고무 인상재의 크기 안정성 및 친수성에 관한 연구

전남대학교 치과대학 보철학교실

강충희 · 방몽숙

목 차

Ⅰ. 서 론
Ⅱ. 연구재료 및 방법
Ⅲ. 연구결과
Ⅳ. 총괄 및 고안
Ⅴ. 결 론
참고문헌
영문초록

Ⅰ. 서 론

양호한 치과 보철물의 제작을 위해서는 적합한 인상재로 구강내 조직을 세밀하고 정확하게 인기하는 것이 매우 중요하다. 그러므로 적절한 인상재의 선택이 보철물의 성패 여부를 좌우한다고 할 수 있으며 실제 임상에서 정확한 보철물을 제작하기 위하여 여러 가지 인상 채득 방법 및 재료가 사용되고 있다. 현재 알지네이트 인상재와 고무 인상재가 치과영역 전반에서 널리 사용되고 있으며 이에 대한 선현들의 많은 연구가 있었다[1-47].

Craig[1]와 Phillips[2]는 고무 인상재의 기본적 성질에 대해 기술하였으며, Gilmor등[3], Schnell과 Phillips[4]는 고무 인상재가 크기 안정성과 적합 정밀성이 우수하다고 보고하였다. 이외에 Fairhurst등[5]은 고무 인상재의 응력 및 인상재 제거 후 시간경과에 따른 변화를, Eames등[6]은 고무 인상재의 두께에 의한 적합 정밀도를 관찰하였다.

고무 인상재의 크기 안정성에 관하여 Stackhouse[7,8]는 polyether 인상재가 다른 탄성 인상재에 비해 가장 안정성이 있다고 하였으며, Dhuru등[9]은 전악 인상 채득에 있어서 polyether 인상재가 vinylpolysiloxane이나 polysulfide보다 더 정밀한 재료라고 보고하였다. Goldberg[10], Tjan등[11,12]과 Dounis등[13]은 polyether와 부가 중합형 silicone 인상재가 작은 크기 변화를 나타내었다고 보고하였고, Tjan등[11,12]은 이들 인상재를 사용할 경우 인상 채득 1주일 후까지도 정확하게 모형을 재현한다고 보고하였다. 반면 Yeh등[14], Lacy등[15]은 부가 중합형 silicone 인상재가 다른 고무 인상재보다 더 정밀하다고 하였으며, 1991년 Moore등[16]은 부가 중합형 silicone 인상재에서 소수성(hydrophobic)이 친수성(hydrophilic)보다 더 안정성이 있다고 보고하였다.

한편 모형을 정확하게 제작하기 위한 조건으로 인상재의 안정성, 정확성 및 인상재에 모형용 석고가 주입될 때 인상재와의 적합성과 경석고 수용액에 대한 인상재의 친수성도 관련된다[17]. Lorren등[18], Praten과 Craig[19]는 polyether가 silicone이나 polysulfide에 비해 가장 친수적이었다고 보고하였으며, 1991년 Moore등[16]도 polyether 인상재가 가장 친수적이며 부가 중합형 silicone 인상재에서 친수형이 소수형 보다 친수적이라고 보고한 바, 이들은 모두 공통적으로 polyether 인상재의 친수성을 강조하였다.

이상과 같이 고무 인상재에 대한 많은 연구 보고가 계속되고 있으며 인상재의 크기 안정성은 실제 모형과 인상 채득에 의해 제작된 모형과의 지대치간 거리, 높이, 직경 등의 변화를 계측함으로써 측정될 수 있고[20,21], 각각 다른 인상재로 채득된 인상으로 제작된 모형상에서 기공물을 제작하여 이들의 변형을 알아보는 방법에 의해서도 측정되며[13,22], 또 인상재 표면의 친수성은 액체의 방울과 인상재 표면 사이에

형성된 접촉각의 크기를 측정함으로써 결정된다[18,19,23]. 그러나 고무 인상재의 종류에 따른 상호간의 비교 연구는 아직 많지 않았다.

본 연구는 현재 임상에서 사용되고 있는 polyether 인상재, polysulfide 인상재, silicone 인상재중 축중합형, 소수성 부가 중합형 및 친수성 부가 중합형 등 5가지 고무 인상재의 크기 안정성과 친수성을 비교 검토하기 위하여 시도되었다.

II. 연구재료 및 방법

1. 크기 안정성 측정을 위한 실험

가) 주모형과 인상 채득용 기구의 제작

구강내의 형태와 유사한 금속 주모형상에 Kaiser와 Nicholls[20,21]가 고안된 방법에 따라 악궁 형태에 맞도록 5개의 지대치(A, B, C, D, E)를 좌우 대칭이 되게 제작하였다(Fig. 1). 5개의 지대치중 2개(A, E)는 저변 직경 10.5mm, 상부 직경 7.0mm, 높이 8.0mm의 원뿔대 모양으로 제2 대구치 부위에 위치시키고, 다른 2개(B, D)는 저변 직경 10.0mm, 상부 직경 6.5mm, 높이 8.0mm로 하여 제1 소구치 부위에 위치시켰으며, 지대치 C는 저변 직경 10.0mm, 상부 직경 6.5mm, 높이 8.0mm로 정중선에 위치시켰다. 각각의 지대치의 축면은 6°의 경사도로 제작하였고 모든 지대치의 교합면은 동일한 평면상에 위치하도록 하였으며 교합면에 V자 모양의 홈을 십자 형태로 형성시켜 그 교차점을 측정의 기준점으로 삼았다. 각각의 지대치에 대해 치경부측은 undercut metal collar (치면에 대해 3°의 negative taper)를 형성하여 정상적인 치근 형태의 butt joint finish line과 유사하게 하였다.

