



Principes de l'analyse vidéo

Journée thématique du 13.09.2018

PD Dr Heiner Baur, Berne / Fribourg/Br.

Aperçu

- Le cycle de la marche en détail: Les phases de la marche selon Perry
- Préparation d'une analyse vidéo
 - Parcours de marche -> longueur du parcours et/ou poste de mesure avec tapis roulant
 - Caméras
 - Fréquence des caméras
 - Eclairage
 - Tableaux de calibration
 - Axes parallèles / erreurs de projection
 - Parcours de marche -> longueur du parcours et/ou poste de mesure avec tapis roulant
- Préparation du sujet
 - Positionnement des marques
 - > détermination des grandeurs de mesure importantes ou pertinentes
 - > questions
 - Manipulation et instructions

Berner Fachhochschule | Haute école spécialisée bernoise | Bern University of Applied Sciences



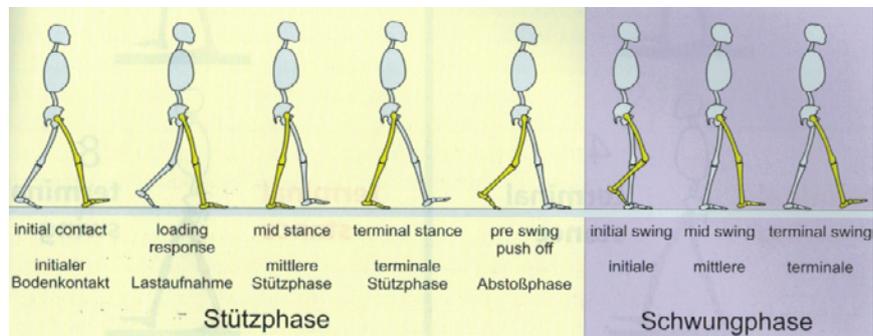
Aperçu

- Mesures d'angle dans l'analyse vidéo: examen détaillé
 - Angle de l'arrière-pied
 - Angle de la jambe
 - Angle du tendon d'Achille
 - Angle Q
- Les mesures de distance comme alternative aux mesures d'angle
 - Mesures de longueur: distance entre 2 marques
 - Poursuite des points
- Parcours de marche: particularités
 - Longueur du parcours de marche
 - Ecartement
 - Longueur des pas
 - Vitesse de marche
 - Fréquence des pas
 - Rotation du pied

Le cycle de marche: examen détaillé

Les phases de la marche selon Perry

- 8 phases
- 5 pour la phase d'appui, 3 pour la phase oscillante



-> Important: 8 phases, mais de longueur différente

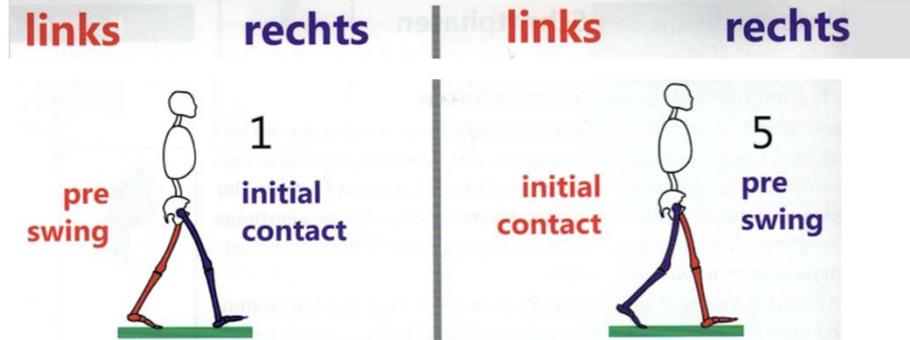
Perry 2003, Ludwig 2015]



