

수종의 dowel pin systems을 이용한 가철성 다이의 위치 안정성에 관한 비교 연구

부산대학교 치과대학 치과보철학교실

정재항 · 정창모 · 전영찬

I. 서 론

정확한 보철물 제작을 위해서는 정밀한 작업모형과 위치 안정성이 우수한 다이가 필수적이다¹⁻⁴⁾. 작업모형은 삭제된 치아와 주위 구조물을 정밀하게 재현하여야 하며, 단단한 재료로 변형 없이 제작되어야 한다^{2,3,20)}. 최근에는 체적 안정성이 우수한 탄성 인상재와 미세부 재현성과 강도가 증가된 모형재의 개발로 인하여 작업모형의 정확성이 더욱 향상 되었다.

다이는 고정성 보철물의 납형 제작시 변연부 형성이 용이하도록 제작된 지대치의 개별 모형으로서, 독립된 개별 다이(solid cast with individual die)와 가철성 다이(removable die)로 크게 구분할 수 있으며, 이 중 가철성 다이 제작법으로는 dowel pin system, Di-Lok system, Zeiser system 등²³⁾이 있다.

이상적인 가철성 다이의 요구조건으로는 내마모성, 삽입 철거의 용이성, 인접치나 대합치와의 관계 재현성 및 위치 안정성 등²⁴⁾이 있는데, 가철성 다이가 갖고 있는 가장 큰 문제점은 반복적인 삽입 철거시 발생할 수 있는 위치의 불안정성이다. 따라서 과거 수종의 가철성 다이 제작법간의 위치 안정성 비교에 관한 몇몇 실험연구^{25,27)}가 보고된 바 있으나, 보다 위치 안정성이 우수한 특정 가철성 다이 제작법을 제시하지는 못하였다.

가철성 다이 제작법 중 dowel pin을 이용한 방법은 다른 방법에 비해 납형 제작과 도재 작업이 용이하고, 특별한 기구나 재료가 필요치 않아

오랫동안 가장 보편적으로 사용되고 있는 술식이다³⁾.

Dowel pin을 이용한 가철성 다이의 위치 안정성에 영향을 줄 수 있는 요인으로는 dowel pin의 위치 방법⁸⁻¹⁴⁾, dowel pin의 형태나 개수^{1,5,6)}, sleeve의 사용 여부⁶⁾, 기타 다이 base 상면에 형성된 구⁶⁾ 등이 있다.

작업모형 내에 dowel pin을 위치시키는 방법⁸⁻¹⁴⁾은 다이의 삽입과 철거 방향을 결정하고 위치 안정성에 영향을 줄 수 있어, 이에 관한 많은 연구가 있어 왔다^{5,8-14)}. 초기에는 인상체에 경석고를 1차 주입한 후에 손으로 직접 dowel pin을 위치시켰다. 이러한 방법은 dowel pin을 정확한 자리와 방향으로 위치시키는 것이 어려울 뿐 아니라, 석고의 경화동안 dowel pin의 침하 등으로 인하여 원래의 위치가 변화되기 쉬워 다이의 제거가 어렵고 변연부의 손상 가능성이 높다³⁾. 그 후 교정용 철사⁹⁾, 보조핀¹⁰⁾, 자석¹¹⁾, clip¹¹⁾ 등 여러 가지 보조기구를 이용하여 인상체에 dowel pin을 미리 고정시키고 석고를 주입함으로써 dowel pin 위치의 정확성을 향상시키려는 노력을 하였으나, 이 방법 역시 dowel pin 간의 평행성을 맞추기가 어렵고 숙련된 기술을 요하는 한계가 있었다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 개발된 Pindex system^{6,9)}은 dowel pin간의 평행성 유지가 용이하고 dowel pin 위치의 정확성과 안정성이 한층 개선되어 다이의 위치 안정성 향상에 기여하였다.

일반적으로 dowel pin의 형태는 평행하거나

tapered한 모양을 갖고 있는데, 다이의 회전을 방지할 수 있도록 tapered pin에서는 편평한 면이 형성되어져 있으나 평행한 pin의 경우에는 협설로 두 개의 pin³⁶⁾을 사용하기도 하며, 삽입 철거로 인한 석고의 마모나 부스러기 발생을 방지하기 위하여 plastic이나 metal sleeve를 사용할 수 있다. 그 외에도 curved dowel pin³⁾이나 다이 base 상면에 형성된 구⁶⁾가 이용되기도 한다.

수종의 dowel pin이 포함된 가철성 다이의 위치 안정성에 관한 비교연구는 매우 희소하였는데, Dilts 등¹⁵⁾은 brass dowel pin, precision stainless steel dowel pin, stainless steel Pinowls 순으로 수평, 수직 변위가 증가되었다고 하였으며, Myers와 Hembree¹¹⁾는 brass dowel pin, plastipin, J-pin 사이에 수평, 수직 변위의 통계학적인 유의차가 없었다고 보고하였다.

