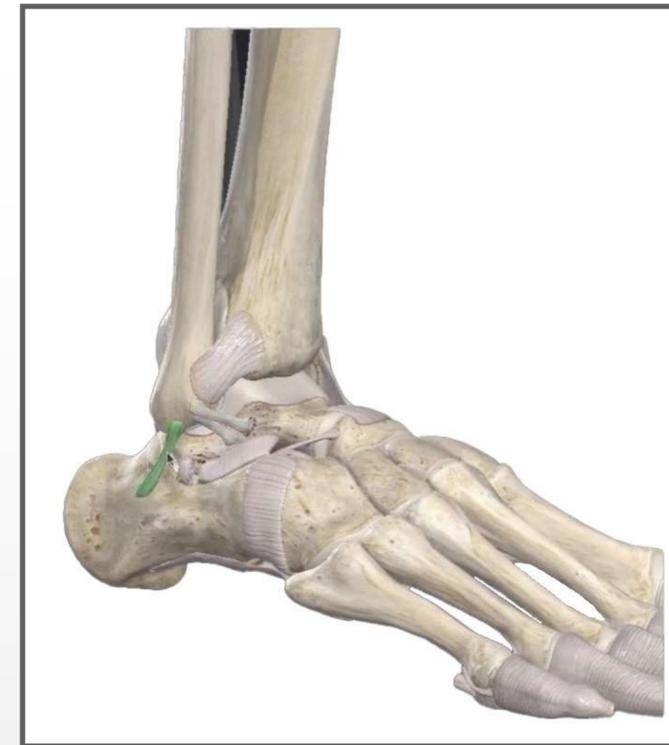


# Sprunggelenk / Fuß

Anatomie und Biomechanik  
Level 1b

Teil 1



**Michael Roser**  
Physiotherapeut  
Sport-und Gymnastiklehrer

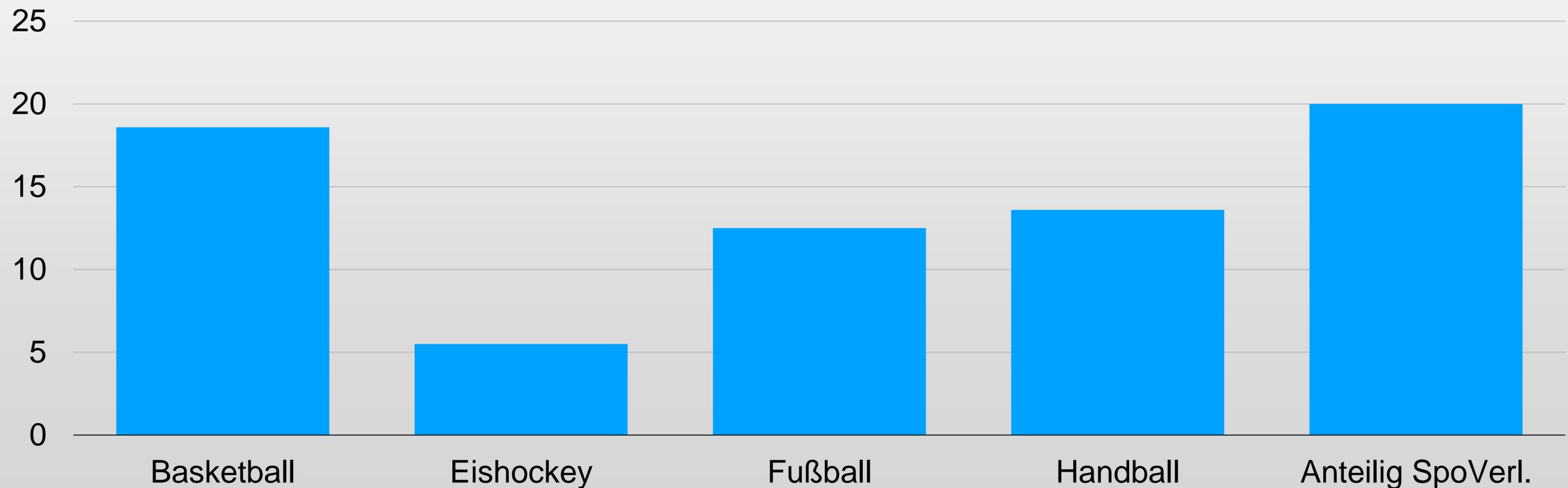




## Epidemiologie-15-20% aller Sportverletzungen sind Sprunggelenksverletzungen

In der Saison 2016/17: u.a. Basketball 18,6%, Eishockey 5,5%, Fußball 12,5%, Handball 13,6% aller Sportverletzungen, haben damit einen Spitzenplatz und sind sehr häufig!

■ Sprunggel.Verletzungen anteilig in %:

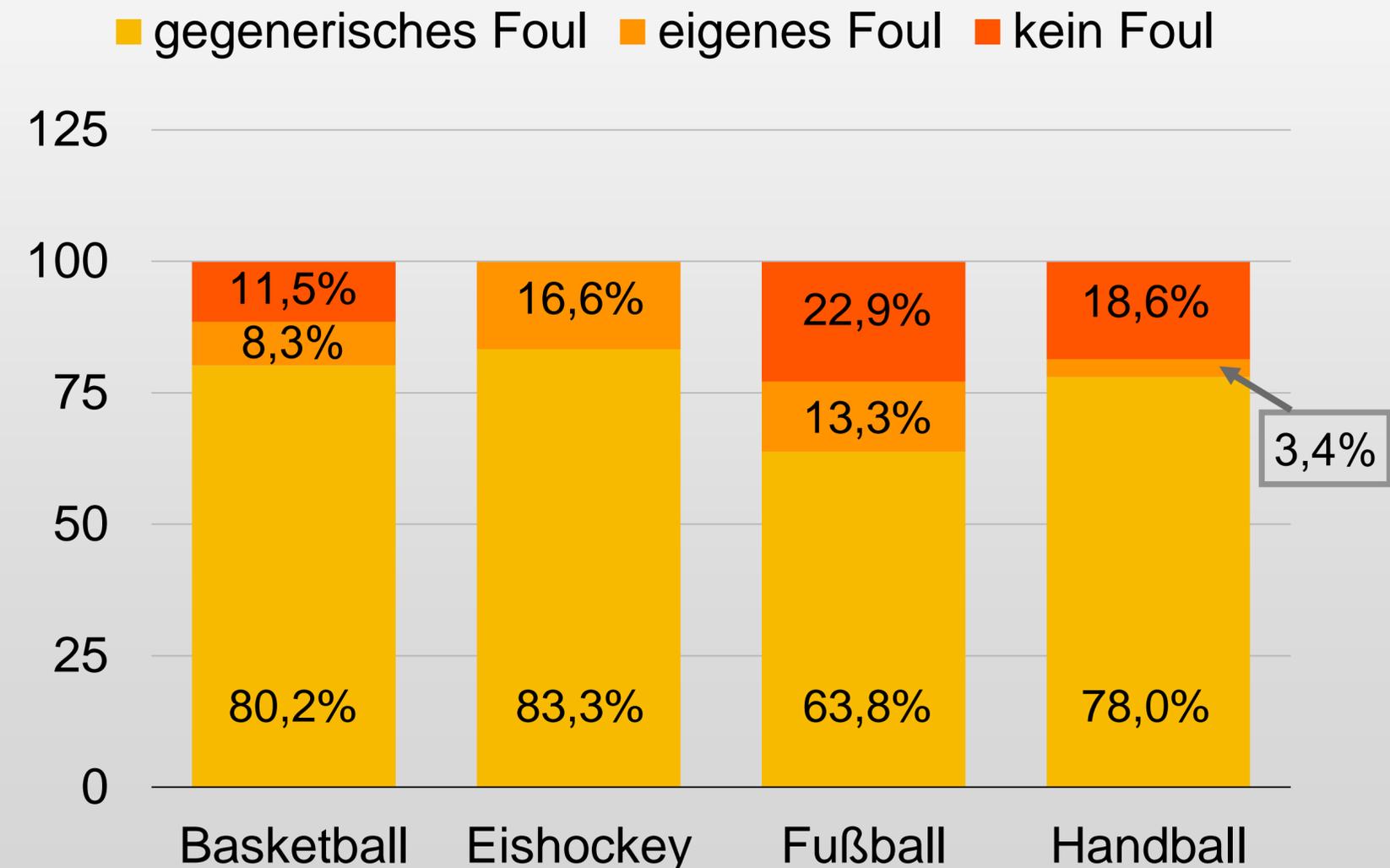
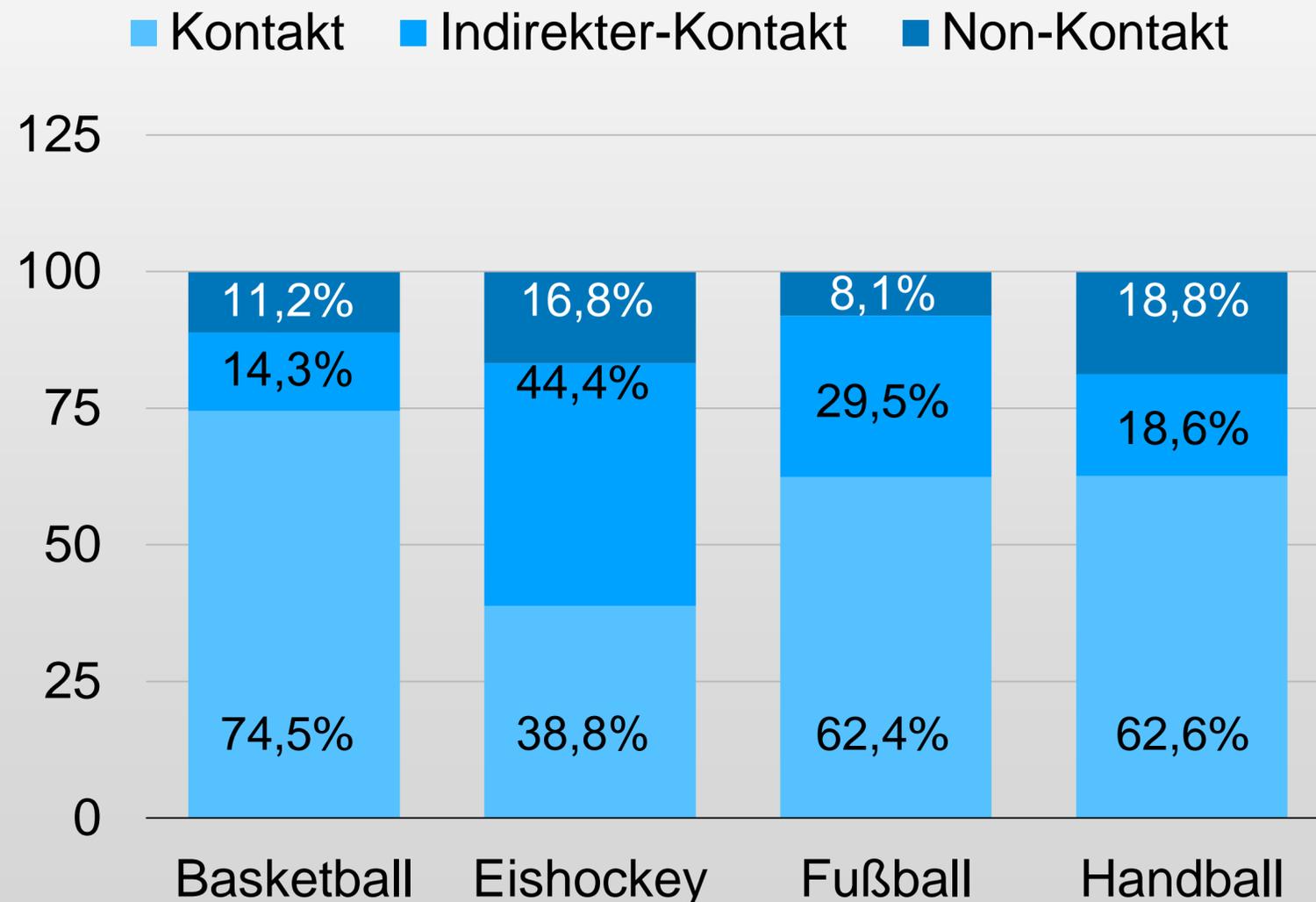


# Verletzungen am Sprunggelenk

## Epidemiologie

### nach Verletzungsmechanismen

### nach Foulspiel





## Ein paar Zahlen

- Verletzungen am Sprunggelenk stellen eine der häufigsten im Sport dar und weisen eine hohe Rezidivrate auf!

Best et al. 2016

- Bei 70% der Menschen tritt mindestens eine Verletzung am Sprunggelenk auf.

Delahunt E, et al., 2018

- Etwa 41% der Patienten mit einer erstmaligen Sprunggelenksverstauchung entwickeln über 12 Monate eine CAI (chronic ankle instability).

Van Cingel R, et al. 2012.





## Ein paar Zahlen

- Sensorische Repräsentation im Kortex ist größer ausgeprägt als die Hand  
→ Hohe Wichtigkeit der Fußsohle als perzeptives Organ, u.a. für Gleichgewicht und Stabilität.

