

## CMBO 10 - Orthèses et prothèses

# La marche humaine Biomécanique Théorie Technologie orthétique/ prothétique

Andres Yves  
Benz-Negele Anika

## Petit tour de présentation...



Anika  
Maître technicienne orthopédiste  
diplômée  
Direction de secteur chez Negele  
Orthopédie



Yves  
OSM/MBO  
Maître technicien orthopédiste  
diplômé

CMBO Orthèses/prothèses



2

## Programme du cours

### Jour 1

- ▶ Petit tour de présentation
- ▶ IPERKA
- ▶ La marche humaine
- ▶ Pathologies de la marche humaine
- ▶ Biomécanique
- ▶ Orthèses
- ▶ Prothèses

### Jour 2

- ▶ Diverses techniques de confection
- ▶ Protection au travail
- ▶ Exemples de cas de technologie orthétique et prothétique, science des matériaux correspondante
- ▶ Reproductibilité et dossier d'atelier
- ▶ Répartition des tâches et discussion
- ▶ Présentation de certaines étapes du travail

CMBO Orthèses/prothèses

### Jours 3 à 5

- ▶ Pratique à l'aide de tâches préparées à l'avance
- ▶ Échange des dossiers d'atelier

### Théorie finale

- ▶ Discussion finale des moyens auxiliaires terminés
- ▶ Articles semi-fabriqués versus confection sur mesure
- ▶ Bases tarifaires

3

## La méthode de travail IPERKA

- Arbeitsvorbereitung, Arbeitsdurchführung und Arbeitsbewertung = Arbeiten planen, Vorgaben erfüllen, Auftrag prüfen

Informieren	<ul style="list-style-type: none"> <li>• umfassende, systematische Informationsbeschaffung</li> <li>• Zielvorgaben erfahren; Beschlüsse fassen</li> </ul>
Planen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tätigkeiten definieren</li> <li>• Material, Werkzeuge, und Mittel planen</li> </ul>
Entscheiden	<ul style="list-style-type: none"> <li>• definitiver Auftragsentscheid durch Auftraggeber</li> <li>• Zwischenziele definieren</li> </ul>
Realisieren	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arbeiten sorgfältig und speditiv ausführen</li> <li>• Tätigkeiten protokollieren</li> <li>• To-Do-Liste führen (Pendenzen)</li> </ul>
Kontrollieren	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ist-Soll-Vergleich</li> <li>• Auftraggeber mit einbeziehen</li> <li>• Abweichungen analysieren</li> </ul>
Auswerten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rückmeldung des Auftraggebers</li> <li>• eigene Bewertung des Produkts</li> <li>• Reflexion und Schlussfolgerung ziehen</li> </ul>

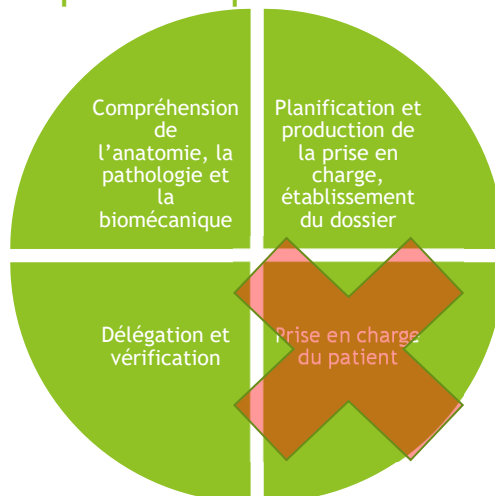
## La méthode IPERKA pour les orthèses/prothèses

<b>Informer</b>	• Indication, marche, prescription médicale, allergies à certains matériaux, souhaits de conception, chaussure appropriée disponible?...
<b>Planifier</b>	• Planifier l'exécution avec les fonctions nécessaires et le déroulement marginal (degré d'activité au domicile/au travail)
<b>Décider</b>	• Commande des matériaux, fixer le moment de la fabrication et de la livraison, définir des objectifs intermédiaires
<b>Réaliser</b>	• Éventuellement à l'avance uniquement production pour essai et finition ultérieure
<b>Contrôler</b>	• Sur le patient. Forme? Fonction? Points de pression?
<b>Évaluer</b>	• Réfléchir et documenter

CMBO Orthèses/prothèses

5

## Objectif après la fin de l'examen professionnel dans la spécialité technologie orthétique/prothétique



CMBO Orthèses/prothèses

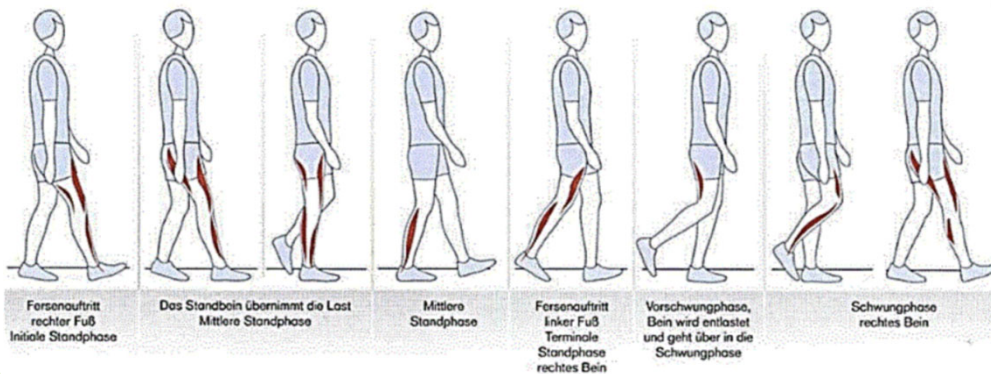
6

# La marche humaine

## Pathologies de la marche

### Biomécanique

## La phase de marche



Initial Contact - Loading Response - Midstance - Terminal Stance - Prewswing - Initial Swing - Midswing - Terminal Swing



**Conditions pour une démarche naturelle**

Amortisseurs naturels des chocs	Capitonnage du talon, voûte longitudinale, flexion du genou, ménisques, abaissement de la hanche, mouvement de ressort de l'articulation sacro-iliaque (=nutation), ligaments, forme en S de la colonne vertébrale, liquide céphalo-rachidien
Travail musculaire excentrique	Dynamique négatif, origine et insertion du muscle s'éloignent, le muscle s'allonge, „extension“
Travail musculaire concentrique	Dynamique positif, origine et insertion du muscle se rapprochent, raccourcissement du muscle (amortissement de choc), „flexion“
Travail musculaire isométrique	Stabilité de la posture, statique, variations de tension intramusculaires
Central Pattern Generator	Générateur musculaire central, des programmes moteurs sont sauvegardés, des muscles sont activés/inhibés de façon antagoniste
Fonction Rocker	Heel Rocker = talon rond Ankle Rocker = articulation tibio-tarsienne Forefoot Rocker = déroulement de l'avant-pied

*La marche s'apprend dans l'enfance: des liaisons synaptiques se créent, des programmes moteurs fonctionnent plus tard de façon inconsciente  
Processus d'apprentissage tout au long de la vie, contrôle permanent par des senseurs/récepteurs*

