

## 수종의 트레이 레진과 고무 인상재간의 인장 접착강도에 관한 연구

단국대학교 치과대학 치과보철학교실

송경원 · 임주환 · 조인호

### I. 서 론

정확한 인상채득을 위해서는 정밀한 인상재, 견고한 개인용 트레이, 트레이와 인상재와의 결합력 등이 중요한 요소이다.<sup>1,14,16,18,34</sup>

인상재는 비탄성 인상재와 탄성 인상재로 분류되며<sup>30</sup>, 이중 탄성인상재가 비교적 정확하기 때문에 인상채득시 많이 사용되며, 탄성 인상재에는 polyether, polysulfide, 부가 중합형 실리콘, 그리고 축중합형 실리콘이 있다. O'Brien<sup>26</sup>은 탄성인상재들의 대부분은 중합반응에 의해 약간의 수축이 발생한다고 보고하였다. 즉 polysulfide 인상재에서는 polysulfide polymer와 lead dioxide가 반응하여 polysulfide rubber 및 lead oxide가 형성되어, 반응 부산물로 물이 생성된다. 또한 축중합 실리콘 인상재의 경우 dimethyl siloxane이 ortho-ethyl silicate와 tin octate의 존재하에 반응하여, silicone rubber와 반응 부산물로서 ethyl alcohol이 발생된다. 따라서 이 두 가지의 인상재는 반응 부산물인 물 또는 알코올의 증발에 의해서 수축이 일어나게 된다. 반면 부가중합형 실리콘 인상재는 silane 말단과 vinyl 말단을 갖는 siloxane이 chloroplatinic acid의 존재하에 반응하여 반응 부산물은 없이 silicone rubber가 형성되지만, 경화시 수소가스의 발생으로 모형표면에 기포를 형성하기도 한다. 또한 polyether는 polyether와 sulfonic ester의 반응으로 polyether polymer가 형성되며 반응 부산물이 없기 때문에 체적안정성이 우수한 것으로 알려져 있으며<sup>5,11,30</sup>, 실리콘 및 polysulfide와

비교하여 높은 체적안정성을 갖고 있다고 한다.<sup>35</sup> 그러나 Yeh 등<sup>37</sup>과 Lacy 등<sup>22</sup>은 실리콘이 나머지 탄성 인상재보다 안정성이 있다고 했다. 반면, Bell과 Davies<sup>2</sup>는 polyether는 polysulfide와 실리콘 인상재와는 달리 수분을 흡수하기 때문에 수분 및 습도에 의하여 많은 용적변화를 일으킨다고 하였다. Polysulfide는 가장먼저 소개되고 사용되어온 탄성인상재로서 임상적으로 적절한 결합강도를 갖고 있다고 인정되고 있다. Polysulfide에 의해 얻어질 수 있는 50psi보다 낮은 결합강도를 나타내는 인상재가 있다면 그 결합체계의 효율성에 대해서 의심해 볼 수 있다.

정확한 작업모형의 제작을 위해서는 인상재의 일정한 두께가 필수적이다.<sup>1,14,16,18,34</sup> 또한 Phillips<sup>29</sup>는 정확한 인상채득을 위해 인상재 두께를 최대 2mm로 추천하였다. Eames 등<sup>14</sup>은 2mm, 4mm 그리고 6mm 두께의 인상재를 사용하여 실험한 결과 2mm 두께에서 가장 정확한 결과를 나타냈다고 보고하였다.

개인용 트레이 제작에 사용되는 재료는 자가중합형 레진, 광중합형 레진, 열가소성 레진, 진공성형을 위한 폴리비닐 아세테이트(polyvinyl acetate) sheetse 등이 있다.<sup>8,15,32</sup>

임상적으로 많이 사용되어지는 것은 자가 중합형 레진이나, 본 실험에서 사용된 광중합 레진은 urethan dimethacrylate와 소량의 silica, 그리고 photoinitiator (phosphin oxide)로 구성되어 있다.

광중합 레진은 문서화된 임상적 데이터가 비교적

적은 새로운 재료이나, 정확한 적합도, 잔존 부여물 없이 완전한 중합, 용이한 제작과 사용법, 강도 등의 장점때문에 장차 임상에서 더 많이 사용되리라 사료된다. 또한 이것은 의치상, 임기 기초상, 직접 재이장, 임시 보철물에 사용된다. 또한, Bindra와 Heath<sup>39)</sup>도 광중합 레진이 자가 중합 레진보다 인장 접착강도가 더 높다고 보고하였다.

인상재의 변형과 중합에 따른 변화를 최소화하기 위해 인상재를 트레이에 유지시키는 방법이 요구된다.<sup>17,22,31)</sup> 인상재가 트레이에서 유지력을 얻는 방법은 표면을 거칠게하는 법, 접착제를 도포하는 법, 트레이에 유지구를 형성하는 법 등이 있으나, Tjan과 Whang<sup>36)</sup>은 트레이에 유지구를 형성하고 접착제를 도포하는 것이 더 효과적이라고 하였다. Silicone-carbide paper로 트레이 내면을 거칠게 한 결과 알루미늄 호일로 덮은 것에 비해 높은 접착강도를 나타낸 것으로 보고되었으며<sup>4)</sup>, Mohd Zainal과 Setchell<sup>24)</sup>도 트레이 내면을 거칠게 하는 것을 통해 인상용 접착제의 유지력을 향상시킬 수 있다고 하였다. 접착제는 탄성인상재를 개인용 레진트레이에 유지시키는데 있어 매우 중요하다. Ciesco 등<sup>10)</sup>은 인상재의 중합수축에 의한 트레이와의 분리를 억제하는 데 접착제가 기여함을 증명했으며, Tjan과 Whang<sup>36)</sup>은 여러 번의 모형제작이 요구되는 경우에는 반드시 접착제를 사용해야 한다고 주장하였다. 실리콘 인상재의 접착제는 polydimethylsiloxane 또는 그와 유사한 반응성 실리콘과 에틸 실리케이트(ethyl silicate)를 포함하고있다.

Polydimethylsiloxane은 실리콘 인상재에 부착되며, 에틸 실리케이트(ethyl silicate)는 트레이에 물리적으로 부착되는 하이드레이트 실리카(hydrate silica)를 형성한다.<sup>30)</sup> 따라서 트레이에 의한 접착제의 유지력은 접착제내의 용매의 트레이 용해능력에 의존한다.

Nishigawa 등<sup>19)</sup>은 트레이와 탄성 인상재간의 적절한 결합강도를 얻기 위해 인상재용 접착제를 6분 동안 건조할 것을 제안했으며, Mohd Zainal<sup>23)</sup>도 15분 동안 건조할 것을 제안하였다.

이에 본 실험에서는, 트레이 레진과 인상재간의 효과적인 결합력을 얻기 위해 광중합 레진과 3종의 자가 중합레진을 비교하고, 3종의 고무 인상재를 사용하여 접착제 도포후 건조시간(1분, 5분, 10분)에 따른 인장 접착강도를 측정하여 다소의 지견을 얻었기

에 이에 보고하는 바이다.

## II. 실험재료 및 방법

4종 트레이 레진, 3종 고무 인상재와 접착제를 사용하여, 접착제 건조시간 (1분, 5분, 10분 건조군)에 따른 트레이와 인상재간의 인장 접착강도를 측정하였다.

