

2-2-12 傾斜機能生体材料の開発

<研究概要>

歯科用インプラント材料として多用されているチタンの生体適合性を向上させるために、幾つかの手法を用いてチタンの表面改質を行った。本プロジェクトでは、細胞接着タンパク質の固定化、プラズマ重合による有機薄膜形成、および分子プレカーサー法による炭酸含有アパタイト薄膜形成の手法について検討した。

まず、トレシルクロリドを用いて細胞接着タンパク質をチタン表面に固定化する方法について調べた。トレシルクロリドをチタンに反応させると、チタン表面の塩基性水酸基が性化され、細胞接着タンパク質がチタン表面に簡単に固定化されることが判明した。反応温度やチタンの表面性情について検討を行い、さらに水晶発振子マイクロバランス (QCM-D) 法によってトレシルクロリドを作用させたチタンと細胞接着タンパク質の一つであるフィブロネクチンとの反応について解析を行った。その結果、鏡面チタンに 37°C でトレシルクロリドを反応させる方法が最も簡便で効果があることが分かり、QCM-D 法の測定からトレシルクロリド処理によってフィブロネクチンの吸着量が飛躍的に向上し、フィブロネクチンはチタン表面と強固なイオン結合を形成している事が判明した。

次に、ヘキサメチルジシロキサンをモノマーとするプラズマ重合によりチタン表面にポリジメチルシロキサン薄膜を形成した。この有機薄膜はチタンに強固に密着しており、チタン表面を疎水性に変化させることによって、フィブロネクチンの吸着量を向上されることを見出した。

分子プレカーサー法は EDTA/カルシウム錯体を原料とする薄膜形成法である。プレカーサー溶液をチタン表面に塗布し、600°C で 2 時間加熱処理するのみで、チタン表面に炭酸含有アパタイト薄膜を形成することができた。炭酸含有アパタイト薄膜でコーティングすることによって、擬似体液中でのリン酸カルシウム形成が促進され、また、動物実験によって骨適合性も良好になることが判明した。

<得られた知見>

チタンにタンパク質を固定化する方法は幾つか報告されているが、いずれも煩雑な操作を伴う。本プロジェクトで開発されたトレシルクロリド法は比較的簡便にチタン表面に細胞接着タンパク質を固定化できるという利点を有している。細胞接着タンパク質の種類を変えることによってチタン表面に様々な機能を付与できる可能性がある。

今までに、チタン表面に有機薄膜を形成してその効果をしらべた報告はほとんどない。ポリジメチルシロキサンは医用材料としても利用されており、ポリジメチルシロキサン薄膜コーティングチタンの有用性は高いことが期待される。

分子プレカーサー法で形成された薄膜は生体硬組織類似の炭酸含有アパタイトであり、骨適合性が高いことが予想でき、動物実験によっても確認された。また、分子プレカーサー法はエタノール溶液を用いているために基材の形状に左右されることなく、どのような形状に対しても薄膜形成が可能であり、3次元スキャホールドへの応用などが考えられる。