Sportphysio

August 2016 · Seite 97–144 · 4. Jahrgang www.thieme.de/sportphysio 3 · 2016

Leseprobe

SCHWERPUNKT

Sprunggelenk

Reha eines Volleyballers nach Inversionstrauma

Backstage unterwegs mit dem Physio des Tarzan-Musicals

Training der Reaktivkraft

Zahnschutz für Sportler

Herausgeber
H. Bant
M. Bizzini
H.-J. Haas
M. Leusch
G. Rainer-Mitterbauer
M. Ophey
G. Supp

Thieme

SPORTPHYSIO FOCUS

105 **Sprunggelenk**
Einführung – Die Folgen des Umknickens
112 Vertiefung – Wenn Stabi-Programme nichts mehr helfen
119 Praxisfall – Physiotherapie nach Inversionstrauma
126 Refresherfragen

Die Folgen des Umknickens

ENTSTEHUNG EINER CHRONISCHEN INSTABILITÄT NACH EINEM INVERSIONSTRAUMA Im Fußball, im Basketball, im Volleyball, im Tennis oder im Turnen sind Kapselbandverletzungen des Sprunggelenks leider nur allzu gut bekannt. Und es ist kein Geheimnis, dass das Sprunggelenk in etlichen Sportarten zu der am häufigsten verletzten Körperregion gehört. Meistens führt ein Inversions- oder Supinationstrauma zu einer Strukturschädigung des lateralen Kapselbandkomplexes. Weitaus weniger bekannt ist jedoch, dass in der Folge einer derartigen Verletzung oftmals ein längerfristiges Problem auftritt – eine chronische Sprunggelenkinstabilität.

Dominic Gehring, Heinz Lohrer und Albert Gollhofer

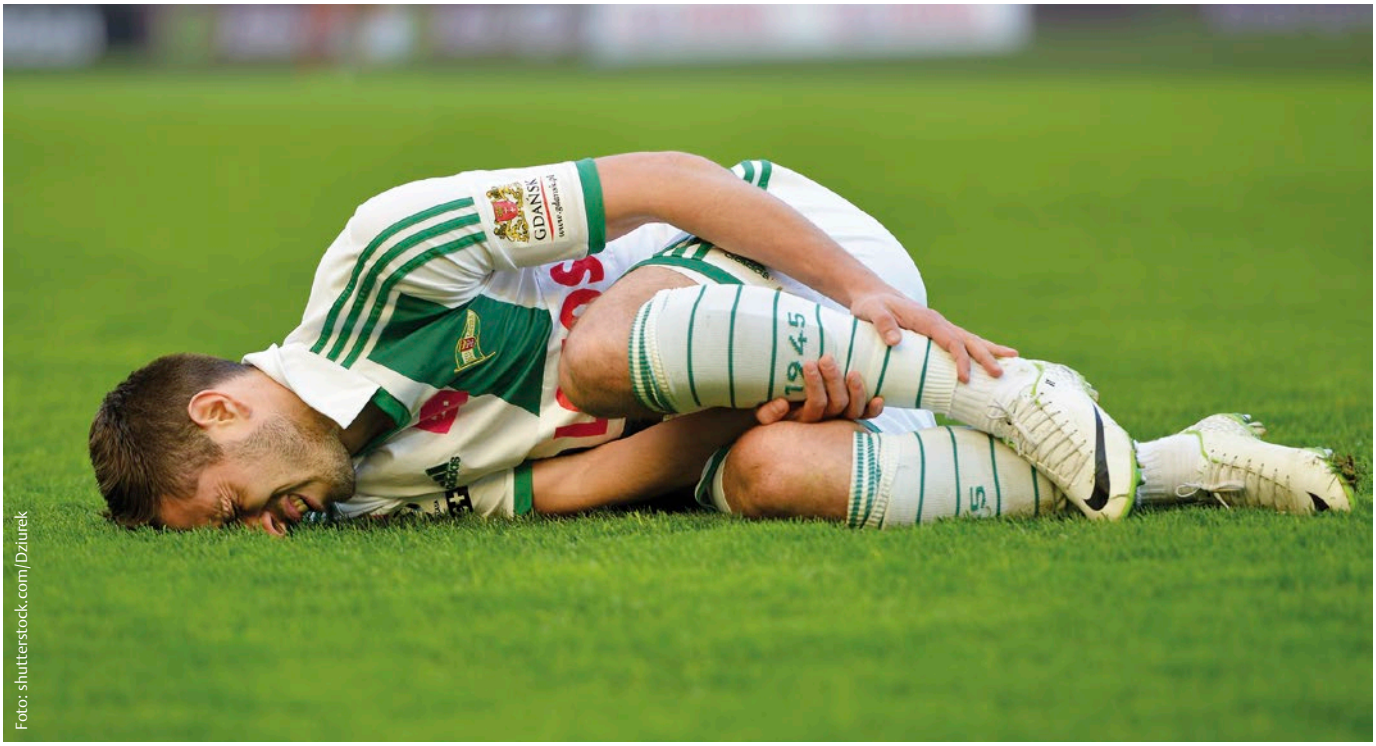

Foto: shutterstock.com/Dziurek

Anatom. Zeichnung aus Schünke M, Prometheus, Lernatlas der Anatomie (2009), Karl Wesker

