

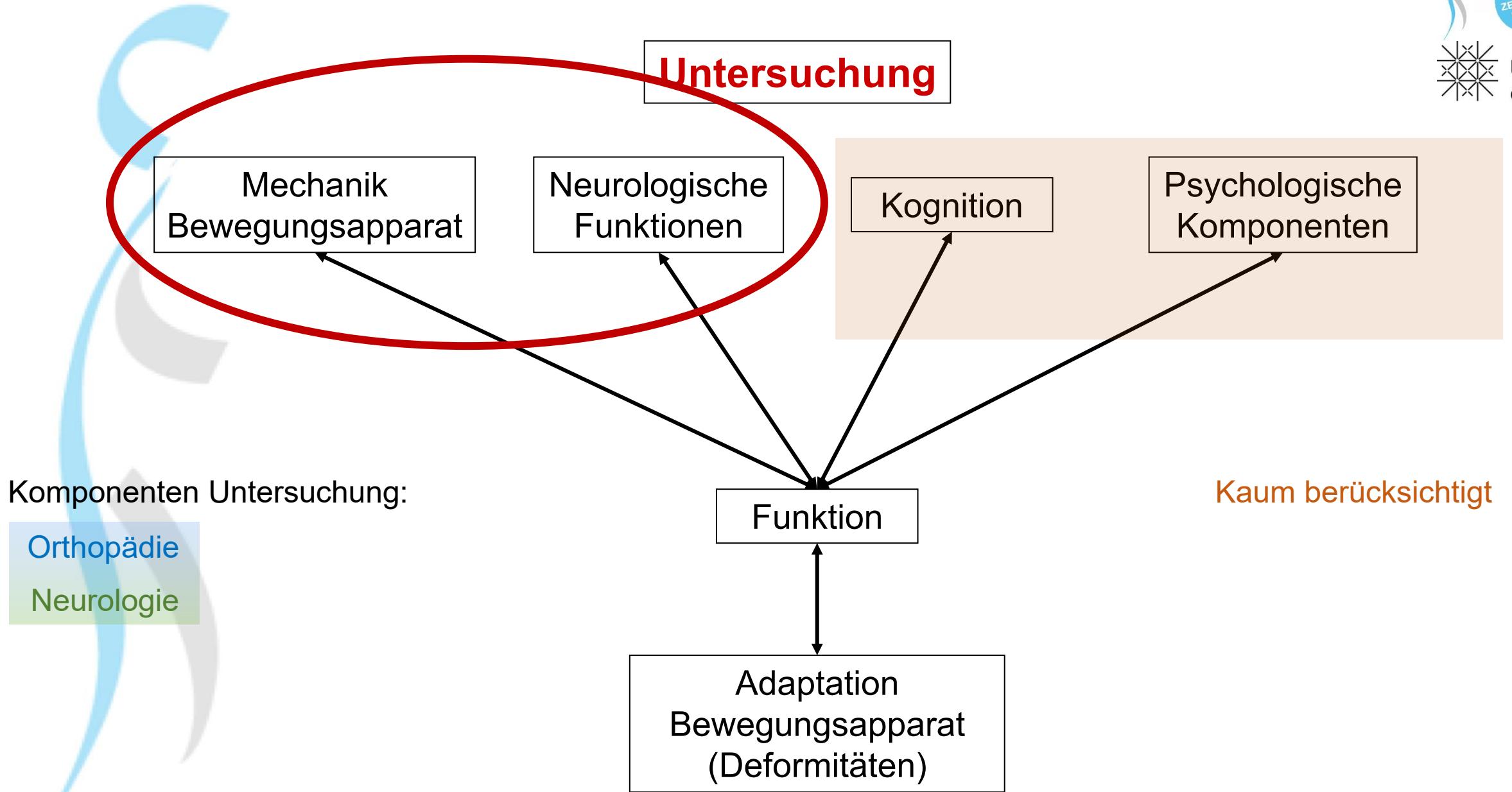
University  
of Basel



# Die neuro-orthopädische Untersuchung

Reinald Brunner

[reinald-g-h.brunner@unibas.ch](mailto:reinald-g-h.brunner@unibas.ch)



