Maximilian Faschingbauer · Olaf Pingen · Sarah Strametz · Michael Wenzl ·
Christian Jürgens

Abteilung für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie, BG-Unfallkrankenhaus Hamburg

Rekonstruktion und Stabilisierung nach fehlverheilten Frakturen und Pseudarthrosen im Femurbereich mit winkelstabilen Implantaten

Zusammenfassung

Für das Femur stehen zahlreiche Implantate für eine Osteosynthese zur Verfügung. Das Implantat der Wahl für die Frakturversorgung ist sicher der Marknagel, sei er aufgebohrt oder unaufgebohrt. Beim Auftreten von Komplikationen, wie z. B. Fehlstellungen oder ausbleibender knöcherner Durchbauung, gewinnen andere Implantate wieder an Bedeutung. Insbesondere nach mehrfachen Voroperationen erweisen sich multidirektional winkelstabile Fixateur-interne-Systeme als hilfreich, um eine sichere knöcherne Konsolidierung zu erreichen. Wir berichten über 64 Patienten, die mit einem Fixateur-interne-System bei Fehlstellungen und Pseudarthrosen von 1993–2001 operativ versorgt wurden. Bei allen 59 nachuntersuchten Patienten kam es zu einem knöchernen Durchbau der Korrekturosteotomien und Pseudarthrosen. Trotz des hohen Anteils an intraoperativ positiven Keimnachweisen von 18,6% trat keine Infektion auf.

Schlüsselwörter

Pseudarthrosen · Fehlstellungen · Korrekturosteotomien · Fixateur-interne-Systeme · Multidirektionale Winkelstabilität

Bei Pseudarthrosen und Fehlstellungen im Femurbereich handelt es sich meist um Komplikationen der operativen Frakturversorgung. Die Inzidenz für postoperative Fehlstellungen, insbesondere Rotationsfehlstellungen, wurde zwischen 1 und 28% [13, 14] angegeben. Nach intramedullärer Nagelung von Oberschenkelschaftfrakturen wurden Pseudarthrosenraten zwischen 1 und 25% [1, 2, 3, 5, 10, 17, 18] beschrieben. Der vermehrte Einsatz von soliden, unaufgebohrten Nägeln führte zu längeren Durchbauungszeiten und steigenden Pseudarthrosenraten [4, 8, 9].

Insbesondere bei Problempatienten mit mehrfachen Voroperationen, schlechten Durchblutungs- und Weichteilverhältnissen, ungenügender Knochenqualität und Osteoporose ist ein Implantat gefordert, das eine hohe Stabilität aufweist und der geschädigten Durchblutung der mehrfach voroperierten Region Rechnung trägt. Wir setzen hierfür multidirektional winkelstabile Implantate, den Druckplattenfixateur interne und den Kondylen-TiFix, ein [7, 19].

Material und Methode

Der Druckplattenfixateur für den Oberschenkel (Litos, Hamburg) besteht aus Reintitan und liegt in 2 Längen (234 mm und 250 mm) vor (Abb. 1). Er ist nach dem Low-contact-Prinzip geformt und weist in der Mitte eine Welle auf. Die

Schrauben können mit einem Winkel bis zu 40° zur Plattenachse eingebracht werden. Die Winkelstabilität wird durch das Aufschrauben von Druckplatten, welche die Schraubenköpfe verklebmen, erreicht. Einsatzgebiet sind v. a. Versorgungen im Schaftbereich (Abb. 1).

Für den metaphysären Bereich liegt ein multidirektional winkelstabilen Titanfixateur System (Kondylen-TiFix, Litos, Hamburg) vor (Abb. 2). Die Platte besteht aus einem weichen Titan (Titan 0) als die hochfeste Reintitanschraube (Titan 4). Der Schraubenkopf trägt ein Gewinde mit einer unterschiedlichen Gewindesteigung, sodass es zu einem Anpressen der Platte an die Knochenoberfläche kommt. Aufgrund der Plattendicke ist es notwendig, das Gewinde im Schraubenloch vorzudrängen, um den Kraftaufwand für das Einbringen des Schraubenkopfs in die Platte zu reduzieren. Die Kondylenplatte steht in 4 verschiedenen Längen (165 mm, 180 mm, 200 mm, 215 mm), jeweils für die rechte und die linke Seite, zur Verfügung. Auch hier können die Schrauben in einem Winkel bis zu 30° frei eingebracht werden.

