

# 유지부의 수직거리가 Clasp의 유지력에 미치는 영향에 관한 실험적 연구

연세대학교 치과대학 보철학교실

전 영 식 · 이 호 용

## I. 서 론

가철성 국소의치의 유지는 기계적 유지와 생리학 적 유지로 나눌 수 있으며 기계적 유지는 지대치에 사용되는 직접유지장치에 의하여 이루어진다.<sup>1,2,3,4,5</sup>

직접유지장치중 가장 보편적으로 사용되는 clasp는 가요성 (flexibility)의 clasp첨단이 치아의 undercut 내에 위치하게 됨으로서 유지력을 나타낼 수 있게되며 안착된 상태에서 철거시 clasp의 탄성변형에 필요한 힘이 clasp에 의한 유지력이 된다.<sup>6</sup>

McCracken은<sup>2)</sup> clasp의 유지력은 undercut의 양, survey line에서 clasp첨단까지의 수직거리, 그리고 clasp arm의 가요성에 의해 결정된다고 하였으며 가요성에 관여하는 요소들에는 arm의 길이, 직경, 단면형태, 그리고 사용재료가 있다고 하였다.

Bates<sup>4,5,6,7,8,9)</sup>, Morris등<sup>25,26)</sup>, Frank등은<sup>21)</sup> clasp의 가요성에 대하여, Warr는<sup>20)</sup> clasp의 분석적 평가 체계에 대하여, Clayton등<sup>18)</sup>, Weinberg<sup>23)</sup>, Cecconi 등<sup>19,17)</sup>, Shohet은<sup>22)</sup> clasp에 의한 지대치의 유동에 관하여 연구 보고하였으며, Beck등<sup>10)</sup>, Caldwell<sup>15)</sup>, Bates는<sup>4)</sup> 음식물의 점착성과 관련한 국소의치의 최소한의 유지력에 관하여 연구하였다.

Survey line에서 clasp첨단까지의 수직거리가 clasp의 유지력에 미치는 영향에 대하여 대다수의 실험들은 무시해도 좋다고 하였으며<sup>13,22,23,24,28,30)</sup> 심지어 undercut의 양만이 clasp에 의한 유지력의 직접적인 측정치가 될 뿐이라고 주장하기도 하였다.<sup>20)</sup>

반면 Avant는<sup>3)</sup> 수직거리와 유지력은 반비례적인 관계가 있다는 이론을 펴므로써 이의 중요성을 강조하였다.

그러나 유지부에서 수직거리가 지니는 의미에 대한 이러한 견해들은 실험적 자료에 의해 입증되지 못하고 단지 경험적, 이론적 근거에만 의존하였을 뿐이었다.

이에 저자는 유지부의 수직거리가 clasp의 유지력에 미치는 영향을 알아보기 위하여 cast circumferential type과 bar type의 clasp에서 각각 대표적인 Aker's clasp와 I-bar clasp를 선택하여 이들 각각이 유지부의 수직거리 변화시 나타내는 유지력의 변화를 측정하고 이를 분석함으로써 의의있는 결과를 얻었기에 보고하는 바이다.

## II. 연구재료 및 방법

### 가. Master die의 제작

직경 10mm의 금속 난형구(卵形球)를 2개 제작하고 상부에 rest를 위한 수평평면을 형성하였다. 2개의 die에서 0.25mm의 undercut를 survey line 하방 3mm, 1.5mm에 각각 위치되도록 형성시키고 전자를 1번 die, 후자를 2번 die로 하였다. die의 하부에는 실험장치에 고정시킬 수 있도록 수평판과 수직판을 만들어 주고 열처리를 통하여 표면경도를 증가시켰다 (Fig. 1, 2).

나. 시편제작

die의 수평판과 surveyor의 platform이 평행하도록 die를 surveyor상에 고정시키뒤 hard wax로 parallel block-out 하였다. 0.01"의 undercut gauge로 각각의 die에서 survey line 하방 3mm와 1.5mm에 shaped block-out 한 뒤 통상의 방법에 의하여 각 die당 16개씩의 refractory cast를 제작하였다(Fig. 3).

