

혼수비에 따른 초경석고의 파절강도

전북대학교 치과대학 치과보철학교실 및 구강생체과학연구소

엄정희 · 박찬운 · 박광선

I. 서 론

모형을 인상체로부터 제거하거나, 치과용 수복물의 장착시, 치과용 세라믹을 위한 내화성 모형을 복제할 때와 같은 다양한 치과보철물 제작과정중에 치과용 다이 재료는 충분한 파절저항을 필요로 한다. 그러므로 다이 재료의 굽힘강도와 파절저항은 다이 재료 선택의 중요한 기준이 된다.¹⁻⁴⁾

다이 재료는 다음의 성질을 가져야 하는데, 인상재료와의 적합성, 체적의 정확성, 받아들일만한 미세부재현성, 정밀성, 적절한 경화시간, 최소의 경화팽창, 높은 압축강도, 파절과 마모저항, 표면경도, 조작의 용이성과 능률, 무독성, 굽힘강도 등이다.⁵⁻⁹⁾

다이용 재료로서 레진의 사용시 acrylic resin과 polyester, polyurethane, 그리고 epoxy resin 등이 이용되고 있고, 이러한 재료는 파절 저항성은 우수하나, 체적 정확성이 석고 다이에 비해서 떨어지고 인상재와의 적합성 면에서도 문제점이 있다. 이러한 문제점을 개선하기 위해 polyurethane에 silica filler를 첨가하여 체적정확성을 높이는 시도들이 보고되고 있다.¹⁰⁻¹¹⁾

치과용 석고의 최신 경향은 레진을 첨가하여 가볍고, 먼지가 나지 않으며, 표면특성이 우수하고, 고무인상재에 적합하여 미세부재현성이 우수하며, 변연파괴가 적고, 굽힘강도가 우수한 제품을 개발하는 추세이다.

치과용 석고를 모형 및 다이용 재료로 사용할 때 가장 중요한 요소는 우수한 강도를 갖게 하는 것이

다. 석고를 물과 혼합하는 대신에 레진 용액이나 aqueous colloidal silica와 같은 강도 강화용액을 사용하여 석고의 강도를 향상시키거나, 혼수비 조절에 의해서 석고의 강도를 증가시키나 적절한 w/p 비율을 정하는 데에는 어려움이 있다. 그러므로 강도를 증가시키기 위해, 인상 음형 인가에서 30분 이상 경과 후 모형을 분리하고, 24시간 이상 경과 후에 모형 및 다이 위에서 작업하거나, 석고를 주입할 때 충분한 진동을 주어서 기포를 완전히 제거하는 등의 방법이 사용되고 있다.

본 연구는 현재 국내에서 시판되는 Type IV 초경석고의 혼수비에 따른 파절강도와 점주도 변화, 그리고 수동식(hand mix)와 진동식(vacuum mix)에 따른 파절강도와 점주도의 변화를 비교하였다.

II. 실험재료 및 방법

1. 실험재료

본 실험에서는 주모형 제작을 위해 Frasaco Dentiform Instrument를 사용하였고(Fig. 1), 상악 좌측 중절치를 선택하여 전부도재관 장착을 위한 백악법랑경계에 0.8mm의 폭을 가진 shoulder 변연으로 치아를 삭제하였다.

기성트레이를 사용하여 부가중합형 실리콘 인상재(Exaflex GC America Inc. Japan)를 이용하여 인상채득 후 3종의 초경석고를 사용하여 모형을 제작하였다(Table I).

Table 1. Materials used in this study

Brand	Type	W/P	Setting time	Setting exp.	Manufacturer
Velmix	IV	0.20	8' 37"	0.08	Kerr, USA
GC Fuji Rock EP	IV	0.20	14' 52"	0.08	GC, Belgium
MG Crystal Rock	IV	0.24	6' 45"	0.27	Maruishi, Gypsum Co., Ltd, Japan

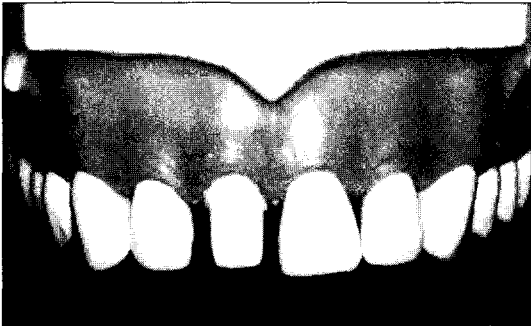


Fig. 1. Master cast consisting of maxillary left central incisor prepared for complete ceramic crown with well-defined 0.8mm shoulder finish line.

