

Winkelstabile Implantate

Fluch oder Segen?

Ein besseres Verständnis der biologischen Frakturheilung und der Rolle der Vaskularität führten in den 1980er Jahren zur Weiterentwicklung der Osteosynthesplatten zu winkelstabilen Implantaten.

Technologie der Winkelstabilität

Winkelstabilität bedeutet, dass Schrauben über Gewinde fest mit der Osteosyntheseplatte verbunden sind und mechanisch eine eigenstabile Konstruktion im Sinne eines Fixateur interne darstellen. Ein großer Vorteil besteht darin, dass die Platten nicht mehr über Kompressionskräfte auf den Knochen gepresst werden, sondern perfusionsschonend als „no-contact“-System ohne direkte ossäre Auflage stabilisieren. Die winkelstabilen Implantate gewährleisten somit ein der biologischen Situation eher entsprechendes Frakturmanagement, welches als innere extramedulläre Schienung die Frakturregion fixiert, zugleich jedoch Mikrobewegungen zulässt und somit unter Erhalt der Knochenfragmentvitalität die sekundäre Frakturheilung über Kallusbildung ermöglicht [13, 16].

Biomechanische Vorteile winkelstabiler Implantate

In biomechanischen Studien [2, 3, 4] konnten 2 wesentliche Vorteile winkelstabiler Implantate gegenüber konventionellen Platten nachgewiesen werden:

1. eine bessere Kraftverteilung auf alle Schrauben statt einer Konzentration auf eine Schraubenkomponente in konventionellen Plattensystemen und

2. die Konversion von Scherkräften am Implantat in Druckkräfte am Schrauben-Knochen-Interface mit dem Vorteil, dass kortikaler Knochen stabiler gegen Druck- als gegen Scherkräfte ist.

Seide et al. [11] zeigten in einem direkten Vergleich winkelstabiler vs. nichtwinkelstabiler Platten am proximalen Humerus eine um 74% höhere elastische Steifigkeit unter statischer Belastung in der Gruppe der winkelstabilen Implantate. Unter dynamischer Belastung kam es bei den nichtwinkelstabilen Platten zwischen 97.000 und 500.000 Zyklen zum Implantatversagen, während ein solches bei den winkelstabilen Platten bis zum Versuchsende (1 Mio. Zyklen) nicht zu verzeichnen war [11]. Die finale Deformation war bei den nichtwinkelstabilen Platten etwa 3-mal so groß wie bei den winkelstabilen Implantaten (1 mm vs. 0,3 mm) [11]. Schlussfolgernd werden winkelstabilen Implantaten am proximalen Humerus aufgrund des optimalen Lasttransfers am Knochen-Implantat-Interface bessere Retentionseigenschaften zugeschrieben [11].

Diese biomechanische Überlegenheit winkelstabiler Platten konnte neben der Anwendung am proximalen Humerus [8] auch für das distale Femur [5], die proximale Tibia [9] und den Kalkaneus [12] nachgewiesen werden. Für distale Radiusfrakturen mit dorsaler Trümmerzone hingegen bestätigte sich ein solcher biomechanischer Vorteil winkelstabiler vs. nichtwinkelstabiler Platten nicht [14].

Klinische Vorteile winkelstabiler Implantate

Klinische prospektiv-randomisierte Studien zum direkten Vergleich der Ergebnisse nach winkelstabiler vs. nichtwinkelstabiler Osteosynthese finden sich in der Literatur nicht. Für proximale Tibia- (C-Frakturen) [7] und distale Radiusextensionsfrakturen [15] existieren Vergleichsstudien von winkelstabilen Platten mit einem nichtwinkelstabilen Alternativimplantat: Die winkelstabile Plattenosteosynthese bei bikondylären Tibiakopffrakturen ergab im Vergleich zu einer externen Fixation signifikant kürzere Frakturkonsolidierungszeiten (5,9 vs. 7,4 Monate) sowie eine verminderte Rate an Frakturheilungsstörungen (7 vs. 40%), Kniestiefigkeiten (4 vs. 13%) und Gesamtkomplikationen (27 vs. 48%) [7].

Bei distalen Radiusextensionsfrakturen des älteren Patienten (>60 Jahre) konnten für A3- und C2-Frakturen keine signifikanten Unterschiede in den subjektiven, funktionellen und radiologischen Resultaten nach volarer winkelstabiler Plattenosteosynthese vs. Kirschner-Draht-Stabilisierung eruiert werden [15]. Ein klarer Vorteil der winkelstabilen Plattenosteosynthese liegt hier jedoch in der gipsfreien frühfunktionellen Nachbehandlung mit schnellerer Reintegration in den Alltag [15].

