FIOR & GENTZ

Guía sobre lesiones de la médula espinal

La evaluación del tratamiento ortésico de las extremidades inferiores después de una paraplejia

2ª edición

Introducción

„Quiero poder volver a caminar". Este o alguno parecido es el deseo de muchos pacientes tras enfrentarse al diagnóstico de paraplejia. Para lograr este objetivo, es necesaria una rehabilitación inmediata, ya que el primer periodo tras la interrupción de las terminaciones nerviosas es importante para la recuperación de las habilidades motoras.

La rehabilitación de los parapléjicos plantea mayores exigencias a todo el equipo interdisciplinario, a los pacientes y a sus familiares. Hoy en día, el entrenamiento dirigido de la marcha es estándar en la mayoría de los centros de parapléjicos y hace uso de una variedad de procedimientos técnicamente muy desarrollados. Las ortesis modernas también pueden ser una parte elemental de un proceso de rehabilitación progresiva.

Sin embargo, muchos pacientes afirman que solo les querían tratar con una silla de ruedas sin que el tratamiento ortésico haya sido probado adecuadamente. Por lo tanto, parece que todavía hay muchas reservas sobre la eficacia de las ortesis. Aunque probablemente solo sean reservas basadas en una imagen anticuada de las ortesis, estas ideas erróneas siguen estando, por desgracia, presentes en la mente de muchas personas.

Con esta guía presentamos un concepto que describe el potencial de un tratamiento ortésico moderno para personas con paraplejia que es de utilidad tanto para los afectados como para los profesionales. Un requisito importante para el uso correcto de este potencial es la determinación de la capacidad de tratamiento ortésico. La descripción de las funciones motoras y sensoriales restantes del paciente según la clasificación ASIA constituye una base sólida para ello.

Además, se presentan las articulaciones de rodilla y de tobillo de sistema disponibles, con las que se puede diferenciar el tratamiento ortésico de forma individual según las necesidades. La guía pretende ofrecer una visión general de las opciones para un tratamiento ortésico en las lesiones de la médula espinal.

Atrévase a acompañar a su paciente en un trecho del camino hacia su objetivo.

Su equipo FIOR & GENTZ

Estructura

Paraplejia
Paraplejia 4
Objetivo del tratamiento 6
Movilización 6

El tratamiento ortésico en la terapia de paraplejia
La ortésica desde una perspectiva histórica 8
Requisitos para las ortesis en la paraplejia 9
Ortésica moderna en la rehabilitación de la paraplejia 10
Efecto de las ortesis modernas 11
Tipos de ortesis 12

Evaluación del tratamiento ortésico
Clasificación 14
Paraplejia completa 16
Paraplejia incompleta 16
Relación entre el nivel de la lesión y la fuerza muscular 18
Relación entre el nivel de la lesión y el tipo de ortesis 22

La ortesis óptima
Determinación del tipo de ortesis mediante configuración 24
El Configurador de ortesis en cuatro pasos 25
Una conclusión desde el punto de vista del paciente 26

Anexo
la marcha fisiológica 28
patologías típicas de la marcha 30
mecanismos de compensación 32

Glosario
A partir de la página 34

Referencias bibliográficas
A partir de la página 40

Portada: Paciente (paraplejia incompleta por debajo de L3), tratado con una KAFO (articulación de rodilla de sistema NEURO TRONIC y articulación de tobillo de sistema NEURO SWING)

Paraplejia

La paraplejia es una ruptura completa o incompleta de la médula espinal, que provoca déficits orgánicos y/o musculares. El tipo y la altura de la lesión son decisivos para determinar qué déficits se producen. La paraplejia puede tener causas tanto traumáticas como no traumáticas. En los pacientes jóvenes predominan las causas traumáticas, mientras que las causas no traumáticas aumentan constantemente con la edad [McD].

Causas traumáticas:
- accidentes de tráfico, laborales y deportivos
- caídas
- intentos de suicidio
- víctimas de delitos violentos

Causas no traumáticas:
- congénita (espina bífida)
- degenerativa (atrofia muscular espinal)
- inflamatoria (esclerosis múltiple)
- metabólica (gangliosidosis)
- infecciosa (neuroborreliosis)
- isquémica (disecciones aórticas, embolias)
- reumatológica (artritis reumatoide)
- tóxica (metrotexato)
- relacionada con un tumor (tumores compresivos)

Además de la reducción de la sensibilidad y la función motora de los músculos esqueléticos, algunos órganos, así como la vejiga, el recto y la función sexual, pueden verse afectados. Además, la espasticidad se desarrolla a menudo después de que el choque espinal haya remitido [Ber], lo que puede dar lugar a más restricciones (por ejemplo, contracturas).

Si las dos piernas están paralizadas debido a una lesión por debajo de la columna cervical, pero los brazos siguen siendo totalmente funcionales, se habla de paraplejia. Las piernas izquierda y derecha pueden verse afectadas en diferentes grados. El fallo de ambos brazos y ambas piernas causado por lesiones en la zona de la columna cervical se denomina tetraplejia.

Objetivo del tratamiento

Después de un tratamiento agudo, la rehabilitación posterior trabaja para la independencia del paciente con la ayuda de numerosas medidas terapéuticas y un suministro de ayudas lo más individualizado posible. Muchos pacientes desean recuperar o mejorar su capacidad de caminar. El objetivo es conseguir la mayor movilidad posible para que el paciente pueda volver a participar en la vida social sin grandes restricciones y sin ayuda externa. Las exigencias en materia de rehabilitación son elevadas, ya que cuanto mejor sea el éxito del tratamiento, más fácil será lograr la inclusión.

En la rehabilitación de la paraplejia, estos requisitos se obtienen por un equipo interdisciplinario en el que participan médicos, personal de enfermería, fisioterapeutas y terapeutas ocupacionales, técnicos ortopédicos, biomecánicos, portadores de costes, así como los familiares y los propios pacientes, en el desarrollo y la aplicación coherentes de un plan terapéutico [Kir].

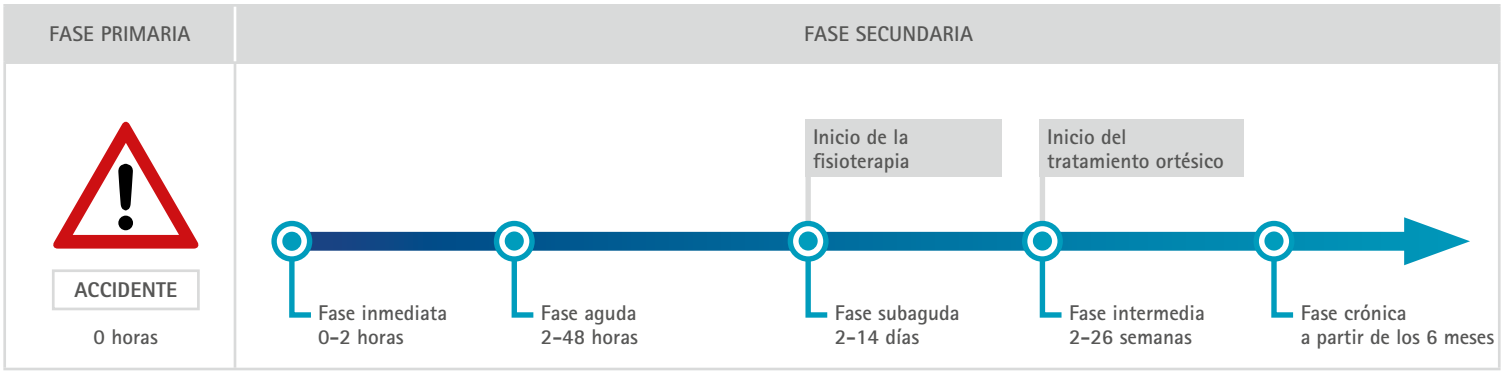
Movilización

El proceso de rehabilitación se basa en las fases de la paraplejia traumática (véase más adelante) [Row]. Durante el primer año después de la lesión, puede haber mejoras espontáneas en el cuadro clínico [Bur], por lo que los expertos piden que se integre lo antes posible el entrenamiento de la marcha y la provisión de dispositivos de ayuda en la terapia [Cur2]. Aunque la fisioterapia comienza en la fase subaguda, los pacientes deben recibir dispositivos de asistencia lo antes posible en la fase intermedia para beneficiarse del potencial rehabilitador de la ortesis mediante un entrenamiento intensivo de la marcha.

