

Westfälische Wilhelms-Universität Münster
Institut für Sportgeschichte und Sportpädagogik
Sommersemester 2018
Erstprüfer: Prof. Dr. Michael Krüger
Zweitprüfer: Andreas Klose

Bachelorarbeit

Prävention und Rehabilitation von Sprunggelenksverletzungen - Ein Review

Prevention and Rehabilitation of Ankle Injuries - A Review

Leon Laakmann
Studienfächer: BABK - EHW und Sport
Matrikelnummer: 426640
Telefon: 015783965086
E- Mail: Leon2303@freenet.de
6. Semester

Inhaltsverzeichnis

I	Abkürzungsverzeichnis	I
II	Abbildungsverzeichnis	II
III	Glossar	III
1	Einleitung	1
2	Anatomische Grundlagen	2
3	Epidemiologische Daten	5
4	Prädisponierende Faktoren	9
5	Präventive Maßnahmen	12
5.1	Propriozeptives Training	12
5.2	Externe Stabilisierungshilfen.....	17
5.3	Vergleichende Betrachtung der präventiven Maßnahmen	21
6	Rehabilitation einer akuten Außenbandverletzung.....	23
6.1	Schweregrade	23
6.2	Diagnose	24
6.3	Konservative Therapie versus Operation	26
6.4	Behandlungsstrategien in der konservativen Therapie.....	27
7	Diskussion und Ausblick	33
8	Anhang	36
	Literaturverzeichnis	40
	Verzeichnis der Internetquellen	44
	Plagiatserklärung	45

I Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
ARAG	Allgemeine-Rechtsschutz-Aktien-Gesellschaft
BMI	Body Mass Index
et al.	und Andere
Hrsg.	Herausgeber
f.	und Folgende
LFC	Ligamentum fibulocalcaneare
LFTA	Ligamentum fibulotalare anterius
MRT	Magnetresonanztomographie
NSAR	nichtsteroidale Antirheumatika
OSG	Oberes Sprunggelenk
RICE	Rest-Ice-Compression-Elevation
S.	Seite
SEBT	Star-Extrusion-Balance-Test
USG	Unteres Sprunggelenk

II Abbildungsverzeichnis

- Abb. 1.* Bewegungsachsen des Sprunggelenks (Wurzinger, 2010, S. 359)
- Abb. 2.* Bewegungsumfänge in Plantarflexion und Dorsalextension (Lippert, 1996, S. 719)
- Abb. 3.* Verlust der Knochenführung im oberen Sprunggelenk bei Plantarflexion (Wurzinger, 2010, S. 362)
- Abb. 4.* Bandapparat eines rechten Fußes in der Ansicht von lateral (Wurzinger, 2010, S. 360)
- Abb. 5.* Der Star-Extrusion-Balance-Test (Hardy, Bliven, Nesser & Bruckner, 2008)
- Abb. 6.* Ottawa ankle rules (Bachmann, Kolb, Koller, Steuer & Riet, 2003)
- Abb. 7.* (A) Schubladentest zur Untersuchung des LFTA und (B) Talar-Tilt-Test zur Beurteilung der zusätzlichen Betroffenheit des LFC (Polzer et al., 2012)

III Glossar

Begriff	Definition/Erklärung/Verständnis
Sportverletzung	Eine Sportverletzung wie das Umknicktrauma entsteht meist durch ein akutes, plötzliches und unerwartetes Ereignis, welches auf exogene Faktoren (z.B. Körperkontakt mit einem Gegner) oder endogene Faktoren (z. B. ungenügende Stabilisierung) zurückzuführen ist.
Schädigung	Eine Schädigung kann die Folge einer vorherigen Verletzung sein oder aus einer Fehlbeanspruchung mit resultierender Überbelastung entstehen.
Quelle	Freiwald et al., 2012, S. 10; Deutsches Netzwerk Evidenzbasierte Medizin e. V., 2011
Primärprävention	Die primäre Prävention umfasst vorbeugende Maßnahmen, die einsetzen bevor eine Krankheit eingetreten ist. Im Hinblick auf die Verletzungen am Sprunggelenk entsteht hier die Absicht, die Eintrittswahrscheinlichkeit für ein erstmaliges Umknicktrauma zu reduzieren, indem verletzungsindizierende Ursachen beseitigt oder verringert werden.
Sekundärprävention	Die sekundäre Prävention ergreift Maßnahmen, die eine bereits vorliegende Krankheit möglichst vor dem Auftreten von Symptomen erkennen lassen und somit eine Eingrenzung von Folgeerscheinungen ermöglichen. Nach dem Erleiden eines Umknicktraumas ist es wichtig, die Wahrscheinlichkeit für eine erneute Verletzung zu verringern. Gerade bei erneuten Verletzungen kommt es zu Schädigungen. Die zentrale Aufgabe liegt darin, eine erneute Verletzung und die daraus resultierend mögliche Schädigung zu vermeiden.
Quelle	Freiwald et al., 2012, S. 9; Deutsches Netzwerk Evidenzbasierte Medizin e. V., 2011
Plantarflexion	Die Plantarflexion bezeichnet in dieser Arbeit die Abwärtsneigung des Fußes als Beugung in Richtung der Fußsohle, welche durch das obere Sprunggelenk ermöglicht wird. Der Zehenstand im Ballett verdeutlicht diese Bewegungsmöglichkeit.
Dorsalextension	Die Dorsalextension beschreibt die Gegenbewegung zur Plantarflexion und wird als Streckbewegung definiert, da der Fuß sowie die Fußspitze in Richtung des Fußrückens angehoben werden.
Quelle	Psychrembel Redaktion, 2016a
Supination	Die Supination wird durch das Anheben des medialen Randes und der daraus resultierenden Abknickbewegung durch das gleichzeitige Absenken des lateralen Fußrandes definiert.
Pronation	Die Pronation ist die entgegengesetzte Bewegung zur Supination und führt zum Anheben des lateralen Fußrandes.
Quelle	Wurzinger, 2010, S. 364
Inversion	Die Inversion bezeichnet in dieser Arbeit eine Kombination aus Plantarflexion, Supination und Adduktion.
Eversion	Die Eversion bezeichnet die Gegenbewegung zur Inversion und umfasst eine Kombination aus Dorsalextension, Pronation und Abduktion.
Quelle	Wurzinger, 2010, S. 364; Diemer, Sutor & Wappelhorst, 2018, S. 372
Adduktion	Die Adduktion definiert sich grundlegend als Bewegung eines Körperteils in Richtung der Medianebene.
Abduktion	Die Abduktion definiert sich als Wegführen eines Körperteils von der Medianebene.
Quelle	Schmidt, 2010, S. 13

1 Einleitung

Sprunggelenksverletzungen stellen eine der häufigsten Verletzungen im Sport dar. Diese sind meist nicht schwerwiegend, führen jedoch häufig zu rezidivierenden Verletzungen oder Chronifizierungen mit möglicher Schädigung von Strukturen, wodurch eine primär simple Außenbandverletzung einen langen Ausfall im Sport und große finanzielle Kosten für das Gesundheitssystem verursachen kann (Gribble et al., 2016). Grund für die Aufmerksamkeit und dem daraus resultierendem Interesse für das Thema stellen die häufig beobachteten Verletzungen am Sprunggelenk von Mitstudierenden im Sportstudium dar.

Eine empirische Untersuchung von Dreiskämper, Tietjens und Strauß (2015), die eine Auswertung von Unfallmeldebögen in einem Zeitraum von 2001 bis 2010 an sieben sportwissenschaftlichen Instituten in NRW darstellt, bekräftigt diesen subjektiven Ausgangspunkt. Mit einem Anteil von 25 % an den gesamten Verletzungen, werden Sprunggelenksverletzungen als die am häufigsten verzeichnete Verletzungsart bei Sportstudenten¹ identifiziert. Diese sind charakteristisch nicht schwerwiegend und betreffen am häufigsten den Bandapparat (Dreiskämper et al., 2015).

Daraus resultierend ergibt sich die übergreifende Frage nach präventiven, evidenzbasierten Maßnahmen, um primär sowie sekundär die Inzidenz von Verletzungen am Sprunggelenk im Sport zu reduzieren. Eine Eingrenzung wird bewusst dahingehend getroffen, dass kosten- und zeiteffiziente Maßnahmen, die vergleichend dargestellt werden können, in Betracht gezogen werden. Zusätzlich stellt sich die Frage nach einer adäquaten und effizienten Rehabilitation, um rezidivierende Symptome beziehungsweise eine Chronifizierung nach einer Verletzung vermeiden zu können. Dies wird auf die häufig vorkommende Außenbandverletzung beschränkt.

Eine aktuelle Literaturrecherche in den Datenbanken „PubMed“ und „Google Scholar“ mit einer gezielten Kombination von Schlag- und Stichwörtern stellt den Schwerpunkt der Arbeit dar, um ausgewählte Review-Artikel und Einzelinterventionen deskriptiv und objektiv darstellen sowie miteinander vergleichen zu können. Als Problemstellung ergibt sich eine große Bandbreite an Erhebungen, die heterogene Designs verwenden und eine Vergleichbarkeit erschweren. Sekundärliteratur aus den Beständen der Universitäts- und Landesbibliothek sowie der deutschen Zentralbibliothek für Medizin in Münster bildet die theoretische Basis.

Das Vorgehen strukturiert sich thematisch dahingehend, dass für gezielte Strategien in der Prävention und Rehabilitation zunächst der Verletzungsmechanismus und dessen anatomische Grundlagen verstanden werden müssen. Anschließend wird durch das Abbilden von epidemiologischen Daten und der Betrachtung von evidenzbasierten, verletzungsindizierenden Faktoren eine Zielgruppe sowie Charakteristika für ein erhöhtes Verletzungsrisiko ausgearbeitet. Der Hauptteil zeigt den Einfluss von propriozeptiven Training und äußeren Stabilisierungen in der primären und

¹ Aus Gründen der Ästhetik und Lesbarkeit wird das generische Maskulinum verwendet. Die weiblichen Formen sind implizit mitzulesen.

sekundären Prävention auf und stellt die aktuellen Strategien in der Rehabilitation einer akuten Außenbandverletzung dar.

2 Anatomische Grundlagen

Zum besseren Verständnis der Arbeit wird im Folgenden ein Bezug zu den anatomischen Grundlagen hergestellt.

Das Sprunggelenk muss einerseits das gesamte Körpergewicht tragen und somit höchste Stabilität aufweisen, andererseits bei Bewegungen wie Laufen oder Gehen über Beweglichkeit für das Abrollen verfügen. Anatomisch ist dies möglich durch ein kombiniertes Gelenk aus dem oberen und dem unteren Sprunggelenk, wobei die Bewegungsachsen der beiden Gelenke nahezu senkrecht übereinander liegen (vgl. Abb.1). Muskelaktionen wirken immer über beide Gelenke. Trotzdem ist es sinnvoll, das obere Sprunggelenk (OSG) vom unteren Sprunggelenk (USG) funktionell und anatomisch zu unterscheiden, da beide unterschiedliche Bewegungsumfänge sowie Bewegungsachsen besitzen (Wurzinger, 2010; Lippert, 1996).

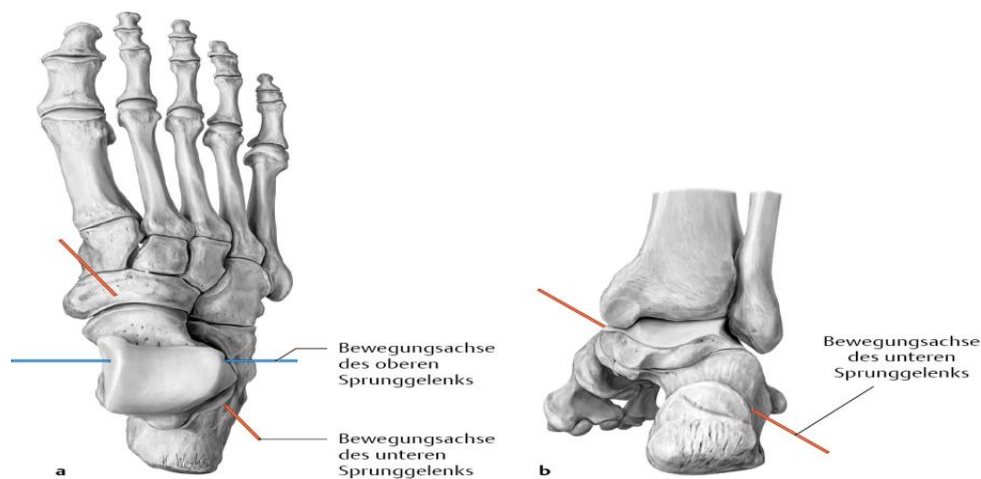


Abb. 1. Bewegungsachsen des Sprunggelenks (Wurzinger, 2010, S. 359)

Das OSG besteht aus Tibia, Fibula und Talus und hat als Scharniergelenk mit der Bewegungsachse in der Frontalebene die typische Funktion, Flexions- und Extensionsbewegungen auszuführen (Ziai & Huber, 2013). Hierfür lassen sich Bewegungsradien ermitteln (vgl. Abb. 2). Bei dem Bestimmen des Bewegungsradius benutzt man einen Winkelmesser und die Neutralnullstellung im Fußgelenk. Die Neutralnullstellung ist gegeben, wenn sich der Fuß rechtwinklig zum Unterschenkel befindet. Die Dorsalextension lässt bei gesunden, jungen Erwachsenen mit 20-30 Grad weniger Bewegungsradius zu als die Plantarflexion mit 30-40 Grad (Lippert, 1996).

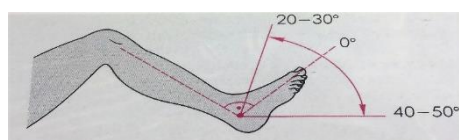


Abb. 2. Bewegungsumfänge in Plantarflexion und Dorsalextension (Lippert, 1996, S.719)

Dieser Unterschied ist für den Verletzungsmechanismus dahingehend interessant, dass je nach Stellung des Fußes – in der Plantarflexion oder Dorsalextension - unterschiedliche Stabilisationsmöglichkeiten greifen können. Grundlegend unterscheiden Ziai und Huber (2013) eine passive von einer aktiven Stabilisierung. Die Malleolengabel wirkt knöchern-passiv und wird als „erste Verteidigungslinie“ bezeichnet (Ziai & Huber, 2013: S. 16). Sie besteht aus den distalen Enden der Tibia und Fibula und umgreift den Talus. Dabei hält das Syndesmoseband zwischen Tibia und Fibula die Malleolengabel auf Spannung (Wurzinger, 2010). Verteidigungslinien stellen in diesem Kontext gegenseitige Hilfen zur Stabilisierung dar, wobei eine Rangordnung nach der Relevanz für die Stabilisierung getroffen werden kann. Allerdings sind alle Verteidigungslinien voneinander abhängig. Die knöcherne Stabilität wird erst durch die jeweiligen Bänder und Muskeln ermöglicht.

Als typisches Scharniergelenk besitzt das OSG ausgeprägte Kollateralbänder (Lippert, 1996; Wurzinger, 2010). Diese medial und lateral angeordneten Bänder werden als „zweite Verteidigungslinie“ bezeichnet und gehören ebenfalls zu der passiven Stabilisierung (Ziai & Huber, 2013: S.16). Die dritte und einzig aktive Stabilisierungsmöglichkeit wird durch die Muskelansteuerung des Unterschenkels erzeugt. Durch die muskuläre Kontraktion kommt es durch den resultierenden Sehnenzug zur Blockierung des Sprunggelenks (Ziai & Huber, 2013).

Die mechanisch-knöchernen Stabilität ist dabei in der Dorsalextension am größten und nimmt mit zunehmender Plantarflexion ab. Somit steigt die Verletzungsanfälligkeit der Bänder mit zunehmender Plantarflexion an, da dort die knöchernen Stabilität fehlt und ein erweiterter Bewegungsumfang im Gelenk möglich ist. Dieser kann bei Krafteinwirkung in Verbindung mit einem verspäteten Muskeleinsatz zu einer unphysiologischen Belastung der Bänder führen (Plesch, Sieven & Trzolek, 2009). Die fehlende knöchernen Stabilität ist in der plantarflektierten Stellung dadurch begründet, dass der Talus dorsal schmaler ist als ventral. So gelangt bei der Dorsalextension der breitere, ventrale Teil zwischen die Malleolengabel, wodurch das Syndesmoseband unter Spannung gerät und Seitbewegungen des Fußes weitestgehend eingeschränkt werden. Umgekehrt ermöglicht der schmälere Teil in der Malleolengabel keinen festen, knöchernen Halt. Somit können dort kleine Seitbewegungen des Fußes stattfinden. Zur Veranschaulichung hat man beim Bergsteigen bergauf einen sicheren Halt durch die knöchernen Stabilität. Bergab ist weniger Stabilität und Sicherheit gegeben, da sich der Fuß in plantarflektierter Stellung befindet (Lippert, 1996). Der gleiche Mechanismus macht einen Skispringer durch Vorneigen des Unterschenkels bei fest aufgesetztem Fuß stabiler (Wurzinger, 2010).

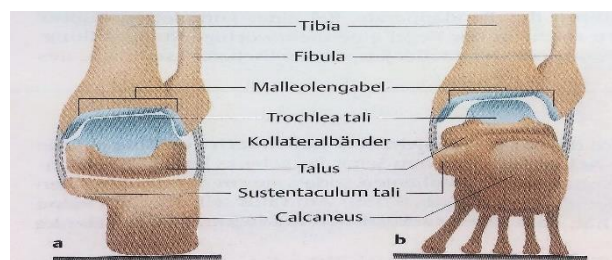


Abb. 3. Verlust der Knochenführung im oberen Sprunggelenk bei Plantarflexion (Wurzinger, 2010, S. 362)

Das USG bildet sich aus Talus, Calcaneus und dem Os naviculare (Lippert, 1996). Hier finden zum großen Teil Supinations-Inversions-Bewegungen sowie Pronations-Eversions-Bewegungen statt (Ziai & Huber, 2013). Die Eversion und Inversion sind isolierte Bewegungen im USG und haben einen geringeren Bewegungsradius. Dagegen beanspruchen Pronations- und Supinationsbewegungen immer die Beweglichkeit im gesamten Vorfuß gegen den Talus und Unterschenkel. Die Supination beschreibt das Anheben der medialen Fußfläche und kann bis zu 50 Grad betragen. Die Pronation, also das Anheben der lateralen Fußfläche, beträgt dagegen nur 25 Grad (Wurzinger, 2010). Die Pronation lässt anatomisch bedingt weniger Bewegungsradius zu, weil es zu einem frühzeitigen Kontakt zwischen Talus und Fibular kommt. Dies ist der Grund für die geringere Anzahl an isolierten medialen Bänderverletzungen (Fuhrmann et al., 2012). In der Supinationsbewegung ist deutlich mehr Bewegungsradius möglich. Zusätzlich ist eine Supinationsbewegung häufig mit einer Plantarflexion und Adduktion gekoppelt (Lippert, 1996). Die fehlende knöchern Stabilität verbunden mit einer hohen Beweglichkeit kann somit leicht zu einer unphysiologischen Belastung der lateralen Bänder führen, wodurch die Verletzungshäufigkeit der Außenbänder allein schon anatomisch begründet werden kann.