### 1. 실험재료

#### 1) 트레이 레진의 종류

##### ① 광중합 트레이 레진

:Lightplast® (Drevedentamid, Germany)

##### ② 자가중합 트레이 레진

:a) SR Ivolen® (Ivoclar, Germany)

b) Ostron 100® (GC, Japan)

c) Instant tray mix® (Lang, USA)

#### 2) 인상재종류 및 접착제

##### ① Polyether 인상재와 접착제

:Impregum F® (ESPE, Germany)

##### ② Polysulfide 인상재와 접착제

:Permlastic regular® (Kerr, USA)

##### ③ 부가중합형 실리콘 인상재 (Addition reaction Silicone)와 접착제

:Exaflex regular® (GC, Japan)

#### 3) 시편 연마제

:Sandpaper를 사용하였다.

Grit size 200,600,1000

#### 4) 광중합기구

:Polylux-P/PT® (Drevedentamid, Germany)

#### 5) 인장 접착강도 측정기구

:만능 시험기(M100EC®, Mecmesin Co., England)를 사용하였다.

## 2. 실험방법

### 1) 금속주형의 제작 (Fig. 1)

레진시편을 만들기위해 스테인레스 스틸로 음형주형을 제작하였다.

### 2) 레진 시편의 제작

Fig. 2와 같이 직경 20mm, 두께 2mm의 레진원판과 한쪽 면에 원주모양의 형태가 연결된 레진시편을 제작하였다. Lightplast®(Drevedentamid, Germany)는 Polylux-P/PT®(Drevedentamid, Germany)에서 10분간 광중합하여 제작하였으며 (Fig. 3), 자가 중합 트레이 레진인, SR Ivolen® (Ivoclar, Germany), Ostron100®(GC, Japan), Instant tray mix®(Lang, USA)은 제조회사의 지시에 따라 혼합하여 음형주형내에 넣고 상온에서 완전히 중합시켰다(Fig. 4).

각각의 실험군당 10개씩, 총 360개의 시편을 제작한 실험군의 분류는 다음과 같다(Table I).

### 3) 시편의 표면처리

표준화된 접착면을 부여하기위해 레진시편의 접착면을 sandpaper grit size 200, 600, 1000을 순차적으로 사용하여 레진시편의 표면을 평활하고, 균일하게 형성하였다.

### 4) 접착제의 도포 (Fig. 5)

레진원판의 접착면에 접착제를 도포하고 건조 시간 1분, 5분, 10분으로 분류하여 건조시켰다.

### 5) 인상재의 부착

인상재를 제조회사의 지시대로 혼합하여, 인상재의 두께를 균일하게 만들기 위해 metal ring을 사용하여 최종시편에서 인상재의 두께가 2mm가 되도록 하였다(Fig. 6).

### 6)인장 접착강도 측정

각 시편의 인장 접착강도를 측정하기위해 만능시험기(M100EC®, Mecmesin Co., England)로 측정하였다(Fig. 7). Cross head speed 5mm/min의 속도로 인장 접착강도를 측정하였다.

## 3. 통계처리

트레이 레진간의 차이, 인상재간의 차이 그리고 접착제 건조시간 간의 인장 접착강도차이를 파악하고, 변수간의 상호작용을 조사하기위해 Window용 SPSS version 8.0 (SPSS Inc., USA)를 사용하여 95% 유의수준으로 일차원 공분산 분석(one way ANOVA test)와 Scheffe's multiple test를 시행하였다.

**Table I.** Sample number of experimental groups

Tray resin	Adhesive drying time	Impregum F®(IF)	Permlastic regular® (PL)	Exaflex regular® (EF)
Lightplast®(LP)	1 min	10	10	10
	5 min	10	10	10
	10min	10	10	10
SR Ivolen®(IVO)	1 min	10	10	10
	5 min	10	10	10
	10min	10	10	10
Ostron100®(OST)	1 min	10	10	10
	5 min	10	10	10
	10min	10	10	10
Instant tray mix®(INST)	1 min	10	10	10
	5 min	10	10	10
	10min	10	10	10

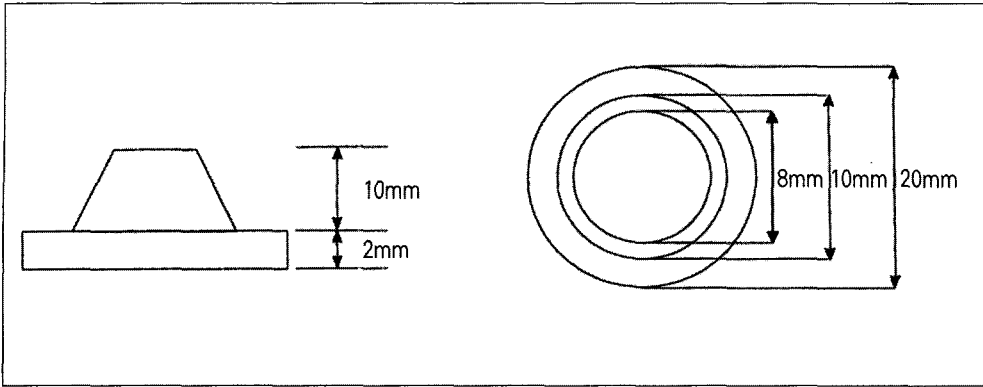


Fig. 2. Diagrams of resin specimen.

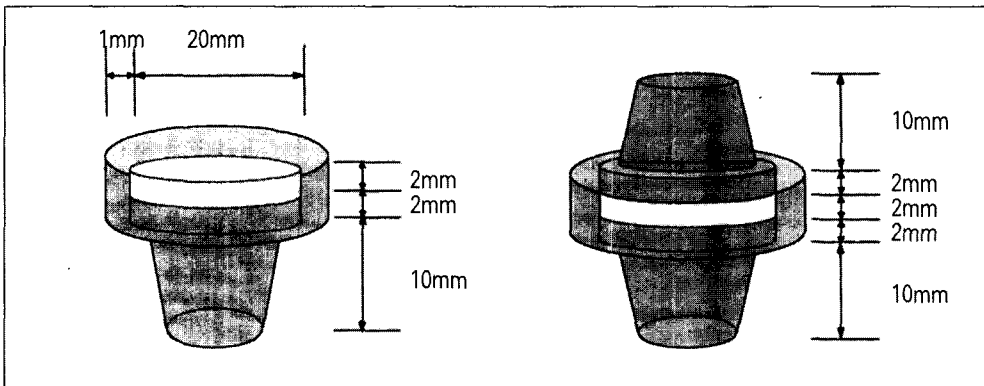


Fig. 6. Diagrams of last resin specimens.

### Ⅲ. 실험결과

각 실험군의 평균 및 표준편차는 Table II와 같으며, 자가 중합레진인 SR Ivolen<sup>®</sup>을 트레이로 사용하여, Impregum F<sup>®</sup>용 접착제를 10분 건조시킨 군이  $18.91 \pm 1.25 \text{ kg/cm}^2$ 로 가장 높은 인장 접착강도를 보였으며, 광중합 트레이 레진인 Lightplast<sup>®</sup>를 트레이로 사용하여, Permlastic regular<sup>®</sup>용 접착제를 1분 건조시킨 군이  $3.34 \pm 0.88 \text{ kg/cm}^2$ 로 가장 낮은 인장 접착강도를 보였다.

