

AUS DER KLINIK UND POLIKLINIK  
FÜR UNFALLCHIRURGIE  
DIREKTOR: PROF. DR. MED. DR. BIOL. HOM. VOLKER ALT  
DER FAKULTÄT FÜR MEDIZIN  
DER UNIVERSITÄT REGENSBURG

**LITERATURANALYSE ZUR WISSENSCHAFTLICHEN WIRKSAMKEIT VON  
KLASSISCHEN UND MODERNEN KONSERVATIVEN THERAPIEMAßNAHMEN BEI  
SPORTVERLETZUNGEN**

Inaugural–Dissertation  
zur Erlangung des Doktorgrades  
*der Zahnmedizin*  
der  
Fakultät für Medizin  
der Universität Regensburg

vorgelegt von

***Marc Philipp***

*aus*

*Bochum*

*2020*



AUS DER KLINIK UND POLIKLINIK  
FÜR UNFALLCHIRURGIE  
DIREKTOR: PROF. DR. DR. MED. VOLKER ALT  
DER FAKULTÄT FÜR MEDIZIN  
DER UNIVERSITÄT REGENSBURG

**LITERATURANALYSE ZUR WISSENSCHAFTLICHEN WIRKSAMKEIT VON  
KLASSISCHEN UND MODERNEN KONSERVATIVEN THERAPIEMAßNAHMEN BEI  
SPORTVERLETZUNGEN**

Inaugural–Dissertation  
zur Erlangung des Doktorgrades  
*der Zahnmedizin*  
der  
Fakultät für Medizin  
der Universität Regensburg

vorgelegt von

***Marc Philipp***

*aus*

*Bochum*

*2020*

<b>Dekan:</b>	Prof. Dr. Dr. Torsten E. Reichert
<b>1. Berichterstatter:</b>	Priv.-Doz. Dr. Werner Krutsch
<b>2. Berichterstatter:</b>	Priv.-Doz. Dr. Dr. Christoph Klingelhöffer, M.Sc.
<b>Tag der mündlichen Prüfung:</b>	4. Dezember 2020

## Inhalt

1	Zusammenfassung .....	7
1.1	<b>Hintergrund und Ziel</b> .....	7
1.2	<b>Methodik</b> .....	7
1.3	<b>Ergebnisse</b> .....	7
1.4	<b>Fazit</b> .....	8
2	Summary .....	8
2.1	<b>Background and aim</b> .....	8
2.2	<b>Methods</b> .....	9
2.3	<b>Results</b> .....	9
2.4	<b>Conclusion</b> .....	10
3	Einleitung und Hintergrund .....	11
3.1	<b>Risiko für Verletzungen</b> .....	11
3.2	<b>Einteilung der Verletzungen</b> .....	12
3.3	<b>Typische Verletzungsmuster im Sport</b> .....	14
3.4	<b>Prinzipien der Behandlung von Verletzungen</b> .....	15
3.5	<b>Fragestellung</b> .....	16
4	Methodik der Literaturanalyse .....	17
5	Ergebnisse der Literaturanalyse .....	23
5.1	<b>Manuelle Therapien</b> .....	23
5.1.1	<b>Chirotherapie</b> .....	23
5.1.2	<b>Osteopathie</b> .....	25
5.1.3	<b>Faszientechniken mit einer Faszienrolle</b> .....	27
5.1.4	<b>Massagetherapie</b> .....	28
5.1.5	<b>Strain-Counterstrain</b> .....	32
5.1.6	<b>Lymphdrainage</b> .....	34
5.2	<b>Orale Medikation</b> .....	36
5.2.1	<b>Bisphosphonate</b> .....	36
5.2.2	<b>Enzymersatztherapie</b> .....	38
5.3	<b>Minimal-invasive Therapien</b> .....	39
5.3.1	<b>PRP (Platelet rich plasma)</b> .....	40
5.3.2	<b>Nadel-Therapien</b> .....	50
5.3.3	<b>Non-invasive Therapie</b> .....	59
5.4	<b>Tapes und Bandagen</b> .....	95
5.4.1	<b>Klassisches Taping</b> .....	95
5.4.2	<b>Kinesiotaping</b> .....	103

<b>5.4.3</b>	<b>Flossing</b> .....	113
<b>5.4.4</b>	<b>Schienen-Therapie</b> .....	114
6	Diskussion.....	124
<b>6.1</b>	<b>Evidenzstarke Therapien</b> .....	126
<b>6.2</b>	<b>Evidenzschwache Therapien</b> .....	128
<b>6.3</b>	<b>Literatur-assoziierte evidenz-basierende Therapieempfehlungen bei unterschiedlichen Sportverletzungen</b> .....	131
7	Methodische Aspekte dieser Arbeit .....	137
8	Fazit.....	140
9	Literaturverzeichnis .....	141
10	Danksagung und Widmung .....	162
11	Lebenslauf .....	163

## **1 Zusammenfassung**

### **1.1 Hintergrund und Ziel**

Es besteht eine große Vielfalt an Behandlungsmöglichkeiten bei Sportverletzungen. Nicht nur dank der stetigen Weiterentwicklung der Forschung, sondern auch durch jahrelange Erfahrungen mit einzelnen Therapien und ihren Wirkungen, existieren verschiedene Möglichkeiten, wie Verletzungen im Sport behandelt werden können. Während medizinische Behandlungen der orthopädisch-operativen Therapien sowie andere Fachrichtungen ihre Wirkung durch die Evidenz in der Forschung nachweisen konnten, ist dies bei konservativen Therapien von Sportverletzungen häufig fehlend. Eine Literaturrecherche der bisher publizierten Studien zur konservativen Therapie von Sportverletzungen ist deshalb Schwerpunkt dieser Arbeit.

### **1.2 Methodik**

Manuelle Therapien, Tapes und Bandagen, orale Medikation sowie non-invasive und minimal-invasive Therapiemöglichkeiten zur Behandlung von Sportverletzungen werden in einer standardisierten Literaturrecherche untersucht. Die Internet-Datenbank „Pubmed“ ([www.pubmed.com](http://www.pubmed.com)) dient dabei als Literaturdatenbank. Wissenschaftliche Arbeiten zu verschiedenen konservativen Therapiemaßnahmen, die ihre Anwendung bei verschiedenen typischen Sportverletzungen haben, werden in die Analyse dieser Arbeit aufgezählt, vorgestellt und bezüglich deren Evidenzgrad bewertet. Fehlender Bezug zu Sportverletzungen oder in-vitro-Studien ohne klinischen Bezug wurden ausgeschlossen.

### **1.3 Ergebnisse**

Es zeigten sich kaum Literaturnachweise und somit wenig Evidenz für Therapien wie Chiropraktik, Osteopathie, Strain-Counterstrain, Medical Flossing, Magnettherapie, sowie Lymphdrainage für die Behandlung bei Sportverletzungen.

Andere Therapien zeigten dagegen häufigere Nennung in der Literatur und auch eine gewisse Evidenz. Die Massage (5 Studien) zeigt eine gute wissenschaftliche Evidenz. Akupunktur bei Schulterverletzungen (2 Studien), beim myofaszialen Schmerzsyndrom (3 Studien) oder Injektionen mit PRP bei Knorpelschäden am Kniegelenk (3 Studien), Muskelverletzungen am Oberschenkel (3 Studien) sowie bei Schädigung des vorderen

Kreuzbandes (1 Studie), bei Epicondylitis und Achillessehnen-Verletzungen (jeweils 2 Studien) sind ebenfalls häufig in der Literatur erwähnt und mit moderater Evidenz beschrieben. Das klassische Taping bei Patellarsehnenverletzungen (6 Studien) sowie Kinesiotaping bei Schulterverletzungen (6 Studien) oder Sprunggelenksverletzungen (4 Studien) wurden gehäuft untersucht und zeigten eine gute Evidenz. Die Stoßwellentherapie zeigte beim medialen, tibialen Schmerzsyndrom ihre Effektivität (4 Studien) sowie beim Trochanter-Schmerzsyndrom (2 Studien), bei Schulterverletzungen (1 Studie) und bei Plantarfasziitis (2 Studien), wobei die Evidenz am höchsten für die Therapie beim medialen, tibialen Schmerzsyndrom war. Die Ultraschalltherapie zeigte ihre gute Wirkung bei Verstauchungen (3 Studien). Die Kryotherapie wirkt bei Sprunggelenksverletzungen (3 Studien). Lasertherapie wird bei Oberschenkelverletzungen (1 Studie) sowie bei Sprunggelenksverletzungen (2 Studien) angewendet, wobei die Evidenz hier schwach ist. Die Iontophorese-Therapie wird bei Epicondylitis (2 Studien) erfolgreich eingesetzt. Bisphosphonat-Medikationen werden bei Stressfrakturen (2 Studien) nachhaltig und erfolgreich verwendet. Die Verwendung von Orthesen bei Verstauchungen (4 Studien) kann evidenzbasiert in bestimmten Bereichen als Therapie bei Sportverletzungen empfohlen werden.

#### **1.4 Fazit**

Konservative Therapieverfahren zeigen in der Literaturanalyse wenig bis keine wissenschaftliche Evidenz zur Behandlung bei Sportverletzungen. Forschungsbedarf ist daher dringend notwendig, um den guten Ergebnissen der klinischen Erfahrung in diesem Bereich auch wissenschaftlich Rechnung zu tragen.

## **2 Summary**

### **2.1 Background and aim**

A great variety of treatment options are applicable for sports injuries. The constant further development of research as well as years of experience with individual therapies and their effects, enable to treat sports injuries in various ways. Medical treatments in orthopedic surgical therapies and other disciplines have proven their effectiveness through the evidence in research, which is still often missing for conservative sports injury therapies. An analysis of



the literature published conservative therapies of sports injuries to date is therefore the focus of this work.

## **2.2 Methods**

Manual therapies, tapes and bandages, oral medication as well as non-invasive and minimally invasive therapy options for the treatment of sports injuries are examined in a standardized literature search. Within this context, the internet database “Pubmed” ([www.pubmed.com](http://www.pubmed.com)) serves as a literature database. Scientific papers on various conservative therapeutic measures which are used for diverse typical sports injuries are listed in the analysis of this theses and are presented as well as evaluated regarding their level of evidence. Papers with a lack of reference to sports injuries or in vitro studies without a clinical reference were excluded.

## **2.3 Results**

There were hardly any literary references and thus little evidence for therapies such as chiropractic, osteopathy, strain-counterstrain therapy, medical flossing, magnet therapy and lymphatic drainage for the treatment of sports injuries.

Contrarily, other therapies were mentioned more frequently in the literature and also displayed a certain amount of evidence. Massage (5 studies) shows good scientific evidence. Acupuncture for shoulder injuries (2 studies), for the myofascial pain syndrome (3 studies) or injections with PRP for cartilage damage in the knee (3 studies), muscle injuries to the thigh (3 studies) and for damages to the anterior cruciate ligament (1 study), for epicondylitis and Achilles tendon injuries (2 studies each) were also frequently mentioned in the literature and described with moderate evidence. Conventional taping for patellar tendon injuries (6 studies) as well as kinesio taping for shoulder injuries (6 studies) or ankle injuries (4 studies) and have been frequently examined and have shown good evidence. Shock wave therapy proved its effectiveness in the medial, tibial pain syndrome (4 studies) as well as in the trochanteric pain syndrome (2 studies), shoulder injuries (1 study) and plantar fasciitis (2 studies). The highest evidence for therapy was determined in the medial, tibial pain syndrome. Ultrasound therapy showed good effects on sprains (3 studies) while cryotherapy works for ankle injuries (3 studies). Laser therapy is used for thigh injuries (1 study) and

ankle injuries (2 studies), even though here, the evidence is weak. Iontophoresis therapy is successfully used with epicondylitis (2 studies). Bisphosphonate medications are used sustainably and successfully for stress fractures (2 studies). The utilization of orthoses for sprains (4 studies) can be recommended as a therapy for sports injuries, based on the evidence in certain areas.

#### **2.4 Conclusion**

According to the literature analysis, conservative therapy methods show little or no scientific evidence concerning the treatment of sports injuries. Further research is therefore urgently needed in order to also scientifically take account of the good results of clinical experiences in this area.

### **3 Einleitung und Hintergrund**

Sport erfreut sich an einer großen Beliebtheit und trägt zu einem gesunden Lebensstil bei. Durch den Sport ist der Körper jedoch auch hohen Belastungen ausgesetzt. Jeder Sportler kann sich in seiner sportlichen Laufbahn früher oder später eine Verletzung zuziehen (VBG Sportreport 2018; Krutsch et al 2019), welches die Wichtigkeit dieser Thematik für die Sportmedizin darstellt. Zu den Sportarten mit den häufigsten Verletzungen gehören die Volkssportarten Nummer 1 in Deutschland, Fußball und Handball (Achenbach et al 2018; Loose et al 2019). Aus diesem Grund wird in unterschiedlichen Bereichen dieser Arbeit auch immer wieder auf diese beiden Sportarten abgezielt und diese als Beispiele genannt.

#### **3.1 Risiko für Verletzungen**

Gewisse Sportarten zeichnen sich durch eine Vielzahl von hochspezifischen, stereotypischen Bewegungsmustern aus. Wenn solche Bewegungsmuster über einen langen Zeitraum mit hoher Geschwindigkeit ausgeführt werden, rufen diese sportspezifischen Motorstimuli bestimmte Reaktionen hervor, bei denen bestimmte biologische Strukturen ihre Anpassungen erfahren, die es den Athleten ermöglichen, die Belastungen angemessen zu verarbeiten. Diese sportspezifischen Anpassungen können sich auch durch eine asymmetrische Belastungsverteilung zwischen rechter und linker Körperseite auszeichnen, welches häufig durch das Schussbein im Fußball oder die Wurfhand im Handball vorkommen kann. Im Fußball zum Beispiel liegt die Last normalerweise auf dem Standbein, das Schussbein ist jedoch technischer ausgebildet. Eine solche Asymmetrie wird als Extremitäten-Dominanz bezeichnet und wurde als Risikofaktor für die Aufrechterhaltung einer schweren Knieverletzung, insbesondere bei Frauen, beschrieben (Hewett et al 2010). Fußball beinhaltet auch Bewegungen wie Schneidmanöver, Sprints über kurze Strecken, Stop-and-Go-Bewegungen, Richtungswechsel und häufige Körperkontakte auf dem Spielfeld (Achenbach et al 2018), wobei in jeglichen Situationen mit oder ohne Kontaktmechanismus zu einem Gegenspieler Verletzungen auftreten können.

Besonders Spitzensportler haben täglich einen immensen Trainingsaufwand, um Höchstleistungen bei Wettkämpfen abrufen zu können. Diese hohe körperliche und geistige Beanspruchung kann auch eine Belastung für die Sportler darstellen und dadurch zu

Überlastungssyndromen, traumatischen Verletzungen aber auch durch weitere Probleme zu Ausfallzeiten führen. Die Prävalenz von mindestens einer Verletzung in einer Saison liegt im deutschen Fußball sowohl im Amateur- als im Profibereich bei ca. 80% (Krutsch et al 2016; VBG-Sportreport 2018). Die häufigsten Verletzungen treten hierbei im Fußball an den Sprunggelenken und an der Muskulatur der Oberschenkel auf (Jansen et al 2019). Eine wichtige Maßnahme nach einer Verletzung ist es daher, den Sportler vor einer Beschwerdeverschlechterung zu schützen, aber auch rezidivierende Verletzungen mit nachfolgenden, längeren Ausfallzeiten vorzubeugen (Krutsch et al 2016).

Es ist bekannt, dass die neuromotorische Adaptation bei Sportlern durch Vorverletzungen beeinflusst werden kann und wiederholte Verletzungen die Folge sind (Krutsch et al 2016), sodass einer adäquaten Therapie sowie einer ausreichenden Heilungszeit höchster Stellenwert zugerechnet werden kann (Ekstrand et al 2019).

Somit kommt auch dem medizinischen Team einer Mannschaft, im Profifußball bestehend aus Medizinern und Physiotherapeuten, ebenso eine wichtige Rolle zu wie anderen Positionen. Aber auch nicht-medizinische Berufe können einen Einfluss auf die Verletzungsrate haben, indem sie für einen optimalen Ausgleich zwischen Belastung und Regeneration sorgen, wobei hier insbesondere das Trainerteam eine wichtige Rolle spielt.

### **3.2 Einteilung der Verletzungen**

Es gibt viele Verletzungen im Sport und damit sind auch viele Therapien und Behandlungsstrategien möglich. Für einen gewissen Überblick kann man Verletzungen in 3 Gruppen einordnen, nämlich die „leichten Verletzungen“, die „moderaten Verletzungen“ und die „schweren Verletzungen“, welche sich nach Länge der Ausfallzeit im Fußball aufteilen lassen (Fuller et al 2006).

Die meisten der 31 häufigsten Verletzungsdiagnosen sind nach Ekstrand et al (2019) in der Studienpopulation der Profifußballspieler „leichte Verletzungen“ mit einer Ausfallzeit von 7 Tagen oder weniger. Viele Vertreter dieser Verletzungsart sind Prellungen und Gelenkverstauchungen oder Überlastungsschmerzsyndrome der unteren Extremität, die ein

gutes Heilungspotential haben oder innerhalb weniger Tage ausreichend auf eine medizinische Behandlung ansprechen.

Obwohl nur 9 der 31 häufigsten Verletzungsdiagnosen in der UEFA Champions League-Studie von Ekstrand et al (2019) „mittelschwere Verletzungen“ mit einer Ausfallzeit von 8 – 28 Tagen waren, machen diese zusammen mehr als 60% aller Ausfalltage nach Verletzungen aus.

Zu diesen Verletzungen gehören:

- Strukturelle Muskelverletzungen am Oberschenkel
- Schmerzen in der Leistengegend
- Seitenbandverletzungen am Sprunggelenk
- Strukturelle Muskelverletzungen am Quadrizeps
- Strukturelle Muskelverletzungen an der Wade
- Innenbandverletzungen am Knie
- Außenbandbandverletzungen am Knie

Nur 2 der 31 häufigsten Verletzungsdiagnosen bei Ekstrand et al (2019) sind „schwere Verletzungen“ mit einer Ausfallzeit von im Mittel mehr als 28 Tagen, nämlich vordere Kreuzbandrisse und laterale Meniskusverletzungen. Schwere Verletzungen sind zwar relativ selten, können jedoch aufgrund ihrer langen Abwesenheit die Verfügbarkeit der Spieler in den Teams erheblich beeinträchtigen. Die beiden Diagnosen für schwere Verletzungen zusammen verursachten 18% aller Fehltage bei allen 31 häufigsten Diagnosen. Dies unterstreicht, wie wichtig es ist, nicht nur die Verletzungshäufigkeit bei der Beurteilung der Folgen von Verletzungen im Profifußball zu berücksichtigen (Ekstrand et al 2019), sondern auch die Verletzungsschwere.

Für den Sportler ist es wichtig, unabhängig vom Schweregrad seiner Verletzung, sobald wie möglich wieder seiner Sportart nachgehen zu können. Ein wichtiger Sachverhalt bei dem sogenannten Stay & play (Krutsch et al 2018) auf dem Spielfeld im Fall von bestehenden Beschwerden ist die Tatsache, dass Schmerzen bei kleinen Vorverletzungen wie Blasen am Fuß oder einem eingewachsenen Zehnnagel die neuromotorische Adaptation und Balance von

Sportlern stören können, sodass Folgeverletzungen schwerwiegender Art entstehen können (Gajhede-Knudsen et al 2013; Krutsch et al 2016). Aus diesem Grund ist bei aller Berücksichtigung des Zeitdrucks und des Spielerwunsches für ein Stay & Play auf dem Spielfeld immer auch darauf zu achten, dass die Spieler auf dem Spielfeld beschwerdefrei sind und sich wohlfühlen. Stay & Play bezeichnet das Prinzip einer Therapie, welches Athleten ermöglicht, entweder bei leichten Verletzungen sportfähig zu bleiben oder ihnen mit einer adäquaten Behandlung schnellstmöglich wieder in die Sportfähigkeit zurück zu bringen (Krutsch et al 2018). Beim Fußballspieler, gerade im Profifußball mit dem enormen mentalen und physischen Druck, hat das „Wohlfühlen“ auf dem Platz eine besondere Bedeutung, die nicht nur Folgen für die Rate an erneuten Verletzungen haben, sondern die Gesamtperformance und die Spielfähigkeit auf dem Platz beeinflussen kann (Krutsch et al 2018).

### **3.3 Typische Verletzungsmuster im Sport**

Typische Stay & Play-Verletzungen sind sowohl traumatische Verletzungen als auch Überlastungssyndrome, welche mit keiner oder geringer Ausfallzeit auftreten (Krutsch et al 2018).

Traumatische Verletzungen wie Prellungen, Hautläsionen, Gelenkdistorsionen oder Muskelzerrungen treten dabei meistens an den unteren Extremitäten auf. Die Lokalisation dieser Verletzungen ist insofern von Bedeutung, weil die Stay & Play-Entscheidung abhängig davon ist, ob diese in der oberen oder unteren Extremität vorliegen. Wohingegen eine Fraktur einer Zehe oder ein Muskelriss im Oberschenkel im Fußball nicht mit einem Stay & Play zu vereinbaren ist, können Sehnenverletzungen oder Frakturen an der oberen Extremität (Torhüter ausgeschlossen) oft mit einer Stay & Play-Strategie für Feldspieler im Fußball wie Verbände, Tapes oder Protektoren behandelt werden, sodass die Verletzung ausheilen und der Verletzte weiter Sport treiben kann. Dieser Sachverhalt ist nicht nur sportartspezifisch, sondern kann tatsächlich auch positionsspezifisch in jeder Sportart anders bewertet werden, teilweise sogar sehr individuell. Eine suffiziente Diagnostik zum Ausschluss schwerer Verletzungen sollte bei jedem Verdacht einer Verletzung durchgeführt werden (Krutsch et al 2018). Insbesondere bei Kopfverletzungen können Haut- und

Weichteilläsionen ein Hinweis für starke Krafteinwirkungen sein, sodass immer ein Schädel-Hirn-Trauma ausgeschlossen werden sollte (Krutsch et al 2017).

Gerade im Leistungsfußball können ebenso Überlastungssyndrome, sogenannte „overuse injuries“ auftreten (Ekstrand et al 2013), wobei eine symptomatische Therapie über längere Zeit ein Stay & Play auf dem Spielfeld ermöglichen kann. Grundlage von Überlastungssyndromen sind selten spezifische Verletzungsmechanismen. Vielmehr sind es schleichende Entwicklungen einer Fehl- oder Überbelastung verschiedener anatomischer Strukturen des Sportlers, die erst verzögert symptomatisch werden. Typische Regionen, an denen diese Verletzungen zum Beispiel im Fußball auftreten können, sind der Lendenwirbelsäulenbereich, der Bereich des Iliosakralgelenks, der Schambein- und Leistenbereich, das femoropatellare Gelenk, der Achillessehnenbereich oder der Fuß (Elattar et al 2016). Spieler, die Überlastungssyndrome aufweisen, sollten auf dem Spielfeld engmaschig beobachtet werden, da diese Verletzungen ohne adäquate Therapie auch Folgeverletzungen nach sich ziehen können, woraus eine noch längere Ausfallzeit resultieren könnte (Krutsch et al 2018). Gerade diese leichten Verletzungen mit geringer erwartbarer Ausfallzeit und einer möglichen Stay & Play-Entscheidung sind eine wichtige Indikation für konservative Therapiemaßnahmen, welche in dieser Arbeit thematisiert werden.

### **3.4 Prinzipien der Behandlung von Verletzungen**

Für leichte Verletzungen gibt es viele konservative und symptomatische Behandlungsstrategien, wobei der Erfolg der Behandlung und ein Stay & Play auf dem Spielfeld sehr starken Einfluss von der Erfahrung des behandelnden Arztes hat (Krutsch et al 2018).

Bezüglich der Fähigkeit zur Heilung sind deutliche Unterschiede zwischen den einzelnen Geweben zu verzeichnen. Dynamische Strukturen wie Muskel- oder Sehngewebe sind anders zu behandeln als passive Stabilisatoren von Gelenken wie Bandstrukturen, da u. a. die Blutversorgung und die Regenerationsfähigkeit der Gewebe unterschiedlich sind. Während zum Beispiel Hautläsionen mit kurzer Heilungszeit nur einige Tage benötigen, erfordert beispielsweise verletztes Meniskusgewebe mehrere Monate zur Ausheilung (Krutsch et al 2018).

Das medizinische Team kann bei leichten Verletzungen verschiedene diagnostische und therapeutische Maßnahmen anwenden, um einen Spieler im laufenden Spiel zu halten oder bis zum nächsten Training oder bis zum nächsten Spiel wieder spielfähig und beschwerdefrei zu bekommen. Für den Erfolg bei leichten Verletzungen im Fußball ist es wichtig, die korrekte Diagnose durch klinische und manuelle Diagnostik am Rande des Spielfelds in möglichst kurzer Zeit zu stellen, worauf alle weiteren diagnostischen und therapeutischen Maßnahmen basieren. Jedoch sollte man sich dessen bewusst sein, dass nicht alle Diagnosen und Prognosen auf dem Spielfeld abgegeben werden können. Nach weiteren, bildgebenden Untersuchungen wie die Sono- oder Magnetresonanztomographie oder aufgrund des klinischen Verlaufs in den folgenden 2 bis 3 Tagen können wichtige Rückschlüsse folgen, die die Stay & Play-Strategie nach einer Verletzung maßgebend beeinflussen (Krutsch et al 2018).

Das suffiziente Akutmanagement unter Berücksichtigung der PECH-Regel (Pause, Eis, „compression“, Hochlagern), das adäquate Equipment sowie eine symptomatische Therapie, verschiedene konservative Therapieverfahren, moderne Rehabilitationsschritte und ein sportartspezifisches Training sind wichtige Bestandteile, um einen Spieler spielfähig zu halten (Krutsch et al 2014).

### **3.5 Fragestellung**

Die wissenschaftliche Literatur bietet viele Publikationen über die Behandlung und das Return-to-play von schweren Verletzungen im Fußball, speziell bei Verletzungen mit Operationsbedarf (Krutsch et al 2018). Da im Fußball jedoch am häufigsten „leichte Verletzungen“ wie Prellungen, Gelenkverletzungen oder Überlastungsschmerzsyndrome der unteren Extremität vorkommen (Ekstrand et al 2019), sollte es gerade in diesem Gebiet eine umfangreiche Auswahl an erfolgsversprechenden Behandlungskonzepten für Kliniker geben, deren Evidenz auch nachvollziehbar und beweisbar auf diesem Gebiet der Sportlerbehandlung ist. Daher liegt der Fokus dieser Arbeit auf der Suche nach wissenschaftlicher Evidenz für konservative Therapiemaßnahmen bei Sportverletzungen und eine detaillierte Literaturanalyse wird dem Aufschluss geben.

Fragestellungen:



1. Gibt es regelmäßige verwendete und bekannte Therapiemaßnahmen bei Sportverletzungen, die gar keine wissenschaftliche Evidenz in ihrer Verwendung beim Sportler zeigen?
2. Welche konservativen Therapiemaßnahmen zeigen die häufigsten wissenschaftlichen Berichte und die beste wissenschaftliche Evidenz?
3. Können bestimmte Verletzungstypen auch mit unterschiedlichen konservativen Therapiemaßnahmen suffizient behandelt werden?

#### **4 Methodik der Literaturanalyse**

In dieser Arbeit untersucht eine detaillierte Literaturanalyse das Thema der „wissenschaftlichen Wirksamkeit von klassischen und modernen konservativen Therapiemaßnahmen bei Sportverletzungen“. Zu dieser Literaturrecherche diente die Internet-Datenbank „Pubmed“ ([www.pubmed.com](http://www.pubmed.com)), mit welcher eine strukturierte Suche nach Publikationen möglich ist, die zu diesem Thema auf bestimmten und den bekanntesten wissenschaftlichen Zeitschriften veröffentlicht wurden. Es wurden ausschließlich Publikationen (Clinical Study, Clinical Trial, Comparative Study, Controlled Clinical Trial, Meta-Analysis, RCT, Review) in Form von Abstracts, Volltext und/oder freier Volltext verwendet, die sich auf konservative Therapien bei Sportverletzungen konzentrieren, miteinbezogen. Studien zu operativen Maßnahmen sowie biomechanische Studien oder Laborstudien sind nicht eingeschlossen worden. Zusätzlich wurden nur Studien berücksichtigt, die im Zeitraum von 2000 bis 2018 veröffentlicht wurden. Themen, die keine Ergebnisse nach Selektionskriterien ergaben, basieren auf Publikationen, die sich nicht explizit auf Sportverletzungen beziehen, sondern entweder eine andere Pathologie adressieren oder nicht sportbezogen sind. Folgende Schritte wurden in der Recherche nach passenden Studien in genauer Reihenfolge durchgeführt:

Zur Systematisierung des Themas wurde zunächst bei Pubmed für jede Therapie nach passenden Studien gesucht (Tab. 1). Hierbei wurde neben den Suchbegriffen „sports“ und

„injury“ der jeweilige Fachbegriff in englischer Sprache gesucht, der für die gewünschte Therapie steht.

- Wenn ein passender Titel einer Studie gefunden wurde, konnte durch den Abstract des Artikels verifiziert werden, ob der Inhalt der Studie zum Thema passt.
- Jede passende Studie wurde dann im Volltext analysiert und zusammengefasst.
- Verwandte Artikel wurden mit der Suchfunktion „related articles“ berücksichtigt und ebenfalls analysiert.
- Diese Art der Suche wurde fortgesetzt, bis zu jedem Einzelthema möglichst alle Artikel gesammelt werden konnten, die die Einschlusskriterien erfüllten.