주모형의 인상은 특수하게 제작한 실험 기구를 사용하여 채득하였는데[20,21,24], 이 기구는 3개의 평행한 guide post, metal rim-rock tray를 고정할 수 있는 장치 및 3개의 *removable stop*이 있는 금속 기저판과 주모형이 부착된 이동 가능한 편평한 금속판으로 구성되어 있다. Guide post와 metal stop은 주모형의 지대치 주위의 인상재의 두께가 모든 인상체에서 같도록 하기 위해 인상 tray내에 주모형이 일정하게 위치되도록 설계하였으며, 주모형은 수직적인 삽입과 제거를 함으로써 인상체에 대한 측방 응력을 최소로 하였다.

나) 인상재 및 인상 채득 방법

본 연구에서는 현재 임상에 사용되고 있는 5가지 고무 인상재를 사용하였다(Table 1).

5가지 인상재를 사용하여 주모형으로부터 인상을 채득한 다음 각 인상재별로 7개씩의 경석고 모형을 제작하였다. 이들 인상재는 모두 제조회사의 지시에 따라 사용하였으며 인상 채득 전에 금속 지대치를 ethyl alcohol로 닦고 증류수로 세척한 후 구강내와

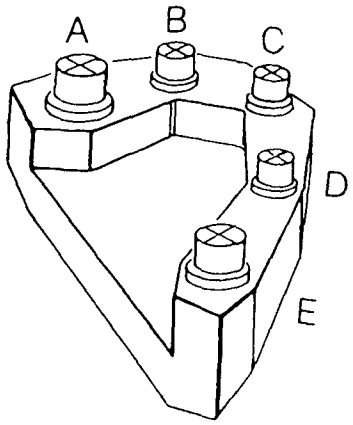

Fig. 1. Schematic drawing of metal master die.

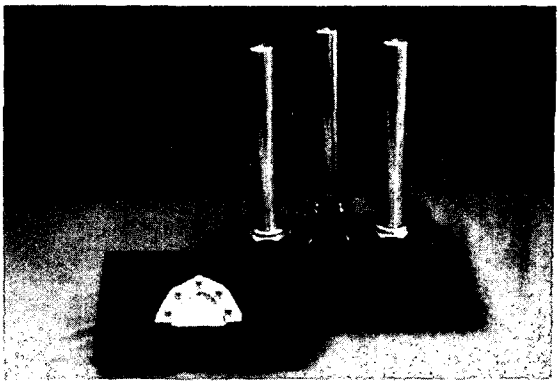

Fig. 2. Testing apparatus.
-Left : Master die attached to metal plate
-Right : Specially designed impression apparatus

Table 1. Rubber impression materials used in this experiment

Classification	Products	Provided system	Curing time	Manufacturer
Polysulfide	Permlastic -Heavy body -Light body	Two-paste system	10min.	Kerr Manufacturing Co., USA
Polyether	Impregum-F	Two-paste system	6min.	Espe, Germany
Condensation silicone	Optosil Xantopren	Putty-liqid system Two-liquid system	6min.	Bayer, Germany
Addition-silicone (Hydrophobic)	Blend-a-scon	Putty-paste system Two-liquid system	6min.	Blend-a-med Germany
Addition-silicone (Hydrophilic)	Hydrophilic exaflex	Two-putty system Two-paste system	5min. 30sec.	G-C Dental Industrial Corp., Japan

비슷한 환경을 부여하기 위해 37°C의 Water bath에 주모형을 담근 다음 건조시켜 인상을 채득하였다. Optosil/Xantopren, Hydrophilic exaflex, Blend-a-scon의 사용시에는 putty/light body system이 사용되었는데 이들의 사용에 있어 putty 사용후 light-body인상재의 두께를 일정케 하기 위해 두께가 2 mm인 resin spacer를 제작하여[6] 주모형상의 지대치 주위에 위치시키고 putty 인상을 채득한 후 제거하고 이 공간에 light body를 주사기로 주입하였다. Polysulfide에 대해서는 금속 tray내에 adhesive를 바르고 heavy body를 제조회사의 지시대로 혼합하여 채워 넣고 지대치 주위에는 light-body를 인상재 두께가 약 2mm정도 되도록 주사기로 주입하였다. Impregum-F도 지대치에 주입함과 동시에 tray내에 위치시켰다.

인상재가 경화될 때까지 제조회사에서 지시한 경화시간 동안 충분히 기다린 다음(Table 1), 인상재의 제거시 생길 수 있는 인상재의 변형을 최소화하기 위해 단번에 빨리 제거하였다. 얻어진 인상은 즉시 치과용 경석고(MG Crystal Rock®, Maruishi Gypsum Co., Japan) 100g을 증류수 24ml에 넣고 60초 동안 진공 혼합한 후 vibrator를 이용하여 인상체의 한 쪽에서부터 부었다. 경화된 모형은 1시간 후에 제거하였으며 실온에서 오염되지 않도록 주위하여 보관하였다.

다) 경석고 모형상 계측

제작된 경석고 모형에서 각 지대치간 거리와 지대치 하단의 직경 그리고 지대치의 높이를 측정하였다(Fig. 3).

1) 지대치간 거리 측정

길이의 측정에는 측정 오차가 ±0.0005mm 정도인 digital profile projector(Werth, Germany)를 사용하였으며 측정의 표준화를 위하여 한 사람이 측정하여 오차를 줄였다. 지대치간 거리의 측정은 지대치 A, B, C, D, E에 있어서 A−B, A−C, A−D, A−E, B−C 및 B−D간의 거리를 측정하였으며 시편당 측정해야 할 6개의 측정 거리에 대해 각각 5회의 측정을 시행한 다음 이들 측정치를 Scheffe's test를 이용하여 통계학적 검증을 시행하였다.

