

# Assessment

Laufanalyse und Funktionsuntersuchung  
im Sport und in der Therapie



**Regensburg, 3. Dezember 2019**

Andreas Lieschke, PT, MOMT, HP Sektor Physiotherapie  
Instructor für Manuelle Therapie, KGG

Dozent an der International Academy of Orthopedic Medicine

Kontakt: [a.lieschke@iaom.de](mailto:a.lieschke@iaom.de)

[http: www.iaom.de](http://www.iaom.de)

# Assessments

Verschiedene Test-Batterien, individuell für Patientengruppe, Verletzung oder Sportart.





**"COME BACK STRONGER!"**

# Das Problem ...

- **Reliabilität**
  - Intra- und Intertester-Übereinstimmung
- **Ausführung:**
  - Variationen?!
- **Vergleichszahlen**
  - Sollwerte, Normwerte
  - Wen vergleiche ich mit wem?
- **Test - Re-Test-Verfahren**
- **Vorhersage-Wert?**



# Assessments und Studienlage

- Verschiedene Reviews kommen zum Schluss, dass man mit Assessments eine **Funktionswiederherstellung** sehr gut überprüfen kann.
- Schlechte Performance bei Assessments, können auf ein erhöhtes Verletzungsrisiko hinweisen.
- Bei guter Performance, kann man keine Sicherheit garantieren, dass man **keine Verletzung** erleidet!



# Assessments

## Basics

# Functional Movement System

FMS Gray Cook, MSc, PT, Lee Burton

<http://functionalmovement.com/>

*„Functional Movement Screen (FMS) ist ein standardisiertes und weltweit bekanntes Verfahren von Gray Cook und Lee Burton zur Analyse von fundamentalen Bewegungsmuster. Die Ergebnisse liefern die notwendigen Informationen zur Erstellung von individuellen Trainingsplänen, um Schwächen gezielt auszugleichen und die Bewegungskompetenz zu verbessern.“*



Int J Sports Phys Ther. 2015 Feb; 10(1): 21–28.

PMCID: PMC4325284 **ASSOCIATION BETWEEN THE FUNCTIONAL MOVEMENT SCREEN AND INJURY DEVELOPMENT IN COLLEGE ATHLETES**

Michael Garrison, PT, DSc, OCS, SCS,<sup>1</sup> Richard Westrick, PT, DSc, OCS, SCS,<sup>1</sup>  
Michael R. Johnson, PT, DSc, OCS, SCS,<sup>1</sup> and Jonathan Benenson, ScM, MSE<sup>2</sup>



# Functional Movement System

FMS Gray Cook, MSc, PT, Lee Burton

<http://functionalmovement.com/>

Scoring System: 7 Tests (z.T. bilateral)

3 Punkte: perfekte Ausführung

2 Punkte: Ausführung mit Abweichungen

1 Punkte: Ausführung nicht möglich

0 Punkte: Schmerzen

Max. Punktzahl: 36 minimal: 0

**Nicht die absolute Punktzahl ist entscheidend, sondern die Abweichungen in den einzelnen Tests.**

„... schwächste Glied der Kette?“



Int J Sports Phys Ther. 2015 Feb; 10(1): 21–28.

PMCID: PMC4325284 **ASSOCIATION BETWEEN THE FUNCTIONAL MOVEMENT SCREEN AND INJURY DEVELOPMENT IN COLLEGE ATHLETES**

Michael Garrison, PT, DSc, OCS, SCS,<sup>1</sup> Richard Westrick, PT, DSc, OCS, SCS,<sup>1</sup>

Michael R. Johnson, PT, DSc, OCS, SCS,<sup>1</sup> and Jonathan Benenson, ScM, MSE<sup>2</sup>



# Tiefe Kniebeuge

## Deep Squat



ASTE: Breiter Stand

Stab in "90-90"-Position (Schulter)

Tiefe Kniebeuge (maximal)

Handgelenke Senkrecht über Sprunggelenke

Fußsohle am Boden, ggf. Ferse erhöht

Tempo: 1-1-1

Beurteilung:

Bilaterale Symmetrie der funktionellen Mobilität:

Hüfte, Knie, Sprunggelenk, Schulter

Extension BWS

<http://functionalmovement.com/>

# Hürdenschritt Hurdle Step



ASTE: „Hürde“ (Gummiseil)  
auf Höhe Apex Patellae

Schritt über die Hürde, Ferse  
aufsetzen und zurück

Tempo: 1-1-1

Beurteilung: Gleichgewicht

Koordination (Stab horizontal)

# Ausfallschritt geradeaus In-line lunge



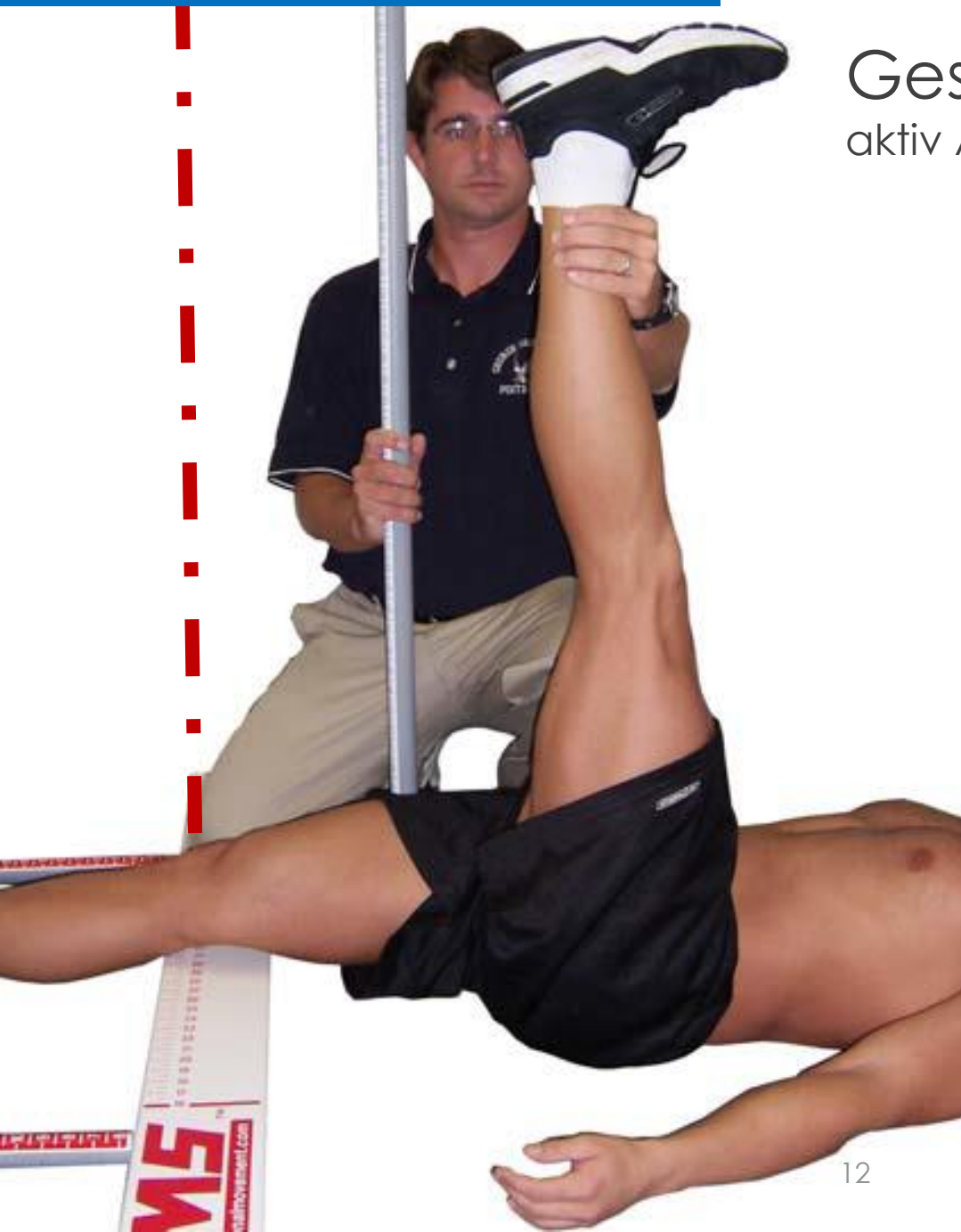
Ausfallschritt:  
Knie direkt hinter die Ferse  
aufsetzen  
(Messen der Unterschenkelänge)

Tempo: 1-1-1

Oberkörperabweichung:  
Rotation, Seitneigung  
Flexion  
mittiges Aufsetzen  
Flexibilität: Quadriceps

Exzentrik

Mobilität



# Gestrecktes Beinheben

aktiv Active Straight - Leg Raise

ASTE: Test-Stab Mitte Oberschenkel  
Aktives gestrecktes Beinheben mit  
dorsal Extension