# Neuroorthopädische Untersuchung

## Ziele

Orthopäde: Teile der neurologischen Untersuchung

Neurologe: Teile der orthopädischen Untersuchung

Neuro-Orthopädie = Kombination

Stellen / Erhärten einer Diagnose

Suche nach Risikofaktoren für Probleme

→ fachfremde Untersuchung

Komponenten Untersuchung:

### Orthopädie

- Form Bewegungsapparat
- Grenzen Beweglichkeit (Gelenke, Muskellängen)
- Muskelkraft
- Kontrolle unter Schwerkraft (Haltung, Gehen, ...)
- Motorische Kontrolle (Spastik, Selektivität)

### Neurologie

- Röntgenbilder



## Ziele

### Orthopädie: Risiken für Probleme

#### Themen:

Hüftluxation

Skoliose

Muskelkontrakturen / Gelenkdeformitäten

## Hüftluxation

### Probleme

- Hüftluxation → Schmerzen / Lebensqualität (→ Gewichtsverlust)
- Funktionsverlust (Transfer!)
- Wirbelsäulendeformität



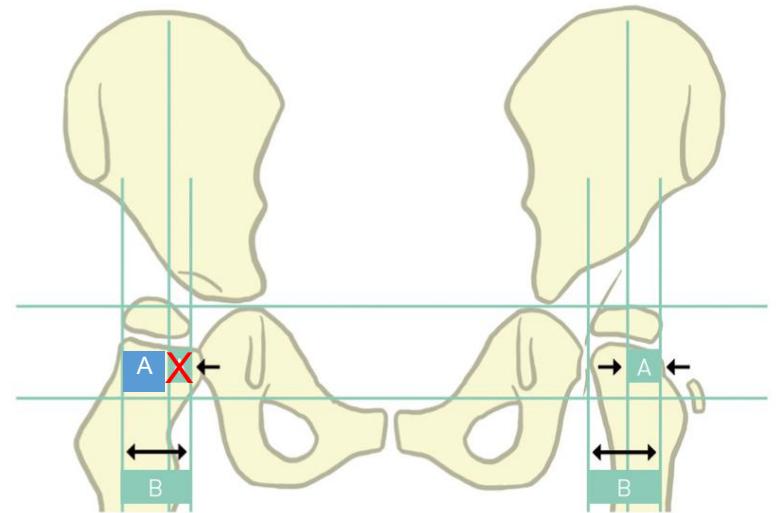
Klinik unzuverlässig → Röntgen

## Hip Surveillance

Bestimmt das Ausmass der vorhandenen (Sub-)Luxation.  
Luxationsprozess hat bereits begonnen!

**Verhindert Endstadium (Luxation)**, nicht Subluxation.

Schon Subluxationen können schmerhaft sein!

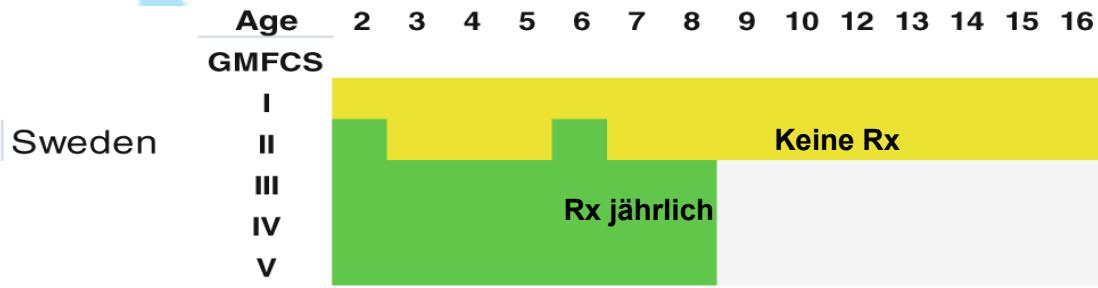


Flyer Hüftampel Schweiz

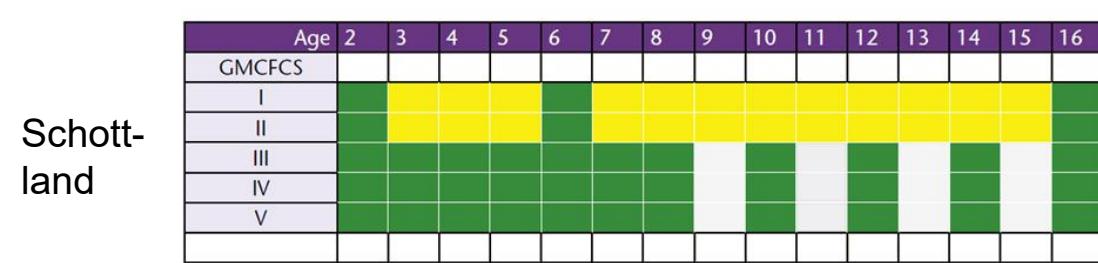
→ **Früherkennung**, keine Prophylaxe  
(aber Prophylaxe der Progredienz)