2) 지대치 하단 직경의 측정

지대치 하단 직경은 측정 오차가 ±0.005mm 정도인 digital vernier calipers(Mitutoyo, Japan)로 시편당 5회씩 측정하여 이들 측정치에 대해 Scheffe's test로 검증하였다.

3) 지대치의 높이 측정

지대치의 높이는 측정 오차가 ±0.0005mm 정도인 dial gauge(Mitutoyo, Japan)로 표준 정반상에서 시편당 5회씩 측정하고 이들 측정치에 대해 Scheffe's test로 검증하였다.

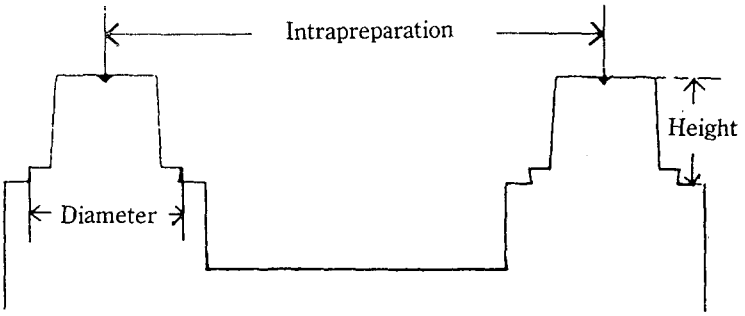

Fig. 3. Schematic drawing of measurement on stone model.
-Intrapreparation : Distance of two abutments
-Diameter : Diameter of lower base of abutment
-Height : Height of abutment

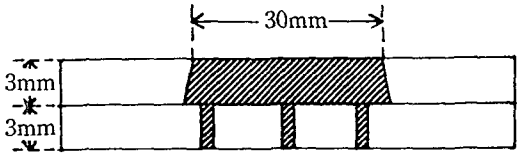

Fig. 4. Acrylic resin block with impression material(oblique line).

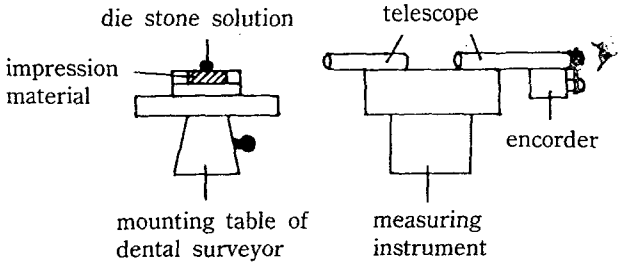

Fig. 5. Measuring of contact angle.

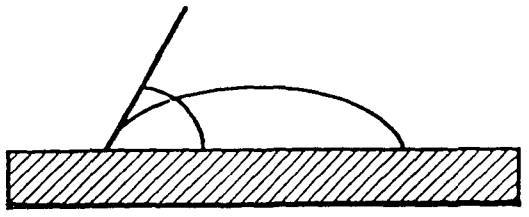

Fig. 6. Contact angle.

2. 친수성 측정을 위한 실험

가) 시편 제작

30×30×3mm의 인상재 시편을 만들 수 있는 acrylic resin block을 제작하였다(Fig. 4)[18,19]. Block의 내면 측벽은 약간의 첨와를 주어 인상재 시편 제작시 기계적 유지력을 얻도록 하였다. 또한 block의 밑면에는 인상재가 고루 전입될 수 있도록 유출로를 주어 인상재의 유출을 허용하였다. 각각의 block에 적절한 adhesive를 바르고 혼합된 인상재를 넣은 후 인상재의 표면을 편평하게 해주기 위해 큼힘이 없는 거울면으로 압입시켜 경화시켰다. 이때 거울면은 ethly alcohol로 깨끗이 닦고 증류수로 세척 후 건조시켜 사용하였다. 각 인상재는 제조회사의 지시에 따라 사용하였으며 인상재의 종류별로 7개씩의 시편을 제작하였다.

나) 접촉각 측정

각 시편을 치과용 surveyor의 mounting table 위에 편평하게 위키시켜 고정한 후 $CaSO_4 \cdot H_2O$의 포화 수용액(0.2g/ml)을 wetting liquid로 사용하였다. 인상재 상방 약 5mm 부위에 micropippette을 고정한 다음 약 0.03ml의 수용액 방울을 인상재 상부의 표면에 조심스럽게 떨어뜨렸다. 1분 후 1회전당 2,042 pulse가 나오는 encorder를 사용하여 0.1도의 정밀도를 갖는 telescope로 평형 접촉각을 눈으로 측정하였다(Fig. 5,6). 각각의 시편에 대해 5회 측정을 시행하여 이들 측정치에 대해 Scheffe's test를 이용하여 통계학적 검증을 시행하였다.

