

수중 치과용 석고의 마모저항도 및 표면조도에 관한 비교 연구

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

심혜원·이양진·조리라·정경호*·김경남**

I. 서 론

대부분의 보철치료에서는 환자의 구강상태를 재현해 구강 외에서 제작하는 간접법에 의하여 보철물을 제작하는 것이 보편적인 방법으로 사용되고 있다. 정밀한 보철물 제작을 위하여 모형재는 특정한 요건을 만족시켜야 하는데 모형재의 기본요건으로는 인상재와의 적합성, 적절한 경화시간, 체적안정성, 높은 압축강도, 미세부 재현성, 표면경도, 마모저항도, 조작의 용이성과 무독성 등^{1,2)}을 들 수 있다.

모형재로 많이 사용되는 경석고 모형재는 저렴한 가격, 조작의 용이성, 체적 안정성 등의 장점이 있지만 강도와 마모저항도, 미세부 재현성이 낮다는 단점을 가진다. 마모저항도가 낮은 경우 보철물 제작시 납형 제작, 금속 및 도재 변연 마무리 및 보철물의 모형 적합 과정에서 마모로 변연부가 손상되어 부적합한 보철물이 제작되어 오류의 원인이 될 수 있으므로 적절한 마모저항도 및 내구성을 가진 모형재의 선택이 중요하리라 사료된다. 또한 표면 조도는 보철물의 내면 적합도에 영향을 미치는 요소이기 때문에 모형재가 매끄럽고 부드러운 표면을 가져 거친 표면으로 인한 불필요한 내면 조정과정을 생략할 수 있는 것이 이상적이다. 특히 변연부의 거친 표면은 변연 내면의 완벽성을 떨어뜨리게 되므로 인상체에서 인기한 부드러운 표면을 그대로 재현해 내는

표면 조도를 가지는 재료의 선택이 중요하나 이에 관한 연구는 부족한 실정이다.

모형용 석고는 플라스틱, 경석고, 초경석고로 구분하며, 미국치과의사협회규격 제 25호에서는 이것을 제 II형, III형이라 부르며 초경석고는 그 강도 및 팽창 정도에 따라 다시 IV형 및 V형으로 구분한다. 이 중 보철물 제작을 위한 모형재로는 III형의 경석고 및 IV, V형의 초경석고를 사용한다.¹⁾

최근의 경향은 강도, 마모저항도 등의 물성 보완을 위해 치과용 석고에 레진을 첨가해 먼지가 나지 않으며 미세부 재현성 및 변연파괴가 적은 제품에 대한 관심이 커져 이러한 제품들이 시판되고 있으나 이들에 대한 평가는 서로 다르다. Schwedhelm 등³⁾은 파절강도에 있어서 큰 차이를 보이지 않았다고 하였으며, Paquette 등⁴⁾은 레진이 첨가된 석고는 V형 석고의 경화 팽창량의 절반 가량으로 나타나 비교적 안정적인 체적안정성을 보였지만 레진의 첨가로 변연부의 불규칙성, 물결모양의 표면을 보여 바람직하지 않다고 보고하였다. 하지만 Ragain 등⁵⁾은 레진이 첨가된 경석고가 모든 인상체에서 일반적인 IV형 경석고 보다 미세부 재현성이 뛰어났다고 보고하였으며, Duke 등⁶⁾은 미세부 재현성 및 체적 안정성 등에서는 차이가 없었으나 마모저항도는 유의하게 적음을 보고하여 레진 첨가 석고의 우수성을 보고하였다.