Aker's clasp와 I-bar clasp를 선정하여 동일한 두개의 retentive clasp arm이 서로 마주보도록 설계하였으며 규격화를 위하여 clasp용으로 시판되는 기성 plastic pattern(Howmedica, Inc., 3MA-60) 음각이 12mm로 사용하였다. 이때 minor connector는 10 gauge round wax를 사용하였으며 1.5mm 두께의 경질 plastic판을 10×15mm의 직사각형으로 절단하여 rest로 사용하고 동일한 판을 수직판으로 사용하여 rest상방에 세우고 die의 장축과 일치되도록 하였다(Fig. 4, 5).

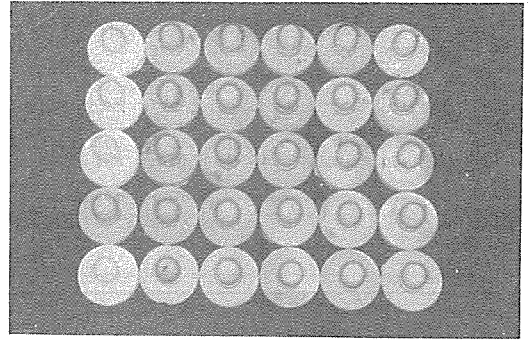


Fig. 3. Refractory casts of master dies

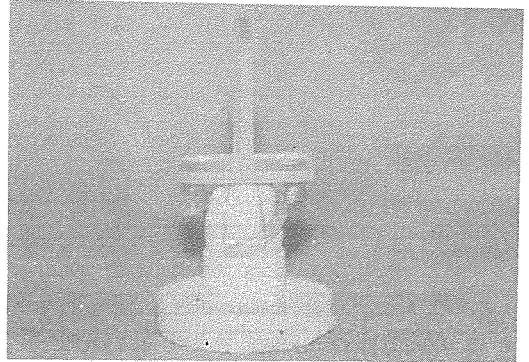


Fig. 4. The wax pattern for Aker's clasp

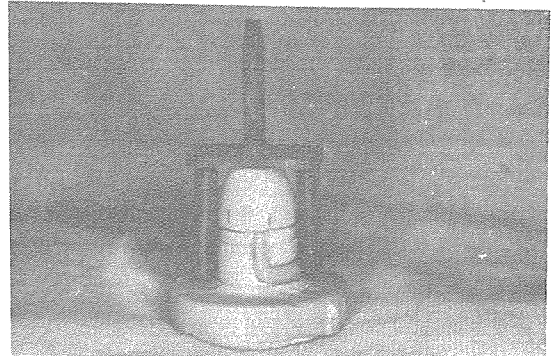


Fig. 5. The wax pattern for I-bar clasp

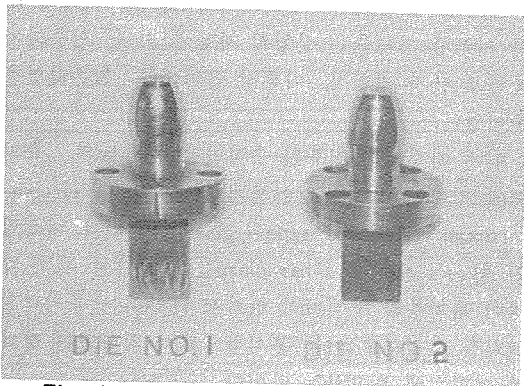


Fig. 1. Master dies

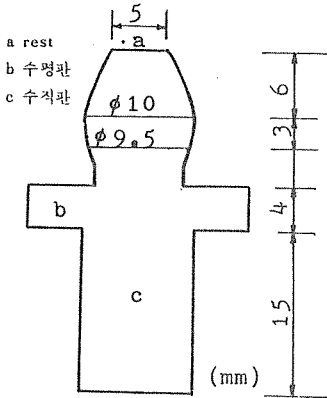


Fig. 2. Schematic drawing of master die No. 1

모든 pattern은 제조자의 지시에 따른 통상적인 주조방법에 의하여 국소의치용 cobalt-chromium alloy (Biosil, Degussa AG, West Germany)로 주조한 뒤 sandblasting하고 본래의 형태와 크기를 손상시키지 않는 범위에서 세심하게 기포만 제거하였으며 연마는 시행하지 않았다. 모든 시편은 확대경(×2)하에서 세밀히 내면을 검사하고 각 die 상에 일차 시적하여 적합도를 확인하고 각 die에 대해 잘 적합하는 Aker's clasp 5개씩, I-bar clasp 5개씩, 전체 20개의 시편을 선택하였다(Fig. 6, 7).

