

In-Vitro Untersuchung der mech. Eigenschaften von Primärstegkonstr. aus Hochleistungspolymer

Studiengang: MAS Medizintechnik

Betreuer: Jürg Steck

Experte: Dr. Thierry Copponnex (Cendres+Métaux SA)

Beim Verlust der Zähne ist eine Eingliederung einer Prothese meist unumgänglich. Bei fortgeschrittenem Stadium kann es dazu führen, dass sich der Kieferknochen verändert und sich der Kieferkamm zurück bildet. Das Wiedererlangen des festen Sitzes der Prothese erfolgt in der Regel durch einen zahnärztlich-chirurgischen Eingriff und dem Einsatz von Dentalimplantaten. Diese Studie behandelt die abnehmbare Versorgung auf einer Primärstegkonstruktion aus Hochleistungspolymer.

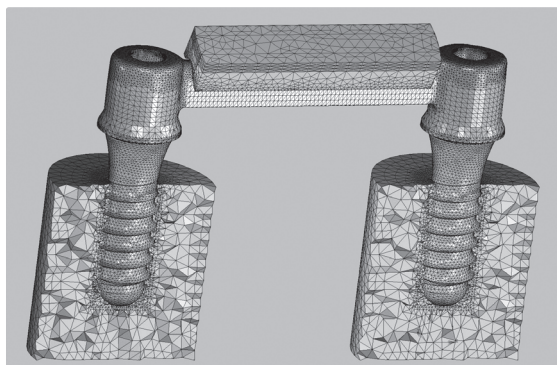
Fragestellung

Ziel dieser Studie war es, Untersuchungen der mechanischen Eigenschaften von gefrästen, auf zwei Implantaten verschraubten Primärstegkonstruktionen aus Hochleistungspolymer (HLP) durchzuführen. Zusätzlich wurde untersucht, ob die Krafteinwirkung auf das Implantat sowie das umliegende Knochengewebe bei Verwendung von HLP einen Einfluss hat.

Methoden

Um die mechanischen Eigenschaften zu ermitteln, wurden Dreipunkt-Biegeversuche mit verschiedenen, auf dem Markt etablierten Primärsteg Profile getestet. Untersucht wurden Rundstege mit den Durchmessern von 1.9 und 2.0 mm, Dolder Geschiebe Mikro/Makro und Dolder Gelenk Mikro/Makro. Die Primärstegkonstruktion aus HLP wurde anschliessend mittels Ermüdungsprüfung auf die Dauerlastfähigkeit getestet. Die gesuchte Grösse war 2×10^6 Zyklen unter einer Last von 180N zu bestehen.

Um die Kräfteeinwirkung auf das Implantat, sowie auf das umliegende Knochengewebe zu untersuchen, wurde ein FEM erstellt. Dieses wurde mit den Materialparametern von HLP gerechnet. Als Referenzmaterialien dienten Titan, Chromkobalt und zusätzlich eine Goldlegierung. Dabei handelt es sich um die auf dem Markt etablierten Materialien.



FEM Modell

Resultate

Bei der Dreipunkt-Biegeprüfung erreichte das Dolder Geschiebe Makro Profil mit 591 ± 81 N die besten Werte und wurde für die Ermüdungsprüfung weiter verfolgt. Die Ermüdungsprüfungen mit den Primärstegen aus HLP wurden intern durchgeführt. Es wurden vier Prüfkörper getestet. Alle vier Prüfkörper überlebten 2×10^6 Zyklen mit einer Last von 180N. Nach erfolgter Ermüdungsprüfung wurden die Prüfkörper mittels Dreipunkt-Biegeprüfung bis zum Bruch belastet. Es wurde eine Durchschnittskraft von 1111 ± 37 N mit einer maximalen Stauchung von 0.8 ± 0.1 mm erreicht. Die FEM Analyse deckte die Schwachpunkte von Primärstegkonstruktionen aus HLP auf. Im Vergleich zu metallischen Werkstoffen wirken sich Spannungen mit einer Last von 180N unterschiedlich aus. Diese fielen in der Primärstegkonstruktion aus HLP geringer aus. Aus der Sicht der Implantate und dem umliegenden Knochengewebe konnte kein Unterschied festgestellt werden.

Diskussion

Es besteht die Frage, ob das richtige Profil für einen Primärsteg im UK gewählt wurde. Aufgrund des Geschiebe Designs können durch den Kauvorgang auftretende Torsionskräfte nicht reduziert werden. Man kann davon ausgehen, dass die Verwendung eines ovoiden Profils, ausblickend auf weiterführende Studien, unter Berücksichtigung von auftretenden Torsionskräften, einen grossen Einfluss bewirken könnte. Bei der FEM Analyse wurde zu Beginn kein Sicherheitsfaktor mit einbezogen. Die Modelle wurden nochmals mit einem 20% Sicherheitsfaktor der jeweiligen maximalen Materialdehngrenze berechnet. Das Resultat ergab die Empfehlung, dass Primärstegkonstruktionen mit einem konventionellen Profil die Grenze der maximalen Belastung erreichen. Aus Sicht der Belastungen auf das Implantat sowie das umliegende Knochengewebe spricht jedoch nichts gegen die Verwendung von HLP als Primärstegkonstruktion. Aufgrund dieser Untersuchung wird empfohlen, auf ein konventionelles Design für einen Primärsteg aus HLP zu verzichten und ein individuelles, verstärktes Design anzuwenden.



Marco Fuhrer

Marcofuhrer81@gmail.com