

치과용 코발트크로미움계합금에 대한 물리적 성질에 관한 연구*

서울대학교 치과대학

선 우 양 국

.....» Abstract «.....

A STUDY OF THE PHYSICAL PROPERTIES ON DENTAL COBALT-CHROMIUM ALLOYS

Young Gook Sunoo

College of Dentistry, Seoul National University

Since the introduction of Cobalt-Chromium alloys to dentistry by Erdle and Prange¹⁾ in 1933, many new alloys have been formulated. The physical properties of some of these alloys such as Vitallium, Ticonium 50 and HS 21 are shown in Table 1.

The main dissatisfactions with these alloys have been:

1. Clasps made of such alloys break in service, some after a relatively short time.
2. Due to the relatively high hardness and low elongation properties of this alloy, some minor but necessary adjustments are difficult. Furthermore, due to the high hardness, the wear of any teeth contacting the metal is rather high.

In order to improve the mechanical properties of these alloys a Co-Cr-Ni series of alloys with additives of other elements, were formulated,

The major improvement for dental purposes was obtained by decreasing both Molybdenum and Carbon content. When compared with regular alloys, the new alloys have a high elongation value, and the ultimate tensile strengths remain high. However, the hardness is lower. The better physical properties of this alloy may be beneficial in dental services. They may be summarized as:

1. Partial denture clasps last longer.
2. The reduced hardness eases the grinding and, combined with higher elongation, facilitates the adjusting of the partial denture.
3. The wear of natural teeth coming in contact with the alloy is reduced.

* 본 논문요지는 1971년 6월, 대한치과기제학회 월례학회에서 발표하였음.

서 론

1933년 Erdle 및 Prange¹⁾에 의해서 코발트크로미움계 합금이 치과에 사용^{2),3),4)}되어온 이래로 수많은 새합금⁵⁾이 출현했다. 그러나 이런 합금이 지니는 물리적성질중에서 예컨대 파도의 경도, 너무 적은 연성 때문에 그 사용범위가 제한되었다.

이 결점을 개선코자 중래의 시판품인 바이탈리움, 타이코니움 50 및 HS21 같은 합금에 대한 물리적 성질을 조사하고나서 다음으로 이 종류의 합금의 조성을 달리하여 보다 나은 치과용 합금의 성질을 얻고자 시도했던바, 물리브데늄과 탄소의 함량을 적게 함으로써 그 목적이 달성되었다.

실험재료 및 방법

Vitallium, Ticonium 50 및 HS21 등 시판품을 재료로 하였다. 이밖에 25% Chromium, 37.5% Cobalt 및 37.5% Nickel의 합금과 각각 25%씩을 중량비로 포함하는 Chromium, Cobalt, Nickel 및 Iron의 합금을 준비했다. Zirconium, Cerium, Molybdenum, Tungsten 등을 이 두 기본합금에 여러 배합비로 가해서 일련의 합금을 준비하였다.

이 합금은 모두 conduction type의 가열기구를 사용한 argon 상태에서 만들어졌으며, 일반적인 치과술식에 의해서 주조되었다. 시험편의 크기는 Chromium-Cobalt 합금에 대한 미국치과의사회 규격 제 14호⁶⁾에 추천된 것에 따랐다.

매물재는 ethyl silicate 형을 썼으며, wax pattern은 수평으로 그 주입로를 마련했다. Mold는 최소 1시간 동안 1600°F에 두었으며, 이 온도에서 이속이다 모든 합금은 주조해 넣었다. 주조도 역시 argon 상태에서 행했으며, 모든 주조체는 그 mold 안에 있는채, 벤취 위에서 식혔다.

매물재를 제거한후, 시험편은 분사기로서 더 깨끗히 하고 시험편의 양단은 시험편홀더에 맞도록한다. 이 시험편은 Riehle 시험기에 걸어서 잡아당기워졌다. 이렇게 해서 얻어진 기계적인 성질은 극한인장강도, 0.1% 항복점, 신장율, 탄성계수 및 경도였다. 각 실험용 합금은 적어도 5개의 시험편을 주조했다. 만일 좋은 결과가 기대될 때에는 15개의 같은 합금의 시험편을 더 만들어서, 통계적 수치에는 20개의 시험편을 기본으로 하였다.

실험 성적

Vitallium, Ticonium50, HS21, Nobilium 및 Ticoni-

um 100 등 합금에 대해서 얻어진 물리적 제성질을 표-1에 표시한다.

Table 1 Mechanical Properties of Some Partial Denture Alloys

	Vitallium	Ticonium 50	HS21	Nobilium with Ga	Ticonium 100
UTS(psi)	93,200	86,100	103,000	120,900	116,300
0.1% Yield(psi)	72,000	82,400	82,000	82,100	101,700
Elongation(%)	1.5	1.5	2.0	1.6	2.7
Hardness (DPH)	380	310	370	380	340

표-1의 합금에 대한 조성은 표-2과 같다.

Table 2 Chemical Compositions of the Alloys,(%)

Elements	Vitallium	HS-21	Nobilium	Ticonium 50	Ticonium 100
Cr	30	27.4	32	20~25	×
Co	62.5	bal.	62	20~50	
Ni	...	2.51	...	18~40	×
Fe	1	1.67	...	...
W	...	...	...	...
C	0.5	0.27	0.35	...	
Si	0.5	0.68	0.35	...	
Mo	5	5.45	5	5~10	
Mn	0.5	0.69	...	3~6	
B	...	0.001	...	...
Ga	...	...	0.05	...	×
Cu	...	...	0.05	3~6	
Be	...	...	...	0.5~1	

× indicates that the element is known to be present in the alloy.