2. 시편제작

가. 초경석고 시편의 제작

Fuji Rock군에 80개, Crystal Rock군에 40개, Velmix군에 40개씩 총 160개의 모형을 제작하였다.

기성 트레이로 부가중합형 인상재 (Exaflex, GC America Inc.)를 사용하여 putty-wash 인상법에 의해서 80개의 인상을 채득하였고(Fig. 2), 각 인상체에 2개씩의 초경석고 시편을 제작하였다.

제조자의 추천 혼수비, 혼수비보다 3ml 적은 경우, 혼수비보다 3ml 많은 경우, 그리고 혼수비보다 6ml 많은 3개의 군으로 각각 40개씩 모두 120개의 초경석고 모형을 실온의 증류수를 사용하여 30초간 진공 혼합하여 제작하였다.

또한 Fuji Rock을 이용한 40개의 시편은 실온의 증류수를 사용하여 1초에 두 번의 회전속도로 1분간 수동 혼합하여 시편을 제작하였다.

나. Labial sleeve의 제작

Labial sleeve는 lost wax technique으로 제작 후, 매몰재(Hi-temp, Whip-Mix, USA)를 이용하여

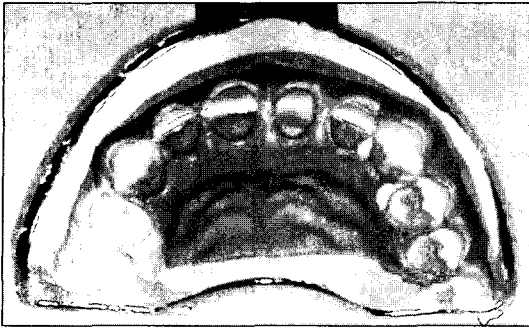
통법대로 매몰, 소환 후 Vera-bond(Alba Dent Inc, USA)로 주조하였다. 제거된 시편은 주입선 부위를 절단 후, 순측면을 편평하게 연마하였다. 변연으로부터 순측면을 피개하여, 근심측과 원심측으로 연장하지 않은 채 절단면 쪽으로만 연장하여 파절시험 중삭제된 치아의 순면상에서 부하가 고르게 분배되도록 하였다(Fig. 3).

3. 파절강도 측정과 파면관찰

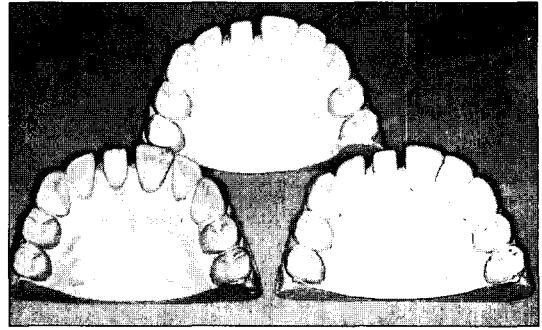
모든 초경석고 시편은 24시간이 지난 후에 인상재에서 제거 후 파절강도 시험을 위한 시편고정장치를 재료시험기(Model 4201, Instron Co. USA)에 고정 한 다음 crosshead speed 0.5cm/min으로 50Kg의 하중으로 파절강도를 측정하였으며(Fig. 4), 결합계면에서의 파절양상을 평가하기 위해 파면을 육안으로 관찰하였다.

4. 점주도 측정

부식되지 않는 비흡수성의 재료로 제작된 길이 50mm, 내경 35mm의 원추대, 장방형의 유리판(150×150mm), 상부와 하부의 내부직경이 70mm와 60mm인 원추형의 몰드를 이용하여 300g의 분말을 0.3% sodium citrate 용액으로 각 초경석고 제조사의 추천 혼수비, 혼수비보다 3ml 적은 경우, 혼수비보다 3ml 많은 경우, 그리고 혼수비보다 6ml 많은 경우로 실온의 증류수를 사용하여 30초간 진공 혼합하였다. 한편 Fuji Rock의 경우는 한번 더 제조사의 추천 혼수비, 혼수비보다 3ml 적은 경우, 혼수비보다 3ml 많은 경우, 그리고 혼수비보다 6ml 많은 경우에서 실온의 증류수를 사용하여 1초에 두 번의 회전속도로 1분간 수동혼합 후, 기포가 생기지 않도록 주의하면서 원추형의 몰드에 채우고 윗면을 편평하게 하였다. 관통을 개시한 다음, 3분, 4분, 5분이 경