9

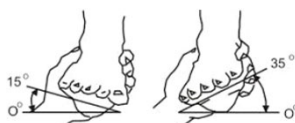
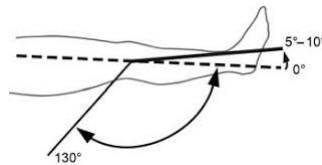
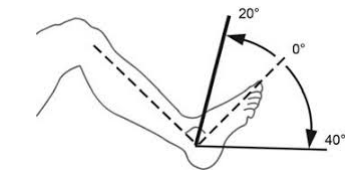
**Vocabulaire**

Biologie	Enseignement de la nature vivante
Mécanique	Partie de la physique, notamment enseignement de la dynamique avec, pour sous-domaines, la cinétique, la statique et la cinématique
Cinétique	Forces d'inertie qui résultent de la combinaison de la masse corporelle et du mouvement
Statique	Équilibre des forces agissant sur le corps au repos
Cinématique	Mouvements d'un corps sans prise en considération de la cause du mouvement (force)
Biomécanique	Recherche, enseignement et utilisation de lois mécaniques dans la nature vivante (par ex. soins de réhabilitation, orthétiques et prothétiques sur le corps humain)

CMBO Orthèses/prothèses

10

## ROM = Range of Motion Méthode Neutral-Null



Pronation / Supination  
bei fixiertem Kalkaneus  
15° / 0° / 35°

CMBO Orthèses/prothèses

Exemple de la méthode Neutral-Null appliquée au genou:

Physiologiquement

Flexion/Extension 130-0-10

Pathologiquement, exemples

F/E 90-0-10

F/E 0-0-10

F/E 130-90-0

11

### État du muscle selon Janda

0	Pas de contraction musculaire détectable: 0% de force musculaire
1	Réaction détectable, ne suffit pas pour un mouvement: environ 10% de force musculaire
2	Mouvement de pleine amplitude, sans travail contre la pesanteur, c.-à-d. en position horizontale: environ 25% de force musculaire
3	Mouvement de pleine amplitude, contre la pesanteur, sans résistance additionnelle de l'extérieur: environ 50% de force musculaire
4	Mouvement de pleine amplitude contre une résistance légère à modérée: environ 75% de force musculaire
5	Mouvement de pleine amplitude contre une forte résistance extérieure: 100% de la force musculaire physiologique

CMBO Orthèses/prothèses

12

## Activité

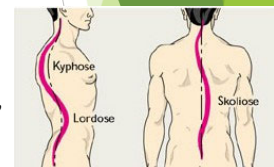


CMBO Orthèses/prothèses

13

## Préparation pour l'analyse de la marche

- ▶ Contrôle de la longueur des jambes et de la scoliose en position assise/debout  
C7, losange de Michaelis, crêtes iliaques, SIAS
- ▶ Contrôler les malpositions de rotation du fémur  
Antétorsion du fémur (coxa antetorta) rotation interne de la jambe  
Rétrotorsion du fémur (coxa retortorta) rotation externe de la jambe
- ▶ Vérifier les axes des genoux  
Le patient place les deux pieds l'un à côté de l'autre, tournés vers l'extérieur: 2 doigts passent entre les articulations des genoux.
- ▶ Contrôler la supination/pronation du pied  
Ex. → pronation excessive pathologique (pied valgus):  
Une supination accrue entraîne une rotation extérieure de la jambe (= moins de genu valgum), une rétroversion du bassin, une délordose lombaire, une hypocyphose thoracique, une délordose cervicale
- ▶ Évaluer d'autres données physiques / psychiques  
État des muscles, fonctions articulaires, processus métaboliques dans le cerveau, système cardiovasculaire, optique et équilibre,...



CMBO Orthèses/prothèses

14

## Analyse de la marche

- ▶ Facteurs qui influencent la marche chez l'être humain en bonne santé: anatomie, poids, répartition des masses, inhibition par des tissus (vêtements), circonstances de vie, humeur du moment, courbatures, stress, insécurité, nature du sol (glissant, obstacles), chaussures, rythme imposé (par ex. tapis roulant), trouble de l'équilibre
- ▶ Évaluation visuelle de la démarche, éventuellement assistée par vidéo (ralenti), évaluer à chaque fois une seule jambe, remplir le questionnaire d'évaluation
- ▶ Paramètres vérifiables  
Écartement, longueur du pas, rotation du pied/du genou, vitesse (mètres par seconde), cadence (pas par minute), balancement des bras, orientation de l'unité passager sur le locomoteur, angle articulaire,...

**Le but de la marche est de consommer aussi peu d'énergie que possible**  
*La modulation par le corps veille à ce que le centre de gravité du corps ne s'écarte que peu des lignes droites (de 2 cm vers l'axe vertical et horizontal)*  
*Cela signifie (du point de vue de la jambe de référence), lors de la marche du sujet sain:*

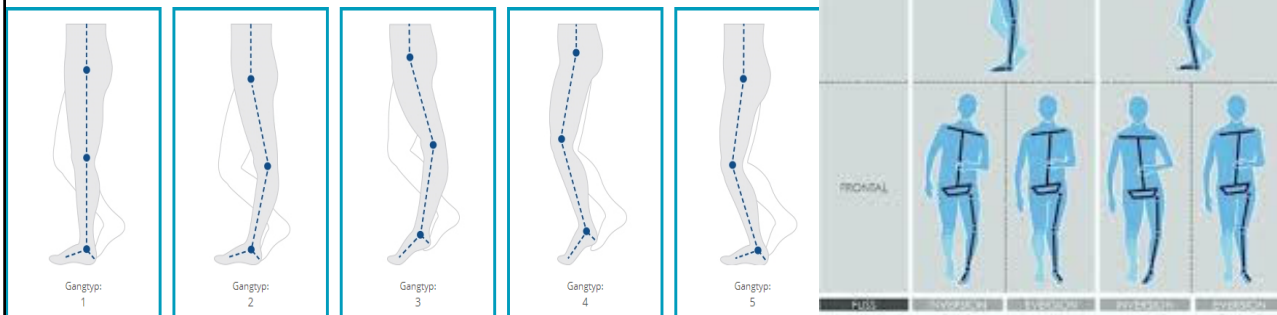
**Tous les muscles travaillent en mode excentrique!**  
*Exemple: Le muscle quadriceps fémoral ne s'étend pas, il freine la flexion*

CMBO Orthèses/prothèses

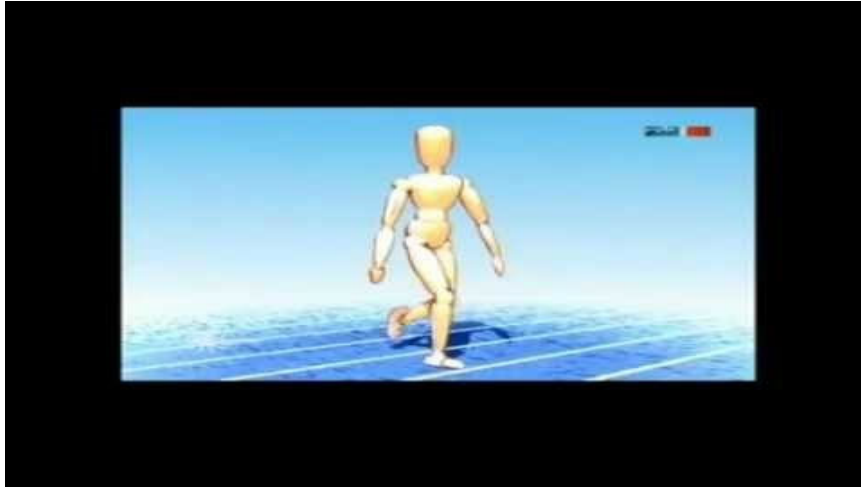
15

## Pathologies de la marche naturelle

- ▶ Déséquilibre (neuro)musculaire
- ▶ par ex. des suites d'une apoplexie, d'une tumeur, cardiopulmonaire, musculo-squelettique, post-traumatique, erreur opératoire, congénital ou idiopathique
- ▶ Paralysie centrale, spinale ou périphérique
- ▶ Faiblesse du redresseur du pied
- ▶ Amputations
- ▶ Contractures, raccourcissements
- ▶ ...



