

konnte jedoch gezeigt werden, dass die Arthrorise und die Kalkaneusverlängerung bezüglich der Plattfußkorrektur bei neurogener Grunderkrankung in etwa gleichwertig sind [43].

Liegt eine passiv nicht mehr vollständig korrigierbare Deformität vor, führen wir heute vermehrt eine isolierte

talonavikuläre Arthrodesen durch (► Abb. 12.50). Wegen des durch die Arthrodesen verursachten subtalaren Bewegungsverlusts von ca. 80% wird die Indikation hierzu jedoch erst ab GMFCS-Level III gestellt [12].

Selten ist die Plattfußdeformität bei einem gehfähigen Patienten derart steif, dass eine weiterführende Arthro-



Abb. 12.49 Beispiel einer Fußkorrektur bei instabilem Fuß und Hallux valgus. Primär wurde auf Wunsch der Eltern des Patienten lediglich der Hallux valgus mittels einer Korrekturosteotomie des distalen Os metatarsale I angegangen. Wie zu erwarten war, stellte sich in kurzer Zeit ein Rezidiv ein. In der Folge deshalb Korrektur der Instabilität mittels einer Kalkaneusverlängerung und des Hallux mittels einer Arthrodesen im Großzehengrundgelenk.



Abb. 12.50 Instabiler Fuß bei diplegischem Patient vor und nach der Stabilisierung im Sinne einer talonavikulären Arthrodesen. Sämtliche Bilder wurden wegen fehlender Compliance nicht unter Belastung angefertigt!

dese im Sinne einer Double-Arthrodesese mit auch Verlängerung der Peronealsehnen (insbesondere auch des M. peroneus tertius) notwendig wird.

Wird die Valgusabduktionsinstabilität operativ korrigiert, muss begleitend immer auch eine Anpassung der Länge des M. triceps surae erfolgen, den Grundsätzen der alleinigen Längskorrektur des M. triceps surae entsprechend.

Erfolgte eine Plattfußkorrektur, muss nach erfolgter Stabilisierung des Fußes noch eine Beurteilung der Fußachse im Verhältnis zur Knieachse erfolgen. Ist die Fußachse um mehr als 10° außenrotiert, führen wir zusätzlich eine innenrotierende supramalleoläre Tibiaosteotomie durch (► Abb. 12.51). Im Sinne einer möglichst vollständigen Korrektur der Hebelarmkrankung wird die Indikation zu diesem operativen Teilschritt im Rahmen einer „Multi Level Single Stage Surgery“ großzügig gestellt.

Zeigt sich zudem im präoperativen Röntgen bzw. intraoperativ unter Bildwandlerkontrolle eine valgisch eingestellte distale Tibia, kann bei noch vorhandenem Wachstumspotenzial zur Achsenkorrektur im Sinne einer temporären Epiphysiodese am medialen Malleolus die Implantation einer fugenüberbrückenden Schraube erfolgen. Korrigiert sich hierdurch die Achse der distalen Tibia, hat dies auch einen günstigen Einfluss auf die Einstellung der Ferse im Sinne einer relativen Varisierung.

Die Nachbehandlung nach Plattfußoperationen ist identisch mit derjenigen nach der Klumpfußkorrektur. Eine ggf. zusätzlich durchgeführte innenrotierende Tibiaosteotomie spielt keine Rolle, da die Stabilisierung der Osteotomie mit einem winkelstabilen Implantat erfolgt.



Abb. 12.51 Diplegischer Patient. Bei ihm wurde im Rahmen eines „multi level single stage surgery“-Eingriffes unter anderem wegen ungenügend korrigierter Fußachse trotz erfolgter Stabilisierung des Fußes zusätzlich noch eine innenrotierende supramalleoläre Osteotomie durchgeführt.

Hackenfuß

Ist der M. triceps surae nicht in der Lage, genügend Kraft zur Stabilisierung des Unterschenkels gegenüber dem Fuß zu entwickeln bzw. in der Standphase das Einsinken des Unterschenkels nach vorne zu verhindern, entwickelt sich ein Hackenfuß.