Ⅲ. 연구결과

1. 크기 안정성 측정 결과

가) 지대치간 거리

지대치 A, B, C, D, E 사이의 측정치 6개(A−B, A−C, A−D, A−E, B−C 및 B−D)에 대한 측정치의 평균과 표준 편차는 Table 2와 같다. A−B간의 거리에서는 0.018(0.092%)~0.057(0.291%)mm의 범위내에서 변화하였으며 Permlastic에서 가장 작은 변화를, Xantopren에서 가장 큰 변화를 나타내었고 A−C간의 거리에서는 0.029(0.078%)~0.104(0.175%)mm의 범위내에서 변화하였으며 Blend-a-scon에서 가장 작은 변화를, Impregum-F에서 가장 큰 변화를 나타내었으며 이들 간에 유의한 차가 나타났다. A−D간의 거리에서는 0.020(0.045%)~0.078(0.175%)mm의 범위내에서 변화하였으며 Xantopren이 가장 작은 변화를, Impregum-F에서 가장 큰 변화를 나타내었고 A−E 간의 거리에서는 0.019(0.040%)~0.107(0.223%)mm의 범위내에서 변화하였으며 Permlastic에서 가장 작은 변화를, Blend-a-scon에서 가장 큰 변화를 나타내었다. 또한 B−C간의 거리에서는 0.035(0.175%)~0.089(0.445%)mm의 범위내에서 변화하였으며, Blend-a-scon에서 가장 작은 변화를, Impregum-F에서 가장 큰 변화를 나타내어 이들 간에 유의한 차가 나타났으며, B−D간 거리에서는 0.002(0.006%)~0.075(0.223%)mm의 범위내에서 변화하였으며 Hydrophilic exaflex에서 가장 작은 크기 변화를 나타내었고, Xantopren이 가장 큰 크기 변화를 나타내었다. 전체적으로 Blend-a-scon과 Impregum-F 간에 유의한 차이가 있었으며($P<0.05$), 측정치에 대한 95%의 유의수준에서 유의한 차가 나타났다(Table 2).

나) 지대치 하단 직경의 측정 결과

지대치 A, B, C, D, E의 하단부 직경을 측정한 결과 그 평균과 표준 편차는 Table 3과 같다. 전체적인 변형량에서 볼 때 Blend-a-scon이 가장 작은 변화를 나타내었고 Impregum-F가 가장 큰 크기 변화를 나타내었다.

전체적으로는 Blend-a-scon과 Impregum-F 간에 유의한 차이가 있었고($P<0.05$) 각각의 측정치에

Table 2. Means of intrapreparation measurement(mm)

	Die	Per	Imp	Xan	Ble	Exa
		MEANS SD	MEANS SD	MEANS SD	MEANS SD	MEANS SD
A−B	19.582	19.600 0.017	19.611 0.015	19.639 0.013	19.605 0.032	19.605 0.036
				*		
A−C	37.372	37.441 0.036	37.476 0.040	37.459 0.034	37.401 0.022	37.414 0.043
A−D	44.529	44.551 0.022	44.607 0.066	44.509 0.074	44.469 0.071	44.498 0.050
A−E	48.081	48.100 0.019	48.147 0.050	47.994 0.103	47.974 0.128	48.026 0.055
			*			
B−C	19.997	20.071 0.039	20.086 0.025	20.047 0.029	20.032 0.012	20.043 0.017
B−D	33.707	33.748 0.024	33.782 0.034	33.677 0.067	33.695 0.016	33.705 0.024

* : $p<0.05$
SD : standard deviation
Per : Permlastic Imp : Impregum-F Xan : Xantopren
Ble : Blend-a-scon Exa : Hydrophilic exaflex

Table 3. Means of lower base diameter(mm)

	Die	Per	Imp	Xan	Ble	Exa
		MEANS SD	MEANS SD	MEANS SD	MEANS SD	MEANS SD
A	10.86	10.95 0.039	10.99 0.024	11.02 0.060	10.99 0.060	10.99 0.047
				*		
B	9.72	9.81 0.023	9.82 0.051	9.75 0.053	9.72 0.027	9.74 0.041
C	9.68	9.75 0.023	9.77 0.045	9.71 0.077	9.70 0.051	9.72 0.032
D	9.79	9.83 0.038	9.84 0.021	9.79 0.054	9.74 0.049	9.77 0.029
E	10.54	10.58 0.056	10.59 0.014	10.62 0.051	10.60 0.042	10.59 0.043

* : $p<0.05$
SD : standard deviation
Per : Permlastic Imp : Impregum-F Xan : Xantopren
Ble : Blend-a-scon Exa : Hydrophilic exaflex

Table 4. Means of height(mm)

	Die	Per	Imp	Xan	Ble	Exa
		MEANS SD	MEANS SD	MEANS SD	MEANS SD	MEANS SD
A	7.851	8.044 0.117	7.995 0.101	7.914 0.182	7.937 0.086	7.928 0.059
B	7.758	7.821 0.153	7.844 0.090	7.825 0.170	7.816 0.096	7.870 0.057
C	7.866	7.730 0.098	7.871 0.181	7.853 0.142	7.815 0.180	7.857 0.073
D	7.945	7.785 0.089	7.858 0.092	7.899 0.099	7.905 0.126	7.865 0.071
E	8.002	8.139 0.119	8.126 0.102	8.031 0.165	8.043 0.056	8.049 0.076

SD : standard deviation
Per : Permlastic Imp : Impregum-F Xan : Xantopren
Ble : Blend-a-scon Exa : Hydrophilic exaflex

대해서는 95% 유의수준에서 유의한 차이가 나타났으며(Table 3), B, D에서 Blend-a-scon과 Impregum-F 간에 95% 유의수준에서 유의한 차이가 있었다.

다) 지대치의 높이 측정 결과

지대치 A, B, C, D, E의 교합면의 중심점과 기저부와의 높이를 측정한 결과 그 평균과 표준편차는 Table 4와 같다. 전체적인 변형량을 볼 때 Blend-a-

Table 5. Means of contact angle

Per	Imp	Xan	Ble	Exa
MEANS SD	MEANS SD	MEANS SD	MEANS SD	MEANS SD
68.46° 2.72°	39.49° 7.42°	91.76° 2.69°	84.51° 2.20°	44.26° 5.25°

SD : standard deviation
Per : Permlastic Imp : Impregum-F Xan : Xantopren
Ble : Blend-a-scon Exa : Hydrophilic exaflex

Table 6. Results of Scheffe's test for variable of contact angle between groups

Comparison	Per	Imp	Xan	Ble	Exa
Per	—				
Imp	*	—			
Xan	*	*	—		
Ble	*	*	NS	—	
Exa	*	NS	*	*	—

* : $p<0.01$
NS : not significant
Per : Permlastic Imp : Impregum-F Xan : Xantopren
Ble : Blend-a-scon Exa : Hydrophilic exaflex

scon이 가장 작은 변화를 나타내었고, Impregum-F에서 가장 큰 변화를 나타내었으나 실험군간의 유의한 차이는 나타나지 않았다.

