

ふ り が な 氏 名	まつもと たくみ 松本 卓巳
学 位 の 種 類	博士（歯学）
学 位 記 番 号	甲 第 918 号
学位授与の日付	令和 4 年 3 月 4 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	Effects of Surface Modification on Adsorption Behavior Of Cell and Protein on Titanium Surface by Using Quartz Crystal Microbalance System (QCM システムを用いたチタン表面への細胞とタンパク質の 吸着挙動に及ぼす表面処理の影響)
学 位 論 文 掲 載 誌	Materials 第 14 巻 第 1 号 令和 3 年 1 月
論 文 調 査 委 員	主 査 岡崎 定司 教授 副 査 前田 博史 教授 副 査 柏木 宏介 教授

## 論文内容要旨

初期安定性とオッセオインテグレーションの早期獲得は歯科インプラント治療における主要な課題である。材料表面に親水性を付与することにより、インプラント埋入周囲組織における硬組織の早期形成を促進できると報告されているが、各々の効果は明らかではない。そこで、本研究では、親水性を付与する方法として紫外線（UV）および大気圧プラズマ処理を行った純チタン金属板におけるラット骨髄細胞およびタンパク質の初期挙動を比較検討することを目的とした。

TiQCM センサに 15 分間 UV 照射を行ったものを実験群 1、試料表面と 10 mm の間隔で 30 秒間プラズマ照射したものを実験群 2、無処理のものを対照群とした。試料表面構造を走査電子顕微鏡（SEM）、走査型プローブ顕微鏡（SPM）で観察し、表面元素を X 線光電子分光法（XPS）にて分析した。蒸留水を非接触状態で滴下し、接触角の測定を行った。タンパク質として、ウシ血清アルブミンとヒト血漿フィブロネクチンを、細胞はラット骨髄間葉細胞を使用した。各群 TiQCM センサ表面上にタンパク質および細胞を滴下し、QCM システムにて 60 分間測定した。また、骨髄細胞付着後の各群 TiQCM センサ表面の細胞形態の観察を共焦点レーザー蛍光顕微鏡にて行った。次に、細胞の分化誘導の確認のために各種純チタン金属板上に滴下された骨髄細胞の ALP 活性と Ca 析出量及び ROS 評価を行った。測定は各 3 回ずつ行い、一元配置分散分析により統計解析を行った。有意差を認めた場合は、Bonferroni の多重比較によって検討を行った。なお、有意水準は 5%未満とした。

SEM、SPM において実験群 1、実験群 2、対照群に差異は認められなかった。接触角測定結果では、対照群と比較して実験群 1 と 2 にて親水性を認め、実験群 2 で最も低い値を示した。XPS の結果では、

実験群 1 と 2 にて対照群と比較して炭素 (C) のピークの著しい低下と酸素 (O) の増加を示した。QCM 測定の時系列的変化として、最初の 30 分間で急速に付着量が増加し、その後は緩慢に増加傾向を示した。タンパク質と細胞の付着量としては実験群 2 が有意に最も高い値を示した。また蛍光染色による観察においても実験群 2 が細胞突起の最も大きな伸長像を示した。細胞の ALP 活性と硬組織分化誘導能の評価では、実験群で対照群と比較して有意に高い値を示し、実験群 2 が最も高い値を示した。ROS 評価では、実験群で ROS レベルの低下を認め、実験群 2 で最も低い値を示した。

以上の結果より、UV 照射及び大気圧プラズマ照射にて純チタン金属の表面に親水性を付与することでタンパク質と細胞の付着量を増加させる作用があることが示唆された。また、今回の検討結果では大気圧プラズマ処理が有効ではないかという結果を示した。

### 論文審査結果要旨

本研究では QCM システムを用いて紫外線 (UV) および大気圧プラズマ処理により親水性を付与したチタン表面のラット骨髄細胞およびタンパク質の初期挙動を比較検討することを目的としている。

純チタン金属板を使用し UV および大気圧プラズマ処理を行ったものを実験群、無処理のものを対照群とした。試料の表面解析を行い、各種タンパク質ならびにラット骨髄間葉細胞の純チタン金属への付着量を測定とラット骨髄間葉細胞を用いた細胞形態の観察と細胞の分化誘導能および ROS 評価を行っている。

表面解析では実験群において表面構造を変化させずに超親水性の付与を示唆する結果が得られ、各種タンパク質および細胞を使用した付着量測定および細胞形態の観察と細胞の分化誘導能評価において有意に高い値が示された。また ROS 評価において有意に低い値が示された。

以上、QCM システムを用いて紫外線 (UV) および大気圧プラズマ処理により表面処理を行ったチタン表面への細胞およびタンパク質の吸着挙動を解析したという点において、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。