Im Folgenden soll deshalb gerade auf den lateralen Bandapparat eingegangen werden. Am lateralen Bandapparat sind drei wesentliche Bänder zu unterscheiden, die für den Verletzungsmechanismus relevant sind: das Ligamentum fibulotalare anterius (LFTA), das Ligamentum fibulotalare posterius und das Ligamentum fibulocalcaneare (LFC). Die Unterscheidung der lateralen Bänder ist dahingehend sinnvoll, da sie beim Verletzungsmechanismus unterschiedlich häufig betroffen sind. Das TFLA ist in 86% der Fälle und damit klar am häufigsten betroffen. Das LFC ist mit 64% am zweithäufigsten betroffen. Das dritte lateral stabilisierende Band ist das Ligamentum fibulolaterale posterius und ist von den drei Bändern das am wenigsten verletzte (Ziai & Huber, 2013).

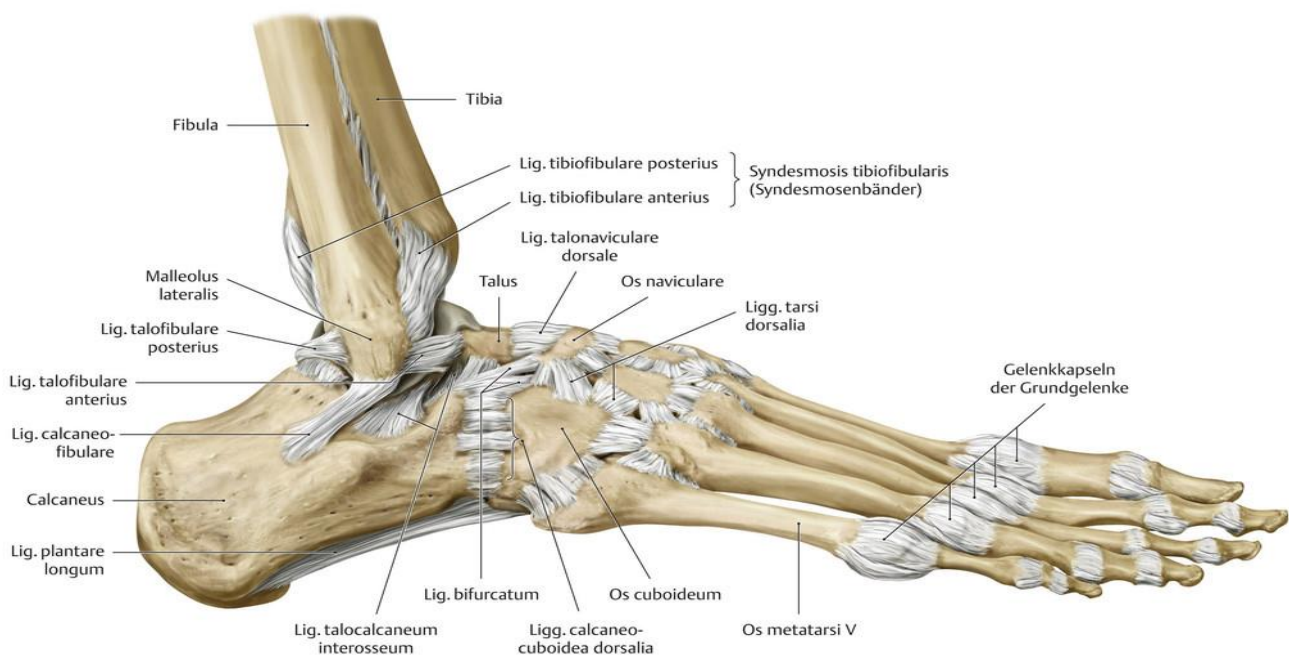


Abb. 4. Bandapparat eines rechten Fußes in der Ansicht von lateral (Wurzinger, 2010, S. 360)

3 Epidemiologische Daten

Die Erfassung der Verteilung von Krankheiten sowie resultierende Folgen dieser bestimmen das Forschungsziel in der Epidemiologie (Psychrembel Redaktion, 2018). In Bezug auf Sprunggelenksverletzungen könnten systematische Verteilungen Determinanten erfassen, die Zielgruppen für Präventionsmaßnahmen eingrenzen. Diese Determinanten beruhen zunächst auf statistischen, deskriptiven Erhebungen, ohne kausale Rückschlüsse darzulegen. Die Interpretation erfordert deshalb zunächst eine neutrale Betrachtung der deskriptiven Fakten und kann dann mögliche, systematische Rückschlüsse erörtern.

Um systematische Verteilungen von Sportverletzungen festzustellen, werden größere, gezielt erfasste Datensätze benötigt. In Deutschland erfassen Unfallversicherungen systematisch Unfallmeldungen, die nach einer Auswertung genutzt werden können. Durch eine Suche bei „Google Scholar“ ergeben sich weitere deutsche Erhebungen. Eine Recherche bei „PubMed“ soll die Betrachtung über den deutschen Raum hinweg ausweiten. Hier liegt der Fokus bewusst auf systematische Übersichtsarbeiten, um aus einer Zusammenfassung von epidemiologischen Primärstudien deskriptiv Ergebnisse extrahieren und vergleichen zu können (Deutsches Netzwerk Evidenzbasierte Medizin e. V., 2011). Eine Kombination aus „epidemiology review“, „sport injury“ und „ankle“ beinhaltet 106 Treffer bei „PubMed“, von denen drei Übersichtsartikel und mehrere Einzelerhebungen betrachtet werden.

Die Allgemeine-Rechtsschutz-Aktien-Gesellschaft (ARAG) sammelt seit 1987 - zunächst nur aus einzelnen Bundesländern in Deutschland - Sportunfalldaten und legt eine Erweiterung des einbezogenen Gebietes bis 2001 dahingehend dar, dass eine Darstellung der Unfalldaten von nahezu 45 % der organisierten Sportler im deutschen Sportbund möglich wird. Bei der Auswertung des Zeitraums zeigt sich das Sprunggelenk mit 27 % der gesamten Verletzungen als am häufigsten verletzte Körperregion, wobei bei Frauen eine Sprunggelenksverletzung etwas häufiger vorliegt als bei Männern. Es ist essentiell, die Verletzungshäufigkeit in Relation zum Schweregrad zu sehen. So sind die Verletzungen am Sprunggelenk häufig Verstauchungen oder Umknicktraumata, die akut betrachtet als weniger schwere Verletzung anzusehen sind (Gläser & Henke, 2002). Henke, Luig und Schulz (2014) beziehen sich ebenfalls auf Datenerhebungen von ARAG und stellen eine erweiterte Analyse bis 2012 dar. Es ist zu beobachten, dass die aufgeführte Anzahl von Verletzungen am Sprunggelenk bis 2012 nahezu stetig gesunken sind und die Anzahl der Knieverletzungen die des Sprunggelenks übersteigen.

Diese rückläufige Anzahl bei den Sprunggelenksverletzungen könne darauf zurückzuführen sein, dass in den 1990er Jahren noch vermehrt die operative Behandlungstechnik vorzufinden war, während sich diese bis 2012 reduzierte und vermehrt durch eine konservative Behandlung ersetzt wurde. Außerdem werde zunehmend auf einen Arztbesuch verzichtet (vgl. Henke et al., 2014, S. 8). Eine mögliche Limitation bei der Erhebung ergibt sich darin, dass nur bei einem Arztbesuch Verletzungen festgehalten und in die Statistik aufgenommen werden können. Somit könnte eine

größere Dunkelziffer an Verletzungen vorliegen, die keine medizinische Betreuung aufsucht.

Eine 25-Jahres-Analyse (1972-1997) einer sportorthopädisch-traumatologischen Ambulanz wird durch die Suche bei „Google Scholar“ zusätzlich zur Betrachtung in Deutschland hinzugezogen. Der Standort der Ambulanz liegt in Stuttgart und liefert somit keine repräsentativen Daten für ganz Deutschland. Allerdings werden über 30000 behandelte Verletzungen von Sportlern systematisch dokumentiert und analysiert, sodass auch hier epidemiologische Informationen in Bezug auf die Verletzungsart und Lokalisation der Verletzung extrahiert werden können. Hier liegt das Kniegelenk bei der Verletzungshäufigkeit mit 36,6 % noch vor dem Sprunggelenk mit 19,9 %. Supinationstraumata mit resultierenden Verletzungen des Kapselbandapparates dominieren die Verletzungen am Sprunggelenk, wobei gerade Jogging, Basketball, Volleyball Hockey und Squash zu dieser Art von Verletzung führen (Steinbrück, 1999).

Die internationale Studienlage liefert ergänzend, dass Sprunggelenksverletzungen mit der körperlichen Aktivität ansteigen (Fuhrmann et al., 2012). Mehr als die Hälfte aller Sprunggelenksverletzungen finden während körperlicher Aktivität statt (Waterman, Owens, Davey, Zacchilli & Belmont, 2010). Bevölkerungsgruppen mit einer hohen körperlichen Aktivität wie die US-Armee erleiden im Vergleich zur allgemeinen Bevölkerung besonders häufig Verletzungen am Sprunggelenk (Cameron, Owens & Deberardino, 2010). Im sportlichen Kontext betreffen 30 % der gesamten Verletzungen das Sprunggelenk (Fong, Hong, Chan, Yung & Chan, 2007; Hootman, Dick & Agel, 2007; Waterman et al., 2010). Eils (2003) bezieht sich auf eine Spannweite von 15-45 % der gesamten sportinduzierten Verletzungen, die das Sprunggelenk betreffen. Anhand der Auswertungen von den Verletzungen von High School Athleten ergibt sich zudem, dass Verletzungen signifikant häufiger bei Wettkämpfen und weniger beim Training vorliegen (Hootman et al., 2007; Nelson, Collins, Yard, Fields & Comstock, 2007).

Die Sekundärliteratur weist daraufhin, dass nur 55 % aller Fälle eine medizinische Behandlung aufsuchen (Fuhrmann et al., 2012; Ziai und Huber, 2013). Diese Prozentzahl wird aus einer Primärstudie entnommen, die sich nur auf Basketballspieler bezieht (Smith & Reischl, 1986). Durch die Befragung dieser eingegrenzten Zielgruppe nach der medizinischen Konsultation kann zwar eine Einschätzung gewonnen werden, eine Generalisierung dieser prozentualen Häufigkeit ist allerdings kritisch zu sehen. Eine mangelnde medizinische Konsultation könnte die häufig vorkommenden rezidivierenden Probleme nach einer primären Verletzung erklären. Zu unterscheiden sind rezidivierende Symptome wie Schmerz und Schwellung von einer erneut eintretenden Verletzung und dessen Folgen. Rezidivierende Symptome sind in 40-50 Prozent der Fälle anzunehmen (Doherty et al., 2014). In 10-30 % der Fälle kommt es zu einer erneuten Verletzung (Eils, 2003). Bei bis zu 40% können durch weitere Traumata Folgeerscheinungen wie chronische Instabilitäten entstehen (Ziai & Huber, 2013).

Diese prozentualen Häufigkeiten sind - insbesondere in der Primärliteratur - sehr

heterogen und als grobe Orientierung zu sehen. Smith et al. (1986) stellen zum Beispiel bei Basketballspielern in 50% der Fälle rezidivierende Symptome und bei bis zu 80 % erneute Verletzungen fest, während Van Rijn et al. (2008) in einem systematischen Review bei 33 Prozent nach einem Jahr noch Schmerzsymptome und in einer Spannweite von 3-34% eine erneute Verletzung verzeichnen. So scheinen die Kosten für das Gesundheitssystem für eine akute, primäre Verletzung zunächst niedrig zu sein, allerdings bei Folgeerscheinungen oder Chronifizierungen entscheidend höher zu werden (Gribble et al., 2016).

Eine Verteilung von Sportverletzungen bezüglich einer Sportartenkategorie und der Verletzungslokalisation kann einer systematischen Analyse von epidemiologischen Studien im Zeitraum von 1977-2005 entnommen werden (Fong et al., 2007). Die Autoren merken an, dass eine prozentuale Verteilung nicht direkt kausal auf die Eintrittswahrscheinlichkeit schließen lassen muss. Zusätzlich sollte die Verletzungshäufigkeit in Bezug zu einer Sportart auch immer in Relation mit der Popularität und der Anzahl an Partizipierenden gesehen werden. Von 70 erfassten Sportarten in verschiedenen englisch-sprachigen Ländern stellen Sprunggelenksverletzungen in 24 Sportarten die häufigste Verletzungsart dar. Besonders häufig sind Sportarten wie Rugby, Fußball, Volleyball, Handball und Basketball betroffen. Teamsportarten und Sportarten mit begrenzten Feldern werden als Sportartkategorie mit der höchsten Verletzungshäufigkeit klassifiziert.

Eine einjährige Analyse von Sportverletzungen in einem Krankenhaus für Orthopädie und Traumatologie in Wales ermittelt Basketball und Fußball als Sportarten mit den häufigsten Sprunggelenksverletzungen, wobei in 80 % der Fälle ligamentäre Strukturen betroffen sind (Fong, Man, Yung, Cheung & Chan, 2008).

Doherty et al. (2014) identifizieren in ihrem systematischen Review mit Einschluss von 181 epidemiologischen Arbeiten ähnliche Sportarten wie Basketball und Volleyball und kategorisieren sie als Hallensportarten oder auch als Sportarten mit begrenzten Feldern. Mit Blick auf die Häufigkeit in bestimmten Sportarten, ergeben im Basketball 62% der Verletzungen Distorsionen oder Kapsel-Band-Verletzungen und betreffen am häufigsten das OSG. Im Volleyball betreffen 41-55 % der Verletzungen das Supinationstrauma (Siebert, 2016; Kass, 2016). Die äußeren Bandstrukturen sind in der Erhebung von Doherty et al. (2014) am häufigsten betroffen, während mediale Bandverletzungen seltener vorkommen.

Die erfassten Sportartkategorien haben als gemeinsames Merkmal, dass sie häufig charakteristisch schnelle Richtungswechsel, Sprünge auf engem Raum mit möglichem Kontakt zu Mitspielern und schnelle Drehungen erfordern (Fong et al., 2007; Nelson et al., 2007; Schiffan, Ross & Hahne, 2015).

Zusätzlich differenzieren Doherty et al. (2014) bewusst nach dem Geschlecht und identifizieren für Frauen ein höheres Risiko eine Sprunggelenksverletzung zu erleiden als für Männer. Für diesen signifikanten Unterschied wird das Fehlen kausaler Zusammenhänge angemerkt (Doherty et al., 2014). Kontrovers dazu liegen Ergebnisse vor, die grundsätzlich keinen signifikanten Unterschied in der Häufigkeit zwischen Männern und Frauen ermitteln (Waterman et al., 2010). Fong et al. (2008)

identifizieren in einer einjährigen Erfassung mehr Fälle bei Männern (80%). Die Gründe für eine höhere Verletzungshäufigkeit bei Männern oder Frauen werden in den einzelnen epidemiologischen Erfassungen nicht klar ersichtlich. Frauen lokalisieren sich allerdings in anderen Sportarten als Männer und haben demnach auch in anderen Sportarten die höchste Verletzungsrate. So liegt nach ARAG (2002) die höchste Verletzungsrate bei den Männern beim Fußball vor, während es bei den Frauen Handball ist. Der Hinweis von Fong et al. (2008), immer auch die Anzahl der Partizipierenden sowie die Popularität in Betracht zu ziehen, sollte somit auch bezogen auf das Geschlecht in der jeweiligen Sportart berücksichtigt werden. Hinsichtlich neuromuskulärer oder anatomisch-physiologischer Unterschiede lassen sich keine verletzungsindizierenden Unterschiede ableiten (Doherty et al., 2014).

Auf das Alter bezogen haben Kinder und Jugendliche ein höheres Risiko für Sprunggelenksverletzungen (Doherty et al., 2014). Waterman et al. (2010) finden im Alter von 15-19 Jahren die meisten Sprunggelenksverletzungen vor. Fong et al. (2008) finden eine relative Häufigkeit von nahezu 80 % im Alter von 11-32 Jahren.

Das höhere Verletzungsrisiko in diesem Alter muss dabei nicht in erster Linie kausal auf das Alter zurückzuführen sein, sondern könnte sich auch durch das vorliegende Aktivitätslevel in diesem Alter ergeben. Ein vergleichbares Aktivitätslevel in einem höheren Alter mit Bezug zu den genannten Sportarten könnten ebenfalls zu erhöhten Verletzungsraten des Sprunggelenks führen.

Die vorliegenden epidemiologischen Übersichtsarbeiten und systematischen Review-Artikel bieten einen umfassenden Überblick, erfassen jedoch heterogene Primärliteratur bezogen auf kulturelle Unterschiede, Bezugsgruppen und Sportarten. Somit eignen sie sich lediglich für eine übergreifende Einordnung. Bei Durchsicht der Primärliteratur können kritisch zu sehende Generalisierungen in der Sekundärliteratur ausfindig gemacht werden wie die prozentuale Häufigkeit einer medizinischen Konsultation.

Zusammenfassend kann aus den epidemiologischen Daten geschlossen werden, dass Verletzungen am Sprunggelenk mit dem Aktivitätslevel steigen, deutlich häufiger im Wettkampf vorzufinden sind sowie von der Sportart abhängen, wobei ein ähnliches Beanspruchungsprofil von schnellen Sprüngen, Drehungen und Richtungswechseln die entsprechenden Sportarten ausweist. Die ligamentären Strukturen scheinen am häufigsten betroffen zu sein, insbesondere der äußere Bandapparat. Bezüglich des Geschlechts sind zwar epidemiologische Unterschiede in manchen Erhebungen vorhanden, jedoch sind systematische oder kausale Zusammenhänge weitestgehend unklar. Bezogen auf die Altersgruppe scheint die jüngere Population häufiger betroffen zu sein. Anzumerken ist, dass eine erhöhte Rezidivrate sowie häufig rezidivierende Symptome vorliegen. Diese könnten mit einer mangelnden ärztlichen Konsultation oder einer inadäquaten Behandlung korrelieren.

4 Prädisponierende Faktoren

Anhand der Epidemiologie kann auf charakteristische Eigenschaften geschlossen werden, die die Häufigkeitsverteilung von Sprunggelenksverletzungen systematisch erklären und somit die Zielgruppe für Präventionsmaßnahmen bestimmen. Zusätzlich stellt sich die Frage nach weiteren Faktoren, die die Wahrscheinlichkeit für das Erleiden einer Sprunggelenksverletzung begünstigen und somit ein erhöhtes Risiko provozieren. Eine Evidenz für bestimmte prädisponierende Faktoren könnte für die Entwicklung und Bewertung von Präventionsstrategien genutzt werden. Im Hinblick auf Trainer und Übungsleitende könnte das Wissen über diese Risikofaktoren und eine Identifizierung innerhalb einer Mannschaft oder Sportart die Möglichkeit ergeben, Partizipierende mit einem erhöhten Risiko für ein gesondertes, präventives Training auszuwählen.

Die Literaturrecherche bei „PubMed“ ergibt durch eine Kombination von „predictive factors“ und „lateral ankle sprain“ 20 Artikel, von denen zwei Review-Artikel und mehrere prospektive Einzelinterventionen in die Arbeit einbezogen werden. Eine zusätzliche, detailliertere Betrachtung von einzelnen Faktoren wie die posturale Stabilität oder der BMI kann ergänzend mit Hilfe von „Google Scholar“ erörtert werden.

Beynnon, Murphy und Alosa (2002) stellen eine allgemeine Übersicht der in prospektiven Studien analysierten Risikofaktoren dar und gliedern diese in intrinsische und extrinsische Faktoren, welches auf dem Klassifikationssystem von Williams (1971) beruht. Die Autoren filtern bewusst prospektive Studien, da vorherfestgestellte Eigenschaften und Kriterien mit der Inzidenz von Sprunggelenksverletzungen in einem darauffolgenden Zeitraum in Verbindung gebracht werden müssen, um Risikofaktoren zu identifizieren (Beynnon et al., 2002).

