

# 석고 다이에 대한 다이 강화제의 영향

전북대학교 치과대학 치과보철학교실

김영립 · 박주미 · 송광업

## I. 서 론

다이 제작을 위한 재료는 인상재와의 친화성, 체적 안정성, 파절과 마모에 대한 저항, 표면 경도, 조작의 간편성과 효율성, 적절한 경도, 조작의 편이성과 효율성 등의 물성을 필요로 한다.<sup>1-2</sup> 석고는 사용하기 쉽고, 경제적인 비용, 인상재와의 친화성, 친숙함 등의 이유로 다이 제작에 많이 사용되고 있다. 하지만 석고는 파절에 취약하며,<sup>3</sup> 체적 안정성, 술자에 따라 민감하며 마모에 약하다는 단점을 가지고 있다.<sup>2</sup> 특히 마무리 선에서 석고 다이의 마모는 수복물의 변연이 변형될 가능성이 있어 정확한 보철물 제작이 어렵기 때문에 임상적으로 유의한 문제를 일으킬 수 있다. 이에 이러한 점을 보완하기 위해 과거부터 다이를 강화시키기 위한 여러 가지 방법들이 이용되어 졌는데,<sup>2,4-6</sup> 최근에는 간편하게 다이 강화제를 석고 다이의 마무리 선에 적용하고 있다. 이러한 다이 강화제의 적용은 납형의 조각이나 마무리시에 마모로부터 변연을 보호할 수 있으며, 다이를 강화시켜 주고, 또한 미세한 불규칙한 면들을 봉쇄해주며, 사용하기 쉽기 때문에 기공실 과정에서 많이 사용되어지고 있다.

석고 다이에 다이 강화제를 적용할 경우 레진 성분이 침투하여 석고 기질과 결합하고 석고 표면하의 기공을 봉쇄하여 표면의 불규칙성을 제거하고, 마모로부터 보호해 주게 된다.

여러 연구에서 다이 강화제로 표면 처리 후 석고의 마모저항성이 향상되었음을 보고하였다.<sup>5-10</sup> 그러나

일부 연구에서는 효과가 없었다고 하였으며,<sup>11,12</sup> 또 다른 문헌들에서는 오히려 감소하였다고 하였다.<sup>13</sup>

이에 이 연구에서는 석고 유형에 따른 마모저항성과 표면 경도를 비교하고, 각 석고에 다이 강화제의 적용유무에 따른 마모저항성과 표면 경도에 어떠한 변화가 있는가를 평가해 보고자 하였다.

## II. 연구 재료 및 방법

### 1. 연구 재료

3가지 종류의 석고(GC FUJIROCK® EP, GC European, Belgium; MG Crystal Rock, Maruishi Gypsum Co, Japan; Super Plumstone, Kukmusushi chemical, Japan)과 2가지 종류의 다이 강화제 (Die hardener, Yeti-dental, Germany; Stone die & plaster hardener, George taub products & fusion, USA)가 이 연구에 사용되었고, 시편의 인상채득을 위해 Exafine putty type(GC Corporation, Japan)과 Examixfine injection type(GC Corporation, Japan)을 이용하였다(Table I).

### 2. 연구 방법

#### 1) 마모저항성 실험

한 석고당 30개씩 90개의 시편을 레진 다이(Pattern resin: GC Corporation, Japan)의 인상을 채득하여 제작하였다. 레진 다이는 마무리 선을 재

현하기 위해 90도의 각과 1mm의 높이의 융선를 가졌으며, 길이는 25mm였다(Fig. 1).

석고는 제조사가 지시한 혼수비에 따라 증류수로 진공 혼합하였으며(혼수비 : FR 20ml/100g, SP 20ml/100g, MG 24ml/100g), 24시간 동안 실온에 보관하였다. 실험 한 시간 전에 시편을 각 석고당 3 개의 실험군으로 나누었다( $n=10$  /subgroup). : 비 처리군(대조군), A 처리 실험군, B 처리 실험군. 다 이 강화제는 마무리 선을 재현한 실험 시편의 융선 부위에 1회 바른 후, 압축된 공기를 불어 얇게 펴주 면서 마를 때까지 건조시켰다.

