

## 가철성 다이를 가진 작업모형에서 다우엘 핀의 종류에 따른 정확도에 관한 연구

단국대학교 치과대학 보철학교실

임주환

### I. 서 론

보철수복학 분야에서 탄성 인상재의 사용과 가공과정을 통한 간접 제작방법은 인레이, 금관, 고정성 및 가철성 국소의치등의 제작에 많은 도움을 준다. 이것은 임상진료시간을 줄여주어 치과의사와 환자 모두에게 이로움을 주며, 보철물 장착시 잘 맞게 해준다. 그러나, 임상적 성공을 위해서는 정확한 모형이 필요하다<sup>6, 19, 24)</sup>.

특히, 고정성 보철물의 제작 단계에서 삭제된 지대치의 정확한 변연부 재현을 위해서는 전체 악궁모형으로부터 분리될 수 있는 가철성 다이 시스템이 흔히 필요하며, 현재까지 여러 종류의 가철성 다이를 제작하는 방법들이 소개되어오고 있다<sup>4, 7, 10, 14)</sup>. 그러나, 어느 방법이든 간에 전체 악궁모형으로부터 개별 다이의 분리는 정확한 위치에 정확히, 견고하게 재안착될 수 있어야 한다는 전제조건을 가진다<sup>1)</sup>. 또한 가철성 다이는 단단하고, 치밀한 재료로 만들어져야 하며, 주모형상으로부터 쉽게 장착 및 철거할 수 있어야 하고, 인접치아들과 정확한 관계를 이루어야 하며, 전체 가공과정동안 그 상태로 남아있어야 한다<sup>16)</sup>.

임상에서 사용되는 가철성 다이 제작 방법

으로는 dowel pin 이용법<sup>20, 26)</sup>, Pindex system (Whaledent International., New York, N.Y., USA)<sup>10)</sup>, Di-Lok system (Di-Equi Dental Products, Wappingers Falls, N.Y., USA)<sup>17, 21)</sup>, 및 Zeiser system (Girrbach Dental, Santa Rosa, CA, USA)<sup>13)</sup> 등이 있으며, 이러한 방법들 중에서 dowel pin 이용법과 Pindex system을 병행하여 사용하는 방법이 현재 임상적으로 가장 많이 사용되고 있다.

오래전부터 사용되어온 dowel pin 사용법은 모형내에 dowel pin을 정확히 고정시키는 방법에 따라 임상적 편리성 및 가철성 모형의 정확한 재위치여부에 영향을 미칠수 있으므로, 일부 학자들이 dowel pin을 모형에 고정시키는 방법에 관해 연구한 바 있다<sup>9)</sup>. 초기에 사용된 방법은 인상재에 경석고를 1차로 붓고, 경석고가 경화되기전에 dowel pin의 두부(head)를 인상체내의 지대치 부위에 위치되도록 삽입하는 방법을 사용하였으나, 이 방법은 dowel pin을 정확한 위치에 삽입할수 없는 단점이 있었다. Balshi 등<sup>2)</sup>은 이러한 문제점을 해결하기 위해 1차 경석고를 붓기전에 match, clip, needle 혹은 pin을 이용하여 dowel pin을 인상체에 고정하는 방법을 소개하였으며, Smith 등<sup>26)</sup>은 1차로 부

\*본 논문은 단국대학교 연구지원비에 의한 연구임

어진 주모형의 밑면에 구멍을 뚫고 dowel pin을 순간접착제로 고정시킨후 2차 기저부를 붓는 방법을 소개한 바 있다. 이러한 방법은 Balshi 등<sup>2)</sup>의 방법에 비해 임상적으로 간편한 장점을 가지지만, 여러개의 지대치가 있을 경우 각 지대치의 삽입로에 맞게 dowel pin을 위치시키는 것이 다소 어려운 단점이 있다. 따라서 이러한 단점을 해소하기 위해 Pindex system<sup>10)</sup>이 개발되었으며, 이 방법을 사용하면 다수의 지대치를 가진 경우라도 모든 dowel pin을 일정한 방향으로 위치시킬 수 있게 되었으며, 현재 임상적으로 Pindex system의 방법을 사용한 많은 장치들이 소개되어 사용되고 있다.

Dowel pin을 사용한 가철성 다이 시스템에서 발생할 수 있는 오차의 원인으로는 dowel의 형태, 표면모양, 사용재질<sup>20)</sup>과 석고의 경화팽창<sup>11)</sup> 등을 들 수 있으며, 현재 사용되는 dowel의 형태는 하나의 pin으로 된 single dowel과 두개의 pin을 가진 double dowel등이 있으며, 금속 혹은 플라스틱등의 재료를 사용하여, 선반 가공이나 주조방법을 통하여 제작된다. 이러한 형태 및 재료등이 제조회사에 따라 다양하므로, 각각의 dowel pin 종류에 따라 그 정확도에 차이가 있으리라 사료된다. 그러나 현재까지 보고된 연구들은 dowel pin을 정확히 위치시키는 방법이나, dowel pin과 그 이외의 가철성 다이 제작법에 따른 정확도의 비교연구등이 많았으며, dowel pin의 종류에 따른 정확도의 비교연구는 다소 부족한 것으로 사료되었다.

