

Felix Bonnaire · Thomas Lein · Ralf Hellmund · Klaus Birke

Klinik für Unfall-, Wiederherstellungs- und Handchirurgie,  
Städtisches Klinikum Dresden-Friedrichstadt, Dresden

# Für und Wider der Syndesmosenstellschraube

## Zusammenfassung

Der distale tibiofibuläre Syndesmosenkomplex mit seinen 5 definierten Bandstrukturen – Lig. tibiofibuläre anterius und posterius, Lig. tibiofibuläre interosseum, dem distalen Anteil der Membrana interossea und dem Lig. tibiofibuläre transversale – spielt zusammen mit der Membrana interossea und dem distalen Fibulaende eine entscheidende Rolle für die anatomisch-funktionelle Integrität der Malleolengabel. Verbleibende Verwerfungen im distalen tibiofibulären Gelenk sind klassische Inkongruenzarthrosemodelle und dürfen nach Osteosynthesen am oberen Sprunggelenk ebenso wenig wie verbleibende Instabilitäten, Verkürzungen oder Fehllotionen toleriert werden. Die Syndesmosenstellschraube soll diese Faktoren bei der Entstehung einer posttraumatischen Arthrose verhindern, ist bei unkorrekter Anwendung aber selbst allzu oft Ursache von fixierten Fehlstellungen, Verknocherungen und anderen Komplikationen. Aus diesem Grund müssen die Indikation für eine Stellschraube eng gefasst und die mit der Schraube fixierte Position der distalen Fibula kontrolliert korrekt sein. Diese Voraussetzungen verlangen die Kenntnis der Klassifikation nach Lauge-Hansen und im Zweifelsfall ein postoperatives CT nach allen Stellschraubenosteosynthesen.

## Schlüsselwörter

Sprunggelenksfrakturen · Tibiofibuläre Syndesmose · Stellschraube · Osteosynthese · Indikationen · Risiken · CT

## Vorbemerkungen

Die Syndesmosen-„Stellschraube“ ist vermutlich die am meisten trainierte und mit Sicherheit die banalste Übung bei Prinzipienkursen der AO. Vielleicht ist sie deshalb so beliebt. Sie ist aufgrund ihres Halts mit 2 Gewindestrecken in 2 benachbarten Knochen in der Lage, einen eingestellten Abstand zu halten, im Gegensatz zur so genannten Zugschraube, die mit ihrem Schaft in einem Loch gleiten kann und über den Schraubenkopf eine Kompressionswirkung zwischen 2 beweglichen Festkörpern erzielt.

Leider werden die Indikationen und Gefahren der Stellschraubenosteosynthesen nicht ausreichend differenziert betrachtet und das pathophysiologische Verständnis für die Notwendigkeit einer Syndesmosenstellschraube zu wenig berücksichtigt.

Ein derartiges Schraubenprinzip hat in der Unfallchirurgie nur wenige Indikationen und wird fast ausschließlich zur Fixation der distalen Fibula in die Incisura tibiae bei Sprunggelenkverletzungen mit ligamentären Instabilitäten im Syndesmosen-Membrana interossea cruris-Komplex eingesetzt, um den Erhalt der Kongruenz in der Knöchelgabel (mortise) zu gewährleisten.

Die technische Realisation der Stellschraube ist dabei anspruchslos: Die Fibula wird in die gewünschte anatomische Länge und Rotation gebracht und in dieser Position fixiert. Dazu wird die gewünschte Position zunächst mittels 1,8 mm starkem Kirschner-Draht gehalten. Anschließend wird mittig durch die Fibula und die medial liegende Tibia von dorsal 30° zur Frontalebene ein Loch von 2,5 mm gebohrt und ein Gewinde von 3,5 mm geschnitten. Durch beide

Unterschenkelknochen wird eine 3,5-mm-Schraube eingebracht, welche die mediale Kortikalis der Tibia nicht erreichen soll [9, 18].

Die eigentlichen Schwierigkeiten liegen in der Indikationsstellung für eine Stellschraube und der perfekten Reposition der Fibula. Eine in Fehlstellung fixierte Fibula führt zu einer Inkongruenz im oberen Sprunggelenk mit erheblichen Auswirkungen auf die Gelenkfunktion und -belastung [33].

## Anatomie

Zunächst soll auf einige sprachliche und anatomische Unschärfen, die dem Kliniker häufig begegnen, eingegangen werden: Die vordere distale tibiofibuläre Syndesmose ist nicht mit der Membrana interossea cruris gleichzusetzen. Die Exposition der distalen vorderen Syndesmose setzt die Eröffnung der Unterschenkelfaszie und die Durchtrennung der Retinacula extensorum voraus.

Eine exakte Kenntnis der Anatomie und sprachliche Präzision sind notwendig, um das Problem der Stellschraube verständlich zu machen und zu verstehen.

Am Unterschenkel werden

- ein proximales und
- ein distales tibiofibuläres Gelenk

© Springer-Verlag 2003

Priv.-Doz. Dr. Felix Bonnaire  
Klinik für Unfall-, Wiederherstellungs-  
und Handchirurgie,  
Städtisches Klinikum Dresden-Friedrichstadt,  
Friedrichstraße 41, 01067 Dresden,  
E-Mail: Bonnaire-Fe@khdf.de,  
Phone: 0351-4801301, Fax: 0351-4801309

## Pros and cons of syndesmosis screw in ankle fractures

### Abstract

The tibiofibular syndesmosis, with its five defined ligamentous structures – the anterior and posterior tibiofibular ligaments, the interosseous tibiofibular ligament, the distal part of the interosseous membrane of the leg and the superior extensor retinaculum of the foot – together with the interosseous membrane of the leg and the distal end of the fibula has an important role in the anatomic-functional integrity of the malleolar sulcus of the fibula. Persisting rejection in the distal tibiofibular joint is a classic scenario predisposing to incongruence arthrosis, as are persisting instability, shortening or malrotation. The syndesmosis-adjusting screw is intended to prevent all these situations, which can be factors in the development of a posttraumatic arthrosis, although when wrongly applied it can itself lead to fixed malposition, ossifications and other complications. For this reason a very narrow range of indications for use of an adjusting screw must be laid down and strictly observed, and the position the distal fibula is fixed in by the screw must be correctly monitored. All this means that the operator must be completely familiar with the Lauge-Hansen classification and that a postoperative CT scan is essential after every adjusting screw osteosynthesis.