Generell herrscht Konsens darüber, dass eine vorherige Sprunggelenksverletzung als evidenzbasierter, zentraler Risikofaktor angesehen werden kann (Beynnon et al., 2002; De Noronha, França, Haupenthal & Nunes, 2013; Witchalls, Blanch, Waddington & Adams, 2012). Eine vorherige Verletzung ergibt sich als der am häufigsten untersuchte Prädiktor und wird den intrinsischen Risikofaktoren zugeordnet (Beynnon et al., 2002). Gross und Liu (2003) fassen in ihrem Review eine vorherige Verletzung sowie die Ausübung einer Risikosportart als größte verletzungsindizierende Faktoren auf. Es liegen allerdings auch einzelne Erhebungen vor, die eine vorherige Verletzung nicht als Risikofaktor erheben beziehungsweise keinen signifikanten Unterschied gegenüber unverletzten Athleten feststellen. Eine Primärstudie von Baumhauer et al. (1995) findet beispielsweise keinen signifikanten Unterschied in der Verletzungshäufigkeit bei 145 verletzten und unverletzten College Athleten. Beynnon et al. (2002) schlussfolgern, dass eine vorherige Verletzung und dessen resultierendes Risiko für eine erneute Verletzung zwar einheitlich anerkannt ist, jedoch zusätzlich nach der Qualität und Art der durchlaufenden Rehabilitation nach der Verletzung differenziert werden muss, da ein Rehabilitationsprogramm häufig abgebrochen oder unterbrochen wird und somit ein divergierendes Risiko entstehen könnte.

Hinsichtlich anderer Risikofaktoren liegen wenig übereinstimmende Ergebnisse vor (Beynnon et al., 2002; De Noronha et al., 2013; Kobayashi, Yoshida, Yoshida & Gamada, 2013). Gross und Liu (2003) deuten ebenfalls auf uneinheitliche Ergebnisse hin und verweisen auf die heterogenen Methoden und Designs, die eine Vergleichbarkeit von Erhebungen zusätzlich erschweren. Die Verletzungshäufigkeit pro 1000 Partizipationsstunden hat sich zwar als Methode zur Indikation für die Inzidenz von Sprunggelenksverletzungen durchgesetzt, diverse andere Methoden wie das Zählen von Verletzungen im Folgejahr werden allerdings ebenfalls häufig genutzt (Gross und Liu, 2003). Beynnon et al. (2002) identifizieren in ihrer Übersicht wenig übereinstimmende Aussagen insbesondere hinsichtlich zahlreicher intrinsischer Risikofaktoren wie Größe und Gewicht, der Nachgiebigkeit im Sprunggelenk, Muskelreaktionszeit und Muskelkraft sowie in der körperlichen Schwankung.

Anzumerken ist, dass häufig Intuitiv oder aufgrund von ermittelten Defiziten an verletzten Sprunggelenken auf die allgemeine Gültigkeit von Risikofaktoren wie eine verminderte Muskelkraft am Sprunggelenk oder eine verminderte posturale Stabilität geschlossen wird, die Ergebnisse sich allerdings in Erhebungen auch hier kontrovers unterscheiden und nicht als einheitlich evidenzbasiert angesehen werden können (Beynnon et al., 2002; De Noronha et al., 2013; Kobayashi, Tanaka & Shida, 2016). Die allgemeine Übersicht von Beynnon et al. (2002) und die Nachvollziehbarkeit für die Kontroversität der Aussagen bezüglich der Risikofaktoren werden im Folgenden durch die Betrachtung einzelner Faktoren und dessen Erhebungsinstrumente in aktuelleren Untersuchungen ergänzt und erläutert.

Die posturale Stabilität beziehungsweise Körperschwankung, die von Beynnon et al. (2002) bei den intrinsischen Risikofaktoren Zuordnung findet, wird generell sehr heterogen durch verschiedene Instrumente wie dem Star-Extrusion-Balance-Test (SEBT) oder Abwandlungen davon wie der Y-Balance-Test, aber auch durch einen simplen Balance-Test auf einem Bein oder komplexere Balanceaufgaben ermittelt, indem eine außenstehende Person die Leistungen in diesen Aufgaben mit Hilfe eines Punktesystems bewertet. Aus den unterschiedlichen Erhebungsinstrumenten und der subjektiven Bewertung können bereits Differenzen in den resultierenden Ergebnissen entstehen (Witchalls et al., 2012). Grassi et al. (2017) können in ihrem systematischen Review der posturalen Stabilität keine allgemeingültige Funktion als Risikofaktor für eine Sprunggelenksverletzung zuweisen und erklären dies durch die Heterogenität der vorliegenden Studien bezüglich der Charakteristika der Teilnehmer, der ermittelten Sportarten, der eingesetzten Methoden sowie der resultierenden Ergebnissen.

Der SEBT scheint häufig eingesetzt zu werden und verweist auf mögliche Indikationen für ein erhöhtes Risiko bei einer geringen Punkterzielung. Diese ergibt sich bei einer verminderten Reichweite mit dem Fuß in verschiedene Bewegungsrichtungen bei gleichzeitigem Balancieren auf einem Bein (vgl. Abb. 5). Gerade Defizite in der posterior-lateralen Bewegungsrichtung beim SEBT scheinen ein Risiko zu provozieren, wobei keine kausalen Rückschlüsse getroffen werden können (De Noronha et al., 2013). Zukünftig muss der SEBT noch in einem größeren Rahmen systematisch

überprüft werden, da er nicht nur speziell ein Indiz auf die posturale Stabilität liefert, sondern noch weitere Anforderungen an den Ausübenden stellt (Grassi et al., 2017). Als kosteneffektives und simples Erhebungsinstrument mit dynamischer Beanspruchung könnte es Trainern und Übungsleitenden eine grobe Orientierung liefern, wenn es zukünftig als allgemeingültiges Instrument zur evidenzbasierten Identifikation eines Risikos angesehen werden kann. Generell müssen zukünftige Interventionen insbesondere standardisierte Methoden verwenden, um Ergebnisse vergleichen und in einem übergreifenden Kontext bewerten zu können (Grassi et al., 2017).



Abb. 5. Der Star-Extrusion-Balance-Test (Hardy, Bliven, Nesser & Brucker, 2008)

Der ermittelte Faktor Größe und Gewicht wird in den vorliegenden Untersuchungen meist durch den Body Mass Index (BMI) erfasst. Amoako, Nassium und Keller (2007) ermitteln in ihrem systematischen Review, der speziell den BMI im Verhältnis zur Risikoindikation von Verletzungen betrachtet, dass kontroverse Ergebnisse bezüglich verschiedener Sportarten wie Fußball, Rugby und Volleyball vorliegen, der große Teil der Studien allerdings eine Korrelation zwischen einem erhöhten BMI und dem Risiko für eine Sprunggelenksverletzung identifiziert. Die Autoren legen die theoretische Nachvollziehbarkeit eines höheren BMI dar, indem sie kausal schlussfolgern, dass eine größere Kraft bei schnellen Richtungswechseln im Umkehrmoment herrscht, welches eher zu einer Umknickbewegung führen und sportartspezifische, agilitätsbezogene Bewegungen erschwerend beziehungsweise belastender für das Sprunggelenk darstellen könnte. Der BMI ist jedoch, wie auch die Autoren formulieren, als Indikator kritisch zu betrachten, da er gerade im Sport als Erhebungsinstrument kontrovers diskutiert wird. Der BMI beziehungsweise ein identifiziertes Übergewicht sollte in zukünftigen Interventionen hinreichend und sportartspezifisch als Risikofaktor untersucht werden, da betroffene Partizipierende leicht als mögliche Risikogruppe bezüglich ihres BMI identifiziert werden könnten (Amoako et al., 2007).

Daraus resultierend scheint der BMI zwar ein Kriterium für eine Verletzungsindikation auszumachen. Eine systematische, einheitliche Aussage für Sprunggelenksverletzungen kann aufgrund von kontrovers vorliegenden Ergebnissen bezüglich verschiedener Sportarten jedoch nicht getroffen werden. Die Mehrheit der einbezogenen Studien verweist auf einen höheren BMI als Risikofaktor.

Zusammenfassend wird deutlich, dass Risikofaktoren von zentraler Bedeutung für die Prävention von Sprunggelenksverletzungen sind und eine Vielzahl von

intrinsischen und extrinsischen Faktoren untersucht werden. Der Großteil der Risikofaktoren bleibt kontrovers diskutiert und erweist sich aufgrund der Heterogenität der Erhebungen als schwierig vergleichbar. Lediglich eine vorherige Verletzung ergibt sich als einheitlich anerkannter Risikofaktor. Zukünftige Studien müssten sportartspezifisch und mit standardisierten Erhebungsinstrumenten arbeiten, um eine Vergleichbarkeit und allgemeingültige Schlussfolgerungen zu erzielen.

5 Präventive Maßnahmen

Neben dem grundlegenden Wissen über Risiken und der Identifizierung von bestimmten Faktoren sind evidenzbasierte, zeit- und kosteneffiziente Maßnahmen mit einer resultierenden, systematischen Risikoreduktion der zentrale Baustein, um einer Sprunggelenksverletzung vorbeugend entgegenwirken zu können. Präventive Maßnahmen zielen häufig auf eine Verbesserung der Propriozeption ab und begründen dies mit dem hohen Rezidivrisiko, welches unter anderem auf propriozeptive Defizite zurückgeführt wird, die nach einer Verletzung oder einer Chronifizierung wie bei einer Sprunggelenksinstabilität vorliegen (Verhagen & Bay, 2010; Zech & Hübscher, 2012). Die Wahrnehmung über die Stellung und Bewegung des Körpers im Raum sowie die Einschätzung der Muskelspannung beschreibt grundlegend die Fähigkeit, die durch den Begriff der Propriozeption definiert ist (Froböse & Wilke, 2010). Diese Fähigkeit scheint durch eine Verletzung am Sprunggelenk beeinträchtigt zu sein und einen Risikofaktor für eine erneute Verletzung darzustellen, weshalb in der Praxis Maßnahmen zur Verbesserung der Propriozeption sowohl in der sekundären als auch in der primären Prävention vorliegen (Zech & Hübscher, 2012).

Bei Betrachtung der Primärliteratur ergibt sich die Hypothese von Freeman, Dean und Hanham (1965) als häufig zitierter Bezugspunkt. Demnach liegen nach einer Sprunggelenksverletzung neuromuskuläre Beeinträchtigungen vor, die durch eine verminderte Funktionsfähigkeit der Mechanorezeptoren von Bändern und Muskeln im Sprunggelenk erklärt wird. Aktuelle systematische Übersichtsarbeiten bestätigen diese Defizite und beziehen sich wie auch Freeman et al. (1965) insbesondere auf Untersuchungen an funktionell instabilen Sprunggelenken (Hertel, 2008; Munn, Sullivan & Schneiders, 2010).

Im Folgenden werden Maßnahmen zur Verbesserung der Propriozeption wie propriozeptives Training oder externe Stabilisierungen am Sprunggelenk im Hinblick auf die evidenzbasierte, systematische Risikoreduktion in der sekundären als auch in der primären Prävention betrachtet.

5.1 Propriozeptives Training

Sensomotorisches, propriozeptives oder auch neuromuskuläres Training werden sowohl in der Literatur als auch in der praktischen Anwendung häufig synonym verwendet. Die erstellten Übungen und Trainingsinterventionen, die unter den Begriffen verstanden werden, sind variabel und uneinheitlich klassifiziert. Prozesse der Gelenkstabilisierung und die Kontrolle über die Gelenkstellung ergeben sich allerdings als

wesentliche, charakteristische Merkmale eines propriozeptiven Trainings (Zech & Hübscher, 2012). Die Verbesserung der neuromuskulären Ansteuerung sowie der Bewegungs- und Haltungskontrolle bestimmen die primären Ziele (Steib, Pfeifer & Zech, 2014). Eine Recherche bei „PubMed“ mit einer Kombination aus „proprioceptive training“, „prevention“ und „ankle sprain“ erzielt 37 Treffer von denen zwei systematische Übersichtsarbeiten in die Auswahl einbezogen werden. Zusätzlich werden einzelne Interventionen, die teilweise in beiden Übersichtsarbeiten und in der eigenen Literaturrecherche durch „Google Scholar“ und „PubMed“ wiederzufinden sind, genauer betrachtet.

Im Hinblick auf Sprunggelenksverletzungen resultiert aus der Variabilität der Übungsprogramme und Trainingsinterventionen, die unter dem Begriff des propriozeptiven Trainings gefasst werden, dass Studien schwierig miteinander zu vergleichen sind. Belastungsdosierungen und Erhebungszeiträume werden je nach Untersuchung sehr heterogen gewählt (Rivera, Winkelmann, Powden & Games, 2017; Schiffan et al., 2015; Zech & Hübscher, 2012). Eine Subgruppenanalyse hinsichtlich der präventiven Auswirkung der Trainingsinterventionen auf das Eintreten erstmaliger Sprunggelenksverletzungen im Vergleich zu rezidivierenden Verletzungen wird in vielen vorliegenden Untersuchungen nicht betrachtet (Zech & Hübscher, 2012). Diese Limitationen müssen im Folgenden mit in Betracht gezogen werden.

Hübscher et al. (2010) differenzieren in einer systematischen Metaanalyse zwischen alleinigem Balancetraining und Multiinterventionsprogrammen, die zusätzlich zum Balancetraining plyometrische, kräftigende Übungen sowie Stretching- und Gewandtheitsübungen enthalten. Beide Interventionsprogramme zeigen präventiven Charakter anhand einer Risikoreduktion von 36 % durch alleiniges Balancetraining und 50 % durch ein Multiinterventionsprogramm im Vergleich zur Kontrollgruppe auf. Multiinterventionsprogramme erzielen somit relativ gesehen eine größere Risikoreduktion. Zwischen primärer und sekundärer Prävention kann nicht unterschieden werden, da der Großteil der einbezogenen Studien keine Differenzierung diesbezüglich trifft. Die heterogenen Belastungsdosierungen und Zeiträume ergeben für die Autoren lediglich die Hypothese, dass längere Interventionen von mindestens drei Monaten und mindestens zweimaligem Training á 10 min effektiver sind als kurzweilige Interventionszeiträume. Welchen relativen Anteil propriozeptives Training an der Risikoreduktion der zusammengesetzten Programme hat wird nicht ersichtlich. Grundsätzlich kann bei den Multiinterventionsprogrammen nicht erschlossen werden, welcher Bestandteil den entscheidenden Faktor für die Risikoreduktion beinhaltet. Daraus resultierend ergibt sich die Fragestellung, welchen isolierten Einfluss propriozeptives Training mit Rücksicht auf die Unterscheidung zwischen primärer und sekundärer Prävention erzielen kann.

Schiffan et al. (2015) vergleichen in ihrem systematischen Review mit Metaanalyse sieben Studien, die propriozeptives Training als alleinige Methode durchgeführt haben und stellen eine Subgruppenanalyse hinsichtlich der primären und sekundären Prävention dar. Somit werden wesentliche Limitationen berücksichtigt, allerdings kann die Heterogenität bezüglich der Belastungsdosierung und dem Zeitraum der

Trainingsintervention nicht reduziert werden. Auch hier kann wie bei Hübscher et al. (2010) nur darauf hingewiesen werden, dass längere Programme effizienter sind, um einen präventiven Effekt zu erzielen. In der Sekundärliteratur wird hinsichtlich der Belastungsdosierung darauf hingewiesen, propriozeptives Training mit nahezu vollständiger Regeneration und genügend Pausenzeit durchzuführen, da es eine komplexe Anforderung darstellt. Statische Übungen sollten aufgrund der isometrischen Kontraktion nicht länger als 15 Sekunden ausgeführt werden. Generell sollte bei einer Übungsphase eines propriozeptiven Trainings ein Zeitraum von einer Minute nicht überschritten werden (Froböse & Wilke, 2010).

Sowohl in der primären als auch in der sekundären Prävention ergeben sich Effekte durch die von Schiftan et al. (2015) dargestellten Trainingsinterventionen. Der Effekt in der sekundären Prävention erweist sich als signifikant, wodurch die Autoren schlussfolgern, dass rezidivierende Sprunggelenksverletzungen durch propriozeptives Training evidenzbasiert in der Praxis reduziert werden können. Ein systematischer Effekt für die primäre Prävention wird nicht hinreichend bewiesen. Die Autoren weisen allerdings daraufhin, dass die Anzahl der Probanden ohne Verletzung meist kleiner ist und die primäre Prävention in den vorliegenden Erhebungen nur zusätzlich und nicht gezielt anhand einer großen Anzahl an unverletzten Teilnehmern untersucht wird (Schiftan et al., 2015).

Grundsätzlich liegen wie auch Schiftan et al. (2015) anmerken, wenig Untersuchungen vor, die den Einfluss von propriozeptiven Training isoliert auf die primäre Prävention betrachten. Eils (2003) filtert in einer systematischen Arbeit bewusst Erhebungen, die den Effekt von propriozeptiven Training ausschließlich auf die primäre Prävention betrachten. Ausschlusskriterien bei der Eingrenzung der Studien umfassen die Betrachtung der sekundären Prävention, Rehabilitation sowie bereits vorliegende Instabilitäten im Sprunggelenk. Zusätzlich durchgeführte Interventionen wie das Tragen von Orthesen, Tapes oder speziellen Schuhen werden ebenfalls als Ausschlusskriterien genannt. Unter Einbezug von acht Studien werden vier Trainingsinterventionen von vier Laborstudien differenziert. Obwohl propriozeptives Training auch bei gesunden Athleten zur Reduktion des Verletzungsrisikos favorisiert wird, liefern sowohl die Trainingsinterventionserhebungen als auch die Laboruntersuchungen keinen systematischen Beweis für einen Effekt zur Reduktion der Inzidenz von Sprunggelenksverletzungen (Eils, 2003).

Robbins und Waked (1998) zeigen ebenfalls keinen Effekt von propriozeptiven Training bei unverletzten Partizipierenden bezüglich der Risikoreduktion auf. Hoffman und Payne (1995) weisen an gesunden Versuchspersonen nach einem 10-wöchigen Training deutliche Verbesserungen in der Körperschwankung auf, welche sich sowohl medial-lateral als auch anterior-posterior auswirken. Kritisch zu hinterfragen ist, inwieweit diese Verbesserung auch mit einem reduzierten Risiko für das Erleiden einer erstmaligen Sprunggelenksverletzung korreliert.

Um eine detailliertere Einschätzung darüber zu gewinnen, welche spezifischen Trainingsinterventionen zu welchen Effekten führen und welcher Zeit- und Kostenaufwand damit verbunden ist, werden ausgewählte Primärstudien aus den

Übersichtsartikeln von Schifftan et al. (2015) und Zech und Hübscher (2010) genauer betrachtet.

Der Großteil der vorliegenden Interventionen erfasst unter alleinigem Balancetraining grundlegend Übungen, die auf einem Bein ausgeführt werden. Zusätzlich wird für einen höheren Schwierigkeitsgrad ein Balance Board benutzt, auf dem mit beiden Beinen oder mit einem Bein balanciert werden kann. MC Guine und Keene (2006) zeigen den Effekt eines solchen Interventionsprogramms auf die primäre sowie sekundäre Prävention von 765 High School Athleten auf, die im Fußball und Basketball organisiert sind. Das Programm besteht aus mehreren Stationen mit Übungen, die die Balance auf einem Bein verbunden mit zusätzlichen Aufgaben wie das Schließen der Augen oder das Dribbeln eines Balls trainieren. Sowohl auf glatten Flächen als auch auf einem Wobble Board muss mit 30 Sekunden Belastungszeit die Balance gehalten werden. Vier Wochen vor der Saison wird das Training mit 5x5 Minuten pro Woche begonnen und über eine Saison mit 3x10 Minuten pro Woche ausgeweitet. Bei Athleten mit einer vorherigen Sprunggelenksverletzung kann eine signifikante Risikoreduktion von nahezu 50 % in der Interventionsgruppe verzeichnet werden. Für die primäre Prävention liefert das Training ebenfalls eine Risikoreduktion, diese ist allerdings nicht signifikant im Vergleich zur Kontrollgruppe. Die Schwere der Verletzung wird anhand der Tage definiert, die der Athlet pausieren muss und kann durch das beschriebene propriozeptive Programm nicht reduziert werden. Die Autoren schlussfolgern, dass propriozeptives Training als alleinige Intervention sehr zeit- und kosteneffizient ist und die Inzidenz von Sprunggelenksverletzungen, jedoch nicht die Schwere der Verletzung reduzieren kann (McGuine & Keene, 2006).