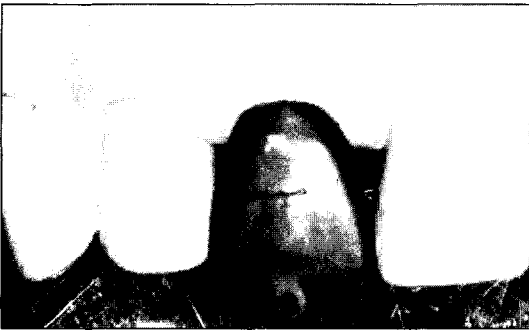


(A)

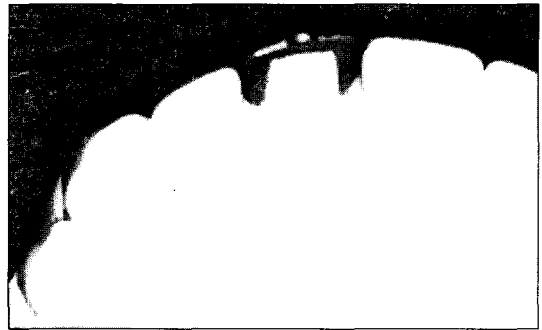


(B)

Fig. 2. a) impressions.
b) Stone cast specimen before testing.

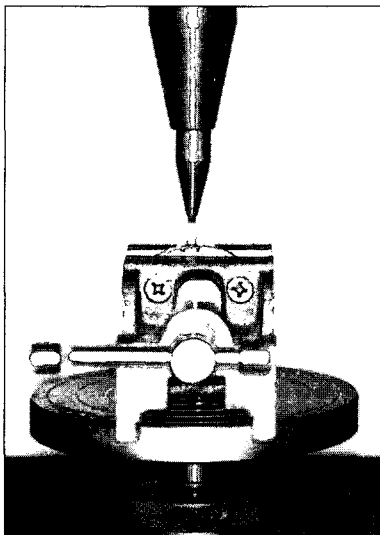


(A)

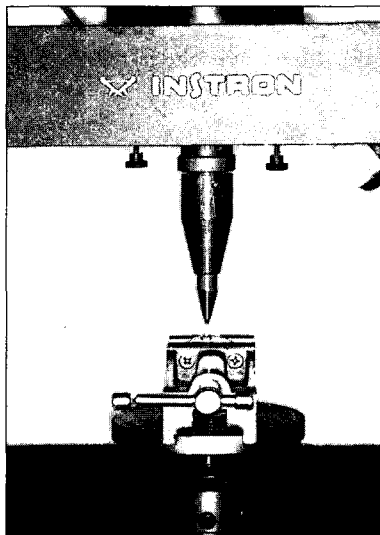


(B)

Fig. 3. a) Cast metal labial sleeve of prepared tooth.
b) It was used during testing on machine to apply load evenly on prepared tooth at specific landmark.



(A)



(B)

Fig. 4. a) Instron machine.
b) Instron machine.

과하였을 때의 눈금을 기록하여 3회의 시험을 반복한 후 9회 측정치의 평균을 구하였다.

Ⅲ. 실험결과

1. 파절강도

실험결과 진공혼합의 Fuji Rock에서 파절강도는 혼수비가 17ml/100g인 경우가 평균 15.32kg/cm²로 가장 컸고, 다음은 20ml/100g (12.74kg/cm²), 23ml/100g(9.64kg/cm²), 그리고 26ml/100g (8.56kg/cm²) 순으로 감소하였다(Fig. 5).

수동혼합의 Fuji Rock에서는 파절강도가 혼수비가

17ml/100g인 경우가 평균 13.52kg/cm²로 가장 컸고, 다음은 20ml/100g(11.05kg/cm²), 23ml/100g (10.44kg/cm²), 26ml/100g(8.17kg/cm²) 순으로 감소하였다(Fig. 6).

Velmix에서의 파절강도는 혼수비가 17ml/100 경우, 평균 13.37kg/cm²로 가장 컸고, 다음은 20ml/100g(10.39kg/cm²), 23ml/100g(9.13kg/cm²), 26ml/100g(8.72kg/cm²) 순으로 감소하였다(Fig. 7).

Crystal Rock에서는 24ml/100(15.58kg/cm²), 21ml/100(13.43kg/cm²), 27ml/100(9.48kg/cm²), 30ml/100(7.84kg/cm²) 순으로 감소하였다(Fig. 8).