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

치과 수복물 제작을 위한 모형재는 사용 빈도가 매우 높은 수복보조재료임에도 불구하고 국내에서는 I형 및 II, III형만 국산화되어 있으며 정밀성과 강도가 우수한 IV형 모형재는 거의 전량 수입에 의존하고 있는 실정이어서 이들의 개발이 시급한 실정이다. 이에 본 연구에서는 현재 시판되고 있는 III, IV, V형 치과용 석고 및 IV형의 국산 신개발 석고의 마모저항도 및 표면조도를 조사하여 보고자 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 FujiRock 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.) α 형 반수석고를 출발물질로 사용하여 석고/레진 복합 모형재를 제조하였다. 경화시간을 조절하기 위하

여 경화촉진제로는 potassium sulfate(K_2SO_4)를 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) 시편제작

마모 시험기의 실험 시편 제작을 위해 자가중합형 레진 (Ostron100, GC, Japan) 으로 레진 맞춤 트레이를 제작한 후 저점도 부가중합형 실리콘 인상재 (Examix, GC America Inc., USA)로 인상 채득하여 몰드를 제작하였다. 5분 경과 후 인상체를 제거하였고, 한시간 후에 제조사의 추천에 따른 혼수비로 진공 혼합기를 이용하여 30초간 혼합한 후 바이브레이터를 이용해 석고를 주입하였다. 1시간 경과 후 석고를 제거하고 건조한 후 24시간 동안 실온에서 보관하였다. 각 실험군 당 10개씩 총 90개의 시편을 제작하였다.

Table I. Materials used in this study.

Materials	Brand name	Characteristics	Manufacturer
Die material (Stone die)	MG Snow Rock	Type III stone	Munkyo, Korea
	New Diastone		Samoo, Korea
	MG Crystal Rock	Type IV stone	Maruishi Gypsum, Japan
	Vel Mix		Kerr, USA
	GC FujiRock EP		GC Corp. Japan
	Resin Rock		Whip Mix, USA
	Tuff Rock	Type V stone	Talladium INC, USA
New Die Keen	Heraus Kulzer INC, USA		
Tray material	Ostron100		GC, Japan
Polyvnyl Siloxane	Examix	Examix	GC, Japan
Tray adhesive	Universal VPS adhesive		GC America, USA

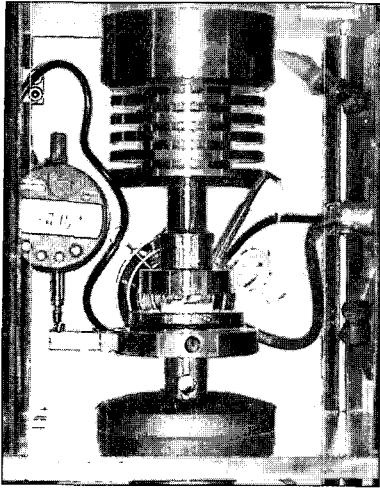


Fig. 1. Abrasion resistance test machine.

2) 마모저항도 측정

마모저항도 측정을 위해 pin-on disk 방식의 마모 시험기를 이용하였다 (Fig. 1). 상단부에 연마기를 고정하고 하단부에 시편을 고정한 후 작동할 때는 연마기가 시편에 90도로 균일한 접촉을 이룬 상태로 회전하는 건식 마모를 시행하였다. 연마기로는 5 mm 직경의 stainless steel rod를 사용하였으며, 각 시편 당 0.42N 하중 하에, 6mm/s의 속도로 마모 시험을 진행하였다. 50회전 후 시편을 분리하여 미리 지정한 위치의 마모 깊이를 측정하여 마모저항도를 평가하였다.

3) 표면조도 측정

표면조도 측정기(Surtronic 3+, Taylor Hopson Pneumo, UK, Fig. 2)를 이용하여 마모저항도 측정 전, 후의 표면 조도를 측정하여 그 변화를 비교하였다. 임의의 4곳을 측정한 후 그 표면조도를 표시하는 방법에는 Ra (Roughness average, 중심선 평균 거칠기), Rq (Root mean square, 자승 평균 평방근 거칠기), Rmax (Ten point height of irregularities, 10점 평균 거칠기), Rt (꼭지점과 골까지의 최대수직 거리) 등이 있는데 본 연구에서는 가장 대표적인 표면조도지표로 많이 사용되고 있어 안정적이며 쉽게 적용할 수 있는 Ra값을 사용하였다

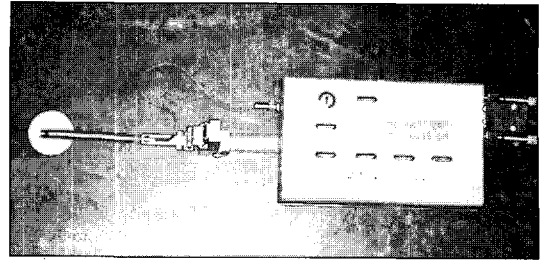


Fig. 2. Measurement of surface roughness.