Verhagen et al. (2004) verwenden ein 36-wöchiges Programm mit ähnlichen Balanceübungen, welches wöchentlich abwechselnd mit und ohne zusätzlichem Material wie Balance Board oder Ball ausgeführt wird. Es wird viermal die Woche für fünf Minuten in das Aufwärmprogramm von Volleyballspielern einbezogen. Auch hier ergibt sich nur bei Athleten mit vorheriger Verletzung ein signifikanter Effekt bei der Reduktion von Sprunggelenksverletzungen (Verhagen et al., 2004).

Außerdem liegen Interventionsprogramme vor, die unter alleinigem propriozeptiven Training zusätzlich zu den genannten Balanceübungen zum Beispiel Sprünge und Übungen auf schiefen Ebenen verstehen. Eils et al. (2010) legen ein solches propriozeptives Interventionsprogramm dar und gehen dem Problem nach, dass Laboruntersuchungen zwar Verbesserungen der neuromuskulären Kontrolle z.B. in Form der Körperschwankung auf einer Kraftmessplatte nach einer Trainingsintervention ermitteln können, diese aber nicht zwingend eine Indikation für eine Verletzungsreduktion darstellen müssen. Außerdem weisen Eils et al. (2010), wie auch schon von Zech und Hübscher (2010) angedeutet, auf das Problem in Trainingsinterventionsstudien hin, dass häufig nicht klassifiziert werden kann welcher Teil der Intervention den größten Anteil der Verletzungsreduktion ausmacht.

In dem alleinigen propriozeptiven Programm speziell für Basketballspieler, dass einmal die Woche für 20 min durchgeführt wird, sollen sowohl das Risiko für eine Verletzung als auch die damit verbundenen neuromuskulären Anpassungen ermittelt

werden. Daraus resultierend sollen ursächliche Zusammenhänge für eine Verletzungsreduktion, die durch das propriozeptive Training ausgelöst werden, identifiziert werden. Das Programm besteht aus mehreren Stationen und enthält zusätzlich zu den Balanceübungen auf einem Bein auch Partnerübungen auf schrägen Ebenen und Sprünge von dem einen auf das andere Bein mit darauffolgender Stabilisierung und Balance. Vor und nach der Untersuchung wird die Körperschwankung anhand einer Messplatte verzeichnet (Eils et al., 2010).

Das Risiko, eine Sprunggelenksverletzung zu erleiden, wird durch das Programm um 35 % reduziert. Zusätzlich liegen neuromuskuläre Anpassungen in der Interventionsgruppe vor. Die Körperschwankung hat sich gerade in der medial-lateralen Ebene bei der Interventionsgruppe verbessert. Veranschaulicht müssen sieben Athleten das Programm durchlaufen, um eine Verletzung in 55 Sportpartizipationen zu reduzieren. Die Autoren schlussfolgern, dass das erstellte Programm mit wenig Aufwand die Inzidenz für Sprunggelenksverletzung reduzieren und auch in anderen Risikosportarten verwendet werden könnte, obwohl es primär für Basketballspieler entwickelt wurde. Eine durch das propriozeptive Training verbesserte Körperschwankung und neuromuskulären Performance steht hier mit einer Risikoreduktion für eine Verletzung in Korrelation (Eils et al., 2010).

Welche messbaren Anpassungen und Prozesse durch ein propriozeptives Training ausgelöst wird, ist allerdings noch nicht klar identifiziert. In einem kritischen Review gehen Hupperets, Verhagen und Van Mechelen (2009b) der Frage nach, welchen messbaren Effekt propriozeptives Training auf die morphologischen, neurophysiologischen und funktionellen Charakteristika des Sprunggelenks hat und finden nur sehr limitierte Befunde. Sie resultieren, dass die maßgeblichen Prozesse und Veränderungen noch nicht endgültig erklärt werden können.

Aufgrund der Kostenvorteile und simplen Ausführung der Übungen liegen Interventionsprogramme vor, die auch zu Hause durchgeführt werden können. Bei der Betrachtung der Eintrittswahrscheinlichkeit für eine erneute Verletzung nach einer akuten Außenbandverletzung kann ein 8-wöchiges Programm, welches zu Hause durchgeführt wird, eine Risikoreduktion von 35 % erzielen. Ein vergleichbarer präventiver Charakter wird auch durch das Programm von Eils et al. (2010) ermittelt. Das Übungsprogramm wird dreimal die Woche für 30 Minuten auf einem Balance Board durchgeführt. Die Anzahl der neu eintretenden Verletzungen entsteht in dieser Untersuchung durch selbstverantwortliche Rückmeldungen der Probanden (Hupperets, Verhagen & Van Mechelen, 2009b). Kritisch zu sehen ist, inwieweit die Übungen zu Hause stringent und korrekt durchgeführt werden können. Außerdem ist eine selbstverantwortliche Meldung der Verletzungen mit dem Risiko verbunden, dass manche Probanden sich nicht eigenständig melden.

Resümierend kann gesagt werden, dass propriozeptives Training in den vorliegenden Interventionen und in der Praxis mit sehr heterogenen Übungsprogrammen verbunden ist und in Kombination mit weiteren Methoden eine größere Risikoreduktion beinhaltet als in isolierter Form eines einfachen Balancetrainings. Als isolierte Form ist es insbesondere kosten- und zeiteffizient und kann eine Möglichkeit für ein

ergänzendes Training zu Hause darstellen, welches gerade in der sekundären Prävention die Wahrscheinlichkeit für das erneute Erleiden einer Sprunggelenksverletzung reduzieren kann. In der primären Prävention können ebenfalls Effekte für die Risikoreduktion einer erstmaligen Verletzung verzeichnet werden. Diese Effekte ergeben in den vorliegenden Studien allerdings keine Signifikanz. Größer angelegte Erhebungen, die nur die primäre Prävention betrachten, könnten systematische Einflüsse ermitteln. Bezüglich der vorliegenden heterogenen Belastungsdosierung und des Zeitraums der Interventionen lässt sich grundsätzlich nur schlussfolgern, dass längere Einheiten von mindestens 3 Monaten mit mehrmaligem Training pro Woche bei nahezu vollständiger Regeneration und entsprechenden Pausenzeiten einen größeren präventiven Effekt erzielen.

5.2 Externe Stabilisierungshilfen

Externe Stabilisierungen, insbesondere als Tapes und Bandagen aber auch in Form von Orthesen, werden im Sport häufig zur Prävention von Sprunggelenksverletzungen verwendet (Dizon & Reyes, 2010; Papadopoulos, Nicolopoulos, Anderson, Curran & Athanasopoulos, 2005). Herkömmlich wurden diese Stabilisierungshilfen zur Verbesserung der mechanischen Stabilität entworfen, wohingegen der aktuelle Forschungsstand zusätzlich besonders eine Verbesserung der Propriozeption als Effekt der äußeren Kompression in Betracht zieht (Verhagen & Bay, 2010).

Eine Kombination von „braces“, „prevention“ und „lateral ankle sprain“ liefert 29 Artikel, die verschiedene externe Stabilisierungen betrachten, insbesondere allerdings Tapes und Bandagen. Der Übersichtsartikel von Verhagen und Bay (2010) und eine ergänzende Recherche bei „Google Scholar“ ergeben weitere hier einbezogene Review-Artikel und Einzelinterventionen. Ergebnisse der Literaturrecherche bezüglich der Wirkungsmechanismen, präventiven Effekte sowie der Auswirkungen auf die sportliche Leistungsfähigkeit von externen Stabilisierungen am Sprunggelenk werden im Folgenden dargestellt.

Die mechanische Stabilität zeichnet sich als Wirkungsmechanismus sowohl bei der Anwendung von Tapes als auch bei Bandagen durch eine Reduktion des Bewegungsumfangs im Sprunggelenk im Besonderen in der Inversion aus, wobei die Geschwindigkeit einer plötzlichen Umknickbewegung verkürzt sowie der Zeitpunkt bis zur maximal möglichen Inversion verlängert wird (Hall, Simon & Docherty, 2016). Diese Restriktionen sind dabei sowohl bei statischen als auch bei dynamischen Bewegungen vorhanden (Papadopoulos et al., 2005). Die Reduktion des Bewegungsumfangs speziell in der Supination beziehungsweise Inversion des Fußes legt den besonderen Nutzen in der Prävention von Außenbandverletzung dar, indem dort ein unphysiologischer Winkel des Gelenks beim Umknicken vermieden und somit die ligamentären Strukturen geschützt werden sollen (Dizon & Reyes, 2010; Handoll, Rowe, Quinn & de Bie, 2001). Bandagen liefern in der Untersuchung von Hall et al. (2016) an 42 Partizipierenden beim dynamischen Laufen mit einer plötzlicher Supinationsbewegung im Sprunggelenk größere Restriktionen als Tapes.

Der exakte neuromuskuläre Mechanismus und die Verbesserung der Propriozeption

durch eine externe Stabilisierung ist zum derzeitigen Forschungsstand nicht vollständig verstanden (Papadopoulos et al., 2005). In ihrem Review-Artikel identifizieren Papadopoulos et al. (2005) nur eine limitierte Anzahl an Studien, die den propriozeptiven Effekt von Tapes oder Bandagen untersuchen. Die Auswertung der einbezogenen Studien legt die Schlussfolgerung dar, dass die äußere Stimulation der Hautrezeptoren zwar die Propriozeption verbessert, diese sich allerdings nicht unbedingt in einer verbesserten Balance oder einer besseren Verfügbarkeit der Kraft der stabilisierenden Muskulatur äußert. Evidenzbasiert ist dagegen der propriozeptive Effekt auf die verbesserte Reaktionszeit anhand erhöhter EMG-Werte der stabilisierenden Muskulatur, insbesondere der Peronealmuskulatur. Diese ist, wie auch schon in den anatomischen Grundlagen erwähnt, die einzig aktiv wirkende Verteidigungslinie und könnte einen entscheidenden Faktor in der Vermeidung eines Umknicktraumas darstellen (Papadopoulos et al., 2005). Auch Dizon und Reyes (2009) verweisen auf einen verbesserten Reflex der Peronealmuskulatur, der sich aus der propriozeptiven Wirkung der externen Unterstützung ergibt.

Nach dem vorgestellten Wirkungsmechanismus stellt sich die Frage, welchen resultierenden Effekt dieser in der Prävention erzielt und ob diesbezüglich Unterschiede zwischen den genutzten Mitteln vorliegen. Sowohl Eils et al. (2010) als auch Gross und Liu (2003) verweisen darauf, dass viele verschiedene externe Stabilisierungsmittel vorliegen und diese sich ständig erneuern, wodurch sich die Erhebungen für Bandagen, Tapes oder Orthesen im Allgemeinen nicht auf spezifische, neue in der Praxis verwendete Modelle übertragen lassen müssen. Im Folgenden wird grundlegend eine Unterscheidung zwischen Bandagen und Tapes getroffen, da diese wie einleitend formuliert am häufigsten verwendet werden.

In dem systematischen Review von Verhagen und Bay (2010) ermitteln die Autoren einen präventiven Effekt sowohl bei Bandagen als auch bei Tapes, der sich allerdings grundlegend auf Personen mit vorheriger Verletzungen beschränkt. Ein Unterschied zwischen Tapes und Bandagen kann bezüglich der Verletzungsprävention nicht systematisch nachgewiesen werden, obwohl wie zuvor beschrieben Hall et al. (2016) einen Unterschied in der mechanischen Restriktion zwischen Tapes und Bandagen ermitteln. Im Hinblick auf die Primärstudien zeigen ältere Untersuchungen durch eine retrospektive Analyse von Rugbyspielern eine größere Effektivität von Bandagen mit 2,56 Verletzungen pro 1000 Stunden im Vergleich zu Tapes mit 4,91 Verletzungen pro 1000 Stunden auf, während aktuellere Erhebungen keinen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Stabilisierungshilfen anhand von 83 untersuchten High School Athleten ermitteln (Mickel et al., 2006; Rovere, Clarke, Yates & Burley, 1988). Verhagen und Bay (2010) schlussfolgern, dass es keinen ausschlaggebenden Unterschied zwischen Bandagen und Tapes bezüglich der Präventionstendenz gibt und es nicht wie herkömmlich angenommen primär um den Grad der mechanischen Restriktion geht, sondern insbesondere der Einfluss der verbesserten Propriozeption resultierend aus der externen Kompression im Fokus des präventiven Effektes stehen könnte. Dieser Effekt entsteht bei allen externen Stabilisierungen durch den komprimierenden Kontakt an der Haut.

Gegensätzlich zu der Schlussfolgerung von Verhagen und Bay (2010) steht eine Erhebung, die speziell den propriozeptiven Einfluss von Bandagen und Tapes anhand eines Einbeinstands, eines Sprungparcours sowie eines Winkel-Reproduktionstestes ermittelt, wobei Tapes keinen signifikanten Unterschied zur Kontrollgruppe ergeben, zwei verschiedene Bandagen jedoch schon. Die Autoren schließen auf eine unterschiedliche propriozeptive Wirkung bei Bandagen im Vergleich zu Tapes (Jerosch & Bischof, 1994). Hier sollte hinterfragt werden, ob die verschiedenen Testungen ein valides Instrument zur Erfassung der Propriozeption sind und in welchem Maße signifikante Verbesserungen in den Anforderungen der Testungen auch zu einer reduzierten Verletzungshäufigkeit führen.

Der Review von Dizon und Reyes (2010) liefert wie Verhagen und Bay (2010) separiert für Bandagen als auch für Tapes signifikante Effekte in der sekundären Prävention. Diese Effekte werden anhand einer breiten Population bestehend aus Freizeitsportlern und Profisportlern erfasst. In der primären Prävention können keine systematischen Einflüsse ermittelt werden. Dizon und Reyes (2010) verweisen auf vergleichbare Ergebnisse von Handoll et al. (2001), die allerdings nicht zwischen dem separierten Einfluss von Bandagen und Tapes unterscheiden, sondern den generellen Einfluss von externen Stabilisierungen wie Orthesen, Bandagen und Tapes untersuchen. Hier werden signifikante Ergebnisse für die sekundäre Prävention ermittelt, wobei der Großteil der eingeschlossenen Studien jüngere Athleten in Risikosportarten betrachtet. Effekte in der primären Prävention werden grundlegend nicht ausgeschlossen, können anhand der eingeschlossenen Studien allerdings auch nicht systematisch bewiesen werden (Handoll et al., 2001).

Die Autoren schlussfolgern, dass gerade bei Sportpartizipierenden mit einem erhöhten Risiko die externen Stabilisierungen genutzt werden sollten. Die Schwere der Verletzung kann in Betracht der eingeschlossenen Studien durch die externe Unterstützung nicht beeinflusst werden. Der Kostennutzeneffekt sollte nach den Autoren immer abgeschätzt und die Stabilisierungsart an der Präferenz des Athleten abgestimmt werden (Handoll et al., 2001). Bandagen sind kostengünstiger als Tapes, da sie wiederverwendbar sind. Außerdem wird bei einem Tape für eine effiziente Stabilisierung eine professionelle Hilfskraft benötigt, welches Vorteile für die Bandagen darstellen (Verhagen und Bay, 2010; Mickel et al., 2006).

Betrachtet man den Einfluss auf die Schwere der Verletzung, findet eine häufig zitierte, ältere Untersuchung von Garrick und Requa (1973) bei Basketballspielern gegensätzlich zu dem Review-Artikel von Handoll et al. (2001) einen Einfluss von externen Stabilisierungen wie Tapes auf die Schwere der Verletzung. Die erfassten Verletzungen werden in dieser Erhebung als mild, moderat und schwer kategorisiert. In der Interventionsgruppe mit einer externen Stabilisierung liegen weniger schwere und vermehrt moderate Verletzungen vor. Dizon und Reyes (2010) formulieren konträr dazu die Hypothese, dass externe Stabilisierungen wie Tapes und Bandagen zwar eine Bewegungslimitierung und eine geringere Geschwindigkeit bei einer Umknickbewegung durch den externen Widerstand erzielen, diese Restriktionen aber nicht ausreichen, um eine unphysiologisch einwirkende Belastung und somit eine

Verletzung und dessen Schweregrad hinreichend zu verhindern, da Verletzungen auch bei diesem Bewegungsradius sowie bei einer geringeren Geschwindigkeit in der Umknickbewegung entstehen können.

Daraus resultierend muss kritisch hinterfragt werden, ob die Schwere der Verletzung bezüglich der mechanischen Restriktion von Bandagen und Tapes wirklich reduziert oder sogar verhindert werden kann.

Es ergibt sich zusätzlich die Frage nach dem Einfluss der durch die externe Stabilisierung erzeugten Restriktionen auf die sportartspezifische Leistungsfähigkeit und Performance. Dies sollte wie Handoll et al. (2001) schon andeuten bei der Verwendung von externen Stabilisierungen ebenfalls in Betracht gezogen werden. Grundsätzlich wird der Einfluss auf die Performance in einer Vielzahl von Studien untersucht. Diese erweisen sich als heterogen hinsichtlich der Untersuchung von gesunden und/oder verletzten Personen sowie der ausgeführten Sportart und der damit verbundenen Indikatoren zur Identifikation der sportartspezifischen Leistungsfähigkeit (Papadopoulos et al., 2005; Gross und Liu, 2003).

Unter Einschluss von elf Studien, die teilweise den Einfluss von Tapes, aber größtenteils den Einfluss von verschiedenen Bandagen testen, leiten Papadopoulos et al. (2005) ab, dass grundlegend kein negativer Effekt auf die Performance verzeichnet werden kann, da der Großteil der eingeschlossenen Studien keine negativen Auswirkungen in verschiedenen Sportarten wie Basketball und Volleyball in der Sprungfähigkeit, Agilität, Schnelligkeit oder der generellen Performance in der jeweiligen Sportart erhebt. Gross und Liu (2003) beziehen sich ebenfalls auf Erhebungen, die größtenteils keinen negativen Einfluss auf die vertikale Sprunghöhe, Sprintzeiten oder Agilitätsaufgaben erfassen.

Bei Betrachtung der primären Studien ergeben sich allerdings auch vereinzelt Untersuchungen, die negative Effekte ermitteln. Die Untersuchung von Beriau, Cox und Manning (1994) ermittelt verminderte Sprintzeiten bei High School Athleten. Bei einer anschließenden Befragung geben die Athleten jedoch keine subjektiv wahrgenommene Einschränkung durch die externe Stabilisierung an. Papadopoulos et al. (2005) und Gross und Liu (2003) weisen zudem beide auf die Erhebung von Burks et al. (1991) hin, die anhand von 30 College Athleten eine verminderte Performance bei der Verwendung von Tapes ermittelt. Anhand der geringen Anzahl an vorliegenden Studien, die negative Einflüsse ermitteln und der geringen Teilnehmeranzahl in diesen Erhebungen lässt sich keine grundlegende Indikation für eine Leistungsminde- rung festhalten.

