

## 납착 인기재료가 분할 주조체의 변형에 미치는 영향

부산대학교 치과대학 치과보철학교실

이동욱 · 임장섭 · 정창모 · 전영찬

### I. 서 론

고정성 국소의치 제작시 지대치판의 적합도 증진과 주조체 변형을 줄이기 위하여 납착술을 사용하고 있다<sup>1-4)</sup>. 납착에 의한 보철물의 제작은 일체 주조법에 비하여 주조체 적합도를 개선시킬 수 있기 때문에 길이가 길거나 만곡형 보철물을 제작하는 경우에는 대부분 납착술을 적용하고 있다<sup>4-6)</sup>.

고정성 국소의치의 정밀한 납착을 위하여 주 모형 또는 구강 내에서 분할된 주조체를 장착하여 상호 위치를 인기 하게 되는데 납착용 인기재료는 체적 안정성, 적용술식의 편의성과 제거와 소환 용이성을 갖추어야 한다<sup>7)</sup>. 세 가지 재료가 보편적으로 사용되어 오고 있는데 Stackhouse<sup>3)</sup>는 인상용 석고를 왁스 트레이에 담아 납착인기 하는 방법을, Lucia<sup>8)</sup>는 자가 중합형 아크릴릭 레진 트레이와 산화아연유지놀을 이용한 방법을 소개한 바 있다.

현재 임상에서 흔히 사용되는 아크릴릭 레진은 Patterson<sup>9)</sup>에 의해 사용되었는데 그는 양질의 납착부를 얻을 수 있는 정확하면서 쉬운 납착방법이라고 소개하였으며, Rosenstiel 등<sup>10)</sup>도 전치부 수복물의 경우 얇은 절단면에서 안정된 인기를 위하여 아크릴릭 레진을 추천하였다.

인기재료의 정확도 비교연구에서 Moon 등<sup>11)</sup>은 인상용 석고가 아크릴릭 레진보다 더 정확 하지만 석고 인기체에 분할된 주조체를 재위치 시킬 때 주조체의 변위가 발생하며 이 경우에는 아크릴릭 레진이 더 정확하다고 보고하였으며 Harper와 Nicholls<sup>12)</sup>는

아크릴릭 레진 인기재료와 여섯 가지 다른 인기재료 변형 연구에서 산화아연유지놀을 가장 정확하다고 결론 지었으나 인상용 석고 보다는 아크릴릭 레진의 변형치가 적었고, stick wax를 제외한 재료간 변형양 차이는 크지 않았다.

아크릴릭 레진의 장점은 인기재료 요구조건 대부분을 충족시키면서도 간편하게 사용이 가능하다는 것이며 더욱 향상된 새로운 레진계 재료들이 개발되어 소개되고 있다. Cho와 Chee<sup>7)</sup>는 Duralay에 비하여 경화시간이 적어 임상적으로 빠르게 적용할 수 있는 G-C Pattern 아크릴릭 레진을 추천했다. 4-META 레진은 금속, 도재, 치아 등에 강한 접착성을 가져 주조판의 접착제, 도재판 파절시 수리 등에 사용되고 있다<sup>13-15)</sup>. 인기재료로 4-META 접착성레진을 사용하면 적은 재료 사용으로 안정된 인기부를 얻음으로써 레진 고유의 중합수축 양을 줄여주며 특히 임프란트 보철물처럼 다수의 인기부를 가질 때에 유용하다<sup>13)</sup>. Dixon<sup>16)</sup>은 순간적인 경화 시간과 강한 인장 강도를 가지는 cyanoacrylate를 인기재료로 추천하였는데 경화동안의 환경의 변화에 대한 변형이 거의 없고 인기부의 강한 강도를 장점으로 말했다. 그러나 cyanoacrylate는 인체에 대한 안정성을 인정받지 못하여 구강 내 사용은 제한된다.

레진 인기재료의 연구는 강도와 이차원적 비교실험<sup>7,13-17)</sup>에 국한되어 있으며 여러 가지 레진 인기재료에 대한 연구가 희소하기 때문에 본 연구에서는 레진 납착 인기재료 사용이 인기와 블록 제작 과정에서 분할된 주조체의 변형에 미치는 영향을 조사하기

위하여 3차원 좌표측정기로 측정, 조사하였다.

## II. 연구재료 및 방법

### 1. 시편제작

제2형 티타늄 합금원통을 선반(Model WHN-1, Hasegawa, Japan)과 밀링머신(Model HPF, Hasegawa, Japan)을 이용 Fig. 1과 같이 정밀 가공하고 주조와 측정을 위하여 60×50×20mm의 금속 기저판에 중심간 거리가 40mm가 되도록 직경 3.85mm, 깊이 9mm의 평행한 나사 공을 밀링머신(Machining center, Model number ECOMIL-65V, Hwacheon, Korea)으로 형성하였다. 이 나사공에 positioning post를 설치하고 상부에 두 원통을 위치시킨 후 torque controller를 이용하여 10N·cm로 조였다. 일정한 규격의 납형제작을 위하여 직경 3mm, 길이 36mm의 플라스틱 환봉(Degussa, Germany)을 두 원통 사이에 위치시켜 연결부 납형을 완성한 다음 주조용 왁스로 마무리하였다. 완성된 납형을 positioning post로부터 분리하여 통법대로 매몰, 소환하고, 제4형 금합금(Stabilo G, Degussa, AG Germany)으로 주조하였다. 두 개의 원통과 연결 bar를 가진 시편을 동일 조건으로 주조하기 위하여 고주파 원심주조기(Globucast, Krupp, Germany)를

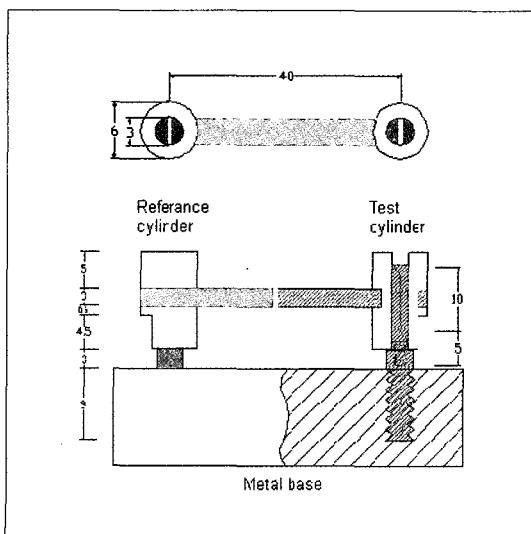


Fig. 1. View of stage 1 : As a split cast.  
(All dimension in millimeters [mm].)

