FIOR & GENTZ

Handbuch zu Rückenmarkläsionen

Die Beurteilung der orthetischen Versorgbarkeit der unteren Extremität nach einer Querschnittlähmung

2. Auflage

Einleitung

„Ich möchte wieder gehen können." So oder so ähnlich lautet der Wunsch vieler Patienten, nachdem sie mit der Diagnose Querschnittlähmung konfrontiert werden. Um dieses Ziel zu erreichen, ist eine unverzügliche Rehabilitation notwendig, da die erste Zeit nach Unterbrechung der Nervenbahnen wichtig für die Wiederherstellung motorischer Fähigkeiten ist.

Dabei stellt die Rehabilitation Querschnittgelähmter erhöhte Anforderungen an das gesamte interdisziplinäre Team, an den Patienten und dessen Angehörige. Eine zielgerichtete Gangschulung ist heutzutage in den meisten Querschnittzentren Standard und bedient sich einer Vielzahl technisch hoch entwickelter Verfahren. Auch moderne Orthesen können ein elementarer Teil eines fortschrittlichen Rehabilitationsprozesses sein.

Dennoch berichten viele Patienten, dass sie ausschließlich mit einem Rollstuhl versorgt werden sollten, ohne dass die orthetische Versorgbarkeit hinreichend geprüft wurde. Es scheinen also noch viele Vorbehalte gegen die Wirksamkeit von Orthesen vorzuliegen. Auch wenn es vermutlich nur Vorbehalte sind, die auf einem antiquierten Bild von Orthesen beruhen, liegen diese falschen Vorstellungen leider noch immer in den Köpfen vieler Menschen vor.

Mit dem vorliegenden Handbuch präsentieren wir Ihnen ein Konzept, welches betroffenen Personen sowie Fachkräften das Potenzial einer modernen orthetischen Versorgung bei einer Querschnittlähmung beschreibt. Eine wichtige Voraussetzung, um dieses Potenzial richtig zu nutzen, ist die Ermittlung der orthetischen Versorgbarkeit. Die Beschreibung der verbliebenen motorischen und sensorischen Funktionen des Patienten nach ASIA-Klassifikation bildet dafür eine solide Grundlage.

Außerdem werden die zur Verfügung stehenden Systemknie- und Systemknöchelgelenke vorgestellt, mit denen sich die orthetische Versorgung je nach Anforderung individuell differenzieren lässt. Das Handbuch soll dazu dienen, eine Übersicht über die Möglichkeiten einer orthetischen Versorgung bei Rückenmarkläsionen zu bekommen.

Wagen Sie es, Ihren Patienten ein Stück auf dem Weg zu seinem Ziel zu begleiten.

Ihr FIOR & GENTZ Team

Titelseite: Patient (inkomplette Querschnittlähmung unterhalb L3), versorgt mit einer KAFO (NEURO TRONIC Systemkniegelenk und NEURO SWING Systemknöchelgelenk)

Gliederung

Querschnittlähmung
Querschnittlähmung 4
Therapieziel 6
Mobilisierung 6

Die orthetische Versorgung in der Querschnitt-Therapie
Orthetik in der historischen Betrachtung 8
Anforderungen an Orthesen bei Querschnittlähmung 9
Moderne Orthetik in der Querschnitt-Rehabilitation 10
Wirkungsweise moderner Orthesen 11
Orthesentypen 12

Beurteilung der orthetischen Versorgbarkeit
Klassifizierung 14
Komplette Querschnittlähmungen 16
Inkomplette Querschnittlähmungen 16
Zusammenhang Läsionshöhe – Muskelstatus 18
Zusammenhang Läsionshöhe – Orthesentyp 22

Die optimale Orthese
Ermittlung des Orthesentyps durch Konfiguration 24
Der Orthesen-Konfigurator in 4 Schritten 25
Ein Fazit aus Patientensicht 26

Anhang
Das physiologische Gangbild 28
Typische Gangpathologien 30
Kompensationsmechanismen 32

Glossar
ab Seite 34

Literaturhinweise
ab Seite 40

Querschnittlähmung

Eine Querschnittlähmung ist eine komplette oder inkomplette Durchtrennung des Rückenmarks, die organische und/oder muskuläre Ausfallerscheinungen nach sich zieht. Art und Höhe der Verletzung sind entscheidend dafür, welche Ausfälle auftreten. Eine Querschnittlähmung kann traumatische sowie nicht-traumatische Ursachen haben. Bei jungen Patienten überwiegen traumatische Ursachen während mit steigendem Alter die nichttraumatischen Ursachen kontinuierlich zunehmen [McD].

Traumatische Ursachen:
- Verkehrs-, Arbeits- und Sportunfälle
- Stürze
- Suizidversuche
- Opfer von Gewaltverbrechen

Nicht traumatische Ursachen:
- angeboren (Spina bifida)
- degenerativ (spinale muskuläre Atrophie)
- entzündlich (Multiple Sklerose)
- stoffwechselbedingt (Gangliosidosen)
- infektiös (Neuroborreliose)
- ischämisch (Aortendissektionen, Embolien)
- rheumatologisch (Rheumatoide Arthritis)
- toxisch (Methrotrexat)
- tumorbedingt (komprimierende Tumore)

Neben einer herabgesetzten Sensorik und Motorik der Skelettmuskulatur können bestimmte Organe sowie die Blasen-, Mastdarm- und Sexualfunktion beeinträchtigt sein. Außerdem entwickeln sich nach dem Abklingen des spinalen Schocks häufig Spastiken [Ber], die zu weiteren Einschränkungen (z. B. Kontrakturen) führen können.

Sind aufgrund einer Läsion unterhalb der Halswirbelsäule beide Beine gelähmt, die Arme allerdings noch voll funktionsfähig, spricht man von Paraplegie. Das linke und das rechte Bein können dabei unterschiedlich stark betroffen sein. Der durch Verletzungen im Bereich der Halswirbelsäule verursachte Ausfall beider Arme und beider Beine wird als Tetraplegie bezeichnet.

Therapieziel

Nach einer Akutversorgung wird in der anschließenden Rehabilitation mithilfe zahlreicher therapeutischer Maßnahmen und einer möglichst individuellen Hilfsmittelversorgung auf die Eigenständigkeit des Patienten hingearbeitet. Die Wiedererlangung oder Verbesserung der Gehfähigkeit ist der Wunsch vieler Patienten. Ziel ist es, die größtmögliche Mobilität zu erreichen, damit der Patient wieder ohne große Einschränkungen und fremde Hilfe am gesellschaftlichen Leben teilhaben kann. Die Anforderungen an die Rehabilitation sind hoch, denn je besser der Versorgungserfolg ausfällt, desto einfacher ist eine Inklusion möglich.

In der Querschnitt-Rehabilitation werden diese Anforderungen durch ein interdisziplinäres Team realisiert, in dem Ärzte, Pflegepersonal, Physio- und Ergotherapeuten, Orthopädietechniker, Biomechaniker, Kostenträger ebenso wie Angehörige und die Patienten selbst an der konsequenten Ausarbeitung und Umsetzung eines Therapieplanes mitwirken [Kir].

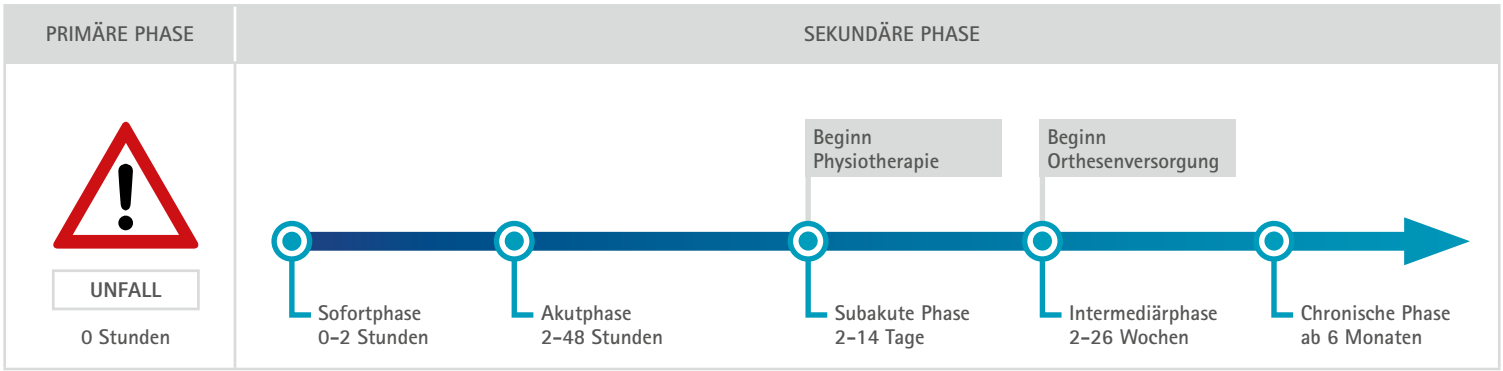
Mobilisierung

Der Rehabilitationsverlauf orientiert sich an den Phasen einer traumatischen Querschnittlähmung (siehe unten) [Row]. Innerhalb des ersten Jahres nach dem Trauma kann es zu spontanen Verbesserungen des klinischen Bildes kommen [Bur], weshalb Fachleute eine möglichst frühe Integration des Gehtrainings und der Hilfsmittelversorgung in die Therapie fordern [Cur2]. Während die Physiotherapie bereits in der subakuten Phase beginnt, sollten die Patienten möglichst früh in der intermediären Phase mit Hilfsmitteln versorgt werden, um vom rehabilitativen Potenzial der Orthese durch ein intensives Gehtraining zu profitieren.

Mit diesem Training sollte möglichst frühzeitig nach Abklingen des spinalen Schockes begonnen werden, da in der sekundären Phase der Wiederaufbau verloren gegangener spinaler Verknüpfungen möglich ist. Dabei ist die Häufigkeit des Gehtrainings entscheidend für den Erfolg der Rehabilitation [Cur2, Kir].

