

Ⅱ 금 합 금

Gold alloys

조선대학교 치과대학 보철학교실

계 기 성

Composition

치과용 금합금은 필수적으로 금, 은, 동,의 삼원 합금이 있어야 하고 그 외의 소량으로서 파라디움, 백금, 아연등이 존재하게 되는데 특히 금, 백금, 파라디움은 귀금속 부류에 속하게 된다. 금합금의 중요한 특성으로서 구강내에서는 부식의 저항이 있어야 하고 비교적 용융온도가 낮아야 한다. 치과용 금합금은 구강내에서 변색이나 부식되지 않기 위해 충분한 양의 귀금속을 포함하여야 한다 (Table 1 참조).

금에 각 금속이 첨가될때 금합금에 어떤 물리적 및 화학적 특성을 나타내게 되는데 각 금속의 역할에 대해서 간단히 논하고자 한다 (Table 2 참조).

금:

- 1) 금 색깔을 내게 한다.
- 2) 합금의 변색 저항을 높인다. 즉 최소한 50% 정도의 금 함량으로도 구강내에서 변색저항도가 높다.
- 3) 합금에 연성을 증가시킨다.
- 4) 동과 함께 주로 열처리에 중요한 역할을한다.

동:

- 1) 강도와 경도를 높이기 때문에 합금의 두번째로 중요한 구성요소가 된다.
예: BHN-32(100% 금)
-54(96% 금+4% 동)
삼원 합금 즉 금, 은, 동의 경도는 동 20%까지는 비례해서 높아진다.
- 2) 경화열처리를 쉽게 할려면 4%이상의 동이 존재해야 한다. 만일 8~25%의 동이 존재한다면 경화가 쉽게 일어나지만 동은 합금의 변색과 부식을 높이므로 동의 사용을 제한하다.
- 3) 합금의 용점을 낮게한다.
- 4) 연성을 증가시킨다.
- 5) 붉은 색깔을 내게한다.

은:

- 1) 동과 같이 합금의 열처리에 영향을 미치지만 효과면에서는 다소 중립성의 경향을 나타낸다.
- 2) 합금의 색깔을 희게하고 동,의 붉은 색깔을 중성화 시켜 금색깔을 풍부하게 한다.
- 3) 특히 파라디움의 존재시에는 금합금의 연성을

Table 1. Dental gold alloys.

Type	Description	Minimum total amount of noble metals (%)						
		Au(%)	Ag(%)	Cu(%)	Pt(%)	Pd(%)	Zn(%)	
I (or A)	soft	83	80-90	3-12	2-5	little or none	little or none	little or none
II (or B)	medium	78	75-78	12-15	7-10	0-1	1-4	0-1
III (or C)	hard	78	62-78	8-26	8-11	0-3	2-4	1
IV (or D)	extra hard	75	60-70	4-20	11-16	0-4	0-5	1.2

Table 2. Role of alloying elements in dental gold alloys.

	Gold (Au)	Platinum (Pt)	Palladium (Pd)	Copper (Cu)	Silver (Ag)	Zinc (Zn)	Indium (In)
Sp. gravity	19.32	21.45	12.0	8.96	10.49	7.31	7.31
Melting Pt., °F	1945	3224	2829	1981	1761	787 (1663 B.P.)	313 (2642 B.P.)
At. diam	2.88	2.77	2.74	2.55	2.88	2.66	3.24
Space lattice	Face-Centered Cubic	Face-Centered Cubic	Face-Centered Cubic	Face-Centered Cubic	Face-Centered Cubic	Close-Packed Hexagonal	Face-Centered Tetragonal
Chemical act.	Inert	Inert	Mild	Very active	Active	Very active	Active
Color	Yellow	White	White	Red	White	White	White
Appx. content	59-95%	0-20%	0-12%	0-17%	0-20%	0-2%	0-0.5%
Density (sp. gravity)	Increases markedly	Increases markedly	Lowers slightly	Lowers	Lowers	Lowers	Lowers
Color	Lends yellow color	Whitens slowly; 12 per cent required Not pure white	Whitens rapidly, as little as 5 percent	Lends red color. Dark plate high in Cu.	Whitens very slowly, counteracts redness of Cu. Creates green gold.	Percentages too low to have effect	Very low percentages
Melting	Raises melting point midly.	Raises melting point rapidly, fairly rapidly.	Raises melting point rapidly.	Lowers melting point even below its own	Slight effect ; may raise or sometimes lower mildly.	Lowers melting point rapidly; in most solders.	Lowers melting point rapidly. Can be used in solders.
Tarnish resistance	Essential to good tarnish resistance	Contributes importantly to tarnish resistance	Increases tarnish resistance but less than Au and Pt.	Contributes to tarnish in flame, or wt sulfurous food	Tarnishes in presence of sulfur.	Will tarnish, but in low percentage has little effect.	Tarnishes, but less than zinc.
Heat hardening	Contributes importantly with Cu.	Increases with copper.	Some increase with copper.	Essential if alloy heat hardens.	Increases with copper.	Slight with copper.	Little effect.
Gas absorption			Rather high for hydrogen.		Rather high for oxygen.	A good de- oxidizer.	A good deoxidizer.
Castability			(Effects are not critical)			Decreases surface ten- sion and in- creases fluidity.	Same effect as Zn, slightly milder.