사용하였다. 주조후 주조체의 변형이나 표면 손상이 없도록 주의 깊게 매몰재를 분리하고 초음파 세척기로 깨끗이 세척하였다.

주조 시편을 다시 기저판에 위치시켜 조은 다음, Fig. 1과 같이 연결 bar 중앙부를 납착간격 0.3mm가 되도록 Wire cutting machine(Daewoo, Korea)으로 절단하였으며 총 15개의 주조 시편을 세 가지 납착 인기재료별로 다섯 개씩 분류하였다.

### 2. 납착부 고정

시편의 분할된 연결 bar의 상호 위치 관계를 고정하기 위하여 사용한 세 가지 인기 재료는 다음과 같이 적용하였으며 인기재료의 중합응력에 의한 분할 주조체의 변위를 방지하기 위하여 모든 시편은 인기 재료 적용 후 24시간 동안 금속 기저판에 고정 시켰다.

자가중합형 금속접착제인 Acrylic solder® (Parkell Products Inc. U.S.A.)는 납착간격에 제공된 bonding liner를 도포한 후 분말-용액의 체적비율 1 : 1로 혼합하여 붓으로 적용하였고 패턴용 자가중합레진 GC Pattern resin® (G-C Dental Industrial Corp. Japan)은 분말-용액의 체적비율 1 : 1로 혼합하여 납착간격에 붓으로 적용하였으며, 이 두 가지 재료는 납착간격 내에만 적용되었다.

광중합형 복합레진인 Z-100® (3M Dental Products)은 3M Scotchbond™ Multi-Purpose Adhesive를 납착간격에 중합시킨 다음 적용하였으며 납착간격 내 및 외부로 폭 3mm 두께 2mm로 적용하였다.

### 3. 납착 블록 제작

납착인기 재료로 고정된 시편을 기저판에서 풀고 guiding screw로써 기준원통과 시험원통에 soldering post를 부착시켜 매몰재를 몰드에 부은 다음 납착용 포스트의 상부 2.5mm가 노출 되도록 일정한 깊이로 놓고 1시간 동안 경화시켰다.

매몰재 블록의 표준화를 위하여 52×12×25mm의 타원형 레진 블록을 제작하고 실리콘인상재로 복제하여 매몰재 블록 몰드를 제작하였다. 매몰재 Deguvest CF®(Degussa Germany)를 22ml/100g

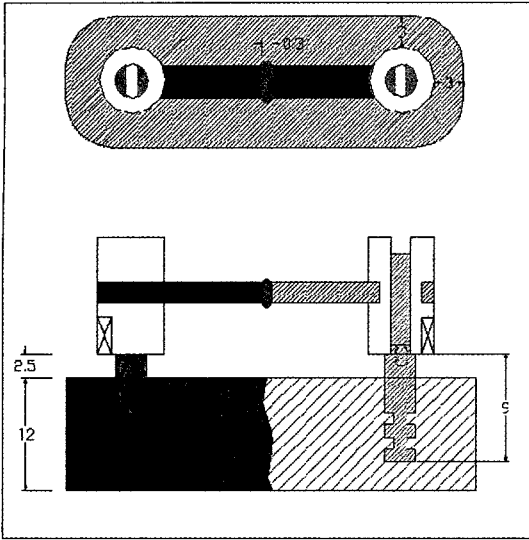


Fig. 2. View of stage 3 : After fabrication of soldering block. (All dimension in millimeters [mm].)

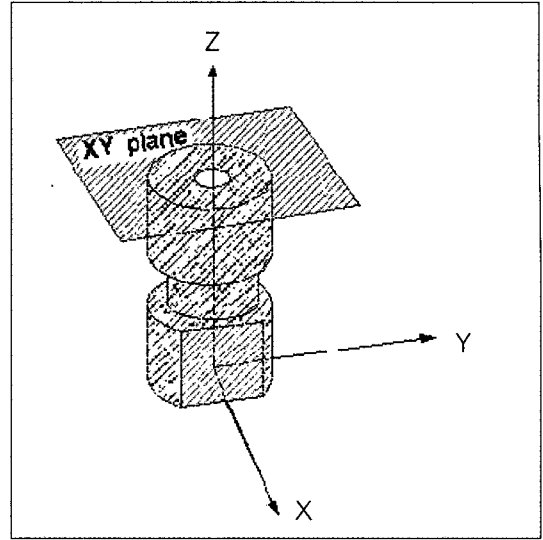


Fig. 3. X, Y and Z coordinate system of reference cylinder.

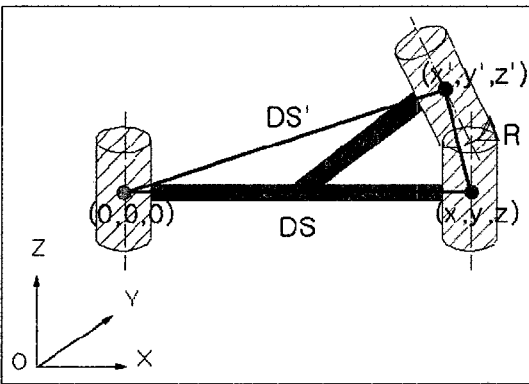


Fig. 4. Intercentroidal distance and global distortion.