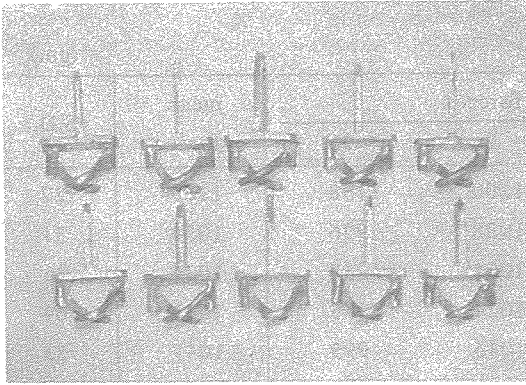


Fig. 6. Castings of Aker's clasp

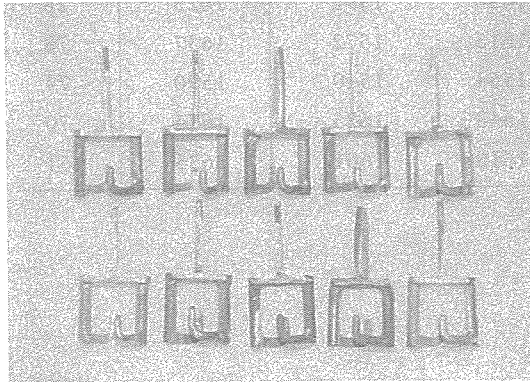


Fig. 7. Castings of I-bar clasp

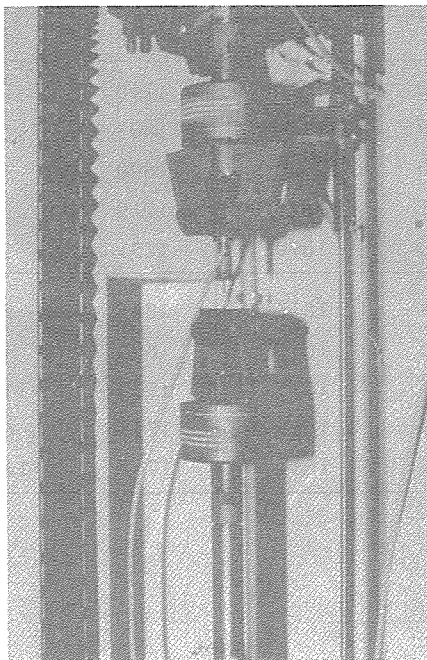


Fig. 8. Testing retentive force with Universal Testing Machine

#### 다. 측 정

Universal Testing Machine (Instron Engineering Co., U. S. A., Model 4201)의 중앙에 시편과 die를 고정시켜 시편을 철거시 뒤틀림이 없도록 하였으며 시편이 die에서 완전히 분리될 때까지의 최대치를 측정하고 이를 3회 반복 시행하여 평균치를 구하였다(Fig. 8). 이때 cross head speed는 1mm/min, full scale load는 5kg으로 하였다.

### Ⅲ. 연구 성적

전체 실험시편의 유지력을 3회 반복 측정하여 최대 측정값과 이들의 평균값, 표준편차를 구하였다(Table I, II).

각 die에서 동일한 설계의 clasp들의 유지력에 대한 평균값과 표준편차를 계산하고(Table III), 이를 도표화 하였다(Fig. 9).

Aker's clasp는 수직거리를 3mm로 한 경우에 5개의 시편들의 평균 유지력은 1,067gm을 나타내었고 수직거리 1.5mm에서는 1,632gm으로 평균적으로 약 1.5배의 유지력이 증가된 것을 볼 수 있으며 이는 t-검정을 시행한 결과 통계적인 유의의 차이가 있었다( $P < 0.05$ ).