이와 같이 선학들의 보고에서 주로 여러 가지 가철성 다이 제작법^{15-7,17,18,23,24)}이나 dowel pin을 위치시키는 방법⁸⁻¹⁴⁾에 따른 다이의 위치 안정성에 관한 연구가 많았으며, dowel pin 종류에 따른 위치 안정성에 관한 비교연구는 미흡하였을 뿐만 아니라 국내에서 사용되고 있는 상품들을 대상으로 하지 않았다. 또한 국내의 실정에서 고정성 보철물 제작시 대부분 dowel pin을 이용한 가철성 다이를 사용하고 있으나 보철물의 종류에 관계 없이 치과의사나 기공사가 임의로 dowel pin을 선택하는 경향이 있어, 이러한 사실이 보철물 정밀 제작시 크게 개선되어야 할 문제로 생각되는 바, dowel pin

system의 선택에 도움을 줄 수 있는 자료가 필요하리라 생각된다.

이에 본 연구에서는 수종의 dowel pin systems으로 고정성 보철물 제작과 연관된 가철성 다이의 위치 안정성을 비교하고자, 반복적인 삽입 철거 과정을 시행한 후 다이의 수평 및 수직 변위를 2차원 측정된 결과, 다소의 지견을 얻었으므로 이에 보고하고자 한다.

II. 연구재료 및 방법

본 연구에서 사용된 dowel pin system은 Table 1과 같다.

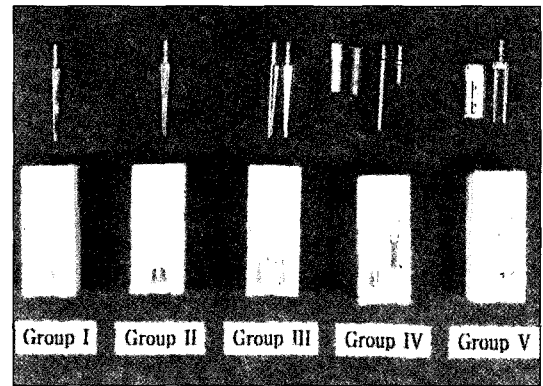
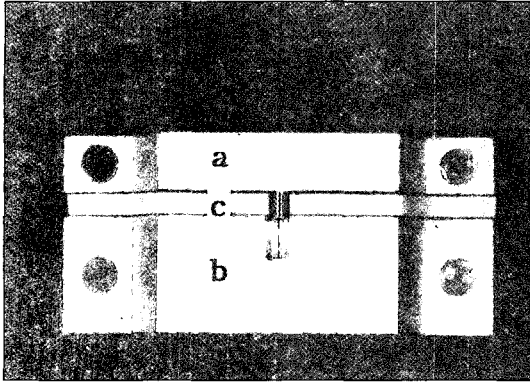


Fig. 1. Dowel pin systems and cross sectional view of specimens.

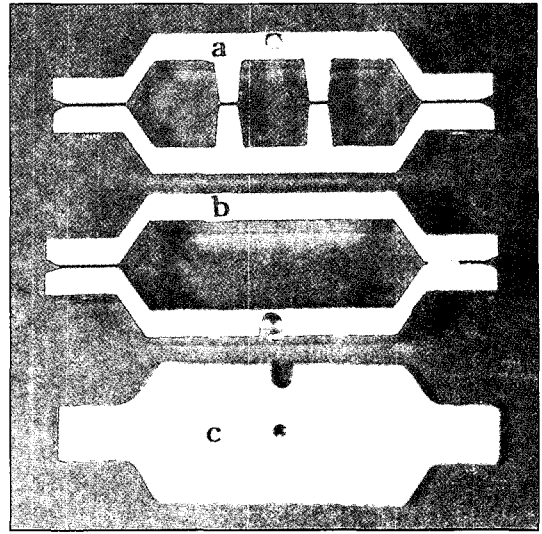
Table I. Experimental groups of dowel pin systems

Group	Type	Characteristics	Manufacturer	Number
I	Single dowel pin	Flat-sided	EDENTA AG, Switzerland	10
II	Single dowel pin and groove*	Flat-sided	EDENTA AG, Switzerland	10
III	Two-single dowel pins	Flat-sided	EDENTA AG, Switzerland	10
IV	Two separate parallel dowel pins	Plastic sleeves	Whaledent Int, U.S.A.	10
V	Double straight dowels with a common head	Metal sleeve	Tong yang Dental, Korea	10

* Groove was formed on the die base.



