

# 고무 인상재의 정확도에 관한 연구

서울대학교 치과대학 보철학교실

이 선 형

## ACCURACY OF ELASTOMERIC IMPRESSION MATERIALS

Sun-Hyung Lee, D.D.S., M.S.D., Ph. D.

*Dept. of Prosthodontics, College of Seoul National University*

..... > Abstract < .....

The purpose of this investigation was made to compare the accuracy and dimensional stability of stone casts produced from three impression materials representing polysulfide, silicone, and polyether elastomers.

Forty impressions of the stainless steel die model were made at room temperature with each elastomer.

These impressions were immediately poured with die stone. The stone dies were removed after the setting for one hour, and impressions were successively poured at intervals of one hour and 24 hours.

Another series of stone dies were made after storing the impressions for one hour and 24 hours.

All of these processes were executed in air at approximately 50% relative humidity and saturated humidity.

The measurements were made for the out side futher most disance between two dies to 0.001 mm with a micrometer.

The results were as followings:

1. The polyether impression was the most accurate followed by silicone and polysulfide impression.
2. The measurements of successive dies produced from silicone and polysulfide impressions were increased with time.
3. The measurements of dies produced from polyether impressions, kept in saturated humidity during the setting, were decreased.

.....

## I. 서 론

Elastomeric impression material은 hydrocolloid 계 인상재에 비하여 시간 경과에 따른 거리 변화에 있어서 안정성이 월등하기 때문에 동일 인상으로부터 1개 이상의 모형을 제작할 수 있으며, 면재생력과 물리적 성질 및 모형재와의 양립성이 우수하여 금관 및 가공의치를 위한 지대치 인상채득에는 가장 적합한 재료다.<sup>1-5)</sup>

그러나 인상재는 자체의 우수성도 중요하지만 그 취급에 따라서 많은 차이를 나타내기 때문에 정확한 취급이 중요하다.<sup>6)</sup>

Elastomeric impression material의 물리적성질<sup>7-9)</sup>, 중합반응<sup>9-12)</sup>, 취급법<sup>1, 12, 13)</sup> 및 인상면에 대한 도금<sup>14, 15)</sup>과 같은 많은 연구를 통하여 정확한 모형제작을 위한 노력이 경주되어 왔으나, 인상은 열, 수분흡수, 탄성, 중합반응의 지속시간, 인상재내에 함유되어 있는 휘발성물질의 증발 및 tray와 같은 많은 요소들에 의하여 영향을 받게되며 모형재의 팽창률 역시 궁극적으로 모형의 정확성에 영향을 미친다.<sup>16-27)</sup>

고로 아직도 우수한 인상재의 선정이나 적절한 취급법에 대하여 단언하기 곤란하다.

저자는 polysulfide, silicone, polyether의 3종의 인상재를 이용하여 시간경과, 연속모형제작 및 습도가 인상의 거리변화에 미치는 영향을 조사하여 이에 보고하는 바이다.

## II. 실험 방법

### 1. 실험재료

Table I. Elastomeric impression materials evaluated

Brand	type	Manufacturer
Plastodent	Polysulfide	Plastodent Inc.
Xantopren/Optosil	silicone	Bayer
Polyjel	polyether	Caulk

\* Glastone (R & R) was used as die material.

### 2. 실험방법

인상재의 정확성을 평가하기 위하여 금속모형과 resin custom tray를 제작하고 3종의 인상재를 제조사의 지시에 따라 교반하여 인상을 채득한 다음

여기에 초경석고를 주입하여 Fig. 1의 a, b 2점간의 거리를 micrometer로 측정하였다.

이때 인상에는 시간, 연속적 모형제작 및 습도변화와 같은 조건을 부여 하였다.

**금속모형**: 두께 0.8cm, 폭 3.0cm, 길이 5.0cm의 금속 직 6면체의 바침대에 2개의 구멍을 뚫고 여기에 지대치에 해당하는 2개의 금속원주를 삽입, 고정하였다. 고정된 상태의 원주 높이는 10mm, 직경 10mm, 원주중심간 거리는 20mm가 되도록 하였으며 원주의 측면 경사도는 장축에 대하여 4° 경사를 갖게 하였다.