2. 친수성 측정 결과

각 시편상에서 경석고 수용액 평형 접촉각을 측정한 결과 Impregum-F가 39.49±2.72°의 접촉각을 보여 가장 친수성이 큰 재료로 나타났고 Xantopren이 91.76±2.69°의 접촉각을 보여 가장 친수성이 낮게 나타났다. 5가지 인상재중 Impregum-F와 Hydrophilic exaflex가 하나의 군으로, Xantopren과 Blend-a-scon이 하나의 군으로 나타났으며, permlastic이 하나의 군으로 나타나 이들 군들 간에 유의한 차이가 나타났다($P<0.01$) (Table 5,6).

Ⅳ. 총괄 및 고안

정확한 인상을 채득하는 것은 보철치료를 하는 모든 임상가들에게 있어 공통적인 바램이다. 그러나 임상에서 인상 채득시 변형이 발생됨을 종종 경험하게 되는데 이는 재료 자체에 의한 것 뿐만 아니라 tray와 삭제된 지대치 사이의 공간, 인상 채득 방법, 인상체의 보관상태, non-rigid tray의 사용에 의해 야기되는 응력의 이완, tray를 과도한 힘으로 위키시킴으로써 발생되는 변형 그리고 구강으로부터 인상 tray를 너무 천천히 제거함으로써 발생되는 인상체의 영구 변형과 함께 인상재가 경화되기 전에 tray를 제거하는 등의 여러 요소에 의해서 야기될 수 있다[4,6,8,14,25-30].

각 재료의 물리적 특성과 한계성을 이해하는 것도 임상치과학에서 재료의 성공적인 사용을 위해 필수적이다[1,2,31]. Polysulfide 고무 인상재는 축합형의 인상재로서 반응시 반응 부산물인 H_2O가 발생되어 수축이 일어난다고 보고되고 있다. 축중합형 silicone 인상재는 반응 부산물로 ethyl alcohol(C_2H_5OH)이 생겨 많은 수축이 일어난다고 알려져 있으며 부가

중합형 silicone 인상재는 반응 부산물이 없어 수축이 가장 작다고 보고되었다. 또한 polyether 인상재는 반응 부산물이 없어 수축이 비교적 작은 것으로 알려져 있다[1,2,31].

인상 채득 후 경석고를 주입하는 시기도 중요한데 인상재의 체적 변화에 대한 A.D.A.의 규정을 살펴보면 즉시 부어진 인상재의 최대 체적 변화에 대해서는 규정하고 있지 않으나, ADA specification No. 19에서는 탄성 인상재에 대해 24시간 후에 0.50%의 체적 안정성의 최대 변화를 허용하고 있다. 본 연구에서는 체적 변화를 최소화하기 위해 제조회사의 지시에 따라 인상 채득 후 즉시 경석고를 부었다.

인상 채득에 있어 정확성은 각 지대치의 국소적 정확성과 전악 인상체에서 지대치들 간의 위치적 관계인 전체적 정확성으로 구분되어 생각될 수 있다. 그러므로 본 연구에서는 3차원적인 체적 변화를 알아보기 위해 각 지대치간 거리를 측정함과 함께 각 지대치의 하단 직경 및 높이에 대한 변화를 각각 관찰하였다.

전악 인상 모형에서 지대치에 대한 인상 tray의 제거가 체적 변화에 미치는 영향에 관한 Shigeto등[25]의 연구에 의하면 전방부나 후방부를 먼저 제거하는 것보다 교합면에 수직으로 제거하는 것이 가장 정확한 모형을 형성했다는 보고에 근거하여 본 연구에서는 인상 채득시 주모형을 수직적으로 삽입, 제거함으로써 인상 tray의 삽입과 제거시 발생하는 측방 응력으로 인한 인상체의 변형을 최소화하였다.

한편 인상 tray와 지대치 사이의 고무 인상재의 두께에 관한 연구에서 Eames등[6]은 2mm, 4mm 및 6mm 두께의 인상재를 사용하여 재료의 안정성과 정확성을 실험한 결과 2mm 두께에서 가장 정확한 결과를 나타내었다고 보고한 바, 본 연구에서는 putty 인상재로서 인상 채득시 지대치 주위에 2mm 두께의 resin spacer를 위치시키고 이 부위에 injection type의 인상재를 주입함으로써 injection type 인상재의 두께를 2mm로 하였다.

본 연구 결과와 선현들의 연구 결과를 보교해 볼 때 본 연구에서는 지대치간의 거리 측정치에 있어서 친수성 부가 중합형 silicone 인상재가 가장 안정성이 있는 것으로 나타났고, 지대치 하단 직경과 높이에 있어서는 소수성 부가 중합형 silicone 인상재에서 가장 안정성이 있는 것으로 나타났으며, 이는 Yeh등[14], Lacy등[15], Moore등[16]의 보고에서와 같이 크기 안정성에 있어서는 부가 중합형 silicone 인상재가 가장 좋은 재료인 것으로 생각되었다. 또 지대치간 크기 변화의 범위는 0.002~0.089mm로써 0.006%~0.445%의 변형률을 나타내어 ADA specification No. 19(Type I)에서 규정한 0.50%보다 적게 나타나 이들 인상재들은 임상적 사용에 있어 문제점은 없을 것으로 보인다. 또한 각 인상재에 따른 변형중 팽창과 수축을 분석한 결과 Blend-a-scon, Hydrophilic exaflex, Xantopren에서는 짧은 거리인 A-B, A-C와 B-C에서는 지대치간 거리가 증가되어 팽창을 보였고, 나머지 비교적 긴 거리인 A-D, A-E, B-D에서는 수축을 가져 왔으나 Impregum-F와 Permlastic에서는 모든 측정치가 증가되어 팽창된 양상을 나타냈다.

