Zeitschrift: Fisio active
Herausgeber: Schweizer Physiotherapie Verband
Band: 41 (2005)
Heft: 3

Artikel: Das Kniegelenk bei neuroorthopädischen Störungen
Autor: Brunner, Reinald
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-929577

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 02.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Das Kniegelenk bei neuroorthopädischen Störungen

Reinald Brunner, Leitender Arzt Neuro-Orthopädische Abteilung, Universitäts-Kinderspital beider Basel, 4005 Basel

Schlüsselwörter:
Gang, Kinetik, Kinematik, Biomechanik, Pathologie, Kompensationsmechanismen

Bei Alltagsfunktionen wie Stehen oder Gehen erfolgt der Einsatz von aktiver Muskelkraft so ökonomisch wie möglich. Dazu müssen möglichst viel passive und indirekte Kräfte generiert werden. Bewegungseinschränkungen oder Bewegungsstörungen erfordern Kompensationen, welche zwar Energie fordern, aber diesen zusätzlichen Aufwand so gering wie möglich halten. Unter dem Gesichtspunkt der indirekten und passiven Kräfte werden das normale Stehen und Gehen dargestellt und die verschiedenen Kompensationsmechanismen bei pathologischen Zuständen beschrieben. Aus den bekannten Kompensationsmechanismen lassen sich funktionelle Defekte erkennen und therapeutisch muss die Kompensation trainiert werden, wenn sich der vorhandene Defekt nicht korrigieren lässt.

ABSTRACT

Daily functions such as standing or walking are carried out by using of active muscle force as economically as possible. For this purpose passive and indirect forces are created when ever possible. However, restrictions or derangements of movements require compensations which increase the amount of energy consumed. This additional energy is kept as low as possible. Normal stance and gait are described under the view of energy consumption as well as compensations in pathological conditions. Typical compensations hence allow for conclusion on the functional defect, and therapy should concentrate on training of the compensation if the primary defect cannot be repaired.

EINLEITUNG

Der Begriff «neuromuskuläre Störungen» umfasst ein weites Spektrum von Affektionen des zentralen oder peripheren Nervensystems oder des Muskels selbst. Es reicht von Asphyxien, Verletzungen und Infekten des zentralen Nervensystems über die Poliomyelitis anterior acuta und ihre Spätfolgen bis zu peripheren Nervenläsionen und den Myopathien selbst. Für die orthopädische Rehabilitation sind aber weniger die einzelnen Krankheitsbilder als vielmehr ihre Auswirkungen auf die Funktion des Bewegungsapparates von Bedeutung. Entscheidend ist dabei die Funktion der Muskulatur:

- es wird zu wenig Muskelkraft geleistet (Parese)
- die Muskelkraft setzt übermässig oder zum falschen Moment ein (Spastizität, Dystonie, Ataxie)

Um trotz gestörter Muskelkraft die Alltagsfunktionen wie Stehen oder Gehen auszuführen, sind Kompensationen notwendig. Diese Kompensationen richten sich nach der funktionellen Störung und weniger nach der Grundkrankheit. Sie müssen erhalten und trainiert werden. Dadurch werden aber Bewegungsabläufe verändert und es besteht die Gefahr von Kontrakturen als sekundäre Deformitäten, die ihrerseits wieder kompensiert werden müssen. Dadurch wird die Funktion des Bewegungsapparates zusätzlich beeinträchtigt. Diese sekundären Deformitäten müssen verhindert und behandelt werden. Um diese Unterscheidung zu ermöglichen, werden im Folgenden die Funktionsstörungen des Bewegungsapparates, bedingt durch Veränderungen der Muskelkraft, mit den notwendigen Kompensationsmechanismen und den Behandlungsmöglichkeiten beschrieben.

METHODE

Neuromuskuläre Krankheiten betreffen nicht das Kniegelenk selbst als Organ, sondern vielmehr seine Funktion und Stellung innerhalb der Gliederkette des Beines. Aus diesem Grunde ist bei diesen Krankheiten eine Fokussierung auf ein Gelenk wie das Knie nicht sinnvoll, sondern es muss die gesamte Gliederkette, oft im Rahmen der Funktion des ganzen Körpers, betrachtet werden.

Im Stehen oder in der Standphase beim Gehen oder Laufen muss das Kniegelenk genügend Stabilität aufweisen, um den Körper sicher zu tragen. In der Schwungphase muss es dagegen ausreichend Flexion erlauben, damit das Bein funktionell verkürzt und nach vorne bewegt werden kann, ohne hängen zu bleiben. Diese Funktion des Knies als Gelenk zwischen zwei langen Hebelarmen ist in besonderem Masse von dynamischer Kontrolle abhängig, welche über direkte muskuläre Aktivität wie über indirekte Kräfte und Momente aufgebaut wird. Dieselben Mechanismen werden bei Kompensationen eingesetzt, wenn Muskelkraft nicht in genügendem Ausmass oder nicht im richtigen Zeitpunkt zur Verfügung steht.

Alle Stellungen und Tätigkeiten werden mit einem Minimum an Energieaufwand eingenommen, beziehungsweise ausgeführt. Dazu werden indirekte passive Kräfte aus Schwerkraft und Bodenreaktionskraft sowie der Massenträgheit genutzt. Für die Kontrolle dieser passiven Kräfte ist koordinierte Muskelkraft notwendig. Je weniger diese passiven Kräfte eingesetzt werden können, umso mehr eigene Muskelaktivität wird benötigt. Aktivitäten sind anstrengender und die motorischen Fähigkeiten eines Individuums eingeschränkter. Bei neuromuskulären Erkrankungen sind meist Motorik und/oder motorische Kontrolle eingeschränkt. Dies bedeutet immer einen funktionellen Kraftverlust. Patienten mit diesen Leiden können deshalb Tätigkeiten oft nur ausführen oder Stellungen halten, solange sie ihre Defizite an Muskelkraft mit Hilfe passiver Kräfte kompensieren können. Da die Grundleiden meist nicht heilbar sind und ein Aufbau von Muskelkraft schwierig ist, muss es folglich Ziel der funktionellen orthopädischen Behandlung sein, die Fähigkeiten zu einer möglichst ausgedehnten Nutzung dieser passiven Kräfte (wieder-)herzustellen. Weil die Kenntnis über das normale Stehen und Gehen dazu vorausgesetzt werden muss, sollen die wesentlichen Punkte kurz dargestellt werden, bevor Pathologien beschrieben werden.

NORMALES STEHEN

Im Stehen wird eine aufrechte Haltung eingenommen, welche Bewegungen von Körpersegmenten erlaubt, ohne dass aber eine Fortbewegung erfolgt. Dabei können verschiedene Positionen eingenommen werden: Wir können unter gleichmässiger Verteilung des Gewichtes auf beiden Beinen stehen, oder aber nur ein Bein voll belasten (welches als Standbein bezeichnet wird) und das andere als Spielbein entlasten. Letzteres dient dann in erster Linie der Kontrolle des Gleichgewichtes.