Pisani G, 2005

- Fuß absorbiert beim Gehen einer Meile 63,5 Tonnen und beim Rennen 110 Tonnen.

Dutton M., 2004

- Der Fuß besteht aus 28 Knochen - über 55 Gelenke miteinander verbunden.

Dutton M., 2004





## Risikofaktoren

### Vorverletzung:

- Größter Risikofaktor für eine Rezidivverletzung.
- Eine Vorverletzung erhöht auch das Risiko für eine kontralaterale Folgeverletzung.

Engbretsen et al. 2010, Hertel 2002,  
Fulton et al. 2014, Kofotolis et al. 2007  
Engbretsen et al. 2010, Fulton et al. 2014

### Ermüdung:

- Sprunggelenksverletzungen treten seltener zu Beginn des Spiels auf, was darauf schließen lässt, dass Ermüdung das Auftreten einer Verletzung beeinflusst.
- Ermüdung reduziert die posturale Kontrolle, insbesondere bei Spielerinnen oder Spielern mit Vorverletzungen am Sprunggelenk.

Kofotolis et al. 2007, Waldén et al. 2013  
Steib et al. 2013, Greig & McNaughton 2014





## Supinations-TRAUMA



aus youtube:

„tennis accident - leg broken - malleolar fracture - michael stich“

<https://www.youtube.com/watch?v=99lxNqTZ7nY>





## Supinations-TRAUMA

→ KEINE Bagatellisierung!      → CAI (Chronische Sprunggelenks-Instabilität) vermeiden!

### 1. Entzündungsphase / Akutphase

→ Wundheilung beachten!

→ Schmerzlinderung, Ödemregulation und Stoffwechselsteigerung

→ Schutzphase!

Meier H., Roser M., 2021





## Supinations-TRAUMA

### 2. Schmerzfreie Aktivierung unter Teilimmobilisation Ext 10/0/20 Flex

- gutes Gangbild erarbeiten
- Wiederherstellung der posturalen Stabilität
- Wiederherstellung der Muskelkraft

Meier H., Roser M., 2021





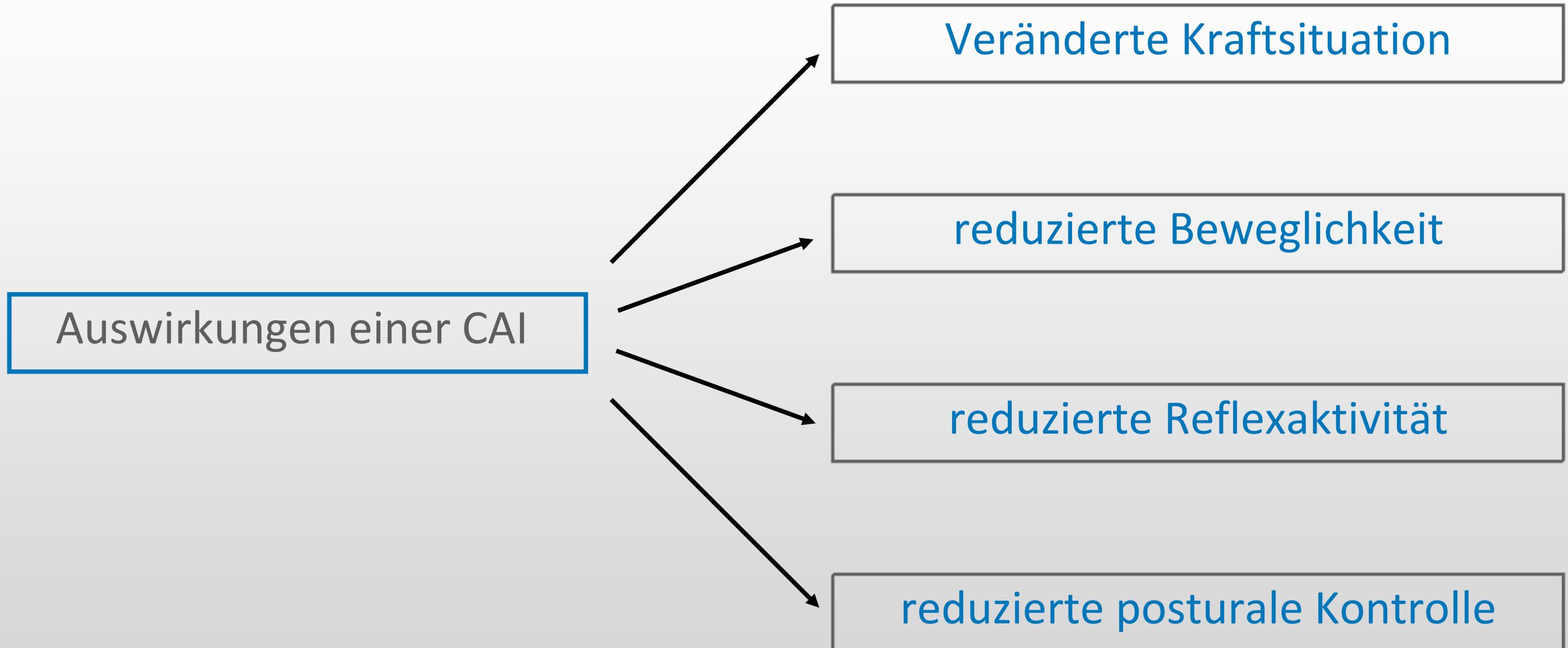
## Supinations-TRAUMA

Funktion fördert Funktion

1. Automobilisation
2. Stoffwechselsteigerung
3. Sensomotorisches Training
4. Training der Muskelkraft

Meier H., Roser M., 2021







## Veränderte Kraftsituation bei CAI: Hüfte, Knie, Sprunggelenk

### Sprunggelenk:

- reduzierte exzentrische Kraft der Invertoren ( $60^\circ$  und  $120^\circ/s$  und Nm/kg; SMD zw. 0,61 und -1,37)
- reduzierte konzentrische Kraft der Invertoren ( $60^\circ$  und  $120^\circ/s$ ; Nm/kg; SMD 0,7)

### Kniegelenk:

- reduzierte konzentrische Kraft (SMD=0,64) der Extensoren

### Hüfte:

- Reduzierte Kraft: Beuger, Adduktoren und Außenrotatoren

Khalaj N., et al., 2018





## Dysfunktion von Kraft und Beweglichkeit fördert die Instabilität

**gesteigerte** Kraft der  
Plantarflexoren

+

**eingeschränkte** Beweglichkeit  
der Dorsalextension

= GESTEIGERTE INSTABILITÄT!!!

### Beispiel:

Landung nach einem Sprung, deshalb sollte ein Präventionsprogramm:  
Mobilisation, Kräftigung und Schulung der Sprung- und Landetechnik beinhalten!

Hadzic et al., 2009  
Drewes et al., 2009  
Hoch et al., 2015

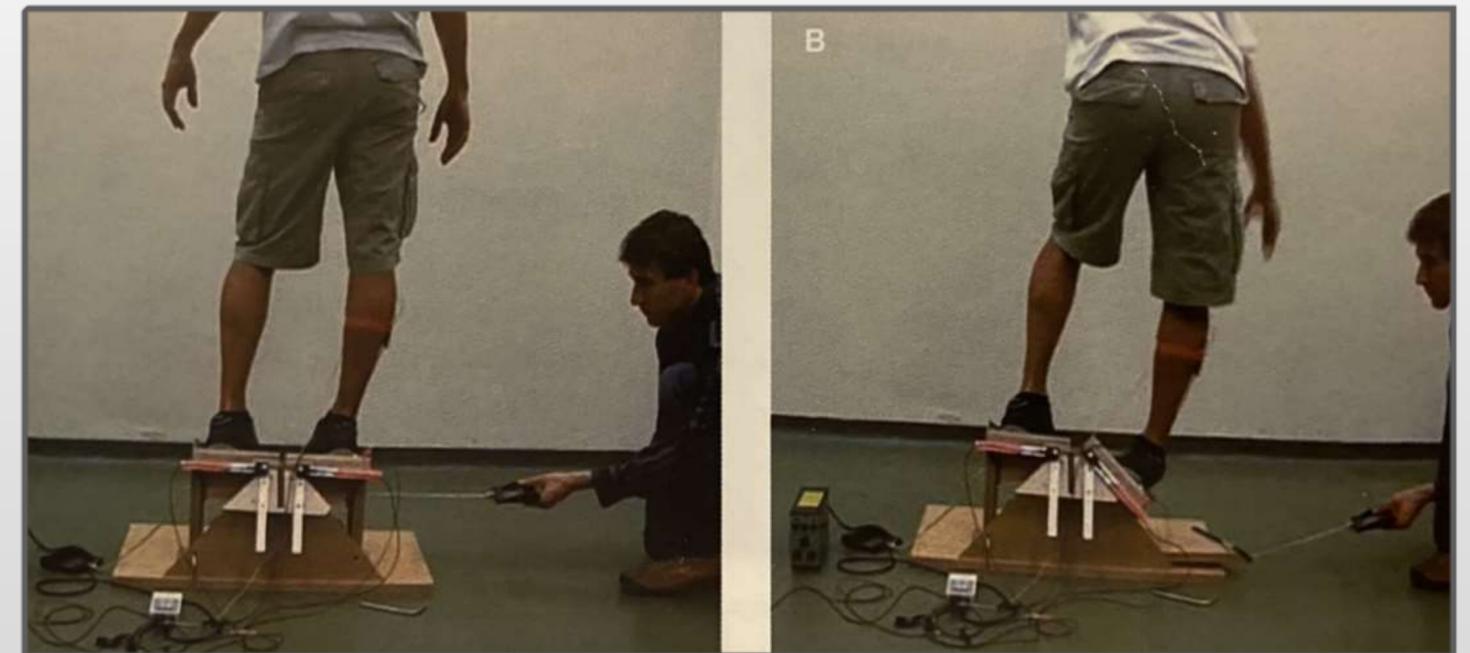




## Mögliche Folgen einer CAI

- Es gibt Hinweise auf eine reduzierte Reflexaktivität, aufgrund des geschädigten Kapsel-Band-Gewebes.  
→ Dies begründet die Notwendigkeit des sensomotorischen Trainings!

