



Untersuchung der *in vivo* wirkenden Reibmomente an künstlichen Hüftgelenken

Abstract zur Masterarbeit

im Master-Studiengang Biomedizinische Technik

Robert Ackermann

Immatrikulationsnummer: 328561

Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Marc Kraft
Fachgebiet Medizintechnik, Technische Universität Berlin

Betreuung: Dipl.-Ing. Julius Thiele
Fachgebiet Medizintechnik, Technische Universität Berlin

Dipl.-Ing. Philipp Damm
Julius-Wolff-Institut der Charité Universitätsmedizin Berlin

Berlin, 14. Juni 2012

Investigation of *in vivo* measured friction moments in artificial hip joints

Robert Ackermann

Purpose: In order to counteract on the wear-induced loosening of artificial hip joints it is necessary to carry out wear tests before introducing such systems. It begs the question in how far *in vitro* tests represent the reality. The Julius-Wolff-Institut of the Charité Universitätsmedizin Berlin has developed a modified hip prosthesis, which allows *in vivo* measurements to be recorded in all three spatial directions. The purpose of this thesis is to examine the *in vivo* friction torques.

Methods: With the instrumented hip prosthesis *in vivo* measurements were performed on four patients. The material combination of the implant is Al_2O_3 - UHMWPE (highly crosslinked). Two activities, "walking" and "cycling", were examined over a postoperative period of twelve months. To determine how far changes of the load pattern affect the coefficient of friction the influence of speed and the postoperative changes were studied more closely.

Results: The friction moments, evaluated after 6800 load cycles, range from 0.2 to 2.4 Nm. The resultant coefficients of friction range from 0.01 and 0.45. Hence it was shown that the level of the applied contact force, the load pattern, the moving speed and the postoperative date influence the level of the friction values significantly.

Summary: With the instrumented hip prosthesis *in vivo* friction torques and coefficients of friction have been investigated and quantified. It has been stated that the coefficient of friction does not remain constant in the load pattern and is exposed to several influences. To ensure realistic testing conditions, *in vitro* tests need to be adjusted appropriately to progress the development of artificial hip joints.

Untersuchung der *in vivo* wirkenden Reibmomente an künstlichen Hüftgelenken

Robert Ackermann

Aufgabenstellung: Um der verschleißbedingten Lockerung von Hüftendoprothesen entgegenzuwirken, ist es notwendig vor dem Inverkehrbringen derartiger Systeme, Verschleißprüfungen durchzuführen. Es stellt sich die Frage, inwieweit mit *in vitro* Versuchen realitätsnah getestet wird. Das Julius-Wolff-Institut der Charité Universitätsmedizin Berlin hat eine modifizierte Hüftendoprothese entwickelt, die es erlaubt sämtliche *in vivo* Belastungsdaten in allen drei Raumrichtungen zu erfassen. Gegenstand dieser Arbeit ist es, die *in vivo* wirkenden Reibmomente zu untersuchen.

Methode: Es wurden *in vivo* Messungen mit vier Patienten durchgeführt. Die Materialpaarung des Implantats ist Al_2O_3 – UHMWPE (hochvernetzt). Es wurde das Gehen und das Fahrradfahren über einen postoperativen Zeitraum von zwölf Monaten untersucht. Um festzustellen, inwieweit Veränderungen im Belastungsverlauf die Höhe der Reibwerte beeinflussen, wurden der Geschwindigkeitseinfluss und der postoperative Verlauf näher beleuchtet.

Ergebnisse: Die aus 6800 Lastzyklen ausgewerteten Reibmomente liegen in einem Bereich von 0,2 bis 2,4 Nm. Die *in vivo* bestimmten Reibkoeffizienten liegen zwischen 0,01 und maximal 0,45. Es wurde festgestellt, dass die Höhe der einwirkenden Kontaktkraft, der Belastungsverlauf, die Bewegungsgeschwindigkeit und der postoperative Zeitpunkt einen wesentlichen Einfluss auf die Höhe der Reibwerte haben.

Zusammenfassung: Mit der instrumentierten Hüftendoprothese wurde die Höhe der *in vivo* wirkenden Reibmomente und Reibkoeffizienten untersucht und beziffert. Es wurde festgestellt, dass der Reibkoeffizient des Systems im Belastungsverlauf nicht konstant bleibt und diversen Einflüssen unterliegt. Folglich sind entsprechende Modifikationen der *in vitro* Versuche notwendig, um den Fortschritt in der Entwicklung neuer Hüftendoprothesen voranzutreiben.