Le cycle de marche: examen détaillé

Interaction entre la gauche et la droite -> symétrie de la marche

contact initial - attaque du pas

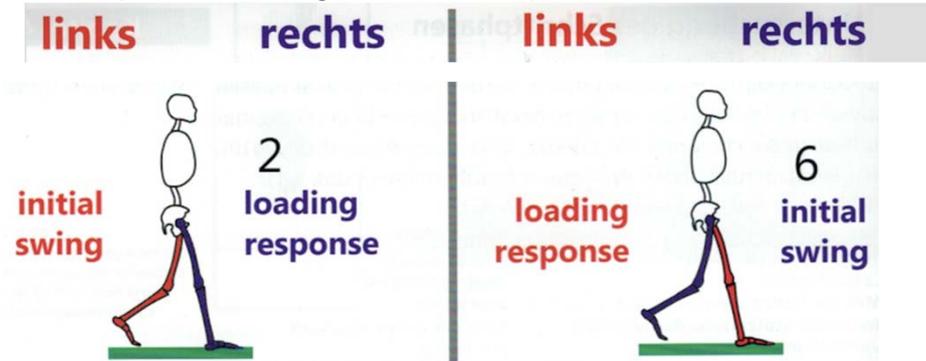


Perry 2003, Ludwig 2015]

Le cycle de marche: examen détaillé

Interaction entre la gauche et la droite -> symétrie de la marche

réponse à la charge - début de la phase oscillante



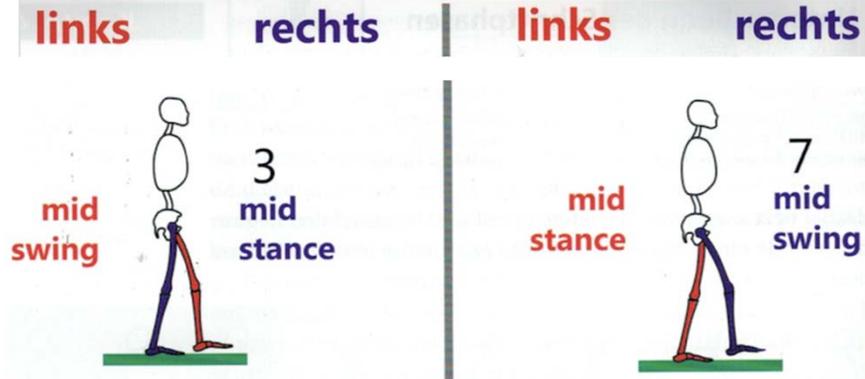
Perry 2003, Ludwig 2015]



Le cycle de marche: examen détaillé

Interaction entre la gauche et la droite -> symétrie de la marche

milieu de la phase d'appui - milieu de la phase oscillante

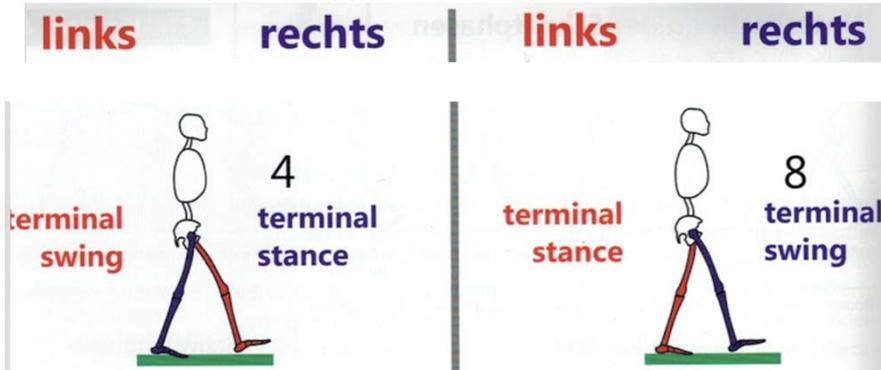


Perry 2003, Ludwig 2015]

Le cycle de marche: examen détaillé

Interaction entre la gauche et la droite -> symétrie de la marche

fin de la phase d'appui - fin de la phase oscillante

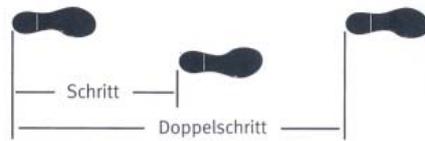


Perry 2003, Ludwig 2015]



Le cycle de marche: examen détaillé

Le cycle du pas



Pas	Step
Cycle	Stride
Cycle de marche	

[Perry 2003, 2010, Ludwig 2015]

Mise en place de l'analyse vidéo

Pourquoi faire cet investissement?

