

Achim Biewener · Stefan Rammelt · René Grass · Hans Zwipp

Klinik und Poliklinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie,
Universitätsklinikum Carl Gustav Carus, TU Dresden

Präzise Positionierung des unaufgebohrten Tibianagels (UTN) in kurzen distalen Fragmenten mit perkutanen Kirschner-Drähten

Zusammenfassung

Die unaufgebohrte Marknagelung ist eine exzellente Methode zur Stabilisierung von Unterschenkelfrakturen. Im Bereich der distalen 2/5 der Tibia steigt das Risiko einer Achsfehlstellung in der koronaren bzw. sagittalen Ebene aber deutlich an. Eine Ergänzungstechnik für ein minimalinvasives, präzises Einlenken des Nagels kann die achsgerichte Osteosynthese erleichtern. Bei der Palisadentechnik werden Kirschner-Drähte perkutan unter BV-Kontrolle eingebracht, sodass der Nagel mit der schrägen Spitze abgelenkt und im Markraum zentriert wird. Das resultierende Drehmoment führt zur Ausrichtung von anatomischer Achse und Nagelachse. Seit Februar 2000 wurde diese Technik bei 12 Patienten eingesetzt (m/w: 7/5, Durchschnittsalter 46 Jahre), 7-mal bei frischen distalen Frakturen, 3-mal zur Nagelpositionskorrektur und 2-mal bei Korrekturosteotomien. Alle frischen Frakturen heilten ohne Achsfehlstellung. Bei den Korrekturfällen konnte die Fehlstellung deutlich reduziert werden (koronar von $9,6^\circ$ auf $1,4^\circ$, sagittal von $5,6^\circ$ auf $3,0^\circ$). Diese Technik erlaubt die präzise, achsgerichte Positionierung des UTN in der distalen Tibia sowie die Korrektur fehlgestellter Nagelosteosynthesen und minimalinvasive Korrekturosteotomien in dieser problematischen Region.

Schlüsselwörter

Unaufgebohrter Nagel · Fehlstellung · Palisadentechnik

Die Marknagelung ist seit über 20 Jahren eine etablierte Methode für die interne Osteosynthese von Unterschenkelchaftfrakturen. Die zunächst limitierte Indikation – Mittschafffrakturen mit geschlossenen Weichteilen – wurde durch die kontinuierliche Entwicklung der Implantate ausgeweitet. Die Verriegelungstechnik erlaubt die Stabilisierung auch distaler metaphysärer Frakturen [10], nach Verschraubung des distalen Fragments sogar bei limitierter Gelenkbeteiligung [9]. Die unaufgebohrte Nagelung von Frakturen mit schwerem offenem oder geschlossenem Weichteilschaden weist eine der externen Fixation vergleichbar niedrige Infektionsrate auf, bei allerdings überlegener Knochenheilung und besserem Patientenkomfort [1, 2, 3, 4, 7].

Auf der anderen Seite ist bei ungebohrter Nagelung von Frakturen im Bereich der distalen 2/5 der Tibia inakzeptabel häufig eine Fehlstellung in der koronaren oder sagittalen Ebene festzustellen [5]. Der weiter werdende Markraum kann den dünnen Nagel nicht mehr zentrieren, dieser verlässt daher im metaphysären Bereich häufig die anatomische Achse der Tibia. Das exzentrische Eindringen der Nagelspitze in die Spongiosa des distalen Fragments führt zu einem Kippmoment (Abb. 1). Zudem entsteht bei Teilbelastung der Extremität durch die ungleich langen Hebelarme der Verriegelungsbolzen ein Drehmoment, welches die Lockerung oder den Bruch des Bolzens provoziert



Abb. 1 ▲ Exzentrische Position des Nagels, resultiert in einem Drehmoment ($F \times a < F \times b$), das bei Belastung der Extremität das distale Fragment kippt