Aufgrund der aktuellen Studienlage lassen sich die klinischen Vorteile winkelstabiler Platten bisher zwar nicht beweisen, dennoch sind sie jedem Traumatologen aus dem klinischen Alltag bekannt.

Insbesondere bei folgenden Indikationen stellen winkelstabile Plattensysteme heute das Implantat der Wahl dar [3, 4, 6, 17]:

- Komplexe periartikuläre Frakturen (■ Abb. 1)
- Meta- und diaphysäre Mehrfragmentfrakturen (■ Abb. 2)
- Anwendung als Brückenplatte („bridging plate“) bei langstreckigen, mehrfragmentären Schaftfrakturen zur elastischen Fixation und sekundären Frakturheilung über Kallusbildung
- Frakturen des osteoporotischen Knochens
- Stabilisierung öffnender Osteotomien
- Periprothetische Frakturen

Wesentliche Vorteile in der Anwendung bestehen in:

- dem fehlenden Auslockern von Schrauben aus der Platte mit weniger sekundären Dislokationen,
- einem besseren Handling für den Chirurgen am osteoporotischen Knochen und dem Erreichen von Übungsstabilität,
- formkonfigurierten anatomischen Spezialplatten (kein Vorbiegen mehr) und
- der Möglichkeit zur indirekten Reposition und minimalinvasiven perkutanen Anwendung.

Sonderfall – periprothetische Frakturen

Aufgrund der demografischen Entwicklung werden wir im klinischen Alltag künftig zunehmend mit der Herausforderung der Versorgung periprothetischer Frakturen konfrontiert werden. Auch in diesem Sektor sind winkelstabile Implantate unverzichtbar.

Eine prospektive Studie an 22 Patienten mit periprothetischen suprakondylären Femurfrakturen bei liegender Knieendoprothese im medianen Alter von 73 Jahren (50–95 Jahre) zeigte median 15 Monate (6–45 Monate) nach winkelstabiler Plattenosteosynthese [“locking compression plate“ (LCP)] in 86% der Fälle eine problemlose Frakturheilung mit in 91% nahezu anatomischer Stellung. Ihren präoperativen Aktivitätslevel wieder erreicht hat-

ten 88% der Patienten. Insgesamt 3 Pseudarthrosen (2 Infektpseudarthrosen, eine atrophe Pseudarthrose) bei bestehenden Risikofaktoren wie einem insulinpflichtigen Diabetes mellitus und Body-Mass-Indices >30 wurden beschrieben [10].

Buttaro et al. [1] beobachteten durchschnittlich 22 Monate nach winkelstabiler Plattenosteosynthese (LCP) bei periprothetischen Frakturen und liegender Hüfttotalendoprothese (Vancouver-B1-Frakturen) keinen eindeutigen Vorteil winkelstabiler Systeme gegenüber herkömmlichen Plattensystemen. Sie berichteten von 3/14 Plattenbrüchen und 3/14 -ausrissen. Neue additive Implantate wie die Locking Attachment Plate® (Synthes, Bettlach, Schweiz) sollen zusätzlich stabilisieren und Plattenausrisse reduzieren.

Nachteile winkelstabiler Implantate

Folgende Schwächen winkelstabiler Plattensysteme sind beschrieben und aus den alltäglichen Erfahrungen im Umgang bekannt [13, 16]:

- Sekundäre Schraubenperforationen bei „starrem“ Fixateur-interne-Konstrukt z. B. am proximalen Humerus (■ Abb. 3)
- Kein „fühlbares Feedback“ über den Halt der Schraube im Knochen
- Geschlossene Reposition und minimalinvasive Applikation sind z. T. schwierig durchzuführen.
- Jede Distraction/Resorption wird beibehalten, somit stellt sich die Frage, ob das Pseudarthrosenrisiko erhöht ist.
- Problematische Materialentfernung (kaltverschweißte Schrauben)
- Höhere Implantatkosten

Die Analyse der klinischen Daten und Komplikationen im Zusammenhang mit winkelstabilen Implantaten lässt 3 Versagensmechanismen erkennen [13]:

1. Verbiegen/Bruch der Platten
2. Implantatausrisse
3. Schraubenbrüche

Diese resultieren nicht selten aus Anwendungsfehlern. Vermeidungsansätze werden v. a. in der Verwendung längerer Platten und dem Belassen längerer Schwingstrecken bei Trümmerfrakturen gese-

Trauma Berufskrankh 2010 · 12 [Suppl 4]:430–433
DOI 10.1007/s10039-010-1651-6
© Springer-Verlag 2010