I-bar clasp는 수직거리가 3mm일때 평균 1,741gm, 1.5mm에서는 1,735gm의 유지력을 보였으며 수직거리가 짧아진 경우 다소 유지력이 증가된 것으로 나타나 있으나 t-검정 결과 통계적인 유의차가 없는 것으로 나타났다( $P > 0.05$ ).

Aker's clasp의 유지력은 수직거리 1.5mm에서 3회 측정값중 초기 유지력이 일부에서 I-bar clasp의 유지력 측정값보다도 다소 높게 측정되기도 하였으나 전체적으로 보아서 Aker's clasp의 유지력은 수직거리에 관계없이 I-bar clasp의 유지력보다는 낮게 나타났다( $P < 0.05$ ).

**Table 1.** Retentive forces of Aker's clasps

(gm)

Master die	No. of specimen	retentive force			mean force	S.D.
		1	2	3		
Master die No. 1	1	1209	1200	1158	1189	27
(Vertical distance 3mm)	2	1056	1038	996	1030	31
	3	1142	1001	958	1034	96
	4	1101	1024	975	1033	64
	5	1100	1046	995	1047	53
Master die No. 2	1	1647	1630	1592	1623	28
(Vertical distance 1.5 mm)	2	1723	1615	1572	1637	78
	3	1675	1554	1540	1590	74
	4	1754	1643	1625	1674	70
	5	1694	1610	1601	1635	51

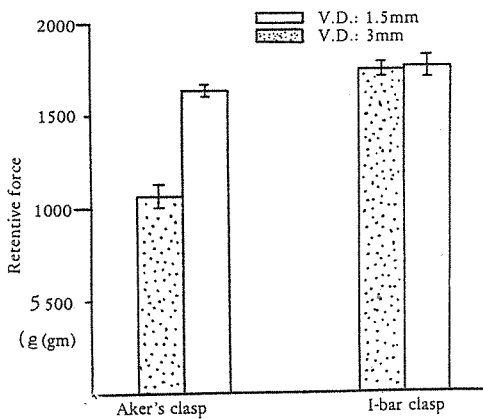
**Table 2.** Retentive forces of I-bar clasps

(gm)

Master die	No. of specimen	retentive force			mean force	S.D.
		1	2	3		
Master die No. 1	1	1760	1740	1720	1740	20
(Vertical distance 3mm)	2	1860	1800	1750	1803	55
	3	1730	1680	1660	1690	36
	4	1753	1721	1685	1719	34
	5	1825	1760	1670	1751	78
Master die No. 2	1	1861	1834	1813	1836	24
(Vertical distance 1.5 mm)	2	1725	1666	1644	1678	42
	3	1851	1674	1635	1720	115
	4	1814	1754	1693	1753	61
	5	1896	1704	1684	1762	116

**Table 3.** Mean forces for removal of Aker's clasp and I-bar clasp from two different dies (gm)

Clasp design		Aker's clasp	I-bar clasp
Master die			
Master die No. 1		1067 (S.D.: 69)	1741 (S.D.: 42)
Master die No. 2		1632 (S.D.: 30)	1753 (S.D.: 58)



**Fig. 9.** Comparison of mean retentive force of Aker's clasp and I-bar clasp

#### IV. 총괄 및 고찰

Applegate<sup>3)</sup>에 따르면 clasp는 지대치의 건강을 위하여 최소의 유지를 부여해야 한다고 하였으며, Bates는<sup>4)</sup> 가철성 국소의치의 유지에 필요한 최소의 유지력은 섭취하는 음식물의 점착성에 의하여 좌우된다고 주장하였다.

적절한 undercut을 얻을 수 없는 경우 자연치아의 reshaping이나 수복물에 의하여 undercut을 형성 또는 변형시켜 줄 수 있으며 clasp tip의 deflection을 결정하게 되는 undercut의 양은 사용될 clasp의 비레한도내에서 clasp가 나타낼 수 있는 최대의 deflection보다는 작아야 한다.