#### 1. 트레이 레진 종류에 따른 비교

SR Ivolen<sup>®</sup>( $12.37 \text{ kg/cm}^2$ ), Ostron100<sup>®</sup>( $11.37 \text{ kg/cm}^2$ ), Instant tray mix<sup>®</sup>( $11.16 \text{ kg/cm}^2$ ), Lightplast<sup>®</sup>( $11.00 \text{ kg/cm}^2$ )순으로 낮은 인장 접착

강도를 보였으나, 유의성은 없었다(Table III, Fig. 8).

#### 2. 인상재 종류에 따른 비교

Impregum F<sup>®</sup>( $16.03 \text{ kg/cm}^2$ ), Exaflex regular<sup>®</sup>( $14.01 \text{ kg/cm}^2$ ), Permlastic regular<sup>®</sup>( $4.39 \text{ kg/cm}^2$ )순으로 인장 접착강도가 낮아졌으며, 각 인상재간에 유의한 차이를 보였다( $p < 0.05$ )(Table IV, Fig. 9).

#### 3. 건조시간에 따른 비교

5분 건조군( $12.09 \text{ kg/cm}^2$ ), 10분 건조군( $11.44 \text{ kg/cm}^2$ ), 1분 건조군( $10.90 \text{ kg/cm}^2$ )순으로 인장 접착강도가 낮아졌으며, 각 군 간에 유의한 차이는 없었다(Table V, Fig. 10).

**Table II . Mean and standard deviation of tensile bond strength of each group (kg/cm<sup>2</sup>)**

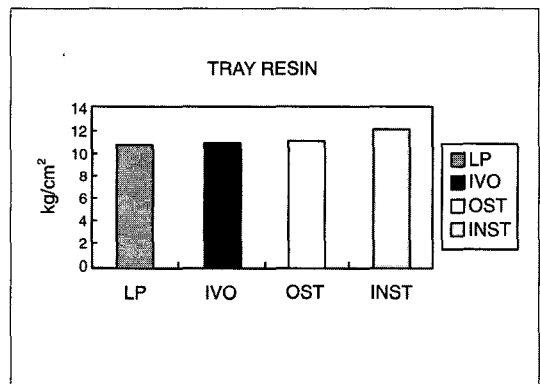
Tray resin	Drying time	Impregum F®	Permlastic regular®	Exaflex regular®
Lightplast	1 min	12.91±.88	3.34±.88	15.79±1.32
	5 min	13.74±.94	4.9 ±.70	17.32±.54
	10min	11.81±.65	4.39±.46	14.84±1.38
SR Ivolen	1 min	18.27±1.35	3.84±.55	12.98±1.71
	5 min	18.03±.92	5.12±1.0	15.91±1.52
	10min	18.91±1.25	4.33±.39	13.91±1.80
Ostron100	1 min	16.53±1.11	3.89±.79	11.17±1.13
	5 min	15.89±1.45	5.26±.73	14.89±1.12
	10min	17.97±1.26	4.30±.45	12.47±1.69
Instant tray mix	1 min	16.72±1.46	3.88±.52	11.45±1.90
	5 min	14.15±.53	4.89±.65	14.92±1.25
	10min	17.44±1.56	4.51±.42	12.44±1.72

**Table III . Comparisons of tensile bond strength according to tray resins(kg/cm<sup>2</sup>) .**

Tray resin	LP	IVO	OST	INST
LP(11.04)				
IVO(11.16)	-			
OST(11.37)	-	-		
INST(12.37)	-	-	-	

LP:Lightplast®, IVO:SR Ivolen®, OST:Ostron 100®, INST:Instant traymix®

"-":Denotes pair of groups not significantly different at the 0.05 level.



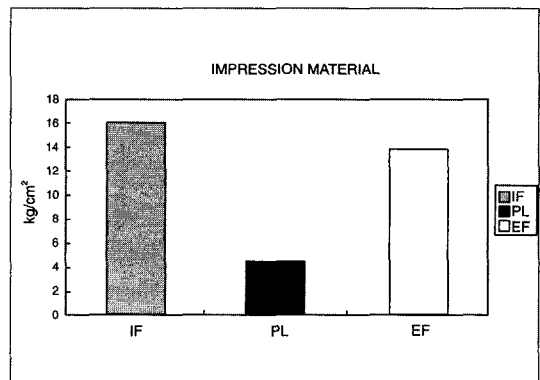
**Fig. 8.** Graph of tensile bond strength according to tray resins(kg/cm<sup>2</sup>).

**Table IV . Comparisons of tensile bond strength according to impression materials(kg/cm<sup>2</sup>)**

Impression material	IF	PL	EF
IF(16.03)			
PL(4.39)	*		
EF(14.01)	*	*	

IF:Impregum F® PL:Permlastic regular® EF:Exaflex regular®

\* Denotes pair of groups significantly different at the 0.05 level

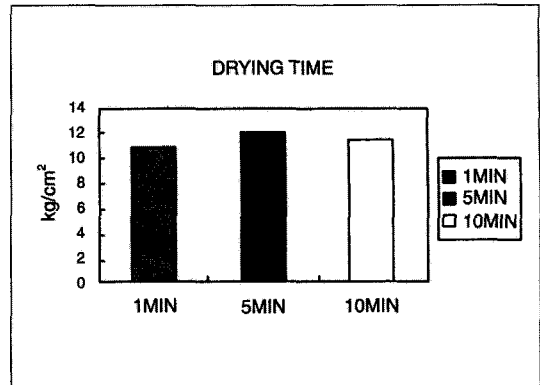


**Fig. 9.** Graph of tensile bond strength according to impression materials(kg/cm<sup>2</sup>).

**Table V.** Comparisons of tensile bond strength according to adhesive drying time(kg/cm<sup>2</sup>)

Drying time	1Min	5Min	10Min
1Min(10.90)			
5Min(12.09)	-		
10Min(11.44)	-	-	

"-":Denotes pair of groups not significantly different at the 0.05 level.



**Fig. 10.** Graph of tensile bond strength according to adhesive drying time(kg/cm<sup>2</sup>).

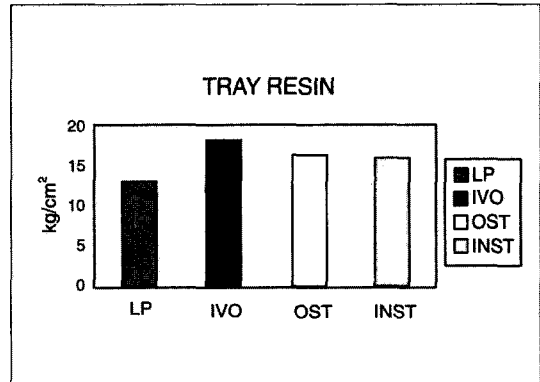
**Table VI.** Comparisons of tensile bond strength according to tray resin with Impregum F®(kg/cm<sup>2</sup>)

Tray resin	LP	IVO	OST	INST
LP(12.82)				
IVO(18.40)	*			
OST(16.80)	*	*		
INST(16.10)	*	*	-	

LP:Lightplast® IVO:SR Ivolen® OST:Ostron 100® INST:Instant traymix®

\* Denotes pair of groups significantly different at the 0.05 level

"-":Denotes pair of groups not significantly different at the 0.05 level.