La technique n'est pas une fin en soi -> questions posées (!)

Enregistrement du mouvement

Séquence de mouvement rapide

Ralenti

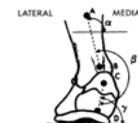
Images fixes

aussi objectives que possible -> contrôle de qualité

La compréhension des phénomènes fonctionnels est fondamentale

L'observation du mouvement est la base sur laquelle on peut interpréter les valeurs de mesure techniques

Aide au conseil des patients
Aide à la fabrication de l'appareillage



[Nigg, 1986, Wren 2005, Wren 2011, Eastlack 1991, Ludwig 2015]



Mise en place de l'analyse vidéo

2D ou 3D?

3D nettement plus complexe
Equipement et investissement

Quand on connaît leurs limites,
il existe des domaines d'utilisation très pertinents pour les systèmes 2D



[Contemplas 2018, Ludwig 2015]

Mise en place de l'analyse vidéo: caméras

Installation du poste de mesure et des caméras



2 caméras
devant et derrière

derrière:
stabilité de
l'arrière-pied
inversion/éversion
mouvement du bassin

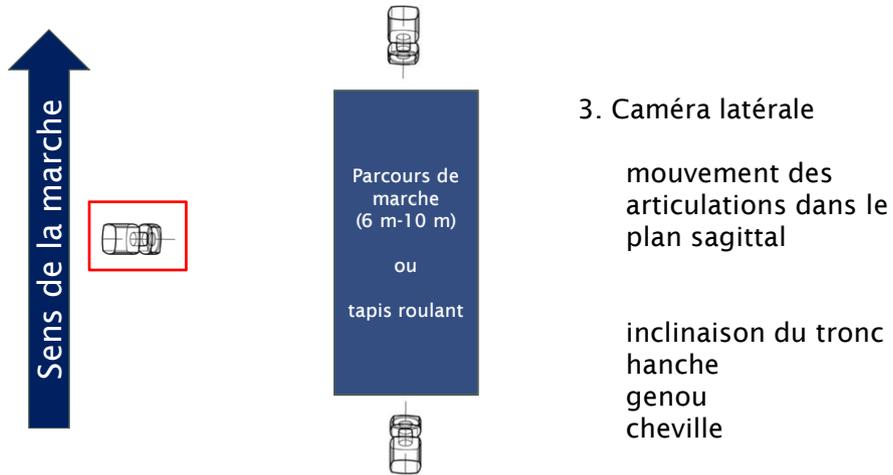
devant:
axe du genou
mouvement du bassin

[Ludwig 2015]



Mise en place de l'analyse vidéo: caméras

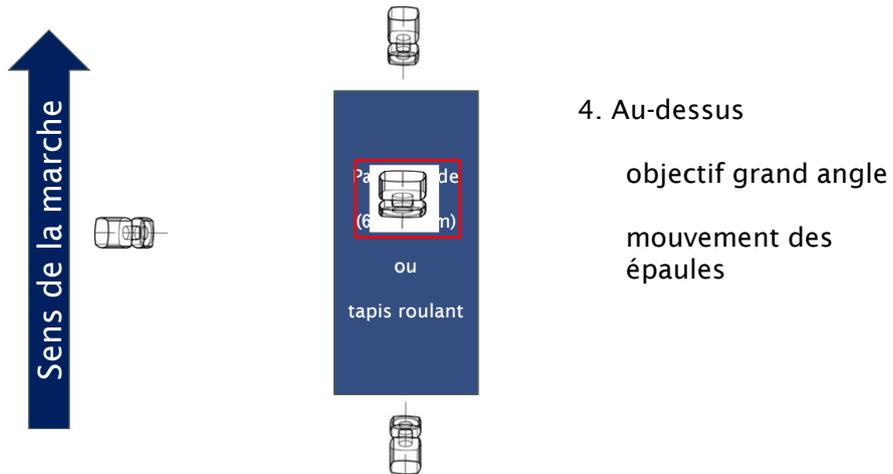
Installation du poste de mesure et des caméras