Tempo: 1-1-1

3 Punkte: Knöchel passiert Test-  
Stab

2 Punkte: Knöchel erreicht nicht  
den Test-Stab, erreicht aber die  
Höhe der Patella des  
unterliegenden Bein

# Rumpfstabilität Liegestütz

## Trunk Stability Push-up

**Aus jeweiliger ASTE hochdrücken in den Liegestütz**

**Kriterium: Rumpfstabilität**



**ASTE:** ♂

Daumen höher als Stirn 3 Punkte

Kinnhöhe 2 Punkte

Schulterhöhe 1 Punkt

♀

3 Punkte

2 Punkte

Tempo: 1-1-1





# Schultermobilität Shoulder Mobility

Messen vom Abstand der  
geschlossenen Hände

3 Punkte: Handlänge oder weniger

2 Punkte: 1- 1½ Handlänge

1 Punkt: mehr als 1½ Handlänge

**Messung in einer finalen Bewegung!**  
(kein Nachfassen, Stange nicht  
umfassen)



# Rotatorische Stabilität

## Rotatory Stability

Daumen, Knie und Knöchel an  
das Toolkit  
90° Schulter und Hüfte

Tempo: 1-1-1

3 Punkte: unilateral ausführbar

2 Punkte: diagonal

1 Punkt: Ausführung nicht möglich

Beurteilung: Rotationsstabilität  
Ausführung





## Assessments

# Rumpf

# Assessment: sensomotorische Kontrolle LWS

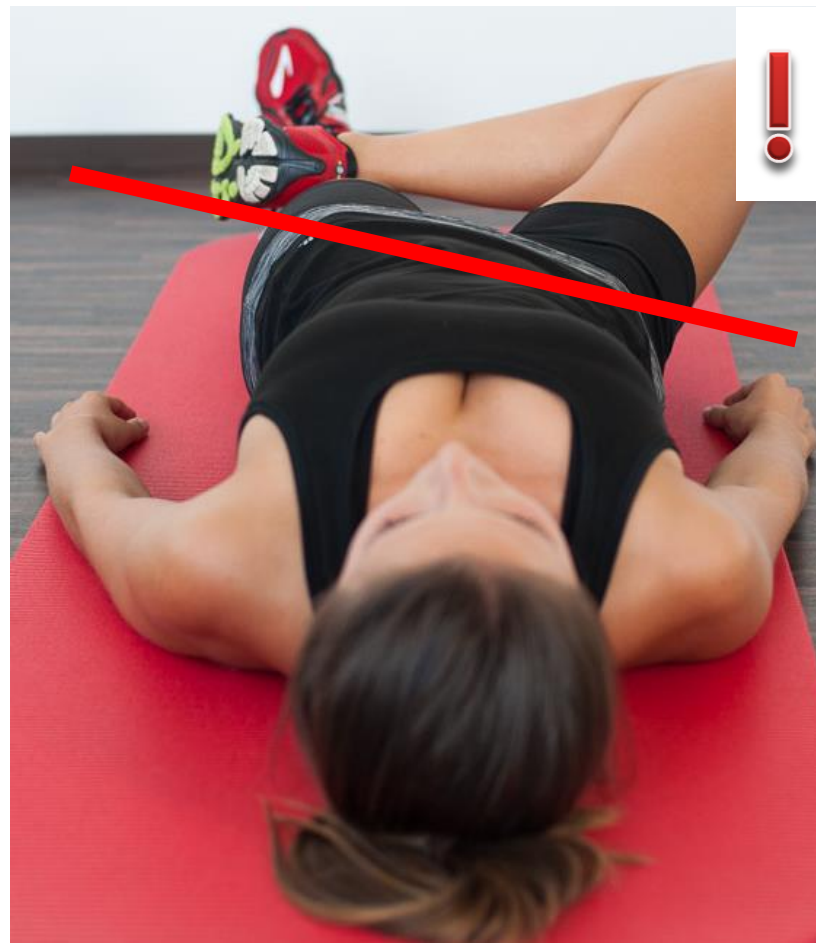
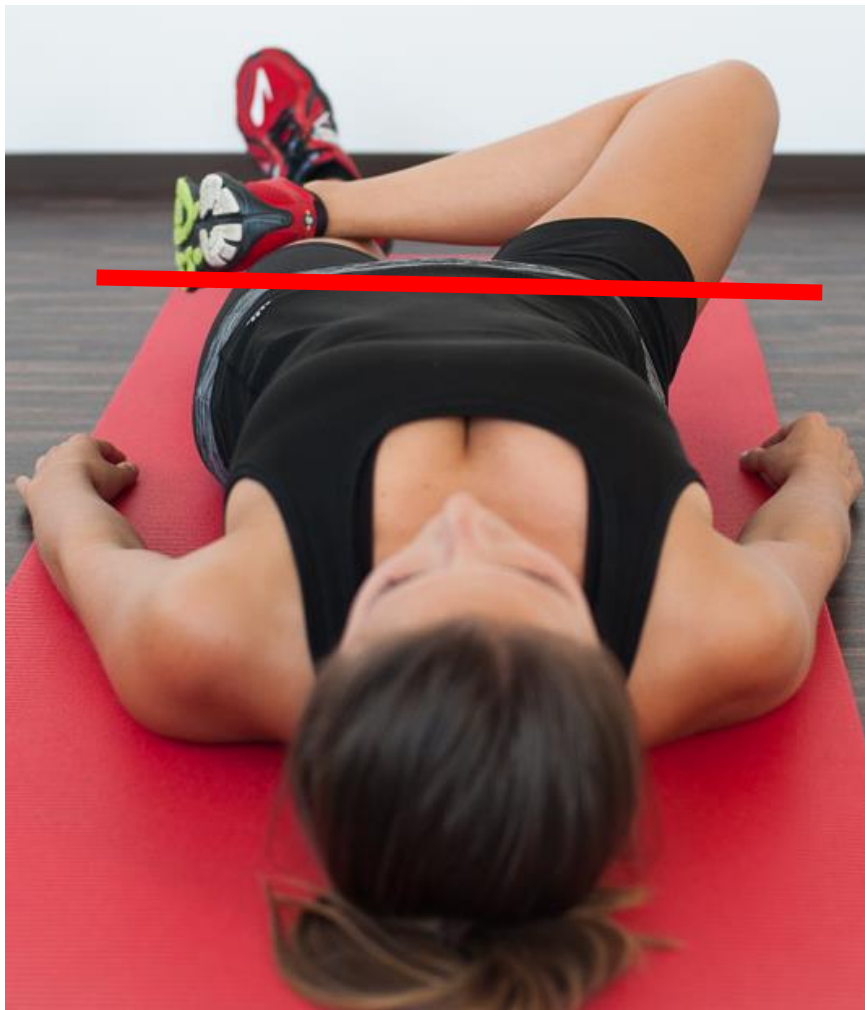
- Kontrolle der neutralen Zone mittels ADIM/ABM bei Bewegungen
  - Mittels Tests von H. Luomajoki (2007, 2008) feststellen in welcher Position die sensomotorische Kontrolle fehlt (\*Sizer, 2010), und dort mit Übungen anfangen
  - 1. Ausführen lassen ohne spezifische Instruktionen
  - 2. Wenn inkorrekt dann verbale Instruktion
  - 3. Wenn noch immer inkorrekt, dann mit ADIM / ABM und dort anfangen mit Übungen
    - Rückenlage, Bauchlage, Vierfüßler, Sitz, Stand, Kniestand, Einbeinstand
  - 4. \*\*Aktivierung: hohe Wiederholungszahl (1 x Sekunde), kein Widerstand, später Kraft Ausdauer  
(ADIM: Adominal-Bracing Maneuver, ABM: Abdominal –Bracing Maneuver)



\*Sizer P. Kurssyllabus SenMoCOR, 2010

\*\*Ebben WP, Kindler AG, Chirdon KA, Jenkins NC, Polichnowski AJ, Ng AV. The effect of high-load vs. high-repetition training on endurance performance. J Strength Cond Res. 2004;18(3):513-7

# Kontrolle der neutralen Zone Rückenlage



# Kontrolle der neutralen Zone

## Bauchlage



Nach: Luomajoki et al, 2007 und 2008



# Kontrolle der neutralen Zone

## Vierfüßler



Nach: Luomajoki et al, 2007 und 2008



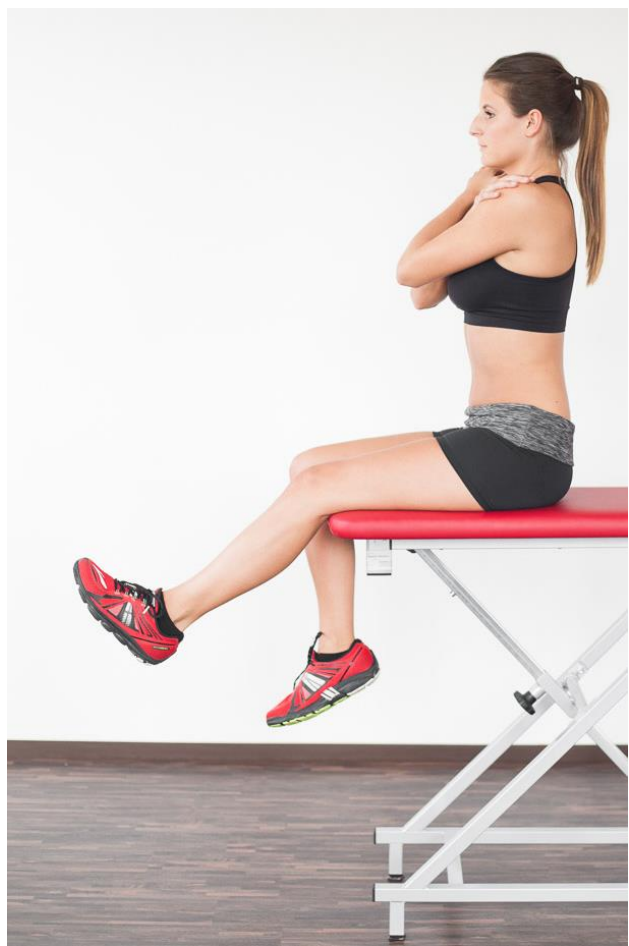
# Kontrolle der neutralen Zone

## **Vierfüßler**



# Kontrolle der neutralen Zone

## Sitz



**Knie strecken , solange die LWS neutral bleibt!**

*Nach: Luomajoki et al, 2007 und 2008*

# Kontrolle der neutralen Zone

## Stand

### “Kellnerbeuge“

Auftrag: Hüfte beugen,  
Oberkörper nach  
vorne: Rücken gerade  
halten!



# Kontrolle der neutralen Zone

## Stand



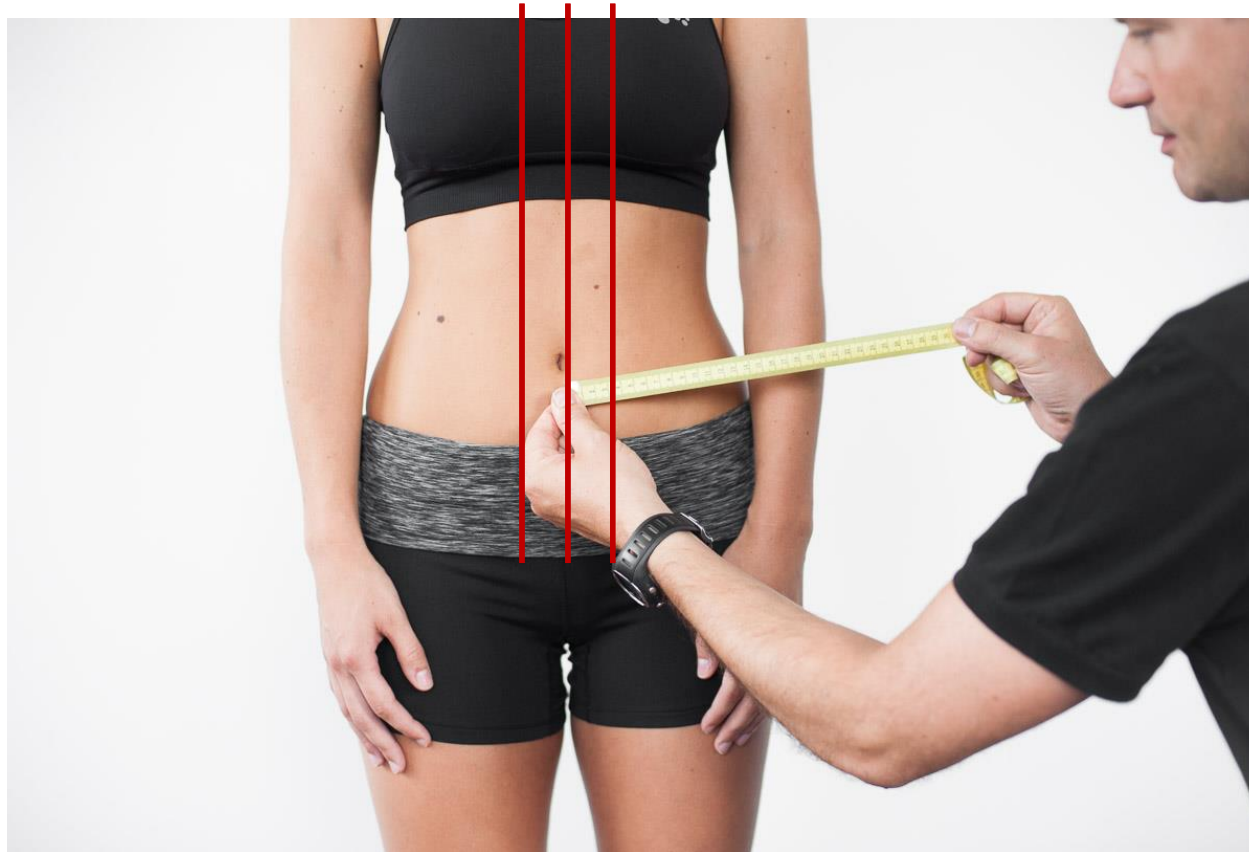
**Beckenkipfung**  
Auftrag: „Mach  
ein Rundrücken“

