

## Agar-Agar와 Alginate 인상재를 이용한 연합인상의 결합강도와 정밀도에 관한 실험적 연구

연세대학교 치과대학 보철학교실

양자호 · 김기환 · 한동후

### I. 서 론

치과 임상에서 구강내 경조직 및 연조직에 정확하게 적합되는 보철물의 제작은 그 자체 수명 뿐 아니라, 치아 및 그 주위조직의 건강에도 중대한 영향을 미친다. 따라서, 우수한 치과 보철물의 제작을 위해서는 적합한 인상재로 구강내 조직을 세밀하고 정확하게 인기하는 것이 매우 중요하다.

치과영역 전반에서 널리 사용되고 있는 인상재에는 hydrocolloid인상재와 고무인상재가 있으며, 이에 대한 선현들의 많은 연구가 있었다.

Schnell과 Phillips<sup>29)</sup>, 최<sup>41)</sup>는 고무인상재의 우수한 정밀도에 대하여, Skinner와 Cooper<sup>33)</sup>는 물리적 성질에 대하여, Stackhouse<sup>37)</sup>는 인상채득방법에 따른 변형에 대하여, Shillingburg<sup>31)</sup> 등은 자극적인 냄새 및 소수성(hydrophobic)등의 단점에 대하여 보고하였다.

비가역성 hydrocolloid 인상재인 alginate는 조작성이 간편하고, 적은 시간과 장비를 요하는 반면, 이로부터 얻은 경석고 모형은 취급방법에 따라 표면 재현성의 차이가 있다.<sup>16, 25, 26, 27, 35, 38)</sup>

1943년 Schoonover와 Dickson<sup>30)</sup>에 의하여 alginate 인상이 소개된 후, Schwartz<sup>3)</sup>, Gilmore 등<sup>12)</sup>, Hohlt<sup>15)</sup>, Skinner 등<sup>32, 34, 36)</sup>은 alginate의 조작방법에 따른, 모형 표면의 정밀도에 대하여, Fusayama<sup>10)</sup>, Hosoda와 Fusayama<sup>17)</sup>, Morrow 등<sup>22)</sup>, Shillingburg 등<sup>31)</sup>은 alginate 인상의 크기 안정성에 대하여, Khaknegar<sup>19)</sup>는 tray제거시간에 따른 인상위 정밀도에 대하여, Hampson<sup>13)</sup>과 Harris<sup>14)</sup>는 alginate 조작시의

조건이 크기 안정성에 미치는 영향에 대하여, 김<sup>40)</sup>은 alginate 인상의 탄성변형 및 영구변형에 대하여 보고하였다.

가역성 hydrocolloid 인상재인 agar-agar는 정밀한 인상을 얻을 수 있으나, 인상과정이 비교적 복잡하고, 많은 시간과 장비를 필요로 하며, 잘못된 조작에 의하여 심한 조직손상을 야기할 수 있다고 하였다.<sup>31)</sup> 1939년 Sear<sup>3)</sup>에 의하여 인레이, 고정성 국소의치의 제작을 위한 agar-agar 인상이 소개된 후, Cresson<sup>7)</sup>, Kendrick<sup>18)</sup>, Paffenbarger<sup>23)</sup>, Phillips와 Ito<sup>24)</sup>, Skinner 등<sup>32)</sup>은 가역성 hydrocolloid 인상재의 물리적 성질에 대하여, Miller<sup>20)</sup>와 Sawyer 등<sup>28)</sup>은 agar-agar 인상의 크기 안정성에 대하여 보고하였다.

1951년 Schwartz<sup>3)</sup>에 의하여 가역성 hydrocolloid와 비가역성 hydrocolloid를 병용한 연합인상법이 소개된 후, Sawyer 등<sup>28)</sup>, Skinner와 Hoblit<sup>34)</sup>, 하<sup>42)</sup>는 연합인상의 크기 안정성에 대하여, Appleby 등<sup>3)</sup>, Dahl 등<sup>8)</sup>, Farah 등<sup>9)</sup>은 연합인상의 정밀도와 결합강도에 대하여, Appleby 등<sup>12)</sup>, Arkenbout<sup>4)</sup>은 연합인상의 임상적 적용과정에 대하여, Fusayama 등<sup>11)</sup>은 연합인상의 적합 정밀도에 대하여 연구 보고하였다.

이와같이 연합인상은 여러 임상가들에게 많은 관심의 대상이 되었으며, 최근에는 여러 제조회사들에 의하여 alginate에 결합되는 agar-agar가 개발되었다. 그러나, 아직 국내에서 이와 같은 연합인상용 agar-agar와 alginate를 이용한 연합인상의 임상적용 가능성에 대하여 연구 보고된 예가 희소하므로, 이에 저자는 연합인상의 임상사용 가능성을 알아보기 위하여 현재 국내에서 시판중인 연합인상

용 agar-agar 3 종류와, alginate 3 종류를 각각 연합하여 채득한 인상 및 모형에서 결합강도와 정밀도를 측정 분석하여 다소의 결과를 얻었기에 보고하는 바이다.