이에 본 연구는 현재 임상적으로 널리 사용

되고 있는 4종류의 dowel pin들을 선택하여 Pindex system을 사용하여 가철성 다이를 제작하고, dowel pin의 종류에 따른 가철성 다이 간의 거리 변화 및 악궁내 지대치간의 거리에 따른 오차를 비교분석하여 임상적으로 정확성이 높은 dowel pin을 사용하고, dowel pin 사용시 고정성 보철물의 길이가 정확도에 영향을 미치는지를 평가하기 위해 시행하였다.

## II. 연구재료 및 방법

### 1. 연구재료

본 연구에서는 실제 악궁을 모방한 금속주모형을 제작하여, 인상채득하고 4종류의 dowel pin(Fig. 1)을 사용하여, 가철성 다이를 가진 작업모형을 제작하였다. Dowel pin의 종류에 따라 4개의 실험군으로 분류하고 (Table 1), 각각의 작업모형을 자르기 전에 각 지대치간의 수평거리를 측정하였으며, 모형을 잘라 가철성 다이를 분리 및 재장착한 후 각 지대치간의 수평거리를 재 측정하여 모형을 자르기 전과 후의 상호 거리 차이를 비교하였다. Dowel pin 종류별로 각각 10개씩의 작업모형을 제작하였으며, 작업모형상의 지대치간 거리변화를 사진주사법(photo-scanning technique)을 이용하여 측정하였다.

Table 1. Experimental Groups and Numbers of Specimen

Groups	Materials	Manufacturers	Number of Working Cast	Total Number
WD	World dowel pin(double)	World corp., Seoul, Korea	10	40
BD	Bi-pin(double)	Renfert corp., Hilzingen, Germany	10	
WS	World dowel pin(single)	World corp., Seoul, Korea	10	
MS	Maxcel dowel pin(signle)	Maxcel Int. corp., Newyork, U.S.A.	10	

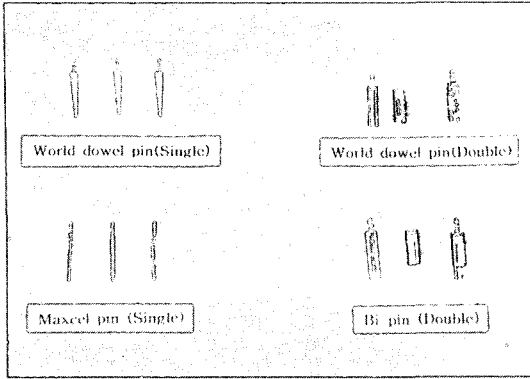


Fig. 1. 4 types of experimented dowel pin

## 2. 연구방법

### 1) 금속 주모형의 제작

실제 악궁과 유사한 형태의 금속 주모형을 선반 가공 제작하였다. Kaiser와 Nicholls<sup>11)</sup>, Linke와 Nicholls<sup>12)</sup>가 고안한 방법에 따라 Duralumin을 이용하여 금속 주모형(Kwang hee corp., Cheon An, Korea)을 제작하였다. 지대치를 재현하기 위하여 5개의 금속지대주를 좌우 대구치부와 좌우 소구치부 그리고 전치부에 위치시켰으며, 지대주 교합면에는 측정시 참고점으로 사용하기 위한 + 모양의 홈을 형성하였다. 인상채득시 인상용 트레이가 금속 주모형상의 정확한 수직적 위치에 놓일 수 있도록 악궁 모형 주위에 3개의 유도봉을 위치시켰으며 (Fig. 2-4), 아크릴 판(10.5×10.5mm)에 3개

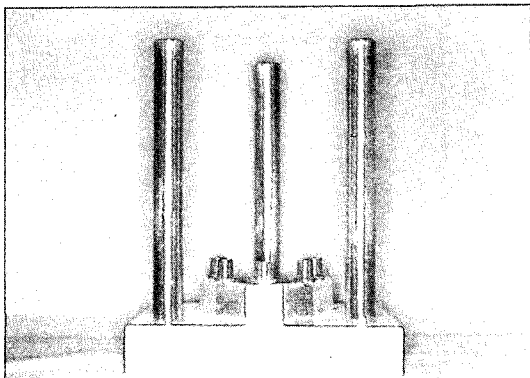


Fig. 2. Metal master cast with 3 guiding metal bars

의 유도봉과 일치하는 구멍을 형성하고 인상용 금속트레이를 부착시켰다(Fig. 5).

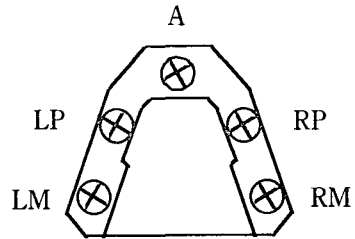


Fig. 3. Schematic drawing of metal master cast (Occlusal view)

LM : Left Molar, LP : Left Premolar,  
A : Anterior,  
RP : Right Molar, RM : Right Molar

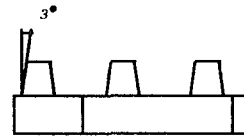


Fig. 4. Schematic drawing of metal master cast (Lateral view)

