

Wieland Otto

Universitätsklinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie, BG-Kliniken Bergmannstrost, Halle

Sinn und Unsinn der additiven Fibulaosteosynthese

Zusammenfassung

Die Bedeutung der Fibulaosteosynthese bei Frakturen am oberen Sprunggelenk oder am Pilon tibiale ist unbestritten. Bei sehr weit distal gelegenen Schaftfrakturen mit Fehlstellung können die Funktion des OSG ebenfalls bedroht und deshalb die korrekte Einstellung der Fibula und die operative Stabilisierung notwendig sein. Der Einfluss der intakten oder operativ stabilisierten Fibula auf die Stabilität des Unterschenkelskeletts bzw. der durch Osteosynthese versorgten Tibia wird dagegen sehr unterschiedlich bewertet. Experimentelle Untersuchungen differieren—je nach Ansatz und Durchführung—im Ergebnis ebenfalls stark. Eigene experimentelle Untersuchungen und klinische Erfahrungen sprechen gegen eine grundsätzliche additive Fibulaosteosynthese. Bei gestörter Heilung an der Tibia ist mitunter sogar eine Fibularesektion von Vorteil. Alle Maßnahmen an der Fibula bei der Therapie von Unterschenkelschaft- oder Schienbeinfrakturen unterliegen einer strengen individuellen Indikation!

Schlüsselwörter

Unterschenkelfrakturen · Funktionelle Anatomie · Experimentelle Untersuchungen · Zusätzliche Stabilisierung · Fibularesektion

Die menschliche Fibula ist nach allgemein anerkannten experimentellen Untersuchungen an der Lasttragungsfunktion des Unterschenkels zu etwa 1/6 beteiligt [6]. Sie bildet mit der Tibia einen „verspannten Gewölbebogen“ [2], vermittelt über die proximalen und distalen Kapsel-Band-Verbindungen und die Membrana interossea. In ihrem Längsverlauf dient sie verschiedenen Muskeln als Ansatz oder Ursprung und bildet schließlich an ihrem distalen Ende den Außenknöchel, einen essenziellen Teil der Knöchelgabel. Die Verbindung zum Schienbein ist über das Lig. interosseum, den verkürzten und verdickten distalen Ausläufer der Membrana interossea und über das ventrale und das dorsale Band der Syndesmosis tibiofibularis gegeben. Die exakte Einpassung in die Incisura fibularis tibiae, eine korrekte Länge und Achsenausrichtung des Außenknöchels sowie das elastische Bewegungsspiel der Knöchelgabel sind Grundvoraussetzungen für die ungestörte Funktion und Schmerzfreiheit des oberen Sprunggelenks [3, 6, 10, 11, 12, 13]. Daher ist bei dislozierten Malleolarfrakturen, v. a. der Typen B und C, die operative Stabilisierung des Außenknöchels bzw. der Fibula heute die Regel.

Bei den Pilon-tibiale-Frakturen gilt die Fibula allgemein als der Richtstab für die Wiederherstellung der korrekten Länge der Tibia und die exakte Rekonstruktion des distalen Gelenkblocks. Sie wird deshalb im Rahmen der operativen Therapie routinemäßig zuerst reponiert und mittels Plattenosteosynthese stabilisiert.

Eine besondere, differenzierte und kritische Betrachtung erfordern auch die Unterschenkelschaftfrakturen, insbesondere isolierte Brüche des Schienbeins. Sie bereiten nicht selten im Behandlungs- und Heilungsverlauf Pro-

bleme. Immer wieder ergeben sich Verzögerungen der Heilung, oder es entwickeln sich Pseudarthrosen, die in aller Regel die Tibia betreffen. Die Fibula ist in diesen Fällen meist primär unverletzt geblieben oder bereits wieder konsolidiert. Auf der Grundlage dieser Beobachtungen hat sich traditionell der Begriff des „Fibulasperreffekts“ durchgesetzt [5, 9, 11]. In früheren Zeiten bei überwiegend konservativer Haltung gegenüber den Unterschenkelschaftfrakturen resultierte daraus die Empfehlung, bei sich abzeichnenden Heilungsstörungen am Schienbein eine schräge Osteotomie oder besser eine Resektion der Fibula durchzuführen. Im Gegensatz dazu sehen einige Autoren—unter dem Eindruck moderner Möglichkeiten der stabilen Osteosynthese—eher in einer ebenfalls stabilisierten oder frühzeitig wieder fest gewordenen Fibula einen zusätzlichen Stabilitätsfaktor auch für die Tibia. Beide, stark voneinander abweichenden Meinungen werden mit klinischen Erfahrungen und guten Ergebnissen untermauert. Die relativ wenigen experimentellen Untersuchungen hierzu gehen von unterschiedlichen Konzepten, Grundvoraussetzungen und technischen Versuchsbedingungen aus. Sie kommen daher auch zu sehr weit differierenden Ergebnissen und Interpretationen [1, 4, 7, 14, 15].