*Tabelle 1: Verschiedene Therapien und ihre Häufigkeit in der Literatur*

Thema	Stichworte	Gesamtergebnis	Ergebnis n. Selektionskriterien
<b>Chiropraktik</b>	chiropractic, chirotherapy	429	0
<b>Osteopathie</b>	osteopathy	6337	0
<b>Faszialtechniken</b>	self myofascial release, black roll	1062	0
<b>Massage</b>	massage	115	5
<b>Strain-Counterstrain</b>	strain counterstrain	8	0
<b>Bisphosphonate-Substitution</b>	bisphosphonate	57	2
<b>Enzymtherapie</b>	enzyme therapy	26	0
<b>PRP</b>	prp therapy	295	13
<b>Akupunktur/Dry Needling</b>	acupuncture, dry needling	329	10
<b>Stoßwellen</b>	shockwave	96	12
<b>Ultraschall</b>	ultrasound	16166	3
<b>Wärmebehandlung</b>	thermotherapy	15	1

<b>Kryotherapie</b>	cryotherapy	502	3
<b>Lasertherapie</b>	laser therapy	331	6
<b>Magnetfeldtherapie</b>	magnet therapy, magnetic therapy	27	0
<b>Iontophorese</b>	iontophoresis	80	5
<b>Klassisches Taping</b>	taping	482	8
<b>Kinesiotaping</b>	kinesiotaping	57	12
<b>Flossing</b>	Medical flossing, flossing	3	0
<b>Schienung</b>	orthosis, brace	2291	12
<b>Lymphdrainage</b>	lymphdrainage	17	1

Nach Durchführung der Literaturanalyse erfolgte ein detailliertes Verfahren zur Berücksichtigung der Therapien, welche in der Literatur für die Anwendung bei Sportverletzungen beschrieben sind. Hierbei sind dann verschiedene konservative Therapieverfahren ohne eine wissenschaftliche Nennung für die weitere Analyse ausgeschlossen worden. Des Weiteren erfolgte die Vorstellung einer jeden Therapie durch die Darstellung einer Einleitung, die Indikation der Therapie und die dafür geeigneten Verletzungsbilder im Sport, sowie ein Gesamtresümee in der eine Einschätzung der wissenschaftlichen Evidenz der Anwendbarkeit und Wirksamkeit durchgeführt wird.

Das konservative Therapiespektrum beinhaltet eine hohe Anzahl unterschiedlicher Behandlungsstrategien und es ist selbstverständlich, dass kein Arzt praktisch alle möglichen Therapiemaßnahmen auf höchstem Niveau praktiziert und dafür das Equipment besitzen kann. Um Leistungssportlern trotzdem den höchsten Standard bei konservativen Behandlungsmöglichkeiten zu bieten, verfolgt diese Arbeit das Ziel, ausgewählte Therapien auf ihre wissenschaftliche Evidenz zu analysieren und Indikationen darzustellen, wo diese Therapien nachweislich gut wirken. Diese Grundfertigkeiten für eine adäquate Therapie von Sportlern haben das Ziel den Athleten entweder bei leichten Verletzungen sportfähig zu

halten oder ihn mit einer guten Behandlung so schnell es geht wieder in die Sportfähigkeit zurück zu bringen. Dieses Prinzip wurde von Krutsch et al (2018) als „Stay and Play“-Prinzip bezeichnet und beinhaltet verschiedene Behandlungsformen der konservativen Therapie, die in 7 Hauptgruppen zusammengefasst werden können (Krutsch et al 2018) und von denen 6 bei der Literaturanalyse (Salben und Lotionen ausgenommen) in verschiedenen einzelnen Therapieverfahren berücksichtigt wurden. Zu diesen 7 Gruppen der konservativen Therapie gehören:

1. **Klinische Diagnostik und manuelle Therapie** (u.a. Chiropraktik, Osteopathie, Trigger Point Therapie, Faszialtechniken/ Black Roll, Massage, Strain-Counterstrain, Spray and Stretch)
2. **Orale Medikation** (u.a. Bisphosphonate, Enzymtherapie)
3. **Minimal-invasive Therapie: Nadeln und Injektionen** (u.a. PRP, Akupunktur/ Dry Needling)
4. **Non-invasive Therapie** (u.a. Stoßwellen, Ultraschall, Wärmebehandlung, Kryotherapie, Lasertherapie, Magnettherapie, Iontophorese)
5. **Salben und Lotionen** (u.a. zur Kühlung, Wärme und antiphlogistischen Therapie)
6. **Tapes und Bandagen** (u.a. klassisches Tape, Kinesiotape, Flossing, Schienung)
7. **Physische Therapie** (u.a. Lymphdrainage, Physiotherapie)

### **Evidenzbasierte Therapie in Theorie und Anwendung**

Qualitätssicherung und Evidenz therapeutischer Anwendungen rücken seit mehr als 20 Jahren immer mehr in den Fokus der Bewertung im Gesundheitswesen und stellen somit auch eine wichtige Grundlage für die klinische Forschung und auch diese Arbeit dar. Vor dem Hintergrund, dass im Zuge von der Internetverbreitung zahllose pseudo-wissenschaftliche Artikel und teilweise falsche Hinweise und Ausführungen zu bestimmten Behandlungen veröffentlicht werden, ist der belegbare und wissenschaftliche Nachweis von Anwendungen in der Medizin wichtiger als je zuvor.

Evidenzbasierte Medizin soll auf der Basis des aktuellsten Wissens die bestmögliche Versorgung jedes einzelnen Patienten, orientiert an dessen spezifischem Beschwerdebild, ermöglichen. Ziel ist, die klinische Erfahrung des Mediziners oder Therapeuten mit dem aktuellen Stand der klinischen Forschung zu kombinieren und dabei gemäß des patientenorientierten Ansatzes die Individualität und die Wünsche des Patienten zu berücksichtigen.

Wichtig ist dabei, dass Evidenz nicht den deutschen Begriff im Sinne von „Augenscheinlichkeit“ meint, sondern vielmehr die Bedeutung des englischen Begriffs „evidence“, welches zu verstehen ist mit „Aussage, Zeugnis, Beweis, Ergebnis, Unterlage, oder Beleg“ und umfasst somit auch Informationen aus wissenschaftlichen Arbeiten und systematisch zusammengetragenen klinischen Studien, welche einen bestimmten Sachverhalt dann auch bestätigen können ([www.ebm-netzwerk.de](http://www.ebm-netzwerk.de)). Evidenzbasierte Medizin ist dabei kein theoretisches Konstrukt, welches den theoretisch bestmöglichen Behandlungsweg sucht, sondern es stellt vielmehr die erreichten Ergebnisse aus Studien dar, welche meist auf internationaler Ebene publiziert sind und auf Basis und Beobachtung von klinischen Erfahrungen beruhen (Windeler 2008). Auf dieser Basis unterliegen also auch Studien einer Klassifikation, nach der sie als evidenzbasiert betrachtet werden können. Das Centre of Evidence Based Medicine (CEBM) an der Universität von Oxford hat eine Richtlinie verfasst, nach der Studientypen in so genannte EBM-Level hierarchisch eingegliedert werden können, um eine systematische Literaturrecherche zu erleichtern (Abb. 1).

# Levels of Evidence

Randomized Controlled  
Trials (RCTs)  
"the gold standard"

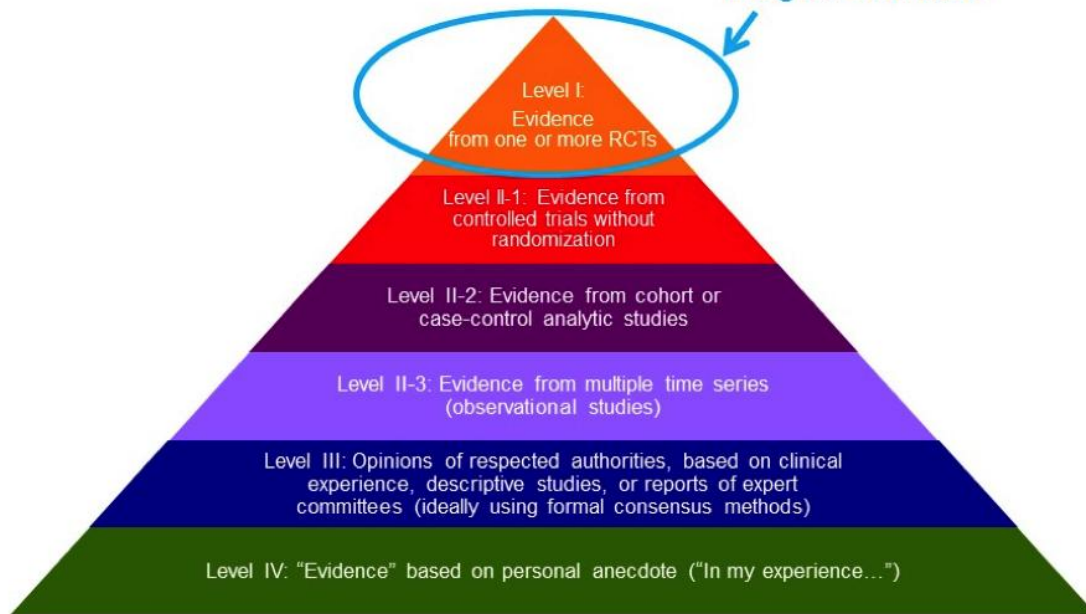


Abbildung 1: Gewichtung der Evidenz-Level (Quelle: [www.healthcatalyst.com/5-reasons-practice-evidence-based-medicine-is-hot-topic](http://www.healthcatalyst.com/5-reasons-practice-evidence-based-medicine-is-hot-topic))

Das Ziel ist es, aus Literaturrecherchen und wissenschaftlichen Vergleichen letztendlich Leitlinien zu entwickeln, welche dem Arzt und dem Therapeuten helfen und als Entscheidungshilfe dienen sollen. Dies soll sich an der individuellen Situation des jeweiligen Patienten ausrichten und eine Hilfe bei der Entscheidung zur Indikation für die bestmöglichen Therapie sein (Herrmann et al 2010). Derartige Leitlinien werden in Deutschland von der AWMF erstellt und veröffentlicht ([www.awmf.org/leitlinien/aktuelle-leitlinien.html](http://www.awmf.org/leitlinien/aktuelle-leitlinien.html)).

Um die Frage zu beantworten, welche Therapien am wirksamsten sind, wurde in dieser Literaturanalyse die Evidenz verschiedener Therapien bei verschiedenen typischen Verletzungsbildern im Sport überprüft und gegebenenfalls widersprüchliche oder entgegengesetzte Ergebnisse von verschiedenen Studien einander gegenübergestellt.

## **5 Ergebnisse der Literaturanalyse**

### **5.1 Manuelle Therapien**

Manuelle Therapien sind ein wichtiger Teilbereich der Medizin um Schmerzen nicht-medikamentös zu lindern und die Funktionsfähigkeit der Gelenke wiederherzustellen bzw. zu verbessern, indem Blockierungen gelöst und Durchblutung und Stoffwechsel gefördert werden. Die weitreichende Anwendung und ihre Erfolge beruhen in erster Linie auf jahrzehntelanger Erfahrung von Physiotherapeuten und Ärzten.

Der Vorteil manueller Therapien ist – bei sachgemäßer Anwendung – ihre Nebenwirkungsfreiheit. So werden manuelle Therapien wie Massage und Chiropraktik weltweit gern und erfolgreich bei Schmerzzuständen zur Entspannung und Durchblutungsförderung eingesetzt (Nahin et al 2016; Birch et al 2018).

#### **5.1.1 Chirotherapie**

##### **5.1.1.1 Hintergrund**

Die Chirotherapie hat aufgrund der Behandlungserfolge in den letzten Jahren auch in der Schulmedizin unter dem Begriff „Manuelle Therapie“ an Bedeutung gewonnen. Die Chiropraktik beruht auf verschiedenen Handgrifftechniken, die in unterschiedlicher Art und Weise an verschiedenen Körperregionen und mit verschiedenen Indikationen angewandt werden. Die Chiropraktik (Abb. 2) hat aufgrund des breiten Anwendungsbereiches besonders in der Sportmedizin in den letzten Jahren einen hohen Stellenwert erhalten (Lomba, 2018).



*Abbildung 2: Chiropraktische Anwendung im Rückenbereich (Quelle: privat)*

### **5.1.1.2 Recherche**

Die Literatursuche bei Pubmed ergab für die Chirotherapie insgesamt 429 Treffer, mit Einschluss der Suchkriterien sind zu dieser Arbeit jedoch keine Publikationen gefunden worden, die eingeschlossen werden können. Gründe waren hauptsächlich, dass die Chiropraktik für Pathologien oder Verletzungen verwendet wurde, die keinen direkten Bezug zu Sportlern haben bzw. denen in der jeweiligen Studie kein Bezug nachgewiesen werden konnte. Manche Publikationen fokussierten sich dabei weniger auf die Behandlung von akuten Verletzungen, sondern eher auf den Rehabilitationsverlauf und die Regeneration. Hauptsächlich wurde die Chirotherapie bei komplexen Beschwerden im Wirbelsäulen- und Beckenbereich, insbesondere Bandscheibendegeneration (low-back pain) verwendet und auf Pubmed beschrieben.



### **5.1.1.3 Fazit**

Man kann daraus schlussfolgern, dass es für das Thema Chiropraktik kein zusammenfassendes Fazit zur direkten Anwendbarkeit im Sport erstellt werden kann, da Studien in diesem Zusammenhang völlig fehlen. Die bereits beschriebene Indikation bei Schmerzsyndromen an Wirbelsäule und Becken, welche typischerweise bei Sportlern auch gehäuft auftreten können, sowie die hohe Bedeutung in der praktischen Sportmedizin heutzutage, lassen den Schluss zu, dass auf diesem Gebiet dringende wissenschaftliche Nachweise zur Anwendung im Sport notwendig sind.

## **5.1.2 Osteopathie**

### **5.1.2.1 Hintergrund**

Diagnose und Behandlung werden bei der Osteopathie auf manueller Basis durchgeführt, bei dem die strukturellen und mechanischen Probleme des Körpers im Vordergrund stehen und behoben werden (Abb. 3). Der Osteopath befasst sich am meisten mit der Mechanik des Muskel-Skelett-Systems und seiner Funktionsweise. Die Arbeit des Osteopathen hat mit Funktionsstörungen und mechanischen Störungen zu tun, die muskuloskelettal auftreten und traumatische oder nicht traumatische Ursachen haben können (Handoll et al 1984). In Deutschland ist die osteopathische Ausbildung berufsbegleitend als Mediziner oder Physiotherapeut möglich, in anderen Ländern gilt die Osteopathie als eigenständiger Berufszweig im Gesundheitssystem.



*Abbildung 3: Osteopathische Anwendung (Quelle: privat)*

#### **5.1.2.2 Recherche**

Die Literatursuche in Pubmed ergab für die Osteopathie 6337 Treffer, unter Berücksichtigung der Suchkriterien konnte jedoch kein Treffer für die Fragestellung von Sportverletzungen berücksichtigt werden. Hauptgründe waren, dass die Pathologie, für die die Osteopathie angewendet wurde, keine traumatischen Sportverletzungen zeigt, sondern eher aus Fehl- oder Überbelastung entstehende Verletzungen besteht, die in dieser Arbeit ausgeschlossen wurden.

#### **5.1.2.3 Fazit**

Folglich kann festgehalten werden, dass die Osteopathie aktuell wenig bis keine Evidenz für die Behandlung von Sportverletzungen im Sinne der Einschlusskriterien dieser Arbeit zeigt. Jedoch ist zu erwähnen, dass auch hier die weite Verbreitung der Osteopathie als zusätzliches Tool in der Prävention und Behandlung von Überlastungsbeschwerden beim Sportler nicht unerwähnt bleiben sollte.

### 5.1.3 Faszientechniken mit einer Faszienrolle

#### 5.1.3.1 Hintergrund

Die aus Hartschaum bestehenden Faszienrollen werden zur intensiven Selbstbehandlung an der Muskulatur und den Faszien verwendet, die auf der Ausübung von Druckkraft auf das Weichgewebe beruht (Abb. 4). Dadurch soll die Spielfähigkeit, die durch Ermüdung der Muskulatur und Verkleben der Faszien beeinflusst wurde, wiederhergestellt werden (Krause et al 2017). Da die Einteilung der Muskelverletzungen nach Müller-Wohlfahrt auch diejenigen kleinen Muskelverletzungen einschließt, welche in Teilen der Sportmedizin keine direkte Verbindung zu einer wirklichen Verletzung der Muskulatur gesehen wird, wird diese Behandlung in dieser Arbeit mit analysiert.



Abbildung 4: Verwendung einer Faszienrolle an der Wadenmuskulatur (Quelle: privat)

### **5.1.3.2 Recherche**

Nach Abschluss der Literatursuche ergaben sich für die Faszienrolle 1062 Treffer, jedoch konnte aufgrund der Suchkriterien kein Treffer für die Fragestellung von Sportverletzungen in diese Arbeit aufgenommen werden. Basierend auf den Eigenschaften und Zielen der Faszienrollen, ergeben sich bei der Selbst-Myofaszialen Therapie für den Sport verschiedene Indikationen, welche jedoch nicht explizit in der Literatur dargestellt sind. Ausgehend von Eigenschaften der Behandlung mit einer Faszienrolle profitieren Sportler besonders bei Regenerations- und Rehabilitationszwecken.

### **5.1.3.3 Fazit**

Resümierend kann man festhalten, dass für die erwähnten Literaturberichte zur Regeneration ausführliche Dokumentationen gibt, jedoch eine eindeutige Empfehlung zur Therapie einer spezifischen Verletzung mit der Faszienrolle bisher nicht gegeben werden kann. Allerdings ist diese Therapie bei den geringen Nebenwirkungen und Komplikationsmöglichkeiten in vielen Verletzungsbildern mit muskulärer Hypertonie eine gute Alternative der Anwendung für den Sportler zuhause bzw. ergänzend zu anderen Therapien.

## **5.1.4 Massagetherapie**

### **5.1.4.1 Hintergrund**

Als Massage bezeichnet man die mechanische, systematische und schichtweise Durcharbeitung der äußeren Gewebsschichten des Körpers durch eine manuelle Behandlung des Therapeuten, welches als wichtiges Verfahren der physikalischen Therapie gilt (Abb. 5). Die Massage entfaltet über die mechanische Beeinflussung der Haut und hautnaher Weichteile (v.a. Muskulatur, Bindegewebe, Periost) humorale Wirkungen und neuroreflektorische Fernwirkungen auf Gefäßsystem, innere Organe, Stoffwechsel sowie andere Wirkungen (Reichert, 2015). Die Massage wird im praktischen Alltag des Sports zur Regeneration und sekundären Prävention verwendet, kann aber auch therapeutische Ziele haben.



*Abbildung 5: Massagetherapie für die Rücken- und Nackenmuskulatur (Quelle: privat)*

#### **5.1.4.2 Recherche**

Massage ist im Sport, beispielsweise im Profi-Fußball, die am meisten angewendete und unmittelbar anwendbare Sofort-Therapie bei Problemen auf dem Spielfeld, wo Muskelkrämpfe und Zerrungen eine große Rolle spielen. In der vorliegenden Studie wurden zum Suchbegriff Massage dennoch nur 5 Studien gefunden, die den Suchkriterien entsprachen. Der Grund, weshalb es bisher so wenige Studien zur Wirksamkeit von Massagetechniken bei Sportverletzungen gibt, könnte darin liegen, dass Massage eher selbstverständlich begleitend bei Muskelverspannungen und Ermüdungserscheinungen angewandt wird. Die Literatursuche für die Massage-Therapie brachte hervor, dass die meisten Studien zur Massagetherapie die Behandlung bei sogenannten „overuse injuries“ thematisieren. Im deutschsprachigen Raum werden diese Verletzungen auch als Überlastungsverletzungen definiert und können verschiedene Körperregionen betreffen (Schöberl et al 2017).

#### **5.1.4.3 Spezifische Verletzungsbilder**

Die Literaturanalyse ergab, dass 5 Studien die Massagetherapie zur adäquaten Behandlung dieser „Overuse injuries“ darstellen und positive Ergebnisse erzielen konnten.

Die besagte Studie mit ausbleibendem Nachweis eines Effektes der Massagetherapie untersuchte prospektiv randomisiert in einer klinischen Studie (Jönhagen et al 2004), dass die Massage im Sport den Muskelschmerz nach exzentrischen Übungen verringern kann. Hierfür führten 16 Versuchspersonen 300 maximale exzentrische Kontraktionen des Quadrizepsmuskels bilateral als Verletzungstrigger durch. Die Massage wurde an einem Bein durchgeführt, das andere Bein diente als Kontrolle, wobei dies einmal täglich für 3 Tage vollzogen wurde. Hierbei zeigte sich kein Einfluss der Massage auf das Ausmaß oder die Dauer der Überlastungsschmerzen, sodass kein Effekt geschlussfolgert wurde. Auch Kargarfard et al, welche bereits 2015 bei 30 Bodybuildern die Wirkung der Massage untersuchten, fanden nach einem 30-minütigen Massage-Protokoll keine eindeutige Besserung der Muskelschmerzen, jedoch eine leicht bessere Erholung. Dawson et al zeigten bereits 2011 die Auswirkungen eines regelmäßigen wöchentlichen 30-minütigen Massageprogramms bei 16 Sportanfängern im Vergleich zu 12 Kontrollpersonen und berichteten, dass die Schmerzen durch die Massage nicht signifikant verbessert wurden, jedoch das Laufverhalten und die Laufziele dadurch besser erreicht wurden.

Nunes et al (2016) dagegen berichten von positiven Ergebnissen der Massage-Therapie als nach einem Triathlon-Langstreckenlauf (Ironman) Schmerzen im Quadrizeps, der in einer randomisierten, kontrollierten Studie mit verdeckter Zuordnung, Intention-to-Treat-Analyse und verblindeten Ergebnisbewerter bei 74 Triathlon-Athleten untersucht wurde. Während die der Quadrizepsmuskulatur mit einer Kontrollgruppe in sitzender Erholung verglichen wurde, zeigten sich signifikant niedrigere Schmerzskaleten nach der Massagetherapie. Somit konnte resümiert werden, dass die Massage-Therapie wirksamer auf „overuse injuries“ bei Langstrecken-Athleten war als bei fehlender Intervention. Auch 2002 wurde bereits in einer Studie (Farr et al 2002) die Auswirkungen einer therapeutischen Massage auf kleine Muskelverletzungen untersucht. Bei 8 Probanden wurde 2 Stunden nach einer Laufbelastung eine 30-minütige therapeutische Massage durchgeführt. Ohne eine Massagetherapie

wurden ein signifikant höheres Schmerzlevel an der Muskulatur diagnostiziert. Diese Ergebnisse legen nahe, dass die therapeutische Massage Schmerzen an der Muskulatur nach sportlicher Belastung abschwächen kann.

Hoffmann et al (2016) untersuchten in einer randomisiert-kontrollierten Studie die Wirksamkeit von Massage bei einem Ultramarathon, hier mit einer 20-minütigen Postretraktionsmassage. Unmittelbar nach der Belastung führte die Massage zu niedrigeren Muskelschmerzen im Vergleich zur alleinigen Rückenlage des Athleten, weshalb die Massage von diesen Autoren zur Verbesserung der subjektiven Beschwerden bei „Overuse“ am Muskel als empfehlenswert geschlussfolgert wurde. Visconti et al (2014) untersuchte Muskelverletzungen bei 25 Probanden bei Ultramarathonrennen und der Effekt von Massage auf diese. Bei den analysierten Patienten führte die Behandlung mit einer Massage zu einer signifikanten Verbesserung der Beschwerden und es wurden keine negativen Folgen registriert.

Jakeman et al (2010) untersuchten die Kombination aus manueller Massage und Kompressionskleidung bei 32 weiblichen Probanden, indem 100 plyometrische Drop-Jumps durchgeführt wurden und dies randomisiert-kontrolliert gemessen wurde. Die Behandlungskombination aus Massage und Kompression milderte die wahrgenommenen Schmerzen nach 48 und 72 Stunden nach dem plyometrischen Training erheblich im Vergleich zur alleinigen Behandlung mit passiver Erholung oder Kompression.

Eine Review im Jahre 2005 (Moraska et al 2005) überprüfte unter anderem die Wirkung von Massage auf „Overuse“-Verletzungen. Trotz einiger Studien mit methodischen Einschränkungen, konnte der Massage eine Schmerzlinderung nachgewiesen werden, wobei eine schnellere Erholung der verletzten Muskulatur nicht nachweisbar war. Die Autoren schlussfolgerten, dass die bisherige Forschungsliteratur nicht ausreicht, um der Massage eine Besserung/Genesung der Muskulatur nachzuweisen, jedoch verbessert sie subjektive Beschwerden.

#### **5.1.4.4 Fazit**

Resümierend kann über die Massagetherapie bei „overuse injuries“ gesagt werden, dass diese Indikation zur frühzeitigen Behandlung von Muskelschmerzen im Sinne von „Overuse“-Verletzungen an der Muskulatur der unteren Extremität gut angewendet werden kann. Hierzu liegen gute und aktuelle Daten mit Level-1-Studien vor. Ob die „Overuse“-Verletzungen nach der sportlichen Belastung typische Verletzungen darstellen, die traumatischer Natur sind, kann diskutiert werden, jedoch ist bei Überbelastung in jedem Fall mit Mikrotraumen und von Mikroverletzungen auszugehen. Ohnehin ist in den besagten Studien nicht nur eine Schmerzbesserung häufig und mit guter Evidenz nachgewiesen worden, sondern auch eine bessere Erholung und Regeneration.

#### **5.1.5 Strain-Counterstrain**

##### **5.1.5.1 Hintergrund**

Strain-Counterstrain ist eine leicht erlernbare Technik für Patienten, die unter Schmerzen des Bewegungsapparats leiden. Das Verweilen in einer schmerzfreien Position für die Dauer von 90 Sekunden wirkt sich positiv aus, wenn man langsam genug aus der schmerzfreien Position in die normale Position zurückkehrt. Über Tender- und Triggerpunkte werden Gelenkdysfunktionen diagnostiziert und lokalisiert. Basis der Behandlung ist das Auffinden der Position maximaler Schmerzfreiheit. Die Korrektur der Gelenkdysfunktion durch Repositionierung erfolgt ohne Manipulation oder Kraftaufwendung (Abb.6) und wird vom Patienten als schonend empfunden (van Assche, 2014).





*Abbildung 6: Strain-Counterstrain Manöver im Hals- und Nackenbereich (Quelle: privat)*

#### **5.1.5.2 Recherche**

Die Literatursuche in der Pubmed Datenbank ergab 7 Treffer, mit Einschluss der Suchkriterien jedoch keinen Treffer. Dies ist der Tatsache geschuldet, dass diese Therapie bei durch Fehlhaltung verursachten Nacken- oder Rückenschmerzen verwendet wurde.

#### **5.1.5.3 Fazit**

Die Literatursuche in der Pubmed Datenbank ergab, unter Berücksichtigung der Suchkriterien, für das Thema Strain-Counterstrain keine Evidenz. Dies ist wohlmöglich der Tatsache geschuldet, dass diese Therapie relativ neu und somit bislang kaum angewendet wurde, wodurch keine Studien mit hohem Evidenzlevel registriert werden können.

## 5.1.6 Lymphdrainage

### 5.1.6.1 Hintergrund

Nahezu alle Gewebe im menschlichen Körper werden durch spezielle Strukturen entwässert, die als Lymphgefäße bezeichnet werden. Wenn ein Teil des Lymphbaums gestört ist, ist die Entwässerung beeinträchtigt und ein niedriger Gewebeflüssigkeitsdruck kann nicht aufrechterhalten werden (Thompson et al 2017). Die manuelle Lymphdrainage (Abb. 7) ist eine manuelle Therapietechnik, die die Funktion des Lymphsystems unterstützt, indem sie Schwankungen des interstitiellen Drucks fördert, während sie mit unterschiedlichen Handbewegungen leichten Druck ausübt (Majewski-Schrage et al 2015). Weiches, lockeres Gewebe hat eine größere Ödembereitschaft und muss länger behandelt werden (Wittlinger, 2009). Bezüglich des Einsatzes im Sportbereich wird die Anwendung bei Ausdauersportarten bei Ermüdungszuständen diskutiert (Bringezu et al 2014).



Abbildung 7: Lymphdrainage an den unteren Extremitäten (Quelle: privat)

### **5.1.6.2 Recherche**

Die Literatursuche in der Pubmed Datenbank ergab 17 Treffer für die Lymphdrainage, mit Einschluss der Suchkriterien jedoch nur einen Treffer, der die Zielfragestellung betraf. Grund für den Ausschluss der anderen Studien war der fehlende Bezug auf Sportverletzungen, da sich der Fokus auf das Lymphsystem an sich richtete. Zum Thema dieser Arbeit gab es nur eine Studie für das Verletzungsbild der „overuse injuries“.

Nach der Literaturanalyse stellte sich heraus, dass sich die einzige Studie gegen die Lymphdrainage-Therapie bei „Overuse“-Verletzungen aussprach.

Die randomisiert kontrollierte Studie von Behringer et al (2017) untersuchte, ob manuelle Lymphdrainage kombiniert mit lokaler Kryotherapie und Ruhe den Zeitverlauf von Kreatinkinase und Herz-Fettsäure-Bindungsprotein im Blut beeinflussen. Hierfür erhielten 30 Sportschüler nach 4x20 einseitigen, exzentrisch betonten Knieextensionen zufällig entweder eine 30-minütige manuelle Lymphdrainage, lokale Kryotherapie oder Ruhe für die gleiche Zeit. Die Autoren kamen zu dem Ergebnis, dass ein Muskelschaden trotz Lymphdrainage ausgelöst wurde und diese somit nicht unterschiedlich beeinflussen kann. Diese Informationen wurden als besonders wichtig für Sportmediziner und Konditionierungsspezialisten herausgestellt, die biochemische Muskelschadenmarkierungen verwenden, um die Trainingsbelastung und das Volumen von Sportlern anzupassen.

### **5.1.6.3 Fazit**

Aufgrund der wenigen vorliegenden Studien kann man resümieren, dass die Lymphdrainage keinem Nachweis für die direkte Wirkung bei Sportverletzungen zeigt, aber ihre Wirkung zurzeit noch erforscht werden muss. Es benötigt dringend an evidenzbasierten Publikationen, um Lymphdrainage sicher empfehlen zu können, denn im praktischen Alltag ist diese Therapiemaßnahme absoluter Standard bei Sportverletzungen jeglicher Art.

