

## Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Kinderchirurgie

# Femurschaftfraktur im Kindes- und Jugendalter

Markus Dietzel

### Definition und Basisinformation

#### Inzidenz

Die Inzidenz für Femurschaftfrakturen liegt bei 11–23/100.000 Kinder (<16.–18. Lebensjahr)/Jahr [1–3]. Die Femurschaftfraktur macht ca. 1 % aller Frakturen im Kindesalter aus [4, 5] und ca. 4 % aller Frakturen der langen Röhrenknochen im Wachstumsalter [6].

#### Altersverteilung

Je nach zugrundeliegender Population (epidemiologische Daten, Krankenhausdaten) schwankt die Frakturhäufigkeit leicht in den Altersklassen, z.B.

– <1 Jahr: 6 %, 1–3 Jahre: 35 %, 4–6 Jahre: 20 %, 7–9 Jahre: 17 %, 10–12 Jahre: 12 %, 13–14 Jahre: 9 % [2].

– Altersverteilung zweigipflig bei Jungen (2–3 Jahre, 14–15 Jahre), homogen bei Mädchen [7].

Insgesamt treten ca. zwei Drittel aller Femurschaftfrakturen bei Jungen und ca. ein Drittel bei Mädchen auf [7, 8, 4]. Neben Alter und Geschlecht sind bei akzidenteller Ursache der Fraktur weitere soziodemografische Parameter zu vernachlässigen [8, 9].

#### Ätiologie und Pathogenese

Bei Kindern unter 4 Jahren sind Stürze aus geringer (<1 m) und mittlerer Höhe (1–3 m) die häufigste Frakturursache, im Alter von 4 bis 12 Jahren sind dann zunehmend Sport- und Freizeitunfälle ursächlich, wohingegen bei 13 bis 18 Jahre alten Adoleszenten Sport- und Verkehrsunfälle als Frakturursache in den Vordergrund treten [2, 9]. Diese Hochrasanztraumata erklären die altersabhängige Zunahme schwerer Begleitverletzungen [9].

In jedem Alter können Femurschaftfrakturen auch als pathologische Fraktur auftreten (z.B. bei Osteogenesis imperfecta, Cerebralparese, bei neuromuskulären Erkrankungen, Knochenzysten, malignen Tumoren), sodass diese Ursache stets bedacht und die Behandlung an die Grunderkrankung angepasst werden sollte [10–12].

Misshandlung: Bei Kindern unter 1 Jahr liegt in 15–30 % der Fälle eine nichtakzidentelle Ursache der Fraktur vor, bei Kindern unter 3 Jahren noch in 5 % [2, 13, 14]. Dabei lässt der Frakturtyp (quer, schräg oder spiral) nicht auf die Ursache (akzidentell/nicht-akzidentell) schließen [15].

#### Leitsymptome

– Schwellung, Deformierung und Schmerzhaftigkeit des betroffenen Oberschenkels.

– Im Säuglings- oder Kleinkindesalter zeigt sich häufig selbst bei dislozierten Frakturen nur eine Schonhaltung des betroffenen Beines.

### Diagnostik und Einteilung (Klassifikation)

#### Diagnostik

**Röntgen** in 2 Ebenen mit Hüft- und Kniegelenk unter ausreichender Analgesie.

Bei klarer Operationsindikation kann präoperativ auf die 2. Ebene verzichtet und diese intraoperativ nachgeholt werden [16].

## **Klassifikation der Femurschaftfraktur im Kindes- und Jugendalter**

Klassifikation nach AO-PCCF (Pediatric comprehensive classification of long bone fractures) [17]:

32-D = Fraktur der Femurdiaphyse:

- 32-D/2           Grünholzfraktur der Femurdiaphyse
- 32-D/4.1       Querfraktur (<30°), einfach
- 32-D/4.2       Querfraktur (<30°), komplex (Mehrfragmentfraktur)
- 32-D/5.1       Schräg-/ Spiralfaktur (>30°), einfach
- 32-D/5.2       Schräg-/ Spiralfaktur (>30°), komplex  
(Mehrfragmentfraktur, z.B. mit Bieungs- oder Drehkeil)

## **Therapie und Verlauf**

### **Beckenbeingips oder Overhead-Extension bis zum 3. Lebensjahr bzw. bis ca. 10–15 kg**

#### Anwendung:

Beckenbeingips/-cast: Für die Gipsanlage und die ggf. angestrebte Reposition ist eine Analgesie, ggf. auch Analgosedierung bzw. Narkose erforderlich [18].

