

## 수중 치과용 석고의 접착각 및 젖음성에 관한 비교 연구

강릉대학교 구강과학연구소 및 보철과, 수원대학교 공과대학 고분자·화학공학부\*,  
연세대학교 치과대학 치과재료학연구소\*\*

조리라·정경호\*·김경남\*\*

### I. 서 론

보철치료를 할 때 환자의 구강상태를 재현해 구강  
외에서 제작하는 간접법으로 보철물을 제작하는 것  
이 보편적인 방법이다. 정밀한 보철물 제작을 위해  
서는 인상재와 모형재의 물성이 사용 목적에 적합해  
야 하는데, 인상재는 젖음성, 체적안정성, 찢김 저항  
성 등이 주요한 성질이며 모형재의 기본요건으로는  
인상재와의 적합성, 적절한 경화시간, 체적안정성,  
높은 압축강도, 미세부 재현성, 표면경도, 마모저항  
도, 조각의 용이성과 무독성 등<sup>1,2)</sup>을 들 수 있다.

치과용 석고는 미국치과의사협회규격 제 25호에  
의거하여 I형에서 V형까지 각각 인상용 보통석고,  
모형용 보통석고, 모형용 경석고, 모형 및 다이 제작  
용 저팽창 초경석고, 모형 및 다이 제작용 고폽창 초  
경석고로 국제표준규격(ISO 6873:1998)에서 분류하  
고 있다. 이중 인상용 보통석고와 모형용 보통석고는  $\beta$ 형  
반수석고로 제작되며 나머지는  $\alpha$ 형 반수석고  
의 형태로 제작된다.  $\alpha$ 형 반수석고는 프리즘 형태  
의 주상정 결정 형태를 가지고 있고, 해면질의 결정 형  
태를 갖는  $\beta$ 형 반수석고보다 결정 형태가 규칙적이  
며 치밀하기 때문에 부피가 작고 무거우며, 물성이  
우수하다. 따라서  $\alpha$ 형 반수석고로 만들어지는 III,  
IV, V형 석고가 치과용 모형이나 다이 제작에 널리  
사용되고 있다. 치과용 석고의 물리적 성질은 국제

표준규격(ISO) 6873에서는 경화시간, 경화팽창률,  
압축강도, 미세부 재현성으로 규정하고 있다. 치과  
수복물 제작을 위한 모형재는 사용 빈도가 매우 높  
은 수복보조재료임에도 불구하고 국내에서는 I형 및  
II, III형만 국산화되어 있으며 정밀성과 강도가 우수  
한 IV형 모형재는 거의 전량 수입에 의존하고 있는  
실정이어서 이들의 개발이 시급한 실정이다.

모형재의 물성을 향상시키기 위해 다양한 첨가제  
를 넣는 많은 시도가 행해졌는데, Schneider와  
Taylor<sup>3)</sup>는 석고와 혼합하는 물에 석고 경화제나  
stallite를 첨가한 후 미국치과의사협회 규격 제 25호  
에 따라 시험하여 압축강도가 증가한다고 보고하였  
고, Earnshaw<sup>4)</sup>는 석고 모형에 methylmethacrylate  
단량체를 주입시키고 70℃에서 중합시키면 석고내  
의 기공에서 중합되는 고분자가 생성되어 기공이 감  
소하고 표면 특성이 향상되어 압축강도와 인장강도  
및 마모저항성이 증가한다고 보고하였다. 최근의 경  
향은 강도, 마모저항도 등의 물성 보안을 위해 치과  
용 석고에 레진을 첨가해 먼지가 나지 않으며 미세  
부 재현성 및 변연파괴가 적은 제품에 대한 관심이  
커져 이러한 제품들이 시판되고 있으나 이들에 대한  
평가는 서로 다르다.<sup>5,6)</sup> Ragain 등<sup>7)</sup>은 레진이 첨가된  
경석고가 모든 인상재에서 일반적인 IV형 경석고보  
다 미세부 재현성이 뛰어났다고 보고하였으며,  
Duke 등<sup>8)</sup>은 미세부 재현성 및 체적 안정성 등에서는

※이 연구는 보건복지부 보건의료기술연구개발사업(HMP-99-E-10-0003) 연구비 지원에 의하여 수행되었음

차이가 없다고 보고하였다.

모형재로 많이 사용되는 III, IV, V형 석고는 대부분의 작업에 적합한 물성을 가지고 있지만 인상재와의 친화성에 따라 모형 제작 시 기포가 발생하거나 젖음성이 낮아 날카로운 변연을 재현하지 못하는 경우가 있다. 이렇게 젖음성이 낮은 석고를 사용하여 보철물을 제작 시 납형 제작, 금속 및 도재 변연 마무리 및 보철물의 모형 적합 과정에서 정확한 변연부를 제작할 수 없어 부적합한 보철물이 제작되는 오류의 원인이 될 수 있으므로 적절한 젖음성을 가진 모형재의 선택이 중요하리라 사료된다.