Nach: Luomajoki et al, 2007 und 2008

# Kontrolle der neutralen Zone

## *Einbeinstand links und rechts*

8 cm Normwert (jeweils li. + re.), 2cm Toleranz in Seitendifferenz

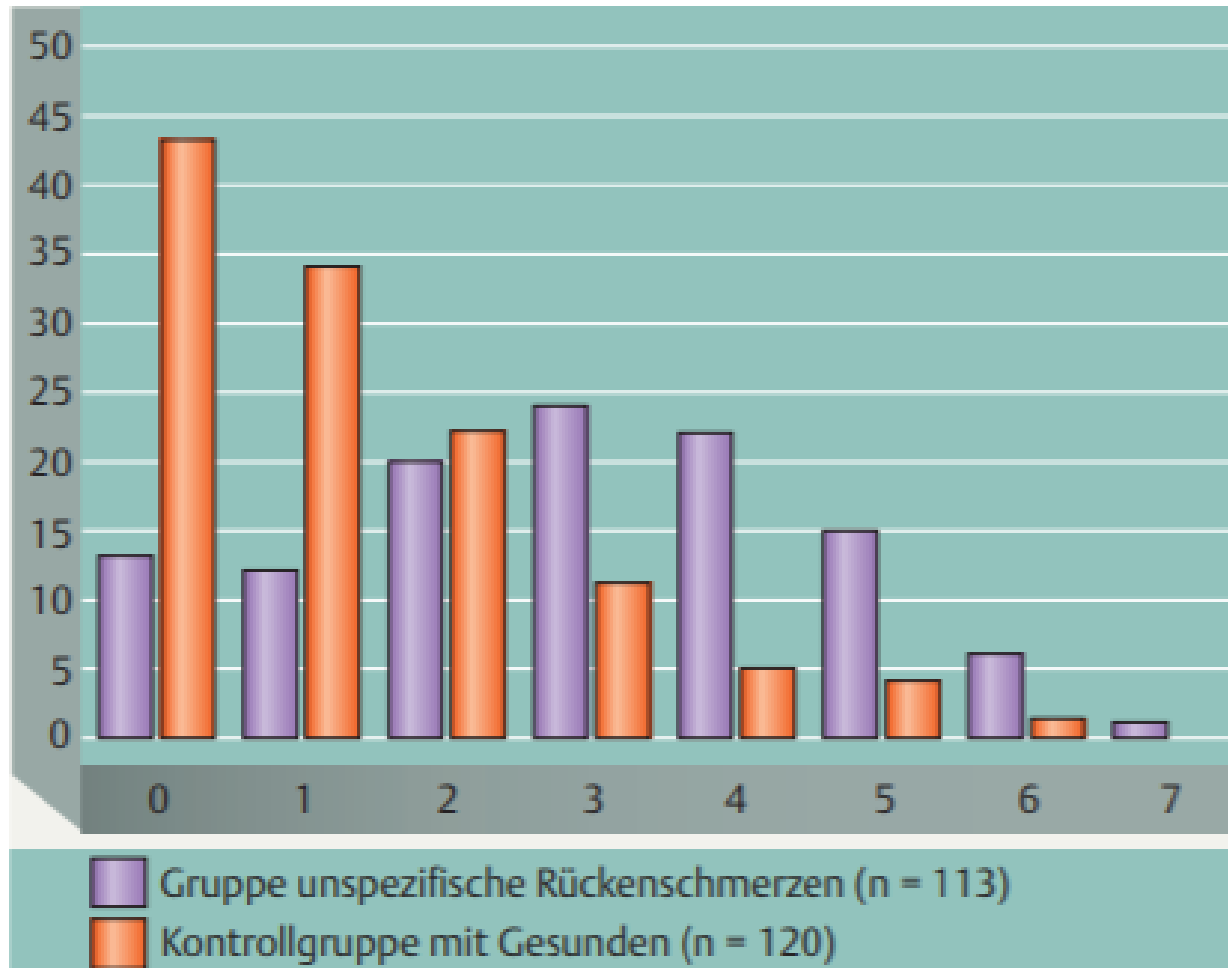


1/3 des Trochanter-  
abstandes = Spurbreite  
(med. Malleolus)

Ggf. Hände vor der  
Brust verschränken.



# Kontrolle der neutralen Zone



Odds-Ratio: 7,5

Patienten mit unspezifischen Rückenschmerzen haben 7,5x häufiger 3 Tests positiv als gesunde Menschen.

Zum Vergleich: die Odds-Ration bei LBP-Patienten mit MRT-Befunden liegt bei 2,0



# Kontrolle der neutralen Zone

## (modifiziert) Functional-Reach-Test

1. Arme auf Schulterniveau
  2. So weit wie möglich nach vorne reichen
- OHNE die Fersen abzuheben
  - OHNE die Hüften nach hinten zu bewegen



# Kontrolle der neutralen Zone

## Mod. Functional-Reach-Test



Normwerte?

**Test-Re-Test-Verfahren**

### Functional Reach Test: Norm-Werte (?)

Alter	Männer	Frauen
20-40	42,49 cm	37,19 cm
41-69	38,05 cm	35,08 cm
70-87	33,43 cm	26,59 cm

# Mod. Functional-Reach-Test Sturzrisiko



Bei älteren Menschen:

> 25 cm: kein erhöhtes Sturzrisiko

15-25 cm: Sturzrisiko verdoppelt

5-15 cm: Sturzrisiko 4-fach

0 cm: Sturzrisiko 8-fach



# Assessments

# HWS

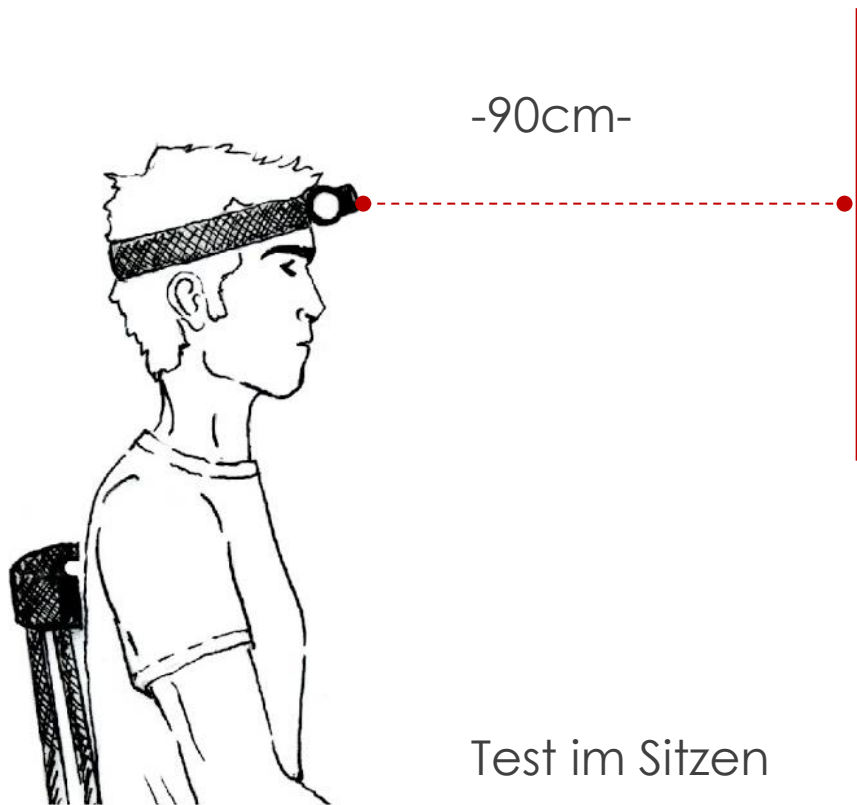
# Cervical Joint Position Error Test

## CJPE-Test



# Cervical Joint Position Error Test

## CJPE-Test



Rotation links  
Rotation rechts

Extension und Flexion

jeweils 6x

**Anzahl der Abweichung zur  
Mitte (>5cm)  
Test-Re-Test nach 6 Wochen**






Assessments

Obere Extremität

## Closed Kinetic Chain Upper Extremity Stability Test (CKCUES-Test)

- 2 Tape-Streifen  
92 cm Abstand (36 Inch)  

- Liegestütz-Position,  
(Frauen altern. Kniestand)  
Hände schulterbreit  
Füße beckenbreit
- in 15 Sekunden: Anzahl der  
Bodenberührungen (Tape)
- 3 Durchgänge (45 Sek. Pause)  
Mittelwert



# Closed Kinetic Chain Upper Extremity Stability Test (CKCUES-Test) Formel, Normwerte, Test-Re-Test

$\frac{68\% \text{ KG}^* \times \text{Anzahl der Berührung}}{15(\text{s})} = \text{POWER: Impingement:}$

**83,43 (84,47) ♂, 62,93 (72,55) ♀**  
**38,59 ♂, 37,63 ♀**

**15(s)**

\*68% vom Körpergewicht = Gewicht Kopf, Rumpf und Arme

$\frac{\text{Anzahl der Berührungen}}{\text{Körpergröße}} \times 100 = \text{Score}$   
**Grenzwert: < 10**



- Normwerte Berührungen:**

Frauen: **12,94** (im Kniestand = **23**)

Männer: **20,03**

**Leistungssportler: 30,41**

Bei Sportlern (♂): prospektiv (getestet vor der Saison)

**5 von 6 Schulterverletzungen: weniger als 20 Berührungen** (Pontillo 2014)

Mit Impingement\*\*: ♀ **-6,02** ♂ **-7,05**

## Upper- Quarter Y-Balance-Test

### ASTE:

Stützhand: 90° GHG, zentral auf Kreuzungspunkt der Y-Schenkel (Daumen adduziert)

“Reach-Hand“:

Schulterbreite nach medial,

Füße: beckenbreit



### Ausführung:

Fingerspitzen so weit wie möglich entlang der Messlinie entlangbewegen: medial, inferolateral, superolateral Reach → am Ende zurück in die Ausgangsposition

**Fehler: (ausführende) Hand am Boden abstützen, Ellbogen beugen (Stütz-Arm), Hand verlässt Stützposition.**

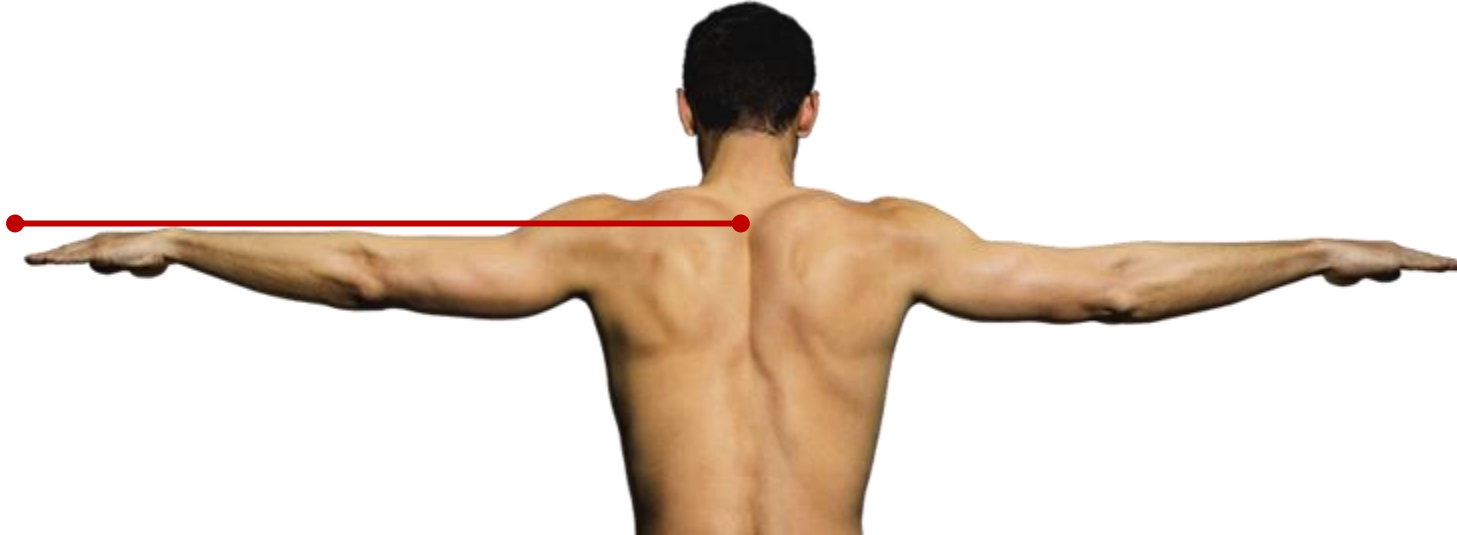
**Fuß vom Boden abheben. Beurteilt wird Hin- und Rückweg.**

**2 Proben möglich, jeweils nur 1 Fehlversuch tolerabel**

**Jede Bewegung 3x ausführen, Mittelwert ermitteln.**

(20 Sek. Pause)

# Upper- Quarter-Y-Balance-Test



Proc. spinosus C7 – Mittelfingerspitze: **Wert a**

Reach-Test: **medial b1, superolateral b2, inferolateral b3** (je Mittelwert)

$$\frac{b1 + b2 + b3}{\text{Wert a} \times 3} \times 100 = \text{x \% Composite-Score}$$

Normwert: 89,5% (Männer) 84,9% (Frauen)

Grenzwert= 85% (Männer) 80,4% (Frauen) (- 4,5%)

Einzelwerte = > 5% Abweichung Seitenvergleich

## Upper- Quarter Y-Balance-Test



### Gesunde Probanden:

kein sig. Unterschied links vs. rechts (Handdominanz nicht relevant)

Unterschied ♀ : ♂: Studienlage nicht einheitlich (?)