표-3에 유망시되는 새합금의 조성을 표시한다. 표-4는 표-3에 나타난 합금의 물리적 성질을 표시한다. 표-5는 37.5%Co, 37.5% Ni, 25%Cr 합금에다 다른 금속을 첨가한것의 기계적성질을 나타낸것이다. 표-6은 25%Co, 25% Cr, 25% Ni, 25%Fe 합금에다 타금속을 첨가한 것의 성질이다.

Table 3 Chemical Compositions of new Alloys,(%)

Alloys	Cr	Co	Ni	Fe	Mo	C	Si	Mn
A	25	37.5	37.5	...	...	...	...	...
B	25	25	25	25	...	...	...	...
A-1	25	50	19	1.0	3.75	0.2	0.54	0.6
A-2	25	55	9.5	1.4	4.3	0.24	0.61	0.8
A-3	24.7	65.4	4.2	1.2	4.3	0.24	0.61	0.8

Table 4 Mechanical Properties of Various Blends Listed in Table 3

Alloy	UTS 10 ³ psi	% Elongation	Yield 10 ³ psi	Hardness DPH
A	67	24.5	27	...
B	56.5	22.5	21.5	...
A-1	90	59.5	10.2	270
A-2	99	70.5	6.5	320
A-3	90	62.5	8.5	350

Table 5 Mechanical Properties of 37.5% Co-37.5% Ni-25% Cr Alloys with Additives

Additives	UTS (psi)	0.1% YS (psi)	0.2% YS (psi)	Mod.	Elong. %
None	67,000	24,500	...	...	27
1% Zr	71,400	28,500	29,600	24.6	23.9
5% Zr	74,100	40,800	44,400	26.3	6.4
1% Ce	65,300	25,800	26,700	24.5	25.4
5% Ce	74,100	31,400	32,200	26.7	24.4
3% Mo	95,500	46,000	48,800	31.1	16.8
5.5%W	84,100	48,900	52,400	35.9	4.8

Table 6 Mechanical Properties of 25% Co-25% Cr-25% Ni-25% Fe Alloys with Additives

Additives	UTS (psi)	0.1% YS (psi)	0.2% YS (psi)	Mod.	Elong. %
None	56,600	22,700	24,000	25.5	21.5
1% Zr	61,900	23,500	24,400	21.4	28.8
5% Zr	80,700	40,500	43,100	26.7	4.8
1% Ce	59,700	23,000	23,800	...	24.0
5% Ce	69,600	35,400	36,500	...	16.1
2% Mo	75,900	35,600	37,600	22	15.4
3.6% W	77,400	37,400	40,200	36	10.6

고 안

표-3의 세 합금조성은 기존의 시판품과 비해서 크게 다르지는 않다. 주로 다른점은 Molybdenum과 Carbon의 함량으로 보이는데 이 두 원소는 강도와 항복점에 상당한 영향을 준다. 보통합금인 Cr-Co-Ni 합금(합금 A, 표3)은 대단히 연하다. 67,000psi의 인장강도를 지니면서 27%의 신장율을 보여주었다. Cobalt와 Nickel의 함량을 Iron과 부분적으로 교체했을때 합금 B에서 보느바와 같이 56,500 psi라는 약한 극한인장강도와 21.5%의 신장율을 나타냈다. 그러나 합금에 0.25%의 Carbon 함량과 더부러 Molybdenum 함량이

4.25%이상일때에는 신장률이 상당히 줄고, 강도는 더 이상 늘지않았다. 보다 많은 Molybdenum과 Carbon 함량의 추가는 그 합금의 경도를 증대시키는데 주역할을 하였다.

예를 Haynes Stellite21로 든다면, 5.5% Molybdenum과 0.3% Carbon의 함량시에 93,000 psi의 극한인장강도, 72,000 psi의 항복점, 380 DPH의 경도 및 3%의 신장률을 나타냈다. 기본합금의 조성을 변화시키면 즉 Chromium, Cobalt 및 Nickel등은 그 성질의 변화에 영향을 준다. 일반적으로 Nickel을 Chromium이나 Cobalt로 바꾸면 극한 인장강도, 항복점 및 경도를 증대시키고 신장율은 감소시킨다.

결 론

추가 금속을 넣어서 일련의 Co-Cr-Ni 합금을 만들어서 기계적성질을 조사하였다. Molybdenum과 Carbon 함량을 감소시킴으로써 치과용 합금으로서 보다는 성질을 얻었다. 즉 증대품에 비하여 보다 높은 신장율을 얻었고, 극한인장강도는 그대로 높게 유지되었다. 그러나 경도는 낮았다. 이런 합금의 이점은 다음과 같이 요약할 수 있겠다.

1. 국소의치의 클라스트프의 수명이 길어진다.
2. 감소된 경도와 높아진 신장율은 장착물을 깨기 쉽게 하며 국소의치의 적합을 더 좋게 할 것이다.
3. 합금과 접촉되는 부위의 치질소모가 감소된다.

References

- 1) Erdle, R.W. and Prange, C.H.: U.S. Patent 1,956, 278 (1934)
- 2) Skinner, E.W., and Phillips, R.W.: The Science of dental materials, p.581. W.B. Saunders Co. Philadelphia and London 1969
- 3) Peyton, F.A. and et al.: Restorative dental materials. (p.348) The C.V. Mosby Co., 1968
- 4) Sunoo, Y.G.: Fatigue properties and corrosion resistance of some chromium cobalt alloys used in partial dentures. J. of Korea research society for dental materials Vol. 4, No. 1-2 Mar-June, 1969.
- 5) Asgar, K., Peyton, F. A. et al.: An overall study of partial denture, Ann Arbor, Mich., 1968
- 6) Guide to Dental materials, A.D.A., Third ed., Chicago, 1966