Abb. 1 Lateraler Bandapparat eines rechten Fußes

Interesse an lateralen Bandverletzungen des Sprunggelenks steigt

Mehrere große Übersichtsarbeiten legen nahe, dass das Sprunggelenk die am häufigsten akut verletzte Region des Athleten ist. In einer Vielzahl von Sportarten dominieren Sprunggelenkverletzungen, die insbesondere ligamentären Strukturen zuzuordnen sind und als obere Sprunggelenksdistorsion klassifiziert werden können [15]. Diese Art von Verletzungen scheint bei Sportarten mit Laufbewegungen und Richtungsänderungen sowie mit Landungen gehäuft aufzutreten. 48 % aller über einen Zeitraum von neun Jahre dokumentierten Verletzungen im professionellen US-amerikanischen Frauenbasketball waren Distorsionen des oberen Sprunggelenks [38]. Eine weitere Analyse von über 5.000 Verletzungen in US-amerikanischen High Schools demonstriert eindrücklich, dass am häufigsten der laterale Bandapparat des Sprunggelenks kompromittiert ist:

In 85 % aller Bandverletzungen des Sprunggelenks war das Ligamentum talofibulare anterius, in 35 % aller Fälle das Ligamentum calcaneofibulare und in 12 % das Ligamentum talofibulare posterius betroffen [27] (s. **Abb. 1**). In der europäischen und amerikanischen Bevölkerung ist davon auszugehen, dass sich zwischen zwei und sieben derartige Sprunggelenkverletzungen pro Person und Jahr ereignen [49]. Bei spezifischen Hochrisikogruppen wie beispielsweise bei Sportlern aus besonders gefährdenden Sportarten sind noch deutlich höhere Verletzungswahrscheinlichkeiten zu erwarten. Eine große Metaanalyse zeigt, dass sich in Sportarten wie Basketball, Handball, Volleyball oder Tennis etwa sieben Distorsionen des oberen Sprunggelenks pro eintausend Trainings- oder Wettkampfeinheiten ereignen.

Basierend auf Daten aus den US-amerikanischen High Schools kann man davon ausgehen, dass fast die Hälfte der betroffenen Jugendlichen am Tag nach einem Umknickereignis wieder zum Sport zurückkehrt. Etwa ein Viertel der Betroffenen benötigt mehr als drei Tage, um wieder Sport zu treiben. In über 5 % der Fälle war eine Teilnahme am Sport erst nach mehr als 10 Tagen wieder möglich [41].

Entstehung einer lateralen Bandverletzung

Verletzungen des lateralen Bandkomplexes des Sprunggelenks können entweder durch externe Krafteinwirkung auf das Gelenk entstehen, wie dies beispielsweise beim Tackling oder beim Foulspiel im Fußball der Fall ist [19]. Oftmals treten Distorsionen des Sprunggelenks aber auch ohne Fremdeinwirkung bei Richtungsänderungen, Sprüngen oder Landungen auf [1, 39]. Bei Landun-

gen ist davon auszugehen, dass sich die Verletzung typischerweise kurz nach Beginn des Fußaufsatzes ereignet. Dreidimensionale Videoanalysen von Verletzungen des lateralen Kapselbandkomplexes im Wettkampf sowie bei biomechanischen Untersuchungen legen nahe, dass sich die Strukturschädigung in der Regel innerhalb der ersten 200 ms nach Fußaufsatz ereignen [14, 16, 18, 34]. Innerhalb dieser Zeitspanne wurden in allen dokumentierten Fällen eine exzessive Inversion sowie Innenrotation des Sprunggelenkkomplexes mit Winkelgeschwindigkeiten von teilweise über 2.000 °/s dokumentiert. Eine deutlich ausgeprägte Plantarflexion des Gelenks war nur in einigen Fällen zu beobachten. Dies unterstreicht, dass eine plantarflektierte Stellung des Sprunggelenks zwar ein Bestandteil des Verletzungsmechanismus sein kann, jedoch nicht zwingend vorhanden sein muss. Ergebnisse von Leichenstudien unterstützen diese Beobachtung, da gezeigt werden konnte, dass sowohl das Ligamentum talofibulare anterius als auch das Ligamentum calcaneofibulare alleine schon durch eine Inversion und/oder Innenrotation signifikant gedehnt werden können [3, 7].