Die Schwäche des M. triceps surae ist bei Patienten mit Zerebralparese einerseits Folge der Erkrankung, andererseits häufig auch iatrogen durch eine operative Verlängerung des M. triceps surae bzw. der Achillessehne bedingt, oder funktionell durch eine Valgusabduktionsinstabilität des Fußes.

Erfolgt keine Behandlung, stellt sich eine Progredienz mit zunehmender Überdehnung des M. triceps surae bzw. fortschreitender Fußdeformierung ein. Aufgrund der folglich auch nicht mehr möglichen Stabilisierung der Kniegelenke entwickelt sich ein Kauergang.

Therapeutisch ist der Einsatz einer steifen Unterschenkelorthese bzw. SAFO („Solid Ankle Foot Orthosis“) notwendig. Mit Hilfe dieser Orthese kann in der Standphase die vorzeitige Ventralisierung des Unterschenkels gegenüber dem Fuß gebremst bzw. verhindert und somit eine genügende Kniestreckung ermöglicht werden [18].

Eine funktionelle operative Korrektur ist kaum möglich. Gelegentlich führen wir im Rahmen einer „Multi Level Single Stage Surgery“ eine Verkürzung der Achillessehne durch, die Resultate dieses Eingriffs sind jedoch meist „bescheiden“. Auf die Durchführung anderer in der Literatur erwähnter operativer Interventionen im Rahmen der Hackenfußbehandlung (Transfer des M. tibialis anterior auf den Kalkaneus; Arthrodese des oberen und unteren Sprunggelenks) verzichten wir bei Patienten mit einer Zerebralparese gänzlich.

12.3.3 Knie

Knieprobleme stehen in erster Linie beim diplegischen und, wenn gehfähig, beim tetraparetischen Patienten im Vordergrund. Dominierend ist hierbei ein zu stark flektiertes und gleichzeitig steifes Kniegelenk. Da ein voll streckbares Kniegelenk eine Voraussetzung für ein möglichst kraftsparendes Stehen und auch Gehen ist, müssen bei ungenügender Streckfähigkeit des Kniegelenks die Kniestrecker mehr Kraft aufbringen, oder es muss kompensatorisch durch ein Vorneigen des Rumpfes das Knie indirekt gestreckt werden.

Ist das Knie steif, ist ein Vorschwingen des Beines nicht möglich, was eine Verkürzung der Schrittlänge und – zumindest anfänglich – ein Gehen auf Zehenspitzen zur Folge hat. Dieses Gangmuster entspricht demjenigen des „Apparent Equinus“, welches aufgrund einer Überdehnung des M. triceps surae mit entsprechender Schwächung oder der Entwicklung einer massiven Valgusabduktionsinstabilität des Fußes (beides entspricht funktionell der Situation eines Hackenfußes) meistens in einen Kauergang übergeht. Dieser Prozess kann iatrogen insbesondere dann beschleunigt werden, wenn der M.

triceps surae beim „Apparent Equinus“ fälschlicherweise konservativ mit Botulinumtoxin oder operativ im Sinne einer Verlängerung angegangen wird.

Sowohl im Rahmen des „Apparent Equinus“ als auch des Kauergangs stellt sich wegen des zu stark flektierten und steifen Kniegelenks immer die Frage nach einer Intervention im Bereich der medialen Hamstrings (► Abb. 12.52). Hierbei muss zwingend berücksichtigt werden, dass die Hamstrings beim Gehen mit gebeugten Kniegelenken in Abhängigkeit von der Stellung des Beckens funktionell eine unterschiedliche Länge haben: Ist das Becken nach hinten gekippt, sind sie zu kurz; ist das Becken neutral eingestellt, ist die Länge normal; ist das Becken nach vorne gekippt, sind sie zu lang – unabhängig vom vorhandenen Poplitealwinkel von meistens 70–90° und unabhängig von einem fixierten Streckdefizit des Kniegelenks. Dies bedeutet, dass der Poplitealwinkel wenig über die funktionelle Länge der Hamstrings beim Gehen aussagt [42].

Erfolgt ohne eingehende Abklärung (inklusive Ganganalyse nach Botulinumtoxin-Infiltration in die medialen Hamstrings) eine operative Verlängerung der Hamstrings, kann diese wohl die Streckung des Kniegelenks verbessern, gleichzeitig jedoch zu einer vermehrten Beckenkipfung nach ventral führen [34].