### Schulterpatienten:

Enger Zusammenhang mit CKCUEST-Ergebnissen

Impingement-Patienten:

schlechter Richtung medial und inferolateral

Test-Retest-Zuverlässigkeit: Reliabilität: ICC 0,99

Intertester-Reliabilität: ICC 1,0





Assessments

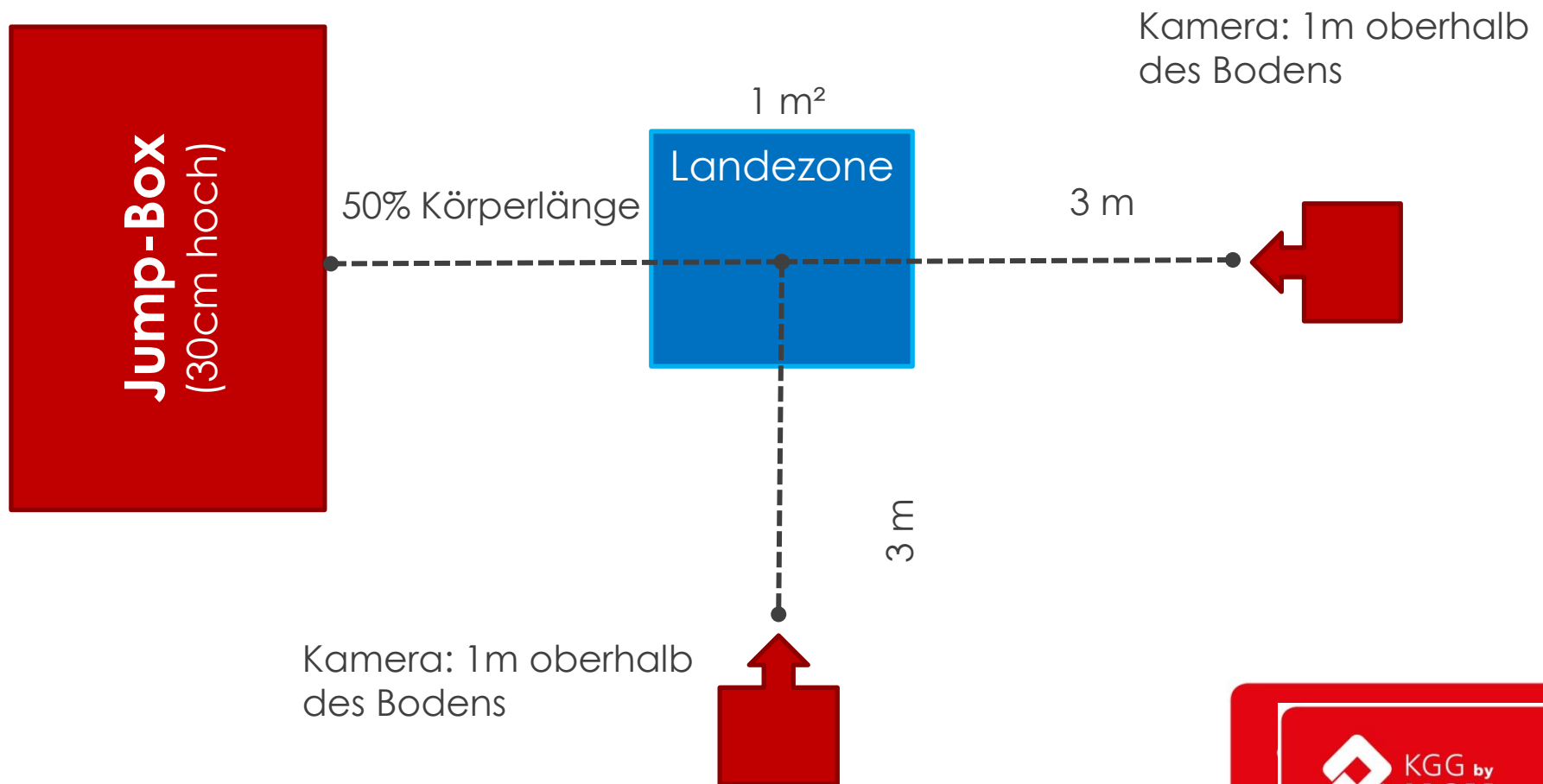
Untere Extremität

# Landing Error Scoring System (LESS)

- 2x 3 Sprünge von 30 cm Erhöhung
- frontal und sagittale Beobachtung
- Landen auf Abstand =  $\frac{1}{2}$  Körperlänge
  - 1. Absprung mit beiden Beinen gleichzeitig
  - 2. Landen auf beiden Füßen
  - 3. Sofort maximaler Vertikalsprung
- Beobachtung der Sprünge in der frontalen und sagittalen Ebene

Padua et al, 2015, Smith et al, 2012:

# Landing Error Scoring System (LESS)



Smith et al, 2012 A. Padua et al, 2015

# Landing Error Scoring System (LESS)



-  $\frac{1}{2}$  -Körperlänge -

*Smith et al, 2012 A. Padua et al, 2015*

- **Sagittal**

- 1. Flexion Knie beim Erstkontakt („initial contact“)

***Flexion > 30° Flexion***

- 2. Flexion Hüfte beim Erstkontakt

***Oberschenkel ist flektiert gegenüber dem Oberkörper***

- 3. Flexion Oberkörper beim Erstkontakt

***Oberkörper ist flektiert***

- 4. Flexion OSG beim Erstkontakt

***Landung von Zehen zur Ferse***

- **Frontal**

- 5. Valgus Knie beim Erstkontakt

***Patella ist vertikal über Mittelfuß***

- 6. Laterale Bewegung des Oberkörpers beim Erstkontakt

***Oberkörper ist vertikal***

- **Frontal (Fortsetzung)**

- 7. Fußbreite der Standphase: zu breit

***Ferse ist lateral einer Vertikalen aus der Schulter***

- 8. Fußbreite der Standphase: zu eng

***Ferse ist medial einer Vertikalen aus der Schulter***

- 9. Fußposition bei der Standphase: Zehe medial (intoeing)

***Zwischen Erstkontakt und Ende der Standphase ist Fuß  $> 30^\circ$  nach innen gedreht***

- 10. Fußposition bei der Standphase: Zehe lateral (outtoeing)

***Zwischen Erstkontakt und Ende der Standphase ist Fuß  $> 30^\circ$  nach außen gedreht***

- 11. Symmetrie der Füße beim Erstkontakt

***Beide Füße landen gleichzeitig auf den Boden und beide zuerst mit den Zehen oder zuerst mit den Fersen***



# LESS

- **Frontal (Fortsetzung)**

- 12. Ausmaß Knie-Flexion von Erstkontakt bis Ende Knieflexion

**Knieflexion > 45°**

- 13. Flexion Hüfte bei der maximalen Kniebeugung

***Flexion der Hüfte nimmt ab dem Erstkontakt bis zur maximalen Knieflexion weiter zu***

- 14. Flexion Oberkörper bei der maximalen Kniebeugung

***Flexion des Oberkörpers nimmt ab dem Erstkontakt bis zur maximalen Knieflexion weiter zu***

- 15. Valgus Knie

***Am Ende der Valgusbewegung befindet sich die Vertikale aus der Mitte der Patella medial der großen Zehe***

# LESS

- **Sagittal**

- 16. Gelenksbewegungen

- Beobachtung der sagittalen Bewegung der Hüften und Knie vom Erstkontakt bis zur maximalen Flexion des Knie

- Große Bewegung: **SANFT**

- Mitttelgroße Bewegung: **MITTEL**

- Geringe Bewegung: **STEIF**

- **Sagittal und frontal**

- 17. Gesamteindruck

- **SANFTE Landung + keine frontale Kniebewegungen: EXCELLENT**
    - **STEIFE Landung + große frontale Kniebewegungen: SCHLECHT**
    - **Alle andere Landungsformen: MITTEL**

# LESS und LESS-RT

- Reliabilität (Videobeobachtung):
  - \*Inter-Tester:  $ICC_{2,k} = 0,84$
  - \*Intra-Tester:  $ICC_{2,1} = 0,91$
- \*\*Reliabilität (direkte Beobachtung, „real time“, LESS-RT)
  - Inter-Tester:  $ICC_{2,1} = 0,72 - 0,81$

\* Padua et al, 2009

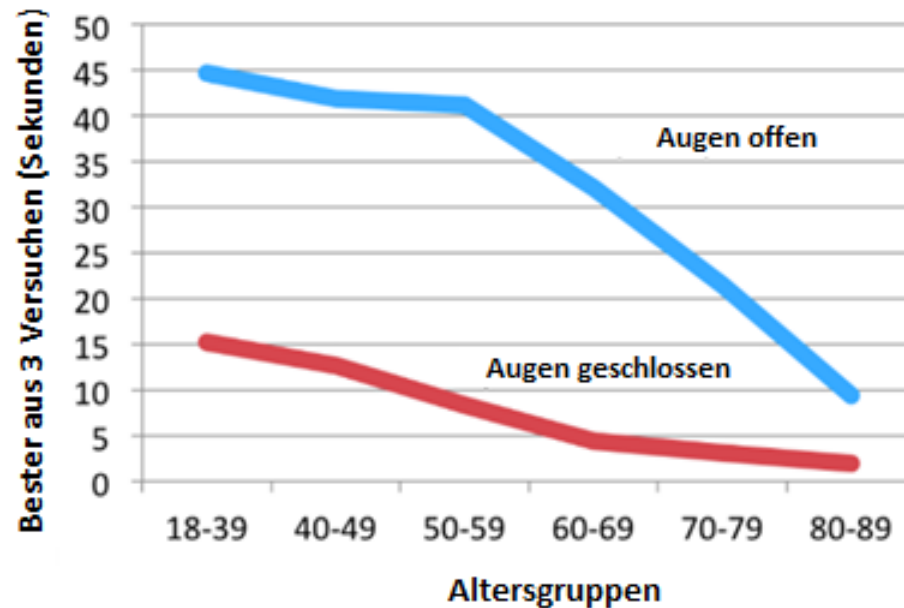
\*\* Padua et al, 2011

# Landing Error Scoring System (LESS)

- Validität
  - n=829, über 3 Jahre
    - 7 VKB-Verletzungen, ohne Kontakt
    - Verletzte: 6,25 (1,75±), nicht Verletzte 4,43 (1,71±)
    - LESS hat Potential, um das Risiko einer VKB-Läsion vorauszusagen, wenn der LESS-Score über 6 liegt. Allerdings war Probandenanzahl gering (7 Verletzungen).

# Ein-Bein-Stand...

## Entwicklung im Altersverlauf



N= 549  
Gesunde



Normative Values for the Unipedal Stance Test with Eyes Open and Closed

Barbara Springer-Raul Marin-Tamara Cyhan-Holly Roberts-Norman Gill - Journal of Geriatric Physical Therapy - 2007

# Ein-Bein-Stand...


**Einbeinstand mit offenen  
Augen in Sekunden**

**Einbeinstand mit  
geschlossenen Augen in  
Sekunden**

<b>Alter</b>	<b>weiblich</b>	<b>männlich</b>	<b>weiblich</b>	<b>männlich</b>
18-39	45,1	44,4	13,1	16,9
40-49	42,1	41,6	13,5	12
50-59	40,9	41,5	7,9	8,6
60-69	30,4	33,8	3,6	5,1
70-79	16,7	25,9	3,7	2,6
80-99	10,6	8,7	2,1	1,8



# Balance Error Scoring System (BESS)

- Das BESS testet in drei verschiedenen Ausgangssituationen: Bipedal, Unipedal, "Tandem-Schritt"
  - Zwei verschiedene Oberflächen: feste Oberfläche und mittelfeste Schaummatte (*Airex Balance Pad™*)
  - 6 Tests, jeweils 20 Sekunden
  - Händen auf Hüften und geschlossene Augen
- 
- Testverfahren nach Gehirnerschütterungen, neurologischen Erkrankungen (Parkinson), Störungen des Vestibular-Organ, Sturzrisiko in der Geriatrie und bei Sprunggelenksinstabilität