(A)



(B)

Fig. 2. Custom-designed mold assembly. Left side, combined mold assembly. Right side, split mold assembly.: upper structure(a), lower structure(b), dowel pin holding sheet(c).

1. Mold assembly 제작

Mold assembly는 그림2와 같이 다이 제작용인 다이에 해당하는 상부구조 (4×1×1.5cm), 다이 base 제작용인 하부구조(4×2×1.5cm), 그리고 dowel pin 고정부로 구성되었다(Fig. 2). 상부구조와 하부구조는 각각 장방향으로 분할되게 하고 5mm 두께의 aluminum을 milling하여 제작하였으며, 상부구조와 하부구조 간의 위치 안정성을 위하여 상부구조의 하단에 guide pin을, 하부구조 상단에는 hole을 형성하였다.

그리고 dowel pin 고정부는 4mm 두께의 plastic sheet에 Pindex system으로 수직되게 구멍을 형성하고 각 종류의 dowel pin을 위치시킬 수 있게 하였다. I, II, V군의 경우는 중앙에 1개의 구멍을, III, IV군에서는 pin간의 수평 거리가 5mm가 되도록 2개의 구멍을 형성하였다.

2. 계측점 설정

실험 시편의 중앙부 다이의 중심에 계측점 a를, 인접치아에 해당하는 다이의 중심에 계측점 b를, 그리고 계측점 a에서 직하방으로 10mm 떨어진 다

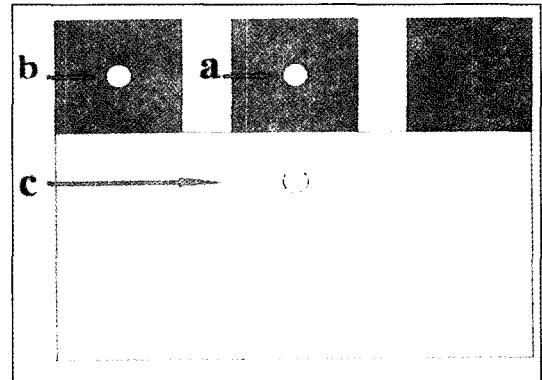


Fig. 3. Schematic diagram of tested specimen and reference points using apex of diamonds Reference points a to b for measuring horizontal shift and a to c for measuring vertical shift.

이 base에 계측점 c를 설정하였다(Fig. 3). Mold assembly 내에 계측점이 위치될 부위를 미리 표시하고, 그 위치에 예리한 첨점을 갖는 인조 다이아몬드를 cyanoacrylate resin으로 부착한 후 시편 제작을 하였다.

3. 시편 제작

다이 base를 제작하기 위하여 상부구조와 하부 구조 사이에 dowel pin을 부착시킨 dowel pin 고정부를 위치시키고, 경석고(MG dental stone, Marguish, Japan)를 제조회사의 혼수비에 따라, 진공 교반기에서 30초간 혼합한 후 진동을 가하면서 mold의 하부구조에 주입하였다. 완전한 경화를 위하여 1시간 경과 후, plastic sheet를 제거하고 pin 주위를 깨끗이 하였다.

II군 시편에서만 다이 base 상면의 계측면 방향에 undercut이 생기지 않도록, denture bur로, 폭 4mm, 깊이 2mm, 길이 5mm의 반원통형 구를 형성하였다. 모든 실험군의 좌,우측 치아 부위에는 유지를 위한 홈을 형성하여 분리되지 않게 하였고, 시편의 중앙부 다이에는 분리제(Die-Sep, Sofu, Japan)를 도포하였다.

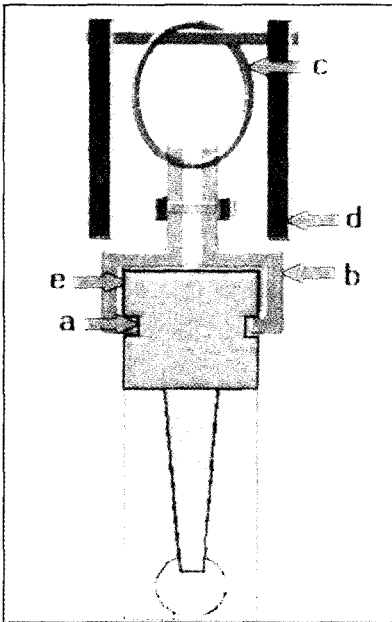


Fig. 4. Schematic diagram of the arrangement of specimen and attachment apparatus for removal and repositioning procedures with universal testing machine.: depression of specimen(a), attachment apparatus (b), wire(c), head of universal testing machine(d), resilient lining material(e).

