

시간 경과에 따른 부가중합형 실리콘 인상재의 수소 발생

연세대학교 치과대학 치과재료학연구소

고 영 무 · 김 경 남 · 이 근 우

목 차

- I. 서 론
- II. 실험재료 및 방법
- III. 실험성적
- IV. 총괄 및 고찰
- V. 결 론
- 참고문헌
- 영문초록

I. 서 론

실리콘 고무인상재는 약 40년 동안 사용되어 왔으며^{23,46)} 최근에 개발된 부가중합형 실리콘 고무인상재는 다른 인상재에 비하여 수요가 급격히 증가하고 있는데, 이는 작은 체적 변화^{2,11,12,22,25,29,41,45)}, 낮은 크리프⁴⁶⁾ 높은 찢김 강도⁴⁶⁾와 정확성^{2,11,12,29,46)} 및 우수한 탄성 회복율^{12,41)}을 갖고 있기 때문이다. 또한 폴리설파이드 고무인상재에 비하여 청결하고^{18,46)} 혼합이 용이하며^{8,9,46)} 탄성 회복율이 우수하고⁴⁶⁾ 영구변형율이 더 작다^{2,11,29,46)}는 장점이 있다. 그러나 탄력성이 낮고¹²⁾ 저장 기간과 작업시간이 짧으며⁴⁶⁾ 가격이 비싸고¹²⁾ 고무장갑(latex gloves)과 러버담(rubber dam)에

접촉하면 중합반응이 방해를 받으며^{32,37)}, 중합반응시 가스가 발생^{10,30,39,43)}되는 단점이 있다.

인상재에 의하여 석고 모형상에 생기는 표면결함은 정확한 주조물의 제작을 방해하기 때문에 인상재와 석고는 불가분의 관계를 맺고 있다. 이러한 결함은 인상채득단계 또는 석고 모형이나 다이를 제작하는 과정에서 발생할 수 있으며 기포는 인상재 혼합시 공기의 함유이나 인상채득시 인상재를 주입하는 과정 등에서 일어날 수 있다. 그 외에 인상재의 혼합 방법, 주사기의 종류, 주사기의 직경, 중합 부산물 및 인상재의 점주도가 인상재의 기포형성에 영향을 준다는 보고가 있으며 이러한 기포는 석고 모형상에서 양각표면결함(positive surface defects)으로 나타난다. 마찬가지로 큰 접촉각으로 인한 낮은 젖음성(wettability)^{15,18,26,28,33,36)}, 낮은 표면 에너지 또는 인상재의 수소가스 발생^{10,30,39,43)}으로 인해 석고 모형에서 음각표면결함(negative surface defects)을 일으킨다. 그러므로 이러한 결함들을 감소시키기 위한 방법과 기술이 계속 연구되어 왔으며 최근에는 자동혼합형(automixed system) 실리콘 인상재가 개발되었는데 이는 재래식 수동혼합형(hand-mixed system)인상재보다 혼합시 공기의 유입이 적어서 기포가 적은 석고 모형 제작이 가능하고^{4,5,7,12,23,27,34)} 편리하며⁴⁾ 균일한 혼합이 가능하고^{1,34)} 오염이 없으며^{1,3,34)} 재료의 낭비가 적다^{7,12,23)}는 장점 때문에 사용이 증가하는 추세이다.

※ 본 연구는 1994년 한국제이피(주) 연구비와 연세대학교 대응연구비에 의하여 이루어짐

이처럼 물성의 향상과 기포를 감소시키려는 노력과 연구가 계속되고 있으나 이상적인 조건을 모두 갖춘 인상재는 아직도 없는 형편이다. 여러 가지 조건 중에서도 기포가 없는 석고 모형이나 다이의 제작이 정확하고 적합성이 우수한 수복물을 만드는데 필수적인 조건이라고 생각된다. 이중 부가중합형 실리콘 인상재의 수소가스 발생으로 인한 모형의 부정확성을 해결하기 위해 최근에 개발된 제품은 수소가스 발생을 억제하는 백금을 함유하여 인상채득 후 인상체에 즉시 석고주입이 가능하다고 주장하는 제조회사들이 있다. 그러나 수소가스 발생으로 인해 석고 모형이나 다이에 생기는 기포와 미세부 재현성 결여에 대한 연구는 아직도 미미한 실정이다

이에 저자는 한국에서 시판되고 있는 6종의 부가중합형 고무인상재를 선택하여 수소가스의 발생량을 시간의 경과에 따라 측정하였으며, 또한 동일한 실리콘 고무인상재에서 제 3형 석고의 종류에 따른 기포발생의 차이를 규명하고자 본 연구를 수행하여 그 결과를 보고한다.

