

Herausgeber:

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dr. med. Steffen Leonhardt

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Klaus Radermacher

Univ.-Prof. Dr. med. Dipl.-Ing. Thomas Schmitz-Rode

Peter Belei

**Intraoperative biomechanische Modellierung
für die patientenindividuelle funktionelle
Planung, Simulation und Umsetzung von
Korrekturosteotomien**

Ein Beitrag aus dem Lehrstuhl für Medizintechnik der RWTH Aachen
(Direktor: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Klaus Radermacher).

RWTHAACHEN
UNIVERSITY

Shaker Verlag
Aachen 2012

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Zugl.: D 82 (Diss. RWTH Aachen University, 2012)

Copyright Shaker Verlag 2012

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8440-1517-1

ISSN 1866-5349

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen

Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9

Internet: www.shaker.de • E-Mail: info@shaker.de

ZUSAMMENFASSUNG

Die schmerzhafte Osteoarthrose bezeichnet die degenerative Gelenkerkrankung aufgrund unphysiologischer Belastungsbedingungen einzelner Gelenkstrukturen des menschlichen Körpers. Ursachen können unter anderem angeborene oder entwickelte (z. B. post-traumatischer) Knochendeformitäten an den unteren Extremitäten sein.

Konventionelle operative Therapiemaßnahmen bei kniegelenksnahen Deformitäten stellen je nach Alter, Aktivität oder anderer Indikatoren unter anderem der totale Kniegelenkersatz, der unikondyläre Gelenkersatz und Umstellungsosteotomien der unteren Extremitäten dar. Letztere gilt als schonende Alternative zu Gelenkersatzeingriffen, welche nachweislich die Notwendigkeit der endoprothetischen Gelenkversorgung potenziell um mehr als 10 Jahre hinauszögern und damit die Prognose für die Lebensqualität so behandelter Patienten deutlich verbessern kann. Dabei wird durch eine geometrische Korrektur deformierter Unter- oder Oberschenkelknochen die unphysiologischen Belastungen der Gelenkflächen des Kniegelenkes gezielt verändert.

Die computergestützte orthopädische Chirurgie konnte in den vergangenen Jahren nachweislich das Verfahren der Korrekturosteotomie zur Behandlung der Osteoarthrose am Kniegelenk, im Vergleich zu den sehr variablen Erfolgsraten beim konventionellen Vorgehen, verbessern. Jedoch berücksichtigen alle bisher vorgestellten chirurgischen Planungssysteme, genauso wie beim konventionellen Vorgehen, lediglich die knochengeometrische Problemstellung bei der Operationsplanung. Die biomechanische Planung erfolgt weiterhin auf Basis sehr einfacher biomechanischer Überlegungen unter nur qualitativer Berücksichtigung des aktiven und passiven Weichteilapparates sowie der Gelenkkette.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurden Methoden zur quantitativen biomechanischen Therapieplanung im klinischen Kontext am Beispiel gelenkerhaltender Korrekturosteotomien an den unteren Extremitäten entwickelt. Der dabei verfolgte Lösungsansatz ermöglicht die effiziente Akquisition und Verarbeitung individueller Patienteninformationen bezüglich Morphologie und Funktion. Ausgehend von diesen wurde ein geeignetes automatisch an die Patienten-anatomie adaptierbares Mehrkörpersimulationsmodell (MKS) mit integrierten a priori Informationen entwickelt. Das auf Basis des MKS-Modells entwickelte chirurgische Planungs- und Navigationssystem, ermöglicht damit dem Chirurgen die patientenindividuelle intraoperative biomechanische Planung und Simulation von multiplanaren Korrekturosteotomien sowie basierend auf einem spezifisch angepassten Navigationsmodul deren präzise chirurgisch Umsetzung.