 달성할 수 있다고 하였다.

본 연구에서는 3종의 석고 모형재를 사용하여 인상재와의 접촉각을 측정한 결과 표 2에서 보는 것처럼 Tuff Rock 석고 모형재가 58.3°로 가장 작게 측정되어 가장 우수한 젖음성을 보였고, Fugirock EP, Snow Rock 순으로 접촉각 값이 높게 나타났다. Lepe 등(2002)은 낮은 접촉각을 지니는 인상재는 모형재의 주입을 쉽게 하고, 지대치에 인상재가 잘 젖을 수 있도록 한다고 하였고, 모형재의 종류에 따라 접촉각이 영향을 받는다는 보고(Cho et al., 2003)와도 일치하였다. 모형재의 요구조건 중 인상재와의 젖음성이 매우 중요한 요소라고 할 수 있다.

성공적인 지르코니아 전부도재관의 제작 여부는 변연적합도, 내구성, 색조 안정성, 베니어 세라믹스와의 결합강도 등에 의해 결정된다(Al-Amleh al, 2010). 변연적합도는 심미적, 생물학적 측면에서 중요하지만, 변연 간의 간격이 발생해 좋지 못한 변연적합도를 나타낼 때 이차 우식

증이나 치아 주위 조직 염증 등을 야기하기 때문에 변연 간의 간격이 전혀 없는 것이 이상적이라고 할 수 있다. 변연적합도의 임상적 허용 범위에 대한 논의는 많으나 현재 가장 많이 사용하고 있는 측정값은 100~120 $\mu$ m이다(McLean and von Fraunhofer, 1971). 본 연구에서는 협설 방향과 근원심 방향에서 변연적합도를 측정한 결과, 모든 군에서 40 $\mu$ m 이내의 작은 변연적합도를 나타내어 임상적으로 모두 허용 가능한 범위 내에 속했다. 이는 치과용 CAD/CAM 시스템을 사용한 지르코니아 전부도재관 제작 과정에서 발생하는 스캔과정, 디자인 과정, 제작 과정에서 발생하는 오류들을 극복할 수 있는 방법들을 잘 이해하여 임상에 적용함으로써 나타난 결과라고 사료된다.

모든 종류의 지르코니아 블록에서 측정한 변연적합도는 접촉각이 가장 작은 Tuff Rock 석고 모형재를 스캔한 디지털 모형에서 유의성 있게 가장 우수하였다. 이는 인상재와의 젖음성이 우수할수록 성공적인 변연부를 형성하여 이상적인 치과보철물을 제작할 수 있는 요인으로 사료되며, 석고 모형재와의 접촉각이 작을수록 변연적합도도 우수하다는 보고(Michalakis et al, 2014)와도 일치하였다. 또한 본 연구에서는 석고에 대한 변연적합도의 차이보다 지르코니아 블록에 따른 차이가 더욱 뚜렷하게 나타났다. Chung 등(2016)은 지르코니아 블록의 표면 거칠기가 변연적합도에 영향을 미친다고 하였으며, Kim 등(2015)은 지르코니아 블록 종류에 따라 기계적 특성이 다르다고 보고하였다. 이는 전부도재관의 변연적합도에 미치는 다양한 요인 중에서 모형 제작에 사용되는 석고 재료의 오차를 최소화시켜 영향이 미비하지만, 지르코니아 블록 종류에 따른 오차는 영향을 미치는 것으로 사료된다.

하지만 본 연구에서는 석고 모형재와 고무인상재 간의 접촉각은 인상재에 석고 모형재가 처음 맞닿을 때의 각도에서 최종적인 모형에 나타난 젖음성을 모두 평가하는 척도로 보기에는 어려움이 있고, 고무인상재에 계면활성제를 사용할 경우 젖음성은 영향을 받는다는 점은 고려되지 않았으며 인상재의 종류 및 사용 방법 등에 따른 추가 연구가 필요할 것으로 사료된다. 본 연구에서의 결과를 종합해 보면 국산 석고 모형재의 접촉각이 수입산 석고 모형재보다 떨어지는 것으로 나타났고 이는 개선되어야 할 필요성이 있는 것으로 사료된다.

#### IV. 결론

석고 모형재와 고무인상재 간의 젖음성이 지르코니아 코핑의 변연적합도에 미치는 영향을 알아보기 위해 HyFlex light 고무인상재와 Fugirock EP, Snow Rock, Tuff Rock 등의 석고 모형재 그리고 iJAM Emerald, LUXEN Smile block, ICE Zirkon transluzent 등의 지르코니아 블록을 사용하여 지르코니아 코핑을 제작하고 고무인상재에 대한 석고 모형재의 접촉각을 측정하고, 지르코니아 코핑의 변연적합도를 관찰한 결과, 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 석고 모형재와 고무인상재 간의 젖음성은 Tuff Rock 석고 모형재가 가장 우수하게 나타났다.