II. 실험재료 및 방법

가 실험재료

현재 국내에서 시판되고 있는 6종의 부가중합

형 실리콘 고무인상재(Table 1)와 4종의 제 3형 치과용 석고(Table 2)를 선택하여 실험을 행하였다.

나. 실험방법

고무인상재에 관한 미국치과의사협회규격 제 19호¹⁰⁾에 따라 원통형 스테인레스 강 블럭(cylindrical stainless steel test block)과 주형(mould)을 이용하여 실험하였다.

CV인상재는 제조회사의 지시에 따라서 베이스(base)와 촉매제(catalyst)를 동량의 비율로 짝 후 30초 동안 혼합하였다. 나머지 5종의 인상재(EF, EP, ET, PV, RP)는 각 제조회사에서 제공한 자동혼합기를 사용하였다. 혼합 유리판위에 내경 30mm, 높이 6.0mm인 스테인레스 강 주형을 올려 놓고 혼합된 인상재를 가득 채운 후 눈금이 있는 ruled block으로 가볍게 눌러 과도한 인상재가 흘러나오게 하였다. 6분 정도 경과하여 인상재가 경화된 후 ruled block을 주형에서 분리시켰다. 인상체가 있는 스테인레스 강 주형에 높이 20mm인 고무 주형을 위치시키고 석고를 즉시, 15분, 30분, 45분, 60분, 90분, 120분 간격으로 주입하여 시간 경과에 따른 가스 발생량을 측정하였다. 각각의 인상재에 각각의 석고를 주입한 시편을 3개씩 만들었다. 제조회사가 지시한

Table 1. Addition silicone impression materials used in this study

Product	Code	Viscosity(Class)	Mixing method	Manufacturer
Correct VPS	CV	1	Hand-mixed system	Jeneric/Pentron
Exafine	EF	1	Automixed system	G.C.
Express	EP	1	Automixed system	3M Dental Products
Extrude	ET	1	Automixed system	Kerr/Sybron
Provil	PV	1	Automixed system	Bayer
Reposil	RP	1	Automixed system	Dentsply Co.

Table 2. Type III dental stones used in this study

Product	Code	Powder/Water ratio	Manufacturer
New Fujirock	NF	100mg/21ml	G.C
New Plastone	NP	100mg/24ml	G.C
MG dental stone	MG	100mg/21ml	Maruishi
Suprastone	SS	100mg/22ml	Kerr

Table 3. Scoring of bubbles

Score	Bubbles
0	0(no bubbles)
1	1 ~ 10
2	11 ~ 30
3	31 ~ 60
4	61 ~ 100
5	101 ~ 200
6	201 ~ 400
7	401 or more

혼수비에 따라 석고와 물을 10초 동안 수동식 혼합을 한 후 약 20초 동안 진공혼합을 하여 기포 함입을 최소화 하였다. 진동기위에서 고무 주형을 약간 경사지게 기울이고 석고를 가득 주입하였다. 석고 주입 후 시편을 100% 습도인 수조에서 30분 동안 경화시켰다. 경화된 석고를 인상채와 고무 링에서 분리시키고 시편의 표면을 입체현미경(Stereoscope, Nikon, Japan)으로 7배 확대⁶⁾하여 수소가스 때문에 발생한 석고 모형상의 기포를 2명의 관찰자가 관찰하였다. 기포의 수는 Nicholson 등³¹⁾이 제안한 방법을 약간 수정하여 7등급으로 분류하였다(Table 3).