Dr. Maximilian Faschingbauer

Abteilung für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie,
BG-Unfallkrankenhaus Hamburg,
Bergedorfer Straße 10, 21033 Hamburg,
E-Mail: M.Faschingbauer@buk-hamburg.de,
Phone: 040-73062450, Fax: 040-73062406

Abb. 1 ► Druckplattenfixateur interne für das Femur

M. Faschingbauer · O. Pingen · S. Strametz ·
M. Wenzl · C. Jürgens

Reconstruction and stabilization of malalignment and pseudarthroses of the femur with internal fixator systems with locked screws

Abstract

Numerous implants are available for internal fixation of fractures of the femur. Preference is generally given to unreamed or reamed intramedullary nails. In the case of complications, such as a malalignment or nonunion, other implants have advantages. Internal fixation systems with multidirectional angular stability have proved especially helpful in the achievement of complete osseous consolidation in patients who have already undergone several operations. We report on 64 patients who were treated operatively with internal fixator systems from 1993 to 2001 after developing malalignment or pseudarthrosis. In all 59 patients in whom follow-up examinations were possible, complete osseous consolidation was recorded. Although intraoperative microbiological cultures were positive in 18.6% of our patients, no cases of infection were observed.

Keywords

Pseudarthrosis · Malalignment · Correctional osteotomy · Internal fixator systems · Plates with locked screws

Abb. 3 a–d ▲ 61-jähriger Patient mit Femurschaftfraktur rechts, a Versorgung mit langer LCDC-Platte, b bei ausbleibender knöcherner Durchbauung erfolgte der Verfahrenswechsel mit Umstieg auf Marknagel, Bruch des Marknagels bei Pseudarthrosenbildung, c Entfernung des Marknagels und Stabilisierung mit Druckplattenfixateur und Anlagerung von Spongiosa und PMMA-Ketten, d knöcherner Durchbau bei liegendem Osteosynthesematerial

Beide Platten können mit herkömmlichen Biegeinstrumenten geschnitten und der Anatomie des Kno-

chens angepasst werden, ohne an Winkelstabilität zu verlieren (Abb. 2).

Im BG-Unfallkrankenhaus Hamburg wurden von 1993–2001 64 Patienten mit Fixateur-interne-Systemen im Femurbereich operativ versorgt. Dabei handelte es sich um 24 Fehlstellungen und 40 Pseudarthrosen. Bei den Pseudarthrosen überwiegen die atrophischen Pseudarthrosen ($n=31$). Das Durchschnittsalter betrug 42,6 Jahre (11–78 Jahre). Eine primäre Spongiosaplastik wurde 58-mal vorgenommen, PMMA-Ketten wurden 59-mal eingelegt. Intraoperativ wurden regelmäßig Abstriche zur bakteriologischen Untersuchung entnommen.

Im Durchschnitt waren bei den Fehlstellungen 2,6 Voroperationen (1–4),

Abb. 2 ◀ TiFix-Kondylenplatte für das Femur. Die Schrauben können – bei erhaltener Winkelstabilität – bis zu 30° divergierend eingebracht werden

bei den Pseudarthrosen 4,3 Voroperationen (1–9) durchgeführt worden.

Ergebnisse

Es konnten 59 Patienten nachuntersucht werden, 5 Patienten waren unbekannt verzogen.

Bei allen Patienten kam es zu einer knöchernen Konsolidierung der Korrekturosteotomien bzw. Pseudarthrosen. Alle Patienten belasten voll. Bei den intraoperativ gewonnenen Abstrichen war der Keimnachweis in 18,6% positiv. Es handelte sich fast ausschließlich um *Staphylococcus epidermidis*, der v. a. bei den atrophischen Pseudarthrosen nachweisbar war. Ein klinisch manifester Infekt trat nicht auf. Bei 2 Patienten wurde aufgrund verzögerter knöcherner Durchbauung der Pseudarthrose eine sekundäre Spongiosaplastik durchgeführt. In beiden Fällen kam es zu einem knöchernen Durchbau.

Komplikationen

Ein Plattenbruch war 3-mal zu verzeichnen.