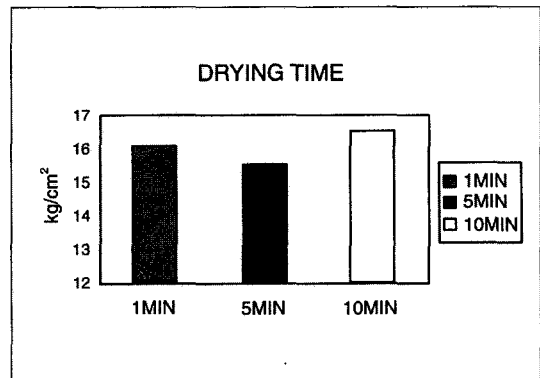


**Fig. 11.** Graph of tensile bond strength according to tray resin with Impregum F®(kg/cm<sup>2</sup>).

**Table VII.** Comparisons of tensile bond strength according to adhesive drying time with Impregum F®(kg/cm<sup>2</sup>)

Drying time	1Min	5Min	10Min
1Min(16.11)			
5Min(15.45)	-		
10Min(16.53)	-	-	

"-":Denotes pair of groups not significantly different at the 0.05 level.

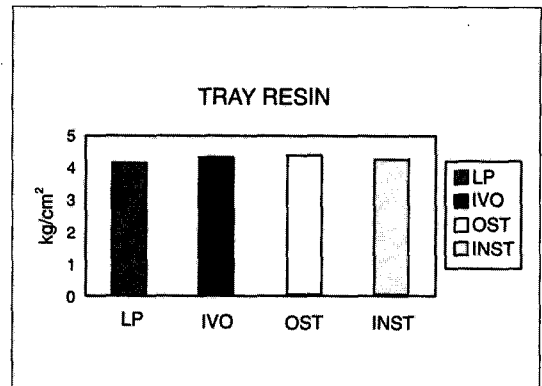


**Fig. 12.** Graph of tensile bond strength according to adhesive drying time with Impregum F®(kg/cm<sup>2</sup>).

**Table VIII.** Comparisons of tensile bond strength according to tray resins with Permlastic regular® (kg/cm<sup>2</sup>)

Tray resin	LP	IVO	OST	INST
LP(4.21)				
IVO(4.30)	-			
OST(4.48)	-	-		
INST(4.42)	-	-	-	

LP:Lightplast® IVO:SR Ivolen® OST:Ostron 100® INST:Instant traymix®  
 “-”:Denotes pair of groups not significantly different at the 0.05 level.

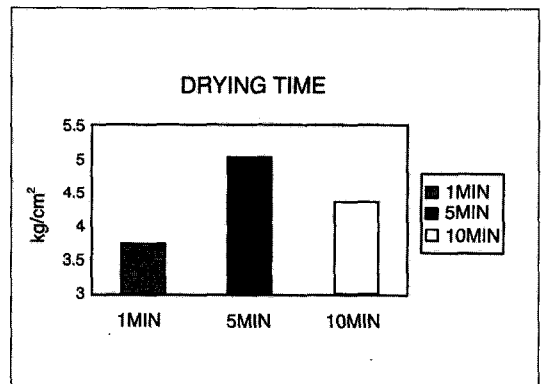


**Fig. 13.** Graph of tensile bond strength according to tray resins with Permlastic regular®(kg/cm<sup>2</sup>).

**Table IX.** Comparisons of tensile bond strength according to adhesive drying time with Permlastic regular®(kg/cm<sup>2</sup>)

Drying time	1Min	5Min	10Min
1Min(3.74)			
5Min(5.04)	*		
10Min(4.38)	*	*	

\*Denotes pair of groups significantly different at the 0.05 level



**Fig. 14.** Graph of tensile bond strength according to adhesive drying time with Permlastic regular® (kg/cm<sup>2</sup>).

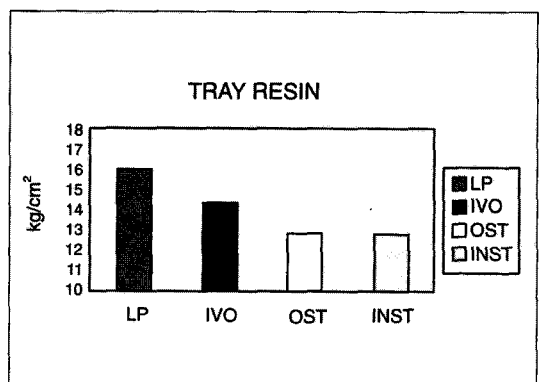
**Table X.** Comparisons of tensile bond strength according to tray resins with Exaflex regular®

Tray resin	LP	IVO	OST	INST
LP(15.98)				
IVO(14.27)	*			
OST(12.84)	*	-		
INST(12.94)	*	-	-	

LP:Lightplast® IVO:SR Ivolen® OST:Ostron 100® INST:Instant traymix®

\* Denotes pair of groups significantly different at the 0.05 level

“-”:Denotes pair of groups not significantly different at the 0.05 level.



**Fig. 15.** Graph of tensile bond strength according to tray resins with Exaflex regular®.

**Table XI . Comparisons of tensile bond strength according to adhesive drying time with Exaflex regular®**

Drying time	1Min	5Min	10Min
1Min(12.85)			
5Min(15.76)	*		
10Min(13.42)	-	*	

\* Denotes pair of groups significantly different at the 0.05 level

“-” :Denotes pair of groups not significantly different at the 0.05 level.

#### 4. 각 인상재에서의 비교

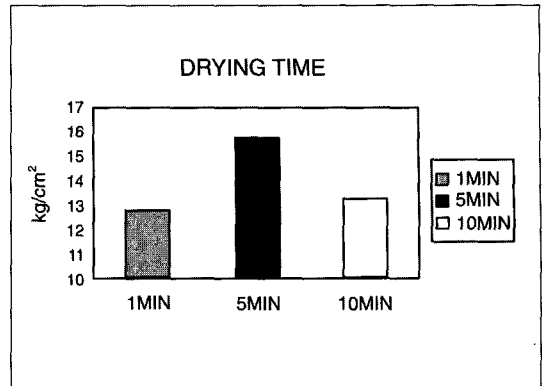
(1) Polyether인상재인 Impregum F®의 경우 트레이 레진의 인장 접착강도는 SR Ivolen®(18.40 kg/cm<sup>2</sup>), Ostron 100®(16.80kg/cm<sup>2</sup>), Instant tray mix®(16.10kg/cm<sup>2</sup>), Lightplast®(12.82kg/cm<sup>2</sup>) 순으로 인장 접착강도가 낮아졌으며, Ostron 100®(16.80kg/cm<sup>2</sup>)과 Instant tray mix®(16.10kg/cm<sup>2</sup>) 간을 제외한 모든 군 간에 유의성있게 나타났다(p<0.05) (Table VI, Fig. 11). 또한, 접착제 적용후 건조 시간은 10분 건조군(16.53kg/cm<sup>2</sup>), 1분 건조군(16.11kg/cm<sup>2</sup>), 5분 건조군(15.45kg/cm<sup>2</sup>)순으로 인장 접착강도가 낮아졌으며, 각 군 간에 유의한 차이는 없었다(Table VII, Fig. 12).

(2) Polysulfide인상재인 Permlastic regular®의 경우

트레이 레진의 인장 접착강도는 Ostron 100®(4.48kg/cm<sup>2</sup>), SR Ivolen®(4.43kg/cm<sup>2</sup>), Instant tray mix®(4.42kg/cm<sup>2</sup>), Lightplast®(4.21kg/cm<sup>2</sup>)순으로 인장 접착강도가 낮아졌으며, 각 재료간에 유의한 차이는 없었다(Table VIII, Fig. 13). 접착제 적용후 건조 시간은 5분 건조군(5.04kg/cm<sup>2</sup>), 10분 건조군(4.38kg/cm<sup>2</sup>), 1분 건조군(3.74kg/cm<sup>2</sup>)순으로 인장 접착강도가 낮아졌으며, 각 군 사이는 유의한 차이를 보였다(p<0.05)(Table IX, Fig. 14).