Este entrenamiento debe iniciarse lo antes posible después de que el shock espinal haya remitido, ya que la reconstrucción de las conexiones medulares perdidas es posible en la fase secundaria. La frecuencia del entrenamiento de la marcha es decisiva para el éxito de la rehabilitación [Cur2, Kir].

En la rehabilitación moderna de los parapléjicos, se trabaja con un entrenamiento en cinta ergométrica con descarga de peso o con un entrenamiento de la marcha asistido por un robot. Los primeros intentos de caminar con ortesis en las barras paralelas suelen ser el primer paso para caminar de forma independiente. Mientras que los dispositivos terapéuticos, como los exoesqueletos y las cintas ergométricas, se utilizan principalmente como dispositivos fijos debido a su tamaño y coste, las ortesis pueden utilizarse como dispositivos móviles y acompañar al paciente durante el curso de la rehabilitación intensiva, así como después del alta en el entorno doméstico. Desgraciadamente, a menudo se administran al paciente demasiado tarde, por lo que su uso durante la terapia no es posible.

Evolución de la paraplejia traumática



La ortésica desde una perspectiva histórica

Hasta hace unos años, las ortesis todavía se conocían como "férulas" y se consideraban dispositivos más bien incapacitantes y con pocos beneficios terapéuticos. Un ejemplo muy conocido de la marcha con una ortesis histórica se puede encontrar en la película Forrest Gump (véase p. 9). Debido a su naturaleza, estas ayudas eran a veces responsables de graves daños en los pacientes.

Los numerosos fallos de los tratamientos ortésicos se deben principalmente a la baja funcionalidad de los componentes utilizados, lo que provoca una baja funcionalidad de toda la ortesis. Por si fuera poco, los materiales clásicos como el cuero y el acero eran los responsables de un elevado peso de las ortesis.

Además, en el pasado no existían sistemas de cálculo inteligentes para determinar las cargas previstas, lo que dificultaba la planificación de un tratamiento ortésico. Sin estos sistemas, no es posible realizar un cálculo complejo de las ortesis. Por ello, estas ortesis solían tener muy poca funcionalidad o no se adaptaban al paciente. A menudo, las fracturas se produjeron debido a la subestimación de las cargas o a que la ortesis era demasiado pesada.

La falta de conocimiento sobre el uso óptimo de nuevos materiales, componentes innovadores y el uso de sistemas de cálculo inteligentes es una de las razones por las que los fallos mencionados pueden, por desgracia, ocurrir también a menudo con las ortesis que se construyen y entregan actualmente al paciente. En estas condiciones, la silla de ruedas es la única alternativa disponible y eficaz para la movilización. Debido a las experiencias negativas con ortesis inadecuadas o defectuosas, los tratamientos de las sillas de ruedas siguen siendo, por desgracia, habituales en algunas clínicas.

No necesariamente se lleva a cabo un examen suficiente del tratamiento ortésico, por lo que a muchos pacientes que en principio pueden caminar se les coloca apresuradamente una silla de ruedas. Además, el entrenamiento eficaz de la marcha representa un mayor esfuerzo terapéutico y técnico en la rehabilitación y, por tanto, se deja de lado con demasiada frecuencia. Por desgracia, a menudo se pierde la oportunidad de restaurar la capacidad de caminar de los pacientes potencialmente ambulatorios.

Un ejemplo de ortesis histórica en la película de Robert Zemeckis „Forrest Gump" (Paramount Pictures 1994).

Requisitos para las ortesis en la paraplejia

El objetivo de un tratamiento ortésico para la paraplejia es la mayor movilización posible del paciente. Este objetivo requiere una gran funcionalidad de la ortesis y sus componentes. Dado que la ortesis suele estar expuesta a cargas extremas, es necesario construirla con la debida estabilidad. A pesar de la elevada capacidad de carga, un peso reducido es igualmente importante para el éxito del tratamiento ortésico y la aceptación de esta ayuda.

La versatilidad de una ortesis desempeña un papel importante en la rehabilitación de los parapléjicos. Debe utilizarse ya como soporte durante el entrenamiento de la marcha, por ejemplo, durante el entrenamiento en la cinta ergométrica o en las barras paralelas. Cuando el paciente puede volver a dar los primeros pasos de forma independiente, esta ayuda es adecuada para aumentar la amplitud de movimiento y hacer frente a las actividades de la vida diaria (AVD) en la rehabilitación cotidiana. La verticalización lograda por la ortesis también puede ser beneficiosa antes de recuperar la capacidad de caminar [Nen].

Como ayuda, las ortesis deben tener un beneficio terapéutico. Aunque el aumento de la estabilidad es el requisito más importante para una ortesis en la rehabilitación, los movimientos que puede realizar activamente el paciente no deben restringirse o solo lo mínimo posible. Esta es la única manera de garantizar que los éxitos conseguidos durante el entrenamiento de la marcha se mantengan más allá de la rehabilitación.

Ortésica moderna en la rehabilitación de la paraplejia

Bases para una ortésica innovadora
En la ortopedia técnica moderna, además de las articulaciones de rodilla y tobillo técnicamente avanzadas (por ejemplo, articulaciones de rodilla mecánicas, electrónicas e hidráulicas, varios tipos de sensores para detectar las fases de apoyo y balanceo), existen nuevos materiales ligeros pero estables, como el carbono y el titanio. Las técnicas de producción y herramientas de trabajo continuamente mejoradas, como el e-Cast, permiten un trabajo eficiente y planificable. Con sistemas de cálculo inteligentes, como el Configurador de ortesis de FIOR & GENTZ, se puede determinar la carga prevista y la capacidad de carga de una ortesis de forma fácil, transparente y precisa, y dimensionar los componentes en consecuencia.

Los modernos métodos de análisis de la marcha pueden hacer que el éxito del tratamiento sea inmediatamente visible y que sea más fácil identificar y localizar la necesidad de ajustes y reajustes necesarios.

Al planificar un tratamiento ortésico, debe sopesarse cuidadosamente la necesidad de estabilidad frente a la máxima amplitud de movimiento posible. Las tareas biomecánicas de las ortesis consisten en:

1. el establecimiento de un equilibrio estable en la bipedestación. Beneficio secundario: la verticalización tiene una serie de efectos positivos [Nen].
2. apoyar las funciones perdidas en la dinámica: En combinación con la fisioterapia, se pueden crear nuevas conexiones cerebrales mediante los impulsos motores adecuados [Hor]. Este mecanismo se denomina neuroplasticidad [Cur1].

e-Cast = ayuda digital al escayolar; se desarrolló para comprobar los ángulos de las articulaciones durante la producción del modelo negativo y para corregirlos si fuera necesario.

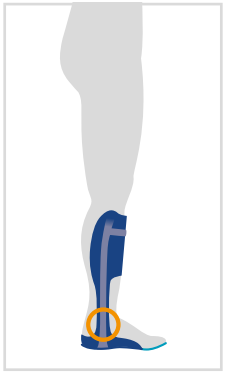
Efecto de las ortesis modernas

Los músculos implicados en la marcha ya no son controlados correctamente por las terminaciones nerviosas dañadas. Las ortesis modernas pueden sustituir gran parte de esta función muscular perdida o incluso restaurarla. Para ello, es importante el inicio temprano del tratamiento ortésico, que se lleva a cabo con diferentes tipos de ortesis y articulaciones en función de la gravedad de los déficits (véase p. 12 s.).

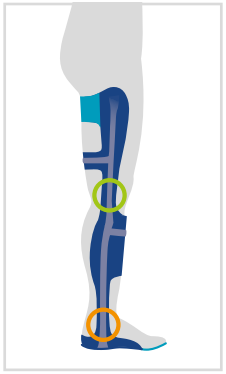
El tipo de ortesis y las articulaciones que se utilizan deben evaluarse individualmente para cada paciente. El Configurador de ortesis de FIOR & GENTZ está disponible para determinar los componentes exactos de la ortesis que se necesitan.