Zwei Arten zu Stehen lassen sich unterscheiden:

In Ruhe

In Ruhe wird möglichst wenig Energie verbraucht, um sich aufrecht zu halten. Der Energieverbrauch ist dabei nicht höher als im Sitzen [8]. Dazu

- steht der Unterschenkel vertikal im Raum (und nicht senkrecht zum Fuss)
- wird das Kniegelenk minimal überstreckt und
- wird das Hüftgelenk leicht überstreckt.

SophisWare

Ihr Partner für die Administration!

- **Sophis Physio**
  Die Software, mit der die Administration einer Praxis zum Vergnügen wird.
- **Sophis Training**
  Die Software zur Verwaltung und Überwachung von Trainingsabonnementen.
- ➢**Neu - Sophis EMR/TCM**
  Die Software zur Leistungserfassung und Abrechnung nach EMR
- ➢**Neu - Sophis InPhorm**
  Trainingsplanung und videobasierte Instruktion für den Trainingsraum

Weitere Informationen und Demoversionen erhalten Sie bei:
SophisWare, 4562 Biberist, 032 672 01 92
physio@sophisware.ch

TERMINplus

Die optimale Terminverwaltung für Ihre Praxis!

Es ist endlich da: unser neuestes Programm, die virtuelle Agenda! TERMINplus hilft Ihnen, Ordnung in Ihre Termine zu bekommen und die Übersicht zu behalten. Durch die direkte Verknüpfung zum Abrechnungsprogramm THERAPIEplus erhalten Sie eine perfekte Kombination für die Praxisadministration.

- Schnelle und effiziente Einteilung
- Einfaches und sicheres Anpassen der Termine
- Sichere Übergabe an die Abrechnung

Bestellen Sie jetzt kostenlos und unverbindlich eine Demoversion und profitieren auch Sie von unserer mehr als 10-jährigen Erfahrung!

SOFTplus Entwicklungen GmbH
Lättichstrasse 8
CH-6340 Baar ZG

SOFTplus

041-763 32 32
Info@softplus.net
www.softplus.net

NEU NEU NEU NEU

Frottiertücher

physio 5
www.physio5.ch

Hochwertige Qualität zu attraktiven Preisen

Wählen Sie aus 20 verschiedenen Farben

- **Gästetuch** (30 x 50 cm)
- **Handtuch** (50 x 100 cm)
- **Duschtuch** (65 x 140 cm)
- **Badetuch** (100 x 150 cm)
- **Massagetuch** (100 x 220 cm)

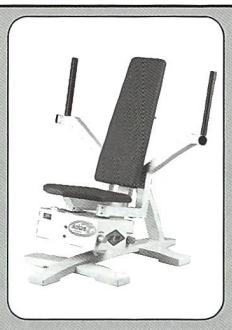
Könizstrasse 60, CH-3008 Bern, Tel 031-305 05 05, Fax 031-382 05 00, E-Mail: info@physio5.ch, Web: www.physio5.ch

Shark Fitness AG · Landstrasse 129 · CH-5430 Wettingen · Tel. 056 427 43 43

Trainingsgeräte und -zubehör

The Shark Fitness Company

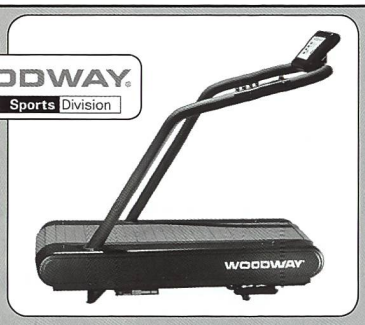
www.sharkfitness.ch



HBP

- 9 Bewegungsmaschinen mit hydraulischem Widerstandssystem

WOODWAY Sports Division



- Mit der einzigartigen, weltweit patentierten Lamellen-Laufbandtechnologie

SPORTSART

- Ganzkörper-Ellipsentrainer mit verstellbarer Schrittlänge von 45–65 cm

SPORTSART

- 3fach-Sitzverstellung in vertikaler Richtung (vorne-Mitte-hinten)
- Stufenlos verstellbare Rückenlehne

- Trainingszubehör wie Ständer, Bänke, Matten, Gewichte, Stangen, Gummibänder etc.

Für weitere Infos verlangen Sie die Kataloge

Das Lot des Körperschwerpunktes (im Stehen gleich der Bodenreaktionskraft) fällt durch den Mittelfuss, vor das Zentrum des Kniegelenks und hinter das Zentrum des Hüftgelenks: Dadurch wird in beiden grossen Gelenken ein Extensionsmoment aufgebaut, dem die dorsalen Bänder am Knie und die ventralen Bänder an der Hüfte entgegenwirken *(Abb. 1)*. Es ist anzunehmen, dass diese Bänder deshalb zu den stärksten im Körper gehören. Wenig Aktivität der Kniestrecker und der Hüftstrecker ist notwendig, um das Gleichgewicht vor allem bei Bewegungen des Körpers und der Arme zu halten. Der Triceps surae kontrolliert die Position des Unterschenkels zur Bodenreaktionskraft in Bezug zu Hüft- und Kniegelenkszentrum, um ein Einknicken zu verhindern. Der Fuss dient als Hebelarm, der verschiedenen Unterlagen angepasst werden kann (aufwärts, abwärts und so weiter). Der Triceps surae mit seinen Fasern, die sich in die Plantaraponeurose fortsetzen, kontrolliert die Stellung des Unterschenkels im Raum über dem Hebel Fuss (dieses Phänomen wird als «plantar flexion-knee extension couple» bezeichnet). Da die Schwerkraft durch den Mittelfuss fällt, besteht physiologischerweise ein Dorsalflexionsmoment. Für die Haltungskontrolle sind also praktisch nur Plantarflexoren notwendig, welche die Stellung im oberen Sprunggelenk steuern. Aus diesem Grunde dürften die Plantarflexoren so viel stärker ausgeprägt sein als die Dorsalflexoren [11].

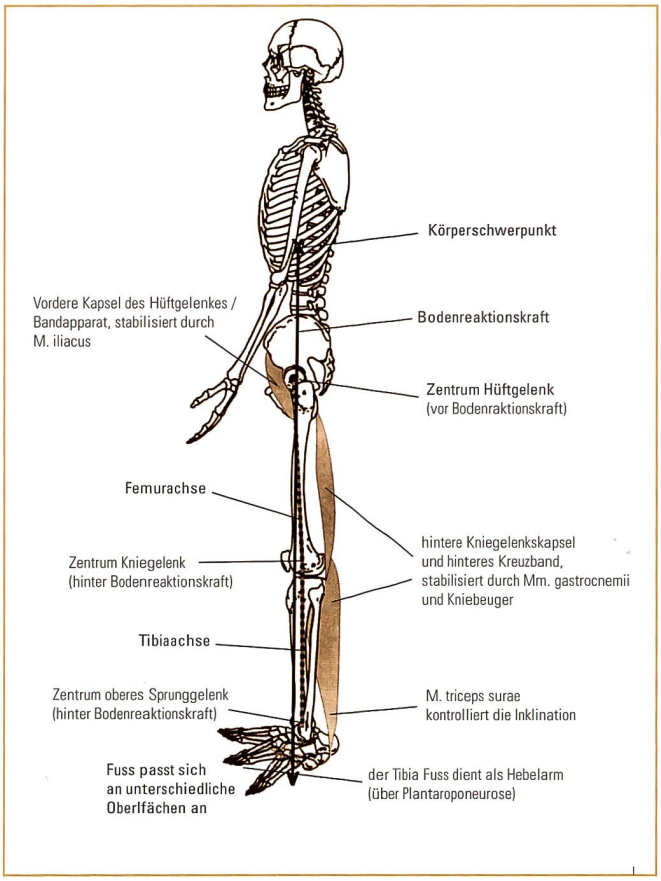


Abb. 1: Aufrechte Haltung durch passive Strukturen und externe Kräfte.