# CP Hip Disease

## Hip Surveillance



Robb J. J Child Orthop 2013



Gaston MS. Paediatrics and Child Health, 2019



Nicht publiziert

Swiss CP Registry –  
Hip Surveillance



UNIVERSITY CHILDREN'S HOSPITAL  
ZURICH  
The hospital of the  
Swiss Federal Foundation

Schweizer  
Cerebralparese  
Register

Cerebral  
Gesellschaft für Cerebralpareseforschung  
Gesellschaft für Cerebralpareseforschung  
Gesellschaft für Cerebralpareseforschung  
Gesellschaft für Cerebralpareseforschung

	0–30 %		30–40 %		>40 %
GMFCS Level I GMFCS Level II	every year	every year	every 6m or surgery		
GMFCS Level III GMFCS Level IV GMFCS Level V	every year	every 6m	every 6m or surgery		

Grundsätzlich nicht nur für CP sinnvoll

## Probleme

### Lungenvolumen

- Pneumonien
- Reflux / Erbrechen
- Mangelernährung
- Pulm. Hypertonie



### Funktionsverlust

- Kopfkontrolle
- Handfunktion



## Skoliose / Wirbelsäule

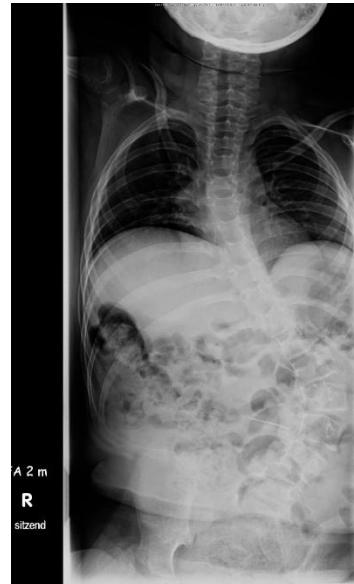
Rippen liegen auf Becken auf

- Schmerz
- Hautmazerationen



Beckenschiefstand

- Hüftluxation



## Untersuchung

### Kontrolle Gleichgewicht

Setzt voraus:

- Adäquaten Input und Verarbeitung der sensorischen Informationen
- Auslösen einer entsprechenden motorischen Antwort

Schwierigkeit, den Rumpf zu halten (GMFCS IV & V)



Dynamische Instabilität:  
„Hände hoch!“ - Test

Zeit



## Klinisch Rückendeformität

### Inspektion Rücken

Krümmung: Skoliose /  
Kyphose / Lordose

Nicht immer zuverlässig  
Torsion variabel



### Untersuchung

## Radiologisch

Immer aufrecht (sitzend / stehend):  
Einfluss der Schwerkraft

Bei schwerer Haltungsproblematik (CP GMFCS  
IV/V, DMD, MMC) jährlich ab 7 sinnvoll



## Extremitäten

### Funktionsstörung

Fehlhaltung (funktionell) ↔ Fehlstellung (strukturell)

Fehlhaltung: Gefahr der Entwicklung einer strukturellen Deformität (Fehlstellung)

Fehlstellung: Notwendigkeit einer funktionellen Fehlhaltung (Kompensation)

Muskelkontrakturen → untere Extremität: Gangstörungen / Störung der Funktion  
obere Extremität: Probleme in Funktion / bei Pflege

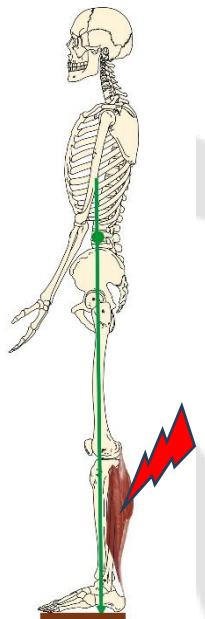
Gelenkdeformitäten → untere Extremität: Gangstörungen / Störung der Funktion  
obere Extremität: Probleme in Funktion / bei Pflege