Papadopoulos et al. (2005) stellen zusammenfassend zu der Ablehnung eines negativen Effekts zusätzlich einen möglichen positiven Einfluss zur Debatte. Diese Hypothese stützt sich lediglich auf eine Primärstudie, die keinen negativen Einfluss von drei unterschiedlichen Bandagen bei 23 verletzten als auch bei 18 gesunden Versuchsteilnehmern identifiziert und eine signifikante Verbesserung bei Sprungtestungen auf einem Bein ermittelt (Jerosch, Thorwesten, Frebel & Linnenbecker, 1997). Eine allgemeingültige Aussage zur positiven Beeinflussung muss daher kritisch gesehen werden.

Grundsätzlich ist zusammentragend zu berücksichtigen, dass der Wirkungsmechanismus einer externen Stabilisierung sich einerseits durch eine Unterstützung der mechanischen Stabilität und andererseits durch eine verbesserte Propriozeption erklären lässt. Bandagen und Tapes werden am häufigsten verwendet und weisen anhand der einbezogenen Übersichtsartikel keinen grundlegenden Unterschied bezüglich der Verletzungsprävention auf, obwohl Differenzen in der mechanischen Restriktion vorliegen. Hier muss kritisch hinterfragt werden, ob eine allgemeingültige Aussage und Unterscheidung zwischen Bandagen und Tapes getroffen werden kann, da Tapeverbände und Bandagen in sehr verschiedenen Ausführungen in der Praxis und den vorliegenden Interventionen verwendet werden. Hinsichtlich der Kosten und der praktikablen Anwendung erweisen sich Bandagen als effizienter. Externe Stabilisierungen liefern in der sekundären Prävention einen signifikanten Effekt und beeinflussen weitestgehend nicht die athletische Performance, wobei ein Einfluss auf die Schwere der Verletzung kritisch hinterfragt werden muss. Zukünftige Untersuchungen müssen die aktuellen Weiterentwicklungen von Stabilisierungsmitteln und somit eine differenziertere Unterscheidung in Betracht ziehen sowie einen möglichen Einfluss in der primären Prävention genauer untersuchen.

5.3 Vergleichende Betrachtung der präventiven Maßnahmen

Bei Betrachtung der beiden vorgestellten Maßnahmen wird ersichtlich, dass sowohl propriozeptives Training als auch externe Stabilisierungen eine signifikante Risikoreduktion in der sekundären Prävention liefern. Daraus resultierend ergibt sich die Frage nach einem Unterschied hinsichtlich der Wirksamkeit und dem Zeitpunkt der Verwendung.

Grundsätzlich existieren wenige empirische Untersuchungen, die sich gezielt mit dem Vergleich von Interventionen zur Verletzungsprävention am Sprunggelenk beschäftigt haben (Eils et al., 2005).

Verhagen und Bay (2010) stellen in ihrem vergleichenden Review fest, dass der präventive Effekt der beiden Maßnahmen vergleichbar ist. Grundlegend verschieden ist jedoch, wie und wann diese Präventionstendenz erzielt wird. Propriozeptives Training zielt auf das Wiedererlangen der protektiven Fähigkeiten der Bänder und Muskeln ab, während externe Stabilisierungen nur zeitlich begrenzt und ausschließlich bei Verwendung die Propriozeption verbessern, die zugrunde liegenden Defizite allerdings nicht beheben. Um Effekte durch ein propriozeptives Training zu erzielen, benötigt es einen Zeitraum von mindesten 8-10 Wochen, während der protektive Effekt durch eine externe Stabilisierung unverzüglich wirkt. Kurz nach einer Verletzung könnte eine externe Stabilisierung daher mehr Sicherheit liefern, da ein propriozeptives Training keine unmittelbare Wirksamkeit erweist. So schlussfolgern die Autoren, dass theoretisch eine Kombination der beiden Mittel den besten präventiven Effekt erzielen müsste (Verhagen und Bay, 2010).

Ein aktueller Review-Artikel von Burger et al. (2017), der speziell den Unterschied in der Effektivität zwischen neuromuskulärem Training und dem Einsatz von Bandagen ermittelt, resultiert ebenfalls, dass es keinen grundlegenden Hinweis dafür gibt, eines

der beiden Methoden zu präferieren. Die Entscheidung für oder gegen die Methode sollte individuell an den Eigenschaften und der Präferenz des Athleten ausgemacht werden (Burger et al., 2017).

Bei Betrachtung einzelner Interventionen liegt kontrovers zu den Ergebnissen der Übersichtsartikel eine Untersuchung von Janssen, Van Mechelen und Verhagen (2014) vor, die eine größere protektive Wirkung in der sekundären Prävention bei der Verwendung von Bandagen im Vergleich zu einem propriozeptiven Training identifiziert. Das durchgeführte propriozeptive Training orientiert sich an dem Übungsprogramm von Hupperets et al. (2009b), welches eine 8-wöchige Intervention für die eigenständige Durchführung zu Hause darstellt.

Im Unterpunkt des propriozeptiven Trainings wurde das verwendete Übungsprogramm in dieser Arbeit bereits dargestellt und kritisch hinterfragt, da die Verletzungen durch eine selbstständige Rückmeldung der Probanden erfasst werden und in Frage gestellt werden muss, ob von einer korrekten und kontinuierlichen Ausführung der Übungen ausgegangen werden kann, auch wenn DVDs mit den durchzuführenden Übungen als Hilfsmittel bereitgestellt werden. Janssen et al. (2014) differenzieren in ihrer Untersuchung zwischen Bandagennutzung, propriozeptiven Training und einer Subgruppe, die beides zusammen verwendet. 27 % der eingetretenen Verletzungen des folgenden Jahres liegen in der Trainingsgruppe vor, 19 % in der kombinierten Nutzung von Bandage und propriozeptiven Training und 15 % in der alleinigen Bandagennutzung. Die Nutzung der Bandage liefert hier somit signifikant weniger Verletzungen im Folgejahr als das propriozeptive Training und Bandagen alleine zeigen weniger Verletzungen auf als eine Kombination der Methoden. Die Untersuchung liefert keine signifikanten Unterschiede bezogen auf die Schwere der vorliegenden Verletzungen (Janssen et al., 2014). Grundlegend ist die Erhebung aus den genannten Limitationen bei der Durchführung des Trainingsprogramms und der Verzeichnung der Verletzungen kritisch zu hinterfragen.

Eils et al. (2005) zeigen anhand von 334 Basketballspielern bei der Verwendung von Orthesen eine signifikant geringere Verletzungsinzidenz auf als bei einem propriozeptiven Interventionsprogramm. Aufgrund wenig vergleichbarer Erhebungen verweisen die Autoren allerdings auf keine allgemeingültigen Unterschiede zwischen Orthesen und propriozeptiven Training. Mohammadi (2007) und Stasinopoulos (2005) ermitteln jeweils bei Fußballspielern und Volleyballspielern einen überlegenen Effekt von propriozeptiven Training gegenüber dem Einsatz von Orthesen. Beide Erhebungen betrachten jedoch nur eine geringe Anzahl von ca. 50 Versuchspersonen. Bezüglich der Betrachtung von einzelnen Erhebungen ergibt sich aufgrund der Heterogenität des Designs grundlegend eine schwierige Vergleichbarkeit bezüglich der allgemeingültigen Wirksamkeit der Maßnahmen. Die vorliegenden Übersichtsartikel von Verhagen und Bay (2010) und Burger et al. (2017) scheinen keinen systematischen Unterschied zu identifizieren.

Als Schlussfolgerung kann zusammengetragen werden, dass externe Stabilisierungen in vergleichbarem Maße wie ein propriozeptives Training die Risikoreduktion in der sekundären Prävention beeinflusst. Der präventive Effekt tritt bei Verwendung

einer externen Stabilisierung sofort ein und kann im kurzen Abstand nach einer Verletzung eine größere Sicherheit liefern als ein propriozeptives Training, da ein ausschlaggebender Effekt eines Trainingsprogramms erst nach einem gewissen Interventionszeitraum einsetzt. Externe Stabilisierungen können die zugrunde liegenden propriozeptiven Defizite nicht beheben. Zukünftige Erhebungen sollten vermehrt und gezielt präventive Maßnahmen vergleichend analysieren und in Bezug auf eine Sportart die Effizienz der Methoden anhand der Verletzungshäufigkeit erörtern.

6 Rehabilitation einer akuten Außenbandverletzung

Die primären Ziele in der Rehabilitation einer akuten Außenbandverletzung umfassen einen optimalen Heilungsvorlauf und einer daraus resultierenden schnellen Rückkehr zum Sport sowie die Vermeidung von rezidivierenden Symptomen (Vuurberg et al., 2018). Aus den anatomischen Grundlagen und der Epidemiologie ergibt sich die Außenbandverletzung als häufigste Verletzungsart, weshalb diese hier detaillierter betrachtet wird. Für die Betrachtung einer optimalen Rehabilitation wird die Differenzierung in Schweregrade sowie das Diagnoseverfahren dargestellt, da die Art der Verletzung und eine adäquate Diagnose fundamental für den Therapieverlauf sind. Des Weiteren wird zwischen konservativer und operativer Behandlung unterschieden und aktuelle Behandlungsmaßnahmen in der konservativen Therapie evidenzbasiert erörtert.

„PubMed“ liefert durch die Kombination von „Diagnosis“, „Treatment“ und „lateral ankle ligamentous injury“ 112 Artikel. Vier relevante Übersichtsartikel werden einbezogen und durch zwei deutschsprachige Übersichtsartikel nach einer Recherche in „Google Scholar“ ergänzt. Aktuelle Sekundärliteratur im Bereich der Physiotherapie dient als Grundlage und enthält zusätzlich Hinweise auf evidenzbasierte Leitlinien für die Behandlung einer Außenbandverletzung. Diese Leitlinien erstellen Handlungsempfehlungen ausschließlich auf Basis wissenschaftlich fundierter therapeutischer Maßnahmen (Preis, Taxhet & Hofmann-Kock, 2018). Klinisch evidenzbasierte Leitlinien bieten eine Orientierung durch das Publizieren einer standardisierten Therapie, die durch therapeutische Erfahrung an die individuelle Charakteristik des Patienten angepasst werden kann (Pfeiffer, 2018).

6.1 Schweregrade

Eine Unterteilung in Schweregrade ist essentiell, da die Länge der anfänglichen Immobilisation und der weitere Therapieverlauf von der Schwere und der damit verbundenen Schädigung der Kapselbandstrukturen abhängig sind (Weber & Maleski, 2002). In der Literatur liegen verschiedene Klassifikationssysteme vor, die grundlegend drei aber auch bis zu neun Schweregrade unterscheiden (Best et al., 2011; Weber & Maleski, 2002). Eine Einteilung in drei Grade, die durch die Beurteilung der Schwellung und nach dem Ausmaß der verletzten Struktur bestimmt wird, hat sich durchgesetzt, wobei der erste Grad als Überdehnung, der zweite Grad als partielle Ruptur und der dritte Grad als komplette Ruptur der lateralen Bänder definiert wird

(Ziai & Huber, 2013; Weber & Maleski, 2002; Best et al., 2002; Vuurberg et al., 2018). Grundsätzlich ist eine gleichzeitige Ruptur aller Lateralbänder möglich (Froböse & Wilke, 2010). Aufgrund der anatomischen Bedingungen und der Strukturgegebenheit der einzelnen Bänder ergibt sich allerdings eine klare Häufigkeitsverteilung bei der Betroffenheit von einer Ruptur, die im Teil der anatomischen Grundlagen in dieser Arbeit bereits aufgelistet wurde.

6.2 Diagnose

Einer inadäquaten beziehungsweise fehlerhaften Diagnose folgen unpassende Akutmaßnahmen und Therapien, die zu einer suboptimalen Rehabilitation und rezidivierenden Symptomen führen können, wobei eine Verletzung mit einem höheren Schweregrad nicht mit einer höheren Wahrscheinlichkeit für Rezidivsymptome korrelieren muss. Gerade weniger schwere Verletzungen werden unterschätzt und nicht hinreichend versorgt und rehabilitiert (Best et al., 2011). Eine hinreichende und effiziente Diagnose ist daher bedeutsam für die Rehabilitation.

Primär müssen Frakturen ausgeschlossen werden, da diese einer wesentlich anderen Behandlung unterliegen (Pfeiffer, 2018). Zusätzlich ist entscheidend, ob das Syndesmoseband, welches bereits in den anatomischen Grundlagen als starke ligamentäre Struktur zwischen Tibia und Fibula mit entsprechender Funktion der Stabilisierung der Malleolengabel dargestellt wurde, betroffen ist. Wenn es betroffen ist, liegt ebenfalls ein grundlegend anderer und längerer Therapieverlauf vor, da eine höhere Instabilität vorliegt (Ziai & Huber, 2013, Polzer et al., 2012).

Beim Ausschluss von Frakturen gilt die körperliche Untersuchung anhand festgelegter Ottawa-Regeln als hinreichendes Kriterium, wodurch die Benutzung von bildgebenden Verfahren und diesbezüglich insbesondere Röntgenstrahlen bei einer Sprunggelenksverletzung primär nicht notwendig sind und nur bei dem Zutreffen eines Kriteriums der Ottawa-Regeln hinzugezogen werden (Pfeiffer, 2018; Vuurberg et al., 2018). Die Ottawa-Regeln legen als Kriterien fest, dass eine Röntgenaufnahme hinzugezogen werden sollte, wenn der Patient kurz nach dem Unfall nicht in der Lage ist mindestens vier Schritte zu gehen oder die Palpation eines der in Abb. 6 eingezeichneten Bereiche Schmerz auslöst (Pfeiffer, 2018).

Die Kriterien haben sich in der Praxis einheitlich etabliert, da bei nur 15 % aller akuten Sprunggelenksdistorsionen eine Fraktur vorliegt und somit eine routinemäßige radiologische Erstabklärung in den meisten Fällen unnötige Kosten und Röntgenstrahlen ergeben würde.

Die Ottawa-Regeln stellen eine hohe Sensitivität mit über 90 % dar, weisen also Patienten mit tatsächlich bestehender Fraktur diese auch sehr zuverlässig zu, während die Spezifität weniger zuverlässig ist, Leuten ohne Fraktur also häufiger eine Fraktur zugewiesen und somit eine weitere radiologische Kontrolle anhand der Regeln empfohlen wird (Pfeiffer, 2018; Polzer et al., 2012; Vuurberg et al., 2018).

Bei Betrachtung der Primärliteratur ergibt sich der systematische Review von Bachmann et al. (2003) als gemeinsamer Bezugspunkt, welcher durch eine Meta-analyse von 32 Studien diese Angaben zur Zuverlässigkeit der Ottawa-Regeln bei einer

Sprunggelenksverletzung ermittelt und die evidenzbasierte Tauglichkeit in der Praxis belegt. Daraus resultierend können 30-40 % primär nicht benötigte Röntgenaufnahmen vermieden werden.

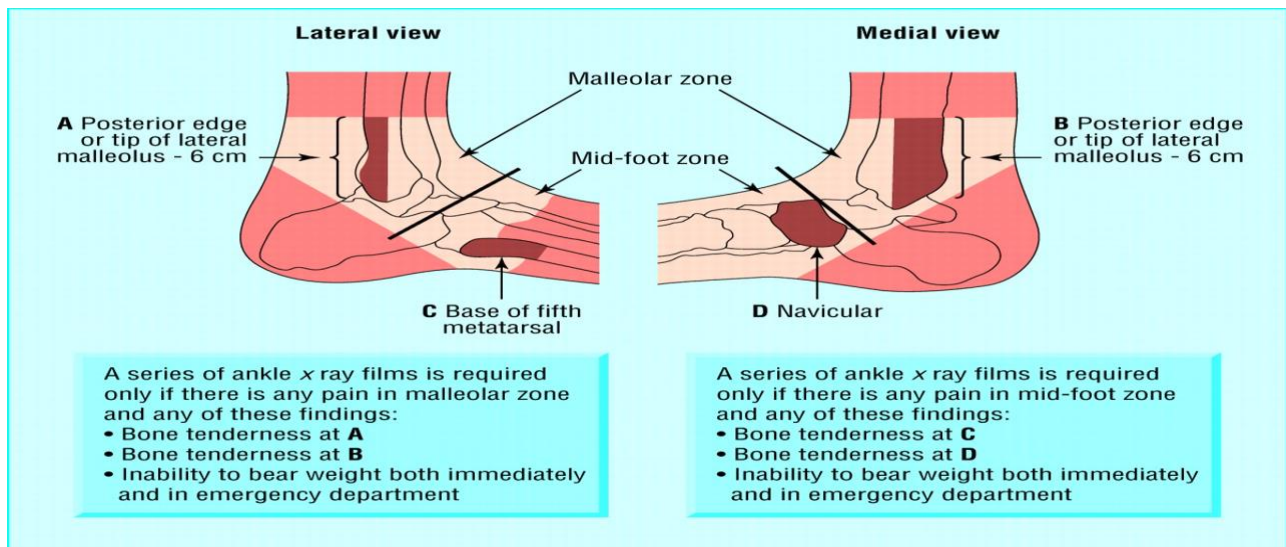


Abb. 6. Ottawa ankle rules (Bachmann, Kolb, Koller, Steuer & Riet 2003)

Die Betroffenheit des Syndesmosebandes kann durch den Frick-Test, den Crossed-Leg-Test und den Squeeze-Test erfasst werden, welche alle anhand einer einfachen, klinischen Untersuchung durch Schmerz in der Region des Syndesmosebandes positiv auf dessen Schädigung hindeuten. Für die drei Tests liegen keine genormten Werte zur Sensitivität oder Spezifität vor. Dies ist unter anderem auf die geringe Häufigkeit in der zusätzlichen Betroffenheit des Syndesmosebandes zurückzuführen. Bei positiven Anzeichen auf eine Schädigung muss eine Röntgenaufnahme oder eine Magnetresonanztomografie (MRT) hinzugezogen werden (Polzer et al., 2012). Eine MRT kann das Ausmaß des Weichteilschadens bestimmen (Plesch et al., 2009). Aufgrund der hohen Kosten und der geringen Verfügbarkeit wird eine MRT bei akuten Sprunggelenksverletzungen seltener verwendet (Polzer et al., 2012). Wenn keine Frakturen sowie keine Schädigung des Syndesmosebandes vorliegen, folgt eine Differenzierung zwischen einer Überdehnung/Zerrung und einer Ruptur der schon in den anatomischen Grundlagen dargestellten am häufigsten verletzten Bänderstrukturen LFTA und LFC, welche durch die in Abb. 7 dargestellten strukturspezifischen Tests ermöglicht wird (Pfeiffer, 2018; Polzer et al., 2012; Vuurberg et al., 2018).

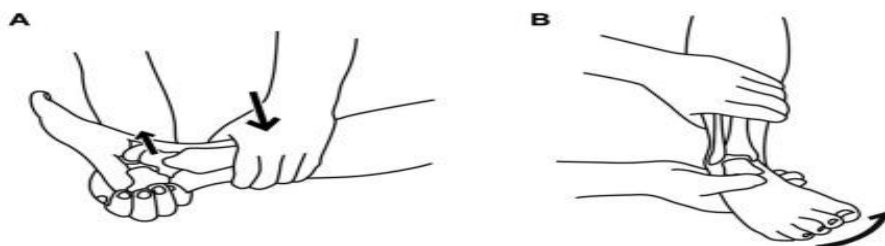


Abb. 7. (A) Schubladentest zur Untersuchung des LFTA und (B) Talar-Tilt-Test zur Beurteilung der zusätzlichen Betroffenheit des LFC (Polzer et al., 2012).

