

ふりがな氏名	すー いんみん 苏(蘇) 英敏
学位の種類	博士(歯学)
学位記番号	甲 第778号
学位授与の日付	平成28年3月11日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項に該当
学位論文題目	Nanostructured Ti6Al4V alloy fabricated using modified alkali-heat treatment: Characterization and cell adhesion (アルカリ加熱処理を施したナノ構造制御 Ti6Al4V 合金: 特性評価と細胞接着)
学位論文掲載誌	Materials Science and Engineering: C Materials for Biological Applications 第59号 平成28年2月
論文調査委員	主査 岡崎 定司 教授 副査 小正 裕 教授 副査 松本 尚之 教授

論文内容要旨

純チタン金属およびチタン合金はインプラント材料として広く用いられている。その中でも Ti6Al4V は高い生体適合性と生体安全性に優れており、アルカリ処理と加熱処理によるナノ構造制御が可能となればオッセオインテグレーションの短期化が実現できる。そこで、本研究では Ti6Al4V 合金へのアルカリ処理温度および加熱処理温度の規定を材料表面の特性評価および細胞接着から検討した。

実験材料として市販の Ti6Al4V 合金を使用し、10Mの水酸化ナトリウム水溶液による濃アルカリ処理により表面にナノシート構造 (TNS) を析出させた。その後、各種試料を 200, 400, 600, 800℃にて加熱処理を行った。濃アルカリ処理の温度を 30, 40, 50, 60℃とし、SEM (走査電子顕微鏡) にてナノ構造の特性評価を行うと共に、各種温度で加熱後の試料の表面観察は SEM, SPM (走査型プローブ顕微鏡)、元素分析は XPS (X線光電子分光法)、結晶構造は XRD (X線回折法) にて解析を行った。また、SD系雄性ラットの両側大腿骨より抽出した骨髄間葉細胞を利用し、培養 1, 3, 6, 24 時間後の細胞接着数を比較した。統計学的解析には、一元配置分散分析を行った後、Tukey の多重比較検定を行った。有意水準は 5%とした。

まず始めに水酸化ナトリウム水溶液の浸漬温度は 30℃でネットワークレベルのナノ構造が形成され、40-60℃ではクラックを認めたため、30℃が適正なアルカリ処理温度であることが明らかとなった。また、加熱後の各種評価では 200, 400, 600℃では変化が認められなかったものの、800℃ではナノ構造が破壊され、Al, V の高い析出が認められた。XRD の解析では 600℃で結晶成長し始め、800℃で完全結晶化しているという結果を示した。また、細胞接着数の比較では全ての計測時間で 600℃が最も高い値

を示した。

以上の結果により、Ti6Al4V 合金表面への 30°Cの水酸化ナトリウム水溶液への濃アルカリ処理および 600°Cの加熱処理が材料表面へアルカリチタン酸塩のアモルファス層が基盤に強固に結合した TNS の結晶構造を形成するとともに細胞の初期接着を向上させることが明らかとなった。

論文審査結果要旨

Ti6Al4V チタン合金は高い生体適合性と生体安全性に優れている。アルカリ処理と加熱処理によるナノ構造制御が可能となればオッセオインテグレーションの短期化が実現できる。著者はこの研究で Ti6Al4V 合金へのアルカリ処理温度および加熱処理温度の規定を材料表面の特性評価および細胞接着の観点から検討した。

実験材料として市販の Ti6Al4V 合金を使用し、10M の水酸化ナトリウム水溶液による濃アルカリ処理により表面にナノシート構造 (TNS) を析出させた。その後、各種試料を 200, 400, 600, 800°Cにて加熱処理を行った。濃アルカリ処理の温度を 30, 40, 50, 60°Cとし、SEM (走査電子顕微鏡) にてナノ構造の特性評価を行うと共に、各種温度で加熱後の試料の表面観察は SEM, SPM (走査型プローブ顕微鏡)、元素分析は XPS (X 線光電分光法)、結晶構造は XRD (X 線回折法) にて解析を行った。また、SD 系雄性ラットの両側大腿骨より抽出した骨髄間葉細胞を利用し、培養 1, 3, 6, 24 時間後の細胞接着数を比較した。統計学的解析には、一元配置分散分析を行った後、Tukey の多重比較検定を行った。有意水準は 5%とした。

ナノレベルのネットワーク構造を有する TNS の析出に要する水酸化ナトリウム水溶液の浸漬温度は 30°Cで、40-60°Cではクラックを認めたため、30°Cが適正なアルカリ処理温度であることが明らかとなった。また、加熱後の各種評価では 200, 400, 600°Cでは変化が認められなかったものの、800°Cではナノ構造が破壊され、Al, V の高い析出が認められた。XRD の解析では 600°Cで結晶が形成しはじめ、800°Cで完全結晶化しているという結果を示した。また、細胞接着数の比較では全ての計測時間で 600°Cが最も高い値を示した。

以上の結果により、Ti6Al4V 合金表面への 30°Cの水酸化ナトリウム水溶液への濃アルカリ処理および 600°Cの加熱処理が材料表面へアルカリチタン酸塩のアモルファス層が基盤に強固に結合した TNS の結晶構造を形成するとともに細胞の初期接着を向上させることを証明した点において、本論文は博士 (歯学) の学位を授与するに値すると判定した。