CP: Problem hoher Tonus, Widerstand durch Strukturveränderungen Muskel

# Entwicklung von Gangstörungen bei CP

Funktion

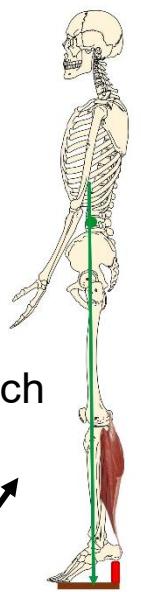
Gefahren



Dynamisch  
stabil

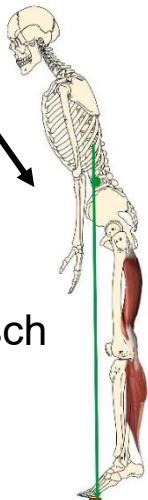
Spitzfuss

Dynamisch  
instabil

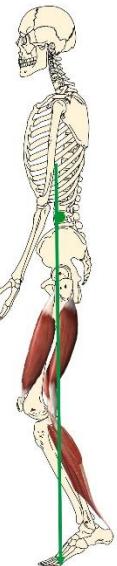


Dynamisch  
instabil

Kniebeugung



Dynamisch  
instabil



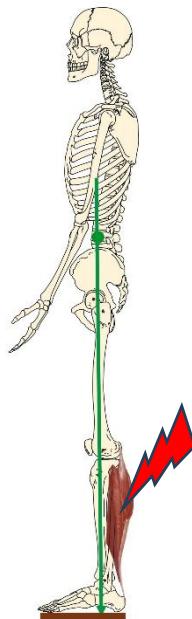
Midfoot break



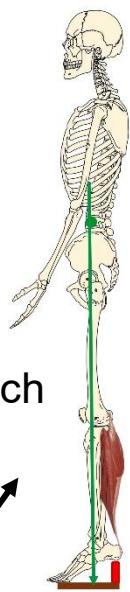
# Entwicklung von Gangstörungen bei CP

## Funktion

## Gefahren



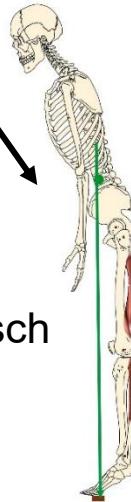
Dynamisch  
stabil



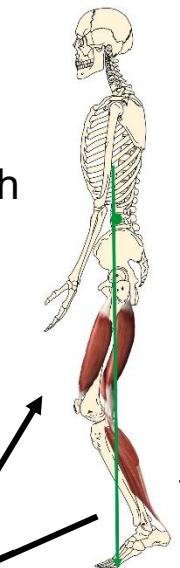
Spitzfuss

Kniebeugung

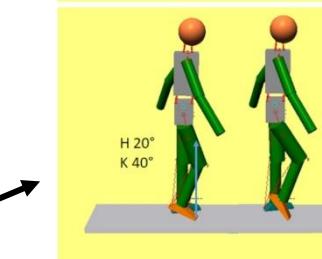
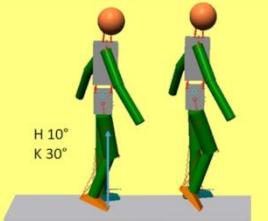
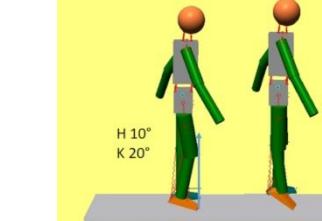
Dynamisch  
instabil



Dynamisch  
instabil



No way out

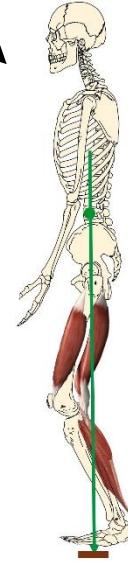


Brunner R, Frigo C. 2024



Aktives Kniestreckdefizit

Dynamisch  
instabil



Midfoot break

## Schwäche

## Ursachen

- Myogen (Myopathien / -dystrophien)
- Neurogen
- Mechanisch:

In keiner Gelenkstellung volle Kraft  
→ nicht reparabel



Aktives Kniestreckdefizit

Volle Kraft, aber nicht mehr in Endstellung  
→ **reparabel**

Kraft nicht nur in Endstellung prüfen!