Messung von:  
Inversionsgeschwindigkeit, -Zeit, -Winkel



Kapreli E, et al., 2006  
Valeriani M, 1999  
Khalaj N., et al., 2018

Eechaute 2009

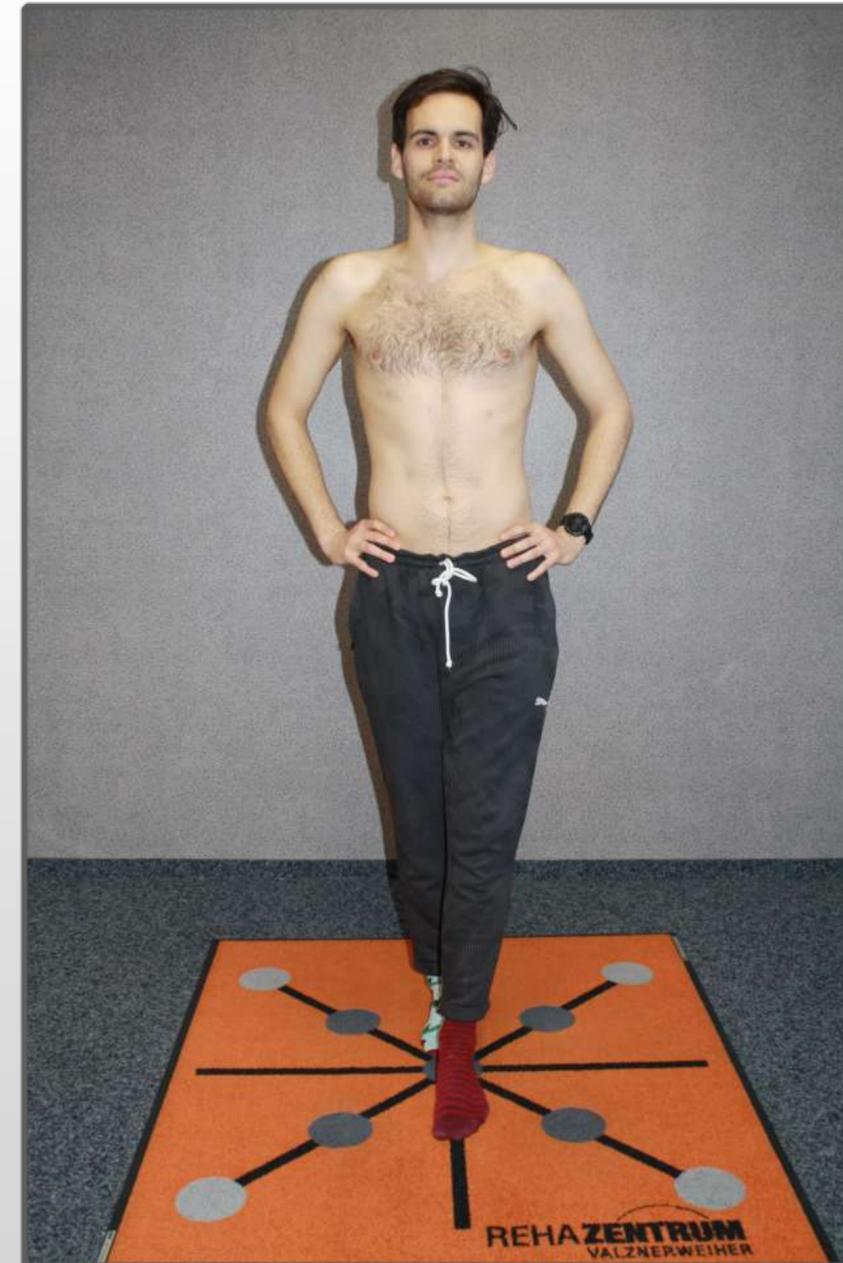




## Mögliche Folgen einer CAI-Tests

Reduzierte posturale Kontrolle

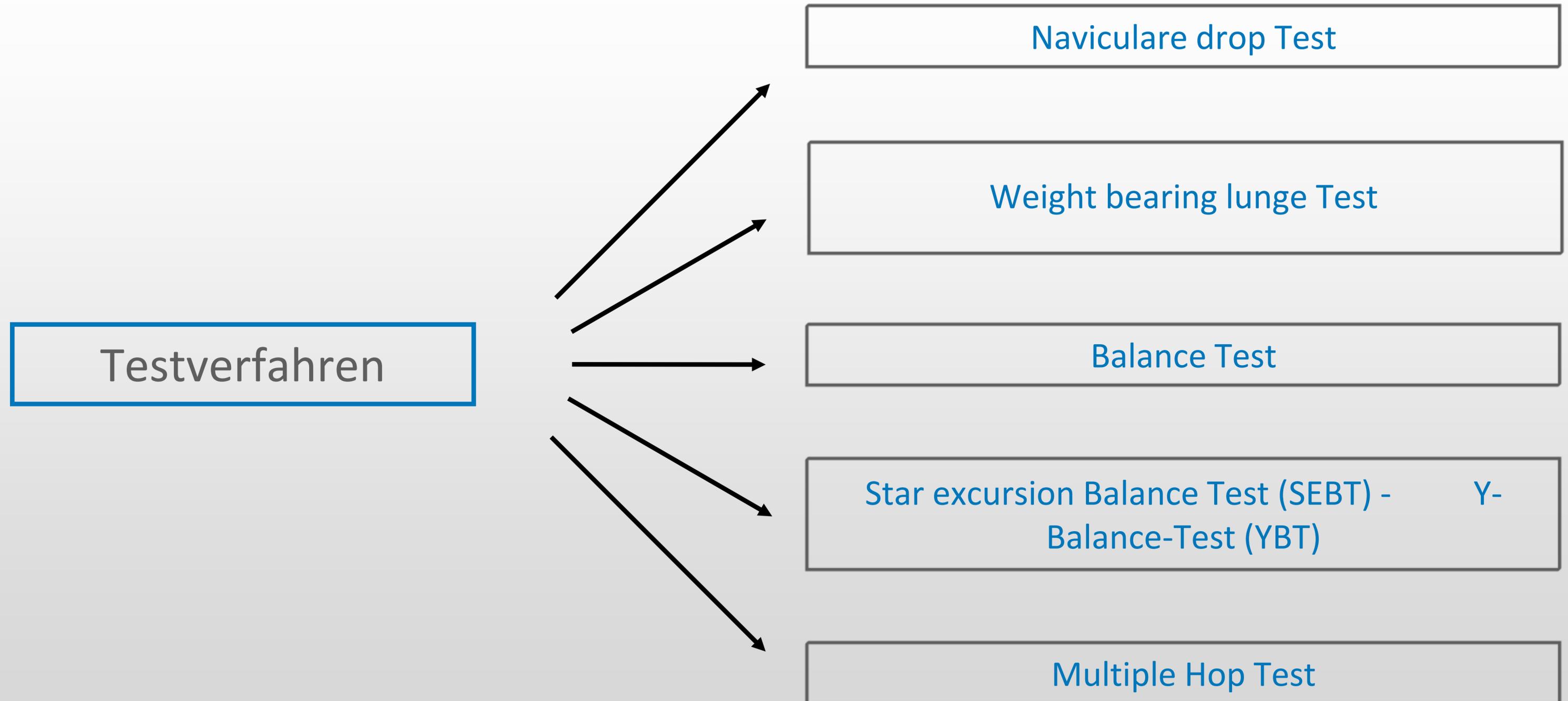
Freeman M, 1965  
McKeon & Hertel 2008,  
Witchalls et al. 2013  
Delahunt E, et al., ROAST 2019





## Testverfahren







## Mobilität

### Naviculare drop Test

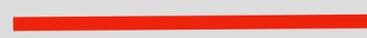
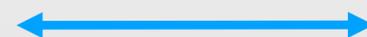
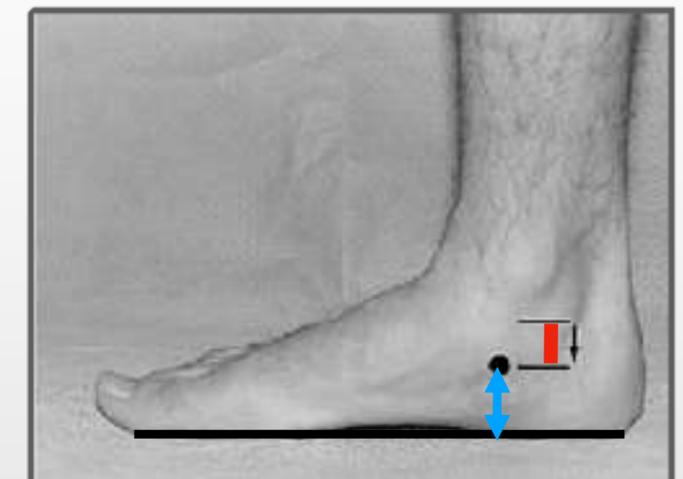
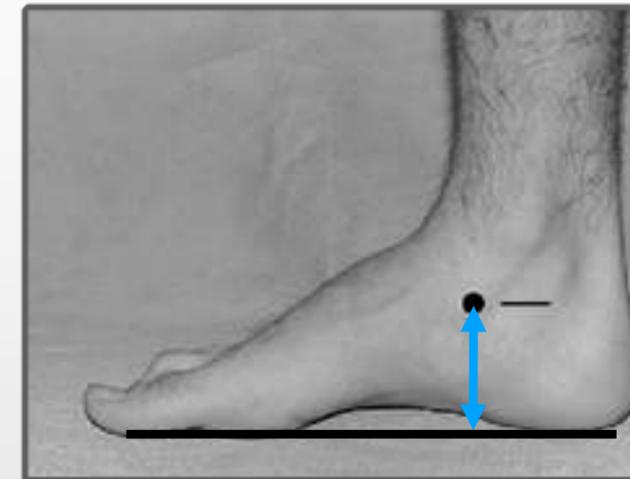
Durchführung:

- Patient sitzt oder steht und belastet nicht das zu messende Bein.
- Talus neutral einstellen.
- Tuberositas Naviculare markieren  
→ Distanz zum Boden messen.

Nun steht der Patient auf dem zu messenden Bein und die Distanz wird erneut gemessen.

Ergebnis:

- Ein Absinken um ca. 5mm gilt als normal.
- Mehr als 10mm, gelten als Befund.



Brody TM., 1982



Physiopedia, 2021



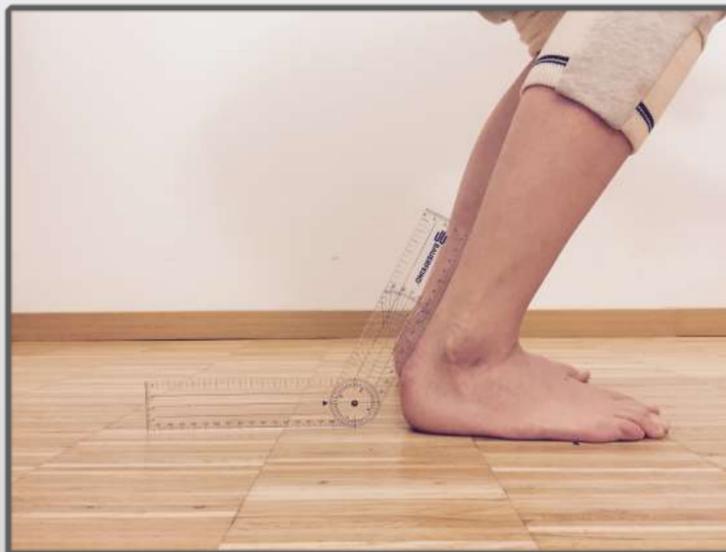


## Mobilität

### Weight bearing lunge Test

- Normbereich für Dorsalextension:  $20-30^\circ$  → im oberen Sprunggelenk!

Kapandji A., 2016



Defizite in der Dorsalflexion werden bei CAI beobachtet.

Drewes et al. 2009,  
Hoch et al. 2015,  
Wright et al. 2000

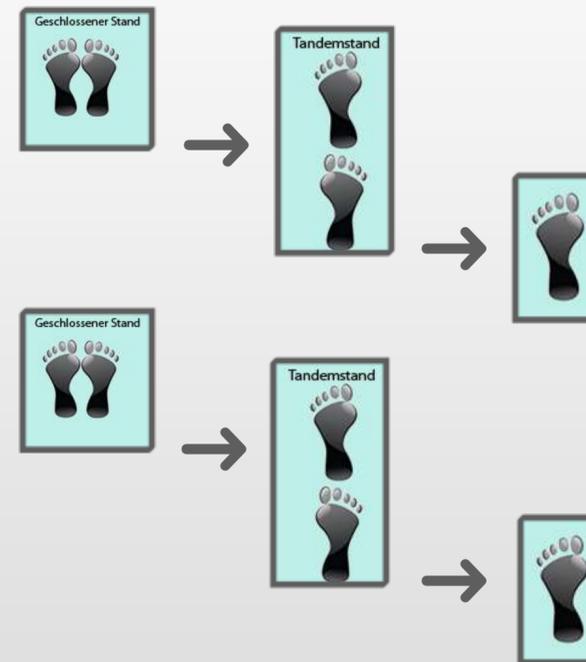




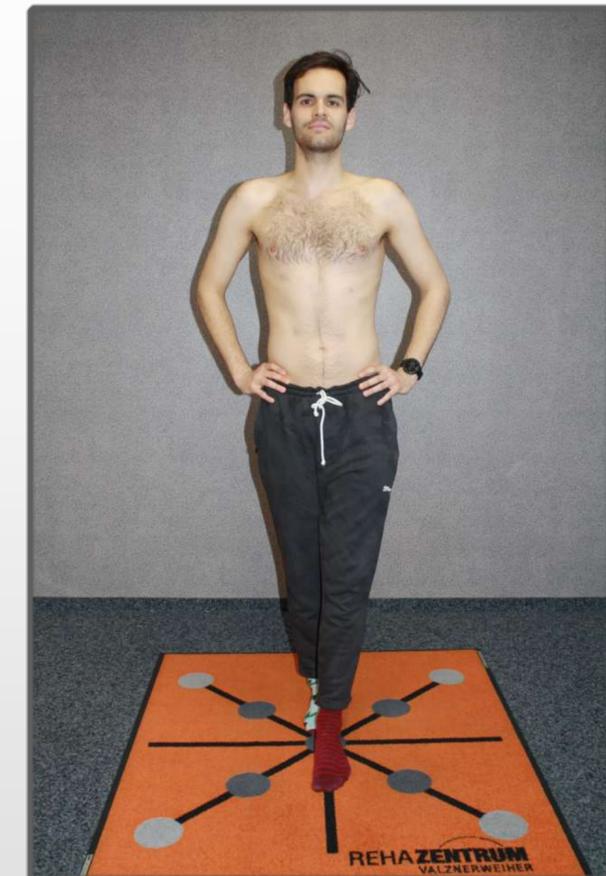
## Posturale Kontrolle

### Balance Error Scoring System test positions

1. Double leg stance (firm surface)
  2. Tandem stance (firm surface)
  3. Single leg stance (firm surface)
  4. Double leg stance (foam surface)
  5. Tandem stance (foam surface)
  6. Single leg stance (foam surface)
- jeweils 20 Sekunden



McKeon & Hertel 2008,  
Witchalls et al. 2013  
ROAST 2019, Delahunt E, et al.

