

삼입철거 회수가 수종의 Cr-Co 합금 Clasp 유지력에 미치는 영향에 관한 실험적 연구

연세대학교 치과대학 보철학교실
배정수 · 이호용

I. 서 론

가철성 국소의치의 유지는 기계적 유지와 생리학적인 유지로 나눌 수 있으며 기계적 유지는 지대치에 사용되는 직접 유지장치에 의하여 이루어진다^{6, 20, 25, 33}.

직접 유지장치중 가장 보편적으로 사용되는 clasp는 가요성(flexibility)을 가진 clasp 첨단이 치아의 undercut내에 위치되어, 안착된 상태에서 의치가 탈락되려고 할 때 clasp의 탄성변형에 필요한 양을 그 유지력으로 한다^{2, 6, 20}.

McCracken²⁰은 clasp의 유지력은 undercut의 양, survey line에서 clasp 첨단까지의 수직거리 그리고 clasp arm의 가요성에 의하여 결정된다고 하였으며 가요성에 관여하는 요소에는 arm의 길이, 직경, 단면형태 그리고 사용재료가 있다고 하였다.

1895년 Haynes에 의해 내부식성 합금(corrosion-resisting alloy)인 Stellite가 처음 소개되고 1929년 Prange에 의해 가철성 국소의치의 주조를 위한 Cr-Co 합금이 개발된 이후 재료 및 제작방법에 많은 개선이 있었다^{5, 13}. 이 Cr-Co 합금은 저렴한 재료비, 높은 경도와 강직성(rigidity) 그리고 저하된 밀도(density)등의 장점으로 인해 임상활용도가 급격히 늘어나고 있다^{23, 32}.

Cr-Co 합금에 대한 연구로는 Paffenbargen²⁹, Lane²³, Greves¹⁶, Earnshaw¹³, Taylor^{34, 35}, Peyton³⁰, Asgar³, Sowter³², Bates^{9, 10}, Harcourt¹⁹은 Cr-Co 합금의 구성성분과 기계적, 물리적 성질에 대하여, Asgar³, Morris²⁶은 새로운 합금의 개발 및 성질에 대하여 Anderson¹, Asgar⁴, Dootz¹²은 주조조건과 그에 관련된 금속의 성질에 대하여, 그리고 Elbert¹⁴ · Harcourt¹⁸은 열처리에 대하여 보고하였다.

한편 Cr-Co 합금의 피로(fatigue) 및 파절 등 주조체 실패(casting body failure)에 대하여는 Harcourt¹⁷, Bates^{7, 8}, Lewis²⁴등의 연구보고가 있었으며, Morris^{27, 82}는 clasp용 기성 plastic pattern의 모양과 크기가 clasp 작용(clasp behavior)에 미치는 영향에 대해 기술하고, clasp의 형태를 가진 시편이 undercut을 지나다니며 저작시 clasp가 계속 적은 양으로 움직이는 것(minor movement)을 묘사한 응력-이완실험(stress-relaxation testing)을 통해 임상적 사용을 위한 실험을 하였다. Tomlin³⁶등은 Cr-Co 합금의 임상적 사용 실태에 대하여 보고한 바 있다.

그러나 국내에서는 의치용 Cr-Co 합금에 대해, 그 조성 및 기계적, 물리적 성질에 대한 연구보고와 그에 따른 임상 사용에 있어서의 적합성 여부에 관한 평가가 적은 상태에서 유통되고 있는 실정이다.

이에 저자는 국내에서 유통되고 있는 가철성 국소의치용 Cr-Co 합금 4종을 임의로 수집하고 제 4형 금합금과 함께, circumferential type과 bar type에서 각각 대표적인 Aker's clasp와 I-bar clasp를 제작하고 이들 각 합금에 있어서의 반복 삼입철거 회수에 따른 유지력변화를 실험적으로 측정하여 상호 비교 분석해본 바 이에 보고하는 바이다.

II. 연구재료 및 방법

1. 연구재료

1. 재료의 선택

연구 재료로는 국내에서 많이 유통되고 있는 국소의치용 Cr-Co 합금 중 임의로 4종(A, B, C, D)의 제품을 수집하고, 대조군으로서 미국 치과의사협회의 규격을 참고로 하여 제작한 국소의치용 제4형 금합금(Table 1)을 사용하였다.

Table 1. Composition of Type IV gold alloy

	(%)				
	Au	Pt	Pd	Ag	Cu
Type IV Gold	70	5	5	10	10

2. Master die의 제작

직경 10mm의 금속 난형구를 1개 제작하고 상부에 rest를 위한 수평평면을 형성하였다. die에서 0.25 mm의 undercut을 survey line 하방 3mm에 위치 되도록 형성시켰다. 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 고정시킨 뒤 survey line 하방 3mm 되는 곳에 0.01 inch의 undercut을 수용할 수 있는 clasp를 위치시키기 위해 shaped block out한 뒤 통상의 방법에 의하여 50개의 복제모형을 제작 하였다(Fig. 3).