**Tray 제작**: tray용 resin을 이용하여 금속모형으로부터 2.5mm의 간격을 유지할 수 있도록 4모서리에 stop을 갖인 tray를 제작하였다. 인상채득시 금속모형으로부터 인상을 분리시킬때 용이하게 하기 위하여 tray가 금속모형의 측면을 덮지 않도록 하였다. tray에는 구멍을 만들지 않았으며, polysulfide인상재와 silicone 인상재를 위한 tray에는 접착제를 바르고 polyether인상재는 resin과의 접착력이 강하여 접착제를 사용하지 않았다.

**인상채득**: plastodent는 제조사의 지시에 따라 등장의 base와 catalyst를 30초간 교반한 후 주사기에 담아 주사하고 인상재가 담긴 tray를 모형에 위치시켰다. 이상 소요시간은 2분이었으며, 10분간 모형에 위치시킨후 분리시켰다.

Xantopren-Optosil은 처음 optosil을 scoop당 catalyst 8방울의 비율로 섞어 손으로 반죽하고 간격자로 0.25mm 두께의 polystyrene을 덮은 후 모형에 위치시켰다. Optosil이 완전히 경화될때까지 5분간 유지시킨후 모형에서 분리시키고 다시 Xantopren 2.5cm당 catalyst 2방울의 비율로 하여 30초간 교반하여 optosil인상의 내면에 바르고 모형에 위치시

켜 4분간 유지시켰다가 모형으로부터 분리시켰다.

Polyjel은 등장의 base와 catalyst를 준비하고 30초간 혼합하여 무늬가 없는 균질상태로 만들어 tray에 담은 후 6분간 모형에 위치시켜 인상을 채득

하였다.

**경석고 모형:** 초경석고(Glaxstone)를 사용하였다. 분말 100g에 대하여 물 26cc를 사용하였으며 rubber bowl과 spatula를 사용하여 30초간 손으로 교반하였다. 사용된 물의 온도는 20°C, 실온은 23±1°C 상대습도는 50%였다.

**모형의 종류:**

**A:** 금속모형으로부터 인상을 분리한 후 즉시 모형재를 주입하고, 1시간 경과 후 인상으로부터 분리한 모형.

**B:** A모형을 분리시킨 인상에 재차 모형재를 주입하여 24시간 경과후 인상으로부터 분리한 모형.

**C:** B모형을 분리시킨 인상에 3차로 모형재를 주입하여 1시간 후에 인상으로부터 분리한 모형.

**D:** 인상채득후 1시간 방치하였다가 모형재를 주입하고 1시간 경과 후 인상으로부터 분리시킨모형.

**E:** 인상채득 후 24시간 방치하였다가 모형재를 주입하고 1시간 경과후 인상으로부터 분리시킨 모형.

이와같은 모형제작을 상대습도와 포화습도의 양 조건하에서 행하였으며, 각 실험조건에 대하여 10개의 모형을 제작하였다.

**거리측정:** 금속모형의 die와 base가 만나는 높이에 있어서의 양die간 최장거리 ab는 23°C에서 30.011mm였다(그림 1). 경석고모형에서의 이 거리는 micrometer(Mitutoyo Mfg. Co., Ltd.)를 이용하여 모형 1개당 3회 측정을 행하고 최대치를 택하여 통계처리 하였다.

**III. 실험 성적**

각 실험조건에 대한 평균 및 표준편차를 산출한 결과 table II와 같았다.

Polysulfide와 silicone인상재의 경우는 모든 조건하에서 원모형 보다 그 크기가 증대되었다. 동일 인상에서 제 2, 제 3의 모형을 제작할 경우 모형의 크기는 계속 증대되었으며 시간경과에 따른 변화를 보면 반복제작된 모형의 경우가 인상내에 모형재를 주입하지 않고 방치한 경우보다 거리변화가 더 많았다. polyether인상재의 경우에는 거리변화에 있어서 불규칙한 양상을 보였다. 상대습도 하에서는 반복제작된 모형은 그 크기가 다소 증대되었고 포화습도 하에서는 모형재를 즉시 주입한 경우에 모형의 크기가 다소 증대되었으나 24시간 방치후 모형재를 주입한 경우는 그 크기가 비교적 많이 감소되었다.

