



Basiswissen der operativen Frakturbehandlung

Relative Stabilität: Das Prinzip der Marknagelung

■ Susanne Bäuerle, Sandra Hillebrecht

Lernziel:

1. Was bedeutet relative Stabilität?
2. Welche Frakturen werden nach dem Prinzip der relativen Stabilität versorgt und warum?
3. Nennen Sie Vor- und Nachteile der aufgebohrten oder unaufgebohrten Implantationstechnik.
4. Erklären Sie die Operationstechnik einer Marknagelung am Beispiel des Expert Tibia Nagels.

Ziel jeder operativen Frakturbehandlung ist die Wiederherstellung der früheren, vollen Funktion der betroffenen Extremität. Wird eine Fraktur so stabilisiert, dass im Frakturbereich unter dynamischer und funktioneller Beanspruchung noch minimale Bewegung stattfinden kann spricht man von **relativer Stabilität**.

Was bedeutet „relative Stabilität“?

Eine Möglichkeit, um **relative Stabilität** zu erreichen, ist die Osteosynthese mit einem Marknagel.

Während bei Gelenkfrakturen die anatomische Reposition und absolute Stabilität höchste Priorität haben, steht bei Mehrfragment- und Trümmerfrakturen im Schaftbereich, wie auch bei gelenknahen Frakturen ohne Gelenkbeteiligung die **relative Stabilität** im Vordergrund.

Bei dieser Art der Frakturversorgung gilt es einen Kompromiss zwischen ausreichender Stabilität und Frakturfreilegung bzw. Gewebeschädigung durch Präparation zu finden. Frakturzone und Weichteile sollen weitest gehend geschont werden, damit eine ungestörte und schnelle Heilung durch eine frühe Kallusbildung erreicht werden kann.

Die **relative Stabilität** erlaubt im Frakturbereich ein geringes Bewegungsausmaß und führt somit zur indirekten Frakturheilung. Die hier erwünschte und angestrebte Kallusbildung führt zum Stabilitätsgewinn und Schutz des Implantats vor mechanischem Versagen.

Ziel der relativen Stabilität ist die Rotations- und Längensicherung, die korrekte Achsausrichtung der Extremität, die Schonung der Weichteile und Frakturzone sowie die Anregung der Kallusbildung durch ein geringes Bewegungsausmaß.

Wissenswertes zur Marknagelung

- Die erste Marknagelung erfolgte 1940 durch Prof. Küntscher. Der so genannte Küntscher-Nagel legte die Grundsteine für die Marknagelung. Die Technik wurde durch die Entwicklung von Spezialnägeln ständig verbessert und vergrößerte das Indikationsspektrum von der einfachen Schaftfraktur bis hin zur komplexen Trümmerfraktur im Schaftbereich. Der heutige Stand schließt auch Frakturen im proximalen und distalen Schaftdrittel mit ein, sofern keine Gelenkbeteiligung vorliegt. Somit gilt die Marknagelung heute als Standardbehandlung von Schaftfrakturen.
- Ein wesentlicher Unterschied bei der Marknagelung liegt in der aufgebohrten oder unaufgebohrten Implantationstechnik.
- Beim Aufbohren des Markraums wird die Kontaktfläche zwischen Nagel und Knochen vergrößert. Die Stabilität der Fraktur beruht auf dem Prinzip der Reibung durch Verklebung. Die mechanische Eigenschaft des Knochen-Implantat-Verbundes wird erhöht, weil Nägel mit größerem Durchmesser verwendet werden können. Nachteilig zu nennen sind der Druckanstieg im Markraum, die Hitzeentwicklung und somit die Gefahr von Knochennekrosen und die Schä-

digung der Blutversorgung der inneren Kortikalis.