*From Brumfield, R. C., J. F. Jelenko Co., 1955

높이기도 한다.

백금 :

- 경화와 강도를 가장 높게 한다 (동보다 훨씬 높다).

2) 변색과 부식저항을 높인다.

3) 용융온도를 높이기 때문에 3~4% 정도로 제한해서 사용한다.

4) 합금을 회계하는 경향이 있다.

파라디움 :

- 1) 백금과 거의 같은 성질을 가지면서 백금보다 가격이 저렴하기 때문에 종종 대용물로 사용된다.
- 2) 변색과 부식저항을 높인다.
- 3) 백금보다는 다소 못하지만 강도와 경도를 높인다.
- 4) whitener로서 가장 효과적이며 5~6% 정도로 white alloy를 만든다.

아연 :

- 1) 청결제의 역할
- 2) 주조하는 동안 합금의 산화를 방지하는데 도움을 주어 주조성을 높이게 한다.
- 3) 용점을 낮춘다.
- 4) 파라디움과 함께 경도를 높일수 있다.
- 5) 합금을 희게 한다.

Gold alloy types

여러가지 형태의 주조 수복물에 사용되는 금합금은 몇가지의 특징적인 군(group)으로 나누어진다. 일반적으로 간단하고, 높은 함량의 금조성을 가진 합금은 비교적 약하고 연하여 간단한 수복물에 제한되어 사용 되어진다. 수복물의 형태가 좀더 복잡함에 따라(예 : 국부의치) 이 목적을 위한 합금의 조성은 더 복잡해지고 기계적 특성도 크게 향상되어진다. 금합금의 조성과 물리적 성질로 인한 응용하는 목적에 따라 Type I (soft), Type II (medium hard), Type III (hard), Type IV (extra hard) 및 white금합금으로 구분한다 (Table 3 합금).

주조용 인레이, 금관, 금관교의치 및 국부의치

수복물에 사용되는 치과용 금합금은 일반적으로 4가지 type으로 나누어지며 각각 약간씩 다른 특성을 가지고 있다. 미국치과의사협회 규격번호 5번에 의하면 주조용 금합금은 간단하게 Type I, II, III, 및 IV로 설명되고 있다. 일반적으로 Type I 금합금(soft)은 저장하는 동안 약간의 힘을 받는 인레이에 제한되어 사용된다. 즉 3급 와동이나 5급 와동과 같은 큰 힘을 받지 않는 경우에 사용되며 연성이 높아 간단한 기구에 의해서 가해지는 힘에서도 쉽게 변형될 수 있으며, 25~30%의 범위의 신장율을 갖고 있다. Type II 금합금(medium)은 실제적으로 모든 형태의 주조용 인레이에 사용될수 있고 충분한 후경을 갖고 있을때는 구치부금관교의치 수복물에도 사용할 수 있다. Type I 합금과 거의 같게 신장율이 높으며 역시 높은 연성을 갖고 있으나 Type I 과 같이 간단한 지구로 쉽게 작용되고 변형되지 않는다. 그 이유는 경도와 항복강도가 다소 높기 때문이다. Type III 금합금(hard)은 금관, 3/4금관, 큰힘에 견디지 못하는 Type I 이나 II 합금으로서 주조해서는 안되는 전치부 및 구치부 금관교의치에 사용되며 precision attachment의 인레이 용에도 사용된다. 열처리의 결과로서 경도의 변화는 뚜렷하지는 않지만 강도와 신장률에서는 상당한 변화를 보인다. Type IV 금합금(extra hard)은 충분한 강도와 적당한 특성을 가지게끔 설계가된 clasp를 갖고 있는 국부의치, precision주조금관 교의치 및 연성을 요하지 않는 3/4금관에 사용할 수가 있다. 경화열처리를 할때 4가지 Type중에서 경도에 가장 큰 변화를 일으킨다. 즉 VHN 250까지 증가된다. 또한 경화열처리하는 동안 항복강도가 약 500

Table 3. Composition ranges of dental casting gold alloys*.