In Bereitschaft

In Bereitschaft werden Knie- und Hüftgelenk «entriegelt». Dazu werden diese Gelenke leicht gebeugt gehalten. Die passiven Streckmomente sind nicht mehr vorhanden und die Gelenke müssen in dieser Stellung durch die Streckmuskulatur aktiv kontrolliert werden. Diese Muskeln müssen nun Haltearbeit leisten, um die Schwerkraft aufzufangen. Ein Stehen in dieser Art erlaubt zwar, wesentlich schneller zu reagieren und sich in Bewegung zu setzen, ist aber anstrengender und energieaufwendiger. Es setzt genügend Muskelkraft und -kontrolle voraus. Neben dem Triceps surae sind jetzt vor allem die Knie- und Hüftstrecker aktiv. Der Kraftbedarf für diese Muskelgruppen kann reguliert werden: Je weiter der Körperschwerpunkt nach vorne verlagert wird (durch Vorneigen des Oberkörpers), desto weniger Haltearbeit müssen die Kniestrecker und umso mehr die Hüftstrecker leisten.

NORMALES GEHEN

Gehen ist, im Unterschied zum Laufen, durch eine Phase charakterisiert, in der beide Beine gleichzeitig am Boden stehen. Zwischen diesen Doppelstandphasen wird jeweils ein Bein schwingend nach vorne geführt. Innerhalb eines Doppelschrittes entfallen zirka 80 Prozent der Zeit auf die Einbeinstandphasen und 20 Prozent auf die Doppelstandphasen. Um einen Schritt zu ermöglichen, muss das Standbein genügend Stabilität aufweisen, um den Körper zu stützen und es muss durch Streckung der Gelenke genügend Länge aufweisen, um dem Gegenbein zu erlauben, vorbei zu schwingen. Umgekehrt muss sich das Schwungbein durch Flexion der Gelenke genügend zusammenfalten und sich dadurch funktionell verkürzen, um nicht hängen zu bleiben.

Wie beim Stehen werden auch beim Gehen möglichst viel passive Energien und Kräfte genutzt. Deshalb wählt jeder spontan diejenige Geschwindigkeit, bei der er mit minimalem Energieaufwand geht, das heisst, bei der die externen Kräfte bestmöglich genutzt werden. Insbesondere in der Schwungphase wird das Bein nur zu Beginn aktiv beschleunigt und pendelt dann weitgehend passiv und bis auf den M. tibialis anterior ohne Muskel nach vorne. Ein langsameres Gehen erfordert mehr Bremsen, ein schnelleres mehr Beschleunigung. Beides erhöht den Energiebedarf und führt schneller zur Ermüdung.

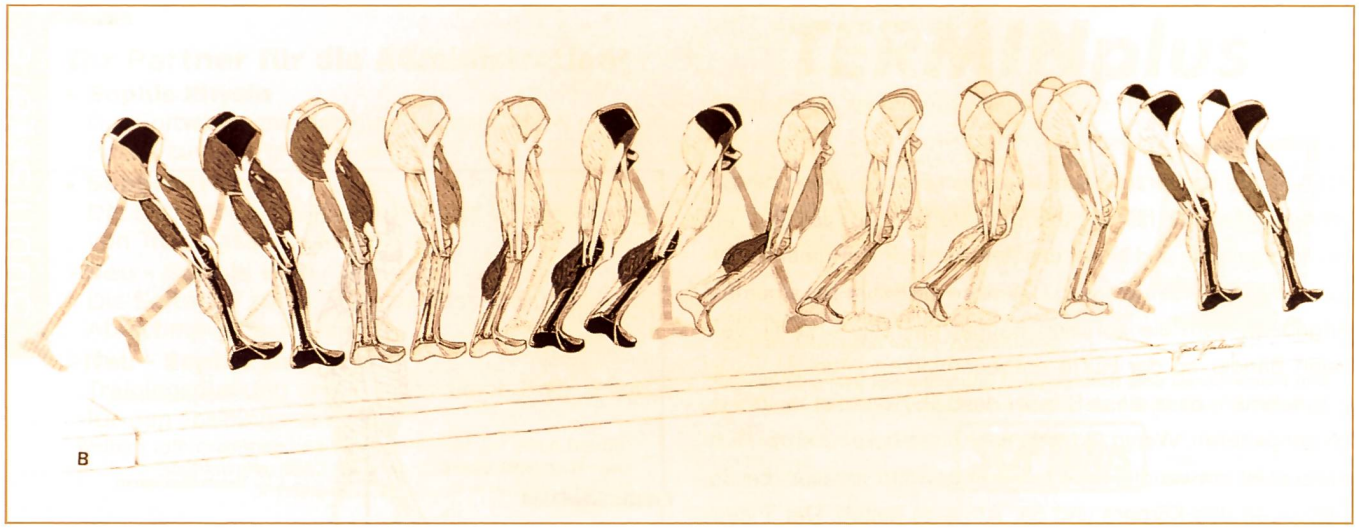


Abb. 2: Muskelaktivität beim Gehen (aus Inman 1981 [6]).

In der Standphase rollt der Fuss von der Ferse zu den Zehen ab. Dieser Abrollvorgang wird in drei Phasen unterteilt. Phase 1 beginnt mit dem Aufsetzen der Ferse, während der Fuss gegenüber dem Unterschenkel in null bis fünf Grad Plantarflexion steht. Anschliessend erfolgt eine Plantarflexionsbewegung, wodurch die ganze Planta pedis aufgesetzt wird. In der folgenden Phase 2 bewegt sich der Unterschenkel über dem am Boden fixiert stehenden Fuss nach vorne. Es resultiert eine Dorsalflexionsbewegung, welche durch eine exzentrische Aktivität des M. triceps surae gesteuert wird. Am Ende von Phase 2 blockiert dieser Muskel durch isometrische Kontraktion eine weitere Dorsalflexion. Dabei wird die Tibia gegenüber dem Boden stabilisiert und ihre Vorwärtsbewegung abgebremst. Der Körperschwerpunkt bewegt sich jedoch unverändert nach vorne, was in einer weitgehend passiven Kniestreckbewegung resultiert. Funktionell ist es folglich die Aktivität des M. triceps surae, welche zur Streckung des Knies beim Gehen führt. In der sich anschliessenden Phase 3 rollt der Fuss über die Zehen ab. Dabei wird die Ferse abgehoben, und der Fuss wird über eine konzentrische Aktivität des M. triceps surae wieder plantar flektiert, bis das Bein abgehoben wird. Das Knie steht beim Aufsetzen der Ferse in fünf bis zehn Grad Flexion. Durch Kokontraktion von Beugern und Streckern ist initial Stabilität gewährleistet. Wird die Ferse aufgesetzt und der Boden erfühlt, werden die Beuger ausgeschaltet. Es folgt zu Beginn der Standphase eine leichte Beugung, in der das Körpergewicht abgefedert wird. Diese Bewegung wird durch die Mm. vasti kontrolliert. Durch Abbremsen der Vorwärtsbewegung der Tibia (durch den M. triceps surae) bewegt sich der Vektor der Bodenreaktionskraft vor das Kniegelenk. Es resultiert ein externes Extensionsmoment, was zu einer weitgehend passiven Kniestreckbewegung führt und das Kniegelenk in dieser Stellung stabilisiert. Erst am Schluss der Standphase wird der M. rectus femoris als Hüftbeuger aktiv, wobei sich auch das Kniegelenk bereits wieder beugt, bevor der Fuss vom Boden abgehoben ist. Dadurch wird nicht nur der Körperschwerpunkt, sondern auch das Bein als gelenkiges Pendel für die Schwungphase beschleunigt. Das Hüftgelenk ist beim Aufsetzen des Fusses aussenrotiert, abduziert und flektiert (zirka 30 Grad) und wird während der Standphase innenrotiert, adduziert und hyperextendiert. Zu Beginn der Standphase stabilisieren die Adduktoren und Extensoren das Hüftgelenk. Die Hüftstrecker ziehen das Becken über das neue Standbein und beschleunigen dabei den Körper *(Abb. 2)* [6].