젖음성이란 기체와 고체의 계면이 액체와 고체의 계면으로 바뀌는 것을 의미하는데 이러한 젖음의 개념은 표면장력의 개념과 연관된다. 기체와 액체간의 표면장력과 서로 혼합되지 않는 액체와 액체간의 계면장력은 같은 방법으로 측정할 수 있지만 고체가 한쪽의 상으로 되어 있는 경우는 일반적으로 그 측정방법이 없다. 그때 가장 많이 사용되는 방법이 바로 접촉각을 이용해 측정하는 것이다.<sup>9)</sup> 그러나 접촉각만으로는 젖음성의 초기 성질을 설명할 뿐 모형재에 나타나는 결과를 모두 설명할 수 없으며 모형재가 인상재와 접촉하여 반응에 영향을 주는 다른 변수들도 최종적인 젖음성에 영향을 줄 것으로 추측된다.

이에 본 연구에서는 현재 시판되고 있는 III, IV, V

형 치과용 석고 및 IV형의 국산 신개발 석고를 이용하여 인상재에 대한 접촉각을 측정하고 기포함입을 유도한 조건을 마련하여 모형재에 발생하는 기포 수와 재현정도를 측정하여 젖음성을 비교 연구하고자 하였다.

## II. 연구재료 및 방법

### 1. 연구 재료

시판되고 있는 치과용 석고와 신개발 석고를 대상으로 하여, III형 석고로는 MG Snow Rock (문교화학, Korea), New Diastone (삼우화학, Korea)의 2종을, IV형 석고로는 MG Crystal Rock (Maruishi Gypsum, Japan), Vel Mix (Kerr, USA), GC Fuji Rock EP (GC Corp. Japan), Resin Rock (Whip Mix, USA), Tuff Rock (Talladium INC, USA)과 최근 개발중인 신개발석고의 5종을, V형 석고로는 Die Keen (Heraus Kulzer INC, USA)의 1종으로 총 9종의 치과용 석고를 선정하였다 (Table I).

신개발석고는 K4-LE (Georgia Pacific, U.S.A.) α형 반수석고를 출발물질로 사용하여 석고/레진 복합 모형재를 제조하였다. 경화시간을 조절하기 위하여 경화촉진제로는 potassium sulfate(K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)를

**Table I.** Materials used in this study

Materials	Brand name	Characteristics	Manufacturer
Die material (Stone die)	Snow Rock	Type III stone	Munkyo, Korea
	New Diastone		Samoo, Korea
	Crystal Rock		Maruishi Gypsum, Japan
	Vel Mix	Type IV stone	Kerr, USA
	Fuji Rock		GC Corp. Japan
	Resin Rock		Whip Mix, USA
	Tuff Rock		Talladium INC, USA
	YS stone		Newly developed, Korea
	Die Keen	Type V stone	Heraus Kulzer INC, USA
Impression material	Examix	Polyvinyl Siloxane Light body	GC, Japan
	Imprint		3M, USA
	Perfect		Handae, Korea
Tray material	Ostron100		GC, Japan
Tray adhesive	Universal VPS adhesive		GC America, USA

0.5% 첨가하였고, 경화지연제로는 potassium citrate ( $K_3C_6H_5O_7 \cdot H_2O$ )를 0.02% 첨가하였다. 혼수비를 감소시키기 위한 감수제로는 calcium lignosulfonate를 0.2% 첨가하였으며, 석고의 내수성과 내마모성을 향상시키기 위하여 polyvinyl acetate와 vinyl alcohol의 공중합체인 Vinapas RE 5600G (Wacker GmbH, Germany)를 0.5% 첨가한 후, polyethylene bottle에 담아 ball mill을 이용하여 24시간 동안 혼합하였다.

## 2. 연구 방법

### 1) 석고 접촉각 측정

접촉각 측정기 (Kuruss, G10, Germany, Fig. 1)를 이용하여 상온에서 약 5분간 가교를 시킨 인상재 시편의 표면을 최대한 매끄럽고 청결한 상태로 유지한 후 석고 회박용 모형재를 상온에서 떨어뜨려 접촉각을 측정하였다. 회박용 모형재는 제조사의 권장 혼수비보다 100g당 10ml씩 물을 더 첨가하여 제조하였다.

젖음성을 평가하기 위해서 정접촉각 (contact angle,  $\theta$ ; FTA 2000)을 측정한 후 geometric-mean method 방정식(1)을 이용하여 석고 모형재의 확산에너지( $\gamma_s^d$ )와 극성에너지( $\gamma_s^p$ )를 얻었다. 이로부터 인상재의 표면에너지를 계산하였다. 이때 접촉각이 표면 불안정성으로 인하여 시간에 따라 변화되기 때문에 모형재 회박용액을 떨어뜨려 평형상태가 된

후 세 번에 걸쳐 측정하였으며 각 석고 모형재 당 세 번씩 회박용을 제조하여 측정하였다. 따라서 접촉각에 따른 표면에너지의 결과는 접촉각이 평형상태에 도달한 1분 후를 기준으로 하여 평가하였다.

$$(1 + \cos\theta)\gamma_1 = 2[(\gamma_1^d \cdot \gamma_s^d)0.5 + (\gamma_1^p \cdot \gamma_s^p)^{0.5}] \quad (1)$$

$$\gamma(\text{total energy}) = \gamma^p + \gamma^d$$

### 2) 기포함입시험

#### ① 금속 주형 제작

기포함입시험을 위해 치경부에는 인상용 트레이가 없도록 3mm의 쇼울더 (shoulder) 변연으로 삭제한 치아를 확대 모방한 금속모형을 연마 제작하였다 (Fig. 2). 금속모형의 교합면은 불규칙한 면을 측정할 수 있도록 직경 1.5 mm, 깊이가 0.5 mm 되는 60개의 원주형 구멍을 삭제하였다.