(Gold color)

Type	Gold %	Silver %	Copper %	Palladium %	Platinum %	Zinc %
I	79-92.5	3-12	2-4.5	0-0.5	0-0.5	0-0.5
II	75-78	12-14.5	7-10	1-4	0-1	0.5
III	62-78	8-26	8-11	2-4	0-3	1
IV	60-71.5	4.5-20	11-16	0-5	0-3.5	1-2
White	20-70	35-68	6-25	10-35	—	1-2

*From Coleman, R. L. Research Paper No. 32, U.S. Bureau of Standards, 1928.

MN/m²이상까지 증가되므로서 금관교의치 또는 국부의치보철물에 활용되고 있는 것이다. (Table 4, 5 참조).

Low-carat gold alloys (economy alloys)

귀금속의 고가 때문에 특히 금의 가격 때문에 미국치과의사협회 규격번호 5번에서 추천한것보다는 낮은 금합금이 소개되었다. 일명 economy alloy 라고 불리우는기도 하는데 광범위한 조성과 특성을 가지고 있다. 이 합금은 미국치과의사협회 규격번호 5번의 물리적 특성의 요구를 만족시키지만 최소한도 75%의 귀금속을 요구하는 조성에는 충족치 못하고 있다. 최소한도 75%의 귀금속 요구의 이유는 구강내에서 합금의 변색과 부식을 최소한도로 막기 위한 것이고 합금의 주조성을 높이기 위함이다. 금은 비교적 높은 밀도를 가지고 있어 원심주조기로 주조할때 높은 함량의 금을 갖고 있는 합금

에서는 좋은 주조의 결과를 얻게 되는 것이다. 최근에는 귀금속 함량을 75%이하까지 낮추어 어느정도 변색이나 부식저항에 영향을 받지 않게 하고 있다. low carat alloy는 3가지 type으로 나눌수 있는데 TypeA합금은 비교적 높은 함량의 금과 파라디움을 포함하며 이 두 조성의 총량은 50~60%이다. TypeB합금은 오직 10~20%의 금을 갖고 있지만 파라디움 양이 TypeA보다 많다. TypeC 합금은 파라디움과 은의 합금이고 금을 포함하지 않는다. 이들 합금의 용융온도는 서로 상당한 차이가 있다. TypeA합금은 1000°C근방에서 녹으며 주조하는데 특별한 기구나 매몰재를 요하지 않는다. 즉 천연가스와 air로 이 합금을 녹이는데 충분하며 황산칼슘 결합매물재 (CaSO₄-bonded invest ment)를 사용한다. 그러나 TypeB 및 C합금은 TypeA합금보다 고온을 요하여 녹인다. 산소와 천연가스를 필요로 하며 고온주조용 매물재인 인산염결합매물재 (phosphate-bonded investment)를 사용해야 한다. 변색저항

Table 4. Composition, mechanical properties, and fusion temperature of gold casting alloys*.

Type	Gold and metals of the platinum group (minimum %).	VHN (kg/mm ²)			Minimum tensile strength (MN/m ²) (hardened)	Elongation 5 cm gage length		Minimum fusion temperature (°C)
		Quenched		Hardened minimum		Quenched minimum %	Hardened minimum %	
		Minimum	Maximum					
I	83	50	90	—	—	18	—	930
II	78	90	120	—	—	12	—	900
III	78	120	150	—	—	12	—	900
IV	75	150	—	220	623†	10	2	870

* Adapted from ADA Specification No. 5 for dental casting gold alloy, J. Am. Dent. Assoc. 72:436, 1966.

† 90,306 lb/inch² or 6350 kg/cm².

Table 5. Range of composition and mechanical properties of Types I to IV gold alloys.

Type	Gold (%)	Platinum (%)	Palladium (%)	Yield strength, 0.2% offset (MN/m ²)		Tensile strength (MN/m ²)		Elongation (%)		VHN (kg/mm ²)	
				Quenched	Hardened	Quenched	Hardened	Quenched	Hardened	Quenched	Hardened
I	81-83	—	0.2-4.5	100-110	100-100	285-315	285-315	25-30	25-30	60-70	60-70
II	76-78	—	1-3	150-185	150-185	315-375	315-240	26-35	26-35	95-100	95-140
III	73-77	—	2-4	200-240	290-310	400-450	510-550	30-40	12-22	120-150	150-170
IV	71-74	0.1	2-5	275-310	480-510	470-520	750-790	30-35	5-7	150-170	220-250

Table 6. Composition and mechanical properties of some crown and bridge alloys.

Alloy type	Noble metal (%)	Yield strength (MN/m ²)	Tensile strength (MN/m ²)	Elongation (%)	VHN (kg/mm ²)	Density (gm/cm ³)	Melting range (°C)
III*	78-80	200-240 (290-310)†	400-450 (510-550)	30-40 (12-22)	120-150 (150-170)	15.5	875-1000
IV*	75-78	275-310 (480-510)	470-520 (750-790)	30-35 (5-7)	150-170 (220-250)	15.2	875-1000
A [‡]	52-65	400-450 (790-830)	550-590 (860-900)	15-20 (3-4)	170-200 (260-300)	12.5-13.0	900-1025
B [‡]	35-45	400-450 (550-590)	550-590 (680-730)	10-15 (4-6)	170-200 (250-280)	11.0-11.5	1080-1150
C [‡]	22-30	200-240 (200-260)	400-450 (400-480)	15-20 (10-15)	140-160 (140-170)	10.3-10.7	1100-1150

* Types III and IV are alloys that meet ADA Specification No. 5.

