

4. Balgrist Symposium zum Diabetischen Fuß

Der Charcot Fuss

Pathomechanik

B. Drerup

Klinische Prüfstelle für orthopädische Hilfsmittel

BuFa Dortmund

4. Balgrist Symposium zum Diabetischen Fuss
27. - 28. Oktober 2011

Gliederung

- ◆ Pathogenese - der biomechanische Aspekt
- ◆ DNOAP - Veränderungen an Knochen und Geweben
- ◆ Innere Kräfte im Fuß
- ◆ Diskussion und Zusammenfassung

4. Balgrist Symposium zum Diabetischen Fuss
Der Charcot-Fuss
21. - 28. Oktober 2011

Knochen

◆ BMD

- Bone mineral density ist im Allgemeinen korreliert mit der Knochenfestigkeit
- Diabetes 1: Verringerung des Knochenmineralgehaltes
- Diabetes 2: nicht einheitlich
 - ◆ Sinacore (2008) beobachtet Abnahme der Mineraldichte im Kalkaneus
 - ◆ Blakytyn et al. 2011 beschreibt Untersuchungen hauptsächlich an Wirbelsäule und Becken, bei denen Diabetes 2 den Knochenmineralgehalt zwar erhöht, die Tragfähigkeit des Knochens aber gleichzeitig verringert wird.
- Knochenqualität wird durch chronische Hyperglykämie und Therapie mit Insulin-Sensitizern beeinträchtigt

◆ Knochenheilung wird verzögert

4. Balgrist Symposium zum Diabetischen Fuss
Der Charcot-Fuss
27. - 28. Oktober 2011

Haut (Dicke und Härte)

◆ Diabetes

- Keine signifikanten Änderungen
- Dickenzunahme im Nabengewebe (Ulcerata)

◆ Neuropathie

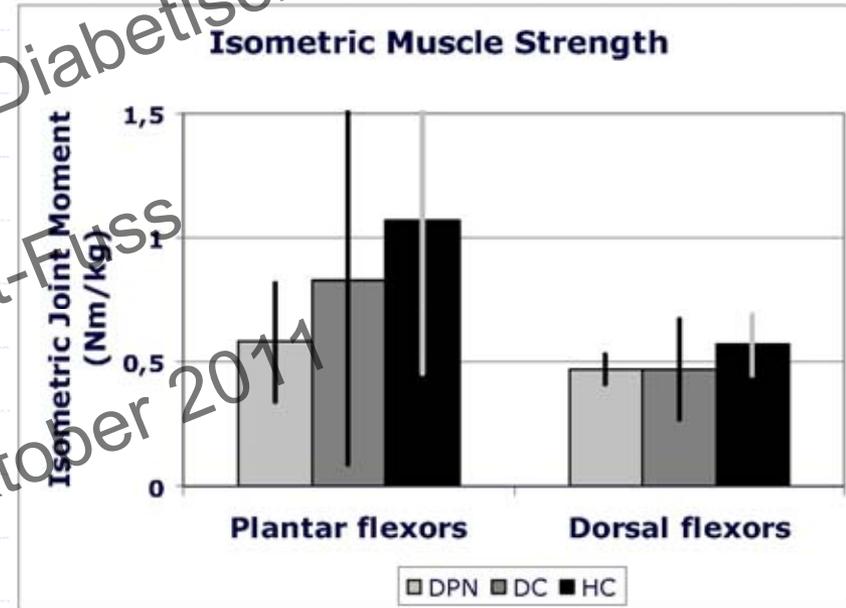
- Hautdicke nimmt anfangs ab, kann im Verlauf zunehmen (Thomas et al. 2003)
- Zunahme der Härte
- Polsterwirkung geht verloren
- Plantare Druckbelastung steigt (Abouaesha et al. 2001)

4. Balgrist Symposium zum Diabetischen Fuss
Der Charcot-Fuss
27. - 28. Oktober 2011

Muskeln



- ◆ Strukturveränderungen der Muskelfibrillen und
- ◆ Verzögerte nervliche Aktivierung des Muskels verursachen:
 - Schwächung des Muskels
 - reduziertes Drehmoment der Plantarflexoren (ca. -1/3)