의 혼수비로 제조사에서 제공된 용액으로 혼합하여 사용하였다.

#### 4. 측정

본 실험의 측정에 사용된 삼차원 좌표 측정기 (MHB-665C, Dukin, Daejon, Korea)는 소프트웨어 (NeuroMeasure 2.2, Dukin, Daejon, Korea)를 통해서 구동되었다. 뉴로메저 2.2는 프로브의 속도 제어와 반복적인 위치 재현의 기계적 제어뿐만 아니라, 측정점의 기하학적인 변환, 데이터 처리와 저장 등을 수행하였으며, 모든 측정은 항온항습실 ( $20 \pm 1^\circ\text{C}$ ,  $60 \pm 5\%$ )에서 측정을 시행하였다.

Table 1. Measuring stages

Stage 1	As a split cast
Stage 2	After 24 hours application of indexing material
Stage 3	After 1 hour fabrication of soldering block

측정시기는 분할된 주조체를 금속 기저판에 고정시킨후(stage 1), 인기재료 적용 24시간 뒤(stage 2), 그리고 매몰재 블록에 위치시키고 1시간 경과후(stage 3)으로 계측하였으며 (Table 1), Fig. 3과 같이 기준원통에서 X, Y 그리고 Z축을 결정하고, Fig. 4에서 처럼 기준원통의 중심점에 대한 시험 원통의 계측시기에 따른 변위된 좌표값을 통하여 중심점간 거리 차이와 축성분변형합을 구하였다.

계측 자료 정리는 Table 2와 같은 기준으로 symbol을 사용하였다. Table 1과 같이 세 번의 시기로 나누어 계측되었다.

분할된 주조체 상태에서 기저판에 guiding screw를 사용하여  $10\text{ N} \cdot \text{cm}$ 의 힘으로 고정하여 시험의 기준 원통과 시험 원통을 측정하였으며 측정은 같은 조건 하에서 3회씩 반복하였다.

인기재료 적용후 상태 측정은 기준 원통만을 기저판에 고정하고 같은 방법으로 측정을 실시하였고, 매몰재 블록 제작후 상태 측정은 시험 원통을 soldering post에 부착하고 납착 블록에 매몰후 동일한

Table 2. Symbol of measured data

AI	Acrylic solder		
PI	Pattern resin	Indexing distortion	Value difference between stage 2 and stage 1
ZI	Z-100		
AB	Acrylic solder		
PB	Pattern resin	Block distortion	Value difference between stage 3 and stage 2
ZB	Z-100		
AT	Acrylic solder		
PT	Pattern resin	Total distortion	Value difference between stage 3 and stage 1
ZT	Z-100		

방법으로 측정 했다.

Ⅲ. 연구성적

각 납착 인가재료별 계측 단계간 기준원통 중심점에 대한 시험원통 중심점의 3차원적 공간상에서 성분 변위량을 Table 3으로 나타내었다.

1. 중심간선변형

시험 원통 중심 좌표 (X, Y, Z)와 (X', Y', Z')를 아래의 공식에 의하여 계산하여 측정 시기별 및 재료별 원통 중심간선변형을 구하고 Table 4와 같이 정리하였다.

Intercentroidal linear distortion(ΔDS)

$$= \sqrt{X'^2 + Y'^2 + Z'^2} - \sqrt{X^2 + Y^2 + Z^2}$$

Table 3. Mean and standard deviation of component displacements (mm)

	ΔX		ΔY		ΔZ	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
AI	-0.014	0.015	-0.003	0.008	-0.019	0.018
PI	-0.005	0.011	0.007	0.015	0.004	0.029
ZI	-0.011	0.002	0.003	0.009	-0.041	0.047
AB	0.010	0.010	0.005	0.016	0.083	0.152
PB	0.016	0.008	0.012	0.022	-0.243	0.046
ZB	0.019	0.006	-0.005	0.014	-0.004	0.258
AT	-0.004	0.015	0.002	0.006	0.064	0.169
PT	0.011	0.016	0.020	0.027	-0.239	0.062
ZT	0.008	0.005	-0.002	0.013	-0.044	0.234

Table 4. Mean and standard deviation intercentroidal linear distortion (mm)

	Mean	SD	Range	
			min.	max.
AI	-0.014	0.015	-0.028	0.011
PI	-0.005	0.012	-0.014	0.015
ZI	-0.010	0.003	-0.013	-0.007
AB	0.009	0.010	0.003	0.021
PB	0.016	0.008	0.004	0.024
ZB	0.018	0.005	0.010	0.025
AT	-0.005	0.015	-0.019	0.014
PT	0.011	0.016	-0.010	0.031
ZT	0.008	0.006	0.004	0.014

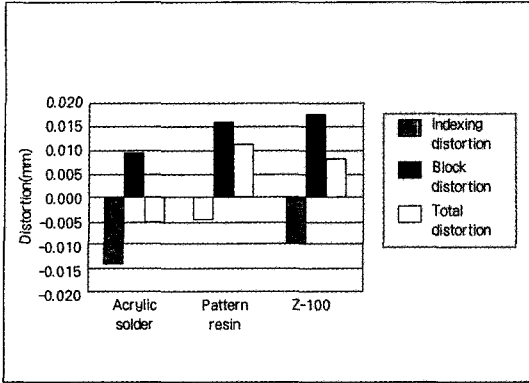


Fig. 5. Comparison of intercentroidal linear distortion.

동일 재료의 각 측정 단계별 거리 변화(Table 4, Fig. 5)에 대하여 분석(ANOVA)을 한 결과 Acrylic solder는 유의한 차이가 없었으나, 나머지 두재료는 유의한 차이가 있었다( $p=0.05$ ). 이를 다중범위 검정법으로 분석한 결과는 Table 5와 같다.

동일 측정 단계에서 재료간에는 유의성이 없었으며 세 재료 모두 인기 재료 적용후, 매몰재 블록 제작후 거리 변화는 유사한 경향을 보였다(Fig. 5, Table 6).