Efecto utilizando el ejemplo de una ortesis de aseguramiento de la fase de apoyo
En la fase de apoyo, mientras la pierna de apoyo soporta todo el peso del cuerpo, la ortesis bloquea la articulación de la rodilla para garantizar la estabilidad y evitar las caídas. En la fase de balanceo, el balanceo libre de la pierna es posible gracias a la articulación de rodilla automática de la ortesis que permite la flexión de la rodilla. El inicio y el final de la fase de apoyo se detectan mecánica o electrónicamente mediante diferentes sensores.

Tipos de ortesis



Ortesis de tobillo-pie (AFO):
Las AFOs pueden ser construidas en diferentes diseños y con diferentes articulaciones de tobillo. Se utilizan cuando principalmente los flexores plantares y los flexores dorsales están afectados. Dependiendo de la articulación de tobillo utilizada, las AFOs disponen de una asistencia a la dorsiflexión y/o evitan la dorsiflexión excesiva mediante un tope de dorsiflexión [Plo].



Ortesis de rodilla-tobillo-pie (KAFO):
Las KAFOs se construyen con articulaciones de tobillo y, dependiendo de la fuerza muscular, con articulaciones de rodilla de movimiento libre, automático (aseguramiento de la fase de apoyo) o con función de bloqueo de la articulación de rodilla, y se utilizan principalmente en casos de debilidad del músculo cuádriceps femoral. Una indicación de esto es cuando el paciente pone su mano en el muslo al caminar para apoyar la extensión de la rodilla. La compensación de la rodilla en hiperextensión o la inclinación excesiva del tronco hacia delante también pueden ser los primeros signos de la necesidad de una KAFO [Nol].

AFO = abreviatura de *ankle-foot orthosis*; término inglés que designa una ortesis que incluye la articulación del tobillo y el pie

KAFO = abreviatura de *knee-ankle-foot orthosis*; término inglés que designa una ortesis que incluye la rodilla, la articulación de tobillo y el pie

Funciones de la articulación de tobillo (en AFOs y KAFOs):

tope de dorsiflexión

- establecer un equilibrio estable en la bipedestación
- extensión fisiológica de la rodilla y elevación del talón desde *terminal stance*
- articulaciones de tobillo con tope de dorsiflexión estático o dinámico

Ejemplo: articulación de tobillo de sistema NEURO VARIO o NEURO SWING

tope de flexión plantar

- el pie se mantiene en ligera dorsiflexión en la fase de balanceo
- posibilidad de ajustar el descenso dinámico controlado del pie
- posibilidad de ajustar el momento de flexión de la rodilla y el avance controlado de la pierna

Ejemplo: articulación de tobillo de sistema NEURO CLASSIC-SPRING

Funciones de la articulación de rodilla (en KAFOs):

de movimiento libre

- el movimiento de la articulación de la rodilla sigue siendo libre
- limitación del rango de movimiento en dirección de extensión (mediante topes de extensión)
- guía lateral y estabilidad
- mayor seguridad en *mid stance* gracias a las articulaciones con desplazamiento posterior del eje

Ejemplo: articulación de rodilla de sistema NEURO CLASSIC

automático

- la flexión de la rodilla se bloquea en la fase de apoyo y se libera de nuevo en la fase de balanceo
- bloqueo y desbloqueo mecánico (articulación de rodilla de sistema NEURO MATIC) o electrónico (articulación de rodilla de sistema NEURO TRONIC)
- seguridad óptima con gran rango de movimiento
- también es adecuada como dispositivo de entrenamiento en la rehabilitación

con función de bloqueo

- completamente bloqueada al caminar (no es posible la flexión de la rodilla)
- máxima seguridad en la fase de apoyo
- posibilidad de desbloqueo manual (por ejemplo, al sentarse)
- Desventaja: formación de mecanismos de compensación para compensar la falta de flexión de la rodilla

Ejemplo: articulación de rodilla de sistema NEURO FLEX MAX

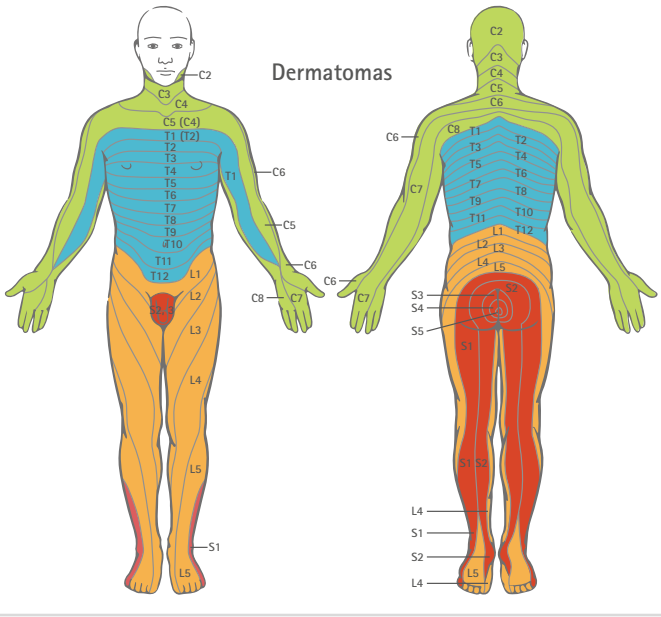
Clasificación

Para poder valorar el tratamiento ortésico, el equipo interdisciplinario necesita información sobre la gravedad de la paraplejia. La información más importante es la altura de la parálisis y si se trata de una paraplejia completa o incompleta. Para garantizar que esta información pueda ser nombrada y comunicada con precisión, se creó un estándar internacional para la clasificación de la paraplejia con la Escala de deterioro ASIA [May].

Altura motriz: Determinación de la fuerza de los músculos característicos

Extremidades superiores				Extremidades inferiores			
	I	D	Músculos clave		I	D	Músculos clave
C5			flexores del codo	L2			flexores de la cadera
C6			extensores de la muñeca	L3			extensores de la rodilla
C7			extensores del codo	L4			flexores dorsales
C8			flexores de los dedos	L5			extensores largos de los dedos del pie
T1			abductores de los dedos	S1			flexores plantares

Altura sensorial: Sensibilidad de determinados puntos clave

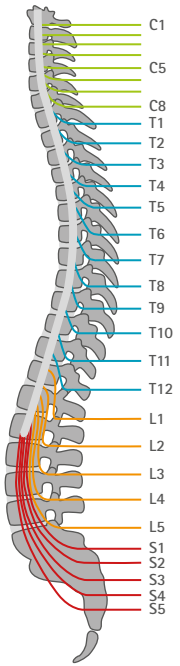


El primer paso es determinar el nivel de la lesión identificando el segmento de la columna vertebral en el que no hay déficits motores ni sensoriales (altura neurológica). Para ello, se determina la altura motriz a través del nivel de fuerza de músculos característicos definidos y la altura sensorial en puntos clave definidos de la piel, los llamados dermatomas, mediante el tacto ligero, así como la prueba del pinchazo. Las sensaciones en estos puntos clave proporcionan información sobre la altura espinal de afectación sensorial (véanse las páginas 14 y 15).

Nivel de la lesión según la Escala de deterioro ASIA:

lesiones cervicales (C1-C8); lesión a la altura de la columna cervical
lesiones torácicas (T1-T12); lesión a la altura de la columna torácica
lesiones lumbares (L1-L5); lesión a la altura de la columna lumbar
lesiones sacras (S1-S5); lesión a la altura del sacro

En el siguiente paso, se utiliza una clave de evaluación específica para valorar si la paraplejia es completa (ASIA A) o incompleta (ASIA B-D) (véase el cuadro siguiente).



A = Completa
No se conserva ninguna función sensorial o motora en los segmentos sacros S4-S5.