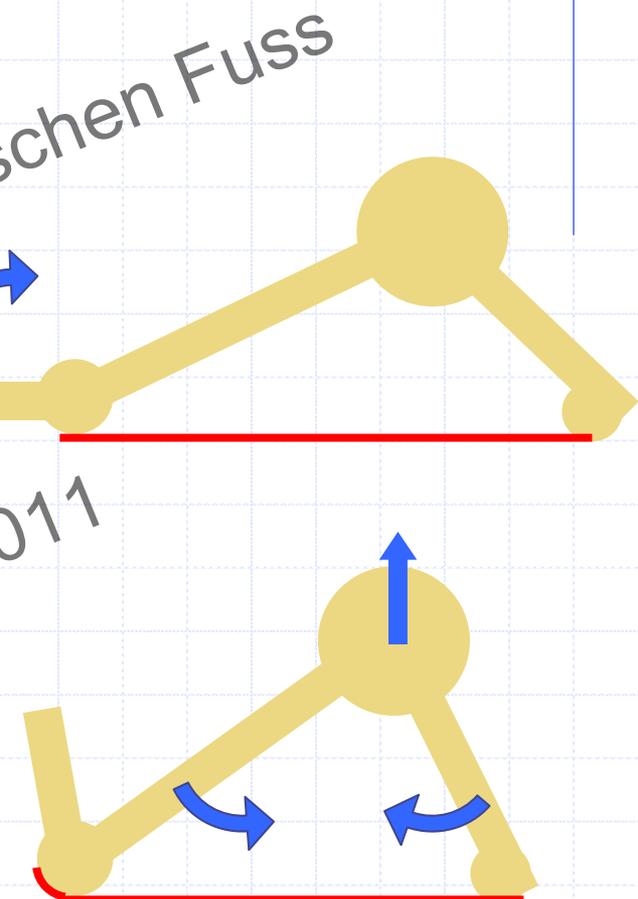


Savelberg et al. 2009

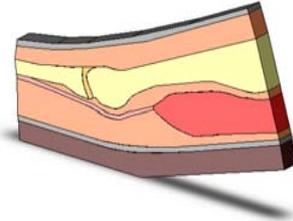
Plantaraponeurose und Achillessehne

(Bolton et al. 2007, Giagomozzi et al. 2005)

- ◆ Wichtig bei Stoßdämpfung und bei der Aufrechterhaltung der Fußwölbung
- ◆ „Nachspannen“ durch Zehenflexion über den Seilwindenmechanismus
- ◆ Diabetesbedingte Beeinträchtigungen
 - Kein Seilwindenmechanismus wegen verringerter Gelenkbeweglichkeit
 - Verringerte Elastizität
 - Gleichzeitig signifikante Dickenzunahme mit Dauer und Schwere des Diabetes



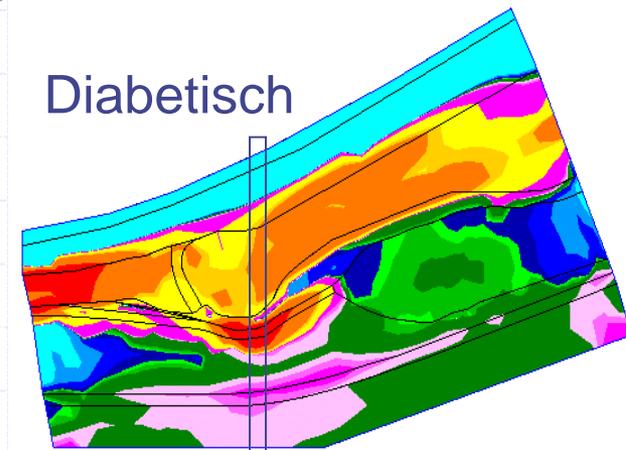
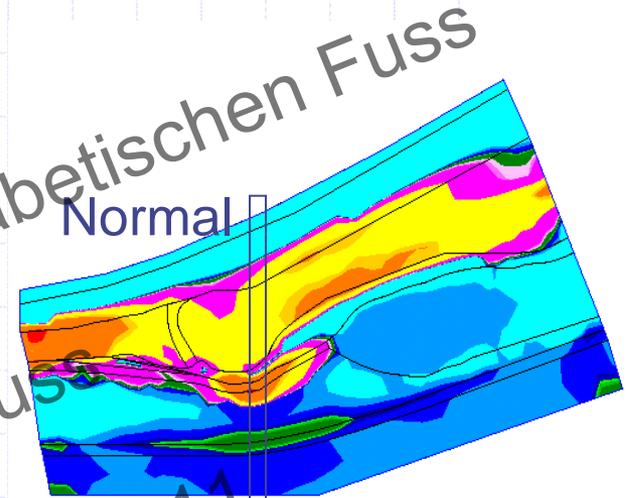
Fett-Polster



◆ Wirken als Stoßabsorber

◆ Diabetes

- Atrophie
- Änderung der mech. Eigenschaften: innere Spannungen können doppelt so hoch wie normal sein
- Verschiebung nach distal



Gefen et al. 2004

4. Balgrist Symposium zum Diabetischen Fuss
Der Charcot-Fuss
27. - 28. Oktober 2011

Gelenkbeweglichkeit

Kontrolle / Diabetes / Neuropathie

◆ Oberes Sprunggelenk

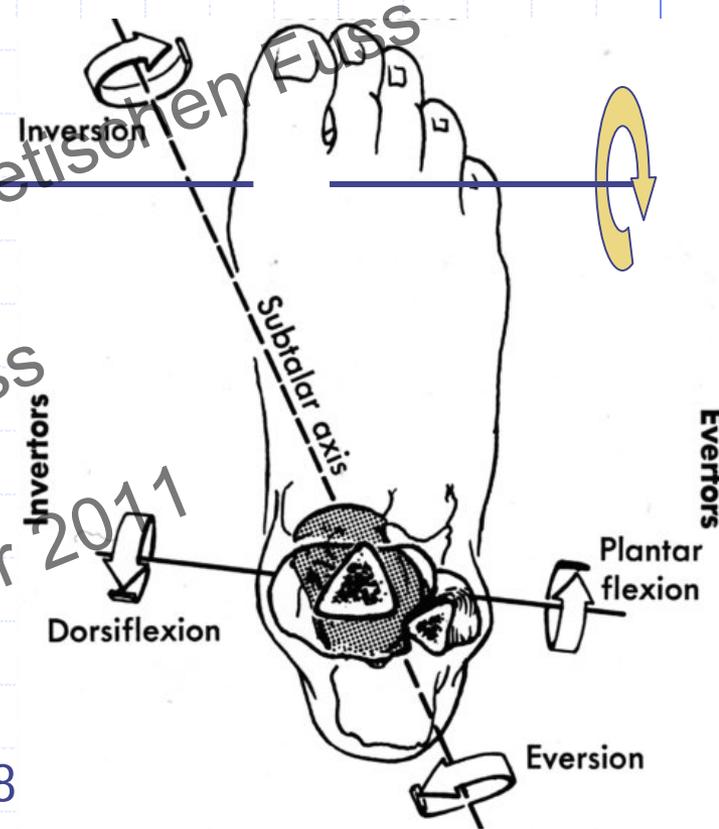
- Dorsal-plantar Flexion
- 31° / 18° / 15° (Zimny et al. 2004)