## 2. 축성분변형합

시험 원통 중심 좌표 (X, Y, Z)와 (X', Y', Z')를

Table 5. Duncan's multiple range test results of comparing intercentroidal linear distortion of three indexing materials

Acrylic solder <sup>®</sup>	p	Pattern resin <sup>®</sup>	p	Z-100 <sup>®</sup>	p
AI vs AB	s	PI vs PB	s	ZI vs ZB	s
AB vs AT	ns	PB vs PT	ns	ZB vs ZT	s
AT vs AI	s	PT vs PI	s	ZT vs ZI	s

s : significant difference, ns: no significant difference,  $p<0.05$ .

Table 6. Duncan's multiple range test results of comparing linear dimensional change of three measuring stages

Indexing distortion	p	Block distortion	p	Total distortion	p
AI vs PI	ns	AB vs PB	ns	AT vs PT	ns
ZI vs PI	ns	PB vs ZB	ns	PT vs ZT	ns
ZI vs AI	ns	PB vs ZB	ns	ZT vs PT	ns

s : significant difference, ns: no significant difference,  $p<0.05$ .

Table 7. Mean and standard deviation of global distortion (mm)

	Mean	SD	Range	
			min.	max.
AI	0.031	0.012	0.013	0.047
PI	0.032	0.008	0.020	0.042
ZI	0.048	0.040	0.013	0.114
AB	0.140	0.088	0.021	0.262
PB	0.245	0.047	0.182	0.292
ZB	0.217	0.092	0.093	0.338
AT	0.143	0.093	0.024	0.265
PT	0.242	0.062	0.146	0.307
ZT	0.189	0.115	0.083	0.379

Table 8. Duncan's multiple range test results of comparing global distortion of three indexing materials.

Acrylic solder <sup>®</sup>	p	Pattern resin <sup>®</sup>	p	Z-100 <sup>®</sup>	p
AI vs AB	s	PI vs PB	s	ZI vs ZB	s
AB vs AT	ns	PB vs PT	ns	ZB vs ZT	ns
AT vs AI	s	PT vs PI	s	ZT vs ZI	s

s : significant difference, ns: no significant difference, p<0.05.

Table 9. Duncan's multiple range test results comparing global distortion of three measuring stages

Indexing distortion	p	Block distortion	p	Total distortion	p
AI vs PI	ns	AB vs PB	ns	AT vs PT	ns
ZI vs PI	ns	PB vs ZB	ns	PT vs ZT	ns
ZI vs AI	ns	PB vs ZB	ns	ZT vs PT	ns

s : significant difference, ns: no significant difference, p<0.05.

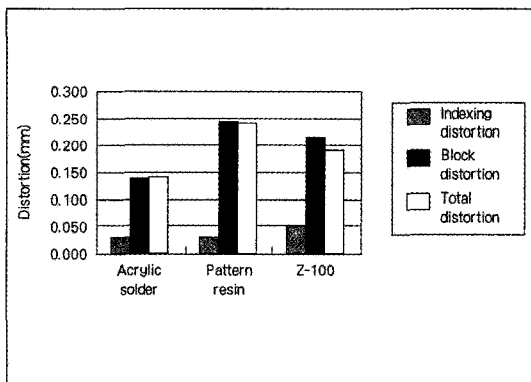


Fig. 6. Comparison of global distortion.

아래의 공식에 의하여 계산하여 측정 시기별 및 재료별 원통 중심간 축성분변형합을 구하고 Table 7과 같이 정리 하였다.

$$\text{Global distortion}(\Delta R) = \sqrt{(X' - X)^2 + (Y' - Y)^2 + Z' - Z^2}$$

동일 재료의 각 측정 단계별 변형(Table 7, Fig. 6)에 대하여 분석(ANOVA)을 한 결과 Acrylic solder는 유의한 차이가 없었으나, 나머지 두 재료는 유의한 차이가 있었다(p=0.05). 이를 다중범위 검정법으로 분석한 결과는 Table 8와 같다.

동일 측정 단계에서 재료간에는 유의성이 없었으

며 세 재료 모두 인기 재료 적용후, 매물재 블록 제작후 변형량은 유사한 경향을 보였다(Fig. 6, Table 9).

#### IV. 총괄 및 고안

고정성 국소의치에서 지대치관의 변연 적합도가 불량한 경우에는 시멘트 누출이 증가되어 이차 치아 우식증과 치은 병변 등을 초래하기 때문에 수복물과 치질의 예후를 나쁘게 한다. 적합도의 증진을 위해 흔히 사용되는 납착법<sup>1-5)</sup>은 분할된 주조체를 구강내 또는 주 모형상에 재위치 시킨 후 인기재료로 상대적인 위치를 기록하고 매물하여 납착용 합금으로 연결부를 결합시키는 과정으로 일체 주조법<sup>6,18)</sup>에 비하여 더 많은 과정을 거치기 때문에 오히려 변위의 가능성이 더 많을 수도 있다. 그러나 보철물의 길이가 3~4 unit 이상이거나 만곡형 주조체<sup>4,6)</sup>에서는 여전히 납착법을 이용하여 지대치에 대한 적합도를 향상시키고자 노력하고 있다.

자연치를 지대치로 하는 보철물에서는 치주인대가 치아의 미세이동을 허용하기 때문에 보철물이 약간 부정확해도 치아가 보철물에 맞아 들어갈 여지가 있으나 골유착성 임플란트 보철물은 자연치아와 같은 미세이동을 제공 받지 못하므로 매우 높은 수준의 적합도가 요구된다<sup>19-22)</sup>. Carr와 Stewart<sup>20)</sup>는 전악 임플란트 보철물의 주조체를 일체 주조법으로 제작

하는 것은 부정확하기 때문에 수동적 적합을 이룰 수 없다고 하였으며 이러한 경우에 상부 구조와 하부 구조간에 상당한 응력이 발생한다는 보고가 있다<sup>21,22)</sup>. 또한 부정확한 적합은 나사 풀림, 나사 파절 및 임플란트에 대한 조직의 부적절한 반응등의 병발증을 일으키는 요소 중의 하나라고 알려져 있다<sup>23-25)</sup>.