## II. 연구재료 및 방법

### 가. 연구재료

본 연구에서는 agar-agar 인상재로서 R1 (Dentloid), R2 (Combiloid), R3 (Colloid 80)를, alginate 인상재로서 I1 (Jeltrate), I2 (CA 37), I3 (COE Alginate)를, 모형재로서 치과용 경석고인 MG Crystal Rock을 사용하였다(Table I).

### 나. 연구방법

#### 1. 정밀도

##### 가) 원모형 제작

연구에 사용된 시편제작을 위한 원모형은 Appleby<sup>3)</sup>이 고안한 steel master die를 만든 후, 부식을 방지하기 위하여 크롬-도금하였다(Fig. 1).

원모형은 4개의 지대치형을 포함하였고, 측정하려는 모든 면이 서로 평행하도록 선반가공(milling)한 후, 10개의 표준 측정치를 선정하였다. 이 중 1에서 8은 양측 지대치형 측면간의 수평거리이며,

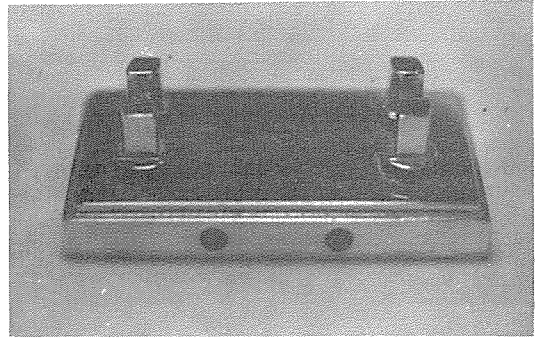


Fig. 1. The steel master die.

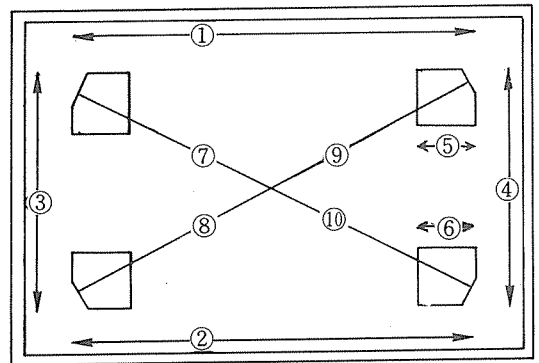


Fig. 2. Schematic representation of master die.

9와 10은 지대치형의 최상단을 연결한 면에서 기저부까지의 깊이를 나타낸다(Fig. 2).

인상용 tray를 정확히 위치시키기 위하여, 원모형의 기저부 변연부에 1×1mm의 홈을 형성하였다.

##### 나) 시편제작

시편제작을 위한 인상시 인상재의 두께가 균일하게 4mm가 되도록, 자가 중합용 아크릴레진(Harry J. Bosworth Co.)으로 인상용 tray를 제작하고, tray 내면에 인상재의 유지를 위해 1cm 간격으로 직경 약 2mm의 구멍을 뚫었다. tray의 변연은 모형에 정확히 위치되도록 모형의 홈과 일치시켰다. tray의 손잡이는 제거가 용이하고, 모형제작시 받침대로 이용할 수 있도록 면을 편평하게 하였다.

인상은 3 종류의 agar-agar와 3 종류의 alginate 인상재를 9가지 조합으로 분류하여, 각 조합마다 3회씩 모두 27회 인상을 채득하여, 27개의 시편을 제작하였다.

인상채득시는 주입용 agar-agar를 Hydrocolloid Conditioner (Lactona Co.)를 이용하여, 제조회사의 지시대로 100°C에서 8~10분간 끓이고, 60~63°C에

Table I. Materials used in this study

Code No.	Trade Name	Manufacturer
Agar-Agar		
R 1	Dentloid	Dentronics Co. (JAPAN)
R 2	Combiloid	Cavex Co. (HOLLAND)
R 3	Colloid 80	Dent-Products Co. (JAPAN)
Alginate		
I 1	Jeltrate	L.D. Caulk Co. (U.S.A.)
I 2	CA 37	Cavex Co. (HOLLAND)
I 3	COE Alginate	Coe Laboratories Inc. (U.S.A.)
Stone	MG Crystal Rock	Maruish Gypsum Co. (JAPAN)

서 10분간 유지시킨 후, 이를 37°C의 water bath에 보관하였던 원모형의 지대치형 및 인접부에 주입하고, alginate가 담긴 tray를 변연이 정지함에 접촉되도록 하방으로 힘을 가하여 위치시켰다. 이때의 alginate는 Appley등<sup>3, 5, 39)</sup>의 연구방법에 따라 제조회사의 지시보다 10% 더 증류수를 첨가하여 30초간 혼합하였다. 즉, Jeltrate는 분말 7g에 증류수 22.5cc를, CA 37은 7g에 20cc를, 그리고 COE Alginate는 7g에 20cc를 각각 혼합하였고, 매 혼합전에 22°C의 증류수를 pipet으로 측정하여 혼합에 사용하였다.