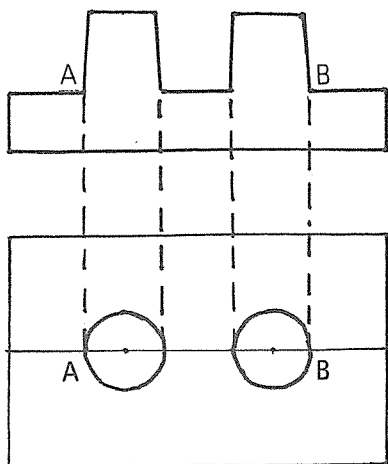


Fig. 1. Standard die

Table II. Means and standard deviations of measurement (in mm.) of all stone casts from polysulfide, silicone and polyether impressions in relative and saturated humidity

		A	B	C	D	E
Relative humidity	Polysulfide	30.046±.002	30.087±.005	30.119±.008	30.039±.003	30.065±.009
	Silicone	30.039±.003	30.049±.003	30.069±.005	30.029±.005	30.047±.002
	Polyether	* 30.009±.014	29.998±.011	29.972±.012	* 30.008±.003	30.021±.005
Saturated humidity	Polysulfide	30.065±.006	30.104±.010	30.155±.009	30.071±.003	30.101±.020
	Silicone	30.050±.008	30.078±.006	30.110±.007	30.046±.004	30.019±.021
	Polyether	30.036±.003	* 30.010±.004	* 30.008±.028	30.020±.004	29.941±.030

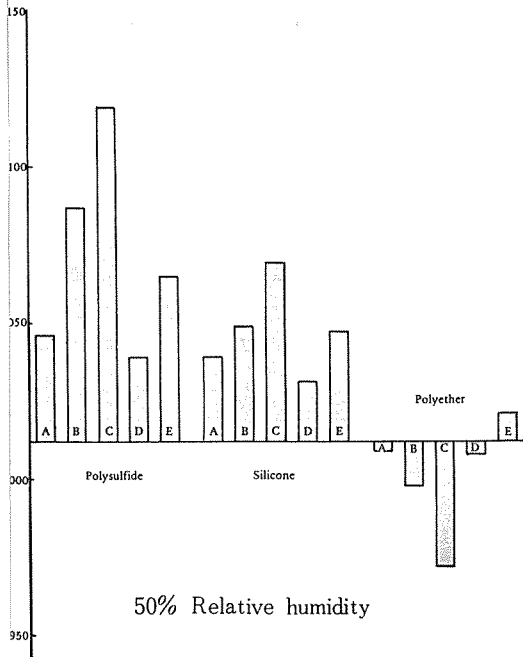


Fig. 2-1. Results of measurements. (mm)

각 인상재에 의한 모형의 크기는 polyether 인상재의 경우가 원형에 가장 흡사하였고 polysulfide 인상재의 경우가 가장 큰 변화율을 보였다.

$t = \frac{\bar{x} - x}{\frac{\delta}{\sqrt{n}}}$  에 의하여 t-test한 결과를 제외하고는 모두가 1% 수준에서 유의차를 보였다.

#### IV. 총괄 및 고안

인상채득으로부터 모형제작후 거리계측까지는 인상 및 모형에 있어서 물리적 화학적변화에 따른 수축과 팽창현상이 일어나며, 궁극적으로 1개의 계측치를 나타내게 되는데 이와같이 거리변화에 영향을 미치는 요소를 적당히 조절하므로써 보다 정확한 모형을 만들수 있다고 생각한다.

모형의 크기 변화를 초래하는 중요한 요소로써는 온도변화<sup>3, 7, 10, 11, 14, 16</sup>, 시간경과에 따른 변화<sup>2, 5, 6, 9, 13, 16-20</sup>, 습도에 의한 변화<sup>3, 6, 7, 11, 14, 15, 21</sup>, tray에 의한 변화<sup>4, 6, 18, 22, 25</sup>와 모형재의 경화팽창<sup>26, 27</sup> 을 헤아릴 수 있다.

