

Wachstumsmodulation als therapeutische Lösung bei Achsenabweichungen im Kniebereich im Kindesalter

Dimitri Ceroni, Raimonda Valaikaite, Genf

Übersetzung: Rudolf Schlaepfer, La Chaux-de-Fonds

Einführung

Der Achsenstellung der unteren Extremitäten unterliegt in der Frontalebene im Verlaufe des Wachstums bedeutsamen physiologischen Veränderungen. Diese sind insbesondere auf Kniehöhe häufig und erscheinen entweder als *genu varum* des Neugeborenen oder *genu valgum* des Kleinkindes. Im Allgemeinen erfolgt eine spontane Korrektur, diese Achsenabweichungen beunruhigen jedoch Eltern ähnlich wie Plattfüsse und sind eine häufige Ursache von Arztbesuchen. Die meisten dieser Achsenabweichungen benötigen keine Behandlung, höchstens eine klinische Überwachung. Die Rolle des Kinderarztes besteht deshalb darin, die Eltern zu beruhigen und über den natürlichen Verlauf aufzuklären, sowie unnötige Abklärungen und therapeutische Massnahmen zu verhindern. Er wird aber auch die seltenen Fälle erkennen müssen, die aus dem physiologischen Rahmen fallen und eine spezialärztliche Betreuung erfordern. (Tab. 1 und 2). Seltene Pathologien oder Achsenabweichungen, von denen man mit grosser Wahrscheinlichkeit keine spontane Besserung erwarten kann, verschlimmern sich mit zunehmendem Wachstum und führen in der

Adoleszenz zu funktionellen Störungen und im Erwachsenenalter zur Arthrose.

Konsequenzen der femorotibialen Achsenabweichung im Kindesalter

Die femorotibiale Achsenabweichung und deren biomechanische Auswirkungen haben beim Kind und Jugendlichen funktionelle Störungen zur Folge. Das *genu valgum* führt zu einer mechanischen Überlastung des lateralen Gelenkanteils. Dies hat wiederum eine Überdehnung von lateraler Gelenkkapsel und Aussenseitenband zur Folge, so dass die Kniescheibe nicht mehr in ihrem physiologischen Gleitlager liegt, bis hin zur femoropatellaren Instabilität. Im Gegensatz dazu überlastet das *genu varum* den medialen Anteil des Kniegelenkes und verursacht, bei ausgeprägter Achsenabweichung, eine Schlaffheit des lateralen Kapsel-Bandapparates und, davon ausgehend, eine Instabilität des Kniegelenkes.

Ätiologie des *genu valgum* im Kindesalter

- Physiologisch (Kleinkind)
- Familiär konstitutionell
- Übergewichtbedingt
- Rachitis
- Konstitutionelle Knochenkrankheit (Osteochondrodystrophien)
- Elastopathien
- Lokale Ursache (einseitiges *genu valgum*)
- Laterale Epiphysiodese
 - Traumatisch
 - Infektbedingt
- Proximale Metaphysenfraktur des Schienbeins
- Pathologischer Kallus
- Missbildung
- Tumor
- Lähmungsfolge
- Narbenkontraktur
- Kongenitale Patellaluxation

Im Kindesalter haben unphysiologische Achsenabweichungen Tendenz, sich mit dem Wachstum zu verschlimmern, entsprechend dem Gesetz von Hueter-Volkman, das sagt, dass das Knochenwachstum durch Dauerdruck gehemmt und durch Zugkräfte gefördert wird. Dieser Aspekt soll deshalb im Kopf behalten werden, denn gewisse Auffälligkeiten werden durch das Wachstum wohl korrigiert, andere aber im Gegenteil verschlimmert.

Klinische Diagnose der Achsenabweichungen in der Frontalebene

Die Messung von frontalen Achsenabweichungen sollte idealerweise in stehender und liegender Stellung vorgenommen werden. Eine Zunahme der Achsenabweichung im Stehen weist auf eine Instabilität des Kapsel-Bandapparates hin. Um die Messwerte von einer Kontrolle zur anderen vergleichen zu können, ist es wichtig, die unteren Extremitäten liegend und stehend in reproduzierbarer Stellung zu halten, Knie in maximaler Streckstellung mit strenger Ventralpositionierung der Patella. Das *genu varum* wird durch den Interkondylenabstand (IKA) bei sich berührenden Fussknöcheln und nach vorne gerichteten Kniescheiben beurteilt, das *genu valgum* durch den intermalleolären Abstand (IMA) bei sich berührenden Knien mit nach vorne gerichteten Kniescheiben.