Aker's clasp와 I-bar clasp를 선정하여 동일한 두개의 유지 clasp arm이 서로 마주보도록 설계하였으며 규격화를 위하여 시판되는 기성 plastic pattern('Cast Forms', J. ADERER, INC., NEW YORK-CHICAGO)를 12mm의 길이로 사용하였다. 이때 소연결자(minor connector)는 10gauge round wax를 사용하였으며 1.5mm 두께의 경질 plastic 판을 10×15mm의 직사각형으로 절단하여 rest로 사용하였고, 10gauge round wax로 직경 4mm의 고리를 만들어 수직으로 rest 상방에 세우고 die의 장축과 일치하도록 하였다(Fig. 4, 5).

모든 pattern은 제조자의 지시에 따른 통상적인 주조방법에 의하여, 미리 수직된 4종의 Cr-Co 합금과 금합금으로 Aker's clasp 5개씩, I-bar clasp 5개씩 모두 50개의 시편을 주조한 뒤, sand blasting하고 본래의 형태와 크기를 손상시키지 않는 범위에서 세심하게 기포만을 제거하였으며 연마는 시행하지 않았다. 모든 시편은 확대경(×2) 하에서 세밀히 내면을 검사하고 die상에 일차 시적하여 적합도를 확인하고, 각 합금에 대해 die에 잘 적합하는 Aker's

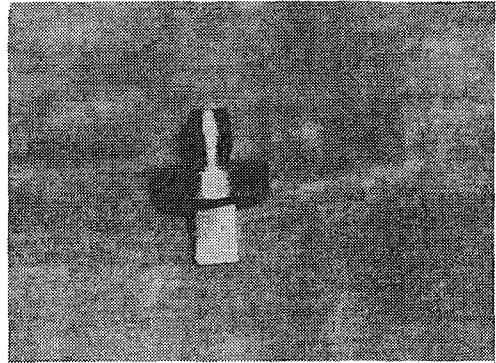


Fig. 1. Master die

- a. rest
- b. 수평판
- c. 수직판

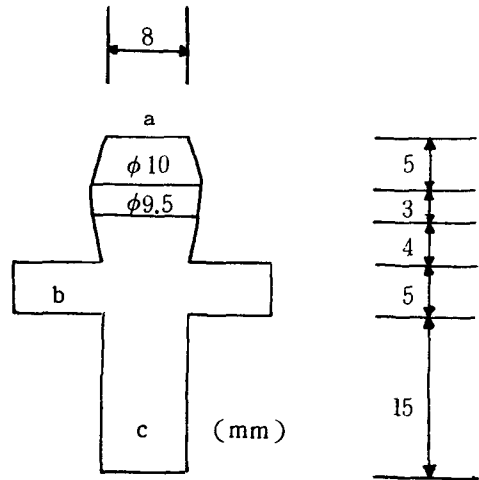


Fig. 2. Schematic drawing of master die

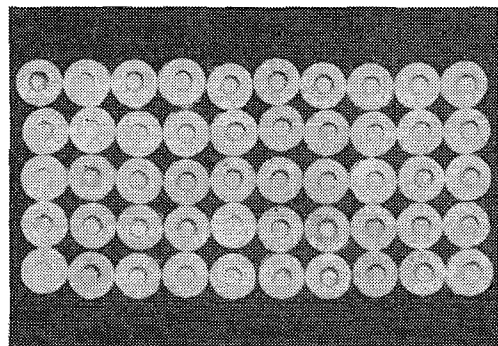


Fig. 3. Refractory casts of master die

clasp 4개씩, I-bar clasp 4개씩 전체 40개의 시편을 선택하였다(Fig. 6, 7).

다. 측정

Tensilon(TOYO BALDWIN Co. LTD., Model UTM-111-500)의 중앙에 die와 시편을 고정시키고 맞은편 중앙에는 1.2mm 굵기의 철선을 이용하여 시편의 고리와 연결시켜 시편을 철거시 뒤틀림이 없도록 하였으며, 시편이 die에서 완전히 분리될 때까지의 최대치를 측정하였다(Fig. 8). 이때 cross head speed는 3mm/min, full scale load는 4kg으로 하였다. 이를 3회 반복 시행하여 그 수치를 기록하고 Tensilon에서 제거하여, 시편이 삽입로를 따라 자

동적으로 die에서 삽입 철거되도록 1분에 90회 왕복운동할 수 있게 고안된 장치에 시편과 die를 고정시켜(Fig. 9) 83% ethylalcohol을 뿌려주는 조건 하에서 삽입철거 운동을 반복했으며, 10회, 30회, 50회, 100회, 500회, 1000회, 2000회 그리고 3000회시 Tensilon에 장착시켜 유지력을 측정하여 기록하였다.