2. 석고 모형재와 고무인상재 간의 접촉각이 작은 석고 모형재로 제작한 지르코니아 코핑의 변연적합도가 가장 우수하게 나타났고, 모든 군에서 임상적 허용 범위 내에 있었다.

현재 치과에서 많이 사용하고 있는 석고 모형재와 고무인상재 간의 젖음성과 변연적합도에 대한 상관관계에 대한 연구가 많이 없으므로 이에 대해서는 더 많은 연구가 이루어져야 할 것이다.

#### REFERENCES

- Abbate MF, Tjan AHL, Fox WM. Comparison of the marginal fit of various ceramic crown. J Prosthet Dent, 61(5), 527-531, 1989.
- Al-Amleh B, Lyons K, Swain M. Clinical trials in zirconia: a systematic review. J Oral Rehabil, 37(8), 641-652, 2010.
- Choi CE, Lee HY. Comparative studies of accuracy for impression materials and die materials. The Journal of the Korean Dental Association, 21(1), 157-165, 1983.
- Cho LR, Chung KH, Kim KN. A study on the contact angle and wettability of the dental stones. J Korean Acad Prosthodont, 41(1), 61-70, 2003.
- Chong YH, Soh G, Setchell DJ, Wickens JL. The relationship between contact angles of die stone on elastomeric impression materials and voids in stone casts. Dent Mater, 6(3), 162-166, 1990.
- Chung IS, Jeon BW, Kim WY. Comparison of marginal fitness of zirconia copings according to impression techniques and zirconia blocks. Journal of the Korea Contents Association, 16(1), 151-157, 2016.
- Duke PD, Moore BK, Haug SP, Andres CJ. Study of the physical properties of type IV gypsum, resin-containing and epoxy die materials. J Prosthet Dent, 83(4), 466-473, 2000.
- Khalid AA, Ayman E. The effect of adding a stone base on the accuracy of working casts using different types of dental stones. J Contemp Dent Pract, 7(4), 17-28, 2006.
- Kim WY, Chung IS, Jeon BW. Comparison of mechanical properties of all ceramic crown on zirconia blocks. J Kor Aca Den Tec, 37(3), 107-113, 2015.
- Lee DY, Oh YI, Chung KH, Kim KM, Kim KN. Mechanism study on surface activation of surfactant-modified polyvinyl siloxane impression materials. J Appl Polym Sci, 92(4), 2395-2401, 2004.
- Lepe X, Johnson GH, Berg JC, Aw TC, Stroh GS. Wettability, imbibition, and mass change of disinfected low-viscosity impression materials. J Prosthet Dent, 88(3), 268-276, 2002.
- Lorren RA, Salter DJ, Fairhurst CW. The contact angles of die stone on impression materials. J

- Prosthet Dent, 36(2), 176–180, 1976.
- McLean JW, Fraunhofer JA. The estimation of cement film thickness by an in vivo technique. Br Dent J, 131(3), 107–111, 1971.
- Michalakis KX, Kapsampeli V, Kitsou A, Kirmanidou Y, Fotiou A, Pissiotis AL, Calvani PL, Hirayama H, Kudara Y. Marginal adaptation of four inlay casting waxes on stone, titanium, and zirconia dies. J Prosthet Dent, 112(1), 70–78, 2014.
- Millstone PL. Determining the accuracy of gypsum casts made from Type IV dental stone. J Oral Rehabil, 19(3), 239–242, 1992.
- Panichuttra R, Jones RM, Goodacre C, Munoz CA, Moore BK. Hydrophilic poly(vinyl siloxane) impression materials: dimensional accuracy, wettability, and effect on gypsum hardness. Int J Prosthodont, 4(3), 240–248, 1991.
- Persson AS, Odeen A, Andersson M, Sandborgh-Englund G. Digitization of simulated clinical dental impressions: virtual three-dimensional analysis of exactness. Dent Mater, 25(7), 929–936, 2009.
- Schelb E, Cavazos E, Troendle KB, Prihoda TJ. Surface detail reproduction of type IV dental stones with selected polyvinyl siloxane impression materials. Quintessence Inter, 22(1), 51–55, 1991.
- Zisman WA, Fox HW. Journ. J Coll Sci, 5, 514, 1950.