Overhead-Extension für 2–3 Wochen stationär. Die Installation sollte unter Analgesie erfolgen; über die folgenden Tage kann diese bedarfsadaptiert reduziert bzw. ausgeschlichen werden. Als Zuggewicht dient zu Beginn 1/7–1/6 des Körpergewichts, mit einer Anpassung im Verlauf (s.u.).

#### Ergänzung:

– Ob in dieser Altersklasse ein Beckenbeingips/-cast oder die Overhead-Extension angewendet wird, ist von der lokalen Kompetenz und Infrastruktur abhängig (technisch anspruchsvolle und aufwändige Gipstechnik). Beide Verfahren basieren auf dem wachstumsbedingten Korrekturpotential des Femurs. Eine Kombination beider Verfahren wird in der Literatur erwähnt (1–2 Wochen Overhead-Extension, Ausbehandlung im Gips) [19]. Studien zeigen ein geringes Komplikationspotential beider Verfahren und eine gute Patienten-/Elternzufriedenheit bei der Overheadextension [20]; zur Ökonomie liegen Daten zugunsten des Beckenbeingipses im Vergleich zur operativen Therapie vor [21, 22]. Neben dem personellen und materiellen Aufwand sowie Bedarf an Sedierung/Narkose ist die stationäre Liegedauer entscheidend für die Kosten. Dafür finden sich in der internationalen Literatur örtliche Unterschiede [21].

– Bei älteren Kindern sind sowohl die Overhead-Extension als auch der Beckenbeingips/-cast nicht mehr die Therapie der Wahl [23].

– Zunehmend wird die elastisch-stabile intramedulläre Nagelung auch bei Kindern unterhalb des 3. Lebensjahres angewandt (s.u.). Aufgrund der fugennahen Implantateintritte am distalen Femur besteht die Gefahr der Stimulation oder Schädigung der Wachstumszone. Zudem kann der in den ersten Lebensjahren weitere Markraum eine bewegungsstabile Verspannung erschweren [24]. Bisher gibt es keine ausreichenden Daten zur Komplikationsrate im direkten Vergleich mit konservativen Verfahren.

#### Procedere/Mobilisierung:

Konsolidierung in 2–3 Wochen, anschließend selbstständige Mobilisierung.

#### Radiologische Kontrollen:

Tag 0 – optional Tag 4 (Stellungskontrolle, ggf. Therapiewechsel, Erhöhung des Extensionsgewichts, Abduktion bei Varusstellung) – altersabhängig nach 14 bis 21 Tagen (Konsolidierung; abhängen).

#### Komplikationen:

Overhead-Extension: Regelmäßige Kontrolle der Haut auf Blasenbildungen (nur unter elastischen Verbänden möglich, nicht unter dem Klebepflaster); Kontrolle der Durchblutung, Motorik und Sensibilität sind u.a. zum Ausschluss einer Parese des Nervus peroneus erforderlich.

Beckenbeingips/-cast: Auch bei sorgfältiger Pflege besteht die Möglichkeit der zunehmenden Dislokation sowie behandlungsbedürftiger Hautschädigungen [25]. Beidem kann durch korrekte Gipstechnik weitgehend vorgebeugt werden (z.B. genügende, aber nicht übermäßige Wattepolsterung, ausreichende Aussparung für die Windelpflege).

*Für die Behandlung bis zum 3. Lebensjahr sollen Beckenbeingips und Overhead-Extension weiterhin in Betracht gezogen werden. Bisher vorliegende Daten sprechen bei Einsatz der ESIN nicht für ein erhöhtes Komplikationspotential vor allem hinsichtlich möglicher Wachstumsstörungen. Der begrenzte funktionelle Vorteil des operativ versorgten Kleinkindes soll bedacht werden. Sozioökonomische Vorteile der Operation (niedrigere Kosten, kürzere Krankenhausverweildauer) sind zu evaluieren.*

