

Medizinische Fakultät der Charité - Universitätsmedizin Berlin  
Campus Benjamin Franklin  
Aus der Orthopädischen Klinik und Poliklinik  
Direktor: Prof. Dr. med. U. Weber

**Pedobarographische Untersuchung von  
Sprunggelenksorthesen unter dynamischer  
Sprungbelastung**

Inaugural-Dissertation  
zur Erlangung der  
medizinischen Doktorwürde  
der Charité - Universitätsmedizin Berlin  
Campus Benjamin Franklin

vorgelegt von  
**Themistokles Georgantas**  
aus Megara

Referent: Priv.-Doz. Dr. H. Mellerowicz

Korreferent: Prof. Dr.-Ing. G. Duda

Gedruckt mit Genehmigung der Charité - Universitätsmedizin Berlin,  
Campus Benjamin Franklin

Promoviert am: 16. September 2005

*Meinen Eltern*

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>1. EINLEITUNG</b>	1
1.1 Einführung in die Fragestellung	1
1.2 Funktionelle Anatomie und Biomechanik des Rück- und Mittelfußes	4
1.2.1 Überblick	4
1.2.2 Bewegungsprinzipien	5
1.2.3 Mechanik und Stabilität des Rückfußes	5
1.2.3.1 Oberes Sprunggelenk (Articulatio talocruralis)	5
1.2.3.2 Unteres Sprunggelenk (Articulatio subtalaris)	7
1.2.4 Mechanik und Stabilität des Mittelfußes	9
1.2.4.1 Quereres Fußwurzelgelenk (Articulatio tarsi transversa)	9
1.2.5 Bewegungsachsen und Muskelfunktion	9
1.3 Landungsbiomechanik	11
1.3.1 Allgemein	11
1.3.2 Landestrategien	11
1.3.2.1 Körperhaltungsstrategien	12
1.3.2.2 Fußkontaktstrategien	14
1.3.3 Stoßkräfte und Fußbelastung	17
1.3.3.1 Allgemein	17
1.3.3.2 Stoßkräfte und Landestrategien	18
1.3.3.3 Einflussfaktoren	20
1.3.4 Muskelreaktion	21
1.3.5 Modifizierende Faktoren	22
1.3.5.1 Seitwärtsbewegungen	22
1.3.5.2 Visuelle Kontrolle	23
1.3.5.3 Geschlecht	24
1.3.5.4 Sporttraining	24
1.3.5.5 Landungsoberfläche	25
1.3.5.6 Schuhe	26

<b>2. MATERIAL UND METHODE</b>	28
2.1 Geprüfte Orthesen	28
2.1.1 Beschreibung der einzelnen Orthesen	28
2.1.2 Orthesengruppen	34
2.2 Probanden	36
2.2.1 Klinische Untersuchung der Probanden	36
2.2.2 Radiologische Untersuchung	36
2.2.3 Probandengruppen	37
2.3 Versuchsaufbau	38
2.3.1 Sprungsituation	38
2.3.2 Zur Messung verwendete Sportschuhe	39
2.3.3 Druckmesssystem	40
2.3.4 Auswertung der Druckmessungen	43
2.3.5 Videoaufzeichnung	45
2.4 Fragebogen zur Schienenbewertung	45
2.5 Statistik	46
2.5.1 Allgemeiner Teil: Biomechanische Merkmale	46
2.5.2 Spezieller Teil: Orthesenvergleich	47
<b>3. ERGEBNISSE</b>	49
3.1 Probanden	49
3.1.1 Ergebnisse der klinischen Untersuchung	49
3.1.2 Ergebnisse der radiologischen Untersuchung	49
3.1.3 Probandengruppen	49
3.2 Auswertung der Sprünge	50
3.2.1 Überblick	50
3.2.2 Druckschwerpunktsverlauf (DSP-Dynamik)	50
3.2.3 Fersendruck	52
3.2.4 Fersenratio	53
3.2.5 Ergebnisse	55
3.3 Statistische Auswertung	56
3.3.1 Allgemeiner Teil: Biomechanische Merkmale	56
3.3.2 Spezieller Teil: Orthesenprüfung	58
3.3.2.1 Orthesengruppenbildung	59
3.3.2.2 Orthesengruppenvergleich	61
3.3.2.3 Orthesengruppenunterschiede und Probandengruppen	62
3.4 Auswertung des Fragebogens	67

<b>4. DISKUSSION</b>	70
4.1 Diskussion des Versuchsaufbaus	70
4.1.1 Literaturübersicht	70
4.1.1.1 Statische Verfahren	70
4.1.1.2 Dynamische Verfahren	74
4.1.1.3 Andere Möglichkeiten	78
4.1.2 Verwendetes Versuchsverfahren	80
4.1.2.1 Sprungsituation	80
4.1.2.2 Druckmesssystem	83
4.1.2.3 Ausgewählte Parameter	85
4.2 Diskussion der Ergebnisse	87
4.2.1 Biomechanische Merkmale und Auswahl der Sprünge	87
4.2.2 Orthesenprüfung	90
4.2.2.1 Orthesengruppenbildung	90
4.2.2.2 Orthesengruppenvergleich	92
4.2.2.3 Orthesengruppenunterschiede und Probandengruppen	95
4.3 Limitationen der Methode und Kritikpunkte im Überblick	97
4.4 Schlussfolgerungen	102
<b>5. ZUSAMMENFASSUNG</b>	105
 <i>Anhang</i>	109
<b>A. Material und Methode</b>	110
<b>B. Ergebnisse</b>	111
<b>LITERATURVERZEICHNIS</b>	122

## DANKSAGUNG

An erster Stelle möchte ich mich bei meinem Doktorvater Herrn Priv.-Doz. Dr. H. Mellerowicz, der das Entstehen der vorliegenden Doktorarbeit ermöglichte und mit konstruktiver Kritik vorantrieb, bedanken.

Herrn Dr. J. Matussek gilt mein besonderer Dank für die wissenschaftliche Anleitung und Betreuung bei der Planung, Durchführung und Auswertung meiner Arbeit. Des Weiteren möchte ich ihm für seine Gesprächsbereitschaft und seine immer konstruktive Kritik bei der Entstehung des Manuskriptes danken.

Ebenfalls danken möchte ich Herrn H. Orawa von der Freien Universität zu Berlin (Bereich Biometrie und klinische Epidemiologie) für seine Beratung bei der statistischen Auswertung der Ergebnisse.

Herrn C. Jänckner danke ich für seine hilfreiche Unterstützung und für sein Mitwirken bei der Ausführung des experimentellen Teils.

Des Weiteren möchte ich mich bei Herrn S. Frantz für seinen Einsatz bei der Korrektur des Manuskriptes bedanken.

Nicht zuletzt möchte ich mich bei meiner Familie herzlich bedanken, die mir während des Entstehens dieser Arbeit immer ermutigend und hilfreich zur Seite gestanden hat.

## **ERKLÄRUNG AN EIDES STATT**

Hiermit erkläre ich an Eides Statt, dass die Dissertation von mir selbst und ohne die (unzulässige) Hilfe Dritter verfaßt wurde, auch in Teilen keine Kopie anderer Arbeiten darstellt und die benutzten Hilfsmittel sowie die Literatur vollständig angegeben sind.

Berlin, den 14. April 2005