[Ludwig 2015]

Mise en place de l'analyse vidéo: caméras

Installation du poste de mesure et des caméras



[Ludwig 2015]



Mise en place de l'analyse vidéo: caméras

Installation du poste de mesure et des caméras

 Coût de la caméra et de l'objectif: env. 50/50

 Eviter les distorsions sur les bords

 Caméras numériques faciles à connecter à l'ordinateur

-> capacité de mémoire



Représentation et analyse simultanées de plusieurs caméras/plusieurs points de vue



Movecontrol.com

☺ Moniteur visible par le patient pour les explications ☺

[Ludwig 2015]

Mise en place de l'analyse vidéo: caméras

Installation du poste de mesure et des caméras

 Fréquence de mesure:

caméras à 50 Hz avec 25 images complètes par seconde pour la vitesse de marche

caméras à 200 Hz (vidéo à grande vitesse)
pour les analyses de la marche: mouvements rapides



Installation des caméras:



Movecontrol.com

sur pied ou support mural
-> pas de modifications

Orientation toujours perpendiculaire
au plan d'observation

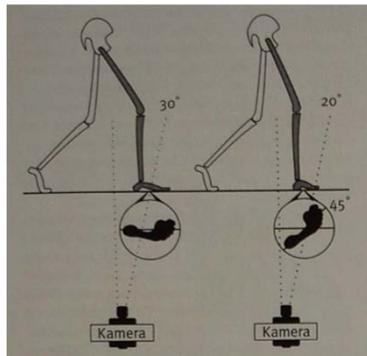
[Ludwig 2015]



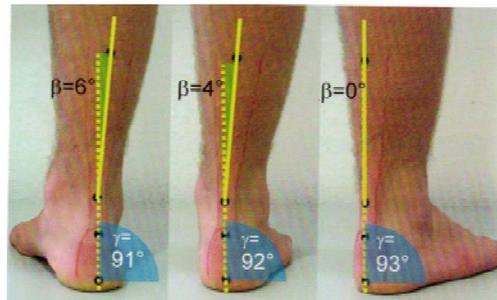
Mise en place de l'analyse vidéo: caméras

Installation du poste de mesure et des caméras

Erreurs de projection/de parallaxe



latérale



frontale

[Ludwig 2015]

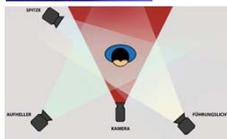
Mise en place de l'analyse vidéo: caméras

Installation du poste de mesure et des caméras

Eclairage (4000 lux)



(c) currex.de



(c) Prophoto online

homogène
sans ombres

-> lumière venant de plusieurs directions
possibilité d'atténuation (pas trop vif)
Projecteur éclairant une surface plutôt que spots
Film diffuseur pour « disperser » la lumière

Pas de lumière dirigée vers les caméras
Pas de contre-jour

Réglage des obturateurs/temps d'exposition
0,004 s à 0,001 s pour des images nettes

[Ludwig 2015]



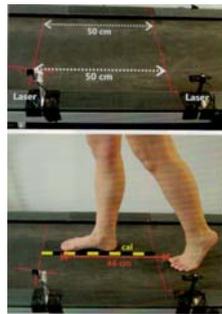
Mise en place de l'analyse vidéo: caméras

Installation du poste de mesure et des caméras



Tableaux de calibration

contrastant avec le sujet
utilisables pour le réglage des caméras



[Ludwig 2015]

(c) currex.de

Préparation du sujet

Positionnement des marques

Les marques représentent les « points de repère »
Plusieurs marques représentent un segment

Les marques sur la peau figurent les os
-> source d'erreur



Nous créons un modèle de la réalité
-> mécanique articulaire du genou

Conseil pratique:
coller les marques dans l'état en charge (debout)
Feutres pour tracer les marques et les lignes qui les relient
sur la peau
Marques: selon le système de mesure (-> coût (!))