† Values in parentheses were obtained when the alloys were heat treated.

‡ Types A, B, and C contain lower percentages of noble metal than required by ADA Specification No. 5.

으로서 TypeA합금이 제일 우수하고 TypeC 합금이 가장 나쁘다. TypeA, B 및 C합금은 경도가 높고, 신장율이 낮은 강한 합금이며 연마(burnishing)와 완성(finishing)하기 어려운 합금이다. 합금의 항복강도는 영구변형에 대한 보철물의 저항을 나타내는 것으로서 매우 중요한 특성으로 간주되고 있다. TypeA합금의 항복강도는 매우 높으며 TypeIV합금보다 더 높다. TypeC합금의 물리적 성질은 TypeA 및 B합금보다 못하며 열처리에 의해서도 향상되지 않으며 또한 가장 낮은 밀도를 가지고 있다. 실질적인 면에서 본다면 모든 다른 조건이 같다면 원심 주조기로 주조 했을시 낮은 밀도를 갖고 있는 합금이 일반적으로 주조의 결핍성이 더 높다 (Table 6 참조).

Partial denture casting alloys

TypeIV금합금은 국부의치 주조에 사용되며 이 합금의 조성과 특성에 관해서는 Table 5 및 7에 참조한다.

이 도표에서 silver-palladium alloy란 45%은, 24%파라디움, 15%금, 15%동 및 1%아연을 포함한 합금을 말한다. 높은 금함량의 대용합금으로서 사

용되어지기도 하며 비례한도와 최대인장강도는 TypeIV금합금보다 못하다.

Carat and fineness of gold

수년동안 금합금의 금함량은 중량비보다 carat나 fineness로 표시되어 왔다. carat 용어는 특히 금합금의 금함량에만 국한되고 전체의 1/20부분을 나타낸다. 그래서 24carat는 순금을 나타내며 금합금의 carat는 소문자 K로 표시한다 (Table 8 참조).

$$\frac{\text{carat}}{24} = \frac{\text{fineness}}{1000} \quad (\text{예: 18K gold})$$

결 론

치과용 주조물을 위한 합금을 선택하는데 있어서 는 주조성, 주조체의 적합성, 용이한 취급, 연마, 완성 및 납착과 아울러 적절한 물리적 성질, 생물학적 친화성등에 대한 세심한 주의를 기울여야 한다.

Table 7. Properties of partial denture casting alloys.

Material	Condition	Modulus of elasticity (GN/m ²)	Proportional limit (MN/m ²)	Ultimate tensile strength (MN/m ²)	Elongation (%)	Hardness (BHN)	Melting range (°C)	Density (g/cm ³)
Gold alloy type IV	soft	95	360	480	15	130-150	850-950	15
Gold alloy type IV	hard	100	585	790	10	210-230	850-950	15
Cobalt-chromium alloy	as cast	250	515	690	4	370	1250-1450	8
Silver-palladium alloy	soft	95	345	480	9	140-170	950-1050	12

Table 8. Comparison of carat, fineness, and weight percentage of gold in gold alloys.

Carat	Amount of gold by carats	Weight (%) of gold	Fineness	
			Parts/1000	Decimal
24	24	100.0	1000.00	1.000
22	22	91.7	916.66	0.916
20	20	83.3	833.33	0.833
18	18	75.0	750.00	0.750
16	16	66.7	666.66	0.666
14	14	58.3	583.33	0.583
9	9	37.5	374.99	0.375

REFERENCES

1. Phillips, R.W.: Elements of dental materials, W.B. Saunders Co., 1977, p 228.
2. Phillips, R.W.: Skinner's science of dental materials, W.B. Saunders Co., 1973, p 382.
3. Combe, E.C.: Notes on dental materials, 2nd ed., Churchill Livingstone Co., 1972, p 203.
4. Craig, R.C.: Restorative dental materials, 6th ed., The C.V. Mosby Co., 1980, p 280.
5. Council on dental research: Council adopts american dental association specification No. 5 (dental casting gold alloy), J.A.D.A., 72:436, 1966.
6. O'Brien, W.J., and Ryge, G.: An outline of dental materials and their selection, W.B. Saunders Co., 1978, p 239.

믿는마음 지킨약속 다져지는 신뢰사회

대한치과의사협회 사회정화 추진위원회