진공혼합의 Fuji Rock에서는 17ml와 20ml 사이에 Turkey분석결과 통계적으로 유의한 차이가 있었고,

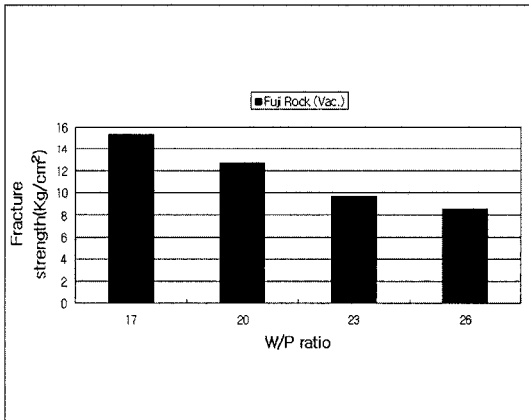


Fig. 5. Mean fracture strength of vacuum mixed Fuji rock.

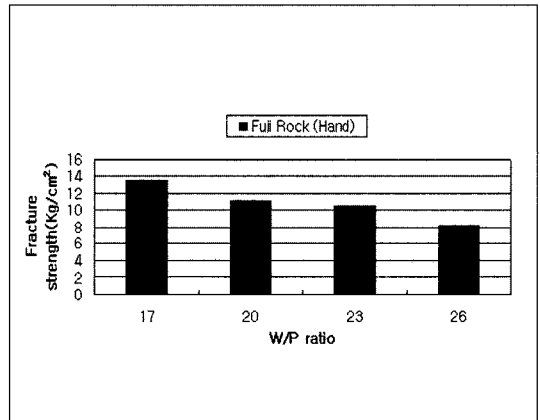


Fig. 6. Mean fracture strength of hand mixed Fuji rock.

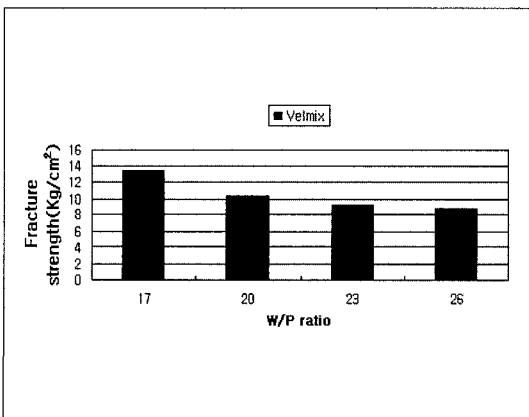


Fig. 7. Velmix Mean Fracture Strength.

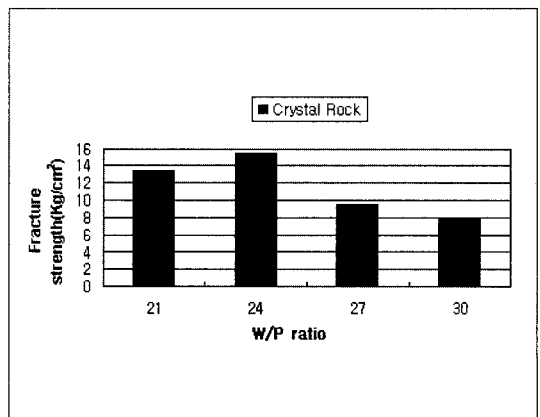


Fig. 8. Crystal Rock Mean Fracture Strength.

20ml와 23ml, 26ml 사이에 유의한 차이가 있었으나 23ml와 26ml 사이에는 유의한 차이가 없었다 ($p>0.05$) (Table II).

수동혼합의 Fuji Rock에서는 17ml와 20ml 사이에 통계적으로 유의한 차이가 있었고 20ml와 23ml 사이에는 유의한 차이가 없었고, 23ml와 26ml 사이에

유의한 차이가 있었다($p<0.05$) (Table II).

Velmix에서는 17ml와 20ml 사이에 유의한 차이가 있었고 20ml와 23ml 사이에도 유의한 차이가 있었으나, 23ml와 26ml 사이에는 유의한 차이가 없었다 ($p>0.05$) (Table II). Crystal Rock에서는 모든 혼수비 사이에서 통계적으로 유의한 차이를 나타내었다

Table II. Means for groups in homogenous subsets by Tukey test

Group	W/P	Mean(kg/cm ²)	$\alpha=0.05$
Fuji Rock vacuum	17	15.32	A
	20	12.74	B
	23	9.64	C
	26	8.56	C
Fuji Rock hand	17	13.52	A
	20	11.06	B
	23	10.45	B
	26	8.17	C
Velmix	17	13.37	A
	20	10.40	B
	23	9.13	C
	26	8.73	C
Crystal Rock	21	13.43	A
	23	15.58	B
	27	9.47	C
	30	7.84	D

※ Means with the same letter are not significant different.