실험 시편의 마모 저항성은 이전 문헌들에 근거하여, 50g의 힘을 부여해 천천히 한 방향으로 시편을 이동시켰을 때 얻어진 석고의 소실량을 측정하였으

며(Fig. 2), 매회 압축된 공기를 불어 떨어져 나온 석 고를 시편으로부터 제거 하였다. 이같은 방법으로 한 시편당 전부 50회 실시하였다.

## 2) 표면 경도 실험

제조사의 추천 혼수비로 혼합한 석고를 직경 15mm, 높이 10mm의 원형통을 이용하여 시편을 제작하였다(Fig. 3). 마모저항성에 대한 실험과 마찬가지로 각 석고당 비처리군(대조군), A 처리 실험군, B 처리 실험군으로 나누어 전부 9개의 실험군이 설정 되었으며, 각 실험군당 시편의 수는 5개였다. 24시간 동안 실온에 보관 후, 시편의 표면층을 2000-grit SiC sandpaper로 평활하게 연마하였다. 비록 이 과정은 석고의 표면층을 제거하지만 Knoop 경도 측정

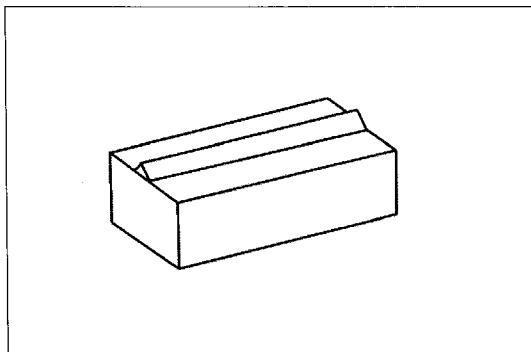


Fig. 1. Specimen with 1mm ridge.

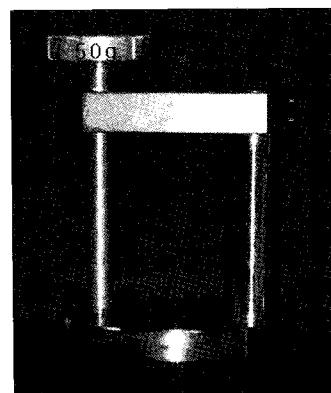


Fig. 2. Device used the abrasive resistance test.

**Table I.** The materials used in this study

Brand	type	Manufacturer	Country	Codes
GC FUJIROCK® EP	Improved stone	GC European	Belgium	FR
MG Crystal Rock	Improved stone	Maruishi Gypsum Co	Japan	MG
Super Plumstone	Improved stone	Kukmusushi chemical	Japan	SP
Die hardener	Die hardener	Yeti-dental	Germany	A
Stone die & plaster hardener	Die hardener	George taub products & fusion	USA	B
Exafine Putty type	Impression material	GC Corporation	Japan	
Examixfine Injection type				

을 증진시킨다. 미세경도 측정은 정확한 압흔과 육안 관찰을 위해 평활하고, 고도로 연마된 표면이 필요하다. 다이아몬드 추체를 가진 Knoop 경도계를 이용하여 15초 동안 50g의 힘을 적용하였으며, 한 시편당 5부위를 측정하였다. Knoop 경도 값은 다음의 식을 이용하여 계산하였다.

$$HK = 14.22 \times F / d^2 \text{ (kg/mm}^2\text{)}$$

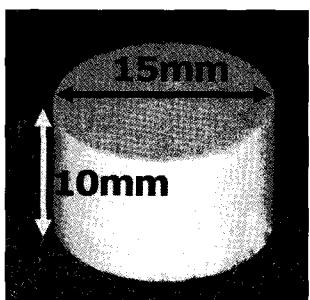
HK는 Hardness of Knoop이며, F는 가해진 힘, d는 시편에 찍힌 압흔의 길이이다. 각 시편의 표면당 5개의 압흔이 형성되었으며, 모든 측정은 한 실험자가 시행하였다.

### 3) 통계 분석

석고간 마모 소실량과 경도값의 비교와 두 가지 종류의 다이 강화제 적용유무에 따른 마모소실량과 경도값의 비교를 위해 통계 프로그램 (SPSS ver 12.01)을 이용하여 일원분산분석과 Tukey 다중범위 검증법으로 분석하고, 실험군간의 유의성을 사후 검증하였다 ( $P<.05$ ).

### 4) 시편의 주사 현미경 관찰

다이 강화제 적용 유무에 따른 표면변화를 관찰하기 위해 주사 현미경 촬영으로 관찰하였다.