(3) 부가중합형 실리콘 인상재인 Exaflex regular®의 경우

트레이 레진의 인장 접착강도는 Lightplast®



**Fig. 16.** Graph of tensile bond strength according to adhesive drying time with Exaflex regular® .

(15.98kg/cm<sup>2</sup>), SR Ivolen®(14.27kg/cm<sup>2</sup>), Instant tray mix®(12.94kg/cm<sup>2</sup>), Ostron 100®(12.84kg/cm<sup>2</sup>), 순으로 인장 접착강도가 낮아졌으며, Lightplast®는 타 레진간에 유의한 차이를 보였다(p<0.05)(Table X, Fig. 15). 접착제 적용후 건조 시간은 5분 건조군(15.76kg/cm<sup>2</sup>), 10분 건조군(13.42kg/cm<sup>2</sup>), 1분 건조군(12.85kg/cm<sup>2</sup>)순으로 인장 접착강도가 낮아졌으며, 5분 건조군과 나머지 군들간에 유의한 차이를 보였다(p<0.05)(Table XI, Fig. 16).

#### IV. 총괄 및 고안

인상재와 트레이간의 접착강도를 알기 위한 여러 방법들이 있으나, 본 실험에는 인장 접착강도 실험을 시행하였다. 트레이 레진과 인상재간의 결합력을 비교하기 위해 광중합 레진과 3종의 자가 중합레진, 3종의 고무 인상재를 사용하여 접착제 도포후 건조 시간에 따른 인장 접착강도를 비교하였다.

먼저 트레이 레진 종류에 따른 비교에서는 SR Ivolen®(12.37kg/cm<sup>2</sup>), Ostron100®(11.37kg/cm<sup>2</sup>), Instant tray mix®(11.16kg/cm<sup>2</sup>), Lightplast®(11.00kg/cm<sup>2</sup>)순으로 낮은 인장 접착강도를 보였으나, 유의성은 없었다. 반면, Bindra와 Heath<sup>3)</sup>는 광중합 레진이 자가 중합레진보다 인상재와의 인장 접착강도가 높다고 보고하였다.

두번째, 인상재 종류에 따른 비교에서는 polyether의 Impregum F®(16.03kg/cm<sup>2</sup>), 부가중합형 실리콘의 Exaflex regular®(14.01kg/cm<sup>2</sup>), polysulfide의



Permlastic regular<sup>®</sup>(4.39kg/cm<sup>2</sup>) 순으로 인장 접착 강도가 낮아졌으며, 각 인상재간에 유의한 차이를 보였다(p<0.05). 이 결과는 Polyether용 트레이 접착제가 Grant와 Tjan<sup>20)</sup>의 7.73kg/cm<sup>2</sup>보다 높은 인장 접착강도이나, Nicholson 등<sup>25)</sup>의 32.12kg/cm<sup>2</sup>보다 낮은 인장접착강도를 나타냈다. 또한, Polysulfide용 트레이 접착제의 실험결과는 Nicholson 등<sup>25)</sup>의 12.41kg/cm<sup>2</sup>보다 낮은 접착강도이나, Chai 등<sup>7)</sup>, Davis 등<sup>12)</sup> 그리고 Grant와 Tjan<sup>20)</sup>의 연구에서의 4.21kg/cm<sup>2</sup>와 비교하면 근접한 결과를 나타냈다. 부가중합형 실리콘용 트레이 접착제는, Grant와 Tjan<sup>20)</sup> 그리고 Davis 등<sup>12)</sup>의 2.10kg/cm<sup>2</sup>보다 높은 인장 접착강도를 나타내었다. Chai 등<sup>7)</sup>의 실험결과에서 polyether용 트레이 접착제(5.13kg/cm<sup>2</sup>)가 접착력이 가장 높았으며, 부가중합형 실리콘은 polyether와 비슷한 접착력을 나타냈고, polysulfide(4.21kg/cm<sup>2</sup>)는 가장 낮은 접착력을 나타내어, 본 실험과 같은 접착력순이나, 접착력의 차이는 실험방법이나, 인상재 자체의 성질, 인상재 혼합시 base와 catalyst의 혼합비율에서 오는 인상재의 점도차이, 그리고 레진시편의 표면 거칠기 정도나, 시편의 크기에서 오는 것으로 사료된다.

셋째, 건조시간에 따른 비교에서는 5분 건조군(12.09kg/cm<sup>2</sup>), 10분 건조군(11.44kg/cm<sup>2</sup>), 1분 건조군(10.90kg/cm<sup>2</sup>) 순으로 인장 접착강도가 낮아졌으며, 각 군간에 유의한 차이는 없었다. 또한 Hogans와 Agar<sup>21)</sup>도 접착제 적용후 5분이상 건조시 접착제의 건조 시간은 트레이와 인상재 사이의 접착력에 유의한 차이를 만들지 못한다고 하였다.

마지막으로, 각 인상재에서의 비교에서는 Impregum F<sup>®</sup>일 때 트레이 레진의 인장 접착강도는 SR Ivolen<sup>®</sup>(18.40kg/cm<sup>2</sup>), Ostron 100<sup>®</sup>(16.80kg/cm<sup>2</sup>), Instant tray mix<sup>®</sup>(16.10kg/cm<sup>2</sup>), Lightplast<sup>®</sup>(12.82kg/cm<sup>2</sup>)순으로 낮아졌으며, Ostron 100<sup>®</sup>(16.80kg/cm<sup>2</sup>)과 Instant tray mix<sup>®</sup>(16.10kg/cm<sup>2</sup>)간을 제외한 모든 군간에 유의성있게 나타났다(p<0.05). 또한, Payne과 Pereira<sup>27)</sup>는 광중합 레진이 자가 중합형보다 낮은 인장 접착강도를 나타냈다고 보고하여 본 실험 결과와 동일했으며, 본 실험의 광중합 레진인 Lightplast는 Payne과 Pereira<sup>27)</sup>의 광중합 레진(14.22kg/cm<sup>2</sup>)보다 낮은 인장 접착강도를 나타냈으며, 자가 중합레진인

Ivolen은 Payne과 Pereira<sup>27)</sup>의 자가 중합레진(17.36kg/cm<sup>2</sup>), Grant와 Tjan<sup>20)</sup>의 7.73kg/cm<sup>2</sup>보다 높은 인장 접착강도이나, Nicholson 등<sup>25)</sup>의 32.12kg/cm<sup>2</sup>보다 낮은 인장 접착강도를 나타냈다. 접착제 적용후 건조 시간은 10분 건조군(16.53kg/cm<sup>2</sup>), 1분 건조군(16.11kg/cm<sup>2</sup>), 5분 건조군(15.45kg/cm<sup>2</sup>)순으로 인장 접착강도가 낮아졌으며, 각 군 간에 유의한 차이는 없었다.