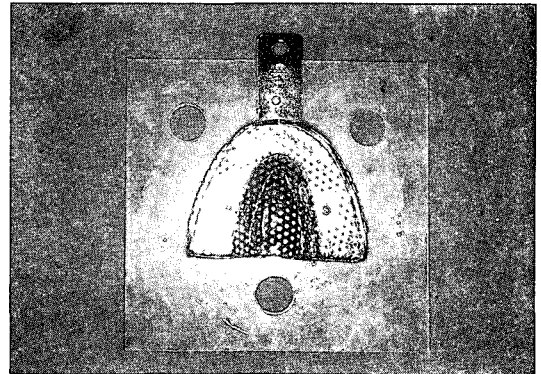


Fig. 5. Impression tray attached acrylic plate

## 2) 인상채득

인상채득시 인상재의 두께가 균일하게 유지될 수 있도록 flasking 과정을 통해 clear resin으로 2mm 두께의 spacer를 제작하고 금속 주모형상에 위치시킨 다음 Exaflex (GC America Inc., Il., U.S.A.) putty와 injection type을 제조회사의 지시대로 혼합하여 인상을 채득하였다. 경화된 인상체는 15분 후 제거하여 25℃에서 15분간 저장하였다. Dowel pin의 종류마다 10개씩 인상을 채득하여, 4종류의 dowel pin에 맞게 총 40개의 인상을 채득하였다.

## 3) 모형재 주입

초경석고인 Fujirock (GC corp., Tokyo, Japan)을 60초 동안 vacuum mixer (J. Morita Co., To kyo, Japan)로 혼합하여 주입하였고 경화된 모형재는 24시간 후 제거하여 실온에서 보관하였다. 모형의 1차 기저부는 1cm가 되도록 조절하였다.

## 4) 가철성 다이 제작

Pindex system-II (Jaemyung Ind. Co., Seoul, Korea)를 이용하여 각 지대치의 정중앙부에 해당하는 모형의 하면부위에 구멍을 뚫고, 각 종류의 dowel pin을 순간접착제로 부착한다음, 통법에 따라 모형주변을 왁스로 boxing하여 2차 기저부를 위한 경석고를 주입하였다. 24시간 동안 경석고가 경화된 다음 실톱을 사용하여 지대치 인접 1mm 부위를 잘라 가철성 다이를 제작하였다.

## 5) 슬라이드사진 촬영

각 모형의 측정을 위해 슬라이드사진촬영하였다. 각 모형은 가철성 다이를 자르기 전에 1차로 슬라이드촬영하였으며, 다이를 자르고 장착 및 철거를 30회 반복한 다음 다이 주변부를 청결히 하고 재위치시킨 후 2차 사진촬영하였다. 각 모형을 일정한 위치와 거리에서 사진촬영을 하기위해, 각 지대치 교합면과 카메라(Nikon F-801, Japan) 렌즈간에 평행을 유지하도록, 2개의 애크릴 판(30×30cm)을 4개의 기둥(길이 350mm)으로 연결하여 거리유지 장치로 제작하였다(Fig. 6). 모형의 2차 기저부를 일정한 두께 (20 mm)로 다듬고 3개의 애크릴 조각을 주위에 고정시켜 시편들이 일정한 위치에 놓

이도록 하였다. 각 모형의 사진촬영시 측정길이의 실측기준치로서 20mm로 벌려진 Vernier calipers(Mitutoyo Co., Japan)를 중첩하여 촬영하였다.

## 6) 측정

사진 촬영 후 현상된 슬라이드사진은 슬라이드스캐너인 Coolscan II (Nikon Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 사진 주사하였다(Fig. 7). 지대치간의 거리 측정을 위해 Image analysis software인 Mocha™프로그램 (Jandal Co., U.S.A.)을 사용하였으며, 지대치 간 거리의 측정은 지대치 LM(좌측대구치), LP(좌측소구치), A(전치), RP(우측소구치), RM(우측대구치)에 있어서 LM-LP, LM-A, LM-RP, LM-RM간의

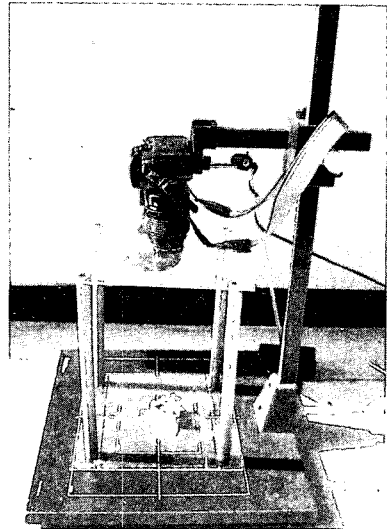


Fig. 6. Positioning of camera and cast for slide taking

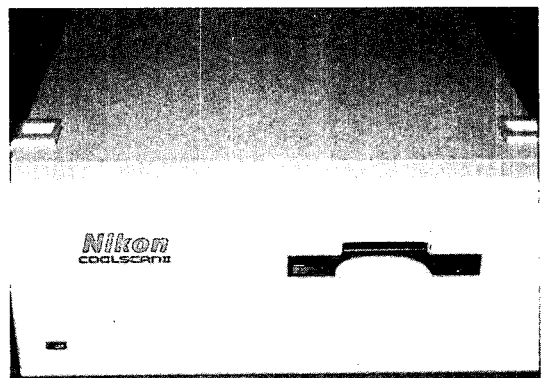


Fig. 7. Slide scanner



Fig. 8. Measuring method on monitor

거리를 측정하였으며(Fig. 2), 각 모형마다 3회씩 반복 측정하여 평균치를 사용하였다. 각 모형이 주사된 슬라이드사진을 컴퓨터의 모니터 상에 출력하고 확대하여 지대치 교합면상의 십자 교차점간의 거리를 측정하였다(Fig. 8). 실측치로의 환산은 슬라이드 촬영시 함께 촬

영한 20mm의 vernier calipers의 눈금을 이용하여 실제 모형상의 수치로 환산하였다.

