

Syndesmosenverletzungen

■ Felix Bonnaire, Thomas Lein, Falko Moritz

Zusammenfassung

Der distale tibiofibuläre Syndesmosenkomplex mit den 5 definierten Bandstrukturen – Ligamentum tibiofibulare anterius und posterius, Lig. tibiofibulare interosseum, dem distalen Anteil der Membrana interossea und dem Ligamentum tibiofibulare transversale – spielt zusammen mit der Membrana interossea und dem distalen Fibulende eine entscheidende Rolle für die anatomisch-funktionelle Integrität der Malleolengabel. Verbleibende Inkongruenzen im distalen tibiofibulären Gelenk sind klassische Arthrosemodelle und dürfen nach Osteosynthesen am oberen Sprunggelenk ebenso wenig wie verbleibende Instabilitäten oder Verkürzungen oder Fehlrotationen toleriert werden. Syndesmosenverletzungen können isoliert, in Verbindung mit weiteren Kapselbandverletzungen und in Kombination mit knöchernen Ausrissen oder Frakturen auftreten. Sie bedingen je nach Ausprägung eine mehr oder weniger starke Instabilität der Malleolengabel. Die kompletten Rupturen haben immer einen Pronations-Eversionsmechanismus, die Teilrupturen im vorderen Anteil auch Supinations-Eversionsverletzungen als Ursache. Die Diagnose ist bei isolierten Verletzungen nicht einfach, aber in Kombination mit Frakturen indirekt anhand von Röntgenkriterien zu stellen. Im Zweifelsfall führt die MRT-Un-

tersuchung zur Diagnose. Eine funktionelle Syndesmoseninstabilität bedarf einer chirurgischen Behandlung. In der Regel besteht diese in einer Rekonstruktion der knöchernen Malleolengabel und einer Stellschraubensicherung mit Schrauben oder transossär in anatomischer Position sowie einer Bandadaptation. Stellschrauben können per se Komplikationen verursachen. Aus diesem Grund muss die Indikation für eine Stellschraube eng gefasst sein und die mit der Schraube fixierte Position der distalen Fibula kontrolliert korrekt sein. Diese Voraussetzungen verlangen die Kenntnis der Klassifikation nach Lauge-Hansen und ein postoperatives CT nach allen Stellschraubenosteosynthesen.

Injuries to the Syndesmodial Joint

The distal tibio-fibular syndesmodial joint complex with the 5 defined ligament structures – anterior and posterior tibiofibular ligaments, interosseous tibiofibular ligament, the distal part of the interosseous membrane, and the transverse tibiofibular ligament – together with the interosseous membrane and the ends of the fibula play an important role for the anatomic-functional integrity of the ankle. Remaining incongruences in the distal tibiofibular joint are classic models of arthrosis and, after osteosynthesis of the ankle joint – just like remaining in-

stabilities, shortenings or malrotations – should not be tolerated. Injuries to the syndesmodial joint may occur as isolated injuries or in combination with further capsular ligament injuries or with avulsion injuries or fractures of the bone. Depending on their severity they cause a more or less pronounced instability of the ankle. Complete ruptures always have as their cause a pronation-eversion mechanism while partial ruptures in the anterior part can also have supination-eversion damage as cause. In the case of isolated injuries, the diagnosis is not easy whereas in combination with fractures the diagnosis can be made indirectly on the basis of X-ray criteria. In uncertain cases MRI examinations provide the diagnosis. A functional syndesmodial instability requires surgical treatment. In general this is a reconstruction of the bony malleolar fork, fixation in the anatomic position with screws or transosseously and an adaptation of the ligaments. Screw fixation per se can cause complications. For this reason the indication for screw fixation must be carefully delineated the screw-fixed position of the distal fibula correctly controlled. These prerequisites demand a knowledge of the Lauge-Hansen classification and postoperative CT after all screw fixation osteosyntheses.

Vorbemerkungen

Die Syndesmosenverletzung ist eine häufig und gerne diskutierte Verletzung am Sprunggelenk, die schon früh die Spreu vom Weizen bei den sogenannten

Anfängern trennt: Für die einen ist die Syndesmose nur ein Band, welches bei Knöchelfrakturen mit verletzt werden kann, für andere *ein Bandkomplex mit 5 differenzierbaren Anteilen*, welches biomechanisch nachvollziehbar nur unter bestimmten Bedingungen und dann an unterschiedlichen Stellen reißen kann. Da sie relativ häufig auftritt und in der Regel operativ behandelt wird, wird prä-

operativ auch unter den erfahrenen Operateuren gerne diskutiert, ob sie verletzt sein kann oder gar sein muss.

Die Diskussion endet oft auch nach der Operation nicht, wenn behauptet wird, das Band sei nicht gerissen gewesen. Spätestens wenn eine Stellschraube eingebracht wurde fragt man bei manchen Bruchtypen nach, ob sie denn nötig war.

Es ist eine Tatsache, dass isolierte Syndesmosenrupturen ohne knöcherne Begleitverletzungen leicht übersehen werden können. Unzufriedene Patienten mit Schmerzen, Instabilitätsgefühl und Schwellungszuständen sind die Folge. Die operative Rekonstruktion ist eine Kunst und gelingt nicht immer zufriedenstellend, sodass eine Selbsthilfegruppe Syndesmosenverletzter einen Chatroom eingerichtet hat.