Permlastic regular<sup>®</sup>의 트레이 레진의 인장 접착강도는 Ostron 100<sup>®</sup>(4.48kg/cm<sup>2</sup>), SR Ivolen<sup>®</sup>(4.43kg/cm<sup>2</sup>), Instant tray mix<sup>®</sup>(4.42kg/cm<sup>2</sup>), Lightplast<sup>®</sup>(4.21kg/cm<sup>2</sup>)순으로 낮아졌으며, 각 재료 간에 유의한 차이는 없었다. 접착제 적용후 건조 시간은 5분 건조군(5.04kg/cm<sup>2</sup>), 10분 건조군(4.38kg/cm<sup>2</sup>), 1분 건조군(3.74kg/cm<sup>2</sup>)순으로 인장 접착강도가 낮아졌으며, 각 군사이의 유의한 차이를 보였다(p<0.05). 또한, Nishigawa 등<sup>19)</sup>의 실험에서는 1분, 3분, 6분 건조군 순으로 접착력이 높아졌으며, Davis 등<sup>12)</sup>의 연구에서는 5분, 15분, 30분으로 건조시간이 증가할수록 접착력이 증가되었다.

Exaflex regular<sup>®</sup>의 트레이 레진의 인장 접착강도는 Lightplast<sup>®</sup>(15.98kg/cm<sup>2</sup>), SR Ivolen<sup>®</sup>(14.27kg/cm<sup>2</sup>), Instant tray mix<sup>®</sup>(12.94kg/cm<sup>2</sup>), Ostron 100<sup>®</sup>(12.84kg/cm<sup>2</sup>)순으로 인장 접착강도가 낮아졌으며, Lightplast는 타 레진들과 유의한 차이를 보였다(p<0.05). 또한, Payne과 Pereira<sup>27)</sup>는 광중합 레진이 자가 중합형보다 약간 높은 인장 접착강도를 보였으나, 두 트레이 레진 종류간에 유의한 차이는 없었다고 하였고, 본 실험의 Lightplast는 Payne과 Pereira<sup>27)</sup>의 광중합 레진(18.62kg/cm<sup>2</sup>)보다 낮게 나타났으며, 자가 중합형 레진도 Payne과 Pereira<sup>27)</sup>의 자가중합형 레진(18.5kg/cm<sup>2</sup>)보다 낮게 나타났다. Dixon 등<sup>13)</sup>은 광중합 레진(4.35kg/cm<sup>2</sup>)이 자가 중합 레진(2.16kg/cm<sup>2</sup>)보다 인장 접착강도가 높게 나타났다고 하였다. Payne과 Pereira<sup>28)</sup>는 열가소성 트레이 레진이 자가 중합레진과는 비슷한 접착력을 보이지만, 광중합 레진보다는 큰 접착력을 보인다고 했다. 접착제 적용후 건조 시간은 5분 건조군(15.76kg/cm<sup>2</sup>), 10분 건조군(13.42kg/cm<sup>2</sup>), 1분 건조군(12.85kg/cm<sup>2</sup>)순으로 인장 접착강도가 낮아졌으며, 5분 건조군만 유의한 차이를 보였다(p<0.05). 또한, Cho 등<sup>9)</sup>의 연구에서는 Reprosil과 Extrude의 접착강

도는 7분으로 건조시간이 증가될때 뚜렷한 증가를 보였으며, Nishigawa 등<sup>19)</sup>은 Exafine의 접착강도가 3분, 1분, 6분 건조순 순으로 높아졌다고 하였다.

본 실험에서 failure의 양상은 adhesive failure와 cohesive failure로 나타났는데, Chai 등<sup>6)</sup>은 adhesive failure는 트레이 접착제와 인상재사이, 트레이 접착제와 트레이 사이에서 일어난다고 하였고, cohesive failure는 단정하기 어렵다고 하였다. Samman과 Feltcher<sup>20)</sup> 그리고 Davis 등<sup>12)</sup>은 adhesive failure를 접착제와 레진 트레이 사이의 분리라고 설명했고, cohesive 는 인상재 자체내에서 일어나는 failure라 했다. 이 연구에서 failure의 성질은 주로 접착제에 의한 것이고, 접착제와 인상재사이에서 일어났다. 표본의 대부분은 adhesive failure였는데, 이 경우 접착제 대부분이 트레이에 남아 있었고 소량만이 인상재에 남아있었다.

또한, 트레이를 구강으로 부터 제거하는 속도가 접착제의 결합강도에 미치는 영향에 대해서는 아직 일치된 견해가 확립되어 있지않다. Ellam과 Smith 등<sup>17)</sup>은 만능시험기의 cross head speed를 분당 2 inch/min에서 20 inch/min로 변화시킨 경우에 인상재의 결합강도에 영향을 주지 못하였다고 보고하였다. 본 연구에서는 5mm/min의 cross head speed를 사용하였는데 cross head speed와 결합강도의 연관성에 대해서는 더 많은 연구가 필요할 것으로 사료된다. 하지만 완성 인상재의 점성변형을 최소화하기 위해서 가능한 빠른 동작으로 트레이를 구강으로부터 제거하는것이 권장된다.

광중합 레진은 분말과 액을 혼합할 필요가 없어 독한 냄새와 분진을 마시지 않으므로 인체에 해를 주지않고, 조작시간이 충분하고, 경화시 중합열이 적게 발생하고, 두께가 일정하여 다듬질을 적게할 수 있는 등의 장점이 있어 앞으로 치과 임상에서 많이 사용되리라 사료되나, 트레이를 먼저 광중합하고 손잡이를 광중합할 경우에 인상 채득후 구강에서 제거할 때 연결부의 탈락이 쉽게 발생하는 단점이 있다.

자가 중합레진인 SR Ivolen<sup>®</sup>과 Ostron 100<sup>®</sup>은 조작시 손에 붙지도 않고 강도도 뛰어났으나, 분진과 독한 냄새 등 일반적인 자가 중합레진의 단점이 있으며, Instant tray mix<sup>®</sup>는 조작시 손에 잘 붙어 조작하기가 불편하며 인상 접착강도 실험시 만능 시험기에서 파절이 종종 관찰되었다.

본 실험에서 접착제의 접착강도는 대부분 인상재의 차이에 있었고, 충분한 접착 강도를 얻기 위해서는 접착제적용 후 5분이상 건조시킨 후 인상을 채득하는 것이 좋으리라 사료된다.

## V. 결 론

트레이 레진과 인상재간의 결합력을 비교하기 위해 광중합 레진과 3종의 자가 중합레진, 3종의 고무 인상재를 사용하여 접착제도포후 건조시간에 따른 인상 접착강도를 비교 측정하였다. 각 군당 10개씩, 총 360개의 시편을 사용하여 만능 시험기로 실험하여 일차원 공분산 분석(one way ANOVA) 와 Sheffe's multiple test를 시행하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