#### ② 인상채득

인상을 채득하기 2일전에 맞춤 트레이를 제작하였다. 트레이는 1.0 mm의 인상재 공간을 부여한 후 균일하게 3.0 mm 후경을 가지도록 제작하였고 접착제는 인상을 채득하기 15~20분전에 발랐으며 예비시험에서 기포가 가장 많이 발생하는 한대 Perfect 인상재와 가장 기포가 적게 발생했던 GC 인상재로 10개씩 인상을 채득하였다. 실온 ( $23 \pm 0.3^\circ\text{C}$ )에서 금속 주형에 자동 혼합형 주입기로 wash 점도의 인상을 채득하였다.

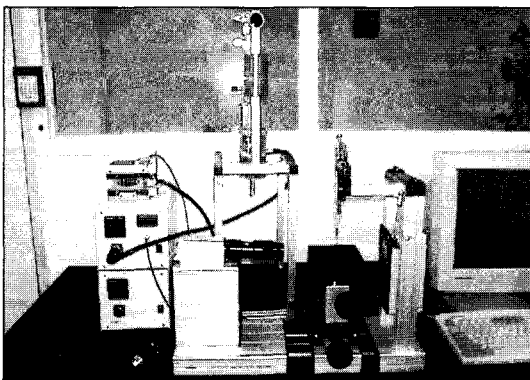


Fig. 1. Contact angle measuring device.

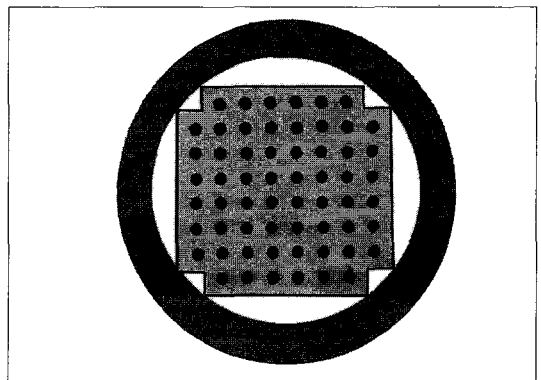


Fig. 2. Void entrapment metal model

### ③ 모형 제작

실온에서 1시간 두었다가 제조회사의 지시대로 혼수비를 맞추어 모형재를 30초간 425 rpm으로 진공 혼합한 후 10cc 1회용 주사기에 담아서 일정한 시작점부터 모형재를 주입하였다. 중간 속도로 진동하는 진동기 위에 인상체를 잘 잡고 90초간 균일한 속도로 인상체에 모형재를 주입한 후 1시간 동안 경화시킨 후 제거하였다.

### ④ 젖음성 검사

입체현미경으로 180개의 모형재의 사진을 10배로 채득하여 (ImagePro 4.0, Silverspring, Md)을 이용, 젖음성 정도를 평가하였다. 모형재는 인상재에 대한 재현 정도를 평가하여 1/4이하를 재현한 경우를 0점, 1/4부터 2/4까지 재현하였을 때를 1점, 2/4부터 3/4까지 재현했을 때를 2점, 3/4부터 완전하게 재현하였을 때를 3점으로 정하였으며 각 60개 원주형 구멍의 실험결과를 종합하여 분석하였다.

### 3) 통계분석

각 모형재의 접촉각은 이원분산분석법으로 인상재 및 모형재의 상관관계가 있는지를 확인한 후 Scheffe 법으로 사후 검증하였으며 모형재의 기포발생 정도는 일원분산분석으로 각 군간의 차이가 있음을 확인한 후 Scheffe 방법으로 각 군간의 차이를 사후 검증하였다. 모형재의 젖음성 검사 결과는 순위를 매기는 검사였을 뿐 아니라 모형재의 재현성이 우수하여 정규분포를 나타내지 않고 3점 쪽으로 치우친 분포를 나타내었으므로 비모수 통계분석방법인 Kruskal-Wallis 법으로 각 군간의 차이가 있음을 확인한 후 Dunnett 방법으로 각 군간의 차이를 사후 검증하였다. 각각의 통계적 분석은 유의수준 95%로 설정하여 진행하였다.

## III. 연구 성적

### 1. 접촉각 측정

접촉각은 모형재에 따라 다른 결과를 보였고 ( $P < .001$ ), 인상재에 따라서도 다른 결과를 나타냈으며 ( $P < .001$ ) 인상재에 의한 영향이 더 컸다. 또한 인상재와 모형재의 친화성에 따라서도 다른 결과를 나타내었다 ( $P < .001$ ). 신개발 석고는 두 종류의 인상재에서 가장 낮은 접촉각을 보여 젖음성이 우수한 것으로 나타났다 (Table II, Fig. 3). 3M 인상재는 모형재의 종류에 관계없이 GC 인상재에 비하여 높은 접촉각을 나타내었다. III형 석고와 IV형 석고에 따른 차이는 보이지 않았으나 대체적으로 III형 석고의 접촉각이 IV형이나 V형에 비해서는 큰 값을 나타내었다. Resin Rock과 Die-Keen은 인상재와의 친화성에 따른 결과 차이가 있는 것으로 나타났다.