4) 통계분석

석고 모형제의 마모저항도를 비교하기 위하여 일원분산분석을 시행해 차이가 있음을 확인한 후 Scheffe' test로 각 군간의 차이를 사후검정 하였다. 마모 시험 전, 후의 표면조도 비교를 위하여 반복 측정이 있는 분산분석을 이용해 차이가 있음을 확인한 후 Tukey's test를 통해 각 군간의 차이를 사후 검정 하였다.

Ⅲ. 연구 성적

1. 마모저항도

통계분석 결과 각 군별로 통계적으로 유의한 차이를 보였다 (Table II, III). 레진이 첨가된 Tuff Rock, Resin Rock이 가장 적은 마모량을 보여 높은 마모저항도를 보였으며 III형 석고인 New Diastone과 Snow Rock이 가장 많은 마모량으로 낮은 마모저항도를 보여 석고 분류에 따른 마모저항도의 차이를 보였다. 하지만 IV형 석고 중 Vel Mix는 III형과 유사하게 작은 마모저항도를 보였다.

신개발 석고는 기존의 IV형 석고와 유사한 마모저항도를 나타냈으며 Vel Mix 보다는 적은 마모로 높은 마모저항도를 보였다.

2. 표면 조도

마모 시험 전, 후의 표면 조도는 석고 군에 따른 차이를 보이지 않았다 (Table IV).

그러나, 마모시험 전, 후의 표면조도 변화량은 다른 양상으로 Fuji Rock 및 IV형 레진 첨가 석고인 Resin Rock, Tuff Rock, 국산 신개발 석고는 그 변

Table II. Abrasion depth(μm) of die material

	Tuff Rock	Resin Rock	Fuji Rock	New	Die Keen	Crystal Rock	VelMix	New Diastone	Snow Rock
MEAN \pm S.D	135.3 \pm 20.3	138 \pm 30.7	161.6 \pm 32.7	165.7 \pm 23.5	168.3 \pm 34.6	172.4 \pm 40.1	192.7 \pm 20.8	195.6 \pm 24.9	200.3 \pm 11.6

Table III. Multiple comparison analysis of abrasion depth

	Tuff Rock	Resin Rock	Fuji Rock	New	Die Keen	Crystal Rock	New Diastone	Vel Mix	Snow Rock
Tuff Rock	—						*	*	*
Resin Rock		—					*	*	*
Fuji Rock			—						
New				—					
Die Keen					—				
Crystal Rock						—			
New	*	*					—		
Diastone									
Vel Mix	*	*						—	
Snow Rock	*	*							—

* : significant ($P < .05$)**Table IV.** Surface roughness(μm) of die material

	Die keen	Fuji Rock	Tuff Rock	Crystal Rock	Resin Rock	New	Snow Rock	Vel Mix	New Diastone
Pre	0.09 \pm 0.01	0.10 \pm 0.01	0.10 \pm 0.01	0.10 \pm 0.01	0.10 \pm 0.02	0.10 \pm 0.01	0.11 \pm 0.01	0.11 \pm 0.01	0.11 \pm 0.01
Post	0.12 \pm 0.01	0.12 \pm 0.02	0.12 \pm 0.02	0.12 \pm 0.02	0.12 \pm 0.03	0.13 \pm 0.02	0.14 \pm 0.02	0.15 \pm 0.02	0.15 \pm 0.03

Table V. Multiple comparison analysis of delta (difference of surface roughness before and after abrasion)

	Tuff Rock	Resin Rock	Fuji Rock	New	Die Keen	Crystal Rock	New Diastone	Vel Mix	Snow Rock
Tuff Rock	—						*	*	
ResinRock		—					*		
Fuji Rock			—					*	
New				—			*	*	
Die Keen					—				
Crystal Rock						—			
NewDiastone	*	*		*			—		
Vel Mix	*		*	*				—	
Snow Rock									—

* : significant ($P < .05$)

화가 적었지만 Vel Mix와 New Diastone은 변화량이 커 그들간에 유의성 있는 차이를 보였다 (Table V).