각 인상재에서의 비교에서,

1. Impregum F<sup>®</sup>의 경우 트레이 레진의 인상 접착강도는 SR Ivolen<sup>®</sup>(18.40kg/cm<sup>2</sup>), Ostron 100<sup>®</sup>(16.80kg/cm<sup>2</sup>), Instant tray mix<sup>®</sup>(16.10kg/cm<sup>2</sup>), Lightplast<sup>®</sup>(12.82kg/cm<sup>2</sup>)순으로 낮아졌으며, Ostron100<sup>®</sup>(16.80kg/cm<sup>2</sup>)과 Instant tray mix<sup>®</sup>(16.10kg/cm<sup>2</sup>)간을 제외한 모든 군간에 유의성있게 나타났다(p<0.05). 접착제 적용후 건조시간은 10 분건조군 (16.53kg/cm<sup>2</sup>), 1분 건조군 (16.11kg/cm<sup>2</sup>), 5분 건조군 (15.45kg/cm<sup>2</sup>)순으로 인상 접착강도가 낮아졌으며, 각 군간에 유의한 차이는 없었다.
2. Permlastic regular<sup>®</sup>의 트레이 레진의 인상 접착강도는 Ostron 100<sup>®</sup>(4.48kg/cm<sup>2</sup>), SR Ivolen<sup>®</sup>(4.43kg/cm<sup>2</sup>), Instant tray mix<sup>®</sup>(4.42kg/cm<sup>2</sup>), Lightplast<sup>®</sup>(4.21kg/cm<sup>2</sup>)순으로 낮아졌으며, 각 군 간에 유의한 차이는 없었다. 접착제 적용후 건조 시간은 5분 건조군(5.04kg/cm<sup>2</sup>), 10분 건조군 (4.38kg/cm<sup>2</sup>), 1분 건조군(3.74kg/cm<sup>2</sup>)순으로 인상 접착강도가 낮아졌으며, 각 군간에 유의한 차이를 보였다(p<0.05).
3. Exaflex regular<sup>®</sup>의 트레이 레진의 인상 접착강도는 Lightplast<sup>®</sup>(15.98kg/cm<sup>2</sup>), SR Ivolen<sup>®</sup>(14.27kg/cm<sup>2</sup>), Instant tray mix<sup>®</sup>(12.94kg/cm<sup>2</sup>), Ostron 100<sup>®</sup>(12.84kg/cm<sup>2</sup>), 순으로 낮아졌으며, Lightplast<sup>®</sup>와 다른 resin간에 유의한 차이를

보였다( $p < 0.05$ ). 접착제 적용후 건조 시간은 5분 건조군( $15.76\text{kg/cm}^2$ ), 10분 건조군( $13.42\text{kg/cm}^2$ ), 1분 건조군( $12.85\text{kg/cm}^2$ )순으로 인장 접착강도가 낮아졌으며, 5분 건조군과 나머지 군들 간에 유의한 차이를 보였다( $p < 0.05$ ).

이상의 결과로 볼 때, 자가 중합 트레이 레진의 경우, Impregum F<sup>®</sup>와 Permlastic regular<sup>®</sup>를 사용하는 것이, 광중합 트레이 레진의 경우, Exaflex regular<sup>®</sup>를 사용하는 것이 높은 인장 접착강도를 나타내었다. 또한, 접착제는 적용 후 5분이상 건조 하고 인상을 채득하는 것이 좋을 것이라 사료된다.

### 참고문헌

1. Baily LR: Autopolymerizing resin tray for rubber impression materials. *J Prosthet Dent.* 5:658-662, 1955.
2. Bell JW, Davies DH: The dimensional changes of elastomeric impression materials under various conditions of humidity. *J Dent.* 4:73, 1976.
3. Bindra B and Heath J.R: Adhesion elastomeric impression materials to trays. *J Oral Rehabilitation* 24:63-69, 1997.
4. Bomberg TJ, Goldfogel MH, Hoffman W: Considerations for adhesion of impression materials to impression trays. *J Prosthet Dent.* 60:681, 1988.
5. Brown D: Factors affecting the dimensional stability of elastomeric impression materials. *J Dent.* 1:265, 1973.
6. Chai JY, Jameson LM, Moser JB, Hesby RA: Adhesive properties of several impression materials systems. Part I. *J Prosthet Dent.* 66:201, 1991.
7. Chai JY, Jameson LM, Moser JB, Hesby RA: Adhesive properties of several impression materials systems. Part II. *J Prosthet Dent.* 66:287, 1991.
8. Chee WW, Donovan TE: Polyvinyl siloxane impression materials: A review of properties and techniques. *J Prosthet Dent.* 68:728, 1992.
9. Cho GC, Donovan TE, Chee WW, White SN: Tensile bond strength of polyvinyl siloxane impression bonded to a customtray as a function of drying time. Part I. *J Prosthet Dent.* 73:419, 1995.
10. Ciesco JN, Malone WEF, Sandrik JL, Mazur B: Comparison of delastomeric impression materials used in fixed prosthodontics. *J Prosthet Dent.* 45:89-94, 1981.
11. Craig RG: Restorative dental materials. 8th ed., Mosby Co., Louis, 293, 1989.
12. Davis GB, Moser JB, Brindsen GI: The bonding properties of elastomer tray adhesives. *J Prosthet Dent.* 36:278, 1976.
13. Dixon DL, Breeding LC, Brown JS: The effect of custom tray material type and adhesive drying time on the tensile bond strength of an impression materials. *Int J Prosthodont.* 7:129-133, 1994.
14. Eames WB, Sieweke JC, Wallace, Rogers LB: Elastomeric impression materials: effect of bulk on accuracy. *J Prosthet Dent.* 41:304, 1979.
15. Eames WB, Sieweke JC: Seven acrylic resins for custom trays and five putty wash systems compared. *Oper Dent.* 5:162, 1980.
16. Eissman HF, Rudd KD, Morrow RM: Dental laboratory procedures, fixed partial dentures. St.Louis: CV. Mosby 39, 1980.
17. Ellam AH, Simth DC: The relative effectiveness of adhesives for polysulfide impression materials. *J Br Dent.* 120:135, 1966.
18. Farah JW, Clark AE, Ainpour PR: Elastomeric impression materials. *J Oper Dent.* 6:15, 1981.
19. Nishigawa Goro, Sato Takashi, Suenaga Kaori, Minagi Shogo: Efficacy of tray adhesives for the adhesion of elastomer rub-

- ber impression materials to impression modeling plastics for border molding. *J Prosthet Dent.* 79:140-144, 1998.
20. Grant BE, Tjan AHL: Tensile and peel bond strength of tray adhesives. *J Prosthet Dent.* 59:165, 1988.
  21. Hogans WR and Agar JR: The bond strength of elastomer tray adhesives to thermoplastic and acrylic resin tray materials. *J Prosthet Dent.* 67:541-543, 1992.
  22. Lacy AM, Fukui H, Bellman T, Jendersen MD: Time-dependent accuracy of elastomeric impression materials. Part II: polyther, polysulfides, and polyvinyl siloxane. *J Prosthet Dent.* 45:329, 1981.
  23. Mohd Zainal AMS: An investigation of the bonding properties of tray adhesives for addition polymerizing vinyl-polysiloxanes. MSc thesis, London: university of London, 1985.
  24. Mohd. Zainal AMS and Setchell DJ: Properties of the tray adhesive of an addition polymerizing silicone to impression tray materials. *J Prosthet Dent.* 66:743-747, 1991.
  25. Nicholson JW, Porter KH, Dolan T: Strength of tray adhesives for elastomeric impression materials. *Oper Dent.* 10:12, 1985.
  26. O'Brien WJ and Ryge G: An outline of dental materials, 1st ed. Philadelphia, WB Saunders Co., 126, 1978.
  27. Payne JA and PereiraBP: Bond strength of three nonaqueous elastomeric impression materials to a light-activated resin tray. *Int J Prosthodont.* 5:55-58, 1992.
  28. Payne JA and PereiraBP: Bond strength of two nonaqueous elastomeric impression materials bonded to two thermoplastic resin tray materials. *J Prosthet Dent.* 74:563-568, 1995.
  29. Phillips RW: Physical properties and manipulation of rubber-base impression materials. *J Ohie Dent Asso.* 45:236, 1968.
  30. Phillips RW: Skinner,s science of dental materials. 8th ed. Philadelphia, WB Saunders Co., 90, 1982.
  31. Phillips RW: Skinner,s science of dental materials. 9th ed. Philadelphia, WB Saunders Co., 150, 1982.
  32. Reisbeck MH, Naytas J: The accuracy of highly filled elastomeric impression materials. *J Prosthet Dent.* 33:7, 1985.
  33. Samman JM, Fletcher AM: A study of impression tray adhesives. Quintessence Publishing Co. Inc. 4:309, 1985.
  34. Shillingburg HT, Hobo S, Whitsett LD: Fundamentals of fixed prosthodontics. 2nd ed.. Chicago, Quintessence Publishing Co. 228, 1981.
  35. Stackhouse JA: The accuracy of stone dies made from rubber impression materials. *J Prosthet Dent.* 24:377, 1970.
  36. Tjan AHL, Whang SB: Comparing effects of tray treatment on the accuracy of dies. *J Prosthet Dent.* 58:175-178, 1987.
  37. Yeh CL, Powers JM, Craig RG: Properties of addition-type silicone impression materials. *J Am Dent Assoc.* 101:482, 1980.

