

### Ⅲ. 가철성 보철물을 위한 주조용 비귀금속합금

#### Base metal casting alloys for removable prosthetics

군진치과의사회 해군분회

임 호 남

Co-Cr 합금은 원래 1900년대초 자동차 제조업자인 Elwood Haynes에 의해 개발된 후, 합금이 지니는 광택과 내부식성 그리고 우수한 물리적 성질 등의 특성을 나타내기 위하여 스텔라이트(stellite)란 명칭이 붙어졌으며, 그후 인명과 품명을 합하여 HS-21 (Haynes Stellite-21)이란 상품명에 산업계에 통용되어 왔고 관거 치과계의 비교실험시에도 종종 대조군으로 사용되어 왔다.

그후 1930년경 Erdle과 Prange가 이 합금의 가철성 의치 주조시 사용가능성을 고온용융합금 주조 방법론과 함께 발표함으로써 HS-21이 치과계에 소개되었으며, 연이어 HS-21과 거의 유사한 조성의 치과용 합금으로 Vitallium이 소개되었다. 그후 Titanium, Niranium, Nobilium, Lunorium, Duralium 등이 개발되어 현재에 이르고 있다.

근래 금값의 앙등과 더불어 Co-Cr합금의 경제성과 임상적으로 어느 정도 타당한 물리 기계적 성질을 지닌다는 이유로 가철성 의치의 제작시 대부분이 합금이 사용되고 있다. Co-Cr 합금은 크롬에 의해 내부식성을 가진다는 통념상 Cr-Co 합금으로 불려져 왔으나 철상 함량은 코발트가 주종이므로 최근에는 Co-Cr 합금으로 표기하며, 현재에는 가철성 의치 주조용 비귀금속 합금으로 Co-Cr에 비하여 Ni-Cr이 연성과 인성을 위하여 더 널리 사용되고 있어 코발트는 점차 사용하지 않는 추세에 있다.

#### I. 합금의 조성

미국치과의사협회 규격 제14호에 따르면, 조성에 따른 합금의 분류규정이 없이 다만 크롬(Cr), 코발트(Co), 니켈(Ni)의 총함량이 85% 이상일 것만을 규정하고 있으나 실제 합금은 표1에서 보여 주고

있는 바와같이, Co-Cr계, Ni-Cr계, Co-Cr-Ni계의 세종류가 사용되고 있어 합금을 통칭할때는 주조용 크롬 합금이라고 부르는 것이 더 합당하다.

Table 1. Typical composition of cast chromium alloys used in dentistry.

Ingredients	Alloys (% of weight)			
	Co-Cr alloy	Ni-Cr alloy	Co-Cr-Ni alloy	HS-21
Chromium	30.0	17.0	27.0	27.0
Cobalt B	Balance	Balance	Balance	Balance
Nickel	—	Balance	13.0	2.5
Molybdenum	5.0	5.0	4.0	5.0
Aluminum	—	5.0	—	—
Iron	1.0	0.5	1.0	1.5
Carbon	0.5	0.1	0.2	0.3
Beryllium	—	1.0	—	—
Silicon	0.6	0.5	0.6	0.6
Manganese	0.5	5.0	0.7	0.7
Gallium	0.05	—	—	—

합금의 성분중 크롬은 부동태의 산화막을 형성하여 부식이나 변색을 방지하는 효과를 나타낸다(passivating effect). 그러나 크롬은 과량 첨가시 합금의 주조능을 저하시키며, 코발트와 약 30대70의 비율에서 고용체(solid solution)를 형성하며, 반면 30% 이상의 크롬 첨가는 시그마상을 형성시켜 취성으로 인한 의치의 파절을 야기할 수 있으므로 통상 치과용으로는 30%를 넘지 않고 있다.

코발트와 니켈은 상호 교환하여 사용케되는데 코발트 대신에 연성이 우수한 니켈의 함량을 증가시키면 강도 경도 탄성을 용해온도 등은 감소되나 연

신율이 증가하게 된다. 반면 코발트의 함량을 증가시키면 이와 반대 현상을 얻을수 있다.