Der Schubladentest wird bei fixiertem Kniegelenk und bei einer Planatarflexion von 15 Grad durchgeführt, um einen Talusvorschub nach anterior zu provozieren. Ein Talusvorschub ist nur bei einer Ruptur des LFTA möglich. Der Talar-Tilt-Test kann zusätzlich bei neutraler Fußstellung angewendet werden, um die Betroffenheit des LFC zu begutachten (Pfeiffer, 2018; Polzer et al., 2012). Die strukturspezifischen Tests sind für einen detaillierteren Abgleich und zur Berücksichtigung der individuellen Anatomie immer auf beiden Seiten durchzuführen (Rammelt, Richter & Walther, 2017). Zusätzlich gilt als Indikation für eine Ruptur eine gewisse Schwellung und ein auslösender Schmerz bei Palpation der distalen Fibular (Vuurberg et al., 2018). Pfeiffer (2018) verweist bei einer bestehenden Ruptur ebenfalls auf eine Schwellung sowie eine starke Druckempfindlichkeit unterhalb des lateralen Malleolus.

Die strukturspezifischen Tests werden allein als hinreichend zur Identifikation einer Ruptur betrachtet, liegen allerdings in der Praxis häufig kombiniert mit der beschriebenen Palpation und Betrachtung der Schwellung vor (Pfeiffer, 2018; Vuurberg et al., 2018). Wenn die klinische Stabilitätsprüfung ein stabiles Kapselbandsystem ergibt, resultiert das Vorliegen einer Bandzerrung beziehungsweise Überdehnung (Lohrer, Alt, Gollhofer & Rappe, 2000).

Anzumerken ist, dass aufgrund der anfänglichen Schwellung und Schmerzempfindlichkeit eine sichere Unterscheidung zwischen Ruptur und Überdehnung/Zerrung in den ersten 48 Stunden nach der Verletzung nicht möglich ist. Die strukturspezifischen Tests sind daher erst nach 4-7 Tagen durchzuführen (Pfeiffer, 2018; Vuurberg et al., 2018). Bestimmte Untersuchungen wie Stressradiographien oder Arthrographien sind zunehmend unüblich, da diese eine zusätzliche Belastung für die verletzte Struktur bedeuten und weiteren Schmerz auslösen können (Polzer et al., 2012; Vuurberg et al., 2018).

6.3 Konservative Therapie versus Operation

Bis Ende der 80-iger Jahre wurden nahezu alle Läsionen am Bandapparat des OSG operativ versorgt, während gegenwärtig zunehmend auf einen operativen Eingriff verzichtet wird (Best et al., 2011).

Die aktuellen Review-Artikel legen einheitlich dar, dass bei einer Außenbandverletzung eine konservative Behandlung vorzuziehen ist, da eine Operation mit hohen Kosten sowie möglichen Komplikationen verbunden ist und eine konservative Behandlung zu vergleichbaren Ergebnissen führt (Polzer et al., 2012; Vuurberg et al., 2018; Weber & Maleski, 2002). Auch im Falle einer Ruptur wird zunächst auf eine konservative Behandlung verwiesen (Pfeiffer, 2018).

Daraus resultierend ist eine operative Behandlung primär nur für Patienten vorgesehen, die auf eine vorherige konservative Behandlung nicht entsprechend reagiert haben und persistente Probleme wie Instabilitäten aufweisen (Polzer et al., 2012; Vuurberg et al., 2018). Weber et al. (2002) legen dar, dass eine verzögerte Operation nach dem Abwarten der Ergebnisse einer vorherigen konservativen Behandlung ähnlich gute Ergebnisse aufzeigt, wodurch eine operative Behandlung grundsätzlich nicht auszuschließen ist, jedoch zunächst ohne negative Effekte eine konservative

Behandlung bevorzugt werden kann. Noch Jahre nach der initialen Verletzung könne eine operative Behandlung mit positiven Ergebnissen eingesetzt werden (vgl. Weber & Maleski, 2002, S. 312).

Hier sollte kritisch hinterfragt werden, inwieweit eine bestehende Sprunggelenksverletzung über Jahre hinweg darüberliegende Gelenke wie das Kniegelenk oder das Hüftgelenk beziehungsweise die gesamte Biomechanik des Körpers beeinflusst. Bei negativen Auswirkungen und Schädigungen anderer Strukturen durch Fehlbelastungen sollte eine operative Behandlung möglicherweise früher in Betracht gezogen werden. Einen zusätzlichen Einfluss auf die Entscheidung für oder gegen einen operativen Eingriff bestimmt das individuelle Belastungsprofil des Patienten. Professionellen Athleten könnte bei schwereren Verletzungen eine operative Behandlung empfohlen werden, um schnellstmöglich wieder in den Sport zurückzukehren und kein Risiko für persistente Probleme einzugehen (Vuurberg et al., 2018).

Einzelne Erhebungen in den Review-Artikeln identifizieren gegensätzlich zu der einheitlichen Meinung eine konservative Therapie vorzuziehen Vorteile bei einer operativen Behandlung. Sowohl Vuurberg et al. (2018) als auch Best et al. (2011) verweisen auf eine Primärstudie, die gewisse Vorteile für eine operative Behandlung anhand einer geringeren Rezidivrate und weniger vorliegenden chronischen Beschwerden wie mechanische Instabilitäten ermittelt (Kerkhoffs, Handoll, de Bie, Rowe & Struijs, 2007). Diese vergleichende Arbeit enthält allerdings Erhebungen mit methodischen Mängeln und bezieht sich nur auf ältere Patienten, wodurch die Autoren selbst auf eine schwierige Vergleichbarkeit aufgrund der Charakteristika der einzelnen Erhebungen verweisen und keine allgemeingültigen Vorteile einer operativen Behandlung zusprechen. Weber et al. (2002) verweisen auf eine Primärstudie, die anhand einer Metaanalyse signifikante Vorteile für eine operative Behandlung von Rupturen ermittelt. Diese Vorteile stehen laut den Autoren jedoch nicht im Verhältnis mit den Kosten und möglichen Komplikationen, die entstehen können, weshalb auch hier nicht auf eine grundsätzliche Präferenz einer operativen Behandlung geschlossen wird (Pijnenburg, Van Dijk, Bossuyt & Marti, 2000).

Als Schlussfolgerung kann als aktueller Stand festgestellt werden, dass grundsätzlich eine konservative Behandlung bevorzugt wird. Bei bestehenden Problemen oder speziell indizierenden Faktoren wie das individuelle Beanspruchungsprofil des Patienten oder der negative Einfluss der Verletzung auf andere Gelenke und Strukturen im Körper kann ein operativer Eingriff hinzugezogen werden.

6.4 Behandlungsstrategien in der konservativen Therapie

Da die konservative Behandlung bei einer Außenbandverletzung präferiert wird, soll diese im Folgenden genauer betrachtet werden.

Anhand der Literaturrecherche ergeben sich heterogene Therapieansätze. Als grundlegend einheitlich zeigt sich allerdings die Feststellung, dass eine möglichst kurze Immobilisation mit einer darauffolgenden frühfunktionellen Behandlung die optimale Rehabilitation darstellt (Best et al., 2011; Polzer et al., 2012; Vuurberg et al., 2018; Weber & Maleski, 2002).

Die Ablehnung einer längeren Immobilisation beruht auf dem kausalen Zusammenhang, dass das Ruhigstellen zur Steifheit mit anschließendem Funktionsverlust der Strukturen der unteren Extremität führen kann (Weber & Maleski, 2002). Polzer et al. (2012) weisen auf den negativen Effekt der Muskelatrophie bei länger bestehender Immobilisation hin. Das Ziel einer frühfunktionellen Therapie liegt daraus resultierend in dem Erhalt der Gelenkfunktion und der umliegenden, in den anatomischen Grundlagen dargestellten, stabilisierenden Muskeln und Bändern. Dies wird durch die möglichst frühe Ausübung angepasster Bewegungen und Belastungen erreicht (Froböse & Wilke, 2010).

Die Effizienz einer frühen Beanspruchung wird in der Literatur übereinstimmend als evidenzbasiert anerkannt. Vuurberg et al. (2018) verweisen in ihrem Review-Artikel auf die einheitlich festgestellte, schnellere Wiederherstellung und der daraus resultierenden beschleunigten Rückkehr zum Sport durch eine frühfunktionelle Behandlung. Zusätzlich zu einem früheren Wiedereinstieg im Sport scheinen wiederkehrende Symptome beziehungsweise persistente Problemen wie Instabilitäten nach einer frühfunktionellen Therapie reduziert vorzuliegen (Best et al., 2011; Weber & Maleski, 2002). Polzer et al. (2012) schlussfolgern, dass generell eine höhere Zufriedenstellung des Patienten vorliegt und die schnellere Rehabilitation mit geringeren Kosten verbunden sein müsste. In Bezug auf die von Polzer et al. (2012) vermuteten geringeren Kosten durch eine frühfunktionelle Behandlung weisen Vuurberg et al. (2018) hingegen darauf hin, dass keine Erhebungen vorliegen, die speziell die Kosten von einer frühfunktionellen Behandlung im Vergleich zur Immobilisation ermitteln und somit kein evidenzbasierter Kostenvorteil festgestellt werden kann.

Lohrer et al. (2002) legen dar, dass auch bei höhergradigen Verletzungen eine frühfunktionelle Behandlung mit möglichst früher Belastung bevorzugt werden sollte, wohingegen Best et al. (2011) betonen, dass gerade bei schwereren Bandläsionen eine kurzweilige Immobilisation fundamental ist. Die Beurteilung von Therapieansätzen und Inhalten sowie die Festlegung der Länge einer Immobilisation legt eine Betrachtung der Wundheilungsphasen nahe, die beim Therapieverlauf immer berücksichtigt werden müssen (Best et al., 2011; Weber & Maleski, 2002).

Im Folgenden werden die einzelnen Phasen und dessen Behandlungsschritte erläutert und die wissenschaftliche Evidenz dargestellt. Einer anfänglichen Entzündungsphase mit typischen Zeichen wie Erwärmung, Schwellung und einer schmerzhaften Funktionseinschränkung in dem verletzten Bereich folgt eine Proliferationsphase verbunden mit einer eingeschränkten Belastbarkeit des heilenden Gewebes. Die Remodellierungs- oder Umbauphase ist die abschließende Phase, in der eine wiederhergestellte Belastbarkeit erreicht werden sollte (Diemer, Sutor & Wappelhorst, 2018). Die Phasen sind im individuellen Fall unterschiedlich lang und können meist nicht klar voneinander getrennt werden, da sie sich gegenseitig überlappen (Best et al., 2011; Van der Wees et al., 2006).

Die Entzündungsphase dauert wenige Tage an und ist abgeschlossen, wenn die typischen Entzündungszeichen wie die Schwellung und der Dauerschmerz zurückgehen. Das primäre Ziel stellt die Kontrolle der Entzündungsreaktionen dar (Diemer et

al., 2018; Weber & Maleski, 2002).

Rest-Ice-Compression-Elevation (RICE) ist eine häufige angewandte Akutmaßnahme nach einer Außenbandverletzung und soll den Schmerz und die Schwellung in der Entzündungsphase reduzieren. Einige Übersichtsartikel legen dar, dass die positive Wirkung von RICE in der Erstversorgung einheitlich anerkannt ist (Best et al., 2011; Weber & Maleski, 2002). Vuurberg et al. (2018) verweisen in ihrer evidenzbasierten Richtlinie dahingegen darauf, dass die Wirkung von RICE bei einer akuten Außenbandverletzung nicht wissenschaftlich bestätigt werden kann. Die einzelnen Behandlungen wie Kompressionen oder Eisanwendungen ergeben in den erfassten Erhebungen keine Evidenz für die Reduktion der Entzündungszeichen (Vuurberg et al., 2018). Bezüglich einzelner Eisanwendungen wird auch in der Sekundärliteratur auf keine signifikanten Effekte für eine Funktionsverbesserung oder der Reduktion von Schwellung und Schmerz verwiesen (Pfeiffer, 2018). Regelmäßige oder zu intensive Eisanwendungen können den Heilungsprozess verzögern, da eine verminderte Enzymaktivität vorliegt (Diemer et al., 2018). Eine kurzweilige Anwendung von ein bis zwei Minuten kann empfohlen werden (Pfeiffer, 2018).

Die Wirkung von RICE ist trotz häufiger Benutzung in der Praxis nicht wissenschaftlich bestätigt. Eisanwendungen sollten mit dem Ziel der Schmerzreduktion nur kurz und nicht zu häufig angewendet werden, um den natürlichen Heilungsprozess nicht zu unterdrücken.

Ein weiteres genutztes Mittel zur Schwellungs- und Schmerzreduktion stellen nichtsteroidale Antirheumatika (NSAR) dar. Diese erzielen eine signifikante Schmerzreduktion und sind in der initialen Versorgung zu empfehlen, wobei die Gefahr besteht, den natürlichen Wundheilungsprozess zu unterdrücken (Vuurberg et al., 2018). Polzer et al. (2012) ermitteln dabei keinen Unterschied zwischen verschiedenen NSAR wie Diclofenac oder Ibuprofen. Best et al. (2011) weisen ebenfalls auf eine positive Auswirkung in der Entzündungsphase hin, unterstreichen jedoch auch das Risiko, Warnhinweise aufgrund des unterdrückten Schmerzes nicht zu beachten und das betroffene Sprunggelenk zu früh zu großen Belastungen auszusetzen.

Das Schmerzempfinden ist in der frühfunktionellen Behandlung essentiell, da es das Ausmaß der Belastung und die Art der Mobilisation in der Behandlung bestimmt. Mit der ständigen Anpassung an dem Schmerzempfinden des Patienten kann auch in der Entzündungsphase nach einer kurzweiligen Immobilisation mit reduzierten Belastungsparametern wie zum Beispiel im Sitzen den Fuß zu belasten begonnen werden, um den Wundheilungsprozess und die Durchblutung zu fördern.

Bandagen und Tapes sind eher zu benutzen als eine starre Schiene, da das Gelenk in einem gesicherten Umfang schnell funktionstüchtig gemacht werden soll (Pfeiffer, 2018). Die häufig zitierte physiotherapeutische Leitlinie der Niederlande präferiert in der Entzündungsphase aufgrund der Schwellung eher eine Bandage als ein Tape (Van der Wees et al., 2006). Anzumerken ist, dass in der Entzündungsphase eine starre Schiene über Nacht sinnvoll sein kann, da im Schlaf durch häufige Bewegungen eine Annäherung der Bänder durch eine zu starke Plantarflexion unterbrochen werden kann und neue Entzündungsreaktionen entstehen können (Best et al., 2011).

Eine Kräfteerhaltung der nicht betroffenen Muskeln und insbesondere eine Aktivierung des allgemeinen Stoffwechsels ist aufgrund möglicher, positiver Übertragungseffekte auf die verletzte Region sinnvoll und in der Entzündungsphase zu empfehlen. Eine Kräftigung der kontralateralen Extremität, der oberen Extremität sowie des Rumpfes kann dabei gezielt angesteuert werden, wobei das verletzte Sprunggelenk in Dorsalextension gehalten werden sollte (Maibaum, Braun, Jaogomast & Kucera, 2001). Bezogen auf die verletzte Region kann der Patient als Aufgabe bekommen, den Fuß beziehungsweise die Zehen, wenn schmerzlos möglich, zwischendurch in der Bändergaze zu bewegen, um die Zirkulation zusätzlich zu fördern (Van der Wees et al., 2006). Eine manuelle Mobilisation in einem schmerzadaptierten Ausmaß hat zudem einen positiven Einfluss, da es die Beweglichkeit des Gelenks signifikant verbessert (Best et al., 2011). Vuurberg et al. (2018) weisen ebenfalls auf die positiven Effekte einer manuellen Mobilisation hin, ermitteln aber deutlich bessere Ergebnisse in Kombination mit selbstausgeführten Übungen. Marginale, nicht signifikante Effekte liegen für elektrophysiologische Maßnahmen wie eine Elektro- oder Ultraschalltherapie vor (Best et al., 2011; Vuurberg et al., 2018).

Die Länge der Entzündungsphase ist individuell unterschiedlich und von dem Schweregrad der Bänderverletzung abhängig. Bei einer Überdehnung oder partiellen Ruptur dauert sie lediglich 1-2 Tage und kann mehrere Tage bei dem dritten Schweregrad einnehmen, weshalb eine Differenzierung der ersten beiden Grade von dem dritten Grad bedeutsam erscheint (Weber & Maleski, 2002). Die ersten beiden Grade werden auch als stabiles und der dritte Grad als instabiles Sprunggelenk klassifiziert, um den bedeutsamen Unterschied bezogen auf den Therapieverlauf hinreichend zuzuordnen (Polzer et al., 2012).

Bezüglich des weiteren Verlaufs in der Proliferations- und Remodellierungsphase existiert kein allgemeines Nachbehandlungsschema, welches übereinstimmende, detaillierte Therapieansätze und Übungsinhalte liefert (Steinmann & Allwang, 2009). Einheitlich wird die Relevanz von einem propriozeptiven Training, einer Kräftigung der Peronealmuskulatur und die weitere Nutzung einer angepassten, externen Stabilisierung für einen optimalen Rehabilitationsverlauf betont.

In der Proliferationsphase entsteht neues Gewebe zunächst aus weniger stabilem Kollagen, weshalb noch keine vollständige Belastung ausgeübt werden sollte. Belastungsreize sind essentiell für die Ausrichtung der neugebildeten Fasern (Best et al., 2011; Diemer et al., 2018). In dieser Phase gelten endgradige Positionen in der Plantarflexion und Supination als kontraindiziert, da so die Annäherung der verletzten Bänder unterbrochen wird und eine negative Beeinflussung des Heilungsverlaufs sowie neue Entzündungsprozesse entstehen können (Seidenspinner, 2016).

Propriozeptives Training und eine spezielle Kräftigung der Peronealmuskulatur werden hier in unterschiedlicher Reihenfolge eingesetzt oder zusammen empfohlen. Maibaum et al. (2001) verweisen darauf, dass ein propriozeptives Training in der Proliferationsphase noch vor einem Krafttraining zu wählen ist. Das propriozeptive Training sollte lediglich unter einer Teilbelastung ausgeführt werden. Der Patient kann beispielsweise im Sitzen die verletzte Extremität auf einer stabilen oder

instabilen Unterlage belasten, während der Therapeut Druck in alle Richtungen auf Höhe des Kniegelenks ausübt und der Patient eine möglichst fixe Fußposition einhalten muss. Weber und Maleski (2002) legen hingegen dar, dass zunächst kräftigende Übungen speziell für die Peronealmuskulatur auszuüben sind und ein propriozeptives Training fortlaufend nach einer ersten Stabilisierung durch die Aktivierung der Muskulatur hinzugezogen werden kann.

Einigkeit herrscht in der schmerzadaptierten, progressiven Belastungsanpassung, die in Abstimmung mit dem Patienten ermittelt wird (Froböse & Wilke, 2010; Steinmann & Allwang, 2009).

Bei der Kräftigung kann zunächst eine isometrische Anspannung in Dorsalextension gegen das Widerlager der externen Stabilisierung ausreichen (Steinmann & Allwang, 2009). Fortlaufend kann exzentrisch und konzentrisch gegen externe Widerstände wie Terraband, Therapeut und Seilzug in dreidimensionale Bewegungsmuster gearbeitet werden, wobei Schmerz und eine endgradige Plantarflexion und Supination zu vermeiden sind (Seidenspinner, 2016).