© Springer-Verlag 2003

Dr. Achim Biewener
Klinik und Poliklinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie,
Universitätsklinikum Carl Gustav Carus,
TU Dresden, Fetscherstraße 74, 01307 Dresden,
E-Mail: achim_biewener@yahoo.de,
Phone: 0351-4582700, Fax: 0351-4584307

A. Biewener · S. Rammelt · R. Grass ·
H. Zwipp

Precise positioning of the unreamed tibia nail (UTN) in short distal fragments with percutaneous K-wires

Abstract

Unreamed nailing is an established method of achieving internal fixation of tibial shaft fractures. The interlocking technique allows stabilization of distal metaphyseal fractures, but the risk of malalignment in the coronal and sagittal planes increases considerably when the fracture is in the distal two-fifths of the tibia. This study was performed to test the hypothesis that an additional technique for minimally invasive guidance of the nail might make more precise positioning of the nail easier. K-wires are inserted percutaneously so that the eccentric nail slides with the oblique tip along the K-wire and is centred in the medullary canal. The resulting torque aligns the anatomical axis of the distal fragment with the axis of the nail ("palisade method"). Twelve patients (mean age 46) have been operated on using the palisade method since February 2000. In 7 cases acute fractures were fixed, while in the other 5 the method was used in corrective surgery of malaligned distal tibial fractures. There was no secondary loss of reduction or bolt breakage before bony union. All acute fractures healed with anatomical alignment in the coronal and sagittal planes. In corrective surgery, malalignments were reduced from 9.6° to 1.4° in the coronal plane and from 5.6° to 3.0° in the sagittal plane. One patient died after 7 weeks, one diabetic patient with grade III peripheral atherosclerosis underwent a change to external fixation owing to a deep ulcer around the incision for the furthest distal interlocking bolt. The palisade method presented here allows precise positioning of the nail in short distal fragments by means of K-wires introduced percutaneously and reliably prevents malalignment. It is useful in fixation of acute fractures, secondary adjustment of a malpositioned nail and corrective osteotomy.

Keywords

Unreamed nailing · Malalignment · Palisade method

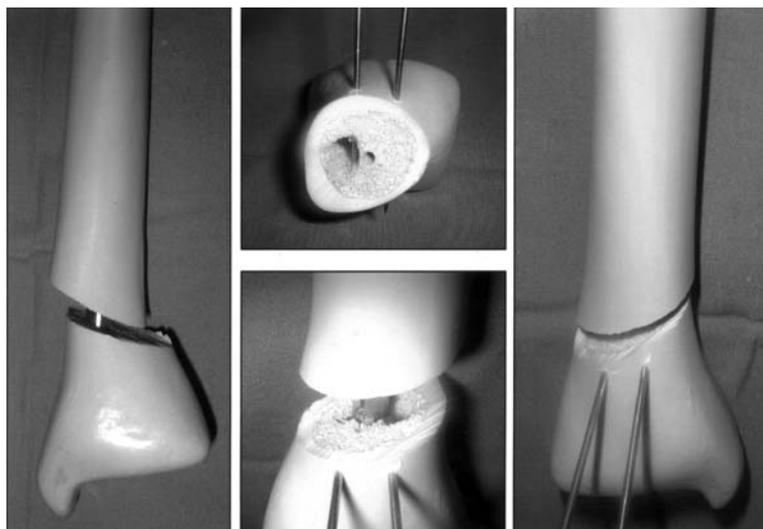


Abb. 2 ▲ Einlenken des Nagels in die zentrale Position mit Kirschner-Drähten. Typische Fehlstellung und Wiederherstellung der anatomischen Achse durch die Korrektur des Nagellaufs



Abb. 3a–e ▲ Fall 1, a 6 Wochen alte UTN-Osteosynthese (AO 42A1), 11° Valgusfehlstellung, b intraoperative Bildserie des Korrekturverlaufs, schrittweises Einlenken der Nagelspitze, c postoperative Weichteilsituation, primäre Wundheilung, d intraoperatives Röntgen: Korrektur bis auf einen Restvalgus von 3°, e Ausheilungsbild 8 Monate nach dem Eingriff ohne sekundären Korrekturverlust. Die gelockerten Verriegelungsbolzen wurden entfernt

(Abb. 1). Ein erneutes Einbringen des Nagels in die korrekte Position scheitert dann häufig daran, dass die Nagelspitze wieder in den vormaligen spongösen Kanal im distalen Fragment abgleitet.