IV. 총괄 및 고안

임상적으로 성능이 우수한 모형재를 알기 위한 다양한 평가방법 중의 하나로 경도 측정을 보편적으로 시행하고 있다. 이는 모형재가 강할수록 납형 제작이나 주조물의 마무리 시에 마모나 파절에 대한 저항이 클 것이라는 생각에 근거한 것이다.⁷⁾

하지만 석고 모형재의 경도 측정 방법이 압흔에 의한 것이라는 것을 고려해 보면 기공과정중의 마모와는 그 양상이 다르며, 또한 경도가 마모저항도에 영향을 미치는 요소 중의 한가지 요인에 불과하기 때문에 석고 모형의 경도증가가 반드시 내마모도의 증가를 의미하지 않으며²⁾, 마모저항도의 측정이 임상적으로 더 의미 있는 것으로 생각된다.^{6,8)}

Toreskog 등⁷⁾은 기공과정중의 마모를 모방하기 위한 마모시험기를 개발하여 마모저항도를 평가하였는데, 이는 상완에 고정된 연마기의 전후방 반복 동작 후에 마모량을 측정하는 것으로 본 실험에서 사용한 pin-on disk의 회전방식과는 유사한 방법이다.

마모시험에 사용되는 연마기는 칼날 등을 이용한 예연 마모기구와 철사 등을 이용한 둔연 마모기구로 나뉘며 이는 기공과정 중 납형 제작 시 변연부의 마무리를 할 때의 날카로운 기구와 둔한 기구 사용을 모방한 것이다.⁷⁾ 하지만 석고 모형재만을 대상으로 한 예리한 마모기구를 사용한 마모저항도의 경우 모형재간의 차이가 거의 없으며 이는 마모저항도의 차이가 현격한 석고와 에폭시 레진 모형재간의 마모저항도 시험 시에 적당한 것으로 생각된다. 본 연구에서는 레진 모형재가 포함되지 않으며 석고 모형재만을 그 대상으로 하였으므로 둔연 마모기구를 모방한 연마기를 사용하였다.

대부분의 간접법 보철물 제작 시 모형재로 경석고 모형재를 사용하지만, 강도, 마모 저항도, 미세부 재현성이 낮다는 단점이 있으며 지대치가 가늘고 긴 경우 파절의 위험이 있으며, 전부 도재관 제작시의 마모 등이 문제시되고 있다. 이러한 단점으로 인해 에폭시 레진이나 폴리 이써 등의 재료를 이용한 모

형재를 사용하려는 시도가 있었다. 에폭시 레진과 같은 레진 모형재는 미세부 재현성, 강도 및 마모 저항성이 우수하나 조작의 어려움, 경화 수축 등의 단점이 보고되었다.^{6,9,10)} 선현들의 연구에 의하면 Moser 등¹¹⁾은 에폭시 레진과 경석고 모형재를 비교한 결과 압축강도, 마모저항도, 미세부 재현성은 뛰어나나 표면 경도는 경석고 모형재가 우수하다고 보고하였으며, Nomura 등⁹⁾은 에폭시 레진이 경석고와 비슷한 정도의 미세부 재현성을 보이거나 경화수축과 표면 경도에 있어 경석고보다 좋지 않은 결과를 나타냈다고 보고하였다. 체적 안정성에 관하여 Chaffe 등¹²⁾은 임상적으로 허용할 만한 변형율을 보고하였지만, Vermilyea 등¹⁰⁾, Duke 등⁶⁾은 0.08~0.1% 가량의 경화 수축을 보고하였다. 경석고 모형재의 경화팽창이 0.01~0.1% 인데 이런 소량의 팽창은 금속의 수축, 납형의 변형, 주조과정의 오차를 상쇄하는 면에서 오히려 유리할 수 있지만 에폭시 레진의 수축은 작게 형성되는 보철물로 인해 구강내 시적시 내면조정이 예상되며 이를 보상하기 위한 모형 경화제나 주조시의 팽창을 조정 등을 통한 기공상의 추가적인 고려가 있어야 할 것이다. 또한 인상재와의 친화성이 적어 모형 제작이 어렵고 기포가 잘 생긴다는 조작성의 어려움도 보고되고 있는데, Toreskog 등⁷⁾은 에폭시 레진과 인상재간에 친화성이 나쁘다고 하였다. 따라서 위와 같은 결과를 종합해 볼 때 에폭시 레진과 같은 레진 모형재의 이용은 보편적인 선택이 아니라 특별한 경우에 주의 깊은 사용이 필요하리라 생각된다.