### **Elastisch-stabile intramedulläre Nagelung (ESIN) ab dem 3. Lebensjahr bzw. ab ca. 10–15 kg**

#### Anwendung:

- Reposition im OP unter manuellem Zug oder bei größeren Kindern unter Zuhilfenahme eines Extensionstisches [26]. Bei Verwendung des Extensionstisches kann die Durchleuchtung erschwert sein.
- ESIN retrograd bei Frakturen im mittleren und proximalen Schaftdrittel, antegrad bei Frakturen im distalen Schaftdrittel [27].
- Bei der ESIN-Osteosynthese ist unbedingt auf eine adäquate Technik der Implantation zu achten (=2-ESIN-Osteosynthese), insbesondere der korrekte Nageldurchmesser in Relation zum Markraumdurchmesser [28], die symmetrische Platzierung und Vorbiegung der Nägel inkl. divergierender Ausrichtung der Nagelspitzen [29, 30] das Vermeiden des Kreuzens der Nägel auf Höhe des Frakturspaltes oder des Korkenzieher-Phänomens [31] sowie der Kortikalisperforation durch eine Nagelspitze [32]. Auch die unterschiedlichen Materialeigenschaften von Stahl- und Titannägeln sind im Hinblick auf die Stabilität zu beachten [33].
- Bei Instabilität der Fraktur (Spiral-/Schräg- oder Mehrfragmentfraktur) trotz einer 2-ESIN-Osteosynthese existieren aktuell zwei klinisch und biomechanisch evaluierte Modifikationen: zum einen können Verriegelungsschraubkappen aufgebracht werden, die die axiale Rigidität um den Faktor 6 erhöhen [34-36], zum anderen kann ein dritter Nagel eingebracht werden, der nachweislich die Rigidität erhöht [37]. Allerdings sind beide Modifikationen zur Stabilitätssteigerung nur sinnvoll, wenn diese auf einer optimalen 2-ESIN-Osteosynthese aufbauen [35, 37]. Vereinzelt bieten Firmen andere Verriegelungssysteme an.

#### Ergänzung:

- Zunehmend wird die elastisch-stabile intramedulläre Nagelung auch bei Kindern unterhalb des 3. Lebensjahres angewandt. Aufgrund der fugennahen Implantateintritte am distalen Femur besteht die Gefahr der Stimulation oder Schädigung der Wachstumszone. Zudem kann der in den ersten Lebensjahren weitere Markraum eine bewegungsstabile Verspannung erschweren [24]. Bisher gibt es keine ausreichenden Daten zur Komplikationsrate im direkten Vergleich mit konservativen Verfahren.

#### Procedere/Mobilisierung:

Als bewegungsstabile Osteosynthese sind isometrische Übungen ab dem 1. postoperativen Tag und die kontinuierliche passive Bewegung (CPM) möglich. Die Mobilisierung an Unterarmgehstützen sollte ab dem 2. bis 5. postoperativen Tag erfolgen. Bei Querfrakturen ist die Belastung frei/selbstbestimmt, bei Schrägfrakturen kann die Belastung über 4 Wochen aufgebaut werden. Kinder im Vorschulalter lassen sich allerdings häufig zunächst nur im Kinderrollstuhl mobilisieren.

#### Radiologische Kontrollen:

- Tag 0 – adäquate intraoperative Durchleuchtungsbilder (oder 1. postoperativer Tag: lange Achse!) –
- Tag 28 – altersabhängig nach 3 bis 6 Monaten (und nur bei dann noch unvollständiger Durchbauung nochmals vor der geplanten Metallentfernung)

#### Komplikationen:

Bekannte Probleme im Verlauf sind die Irritation der Weichteile infolge zu langer Nagelenden mit Hämatom- oder Serombildung, Schmerzen, Infektionen, eine Beugehemmung im Kniegelenk bis zur Metallentfernung sowie persistierende Achsfehlstellungen wie z.B. die Valgusfehlstellung bei Perforation des medialen Nagels am Schenkelhals [38, 31, 39]. Bei Kindern und Jugendlichen mit einem Körpergewicht von mehr als 50 kg kann die Komplikationsrate der ESIN-Osteosynthese erhöht sein [40-42], weshalb hier die Anwendung eines lateralen Femurnagels erwogen werden soll (s.u.).

#### Metallentfernung:

Bei radiologisch vollständig remodellierter Knochenstruktur ab dem 4. bis 6. postoperativen Monat.

*Jenseits des 3. Lebensjahres soll eine Femurschaftfraktur operativ stabilisiert werden. Die ESIN ist die Methode der ersten Wahl. Auf die technisch einwandfreie Realisierung ist zu achten, damit die Komplikationsrate gering ist. Für komplexe Frakturen sollen Alternativen in Erwägung gezogen werden.*

#### **Lateraler Femurnagel (z.B. Adolescent lateral-entry femoral nail [ALFN]) ab ca. 50 kg Körpergewicht**

##### Anwendung:

Bei Kindern und Jugendlichen mit einem Körpergewicht von mehr als 50 kg kann die Komplikationsrate der ESIN-Osteosynthese erhöht sein [40-42]. Deshalb kann neben den oben genannten Modifikationen ein solider, von lateral eingebrachter Femurnagel (z.B. der Adolescent lateral-entry femoral nail) eingesetzt werden [43]. Um das Risiko einer avaskulären Femurkopfnekrose zu minimieren, ist der optimale Eintrittspunkt am lateralen Trochanter major zu beachten [44, 45]. Die für die Behandlung Erwachsener entwickelten rigiden intramedulläre Nagelsysteme sind bei noch offenen Fugen aufgrund nachgewiesener Beinlängendifferenzen durch Schädigung der Wachstumszone am Trochanter major und avaskulärer Nekrosen des Femurkopfes nicht zu empfehlen [44, 45].