Die Primärversorgung mit einer Stellschraube ist vermutlich die am meisten trainierte Übung bei Prinzipienkursen der AO.

Die Stellschraube ist aufgrund ihres Haltes mit zwei Gewindestrecken in zwei benachbarten Knochen in der Lage, einen eingestellten Abstand im distalen tibiofibularen Gelenk zu halten, im Gegensatz zur sogenannten Zugschraube, die mit ihrem Schaft in einem Loch gleiten kann und über den Schraubenkopf eine Kompressionswirkung zwischen zwei beweglichen Festkörpern erzielen kann.

Ein derartiges Schraubenprinzip hat nur wenige Indikationen in der Unfallchirurgie und wird fast ausschließlich zur Fixation der distalen Fibula in die Inzisura tibiae bei Sprunggelenkverletzungen mit ligamentären Instabilitäten im Syndesmosenkomplex zum Erhalt der Kongruenz in der Knöchelgabel (mortise) eingesetzt.

Die technische Realisation der Stellschraube ist dabei nicht ganz 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 in Position gehalten und anschließend 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 dann eine 3,5-mm-Schraube eingebracht, welche die mediale Kortikalis der Tibia nicht erreichen soll (**Abb. 4**) [9, 17].

Die eigentlichen Schwierigkeiten liegen in 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.

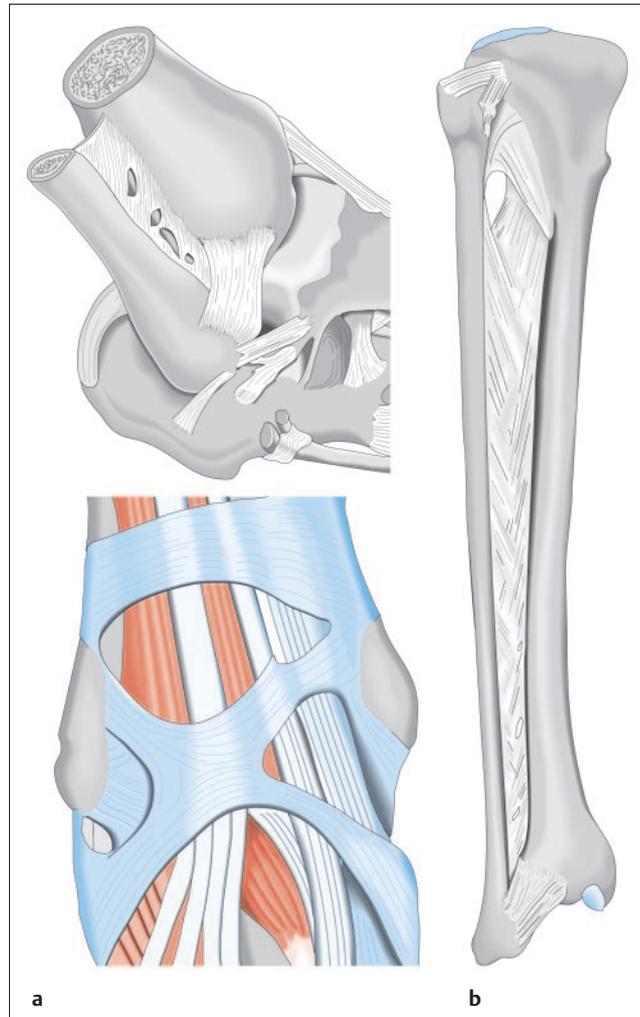


Abb. 1 a und b Anatomische Verhältnisse am OSG in Beziehung zum Syndesmosenkomplex.

a Nach Durchtrennung der Haut und der Unterschenkel-faszie stößt man zunächst auf das Retinaculum extensorum inferius, welches einen von lateral nach medial absteigenden Verlauf aufzeigt.

b Erst nach dessen Durchtrennung sieht man das vordere Syndesmosenband, das einen ansteigenden Verlauf zeigt. Oberhalb dieser Struktur beginnt der vordere Membrana-interossea-Anteil (Ligamentum transversum), der sich mit dem hinteren verbindet und bis zum proximalen tibiofibularen Gelenk ausgespannt ist.

Anatomie

Zunächst zu einigen sprachlichen und anatomischen Unschärfen, die dem Kliniker häufig begegnen: Die vordere distale tibiofibuläre Syndesmose ist nicht gleichzusetzen mit der Membrana interossea cruris und nicht mit der Unterschenkel-faszie. Die Exposition der distalen vorderen Syndesmose setzt die Eröffnung der Unterschenkel-faszie und die Durchtrennung der Retinacula extensorum voraus.

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

Man unterscheidet am Unterschenkel ein proximales und distales tibiofibuläres Gelenk. Zwischen den tragenden Säulen der Unterschenkelknochen spannt sich eine von lateral fibular nach

medial tibial um 15–20° ansteigende, stabilisierende Membran mit aponeurotischen Fasern [15]. Der Membrana interossea cruris kommt eine wesentliche, stabilisierende und rückhaltende Funktion auf die Tibia zu, obwohl sie kaum eine nennenswerte Zugfestigkeit hat. Aufgrund ihrer Struktur und Lage lässt sie sich nicht chirurgisch nähen.