Table III. Means for groups in homogenous subsets by Tukey test

Group	Group	Mean(kg/cm ²)	$\alpha=0.05$
17ml/21ml	Fuji Rock vacuum	15.32	A
	Fuji Rock hand	13.52	B
	Velmix	13.37	B
	Crystal Rock	13.43	B
20ml/24ml	Fuji Rock vacuum	12.74	A
	Fuji Rock hand	11.06	B
	Velmix	10.40	B
	Crystal Rock	15.58	C
23ml/27ml	Fuji Rock vacuum	9.64	A,B
	Fuji Rock hand	10.45	A
	Velmix	9.13	B
	Crystal Rock	9.47	A,B
26ml/30ml	Fuji Rock vacuum	8.56	A
	Fuji Rock hand	8.17	A
	Velmix	8.73	A
	Crystal Rock	7.84	A

※ Means with the same letter are not significant different.

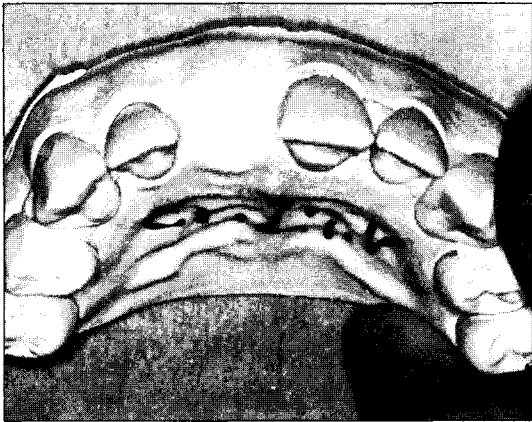


Fig. 9. Fractured specimen.

($p < 0.05$)(Table II).

혼수비가 17ml, 21ml(제조사 지시에서 3ml를 적게 한 경우)인 경우에는 진공혼합의 Fuji Rock의 경우와 수동혼합의 Fuji Rock, Velmix, Crystal Rock 사이에 통계적으로 유의한 차이를 보였으나, 수동혼합의 Fuji Rock, Velmix, Crystal Rock 사이에는 통계적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다($p > 0.05$)(Table III).

혼수비가 20ml, 24ml(제조사 지시의 혼수비)인 경우는 Crystal Rock, 진공혼합의 Fuji Rock, 수동혼합의 Fuji Rock, Velmix 순으로 파절강도가 높았으며, Crystal Rock과 진공혼합의 Fuji Rock 사이에는 통계적으로 유의한 차이가 나타났고, 진공혼합의 Fuji Rock과 수동혼합의 Fuji Rock도 통계적으로 유의한 차이가 나타났으나, Velmix와 수동혼합의 Fuji Rock은 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다($p > 0.05$)(Table III).

혼수비가 23ml, 27ml(제조사 지시보다 3ml 많은 경우)는 수동혼합의 Fuji Rock과 Velmix만 유의한 차이를 나타냈다(Table III). 혼수비가 26ml, 30ml(제조사 지시보다 6ml 많은 경우)는 모든 군간에 통계적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다($p > 0.05$)(Table III).

2. 파절면 관찰 소견

파절부위는 협면쪽에서는 finish line에 위치하고 설면쪽에서는 그 직경이 증가된 위치인 변연하방에

Table IV. Viscoelasticity

Group	W/P	N	Mean(mm)
Fuji Rock vacuum	17	9	11.6
	20	9	27.3
	23	9	40
	26	9	40
Fuji Rock hand	17	9	9.3
	20	9	27
	23	9	40
	26	9	40
Velmix	17	9	6.5
	20	9	12.8
	23	9	24.3
	26	9	33.3
Crystal Rock	21	9	12
	24	9	32.5
	27	9	40
	30	9	40

존재하고 있었다(Fig. 9).

3. 점주도 측정

점주도 측정시 모든 혼수비에서 Velmix가 가장 큰 점주도를 나타내었다. 모든 재료에서 혼수비의 증가에 따라 모두 점주도가 감소하였고, 진공혼합의 Fuji Rock과 수동혼합의 Fuji Rock 그리고 Crystal Rock은 제조사 지시의 혼수비보다 3ml 많은 경우와 6ml 많은 경우 차이를 나타내지 않았다(Table IV).