### Keywords

Fractures of the ankle · Tibiofibular syndesmosis · Syndesmotic screw · Osteosynthesis · Indications · Risks · CT

## Unterschenkel- und obere Sprunggelenksfrakturen

unterschieden. Zwischen den tragenden Säulen der Unterschenkelknochen spannt sich eine von lateral fibular nach medial tibial 60–70° ansteigende, stabilisierende Membran mit aponeurotischen Fasern [16]. Dieser Membrana interossea cruris kommt eine wesentliche, stabilisierende und rückhaltende Funktion auf die Fibula zu, obwohl sie kaum eine nennenswerte Zugfestigkeit hat. Aufgrund ihrer Struktur und Lage lässt sie sich nicht chirurgisch nähern.

### Proximales tibiofibuläres Gelenk

Das proximale Gelenk entspricht definitionsgemäß einer Bandhaft und lässt kaum Bewegungen zu. Die proximale Syndesmose spielt bei Knöchelverletzungen keine bedeutende Rolle. Obwohl sie bei Kniebandverletzungen zerreißen und die Fibula luxieren kann, resultiert dadurch keine Auswirkung auf die Malleolengabel. Bei Maisonneuve-Verletzungen wird aber auch dieser Bandkomplex zusammen mit der Membrana interossea zerreißen, heilt aber nach korrekter Retention problemlos aus.

### Distales tibiofibuläres Gelenk

Der chirurgisch interessantere distale tibiofibuläre Syndesmosenkomplex setzt sich aus 5 Bandverbindungen zusammen: von ventral nach dorsal lassen sich

- das Lig. tibiofibulare anterius,
- das Lig. tibiofibulare interosseum,
- der distale Anteil der Membrana interossea cruris,
- das Lig. tibiofibulare posterius und
- das Lig. tibiofibulare transversale

differenzieren (Abb. 1).

Das Lig. tibiofibulare anterius verläuft medial vom Tuberculum anterius tibiae in einem Winkel von etwa 40° abfallend nach lateral, den Vorderrand der Incisura fibularis tibiae querend zur Außenknöchelvorderfläche. Der intraoperativ als weiß glänzendes Band imponierende Zügel ist im Mittel 16 mm lang und 13–16 mm breit [8]. Unter Belastung findet sich die stärkste Spannung auf den vorderen Bandzügel in Neutralstellung oder Plantarflexion des oberen Sprunggelenks, wohingegen bei einer Dorsalextension eine Entlastung des vorderen Syndesmosenbands einsetzt, um

eine Rotation der Fibula und somit ein Auseinanderweichen der Sprunggelenkgabel zu ermöglichen [7, 36]. Die Belastbarkeit des vorderen Syndesmosenbands wurde von Sauer et al. [29] mit 588,6–931,95 N (60–95 kp) beziffert.

Das Lig. tibiofibulare interosseum – auch Syndesmosenplatte genannt – zeigt sich als derbe und wenig dehnbare distale Verstärkung der Membrana interossea. Erstmals von Lutz [16] 1942 dezidiert als „Lig. malleoli lateralis“ beschrieben, wird ihm eine stabilisierende und abfedernde Funktion zugeschrieben.

Die proximal auslaufenden Fasern des Lig. tibiofibulare anterius sowie des Lig. tibiofibulare posterius vereinigen sich zur Membrana interossea cruris distalis, welche fächerförmig von medial nach lateral im Winkel von etwa 70° zur Fibulalängsachse absteigt.

Das Lig. tibiofibulare posterius verbindet im Zusammenspiel mit dem Lig. tibiofibulare transversale die Hinterkanten von Tibia und Außenknöchel und stellt den stärksten Bandzügel des distalen Syndesmosenkomplexes dar. Das Band hält nach experimentellen Untersuchungen einer Belastung von 686,7–1177,2 N (70–120 kp) stand [29]. Es verläuft vom Tuberculum posterius der Tibia an die Fossa malleoli lateralis von dorsal proximal nach kaudal lateral. Das im Schnitt 20 mm lange und 12–18 mm breite Band spannt sich maximal in der Dorsalflexion an und geht dabei eine enge Verbindung zur hinteren lateralen Talusfacette ein [8, 36].

Für den suffizienten Schluss der Malleolengabel zeichnen nach Sauer et al. [29] im Wesentlichen die Ligg. tibiofibulare anterius et posterius verantwortlich und sichern somit die kongruente Führung der Fibula in der Incisura tibiae und damit die exakte Stellung im oberen Sprunggelenk.

### Biomechanische Überlegungen

Entscheidend für die Funktion des oberen Sprunggelenks ist die Möglichkeit einer Komplexbewegung des Talus in der Knöchelgabel im Bewegungszyklus. Die biomechanischen Abläufe im Bereich des oberen Sprunggelenks sind mittlerweile so exakt nachvollzogen, dass die Vorstellung eines einfachen „Scharniergelenks“ dem komplexen Bewegungsmuster nicht im geringsten gerecht werden kann.

