

Johannes Weber^{1,2}, Tomas Buchhorn²

Syndesmosen-Verletzungen am Sprunggelenk

Ätiologie, Diagnostik, OP-Technik und Literaturübersicht

Syndesmotic injuries at the ankle joint

Etiology, clinical diagnostics, surgical techniques and overview of current literature

Zusammenfassung: Verletzungen der tibiofibularen Syndesmose treten vor allem beim jungen Patienten zwischen 18 und 34 als Komorbidität einer ligamentären Verletzung oder einer Fraktur des Außenknöchels auf. Vor allem Traumata mit kraftvoller Innenrotation des Beins kombiniert mit einer Außenrotationsbewegung im Talus sind für eine Verletzung der Syndesmose prädisponiert. Die klinische Untersuchung kann erste Hinweise auf eine Verletzung der Syndesmose geben, zur Diagnosesicherung sollte hierbei aber die radiologische Bildgebung herangezogen werden. Während in manchen Fällen bereits die konventionellen radiologischen Aufnahmen zur Diagnosesicherung reichen, ist bei unklarem Röntgenbefund die MRT als Goldstandard hinzuzuziehen. Die Behandlung einer Syndesmosenverletzung kann, abhängig vom Schweregrad und vorliegenden Begleitverletzungen, bei unter Belastung stabilem Intermalleolarspalt konservativ erfolgen, bei Diastase von Fibula und Tibia sollte jedoch eine Operation empfohlen werden. Hierzu stehen sowohl die Transfixierung von Tibia und Fibula mittels Schraube als auch die dynamische Fixierung mittels Suture-button-Systemen zur Verfügung.

Schlüsselwörter: Syndesmose, Sprunggelenk, AITFL, stabil, konservativ, Operation, Fixationsschraube, Suture-button

Zitierweise

Weber J, Buchhorn T: Syndesmosen-Verletzungen am Sprunggelenk. Ätiologie, Diagnostik, OP-Technik und Literaturübersicht. OUP 2018; 7: 265–270 DOI 10.3238/oup.2018.0265–0270

Einleitung

Das obere Sprunggelenk wird durch die distale Tibia und Fibula, welche zusammen die Malleolengabel bilden, und den Talus gebildet. Das Auseinanderweichen der Malleolengabel bei Belastung wird durch den Bandkomplex der tibiofibula-

ren Syndesmose verhindert (Abb. 1). Dieser besteht aus dem anterior-inferioren tibiofibularen Ligament (AITFL), dem posterior-inferioren tibiofibularem Ligament (PITFL), dem distal des PITFL gelegenen, fibrocartilaginösem Ligamentum tibiofibulare transversum (TTL) und dem interossären tibiofibula-

Summary: Injuries of the tibiofibular syndesmosis mainly occur in younger patients between age 18 and 34 years as a comorbidity in the context of a ligamentous injury or a distal fibular fracture. Especially traumata with a forced inner rotation of the leg combined with an outer rotational movement of the talus are predisposed. The clinical examination can give first hints to an involvement of the syndesmotic ligament, but for diagnoses ensuring, radiographical imaging should be performed. In some cases, an at least partial weight-bearing X-ray is sufficient, in unclear cases MRI scans should be consulted as gold standard. Treatment of syndesmotic injury is dependent on grading and co-pathologies, and can be initiated conservatively when the intermalleolar gap remains stable under weight load. In cases of a diastasis of the fibula and the tibia, a surgery is recommended. Surgery is mostly done by transfixation via a screw or a dynamic fixation via a suture-button system.

Keywords: syndesmosis, ankle joint, AITFL, stable, conservative, surgery, fixation screw, suture-button

Citation

Weber J, Buchhorn T: Syndesmotic injuries at the ankle joint. Etiology, clinical diagnostics, surgical techniques and overview of current literature. OUP 2018; 7: 265–270 DOI 10.3238/oup.2018.0265–0270

ren Ligament (IOL) [1, 28], welches sich nach kranial in die Membrana interossea fortsetzt. Zusätzliche Stabilität verleiht zudem das Ligamentum fibulotalare posterius (LFTP). Die Verletzungsinzidenz des tibiofibularen Syndesmosebands im Rahmen von Frakturen der distalen Fibula und ligamentären Band-

¹ Klinik und Poliklinik für Unfallchirurgie, Universitätsklinikum Regensburg

² Sporthopädicum Straubing-Regensburg-Berlin

verletzungen am Sprunggelenk variiert und wird mit bis zu 23 bzw. 18 % angegeben [1, 10, 27, 28], bei Kontaktsportarten oftmals höher [27].