상부구조를 위치시킨 후, 초경석고(Die-Keen, Columbus, U.S.A.)를 제조회사의 혼수비에 따라 진공 교반기에서 15초간 혼합한 후 진동을 가하면서 mold의 상부구조에 주입하고, 완전한 경화를 위하여 1시간 경과 후 주형으로부터 완성된 시편을 분리하였다. 위와 같은 방법으로 실험군 당 10개씩 총 50개의 시편을 제작하였다.

4. 삽입과 철거

만능 시험기(Model 4301, Instron, England)상에서 삽입과 철거를 반복하기 위하여 다이의 양측면 중앙부에 홈을 형성하고, 이 홈을 제외한 측면과 상면에 24G sheet wax로 relief한 후, Fig. 4와 같은 유지 장치를 제작하고, relief한 공간을 탄성 이장재로 이장하였다. 이 유지 장치와 만능 시험기는 금속 고리로 연결시켜 분리시 가능한 일정 방향으로 철거되도록 하였고, 삽입시는 만능 시험기의 head가 유지 장치의 상면에 닿아 다이에 힘을 가하도록 하였다. 만능 시험기 상에서 하중 20N, 이동거리 10mm, crosshead speed 1mm/sec로 삽입, 철거 과정을 30회씩 반복한 후, cyanoacrylate resin으로 다이와 다이 base를 고정하였다.

5. 계측

본 연구에서는 측정 정도가 0.5 μ m인 정밀 계측 현미경(Compact measuring microscope STM5, Olympus, Japan)을 사용하여 50배율로 수평 거리

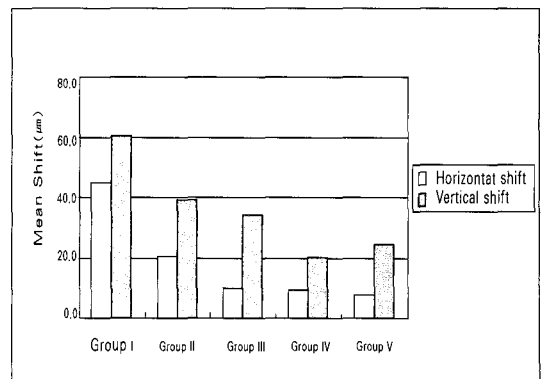


Fig. 5. Comparison of mean values of horizontal and vertical shift.

Table II. Mean values and standard deviations of horizontal and vertical shift(unit: μm)

Group	Horizontal shift		Vertical shift	
	Mean	SD	Mean	SD
I	45.0	23.0	60.6	24.7
II	21.3	13.3	38.7	21.4
III	10.1	8.7	33.7	32.4
IV	9.0	7.0	20.5	13.7
V	8.6	3.1	23.5	14.2

Table III. MANOVA test for mean values of horizontal and vertical shift

Source	DF	F value	P-value
Horizontal shift(I-V)	4	14.41	0.0001
Vertical shift(I-V)	4	5.05	0.0001
Overall system	8	6.39	0.0001

F statistic for Wilk's Lamb

Table IV. Statistical test results (Scheffe's test) comparing the mean values of horizontal and vertical shift

Group	Horizontal shift		Vertical shift	
	Mean(μm)	Scheffe grouping*	Mean(μm)	Scheffe grouping*
I	45.0	A	60.6	A
II	21.3	B	38.7	A
III	10.1	B	33.7	A B
IV	9.0	B	20.5	B
V	8.6	B	23.5	B

* Groups with the same letters are not significantly different at $\alpha=0.05$.

Table V. Statistical test results (Students t-test) comparing the mean values of horizontal and vertical shift in each group

Group	T-value	DF	P-value
I	1.463	18	0.161
II	2.175	18	0.043
II	3.253	18	0.004
IV	2.439	18	0.025
V	2.354	18	0.030

(a-b)와 수직 거리(a-c)를 계측하였다. 계측은 다이를 삽입, 철거하기 전과 30회 반복한 후에 각각 3회 시행하였으며, 그 차이를 변위량으로 사용하였다.

III. 연구 성적

수평 및 수직 변위량의 평균값과 표준 편차는 표 2와 같으며, 상호비교를 용이하게 하기 위해 그림 5에 그래프로 나타내었다.

수평 변위는 I군이 $45.0\mu\text{m}$ 로 가장 컸으며 V군이 $8.6\mu\text{m}$ 로 가장 작았고, 수직 변위는 I군이 $60.6\mu\text{m}$ 로

가장 컸으며 IV군이 20.5 μ m로 가장 작았다.

Dowel pin system에 따른 수평 변위량, 수직 변위량, 그리고 수평과 수직의 통합 변위량에 대한 유의성 여부를 검정하기 위하여 MANOVA test(multi-variate analysis of variance)를 시행한 결과 표 3과 같이 실험군의 수평 변위량, 수직 변위량, 그리고 수평과 수직의 통합 변위량에 모두 유의성 있는 차이가 있었다($p < 0.05$).