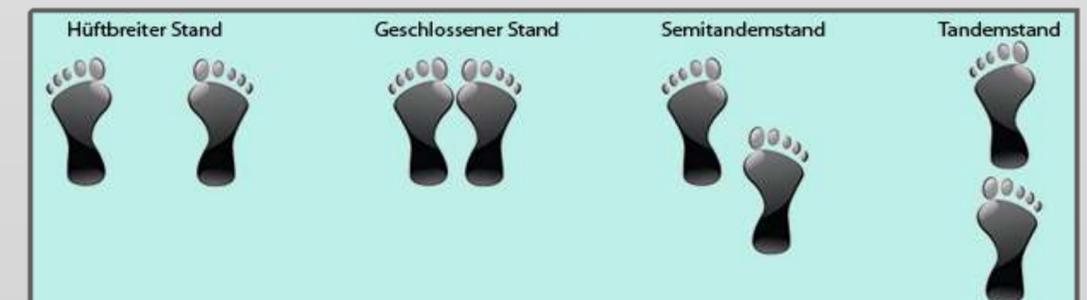


### Foot-Lift-Test

Variante mit 30" offene Augen, 30" geschlossene Augen  
→ wie häufig wird ein Teil des Fußes während dem Einbeinstand abgehoben?

Rosen et al., 2019

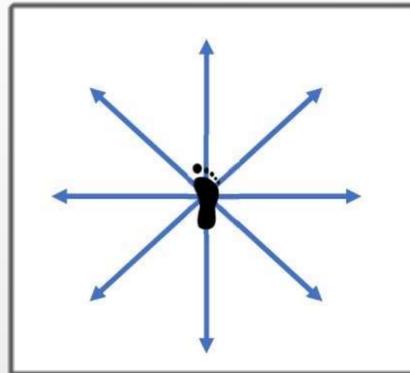
Alternative, bei z.B. älteren Patienten





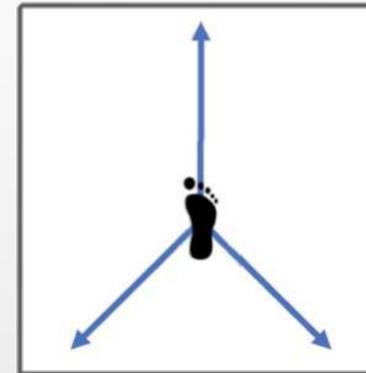
## Posturale Kontrolle

### Star excursion Balance Test (SEBT) - Y-Balance-Test (YBT)



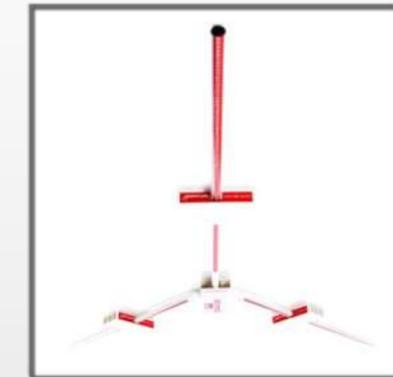
SEBT

- 8 Richtungen
- zeitaufwendig
- kostengünstig



modifizierter SEBT  
(mSEBT)

- 3 Richtungen
- schnell & kostengünstig



industrieller SEBT (YBT)

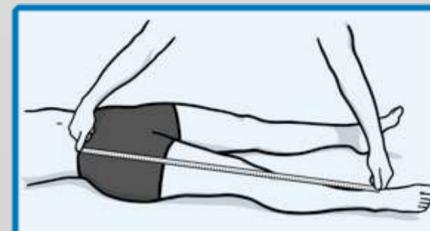
- 3 Richtungen
- genaue & fehlerarme Testung
- schnell & hohe Kosten



#### Auswertung

**Im Seitenvergleich**  
< 5% Abweichung

**Limb symetrie Index**  
 $(\text{Weite A+B+C}) \times 100$   
 $3 \times \text{Beinlänge}$



Auswertung	
weit überdurchschnittlich	> 110 %
überdurchschnittlich	102–110 %
durchschnittlich	94–101 %
unterdurchschnittlich	86–93 %
weit unterdurchschnittlich	< 86 %



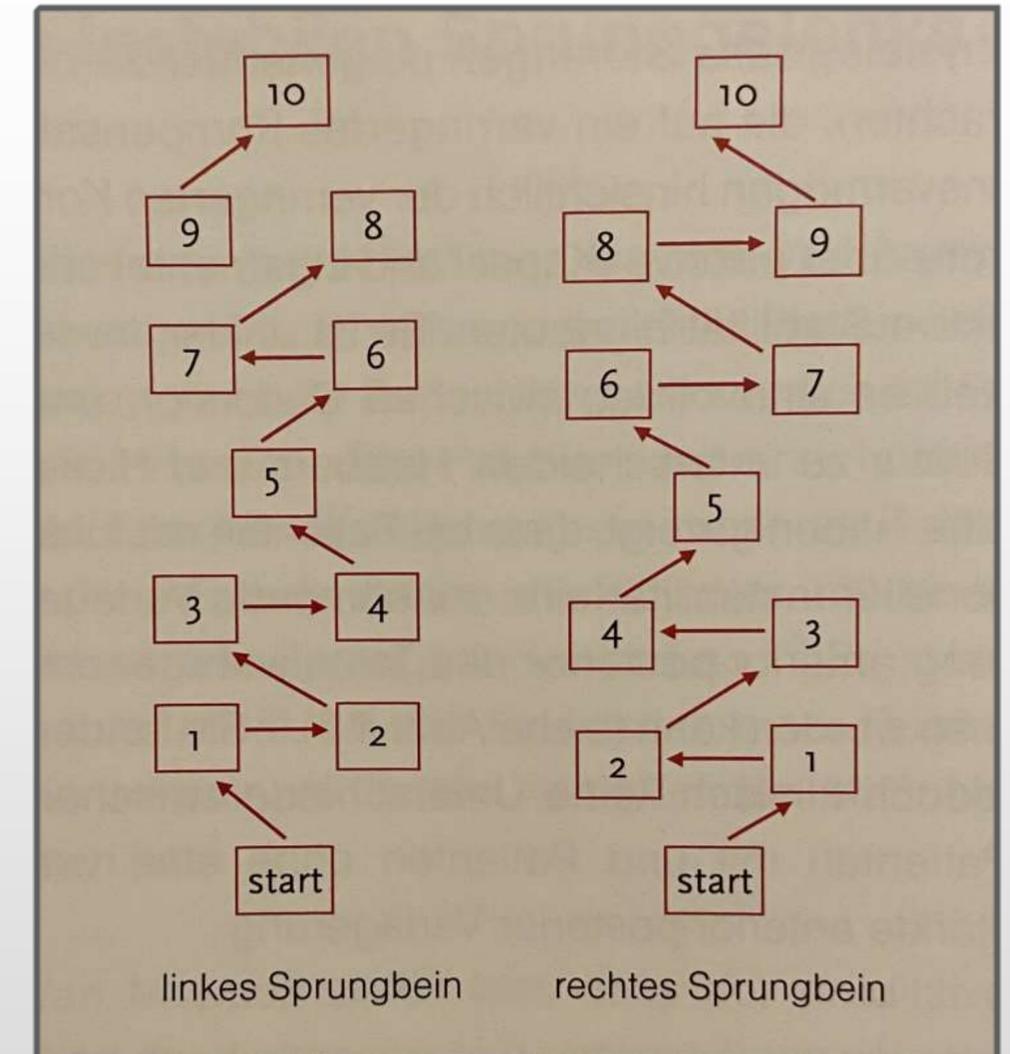


## Posturale Kontrolle

### Multiple Hop Test

Kriterien - folgendes sollte vermieden werden:

- Mit dem Spielbein den Boden berühren
  - Feld überspringen oder verrutschen
  - Hände in der Taille-loslassen
  - Den Rumpf  $>30^\circ$  nach lateral oder medial bewegen
  - Das Spielbein  $>30^\circ$  nach lateral bewegen
  - Die Beine gegeneinander halten
- 
- Test dreimal durchführen, es wird die Qualität der Sprünge bewertet und die Zeit.



Zwischen dem Zeitergebnis und Anzahl der Gleichgewichtsfehler besteht ein enger Zusammenhang!





## Posturale Kontrolle

### Einbeinige Seit-Hop-Test

- 20 Sprünge, so schnell wie möglich,
- über eine Linie (3cm) hin und zurück (10x links/10x rechts über die Linie überspringen)

Es hat sich gezeigt das eine Kombination aus einer Art des **Side-Hop-Test** und **SEBT** den größten klinischen Nutzen aufweist, um Personen **mit und ohne CAI zu unterscheiden!**

Hertel & Corbett 2019

Es sind **mediale und laterale Belastungen** des Gelenks, die diese beiden Tests empfehlenswert machen, um **Patienten mit CAI zu erkennen**. Mehrere andere Sprungtests können ebenfalls eine angemessene Unterscheidungsfähigkeit bieten, wurden aber nur in 1-2 Studien überprüft.

Palmieri-Smith et al. 2009, Yoshida et al. 2011





## Zusammenfassung:

Aus dem bisherigen Vortrag entnehmen wir:

- wie komplex und wichtig ein gut funktionierendes Sprunggelenk ist,
- wie wichtig im Verletzungsfall eine gut ablaufende Wundheilung ist (siehe Vortrag Wundheilung) und
- wie wir anhand von Testverfahren umfassend den Zustand ermitteln können.

Was gilt es im Falle eines Supinations-/Inversionstraumas in der Folge unbedingt zu verhindern? Eine CAI

Welche Bewegung ist typischerweise eingeschränkt und ist einer der Faktoren für Rezidivtraumen und bei welchen funktionellen Tests äußert sich das Defizit?

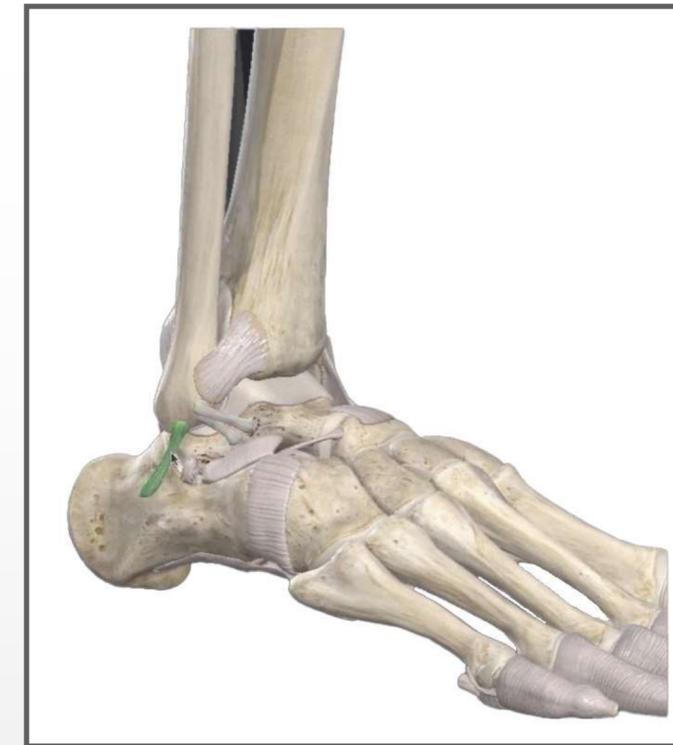
Weight bearing Test, SEBT.



# Sprunggelenk / Fuß

Anatomie und Biomechanik  
Level 1b

Teil 2



**Michael Roser**  
Physiotherapeut  
Sport-und Gymnastiklehrer





## Einteilung in:

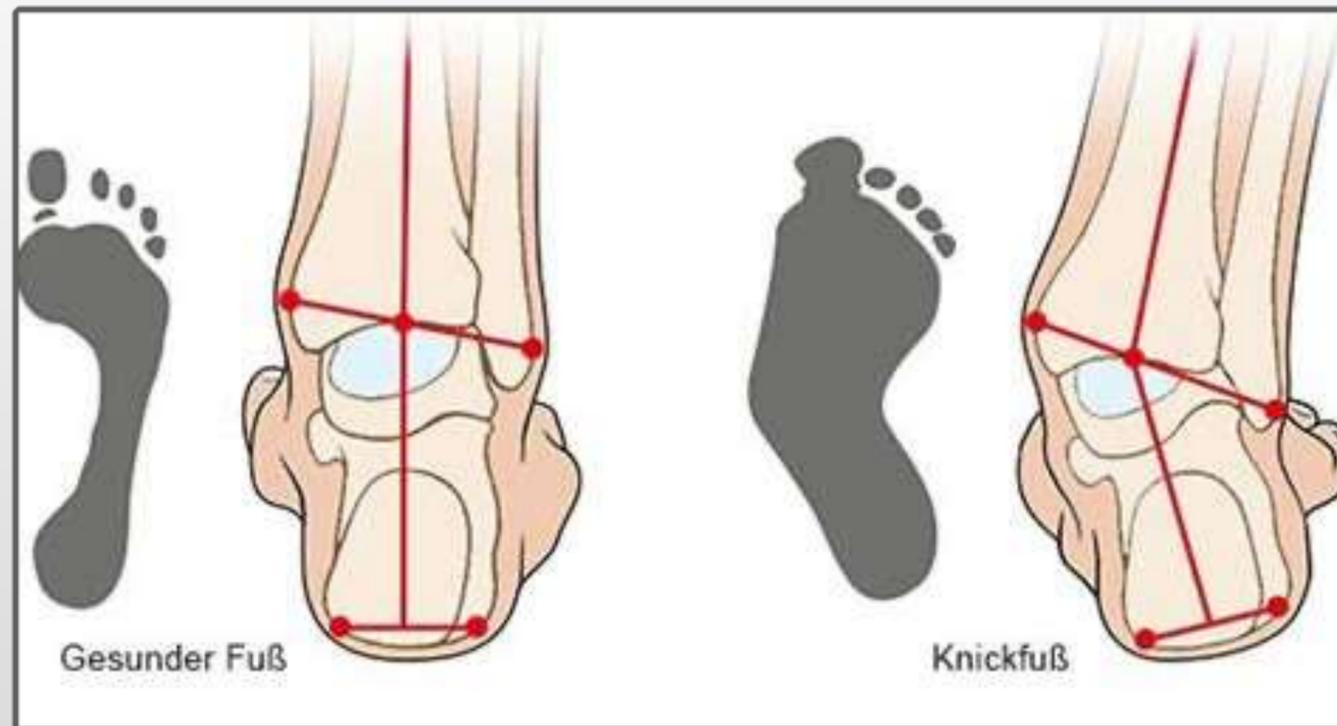
- mediale Wölbung
- laterale Wölbung
- quere Wölbung