IV. 총괄 및 고찰

초경석고는 제한된 굽힘강도를 가지고 있고, 이로 인해 작업모형을 인상체에서 제거시 파절될 수 있는 단점이 있다. 연세 치대 치과재료학연구소에서 시판 치과용 석고의 압축강도를 시험한 결과를 살펴보면 Fuji Rock은 67.5MPa이고 Velmix는 65.2MPa이고 Crystal Rock은 52.8MPa이었다.

본 실험 결과 모든 재료와 혼수비중에서 제조사 추천 혼수비인 Crystal Rock의 24ml/100g가 15.58kg/cm²로 가장 큰 값을 나타내었고, Crystal Rock의 30ml/100g에서 7.83kg/cm²로 가장 작은 값을 나타내었다.

진공혼합의 Fuji Rock의 경우는 제조사의 적정 혼

수비보다 3ml 적은 17ml/100g의 혼수비에서 가장 높은 파절저항 값을 나타내었고 혼수비가 증가함에 따라 통계적으로 유의하게 파절저항 값이 감소되었다($p < 0.05$).

진공 혼합의 Fuji Rock과 수동혼합의 Fuji Rock에서는 혼수비에 따라서 차이가 있는데 제조사 추천 혼수비와 제조사 추천 혼수비보다 3ml를 적게한 경우는 통계적으로 유의한 값을 보였고($p < 0.05$), 제조사의 추천 혼수비보다 3ml, 6ml를 많게 한 경우는 통계적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다($p > 0.05$). 이러한 원인으로서는 진공혼합에서 혼수비를 적게하는 경우는 수동혼합의 경우보다 공기가 적게 유입되면서 물에 초경석고를 젖게 하므로 파절강도가 증가한다. 그러나 혼수비가 증가하면 혼합물은 묽어지므로 수동식과 진공혼합이 차이가 나지 않으며 기계적 성질이 나쁘고 취약한 재질이 된다.

석고의 경화 반응식에서 반응에 필요한 물의 양은 1몰의 석고를 혼합할 때 1.5몰의 물이 이용되고 1몰의 경화된 석고가 생성된다.

따라서 145.15g의 석고가 반응하기 위해서 필요한 물의 무게는 27.02g의 물이 필요하며, 반응 후에는 172.17g의 경화된 석고가 얻어진다. 따라서 100g의 석고가 반응하기 위해서 필요한 물의 무게는 18.61g이 된다. 그러나 임상적으로 모형용 석고를 이와 같은 소량의 물과 혼합하여 적당한 점주도를 가지는 혼합물을 만들기 위해서 초경석고의 경우는 20g 정도의 물을 사용해야 하며 이중 18.61g만이 100g의 석고와 반응하며, 나머지 물은 자유수(free water)로서 화학반응에 참여하지 않고 경화된 석고 내에 남아 있게 된다. 이러한 여분의 물은 석고가루의 혼합시 분말의 표면을 적셔주기 위해서 필요한 것이다. 만약 제조사의 혼수비보다 더 많은 물을 첨가하는 경우는 혼합물이 더욱 묽어져 인상체에 주입하기 편한 상태가 되나, 기계적 성질이 나쁘고 취약한 재질이 된다.

초경석고를 소량의 물과 혼합하면, 혼합물의 점주도가 커져 조작성이 나빠지고 몰드에 부을 때 거대 기포가 발생하기 쉬우나, 경화된 석고는 매우 단단해지게 된다.²¹⁾

치과용 석고는 플라스틱, 경석고, 그리고 초경석고로 분류하며, 미국치과의사협회 규격 제25호에서는 이것을 제2형, 제3형, 제4형으로 구분한다.⁶⁾

세 가지 석고제품은 화학적으로 동일한 분자식인 calcium sulfate hemihydrate($\text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$)이지만 물리적 성질이 다르기 때문에 용도가 다르다.

세가지 석고는 모두 동일한 석고원광석에서 제조되며, Calcium sulfate dihydrate인 석고 원광석으로부터 어떤 방법으로 물을 제거하는가에 의해 석고 종류가 달라진다. 플라스틱은 석고 원광석을 대기압 하에서 110℃내지 120℃의 온도로 가열해서 만들고, 경석고는 석고 원광석을 수증기압하에서 125℃의 온도로 탈수시켜서 만들고, 초경석고는 30%의 Calcium chloride를 석고 원광석에 첨가하여 탈수 후 120℃의 물로 chloride를 세척, 분쇄하여 가장 치밀한 구조를 이룬다. 이러한 초경석고의 결정은 치밀하고 규칙적인 형태를 가지므로 여분의 물을 적게 해주어도 충분한 점주도를 얻을 수 있다.

