

## 탄성고무인상재에 따른 초경석고 모형의 정밀도에 관한 연구

서울대학교 치과대학 치과보철학교실, 성균관대학교 의과대학\*

김기홍 · 장익태 · 임순호\*

### I. 서 론

보철물 제작방법에는 크게 직접법과 간접법이 있다. 직접법은 구강내로부터 패턴 등을 직접 채득해서 보철물을 제작하는 방식이며, 간접법은 구강내의 상태를 인상이라는 형태로 꺼낸후 이 음형에 모형재를 부어 복제모형을 얻고 거기서 보철물을 제작한 후, 구강내로 다시 되돌려 장착하는 방식이다. 간접법으로 인해 정밀한 보철물 제작이 가능하게 되었지만, 작업이 가능한 모형에 이르기까지 많은 과정이 필요하며 그 과정마다 수치변화를 일으키는 팽창, 수축, 변형의 영향을 받게된다. 그 중에 인상재의 정확도는 만족스러운 수복물의 제작에 있어 가장 중요한 요소중의 하나이다. 인상채득시 영향을 미치는 요소로는 인상의 종류, 혼합비율<sup>15)</sup>, 혼합시간, 인상채득시 사용된 트레이의 종류와 형태, 인상채득 방법 및 제거방법<sup>42)</sup>, 인상체 보관법 등이 있으며 모형재에 연관된 요소로는 모형재의 종류<sup>17)</sup>, 혼수비, 경화시간 등이 있다.

인상 채득시 사용하는 탄성인상재는 수교성 인상재와 고무인상재로 분류된다. 수교성 인상재는 가역성인 agar와 비가역성인 alginate로 나뉘어지며, 고무인상재는 기술적으로 elastomer 라고 불리며 ADA specification no. 19<sup>9)</sup>에 따라 화학적으로 polysulfide, condensation silicone, addition silicone, 그리고 polyether 인상재로 나뉜다.

탄성인상재의 크기안정성에 대한 연구로서 개개의 die의 정확도에 초점을 맞춘 연구보고<sup>13,19,27,52)</sup>, 편

측 고정성 가공의치의 지대치로서 부분악에서 채득한 인상체의 정확도에 대한 보고<sup>22)</sup> 그리고 전악 인상채득시 인상체의 정확도에 대한 보고<sup>18,23,29,41)</sup>가 있었다. 각각의 연구에서 일차원적으로 선펡창률을 비교하거나, 직접 각 지대치간, 지대치내의 거리를 계측하는 방법, 다이에 적합되는 코핑을 제작하여 그 안착도를 비교하는 세가지 방법으로 실험이 진행되었다.

Shigeto<sup>42)</sup>는 인상제거 방법에 따른 인상체의 정확도에 대해 보고하였고, 인상제거시 트레이에 대한 인상재의 유지력에 대한 연구로 Mendez<sup>31)</sup>는 트레이에 hole을 형성할 것을 추천하였고, 류등<sup>56)</sup>은 트레이의 종류에 따른 영향을 연구하였으며 Bomberg등<sup>4)</sup>은 adhesive와 hole을 형성하는 것을 추천하였으며 이는 Craig<sup>25)</sup>의 의견과 같다.

Herfort등<sup>20)</sup>, Sneed등<sup>43)</sup>과 Hondrum<sup>21)</sup>은 탄성인상재가 견딜수 있는 tear strength에 대하여 연구하였고, Yeh등<sup>54)</sup>은 인상체 제거시 응력을 견디기 위한 충분한 인상재의 두께가 필요하다고 주장하였다. Sheigeto등<sup>42)</sup>은 인상체를 수직방향으로 제거할 경우 가장 정확하다고 하였다.

정확도에 크게 영향을 미치는 인상재의 두께에 대해서, Eames 등은 2mm<sup>12)</sup>, Feuerstein<sup>14)</sup>은 2 - 3mm, Reisbick과 Matyas<sup>36)</sup>, Schnell과 Phillips<sup>40)</sup>는 2 - 4mm가 이상적이라고 하였다.

인상채득방법에 대한 연구로서 Biffar와 Bittner<sup>2)</sup>, Gordone등<sup>18)</sup>은 addition silicone을 사용하여 연구한 결과 균일한 두께를 얻을 수 있는 맞춤트레이를 사용할 때 기성트레이에 비해 더 정확한 인상을 채득할

수 있다고 하였다. Reisbick<sup>36)</sup>이 소개한 putty-wash technique은 condensation silicone으로 인상채득시 부산물이 생기는 light body 인상재의 양을 줄이면서 기성트레이를 사용하여 인상을 채득할 수 있게 되었고, addition silicone 인상재에도 그대로 이용되었으며 Craig<sup>10)</sup>, Myers와 Stockman<sup>33)</sup>은 그 정확도를 보고한 바 있다. Pameijer등<sup>34)</sup>은 addition silicone으로 인상채득시 One-step technique이 two-step technique보다 더 정확하다고 하였지만, 1994년 Takahashi<sup>46)</sup>는 후자의 정확도에 대해 보고하였다. Chee와 Donovan<sup>7)</sup>은 one-step technique으로 인상채득시 시중에 판매되는 putty의 viscosity 때문에 세밀한 부분은 재현할 수 없다고 보고하였으며 Johnson과 Craig<sup>24)</sup>, Hung등<sup>22)</sup>, Tjan등<sup>49)</sup>은 두 방법간의 차이는 없다고 보고하였다.

탄성고무인상재에 관한 비교연구를 살펴보면 Eames등<sup>13)</sup>은 single die에서 코핑의 안착도를 기준으로 정확도와 체적안정성을 비교하였는데, polyether와 몇 개의 polyvinyl siloxane 인상재가 뛰어난 체적안정성을 보였으나, 큰 차이를 보이지는 않았다고 하였으며 Price등<sup>35)</sup>도 역시 유의할 만한 차이가 없었다고 하였다. Lacy<sup>27)</sup>는 전악인상채득시 Die의 정확도를 연구하여 addition silicone과 polyether간의 정확도 비교에서 silicone이 더 정확하다고 하였으나 Sawyer<sup>39)</sup>, Stackhouse<sup>45)</sup>, Stauffer등<sup>44)</sup>, Eames등<sup>12)</sup>과 Luebke<sup>30)</sup>, Ciesco등<sup>8)</sup>, Lin등<sup>28)</sup>과 Dounis등<sup>11)</sup>은 polyether의 정확도를 보고하였다.