Für akute Syndesmosenverletzungen, isoliert oder auch in Kombination mit Band- oder knöchernen Verletzungen, existieren mehrere Klassifikationssysteme, welche die Syndesmosenverletzungen üblicherweise in 3 Schweregrade gliedern (Tab. 1). 2015 veröffentlichte das Gremium der ESSKA-AFAS (European Society of Sports Traumatology, Knee Surgery and Arthroscopy, Ankle & Foot Associates) Konsensusrichtlinien zum Umgang mit der akuten isolierten Syndesmosenverletzung, besondere Vigilanz wird hierbei auf die Unterteilung in stabile und instabile Läsionen gelegt [35].

Bei instabilen Verletzungen mit Diastase kann auch das Deltaband mitbeteiligt sein [9]. Klassischerweise ist die Syndesmose bei OSG-Luxationsfrakturen vom Typ Weber B, C und Maisonneuve zumindest teilweise mitbetroffen [27].

Verletzungen der Syndesmose, die innerhalb von 6 Wochen nach Trauma festgestellt werden, werden als akut bezeichnet. Bei einer Diagnosestellung 6 Wochen bis 6 Monate nach Trauma werden sie als subakut bezeichnet, die nach 6 Monaten festgestellten als chronisch.

Biomechanische Grundlagen

Aufgrund der leicht schiefen Achse des oberen Sprunggelenks (8 % ansteigend in der Frontalebene, 6 % ansteigend in der Transversalebene) und der trapezförmigen Talusstruktur, welche nach dorsal schmaler ausläuft, vollzieht die distale Fibula bei Dorsi- und Plantarflexion in der Incisura tibiae eine dreidimensionale Bewegung, welche durch den tibiofibularen Bandkomplex begrenzt wird [2, 5, 26, 28, 31]. Dies wirkt sich auch auf den Intermalleolarspalt aus, der bei Dorsiflexion um 1,0–1,25 mm weiter wird [5, 26, 28]. Das Deltaband wirkt mit seinen tiefen Anteilen als zusätzlicher Stabilisator der Syndesmose, indem es einen Lateral-Shift des Talus verhindert [28, 39].

Die einzelnen Bänder der tibiofibularen Syndesmose wurden zudem in Sektionsstudien auf ihren Anteil an der mechanischen Stabilität im Gesamtkomplex untersucht. Hierbei zeigten sich für das TTL und das AITFL ähnliche Anteile von 33 bzw. 36 % an der Ge-

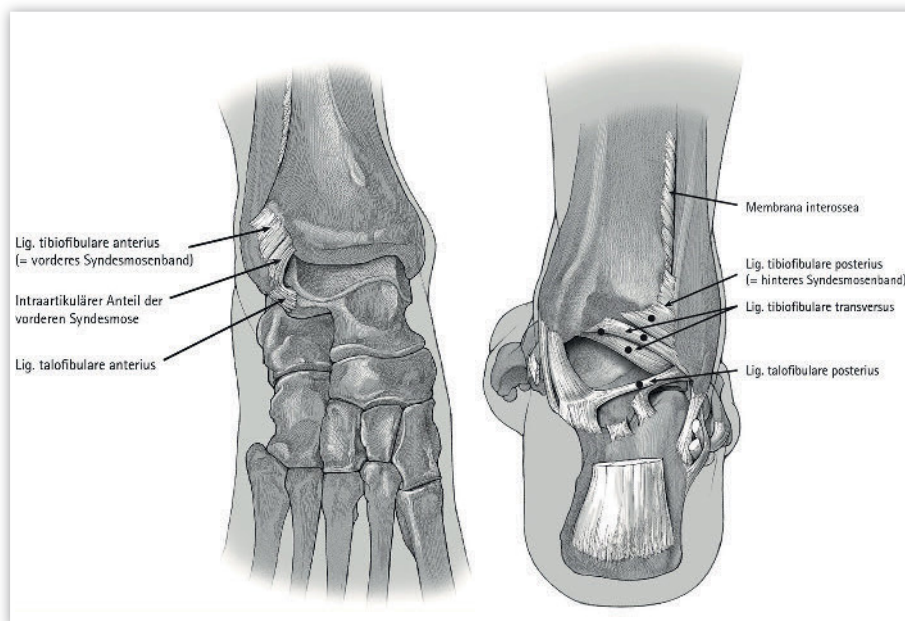


Abbildung 1 Anatomie der Syndesmosen und Bänder am Sprunggelenk (Quelle: Dr. T. Buchhorn)

samtstabilität, gefolgt vom IOL mit 22 % und dem PITFL mit 9 % [22, 28]. Bei der isolierten Durchtrennung der Bänder erzeugte die künstliche Ruptur des AITFL die größte Weitenzunahme im Intermalleolarspalt [27]. Insgesamt betrachtet konnte für Rupturen von 2 oder mehr ligamentären Bestandteilen der Syndesmose eine relevante Instabilität gezeigt werden.