© Springer-Verlag 2003

Wieland Otto

Universitätsklinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie, BG-Kliniken Bergmannstrost, Merseburger Straße 165, 06112 Halle, Tel.: 0345-1326324, Fax: 0345-1326326, E-Mail: wieland.otto@bergmannstrost.de

W. Otto

Additive fibular osteosynthesis — sense or nonsense?

Abstract

The importance of osteosynthesis of the fibula in malleolar fractures is undisputed. In lesions located very far distally with dislocation the function of the ankle joint can also be threatened. Correct reduction and operative stabilization of the fibula are therefore essential. In contrast, very different values are placed on the influence of the intact or surgically stabilized fibula on the stability of the lower leg skeleton or of a tibia that has been stabilized by osteosynthesis after a fracture. Depending on approach and implementation, experimental investigations have shown very different results. Our own experimental investigations and our clinical experience do not support the idea of performing additive osteosynthesis of the fibula routinely. In some cases of disturbed consolidation, delayed union, or nonunion of the tibia it seems that resection of the fibula can even give a favourable result. In the context of treatment of lower leg or tibia shaft fractures the indications for anything to be done to the fibula must always be considered on a strictly individual basis.

Keywords

Lower leg shaft fractures · Functional anatomy · Experimental investigations · Additive stabilization · Fibular resection

Unterschenkel- und obere Sprunggelenksfrakturen

Weitgehende Einigkeit besteht darin, dass sehr weit distal gelegene Fibulafrakturen bei Unterschenkelschaftbrüchen operativ zu stabilisieren sind, wenn sie zu Fehlstellungen des Außenknöchels und damit zu Störungen in der Sprunggelenkconfiguration und -funktion führen. Ansonsten gehen die Meinungen zur additiven Fibulaosteosynthese bei Unterschenkelschaftfrakturen noch immer weit auseinander.

Eigene Untersuchungen

Auch an unserer Klinik wurden Versuche zum mechanischen Wechselverhältnis von Tibia und Fibula beim Menschen durchgeführt [8]. Das Versuchsmodell waren ein Substanzverlust (Defekt) der Tibia und dessen mechanische Beeinflussung unter axialer Wechsellast bei intakter Fibula und schließlich bei an unterschiedlichen Stellen gesetzten Wadenbeindefekten. Die experimentell erhobenen Befunde wurden mit klinischen Beobachtungen und Behandlungsergebnissen verglichen und kritisch bewertet.

Versuchsdurchführung

Für unsere Versuche wurden supravitale menschliche Beinpräparate mit weitestgehend belassener funktionell-anatomischer Integrität verwendet. Mit Hilfe einer Universalprüfmaschine (Zwick 1464) konnten reproduzierbar und kontrolliert mechanische Beanspruchungen in Form einer Druck-Zug-Wechselbelastung zur Anwendung gebracht werden, wie sie etwa den Bedingungen beim Laufen mit Teilbelastungen entsprechen. Dabei war die Art der Krafteinleitung so gestaltet, dass Knie und Sprunggelenk frei beweglich waren, damit also den Teilstücken der in ihrer Kontinuität unterbrochenen Tibia keinerlei Bewegungsrichtung aufgezwungen werden konnte. Die eigens entwickelte, sich auf induktive Wegaufnehmer stützende Messmimik war so ausgelegt, dass sie reibungsarm dreidimensional allen Bewegungen der Schienbeinteilstücke folgen konnte, ohne diese in irgendeiner Form aktiv oder passiv zu beeinflussen. Die Bewegungsausschläge wurden als Kurven erfasst, kalibriert und ausgewertet.

Jedes der insgesamt 30 untersuchten Beine wurde in 3 Versuchsteilen (VT) der mechanischen Prüfung unterzogen:

- VT 1: Belastungsverhalten des unversehrten Präparats—„Normalverhalten“
- VT 2: Belastungsverhalten bei Tibia-defekten in unterschiedlicher Höhe und bei intakter Fibula—„Fibulaparerfekt“
- VT 3: Belastungsverhalten bei „Fibularesektion“ „proximal“, „intermediär“ oder „distal“

Im Verhältnis zum Schienbeindefekt ergaben sich in VT 3 für die Wadenbeinunterbrechungen die Entfernungen

- „nah“ (etwa gleiche Höhe),
- „mittelweit“ und
- „weit“.