LED de marquage
Billes réfléchissantes
Cercle réfléchissant
Simples adhésifs de bureau

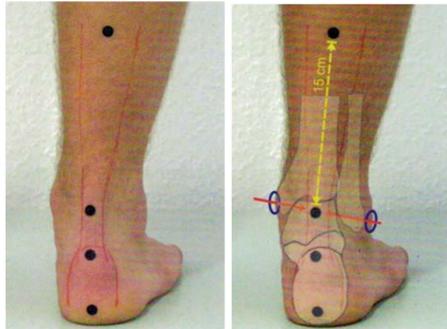
[Della Croce 2005, Hara 2014, Benoit 2006, Ludwig 2015]



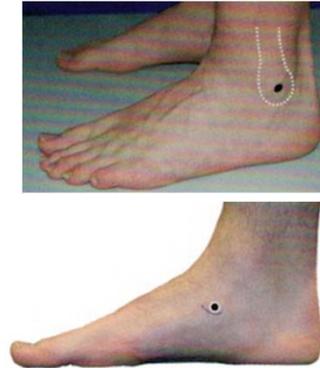
Préparation du sujet

Positionnement des marques sur le pied et la jambe:

calcaneum et jambe



cheville et scaphoïde



[Ludwig 2015]

Préparation du sujet

Positionnement des marques sur le genou:

Centre de rotation du genou



Milieu de la rotule et tubérosité tibiale



[Ludwig 2015]



Préparation du sujet

Positionnement des marques sur la hanche et le bassin:

Trochanter majeur

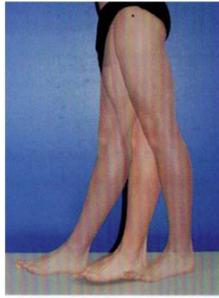


Abb. 3-45
Der Markerpunkt auf dem Trochanter major (großer Rollhügel) bleibt bei Hüftbeugung und -streckung konstant

Bassin (épinos iliaques postérieures)

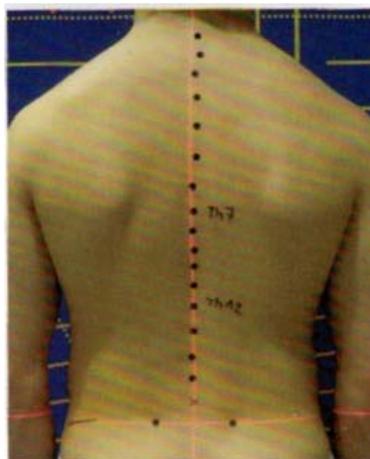


Abb. 3-46
Marker an den SIPS. Zum Tasten die Handflächen auf den Beckenkamm legen; der rechtwinklig abgespreizte Daumen zeigt auf die SIPS

[Ludwig 2015]

Préparation du sujet

Positionnement des marques sur la colonne vertébrale

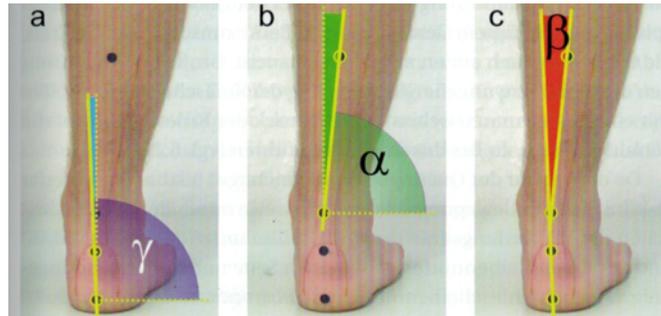


[Ludwig 2015]