Das proximale tibiofibuläre Gelenk lässt kaum Bewegungen zu. Die proximale Syndesmose spielt bei Knöchelverletzungen keine bedeutende Rolle. Wenngleich sie bei Kniebandverletzungen zerreißen und die Fibula luxieren kann, resultieren dadurch keine Auswirkungen auf die Malleolengabel.

Bei Maisonneuve-Verletzungen kann aber auch dieser Bandkomplex zusammen mit der Membrana interossea zerreißen. Er heilt nach korrekter Retention problemlos aus.

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

- Ligamentum 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 Ligamentum tibiofibulare anterius verläuft medial vom Tuberculum anterius tibiae in einem Winkel von ca. 40° abfallend nach lateral den Vorderrand der Inzisura fibularis tibiae querend zur Außenknöchelvorderfläche. Der intraoperativ als weiß glänzendes Band imponierende Zügel ist im Mittel 16 mm lang und 13 bis 16 mm breit (**Abb. 2a**) [8]. Unter Belastung findet sich die stärkste Spannung auf den vorderen Bandzügel in Neutralstellung oder Plantarflexion des oberen Sprunggelenkes, wohingegen bei einer Dorsalextension eine Entlastung des vorderen Syndesmosenbandes einsetzt um eine Rotation der Fibula und somit ein Auseinanderweichen der Sprunggelenksgabel zu ermöglichen [7,34].

Die Belastbarkeit des vorderen Syndesmosenbandes wurde von Sauer et al. mit 60–95 kp beziffert.

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

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

Das Lig. talofibulare 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 Untersu-

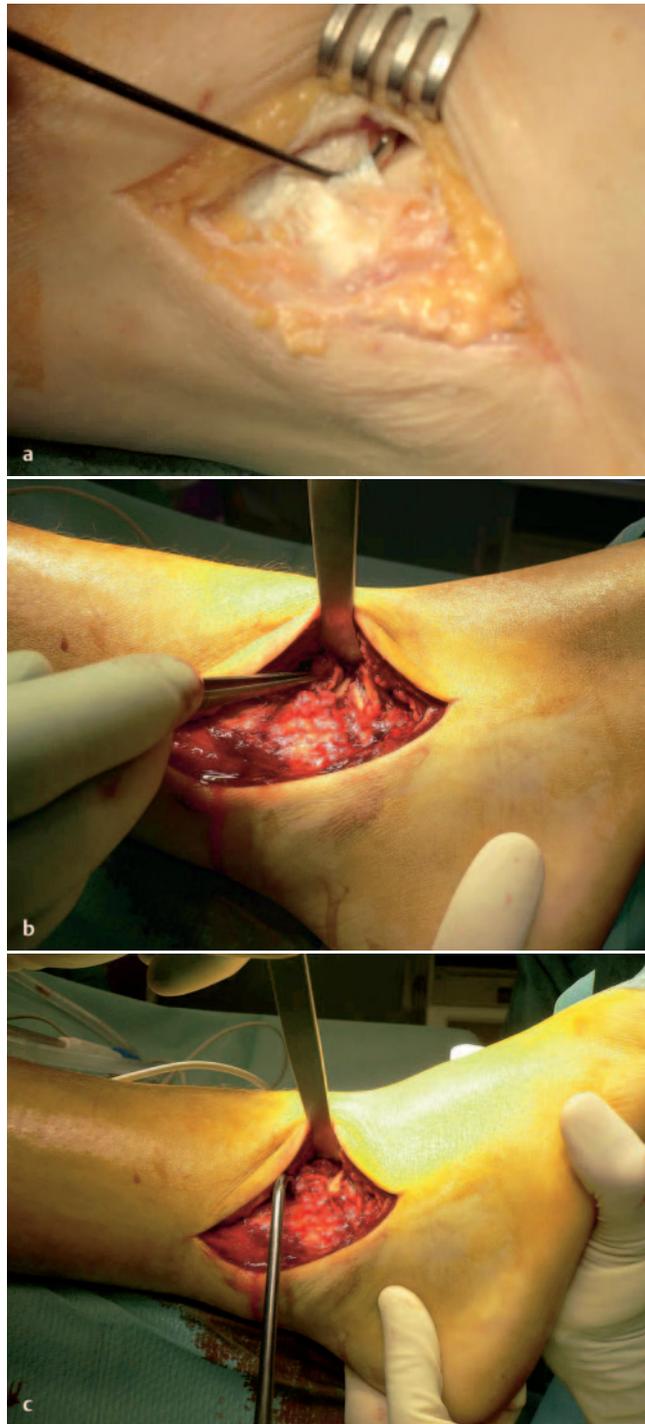


Abb. 2a bis c
a Intaktes vorderes Syndesmosenband.
b Frisch rupturiertes vorderes Syndesmosenband.
c Hakenzugtest.

chungen einer Belastung von 70–120 kp stand [28]. Es verläuft vom Tuberculum posterius der Tibia an die Fossa malleoli lateralis. Das im Schnitt 20 mm lange und 12 bis 18 mm breite Band spannt sich maximal in der Dorsalflexion an und geht dabei eine enge Verbindung zur hinteren lateralen Talusfacette ein [8,34].

Für den suffizienten Schluss der Malleolengabel zeichnen nach Sauer et al. im Wesentlichen die Ligg. talofibulare anterius und 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 Sprunggelenkes ist die Möglichkeit einer Komplexbewegung des Talus in der Knöchelgabel im Bewegungszyklus. Die biomechanischen Abläufe im Bereich des oberen Sprunggelenkes sind mittlerweile so exakt nachvollzogen, dass die Vorstellung eines einfachen „Scharniergelenkes“ dem komplexen Bewegungsmuster nicht gerecht werden kann.