Ätiologie

Zu Verletzungen des Syndesmosebandkomplexes kommt es vor allem bei der kraftvollen Innenrotation des Beins kombiniert mit einer Außenrotationsbewegung im Talus, beispielsweise bei einem Sturz nach vorne [1, 18, 23]. Zusätzliche Dorsiflexion verstärkt die einwirkenden Kräfte auf die Syndesmose auf den dorsal breiteren Talus zusätzlich.

Das vordere Syndesmosenband wird allerdings auch in Plantarflexion angespannt [29], sodass es auch bei einer Plantarflexion-Supinationsverletzung zusätzlich beschädigt werden kann.

Symptomatik und Diagnose

Klassischerweise weisen die verminderte Kraft beim Abstoßen des Fußes im Gang-

bild oder eine eingeschränkte Belastbarkeit der betroffenen Extremität, lokalisierte Schmerzen im Bereich des AITFL, welches zusätzlich Druckschmerzempfindlich ist, und Schmerzen bei der Außenrotation-Dorsiflexion des Fußes auf eine mögliche Syndesmosenverletzung hin [16, 27]. Tabelle 2 zeigt eine Übersicht über die häufigsten klinisch verwendeten Tests, denen jedoch allen eine eingeschränkte Sensitivität und Spezifität gemein ist.

Auch eine innerhalb von 24 Stunden nach Trauma auftretende Schwellung oberhalb der Gelenklinie des oberen Sprunggelenks zwischen Tibia und Fibula kann auf eine Syndesmosenverletzung hinweisen [7].

Da Syndesmosenverletzungen häufig in Kombination mit ligamentären und/oder knöchernen Verletzungen einhergehen, sollte das schmerzhafte, geschwollene Sprunggelenk obligat genau untersucht werden und bei Vorliegen einer Kapsel-Bandverletzung und/oder einer Fraktur immer an eine Beteiligung der Syndesmose gedacht werden.

Sicherheit hinsichtlich des Vorliegens einer Syndesmosenverletzung kann letztendlich nur die radiologische Bildgebung geben. Standard-Röntgenaufnahmen wie die anteriore-posteriore („true ap“), die sogenannte Mortiseview- (in 15–20° Innenrotation) oder die

Klassifikation	Einteilung	Instabilität/Diastase
Porter	Grad 1: Verletzung des AITFL, des IOL und von Teilen des Lig. deltoideum Grad 2: Verletzung von erheblichen Teilen der Syndesmose und Ruptur von anterioren und tiefen Anteilen des Lig. Deltoideum Grad 3: ausgeprägte Ruptur der Syndesmose und Komplettruptur des Deltabands	keine/keine fraglich/nicht offensichtlich ja/ja
West-Point Ankle Grading	Grad 1: Distorsion oder Teilruptur des AITFL ohne Instabilität Grad 2: Ruptur des AITFL und Teilläsion des IOL Grad 3: Komplettruptur aller Bandanteile	keine/keine leicht/latent ja/ja
Kelikian/Kelikian	Typ 1: Ruptur der anterioren Anteile der Syndesmose Typ 2: Ruptur der syndesmatischen Bänder, meist in Kombination mit Deltabandruptur oder Fraktur des medialen Malleolus Typ 3: Ruptur der Membrana interossea kombiniert mit Fibula- und Tibiafraktur, ohne Beteiligung der Syndesmose	-/anteriore Diastase -/tibiofibulare Diastase -/eingeschobene Diastase
Edwards/DeLee	Grad 1: AITFL-Läsion, ohne Beteiligung Deltaband Grad 2: AITFL-Ruptur und Teilen des Deltabands Plastische Deformation der Fibula mit Verbreiterung der TFD	keine/keine fraglich/latent ja/ja
Marymont	Grad 0: negative Szintigrafie Grad 1: positive Szintigrafie Grad 2: Grad 3:	-/keine -/keine -/Verbreiterung < 1 mm -/Verbreiterung > 1 mm
Massobrio	Grad 0 Grad 1 Grad 2 Grad 3	-/normaler TFO -/TFO > 50 % des Normalwerts -/TFO < 50 % -/keine Überlappung
Sikka	Grad 1: isolierte Ruptur des AITFL Grad 2: Verletzung des AITFL, des IOL/ der Membrana interossea Grad 3: Verletzung des AITFL, des IOL, der Membrana interossea und des PITFL Grad 4: wie Grad 3, zusätzlich Ruptur Deltaband	-/- -/- -/- -/-

Tabelle 1 Übersicht Klassifikationssysteme der akuten Syndesmosenruptur

laterale Projektion können erste Hinweise auf eine Syndesmosenverletzung geben (Tab. 3, Abb. 2).

