

Überprüfung der Primärstabilität von Hüftschaften mit Vibrationsanalyse

Studiengang: BSc in Mikro- und Medizintechnik | Vertiefung: Medizintechnik

Betreuer: Prof. Dr. Jörn Justiz, Jan Segessenmann

Experte: Dr. André Butscher (RMS-Foundation)

Industriepartner: RMS-Foundation, Bettlach

Das künstliche Hüftgelenk besteht aus einer Pfanne und dem Hüftschaft. Dieser ist im oberen Teil des Femurs befestigt. Dabei wird die natürliche Hüftkugel abgesägt und in der entstandenen Öffnung der Hüftschaft implantiert. Die Primärstabilität (Verbindung Knochen und Implantat) der Hüftschaft ist dabei nicht immer gewährleistet. In dieser Arbeit wird eine mögliche Ursache dafür reproduziert und mittels Vibrationsanalyse analysiert.

Hintergrund

Eine gängige Methode der Verankerung des Hüftschafts ist das sogenannte Einzementieren. Bei dieser Variante wird die Primärstabilität mithilfe eines auf PMMA basierenden Klebstoffs hergestellt. Einer der Hauptgründe, die zum frühzeitigen Versagen des Implantats führen, ist ein unzureichender Formschluss zwischen Implantat und Zement. Dies könnte unter anderem bei falscher Manipulation des Hüftschafts während dem Aushärten des Zements auftreten. Beispielsweise, wenn der Chirurg zu grosse oder falsche Bewegungen mit dem Hüftschaft ausführt, während der Zement noch flüssig ist.

Die Primärstabilität wird mittels Vibrationsanalyse ermittelt. Dabei wird das Messobjekt auf einem möglichst grossen Frequenzspektrum angeregt und die auftretenden Resonanzfrequenzen im Messobjekt werden erfasst. Grundsätzlich zeigte sich in der vorhandenen Literatur, dass eine höhere Resonanzfrequenz auf eine starrere (und damit bessere) Verbindung zwischen Implantat und Zement schliessen lässt.

Ziel

Es soll eine Messumgebung und ein Messprotokoll zur Ermittlung der Primärstabilität von implantierten Hüftschaften mittels Vibrationsanalyse mit einem MEMS Beschleunigungssensor erarbeitet werden. Die Messumgebung wird mit Schäften, die auf verschiedene Arten eingegossen wurden, geprüft. So kann zu-

gleich eine Aussage nach günstigeren bzw. ungünstigeren Bewegungsprofilen für den Chirurgen gemacht werden.

Die gewonnenen Erkenntnisse über das System, dessen Frequenzantwort und die Handhabung der Beschleunigungssensoren sollen als Grundstein für ein intraoperatives Testgerät zur Ermittlung der Primärstabilität des Hüftschafts dienen.

Vorgehen

Zur Anregung wird ein Shaker benützt, der über eine Feder an den Hüftschaft gekoppelt wird und das System im Frequenzbereich von 1.5kHz-8kHz in Schwingung versetzt. Die Ein-/Ausgangsfunktion wird parallel mit einem MEMS und einem Vibrometer zur Kontrolle aufgezeichnet.

Nachdem ein Messaufbau evaluiert wurde, können verschiedene Messobjekte auf ihre Primärstabilität untersucht werden. Diese werden mit unterschiedlichen Bewegungsprofilen (Bewegung/Auslenkung) eingegossen. Es wird erwartet, dass die gemessenen Resonanzfrequenzen mit steigenden Auslenkungen im Bewegungsprofil sinken und so auf die schlechteren Verbindungen hinweisen.

Um die Reproduzierbarkeit zu gewährleisten, sollen praxisnahe Bewegungsprofile mit einem seriellen Roboter simuliert werden. Der einzugliessende Hüftschaft wird am Roboter befestigt und während dem Aushärten des Zements definiert bewegt.

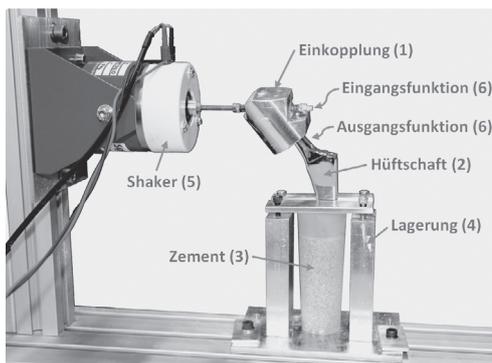
Ausblick

Zur besseren Reproduzierbarkeit und einfacheren Messmethodik wurde das aktuelle System gegenüber der realen Umgebung stark vereinfacht. Sobald die Qualität verschiedener Verbindungen anhand ihrer Resonanzfrequenz identifiziert werden kann, ist das Funktionsprinzip der Messung bewiesen. In einem nächsten Schritt wird das System der Realität angenähert.

Die gewonnenen Informationen über die Resonanzfrequenz müssen durch eine weitere Testmethode validiert und in Bezug zur Qualität der Verbindung gebracht werden.



Benjamin Wieland



Messaufbau, bestehend aus Messobjekt(1,2,3), Lagerung(4), Anregung(5) und Messpunkten(6)