B = Incompleta
La función sensorial, pero no la motriz, está conservada por debajo de la altura neurológica e incluye los segmentos sacros S4/S5.

C = Incompleta
La función motriz está conservada por debajo de la altura neurológica y la mayoría de los músculos característicos tienen un nivel de fuerza inferior a 3 (según Janda).

D = Incompleta
La función motriz está conservada por debajo de la altura neurológica y la mayoría de los músculos característicos tienen un nivel de fuerza superior o igual a 3 (según Janda).

E = Normal
Las funciones sensoriales y motoras son normales.

Paraplejia completa

La paraplejia completa se denomina ASIA A según la Escala de Deterioro ASIA. Hay una interrupción completa de todas las vías nerviosas por debajo del nivel de la lesión y no se conservan ni las funciones sensoriales ni las motrices en los segmentos de la columna vertebral S4 y S5. El pronóstico de recuperación completa de las funciones corporales importantes es comparativamente pobre.

En la paraplejia completa por debajo de la T12, los músculos pélvicos activos restantes (músculo cuadrado lumbar) permiten el movimiento hacia delante de la pierna afectada, que es el requisito mínimo para caminar con una ortesis [Mic]. Además, los factores coordinativos y sensoriomotores que influyen en la fuerza muscular de los grupos musculares también son importantes para el control específico de dichos grupos musculares.

En el caso de lesiones en la región lumbar o sacra, las funciones motoras y sensoriales residuales están presentes incluso en caso de paraplejia completa. Estas funciones pueden utilizarse para manejar una ortesis. Dependiendo de la evaluación del tratamiento ortésico, son necesarias diferentes funciones de ortesis y de articulación para lograr la seguridad requerida en la fase de apoyo.

A pesar de un mal pronóstico [Cur1], el tratamiento ortésico precoz puede favorecer la mejora de la capacidad de caminar y de la altura motriz durante el primer año.

Paraplejia incompleta

La paraplejia incompleta se clasifica como ASIA B-D. La médula espinal solo se interrumpe parcialmente por debajo del nivel de la lesión. Se conserva una función residual sensorial y motriz de los dermatomas y los músculos característicos controlados por los segmentos de la columna vertebral S4 y S5. Hay muchas posibilidades de recuperar importantes funciones corporales y, por tanto, también la capacidad de caminar.

ASIA = **American Spinal Injury Association;** Sociedad norteamericana para el tratamiento, la educación y la investigación de la paraplejia, con sede en Richmond, Virginia

Las funciones corporales que se ven afectadas y la duración del daño en la médula espinal dependen tanto de la gravedad de la lesión como del síndrome medular presente [Ber]. El síndrome medular describe la parte dañada de la médula espinal.

Debido a estos síndromes medulares, la paraplejia incompleta, en contraste con la paraplejia completa, no muestra necesariamente los mismos déficits motrices con un nivel de la lesión idéntico. Se puede suponer que el control de algunos grupos musculares es posible sin restricciones. Sin embargo, la medida exacta es difícil de evaluar.

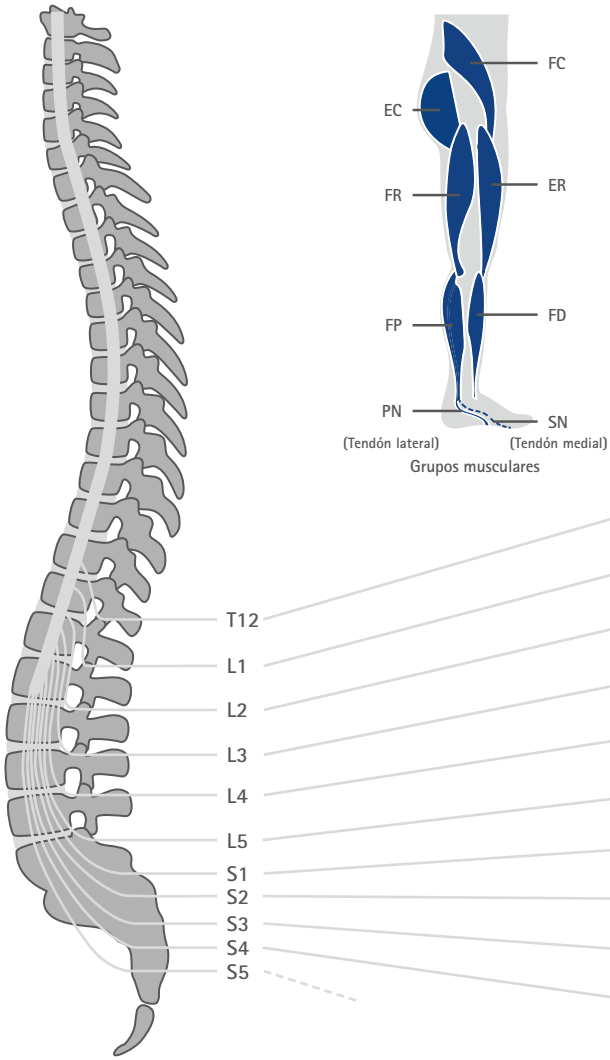
Es posible realizar un tratamiento ortésico en caso de paraplejia incompleta de la columna lumbar y del sacro, incluso es factible para niveles de la lesión superiores a la T12 si la fuerza muscular es adecuada. En la fase inicial de la rehabilitación, las ortesis pueden utilizarse como un complemento útil del entrenamiento de la marcha con apoyo fisioterapéutico. Incluso es posible que un tratamiento ortésico temprano pueda mejorar la capacidad de caminar y la altura motriz. En los pacientes clasificados como ASIA D, este potencial de mejora es más pronunciado que en los pacientes con ASIA C o incluso ASIA B [Cur1].

Clasificación en diferentes síndromes medulares:

- **Síndrome medular anterior:** daños en la parte anterior de la médula espinal
- **Síndrome medular posterior:** daños en la parte posterior de la médula espinal
- **Síndrome medular central:** daños en la parte central de la médula espinal
- **Síndrome de Brown-Séquard:** daño unilateral en la médula espinal
- **Síndrome de cono medular espinal:** daños en el extremo cónico de la médula espinal (cono medular)
- **Síndrome caudal:** daños en las raíces de los nervios espinales al final de la médula espinal (cauda equina)

Relación entre el nivel de la lesión y la fuerza muscular

Todos los grupos musculares están formados por diferentes músculos. Estos músculos están inervados por nervios que se originan en diferentes segmentos de la columna vertebral [Put]. Correspondientemente para cada grupo muscular existe un rango de segmentos espinales en los que todavía hay función residual, dependiendo del nivel de la lesión.

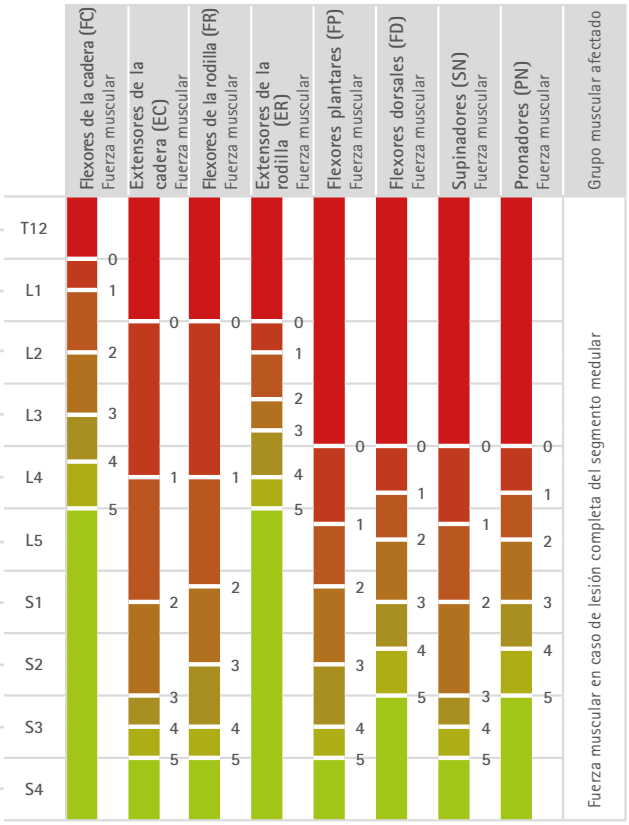


Grupos musculares

Los grupos musculares que son especialmente importantes para la marcha y la evaluación del tratamiento ortésico son:

- **a nivel de la cadera:** flexores y extensores de la cadera
- **a nivel de la rodilla:** flexores y extensores de la rodilla
- **en la articulación superior del tobillo:** flexores plantares y flexores dorsales
- **en la articulación inferior del tobillo:** supinadores y pronadores

Con ayuda de la siguiente tabla, se puede utilizar el nivel de la lesión para determinar si un grupo muscular está afectado por la paraplejia y en qué medida. Esto permite evaluar la fuerza muscular de cada uno de los grupos musculares y, por tanto, el tratamiento ortésico. Con los grados de fuerza definidos para cada grupo muscular, los posibles tipos de ortesis y articulaciones pueden asignarse a cada nivel de lesión de la misma manera (véanse p. 22 y 23).