Beim 1. Patienten kam es nach plattenosteosynthetischer Versorgung einer supra- und diakondylären Oberschenkelfraktur mit einer breiten LCDC-Platte nach 5 Monaten zu einem Plattenaustriss. Es wurde eine Reosteosynthese mit einem Kondylen-TiFix durchgeführt. Nach weiteren 5 Monaten kam es zu einem Plattenbruch des Kondylen-TiFix, weshalb eine Reosteosynthese mit Druckplattenfixateur und zusätzlicher Spongiosaplastik vorgenommen wurde. Bei diesem Patienten lag eine chronisch-lymphatische Leukämie vor, welche zytostatisch therapiert wurde.

Beim 2. Patienten wurde nach einer beruhigten Femurosteitis eine Pseudarthrose mittels Druckplattenfixateur stabilisiert. Hier kam es zu einem Plattenbruch, weshalb ein erneuter Druckplattenfixateur mit Spongiosaplastik eingebracht wurde.

Beim 3. Patienten handelte es sich um einen uneinsichtigen, übergewichtigen Patienten, der aufgrund einer Femurpseudarthrose mit einem Druckplattenfixateur versorgt worden war. Aufgrund von Beschwerdefreiheit belastete der Patient voll. Auch hier kam es zu einem Plattenbruch. Bei diesem Patienten war der intraoperative Keimabstrich positiv. Es erfolgte die erneute Versor-

Abb. 4 a–d ▲ 42-jähriger Patient, a in 40° Innenrotationsfehlstellung verheilte Femurfraktur nach Winkelplattenosteosynthese, b CT-Untersuchung, hier zeigt sich die 40°-Innenrotationsfehlstellung, c Derotationsosteosynthese und Stabilisierung mit Druckplattenfixateur, d knöcherner Durchbau bei liegendem Druckplattenfixateur

gung mit Druckplattenfixateur und Spongiosaplastik.

Bei allen 3 Patienten kam es im weiteren Verlauf zu einer knöchernen Ausheilung mit Erreichen der Vollbelastung.

Bei 1 Korrekturosteotomie war eine Varusfehlstellung von 12° verblieben.

Diskussion

Schaftfrakturen werden beim Erwachsenen bevorzugt durch Marknägel stabilisiert, wobei sich durch neue Verrie-

gelungstechniken und Implantate die Indikationsstellung zur Frakturversorgung immer weiter in die proximale und distale Metaphyse verlagert hat [11]. Achsfehlstellungen ergeben sich v. a. im metaphysären Bereich. Hier weitet sich der Markraum trompetenförmig auf, sodass allein durch die Verriegelungsschrauben eine Achsabweichung nicht immer sicher zu vermeiden ist. Rotationsfehler mit einer Torsionsdifferenz von >15° wurden in der Literatur in bis zu 28% aller Femurmarknagelungen be-

Abb. 5 a–d ► 49-jährige Patientin mit supra- und diaphysärer Oberschenkelfraktur, a mit retrogradem Marknagel stabilisiert, b nach Marknagelentfernung zeigt sich eine atrophe Pseudarthrose, c Stabilisierung mit Kondylen-TiFix, Anlage von autologer Spongiosa sowie Einlage von PMMA-Ketten, d knöcherner Durchbau der supra- und diaphysären Oberschenkelfraktur

schrieben [14]. Aufgrund unserer guten Erfahrungen mit winkelstabilen Implantaten setzen wir seit 1993 den Druckplattenfixateur und seit 1997 den Kondylen-TiFix zur Korrektur von Fehlstellungen am Femur ein. Unabhängig davon, ob es sich um einen Torsionsfehler oder eine multidirektionale Fehlstellung handelte, konnte bei allen 24 Patienten ein primärer knöcherner Durchbau erreicht werden (Abb. 4). Insbesondere im metaphysären Bereich zeigt der Kondylen-TiFix deutliche Vorteile. Im Vergleich zur dynamischen Kondylenschraube (DCS) weist er ein geringeres Volumen der winkelstabilen Schrauben bei deutlich größerer knöcherner Abstützfläche auf. Werden die knöchernen Abstützfläche und das Volumen von 4 winkelstabilen Schrauben einer Fixateur-interne-Platte mit einer DCS mit zusätzlicher Spongiosaschraube, welche regelhaft nötig ist, verglichen, zeigt sich,

dass das Volumen der DCS samt Spongiosaschraube etwa 38% größer ist. Die Auflagefläche von 4 winkelstabilen TiFix-Schrauben dagegen ist um etwa 70% größer als die einer DCS mit Spongiosaschraube. Dies bedeutet also für die Fixateur-interne-Platte eine größere knöchernen Abstützung bei geringerer Knochenschädigung durch großvolumige Implantate [6].