그리고 수평 변위량과 수직 변위량의 개별 비교를 위하여 실험군 사이의 유의성을 Scheffe's test로 검정한 결과 표 4와 같이 나타났다.

수평 변위에서는 I군과 II, III, IV, V군 사이에만 유의성 있는 차이가 있었으며($p < 0.05$), 수직 변위에서는 I, II, III군간, 그리고 II, III, IV, V군간에 유의성 있는 차이를 보이지 않았다($P > 0.05$).

각 dowel pin system에서의 수평과 수직 변위 간의 유의성 있는 차를 알아보기 위하여 Student t-test를 시행하였고 그 결과를 table 5에 나타내었다. T-test 결과 I군을 제외한 나머지 다른 모든 실험군에서 수평 변위보다 큰 수직 변위를 보였다($p < 0.05$).

IV. 총괄 및 고안

주조체 제작을 위한 납형 제작법에는 직접법과 간접법이 있는데, 구강내에서 납형을 제작하는 직접법은 모형 제작을 생략할 수 있으나 불편하고 시간소요가 많아 대부분의 보철물은 삭제된 지대치와 주위 연조직이 정확히 재현된 작업모형과 다이를 이용하는 간접법으로 제작된다³⁾.

다이용 재료로는 금속, 레진, 초경석고 등이 있으며, 이 중 초경석고는 다른 재료에 비하여 조작성이 쉽고 가격이 저렴하며 탄성 인상재와의 적합성이 우수하여 가장 흔히 사용되고 있으나, 마모저항이 낮고 경화 팽창이 큰 단점이 있다^{27,28)}. 석고의 경화 팽창은 주로 석고 결정의 성장에 기인하는데, 석고의 경화 중 발생하는 결정화 에너지는 경화된 석고에 내부응력을 야기시키기 때문에 다이 제작을 위하여 sawing을 하는 경우, 이 내부응력이 방출되어 다이의 위치가 변화될 수 있다⁷⁾.

또한 다이 base재는 석고, 경석고, 초경석고 등이 주로 사용되고 있는데⁹⁾, 이러한 석고들 역시

낮은 마모저항과 경화 팽창으로 인하여 다이의 위치 안정성에 영향을 줄 수 있다⁷⁾.

따라서 본 연구에서는 다이 제작을 위하여 사용된 초경석고의 내부응력, sawing 작업, 다이 base 제작을 위하여 사용된 석고의 경화 팽창으로 인한 실험오차를 줄이고 dowel pin 종류가 다이의 위치 안정성에 미치는 영향만을 비교하고자, 통상적인 방법과는 달리 격벽이 있는 금속 주형을 이용하여 sawing 과정 없이 미리 분리된 다이와 다이 base를 가진 시편을 제작하였다.

여러 가지 다이 제작법 중 dowel pin을 이용한 가철성 다이 제작법은 가장 널리 쓰이고 있는 술식으로, dowel pin의 종류와 위치시키는 방법에 따라 다이의 위치 안정성이 다를 수 있다¹⁵⁾.

Dowel pin은 제조 회사마다 다양한 형태와 재질로 제작되고 있으며, 1개 또는 2개의 pin을 사용하도록 시판되고 있다. 본 연구에서는 국내에서 상용되는 3가지 dowel pin을 선택하였으며, dowel pin의 형태와 개수, 그리고 sleeve 사용 여부 및 다이 base 상면에 반원통형 구의 형성에 따라 총 5가지 dowel pin systems에 대한 다이의 위치 안정성을 비교하고자 하였다.

Dowel pin을 위치시키는 방법⁸⁻¹⁴⁾은 다이의 삽입, 철거 방향을 결정하고 위치 안정성에 영향을 주는데, 이 중 근자에 소개된 Pindex system은 dowel pin을 정확한 위치에 평행하게 설치할 수 있어 안정성을 높이는데 유용하게 사용되고 있다⁶⁾. 이에 본 연구에서도 Pindex system을 이용하여 dowel pin 고정부인 plastic sheet에 구멍을 형성 하고 dowel pin을 위치시킴으로써, 실험에 사용된 모든 dowel pin이 일정한 위치와 방향을 갖도록 하고 두 개의 dowel pin을 사용할 경우 dowel pin간의 평행성을 유지시켜 가능한 모든 실험 시편의 다이가 일정한 방향으로 삽입, 철거 되도록 하였다.