Risikofaktoren für Sprunggelenkverletzungen

Ein sehr augenscheinlicher Risikofaktor für eine laterale Bandverletzung des Sprunggelenks ist eine vorangehende Verletzung. Die wissenschaftliche Datenlage zeigt eindeutig, dass ein erhöhtes Risiko einer erneuten Verletzung besteht, wenn schon Vorverletzungen vorliegen. Epidemiologischen Studien zufolge hatten Tänzer mit vorheriger Distorsion ein 3,9-fach erhöhtes Risiko, sich wieder zu verletzen [25]. Ein 1,8-fach erhöhtes Risiko, sich erneut zu verletzen, konnte bei Fußballern im Vergleich zu noch nie verletzten Athleten identifiziert werden [32]. Das Geschlecht steht ebenfalls als prädisponierender Faktor für laterale Bandverletzungen des Sprunggelenks zur Diskussion. Eine aktuelle, 94 Einzelstudien umfassende Metaanalyse verschiedener Sportarten weist erstmals systematisch nach, dass Athletinnen ein erhöhtes Risiko haben, sich eine Distorsion des oberen Sprunggelenks zuzuziehen, im Vergleich zu Athleten (13,6 vs. 6,9 Verletzungen pro 1.000 Sporteinheiten).

:: Vor allem vorherige Verletzungen, aber auch das Geschlecht und der BMI beeinflussen die Wahrscheinlichkeit für eine Sprunggelenksdistorsion.

WEITERE INFOS +

Akute funktionelle Konsequenzen

- Schwellung/Ödembildung mit gestörter neuromuskulärer Gelenkkontrolle
- reduzierte spinale Erregbarkeit
- reduzierte Gleichgewichtsfähigkeit des betroffenen und des nichtbetroffenen Sprunggelenks
- veränderte Gelenkkontrolle bei komplexen Bewegungen wie Landungen

Als mögliche Gründe werden anatomische, hormonelle oder neuromuskuläre Unterschiede zwischen den Geschlechtern vermutet [12]. Weitere aktuell diskutierte interne, d.h. dem Athleten zuzuordnende Risikofaktoren sind ein erhöhter BMI [4] oder das Alter [12].

Funktionelle Konsequenzen – direkt nach einer Sprunggelenksverletzung

Unmittelbar nach einer Verletzung ist mit einer Schwellung zu rechnen. In einem Experiment, bei dem gesunden Personen ein lokales Anästhetikum oder reine Kochsalzlösung an das Ligamentum talofibulare anterius und das Ligamentum calcaneofibulare injiziert wurde, war die neuromuskuläre Reflexaktivität der stabilisierenden Muskeln unabhängig von der injizierten Lösung reduziert. Folglich ist davon auszugehen, dass die neuromuskuläre Gelenkkontrolle nicht nur durch eine Strukturschädigung der Ligamente, sondern alleine schon durch eine Ödembildung nach der Verletzung beeinträchtigt sein kann [43]. Ferner geben einige neurophysiologische Untersuchungen Hinweise darauf, dass auch die spinale Erregbarkeit des zentralen Nervensystems direkt im Anschluss an eine Distorsion des oberen Sprunggelenks reduziert ist [30]. Hierdurch könnten sich ebenfalls Veränderungen in der Reflexaktivität nach einem Inversionstrauma erklären lassen. Ebenfalls gibt es hinreichende Hinweise darauf, dass die Gleichgewichtsfähigkeit im Einbeinstand sowie bei einer komplex motorischen Aufgabe wie dem *Star Excursion Balance Test* nach einer Distorsion des oberen Sprunggelenks reduziert ist [9, 50]. Interessanterweise scheint die Gleichgewichtsfähigkeit akut nach einer Verletzung, jedoch nicht nur bei dem betroffenen, sondern auch bei dem nicht betroffenen Bein verschlechtert zu sein. Folglich ist zu hinterfragen, ob das nicht betroffene Bein als Referenz für die Gleichgewichtsfähigkeit bei Patienten mit akuter Sprunggelenksverletzung verwendet werden sollte [50]. Schlussendlich zeigte sich bei Personen mit einer weniger als zwei Wochen zurückliegenden Verletzung ein asymmetrisches Landeverhalten bei einer beidbeinigen Landung, welches sich vor allem in einer reduzierten Plantarflexion des betroffenen Sprunggelenks äußerte [11]. Die Tatsache, dass jenes asymmetrische Landeverhalten in einer Folgeuntersuchung auch noch sechs Monate nach der Verletzung vorzufinden war, lässt auf persistierende Veränderungen der komplexen Gelenkkontrolle nach einer Sprunggelenksverletzung schließen [10].

Definition: chronische Instabilität des Sprunggelenks

Es ist davon auszugehen, dass sich nach einem Inversionstrauma bei etwa einem Drittel der Betroffenen längerfristige Probleme entwickeln. So berichteten 32 % von 648 Verletzten auch noch sieben Jahre nach einem behandlungsbedürftigen Inversionstrauma von Beschwerden. Hiervon waren bei 72 % Funktionseinschränkungen im Alltag oder beim Sport vorhanden, bei 19 % kam es zu repetitiven Traumen und 4 % hatten starke Einschränkungen bis hin zu Schmerzen in unbelastetem Zustand [33]. Insbesondere bei Sportarten mit einem gehäuften Auftreten von Distorsionen

des oberen Sprunggelenks ist davon auszugehen, dass viele Athleten persistierende Probleme am Sprunggelenk haben. So hatten 86 % der Orientierungsläufer und -läuferinnen des schweizerischen Nationalteams schon mindestens eine derartige Verletzung und ganze 57 % berichteten von chronischen, den Sprunggelenkkomplex betreffenden Problemen [35].