## Extremitäten

Gelenkdeformitäten → Ausmass bei entspannten Muskeln

Muskelkontrakturen → Eingelenkige schwierig  
→ Zweigelenkige: Vorspannung über ein Gelenk

„Muskellänge“: Auswirkung auf Bewegung wird gemessen!



## Extremitäten

### Bewegungsausmass Gelenk (Range of Motion, RoM)

Bewegung in jeder Ebene bis zum Anschlag (gilt prinzipiell)

Grund für Einschränkung klinisch nicht zu eruieren:

- Muskulär → **Eingelenkige Muskeln**
- Ligamentär
- Ossär (→ Rx)



Beispielhaft Hüfte Flex/Ext

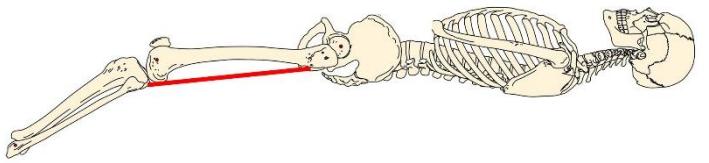
OSG: bei langanhaltender fixierter Spitzfüßigkeit füllt sich der Talushals auf → Einschränkung Dorsalext.

## Extremitäten

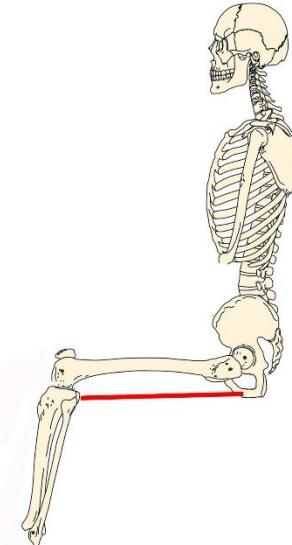
### Zweigelenkige Muskeln

„Länge“ hängt von der Stellung in beiden überbrückten Gelenken ab (gilt prinzipiell)

Kniestreckung bei *gleicher* Hamstring-Länge  
(Schema)



Ohne Vorspannung an Hüfte



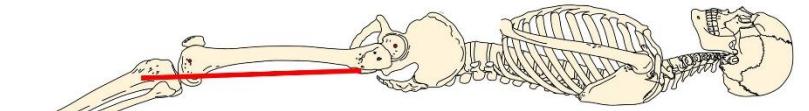
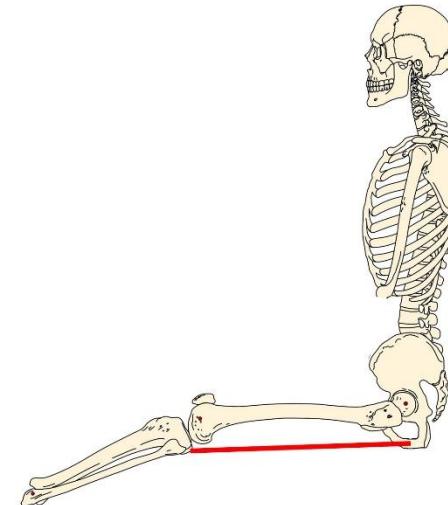
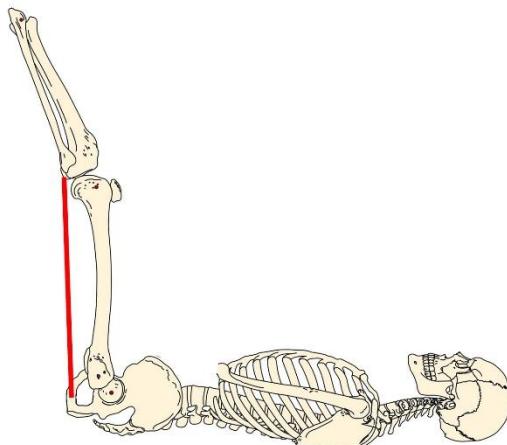
Mit Vorspannung an Hüfte

## Extremitäten

### Zweigelenkige Muskeln

#### Hamstrings

„Hamstring-Länge“ bei 90° gebeugter Hüfte messen: **Poplitealwinkel**  
einseitig



