

# Titanium 금속에서 Grade란?

서울대학교 치과대학 치과보철학교실\* 서초부부치과의원+ 양재호\*, 김정호+



Titanium 금속에서 여러 가지 Grade가 있다고 하는데 자세히 알고 싶습니다.



Titanium 금속은 Al, Fe, Mg에 이어 지구상에 네 번째로 풍부한 금속으로 최근 20년간 그 생산량이 500배로 증가되었으며, 우수한 생체 적합성과 강도 그리고 부식저항력으로 인해 항공기 엔진을 비롯하여 인공관절, 인공심장 외에도 치과용 implant의 재료로 널리 쓰이는 중요한 금속입니다. 그런데 CP (Commercially Pure) Titanium은 비교적 약한 금속이어서 implant의 파절이나 abutment screw의 풀림 및 파절이 문제가 되어 왔습니다. 그러나 이 CP Titanium에 극미량의 탄소, 산소, 질소 혹은 철성분을 첨가하면 강도를 상당히 증가시킬 수 있다는 것을 알게 되었습니다. 따라서 최근에는 많은 회사들이 여러 종류의 치과용 implant를 제작하면서 위와 같은 성분을 극미량 더 첨가하여 같은 CP Titanium중에서도 등급(Grade)이 다른 implant를 생산하게 되었습니다. 예를 들면 다음과 같습니다.

- ASTM Grade 1. ... Brånemark
- ASTM Grade 2. ... IMZ
- ASTM Grade 3. ... 3i, Lifecore (Restore)
- ASTM Grade 4. ... ITI implant body, Astra implant
- ASTM Grade 5. ( Ti6Al4V ) ...
  - Calcitek (Spline, Integral)
  - Steri-oss (Replace)
  - Lifecore (Sustain)
  - 3i (Miniplant)
  - Bicon implant

Grade 1 부터 Grade 4까지는 모두 Titanium함량이 99%를 넘는 CP Titanium이며 Grade 5는 Titanium alloy (Ti6Al4V)로써 Titanium함량이 90% 정도입니다.

여러 Grade의 CP Titanium들에서는 Titanium의 함량은 큰 차이가 없지만 물리적 성질에서는 큰 차이가 나는 것을 볼 수 있습니다. 예를 들면 Grade 1 CP Titanium은 Titanium 함량이 99.48%이고 Grade 3의 경우는 99.19%로 불과 0.29% 차이가 나는데 (ASTM F67 참고), Grade 3 Titanium이 인장강도는 86%, 항복강도는 120%정도 Grade 1보다 높게 나타난다는 것입니다. 이와 같은 강도의 증가는 제작과정이나 열처리와의 차이에 의한 것이 아니라 주로 산소와 철 성분의 첨가로 인한 합금효과 (alloying effect)로 볼 수 있습니다.

Grade 5 Titanium 합금은 대개 무게비로 90%의 Titanium과 6% Aluminum 그리고 4% Vanadium을 가지고 있습니다. 그런데 일부 회사의 implant에서는 Titanium 합금이나 Grade 4 Titanium에 고순도의 CP Titanium을 coating하여 사용하기도 합니다.

Titanium 금속의 특징은 산소나 정상적인 생체조직액과 접촉시 수천 분의 일초만에 곧바로 10-100A° 두께의 산화 막을 형성하여 (passivation), 부식이 없고 생체 친화성이 있는 상태가 된다는 것입니다. 이 산화막이 곧 implant와 조직과의 상호 작용에 결정적인 역할을 하게 됩니다. Grade 3과 4 CP Titanium 이나 Titanium 합금도 많은 함량의 Titanium을 가지고 있으며 표면에 있는 이 산화 막은 Grade 1 CP Titanium과 큰 차이가 없다는 주장이 일부에서 나오고 있습니다.

요약을 하면, Titanium 금속은 여러 Grade의 금속과 합금을 가지고 있으며 서로의 Titanium함량에는 큰 차이가 없으나 강도나 하중을 견딜 수 있는 능력에서는 다소 큰 차이를 가질 수 있습니다. 또한 이들 금속이나 Titanium 합금의 생체조직과의 반응과 성공률에 대해서도 많은 연구가 이루어지고 있습니다.

표 1. 순수 Titanium의 불순물 최대 허용치와 최소 기계적 성질

Type	Impurity limits(WT%)					Tensile strength (MPa)	Yield strength (0.2%)	Elongation (%)
	N (Max)	Fe (Max)	O (Max)	C (Max)	H (Max)			
ASTM grade I	0.03	0.20	0.18	0.10	0.015	240	170	24
ASTM grade II	0.03	0.30	0.25	0.10	0.015	340	280	20
ASTM grade III	0.05	0.30	0.35	0.10	0.015	450	380	18
ASTM grade IV	0.05	0.50	0.40	0.10	0.015	550	480	15



**치협 홈페이지를 방문하세요**

대한치과의사협회지의 「지상진료실」과 「함께 연구합시다」는 인터넷을 통해 매달 새롭게 전달됩니다.

- 치협 홈페이지: <http://www.kda.or.kr>
- 치협 홈페이지에 대한 문의: 498-6320~6 (정보통신위원회 담당자)