Latente Diastasen der Syndesmose können in Stressaufnahmen (z.B. Außenrotationsstress) teils unter Regionalanästhesie nachgewiesen werden [18, 28].

Gerade bei Diastasen von < 3 mm zeigt sich die Computertomografie kon-

ventionellen Röntgenaufnahmen überlegen [28, 29]. Die Methode mit der höchsten Spezifität und Sensitivität, eine Syndesmosenverletzung zu diagnostizieren, stellt jedoch das MRT dar [18]. Clanton et al. konnten zeigen, dass mittels 3,0 Tesla-MRT die Syndesmose nahezu sicher beurteilt werden kann [4, 13].

Ergänzend können in einer Ultraschalluntersuchung – allerdings sehr Untersucher-abhängig – die einzelnen Syndesmosebestandteile kostengünstig beurteilt werden, ausgenommen das IOL, [27].

Bei chronischen Syndesmosenverletzungen oder Unsicherheiten in der Bildgebung empfiehlt sich auch die Durchführung einer diagnostischen Arthroskopie (Abb. 3). Laut Wagener et al. liegt eine chronische Instabilität vor, wenn ein 3 mm langes Ende des Tasthäkchens in den tibiofibularen Spalt eingeführt und um die eigene Achse gedreht werden kann [37] (Abb. 2). Für Takao et al. liegt diese vor, sobald sich beim Rotationstest der Syndesmosen-spalt um mehr als 2 mm erweitert [32]. Ein zusätzlicher Vorteil der Arthroskopie bei chronischen Syndesmosenverletzungen liegt in der Möglichkeit zur Entfernung von einklemmenden Narbenanteilen, welche eine anatomische und korrekte Reposition der Fibula in die Incisura tibiae behindern können.

Therapie

Je nach vorliegender Art der Syndesmosenverletzung ist entweder ein primär konservatives oder ein operatives Vorgehen indiziert. Bei einer frischen, stabilen Verletzung ohne Diastase kann ein konservatives Vorgehen eingeschlagen werden, vorausgesetzt die knöchernen oder ligamentären Begleitverletzungen erlauben dies. Im Falle einer instabilen tibiofibularen Syndesmose bzw. konservativ ausbleibendem Therapieerfolg (> 6 Monate) bzw. lange zurückliegender Verletzung ist hingegen eine operative Versorgung unter Berücksichtigung der Ko-Pathologien mittels Fixationsschraube zur temporären oder mittels Suture-button-System zur dynamischen Fixierung indiziert [35].

Konservative Therapie

Isolierte Syndesmosenrupturen ohne offensichtliche Instabilität und Diastase können konservativ behandelt werden. Von besonderer Wichtigkeit ist dabei die Klärung der Frage der Instabilität der Syndesmose [35, 37]. Die Problematik liegt in der schwierigen Beurteilung der korrekten Einpassung der Fibula in die

Tibia, da aus anatomischer Sicht etwa ein Viertel der Incisurae tibiae flach oder konvex geformt sind [11, 23]. Auch die korrekte Beurteilung des tibiofibularen Abstands, der tibiofibularen Überschneidung und des Taluswand-Malleolus-medialis-Abstands ist teils im Seitenvergleich schwierig, da diese sehr stark von der Qualität der zugrundeliegenden Röntgenuntersuchung beeinflusst wird. Im Falle einer latenten Diastase wird daher eine weiterführende Diagnostik zusätzlich zu o.g. klassischen Röntgenaufnahmen in Form von radiologischen Stressaufnahmen, einer CT, einer MRT oder einer arthroskopischen Evaluation zur Klärung der Instabilität empfohlen [35, 37].

Isolierte Distorsionen der Syndesmose oder Teilläsionen des anterior-inferioren tibiofibularen Ligaments (AITFL) können mit etwa 3 Wochen Entlastung in einem Brace oder Walker und anschließendem vorsichtigen Belastungsaufbau behandelt werden. Die Rehabili-

tationszeit dabei kann bis zu dreimal länger als bei isolierter Außenknöchelbandruptur dauern [23]. Bei korrekter Indikation und fehlender tibiofibularer Diastase ist mit einer 86–100%igen Wiederherstellung zu rechnen [9, 33, 35].