Physiologische *genua valga* sind klinisch im Allgemeinen nicht sichtbar, ein sichtbarer IMA bedeutet deshalb, dass von einem rein statischen Gesichtspunkt aus gesehen, ein Valgus vorliegt. Man muss aber im Auge behalten, dass ein im Alter von 2–4 Jahren sichtbarer Valgus sich verändern kann; in den meisten Fällen kommt es zwischen 4 und 10 Jahren zu einer spontanen Korrektur, ein klinisch sichtbarer Valgus darf deshalb nicht unbedingt als abnorm angesehen werden. Ebenso kann bei Übergewicht die übermässige Weichteilmasse der unteren Extremitäten zum klinischen Eindruck von *genua valga* führen, bei radiologisch absolut achsengerechten Knien. Etwa 30% der 3–4-jährigen Kinder weisen einen IMA > 5 cm auf, der jedoch bei nur 6% im Alter von 8 Jahren weiterbesteht. Ein IMA von **mehr als 8 cm** beim über 8-jährigen Kind muss als abnorm betrachtet werden, während jeglicher IKA, unabhängig von seinem Ausmass, als pathologisch angesehen werden muss. Die klinische Untersuchung soll auch nach einer dynamischen Instabilität suchen (insbesondere wenn eine Bandlaxität besteht), um

Ätiologie des *genu varum* im Kindesalter

- Physiologisch (0–2 Jahre)
- Achsenfehlstellung der Tibia
- Familiär konstitutionell
- Morbus Blount
- Konstitutionelle Knochenkrankheit (Osteochondrodystrophien)
- Lokale Ursache (einseitiges *genu varum*)
- Mediale Epiphysiodese
 - Traumatisch
 - Infektbedingt
- Pathologischer Kallus
- Missbildung
- Tumor
- Lähmungsfolge
- Narbenkontraktur

Tabelle 1

Tabelle 2

den Anteil des Kapsel-Bandapparates an der Achsenabweichung zu erfassen. Schliesslich soll nach Torsionsfehlstellungen der verschiedenen Segmente gesucht werden, da eine erhöhte Antetorsion des Schenkelhalses klinisch als *genu valgum* imponieren, während eine innere Tibiatorsion ein *genu varum* vortäuschen kann.

Radiologische Abklärung von Achsenabweichungen der unteren Extremität

Zur Diagnose und Messung von Achsenabweichungen werden Ganzbeinachsenstandaufnahmen durchgeführt. Dies erfolgt heutzutage mittels niedrigdosiertem EOS-Ganzkörperscanner, eine Technik die es erlaubt, simultan ap- und seitliche Aufnahmen der unteren Extremitäten durchzuführen, mit ei-

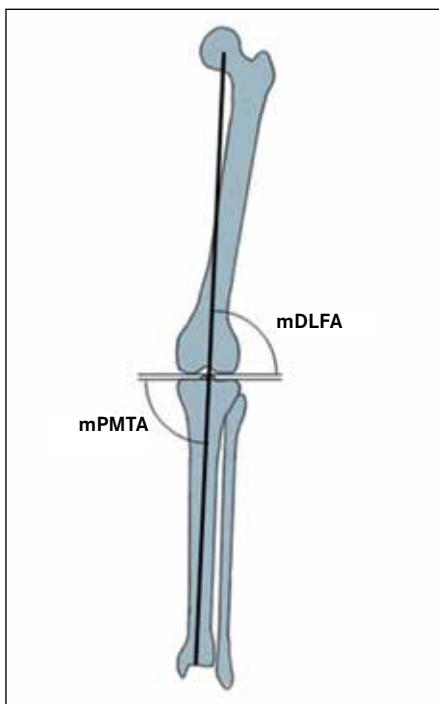


Abbildung 1: Die Vom Zentrum des Femurkopfes zum Zentrum des Sprungbeins gezogene Gerade durchkreuzt normalerweise die Mitte des Kniegelenkes; diese Gerade entspricht der mechanischen Achse. Sie ist bei Varus nach medial und bei Valgusfehlstellung nach lateral verschoben. Es werden zwischen mechanischer Achse und Tangente zu den Gelenkflächen von Femur- und Tibiaepiphysen zwei Winkel gemessen. Diese Masse geben die Lokalisation der Winkelfehlstellung an.

mDLFA= mechanical Distal Lateral Femoral Angle; Normalwert $87^\circ \pm 3^\circ$

mPMTA= mechanical Proximal Medial Tibial Angle; Normalwert $87^\circ \pm 3^\circ$

ner 90%-igen Strahlenreduktion im Vergleich zu konventionellen Apparaten. Die Aufnahmen erfolgen stehend bei strenger Ventralpositionierung der Patella und nach Korrektur einer eventuellen Beinlängendifferenz durch eine entsprechende Unterlage. Die vom Zentrum des Femurkopfes zum Zentrum des Sprungbeins gezogene Gerade soll die Mitte des Kniegelenkes durchlaufen; diese Linie entspricht der mechanischen Achse (*Abb. 1*). Die Winkelabweichung ist gegeben durch den Winkel zwischen mechanischer Femur- und mechanischer Tibiaachse. Die genauere Analyse kann Aufschluss über die Lokalisation der Fehlstellung und das Rotationszentrum des errechneten Winkels geben. Sind diese Parameter erst bestimmt, kann der bevorzugte Ort der Wachstumsmodulation festgelegt werden.