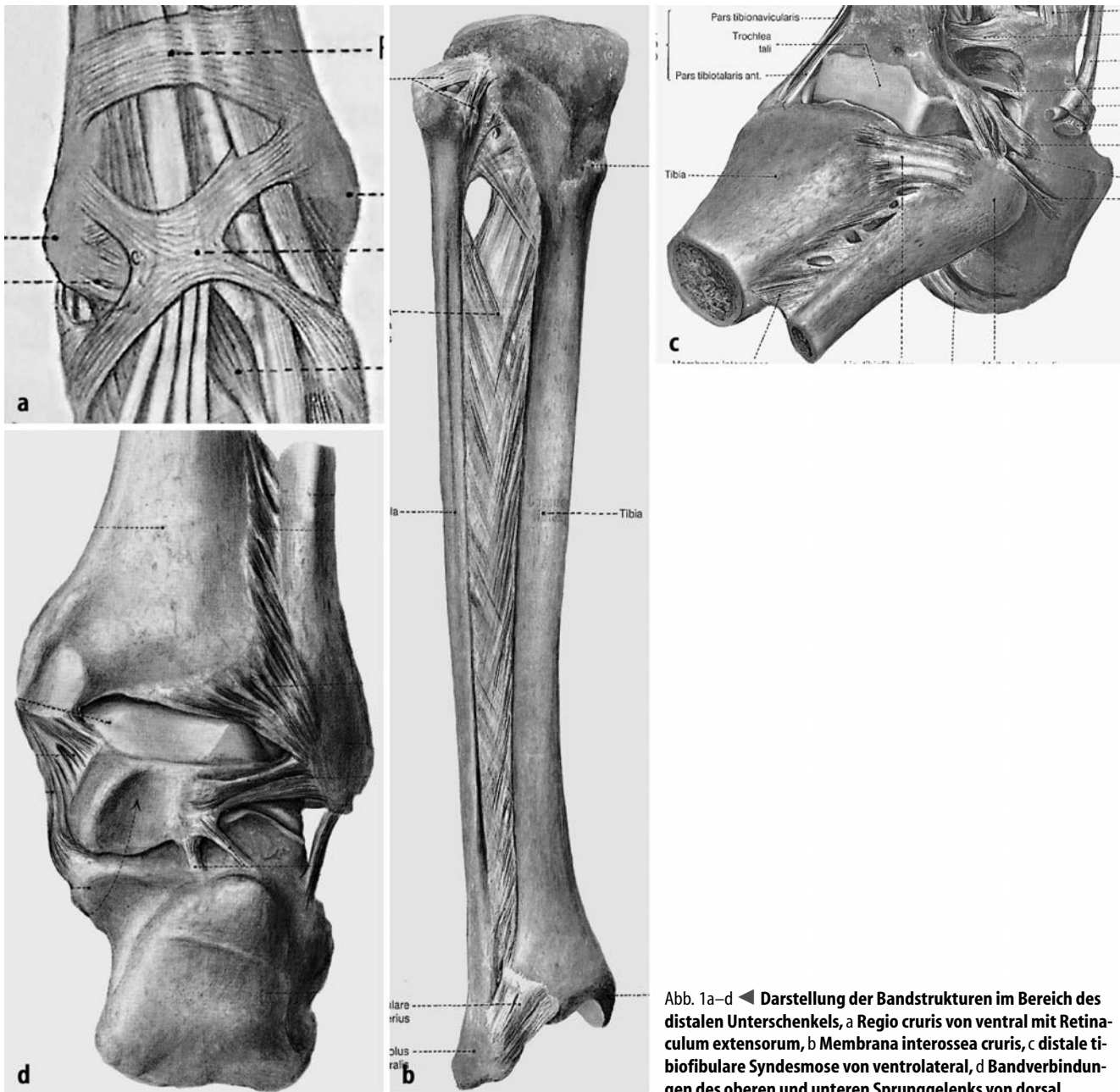


Abb. 1a-d ◀ Darstellung der Bandstrukturen im Bereich des distalen Unterschenkels, a Regio cruris von ventral mit Retinaculum extensorum, b Membrana interossea cruris, c distale tibiofibulare Syndesmose von ventrolateral, d Bandverbindungen des oberen und unteren Sprunggelenks von dorsal

Die Bewegungsachse des oberen Sprunggelenks verläuft zwischen beiden Malleolenspitzen, steigt in der Frontalebene um 8° nach medial an und ist in der Sagittalebene um 6° nach vorn versetzt [13].

Durch die anatomische Form des Talus als Kegelausschnitt mit lateral spiralig verlaufender Flächenbasis und medialer Kegelspitze macht dieser bei der Bewegung eine so genannte „Pseudorotation“ mit einer Innenrotation bei der Plantarflexion durch. Eine pathologische Außenrotation des Sprunggelenks bei Dorsalextension findet jedoch erst statt,

wenn eine Läsion des vorderen distalen Syndesmosenbands vorliegt [7, 28, 37].

Da der Talus an der Trochlea vorn breiter ist als im hinteren Anteil, zwingt er die Malleolengabel bei der Aufwärtsbewegung des Fußes leicht auseinander [5, 26]. Der fest stehende Innenknöchel stellt ein fixes Widerlager im Sprunggelenk dar, sodass die Fibula notgedrungen der Talusbewegung folgen muss, ohne die suffiziente Führung in der Gabel zu verlassen. Hierbei kommt der stabilisierenden Funktion der distalen tibiofibularen Syndesmose die entscheidende Bedeutung zu.