◆ Unteres Sprunggelenk

- Inversion - Eversion
- 35° / 31° / 18° (Delbridge et al. 1988)

◆ Zehengrundgelenk (1. Strahl)

- 100° / 55° / 52° (Giacomozzi et al. 2005)

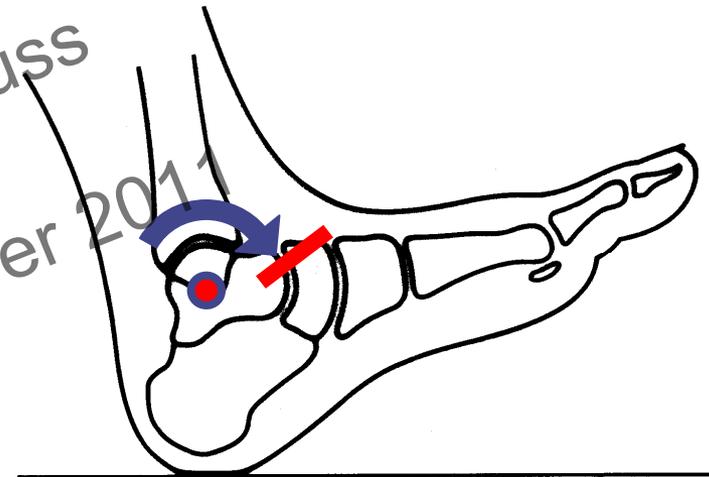


Nach R.A. Mann, 1985

Einflüsse auf den Gang

◆ Fersenauftritt

- Muskelschwäche und -atrophie zusammen mit Veränderungen der Fettpolster verschlechtern Stoßabsorption
- Begrenzte Plantarflexion verschlechtert Stoßabsorption zusätzlich

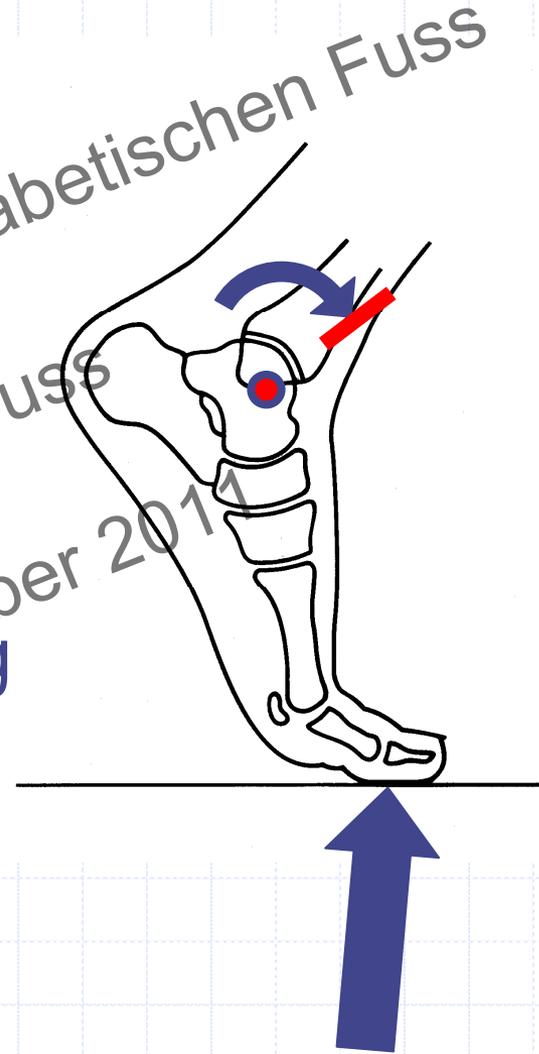


4. Balgrist Symposium zum Diabetischen Fuss
Der Charcot-Fuss
27. - 28. Oktober 2011

Einflüsse auf den Gang

◆ Zehenabstoß

- Schwäche der Plantarflexoren verringert Dynamik
- Verlängerte Belastung
- Bewegungseinschränkung führt zu größerer Gelenkbelastung



4. Balgrist Symposium zum Diabetischen Fuß
Der Charcot-Fuß
21.-28. Oktober 2011

DNOAP:

Veränderungen an Gewebe und Knochen

- ◆ Knochen
- ◆ Haut (Dicke, Härte)
- ◆ Muskeln
- ◆ Sehnen (Dicke)
- ◆ Fett-Polster
- ◆ Gelenkbeweglichkeit (verringert)
- ◆ Einflüsse auf das Gangbild