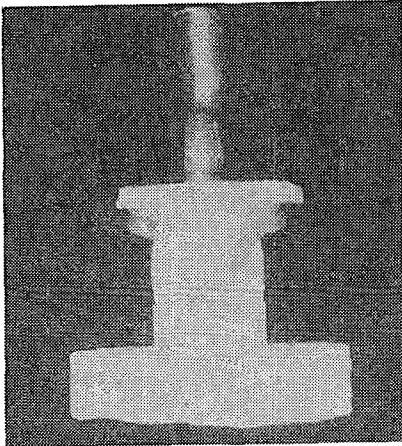


Fig. 4. The wax pattern for Aker's clasp

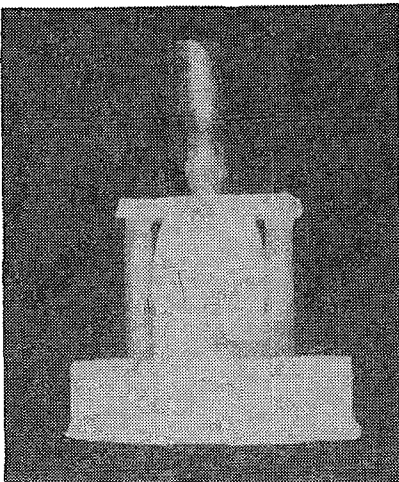


Fig. 5. The wax pattern for I-bar clasp

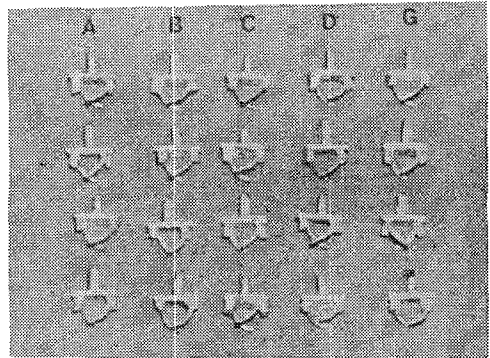


Fig. 6. Specimens for Aker's clasp

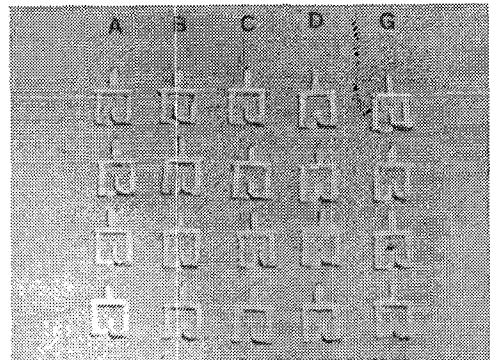


Fig. 7. Specimens for I-bar clasp

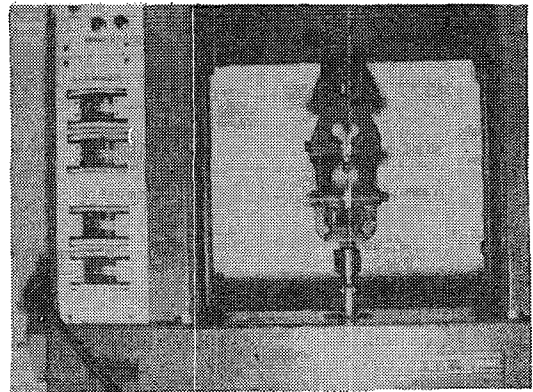


Fig. 8. Testing specimen in Tensilon

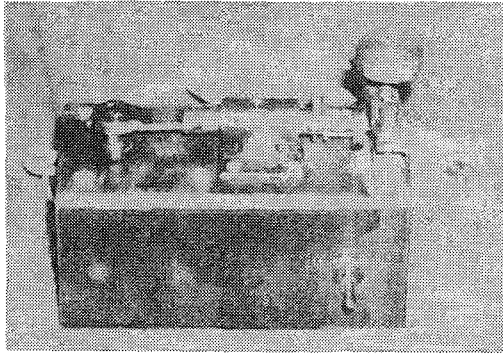


Fig. 9. Mechanical device for automatic insertion and withdrawal of the clasps

III. 연구성적

전체 실험시편의 유지력을 1회, 2회, 3회, 10회, 30회, 50회, 100회, 500회, 1000회, 2000회 및 3000회 때마다 측정하여 매회 측정값과 각 회수에서 이들의 평균값, 표준편차를 구하였고(Table 2, 3) 이를 각 clasp type에 대해 도표화하여 반복 삽입철거 회수에 따른 유지력 변화를 비교하였다(Fig. 10, 11).