고정성 국소의치와 임플란트 보철물에 적용되는 납착술식은 재료선택과 숙련도에 따라서 상당한 영향을 받는 매우 예민한 작업이며 초기 과정인 납착 인기기술 선택은 개인적인 성향에 따라 기공사와 의사들이 시행착오를 통해 자기에게 적합한 방법을 개발사용하고 있다.

납착의 정확도와 강도를 위하여 대개 0.1~0.7mm 납착 간격이 추천되고 있다. Ryge<sup>1)</sup>는 0.005 inch 이상을, Willis와 Nicholls<sup>26)</sup>는 0.15, 0.30, 0.45mm의 세 간격을 비교하여 0.15mm를 추천하였고, Shillingburg 등<sup>27)</sup>은 납착부의 변형과 강도를 고려하여 0.25mm의 간격을 추천하였다. Stade 등<sup>28)</sup>은 납착부의 강도는 간격이 클수록 증가하지만 정확도를 위하여서 0.31mm를, Saxton<sup>29)</sup>은 0.3mm가 이상적이라고 보고하였다. 이에 본 연구에서도 0.3mm<sup>27-29)</sup>의 납착간격을 이용했다. 이러한 결과를 종합해보면 납착 간격이 증가할수록 강도는 커지지만, 간격이 큰 경우에는 변형이 크게 발생하고 모세관 현상을 얻기가 힘들어서 납착이 성공적으로 이루어지기가 어렵고, 간격이 너무 작으면 납의 적절한 흐름이 방해되어 불완전하거나 약한 결합부가 형성된다고 할 수 있다.

고정성 국소의치의 정밀한 납착을 위하여 주 모형 또는 구강 내에서 분할된 주조체를 장착하여 상호 위치를 인기 하게 되는데 납착용 인기재료는 체적 안정성, 적용술식의 편이성과 제거 및 소환 용이성을 갖추어야 한다<sup>7)</sup>. Stackhouse<sup>3)</sup>는 인상용 석고를 왁스 트레이에 담아 납착인기 하는 방법을, Lucia<sup>8)</sup>는 자가 중합형 아크릴릭 레진 트레이와 산화아연유지놀을 이용한 방법을 소개 하였다. 현재 임상에서 흔히 사용되고 있는 자가중합형 아크릴릭 레진을 이용한 인기술식은 1972년 Patterson<sup>9)</sup>에 의해 처음 소개되었는데 그는 교합면 위로 6~9mm 두께의 자가 중합 레진인기를 추천하였으나 Moon 등<sup>11)</sup>은 중합수축에 의한 변형을 줄이기 위하여 3mm 두께의 인기를 추천하였고 Rosenstiel 등<sup>10)</sup>은 안정된 인기부를 얻기

위하여 구치부에서는 작은 레진 혹은 왁스 트레이에 인상용 석고를 담아 사용하는 방법을, 얇은 절단면을 가지는 전치부 보철물에서는 bead technique의 레진 인기법을 추천하였다.

아크릴릭 레진은 다른 인기재료에 비하여 적용 술식의 편이성, 제거나 소환의 용이성이 있고 시간 절약, 부과적인 과정이 필요 없다는 장점을 가진다<sup>7,9)</sup>. 그리고 체적 안정성, 강도, 접착성등이 향상된 새로운 재료들이 개발되어 시판되고 있다<sup>13,16)</sup>. 일반적인 아크릴릭 레진에 비하여 금속등에 강한 접착성을 가진 4-META 계열 레진은 적은 양으로도 강한 납착 인기부를 얻을 수 있어 중합 수축을 적게 할 수 있다고 생각된다. 본 실험과 같이 Acrylic solder를 사용하면 shillingburg<sup>27)</sup>와 Rosenstiel 등<sup>10)</sup>이 추천한 방법에 비하여 적용술식이 용이하고, 더 작은 크기의 납착 인기가 가능하다고 생각된다. Chang 등<sup>13)</sup>은 4-META성분의 아크릴릭 레진이 다수 인기부를 가진 보철물과 임플란트 보철물에서 유용함을 보고한바 있다.

인기 재료의 정확성에 대하여 1978년 Moon 등<sup>11)</sup>은 표준화된 모델상에서 석고와 Duralay 아크릴릭 레진을 비교 연구했다. 그들은 1/8 inch의 볼을 주조 금관에 부착시켜서 현미경으로 볼에 접선의 차이를 측정하여 세 방향에 대한 측정값을 vector의 합으로 계산하여 인기재료의 총 변형량을 보고했다. 그리고 석고인기부를 필요에 의해 제거했다가 다시 재위치시킬 때의 정확도 감소를 지적하였으며 이 경우 레진을 이용한 재료가 더 우수하다고 말했다. 1979년 Harper와 Nicholls<sup>12)</sup>은 아크릴릭 레진을 포함한 7가지의 납착 인기 재료를 3차원적으로 분석 재료 변형의 방향성과 크기를 비교하였다. 각 축에 따른 변위량은 표준편차가 평균치보다 큰 값을 보이는 것이 본 실험과 유사하였는데, 산화아연유지놀이가 가장 적게 변형되었고 stick wax가 가장 많이 변형되었으며, 인상용석고, 아크릴릭 레진, 경석고 등은 중간 정도의 변형을 일으켰다.