Ist die vordere Syndesmose (AITFL) komplett gerissen, aber die Gabel geschlossen (Grad-2-Läsion), ist eine länger entlastende Immobilisation empfehlenswert. Aufgrund o.g. dreidimensionaler Bewegung der Fibula in der Incisura tibiae bei Bewegung des Fußes sollte bei diesen Verletzungen auch die physiotherapeutische Mobilisation verzögert beginnen und die (Teil-)Belastung erst nach 6 Wochen erfolgen [23], teils sind aber auch kürzere Entlastungszeiten beschrieben [35].

Begleitend zur Entlastung empfiehlt sich Kryotherapie, Hochlagern der betroffenen Extremität und ggf. Kompressionsbehandlung und antiinflammatorische Medikation. Physiotherapeutische Übungen im Falle von Grad-1-Ver-

letzungen sind zudem möglich. Auf Patientenwunsch können außerdem Elektrostimulation und Massagen verordnet werden [37]. Hinsichtlich PRP- oder Corticoid-Injektionen in den Bereich des AITFL kann aufgrund mangelnder Datenlage noch keine Empfehlung geäußert werden, erste Ergebnisse zu PRP zeigen aber möglicherweise positive Effekte [15].

Operative Therapie

Bei nachgewiesener Instabilität in Stressaufnahmen bzw. bei in weiterführender Diagnostik festgestellten Rupturen von mindestens 2 ligamentären Bestandteilen des Syndesmosebandkomplexes ist die Indikation zur operativen Revision gegeben [28, 35].

Hierzu steht die temporäre Fixierung mittels Stellschraube als auch die dynamische Fixierung mittels Suturebutton-System zur Verfügung. Trotz be-

Klinischer Test	Durchführung
Frick-Test [8], Außenrotationsstresstest	Der Untersucher fixiert den Unterschenkel des Patienten mit einer Hand und führt mit der anderen Hand am – in leichter Dorsalextension gehaltenen Mittelfuß – eine Außenrotationsbewegung durch.
Squeeze-Test	Der Untersucher übt Druck aus auf den hängenden Unterschenkel im Bereich der Gastrocnemiusbäuche durch laterale Kompression von Fibula gegen Tibia.
Cotton-Test	Der Untersucher stabilisiert das proximale Sprunggelenk mit einer Hand und führt mit der anderen Hand eine laterale Translationsbewegung des Talus aus.
Dorsalflexions-Außenrotationstest (Kleiger-Test)	Wie Frick-Test, nur wird der Test in plantigrader Position des Mittelfußes durchgeführt.
Fibula-Translationstest	Der Untersucher fixiert die Tibia mit einer Hand und übt auf die mit der anderen Hand fixierten Fibula anterioren und posterioren Druck aus.

Tabelle 2 Übersicht über klinisch häufig verwendete Syndesmosenentests

Parameter	Bedeutung	Hinweis auf Syndesmosenverletzung
Total Clear Space (TCS), talofibular distance (TFD)	Abstand zwischen der medialen Begrenzung der Fibula und der medialen Begrenzung der Incisura fibulae der Tibia (Tuberculum posterius fibulae), ca. 1 cm oberhalb des distalen Tibiaplateaus	≥ 5–6 mm
Tiibiofibular overlap	Tibiofibuläre Überschneidung, ebenfalls ca. 1 cm oberhalb des distalen Tibiaplateaus	≤ 1 mm
Medial Clear Space (MCS)	Abstand mediale Talusbegrenzung – Malleolus medialis ca. 0,5 cm unterhalb des distalen Tibiaplateaus	> 4 mm
Talocruralwinkel	Winkel zwischen Senkrechten zum distalen Tibiaplateau und zur Verbindungslinie durch die distalen Malleoli	> 87°

Tabelle 3 Radiologische Hinweise auf eine Syndesmosenverletzung in der Mortise-view-Aufnahme



Abbildung 2 Übersicht über radiologisch bestimmte Distanzen als Hinweis auf eine Syndesmosenverletzung (Mortise-view-Aufnahme); 1: TCS, 2: TFO, 3: MCS [38]

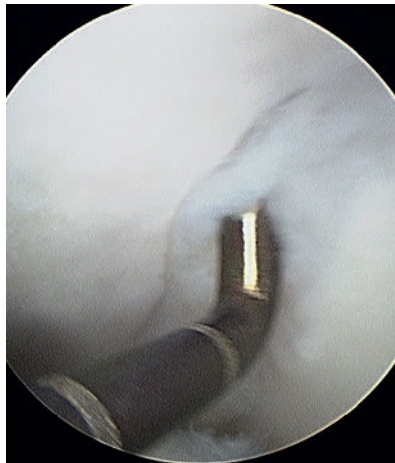


Abbildung 3 Vernarbungen im Syndesmospalt bei chronischer Syndesmoseninsuffizienz (Quelle: Dr. T. Buchhorn)