#### 7) 통계 처리

Sawing 전,후의 각 모형상의 지대치간 거리 및 오차를 Windows용 SPSS Version 5.02 (SPSS INC., U.S.A.)로 K-S test를 시행하여 정규분포를 검사한후 paired T-test, ANOVA test, One-way ANOVA test 및 Duncan's multiple range test 를 이용하여 통계처리하였다.

### III. 연구결과

가철성 다이를 자르기(sawing) 전,후 dowel pin종류에 따른 각 지대치간 측정거리의 평균 및 표준편차는 Table 2, 3와 같다.

각각의 dowel pin종류별로 가철성 다이의 sawing 전,후에 각 지대치간 측정거리간에 유의차가 있는지를 평가하기 위한 paired t-test 결

Table 2. The means and standard deviations of inter-abutment distances before sawing. (Unit : mm)

	LM-LP	LM-A	LM-RP	LM-RM
WD	19.37± 0.21	41.84± 0.35	42.15± 0.48	43.36± 0.41
BD	19.44± 0.22	41.83± 0.33	42.99± 0.33	43.02± 0.35
WS	19.28± 0.20	41.66± 0.31	42.96± 0.25	43.07± 0.26
MS	19.48± 0.15	41.80± 0.35	43.02± 0.34	43.11± 0.40

WD : World dowel pin(double), BD : Bi-pin(double)

WS : World dowel pin(single), MS : Maxcel dowel pin(single)

LM : Left Molar, LP : Left Premolar, A : Anterior tooth

RP : Right Premolar, RM : Right Molar

Table 3. The means and standard deviations of inter-abutment distances after sawing. (Unit : mm)

	LM-LP	LM-A	LM-RP	LM-RM
WD	19.30± 0.26	41.31± 0.30	43.01± 0.33	43.12± 0.37
BD	19.44± 0.16	42.04± 0.17	43.17± 0.22	43.24± 0.19
WS	19.51± 0.15	42.04± 0.22	43.31± 0.22	43.48± 0.33
MS	19.33± 0.23	41.88± 0.37	43.01± 0.29	43.29± 0.24

WD : World dowel pin(double), BD : Bi-pin(double)

WS : World dowel pin(single), MS : Maxcel dowel pin(single)

LM : Left Molar, LP : Left Premolar, A : Anterior tooth

RP : Right Premolar, RM : Right Molar

과는 Table 4, 5, 6, 7과 같으며, World dowel pin (double), Bi-pin (double), Maxcel dowel pin(single)에서는 모든 측정거리간에 유의차가 없었으며, World dowel pin (single)에서도 측정거리 LM-LP간에는 유의차가 없었으나, 나머지 측정거리 (LM-A, LM-RP 및 LM-RM)의 sa-

wing 전,후 비교에서는 유의차가 있었다 ( $p < 0.05$ ).

각 측정부위에서 sawing 전과 후의 지대치간 수평거리 오차(절대값)의 평균 및 표준편차는 Table 8과 같으며, 각 부위별 측정치 오차에 대해 dowel pin의 종류와 측정거리가 미치는

Table 4. The results of paired t-test of the distances between each abutment before and after sawing : World dowel pin(double)

Locations	Paired Differences			t-value	df	P-value
	Mean	SD	SE of Mean			
LM-LP	0.074	0.330	0.104	0.71	9	0.496
LM-A	0.024	0.524	0.166	0.14	9	0.888
LM-RP	0.145	0.423	0.134	1.08	9	0.306
LM-RM	0.231	0.476	0.151	0.53	9	0.159

Table 5. The results of paired t-test of the distances between each abutment before and after sawing : Bi- pin(double)

Locations	Paired Differences			t-value	df	P-value
	Mean	SD	SE of Mean			
LM-LP	0.001	0.334	0.106	0.01	9	0.993
LM-A	0.209	0.406	0.128	1.55	9	0.155
LM-RP	0.180	0.459	0.145	1.24	9	0.246
LM-RM	0.219	0.444	0.140	1.56	9	0.153

Table 6. The results of paired t-test of the distances between each abutment before and after sawing : World dowel pin(single)

Locations	Paired Differences			t-value	df	P-value
	Mean	SD	SE of Mean			
LM-LP	0.238	0.266	0.084	2.82	9	0.220
LM-A	0.388	0.395	0.125	3.11	9	0.013
LM-RP	0.342	0.345	0.109	3.13	9	0.012
LM-RM	0.410	0.395	0.125	3.28	9	0.010

Table 7. The results of paired t-test of the distances between each abutment before and after sawing : Maxcel dowel pin(single)

Locations	Paired Differences			t-value	df	P-value
	Mean	SD	SE of Mean			
LM-LP	0.154	0.290	0.092	1.68	9	0.128
LM-A	0.074	0.538	0.170	0.44	9	0.674
LM-RP	0.014	0.471	0.149	0.09	9	0.927
LM-RM	0.182	0.434	0.137	1.33	9	0.217

상호작용을 검증하기 위한 ANOVA test 결과는 Table 9와 같고, dowel pin의 종류는 측정치 오차에 영향을 미치지 않으나, 측정거리는 측정치 오차에 영향을 미치는 것으로 나타났다. Dowel pin의 종류에 관계없이 측정거리에