# Balance Error Scoring System (BESS)

## Abweichung während der Prüfung:

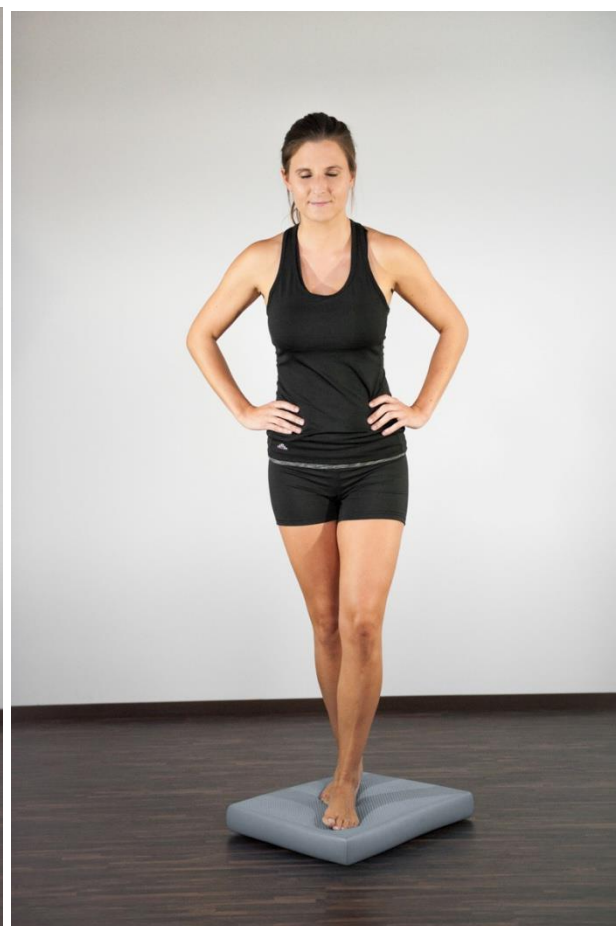
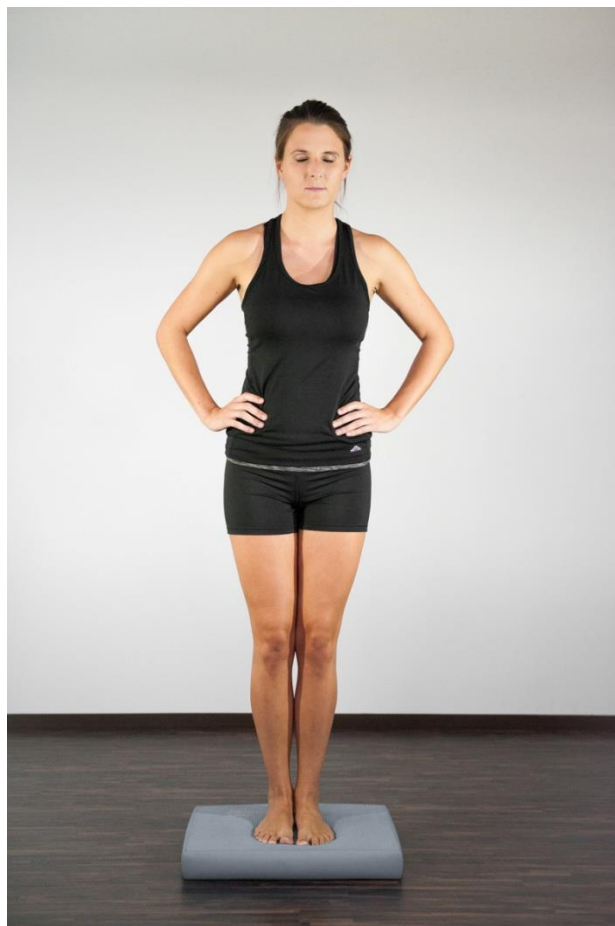
- Augen öffnen
- entfernen der Hände von der Hüfte
- Vorwärts stolpern oder fallen
- Abheben Vorfuß o. Ferse von Testoberfläche
- Ausweichen oder Beugung der Hüfte über 30 Grad
- < als 5 Sekunden in der Testposition
- Fehlerpunkte: 0 (perfekt)-60 (sehr schlecht)
- Pro Test-Sequenz: max. 10 Punkte (= max. 6x10)  
Mehrere Fehler gleichzeitig: nur 1 Punkt

# Balance Error Scoring System (BESS)



1. Bipedal, 2. Unipedal: nicht-dominanter Fuß am Boden
3. Tandem: nicht-dominanter Fuß hinten

# Balance Error Scoring System (BESS)



1. Bipedal, 2. Unipedal: nicht-dominanter Fuß auf Matte,
3. Tandem: nicht-dominanter Fuß hinten

# Balance Error Scoring System (BESS)

Gesunde Erwachsene,  $n = 589$

Alter	ALLE	Männer	Frauen
20-29	11.3	10.4	11.9
30-39	11.5	11.5	11.4
40-49	12.5	12.4	12.7
50-54	14.2	13.6	15.1
55-59	16.5	16.4	16.7
60-64	18.0	17.2	19.3
65-69	19.9	20.0	19.9

Frauen mit BMI  $\geq 30$

Alter: 20-29; BESS score: 17.3

Alter: 50-64; BESS score: 21.6

# Balance Error Scoring System (BESS)

**Reliability: Adequate** test retest reliability (ICC = 0.70) Bell et al, 2011  
(Junge Athleten, 9-14 Jahre)

**Interrater/Intrarater Reliability: Excellent** interrater reliability (ICC = 0.78-0.96)  
Barlow, 2011

**Adequate-excellent** intrarater reliability for total score (ICC = 0.60-0.92)  
(Athleten) Broglio, 2009

**Excellent** content validity for identifying balance deficits in  
functional ankle instability Finnoff 2009

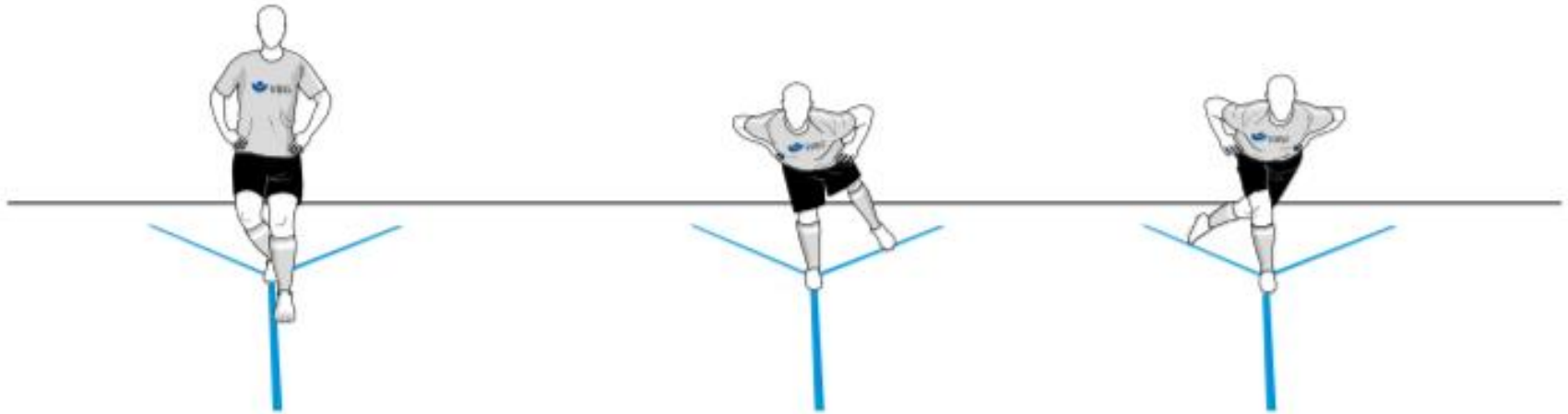
**Excellent** content validity for identifying fatigue Koehle 2013



	Mean	Median	SD	Superior	Above average	Broadly normal	Below average	Poor	Very poor
20–29	11.3	11.0	4.8	0–5	6–7	8–14	15–17	18–23	24+
30–39	11.5	11.0	5.5	0–4	5–7	8–15	16–18	19–26	27+
40–49	12.5	11.5	6.2	0–5	6–8	9–16	17–20	21–28	29+
50–54	14.2	12.0	7.5	0–6	7–8	9–18	19–24	25–33	34+
55–59	16.5	15.0	7.6	0–7	8–10	11–20	21–28	29–35	36+
60–64	18.0	16.5	7.8	0–8	9–12	13–22	23–28	29–40	41+
65–69	19.9	18.0	7.1	0–12	13–15	16–24	25–32	33–38	39+
<b>Men</b>									
20–29	10.4	10.0	4.4	0–4	5–6	7–14	15	16–21	22+
30–39	11.5	11.0	5.5	0–4	5–6	7–15	16–18	19–26	27+
40–49	12.4	12.0	5.7	0–5	6–7	8–16	17–20	21–27	28+
50–54	13.6	12.0	6.9	0–6	7	8–17	18–23	24–28	29+
55–59	16.4	15.0	7.2	0–7	8–10	11–20	21–28	29–34	35+
60–64	17.2	16.0	7.1	0–8	9–11	12–21	22–27	28–35	36+
65–69	20.0	18.0	7.3	0–12	13–14	15–23	24–33	34–39	40+
<b>Women</b>									
20–29	11.9	11.0	5.1	0–5	6–7	8–14	15–19	20–25	26+
30–39	11.4	10.5	5.6	0–4	5–6	7–15	16–19	20–27	28+
40–49	12.7	11.0	6.9	0–5	6–7	8–15	16–20	21–29	30+
50–54	15.1	13.0	8.2	0–7	8–9	10–20	21–24	25–35	36+
55–59	16.7	15.0	8.2	0–8	9–10	11–21	22–28	29–39	40+
60–64	19.3	17.0	8.8	0–9	10–12	13–22	23–31	32–43	44+
65–69	19.9	18.0	6.6	0–13	14	15–24	25–27	28–38	39+
Women: BMI ≥ 30									
20–49	17.3	16.0	6.5	0–8	9–12	13–22	23–27	28–33	34+
50–64	21.6	20.0	8.4	0–11	12–14	15–27	28–32	33–41	42+

Return to competition

# Y-Balance-Test (Mod. Star Excursion Balance Test)



Y : 45°-Schenkel zur Geraden

Ohne Schuhe, Fuß zentral auf Kreuzungspunkt, Hände ans Becken

Fußspitze nach vorne, nach posteromedial und posterolateral so weit wie möglich auf der Linie entlang bewegen.

**Fehler: Spielbein: gesamten Fuß aufsetzen, Standbein: Ferse abheben.**

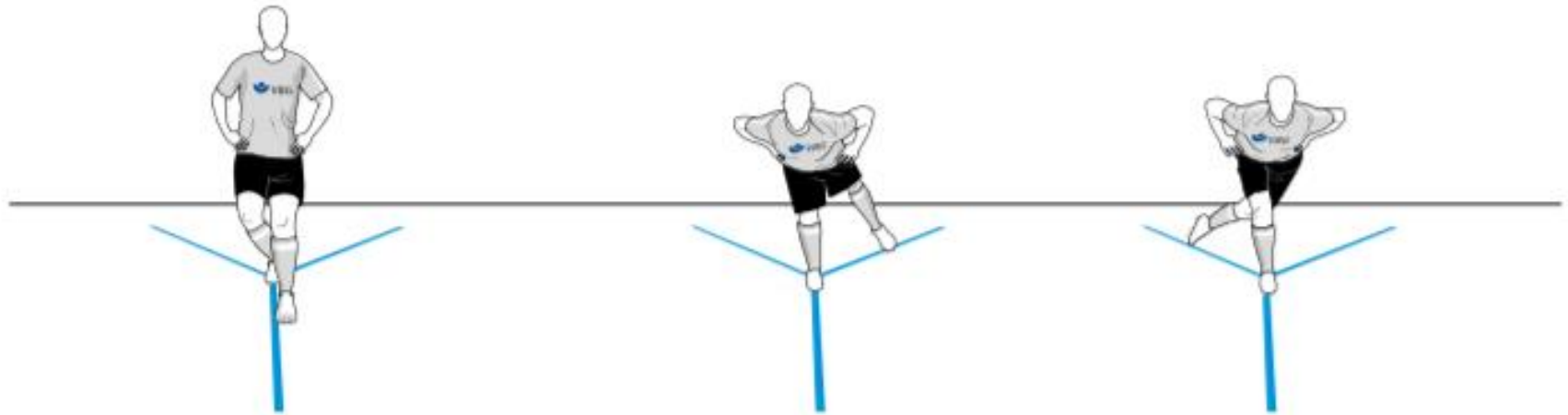
**Hände vom Becken lösen**

**Jede Bewegung 3x ausführen, Mittelwert ermitteln.**

Plisky et al. 2006, Lau et al. 2014 Garrison 2015)

Return to competition

# Y-Balance-Test (Mod. Star Excursion Balance Test)



Anterior + Posteromedial + Posterolateral (jeweils Mittelwert v. 3 Versuchen)  
x 100 = %  
3x Beinlänge