또한 다이의 반복적인 삽입, 철거시에 적용되는 힘의 크기와 방법은 다이의 변위량에 영향을 미칠 것으로 생각되나, 앞선 선행들의 연구에서는 이에 대한 표준화가 미흡하였다. 본 연구에서는 그림 4와 같은 유지 장치를 제작하여 만능시험기에서 다이가 일정한 방향으로 삽입, 철거 되도록 하였으며, 삽입시에는 만능시험기의 head가 유지 장치의 상면에 닿아 다이에 20N의 하중이 가하도록 하였

다. 또한 유지 장치와 다이 사이에 탄성 이장재를 이장하여 다이에 균일한 하중이 전달되도록 하였으며, 다이에 가해지는 하중은 여러 종류의 dowel pin으로 제작된 다이들을 경험적으로 재위치시켰을 때의 힘(20N)을 측정하여 이용하였다.

다이의 변위량을 정밀하게 측정하기 위해서는 정밀한 계측점 형성과 계측방법이 요구된다. 선학들의 연구에서는 미세한 십자선¹⁴⁾이나, 금속구¹⁹⁾, 그리고 제작된 모형의 모서리⁵⁾ 등을 계측점으로 사용하였으며, 계측방법으로는 현미경^{15,16)}이나 dial indicator¹⁵⁾가 주로 사용하였고, 이 외에 photographic silhouette방법⁷⁾이나 주사 사진법¹⁸⁾ 등이 이용되기도 하였다. 본 실험의 정밀도를 높이기 위하여 인조 다이아몬드의 예리한 침점을 계측점으로 이용하였으며, 측정 정도가 0.5 μ m인 정밀 계측 현미경²⁵⁾에서 50배율로 변위량을 계측하였다. 계측 오차를 알아보기 위하여 같은 시험 시편을 10회 반복 측정한 결과 계측 오차는 $\pm 2.0\mu$ m로써, 본 계측방법이 다이의 위치 안정성 비교에 적합한 방법이라고 사료된다.

가철성 다이의 위치 안정성에 관한 연구에서, Dilts 등⁵⁾과 Miranda 등^{16,17)}은 모든 가철성 다이가 수평, 수직 변위를 보였으며, 이러한 가철성 다이 중 dowel pin을 이용한 다이들의 수평, 수직 변위는 pinhole 내면의 석고 부스러기와 반복된 삽입, 철거시 생길 수 있는 석고의 마모 때문이라고 추론하였다. 본 연구에서도 모든 실험 군에서 수평, 수직 변위를 보였으며, 특히 sleeves가 없는 I, II, III 군에서 수평, 수직 변위가 크게 나타났다. 이러한 결과는 위에서 언급한 마찰에 의해 발생하는 석고 부스러기 개재와 석고의 마모가 다이의 위치 안정성을 저하시키는 주요한 요인이라는 것을 다시 한번 입증한 결과로 생각된다.

본 연구에서 각 실험군의 수평 변위의 평균값은 I, II, III, IV, V군 순으로 감소하였으나, 통계학적으로 I군만이 II, III, IV, V군보다 유의성 있게 높은 수평 변위를 나타내었다. 이러한 실험결과로 미루어 볼 때 다이 base 상면에 형성한 반원통형구(II군)나 double dowel pin(III, IV, V군)은 다이의 수평 위치 안정성 향상에 기여함을 알 수 있었으며, 이는 two pin system이나 dowel pin의 특수한 형태, 또는 다이 base 상면에 홈을 형성하는 것이

수평면에서 다이의 회전을 방지한다는 Covo 등⁶⁾의 연구 보고와 일치하는 결과이다. 다이의 수평 변위는 보철물의 삽입과 접촉면 조절을 어렵게 하므로 double dowel pin을 사용하거나, 하나의 dowel pin을 사용할 경우에는 다이 base 상면에 구를 부가적으로 형성하여 주는 것이 다이의 수평 변위를 줄일 수 있는 바람직한 방법으로 생각된다.

Dowel pin을 이용한 다이의 수직 변위는 주로 pinhole 내면의 석고 부스러기나, 다이와 다이 base 사이의 이물질 때문이라고 보고되고 있다^{6,15)}. 본 연구 결과 수직 변위의 평균값은 I, II, III, V, IV군 순으로 감소하였으며, I, II, III군간, 그리고 II, III, IV, V군간 사이에는 유의성 있는 차이가 없는 것으로 나타났다. 이러한 실험 결과로부터 sleeve가 있는 double dowel pin을 갖는 IV, V군이 우수한 수직 위치 안정성을 갖고 있음을 알 수 있으며, 이는 선학들의 보고를 참고해 볼 때 sleeve가 석고 base의 마모나 부스러기 발생을 방지한 결과라고 사료된다.