**Fig. 3.** Specimen for the Knoop hardness measurement.

## III. 결 과

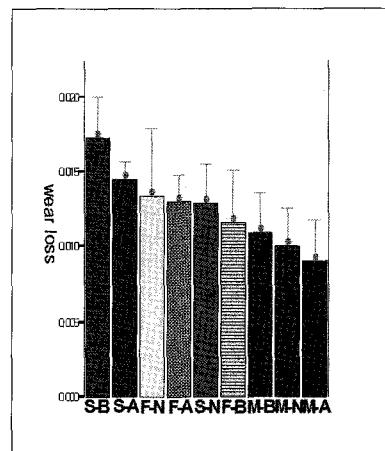
### 1. 마모저항성 실험

Table II는 각 석고 실험군에 대한 평균 마모 소실량의 평균값을 나타내고 있다.

Fig. 4는 각 실험군의 평균 마모 소실량을 도식화한 것으로, SP에 B로 표면 처리한 실험군에서 마모 소실량이 가장 많았고, MG에 A로 표면 처리한 실험군이 마모량이 가장 적었다.

다이 강화제로 표면 처리를 하지 않은 각 석고의 대조군의 평균 마모 소실량을 비교해 보면, FR이 마모 소실량이 가장 많았고, MG가 가장 적은 마모 소실량을 보였으나, 이를 석고간 마모 소실량에 있어서는 통계학적인 유의한 차이는 없었다( $P<.05$ ) (Table II).

A로 표면 처리를 한 실험군들을 비교해 보았을 때, MG가 FR보다 유의성 있게 마모 소실량이 적었으며( $P<.05$ ), 또한 SP와 비교시에도 유의성 있게 마모량이 적었다( $P<.05$ ) (Table III).



**Fig. 4.** Mean wear loss of each experimental groups. S, Super Plumstone; F, GC FUJIROCK®EP; M, MG Crystal Rock; N, no coating; A, Die hardener coating B, Stone die & plaster hardener coating.

**Table II.** Mean wear loss of each experimental group

	FUJIROCK® EP	MG Crystal Rock	Super Plumstone
Control	$(13.410 \pm 6.2355) \times 10^{-3}$	$(10.000 \pm 3.5590) \times 10^{-3}$	$(12.800 \pm 3.7357) \times 10^{-3}$
A	$(13.000 \pm 2.4495) \times 10^{-3}$	$(9.000 \pm 3.8006) \times 10^{-3}$	$(14.500 \pm 1.5811) \times 10^{-3}$
B	$(11.600 \pm 4.8580) \times 10^{-3}$	$(10.900 \pm 3.6652) \times 10^{-3}$	$(17.300 \pm 3.7727) \times 10^{-3}$

Measurement unit : g

**Table III.** Comparison of the mean wear loss in the control groups

Mean	SD	P value	
F-M	$4.0000 \times 10^{-3}^*$	$1.2368 \times 10^{-3}$	.009
F-S	$-1.5000 \times 10^{-3}$	$1.2368 \times 10^{-3}$	.456
M-S	$-5.5000 \times 10^{-3}^*$	$1.2368 \times 10^{-3}$	.000

\* :  $P < 0.05$ **Table IV.** Comparison of the mean loss in the Die hardener treatment groups

Mean	SD	P value	
F-M	$3.4100 \times 10^{-3}$	$2.0897 \times 10^{-3}$	.250
F-S	$6.100 \times 10^{-4}$	$2.0897 \times 10^{-3}$	.954
M-S	$2.8000 \times 10^{-3}$	$2.0897 \times 10^{-3}$	.386

\* :  $P < 0.05$ **Table V.** Comparison of the mean loss in the Stone die & plaster hardener treatment groups

Mean	SD	P value	
F-M	$7.000 \times 10^{-3}$	$1.8487 \times 10^{-3}$	.924
F-S	$-5.7000 \times 10^{-3}^*$	$1.8487 \times 10^{-3}$	.013
M-S	$-6.4000 \times 10^{-3}^*$	$1.8487 \times 10^{-3}$	.005

\* :  $P < 0.05$ **Table VI.** The comparison of the mean loss in experimental groups