Das propriozeptive Training kann in der Komplexität der Aufgabe und in der Intensität der Belastung gesteigert werden. Eine vollständige Belastung im Einbeinstand ist trotz externer Stabilisierung auf einem instabilen Untergrund noch nicht zu empfehlen, da beispielsweise eine Weichbodenmatte oder ein Balance Board schnelle, schwer antizipierbare Anforderungen an die Reaktions- und Stabilisationsfähigkeit stellt, die in der Proliferationsphase möglicherweise noch nicht befriedigend beantwortet werden können. So kann eine erneute Umknickbewegung provoziert werden (Froböse & Wilke, 2010).

Die Proliferationsphase kann bei der Ruptur der ligamentären Strukturen 3-6 Wochen andauern (Diemer et al., 2018; Pfeiffer, 2018). Bei einer einfachen Distorsion kann dagegen nach 3-4 Wochen zu gewohnten Belastungen übergegangen werden. Diese Zeiträume sind als grobe Richtwerte zu sehen, um Zeichen für einen abweichenden Verlauf zu identifizieren und entsprechend reagieren zu können. Bei längerem oder wiederkehrendem Auftreten von Entzündungszeichen sollte die Belastungsdosierung überdacht und eine erneute ärztliche Konsolidierung aufgenommen werden (Pfeiffer, 2018).

Die Remodellierungs- oder Umbauphase zielt auf eine progressive Steigerung der Belastungsintensität ab (Diemer et al., 2018). Nach ca. 6-8 Wochen sollte eine Rückkehr zu sportartspezifischen Anforderungen möglich sein (Plesch et al., 2009; Seidenspinner, 2016; Steinmann & Allwang, 2009). Eine wiederhergestellte Beweglichkeit, eine vollständige Belastbarkeit bei einem propriozeptiven Training sowie die Reduktion des Kraftdefizits im Vergleich zur unverletzten Struktur stellen die Grundlage und Voraussetzung für ein sportartspezifisches, plyometrisches Training dar. Dieses besteht aus Sprüngen und schnellen Richtungswechseln, welches progressiv in das Rehabilitationsprogramm eingebaut wird und für die erste Trainingsteilnahme im Sport vorbereitet. Plyometrisches und propriozeptives Training können durch Einbeinsprünge mit darauffolgender Stabilisation kombiniert werden. Funktionelles Bewegen in der Frontalebene mit Richtungswechseln, beispielsweise durch eine

Koordinationsleiter, kann die Stabilisation gegen die Supinationsbewegung herausfordernd trainieren (Seidenspinner, 2016). Nach dem Wiedereinstieg ins Training kann fortlaufend ein Einsatz im Wettkampf erfolgen. Das erhöhte Risiko während eines Wettkampfes sollte berücksichtigt werden (Weber & Maleski, 2002).

Eine vollkommene Festigkeit der Bänder liegt meist erst 16-50 Wochen nach der initialen Verletzung vor (Best et al., 2011). Auch Steinmann (2009) hält fest, dass es bis zu einem Jahr andauern kann bis eine vollständige Belastungsfähigkeit erreicht wird. Die Entscheidung für das Ablegen der externen Stabilisierung hängt von dem subjektiven Stabilitätsgefühl des Patienten ab und kann nicht objektiv durch bestimmte Richtwerte festgelegt werden (Pfeiffer, 2018).

Best et al. (2011) schlussfolgern, dass eine phasenadaptierte Versorgung mit externen Stabilisierungsmitteln ideal wäre, die sehr fein und schrittweise durch leichte Veränderungen im Bauprinzip einen adaptierten Bewegungsradius je nach Fortschritten in der Therapie und der vorliegenden Wundheilungsphase erzielen könnte. Kritisch zu hinterfragen ist, inwiefern eine derart differenzierte Versorgung mit verschiedenen Stabilisierungsmitteln in der Praxis möglich ist, die auch Abstufungen zwischen Bandage/Tape, Orthese und starrer Schiene darstellt. Der grundlegende Gedanke, die externe Stabilisierung möglichst flexibel an den Therapieverlauf anzupassen, veranschaulicht einen substanziellen Gedanken.

Ein ergänzendes, präventives Training und externe Stabilisierungsmittel sollten aufgrund der hohen Rezidivanzfälligkeit und des langen Zeitraums für das Erreichen einer adäquaten Standhaftigkeit der Bandstrukturen weiterhin genutzt werden bis ein subjektiv sicheres Stabilitätsgefühl vorliegt.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die konservative Therapie einer akuten Außenbandverletzung immer an die Wundheilungsphasen angepasst werden sollte und evidenzbasierte Richtlinien eine Orientierung bieten können. Eine Übertragung auf den individuellen Patienten und Reaktionen auf abweichende Therapieverläufe erweisen sich als notwendig. Eine kurze Immobilisation ist in der Entzündungsphase fundamental, jedoch sollte so früh wie möglich die umgebende Muskulatur angesprochen und erhalten werden. Durch die Grundbausteine Mobilisation, propriozeptives Training und Kräftigung der umliegenden Muskulatur sollte fortlaufend progressiv eine Wiederherstellung der Stabilisationsfähigkeit erreicht werden, um auch sportartspezifischen Anforderungen wieder gerecht zu werden. Die Leitlinien und Vorgaben sollten zukünftig einheitlicher die Reihenfolge der Grundbausteine in der Therapie festlegen sowie zunehmend detaillierter individuell und sportartspezifisch ausgearbeitet werden. Eine phasenadaptierte externe Stabilisierung bietet gerade in der Entzündungs- und Proliferationsphase Schutz vor neuen Entzündungsreaktionen. Durch fortschreitend geringer werdende Unterstützung sollte die eigene Stabilisationsfähigkeit herausgefordert werden, während gerade bei Wettkämpfen eine funktionelle, externe Unterstützung bis zu einem Jahr nach der Verletzung noch empfohlen werden kann, da die Bandstrukturen nach einer Ruptur erst dann die vollständige Festigkeit erreicht haben.

7 Diskussion und Ausblick

Die vorliegende Arbeit kann im übergreifenden Zusammenhang die Relevanz von Sprunggelenksverletzungen im sportlichen Kontext bestätigen und eine Zielgruppe für Präventionsmaßnahmen eingrenzen. Aus den epidemiologischen Daten können Risikosportarten wie Volleyball, Basketball, Fußball, Rugby und weitere Sportarten mit begrenzten Feldern zu einer charakteristischen Rubrik mit einem ähnlichen Beanspruchungsprofil von schnellen Sprüngen, Drehungen und Richtungswechseln zugeordnet werden. Demzufolge können Trainer, Partizipierende und Übungsleiter in diesem Bereich angesprochen und dazu angeregt werden, zeit- und kosteneffiziente Präventionsprogramme in das Training einzubauen.

Ein propriozeptives Training, insbesondere als Bestandteil eines Multiinterventionsprogramms mit sportartspezifischen Charakter, sowie externe Stabilisierungen wie Tapes und Bandagen stellen Maßnahmen dar, die evidenzbasiert zu einer signifikanten Risikoreduktion in der sekundären Prävention führen. Dies wird durch eine verbesserte Propriozeption erzielt, die bei Tapes und Bandagen ohne Leistungsminderung direkt erzielt wird, während ein propriozeptives Training einen gewissen Zeitraum für signifikante Effekte benötigt. Ein propriozeptives Training behebt langfristig die zugrundeliegenden Defizite, während externe Stabilisierungen lediglich bei Benutzung und somit zeitlich begrenzt wirken.

Eine adäquate Rehabilitation sollte konservativ und frühfunktionell mit fortlaufender Anpassung an den Wundheilungsphasen sowie evidenzbasierten Leitlinien erfolgen und stellt die Basis für das Vermeiden von rezidivierenden Symptomen und Verletzungen dar. Diese sollte in ein phasenadaptiertes, individuell abgestimmtes, sekundäres Präventionsprogramm münden, welches bis zum Erreichen der subjektiven Stabilität durchgeführt wird und noch bis zu einem Jahr nach der initialen Verletzung notwendig sein kann.

Ausblick und Diskussion liefert die primäre Prävention einer Sprunggelenksverletzung im Sport, die in einer limitierten Anzahl von Studien erfasst und im Vergleich zur sekundären Prävention deutlich weniger untersucht wird. Die einbezogenen Studien liefern marginale, nicht signifikante Effekte zur Risikoreduktion bei gesunden Partizipierenden. Zukünftige Studien sollten den Einfluss von präventiven Maßnahmen speziell in der primären Prävention ermitteln und eine Identifizierung von Risikofaktoren durch vermehrt standardisierte Methoden wie dem SEBT mit modifizierten, objektiveren Bewertungsmitteln genauer betrachten. Die signifikante Reduktion von erstmaligen Verletzungen stellt ein essentielles Ziel dar, da somit initial weniger Ausfälle im Sport erzielt und Rehabilitations- und Sekundärmaßnahmen eingespart werden könnten. Zukünftig muss zudem der exakte Wirkungsmechanismus eines propriozeptiven Trainings verstanden werden.

Anzumerken ist, dass andere Trainingsinterventionen wie ein grundlegendes Krafttraining der unteren Extremität aufgrund des begrenzten Umfangs in der vorliegenden Arbeit nicht erörtert werden und ebenfalls zu signifikanten Effekten bei der Risikoreduktion führen könnten. In dieser Arbeit liegt der Fokus nicht auf einer einzelnen

Sportart, obwohl Präventionsprogramme sportartspezifisch angepasst werden sollten. Ein Mehrwert ergibt sich wiederum durch die Ermittlung der Gemeinsamkeit von Sportarten bezüglich risikoindizierender Charakteristika, weshalb die vorgestellten propriozeptiven Trainingsinterventionen auf die Übertragbarkeit in verschiedenen Sportarten dieser Rubrik hindeuten. Die Basis des Präventionsprogramms sollte durch sportartspezifische Zusätze und Variationen angepasst werden.

Grundsätzlich kann als Problem identifiziert werden, dass Trainingsinterventionsstudien häufig ein zusammengesetztes Programm verwenden und nicht eindeutig der relative Anteil einzelner Interventionen an der Risikoreduktion bestimmt werden kann. Zudem verweisen die Durchführenden nach der Trainingsintervention auf Verbesserungen in bestimmten Anforderungen wie der posturalen Stabilität, die allerdings nicht zwingend zu einer konsequenten Reduktion des Risikos führen müssen. Eine Differenzierung zwischen gesunden und verletzten Athleten ist fundamental und in den verfügbaren Erhebungen noch nicht hinreichend getroffen.

Idealerweise resultiert für das Durchführen zukünftiger Erhebungen, verschiedene präventive Maßnahmen durch Einteilung einer größeren Probandenanzahl in Subgruppen zu untersuchen und Verbesserungen in Anforderungen durch einen Pre-Post-Test festzuhalten. Anschließend sollte einheitlich anhand der Verletzungen pro 1000 Partizipationsstunden eine Verbindung zwischen einer verbesserten Anforderungsbewältigung und einer signifikanten Risikoreduktion hergestellt werden. Daraus ableitend kann geschlossen werden, ob die ermittelten Anforderungsverbesserungen mit einer konsequenten Risikoreduktion im Zusammenhang stehen.

Die vorliegenden Ergebnisse in der Prävention durch die aktuelle Studieneinsicht erweisen sich bei Abgleich mit der Sekundärliteratur als übereinstimmend, kritisch anzumerken ist allerdings die hohe Heterogenität in den Untersuchungszeiträumen und Belastungsdosierungen, die bei der detaillierten Betrachtung der einbezogenen Studien in den Review-Artikeln und Metaanalysen deutlich wird.

Belastungsparameter und Interventionszeiträume stellen gerade in der praktischen Umsetzung eine notwendige Orientierung dar, welches den Anspruch an zukünftige wissenschaftliche Untersuchungen stellt, einheitlicher bezüglich der Belastungsparameter und Interventionszeiträume zu arbeiten, um durch eine vergleichende Betrachtung gesicherte, generalisierte Schlussfolgerungen treffen zu können. Eine vergleichende Betrachtung kann zudem erleichtert werden, wenn der Fokus auf einer Sportart liegt. Auf diese Weise können durch Abgleich verschiedener Erhebungen spezifische Programme studienbasiert für eine Sportart ausgearbeitet werden.

Die Rehabilitation ist zwar einheitlich evidenzbasiert konservativ und frühfunktionell durchzuführen, die genauen Übungsinhalte und Belastungsparameter sind in der Literatur allerdings nicht detailliert und ausreichend differenziert beschrieben. Aktuelle Leitlinien und der Austausch zwischen Professionskräften in diesem Bereich sollten weiterhin gefördert werden, um einen detaillierteren Konsens in der Therapie auszuarbeiten und möglichst früh spezifische Anforderung in der jeweiligen Sportart zu berücksichtigen.

Abschließend kann geschlussfolgert werden, dass die Prävention und Rehabilitation

von Sprunggelenksverletzungen im Sport und somit insbesondere Verletzungen des lateralen Bandapparats in der aktuellen Forschung ein relevantes Thema darstellen und dementsprechend zahlreiche Untersuchungen vorliegen. Grundlegend übereinstimmende Schlussfolgerungen sind aufgrund der Heterogenität und limitierten Vergleichbarkeit der Studien schwierig zu ermitteln und durch weitere Forschung mit einheitlichen Standards zu festigen. Die zunehmende wissenschaftliche Evidenz könnte künftig für die Beurteilung von Präventions- und Rehabilitationsprogrammen in der Praxis genutzt werden. Übungsprogramme und Praxishandbücher könnten nicht nur übergreifend, sondern speziell für eine Sportart herausgearbeitet und für Übungsleitende zugänglich gemacht werden.

8 Anhang

Beispiel eines propriozeptiven Multiinterventionsprogramms für Basketballspieler, welches einmal die Woche für 20 Minuten durchgeführt wird (Eils et al., 2010, S. 2100)²:

Exercise 1	Exercise 2	Exercise 3	Exercise 4	Exercise 5	Exercise 6
Basic Exercise: Walking slowly back and forth on a balance beam (1 step=3 seconds). The contralateral leg swings through and nearly touches the ground Variation 1: Walking faster than before on the balance beam. Way back: slowly with same execution as above. Variation 2: Stance on a balance beam. The contralateral leg moves a basketball that lies on the ground in circles. Focus on the supporting leg. 	Basic Exercise: Single leg stance on exercise mat with the contralateral leg flexed. Lower and raise the body. Distribute load on the foot. Only small knee movements to the left and right are allowed. Variation 1: Single limb stance as above opposite to a partner. A basketball is passed to the partner. After catching the ball, the position is controlled for 2 seconds. Pass the ball back and forth. Variation 2: Single leg stance on a soft mat. Balance a ball (tennis ball, basketball) on the dorsum of the elevated contralateral foot. 	Basic Exercise: Jump from one leg to the other on an exercise mat and control landing for 4 seconds. Raise the contralateral leg Variation 1: Jump from one leg to the other (exercise mat) with a partner. Disturb each other during the flight phase (hand contact) and control the landing and stance for 4 seconds. Variation 2: As before, but on a soft mat. 	Basic Exercise: Walk up and down an inclined surface and dribble the ball. Variation 1: Walk on inclined surface up and down and dribble the ball. In addition, an elastic strap is wrapped around the knees. Walk forwards and backwards. Focus on wide steps. Variation 2: Walk up and down an inclined surface. An opposite partner is doing the same. Pass the ball between partners and move up and down with only the forefoot in ground contact. 	Basic Exercise: Maintain balance in single-leg stance elevating the contralateral leg against resistance of an elastic strap. Variation 1: Maintain balance in single-leg stance (eyes closed) elevating the contralateral leg against resistance of an elastic strap. Variation 2: Maintain balance in single-leg stance moving the contralateral leg sideways against resistance of an elastic strap. Evert the lateral edge of the contralateral foot. 	Basic Exercise: Maintain balance in single-leg stance on inversion-eversion tilt board. The contralateral leg is rested on an inclined surface nearly without being loaded. Variation 1: The same as above with a partner. Pass the ball and control stance after catching the ball. Variation 2: Maintain balance in single-leg stance on inversion-eversion board. The contralateral leg is elevated. 

² Auf S. 15 f. in dieser Arbeit wird das Programm und dessen Effekte bei der Betrachtung von propriozeptiven Trainingsinterventionen dargestellt.

Eigene Darstellung: Einsatz einer Koordinationsleiter zur lateralen Stabilisation bei Sprüngen in der Frontalebene



Eigene Darstellung: Einsatz eines Balance Boards mit zusätzlicher Anforderung im Einbeinstand



Ausgangsposition: Aktiv Spannung in der Kniebeugen-Position halten



Endposition: Ein Bein explosiv anziehen (90°-Winkel) und die Balance halten

Eigene Darstellung: Übung mit Teilbelastung im Sitzen in der Proliferationsphase, modifiziert nach Maibaum et al., 2001, S.20³:



³ Auf S. 30 in dieser Arbeit wird die Übungsausführung erläutert. Der Patient versucht die Fußposition zu halten, während der Therapeut auf Höhe des Kniegelenks in verschiedene Richtungen Druck ausübt. Die Stabilisationsfähigkeit wird gefördert und eine erste Kräftigung erzielt, wobei der Patient durch die sitzende Position schmerzadaptiert die Belastung erhöhen oder reduzieren kann.

Literaturverzeichnis

- Amoako, A., Nassium, A. & Keller, C. (2007). Body Mass Index as a Predictor of Injuries in Athletics. *Current Sports Medicine Reports*, 16(4), 256–262.
- Bachmann, L. M., Kolb, E., Koller, M., Steuer, J. & Riet, G. (2003). Accuracy of Ottawa ankle rules to exclude fractures of the ankle and mid-foot: systematic review. *British Medical Journal*, 326(7386), 417–424.
- Baumhauer, J., Alosa, D. M., Renström, P., Trevino, S. & Beynnon, B. (1995). A Prospective Study of Ankle Injury Risk Factors. *The American Journal of Sports Medicine*, 23(5), 564–570.
- Beriau, M. R., Cox, W. B. & Manning, J. (1994). Effects of Ankle Braces Upon Agility Course Performance in High School Athletes. *Journal of Athletic Training*, 29(3), 224–226, 228, 230.
- Best, R., Brüggemann, P., Petersen, W., Rembitzki, I., Ellermann, A., Gösele-Koppenburg, A. & Liebau, C. (2011). Aktuelle und neue Konzepte in der Behandlung akuter Außenbandverletzungen des Sprunggelenkes. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 62(3), 57–62.
- Beynnon, B. D., Murphy, D. F. & Alosa, D. M. (2002). Predictive Factors for Lateral Ankle Sprains: A Literature Review. *Journal of Athletic Training*, 37(4), 376–380.
- Burger, M., Dreyer, D., Fisher, R., Foot, D., O'Connor, D., Galante, M. & Zalgaonkir, S. (2017). The effectiveness of proprioceptive and neuromuscular training compared to bracing in reducing the recurrence rate of ankle sprains in athletes: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 31(2), 221–229.
- Burks, R. T., Bean, B. G., Marcus, R. & Barker, H. B. (1991). Analysis of athletic performance with prophylactic ankle devices. *American Journal of Sports Medicine*, 19(2), 104–106.
- Cameron, K. L., Owens, B. D. & Deberardino, T. M. (2010). Incidence of Ankle Sprains Among Active-Duty Members of the United States Armed Services From 1998 Through 2006. *Journal of Athletic Training*, 45(1), 29–38.
- De Noronha, M., França, L. C., Haupenthal, A. & Nunes, G. S. (2013). Intrinsic predictive factors for ankle sprain in active university students: A prospective study. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 23(5), 541–547.
- Diemer, F., Sutor, V. & Wappelhorst, U. (2018). Phasen der Wundheilung. In G. Ebel-Paprotny, G. Taxhet & U. Wappelhorst (Hrsg.), *Leitfaden Physiotherapie* (S. 357–358). München: Elsevier GmbH.
- Dizon, J. M. R. & Reyes, J. J. B. (2010). A systematic review on the effectiveness of external ankle supports in the prevention of inversion ankle sprains among elite and recreational players. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(3), 309–317.
- Doherty, C., Delahunt, E., Caulfield, B., Hertel, J., Ryan, J. & Bleakley, C. (2014). The Incidence and Prevalence of Ankle Sprain Injury: A Systematic Review and Meta-Analysis of Prospective Epidemiological Studies. *Sports Medicine*, 44(1), 123–140.
- Dreiskämper, D., Tietjens, M. & Strauß, B. (2015). *Sicherheit im Sportstudium. Empirische Studien zu Ursachen und Wirkungen von Unfällen im Sportstudium in NRW*. Münster: LIT-Verlag.
- Eils, E. (2003). The role of proprioception in the primary prevention of ankle sprains in athletes: review article. *International SportMed Journal*, 4(5), 1–9.
- Eils, E., Schröter, R., Schröder, M., Gerss, J. & Rosenbaum, D. (2010). Multistation Proprioceptive Exercise Program Prevents Ankle Injuries in Basketball. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 42(11), 2098–2105.
- Fong, D. T., Hong, Y., Chan, L., Yung, P. S. & Chan, K. (2007). A Systematic Review on Ankle Injury and Ankle Sprain in Sports. *Sports Medicine*, 37(1), 73–94.
- Fong, D. T., Man, C. Y., Yung, P. S. H., Cheung, S. Y. & Chan, K. M. (2008). Sport-related ankle injuries attending an accident and emergency department. *Injury*, 39(10), 1222–1227.