합금의 물성에 미치는 영향은 이상의 기본금속원소에 비해 미량 첨가되는 원소의 영향이 더욱 크게 나타나게 된다. 예를 들면 몰리브데늄(molybdenum)과 텅스텐(tungsten) (치과용으로는 텅스텐 대신 주로 몰리브데늄이 사용된다). 철(iron), 구리(copper) 등은 고용체의 형성으로 합금의 강화효과(hardening effect)를 나타내는 것으로 알려져 있으며, 망간(manganese), 실리콘(silicon), 보론(boron) 등은 합금강화제로서 이외에 합금의 산화방지제의 목적으로 사용되고, 또한 보론과 베릴리움(beryllium)은 니켈 함유 합금의 용해온도를 낮추어 주는 기능을 나타내어 저온용융합금의 제조시 널리 사용되고 있다. 특히 니켈계 합금은 알루미늄(aluminum)의 첨가로 Ni<sub>3</sub>Al을 형성시켜 강화효과를 배가시킬수 있다 (precipitation hardening).

탄소(carbon)는 합금을 구성하고 있는 크롬 실리콘 몰리브데늄 코발트 니켈 등의 성분과 탄화물(carbides)을 형성하여 계면의 미끄러짐 현상을 방해하므로 강도 경도 연신율 등의 물리 기계적 성질에 매우 큰 영향을 미치게 된다. 따라서 주조시 탄소의 과다 함입이 일어나지 않도록 합금의 용해방법과 몰드의 온도 냉각속도 왁스의 소환 주조방법 등에 각별히 세심한 주의를 기울여 합금의 성질 변화가 없도록 하여야 한다.

## II. 물리적인 성질

### 용해온도

규격에 의하면 용해온도를 금합금에 비하여 약 350°C가 높은 1300°C를 기준으로 하여 고온용융합금과 저온용융합금으로 분류하고 있는데(표 2) 저온용융합금에 해당하는 것은 베릴리움을 첨가한 Ni-Cr 합금으로 1275°C 정도의 용해온도를 가지며 기타 대부분의 합금은 1400°C 내지 1500°C의 용해온도를 나타낸다. 저온용융합금의 경우 특수 제작된 석고계 매물재를 이용할 수 있으며 고온용융합금은 고주파 유도로나 oxyacetylene torch로 용해시켜야 한다. 용해와 주조시에 과열되면 합금의 성질에 매우 나쁜 영향을 미치게 되므로 능숙한 조작을 필요로 한다.

### 주조시의 수축

크롬합금의 경우 주조시의 수축량이 약 2.3%로 금합금에 비하여 몰드를 더 많이 팽창시킬 필요가

Table 2. Proprietary base metal partial denture alloys.

TYPE I High-fusing	Manufacturer
Alloy X-12	Federal Prosthetics, Inc.
Dentorium	Dentorium Products Co., Inc.
Durallium LG Alloy	LG Div., J.F. Jelenko Co.
Niranium	Niranium Corp.
Nobilium Alloy	Nobilium Products, Inc.
Platinore	Allen Dynamics, Inc.
Regalloy	Ransom & Randolph Co.
Stalite Cr Co Alloy	Stalite, Inc.
Ticonium Premium 100	Ticonium Co.
Vitallium	Howmedica, Inc.
TYPE II Low-fusing	
Ticonium 50	Ticonium Co.

있다. 주로 실리카이트나 인산염계 매물체를 열팽창시켜 수축을 보상하는 방법을 이용하고 있다.

### 비중

크롬합금의 비중은 금합금의 약 절반에 해당하는 7 내지 8 gm/cc이며 이는 금합금에 비하여 무게가 적은 것을 의미하므로 상악 보철물 제작시 이용하면 지대치로 하여금 유지력을 적게 받도록 할수 있는 장점이 되고 있다.

## III. 기계적인 성질

크롬계 합금의 기계적인 성질은 전술한 바와같이 미량첨가 원소의 함량과 사용자의 합금 사용방법에 따라 심하게 차이가 날수 있다. 따라서 실험조건 및 사용방법에 따라 수치의 큰 차이가 있음을 인정해야 하므로 Co-Cr계, Ni-Cr계, Co-Ni-Cr계 등 각종류의 합금을 비교함은 자칫 의미를 상실할수 있어, 주로 금합금과 크롬합금을 비교하였으며 그 결과 다음과 같은 특성을 나타내고 있음을 알수있다.