	Mean	SD	P value
F-N vs F-A	$4.10 \times 10^{-4}$	$6.375 \times 10^{-3}$	.843
F-N vs F-B	$1.810 \times 10^{-3}$	$9.331 \times 10^{-3}$	.555
F-A vs F-B	$1.400 \times 10^{-3}$	$6.275 \times 10^{-3}$	.498
M-N vs M-A	$1.000 \times 10^{-3}$	$5.354 \times 10^{-3}$	.569
M-N vs M-B	$-9.00 \times 10^{-4}$	$4.606 \times 10^{-3}$	.552
M-A vs M-B	$-4.900 \times 10^{-3}$	$5.021 \times 10^{-3}$	.262
S-N vs S-A	$-1.700 \times 10^{-3}$	$4.165 \times 10^{-3}$	.229
S-N vs S-B	$-4.500 \times 10^{-3}$	$4.882 \times 10^{-3}$	.017*
S-A vs S-B	$-2.800 \times 10^{-3}$	$4.367 \times 10^{-3}$	.073

\* Post hoc Tukey test :  $P < 0.05$

B로 표면 처리하였을 경우 각 석고간 마모 소실량을 보았을 때, FR보다 약간 더 많았으나, 통계학적으로는 유의한 차이가 없었고( $P < .05$ ), SP가 FR보다 유의성 있게 마모량이 많았으며( $P < .05$ ), MG와 비교시에도 유의성 있는 수준에서 마모 소실량이 많았다( $P < .05$ )(Table IV).

각 석고간 다이 강화제 적용 유무에 따른 차이를 비교해 보면 FR과 MG의 경우, 마모 소실량에 있어서 대조군과 비교시 두 가지 종류의 다이 강화제 처리 유무에 따른 유의성 있는 차이가 없었고

( $P < .05$ ), SP의 경우에는 B로 처리한 실험군에서만 마모량이 유의성 있게 증가하였다( $P < .05$ )(Table VI).

## 2. 표면 경도 실험

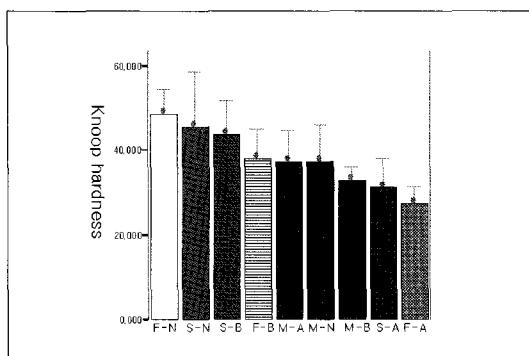
Table VII는 각 실험군에 대한 Knoop 경도값을 보여주고 있다. Fig. 6은 이를 도식화 한 것으로 FR에 다이 강화제로 표면 처리 하지 않은 대조군이 가장 높은 경도 값을 보였고, FR에 A로 표면 처리한 실험군에서 가장 낮은 경도값을 보였다.

다이 강화제로 처리하지 않은 각 석고의 대조군을 비교해 보면, FR이 가장 높은 경도값을 보였고, MG가 가장 낮은 경도값을 보였지만, 석고간에는 경도값에 있어서 통계학적으로 유의한 차이는 없었다( $P < .05$ )(Table VIII).

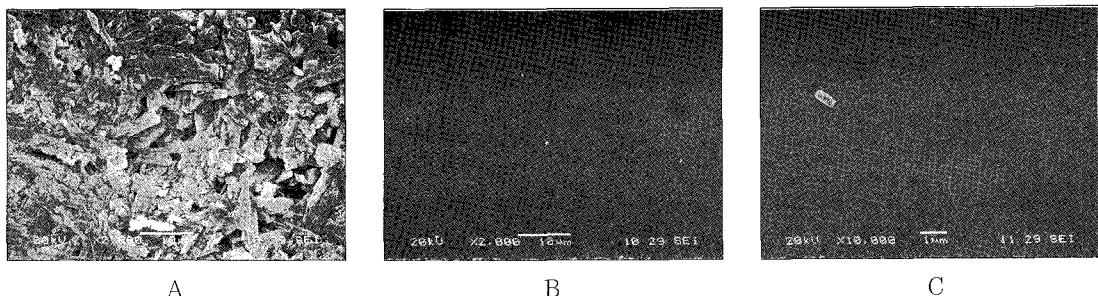
A로 표면 처리를 한 실험군의 경우 FR이 MG보다 유의성 있게 경도 값이 높았다( $P < .05$ ). SP는 MG와 FR 비교시 유의한 차이를 보이지 않았다( $P < .05$ ) (Table IX).