Die Bewegungsachse des oberen Sprunggelenkes verläuft zwischen beiden Malleolenspitzen, steigt in der Frontalebene um 8° nach medial an und ist in der Sagittalebene um 6° nach vorn versetzt [12].

Durch die anatomische Form des Talus als Kegelausschnitt mit lateral spiralförmig verlaufender Flächenbasis und medialer Kegelspitze macht dieser bei der Bewegung eine sogenannte „Pseudorotation“ mit einer Außenrotation bei der Plantarflexion durch. Eine pathologische Außenrotation des Sprunggelenkes findet jedoch erst statt, wenn eine Läsion des vorderen distalen Syndesmosenbandes vorliegt [7,27,35].

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, 25]. Der feststehende Innenknöchel stellt ein fixes Widerlager im Sprunggelenk dar, sodass die Fibula notgedrungen der Talusbewegung folgen muss, ohne die suffiziente Führung in der Gabel aufzugeben. Hierbei kommt der stabilisierenden Funktion der distalen tibiofibularen Syndesmosen die entscheidende Bedeutung zu.

In der axialen Richtung erlaubt der Syndesmosenkomplex unter Belastung eine Bewegung bis 2,4 mm [25,30]. Zusätzlich sind auch Translationen in der anteroposterioren Richtung und nach lateral im Bewegungsablauf möglich. Bei Dorsalflexion zeigt sich eine physiologische Außenrotation des Wadenbeines von 2° [25].

Auch die Auswirkungen der Syndesmoseninsuffizienz auf die Malleolengabel nach chirurgischer Durchtrennung des Bandkomplexes sind gut untersucht [1,22,35]. Bei axialer Belastung hat die vollständige Durchtrennung keine Lateralisation oder Druckflächenverände-

rung zur Folge. Unter Außenrotationsstress von 5 Nm konnte in Untersuchungen gezeigt werden, dass bei der schrittweisen Durchtrennung des distalen Syndesmosenkomplexes eine pathologische Außenrotation des Talus bis 10° durch einen lateralen und vor allem dorsalen Versatz der Fibula mit Diastase von 7,3 mm im Mittel resultiert [35]. Gleichzeitig führt die Valgustendenz des Talus zu einer Verminderung des Gelenkflächenkontaktes mit Zunahme der lokalen Druckbelastung, welche als Prädisposition für eine spätere Inkongruenzarthrose angesehen wird [7,18,24,26]. Eine posttraumatische Lateralisation der Fibula bereits von 1 mm führt nach Ramsey und Hamilton zu einer intraartikulären Druckerhöhung durch Abnahme der Kontaktflächen um 42% [24].

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

Diagnostik

Im Falle einer frischen Verletzung des oberen Sprunggelenkes imponieren **klinisch** die schmerzhafte und bewegungseingeschränkte Knöchelregion mit unterschiedlich ausgeprägtem Schwellungszustand. Bei Vorliegen einer Luxation bzw. eindeutigem Frakturhalt erübrigen sich schmerzhafte klinische Manipulationen, eine Verrenkung der Knöchelregion sollte umgehend in Analgesie reponiert werden.

Nach Ausschluss knöcherner Verletzungen können beim Verdacht auf eine isolierte Syndesmosenverletzung klinische Tests zur Anwendung kommen, wobei der Frick-Test am besten verwertbare 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 respektive der Membrana interossea als positiv gewertet.

Unabdingbar für die Diagnostik sind **Röntgenaufnahmen** des oberen Sprunggelenkes in 2 Ebenen. Bei der Aufnahme im anteroposterioren Strah-



Abb. 3 Signifikante Instabilität der Syndesmosen erkennbar an der weiten Espace claire (Pfeil) bei einer Pronations-Abduktionsfraktur.

lengang 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. Screening-Regionen sind der laterale und mediale Gabelbogen und die Linie zwischen distalem Fibulende und Innenknöchelspitze, welche 8–15° ansteigen sollte.

Chaput hat den erweiterten „Espace claire“ angegeben mit einer Grenzweite von 6 mm. Diese Distanz wird zwischen der hinteren Begrenzung der Tibiainzur 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 weisen auf eine Pathologie in diesem Bereich hin (**Abb. 3**).

Stressaufnahmen der vorderen Syndesmosen beim stehenden Patienten oder unter Durchleuchtung sind weiterführend. Auf einen Vergleich mit der Gegenseite sollte nur im Einzelfall verzichtet werden (**Abb. 6**).

Die **Computertomografie** hat eine Berechtigung für die Diagnose, ist aber vor allem in der postoperativen Phase gefragt, wenn die korrekte Stellung der Fibula in der Inzisura tibiae kontrolliert werden soll.

Entscheidend für eine Bewertung ist hierbei immer der Vergleich mit der unverletzten kontralateralen Gegenseite (**Abb. 5b**).

Eine MRT-Untersuchung zur Detektion der akuten oder chronischen Syndesmoseninsuffizienz halten wir für manchmal hilfreich, aber nicht immer wegweisend. Wir empfehlen wie Ogilvie-Harris bei unklaren Befunden eine diagnostische Arthroskopie des oberen Sprunggelenkes mit der Möglichkeit der operativen Intervention [19].