인상 채득으로 얻어진 인상체에는 치과용 석고나 다른 모형재를 부어 모형이 완성되는데 이때 인상체의 정확성, 세밀성 및 성질이 중요하며 인상체와 이러한 모형재와의 적합성 또한 매우 중요하다. 한편 친수성이 큰 재료일수록 인상재는 인상체 표면에 기포를 형성하지 않으면서 치면과 연조직에 잘 접촉되게 된다. 인상재 표면의 친수성은 보통 액체의 방울과 표면 사이에 형성된 접촉각의 크기를 측정함에 의해 결정되며 접촉각은 wetted solid면과 접촉점에서의 방울의 곡선과 직각인 선 사이의 각이다. 물이 wetting liquid라면 90° 보다 더 큰 접촉각을 갖는 solids를 hydrophobic이라 하며, 90° 보다 더 작은 접촉각을 갖는 solids를 hydrophilic이라 한다[32]. 최근에 개발되어 상품화된 부가 중합형 silicone 제품은 제조회사에 의하면 hydrophilic으로 보고되었으며, 본 실험에 사용된 5가지 고무 인상재중 인상재에 대한 경석고 수용액 방울의 접촉각 측정 실험에 있어서 polysulfide, polyether, 친수성 부가 중합형 silicone과 소수성 부가 중합형 silicone 인상재에서는 90° 보다 작은 접촉각을 나타내어 친수성 인상재로 나타났고 축중합형 silicone 인상재에서 90° 보다 작은 접촉각을 나타내어 친수성 인상재로 평가되었다.

한편 Lorren등[18]은 접촉각이 크면 모형상에 기포가 잘 발생한다고 보고하였으며 Brukl등[27], Norling과 Reisbick[33]은 polysulfide와 silicone 인상재에 nonionic surfactant를 첨가하여 처리하지 않은 인상재와

비교하여 접촉각 값에 있어 상당한 감소를 가져왔음을 발표하였다. 비교적 최근에 개발되어 사용되고 있는 친수성 부가 중합형 silicone 인상재의 친수성은 인상재와 수용액의 접촉면에서 표면 특성을 변화시키는 surfactant의 첨가에 의한 것이라고 알려져 있으며, 이러한 작용의 기전은 surfactant가 표면 장력을 감소시켜 wetting이 잘 되게 하는 것으로 보고되고 있다[13]. 본 연구에서도 예비 실험에서 인상재 시편에 water spray를 뿌린 후 접촉각을 반복 측정한 결과, 다른 4가지 인상재에서는 측정된 접촉각에 별다른 변화를 보이지 않은 반면 친수성 부가 중합형 silicone 인상재인 Hydrophilic exaflex에서는 접촉각이 점차로 상당히 증가함을 관찰할 수 있었다. 접촉각은 인상재 시편상에 경석고 수용액 방울을 떨어뜨린 후 시간이 갈수록 감소하는 것으로 알려져 있으며 Brukl등[23]은 처음 2분 동안 변화가 가장 컸다고 보고하였다. 따라서 본 연구에서는 접촉각 측정시기를 경석고 수용액 방울을 떨어뜨린 후 1분 이내로 하였으며 접촉각 측정에 있어 정확하고 일관된 측정을 위하여 평형 접촉각을 측정하였다.

경석고 수용액 방울을 떨어뜨려 접촉각을 측정하고자 할 때 수용액 방울이 인상재 표면을 적실 때 방울의 크기의 수용액의 혼수비율이 수용액의 접촉각에 변화를 야기하는데 이러한 변화를 없애기 위해 본 연구에서는 $CaSO_4 \cdot H_2O$의 포화 수용액의 혼수비율을 맞춰 접촉각 측정을 시행하였으며 수용액 방울의 크기도 micropipette를 이용해 0.03ml로 표준화하였다.

친수성에 관한 본 연구의 결과를 살펴보면 인상재에 대한 경석고 수용액 방울의 접촉각 측정 실험에 있어서 polyether 인상재가 가장 친수적으로 나타나 Lorren등[18], Pratten과 Craig[20], Moore등[16]의 보고와 같은 결과를 나타내었다.

최근에 들어와 일부 고무 인상재에서 auto-mixing system이 상품화되어 임상에서 편리하게 사용되고 있고[2,31] 또한 광중합 인상재가 개발되어 사용이 확대되고 있으며 이들에 대한 연구 결과도 우수한 것으로 보고되고 있다[2,31,34]. 그리고 인상재에 따라서는 사용 설명서에 적합성이 좋은 경석고를 추천하는 경우도 있는데 많은 인상재에서 이에 대한 설명이 아직 미흡한 실정이다.

본 연구에서는 각 지대치간의 거리와 지대치 하단의 직경 그리고 지대치의 높이 변화를 측정하고 인상재 표면의 접촉각을 측정하여 크기 안정성과 친수성을 평가하였으나, 좀더 만족스런 연구를 위해서는 크기 안정성의 실험에서의 인상 채득시 개인 tray가 필요한 인상재에 대해서 이를 제작하여 인상을 채득한다면 더욱 정밀한 인상 채득을 할 수 있으리라 생각되며, 친수성 측정에 있어서도 좀더 표준화된 측정 도구의 사용과 함께 실험 재료의 선택시 제조회사와의 연락에 의한 유효기간의 확인과 제품 구입 및 여러 회사의 다양한 제품에 대한 실험등의 체계적인 실험과 객관적인 평가가 필요할 것으로 생각된다.