B로 표면 처리한 실험군에서는 SP가 가장 경도값이 높았고, MG가 가장 낮은 경도값을 보였으나, 이들 간에 통계학적인 유의성은 없었다( $P < .05$ )(Table X).

각 석고에 다이 강화제의 적용 유무에 대한 경도 비교시 (Table XI), FR의 경우에는 다이 강화제를 처리하지 않은 대조군이 두 가지 종류의 다이 강화제



**Fig. 5.** Mean Knoop hardness of each experimental groups. S, Super Plumstone; F, GC FUJIROCK® EP; M, MG Crystal Rock; N, no coating; A, Die hardener coating B, Stone die & plaster hardener coating.



**Fig. 6.** SEM of gypsum materials. A, surface with no coating; B, surface with Die hardener coating; C, surface with Stone die & plaster hardener coating.

**Table VII.** Mean Knoop hardness of each experimental group

	FUJIROCK	MG CRYSTAL ROCK	SUPER PLUMSTONE
Control	48.83±5.49	37.43±9.45	45.67±12.48
A	27.55±5.80	37.50±10.20	31.17±6.52
B	38.18±10.40	32.75±4.03	43.83±7.73

Measurement unit : mm<sup>2</sup>/kg**Table VIII.** Comparison of the mean Knoop hardness in the control groups

	Mean	SD	P value
F-M	11.40476	5.32521	.113
F-S	3.16667	5.52623	.836
M-S	-8.23810	5.32521	.296

\* : P &lt; 0.05

**Table IX.** Comparison of the mean Knoop hardness in the Die hardener treatment groups

	Mean	SD	P value
F-M	-9.954555*	3.43816	.021
F-S	-3.62121	3.99361	.641
M-S	6.33333	4.06347	.283

\* : P &lt; 0.05

**Table X.** Comparison of the mean Knoop hardness in the Stone die & plaster hardener treatment groups

	Mean	SD	P value
F-M	5.43182	3.82909	.349
F-S	-5.65152	4.18227	.383
M-S	-11.08333	4.45044	.052

\* : P &lt; 0.05

로 처리한 실험군보다 유의성 있게 경도값이 높았으며, A로 처리한 실험군과 B로 처리한 실험군을 비교해 보았을 때, B로 처리한 실험군에서 경도값이 유의성 있게 높았다( $P<.05$ ). MG는 대조군과 두 가지 종류의 다이 강화제 적용유무에 의한 통계학적인 유의한 차이가 없었으며( $P>.05$ ), SP의 경우 A로 표면 처리한 실험군보다 B로 표면 처리한 실험군에서 경도값이 유의성 있게 감소하였다.

실험 시편의 주사현미경 관찰을 통해 대조군에서는 다수의 기공을 보임을 알 수 있었고, A와 B 처리

시 표면이 매끈하게 입혀진 것을 관찰할 수 있었다 (Fig. 6).

#### IV. 고 칠

석고에 다이 강화제를 적용한 후 마모 저항성을 평가하기 위해 여러 가지 연구가 수행되어왔다. 아직까지 석고의 마모저항성을 평가하기 위한 정형화된 방법은 없으며, 가장 흔하게 사용되는 방법은 금속 실험으로 이 때 소실된 양이나 부피를 측정하는 방법과

삭제되어진 부위의 폭으로 평가하는 방법이 있다.

이 실험에서는 다이 강화제를 1회만 도포한 후<sup>14</sup> 압축된 공기로 불어 얇게 펴주었다.<sup>15</sup> 다이 강화제를 1회 이상 도포시 석고의 표면 경도가 오히려 감소하며 표면층의 두께가 증가하게 된다.<sup>14</sup> 다이 강화제를 적용함에 있어 압축된 공기를 이용하는 것과 흡수성 물질을 이용하여 과량의 다이 강화제를 제거하는 것에 있어서는 유의한 차이는 없었다.<sup>15</sup>

마모 소실량에 있어서 석고 간에는 통계학적으로 유의한 차이가 없었으며( $P<.05$ ), FR과 MG는 다이 강화제 처리 유무에 따른 유의한 차이가 없었고, SP는 B 적용시 마모 소실량이 유의성 있게 증가하였다( $P<.05$ ).