In der Schwungphase wird der Fuss schon zu Beginn wieder in die Position wie vor dem Aufsetzen angehoben. Das Bein faltet sich im Kniegelenk zunehmend bis zur Mitte der Schwungphase zusammen. Wenn das Schwungbein das Standbein passiert, erreicht das Knie seine maximale Beugung von 70 bis 80 Grad. In diesem Moment sind im Schwungbein keine Muskeln aktiv (ausser dem M. tibialis anterior), die Bewegung läuft passiv weiter. Gegen Ende der Schwungphase erreicht das Knie wieder weitgehend seine Streckung. Je nach Ganggeschwindigkeit wird für diese Streckung in unterschiedlichem Ausmass Streckarbeit nötig. Am Ende der Schwungphase bremsen die Kniebeuger die Kniestreckung. Im Hüftgelenk läuft eine Aussenrotations-, Abduktions- und Flexionsbewegung ab, kontrolliert vor allem durch die Hüftbeuger. Lediglich in der Mitte der Schwungphase ist praktisch keine Muskelaktivität vorhanden.

Wie beim Stehen kommt auch beim Gehen dem M. triceps surae eine Schlüsselrolle zur Kontrolle der Dynamik des Kniegelenks zu. In der Standphase kontrolliert dieser Muskel indirekt die Streckstellung des Kniegelenkes, indem er die Position des Unterschenkels dynamisch gegenüber dem Boden über den Hebelarm Fuss bestimmt.

SCHLUSSFOLGERUNGEN

ABNORMALES STEHEN UND GEHEN

Von der normalen aufrechten Haltung wird abgewichen, wenn Funktionsstörungen an einem oder mehreren Gelenken kompensiert werden müssen. Diese Funktionsstörungen können in Form von strukturellen Bewegungseinschränkungen oder Skelettdeformitäten vorliegen, oder aber auf veränderter Muskelaktivität, -länge und -kontrolle beruhen. Grundsätzlich spielen dieselben Kompensationsmechanismen beim Stehen wie beim Gehen. Die Kompensationsmechanismen zielen darauf-

hin ab, die gewünschte Funktion wieder mit einem Minimum an Energie zu ermöglichen. Wenn die pathologisch-anatomischen Veränderungen am Bewegungsapparat nicht korrigiert werden können, müssen die Kompensationen erhalten und aufgebaut werden, um dem Patienten die Alltagsfunktionen zu ermöglichen.

SPITZFÜSSIGKEIT

Spitzfüssigkeit kann durch eine strukturelle (= Kontraktur) oder funktionelle (= Kontraktion) des M. triceps surae bedingt sein. In beiden Fällen besteht ein verstärktes Extensionsmoment am ipsilateralen Knie, was in einer Hyperextension resultieren kann. Andererseits wird das Bein funktionell verlängert. Im Stehen kann diese Längendifferenz durch Kniebeugestellung ipsilateral ausgeglichen werden. Beim Gehen wird entweder ebenfalls das Kniegelenk ipsilateral in der Standphase gebeugt oder in der Schwungphase das Bein vor einem Hängenbleiben durch kontralateralen Zehenstand geschützt.

HACKENFÜSSIGKEIT

Hackenfüssigkeit besteht meist bei einer Schwäche des M. triceps surae, welcher den Unterschenkel nicht mehr senkrecht zum Boden halten kann. Eine Schwäche resultiert auch, wenn der Hebelarm für den M. triceps surae durch ein Abknicken des Fusses nach aussen oder nach innen zu kurz wird und der Muskel dadurch seine Kraft nicht mehr auf den Boden bringt. Dies wird als «lever arm disease» bezeichnet. Selten besteht eine echte strukturelle Dorsalflexionskontraktur mit fehlender Plantarflexion. In allen Fällen kippt der Unterschenkel in Vorlage. Jetzt muss das Kniegelenk gebeugt werden, um zu verhindern, dass sich die Schwerkraft vor die Füsse verlagert und die Person umkippt. Die Schwerkraft drückt das Kniegelenk in Flexion und das Knie muss durch Haltearbeit der Kniestrecker oder durch Aufbau eines indirekten Streckmomentes aktiv gegen die Schwerkraft stabilisiert werden (siehe bei Kniebeugestellung). Bei nur einseitiger Deformität kann das Kniegelenk auch aktiv durchgestreckt werden. In diesem Fall steht der Fuss nur mehr mit der Ferse auf. Die Stabilisierung gegen ein Kippen nach vorne wird vom gegenüberliegenden Fuss übernommen. Nur wenige Patienten wählen diese Möglichkeit.

Beim Gehen kann die Position des Unterschenkels in der ersten Hälfte der Standphase nicht kontrolliert werden. Der Unterschenkel gerät in Vorlage, was zu einer verstärkten Kniebeugung führt. Kompensationen sind Vermeiden der federnden Knieflexion durch Anspannen der Kniestrecker, vor allem bei einseitiger Pathologie oder Zulassen der Vorlage und Stabilisieren des Knies über die Kniestrecker und/oder Vorneigung des Oberkörpers in der zweiten Hälfte der Standphase. Für Patienten mit bilateraler Schwäche des M. triceps surae ist deshalb ausreichend kompensatorische Kraft der Kniestrecker Voraussetzung für die Gehfähigkeit (beispielsweise Patienten mit Spina bifida).