인상을 채득하는 동안 원모형을, 37±1°C로 유지되는 15×15×1cm의 금속판 위에 올려 놓아, 원모형이 구강내의 온도와 유사하게 유지되도록 하였다.

인상을 4분간 방치한 후 제거하여, 모형상(base)의 두께가 최소 1cm가 되도록 경석고인 MG Crystal Rock을 제조회사의 지시대로 분말 50g에 증류수 11.5cc를 진공혼합기(Whip-Mix Co.)에서 혼합하여 인상면에 붓고, humidor에 보관하여 60분간 경화시킨 후, 인상에서 경석고 모형을 제거하여 24시간이상 방치시킨 후 측정하였다.

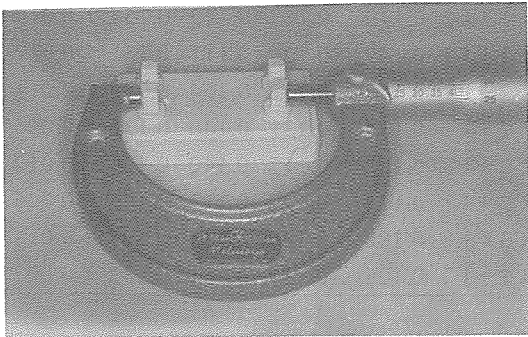


Fig. 3. Measurement with the micrometer.

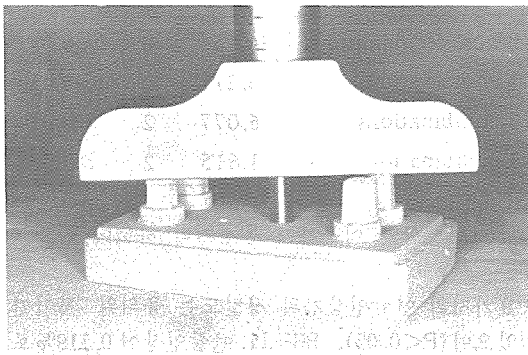


Fig. 4. Measurement with the depth gauge.

## 다) 측 정

각 연합인상에서 얻어진 27개의 측정용 모형에서 각각 3회씩 측정하였다.

측정부위 1에서 8까지는 0.001mm까지 측정이 가능한 micrometer(Mitutoyo Co.)를, 측정부위 9와 10은 depth gauge(Mitutoyo Co.)를 이용하였다(Fig. 3, 4).

## 2. 결합강도

### 가) 측정 보조장치 제작

본 연구에 사용한 agar-agar와 alginate의 결합강도를 측정하기 위하여, 인장강도 측정기인 Tensilon(Instron Co.)에서 측정이 가능토록 측정 보조장치를 제작하였다(Fig. 5, 6).

이 장치는 3부분의 원형 파이프를 구성되며 2개의 외측부분은 길이가 13mm, 직경이 30mm이고, alginate 인상재를 유지시킬 수 있도록 1cm 간격으로 직경이 약 2mm되는 구멍을 뚫었다. 양측의 막힌 끝에는 Tensilon에 부착시키기 위하여 자유로이 움직일 수 있는 S자형 고리를 달았고, 가운데 작

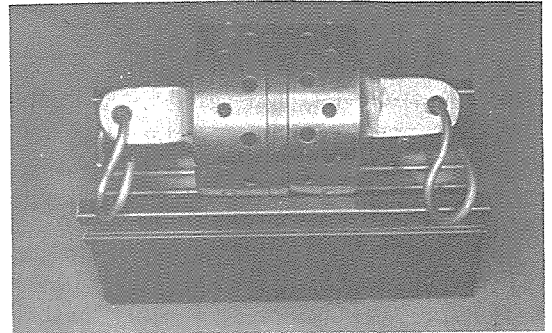


Fig. 5. The three piece holder for testing bond strength in the Tensilon Machine.

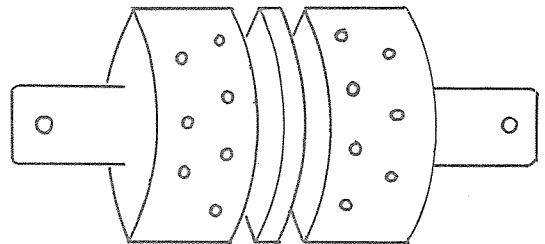


Fig. 6. Schematic representation of three piece holder.

