

B. Preisler, K. Eves

Behandlung der Fußheber- schwäche mit der Myoorthese WalkAide mittels FES

FES – a New Approach in the Treatment of Foot Dorsiflexor Weakness Using the Myo Orthosis WalkAide

Im folgenden Artikel wird die Myoorthese WalkAide vorgestellt, die zur funktionellen Elektrostimulation (FES) bei Fußheberschwäche infolge zentraler Schädigung des N. peroneus nach Schlaganfall, bei Multipler Sklerose, Infantiler Zerebralparese, nach Schädel-Hirn-Trauma und bei inkompletter Querschnittlähmung indiziert ist. Gangphasen werden mittels spezieller Sensoren erkannt und der Gangzyklus wird durch individuell programmierbare Parameter optimal auf den jeweiligen Nutzer eingestellt. Indikationen, Kontraindikationen und die Funktionsweise des WalkAide werden ausführlich beschrieben.

The following article describes the functional electrical stimulation (FES) device WalkAide. It is used for persons with "footdrop", which results from Stroke, Multiple Sclerosis, Cerebral Palsy, Head Injury and Incomplete Spinal Injury. The peroneal nerve is directly stimulated and the phases of the gait cycle are detected by inbuilt sensors. The gait cycle is programmed and optimised to fit the needs of the person, using many variable parameters. Indications and contraindications for the use of the WalkAide are comprehensively described in the following article.

Die Myoorthese WalkAide (Abb. 1) bietet Orthopädie-Technikern in enger Zusammenarbeit mit Physiotherapeuten die Möglichkeit, die Rehabilitation von Patienten mit zentraler Fußheberschwäche günstig zu beeinflussen, das Gangbild deutlich zu ver-



Abb. 1 Die Steuereinheit der Myoorthese WalkAide mit Ein-/Ausschalter und Intensitätsregler sowie integriertem Neigungs- und Beschleunigungssensor.

bessern und die Gehstrecke sowie den Aktionsradius der Betroffenen signifikant zu erweitern. Das WalkAide ist ein Einkanal-FES-Gerät, das zur funktionellen Elektrostimulation bei zentral bedingter Fußheberschwäche dient.

Zentrale Fußheberschwäche

Die Ursache der Fußheberschwäche liegt im Bereich des ersten motorischen Neurons, was zur Konsequenz hat, dass die Bewe-

gungsansteuerung, die Bewegungsausführung und die Bewegungskoordination nicht richtig oder teilweise gar nicht mehr möglich sind.

Kann die Skelettmuskulatur nicht korrekt angesteuert werden, führt dies zur Atrophie der betroffenen Muskeln und Muskelketten. Bezogen auf die Fußheber hat dies zur Folge, dass der Fuß in der Schwungphase des Gangzyklus (Abb. 2) nicht angehoben werden kann und Ausweichbewegungen erzwungen werden, um überhaupt gehen zu können. Das Becken wird in der Schwungphase kompensatorisch angehoben, die Statik und Muskelspannung des gesamten Körpers wird dadurch ungünstig beeinflusst. Aufgrund dieser unnatürlichen kompensatorischen Muster kommt es in der Folge zu Fehlbelastungen. Nicht selten sind daher bei Betroffenen Rücken- und Gelenkschmerzen in Verbindung mit Stehen und Gehen, die die Lebensqualität zusätzlich negativ beeinflussen.

Bisherige Versorgungskonzepte

Bisher wurde die Fußheberschwäche überwiegend physiotherapeutisch oder mit Bandagen, Zügen oder konventionellen Orthesen behandelt. Konventionelle Unterschenkelorthesen, die meist aus PE oder in den letzten Jahren zunehmend aus Faserverbundwerkstoff (Abb. 3) gefertigt sind, verhindern ausschließlich passiv, dass der Fuß in die Plantarflexion fällt. Die Lebensdauer dieser Orthesen ist aufgrund der starken mechanischen Belastung begrenzt, die Folgekosten sind über die Zeit gesehen

