口腔インプラント体としての窒化チタンコーティングの有用性

平成 27 年度
北海道医療大学大学院歯学研究科
山崎弘太郎

【緒言】

インプラント体と骨とのオッセオインテグレーションの早期獲得や治癒期間の短縮のために表面を粗造に改質したインプラント体が数多く臨床応用されてきている．インプラント体表面を粗造にすることで細菌の付着量は増加し，さらに一度付着した細菌は除去しづらいという報告がなされている． さらに細菌が付着したままの状態が続くと，インプラント周囲炎まで進行する場合がある．

本研究ではアークイオンプレーティング法により窒化チタンをコーティングさせた口腔インプラント体の有用性を検証するために，同インプラント体（以下 TiN）と，機械研磨（以下 M)，ハイドロキシアパタイトコーティング（以下 HA)，ブラスト処理（以下 B）したインプラント体との初期の骨形成能および細菌付着性について検討した．これらを検討するために，インプラント体をウサギの大腿骨遠心端部にそれぞれ埋入し歯周病原菌のひとつである *Porphyromonas gingivalis*（以下 *P. g*）をインプラント体の頸部に付着させ，外部からの他の細菌の混入をできるだけ避けるために，閉鎖創とし 2 週間後の周囲組織の変化および，インプラント周囲溝相当部における細菌量の変化について観察した．

【結果】

1．材料表面の分析

SEM で試料を観察したところ M の表面は平滑な表面であり，凹凸は見られない．HA, B, TiN は表面に細かな凹凸が見られた．

2．細菌付着試験

M, HA, B, TiN の表面における *Porphyromonas gingivalis* ATCC 33277^{T} （以下 *P. g*)の付着程度を検証するために，ウサギに埋入するインプラント体と同様に表面加工した 4 種類の disk（直径 10 mm, 厚さ 1 mm）を作製した．*P. g* 菌液 1 ml を添加した．5 日後及び 10 日後に培地を取り換えて 2 週間嫌気培養した．

ボルテックスミキサーおよび超音波処理によって，各 disk から *P. g* 菌体を剥離した菌体懸濁液の CFU 値（平均）は，M が 1.02×10^{8}，HA が 1.01×10^{8}，B が 9.76×10^{7}，TiN が 5.66×10^{7} であった．一方，同菌体懸濁液の全菌体から抽出した全 DNA 量（平

均 ng）は，M が 504.7， HA が 575.7，B が 549.4，TiN が 445.7 であった．統計学的有意差は見られなかったが，CFU 値，全 DNA 量共に，TiN のそれらは M, B, HA に対して少ない傾向であった．

3．インプラント体埋入部位の所見

菌付着群｛以下菌（＋)｝のインプラント体埋入部位には腫脹が認められた一方，菌非付着群｛以下菌（－)｝のインプラント体周囲では炎症が起きてる兆候は認められなかった。

4．細菌検査

術後 14 日目にペーパーポイントで採取したサンプルを PCR 解析したところ, 菌(＋)のインプラント体においては，TiN 以外の 3 種類のインプラント体から *P. g* が検出された．菌（－）のインプラント体においては *P. g* は検出されなかった．

5．CMR 像観察

CMR 像において，骨吸収像がすべてのインプラント体周囲に認められたが，HA，B 菌（＋）の骨吸収面積は大きく，他はわずかであった．

骨吸収深度と骨吸収最大幅は骨吸収面積と同じ傾向であり，HA 菌（＋）が最大であり，M 菌（－）が最小であった．

6．塩基性フクシン・メチレンブルー重染色像の所見

塩基性フクシン・メチレンブルー重染色像の所見ではインプラント体の上部 3 スレッド目までの BIC（以下，上部 BIC）および下部 4 スレッド目以下の BIC（以下，下部 BIC）を求めた．菌（－）群の上部 BIC 値(%)は，M, HA, B, TiN 間で有意差は認められないが，菌（＋）群の上部 BIC 値(%)は TiN が最も高く，菌（－）群の下部と菌（＋）群の下部においては，TiN の BIC は HA, B と同程度に高い値を示した．

【考察】

従来の機械研磨表面に比べ，インプラント体表面を粗造にしたインプラント体はオッセオインテグレーションの獲得が増加すると報告されている．インプラント体の表面性状が粗造になると，細菌が付着しやすくなると言われている．また，HA は生体活性材料であり，骨形成を促進する反面，細菌も付着しやすいと報告されている．

本研究において，TiN は細菌付着試験において M，HA，B に比べて細菌付着が少ない傾向が見られた．また PCR 検査においては菌付着群においても TiN は PCR 産物が認められなかった．このことは TiN 自体に菌の付着を減少させる性質があると報告されていることより，TiN の細菌付着量が少なく好中球やマクロファージなどの食細胞を主体とした病原体に対する初期の生体防御反応により，*P. g* 菌が検出されず，骨吸収量が少なくなったと考えられる． TiN は菌（＋）における上部 BIC では骨吸収面積の値が小さい分，他のインプラント体表面の上部 BIC と比較しても大きい値となった．また下部 BIC においても HA，B と比較しても BIC の値はほとんど差がなくほぼ同等の骨形成能を示した．

【結論】

本研究の結果から，以下のことが明らかになった．

1．disk を用いた *P. g* の付着試験において，付着生菌数（CFU 値）および死菌を含めた付着全菌体量（全 DNA 量）共に，TiN が他に比較して少ない傾向であった．

2．菌（－）群の M, HA, B, TiN 埋入部位から細菌は検出されず，菌（＋）群では M, HA, B 埋入部位から *P. g* が検出されたが，TiN では検出されなかった．

3．菌（－）群では，骨吸収面積，骨吸収深度，骨吸収幅の何れにおいても，M, HA, B, TiN 間で有意差は認められないが，菌（＋）群では，骨吸収面積，骨吸収深度，骨吸収幅の何れにおいても TiN は M と同程度に低い値を示した．

4．菌（－）群の上部 BIC 値(%)は，M, HA, B, TiN 間で有意差は認められないが，菌（＋）群の上部 BIC 値(%)は TiN が最も高く，菌（－）群の下部と菌（＋）群の下部においては，TiN の BIC は HA, B と同程度に高い値を示した．

以上の結果から，*P. g* の付着が少なく，骨吸収を抑制し，高い新生骨組織の形成能をもつ優れたインプラント体として，TiN が有用であることが示唆された．