4. Balgrist Symposium zum Diabetischen Fuss
Der Charcot-Fuss
27.-28. Oktober 2011

Innere Kräfte im Fuß

◆ Physiologischer Fuß

- Gewichtskraft und Bodenreaktionskräfte
- Äußere und innere Kräfte bei normaler Fußwölbung

◆ Veränderungen am Charcot Fuß

- Eine Messung der Fußwölbung
- Kräfte bei abgeflachter Wölbung

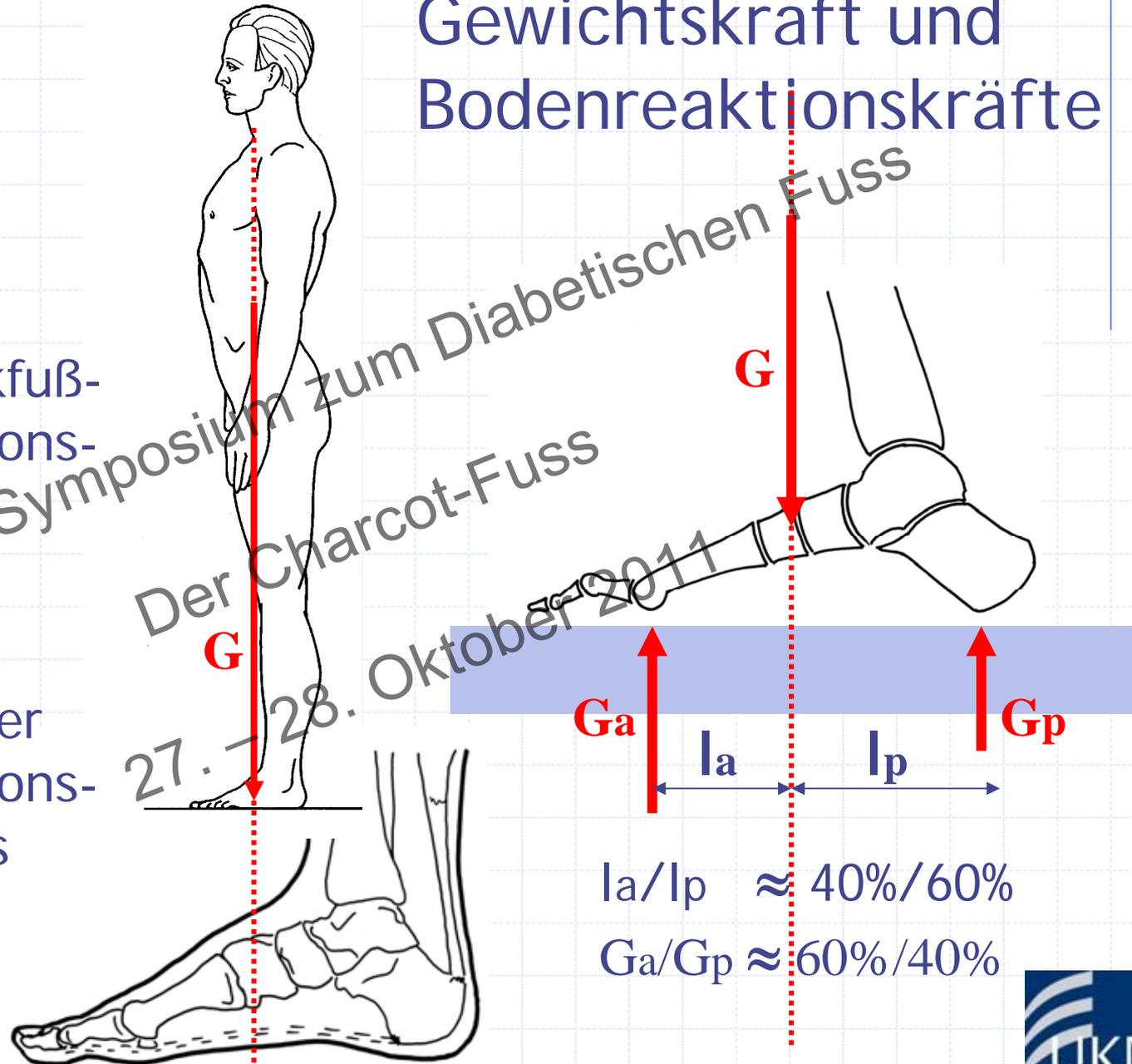
4. Balgrist Symposium zum Diabetischen Fuß
Der Charcot Fuß
27.-28. Oktober 2011