경석고 모형재의 마모저항도를 증가시키기 위한 방법은 모형경화제 도포¹³⁾, 표면 균열을 메우는 용액을 이용하는 방법¹⁴⁾, 레진 피복법^{15,16)}, 레진 첨가법, 윤활제 도포²⁾, 전기도금이용법^{7,15)} 등이 있다. 은이나 동을 전기도금한 모형은 은이나 구리를 인상재에 직접 도포하는 방법으로 정확성, 마모 저항도, 비흡수성의 장점이 있지만, 조작의 불편성, 비용, 인상재와의 적합도, 독성 등의 문제로 현재 잘 쓰이지 않는다.¹⁷⁾

석고모형에 유기제를 도포하는 경우는 경도를 증가시키지는 않으나 표면을 활택하게 하므로 석고모형의 손상이 적게 일어난다.¹⁸⁾ 경석고 표면에 레진 강화 용액, 윤활제 등을 도포하는 것은 비용, 조작의 용이성 등의 장점이 있지만, 추가적인 과정과 시간

이 요구되며 과량 도포할 경우 표면 재현이 나빠지거나 보철물의 적합도에도 문제를 일으킬 수 있다.

석고에 레진을 첨가하는 것은 가볍고, 미세부 재현성을 증가시킬 수 있으며, 표면특성이 우수하여 마모저항도의 증가를 꾀할 수 있으리라 생각되며 레진의 폭넓은 사용으로 인해 몇몇 제조사에서 레진을 첨가한 석고 모형재를 생산하고 있다.

본 연구에서 석고 모형재의 마모저항도 실험 결과 Resin Rock, Tuff Rock과 같은 IV형 레진 첨가 석고가 가장 높은 마모저항도를 보였는데, 이는 Duke 등⁶⁾의 연구와 어느 정도 상응하는 결과를 보인다. Duke 등⁶⁾은 레진이 첨가된 IV형 석고로 Resin Rock과 Mile Stone을 선택하였는데, Resin Rock은 모든 석고 모형재 중 가장 높은 마모저항도를 보였지만, Mile Stone은 가장 낮은 마모저항도를 보였다고 보고하였다. 이러한 결과를 볼 때 레진 첨가 모형재간에도 마모저항도에 차이가 있을 수 있음을 알 수 있다.

석고 분류에 따른 마모저항도의 차이 역시 고려해야 한다. 치과용 석고는 석고 원광석으로부터 어떠한 방법으로 물을 제거하느냐에 따라 석고 종류가 달라지는데, 화학적으로는 동일한 분자식인 calcium sulfate hemihydrate ($\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$)지만 물리적 성질이 달라 용도가 다르다. 석고 원광석을 수증기압 하에서 125℃ 온도로 탈수시키면 경석고가 되며, 30%의 calcium chloride를 석고 원광석에 첨가하여 탈수시킨 후 100℃의 물로 세척, 분쇄하여 얻어진 석고 분말은 가장 치밀한 구조의 초경석고가 된다.¹⁸⁾ 치과용 석고의 근본적인 차이는 calcium sulfate hemihydrate의 결정 형태로 플라스터의 결정은 형태가 불규칙하고 다공성이나, 경석고와 초경석고의 결정은 치밀하고 규칙적인 형태를 가지고 있다. 강도에 있어서도 1시간후의 압축강도(MPa)가 III형 석고에서는 최소 20.6, IV형 석고에서는 34.4, V형 석고에서는 48로 규정되어 있지만, 강도와 마모저항도간의 관계는 명확치 않다. 본 연구 결과 모형재의 석고 분류에 따라서 마모저항도의 차이를 보였는데, III형 석고가 IV형이나 V형 석고보다는 마모저항도가 낮았으나, V형 석고는 IV형 석고와 유사한 결과를 보였다. 이러한 결과로 마모저항도만을 고려한다면 IV형과 V형 모두 무방하나 III형 석고는 낮은 마모저항도로 인해 정밀한 작업이 요구되는 작업 모형

재로는 사용하지 않는 것이 좋겠다.

