

Abstract

Dental implant failure induced by infection is a critical problem worldwide. To minimize numbers of revision surgeries due to peri-implant inflammation, the development of new implant manufacturing strategies for surface finishing are indicated. The application of laser induced periodic surface structures (LIPSS) is a new approach towards the prevention of peri-implantitis. Every surface exposed in the oral cavity, both the tooth and the implant surface, are covered by a layer of salivary proteins, the so-called pellicle. The initial formation of a pellicle is followed by the attachment of bacterial cells onto it. Well-developed biofilms on dental implant surfaces become the main source of pathogenic microbes causing peri-Implantitis, the main cause of dental implant failure. Furthermore, the implant surface must promote biocompatibility to enable the adhesion of soft tissue and bone cells.

This work aims to texture Ti6Al4V ELI surfaces with ultraviolet and green radiation for the manufacturing of laser induced periodic surface structures (LIPSS). The assessment of these surface modifications addresses key aspects of topography, morphology and chemical composition. In this context, human primary mesenchymal stromal cells (hMSCs) were cultivated on Ti6Al4V to characterize the surfaces in terms of their biocompatibility and cytotoxicity. The results show that the laser surface texturing with ultraviolet radiation reduces the biofilm formation of the pioneer colonizers and do not compromise the surface biocompatibility, allowing the growth of hMSCs on the textured surface. The development rises as a promising technology for implant surface biological properties in industrial environment.

Zusammenfassung

Das Versagen von Zahnimplantaten aufgrund von Infektionen ist weltweit ein kritisches Problem. Um die Zahl der Revisionsoperationen aufgrund von periimplantären Entzündungen zu minimieren, ist die Entwicklung neuer Implantatfertigungsstrategien für die Oberflächenbearbeitung notwendig. Die Anwendung von laserinduzierten periodischen Oberflächenstrukturen (LIPSS) ist ein neuer Ansatz zur Prävention von Periimplantitis. Jede freiliegende Oberfläche in der Mundhöhle, sowohl die Zahn- als auch die Implantatoberfläche, ist von einer Schicht aus Speichelproteinen, dem so genannten Pellikel, bedeckt. Auf die anfängliche Bildung einer Pellikel folgt die Anheftung von Bakterienzellen an diese. Gut entwickelte Biofilme auf Zahnimplantatoberflächen werden zur Hauptquelle für pathogene Mikroben, die eine Periimplantitis verursachen, die Hauptursache für das Scheitern von Zahnimplantaten. Darüber hinaus muss die Implantatoberfläche die Biokompatibilität fördern, um die Anhaftung von Weichgewebe und Knochenzellen zu ermöglichen.

Ziel dieser Arbeit ist die Texturierung von Ti6Al4V ELI-Oberflächen mit ultravioletter und grüner Strahlung zur Herstellung laserinduzierter periodischer Oberflächenstrukturen (LIPSS). Bei der Bewertung dieser Oberflächenmodifikationen werden Schlüsselaspekte der Topografie, Morphologie und chemischen Zusammensetzung berücksichtigt. Dazu wurden humane primäre mesenchymale Stromazellen (hMSCs) auf Ti6Al4V kultiviert, um die Oberflächen im Hinblick auf ihre Biokompatibilität und Zytotoxizität zu charakterisieren. Die Ergebnisse zeigen, dass die Laseroberflächentexturierung mit ultravioletter Strahlung die Biofilmbildung der Pionierbesiedler reduziert und die Biokompatibilität der Oberfläche nicht beeinträchtigt, so dass das weitere Wachstum von hMSCs auf der texturierten Oberfläche möglich ist. Die Entwicklung erweist sich als vielversprechende Technologie zur Kontrolle der biologischen Eigenschaften von Implantatoberflächen im industriellen Umfeld.