Ergebnisse

Die Belastungsversuche mit axialer Kompression und Distraction an den nativen Beinpräparaten in VT 1 deckten elastisch-viskoelastische Verhaltensmerkmale der Gesamtpräparate in Form deutlicher longitudinaler und im Umfang geringerer transversaler Deformationen bzw. Dislokationen im Millimeterbereich auf. Diese Befunde erklären sich zwanglos aus den verschiedenen Materialeigenschaften des Versuchsobjekts und den frei beweglich belassenen Knie- und Sprunggelenken.

Nach Setzen von parallel begrenzten und quer orientierten Tibiadefekten zwischen 10 und 15 mm Höhe fand sich in VT 2 bereits unter geringer axialer Drucklast (~200 N) ein ausgeprägtes Bewegungsspiel der Teilstücke im cm-Bereich. Zu beobachten war eine zum größten Teil komplette longitudinale Annäherung der Schienbeinteilstücke, wobei diese gleichzeitig typische Kippbewegungen mit unterschiedlicher Bewegungsrichtung ausführten. Am proximalen Teilstück dominierte die Exkursion nach dorsal deutlich gegenüber jener nach lateral, am distalen Segment jene nach lateral über der nach dorsal. Diese Bewegungen wurden schließlich offenbar über die Membrana interossea proportional zu deren von kranial nach kaudal abnehmender Faserlänge und zunehmenden Strukturverdichtung umso stärker begrenzt, je weiter distal der Defekt gesetzt wurde. Unter Zug kehrte sich das jeweilige Bewegungsverhalten um.

Bei steigender axialer Druckbelastung geriet die intakte Fibula mehr und

mehr unter Biegebeanspruchung. In 3 Fällen kam es bereits bei –300 bzw. –400 N zu einer Fraktur des Wadenbeins. Diese Präparate wurden bei der Auswertung nicht berücksichtigt.

In VT 3—bei Hinzufügen einer Resektion der Fibula—trat eine gegenseitige Anbindung der benachbarten Teilstücke beider Unterschenkelknochen über die Membrana interossea in Kraft und beeinflusste das mechanische Verhalten umso mehr, je größer die Entfernung der beiden Defekte an Schien- und Wadenbein voneinander war. Unter axialer Krafeinleitung kam es zu einer dorsalwärtigen Durchbiegung des gesamten Unterschenkels und zu einer transversalen und longitudinalen Mitbewegung der Wadenbeinteilstücke, ähnlich wie in VT2.

Dagegen kam es zu einer zunehmenden inneren Entspannung des Gesamtsystems, wenn die Entfernung der Defektstellen zueinander gering war. Unterhalb einer Distanz von 30—50 mm war diese Entspannung komplett und führte entweder zur spontaner Achsen-einstellung unter Belastung und hoher spontaner Belastungsresistenz oder zu einer absoluten Dysbalance mit vollständiger Instabilität des Systems. Diese ließ sich dann jedoch leicht korrigieren. Bei parallelen Defektbegrenzungsflächen an der Tibia kam es danach zu einem guten und stabilen Lastaufbau. Dieser erreichte in einzelnen Versuchskonstellationen Größenordnungen weit oberhalb des menschlichen Körpergewichts (bis zu –1500 N).

Diese Befunde lassen darauf schließen, dass bei in Nähe des Schienbeindefekts angeordneter Fibularesektion systeminterne mechanische Störeinflüsse kaum noch eine Rolle spielen. Jede Maßnahme zur Stabilisierung der Tibia führt in diesen Fällen somit zu einem optimalen Erfolg!

Anatomische Abschlusspräparation

Nach Beendigung der Belastungsversuche wurden alle Beine sorgfältig anatomisch präpariert. Dabei zeigte sich, dass die proximalen und distalen Kapsel-Band-Verbindungen und die Zwischenknochenmembran unter den von uns durchgeführten Belastungen makroskopisch unverändert geblieben waren. Sie konnten also ihre mechanischen Wirkungen auf die knöchernen Skelettan-

teile in allen Versuchsteilen unverändert ausüben.

Bewertung

Die zu beobachtenden mechanischen Einflüsse des Fibula-Band-Membran-Komplexes auf die defekte Tibia sind nach unserer Ansicht weniger als eine reine longitudinale „Sperrung“ zu beschreiben, sondern viel eher als ein multidirektional wirksamer „Störkomplex“, der zu mechanischer Unruhe im Defekt der Tibia führt und damit die Frakturheilungsvorgänge empfindlich stören bzw. die Stabilität einer angewendeten Osteosynthese kompromittieren kann oder muss. Wir bezweifeln daher ernsthaft, dass eine wirkliche mechanische Stabilisierung durch eine begleitende Osteosynthese der Fibula für die Tibia erreicht werden kann. Bei allen Defekt- und sonstigen mechanischen Problemsituationen für die Heilung am Schienbein ist daher unserer Meinung und Erfahrung nach eher von einer Fibulastabilisierung abzuraten. Die stabilisierte oder auch die (zu) früh konsolidierte Fibula würde eher noch den beschriebenen „Störeffekt“ auf die Tibia ausüben und der Pseudarthrosenbildung Vorschub leisten. Dagegen ist bei allen nicht wirklich axial belastungsstabilen Situationen am Schienbein bei intakter oder fernab frakturierter Fibula und intakter Zwischenknochenmembran (Torsionsfrakturen!) und Störungen der Heilung immer an eine Wadenbeinresektion in Nähe der Tibialäsion zu denken, um Letztere effektiv ruhig stellen zu können. Die Frage nach Sinn und Unsinn einer additiven Fibulaosteosynthese oder sonstigen begleitenden therapeutischen Maßnahme am Wadenbein bei Unterschenkel- oder isolierten Schienbeinfrakturen ist also in jedem Fall streng individualisiert zu beantworten!