그러나 근래 가철성 국소의치의 clasp 재료로 혼

히 사용되고 있는 cobalt-chromium 합금은 금합금에 비하여 비레한도내에서 탄성율이 2 배나 높아서 통상의 clasp 설계시 쉽게 영구 변형을 초래할 수 있다.<sup>7,19,22)</sup> 이는 Anderson등<sup>1)</sup>, Tomlin등<sup>2)</sup>, Benson등의<sup>11)</sup> 임상조사에서 cobalt-chromium clasp는 의치 사용후 얼마 지나지 않아서 clasp에 의한 직접 유지력이 상실된 상태였다고 보고한 점에서도 쉽게 입증되고 있다.

이러한 문제의 해결을 위하여 Osborne등은<sup>9)</sup> clasp의 두께 감소를 주장했고, Earnshaw는<sup>19)</sup> undercut 양을 0.25mm까지 감소시킬 것을 주장하였으며, Bates는<sup>6,7,8,22)</sup> 대부분 cobalt-chromium가철성 국소의치에서 0.12mm의 undercut을 사용하는 것이 합금의 비레한도내에서 clasp의 영구변형을 일으키지 않게 하는 방법이 될 수 있으나 이러한 경우 임상적 유지력을 0.25mm이하까지 감소시킬 수 있는 주요오차, 치아의 이동등을 이유로 clasp의 길이를 가능한 한 15mm까지 연장시키는 방법을 주장하였다. 그러나 clasp의 두께를 감소시킬 경우 cobalt-chromium clasp는 파절의 위험이 높아지며,<sup>8)</sup> 소구치와 대구치를 지대치로 할 때 가능한 clasp의 길이가 8~12mm<sup>13,16)</sup> 인 점을 감안할 때 실지 15mm이상의 길이 증가를 임상적으로 사용하기 어렵다.

clasp가 나타내는 유지력을 결정하는 인자중의 하나로 제시되었던 undercut내에서 survey line과 clasp tip까지의 수직거리는 undercut의 양에 비하여서 그 영향력이 거의 무시되다시피 하였으며<sup>13,22,23,24,26)</sup> 그 이유로서 동일한 두개의 가요성 clasp arm이 동일한 양의 undercut내에 있을 때는 철거시 두 clasp가 동일한 양으로 변형하게 됨으로서 유지력은 수직거리에 관계없이 동일하게 나타난다고 설명되었다.<sup>3)</sup> Stewart등도<sup>25)</sup> 수직거리는 clasp 설계시 clasp의 길이에 영향을 주어 clasp의 가요성을 변화시킬 수는 없으나 실지 설계에 따라서는 거의 무시될 수 있는 인자라고 주장하였다.

그러나 Avant는<sup>3)</sup> 두개의 clasp가 동일한 양의 변형이 일어나는 동안 동일한 양의 일(work)이 행하여지며 일=힘×거리의 함수관계에서 이때의 거리 차이에 따라 힘, 즉 유지력은 차이가 생길 수 있다고 반론하였다. Avant는 유지부 형태를 사면(inclined plane)에 비유함으로써 수직거리와 clasp의 유지력과의 관계를 간결히 설명하여 수직거리가 길어

질수록 유지력은 감소됨을 주장하였다.

본 실험에서 Aker's clasp를 대상으로 하였을 때 수직거리를 증가시킨 경우 유지력은 감소하는 것으로 나타났는데 이는 유지부에서 수직거리의 변화가 clasp의 유지력에 중요한 영향을 준다는 주장을 뒷받침할 수 있으리라 사료된다.

0.5mm의 undercut 사용시 clasp에 따른 유지능력을 비교한 Firtell의<sup>20)</sup> 실험에서 I-bar clasp는 Aker's clasp보다 유지력이 뒤떨어지는 것으로 나타났으나 그의 실험에서는 clasp의 길이를 고려하지 않은 문제가 있었다. Stewart 등은<sup>21)</sup> 길이, undercut의 양, 가요성이 동일할 경우에는 bar type이 circumferential type보다는 유지력이 크다고 하였으며 McCracken은<sup>22)</sup> bar clasp 자체는 반원형 구조가 몇 개의 평면상에서 기시함으로서 circumferential type보다는 가요성이 뒤떨어진다고 하였다.

