

Die Analyse des Gehens auf allen Ebenen

Die wissenschaftliche Forschung auf dem Gebiet der Technischen Orthopädie ist in der Regel anwenderorientiert und deshalb eng verknüpft mit der orthopädiotechnischen Versorgung. Die Ergebnisse in Forschungs- und Ganglaboren der Orthopädischen Universitätskliniken, verschiedenen Forschungsinstituten und Hochschulen legen die Grundlagen für Versorgungskonzepte und geben Anstöße für die Fortentwicklung von Hilfsmitteln. In loser Folge stellt ORTHOPÄDIE TECHNIK die relevanten Forschungsgruppen im Bereich Technische Orthopädie, ihre Schwerpunkte und Projekte vor.

1. Teil Forschungsgruppe Heidelberg

Bereich Bewegungsanalytik und Abteilung Technische Orthopädie

von Daniel W. W. Heitzmann, Julia Block, Sebastian I. Wolf und Merkur Alimusaj

Die Gruppe

Die Satzung der ursprünglichen Stiftung der Orthopädischen Universitätsklinik Heidelberg von 1917 nennt unter anderem folgende Aufgaben der Einrichtung: die wissenschaftliche Bearbeitung von Bewegungsstörungen sowie statistische und praktische Erhebungen über die Vorzüge und Fehler der mechanischen Hilfsmittel wie z. B. Prothesen, Orthesen und Bandagen. Diese Forschungsfelder werden seit 1993 im Labor für Bewegungsanalytik (Abb. 1) in enger Kooperation mit der Abteilung Technische Orthopädie der Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie bearbeitet. Derzeit sind sieben Vollzeitkräfte in der Arbeitsgruppe unter der Leitung von Dr. Sebastian Wolf tätig. Darunter sind Physiker, eine Ingenieurin und ein Ingenieur für Orthopädie- und Reha-Technik, ein Bewegungswissenschaftler, eine Physiotherapeutin und eine Medizinisch-technische Assistentin. Zum einen werden im klinischen Kontext Ganganalysen zur Therapieplanung von neurologisch bedingten Gangstörungen, zum anderen regelmäßig Messungen für prospektive Studien im Forschungskontext durchgeführt. Hier bilden Studien im Bereich der Technischen Orthopädie einen wesentlichen Schwerpunkt. Derzeit stehen dem Labor ein 3-D-Bewegungsanalytisches System mit drei Kraftmessplatten zur Bestimmung der Kinematik und Kinetik beim Gehen in der Ebene, auf Rampen mit unterschiedlichen Steigungen (2,5°, 5° und 7,5° Rampenneigung) und auf einer Treppe mit fünf Stufen zur Verfügung (Abb. 1 und 2). Darüber hinaus besteht die Möglichkeit der Fuß- und Schaftdruckmessung.

Eine methodische Spezialisierung des Labors bildet die Biomechanische Modellierung. Dezidierte Modelle zur Bewegungsbeschreibung des Fußes [1] und der Schulter [2]



Abb. 1 Das Labor für Bewegungsanalytik der Orthopädie Heidelberg. Neben dem Gehen in der Ebene kann auch das Gehen auf Rampen und Treppen beobachtet werden.

wurden in der Heidelberger Bewegungsanalytik entwickelt. Derzeit entsteht ein zweites Labor, ebenfalls mit einem markergestützten 3-D-Bewegungsanalytisches System. Neben dem Gehen in der Ebene soll dort auch das Gehen in unterschiedlichen Konditionen erfasst werden. Hierzu stehen fest installierte instrumentierte Rampen in 10° und 5° mit einer Länge von ca. zehn Metern und ebenfalls eine instrumentierte Treppe zur Verfügung (siehe auch Abb. 3). Generell soll das neue Labor verstärkt für Fragestellungen im Bereich der Technischen Orthopädie genutzt werden. In Zukunft soll ein Großteil der Patienten mit einer Amputation der unteren Extremität in diesem Labor ein Standardassessment durchlaufen.

