

Gangverbessernde Maßnahmen bei Patienten mit Zerebralparese

Patienten mit spastischer Zerebralparese zeigen meistens ein gestörtes Gangbild. Dabei führt die Veränderung der Gangmechanik zu einem erhöhten Energieverbrauch, messbar als O₂-Uptake [1, 2] oder als „physiological cost index“ (PCI; [3, 4, 5, 6, 7]). Ein wesentlicher Faktor ist dabei die vermehrte Muskelarbeit, welche aufgrund von ungünstigen Gelenkstellungen unter Belastung erforderlich wird (beispielsweise das Gehen mit gebeugten Knien). Dadurch wird der Einsatz von externen Kräften und Drehmomenten, welche normalerweise die Bewegungen ökonomisieren, reduziert. Entsprechend sinkt der Energieverbrauch, wenn es gelingt, die Gelenkstellungen zu verbessern, was in der Regel der Annäherung an den Normalzustand entspricht.

Verschiedene Faktoren tragen zur Veränderung des Gangbildes bei. Sie lassen sich in neurologische und biomechanische unterscheiden, wobei eine gegenseitige Beeinflussung besteht:

- a) Die wichtigsten neurologischen Faktoren:
- Spastizität äußert sich als Steifigkeit und bremst schnelle Bewegungen. Damit besteht vor allem in der Schwungphase oft zu wenig Zeit, die für das Einleiten eines Schrittes normale und notwendige Position in den Gelenken einzunehmen. Spastizität wird durch viele Emotionen gesteigert, und so auch durch ein Unsicherheitsgefühl. Dieses kann auch entstehen,

wenn es aufgrund von Gelenkfehlstellungen schwierig wird, sich aufrecht zu halten.

- Schwäche ist regelmäßig bei Patienten mit Zerebralparese zu finden und kann sich unter Spastizität verbergen. Diese Schwäche kann neurogene und biomechanische Ursachen haben. Die neurogenen Ursachen liegen in einer verminderten Aktivierung des Muskels wegen Ausfalls eines Teils der motorischen Verbindungen vom 1. Motoneuron zu den Muskelzellen, in einer Veränderung der Kontrollemechanismen über die Muskelaktivität im Hirn (auch aufgrund veränderter sensorischer Rückmeldungen) und in einer Veränderung des Muskels selbst. Diese Schwäche erhöht das Unsicherheitsgefühl.
 - Koordinationsstörungen und
 - Gleichgewichtsstörungen sind ebenfalls oft bei Patienten mit Zerebralparese zu finden. Auch diese Probleme erschweren die Kontrolle einer sicheren aufrechten Haltung.
- b) Die wichtigsten biomechanischen Faktoren:
- Eine Schwäche als biomechanisches Problem findet sich bei überlangen Sehnen (sei es nach operativer Verlängerung, sei es durch spontane Überdehnung). Ein typisches Beispiel ist das aktive Extensionsdefizit des Kniestreckers („active extension lag“ [14]). Der Muskel kann dann auch bei optimalem Trainingszustand das Gelenk in seinem Bewegungsumfang nicht mehr kontrollieren (■ **Abb. 1**). Ein weiterer Grund liegt im reduzierten Aktivitätslevels des Patienten, was zu einer progredienten Muskelatrophie führt. Wiederum erschwert die Schwäche die Haltungskontrolle und vermehrt das Unsicherheitsgefühl.
 - Gelenkkontrakturen und
 - Muskelkontrakturen, welche es nicht mehr erlauben, die physiologischerweise notwendigen Stellungen für eine ökonomische Funktion einzunehmen. Dadurch wird mehr Muskelarbeit notwendig, erschwert durch die gleichzeitig vorhandene Muskelschwäche, was wiederum zu einem Unsicherheitsgefühl beiträgt.
 - Veränderungen der Hebelarme für Muskeln, welche zur Haltungskontrolle wesentlich sind: Der Abduktionsknicksenkfuß mit Verkürzung des Hebelarms für den Triceps surae oder die Hüftinnenrotation mit ungünstiger Einstellung des Hebelarms für die Kniestrecker.
 - Gangbedingte Faktoren wie die Rotationsstellung des Fußes, welche sich beim Abstoßen verstärkt oder das Einknicken des Fußes, welches zu einer Innenrotation des Beins über dem am Boden fest stehenden Fußes führt [8, 9].
 - Indirekte Effekte von Muskelaktivitäten, welche unter Belastung entstehen (z. B. die Kniestreckung [10, 14] oder der Hüftinnenrotation [10] als Effekt der Plantarflexion).



Abb. 1 ◀ **a** Aktive Kniestreckung. Es bleibt eine Kniebeugung von 30° bei maximalem Anspannen der Kniestrecker **b** Passiv lässt sich das Knie auf 10° Beugekontraktur strecken. Es besteht ein aktives Streckdefizit von 20°