Fazit für die Praxis

- Die Fibula, so schön geformt sie ist, ist lastmechanisch nur Statist.
- Doch für der Knöchelgabel Spiel bedeutet sie unstrittig viel, und für korrekte Länge steht sie allemal bei den Frakturen am Pilon tibial.
- Mit Hilfe von Membrana interossea und Bändern kann sie jedoch auch viel verändern, wenn die Tibia im Schaftbereich

gebrochen und gar verloren geht ein Stück von diesem Knochen. Es kommt dazu, wie im Versuch gezeigt, dass kopfnah das Fragment sich neigt nach vorn und hinten unter Last, das untere nach lateral, dazu im rechten Winkel fast.

- Wenn's nicht exakt gelingt, das Schienbein zu stabilisieren, muss das intakte Wadenbein von Fall zu Fall man reseziere!
- Versorgt die Tibia man aber ganz stabil, besagt die unversorgte Fibula nicht viel.
- Ist die Methode schließlich gar elastisch, dann passt dazu die Letztere fantastisch!
- Der Wissende erkennt als Quintessenz daraus sehr schnell: Was an der Fibula zu tun, ist indiziert stets individuell!

Literatur

1. Gotzen L, Haas N, Hütter J, Köller W (1978) Die Bedeutung der Fibula für die Stabilität der Plattenosteosynthese an der Tibia. Unfallheilkunde 81: 409–416
2. Grunewald J (1916) Die Beziehungen zwischen der Form und der Funktion der Tibia und Fibula des Menschen und einiger Menschenaffen. Z Orthop Ihre Grenzgeb 35: 675–780
3. Heim U, Schmid-Giovanoli C (1984) Die Bedeutung der Membrana interossea und des Lig. interosseum als Stabilisator der Malleolengabel. In: Hackenbroch M H, Refior H J, Jäger M, Plitz W (Hrsg) Funktionelle Anatomie und Pathomechanik des Sprunggelenks. Thieme, Stuttgart New York, S 20–23
4. Jørgensen TE (1974) The influence of the intact fibula on the compression of a tibial fracture or pseudarthrosis. Acta Orthop Scand 45: 119–127
5. Küntscher G (1955) Die Sperr-Pseudarthrose. Zentralbl Chir 1955: 337–342
6. Lambert K-L (1971) The weight-bearing-function of the fibula. J Bone Joint Surg Am 53: 507–513
7. Lügger L-J (1981) Der Wadenbeinschaft. Hefte Unfallheilkd 1981: 147
8. Otto W (1988) Biomechanische Wechselbeziehungen zwischen Tibia und Fibula des Menschen: experimentell-anatomische und klinische Studie zum Wert der Fibularesektion/-osteotomie. Med. Dissertation B, Universität Halle
9. Paul D, Kühnel R, Müller C (1969) Spätergebnisse der konservativen Behandlung von Unterschenkel-frakturen. Arch Orthop Unfallchir 66: 156–160
10. Preuschoft H (1971) Die mechanische Beanspruchung der Fibula bei Primaten. Gegenbaurs Morph Jahrb 1971: 211–216
11. Rosenfeld W (1957) Die Fibula als Sperrknochen. Zentralbl Chir 1957: 68–73
12. Sarmiento A (1974) Functional bracing of tibial fractures. Clin Orthop 105: 202–219
13. Sárváry A, Berentey G (1984) Die Rolle der Fibula in der Statik des Unterschenkels. Unfallchirurgie 10: 145–148
14. Sørensen KH (1969) Treatment of delayed union and non-union of the tibia by fibular resection. Acta Orthop Scand 40: 92–104
15. Stankovic P, Kaessmann H-J (1971) Experimentelle Untersuchungen über die Sperrwirkung der intakten Fibula unter Bedingungen der verzögerten Heilung einer Tibiafraktur. Monatsschr Unfallheilkd Versicher Versorg Verkehrsmed 74: 272–278