III. 실험성적

6종의 실리콘 고무인상채(CV, EF, EP, ET, PV, RP)와 4종의 제 3형 치과용석고(NF, NP, MG, SS)를 조합하여 즉시, 15분, 30분, 45분, 60분, 90분, 120분 간격으로 석고를 주입하여 인상채의 수소가스 발생으로 인하여 생긴 석고 모형 표면상의 기포를 관찰하여 Table 4와 같은 결과를 얻었다.

CV인상채는 MG석고에서 기포발생이 가장 적었으며 NF석고에서는 60분 경과까지 기포가 발생하였다. EF인상채는 CV인상채와는 반대로 MG석고에서 기포발생이 가장 많았으며 NF, NP 및 SS석고에서는 30분 후부터 기포가 발생하지 않았다. EP인상채는 4종의 모든 석고에서 다른 인상채보다 전반적으로 기포의 발생이 많았으며 120분이 경과한 후에도 NP석고와 SS석고에서는 score 4와 score 2를 기록하였다. ET인상채는 SS석고에서만 90분까지 약간의 기포 발생이 있

었고 나머지 NF, NP 및 MG석고에서는 기포의 발생이 전혀 없었다. PV인상채는 석고를 즉시 주입한 경우에 다른 인상채보다 더 높은 score를 보였으며 NF와 NP석고는 15분 후까지, MG석고는 30분 후까지, SS석고에서는 45분 경과까지 기포가 발생하였다. RP인상채는 NF와 NP석고에서 45분 후까지, MG석고에서 60분 후까지, SS석고에서 90분 경과까지 기포가 발생하였다.

IV. 총괄 및 고찰

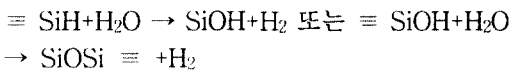
탄성 고무인상채는 화학적 형태에 따라 polysulfide, polyether 및 silicone으로 분류할 수 있으며 silicone은 축합중합형(condensation type)과 부가중합형(addition type)으로 세분되며 본 연구에서는 6종의 부가중합형 실리콘 고무인상채를 사용하였다. 이상적인 인상채의 조건은 혼합과정이 없어야 하고 작업시간의 제한이 없으며 경화시간이 짧아야 하고 가스의 발생이 없으며 구강 조직과 석고 모형에 젖음성이 좋아야 하고 우수한 탄성과 정확성, 그리고 생체 적합성을 지녀야 하고¹⁴⁾ 소독액에 변형이 없어야 한다^{1,21,42,46)}. 그러나 이러한 모든 조건을 만족시키는 인상채는 존재할 수가 없지만 최근에 개발된 신제품은 위에 제시한 물리적 성질을 어느 정도 만족시키고 있으나 그 중에서도 부가중합형 실리콘 인상채의 경우, 가스 발생^{10,30,39,43)}으로 인한 석고 모형상의 결함이 아직도 해결되지 않고 있는 실정이다. 석고 모형상에서의 기포 발생의 원인으로는 술자에 의한 기포 발생과 술자와 관련이 없는 제품상의 특성으로 인한 기포의 발생으로 분류할 수 있다.⁵⁾ 발생이 가능한 기포의 종류와 구별하는 방법을 열거해 보면 ① 인상채 성분중에서 중합반응에 참여치 못한 과도한 polymer로 인하여 석고 주입시 수분과의 소수성(hydrophobic)에 의해 polymer의 표면 장력으로 생기는 기름(oil)방울 흔적이 있다. 기포 흔적이 매우 작으나 깊고, 그림자에 의해 뚜렷이 나타나며 기포에 각이져 있는 것이 특징으로 이러한 기름방울 흔적은 잔존 polymer의 완전한 제거가 어려워 오랜 시간이 경과해도 쉽게 없어지지 않는다. 이러한 원인으로 생긴 기포는 제거가 용이