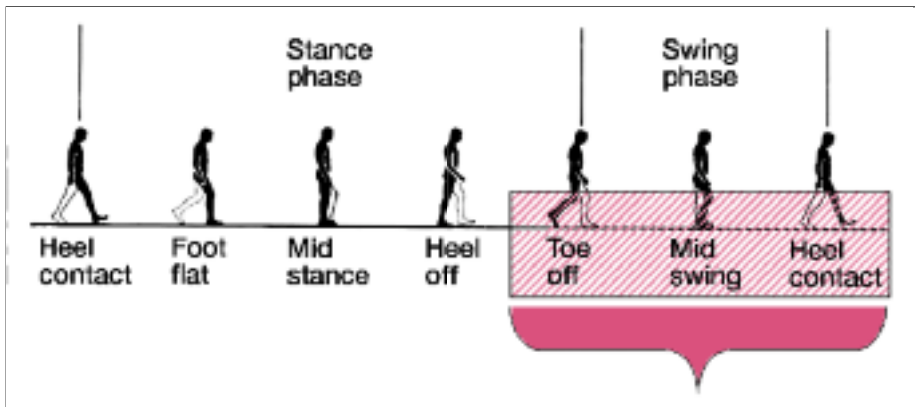


Abb. 2 Normaler Gangzyklus mit Standbeinphase und Schwungphase.

nicht unerheblich. Teilweise sind auch aufwändigere knieübergreifende Orthesen erforderlich, um das Knie des Patienten in den unterschiedlichen Gangphasen zu stabilisieren.

FES und NMES

Bei der funktionellen Elektrostimulation (FES) wird der Nerv gereizt, der die Bewegung des Muskels auslöst. Aufgrund der Ansteuerung des Muskels über den innervierenden Nerv werden die motorischen Endplatten angesprochen, die bereit sind, den Nervenimpuls in einen Bewegungsimpuls (Muskelkontraktion) umzuwandeln (Recruitment). Niedrige Impulsstärken sind ausreichend, der Gesamtmuskel ermüdet nur langsam.

Bei der neuromuskulären Elektrostimulation (NMES) wird der Muskel direkt gereizt. Diese Form der direkten Stimulation des Muskels wird zur Behandlung von Muskelatrophie angewandt und ist weit verbreitet. Der Muskel ermüdet hierbei schneller, es sind höhere und intensivere Stimulationsimpulse erforderlich, die unangenehm und teilweise schmerzhaft sein können. Für eine Bewegungssteuerung in der in diesem Beitrag vorgestellten Form ist diese Art der Muskelstimulation nicht geeignet.

Myoorthese WalkAide

Die Myoorthese WalkAide bietet Patienten mit zentraler Fußheberschwäche eine sehr effektive Möglichkeit, auf das Gangbild positiv Einfluss zu nehmen. Indiziert ist dieses Orthesenkonzept bei Patienten, die einen Schlaganfall erlitten haben, an MS erkrankt sind, bei Zustand nach Schädel-Hirn-Verlet-

zungen und entsprechenden Einschränkungen beim Gehen sowie bei Infantiler Zerebralparese oder inkompletter Querschnittlähmung.

Nicht angezeigt ist die Myoorthese WalkAide bei Patienten, deren Fußheberschwäche auf eine periphere Nervenläsion zurückzuführen ist (zum Beispiel in Folge



Abb. 3 Unterschenkelorthese aus Faserverbundwerkstoff (Carbonfeder) zur passiven Verhinderung des Fallfußes.

eines Bandscheiben-Prolaps, einer operativ bedingten peripheren Nervenschädigung, einer Polyneuropathie etc.).

Weitere Ausschlusskriterien liegen vor, wenn bei bestehender Indikation folgende Situationen anzutreffen sind:

- Herzschrittmacher,
- unkontrollierte, nicht eingestellte Krampfanfälle,
- Schrauben direkt unter den Elektroden,
- fixierte Spitzfußkontraktur,
- ausgeprägte Ödeme im Bereich der angedachten Elektrodenplatzierung,

- wenn der Patient nicht in der Lage ist, allein oder mit Hilfsmitteln (Stock, Rollator oder mit Unterstützung) zehn Schritte zu gehen.

Funktionsweise

Bei der funktionellen Elektrostimulation wird der Reizstrom über Oberflächenelektroden (Abb. 4) direkt auf dem N. peroneus appliziert (Abb. 5). Die Myoorthese WalkAide ist ein batteriebetriebenes, Einkanal-Elektrostimulationsgerät, das zur funktionellen Stimulierung des N. peroneus eingesetzt wird. Die Steuereinheit verfügt über eingebaute Sensoren und wird mittels einer Wadenmanschette am Unterschenkel, unmittelbar unterhalb des Knies, befestigt (Abb. 6). Die Oberflächenelektroden befinden sich an der Innenseite der Wadenmanschette auf der Haut. Das richtige Timing der stimulierenden Impulse für den Peronealnerv er-



Abb. 4 WalkAide Kompletteinheit mit Wadenmanschette und deutlich erkennbarer Oberflächenelektrode (s. Pfeil) an der Innenseite.