본 실험에서 사용된 세 종류의 인기 재료의 납착 인기후 총변형량을 실험의 조건은 다르지만 Moon 등<sup>11)</sup>의 실험 결과 값과 비교 해보면 세 재료 모두 석고 총변형량과 유사하거나 그 이상의 정확도를 나타내었다. 본 실험의 이런 결과는 그의 실험 조건 보다 인기시 사용한 아크릴릭 레진 양이 적었고 복합레진

의 적은 중합수축값이 반영되었다고 생각된다. Harper와 Nicholls<sup>12)</sup>의 연구에서 밝힌 주조후 총변형량과 본 실험의 최종 변형량과는 큰 차이를 보이고 있다. 납착인기재료의 물성에 따른 변형의 특성을 보기위하여 매물재의 경화팽창을 1.2%로 한 것이 이유라고 생각된다.

1990년 Mojon 등<sup>17)</sup>은 납착인기와 패턴제작에 사용되는 아크릴릭 레진의 중합 수축을 dilatometer로 체적변화를 조사하였는데, 레진은 체적이 불안정 하였으며 재료의 두께가 일정하지 않은 경우에는 더 많은 변형이 발생하였다. 1992년 Dixon 등<sup>16)</sup>이 최근 사용되는 Duralay, Relate, Zapit의 선변화량과 인장강도를 연구하여 세 재료간 유의한 차이는 없으며 Zapit (cyanoacrylate)의 강한 강도와 짧은 경화시간을 장점으로 보고하였으나 아직 인체에 대한 안정성이 입증되지 않아서 본 실험에서는 비교 재료로 채택하지 않았다.

1995년 Cho와 Chee<sup>7)</sup>는 Duralay와 G-C Pattern resin 두 자가 중합 레진 인기재료의 체적 정확성과 경화 시간을 비교하여 체적 정확성은 유의한 차이가 없으며 임상적으로 빠른 경화 시간을 가지는 G-C Pattern 레진재료의 사용을 추천했다.

치과에서 사용되는 복합 레진의 주성분은 레진기질과 무기질 및 중합개시제이다<sup>30)</sup>. 본 연구에서는 아크릴릭 레진계 보다 현저하게 낮은 중합 수축율이 인기시 미치는 영향을 임상에서 흔히 사용되는 광중합 복합레진 Z-100을 사용 비교해 보았다. 재료학적으로 재래형 복합레진은 단지 1.4%의 체적수축과 0.5%의 선수축만을 보인다<sup>30)</sup>. 그러나 Bausch 등<sup>31)</sup>의 연구에서는 시판되는 6가지 복합레진의 체적수축을 3~5.9%의 범위로 보고하였다. 광중합형 복합레진의 중합수축은 광선에 노출된 이후 2분 동안에 일어나고 60분간의 더딘 수축기간을 동반한다<sup>32)</sup>. 실험에서 Z-100의 변형이 적은 이유 중에 하나로 납착 인기재료로 사용시 그 형태가 레진의 스트레스를 줄여 주고 납착간격의 변형을 감소 시켜줄 수 있는 개방된 형태 때문으로 생각된다. 결합제로 초기 고정시 납착간격에 스트레스가 적은 연결부를 일차 형성하고 부가적인 복합레진은 수축을 위한 자유로운 표면을 가지므로 분할된 구조체를 수축시키는 힘이 줄어들어 indexing distortion에서 X 성분의 변형량이 가장 작은 결과를 나타낸 것으로 생각되지만 다른 재

료와 유의한 차이는 발견하지 못했다.

순수 methylmethacrylate는 경화시 수축이 21%나 되나 치과용 아크릴릭 레진은 일부분이 미리 중합되어 있기 때문에 더 적은 중합수축을 보인다<sup>30)</sup>. 본 실험에 사용된 모든 인기재료는 재료를 사용하지 않은 측정보다 길이가 감소했다. 중심간선변형에서 5~14 $\mu$ m의 길이감소는 모든 레진에서 일어나는 중합 수축 때문으로 보인다. 이것은 레진계 재료를 비교한 실험에서 Mojon 등<sup>17)</sup>과는 같고 Dixon 등<sup>16)</sup>의 연구와는 다른 면이 있다. 그들의 연구에서 왜 길이가 증가했는지는 알 수 없다. 그러나 본 실험에서는 중심간선변형에 X성분의 변위가 Y, Z성분 변위에 비하여 훨씬 큰 영향을 미치게 되는데 이는 중심간선변형의 공식 ( $\sqrt{X^2 + Y^2 + Z^2} - \sqrt{X^2 + Y^2 + Z^2}$ )에서 본 실험의 모델은 구조체간의 거리를 다른 연구에 비하여 길게 설정하였기 때문에 초기값이 40mm 근처에서 변하는 X 성분 변위가 다른 구성성분 보다 두 배 이상의 영향을 주게 되었다.

납착용 매물재의 주성분은 구조용 매물재와 유사한 성분이다. 매물재는 내화재와 결합제를 기본 성분으로 한다. 납착용 매물재는 이상적으로 내화 성분으로 석영을 포함 해야 한다<sup>33)</sup>. 납착 재료의 수축 보상에 필요한 매물재의 팽창 크기는 기공사의 경험 의존적이다. 팽창은 경화 팽창과 열 팽창으로 나뉜다. 본 실험에서는 인기재료의 물성에 따른 매물재에 대한 변형을 연구하기 위하여 1.2%의 최대 경화 팽창을 유도했다. 세 인기재료 모두 중심간선변형이 양의 값으로 나타났다. 특이하게 Acrylic solder에서는 indexing distortion 보다 적은 block distortion을 보였는데 강한 접착 물성의 반영으로 보이나 통계학적으로는 유의한 차이는 없었다.