Äußere Kräfte



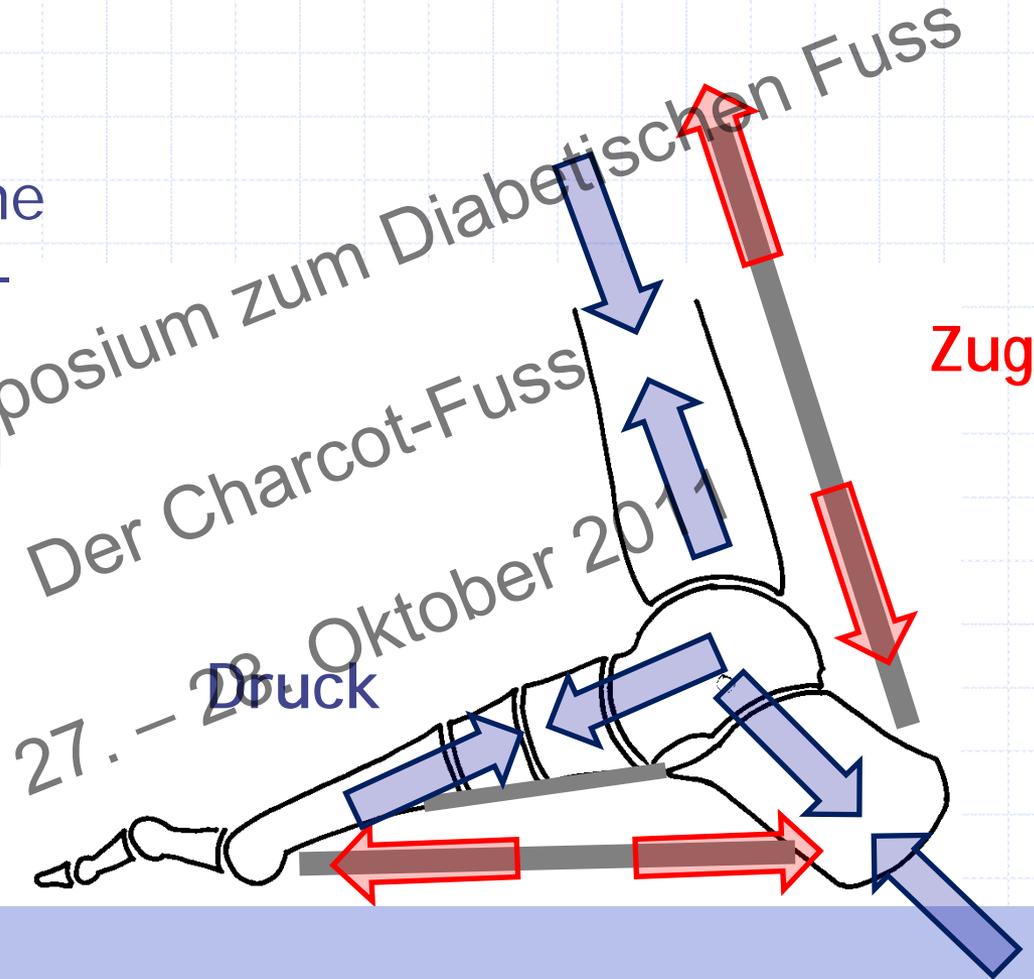
- ◆ G_a / G_p
Vorfuß/Rückfuß-
Bodenreaktions-
kraft
- ◆ Hebelarme
 l_a und l_p
- ◆ Verhältnis der
Bodenreaktions-
kräfte invers

Gewichtskraft und Bodenreaktionskräfte



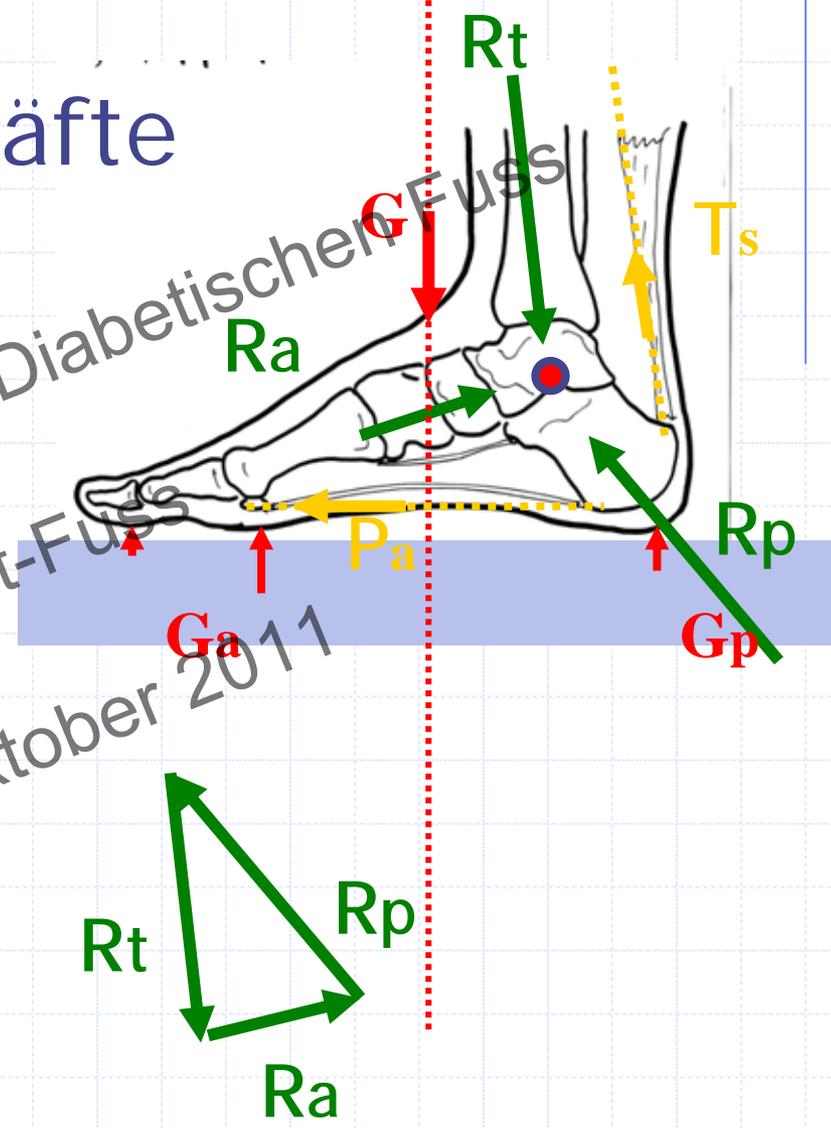
Innere Kräfte: Druck und Zug im Stand

- ◆ Zugspannung in der Achillessehne und der Plantaraponeurose
- ◆ Druckspannung wird über Fußskelett aufgefangen