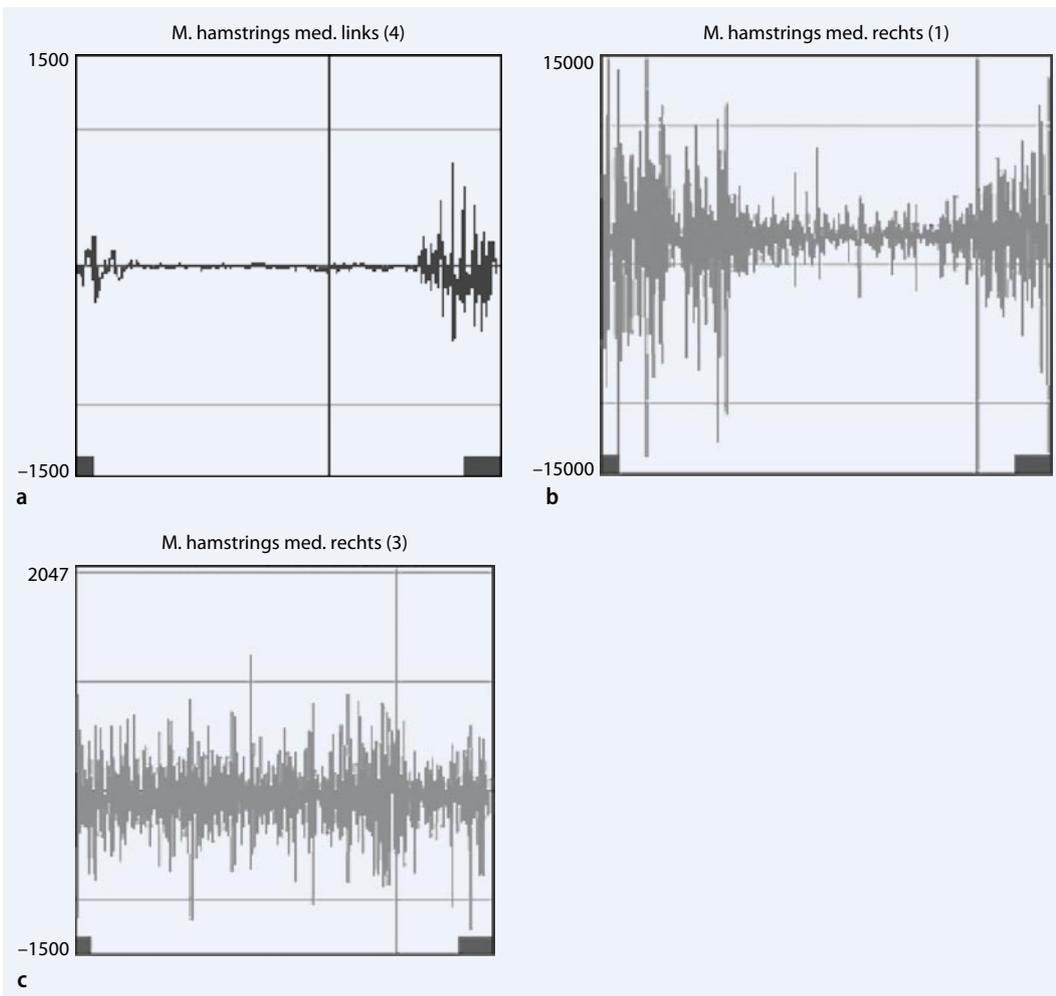


Abb. 2 ◀ **a** Dynamisches EMG eines Schrittes: normal. **b** Dynamisches EMG eines Schrittes: Spastizität mit überlagert gut kontrollierter Aktivität (Hamstrings, Diplegie). **c** Dynamisches EMG eines Schrittes: Spastizität ohne erkennbare kontrollierte Aktivität (Hamstrings, Diplegie)

Vor Einleitung einer Behandlung gilt es, diese verschiedenen funktionell relevanten Faktoren zu identifizieren. Wesentlich ist dabei die Unterscheidung zwischen neurogenen und biomechanischen Faktoren. Zunächst müssen die neurogenen Faktoren bestmöglich korrigiert werden, da sie einen wesentlichen Einfluss auf die Biomechanik haben und

sich biomechanische Korrekturen in ihrem Ausmaß ändern. Vor allem gilt es, eine wesentlich störende Spastizität als erstes zu behandeln, da dadurch funktionelle Kontrakturen wegfallen und strukturelle eine verborgene Schwäche kompensieren können. Dadurch verändert sich das orthopädische Behandlungskonzept wesentlich. Liegt das Hauptproblem

dagegen auf biomechanischer Ebene, sind entsprechende orthopädische Maßnahmen, konservativ oder operativ, die erste Wahl. Wird in einem ersten Schritt die Spastizität behandelt, muss der Effekt der Behandlung evaluiert werden. Es kann durchaus möglich sein, dass zusätzliche biomechanische Korrekturen erforderlich

sind, um das Gangbild und die Funktion zu optimieren.

➤ **Wesentlich ist die Unterscheidung zwischen neurogenen und biomechanischen Faktoren**

Die wichtigste Untersuchung, welche über die funktionellen Probleme Aufschluss gibt, ist die instrumentierte Ganganalyse.

Ganganalyse

Die instrumentierte Ganganalyse ist das wesentliche Untersuchungsmittel, um eine komplexe funktionelle Behandlung zu planen. Sie ist die einzige Methode, welche Funktionen und Bewegungen analysieren lässt und objektive Daten liefert. Eine vollständige Interpretation der Gangdaten setzt aber eine klinische Untersuchung voraus. Ohne Kenntnis der individuellen Möglichkeiten (Beweglichkeit, Muskellängen, Muskelkraft etc.) lässt sich nicht der Grund für Gangpathologien nicht eruieren. Beispielsweise kann ein Kniebeugegang aus einer Schwäche der Streckmuskeln, aus einer Kontraktur der Hamstrings oder einer Gelenkkontraktur resultieren.