Brown<sup>3)</sup>은 온도변화에 따른 인상의 수축팽창은 인상재에 따라 다소 차이가 있지만 인상을 구강으로부터 제거할 시점에 있어서 인상의 온도는 개구

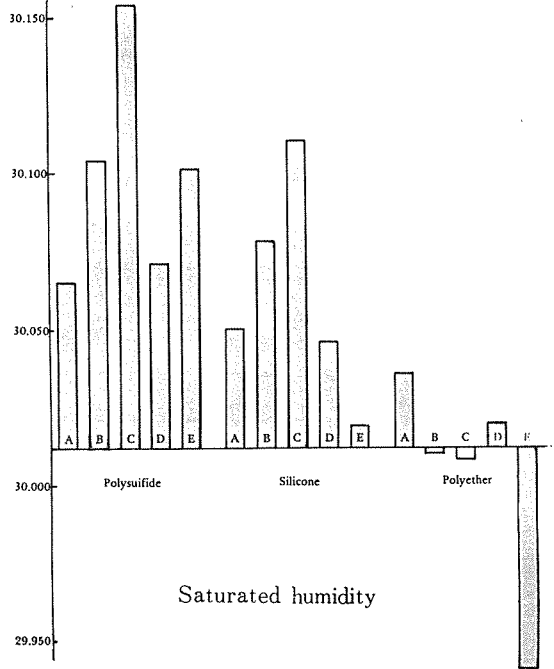


Fig. 2-2. Results of measurements (mm.)

상태의 구강내 온도와 흡사하며 인상내부에 모형재를 주입할때 인상의 온도는 실온과 흡사하게 된다고 하였다. 따라서 다른 요소를 고려하지 않을때 인상 자체는 수축된다.

일반적으로 열에 대한 선팽창율은 polysulfide polymer의 경우  $150 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ , silicone polymer의 경우  $200 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$  이고 polyether polymer의 경우는  $220 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 로 만약  $37^{\circ}\text{C}$ 에서  $20^{\circ}\text{C}$ 로 polymer의 온도가 변한다면 polysulfide는 0.26%, silicone은 0.34%, polyether는 0.37%의 수축을 야기하게 된다.<sup>1)</sup>

O'Brien은 대부분의 elastomeric impression material은 중합반응 결과 약간의 수축을 일으킨다고 하였다.

즉 polysulfide인상재의 경우는 mercaptan과 lead dioxide와의 반응으로 polysulfide polymer와 산화연 및 물이 생성되며, <sup>2)</sup>condensation curing silicone인상재의 경우는 silicone polymer와 알콜이생성된다. 이상 양 인상재는 물 또는 알콜의 증발로 수축을 이르게 된다. 이에 비하여 polyether인상재는 polyether와 sulfonic ester의 반응으로 polyether polymer가 생성되며 기화성 반응부산물도 생성되지 않기 때문에 addition curing silicone인상재에 이어 가장 안정성이 있는 인상재라 하였다.<sup>3)</sup>

A. D. A. Secification No.19에는 elastomeric impression material의 중합에 의한 수축률은 경화후 24시간에 polysulfide 인상재는 0.4%, silicone 인상재는 0.6%이하 여야 한다고 규정하고 있다.

Polysulfide polymer와 silicone polymer는 소수성을 갖고 있기 때문에 대기중의 습도나 물과 접하여 용적의 변화를 크게 이르지 않으나 polyether polymer는 수분을 흡수하기 때문에 수분 및 습도에 의하여 많은 용적변화를 이룬다.<sup>1)</sup>

한편 Brown<sup>3)</sup>은 lead dioxide를 반응촉진제로 사용한 polysulfide인상은 습도에 대하여 가장 안정성이 있었으며 polyether인상은 습도에 민감하여 건조상태에 보관하여야 하고 silicone인상은 보관하는것이 부적당하다고 하였다.