유지력의 다양한 증감양상을 보이는 회수에서의 측정치를 제외한 1회, 2회, 3회제와 1000회, 2000회,

3000회제에서의 측정치만을 가지고, 반복측정(repeated measure)에 대한 MANOVA 분석을 시행하여 본 결과 Aker's clasp와 I-bar clasp 모두에서 A, B, C, D 각 합금간의 유지력에 있어서 통계적인 유의미의 차가 없었다($P>0.05$).

또, Cr-Co 합금은 금합금에 비해 Aker's clasp의 경우에는 약 2배, 그리고 I-bar clasp에서는 약 2.5배 정도 유지력이 더 큰 것으로 나타났다($P<0.05$).

Aker's clasp와 I-bar clasp사이의 유지력에 있어서의 차이를 비교하기 위하여 반복측정에 대한 MANOVA 분석을 시행한 결과, Cr-Co 합금과 금합금 모두에서 통계적인 유의미의 차가 있음을 보여 주었으며, ($P<0.05$) Cr-Co 합금에 있어서는 약 3배 정도, 금합금에 있어서는 약 2.5배 정도 I-bar clasp에서의 유지력이 더 큼을 알 수 있었다.

A, B, C, D 합금 그리고 금합금 각각에 있어서 반복 삽입 철거회수에 따른 유지력의 증가 및 감소양상을 알기 위하여 역시 반복측정에 대한 MANOVA 분석을 시행해 본 결과 Aker's clasp에서 A, B, D 합금은 모두 직선관계(linearity)를 보이지 않고($P>0.05$) 2, 3차 곡선의 관계를 보였으며($P<0.05$), C합금과 금합금에서는 직선관계가 존재하지 않으면서($P>0.05$) 2차 곡선의 관계를 보여주었다($P<0.05$). I-bar clasp에서는 모든 합금이 2차 곡선의 경향이 뚜렷한

Table 2. Retentive forces of Aker's clasps

Type of Metal	Count Specimen	(gm)										
		1	2	3	10	30	50	100	500	1000	2000	3000
A	mean	844	841	839	852	876	903	926	868	842	867	792
	S.D.	16	13	12	20	25	17	19	27	8	23	54
B	mean	897	894	900	900	874	941	956	908	887	949	801
	S.D.	20	20	20	26	51	55	18	23	29	47	31
C	mean	861	852	843	822	853	920	872	836	825	778	756
	S.D.	7	25	38	30	51	56	74	78	86	80	100
D	mean	860	855	852	857	895	923	928	935	890	782	743
	S.D.	17	14	16	14	35	31	23	50	16	45	37
Gold	mean	446	443	437	429	427	415	405	447	466	424	417
	S.D.	9	11	10	4	12	15	23	24	36	3	10

Table 3. Retentive forces of I-bar clasps

Type of Metal	Count Specimen	(gm)										
		1	2	3	10	30	50	100	500	1000	2000	3000
A	mean	2513	2465	2485	2510	2631	2661	3034	2851	2383	2256	2025
	S.D.	20	71	34	119	199	263	470	431	359	351	32
B	mean	2794	2619	2615	2493	2664	2754	2950	3063	2545	2202	2237
	S.D.	187	120	122	182	204	267	243	543	179	257	361
C	mean	2727	2685	2683	2912	3099	3109	3209	3256	2619	2301	2055
	S.D.	208	246	245	258	227	271	168	227	217	291	360
D	mean	2840	2812	2749	2661	2817	2984	3400	3088	2748	2621	2232
	S.D.	35	81	123	144	282	344	381	270	104	201	174
Gold	mean	1132	1129	1129	1118	1120	1121	1126	1118	1113	1068	1092
	S.D.	12	11	11	11	10	6	13	5	4	11	9