본 연구는 최근에 사용되어지는 5가지 종류의 탄성고무인상재를 사용하여 Kaiser와 Nichols의 모형<sup>26)</sup>을 변형한 stainless steel 주모형의 인상을 채득하여

복제된 초경석고 모형상에서 각 지대치간의 거리를 3차원계측기로 측정하여 그 측정값을 근거로 전악인상채득시 탄성고무인상재가 초경석고 복제모형의 크기재현 정확도에 미치는 영향을 비교분석하였다.

## II. 연구재료 및 방법

### 1. 연구재료

본 실험에 사용된 재료와 기제는 다음과 같다.

가) 실험재료(Table 1)

1) Polyether -Impregum F

(Premier, ESPE, Germany)

2) Addition silicone

① Examix

(GC Industrial Corp., Tokyo, Japan)

② Express

(3M Dental Product, St. Paul, Minn)

③ Extrude

(Kerr MFG CO. Romulus Michigan, U.S.A.)

3) Polysulfide - Permlastic

(Kerr Corp. Romulus, Michigan)

4) Irreversible hydrocolloids

- Aromafine (GC Corp., Tokyo, Japan)

나) 실험기재

1) 주모형 : A modified Kaiser and Nicholls model(Fig. 1)

2) 맞춤 트레이 : Quicky resin

(Nissin Dental Products Inc.)

Table 1. Impression material tested

Material	Type	Code	Manufacturer	Viscosity	Technique
Impregum F	Polyether	p-e	Premier, ESPE, Germany	Regular	Single-mix
Permlastic	Polysulfide	p-s	Kerr Corp. Romulus, Michigan	Light	Single-mix
Express	Polyvinyl siloxane	e-p	3M Dental product, St. Paul, Minn	Putty/Light	Putty-wash
Extrude	Polyvinyl siloxane	e-t	Kerr MFG Co. Romulus, Michigan	Putty/Light	Putty-wash
Examix	Polyvinyl siloxane	e-m	GC Industrial Corp., Tokyo, Japan	Putty/Light	Putty-wash
Aroma-fine	Irreversible hydrocolloid	a-f	GC Industrial Corp., Tokyo, Japan	Single-mix	

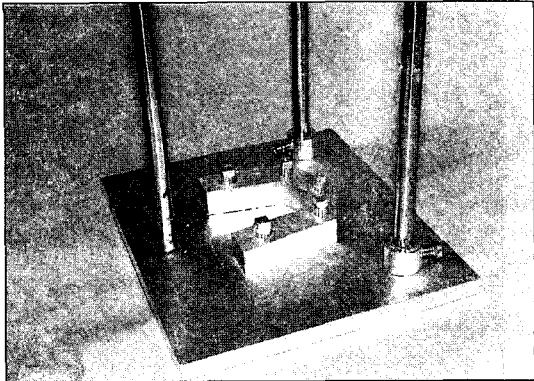


Fig. 1. A modified Kaiser and Nicholls model.

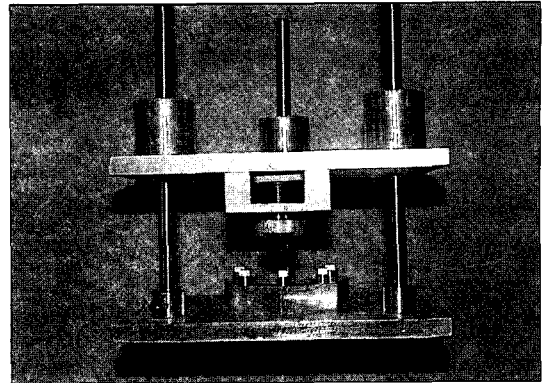


Fig. 2. Die with addition of vertical rods and upper plate for impression tray.

3) 기성트레이 (Osung industrial company  
Rep. of Korea)

4) 삼차원측측기  
(Three dimensional measuring machine)  
- UPMC 850, Carl Zeiss, Germany

## 2. 연구방법

### 가) 주모형 제작

Kaiser and Nicholls 모델을 변형하여 전방부 정중앙(A:#1)과, 견치(B:#13, C:#23), 제 2 대구치부위(D:#17, E:#27)에 총 5개의 원통형 지대치를 제작하였다. 삭제된 지대치의 모양과 비슷하도록 각각의 지름은 전방부 정중앙은 6mm, 견치부위는 7mm, 제 2 대구치 부위 8mm이며 높이 4mm, 측벽은 3도 경사도를 주어 milling하여 undercut을 제거하였으며, 그 위에 3mm 높이를 갖는 직육각형을 제작하여 삼차원 측정기로 측정이 보다 쉽게 하였다. 재료는 stainless steel을 사용하고 각 면은 연마하여 인상재가 달라붙는 것을 최소화하였다(Fig. 1).

인상채득시와 제거시 수직방향의 인상체 철거를 위해 3개의 stainless steel 봉을 세우고 tray를 고정할 수 있는 상판을 제작하였다(Fig. 2). 트레이가 일정한 위치에서 인상채득이 가능하도록 vertical stop을 제작하였다.

### 나) 맞춤 트레이의 제작

주모형을 alginate(Aromafine, GC)로 인상을 채득하여 치과용 경석고(Silky Rock, Whip Mix Corp.

Louisville Kentucky, U.S.A.)로 모형을 제작하였다. 정중앙과 견치 부위의 정중앙과 견치와 제 2 대구치 부위의 정중앙에 3mm×3mm의 stop을 4개 설정하였다. Base plate wax 2장을 교합면과 치조제, 그리고 구개면에 균일하게 적합시켜 약 3mm 정도의 균일한 공간을 부여한 후 stop 부위는 잘라내었다. 이 모형을 다시 alginate로 인상을 채득하여 치과용 경석고로 모형을 제작한 뒤 트레이용 자가중합레진으로 균일한 3mm 두께를 갖는 트레이를 제작하였다. 이를 치과용 silicone을 이용하여 몰드를 제작하여 자가중합레진을 가압전입하여 똑같은 크기의 트레이를 제작하였다. 경화후 트레이의 두께를 다듬고 #8 round bur로 치조제부위와 치조제 정상에 구멍을 형성하였다. 레진수축에 의한 변형을 최소화하기 위해 경화 후 최소 24시간후에 사용하였다.