본 실험에서 I-bar는 Aker's clasp에 비하여 유지력이 더 큰 것으로 나타났으나 I-bar 자체에서 수직거리의 변화에 따른 유지력의 변화는 통계적인 유의미의 차이가 없는 것으로 나타났다. McCracken에<sup>23)</sup> 의하면 Jelenko 회사의 기성 plastic clasp pattern을 사용하였을 때 cobalt-chromium alloy에서 0.012 inch의 가요성을 나타내기 위해서는 bar type의 clasp는 23~25mm의 길이가 필요하며 circumferential type은 15~20mm의 길이가 필요하다고 하였다. 실험에서 clasp 길이를 12mm로 사용함으로써 특히 I-bar에서 측정중 이미 clasp의 영구변형이 일어났을 수도 있다고 사료됨으로 I-bar에서의 수직거리의 영향에 대하여서는 더 많은 연구와 실험이 필요하리라 본다.

## V. 결 론

저자는 동일한 undercut 내에서의 clasp의 유지력이 clasp 첨단과 survey line 사이의 수직거리에 따라 어떻게 변화하는지를 알아보기 위하여 0.25mm의 undercut에서 수직거리를 3mm와 1.5mm로 변화시켜 Aker's clasp와 I-bar clasp가 나타내는 유지력을 Universal Testing Machine을 이용하여 측정하고 이를 분석해 봄으로서 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. Aker's clasp의 유지력은 수직거리가 짧아진 경우에서 더 크게 나타났다.

2. I-bar clasp의 유지력은 수직거리에 영향을 받지 않았다.

3. 모든 시편의 유지력 측정에서 I-bar clasp는 Aker's clasp에 비하여 더 큰 유지력을 나타내었다.

## 참 고 문 헌

1. Anderson, J.N. and Bates, J.F.: The cobalt - chromium partial denture. A clinical survey Brit. Dent. J., 107(3): 57, 1959.
2. Applegate, O.C.: Essentials of removable partial prosthesis, 3rd. ed., W.B. Saunders Co., 1965.
3. Avant, W.E.: Factors that influence retention of removable partial dentures, J. Prosth. Dent., 25(3): 265, 1971.
4. Bates, J.F.: Retention of cobalt - chromium partial dentures, The Dental Practitioner, 14(4): 168, 1963.
5. \_\_\_\_\_: Cast clasps for partial dentures, Int. Dent. J., 13: 610, 1963.
6. \_\_\_\_\_: Studies related to the fracture of partial dentures, Brit. Dent. J., 118: 532, 1965.
7. \_\_\_\_\_: The mechanical properties of the cobalt - chromium alloys and their relation to partial denture design, Brit. Dent. J., 119(9): 389, 1965.
8. \_\_\_\_\_: Studies on the retention of cobalt - chromium partial dentures, Brit. Dent. J., 125: 97, 1968.
9. \_\_\_\_\_: Retention of partial dentures, Brit. Dent. J., 149: 171, 1980.
10. Beck, J. and Bibby, B.G.: Technique of measuring food retention, J. Dent. Res., 40: 148, 1961.
11. Benson, D. and Spolsky, V.W.: A clinical evaluation of removable partial dentures with I-bar retainers. Part I, J. Prosth. Dent., 41(3): 246, 1979.