<https://www.youtube.com/watch?v=UC80xHtqJR8>



CMBO Orthèses/prothèses

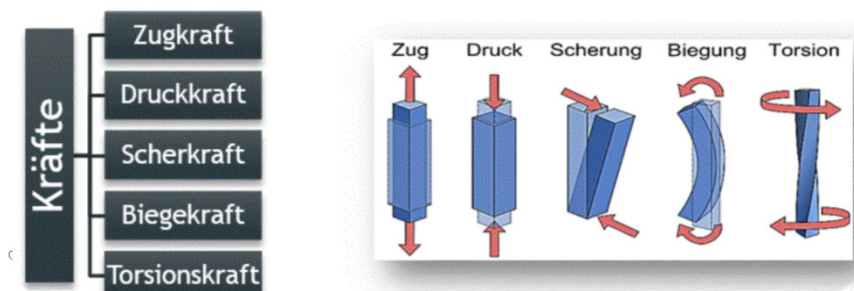
17

## Biomécanique

Un moyen auxiliaire...

- ▶ est construit en trois dimensions (A-P, M-L, vertical) selon des critères définis, il doit donc absorber des forces de pression, des forces de traction, des moments de flexion, des moments de rotation et des moments de torsion
- ▶ doit être sûr sur le plan statique et fonctionnel sur le plan dynamique.

**Attention aux lois des fonctions de levier ou moments de rotation:  
→ renforcement de la sollicitation!**



18

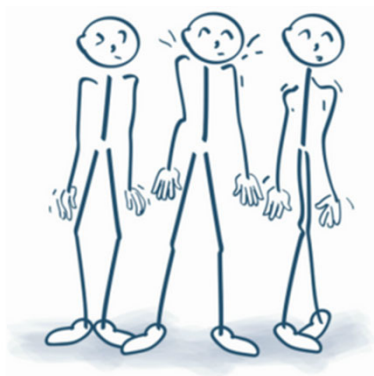
### Incidence mécanique d'éléments de construction

Avancement de l'axe de déroulement	En lien avec la butée d'extension dorsale = sécurité du genou et allongement de la longueur du pas
Recul de l'axe de déroulement	Longueur de pas plus courte; en lien avec le DE-Anschlag = moins de retard du mouvement du genou
Construction du talon rigide/déplacée vers l'arrière	Contact plus rapide de tout le pied, flexion plus rapide du genou
Déplacement vers l'avant de l'articulation de la cheville	Retard de la possibilité de mouvement dans l'articulation tibio-tarsienne, extension en douceur du genou/stabilité du genou
Butée d'extension dorsale	Extension du genou, plutôt abrupte
Butée d'extension dorsale et articulation du genou bloquée	Extension de la hanche
Longue semelle, semelle rigide	Stabilité du genou
Ressort de l'articulation libre du genou	Stabilité du genou, contrôle de la phase d'oscillation
Déplacement vers l'arrière de l'articulation du genou, avec butée d'extension dorsale	Stabilité du genou

CMBO Orthèses/prothèses

19

## Avez-vous des questions?



CMBO Orthèses/prothèses

20

## Questions de répétition de ma part... 😊

- ▶ Quelles sont les incidences d'une semelle rigide sur le genou?  
\_\_\_\_\_
- ▶ Quel est l'effet sur le genou d'un Anschlag dorsal dans l'articulation tibio-tarsienne?  
\_\_\_\_\_
- ▶ Pour un état musculaire de 4 selon Janda, quel % de l'activité musculaire peut-on escompter?  
\_\_\_\_\_
- ▶ Quels degrés d'activité distingue-t-on en technique orthopédique?  
\_\_\_\_\_
- ▶ Que signifie l'abréviation ROM? Avec quelle méthode peut-on l'analyser?  
\_\_\_\_\_
- ▶ Quel type de talon influence le genou de façon à ce que celui-ci se fléchisse plus rapidement?  
\_\_\_\_\_

CMBO Orthèses/prothèses

21

# Orthèses



## Définition et fonctions de base des orthèses

- ▶ Dispositif appliqué à l'extérieur, composé d'un seul élément ou d'un groupe d'éléments, qui saisit en totalité ou en partie des membres inférieurs ou supérieurs, le tronc, la tête ou le cou et leurs articulations intermédiaires, pour influencer les systèmes neuromusculaires et squelettiques

Compensation (fonctionnelle, compensation de longueur)

Fixation/stabilisation/mise au repos/guidage

Redressement/correction

Décharge

Compression

23

## Orthèses de compensation



Compensation de la longueur des jambes  
faiblesse du redresseur du pied



Compensation de la

CMBO Orthèses/prothèses

24

## Orthèses de fixation



Fixation de l'articulation tibio-tarsienne, permanente ou temporaire

CMBO Orthèses/prothèses

25

## Orthèses de redressement



Redressement de la position de pied équin avec des tirettes de caoutchouc ou une articulation Caroli Redressement de hallux varus et orteils

CMBO Orthèses/prothèses

«Principe des 3 points»

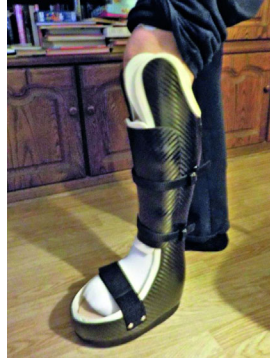
26

## Orthèses de décharge



«Appareil d'Allgöwer»  
pour décharger le talon du pied

CMBO Orthèses/prothèses



Décharge de l'ulcère sous la plante  
Partie de la charge assumée par le genou/la cuisse

27

## Orthèses de compression



Thérapie par compression tricotée à plat

CMBO Orthèses/prothèses



Bandages pour divers problèmes

28

## Technologie orthétique: Autant que nécessaire, aussi peu que possible...

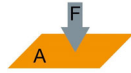
- Devise: «Ce qui dépasse peut être découpé»

En principe:

*Dispositifs étendus: en cas de fortes malpositions ou de nombreuses parties molles lâches, désavantage: atrophie plus importante*

*Petits dispositifs/parties libres: moins de poids, moins de transpiration, pour cela moins de surface = plus de points de pression...*

$$\text{Druck (p)} = \frac{\text{Kraft (F}_n\text{)}}{\text{Fläche (A)}}$$



- Si possible, ne pas altérer la partie de l'appareil locomoteur qui fonctionne! Ne pas contraindre à l'inactivité la musculature existante.