### 다) 인상채득

주모형은 36℃ water bath에 보관하였다.

Addition silicone은 two step putty-wash 인상채득법을 사용하였다. 각 지대치에는 2mm 두께의 레진블록을 만들어 light-body가 들어갈 공간을 만들고 putty를 30초간 혼합하여 기성트레이에 놓고 제조사가 정한 경화시간과 gingival cord retraction, isolation 시간을 부여하기 위해 15분간 기다렸다. 경화후 light body의 base와 catalyst를 동량 준비한 다음, 30초간 mix한 후 syringe에 담고 지대치주위에 주입하면서 여분의 light body는 putty 위에 담아 주모형에 적합시킨후 추(2kg)를 위에 올려놓고, 36℃ water bath에 다시 넣는다. 6분간 기다린 뒤 제거했

다. Gun-type인 경우 직접 지대치 주위에 주입하고 putty에 짜넣어 인상을 채득했다.

Polyether와 polysulfide의 경우는 맞춤편이 adhesive를 얇고 균일하게 바르고 15분을 기다린 뒤 역시 동량의 base와 catalyst를 혼합하여 지대치 주위에 바르고 맞춤편에 담아서 인상을 채득했다.

각 인상재로 인상을 채득한 후 에틸알콜을 묻힌 거즈로 주모형을 닦고, 마를때까지 기다린 다음 다른 인상을 채득했다. 각각의 인상재에 대해 총 5회 반복하여 인상을 채득했다.

라) 초경석고 모형의 제작

인상체를 주모형에서 분리한 후 제거가 불가능한 기포가 생기거나 면이 불분명한 인상재의 경우 다시 채득하였으며 alginate는 즉시, polyether와 polysulfide, silicone은 실온에서 1시간 후 초경석고 분말 100mg에 21ml의 증류수를 15초간 손으로 혼합하고 30초간 진공 혼합하여 주입한후 1시간 후에 모형을 제거하였다. 모든 복제모형은 인상채득후 수분에 닿지 않게 하였으며 trimmer로 다듬어 계측시 고정시킬 수 있게 하였다.

마) 측정

측정은 0.001mm 단위까지 계측이 가능한 3차원 측정기(UPMC 850, Carl Zeiss, Germany)를 사용하였다. 한 면에서 네 점을 잡아 수평을 잡았으며, 각 지대치의 상방에 있는 직육면체에서 한 평면에서 4점을 잡고, 다른 평면에서 다시 네 점을 잡아 선을 구하고 다른 평면에서 네 점을 잡아 한 모서리를 얻었다. 다섯 개의 지대치에서 모두 10개의 거리를 계측하였다. 계측 방법과 순서를 프로그램으로 측정기에 입력하여 측정기 스스로 반복측정하였다.

Table 2. Distance between abutment teeth in standard model (mm)

# 1-#13	20.8063	#17-#27	51.1870
# 1-#23	23.7339	#13-#17	31.9104
# 1-#17	46.3376	#23-#27	33.0337
# 1-#27	48.7845	#13-#27	56.5586
#13-#23	41.5756	#23-#17	56.2645

# means abutment location

바) 통계처리

각 지대치간의 거리를 계측하여 10개의 값을 얻었으며 변형율을 다음과 같이 계산하였다.

$$\text{변형율} = (\text{복제모형에서의 지대치간의 거리} - \text{주모형에서의 거리}) / (\text{주모형에서의 거리}) \times 100$$

위와같은 방법으로 얻은 값을 SPSS ver.7.5 통계 프로그램에서 One-way Anova test를 시행하였으며 Scheffe test를 이용하여 0.05% 유의수준에서 사후검정하였다.

III. 연구성적

주모형에서 각 지대치간의 거리는 Table 2와 같으며 각 인상재의 평균변형율과 최대, 최소값은 Table 3에 나타내었다.

평균변형율은 polyether가 0.11%로 가장 작게 나타났으며 alginate가 0.25%로 가장 크게 나타났다. addition silicone 중에서는 extrude가 0.14%로 가장 변형이 적었다(Fig. 3).

Table 3. Comparison of Mean percent deviation from standard model (%), standard deviations, and standard error

Material	Mean	SD	SE
Polyether	0.115610	0.04039	0.006307
Polysulfide	0.230501	0.036911	0.005628
Express	0.215436	0.084129	0.012018
Extrude	0.145426	0.070234	0.010710
Examix	0.153726	0.057501	0.008872
Aromafine	0.255596	0.220927	0.036821

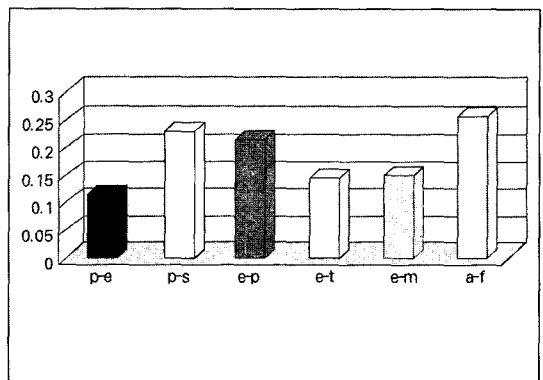


Fig. 3. Mean percent deviation from standard model.

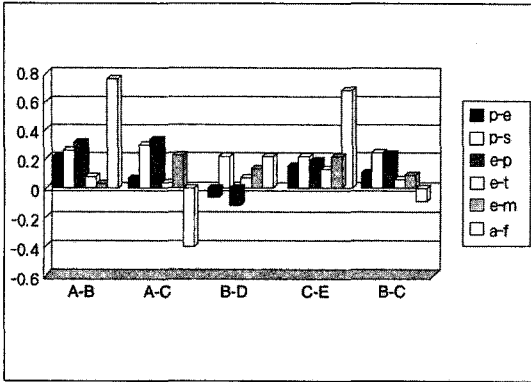


Fig. 4a. Percent deviation from standard model at 5 measuring site.