Evaluación del tratamiento ortésico

Pacientes con paraplejia completa (ASIA A)
La correlación entre el nivel de la lesión y la fuerza muscular es válida para el fallo completo de las vías nerviosas por debajo del nivel de la lesión. De este modo, se puede evaluar la fuerza muscular (véase pág. 18 y s.) de forma sencilla para determinar si un tratamiento ortésico es posible.

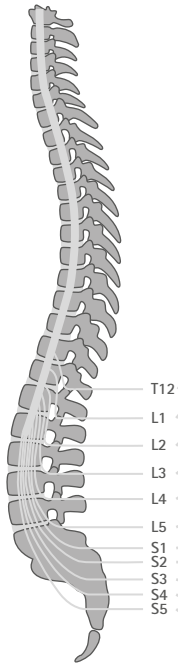
Sin embargo, dado que los factores coordinativos y sensoriomotores también son importantes para el control específico de los grupos musculares, debe realizarse una prueba detallada de la fuerza muscular para determinar la fuerza muscular exacta y planificar el tratamiento ortésico [Jan].

Pacientes con paraplejia incompleta (ASIA B–D)
En el caso de estos pacientes, es posible que algunos grupos musculares se vean afectados de forma menos grave o no se vean afectados en absoluto por los fallos. Por lo tanto, la fuerza muscular determinada en la tabla representa solo el peor caso de limitación. Las ortesis son adecuadas incluso para niveles de lesión por encima de la T12.

También en este caso es necesaria una prueba detallada de la fuerza muscular para determinar la fuerza muscular exacta y planificar el tratamiento ortésico [Jan].

Relación entre el nivel de la lesión y el tipo de ortesis

Dado que la fuerza muscular de la paraplejia completa puede evaluarse en función del nivel de la lesión (véase la pág. 18 y s.), cada nivel de la lesión también puede asignarse a posibles tipos de ortesis y articulaciones del mismo modo. En el caso de la paraplejia incompleta, los tipos de ortesis y las articulaciones identificadas en la tabla representan únicamente el requisito máximo para un tratamiento ortésico. En muchos casos, también es posible un tratamiento ortésico por encima de una lesión de T12. Sin embargo, para ello hay que determinar la fuerza muscular exacta y llevar a cabo una configuración de la ortesis (véase pág. 24 y s.).



	AFO	KAFO		
		de movimiento libre	automático	con función de bloqueo
T12				
L1				
L2				
L3				
L4				
L5				
S1				
S2				
S3				
S4				

Recomendación

Alternativa

Ninguna recomendación

Determinación del tipo de ortesis mediante configuración

Se necesita una gran cantidad de datos de los pacientes para poder construir una ortesis con capacidad de carga y a la vez ligera que cumpla todos los requisitos funcionales para pacientes con lesiones medulares (por ejemplo, paraplejia).

Ejemplos de datos del paciente:

- peso corporal y estatura
- enfermedades y limitaciones (tipo de parálisis)
- posición de la rodilla y la cadera (p. ej., hiperextensión)
- nivel de actividad y dispositivos para deambulación
- fuerza muscular

Ejemplos de funciones de la ortesis y de la articulación:

- tope de dorsiflexión
- asistencia a la dorsiflexión
- extensión dinámica de la rodilla (en la fase de apoyo)
- máxima seguridad de la rodilla (en la fase de apoyo)
- flexión de la rodilla (en la fase de balanceo)

Es muy difícil para el técnico ortopédico tener en cuenta todos los datos a la hora de calcular y diseñar la ortesis. Solo los sistemas de cálculo inteligentes como el Configurador de ortesis de FIOR & GENTZ pueden evaluar con precisión la multitud de datos.

Configurador de ortesis

Todos los datos del paciente relevantes para el tratamiento se determinan y se introducen en las máscaras de entrada del Configurador de ortesis de FIOR & GENTZ durante la configuración. Paso a paso, la selección de los tipos de ortesis disponibles y de las funciones de la articulación (véase la pág. 12 y s.) conduce al diseño de la ortesis final.

El Configurador de ortesis en cuatro pasos

1. **Datos del paciente**

El técnico ortopédico introduce los datos determinados del paciente en los campos correspondientes de las máscaras de entrada.

2. **Componentes de sistema**

Elige entre varias alternativas y el Configurador de ortesis calcula los componentes de sistema necesarios en base a ello.

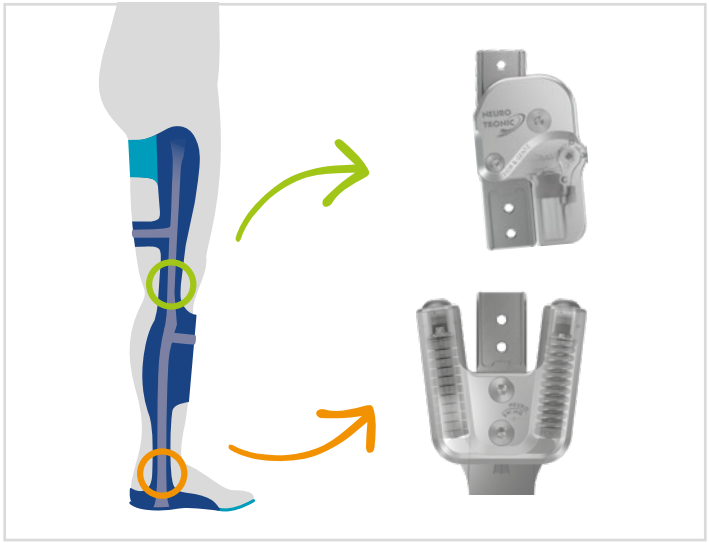
3. **Lista de artículos**

Tras la configuración, el técnico ortopédico recibe una lista de componentes necesarios para producir la ortesis.

4. **Pedido/cesta de compra**

Ahora puede pedir los componentes así determinados a través de la tienda en línea o puede imprimir una recomendación de cálculo.

Extracto de un posible resultado de configuración:



La ortesis óptima

Una conclusión desde el punto de vista del paciente

Jarno Rintschwentner es techador de profesión y está parapléjico incompleto por debajo de la tercera vértebra lumbar desde que se cayó de una altura de doce metros en 2006. Por iniciativa propia, obtuvo su primera ortesis. Esta estaba equipada con una articulación de rodilla automática.

Lea aquí las declaraciones de Jarno Rintschwentner sobre ...

... su objetivo durante las medidas de rehabilitación:
En la primera conversación con mi supervisor de la Junta de Compensación de los Trabajadores, dije: "Quiero salir de esta institución por mi propio pie".

... un argumento equivocado para una silla de ruedas:
Nunca he tenido una silla de ruedas (...). En la rehabilitación siempre decían: "En una silla de ruedas, tienes las manos libres y al menos puedes llevar algo en el regazo". Pero, en mi opinión, ese no era un buen argumento.

... reservas infundadas contra las ortesis:
Siempre ha habido discusiones (...) que a veces se remontan a 20 años atrás, cuando esas ortesis eran de acero y pesaban muchísimo.