인기과정과 납착 블록제작의 두 부분으로 과정을 분리 할 때, 인기 재료를 비교한 논문 대부분이 현재 사용하는 인기 재료간의 유의성의 차이는 없거나 있어도 그 차이는 적다고 밝히고 있다. 본 연구 축성분 변형합에서 indexing distortion과 block distortion이 유의한 크기 차이를 보이듯이 많은 논문에서 변형량의 대부분은 매물과정에 있었다고 보고 되고 있다. Stackhouse<sup>3)</sup>는 인기재료에 비하여 세 배정도의 매물재 블록의 변형을 보고했고 Hollenback 등<sup>34)</sup>은 대부분의 변형이 매물재의 변형이라고 발표했다. Hinman 등<sup>35)</sup>도 매물이 가장 중요한 변형의 요소라



고 말했으며 Schiffleger 등<sup>36)</sup>도 다양한 길이의 고정성 국소의치의 변형 실험에서 Hinman 등의 의견을 동조했다. 본 실험에서 세 재료의 인기시 축성분 변형합은 30~48 $\mu$ m였으며 매몰시는 140~245 $\mu$ m로 크기는 8배의 차이를 보였다. Perdigon과 Van Eepole<sup>37)</sup> 그리고 Winslow<sup>38)</sup>는 이 변형을 줄여 보기 위하여 sprue와 button 또는 welded sprue를 사용 매몰의 과정 없이 주조체 연결을 시행하였다. Harper와 Nicholls<sup>12)</sup>도 매몰후의 변형이 크고 그 범위도 다양함을 보고했다. 그러나 본 실험에서는 이 매몰의 결과에 대해서 Ryge<sup>1)</sup>의 연구와는 일치하지 않는데 그는 실험에서 매몰 후 고정성 국소의치에서 거의 체적 변화가 없다고 보고하였으나 변형 측정의 도구로 두께게이지를 이용한 것이 이유라고 생각된다.

본 실험에 의하면 세 가지 인기재료의 중심간선변형과 축성분변형합은 인기시에는 차이가 없는 것으로, 또한 매몰후에도 유의한 차이는 없는 것으로 나타났다. 그러나 축성분의 변형값의 범위가 너무 커서 인기재료의 변형의 방향성을 알 수가 없었다. 앞으로의 연구에서는 같은 레진 인기재료의 적용 술식에 따른 변형과 중합된 레진 인기재료의 형태에 따른 block distortion이 연구되어야 될 것으로 생각된다.

## V. 결 론

분할주조체의 납착인기와 납착블록을 제작하는 과정에서 세 가지 레진 인기재료(Acrylic solder<sup>®</sup>, G-C Pattern resin<sup>®</sup>, Z-100<sup>®</sup>)가 변형에 미치는 영향을 연구하기 위하여 중심점간거리가 40mm인 두 원통의 중심점변위를 3차원 계측기로 측정하였다.

두 원통을 연결하는 연결봉 중앙부에 0.3mm 납착간격을 형성하고 인기재료를 적용한후 그리고 납착용 블록을 제작한후 원통의 중심좌표를 각각 측정하여 중심점간선변형(Intercentroidal linear distortion,  $\Delta DS = \sqrt{X'^2 + Y'^2 + Z'^2} - \sqrt{X^2 + Y^2 + Z^2}$ )과 축성분변형합(Global distortion,  $\Delta R = \sqrt{(X' - X)^2 + (Y' - Y)^2 + (Z' - Z)^2}$ )을 구하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 중심점간 거리(Intercentroidal distance, DS)는 indexing distortion에 의하여 감소되고, block distortion에 의하여 증가하였다.

2. 축성분변형합(Global distortion,  $\Delta R$ )은 indexing distortion에 비하여 block distortion이 더 컸다.

3. 중심점간 선변형(Intercentroidal linear distortion,  $\Delta DS$ )과 축성분 변형합( $\Delta R$ )에 대한 레진 인기재료 종류의 차이는 유의성이 없었다.

이상의 결론에 의하면 세가지 레진 인기재료의 인기안정성은 유사하였으나 납착용 매몰재 블록제작 과정에서 변형이 더 많이 일어나므로 매몰재의 선택과 사용에 주의를 기울여야 할 것으로 생각된다.

## 참 고 문 헌

1. Ryge G.:Dental soldering procedures. Dent Clin Nor Am 1958;2:747-757.
2. Meyer FS.:The elimination of distortion during soldering. J Prosthet Dent 1959;9:441-447.
3. Stackhouse JA.:Assembly of dental units by soldering. J Prosthet Dent 1967;18:131-139.
4. Gegauff AG, Rosenstiel SF.:The seating of one-piece and soldered fixed partial dentures. J Prosthet Dent 1989;62:292-297.
5. Ziebert GJ, Hurtado A, Glapa C, Schiffleger BE.:Accuracy of one-piece castings, preceramic and postceramic soldering. J Prosthet Dent 1986;55:312-317.
6. Sarfati E, Harter JC.:Comparative accuracy of fixed partial dentures made as one piece casting or joined by solder. Int J Prosthodont 1992;5:377-383.
7. Cho GC, Chee WWL.:Efficient soldering index materials for fixed partial dentures and implant substructures. J Prosthet Dent 1995;73:424-427.
8. Lucia V.:Modern gnathological concepts. St. louis: CV Mosby Co. 1961. pp190-195.
9. Patterson JC.:A technique for accurate soldering. J Prosthet Dent 1972;28:552-556.
10. Rosenstiel SF, Land MF, Fujimoto J. Contemporary fixed prosthodontics. 1st ed.