### 2. 기포함입시험

기포 수와 젖음성에서도 각 모형재는 통계적으로 유의한 차이를 나타내었다 (모두  $P < .001$ ). 한대 Perfect 인상재에 대한 기포 수는 신개발 석고와 Crystal Rock이 가장 작았으며 Die-Keen과 Snow Rock에서 가장 많은 수를 보였다. 석고의 유형별로 어떤 한 유형이 더 우수한 결과를 나타내지는 않았다 (Table III, Fig. 4). 그러나 GC 인상재에서는 다른 결과를 나타내었는데, 전반적으로 Handae 인상재보다 기포 수가 통계적으로 유의하게 작았으며 ( $P < .001$ ), 특히 Resin Rock과 Tuff Rock 같은 레진 함 유형 석고의 기포 수는 다른 모형재와 통계적으로 유의한 차이를 나타내었다 ( $P < .001$ ).

석고 모형재의 기포함입 모형에 대한 젖음성을 순

**Table II.** Mean contact angle of die materials on two impression materials

	Snow Rock	New Diastone	Crystal Rock	Vel Mix	Fuji Rock	Tuff Rock	Resin Rock	YS Stone	Die Keen
3M	104.5±0.6	108.0±0.4	105.8±0.4	105.3±0.8	97.6±0.2	106.1±0.3	105.0±0.5	84.2±0.4	102.3±0.5
GC	64.9±0.1	78.0±0.5	79.1±1.0	74.4±0.5	75.0±0.4	58.9±0.5	67.2±0.5	57.9±0.2	75.7±0.6

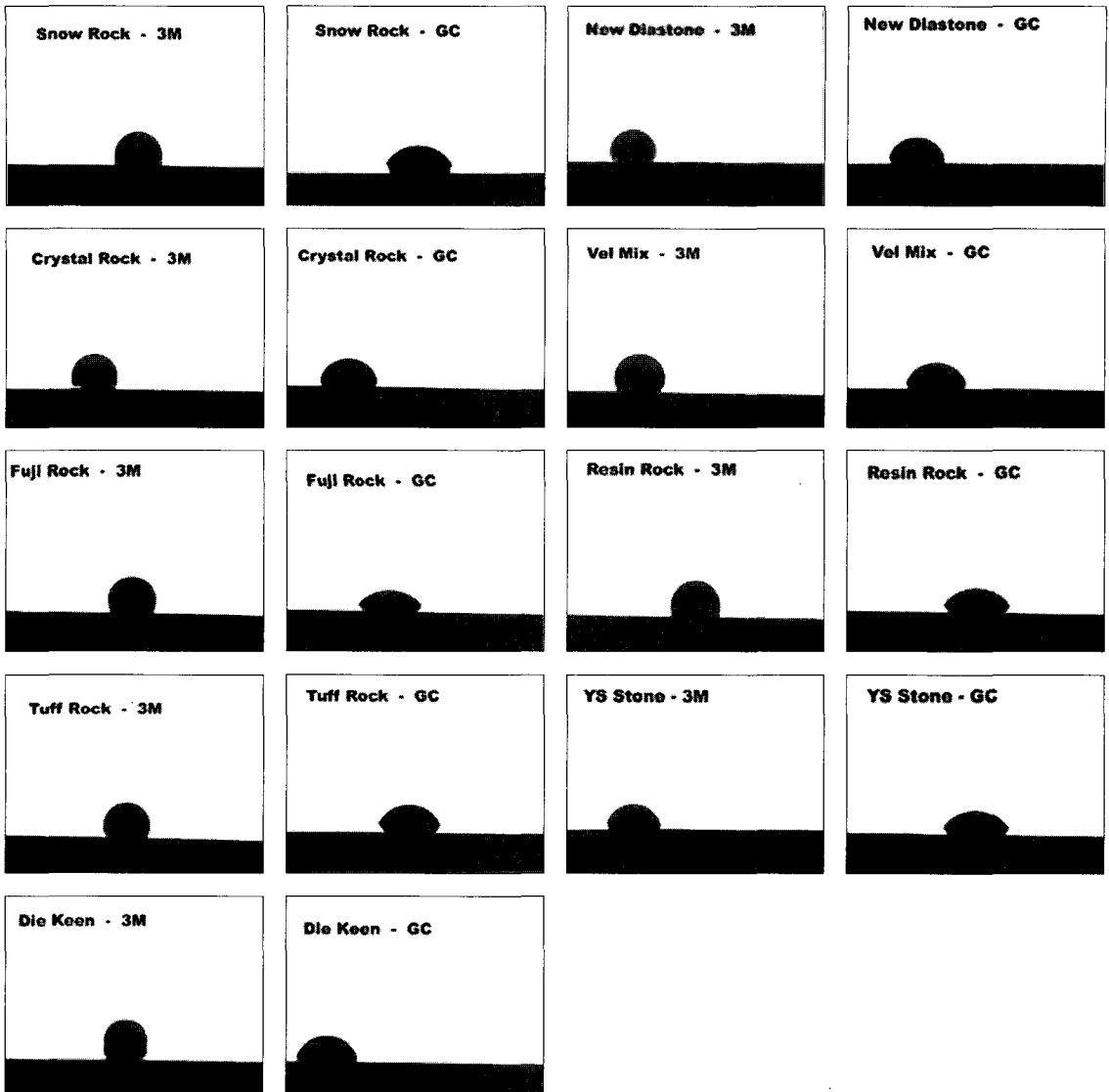


Fig. 3. Contact angles of die materials on two impression materials.

