

아파타이트의 형성에 미치는 티타늄의 표면처리 효과

정회웅*, 원대희, 이민호, 배태성
전북대학교 치과대학 치과재료학교실

Effect of Surface Treatment of Titanium on the Formation of Apatite Crystal

H. W. Chung, D.H. Won, M.H. Lee, T.S. Bae

Department of Dental Materials and Institute Oral Bioscience, School of Dentistry, Chonbuk University

ABSTRACT

The purpose of this study was to examine whether the precipitation of calcium phosphate on titanium surface was affected by surface modification. To improve the bone conductivity, of titanium, samples were divided into 4 groups. Group 1 was immersed in 5M-NaOH solution at 60°C for 24 hours. Group 2 was immersed in 5M-NaOH solution at 60°C for 24 hours and heat-treated at 600°C for 1 hour. Group 3 was anodized in Hanks' solution at 1V, 25°C for 1 hour. Group 4 was anodized in Hanks' solution at 5V, 80°C for 5 minutes. And then, all specimens were immersed in the MEM Eagle's medium whose composition was similar to that of extracellular fluid for 30 days. The precipitation of the calcium phosphate on implant surface was increased by the immersion in the NaOH solution, and more highly accelerated by heat treatment at 600°C. The precipitation of the calcium phosphate on titanium implant was increased with the treatment of the anodic oxidation in Hanks' solution at 5V, 80°C.

서론

임플란트의 가공과정에서 자연적으로 생성된 산화피막은 치밀하지 못하고 다수의 공공이나 격자 결함 등을 포함하므로, 표면에 치밀한 산화피막을 형성함과 함께 골과의 결합을 촉진하기 위해 양극 산화, plasma spray coating, sand blasting 및 ion implantation 등의 방법이 검토되고 있다¹⁻³⁾. plasma spray coating 법은 표면 자유에너지가 높

은 다공성의 피막을 얻을 수 있지만 사용과정에서 피막이 박리되는 등의 문제점이 지적되고 있다. sand blasting 법은 요철구조의 형성으로 표면 자유에너지를 증가시킬 수 있지만 표면에 형성된 높은 잔류응력의 영향과 산화물 등으로 인해반응성이 떨어지는 등의 문제점이 있다. ion implantation 법은 체액 중에 다량으로 존재하는 K⁺, Na⁺, Ca²⁺ 등의 알칼리 금속이온을 티타늄의 표면에 주입하여 골과 임플란트 사이의 화학적 결합을 유도하는 방법으로, 골과의 결합을 촉진할 수 있는 것으로 언급되고 있다.

임플란트의 성패에는 많은 인자가 영향을 미칠 수 있지만 골과 임플란트 사이의 초기결합이 크게 영향을 미치는 것으로 알려져 있으며, 이 같은 관점에서 본 연구에서는 경제적이면서 비교적 처리가 용이한 NaOH 수용액 침적 및 Hanks 용액 중에서의 양극산화 처리를 행한 다음, 유사체액 중에 침적하여 인산칼슘의 석출 양상을 조사하였다.

Table 1 Surface treatments carried out in this study

Group	Treatment
1	Polished
2	Immersed in 5M-NaOH solution at 60°C for 24h
3	Immersed in 5M-NaOH solution at 60°C for 24h and heat-treated at 600°C for 1h
4	Anodized in Hanks' solution at 1V, 25°C for 1h
5	Anodized in Hanks' solution at 5V, 80°C for 5min

실험재료 및 방법

준비한 시편을 Table 1에서 볼 수 있는 것과 같이 5개의 군으로 분류하였다. 제1군은 표면연마만을 행한 미처리 군이고, 제2군은 60℃의 온도에서 유지되는 5.0M-NaOH 수용액 중에서 24시간 알칼리 처리를 행한 군으로, 알칼리 처리후 증류수 중에서 5초간 초음파 세척을 행하였다. 제3군은 알칼리 처리와 열처리를 병행한 군으로, 알칼리 처리한 시편을 아르곤 분위기하에서 5℃/min으로 600℃까지 온도를 상승시켜 1시간 유지하였으며, 상온까지로 내에서 서냉하였다. 제4군은 Hanks 용액중에서 DC 1V의 정전압으로 1시간 양극산화처리를 행한 군이고, 제5군은 DC 5V의 정전압하에서 5분간 양극산화 처리를 행한 군이다. 표면처리가 완료된 후 모든 시료를 체액과 이온농도가 유사한 MEM Eagle's medium(Sigma Chemical Co)에 침적한 다음 37℃에서 유지되는 인큐베이터에 30일간 저장하였으며, 용액은 5일 간격으로 교환하였다. 유사체액 침적이 완료된 후 모든 시료를 증류수에서 3분간 초음파 세척하였으며, 시료표면을 EDX가 부착된 전자현미경(JEOL, JXA-8600)으로 관찰하였다.