Therapeutisch steht die Verhinderung des Auftretens eines Streckdefizits an den Kniegelenken im Vordergrund. Dementsprechend muss in der Physiotherapie eine Kräftigung der Kniestrecker erfolgen. Die meisten Patienten mit Diplegie sind kognitiv in der Lage, den M. quadriceps willkürlich anzu steuern und auch selbständig zu trainieren zu können. Es werden hierzu jedoch eine Anleitung bzw. Motivierung und auch Begleitung gebraucht.

Sobald sich bei „gestreckter“ Hüfte beim passiven Anheben des Beines keine volle Streckung oder gar leichte Überstreckung mehr zeigt, ist zudem der Einsatz einer Streckchiene für das Kniegelenk indiziert. Diese muss täglich zwei Stunden getragen werden. Die Eltern müssen darauf aufmerksam gemacht werden, dass die Schiene beim Quengeln überstreckt werden muss, weil das Kniegelenk als solches erst bei einer Überstreckung der Schiene von mehr als 10° eine volle Streckung zeigt.

Zeigt sich eine stark störende Spastik der Kniebeuger, können diese zusätzlich mit Botulinumtoxin behandelt werden. Die Anwendung von Botulinumtoxin im Bereich der Hamstrings bringt zumindest vorübergehend einen Gewinn bezüglich der Streckfähigkeit des Kniegelenks [10]. Diese positive Wirkung ist in der Regel nicht länger wie zwölf Wochen vorhanden, weshalb die Botulinumtoxin-Injektion wiederholt werden muss. Wenn es während der Wirkungszeit des Botulinumtoxins gelingt, den M. quadriceps aufzutrainieren und auch passiv wieder eine volle Streckung des Kniegelenks zu erreichen, kann die Wirkungsdauer des Botulinumtoxins indirekt länger anhalten. Im Rahmen der Physiotherapie muss ebenfalls immer an der normalen Streckfähigkeit der Hüften gearbeitet werden.

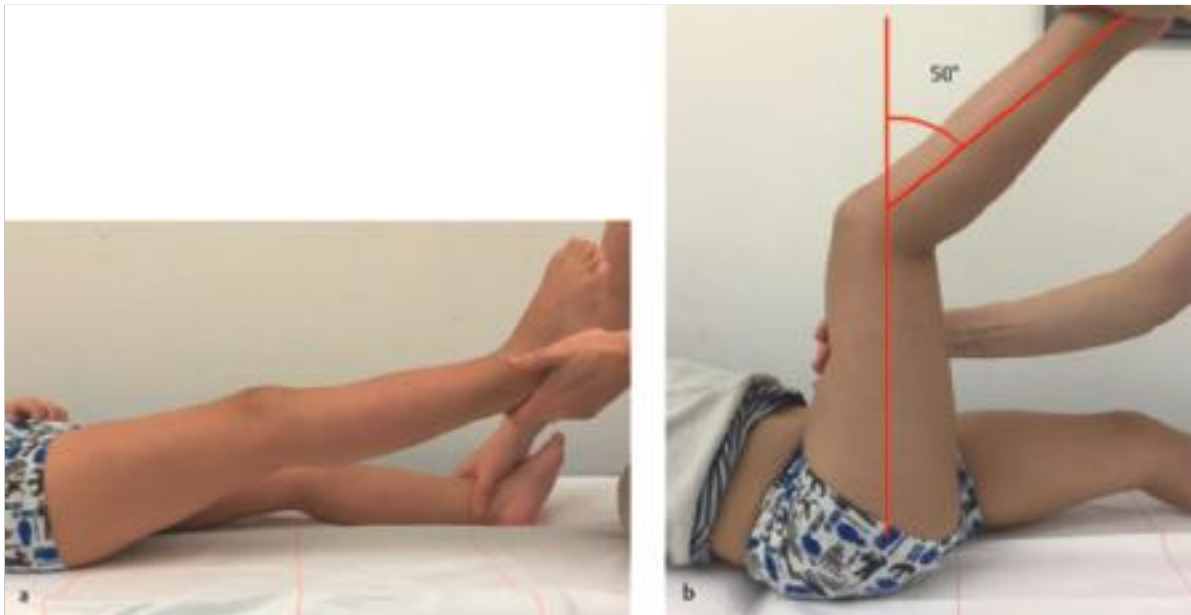


Abb. 12.52 Patient mit einer Diplegie. Therapeutisch muss bei diesem Patienten die Kniegelenkstreckung zumindest erhalten bzw. besser gefördert werden!

a Im Hängetest.

b Es zeigt sich ein ganz diskretes Streckdefizit bei der Überprüfung des „Popliteal Angel“ Streckdefizit von 50° (rote Linien).