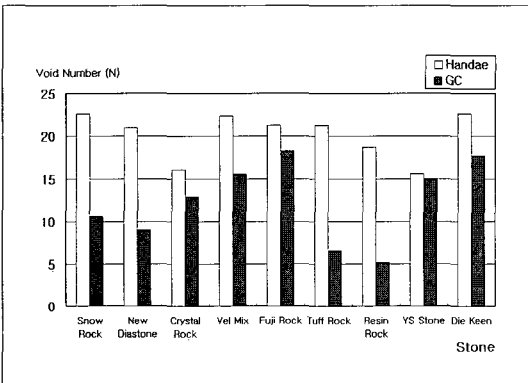
위를 매겨 측정된 결과 Perfect 인상재와 GC 인상재 모두 Tuff Rock이나 Resin Rock과 같은 레진 함유형 석고가 우수한 결과를 나타내었으며 IV형 석고가 III형 석고에 비해 젖음성이 더 우수하였다. III형 석고 중에서는 Crystal Rock이 좀 더 젖음성이 우수하였

으며 Vel Mix는 모든 모형재 중에서 가장 낮은 젖음성 순위를 나타내었다 (Fig. 5). 석고 모형재의 기포 함유 모형을에서의 젖음성과 기포 개수는 유의한 상관관계를 나타내지 않았다. 인상재의 종류에 따른 차이는 없었다.

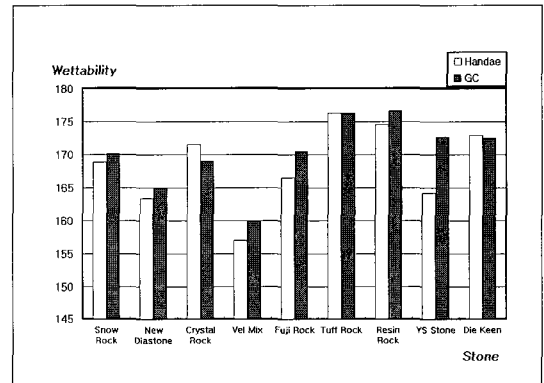
**Table III.** Void production and wettability of several stone materials

		Snow Rock	New Diastone	Crystal Rock	Vel Mix	Fuji Rock	Tuff Rock	Resin Rock	YS Stone	Die Keen
Mean±S.D		22.6±1.6	21.0±1.3	16.1±1.4	22.4±1.1	21.3±1.9	21.3±1.8	18.7±2.1	15.6±1.7	22.6±2.0
Void	*	d	c,d	a, b	c,d	c,d	c,d	b,c	a	d
Number	Mean±S.D	10.6±1.0	9.0±1.1	12.9±1.3	15.6±1.8	18.3±2.1	6.6±1.3	5.2±0.9	15.0±1.8	17.7±1.7
	*	b	b	b,c	c	c,d	a	a	c	c,d
Mean±S.D		168.9±3.5	163.4±5.5	171.5±2.5	157.0±4.8	166.5±3.0	176.3±3.3	174.5±2.9	164.2±1.6	172.9±1.5
Wett-	*	b	b,c	a,b	c	b	a	a	b	a,b
ability	Mean±S.D	170.2±3.5	165.0±5.5	169.0±2.5	160.1±4.8	170.5±3.0	176.3±3.3	176.6±2.9	172.7±1.6	172.5±1.5
	*	b	c	b,c	d	b	a	a	b	b

\* homogeneous subset was presented as same alphabet.



**Fig. 4.** Void production number of several stone materials.



**Fig. 5.** Wettability several stone materials.

#### IV. 총괄 및 고안

젖음이란 기체와 고체의 계면이 액체와 고체의 계면으로 바뀌는 것을 의미하는데 이러한 젖음의 개념은 표면장력의 개념으로 연관되어진다. 일반적으로 표면장력과 계면장력의 개념은 본질적으로는 같으나 구분을 하자면, 계면장력이 좀더 큰 범주로서 2개 이상의 상이 존재할 경우 분자간에 작용하는 힘을 말하고, 표면장력이란 액체와 기체의 상이 존재할 경우 분자간에 작용하는 힘으로 액체 분자 사이에는 분자끼리 모든 방향에서 끌어당기는 힘이 작용하는데 이 힘을 응집력이라 하고, 다른 분자끼리 끌어당기는 힘을 부착력이라 하는데 이와 같이 응집력과

부착력의 차이로 인해 발생하는 힘을 바로 표면장력이라 한다. 표면장력의 값은 온도에 따라 변화하는데 온도가 증가할수록 표면장력은 감소한다. 또한 표면장력은 분자의 개념에서 이해할 때 표면이 수축하려는 힘으로 말할 수 있으므로 분자간 인력의 관점에서 증발열의 순서로부터 표면장력을 나타낼 수 있다. 즉, 증발열이 낮을수록 표면장력은 낮아진다. 기체와 액체간의 표면장력과 서로 혼합되지 않는 액체와 액체간의 계면장력은 같은 방법으로 측정할 수 있지만 고체가 한쪽의 상으로 되어 있는 경우는 일반적으로 그 측정방법이 없다. 그때 가장 많이 사용되는 방법이 바로 접촉각을 이용해 표면장력을 측정하는 것이다.