5가지 실험군의 수직 변위 평균값은 약 20-60 μ m이었으며, 특히 I군의 수직 변위 평균값은 $60.6 \pm 24.7\mu$ m로, 8 μ m 정도의 shimstock 두께나 20-30 μ m의 cement space³⁾를 고려해 볼 때, 이러한 수직 변위량은 임상적으로 유의해야 할 수치로 생각된다. 다이의 수직 변위는 교합면 방향으로 일어나기 때문에 제작된 보철물과 대합치와의 조기 접촉에 따른 교합조정이 필요하며, 또한 보철물 변연 접합도가 나빠져 cement의 용해, 이차 우식증 및 치은염과 같은 문제를 야기할 수 있다⁵⁾. 따라서 sleeve가 있는 double dowel pin과 같이 수직 위치 안정성이 우수한 system의 선택과 더불어, 삽입, 철거시 마다 다이와 다이 base 사이에 왁스나 석고 부스러기 같은 이물질이 끼지 않도록 세심한 주의가 필요하리라 생각된다.

Dowel pin을 이용한 가철성 다이의 위치 안정성에 관한 선학들의 연구^{15,16)}에서 대부분 다이의 수직 변위가 수평 변위보다 큰 것으로 보고되고 있다. Dilts 등¹⁵⁾은 이러한 원인이 metal dowel pin의 형태에 기인한다고 설명하였는데, dowel pin의 tapered 된 형태로 인하여 pinhole에 낀 이물질은 다이의 수평 변위보다 수직 변위에 10배 더 큰 영향을 미친다고 하였다. 본 연구에서도 각 dowel pin system

의 수직 변위량이 수평 변위량 보다 더 큰 평균값을 보였으나, 통계 분석 결과 I군에서만 수평, 수직 변위 사이에 유의성 있는 차이가 없었는데, 이는 다른 실험군들에 비하여 I군의 수평 변위량이 수직 변위량보다 더 많이 증가하였기 때문이다.

이러한 연구 결과를 통하여 볼 때, 대부분 dowel pin을 이용한 다이는 수평 변위 보다 수직 변위가 더 많이 발생하며, 다이의 수직적 위치 안정성을 위하여 sleeve를 사용하고, 수평적 위치 안정성을 위하여는 double dowel pin 또는 구를 형성하는 것이 필요한 것으로 나타났다.

최신의 심미 보철 술식과 임플란트 보철 술식 등은 보철물의 정밀 제작을 전제로 하는 것으로써 다이에의 선택과 다이 제작 방법 등 기본적인 기공 작업에 관하여 보다 구체적인 검토가 필요하다고 생각된다. 본 실험에 사용된 dowel pin system들 외에 다이의 위치 안정성을 향상시킬 수 있으리라 여겨지는 특수한 다이 system들이 여러 문헌에 소개되고 있으나, 아직 국내에서는 거의 사용되고 있지 않는 실정이다. 향후 이러한 상품들을 이용한 다이 제작법의 정밀성과 실용성에 대해서도 연구 검토가 필요하며, 보다 더 적합한 측정 방법에 대해서도 연구되어야 할 것으로 사료된다.

V. 결 론

본 연구에서는 수종의 dowel pin systems을 이용한 가철성 다이의 위치 안정성을 비교하기 위하여, single dowel pin군(Group I), single dowel pin과 base 상면에 구를 형성한 군(Group II), 2개의 single dowel pin군(Group III), plastic sleeve를 갖는 double dowel pin군(Group IV), metal sleeve를 갖는 double dowel pin군(Group V) 등의 5가지 dowel pin systems을 이용한 초경석고 시편을 제작하였다. 만능 시험기를 이용하여 표준화된 삽입, 철거 과정을 30회 반복 시행하기 전과 후의 다이의 수평 및 수직 변위를 정밀 계측 현미경으로 측정한 결과 아래와 같은 결론을 얻었다.

1. Single dowel pin군(Group I)을 제외한 나머지 모든 군의 수직 변위가 수평 변위보다 더 크게 나타났다.

2. Single dowel pin군(Group I)이 다이의 위치 안정성에 가장 나빴다.
3. Sleeve가 있는 double dowel pin군들(Group IV,V)이 다이의 위치 안정성 향상에 가장 효과적이었다.
4. 구(groove) 또는 double dowel pin은 다이의 수평 위치 안정성을 향상시켰으며, sleeve는 수직 위치 안정성을 향상시켰다.