Die instrumentierte Ganganalyse erfordert ein System, welches Marker im Raum verfolgt. Diese Marker werden an vorbestimmten Stellen am Körper des Probanden angebracht und definieren ein der Berechnungsroutine zugrunde gelegtes Skelettmodell. Diese Software liefert dreidimensionale Daten der Bewegungen der Körpersegmente und damit der Gelenke (*Kinematik*). Als weiteres Element wird die Bodenreaktionskraft in 3 Dimensionen mittels Kraftmessplatten aufgezeichnet. Die simultane Aufzeichnung erlaubt die Berechnung der während der Funktion auftretenden Kräfte in den verschiedenen Gelenken (*Kinetik*). Dabei wird als erstes der Abstand der Bodenreaktionskraft zum Drehpunkt des jeweiligen Gelenks berechnet. Dieses externe Drehmoment entspricht physikalisch einem internen vom Probanden aufgebrauchten Drehmoment gleicher Größe, aber mit umgekehrtem Vorzeichen. Aus der mathematischen Verknüpfung mit der Kinetik lässt sich weiter berechnen, ob Leis-

tung erbracht oder absorbiert wird. Aus den Drehmomenten und der Leistungsberechnung lässt sich folgern, welche Gewebe in welcher Weise die notwendigen Kräfte während der Funktion aufbringen. Allerdings geht in diese Berechnung nur die resultierende Kraft ein. Eine Kontraktion von Agonist und Antagonist reduziert Drehmoment und Leistung und kann zu einer Fehleinschätzung führen. Deshalb ist es hilfreich, ebenfalls simultan ein *dynamisches Elektromyogramm* der wesentlichen Muskeln abzuleiten. Damit lässt sich die Folgerung aus der Zusammenführung von Kinematik und Kinetik belegen oder verwerfen.

Ohne die Pathologie einer Bewegungsstörung in der Funktion, meist beim Gehen, verstanden zu haben ist es schwierig, eine geeignete und umfassende Behandlung durchzuführen. Der klinische Eindruck muss leider nicht mit der Realität übereinstimmen: Würden wir uns lediglich auf unsere Sinne verlassen, würden wir noch heute glauben, dass die Sonne um die Erde kreist. Erst die Ganganalyse mit allen Komponenten erfasst Fakten, welche unseren Sinnen entgehen, und erlaubt es, Störfaktoren aufzudecken und von funktionell wirksamen Kompensationen abzugrenzen.

Die wesentlichen Pathologien

Patienten mit Zerebralparese weisen bei- nahe immer ein gestörtes Gangbild auf. Dabei müssen zwei grobe Problemkreise unterschieden werden:

1. Spastizität und
2. Biomechanik.

Spastizität

Spastizität äußert sich einerseits in einem erhöhten Muskeltonus, was zu einer Steifstellung der betroffenen Gelenke führt. Emotionen wie auch Stress, welcher auch beim Empfinden einer Haltungsunsicherheit auftritt, verstärken die Steifigkeit. Eine andere Komponente erklärt sich aus der Intoleranz der Muskulatur gegen schnelle Dehnung, wie sie schon in der Schwungphase beim Gehen auftritt.

Die schnelle Dehnung führt zu einer reaktiven Muskelgegenspannung und blockiert die Bewegung. Das Resultat ist bei-

Zusammenfassung · Abstract

Orthopäde 2010 · 39:15–22
DOI 10.1007/s00132-009-1533-4
© Springer-Verlag 2010

R. Brunner

Gangverbessernde Maßnahmen bei Patienten mit Zerebralparese

Zusammenfassung

Gangstörungen bei Patienten mit spastischer Zerebralparese führen zu einem erhöhten Energieverbrauch. Dazu tragen Spastizität und eine gestörte Biomechanik bei. Über diese biomechanischen Probleme gibt die instrumentierte Ganganalyse am besten Auskunft und dient als optimale Basis für die orthopädische Behandlungsplanung. Moderne Behandlungsprinzipien schließen Muskelverlängerungen, -verkürzungen, Torsionskorrekturen und Gelenkstabilisationen ein. Operative und konservative Maßnahmen (v. a. im Fußbereich) können aufeinander abgestimmt eingesetzt werden. Dadurch werden Muskelkraft und -länge wieder ausbalanciert und die notwendigen Hebelarme wiederhergestellt. Möglichst viele operative Schritte werden in Form von Mehretageeingriffen miteinander kombiniert, um für den Patienten die Rehabilitation möglichst kurz zu halten.

Schlüsselwörter

Zerebralparese · Gangstörung · Biomechanik · Behandlungsprinzipien · Ganganalyse

Measures to improve gait in patients with cerebral palsy

Abstract

Gait disorders in patients with cerebral palsy result in excessive energy consumption due to spasticity and faulty biomechanics. Instrumented gait analysis shows these problems best and provides the optimal base for the orthopaedic treatment. Modern therapy options consist of muscle lengthenings, muscle shortenings, corrections of torsions and stabilisations of joints. Especially at the foot level, conservative and operative means can be used depending on the individual situation. The aim is to rebalance muscle strength and length and to restore the lever arms. As many procedures as possible are combined in multilevel corrections in order to keep the total rehabilitation for the patient as short as possible.

Keywords

Cerebral palsy · Gait disorder · Biomechanics · Treatment principles · Gait analysis