접촉각을 측정하여 젖음성을 평가하는 방법에는 정적인 평가법과 동적인 평가법이 있다. 동적인 평가법은 액상에 고상이 들어가고 나올 때의 힘을 측정하여 입사접촉각 (advancing contact angle) 및 후퇴접촉각 (receding contact angle)을 측정하여 평균함으로써 젖음성을 측정하는 방법으로 고상의 젖음성을 평가하는 방법이며 일명 Wilhelmy 법이라고도 한다.<sup>10,11)</sup> 정적인 평가법은 고체 표면에 액체를 떨어뜨려 입사접촉각을 측정하는 것으로 입사접촉각이 작아질수록 젖음성이 우수함을 의미한다.

접촉각으로 젖음성을 평가하는 방법은 인상재의 젖음성을 측정하기 위해 많이 사용되었다.<sup>10,12)</sup> 그러나, 모형재의 젖음성에 대한 객관적인 평가방법은 거의 부재한 상태였다. 본 연구에서는 수회에 걸쳐 예비실험을 하여 측정에 알맞은 석고 회박용액의 비율을 결정한 후 접촉각을 측정하였다.

본 실험의 연구 결과 모형재에 종류와 모형재를 적용하는 표면인 인상재의 종류 모두 접촉각에 영향을 주는 것으로 나타났으나 그 영향은 모형재의 종류보다는 인상재 자체의 표면 특성이 더 크게 영향을 주는 것으로 사료된다. 또한, 오 등<sup>13)</sup>의 연구에서 기존 인상재를 대상으로 증류수를 적용했을 때에도 3M 인상재는 GC 인상재나 Kerr 인상재, 한대 인상재에 비하여 큰 접촉각을 나타내어 물이나 석고 모형재를 적용 시 젖음성이 떨어질 것으로 예상되어 기포함입 시험에서는 배제하였다. 조 등<sup>14)</sup>의 연구에 의하면 3M 인상재의 큰 접촉각이 인상재 자체의 젖음성을 모두 설명하는 인자는 아니지만 물이나 피가 존재하는 환경에서는 접촉각이 큰 영향이 나타나 3M 인상재에 기포가 많이 발생하는 현상이 나타나기 때문에 3M 인상재를 적용할 때는 건조 환경이 필수적이라고 하였다. 신개발 석고인 YS 모형재는 전체 모형재 중 가장 낮은 접촉각을 나타내어 인상재와 만나는 처음 접촉이 우수할 것으로 사료된다.

앞서 평가방법에 대하여 설명하였듯이 석고의 접촉각은 인상재에 석고 모형재가 처음 맞닿을 때의 각도여서 최종적인 모형에 나타난 젖음성을 모두 평가하는 척도로 보기에는 무리가 있다. 이에 본 실험에서는 Panichuttra 등<sup>15)</sup>이 인상재의 젖음성을 평가하기 위해 사용한 기포함입모형에 대한 반복 실험으로 최종적인 젖음성을 판단하기 위한 보완자료로 이용하고자 하였다. Panichuttra 등은 인상재에 젖음성

을 이 방법으로 비교하여 polyether 인상재가 가장 젖음성이 우수하며 친수성 실리콘 인상재가 소수성 실리콘 인상재에 비하여 젖음성이 좋다고 발표하였다. 저자는 이 방법을 인상재 중 실리콘 인상재와 모형재에 적용해 본 결과<sup>14)</sup>, 인상재와 모형재 모두 재료의 종류에 따라 젖음성이 영향을 받기는 하지만 대체적으로 인상재가 전체의 2/3정도를 재현하는데 비하여 모형재는 인상재의 9/10 이상을 재현하는 것으로 나타나 인상재의 젖음성이 최종 결과에 더 큰 영향을 받는다고 하였다. 이러한 결과는 접촉각을 각기 다른 인상재에 적용하였을 때 모형재의 접촉각이 인상재에 따라 크게 영향을 받는 본 실험의 결과와도 유사한 면이 있다. 이를 참고하여 본 실험에서는 인상재가 기포함입 모형을 완벽히 재현해 낼 때까지 수 차례 시도하여 X10배 기공용 현미경으로 기포함입 모형을 완벽히 재현한 인상체를 대상으로 모형재를 제작하였다.

젖음성을 설명하기 위한 인자로 기포함입 모형을 도입한 이유는 임상에서 날카롭고 깊은 부위의 인상재에 대한 석고 모형재의 기포나 재현 부족으로 변연이나 모서리 등을 부정확하게 인기하게 되는 경우가 많기 때문이었다. 기포함입 모형에서는 기포수와 재현성으로 나누어 결과를 측정하였는데 이 중 기포수는 모형재가 인상재의 수소와 반응하여 발생하는 것이 가장 일반적이다. 조 등<sup>16)</sup>의 연구에서 Handae 인상재는 인상체득 즉시 모형을 제작할 경우 다른 인상재에 비하여 월등히 많은 모형재에 기포를 생성한다고 하였으며 GC 인상재도 최소 30분 이상 경과한 후 모형을 제작하는 것이 추천된다고 하였다. 또, 국내에서 가장 많이 사용되고 있는 Die Keen과 Fuji Rock 모형재는 예상외로 기포수가 다른 모형재보다 많아 작업 시간을 늦추는 것이 추천된다.