따른 각 부위별 측정오차에 대한 One-way ANOVA test와 Multiple Range Test 결과는 Table 10, 11과 같으며, 측정거리 LM-LP( $0.27 \pm 0.19\text{mm}$ )와 그 이외의 측정거리 LM-A ( $0.46 \pm 0.20\text{mm}$ ), LM-RP ( $0.38 \pm 0.25\text{mm}$ ), LM-RM

Table 8. The means and standard deviations of discrepancies between before and after sawing in each measuring site

(Unit : mm)

	LM-LP	LM-A	LM-RP	LM-RM
WD	$0.26 \pm 0.18$	$0.43 \pm 0.26$	$0.38 \pm 0.21$	$0.44 \pm 0.27$
BD	$0.27 \pm 0.18$	$0.41 \pm 0.15$	$0.37 \pm 0.31$	$0.42 \pm 0.24$
WS	$0.27 \pm 0.23$	$0.51 \pm 0.18$	$0.41 \pm 0.24$	$0.53 \pm 0.19$
MS	$0.27 \pm 0.18$	$0.47 \pm 0.22$	$0.38 \pm 0.26$	$0.43 \pm 0.16$

Table 9. The Results of ANOVA test

Source of Variation	Sum of Squares	D.F.	Mean Square	F	Sig. of F
Main Effect	1.050	6	0.175	3.579	0.002
Distance	0.951	3	0.317	6.483	0.000
Pin	0.099	3	0.033	0.675	0.569
2-way interactionst Material, Site	0.232	9	0.026	0.486	0.999

Table 10. The Results of One-way ANOVA test for Discrepancies according to Distances

Source		Sum of D.F. Squares	Mean Squares	F Ratio	F Prob
Between Groups	3	0.9513	0.3171		
Within Groups	156	7.1920	0.0461	6.8780	0.0002
Total	159	8.1432			

Table 11. Results of Multiple Range Test for Discrepanceis according to Distances (Duncan's multiple range test)

	LM-LP $0.27 \pm 0.19$	LM-A $0.46 \pm 0.20$	LM-RP $0.38 \pm 0.25$	LM-RM $0.45 \pm 0.22$
LM-LP				
LM-A	*			
LM-RP	*			
LM-RM	*			

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

( $0.45 \pm 0.22\text{mm}$ ) 간에 각각 유의차가 있었다 ( $p < 0.05$ ).

#### IV. 총괄 및 고안

탄성 인상재와 간접 제작법은 인레이, 금관, 및 고정성 국소의치 제작에 많은 도움을 준다. 이것은 치료시간을 줄여주며, 기공과정을 쉽게 만들고, 보철물 장착시 잘 맞게 해준다. 그러나, 임상적 성공을 위해서는 정확한 모형이 필요하다<sup>16)</sup>. 현재 임상에서 많이 사용되는 모형재는 metal<sup>15, 6)</sup>, stone<sup>25)</sup>, resin<sup>15, 29)</sup> 등이며<sup>8, 17, 18)</sup>, 가장 흔히 사용되는 것은 초경석고 다이이다. 이상적인 다이 재료는 정확해야하고, 단단해야하고, 크기변화가 없어야 하고, 가격이 저렴해야 한다. 또한 다루기 쉬워야 하고, 인상재와 친화성이 있어야 하고, 미세한 부분까지 재현해야하며, 장기간 보관이 가능해야한다<sup>23)</sup>. 그러나 본 연구에서 사용된 초경석고인 Fujirock (GC corp., Tokyo, Japan)도 이러한 요구조건을 충족하지 못하는 치과용석고의 고유단점을 가지고 있는 재료이므로 dowel의 위치를 변화시킬수 있는 요인을 가지고 있다.

삭제된 치아의 정확한 복제와 인접치아와의 관계를 유지하는 것은 고정성 국소의치 제작시 중요하다. 가철성 다이를 가진 정확한 작업 모형은 잘맞는 보철물을 제작하는데 필수적이다<sup>2)</sup>. 가철성 다이 시스템은 고품모형으로부터 개별 다이를 분리하고 이론적으로는 구강내에서와 동일한 위치에 재 장착되기위해 사용된다<sup>10, 13, 17)</sup>.

<sup>18)</sup> 이러한 가철성 다이는 단단하고, 조밀한 재료로 만들어져야 하며, 다이는 주모형상에 정확히, 견고하게 안착되어야 한다. 또한 다이는 주모형상으로부터 쉽게 장착 및 철거할 수 있어야 하며<sup>14, 16, 20)</sup>, 다이는 인접치아나 대합치들과 정확한 관계를 이루어야 하고, 전체 기공과정 동안 그 상태로 남아있어야 한다<sup>3, 14)</sup>.