Table 4. The number of bubbles(Score) on the surface of casts

	Dental stone	NF	NP	MG	SS
Impression materials	Pouring time of dental stone				
CV	immediately	2.7	2.0	0.7	2.7
	15 min	2.3	1.7	0.3	1.7
	30	1.0	3.0	0.0	1.0
	45	1.3	0.3	0.0	0.0
	60	0.7	0.0	0.0	0.0
	90	0.0	0.0	0.0	0.0
	120	0.0	0.0	0.0	0.0
EF	immediately	2.0	5.0	3.0	2.7
	15 min	1.3	0.7	2.0	1.7
	30	0.0	0.0	2.0	0.0
	45	0.0	0.0	1.0	0.0
	60	0.0	0.0	1.0	0.0
	90	0.0	0.0	0.0	0.0
	120	0.0	0.0	0.0	0.0
EP	immediately	4.3	6.7	5.0	5.0
	15 min	3.0	7.0	4.7	3.0
	30	1.3	5.7	1.7	3.3
	45	1.3	3.7	2.0	2.3
	60	1.0	6.0	1.0	3.3
	90	0.0	5.0	1.0	3.0
	120	0.0	4.0	0.0	2.0
ET	immediately	0.0	0.0	0.0	2.3
	15 min	0.0	0.0	0.0	1.3
	30	0.0	0.0	0.0	3.0
	45	0.0	0.0	0.0	2.0
	60	0.0	0.0	0.0	1.0
	90	0.0	0.0	0.0	0.7
	120	0.0	0.0	0.0	0.0
PV	immediately	4.0	7.0	7.0	6.0
	15 min	2.3	1.3	2.7	2.7
	30	0.0	0.0	0.7	2.0
	45	0.0	0.0	0.0	1.0
	60	0.0	0.0	0.0	0.0
	90	0.0	0.0	0.0	0.0
	120	0.0	0.0	0.0	0.0
RP	immediately	3.7	2.7	2.0	3.7
	15 min	1.7	1.0	2.0	3.0
	30	1.3	1.3	0.7	1.3
	45	1.7	0.7	1.7	2.3
	60	0.0	0.0	1.0	2.0
	90	0.0	0.0	0.0	1.0
	120	0.0	0.0	0.0	0.0

하지 않으며 제거 방법으로는 기름을 완전히 건조시키거나 세척한 후 석고를 주입하는 방법이 있다. 본 실험에 사용된 RP인상재의 경우 전반적으로 모든 석고에서 오랜 시간까지 석고에서 기포가 남아 있는 것으로 보아 이 부류에 해당되는 것으로 사료되었다. ② 석고 혼합시 제거하지 못한 석고자체의 기포가 인상재의 접촉면에 부착되어서 발생하는 경우이다. 형태는 원형이고 기포 흔적이 매우 깊으며 그림자에 의해 뚜렷한 흔적이 나타나고 특히 함몰부위(undercut)의 하부에 집중적으로 나타난다. ③ 인상재의 작은 표면 에너지와 낮은 젖음성 때문에 인상재와 석고 모형이나 다이의 계면에서 기포가 발생하는 경우이다.^{33,36)} ④ 수소 가스에 의한 기포로 인상재에서 발생하는 기포이다. 크기에 비해 깊이가 얕으므로 기포흔적이 없어 희미하게 보이고 원형으로 나타난다. 석고 모형상의 모든 부위에 골고루 분포되어 있으며 생성자체가 점점 커진다는 특징이 있다. 본 실험에서는 제품의 특성으로 인한 수소 발생의 원인을 규명하였으며 아울러 인상재와 석고의 친화성에 의한 기포 발생을 조사하였다.

수소가스 발생의 원인은 가교 결합재(cross-linker)의 수소가 경화반응 과정에서 제조시 물질내에 혼입된 수분이나 경화도중 대기의 습기 또는 석고 주입시 석고혼합물내의 수분에 의해서 수산화기(-OH group)로 전환되거나 polymer 합성시 잔존하는 silanol group이 hydrides와 반응하여 수소가스가 발생하는 것으로 추정되고 있다⁴⁴⁾.



수소가스의 발생을 억제하는 방법으로는 성분내에 있는 silanol monomer를 증발시켜 고순도의 인상재를 취하는 방법⁴⁴⁾, 제조 후에 부족한 vinyl의 추가 도입에 의한 vinyl과 SiH의 당량비를 보상하는 방법, 제조 후 과량의 SiH의 제거에 의한 vinyl과 SiH의 당량비를 보상하는 방법, 그리고 팔라듐¹²⁾ 또는 백금과 같은 수소가스 흡수제를 첨가하는 방법⁴⁴⁾ 등이 있다고 보고되었다.