재현성을 점수화 하여 살펴본 이번 실험에서 재현성의 정도는 모형재의 중량 및 흐름성과 관련이 있다고 판단되어 실험한 항목이다. 본 실험에 사용한 기포함입 모형은 깊이가 0.5mm 정도이며 요철상태가 반복되기 때문에 재현하기 어려운 조건을 부여한 것이었음에도 불구하고 대부분의 석고 모형재가 9/10 이상을 기록하여 낼 수 있었으나 인상재의 종류에 관계없이 Vel Mix는 모형재의 재현성이 낮아 다른 모형재보다 흐름성이 낮다고 판단되기 때문에 조작 시 흐름성을 고려하여 작업해야 할 것으로 사

료된다.

치과용 석고의 근본적인 차이는 반수성 황산칼슘의 결정 형태로 석고의 결정은 형태가 불규칙하고 다공성이나, 경석고와 초경석고의 결정은 치밀하고 규칙적인 형태를 가지고 있다. 석고 유형에 따른 물성 차이를 보면, 경화 1시간후의 압축강도(MPa)는 Ⅲ형 석고에서는 최소 20.6, Ⅳ형 석고에서는 34.4, Ⅴ형 석고에서는 48 정도이며, 마모저항도는 Ⅲ형 석고가 Ⅳ형이나 Ⅴ형 석고보다는 마모저항도가 낮으나, Ⅴ형 석고는 Ⅳ형 석고와 유사한 결과를 보인다.<sup>17)</sup> 석고 분말 입자의 미세 정도(fineness)는 Ⅱ, Ⅲ, Ⅳ, Ⅴ형 석고에서 공히 동일하며 이는 Ⅰ형 석고를 제외하고는 거의 유사한 정도라고 한다.<sup>17)</sup>

대부분의 간접법 보철물 제작 시 모형재로 Ⅲ, Ⅳ, Ⅴ형 경석고 모형재를 사용하지만, 강도, 마모저항도 등의 단점을 극복하기 위해 에폭시 레진이나 poly ether 등의 재료를 이용한 모형재를 사용하려는 시도가 있었다. 에폭시 레진 모형재는 미세부 재현성, 강도 및 마모 저항성이 우수하나 조작의 어려움, 경화 수축 등의 단점이 보고되었다.<sup>18-21)</sup> 경석고 모형재의 경화팽창이 0.01-0.1%인데 이런 소량의 팽창은 급속의 수축, 납형의 변형, 주조과정의 오차를 상쇄하는 면에서 오히려 유리할 수 있지만 에폭시 레진의 수축은 보철물이 작아져 구강내 시적 시 내면조정을 해야 하기 때문에 기공상의 추가적인 고려가 있어야 한다.

또, 석고에 레진을 첨가한 모형재는 압축강도와 인장강도 및 마모저항성이 우수하며 미세부 재현성이나 체적 안정성, 표면조도 등이 우수하다고 보고되고 있다.<sup>6,8,22)</sup> 본 연구에서 Tuff Rock과 Resin Rock 등의 레진 첨가 모형재는 접촉각이 비교적 큰 편임에도 불구하고 현저히 작은 기포 수와 우수한 재현성을 나타내어 모형재에 요구되는 대부분의 성질을 만족시키고 있음을 알 수 있었다. 또, 신개발 석고는 접촉각은 매우 낮아 초기 젖음성은 우수하지만 인상재와의 친화성, 흐름성 등이 조금 더 보충된다면 차세대 모형재로 충분히 사용할만하다고 사료된다.

## V. 결 론

본 연구에서 9가지 치과용 석고의 접촉각, 기포함입모형에서의 기포 수 및 재현성을 비교하여 모형재

의 젖음성을 비교, 연구한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 신개발 석고가 가장 낮은 접촉각을 나타냈으며 Ⅲ형 석고가 Ⅳ, Ⅴ형 석고보다 접촉각이 컸으나 석고 모형재에 의한 영향보다는 인상재에 의한 영향이 접촉각에 더 큰 영향을 미쳤다.
2. 기포 수나 재현성에서는 석고 유형에 따른 영향력은 없었으며 기포 수는 인상재에 따른 영향을 크게 받는 것으로 나타났다.
3. Tuff Rock이나 Resin Rock 같은 레진 함유 석고가 가장 작은 기포 수를 나타내었다.
4. 기포함입 모형에서 Tuff Rock과 Resin Rock이 가장 높은 재현성을 나타내었으며 Vel Mix가 가장 재현성이 낮았다.

이상과 같은 결과에서 레진 첨가 모형재는 접촉각이 비교적 큰 편임에도 불구하고 기포가 적게 발현되고 재현성이 우수하여 정밀성이 필요한 모형재로 사용하기에 적합하며 신개발 석고는 접촉각이 낮고 상대적으로 우수한 젖음성을 가져 기존의 제품에 필적하는 우수한 제품임을 알 수 있었다.

## 참고문헌

1. American Dental Association. Specification No. 25 for dental gypsum products In: Certification program for dental materials. Chicago: American Dental Association:1990: p.1-14.
2. Peyton FA, Leibld JP, Ridgley GV. Surface hardness, compressive strength and abrasion resistance of indirect die stone. J Prosthet Dent 1952;2:381-9.
3. Schneider RL, Taylor TD. Compressive strength and surface hardness of type Ⅳ die stone when mixed with water substitutes. J Prosthetic Dent 1984;52:510-4.
4. Earnshaw R. Improvement in the properties of gypsum casts by polymer impregnation. Aust Dent J 1976;21:160-4.
5. Schwedhelm ER, Lepe X. Fracture strength of Type Ⅳ and Type Ⅴ die stone as a function of time. J Prosthet Dent 1997;78:554-9.