Die Organisation

Unter Dipl.-Ing. Merkur Alimusaj, seit 2009 Leiter der Abteilung für Technische Orthopädie, wurde die Zusammenarbeit zwischen der Bewegungsanalytik und der Technischen Orthopädie weiter intensiviert. Die Technische Orthopädie ist eine eigenständige Abteilung der Klinik mit derzeit über 70 Mitarbeitern. Die Nähe der Bewegungsanalytik zur Technischen Orthopädie und Klinik, der damit verbundene ständige Kontakt zu Patienten bzw. Anwendern, Orthopädie-Technikern, Physiotherapeuten und nicht zuletzt den verordnenden Ärzten bilden ausgezeichnete Voraussetzungen. Auf diese Weise besteht die fast einmalige Möglichkeit, medizinische wie orthopädiotechnische Patientenversorgung eng mit der Forschung zu verknüpfen.

Netzwerke

Aktuell besteht eine enge Kooperation mit der TU Darmstadt im Rahmen eines von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) geförderten Projekts zur Entwicklung einer aktiven KAFO („knee ankle foot orthosis“). Zudem nimmt die Arbeitsgruppe regelmäßig aktiv an internationalen Kongressen zu den Themenbereichen der Technischen Orthopädie (z. B. OTWorld, ISPO World Congress, AOPA), zu neurologisch bedingten Gangstörungen (z. B. ESMAC Annual Meeting) und allgemein zur Biomechanik (z. B. DGfB-Kongress) teil. Die Bewegungsanalytik beteiligt sich aktiv am „Research Cluster“ zur Technischen Orthopädie, initiiert von Prof. Dr. Frank Braatz (PFH Göttingen). Es bestehen intensive Kontakte zur Arbeitsgruppe „Biomechanische Systeme“ des Fraunhofer-Instituts für Produktionstechnik und Automatisierung IPA (Dr. Urs Schneider). Überdies werden Kontakte zu vielen weiteren Gruppen wie z. B. zur School of Safety Science, New South Wales, Australien, zur DLR in Oberpfaffenhofen, zum Centro Protesi INAIL in Bologna und zum Universitätsklinikum Balgrist,

Zürich, gepflegt. Zudem hat sich mittlerweile die Fortbildungsveranstaltung der Technischen Orthopädie fest etabliert. Dieses Symposium in Kooperation mit der Carl-Bosch-Schule Heidelberg und dem Max-Born-Berufskolleg Recklinghausen fand im Jahr 2014 zum dritten Mal statt und hatte über 200 Besucher.

Abgeschlossene Projekte

2004 wurden im Rahmen einer prospektiven Studie die funktionellen Auswirkungen von Karbonfedern bei Unterschenkelorthesen untersucht [3, 4].

Seit 2005 wurde die Forschung im Bereich der Beinprothetik verstärkt und dabei in Kooperation mit Industriepartnern und Instituten neu entwickelte wie auch etablierte Produkte analysiert. Hierbei bildete die Untersuchung von neuartigen Prothesenfußentwicklungen einen Schwerpunkt, wie z. B. Analysen zum „Cardan Fuß“ der Arbeitsgruppe „Biomechanische Systeme“ des IPA oder auch umfassende Studien zum Proprio Foot® (Össur, Reykjavik, Island) in der Anwendung bei Personen mit Unter- bzw. Oberschenkelamputation [5, 6]. Auch Eigenentwicklungen, methodisch wie auch orthopädiemethodisch, wurden verwirklicht. So wurde im Rahmen einer Diplomarbeit ein Prototyp für ein aktives Schultergelenk für Armprothesen nach Schulterexartikulation entwickelt. Methodisch wurde ein Kraftmessstand zur Quantifizierung der Stumpfkraft nach Beinamputation entwickelt und validiert [7].

Laufende Projekte

Die grundlagenorientierte Studie „Kraftstatus nach Beinamputation“ wird stetig weiterentwickelt, um die Methodik im klinischen Alltag praktikabler zu machen. Derzeit wird ein einheitlicher Dokumentationsstandard für die Zustands- und Funktionserhebung von Personen nach Beinamputation etabliert. Zum Zweck der Qualitätskontrolle werden diese Daten in einem Register zusammengeführt. Es sollen auch retrospektiv Aussagen über Untergruppen getroffen werden können. Vor Kurzem wurde ein Versuchsaufbau zur Beobachtung von Abbiegebewegungen beim Gehen entwickelt und eine Studie zur Wirkungsweise von Torsionsadaptern durchgeführt. In der zweiten Phase des durch die DFG geförderten Projekts „Adaptive Kniegelenk-Orthese mit Leistungsabgabe“ werden seit Anfang 2014 innovative Orthesenkonzepte für einen weiteren Prototyp entwickelt. Gemeinsam mit den Kooperationspartnern der TU Darmstadt wird an einem neuen Konzept für Regelung, Sensorik und Antrieb gearbeitet [8].