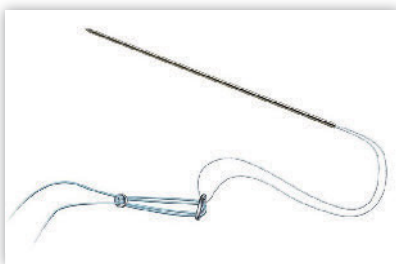


Abbildung 4 Beispiel eines Suture-button-Systems (Quelle: Arthrex, Naples, USA)

reits durchgeführter vergleichender Studien ist eine klare Empfehlung für eines der beiden Systeme aufgrund fehlender Beweiskraft derzeit nicht möglich [18, 27, 35, 37, 41]. Die Historie miteingeschlossen, ist die Schraubendifixierung mit oder ohne Platte die bislang am häufigsten verwendete Behandlungsform einer instabilen Verletzung des Syndesmosebandkomplexes [37]. Laut der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen (AO) sollte die Fixationsschraube in der Koronarebene um 25–30° ansteigend, parallel zur tibialen Gelenkfläche mindestens 1 cm oberhalb der Gelenklinie in der Frontalebene von fibular nach tibial durch mindestens 3 Corticalices eingebracht werden [6, 37]. Bei Bedarf kann auch eine 2. Stellschraube proximal und parallel zur 1. Stellschraube zur zusätzlichen Stabilisierung eingebracht werden – bei Maisonneuve-Frakturen ist dies emp-

fohlen (ebd.). Hinsichtlich exakter Positionierung und Schraubendurchmesser gibt es derzeit keine absoluten Richtlinien [18, 37]. Laut AO wird empfohlen, die Stellschraube nach etwa 8–12 Wochen wieder zu entfernen [6]. Dies erfolgt laut Literatur auch in über 85 % der Fälle [30], ist allerdings nicht zwingend nötig [28].

In den letzten Jahren an Popularität gewonnen hat die dynamische Fixation mittels Suture-button-System (Abb. 4), aufgrund der damit verbundenen möglichen Mikrobeweglichkeit der Fibula in der Incisura tibiae und der fehlenden Notwendigkeit einer Zweitoperation zur Entfernung [21, 35]. Diese Art der Fixation weist laut Studienergebnissen zumindest in den seit Markteinführung bislang zur Verfügung stehenden Kurzzeitergebnissen ähnliche Resultate wie die Schraubendifixation nach [14, 28, 35, 36, 41]. Empfehlungen, wie viel dieser Systeme eingebracht werden sollen, sowie Langzeitergebnisse stehen bislang nicht zur Verfügung.

Entscheidend für den Erfolg der o.g. Operationsmethoden sind die anatomische Wiederherstellung der Länge der Fibula im Falle einer vorliegenden Fraktur, die Ko-Therapie von ligamentären Instabilitäten im Bereich der Innen- und Außenbänder und das korrekte Positionieren der Fibula in Relation zur Tibia [23, 28]. Die Reoperationsrate bei Frakturen wird aufgrund dessen mit etwa 1,6 % angegeben [24].

Hinsichtlich der postoperativen Nachbehandlung wird für beide Verfahren eine Teilbelastung der betroffenen Extremität an Unterarmgehstützen für etwa 6 Wochen empfohlen [6, 21]. Physiotherapeutische Bewegungsübungen ohne Belastung sind zudem möglich und können aus der Gipsschiene bzw. dem Walker heraus erfolgen, vorausgesetzt, die Ko-Pathologien erlauben dies [6, 21, 27].

Komplexer und anspruchsvoller ist die Therapie chronischer Syndesmoseninstabilitäten, da diese eine erhöhte Wahrscheinlichkeit einer Non-Union haben [36]. Im Falle nicht ergriffener operativer Maßnahmen drohen dauerhafte Schmerzen, Instabilitätsgefühl und Arthrose [2, 18]. Rammelt et al. [29] empfehlen daher die offene Revision der Syndesmose und eine postoperative CT-Kontrolle, da das konventionelle Röntgen eine schlechte Sensibilität und Spezifität besitzt. Die bislang einzige Meta-Analyse zur Therapie chronischer Syndesmosenverletzungen verglich die 3 derzeit am häufigsten verwendeten Verfahren: Schraubendifixation, arthroskopisches Debridement und Arthrodese [17, 34] miteinander und wies unabhängig vom verwendeten Verfahren eine Erfolgsrate von 79–88 % auf [25].