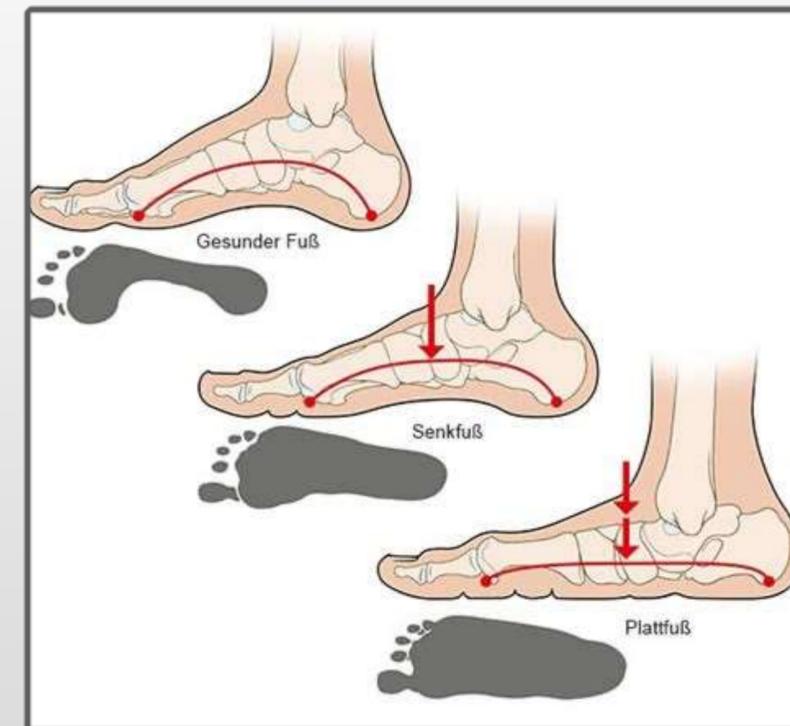


## Inspektion

### Knickfuß

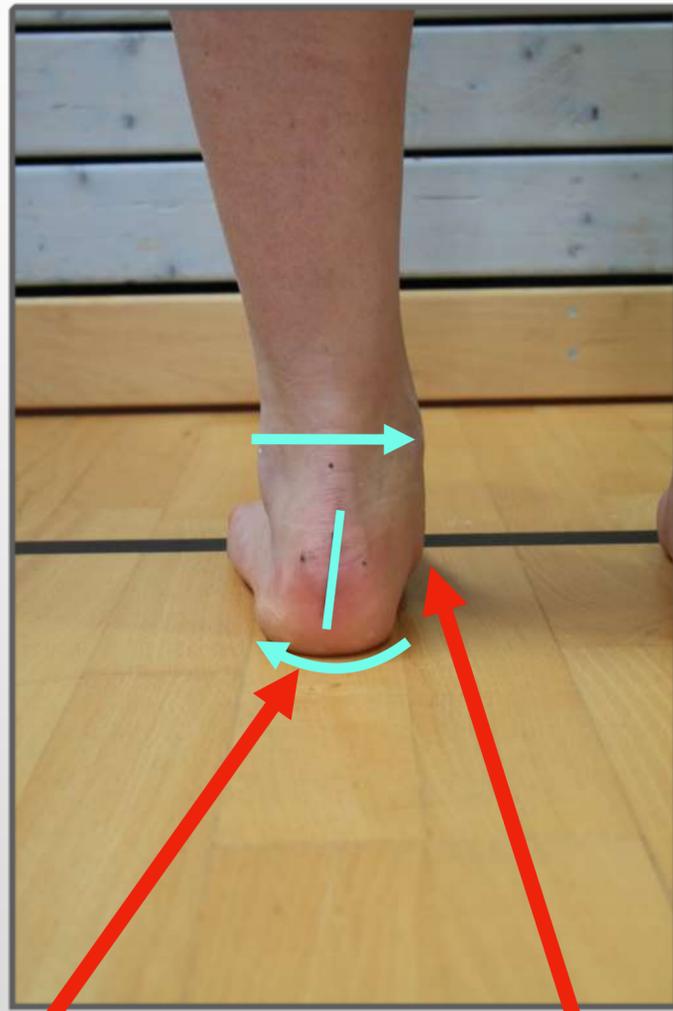


### Senk-Plattfuß





## Inspektion-statisch

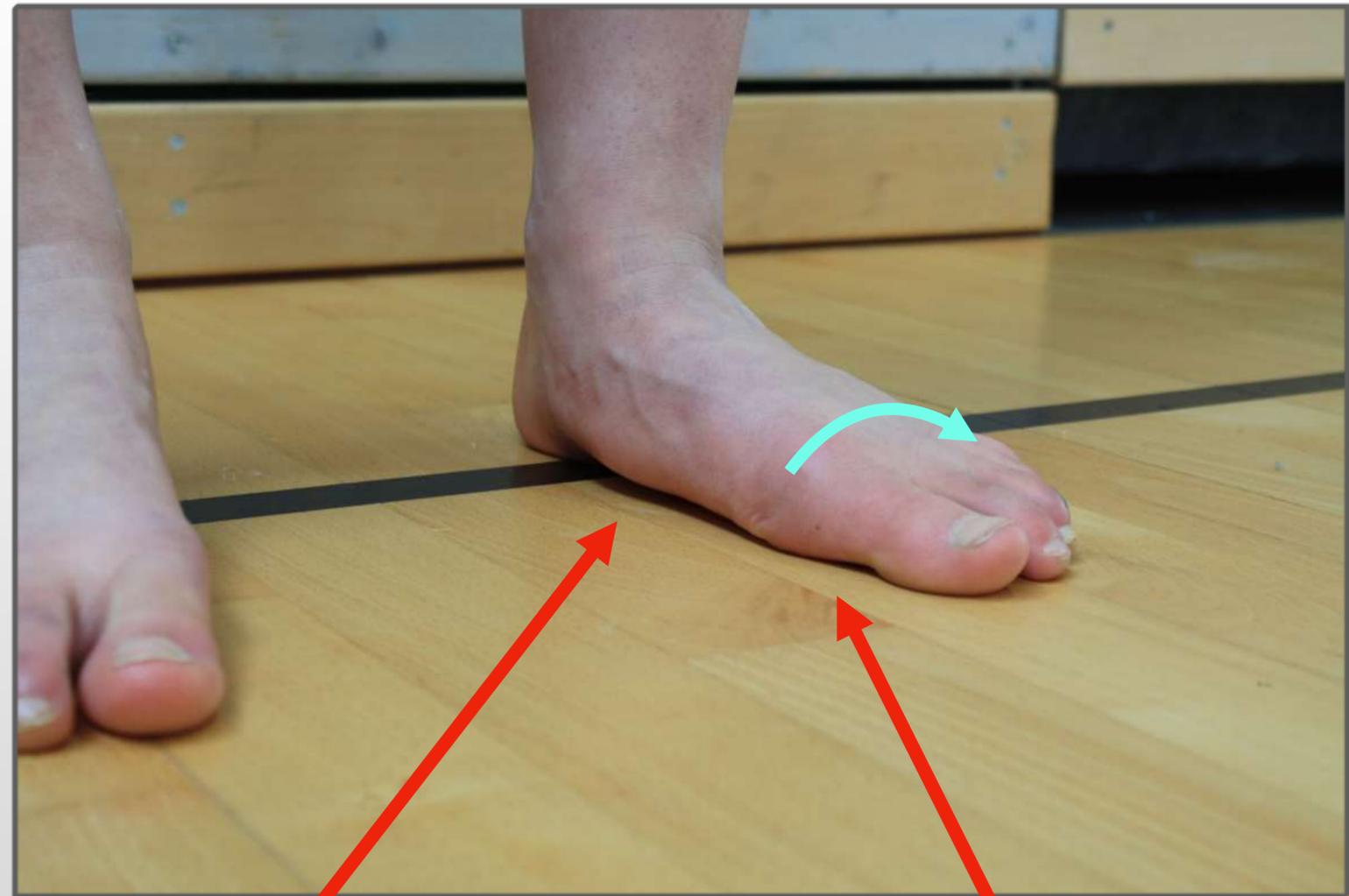


Calcaneus  
Eversion/Pronation

Knickfuß



Schenke M., et al.,  
Prometheus Thieme  
Verlag, 2018



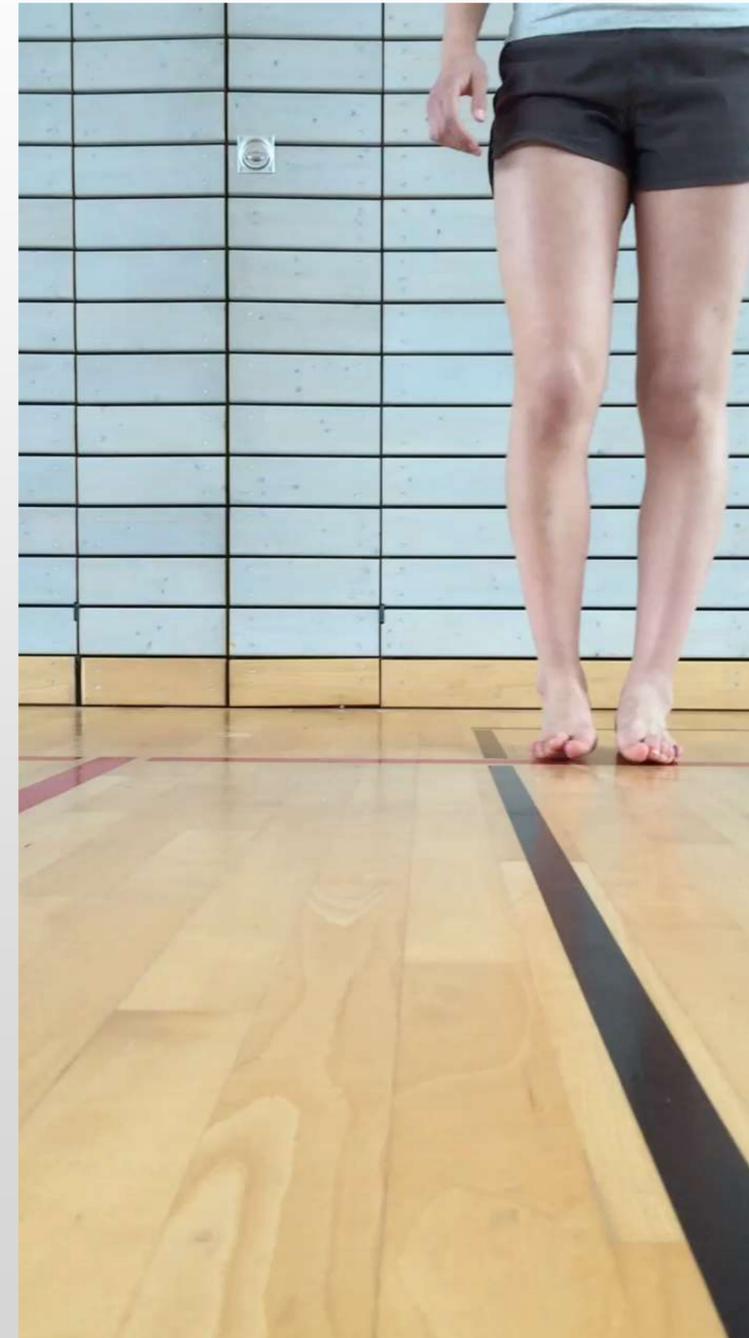
Senk-Plattfuß

Vorfuß Supination





## Inspektion-dynamisch





## Inspektion

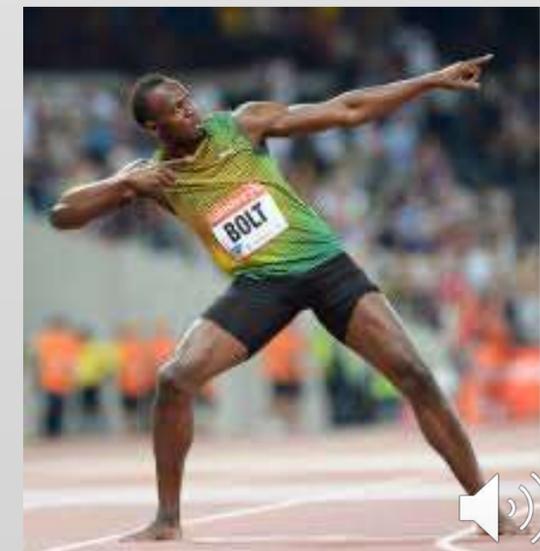


Joshua Cheptegei