Formen der Syndesmosenläsionen

Die häufigsten Syndesmosenverletzungen sind **in Begleitung von Knöchelfrakturen** anzutreffen, sodass sogar die Klassifikation der Knöchelfrakturen nach der AO, die auf Danis zurückgeht, aber vor allem mit dem Namen Maurice Müller verbunden ist. Vereinfachend nach ihrer Lagebeziehung des Fibulabruchs zum Syndesmosenkomplex hat er die Frakturen unterhalb der Syndesmose als Typ A, die Frakturen auf gleicher Höhe als Typ B und die oberhalb gelegenen Frakturen als Typ C eingruppiert [2,17].

Syndesmosenverletzungen entstehen erfahrungsgemäß bei B- und C-Frakturen. Nicht alle Syndesmosenläsionen führen jedoch zu signifikanten Instabilitäten. Die B-Frakturen sind in der Regel nur mit Rupturen des vorderen Syndesmosenbandes assoziiert und bedingen keine Instabilität. Eine Instabilität des Komplexes soll erst nach Ruptur des Ligamentum interosseum wesentlich werden. Diese Verletzungstypen sind nur mit den Mechanismen der C-Frakturen vereinbar. Hierzu zählen auch die hohen Fibulafrakturen (Maisonneuve-Typen) und vereinzelte isolierte Syndesmosenkomplexrupturen ohne Fibulafaktur. Der Bandkomplex kann mit und ohne Knochenansätzen ausreißen.

Lauge-Hansen hat 1948 eine genetische Einteilung der Knöchelfrakturen vorgenommen und 4 verschiedene Verletzungsmechanismen für den Großteil aller Sprunggelenkfrakturen zugrunde gelegt [13]. Bei differenzierter Betrachtung können nach seinen Beschreibungen nur die Pronations-Eversionsfrakturen eine Gabelinstabilität begründen [36]. Der Pathomechanismus bei den Pronations-Eversions-Frakturen beginnt mit der Fraktur des Innenknöchels (Stadium I), führt dann kreisförmig verlaufend zur Läsion des vorderen Syndesmosenbandes (Stadium II) und mündet dann über eine hohe Fibulafaktur (Stadium III) in eine Zerreißung der hinteren Syndesmose bzw. eine hintere Volkmann-Abrissfraktur (Stadium IV). Erklärbar wird die-

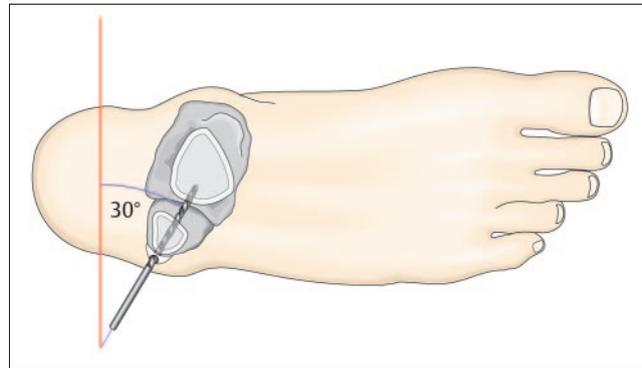


Abb. 4 Korrekte Planung der Bohrung für eine Syndesmosenstellschraube.

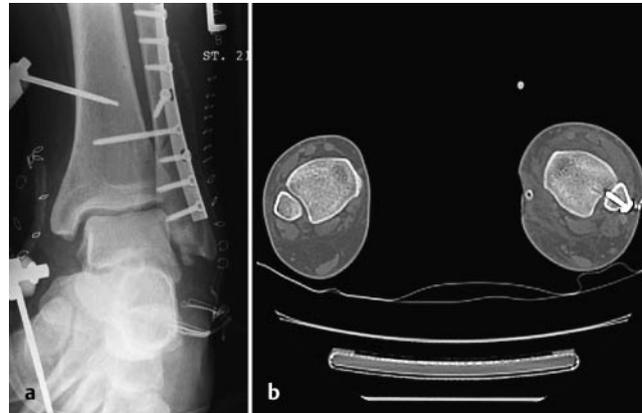


Abb. 5a und b
a Postoperative a.-p. Aufnahme nach Stellschraubenfixation der Fibula.
b Postoperatives CT: ventrale Fehlpositionierung der Fibula im Seitenvergleich: korrekturbedürftig!



Abb. 6a und b
a A.-p. Bild eines Tuberculum-tibiale-Abrisses: nicht erkennbar.
b Seitliches Bild: im Kreis erkennbares Fragment ventral anterior. Es muss verschraubt werden, um Irritationen zu verhindern.

ser Ablauf einerseits durch Scherkräfte in Abduktion des Fußes, auf der anderen Seite durch die Dorsalflexion 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 PE-Verletzung stellt **die Maisonneuve-Fraktur** dar, ihr liegt im Wesentlichen jedoch der gleiche Pathomechanismus zugrunde [2].

Bei allen anderen Frakturformen stabilisiert die erhaltene Membrana interossea nach exakter Osteosynthese die Führung der Fibula in der Inzisur und macht so eine Stellschraubenimplantation entbehrlich.

Die **isolierte ligamentäre Syndesmosenverletzung** stellt eine Sonderform dar. Sie kann akut oder in Form einer chronischen Instabilität oder auch als Meniskoid-Syndrom bei fehlverheilten vorderen Teilverletzungen mit Impingement am lateralen Talus auftreten.