Bell<sup>21)</sup>은 모든 인상재가 습도의 영향을 받기 때문에 습도에 의한 거리변화를 적게 하려면 lead dioxide를 반응촉진제로 사용한 polysulfide인상재를 사용하는 것이 가장 좋고 polyether인상재는 건조한 상태에서 거리변화에 대하여 가장 큰 안정성을 갖기 때문에 습도가 높은 상태에 보관하지 말아야 한다고 하였다. Silicone인상은 습도가 높은 상태에서는 기화성 물질의 증발이 제한되는 동시에 수분 흡수에 의한 팽창이 중합반응에 의한 수축을 능가하기 때문에 습도가 높은 곳은 부적당하고 건조상태 역시 변형을 초래하기 때문에 인상채득 후 즉시 모형을 제작하는 편이 유리하다.<sup>5)</sup>

Elastomeric impression material사용에 있어서 custom tray는 인상재의 두께를 조절하여 중합반응에 의한 거리변화를 균일하게 하는데 의의가 있으며, tray자체는 충분한 견고성을 지녀야 하고 열 또는 외력에 의하여 변형되지 않아야 하며, 인상재는 이러한 tray에 접착제에 의하여 강력히 부착되어져야 한다고 하였다.<sup>6, 21, 22)</sup> 고로 인상재에 수축이 일어날 때에는 구멍의 직경은 증가하고 깊이는 낮아진다.<sup>23)</sup> 또한 tray가 수분을 흡수하고 팽창할 경우 거리변화에 영향을 주게 된다.<sup>5)</sup>

석고류는 물과 혼합되어 경화될때 이론적으로는 수축을 일으켜야 되지만 수지상 결정 성장에 의한 미는 힘으로 실제로는 0.2~0.4%의 팽창이 발생한다.<sup>27)</sup>

이 팽창률을 세분하면 치과용석고 0.25~0.35%, 경석고 0.15~0.2%, die stone은 0.05~0.15%이고<sup>26)</sup> 본 실험에 사용된 Glastone은 0.05~0.09%이다.

본 실험에서는 온도차이는 없었으므로 온도 차에 의한 거리변화는 없다.

상대습도하에서 제작된 모형의 die외면간의 거리 ab는 원모형보다 증대 되었으며 polyether 인상재의 경우는 일반적으로 거리의 감소를 초래하였다. 이러한 현상은 polysulfide인상이나 silicone인상이 대기중의 습도나 모형재에 섞여있는 수분과의 접촉과는 별관계 없이 일정시간동안 계속적인 수축이 일어나고 있으며 polyether인상의 경우에는 반복되는 모형주입으로 수분을 접하면서 인상재 자체가 팽창하였다고 볼 수 있다.

polyether인상재는 정상 실내조건 하에서 초기에 팽창하였다가 시간이 경과하면서 약간의 수축을 보였다.

포화습도 하에서 polysulfide와 silicone 인상재에 의한 모형은 그 크기가 증가하는 경향을 보였다. polyether인상의 경우에는 모형의 크기가 감소하는데 이것은 습도에 의한 인상재 자체의 팽창이 있을 수 있으며 모형재 경화에도 습도가 영향을 미쳐 수화팽창에 의한 팽창률 증가를 초래하였다고 볼 수 있다. 이에 반하여 resin tray가 수분을 흡수하며 팽창을 일으킬 수 있는데 polyether인상재의 경우는 모형크기의 변화율이 적기 때문에 타 인상재의 경우보다 tray팽창의 영향을 많이 받을 것으로 생각한다.

## V. 결 론

Elastomeric impression material에 의한 인상의 정확도를 평가하기 위하여 polysulfide, silicone 과 polyether의 3종의 인상재를 이용하여 금속 원모형에 대한 인상을 채득하고 이것을 이용하여 인상의 정확성, 연속모형의 크기변화, 시간 및 습도가 인상에 미치는 영향을 연구하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. polyether인상에 의한 모형의 크기가 원모형과 가장 흡사하였으며 silicone인상, polysulfide인상의 순으로 변형이 컸다.

2. 동일 인상에서 반복제작한 모형은 polysulfide와 silicone인상재의 경우 시간이 경과함에 따라 크기가 증대하였으며 polyether의 경우에는 그 크기가 감소하였다.

3. polyether인상재에 의한 인상을 장시간 포화 습도내에 보관한 후 모형을 제작한 결과 원모형보

다 작은모형을 얻게 되었다.