2020-Weltrekordhalter über 5.000m und 10.000m

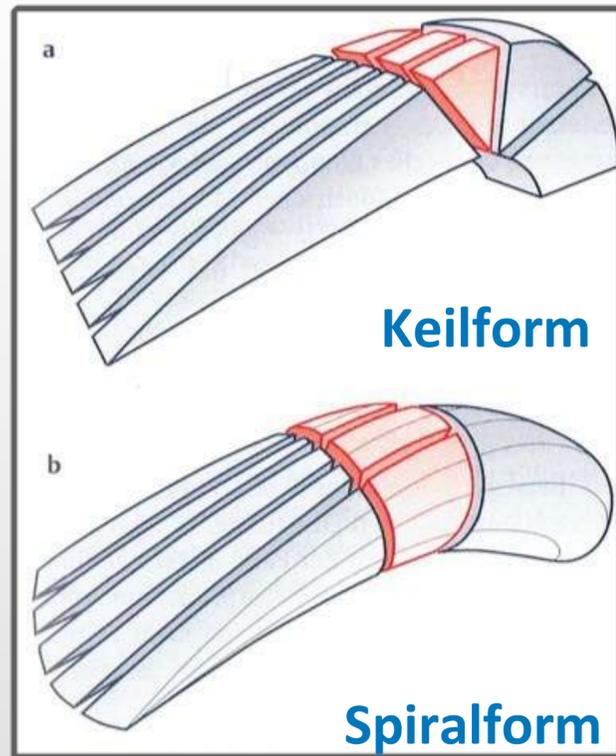


Usain Bolt  
Weltrekordhalter 100m, 200m  
und 4\*100-Staffel

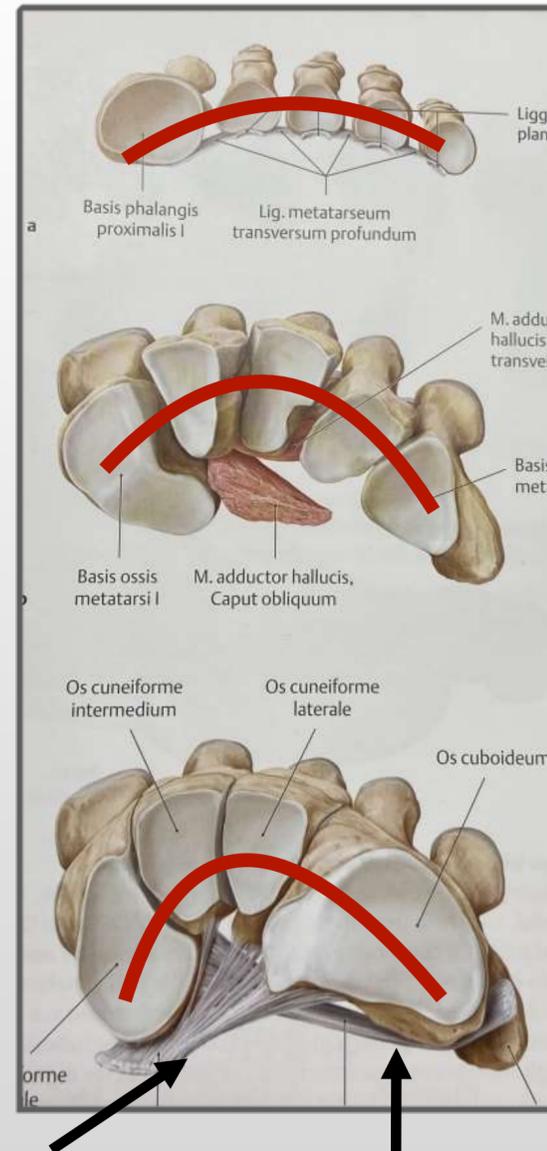




## Spiral- und Keilprinzip



aus Larsen, Füße in guten Händen; Thieme Verlag, 2014



M.tib.post

M.peron.long.

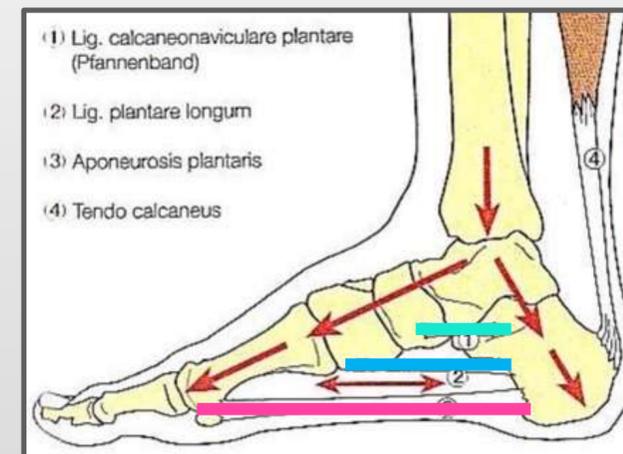
Schenke M., et al.,  
Prometheus Thieme Verlag, 2018

Lig. Coraco-naviculare

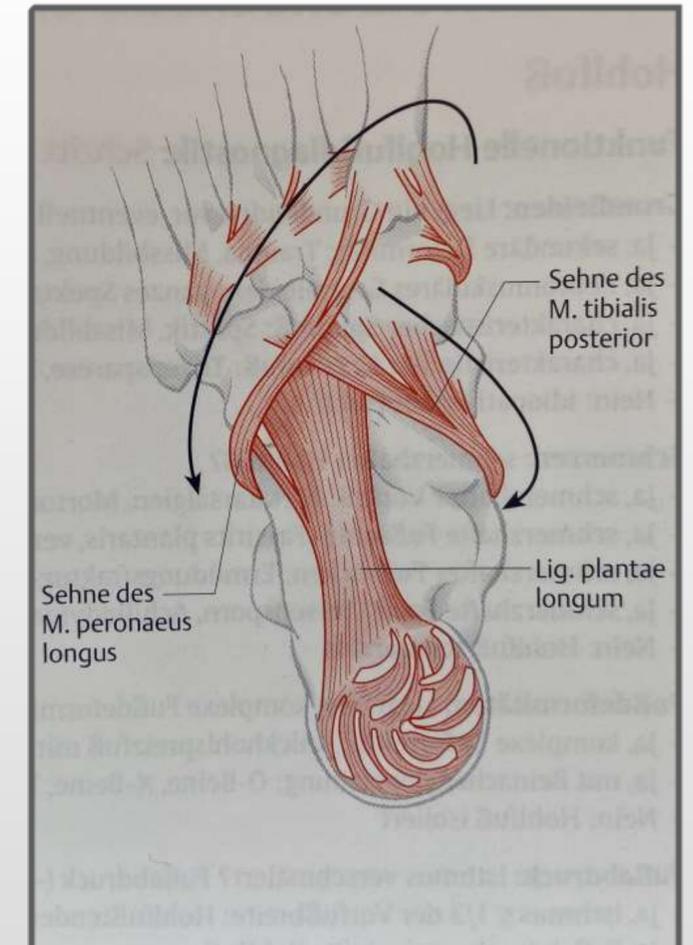
plantare

Lig. Plantare long.