Physiologischer Fuß: äußere und innere Kräfte

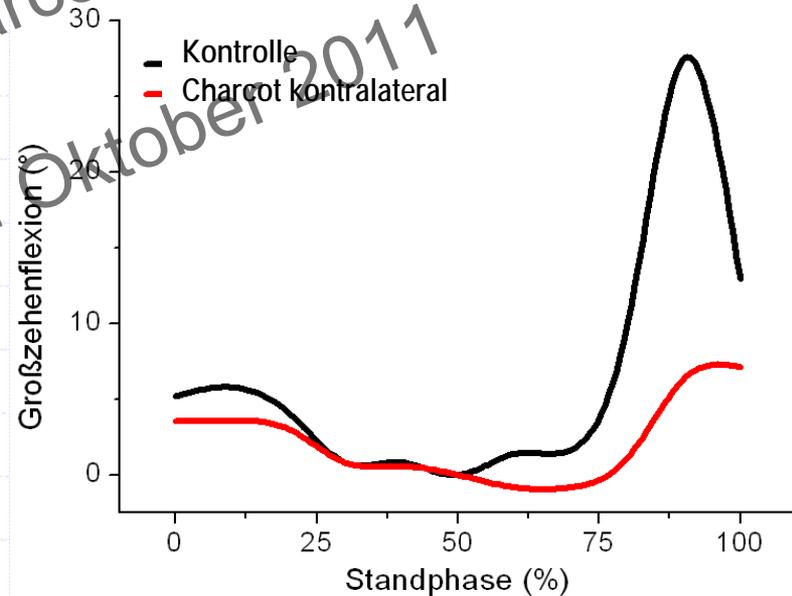
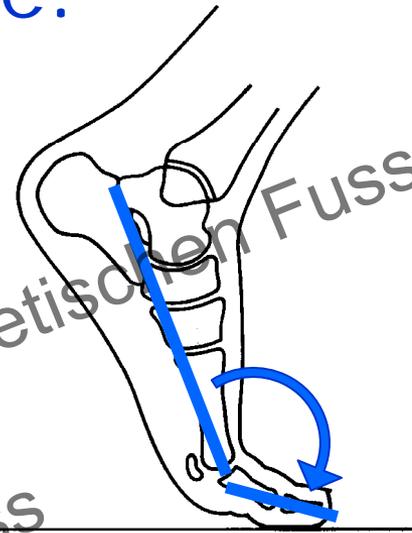
- ◆ Berücksichtigung von Gelenken im Fuß
- ◆ Drehpunkt im Talus
- ◆ Resultierende Kräfte (R_t , R_p , R_a) längs der Skelettachsen, senkrecht auf Drehpunkt
- ◆ Vektorsumme = 0
- ◆ R_t ungefähr doppelt so groß wie Gewichtskraft
- ◆ R_a ergibt sich aus R_t und R_p
- ◆ Reaktionskraft R_a im Vorfuß etwa in Größenordnung Gewichtskraft



4. Balgrist Symposium zum Diabetischen Fuß
Der Charcot-Fuß
27. - 28. Oktober 2011

Gang bei Charcot Arthropathie: Großzehenflexion

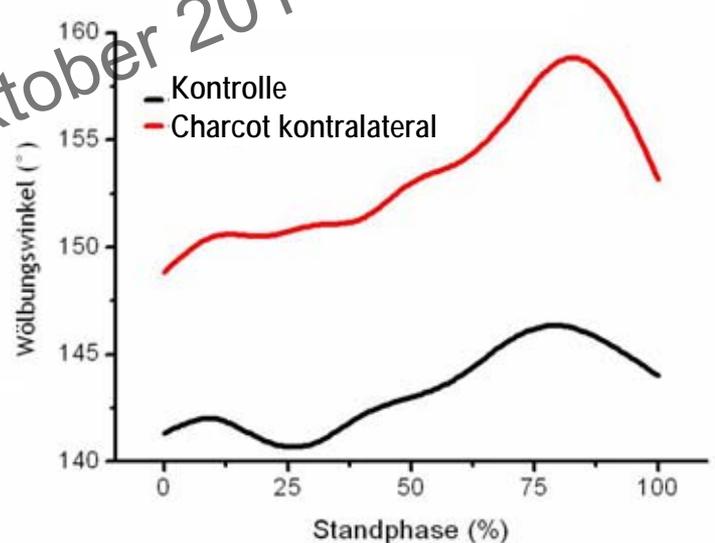
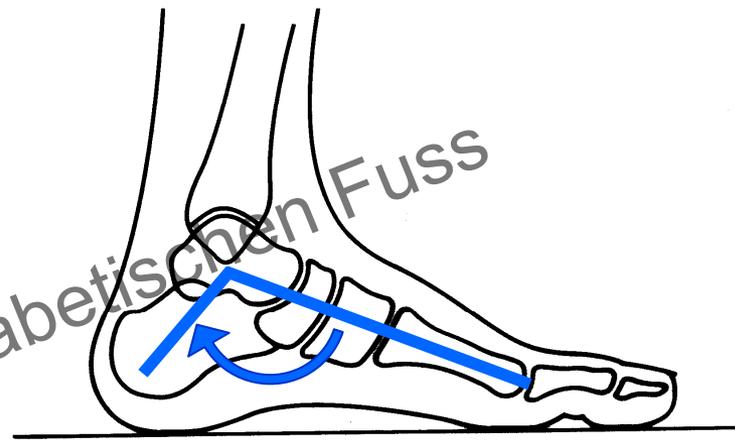
- ◆ Physiologisch: Zehenflexion spannt die Plantaraponeurose durch den „Seilwindeneffekt“
- ◆ Stabilisiert so die Fußwölbung
- ◆ bei Charcot: Untersuchung des kontralateralen Fußes (Burgwal et al. OST 4/2011)
- ◆ verringerte Beweglichkeit
- ◆ verringerte „Nach“-spannung der Plantaraponeurose:



Gang bei Charcot Arthropathie: Fußwölbung



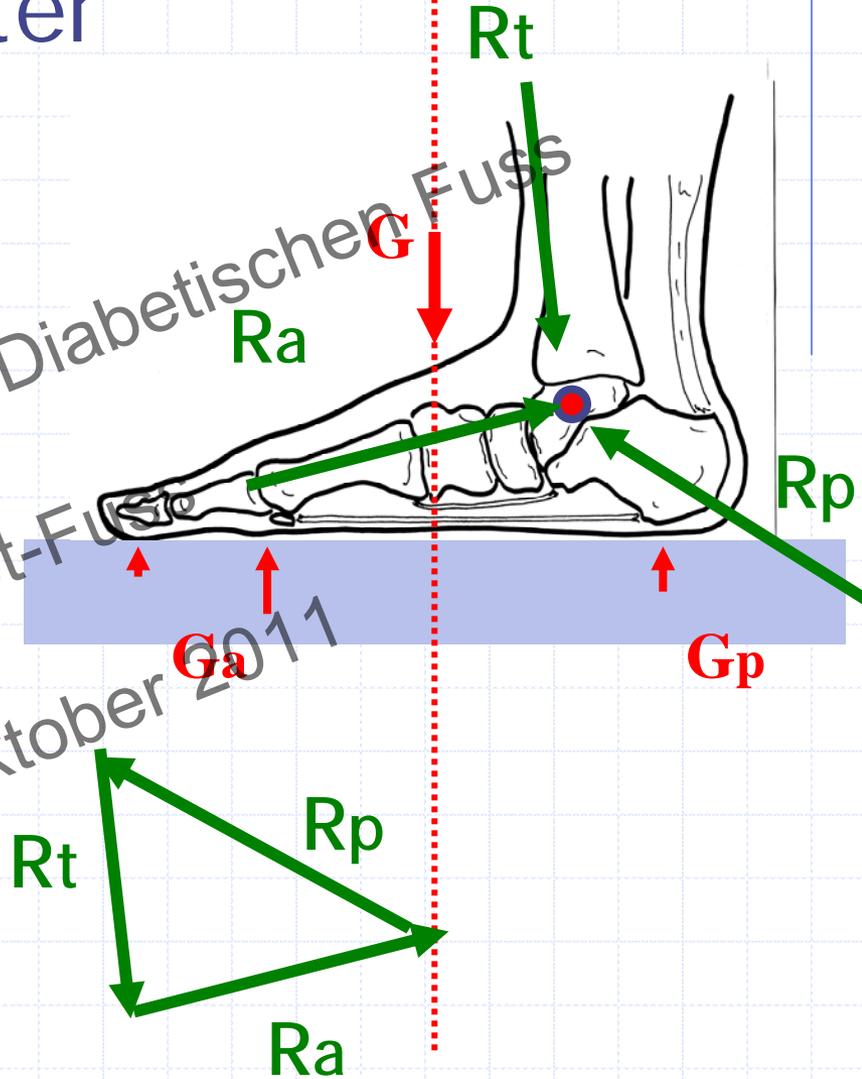
- ◆ Winkel der Fußwölbung bei Kontrollgruppe steiler als beim kontralateralen Charcot-Fuß
- ◆ Variation des Wölbungswinkels bei Kontrollgruppe größer als bei Charcot-Patienten