... el momento de su primer tratamiento ortésico:
Obtuve mi primera ortesis seis meses después del accidente. En mi opinión, eso fue bastante tarde. (...) Estoy convencido de que cuanto antes se les coloque una ortesis a los pacientes como yo, mayor será el éxito terapéutico.

... el cambio en su marcha debido a la ortesis:
Cuando camino sin ortesis, extiendo demasiado la pierna izquierda. La ortesis hace que mi forma de andar sea bastante fisiológica. Cuando llevo la ortesis bajo los pantalones y tengo un buen día, apenas se nota.

Para poder evaluar la magnitud de las patologías de la marcha existentes y el efecto de un tratamiento ortésico, es necesario un conocimiento detallado de la marcha fisiológica. La marcha fisiológica de los seres humanos puede describirse mediante diferentes parámetros.

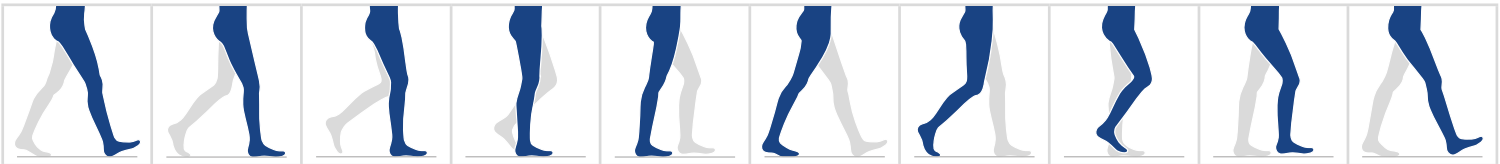
Se puede evaluar y comparar:

- los movimientos de las articulaciones (cinemática)
- las fuerzas y los momentos que actúan sobre las articulaciones (cinética)
- los valores espaciales y temporales, como la velocidad al caminar, la longitud del paso (doble) y la cadencia (pasos por minuto)
- consumo de energía al andar

La descripción más común es la de Jacquelin Perry, en la que la marcha fisiológica de los seres humanos se divide en diferentes fases (véase la tabla siguiente). Un doble paso se divide, a grandes rasgos, en la fase de apoyo (de IC a PSw) y la fase de balanceo (ISw a TSw) de la pierna considerada.

Cada una de las fases constituye un porcentaje definido del doble paso y se caracteriza por una determinada progresión angular de la cadera, la rodilla y el tobillo. La denominación inglesa de estas fases y sus abreviaturas se han convertido en la norma internacional [Per].

División de la marcha fisiológica en fases individuales según Jacquelin Perry



Denominación inglesa (abreviatura)									
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)*
Denominación española									
contacto inicial	respuesta a la carga	apoyo medio (fase inicial)	apoyo medio	apoyo medio (fase final)	apoyo final	pre-balanceo	balanceo inicial	balanceo medio	balanceo final
Porcentaje de doble paso									
0 %	0–12 %	12–31 %			31–50 %	50–62 %	62–75 %	75–87 %	87–100 %
Ángulo de cadera									
flexión de 20°	flexión de 20°	flexión de 10°	posición neutra	extensión de 5°	extensión de 20°	extensión de 10°	flexión de 15°	flexión de 25°	flexión de 20°
Ángulo de rodilla									
flexión de 0-3°	flexión de 15°	flexión de 12°	flexión de 8°	flexión de 5°	flexión de 0-5°	flexión de 40°	flexión de 60°	flexión de 25°	extensión de 0-2°
Ángulo de tobillo									
posición neutra	flexión plantar de 5°	posición neutra	dorsiflexión de 5°	dorsiflexión de 8°	dorsiflexión de 10°	flexión plantar de 15°	flexión plantar de 5°	posición neutra	posición neutra

Anexo 2 – patologías típicas de la marcha

Las patologías de la marcha indicadas se refieren a un fallo completo del grupo muscular respectivo [Per]. La gravedad real de las patologías de la marcha descritas depende de la fuerza muscular. Los gráficos siguientes se refieren a la parálisis completa del grupo muscular respectivo en la fase típica de la marcha. Dependiendo del nivel de la lesión, la marcha está compuesta por varios componentes:

Flexores de la cadera
El balanceo de la pierna está alterado. Los pacientes compensan la falta de flexión de la cadera con la circunducción, *vaulting* o *hip-hiking* (véase "Mecanismos de compensación" en las p. 32 y s.).

Extensores de la cadera
El vector de fuerza reactiva del suelo (vector FRS) pasa por delante de la articulación de la cadera al principio de la fase de apoyo. Los pacientes compensan la falta de estabilidad de la cadera inclinando el tronco hacia atrás desde la IC.

Flexores de la rodilla
Debido a la falta de flexión de la rodilla al comienzo de la PSw, el inicio de la fase de balanceo está alterado. El vector FRS permanece delante de la articulación de la rodilla. Se desarrollan mecanismos de compensación (véanse p. 32 y s.).

Extensores de la rodilla
Para compensar la falta de estabilidad de la rodilla, los pacientes a partir de LR inclinan la parte superior del cuerpo hacia delante. El vector de la fuerza reactiva del suelo cae delante de la articulación de la rodilla e impide su flexión en PSw.

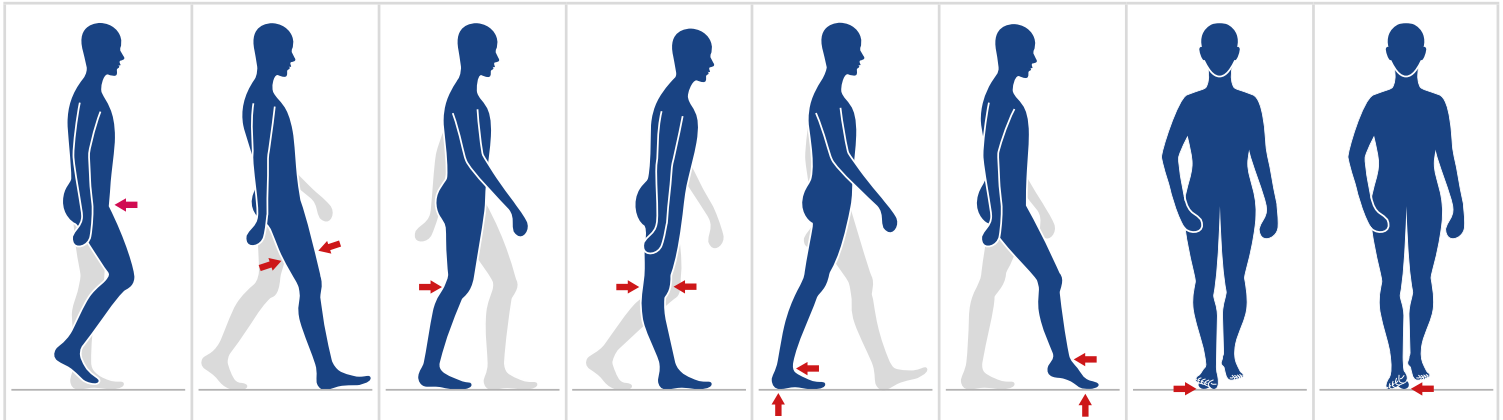
Flexores plantares
Debido a la inactividad de los flexores plantares, hay un retraso en la elevación del talón, una excesiva flexión de la rodilla contralateral y una longitud de paso acortada. Se aumenta la carga del cuádriceps.

Flexores dorsales
La asistencia a la dorsiflexión está alterada en la fase de balanceo. La IC se realiza con el pie plano o el antepié. Se desarrollan mecanismos de compensación que permiten la deambulación sin tropiezos (véase p. 32 y s.).

Supinadores
El pie está en una posición de pronación aumentada. Cuantos más músculos de los flexores plantares estén afectados, más pronunciada será esta desviación en la fase de apoyo.

Pronadores
El pie está en una posición de supinación aumentada. Cuantos más músculos de los flexores plantares estén afectados, más pronunciada será esta desviación en la fase de apoyo.