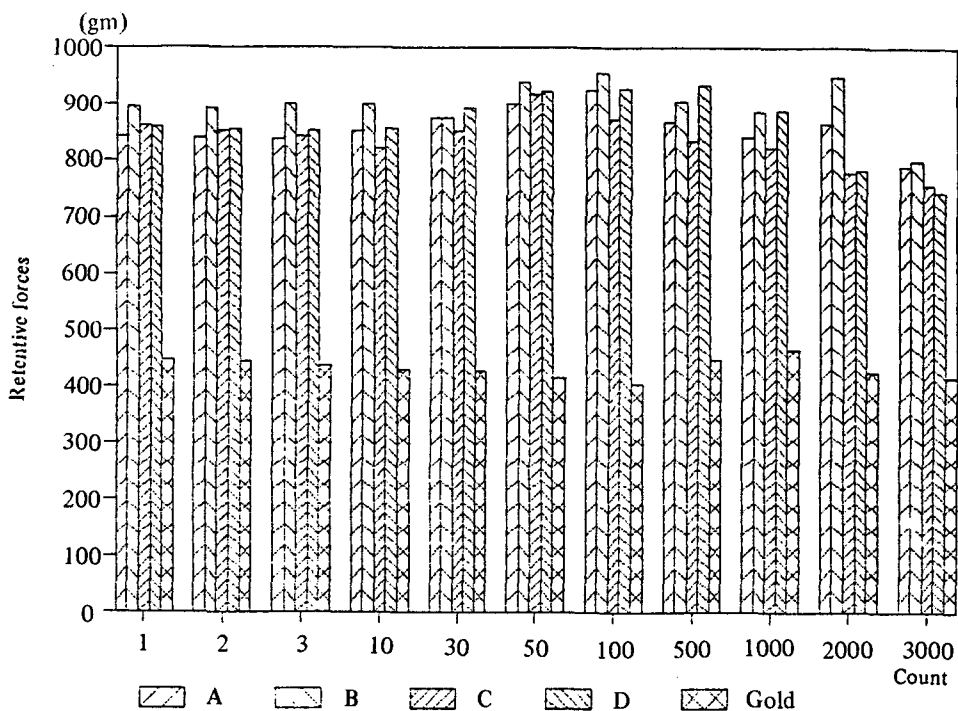


Fig. 10. Comparison of changes of mean retentive forces in Aker's clasps

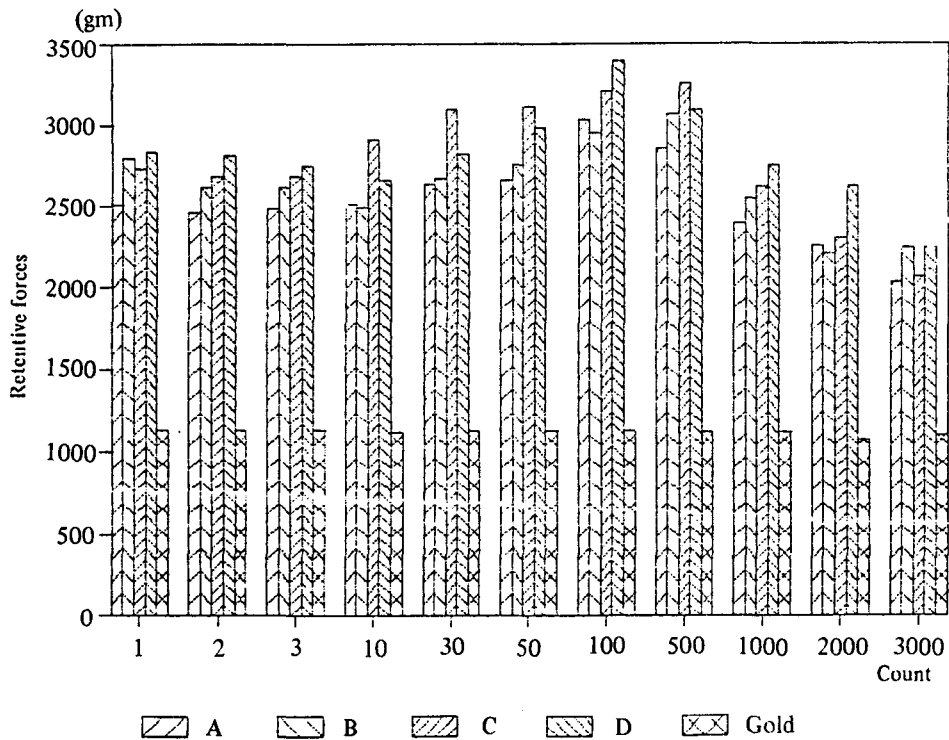


Fig. 11. Comparison of changes of mean retentive forces in I-bar clasps

Table 4. Results of MANOVA Test for tendencies in changes of retentive forces

Alloy	Aker's clasp			I-bar clasp		
	1st order	2nd order	3rd order	1st order	2nd order	3rd order
A	.8133	.0344*	.0233*	.2635	.0341*	.1137
B	.4533	.0044*	.0046*	.0479*	.0345*	.1283
C	.2260	.0352*	.0722	.0078*	.0013*	.0096*
D	.0683	.0103*	.0119*	.0058*	.0216*	.0125*
Gold	.3403	.0113*	.1375	.0109*	.0042*	.0790

* $p < 0.05$

가운데 A합금을 제외한 4합금에서 약간의 직선관계를 볼 수 있었고, C, D합금이 약간의 3차 곡선의 성향을 보여주었다. 또한 Aker's clasp와 I-bar clasp 모두에서 Cr-Co 합금이 금합금보다 유지력의 증감 정도가 더 두드러지는 양상을 나타냈다(Table 4).