Was bedeutet Wachstumsmodulation

Die Wachstumsmodulation besteht in einer temporären Hemiepiphysiodese, mittels Klammern, transphysären Schrauben oder eight-Plates nach Stevens. Diese neue Technik benutzt 2-Loch- oder 4-Loch-Platten, die rittlings über die Epiphysenfuge am Knochen angebracht werden. Das Wachstum wird dadurch unter der Platte gehemmt, während es auf der Gegenseite der Epiphyse unbeeinflusst bleibt. Wird das Material nicht länger als

24 Monate belassen, schreitet das Wachstum nach Entfernen der Platte in der ganzen Epiphyse wieder normal fort. Die Winkelkorrektur durch eine Hemiepiphysiodese hängt von zwei Faktoren ab: Breite der Wachstumsfuge und Wachstumsgeschwindigkeit. Die Arbeiten von DiMeglio haben gezeigt, dass das Wachstum im Kniebereich etwa 2 cm/Jahr beträgt, und dies bis zum Höhepunkt des pubertären Wachstumsschubes, d.h. bis zum (Knochen-) Alter von 13 Jahre für Mädchen und 15 Jahre für Knaben. Das Wachstum in den unteren Extremitäten verlangsamt sich dann progressiv, um mit Knochenalter von 14.5 Jahren beim Mädchen und 16.5 Jahren beim Knaben endgültig aufzuhören. Die Tatsache, dass das Wachstum in den unteren Extremitäten vor dem Maximum des pubertären Wachstumsschubes aufhört, muss in Erinnerung behalten werden, um Kinder nicht zu spät für eine eventuelle Wachstumsmodulation zuzuweisen. Die Winkelkorrektur in der Frontalebene beträgt **$0.7^\circ/\text{Mt.}$** bei distaler Femur-, **$0.5^\circ/\text{Mt.}$** bei proximaler Tibia- und **$1.2^\circ/\text{Mt.}$** bei Hemiepiphysiodese an beiden Stellen. Die Längenkorrektur während dem ansteigenden Ast des Pubertätswachstumsschubes beträgt bei vollständiger distaler Femurepiphysiodese ca. **1.2 cm/Jahr** , bei vollständiger proximaler Tibiaepiphysiodese beträgt die Wachstumsverzögerung **0.8 cm/Jahr** .

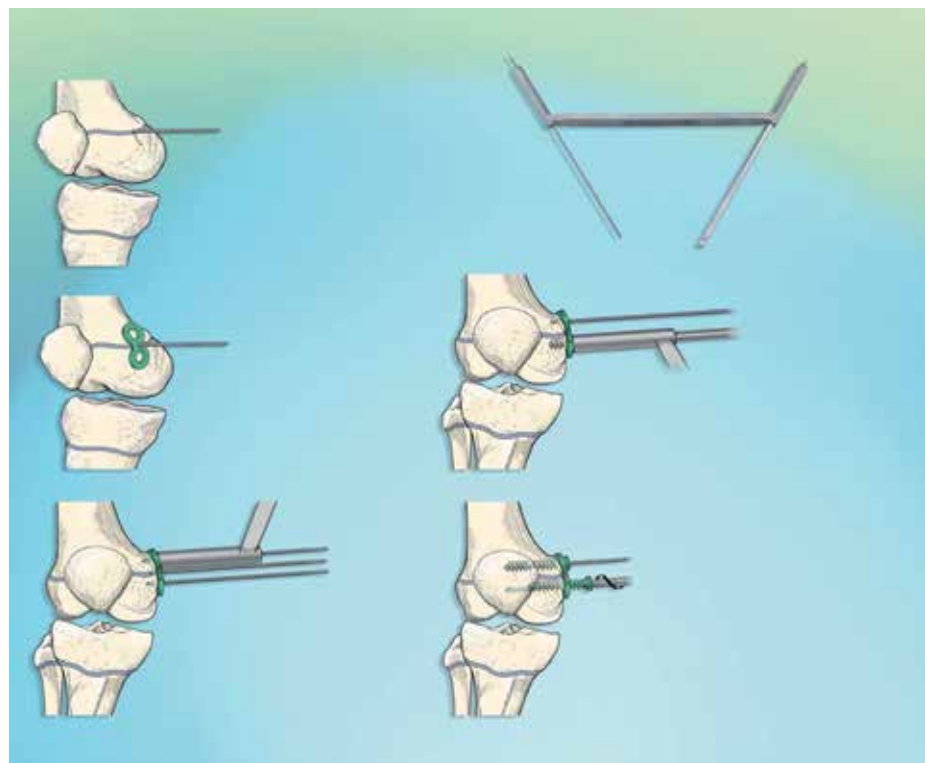


Abbildung 2: Operationstechnik (Erklärung: s. Text). (Image courtesy of «Orthofix international»)