KNIEBEUGESTELLUNG

Eine Kniebeugestellung kann strukturell durch eine Pathologie am Gelenk selbst oder durch eine Kontraktur der Kniebeuger bedingt sein. Wie oben beschrieben, können aber auch eine Hackenfüssigkeit oder eine Insuffizienz des M. triceps surae zu einer funktionellen Kniebeugehaltung führen. Ist nur ein Bein betroffen, kann das andere Bein als stabiles Standbein eingesetzt werden. Sind aber beide Beine betroffen, bestehen im Wesentlichen zwei Kompensationsmechanismen:

- Das Kniegelenk wird mit der Streckmuskulatur aktiv gegen das flektierende Moment aus der Schwerkraft dynamisch stabilisiert. Da die Streckmuskulatur jedoch ihr maximales Drehmoment bei 60 Grad Flexion entfaltet, ist sie in voller Streckstellung relativ schwach. Viele Patienten stehen deshalb mit leicht gebeugten Knien. Bei starker Kniebeugestellung besteht die Gefahr, dass der Streckapparat schleichend rupturiert (Sehnenruptur, Ruptur des Lig. patellae oder als Patellafraktur). Dadurch wird er in seiner Haltefunktion zu-

ANZEIGE

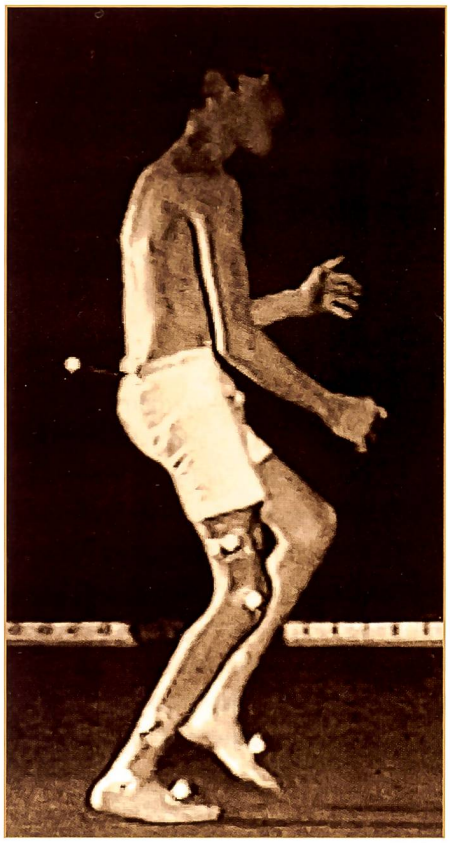


Abb. 3: Dekompensation der Kniestrecker nach langdauernder Kompensation einer Triceps surae-Insuffizienz (nach Achillessehnenverlängerung).

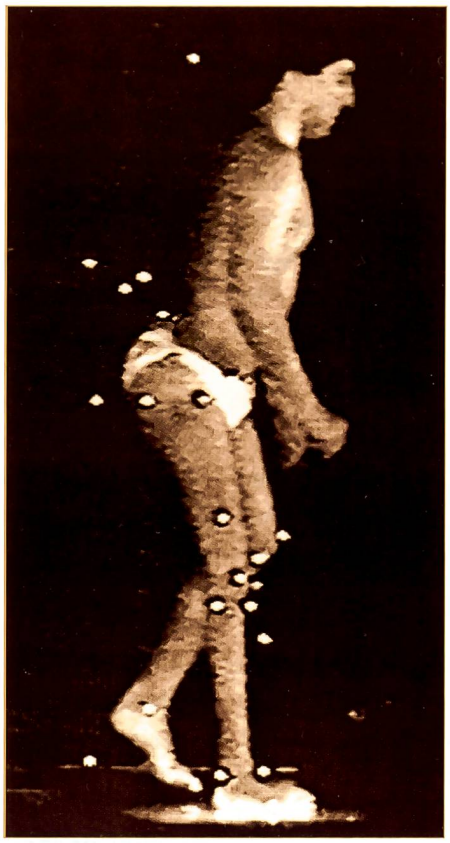


Abb. 4: Eine Kniestreckerschwäche (nach Poliomyelitis) erfordert eine indirekte Streckung des Kniegelenkes über ein externes Streckmoment, welches durch Vorneigen des Oberkörpers aufgebaut wird.

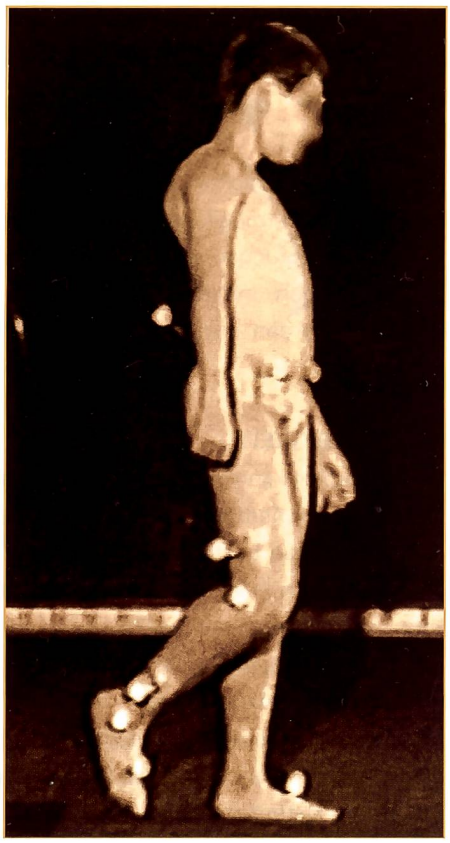


Abb. 5: Bei allgemeiner Muskelschwäche (Muskeldystrophie Duchenne) müssen die Bänder des ganzen Körpers Haltearbeit leisten.

nehmend insuffizient, was wiederum die Beugestellung verstärkt *(Abb. 3)*. In diesen Fällen muss der Kniestreckapparat wieder hergestellt werden: Entsprechend der Lokalisation der Patella wird entweder die Quadricepssehne oder die Patellarsehne verkürzt oder die Tuberositas tibiae distalisiert.

- Durch Vorneigen des Oberkörpers wird die Schwerkraft vor das Kniegelenkszentrum verlagert, wodurch ein indirektes externes Streckmoment aufgebaut wird. Dadurch wird das Kniegelenk ohne übermässige Kraft der Kniestreckmuskulatur stabilisiert. Die Hüftstrecker müssen in diesem Fall die zusätzliche stabilisierende Arbeit übernehmen *(Abb. 4)*.

Daneben erfordert die Kniebeugestellung eine kompensatorische Hüftbeugung, da die Person bei gestrecktem Knie durch Verlagerung des Schwerpunktes hinter den Fuss nach hinten fallen würde. Eine verstärkte Dorsalflexion ermöglicht es, den ganzen Fuss auf den Boden zu setzen, was für die Stabilität im Stehen günstig ist. Dabei hängt die Fussstellung nicht nur von der Kniebeugung, sondern auch von der Neigung des Bodens ab. Allerdings wird das Bein durch die Kniebeugestellung funktionell kürzer. Wenn nur ein Bein betroffen ist, kann deshalb eine Spitzfussstellung im betroffenen Bein notwendig sein, um die Beinlänge wieder auszugleichen.