IV. 총괄 및 고찰

근래 가철성 국소의치의 clasp재료로 흔히 사용되고 있는 Cr-Co 합금은 금합금에 비하여 비례한도 내에서 탄성율이 2배나 높아 강직성(rigidity)이 우수하며 유지력이 높으나 항복 강도가 낮아, 통상의

clasp 설계시 쉽게 영구변형을 초래하게 되어 undercut의 양이 많은 곳에서는 계속적인 사용에 따라 유지력의 감소를 볼 수 있다^{9, 13, 20, 32, 37}. 이러한 문제의 해결을 위하여 Osborne⁸⁾ 등은 clasp의 두께 감소를 주장하였고 Earnshaw¹³⁾, Miller²⁵⁾, Morris²⁸⁾ 등은 undercut양을 0.25mm까지 감소시킬 것을 주장하였으며, Bates^{8, 9, 10, 37)}는 대부분 Cr-Co 합금 국소의치에서 0.12mm의 unercut을 사용하는 것이 합금의 비례한도 내에서 clasp의 영구변형을 일으키지 않게 하는 방법이 될 수 있으나 이러한 경우 임상적 유지력을 0.25mm까지 감소시킬 수 있는 주조오차, 치아의 동요도의 증가등을 이유로 clasp의 길이를 가능하면 15mm까지 연장시키는 방법을 주장하였다. 그러나 clasp의 두께를 감소시킬 경우 Cr-Co 합금 clasp는 파절의 위험이 높아지며²⁰⁾, 소구치와 대구치를 지대치로 할 때 가능한 clasp의 길이가 8×12mm인 점을 감안하면 실지 15mm 이상의 길이 증가는 임상적으로 사용하기 어렵다.

0.5mm의 undercut 사용시 clasp에 따른 유지능력을 비교한 Firtell의 실험에서 I-bar clasp는 Aker's clasp보다 유지력이 떨어지는 것으로 나타났으나¹⁵⁾ 그의 실험에서는 clasp의 길이를 고려하지 않은 문제가 있었다. Stewart²³⁾, 전³⁰⁾ 등은 길이, undercut의 양, 가요성이 동일할 경우에는 bar type이 circumferential type보다는 유지력이 크다고 하였으며, McCracken은 bar clasp 자체는 undercut에로의 clasp arm의 접근이 기시부에서 부터 반원형을 그리며 이루어지므로 circumferential type보다는 가요성이 떨어진다고 하였다. 본 실험에서도 I-bar clasp는 Aker's clasp에 비하여 유지력이 더 큰 것으로 나타났으며 삽입철거 회수가 증가되는 동안에도 계속적으로 큰값을 유지함을 볼 수 있었으나 사용된 I-bar clasp의 길이가 12mm로 제한된 까닭에²⁰⁾ 유지력의 절대값에 있어서의 차이에 대해서는 더 많은 연구와 실험이 필요하리라 본다.

Anderson¹⁾, Tomlin³⁶⁾의 임상조사에 따르면 Cr-Co 합금 clasp는 의치 사용후 얼마 지나지 않아서 clasp에 의한 직접 유지력이 상실된 상태였다고 한다. 또한 Bates^{8, 9)}, Earnshaw¹³⁾, McCracken²⁰⁾ 등에 의하면, Cr-Co 합금은 금합금보다 입계(grain size)가 더 크고 불규칙(coarse)하기 때문에 가공경화(work hardening)가 더 급속히 일어나서 구강내 사용시 끝

유지력의 상실이나 clasp의 파절을 야기시킨다고도 하였다. 이러한 사실과 연관시켜 볼 때 이 실험 측정치에서 Cr-Co 합금 clasp가 금합금 clasp보다 장착 직후 더 적은 회수에서 유지력이 증가하였다가 점차 감소하는 양상은, 초기에는 Cr-Co 합금 clasp가 금합금 clasp보다 더 빨리 가공경화를 일으켜 유지력이 증가하였다가 그후 금속의 피로량이 가공경화량을 넘어서기 시작하면서부터 점차 유지력이 떨어지는 것으로 해석되어질 수 있을 것이다. 그러나 McCracken²⁰⁾에 의하면 저작과 여러 운동동안 직접 유지장치에 가해지는 피로형태(fatigue type)의 응력(stress)은 1년간 약 30만회에 이를 것으로 추정되고 있어서 이로 미루어 Cr-Co 합금 clasp의 반복 삽입철거시의 유지력의 다양한 증감양상이나 유지력 상실 및 파절에 대한 실험으로서는 좀 더 삽입철거 회수를 늘려야 할 것으로 생각된다.