Bei den additiven Korrekturosteotomien (open wedge) kommt die Formbarkeit der Platte bei erhaltener Winkelstabilität besonders zum Tragen. Da die Osteotomien meist im metaphysären Bereich durchgeführt werden, kann durch Schränken der Platte der neuen knöchernen Geometrie nach additiver Osteotomie Rechnung getragen werden. Im Schaftbereich lassen sich durch den Druckplattenfixateur Torsionskorrekturen sicher ohne Korrekturverlust halten, insbesondere unter dem Gesichtspunkt,

dass bei den älteren Marknagelsystemen das Bolzenspiel teilweise bis zu 25° beträgt und hier einen sekundären Korrekturverlust zulässt [14].

Pseudarthrosen am Oberschenkel treten v. a. bei der Plattenosteosynthese am Femur auf (Abb. 3). Bei Durchführung der Plattenosteosynthese als elastische Osteosynthese hingegen wurden von Stürmer u. Schmidtman [15] keine Pseudarthrosen am Femurschaft gesehen. Ursächlich hierfür werden die Weichteilschonung und das Freilassen von mindestens 2–4 Plattenlöchern über der Fraktur gesehen. Zusätzlich wird auf das Einpassen eines 3. Fragments verzichtet. Diese Voraussetzungen gelten auch bei der Pseudarthrosenversorgung. Ein Operationsverfahren mit Schonung von Periost, Markraum und Kortikalis wird den biologischen Gesetzmäßigkeiten der Frakturheilung wie Osteoregeneration, Osteovaskularisation und

Osteostabilisation am ehesten gerecht [12]. Weresh et al. [16] berichteten, dass 47% der Pseudarthrosen nach Marknagelung, die durch erneute aufgebohrte Marknagelung therapiert wurden, nicht ohne einen weiteren Eingriff durchbauten. Insofern überzeugen die Fixateur-interne-Systeme mit ihren Ergebnissen (Abb. 5). Selbst bei Problempatienten (der Durchschnitt der Voroperationen lag bei 4,3) konnte in allen Fällen eine knöcherne Durchbauung erreicht werden. Bei den atrophischen Pseudarthrosen, die 2/3 aller Pseudarthrosen ausmachten, war selbstverständlich immer eine Spongiosaplastik nötig (Abb. 5).

Der intraoperative Keimnachweis von 18,6% bestätigt uns in der regelhaften Einlage von PMMA-Ketten zur Infektophylaxe. Dies schlägt sich auch in einer Infektionsrate von 0% nieder.

Die Problematik der atrophischen Pseudarthrosen spiegelt sich in den Komplikationen wider. Hier traten 3 Plattenbrüche auf. Die Zytostatikatherapie eines Patienten mit chronisch-lymphatischer Leukämie erklärte den zögernden knöchernen Durchbau. Nach Plattenwechsel und erneuter Spongiosaplastik konnte letztendlich doch eine Ausheilung der Pseudarthrose erreicht werden. Der 2. Patient überlastete aufgrund von Uneinsichtigkeit bei Schmerzfreiheit das Implantat. Beim 3. Patient ist die Ursache des Implantatbruchs abgesehen von dem intraoperativ positiven Keimnachweis nicht weiter erklärlich.

Auch bei diesen beiden Patienten konnte nach Implantatwechsel und Spongiosaplastik ein knöcherner Durchbau erreicht werden.

Fazit für die Praxis

Die Fixateur-interne-Systeme erweisen sich insbesondere bei Problempatienten als hilfreich, um einen sicheren knöchernen Durchbau zu erreichen. Durch die Möglichkeit, die Platten zu biegen, wird man der anatomischen Form des Knochens bei erhaltener Winkelstabilität gerecht. Die frei wählbare Schraubenlage erlaubt eine hohe intraoperative Variabilität.