In der modernen Querschnitt-Rehabilitation wird mit teilweise gewichtsentlastendem Laufbandtraining oder roboterunterstütztem Gehtraining gearbeitet. Die ersten Gehversuche mit Orthesen am Barren sindmeistens schon der erste Schritt zum selbstständigen Gehen. Während Therapiegeräte wie Exoskelette und Laufbänder aufgrund ihrer Größe und Kosten vorwiegend stationär verwendet werden, sind Orthesen mobil einsetzbar und begleiten den Patienten im Verlauf der intensiven Rehabilitation sowie nach der Entlassung ins häusliche Umfeld. Leider werden sie häufig zu spät an den Patienten abgegeben, sodass ein therapiebegleitender Einsatz nicht möglich ist.

Verlauf einer traumatischen Querschnittlähmung



Orthetik in der historischen Betrachtung

Bis vor einigen Jahren waren Orthesen noch unter dem Begriff „Schiene" bekannt und wurden als eher behindernde Apparate mit einem geringen therapeutischen Nutzen angesehen. Ein bekanntes Beispiel für das Gangbild mit einer historischen Orthese ist im Film Forrest Gump zu finden (siehe S. 9). Durch ihre Beschaffenheit waren solche Hilfsmittel mitunter für gravierende Folgeschäden bei Patienten verantwortlich.

Die zahlreichen Misserfolge orthetischer Versorgungen sind hauptsächlich auf eine geringe Funktionalität der verwendeten Bauteile zurückzuführen, die eine geringe Funktionalität der gesamten Orthese bedingt. Erschwerend kommt hinzu, dass klassische Materialien wie Leder und Stahl für ein hohes Orthesengewicht verantwortlich waren.

Des Weiteren fehlten in der Vergangenheit intelligente Berechnungssysteme zur Ermittlung der zu erwartenden Belastungen, wodurch eine orthetische Versorgung nur schwierig planbar war. Ohne solche Systeme ist eine komplexe Berechnung von Orthesen nicht durchführbar. Das hatte zur Folge, dass solche Orthesen häufig eine zu geringe oder nicht auf den Patienten abgestimmte Funktionalität aufwiesen. Oft kam es aufgrund zu gering eingeschätzter Belastungen zu Brüchen oder die Orthese wies ein zu hohes Gewicht auf.

Das fehlende Wissen um den optimalen Einsatz neuer Materialien, innovativer Bauteile und die Verwendung intelligenter Berechnungssysteme ist ein Grund, aus dem die erwähnten Misserfolge leider häufig auch bei derzeitig gebauten und an den Patienten abgegebenen Orthesen auftreten können. Unter den oben genannten Voraussetzungen stellt der Rollstuhl die einzige vorliegende, wirkungsvolle Alternative für eine Mobilisierung dar. Aufgrund der negativen Erfahrungen mit unzureichenden oder fehlerhaften Orthesen gehören Rollstuhlversorgungen in einigen Kliniken leider noch immer zum Standard.

Eine hinreichende Überprüfung der orthetischen Versorgbarkeit findet nicht zwangsläufig statt, weswegen viele prinzipiell gehfähige Patienten vorschnell mit einem Rollstuhl versorgt werden. Außerdem stellt ein wirkungsvolles Gehtraining einen erhöhten therapeutischen und technischen Aufwand in der Rehabilitation dar und bleibt deshalb viel zu häufig außen vor. Leider wird dadurch oft die Chance vergeben, die Gehfähigkeit potenziell gehfähiger Patienten wiederherzustellen.

Ein Beispiel für eine historische Orthese in Robert Zemeckis Film Forrest Gump (Paramount Pictures 1994).

Anforderungen an Orthesen bei Querschnittlähmung

Das Ziel einer orthetischen Versorgung bei Querschnittlähmungen ist die größtmögliche Mobilisierung des Patienten. Dieses Ziel setzt eine hohe Funktionalität der Orthese und ihrer Bauteile voraus. Da die Orthese häufig extremen Belastungen ausgesetzt ist, ist es notwendig, sie entsprechend stabil zu bauen. Trotz hoher Belastbarkeit ist ein geringes Gewicht gleichermaßen wichtig für eine erfolgreiche orthetische Versorgung und die Akzeptanz dieses Hilfsmittels.

Die vielseitige Nutzbarkeit einer Orthese spielt in der Querschnitt-Rehabilitation eine wichtige Rolle. Sie sollte bereits unterstützend im Rahmen des Gehtrainings, z. B. beim Laufbandtraining oder am Barren, eingesetzt werden. Wenn der Patient wieder die ersten eigenständigen Schritte machen kann, eignet sich dieses Hilfsmittel zur Erhöhung des Bewegungsradius und zur Bewältigung von Aufgaben des täglichen Lebens (ADL) im Rehabilitationsalltag. Auch vor Wiedererlangen der Gehfähigkeit kann eine durch die Orthese erreichte Vertikalisierung vorteilhaft sein [Nen].

Als Hilfsmittel müssen Orthesen einen therapeutischen Nutzen haben. Auch wenn das Erhöhen der Standsicherheit die wichtigste Anforderung an eine Orthese in der Rehabilitation ist, dürfen aktiv vom Patienten durchführbare Bewegungen nicht oder nur so wenig wie möglich eingeschränkt werden. Nur so kann gewährleistet werden, dass die beim Gehtraining erzielten Erfolge auch über die Rehabilitation hinaus erhalten bleiben.

Moderne Orthetik in der Querschnitt-Rehabilitation

Grundlagen für eine innovative Orthetik
In der modernen Orthopädietechnik liegen neben technisch hoch entwickelten Knie- und Knöchelgelenken (z. B. mechanische, elektronische und hydraulische Kniegelenke, verschiedene Sensorarten zur Erkennung von Stand- und Schwungphase) neue, leichte und dennoch stabile Materialien wie Carbon und Titan vor. Kontinuierlich verbesserte Arbeitstechniken und Werkzeuge, wie z. B. das e-Cast, ermöglichen ein effizientes und planbares Arbeiten. Mit intelligenten Berechnungssystemen wie dem FIOR & GENTZ Orthesen-Konfigurator können die voraussichtliche Belastung und die Belastbarkeit einer Orthese einfach, transparent und exakt bestimmt sowie die Bauteile entsprechend dimensioniert werden.

Moderne Ganganalyse-Methoden können den Versorgungserfolg sofort sichtbar machen und erleichtern es, den Bedarf an notwendigen Einstellungen und Nachbesserungen zu identifizieren und zu lokalisieren.

Bei der Planung einer orthetischen Versorgung muss der Bedarf an Standsicherheit genau gegen die maximal mögliche Bewegungsfreiheit abgewogen werden. Die biomechanischen Aufgaben von Orthesen bestehen in:

1. der Herstellung eines stabilen Gleichgewichtes im Stand. Nebeneffekt: Die Vertikalisierung hat eine Vielzahl positiver Auswirkungen [Nen].
2. der Unterstützung verloren gegangener Funktionen in der Dynamik: In Kombination mit einer Physiotherapie können durch die richtigen motorischen Impulse neue cerebrale Verknüpfungen geschaffen werden [Hor]. Dieser Mechanismus wird als Neuroplastizität bezeichnet [Cur1].

e-Cast = digitale Gipshilfe; wurde entwickelt, um die Gelenkwinkel während der Erstellung des Gipsnegativs zu überprüfen und ggf. zu korrigieren.

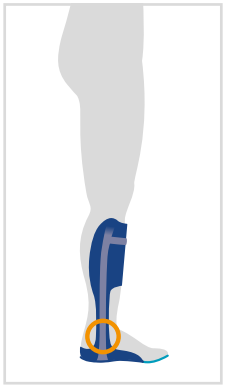
Wirkungsweise moderner Orthesen

Die am Gehen beteiligten Muskeln werden durch die beschädigten Nervenleiterbahnen nicht mehr korrekt angesteuert. Moderne Orthesen können einen großen Teil dieser verlorenen muskulären Funktion ersetzen oder diese sogar wiederherstellen. Dafür ist ein frühzeitiger Beginn der orthetischen Versorgung wichtig, die je nach Schwere der Ausfälle mit unterschiedlichen Orthesentypen und Gelenken erfolgt (siehe S. 12f.).

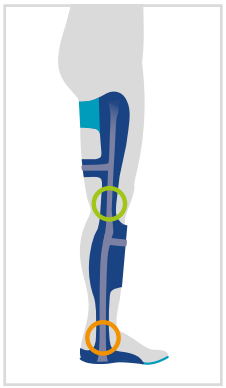
Welcher Orthesentyp und welche Gelenke verwendet werden, mussfür jeden Patienten individuell beurteilt werden. Zur genauen Ermittlungder benötigten Orthesenkomponenten steht der FIOR & GENTZ Orthesen-Konfigurator zur Verfügung.

Wirkungsweise am Beispiel einer standphasensichernden Orthese
In der Standphase – während das Standbein das gesamte Körpergewicht trägt – sperrt die Orthese das Kniegelenk, um Standsicherheit zu gewährleisten und Stürze zu vermeiden. In der Schwungphase wird ein freies Durchschwingen des Beines ermöglicht, indem das automatische Kniegelenk der Orthese eine Kniebeugung zulässt. Beginn und Ende der Standphase werden entweder mechanisch oder elektronisch durch unterschiedliche Sensoren erkannt.

Orthesentypen



Unterschenkelorthese (AFO):
AFOs können in verschiedenen Ausführungen und mit unterschiedlichen Knöchelgelenken gebaut werden. Sie werden eingesetzt, wenn vorrangig die Plantarflexoren und Dorsalextensoren betroffen sind. Je nach verwendetem Knöchelgelenk verfügen AFOs über eine Fußheberfunktion und/oder verhindern durch einen Dorsalanschlag eine exzessive Dorsalextension [Plo].