Weitere, zur Rekonstruktion zur Verfügung stehende Verfahren sind der Ersatz einzelner Bandbestandteile durch Sehneninterponate wie z.B. Peroneus-brevis- oder Gracilis-Sehne wie auch weitere Salvage-Prozeduren wie eine Stabilisierung mittels dynamischer Implantate [3, 19, 29, 40]. In Fachkreisen wird eine Rekonstruktion als sinnvoll erachtet, solange keine degenerativen Veränderungen vorliegen [20, 23]. **OUP**

Interessenkonflikte: Keine angegeben.

Korrespondenzadressen

Dr. med. Johannes Weber
 Universitätsklinikum Regensburg
 Klinik und Poliklinik für Unfallchirurgie
 Franz-Josef-Strauß-Allee 11
 93053 Regensburg
 johannes1.weber@ukr.de

Dipl. Sportwiss. Dr. med.
 Tomas Buchhorn
 Sporthopaedicum
 straubing-berlin-regensburg-münchen
 Bahnhofplatz 27
 94315 Straubing

Literatur

- Ballal MS, Pearce CJ, Calder JDF: Management of sports injuries of the foot and ankle. *Bone Joint J* 2016; 98-B: 874–83
- Beumer A, Valstar ER, Garling EH et al.: Kinematics of the distal tibiofibular syndesmosis: radiostereometry in 11 normal ankles. *Acta Orthop Scand*. 2003; 74: 337–43
- Castaing J, Le Chevallier PL, Meunier M: Repeated sprain or recurring subluxation of the tibio-tarsal joint. A simple technic of external ligamentoplasty. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*. 1961; 47: 598–608 [French]
- Clanton TO, Ho CP, Williams BT et al.: Magnetic resonance imaging characterisation of individual ankle syndesmosis structures in asymptomatic and surgically treated cohorts. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2014; 24: 2089–102
- Close JR: Some applications of the functional anatomy of the ankle joint. *J Bone Joint Surg Am*. 1956; 38: 761–81
- Ekström A, Brauer L. Malleolarfrakturen: AO Trauma ORP 2013; 1–14
- Fites B, Kunes J, Madaleno J, Silvestri P, Johnson DL: Latent syndesmosis injuries in athletes. *Orthopedics* 2006; 29: 124–7
- Frick H: The isolated tear of the tibio-fibular syndesmosis-mechanism, clinical observations, diagnosis and therapy. *Unfallheilkunde* 1978; 81: 542–5
- Gerber JP, Williams GN, Scoville CR et al.: Persistent disability associated with ankle sprains: a prospective examination of an athletic population. *Foot Ankle Int* 1998; 19: 653–60
- Harper MC, Keller TS: A radiographic evaluation of the tibiofibular syndesmosis. *Foot Ankle* 1989; 10: 156–60
- Höcker K, Pachucki A: The fibular incisure of the tibia. The cross-sectional position of the fibula in distal syndesmosis. *Unfallchirurgie* 1989; 92: 401–6 [German]
- Hopkinson WJ, St. Pierre P, Ryan JB et al.: Syndesmotic sprains of the ankle. *Foot Ankle* 1990; 10: 325–30
- Kellett JJ, Lovell GA, Eriksen DA, Sampson MJ: Diagnostic imaging of ankle syndesmosis injuries: A general review. *J Med Imaging Radiat Oncol* 2018; Feb 5 [Epub ahead of print]
- Kortekangas T, Savola O, Flinkkilä T et al.: A prospective randomised study comparing Tight Rope and syndesmotic screw fixation for accuracy and maintenance of syndesmotic reduction assessed with bilateral computed tomography. *Injury* 2015; 46: 1119–26
- Laver L, Carmont MR, McKonkey MO et al.: Plasma rich in growth factors (PRGF) as a treatment for high ankle sprain in elite athletes: a randomized control trial. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2015; 23: 3383–92
- Lin CF, Gross MT, Weinhold P: Ankle syndesmosis injuries: anatomy, biomechanics, mechanism of injury, and clinical guidelines for diagnosis and intervention. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2006; 36: 372–84
- Lui TH. Endoscopic distal tibiofibular syndesmosis arthrodesis. *Arthrosc Tech* 2016; 5: e419–24
- Magan A, Golano P, Maffulli N, Khanduja V: Evaluation of injuries of the tibiofibular syndesmosis. *Br Med Bull* 2014; 111: 101–15
