

Thomas Dreher  
Dr. med.

## **Funktionsverbessernde Mehretageneingriffe bei Kindern und Jugendlichen mit spastischer Diparese - Kritische Bewertung der Ergebnisse und Wege zur Standardisierung**

**Geboren** am 05.04.1980 in Lahr (Schwarzwald).

**Staatsexamen** am 16.05.2007 an der Universität Heidelberg

**Promotionsfach:** Orthopädie

**Doktorvater:** Prof. Dr. med. H.J. Gerner

Zur Behandlung der Gangstörungen bei Kindern und Jugendlichen mit spastischer Diparese hat sich die Mehretagenkorrektur als Standardvorgehen durchgesetzt. Dabei werden zur Behebung der verschiedenen Gangabweichungen unterschiedliche Operationstechniken eingesetzt. Mit der Einführung der 3D-Ganganalyse in die Therapieplanung und Therapiekontrolle ist zur bisher geübten klinischen Diagnostik ein computerunterstütztes Verfahren hinzugekommen, das sich durch eine standardisierte und objektive dynamische Erfassung der Gangpathologien auszeichnet. Zur Indikationsstellung können somit neben den Daten der klinischen und radiologischen Diagnostik auch 3D-ganganalytische Parameter herangezogen werden. Allerdings ist bisher keine strukturierte standardisierte Vorgehensweise ersichtlich, und in der Literatur finden sich Diskrepanzen der Selektionsparameter. Auch hinsichtlich der Technik der operativen Eingriffe, der Nachbehandlung und postoperativer Kontrollparameter ist selten eine einheitliche Methodik erkennbar. Unter diesen Umständen ist ein Vergleich verschiedener Arbeiten, die sich mit Mehretageneingriffen befassen, kaum möglich.

Das Ziel dieser Studie war die Evaluierung von Veränderungen in den subjektiven (klinische Untersuchung) und objektiven Gangparametern (3D-Ganganalyse) nach Mehretagenkorrektur mit präoperativ definierten Indikationskriterien. Durch die Überprüfung der Selektionsparameter und des intraoperativen Korrekturausmaßes sollte ein Weg zur Standardisierung aufgezeigt werden. Das operative Vorgehen und die Nachbehandlung wurden exakt standardisiert und nachvollziehbar beschrieben. In der vorliegenden prospektiven, kontrollierten, klinischen Studie wurden 41 gehfähige Patienten (mit oder ohne Gehhilfen) mit spastischer Diparese im Alter von 4 - 18 Jahren mittels Mehretagenkorrektur behandelt. Ausschlusskriterien waren athetoide Bewegungsstörungen, Voroperationen an den unteren Extremitäten, schwere Gangstörungen und schwere geistige Retardierung. Präoperativ wurden Selektionskriterien definiert, die klinische und ganganalytische Parameter mit einschlossen, und anhand dieser wurde für jeden Patienten ein individueller Therapieplan erstellt. Um die Veränderungen der klinischen Werte und der objektiven Gangparameter beurteilen zu können, wurden präoperativ und ein Jahr postoperativ standardisierte Untersuchungen durchgeführt (klinisch, 3D-Ganganalyse, radiologisch). Das Korrekturausmaß der verschiedenen Eingriffe wurde intraoperativ durch klinische Tests

überprüft. Zur Einstufung des funktionellen Zustandes der Patientengruppe vor und nach der operativen Therapie wurde der Normalcy Index bestimmt. Die Beurteilung der Veränderungen an den einzelnen Gelenken und in den verschiedenen Ebenen erfolgte mittels Vergleich der prä- und postoperativen Werte klinischer und ganganalytischer Parameter. Die Signifikanz wurde mittels t-Test für ungepaarte Stichproben bestimmt und das Niveau auf  $p < 0,05$  festgelegt. Eine Gruppe von 32 Normprobanden im gleichen Altersbereich diente als Referenz.

Die Ergebnisse zeigten eine signifikante Verminderung des Normalcy Indexes im Einklang mit der klinisch relevanten Verbesserung des Gangbildes der Patienten. Präoperativ wurden durch den Normalcy Index bestehende Asymmetrien festgestellt. Die postoperativ beobachtete Angleichung des funktionellen Zustandes der beiden Seiten jedes Patienten bestätigt das differenzierte abgestufte Therapieschema und unterstreicht die Wichtigkeit eines standardisierten Vorgehens bei der Indikationsstellung und der intraoperativen Dosierung.

Die Entwicklung eines funktionell störenden Innenrotationsganges wird auf die Kompensation einer vermehrten Antetorsion bei Kindern mit Zerebralparese zurückgeführt. Das Standardverfahren zur Behandlung des Innenrotationsganges stellt die knöchernen Femurderotationsosteotomie dar. In der vorliegenden Studie konnte eine signifikante Verminderung der Innenrotationsstellung während der Stand- und Schwungphase bei unveränderter Beckenrotation erreicht werden. Zudem kam es zur Korrektur des präoperativ vermehrt innenrotierten mittleren Fußöffnungswinkels. Es konnte jedoch nachgewiesen werden, dass der funktionelle Gewinn nicht dem intraoperativen Derotationsausmaß entspricht. Dies bedeutet, dass zusätzliche Faktoren (z.B. ein gestörtes Muskelgleichgewicht zwischen Innen- und Außenrotatoren) neben der postulierten Kompensation des verstärkten Antetorsionswinkels für den Innenrotationsgang verantwortlich sein müssen, die durch die Derotation alleine nicht behoben werden können.

