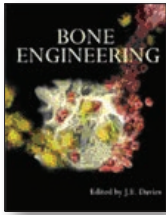


表面の最適サイズ



Bone response to laser microtextured surfaces.

レーザーマイクロテクスチャーを付与した表面に対する骨反応

JL Ricci, J Charvet, SR Frenkel, R Change, P Nadkarni, J Turner, H Alexander.
 Bone Engineering (editor: JE Davies). Chapter 25.
 Published by Em2 Inc., Toronto, Canada. 2000.

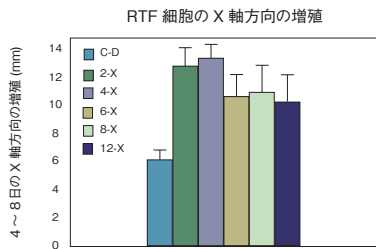


図1: コントロール群コロニーと比較した8日後のマイクログループ表面におけるRTF細胞のX軸方向の増殖グラフ(直径の増加)

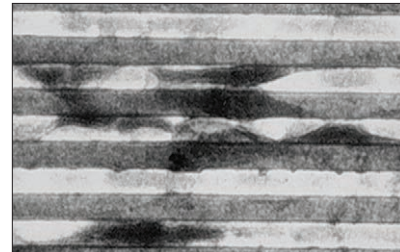


図3: 12µmのマイクログループを施した培養表面で増殖しているRTF細胞の光学顕微鏡画像。細胞は溝の頂点、底、側壁に付着している。細胞は基板の長軸方向に沿って整列している。

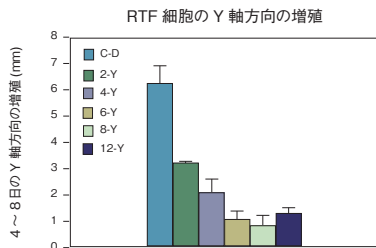


図2: コントロール群コロニーと比較した8日後のマイクログループ表面におけるRTF細胞のY軸方向の増殖グラフ(直径の増加)

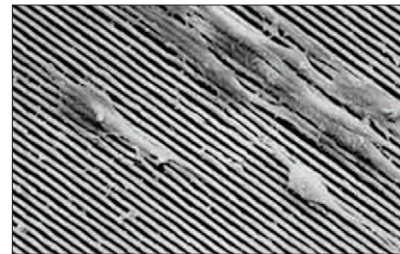


図4: 2µmのマイクログループを施した培養表面で増殖しているRTF細胞の走査型電子顕微鏡画像。細胞が溝の頂点に付着し、数本の溝にまたがっている。細胞は基質の長軸方向に沿って整列している。(目盛=100µm)

緒言

植え込み可能な装置に対する組織の反応は、組成、界面化学および表面微小形状に基づいた材質のインターフェース・パラメータの複雑な組み合わせに相関することがわかってきた。しかしながら、これらのパラメータの相対的寄与について評価することは難しい。

明確に定義された関係は確立されていないが、in vitro ならびに in vivo の実験により組織-インプラント表面相互作用における表面微小形状の役割が明らかになった。メタルとセラミックのインプラントに関して in vivo 実験で立証されているように、平滑表面は厚い線維組織被包の形成を促進するが、ラフサーフェスは軟組織の被包を薄くし、骨結合の密接化を促進することが一般的に示されている。in vitro 実験においても、チタンの平滑表面と多孔性表面では線維組織細胞の配向に対して異なる効果をもつことが示されている。表面粗さはハイドロキシアパタイトコーティングのインプラントにおける組織結合因子であり、加水分解性のエッチングによりラフサーフェスになった高分子への細胞付着および増殖を変化させることが示されている。さらに in vitro 実験からは、骨組織における細胞分化および制御因子の産出についてラフサーフェスの顕著な効果が示されてきた。in vivo では、グループ処理および機械加工のメタルや高分子表面などの微小形状は、細胞および細胞外基質を配向させ、インプラント周囲における上皮陥入の促進あるいは抑制効果をもつことが示された。さらに表面テクスチャー加工は、コラーゲン基質拘縮が起きる治癒期間に界面の安定を高め、平滑面よりも効果的にフィブリン凝塊基質を付着させることが示された。この効果は組織結合における早期の反応として重要かもしれない。

テクスチャー加工の表面はいくつかのレベルで作用しているようである。こうした表面は平滑面に比べ表面積が多く、安定が増した機械的界面を作るように組織が互いに噛み合う。また、フィブリン凝塊の接着、細胞外基質成分の接着の持続性、ならびに安定した界面における細胞の長時間相互作用においても著しい効果が期待できる。我々は、テクスチャー加工と比較して平滑な界面における線維組織の細胞が、早期の組織的コラーゲン被膜を短期間で形成するのを観察した。これは平滑面よりテクスチャー加工の方が付加的利点があることを示す。テクスチャー加工の表面は、創傷治癒の早期に現れて平滑な基質を被包してしまう線維芽細胞のコロニー形成を抑制する。

我々は、(1) 線維芽細胞コロニー形成に対するテクスチャー加工表面の効果、および(2) 調整された微小形状の線維芽細胞コロニー形成における効果を研究してきた。これらの結果に基づき、我々は in vivo モデルを用いて、調整された微小形状をもつチタン合金および工業用純チタンのインプラントを設計、作製し、実験をおこなった。これらの実験に使用した表面には、コンピューター制御によるレーザーアブレーション技術を応用して、高い配向性のある整然とした超小型構造が付与された。その結果、特定のサイズ幅に調整された表面微小形状によって骨結合が促進し、付着骨の部分的な微細構造の形状が制御されることが示唆された。