In der axialen Richtung erlaubt der Syndesmosenkomplex nach verschiedenen Autoren unter Belastung eine Bewegung bis 2,4 mm [26, 30]. Zusätzlich sind auch Translationen in der a.-p.-Richtung und nach lateral im Bewegungsablauf möglich, bei Dorsalflexion zeigt sich eine physiologische Außenrotation des Wadenbeins von 2° [26] (Tabelle 1).

Auch die Auswirkungen der Syndesmoseninsuffizienz auf die Malleolengabel nach chirurgischer Durchtrennung des Bandkomplexes sind gut untersucht [1, 23, 37] (Tabelle 2). Bei axialer Belastung hat die vollständige

**Tabelle 1**  
**Physiologische Bewegungen der Fibula im oberen Sprunggelenk**

Richtung	Ausmaß
Axial	1,25–2,4 mm
Sagittal a.-p.	0,2–0,4 mm
Plantar-Dorsalflexion	Erweiterung 1,5 mm±0,9 mm 1,5 mm nach distal (Neutralstellung) 2° Außenrotation

Scranton et al. [29] 1976, Reimann u. Anderhuber [26] 1982, Seiler u. Trenz [31] 1984

Durchtrennung keine Lateralisation oder Druckflächenveränderung zur Folge. Unter Außenrotationsstress von 5 Nm konnte in wissenschaftlichen Untersuchungen gezeigt werden, dass bei der schrittweisen Durchtrennung des distalen Syndesmosenkomplexes eine pathologische Außenrotation des Talus bis 10° durch den lateralen und v. a. dorsalen Versatz der Fibula mit Diastase von im Mittel 7,3 mm resultiert [37]. Gleichzeitig führt die Valgustendenz des Talus zu einer Verminderung des Gelenkflächenkontakts mit Zunahme der lokalen Druckbelastung, welche als Prädisposition für eine spätere Inkongruenzarthrose angesehen wird [7, 19, 27, 37]. Eine posttraumatische Lateralisation der Fibula bereits von 1 mm führt nach Ramsey u. Hamilton [25] zu einer intraartikulären Druckerhöhung durch Abnahme der Kontaktflächen um 42%.

Die Konsequenzen einer persistierenden Instabilität sind somit nach Ramsey u. Hamilton [25] sowie Hendrich [10]:

- Inkongruenz unter Belastung
- Abnahme des Flächenkontakts bei 1 mm Lateralisation
- Lateralisation der Gelenkresultierenden
- Zunahme der lokalen Druckbelastung
- Inkongruenzarthrose

Diese Erkenntnisse lassen den Schluss zu, dass eine chronische posttraumatische Syndesmoseninsuffizienz bzw. eine postoperativ verbliebene Fehlstellung im distalen Tibiofibulargelenk unweigerlich zur Früharthrose des betroffenen Gelenks führen und weisen eindeutig auf die Problematik der korrekten „Stellschraubentherapie“ hin.

### Diagnostik

Im Fall einer frischen Verletzung des oberen Sprunggelenks imponieren *klinisch* die schmerzhaft und bewegungsingeschränkte Knöchelregion mit unterschiedlich ausgeprägtem Schwellungszustand. Beim Vorliegen einer Luxation bzw. eindeutigem Frakturhalt erübrigen sich schmerzhaft klinische Manipulationen, eine Verrenkung der Knöchelregion sollte jedoch umgehend reponiert werden.

Nach Ausschluss knöcherner Verletzungen können jedoch beim Verdacht auf eine isolierte Syndesmosenverletzung klinische Tests zur Anwendung kommen, wobei der Frick-Test offenbar die besten verwertbaren Hinweise auf das Vorliegen einer syndesmalen Läsion bietet. Dabei wird der Patient im Sitzen bei 90° gebeugtem Kniegelenk am Unterschenkel fixiert und eine Außenrotation des Talus aus der Neutralstellung ausgeführt. Der Test wird bei Schmerzangabe über dem vorderen bzw. hinteren Syndesmosenkomplex bzw. der Membrana interossea als positiv gewertet.

Unabdingbar für die Diagnostik sind *Röntgenaufnahmen* des oberen Sprunggelenks und der hohen Fibula in

2 Ebenen. Bei der Aufnahme im a.-p.-Strahlengang ist darauf zu achten, dass sie in 20° Innenrotation des Unterschenkels angefertigt werden (mortise view). Der Gelenkspalt ist physiologischerweise bei dieser Darstellung an allen Flächen parallel darstellbar. Hinweise auf eine Fibulaverkürzung oder Subluxation sind bei geringer Ausprägung schwierig zu interpretieren. Screeningregionen sind laterale und mediale Gabelbögen und die Linie zwischen distalem Fibulaende und Innenknöchelspitze, welche 8–15° ansteigen sollte.

Chaput hat den erweiterten „espace claire“ mit einer Grenzweite von 6 mm angegeben. Diese Distanz wird zwischen der hinteren Begrenzung der Tibiainzisur und der medialen Begrenzung der Fibulakortikalis 1 cm oberhalb der distalen Tibiagelenkfläche vermessen und beträgt etwa 4 mm. Eine verstärkte Überlappung der Fibula mit der vorderen Inzisurbegrenzung, eine erweiterte mediale Gabelstellung oder eine verringerte Überlappung der vorderen Tibiabegrenzung und der Fibula weisen auf eine Pathologie in diesem Bereich hin (Abb. 2).

Die *Computertomographie* hat eine Berechtigung bei besonderer Fragestellung wie Impressionsfrakturen oder Gelenkstufen, ist aber nach unserer Meinung v. a. in der postoperativen Phase gefragt, wenn sich auch nur der geringste Hinweis auf eine Insuffizienz der Gabel oder eine inkorrekte Stellung der Fibula in der Inzisura tibiae ergibt (Abb. 5f).