많은 문헌들이 가철성다이를 가지는 작업모형제작방법들<sup>2, 3, 20, 26, 28)</sup>과 여러 가지<sup>7, 14)</sup> 술식들의 정확성에 관해 서술하였으며, 이런 여러 가지 방법중에서 술자의 개인적 선호도에 따라 사용된다. 현재 임상적으로 사용되는 가철성 다이

제작 방법에는 conventional dowel pin positioning technique<sup>2, 4)</sup>, Die-Lok (Lactona Corp)<sup>17)</sup>, Accu-Trac system (Whaledent International, New York, N.Y.)<sup>17)</sup>, Pindex system (Whaledent International)<sup>4, 10)</sup>, Zeiser system (Girbach Dental, Santa Rosa, CA)<sup>13)</sup> 등이 있다. 이러한 여러 가지 가철성 다이 제작방법에 관하여, Panto<sup>18)</sup> 등<sup>18)</sup>은 가철성 다이를 만드는 일부 시스템은 간편하지만, 일부는 시스템 값이 비싸거나, 시간이 많이 걸린다고 하였다. 현재 임상에서는 사용의 편리성과 경제적인 이유등으로 이와같은 많은 가철성 다이 제작 시스템 중에서 본 연구에서 사용된 conventional dowel pin positioning technique<sup>2, 4)</sup>과 Pindex system을 병행하여 사용하는 방법이 가장 많이 사용되고 있다.

Dowel pin을 사용한 가철성 다이 시스템에서 발생할 수 있는 오차의 원인으로는 dowel의 형태, 표면모양, 사용재질<sup>27)</sup>과 석고의 경화팽창<sup>1)</sup> 등을 들 수 있으며, 현재 사용되는 dowel의 형태는 하나의 핀으로된 single dowel과 두 개의 핀을 가진 double dowel등이 있으며, 금속 혹은 플라스틱등의 재료를 사용하여, 선반 가공이나 주조방법을 통하여 제작된다. 본 연구에서는 임상에서 많이 사용되는 두 종류의 single dowel (World dowel pin, Maxcel dowel pin)과 두 종류의 double dowel (World dowel pin, Bi-pin)로서 모두 4종류의 dowel pin을 사용하였으며, dowel pin을 접촉할 위치를 형성하기 위한 Pindex system으로는 Pindex system-II (Jaemyung Ind. Co., Seoul, Korea)를 사용하였다.

본 연구에서는 가철성 다이를 분리하기 전과 분리한 후의 지대치간의 수평오차를 측정하기 위해서 각 모형의 교합면상을 일정한 위치에서 슬라이드사진 촬영 후 컴퓨터를 이용한 사진 주사를 시행하였다. 사진 주사시 사용되는 스캐너는 사진 등의 이미지나 문서를 컴퓨터로 입력시키는 입력 장치의 하나이다. 아날로그 방식의 이미지는 주사(scanning) 과정을 거쳐야 컴퓨터에서 다룰 수 있는 디지털 이미지로 변환된다. 스캐너는 주사의 방법과 외관의 차이에 따라 여러 종류로 분류되고, 슬라이드 스캐너, 플랫 베드 스캐너, 드럼 스캐너 등이 많이 사



용되며 본 실험에서는 슬라이드 스캐너인 Coolscan II (Nikon Co., Tokyo, Japan)를 사용하였다<sup>30, 31)</sup>.

지대치간의 거리 측정을 위해 Image analysis software인 Mocha™ 프로그램 (Jandal Co., U.S. A.)을 사용하였으며, 컴퓨터의 화면상에서 지대치상에 미리 형성된 +자 교차점 중앙부를 연결하여 측정하였고, 이러한 측정 방법의 장점은 시편의 상을 원하는 부위에서 확대할 수 있으며, 상의 확대에 관계없이 일정한 실측치를 얻을 수 있고 측정시 재현성이 높으며 간편하다는 것을 들 수 있다.

본 연구결과 각 측정 부위에서 sawing 후의 지대치간 수평거리 측정치들은 sawing 전에 비해 일부는 증가된 값을 보였으나, 일부는 오히려 감소되어 나타났으며, 이것은 다이재료인 경석고의 팽창이 부위에 따라 고르지 못하게 발생되며, 다이를 반복 착탈시 발생된 석고 부스러기등의 존재로 인한 가철성 다이의 위치 변화등의 요인으로 인해 발생된 것으로 사료된다.

일부 가철성 다이 시스템의 정확도에 관해 보고된 연구에서, Miranda 등<sup>14)</sup>은 Pindex system의 수평 및 수직 변위가 Di-Lok system보다 적게 나타남을 보고하였으며, 이러한 두 시스템에서 수평 및 수직 변위에 영향을 미치는 것은 30회 반복하여 착탈 시 발생된 마모(frictional wear)가 주 원인이라고 하였다. Dilts 등<sup>7)</sup>은 brass dowel pin, precision stainless steel dowel pin, stainless steel pindowl, Di-Lok quadrant tray등의 4가지 가철성다이의 수직 및 수평 오차를 비교한 결과, 수직변위는 대부분 상방으로 증가한 반면, 수평변위는 일부는 자르기 전보다 크게, 일부는 더 작게 나타났다고 하였으며, 수직변위는 석고 부스러기가 keyway에 끼어서 발생된다고 하였고, 이는 본 연구의 결과와 유사하다. Myers 와 Hembree<sup>16)</sup>의 연구는 Dilts 등<sup>7)</sup>에 의해 고안된 방법을 기초로 하여, Brass dowel pin (J.M. Ney Co., Bloomfield, Conn.), Plastipin (J.M. Ney Co.), J-pin (J-Pin Co., Mountain View, Calif.), Logix Model System (J.F. Jelenko, New Rochelle, N.Y.) 등의

4가지 다이 시스템의 수평 및 수직 이동을 측정하였으며, Plastipin이 가장 적은 수평변위를 나타내었고, Brass dowel pin이 가장 큰 수평 및 수직변위를 나타내었다. 여러 가지 다이 시스템 간에 통계적인 유의차는 없었으며, 수평 방향의 평균 이동량은 0.07mm였고, 수직방향의 평균이동량은 0.116mm였다. 임상 및 가공과정 시에 이와같은 변위량은 적절한 보철물을 만드는데 허용가능한 수치라고 주장하였다.