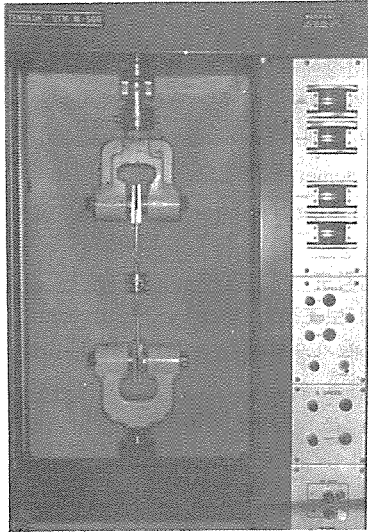


Fig. 7. Testing bond strength with the Tensilon Machine.

은 부분은 길이가 3mm로 agar-agar 인상재를 유지시킬 수 있었다.

나) 시편제작

Alginate를 혼합하여 장치의 양쪽 외측부분에 채워, 편평하게 한 후, 가운데 부분을 즉시 한쪽의 외측부분에 위치시키고, agar-agar를 주입하였다. 그 후, 즉시 나머지 외측부분을 붙이고, 이 세부분을 중심이 일치하도록 C자형 금속에서 4분간 고정시켜 시편을 제작한 후, Tensilon에 위치시켰다 (Fig. 7).

다) 측정

Tensilon은 cross head speed와 chart speed가 500mm/min.가 되도록 하였고, graph상에 기록된 힘을 측정하여, 이를 단위면적당힘으로 계산하였다.

측정은 9가지의 연합인상에서 각각 3회씩 27회 실시하였으며 실내온도 23±1°C, 상대습도 50±10%에서 시행하였다.

Ⅲ. 연구 성적

가. 정밀도

3 종류의 agar-agar 인상제와 3 종류의 alginate 인상제를 이용한 연합인상에서 제작한 총 27개 모형에서의 측정치를 원모형과 비교하여 평균크기차이를 산출하였고 (Table II), 백분율로 표시하였으며 (Table III), F-test를 이용한 one-way analysis of

Table II. Mean discrepancy of casts compared to master die (unit:μm)

Combina-tion	Cast No. 1	Cast No. 2	Cast No. 3	Mean for all three casts
R 1 + I 1	31	31	27	29.7 ± 2.3
R 1 + I 2	33	37	33	34.3 ± 2.3
R 1 + I 3	33	28	26	29.0 ± 3.6
R 2 + I 1	32	38	34	34.7 ± 3.1
R 2 + I 2	30	29	31	30.0 ± 1.0
R 2 + I 3	27	26	31	28.0 ± 2.6
R 3 + I 1	27	27	25	26.3 ± 1.2
R 3 + I 2	24	28	30	27.3 ± 3.1
R 3 + I 3	28	31	29	29.3 ± 1.5

Table III. Mean percentage of distortion for combinations of agar-agar and alginate (unit:%)

Combina-tion	Cast No. 1	Cast No. 2	Cast No. 3	Mean for all three casts
R 1 + I 1	0.140	0.140	0.122	0.134 ± 0.010
R 1 + I 2	0.149	0.167	0.149	0.155 ± 0.010
R 1 + I 3	0.149	0.126	0.117	0.131 ± 0.017
R 2 + I 1	0.145	0.172	0.154	0.157 ± 0.014
R 2 + I 2	0.135	0.131	0.140	0.135 ± 0.005
R 2 + I 3	0.122	0.117	0.140	0.126 ± 0.012
R 3 + I 1	0.122	0.122	0.113	0.119 ± 0.005
R 3 + I 2	0.108	0.126	0.135	0.123 ± 0.014
R 3 + I 3	0.126	0.140	0.131	0.132 ± 0.007

Table IV. F-test to the dimensional accuracy

	F value	DF	P value
All nine combinations	4.154	8	<0.05
R1 combinations	3.211	2	>0.05
R2 combinations	6.077	2	<0.05
R3 combinations	1.615	2	>0.05

variance 방식을 이용하여 통계처리 하였다 (Table IV).

9가지의 연합인상간의 정밀도는 유의미 차이가 있었으며 (P<0.05), R3+I1 연합인상이 0.119%로 가장 높았고, R2+I1 연합인상이 0.157%로 가장

낮았다.

R1 agar-agar를 이용한 연합인상에서는 R1+I3 연합인상이 0.131%, R1+I1 연합인상이 0.134%, R1+I2 연합인상이 0.155%의 순으로 우수하게 나타났다. 상호간에 유의의 차이는 없었다 ( $P > 0.05$ ).