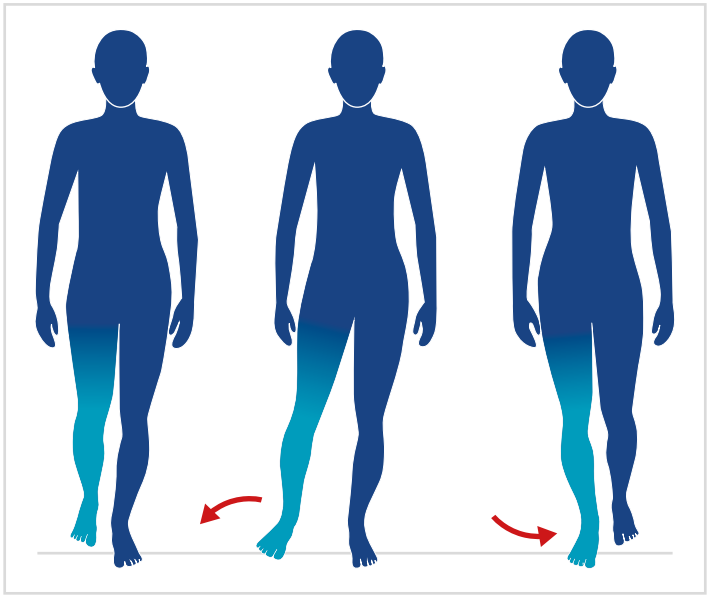
Deviaciones de la marcha fisiológica en fallo de los grupos musculares



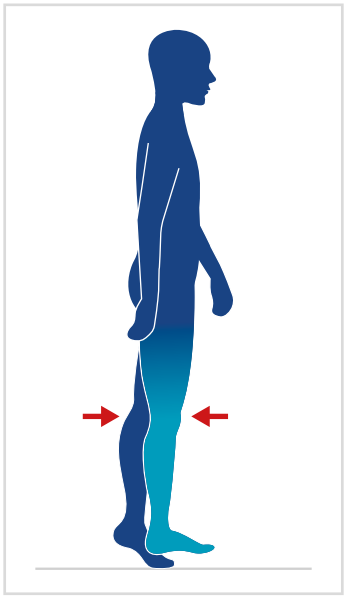
Para permitir un movimiento de avance sin tropiezos durante la marcha normal, la pierna libre debe acortarse efectivamente. Esta condición se crea por la flexión fisiológica de la cadera y la rodilla, así como por la dorsiflexión en la fase de balanceo.

En determinadas patologías de la marcha, este acortamiento de la pierna libre se ve alterado, por ejemplo, en el caso de un fallo de los flexores de la cadera o de la rodilla.
Si los flexores dorsales fallan, la pierna libre se alarga efectivamente por el aumento de la flexión plantar en la fase de balanceo. Cuando se lleva una KAFO bloqueada, la flexión de la rodilla tampoco es posible debido al bloqueo permanente de la articulación de la rodilla.

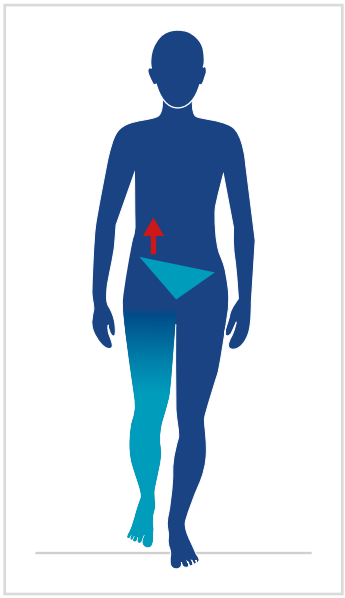
El cuerpo puede compensar esta falta de acortamiento funcional en la fase de balanceo de tres maneras diferentes:



Circunducción
Durante la fase de balanceo, la pierna se adelanta en un movimiento semicircular alrededor de la pierna de apoyo. Esto implica la rotación externa de la articulación de la cadera. Este movimiento puede manifestarse a largo plazo y provocar problemas de cadera.



Vaulting
Este mecanismo de compensación describe la flexión plantar contralateral. Como la pierna afectada está efectivamente alargada o no puede flexionarse, la pierna contralateral de apoyo se alarga en su lugar para permitir el balanceo.



Hip-Hiking
Hip-Hiking se refiere a la elevación excesiva de la pelvis en el lado de la pierna de balanceo. Esto le da a la pierna libre alargada el espacio para balancearse sin tropezar.

Abducción
(lat. *abducere* = abducir, retirar): movimiento de la pierna lejos del centro del cuerpo. Movimiento opuesto a la ↑aducción. Los músculos que provocan este movimiento se llaman abductores.

Aducción
(lat. *adducere* = aducir, traer): movimiento de la pierna hacia el centro del cuerpo. Movimiento opuesto a la ↑abducción. Los músculos que provocan este movimiento se llaman aductores.

Atrofia muscular espinal
(Abrev. AME): en esta enfermedad hereditaria, la pérdida progresiva de células nerviosas motoras en la médula espinal causa parálisis, que se asocia principalmente a la distrofia muscular o a la reducción del tono muscular. La incidencia de esta enfermedad es de 1/10000 recién nacidos.

Cadencia
(lat. *cadere* = caer): aquí: frecuencia de los pasos. Se indica en pasos por unidad de tiempo (minutos o segundos).

Cinemática
(griego antiguo *kinema* = movimiento; *kinein* = mover): como rama de la mecánica, trata del movimiento de puntos y cuerpos en el espacio sin la influencia de fuerzas. En el análisis de la marcha, este movimiento se describe, por ejemplo, mediante los cambios de posición de los diferentes segmentos del cuerpo en relación con los demás y expresados en grados angulares.

Cinética
(gr. *kínesis* = movimiento): como rama de la dinámica, se ocupa de las relaciones entre las fuerzas y los movimientos resultantes de un cuerpo en el espacio. En el análisis de la marcha, se determina principalmente la ↑fuerza reactiva del suelo al cuerpo humano que se produce al caminar y se utiliza para calcular las fuerzas y los momentos que se producen en las articulaciones.

Circunducción
(lat. *circumducere* = conducir alrededor): compensación de la diferencia de longitud de piernas insuficiente en la fase de balanceo al caminar. En este caso, la pierna de balanceo afectada se lleva alrededor de la pierna de apoyo en un movimiento semicircular.

Conexión cerebral
(lat. *cerebrum* = en sentido más amplio, cerebro): El cerebro guarda programas de control para patrones de movimiento complejos. Los ejercicios repetidos de patrones de movimiento ↑fisiológicos conducen a la corrección de estos programas de control en el cerebro [Hor]. A su vez, cada trastorno del ambiente puede ocasionar una secuencia errada en los programas de control que resulta en patrones de movimiento ↑patológicos.

Contractura
(lat. *contrahere* = contraer): acortamiento o contracción de un tejido, p. ej., ciertos músculos o tendones. Conduce a una restricción reversible o irreversible del movimiento o a la desviación de articulaciones adyacentes. Existen contracturas flexibles y rígidas.

Contralateral
(lat. *contra* = contra; *latus* = lado, flanco): que se encuentra en el lado opuesto de un cuerpo

Dermatoma
(gr. *dérma* = piel; *tom* = sección, corte): zona de la piel ↑inervada sensiblemente por un nervio de la médula espinal

Dorsiflexión
Elevación del pie. Movimiento opuesto a la ↑flexión plantar. En español se llama dorsiflexión porque se reduce el ángulo entre pierna y pie (↑flexión). No obstante, desde una perspectiva funcional es un estiramiento en el sentido de una ↑extensión. Los músculos que provocan este movimiento se llaman flexores dorsales.

Escala AVD
(actividades de la vida diaria, ingl. ADL (*Activities of Daily Living*) score): La escala AVD se usa para medir la capacidad de realizar las actividades básicas de la vida diaria de pacientes con enfermedades degenerativas como ↑esclerosis múltiple.