:: Etwa ein Drittel der Betroffenen entwickelt längerfristig Probleme.

Der sehr weit gefasste Begriff der chronischen Instabilität des Sprunggelenks umfasst nach aktuellen Modellvorstellungen die Dimensionen der mechanischen Instabilität sowie der funktionellen Instabilität [21, 22] (s. **Abb. 2**).

Zunächst kann von einer mechanischen Instabilität gesprochen werden, wenn aufgrund von Strukturveränderungen des

2

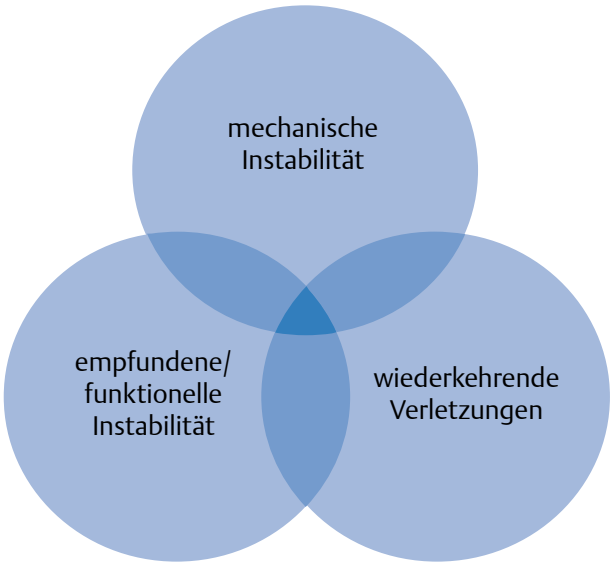

Abb. 2 Modellvorstellung der chronischen Instabilität des Sprunggelenks (vereinfacht nach [22])

Abb. 3 Abbildungslegende der Deutschen Version des Cumberland Ankle Instability Tool (CAIT)

- Hinweise zur Handhabung:
- Es ist zu empfehlen, den Fragebogen im Beisein einer fachkundigen Person ausfüllen zu lassen. Insbesondere ist darauf hinzuweisen, dass die Begrifflichkeit „umknicken" sich darauf bezieht, dass eine extreme Inversions-/Supinationsstellung des Sprunggelenkes auftritt, es jedoch nicht zwangsläufig zu einer Verletzung kommen muss.
- Das Bewertungssystem ist in der rechten Spalte dargestellt. Diese Spalte ist für die ausfüllende Person nicht sichtbar.
- Die Punkte der einzelnen Items werden aufsummiert. Die maximal erreichbare Summe von 30 Punkten weist darauf hin, dass keinerlei funktionelle Einschränkungen vorliegen. Bei einem Wert ≤ 24 wird das Sprunggelenk oftmals als funktionell instabil eingestuft [20].

3

Bitte kreuzen Sie die Aussage an, die am BESTEN Ihre Sprunggelenke beschreibt. Bitte bewerten Sie Ihre Sprunggelenke getrennt voneinander und geben Sie je eine Antwort für LINKS und eine für RECHTS an.

	LINKS	RECHTS	Wert
Ich habe Schmerzen in meinem Sprunggelenk			
Nie	☐	☐	5
Beim Sport	☐	☐	4
Beim Rennen auf unebenem Untergrund	☐	☐	3
Beim Rennen auf ebenem Untergrund	☐	☐	2
Beim Gehen auf unebenem Untergrund	☐	☐	1
Beim Gehen auf ebenem Untergrund	☐	☐	0
Mein Sprunggelenk fühlt sich INSTABIL an			
Nie	☐	☐	4
Manchmal während des Sports (nicht jedes Mal)	☐	☐	3
Regelmäßig während des Sports (jedes Mal)	☐	☐	2
Manchmal während Alltagsaktivitäten	☐	☐	1
Regelmäßig während Alltagsaktivitäten	☐	☐	0
Bei SCHNELLEN Richtungswechseln fühlt sich mein Sprunggelenk INSTABIL an			
Nie	☐	☐	3
Manchmal beim Rennen	☐	☐	2
Häufig beim Rennen	☐	☐	1
Beim Gehen	☐	☐	0
Beim Treppe hinuntergehen fühlt sich mein Sprunggelenk INSTABIL an			
Nie	☐	☐	3
Wenn ich schnell gehe	☐	☐	2
Gelegentlich	☐	☐	1
Immer	☐	☐	0
Mein Sprunggelenk fühlt sich beim Stehen auf EINEM Bein INSTABIL an			
Nie	☐	☐	2
Wenn ich auf dem Fußballen stehe	☐	☐	1
Wenn ich auf dem gesamten Fuß stehe	☐	☐	0
Mein Sprunggelenk fühlt sich INSTABIL an			
Nie	☐	☐	3
Wenn ich von einem Bein auf das andere hüpfe	☐	☐	2
Wenn ich auf der Stelle hüpfe	☐	☐	1
Wenn ich springe	☐	☐	0
Mein Sprunggelenk fühlt sich INSTABIL an			
Nie	☐	☐	4
Beim Rennen auf unebenem Untergrung	☐	☐	3
Beim Joggen auf unebenem Untergrund	☐	☐	2
Beim Gehen auf unebenem Untergrund	☐	☐	1
Beim Gehen auf ebenem Untergrung	☐	☐	0
Wenn ich im Sprunggelenk beginne umzuknicken, kann ich dies NORMALERWEISE stoppen			
Sofort	☐	☐	3
Häufig	☐	☐	2
Manchmal	☐	☐	1
Nie	☐	☐	0
Ich bin noch nie im Sprunggelenk umgeknickt	☐	☐	3
Nach einem TYPISCHEN Umknickereignis, lehrt mein Sprunggelenk in den Normalzustand zurück			
Fast umgehend	☐	☐	3
In weniger als einem Tag	☐	☐	2
in 1-2 Tagen	☐	☐	1
In mehr als 2 Tagen	☐	☐	0
Ich bin noch nie im Sprunggelenk umgeknickt	☐	☐	3