- St Louis: CV Mosby Co. 1988. pp.444-450.
11. Moon PC, Eshleman JR, Douglas Jr. HB, Garrett SG.: Comparison of accuracy of soldering indices for fixed prostheses. *J Prosthet Dent* 1978;40:35-38.
  12. Harper RJ, Nicholls JI.: Distortions in indexing methods and investing media for soldering and remount procedures. *J Prosthet Dent* 1979;42:172-179.
  13. Chang JC, Hurst TL, Johnson CD, Duong J.: A soldering index made with 4-META adhesive resin. *J prosthet Dent* 1994;72:430-432.
  14. Chang J, Scherer W, Tauk A, Maartini R.: Shear bond strength of a 4-META adhesive system. *J Prosthet Dent* 1992;67:42-45.
  15. Suliman AH, Swift EJ Jr, Perdigao J.: Effects of surface treatment and bonding agents on bond strength of composite resin to porcelain. *J Prosthet Dent* 1993;70:118-120.
  16. Dixon DL, Breeding LC, Lindquist TJ.: Linear dimensional variability and tensile strengths of three solder index materials. *J Prosthet Dent* 1992;67:726-729.
  17. Mojon P, Oberholzer JP, Meyer JM, Belser UC.: Polymerization shrinkage of index and pattern acrylic resins. *J Prosthet Dent* 1990;64:684-688.
  18. Fusayma T.: Technical procedure of precision casting. *J Prosthet Dent* 1959;9:1037-1048.
  19. Jang KS, Kim YH, Kim YS.: Mobility of natural teeth and osseointegrated implants. *J Korean Acad Prosthodont* 1995;33:144-153.
  20. Carr AB, Stewart RB.: Full-arch implant framework casting accuracy: Preliminary in vitro observation for in vitro testing. *J prosthodont* 1993;2:2-8.
  21. Jemt T, Carlsson L, Boss A, Jorneus L.: In vivo load measurements on osseointegrated implants supporting fixed or removable prosthesis : A comparative pilot study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1991;6:413-417.
  22. Burguete RL, Johns RB, King T, Patterson EA.: Tightening characteristics for screwed joints in osseointegrated dental implants. *J Prosthet Dent* 1994;71:592-599.
  23. Kallus T, Bessing C.: Loose gold screws frequently occur in full-arch fixed prostheses supported by osseointegrated implants after 5 years. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1994;9:169-178.
  24. Jemt T, Book K.: Prosthesis misfit and marginal bone loss in edentulous implnt patients. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1996;11:620-625.
  25. Kang YM, Lim JH, Cho IH.: A study on the abutment screw loosening of dental implants. *J Korean Acad Prosthodont* 1996;34:1-11.
  26. Willis LM, Nicholls JI.: Distortion in dental soldering as affected by gap distance. *J Prosthet Dent* 1980;43:272-278.
  27. Shillingburg HT, Hobo S, Whitsett LD. : Fundamentals of fixed prosthodontics. Quintessence Pub Co. 1981. pp.401-417.
  28. Stade EH, Reisbick MH, Preston JD.: Preceramic and postceramic solder joints. *J Prosthet Dent* 1975;34:527-532.
  29. Saxton PL.: Post-soldering of nonprecious alloys. *J Prosthet Dent* 1980;43:592-595.
  30. 김형일, 김교한, 임호남, 박영준. 치과재료학 입문. 1판, 군자 출판사. 1996. pp.136-159.
  31. Bausch JR, De Lange K, Davidson CR, Peter A, De Gee AJ.: Clinical significance of polymerization shrinkage of composite resins. *J Prosthet Dent* 1982;48:59-67
  32. Suliman AH, Boyer DB, Lakes RS.: Polymerization shrinkage of composite resin: Comparison with tooth deformation *J Prosthet Dent* 1994;71:7-12.
  33. 김형일, 김교한. 치과재료학. 1판, 군자 출판사. 1996. pp.378-391.
  34. Hollenback GM, Smith DD, and Shell JS.: The accuracy of dental appliances assembled by

- soldering. J Calif Dent Assoc 1966;42:124-133.
35. Hinman RW, Tesk JA, Parry EE, Eden GT. Improving the casting accuracy of fixed partial dentures. J Prosthet Dent 1985;53:466-471.
36. Schiffleger BE, Ziebert GJ, Dhuru VB, Brantley WA, Sigaroudi K: Comparison of accuracy multiunit one-piece castings J Prosthet Dent 1985;54:770-776.
37. Perdigon GJ, Van Eepoel EF: Minimizing solder joint warpage in fixed partial denture construction. J Prosthet Dent 1957;7:244-249.
38. Winslow MB: Fixed splint and bridge assembly. J Am Dent Assoc 1955;51:47-62.

---

**Reprint request to:**

Young-Chan Jeon, D.D.S., M.S.D., Ph.D.  
Department of Prosthodontics, College of dentistry, Pusan National University  
1-10, Ami-dong, Seo-Gu Pusan, 602-739, Korea  
ycjeon@hyowon.cc.pusan.ac.kr

## ABSTRACT

# THE EFFECT OF SOLDERING INDICES FOR THE DISTORTION OF SPLIT CAST

Dong-Wook Lee, D.D.S., Chang-Mo Jeong, D.D.S., M.S.D., Ph.D

*Department of Prosthodontics, College of Dentistry, Pusan National University.*

The purpose of this study was to investigate the effect that three resin indexing materials had on the distortion of split cast in the procedures of solder indexing and block fabrication.

The specimen had two cylinders and connecting bar. Two cylinders were a reference cylinder and a test cylinder that were machined precisely and placed on metal base. The total of specimens were 30 and they were divided into 3 groups according to the resin indexing materials : Acrylic solder<sup>®</sup>, G-C Pattern resin<sup>®</sup>, Z-100<sup>®</sup>.

The relative coordinates (X, Y, Z) of centroids of both cylinders were measured by using 3-D coordinates measuring machine.

The value of indexing distortion was obtained after application of indexing material, and the value of the block distortion was obtained after fabrication of soldering block, and the value of total distortion was a value sum of indexing distortion and block distortion. Intercentroidal linear distortion ( $\sqrt{X'^2 + Y'^2 + Z'^2} - \sqrt{X^2 + Y^2 + Z^2}$ ) and global distortion ( $\sqrt{(X' - X)^2 + (Y' - Y)^2 + (Z' - Z)^2}$ ) were calculated from data of coordinates of centroids at each measuring stages.

The results of this study were as follows :

1. The intercentroidal distance between the split casts was reduced by indexing distortion and increased by block distortion.
2. The indexing global distortion between the split casts was smaller than block global distortion.
3. The intercentroidal linear distortion and the global distortion were no significant difference between indexing materials.