Zur Korrektur der Hüftbeugekontrakturen wird in der aktuellen Literatur die intrapelvine intramuskuläre Verlängerung des M. iliopsoas empfohlen. In dieser Studie wurde klinisch eine Verminderung des Ausmaßes der Hüftbeugekontrakturen festgestellt. Zudem zeigte sich eine signifikante Verbesserung des pathologischen doppelgipfligen Beckenmusters in der Kinematik. Das postoperativ verbleibende Streckdefizit in der Mitte der Standphase weist jedoch auf eine unzureichende Korrektur der Hüftbeugekontrakturen hin. Eine intramuskuläre Verlängerung des M. iliopsoas sollte daher bereits früher (ab  $5^{\circ}$ - $10^{\circ}$  Beugekontraktur) vorgenommen werden.

Durch den Transfer der Sehne des M. rectus femoris auf die Kniebeuger hinter die Kniegelenkdrehachse konnte in dieser Studie eine signifikante Verbesserung des Bewegungsausmaßes im Kniegelenk und ein früheres Erreichen der maximalen Kniebeugung in der Schwungphase sowie eine deutliche Verminderung des Duncan-Ely-Zeichens in der klinischen Untersuchung erreicht werden. Entgegen den Beobachtungen anderer Autoren konnte jedoch keine vermehrte Knie-

beugung während der Schwungphase nachgewiesen werden. Aufgrund der Gefahr einer möglichen Reinsertion oder einer persistierenden Kniestreckmomentwirkung des Muskels nach dem Transfer muss geklärt werden, ob eine komplette Ausschaltung des Muskels ohne Transfer zu vergleichbar guten Ergebnissen führt. Der Rektussehnentransfer ist vor allem bei Patienten zu empfehlen, die präoperativ eine deutlich verminderte maximale Kniebeugung oder ein starkes Duncan-Ely-Zeichen aufweisen.

Als Ursache des Kauergangs bei Patienten mit Zerebralparese wird eine Verkürzung oder Spastizität der ischiokruralen Muskulatur angenommen, weshalb die operative Therapie in deren Verlängerung besteht. Die Ergebnisse der 3D-Ganganalyse in dieser Studie ergaben eine signifikant verbesserte Kniegelenksstellung zum Erstkontakt und zum Ende der Schwungphase sowie eine verbesserte maximale Streckung in der Mitte der Standphase und eine Verbesserung des Bewegungsausmaßes. Zudem zeigte sich eine Verminderung des Popliteal-Winkels. Entgegen den Feststellungen in der aktuellen Literatur konnte allerdings gezeigt werden, dass bereits die Verlängerung der medialen Ischiokruralen zur vermehrten Beckenvorkippung und zum verstärkten Auftreten von Rekurvation führen kann. Die Ursache des Kauergangs scheint kein isoliertes Problem verkürzter oder tonischer Kniebeugemuskulatur zu sein. Zur Indikationsstellung wurden daher drei verschiedene Typen von Kniebeugerverkürzungen definiert.

Wegen der zentralen Bedeutung der pathologischen Funktion der Unterschenkelmuskulatur bei Kindern mit spastischer Diparese ist die Spitzfußkorrektur ein wesentlicher Behandlungspunkt. Durch das abgestufte Spitzfußkorrekturschema in dieser Studie konnte die Plantarflexionsstellung zum Erstkontakt beseitigt werden, eine stabilisierte Einzelbeinunterstützung mit ausreichender Dorsalflexion und eine Verbesserung der Abstoßfunktion am Ende der Standphase erreicht werden. Die pathologische Überaktivität der Plantarflexoren gegenüber den Fußhebern wurde beseitigt. Es hat sich gezeigt, dass nicht alle Spitzfüße mittels intramuskulärer aponeurotischer Verlängerung korrigiert werden konnten. In einigen Fällen waren zur ausreichenden Korrektur Verfahren mit mehr Korrekturpotential notwendig.

Die vorliegende Arbeit zeigt einen Weg zur Standardisierung hinsichtlich nachvollziehbarer Indikationsstellung, Diagnostik, Operationstechnik und Nachbehandlung auf. Sie beschreibt eine erfolgreiche Methode zur Behandlung spastischer Gangstörungen und soll als Anregung dienen, in Zukunft weitere Mehretagenstudien besser vergleichbar zu machen. Darüber hinaus konnten einige Schwachpunkte im bisher allgemein üblichen diagnostischen und therapeutischen Vorgehen identifiziert werden.

Für eine Weiterentwicklung und Optimierung der Behandlung der Gangstörungen bei spastischer Diparese ist ein standardisiertes und reproduzierbares Vorgehen unabdingbar, um in Zukunft eine höchstmögliche Sicherheit für den behandelnden Arzt und den Patienten zu gewährleisten.