## 5.2 Orale Medikation

### 5.2.1 Bisphosphonate

#### 5.2.1.1 Hintergrund

Bisphosphonate (Abb. 8) gehören zu einer Klasse von Arzneimitteln, die als Bisphosphonat-vermittelte Knochenresorptionsinhibitoren bezeichnet werden. Ihre Effekte werden durch osteoklastische Hemmung vermittelt. Die osteoklastische Aktivität reduziert die Knochenresorption und unterstützt somit ihre veröffentlichten Indikationen, die die Verringerung der Hyperkalzämie bei einigen malignen Erkrankungen und die Verringerung der Osteolyse bei Knochenmetastasen und in einigen Fällen der Paget-Krankheit einschließen. Normale Osteoklasie ist jedoch entscheidend für den Knochenumsatz und die Knochenlebensfähigkeit. Die normale Osteoklasie resorbiert den nicht vitalen Knochen und setzt Zytokine und die insulinähnlichen Wachstumsfaktoren 1 und 2 frei, die normalerweise mesenchymale Stammzellen und den prämitotischen Osteoblasten zu aktiven knochenbildenden Osteoblasten induzieren. Die Unterbrechung dieses homöostatischen Zyklus durch zu starke Hemmung der Knochenresorption führt zur Ansammlung von nichtvitalen Osteozyten und Mikrofrakturen alter Mineralmatrix (Marx et al 2003).

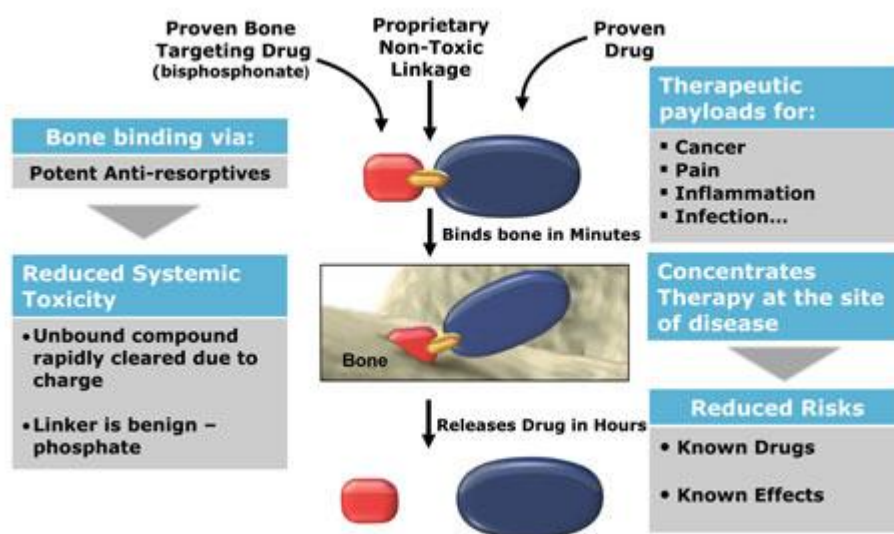


Abbildung 8: Wirkung von Bisphosphonat (Quelle:

[www.genengnews.com/magazine/136/novel-bisphosphonates-platform-for-drug-delivery](http://www.genengnews.com/magazine/136/novel-bisphosphonates-platform-for-drug-delivery))

### **5.2.1.2 Recherche**

Die Literatursuche hat ergeben, dass die meisten Artikel der Bisphosphonat-Therapie bei Sportverletzungen über Stressfrakturen (2 Studien) veröffentlicht wurden.

Aus der Literaturanalyse ging hervor, dass eine Studie für die Bisphosphonat-Therapie bei Stressfrakturen spricht und eine Studie dagegen.

Das Ziel der retrospektiven Studie von Simon et al (2014) war es, die Sicherheit und Wirksamkeit von Ibandronat für Knochenmarksödem-Syndrom und Stressfraktur-Fällen zu bewerten – speziell im Hochleistungssport. Es wurden Knochenmarksödeme des unteren Rumpfes oder der Extremität der Sportler durch Magnetresonanztomographie diagnostiziert. Das Behandlungsschema bestand aus einer hochdosierten Vitamin D und einer intravenösen Ibandronat-Therapie. In den ersten zwei Wochen zeigten 16 Patienten (64%) eine ausgezeichnete Schmerzreduktion und eine verbesserte Mobilität. Die Autoren schlussfolgerten daraus, dass das hier angewandte Therapieschema der intravenösen Bisphosphonat-Anwendung und der Vitamin-D-Supplementation beim Knochenmarksödem-Syndrom sich positiv auf Hochleistungssportler auswirkt.

In dem Review von Ekenman et al 2009 heißt es dagegen, dass Stressfrakturen bei Sportlern sehr häufig auftreten und die Karriere aufgrund ihrer langen Heilungszeit beenden können. Dies bezogen die Autoren aus einer Studie von Pepper et al (2006). Zudem erwähnten sie die Arbeit von Mashiba et al (2001), die besagt, dass Bisphosphonate seit mehreren Jahren zur Behandlung von Osteoporose eingesetzt werden, da sie die Knochenmasse erhöhen und das Frakturrisiko verringern, wenn die Osteoklastenaktivität abnimmt. Abschließend berichteten die Autoren, dass man auch mit Nebenwirkungen rechnen muss. Ein Athlet ist ein gesunder Mensch und man weiß, dass diese Stressfrakturen auch ohne Unterstützung heilen, wenn die Betroffenen einige Wochen ruhen. Wenn es zu Tibia-Stress-Frakturen kommt – am häufigsten bei Sportlern – dauert es etwa 12 Monate in „aktiver Ruhe“, bis diese Verletzung verheilt ist. Es dauert etwa 6 Monate, wenn sie operiert werden. Am wichtigsten ist es, mehr über den Mechanismus von Stressfrakturen – extrinsische und intrinsische Faktoren, die

Knochenbiologie und die biomechanischen Faktoren – zu lernen und den Sportlern zu helfen, richtige Trainingsprogramme zu bekommen, um Stressfrakturen zu vermeiden.

### **5.2.1.3 Fazit**

Resümierend kann man sagen, dass aktuell die Indikation für eine Bisphosphonat-Therapie bei Stressfrakturen aus wissenschaftlichen Gründen nicht nachgewiesen ist, da es keine schlüssigen Beweise für ihre Wirksamkeit gibt und eher auch Nebenwirkungen auftreten können. Zwar gibt es Einzelfälle wie im Leistungssport, wo diese Therapie anschlägt und ihre Berechtigung hat, da es im Profisport häufig auch um Aktionismus und das Ausschöpfen der maximal möglichen Maßnahmen geht, jedoch sind diese Einzelfälle, die Erfolge der Bisphosphonat-Therapie zeigen, nicht repräsentativ. Weitere gut konzipierte klinische Studien sollten durchgeführt werden, um die Nützlichkeit und Sicherheit von Bisphosphonaten zu ermitteln.

## **5.2.2 Enzymersatztherapie**

### **5.2.2.1 Hintergrund**

Bei der Enzymersatztherapie (Abb. 9) fallen im sportlichen Bereich häufig die Namen Phlogenzym und Wobenzym. Diese sind allgemein als hydrolytische Enzyme oder systemische Enzyme bekannt und sollen entzündungshemmende, fibrinolytische und analgetische Eigenschaften sowie positive Auswirkungen auf Ödeme haben. Bromelain kann die Migration von Neutrophilen und die Sekretion entzündungsfördernder Zytokine verringern. Darüber hinaus reduziert Bromelain die Thrombozytenaggregation und zeigt fibrinolytische Aktivitäten beim Auflösen von Fibringerinnseln (Ranchordas et al 2012). Verabreicht werden diese Enzyme oral als Nahrungsergänzungsmittel.

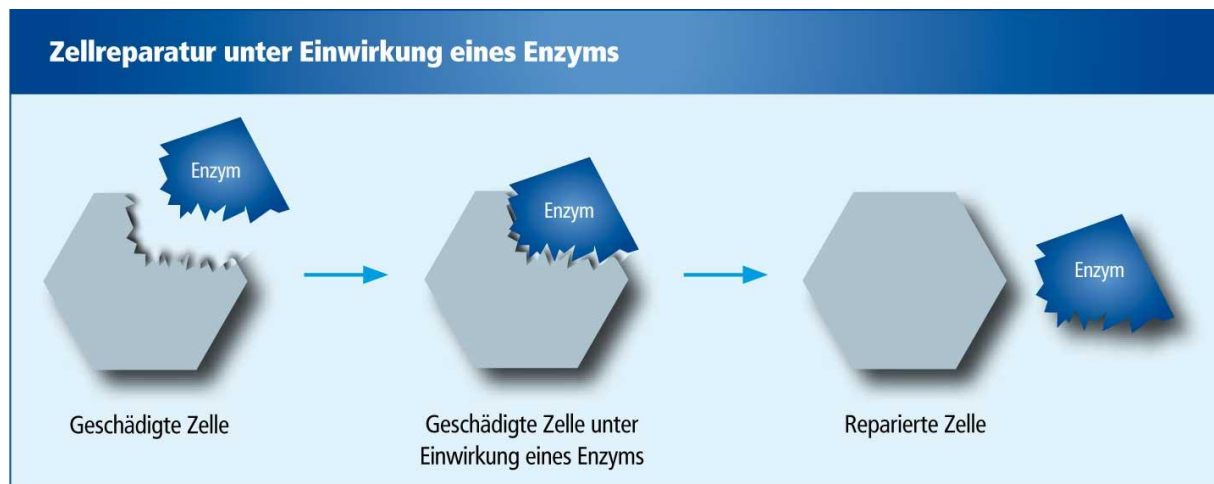


Abbildung 9: Wirkung von Enzymen (Quelle: [www.naturheilpraxis-ruppert.de/service/horvi-enzyme-schlangengift](http://www.naturheilpraxis-ruppert.de/service/horvi-enzyme-schlangengift))

### 5.2.2.2 Recherche

Die Literatursuche in der Pubmed Datenbank ergab 26 Treffer, mit Einschluss der Suchkriterien jedoch 0 Treffer, da sich die Studien nicht mit traumatischen Sportverletzungen befassen, sondern mit lysosomalen Speicherkrankheiten wie u.a. Morbus Fabry sowie chronische Pankreatitis oder Pankreasinsuffizienz.

### 5.2.2.3 Fazit

Man kann resümieren, dass keine wissenschaftlichen Publikationen für eine Therapie mit Enzymen zur Behandlung von Sportverletzungen vorliegen. Daher sind dringend evidenzbasierte Studien notwendig.

## 5.3 Minimal-invasive Therapien

Die minimal-invasive Therapie beschreibt eine Reihe von Verfahren von Behandlungsmethoden, bei denen nur sehr kleine oder manchmal sogar keine Inzisionen vorgenommen werden müssen (Frampton et al 2017).

Hierzu gehören unter anderem die Infiltration, die Injektion von PRP und die Akupunktur.

### 5.3.1 PRP (Platelet rich plasma)

#### 5.3.1.1 Hintergrund

Bei PRP (plättchenreiches Plasma) handelt es sich um konzentriertes Blutplasma eines einzelnen Patienten, welches eine große Menge Wachstumsfaktoren, Proteine und Blutplättchen enthält und mit denen der Heilungsprozess beschleunigt werden kann. Das thrombozytenreiche Plasma wird durch Zentrifugalkraft (Abb. 10) gewonnen, welche das Blut in seine einzelnen Bestandteile aufgrund ihres unterschiedlichen spezifischen Gewichts aufteilt und schichtweise anordnet (Plasmapherese). Die Bestandteile des Vollbluts sind Erythrozyten, thrombozytenarmes Plasma und thrombozytenreiches Plasma. Je nach Methode wird das in den Schichten oben schwimmende Plasma separiert bzw. erneut zentrifugiert, womit man eine bis zu 4-fache Konzentration an Thrombozyten gewinnen kann (Hutchinson et al 2015).

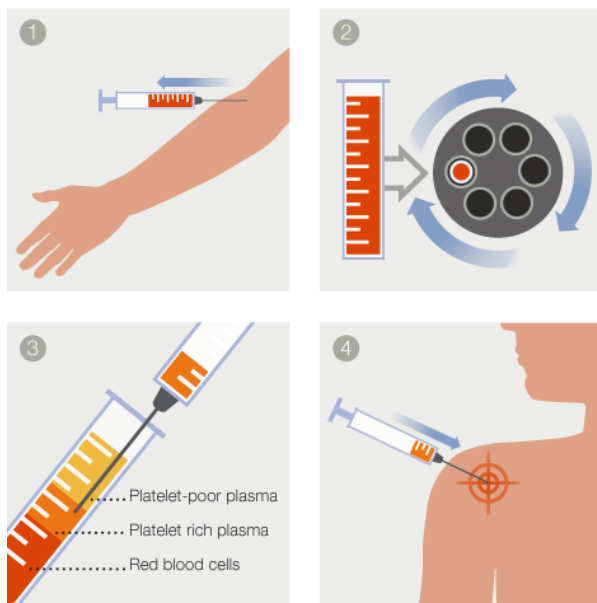


Abbildung 10: Herstellungsverfahren von PRP (Quelle: [sportsmedicine.mayoclinic.org/clinical-services/regenerative-medicine.php](https://sportsmedicine.mayoclinic.org/clinical-services/regenerative-medicine.php))



### 5.3.1.2 Recherche

Plättchenreiches Plasma ist ein vielversprechender alternativer Therapieansatz, basierend auf der Fähigkeit von autologen Wachstumsfaktoren, die Gewebeheilung zu beschleunigen, die Muskelregeneration zu verbessern, die Neovaskularisierung zu erhöhen und die Fibrose zu reduzieren. Die meisten Studien über plättchenreiches Plasma wurden mit folgenden Verletzungsbildern veröffentlicht (Abb. 11).

- Knorpelschaden am Kniegelenk (3 Studien)
- Vordere Kreuzbandverletzungen (1 Studien)
- Patellarsehnenverletzungen (1 Studie)
- Achillessehnenverletzungen (2 Studien)
- Epicondylitis (2 Studien)
- Muskelverletzungen am Oberschenkel (3 Studien)
- Plantarfasziitis (1 Studie)

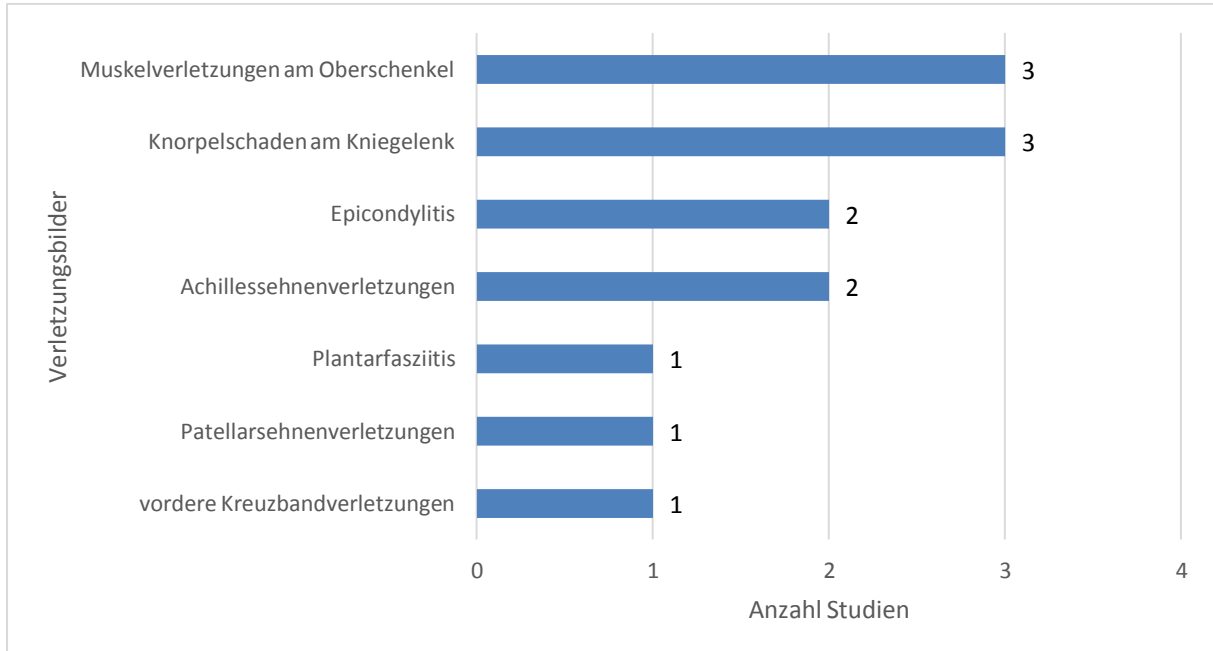


Abbildung 11: Verletzungsbilder und Anzahl der gefundenen Studien zum PRP bei Sportverletzungen

### **5.3.1.3 Knorpelschaden am Kniegelenk**

Durch die Literaturanalyse stellte sich heraus, dass 2 Studien für die Verwendung von PRP bei Knorpelverletzungen berichteten und eine Studie kontroverse Ergebnisse erzielte.

In einer Studie von Zhang et al aus dem Jahre 2016 wurde eine nationale Datenbank von privaten Versicherungsabrechnungsdatensätze (PearlDiver) auf Patienten untersucht, die über einen Zeitraum von 2 Jahren (2010-2011) PRP-Injektionen erhielten. Insgesamt wurde bei 2571 Patienten eine breite Anwendung der PRP-Behandlung für eine Vielzahl von Muskel-Skelett-Verletzungen beobachtet. Die meisten behandelten Patienten waren älter als 35 Jahre und die am häufigsten behandelten Erkrankungen umfassten Knorpel- und Meniskusstörungen. Moatse et al publizierten 2017 Verbesserungen und Schmerzreduktionen bei Patienten nach der plättchenreichen Plasma-Anwendung, jedoch kam man zu dem Entschluss, dass es bislang nur wenige überzeugende Beweise gibt, die entweder die Wirksamkeit der Produkte anführen oder Richtlinien für ihren Herstellungsstandard liefern.

In der im Jahre 2013 publizierten Studie von Russel et al heißt es, dass plättchenreiches Plasma als klinische Behandlung für Knorpelverletzungen im Bereich der orthopädischen Sportmedizin an Popularität gewonnen und die Behandlung im Vergleich zu Kortikosteroiden und Anästhetika als relativ gutartig angesehen wird, jedoch die Eigenart von plättchenreichem Plasma in Hinsicht auf seine Variabilität der Komponenten sowie Einfluss verschiedenster Faktoren, welche die Wirkung des Präparats beeinflussen, noch nicht hinreichend erforscht sind. In einer anderen Studie von LaPrade et al, die 2015 publiziert wurde, haben die Autoren aktuelle Strategien zur Bewertung der Ergebnisse nach einer biologischen Behandlung im Knie überprüft und ist zu dem Entschluss gekommen, dass viele Ergebnisse nicht aussagekräftig hinsichtlich ihrer tatsächlichen Wirksamkeit sind.

In der Studie von Stanco D et al von 2012 gibt es eine frühe Literaturübersicht, die sich auf die Rolle von Wachstumsfaktoren für Thrombozyten bei dieser Gewebeheilung und auf die verfügbaren Präparationsmethoden für plättchenreiches Plasma konzentriert. Obwohl

mehrere präklinische Studien vielversprechende Ergebnisse zeigten, zeigten klinische Studien nach wie vor kontroverse Ergebnisse.

## **Fazit**

Somit kann geschlussfolgert werden, dass plättchenreiches Plasma bei Knorpelschäden von Sportlern seine Indikationen hat und dies auch durch die Literatur belegt ist. Die Mehrzahl der Studien, die plättchenreiches Plasma als Therapie für Knorpelverletzungen im Knie untersuchten, berichten von klinischen Verbesserungen. Allerdings ist die Anzahl der Erfahrungsberichte und der Grad der Evidenz der vorliegenden Studien noch gering, sodass weitere Forschungstätigkeit auf diesem Gebiet notwendig ist, damit diese Therapie ein Standard im Stufenkonzept zur Behandlung von Knorpelschäden am Kniegelenk wird.

### ***5.3.1.4 Schädigungen am vorderen Kreuzband***

Nach der Literatursuche zeigte sich, dass die gefundenen Studien über die Verwendung von PRP bei Verletzungen des vorderen Kreuzbandes nicht dafürsprechen.

Grambart et al haben 2015 ein Cochrane Review durchgeführt, um die Auswirkungen von einer Therapie mit plättchenreichem Plasma zur Behandlung von Muskel-Skelett-Weichteilverletzungen zu bewerten. Man untersuchte quasi-randomisierte kontrollierte Studien, die eine plättchenreiche Plasma-Therapie mit Placebo, autologem Vollblut, trockener Nadelung oder keiner plättchenreichen Plasma-Therapie bei Patienten mit akuten oder chronischen muskuloskelettalen Weichteilverletzungen verglichen. Zu der hier in den Vordergrund gestellten Verletzung am vorderen Kreuzband und dessen Behandlung mit plättchenreichem Plasma wurden 4 Studien gefunden und man konnte aus den Ergebnissen schlussfolgern, dass es derzeit keine ausreichenden Beweise gibt für die Wirkung gibt. Nach Meinung des Autors spielt es eine Rolle, wenn die konservative Behandlung versagt hat und die nächste Behandlungsoption ein invasiver chirurgischer Eingriff ist. Die Autoren erwähnen noch das Review von Willits et al (2013), die ebenfalls keinen Nachweis von PRP bei Verletzungen des vorderen Kreuzbandes fanden.

## **Fazit**

Zusammenfassend stellte sich heraus, dass plättchenreiches Plasma für Verletzungen am vorderen Kreuzband seine Indikation haben könnte, es jedoch zu wenig aussagekräftige Studien gibt, um eine sichere Aussage darüber zu treffen. Studien mit höherer Evidenz fehlen ganz. Lediglich operative Eingriffe mit integrierter plättchenreicher Plasma-Therapie bei der Rekonstruktion des vorderen Kreuzbandes, deuten an, dass sie eine bessere Autotransplantationsreife haben können (Lopez-Vidriero et al 2010).

### **5.3.1.5 Patellarsehnenverletzungen**

Es zeigte sich nach der Literaturrecherche, dass sich die einzig gefundene Studie von PRP bei Patellarsehnenverletzungen dagegen aussprach.

In der Studie von Bowman et al aus dem Jahre 2013 wurden Aufzeichnungen von drei Patienten mit Symptomverschlechterung des Patellarspitzensyndroms nach Behandlung mit plättchenreichem Plasma überprüft. Jeder der 3 Patienten wurde zuvor wegen längerer Symptome mit einer plättchenreichen Plasma-Therapie behandelt. Klinische und radiologische Befunde nach der Behandlung ergaben eine Verdickung der Patellarsehne, Zunahme der Schmerzen, Aufgabe der sportlichen Tätigkeit und Osteolyse des distalen Patellarpols. Angesichts der wachsenden Anzahl an Grundlagenforschung, die die positiven Effekte von plättchenreichem Plasma bei der Behandlung von Tendinopathien belegt, könnte der klinische Einsatz das Spektrum zwischen chirurgischen und nichtchirurgischen Optionen überbrücken. Es gibt jedoch derzeit einen Mangel an gut konzipierten klinischen Studien, die ihre Wirksamkeit bei der Behandlung des Patellarspitzensyndroms bewerten. Des Weiteren fanden die Autoren heraus, dass es nur eine veröffentlichte randomisierte klinische Studie gibt, die eine plättchenreiche Plasma-Therapie mit einer Stoßwellentherapie für das Patellarspitzensyndrom vergleicht. Nach 6 und 12 Monaten führte die plättchenreiche Plasma-Therapie zu signifikant verbesserten Ergebnissen. Sie berichteten in ihrer 23-Patienten-Kohorte keine unerwünschten Ereignisse. Nach Kenntnis der Verfasser ist dies der erste Bericht über die Verminderung der Symptome des Patellarspitzensyndroms

nach plättchenreicher Plasma-Therapie. Die Anbieter sollten sich darüber im Klaren sein, dass eine klinische Reduzierung der Symptome nach einer Behandlung möglich ist und dass jede Intervention, die „stark genug ist, um zu helfen“, auch „stark genug sein kann, um zu schmerzen“. Diese Fälle machen deutlich, dass weitere Untersuchungen erforderlich sind.

## **Fazit**

Als Fazit gilt, dass die Behandlung mit PRP an der Patellarsehne wirken kann. Der Mangel an klinischer Evidenz in Kombination mit den möglichen Nebenwirkungen sollte Kliniker jedoch vor der Verwendung von plättchenreichem Plasma zur Behandlung des Patellarspitzensyndroms als erste Maßnahme im Stufenkonzept warnen.

### **5.3.1.6 Achillessehnenverletzungen**

Nach Abschluss der Literatursuche stellte sich heraus, dass alle Studien über die PRP-Therapie bei Achillessehnenverletzungen gegen diese Art der Behandlung sind.

Kaniki et al 2014 bewerteten ebenfalls die Wirksamkeit von plättchenreichem Plasma bei der nichtoperativen Behandlung der akuten Achillessehnenruptur. Dies war eine Vergleichsstudie (insgesamt 73 Patienten) mit einer prospektiven Kohorte und einer historischen Kontrollgruppe. Die Kontrollgruppe wurde aus einer randomisierten Studie gebildet, in der ein Arm der Studie eine nichtoperative Behandlung erhielt, einschließlich einer beschleunigten funktionellen Rehabilitation nach einer akuten Achillessehnenruptur, die mit der in der prospektiven Behandlungsgruppe durchgeführten identisch war. Die Patienten in der prospektiven Gruppe wurden nacheinander rekrutiert und erhielten 2 Injektionen von PRP während der ersten 2 Wochen nach der Verletzung. Das primäre Ergebnis war die isokinetische Plantarflexionsfestigkeit ein und zwei Jahre nach der Verletzung. Die Ergebnisse dieser Studie legen nahe, dass es keinen messbaren klinischen Nutzen für die Zugabe von PRP zum Behandlungsschema bei nichtoperativ behandelte akuter Achillessehnenruptur gibt.

In der Studie von Grambart et al aus dem Jahre 2014 wurde ein Cochrane Review durchgeführt, um die Auswirkungen von plättchenreichem Plasma zur Behandlung von Muskel-Skelett-Weichteilverletzungen zu bewerten, worunter auch die PRP-Therapie bei akuter Achillessehnenruptur fiel. Die Schlussfolgerung der Autoren war, dass es derzeit keine ausreichenden Beweise gibt, um die Verwendung einer PRP Therapie zur Behandlung von Achillessehnenrupturen zu verwenden.

## **Fazit**

Als Fazit kann man festhalten, dass die plättchenreiche Plasma-Therapie bei Achillessehnenverletzungen noch zu wenig etabliert ist und es noch mehr hochrangige Studien zu diesem Thema geben muss, um nachzuweisen, dass diese Form der Therapie wirklich Erfolg verspricht.

### **5.3.1.7 Epicondylitis**

Nach der Literaturanalyse stellte sich heraus, dass eine Studie für und eine Studie gegen die Therapie von PRP bei Epicondylitis spricht.

In der prospektiven, doppelblinden und randomisierten klinischen Studie von Walder et al (2017) wurde die Sicherheit und Wirksamkeit der Anwendung von plättchen- und leukozytenreichem Plasma bei der Behandlung des lateralen Humerusepithels im Vergleich zur Gabe von Kortikosteroiden untersucht. Es umfasste insgesamt 25 Fälle bei 23 Patienten im Alter von 18 bis 60 Jahren. Sie waren in zwei Arme unterteilt: Leukozyten-plättchenreiches Plasma-Arm mit 10 Fällen und Corticosteroid-Arm mit 15 Fällen. Die Nachbeobachtungszeit betrug 12 Monate. Beide Gruppen berichteten über keine negativen und auch keine schwerwiegenden unerwünschten Ereignisse. Die VAS-Bewertung zeigte, dass eine Wirkung erst nach der Verabreichung der ersten Dosis von Leukozyten- und plättchenreichem Plasma und Kortikosteroid erreicht wurde, wobei ein signifikanterer Effekt in Leukozyten- und

plättchenreichem Plasma berichtet wurde. Nach den Ergebnissen ist die Anwendung von Leukozyten-plättchenreichem Plasma zur Behandlung der lateralen Humerusepicondylitis geeignet. Die Vorteile können in Form eines besseren funktionellen Scores vorhergesagt werden, während die analgetische Wirkung gleich der Wirkung von Kortikosteroid ist.

Allerdings heißt es in der Studie von Bava et al (2011), dass zwar großes Interesse an PRP-Produkten zur Behandlung von Muskel-Skelett-Erkrankungen besteht, es jedoch nur wenige veröffentlichte klinische Nachweise gibt, die ihre Wirksamkeit bei der Behandlung von Verletzungen belegen.

## **Fazit**

Als Fazit kann gelten, dass es zwar Studien gibt, die für den Erfolg von plättchenreichem Plasma zur Therapie von Epicondylitis sprechen, es jedoch zu wenige sind, um eine etablierte Form der primären Behandlung zu sein.

### ***5.3.1.8 Muskelverletzungen am Oberschenkel***

Die Literaturanalyse für PRP bei Muskelverletzungen ergab, dass sich eine Studie für diese Therapie ausspricht und 2 Studien dagegensprechen.

In der Publikation von Guillodo et al aus dem Jahr 2016 wurde in einer Kohortenstudie getestet, ob die Injektion von thrombozytenreichem Plasma die Heilungsrate bei schweren akuten Verletzungen der ischiokruralen Muskulatur erhöht. Behandlungen zur Beschleunigung der Heilung bei Patienten mit Muskelverletzungen wurden bei schweren Verletzungstypen wie den Grad III-Muskelverletzungen durchgeführt. 34 Patienten mit einer schweren akuten ischiokruralen Muskelverletzung wurden daraufhin untersucht, wovon 15 Patienten eine plättchenreiche Plasma-Therapie bekamen. Alle Patienten folgten demselben standardisierten Rehabilitationsprogramm, das aus Physiotherapie-, Dehnungs- und Kräftigungsübungen bestand und von isometrisch zu konzentrisch zu exzentrisch überging. Es folgte ein Training in Form von Radfahren, Joggen und letztendlich Sprinten. Die Zeit des

„Return to play“ unterschied sich zwischen den beiden Gruppen nicht signifikant. Die Autoren fassten zusammen, dass eine einzelne ultraschallgesteuerte PRP-Injektion an der Stelle einer schweren akuten Oberschenkelmuskulaturverletzung die Zeit zum „Return to play“ nicht verkürzen. Dieses Ergebnis zeigt, dass die derzeitige Popularität von plättchenreichen Plasma-Injektionen zur Behandlung von Muskelverletzungen, insbesondere unter Elite-Athleten, durch weitere Studien mit hoher Evidenz belegt werden muss.