Ganzbeinorthese (KAFO):
KAFOs werden mit Knöchelgelenk und je nach Muskelstatus mit frei beweglichen, automatischen (standphasensichernden) oder gesperrten Kniegelenken gebaut und hauptsächlich bei einer Schwäche des M. quadriceps femoris eingesetzt. Ein Hinweis darauf ist, wenn der Patient beim Gehen die Hand auf den Oberschenkel legt, um eine Knieextension zu unterstützen. Auch die Kompensation des Knies in Hyperextension oder ein übermäßiges Vorlehnen des Rumpfes können erste Anzeichen für die Notwendigkeit einer KAFO sein [Nol].

AFO = Abkürzung für ankle-foot orthosis; englische Bezeichnung für eine Orthese, die das Knöchelgelenk und den Fuß einschließt

KAFO = Abkürzung für knee-ankle-foot orthosis; englische Bezeichnung für eine Orthese, die das Knie, das Knöchelgelenk und den Fuß einschließt

Knöchelgelenkfunktionen (bei AFOs und KAFOs):

Dorsalanschlag

- Herstellen eines stabilen Gleichgewichtes im Stand
- physiologische Kniestreckung und Fersenanhebung ab *terminal stance*
- Knöchelgelenke mit statischem oder dynamischem Dorsalanschlag

Beispiel: NEURO VARIO oder NEURO SWING Systemknöchelgelenk

Fußheber-funktion

- Fuß wird in der Schwungphase in leichter Dorsal-extension gehalten
- Einstellbarkeit der kontrollierten dynamischen Absenkung des Fußes
- Einstellbarkeit des knieflektierenden Momentes und des kontrollierten Unterschenkelvorschubes

Beispiel: NEURO CLASSIC-SPRING Systemknöchelgelenk

Kniegelenkfunktionen (bei KAFOs):

frei beweglich

- Bewegung des Kniegelenkes bleibt frei
- Begrenzung des Bewegungsausmaßes in Extensions-richtung (durch Extensionsanschläge)
- seitliche Führung und Stabilität
- größere Sicherheit in *mid stance* durch rückverlagerte Gelenke

Beispiel: NEURO CLASSIC Systemkniegelenk

automatisch

- Knieflexion wird in der Standphase gesperrt und in der Schwunphase wieder freigegeben
- Sperrung und Entsperrung mechanisch (NEURO MATIC Systemkniegelenk) oder elektronisch (NEURO TRONIC Systemkniegelenk)
- optimale Sicherheit bei großer Bewegungsfreiheit
- eignet sich auch als Trainingsgerät in der Rehabilitation

gesperrt

- beim Gehen komplett gesperrt (keine Knieflexion möglich)
- größtmögliche Sicherheit in der Standphase
- manuelle Entsperrung möglich (z. B. beim Sitzen)
- Nachteil: Ausbildung von Kompensationsmechanismen, um die fehlende Knieflexion auszugleichen

Beispiel: NEURO FLEX MAX Systemkniegelenk

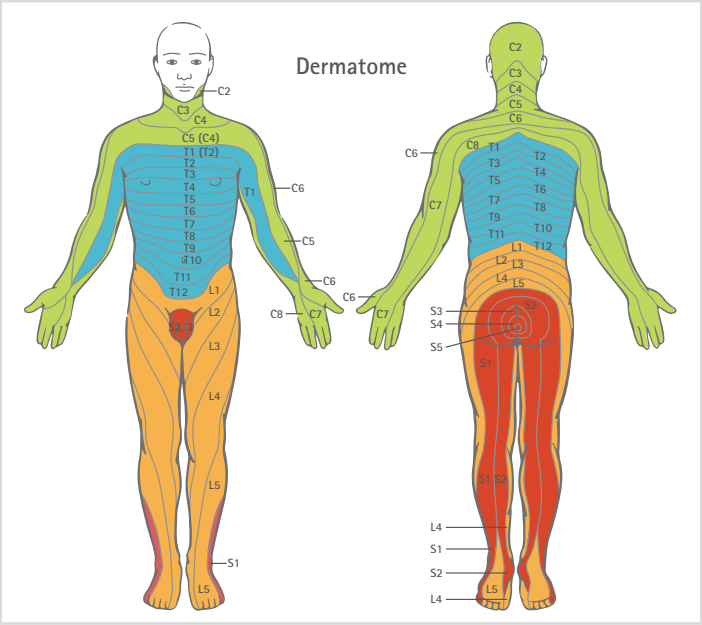
Klassifizierung

Um die orthetische Versorgbarkeit einschätzen zu können, benötigt das interdisziplinäre Team Informationen zur Ausprägung der Querschnittlähmung. Die wichtigsten Informationen sind dabei die Lähmungshöhe und, ob es sich um eine komplette oder inkomplette Querschnittlähmung handelt. Damit diese Angaben genau benannt und kommuniziert werden können, wurde mit der *ASIA Impairment Scale* ein internationaler Standard zur Klassifizierung einer Querschnittlähmung geschaffen [May].

Motorische Höhe: ermittlung der Kraft von Kennmuskeln

Obere Extremitäten				Untere Extremitäten			
	L	R	Schlüsselmuskeln		L	R	Schlüsselmuskeln
C5			Ellenbogenflexoren	L2			Hüftflexoren
C6			Handgelenkextensoren	L3			Knieextensoren
C7			Ellenbogenextensoren	L4			Dorsalextensoren
C8			Fingerflexoren	L5			Lange Zehenstrecker
T1			Fingerabduktoren	S1			Plantarflexoren

Sensorische Höhe: Sensitivität bestimmter Schlüsselpunkte

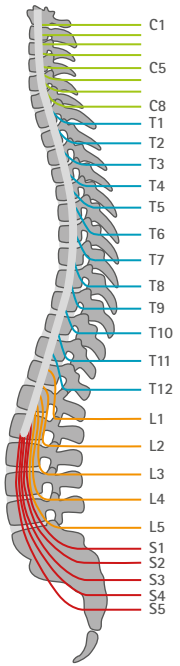


Im ersten Schritt erfolgt die Bestimmung der Läsionshöhe durch Ermittlung des Wirbelsäulensegmentes, bei dem weder motorische noch sensorische Ausfälle vorliegen (neurologische Höhe). Dazu wird die motorische Höhe über den Kraftgrad festgelegter Kennmuskeln und die sensorische Höhe an definierten Schlüsselpunkten der Haut, sogenannten Dermatomen, mittels leichter Berührung sowie eines Pinprick-Tests ermittelt. Die Empfindungen an diesen Schlüsselpunkten geben Aufschluss über die spinale Höhe der sensorischen Versorgung (siehe S. 14 und 15 unten).

Läsionshöhen nach der *ASIA Impairment Scale:*

- zervikale Läsionen (C1-C8) Läsion auf Höhe der Halswirbelsäule
- thorakale Läsionen (T1-T12) Läsion auf Höhe der Brustwirbelsäule
- lumbale Läsionen (L1-L5) Läsion auf Höhe der Lendenwirbelsäule
- sakrale Läsionen (S1-S5) Läsion auf Höhe des Kreuzbeines

Im nächsten Schritt wird nach einem bestimmten Auswertungsschlüssel beurteilt, ob es sich um eine komplette (ASIA A) oder eine inkomplette Querschnittlähmung (ASIA B-D) handelt (siehe Kasten unten).



A = Komplett
Keine sensorische oder motorische Funktion ist in den sakralen Segmenten S4-S5 erhalten.

B = Inkomplett
Sensorische, aber keine motorische Funktion ist unterhalb der neurologischen Höhe erhalten und schließt die sakralen Segmente S4/S5 ein.

C = Inkomplett
Motorische Funktion ist unterhalb der neurologischen Höhe erhalten und die Mehrheit der Kennmuskeln hat einen Kraftgrad von weniger als 3 (nach Janda).

D = Inkomplett
Motorische Funktion ist unterhalb der neurologischen Höhe erhalten und die Mehrheit der Kennmuskeln hat einen Kraftgrad größer oder gleich 3 (nach Janda).

E = Normal
Sensorische und motorische Funktionen sind normal.

Komplette Querschnittlähmungen

Komplette Querschnittlähmungen werden nach der *ASIA Impairment Scale* als ASIA A bezeichnet. Es liegt eine komplette Unterbrechung sämtlicher Nervenbahnen unterhalb der Läsionshöhe vor und es sind weder sensorische noch motorische Funktionen in den Wirbelsäulensegmenten S4 und S5 erhalten. Die Verlaufsprognosen zur vollständigen Wiederherstellung wichtiger Körperfunktionen sind vergleichsweise schlecht.

Bei kompletten Querschnittlähmungen unterhalb von T12 ermöglicht die verbliebene aktive Beckenmuskulatur (M. quadratus lumborum) eine Vorwärtsbewegung des betroffenen Beines, was die Mindestanforderung für das Gehen mit einer Orthese darstellt [Mic]. Außerdem sind für eine zielgerichtete Ansteuerung der Muskelgruppen auch koordinative und sensomotorische Faktoren wichtig, die den Muskelstatus der Muskelgruppen beeinflussen.

Bei Läsionen im Lumbal- oder Sakralbereich sind auch bei einer kompletten Querschnittlähmung motorische und sensorische Restfunktionen vorhanden. Diese Funktionen können verwendet werden, um eine Orthese zu bedienen. Je nach Beurteilung der orthetischen Versorgbarkeit sind unterschiedliche Orthesen- und Gelenkfunktionen notwendig, um die geforderte Sicherheit in der Standphase zu erzielen.

Trotz schlechter Verlaufsprognosen [Cur1] kann bei einer frühzeitigen orthetischen Versorgung innerhalb des ersten Jahres eine Verbesserung der Gehfähigkeit und der motorischen Höhe unterstützt werden.

Inkomplette Querschnittlähmungen

Inkomplette Querschnittlähmungen werden mit ASIA B-D klassifiziert. Das Rückenmark ist unterhalb der Läsionshöhe nur teilweise unterbrochen. Eine sensorische sowie motorische Restfunktion der von den Wirbelsäulensegmenten S4 und S5 angesteuerten Dermatome und Kennmuskeln ist erhalten. Es bestehen gute Chancen für die Wiederherstellung wichtiger Körperfunktionen und somit auch der Gehfähigkeit.