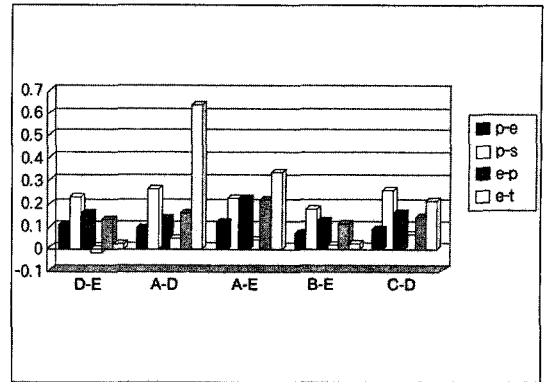


Fig. 4b. Percent deviation from standard model at other 5 measuring site.

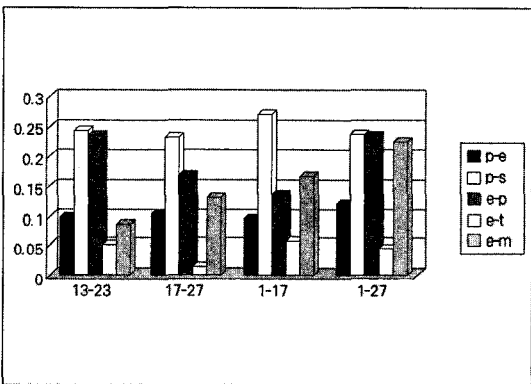


Fig. 5. Comparison of the mean percent deviation between horizontal and vertical distance.

Fig. 4는 각 지대치간의 거리평균변형율을 인상재에 따라 비교한 모식도이다.

전악 인상재의 정확도를 인상재별로 비교한 결과 polyether와 extrude, examix가 polysulfide나 express, aroma-fine보다 거리재현율이 유의성있게 우수하였다( $p < 0.05$ ).

그러나 polyether와 extrude, examix 간에는 유의성있는 차이가 없었으며( $p > 0.05$ ) polysulfide, express, aroma-fine 간에도 유의성있는 차이가 없었다( $p > 0.05$ ).

Addition silicone인 express, extrude, examix 간에는 유의성있는 차이가 나타나지 않았다( $p > 0.05$ ).

각 지대치간의 거리는 주모형과 비교하여 모든 인상재에서 증가하는 양상을 보였으며 국소적으로 polyether의 경우 B - D 간의 거리에서 0.096%, extrude는 D - E 간의 거리에서 0.023%, aroma-fine

의 경우는 B - C 간의 거리에서 0.097%, A - C 간의 거리에서 0.107%의 감소를 나타내었다.

각 지대치간의 거리에서 가로와 세로방향의 변형율을 비교하기 위하여 Table 4와 Fig. 5에서 #13 - #23, #17 - #27간의 거리평균변형율(가로방향)과 #1 - #17, #1 - #27 간의 거리평균변형율(세로방향)만을 선택하여 모식화하고 통계처리한 결과 가로방향과 세로방향의 변형율 간에 서로 유의성있는 차이는 나타나지 않았다( $p > 0.05$ ).

#### IV. 총괄 및 고안

탄성고무인상재는 인상채득시 여러 가지 원인에 의해 수축, 팽창, 변형에 의한 크기변화가 일어나며, 전악 인상 채득후 주모형을 제작할 때 그 모형의 정확도는 여러 개의 지대치에 걸쳐 브릿지나 연속관을 one piece cast나 납착으로 완성시키려 할 때, 그 위치적인 정밀도의 근거가 되므로 그 오차가 어느 정도가 되는지는 중요한 의미를 지닌다. A.D.A. specification No. 19<sup>8)</sup>에는 탄성인상재의 중합에 의한 수축율이 경화후 24시간 뒤에 polysulfide, polyether 인상재는 0.5%이하, silicone 인상재는 1.0% 이하여야 한다고 규정한 바 있다.

본 실험에서 각 지대치간의 거리는 몇몇 측정값을 제외하고는 전체적으로 기준모형보다 더 증가되어 나타났다. 평균변형율을 비교시 polyether가 0.12%로 가장 작은 값을 나타냈으며 addition silicone 인상재 중에는 extrude (0.14%), examix (0.15%)의 결과가 가장 우수하였다. polysulfide (0.23%)와 ex-

Table 4. Statistical analysis by Scheffe test

Material	Material	Diff. of mean perc. deviation	S.E.	Confidence level	95% range of confidence	
					Minimum	Maximum
p-e	p-s	-0.114891*	21973.919	0.000	-188600.8	-41181.27
	e-p	-0.099826*	21307.148	0.001	-171299	-28352.72
	e-t	0.029815	21973.919	0.870	-103525	43894.478
	e-m	0.038138	22101.233	0.703	-112275.7	35997.944
	a-f	0.139986*	22993.03	0.000	-217114.4	-62857.77
p-s	p-e	0.114891*	21973.919	0.000	41181.266	188600.79
	e-p	0.015065	21035.637	0.992	-55497.2	85627.545
	e-t	0.085076*	21710.749	0.010	12248.765	157902.72
	e-m	0.076752	21839.597	0.033	3492.9543	150011.34
	a-f	-0.025095	22741.657	0.943	-101380.1	51190.041
e-p	p-e	0.099826*	21307.148	0.001	28352.725	171298.99
	p-s	-0.015065	21035.637	0.992	-85627.54	55497.2
	e-t	0.070011	21035.637	0.053	-551.8003	140572.94
	e-m	0.061687	21168.595	0.136	-9321.396	132695.984
	a-f	-0.040160	22098.063	0.654	-114286.4	33965.984
e-t	p-e	0.029815	21973.919	0.870	-43894.48	103525.05
	p-s	-0.085076*	21710.749	0.010	-157902.7	-12248.76
	e-p	-0.070011	21035.637	0.053	-140572.9	551.80033
	e-m	-0.008324	21839.597	1.000	-81582.79	64935.592
	a-f	-0.110171*	22741.657	0.000	-186455.9	-33885.7
e-m	p-e	0.038139	22101.233	0.703	-35997.94	112275.71
	p-s	-0.076752*	21839.597	0.033	-150011.3	-3492.954
	e-p	-0.061687	21168.595	0.136	-132695.3	9321.3963
	e-t	0.008324	21839.597	1.000	-64935.59	81582.79
	a-f	-0.10847*	22864.696	0.002	-178545	-25149.38
a-f	p-e	0.139986*	22993.03	0.000	62857.775	217114.36
	p-s	0.025095	22741.657	0.943	-51190.94	101380.12
	e-p	0.040160	22098.657	0.654	-33965.98	114286.4
	e-t	0.110171*	22741.657	0.000	33885.704	186455.86
	e-m	0.101847*	22864.696	0.002	25149.378	178544.99

\* : means statistically different(p<0.05).

press (0.21%)는 다른 탄성고무인상재에 비해 유의성있게 높은 변형율을 나타냈다 (p<0.05%).