- Freeman, M., Dean, M. & Haham, I. (1965). The etiology and prevention of functional instability of the foot. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 47(4), 678–685.
- Froböse, I. & Wilke, C. (2010). Sensomotorisches Training in der Therapie: Grundlagen und praktische Anwendung. In I. Froböse, G. Nellesen-Martens & C. Wilke (Hrsg.), *Training in der Therapie. Grundlagen und Praxis* (3. Auflage, S.141-172). München: Urban & Fischer Verlag.
- Garrick, J. & Requa, R. (1973). Role of external support in the prevention of ankle sprain. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 5(3), 200–203.
- Grassi, A., Alexiou, K., Amendola, A., Moorman, C. T., Samuelsson, K., Ayeni, O. R., Zaffagnini, S. & Sell, T. (2017). Postural stability deficit could predict ankle sprains: a systematic review. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 1–16.
- Gribble, P. A., Bleakley, C. M., Caulfield, B. M., Docherty, C. L., Fourchet, F., Fong, D. T., Hertel, J., Hiller, C. E., Kaminski, T. W., McKeon, P. O., Refshauge, K. M., Verhagen, E. A., Vicenzio, B. T., Wikstrom, E. A. & Delahunt, E. (2016). 2016 consensus statement of the International Ankle Consortium: prevalence, impact and long-term consequences of lateral ankle sprains. *British Journal of Sports Medicine*, 50(24), 1493–1495.
- Gross, M. T. & Liu, H.-Y. (2003). The Role of Ankle Bracing for Prevention of Ankle Sprain Injuries. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 33(10), 572–577.
- Hall, E. A., Simon, J. E. & Docherty, C. L. (2016). Using Ankle Bracing and Taping to Decrease Range of Motion and Velocity During Inversion Perturbation While Walking. *Journal of Athletic Training*, 51(4), 283–290.
- Handoll, H. H., Rowe, B. H., Quinn, K. M. & de Bie, R. (2001). Interventions for preventing ankle ligament injuries. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, (3), CD000018.
- Hardy, L., Bliven, K., Nesser, T. & Brucker, J. (2008). Prophylactic Ankle Braces and Star Excursion Balance Measures in Healthy Volunteers. *Journal of Athletic Training*, 43(3), 347–351.
- Henke, T., Luig, P. & Schulz, D. (2014). Sportunfälle im Vereinssport in Deutschland: Aspekte der Epidemiologie und Prävention. *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz*, 57(6), 628–637.
- Hertel, J. (2008). Sensorimotor deficits with ankle sprains and chronic ankle instability. *Clinics in Sports Medicine*, 27(3), 353–370.
- Hoffman, M. & Payne, V. G. (1995). The Effects of Proprioceptive Ankle Disk Training on Healthy Subjects. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 21(2), 90–93.
- Hootman, J. M., Dick, R. & Agel, J. (2007). Epidemiology of Collegiate Injuries for 15 Sports: Summary and Recommendations for Injury Prevention Initiatives. *Journal of Athletic Training*, 42(2), 311–319.
- Hübscher, M., Zech, A., Pfeifer, K., Hänsel, F., Vogt, L. & Banzer, W. (2010). Neuromuscular Training for Sports Injury Prevention: A Systematic Review. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 42(3), 413–421.
- Hupperets, M., Verhagen, E. A. & van Mechelen, W. (2009a). Effect of Sensorimotor Training on Morphological, Neurophysiological and Functional Characteristics of the Ankle: A Critical Review. *Sports Medicine*, 39(7), 591–605.
- Hupperets, M., Verhagen, E. A. & van Mechelen, W. (2009b). Effect of unsupervised home based proprioceptive training on recurrences of ankle sprain: Randomised controlled trial. *British Medical Journal*, 339, b2684.
- Janssen, K. W., van Mechelen, W. & Verhagen, E. A. (2014). Bracing superior to neuromuscular training for the prevention of self-reported recurrent ankle sprains: A three-arm randomised controlled trial. *British Journal of Sports Medicine*, 48(16), 1235–1239.
- Jerosch, J. & Bischof, M. (1994). Der Einfluß der Propriozeptivität auf die funktionelle Stabilität des oberen Sprunggelenkes unter besonderer Berücksichtigung von Stabilisierungshilfen. *Sportverletzung Sportschaden*, 111–121.

- Jerosch, J., Thorwesten, L., Frebel, T. & Linnenbecker, S. (1997). Influence of external stabilizing devices of the ankle on sport-specific capabilities. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 5(1), 50–57.
- Kass, A. (2016). Volleyball. In Engelhardt, M. (Hrsg.), *Sportverletzungen. Diagnose, Management und Begleitmaßnahmen* (3. Auflage, S. 667-672). München: Urban & Fischer Verlag.
- Kerkhoffs, G., Handoll, H., de Bie, R., Rowe, B. & Struijs, P. (2007). Surgical versus conservative treatment for acute injuries of the lateral ligament complex of the ankle in adults. *The Cochrane Data Base of Systematic Reviews*, 18(2), CD000380.
- Kobayashi, T., Tanaka, M. & Shida, M. (2016). Intrinsic Risk Factors of Lateral Ankle Sprain : A Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Healths*, 8(2), 190–193.
- Kobayashi, T., Yoshida, M., Yoshida, M. & Gamada, K. (2013). Intrinsic Predictive Factors of Noncontact Lateral Ankle Sprain in Collegiate Athletes: A Case-Control study. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 1(7), 1–8.
- Lippert, H. (1996). *Lehrbuch Anatomie* (4. Auflage). München: Urban & Schwarzenberg Verlag.
- Lohrer, H., Alt, W., Gollhofer, A. & Rappe, B. (2000). Verletzungen am lateralen Kapselbandapparat des Sprunggelenks - Eine Übersicht. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 51(6), 196–203.
- Maibaum, S., Braun, M., Jaogomast, B. & Kucera, K. (2001). *Therapielexikon der Sportmedizin. Behandlungen von Verletzungen des Bewegungsapparates*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- McGuine, T. A. & Keene, J. S. (2006). The Effect of a Balance Training Program on the Risk of Ankle Sprains in High School Athletes. *American Journal of Sports Medicine*, 34(7), 1103–1111.
- Mickel, T. J., Bottoni, C. R., Tsuji, G., Chang, K., Baum, L. & Tokushige, K. A. S. (2006). Prophylactic Bracing Versus Taping for the Prevention of Ankle Sprains in High School Athletes: A Prospective, Randomized Trial. *Journal of Foot and Ankle Surgery*, 45(6), 360–365.
- Mohammadi, F. (2007). Comparison of 3 Preventive Methods to Reduce the Recurrence of Ankle Inversion Sprains in Male Soccer Players. *American Journal of Sports Medicine*, 35(6), 922–926.
- Munn, J., Sullivan, S. J. & Schneiders, A. G. (2010). Evidence of sensorimotor deficits in functional ankle instability: A systematic review with meta-analysis. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(1), 2–12.
- Nelson, A. J., Collins, C. L., Yard, E. E., Fields, S. K. & Comstock, R. D. (2007). Ankle Injuries Among United States High School Sports Athletes, 2005-2006. *Journal of Athletic Training*, 42(3), 381–387.
- Papadopoulos, E. S., Nicolopoulos, C., Anderson, E. G., Curran, M. & Athanasopoulos, S. (2005). The role of ankle bracing in injury prevention, athletic performance and neuromuscular control: A review of the literature. *Foot*, 15(1), 1–6.
- Pfeiffer, F. (2018). Sprunggelenksdorsionen. In H. Luomajoki & F. Pfeiffer (Hrsg.), *Fallbuch Physiotherapie: Muskuloskelettales System* (S. 277-284). München: Elsevier GmbH.
- Pijnenburg, A., Van Dijk, C., Bossuyt, P. & Marti, R. (2000). Treatment of ruptures of the lateral ankle ligaments: a meta-analysis. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 82(6), 761–773.
- Plesch, S., Sieven, R. & Trzolek, D. (2009). *Handbuch Sportverletzungen. Prävention, Diagnostik und Therapie, Erste-Hilfe-Maßnahmen*. Aachen: Meyer & Meyer Verlag.
- Polzer, H., Kanz, K. G., Prall, W. C., Haasters, F., Ockert, B., Mutschler, W. & Grote, S. (2012). Diagnosis and treatment of acute ankle injuries: development of an evidence-based algorithm. *Orthopedic Reviews*, 4(5), 22–32.

- Preis, R., Taxhet, G. & Hofmann-Kock, D. (2018). Leitlinien Physiotherapie. In G. Ebel-Paprotny, G. Taxhet & U. Wappelhorst (Hrsg.), *Leitfaden Physiotherapie* (S. 10). München: Elsevier GmbH.
- Rivera, M. J., Winkelmann, Z. K., Powden, C. J. & Games, K. E. (2017). Proprioceptive Training for the Prevention of Ankle Sprains: An Evidence-Based Review. *Journal of Athletic Training*, 52(11), 1065–1067.
- Robbins, S. & Waked, E. (1998). Factors Associated with Ankle Injuries. *Sports Medicine*, 25(1), 63–72.
- Rovere, G., Clarke, T., Yates, S. & Burley, K. (1988). Retrospective comparison of taping and ankle stabilisers in preventing ankle sprains. *The American Journal of Sports Medicine*, 16(3), 228–233.
- Schiftan, G. S., Ross, L. A. & Hahne, A. J. (2015). The effectiveness of proprioceptive training in preventing ankle sprains in sporting populations : A systematic review and meta-analysis. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 18(3), 238–244.
- Schmidt, W. (2010). Allgemeine Grundlagen. In Aumüller, G., Aust, G., Doll, A., Engele, J., Kirsch, J., Mense, S., Reißig, D., Salvetter, J., Schmidt, W., Schmitz, F., Schulte, E., Spaniel-Borowski, K., Wolff, W., Wurzing, L. J. & Zilch, H.-G. (Hrsg.), *Anatomie (Duale Reihe)* (2. Auflage, S. 13). Stuttgart: Thieme Verlag.
- Seidenspinner, D. (2016). *Training in der Physiotherapie*. Berlin: KVM - der Medizinverlag.
- Siebert, C. H. (2016). Basketball. In Engelhardt, M. (Hrsg.), *Sportverletzungen. Diagnose, Management und Begleitmaßnahmen* (3. Auflage, S. 579-588). München: Urban & Fischer Verlag.
- Smith, R. W. & Reischl, S. F. (1986). Treatment of ankle sprains in young athletes. *The American Journal of Sports Medicine*, 14(6), 465–471.
- Stasinopoulos, D. (2004). Comparison of three preventive methods in order to reduce the incidence of ankle inversion sprains among female volleyball players. *British Journal of Sports Medicine*, 38(2), 182–185.
- Steib, S., Pfeifer, K. & Zech, A. (2014). Sensomotorisches Training. In Kempf, H.-D. (Hrsg.), *Funktionelles Training mit Hand- und Kleingeräten* (S. 13-20). Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.
- Steinbrück, K. (1999). Epidemiologie von Sportverletzungen - 25-Jahres-Analyse einer sportorthopädisch-traumatologischen Ambulanz. *Sportverletzung - Sportschaden*, 38–52.
- Steinmann, H. & Allwang, D. (2009). *Verletzungen im Sport. Vermeiden - behandeln - therapieren* (1. Auflage). München: Urban & Fischer Verlag.
- Van Rijn, R. M., van Os, A. G., Bernsen, R. M. D., Luijsterburg, P. A., Koes, B. W. & Bierma-Zeinstra, S. M. A. (2008). What Is the Clinical Course of Acute Ankle Sprains? A Systematic Literature Review. *American Journal of Medicine*, 121(4), 324–331.
- Verhagen, E. A. & Bay, K. (2010). Optimising ankle sprain prevention : a critical review and practical appraisal of the literature. *British Journal of Sports Medicine*, 44(15), 1082–1088.
- Verhagen, E. A., van der Beek, A., Twisk, J., Bouter, L., Bahr, R. & van Mechelen, W. (2004). The Effect of a Proprioceptive Balance Board Training Program for the Prevention of Ankle Sprains. *The American Journal of Sports Medicine*, 32(6), 1385–1393.
- Vuurberg, G., Hoorntje, A., Wink, L. M., van der Doelen, B. F. W., van den Bekerom, M. P., Dekker, R., van Dijk, C. N., Krips, R., Loogman, M. C. M., Ridderikhof, M. L., Smithuis, F. F., Stufkens, S. A. S., Verhagen, E. A., de Bie, R. A. & Kerkhoffs, G. M. M. J. (2018). Diagnosis, treatment and prevention of ankle sprains: update of an evidence-based clinical guideline. *British Journal of Sports Medicine*, 1–15.
- Waterman, B. R., Owens, B. D., Davey, S., Zacchilli, M. A. & Belmont, P. J. (2010). The Epidemiology of Ankle Sprains in the United States. *Journal of Bone and Joint Surgery - Series A*, 92(13), 2279–2284.
- Weber, J. M. & Maleski, R. M. (2002). Conservative treatment of acute lateral ankle sprains. *Clinics in Podiatric Medicine and Surgery*, 19(2), 309–318.

- Williams, J. (1971). Aetiological classification of injuries in sportsmen. *British Journal of Sports Medicine*, 5(4), 228–230.
- Witchalls, J., Blanch, P., Waddington, G. & Adams, R. (2012). Intrinsic functional deficits associated with increased risk of ankle injuries : a systematic review with meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 46(7), 515–523.
- Wurzinger, L. J. (2010). Unterschenkel und Fuß. In Aumüller, G., Aust, G., Doll, A., Engele, J., Kirsch, J., Mense, S., Reißig, D., Salvetter, J., Schmidt, W., Schmitz, F., Schulte, E., Spaniel-Borowski, K., Wolff, W., Wurzinger, L. J. & Zilch, H.-G. (Hrsg.), *Anatomie (Duale Reihe)* (2. Auflage, S.358-364). Stuttgart: Thieme Verlag.
- Zech, A. & Hübscher, M. (2012). Sensomotorisches Training zur Prävention von Sprunggelenksverletzungen. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 63(1), 5–8.
- Ziai, P. & Huber, G. (2013). *Sportverletzungen. Vermeiden - erkennen - behandeln* (1. Auflage). Wien: Verlagshaus der Ärzte GmbH.

Verzeichnis der Internetquellen

- Deutsches Netzwerk Evidenzbasierte Medizin e. V. (2011, 16. September). *Glossar zur Evidenzbasierten Medizin*. Zugriff am 10.07.18 unter <https://www.ebm-netzwerk.de/pdf/publikationen/dnebm-glossar-2011.pdf>
- Freiwald, J., Grim, C., Schmitt, H., Weisskopf, M., Züst, P. & Miltner, O. (2012). Prävention von Sprunggelenksverletzungen. In M. Engelhardt, V. Valderrabano & M. Krüger-Franke (Hrsg.), *Gesellschaft für orthopädisch-traumatologische Sportmedizin: Sprunggelenksinstabilität* (S. 9-16). Zugriff am 11.07.18 unter http://www.mvz-am-nordbad.de/files/assets/_pdf/mvz/cv_publist/GOTS-Expertenmeeting%202012_PE.pdf#page=9
- Fuhrmann, R. A., Glaser, C., Leumann, A., Ochmann, S. & Schueller-Weidekamm, C. (2012). Funktionelle Anatomie - Verletzungsmechanismus und Epidemiologie des Kapsel-Band-Apparats am Rückfuß. In M. Engelhardt, V. Valderrabano & M. Krüger-Franke (Hrsg.), *Gesellschaft für orthopädisch-traumatologische Sportmedizin: Sprunggelenksinstabilität* (S. 3-8). Zugriff am 11.07.18 unter http://www.mvz-am-nordbad.de/files/assets/_pdf/mvz/cv_publist/GOTS-Expertenmeeting%202012_PE.pdf#page=9
- Gläser, H. & Henke, T. (2002). Sportunfälle - Häufigkeit, Kosten, Prävention. In ARAG (Hrsg.). Zugriff am 11.07.18 unter <http://www.budoten.org/wp-content/uploads/2010/09/arag-sportunfaelle.pdf>
- Rammelt, S., Richter, M. & Walther, M. (2017, 08. August). *S1 Leitlinie: Frische Außenbandruptur am oberen Sprunggelenk*. Zugriff am 17.07.18 unter https://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/012-022l_S1_Aussenbandruptur_oberes_Sprunggelenk_2017-08.pdf
- Psychrembel Redaktion (2016a, Dezember). Plantarflexion/Dorsalextension. In *Psychrembel Online*. Zugriff am 10.07.18 unter <https://www.psychrembel.de/Plantarflexion%20K0H3L/doc/>
- Psychrembel Redaktion (2016b, Mai). Epidemiologie. In *Psychrembel Online*. Zugriff am 10.07.18 unter <https://www.psychrembel.de/Epidemiologie/K071L/doc/>
- Van der Wees, P., Lenssen, T., Feijts, Y., Bloo, H., Van Moorsel, S., Ouderland, R., Opraus, K., Rondhuis, G., Simons, A., Swinkels, R., Vaes, P., Verhagen, E. A., Hendriks, E. & de Bie, R. (2009). *KNGF-Guideline for Physical Therapy in patients with acute ankle sprain*. Zugriff am 17.07.18 unter https://www.fysionet-evidencebased.nl/images/pdfs/guidelines_in_english/acute_ankle_sprain_practice_guidelines_2006.pdf

Plagiatserklärung

Hiermit versichere ich, dass die vorliegende Arbeit über

Prävention und Rehabilitation von Sprunggelenksverletzungen – Ein Review

selbstständig verfasst worden ist, dass keine anderen Quellen und Hilfsmittel als die angegebenen benutzt worden sind und dass die Stellen der Arbeit, die anderen Werken – auch elektronischen Medien – dem Wortlaut oder Sinn nach entnommen wurden, auf jeden Fall unter Angabe der Quelle als Entlehnung kenntlich gemacht worden sind.

(Datum, Unterschrift)

Ich erkläre mich mit einem Abgleich der Arbeit mit anderen Texten zwecks Auffindung von Übereinstimmungen sowie mit einer zu diesem Zweck vorzunehmenden Speicherung der Arbeit in eine Datenbank einverstanden.