본 연구의 결과에서도 가철성다이를 제작시 dowel pin의 종류에 따라서는 수평오차간에 통계적인 유의차를 보이지 않았으며, 결론적으로 dowel pin의 종류보다는 지대치간의 거리가 멀수록 수평오차가 커지는 것으로 사료되며, 이를 토대로 볼 때 고정성 보철물 제작시 지대치간 거리가 길수록 부정확한 모형이 제작될 것으로 예측된다. 또한 본 연구에서는 현재 국내에서 사용되는 4가지 dowel pin을 사용한 가철성 다이의 수평오차만을 비교 연구하였으며, 실제 임상과정중에는 수평오차뿐만 아니고, 수직적인 오차도 고정성 보철물의 정확도에 많은 영향을 미칠것으로 사료되며, 추후 이러한 영향에 대한 다수의 포괄적인 연구가 시행되어야 할 것으로 사료된다.

## V. 결 론

본 연구에서는 현재 임상적으로 널리 사용되고 있는 4종류의 dowel pin들을 선택하여 Pindex system을 사용하여 가철성 다이를 제작하고, sawing 전,후 각 dowel pin 종류별로 지대치간의 거리 변화와, 악궁내 지대치간의 거리 및 dowel pin의 종류에 따른 수평오차를 비교 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

지대치간 거리의 측정은 지대치 LM(좌측 대구치), LP(좌측소구치), A(전치), RP(우측소구치), RM(우측대구치)에 있어서 LM-LP, LM-A, LM-RP, LM-RM간의 거리를 측정하였다. 각 모형이 주사된 슬라이드사진을 컴퓨터의 모니터 상에 출력하고 지대치 교합면상의 +자 교차점간의 거리를 측정하였다.

1. 각각의 dowel pin 종류별로, 각 지대치간 측정거리의 sawing 전, 후 비교에서는 World dowel pin (double), Bi-pin (double), Maxcel dowel pin(single)에서는 유의차가 없었으며, World dowel pin (single)에서도 측정거리 LM-LP간에는 유의차가 없었으나, 나머지 측정거리 (LM-A, LM-RP 및 LM-RM)의 sawing 전, 후 비교에서는 유의차가 있었다 ( $p < 0.05$ ).
2. Dowel pin의 종류에 관계없이, sawing 전, 후 발생된 수평오차의 측정거리에 따른 비교시에는 측정거리 LM-LP( $0.27 \pm 0.19\text{mm}$ )와 그 이외의 측정거리 LM-A ( $0.46 \pm 0.20\text{mm}$ ), LM-RP ( $0.38 \pm 0.25\text{mm}$ ), LM-RM ( $0.45 \pm 0.22\text{mm}$ ) 간에 각각 유의차가 있었다 ( $p < 0.05$ ).
3. 측정거리에 관계없이, sawing 전, 후 발생된 수평오차의 Dowel의 종류에 따른 비교시에는 각각의 dowel pin의 종류간에 유의차가 없었다.

결론적으로 이상의 4가지 dowel pin을 사용하여 가철성다이를 제작시에는 dowel pin의 종류보다는 지대치간의 거리가 멀수록 수평오차가 커지는 것으로 사료된다.

## REFERENCES

1. Aramouni, P., Millstein, P. : A comparison of the accuracy of two removable die systems with intact working casts. *Int J Prosthodont* 6 : 533, 1993.
2. Balshi, T.J., Mingledorff, E.B. : Matches, clips, needles, or pins. *J Prosthet Dent* 34 : 467, 1975.
3. Benfield, J.W., Lyons, G.V. : Precision dies from elastic impressions. *J Prosthet Dent* 12 : 737, 1962.
4. Covo, L.M., Ziebert, G.J., Balthazar, Y., Christensen, L.V. : Accuracy and comparative stability of three removable die systems. *J Prosthet Dent* 59 : 314, 1988.
5. Crispin, B.J., Watson, J.F., Bauer, J.G., Frawley, K.R. : Silver-plated dies. Part I : Platability of impression materials. *J Prosthet Dent* 51 : 631, 1984.
6. Crispin, B.J., Watson, J.F., Bauer, J.G., Frawley, K.R. : Silver-plated dies. Part II : Marginal accuracy of cast restorations. *J Prosthet Dent* 51 : 768, 1984.
7. Dilts, W.E., Podshadley, A.G., Sawyer, H. F., Neiman, R. : Accuracy of four removable die techniques. *J Am Dent Assoc* 83 : 1081, 1971.
8. Gettleman, L., Ryge, G. : Accuracy of stone, metal and plastic die materials. *J Calif Dent Assoc* 46 : 28, 1970.
9. Hochstedler, J.L., Elliott, R.B. : A method to position replacement dies accurately on a fixed partial denture master working cast. *J Prosthet Dent* 74 : 198, 1995.
10. Hofstee, E.N., Shiu, A., Renner R.P. : The use of the Pindex system in restorative dentistry. *QDT Yearbook* 12 : 107, 1988.
11. Kaiser, D.A., Nicholls, J.I. : A study of distortion and surface hardness of improved artificial stone casts. *J Prosthet Dent* 36 : 373, 1976.
12. Linke, B.A., Nicholls, J.I., Faucher, R.R. : Distortion analysis of stone casts made from impression materials. *J Prosthet Dent* 54 : 794, 1985.
13. Millstein, P.L., Filipancic, J. : The Zeiser System : A method for accurate die placement. *Quintessence Dent Technol* 14 : 188, 1990.
14. Miranda, F.J., Dilts, W.E., Duncanson, M. G., Collard, E.W. : Comparative stability of two removable die systems. *J Prosthet Dent* 36 : 326, 1976.
15. Moser, J.B., Stone, D.G., Willoughby, G.M. : Properties and characteristics of a resin die material. *J Prosthet Dent* 34 : 297, 1975.