Eames등<sup>13)</sup>은 single die를 이용, 탄성고무인상재의 비교에서 즉시 석고를 부었을 때 polyether와 addition silicone의 크기재현도가 condensation silicone이나 polysulfide보다 더 우수하다고 하였으며 이는 본 실험의 결과와 일치하였다. Lacy등<sup>27)</sup>은 single die에서 4시간까지의 체적변화에서 addition silicone이 가장 정확하였으며 polysulfide는 시간이 지남에 따라 die의 지름이 증가하는 양상을 보였다고 하였다. 본 실험에서는 인상채득후 1시간후에 초경석

고를 주입하여 모형을 제작하였다. 이는 일반적인 진료환경에서 인상채득후 모형을 부을 시간적인 여유를 부여한 것이다. 그러나 위의 연구에 따르면 1시간이 지연되는 동안 다른 인상재에 비하여 polysulfide의 변형이 더 컸을 것으로 미루어 짐작할 수 있다. Williams등<sup>52)</sup>도 single die에서 탄성고무인상재료 인상채득후 1시간 뒤에 석고를 주입하여 casting의 적합도를 비교하였는데 addition silicone이 가장 우수하였으며 polysulfide 중에 특히 permlastic 인상재가 즉시 부어도 크기변화가 컸으며 시간이 지나면서 인상체의 변화는 더욱 커졌다고 하였다. 그리고

polyether의 경우 크기재현도는 우수하였으나 시간이 지남에 따라 팽창하여 die의 크기가 작아졌다고 보고하였다. 이는 Hembree와 Nunez<sup>39)</sup>가 single die에서 수분이 있는 경우와 없는 경우, 그리고 100% 습도에서 보관한 경우와 건조한 상태로 보관한 경우를 비교하여 polyether는 수분을 흡수하여 팽창하며 die의 크기는 작아진다고 하였다. 본 실험에서는 주모형을 건조시킨 후 인상재를 혼합하여 인상을 채득하고 경화시킬때는 36℃ water bath에서 보관하였다. 그리고 경화후 water bath에서 꺼내어 건조시킨후 1시간후에 초경석고를 주입하였다. 트레이의 hole과 border 주위에서 수분과의 접촉은 있었으나 그 범위는 작았으며, 수분에 오염되어 인상체가 약간 팽창하였다고 해도 실험 결과만으로는 수분의 영향을 확인할 수는 없었다.

실험군의 절대수가 적어 결론을 단정하기는 어렵지만, 가로방향과 세로방향의 변형율에서는 유의할 만한 차이가 나타나지 않았다. Stauffer등<sup>40)</sup>은 polyether와 silicone 인상재는 측방으로 팽창되는 양상을 보이고 polysulfide와 alginate 인상재는 전후방으로 팽창되는 양상을 보인다고 하였다. Shigemura<sup>41)</sup>는 구개부위에 초경석고를 주입한 모형은 그렇지 않은 모형과 비교하여 세로방향에서의 변형율이 더 적게 나타났다고 하였으며 이는 초경석고 팽창의 중심이 이동했기 때문이라고 설명하였다. 또한 addition silicone 인상재간의 비교에서 extrude, exaflex가 coflex, examixfine 에 비해 세로방향에서 기준모형에 더 가까운 결과를 나타냈으나 유의성있는 차이가 나타나지는 않았다고 하였다.

현재 각각의 제조회사에서 발매되고 있는 대부분의 초경석고는 0.08%의 팽창율을 표시하고 있으며 이 정도의 변형율만으로는 임상적으로 정확도에 큰 문제를 일으키지 않는다. 선학들의 연구보고에서 단독지대치나 부분악에 국한된 경우 흔히 볼 수 있는 복잡한 수차변화와는 달리 전악 인상채득시에 지대치간의 위치관계는 석고의 팽창으로 인해 인상재 자체의 복잡한 변형양상이 비교적 단순하게 나타난다고 볼수 있다.

각 지대치간의 거리는 기준모형에 비해 polyether 인상재에서 B - D 간의 거리에서 0.096%, extrude 인상재의 D - E 간의 거리에 0.023% 감소한 것을 제외하면 모두 증가하였다. Idris등<sup>23)</sup>도 전악 모형에

서 세 개의 지대치를 addition silicone 인상재를 사용하여 인상을 채득하였는데 각 지대치간의 거리는 하나를 제외하고는 모두 증가하였다. 변형율은 0.06 - 0.27%였으며 one-step 법과 two-step 법의 비교에서 유의할 만한 차이가 없다고 하였다. Linke등<sup>29)</sup>은 비슷한 결과를 보고하였는데 전악 모형에서 다섯 개의 지대치를 addition silicone 인상재를 사용하여 two step 법으로 인상채득시 지대치간의 거리는 평균 0.056% 증가하였다고 하였다. Hung등<sup>22)</sup>도 addition silicone 인상재를 사용하여 두 개의 지대치간의 거리를 측정하였는데 0.020 - 0.149%의 증가를 보고하였다. Gordon등<sup>18)</sup>도 전악 모형에서 모든 탄성고무인상재에서 세 개의 지대치간 거리가 증가하였다고 보고하였다.

거리가 증가하는 원인으로 초경석고의 팽창외에 인상재의 수축과 인상체 제거시 일어나는 변형을 들 수 있다.