결과 및 고찰

제1군의 연마한 티타늄의 표면에서는 평활한 면 상에서 티타늄의 결정립계 영역이 관찰되었으며, 유사체액 중에 30일간 침적한 표면에서는 인산칼슘의 석출 초기에 나타나는 섬모상의 돌기가 관찰되었다. 제2군의 5M-NaOH 수용액 중에 24시간 침적하여 알칼리 처리를 행한 군과 알칼리 처리 후 600℃에서 1시간 열처리를 행한 군에서는 양쪽 표면 모두에서 인산칼슘의 층이 치밀하게 형성되어 미처리에 비해 촉진되는 양상을 보였으며, 알칼리 처리만을 행한 경우보다 열처리를 병행한 경우에 인산칼슘의 석출이 보다 촉진되는 양상을 보였다. NaOH 수용액에서의 알칼리 처리로 인산칼슘의 석출이 촉진되는 것은 implantation 된 Na⁺이온이 티타늄 및 산소와 반응하여 표면산화층이 치밀화되고 또한 체액 중에 Na⁺이온이 다량 존재하므로 체액과 임플란트 표면층 사이에 무기이온이 빠르게 흡착됨에 따라 인산칼슘의 석출이 촉진되었다고 생각한다. 또한 알칼리 처리만을 행한 경우보다 열처리를 병행한 경우에 인산칼슘의 석출이 촉진되는 것은 열처리 과정에서 Na⁺이온과 티타늄 산화물 및 나트륨과 티타늄의 복합산화물이 형성되어 피막이 치밀화 됨에 따라 생체이온과의 반응성이 증가되었기 때문으로 생각된다. 제4군에서는 미처리군과 거의 차이를 보이지 않았으나, 제5군에서는 인산칼슘의 석출이 두드러진 양상을 보였다. 체액중의 무기이온 농도를 갖는 Hanks 용액중의 양극산화 처리군에서 인산칼슘의 석출이 두드러진 양상을 보였는데, 이는 Kim과 Ducheyne⁴⁾의 연구결과에서 볼 수 있는 것과 같이, 인산과 칼슘을 포함하는 용액중에

서의 양극산화 처리시에 표면층에 인산칼슘의 석출이 일어났기 때문으로 생각된다.

결론

본 연구에서는 screw type의 티타늄 임플란트 표면에서의 아파타이트 석출 양상을 조사하기 위해, NaOH 수용액 침적과 Hanks 용액중에서의 양극산화 처리를 행한 다음 MEM Eagle's medium 중에서의 인산칼슘 석출 양상을 조사하였으며, 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 임플란트 표면에서의 인산칼슘의 석출은 NaOH 수용액 처리로 촉진되었으며, 알칼리 처리후 600℃에서 열처리를 병행한 경우 인산칼슘의 석출이 보다 촉진되는 양상을 보였다.
2. 체액중의 무기이온 농도를 갖는 Hanks 용액중에서의 양극산화 처리군은 5V, 80℃로 처리시 인산칼슘의 석출이 촉진되는 양상을 보였다.

참고문헌

1. A. Schroeder, F. Sutter, D. Buser, G. Krekeler, "Oral Implantology, Basics, ITI Hollow Cylinder System", Thieme, New York, pp. 3-58, 1996.
2. 배태성, 박영준, 김형일, 김교한, 임플란트 재료, 요점 치과재료학, 군자출판사, pp. 187~193, 1997.
3. B. Kasemo, J. Lausmaa, "Metal selection and surface characteristics. In : Brånemark PI, Zarb GA, Albrektsson T (eds), Tissue-integrated prostheses, Osseointegration in clinical dentistry", Quintessence Chicago, pp. 99-116, 1985.
4. C. S. Kim, P. Ducheyne, "Compositional variations in the surface and interface of calcium phosphate ceramic coating on Ti and Ti-6Al-4V due to sintering and immersion", Biomater Vol. 12, pp. 461-469, 1991.