Quelle: nach Angaben von D. Gehring, H. Lohrer, A. Gollhofer

Kapselbandapparates die Steifigkeit des Sprunggelenkkomplexes reduziert und folglich das Bewegungsausmaß unphysiologisch vergrößert ist. Im Hinblick auf eine aus einem Inversionstrauma resultierende mechanische Instabilität betrifft dies vorwiegend die laterale Aufklappbarkeit des Rückfußes (Taluskippung) und/oder die anteriore Talustranslation (Talusvorschub). Beide können im Rahmen einer klinischen Diagnostik entweder manuell oder auch apparativ bestimmt werden [28, 45]. Des Weiteren wird von einer funktionellen oder selbst empfundenen Instabilität gesprochen, wenn diverse Einschränkungen wie Schwellung, Schmerz, das Gefühl der Instabilität und/oder wiederkehrende Verletzungen bei alltäglichen oder sportbezogenen Aktivitäten auftreten [20]. Anzuraten ist in diesem Zusammenhang die Verwendung von bereits validierten und ins Deutsche übertragenen Fragebögen. Beispiele hierfür sind das *Cumberland Ankle Instability Tool (CAIT)*, welches die spezifischen Einschränkungen einer aus lateralen Inversionstraumen resultierenden Instabilität erfragt [24, 17], oder aber der *Foot and Ankle Ability Index (FAAM)*, der eher allgemein die Funktion des Sprunggelenks und des Fußes erfasst [5, 44] (s. **Abb. 3**).

Im Zusammenhang mit der Eingrenzung des Begriffs der chronischen Sprunggelenkinstabilität ist ein jüngst erschienenes Positionspapier des *International Ankle Consortium* besonders von Interesse. Hierbei werden Einschlusskriterien für Personen definiert, die unter wissenschaftlichen Gesichtspunkten der Kategorie der chronischen Sprunggelenkinstabilität zuzuordnen sind [20] (s. Kasten „Kriterien für die Definition einer chronischen Instabilität des Sprunggelenks“).

Defizite bei Personen mit chronischer Instabilität des Sprunggelenks

Es ist zu vermuten, dass mechanisch-strukturelle Defizite des lateralen Bandkomplexes mit einer im Alltag oder im sportlichen Kontext auftretenden Instabilität einhergehen beziehungsweise diese bedingen können. So ist es zunächst nicht verwunderlich, dass sich die mechanische Stabilität des Sprunggelenks von Gruppen (i) gesunder Personen, (ii) Personen mit einer vorwiegend im sportlichen Kontext empfundenen Instabilität sowie (iii) Patienten, die eine operative Versorgung in Erwägung ziehen, unterscheiden. Wichtig ist jedoch, dass lediglich Korrelationen von r = 0,28 bis r = 0,88 und somit kein 1:1-Zusammenhang zwischen der mechanischen Insuffizienz und der im Alltag oder Sport erfahrenen Einschränkung vorliegen [29, 36, 37]. Folglich ist zu vermuten, dass es neben der Strukturveränderung des lateralen Kapselbandapparates noch weitere Faktoren gibt, welche mit den Einschränkungen von Personen mit einer chronischen Instabilität verbunden sind. So konnte in mehreren wissenschaftlichen Untersuchungen nachgewiesen werden, dass jene Population eine verschlechterte Propriozeption des Sprunggelenks im Sinne eines aktiven oder passiven Gelenkpositionssinns besitzt [42, 40]. Ebenfalls legen zwei Metaanalysen nahe, dass betroffene Personen eine verschlechterte Gleichgewichtsfähigkeit bei einfachen motorischen Aufgaben wie dem Einbeinstand sowie bei komplex-motorischen Aufgaben wie dem *Star Excursion Balance Test* aufweisen [2, 23]. Hinreichende Hinweise auf eine verstärkte Inversionsstellung des Sprunggelenks gibt es bei bestehender chronischer Instabilität bei komplexen Bewegungen wie beim Gehen [13], beim Laufen [6] oder bei seitlichen Sprüngen [8]. Nicht ausreichend geklärt ist jedoch die Frage, ob Personen mit einer chronischen Instabilität unter einer reduzierten Kraftfähigkeit der sprunggelenksumgreifenden Muskulatur leiden [31]. Ferner gibt es widersprüchliche Ergebnisse, was eine möglicherweise verlangsamte Muskelreflexantwort bei Personen mit chronischer Instabilität betrifft [23, 26, 42].