시간 경과에 따른 기포 발생량은 EP인상재에 NP석고와 SS석고를 주입한 경우를 제외하고는 시간이 흐를수록 전반적으로 감소하였다. 즉 석고를 인상재에 즉시 주입한 경우보다 어느 정도 시간이 흐른 후에 석고를 주입하는 것이 기포 발생을 줄일 수 있는 보다 효과적인 방법으로 평가되었다. 그러나 시간이 흐를수록 실리콘 고무인상재의 정확성이 결여된다는 단점이 있다. Bell⁴⁾과 Hembree¹⁹⁾는 인상재에 석고를 가능한 빨리 주입하는 것이 유리하다고 주장하였으며 Custer 등¹⁶⁾은 60분이 경과한 후 인상재에 석고를 주입한 결과 40% 정도가 만족할만한 석고 모형이 만들어졌으며 즉시 또는 30분 이내에 주입한 경우에는 80% 정도가 만족스러운 석고 모형이 만들어지기 때문에 가능하면 석고 주입이 빠를수록 유리하다고 주장하였다. 본 실험에서는 CV인상재의 경우는 MG석고가 가장 적합하였으며 EF인상재는 NF, NP 및 SS석고가 30분 내에서는 기포 발생이 없었으므로 적합하였다. EP인상재는 4종의 모든 석고에서 60분 이내에는 기포가 발생하여 적합한 석고가 없었다. ET인상재는 SS석고를 제외한 3종의 석고(NF, NP, MG)에서 즉시 석고를 주입하여도 기포 발생이 없으므로 비교적 적합한 인상재로 평가되었다. PV인상재는 4종의 모든 석고를 즉시 주입한 결과 가장 높은 점수로 불리하였으나 30분이 경과한 후 석고를 주입한 경우에는 NF와 NP 석고에서 적합한 결과를 보였다. RP인상재는 60분이 경과한 후 석고를 주입한 결과 NF와 NP석고가 비교적 적합함을 보였다. Phillips³⁴⁾는 인상재에 석고를 주입하는 시간은 30분 정도가 임상적으로 가장 적절하기 때문에 30분이 경과한 후의 가스 발생을 측정하는 것이 가장 의미가 있다고 보고하였다. Eames 등¹⁷⁾은 34종의 탄성 인상재의 정확성과 미세부 재현성을 측정한 결과 30분 내에 석고를 주입하는 것이 가장 유리하다고 보고하였다. Johnson 등²²⁾은 석고 모형이나 다이의 위치, 또는 인상재의 종류에 따라 시간 경과에 따른 인상재의 정확성이 다르다고 보고하였다. Marcinak 등²³⁾은 부가중합형 실리콘 인상재에 1 주일이 경과한 후에 석고를 주입하여도 정확성을 보인다고 하였다. Williams 등⁴⁴⁾은 석고를 즉시 주입한

경우에 가장 정확한 석고 모형이나 다이를 제작할 수 있으나 석고 주입이 지연된 경우에도 정확성에 큰 영향을 끼치지 않는다고 하였다. 이상과 같이 여러 선현들의 보고를 기초로 하여 볼 때, 인상재의 변형이 가장 작은 때, 석고 주입 시간이 임상적으로 적절한 때, 그리고 수소가스 발생량이 작은 때의 세 조건을 모두 만족시킬 수 있는 인상재와 석고의 조합을 선택하는 방법이 중요한 문제로 제기되었다.

아울러 Chong 등⁶⁾이 보고한대로 기포수의 오차가 가장 적은 7배로 확대한 입체 현미경을 사용하여야 하며, 또한, 기포수를 점수화하는 방법(scoring method)에 따라 오차가 발생할 수 있으므로 각 시편마다 기포수를 측정하여 Table 3과 같이 기포수를 등급화한 후 세 개의 시편을 더하여 3으로 나눈 값을 취할 때 보다 정확하게 기포 정도를 표시할 수 있으나 이에 대한 체계적이고 정밀한 방법이 개발되어야 한다고 사료되었다.