C. Voigt · H. Lill Winkelstabile Implantate. Fluch oder Segen?

Zusammenfassung

Die biomechanischen Vorteile winkelstabiler Implantate führten zu einer weiten Verbreitung im klinischen Alltag. Das Indikationsspektrum winkelstabiler Platten reicht von komplexen periartikulären Frakturen über meta- und diaphysäre Trümmerfrakturen, Umstellungsosteotomien bis hin zum Einsatz bei periprothetischen Brüchen. Besondere Vorteile bietet das Fixateur-interne-Prinzip bei der Frakturversorgung am osteoporotischen Knochen sowie in der Anwendung als Brückenplatte („bridging plate“) bei langstreckigen mehrfragmentären Schaftfrakturen zur elastischen Fixation und sekundären Frakturheilung über Kallusbildung. Als nachteilig sind sekundäre Schraubenperforationen des starren Implantatkonstruktes z. B. am proximalen Humerus, das Beibehalten jeder Distraction, schwierige Materialentfernungen bei kaltverschweißten Schrauben und die höheren Implantatkosten anzusehen.

Schlüsselwörter

Winkelstabilität · Plattenosteosynthese · Fixateur-interne-Prinzip · Brückenplattenfunktion · Implantatversagen

Fixed angle locking implants. Curse or blessing?

Abstract

The biomechanical advantages of fixed angle locking plates resulted in a wide clinical use. The spectrum of indications ranges from complex periarticular fractures to metaphysial and diaphysial comminuted fractures, corrective osteotomies and to the application in periprothetic fracture situations. The internal fixator principle provides particular advantages in the treatment of osteoporotic bone fractures as well as in the use as a bridging plate in wide multifragmentary diaphysial fractures as a form of elastic fixation with secondary fracture healing. Disadvantages of fixed angle locking plates are secondary screw perforations e.g. in proximal humeral fractures, the fixation of distractions, difficult implant removal (e.g. cold-welded screws) and higher implant costs.

Keywords

Fixed angle stability · Plate fixation · Internal fixator principle · Bridging plate function · Implant failure



Abb. 1 ◀ 72 Jahre alte Patientin, **a** Unfallbilder – dislozierte distale Radiusfraktur (AO23-C2), **b** winkelstabile volare Platteosteosynthese.



Abb. 2 ◀ 63 Jahre alte Patientin, **a** Unfallbilder – dislozierte proximale Tibiafraktur (AO41-C2), **b** winkelstabile Platteosteosynthese an lateraler Tibia und Fixateur externe als additive mediale Abstützung

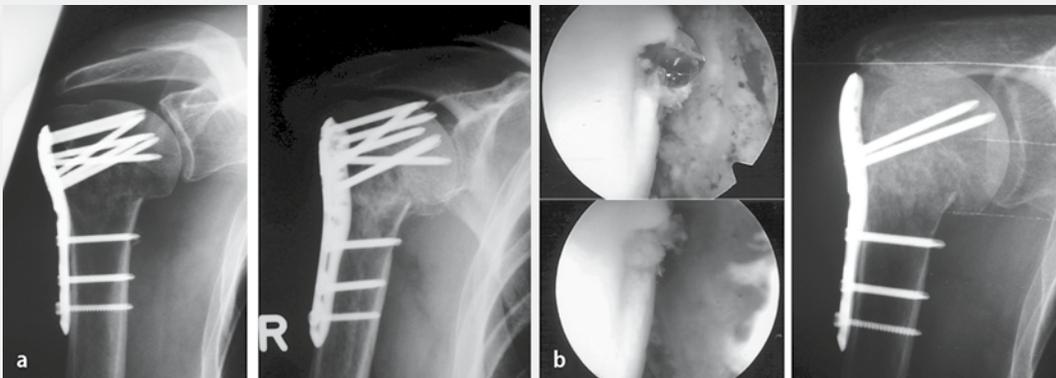


Abb. 3 ▲ 96 Jahre alter Mann, **a** sekundäre Schraubenperforation nach winkelstabiler Plattenosteosynthese einer dislozierten 3-Segment-Fraktur, *links* postoperative Röntgenkontrolle, *rechts* Schraubenperforation 2 Monate postoperativ, **b** *links* arthroskopisches Bild vor und nach Schraubenentfernung, *rechts* postoperatives Röntgenbild nach Schraubenentfernung

hen. Das Einbringen von mehr peripheren Schrauben soll Implantatausrisse minimieren.

Zur Vermeidung von Schraubenbrüchen, nicht selten infolge von Frakturheilungsstörungen, wird empfohlen, freie Kompressionsschrauben vor Applikation der winkelstabilen Platten einzusetzen.