Ursachen einer chronischen Instabilität des Sprunggelenks

In einer auf vier prospektiven Originalarbeiten basierenden aktuellen Übersichtsarbeit analysierten die Wissenschaftler, welche Faktoren das Entstehen einer chronischen Instabilität nach einer erstmaligen lateralen Bandverletzung über einen Zeitraum von 8–24 Monaten prognostizieren können. Die Analyse zeigte, dass weder die subjektiv wahrgenommene Instabilität noch die Balancefähigkeit im Einbeinstand nach der ersten Distorsion zukünftige Verletzungen vorhersagen konnten. Die Schwere der ersten Verletzung – insbesondere eine Distorsion 2. Grades – hatte eine signifikante prognostische Aussagekraft bezüglich zukünftiger Distorsionen des Sprunggelenks [48]. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass die Einteilung der Schwere von Verletzungen in verschiedene Grade hinsichtlich ihrer Validität und Evidenzbasierung kritisch zu betrachten ist [47, 48]. Als ein weiterer prognostischer Faktor für die Wiederherstellung wird unter anderem das Alter des Verletzten diskutiert. So zeigte eine Untersuchung von 85 Patienten zwischen 16 und 65 Jahren beispielsweise, dass ein höheres kalendarisches Alter mit einer schlechteren Sprunggelenkfunktion vier Wochen sowie vier Monate nach dem Trauma verbunden war [46].

WEITERE INFOS

Kriterien für die Definition einer chronischen Instabilität des Sprunggelenks [20]

1. Mindestens eine zurückliegende signifikante Verletzung des lateralen Bandkomplexes des Sprunggelenks
2. Das Vorhandensein von
   a. Episoden, in denen das betroffene Sprunggelenk ein sogenanntes *Giving-way*, d. h. ein unkontrolliertes Weggleiten oder Wegklappen aufweist, ohne dass jedoch eine Verletzung auftritt, und/oder
   b. wiederkehrenden (n > 2) Verletzungen des lateralen Bandkomplexes des Sprunggelenks und/oder
   c. dem subjektiven Gefühl einer Instabilität des Sprunggelenks während alltäglicher und/oder sportlicher Aktivitäten, welches idealerweise durch validierte Fragebögen erhoben wird (z. B. dem CAIT).
3. Zusätzlich wird die Verwendung von Fragebögen empfohlen, um das Ausmaß der Einschränkung des Fußes und des Sprunggelenks im Allgemeinen zu erfassen (z. B. dem FAAM).

:: Frühzeitige Prognose zurzeit nicht möglich!

Insgesamt ist die Informationslage bezüglich der Entstehung von chronischer Sprunggelenkinstabilität nach einer initialen Verletzung jedoch noch unzureichend und ermöglicht kaum eine frühzeitige Prognose.

Fazit

Die Entwicklung einer chronischen Instabilität des Sprunggelenks nach einer lateralen Kapselbandverletzung stellt leider keine Seltenheit dar. Die wissenschaftliche Literatur liefert einige Hinweise, mit welchen mechanisch-strukturellen sowie funktionellen Defiziten bei einer chronischen Instabilität zu rechnen ist. Die genaue Kenntnis und Diagnose dieser Veränderungen stellt die Grundvoraussetzung für eine erfolgreiche Therapie dar. ▬

Literatur

1 *Andersen TE, Floerenes TW, Arnason A et al Video analysis of the mechanisms for ankle injuries in football. The American Journal of Sports Medicine 2004; 32: 69S–79S*

2 *Arnold BL, de la Motte SJ, Linens S et al. Ankle instability is associated with balance impairments: A meta-analysis. Medicine and Science in Sports and Exercise 2009; 41: 1048–1062*

3 *Bahr R, Pena F, Shine J, Lew WD et al. Ligament force and joint motion in the intact ankle: A cadaveric study. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy: Official journal of the ESSKA 1998; 6: 115–121*

4 *Beynnon BD, Murphy DF, Alosa DM. Predictive factors for lateral ankle sprains: A literature review. Journal of Athletic Training 2002; 37: 376–380*

5 *Carcia CR, Martin RL, Drouin JM. Validity of the Foot and Ankle Ability Measure in athletes with chronic ankle instability. Journal of Athletic Training 2008; 43: 179–183*