KNIESTRECKKONTRAKTUR

Die Knieflexion wird entweder durch eine Gelenkspathologie oder eine Verkürzung der Kniestrecker eingeschränkt. Um Letztere zu erkennen, ist es wichtig, die Kniebeugefähigkeit bei gestreckter Hüfte zu untersuchen. Während das Stehen nicht beeinträchtigt wird, hat die Streckkontraktur wesentliche Auswirkungen auf das Gehen. Die Standphase ist erst bei sehr schwerer Einschränkung der Kniebeugefähigkeit betroffen, indem die federnde Beugung nach dem Aufsetzen des Fusses reduziert wird. Schon bei Beugeausfällen mit weniger als 90 Grad Flexion im Kniegelenk bei gestreckter Hüfte aber kann das Bein in der Schwungphase nicht genügend flektiert werden und bleibt dadurch funktionell zu lang. Der Patient muss diese Überlänge durch eine verstärkte Dorsalflexion des Fusses im Schwungbein und eine maximale funktionelle Verlängerung im Standbein kompensieren. Dies bedeutet, dass er sich auf die Zehen stellen muss. Zudem kann er durch ein Rumpfpendeln über das Standbein das Becken auf der Schwungbeinseite hochziehen und Länge gewinnen. Als letzte Möglichkeit besteht die verstärkte Abduktion in der Schwungphase, was als Zirkumduktion bezeichnet wird.

SPASTIZITÄT DER KNIEÜBERBRÜCKENDEN MUSKULATUR

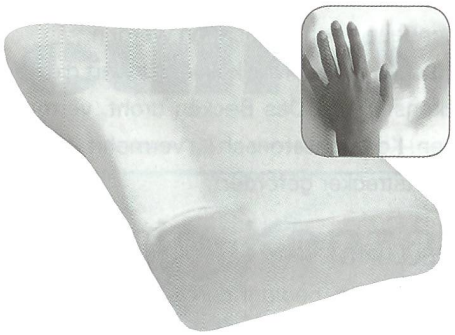
Spastizität zeigt sich vor allem als einschiessende Muskelspannung, als Reaktion auf schnelle Bewegungen. Sie ist deshalb abhängig von der Winkelgeschwindigkeit, mit der das Gelenk bewegt wird beziehungsweise von der Dehnungsgeschwindigkeit des Muskels. Langsame Bewegungen sind deshalb oft wesentlich normaler als schnelle. Beim normalen Gehen mit selbst gewählter Geschwindigkeit gibt die Minimierung des Energieaufwandes vor, dass das Schwungbein möglichst passiv pendelt. Diese passive Pendelbewegung wiederum gibt die Winkelgeschwindigkeit und die Dehnungsgeschwindigkeit der Muskulatur vor. Ist diese Geschwindigkeit höher als die

sissel®
Original

NEU!

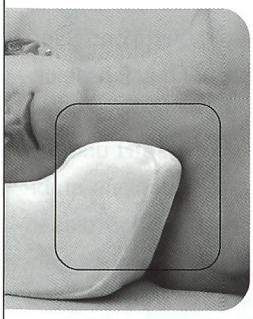
SISSEL®
Soft

Eine gute Nacht ist jetzt aus ganz besonderem Schaum!



Die verzögerte Elastik des viskoelastischen Spezialschaums.

Mit diesem neu entwickelten Kissen empfehlen Sie Ihren Patienten und Kunden die Vorteile der **millionenfach bewährten klassischen SISSEL® Form** verbunden mit einer höheren punktuellen Druckverteilung durch den neuen **viskoelastischen SISSEL® Spezialschaumstoff.** Das Besondere: Er besitzt eine „verzögerte Elastik" und passt sich dadurch jeder Form langsam und elastisch an und „umschliesst" den Nacken exakt und fest. Somit eignet sich das SISSEL® Soft besonders für empfindliche Nackenpatienten.



Durch die einzigartige Abschrägung und ergonomische Form des Kissens werden die Wirbel und Bandscheiben auch in der Seitenlage optimal entlastet und können sich erholen.

MEDIDOR HEALTH CARE • THERAPIE
Eichacherstrasse 5 · CH-8904 Aesch b. Birmensdorf/ZH · Tel. 044-739 88 88
Fax 044-739 88 00 · E-Mail mail@medidor.ch · Internet www.sissel.ch

Medical Fitness, schlüsselfertig, für
Profis...

Vom individuellen 3D Plan zum fertigen Projekt – alles aus einer Hand!

FaM Innovation Group

CYBEX®

www.LMT.ch
FITNESS • REHABILITATION • SPORT

LMT Leuenberger Medizintechnik AG
• Industriestr. 19, CH-8304 Wallisellen
Tel. 01 877 84 00
• Chemin du Croset 9A, CH-1024 Ecublens
Tél. 021 695 05 55
lmt@lmt.ch / www.lmt.ch

Swiss Physio Software

Die elegante Lösung für Ihre Praxisadministration:

- Massgeschneiderte Patientenverwaltung
- Bequeme grafische Planung von Terminen
- Automatische Fakturierung nach Tarifplan
- Übersichtliche Behandlungsserien
- Für jede Praxisgrösse geeignet
- Einfachste Bedienung

unverbindliche Informationen und eine Demoversion erhalten Sie bei:
blue screen development • limmattalstrasse 206 • 8049 zürich
01 340 14 30 • www.bsd.ch • info@bsd.ch

Schwelle, bei der die Spastizität anspricht, so wird die Bewegung blockiert und das Kniegelenk steif gestellt. Meist betrifft dieses Phänomen mehr die Beuger als die Strecker, so dass vor allem die Streckung in der zweiten Hälfte der Schwungphase ausfällt. Das Kniegelenk bleibt in Beugestellung, was dazu führt, dass der Fuss – trotz korrekter Fussstellung – mit den Zehenspitzen aufgesetzt wird. Bei Patienten mit Spastizität ist dieser Mechanismus mindestens so häufig wie eine spastische Kontraktion des M. triceps surae.

Therapeutisch wird die spastische Muskelaktivität unterbunden, indem die betroffene Muskulatur geschwächt wird. Heute wird zu diesem Zweck meist Botulinumtoxin A lokal injiziert, was den Muskel für zirka drei Monate paralysiert. Diese Injektion entfaltet die maximale Wirkung nur bei funktionellen Kontrakturen, nicht aber bei strukturellen Verkürzungen. Diese Injektion verbindet gleichzeitig Therapie mit dem funktionellen Test, ob die Muskeln funktionell korrekt ausgewählt wurden. Bei gutem Ansprechen kann dann alternativ die Muskulatur chirurgisch verlängert werden. Jede Verlängerung geht ebenfalls mit einem Kraftverlust einher, besonders wenn die Sehne des Muskels extramuskulär angegangen wird.