Entscheidend für eine Bewertung ist hierbei immer der Vergleich mit der unverletzten kontralateralen Gegenseite.

Eine *kernspintomographische* Untersuchung zur Detektion der akuten oder chronischen Syndesmoseninsuffizienz halten wir für entbehrlich, emp-

**Tabelle 2**  
**Biomechanik der Syndesmoseninsuffizienz**

Belastung	Biomechanik bei vollständiger Durchtrennung der Syndesmose
Axiale Belastung	Keine Lateralisation, keine Druckflächenveränderung
Rotation	Abweichung nach lateral und dorsal 7,3 mm bei 5 Nm Außenrotation des Talus 10°

Burns et al. [1], Pereira et al. [23], Xenos et al. [37]



Abb. 2 ▲ Zusammenfassung der wichtigsten Aspekte, die bei der Befundung eines Röntgenbilds bei Fraktur des oberen Sprunggelenks zu berücksichtigen sind: 1. Ebenen korrekt? 2. Gelenkspalt parallel in 2 Ebenen? 3. Fibulalänge a.-p.? 4. Subluxation? 5. Espace claire >6 mm? 6. Mediale Gabelweite <4 mm? 7. Mediale Überlappung <6 mm? 8. Hohe Fibula verkürzt?

fehlen jedoch in Analogie zu Ogilvie-Harris u. Reed [20] bei unklaren Befunden eine diagnostische Arthroscopie des oberen Sprunggelenks mit der Möglichkeit der operativen Intervention.

## Klassifikation

Die Klassifikation der AO geht in erster Linie auf Danis [2] zurück, ist aber v. a. mit dem Namen Weber verbunden: Weber et al. [33] haben vereinfachend nach ihrer Lagebeziehung zum Syndesmosenkomplex die Frakturen unterhalb der Syndesmose als Typ A, die Frakturen auf gleicher Höhe als Typ B und die oberhalb gelegenen Frakturen als Typ C bezeichnet [2, 18] (Abb. 3). So populär diese Klassifikation wurde, so wenig hat sie zum Verständnis der Pathophysiologie der Knöchelfrakturen beigetragen. Syndesmosenverletzungen entstehen erfahrungsgemäß bei B- und C-Frakturen, aber welche brauchen eine Stellschraube?

Lauge-Hansen [14] hat 1948 eine genetische Einteilung der Knöchelfrakturen

vorgenommen und 4 verschiedene Verletzungsmechanismen für den Großteil aller Sprunggelenkfrakturen zugrunde gelegt (Abb. 4). Bei differenzierter Betrachtung können nach seinen Beschreibungen nur die Pronations-Eversions-Frakturen eine persistierende Gabelinstabilität nach Fibulaosteosynthese begründen [38]. Der Pathomechanismus bei den Pronations-Eversions-Frakturen beginnt mit der Fraktur des Innenknöchels (Stadium I), führt dann kreisförmig verlaufend zur Läsion des vorderen Syndesmosenbands mit dem Lig. interosseum (Stadium II) und mündet anschließend über eine hohe Fibulafraktur (Stadium III) in eine Zerreißung der hinteren Syndesmose bzw. eine hintere Volkmann-Abrissfraktur (Stadium IV) (Abb. 5a,b). Erklärbar wird dieser Ablauf einerseits durch Scherkräfte in Abduktion des Fußes, auf der anderen Seite durch die Außenrotation des Talus bei der Dorsalextension des Talus, welcher mit seiner ventral breiteren Trochlea fest in der Gabel eingespannt ist und den Innenknöchel zusammen mit der abduktiven Komponente wegschlägt. Die Membrana interossea zerreißt distal bis auf Frakturhöhe. Je höher die Lokalisation der Fraktur, desto geringer verbleibt ihre Rückstellkraft bei wiederhergestellter Fibulalänge und Rotation.

Eine Sonderform der Pronations-Eversions-Verletzung stellt die Maisonneuve-Fraktur dar, ihr liegt im Wesentlichen jedoch der gleiche Pathomechanismus zugrunde [22] (Abb. 6a).

## Indikation

Auf der Grundlage der Klassifikation nach Lauge-Hansen [14] sehen wir die Indikationen für eine Syndesmosenstellschraube lediglich bei den Pronations-Eversions-Verletzungen Stadium III und IV und bei der Maisonneuve-Verletzung.

Bei allen anderen Frakturformen (Supination-Adduktion, Supination-Eversion und Pronation-Abduktion nach Lauge-Hansen) stabilisiert die erhaltene Membrana interossea nach exakter Osteosynthese die Führung der Fibula in der Inzisur und macht so eine Stellschraubenimplantation entbehrlich.

## Technik und Probleme bei der Syndesmosenstellschraube

Die Stellschraube soll definitionsgemäß die Syndesmose bei einer Instabilität in der Malleolengabel in anatomischer Stellung feststellen. Nach den biomechanischen Untersuchungen ergeben sich Indikationen für die Stellschraube nur für die Situationen, die nach stabiler Plattenosteosynthese der Fibula mit einer relevanten Rotationsinstabilität des Talus einhergehen. Die Membrana interossea spielt, wie oben ausgeführt, mit ihren proximalen Anteilen eine entscheidende Rolle für den Halt. Liegt eine komplette Instabilität vor, wie bei der Maisonneuve-Fraktur, sind 1 oder besser 2 Stellschrauben zur Sicherung der Rotationsstabilität der Gabel notwendig