본 연구에서는 석고의 표면 조도를 마모 실험 전과 후 비교하여 석고 모형재간의 표면조도의 차이와 마모로 인한 석고 표면 조도의 변화를 관찰해 보았다. 치과용 석고의 표면조도는 인상체와의 적합도, 인상체의 종류에 영향을 받으며 이 외에 석고 분말의 입자 크기, 충전재 첨가, 계면활성제 사용 유무도 영향을 준다.^{17,19-21)} Keuter 등²⁰⁾은 알지네이트에 대한 석고의 표면조도를 비교한 연구에서 알지네이트 인상재의 표면조도 자체가 석고의 표면조도에 영향을 미치며 석고 자체의 영향은 적다고 보고하였고, 보다 우수한 표면 조도를 보이는 탄성 인상재의 경우 석고의 종류에 따라 표면 조도가 달라 질 수 있다고 하였다. 탄성 인상재에 주입된 석고의 표면조도는 석고 분말 입자 크기가 미세할수록 더 우수하다고 보고되나²⁰⁾, 미국 치과 의사 협회 규격 25호의 석고 분말 입자의 미세 정도(fineness)는 II, III, IV, V형 석고에서 공히 동일¹⁾하며 이는 I형 석고를 제외하고는 거의 유사한 정도라고 예상된다. 즉, 동일한 탄성 인상체에 주입된 석고의 표면조도는 거의 차이가 없을 것이며 이는 본 연구 결과와 일치하는 바이다.

마모 시험 전후의 표면 조도 변화량은 군별 차이를 보였는데, 마모량이 적은 레진이 첨가된 석고 군이 표면조도의 변화가 적었으며 마모량이 많았던 Vel Mix, New Diastone이 가장 큰 변화를 보였다. 이는 마모량이 많은 군에서 표면조도도 증가하는 것으로 마모 자체가 표면 조도에 영향을 미치는 것이다. 마모저항도가 낮다는 것 자체가 보철물 제작 시 적합이 안되거나 적합이 부적절한 문제를 일으킨다는 것 외에 부가적으로 표면조도도 역시 증가시켜 변연부 내면의 완벽성도 떨어뜨릴 수 있다.

본 연구 결과 레진이 첨가된 석고인 Tuff Rock, Resin Rock 및 신개발 석고는 마모 전, 후의 표면조도 및 그 변화량도 우수하였는데 Paquette 등⁴⁾이 레진 첨가 석고가 물결모양의 표면 등 불량한 표면 조도를 보고한 것과는 상반된 결과이다. 이는 100배 확대하의 미세한 표면을 관찰하여 그 표면을 기술한 것으로, 정량적인 수치로 다른 모형재와의 비교를 통해 객관적인 자료 보고가 필요하리라 생각된다.

본 연구에서의 결과를 종합하여 보면 현재 시판되고 있는 석고 모형재 중 레진이 첨가된 모형재의 마모저항도 및 표면 조도가 우수한 것으로 판명되며,

새로 개발한 신개발 석고 역시 시판되는 모형재에 뒤지지 않는 우수한 성질을 보여 국산 석고 모형재의 사용 가능성을 보여주었다.

V. 결 론

본 연구에서 9가지 치과용 석고의 마모저항도 및 마모 실험 전후의 표면조도를 비교, 연구한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. Resin을 첨가한 Tuff Rock, Resin Rock 군이 가장 높은 마모저항도를 나타내었다.
2. III형 석고가 IV, V형 석고보다 큰 마모를 보여 모형재의 분류에 따른 마모저항도의 차이를 보였다.
3. 신개발 석고는 기존의 IV형 및 V형 석고와 유사하게 우수한 마모저항도를 보였다.
4. 치과용 석고의 표면조도는 석고 분류와 무관하게 비슷한 결과를 보였으나 마모 전후의 표면 조도 변화는 그 마모량에 상응하게 큰 양상을 보였으며, 마모저항도가 낮은 군인 Vel Mix, Snow Rock에서 가장 표면이 거친 양상을 보였다.