Esclerosis múltiple
(Abrev. EM): enfermedad inflamatoria del sistema nervioso central que provoca restricciones neuromusculares progresivas (por ejemplo, problemas con la capacidad de caminar)

Espasticidad
(gr. *spasmos* = espasmo, calambre): una activación muscular involuntaria, intermitente o prolongada, causada por un daño en la primera neurona motora responsable de la función sensomotora [Bas, p. 61; Pan, pp. 2 y ss.]

Espina bífida
(lat. *spina* = espina; *bifidus* = dividido en dos partes): fisura vertebral causada por un trastorno de cierre embrionario en la región lumbar o sacra de la columna vertebral. Se distingue entre formas cerradas y abiertas del trastorno de cierre. Dependiendo de la gravedad de esta malformación, se producen deficiencias físicas, como las que se dan en la paraplejia. La incidencia de esta enfermedad es de 1/1000 recién nacidos.

Espinal
(lat. *spinalis* = que pertenece a la médula espinal): asociado a la médula espinal o a la columna vertebral

Exoesqueleto
(gr. *exo* = exterior; *skeletós* = cuerpo desecado): esqueleto externo. Los exoesqueletos técnicos se utilizan para apoyar o reforzar los movimientos humanos, por ejemplo, en medicina para la parálisis. Según la definición, una ortesis es ya un exoesqueleto.

Extensión
(lat. *extendere* = extender): estiramiento activo o pasivo de una articulación. Estirar es el movimiento opuesto a doblar (↑flexión) y generalmente aumenta el ángulo de la articulación.

Fisiológico
(gr. *physis* = naturaleza; *logos* = ciencia): relativo a procesos vitales naturales

Flexión
(lat. *flectere* = doblar): doblamiento activo o pasivo de una articulación. La flexión es el movimiento opuesto al estiramiento (↑extensión) y generalmente reduce el ángulo de la articulación.

Flexión plantar
Descenso del pie. Movimiento opuesto a la ↑dorsiflexión. Los músculos que provocan este movimiento se llaman flexores plantares.

Fuerza muscular
La fuerza muscular es un número indicador con que puede evaluarse la fuerza aplicada de un grupo muscular (p. ej. músculos flexores de rodilla). Esta fuerza se determina mediante la prueba de función muscular [Jan], que pone a prueba cada grupo muscular para ver hasta qué punto se puede realizar el movimiento respectivo. Según se supere o no una resistencia o gravedad generada manualmente, se produce una clasificación en seis niveles de evaluación:

0 (ausente)	ninguna contracción muscular posible
1 (mínima)	contracción muscular comprobable, pero sin efecto de movimiento
2 (muy débil)	movimiento posible sin efecto de la gravedad
3 (regular)	movimiento contra la gravedad
4 (buena)	movimiento contra resistencia moderada
5 (normal)	movimiento completo contra resistencia fuerte

Fuerza reactiva del suelo
(Abrev. FRS): fuerza que se produce como reacción contraria al peso del cuerpo en el suelo. El vector de la fuerza reactiva del suelo es una línea teórica en la que se hace visible la magnitud, el origen y la dirección de acción de la fuerza reactiva del suelo.

Hip-Hiking
(ingl. *hip* = cadera, *to hike sth.* = aumentar algo, elevar): elevar la cadera. Compensación de la diferencia de longitud de piernas insuficiente en la fase de balanceo al caminar. Aquí la pelvis se levanta en el lado de la pierna libre para permitir un balanceo sin tropiezos.

Inervar
(lat. *nervus* = nervio): suministrar a un órgano, por ejemplo un músculo, estímulos nerviosos

Interdisciplinario
(lat. *inter* = entre): relativo a la cooperación entre varias subáreas

Isquemia
(gr. *íschein* = retener, impedir): una pérdida local de sangre, circulación deficiente o una restricción total de la circulación arterial. Durante un insulto isquémico, una forma de accidente cerebrovascular, por ejemplo, se produce una reducción o interrupción del flujo sanguíneo en una zona definida del cerebro.

Músculo cuadrado lumbar
El músculo cuadrado lumbar pertenece a la musculatura abdominal profunda. Provoca, entre otras cosas, la elevación lateral del borde pélvico cuando se fija el pecho.

Músculo cuádriceps femoral
Músculo del muslo de cuatro cabezas. Provoca principalmente la ↑extensión de la pantorrilla en la articulación de la rodilla.

Neuroplasticidad
También se denomina plasticidad neuronal. Cambios estructurales en el sistema nervioso central causados por la alteración de las demandas ↑fisiológicas. Por ejemplo, tras un accidente cerebrovascular, las áreas cerebrales vecinas asumen las tareas de las áreas dañadas. Estos procesos también pueden producirse en las sinapsis, las terminaciones nerviosas y los axones. Este proceso también puede denominarse aprendizaje neuronal.

Paraplejia
(gr. *para* = junto a; *plege* = golpe, parálisis): parálisis completa de dos extremidades simétricas (principalmente las piernas)

Patológico
(gr. *pathos* = dolor; enfermedad): (cambiado) por enfermedad

Posición neutra
Designa la posición erguida de una persona con los pies a una distancia igual a la que separa los hombros. El rango de movimiento de una articulación se determina a partir de la posición neutra.

Pronación
(lat. *pronare* = inclinar hacia delante, agacharse): rotación del pie a través del eje longitudinal hacia dentro o bien una elevación del borde externo del pie. Movimiento opuesto a la ↑supinación. Músculos que causan este movimiento se llaman pronadores.

Prueba del pinchazo
procedimiento de prueba clínica en el que se comprueba la sensación de dolor en la piel por medio de un objeto puntiagudo (por ejemplo, una aguja)

Sensoriomotor
Se refiere a la combinación de las partes sensoriales y motoras del sistema nervioso. Por ejemplo la presión en los receptores sensoriales de la planta del pie afecta la función de ciertos músculos. Elementos sensoriomotores pueden ser integrados por ejemplo en plantillas ortopédicas, zapatos interiores o en la plantilla de una ortesis.

Supinación
(lat. *supinare* = mover hacia atrás): rotación del pie a través del eje longitudinal hacia fuera o bien una elevación del borde interno del pie. Movimiento opuesto a la ↑pronación. Músculos que causan este movimiento se llaman supinadores.

Tetraplejia
(gr. *tetra* =cuatro; *plege* = golpe, parálisis): parálisis completa de las cuatro extremidades (ambos brazos y ambas piernas)

Tope de dorsiflexión
Un elemento constructivo de la ortesis que limita el grado de ↑dorsiflexión. El tope de dorsiflexión permite activar la función de la palanca de antepié y, en consecuencia, se crea una base de apoyo. Además, el tope de dorsiflexión causa, junto con la plantilla de una ortesis, un momento de extensión de la rodilla y, a partir de *terminal stanc*e, la elevación del talón del suelo.

Vaulting
(ingl. *to vault sth.* = saltar sobre algo): compensación de la diferencia de longitud de piernas insuficiente en la fase de balanceo al caminar. Esto implica llevar el tobillo de la pierna de apoyo ↑contralateral a una ↑flexión plantar. De este modo, se puede compensar la falta de ↑dorsiflexión, flexión de cadera o flexión de rodilla de la pierna afectada en la fase de balanceo y hacer posible un balanceo sin tropiezos.

Verticalización
(lat. *vertex* = vértice): enderezamiento del cuerpo en posición vertical

Abrev.	Fuente	Página
[Bas]	Bassøe Gjelsvik BE (2012): Die Bobath-Therapie in der Erwachsenenneurologie, 2ª edición. Stuttgart: Thieme.	38
[Ber]	Berlit P (2014): *Basiswissen Neurologie*, 6ª edición. 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. En: Diener HC et al. (eds.): *Leitlinien für Diagnostik und Therapie in der Neurologie*. 5ª edición. Stuttgart: Thieme.	7
[Hor]	Horst R (2005): *Motorisches Strategietraining und PNF*. Stuttgart: Thieme.	10,34
[Jan]	Janda V (1994): *Manuelle Muskelfunktionsdiagnostik*, 3ª edición. 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, Francia.	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*, 2ª edición. 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*, 22ª edición. Múnich: 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

Configurador de ortesis

PR0232-ES-2022-03

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