ASIA = **American Spinal Injury Association;** nordamerikanische Gesellschaft für die Versorgung, Ausbildung und Forschung im Bereich Querschnittlähmung mit Sitz in Richmond, Virginia

Welche Körperfunktionen betroffen sind und wie nachhaltig die Schäden am Rückenmark sind, hängt sowohl von der Schwere der Verletzung als auch vom vorliegenden Rückenmarksyndrom ab [Ber]. Das Rückenmarksyndrom beschreibt den geschädigten Anteil des Rückenmarkes.

Aufgrund dieser Rückenmarksyndrome zeigen inkomplette Querschnitt-lähmungen im Gegensatz zu kompletten Querschnittlähmungen bei einer identischen Läsionshöhe nicht zwangsläufig die gleichen motorischen Ausfälle. Man kann davon ausgehen, dass die Ansteuerung einiger Muskelgruppen uneingeschränkt möglich ist. Das genaue Ausmaß ist allerdings nur schwer einschätzbar.

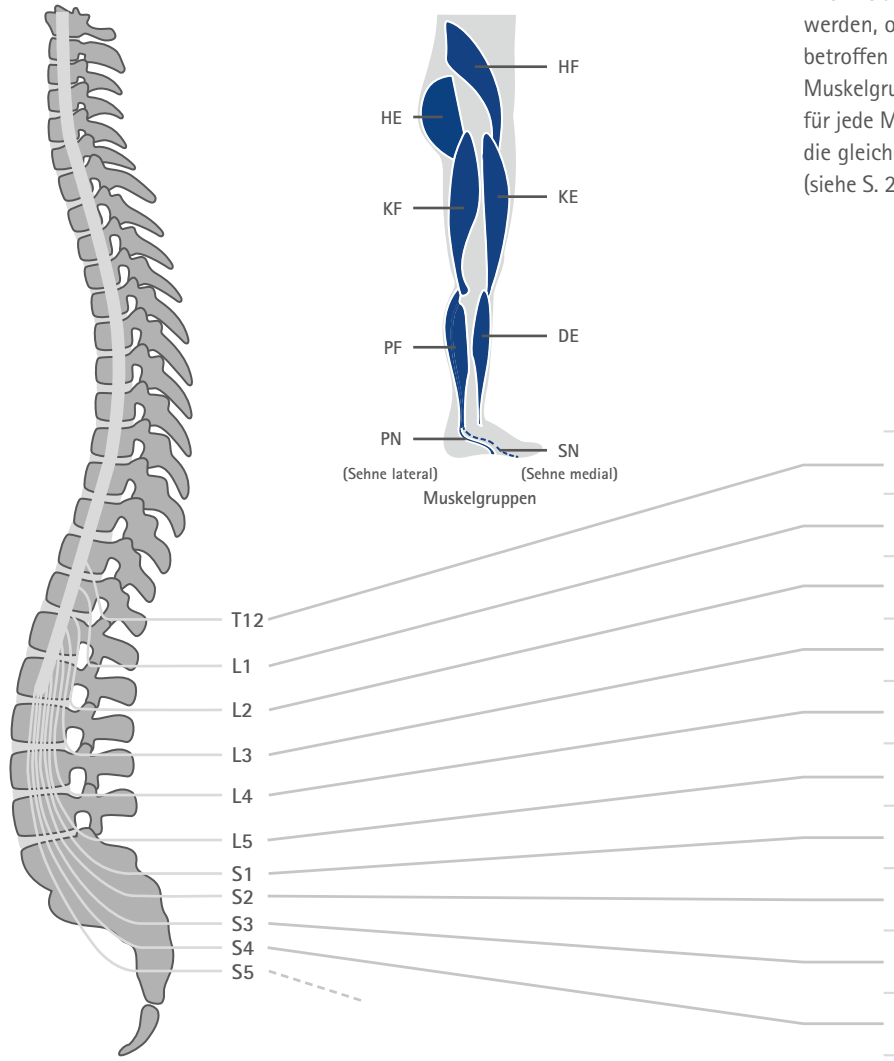
Eine orthetische Versorgung ist für inkomplette Querschnittlähmungen der Lendenwirbelsäule und des Kreuzbeines möglich – bei entsprechendem Muskelstatus sogar bei Läsionshöhen über T12 durchführbar. In der frühen Phase der Rehabilitation können Orthesen als sinnvolle Ergänzung zur physiotherapeutisch unterstützten Gehschulung eingesetzt werden. Es ist sogar möglich, dass durch eine frühzeitige orthetische Versorgung eine Verbesserung der Gehfähigkeit und der motorischen Höhe erzielt werden kann. Bei ASIA D-klassifizierten Patienten ist dieses Verbesserungspotenzial stärker ausgeprägt als bei Patienten mit ASIA C oder sogar ASIA B [Cur1].

Einteilung in verschiedene Rückenmarksyndrome:

Anterior-Cord-Syndrom:	Schädigung des vorderen Rückenmarkanteiles
Posterior-Cord-Syndrom:	Schädigung des hinteren Rückenmarkanteiles
Central-Cord-Syndrom:	Schädigung des zentralen Rückenmarkanteiles
Brown-Séquard-Syndrom:	einseitige Schädigung des Rückenmarkanteiles
Konussyndrom:	Schädigung des konisch zulaufenden Endes des Rückenmarkes (Conus medullaris)
Kaudasyndrom:	Schädigung der Spinalnervenwurzeln am Ende des Rückenmarkes (Cauda equina)

Zusammenhang Läsionshöhe – Muskelstatus

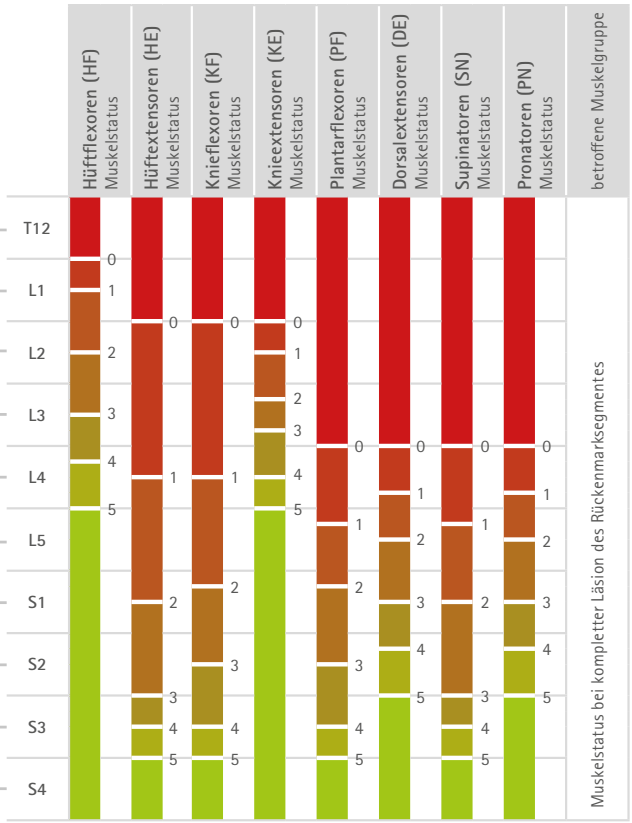
Alle Muskelgruppen setzen sich aus verschiedenen Muskeln zusammen. Diese Muskeln werden von Nerven innerviert, die mehreren unterschiedlichen Wirbelsäulensegmenten entspringen [Put]. Entsprechend liegt für jede Muskelgruppe eine Bandbreite an Wirbelsäulensegmenten vor, innerhalb derer in Abhängigkeit von der Läsionshöhe noch eine Restfunktion vorhanden ist.



Für das Gehen und die Beurteilung der orthetischen Versorgbarkeit besonders wichtige Muskelgruppen sind:

- **auf Hüftebene:** Hüftflexoren und -extensoren
- **auf Knieebene:** Knieflexoren und -extensoren
- **am oberen Sprunggelenk:** Plantarflexoren und Dorsalextensoren
- **am unteren Sprunggelenk:** Supinatoren und Pronatoren

Mithilfe der unten stehenden Tabelle kann anhand der Läsionshöhe abgelesen werden, ob und wie stark eine Muskelgruppe von der Querschnittlähmung betroffen ist. Dadurch ist eine Einschätzung des Muskelstatus der einzelnen Muskelgruppen und somit der orthetischen Versorgbarkeit möglich. Mit den für jede Muskelgruppe definierten Kraftgraden können jeder Läsionshöhe auf die gleiche Weise mögliche Orthesentypen und Gelenke zugeordnet werden (siehe S. 22 und 23).



Beurteilung der orthetischen Versorgbarkeit

Patienten mit kompletter Querschnittlähmung (ASIA A)
Der Zusammenhang zwischen Läsionshöhe und Muskelstatus ist für den vollständigen Ausfall der Nervenbahnen unterhalb der Läsionshöhe gültig. So kann der Muskelstatus (siehe S. 18f.) unkompliziert eingeschätzt werden, um die orthetische Versorgbarkeit festzustellen.

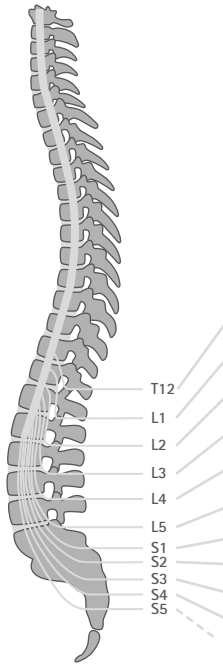
Da für eine zielgerichtete Ansteuerung der Muskelgruppen auch koordinative und sensomotorische Faktoren wichtig sind, muss zur genauen Ermittlung des Muskelstatus und zur Planung der orthetischen Versorgung allerdings ein ausführlicher Muskelfunktionstest durchgeführt werden [Jan].