## REFERENCES

1. Phillips, R.W.: Skinner's science of dental materials, ed. 7. Philadelphia, 1973, W.B. Saunders Co., pp 136-156.
2. Marcinak, C.F., Young, F.A., Draughn, R. A., and Flemming, W.R.: Linear dimensional changes in elastic impression materials. *J Dent Res* 59:1152-1155, 1980.
3. Brown, D.: Factors affecting the dimensional stability of elastic impression materials. *J Dent* 1:265-274 1972.
4. Myers, G.E., and Stockman, D.G.: Factors that affect the accuracy and dimensional stability of the mercaptan rubber-base impression materials. *J Prosthet Dent* 10:525-535, 1960.
5. Schnell, R.J., and Phillips, R.W.: Dimensional stability of rubber base impressions and certain other factors affecting accuracy. *J Am Dent Assoc* 57:30-48, 1958.
6. Bell, J.W., and von Fraunhofer, J.A.: The handling of elastomeric impression materials: a review: *J Dent* 3:229-237.
7. Braden, M., Causton, B. and Clarke, R.L.: A polyether impression rubber. *J Dent Res* 51:889-896, 1972.
8. Herfort, T.W., Gerberich, W.W., Macosko, C.W., and Goodkind, R.J.: Viscosity of elastomeric impression materials. *J Prosthet Dent* 38:396-404, 1977.
9. McCabe, J.F., and Wilson, H.J.: Addition curing silicone rubber impression materials. *Brit Dent J* 145:17-20, 1978.
10. Myers, G.E., and Peyton, F.A.: Clinical and physical studies of the silicone rubber impression materials. *J Prosthet Dent* 9:315-324, 1959.
11. Myers, G.E., Wepfer, G.G., and Peyton, F A.: The Thiokol rubber base impression materials. *J Prosthet Dent* 8:330-339, 1958.
12. Braden, M.: Characterization of the setting process in dental polysulfide rubbers. *J Dent Res* 45:1065-1071, 1976.
13. Stackhouse, J.A.: A comparison of elastic impression materials. *J Prosthet Dent* 34: 305-313, 1975.
14. Stackhouse, J.A.: Impression materials and electrodeposits. Part I: Impression materials. *J Prosthet Dent* 45:44-48, 1981.
15. Stackhouse, J.A.: Impression materials and electrodeposits. Part II. Electrodeposits. *J Prosthet Dent* 45:146-151, 1981.
16. Eams, W.B., Wallace, S.W., Suway, N.B., and Rogers, B.A.: Accuracy and dimensional stability of elastomeric impression materials. *J Prosthet Dent* 42:159-162. 1979.
17. Sawyer, H.F., Dilts, W.E., Aubrey, M.E., and Neiman, R.: Accuracy of casts produced from the three classes of elastomer impression materials. *J Am Dent Assoc* 89:644-648, 1974.
18. Ciesco, J.N., Malone, W.F.P., Sandrik, J.L., and Mazur, B.: Comparison of elastomeric impression materials used in fixed prosthodontics. *J Prosthet Dent* 45:89-94, 1981.
19. Stackhouse, J.A.: The accuracy of stone dies made from rubber impression materials. *J Prosthet Dent* 24:377-385, 1970.
20. Marcinak, C.F., and Draughn, R.A.: Linear dimensional changes in addition curing impression materials. *J Prosthet Dent* 47:411-413, 1982.
21. Bell, J.W., and Davies, E.H.: The dimensional changes of elastomeric impression materials under various conditions of humidity. *J Dent* 4:73-82.
22. Rehberg, H.J.: The impression tray—an important factor in impression precision. *Int Dent J* 27:146-152, 1977.
23. Lacy, A.M., Bellman, T., Fukui, H., and Jendresen, M.D.: Time-dependant accuracy of impression materials. Part I: Condensation silicones. *J Prosthet Dent* 45:209-215,

- 1981.
24. Lacy, A.M., Fukui, H., Bellman, T., and Jendresen, M.D.: Time-dependent accuracy of elastomer impression materials. Part II: Polyether, polysulfides, and polyvinylsiloxane. *J Prosthet Dent* 45:392-333, 1981.
25. Reisbick, M.H., and Matyas, J : The accuracy of highly filled elastomeric impression materials. *J Prosthet Dent* 33:67-72, 1975.
26. O' Brien, W.J., and Ryge, G.: An outline of dental materials. ed. 1. Philadelphia, 1978, W.B. Saunders Co., pp 126-138.
27. Craig, R.G.: Restorative dental materials. ed. 6. Louisiana, 1980, C.V. Mosby Co. pp 181-221.