12. Blatterfein, L.: A study of partial denture clasping, *J.A.D.A.*, 43: 169, 1951.
13. Brudvik, J.S. and Wormley, J.H.: Construction technique for wrought — wire retentive clasp arms as related to clasp flexibility, *J. Prosth. Dent.*, 30(5): 769, 1974.
14. Brudvik, J.S. and Morris, H.F.: Stress — relaxation testing. Part III; Influence of wire alloys, gauges, and lengths on clasp behavior, *J. Prosth. Dent.*, 46(4): 374, 1981.
15. Caldwell, R.C.: A method of measuring the adhesion of foodstuffs to tooth surfaces, *J. Dent. Res.*, 38(1): 188, 1959.
16. Cecconi, B.T., Asgar, K., and Dootz, E.: The effect of partial denture clasp design on abutment tooth movement, *J. Prosth. Dent.*, 25(1): 44, 1971.
17. \_\_\_\_\_: Clasp assembly modifications and their effect on abutment tooth movement, *J. Prosth. Dent.*, 27(2): 160, 1972.
18. Clayton, J.A. and Jaslow, C.: A measurement of clasp forces on teeth, *J. Prosth. Dent.*, 25(1): 21, 1971.
19. Earnshaw, R.: Cobalt — chromium alloys in dentistry, *Brit. Dent. J.*, 101(3): 67, 1956.
20. Firtell, D.N.: Effect of clasp design upon retention of removable partial dentures, *J. Prosth. Dent.*, 20: 43, 1968.
21. Frank, R.P. and Nicholls, J.I.: A study of the flexibility of wrought — wire clasps, *J. Prosth. Dent.*, 45(3): 259, 1981.
22. Henderson, D., McGivney, G.P., and Castleberry, D.J.: McCracken's removable partial prosthodontics, 7th. ed., St. Louis, The C.V. Mosby Co., 1985.
23. Kabcenell, T.L.: Effective clasping of removable partial dentures, *J. Prosth. Dent.*, 12(1): 104, 1962.
24. Miller, E.L. and Grasso, J.E.: Removable partial prosthodontics, 2nd. ed., Baltimore, Williams & Wilkins, 1981.
25. Morris, H.F., Asgar, K., and Tillitson, E.: Stress — relaxation testing. Part I; A new approach to the testing of removable partial denture alloys, wrought — wires, and clasp behavior, *J. Prosth. Dent.*, 46(2): 133, 1981.
26. Morris, H.F., et al.: Stress — relaxation testing. Part IV: Clasp pattern dimensions and their influence on clasp behavior, *J. Prosth. Dent.*, 59(3) 319, 1983.
27. Shohet, H.: Relative magnitudes of stress on abutment teeth with different retainers,
28. Stewart, K.L., Rudd, K.D., and Kuebker, W.A.: Clinical removable partial prosthodontics, St. Louis, The C.V. Mosby Co., 1983.
29. Tomlin, H.R. and Osborne, J.: Cobalt-chromium partial dentures. A clinical survey, *Brit. Dent. J.*, 110: 307, 1961.
30. Warr, J.A.: Numerical system of clasp design, *J. Prosth. Dent.*, 11(6): 1105, 1961.
31. Weinberg, L.A.: Lateral force in relation to the denture base and clasp design, *J. Prosth. Dent.*, 30(5): 769, 1974.
32. Zarb, G.A., et al.: Prosthodontic treatment for partially edentulous patients, St. Louis, The C.V. Mosby Co., 1978.
33. \_\_\_\_\_: Partial dentures, New York, J.F. Jelenko & Co., Inc., 1962.
34. \_\_\_\_\_: Planned partial dentures, Hartford, The J.M. Ney Co., 1955.

*J. Prosth. Dent.*, 21(3): 267, 1969.

## ABSTRACT

### AN EXPERIMENTAL STUDY ON RETENTIVE CAPACITIES OF CLASPS EFFECTED BY VERTICAL DISTANCE IN AN UNDERCUT

Young Sik Jeon, D.D.S., Ho Yong Lee, D.D.S., M.S.D., Ph.D.)

*Dept. of Prosthodontics, College of Dentistry, Yon Sei University*

To investigate the relationship between the retentive capacity of clasp and the vertical distance in an undercut, the author measured the retentive forces of Aker's clasps and I-bar clasps in the undercut depth of 0.25mm, varying the vertical distance from 3mm to 1.5mm and analyzed statistically.

The following results were obtained;

1. The retentive force of Aker's clasp in vertical distance of 1.5mm was higher than that in vertical distance of 3mm.
2. The retentive force of I-bar clasp was not affected by the vertical distance.
3. In all test specimens, I-bar clasps exerted more retentive forces than Aker's clasps.