---

**Reprint request to:**

**In-Ho Cho, D.D.S., M.S.D.**

Department of Prosthodontics, College of Dentistry, Dankook University  
7-1, Shinpoo-Dong, Chunan, Chungnam, 330-716, Korea  
Tel. 82-41-550-1990, 1994

사진부도

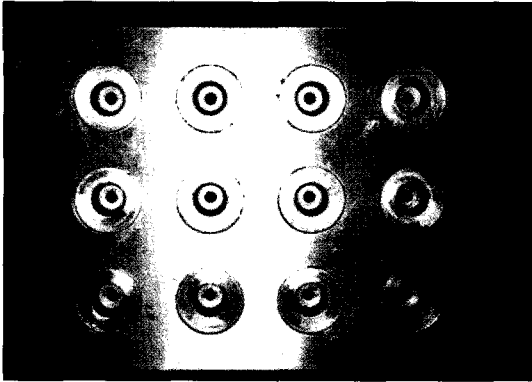


Fig. 1. Photograph of metal mold.

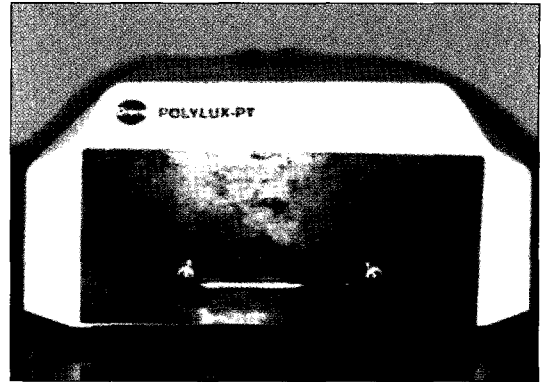


Fig. 3. Photograph of resin curing unit(Polylux-P/PT®, Drevedentamid Co., Germany).

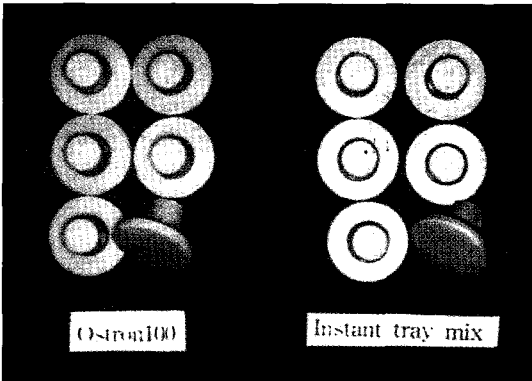


Fig. 4. Photograph of resin specimens.

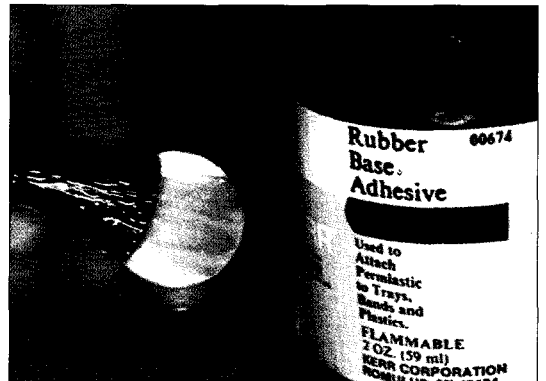


Fig. 5. Photograph of adhesive application.

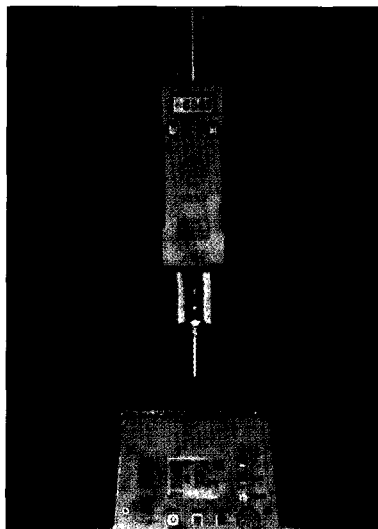


Fig. 7. Universal testing machine used to measure tensile bond strength(M100EC®, Mecmesin Co., England).

## ABSTRACT

# A STUDY ON THE TENSILE BOND STRENGTH BETWEEN VARIOUS RESIN TRAY MATERIALS AND RUBBER IMPRESSION MATERIALS

Kyung-Won Song, Ju-Hwan Lim, In-Ho Cho

*Department of Prosthodontics, College of Dentistry, Dankook University*

For accurate impression taking, accurate impression material, solid individual tray, and bond strength between impression materials and resin tray are important factors.

The purpose of this study was to evaluate tensile bond strength of rubber impression materials to various tray resin materials.

This study tested the time dependent tensile bond strength between commercial brands of polyether, polysulfide, additional silicone impression materials and commercial brands of self curing tray resin, light activated tray resin when applying adhesive.

Resin specimens were made with 20mm in diameter, 2mm in thickness. I made total 360 specimens, 10 per each group and the tensile bond strength was measured by using the Instron(M100EC®, Mecmesin Co., England).

The results were as follows:

Comparisons of various impression materials.

1. In case of Impregum F®,

the bond strength of tray resin was decreased in order of SR Ivolen®, Ostron 100®, Instant tray mix®, Lightplast®.

All groups excluding Ostron 100®, Instant tray mix® are significant difference( $p < 0.05$ ). Drying time after applying adhesive, the tensile bond strength of tray resin was insignificantly decreased in order of 10 min drying time group, 1 min drying time group, 5 min drying time group.

2. In case of Permlastic regular®,

the bond strength of tray resin was insignificantly decreased in order of Ostron 100®, SR Ivolen®, Instant tray mix®, Lightplast®. About drying time after applying adhesive, the tensile bond strength of tray resin was significantly decreased in order of 5 min drying time group, 10 min drying time group, 1 min drying time group( $p < 0.05$ ).

3. In case of Exaflex regular®,

the bond strength of tray resin was decreased in order of Lightplast®, SR Ivolen®, Instant tray mix®, Ostron 100®. Lightplast® was significant difference( $p < 0.05$ ). About drying time after apply-

ing adhesive, the tensile bond strength of tray resin was decreased in order of 5 min drying time group, 10 min drying time group, 1 min drying time group( $p < 0.05$ ). Especially 5 min drying time group was significant difference( $p < 0.05$ ).

According to the results of this study, we can see the greatest tensile bond strength when using Impregm F® and Permlastic regular® with self curing tray resin, when using Exaflex regular® with light activated tray resin.

In my opinion, adhesive should be dried more than 5 min before impression taking to achieve the greatest tensile bond strength.