In einer anderen Publikation von Mauch et al 2013 heißt es, dass die Infiltrationstherapie mit plättchenreichem Plasma eine zusätzliche Therapieoption sei, diese jedoch nicht zur Beschleunigung des Heilungsprozesses eingesetzt werden solle. Auch hier vertritt man die Meinung, dass, obwohl es viele Grundlagen- und Tierstudien hierzu gibt, noch keine randomisierten kontrollierten Studien vorhanden sind, die die Überlegenheit von plättchenreichem Plasma bei Muskelverletzungen gegenüber einer Kontrollgruppe bestätigen. Die Autoren dieser Publikation, ein internationales Komitee aus Fachexperten, kam 2010 zu dem Schluss, dass es im Moment nur wenig wissenschaftlich belegte Ergebnisse für den Einsatz von plättchenreichem Plasma bei Sportverletzungen gibt. Im Gegensatz dazu heißt es in der Publikation von Hamid et al von 2014, dass eine einzelne autologe plättchenreichen Plasma-Injektion, kombiniert mit einem Rehabilitationsprogramm bei der Behandlung von ischiokruralen Verletzungen, signifikant wirksamer war als ein Rehabilitationsprogramm allein. Die Autoren führten eine verblindete randomisiert-kontrollierte Studie mit 52 Patienten (Evidenzlevel 2) durch, um die Wirkung von autologen plättchenreichen Plasma-Injektionen zu untersuchen und um nach akuten Grad 2 Verletzungen der ischiokruralen Muskelgruppe die Sportler wieder zurück zum Sport zu bringen. Eine einzige intraläsionale Spritze von autologem, plättchenreichem Plasma der Patienten wurde in der Studiengruppe, zusätzlich zum Rehabilitations-Programm, unter Ultraschallkontrolle in den verletzten Bereich des Muskels verabreicht. Dabei kamen die Autoren zu dem Ergebnis, dass Patienten in der Studiengruppe eine vollständige Erholung des Muskels signifikant früher als die Kontrollgruppe erreichten. Die Wirkung von plättchenreichem Plasma zur Senkung der Schmerzintensität, die mit einer Oberschenkelverletzung verbunden ist, wurde in dieser Studie ebenfalls bestätigt.



## **Fazit**

Man kann als Fazit festhalten, dass die Indikation für die Infiltration von plättchenreicher Plasma-Therapie bei Muskelverletzungen am Oberschenkel aus wissenschaftlicher Hinsicht nicht nachgewiesen ist, da es keine Verbesserungen beim Heilungsprozess gibt. Lediglich eine Studie (Hamid et al 2014) konnte den Vorteil einer plättchenreichen Plasma-Therapie nachweisen, was jedoch zu wenig ist, um sicher sagen zu können, dass diese Art der Therapie eine etablierte, konservative Methode für ischiokrurale Verletzungen darstellt. Bezüglich einer Anwendung von PRP ist die Anzahl der Erfahrungsberichte und damit der Grad der Evidenz der vorliegenden Studien noch zu gering, um eine sichere Empfehlung für den Einsatz von PRP in der Therapie von Sportverletzungen geben zu können.

### **5.3.1.9 Plantarfasziitis**

Durch die Literaturanalyse zeigte sich, dass die einzig gefundene Studie zur Verwendung von PRP bei Plantarfasziitis sich für diese Art der Therapie ausspricht.

In diesem Literaturreview wurde zum Thema Plantarfasziitis eine Publikation von Barrett et al (2004) gefunden. In dieser wurden neun Patienten in einer Pilotstudie aufgenommen, um plättchenreiche Plasma-Injektionen bei Plantarfasziitis zu untersuchen. Alle Patienten zeigten eine echoarme und verdickte Plantarfaszie im Ultraschall. Sechs von neun Patienten erreichten nach 2 Monaten eine vollständige Linderung der Symptome. Einer der drei erfolglosen Patienten fand schließlich nach einer zusätzlichen plättchenreichen Plasma-Injektion eine vollständige Linderung. Nach einem Jahr hatten 77,9% der Patienten eine vollständige Symptomauflösung. Die Autoren schlussfolgerten, dass plättchenreiches Plasma eine vielversprechende Alternative zur Operation ist, indem es die sichere und natürliche Heilung fördert. Es gibt jedoch nur wenige kontrollierte Studien und meist nur Anekdoten oder Fallberichte. Zusätzlich sind die Stichprobengrößen häufig klein, was die Verallgemeinerung der Befunde einschränkt.

## **Fazit**

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die plättchenreiche Plasma-Therapie bei einer Plantarfasziitis ihre Indikation hat und laut der Studie von Barrett et al (2004) sogar Erfolge verzeichnet. Jedoch heißt es auch hier, dass mit zunehmender klinischer Anwendung mehr kontrollierte Studien erforderlich sind, um diese Behandlung besser zu verstehen.

## **5.3.2 Nadel-Therapien**

### ***5.3.2.1 Hintergrund***

Die Nadel-Therapie befasst sich mit myofaszialen Triggerpunkten mittels steriler Einwegakupunkturnadeln. Dabei unterscheidet man zwischen Akupunktur und der speziellen Akupunkturtechnik Dry Needling. Beim Dry Needling sticht man in Triggerpunkte, welche lokal begrenzte, druckempfindliche Muskelverhärtungen in der Skelettmuskulatur sind, von denen übertragene Schmerzen ausgehen und mit dem Einstich beseitigt werden können. Die Behandlung entstand aus klinischen Beobachtungen bei Injektionen mit Lokalanästhetika, bei denen erkannt wurde, dass auch die trockene Nadelung nach verbrauchtem Lokalanästhetikum therapeutische Wirkung zeigte. Der Stich an sich direkt in den Triggerpunkt ist verantwortlich für den Erfolg der Triggerpunktbehandlung, nicht die Injektion. Patienten mit chronischen oder auch akuten myofaszialen Schmerzen reagieren oft sehr gut auf die Anwendung von Dry Needling (Baldry et al 1993). Akupunktur ist ansonsten ein weltweit angewandtes und möglicherweise das älteste Therapeutikum zur Reduktion von Schmerz und zur Muskelrelaxation (Tipt et al 2010). Die Akupunktur (Abb. 12) hat sich in der Sportmedizin bei Verletzungen als wichtiger Bestandteil der Therapie etabliert. Bei korrekter Anwendung können die Schmerzen gelindert sowie eine rasche Regeneration gefördert werden – ohne wesentliche Nebenwirkungen. Die Hauptindikationen sind Rückenschmerz und Migräne, aber auch Gelenkbeschwerden wie Arthroseschmerzen werden mit Akupunktur therapiert (Witt et al 2006; Hickstein et al 2018). Dabei war für die vorliegende Studie interessant, in wie weit Akupunktur sich auch bei

Sportverletzungen zur Therapie eignet und ob es eine evidenzbasierte Empfehlung als Sporttherapie geben kann.



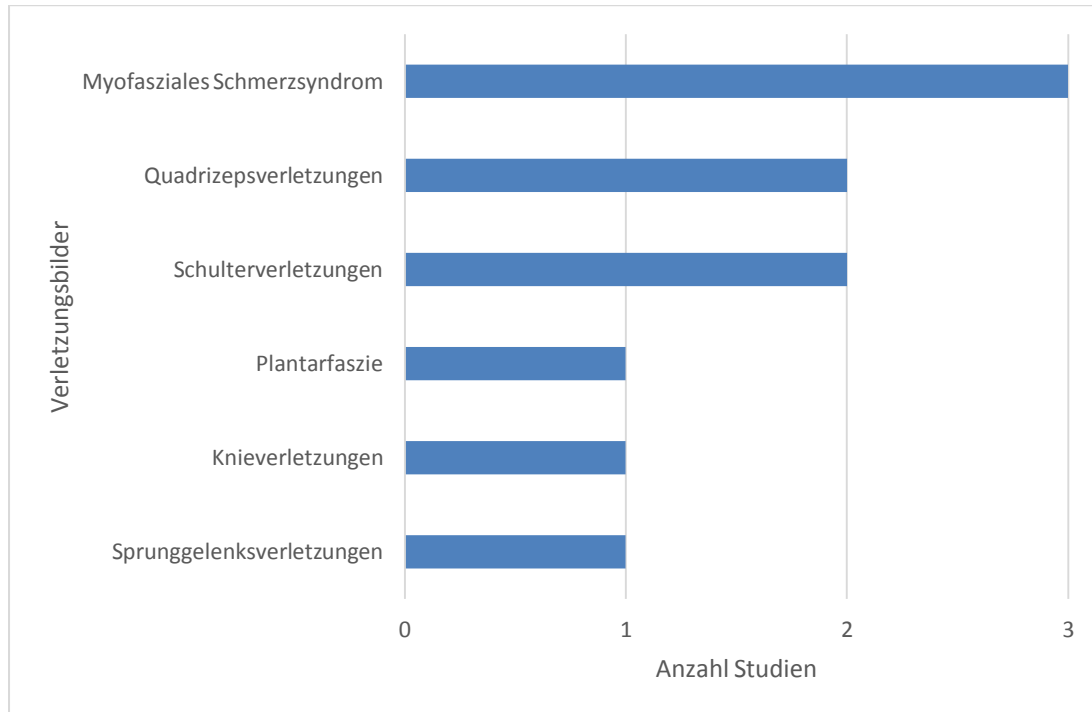
*Abbildung 12: Nadeltechnik am Kniegelenk (Quelle: Agis Oikonomopoulos)*

### **5.3.2.2 Recherche**

Am häufigsten wurden in der Literatursuche in der Pubmed-Datenbank Studien mit folgenden Indikationen aufgezeigt:

- Schulterverletzungen (2 Studien)
- Myofasiales Schmerzsyndrom (3 Studien)
- Plantarfaszie (1 Studie)

- Quadrizepsverletzungen (2 Studien)
- Knieverletzungen (1 Studie)
- Sprunggelenksverletzungen (1 Studie)



*Abbildung 13: Verletzungsbilder und Anzahl der gefundenen Studien zum Thema Nadeltherapie*

### **5.3.2.3 Schulterverletzungen**

Die Literaturanalyse zur Nadeltherapie brachte hervor, dass sich die 2 gefundenen Studien gegen diese Therapie bei Schulterverletzungen aussprachen.

Die Studie von Haik et al 2016 in Form einer systematischen Überprüfung fasst die aktuellen Erkenntnisse über die Wirksamkeit der physikalischen Therapie auf Schmerz, Funktion und Bewegungsumfang bei Patienten mit subakromialen Schmerzsyndrom zusammen. Hierbei wurden unter anderem in den Pubmed- und Cochrane-Datenbanken randomisierte kontrollierte Studien untersucht, wobei nur eine Studie mit Akupunktur und Vergleich mit Placebo-Nadelung bei einem subakromialen Schmerzsyndrom gefunden wurde. Die

Akupunktur hat geholfen, die Schulterfunktion gegenüber dem Placebo in einem Follow-up von 4 Monaten zu verbessern. Folglich kamen die Autoren zu dem Ergebnis, dass es sehr begrenzte Belege für die Wirksamkeit von Akupunktur zur Verbesserung von Schmerz und Funktion im Vergleich zu Placebo-Nadelung, gemischten Therapieprotokollen oder Kortikosteroid-Injektion gibt. Es ist schwierig, Schlussfolgerungen zu ziehen, da Vergleiche zwischen den Interventionen nur jeweils in einer Studie gemacht wurden.

Auch die Publikation von Cox et al 2016 mit dem Evidenzlevel 1a untersuchte die Wirksamkeit und Sicherheit von Akupunkturtherapien bei Verletzungen der Extremitäten. Hierfür wurde unter anderem die Cochrane Central Register-Datenbank nach randomisierten kontrollierten Studien, Kohortenstudien und Fall-Kontroll-Studien von 1990 bis 2015 durchsucht. 15 Studien wurden hierbei eingeschlossen. Die Autoren stellten fest, dass die traditionelle Nadelakupunktur den oralen Steroiden überlegen war. Die traditionelle Nadelakupunktur bot aber keinen wichtigen Nutzen gegenüber Placebo bei Schmerzen in den oberen Extremitäten und war bei Schulterschmerzen deshalb als Therapie nicht schlüssig. Traditionelle Nadel-Akupunktur kann nicht für unspezifische Schmerzen der oberen Extremität vorteilhaft sein.

## **Fazit**

Resümierend kann man festhalten, dass Beweise für die Wirksamkeit von Akupunktur/ Dry Needling bei Schulterverletzungen nicht eindeutig sind und deshalb als Indikation aus wissenschaftlicher Sicht keinen sicheren Stellenwert haben. Weitere randomisierte Studien mit hohem Evidenzlevel werden benötigt, um Klarheit auf diesem Gebiet zu schaffen.

### **5.3.2.4 Myofaszielles Schmerzsyndrom**

Nach der Literaturanalyse kann man festhalten, dass alle gefundenen Studien eine Empfehlung für die Nadel-Therapie beim Myofasziellen Syndrom aussprechen.

Die randomisierte, verblindete, Placebo-kontrollierte Crossover-Studie von Wilke et al 2014 zielt darauf ab, die kurzfristige Wirksamkeit von Akupunktur und Stretching zu bewerten, um Schmerzen zu lindern und die Bewegungsfreiheit bei Patienten mit zervikalem myofaszialen Schmerzsyndrom zu verbessern. 19 Patienten mit myofaszialen Nackenschmerzen erhielten die folgenden Behandlungen: Akupunktur, Akupunktur plus Stretching und Placebo-Laser-Akupunktur. Sowohl die Akupunktur als auch die Akupunktur plus Dehnung erhöhten die mechanische Schmerzschwelle um 5 bzw. 11 Prozent nach der Behandlung. Allerdings war nur Akupunktur in Kombination mit Stretching der Placebo-Anwendung überlegen. Das Ergebnis dieser Studie war, dass die Kombination von Akupunktur und Stretching eine geeignete Behandlungsoption darstellen könnte, um das Bewegungsverhalten der Halswirbelsäule zu verbessern und Triggerpunktschmerzen kurzfristig zu reduzieren.

Kietrys et al 2013 untersuchte in einem systematischen Review und Meta-Analyse ebenfalls die Wirksamkeit von Dry Needling zur Schmerzlinderung bei Patienten mit myofaszialen Schmerzsyndrom im oberen Viertel des Körpers. Vier separate Meta-Analysen wurden durchgeführt: Dry Needling im Vergleich zu Placebo oder Kontrolle unmittelbar nach der Behandlung, Dry Needling im Vergleich zu Placebo oder Kontrolle nach 4 Wochen, Dry Needling im Vergleich zu anderen Behandlungen unmittelbar nach der Behandlung und Dry Needling im Vergleich zu anderen Behandlungen nach 4 Wochen. Die Autoren hielten fest, dass die Ergebnisse von drei Studien, in denen die Kombination von Dry Needling mit Placebobehandlung verglichen wurde, Hinweise darauf lieferten, dass das Dry Needling bei Patienten mit myofaszialen Schmerzsyndrom im oberen Viertel des Körpers sofort Schmerzen lindern kann. Die Ergebnisse von zwei Studien, in denen das Dry Needling mit Schein- oder Placebobehandlung verglichen wurde, lieferten Hinweise darauf, dass Schmerzen durch Dry Needling ebenfalls gelindert werden können. Weiterhin fanden die Autoren heraus, dass es Hinweise aus 2 Studien gab, dass die Lidocain-Injektion nach 4 Wochen die Schmerzen wirksamer lindern kann als Dry Needling. Man kam folglich zum Ergebnis, dass die Schmerzlinderung im Vergleich zu Placebo unmittelbar nach der Behandlung und nach 4 Wochen bei Patienten mit myofaszialen Schmerzsyndrom reduziert wurde.

Mejuto-Vázquez et al 2014 untersuchten in einer randomisierten klinischen Studie mit dem Evidenzlevel 1b die Auswirkungen von Triggerpunkt Dry Needling auf Nackenschmerzen, weit verbreitete Druckschmerzempfindlichkeit und den zervikalen Bereich der Bewegung bei Patienten mit akuten mechanischen Nackenschmerzen und aktive Triggerpunkte im oberen M. trapezius. 17 Patienten wurden nach dem Zufallsprinzip einer von zwei Gruppen zugeordnet: die eine Gruppe erhielt eine einzige Sitzung von Triggerpunkt Dry Needling, die andere Gruppe erhielt keine Intervention. Dabei stellte sich heraus, dass Patienten, die mit einer Sitzung Triggerpunkt Dry Needling behandelt wurden, eine stärkere Abnahme der Nackenschmerzen, eine stärkere Erhöhung der Druckschmerzschwelle und eine stärkere Zunahme des zervikalen Bewegungsbereichs zeigten. Die Ergebnisse der aktuellen randomisierten klinischen Studie deuten darauf hin, dass eine einzelne Trigger Point Dry Needling-Sitzung bei Patienten mit akuten mechanischen Nackenschmerzen die Beschwerden verbessern.

## **Fazit**

Resümierend kann man berichten, dass die Indikation Akupunktur/ Dry Needling bei myofaszialen Schmerzen ihre Berechtigung hat. Zwar gibt es bislang wenige hochwertige Studien, die von Erfolgen beim Patienten berichten, sodass dies eine Option im klinischen Alltag darstellt, jedoch sollten zusätzliche gut konzipierte, qualitativ hochwertige Studien folgen.

### **5.3.2.5 Plantarfasziitis**

Die Literaturanalyse hat ergeben, dass die einzig gefundene Studie zur Behandlung der Plantarfasziitis durch Nadel-Therapie diese befürwortet.

Die Publikation von Karagounis et al 2011 untersuchte die Wirksamkeit von 2 verschiedenen Therapieansätzen bei der Behandlung von Plantarfasziitis bei Freizeitsportlern anhand der Schmerz- und Invaliditätsskala. Insgesamt 38 Teilnehmer mit Plantarfasziitis wurden nach dem Zufallsprinzip in 2 verschiedene Gruppen eingeteilt. Gruppe 1 wurde mit Eis,

nichtsteroidalen entzündungshemmenden Medikamenten und einem Dehn- und Kräftigungsprogramm behandelt. Gruppe 2 erhielt die gleichen therapeutischen Verfahren wie Gruppe 1, verstärkt durch Akupunkturbehandlung. Man konnte feststellen, dass die Akupunkturgruppe weniger Schmerzen nach der Behandlung hatte. Somit konnten die Autoren daraus schlussfolgern, dass Akupunktur als ein wichtiges therapeutisches Instrument für die Verringerung der Fersenschmerzen in Kombination mit traditionellen medizinischen Ansätzen betrachtet werden sollte.

## **Fazit**

Zusammenfassend ist zu resümieren, dass es trotz des Erfolges dieser einen Studie, weitere hochrangige Publikationen mit hoher Evidenz benötigt, um sicher sagen zu können, dass die Indikation Akupunktur bei Plantarfasziitis gerechtfertigt ist.

### **5.3.2.6 Quadrizepsverletzung**

Durch die Literaturanalyse kann man festhalten, dass sich die zwei gefundenen Studien für die Therapie mit Nadeln bei einer Muskelverletzung am Quadrizeps aussprachen.

Die Studie von Ortega-Cebrian et al 2016 befasste sich mit der Untersuchung des Quadrizepsmuskels durch EMG und passiven mechanischen Eigenschaften und verwendete zur Behandlung das Dry Needling. EMG und klinische Messungen wurden vor und nach Dry Needling vorgenommen. Als Teilnehmer dienten 20 Probanden, die über Schmerzen und Quadrizeps-Muskelverspannungen berichteten. Das Ergebnis dieser Studie war, dass Dry Needling zu kleinen Verringerungen von Schmerz, Ruheaktivierung, Dekrement und Widerstand führte.

Huguenin et al 2005 haben mit einer hochwertigen, randomisierten, doppelblinden, placebo-kontrollierten Studie die Auswirkungen einer Dry Needling-Behandlung an der Gesäßmuskulatur bei Athleten mit Schmerzen im dorsalen Oberschenkelbereich untersucht.



Das Einschlusskriterium war die Reproduktion erkennbarer Schmerzen im hinteren Oberschenkel unter Anwendung von digitalem Druck auf die glutealen Triggerpunkte. Die Probanden erhielten an ihren Gesäßtriggerpunkten zufällig entweder eine therapeutische oder eine Placebo-Nadel-Behandlung. Bewegungsbereichs- und visuelle analoge Skalendaten wurden unmittelbar vor, unmittelbar nach, 24 Stunden nach und 72 Stunden nach dem Eingriff erfasst. Die Autoren kamen zu dem Ergebnis, dass sich bei den Spielern die Schmerzsymptomatik an der ischiokruralen Muskulatur und die Gesäßverhärtung verbesserte.

## **Fazit**

Als Fazit kann man festhalten, dass die Nadel-Therapie bei Quadrizepsverletzungen aufgrund weniger Studien zu wenig Evidenz hat um sie als Indikation in Erwägung zu ziehen. Es bedarf auf diesem Gebiet weitere Studien mit hoher Qualität, wobei immerhin ein positives Ergebnis in der einzigen Studie zu finden war und diese als Therapieoption zu sehen ist.

### **5.3.2.7 Knieverletzungen**

Nach der Literaturanalyse kann man festhalten, dass die einzig gefundene Studie zur Behandlung von Kniegelenksverletzungen durch Nadel-Therapie diese Therapie nicht befürwortet.

Crossley et al 2001 haben mit ihrer Publikation einen Review der verfügbaren Nachweise für manuelle Eingriffe für das patellofemorale Schmerzsyndrom vorgestellt, da manuelle Interventionen die Hauptstütze der Behandlung hierfür sind. Physiotherapeutische Interventionen wurden in acht Studien evaluiert und die verbleibenden acht Studien untersuchten verschiedene physikalische Interventionen. Die Autoren stellten fest, dass es u.a. für Akupunktur keine Beweise für eine signifikante Verringerung der patellofemorale Schmerzsyndrom-Symptome gab. Insgesamt hatten die physiotherapeutischen

Interventionen signifikante positive Effekte, aber diese Interventionen wurden nicht mit einer Placebokontrolle verglichen.

## **Fazit**

Resümierend kann man über die Indikation der Akupunktur bei Knieverletzungen berichten, dass diese keinen wissenschaftlichen Nachweis als Therapie am Kniegelenk bei Sportlern hat, da es aufgrund der unzureichenden Anzahl an hochwertigen Studien an Evidenz fehlt. Es besteht weiterer Forschungsbedarf auf diesem Gebiet.

### **5.3.2.8 Sprunggelenksverletzungen**

Die Literaturanalyse erzielte das Ergebnis, dass die einzig gefundene Studie die Nadel-Therapie für Verletzungen am Sprunggelenk befürwortet.

In der Publikation von Tang et al 2013 verglich man die Wirksamkeit und Unterschiede zwischen Akupunktur-Moxibustion und Physiotherapie-Interventionen bei der Verbesserung der Propriozeption von 30 Sportlern mit lateralen Seitenbandverletzung des oberen Sprunggelenks. Dabei stellte sich heraus, dass die durchschnittlichen Fehlerwinkelwerte von aktiven und passiven Repositionstests des verletzten Knöchelgelenks in der Akupunkturgruppe nach der Behandlung signifikant reduziert wurden. Nach der Behandlung in der physiotherapeutischen Gruppe wurden keine signifikanten Veränderungen der durchschnittlichen Fehlerwinkelwerte von sowohl aktiven als auch passiven Repositionstests des Sprunggelenks gefunden. Die Autoren kamen zu dem Ergebnis, dass Akupunktur und Moxibustion die Propriozeption des verletzten lateralen Kollateralbandes des Sprunggelenks bei Sportlern effektiv verbessern können, welche der konventionellen Physiotherapie bei der therapeutischen Wirkung überlegen ist.

## **Fazit**

Zusammenfassend kann man festhalten, dass die Wirksamkeit für Akupunktur bei Sprunggelenksverletzungen zwar nachweislich in der gefundenen Studie belegt ist, es zu

diesem Thema aber weiterhin an qualitativ hochwertigen randomisierten Studien mit hohem Evidenzlevel mangelt, um diese Therapie sicher weiterempfehlen zu können.

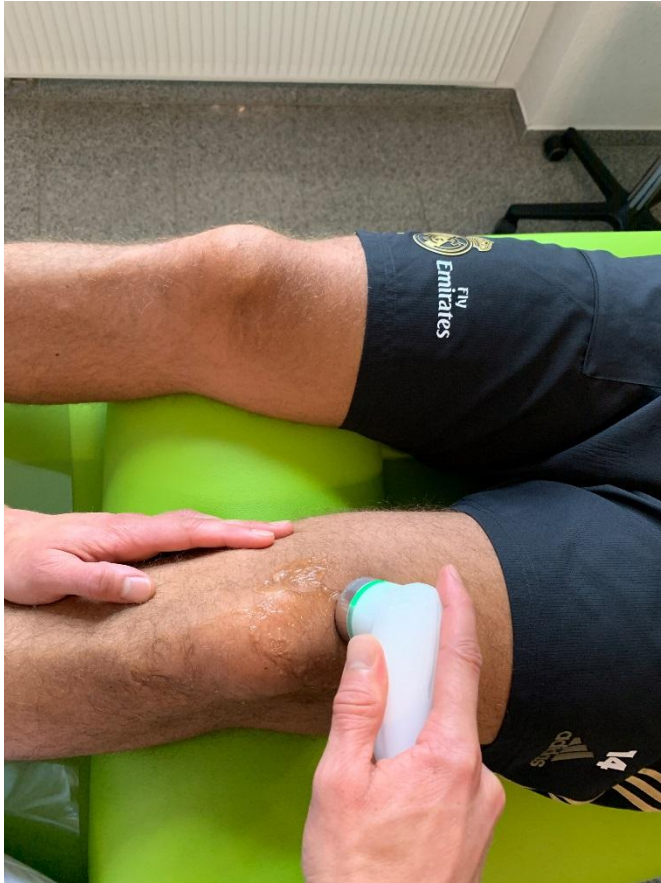
### **5.3.3 Non-invasive Therapie**

Non-invasive Therapien sind therapeutische Maßnahmen, welche die Integrität des Körpers nicht verletzen. Operationswunden und Wundheilungsstörungen können somit vermieden werden. Zu diesen Therapien gehören unter anderem Stoßwellen, Ultraschalltherapie, Wärmetherapie, Kryotherapie, Lasertherapie, Magnettherapie und die Iontophorese.

#### **5.3.3.1 Stoßwellen**

##### **5.3.3.1.1 Hintergrund**

Die Entstehung der piezoelektrischen Stoßwelle basiert auf einer großen Anzahl von Piezokristallen. Die Anordnung der Kristalle bewirkt eine Selbstfokussierung der Wellen auf das Zielzentrum und führt zu einer präzisen Fokussierung und hohen Energie innerhalb eines definierten Fokusvolumens. Es gibt zwei grundlegende Effekte der Schockwelle. Der primäre Effekt sind die direkten mechanischen Kräfte, die zu der maximalen, für die Behandlung (Abb.14) nützlichen Pulsenergie führen. Der sekundäre Effekt besteht aus den indirekten mechanischen Kräften durch Kavitation, die eine negative Wirkung oder Schädigung des Gewebes verursachen können (Wang et al 2012).



*Abbildung 14: Anwendung der Stoßwellentherapie am Knie (Quelle: privat)*

#### **5.3.3.1.2 Recherche**

Die Literaturanalyse ergab, dass die meisten Studien zum Thema Stoßwellentherapie über folgende Indikationen (Abb.15) veröffentlicht wurden:

- Leistschmerzen (1 Studie)
- großes Trochanter Schmerzsyndrom (2 Studien)
- mediales tibiales Stresssyndrom (4 Studien)
- Schulterverletzungen (1 Studie)
- Patellarspitzensyndrom (1 Studie)
- Plantarfasziitis (2 Studien)
- iliotibiales Bandsyndrom (1 Studie)

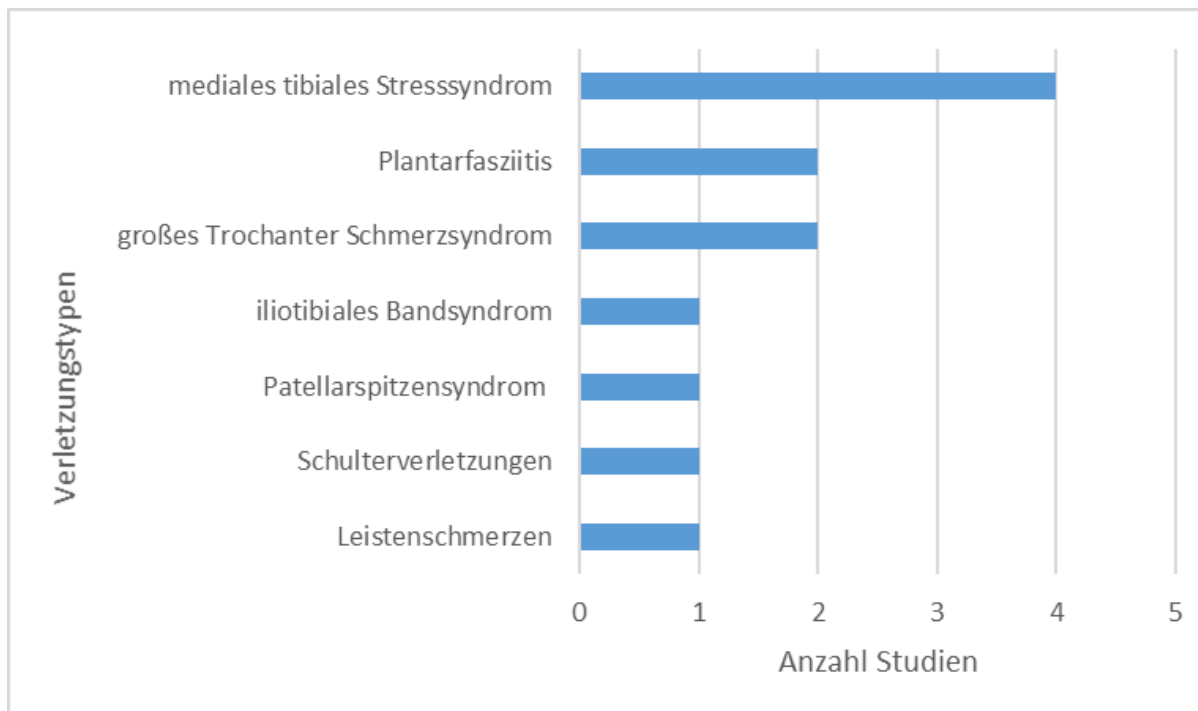


Abbildung 15: Verletzungsbilder und Anzahl der gefundenen Studien zur Stoßwellentherapie

### 5.3.3.1.3 Leistenschmerzen

Nach der Literaturanalyse zeigte sich, dass die einzig gefundene Studie zur Stoßwellentherapie bei Leistenschmerz diese Therapie empfiehlt.