Mesure des angles à partir de la poursuite des marques

- a) Angle de l'arrière-pied: angle gamma / angle du calcaneum
- b) Angle de la jambe: angle alpha
- c) Angle du tendon d'Achille: angle bêta



valgus 0-4°
<8° sous charge
phase d'appui

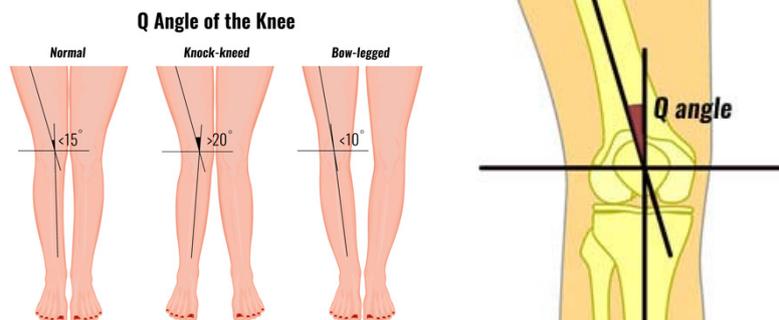
latéral 7-9°

valgus 8-12°
max. au milieu de la

[Walther 2005, Kernozek & Greer 1993, Ludwig 2015]

Mesure des angles à partir de la poursuite des marques

Angle Q:



H: 12-15°
F: 15-18°
>20° valgisation accrue

[sportsinjuryclinic.net]

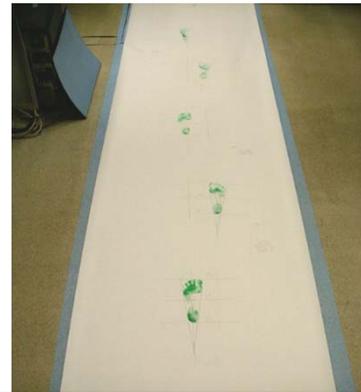
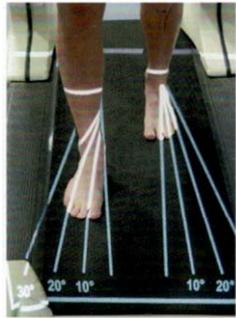


Mesure des angles à partir de la poursuite des marques

Angle du pied ou « foot progression angle »

« intoeing » ou « out-toeing »

Rotation interne
Rotation externe du pied



Mesures des distances

Longueur et largeur des pas

descente du scaphoïde
(« navicular drop »)

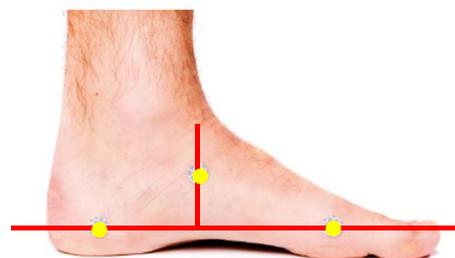
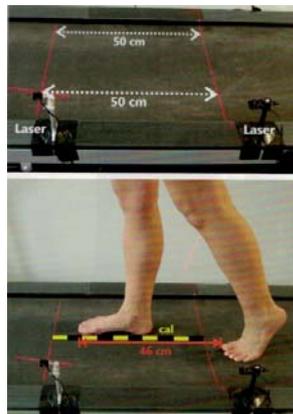


Figure 1
Reflective marker positions used to calculate navicular drop (ND).