Wird eine signifikante Syndesmosenverletzung nicht konsequent behandelt, resultiert eine **chronische Syndesmoseninstabilität**, die regelhaft Beschwerden verursacht.

Behandlung der Syndesmosenverletzung

Ist die Diagnose einer signifikanten Syndesmoseninstabilität gesichert, wird die operative Therapie in der Regel die Stabilität wieder herstellen müssen.

Dabei ist eine alleinige Bandnaht nicht Erfolg versprechend, weil die Nähte die Position der Fibula in der Inzisa nicht halten und eine notwendige Ruhe für eine stabile Bandheilung nicht gewährleisten können. Ziel der Behandlung ist eine korrekte Wiederherstellung des distalen tibiofibularen Gelenkes und eine anatomische Retention der Fibula bis zur festen Bandheilung. Hierzu muss sich der Chirurg einer Hilfsmaßnahme bedienen, der Stellschraube. Nur mit ihr ist eine exakte Retention des Gelenkes in definierter Stellung bis zur Bandheilung möglich.

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 eine oder besser zwei Stellschrauben zur Sicherung der Rotationsstabilität der Gabel notwendig.

Man beginnt fast immer am Außenknöchel und stabilisiert zunächst die Fibula, wobei auf exakte Längenwiederherstellung geachtet werden muss. Oft ist an der medialen Fibulakortikalis auf Höhe



Abb. 7 Abriss des vorderen Syndesmosenbandes mit einem knöchernen Fragment und Refixation mit Schraube nach Osteosynthese der Fibula a.-p. und seitlich.

der Inzisa eine kleine ossäre Kante zu erkennen, welche auf der gleichen Höhe mit der ventralen Tibiagelenkfläche liegen sollte (sogenannte „Weber-Nase“) [9].

Nach Inspektion kann die die Haken- und Außenrotationsprobe ausgeführt werden. 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 wird mit einem 1,8-mm-K-Draht 2 cm über dem Tibiaplafond, 30° von dorsal kommend temporär fixiert. Dann erfolgt eine intraoperative Röntgenkontrolle – notfalls im Seitenvergleich.

Von Zwipp und Mitarbeitern wird die Fixation des Wadenbeines in die Inzisa mit einer großen Repositionszange vorgeschlagen. 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, besteht allerdings die Gefahr einer nicht anatomischen Retention durch Fehleinstellung der Fibula [7,36].

Ist mediallyseitig nach K-Draht-Fixation der Fibula noch eine Inkongruenz vorhanden, wird man dort freilegen und reponieren, 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 3,5 mm trikortikale Stellschraube unter Dorsalflexion des Fußes eingebracht werden (**Abb. 4**) [9,16,20,23,31]. Dabei ist es bei korrek-



Abb. 8 Stellschraube durch dorsal liegende Platte.

ter Schraubenlage unerheblich, ob sie durch ein Plattenloch oder als freie Schraube eingebracht wird. Zuletzt wird das vordere Syndesmosenband mit Einzelknopfnähten adaptiert.

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

Im Folgenden sind einige klinische Beispiele nach Stellschraubenversorgung aufgeführt.

Diskussion

Die Syndesmosenverletzungen sind häufig, aber nicht immer therapiebedürftig. Nur bei nachgewiesener wesentlicher Instabilität (Ruptur des Ligamentum interossea, erweiterter espace claire, kli-



Abb. 9 a und b Manifestation einer chronischen Syndesmosenkomplexinstabilität im Röntgenbild unter Belastung. **a** Gesunde Seite. **b** Erweiterter Syndesmosenraum.

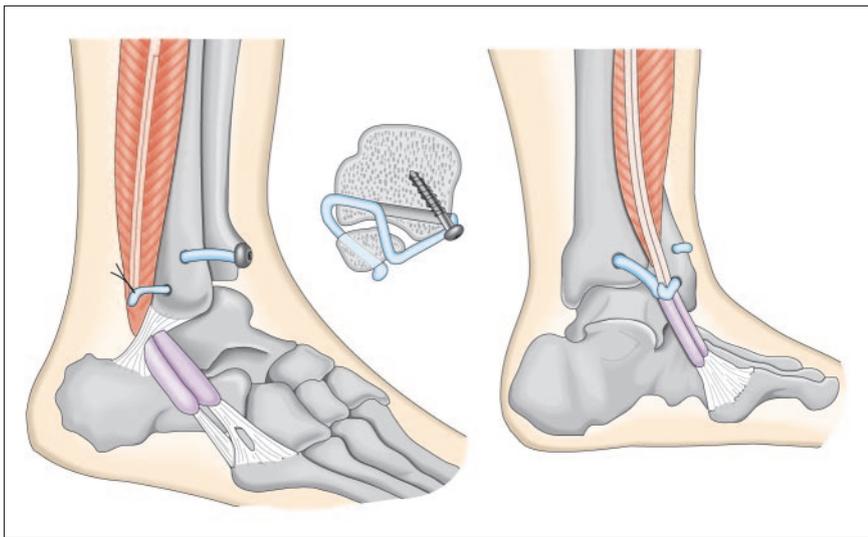


Abb. 10 Syndesmosenplastik mit Peroneus-longus-Sehnenspan. Aus Grass, Zwipp: Syndesmosenplastik bei chronischer Insuffizienz des distalen tibiofibularen Syndesmosenkomplexes. OOT Heft 15, 2003.

nischen Instabilitätszeichen) ergibt sich die Notwendigkeit einer chirurgischen Behandlung.