Die prospektiv-kontrollierte Doppelblind-Studie von Schöberl et al mit dem Evidenzlevel 1 aus dem Jahre 2017 untersuchte die Vorteile einer standardisierten nicht-chirurgischen Behandlung des pubischen Überlastungssyndroms bei Leistenschmerzen für eine schnelle Rückkehr zum Fußball. Hierbei wurden 143 Amateurfußballspieler mit Leistenschmerzen sowie radiologischen Anzeichen und klinischen Symptomen einer Überlastung des Schambeins für ein Jahr untersucht. Beide Studiengruppen, Ärzte, Physiotherapeuten und der Prüfer der Ergebnisse wurden während der Behandlung verblindet. Die klinische Untersuchung zeigte eine Überlastung des Schambeins als ein multilokuläres Überlastungssyndrom. Spieler, die eine Stoßwellentherapie erhielten, zeigten eine frühere

Schmerzlinderung und kehrten innerhalb von 4 Monaten signifikant früher zum Fußball zurück als Spieler ohne diese Therapie. 51 Spieler der Kontrollgruppe kehrten erst nach 240 Tagen zum Fußball zurück, von denen 26 (51%) wiederkehrende Leistenschmerzen hatten. Das Hauptergebnis dieser Studie war die erfolgreiche und schnelle Erholung von Sportlern nach Behandlung der Osteitis pubis mit Stoßwellentherapie. Neben dem multifunktionalen Rehabilitationsprogramm für die allgemeine muskuläre Dysbalance stellte die Stoßwellentherapie in dieser Studie eine zentrale nicht-invasive Behandlungsoption dar, um Entzündungen und Schmerzen in der Symphyse zu reduzieren. Nach Kenntnis der Autoren dieser Studie ist dies die erste Untersuchung, die die Stoßwellentherapie bei Patienten mit Osteitis pubis und Schamüberlastung beschreibt.

## **Fazit**

Resümierend kann festgestellt werden, dass die Indikation zur Stoßwellentherapie bei Leistenschmerzen und Osteitis pubis empfohlen werden kann, da eine Level-1-Studie über einen Erfolg berichtete, auch wenn es auf diesem Gebiet noch wenig andere Studien gibt.

### **5.3.3.1.4 Großes Trochanter Schmerzsyndrom**

Nach der Literaturanalyse kann das Ergebnis festgehalten werden, dass eine Studie für und eine Studie gegen die Stoßwellentherapie beim großen Trochanter-Schmerzsyndrom bei Sportlern spricht.

In einem systematischen Review von Korakakis et al 2017 wurde unter anderem die extrakorporale Stoßwellentherapie bei der Behandlung des großen-Trochanter-Schmerz-Syndroms beurteilt. Eingeschlossen wurden randomisierte und nicht-randomisierte Studien, wobei Verzerrungspotenzial und Qualität der Studien bewertet wurden. Dabei wurde eine randomisiert-kontrollierte Studie mit geringem Verzerrungspotenzial und eine nicht randomisiert-kontrollierte Studie guter Qualität, die alle vordefinierten Kriterien erfüllte, in die quantitative Analyse einbezogen. Beide Studien umfassten vier Vergleichsgruppen mit einer Gesamtzahl von 295 Patienten mit großem Trochanter-Schmerz-Syndrom, von denen

111 Patienten radiale extrakorporale Stoßwellentherapie, 75 Patienten Kortikosteroid-Injektionen, 75 Patienten ein Heimtrainingsprogramm aus Kräftigung und Dehnung und 33 Patienten traditionelle nicht-operative Behandlungen erhielten. Eine niedrige Evidenz zeigte, dass die radiäre extrakorporale Stoßwellentherapie bei mittel- und langfristiger Nachuntersuchung wirksamer als die Kortikosteroidinjektion ist und vergleichbare Ergebnisse wie Physiotherapie, Stretching und Kräftigung erzielt. Es gibt widersprüchliche Beweise für die kurzfristige Wirksamkeit der extrakorporalen Stoßwellentherapie. Die Autoren wiesen aber auch auf die Studie von Rompe et al (2009) hin, wo die extrakorporale Stoßwellentherapie-Gruppe im Gegensatz zur Studie von Furia et al (2009) nach einem Monat keine statistisch oder klinisch signifikante Schmerzreduktion zeigte. Angesichts des widersprüchlichen, niedrigen Evidenzgrades oder der fehlenden Beweise für invasivere Behandlungsansätze, wie plättchenreiches Plasma oder Kortikosteroidinjektionen, schlugen die Autoren vor, dass die extrakorporale Stoßwellentherapie eine geeignete, alternative Option bei zu untersuchenden Erkrankungen der unteren Extremitäten anzusehen ist, die auf andere konservative Interventionen nicht ansprechen.

Die Studie von Barratt et al 2016 bewertete ebenfalls in einer systematischen Überprüfung in den Internet-Datenbanken MEDLINE, CINAHL, AMED und EMBASE die konservativen Behandlungen für das große Trochanter-Schmerz-Syndrom. Englische randomisierte, kontrollierte Studien, Fall-Kontroll- oder Kohortenstudien, die Ergebnisdaten für konservative Behandlungen für Erwachsene mit der Diagnose eines großen Trochanter-Schmerz-Syndroms oder Trochanter Bursitis, wurden eingeschlossen. Es stellte sich heraus, dass die radikale Stoßwellentherapie nach 4 Monaten der Kortikosteroid-Injektion und Home-Training überlegen war, aber nach einem Monat der Kortikosteroid-Injektion unterlegen war und keinen signifikanten Unterschied zum Home-Training nach 15 Monaten zeigte. Diese Studie wies ein hohes Risiko für Selektionsverzerrungen auf, da Gruppen sequenziell zugeordnet wurden.

## **Fazit**

Als Fazit kann gezogen werden, dass die Indikation der Stoßwellentherapie bei dem großen Trochanter-Schmerz-Syndrom gerechtfertigt ist, da es zwar wenige und vor allem evidenzschwache Studien zu diesem Thema gibt, aber doch positive Ergebnisse zu verzeichnen sind. Gerade bei ausbleibendem Erfolg anderer konservativer Therapieverfahren gilt die nebenwirkungsarme Stoßwelle als Option, aber weitere hochqualitative Studien sind notwendig, damit man diese Form der Therapie uneingeschränkt empfehlen kann.

#### **5.3.3.1.5 Mediales tibiales Stresssyndrom**

Nach der Literaturanalyse zeigte sich, dass sich 3 Studien für die Stoßwellentherapie beim medialen tibialen Stresssyndrom aussprachen und eine Studie dagegen.

Die Publikation von Korakakis et al 2017 beurteilte unter anderem die extrakorporale Stoßwellentherapie bei der Behandlung des medialen Tibia-Stress-Syndroms. Die systematische Überprüfung beinhaltete randomisierte und nicht randomisierte Studien. Die Autoren berichteten zunächst über Moen et al (2012), welche fünf Sitzungen mit fokussierter extrakorporaler Stoßwellentherapie bei Patienten durchführten und dadurch die Zeit bis zur vollständigen Erholung (durchschnittlich 32 Tage) im Vergleich zum alleinigen Laufprogramm signifikant verringerten. Im Gegenzug berichteten die Autoren über eine andere qualitativ hochwertige randomisiert-kontrollierte Studie von Newman et al (2017), die das gleiche extrakorporale Stoßwellentherapie-Protokoll ohne additiv kontrollierte Intervention verwendete und keine signifikanten Unterschiede bei der 10-wöchigen Nachbeobachtung aufwies. Die Autoren stießen aber auch auf die Studie von Rompe et al (2010), welche den Effekt der radialen extrakorporalen Stoßwellentherapie zusätzlich zu einem 12-wöchigen Home-Training, einer relativen Ruhe und Eisrüstung im Vergleich zu einem 12-wöchigen Home-Training, nur relative Ruhe und ein Eisgerät untersuchte. Dabei wurde herausgefunden, dass die radiale extrakorporale Stoßwellentherapie zusätzlich zu einem standardisierten Heim-Trainingsprogramm signifikanten Nutzen bei der Schmerzreduktion erbrachte.



Die randomisierte, scheinkontrollierte Pilotstudie von Newman et al aus dem Jahr 2016 zielte ebenfalls darauf ab, die Wirkung der Stoßwellentherapie für das mediale tibiale Stresssyndrom zu untersuchen. Die Intervention beinhaltete eine Stoßwellentherapie mit Standarddosis für die Versuchsgruppe im Vergleich zur Scheindosis für die Kontrollgruppe. Hauptergebnismessungen waren Schmerzen, die während des Knochen- und Muskeldrucks sowie während dem Laufen gemessen wurden. Es stellte sich heraus, dass die Schmerzen (durch Palpation) in der Versuchsgruppe geringer waren als in der Kontrollgruppe. Es gab keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen. Somit konnte man schlussfolgern, dass eine Standarddosis-Stoßwellentherapie bei dem medialen tibialen Stresssyndrom nicht wirksamer ist als eine Scheindosis bei der Verbesserung des Schmerzes oder der Laufstrecke.

Das Ziel der systematischen Überprüfung von Winters et al 2013 war es, die Wirksamkeit einer Intervention bei der Behandlung des medialen tibialen Stresssyndroms zu bewerten. Man verglich unter anderem die extrakorporale Stoßwellentherapie mit einer Kontrollbehandlung. Computergestützte bibliographische Datenbanken und Versuchsregister wurden durchsucht. Die Autoren stießen auf eine nicht randomisierte klinische Studie von Rompe et al (2010), die, wie im Review von Korakakis et al 2017 bereits geschrieben, herausgefunden hat, dass die radiale extrakorporale Stoßwellentherapie zusätzlich zu einem standardisierten Heim-Trainingsprogramm signifikanten Nutzen bei der Schmerzreduktion erbrachte. Weiterhin erwähnten die Autoren eine nicht-randomisierte klinische Studie von Moen et al (2012), welche den Effekt eines abgestuften 6-Phasen-Laufprogramms im Vergleich zum gleichen Laufprogramm mit der zusätzlichen, fokussierten, extrakorporalen Stoßwellentherapie untersuchte. Es wurde festgestellt, dass diese fokussierte, extrakorporale Stoßwellentherapie zusätzlich zu einem abgestuften Laufprogramm die Zeit bis zum Abschluss eines abgestuften Laufprogramms signifikant mehr reduzierte als ein abgestuftes Laufprogramm allein.

Die Publikation von Moen et al 2011 beschrieb die Ergebnisse von zwei Behandlungsregimen für das mediale tibiale Stresssyndrom, nämlich ein abgestuftes Laufprogramm und das gleiche Laufprogramm mit zusätzlicher Stoßwellentherapie. An der prospektiven

beobachtungskontrollierten Studie nahmen 42 Athleten mit einem medialen tibialen Stresssyndrom teil. Die Autoren konnten feststellen, dass die Zeit bis zur vollständigen Genesung in der extrakorporalen Stoßwellentherapie-Gruppe signifikant schneller im Vergleich zu den Patienten war, die nur ein abgestuftes Laufprogramm durchführten. Zusammenfassend zeigte diese prospektive Beobachtungsstudie, dass mediale tibiale Stresssyndrom-Patienten zusätzlich zu einem abgestuften Laufprogramm von der extrakorporalen Stoßwellentherapie profitieren können.

## **Fazit**

Als Resümee kann man festhalten, dass einige Studien den positiven Effekt einer Stoßwellentherapie bei dem medialen tibialen Stresssyndrom nachgewiesen haben und diese Art der Therapie vielversprechend sein kann. Allerdings besteht auf diesem Gebiet weiterer Forschungsbedarf, weil es unter anderem viele patientenspezifische individuelle Störfaktoren gibt, die das Ergebnis beeinflussen. Zukünftige randomisierte kontrollierte Studien mit ausreichenden Fallzahlen sind nötig, um die genaue Dosis-Wirkung-Beziehung und ihre Konsequenzen zu ermitteln sowie die Wirksamkeit der extrakorporalen Stoßwellentherapie eindeutig zu bewerten.

### **5.3.3.1.6 Schulterverletzung**

Die Literaturanalyse brachte hervor, dass sich die einzig gefundene Studie zur Stoßwellentherapie bei Schulterverletzungen im Sport dafür aussprach.

Die einzelblind-randomisierte Studie von Santamato et al 2016 mit der Evidenzstärke 2b untersuchte die Wirksamkeit der fokussierten extrakorporalen Stoßwellentherapie in Kombination mit isokinetischen Übungen für die Rotatorenmanschette im Vergleich zur fokussierten extrakorporalen Stoßwellentherapie allein bei der Behandlung des subacromialen Impingement-Syndroms. Das sekundäre Ziel war es, die isokinetische Drehmomentrückgewinnung zu bewerten. Dafür wurden 30 Teilnehmer mit subacromialen

Impingement-Syndrom randomisiert einer fokussierten extrakorporalen Stoßwellentherapie-Gruppe oder einer fokussierten extrakorporalen Stoßwellentherapie-plus-isokinetischen Übungen-Gruppe zugewiesen. Man konnte festhalten, dass zwei Monate nach der Behandlung die Teilnehmer der fokussierten extrakorporalen Stoßwellentherapie-plus-isokinetischen Übungen-Gruppe signifikant weniger Schmerzen und größere Verbesserung in der Funktionalität und Muskelausdauer zeigten als die Probanden in der fokussierten extrakorporalen Stoßwellentherapie-Gruppe. Daraus konnten die Autoren das Fazit gewinnen, dass Stoßwellen-Therapie bei Schulterverletzungen hilfreich ist, aber am besten wirkt, wenn man dies mit isokinetischen Übungen kombiniert.

## **Fazit**

Zusammenfassend kann man feststellen, dass die Indikation Stoßwellentherapie bei Schulterverletzungen positive Ergebnisse liefert und aufgrund des guten Evidenzlevels weiterempfohlen werden kann. Die niedrige Anzahl an gefundenen Studien jedoch bestätigt, dass weitere hochwertige randomisierte kontrollierte Studien nötig sind.

### **5.3.3.1.7 Patellarspitzensyndrom**

Nach der Literaturanalyse konnte man resümieren, dass sich die einzig gefundene Studie zur Stoßwellentherapie bei Patellarspitzensyndrom gegen diese Therapie aussprach.

Korakakis et al 2017 überprüfte die Wirkung der extrakorporalen Stoßwellentherapie unter anderem bei der Behandlung des Patellarspitzensyndroms. Die systematische Überprüfung hat randomisierte und nicht-randomisierte Studien eingeschlossen und das Verzerrungspotenzial und die Qualität der Studien bewertet. Daten auf moderater Ebene lassen keinen Unterschied zwischen fokussierter extrakorporaler Stoßwellentherapie und Schein-extrakorporaler Stoßwellentherapie bei kurz- und mittelfristigem Follow-up bezüglich der Schmerzen und der Funktion erkennen. Man kam zu dem Ergebnis, dass sehr niedrige

Evidenz darauf hindeutet, dass eine fokussierte extrakorporale Stoßwellentherapie vergleichbare Ergebnisse wie z.B. alternative Behandlungen wie die plättchenreiche Plasma-Injektion mit Dehnungen und Kräftigung bei kurzfristiger Nachuntersuchung liefert, jedoch plättchenreiches Plasma bei mittel- und langfristigen Nachuntersuchungen wirksamer ist als extrakorporale Stoßwellentherapie, Schmerz-Scores und vom Patienten bewertete Schmerzreduktion.

## **Fazit**

Als Fazit kann man festhalten, dass die Stoßwellentherapie bei einem Patellarspitzensyndrom noch ohne Nachweis ist, wobei es zu wenig hochqualitative randomisierte kontrollierte Studien zu diesem Thema gibt.

### **5.3.3.1.8 Plantarfasziitis**

Nach der Literaturanalyse zeigte sich, dass alle gefundenen Studien zur Therapie mit Stoßwellen bei Plantarfasziitis positiv darüber berichten.

Die Publikation von Yu et al 2016 mit dem Evidenzlevel 1a hat in einer systematischen Überprüfung die Wirksamkeit und Sicherheit von physikalischen Wirkstoffen bei Weichteilverletzungen der unteren Gliedmaßen beurteilt. Hierfür durchsuchte man zwischen 1990 und 2015 fünf Datenbanken für randomisierte kontrollierte Studien, Kohortenstudien und Fall-Kontroll-Studien. Studien mit einem hohen Verzerrungspotenzial wurden ausgeschlossen. Die verfügbaren, qualitativ hochwertigeren Daten deuten darauf hin, dass Patienten mit persistierender Plantarfasziitis von Ultraschall- oder Fußorthesen profitieren können, während Patienten mit persistierender Achilles-Tendinopathie im Mittelbereich von einer Stoßwellentherapie profitieren können. Die Autoren stellten fest, dass die aktuelle Evidenz bei diesen Studien jedoch nicht eindeutig die Anwendung der Stoßwellentherapie bei Plantarfasziitis stützt. Fast die Hälfte der identifizierten randomisierten kontrollierten Studien, die die Wirksamkeit von physikalischen Wirkstoffen zur Behandlung von

Weichteilverletzungen der unteren Gliedmaßen bewerteten, wiesen ein hohes Verzerrungspotenzial auf.

Wang et al 2012 geben einen Überblick über den aktuellen Stand der extrakorporalen Stoßwellentherapie bei Plantarfasziitis. Viele Studien untersuchten die Wirkung der Stoßwellentherapie bei der Behandlung von proximaler Plantarfasziitis, wobei die Mehrzahl der veröffentlichten Arbeiten über eine positive Wirkung der extrakorporalen Stoßwellentherapie bei proximaler Plantarfasziitis berichteten. Die Autoren erwähnten die Studie von Rompe et al (2002), welche vorschlugen, dass drei wöchentliche Behandlungen mit niederenergetischen Schockwellen eine wirksame Therapie für Plantarfasziitis mit deutlicher Schmerzlinderung und Funktionsverbesserung zu sein scheine. Des Weiteren wiesen die Autoren auf Wang et al (2002) hin, die 79 Patienten mit Plantarfasziitis mit einer Stoßwellentherapie behandelten und 75,3% nach einem Jahr beschwerdefrei waren. Es wurde daraus gefolgert, dass die Stoßwellentherapie eine sichere und effektive Methode bei der Behandlung von proximaler Plantarfasziitis darstellt.

Im Gegensatz dazu berichteten nur wenige Studien über die gegensätzlichen Ergebnisse der extrakorporalen Stoßwellentherapie bei der Behandlung von Plantarfasziitis. Hier erwähnten die Autoren die Studie von Buchbinder et al (2002) und Haake et al (2003), die zu dem Schluss gelangten, dass keine Hinweise auf eine positive Wirkung der extrakorporalen Stoßwellentherapie gegenüber Placebo auf Schmerz, Funktion und Lebensqualität bestehen. Die Autoren integrierten zusätzlich die Studie von Speed et al (2003), die feststellten, dass die Wirksamkeit stark von den Maschinentypen und dem Behandlungsprotokoll abhängen kann.

Schließlich konnte man festhalten, dass die Literaturübersicht die Diskrepanz und Kontroversen über die Wirkung der extrakorporalen Stoßwellentherapie auf eine proximale Plantarfasziitis aufzeigt. Viele Faktoren können die Wirkung der extrakorporalen Stoßwellentherapie bei der Behandlung von proximaler Plantarfasziitis beeinflussen.

## **Fazit**

Zusammenfassend kann man sagen, dass die Indikation Stoßwellentherapie bei Plantarfasziitis aufgrund fehlender hochwertiger randomisierte kontrollierte Studien nicht sicher empfohlen werden kann, jedoch die positiven Ergebnisse in den Studien bei fehlenden Komplikationen auch nicht dagegensprechen. Die Stoßwellentherapie als eine mögliche Therapiemaßnahme bei der Plantarfasziitis zu verwenden, erscheint als sinnvoll und weitere Studien sind auch zu diesem Thema dringend notwendig.

#### **5.3.3.1.9 Iliotibiales Bandsyndrom**

Nach der Literaturanalyse stellte sich heraus, dass sich die einzig gefundene Studie zur Stoßwellentherapie beim Iliotibialbandsyndrom für diese Therapie aussprach.

Weckström et al 2016 verglichen in ihrer randomisierten, kontrollierten, klinischen Studie zwei Behandlungsprotokolle für das iliotibiale Bandsyndrom. Hierbei handelte es sich um die radiale Stoßwellentherapie und die manuelle Therapie. Beide Therapien wurden gleichzeitig mit einem Rehabilitations-Programm durchgeführt. 24 Läufer mit iliotibialem Bandsyndrom erhielten 3 Behandlungen in wöchentlichen Abständen mit radialer Stoßwellentherapie oder manueller Therapie. Man kam zu dem Ergebnis, dass es keinen signifikanten Unterschied in der Schmerzreduktion zwischen den beiden Interventionen nach 4 und 8 Wochen Follow-up gab. Somit berichteten beide Gruppen über eine ähnliche Stärke des reduzierten Schmerzes während der Intervention. Die Gruppe der Stoßwellentherapie berichtete über eine Abnahme der Schmerzen um 51% in Woche 4 und eine Abnahme um 75% in Woche 8. Die manuelle Therapie-Gruppe zeigte eine Schmerzreduktion von 61% in Woche 4 und eine Reduktion von 56% in Woche 8. Somit konnten die Autoren schlussfolgern, dass die radiale Stoßwellentherapie und manuelle Therapie gleichermaßen wirksam bei der Verringerung der Schmerzen bei Patienten mit iliotibialem Bandsyndrom sind.

#### **Fazit**

Resümierend kann man festhalten, dass die Indikation zur Stoßwellentherapie für das iliotibiale Bandsyndrom gerechtfertigt ist, da hier ein positiver Bericht vorliegt, obwohl es zu

diesem Thema zu wenig Evidenz gibt. Es bedarf weiterer Studien mit hoher Evidenz in diesem Gebiet.

### **5.3.3.2 Ultraschalltherapie**

#### **5.3.3.2.1 Hintergrund**

Die Ultraschalltherapie (Abb. 16) dient der lokalen Mehrdurchblutung von Gewebe in der Tiefe. Damit ist sie wiederum in erster Linie zur Therapie lokaler Reizzustände, wie schmerzhafter Sehnen- oder Bänderansätze, geeignet. Anwendung findet sie jedoch auch beim Muskelhartspann sowie bei Narbenkontrakturen. Häufig wird sie in der Sportmedizin im Zusammenhang mit einem Salben- oder Emulsionspräparat verwendet, um damit die Ankopplung der Ultraschallwelle zu erreichen. Im Wesentlichen kann die Ultraschalltherapie als eine spezielle Form der Wärmetherapie angesehen werden. Der Wärmeeffekt ist eine sekundäre Erscheinung, die primär auf eine mechanische Wirkung zurückzuführen ist (Haaker, 1998).



*Abbildung 16: Anwendung der Ultraschalltherapie am Kniegelenk (Quelle: privat)*

### 5.3.3.2.2 Recherche

Die Literaturanalyse ergab, dass der Großteil der Artikel von Ultraschalltherapie bei Sportverletzungen über Verstauchungen (3 Studien) publiziert wurde.

Bei der Literaturanalyse stellte sich heraus, dass alle gefundenen Studien zur Ultraschalltherapie bei Verstauchungen negative Ergebnisse berichten konnten.

Die Publikation von Doherty et al 2016 zeigte einen Überblick über die systematischen Reviews zur Bewertung von Behandlungsstrategien für akute Knöchelstauchungen. Es wurden 46 Artikel in diesen systematischen Überblick aufgenommen. Die Autoren kamen nach der Auswertung ihrer Suche zu dem Ergebnis, dass keine der Reviews eine positive Wirkung bezüglich der Ultraschalltherapie bei der Behandlung akuter Knöchelverstauchungen ergab (Bleakley et al 2008; van den Bekerom et al 2011). Allerdings gibt es nur wenige Studien, die die Wirksamkeit der Ultraschalltherapie bei akuten Knöchelverstauchungen bewerten, und eine noch geringere Anzahl dieser Studien berücksichtigten die Bandbreite der Interventionen. Somit konnte man schlussfolgern, dass es keine ausreichenden Beweise gab, um die Verwendung von Ultraschall bei der Behandlung von akuten Knöchelverstauchungen zu unterstützen.

Swain et al 2012 zielten mit ihrem Review darauf ab, die Wirkung einer Ultraschall-Therapie im Vergleich zu einem Placebo, keiner Behandlung oder anderer Eingriffe in das klinische Management der akuten Knöchelverstauchung zu bestimmen. Hierfür wurden elektronische Datenbanken (unter anderem Cochrane) und das WHO-Register für klinische Studien von den frühesten Daten bis September 2010 durchsucht. Die eingeschlossenen Studientypen waren randomisierte oder quasi-randomisierte, kontrollierte klinische Studien, in denen die Anwendung von therapeutischem Ultraschall bei Teilnehmern mit Schmerzen, Schwellungen und/ oder Funktionsstörungen aufgrund einer frischen Knöchelbandverletzung untersucht wurde. Von den sechs eingeschlossenen Studien verglichen fünf Studien die Wirkungen von



Ultraschall mit Schein-Ultraschall. Hauptzielkriterien waren eine allgemeine Verbesserung und unerwünschte Ereignisse. In fünf Studien, die eine aktive Ultraschalltherapie versus Placebo-Ultraschalltherapie untersuchten, zeigten sich keine statistisch oder klinisch signifikanten Unterschiede zwischen Gruppen in einem der Ergebnismaße nach 1 bis 4 Wochen Follow-up. Von drei Studien, in denen die Ultraschalltherapie und andere Modalitäten verglichen wurden, berichteten zwei Studien über keinen statistisch signifikanten Unterschied in den Zielgrößen zwischen Ultraschall und nichtsteroidalen Antirheumatika oder Elektrotherapie.

Eine Studie, in der die Ultraschalltherapie mit der Immobilisierung verglichen wurde, fand große und signifikante Unterschiede zugunsten der Ultraschalltherapie. Diese Studie hatte jedoch aufgrund methodischer Mängel eine geringe Aussagekraft. Die Autoren schlussfolgerten, dass der verfügbare Beweis für die Wirkungen der Ultraschalltherapie bei akuten Knöchelverstauchungen begrenzt ist. Eine unzureichende Berichterstattung über Testmethoden beschränkte die Fähigkeit, die Qualität und Verzerrung der eingeschlossenen Studien zu beurteilen.

Die Studie in Form eines systematischen Reviews von Struijs et al aus dem Jahr 2010 beinhaltet eine systematische Übersichtsarbeit. Dafür wurde unter anderem die Datenbank Cochrane Library durchsucht. Die Autoren haben ein systematisches Review gefunden, welches einen Ultraschall mit einer Schein-Ultraschall-Behandlung vergleicht. Es zeigte sich kein signifikanter Unterschied in der allgemeinen Verbesserung der Symptome zwischen einem Ultraschall und einem Schein-Ultraschall nach 7 Tagen. Es zeigte sich auch kein signifikanter Unterschied in der funktionellen Behinderung (Gehfähigkeit oder Gewichtszunahme) zwischen Ultraschall und Scheinultraschall nach 7 Tagen. Zudem wurde ein weiteres systematisches Review gefunden, welches eine randomisierte kontrollierte Studie identifizierte, die den Ultraschall über zwei Wochen im Vergleich zur Immobilisierung verglich. Es zeigte sich ebenfalls kein signifikanter Unterschied im Anteil der Personen, die sich mit Ultraschall im Vergleich zur Ruhigstellung nach 7 Tagen erholten. Nach 14 Tagen zeigte sich jedoch ein signifikanter Unterschied im Anteil der Personen, die sich mit Ultraschall erholten. Eine randomisierte kontrollierte Studie wurde identifiziert mit dem Vergleich Ultraschall gegen Elektrotherapie oder Schein-Ultraschall. Die Übersicht ergab keinen signifikanten Unterschied zwischen Ultraschall und Elektrotherapie bezüglich der

Schwellungen, der Gehfähigkeit oder vorhandenen Schmerzen nach 7 Tagen. In der Rezension wurde die Qualität von vier der eingeschlossenen randomisierten kontrollierten Studien als "bescheiden" und eine als "gut" beschrieben.

#### **5.3.3.2.3 Fazit**

Als Resümee ist festzuhalten, dass die Indikation zur Ultraschalltherapie bei Verstauchungen nicht empfohlen wird, weil die wenigen vorhanden Studien zum Großteil keine positive Wirkung dieser Therapie feststellen konnten. Außerdem mangelt es an der Quantität hochqualitativer Studien. In diesem Forschungsbereich sind verbesserte Berichtsstandards erforderlich. Da die Erholungszeit für eine akute Knöchelverstauchung relativ kurz ist, erscheint es auch eher unwahrscheinlich, dass die Ultraschalltherapie in zukünftigen Studien einen klinischen Nutzen zeigen wird, sodass selten so eindeutig resümiert werden kann, dass eine Ultraschalltherapie quasi wirklos für Sprunggelenksverstauchungen ist.

### **5.3.3.3 Wärmetherapie**

#### **5.3.3.3.1 Hintergrund**

Bei der medizinischen Wärmetherapie (Abb. 17) wird dem ganzen Körper oder einzelnen Körperpartien Wärme zugeführt. Die Wärme regt den Stoffwechsel an, beeinflusst die Funktion der Organe und fördert die Durchblutung. Dadurch wird das Bindegewebe dehnfähiger und es kommt zu einer Wachstums- und Regenerationsförderung sowie zu einer Muskelentspannung. Darüber hinaus können mittels der Wärmetherapie Schmerzen gelindert werden. Für die lokale Wärmetherapie sind heiße Umschläge ebenso geeignet wie Packungen aus Moor, Fango und Paraffingemischen (Deutsche Rheuma-Liga Bundesverband, 2008).



