

칼슘-포스페이트 용액으로 조제된 인회석결정의 형성 및 성장특성

김현만, 박주철, 고재승

서울대학교 치과대학 구강해부학교실

칼슘-포스페이트 인회석 결정(calcium-phosphate apatite)은 석회화조직의 무기질로서 석회화 조직의 기계적 특성을 결정하는데 중요한 역할을 하는데, 결정의 형성과 성장과정 및, 그 결과로서, 결정의 모양 및 크기(crystal habit)는 석회화 조직의 형성 및 성질을 이해하는데 있어서 기본적인 사항중의 하나이다. 이에 본 연구에서는 체외에서 인회석 결정을 형성시킬 때 결정의 형성 및 성장특성 그리고 여러조건에서 형성된 결정의 모양 및 크기에 대하여 연구하였다.

칼슘용액과 포스페이트용액을 혼합하거나 칼슘-포스페이트 이온용액을 중화시켜 인회석 결정을 형성시켰는데, 이온농도, 온도, pH 및 아교질이 인회석 결정의 형성과 성장특성 및 결정의 모양 및 크기에 미치는 영향에 대해 연구하였다. 인회석 결정의 형성 및 성장특성은 Fourier Transformed Infrared Spectroscopy, X선 회절, 전자 회절 및 투과 전자현미경하에서 결정의 형성 및 성장과정과 형성된 결정의 크기 및 모양을 분석하고 측정하였다.

본 연구 방법으로 인회석 결정을 형성할 때 처음으로 발견되는 칼슘-포스페이트 종류는 구상의 amorphous calcium phosphate(ACP)이었는데, 인회석결정은 ACP표면에서부터 형성되어 밖으로 뿔어나가면서 성장해 나갔으며 그 이후에 ACP가 인회석 결정으로 변하였다(사진 1). 형성된 모든 인회석 결정의 모양은 골 조직에서 분리한 인회석 결정과 같이 얇은 판 상을 보였으며, 결정의 크기는 높은 농도에서 형성된 인회석 결정이 낮은 농도에서 형성된 결정보다 작았으며, 4° C에서 형성된 결정이 80° C에서 형성된 결정보다 크기가 작았는데, 80° C에서 형성된 결정은 실온에서 형성된 결정보다 작았다. 결정의 크기는 pH가 높을수록 작았으며(사진 2), 아교질의 함유가 결정의 크기에 영향을 주지는 않았다.

이상의 결과에서 칼슘용액과 포스페이트용액을 혼합하거나 칼슘-포스페이트 이온용액을 중화시켜 인회석 결정을 형성시킬 때 ACP표면에서부터 인회석 결정이 성장하기시작하고 ACP가 인회석으로 변하는 시기는 그 후에 일어남으로서 ACP는 인회석 결정형성에 대한 전구물질이 아니고 인회석결정을 형성시키는 핵형성물질임을 알 수 있었으며 결정의 크기는 물리화학적 형성조건에 의해 달라진다는 것을 알 수 있었다.

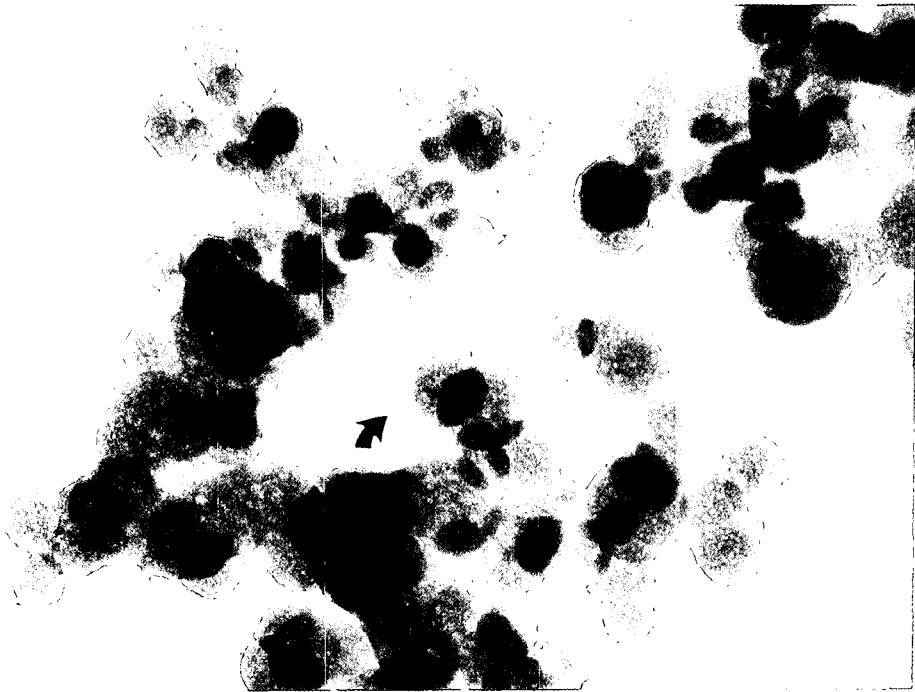


사진 1) ACP표면에서부터 인회석 결정이 형성되어 밖으로 성장하는 것(화살표)을 보여준다.

x 100,000

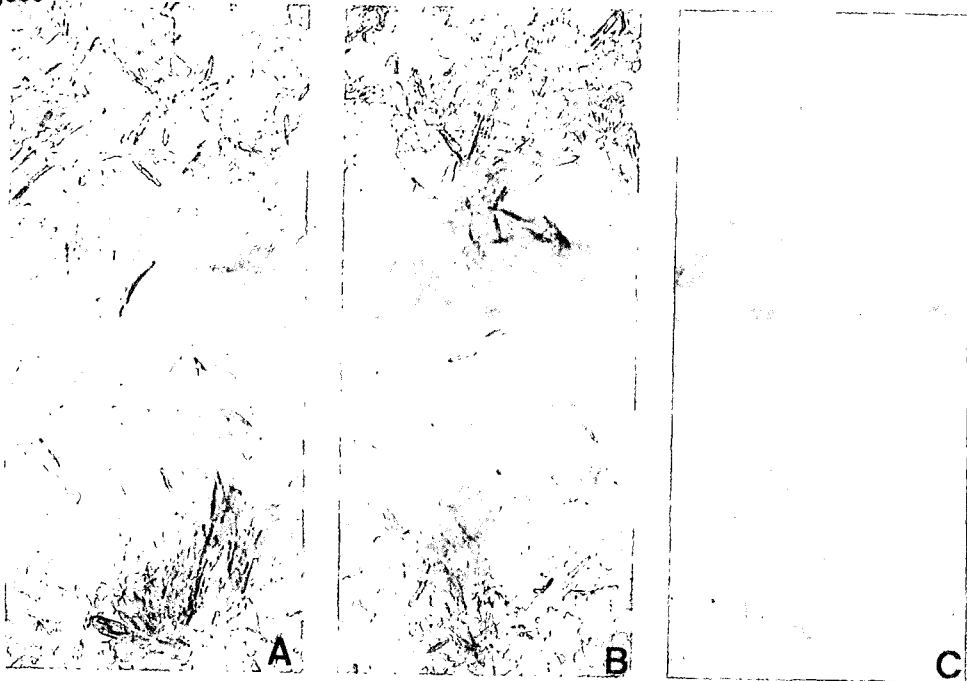


사진 2) pH 6.5 (A), 7.3 (B), 8.3 (C)에서 형성된 결정. pH가 높아질수록 결정의 크기가 작아짐을 보여준다. x 100,000