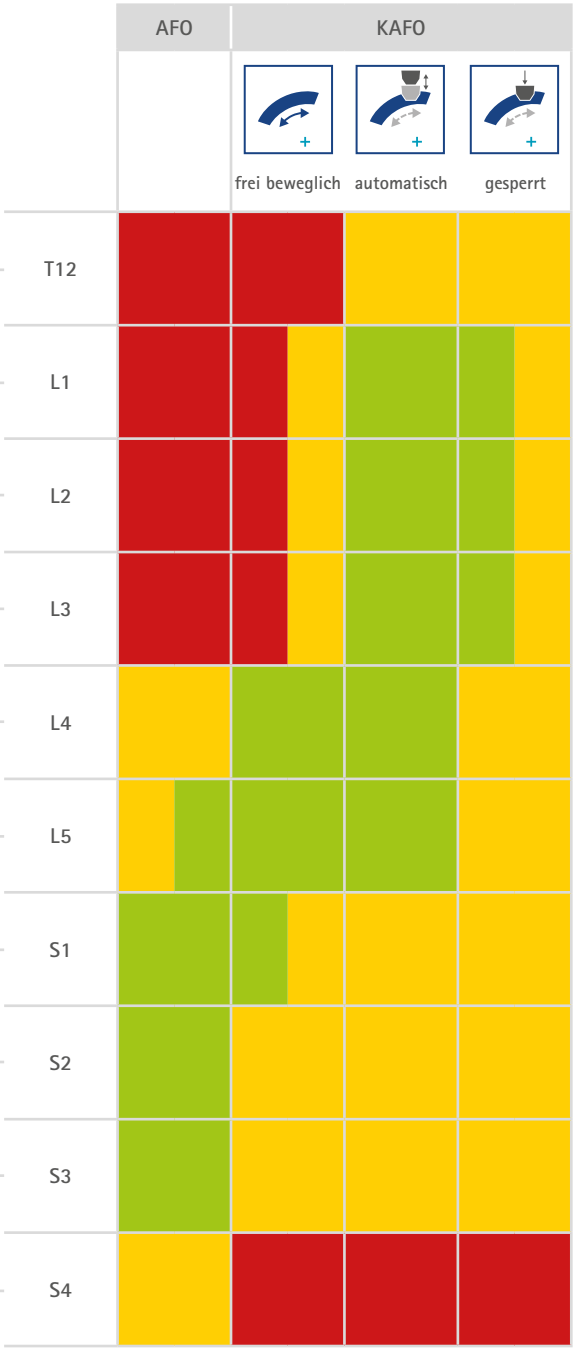
Patienten mit inkompletter Querschnittlähmung (ASIA B–D)
Bei diesen Patienten ist es möglich, dass einige Muskelgruppen weniger stark oder überhaupt nicht von den Ausfällen betroffen sind. Daher stellt der in der Tabelle ermittelte Muskelstatus nur den schlimmsten Fall der Einschränkung dar. So sind Orthesen sogar für Läsionshöhen oberhalb von T12 geeignet.

Auch hier ist zur genauen Ermittlung des Muskelstatus und zur Planung der orthetischen Versorgung ein ausführlicher Muskelfunktionstest notwendig [Jan].

Zusammenhang Läsionshöhe – Orthesentyp

Da sich bei kompletten Querschnittlähmungen der Muskelstatus anhand der Läsionshöhe einschätzen lässt (siehe S. 18f.), können jeder Läsionshöhe auf die gleiche Weise ebenfalls mögliche Orthesentypen und Gelenke zugeordnet werden. Bei inkompletten Querschnittlähmungen stellen die in der abgebildeten Tabelle ermittelten Orthesentypen und Gelenke lediglich die Maximalanforderung an eine orthetische Versorgung dar. In vielen Fällen ist auch oberhalb einer Läsion von T12 eine orthetische Versorgung möglich. Hierzu muss allerdings der genaue Muskelstatus festgestellt, sowie eine Orthesen-Konfiguration durchgeführt werden (siehe S. 24f.).





Empfehlung

Alternative

keine Empfehlung

Ermittlung des Orthesentyps durch Konfiguration

Damit Patienten mit Rückenmarkläsionen (z. B. Querschnittlähmung) eine belastbare und trotzdem leichte Orthese gebaut werden kann, die zudem allen funktionalen Erfordernissen gerecht wird, ist eine Vielzahl an Patientendaten erforderlich.

Beispiele für Patientendaten:

- Körpergewicht und -größe
- Erkrankungen und Einschränkungen (Art der Lähmung)
- Knie- und Hüftstellung (z. B. Hyperextension)
- Aktivitätsgrad und Hilfsmittel zur Fortbewegung
- Muskelstatus

Beispiele für Orthesen- und Gelenkfunktionen:

- Dorsalanschlag
- Fußheberfunktion
- dynamische Kniestreckung (in der Standphase)
- maximale Kniesicherheit (in der Standphase)
- Knieflexion (in der Schwungphase)

Die Berücksichtigung jeder einzelnen dieser Informationen bei der Berechnung und Konzeption der Orthese ist für den Orthopädietechniker nur sehr schwer möglich. Die genaue Auswertung der Vielzahl an Daten können nur intelligente Berechnungssysteme wie der Orthesen-Konfigurator von FIOR & GENTZ leisten.

Orthesen-Konfigurator

Alle versorgungsrelevanten Patientendaten werden ermittelt und im Laufe der Konfiguration in der Eingabemaske des FIOR & GENTZ Orthesen-Konfigurators eingetragen. Schrittweise gelangt man durch die Auswahl der zur Verfügung stehenden Orthesentypen und Gelenkfunktionen (siehe S. 12f.) zur Gestaltung der fertigen Orthese.

Der Orthesen-Konfigurator in 4 Schritten

1. **Patientendaten**

Der Orthopädietechniker gibt die ermittelten Patientendaten in die entsprechenden Felder der Eingabemasken ein.

2. **Systembauteile**

Er wählt aus verschiedenen Alternativen und der Orthesen-Konfigurator berechnet darauf aufbauend die benötigten Systembauteile.

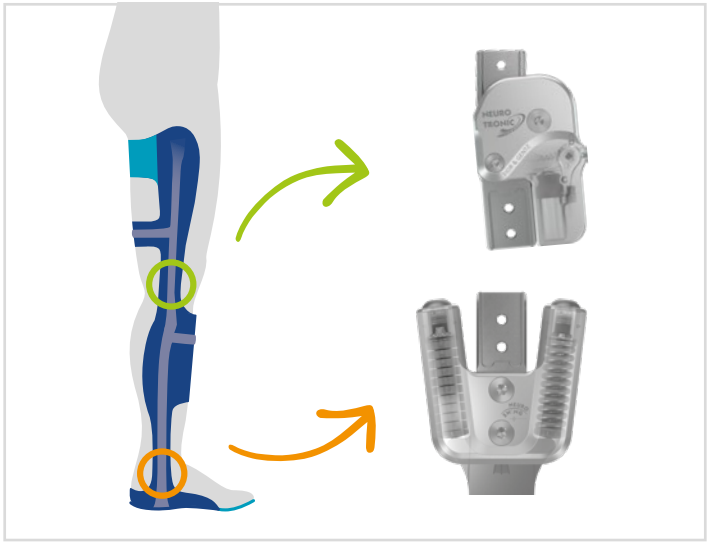
3. **Artikelliste**

Im Anschluss an die Konfiguration erhält der Orthopädietechniker eine Liste von Bauteilen, die zum Bau der Orthese notwendig sind.

4. **Bestellung/Warenkorb**

Die so ermittelten Bauteile kann er nun über den Webshop bestellen oder er kann sich eine Kalkulationsempfehlung ausdrucken.

Auszug aus einem möglichen Konfigurationsergebnis:



Die optimale Orthese

Ein Fazit aus Patientensicht

Jarno Rintschwentner ist gelernter Dachdecker und seit einem Sturz aus zwölf Metern Höhe im Jahr 2006 unterhalb des dritten Lendenwirbels inkomplett querschnittgelähmt. Auf eigene Initiative bekam er seine erste Orthese. Diese war mit einem automatischen Kniegelenk ausgestattet.

Lesen Sie hier die Aussagen von Jarno Rintschwentner über ...

... sein Ziel während der Rehabilitationsmaßnahme:
Im ersten Gespräch mit meinem Betreuer von der Berufsgenossenschaft habe ich gesagt: „Ich will diese Einrichtung auf eigenen Beinen verlassen."

... falsche Argumente für einen Rollstuhl:
Ich habe nie einen Rollstuhl gehabt (...). In der Reha wurde immer gesagt: „Im Rollstuhl, da hast du die Hände frei und kannst wenigstens etwas in deinem Schoß transportieren." Das war kein gutes Argument in meinen Augen.

... unbegründete Vorbehalte gegen Orthesen:
Es kamen dann immer so Argumente (...), die liegen im Zeitdenken manchmal noch so 20 Jahre zurück, als solche Orthesen aus Stahl gefertigt wurden und riesenschwer waren.

... den Zeitpunkt seiner ersten orthetischen Versorgung:
Sechs Monate nach dem Unfall habe ich meine erste Orthese bekommen. Das war meiner Meinung nach ziemlich spät. (...) Ich bin der Überzeugung, dass, je früher Patienten wie ich mit einer Orthese versorgt werden, desto besser ist der Therapieerfolg.

... die Veränderung seines Gangbildes durch die Orthese:
Wenn ich ohne Orthese laufe, überstrecke ich mein linkes Bein zu sehr. Durch die Orthese sieht mein Gangbild ziemlich physiologisch aus. Wenn ich die Orthese unter der Hose trage und einen guten Tag habe, dann fällt's kaum auf.