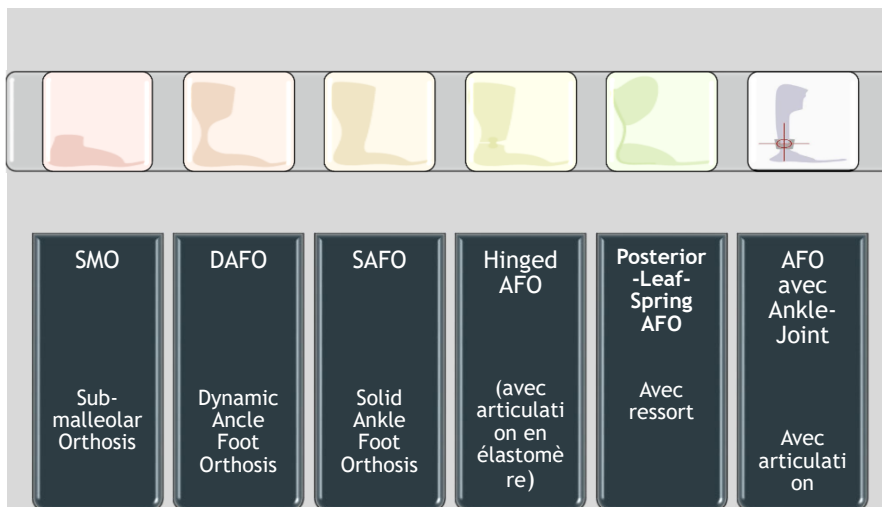
Exemples négatifs lors d'une immobilisation complète:

- Atrophie musculaire/osseuse
- Contractures par collage de la capsule, perturbation de l'alimentation du cartilage
- Trouble circulatoire (absence de pompe musculaire), risque de thrombose (bas de compression!)
- Mauvaise cicatrisation

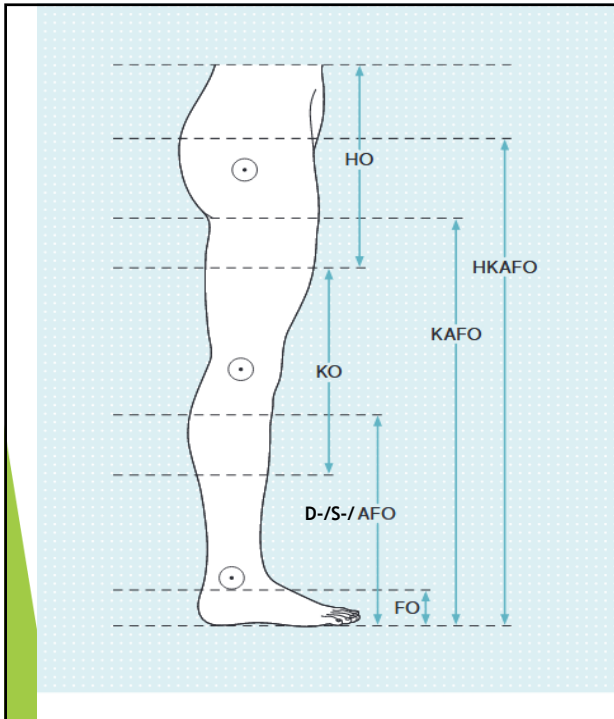
CMBO Orthèses/prothèses

29

## Possibilité de répartition, au niveau international



30



Die globale Vernetzung hat sich auch im medizinisch-technischen Sektor durchgesetzt. Um international mit den gleichen Begriffen zu arbeiten, haben sich die Abkürzungen der englischen Ausdrücke für die unterschiedlichen Typen von Orthesen durchgesetzt.

Diese werden bereits in vielen Ländern in den entsprechenden Versorgungs- bzw. Hilfsmittellisten verwendet. In der nebenstehenden Übersicht werden nur die für die Orthesen der unteren Extremität gebräuchlichen Abkürzungen aufgeführt, sie sind aber für den gesamten Bereich des Bewegungsapparates üblich.

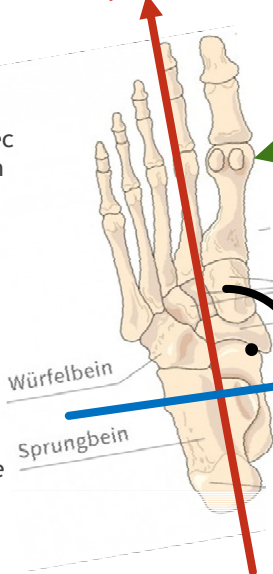
#### Orthesentypen der unteren Extremität

<b>HO</b>	Hip Orthosis Hüftorthese
<b>HKAFO</b>	Hip-Knee-Ankle-Foot Orthosis Hüft-übergreifende Ganzbeinorthese, reziproke Gehorthesen (RGO)
<b>KAFO</b>	Knee-Ankle-Foot Orthosis Ganzbeinorthese
<b>KO</b>	Knee Orthosis Knieorthese
<b>AFO</b>	Ankle-Foot Orthosis Unterschenkelorthese
<b>FO</b>	Foot Orthosis Fußorthese

## Points de rotation mécaniques et axes

- Le déroulement de l'avant-pied peut être influencé avec l'orthèse! par ex. avec une incision de torsion (raidissement du côté du petit orteil ou du côté du gros orteil)
- Lors du découpage de l'orthèse, veiller à ce qu'une surface plane se forme au niveau de la partie mobile du pied (pas d'arrondi/d'enserrement du pied)

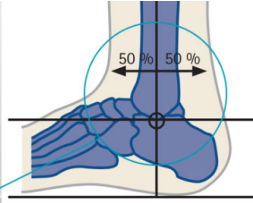
Axe longitudinal anatomique



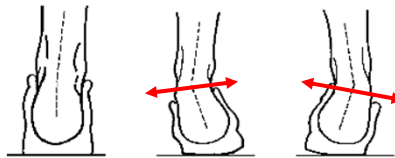
Points de rotation avant-pied (pas fente articulaire)

Point de rotation de l'articulation tibio-tarsienne

## Point de rotation mécanique Articulation du pied



- ▶ = point de rotation de compromis
- ▶ «Transférer la convexité la plus élevée de la malléole latérale en direction médiale» (= environ bord inférieur de la malléole interne)
- ▶ À ce niveau sagittalement environ 50:50, de préférence plus en avant
- ▶ Ce faisant, veiller à une rotation extérieure correcte du pied! (90° par rapport à la direction de marche!)
- ▶ Un varus ou un valgus fortement contracté a pour conséquence que l'axe ne se développe pas horizontalement
- ▶ Si l'axe ne joue pas, il y a un «Hub»



<https://www.fior-gentz.de/orthesenbau/online-tutorials/modelltechnik/mechanische-drehpunkt-orthetik.html>

33

### Constructions de chevilles

#### Articulation de la cheville librement mobile

- Quand des faux mouvements latéraux doivent être stabilisés
- Quand une partie du pied n'a que la tâche de maintenir l'orthèse dans la bonne position
- En déplaçant vers l'avant une articulation de la cheville librement mobile, on obtient un effet de sécurisation du genou (effet plus doux qu'avec une butée d'extension dorsale)

#### Articulation de la cheville librement mobile avec butées d'extension dorsale

- Contrôle du mouvement, éviter les mouvements douloureux
- Contrôle des articulations voisines, par ex. genou (butée d'extension dorsale)