법랑질, 석고, 도재와 같이 낮은 탄성계수를 가지는 매우 단단하고, 깨지기 쉬운 물질의 경도 측정시에는 Knoop 경도를 이용하고,<sup>16</sup> 높은 탄성계수를 갖는 점탄성의 물질은 Brinnell과 Vickers 경도를 이용한다. 이 실험에서는 27~48의 경도값이 측정되었다. 경도값에 있어서 석고 간에는 통계학적으로 유의한 차이가 없었으며, FR의 경우 대조군이 다이 강화제를 처리한 실험군보다 경도가 유의성 있게 높았으며, MG의 경우 다이 강화제 처리 유무에 따른 유의한 차이가 없었다( $P<.05$ ). SP은 대조군과 다이 강화제 처리군과의 유의한 차이는 없었지만 B를 적용한 실험군이 A로 표면처리한 실험군에 비해 경도값이 유의성 있게 높았다. 다이 강화제를 처리한 실험군은 대조군과 비교해 보았을 때, 경도값에 있어서 유의한 차이가 없거나( $P<.05$ ) 오히려 SP의 경우 감소하는 경향을 보였다. 다이 강화제 처리시 경도값이 감소하는 원인으로 고려해 볼 수 있는 것으로는 경도 측정시 석고가 아닌 다이 강화제 자체의 경도가 측정되었을 가능성이 있고, 다른 원인으로는 다이 강화제가 석고의 물성에 영향을 미쳐서 석고가 약해졌을 경우를 생각해 볼 수 있었다. 또한 동일 실험 시편 내에서 측정 부위에 따라 경도의 차이를 보였는데, 이는 석고 표면 하의 기공의 차이로 인한 것인거나 취약한 특정 부위, 예를 들면, 결정의 핵 부분이 결정의 외각 부위보다 더 강하다.

이 실험은 표본수가 다소 적었고, 경도 측정시 Knoop 경도 측정을 증진시키기 위해 표면층을 연마할 필요성에 대한 한계성이 존재하였다. 향후 석고

의 마모저항성과 경도 측정의 정확한 평가를 위한 연구가 더 필요하리라 사료된다.

## V. 결 론

석고는 다이 제작을 위한 재료로 많이 사용되고 있으며, 석고 다이의 마모는 정확한 보철물 제작에 있어 심각한 문제가 발생될 수 있다. 이 연구에서는 3 종류의 석고와 2 종류의 다이 강화제를 이용하여 석고간 마모 저항성과 경도를 측정하고, 각 석고에 다이 강화제 적용 후 마모 저항성과 경도의 유의한 차이를 평가하였다. 이번 연구의 결과 내에서 다음과 같은 결과를 얻을 수 있었다.

1. 석고 간에는 마모와 경도에 있어서 통계학적으로 유의한 차이는 없었다( $P<.05$ ).
2. 마모 소실량에 있어서 GC FUJIROCK® EP과 MG Crystal Rock의 경우 다이 강화제로 표면 처리한 것에 따른 유의한 차이는 없었다 ( $P<.05$ ).
3. Super Plumstone은 Stone die & plaster hardener(George taub products & fusion, USA)로 표면 처리시 마모 소실량이 증가하였다( $P<.05$ ).
4. 경도에 있어서 두 가지 종류의 다이 강화제로 표면 처리한 실험군에 비해 대조군의 경도가 높았다( $P<.05$ ).

## 참고문헌

1. Bailey JH, Donovan TE, Preston JD. The dimensional accuracy of improved dental stone, silverplated, and epoxy resin die materials. *J Prosthet Dent* 1988;59:307-10.
2. Peyton FA, Leibold JP, Ridgley GV. Surface hardness, compressive strength and abrasion resistance of indirect die stones. *J Prosthet Dent* 1952;2:381-9.
3. Fairhurst CW. Compressive properties of dental gypsum. *J Dent Res* 1960;39:812-24.
4. Skinner EW, Gordon CC. Some experiments on the surface hardness of dental stones. *J*