Anhang 1 – das physiologische Gangbild

Um das Ausmaß der vorliegenden Gangpathologien sowie die Wirkung einer orthetischen Versorgung beurteilen zu können, ist ein detailliertes Wissen über das physiologische Gangbild notwendig. Das physiologische Gangbild des Menschen lässt sich durch unterschiedliche Parameter beschreiben.

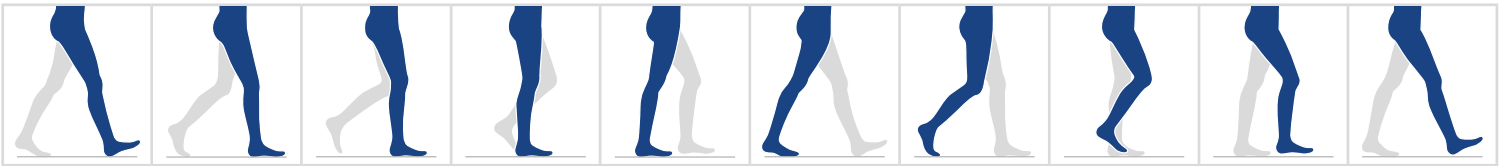
Es können bewertet und verglichen werden:

- die Bewegungen der Gelenke (Kinematik)
- die auf die Gelenke wirkenden Kräfte und Momente (Kinetik)
- die räumlichen und zeitlichen Werte, wie z. B. Gehgeschwindigkeit (Doppel-)Schrittlänge und Kadenz (Schritte pro Minute)
- der Energieverbrauch beim Gehen

Am gebräuchlichsten ist die Beschreibung nach Jacquelin Perry, in der das physiologische Gangbild des Menschen in unterschiedliche Phasen eingeteilt wird (siehe Tabelle unten). Ein Doppelschritt ist grob unterteilt in die Standphase (von IC bis PSw) und in die Schwungphase (ISw bis TSw) des betrachteten Beines.

Die einzelnen Phasen machen jeweils einen definierten prozentualen Teil eines Doppelschrittes aus und sind durch einen bestimmten Winkelverlauf von Hüfte, Knie und Knöchel charakterisiert. Die englischen Bezeichnungen dieser Phasen und deren Abkürzungen sind mittlerweile internationaler Standard [Per].

Einteilung des physiologischen Gangbildes in einzelne Phasen nach Jacquelin Perry



Englische Bezeichnung (Abkürzung)									
initial contact (IC)	*loading response (LR)*	*early mid stance (MSt)*	*mid stance (MSt)*	*late mid stance (MSt)*	*terminal stance (TSt)*	*pre swing (PSw)*	*initial swing (ISw)*	*mid swing (MSw)*	*terminal swing (TSw)*
Deutsche Bezeichnung									
Anfangs-kontakt	Belastungsü-bernahme	mittlere Standphase (frühe Phase)	mittlere Standphase	mittlere Standphase (späte Phase)	Stand-phasenende	Schwung-phasen-vorbereitung	Schwung-phasenbeginn	mittlere Schwungphase	Schwung-phasenende
Anteil am Doppelschritt									
0 %	0–12 %	12–31 %			31–50 %	50–62 %	62–75 %	75–87 %	87–100 %
Hüftwinkel									
20° Flexion	20° Flexion	10° Flexion	Neutral-Null	5° Extension	20° Extension	10° Extension	15° Flexion	25° Flexion	20° Flexion
Kniewinkel									
0-3° Flexion	15° Flexion	12° Flexion	8° Flexion	5° Flexion	0-5° Flexion	40° Flexion	60° Flexion	25° Flexion	0-2° Extension
Knöchelwinkel									
Neutral-Null	5° Plantarflex.	Neutral-Null	5° Dorsalext.	8° Dorsalext.	10° Dorsalext.	15° Plantarflex.	5° Plantarflex.	Neutral-Null	Neutral-Null

Anhang 2 – typische Gangpathologien

Die angegebenen Gangpathologien beziehen sich auf einen vollständigen Ausfall der jeweiligen Muskelgruppe [Per]. Die tatsächliche Ausprägung der beschriebenen Gangpathologien hängt dabei vom Muskelstatus ab. Die unten aufgeführten Grafiken beziehen sich auf die komplette Lähmung der jeweiligen Muskelgruppe in der typischen Gangphase. Je nach Läsionshöhe setzt sich das Gangbild aus mehreren Komponenten zusammen:

Hüftflexoren Das Durchschwingen des Beines ist gestört. Patienten kompensieren die fehlende Hüftflexion mit einer Zirkumduktion, Vaulting oder Hip-Hiking (siehe Kompensationsmechanismen S. 32f.).

Hüftextensoren Der Bodenreaktionskraft-Vektor (BRK-Vektor) verläuft zu Beginn der Standphase vor dem Hüftgelenk. Die fehlende Hüftstabilität kompensieren die Patienten durch das Zurücklehnen des Rumpfes ab IC.

Knieflexoren Durch die ausbleibende Knieflexion zu Beginn von PSw ist die Einleitung der Schwungphase gestört. Der BRK-Vektor bleibt vor dem Kniegelenk. Es bilden sich Kompensationsmechanismen (siehe S. 32f.) aus.

Knieextensoren Um die fehlende Kniesicherheit zu kompensieren, lehnen Patienten ab LR ihren Oberkörper nach vorne. Der BRK-Vektor fällt vor das Kniegelenk und verhindert in PSw dessen Flexion.

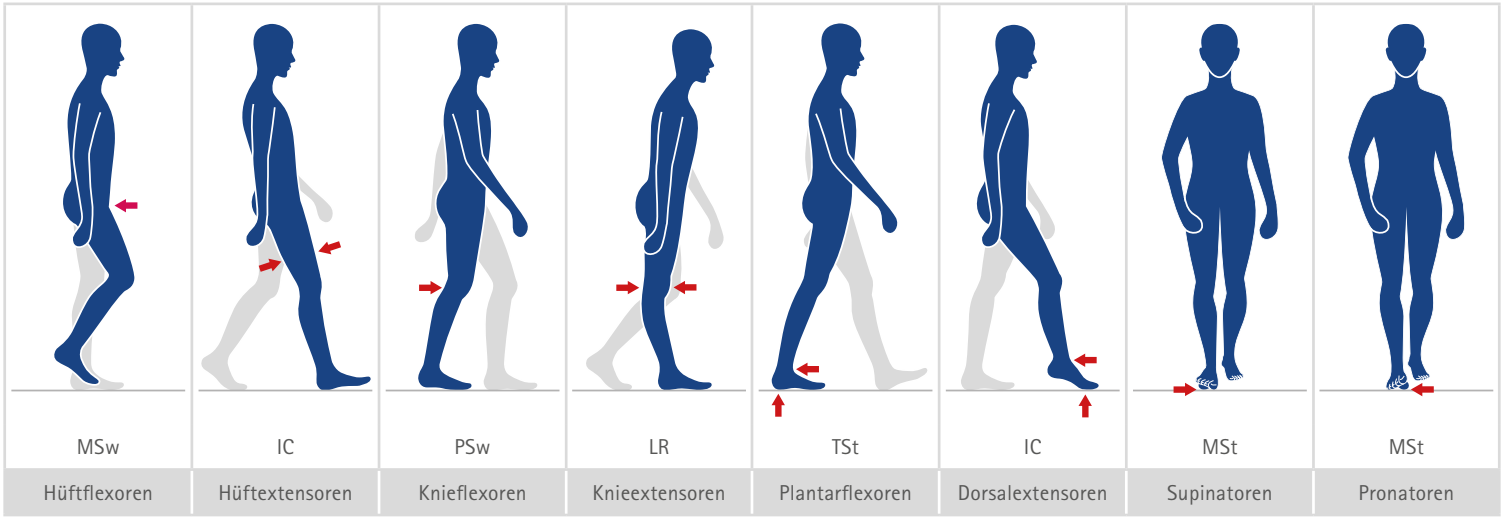
Plantarflexoren Durch die inaktiven Plantarflexoren liegen eine verspätete Fersenablösung, eine zu hohe kontralaterale Knieflexion und eine verkürzte Schrittlänge vor. Die Quadrizepsbelastung ist erhöht.

Dorsalextensoren Die Fußhebung in der Schwungphase ist gestört. Der IC erfolgt mit flachem Fuß oder dem Vorfuß. Um eine stolperfreie Fortbewegung zu ermöglichen, bilden sich Kompensationsmechanismen aus (siehe S. 32f.).

Supinatoren Der Fuß befindet sich in vermehrter Pronationsstellung. Je mehr Muskeln der Plantarflexoren beeinträchtigt sind, desto deutlicher liegt diese Abweichung in der Standphase vor.

Pronatoren Der Fuß befindet sich in vermehrter Supinationsstellung. Je mehr Muskeln der Plantarflexoren beeinträchtigt sind, desto deutlicher liegt diese Abweichung in der Standphase vor.