Ziel dieser Arbeit ist die Darstellung der „Palisadentechnik“ und erster klinischer Ergebnisse.

Methode und Patienten

Methode

Der Patient wird auf einem strahlentransparenten Standardoperationstisch

gelagert. Die über ein Gelenk verstellbare Knierolle wird unter den distalen Oberschenkel positioniert, sodass Hautdesinfektion und Abdeckung nicht behindert sind. Mit Lineal und Bildwandler wird die zu verwendende Nagellänge bestimmt. Anschließend wird im exakten a.-p.-Strahlengang die Mitte des proximalen Markraums mit einem perkutan orthograd eingebrachten 1,6-mm-Kirschner-(Peil-)Draht markiert.

Bei einer Kniebeugung von 100° wird in Verlängerung des Peildrahts der Zugang zum Markraum präpariert. Unter manueller Reposition wird der Nagel

bis in den Frakturbereich vorgeschlagen. Anschließend wird die Frakturzone im a.-p.-Strahlengang eingestellt. Knapp vor die exzentrisch liegende Nagelspitze wird ein streng orthograd eingebrachter 1,8-mm-Kirschner-Draht – entweder perkutan oder in der Nähe von Leitungsbahnen auch nach Stichinzision unter Verwendung der Gewebeschutzhülse – durch beide Kortizes gebohrt, sodass die Nagelspitze mit ihrer Schräge am Draht abgleiten kann. Die hierbei entstehenden hohen Kippmomente führen zu einer Ausrichtung der Achse des distalen Fragments parallel zur Nagelachse und damit zur achsgerechten Reposition. Bei nicht ausreichender Korrektur ist durch weitere Drähte eine subtile Führung der Nagelspitze bis in die endgültige Position möglich (Abb. 2). Vor dem weiteren Einschlagen des Nagels wird die Achse in der sagittalen Ebene überprüft. Diese ist aufgrund der definierten Nagelführung in der koronaren Ebene problemlos manuell einstellbar. Bei sehr distalen Frakturen wird der Nagel bis in den subchondralen Bereich vorgeschlagen, um eine ausreichende Primärstabilität zu erreichen. Bei metaphysären Frakturen wird unter Verwendung der distalen seitlichen und der a.-p.-Bohrung des UTN verriegelt. Nach Abschluss der Verriegelung werden die Kirschner-Drähte entfernt.

Klassifikation

Die Frakturen wurden nach der AO-Klassifikation eingeteilt [6]. Eine Abweichung von der anatomischen Tibiaachse wurde nach Paley et al. [8] definiert.

Ergebnisse

Seit Februar 2000 wurde die „Palisadentechnik“ bei 12 Patienten eingesetzt (m/w 7/5, Durchschnittsalter 46 Jahre):

- 7-mal bei frischen distalen Unterschenkelfrakturen,
- 3-mal zur Korrektur der Nagelposition nach Unterschenkelmarknagelung in Fehlstellung und
- 2-mal bei Korrekturosteotomien verheilte, aber fehlgestellte distale Unterschenkelfrakturen.