#### Articulation fixe de la cheville

- Quand l'articulation tibio-tarsienne est raidie
- Meilleure cosmétique et moins de poids
- Axe articulaire non physiologique qui ne répond pas aux critères d'une articulation mécanique

#### Articulation redresseuse du pied

- En cas de faiblesse du redresseur du pied
- Pour redresser une position de pied équin<sup>34</sup>

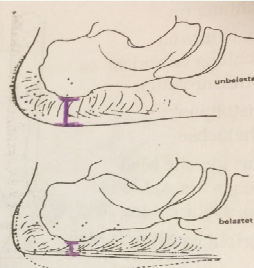


### Aides à la construction en technologie orthétique

Problème:	Solution:
L'orthèse glisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La suspendre à l'arrondi du muscle</li> <li>• Utiliser des coupures postérieures, ex. coulisse de Bisgaard</li> <li>• Contrefort dorsal au dos du pied, chaussures adaptées</li> </ul>
Tendance à l'œdème, «œdème fenêtre»	<ul style="list-style-type: none"> <li>• «Emballer» sur la plus grande surface possible</li> <li>• Éventuellement avec des rabats</li> <li>• Soins de compression avec tricotage à plat</li> </ul>
La construction n'est pas stable à la rotation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Orientation des fibres?</li> <li>• Stabilité à la rotation avec un plus grand enveloppement (attention au début...)</li> </ul>

Le point de rotation mécanique ne joue pas (déplacement des parties molles au niveau du talon)

- Die Dicke der Fersenhaut beträgt durchschnittlich 18-19 mm
- Die Fußsohle verformt sich bei Belastung progressiv
- Der Dämpfungsweg beträgt bis zu 12 mm
- Vorsicht bei unbelasteten Gipsabdrücken !

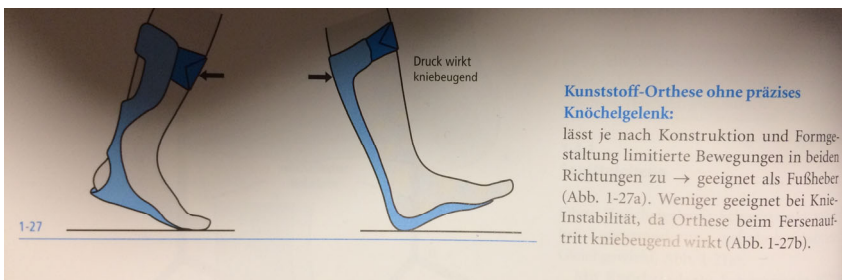


CMBO Orthèses/prothèses

35

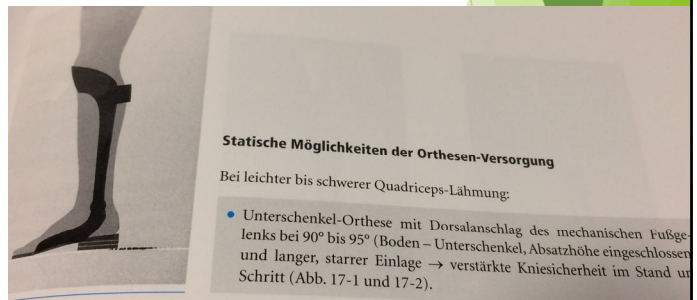
## Biomécanique en technologie orthétique

(tiré de Indications de technique orthopédique d'André R Baehler et Stefan Bieringer, ISBN 978-3-456-83938-7)



1-27

CMBO Orthèses/prothèses





Zur Sicherung des Kniegelenks:  
Knöchelgelenk-Anschlag bei genau 90°, mit Einbezug des Schuhabsatzes und möglichst langer starrer Einlage (Abb. 1-30)!  
(Bei schwachem Quadrizeps evtl. Vorbringer-Zug nötig.)

**17.6 Multiple Sklerose (MS)**

**Definition**  
Erkrankung des Gehirns und Rückenmarks: Bildung zahlreicher sklerotischer Entmarkungsherde. Führt zu Gleichgewichtsstörungen, spastischen Lähmungen der Beine, Gangbehinderungen, Verfall!

**Behandlung**  
Krankengymnastik steht im Vordergrund! Erhaltene Funktionen müssen gefördert werden! Orthopädietechnische Behandlung ist sehr limitiert. Empfehlenswert: leichte OSG-fixierende Unterschenkel-Orthesen aus Kunststoff (Ortholen, Polypropylen, Polyäthylen) in Neutralstellung (Abb. 17-91 und 17-92).

Bodenfläche – Unterschenkelstellung 90°, schränkt Fußbewegung ein und stabilisiert dadurch Stehen und Gehen. Pufferabsatz empfehlenswert (Abb. 17-93)!

Fortgeschrittenes Stadium = Rollstuhlversorgung

**Talus-Repositions-Ringorthese**

frontale Ansicht

laterale Ansicht

Abb. 1 Quelle: M. Baste, K. Pohlig

## Moyens auxiliaires jusqu'au genou

Soutien latéral des condyles fémoraux = enveloppement des condyles

- ▶ Pour une stabilité latérale dans le genou en technologie orthétique de la jambe
- ▶ Appui sûr pour les orthèses du genou
- ▶ Pour le support de la prothèse
- ▶ S'écarte en position assise. Fermeture éventuelle au-dessous du genou!

Appui sur le **plateau tibial** et **entre le tibia et le péroné**

- ▶ Région pouvant être relativement chargée, par ex. pour la prise de charge (partielle) afin de décharger le pied.
- ▶ **Tête du péroné** toujours **sans charge!** (nerf fibulaire superficiel)

▶ **Vue postérieure**

▶ Plus profond du côté médial (détail du tendon fléchisseur)

**Caractéristiques de la conduite des condyles:**

- ▶ Intervention plus profonde possible au niveau médial en raison de l'anatomie du genou, surtout dans la moitié postérieure
- ▶ **Latéralement**, le «tractus iliotibialis» est trop dur, donc la conduite des condyles est plutôt conçue en surface.
- ▶ À l'arrière appliquer une surface sur le modèle, pour que la flexion soit possible. Ce faisant, «retrousser» aussi les tendons fléchisseurs (environ à la hauteur de l'arête inférieure de la rotule)

CMBO Orthèses/prothèses

## Technologie orthétique et «électronique»

- ▶ CPM = Continued passive Motion = «Orthèse du mouvement moteur»
- ▶ Articulations mécaniques, contrôlées électroniquement, exemple du genou, E-Mag-Active (phase oscillante libre et phase d'appui bloquée):

*Pendant la marche, un système intelligent de senseurs mesure la position de la jambe et déclenche en conséquence l'articulation de l'orthèse. L'articulation du genou est donc automatiquement ouverte pendant la marche: la jambe peut osciller complètement. Grâce à la fonction PreLock, votre articulation du genou est déjà assurée pour la phase d'appui, même si le patient n'a pas encore atteint la pleine extension de la jambe.*

- ▶ Électrostimulation fonctionnelle  
favorise la reconstitution de la musculature, de la mobilité de l'articulation et de l'irrigation sanguine

*Si un nerf intact ne reçoit plus de signal du système nerveux central (SNC), il doit alors être possible de générer artificiellement l'impulsion sur le nerf! C'est à cette conclusion que sont parvenus des chercheurs - et ils ont développé l'électrostimulation fonctionnelle (ESF) pour le corps. L'ESF est le soin le plus avancé dans le domaine de la neuro-réhabilitation. MyGait (Otto Bock) est par exemple un stimulateur superficiel qui stimule le nerf de l'extérieur en cas de faiblesse du releveur du pied. Le nerf transmet finalement le signal au muscle - et vous vous déplacez.*<sup>39</sup>

## Ne pas oublier des chaussures adaptées...

- ▶ Une modification des chaussures est-elle nécessaire?
- ▶ Commander une chaussure orthétique?  
Aspect (Zbinden)?  
Perpedes?  
...?