인상재의 수축은 경화수축과 열수축으로 나눌수 있다. 경화수축은 중합시 cross-linking에 의해 일어나며, 열수축은 구강내 온도와 실온과의 차이에 의해 일어나게 된다. Addition silicone 인상재의 열수축은 경화수축과 비교했을 때 의외로 크며 특히 32℃에서 23℃로 온도변화시 열수축은 경화수축의 2배 정도가 된다는 보고<sup>55)</sup>가 있다. Araujo등<sup>1)</sup>은 single die에서 addition silicone 인상재를 사용하여 37℃에서 인상채득후 22℃에서 초경석고를 주입한 경우와 37℃로 재가열하여 초경석고를 부은 경우를 비교하여 훨씬 나은 결과를 얻었다고 보고하였다. 하지만 Shigemura등<sup>41)</sup>은 전악인상채득시 온도변화에 따른 열수축의 영향이 크지 않다고 하였다. 본 실험에서는 36℃에서 인상채득후 실온 22℃±3℃에서 모형을 제작하였다. 현재 치료실에서 인상채득후 인상체를 재가열하는 방법은 항온항습기에 보관하는 것과 물이나 공기를 통한 재가열하는 두가지 방법이 있다. 하지만 비용상의 문제나 여분의 공간을 마련해야 하는 번거로움, 그 어느것이나 조작이 매끄럽거나 간단하지 않아 변형에 미치는 영향이 어느 정도인지 정확히 알지 못하는 상태에서 행하기 어려운 점이 있으리라 사료된다.

인상재는 인상용 트레이에 견고하게 부착되어 있으므로 수축방향은 주로 트레이에 부착된 방향으로 일어나게 되며 이로 인해 복제모형은 실제 기준모형

보다 더 크게 된다.

1970년 Mitchell과 Damele<sup>32)</sup>이 그 이론을 처음 제시하였는데 트레이에 부착된 방향으로 일어나는 인상재의 수축이 변형의 주요인이라고 주장하였다. 그리고 그 해결책으로 지대치 쪽으로 인상재가 자유롭게 수축할 수 있도록 하는 것을 내세웠으며, 언더컷이 있는 트레이에 분리제를 바른 경우 가장 변형이 적었다고 보고하였다. Walters등<sup>51)</sup>은 단면이 말발굽모양이 되도록 트레이를 설계하고, adhesive는 내면에만 도포하여, 여분의 인상재가 변연부에 부착되어 지대치쪽으로 인상재가 수축하는 것을 방해하지 않도록 하는 것이 perforation을 형성하거나 adhesive를 넓게 도포하여 인상재의 유지력을 최대화한 결과와 비교할 때 더 변형이 적었다고 하였다. Tjan과 Whang<sup>48)</sup>은 addition silicone으로 인상채득시 hole과 adhesive의 유무와는 상관없이 임상적으로 적합한 결과를 얻을 수 있다고 하였다. 그러나 Bomberg등<sup>49)</sup>은 인상재가 트레이에 견고하게 부착되어야 정확한 인상을 얻을 수 있다고 하였다. 인상체를 구강내에서 제거할 때 트레이에서 인상재가 분리되면 원래의 모양으로 복원되기 어렵고 변형을 일으킨다는 것이다. 따라서 adhesive와 hole 등의 기계적 유지를 부여하는 방법을 추천하였다. Fusayama와 Nakazato<sup>6)</sup>는 2mm 지름의 hole과 간격이 가장 유리하다고 한 바 있으며 Wilson과 Smith<sup>53)</sup>는 hole이 shear force에 저항할 수 있다고 하였다. Samman과 Fletcher<sup>37)</sup>는 탄성고무인상재를 사용할 때 제조회사의 adhesive는 매우 효과적이며 tensile load에 저항하고, hole은 shear force에 저항한다고 하였다. 그리고 전체 트레이 내면과 border 외면에도 바르는 것을 추천했다. 본 실험에서는 polyether와 polysulfide 인상채득시에 맞춤트레이를 사용하였고 adhesive를 바르고 동시에 hole을 형성하였다.

인상체 제거시 일어나는 저항은 인상체에 응력을 발생하여 오차를 일으키는 원인이 될 수 있다. Herfort등<sup>20)</sup>과 Dan Sneed등<sup>43)</sup>은 탄성고무인상재중 polysulfide가 가장 찢김강도가 크다고 하였으며 최근 연구는 변형에 저항하는 성질인 tear strength가 큰 인상재보다는 영구변형이 일어나기 직전에 찢어지는 인상재가 임상적으로 더 나은 결과를 얻을 수 있다고 하며 Hondrum<sup>21)</sup>은 그런 의미에서 addition silicone이 가장 유리하며 polyether가 그 다음이라고 하

였다.

인상체 제거시 polyether가 가장 힘들었으며 addition silicone, polysulfide 순이었다. Yeh등<sup>54)</sup>은 flexibility를 비교할 때 addition silicone이 polysulfide나 condensation silicone에 비하여 떨어져서 인상체를 제거하기가 상대적으로 더 힘들다고 하였다.

Shigeto등<sup>42)</sup>은 인상체 제거시 수직방향이 아닐 경우 지대치와 인접치간의 언더컷에서 얇은 인상층의 크기변화를 야기시키며 전악 치궁에서의 크기 정확성은 짧은 치궁에서와 다르다고 주장하였다. 실험을 통하여 인상체 제거시 수직방향으로 제거 할 경우 가장 정확한 재현도를 보였다고 보고하였다. 본 실험에서도 인상체 제거시 수직으로 제거하기 위해 3개의 수직봉을 주모형에 제작하고 트레이를 고정시킬 수 있는 상판을 연결하였다.

Alginate 인상재의 평균변형율은 0.25%로 다른 탄성고무인상재에 비해 가장 낮은 정확도를 나타냈으나 polysulfide, express 인상재와는 유의성있는 차이는 없었다( $p>0.05$ ). 그러나, 초경석고 복제모형의 표면상태가 매끄럽게 재현되지 못하여 계측시 오차가 많이 발생하였고, 일정한 값의 분포가 나타나지 않아 객관적인 변형율의 비교는 곤란하리라 생각되지만 그만큼 오차가 큰 인상재라고 사료된다.