### 경도

통상 크롬합금의 경도는 금합금에 비하여 1/2가량 높은 것으로 알려져 있는데, 이런 경도라 함은 얼마나 손쉽게 연마작업을 할수 있는가를 의미하며 또한 보철물이 사용중에 얼마나 마모에 대한 저항

을 나타낼수 있는가를 의미한다. 따라서 크롬합금과 같이 경도가 높다는 것은 특별한 연마기구를 필요로 함을 의미하며 이는 크롬합금의 큰 단점이 되고 있다. 최근에는 연마작업시에 전해연마를 많이 이용하고 있어 종래의 기계적인 연마방법에 비하여 많은 시간과 노력을 절약시켜주고 있다.

#### 항복강도

항복강도라 함은 물체의 영구변형을 야기할수 있는 힘을 의미하며 곧 보철물 클래스프(clasp)의 영구변형이 일어나게 되는 정도를 나타내는 중요한 개념의 하나이다. 표3에 따르면, 크롬 합금의 항복강도가 경화처리한 금합금의 수치와 거의 유사함을 보이며 임상적으로도 두 합금은 거의 동일한 항복강도를 갖는다.

#### 인장강도와 연신율

각 연구에 따르면 크롬 합금의 최종 인장강도는 연신율등의 다른 성질만큼 주조상태에 의해 영향을 받지 않는 것으로 보고되고 있으며 표3에서는 경화열처리한 금합금과 크롬합금의 인장강도가 거의 유사함을 보여주고 있다.

연신율은 합금의 취성(brittleness)과 연성(ductility)을 의미하며, 연신율과 인장강도의 복합효과는 재료의 인성(toughness)을 의미한다. 즉 연신율과 인장강도가 높은 합금으로 보철물을 제작한다는 것은 인성의 증가로 보철물의 파절이 감소케 됨을 의미한다. 단 제조자가 표시하고 있는 연신율은 주조후 합금내에 기포(porosity)가 발생하지 않은 경우의 실험실내 수치이며 약간의 기포가 발생한 경

우는 연신율이 심하게 감소하므로 가능한한 기포가 생기지 않도록 주조방법에 세심한 주의를 기울여야 한다. 표3에서 크롬합금과 금합금의 비교시 단 일종의 크롬합금을 제외하고는 크롬합금이 매우 낮은 연신율을 나타내고 있음을 볼수 있다.

#### 탄성을

탄성율은 동일한 구조를 가진 재료가 영구변형되지 않은 정도로 일정량 변화되기 위하여 요구되는 힘을 변화량에 대한 비율로 나타낸 것으로 탄성율이 클수록 clasp의 굽기를 적게 해줄수 있다. 금합금에 비하여 크롬합금의 탄성율이 두배에 이른다는 사실은 어떤 관점에서 볼때 크롬합금 보철물의 두께가 그만큼 얇아질수 있다는 결론을 얻을수 있다.

#### 열처리에 의한 효과

Co-Cr계 합금은 열처리를 하여도 기계적 성질의 변화가 그다지 크지 않은 것으로 보고되어 있다. 그러나 이에 비하여 통상 Ni-Cr계 합금은 고온 열처리에 의해 심하게 기계적 성질이 변화하여, 1800°F에서 15분간 보관한 뒤 급냉시키면 연화처리가 되어 합금의 조작성이 우수해지며 연성이 증가하게 되고, 다시 1300°F에 15분간 가열한 뒤 급냉시키면 주조체의 인성을 증가시킬 수 있다.

#### IV. 매몰재와 주조작업

용융점이 낮은 Ni-Cr계 합금을 이용코자하는 경우에는 특수한 조성의 석고계 매몰재를 이용토록 하며 기타 다른 고온용용 크롬계 합금은 실리케이

Table 3. Mechanical properties of alloys used in partial dentures.