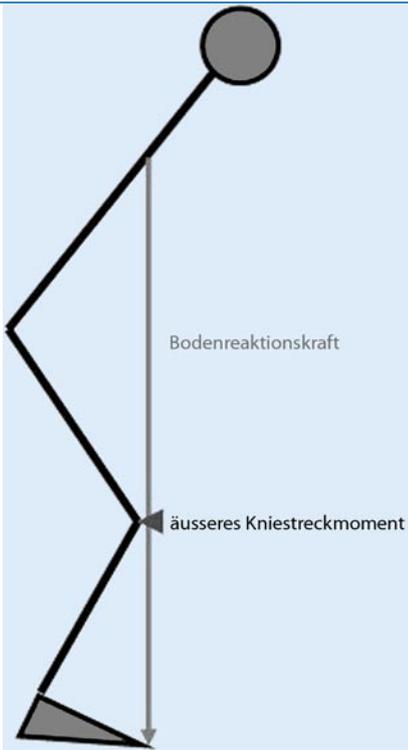


Abb. 3 ▲ Hüftbeugung mit Rumpfeignung nach vorne zur Kontrolle der Kniestreckung

spielsweise eine Einschränkung der Kniestreckung in der Schwungphase oder eine Spitzfüßigkeit beim Gehen auf den Zehenspitzen. Diese Spastizität kann lokal oder global verteilt sein. Während lokale Spastizität mit lokal wirkenden Maßnahmen (Botulinumtoxin-Injektionen oder Verlängerungen des Muskelsehnenapparats) behandelt werden können, fällt die Therapie der globalen Spastizität in das Gebiet der Neurologie und Neurochirurgie. Wichtig ist, allfällige Spastizitätsbehandlungen von orthopädischen Korrekturen durchzuführen, da das funktionelle Bild dramatisch verändert werden kann und andere Maßnahmen notwendig sein können. Die Ganganalyse erlaubt es, die Wertigkeit von Spastizität für die Gangstörung abzuschätzen: Das dynamische EMG zeigt normalerweise ein Bild von kontrollierter Aktivität, welches mit der Kinetik und Kinematik erklärt werden kann. Auch abnorme EMG-Muster können für pathologische Gangbilder notwendig sein und sind damit nicht unmittelbar pathologisch. Dies trifft auch für Kokontraktionen zu, deren Sinn wir wohl noch immer nicht ganz verstanden haben. Beim Vorliegen von Spastizität herrscht jedoch eine Daueraktivität vor, welche ei-

ne kontrollierte Aktivität kaum mehr erkennen lässt (■ **Abb. 2a, b**).

Biomechanik

Der zweite Problemkreis betrifft die Störung der Biomechanik. Stehen und Gehen lernen bedeutet, Schwerkraft und Massenträgheit zur Verbesserung der Effizienz dieser Funktionen einsetzen zu lernen. So wird typischerweise beim Gehen das Kniegelenk nicht mit den Kniestreckern, sondern über ein externes Streckmoment, resultierend aus dem Abbremsen der Vorwärtsbewegung des Unterschenkels durch den M. soleus, wirklich gestreckt. Patienten mit Kniestreckerschwäche neigen deshalb den Körper nach vorne und bauen dieses Streckmoment bereits früher als normal auf (■ **Abb. 3**). Funktionelle Behandlungen dürfen deshalb Schwerkraft und Massenträgheit nicht außer Betracht lassen. Die biomechanischen Voraussetzungen für einen Einsatz des Bewegungsapparats mit bestmöglicher Effizienz sind:

- genügende Beweglichkeit der Gelenke (v. a. Streckbarkeit von Knie und Hüfte) und ausreichende Länge des Muskelsehnenapparats,
- genügende Muskelkraft, welche sich aus der Länge des Muskelsehnenapparats einerseits und der Hebelarme andererseits ergibt.

Kontrakturen

Die klinische Untersuchung weist Einschränkungen von Bewegungsumfang und Muskellänge nach. Erst die Ganganalyse aber zeigt auf, inwieweit diese Befunde auch funktionell relevant sind. Während ein Ausfall von Streckung in Kniestreckausfall beinahe immer zu einer Mehrbelastung führt, kann ein Hüftstreckausfall irrelevant sein, weil der Patient sich wegen seiner Kniestreckerschwäche aus oben beschriebenen Kompensationsgründen ohnehin nach vorne neigen muss. Während eine operative Korrektur einer Gelenkkontraktur schlimmstenfalls unnötig sein kann, können Verlängerungen des Muskelsehnenapparats durchaus dazu führen, dass der Patient die Kontrolle über ein Körpersegment verliert: Eine Kniebeugerverlängerung kann zur Verbesserung der Kniestreckung günstig

sein, aber zu einer verstärkten Beckenkipung nach vorne führen, was funktionell ungünstig ist. In diesem Fall verbietet sich eine Muskelverlängerung.

Die Ganganalyse lässt Rückschlüsse auf die funktionelle Muskellänge zu und hilft damit, Fehlindikationen zu vermeiden.

Vor Verlängerungen kann der Effekt der Muskelschwächung auch mit Botulinumtoxin-Injektion ausgetestet werden. Als erfolgreiches Behandlungskonzept hat sich erwiesen:

Für das Sprunggelenk. Plantarflexionskorrekturen sind erst $>5-10^\circ$ störend, und auch dann nur beim Gehen barfuß auf ebenem Boden. Konservativ lässt sich mit einem Absatz problemlos ein Fersenballengang erreichen, solange das Gehen auf den Zehen nicht auf einer ungenügenden Kniestreckung im Moment des Aufsetzens des Fußes beruht. Zur Behandlung eines Spitzfußganges ist, schon zur Vermeidung von Fußdeformitäten, eine orthetische Versorgung indiziert. Wird der Fuß dabei beim Aufsetzen weitgehend in normaler Stellung gehalten, genügt eine Orthese, welche lediglich den Fuß fasst (z. B. dAFO Nancy-Hylton).

Muss auch der Winkel im Sprunggelenk kontrolliert werden, ist eine Unterschenkelorthese, in der Regel mit freier Dorsalflexion aber Plantarflexionssperre, notwendig. Oft ist eine Ganganalyse für diese Differenzierung nötig, da sich der Sekundenbruchteile während Moment des Aufsetzens des Fußes unserer Beobachtung entzieht. Ein einfacher Pendeltest des Kniegelenks sagt voraus, ob mit der Behandlung der Fußfehlstellung auch das Gangbild korrigiert wird (ein steifes Pendel zeigt eine wesentliche Kniebeugekomponente an). Zur Korrektur von störenden Kontrakturen ist eine Achillessehnenverlängerung geeignet. Die sehnige Verlängerung korrigiert die Verkürzung wie auch die spastische Komponente. Eine Überkorrektur (Dorsalflexion über $5-10^\circ$) muss aber vermieden werden.