- Prosthet Dent 1956;6:94-100.
5. Sanad ME, Combe EC, Grant AA. The effect of model sealant solutions on the properties of gypsum. J Dent 1980;8:152-7.
  6. Sanad ME, Combe EC, Grant AA. Hardening of model and die materials by an epoxy resin. J Dent 1980;8:158-62.
  7. Fukui H, Lacy AM, Jendresen M. Effectiveness of hardening films of die stone. J Prosthet Dent 1980;44:57-63.
  8. Lindquist TJ, Stanford CM, Knox E. Influence of surface hardener on gypsum abrasion resistance and water sorption. J Prosthet Dent 2003;90:441-6.
  9. Lyon HE, Mitchell RJ. Abrasion resistance of coated gypsum dies. Oper Dent 1983;8: 2-5.
  10. Williams GJ, Bates JF, Wild S. The effect of surface treatment of dental stone with resins. Quintessence Dent Tech 1983;7:41-5.
  11. Bajada SB, Makinson OF. The effect of some surface treatments to dental modeling stones. Aust Dent J 1974;19:118-21.
  12. Fan PL, Powers JM, Reid BC. Surface mechanical properties of stone, resin, and metal dies. J Am Dent Assoc 1981;103:408-11.
  13. Paul E. Harris, Scott Hoyer, Terry J. Lindquist, Clark M. Stanford. Alteration of surface hardness with gypsum die hardeners. J Prosthet Dent 2004;92:35-8.
  14. Habis H. Ghahremannezhad, Shawky E. Mohamed, Gregory P. Stewart, Roger Weinberg. Effects of cyanoacrylates on die stone. J Prosthet Dent 1983;49:639-46.
  15. Fukui H, Lacy AM, Jendresen MD. Effectiveness of hardening films on die stone. J Prosthet Dent 1980; 44:57-63.
  16. Naylor WP, Munoz CA, Goodacre CJ, Swartz ML, Moore BK. The effect of surface treatment on the Knoop hardness of Dicor. Int J Prosthodont 1991;4:147-51.

---

**Reprint request to:**

**Kwang-Yeob Song**, D.D.S., M.S.D., Ph.D.

Department of Prosthodontics, School of Dentistry, Chonbuk National University  
664-14 Dukjin-Dong, Dukjin-Gu, Jeonju, Chonbuk, 561-756, Korea  
skydent@moak.ac.kr

## ABSTRACT

# THE INFLUENCE OF THE DIE HARDENER ON GYPSUM DIE

Young-Rim Kim, D.D.S., Ju-Mi Park, D.D.S., M.S.D., Ph.D., Kwang-Yeob Song, D.D.S., M.S.D., Ph.D.

*Department of Prosthodontics, College of Dentistry, Chonbuk National University*

**Statement of problem:** Die materials require abrasion resistance, dimensional stability with time, and high surface wettability for adequate material properties. Wear of gypsum materials is a significant problem in the fabrication of accurately fitting cast prosthetic devices. So It has been recommended that the use of die hardener before carving or burnishing of the wax pattern.

**Purpose:** The purpose of this study was to compare the abrasion resistance and surface microhardness(Knoop) with 3 commonly used gypsum die materials(MG Crystal Rock, Super plumstone, GC FUJIROCK® EP) with and without the application of 2 die hardeners.

**Material and methods:** Three die materials were evaluated for abrasion resistance and surface microhardness after application of 2 die hardeners(Die hardener and Stone die & plaster hardener). Thirty specimens of each gypsum material were fabricated using an impression of resin die(Pattern resin: GC Corporation, Japan) with 1-mm high ridges, sloped 90 degrees. Gypsum materials were mixed according to manufacturer's recommendations and allowed to set 24 hours before coating. Specimens were arbitrary assigned to 1 of 3 treatment subgroups ( $n=10/\text{subgroup}$ ): no treatment(control), coated with Die hardener, and coated with Stone die & plaster hardener. Abrasion resistance(measured by weight loss) was evaluated using device in 50g mass perpendicular to the ridges. Knoop hardness was determined by loading each specimen face 5 times for 15 seconds with a force of 50g. A scanning electron microscope was used to evaluate the surface of specimens in each treatment subgroup.

**Conclusions:** The obtained results were as follows:

1. 3 types of die stone evaluated in this study did not show significant differences in surface hardness and abrasive resistance( $P<.05$ ).
2. In the abrasive resistance test, there were no significant differences between GC FUJI-ROCK® EP and MG Crystal Rock with or without 2 die hardener( $P<.05$ ).
3. Super plumstone treated with Stone die & plaster hardener showed increased wear loss( $P<.05$ ).
4. Die hardener coatings used in this study decreased the surface hardness of the gypsum material( $P<.05$ ).

---

**Key words :** Gypsum die, Die hardener, Abrasive resistance, Surface microhardness, Coating agent