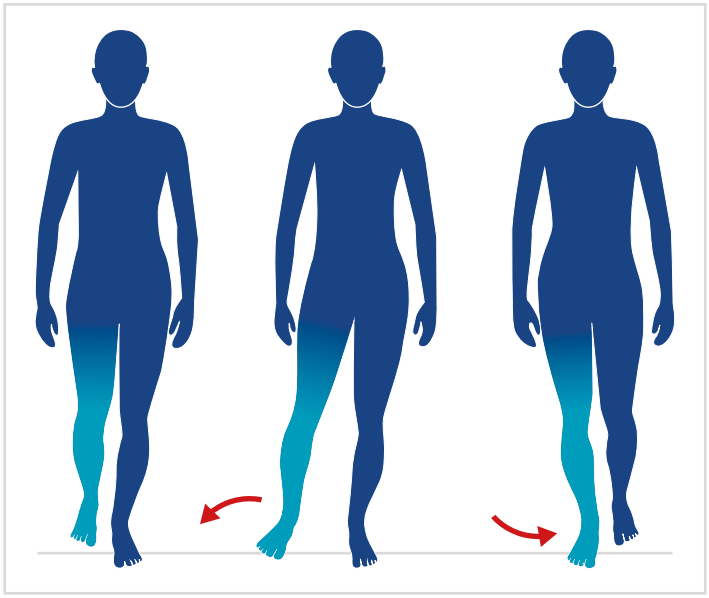
Abweichungen vom physiologischen Gangbild bei isoliertem Ausfall der Muskelgruppen



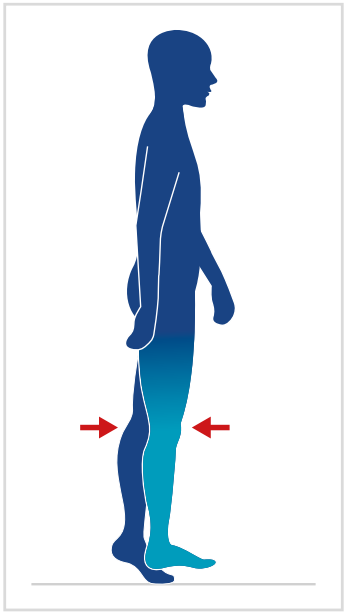
Um beim normalen Gehen eine stolperfreie Vorwärtsbewegung zu ermöglichen, muss das Schwungbein effektiv verkürzt werden. Diese Voraussetzung wird durch eine physiologische Hüft- und Knieflexion sowie Dorsalextension in der Schwungphase geschaffen.

Bei bestimmten Gangpathologien ist diese Verkürzung des Schwungbeines gestört, z. B. bei einem Ausfall der Hüft- oder Knieflexoren. Fallen die Dorsalextensoren aus, wird das Schwungbein durch eine erhöhte Plantarflexion in der Schwungphase effektiv verlängert. Beim Tragen einer gesperrten KAFO ist durch die permanente Verriegelung des Kniegelenkes eine Knieflexion ebenfalls nicht möglich.

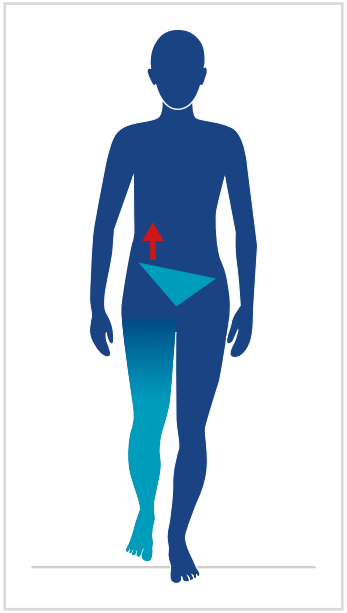
Der Körper kann diese fehlende funktionelle Verkürzung in der Schwungphase auf drei verschiedene Arten kompensieren:



Zirkumduktion
Während der Schwungphase wird das Bein in einer Halbkreisbewegung um das Standbein herum nach vorne gebracht. Hierbei findet im Hüftgelenk eine Außenrotation statt. Diese Bewegung kann sich auf Dauer manifestieren und zu Hüftproblemen führen.



Vaulting
Dieser Kompensationsmechanismus beschreibt die kontralaterale Plantarflexion. Da das betroffene Bein effektiv verlängert ist oder sich nicht flektieren lässt, wird stattdessen das kontralaterale Standbein verlängert, um das Durchschwingen zu ermöglichen.



Hip-Hiking
Hip-Hiking bezeichnet das übermäßige Anheben des Beckens auf der Schwungbeinseite. Dadurch wird dem verlängerten Schwungbein der Freiraum für ein stolperfreies Durchschwingen ermöglicht.

Abduktion
(lat. abducere = ab-, wegziehen, wegführen): Bewegung des Beines von der Körpermitte weg. Gegenbewegung zur ↑Adduktion. Muskeln, die diese Bewegung verursachen, werden als Abduktoren bezeichnet.

Adduktion
(lat. *adducere* = heranführen, anziehen): Bewegung des Beines zur Körpermitte hin. Gegenbewegung zur ↑Abduktion. Muskeln, die diese Bewegung verursachen, werden als Adduktoren bezeichnet.

ADL-Score
(engl. *Activities of Daily Living*): Der ADL-Score ist ein Verfahren zur Messung der Alltagskompetenz von Patienten, die an degenerativen Erkrankungen wie beispielsweise ↑Multipler Sklerose leiden.

Bodenreaktionskraft
(Abk. BRK): Kraft, die als Gegenreaktion zu dem Körpergewicht im Boden entsteht. Der Bodenreaktionskraft-Vektor ist eine theoretische Linie, in der die Größe, der Ursprung und die Wirkungsrichtung der Bodenreaktionskraft sichtbar gemacht werden.

Cerebrale Verknüpfung
(lat. *cerebrum* = i. w. S. Gehirn): Das Gehirn speichert Steuerungsprogramme für komplexe Bewegungsmuster. Wiederholte Übungen von↑ physiologischen Bewegungsmustern führen zur Korrektur dieser Steuerungsprogramme im Gehirn [Hor]. Wiederum kann jede Störung aus der Umwelt zur erneuten Störung der Steuerungsprogramme und damit zu↑pathologischen Bewegungsmustern führen.

Dermatom
(griech. *dérma* = Haut; *tom* = (Ab-)Schnitt): Bereich der Haut, der von einem Rückenmarknerv sensorisch ↑innerviert wird.

Dorsalanschlag
Konstruktives Element einer Orthese, welches den Grad der↑Dorsalextension begrenzt. Mit einem Dorsalanschlag wird der Vorfußhebel aktiviert, wodurch eine Standfläche geschaffen wird. Außerdem verursacht ein Dorsalanschlag zusammen mit dem Fußteil einer Orthese ein kniestreckendes Moment und ab *terminal stance* das Ablösen der Ferse vom Boden.

Dorsalextension
Anheben des Fußes. Gegenbewegung zur ↑Plantarflexion. Im Englischen *dorsiflexion* genannt, da sich der Winkel zwischen Unterschenkel und Fuß verkleinert (↑Flexion). Funktionell liegt allerdings eine Streckbewegung im Sinne einer ↑Extension vor. Muskeln, die diese Bewegung verursachen, werden als Dorsalextensoren bezeichnet.

Exoskelett
(griech. *exo* = außen; *skeletós* = ausgetrockneter Körper): Außenskelett. Technische Exoskelette werden zur Unterstützung oder Verstärkung menschlicher Bewegungen eingesetzt, z. B. in der Medizin bei Lähmungen. Laut Definition ist bereits eine Orthese ein Exoskelett.

Extension
(lat. *extendere* = ausstrecken): aktive oder passive Streckbewegung eines Gelenkes. Die Streckung ist die Gegenbewegung zur Beugung (↑Flexion) und führt charakteristischerweise zur Vergrößerung des Gelenkwinkels.

Flexion
(lat. *flectere* = beugen): aktive oder passive Beugebewegung eines Gelenkes. Die Beugung ist die Gegenbewegung zur Streckung (↑Extension) und führt charakteristischerweise zur Verkleinerung des Gelenkwinkels.

Hip-Hiking
(engl. *hip* = Hüfte, *to hike sth.* = etwas erhöhen, steigern): Hüftheben. Kompensation einer unzureichenden Beinverkürzung in der Schwungphase beim Gehen. Hierbei wird das Becken auf der Schwungbeinseite angehoben, um ein stolperfreies Durchschwingen zu ermöglichen.

Innervieren
(lat. *nervus* = Nerv): ein Organ, z. B. einen Muskel, mit Nervenreizen versorgen.

Interdisziplinär
(lat. *inter* = zwischen): die Zusammenarbeit zwischen mehreren Teilbereichen betreffend; fachübergreifend.

Ischämie
(griech. ischein = zurückhalten, hemmen): eine lokale Blutleere, Minderdurchblutung oder vollständige Unterbindung der arteriellen Blutzufuhr. Beim ischämischen Insult, einer Form des Schlaganfalles, kommt es z. B. zu einer Verringerung oder Unterbrechung der Durchblutung in einem abgegrenzten Bereich des Gehirnes.

Kadenz
(lat. *cadere* = fallen): hier: Schrittfrequenz. Wird angegeben in Schritten pro Zeiteinheit (Minuten oder Sekunden).

Kinematik
(altgriech. *kinema* = Bewegung; kinein = bewegen): befasst sich als Teilgebiet der Mechanik mit der Bewegung von Punkten und Körpern im Raum ohne Einwirkung von Kräften. In der Ganganalyse wird diese Bewegung z. B. durch die Lageveränderungen verschiedener Körpersegmente zueinander beschrieben und in Winkelgraden ausgedrückt.

Kinetik
(griech. *kínesis* = Bewegung): befasst sich als Teilgebiet der Dynamik mit den Zusammenhängen zwischen den Kräften und den daraus folgenden Bewegungen eines Körpers im Raum. In der Ganganalyse wird hauptsächlich die beim Gehen auftretende ↑Bodenreaktionskraft des menschlichen Körpers ermittelt und für die Berechnung der an den Gelenken auftretenden Kräfte und Momente verwendet.

Kontraktur
(lat. *contrahere* = zusammenziehen): Dauerverkürzung bzw. -schrumpfung eines Gewebes z. B. bestimmter Muskeln oder Sehnen. Sie führt zu einer rückbildungs- oder nichtrückbildungsfähigen Bewegungseinschränkung bzw. Zwangsfehlstellung in anliegenden Gelenken. Es gibt elastische und rigide Kontrakturen.

Kontralateral
(lat. *contra* = gegen; *latus* = Seite, Flanke): auf der entgegengesetzten Seite eines Körpers liegend.

M. quadratus lumborum
Quadratischer Lendenmuskel, der zu den tiefen Bauchmuskeln gehört. Bewirkt u. a. bei fixiertem Brustkorb das seitliche Heben des Beckenrandes.

M. quadriceps femoris
Vierköpfiger Oberschenkelmuskel. Bewirkt hauptsächlich die ↑Extension des Unterschenkels im Kniegelenk.