Bei geringen Kontrakturen sind auch die intramuskulären (aponeurotischen) Verlängerungen möglich, welche die Kraft besser behalten und damit weniger auf ei-

Hier steht eine Anzeige.



ne vorhandene Spastizität wirken. Die verschiedenen Operationsmethoden für den Triceps surae bieten eine sehnige Verlängerung aller Komponenten des M. triceps, die Operation nach Vulpius eine aponeurotische Verlängerung des Soleus mit sehniger Verlängerung der Gastrocnemii (da der Schnitt unterhalb der Gastrocnemii liegt), die Operation nach Strayer als sehnige Verlängerung der Gastrocnemii, bei der die Gastrocnemii auf der Aponeurose des Soleus proximalisiert werden (in diesem Falle kann der Schnitt in der Aponeurose des Soleus unterbleiben), die Operation nach Baumann, bei welcher alle Komponenten des Trizeps aponeurotisch verlängert werden, und zuletzt die proximale (subkutane) Aponeurosendurchtrennung der Gastrocnemii, bei welcher der Soleus wiederum intakt bleibt.

Dieses Spektrum an operativen Techniken erlaubt eine individuelle Dosierung von Verlängerung und Schwächung. Eine Klumpfußdeformität ist meist auf eine Überaktivität des M. tibialis posterior zurückzuführen. Ein Splittransfer gilt als adäquate Methode, doch kann eine einfache distale Sehnenverlängerung den gleichen Effekt mit weniger Aufwand bringen.

Für das Kniegelenk. Kniebeugekontrakturen sind schon in geringem Ausmaß funktionell relevant ($>10^\circ$). Konservativ lassen sich Kontrakturen aufquengeln, wenn sie nicht lange bestehen und die Therapie konsequent durchgeführt wird. Operativ bewährt sich die Tenotomie des M. semitendinosus, dessen Fehlen keinerlei negative Folgen hat (wie die Entnahme der Sehne zu Kreuzbandrekonstruktionen zeigt). Die übrigen medialen und in Extremfällen auch lateralen Hamstrings werden bei ausgedehnten Kontrakturen intramuskulär verlängert und aufgedehnt. Genügt die Muskelverlängerung nicht oder ist sie kontraindiziert, erfolgt eine suprakondyläre Extensionsosteotomie.

Für das Hüftgelenk. Hüftbeugekontrakturen sind meist geringer als die Kniebeugekontrakturen und wohl sekundär durch diese bedingt. Da die meisten Patienten zur Entlastung der Kniestrecker leicht vornüber gebeugt gehen und stehen, sind erst ausgeprägte Beugekontrakturen störend. Oft wird die Pathologie auch auf

eine Beugerspastizität zurückgeführt. Allerdings sprechen die klinischen Untersuchungen von Muskelkraft und Spastizität sowie die Ganganalysen dagegen: Die Patienten weisen regelmäßig eine Schwäche von Beugern und Streckern auf. Damit ist es vielmehr die Extensorenchwäche, welche der Schwerkraft nicht entgegenhalten kann, und nicht eine Beugerüberfunktion, welche zur Hüftbeugung beim Gehen führt. Eine übermäßige Hüftbeugeraktivität zusammen mit der Schwerkraft könnte durch die schwachen Strecker kaum gehalten werden. Hüftbeugekontrakturen sind deshalb bis zu einer Kontraktur von $10\text{--}20^\circ$ kaum funktionell störend. Eine Psoasverlängerung birgt dagegen die Gefahr einer übermäßigen Schwächung mit Störung der aktiven Hüftflexion (Verlangsamung des Gehens, Erschweren des Gehens aufwärts und Treppen steigen). Wir beschränken uns deshalb auf die Verlängerung der Spinamuskulatur und schließen bei ungenügendem Effekt eine proximale Femurextensionsosteotomie an. Gelegentlich kann eine Beugekontraktur auch auf einer Hüftsubluxation beruhen. In diesem Falle muss als erstes die Hüfte knöchern wieder rekonstruiert werden.

Man muss jedoch die Hüftbeugekontraktur von der Beugestellung in der Standphase im Hüftgelenk unterscheiden. Diese Stellung kommt durch Vorneigen des Oberkörpers (meist zur Kontrolle der Knieextension) zu Stande und wird über die Schwerkraft erreicht, wobei die Hüftstrecker das Becken kontrollieren. Hüftbeuger sind in diesem Moment kaum aktiv und würden den Körper zu Boden ziehen. Aus einer Hüftbeugestellung in der Standphase kann deshalb nicht auf eine Beugeraktivität geschlossen werden.

Hebelarme

Ein weiterer wesentlicher Faktor für ein effizientes Gehen ist eine ausreichende Muskelleistung, um die Gelenke zu kontrollieren und Bewegung zu ermöglichen. Eine grundsätzliche Einbuße an Muskelkraft ist durch die Innervationsstörung und die veränderte Alltagsaktivität der Patienten bereits erklärt. Veränderungen der Muskulatur selbst sind ein weiterer Grund. Zudem hängt die Leistung aber auch von den Hebelarmen und den Muskelsehnenlängen ab:

Die wesentlichen Hebelarme sind der Fuß und der Oberschenkel.

