

A: Projektinformationen

1. Kurztitel

Primärstabilität von Hüftendoprothesen

2. Thema bzw. Fragestellung; Zuordnung zu einem Forschungsschwerpunkt/Modul

Entwicklung von Richtlinien für die präklinische Testung von Hüftendoprothesen
Forschungsschwerpunkt: Methodenforschung
Modul: Neue Prüfmethode

3. Verantwortlicher Wissenschaftler/in (BfArM), Name, Stellenzeichen

Dr. Winfried Mientus, 92

4. Abstract: Fragestellung, Methodik

Das Projekt wurde im Musculoskeletal Research Centre Berlin - Centrum für Muskuloskeletale Chirurgie (Direktor: Prof. Dr. med. N. P. Haas), Charité - Universitätsmedizin Berlin unter der Leitung von Prof. Dr.-Ing. Georg Duda durchgeführt.

Ziel dieses Projektes war, physiologisch-ähnliche Lastbedingungen für die präklinische Testung der Primärstabilität von Hüftendoprothesen zu definieren, diese in einem mechanischen Prüfstand umzusetzen und nach einem definierten Prüfprotokoll an zementfreien Prothesen zu evaluieren.

Mit Hilfe eines muskuloskeletalen Computermodells der unteren Extremitäten wurden vereinfachte Lastprofile mit maximal vier Muskeln beim Gehen und beim Treppensteigen ermittelt und gegen an Hüftpatienten in vivo gemessenen Daten validiert. Ein Prüfstand bestehend aus einer Prüfmachine und vier Aktuatoren wurde verwendet, um die Hüftkontaktkraft durch Aufbringung der Muskelkräfte am Femur zu erzeugen. Zusätzlich wurde eine Lastkonfiguration, die nur die beim Treppensteigen auftretende Hüftkontaktkraft am Prothesenkopf applizierte, simuliert. Zementfreie Prothesen unterschiedlicher Verankerungsprinzipien wurden in Kunstfemora implantiert und mit Wegaufnehmern bestückt. Während der anschließenden zyklischen Belastung wurden elastische und plastische Mikrobewegungen gemessen. Treppensteigen mit der Hüftkontaktkraft alleine bewirkte signifikant kleinere Mikrobewegungen als nach aktiver Simulation von Muskelkräften. Im Vergleich zu Gehen führte Treppensteigen zu größeren Mikrobewegungen. Die Analysen legen nahe, dass die aktive Simulation von Muskelkräften die Primärstabilität zementfreier Prothesen wesentlich beeinflusst. Treppensteigen verursacht die höchste mechanische Instabilität am Knochen-Prothesen-Interface. Das vorgestellte, neue Testverfahren mit aktiver Simulation von Muskelkräften erlaubt eine realistischere präklinische Evaluierung der Primärstabilität zementfreier Hüftprothesen in vitro und sollte daher bei Analysen der Primärstabilität vor dem klinischen Einsatz berücksichtigt werden. Andernfalls könnten Mikrobewegungen unterschätzt und die Primärstabilität überschätzt werden, mit der Folge einer höheren Rate an Prothesenlockerungen und Re-Operationen.

Die internationale Beachtung und Anerkennung der Ergebnisse spiegelt sich in erlangten Preisen wider:

- S. M. Perren Award, höchste Auszeichnung der European Society of Biomechanics, 2002;
- Gisela Sturm Award EFFORT, Rhodos, 2001;
- Clinical Biomechanics Award, European Society of Biomechanics, Dublin 2000;
- New Investigator Recognition Award, Orthopedic Research Society, Orlando, 2000.

Die Erkenntnisse dieses Projektes sollen nun den zuständigen Normgremien vorgestellt und ihre Überführung in Normen diskutiert werden.

5. Tatsächliche Laufzeit

1998-2002

6. Kooperationen

Zurzeit keine weiteren Kooperationen

B: Publikationen

Die Ergebnisse wurden auf folgenden internationalen Symposien vorgestellt:

- Musculoskeletal Loading and its Implication for Clinical Practice, Charité, Berlin, 2000
- Biomechanics and Biology of Bone Healing, Charité, Berlin, 2002.

Weitere Publikationen:

- Abschlussbericht von J.-P. Kassi, M. O. W. Heller, G. N. Duda, Charite - Medizinische Fakultät der Humboldt-Universität zu Berlin, 2002.
- Duda et al.: Musculoskeletal loading and its implication for clinical practice: February 2000, Charité, Berlin. J. Biomech 34 (7): 837, 2001
- Bergmann et al.: Hip contact forces and gait pattern from routine activities. J. Biomech 34 (7): 859-71, 2001.
- Heller et al.: Musculo-skelettal loading conditions at the hip during walking and stair climbing. J. Biomech 34 (7): 882-93, 2001.
- Kassi et al.: Muskelaktivität ist unerlässlich für eine realistische präklinische Bewertung der Primärstabilität von Hüftendoprothesen. 3. Tagung des DVM-Arbeitskreises "Biowerkstoffe", 12.-13. 04. 2002, Köln.
- Kassi et al.: Muscle activity is essential for a realistic pre-clinical evaluation of primary stability in THA. 48th Annual Meeting of the Orthopaedic Research Society, 10.-13. 02. 2002, Dallas.
- Determination of muscle loading at the hip joint for use in pre-clinical testing. J Biomech 38(5):1155-63, 2005.
- Kassi et al.: Stair climbing is more critical than walking in pre-clinical assessment of primary stability in cementless THA in vitro. J Biomech 38(5): 1143-54, 2005.

C: Abgeschlossene oder laufende Diplom- und/oder Doktorarbeiten aus dem Projekt

- Kassi J.-P.: Musculoskeletal Loading and Pre-clinical Analysis of Primary Stability after Cementless Total Hip Arthroplasty in vitro. Dissertationsschrift zur Erlangung des akademischen Grades Doktor der Ingenieurwissenschaften (Dr.-Ing.), Technische Universität Berlin, 2004.