Muskelstatus
Der Muskelstatus ist eine Kennzahl, mit der die von einer Muskelgruppe (z. B. Knieflexoren) aufgebrachte Kraft bewertet wird. Diese Kraft wird durch den Muskelfunktionstest [Jan] ermittelt, mit dem jede Muskelgruppe daraufhin getestet wird, inwieweit die jeweilige Bewegung ausgeführt werden kann. Je nachdem, ob dabei ein manuell erzeugter Widerstand oder die Schwerkraft überwunden wird oder nicht, findet eine Einteilungin sechs Bewertungsstufen statt:

0 „Null"	Keine Muskelspannung möglich
1 „Spur"	Muskelspannung ist nachweisbar, jedoch ohne Bewegungseffekt.
2 „sehr schwach"	Bewegung ohne Einwirkung der Schwerkraft möglich
3 „schwach"	Kraftentfaltung gegen die Schwerkraft
4 „gut"	Kraftentfaltung gegen leichten Widerstand
5 „normal"	volle Kraftentfaltung gegen starken Widerstand

Multiple Sklerose
(Abk. MS): Entzündliche Erkrankung des zentralen Nervensystems, die zu fortschreitenden neuromuskulären Einschränkungen führt (z. B. Probleme mit der Gehfähigkeit).

Neuroplastizität
Wird auch als neuronale Plastizität bezeichnet. Strukturelle Veränderungen des zentralen Nervensystems, die durch veränderte ↑physiologische Anforderungen verursacht werden. Zum Beispiel übernehmen nach einem Schlaganfall benachbarte Hirnareale die Aufgaben der geschädigten Areale. Auch bei Synapsen, Nervenenden und Axonen kann es zu diesen Vorgängen kommen. Man kann diesen Prozess auch als neuronales Lernen bezeichnen.

Neutral-Null-Stellung
Bezeichnet die Körperposition, die ein Mensch im aufrechten, etwa hüftbreiten Stand einnimmt. Aus der Neutral-Null-Stellung heraus wird der Bewegungsumfang eines Gelenkes ermittelt.

Paraplegie
(griech. *para* = bei, neben; *plege* = Schlag, Lähmung): vollständige Lähmung zweier symmetrischer Extremitäten (meistens Beine).

Pathologisch
(griech. *pathos* = Schmerz; Krankheit): krankhaft (verändert).

Physiologisch
(griech. *physis* = Natur; *logos* = Lehre): die natürlichen Lebensvorgänge betreffend.

Pinprick-Test
(engl. *pin* = Nadel; *prick* = piksen, stechen): klinisches Testverfahren, bei dem mittels eines spitzen Objektes (z. B. einer Nadel) das Schmerzempfinden an der Haut überprüft wird.

Plantarflexion
Absenken des Fußes. Gegenbewegung zur ↑Dorsalextension. Muskeln, die diese Bewegung verursachen, werden als Plantarflexoren bezeichnet.

Pronation
(lat. *pronare* = verbeugen, bücken): Einwärtsdrehung des Fußes um seine Längsachse nach innen bzw. Anhebung des Fußaußenrandes. Gegenbewegung zur ↑Supination. Muskeln, die diese Bewegung verursachen, werden als Pronatoren bezeichnet.

Sensomotorisch
Betrifft das Zusammenspiel aus sensorischen und motorischen Teilen des Nervensystems. So beeinflussen z. B. die Sinneseindrücke über die Fußsohlen die Funktion bestimmter Muskeln. Sensomotorische Elemente können z. B. in Einlagen, Innenschuhe oder das Fußteil einer Orthese integriert werden.

Spastik
(griech. *spasmos* = Krampf) oder Spastizität: eine zeitweise auftretende oder länger anhaltende, unwillkürliche Muskelaktivierung, die durch eine Beschädigung des für die Sensomotorik verantwortlichen ersten motorischen Neurons hervorgerufen wird [Bas, S. 61; Pan, S. 2ff.].

Spina bifida
(lat. *spina* = Stachel, Dorn; *bifidus* = in zwei Teile gespalten): Wirbelspaltbildung, die durch eine embryonale Verschlussstörung im Lenden- oder Kreuzbeinbereich der Wirbelsäule hervorgerufen wird. Es werden geschlossene und offene Formen der Verschlussstörung unterschieden. Je nach Schweregrad dieser Fehlbildung, treten körperliche Beeinträchtigungen auf, wie sie bei Querschnittlähmungen zu finden sind. Das Vorkommen dieser Erkrankung liegt bei 1/1000 Neugeborenen.

Spinal
(lat. *spinalis* = zum Rückgrat gehörig): dem Rückenmark oder der Wirbelsäule zugeordnet.

Spinale Muskelatrophie
(Abk. SMA): Bei dieser vererbbaren Erkrankung verursacht der fortschreitende Untergang motorischer Nervenzellen im Rückenmark Lähmungen, die hauptsächlich mit einem Muskelschwund oder verminderter Muskelspannung einhergehen. Das Vorkommen dieser Erkrankung liegt bei 1/10000 Neugeborenen.

Supination
(lat. *supinare* = rückwärtsbewegen, zurücklehnen): Auswärtsdrehung des Fußes um seine Längsachse nach außen bzw. Anhebung des Fußinnenrandes. Gegenbewegung zur ↑Pronation. Muskeln, die diese Bewegung verursachen, werden als Supinatoren bezeichnet.

Tetraplegie
(griech. *tetra* = vier; *plege* = Schlag, Lähmung): vollständige Lähmung aller vier Extremitäten (beide Arme und beide Beine).

Vaulting
(engl. *to vault sth.* = über etwas springen): Kompensation einer unzureichenden Beinverkürzung in der Schwungphase beim Gehen. Hierbei wird der Knöchel des ↑kontralateralen Standbeines in eine ↑Plantarflexion gebracht. So kann die fehlende ↑Dorsalextension, Hüft- oder Knieflexion des betroffenen Beines in der Schwungphase ausgeglichen und ein stolperfreies Durchschwingen ermöglicht werden.

Vertikalisierung
(lat. *vertex* = Scheitel): Aufrichtung des Körpers in eine senkrechte Position.

Zirkumduktion
(lat. *circumducere* = herumführen): Kompensation einer unzureichenden Beinverkürzung in der Schwungphase beim Gehen. Hierbei wird das betroffene Schwungbein in einer Halbkreisbewegung um das Standbein herumgeführt.

Abk.	Quelle	Seite
[Bas]	Bassøe Gjelsvik BE (2012):Die Bobath-Therapie in der Erwachsenenneurologie, 2. Auflage. Stuttgart: Thieme.	38
[Ber]	Berlit P (2014): *Basiswissen Neurologie*, 6. Auflage. Heidelberg: Springer.	4,17
[Bur]	Burns AS, Ditunno JF (2001): Establishing Prognosis and Maximizing Functional Outcomes After Spinal Cord Injury: A Review of Current and Future Directions in Rehabilitation Management. *Spine* 26(24S): 137-145.	6
[Cur1]	Curt A, van Hedel H et al. (2008): Recovery from a Spinal Cord Injury: Significance of Compensation, Neural Plasticity, and Repair. *Journal of Neurotrauma* 25(6): 677-685.	10,16,17
[Cur2]	Curt A (2012): Leitlinien der DGN – Querschnittlähmung. In: Diener HC et al. (Hrsg.): *Leitlinien für Diagnostik und Therapie in der Neurologie*. 5. Auflage. Stuttgart: Thieme.	7
[Hor]	Horst R (2005): *Motorisches Strategietraining und PNF*. Stuttgart: Thieme.	10,34
[Jan]	Janda V (1994): *Manuelle Muskelfunktionsdiagnostik*, 3. Auflage. Berlin: Ullstein Mosby.	20,37
[Kir]	Kirshblum SC, Priebe MM et al. (2007): Spinal Cord Injury Medicine. 3. Rehabilitation Phase After Acute Spinal Cord Injury. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 88(Suppl 1): 62-70.	6,7
[May]	Maynard FM, Bracken MB et al. (1997): International Standards for Neurological and Functional Classification of Spinal Cord Injury. *Spinal Cord* 35(5): 266-274.	14
[McD]	McDonald JW, Sadowsky CL (2002): Spinal-cord injury. *The Lancet* 359(9304): 417-425.	4
[Mic]	Michael T, Arpad M et al. (2002): *Physiotherapie und Orthesenversorgung bei Spina bifida*. Dortmund: ASbH Bundesverband.	16
[Nen]	Nene AV, Hermens HJ et al. (1996): Paraplegic locomotion: a review. *Spinal Cord* 34(9): 507-524.	9,10
[Nol]	Nollet F (2015): *Proceedings of the 15th ISPO World Congress*. Lyon, France.	12
[Pan]	Pandyan AD, Gregoric M et al. (2005): Spasticity: clinical perceptions, neurological realities and meaningful measurement. Disability and Rehabilitation 27(1-2): 2-6.	38
[Per]	Perry J, Burnfield JM (2010): *Gait Analysis – Normal and Pathological Function*, 2. Auflage. Thorofare: Slack.	29,30
[Plo]	Ploeger HE, Bus SA et al. (2014): Ankle-foot orthoses that restrict dorsiflexion improve walking in polio survivors with calf muscle weakness. *Gait & Posture* 40(3): 391-398.	12
[Put]	Putz R, Pabst R (2007): Sobotta – *Anatomie des Menschen*, 22. Auflage. München: Elsevier.	18
[Row]	Rowland J, Hawryluk G et al. (2008): Current status of acute spinal cord injury pathophysiology and emerging therapies: promise on the horizon. *Neurosurgical Focus* 25(5): E2.	6

FIOR & GENTZ

Orthesen-Konfigurator

PR0232-DE-2022-03

FIOR & GENTZ
Dorette-von-Stern-Straße 5
21337 Lüneburg (Deutschland)
+49 4131 24445-0
+49 921 95659554
info@fior-gentz.de
www.fior-gentz.de

FIOR & GENTZ