Je besser beide in Gangrichtung ausgerichtet sind, desto besser kann der Patient sein Bein kontrollieren. Der Fuß neigt unter der unphysiologischen Belastung im Zehengang zu Deformitäten: Einerseits bricht er im Mittelfuß auf und knickt in Abduktionsaußenrotation weg. Im Extremfall belastet der Patient lediglich den Taluskopf neben dem Fuß. Durch das Aufknicken und durch die Auswärtsrotation verkürzt sich der Hebelarm, und der Triceps surae als wesentlicher Haltemuskel wird insuffizient. Ähnlich, aber in geringerem Ausmaß wirkt sich die Klumpfußdeformität aus.

Zur Korrektur des Fußes stehen konservative und operative Möglichkeiten zur Verfügung. Konservativ kann der Fuß mit einem entsprechenden Aufbau unter der belasteten Ferse, beim Abduktionsknickplattfuß bei Bedarf medialisierend unter die Fußwölbung verlängert, beim Klumpfuß in jedem Fall bis unter das Metatarsale-V-Köpfchen gezogen, aufgerichtet werden. Die Orthesenhöhe (minimale Fußorthese) richtet sich wiederum nach der Notwendigkeit der Korrektur in der Schwungphase (dAFO Nancy-Hylton) und der Sprunggelenkstellung (konventionelle Unterschenkelorthese wie oben beschrieben). Nur das effiziente, korrekt angepasste Hilfsmittel zeigt eine Korrektur der Fußausrichtung unter Belastung.

Operativ kommen Sehnenverlagerungen und Korrekturosteotomien (u. U. kombiniert mit Arthrodesen) des Fußes zur Anwendung. Sehnenverlagerungen dürfen nicht zu ausgedehnt erfolgen und haben nur in leichten und flexiblen Füßen Aussicht auf Erfolg. Bei komplexeren Knickplattfüßen eignet sich die Kalkaneusverlängerung zur Aufrichtung des Rückfußes, wobei bei gleichzeitiger Instabilität im Choppart-Gelenk die kalkaneokuboidale oder gegebenenfalls talonavikuläre Arthrodesese beide Komponenten besser korrigiert und mit wenig Behinderung einhergeht. Sehr ausgedehnte Plattfüße mit Beteiligung des unteren Sprunggelenks benötigen zumindest alleine eine Arthrodesese des unteren Sprunggelenks, was von den Patienten aber schlechter toleriert wird als weniger versteifende Maßnahmen. Bei

mäßiger Klumpfußdeformität kann mittels einer dorsalen Kalkaneusvalgisation (Mitchell) der Zug des Trizeps korrigiert und damit die Fußbelastung verbessert werden [17]. Steife und ausgedehnte Deformitäten erfordern eine Rückfußkorrektur, oft kombiniert mit einer Arthrodesse.

Ist die Fußstellung lediglich oder teilweise auch durch eine Unterschenkeltorsionsanomalie bedingt, wird eine distale Tibiortorsionskorrektur angeschlossen. Wir verwenden winkelstabile Implantate zur Fixation, da diese eine sofortige Belastung ermöglichen.

Neben der Einstellung des Fußes ist die Ausrichtung des Oberschenkels und damit des Kniegelenks in Gangrichtung wesentlich. Ein Einwärtsgang in der Hüfte wird meist auf eine vermehrte Antetorsion zurückgeführt, weshalb eine Femurderotation proximal oder distal durchgeführt wird. Ganganalytisch lässt sich kein Unterschied zwischen den Osteotomien auf den verschiedenen Höhen nachweisen [15, 16]. Leider sind die Korrekturergebnisse aber nicht zufrieden stellend. Dies gab Anlass, die Faktoren, welche zur Innenrotation führen, zu erforschen. Dabei kommen Zweifel auf, ob die verstärkte Antetorsion nicht auch ein Sekundärphänomen bedingt durch das veränderte Gangbild sein kann. Verschiedene andere Faktoren führen zur Innenrotation des Beins: eine Trizepsüberfunktion [10] als entfernte Wirkung unter Belastung, das Abrollen über einen bereits innenrotiert stehenden Fuß und die Belastung auf einem einknickenden Fuß, was als Malalignmentsyndrom beschrieben ist. Lediglich ein innenrotierender Effekt der Hüftadduktoren ist ausgeschlossen [11]. Dies bedeutet, dass auch diese Faktoren angegangen werden müssen. Ihre Existenz lässt sich dabei teilweise erst in der Ganganalyse aus der Kombination der kinematischen Werte in den verschiedenen Gelenken belegen. Die Korrekturen entsprechen den oben beschriebenen. Als weiterer Faktor besteht eine Insuffizienz der Hüftaußenrotatoren, welche aber mit dem distalen Transfer nach Steel nur ungenügend korrigiert werden kann.

Muskelüberlänge

Neben Muskelkontrakturen sind auch Überlängen ein häufiges, wenn auch weni-

ger beachtetes Problem bei Patienten mit zerebralen Bewegungsstörungen. Sie können iatrogen entstehen (z. B. Achillessehnenverlängerung) mit konsekutivem Kaugang, aber auch die Achillessehne kann spontan überlang werden, v. a. bei beidseitiger Affektion. Überlang ist aber auch der M. tibialis posterior beim Abduktionsknickfuß und oft der M. tibialis anterior bei starker Spitzfüßigkeit. Kommt es zum Kaugang, werden die Kniestrecker überlang, was sich klinisch als aktives Streckdefizit äußert: Der Patient ist trotz maximaler Kontraktion der Kniestrecker nicht mehr in der Lage, sein Knie bis zur passiven Grenze zu strecken. Die regelmäßig zu findende deutliche Schwäche der Hüftstrecker und -außenrotatoren spricht dafür, dass auch diese Muskeln überlang werden. Diese Muskelüberlängen führen zu funktioneller Muskelschwäche und damit Schwierigkeit, die aufrechte Haltung zu kontrollieren.