Merke



Können die Hüften nicht gestreckt werden, sind ein aufrechtes Stehen und Gehen nur mit gebeugten Kniegelenken möglich.

Steht eine chirurgische Intervention im Bereich der Kniegelenke und hierbei auch der Hamstrings zur Diskussion, muss insbesondere bei Patienten mit einem GMFCS-Level I oder II sehr sorgfältig abgewogen werden, ob und in welchem Ausmaß eine Verlängerung der Hamstrings möglich ist, weil diese Patienten frei gehen und eine Dekompensation im Bereich des Beckens im Sinne einer Vorwärtskipfung desselben nicht mit einer Gehilfe (Stütze, Gehwagen usw.) auffangen können.

Grundsätzlich werden nur die medialen Hamstrings verlängert. Auf eine zusätzliche Verlängerung der lateralen Hamstrings und somit des M. biceps wird verzichtet, da bei gleichzeitiger Durchführung einer Verlängerung der medialen und lateralen Hamstrings das Risiko eines anschließenden Genu recurvatum deutlich erhöht ist [22].

Hauptkomplikation der Verlängerung der Hamstrings ist eine anschließend vermehrte ventrale Beckenkipfung. Auch diesbezüglich zeigt sich in erster Linie bei Verlängerung sowohl der medialen als auch lateralen Hamstrings ein erhöhtes Risiko; bei alleiniger Verlängerung der me-

dialen Hamstrings konnte keine signifikante Zunahme der ventralen Beckenkipfung festgestellt werden [13]. Die gleichzeitige Verlängerung des Iliopsoas beeinflusste die Beckenstellung nicht.

Wird eine Verlängerung der medialen Hamstrings notwendig, führen wir präoperativ immer noch eine Ganganalyse nach vorangegangener Behandlung der entsprechenden Muskulatur mit Botulinumtoxin durch. Zeigt sich eine Dekompensation des Beckens, führen wir lediglich eine Tenotomie des M. semitendinosus durch; zeigt sich eine Dekompensation des Kniegelenks, verzichten wir vollständig auf eine Verlängerung der Hamstrings.

Merke



Ziel der operativen Intervention ist nicht eine Verbesserung des Poplitealwinkels, sondern das Erreichen einer vollen oder leichten Überstreckung des Kniegelenks bei voll gestreckter Hüfte.

Liegt ein Streckdefizit von 10–20° vor, führen wir – wenn aufgrund der ganganalytischen Abklärung möglich – eine distale Tenotomie des M. semitendinosus und eine aponeurotische Verlängerung des M. semimembranosus sowie des M. gracilis durch. Gelegentlich ist eine alleinige Tenotomie des M. semitendinosus ausreichend. In Übereinstimmung mit Brunner (mündliche Kommunikation) denken wir, dass die Tenotomie alleine des M. semitendi-

nosus nicht zu einer Dekompensation im Beckenbereich führen sollte. Deshalb verlängern wir diesen Muskel nicht z-förmig im Sehnenbereich und auch nicht aponeurotisch im muskulotendinösen Bereich.

Anderenorts wird insbesondere bei GMFCS-Level III und IV eine Verlagerung des M. semitendinosus auf das Tuberculum adductorium empfohlen [19]. Der Transfer des M. semitendinosus auf das Tuberculum adductorium, in Kombination mit einer Verlängerung des M. semimembranosus und M. gracilis, soll eine deutlich verbesserte Dynamik des Kniegelenks bei gleichzeitig ausbleibender Zunahme der Beckenkipfung nach ventral zur Folge haben [24]. Brunner berichtet (mündliche Kommunikation), dass er den Transfer des M. semitendinosus vorübergehend durchgeführt hat, wegen negativer Erfahrungen jedoch wieder verlassen hat. Wir führen den Transfer nur bei jungen Patienten mit GMFCS-Level III durch, wenn sich in der Ganganalyse nach Botulinumtoxin-Infiltration eine vermehrte Kippung des Beckens zeigt.