6 *Chinn L, Dicharry J, Hertel J. Ankle kinematics of individuals with chronic ankle instability while walking and jogging on a treadmill in shoes. Physical Therapy in Sport: Official journal of the Association of Chartered Physiotherapists in Sports Medicine 2013; 14: 232–239*

7 *Colville MR, Marder RA, Boyle JJ et al. Strain measurement in lateral ankle ligaments. The American Journal of Sports Medicine 1990; 18: 196–200*

8 *Delahunt E, Monaghan K, Caulfield BM. Ankle function during hopping in subjects with functional instability of the ankle joint. Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports 2007; 17: 641–648*

9 *Doherty C, Bleakley CM, Hertel J, Caulfield BM, Ryan J, Delahunt E. Laboratory measures of postural control during the Star Excursion Balance Test after acute first-time lateral ankle sprain. Journal of Athletic Training 2015a; 50: 651–664*

10 *Doherty C, Bleakley C, Hertel J, Caulfield B, Ryan J, Sweeney K, Patterson MR, Delahunt E. Coordination and symmetry patterns during the drop vertical jump, 6-months after first-time lateral ankle sprain. Journal of Orthopaedic Research: Official publication of the Orthopaedic Research Society 2015b; 33: 1537–1544*

11 *Doherty C, Bleakley C, Hertel J et al. Lower extremity coordination and symmetry patterns during a drop vertical jump task following acute ankle sprain. Human Movement Science 2014a; 38: 34–46*

12 *Doherty C, Delahunt E, Caulfield BM et al. The incidence and prevalence of ankle sprain injury: A systematic review and meta-analysis of prospective epidemiological studies. Sports Medicine 2014b; 44: 123–140*

13 *Drewes LK, McKeon PO, Paolini G et al. Altered ankle kinematics and shank-rear-foot coupling in those with chronic ankle instability. Journal of Sport Rehabilitation 2009; 18: 375–88*

14 *Fong DT-P, Ha SC-W, Mok K-M et al. Kinematics analysis of ankle inversion ligamentous sprain injuries in sports: Five cases from televised tennis competitions. The American Journal of Sports Medicine 2012; 40: 2627–2632*

15 *Fong DT-P, Hong Y, Chan L-K et al. A systematic review on ankle injury and ankle sprain in sports. Sports Medicine (Auckland, N.Z.) 2007; 37: 73–94*

16 *Fong DT-P, Hong Y, Shima Y et al. Biomechanics of supination ankle sprain: A case report of an accidental injury event in the laboratory. The American Journal of Sports Medicine 2009; 37: 822–827*

17 *Gehring D, Faschian K, Lauber B et al. Mechanical instability destabilises the ankle joint directly in the ankle-sprain mechanism. British Journal of Sports Medicine 2014; 48: 377–382*

18 *Gehring D, Wissler S, Mornieux G et al. How to sprain your ankle – a biomechanical case report of an inversion trauma. Journal of Biomechanics 2013; 46: 175–178*

19 *Giza E, Fuller CW, Junge A et al. Mechanisms of foot and ankle injuries in soccer. The American Journal of Sports Medicine 2003; 31: 550–554*

20 *Gribble PA, Delahunt E, Bleakley C et al. Selection criteria for patients with chronic ankle instability in controlled research: A position statement of the international ankle consortium. The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy 2013; 43: 585–591*

21 *Hertel J. Functional anatomy, pathomechanics, and pathophysiology of lateral ankle instability. Journal of Athletic Training 2002; 37: 364–375*

22 *Hiller CE, Kilbreath SL, Refshauge KM. Chronic ankle instability: Evolution of the model. Journal of Athletic Training 2011a; 46: 133–141*

23 *Hiller CE, Nightingale EJ, Lin C-WC et al. Characteristics of people with recurrent ankle sprains: A systematic review with meta-analysis. British Journal of Sports Medicine 2011b; 45: 660–672*

24 *Hiller CE, Refshauge KM, Bundy AC et al. The Cumberland Ankle Instability Tool: A report of validity and reliability testing. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation 2006; 87: 1235–1241*

25 *Hiller CE, Refshauge KM, Herbert RD et al. Intrinsic predictors of lateral ankle sprain in adolescent dancers: A prospective cohort study. Clinical Journal of Sport Medicine: Official journal of the Canadian Academy of Sport Medicine 2008; 18: 44–48*

26 *Hoch MC, McKeon PO. Peroneal reaction time after ankle sprain: A systematic review and meta-analysis. Medicine and Science in Sports and Exercise 2014; 46: 546–556*

27 *Hootman JM, Dick RW, Agel J. Epidemiology of collegiate injuries for 15 sports: Summary and recommendations for injury prevention initiatives. Journal of Athletic Training 2007; 42: 311–319*

28 *Hubbard TJ, Kaminski TW, Vander Griend RA et al. Quantitative assessment of mechanical laxity in the functionally unstable ankle. Medicine and Science in Sports and Exercise 2004; 36: 760–766*