16. Myers, M., Hembree, J.H. : Relative accuracy of four removable die systems. *J Prosthet Dent.* 48 : 163, 1982.
17. Pancotto, M.G., Shiu, A., Renner, R.P. : The use of die-locking systems in restorative dentistry. *QDT Yearbook.* 12 : 115, 1988.
18. Pancotto, M.G., Shiu, A., Renner, R.P. : The use of the double-pour die stone system in restorative dentistry. *QDT Yearbook.* 12 : 125, 1988.
19. Rosenstiel S.F., Land M.F., Fujimoto J. : Contemporary fixed prosthodontics. Second edition. 361, 1995.
20. Rudd, K.D., Strunk, R.R., Morrow, R.M. : Removable dies for crowns, inlays, and fixed partial dentures. *J Prosthet Dent.* 23 : 337, 1970.
21. Ruskin, P.F. : Method of mounting Di-lok crown and bridge trays on Hanau H2 articulators. *J Prosthet Dent.* 21 : 663, 1969.
22. Schaffer, H., Dumfahrt, H., Gausch, K. : Distance alterations of dies in sagittal direction in dependence of the die material. *J Prosthet Dent.* 61 : 684, 1989.
23. Schwartz, H.B., Leupold, R.J., Thompson, V.P. : Linear dimensional accuracy of epoxy resin and stone dies. *J Prosthet Dent.* 45 : 621, 1981.
24. Shillingburg H.T., Hobo S., Whitsett L.D. : Fundamentals of fixed prosthodontics. Second edition. 241, 1981.
25. Skinner E.W., Gordon C.C. : Some experiments on the surface hardness of dental stones. *J Prosthet Dent.* 6 : 94, 1956.
26. Smith, C.D., Nayyar, A., Koth, D.L. : Fabrication of removable stone dies using cemented dowel pins. *J Prosthet Dent.* 41 : 579, 1979.
27. Stackhouse, J.A., Yoon, W., Hagen, S.V. : Low-fusing counterdies for measuring accuracy of dies or impression materials. *J Prosthet Dent.* 71 : 209, 1994.
28. Stern, A.J., Vernon, H.M. : Development of a new tool in restorative dentistry. *J Prosthet Dent.* 21 : 536, 1969.
29. Vermilyea, S.G., Huget, E.F., Wiskoski II, J. : Evaluation of resin die materials. *J Prosthet Dent.* 42 : 304, 1979.
30. 양성욱, 임주환, 조인호 : 사진주사를 이용한 치과용 모형재의 정확도에 관한 연구. *대한치과보철학회지.* 34 : 320, 1996.
31. 정병건 : 포토샷의 마스터. *성안당.* 55, 1994.

## THE ACCURACY ACCORDING TO THE VARIOUS DOWEL PINS OF WORKING CAST WITH REMOVABLE DIES

Ju-Hwan Lim

*Dept. of Prosthodontics, School of Dentistry, Dankook University*

In this study, 4 types of dowel pin were used to fabricate removable dies using the Pindex system. The comparison of interabutment distances between before and after sawing were conducted in each type of dowel pin, and the horizontal discrepancies in the interabutment distance according to the abutment location and the type of dowel pin were comparatively analyzed.

Abutments LM(left molar), LP(left premolar), A(anterior), RP(right premolar), and RM(right molar) were used for measurement. The interabutment distances were measured between each abutment : LM-LP, LM-A, LM-RP, and LM-RM. The slide scanned image of each model was magnified on the computer screen and the measurements were conducted using the meeting point of the cross on the occlusal surface of each abutment.

The results were as follows :

1. In the comparison of interabutment distances between before and after sawing in each type of dowel pin, there was no significant difference in World dowel pin(double), Bi-pin(double), Maxcel dowel pin(single). In the World dowel pin(single) there was no significant difference between LM-LPs, but in the other measurements (LM-As, LM-RPs, and LM-RMs) there was significant difference between before and after sawing ( $p < 0.05$ ).
2. In comparison of horizontal discrepancies of the measurement according to the abutment location, there was significant difference between measurement LM-LP( $0.27 \pm 0.19\text{mm}$ ) and the others : LM-A( $0.46 \pm 0.20\text{mm}$ ), LM-RP( $0.38 \pm 0.25\text{mm}$ ), LM-RM( $0.45 \pm 0.22\text{mm}$ ) ( $p < 0.05$ ).
3. In comparison of horizontal discrepancies of the measurement according to the type of dowel, there was no significant difference between each dowel.

As a result when fabricating a removable die using the previously mentioned 4 types of dowel pins, it is thought that the horizontal discrepancy increased in proportion to the interabutment span length and does not depend on the type of dowel pin.