Plantarfaszie



Drenckhahn, Eckstein,  
Urban & Fischer Verlag, Elsevier  
GmbH, 2002



aus Larsen, Füße in guten Händen; Thieme Verlag, 2014





Durchführung anhand der Befunde und dem Reha-Phasenmodell

- eine Übungsauswahl -





## 1. Automobilisation

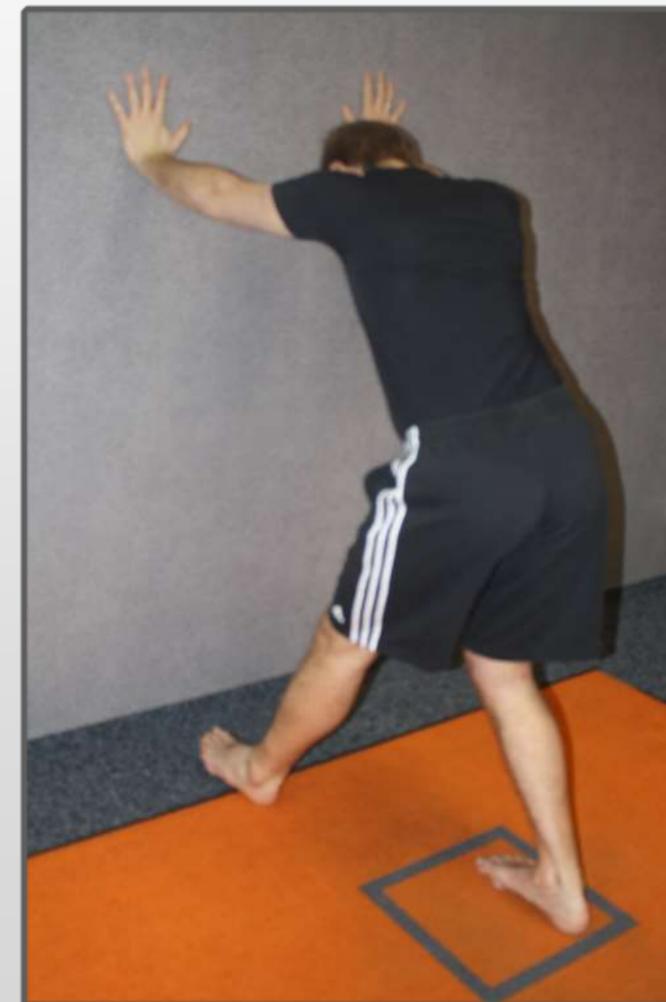
Massage der Fußsohle



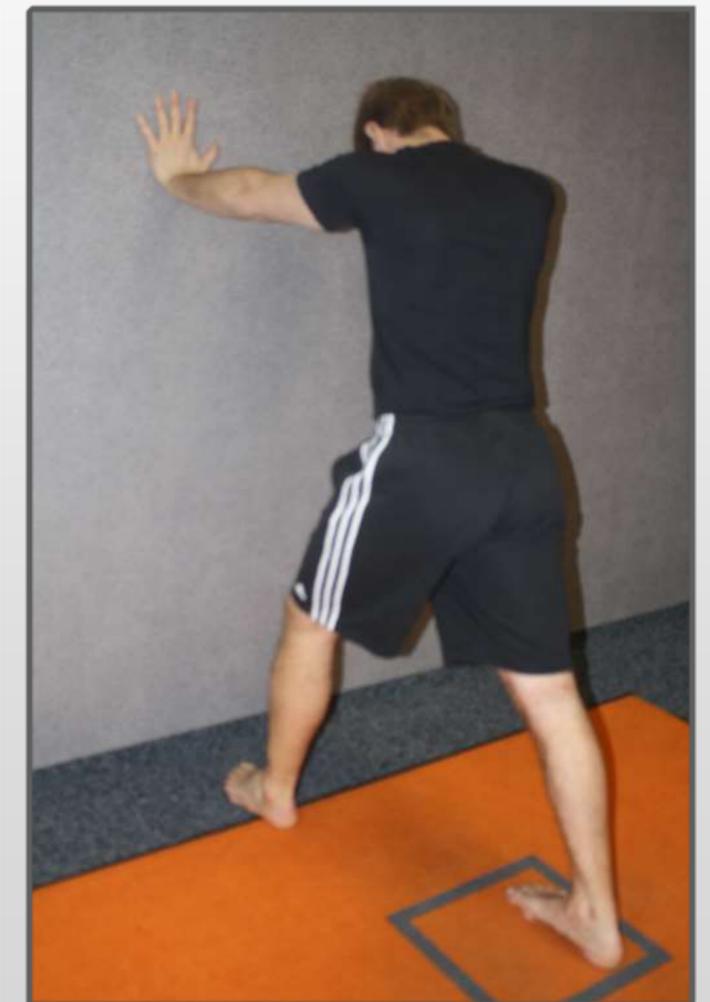
Dehnung Plantarfascie



M.Soleus



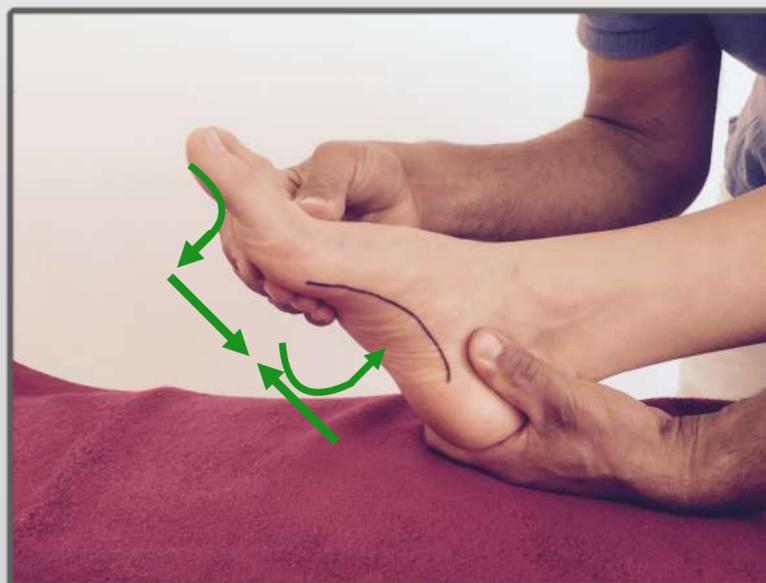
M.Gastrocnemius





## 2. Anbahnung-Übungen für das Fußgewölbe und Beinachse

### Fußspirale



Passiv,  
konzentrisch  
und exzentrisch

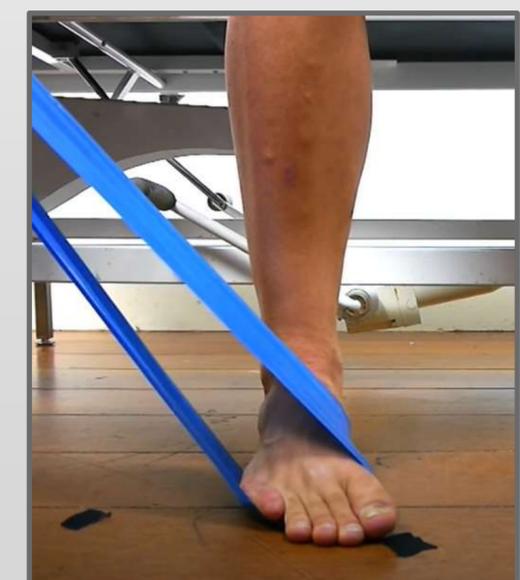
### „Kurzer Fuß“



### Pronation Vorfuß



### Übung selektiv M.tibialis post.

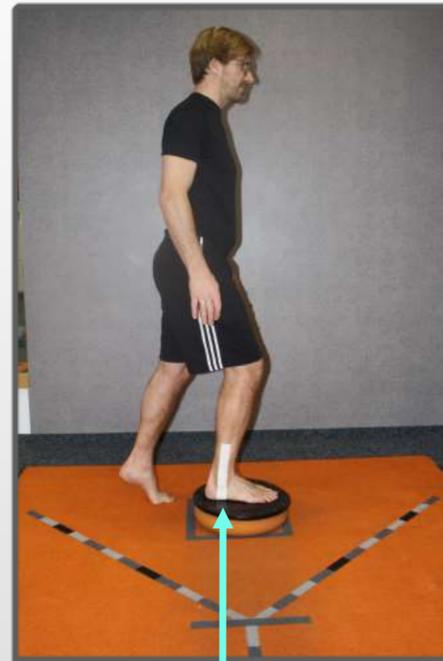
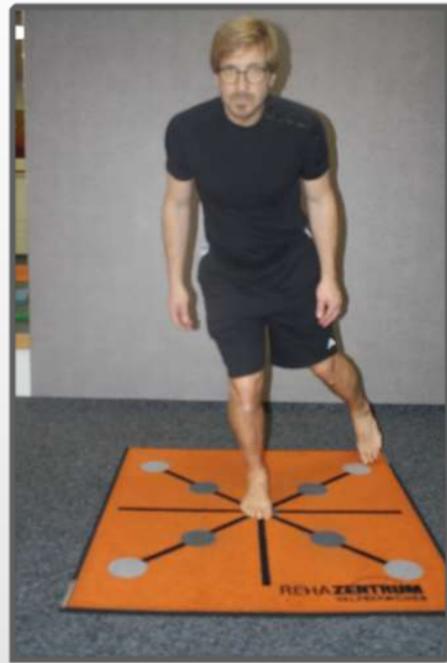


Kulig K. et al., Selective activation of tibialis posterior:  
evaluation by magnetic resonance imaging, 2004

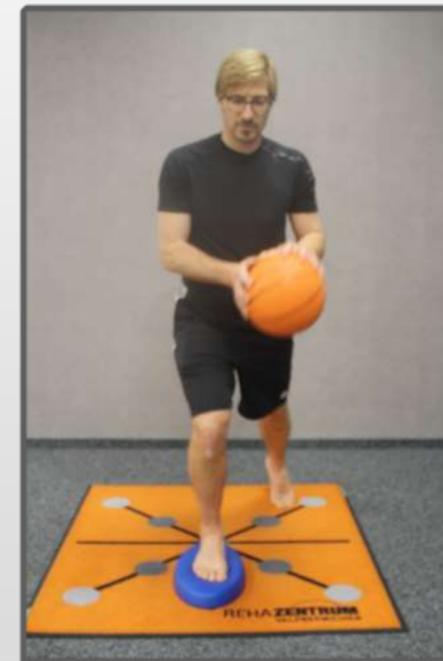
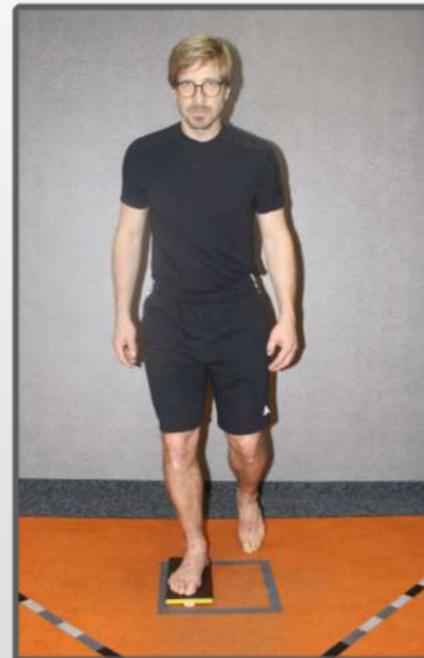




## 3. Sensomotorik



ggf. mit Tape





## 4. Hypertrophie/Kraft - Fuß-/Unterschenkelmuskulatur

### Die vier Quadranten

#### DE-SUP

Ventro-medialer Quadrant  
M. extensor hallucis long.  
M. tibialis anterior

#### DE-PRO

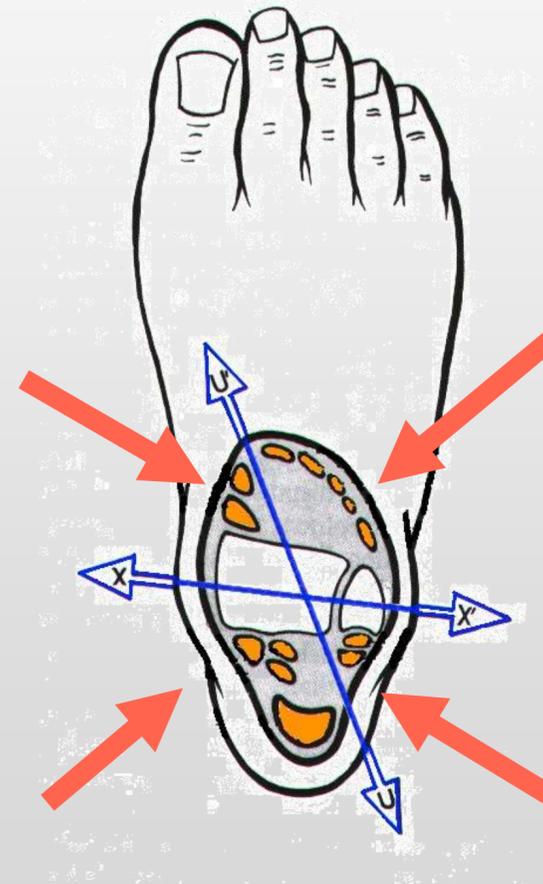
Ventro-lateraler Quadrant  
M. extensor digitorum long.  
M. peronaeus tertius

#### PF-SUP

Dorso-medialer Quadrant  
M. flexor hallucis longus  
M. flexor digitorum long.  
M. tibialis posterior  
M. triceps surae

#### PF-PRO

Dorso-lateraler Quadrant  
M. peronaeus longus  
M. peronaeus brevis



Kapandji A., 2016





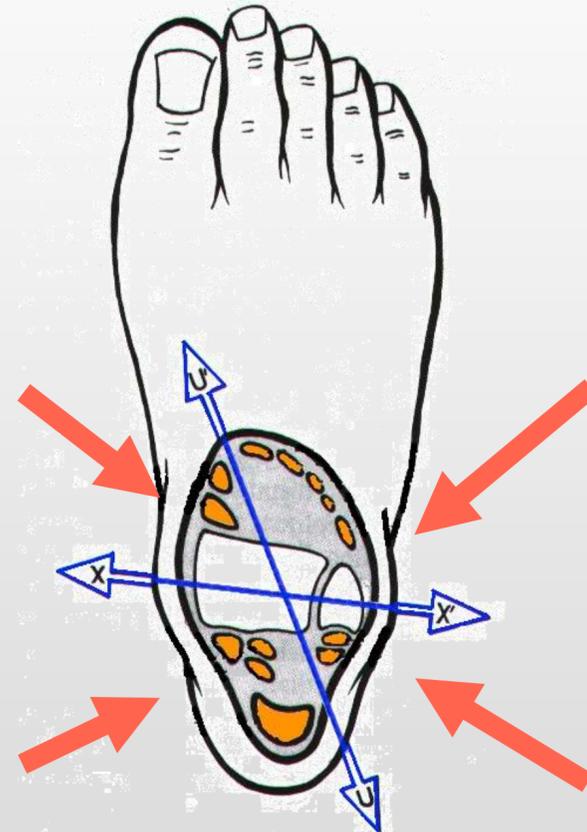
## 4. Hypertrophie/Kraft - Fuß-/Unterschenkelmuskulatur