V. 결 론

6종의 실리콘 고무인상재(Correct VPS, Extra-fine, Express, Extrude, Provil, Reprosil)와 4종의 세 3형 치과용 석고(New Fujirock, New Plastone, MG dental stone, Suprastone)를 조합하여 즉시, 15분, 30분, 45분, 60분, 90분, 120분 간격으로 석고를 주입한 후 인상재의 수소가스 발생을 평가하여 아래와 같은 결과를 얻었다.

1. 6종의 인상재는 시간이 경과함에 따라 가스 발생량이 감소하였다.
2. Correct VPS 인상재와 MG dental stone 석고의 조합에서 가스 발생이 가장 적었다.
3. New Fujirock 인상재와 MG dental stone 석고의 조합에서 가스 발생이 가장 많았다.
4. Express 인상재의 경우, 4종의 모든 석고에서 다른 인상재보다 가장 오랜 시간 경과까지 가스 발생이 있었다.
5. Extrude 인상재는 Suprastone 석고에서만 90분까지 약간의 가스 발생이 있었고 나머지 New Fujirock, New Plastone 및 MG dental stone 석고에서는 가스 발생이 전혀 없었다.

6. Provil 인상재는 석고 주입시 다른 인상재보다 가스 발생이 가장 많았다.
7. Reprosil 인상재의 경우, New Fujirock와 New Plastone 석고는 45분 후까지, MG dental stone 석고는 60분 후까지, Suprastone 석고에서는 90분 경과까지 기포의 발생이 있었다.

결론적으로, 인상재를 선택하는 여러가지 기준 중에서 부가형 실리콘 인상재가 중합반응시 발생하는 자체의 가스 발생량과 특징의 인상재와 석고의 친화성이 고려되어야 한다고 사료되었다.

참 고 문 헌

1. American Dental Association : Vinyl polysiloxane impression materials : A status report, J. Am. Dent. Assoc. 120 : 595, 1990.
2. Augsburg, R.H., Soelburg, K.B., Pelzner, R.B., Bogdan, M.S. and Kempler, D. : Accuracy of casts from three impression materials and effect of a gypsum hardner, Oper. Dent. 6 : 70, 1981.
3. Bell, J.W. : The handling of elastomeric impression materials : a review, J. Dent. 3 : 229, 1975.
4. Chee, W.W.L. and Donovan, T.E. Polyvinyl siloxane impression materials : A review of properties and techniques, J. Prosthet. Dent. 68 : 728, 1992.
5. Chong, Y.H. and Soh, G. : Defects in automixed addition silicone elastomers prepared by putty-wash impression technique, J. Oral Rehabil. 18 : 547, 1991.
6. Chong, Y.H. and Soh, G. : Determination of the optimal magnification for examining voids in elastomeric impressions, J. Dent. Res. 69 : 970(IADR Abstract No.124), 1990.
7. Chong, Y.H., Soh, G. and Wickens, J.L. : The effect of mixing method on void formation in elastomeric impression materials, Int. J. Prosthodont. 2 : 323, 1989.
8. Ciesco, J.N., Malone, W.F., Sandrik, J.I. and Mazur, B. : Comparison of elastomeric impression materials used in fixed prosthodontics, J. Prosthet. Dent. 45 : 89, 1981.
9. Clancy, J.M., Scandrett, F.R. and Etinger, R.L. :