Operationstechnik

Die Hemiepiphysiodese mittels eight-Plates ist eine einfache chirurgische Technik und vollständig reversibel, wenn die Platten nicht mehr als 24 Monate in situ belassen werden (Abb. 2). Durch eine Hautinzision auf Höhe der Wachstumsfuge wird die Platte so am Knochen fixiert, dass sie genau zentriert über der Wachstumsfuge zu liegen kommt. Seitlich betrachtet, soll darauf geachtet werden, dass die Platte genau in der Knochen- und Diaphysenachse liegt; dies ist insbesondere für das distale Femur wichtig. Für Kinder unter 10



Abbildung 3a:
Vor der Operation



Abbildung 3b:
Nach der Operation

Jahren verwendet man Platten mit 2 Löchern (eight-Plate), für ältere die Variante mit 4 Löchern (Quadriplate). Um ein Ausreißen zu vermeiden, sollen die Schrauben möglichst lang sein und möglichst parallel zur Epiphysenfuge liegen. Alle 3–4 Monate wird eine radiologische Kontrolle durchgeführt, um die Achsenkorrektur zu verfolgen. Die Platten werden entfernt, sobald die erwünschte Korrektur erreicht ist, wobei die Eltern darauf hingewiesen werden müssen, dass bei asymmetrischer Winkelabweichung die Metallentfernung u. U. getrennt vorgenommen werden muss. Die Massnahme kann mehrmals wiederholt werden, falls es erneut zur Achsenabweichung kommt, was insbesondere bei Osteochondrodystrophie der Fall sein kann.

Schlussfolgerung

Frontale Achsenabweichungen der unteren Extremität wurden lange Zeit durch Osteotomie und Anlegen von Osteosynthesematerial oder eines Fixateur extern behandelt. Im Kindesalter kann auf Osteotomien dank den weit weniger invasiven Techniken der Wachstumsmodulation meist verzichtet werden. Conditio sine qua non um mit dieser Technik eine vollständige oder zumindest partielle Korrektur zu erreichen, ist eine ausreichende verbleibende Wachstumskapazität. Es ist deshalb wichtig, im Auge zu behalten, dass das Wachstum der unteren Extremitäten vor Ende des pubertären Wachstumsschubes aufhört, und Kinder mit einer pathologischen Achsenabweichung frühzeitig einem Kinderorthopäden zugewiesen werden sollen, um den idealen Zeitpunkt zur Wachstumsmodulation nicht zu verpassen.

Beispiel (Abb. 3)

Bei diesem 12½-jährigen Knaben (Knochenalter 13 Jahre) besteht eine familiäre Osteochondrodystrophie (multiple epiphysäre Dysplasie). Zum Zeitpunkt der Wachstumsmodulation betrug die Valgusabweichung im Kniebereich rechts 17° und links 11°. Es wurde eine mediale Hemiepiphysiodese am distalen Oberschenkel und proximalen Schienbein beidseits durchgeführt. Zehn Monate nach dem Eingriff war die Korrektur rechts vollständig, während links eine Überkorrektur vorlag. Nach Metallentfernung erforderte ein Rezidiv mit erneuter Valgusstellung beider Knie eine zweite Modulation, mit ausgezeichnetem Resultat bei Wachstumsabschluss (Winkel < 2°).

Die Autoren haben keine finanzielle Unterstützung und keine anderen Interessenkonflikte im Zusammenhang mit diesem Beitrag.

Korrespondenzadresse

Dr. Dimitri Ceroni & Dr. Raimonda Valaikaite
Service d'Orthopédie Pédiatrique
Département de l'Enfant et de l'Adolescent
Hôpitaux Universitaires de Genève
6, rue Willy Donzé
1211 Genève 14
dimitri.ceroni@hcuge.ch

Achsenfehlstellungen die dem Kinderorthopäden zugewiesen werden sollen

- Jede Varusfehlstellung nach dem Alter von 2 Jahren
- Jede Valgusfehlstellung mit IMA > 6–8 cm beim > 8-Jährigen
- Jede asymmetrische Varus-/Valgusfehlstellung
- Jede progressive Varus-/Valgusfehlstellung
- Jede Achsenfehlstellung
 - bei konstitutionellen Knochenkrankheiten
 - bei metabolischen Krankheiten
 - nach Knocheninfektion
 - nach Fraktur
 - infolge einer Hautaffektion (Narbenkontraktur)
 - infolge eines Tumors
 - im Zusammenhang mit einer Missbildung

Tabelle 3