Literatur

1. Babin SR, Graf P, Vidal P, Sur N, Schvingt E (1983) The risk non-union following closed-focus nailing and reaming. Results of 1059 interventions using the Kuntscher method. *Int Orthop* 7: 133–143
2. Bostman O, Varjonen L, Vainionpää S et al. (1989) Incidence of local complications after intramedullary nailing and after plate fixations of femoral shaft fractures. *J Trauma* 29: 639–645
3. Carr CR, Wingo CH (1973) Fractures of the femoral diaphysis: a retrospective study of the results and costs of treatment by intramedullary nailing and by traction and a spica cast. *J Bone Joint Surg Am* 55-A: 690–700
4. Clatworthy MG, Clark DI, Gray DH, Hardy AE (1998) Reamed versus unreamed femoral nails: a randomised prospective trial. *J Bone Joint Surg Br* 80-B: 485–489
5. Eid AM, Deif AI (1980) Etiological factors in nonunion following Kuntscher intramedullary nailing of the femur. *Arch Orthop Trauma Surg* 96: 213–220
6. Faschingbauer M, Wolter D, Stütz A, Reimers N (1999) Distale Oberschenkelmehrfachfraktur. Ideale Indikation für ein winkelstabiles Implantat? *Trauma Berufskrankh* 1: 337–343
7. Faschingbauer M, Stütz A, Wenzl M (2001) Fraktur- und Pseudarthrosenversorgung im Oberschenkelbereich durch Titan-Fixateur-interne-Systeme mit frei wählbarer Schraubenlage. *Trauma Berufskrankh [Suppl 4]* 3: 434–438
8. Giannoudis PV, Furlong AJ, Macdonald DA, Smith RM (1997) Reamed against unreamed nailing of the femoral diaphysis; a retrospective study of healing time. *Injury* 28: 15–18
9. Giannoudis PV, MacDonald DA, Matthews SJ, Schmith RM, Furlong AJ, De Boer P (2000) Nonunion of the femoral diaphysis. *J Bone Joint Surg Br* 82-B: 5
10. Kamdar BA, Arden GP (1974) Intramedullary nailing for fractures of the femoral shaft. *Injury* 6: 7–12
11. Krettek C, Rudolf J, Schandelmaier P et al. (1996) Unreamed intramedullary nailing of femoral shaft fractures: operative technique and early clinical experience with the standard locking option. *Injury* 27: 233–254
12. Schweiberer L, Baumgart R, Deiler St (1999) Die biologischen Bedingungen atrophischer und hypertropher Pseudarthrosen der Schaftknochen. *Chirurg* 70: 1193–1201
13. Sennerich T, Sutter P, Ritter G, Zapf S (1992) Computertomographische Kontrolle des Anteorsionswinkels nach Oberschenkelchaftfrakturen des Erwachsenen. *Unfallchirurg* 95: 301–305
14. Strecker W, Suger G, Kinzl L (1996) Lokale Komplikationen der Marknagelung. *Orthopäde* 25: 274–291
15. Stürmer KM (1996) Die elastische Plattenosteosynthese, ihre Biomechanik, Indikation und Technik im Vergleich zur rigiden Osteosynthese. *Unfallchirurg* 99: 816–829
16. Weresh MJ, Hakanson R, Stover MD, Sims SH, Kellam JF, Bosse MJ (2000) Failure of exchange reamed intramedullary nails for ununited femoral shaft fractures. *J Orthop Trauma* 14: 335–338
17. Wickstrom J, Corban M, Vise G (1968) Complications following intramedullary fixation of 324 femoral fractures. *Clin Orthop* 60: 103–113
18. Wolinsky PR, McCarty E, Shyr Y, Johnson K (1999) Reamed intramedullary nailing of the femur: 551 cases. *J Trauma* 46: 392–399
19. Wolter D (1991) Der Plattenfixateur interne für lange Röhrenknochen. In: Wolter D, Zimmer W (Hrsg) *Die Plattenosteosynthese und ihre Konkurrenzverfahren*. Springer, Berlin Heidelberg New York

L. Kinzl · Chirurgische Universitätsklinik Ulm

Achskorrekturen und Pseudarthrosenbehandlung nach Unterschenkelfrakturen mit Marknagel

Autor hat kein Manuskript eingereicht