V. 결 론

만족스러운 보철처치를 시행하는데 필수적인 정확한 인상 채득을 위한 인상재의 안정성과 정확성 및 치과용 경석고와의 친수성을 알아보기 위해 금속으로 주모형을 제작하고 5가지 고무 인상재를 metal tray를 이용하여 인상을 채득한 후 치과용 경석고를 혼수비율에 맞게 혼합하여 주입한 다음 제작된 모형에서 크기의 변화를 측정하고, 인상재 표면과 치과용 경석고 포화 수용액 방울 사이에 형성된 접촉각을 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 각 지대치간 거리의 변화는 친수성 부가 중합형 silicone 인상재에서 0.002(0.006%)~0.046(0.230%)mm의 범위를 보여 가장 작았고, 축중합형 silicone 인상재에서 0.030(0.089%)~0.057(0.291%)mm의 범위를 보여 크게 나타났으며 실험군 간에 유의한 차이가 있었다.
2. 지대치 하단 직경의 변화는 소수성 부가 중합형 silicone 인상재에서 가장 작았고, polyether 인상재에서 크게 나타났으며 이들 간에 유의한 차이가 있었다.
3. 지대치 높이의 변화는 인상재에 따른 변형의 차이가 나타나지 않았다.
4. 인상재 표면에 대한 경석고 포화 수용액의 접촉각은 polyether 인상재에서 작은 각을 나타내었고, 축중합형 silicone 인상재에서 큰 각을 나타내었으며 이들은 각 군들 사이에서 통계학적으로 유의한 차이를 나타내었다.

이상의 결과로 임상에서 인상재의 선택과 사용시 크기 안정성을 요하는 인상 채득시에는 친수성 및 소수성의 부가 중합형 silicone 인상재가 적당하며, 치은 연하 변연의 인상 채득이나 방습이 제대로 되지 않는 부분에서는 친수성이 큰 polyether 인상재나 친수성 부가 중합형 silicone 인상재의 사용이 유용할 것으로 생각된다.

REFERENCES

1. Craig, R. G. : restorative dental materials. 8th ed., Mosby Co., St. Louis, 1989, p.293.
2. Phillips, R. W. : Science of dental materials. W. B. Saunders Co., Philadelphia, 1982, p.137.
3. Gilmore, H. W., Schnell, RJ., and Phillips, R. W. : Factors influencing the accuracy of silicone impression materials. J. Prosthet. Dent., 9 : 304, 1959.
4. Schnell, RJ., and Phillips, R. W. : Dimensional stability of rubber base impressions and certain other factors affecting accuracy. J. Am. Dent. Assoc., 57 : 39, 1958.
5. Fairhurst, C. W., Cert, D. L., Furman, T. C., Schallhorn, R. V., Kirkpatrick, E. L., and Ryge, G. : Elastic properties of rubber base impression materials. J. Prosthet. Dent., 6 : 54, 1956.
6. Eames, W. B., Siweeke, J. C., Wallace, S. W., and Rogers, L. B. : Elastomeric impression materials : Effect of bulk on accuracy. J. Prosthet. Dent., 41 : 304, 1979.
7. Stakhouse, J. A. : A comparison of elastic impression materials. J. Prosthet. Dent., 34 : 305, 1975.
8. Stackhouse, J. A. : A The accuracy of stone dies made from rubber impression materals. J. Prosthet. Dent., 24 : 377, 1970.
9. Dhuru, V. B., Donegen, S. J., Ziebert, G. J., and Lin, C. C. : Accurary of impression materials for complete-arch fixed partial dentures. J. prosthet. Dent., 59 : 288, 1988.
10. Goldberg, A. J. : Viscoelastic properties of silicone, polysulfide, and polyether impression materials. J. Dent. Res., 53 : 1033, 1974.
11. Tjan, A. H. L., Whang, S. B., Tjan, A. H., and Sarkissian, R. : Clinically oriented evaluation of the accuracy of commonly used impression materials. J. prosthet. Dent., 56 : 4, 1986.
12. Tjan, A. H. L., Whang, S. B., and Tjan, A. H. : Clinical oriented assessment of the accuracy of three putty-wash silicone impression techniques. J. Am. Dent. Assoc., 108 : 973, 1984.
13. Dounis, G. S., Ziebert, G. J., and Dounis, K. S. : A comparison of impression materials for complete-arch fixed partial dentures. J. Prosthet. Dent., 65 : 165, 1991.
14. Yeh, C. L., Powers, J. M., and Craig, R. G. : Properties of addition-type silicone impression materials. J. Am. Dent. Assoc., 101 : 482, 1980.
15. 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 : 329, 1981.
16. Moore, B. K., Panichuttra, R., Jones, R. M., Goodacre, C., and Munoz, C. A. : Hydrophilic poly(vinylsiloxane) impression materials. : Dimensional accuracy, wettability, and effect on gypsum hardness. Int. J. Prodthodont., 4 : 240, 1991.
17. Preice, R. B., Gerrow, J. D., Sutow, E. J., and macSween, R. : The dimensional accuracy of 12 impression material and die stone combinations. Int. J. Prosthodont., 4 : 169, 1991.
18. Lorren, R.7A., Salter, D. J., and fairhurst, C. W. : The contact angle of die stone on impression materials. J. Prosthet. Dent., 36 : 176, 1976.
19. Pratten, D. H., and Craig. R. G. : Wettability of a hydrophilic addition silicone impression material. J. Prosthet. Dent., 61 : 197, 1989.
20. Kaiser, D. A., and Nicholls, J. I. : A study of distortion and surface hardness of improved artificial stone casts. J. Prosthet. Dent., 36 : 373, 1976.
21. Linke, B. A., Nicholls, J I., and Faucher, R. R.

