

氏名	きくち せいいちろう 菊地 静一郎
学位の種類	博士(歯学)
学位授与番号	岩医大院歯博第255号
学位授与の日付	平成22年3月11日
学位論文題目	Characterization of the surface deposition on anodized-hydrothermally treated commercially pure titanium after immersion in simulated body fluid —擬似体液中における陽極酸化・水熱処理チタンの表面解析—

論文内容の要旨

I 研究目的

当講座では、インプラント埋入後の治癒期間の短縮や骨質の劣る部位への応用を目的として、純チタンを放電陽極酸化処理し、さらに水熱処理を施すことで結晶性の高いハイドロキシアパタイト (HA) を析出させる表面処理法を検討してきた。その結果、陽極酸化・水熱処理チタンインプラントでは初期骨形成能が高くインプラント治療への有用性が示唆された。そこで本研究では、陽極酸化・水熱処理チタンインプラントの生体内における挙動、骨伝導能のメカニズムを解明する目的で、擬似体液 (ハanks溶液) 中に浸漬し、その表面解析を行った。

II 研究方法

実験試料には、直径 15mm、厚さ 1.5mm の純チタンディスク (99.8%) を β -グリセロリン酸ナトリウム (0.01mol/l) と酢酸カルシウム (0.15mol/l) からなる電解質溶液内にて電圧 350V、電流 50mA/cm²、温度 20°C にて放電陽極酸化処理を施した放電陽極酸化処理チタンと、その後オートクレーブ (300°C、2時間係留) にて水熱処理を施した陽極酸化・水熱処理チタンを用いた。これらの試料を滅菌済みポリスチレン製ビン内にてハanks溶液を用いて 14、28 日間浸漬した。試料は X 線光電子分光分析装置 (XPS)、X 線回折装置 (XRD)、走査型電子顕微鏡 (SEM)、電子プローブ X 線微小部分分析装置 (EPMA)、イオンクロマトグラフ (IC) にて解析を行った。

III 研究成績

XPS 分析では浸漬前の陽極酸化処理チタン、陽極酸化・水熱処理チタン共に Ca2s, Ca2p, P2s, P2p, Cls, TiLMMa, Ti2s, Ti2p, OKLL, O1s が確認された。浸漬 28 日後において、陽極酸化処理チタンでは変化は認められなかったが、陽極酸化・水熱処理チタンでは TiLMMa, Ti2s, OKLL が減少し、Ca2p, P2s, P2p の増加が確認された。XRD 分析では、陽極酸化処理チタンにおいてアナターゼ型二酸化チタン、ルチル型二酸化チタンが確認された。陽極酸化・水熱処理チタンではアナターゼ型二酸化チタン、ルチル型二酸化チタンと HA 結晶が確認された。これらのピーク値は共に浸漬前、14、28 日後で変化は認められなかった。SEM 分析では、陽極酸化処理チタン表面に放電痕を含む陽極酸化被膜が認められ、浸漬前、14、28 日後で変化は認められなかった。一方、陽極酸化・水熱処理チタン表面は、放電痕を含む陽極酸化被膜上に六方晶型を呈する HA が確認され、14 日後から表面に付着物が認められた。EPMA 分析では、陽極酸化処理チタンにおいて Ca, P の分布範囲は浸漬前、14、28 日後で変化は認められなかった。一方、陽極酸化・水熱処理チタンは浸漬前に比較し 14 日後、さらに 28 日後と日数の経過に伴い Ca, P が広範囲に分布していることが確認された。IC 分析では、Ca イオン、P イオンにおいて陽極酸化処理チタン、陽極酸化・水熱処理チタン共に浸漬前、14 日後で有意差は認められなかった。しかし、陽極酸化・水熱処理チタン浸漬 28 日後において Ca イオン、P イオンは陽極酸化処理チタンに比較して増加していることが認められた。

IV 考察及び結論

陽極酸化・水熱処理チタン浸漬 28 日後の試料表面は、Ca, P を含む化合物で完全に覆われていたが、陽極酸化処理チタンでは認められなかった。これは、陽極酸化処理チタンに水熱処理を施すことで、陽極酸化被膜が多孔質を有するナノ表面構造となっていること、また HA 結晶は六方晶系を呈する単結晶構造であることが Ca, P を含む化合物の付着に関与したものと考えられる。

本研究から、陽極酸化・水熱処理チタンの生体内における骨伝導能のメカニズムの一端が確認され、陽極酸化・水熱処理チタンは早期のオッセオインテグレーション獲得に有利であると考えられた。

論文審査の結果の要旨

論文審査担当者

- 主査 教授 石 橋 寛 二 (歯科補綴学講座 冠橋義歯補綴学分野)
副査 教授 荒 木 吉 馬 (口腔病因態制御学講座 歯科医療工学分野)
副査 教授 石 崎 明 (口腔機能構造学講座 口腔生化学遺伝学分野)

純チタンを放電陽極酸化処理し、さらに水熱処理を施すことで骨伝導能を有するハイドロキシアパタイト (HA) を析出させた陽極酸化・水熱処理法は、初期骨形成能が高く、インプラント治療への有用性が認められている。

これまでの陽極酸化・水熱処理チタンインプラントに関する研究より、既存骨とチタンが直接接触していない部分においてもインプラント表面に顆粒状の構造物が認められた。しかし、このような陽極酸化・水熱処理チタンの生体内における挙動、骨伝導能のメカニズムについてはいまだに明らかにされていない。今回その点に着目し、擬似体液 (ハンクス溶液) 中に陽極酸化・水熱処理チタンを浸漬し、その表面解析を行っている。

XPS, XRD, SEM, EPMA による表面解析、ならびに IC によるイオン分析結果より、陽極酸化・水熱処理チタンにおいては浸漬前に比較して、浸漬 14 日後から付着物の増加が認められ、さらにその付着物は Ca, P イオンを含む化合物であることが確認された。

このように、陽極酸化処理チタンに水熱処理を施すことで、陽極酸化被膜の多孔質化や表面のぬれ性の向上、また HA 結晶が六方晶系を呈する単結晶構造であることが Ca, P を含む化合物の付着に関与したものと認められた。このことより、陽極酸化・水熱処理チタンの生体内における骨伝導能のメカニズムの一端が確認された。このように、陽極酸化処理チタンに比較して、陽極酸化・水熱処理チタンは早期のオッセオインテグレーション獲得と、骨質の劣る部位への適応症例拡大を目的とした口腔インプラントの表面処理法として高く評価されるものである。

試験・試問の結果の要旨

本研究における臨床的意義、擬似体液の性質と使用意義、用いた機器と分析結果、陽極酸化・水熱処理チタン表面における HA 結晶の骨伝導能について試問したところ適切な解答が得られた。また、実験方法や実験結果に対する考察も的確であり、本論文は学位に値するものと評価できる。