29 *Hubbard-Turner T. Relationship between mechanical ankle joint laxity and subjective function. Foot & Ankle International/American Orthopaedic Foot and Ankle Society [and] Swiss Foot and Ankle Society 2012; 33: 852–856*

30 *Klykken LW, Pietrosimone BG, Kim K-M et al. Motor-neuron pool excitability of the lower leg muscles after acute lateral ankle sprain. Journal of Athletic Training 2011; 46: 263–269*

31 *Kobayashi T, Gamada K. Lateral ankle sprain and chronic ankle instability: A critical review. Foot & Ankle Specialist 2014; 20: 1–29*

32 *Kofotolis ND, Kellis E, Vlachopoulos SP. Ankle sprain injuries and risk factors in amateur soccer players during a 2-year period. The American Journal of Sports Medicine 2007; 35: 458–466*

33 *Konradsen L, Bech L, Ehrenbjerg M et al. Seven years follow-up after ankle inversion trauma. Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports 2002; 12: 129–135*

34 *Kristianslund E, Bahr R, Krosshaug T. Kinematics and kinetics of an accidental lateral ankle sprain. Journal of Biomechanics 2011; 44: 2576–2578*

35 *Leumann A, Zuest P, Valderrabano V et al. Chronic ankle instability in the Swiss orienteering national team. Sport-Orthopädie – Sport-Traumatologie – Sports Orthopaedics and Traumatology 2010; 26: 20–28*

36 *Lohrer H, Nauck T, Gehring D et al. Ankle arthrometry for evaluation of the mechanical component in chronic ankle instability. Sportverletzung Sportschaden 2013; 27: 85–90*

37 *Lohrer H, Nauck T, Gehring D et al. Differences between mechanically stable and unstable chronic ankle instability subgroups when examined by arthrometer and FAAM-G. Journal of Orthopaedic Surgery and Research 2015; 10: 32*

38 *McCarthy MM, Voos JE, Nguyen JT et al. Injury profile in elite female basketball athletes at the Women's National Basketball Association combine. The American Journal of Sports Medicine 2013; 41: 645–651*

39 *McKay GD, Goldie PA, Payne WR et al. Ankle injuries in basketball: Injury rate and risk factors. British Journal of Sports Medicine 2001; 35: 103–108*

40 *McKeon JMM, McKeon PO. Evaluation of joint position recognition measurement variables associated with chronic ankle instability: A meta-analysis. Journal of Athletic Training 2012; 47: 444–456*

41 *Medina McKeon JM, Bush HM, Reed A et al. Return-to-play probabilities following new versus recurrent ankle sprains in high school athletes. Journal of Science and Medicine in Sport 2014; 17: 23–28*

42 *Munn J, Sullivan SJ, Schneiders AG. Evidence of sensorimotor deficits in functional ankle instability: a systematic review with meta-analysis. Journal of Science and Medicine in Sport/Sports Medicine Australia 2010; 13: 2–12*

43 *Myers JB, Riemann BL, Hwang J-H et al. Effect of peripheral afferent alteration of the lateral ankle ligaments on dynamic stability. The American Journal of Sports Medicine 2003; 31: 498–506*

▬ Das vollständige Literaturverzeichnis finden Sie unter:
www.thieme-connect.de/products/sportphysio

AUTOREN

Dominic Gehring, PhD, *ist Sportwissenschaftler mit den Schwerpunkten orthopädische und angewandte Biomechanik in Freiburg. Der Fokus seiner wissenschaftlichen Arbeit liegt in der Erforschung der Gelenkkontrolle des Knie- und Sprunggelenks sowie in der Sportschuhforschung.*
E-Mail: Dominic.Gehring@sport.uni-freiburg.de

Heinz Lohrer, MD, *Facharzt für Orthopädie, war bis Februar 2015 Ärztlicher Direktor des Sportmedizinischen Instituts Frankfurt am Main. Seit März 2015 leitet er das private European Sportscare Network in Wiesbaden-Nordenstadt. Er ist Vice Chairman des European College of Sports and Exercise Physicians (ECOSEP) und war zudem mehrfach Olympiaarzt. Sein wissenschaftlicher Schwerpunkt liegt im Bereich Sprunggelenk und Achillessehne.*

Albert Gollhofer, PhD, *ist Direktor des Instituts für Sport und Sportwissenschaft der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg und war unter anderem Präsident des European College of Sport Science (ECSS). Als Professor für Trainings- und Bewegungswissenschaft/Biomechanik liegt sein Fokus auf den Themenbereichen motorische Kontrolle, neuromuskuläres System und Verletzungsprophylaxe.*

BIBLIOGRAFIE

DOI 10.1055/s-0042-109744
Sportphysio 2016; 4: 105–111

© Georg Thieme Verlag KG
Stuttgart · New York · ISSN 2196-5951

Besuchen Sie uns auf facebook:

www.facebook.com/thiemeliebtphysiotherapeuten