**Gesamtscore: < 94%**

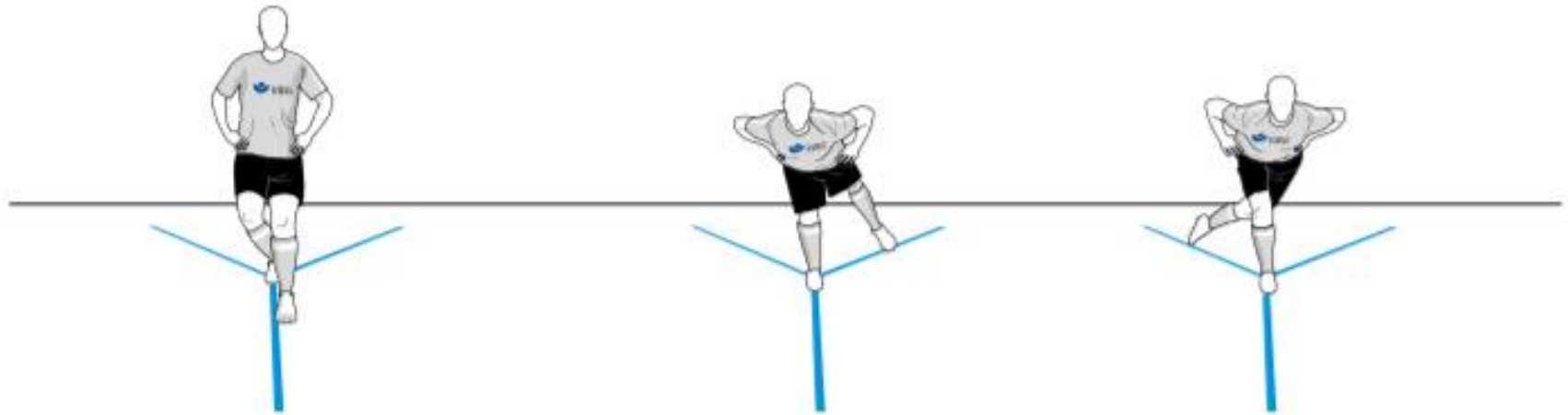
**Seitendifferenz: > als 4cm anterior, > 6cm nach postero-med./lat.**

**= erhöhtest Verletzungsrisiko (250%)**

Plisky et al. 2006, Lau et al. 2014 Garrison 2015, Dobija 2018 u.a.)

Return to competition

# Y-Balance-Test (Mod. Star Excursion Balance Test)



## Rückenschmerz:

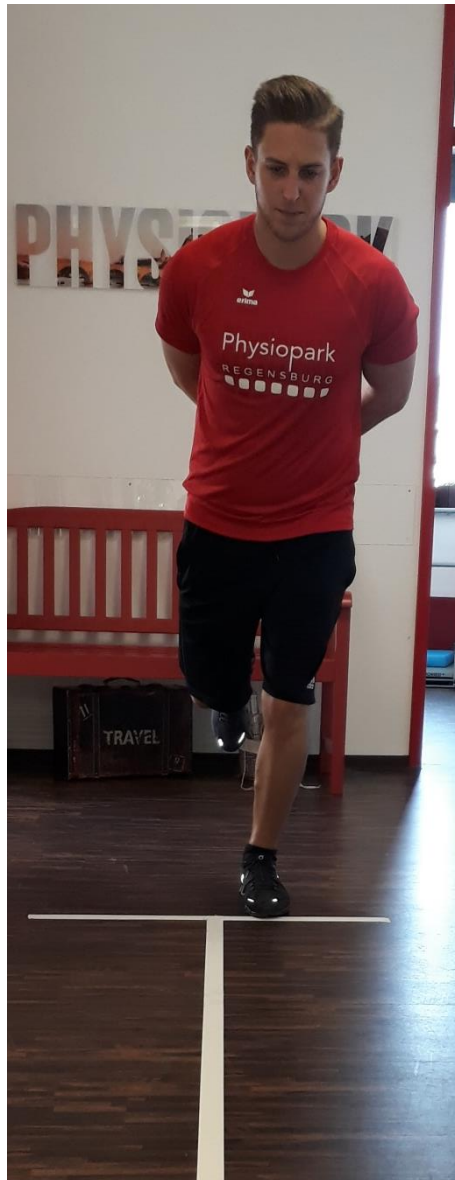
	PL	PM
Kontroll-Gruppe:	105.8 ( $\pm 6.6$ ) cm	109.3 ( $\pm 6.7$ ) cm
Aktuell Rückenpatienten:	94.7 ( $\pm 10.6$ ) cm	100.7 ( $\pm 8.4$ ) cm
Episodische Rückenschmerzpatienten:	94.2 ( $\pm 9.2$ ) cm	102.3 ( $\pm 7.6$ ) cm

Anterior: kein sign. Unterschied

# Single-Triple-Cross-Over-Speed-Hop-Test

- Gute und einfache Möglichkeit um Kraft und Schnelligkeit zu beurteilen (besser als Sprunghöhen-Test). Keine Relation zu Gleichgewichtstests (BESS)
- Back to run: 70-80% der Leistung gegenüber der Gegenseite
- Back to Sports:  
Mindestens 85-90% der Leistung gegenüber der Gegenseite
- Back to competition: 100%

# Single-Triple-Cross-Over-Speed Hop-Test



- Hände hinter den Rücken, Einbeinstand
- 3 Durchgänge, (1x Probe, 2x Test)  
Bester Versuch zählt
- 2 Sek. stehen bleiben  
(Ausnahme: Speed-Test)
- Vergleich betroffen vs. nicht-betroffene Seite

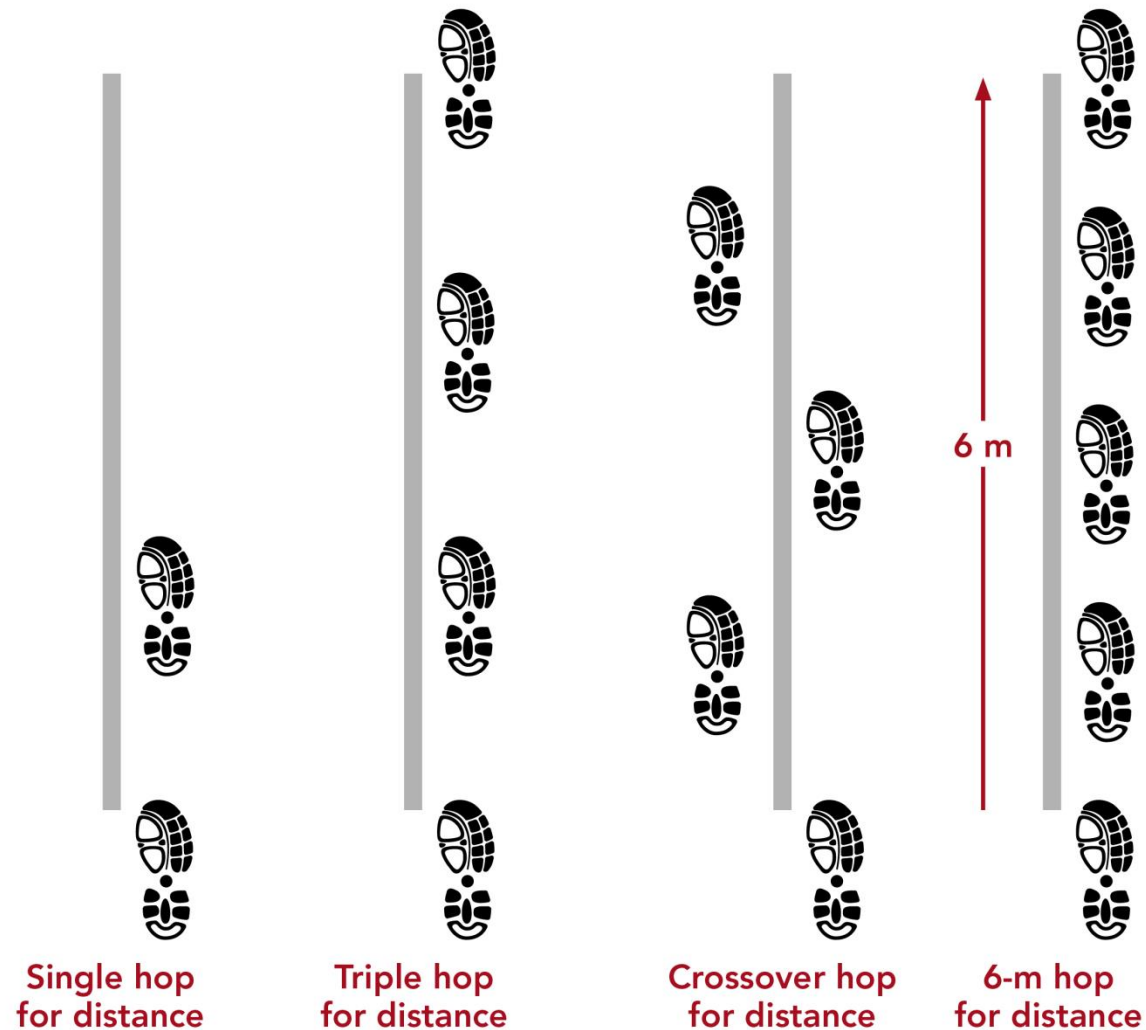
Test-Reliabilität: 0,79-0,99

Sensitivität: 52%

Spezifität: 97%

Sugimoto 2018, vs. Webster 2019

# Single-Triple-Cross-Over-Speed Hop-Test





# Chronische Instabilität: Sprunggelenk

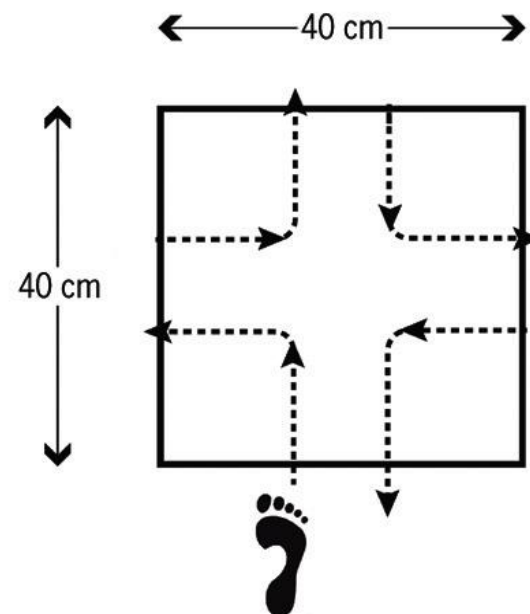
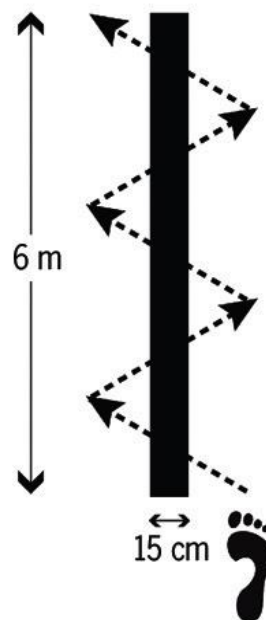
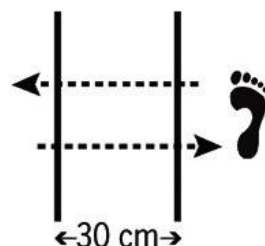
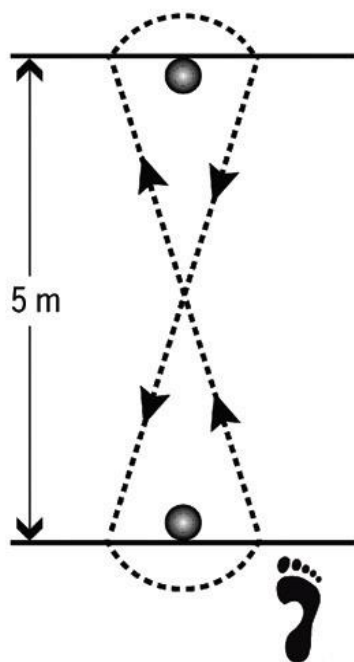


Figure-of-Eight Hop Test

Side Hop Test

6-Meter Crossover Hop Test

Square Hop Test

2 Runden

17,36 Sek. Norm

10 Wiederholungen

5 Durchgänge

Einen

Durchgang

5 Durchgänge (Mittelwert)

re.: Clockwise

li.: Counterclockwise

**Alle Tests auf Zeit**

ASTE: Ein-Beinstand  
Hände an das Becken

Von: Caffrey et al, 2009

# Single leg squat Test



## Funktionelle Beinachse

- Viele Beschwerden an der unteren Extremität haben mit dem Kollaps der Beinachse an der medialen Seite zu tun. (Hyperpronation)
- Trochantererschmerz
- Gesäßschmerz
- Patellofemural
- Tractusfriktion
- Achillessehne
- Tarsaltunnel
- ...