In keinem Fall kam es zu einem sekundären Korrekturverlust oder Bolzenbruch. Alle frischen Frakturen heilten



Abb. 4a–d ▲ Fall 2, a Frakturaufnahmen (AO 43A1), extreme Kalksalzminderung; b der im sehr weiten distalen Markraum lateral auflaufende Nagel wird über „Palisadendraht“ exakt mittig in das distale Fragment eingelenkt, c klinisches Bild der Korrekturabläufe, d postoperative Röntgenkontrolle. Die Achse des kurzen distalen Fragments und die Nagelachse verlaufen parallel. Der Nagel wurde bis in den subchondralen Verstärkungsbereich der Spongiosa vorgetrieben. Primäre Wundheilung



Abb. 5a–c ▲ Fall 3, a Röntgenaufnahmen 14 Wochen nach UTN: 6° Valgus, 20° Retrokurvation, b intraoperative Situation: beachte die lenkenden Kirschner-Drähte und den limitierten dorsomedialen Zugang für die Osteotomie, c 12 Wochen später: Durchbau der Tibia, kein Repositionsverlust. Der gebrochene Kirschner-Draht ist asymptomatisch und wird mit dem Nagel entfernt

achsgerecht aus. Bei den Korrekturfällen konnte die Fehlstellung koronar von 9,6° auf 1,4° und sagittal von 5,6° auf 3,0° reduziert werden.

Komplikationen

Eine multimorbide Patientin starb 7 Wochen nach dem Eingriff ohne lokale Komplikationen, 1 Patient mit insulinpflichtigem Diabetes und AVK III° entwickelte ein chronisch infiziertes Ulkus im Bereich des distalsten Verriegelungsbolzens, das zum Wechsel auf externe Fixation zwang.

Klinische Beispiele

Fall 1

Die 28-jährige, phänotypisch nicht auffällige Frau mit Osteogenesis imperfecta hatte eine geschlossene Spiralfaktur des distalen Unterschenkelschafts (AO 42A1) durch Verdrehtrauma beim Tanzen erlitten. Die Fraktur wurde operativ durch geschlossene Reposition und Sta-

bilisierung mittels UTN versorgt. Bei unbefriedigender Stellung wurde 1 Woche postoperativ versucht, die Achse durch Pollerschrauben in der frontalen und sagittalen Ebene zu korrigieren. Die Vorstellung erfolgte 5 Wochen nach der Erstversorgung (Abb. 3).

Fall 2

Die 78-jährige Patientin litt seit Jahren an rezidivierenden myelitischen Schüben mit Ausbildung einer inkompletten Paraplegie. Bei einem Sturz aus dem Rollstuhl hatte sich die Patientin eine geschlossene distale Unterschenkelfraktur (AO 43A1G2) zugezogen (Abb. 4). Sie wurde am 8. postoperativen Tag entlassen und verstarb nach 7 Wochen.

Fall 3

Bei dem 27-jährigen Mann wurde eine geschlossene Tibiaspiralfaktur (AO 43A1) durch Unterschenkelmarknagelung versorgt. 14 Wochen nach dem Eingriff war die Fraktur fest, in der korona-

ren und sagittalen Ebene fehlgestellt, und die Nagelspitze hatte das Tibiaplafond perforiert (Abb. 5).

Diskussion

Die Erhaltung der Fragmentdurchblutung und die optimale Schonung der verletzten Weichteile sind unabdingbare Voraussetzungen für eine erfolgreiche Behandlung von Unterschenkelschaftfrakturen. Die unaufgebohrte Marknagelung ist hinsichtlich dieser Faktoren kaum durch Alternativen zu übertreffen.

Andererseits dürfen die exzellenten Ergebnisse hinsichtlich Infektion oder Pseudarthrose nicht zur Akzeptanz von Achsfehlstellungen führen, die erhebliche Langzeitprobleme der angrenzenden Gelenke verursachen. Die signifikant erhöhte Rate an Achsfehlstellungen bei Frakturen im Bereich der distalen 2/5 der Tibia [5] ist durch die veränderte „Philosophie“ der Osteosynthese erklärlich. Bei Schaftfrakturen verbindet der Nagel 2 enge Röhren miteinander, wodurch – abgesehen von der Rotation – die anatomische Achse wiederhergestellt wird. Bei distalen Frakturen dagegen wirkt die Nagelspitze wie die Klinge einer intramedullären „Klingenplatte“, und entsprechend den Regeln der Klingenplattenosteosynthese sind die exakte Positionierung der Nagelspitze und die Reposition im Moment des Eindringens in das distale Fragment von großer Bedeutung.