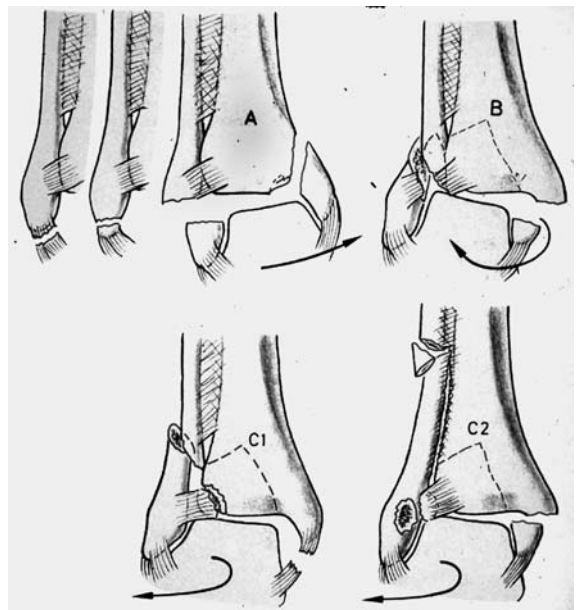


Abb. 3 ► Einteilung der Frakturen des oberen Sprunggelenks nach Danis [2] und Weber [33]

## Unterschenkel- und obere Sprunggelenksfrakturen

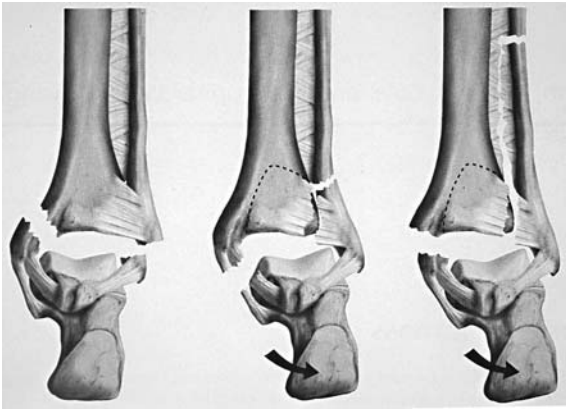


Abb. 4 ◀ Einteilung der Sprunggelenksfrakturen nach ihrem genetischen Entstehungsmechanismus beschrieben von Lauge-Hansen [14]

(Abb. 6b,c). Die Pronations-Eversions-Verletzung mit verbleibender medialer Instabilität, eine verbleibende Subluxation und eine auffällige Nachgiebigkeit in der Bandhaft auf Zug und Rotationsbelastung sind weitere Indikationen.

Wie sollte nun vorgegangen werden, wenn eine Stellschraube für indiziert angesehen wird? Man beginnt fast

immer am Außenknöchel und stabilisiert zunächst die Fibula, wobei auf eine exakte Längenwiederherstellung geachtet werden muss. Oft ist an der medialen Fibulakortikalis auf Höhe der Inzisa eine kleine ossäre Kante zu erkennen, welche auf der gleichen Höhe mit der ventralen Tibiagelenkfläche liegen sollte (so genannte „Weber-Nase“) [9].

Abb. 5a-i ▼ Sprunggelenkluxationsfraktur, a,b im Röntgenbild mit der Frage der Notwendigkeit einer Stellschraube bei geplanter Osteosynthese, c-e intra- und postoperative Röntgenaufnahmen nach osteosynthetischer Versorgung mit scheinbar gutem Ergebnis, f postoperativ durchgeführte CT-Kontrolle, bestätigt den Verdacht der verbliebenen Fehlstellung der distalen Fibula nach Osteosynthese, g,h intraoperative Röntgenaufnahmen zur Lagekontrolle nach Stellschraubenkorrektur, i postoperatives CT: regelrechte Stellung der distalen Fibula in der Inzisa

Nach Inspektion und ggf. Naht des vorderen Syndesmosenanteils sollte dann die Haken- und Außenrotationsprobe ausgeführt werden (Abb. 7). Mit dem Hakenzug um die Fibula nach dorsal und lateral wird bei hochgelagerter Ferse eine Restinstabilität auffällig. Die Fibula muss nachfolgend in die Inzisa eingestellt werden und das Repositionsergebnis mit einem 1,8-mm-Kirschner-Draht 2 cm über dem Tibiaplafond, 30° von dorsal kommend, temporär fixiert werden. Dann erfolgt eine intraoperative Röntgenkontrolle – notfalls im Seitenvergleich.

Die immer noch praktizierte Fixation des Wadenbeins in die Inzisa mit einer großen Repositionszange ist aus unserer Erfahrung abzulehnen, da die Incisura fibularis tibiae in 40% der Fälle nur angedeutet konkav angelegt ist, in der Tiefe variiert und sich zudem regelhaft eine Dorsalstellung der Tibia gegenüber der Fibula findet. Daher besteht immer die Gefahr einer nicht anatomischen Retention durch Fehleinstellung der Fibula, die durch den Schub der Repositionszange verstärkt wird [7, 15, 17, 38] (Abb. 5c-f).

Ist medialseitig nach Kirschner-Draht-Fixation dann noch eine Inkon-





Abb. 6a–c ◀ Gelenkluxation mit Ruptur der vorderen und hinteren Syndesmose sowie der Membrana interossea, hohe Fibulafraktur (Maisonneuve-Verletzung) (a), intraoperative Abschlusskontrolle nach Reposition und Fixation der Fibula durch 2 Stellschrauben (b,c)

gruenz vorhanden, muss dort revidiert werden, bis eine ideale Kongruenz in beiden Ebenen vorliegt. Anschließend sollte 2,5–4 cm oberhalb und parallel der Gelenkebene im Winkel von 30° nach ventral geneigt eine trikortikale 3,5-mm-Stellschraube unter Dorsalflexion des Fußes eingebracht werden [9, 17, 21, 24, 34]. Dabei ist es bei korrekter Schraubenlage unerheblich, ob sie durch ein Plattenloch oder als freie Schraube eingebracht wird.