Persistiert ein Streckdefizit nach der Verlängerung der medialen Hamstrings, insbesondere bei schon länger vorhandener Flexionskontraktur, schließen wir unmittelbar eine distale Extensionsosteotomie des Femurs an. Die Stabilisierung erfolgt hierbei mit einer winkelstabilen Platte, so dass bereits unmittelbar postoperativ eine Belastung möglich ist. Mittels dieser Osteotomie kann das Restdefizit bezüglich der Streckung problemlos korrigiert werden. Gleichzeitig kann zusätzlich bei in der Ganganalyse innenrotierter Hüfte und klinisch sowie radiologisch zu hoher femoraler Antetorsion und deshalb Hebelarmproblematik eine außenrotierende Korrektur erfolgen.

Beträgt das Streckdefizit über 20° und besteht schon längere Zeit, wählen wir wegen des Risikos einer akuten Überdehnung der das Kniegelenk überbrückenden Anteile des Ischiasnervs mit nachfolgender Neuropraxie ein zweizeitiges Vorgehen. Drei bis sechs Monate vor einem

geplanten „Multilevel-Single-Stage“-Eingriff führen wir eine isolierte Verlängerung der medialen Hamstrings durch. Anschließend erfolgt eine Aufdehnung der Muskeln und der Weichteile, in erster Linie mittels einer Kniestreckschiene. Gleichzeitig wird auch der M. quadriceps so gut wie möglich trainiert. Beim zweiten Eingriff erfolgt dann bei Bedarf die Korrektur des Restdefizits durch eine extendierende distale Femurosteotomie.

Im Rahmen einer Verbesserung der Streckfähigkeit stellt sich auch immer die Frage nach einer Verkürzung des Streckapparats. Die Flexionskontraktur geht mit einer progredienten Überdehnung des Streckapparats einher. Hierbei wird nicht in erster Linie der M. quadriceps selbst, sondern hauptsächlich das Lig. patellae, weniger die Quadrizepssehne und gelegentlich Beides überdehnt. Die Überdehnung des Lig. patellae lässt sich radiologisch problemlos an der häufig sehr beeindruckenden Patella alta dokumentieren. Häufig zeigt sich dann auch eine elongierte Patella im Sinne einer durchgemachten „schleichenden Fraktur“. Zeigen sich präoperativ eine Schwäche des M. quadriceps (M3 oder weniger), ein aktives „Extension Lag“ (Differenz zwischen passiver und aktiver Streckfähigkeit), unabhängig von der Kraft, und/oder eine Patella alta, stellen wir die Indikation zur Verkürzung des Streckapparats. Meist erfolgt diese in Kombination mit der extendierenden Femurosteotomie.

Bei noch offenen Wachstumsfugen am Kniegelenk erfolgt die Verkürzung des Streckapparats meist am Lig. patellae, seltener an der Quadrizepssehne, an welcher direkt nur der Anteil des M. rectus verkürzt wird. Die Patella muss bei der Verkürzung des Lig. patellae sehr weit nach distal gezogen werden (die Patellaspitze sollte sich radiologisch unter Bildverstärker-Kontrolle bei gestrecktem Kniegelenk auf Höhe des Gelenkspalts befinden), da es postoperativ immer zu einem Korrekturverlust kommt (► Abb. 12.53).



Abb. 12.53 18 Jahre alter Patient mit Kauergang bei Diplegie. Achtung: Wachstumsfugen präoperativ trotz des Alters noch offen! Infolge eines passiven und aktiven Extensionsdefizits im Bereich beider Kniegelenke wurden eine Tenotomie des Semitendinosus, eine extendierende distale Femurosteotomie und eine Verkürzung des Lig. Patellae durchgeführt. Man beachte die wegen der Verkürzung des Lig. Patellae tief stehende Patella; der Patient zeigt jedoch keinerlei Beschwerden im Sinne einer Patella baja, die passive und aktive Streckung sind wieder voll möglich!