Verkürzungen von Muskelsehnenapparaten wurden deshalb in den vergangenen Jahren wieder in das operative Repertoire aufgenommen, obwohl sie einen schlechten Ruf bezüglich der Ergebnisse haben. Allgemein anerkannt ist die Verkürzung der Kniestrecker. Sie wird entweder durch eine Distalisierung der Tuberositas tibiae [12] oder durch eine Raffung des Lig. patellae respektive der Quadripsesehne, je nach Lokalisation der Überlänge, durchgeführt. Dabei ist es sinnvoll, eine Hälfte der Sehngewebe intakt zu lassen und zu falten, damit im Falle einer Nahtinsuffizienz noch genügend Sicherheit gegeben ist, dass der Streckapparat intakt bleibt. Weniger Enthusiasmus herrscht bei den Verkürzungen der Achillessehne, und gute Resultate sind mit ca. 66% deutlich seltener. Wir verkürzen auch die Sehne des Tibialis anterior mit gutem Erfolg. Verkürzungen der anderen Sehnen sind jedoch technisch bisher nicht ausgeübt. Voraussetzung für erfolgreiche Verkürzungen ist in jedem Fall eine wiederhergestellte Beweglichkeit des Gelenks.

Mehretageneingriffe

Operative Maßnahmen werden am besten so gebündelt, dass nur eine Nachbehandlungsphase notwendig wird. Dabei muss aber bestmöglich ausgeschlossen sein, dass sich während der Rehabilitation durch eine Gewebedehnung eine wesentliche und

möglicherweise störende Änderung ergibt (z. B. Kniehyperextension). Deshalb verlängern wir bei ausgeprägten Kniebeugekontrakturen auch bei Patienten mit multiplen Problemen zuerst nur die Kniebeuger und schließen nach einer ca. 3-monatigen Dehnphase die Korrektur aller weiteren strukturellen und funktionellen Deformitäten an. Sobald Vollbelastung möglich ist, ist ein Rehabilitationsaufenthalt von mehreren Wochen sinnvoll, um die Muskelkraft wieder aufzubauen und ein intensives funktionelles Training zu ermöglichen. Dazu können auch weitere konservative Hilfen, oft nur vorübergehend, notwendig sein. Werden alle Pathologien gleichzeitig korrigiert, besteht keine Notwendigkeit für erneute kompensatorische Fehlhaltungen, und die postoperativen Ergebnisse bleiben langfristig erhalten. Diesbezüglich stimmen die Berichte in der Literatur mit unseren klinischen Ergebnissen überein [12, 13].

Fazit für die Praxis

Neurologische wie biomechanische Veränderungen führen bei Patienten mit zerebraler Bewegungsstörung zu funktioneller Einschränkung. Die instrumentierte Ganganalyse hilft wesentlich zur Therapieplanung. Neurologische Behandlungen erfolgen vor biomechanischen Korrekturen, welche sich aufgrund der veränderten neurologischen Situation nach Therapie ebenfalls ändern können. Die biomechanischen Veränderungen betreffen Veränderungen der Muskellänge (kontrakt oder überlang), Veränderungen der Hebelarme und Gelenkkontrakturen. Die Behandlung besteht in Dehn- und Kräftigungsübungen, orthetischer Versorgung und möglichst wenigen operativen Sitzungen, in denen möglichst viele Eingriffe zur Korrektur der ganzen Biomechanik kombiniert werden.

Korrespondenzadresse

Prof. R. Brunner
Neuroorthopädie, Universitätskinderhospital
beider Basel (UKBB)
4005 Basel, Schweiz
reinald.brunner@ukbb.ch

Interessenkonflikt. Der korrespondierende Autor gibt an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Literatur

1. Rose J, Gamble JG, Medeiros J et al (1989) Energy cost of walking in normal children and in those with cerebral palsy: comparison of heart rate and oxygen uptake. *J Pediatr Orthop* 9(3):276–279
2. Rose J, Gamble JG, Burgos A et al (1990) Energy expenditure index of walking for normal children and for children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 32(4):333–340
3. Bowen TR, Lennon N, Castagno P et al (1998) Variability of energy-consumption measures in children with cerebral palsy. *J Pediatr Orthop* 18(6):738–742
4. Nene AV, Evans GA, Patrick JH (1993) Simultaneous multiple operations for spastic diplegia. Outcome and functional assessment of walking in 18 patients. *J Bone Joint Surg Br* 75(3):488–494
5. Boyd R, Fatone S, Rodda J et al (1999) High- or low- technology measurements of energy expenditure in clinical gait analysis? *Dev Med Child Neurol* 41(10):676–682
6. Ubhi T, Bhakta BB, Ives HL et al (2000) Randomised double blind placebo controlled trial of the effect of botulinum toxin on walking in cerebral palsy. *Arch Dis Child* 83(6):481–487
7. Raja K, Joseph B, Benjamin S et al (2007) Physiological cost index in cerebral palsy: its role in evaluating the efficiency of ambulation. *J Pediatr Orthop* 27(2):130–136
8. Stout JL, Gage JR, Schwartz MH, Novacheck TF (2008) Distal femoral extension osteotomy and patellar tendon advancement to treat persistent crouch gait in cerebral palsy. *J Bone Joint Surg Am* 90(11):2470–2484
9. Cheung RT, Ng GY, Chen BF (2006) Association of footwear with patellofemoral pain syndrome in runners. *Sports Med* 36(3):199–205
10. Simons GW (1977) External rotational deformities in club feet. *Clin Orthop Relat Res* (126):239–245
11. Brunner R, Dreher T, Frigo C (2008) Effects of plantarflexion on pelvis and lower limb kinematics. *Gait Posture* 28:150–156
12. Arnold AS, Asakawa DJ, Delp SL (2000) Do the hamstrings and adductors contribute to excessive internal rotation of the hip in persons with cerebral palsy? *Gait Posture* 11:181–190
13. Rodda JM, Graham HK, Nattrass GR et al (2006) Correction of severe crouch gait in patients with spastic diplegia with use of multilevel orthopaedic surgery. *J Bone Joint Surg Am* 88(12):2653–2664
14. Saraph V, Zwick EB, Auner C et al (2005) Gait improvement surgery in diplegic children: how long do the improvements last? *J Pediatr Orthop* 25(3):263–267
15. Gage JR (2004) The treatment of gait problems in cerebral palsy. *Mac Keith*; ISBN: 1 898683 37 9
16. Kay RM, Rethlefsen SA, Hale JM et al (2003) Comparison of proximal and distal rotational femoral osteotomy in children with cerebral palsy. *J Pediatr Orthop (United States)* 23(2):150–154
17. Pirpiris M, Trivett A, Baker R et al (2003) Femoral derotation osteotomy in spastic diplegia. Proximal or distal? *J Bone Joint Surg Br* 85(2):265–272
18. Mitchell GP (n d) Posterior displacement osteotomy of the calcaneus. *J Bone Joint Surg Br* 59:233–235