Die Syndesmosenstellschraube sollte regelhaft nach 6–8 Wochen entfernt werden, um einer Auslockerung bzw. einem Schraubenbruch vorzubeugen.

Beim Verdacht auf eine postoperative verbliebene Fehlstellung ist aus unserer Sicht immer ein CT im Seitenvergleich anzustreben, da nur hier sicher Verwerfungen und Fehlstellungen erkannt werden können. Eine ungenügen-

de Lage der Syndesmosenstellschraube sollte immer in einer Korrektur münden (Abb. 5c–i).

### Diskussion

Die Schweizer sind wie keine andere Nation mit der Beobachtung von Größenverhältnissen (wie groß wäre die Schweiz, wenn alle Berge mit ihrer Oberfläche plattgebügelt wären?) und Schraubensteigungen beschäftigt und haben in eingehenden Studien die 3,5-mm-Kortikalisschraube mit 2,4 mm Kerndurchmesser in trikortikaler Anwendung als Stellschraube favorisiert. Aber auch andere Varianten wie Gewindebolzen, Haken und Kirschner-Drähte können den Zweck der Stellschraube erfüllen [3, 4, 5, 15, 35].

In jüngerer Zeit wird über die Anwendung von bioresorbierbaren Schrau-

ben als Syndesmosenstellschraube berichtet. Die Autoren können jedoch nicht verhehlen, dass es zu entsprechenden Lysevorgängen durch Resorption des Polymers, mangelnder Stabilität und Weichteilverkalkungen entlang der eingebrachten Schrauben kommen kann [6, 12].

Nach Syndesmosenstellschrauben werden Ossifikationen im Stellschraubenkanal beschrieben, welche durch funktionelle Starre zum auslösenden Moment für eine Präarthrose im oberen Sprunggelenk werden können [11, 19, 32, 34].

Nach Stellschraubenplatzierung soll sich laut verschiedenen Autoren weiterhin die vormalis zentrische Krafteinleitung auf den Talus nach lateral verschieben [24, 25]. Zusätzlich limitiert die Stellschraube bei einer Plantarflexion über 15° die Medialbewegung der Fibula [27].



Abb. 7 ◀ Intraoperative Hakenprobe unter Bildverstärkerkontrolle zur Prüfung der Syndesmosenstabilität

Bei unkorrekter Lage der Schraube bzw. zu langem Verweilen im Knochenverbund zeigten sich in retrospektiven Studien Osteolysen in bis zu 64% und Schraubenbrüche in bis zu 9% der Fälle [9, 17].

### Fazit für die Praxis

Die Syndesmosenstellschraube ist unphysiologisch, ihre Stabilität ist kontraproduktiv für die allfällige Bewegung der Fibula im distalen Tibiofibulargelenk. Die Indikationen für die Stellschraube müssen deshalb gut begründet werden, und die Platzierung muss perfekt erfolgen. Der Einsatz von Syndesmosenstellschrauben ist unbestritten bei den Pronations-Eversions-Verletzungen Typ III und IV nach Lauge-Hansen [14] indiziert, ebenso auch bei der Maisonneuve-Verletzung. Es gibt häufig Probleme nach der Stellschraube, auch wenn sie indiziert war. Es sollte stets an diese gedacht und das postoperative Ergebnis selbstkritisch hinterfragt werden. Die konventionelle radiologische Evaluation ist schwierig und häufig unzuverlässig, weil ihr das Problem der ventralen und dorsalen Fibulaverschiebung nicht gut zugänglich ist. Wenn immer Zweifel an der richtigen Reposition bestehen, sollte postoperativ ein Computertomogramm im Seitenvergleich veranlasst werden, um einen evtl. indizierten Korrekturingriff nicht zu versäumen.