*Abbildung 17: Wärmebehandlung im Rückenbereich (Quelle: privat)*

#### **5.3.3.3.2 Recherche**

Die Suche in der Literatur zur Verwendung von Wärme-Therapie bei Sportverletzungen brachte hervor, dass nur eine Studie zum Thema Thermotherapie für Knöchelverstauchung in Form eines Reviews veröffentlicht wurde. Der Großteil der publizierten Studien bezog sich nicht auf traumatische Verletzungen, sondern beschäftigte sich unter anderem mit der Verbesserung mikrovaskulärer Funktionen oder Karzinombehandlungen.

Die Literaturanalyse zeigte, dass sich die einzig gefundene Studie gegen eine Wärmetherapie bei Knöchelverstauchungen ausspricht.

Ziel der Studie von Kaminski et al 2013 war es, Sporttrainern und anderen Sportmedizinern Richtlinien und Kriterien für die bestmögliche Gesundheitsvorsorge bei der Prävention und Behandlung von Knöchelverstauchungen bereitzustellen. In diesem Review wurde eine von wenigen Studien gefunden (Cote et al 1988), welche die Thermotherapie untersuchte und die Wirkung von Kälte-, Wärme- und Kontrasttherapie (abwechselnd kalt und heiß) auf das subakute Knöchelödem analysierte. Hierbei wurden 30 Probanden mit verstauchten

Knöcheln einer Kalt-, Warm- oder Kontrastbad-Behandlungsgruppe zugeordnet. Alle drei Behandlungen führten zu einer Zunahme der Ödeme in den postakuten verstauchten Knöcheln der Probanden, wobei die signifikantesten Erhöhungen jedoch bei Warm- und Kontrasttherapien entstanden. Die Autoren dieses Reviews stellten fest, dass aus diesem Grund eine Thermotherapie bei Knöchelverletzungen nicht empfohlen wird, da es an qualitativ hochwertiger Forschung mangelt, um eine klinische Empfehlung für oder gegen den Einsatz dieser Therapie zu geben.

#### **5.3.3.3 Fazit**

Es kann festgehalten werden, dass die Wärmetherapie bei frischen Knöchelverstauchungen nicht angewendet werden sollte, da diese die gegenteilige Wirkung erzielt, indem die Schwellung weiter verstärkt wird. Zu den anderen Verletzungsbildern, wie denen der Prellungen und muskulären Verspannungen, gibt es gar keine Studie. Auf diesem Gebiet sollten weitere hochqualitative Studien veröffentlicht werden.

#### **5.3.3.4 Kryotherapie**

##### **5.3.3.4.1 Hintergrund**

Kryotherapie (Abb. 18) kann auf verschiedene Art und Weise angewendet werden, die bei Klinikern auch in verschiedener Weise zu finden sind. Dazu zählen Eispackungen und Wasserimmersion sowie die Anwendung von gefrorenen Eisbechern, chemischer Kaltpackungen, Kälte-Sprays und anderer kommerzieller Produkte. Vorgeschlagene Zeiten von 20 bis 30 Minuten werden oft empfohlen, da sie eine vorübergehende Analgesie ermöglichen und sekundäre Verletzungen verringern können. Während der subakuten Phase der Therapie kann eine Kryotherapie für etwa 10 Minuten angewendet werden, um Analgesie zu induzieren und Bewegung zur Verbesserung der Knöchelfunktion zu ermöglichen (Kryokinetik). Eine andere Art der Kryotherapie ist die Applikation auf den

gesamten Körper des Sportlers. Bei einer typischen Whole Body Kryotherapie-Sitzung befindet sich der Teilnehmer in einer bis zu  $-190^{\circ}\text{C}$ -Kammer, die sich mit einem ungefährlichen, aber sehr kalten Gas füllt. Dieser Vorgang hat eine Dauer von mindestens zwei bis maximal fünf Minuten. Das Interesse an dieser Therapie ist durch Studienergebnisse entstanden, die nahelegen, dass durch die Anwendung einer Kryotherapie-Sitzung die Erholungszeit der Betroffenen verkürzt wird. Kältetherapien können ansonsten Schmerzen und Entzündungsreaktionen lindern (Rose et al 2017).



*Abbildung 18: Kryotherapie am Knie (Quelle: privat)*

#### **5.3.3.4.2 Recherche**

Die Literatursuche ergab, dass die meisten Studien der Kryotherapie über Sprunggelenksverletzungen (3 Studien) publiziert wurden. Zwar wurden bei der Recherche

weitaus mehr Studien zu diesem Thema angezeigt, jedoch befassten sich diese nicht mit der akuten Therapie, sondern mit Rehabilitation und Regeneration.

Die Literaturanalyse stellte heraus, dass alle gefundenen Studien zur Kryotherapie bei Sprunggelenksverstauchungen positive Ergebnisse berichten konnten.

Die randomisierte kontrollierte Studie von Bleakley et al 2007 verglich die Wirksamkeit eines intermittierenden Kryotherapie-Behandlungsprotokolls mit einem Standardkryotherapie-Behandlungsprotokoll bei der Behandlung von akuten Knöchelverstauchungen. Hierfür wurden Sportler und Personen der Allgemeinheit mit leichten/ mittelschweren akuten Knöchelverstauchungen untersucht. Die Probanden wurden zufällig unter streng kontrollierten Doppelblindbedingungen einer von zwei Behandlungsgruppen zugeordnet. Es handelte sich hierbei entweder um die Standard-Eisanwendung oder die intermittierende Eisanwendung. Die Autoren kamen zu dem Ergebnis, dass Patienten, die mit dem intermittierenden Protokoll behandelt wurden, signifikant weniger Schmerzen im Knöchel hatten als diejenigen, die ein Standard-20-Minuten-Protokoll verwendeten. Eine Woche nach der Knöchelverletzung gab es jedoch keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen in Bezug auf Funktion, Schwellung oder Schmerzen in Ruhe. Beide Gruppen zeigten im Laufe der Zeit signifikante Verbesserungen bei Schmerzen, Funktion und Schwellung. Der einzige signifikante Unterschied zwischen den beiden Gruppen bestand darin, dass Probanden, die das intermittierende Protokoll anwendeten, während der täglichen Aktivität in Woche 1 weniger Schmerzen hatten. Somit konnte man festhalten, dass intermittierende Anwendungen die therapeutische Wirkung von Eis bei der Schmerzlinderung nach akuter Weichteilverletzung verstärken können.

In der systematischen Überprüfung von Hubbard et al 2004 wurden insgesamt 8 Datenbanken nach randomisierten, kontrollierten Studien untersucht, die Patienten einschlossen, welche sich von akuten Weichteilgeweben oder orthopädischen chirurgischen Eingriffen erholen, die Kryotherapie in stationärer, ambulanter oder häuslicher Behandlung isoliert oder in Kombination mit Placebo oder anderen Therapien erhalten haben. Insgesamt wurden 12 Behandlungsvergleiche vorgenommen. Eisbeckentauchen mit Simultanübungen war deutlich effektiver als Wärme- und Kontrastierungstherapie plus Simultanübungen zur Schwellungsreduktion. Es wurde berichtet, dass sich Eisbehandlung allein nicht von

Eisbehandlung und niederfrequenter oder hochfrequenter elektrischer Stimulation in Bezug auf Schwellung, Schmerz und Bewegungsumfang unterscheidet. Bezüglich der Schmerzreduktion schien die Anwendung von Eis allein effektiver als die fehlende Anwendung von Kryotherapie nach einer geringfügigen Knieoperation zu sein. Es waren allerdings keine Unterschiede für den Bereich der Bewegung und des Umfangs festzustellen. Die Autoren berichten, dass Eisbehandlung ausschließlich in Bezug auf Schmerz, Schwellung und Bewegungsumfang nicht wirksamer als die Rehabilitation ist. Eisbehandlung und Kompression schienen wesentlich effektiver zu sein als Eisbehandlung allein, um den Schmerz zu reduzieren. Zusätzlich reduzierten Eis, Kompression und eine Placebo-Injektion Schmerzen mehr als eine Placebo-Injektion allein. Die Autoren konnten resümieren, dass, basierend auf den verfügbaren Daten, die Kryotherapie bei der Schmerzlinderung wirksam zu sein scheint. Die genaue Wirkung der Kryotherapie auf häufig behandelte akute Verletzungen (zum Beispiel Muskelzerrungen und Kontusionen) wurde nicht vollständig aufgeklärt.

Die Publikation in Form eines Reviews von Ivins et al 2006 befasste sich mit dem Thema der akuten Knöchelverstauchung und deren Therapie, unter anderem der Kryotherapie. Die akute Knöchelverletzung tritt häufig auf und einige Hinweise deuten darauf hin, dass frühere Verletzungen oder eingeschränkte Gelenkflexibilität zu Verstauchungen des Sprunggelenks beitragen können. Die Autoren erwähnten die Studie Rosemont et al 2001, welche zu dem Ergebnis kam, dass seitens der American Academy of Family Physicians, der American Academy of Orthopedic Surgeons und weiteren eine Empfehlung für die Kryotherapie ausgesprochen wird. Außerdem scheint es keine Hinweise zu geben, die gegen diese Therapie sprechen. Weiterhin bezogen die Autoren sich auf Thompson et al 2003, welche herausfanden, dass die direkte Anwendung der Kryotherapie hilft, Ödeme zu reduzieren und wahrscheinlich Schmerzen und Genesungszeit zu verringern. Schließlich untersuchten die Autoren noch eine Studie von Wilkerson et al (1993) zur Kompression mit Kryotherapie bei Inversions-Knöchelverstauchungen, welche nahelegt, dass Patienten mit fokaler Kompression die Funktion früher wiederherstellen kann, die Studie jedoch zu klein war, um endgültige Schlussfolgerungen zu ziehen. Für die Behandlung akuter Knöchelverletzungen wird keine Hitze empfohlen.

#### **5.3.3.4.3 Fazit**

Abschließend lässt sich sagen, dass die Indikation zur Kryotherapie bei Sprunggelenksverletzungen, zumindest bei der akuten Behandlung, ihre Berechtigung hat. Es gibt einige hochwertige Studien, jedoch fehlen Studien zu anderen Verletzungsbildern sowie Fokus auf Art, Dauer und Häufigkeiten der Anwendung. Diese weitergehenden Studien sollten zukünftig durchgeführt werden, um evidenzbasierte Leitlinien für den Einsatz der Kryotherapie zu ausarbeiten zu können und diese Therapie ubiquitär im Sport zu empfehlen.

#### **5.3.3.5 Lasertherapie**

##### **5.3.3.5.1 Hintergrund**

Bei der Low-Level-Lasertherapie handelt es sich um eine niederenergetische Laseranwendung, die ohne Sinneseindruck oder thermische Schäden zur Bestrahlung der betroffenen Hautareale, Gelenke, Nerven, Muskeln und Sehnen eingesetzt werden kann. Der genaue Wirkmechanismus ist noch nicht abschließend geklärt. Allerdings wird beschrieben, dass die Low-Level-Lasertherapie auf Zellebene eine Reihe von stimulierenden Prozessen mit Auswirkungen auf Zellreparaturmechanismen, das Gefäß- und das lymphatische System auslöst (Baltzer et al 2017).





Abbildung 19: Lasertherapie am Sprunggelenk (Quelle: [www.sqz-impuls.com/1969-2](http://www.sqz-impuls.com/1969-2))

#### 5.3.3.5.2 Recherche

Die Literatursuche ergab, dass die meisten Studien mit Verwendung einer Lasertherapie zur Behandlung von Sportverletzungen über folgende Indikationen publiziert wurden (Abb. 20):

- Muskulaturverletzungen am Oberschenkel (1 Studie)
- Sprunggelenksverletzungen (2 Studien)
- Epicondylitis am Ellenbogen (1 Studie)
- Periostitis (1 Studie)
- Knieverletzungen (1 Studie)

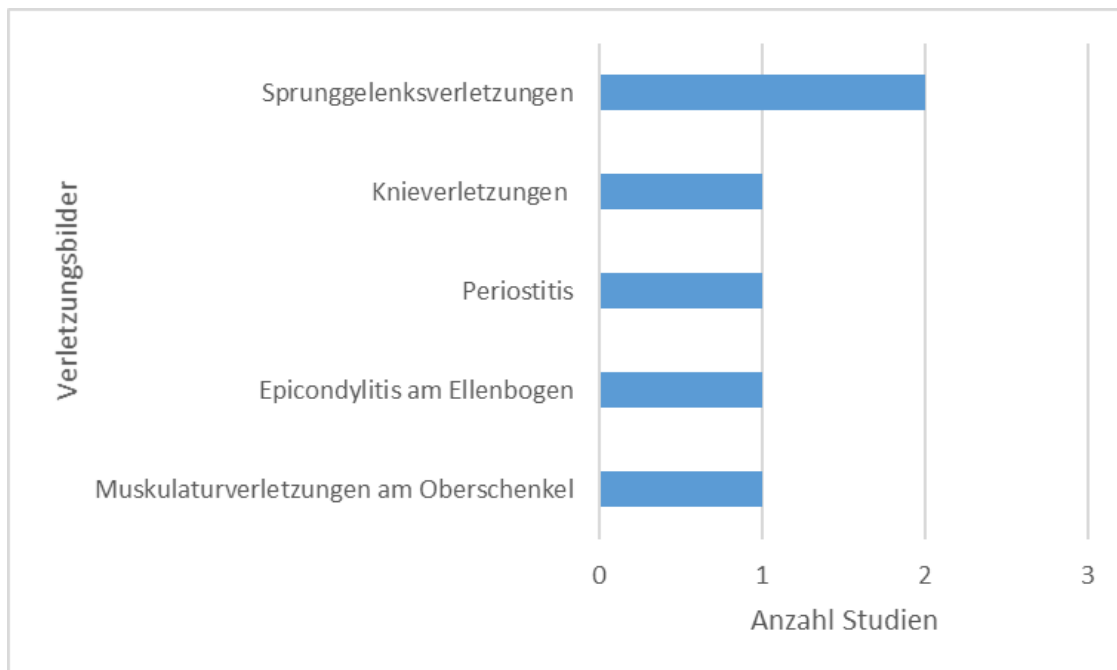


Abbildung 20: Verletzungsbilder und Anzahl der gefundenen Studien zur Lasertherapie

### 5.3.3.5.3 Muskelverletzungen am Oberschenkel

Die Literaturanalyse hat ergeben, dass sich die einzig gefundene Studie zur Lasertherapie bei Muskelverletzungen am Oberschenkel nicht für diese Art der Therapie aussprach.

Die Publikation von Hughes et al aus dem Jahr 2017 ist eine systematische Übersichtsuntersuchung zur Feststellung, ob therapeutische Laser für Patienten mit akuten ischiokruralen Traumen nützlich sind. Die lokale Lasertherapie ist zuvor als eine vielversprechende Behandlung für akute Muskelfaserrisse der Oberschenkelmuskulatur beschrieben worden. Es wurden unter anderem die Datenbanken von Cochrane durchsucht, wobei sich herausstellte, dass keine Artikel gefunden werden können, die die Auswirkungen irgendeiner Form von Lasertherapie auf die Funktion, die Reparatur und die Genesungszeit nach akuten Muskelfaserrissen beim Menschen untersucht haben. Daraus resultierten die

Autoren, dass weitere qualitativ hochwertige Forschung erforderlich ist, um die Auswirkungen und Folgen der Laseranwendung bei akuten Muskelverletzungen und bei der Behandlung von Muskelverletzungen der Oberschenkelmuskulatur zu untersuchen.

## **Fazit**

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Indikation Lasertherapie für Oberschenkelmuskelverletzungen aktuell nicht auf wissenschaftlichen Nachweisen beruht. Zukünftige Studien zu diesem Thema werden benötigt, sollte sich die Lasertherapie im praktischen Alltag weiter verbreitern.

### **5.3.3.5.4 Sprunggelenksverletzungen**

Nach der Literaturanalyse zeigt sich, dass eine Studie für die Verwendung von Lasertherapie bei Sprunggelenksverletzungen spricht, eine andere dagegen.

Die Studie von Stergioulas et al 2004 verglich drei therapeutische Protokolle bei der Behandlung von Ödemen bei Knöchelverstauchungen zweiten Grades, die keine Immobilisierung mit einer Schiene erforderten, unter Placebo-kontrollierten Bedingungen. Die Low-Level-Lasertherapie wurde in den letzten Jahren zur Behandlung von Sportverletzungen eingesetzt. Hierbei wurden 47 zufällig ausgewählte Fußballspieler mit Verstauchungen zweiten Grades in folgende Gruppen eingeteilt: Die erste Gruppe wurde mit der konventionellen Erstbehandlung, die zweite Gruppe wurde mit der konventionellen Erstbehandlung-Methode plus Placebo-Laser und die dritte Gruppe wurde mit der konventionellen Erstbehandlung-Methode plus einem Diodenlaser behandelt. Vor der Behandlung und 24, 48 und 72 Stunden später wurde das Volumen des Ödems gemessen. Man kam zu dem Ergebnis, dass die mit der konventionellen Erstbehandlung und einem Diodenlaser behandelte Gruppe nach 24 Stunden eine statistisch signifikante Verringerung des Volumens des Ödems zeigte. Somit konnten die Autoren festhalten, dass Low-Level-Lasertherapie kombiniert mit konventioneller Erstbehandlung Ödeme bei Verstauchungen zweiten Grades reduzieren kann.

Yu et al 2016 bewerteten in ihrer Studie mit dem Evidenzlevel 1a die Wirksamkeit und Sicherheit von physikalischen Wirkstoffen bei Weichteilverletzungen der unteren Gliedmaßen. Dafür durchsuchten die Autoren fünf Datenbanken nach randomisierten kontrollierten Studien, Kohortenstudien und Fall-Kontroll-Studien. Studien mit einem hohen Verzerrungspotenzial wurden ausgeschlossen. Die Autoren erwähnten eine RCT von de Bie et al (1988), welche darauf hinweist, dass eine Low-Level-Lasertherapie nicht wirksam ist und potenziell zu Schäden bei der Behandlung neuer Knöchelverstauchungen führen kann. Erwachsene mit lateralen Knöchelverstauchungen wurden in 12 Sitzungen mit hochdosiertem Laser randomisiert behandelt, mit einer Niedrigdosis-Lasertherapie oder mit Placebo-Laser. Alle Gruppen erhielten identische Hilfsmittel, Patienteninformationen, Heimübungen und Schmerzmittel. Bei der Nachuntersuchung wurden keine Unterschiede in Bezug auf Schmerzen, Funktion, Sporttage, Druckschmerzschwelle oder wahrgenommener Genesung gemeldet. Die Teilnehmer der aktiven Lasergruppen berichteten jedoch bei der Nachsorge über mehr Krankheitstage als die Placebogruppe.

Die verfügbaren, qualitativ hochwertigeren Daten, unter anderem für Knöchelverstauchungen, deuten darauf hin, dass die aktuelle Evidenz nicht die Anwendung der Low-Level Lasertherapie bei Knöchelverstauchungen unterstützt. Somit kamen die Autoren zu der Schlussfolgerung, dass für die Beurteilung der Wirksamkeit von physikalischen Wirkstoffen zur Behandlung einer breiten Palette von Weichteilverletzungen der unteren Gliedmaßen weiterhin hochwertige randomisierte kontrollierte Studien benötigt werden. Die Wirksamkeit der meisten Interventionen bleibt unklar.

## **Fazit**

Als Resümee zeigt sich, dass die Lasertherapie für Knöchelverstauchungen, trotz vorliegender einzelner Erfolgsberichte, keine wissenschaftliche Evidenz für die Anwendung bei Sprunggelenksverletzungen zeigt.

#### **5.3.3.5.5 Epicondylitis am Ellenbogen**

Die Literaturanalyse ergab, dass sich die einzige gefundene Studie zur Lasertherapie bei Epicondylitis nicht für diese Art der Therapie aussprach.

Die Publikation von Dingemans et al 2013 präsentiert einen evidenzbasierten Überblick über die Wirksamkeit elektrophysikalischer Modalitäten für die mediale und laterale Epicondylitis.

Die Literatursuche wurde unter anderem in den Datenbanken von Pubmed durchgeführt, um relevante randomisierte klinische Studien und systematische Reviews zu identifizieren. Dabei wurden insgesamt 2 Reviews und 20 randomisierte kontrollierte Studien eingeschlossen, die alle laterale Epicondylitis beinhalteten. Die Ultraschall- plus Reibungsmassage zeigte eine mäßige Wirksamkeit im Vergleich zur Lasertherapie bei kurzfristiger Nachuntersuchung. Dagegen wurde eine moderate Evidenz für die Lasertherapie gegenüber plyometrischen Übungen zur Kurzzeitbeobachtung gefunden. Damit konnten die Autoren resümieren, dass eine mögliche Wirksamkeit von Ultraschall und Laser für das Management von lateraler Epicondylitis gefunden wurde. Um genauere Schlussfolgerungen zu ziehen, sind qualitativ hochwertige Studien erforderlich, die unterschiedliche Intensitäten untersuchen, sowie Studien, die sich auf Langzeit-Follow-up-Ergebnisse konzentrieren.

#### **Fazit**

Als Fazit ergibt sich, dass die Indikation Lasertherapie für Epicondylitis nicht empfohlen wird, da es zu wenig hochqualitative Studien zu diesem Thema gibt. Um die Wirksamkeit zu beweisen, müssen weitere Forschungen auf diesem Gebiet stattfinden.

#### **5.3.3.5.6 Periostitis**

Die Literaturanalyse brachte hervor, dass die einzig gefundene Studie zur Periostitis mit Lasertherapie diese befürwortet.

Der Zweck der Studie von Chang et al 2014 war es, die funktionelle Verbesserung der unteren Extremitäten bei der Low-Level-Lasertherapie zu beobachten. Dazu wurden alle medizinischen Daten von registrierten Erwachsenen mit sportbedingten Unterschenkelschmerzen gesammelt. 54 Patienten wurden hierfür nach dem Zufallsprinzip in zwei Gruppen eingeteilt: eine Gruppe erhielt eine Lasertherapie und die andere Gruppe erhielt eine gleichwertige Placebobehandlung. Das Behandlungsprotokoll begann mit Intervention und die Low-Level-Lasertherapie wurde dreimal täglich für 5 Tage durchgeführt. Die Patienten erlebten am Tag 2 oder am Tag 5 nach Beginn der Low-Level-Lasertherapie eine signifikante Verbesserung der Schmerzen, aber hier gab es keinen signifikanten Unterschied in der Schmerzskala zwischen den Messungen vor und nach Low-Level-Lasertherapie. Schließlich kamen die Autoren zu dem Ergebnis, dass Low-Level-Lasertherapie eine positive Wirkung auf die Propriozeption bei Patienten mit einer Unterschenkelperiostitis hatte. Jedoch wurde auch erwähnt, dass größere, besser kontrollierte Studien erforderlich sind, um zu bestimmen, welche spezifischen Auswirkungen diese Therapie auf die Funktion der Propriozeption hat.

## **Fazit**

Als Resümee kann man festhalten, dass Lasertherapie als Indikation bei Periostitis angewendet werden kann, es jedoch auf diesem Gebiet an qualitativen, evidenzstarken Studien fehlt. Für eine sichere Weiterempfehlung, welche auf wissenschaftlicher Basis beruht, müssen weitere Forschungsarbeiten in Auftrag gegeben werden.

### **5.3.3.5.7 Knieverletzungen**

Nach der Literaturanalyse stellte sich heraus, dass sich die einzig gefundene Studie zur Lasertherapie bei Knieverletzungen dafür aussprach.

In der Studie von Malliaropolous et al 2012 führten die Autoren eine randomisierte, doppelblinde, Placebo-kontrollierte Studie durch, um die Wirksamkeit der Low-Level-

Lasertherapie bei Patienten mit Meniskuspathologie zu untersuchen. Es handelte sich ausschließlich um symptomatische Patienten mit einem geringen Schweregrad der Grad-3-Abschwächung oder „intrasubstance tears“. Dabei wurde erkannt, dass die Schmerzen für die Low-Level-Lasertherapie-Gruppe signifikant besser wurden als für die Placebogruppe. Die Schmerzwerte waren nach Low-Level-Lasertherapie signifikant besser. Die Behandlung mit Low-Level-Lasertherapie war mit einer signifikanten Abnahme der Symptome im Vergleich zur Placebogruppe verbunden. Die Autoren konnten somit festhalten, dass Low-Level-Lasertherapie bei Patienten mit Meniskusrissen in Betracht gezogen werden kann, die sich keiner Operation unterziehen wollen.

## **Fazit**

Schlussendlich zeigt sich, dass die Indikation Lasertherapie bei Knieverletzungen eine Berechtigung haben kann, wenn weitere Studien mit höherer Qualität ähnliche Ergebnisse zeigen, wie die einzig vorliegende Studie.

### **5.3.3.6 Magnettherapie**

#### **5.3.3.6.1 Hintergrund**

Die meisten biologischen Vorgänge im menschlichen Körper sind mit elektrischen Abläufen verbunden oder werden von diesen getragen. Ein starkes magnetisches Gleichfeld wirkt auf alle magnetischen Stoffe somit fixierend und wird die Pole, sofern diese mit einer bestimmten Eigenfrequenz schwingen, zum Stillstand bringen, mindestens aber verlangsamen. Ein Magnetfeld, das als therapeutisches Mittel eingesetzt wird (Abb. 21),

kann Störungen dadurch beheben, indem es rein energetisch Einfluss nimmt und die direkt beeinflussbaren Materialien im Takt seiner magnetischen Schwingungen bewegt. Auf diese Weise werden Schad- und Schlackenstoffe im Rahmen des gesteigerten Stoffwechsels in Bewegung gebracht und abtransportiert. Die Zellteilungsrate wird gesteigert, welches als Erklärung für die schnelle Heilung von Wunden und den raschen Abbau von Blutergüssen angesehen werden kann (Hanusch, 1998).

Die Literatursuche in der Pubmed-Datenbank ergab 27 Treffer bei der Magnetfeldtherapie, mit Einschluss der Suchkriterien jedoch 0 Treffer, da sich die Studien nicht auf Sportverletzungen fokussierten, sondern sich unter anderem auf Krebstherapien sowie auf Augen- und Ohrenkrankheiten bezogen.



Abbildung 21: Anwendung der Magnettherapie (Quelle: [www.orthopaedie-seckenheim.de/?cid=112](http://www.orthopaedie-seckenheim.de/?cid=112))



### **5.3.3.6.2 Fazit**

Aufgrund keiner passenden Ergebnisse in der Literatursuche kann man festhalten, dass es zur Magnetfeldtherapie keine auszuwertenden Studien zur Behandlung von Sportverletzungen gibt, welche die Effektivität dieser Therapieform bestätigen könnten. Die Anwendung der Magnetfeldtherapie bei Sportverletzungen basiert letztendlich nicht auf wissenschaftlichem Fundament.

### **5.3.3.7 Iontophorese**

#### **5.3.3.7.1 Hintergrund**

Die transdermale Iontophorese, eine nichtinvasive Behandlungstechnik (Abb. 22), die den Arzneimitteltransport durch die Haut durch die Verwendung eines externen elektrischen Feldes erleichtert, hat den Anwendungsbereich von Medikamenten, die transdermal verabreicht werden können, erweitert und eine programmierbare Medikamentenabgabe ermöglicht. Hierzu wird elektrischer Gleichstrom mit speziellen Elektroden an den zu behandelnden Körperteilen angelegt. Das zu applizierende Medikament liegt dabei meist in Salbenform vor. Im Allgemeinen wird die transdermale Iontophorese als ein sicheres Verfahren betrachtet, das mit mäßigem Erythem und Kribbeln verbunden ist (Kumar et al 2008, Sieg et al 2009, Rai et al 2005).