- Long-term dimensional stability of three current elastomers, *J. Oral Rehabil.* 10 : 325, 1983.
10. Council on Dental Materials and Devices : Revised American Dental Association Specification No. 19 for nonaqueous elastomeric dental impression materials, *J. Am. Dent. Assoc.* 94 : 733, 1977.
 11. Craig, R.G. A review of properties of rubber impression materials, *Mich. Dent. Assoc. J.* 59 : 254, 1977.
 12. Craig, R.G. : Evaluation of an automatic mixing system for an addition silicone impression material, *J. Am. Dent. Assoc.* 110 : 213, 1985.
 13. Craig, R.G. *Restorative Dental Materials*, 6th ed., St. Louis, The C.V. Mosby Co. 1980.
 14. Craig, R.G. and Hare, P.H. *Properties of a new polyether urethane dimethacrylate photoinitiated elastomeric impression material*, *J. Prosthet. Dent.* 63 : 16, 1990.
 15. Cullen, D.R., Mikesell, J.W. and Sandrik, J.L. : Wettability of elastomeric impression materials and voids in gypsum casts, *J. Prosthet. Dent.* 66 : 261, 1991.
 16. Custer, F., Updegrave, L. and Ward, M. : Accuracy and dimensional stability of a silicone rubber base impression material, *J. Prosthet. Dent.* 14 : 1115, 1964.
 17. Eames, W.B., Wallace, S.W., Suway, N. B. and Rogers, L.B. : Accuracy and dimensional stability of elastomeric impression materials. *J. Prosthet. Dent.* 42 : 159, 1979.
 18. Gilmore, W.H., Schnell, R.J. and Phillips, R. W. Factors influencing the accuracy of silicone impression materials, *J. Prosthet. Dent.* 9 : 304, 1959.
 19. Hembree, J.H.Jr. : Comparative accuracy of elastomer impression materials, *J. Tennessee Dent. Assoc.* 54 : 164, 1974
 20. Herfort, T.W., Gerberich, W.W., Macosko, C.W. and Goodkond, R.J. : Viscosity of elastomeric impression materials, *J. Prosthet. Dent.* 38 : 4, 1977.
 21. Holtan, J.R., Olin, P.S. and Rudney, J.D. Dimensional stability of a polyvinylsiloxane impression material following ethylene oxide and steam autoclave sterilization, *J. Prosthet. Dent.* 65 : 519, 1991.
 22. Johnson, G.H. and Craig, R.G. : Accuracy of four types of rubber impression materials compared with time of pour and a repeat pour of models, *J. Prosthet. Dent.* 53 : 484, 1985.
 23. Keck, S.C. . Automixing : A new concept in elastomeric impression material delivery systems, *J. Prosthet. Dent.* 54 : 479, 1985.
 24. Kishimoto, M., Shillingburg, H.T.Jr. and Duncanson, M.G.Jr. : A comparison of six impression syringes, *J. Prosthet. Dent.* 43 : 546, 1980
 25. Koski, R.E. : Comparative study of selected alginate materials and devices, *J. Am. Dent. Assoc.* 94 : 713, 1977.
 26. Lacy, A , Trealeaven, S. and Jendresen, M. : The effect of selected surfactants on the wetting behaviour of gypsum die stone on impression materials, *Califo. Dent. Assoc. J.* 5 : 36, 1977.
 27. Lim, K.C., Chong, Y.H. and Soh, G. : Effect of operator variability on void formation in impressions made with an automixed addition silicone, *Austral. Dent. J.* 37 : 35, 1992.
 28. Lorren, R.A., Salter, D.J. and Fairhurst, C.W. : The contact angles of die stone on impression materials, *J. Prosthet. Dent.* 36 : 176, 1976
 29. Marcinak, C.F. and Draughn, R.A. : Linear dimensional changes in addition curing silicone impression materials, *J. Prosthet. Dent.* 47 : 411, 1982.
 30. Myers, G.E. and Peyton, F.A. : Clinical and physical studies of the silicone rubber impression Materials, *J. Prosthet. Dent.* 9 : 315, 1959.
 31. Nicholson, J.W., Medlock, J.W. and Norling, B.K. . Quantifying gas evolution from addition silicone elastomers, *J. Dent. Res.(Special issue)*, 64 : 243 (IADR Abstract No. 617), 1985.
 32. Noonan, J.E., Goldfogel, M.H. and Lambert, R.L. Inhibited set of the surface of addition silicones in contact with rubber dam, *Oper. Dent.* 2 : 46, 1986.
 33. Norling, B.K. and Reisbick, M.H. : The effect of nonionic surfactants on bubble entrapment in elastomeric impression materials, *J. Prosthet. Dent.* 42 : 342, 1979.
 34. Phillips, R.W. : *Skinner's Science of Dental Materials*, 9th ed. Philadelphia, W.B. Saunders Co. 1991.
 35. Pratten, D.H., Covey, D.A. and Sheats, R.D. : Effect of disinfectant solutions on the wettability of elastomeric impression materials, *J. Prosthet. Dent.* 63 : 223, 1990.
 36. Pratten, D.H. and Craig, R.G. : Wettability of a hydrophilic addition silicone impression material, *J. Prosthet. Dent.* 61 : 197, 1989.