Hüftbeugung beim Gehen nur ca. 40° (norm)

## Extremitäten

### Zweigelenkige Muskeln

#### Hamstrings

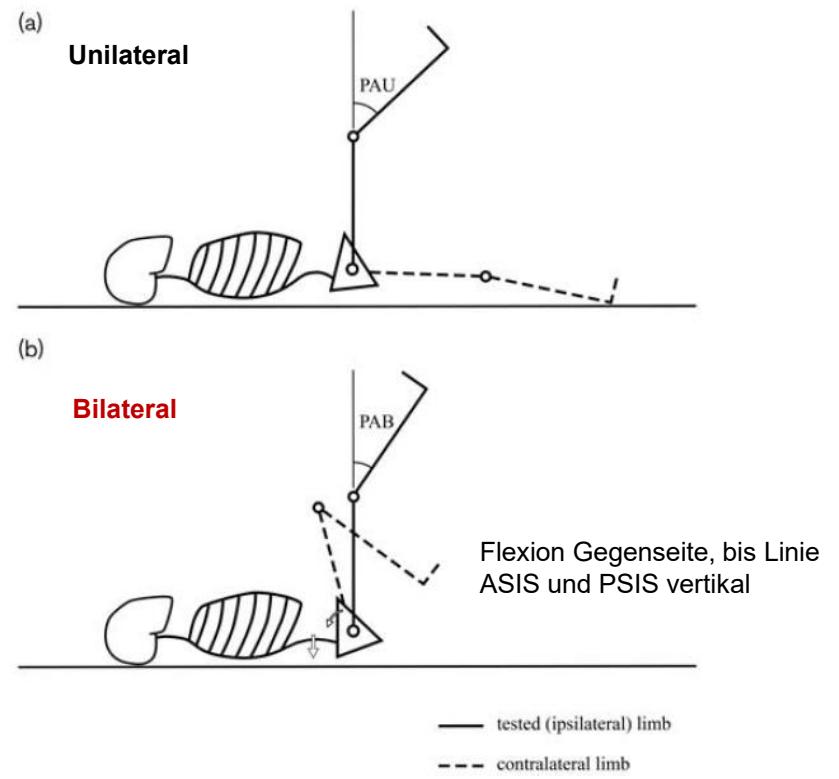
Bilat. / realer **Poplitealwinkel**: mit Beugung in Gegenhüfte  
(Beckenkippung nach hinten / weniger Vorspannung)

#### Interpretation:

Unilateral → funktionelle Verkürzung

Bilateral → strukturelle Verkürzung (Kontraktur)

Differenz unilateral – bilateral = „Hamstring Shift“



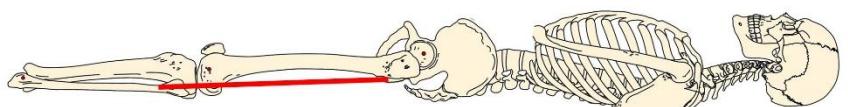
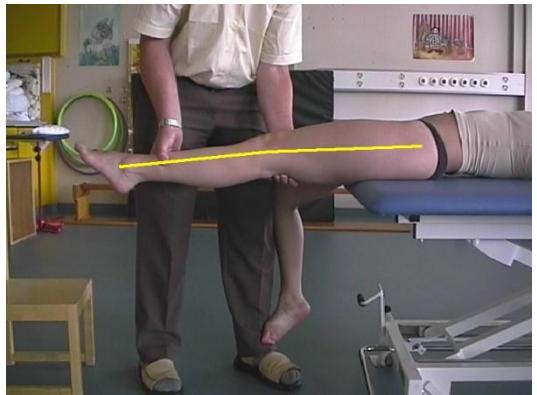
Manikowska F, et al. The popliteal angle tests in patients with cerebral palsy. Journal of pediatric orthopedics Part B. 2019;28(4):332-6.

Hüftbeugung beim Gehen nur ca. 40° (norm)

## Extremitäten

### Zweigelenkige Muskeln

Kniestreckung: bei gestreckter Hüfte messen!