##### Procedere/Mobilisierung:

Ab dem 1. postoperativen Tag sind isometrische Übungen sowie die Mobilisierung an Unterarmgehstützen möglich. Dabei ist ein rascher schmerzadaptierter Belastungsaufbau möglich.

##### Radiologische Kontrollen:

Tag 0 – adäquate intraoperative Durchleuchtungsbilder (oder 1. postoperativer Tag) – Tag 28 – altersabhängig nach 3 bis 6 Monaten (und nur bei dann noch unvollständiger Durchbauung nochmals vor der geplanten Metallentfernung)

##### Komplikationen:

Das Risiko der avaskulären Nekrose des Femurkopfes ist aufgrund der niedrigen Inzidenz dieser schwerwiegenden Komplikation noch nicht hinreichend geklärt [44]. Weitere mögliche Probleme sind die Valgusstellung distaler Frakturtypen, zudem werden (bei bisher insgesamt geringen Fallzahlen) vereinzelt Pseudarthrosen erwähnt [45, 46].

##### Metallentfernung:

Bei radiologisch vollständig remodellierter Knochenstruktur nach ca. 6 Monaten.

*Bei Patienten mit einem Körpergewicht >50 kg sollen wegen der Stabilität alternative Verfahren bedacht werden. Hier steht der laterale Femurnagel in spezieller Version für Adoleszente zur Verfügung.*

### **Fixateur externe**

#### Anwendung:

Indikationen bei Trümmerfrakturen, III° offenen Frakturen, im Rahmen eines Polytraumas oder wenn mit der ESIN-Osteosynthese und den möglichen Modifikationen keine ausreichende Stabilität zu erzielen ist [47].

#### Procedere/Mobilisierung:

Als belastungsstabile Osteosynthese sind isometrische Übungen ab dem 1. postoperativen Tag und die Mobilisierung an Unterarmgehstützen ab dem 2. bis 5. postoperativen Tag mit Vollbelastung erlaubt. Eine Dynamisierung des Fixateurs kann erfolgen, kontrollierte Studien über den Nutzen der Dynamisierung liegen jedoch nicht vor.

#### Radiologische Kontrollen:

Tag 0 – adäquate intraoperative Durchleuchtungsbilder (oder 1. postoperativer Tag) – Tag 28 und vor der geplanten Metallentfernung Weitere radiologische Kontrollen sind bei allen Behandlungsverfahren nur bei Komplikationen, Wachstumsstörungen oder erneutem Trauma notwendig.

#### Komplikationen:

Pin-tract-Infektion aufgrund unzureichender Weichteilinzision oder nicht ausreichend sorgfältiger Pinpflege [48]. Die Gefahr der relevanten Achsabweichungen ist gegeben [49]. Bei fehlender Dynamisierung des Fixateurs tritt v. a. bei Querfrakturen eine verzögerte Heilung auf [50].

#### Metallentfernung:

Bei ausreichender Kallusüberbrückung ab dem 2. postoperativen Monat.

*Bei Mehrfragmentfrakturen und höhergradigen Weichteilverletzungen soll der Einsatz eines Fixateur externe in Betracht gezogen werden.*

**Andere Osteosynthesen** wie die submuskulär durchgeschobene Plattenosteosynthese [51, 52], die klassische Plattenosteosynthese oder Kombinationen der oben genannten Verfahren sind im deutschsprachigen Raum aufgrund ihrer Invasivität sowie der kurz- und langfristigen Komplikationen Sonderfällen vorbehalten [47, 53, 54].

### **Nachuntersuchung**

Die regelmäßige Nachuntersuchung ist zum Erkennen von Wachstumsstörungen erforderlich. Diese sollte in halbjährlichen Abständen bis 2 Jahre nach der Metallentfernung erfolgen. Bei im Verlauf aufgetretener Beinlängendifferenz sollten die Nachuntersuchungen jährlich bis zum Wachstumsabschluss erfolgen. Dabei ist eine Ganzbeinstandaufnahme aufgrund der Strahlenbelastung nicht als Routineuntersuchung im Verlauf anzuwenden, sondern muss konkreten Indikationen vorbehalten bleiben [55, 56].