# Single leg squat Test



Korrekt

Seitneigung

Becken

valgus

Maximal  
mögliche  
Kniebeuge

5 Durchgänge  
2 Sek. / Squat

**Stand auf 20cm  
erhöhte Stufe**

(3x Üben erlaubt)

# Sturzrisiko im Alter...



- **Sturzprophylaxe**

- Sturz-Risiko
- Assessments
- Übungen im Alter

- **Schwindel**

- Assessments und Untersuchung
- Schwindel-Übungs-Programm



# Sturzrisiko im Alter...

- Ab 65 Jahren: 30% stürzen 1x pro Jahr  
Ab 70 Jahren: 32-42% (NICE\* 2013)
- Weltweit gesehen stürzen in  
**Langzeitpflegeeinrichtungen** jährlich  
ca. **30-50%**, wobei **40% davon wiederkehrende Stürze** sind  
(Wildbacher 2014)
- Allgemein liegt die Sturzhäufigkeit in Krankenhäusern weltweit bei ca.  
**1,2%**, das entspricht etwa **12 Stürzen bei 1000 Patienten** am Tag  
(Milisen et al. 2007).



\*National Institute for Health and Care Excellence

# Sturzrisiko im Alter...

- Das Thema Sturz ist von **hoher Relevanz**, denn die Folgen eines Sturzes sind ein **pflegerisches, medizinisches und soziales Problem**.
- **Hüftfrakturen**, Frakturen der oberen oder unteren Extremitäten sowie Schädel-Hirn-Traumata sind Hauptursachen für Krankenhausaufenthalte nach einem Sturz (Wildbacher 2014).
- Dies kann **schwerwiegende Körperliche** aber auch psychische Folgen für den betreffenden Patient haben.
- Kosten für eine gestürzte Person auf **1513 € bis 19.211 €** pro Jahr. (NICE\*)



\*National Institute for Health and Care Excellence



# Sturzrisiko im Alter...

## Ursachen von Stürzen:

- Falsche **Gewichtsverlagerung** (Balance) (41%)
  - Stocken und Stolpern mit 21%,
  - Stoß und Schlag, Stützverlust und Kollaps mit 11%
  - **nur 3%** stürzten aufgrund von **Rutschen** (Boden)
- Stürze traten am häufigsten beim Vorwärtsgehen, Stillstehen und hinsetzen auf.
- Dazu kommen intrinsische Faktoren:  
Erkrankungen (Neurologisch,  
Orthopädisch, Vestibular-Organ...)  
Medikamente  
...

(Robinovitch et al. 2013)



# Wie einschätzen...?

(...) „Auf Grund der Ergebnisse ist es naheliegend, dass **ein einziges Assessment nicht** (...) in jeder Population **aussagekräftige Ergebnisse zum Sturzrisiko** liefern kann.“



Allgemein ist die Anwendung von Sturzrisiko-Assessments in **Kombination** mit weiteren Assessments beziehungsweise Testungen zu empfehlen.

Fichtinger 2017 Metaanalyse aus 10 Studien

# Wie einschätzen...?

## *Fall risk assessment*

- Skalen, Bewertungsbogen, Scores....
- Functional Reach Test
- Balance Error Scoring System (BESS)
- Tinetti Test
- Timed „up & go“
- Chair rising-Test

# Instrumente zur Sturzrisikoeinschätzung

## Skalen

- **Morse Skala** (Morse 1989, McCollam 1995, Eagle 1999, Schwendimann, 2006, Kim 2007, Aranda-Gallardo 2013)
- **STRATIFY** (Oliver 1997, Coker 2003, Papaioannou 2004, Milisen, 2004, Vassallo 2005, Kim 2007, Milisen 2007, Billington 2012, Aranda-Gallardo 2013)
- **Hendrich Skala** (Hendrich 1995, 2003, Kim 2007, Livallo 2010, Aranda-Gallardo 2013)
- **Conley Skala** (Conley 1999, Chiara 2002, Livallo 2010)
- **Downton Skala** (Nyberg, 1996 , Vassallo 2005)
- **Schmid Skala** (Schmid 1990)
- **Klinische Beurteilung** (Milisen, 2012; Myers 2003, Eagle 1999, Moore 1996)

**Allgemein:** **Einer alleine reicht nicht !**  
**geringe PPV** (richtig-positiv), **sehr hohe NPV** (richtig-negativ)

**STRATIFY** (St. Thomas Risk Assessment Tool in Falling Elderly patients)

5 Fragen, eher für Akutkrankenhaus als Geriatrie / Ü75

Sehr geringe PPV (unter 2-29%)

Sehr hohe NPV (über 91-99%)

**MFS** (Morse Fall Scale)

6 Fragen, ähnlich gut wie STRATIFY

Cutoff stark abhängig von Population

**HFRM** (Hendrich Fall Risk Model)

Beurteilung von 7 Risikofaktoren, u.a. Medikation (Antiepileptika, Benzodiazepine)

Vorhersagewerte leicht unter STRATIFY

**Conley Scale**

2 Kriterien, eher problematisch

**Downton Fall Risk Tool**

6 Kriterien, u.a. Medikation (Sedativa, Hypertensiva, ...)

Etwas geringere Vorhersagewerte als STRATIFY



# Assessments

## (modifiziert) Functional-Reach-Test

1. Arme auf  
Schulterniveau

2. So weit wie  
möglich nach  
vorne reichen

- OHNE die  
Fersen  
abzu-  
heben

- OHNE die  
Hüften  
nach  
hinten zu  
bewegen





# Mod. Functional-Reach-Test



Die Werte nehmen im Alter deutlich ab:

**20-40 Jahre: 42,49cm**

Im Alter spielt es eine Rolle, ob Menschen in einer Gemeinschaft oder alleine leben:

**In Gemeinschaft: 26,60cm**

**Nicht in einer Gemeinschaft: 15,40cm**

# Mod. Functional-Reach-Test



Bei älteren Menschen:

> 25 cm: kein erhöhtes Sturzrisiko

15-25 cm: Sturzrisiko verdoppelt

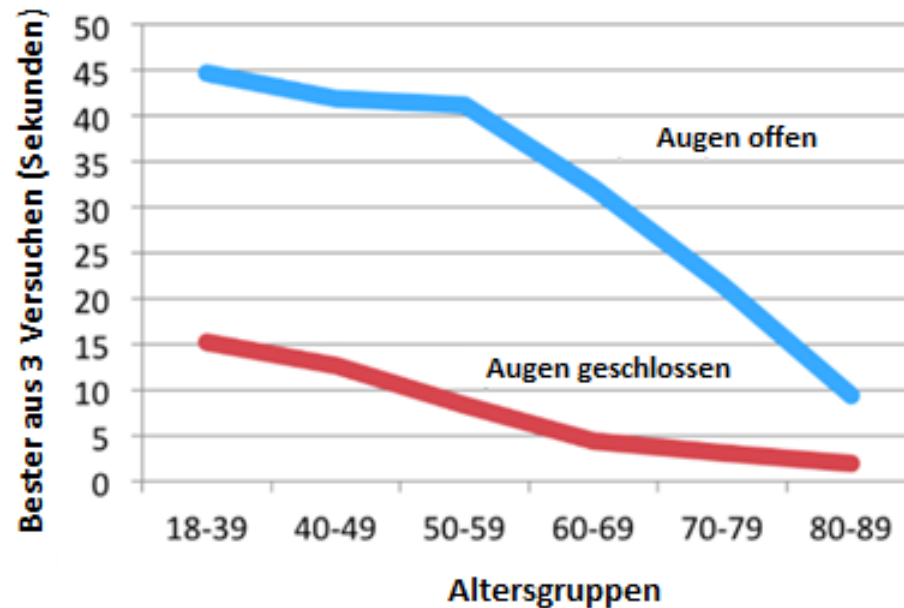
5-15 cm: Sturzrisiko 4-fach

0 cm: Sturzrisiko 8-fach

Weniger geeignet zur Verlaufsmessung

# Ein-Bein-Stand...

## Entwicklung im Altersverlauf



N= 549  
Gesunde



Normative Values for the Unipedal Stance Test with Eyes Open and Closed

Barbara Springer-Raul Marin-Tamara Cyhan-Holly Roberts-Norman Gill - Journal of Geriatric Physical Therapy - 2007

# Ein-Bein-Stand...

**Einbeinstand mit offenen  
Augen in Sekunden**

**Einbeinstand mit  
geschlossenen Augen in  
Sekunden**

<b>Alter</b>	<b>weiblich</b>	<b>männlich</b>	<b>weiblich</b>	<b>männlich</b>
18-39	45,1	44,4	13,1	16,9
40-49	42,1	41,6	13,5	12
50-59	40,9	41,5	7,9	8,6
60-69	30,4	33,8	3,6	5,1
70-79	16,7	25,9	3,7	2,6
80-99	10,6	8,7	2,1	1,8

# Balance Error Scoring System (BESS)

- Das BESS testet in drei verschiedenen Ausgangssituationen: Bipedal, Unipedal, "Tandem-Schritt"
- Zwei verschiedene Oberflächen: feste Oberfläche und mittelfeste Schaummatte (*Airex Balance Pad™*)
- 6 Tests, jeweils 20 Sekunden
- Händen auf Hüften und geschlossene Augen



# Balance Error Scoring System (BESS)



1. Bipedal, 2. Unipedal: nicht-dominanter Fuß am Boden
3. Tandem: nicht-dominanter Fuß hinten



# Balance Error Scoring System (BESS)



1. Bipedal, 2. Unipedal: nicht-dominanter Fuß auf Matte,
3. Tandem: nicht-dominanter Fuß hinten



# Balance Error Scoring System (BESS)

## Fehlerpunkte während der Prüfung:

- Augen öffnen
- entfernen der Hände von der Hüfte
- Vorwärts stolpern oder fallen
- Abheben Vorfuß o. Ferse von Testoberfläche
- Ausweichen oder Beugung der Hüfte über 30 Grad
- < 5 Sekunden in Testposition mgl. -> 10 Punkte
- Fehlerpunkte: 0 (perfekt)-60 (sehr schlecht)
- Pro Test-Sequenz: max. 10 Punkte (= max. 6x10)  
Mehrere Fehler gleichzeitig: nur 1 Punkt

# Balance Error Scoring System (BESS)

Gesunde Erwachsene,  $n = 589$

Alter	ALLE	Männer	Frauen
20-29	11.3	10.4	11.9
30-39	11.5	11.5	11.4
40-49	12.5	12.4	12.7
50-54	14.2	13.6	15.1
55-59	16.5	16.4	16.7
60-64	18.0	17.2	19.3
65-69	19.9	20.0	19.9