R2 agar-agar를 이용한 연합인상에서는 R2+I3 연합인상이 0.126%, R2+I2 연합인상이 0.135%, R2+I1 연합인상이 0.157%의 순으로 우수하게 나타났다. 상호간에 유의의 차이가 있었다 ( $P < 0.05$ ).

R3 agar-agar를 이용한 연합인상에서는 R3+I1 연합인상이 0.119%, R3+I2 연합인상이 0.123%, R3+I3 연합인상이 0.132%의 순으로 우수하게 나타났다. 상호간에 유의의 차이는 없었다 ( $P > 0.05$ ).

#### 나. 결합강도

3 종류의 agar-agar 인상재와 3 종류의 alginate 인상재를 이용한 연합인상에서 결합강도를 각각 3 회씩 측정하여, 다음과 같은 결과를 얻었으며 (Table V), F-test를 이용한 one-way analysis of va-

riance 방식을 이용하여 통계 처리하였다 (Table VI).

결합강도는 모든 연합인상에서 유의의 차이가 있었으며 ( $P < 0.05$ ), R2+I3 연합인상에서 2010g/cm<sup>2</sup>로 가장 크게 나타났고, R3+I3 연합인상에서 509g/cm<sup>2</sup>로 가장 작게 나타나, 최대치와 최소치간에는 약 4배의 차이가 있었다.

R1 agar-agar를 이용한 연합인상에서는 R1+I2 연합인상이 778g/cm<sup>2</sup>, R1+I1 연합인상이 674g/cm<sup>2</sup>, R1+I3 연합인상이 528g/cm<sup>2</sup>순으로 높게 나타났으며, 상호간에 유의의 차이가 있었다 ( $P < 0.05$ ).

R2 agar-agar를 이용한 연합인상에서는 R2+I3 연합인상이 2010g/cm<sup>2</sup>, R2+I2 연합인상이 1306g/cm<sup>2</sup>, R2+I1 연합인상이 515g/cm<sup>2</sup>의 순으로 높게 나타났으며, 상호간에 유의의 차이가 있었다 ( $P < 0.05$ ).

R3 agar-agar를 이용한 연합인상에서는 R3+I2 연합인상이 707g/cm<sup>2</sup>, R3+I1 연합인상이 656g/cm<sup>2</sup>, R3+I3 연합인상이 509g/cm<sup>2</sup>의 순으로 높게 나타났으며, 상호간에 유의의 차이가 있었다 ( $P < 0.05$ ).

## IV. 총괄 및 고찰

치과 임상에서 구강내의 상태를 정확히 인지한다는 것은 매우 중요하며, 인상에 영향을 미치는 요소들은 인상채득 방법 및 기술외에 인상재의 재료학적 특성 등이다. 구강이라는 특수 조건을 감안하여 인상재의 요구조건을 살펴보면, 적당한 점도를 가지며, 친수성이 있어야 하고, 경화시간이 너무 길지 않으며, 치면을 정확히 재현할 수 있고, 안정성이 있어야 하며, 적당한 탄성을 갖고, 경제적이어야 한다는 점 등이다. 이러한 요구조건을 모두 만족시키는 이상적인 인상재는 아직 없으나, 연합인상은 agar-agar와 alginate 인상재의 장점들을 이용한 인상법으로, 그 가치가 인정되어 여러 연구자들에 의하여 최근 많이 연구되고 있다.

연합인상은 치아의 면을 정확히 재현하는 agar-agar를 주입용으로, 경화시간이 길지 않은 alginate를 tray용으로 사용함으로써, 정밀도가 높고 시술이 간편한 것이 특징이다. 또한 인상채득시 인상재의 온도가 agar-agar 인상재보다 낮아 환자에게 편안감을 주고, 경화시간이 빠르며, 특수한 장비가 필요하지 않아 임상에 응용하기 쉽다.<sup>4, 6, 31)</sup>

이 인상법은 agar-agar와 alginate 인상재간의 결합력이 인상의 정밀도에 영향을 미치므로, 이들 인

Table V. Bond strength between agar-agar and alginate combination (unit:g/cm<sup>2</sup>)

Combination	Test No. 1	Test No. 2	Test No. 3	Mean for all three tests
R 1 + I 1	651	665	707	674 ± 29
R 1 + I 2	792	736	806	778 ± 37
R 1 + I 3	453	622	509	528 ± 86
R 2 + I 1	412	619	515	515 ± 103
R 2 + I 2	1134	1237	1546	1306 ± 214
R 2 + I 3	2371	2113	1546	2010 ± 422
R 3 + I 1	552	736	679	656 ± 94
R 3 + I 2	693	736	693	707 ± 25
R 3 + I 3	523	495	509	509 ± 14

Table VI. F-test to the bond strength

	F value	DF	P value
All nine combinations	26.287	8	< 0.05
R1 combinations	14.741	2	< 0.05
R2 combinations	21.432	2	< 0.05
R3 combinations	9.838	2	< 0.05

상재간의 결합강도를 측정 비교할 가치가 있으며, 궁극적으로 임상에서 만족할 만큼 정밀해야 하므로, 연합인상으로부터 얻은 경석고 모형의 정밀도를 측정 비교하는 것이 매우 중요하다고 생각된다.