	Yield strength 0.2% offset (MN/m <sup>2</sup> )	Tensile strength (MN/m <sup>2</sup> )	Elongation (%)	Mod.of elasticity (MN/m <sup>2</sup> x 10 <sup>4</sup> )	Vickers hardness (kg/mm <sup>2</sup> )
Cast chromium alloys					
Co-Cr alloy	495	640	1.5	22.8	380
Ni-Cr alloy	690	800	1.7	18.6	340
Co-Cr-Ni alloy	495	675	10.0	22.8	300
Co-Cr alloy	565	825	1.6	22.8	380
HS-21	565	710	2.0	22.8	370
Hardened partial denture					
gold alloys	480-510	750-790	5-7	9.0	220-250

트나 인산염 매물재를 이용토록 한다.

크롬합금으로 주조할 때에 빈번히 발생하는 문제점중의 하나는 주조시에 몰드의 내부에 기포가 혼입되는 것이며 이는 충분한 강도와 열에 의해 파절되지 않는 매물재의 형성으로 몰드의 통기성이 감소되어 나타나게 된다. 이런 현상은 비단 크롬합금에서뿐 아니라 금합금 주조용 매물재에서도 나타날 수 있는 것으로 이는 합금의 용해시 온도를 약간 더 올려주어 유동성을 증가시키든가 주입선과 벤트의 설정 그리고 충분한 소환으로 기포를 감소시켜 줄수 있다.

크롬합금을 용해하는 때는 각별히 유의를 하여 합금의 질이 나빠지는 일이 없도록 한다. 즉 금속 각 성분의 산화 및 탄화물이 고온에서 발생케 되므로 매우 정확히 온도조절을 하여 합금을 용해시키도록 한다. 한편 합금의 용해방법에는 상관없이 주조기의 조작방법에 따라서도 합금의 질에 크게 영향을 미칠수 있는 것으로 알려져 있다.

금속을 과열시키게 되면 주조체의 표면과 매물재가 반응을 하게되어 표면이 매우 엉성하게 되며 상

당히 낮은 수준의 물리적 성질을 나타내게 된다. 따라서 금속표면의 성질을 우수하게 해주기 위해서는 무엇보다도 과열주조하지 않는 것이 가장 중요한 요인이 될 것이다.

## V. 결 언

크롬계 합금은 경제성 내부식성 그리고 어느 정도의 물성으로 금합금을 대체케 되었으나 아직은 주조능 기포 표면 활택도 고온주조 정밀도 등에 관하여 많은 연구를 필요로 하고 있으며 특히 니켈을 함유한 크롬계 합금은 종종 allergy 반응을 야기하고 있음이 관찰되고 있으며 더욱이 조작미숙으로 인한 보철물의 적합불량과 함께 치은의 염증을 초래하기도 한다. 인체에 대한 보철물의 조화를 생각할 때 역시 금합금 이상가는 것은 없으며, 따라서 금합금과 같이 인체에 대한 적합성이 좋은 재료를 개발하도록 많은 노력을 해야 할 것이다.

### 鄭 齒材商社 開設案内

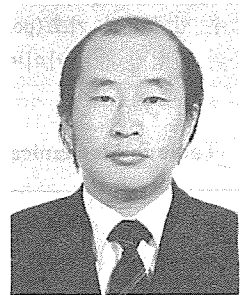
謹啓,

時下 盛夏之際에 尊體健全하심을 仰祝하나이다.

저는 여러先生님의 聲援아래 아래場所에 鄭齒科商社를 開設하였읍니다.

여러 先生님의 診療室을 隨時로 尋訪하면서 大成通商(株) 및 齒科材料業界에서의 10余年의 經驗을 土台로 보다 좋은 齒科機器, 材料供給에 最大의 努力과 誠實로서 여러先生님 診療室의 한 部分을 제가 擔當한다는 心情으로 臨하겠읍니다.

보다 많은 指導와 鞭撻을 바랍니다.



商号: 鄭 齒 材 商 社

住所: 서울·中區 蓬萊洞 1가 132-6  
(일신빌딩 313호)

☎ 756-4791

鄭 柱 英 謹拜