- ▶ Ou la chaussure peut-elle même assumer la fonction d'orthèse?  
Exemple: Position de pied équin



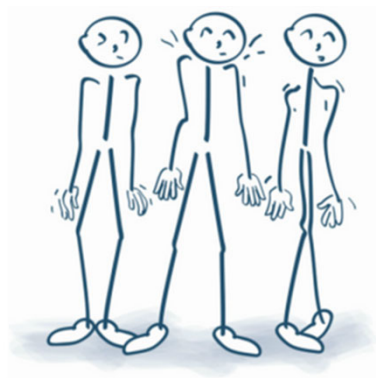
CMBO Orthèses/prothèses

40

### Bric-à-brac Photos du concours d'apprentis 2018



### Avez-vous des questions?



## Questions de répétition de ma part... 😊

- ▶ Quels sont les inconvénients de dispositifs étendus dans une orthèse?

---

- ▶ Comment puis-je prévenir une thrombose sur une jambe paralysée?

---

- ▶ Citez trois possibilités d'obtenir une fonction de releveur du pied:

---

- ▶ Que signifie l'acronyme DAFO?

---

- ▶ Citez des exemples d'orthèses de compensation

---

- ▶ Comment définit-on le point de rotation de l'articulation tibio-tarsienne?

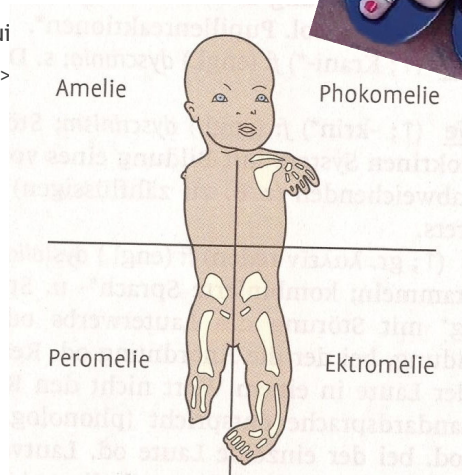
---

## Prothèses du pied



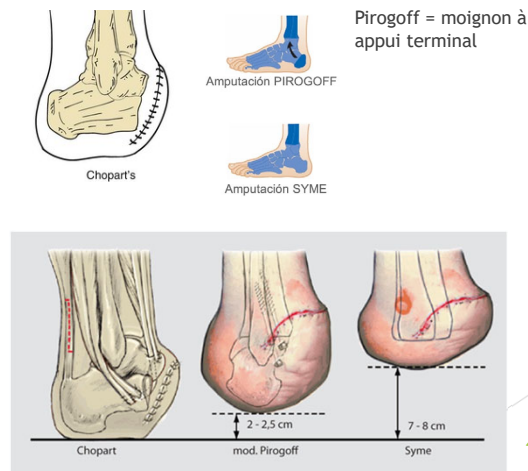
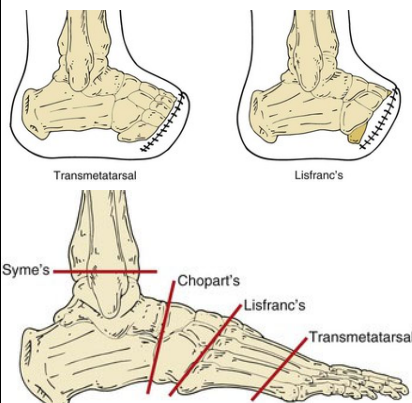
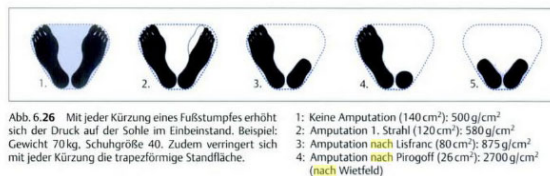
## Causes d'amputations

- ▶ Maladie artérielle occlusive
- ▶ Angiopathie diabétique
- ▶ Autres troubles de la perfusion sanguine
- ▶ Malformations congénitales ----->
- ▶ Nécroses par pression
- ▶ Infections
- ▶ Traumatismes
- ▶ Tumeurs
- ▶ Engelures/brûlures
- ▶ ...



CMBO Orthèses/prothèses

## Niveaux d'amputation



CMBO Orthèses/prothèses

46

Niveau d'amputation	Conséquences
Amputation des orteils	<ul style="list-style-type: none"> <li>Le vide est «comblé» par positionnement en vagus/varus des autres orteils, mais il ne peut guère être caché (même avec un support de substitution ou dispositif similaire).</li> <li>Les autres orteils et l'articulation tibio-tarsienne subissent une charge supplémentaire.</li> </ul>
Amputations du médio-tarse  <i>(Sharp, Sharp-Jäger, Lisfranc, Bona-Jäger, Chopart)</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Perte de la position zéro («pseudo-supination»)</li> <li>Plus de voûte plantaire (la surface capitonnée des métatarses est absente...)</li> <li>La perte du gros orteil ne permet plus de relever le centre de gravité du corps</li> <li>Des insertions de muscles sont perdues - risque de malpositions!</li> <li>Des os marginaux (naviculaire, cuboïde) peuvent se déplacer sous la traction des tendons</li> </ul>
Amputations de l'arrière-pied (dans la région de la racine du pied)  <i>(Pirogoff, Syme, Chopart)</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rarement traitées avec des prothèses courtes. En cas de charge, le talon entrerait en supination et il en résulterait un pied équin (perturbation de l'équilibre musculaire)</li> <li>Si les extrémités des moignons ne peuvent pas être chargées ou ne peuvent être chargées que partiellement, un soutien est nécessaire sous les condyles du tibia.</li> </ul>

CMBO Orthèses/prothèses 47

Possibilités de soins - Aperçu		
Lits plantaires, travaux sur les semelles des chaussures, épithèses cosmétiques	Amputations des orteils	
Prothèses courtes (sans la cheville)	Amputations du médio-tarse, en fonction de la classe de mobilité, avec des éléments couvrant les malléoles	
Prothèses couvrant les malléoles	Pour moignons de Chopart et similaires	
«Prothèses longues»	Avec pied artificiel, par ex. après amputation de Syme	

## Construction de base



- ▶ **Lit plantaire et capitonnage, sur le devant beaucoup de capitonnage!**
- ▶ **Coque rigide, par ex. carbone**
- ▶ **Rabat flexible, «polir» le haut, passage souple, par ex. Erkoflex**
- ▶ **Placer sur la ligne verticale**
- ▶ **Placer l'avant-pied: contrôler la direction du déroulement, veiller à la direction de l'encollage, éventuellement avec «bouton mou»**

En cas d'amputation bilatérale, prendre les proportions du corps comme indice: longueur du pied = longueur de l'avant-bras