4. Balgrist Symposium zum Diabetischen Fuß
Der Charcot-Fuß
27. - 28. Oktober 2011

Kräfte bei abgeflachter Wölbung

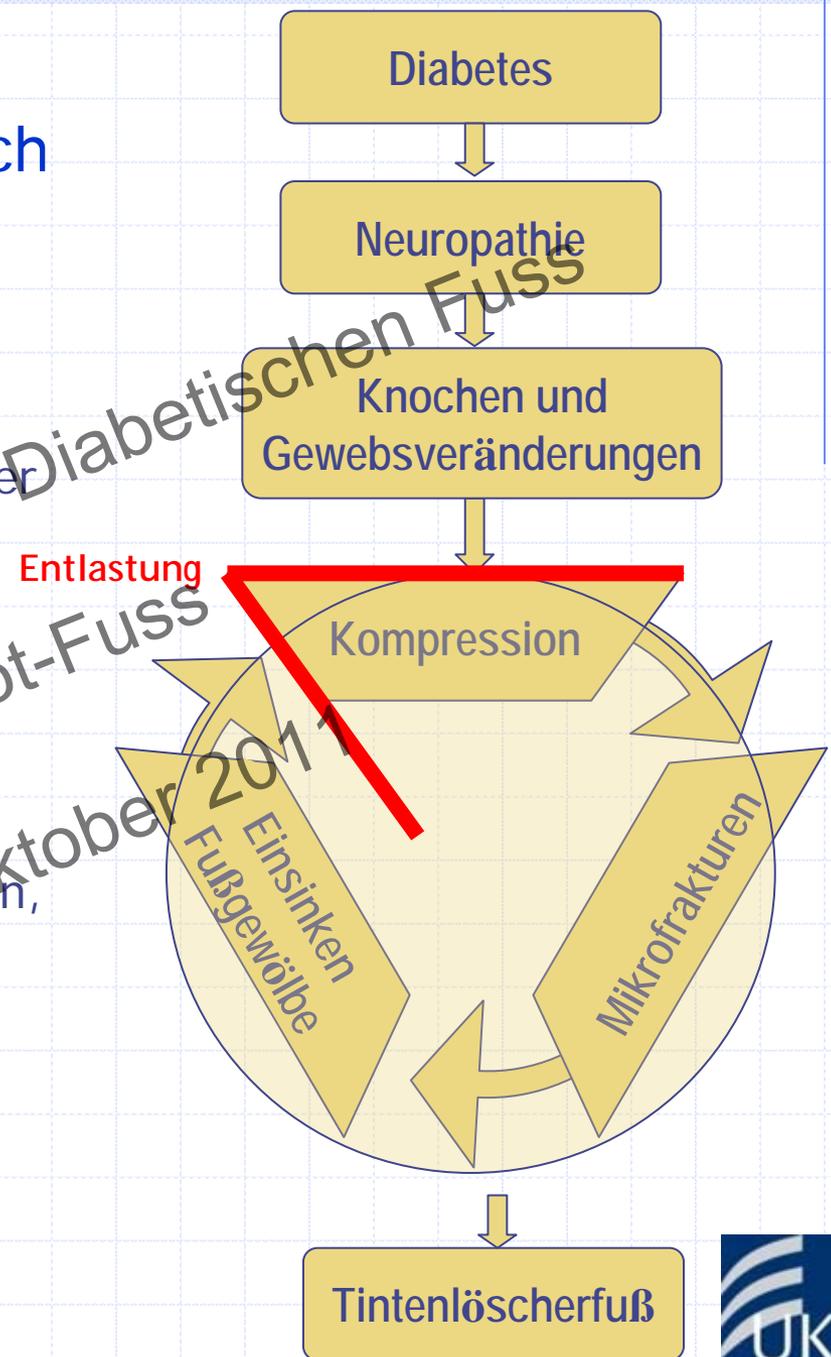
- ◆ Fußwölbung abgeflacht
- ◆ Tibiakraft R_t in Richtung und Größe vorgegeben
- ◆ R_a und R_p haben flachere Richtungen
- ◆ Größenverhältnisse ändern sich mit den Richtungen
- ◆ R_a hat sich wesentlich vergrößert: Größere Kräfte auf das Gelenk



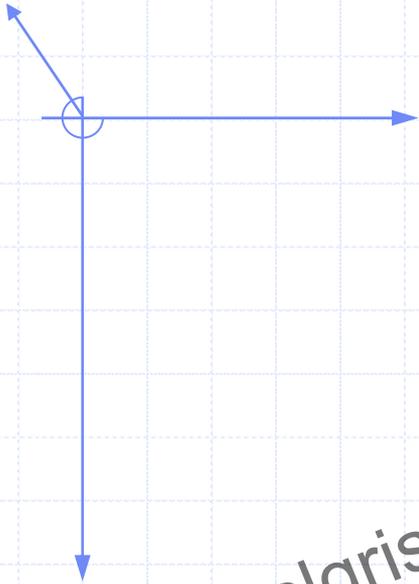
Zusammenfassung

Gewölbeeinsturz biomechanisch

- ◆ Diabetes und Neuropathie
 - Verschlechterung der Tragfähigkeit der Knochen
 - Verringerte Stoßabsorption
- ◆ Im Stehen und Gehen
 - Vergrößerte Kompressionskräfte auf Fußgewölbe
 - Mikrofrakturen, Gelenkerguss, Entzündung, Dislozierung und Luxation, Zusammensintern des Knochens
 - Einsinken der Fußwölbung
 - Vergrößerte Kompressionskräfte auf Fußgewölbe
 - **Unterbrechung durch Entlastung**
 - Eingestürzte Fußwölbung - Tintenlöscherfuß



4. Balgrist Symposium zum Diabetischen Fuß
Der Charcot-Fuß
27. - 28. Oktober 2011



Danke

4. Balgrist Symposium zum Diabetischen Fuss

Der Charcot-Fuss

27. – 28. Oktober 2011