- Michelitsch C, Acklin YP, Stoffel K, Breiter H: Chronic ankle joint instability: in unrecognized distal rupture of the syndesmosis and malunion of the distal fibula. *Orthopäde* 2014; 43: 379–85 [German]
- Miyamoto W, Takao M. Management of chronic disruption of the distal tibiofibular syndesmosis. *World J Orthop* 2011; 2: 1–6
- Naqvi GA, Shafqat A, Awan N: Tightrope fixation of ankle syndesmosis injuries: clinical outcome, complications and technique modification. *Injury* 2012; 43: 838–42
- Ogilvie-Harris DJ, Reed SC, Hedman TP: Disruption of the ankle syndesmosis: biomechanical study of the ligamentous restraints. *Arthroscopy*. (1994); 10: 558–60
- Orthner E, Buchhorn T: Komplexe Sprunggelenksinstabilitäten mit Syndesmosenverletzung und deren Therapie. *Arthroscopie* 2015; 28: 137–41
- Ovaska MT, Makinen TJ, Madanat R et al.: A comprehensive analysis of patients with malreduced ankle fractures undergoing re-operation. *Int Orthop* 2014; 38: 83–8
- Parlomas G: Treatment of chronic syndesmotic injury: a systematic review and meta-analysis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2013; 21: 1931–9
- Peter RE, Harrington RM, Henley MB et al.: Biomechanical effects of internal fixation of the distal tibiofibular syndesmot joint: comparison of two fixation techniques. *J Orthop Trauma* 1994; 8: 215–9
- Porter DA, Jagers RR, Barnes AF, Rund AM: Optimal management of ankle syndesmosis injuries. *Open Access J Sports Med* 2014; 5: 173–82
- Rammelt S, Obruba S: An update on the evaluation and treatment of syndesmotic injuries. *Eur J Trauma Emerg Surg* 2015; 41: 601–14
- Rammelt S, Zwipp H, Grass R: Injuries to the distal tibiofibular syndesmosis: an evidence-based approach to acute and chronic lesions. *Foot Ankle Clin* 2008; 13: 611–33
- Schepers T, van Zuuren WJ, van den Bekerom MP, et al.: The management of acute distal tibio-fibular syndesmotic injuries: results of a nationwide survey. *Injury* 2012; 43: 1718–23
- Scranton PE Jr, McMaster JG, Kelly E: Dynamic fibular function: a new concept. *Clin Orthop Relat Res* 1976; 118: 76–81
- Takao M, Ochi M, Oae K et al.: Diagnosis of a tear of the tibiofibular syndesmosis. The role of arthroscopy of the ankle. *J Bone Joint Surg Br* 2003; 85: 324–9
- Taylor DC, Englehardt DL, Bassett FH 3rd: Syndesmosis sprains of the ankle. The influence of heterotopic ossification. *Am J Sports Med* 1992; 20:146–50
- van den Bekerom MP, de Leeuw PA, van Dijk CN: Delayed operative treatment of syndesmotic instability. *Current concepts review*. *Injury* 2009; 40: 1137–42
- van Dijk CN, Longo UG, Loppini M et al.: Conservative and surgical management of acute isolated syndesmotic injuries: ESSKA-AFAS consensus and guidelines. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2016; 24: 1217–27
- Vopat ML, Vopat BG, Lubberts B, Di-Giovanni WP: Current trends in the diagnosis and management of syndesmotic injury. *Curr Rev Musculoskelet Med* 2017; 10: 94–103
- Wagener ML, Beumer A, Swiestra BA: Chronic instability of the anterior tibiofibular syndesmosis of the ankle. Arthroscopic findings and results of anatomical reconstruction. *BMC Musculoskelet Disord* 2011; 12: 212
- Waldt S, Eiber M, Wörtler K: Messverfahren und Klassifikationen in der muskuloskeletalen Radiologie. 1. Auflage, Stuttgart: Thieme Verlag, 2015
- Xenos JS, Hopkinson WJ, Mulligan ME, et al.: The tibiofibular syndesmosis. Evaluation of the ligamentous structures, methods of fixation, and radiographic assessment. *J Bone Joint Surg Am*. 1995; 77: 847–56
- Xie B, Jing YF, Xiang LB, Zhou DP, Tian J: A modified technique for fixation of chronic instability of the distal tibiofibular syndesmosis using a wire and button. *J Foot Ankle Surg* 2014; 53: 813–6
- Zhang P, Liang Y, He J et al: A systematic review of suture-button versus syndesmotic screw in the treatment of distal tibiofibular syndesmosis injury. *BMC Musculoskeletal Disorders* 2017; 18: 1–12