CMBO Orthèses/prothèses

## Éléments de construction Amputation du médio-tarse

- ▶ Pour éviter la surcharge, répartir à chaque fois la charge si possible sur la totalité de la surface de la semelle  
Appuis: préservation de la voûte plantaire résiduelle: soutenir le sustentaculum tali, appui de la voûte transversale = décharge de la pointe du moignon
- ▶ Maintenir la fonction de la cheville (sécurité du genou!), mettre le pied en position de «pseudo-pied bot talus» (le patient peut encore faire une extension dorsale de 10 à 15°) et veiller à une «pseudo-supination» en cas d'amputation trans-métatarsienne (appui médial et bord latéral élevé comme contre-appui)
- ▶ Amortissement du choc d'entrée car le Heel-Rocker n'est plus complet
- ▶ Renforcement de la semelle: Espace libre entre moignon et partie rigide de la semelle (capitonnage épais) pour éviter toute pression sur l'extrémité du moignon lors du déroulement, si un renforcement complet n'est pas nécessaire, si possible à 90° de la direction de marche ou en harmonie avec l'autre côté
- ▶ Avant-pied plutôt dur (devenant progressivement plus mou): démarche harmonieuse, nécessite plus de force pour les patients actifs qui peuvent charger l'extrémité du moignon
- ▶ Avant-pied plutôt mou: démarche plus mauvaise (pas plus courts), plus grande sécurité de la marche, avec décharge du moignon

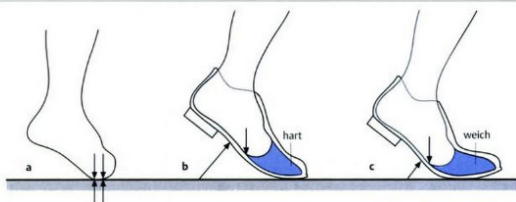


Abb. 6.37 a-c

a Ein gut gerundeter und gepolsterter Stumpf ist für den Barfußgang geeignet.

b Bei steilem Vorfußersatz und Sohle muss der Stumpf über den „Berg“ der Prothese steigen. Dadurch erhöht sich der Druck auf die Stumpfschuppe. Es entsteht ein symmetrisches Gangbild: geeignet für junge, kräftige Amputierte.

c Bei empfindlichen Stümpfen oder allgemein reduzierter Kraft ist die Stumpfschuppe ebenfalls starr und exakt einzubetten. Der Vorfußersatz besteht jedoch aus weichem Material. Gang kurzschrittiger, jedoch schonender und sicherer, besonders bei geriatrischen Patienten.



## Prothèse de Bellmann

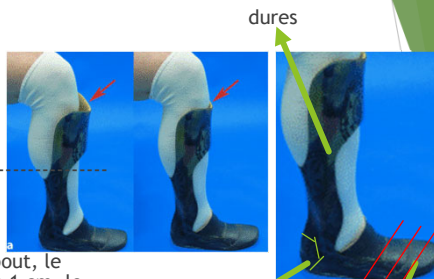
- ▶ Pour amputations courtes du médio-tarse
- ▶ Le pied a un contact plein avec l'appui médial et le bord
- ▶ Enveloppement exact, rigide au-dessus du talon
- ▶ Capitonnage de 1 cm à la pointe du moignon, ensuite évelé
- ▶ Chez les patients actifs: rabat antérieur (plus il est haut, moins le talon glisse)
- ▶ **Fonction:**
  - tige interne flexible dans laquelle le moignon est déchargé et inséré de façon optimale.
  - modélisation spéciale = bonne adhérence au moignon, par ex. avec Erkoflex (souvent sans chaussettes)
  - la mobilité de l'articulation tibio-tarsienne et astragalo-calcanéenne reste complètement libre.
  - facile à résoudre sur le plan cosmétique, utilisable dans de nombreuses chaussures et en partie aussi pieds nus.
  - garder éventuellement le moignon dans un cadre en carbone rigide à la torsion. Cette construction permet une bonne conduite de la prothèse sans formation de points de pression à l'extrémité du moignon.
  - ici aussi, à la fin de la phase de poussée, il y a un repli des orteils.
- ▶ Inconvénients: ajustements fréquents lors de premières applications, prothèses en silicone souvent trop lourdes.
- ▶ <http://bellmann.ch/vorfussprothesen/>



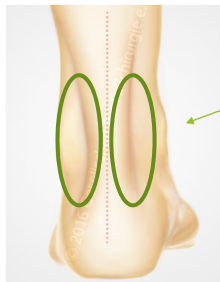
51

## Prothèses-cadres selon Botta

- ▶ Lors d'amputations jusqu'à la ligne de Lisfranc
- ▶ Bonne conduite, base rigide dans la région du talon
- ▶ L'articulation tibio-tarsienne reste mobile de 10 à 20°
- ▶ Facile à mettre sans fermeture
- ▶ Impression dans le plâtre classiquement en position debout, le patient se tient sur une plaque de mousse Plastazote de 1 cm, le pied légèrement en extension dorsale
- ▶ Coulisse de Bisgaard très bien modelée sur la prothèse et stable!



dures



Talon éventuellement épargné, coulisse de Bisgaard modelée

Stratifiée obliquement!  
= plus de surface de collage, moins de points de rupture possibles, meilleure conservation de la forme (moins de déformation vers le haut/dorsalement)

52

## Combinaisons de moyens auxiliaires

- ▶ Compléter les prothèses de l'avant-pied lors d'augmentation de la charge (par ex. en sport) avec une orthèse du releveur du pied (de confection ou sur mesure):
- ▶ Prothèse de Bellmann avec tige de la jambe amovible ----->
- ▶ Ne pas oublier la barre de déroulement et l'amortisseur
- ▶ L'autre côté est maintenant chargé nettement davantage, une fourniture est généralement indiquée là aussi!
- ▶ <http://geb.uni-giessen.de/geb/volltexte/2004/1615/pdf/LaserichDirk-2004-01-12.pdf>
- ▶ <https://books.google.ch/books?id=UOjQ3dbWTMC&pg=PA132&lpq=PA132&dq=prothese+nach+botta&source=bl&ots=SJFtkPb%20Sf&sig=9tV2vxl0JFCFFYaP9aajS5jzaCl&hl=de&sa=X&ved=0ahUKEwj1to3xhZDcAhWrNOwKHd45DZoQ6AEIYDAG#v=onepage&q=rothese%20nach%20botta&f=false>



CMBO Orthèses/prothèses

53

## Prothèses avec pied artificiel

- ▶ Ex. pied avec lame en carbone d'Otto Bock:  
<https://www.ottobock.de/prothetik/produkte-a-bis-z/prothesenfuesse/prothesenfuss-prosymes-1c20/>
- ▶ Vis d'ajustage pour «essayer» la position exacte avec adaptateur pyramidal

### Prothesenfuß 1C20 ProSymes



#### Justierbarer Prothesenfuß für Symes-Amputierte

Nach einer Amputation wünschen sich Patienten eine prothetische Versorgung, die ihnen neben einer hohen Funktionalität auch eine perfekte Einstellung ihrer Fußposition garantiert. Für Patienten mit einer Amputation nach der Methode des schottischen Chirurgen James Syme haben wir den Prothesenfuß ProSymes 1C20 mit einer einzigartigen Aufbau- und Anwendungstechnik entwickelt. Sein spezielles Justierkonzept erlaubt nämlich die Korrektur der Fußposition während der Anprobe und sogar nach der Fertigstellung der Prothese. Der ProSymes 1C20 ist geeignet für Symes-Amputierte, die einen zuverlässigen und dynamischen Prothesenfuß mit exzellenter Fersenfederung benötigen.