참 고 문 헌

1. Myers M, Hembree JH. Relative accuracy of four removable die systems. *J Prosthet Dent* 1982;48:163-5
2. Shillingburg HT, Hobo S, Whitsett LD. *Fundamental of fixed prosthodontics*. Second edition 1981:309-34
3. Rosenstiel SF, Land MF, Fujimoto J. *Contemporary fixed prosthodontics*. Second edition 1995:361-82
4. Rudd KD, Strunk PR, Morrow RM. Removable dies for crowns, inlays, and fixed partial dentures. *J Prosthet Dent* 1970;23:337-40
5. Dilts WE, Podshadley AG, Sawyer HF, Neiman R. Accuracy of four removable die-dowel pin techniques. *J Am Dent Assoc* 1971;83:1081-5
6. Covo LM, Ziebert GJ, Balthazar Y, Christensen LV. Accuracy and comparative stability of three removable die systems. *J Prosthet Dent* 1988;59:314-8
7. Aramouni P, and Millstein P. A comparison of the accuracy of two removable die systems with intact working casts. *Int J Prosthodont* 1993;6:533-9
8. Troendle GR, Karen B. Alternative technique for dowel pin placement. *J Prosthet Dent* 1986;56:521-3
9. Hofstee EN, Shiu A, Renner RP. The use of the Pindex system in restorative dentistry. *QDT Yearbook* 1988;12:107-13
10. Robinson FB, Block B. Dowel pin positioning technique for fixed partial denture working

- casts. *J Prosthet Dent* 1981;46:215-6
11. Troendle GR, Cavoza E. Position dowel pins for removable dies. *J Prosthet Dent* 1981;46:575-8.
 12. Stone TE, Welker WA. A method for locating dowel pins in artificial stone casts. *J Prosthet Dent* 1980;44:345-6
 13. Smith CD, Nayyar A, Koth DL. Fabrication of removable stone dies using cemented dowel pins. *J Prosthet Dent* 1979;41:579-81
 14. Balshi TJ, Mingledorff EB. Matches, clips, needles, or pins. *J Prosthet Dent* 1975;34:467-8
 15. Dilts WE, Podshadley AG, Sawyer HF, Neiman R. Accuracy of removable die-dowel pin techniques. *J Prosthet Dent* 1971;50:1249-52
 16. Richardson DW, Sanchez RA, Baker PS, Haug SP. Positional accuracy of four die tray systems. *J Prosthet Dent* 1991;66:39-45
 17. Miranda FJ, Dilts WE, Duncanson MG, and Collara EW. Comparative stability two removable die systems. *J Prosthet Dent* 1976;36:326-33
 18. 임주환. 가철성 다이를 가진 작업모형에서 다우웰 핀의 종류에 따른 정확도에 관한 비교 연구. 대한 치과 보철 학회지 1997;35:373-83
 19. 최중렬, 정창모. 혼합수 조성이 초경석고의 물리적 성질에 미치는 영향. In press.
 20. Schwartz HB, Leupold RJ, Thompson VP. Linear dimensional accuracy of epoxy resin and stone dies. *J Prosthet Dent*, 1981;45:621-625
 21. Schaffer H, Dumfahrt H, Gausch K. Distances alterations of dies in sagittal direction in dependence of the die material. *J Prosthet Dent* 1989;61:684-9
 22. Buchanan WT, Shay J. Solid base working cast. *J Prosthet Dent* 1985;54:152-3
 23. Hembree JH, Brown T. Relative accuracy of several removable die systems. *J Acad Gen Dent* 1974;22:31-3.
 24. Millstein PL, Filipancic J. The Zeiser system: A method for accurate die placement. *Quintessence Dent Technol* 1990;14:188-92.
 25. Olympus Optical Co, Ltd. Toolmaker's microscope model STM instructions. Tokyo, Japan: Olympus Optical Co, Ltd.

ABSTRACT

**COMPARATIVE STUDY ON THE POSITIONAL STABILITY OF
REMOVABLE DIES USING SEVERAL DOWEL PIN SYSTEMS**

Jae-Hyang Jeong, Chang-Mo Jeong, Young-Chan Jeon

Dept. of prothodontics, College of Dentistry Pusan National university

The purpose of this study was to compare the positional stability of removable dies using several dowel pin systems. The removable dies were made by using five dowel pin systems: single dowel pin(Group I), single dowel pin and prepared groove on the die base(Group II), two-single dowel pin(Group III), two separate parallel dowel pins with plastic sleeves(Group IV), double straight dowel pins with metal sleeve(Group V). Special aluminum mold was made for specimens, and the dies of specimens removed and replaced thirty times with universal testing machine. Horizontal and vertical shift of dies was measured by Olympus monocular scanning tunneling microscope(STM5).

The results were as follows:

1. The vertical shift was larger than the horizontal shift in all the other groups except Group I.
2. Single dowel pin system(Group I) was the most unstable of five dowel pin systems.
3. Double dowel pin systems with sleeve(group IV, V) were the most stable of five dowel pin systems.
4. This study indicates that excellent horizontal positional stability is attainable with use of additional groove on the die base or double dowel pin, and excellent vertical positional stability is attainable with use of sleeve.