6. Paquette JM, Taniguchi T, White SN. Dimensional accuracy of an epoxy resin die material using two setting methods. *J Prosthet Dent* 2000;83:301-5.
7. Ragain JC, Grosko ML, Raj M, et al. Detail reproduction, contact angles, and die hardness of elastomeric impression and gypsum die material combinations. *Int J Prosthodont* 2000;13:214-20.
8. 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* 2000;83:466-73.
9. Pratten DH, Craig RG. Wettability of a hydrophilic addition silicone impression material. *J Prosthet Dent* 1989;61:197-202.
10. Cullen DR, Mikesell JW, Sandrik JL. Wettability fo elastomeric impression materials and voids in gypsum casts. *J Prosthet Dent* 1991;66:261-5.
11. Waters MG, Jagger RC, Jerolimov V, Williams KR. Wettability of denture soft lining materials. *J Prosthet Dent* 1995;74:644-6.
12. Pratten DH, Covey DA, Sheats RD. Effect of disinfectant solutions on the wettability of elastomeric impression materials. *J Prosthet Dent* 1990;63:223-7.
13. Young-il Oh, Kyung-A, Han, Kyung-Ho Chung, Kyung Nam Kim, Lee-Ra Cho. Fundamental study for developing silicone rubber impression material. *Elastomer* 2000;35:19-28.
14. Lee-Ra Cho, Kyung-Ho Chung, Kyung Nam Kim. Wettability of polyvinylsiloxane impression materials and improved stone materials. *J Kor Acad Prosthodont* 2000;38:191-9.
15. Panichuttra R, Jones RM, Goodacre C, Munoz CA. Hydrophilic poly(vinyl siloxane) impression materials: dimensional accuracy, wettability, and effect on gypsum hardness. *Int J Prosthodont* 1991;4:240-8.
16. Lee-Ra Cho, Kyung-Ho Chung, Kyung Nam Kim. Wettability and void formation of newly developed polyvinylsiloxane impression materials. *J Kor Dent Asso* 2003;41:35-41.
17. Craig RG. Restorative dental materials. ninth edition. 1993, USA, Mosby.
18. Nomura GT, Reisbick MH, Preston JD. An investigation of epoxy resin dies. *J Prosthet Dent* 1980;44:45-50.
19. Vermilyea SG, HYget LF, Wiskoski J. Evaluation of resin die materials. *J Prosthet Dent* 1979;42:304-307.
20. Moser JB, Stone DG, Willoughby GM. Properties of a resin die material. *J Prosthet Dent* 1975;34:297-304.
21. Chaffee HR, Bailey JH, Sherrad DJ. Dimensional accuracy of improved dental stone, epoxy resin die materials Part II ; Complete arch form. *J Prosthet Dent* 1997;77:235-238.
22. Hye-won Shim, Yang-Jin Yi, Lee-Ra Cho, Kyung-Ho Chung, Kyung Nam Kim. A study on the abrasion resistance and surface roughness of the dental stones. *J Korean Res Soc Dent Mater* 2002;40:184-92.

---

**Reprint request to:**

**Lee-Ra Cho, D.D.S., M.S.D., Ph.D.**

Department of Prosthodontics, Kangnung National University  
 Chibyun-dong 123, Gangneung, Gangwon-do, 210-702, Korea  
 Tel. 82-33-640-3153 Fax. 82-33-640-3103  
 lila@kangnung.ac.kr

ABSTRACT

**A STUDY ON THE CONTACT ANGLE AND WETTABILITY  
OF THE DENTAL STONES**

Lee-Ra Cho, D.D.S., M.S.D., Ph.D., Kyung-Ho Chung\*, Ph.D.  
Kyoung-Nam Kim\*\*, D.D.S., M.S.D., Ph.D.

*Research Institute of Oral Science, College of Dentistry, Kangnung National University*  
*Dept. of Polymer Engineering, University of Suwon\**  
*Research Institute of Dental Materials, College of Dentistry, Yonsei University\*\**

The purpose of this study was to investigate the contact angles and wettability of conventional dental stones and improved dental stones and newly developed dental stones on several impression materials.

Materials included in this study were several dental stones and newly developed dental stone: 2 type III stones (Snow Rock, New Diastone), 6 type IV stones (Crystal Rock, Vel Mix, Fuji Rock, Tuff Rock, Resin Rock and newly developed dental stone) and 1 type V stone (Die Keen). Contact angles on the impression materials were measured with contact angle measuring device. Ten specimens for each material, total 180 specimens were made on void entrapment model. The two impression materials (Handae, GC) were used to produce 9 groups of die stone casts form void entrapment model. Voids in the stone casts were counted under a stereoscopic microscope. The grad for the reproduction ability of each materials on the void entrapment model was calculated from the casts by one examiner.

From the experiment, the following results were obtained :

1. The newly developed stones showed smallest contact angle. Type III dental stone had larger contact angles than type IV and V stones. Contact angle was much affected by the impression materials.
2. Resin containing die materials such as Tuff Rock and Resin Rock had smallest void number than any other groups.
3. In comparing reproduction parameters, Tuff Rock and Resin Rock presented superior results, while Vel Mix showed lowest reproduction ability.

---

**Key words** : Contact angles, Dental stone, Wettability