: Distortion analysis of stone casts made from impression materials. J. Prosthet. Dent., 54 : 794, 1985.

22. Stauffer, J. P., Meyer, J. M., and Nally, J. N. : Accuracy of six elastic impression materials used for complete-arch fixed partial dentures. J. Prosthet. Dent., 35 : 407, 1976.
23. Brukl, C. E., Norling, B. K., and Kalmus, S. R. : Wettability of addition silicone impression materials modified by nonionic surfactants. IADR Abstracts 201, 1979.
24. 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.
25. Shigeto, N., Murata, H., and Hamada, T. : Evaluation of the methods for dislodging the impression tray affecting the dimensional accuracy of the abutments in a complete dental arch cast. J. Prosthet. Dent., 61 : 54, 1989.
26. Williams, P. T., Jackson, D. G., and Bergman, W. : An evaluation of the time-dependent dimensional stability of eleven elastomeric impression materials. J. Prosthet. Dent., 52 : 120, 1984.
27. Myers, G. E., and Stockman, D. G. : Factors that affect the accuracy and dimensional stability of the mercaptan rubber-base impression material. J. Prosthet. Dent., 10 : 525, 1960.
28. Reisbick, M. H. : The effect of viscosity on the accuracy and stability of elastomeric impression materials. J. Dent. Res., 52 : 407, 1973.
29. Walters, R. A., and Spurrier, S. : An effect of tray design and material retention on the linear dimensional changes in polysulfide impressions. J. Prosthet. Dent., 63 : 277, 1990.
30. Gordon, G. E., Johnson, G. H., and Drennon, D. G. : The effect of tray selection on the accuracy of elastomeric impression materials. J. Prosthet. Dent., 63 : 12, 1990.
31. 연세대학교 치과대학 치과재료학교실 : 시험과 연구에 의한 치과 재료의 임상 사용 : 고무 인상재, 임상 치재, 제1권 제2호, 1991.
32. Pratten, D. H., Covey, D. A., and Sheats, R. D. : Effect of disinfectant solutions on the wettability of elastomeric impression materials. J. Prosther. Dent., 63 : 233, 1990.
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. Craig, R. G., and Hare, P. H. : Properties of a new polyether urethane dimethacrylate photoinitated elastomeric impression material. J. Prosther Dent., 63 : 16, 1990.
35. Hembree, M. J. Jr, and Nunez, L. J. : Effect of moisture on polyether impression materals. J. Am. Dent. Assoc., 89 : 1134, 1974.
36. Reisbick, M. H., and Mayuas, J. : The accuracy of highly filled elastomeric impression materials. J. Prosthet. Dent., 33 : 67, 1975.
37. Braden, M., and Elliott, J. C. : Characterization of the setting process of silicone dental rubbers. J. Dent. Res., 34 : 1016, 1966.
38. 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, 1981.
39. Sawyer, H. F., Birtles., J. T., and Neiman, R. : Accuracy of casts produced from seven rubber impression materials. J. Am. Dent. Assoc., 87 : 126, 1973.
40. Amorrortu, F. J., and brown, D. : The relative dimensional stability of addition-cured silicone and other elastomeric impression materials. J. Dent. Res., 59 : 1272, 1979.
41. Christensen, R. P., and Christensen, G.7J. : Dimensional stability and soaking characteristics of polyether and polysiloxanes. IADR Abstr. No. 34, R 83, 1978.
42. Luebke, R. J., Scandrett, F. R., and kerber, P. E. : The effect of casts produced from seven rubber impression materials. J. Am. Dent. Assoc.

87 : 126, 1973.
43. 최치은 : 치과용 인상재에 따른 모형재 간의 적합 정밀도에 관한 비교 연구, 대한치과의사협회지, 21 : 157, 1983.
44. 이선형 : 고무 인상재의 정확도에 관한 연구, 대한치과의사협회지, 21 : 237, 1983.
45. 김철위 : 한국 치과계에 사용되고 있는 각종 치과용 알지네이트 인상재의 특성에 관한 비교 연구, 대한치과의사협회지, 18 : 471, 1980.
46. 계기성 : 탄성 인상재의 독성에 관한 실험적 연구, 대한치과의사협회지, 18 : 207, 1980.
47. 양자호 : Agar-agar와 alginate 인상재를 이용한 연합 인상의 결합 강도와 정밀도에 관한 실험적 연구, 대한치과의사협회지, 24 : 531, 1986.

—Abstract—

DIMENSIONAL STABILITY AND WETTABILITY OF RUBBER IMPRESSION MATERIALS

Choong-Hee Kang, Mong-Sook Vang

Department of Prosthodontics, College of Dentistry, Chonnam National University

The purpose of this study was to evaluate the demensioal stability and wettability of several rubber impression materials.

Impressions were made from a metal master die machined to stimulate five full veneer crown preparations symmetrically placed in an arch form. Cast from impressions were measured about ; 1) intrapreparation distance 2) lower base diameter 3) length.

For comparing materials were formed against a smooth surface.

The advancing contact angle of a saturated aqueous solution of $CaSO_4$ on the impression materials was measured after 1 minute.

Mean contact angle were calculated and results were analyzed.

Results were as follows :

1. As the intrapreparation distance, hydrophilic addition-cured silicone had the smallest change and condensation-cured silicone had the largest one.
2. As the lower base diameter, traditional addition-cured silicone had the smallest change and polyether had the largest one.
3. As the height, traditional addition-cured silicone had the smallest change and polyether had the largest one.
4. As the contact angle, polyether had the smallest change and condensation-cured silicone had the largest one.