folgt mit Hilfe von Sensoren. Bei diesen Sensoren handelt es sich um einen Winkelsensor und um einen Beschleunigungssensor. Die Sensoren messen die räumliche Position des WalkAide während des Gangzyklus und die Geschwindigkeit, mit der sich der Unterschenkel im Gangzyklus bewegt. Dies bedeutet, dass eine Stimulation zur Fußhebung erzeugt wird, auch wenn die Ferse beim Gehen nicht aufgesetzt werden kann. Entscheidend ist, dass der Winkelsensor eine ausreichende Flexion im Kniegelenk erkennt. Die Flexion im Kniegelenk korreliert mit der Dorsalflexion im oberen Sprunggelenk in den unterschiedlichen Gangphasen. Die Herausforderung in der Programmie-

rung besteht darin, das richtige Timing (den richtigen Grad des Kniewinkels) festzulegen und zu programmieren und den individuellen Reiz (Impulsdauer, Impuls-

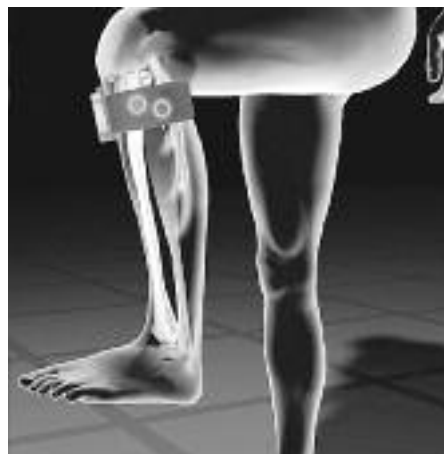


Abb. 5 Korrekte Position der Myoorthese WalkAide und der Elektroden zur Stimulation des Peronealnervs.

breite und Impulsanstieg) dem jeweiligen Patienten anzupassen. Hierin unterscheidet sich die Myoorthese WalkAide entscheidend von anderen Konzepten, die auf einen Fersenkontakt über einen zusätzlichen Fersensensor angewiesen sind.

Die Myoorthese WalkAide wird individuell, unter Anwendung einer speziellen, sehr komplexen Computer-Software (WalkAnalyst) programmiert. Die dafür erforderlichen Basisdaten generiert man im Rahmen einer Ganganalyse des Patienten. Bei der Ganganalyse werden das Timing, die Intensität, die Anstiegssteilheit, die Dauer der Stimulation und weitere Parameter festgelegt. Mit Hilfe des WalkAnalyst-Programms werden verschiedene Daten ermittelt, die ausgewertet und verarbeitet werden. Werden die Daten und das Gangergebnis für gut befunden, so wird die Myoorthese WalkAide entsprechend für den Patienten programmiert.

Reziproke Inhibition

Durch den Einsatz des WalkAide werden die antagonistischen Muskeln, das heißt hier die Wadenmuskulatur, aufgrund der Kontraktion der Dorsalflexoren gehemmt. Dies spielt eine wesentliche Rolle bei der Kontrolle über und für willkürliche Bewegungen.

In der Regel stellt man fest, dass sich der erhöhte abnorme Muskeltonus mit dem Einsatz des Walk-

Aide mit der Zeit verringert. Oft erfahren die Nutzer dies schon bei ihren ersten Gehversuchen mit dem WalkAide.

Reduzierung assoziierter Reaktionen

Assoziierte Reaktionen sind pathologische Mitbewegungen einzelner Muskeln oder Extremitäten, die nichts mit der intendierten und ausgeführten Bewegung zu tun haben. Bei einem Patienten mit einer Hemiparese fallen auch dem ungeübten Auge Mitbewegungen des Armes oder die zunehmende Steifheit des Beines bei schnellem oder längerem Gehen und bei Anspannung auf.

Die Reduzierung von assoziierten Reaktionen bei Patienten nach Schlaganfall, SHT und ICP, die das WalkAide nutzen, sind teilweise darauf zurückzuführen, dass der Patient nicht mehr so schnell ermüdet. Der Nutzer setzt weniger Ausweichbewegungen und Kompensationsmuster ein, er muss



Abb. 6 Die Myoorthese WalkAide, korrekt positioniert, in einer speziellen Halterung, die auch einhändig angelegt werden kann.

beim Laufen weniger Kraft aufbringen, um das betroffene Bein zu stabilisieren, und braucht sich weniger anzustrengen, um während der Standphase das Gleichgewicht zu halten. Durch die Zunahme an Aktivität erhöhen sich der Trainingsgrad, die Koordination und die Muskelkraft außerhalb pathologischer Bewegungsmuster.