Abb. 2 Ein Proband mit einer Oberschenkelamputation im Gehen auf der instrumentierten Treppe.

Abb. 2 Ein Proband mit einer Oberschenkelamputation im Gehen auf der instrumentierten Treppe.



Abb. 3 Die Forschungsgruppe Heidelberg im zweiten Labor für Bewegungsanalytik. Dieses interdisziplinäre Team setzt sich aus Orthopäden, Orthopädiemechanikern, Ingenieuren, Bewegungswissenschaftlern und Physiotherapeuten zusammen.

Ausblick

Für die Zukunft sind wir zuversichtlich, dass neben den passiv orientierten Studien in Kooperation mit Herstellern der orthopädischen Industrie sowie einschlägigen Forschungszentren weitere grundlagenorientierte Studien folgen werden. Ziel eines solch grundlagenorientierten Projektes wäre beispielsweise eine bessere Quantifizierung der Kopplung und Kraftübertragung zwischen Stumpf und Schaft.

Zudem erhofft sich die Forschungsgruppe, mit dem Aufbau des hausinternen Registers zur Sammlung von Daten im Zusammenhang mit der prothetischen Rehabilitation gemeinsam mit weiteren Partnern einen transparenten und einheitlichen Standard etablieren zu können, der in weiteren Zentren zum Einsatz kommen sollte.

Alle Interessenten wie beispielsweise Orthopädie-Techniker, Vertreter der orthopädischen Industrie, Bewerber für Abschlussarbeiten, Vertreter der Kostenträger und Kollegen anderer Forschungseinrichtungen sind herzlich eingeladen, mit der Forschungsgruppe Heidelberg Kontakt aufzunehmen (Abb. 3). 2015 richtet die Bewegungsanalytik Heidelberg das jährliche ESMAC-Meeting (ESMAC = European Society of Movement Analysis for Adults and Children) aus; hierzu laden wir ebenfalls herzlich ein.

Mehr Infos unter www.heidel-motionlab.de und <http://www.esmac2015.com>

LITERATUR:

- [1] Simon J, Doederlein L, McIntosh AS, Metaxiotis D, Bock HG, Wolf SI. The Heidelberg foot measurement method: Development, description and assessment. *Gait & Posture*, 2006; 23: 411-424
- [2] Rettig O, Fradet L, Kasten P, Raiss P, Wolf SI. A new kinematic model of the upper extremity based on functional joint parameter determination for shoulder and elbow. *Gait & Posture*, 2009; 30: 469-476
- [3] Wolf SI, Alimusaj M, Rettig O, Doderlein L. Dynamic assist by carbon fiber spring AFOs for patients with myelomeningocele. *Gait & Posture*, 2008; 28: 175-177
- [4] Alimusaj M, Knie I, Wolf S, Fuchs A, Braatz F, Doderlein L. [Functional impact of carbon fiber springs in ankle-foot orthoses]. *Der Orthopäde*, 2007; 36: 752-756
- [5] Alimusaj M, Fradet L, Braatz F, Gerner HJ, Wolf SI. Kinematics and kinetics with an adaptive ankle foot system during stair ambulation of transtibial amputees. *Gait & Posture*, 2009; 30: 356-363
- [6] Fradet L, Alimusaj M, Braatz F, Wolf SI. Biomechanical analysis of ramp ambulation of transtibial amputees with an adaptive ankle foot system. *Gait & Posture*, 2010; 32: 191-198.
- [7] Heitzmann DW, Guenther M, Becher B, Alimusaj M, Block J, van Drongelen S, et al. Integrating strength tests of amputees within the protocol of conventional clinical gait analysis: a novel approach. *Biomedizinische Technik/Biomedical Engineering* 2013; 58: 195-204
- [8] Grun M, Meiss T, Muller R, Block J, Heitzmann D, Drongelen SV, et al. Active Knee Orthosis for Supporting the Elderly. *Biomedizinische Technik/Biomedical Engineering*, 2012.