Die Spastizität der Kniebeuger ist funktionell besonders ungünstig, da die Beugestellung des Kniegelenkes in der Standphase zu erhöhtem Kraftbedarf der Strecker führt und mit der Gefahr der Überlastung dieser Muskeln nicht selten progredient ist. Stehen und Gehen werden eingeschränkt. Die Spastizität der Kniestrecker dagegen stört funktionell weit weniger. Die spastische Aktivität gewährleistet Stabilität in der Standphase. In der Schwungphase dagegen ist die Flexion eingeschränkt, was das Vorwärtsbewegen des Schwungbeines erschwert. Der Fuss bleibt hängen, die Schritte werden kleiner. In diesen Fällen kann ebenfalls Botulinumtoxin A in den M. rectus femoris appliziert werden, wobei jedoch die Wirkung oft gering ist, da nur ein kleiner Teil der Streckmuskulatur geschwächt wird. Ein ausgedehnterer Einsatz verbietet sich jedoch, um die Haltefunktion der Streckmuskulatur nicht zu gefährden. Chirurgisch kann der M. rectus femoris distal auf die Beuger verlagert werden, wobei der neue Ansatzort von untergeordneter Bedeutung ist [5, 10, 12]. Mit dieser Methode kann mit einer Verbesserung des dynamischen Bewegungsumfanges im Kniegelenk beim Gehen von zirka 15 bis 20 Grad gerechnet werden.

SCHWÄCHE DER KNIEÜBERBRÜCKENDEN MUSKULATUR

Eine Schwäche der knieüberbrückenden Muskulatur ohne Spastizität tritt bei Schädigung der im Rückenmarksvorderhorn liegenden Motoneuronen oder ihrer Axone, der peripheren Nerven, auf. Die Krankheitsbilder umfassen dementsprechend die Poliomyelitis acuta anterior bis zur peripheren Neuropathie und Nervenläsion. Eine Schwäche kann aber auch reflektorisch bei Schmerzen auftreten, besonders im Bereich des Streckapparates, wie beispielsweise bei retropatellären Knieschmerzen oder bei vorderer Instabilität mit Subluxationsmöglichkeit, wo die Aktivität der Kniestrecker die Tibia in eine vordere Schublade ziehen und zu einem Subluxationsphänomen führen würde. Oft wird deshalb der Kniestrecker nicht mehr eingesetzt, was als «quadriceps avoiding gait» bezeichnet wird.

Im Stehen und in der Standphase beim Gehen wird das Kniegelenk passiv über ein externes Extensionsmoment stabilisiert, welches aufgebaut wird, indem der Schwerpunkt vor das Kniegelenk verlagert wird. Dazu beugt sich der Patient mit dem Oberkörper leicht nach vorne. Die übrige Haltemuskulatur (der M. triceps surae und die Hüftstrecker) müssen vermehrt Arbeit leisten. Auffallend am Gangbild ist aber das Vermeiden jeglicher Knieflexion unter Belastung. Es fehlt das initiale Abfedern, und die Kniebeugung am Ende der Standphase setzt verspätet ein.

Wesentlich für den Erhalt des Stehens und Gehens ist die – wenn auch minimale – Hyperextensionsfähigkeit des Kniegelenkes. Geht Extension verloren, so wird schon bald die kompensatorisch wirkende Muskulatur überfordert oder es entwickeln sich zusätzliche Kontrakturen. Umgekehrt kann, vor allem bei der weissen Rasse, diese leichte Hyperextension auch langfristig als unbedenklich angesehen werden.

Eine Schwäche der ischiocruralen Muskeln erschwert die Kontrolle über die Beckenstellung. Das Becken droht, vermehrt nach ventral zu kippen. Kompensatorisch ist vermehrt Aktivität der eingelenkigen Hüftstrecker gefordert.

HÜFTFLEXIONSSTELLUNG

Ein Ausfall der Hüftstreckung, bedingt durch ein strukturelles Hüftproblem oder aufgrund der notwendigen Kompensation einer Kniebeugestellung, erfordert eine Lordosierung der LWS. Das Kniegelenk muss kompensatorisch ebenfalls gebeugt gehalten werden, um die Schwerkraft innerhalb der Belastungsfläche zu halten. Am Kniegelenk werden dabei die oben beschriebenen Mechanismen wirksam, um der flektierenden Schwerkraft entgegenzuwirken. Am Hüftgelenk müssen die Strecker gegen das Flexionsmoment Haltearbeit leisten.

GENERELLE MUSKELSCHWÄCHE

Bei Muskeldystrophie kommt es zu einem generellen Verlust von Muskelkraft. Mit zunehmender Schwäche werden Stehen und Gehen nur mehr möglich, wenn die passiven Strukturen und Kräfte eingesetzt werden können. Der Patient kontrolliert seine Haltung über die Position des Schwerpunktes: Eine leichte Tricepskontraktur (null bis fünf Grad Plantarflexion) ist ideal, da sie die fehlende Kraft des M. triceps surae ersetzt und das Sprunggelenk sowie die Position des Unterschenkels stabilisiert. Eine chirurgische Korrektur des Spitzfusses in diesen Fällen kann dem Patienten seine Steh- und Gehfähigkeit nehmen! Knie, Hüfte und Wirbelsäule werden voll extendiert oder sogar leicht hyperextendiert. Auf diese Art werden alle Gelenke indirekt über äussere Streckmomente gehalten *(Abb. 5)*. Die reduzierte Muskelkraft ist zur Stabilisierung der Haltung nicht

BODYBLADE

Ihr zuverlässiger Partner für alle Belange.
Verlangen Sie unseren Gratiskatalog.

Un partenaire compétent pour tous vos besoins. Demandez notre catalogue gratuit.

Avenue Ruchonnet 2 bis
CH - 1003 Lausanne

Tél.: 021 312 15 15
Fax: 021 320 50 68
E-mail:cuirosa@worldcom.ch

cuiro sa

Werden Sie **unschlagbar** in der physiotherapeutischen Behandlung mit Ihrem beruflichen Wissen und **GIGER MD®** Instrumenten.

Machen Sie den Schritt in die Moderne, werden Sie unabhängig und verlangen Sie eine Offerte.

Physiotherapie Thomas und Domenica Nyffeler
Bahnhofstrasse 1, 6312 Steinhausen
Telefon 041 741 11 42, Telefax 041 741 11 52
E-Mail: tnyff@bluewin.ch

Clap Tzu

Europas führender Hersteller von Massagetischen aus Holz

Massagetische aus Holz, die durch ihr lebendiges Design eine Freude fürs Auge sind und Funktionalität bieten.

Auf einen Blick...
- leicht & zusammenlegbar
- stabil & höhenverstellbar
- umfangreiches Zubehör
- fachkundige Beratung
- hohe Lebensdauer
- spezielle Cranio- & Reikitische

Tao Trade®
Mittlere Str. 151, 4056 Basel
Tel./Fax: 061 381 31 81
mail: office@taotrade.ch
web: www.taotrade.ch

Physio-Konzepte von A bis Z

Offizieller Generalvertreter von

ENRAF NONIUS

Möchten auch Sie Ihre Praxis optimieren, Zeit und Geld sparen und über Zusatzleistungen mehr Einnahmen generieren? Oder stehen Sie kurz davor sich selbständig zu machen?