## V. 결 론

저자는 전악인상 채득시 현재 널리 쓰이는 탄성고무인상재의 정확도를 비교하기 위하여 polyether, polysulfide, addition silicone, irreversible hydrocolloid의 5가지 인상재를 사용하여 제작된 주모형의 인상을 채득하여 복제된 초경석고 모형상에서 각 지대치간의 거리를 삼차원계측기로 측정, 비교한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 전악인상채득시 polyether와 extrude, examix 인상재가 polysulfide나 express, alginate보다 거리재현정확도가 유의성있게 우수하였다 ( $p<0.05$ ).
2. 전악인상채득시 polyether와 extrude, examix 인상재 간에는 유의성있는 차이가 나타나지 않았다 ( $p>0.05$ ).
3. 전악인상채득시 polysulfide, express, alginate간



- 에 유의성있는 차이가 나타나지 않았다( $p>0.05$ ).
4. 전악인상채득시 addition silicone 인상재인 express, extrude, examix 간의 비교에서 유의성있는 차이가 나타나지 않았다( $p>0.05$ ).
  5. 전악인상채득시 가로방향과 세로방향의 변형율을 비교한 결과 서로 유의성있는 차이는 나타나지 않았다( $p>0.05$ ).

### 참 고 문 헌

1. Aruajo PA, Jorgensen KD: Improved accuracy by reheating addition-reaction silicone impressions J Prothet Dent 1986;55(1):11-12.
2. Biffar R, Bittner B. : Effects of differed tray types on the resulting impression. Dtsch Zahnarztl Z 1989;44(8):624-627.
3. Bomberg TJ, Goldfogel MH, Hoffman W, Bomberg SE. Considerations for adhesion of impression materials to impression trays. J Prothet Dent 1988;60:681-684.
4. Bomberg TJ, Hatch RA, Hoffman W. : Impression material thickness in stock and custom trays J Prothet Dent 1985;54(2):170-172.
5. Brindsden GI, Sorensens, McClenahan J.: Dimensional accuracy of five impression materials using a copper shell technique. J Dent Re 1964;43:911.
6. Chee WWL, Donovan TE.: Polyvinyl siloxane impression materials : A review of properties and techniques J Prothet Dent 1992;68:728- 32.
7. Chee WWL, Donovan TE.: Fine detail reproduction of very high viscosity poly(vinyl siloxane) impression materials Int J Prosthodont 1989;2:368-370.
8. Ciesco JN, Malone WFP, Sandrik JL, Mazur B.: Comparison of elastomeric impression materials used in fixed prosthodontics J Prothet Dent 1981;45(1):90-94.
9. Council on Dental Materials and Devices. Revised Americian Dental Association Specification No.19 for Non-Aqueous Elastomeric Dental Impression Materials. J Am Dent Assoc 94:733-741,1977.
10. Craig RG : Evaluation of an automatic mixing system for an addition silicone impression marial J Am Dent Assoc 1985;110:213-215.
11. Dounis GS, Zierbert GJ, Dounis KS. : A comparison of impression materials for complete arch fixed partial dentures. J Prothet Dent 1991;65:165-168.
12. Eames WB, Sieweke JC, Wallace SW, Rogers LB : Elastomeric impression materials : Effect of bulk on accuracy J Prothet Dent 1979;41(3):304-307.
13. Eames WB, Wallace SW, Suway NB, Rogers LB : Accuracy and dimensional stability of elastomeric impression materials J Prothet Dent 1979;42(2):159-162.
14. Feuerstein RM. : Physical properties and use of rubber-base impression material. J Prothet Dent 1969;21:136-142.
15. Finger W, Ohsawa M : Effect of mixing ratio on porperties of elastomeric dental impression materials Dent Master 1986;2:183-186.
16. Fusayama T, Nakazato, M. The designs of stock trays and the retention of irreversible hydrocolloid impressions. J Prothet Dent 1969;21:136-142.
17. Gerrow JD, Schneider RL.: A comparison of the compatibility of elastomeric impression materials, type IV dental stones, and liquid media 1987;57(3):292-297.
18. Gordon GE, Johnson Gh, Drennor DG. The effect of tray selection on the accuracy of elastomeric impression materials. J Prothet Dent 1990;63:12-5.
19. Hembree JH, Nunez LJ. : Effect of moisture on polyether impression materials J Am Dent Assoc 1974;89:1134-1136.
20. Herfort TW, Gerberich WW, Macosko CW.