Skinner와 Hoblit<sup>34)</sup>는 두 인상재 간의 낮은 결합력을, 인상재 내면에 금속선을 위치시킴으로써 기계적 결합력을 증가시키는 방법을 보고하였으나, 기계적 결합력만으로는 agar-agar와 alginate의 연합인상에서 만족스러운 결과를 얻을 수 없으므로, 최근에는 화학적 결합이 가능한 연합인상용 agar-agar가 개발되었다. 이 결합이 어떤 화학반응에 의하여 일어나는지는 자세히 알 수 없으나, agar-agar 인상재의 성분인 agar 분자내 하이드록시-기와 alginate 인상재의 성분인 alginic acid 분자내 하이드록시-기 간의 반응에 의한 것으로 추측된다.

결합력에 대한 연구에서 Appleby등<sup>3)</sup>은 만족할 만한 정밀도를 얻기 위해서는 두 인상재 간의 결합강도가 400g/cm<sup>2</sup> 이상이 되어야 한다고 보고하였는데, 본 연구에서는 모든 연합인상의 결합강도가 이보다 높게 나타나 임상적용이 가능한 것으로 생각된다. 각 연합인상중 R2+I3 인상에서 결합강도가 2010g/cm<sup>2</sup>로 가장 높게 나타났으며, 다른 연합인상에서와는 달리, agar-agar와 alginate간의 분리면이 불분명하게 나타났는데, 이는 이 연합인상이 가장 화학적으로 결합이 잘 된 결과라고 생각된다.

정밀도에 관한 연구에서, Schwartz<sup>3)</sup>는 이 연합인상법을 이용하여 임상적으로 만족할 만한 결과를 얻었다고 보고하였고, Skinner와 Hoblit<sup>34)</sup>는 연합인상의 크기 안정성이 다른 인상재를 단독으로 사용한 것 만큼이나 정확하다고 하였다. alginate 인상에서 얻은 작업모형의 정밀도에 관한 연구에서, Skinner등<sup>32)</sup>은 0.1%를, Hollenback<sup>3)</sup>은 0.104%를, Marrant와 Elphicke<sup>21)</sup>는 0.27%를 변형의 최대 허용치로 보고하였으며, 연합인상에서 얻은 작업모형의 정밀도에 관하여, Appleby등<sup>3)</sup>은 0.22%의 오차를 만족할 만 하다고 하였다. 본 연구에서의 오차는 최저 0.119%에서 최고 0.157%로 나타나 임상적용이 가능한 것으로 생각된다. Christensen<sup>5)</sup>은 주조체에 있어서 변형의 최대 허용치를, 치은 변연부에서 74  $\mu$ m, 교합면쪽에서 39  $\mu$ m로 보고하였다. 본 연구에서는 모든 측정치가 최저 26.3  $\mu$ m에서 최고 34.7  $\mu$ m로 교합면쪽에서의 허용치인 39  $\mu$ m이내에 있었다. 그러나, 본 연구에서 얻은 작업모형을 이용하여 제작한 주조체가 위의 허용치를 만족하는 지는

더 연구해야 할 과제이다. 본 연구의 정밀도 측정에서 각 연합인상간에 차이가 생긴 원인은, agar-agar 인상재와 경석고간의 적합도 차이와 tray용으로 사용한 alginate 인상재의 크기 안정성, 그리고 주입한 agar-agar 인상재의 두께 등에 기인하는 것으로 생각된다.

결합강도와 정밀도간의 상관관계에 대하여, Appleby등<sup>3)</sup>은 연합인상에서 사용한 agar-agar 인상재와 alginate 인상재간의 결합강도가 클수록 정밀도는 우수하여 진다고 보고하였다. 본 연구에서는, 결합강도가 가장 큰 연합인상이 R2+I3인 반면, 정밀도가 가장 우수한 연합인상은 R3+I1이었고, 결합강도가 가장 적은 연합인상이 R3+I3인 반면, 정밀도가 가장 낮은 연합인상은 R2+I1이었다. 이와같이 결합강도와 정밀도간의 상관관계가 없는 것은, 사용한 인상재간의 결합강도가 모두 임상적으로 만족할 만 하여, 정밀도에 미치는 영향은 그만큼 적으며 오히려 인상채득 방법 및 기술, 그리고 인상재 자체의 특성이 정밀도에 더 중대한 영향을 주는 것으로 생각된다.

적절한 종류의 agar-agar와 alginate 인상재를 선택 사용한 연합인상은 임상적으로 충분히 응용할 만하다고 생각된다.