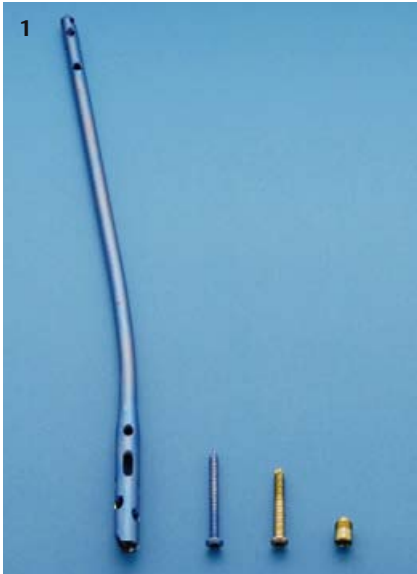
- Wenn nicht aufgebohrt wird, wird weniger Hitze entwickelt und die endostale Durchblutungsstörung ist geringer. Es entstehen deutlich weniger Knochennekrosen. Die Technik der unaufgebohrten Marknagelung erlaubt daher in ausgewählten Fällen auch die primäre Versorgung von offenen Frakturen. Nachteile sind die schlechtere Anpassung an die Knochenform. Wird der Nageleintrittspunkt nicht optimal gewählt, kann der korrekte Sitz des Nagels ein Problem werden.
- Marknägel – mit oder ohne Aufbohrung – müssen sowohl proximal als auch distal zur Frakturzone verriegelt werden. Die distale und proximale Verriegelung verhindert eine Verkürzung und Rotation des Knochen-Implantat-Verbundes und hält die Reposition.
- Die Verriegelungstechnik wird unterschieden zwischen dynamisch und statisch. Die dynamische Verriegelung durch das ovale Schraubenloch ermöglicht eine axiale Kompression bei Belastung des Knochens. Die Kräfteinleitung erfolgt über den Knochen während es bei der statischen Verriegelung durch die Rundlöcher zur Kraftübertragung auf das Implantat kommt, axiale Kompression wird hier verhindert.

Indikation

- Einfache Schaftfrakturen (geschlossene und offene)
- Mehrfragment- und Trümmerfrakturen im Schaftbereich
- Frakturen im proximalen und distalen Schaftdrittel ohne Gelenkbeteiligung

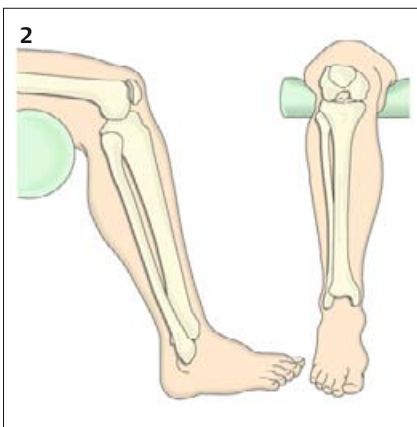
Implantate

Die Expert Tibianägel gibt es als solide oder durchbohrte Implantate. Gewünschtes Sortiment mit Verriegelungsschrauben und Verschlusschrauben bereithalten (Abb. 1).



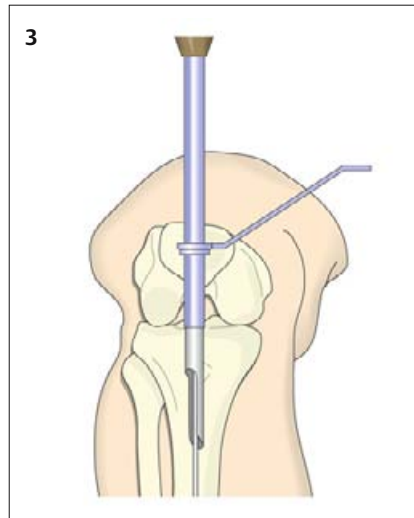
OP-Technik der Marknagelung am Beispiel einer Tibiaschaftfraktur mit einem soliden Expert Tibia Nail

■ Rückenlagerung, wobei darauf zu achten ist, dass das verletzte Bein 90–100° gebeugt werden kann (Abb. 2). Alternativ kann die Lagerung auch auf dem Extensionstisch erfolgen.



- Bestimmung des Nageldurchmessers und der -länge.
- Zugang über eine Längsinzision vom distalen Drittel der Patella bis zur Tuberositas tibiae.
- Eintrittsstelle des Nagels ist die ventrale Kante des Tibiaplateaus.
- Einbringen eines Führungsdrahtes mit dem Universalbohrfutter.

- Eröffnung des Markraumes entweder mit dem Eröffnungsinstrument und der Gewebeschutzhülse (Abb. 3), Spiralbohrer oder dem Pfriem.