[Nielsen 2009, Ludwig 2015]



Poursuite des points

Exemple du mouvement du bassin -> indications sur la variabilité

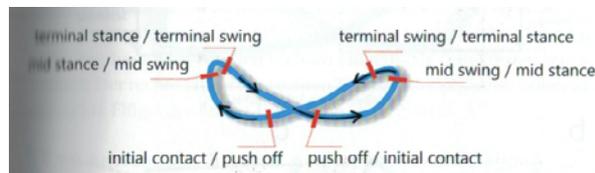


Abb. 3-58
Typischer Verlauf der Bahnkurve (Trajektorie) der SIPS. Zugeordnet sind die einzelnen Schrittphasen

[Ludwig, 2015]

Parcours de marche: particularités

Alternative à la mesure sur tapis roulant

- Longueur d'au moins 6 à 10 m (>10 m)
- Caméras mises au point sur les 3 mètres du milieu
- Plus grand risque d'erreurs de projection
- Acquisition de quelques pas ou cycles seulement



Abb. 3-67
Gehstrecke mit Längen- und Winkelmarkierungen
(AFG, Idar-Oberstein, www.ibio.de)

[Ludwig, 2015]



Parcours de marche: particularités

Ecartement

bien mesurable avec des lignes de référence parallèles
Cisaillement (« overcrossing »)



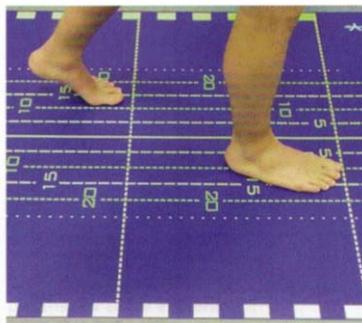
Valeur de référence pour la largeur des pas: 5 à 13 cm

[Ludwig, 2015]

Parcours de marche: particularités

Longueur des pas

Repères au sol
éventuellement acquisition par ordinateur à l'aide de la
configuration de marques



Longueur des pas: 0,65 à 0,75 m

Cycle: 1,30 à 1,50 m

0,8 x taille du sujet

[Samson 2001, Kramers de Quervain 2008, Ludwig 2015]



Parcours de marche: particularités

Vitesse de marche

vitesse choisie par le sujet

Longueur du parcours de marche/temps de parcours

-> progrès de la réadaptation

Alter	Männer Mittel	Männer +/-	Frauen Mittel	Frauen +/-
10 – 14	1,32 m/s	0,19	1,08 m/s	0,11
15 – 19	1,35 m/s	0,13	1,23 m/s	0,18
20 – 29	1,22 m/s	0,11	1,24 m/s	0,17
30 – 39	1,32 m/s	0,15	1,28 m/s	0,19
40 – 49	1,33 m/s	0,10	1,24 m/s	0,14
50 – 59	1,25 m/s	0,18	1,10 m/s	0,10
60 – 69	1,28 m/s	0,12	1,15 m/s	0,17
70 – 79	1,18 m/s	0,15	1,11 m/s	0,13

[Öberg 1993, 1994, Ludwig 2015]

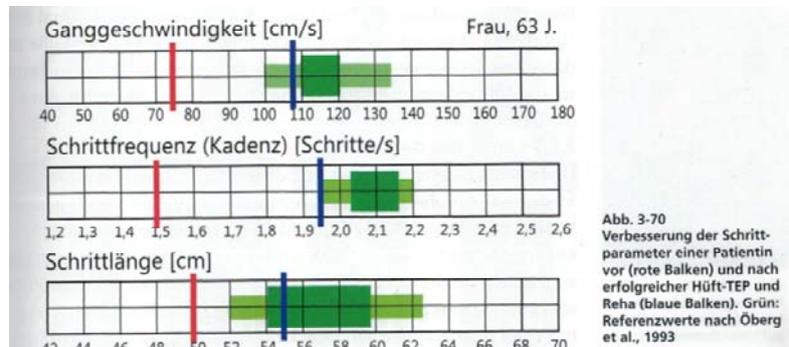
Parcours de marche: particularités

Fréquence des pas

Pas par minute (cadence)

Nombre de contacts avec le sol / temps (s)

105 à 130 pas/min



[Öberg 1993, Kramers de Quervain 2008, Ludwig 2015]



Parcours de marche: particularités

Rotation du pied: angle de progression du pas

Goniomètres à intervalles réguliers sur la distance de marche



[Ludwig, 2015]

Fin de la troisième partie: principes de l'analyse vidéo