## V. 결 론

저자는 국내 시판중인 3종류의 agar-agar 인상재(R1 : Dentloid, R2 : Combiloid, R3 : Colloid 80)와 3종류의 alginate(I1 : Jeltrate, I2 : CA 37, I3 : COE Alginate)를 각각 조합하여 연합인상을 채득하여, 정밀도와 결합강도를 측정한 결과, 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 정밀도 및 결합강도 측정에서 각 연합인상간에는 유의의 차이가 있었다.
2. 정밀도는 R3+I1 연합인상이 가장 높았고, R2+I1 연합인상이 가장 낮았다.
3. 결합강도는 R2+I3 연합인상이 가장 컸고, R3+I3 연합인상이 가장 작았다.
4. 모든 연합인상에서 사용가능한 정밀도 및 결합강도를 나타냈다.

## 참 고 문 헌

1. Appleby, D.C.: The combination hydrocolloid/alginate impression. *J. Am. Dent. Assoc.*,106:194, 1983.
2. Appleby, D.C., et al.: The combined reversible hydrocolloid/irreversible hydrocolloid impression system: Clinical application. *J. Prosthet. Dent.*,46: 48, 1981.
3. Appleby, D.C., Pameijer, C.H., and Boffa, J.: The combined reversible hydrocolloid/irreversible hydrocolloid impression system. *J. Prosthet. Dent.*,44: 27, 1980.
4. Arkenbout, J.: A combined agar hydrocolloid/alginate impression technique. *Quintessence Int.*,12: 1223, 1984.
5. Christensen, G.J.: Marginal fit of gold inlay castings. *J. Prosthet. Dent.*,16: 297, 1966.
6. Craig, R.G.: Restorative dental materials. 7 ed., p. 253, Mosby, St. Louis. Toronto-Princeton., 1985.
7. Cresson, J.: Suggested revisions for testing dental elastic impression materials. *J. Dent. Res.*, 28: 573, 1949.
8. Dahl, B.L., Dymbe, B., and Valderhaug, J.: Bonding properties and dimensional stability of hydrocolloid impression systems in fixed prosthodontics., *J. Prosthet. Dent.*, 53: 796, 1985.
9. Farah, J.W., and Powers, J.M.: On making good impressions. *The Dental Advisor*, 1:1, 1984.
10. Fusayama, T.: Dimensional, form and hardness changes of dies for indirect dental technic. *J. Am. Dent. Assoc.*, 52: 162, 1956.
11. Fusayama, T., et al.: A laminated hydrocolloid impression for indirect inlays. *J. Prosthet. Dent.*,47: 171, 1982.
12. Gilmore, H.W., Phillips, R.W., and Swartz, M.L.: The effect of residual stress and water change on the deformation of hydrocolloid impression materials. *J. Dent. Res.*, 37: 816, 1958.
13. Hampson, E.L.: The effects of environment on the dimensional stability of reversible and irreversible hydrocolloid impression materials. *B. Dent. J.*,99: 371, 1955.
14. Harris, Jr., W.T.: Water temperature and accuracy of alginate impressions. *J. Prosthet. Dent.*, 21: 613, 1969.
15. Hohlt, F.A.: Hydrocolloid techniques in the fabrication of inlays by the indirect method. *Dent. Clin. North Am.*,1: 139, 1957.
16. Hosoda, H., Fusayama, T.: Surface reproduction of elastic impressions. *J. Dent. Res.*, 38: 932, 1959.
17. \_\_\_\_\_: Distortion of irreversible hydrocolloid and mercaptan rubber-base impressions. *J. Prosthet. Dent.*,11: 318, 1961.
18. Kendrick, Z.V.: The physical properties of agar type hydrocolloid impression material. *J. Am. Dent. Assoc.*,40: 575, 1950.
19. Khaknegar, B., and Ettinger, R.L.: Removal time: A factor in the accuracy of irreversible hydrocolloid impressions., *J. Oral Rehabil.*, 4: 369, 1977.
20. Miller, M.W.: Syneresis in alginate impression materials. *Br. Dent. J.*,139:425, 1975.
21. Morrart, G.A., and Elphicke, G.B.: An investigation into methods for maintaining the dimensional stability of alginate impression materials. *Br. Dent. J.*,100:42, 1956.
22. Morrow, R.M., et al.: Compatibility of alginate impression materials and dental stones. *J. Prosthet. Dent.*,25: 556, 1971.
23. Paffenbarger, G.C.: Hydrocolloidal impression materials: Physical properties and a specification. *J. Am. Dent. Assoc.*, 27:

- 373, 1940.
24. Phillips, R.W., and Ito, B.Y.: Factors influencing the accuracy of reversible hydrocolloid impressions. *J. Am. Dent. Assoc.*, 43: 1, 1951.
  25. Phillips, R.W., Price, R.R., and Reinking, R.H.: The use of alginate for indirect restorations. *J. Am. Dent. Assoc.*, 43: 393, 1953.
  26. Rudd, K.D., Morrow, R.M., and Bange, A.A.: Accurate casts. *J. Prosthet. Dent.*, 21: 545, 1969.
  27. Rudd, K.D., Morrow, R.M., and Strunk, R.R.: Accurate alginate impressions. *J. Prosthet. Dent.*, 22: 294, 1969.
  28. Sawyer, H.F., Sandrick, J.L., and Neiman, R.: Accuracy of casts produced from alginate and hydrocolloid impression materials. *J. Am. Dent. Assoc.*, 93: 806, 1976.
  29. Schnell, R.J., and Phillips, R.W.: Dimensional stability of rubber base impressions and certain other factors affecting accuracy. *J. Am. Dent. Assoc.*, 57: 39, 1958.
  30. Schoonover, I.C., and Dickson, G.: Preparation and characteristics of elastic dental impression compounds with an alginate base. *J. Am. Dent. Assoc.*, 30: 565, 1943.
  31. Shillingburg, H.T., Hobo, S., and Whitsett, L.D.: *Fundamentals of fixed prosthodontics*. 2 ed., p. 221, Quintessence Chicago Illinois, 1981.
  32. Skinner, E.W., Cooper, E.N., and Beck, F.E.: Reversible and irreversible hydrocolloid impression materials. *J. Am. Dent. Assoc.*, 40: 196, 1950.
  33. Skinner, E.W., and Cooper, E.N.: Desirable properties and use of rubber impression materials. *J. Am. Dent. Assoc.*, 51: 523, 1955.
  34. Skinner, E.W., and Hoblit, N.E.: Study of the accuracy of hydrocolloid impressions. *J. Prosthet. Dent.*, 6: 80, 1956.
  35. Skinner, E.W., and Pomés, C.E.: Dimensional stability of alginate impression materials. *J. Am. Dent. Assoc.*, 33: 1253, 1946.
  36. \_\_\_\_\_: Alginate impression materials: Technic for manipulation and criteria for selection. *J. Am. Dent. Assoc.*, 35: 245, 1947.
  37. Stackhouse, J.A.: A comparison of elastic impression materials. *J. Prosthet. Dent.*, 34: 305, 1975.
  38. Thompson, M.J.: A standardized indirect technic for reversible hydrocolloid, *J. Am. Dent. Assoc.*, 46: 1, 1953.
  39. Walter, J.D.: An assessment of alginate materials. *Dent. Pract, Dent. Rec.*, 21: 377, 1971.
  40. 김철위: 한국 치과계에서 사용되고 있는 각종 치과용 알지베이트 인상재의 특성에 관한 비교 연구: 탄성 및 영구 변형에 관한 연구. *대한치과의사협회지*, 18: 471, 1980.
  41. 최지은: 치과용 인상재에 따른 모형재간의 적합 정밀도에 관한 비교 연구. *대한치과의사협회지*, 21: 157, 1983.
  42. 하주태: Alginate와 Agar-Agar에 의한 연합인상법의 준법정도에 관한 임상적 연구. *대한치과의사협회지*, 17: 701, 1979.



## ABSTRACT

### AN EXPERIMENTAL STUDY ON THE BOND STRENGTH AND DIMENSIONAL ACCURACY OF THE COMBINED AGAR-AGAR AND ALGINATE IMPRESSION

Ja Ho Yang, D.D.S., Ki Hwan Kim, D.D.S., Hoo Dong Han, D.D.S.

*Department of Dental Science, The Graduate School,  
Yonsei University*

In dental clinics, many impression materials are used for making well fitted restorations. Among them, the combined impression of agar-agar and alginate has more usable properties, so it is important to study on the dimensional accuracy and the bond strength of this impression system.

To investigate the dimensional accuracy and the bond strength, three types of agar-agar impression material (R1: Dentloid, R2: Combiloid, R3: Colloid 80) and three types of alginate impression material (I1: Jeltrate, I2: CA 37, I3: COE Alginate) were used, and combined in all nine possible combinations.

With these combinations, the impression were made, and poured, and then dimensional accuracy tests were carried out with a micrometer and a depth gauge (Mitutoyo Co.).

The bond strength of these combinations were tested with Tensilon (Instron Co.).

The following results were obtained;

1. In the dimensional accuracy and bond strength, there was a significant difference in all nine combinations.
2. In the dimensional accuracy, R3 + I1 combination showed the highest, and R2 + I1 combination showed the lowest.
3. In the bond strength, R2 + I3 combination showed the highest, and R3 + I3 combination showed the lowest.
4. Clinically acceptable accuracy and bond strength were shown in all nine combinations.