초경석고는 비교적 높은 압축강도를 보이는 재료이나 혼수비를 많이 하면 압축강도가 감소하게 된다. 혼수비를 0.3 또는 0.5로 하여 혼합하면 경석고나 플라스틱의 압축강도와 유사한 수준으로 낮아지게 된다. 이 논문의 경우는 진공 혼합의 Fuji Rock, 수동식 혼합의 Fuji Rock, velmix 모두 제조사의 표준 혼수비로 혼합시보다 3ml 적게 혼합한 경우 가장 높은 파절강도를 보였으나 점주도가 커서 조작성이 나쁘고 몰드에 주입할 때 기포가 많이 생겼다. 그러나 Velmix의 경우는 표준 혼수비로 혼합시에도 다른 재료의 표준 혼수비일 때보다 점주도가 커서 조작이 힘들고 기포가 많이 생겼으며, 혼수비보다 3ml 적게한 경우는 경화시간이 짧아서 몰드에 주입하기가 매우 어렵고 기포가 많이 생겼다.

그러므로 임상에서 석고 사용시에는 반드시 규격에 맞는 치과용 석고를 선택하여 항상 건조하고 밀봉된 곳에 보관하여 목적에 맞게 석고의 유형을 선택하고, 적절한 혼수비를 사용하여 기계식 혼합에 의해서 적절한 강도와 점주도로 조작성이 좋고 기계적 성질이 우수하여 기포의 발생을 적게 하여야 한다.

그리고 레진을 첨가하여 가볍고, 미세부 재현성이 우수하며, 굽힘강도가 크며, 표면특성이 우수하며 마모저항성이 큰 재료의 개발이 필요하고 레진용액이나 aqueous colloidal silica와 같은 강도강화용액을 사용하여 석고의 파절 강도를 높여야 할 것으로 생각된다.

V. 결 론

치과용 모형은 보철과정중에 종종 파절되기 쉬운 단점이 있다. 이에 파절강도에 혼수비가 미치는 영향을 살펴보고자 부가중합형 인상재를 이용하여 인상을 채득 후 초경석고의 종류, 혼수비, 혼합방법에 따라 10개씩, 총 160개의 시편을 제작하였다. 초경석고는 Fuji Rock(GC Europe Intreleuvenlaan, Leuven, Belgium), Velmix(Kerr, Manufacturing company, USA), 그리고 Crytal Rock(Maruishi Gypsum Co, Ltd, Japan) 의 3종을 사용하였고, 혼수비는 각각 제조사 지시, 제조사 지시보다 3ml 감소, 제조사 지시보다 3ml 증가, 그리고 제조사 지시보다 6ml 증가된 4군으로 나누었으며, 혼합방법은 진공혼합과 수동 혼합을 각각 사용하였다.

각각의 표본을 Instron testing machine에 고정 후 crosshead speed 0.5cm/min 으로 50kg의 하중을 사용하여 파절강도를 측정하였으며, 다음의 결과를 얻었다.

1. Fuji Rock과 Velmix는 제조사 지시의 혼수비보다 3ml 적게 한 경우 가장 큰 값을 보였고, 혼수비가 증가함에 따라 파절강도의 감소를 나타냈으며 ($p < 0.05$), Crystal Rock은 제조사 지시의 혼수비에서 가장 큰 값을 보였다.
2. 제조사 지시의 혼수비와 이보다 3ml 적은 경우 파절강도는 수동혼합보다 진공혼합에서 높은 값을 보였으나($p < 0.05$), 제조사 지시보다 3ml, 6ml 많은 경우에는 유의한 차이를 보이지 않았다 ($p > 0.05$).
3. 점주도는 제조사 지시 혼수비의 경우 모든 시험 재료 중, Velmix에서 가장 높게 나타났으며 혼수비의 증가에 따라 감소하였다.

REFERENCES

1. Phillips RW. Skinner's science of dental materials. 9th ed. Philadelphia: WB Saunders Co:p.69-87,1991.
2. 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.