„Freude an Orthopädie und Unfallchirurgie“

58. Jahrestagung der Vereinigung süddeutscher Orthopäden in Baden-Baden

Die 58. Jahrestagung der Vereinigung Süddeutscher Orthopäden e. V. (29. April bis 2. Mai 2010 im Kongresshaus) findet traditionell im frühlingshaften Baden-Baden statt. Der bedeutendste Kongress zu Beginn des unfallorthopädischen Jahres öffnet sich vor dem Hintergrund der vollzogenen Verschmelzung von Orthopäden und Unfallchirurgen einem breiteren Themenpark und damit einem größeren Publikum. Letzteres möchte man für Baden-Baden und für das Motto der Veranstaltung „Freude an Orthopädie und Unfallchirurgie“ begeistern.

Mit der Bündelung an Wissen und Erfahrung begeben beide Disziplinen gemeinsam den nächsten Schritt. Unter der Leitung des diesjährigen Kongresspräsidenten, dem Orthopäden und Unfallchirurgen Prof. Dr. med. Dr. h. c. Jörg Jerosch, wird der Kongress in innovative Elemente investieren, ohne das traditionelle Publikum zu verlieren. Neben der Förderung des Nachwuchses im Fach Orthopädie und Unfallchirurgie durch ein speziell ausgearbeitetes Kongress-Mentoring mit Oberärzten und Mitgliedern des Jungen Forums, gibt es einen Speciality-Day am Sonntag, viele hochinteressante, spannende Symposia der maßgeblichen Gesellschaften und Vereinigungen unter dem Dach der DGOU (Deutschen Gesellschaft für Orthopädie und Unfallchirurgie). Bei den wissenschaftlichen Schwerpunktthemen findet der Kongressteilnehmer zum ersten Mal die Komplementärmedizin in Verbindung mit der Schmerztherapie. „Ich kann mir gut vorstellen, dass alle drei Elemente in die Baden-Badener Tradition mit eingehen“, erklärt der amtierende Kongresspräsident die Weiterentwicklung.

Deutlich über 400 Programmpunkte, Vorträge, Workshops, Posters und Seminare garantieren über vier Tage einen hochkarätigen Erfahrungsaustausch in Wissenschaft und Praxis für beide Disziplinen. Denn konservative und operative Fragestellungen sowie orthopädische und unfallchirurgische Inhalte finden im Kongressprogramm ein ausgewogenes Verhältnis.

Themenschwerpunkte

Schmerztherapie und Komplementärmedizin

Ein Blick über die Grenzen des Normalbewusstseins hinaus: Ein tibetischer Lama Heiler, Lama Gangchen Tulku Rinpoche, betrachtet eine Krankheit als ganzheitliches System von Körper und Geist.

Arthrose (Diagnostik, konservative und operative Themen)

Es werden vorgestellt, die neuen Aspekte bei der Entstehung von Arthrose (Stichwort Fettstoffwechselstörung) und die daraus resultierenden neuen Therapieansätze. Aktuelle Erkenntnisse in der frühen Verschleißphase der Arthrose und ihre Behandlungsmöglichkeiten.

Neuerungen in der Endoprothetik in den letzten zehn Jahren

Schonendes, minimal-invasives OP-Verfahren im Umgang mit Muskulatur, Sehnen, Bändern und anderen Weichteilgeweben. Verwendung von Kurzschaftprothesen durch minimal-invasives Verfahren am Knochen, Oberflächenersatz an Hüfte und Schulter. Die neue Prothese-Generation: OSG-Endoprothetik. Perioperative Schmerztherapie, d. h. auf den Patienten abgestimmte Schmerztherapie.

Destruierende Erkrankungen der Wirbelsäule

Osteoporose und ihre medikamentöse Behandlung, neue Medikamente und per dato bewährte Darreichungsformen. Osteoporose und Prävention. Unfall-chirurgische Themen: Trauma, Spondylodiscitis (bild gebende Verfahren bei spinalen Infektionen) und Tumor.

Mehr Infos unter: www.vso-ev.de

Organisation und Kongressleitung:
Geschäftsstelle der Vereinigung Süddeutscher Orthopäden e. V.
Maria-Viktoria-Straße 9
D-76530 Baden-Baden
Tel.: +49 (0)7221/29683
info@vso-ev.de
www.vso-ev.de