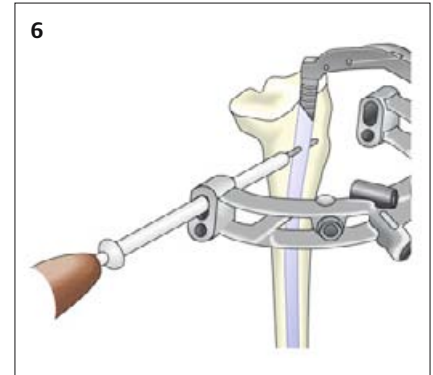
- Befestigung des ausgewählten Nagels am Zielbügel. Mit leichten Drehbewegungen Einbringen des Nagels in den Markraum (Abb. 4).



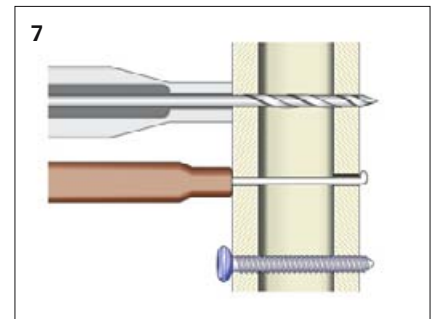
- Falls nötig, kann das Verbindungsstück am Zielbügel angebracht und der Nagel mit leichten Hammerschlägen eingebracht werden. Wird zum Einbringen mehr Kraft benötigt, kann die Führungsstange am Verbindungsstück montiert werden und der Kombihammer im Gleitmodus verwendet werden (Abb. 5).



- Proximale und distale Bildverstärkerkontrolle der Nagelposition.
- Die proximale Verriegelung erfolgt über den Zielbügelaufsatz und die Trokarkombinationen (Abb. 6). Beim Expert Tibianagel besteht proximal zusätzlich zu den Standardverriegelungsschrauben die Option von Spongiosaverriegelungsschrauben.



- Die distale Verriegelung erfolgt in Freihandtechnik mithilfe des röntgenstrahldurchlässigen Winkelgetriebes und den dazugehörigen Spiralbohrern (Abb. 7).



- Entfernen des Zielbügelaufsatzes, des Verbindungsstücks und Zielbügels.
- Einbringen der kanülierten Verschlusschraube über einen Führungsdraht und den kanülierten Schraubendreher (Abb. 8).



- Spülung und schichtweiser Wundverschluss.

Instrumentarium Expert Tibia Nail

Instrumente zur Eröffnung des Markraums mit Eröffnungsinstrument oder Spiralbohrer (Abb. 9).



Instrumente zur Montage des Zielbügels (Abb. 10).



Zusätzliche Instrumente zur Einbringung des Nagels (Abb. 11).



Instrumente zur proximalen Verriegelung für Tibianägel, 8–9 mm für die blauen, 4,0 mm Verriegelungsschrauben und goldene Spongiosaverriegelungsschrauben (Abb. 12).



Instrumente zur proximalen Verriegelung für Tibianägel, 10–13 mm für die grünen, 5,0 mm Verriegelungsschrauben (Abb. 13).



Distale Verriegelung: Spiralbohrer 3,2 für die blauen Verriegelungsschrauben und Spiralbohrer 4,2 für die blauen Verriegelungsschrauben für das röntgendurchlässige Winkelgetriebe (Abb. 14).



Instrumente für die Einbringung der Verschlusschraube (Abb. 15).



Literatur

Rüedi TP, Murphy WM. AO Prinzipien des Frakturmanagements, 5. Auflage 2003, Thieme Stuttgart
 Rüter A, Trenz O, Wagner M. Unfallchirurgie, 2. Auflage 2004, Urban und Fischer
 Fa. Synthes. OP-Technik Expert Tibia Nail, 2005

Susanne Bäuerle

Direktorin ORP/Nurse Education

AO Education
 Clavadelstrasse 8
 7270 Davos

Sandra Hillebrecht

Operations Technische Assistentin

OSK St. Elisabeth
 OP-Abteilung Unfallchirurgie mit Sektion Orthopädie
 Elisabethenstrasse 15
 88212 Ravensburg