Weitere mögliche Effekte der Myoorthese WalkAide

Neue Forschungsergebnisse auf dem Gebiet der Neurophysiologie lassen vermuten, dass wiederholte Stimuli und wiederholte Bewegungen zu neuen neuronalen Verknüpfungen im Gehirn führen. Unter neuronaler Plastizität versteht man die Eigenschaft von Synapsen, Nervenzellen oder auch ganzen Hirnarealen, sich in Abhängigkeit von der Verwendung in ihren Eigenschaften zu verändern.

Man darf gespannt sein, ob diese Annahme auch zutrifft auf die wiederholte Stimulierung des Peronealnervs und die damit einhergehende Dorsalflexion im Sprunggelenk und ob die umgesetzten Schrittfolgen über Affärenzen zu positiven Änderungen im zentralen Nervensystem des Nutzers führen.

Die Studie von D. G. Everaert [1] hat gezeigt, dass durch den Einsatz von FES-Geräten über einen Zeitraum von bis zu elf Monaten nachweisbare Erfolge erzielt werden können, wie Erhöhung der Gehgeschwindigkeit um 24 Prozent bei nicht fortschreitender Erkrankung (zum Beispiel nach Schlaganfall) und um sieben Prozent bei fortschreitender Erkrankung (zum Beispiel MS). Dies geht einher mit einer signifikanten Erhöhung des motorisch evozierten Potenzials (MEP) sowie der maximalen willkürlichen Kontraktion (MVC) des M. tibialis anterior, was den Rückschluss zuläs-

st, dass die Patienten eine verbesserte und bewusstere Kontrolle über die Kontraktion des M. tibialis anterior über diesen Zeitraum wieder gewonnen haben.

Zertifizierung erforderlich

Die Abgabe der Myoorthese WalkAide ist an ein Zertifizierungsseminar gebunden, denn nur so ist sicherzustellen, dass die Patientenauswahl, die Ganganalyse, das Programmieren und die Betreuung sowie die Begleitung der Patienten durch kompetente Teams gewährleistet ist. Der bestmögliche funktionelle Erfolg für den Patienten steht dabei im Vordergrund.

Die Patienten sollen in die Lage versetzt werden, in kurzer Zeit die Myoorthese WalkAide selbst, auch mit einer Hand, korrekt anzulegen und in Betrieb zu nehmen.

Wichtig ist, dass Techniker und Physiotherapeut Erfahrung im Umgang mit neurologischen Patienten haben und dass sie im Hinblick auf Ganganalysen geschult sind und technischen Herausforderungen im Zusammenhang mit dem Programmieren des Geräts gegenüber offen sind.

Fazit

Der Einsatz der Myoorthese WalkAide bietet Patienten, die eine Fußheberschwäche infolge von MS, eines Schlaganfalls, eines Schädel-Hirn-Traumas, einer Infantilen Zerebralparese oder inkompletter Querschnittlähmung haben, eine

Möglichkeit, wieder besser zu gehen und längere Strecken zurückzulegen.

Befragungen von Patienten mit Fußheberschwäche, deren Ursache im Bereich des ersten motorischen Neurons liegt, zeigen, dass sie in erheblichem Maße von der Myoorthese profitieren: Das Gehen kann mit geringerer Kraftanstrengung durchgeführt werden, der Gang wird sicherer und das Laufen ist mit höherer Geschwindigkeit und weniger Anstrengung möglich. Die Nutzer sind sicherer, wenn sie außer Haus unterwegs sind. Sie müssen auch bei unebenem Boden nicht ständig nach unten blicken und haben weniger Angst vor Stürzen. Positiv wurde von den Nutzern beschrieben, dass das WalkAide selbstständig mit einer Hand angelegt und dass auf einen Fersensensor verzichtet werden kann. All dies führt zu einer deutlich besseren Teilhabe am Alltag und trägt zu einer verbesserten Lebensqualität der Nutzer und ihrer Familien bei.

Die Autoren:

Benedikt Preisler

Karen Eves, BSc PT

Pro Walk

Woogstr. 48

63329 Egelsbach

Literatur:

- [1] Everaert, D. G., A. K. Thompson, Chong Su Ling, R. B. Stein: Does Functional Electrical Stimulation for Foot Drop Strengthen Corticospinal Connections? *Neurorehabil Neural Repair* 24 (2010), 166