

機能的に安定した軟組織界面



Tissue response to transcutaneous laser microtextured implants.

レーザーマイクロテクスチャー加工インプラントの経皮的埋入における組織反応

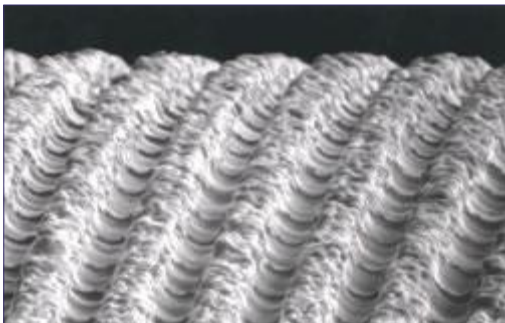
CL Ware, JL Simon, JL Ricci.

Presented at the 28th Annual Meeting of the Society for Biomaterials.

April 24-27, 2002. Tampa, FL.



図1(A) レーザーマイクロテクスチャーを付与したインプラント表面の走査電子顕微鏡 (SEM) 画像。2mm 幅のカラー部分にマイクロテクスチャーが2層。(B) 12 μ mの溝および山を示したレーザーマイクロテクスチャー表面の高倍率SEM画像。(目盛= 40 μ m)



要約

緒言: 本報告書では、軟組織結合の向上を目的として、ラビット頭蓋骨に使用したレーザーマイクロテクスチャー加工の上皮貫通型インプラントについて述べる。歯科および整形外科インプラントには組織結合を促進させるため、通常マイクロテクスチャーが加工されている。コンピュータ制御のレーザーマイクロテクスチャー技術により、インプラント表面の規定の部分に8 - 12 μ mのマイクログループを付与した。当該技術は細胞培養実験および動物実験の結果に基づいて開発されたものである。こうした表面性状を歯科インプラントのカラー部に再現し、その部位における骨結合および軟組織 - インプラント界面の安定を得られるようにした。本研究は、安定した結合組織と上皮の界面を作り出すレーザーマイクロテクスチャーの可能性について、ラビット頭蓋骨モデルを用いた上皮貫通型インプラントの評価を目的とする。

方法: ラビットを用いた研究を目的として、歯科インプラントの ϕ 4mm カラー上にレーザーマイクロテクスチャーを作製した(図1)。インプラントの長さは4.5mm、スレッド部分の直径は3.75mmであった。インプラントはOrthogen Corporation (ニュージャージー州スプリングフィールド) およびBioLok International(フロリダ州ディアフィールドビーチ)より提供された。インプラント表面は、Excimerレーザーおよび広範囲マスクング法を用い、特定部分のアブレーション加工をおこなった。レーザーアブレーションを制御することによって、ミクロン単位の分解能で規定表面のマイクロストラクチャーを正確に作製することが可能となる。レーザー加工によりカラー部周囲の表面に

機能的に安定した軟組織界面

8 μ m および 12 μ m の配向性マイクログループを付与した。コントロールインプラントのカラーは「機械研磨」されており、表面に小さな機械研磨の跡があるのが特徴である。全てのインプラントには滅菌前に硝酸清浄と不動態化をおこなった。

4本の上皮貫通型インプラントをラビット頭頂骨両側に1回法で埋入した。埋入は歯科インプラントと同様の外科プロトコルに従っておこなわれた。矢状縫合上に切開をおこない、皮膚と軟組織を外側に反転した。パイロットドリルおよび溝付きのスピードドリルを使用し、3.4mmの骨孔を形成後3.75mm直径のインプラントを埋入した。インプラントのスレッド部分は骨内に、カラー部のレーザーマイクロテクスチャー部は皮下の軟組織および上皮組織に貫通するように埋入した。ラビット1匹につき正中線の両側に2本ずつのインプラント(コントロールインプラント1本、実験インプラント3本)を埋入した。その後皮膚を縫合してインプラントを被覆した。インプラントのプラットフォームを露出させるためバンチにて穴を開け、カバースクリューを使用して抗生物質合剤軟膏を塗布した小型のプラスチックワッシャーを留めた。プラスチックワッシャーは早期治癒期間中の腫脹が起こっている間、インプラント上で皮膚が閉鎖することを防ぐために用いた。ワッシャーは2週間後に除去された。本研究には12匹のラビットが使用された。2週間、4週間および8週間後にラビットを屠殺し、周囲組織を含めたインプラントをサンプリングしてインプラントに対する硬・軟組織の反応を組織学的に観察した。

結論および考察： 本実験期間中に合併症あるいは感染は起こらなかった。2週および4週後の組織構造については、全てのインプラント周囲に未成熟の軟組織形成がみられた。2週ではまだインプラント表面に上皮組織の再生がなかったことから、インプラント表面と上皮組織の相互作用はほとんど認められなかった。4週においても上皮組織とインプラント間の明瞭な関連はみられなかった。8週の標本には、成熟した軟組織および上皮組織がより多くみられた。これらの標本では、上皮組織は完全に再生されており、軟組織の成熟とコラーゲン組織形成がみられた。コントロール群においては、上皮組織は一貫してインプラントと軟組織間の界面を下方陥入し、インプラントのカラー部に沿って深い歯肉溝を形成した。この歯肉溝は骨表面にまで陥凹し、コントロールインプラント表面との軟組織界面もしくは組織結合はほとんど、あるいは全くみられなかった。8週におけるコントロールインプラントでは、組織界面が異なるパターンとなっていた。上皮細胞はインプラントカラー上部で歯肉溝を形成したが、歯肉溝はほとんどの症例において骨表面まで下方陥入せず、300-700 μ mの広い幅をもったバンドとして止まっていた。マイクロテクスチャーの場合にはこの組織はカラー部下方に付着していた。レーザーマイクロテクスチャーをカラー最上部まで加工しても、この軟組織付着はカラー部の下方にのみ形成され、軟組織の安定した「コーナー」がインプラントのカラー部および骨表面の両方に付着していた。この歯肉溝、上皮組織付着および軟組織付着の構造は、天然歯周囲、また場合によってはインプラント周囲に表される「生物学的幅径」構造に類似していた。

結論： この予備実験から、レーザーマイクロテクスチャー表面の上皮貫通型インプラントへの応用と、軟組織結合促進効果が示唆された。この結果によって、皮膚との界面にある軟組織が天然歯周囲でみられる「生物学的幅径」に類似した構造を生み出す能力があることが示された。これらのレーザーマイクロテクスチャーは、付着細胞および付着組織の表面や立体構造を増大させることで機能すると想定される。つまり、効果的な経皮バリアを確立し、軟組織に対して機能的に安定した界面を形成する。今後は長期研究が必要とされるが、今回の結果は部分的な構成のマイクロテクスチャーにより経皮的補綴装置の固定が向上する可能性を示唆した。