Hamstrings entspannt



Normal

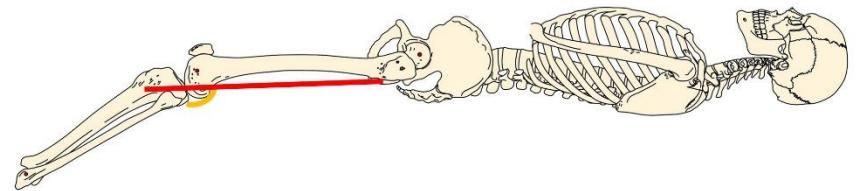
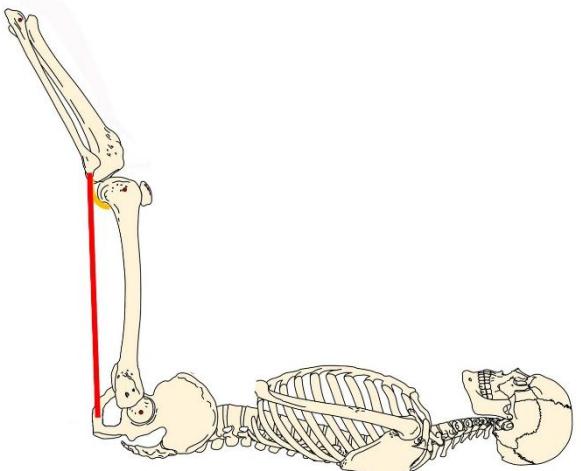


Beginnende Kontraktur

## Extremitäten

### Zweigelenkige Muskeln

Fehler 1: Kniebeugekontraktur und lange Hamstrings! → *falsche Hamstringlänge*

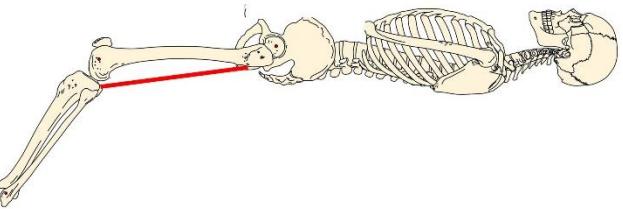
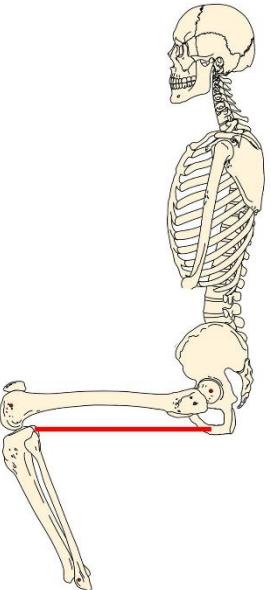


Gleicher Winkel im Knie bei gestreckter Hüfte

## Extremitäten

### Zweigelenkige Muskeln

Fehler 2: Kniebeugekontraktur und sehr kurze Hamstrings! → *falsche Kniestreckhemmung*



Hamstrings zu kurz auch für Streckung Knie  
bei gestreckter Hüfte

## Extremitäten

### Zweigelenkige Muskeln

Triceps surae

Länge Soleus



Fuss supiniert  
Knie 90° gebeugt

→ Silfverskiöld

Länge Gastrocnemii



Fuss supiniert  
Knie gestreckt

Rückfussinstabilität



Fuss frei (in Deformität)  
Knie gestreckt

→ Unkontrollierte Dorsalextension  
→ Instabilität

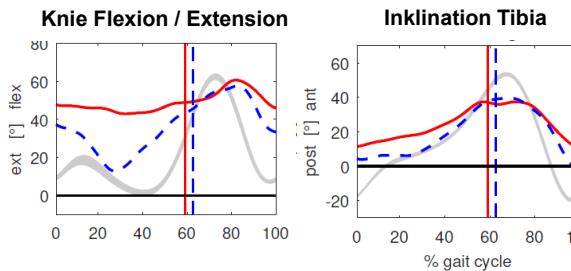
## Bedeutung der Befunde

Die Untersuchung liefert die Grenzen, innert deren bewegt werden kann (Muskellängen, Gelenkbeweglichkeiten, Range of Motion RoM).

In der Funktion können Stellungen auftreten, die gemäss RoM besser sein könnten.



Kniebeugekontraktur links 10°  
Poplitealwinkel links 65°  
**Aktives Extensionsdefizit 30°**



normal  
links  
rechts

Die Bewertung der Befunde hinsichtlich Therapiemassnahmen muss unter Berücksichtigung der ganzen Komplexität des Krankheitsbildes erfolgen.