- Goodkind RJ. Tear strength of elastomeric impression materials *J Prothet Dent* 1978;39(1):59-62.
21. Hondrum SO. Tear and energy properties of three impression materials *Int J Prosthodont* 1994;7:517-512.
  22. Hung SH, Purk JH, Tira DE, Eick JD. Accuracy of one-step versus two-step putty wash addition silicone impression technique. *J Prothet Dent* 1992;67:583-9.
  23. Idris B., Houston F., Claffey N., Comparison of the dimensional accuracy of one- and two-step techniques with the use of putty/wash addition silicone impression materials *J Prothet Dent* 74(5):535-41,1995.
  24. Johnson GH, Craig RG : Accuracy of four types of rubber impression materials compared with time of pour and a repeat pour of models *J Prothet Dent* 1985;53(4):484-490.
  25. Johnson GH, Craig RG. : Accuracy of addition silicones as a function of technique *J Prothet Dent* 1986;55(2):197-202.
  26. Kaiser DA, Nicholls JI. : A study of distortion and surface hardness of improved artificial stone casts *J Prothet Dent* 1976;36(4):373-381.
  27. Lacy AM, Fukui H, Bellman T, Jendresen MD : Time-dependent accuracy of elastomer impression materials. part II : polyether, polysulfides, and polyvinyl siloxane *J Prothet Dent* 1981;45(3):329-333.
  28. Lin CC, Ziebert G, Donegan SJ, Dhurur V.: Accuracy of impression materials for complete arch fixed partial denture *J Prothet Dent* 1988;59:288-291.
  29. Linke BA, Nicholls JI, Faucher RR. Distortion analysis of stone casts made from impression materials. *J Prothet Dent* 1985;54:794-802.
  30. Luebke RJ, Scandrett FR, Kerber PE : The effect of delayed and second pours on elastomeric impression material accuracy *J Prothet Dent* 1979;41(5):517-521.
  31. Mendez AJ. : The influence of impression trays on the accuracy of stone casts poured from irreversible hydrocolloid impressions. *J Prothet Dent* 1985;54:383-388.
  32. Mitchell JV, Damele JJ. Influence of tray design upon elastic impression materials *J Prothet Dent* 1970;23:51-57.
  33. Myers GE, Stockman DG, Factors that affect the accuracy and dimensional stability of the mercaptan rubber-base impression materials *J Prothet Dent* 1960;10:525-535.
  34. Pameijer CH. : A one-step putty-wash impression technique utilizing vinyl polysiloxanes *Quint. Intl.* 1983;8:861-863.
  35. Price RB, Gerrow JD, Sutow EJ, Macsweeney R. : The dimensional accuracy of 12 impression material and die stone combinations *Int J Prosthodont* 1991;4:169-174.
  36. Reisbick MH, Matyas J. : The accuracy of highly filled elastomeric impression materials. *J Prothet Dent* 1975;33:67-72.
  37. Samman JM, Fletcher AM. A study of impression tray adhesives *Quint Int.* 1985;4:305-309.
  38. Sawyer HF, Birtles JT, Neiman R, Podshadley AG : Accuracy of casts produced from seven rubber impression materials *J Am Dent Assoc* 1973;87:126-130.
  39. Sawyer HF, Dilts WE, Aubrey ME, Neiman R., Accuracy of casts produced from the three classes of elastomer impression materials *J Am Dent Assoc* 1974;89:644-648.
  40. Schnell RJ, Phillips RW. : Dimensional stability of rubber base impressions and certain other factors affecting accuracy *J Am Dent Assoc* 1958;57:39-48.
  41. Shigemura H., Kawamura M., Hashimoto K. The Working Model in Crown & Bridge 2 - The Impression and model Adjustment the *Quintessence* 15(1):75-97,1998.

42. Shigeto N, Murata H, Hamada T. : Evaluation of the methods for dislodging the impression tray affecting the dimensional accuracy of the abutments in complete dental arch cast. *J Prothet Dent* 1989;61:54-58.
43. Sneed WD, Miller R, Olson J. Tear strength of ten elastomeric impression materials *J Prothet Dent* 1983;49(4):511-513.
44. Stauffer JP, Meyer JM, Nally JN Accuracy of six elastic impression materials used for complete-arch fixed parital dentures *J Prothet Dent* 35(4):407-415, 1976.
45. Stackhouse JA : A comparison of elastic impression materials *J Prothet Dent* 1975;34(3):305-313.
46. Takahashi H, Finger WJ : Effects of the setting stage on the accuracy of double-mix impressions made with addition-curing silicone *J Prothet Dent* 1994;72:78-74.
47. Tjan AHL, Nemetz H, Nguyen LTP, Contino R : Effect of tray space on the accuracy of monophasic polyvinylsiloxane impressions *J Prothet Dent* 1992;68:19-28.
48. Tjan AHL, Whang SB : Comparing effects of tray treatment on the accuracy of dies *J Prothet Dent* 1987;58(2):175-178.
49. Tjan AHL, Whang SB, Tjan AH : Clinically oriented assessment of the accuracy of three putty-wash silicone impression techniques.
50. Valderhaug J, Flooystrand F. : Dimensional stability of elastomeric impression materials in custom-made and stock trays *J Prothet Dent* 1984;52(4):514-517.
51. Walters RA, Spurrier S. An effect of tray design and material retention on the linear dimensional changes in polysulfide impressions. *J Prothet Dent* 1990;63:277-281.
52. Willaims PT, Jackson DG, Bergman W : An evaluation of the time-dependent dimensional stability of eleven elastomeric impression materials *J Prothet Dent* 1984;52(1):120-125.
53. Wilson HJ, Smith DC. The bonding of alginate impression materials to impression trays. *Br. Dent. J.* 1963;115:291-294.
54. Yeh CL, Powers JM, Craig RG. : Properties of addition-type silicone impression materials *J Am Dent Assoc* 1930:101:482.
55. 内田博文, 大生博義, 平口久子, 三和忠治 : 부가형실리콘인상재를 테스트한다 *DE, 77* :17-29, 1986.
56. 류수인, 장익태 : 전악인상채득시 인상용트레이가 경석고모형의 정확도에 미치는 영향. *대한치과보철학회지* 29(3),1991.

ABSTRACT

**ACCURACY OF IMPROVED STONE CASTS  
FROM ELASTOMERIC IMPRESSION MATERIALS**

Kee-Hong Kim, D.D.S., Ik-Tae Chang, D.D.S., M.S.D., Ph.D., Soon-Ho Yim\*, D.D.S., M.S.D., Ph.D.

*Department of prosthodontics, College of Dentistry, Seoul National University  
Sungkyunkwan University School of Medicine\**

The purpose of this study was to compare the accuracy of currently used elastomeric impression materials for complete arch impression taking. Five elastomers (Impregum, Permlastic, Express, Extrude, Examix) and one Irreversible hydrocolloid (Aroma-fine) were tested. For each material, 5 impressions were made of stainless steel model to which five tapered posts were attached. Custom trays were used for polyether and polysulfide impression materials, and putty/wash two step technique was used for addition polyvinylsiloxane impression materials. Improved stone models were poured to all impressions. Accuracy of the materials was assessed by measuring ten distances on stone dies poured from impressions of the master model. All measurements for master and improved stone models were made with three dimensional measuring machine.

The results were as follows

1. The dimensional accuracy of polyether, extrude, and examix were significantly superior to polysulfide, express, and alginate in reproducing full arch mode ( $p < 0.05$ ).
2. There were no statistical differences in dimensional accuracy for full arch impression between polyether, extrude and examix ( $p > 0.05$ ).
3. there were no statistical differences in dimensional accuracy between polysulfide, express, and alginate ( $p > 0.05$ ).
4. There were no statistical differences between addition polyvinyl siloxane materials ( $p > 0.05$ ).
5. There were no statistical differences between anterior-posterior and lateral dimensional changes of all impression materials ( $p > 0.05$ ).

---

**Key words** : Accuracy, Elastomers, Impression materials, Three dimensional measuring machine, improved stone