Weiterhin muss auf ein richtiges Verblocken der Schraube im winkelstabilen Plattensystem geachtet werden [13].

Fazit für die Praxis

Die Entwicklung winkelstabiler Implantate basiert auf einem besseren Ver-

ständnis der biologischen Frakturheilung unter Berücksichtigung der Rolle der Vaskularität. Die biomechanischen Vorteile überwiegen. Hauptindikationsgebiete sind komplexe periartikuläre Frakturen, meta- und diaphysäre Trümmerfrakturen, Frakturen des osteoporotischen Knochens, die Fixation öffnender Osteo-

tomien und periprothetische Frakturen. Die klinische Erfahrung liefert hier klare klinische Vorteile, die jedoch bisher noch nicht durch randomisierte Studien belegt wurden. Ein Implantatversagen resultiert nicht selten aus Anwendungsfehlern.

Korrespondenzadresse

PD Dr. C. Voigt

Klinik für Unfall- und Wiederherstellungs-
chirurgie, Diakoniekrankenhaus
Friederikenstift gGmbH Hannover,
Humboldtstraße 5, 30169 Hannover
christine.voigt@ddh-gruppe.de

Interessenkonflikt. Der korrespondierende Autor gibt an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Literatur

- Buttaro MA, Farfalli G, Paredes Núñez M et al (2007) Locking compression plate fixation of Vancouver type-B1 periprosthetic femoral fractures. *J Bone Joint Surg Am* 89(9):1964–1969
- Egol KA, Kubiak EN, Fulkerson E et al (2004) Biomechanics of locked plates and screws. *J Orthop Trauma* 18(8):488–493
- Gardner MJ, Helfet DL, Lorch DG (2004) Has locked plating completely replaced conventional plating? *Am J Orthop* 33(9):439–446
- Haidukewych GJ (2004) Innovations in locking plate technology. *J Am Acad Orthop Surg* 12:205–212
- Higgins TF, Pittman G, Hines J, Bachus KN (2007) Biomechanical analysis of distal femur fracture fixation: fixed-angle screw-plate construct versus condylar blade plate. *J Orthop Trauma* 21(1):43–46
- Köstler W, Strohm P, Südkamp NP (2005) Entwicklung und aktueller Stand winkelstabiler Plattensysteme. *Trauma Berufskrankh [Suppl 1]* 7:5–9
- Krupp RJ, Malkani AL, Roberts CS et al (2009) Treatment of bicondylar tibia plateau fractures using locked plating versus external fixation. *Orthopedics* 32(8):pii:orthosupersite.com/view.asp?rID=41916. doi: 10.3928/01477447-20090624-11
- Lill H, Hepp P, Korner J et al (2003) Proximal humeral fractures: how stiff should an implant be? A comparative mechanical study with new implants in human specimens. *Arch Orthop Trauma Surg* 123(2–3):74–81
- Ratcliff JR, Werner FW, Green JK, Harley BJ (2007) Medial buttress versus lateral locked plating in a cadaver medial tibial plateau fracture model. *J Orthop Trauma* 21(7):444–448
- Ricci WM, Loftus T, Cox C, Borrelli J (2006) Locked plates combined with minimally invasive insertion technique for the treatment of periprosthetic supracondylar femur fractures above a total knee arthroplasty. *J Orthop Trauma* 20(3):190–196
- Seide K, Triebe J, Faschingbauer M et al (2007) Locked vs. unlocked plate osteosynthesis of the proximal humerus – a biomechanical study. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 22(2):176–182
- Stoffel K, Booth G, Rohrl SM, Kuster M (2007) A comparison of conventional versus locking plates in intraarticular calcaneus fractures: a biomechanical study in human cadavers. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 22(1):100–105
- Strauss EJ, Schwarzkopf R, Kummer F, Egol KA (2008) The current status of locking plating: the good, the bad and the ugly. *J Orthop Trauma* 22(7):479–486
- Trease C, McIlff T, Toby EB (2005) Locking versus nonlocking T-plates for dorsal and volar fixation of dorsally comminuted distal radius fractures: a biomechanical study. *J Hand Surg [Am]* 30(4):756–763
- Voigt C, Lill H (2006) Welche Vorteile bietet die volare Plattenosteosynthese gegenüber der K-Drahtstabilisierung bei distalen Radiusextensio-
nsfrakturen des alten Menschen? *Unfallchirurg* 109(10):845–854
- Wagner M (2010) Vor- und Nachteile der winkelstabilen Plattenosteosynthese. *Orthopade* 39(2):149–159
- Wagner M (2003) General principles for the clinical use of the LCP. *Injury [Suppl 2]* 34: B31–B42