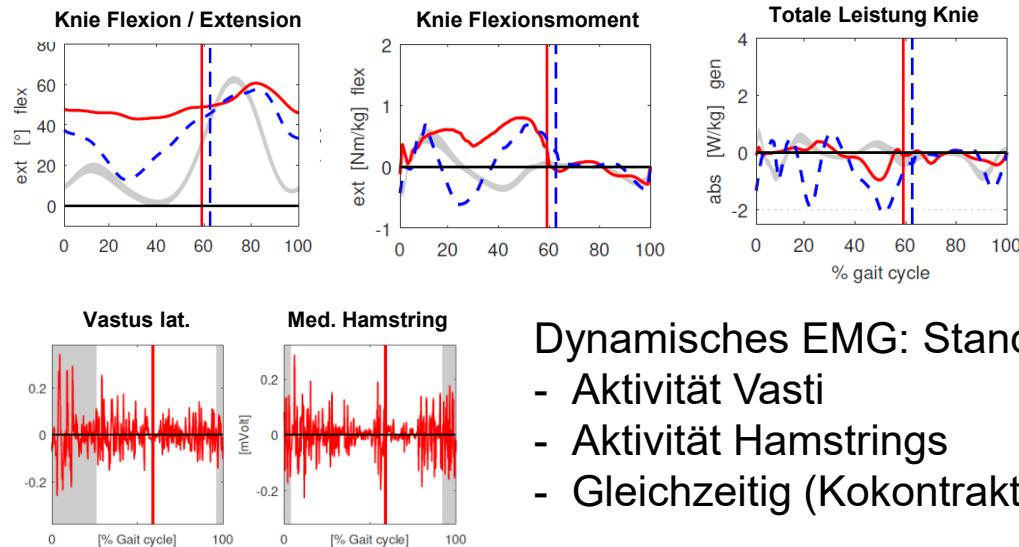
→ mehr Informationen durch Ganganalyse

## Weiterführend funktionell: **Ganganalyse**

- Bewegung der Segmente der Beine / in den Gelenken über die Zeit
- Die gleichzeitig wirkenden physikalischen Summendrehmomente und die physikalische Leistung
- Die Muskelaktivitäten (gewöhnlich mit Oberflächen-EMG)



normal  
links  
rechts



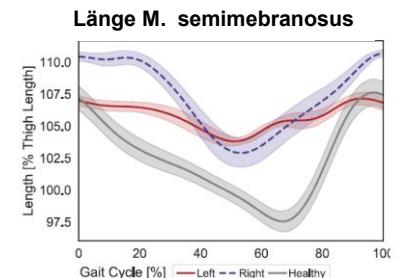
Dynamisches EMG: Standphase:

- Aktivität Vasti
- Aktivität Hamstrings
- Gleichzeitig (Kokontraktion)

Muskelaktivität abnorm / übermäßig / pathologisch / spastisch / pathologische Kokontraktion:  
**Interpretation** (auf der Basis von Hypothesen, die oft nicht bewiesen)

Linkes Knie (rot):

- Dauernd gebeugt
- Dauernde Belastung der Strecker
- Bremsend
- Hamstrings lang



Muskuloskelettales  
Modelling AnyBody

## Interpretation

### Faktoren

Externe Kräfte (Schwerkraft, Inertia, Beschleunigung)

(Deformitäten, Kontrakturen →) Andere Haltung und Bewegungen

Folgen der neurologischen Pathologie (Schwäche, Spastizität)

Psychologische Komponenten

### Konsequenzen

→ andere Muskelaktivität als normal

Normale Anteile

Kontrolle Gleichgewicht / Haltung

Kompensationen

Spastische Aktivität

Muskelaktivität Mix aus allem: Differenzierung schwierig  
Keine konklusiven Untersuchungen für Entscheidung



"Das ist zu schwer, aber ich würde ihn allein erkennen."

## Befunde

Klinik  
Bildgebung  
Bewegungsanalyse

## Generell

→ Interpretation



"Your test results are in...now the interpretations can begin."

## Interpretation



Subjektiv

Kausale Verknüpfungen

→ Vorstellungen → Hypothesen → Behandlungen

**Eine Verbesserung bedeutet nicht, dass wir das Richtige getan haben**