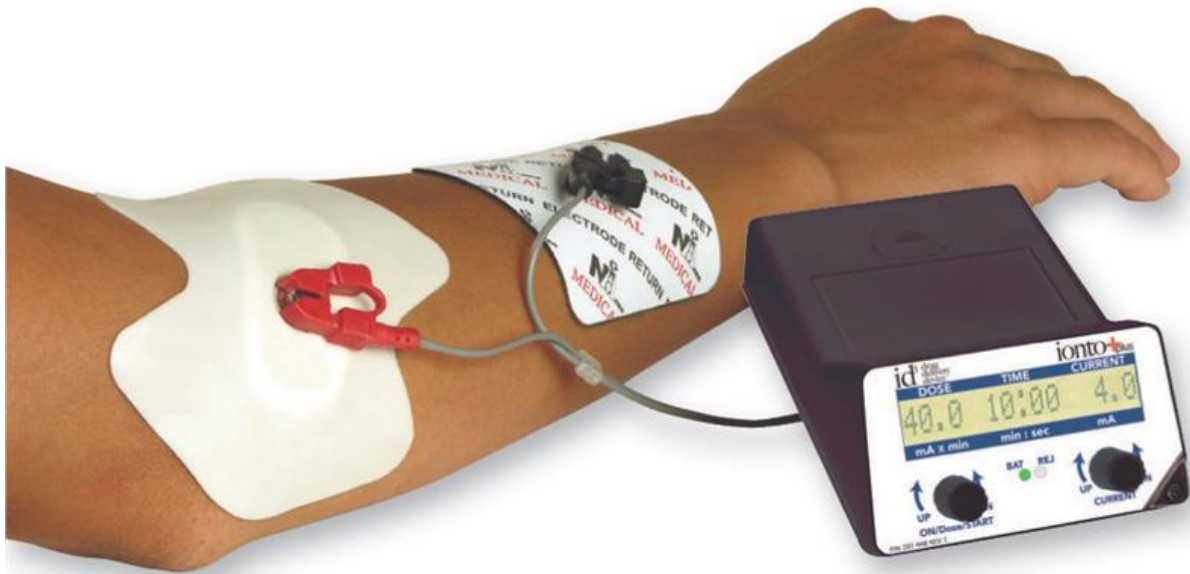
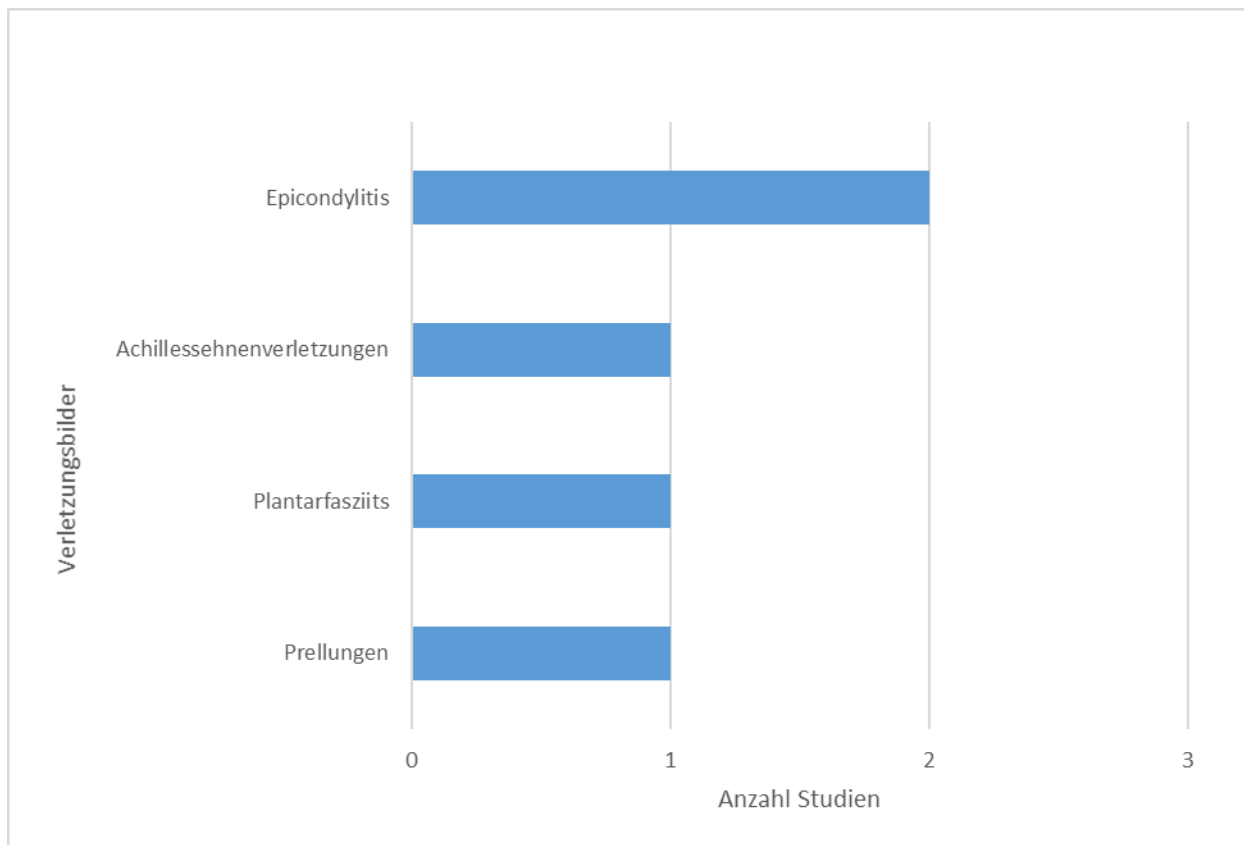


Abbildung 22: Iontophorese-Anwendung am Unterarm (Quelle: [www.utaunhp.info/lсны/02/protocol-for-dexamethasone-iontophoresis](http://www.utaunhp.info/lсны/02/protocol-for-dexamethasone-iontophoresis))

#### 5.3.3.7.2 Recherche

Die Literatursuche hat ergeben, dass für folgende Indikationen die Iontophorese verwendet wurde (Abb. 23):

- Prellungen (1 Studie)
- Plantarfasziits (1 Studie)
- Achillessehnenverletzungen (1 Studie)
- Epicondylitis (2 Studien)



*Abbildung 23: Verletzungsbilder und Anzahl der gefundenen Studien zum Thema Iontophorese*

### **5.3.3.7.3 Prellungen**

Die Literaturanalyse stellte heraus, dass die einzig gefundene Studie zur Iontophorese bei Prellungen diese Therapie befürwortet.

Die Studie von Gard et al (2010) beschreibt einen Behandlungsansatz, der bei einem Hockeyspieler mit Weichteilverletzung in seiner oberen Extremität verwendet wird. Ein 19-jähriger Mann erlitt während des Hockeyspiels eine Verletzung seines Oberarms. Über 29 Tage wurde der Athlet einmal mit gepulstem Ultraschall und Eis und neunmal mit Iontophorese unter Verwendung einer 2%-igen Essigsäurelösung behandelt. Zusätzlich führte der Athlet schmerzfreie, aktive Bewegungsübungen für den Ellenbogen durch. Man

kam zu dem Ergebnis, dass sich nach der Behandlung die Schmerzen des Athleten lösten und die tastbare Masse verschwand. Somit stellten die Autoren in diesem Case-Report fest, dass die Essigsäure-Iontophorese ein erfolgreicher Eingriff bei Weichteilverletzungen der oberen Extremität sein kann.

## **Fazit**

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass für die Indikation Iontophorese bei Prellungen zwar eine Studie vorliegt, die den Erfolg dieser Therapie beschreibt, aber dieser einzelne Fallbericht von weiteren Studien mit höheren Fallzahlen und hochwertigerem Studiendesign bestätigt werden müssen.

### **5.3.3.7.4 Plantarfasziitis**

Die Literaturanalyse hat ergeben, dass sich die einzig gefundene Studie zur Iontophorese bei Plantarfasziitis für diese Art der Therapie aussprach.

Die Publikation von Osborne et al (2006) hatte das Ziel, zu bestimmen, ob kurzfristig Essigsäure- und Dexamethason-Iontophorese kombiniert mit Taping bei der Behandlung der Symptome von Plantarfasziitis wirksam sind. Die doppelt verblindete, randomisierte, Placebo-kontrollierte Studie wurde an 31 Patienten mit Plantarfasziitis am Kalkaneus durchgeführt, die aus drei sportmedizinischen Kliniken rekrutiert wurden. Alle Patienten erhielten sechs Behandlungen der Iontophorese über einen Zeitraum von zwei Wochen. Dabei kamen die Autoren zu dem Ergebnis, dass nach der Behandlungsphase alle Gruppen signifikante Verbesserungen bei Morgenschmerzen, durchschnittlichen Schmerzen und Morgensteifigkeit zeigten. Sechs Behandlungen von Essigsäure-Iontophorese in Kombination mit Taping führten zu einer größeren Linderung von Steifheitssymptomen als eine Behandlung mit Dexamethason/Taping. Die besten klinischen Ergebnisse nach vier Wochen erreichte die Essigsäure-Iontophorese/ Taping- Behandlungskombination.

## **Fazit**

Abschließend kann geschlussfolgert werden, dass die Indikation zur Iontophorese bei Plantarfasziitis durch eine wissenschaftliche Arbeit als eine Therapiealternative gestützt wird. Da es zu wenig evidenzstarke Studien zu diesem Thema gibt, sind weitere Forschungsarbeiten notwendig.

#### **5.3.3.7.5 Achillessehnenverletzungen**

Die Literaturanalyse zeigte, dass die einzig gefundene Studie zur Iontophorese bei Achillessehnenverletzungen diese Therapie stützt.

Neeter et al (2003) haben mit ihrer Doppelblindstudie die Auswirkungen der Iontophorese mit Dexamethason auf die Iontophorese mit Kochsalzlösung bei Patienten mit akuten Schmerzen der Achillessehne in Bezug auf Bewegungsumfang, Muskelausdauer und Schmerzen untersucht. 25 Patienten im Alter zwischen 18 und 76 Jahren wurden vor und nach einer Behandlungsdauer von 2 Wochen mit Iontophorese sowie nach 6 Wochen, 3 und 6 Monaten und einem Jahr ausgewertet. Zwei Gruppen wurden für zwei Wochen mit Iontophorese für jede Anwendung behandelt. Beide Gruppen folgten daraufhin 10 Wochen lang demselben Rehabilitationsprogramm. Die Autoren fanden heraus, dass im Bereich des Bewegungstests, der Schmerzen während und nach körperlicher Aktivität, der Schmerzen beim Gehen und Gehen von Treppen, Morgensteifigkeit und Sehnenschwellung mehrere signifikante Verbesserungen in der Versuchsgruppe beobachtet wurden, welches jedoch nicht in der Kontrollgruppe beobachtet werden konnte. Obwohl die geringe Stichprobengröße die Möglichkeiten einschränkt, eindeutige Schlussfolgerungen zu ziehen, folgerten die Autoren aus der vorliegenden Studie, dass bei Verwendung eines doppelblinden, randomisierten Ansatzes und einer 1-jährigen Follow-up-Periode positive Effekte bei der Verwendung von Iontophorese mit Dexamethason für die Behandlung von Patienten mit akuten Achillessehnenbeschmerzen festgestellt wurden.

#### **Fazit**

Zusammengefasst lässt sich sagen, dass die Indikation der Iontophorese bei Achillessehnenverletzungen gute Ergebnisse erzielte und somit eine Behandlungsmöglichkeit darstellt. Obwohl es zwar einen guten Bericht über den Therapieerfolg gibt, mangelt es an weiteren Studien zur Kontrolle.

#### **5.3.3.7.6 Epicondylitis am Ellenbogen**

Nach der Literaturanalyse konnte man festhalten, dass sich eine Studie für Iontophorese bei Epicondylitis am Ellenbogen ausspricht und eine Studie gegen eine Anwendung dieser Therapie berichtet.

Nirschl et al (2003) wollten mit ihrer randomisierten, doppelt verblindeten, Placebo-kontrollierten Studie beweisen, dass bei Patienten mit medialer oder lateraler Epicondylitis am Ellenbogen die dermale iontophoretische Verabreichung von Dexamethason-Natriumphosphat signifikant wirksamer als die Schmerzbekämpfung mit Placebo ist. Dafür erhielten 199 Patienten mit Ellenbogen-Epicondylitis sechs Behandlungen à 40 mA-Minuten, die innerhalb von 15 Tagen im Abstand von 1 bis 3 Tagen lagen. Hierbei wurden 2 Elektroden auf der Haut angebracht und das mit dem negativen Ableitungsclip verbundene hydratisierte Arzneimittlelektrodenpad an seiner empfindlichsten Stelle über dem medialen oder lateralen Epicondylus positioniert. Die dispersive Elektrode wurde zur Vervollständigung des Kreislaufs mit der positiven Leitungsklemme verbunden und proximal oder distal zur Arzneimittlelektrode über einem Hauptmuskel (Bizeps, Trizeps oder auf dem Unterarm) platziert. Die Patienten erhielten entweder eine aktive oder eine Placebo-Behandlung. Patienten, die mit Dexamethason behandelt wurden, erzielten nach 2 Tagen eine moderate oder bessere Beurteilung auf der globalen Verbesserungsskala des Prüfers, jedoch war der Unterschied nach einem Monat nicht signifikant größer. Die von Forschern bewertete Schmerzskala begünstigte Dexamethason gegenüber Placebo nach 2 Tagen. Patienten, die sechs Behandlungen in 10 Tagen oder weniger absolvierten, verzeichneten bessere Ergebnisse als diejenigen, die über einen längeren Zeitraum behandelt wurden. Daraus resultierte das Ergebnis, dass die Iontophorese-Behandlung von den meisten Patienten gut vertragen wurde und wirksam bei der Verringerung der Symptome von Epicondylitis bei kurzfristigem Follow-up war.

Das Ziel der doppelblinden prospektiven, randomisierten Studie von Runeson et al 2002 war es, die kurz- und langfristige, schmerzlindernde Wirkung der Kortikosteroid-Iontophorese bei lateraler Epicondylitis am Ellenbogen zu evaluieren. 64 Patienten, die an lateraler Epicondylitis litten, wurden nacheinander in zwei Gruppen für Kortikosteroid- oder Placebo-Iontophorese randomisiert. Die Patienten wurden viermal in zwei Wochen behandelt. Follow-ups wurden am Tag nach der letzten Behandlung und nach 3 und 6 Monaten durchgeführt. Es konnte kein signifikanter Unterschied zwischen der Kortikosteroidgruppe und der Placebogruppe in Bezug auf das subjektive und objektive Ergebnis nach der Behandlungsdauer oder bei den Follow-ups beobachtet werden. In der Tat verbesserten sich beide Gruppen während der gesamten Studie. Die Ergebnisse der vorliegenden Studie unterstützen nicht die Verwendung von Kortikosteroid-Iontophorese bei lateraler Epicondylitis.

## **Fazit**

Es ist zu folgern, dass die Indikation für eine Iontophorese bei Epicondylitis nicht eindeutig empfohlen werden kann, da es zu wenige und zumal noch widersprüchliche Studien zu diesem Thema gibt. Insbesondere ist nicht geklärt, inwiefern die applizierte Substanz ohne Iontophorese nicht auch ihre Wirkung hat. Mehr evidenzstarke und hochqualitative Studien müssen eindeutigere Nachweise für die Wirksamkeit dieser Therapie erbringen.

## **5.4 Tapes und Bandagen**

### **5.4.1 Klassisches Taping**

#### **5.4.1.1 Hintergrund**

Klassische Tapes sind funktionelle Klebeverbände, die den Gelenken Stabilität verleihen (Abb. 24) und dabei helfen sollen, unerwünschte Bewegungen durchzuführen, die den Heilungsprozess behindern. Sie können vor allem nach Bandverletzungen an den Gelenken

für Stabilität sorgen und eine frühere Belastbarkeit ermöglichen. Weiterhin können sie als Kompressionsverbände verwendet werden, die unnötig starke Schwellungen verhindern. Sie dienen als Schienung für Knochenbrüche oder Bandverletzungen (McLean et al 1989). Das klassische Taping kann auch als Protektor an verschiedenen Gelenken verwendet werden. Hierbei fungiert es teilweise als Prävention von Verletzungen, teilweise auch als Behandlung und Rehabilitation. Zu den Indikationen zählen hier vor allem Verletzungen am oberen Sprunggelenk, aber auch die nicht publizierten Verwendungen im Sport wie die Protektion nach Fußblasen, eingewachsenen Zehennägeln oder die Abdeckung von Hautwunden.



*Abbildung 24: Klassisches Taping am Sprunggelenk (Quelle: privat)*

#### **5.4.1.2 Recherche**

Die Literatursuche zeigte, dass es folgende Indikationen für die Therapie mit klassischen Tapeverbänden in der wissenschaftlichen Literatur beschrieben sind (Abb. 25):



- Patellarsehnenverletzungen (6 Studien)
- Handgelenksverletzungen (1 Studie)
- Sprunggelenksverletzungen (1 Studie)

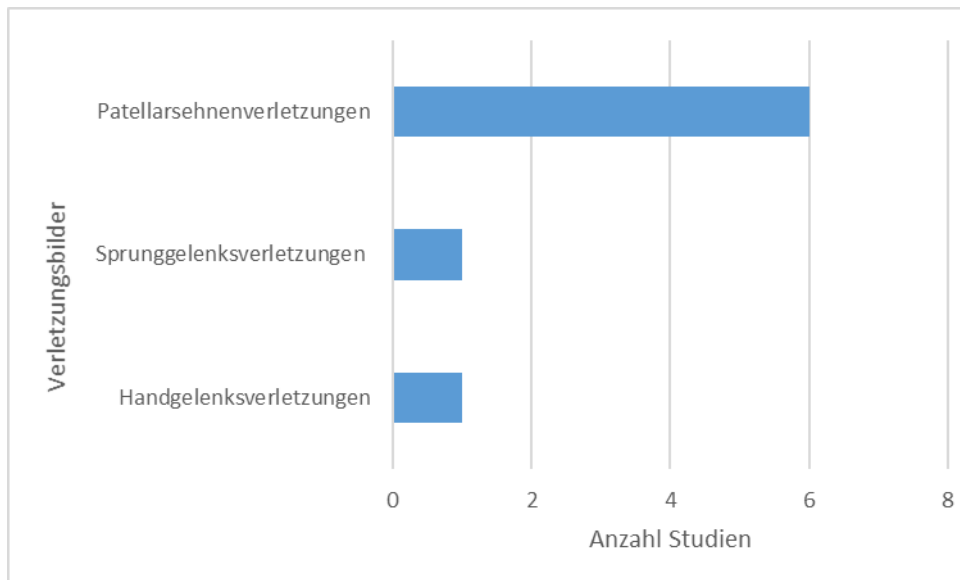


Abbildung 25: Verletzungsbilder und Anzahl der gefundenen Studien zum Thema klassisches Taping

#### 5.4.1.3 Patellarsehnenverletzung (Patellofemorales Überlastungs-/ Schmerzsyndrom)

Die Literaturanalyse hat ergeben, dass sich 5 Studien für das klassische Taping bei Patellarsehnenverletzungen aussprachen und eine Studie dagegen.

Die Publikation von Collins et al von 2012 beinhaltete ein systematisches Review und eine Meta-Analyse um die Evidenz für nicht-chirurgische Eingriffe bei vorderen Knieschmerzen zu bewerten. Dabei wurde unter anderem die vollständige Cochrane Library durchsucht. Es wurden nur Studien in Betracht gezogen, die als randomisiert und als klinisch eingestuft wurden, woraus von 48 geeigneten Studien insgesamt 27 Studien mit niedrigem bis

mittlerem Verzerrungsrisiko eingeschlossen wurden. Die Autoren kamen zu dem Ergebnis, dass die Meta-Analyse von qualitativ hochwertigen, klinischen Studien die Verwendung eines 6-wöchigen multimodalen Physiotherapie-Programms, unter anderem auch mit einem Patellar-Taping, unterstützt, da dieses Programm positive Effekte zeigte. In der prospektiven Kohorten-Studie von Kaya et al aus 2010 wurde untersucht, ob das patellofemorale Tape bei einer kürzeren Tragedauer während eines Übungsprogramms genauso vorteilhaft wie eine längere Taping-Anwendung ist. Hierbei wurden 12 Patienten und 16 gesunde Probanden in die Studie miteinbezogen. Die Patienten wurden kurzzeitig mit Patellar-Taping und einem 3-monatigen Trainingsprogramm behandelt. Es zeigte sich, dass kurzzeitiges Patellar-Taping und ein entsprechendes Übungsprogramm die Aktivierung des Musculus vastus medialis obliquus und Musculus vastus lateralis verbessern. Ein kürzerer Taping-Zeitraum für das Trainingsprogramm kann ebenso wie eine verlängerte Taping-Anwendung vorteilhaft sein.

Die erste hochrangige Studie zum Patellar-Taping von Whittingham et al aus 2004 beschrieb ebenfalls den Erfolg des Patellar-Tapings. In der randomisierten, kontrollierten Studie mit dem Evidenzlevel 1 wurde die Wirksamkeit des täglichen Patellar-Tapings und Übungen auf Schmerzen und Funktionsgewinn bei 30 Personen mit patellofemoralem Schmerzsyndrom untersucht. Die Probanden wurden zufällig und ausschließlich einer von drei Behandlungsgruppen zugeordnet: Gruppe 1 bekam ein Patellar-Taping in Kombination mit einem standardisierten Übungsprogramm, Gruppe 2 bekam ein Placebo-Patellar-Taping plus Übungsprogramm und Gruppe 3 nur das Übungsprogramm allein. Dies geschah in einem Zeitraum von 4 Wochen. Separate unabhängige Stichproben zeigten, dass die Gruppe mit Taping und Übungen nach der Behandlung bessere Schmerz- und Funktionswerte aufwies als die Placebo-Taping-Gruppe oder die alleinige Übungsgruppe.

Eine weitere hochrangige, multizentrische, randomisierte, doppelblinde, Placebo-kontrollierte Studie mit Evidenzlevel 1 von Crossley et al aus dem Jahr 2002 untersuchte, ob bei einer 6-wöchigen Physiotherapie deutlich mehr Schmerzlinderung als bei einer Placebo-Behandlung erzielt werden kann. Hierfür wurden 71 Probanden im Alter von 40 Jahren oder jünger mit patellofemoralem Schmerzen nach dem Zufallsprinzip einer Physiotherapie- oder Placebo-Gruppe zugeordnet. Ein standardisiertes Behandlungsprogramm bestand aus sechs Behandlungssitzungen, die einmal wöchentlich durchgeführt wurden. Die physikalische

Therapie umfasste unter anderem das Patellar-Taping. Die Placebo-Behandlung bestand aus Scheinultraschall, leichtem Auftragen eines nicht-therapeutischen Gels und Placebo-Taping. Die Autoren kamen zu dem Ergebnis, dass die Physiotherapiegruppe im Vergleich zu der Placebogruppe eine signifikant stärkere Reduktion der Scores für durchschnittliche Schmerzen, starke Schmerzen und Bewegungsbeeinträchtigung aufwies. Daraus schlussfolgerten die Autoren, dass eine sechswöchige physikalische Therapie mit sechs Behandlungen zur Linderung von patellofemorale Schmerzen wirksam ist.

In der Publikation von Bolgia et al aus dem Jahre 2011 wurde eine Literatursuche unter anderem in der Datenbank von Pubmed vorgenommen, die Interventionen von mindestens 4 Wochen für Probanden mit patellofemoralem Schmerzsyndrom beinhalteten. Die Qualität jeder Studie wurde anhand von Leitlinien bewertet, die von Ebell et al (2004) beschrieben wurden, wobei die Evidenz für einzelne Studien mit einer 3-Level-Stufe bewertet wurde. Drei Studien, die primär Patellar-Taping als Intervention einsetzten, erfüllten die etablierten Einschlusskriterien. Die Autoren erwähnten die Studie von Crossley et al (2002), welche die einzige Studie durchführten, die die Evidenzkriterien der Stufe 1 erfüllte. Bei dieser Studie handelte es sich um eine randomisierte Kontrollstudie, bei der die Ergebnisse zwischen Probanden, die eine echte Intervention und denjenigen, die eine Placebo-Intervention erhielten, verglichen wurden. Probanden in der Behandlungsgruppe zeigten eine starke Schmerzreduktion. Des Weiteren bezogen sich die Autoren auf die Studien von Clark et al (2000) und Whittingham et al (2004), welche herausfanden, dass Probanden, die an Quadrizeps-Übungen in Kombination mit korrekt oder locker angewendetem Tape teilgenommen hatten, von einer moderaten bis starken Schmerzreduktion berichteten. Die Studien erhielten eine Evidenzbewertung der Stufe 2. Weiterhin heißt es hier, dass Patellar-Taping dazu verwendet wird, um eine optimale Ausrichtung und Verfolgung der Patellar innerhalb der Trochlea femoris zu ermöglichen. Die Ergebnisse dieser Überprüfung unterstützen die Verwendung von Taping in Verbindung mit Übungen zumindest für die Kurzzeitbehandlung von patellofemoralem Schmerzsyndrom. Weiterhin erwähnten die Autoren die Studie von Derasari et al (2010), welche zu dem Ergebnis kamen, dass das Taping primär zu einer inferioren Verlagerung der Patellar innerhalb der Trochlea femoris führte. Eine Erhöhung des Patellarkontakts innerhalb der Trochlea würde den patellofemorale Stress reduzieren und könnte teilweise die positiven Ergebnisse beim Taping erklären.

Kliniker können das Patellar-Taping nach Bedarf kurzfristig in Erwägung ziehen, um den Patienten ein schmerzfreies Training zu ermöglichen. Unzureichende Daten zu Patellar-Verstrebungen schränken jedoch die Fähigkeit des Autors ein, eine Empfehlung für die generelle Verwendung zu geben.

Die Publikation von Callaghan et al 2012 enthält ebenfalls eine Literatursuche über die Effekte des Taping, insbesondere auf Schmerz und Funktion, zur Behandlung des patellofemorales Schmerzsyndroms bei Erwachsenen. Hierzu durchsuchten die Autoren unter anderem die Datenbanken von Cochrane. Ausgewählt wurden randomisierte kontrollierte Studien und quasi-randomisierte kontrollierte Studien. Hierbei wurden fünf kleine heterogene randomisierte kontrollierte Studien eingeschlossen, welche alle Taping versus Kontrolle (kein Taping oder Placebo Taping) verglichen und alle beinhalteten eine oder mehrere Co-Interventionen, die sowohl den Teilnehmern der Taping- als auch der Kontrollgruppe verabreicht wurden. Eine Meta-Analyse ergab keinen statistisch oder klinisch signifikanten Unterschied zwischen Taping und Nicht-Taping in Bezug auf Schmerzen am Ende der Behandlungsprogramme. Schließlich kamen die Autoren zu dem Ergebnis, dass die derzeit verfügbaren Daten aus Studien mit klinisch relevanten Ergebnissen von geringer Qualität sind und nicht ausreichen, um allein oder im Rahmen eines Behandlungsprogramms Rückschlüsse auf die Wirkung von Taping zu ziehen.

Aminaka et al (2008) untersuchten die Auswirkungen von Patellar-Taping auf die Sagittalebene der Hüft- und Kniekinematik, die Reichweite und wahrgenommene Schmerzpegel bei 20 Personen mit und 20 Personen ohne patellofemorales Schmerzsyndrom. Die Autoren kamen zu dem Ergebnis, dass die Teilnehmer mit patellofemoralem Schmerzsyndrom bei Patellar-Tape-Anwendung im Unterschied zu dem Zustand ohne Tape eine Verringerung des Schmerzlevels aufwiesen. Bei den Hüftflexions- und Knieflexionswinkeln wurden keine statistisch signifikanten Unterschiede festgestellt. Die Autoren kamen auch hier zu der Schlussfolgerung, dass obwohl patellares Taping Schmerzen zu reduzieren scheint, die genauen Mechanismen dieser Phänomene im Rahmen dieser Studie nicht erklärt werden konnten.

## **Fazit**

Zusammenfassend kann man für das Patellar-Taping beim patellofemoralem Schmerzsyndrom festhalten, dass es zahlreiche Studien zu dieser Form der Therapie gibt, worunter auch hochrangige Publikationen mit hohem Evidenzlevel fallen. Während einige Studien mit gutem Evidenzlevel vom Erfolg dieser Therapie berichten, gibt es auch vereinzelt Studien, die keinen nachweislichen Erfolg dieser Behandlung hervorbrachten. Weiterhin konnten Fragen zum Wirkmechanismus des Patellar-Tapings, welcher die Symptome reduziert, nicht geklärt werden. Jedoch gibt es im Vergleich zu anderen konservativen Therapieverfahren beim Taping der Patellarsehne gute wissenschaftliche Grundlagen und auch gute Ergebnisse, sodass eine Empfehlung zur praktischen Nutzung ausgesprochen werden kann.

### **5.4.1.4 Handgelenksverletzungen**

Nach der Literaturanalyse zeigte sich, dass sich die einzig gefundene Studie über Taping bei Handgelenksverletzungen dafür aussprach.

Die Publikation von Kaneko et al in Form einer Fallserie aus dem Jahr 2011 mit dem Evidenzlevel 4 beschreibt die Wirksamkeit von Taping für das Management des Kreuzungssyndroms (schmerzhafte Erkrankung, die sich auf die laterale Seite des Unterarms auswirkt, wenn eine Entzündung am Schnittpunkt der Bäuche des Abductor pollicis longus und des Extensor pollicis brevis über den Extensor carpi radialis longus und den Extensor carpi radialis brevis auftritt. Es wurden fünf Patienten mit Kreuzungssyndrom mittels Taping behandelt, um die durch Daumenbewegungen hervorgerufene Krepitation zu reduzieren. Alle Patienten zeigten eine vollständige Beseitigung von Krepitation mit der Anwendung von Taping. Krepitation, ausgelöst durch Handgelenksbewegungen, sowie Druckschmerz über dem dorsalen Unterarm und Schwellung, waren nach 3-wöchiger Nachuntersuchung nicht mehr vorhanden. Somit halten die Autoren das Ergebnis fest, dass Taping die Symptome und Funktionen in dieser kleinen Fallserie verbesserte. Eine mögliche Erklärung für diese Verbesserung könnte die Veränderung der Weichteilausrichtung sein.

## **Fazit**

Aufgrund des Fehlens weiterer Studien, insbesondere Studien mit hohem Evidenzlevel, kann man Taping als Therapie für Handgelenksverletzungen aktuell noch nicht nachdrücklich empfehlen. Allerdings ist die Verwendung von Taping am Handgelenk ein guter Hinweis darauf, dass neben dem Patellofemorale-Schmerzsyndrom auch andere Indikationen für das klassische Taping existieren, die zum Teil den Weg aus dem praktischen Alltag noch nicht in die wissenschaftliche Literatur oder Berichterstattung gefunden haben.

### **5.4.1.5 Sprunggelenksverletzungen**

Nach der Literaturrecherche zeigte sich, dass sich die einzig gefundene Studie über Taping bei Sprunggelenksverletzungen dagegen aussprach.

Ziel der Übersichtsstudie von Kerkhoffs et al (2002) ist es, verschiedene funktionelle Behandlungsstrategien für akute laterale Sprunggelenkbandrupturen bei Erwachsenen zu bewerten. Dazu haben die Autoren unter anderem die Cochrane Musculoskeletal Injuries Group, das Cochrane Controlled Trials Register und die Datenbank von MEDLINE nach randomisierten klinischen Studien durchsucht. Die Autoren fanden unter anderem heraus, dass die Behandlung mit Tape im Vergleich zur Behandlung mit einem elastischen Verband zu signifikant mehr Komplikationen führte, wobei die meisten Hautreizungen waren. Letztendlich kamen die Autoren zu dem Ergebnis, dass die Verwendung einer elastischen Bandage komplizierter als das Taping ist. Dies scheint jedoch mit einer langsameren Rückkehr zu Arbeit und Sport verbunden zu sein und es wird über mehr Instabilität als bei einer halbstarren Knöchelstütze berichtet. Endgültige Schlussfolgerungen werden jedoch durch die Vielzahl der angewandten Behandlungen und die Inkonsistenz der gemeldeten Nachbeobachtungszeiten erschwert. Die klinisch und kostenmäßig effektivste Behandlung ist aus den derzeit verfügbaren randomisierten Studien nicht ersichtlich.