이상과 같은 결과에서 모형의 조작시간이 길거나 높은 마모저항도가 요구되는 경우 레진이 첨가된 모형재를 선택하는 것이 중요하리라 사료되며 신개발 석고도 마모저항도 및 표면조도에 있어서 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;2:381-389.
3. 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-

- 559.
4. Paquette JM, Taniguchi T, White SN. Dimensional accuracy of an epoxy resin die material using two setting methods. J Prosthet Dent 2000;83:301-305.
5. 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;13:214-220.
6. 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;83:466-473.
7. Toreskog S, Phillips RW, Schnell RJ. Properties of die material : A comparative study. J Prosthet Dent 1996;16:119-131.
8. Hardison JD, Mithell RJ. Mold inversion and abrasion resistance of a type IV stone. Dent Mater 1989;5:66-70.
9. Nomura GT, Reisbick MH, Preston JD. An investigation of epoxy resin dies. J Prosthet Dent 1980;44:45-50.
10. Vermilyea SG, HYget LF, Wiskoski J. Evaluation of resin die materials. J Prosthet Dent 1979;42:304-307.
11. Moser JB, Stone DG, Willoughby GM. Properties of a resin die material. J Prosthet Dent 1975;34:297-304.
12. 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.
13. Fukui H, Lacy AM, Jenderseb MD. Effectiveness of hardening film on die stone. J Prosthet Dent 1980;44:57-63.
14. Sanad MEE, Combe EC, Grant AA. The Effect of model sealant solutions on the properties of gypsum. J Dent 1980;8:152-157.

15. Fan P.L, Powers JM, Reid BC. Surface mechanical properties of stone, resin, and metal dies. *JADA* 1981;103:408-411.
16. Sanad MEE, Combe EC, Grant EC. Hardening of model and die materials by epoxy die resin. *J Dent* 1980;8:158-162.
17. Baily JH, Donovan TE, Preston JD. The dimensional accuracy of improved dental stone, silver plated, and epoxy resin die materials. *J Prosthet Dent* 1980;59:307-310.
18. Craig RG. Restorative dental materials. ninth edition. 1993, USA, Mosby.
19. Williams GJ, Wild S, Bates JF. A Study of some factors affecting the surface properties of dental stones. *Br Dent J* 1984;156:46-53.
20. Keuter FMS, Davidson CL. Surface roughness of dental stone casts from alginate impression. *J Dent* 1986;14:23-28.
21. Nanami T, Ostlund SG. Surface texture of stone model setting against elastomer impression material. *Swed Dent J* 1984;8:251-255.

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
E-mail. lila@kangnung.ac.kr

ABSTRACT

A STUDY ON THE ABRASION RESISTANCE AND SURFACE ROUGHNESS OF THE DENTAL STONES

Hye-Won Shim, Yang-Jin Yi, Lee-Ra Cho, Kyung-Ho Chung*, Kyoung-Nam Kim**

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 abrasion resistance and surface roughness of conventional dental stones and improved dental stones and newly developed dental stones.

Materials included in this study were several dental stones and newly developed dental stone: 2 type III, 6 type IV (including newly developed dental stone), 1 type V

Ten specimens for each material, total ninety specimens were made.

Each specimen was subjected to 50 complete cycle abrasion under constant load 0.42N at speed of 6mm per sec. The depth after abrasion test was measured for each specimen. Surface roughness before and after abrasion test was compared. The results were as follows :

1. The resin containing die materials such as Tuff Rock and Resin Rock had superior abrasion resistance.
2. Type IV, V dental stone exhibited greater abrasion resistance than Type III dental stone.
3. The results of the surface roughness showed similar pattern with the abrasion resistance.

Key words : Abrasion resistance, Dental stone, Surface roughness