### Literatur

- Burns WC, Praksh K, Adelaar R, Beaudoin A, Krause W (1993) Tibiotalar joint dynamics: indications for the syndesmosis screw. A cadaver study. *Foot Ankle Int* 14: 153–158
- Danis R (1947) *Theorie et pratique de l'osteosynthese*. Masson et Cie, Paris
- Engelbrecht E, Engelbrecht H, Haynh PL (1984) Erfahrungen mit dem Syndesmosenhaken bei tibiofibularen Bandverletzungen. *Chirurg* 55: 749–755
- Farhan MJ, Smith TWD (1985) Fixation of diastasis of the inferior tibiofibular joint using the syndesmosis hook. *Injury* 16: 309–311
- Frick H (1978) Zur Entstehung, Klinik, Diagnostik und Therapie der isolierten Verletzung der tibiofibularen Syndesmosen. *Unfallheilkunde* 81: 542–545
- Gerngroß H, Becker HP (1994) *Biofix. Resorbierbare Implantate für die Knochen- und Gelenkchirurgie*. Springer, Berlin Heidelberg New York, S 59–69
- Grass R, Herzmann K, Biewener A, Zwipp H (2000) Verletzungen der unteren tibiofibularen Syndesmosen. *Unfallchirurg* 103: 520–532
- Hackenbroch M, Refior HJ, Jäger M, Plitz W (1984) *Funktionelle Anatomie und Pathomechanik des Sprunggelenkes*. Thieme, Stuttgart New York
- Heim D, Heim U, Regazzoni P (1993) Malleolarfraktur mit Gabelsprengung – Erfahrungen mit der Stellschraube. *Unfallchirurg* 19: 307–312
- Hendrich V (1986) Kontaktflächen und Druckverteilung am oberen Sprunggelenk unter besonderer Berücksichtigung des Volkman'schen Dreiecks. *Habilitationsschrift, Universität Freiburg im Breisgau*
- Kaye RA (1989) Stabilisation of ankle syndesmosis injuries with a syndesmosis screw. *Foot Ankle Int* 9: 290–293
- Korkala O, Kiljunen V, Salminen S, Kuokkanen H, Niskanen R (1999) Biodegradable screw fixation of the syndesmosis together with metallic osteosynthesis. Preliminary experience of 7 ankles. *Ann Chir Gynaecol* 88: 295–297
- Lanz T, Wachsmuth W (1972) *Praktische Anatomie, Bd 1, Teil 4: Bein und Statik*. Springer, Berlin Heidelberg New York
- Lauge-Hansen N (1952) Fractures of the ankle-IV. Clinical use of a genetic roentgenic diagnosis and genetic reduction. *Arch Surg* 64: 488–500
- Ledermann M (1983) *Die Dynamik der distalen tibio-talar Syndesmosen*. Habilitationsschrift, Universität Bern
- Lutz W (1942) Zur Struktur der unteren Tibiofibularverbindung und der Membrana interossea cruris. *Anat Entwicklungsgesch* 111: 315–322
- Miller RS, Weinhold PS, Dahners LE (1999) Comparison of tricortical screw fixation versus a modified suture construct for fixation of ankle syndesmosis injury: a biomechanical study. *J Orthop Trauma* 13: 39–42
- Müller ME, Allgöwer M, Willenegger H (1963) *Technik der operativen Frakturbehandlung*. Springer, Berlin Heidelberg New York
- Ney R, Jend H-H, Schöntag H (1987) Tibiofibulare Beweglichkeit und Arthrose bei Patienten mit postoperativen Ossifikationen im Syndesmosenbereich des oberen Sprunggelenkes. *Unfallchirurgie* 13: 274–277
- Ogilvie-Harris D, Reed SC (1994) Disruption of the ankle syndesmosis: diagnosis and treatment by arthroscopic surgery. *J Arthroscop Rel Surg* 10: 561–568
- Olerud C (1985) The effect of the syndesmosis screw on the extension capacity of the ankle joint. *Arch Orthop Trauma Surg* 104: 299–302
- Pankovich AM (1976) Maisonneuve fracture of the fibula. *J Bone Joint Surg Am* 58: 337–342
- Pereira DS, Koval KJ, Resnick RB, Shesker SC, Kummer F, Zuckermann JD (1996) Tibiotalar contact area and pressure distribution: the effect of mortise widening and syndesmosis fixation. *Foot Ankle Int* 17: 269–274
- Peter RE, Harrington RM, Henley MB, Tencer AF (1994) Biomechanical effects of internal fixation of the distal tibiofibular syndesmosis joint: comparison of two fixation techniques. *J Orthop Trauma* 8: 215–219
- Ramsey PL, Hamilton W (1976) Changes in tibiotalar area of contact caused by a lateral talar shift. *J Bone Joint Surg Am* 58: 356–357
- Reimann R, Anderhuber F (1980) Kompensationsbewegungen der Fibula, die durch die Keilform der Trochlea tali erzwungen werden. *Acta Anat* 108: 60–67
- Riegels-Nielsen P, Christensen J, Greiff J (1983) The stability of the tibio-fibular syndesmosis following rigid internal fixation for type C malleolar fractures: an experimental and clinical study. *Injury* 14: 357–360
- Sarsam IM, Hughes SP (1988) The role of the anterior tibiofibular ligament in talar rotation: an anatomical study. *Injury* 19: 62–64
- Sauer HD, Jungfer E, Jungbluth KH (1978) Experimentelle Untersuchungen zur Reißfestigkeit des Bandapparates am menschlichen Sprunggelenk. *Hefte Unfallheilkd* 131: 23–28
- Scranton PE, McMaster JH, Kelly E (1976) Dynamic fibular function. *Clin Orthop* 118: 76
- Seiler H, Trenz O (1984) Untersuchungen der Talusrolle unter funktionellen Gesichtspunkten. In: Hackenbroch MH, Refior RJ, Jäger M, Plitz W (Hrsg) *Funktionelle Anatomie und Pathomechanik des Sprunggelenkes*. Thieme, Stuttgart New York
- Taylor DC, Engelhardt DL, Bassett FH (1992) Syndesmosis sprains of the ankle. The influence of heterotopic ossification. *Am J Sports Med* 20: 146–150
- Weber BG (1966) *Die Verletzungen des oberen Sprunggelenkes. Aktuelle Probleme der Chirurgie, Bd 3*. Huber, Bern Stuttgart Toronto
- Weissenberger BFJ (1989) *Die Stellschraube im Rahmen der Behandlung von Malleolarfrakturen*. Med. Dissertation, Universität Zürich
- Weller S (1958) Über eine neue Art zur Festigung der Malleolargabel nach Ruptur des tibiofibularen Bandapparates. *Monatsschr Unfallheilkd* 61: 339–342
- Wruhs O, Habernek H, Franek F (1978) Zur statischen Belastung der Syndesmosis tibiofibularis. *Unfallchirurgie* 13: 129–134
- Xenos JS, Hopkinson WJ, Mulligan ME, Olson EJ, Popovic DM (1995) The tibiofibular syndesmosis. Evaluation of the ligamentous structures. Methods of fixation, and radiographic assessment. *J Bone Joint Surg Am* 77: 847–856
- Zwipp H (1994) *Chirurgie des Fußes*. Springer, Berlin Heidelberg New York, S 74–84