Ventro-medialer Quadrant

DE-SUP



Die vier Quadranten



Ventro-lateraler Quadrant

DE-PRO



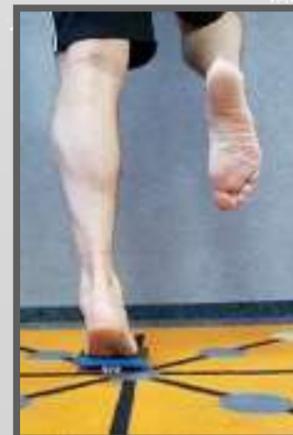
Dorso-medialer Quadrant

PF-SUP



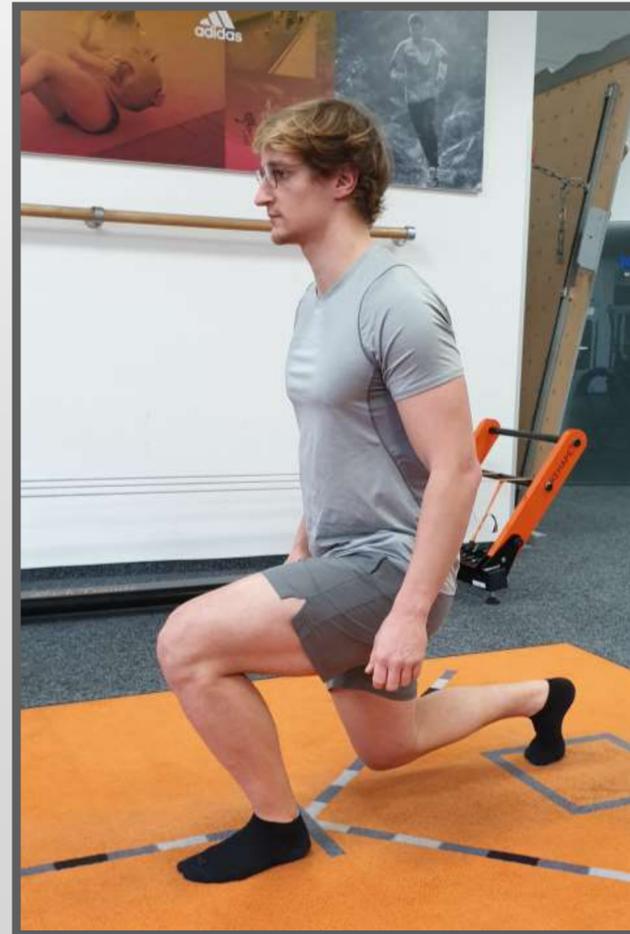
Dorso-lateraler Quadrant

PF-PRO



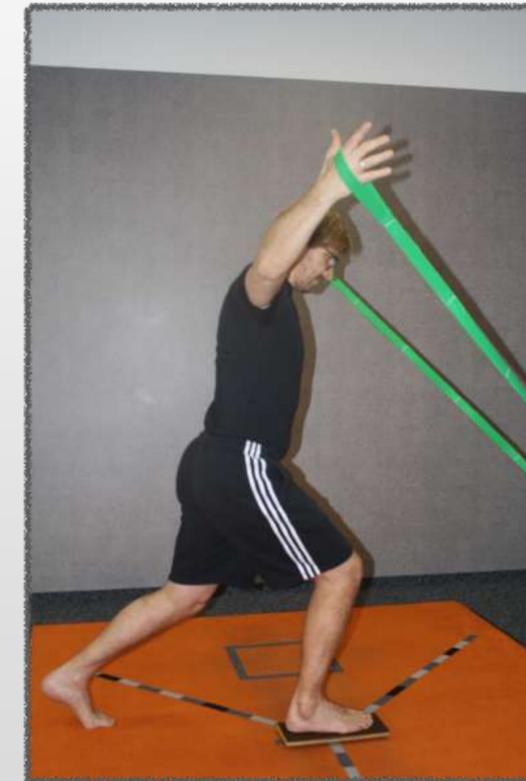
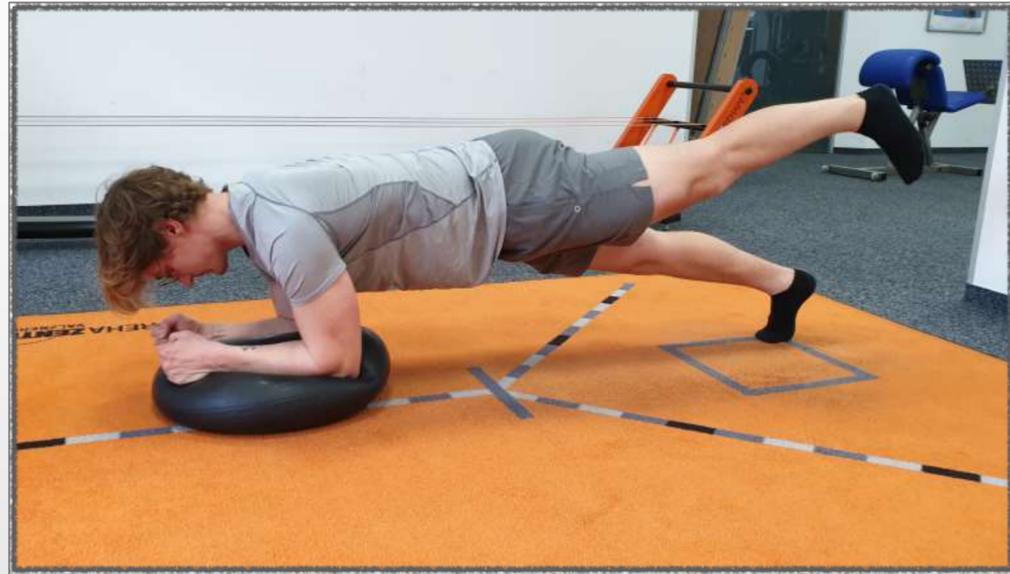


## 4. Hypertrophie/Kraft - Knie- und Hüftmuskulatur





## 4. Hypertrophie/Kraft - Rumpfmuskulatur

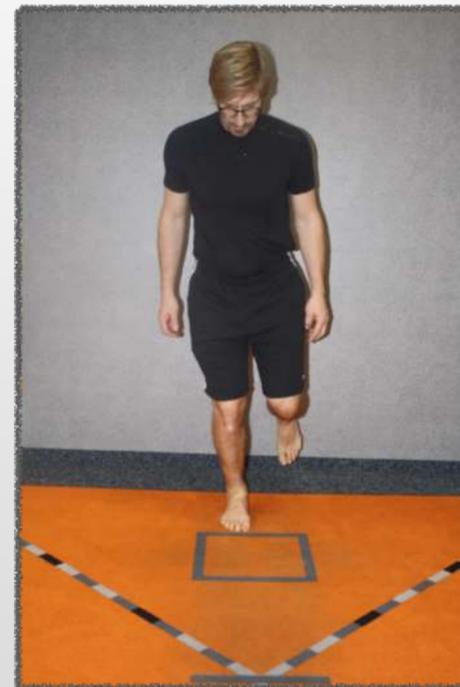
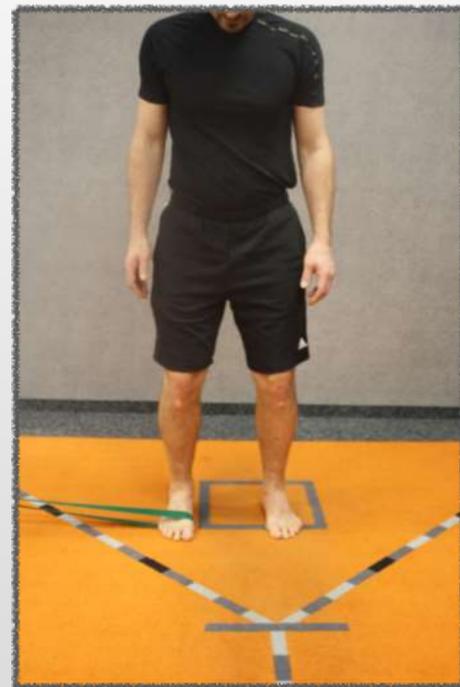




## 5. Spezialisierung - Sprünge und Schnelligkeit



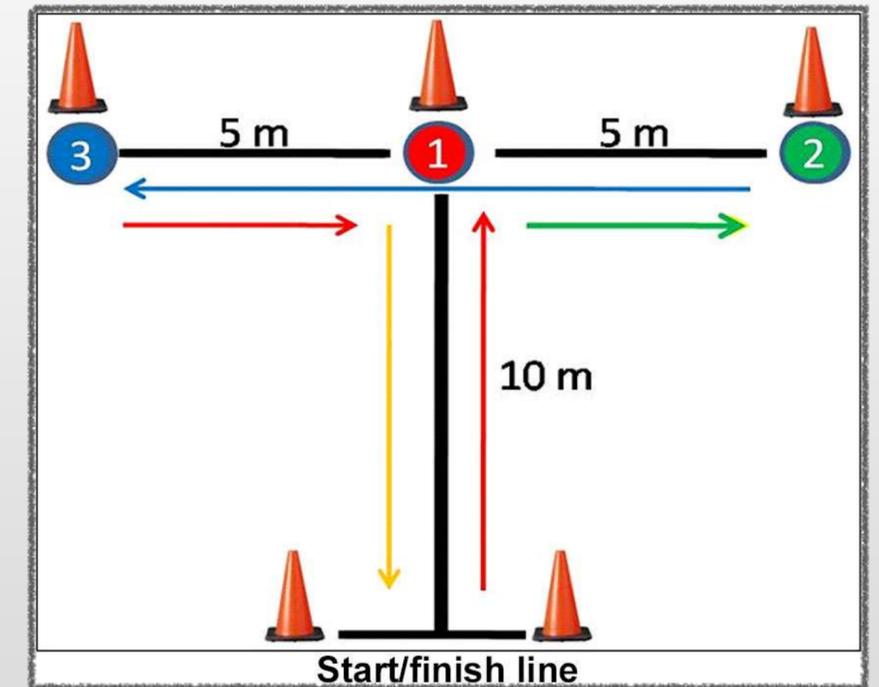
mit Voraktivierung



vor-zurück



rechts-links



T-"Test"





## Schienenversorgung

Im Vergleich zu keiner Intervention reduziert eine Schienenversorgung die Wahrscheinlichkeit einer Wiederverletzung um 62%.

Sie wird vor allem in den ersten sechs Monaten nach einer Verletzung empfohlen, der gesteigerte Nutzen wird mit bis zu einem Jahr posttraumatisch erwartet.

Doherty et al., 2017





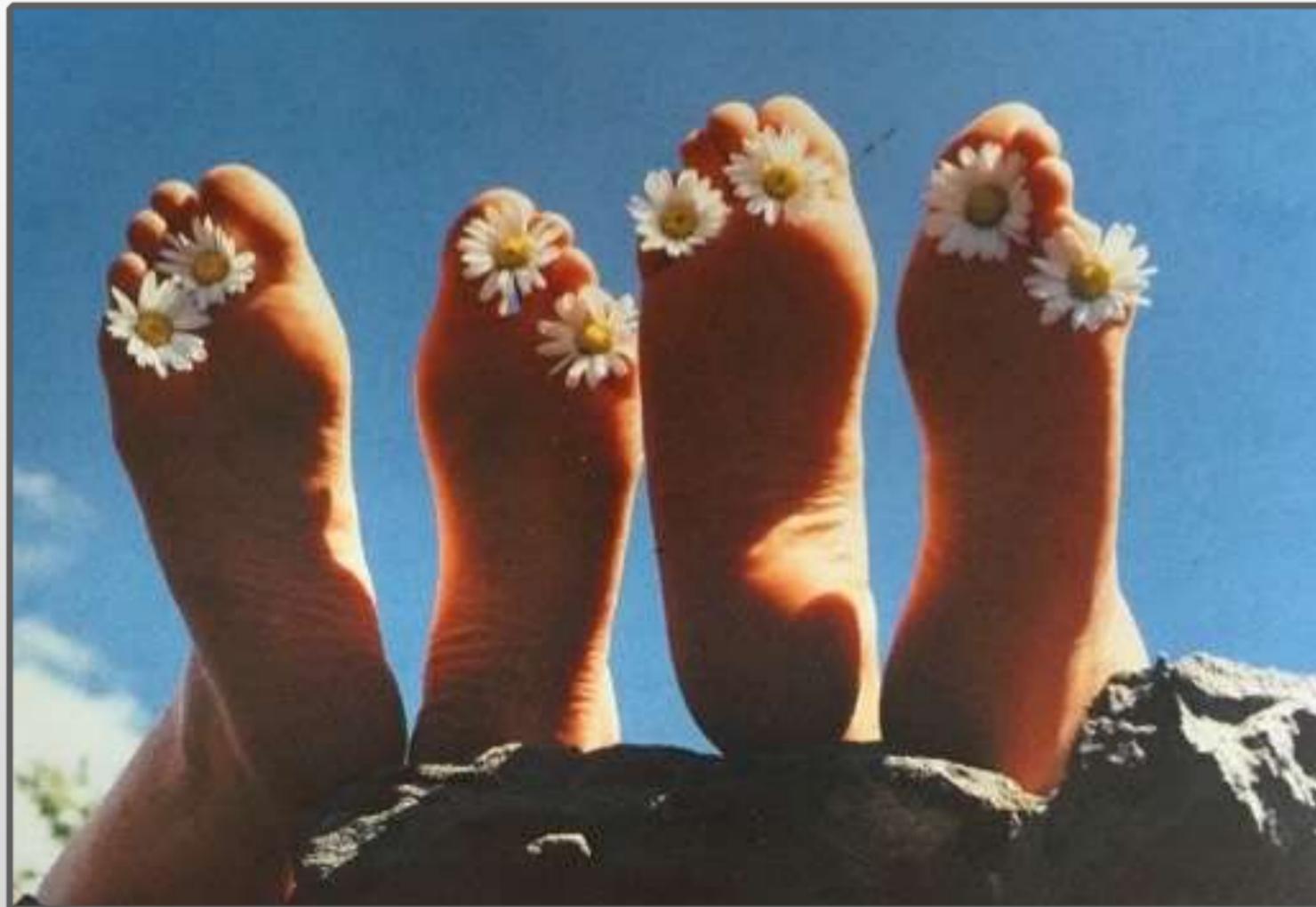
## Zusammenfassung:

- Der Fuß mit den beiden Sprunggelenken sind in die gesamte kinetische Kette des Beines , mit Hüfte, Becken und WS eingebunden. Bei der Therapie müssen wir auf alle Bereiche achten.
- Mit welchen Funktionstests lassen sich die Defizite einer CAI sehr gut darstellen und betroffene von nichtbetroffenen unterscheiden? Side Hop Test, SEBT
- Über welche Form und welches Prinzip bauen sich die Gewölbe des Fußes auf? Keilform und Spiralprinzip
- Welche ist die selektivste Übung für den M.tib post.?
- Mit welcher Maßnahme reduziert sich die Wahrscheinlichkeit einer Wiederverletzung deutlich und mit wie sehr in Prozent? Schienenversorgung-62%





Vielen Dank!





- Van Cingel R., Hullegie W., Witvrouw E., (Hrsg.). Muskel- und Skeletterkrankungen im Sport-Das Sprunggelenk. Balingen: Spitta-Verlag; 2012.
- Khalaj N., Vicenzino B., Heales L., Smith M. Is chronic ankle instability associated with impaired muscle strength? Ankle, knee and hip muscle strength in individuals with chronic ankle instability: a systematic review with meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*. 2018; doi:10.1136/bjsports-2018-100070.
- Doherty C., et al. (2017) Treatment and prevention of acute and recurrent ankle sprain, *Br J Sports Med*. 2017 Jan;51(2):113-125.
- Meier Hape. Medizinische Trainingstherapie in der Praxis-Methodik der MTT. 2. Auflage. AMS Verlag, 2007.
- Bloch H., Klein C., Kühn N., Luig P. Return-to-Competition – Testmanual zur Beurteilung der Spielfähigkeit nach akuter lateraler Bandverletzung am Sprunggelenk. Hamburg: VBG, 2019.