Anderson¹⁾, Asgar³⁾, Bates^{7, 8)}, Harcourt¹⁷⁾, Lewis²⁴⁾ 등은 Cr-Co 합금 주조체 내의 미세기공(microporosity), 균열(crack) 등이 금속의 피로와 파절에 미치는 영향에 대하여 보고하였는데 미세기공이나 균열등이 금속의 피로를 빨리 오게하고 따라서 응력집중에 의한 특정부위의 파절도 가져오는 원인으로 작용한다고 하였다. 본 연구에서는 우리가 통상적으로 사용하는 oxy-acetylene gas와 원심 주조기를 이용하여 금속을 용융, 주조시켰으므로 미세기공이 형성되었을 가능성이 크다고 할 수 있고¹⁷⁾ 또 일부 금속의, 육안으로 확인할 수 없는 내부균열 등에 의해, 본 실험 측정치에서의 일부 불규칙한 유지력 변화양상이 설명되어야 하리라 생각된다. 이러한 사항들을 좀 더 잘 설명하기 위해서는 차후에 전자현미경을 이용한 미세구조적 금속 관찰이 뒤따라야 하리라 보고된다.

V. 결 론

저자는 국내에서 통용되고 있는 가철성 국소의치용 Cr-Co 합금 clasp의 반복 삽입철거시 유지력 변화를 상호 비교하기 위하여 4종의 Cr-Co 합금을 수집하여 금합금과 함께, 0.25mm undercut에서 Aker's clasp와 I-bar clasp가 나타내는 유지력을 Tensilon을 이용하여 측정하고 이를 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 4종의 Cr-Co 합금 clasp의 유지력간에는 통계적으로 유의미한 차이가 없었다($P > 0.05$).
2. Cr-Co 합금의 유지력이 Aker's clasp에서는 약 2배, I-bar clasp에서는 약 2.5배정도 금합금보다 컸다.
3. 모든 합금에서 I-bar clasp의 유지력이 Aker's clasp보다 컸다.
4. 회수에 따른 유지력 변화는 모든 합금과 모든 clasp에서 증가했다가 감소하는 2차 곡선 성향을 보였다.

REFERENCES

1. Anderson, J. N. and Bates, J. F. : The cobalt-chromium partial denture. A clinical survey, *Brit. Dent. J.*, 107(3) : 57, 1959.
2. Applegete, O. C. : *Essentials of Removable Partial Denture Prosthesis*, ed. 2nd., Philadelphia, 1959, W. B. Saunders Company.
3. Asgar, K. and Peyton, F. A. : Effect of microstructure on the physical properties of cobalt-base alloys, *J. Dent. Res.*, 40(1) : 63, 1961.
4. _____ : Effect of casting conditions on some mechanical properties of cobalt-base alloys, *J. Dent. Res.*, 40(1) : 73, 1961.
5. Asgar, K., Techow, B. O. and Jacobson, J. M. : A new alloy for partial dentures, *J. Dent. Res.*, 23(1) : 36, 1970.
6. Avant, W. E. : Factors that influence retention of removable partial dentures, *J. Prosth. Dent.*, 25 : 265, 1971.
7. Bates, J. F. : Fatigue studies on a cast dental cobalt-chromium alloys, *J. Dent. Res.*, 42(5) : 1108, 1963.
8. _____ : Studies related to the fracture of partial dentures, *Brit. Dent. J.*, 118 : 532, 1965.
9. _____ : The mechanical properties of the cobalt-chromium alloys and their relation to partial denture design, *Brit. Dent. J.*, 119(9) : 389, 1965.
10. _____ : Studies on the retention of cobalt-chromium partial dentures, *Brit. Dent. J.*, 125 : 97, 1968.
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. Dootz, E. R., Craig, R. G. and Peyton, F. A. : Simplification of the chrome-cobalt partial denture casting procedure, *J. Prosth. Dent.*, 17(5) : 464, 1967.
13. Earnshaw, R. : Cobalt-chromium alloys in dentistry, *Brit. Dent. J.*, 101(3) : 67, 1956.
14. Elbert, C. A. : The effect of heat treatment on hardness of a chromium-cobalt alloy, *J. Prosth. Dent.*, 15(5) : 873, 1965.
15. Firtell, D. N. : Effect of clasp design upon retention of removable partial dentures, *J. Prosth. Dent.*, 20(1) : 43, 1968.
16. Greves, D. J. and Liebfritz, W. A. : Mechanical properties of chromium-cobalt alloys used for casting partial dentures, *J. Dent. Res.*, 33(5) : 695, 1954.
17. Harcourt, J. J. : Fractures of chromium-cobalt castings, *Brit. Dent. J.*, 110(2) : 43, 1961.
18. _____ : Effect of cooling treatment on dental cobalt-chromium castings, *J. Dent. Res.*, 42(5) : 1109, 1963.
19. Harcourt, H. J., Riddihough, M. and Osborne, J. : The properties of nickel-chromium casting alloys containing boron and silicon, *Brit. Dent. J.*, 129 : 419, 1970.
20. Honderson, D., McGivney, G. P. and Castleberry, D. J. : *McCracken's removable partial prosthodontics*, 7th ed., St. Louis, The C. V. Mosby Co., 1985.
21. Kabcenell, J. L. : Effective clasping of removable partial dentures, *J. Prosth. Dent.*, 12 : 104, 1962.
22. Krol, A. J. : *Removable partial denture design*, 2nd ed., San Francisco, University of the Pacific School of Dentistry, 1976.
23. Lane, J. R. : Survey of dental alloys, *J. A. D. A.*, 39 : 414, 1949.