In eingehenden Studien wurden die 3,5-mm-Kortikalisschraube mit 2,4 mm Kerndurchmesser in trikortikaler Anwendung als Stellschraube favorisiert. Aber auch andere Varianten wie Gewindebolzen, Haken und K-Drähte können den Zweck der Stellschraube erfüllen [3,4,5,14,33].

In jüngerer Zeit wird über die Anwendung von bioresorbierbaren Schrauben als Syndesmosenstellschraube berichtet. Die Autoren können jedoch nicht verhehlen, dass es zu entsprechenden Lysevorgängen durch Resorption des Polymers, mangelnder Stabilität und Weichteilverkalkungen entlang der ein-

gebrachten Schrauben kommen kann [6,11].

Auch nach herkömmlicher Schraubenosteosynthese werden Ossifikationen im Stellschraubenkanal beschrieben, welche durch funktionelle Starre zum auslösenden Moment für eine Präarthrose im oberen Sprunggelenk werden können [10,18,29,31].

Nach Stellschraubenplatzierung soll sich laut verschiedenen Autoren weiterhin die normals zentrische Krafteinleitung auf den Talus nach lateral verschieben [23,24]. Zusätzlich limitiert die Stellschraube bei einer Plantarflexion über 15° die Medialbewegung der Fibula [26].

Bei unkorrekter Lage der Schraube bzw. zu langem Verweilen im Knochenver-

bund zeigen sich in retrospektiven Studien Osteolysen bis 64% und Schraubenbrüche in bis zu 9 Prozent der Fälle [9,16].

Die Syndesmosenstellschraube ist unphysiologisch, ihre Stabilität ist kontraproduktiv für die allfällige Bewegung der Fibula im distalen Tibiofibulargelenk. Die Indikationen für die Stellschraube müssen gut begründet sein, die Platzierung perfekt sein.

Sie sind unbestritten notwendig bei der Maisonneuve Verletzung, meist bei den Pronations-Eversionsverletzungen Typ III und IV nach Lauge-Hansen gegeben.

Es gibt auch Probleme mit der Stellschraube, auch wenn sie indiziert ist. Das Problem der ventralen und dorsalen Fibulaverschiebung ist nicht gut zugänglich. Postoperativ ist deshalb ein Computertomogramm im Seitenvergleich sinnvoll.

Bei chronischer Syndesmoseninsuffizienz ist die Rekonstruktion des Bandkomplexes mit einem Peroneus-brevis-Span nach Retention der Fibula in die Incisura tibiae mit einer Stellschraube die Therapie der Wahl. Hierbei wird ein Teil der langen Peroneussehne entsprechend der komplexen anatomischen Anordnung und Beanspruchung des Syndesmosenkomplexes rekonstruiert. Die Technik dieser Operation kann differenziert und gut nachvollziehbar in der Unfallchirurg 2000 nachgelesen werden [7].

Literatur

- 1 Burns WC, Prakash K, Adelaar R, Beaudoin A, Krause W. Tibiotalar joint dynamics: indications for the syndesmosis screw. A cadaver study. *Foot Ankle Int* 1993; 14: 153 - 158
- 2 Danis R. *Theorie et pratique de l'osteosynthese*. Paris: Masson et Cie, 1947
- 3 Engelbrecht E, Engelbrecht H, Haynh PL. Erfahrungen mit dem Syndesmosenhaken bei tibiofibularen Bandverletzungen. *Chirurg* 1984; 55: 749 - 755
- 4 Farhan MJ, Smith TWD. Fixation of diastasis of the inferior tibiofibular joint using the syndesmosis hook. *Injury* 1985; 16: 309 - 311
- 5 Frick H. Zur Entstehung, Klinik, Diagnostik und Therapie der isolierten Verletzung der tibiofibularen Syndesmosen. *Unfallheilkunde* 1978; 81: 542 - 545
- 6 Gerngroß H, Becker HP. *Biofix. Resorbierbare Implantate für die Knochen- und Gelenkchirurgie*. Berlin, Heidelberg, New York: Springer, 1994: 59 - 69
- 7 Grass R, Herzmann K, Biewener A, Zwipp H. Verletzungen der unteren tibiofibularen Syndesmosen. *Unfallchirurg* 2000; 103: 520 - 532