3. Craig RG, Peyton FA. Restorative dental material. 5th ed. St. Louis: CV Mosby; p.252-75,1975.
4. Newmann A, Williams JD. Die material for inlay crown and bridge- work. Br Dent J 1969;127:415-20.
5. Peyton FA, Leibold JP, Ridgley GV. Surface hardness, compressive strength and abrasion resistance of indirect die stones. J Prosthet Dent 1952;2:381-9.
6. American National Standards Institute/ American Dental Association. Specification 25 for dental gypsum products. January 1990.
7. Brabant A, Grimonster J, Deschamps R, Van Biervliet L. Comparative study of four physical properties of 13 dental stones, "hard" and "extra hard". [In French] Cah Prothse 1980;32:145-57.
8. Yen TW, Collard SM, Kim GE. The effects of hollow microsphere fillers on density and impact strength of denture base resins. J Prosthet Dent 1991;65:147-52.
9. Bastiani A, Fleiter B, Degrange M. Chemical, physical and mechanical study of new elastic impression materials. Inform Dent 1989; 38:325-33.
10. Derrien G. Polyurethane polymers for impression casting. [in French] Cah Prothse 1988;61:56-61.
11. Barrett NV, Brukl CE. Compatibility of agar hydrocolloid duplicating materials with dental stones. J Prosthet Dent 1985; 54:586-91.
12. Finger W, Ohsawa M. Accuracy of cast restorations produced by a refractory die-investing technique. J Prosthet Dent 1984;52:800-3.
13. Morin F, Valentin C, Dauriac R. Thechnique of impression duplication. Inform Dent 1977;59:33-4.
14. Schmitt SM. A two-die system for con-

- structing porcelain jacket crowns. *J Prosthet Dent* 1984;51:195-8.
15. Williams EO, Hartman GE. Compatibility of reversible hydrocolloid duplicating materials and dental stones. *J Prosthet Dent* 1984;52: 699-703.
16. Camobell SD, Riley EJ, Sozio RB. Evaluation of new epoxy die material. *J Prosthet Dent* 1985;4:136-9.
17. Schwartz HB, Leupold RJ, Thompson VP. Linear dimensional accuracy of epoxy resin and stone dies. *J Prosthet Dent* 1981;45: 621-5.
18. Vermilyea SG, Huget EF, Wiskoski J 2d. Evaluation of resin die materials. *J Prosthet Dent* 1979;42:304-7.
19. Troeskog S, Phillips RW, Schnell RJ. Properties of die materials: A comparative study. *J Prosthet Dent* 1966;16:119-31.
20. Eshleman J. Surface hardness and dimensional accuracy of stone dies impregnated with acrylic resin. *J Dent Res* 1971;50:507.
21. Cullen DR Mikesell WJ and Sandrik JL: Wettability of elastomeric impression materials and voids in gypsum casts, *J Prosthet Dent* 1991;66:261-5.

Reprint request to:

Charn-Woon Park, D.D.S., M.S.D. Ph.D.
Department of Prosthetics, College of Dentistry, Chonbuk National University
634-18, Gumam-dong, Dukjin-gu, Chonju, 561-712, Korea
cwpark@moak.chonbuk.ac.kr

ABSTRACT

**FRACTURE STRENGTH OF IMPROVED DENTAL STONE
ACCORDING TO WATER/POWDER RATIO.**

Jung-Hee Eoum, Charn-Woon Park, Kwang-Sun Park

*Department of Prosthetic Dentistry, Institute of Oral Bioscience,
College of Dentistry, Chonbuk National University*

This study was performed to evaluate the fracture resistance of three improved die stone materials according to water/powder ratio.

There are lots of handling conditions which affect the physical properties of improved dental stone, and it's well known that the water/powder ratio significantly affect the strength of die stone.

If water/power ratio was incorrect, following disadvantages were showed : (1) susceptibility to dimensional change due to abrasion, (2) limited reproduction of fine detail, (3) lack of strength.

The maxillary master casts were made of additional silicone impressions(Exaflex, GC America, Inc. USA). Three type IV die stones such as Fuji Rock (GC Europe Intreleuvenlaan, Leuven, Belgium), Velmix(Kerr, Manufacturing company, USA), and Crytal Rock(Maruishi Gypsum Co. Ltd, Japan) were tested. A total of 160 casts were prepared, separated, and tested on the Instron Testing Machine(Model 4201, Co. USA).

The obtained results of this study were as follows:

1. Fuji Rock and Velmix less 3ml than the water/power ratio of manufacturer's instruction showed the highest resistance to fracture. According to increasing water/powder ratio, fracture resistance was significantly increased($P < 0.05$). Crystal Rock showed the highest fracture value when it was mixed with the water/power ratio of manufacturer's instruction.
2. Water/powder ratio of the manufacturer's instructions and less 3ml than that showed lower fracture value of hand mix than that of vacuum mix. Water/powder ratio of more 3ml, 6ml than manufacturer's instructions was not significantly different between hand mix and vacuum mix($p > 0.05$).
3. Velmix had the highest viscoelastic value among three die materials when it was mixed with the manufacturer's instruction. Viscoelasticity was decreased according to increasing water/powder ratio.