37. Reitz, C.D. and Clark, N.P. : The setting of vinyl polysiloxane and condensation silicone putties when mixed with gloved hands. *J. Am. Dent. Assoc.* 116 : 371, 1988.
38. Scrabeck, J.G., Eames, W.B. and Hicks, M.J. : Spatulation methods and porosities in investments and impression material, *J. Prosthet. Dent.* 55 : 332, 1986.
39. Stackhouse, J.A. Voids in a mixed elastomeric impression material, *J. Prosthet. Dent.* 50 : 762, 1983.
40. Stackhouse, J.A. : Relationship of syringe-tip diameter to voids in elastomeric impressions, *J. Prosthet. Dent.* 53 : 812, 1985.
41. Stannard, J.G. and Craig, R.G. : Modifying the setting rate of an addition-type silicone impression material, *J. Dent. Res.* 58 : 1377, 1979.
42. Farah, J. W. : On Making Good Impression, *The Dental Advisor* 1 : 1, 1984.
43. Wikorsson, G. and Feder, D. : Quality of stone die produced by different impression materials, *Swed. Dent. J.* 7 : 77, 1983.
44. Williams, J.R. and Craig, R.G. : Physical properties of addition silicones as a function of composition, *J. Oral Rehabil* 15 : 639, 1988.
45. Williams, P.T., Jackson, D.G. and Bergman, W. : An evaluation of time-dependent dimensional stability of eleven elastomeric impression materials, *J. Prosthet. Dent.* 52 : 120, 1984.
46. Yeh, C.L., Powers, J.M. and Craig, R.G. : Properties of addition-type silicone impression materials, *J. Am. Dent. Assoc.* 101 : 482, 1980.

RELEASE OF HYDROGEN FROM THE ADDITION SILICONE IMPRESSION MATERIALS AS A FUNCTION OF TIME

Young-Moo Ko, Kyung-Nam Kim and Keun-Woo Lee

Yonsei Dental Materials Institute, College of Dentistry, Yonsei University

Clinical reports have indicated that there occurs many bubbles on the surface of the gypsum model because of the hydrogen release from the addition silicone impression materials. Recently the products containing hydrogen absorber have been being developed but not perfect yet. In this study, 4 type III dental stones(New Fujirock ; G.C., New Plastone ; G.C., MG dental stone ; Maruishi, Suprastone ; Kerr) was poured into the impression of detail-reproducing test block taken using addition-type silicones(Correct VPS ; J/P, Exafine , G.C., Express , 3M, Extrude . Kerr, Provil ; Bayer, Reprosil ; Dentsply) with the intervals of 0, 15, 30, 45, 60, 90, and 120 minutes. Gypsum model was removed from the impressions and the number of bubbles on the surface of casts was counted after 30 min. Ordinal numbers were given to the ranges of the number of bubbles like this, Score 0 ; 0, 1 ; 1~10, 2 ; 11~30, 3 ; 31~60, 4 ; 61~100, 5 ; 101~200, 6 ; 201~400, 7 , 401 or more.

There was no bubble in Correct VPS impression poured immediately in MG dental stone and Extrude impression poured immediately in New Fujirock, New Plastone, and MG dental stone. Significant bubbles were appeared in Provil until 15 minutes(Score 1~3), Reprosil until 30 minutes(Score 1~2), and Express until 45 minutes(Score 1~2) in all gypsum models($p < 0.05$). Express impression poured in Suprastone(Score 2) and New Plastone(Score 4) had bubbles until 120 minutes($p < 0.05$). On the basis of this study it can be concluded that not only hydrogen release but also compatibility with gypsum should be considered when using addition silicones.