Bezüglich einer unauffälligen, optisch ansprechenden Fußkosmetik berät Sie gern Ihr Orthopädiefachmann.

54

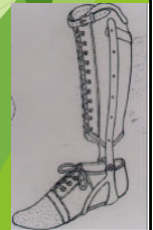
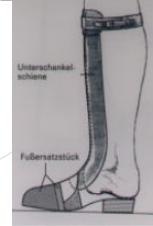
## Bric-à-brac...



© Otto Bock Healthcare GmbH

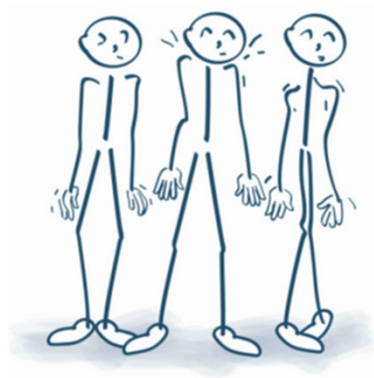


CMBO Orthèses/prothèses



Innenschuhprothese nach Teufel

## Avez-vous des questions?



CMBO Orthèses/prothèses

56

## Questions de répétition de ma part... 😊

- ▶ Quels peuvent être les désavantages d'une prothèse courte (donc avec articulation tibio-tarsienne libre)?  
\_\_\_\_\_
- ▶ Quelle perte de taille une amputation de Syme entraîne-t-elle en général?  
\_\_\_\_\_
- ▶ Pourquoi faut-il veiller à avoir des surfaces de collage obliques dans une construction de l'avant-pied?  
\_\_\_\_\_
- ▶ Pourquoi, chez les amputés de l'avant-pied, doit-il y avoir un renforcement de la coque qui entoure légèrement le moignon?  
\_\_\_\_\_
- ▶ Un avant-pied mou a-t-il pour conséquence des pas longs ou courts?  
\_\_\_\_\_
- ▶ Comment peut-on bien combiner des matériaux stables à longue durée de vie avec des matériaux mous lors d'un remplacement de l'avant-pied?  
\_\_\_\_\_

# Orthoprothèses

### Éléments modulaires

#### Adaptateur fileté standard, coudé, coulissant

- unilatéral avec porte-noyau de réglage (= tige et partie s'adaptant au pied)
- unilatéral avec porte-tuyau



#### Ancre en fonte avec noyau de réglage



#### Adaptateur de tuyau



#### Pied prothétique avec noyau de réglage



CMBO Orthèses/prothèses

59

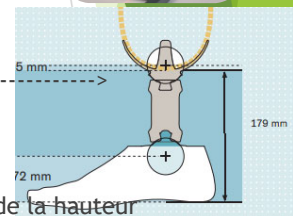
### Vocabulaire

SACH	Solid ankle cushion heel
Prothèse avec éléments modulables	donc réglable avec tuyau, adaptateur...
Prothèse en style de coque	La «cosmétique» est l'élément porteur, pas de possibilité de réglage



Choisir les éléments modulables:

- Pour une utilisation permanente ou simplement pour le premier réglage ----->
- en fonction du degré de mobilité et du poids du patient, de la fonctionnalité et de la hauteur du montage ----->
- À «façon», modulaire ou en style de coque ----->
- Prix (selon l'organe payeur...)



CMBO Orthèses/prothèses

60



## Construction de base

- ▶ Fabriquer l'orthoprothèse
- ▶ Au-dessous du moignon (ou du talon), faire une surface de mousse et appliquer l'adaptateur (résine de scellement,...).  
= phase de test, éventuellement repositionner plusieurs fois (essayage statique).

Chaque (ortho-)prothèse est construite en trois dimensions (A-P; M-L, verticale) selon des critères définis. Toutes les forces sont transmises par la surface de contact moignon-tige. Elle doit être statiquement sûre et dynamiquement fonctionnelle.

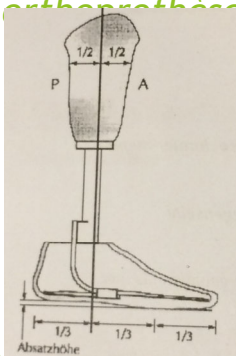
Sagittalement: En partant du grand trochanter, la verticale passe par l'axe de rotation de compromis au niveau du genou, puis dans un rapport d'environ 50:50 par la tige de la prothèse jusqu'à la partie adaptée au pied (selon les données de fabrication, avant-pied environ 70%; arrière-pied 30% (sur le talon de la chaussure)

Frontalement: La partie adaptée au pied en légère rotation vers l'extérieur (genou et côté opposé comme repère), ajustée sur le talon de la chaussure, construite à la verticale (éventuellement avec une légère latéralisation)

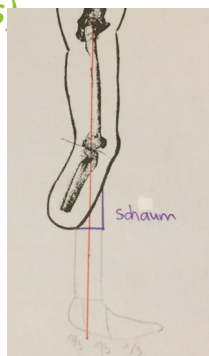
- ▶ Couler
- ▶ Fixer les parties adaptées, essai dynamique avec possibilités de réglage
- ▶ Finition, cosmétique.

61

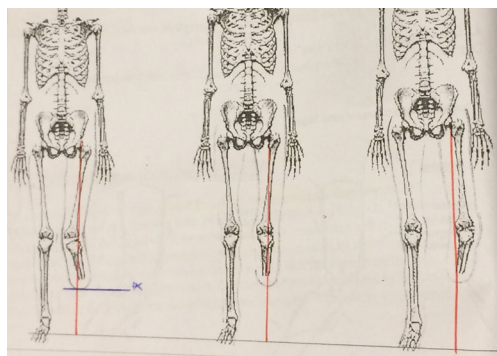
## Lignes de construction, lignes verticales (aussi orthoprothèses)



Sagittalement: Standard



Sagittalement: Contracture de flexion (cosmétiquement difficile)



Fontalement: X - Standard - O



La ligne frontale arrive entre le doigt 1 et le doigt 2

Essayage dynamique (exemples)

Déplacement vers l'avant de la partie adaptée au pied	Sécurité du genou lorsque le patient vient trop tôt en flexion du genou
Déplacement vers l'arrière de la partie adaptée au pied	La sécurité du genou en souffre Lorsque le patient bascule en recurvatum*
Déplacer la partie adaptée au pied en direction médiale	Il se produit un moment de bascule latérale dans la région de la tige (augmentation de la pression dans la région de la tige)
Déplacer la partie adaptée au pied en direction latérale	Marche à large écartement = sécurité
Flexion plantaire du pied	Un contact complet du pied plus rapide est obtenu, comme si l'avant-pied était plus «dur»
Extension dorsale du pied	Déroulement plus léger, comme si l'avant-pied était plus «souple», si le patient reste en suspens avec la pointe du pied ou doit passer «par-dessus la montagne»

► \*Le recurvatum peut aussi être produit par un faux réglage du talon

Bric-à-brac