- ⁸ Hackenbroch M, Refior HJ, Jäger M, Plitz W. Funktionelle Anatomie und Pathomechanik des Sprunggelenkes. Stuttgart: Thieme, 1984
- ⁹ Heim D, Heim U, Regazzoni P. Malleolarfraktur mit Gabelsprengung – Erfahrungen mit der Stellschraube. Unfallchirurg 1993; 19: 307–312
- ¹⁰ Kaye RA. Stabilisation of ankle syndesmosis injuries with a syndesmosis screw. Foot Ankle Int 1989; 9: 290–293
- ¹¹ Korkala O, Kiljunen V, Salminen S, Kuokkanen H, Niskanen R. Biodegradable screw fixation of the syndesmosis together with metallic osteosynthesis. Preliminary experience of 7 ankles. Ann Chir Gynaecol 1999; 88: 295–297
- ¹² Lanz T, Wachsmuth W. Praktische Anatomie. Bd. 1, Teil 4: Bein und Statik. Berlin, Heidelberg, New York: Springer, 1972
- ¹³ Lauge-Hansen N. Fractures of the ankle-IV. Clinical use of a genetic roentgenic diagnosis and genetic reduction. Arch Surg 1952; 64: 488–500
- ¹⁴ Ledermann M. Die Dynamik der distalen tibio-talaren Syndesmosen. Bern: Habilitationsschrift, 1983
- ¹⁵ Lutz W. Zur Struktur der unteren Tibiofibularverbindung und der Membrana interossea cruris. Anat Entwicklungsgesch 1942; 111: 315–322
- ¹⁶ Miller RS, Weinhold PS, Dahners LE. Comparison of tricortical screw fixation versus a modified suture construct for fixation of ankle syndesmosis injury: a biomechanical study. J Orthop Trauma 1999; 13: 39–42
- ¹⁷ Müller ME, Allgöwer M, Willenegger H. Technik der operativen Frakturbehandlung. Berlin, Heidelberg, New York: Springer, 1963
- ¹⁸ Ney R, Jend H-H, Schöntag H. Tibiofibuläre Beweglichkeit und Arthrose bei Patienten mit postoperativen Ossifikationen im Syndesmosenbereich des oberen Sprunggelenkes. Unfallchirurgie 1987; 13: 274–277
- ¹⁹ Ogilvie-Harris D, Reed SC. Disruption of the ankle syndesmosis: diagnosis and treatment by arthroscopic surgery. J Arthroscop Rel Surg 1994; 10: 561–568
- ²⁰ Olerud C. The effect of the syndesmosis screw on the extension capacity of the ankle joint. Arch Orthop Trauma Surg 1985; 104: 299–302
- ²¹ Pankovich AM. Maissonneuve fracture of the fibula. J Bone Joint Surg [Am] 1976; 58: 337–342
- ²² Pereira DS, Koval KJ, Resnick RB, Sheskie SC, Kummer F, Zuckermann JD. Tibiotalar contact area and pressure distribution: the effect of mortise widening and syndesmosis fixation. Foot Ankle Int 1996; 17: 269–274
- ²³ Peter RE, Harrington RM, Henley MB, Tencer AF. Biomechanical effects of internal fixation of the distal tibiofibular syndesmosis joint: comparison of two fixation techniques. J Orthop Trauma 1994; 8: 215–219
- ²⁴ Ramsey PL, Hamilton W. Changes in tibiotalar area of contact caused by a lateral talar shift. J Bone Joint Surg [Am] 1976; 58: 356–357
- ²⁵ Reimann R, Anderhuber F. Kompensationsbewegungen der Fibula, die durch die Keilform der Trochlea tali erzwungen werden. Acta Anat 1980; 108: 60–67
- ²⁶ Riegels-Nielsen P, Christensen J, Greiff J. The stability of the tibio-fibular syndesmosis following rigid internal fixation for type C malleolar fractures: an experimental and clinical study. Injury 1983; 14: 357–360
- ²⁷ Sarsam IM, Hughes SP. The role of the anterior tibiofibular ligament in talar rotation: an anatomical study. Injury 1988; 19: 62–64
- ²⁸ Sauer HD, Jungfer E, Jungbluth KH. Experimentelle Untersuchungen zur Reißfestigkeit des Bandapparates am menschlichen Sprunggelenk. Hefte Unfallheilkd 1978; 131: 23–28
- ²⁹ Taylor DC, Engelhardt DL, Bassett FH. Syndesmosis sprains of the ankle. The influence of heterotopic ossification. Am J Sports Med 1992; 20: 146–150
- ³⁰ Scranton PE, McMaster JH, Kelly E. Dynamic fibular function. Clin Orthop 1976; 118: 76
- ³¹ Weissenberger BF. Die Stellschraube im Rahmen der Behandlung von Malleolarfrakturen. Zürich: Dissertation, 1989
- ³² Weber BG. Die Verletzungen des oberen Sprunggelenkes. Aktuelle Probleme der Chirurgie. Bd. 3. Bern: Huber, 1966
- ³³ Weller S. Über eine neue Art zur Festigung der Malleolargabel nach Ruptur des tibiofibulären Bandapparates. Mschr Unfallheilk 1958; 61: 339–342
- ³⁴ Wruhs O, Habernek H, Franek F. Zur statischen Belastung der Syndesmosis tibiofibularis. Unfallchirurgie 1978; 13: 129–134
- ³⁵ Xenos JS, Hopkinson WJ, Mulligan ME, Olson EJ, Popovic DM. The tibiofibular syndesmosis. Evaluation of the ligamentous structures. Methods of fixation, and radiographic assessment. J Bone Joint Surg [Am] 1995; 77: 847–856
- ³⁶ Zwipp H. Chirurgie des Fußes. Wien, Heidelberg, New York: Springer, 1994: 74–84

Prof. Dr. med. Felix Bonnaire

Ärztlicher Direktor

Dr. med. Thomas Lein

Leitender Oberarzt

Dr. med. Falko Moritz

Facharzt für Chirurgie und

Unfallchirurgie

Klinik für Unfall-, Wiederherstellungs- und Handchirurgie
Dresden-Friedrichstadt
Friedrichstraße 41
01067 Dresden