Die in dieser Arbeit vorgestellte Technik erlaubt die achsgerechte Nagelung auch weit distaler Frakturen der Tibia. Neben der Osteosynthese frischer Frakturen wird die Korrektur von fehlplatzierten Marknägeln möglich, da das Abgleiten in den alten, „falschen“ Kanal verhindert wird. Bei Korrekturosteotomien genügt eine kleine Inzision zur Durchtrennung des Knochens, die Einlenkung des Nagels erfolgt wieder perkutan. In großen Untersuchungsreihen [5] ist der vorzeitige Bolzenbruch – meist ohne Kollaps der Frakturzone – einer der wesentlichen Kritikpunkte des UTN. Bei osteoporotischen Frakturen oder mangelnder Compliance ist daher die externe Protektion durch einen Unterschenkelgips für 6 Wochen empfehlenswert.

Literatur

1. Aho AJ, Nieminen SJ, Nylamo EL (1983) External fixation by Hoffmann-Vidal-Adrey osteotaxis for severe tibial fractures. *Clin Orthop* 181: 154–158
2. Court-Brown CM, Wheelwright EF, Christie J, McQueen MM (1990) External fixation of type III open tibial fractures. *J Bone Joint Surg Br* 71: 801–804
3. Ketterl R, Leitner A, Wittwer W (1994) Reduktion des Infektionsrisikos durch Einsatz des unaufgebohrten Marknagels. *Zentralbl Chir* 119: 549–555
4. Krettek Ch, Schandelmaier P, Tscherne H (1995) Nonreamed interlocking nailing of closed tibial fractures with severe soft tissue injury. *Clin Orthop* 315: 34–47
5. Markmiller M, Tjarksen M, Mayr E, Rüter A (2000) The unreamed tibia nail. Multicenter study of the AO/ASIF. *Langenbecks Arch Surg* 385: 276–283
6. Müller ME (1991) Die umfassende Klassifikation der Frakturen der langen Röhrenknochen. In: Müller ME, Allgöwer M, Schneider R, Willenegger H (Hrsg) *Manual der Osteosynthese*, 3. Aufl. Springer, Berlin Heidelberg New York, S 118–150
7. Müller CA, Dietrich M, Morakis P, Pfister U (1998) Klinische Ergebnisse der primären Marknagelosteosynthese mit dem unaufgebohrten AO/ASIF Tibiamarknagel von offenen Tibiaschaftfrakturen. *Unfallchirurg* 101: 830–837
8. Paley D, Herzenberg J, Tetsworth K, McKie J, Bhave A (1994) Deformity planning for frontal and sagittal plane corrective osteotomies. *Orthop Clin North Am* 25: 425–465
9. Rzesacz EH, Konneker W, Reilmann H, Culemann U (1998) Die Kombination von Marknagel- und gedeckter Schraubenosteosynthese zur Versorgung der distalen Unterschenkelfraktur mit Sprunggelenksbeteiligung. *Unfallchirurg* 101: 907–913
10. Vecsei V, Seitz H, Greitbauer M, Heinz T (1996) Borderline indications for locked intramedullary nailing in the femur and tibia. *Orthopäde* 25: 243–246

H. M. Stürmer

Klinik für Unfall-, plastische und Wiederherstellungschirurgie, Georg-August-Universität, Göttingen

Diaphysäre Unterschenkelfraktur mit zusätzlicher Verletzung des oberen Sprunggelenks

Autor hat kein Manuskript eingereicht