Frauen mit BMI  $\geq 30$

Alter: 20-29; BESS score: 17.3

Alter: 50-64; BESS score: 21.6

	Mean	Median	SD	Superior	Above average	Broadly normal	Below average	Poor	Very poor
20–29	11.3	11.0	4.8	0–5	6–7	8–14	15–17	18–23	24+
30–39	11.5	11.0	5.5	0–4	5–7	8–15	16–18	19–26	27+
40–49	12.5	11.5	6.2	0–5	6–8	9–16	17–20	21–28	29+
50–54	14.2	12.0	7.5	0–6	7–8	9–18	19–24	25–33	34+
55–59	16.5	15.0	7.6	0–7	8–10	11–20	21–28	29–35	36+
60–64	18.0	16.5	7.8	0–8	9–12	13–22	23–28	29–40	41+
65–69	19.9	18.0	7.1	0–12	13–15	16–24	25–32	33–38	39+
<b>Men</b>									
20–29	10.4	10.0	4.4	0–4	5–6	7–14	15	16–21	22+
30–39	11.5	11.0	5.5	0–4	5–6	7–15	16–18	19–26	27+
40–49	12.4	12.0	5.7	0–5	6–7	8–16	17–20	21–27	28+
50–54	13.6	12.0	6.9	0–6	7	8–17	18–23	24–28	29+
55–59	16.4	15.0	7.2	0–7	8–10	11–20	21–28	29–34	35+
60–64	17.2	16.0	7.1	0–8	9–11	12–21	22–27	28–35	36+
65–69	20.0	18.0	7.3	0–12	13–14	15–23	24–33	34–39	40+
<b>Women</b>									
20–29	11.9	11.0	5.1	0–5	6–7	8–14	15–19	20–25	26+
30–39	11.4	10.5	5.6	0–4	5–6	7–15	16–19	20–27	28+
40–49	12.7	11.0	6.9	0–5	6–7	8–15	16–20	21–29	30+
50–54	15.1	13.0	8.2	0–7	8–9	10–20	21–24	25–35	36+
55–59	16.7	15.0	8.2	0–8	9–10	11–21	22–28	29–39	40+
60–64	19.3	17.0	8.8	0–9	10–12	13–22	23–31	32–43	44+
65–69	19.9	18.0	6.6	0–13	14	15–24	25–27	28–38	39+
Women: BMI ≥ 30									
20–49	17.3	16.0	6.5	0–8	9–12	13–22	23–27	28–33	34+
50–64	21.6	20.0	8.4	0–11	12–14	15–27	28–32	33–41	42+

# Tinetti-Test

TMT – Tinetti Mobility Test

POMA – Performance Oriented Mobility Test

## Balance und Gang-Test

- „**Babylon** des Geriatrie-Assessments“
- Sehr viele Varianten in Testaufbau und Interpretation
- Hohe Sensitivität und Spezifität zur Vorhersage von Stürzen.
- Inter-Tester-Übereinstimmung etwas problematisch!
- Intra-Tester ist zu bevorzugen, mit standardisiertem Testaufbau
- Test- Re-Testverfahren

Kloos et al. 2004, Köpke et al. 2006, Park et al. 2018

# Tinetti-Test

## Balance und Gang-Test

- Gang (max. 12 P.)  
plus
- Balance (max. 16 P.)
- = Gang + Balance (max. 28 P.)
- < 19 Punkte: hohes Risiko für Sturz
- 19-24 Punkte: erhöhte Sturzgefahr

# Tinetti-Test

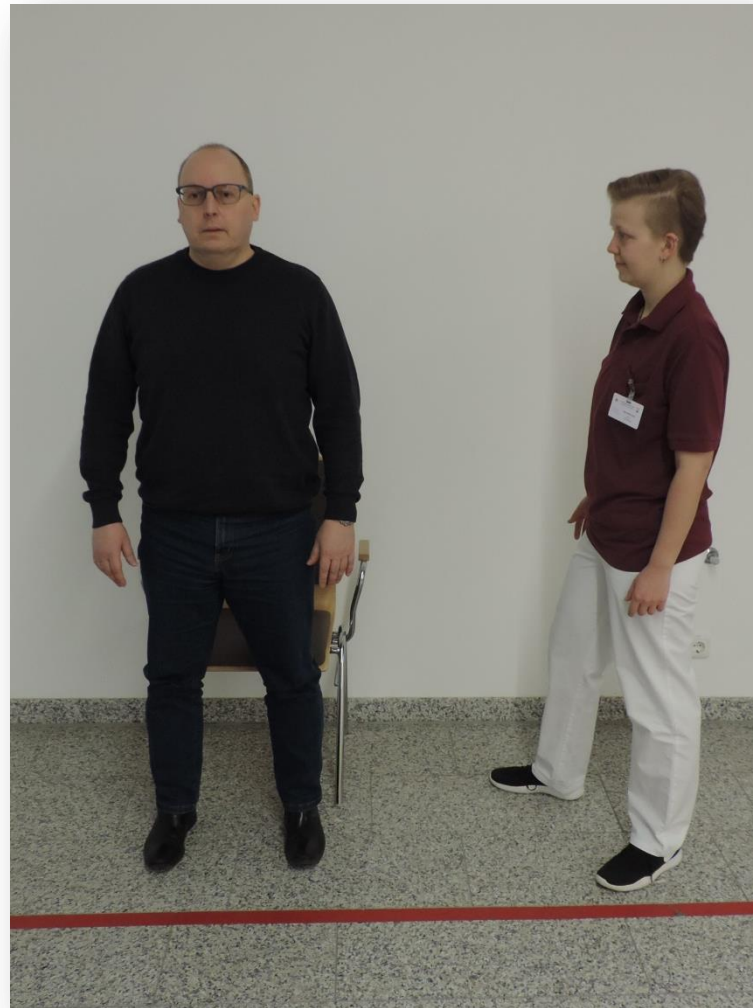
## Balance und Gang-Test



Sitzbalance

# Tinetti-Test

## Balance und Gang-Test





# Tinetti-Test

## Balance und Gang-Test



3x Anstoßen am Brustbein  
(Beine geschlossen)

# Tinetti-Test

## Balance und Gang-Test



Stand mit geschlossenen Augen

Füße max. zusammen

# Tinetti-Test

## Balance und Gang-Test



Drehen um die eigene  
Längsachse

# Tinetti-Test

## Balance und Gang-Test



Hinsetzen



# Tinetti-Test

## Balance und Gang-Test

Gang

# Tinetti-Test

## 1) Balance (max. 16 Punkte)

Task	Beschreibung der Balance	Punkte
1: Sitzbalance	muss anlehnen oder rutscht im Stuhl	0
	stabil, sicher	1
2: Aufstehen	ohne Hilfe von außen nicht möglich	0
	möglich, mit Hilfe der Arme	1
	möglich, ohne Hilfe der Arme	2
3: Anzahl der Versuche beim Aufstehen	ohne Hilfe von außen nicht möglich	0
	möglich, > 1 Versuch	1
	möglich, erster Versuch	2
4: Sofortige Standbalance (erste 5 sec)	instabil (bewegt Füße, Rumpf schwankt)	0
	stabil mit Gehhilfe/Unterstützung	1
	stabil ohne Gehhilfe/Unterstützung	2
5: Standbalance	instabil	0
	stabil, breiter Stand (mediale Fersen >10cm auseinander)	1
	stabil, enger Stand	2

# Tinetti-Test

## 1) Balance (max. 16 Punkte)

Task	Beschreibung der Balance	Punkte
6: Anstoßen (max. aufrecht, Füße max. zusammen, Untersucher drückt 3x leicht aufs Sternum)	beginnt zu fallen schwanken, greifen stabil	0 1 2
7: Stand mit geschlossenen Augen (max. aufrecht, Füße max. zusammen)	instabil stabil	0 1
8: Drehen um eigene Längsachse (360°)	diskontinuierliche Schritte kontinuierliche Schritte instabil (greifen, schwanken) stabil	0 1 0 1
9: Hinsetzen	unsicher (Entfernung falsch eingeschätzt, fällt in den Stuhl) benutzt Arme / keine flüssige Bewegung sichere, flüssige Bewegung	0 1 2



# Tinetti-Test

## 2) Gang (max. 12 Punkte)

Patient steht, geht erst eine Bahn in „normaler“ Geschwindigkeit, dann zurück in „schneller, aber sicherer“ Geschwindigkeit (using usual walking aids)

Task	Beschreibung der Balance	Punkte
10: Ganginitiierung (sofort nach „los“)	Verzögerung oder > 1 Versuche, zu starten	0
	keine Verzögerung	1
11: Schritt-Länge + -Höhe	a. rechter Schwungfuß passiert nicht linken Standfuß	0
	b. rechter Schwungfuß passiert linken Standfuß	1
	c. rechter Fuß schleift beim Schritt am Boden	0
	d. rechter Fuß verlässt beim Schritt komplett den Boden	1

# Tinetti-Test

## 2) Gang (max. 12 Punkte)

e. linker Schwungfuß passiert nicht rechten Standfuß	0
f. linker Schwungfuß passiert rechten Standfuß	1
g. linker Fuß schleift beim Schritt am Boden	0
h. linker Fuß verlässt beim Schritt komplett den Boden	1

12: Schrittlängen-Symmetrie	Schrittlängen rechts / links ungleich (geschätzt)	0
	Schrittlängen rechts / links erscheinen gleich	1

13: Schritt-Kontinuität	Stoppen oder unstetige Schritte	0
	Schritte erscheinen stetig	1

# Tinetti-Test

## 2) Gang (max. 12 Punkte)

14: Wegabweichung (30cm-Bodenfliesen, Beob. über 10 Schritte)	deutliche Abweichung	0
	milde/moderate Abweichung oder mit Gehhilfe	1
	gerade, ohne Gehhilfe	2
15: Rumpfstabilität	deutliches Schwanken oder Gehhilfe	0
	kein Schwanken, aber Flexion Knie/Rücken, oder ausgebreitete Arme (während Gehen)	1
	kein Schwanken, keine Flexion, kein Armeinsatz, keine Gehhilfe	2
16: Schritt-Breite	Fersen weit auseinander	0
	Fersen berühren sich fast beim Gehen	1

# Timed Up & Go Test

## Alltagsmobilität (Sturz?)

- ASTE: Angelehnt sitzend auf Stuhl mit Armlehnen
- Aufgabe: ohne Hilfe Aufstehen  
(ggf. mit Gehhilfe)
- 3m gehen, umkehren und wieder setzten

*Podsiadlo 1991, Thrane et al. 2007, Alexandre et al 2012, Ibrahim 2019*

# Timed Up & Go Test

## Alltagsmobilität (Sturz?)



# Timed Up & Go Test

## Alltagsmobilität (Sturz?)

### Interpretation:

- unter 10 Sekunden:  
Alltagsmobilität uneingeschränkt
- 10-19 Sekunden:  
geringe Mobilitätseinschränkung
- 20-29 Sekunden:  
relevante Mobilitätseinschränkung
- 30 Sekunden und mehr:  
ausgeprägte Mobilitätseinschränkung

Aussagekraft über Sturzrisiko: unterschiedliche Studienergebnisse

Eher für Langzeitpflegebereich empfohlen

Podsiadlo 1991, Thrane et al. 2007, Alexandre et al 2012, Ibrahim 2019

# Chair-Rising-Test

## Alltagsmobilität / Kraft (Sturz?)

- **Chair-Rising-Test**
- 5x aus einem Stuhl aufstehen
- Übliche Sitzhöhe
- Ohne die Arme abzustützen  
(Hände kreuzen)
- **Ziel: 11 Sekunden oder weniger**



# Chair-Rising-Test

Alltagsmobilität / Kraft (Sturz?)



# Laufanalyse: Projekt 2020

## Outdoor on field

Laufanalyse unter realen Bedingungen: per Videoanalyse wird der Bewegungsablauf im **un-ermüdeten**, danach im **ermüdeten** Zustand beurteilt.



### **Joint kinematics and kinetics of overground accelerated running versus running on an accelerated treadmill**

Ine Van Caekenberghe<sup>1,2</sup>, Veerle Segers<sup>1</sup>, Peter Aerts<sup>2,1</sup>, Patrick Willems<sup>3</sup> and Dirk De Clercq<sup>1</sup> 2013

Gelenkwinkel, Biomechanik

### **How do treadmill speed and terrain visibility influence neuromuscular control of guinea fowl locomotion?**

Joanne C. Gordon\*, Jeffery W. Rankin and Monica A. Daley 2015

Lokomotion (Reaktionsfähigkeit)

### **Modular Control of Treadmill vs Overground Running** Anderson Souza 2016

Bewegungsabläufe

### **Effects of treadmill running and fatigue on impact acceleration in distance running**

José Antonio García-Pérez 2014.

Ermüdung, EMG

*We like a like!*



**IAOM Regensburg**

# Meet our Faculty



**Manuelle Therapie**



**Orthopädische Medizin**



**KG-Gerät\***

[www.iaom.de](http://www.iaom.de)

\*KG-Gerät: auch für Sportwissenschaftler, Trainer u.a.



- **Autoren:**  
**Andreas Lieschke**  
PT, MT-Instructor, Fachlehrer KGG  
HP-PT, Dozent IAOM
- **Roy Obermüller**  
Dipl. Sportwissenschaftler, Physiopark
- **Wiss. Leitung:**  
**Dr. Omer Matthijs** ScD (Senior Instructor, Supervisor IAOM)
- **Fotos:** Adobe Stocks <sup>TM</sup>, Christoph Gabler  
Model: Julia Sauerer, Manuel Schneider
- © iaom 2019