

Fanhe Meng

Dr. med.

Concept development of a novel knee simulator

Einrichtung: Orthopädie

Doktorvater: Prof. Dr. sc. hum. Jan Philippe Kretzer

Im Rahmen der vorliegenden Dissertation wurde ein neuartiger Gangsimulator zur Untersuchung der Kniegelenkskinematik konzeptionell entwickelt. Mit Hilfe des Simulators besteht die Möglichkeit die Standphase des humanen Gangs nachzubilden, indem die anterior-posteriore Translation des Hüftgelenks repliziert wird. Während dieser Bewegung sollen die in vivo wirkenden Kräfte an den hauptsächlich aktiven Muskeln Quadriceps, Hamstrings und Gastrocnemius simuliert werden.

Im ersten Kapitel der Dissertation wird die Kinematik des natürlichen sowie des künstlich ersetzten Kniegelenks vorgestellt. Anschließend werden die Ergebnisse der Literaturrecherche bisheriger Kniesimulatoren aufgeführt. Dabei wird gezeigt, dass die meisten Simulatoren sich auf Beugebewegungen des Kniegelenks fokussieren, wobei erhebliche Unterschiede der Kniegelenkskinematik zwischen der Beugung und des Ganges bestehen. Zudem weist ein Großteil der bisherigen Kniesimulatoren eine vereinfachte Kontrollstrategie der Muskulatur auf. Dies verdeutlicht die Relevanz der Entwicklung eines Gangsimulators zur Messung der Kniegelenkskinematik.

Im darauffolgenden Kapitel wird die Konzeptentwicklung vorgestellt. Die Anforderungen an den neuartigen Gangsimulator werden aufgeführt und das Grundkonzept des Simulators präsentiert. Detaillierte Problemstellungen, wie das Ausrichten der Beinachse, die Restoration der physiologischen Winkel und Beinlänge sowie die Regelung der Muskelkräfte und der anterior-posterioren Translation werden dargestellt.

Aufbauend auf dem Grundkonzept werden technische Lösungen für die verschiedenen Problemstellungen vorgestellt und verglichen. Mit Hilfe des morphologischen Kastens werden drei Kombinationen von technischen Lösungen bewertet, wobei die beste Kombination als Vorlage zur technischen Umsetzung dient. Zur Überprüfung des entwickelten Konzepts wird ein Machbarkeitsnachweis erbracht. Dazu wurden ein bereits bestehender Kniesimulator angepasst und eine Messung über die Standphase eines Gangzyklus‘ quasistatische durchgeführt. Dabei wurden die aufgebrachten Muskelkräfte sowie die Kniegelenkskinematik aufgezeichnet. Zusammengefasst zeigte sich, dass das Konzept umsetzbar ist und somit die Gelenkinematik bei der Standphase des humanen Gangs bestimmt werden kann.