24. Lewis, A. J. : Failure of removable partial denture castings during service, *J. Prosth. Dent.*, 39(2) : 147, 1978.
25. Miller, E. L. and Grasso, J. E. : Removable partial prosthodontics, 2nd. ed., Baltimore, Williams and Wilkins Company, 1981.
26. Morris, H. F. and Asgar, K. : Physical properties and microstructure of four new commercial partial denture alloys, *J. Prosth. Dent.*, 33(1) : 36, 1975.
27. 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.
28. Morris, H. F., Asgar, K. and Brudvic, J. S. et al. : Stress-relaxation testing. Part IV ; Clasp pattern dimensions and their influence on clasp behavior, *J. Prosth. Dent.*, 50(3) : 319, 1983.
29. Paffenbarger, G. C., Caul, H. J. and Dickson, G. : Base metal alloys for oral restorations, *J. A. D. A.*, 30 : 852, 1943.
30. Peyton, F. A. : Cast chromium-cobalt alloys, *Dent. Clin. North Am.*, pp.760, 1958.
31. Skinner, E. W. and Phillips, R. W. : The science of dental materials, 5th. ed., Philadelphia, W. B. Saunders Co., 1960.
32. Sowter, J. B. : Materials used in partial dentures, *Dent. Clin. North Am.*, pp.733, 1962.
33. Stewart, K. L., Rudd, K. D. and Kuebker, W. A. : Clinical removable partial prosthodontics, St. Louis, The C. V. Mosby Co., 1983.
34. Taylor, D. F. : A proposed specification for dental chromium-cobalt casting alloys, *J. A. D. A.*, 54 : 44, 1957.
35. Taylor, D. F., Liefritz, W. A. and Adler, A. G. : Physical properties of chromium-cobalt dental alloys, *J. A. D. A.*, 56 : 343, 1958.
36. Tomlin, H. R. and Osborne, J. : Cobalt-chromium partial dentures. A clinical survey, *Brit. Dent. J.*, 110 : 307, 1961.
37. Zarb, G. A., et al. : Prosthodontic treatment for partially edentulous patients, St. Louis, The C. V. Mosby Co., 1986.
38. 이병태 : clasp의 변형에 따른 유지가 지대치 운동에 미치는 영향에 관한 실험적 연구, 대한치과의사협회지, 14(1) : 147, 1976.
39. 전영식 : 유지부의 수직거리가 clasp의 유지력에 미치는 영향에 관한 실험적 연구, 대한치과의사협회지, 24(12) : 1061, 1986.

— Abstract —

THE EXPERIMENTAL STUDY ON THE EFFECT OF THE INSERTION-WITHDRAWAL COUNT TO THE RETENTIVE CAPACITIES OF SEVERAL Cr-Co ALLOY CLASPS

Jung-Soo Bae, Ho-Yong Lee

Dept. of Prosthodontics, School of Dentistry, Yonsei University

This study was to investigate the retentive force changes according to repeated insertion and withdrawal of Cr - Co alloy clasps, commonly used in this country, and the differences in retentive capacities between Aker's clasp and I-bar clasp. The author selected 4 kinds of Cr-Co alloys and Type IV gold alloy, and measured the retentive force changes of each clasp type in undercut depth of 0.25mm and analyzed statistically.

The following results were obtained.

1. In both Aker's and I-bar clasps, there were no statistically significant differences in retentive forces among 4 Cr-Co alloys.
2. Cr-Co alloys exerted greater retentive forces than those of gold alloy, 2 times greater in Aker's clasps and 2.5 times in I-bar clasps.
3. In all test specimens, I-bar clasps exerted greater retentive forces than Aker's clasps.
4. In all test specimens, there were trends of second order relationships in retentive force changes.