Wir helfen Ihnen dabei:

- Beratung & Konzeption
- Planung & Ausführung
- Schulung
- Leasing-Service
- Umzugs-Service
- Reparatur & Wartung

MTR AG
Health & Spa Company

Partner auf der ganzen Linie

MTR - Health & Spa AG
Roosstrasse 23
CH-8832 Wollerau

Fon: 044 - 787 39 40
Fax: 044 - 787 39 41
email: info@mtr-ag.ch

notwendig und kann zur Fortbewegung eingesetzt werden.
In gleicher Weise hält sich auch ein Patient mit einer Schwäche der ganzen Muskulatur der Gliederkette eines Beines aufrecht. Geht die Knie(hyper-)extension verloren, ist seine Steh- und Gehfähigkeit in Gefahr. Bereits 5 Grad Verlust können funktionell ins Gewicht fallen. Das Ziel der Therapie muss deshalb darin liegen, diese Hyperextensionsfähigkeit wiederherzustellen beziehungsweise zu erhalten.
Eine generelle funktionelle Muskelschwäche tritt auch bei Koordinationsmangel und Ataxie auf. In diesen Fällen ist die Muskelkraft zwar erhalten, kann aber nicht im richtigen Moment eingesetzt werden. Die Auswirkung auf Gehen und Stehen ist dem Bild der Muskeldystrophie sehr ähnlich.

GENERELLE SPASTIZITÄT

Eine generelle Spastizität findet sich vor allem bei Patienten mit spastischer Tetraparese oder nach Schädelhirnverletzungen, welche das gesamte Gehirn betreffen. Bei diesen Patienten ist weniger eine Gegenspannung gegen schnelle Bewegungen als eine globale, rigorartige Steifstellung zu finden. Falls diese Patienten gehfähig werden, bleiben die Beine insgesamt steif gestellt und eine dynamische Bewegung fehlt weitgehend. Nicht nur Sprung- und Kniegelenk sind betroffen, sondern auch die Hüfte. Der Ausfall der dreidimensionalen Bewegungen, die normalerweise beim Gehen im Hüftgelenk auftreten, müssen über die Wirbelsäule im Rumpf kompensiert werden. Bei diesen Patienten kommt die lokale Applikation von Botulinumtoxin A oft nicht in Frage, da sich nicht einzelne Muskeln oder Muskelgruppen identifizieren lassen, sondern alle Muskeln betroffen sind. Aus diesem Grunde bietet sich der Einsatz oraler Spasmolytika an. Wenn bei oraler Applikation zu starke Nebenwirkungen auftreten, kann als Alternative einzig Baclofen über eine Pumpe intrathekal verabreicht werden. Diese Methode wird bei Patienten mit multipler Sklerose bereits seit Jahren erfolgreich eingesetzt und findet zunehmend auch bei Spastizität aufgrund anderer Leiden ihren Platz [1, 2, 3, 4, 7, 9, 13]. Wenn das Gangbild auch dynamischer wird, so ist doch eine Normalisierung kaum möglich.

ORTHETIK

Die orthetische Versorgung bei Kniegelenksproblemen aufgrund neuromuskulärer Krankheiten richtet sich nach den oben beschriebenen biomechanischen Prinzipien. Für die Funktion des Kniegelenkes ist in erster Linie der M. triceps surae wesentlich. Fällt dieser Muskel aus, und sind die Kompensationsmechanismen ungenügend, so kann das Kniegelenk im Stehen und in der Standphase des Gehens durch eine Stabilisierung des oberen Sprunggelenkes indirekt kontrolliert werden. Hierzu ist eine steife Unterschenkelorthese geeignet, welche das Kniegelenk in Extension hält (keine Vorlage!). Für die Schwungphase steht keine Orthese zur Verfügung.

Knieüberbrückende Orthesen zur Steuerung der Kniefunktion sind nur sehr schlecht wirksam, da sie die Bewegung blockieren (sie müssen ja in Extension Stabilität geben). Zudem wird die Wirksamkeit wesentlich eingeschränkt, da die Weichteile, vor allem am Oberschenkel, zusammengepresst werden. Deshalb lässt auch eine steife Kniehülse Beweglichkeit zu. Soll lediglich die Hyperextension unter Belastung vermindert werden, so eignet sich als Minimalbehandlung eine Erhöhung unter der Ferse (Absatz oder Fersenkeil). Genügt diese Massnahme nicht, so hilft eine Unterschenkelorthese in leichter Vorlage. Muss jedoch das Kniegelenk selbst geführt werden, kann eine steife Hülse angepasst werden, mit den oben erwähnten Einschränkungen. Lässt sich mit diesem Hilfsmittel nicht die notwendige und gewünschte Stabilität erreichen, so bleibt die Arthrodese des Kniegelenkes der letzte Schritt.

LITERATUR

1. *ALBRIGHT AL, BARRY MJ, SHAFTON DH, FERSON SS.* Intrathecal baclofen for generalized dystonia. Dev Med Child Neurol 2001 (43): 652–657.
2. *ARMSTRONG RW, STEINBOK P, COCHRANE DD, KUBE SD, FIFE SE, FARRELL K.* Intrathecally administered baclofen for treatment of children with spasticity of cerebral origin. J Neurosurg 1997 (87): 409–414.
3. *CAMPBELL WM, FERREL A, MCLAUGHLIN JF, GRANT GA, LOESER JD, GRAUBERT C, BJORNSON K.* Long-term safety and efficacy of continuous intrathecal baclofen. Dev Med Child Neurol 2002 (44): 660–665.
4. *DARIO A, DI STEFANO MG, GROSSI A, CASAGRANDE F, BONO G.* Long-term intrathecal Baclofen infusion in supraspinal spasticity of adulthood. Acta Neurol Scand, 2002 (105): 83–87.
5. *GAGE JR.* Surgical treatment of knee dysfunction in cerebral palsy. Clin Orthop, 1990 (253): 45–54.
6. *INMAN V, RALSTON JR, TODD F.* Human Walking. Williams & Wilkins, Baltimore London, 1981.
7. *IVANHOE CB, TILTON AH, FRANCISCO GE.* Intrathecal baclofen therapy for spastic hypertonia. Phys Med Rehabil Clin N Am, 2001 (12): 923–38, VIII-IX.
8. *LEVINE JA, SCHLEUSNER SJ, JENSEN MD.* Energy expenditure of nonexercise activity. Am J Clin Nutr, 2002 (72): 1451–1454.
9. *NIELSEN JF, HANSEN HJ, SUNDE N, CHRISTENSEN JJ.* Evidence of tolerance to baclofen in treatment of severe spasticity with intrathecal baclofen. Clin Neurol Neurosurg, 2002 (104): 142–145.
10. *ÕUNPUU S, MUIK M, DAVIS III RB, GAGE JR, DELUCA PA.* Rectus femoris surgery in children with cerebral palsy. Part I: The effect of rectus femoris transfer location on knee motion. J Ped Orthop, 1993 (13) 325–330.
11. *SILVER RL, DE LA GARZA J, RANG M.* The myth of muscle balance. A study of relative strengths and excursions of normal muscles about the foot and ankle. J Bone Joint Surg, 1985 (67 B): 432–437.
12. *SUSAN RETHIEFTEN, VERNON T. TOLO, RICHARD A. K. REYNOLDS, ROBERT KAY.* Outcome of Hamstring Lengthening and Distal Rectus Femoris Transfer Surgery. J Paediatr Orthop Part B, 1999 (8): 75–79.
13. *WALKER RH, DANISI FO, SWOPE DM, GOODMAN RR, GERMANO IM, BRIN MF.* Intrathecal baclofen for dystonia: benefits and complications during six years of experience. Mov Disord, 2000 (15): 1242–1247.