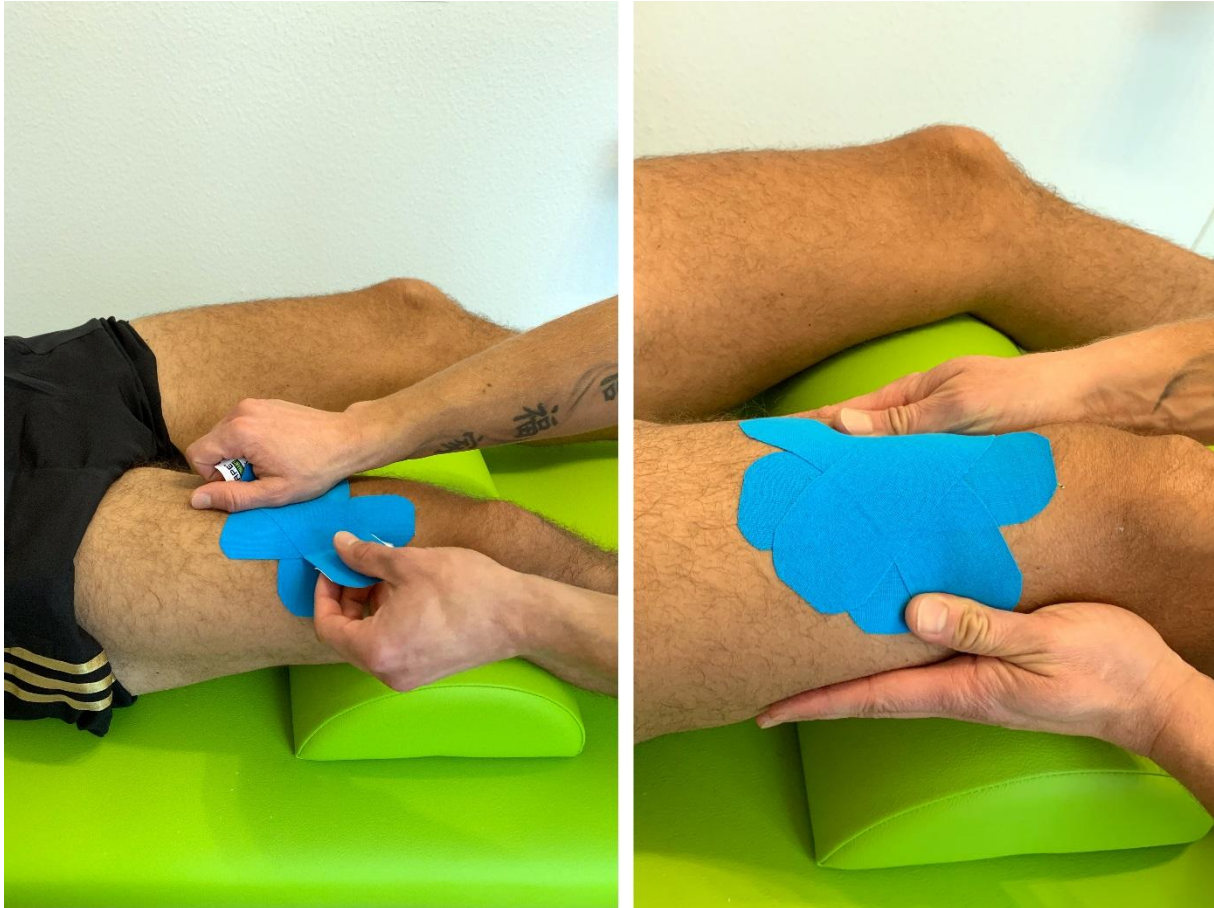
## **Fazit**

Abschließend lässt sich festhalten, dass die Indikation Taping bei Sprunggelenksverletzungen nicht weiterempfohlen kann, da es auf diesem Gebiet noch an hochwertigen Studien mangelt. Diese Methode ist bei Klinikern zwar beliebt, aufgrund fehlender wissenschaftlicher Beweise und eines vermeintlich auftretenden Placeboeffekts sollte man diese Art der Therapie nur unter Vorbehalt anwenden.

## **5.4.2 Kinesiotaping**

### **5.4.2.1 Hintergrund**

Kinesiotapes sind elastische Tape-Bänder, die auf entsprechende Hautstellen geklebt werden und sich den Bewegungen anpassen. Gleichzeitig werden die betroffenen Körperstellen mit jeder Bewegung massiert, womit der Blut- und Lymphfluss angeregt und die Heilung beschleunigt wird. Weiterhin fördern sie die Wärmeproduktion und die optimalen neuromuskulären Verschaltungen (Sielmann, 2001). Der Unterschied zwischen Kinesiotaping und klassischem Taping besteht in der Funktion. Beim klassischen Taping steht die mechanische Stabilität und die funktionelle Immobilisation im Mittelpunkt, um Gelenke und Muskulatur zu schützen. Kinesiotaping dagegen stellt hauptsächlich eine positive sensorische Information für unseren Körper dar. Somit können körpereigene Heilungsmechanismen stattfinden bzw. aktiviert werden und die volle Bewegungsfreiheit von Haut, Gelenken und Muskulatur bleibt erhalten. Das Tape wirkt auf die Tonusregulierung und reduziert unter anderem den Druck auf die Rezeptoren, wie zum Beispiel Haut- und Nozizeptoren, aktiviert das lymphatische und endogene analgetische System und unterstützt die Muskel- und Gelenkfunktion (Breitenbach, 2004).



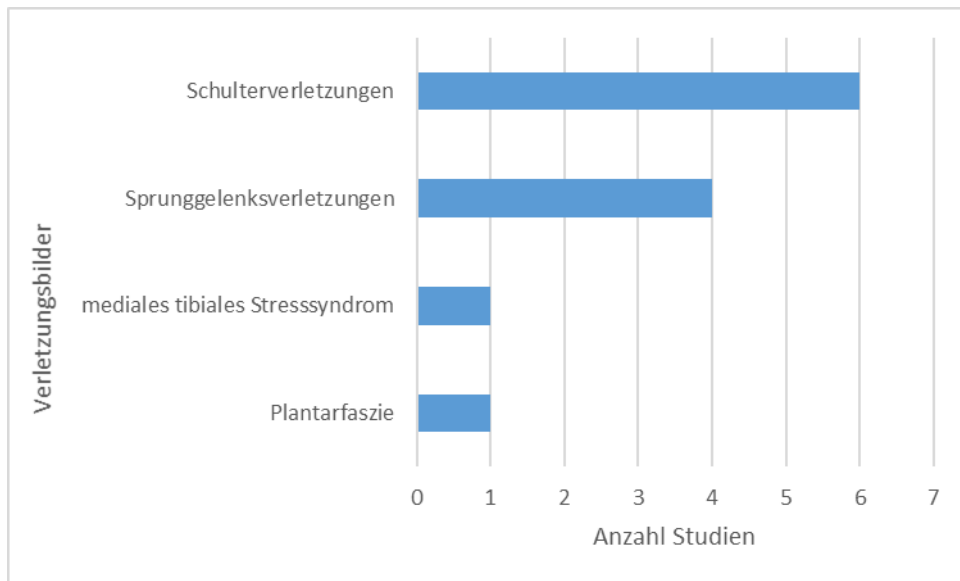
*Abbildung 26: Kinesiotaping-Anwendung am ventralen Oberschenkel (Quelle: privat)*

#### **5.4.2.2 Recherche**

Da Kinesiotaping die Bewegungsfreiheit nicht einschränkt und den Heilungsprozess beschleunigen soll, ist es als Indikation bei verschiedensten Sportverletzungen sehr beliebt und kommt oft und in sehr variabler Funktion und Lokalisation zum Einsatz. Die Literatursuche bei Pubmed erbrachte folgende Indikationen für die Anwendung von Kinesiotapes bei Sportverletzungen (Abb. 27):

- Sprunggelenksverletzungen (4 Studien)
- Plantarfaszie (1 Studie)
- mediales tibiales Stresssyndrom (1 Studie)
- Schulterverletzungen (6 Studien)





*Abbildung 27: Verletzungsbilder und Anzahl der gefundenen Studien zum Kinesiotaping*

### **5.4.2.3 Sprunggelenksverletzungen**

Die Literaturanalyse ergab, dass sich 2 Studien für die Kinesiotaping-Therapie bei Sprunggelenksverletzungen aussprachen und 2 Studien dagegen.

Die Studie von Lee et al 2015 untersuchte die unmittelbaren Auswirkungen von Knöchel-Balance-Taping mit Kinesiotape auf das dynamische Gleichgewicht von jungen männlichen Fußballern mit funktioneller Sprunggelenkinstabilität. 9 junge männliche Fußballspieler mit funktioneller Sprunggelenkinstabilität in ihrem dominierenden Knöchel wurden willkürlich unter Nicht-, Placebo- und Real-Knöchel-Balance-Taping-Bedingungen behandelt. Der Real-Knöchel-Balance-Taping-Zustand zeigte eine statistisch signifikante Steigerung im Vergleich zu den Nicht- und Placebo-Knöchel-Balance-Taping-Bedingungen, während im Fall der posteromedialen Reichweite der Knöchel-Balance-Taping-Zustand einen statistisch signifikanten Anstieg im Vergleich zu dem Zustand ohne Knöchel-Balance-Taping zeigte. Schließlich kamen die Autoren zu dem Ergebnis, dass Kinesiotaping das dynamische

Gleichgewicht junger männlicher Fußballspieler mit funktioneller Sprunggelenkinstabilität verbessert.

Das Ziel der randomisierten Crossover-Studie von Kim et al (2017) war es, die unmittelbare Auswirkung auf die Gangfunktion zu untersuchen, wenn Amateurfußballspieler mit seitlicher Sprunggelenksverstauchung mit einem Knöchelbalance-Taping behandelt werden. Dazu durchliefen 22 Fußballspieler mit einer Knöchelverstauchung 3 Eingriffe in zufälliger Reihenfolge. Die Probanden wurden nach dem Zufallsprinzip einer Knöchelbalance-Taping Gruppe, einer Placebo-Taping Gruppe und einer Gruppe ohne Taping zugeordnet. Die Bewertung wurde unter Verwendung des tragbaren Gehwegsystems durchgeführt, das den Ort und das Timing jedes Schrittes während des Gehens aufzeichnet. Die Autoren kamen zu dem Ergebnis, dass signifikante Unterschiede unter anderem in der Geschwindigkeit und der Schrittlänge unter den drei verschiedenen Taping-Methoden gefunden wurden. Die Bandagierungsgruppe mit Knöchelbalance zeigte im Vergleich zur Placebogruppe und der Gruppe ohne Taping eine signifikant höhere Geschwindigkeit und Schrittlänge. Die Placebogruppe zeigte eine signifikant höhere Geschwindigkeit im Vergleich zu der Gruppe ohne Taping. Die Autoren resümierten daraus, dass das Taping der Knöchelbalance mit Kinesiotape die Gehfähigkeit von Amateurfußballspielern mit seitlicher Verstauchung des Knöchels sofort verbessert und daher eine vorteilhafte Behandlung von Verstauchungen darstellt.

Weiterhin gibt es eine Studie von Nunes et al aus dem Jahr 2014, in der untersucht wurde, ob Kinesiotaping die Schwellung bei Athleten, die eine akute, laterale Knöchelverstauchung erlitten haben, mildert. Bei der randomisierten kontrollierten Studie mit verdeckter Zuordnung, Intention-to-Treat-Analyse und Blind-Assessment nahmen 36 Athleten mit Knöchelverstauchungen teil, wobei die experimentelle Gruppe 3 Tage lang eine Kinesiotaping-Anwendung, die zur Behandlung von Schwellungen entwickelt wurde, und die Kontrollgruppe eine inerte Kinesiotaping-Anwendung erhielt. 3 Tage nach der Intervention gab es keine Unterschiede zwischen den Gruppen für die Volumenzunahme, Perimetrie, relative Volumetrie und die anderen Analysen. Ergebnis dieser Studie war, dass die Anwendung von Kinesiotaping mit dem Ziel, das Lymphsystem zu stimulieren, unwirksam bei

der Verringerung der akuten Schwellung nach einer Verstauchung des Sprunggelenks bei Sportlern ist.

Die Studie von Shields et al 2014 diente dem Zweck, die unmittelbaren und anhaltenden Effekte von Kinesiotaping auf die posturale Kontrolle in gesunden, kooperativen und instabilen Knöcheln zu untersuchen. 60 körperlich aktive Teilnehmer im College-Alter wurden mit ihrer Knöchelverletzung in gesunde, kooperative oder instabile Gruppen eingeteilt. Tests wurden vor dem Aufbringen des Tapes, unmittelbar nach dem Aufbringen des Tapes, 24 Stunden nach dem Aufbringen des Tapes und unmittelbar nach dem Entfernen des Tapes durchgeführt. Abschließend kamen die Autoren zu Ergebnis, dass ihre Studie keine entscheidenden Änderungen nach der Anwendung von Kinesiotape am Sprunggelenk ergeben hat. Man beobachtete jedoch Defizite in der posturalen Kontrolle der sagittalen Ebene bei Probanden mit Knöchelinstabilität. Die Instabilität des Sprunggelenks ist für viele Kliniker ein Problem. Kinesiotaping bleibt, obwohl es als eine beliebte Form der klinischen Intervention gilt, zu wenig untersucht. Die Ergebnisse dieser Studie unterstützen nicht die Verwendung von Kinesiotaping zur Verbesserung der posturalen Kontrolldefizite bei Patienten mit Sprunggelenkinstabilität.

## **Fazit**

Es kann zusammengefasst werden, dass es zu wenig Studien, insbesondere zu wenige hochqualitative Studien über die Indikation der Kinesiotaping-Therapie bei Knöchelverletzungen gibt, um eine sichere Aussage über die Wirksamkeit zu tätigen. Zwar bestätigen einige Studien den Erfolg auf ihrem jeweiligen Untersuchungsgebiet, jedoch besteht Bedarf an mehr randomisierten kontrollierten Studien.

### **5.4.2.4 Plantarfasziitis**

Die Literaturanalyse brachte zum Vorschein, dass sich die einzig gefundene Studie nicht für die Kinesiotaping-Therapie bei Plantarfasziitis aussprach.

Die Publikation von Yu et al 2016 mit dem Evidenzlevel 1a enthält eine systemische Überprüfung der Wirksamkeit und Sicherheit von physikalischen Wirkstoffen bei Weichteilverletzungen der unteren Gliedmaßen. Dabei durchsuchten die Autoren fünf Datenbanken über randomisierte kontrollierte Studien, Kohortenstudien und Fall-Kontroll-Studien. Studien mit einem hohen Verzerrungspotenzial wurden ausgeschlossen. Die aktuelle Evidenz stützt unter anderem jedoch nicht die Anwendung von Kinesiotaping bei persistierender Plantarfasziitis. Es wurde herausgefunden, dass fast die Hälfte der identifizierten randomisierten kontrollierten Studien, die die Wirksamkeit von physikalischen Wirkstoffen zur Behandlung von Weichteilverletzungen der unteren Gliedmaßen bewerteten, ein hohes Verzerrungspotenzial aufwiesen. Für die Beurteilung der Wirksamkeit von physikalischen Wirkstoffen zur Behandlung einer breiten Palette von Weichteilverletzungen der unteren Gliedmaßen werden weiterhin hochwertige Studien benötigt. Die Wirksamkeit der meisten Interventionen bleibt unklar.

## **Fazit**

Wie selbst in der vorangegangenen Studie beschrieben wurde, braucht es zur Beurteilung der Wirksamkeit dieser Behandlung bei Plantarfasziitis weitere hochrangige Studien und ist in Anbetracht dessen zurzeit nicht zu empfehlen.

### **5.4.2.5 Mediales tibiales Stresssyndrom**

Nach der Literaturanalyse zeigte sich, dass sich die einzig gefundene Studie über die Kinesiotaping-Therapie für eine Anwendung beim medialen tibialen Stresssyndrom aussprach.

In der Studie von Griebert et al 2014 zielte man darauf ab, festzustellen, ob sich gesunde Teilnehmer und Patienten mit aktuellem oder früherem medialen tibialen Stresssyndrom in der Belastungsrate unterscheiden und ob Kinesiotaping den Plantardruck bei diesen Teilnehmern beeinflusst. 20 gesunde Teilnehmer und 20 Teilnehmer mit aktuellem oder früherem medialen tibialen Stresssyndrom wurden rekrutiert und gingen vor der

Kinesiotaping-Anwendung, unmittelbar nach der Anwendung und nach 24-stündiger fortgesetzter Anwendung, über eine plantare Druckmatte. Die mediales tibiales Stresssyndrom-Teilnehmer zeigten eine niedrigere Mittelfuß-Zeit-zu-Spitze-Kraft vor der Tape-Applikation, die nach der Tape-Applikation signifikant anstieg. Diese Ergebnisse der Autoren legen nahe, dass Kinesiotaping die Rate der medialen Belastung bei medialen tibialen Stresssyndrom-Patienten verringert. Zukünftige Forschung könnte Mechanismen untersuchen, mit denen dieser Effekt erreicht wird.

## **Fazit**

Resümierend kann man festhalten, dass es zu diesem Thema noch zu wenig evidenzbasierte Studien gibt, um mit Sicherheit sagen zu können, dass Kinesiotaping beim medialen tibialen Stresssyndrom wissenschaftlich belegbar eine Wirkung zeigt. Weitere Studien sollten in Betracht gezogen werden.

### **5.4.2.6 Schulterverletzungen**

Die Literaturanalyse ergab, dass 3 Studien die Kinseiotaping-Therapie bei Schulterverletzungen befürworten und 3 Studien dagegensprechen.

Die randomisierte klinische Studie von El-Abd et al aus 2016 untersuchte die Wirksamkeit von Kinesiotaping im Vergleich zu posturalen Korrekturübungen auf die Schmerzintensität und axioskapuläre Muskelaktivierung bei Patienten mit mechanischer Nacken-Dysfunktion. 46 Patienten mit mechanischer Nacken-Dysfunktion wurden in eine von 2 Gruppen zugewiesen und erhielten 4 Wochen unterschiedliche Behandlungen. Während die Kinesiotaping-Gruppe die Anwendung von Kinesiotapes erhielt, wurden in der Haltungsübungs-Gruppe verschiedene Haltungskorrekturübungen durchgeführt. Dabei kamen die Autoren zu dem Ergebnis, dass bei Kinesiotaping eine bessere Schmerzreduktion als bei Haltungsübungen verzeichnet werden kann. In beiden Gruppen zeigte sich, dass die Schmerz- und Muskelaktivierung beider gemessenen Muskeln signifikant reduziert war. Somit wurde festgestellt, dass Kinesiotaping effektiver ist als Haltungsübungen, um

Nackenschmerzen zu reduzieren. Jedoch haben beide Modalitäten ähnliche Wirkungen, um die Aktivierung der Axioscapularmuskulatur zu reduzieren.

Die randomisierte, doppelt-blinde, Placebo-gesteuerte Studie mit Evidenzlevel 1 von Shakeri et al aus 2013 untersuchte die Wirkung von Kinesiotaping auf die Schmerzintensität während der Bewegung, Schmerzen in der Nacht und auf eine schmerzfreie Schulter unmittelbar nach dem Taping, nach drei Tagen und nach einer Woche bei Patienten mit Schulter-Impingement-Syndrom. Insgesamt nahmen 30 Patienten an dieser Studie teil. Die Patienten wurden zufällig einer Kontrollgruppe und einer experimentellen Gruppe zugewiesen. Die Patienten in der experimentellen Gruppe erhielten ein standardisiertes therapeutisches Kinesiotaping. Das standardisierte, Placebo-neutrale Kinesiotaping wurde für die Kontrollgruppe angewendet. Das Ergebnis zeigte eine signifikante Veränderung des Schmerzlevels während der Bewegung und des nächtlichen Schmerzes nach Kinesiotaping in der experimentellen Gruppe. Die Veränderung in der Schmerzintensität bei Bewegung und die nächtlichen Schmerzen unmittelbar nach Kinesiotaping war in der experimentellen Gruppe signifikant größer als in der Kontrollgruppe. Abschließend kam man zu der Aussage, dass Kinesiotaping Schmerzen bei Patienten mit Schulter-Impingement-Syndrom eine sofortige Verbesserung der Schmerzintensität bei Bewegung und nächtlichen bewirkt.

Auch die Publikation von Hsu et al 2009 bestätigte die positiven Eigenschaften des Kinesiotapings. Ziel dieser Studie war es, die Wirkung von elastischem Taping auf die Kinematik, die Muskelaktivität und die Stärke der Skapularegion bei Baseballspielern mit Schulter-Impingement zu untersuchen. Siebzehn Baseballspieler mit Schulter-Impingement wurden von drei Amateur-Baseballteams rekrutiert. Alle Probanden erhielten sowohl das elastische Taping als auch das Placebo-Taping an dem unteren Musculus Trapezius. Die Stärke des unteren Trapezius wurde vor und nach jeder Bandapplikation getestet. Die Autoren kamen zur Schlussfolgerung, dass das elastische Taping zu positiven Veränderungen der Skapulabewegung und der Muskelleistung führte. Die Ergebnisse unterstützten seine Verwendung als Behandlungshilfe bei der Behandlung von Schulter-Impingement-Problemen.

Die Studie von Williams et al 2012 bewertete mit einer Meta-Analyse die Wirksamkeit von Kinesiotaping bei der Behandlung und Prävention von Sportverletzungen. Dazu wurden Internet-Datenbanken und Sportmedizin-Websites durchsucht, wobei nur eine Studie gefunden wurde, die sportbedingte Verletzungen (Schulteraufprall) untersuchte. Die Wirksamkeit von Kinesiotaping bei der Schmerzlinderung war trivial, da keine klinisch wichtigen Ergebnisse vorlagen. Schlussfolgernd hielten die Autoren fest, dass es wenig Qualitätsbeweise gab, die den Einsatz von Kinesiotaping gegenüber anderen Arten von elastischem Taping bei der Behandlung oder Prävention von Sportverletzungen unterstützen. Kinesiotaping kann eine kleine nützliche Rolle bei der Verbesserung der Stärke und des Bewegungsumfangs bei bestimmten verletzten Kohorten spielen, aber weitere Studien sind notwendig, um diese Ergebnisse zu bestätigen. Der Umfang der Fallstudie und die anekdotische Unterstützung für Kinesiotaping rechtfertigen eine gut konzipierte experimentelle Forschung, insbesondere in Bezug auf Sportverletzungen, sodass die Behandler sicher sein können, dass es für ihre Athleten von Vorteil ist.

In der Publikation von Haik et al 2016 werden die aktuellen Erkenntnisse über die Wirksamkeit der physikalischen Therapie auf Schmerz, Funktion und Bewegungsumfang bei Patienten mit subakromialen Schmerzsyndrom zusammengefasst. Diese systematische Überprüfung, mit Fokus auf randomisierten kontrollierten Studien zur Untersuchung physikalischer Therapiemodalitäten für subakromiales Schmerzsyndrom auf Schmerz, Funktion oder Bewegungsumfang, wurde unter anderem in der Pubmed-Datenbank durchgeführt. Dabei untersuchten drei Studien die Wirkung von Kinesiotaping im Vergleich zu Placebo-Taping auf Schmerz, Funktion und/ oder Bewegungsumfang. Schlussendlich gibt es mäßige Hinweise darauf, dass kein zusätzlicher Nutzen von Kinesiotaping im Vergleich zu Placebo-Taping besteht, um Schulterschmerzen, Funktion oder Bewegungsumfang zu verbessern.

Auch die Studie von Reijneveld et al 2016 überprüfte systematisch die Literatur über die klinischen Ergebnisse von Scapula-fokussierten Behandlungen bei Teilnehmern mit subakromialen Schmerzsyndrom. Die Literatursuche von randomisierten kontrollierten Studien zur Beurteilung wurde unter anderem in der Pubmed-Datenbank durchgeführt. Vier Studien wurden eingeschlossen, die verschiedene, auf das Schulterblatt fokussierte

Interventionen beschreiben, wozu unter anderem dem Scapula-Taping zählt. Es gab mäßige Beweise dafür, dass die Behandlung mit Scapulakonzentration im Vergleich zu anderen physiotherapeutischen Behandlungen die Scapulamuskelstärke bei Teilnehmern mit subakromialen Schmerzsyndrom wirksam verbessert. Weiterhin wurden widersprüchliche Beweise für Verbesserungen bei Schmerz, Funktion und klinischen Messungen der Schulterblattpositionierung gefunden. Hinweise auf Verbesserungen im Schulterbewegungsbereich oder in der Muskelkraft der Rotatorenmanschette gab es ebenfalls nicht. Somit konnten aufgrund der geringen Anzahl an Studien keine belastbaren Schlussfolgerungen gezogen werden. Daher sind mehr randomisierte, kontrollierte Studien erforderlich, um die klinischen Ergebnisse des Scapula-Taping bei Patienten mit subakromialen Schmerzsyndrom zu bestimmen. Kinesiotaping ist eine weit verbreitete Technik, die häufig in Rehabilitationsprotokollen verwendet wird, allerdings scheint ihre Wirksamkeit nicht mit quantitativen Maßnahmen in Zusammenhang zu stehen. Ähnliche Ergebnisse wurden nach der Kinesiotaping-Anwendung in der „Sportschulter“ gefunden.

## **Fazit**

Resümierend kann man festhalten, dass es durchaus hochwertige Studien über die positiven Effekte von Kinesiotaping bei Schulterverletzungen gibt. Jedoch sprechen auch mehrere Studien gegen diese Anwendung, da sich kein Vorteil aus dieser Therapie ergab. Bei der regelmäßigen praktischen Anwendung des Kinesiotaping im Sport ist neben dem wissenschaftlich bewiesenen medizinischen Mehrwert auch das Fehlen von Komplikationen oder Nebenwirkungen auch der mentale Effekt durch Verwendung von unterschiedlichen Farben entscheidend, sodass dies bei wissenschaftlichen Belegen in unterschiedliche Richtungen berücksichtigt werden muss. Ebenso sind Schulterverletzungen kein einheitliches Verletzungsbild, sondern verschiedenste Verletzungstypen und anatomische Strukturen betreffen. Diese Unterschiede sollten ebenfalls berücksichtigt werden, sodass die allgemeine Evidenz zur Nutzung von Kinesiotaping bei Schulterverletzungen dahingehend dann weiterhin abgeschwächt werden dürfte.



### 5.4.3 Flossing

#### 5.4.3.1 Hintergrund

Ziel des Medical Flossing (Abb.28) ist eine verbesserte, schmerzfreie Beweglichkeit. Das dehnbare Latexband bewirkt durch die elastische Kompression und die durch die Bewegung auftretenden Scherkräfte, dass sich Spannungen im Gewebe schnell ändern können. Somit eignet sich das Medical Flossing sehr gut, um den Tonus, besonders des myofaszialen Systems, zu normalisieren. Da das Medical Flossing mit Druck und Zugbelastungen arbeitet, beeinflusst es, wie jede andere Technik, die auf diese Weise Gewebe stimuliert, zelluläre Prozesse über die Mechanotransduktion. Bei dieser werden mechanische in biochemische Signale umgewandelt (Ingber et al 2003).



Abbildung 28: Flossing-Therapie am Ellenbogen (Quelle: [tfz.de/joomla/kursprogramm/medical-flossing](http://tfz.de/joomla/kursprogramm/medical-flossing))

Die Literatursuche in der Pubmed-Datenbank ergab 3 Treffer, unter Berücksichtigung der Suchkriterien allerdings 0 Treffer, da diese Art von Therapie eher für die Prävention und/oder Regeneration von Muskelschäden angewendet wird.

#### **5.4.3.2 Fazit**

Als Fazit kann man festhalten, dass auf Pubmed zwar über verwandte Themen wie erhöhte Durchblutung berichtet wurde, es speziell zur Anwendung von Medical Flossing bei Sportverletzungen keine Studien gibt und somit auch keine Evidenz nachweisbar ist. Es müssen hochwertige Studien in Auftrag gegeben werden, um zu untersuchen, ob diese Art der Therapie für Kliniker relevant sein könnte.

#### **5.4.4 Schienen-Therapie**

##### **5.4.4.1 Hintergrund**

Verschiedene Pathologien, die den Fuß und das Sprunggelenk betreffen, erfordern eine Immobilisierung. Diese Zustände umfassen schwere Verstauchungen, Achillessehnenrupturen, Frakturen, Nachsorge nach Arthrodesen und vieles mehr. Die Immobilisierung kann durch verschiedene Mittel erreicht werden, einschließlich Gips, Schienen oder Lauf-Orthesen. Die technische Weiterentwicklung ermöglicht heute auch den Einsatz im Sport, d.h. für den Athleten als Hilfsmittel zur Weiterführung seiner Aktivitäten. Stützfunktion und Schutz sind zwei wesentliche Parameter der Orthesen: die Orthese soll Gelenkstellungen sichern, Teile des Bewegungsapparates entlasten und Gelenkbewegungen führen bzw. verhindern (Schmitt-Sody et al. 2015; Gutfeld et al 2016). In den letzten zehn Jahren sind Lauf-Orthesen (Abb.29) immer beliebter geworden. Im Allgemeinen kann man eine kurze Orthese, die sich unmittelbar proximal des Sprunggelenks erstreckt und die keine Immobilisierung des Sprunggelenks bewirkt, von denen unterscheiden, die sich gerade unterhalb des Kniegelenks erstrecken. Die längere Orthese scheint viel häufiger angewandt zu werden, z. B. bei der Behandlung von Sprunggelenksfrakturen oder bei plantaren Ulzerationen, da sie das Sprunggelenk immobilisieren und Druck unter dem

Vorderfußbereich abbauen (Sint et al 2018). Des Weiteren gibt es noch Knie-Orthesen, dessen Hauptzweck darin besteht, Schmerzen zu lindern, die körperliche Funktion zu verbessern und möglicherweise das Fortschreiten der Krankheit zu verlangsamen (Duivenvoorden et al 2015).



*Abbildung 29: Anwendung der Schientherapie am Sprunggelenk (Quelle: [www.orthopaedieschuhtechnik.de/Bandagen-und-Orthesen.46.0.html](http://www.orthopaedieschuhtechnik.de/Bandagen-und-Orthesen.46.0.html))*

#### **5.4.4.2 Recherche**

Nach der Literatursuche stellte sich heraus, dass die Mehrzahl der Studien von Schienung über folgende Verletzungen veröffentlicht wurden:

- Verstauchungen im Sprunggelenk (4 Studien)
- Knieverletzungen (8 Studien)

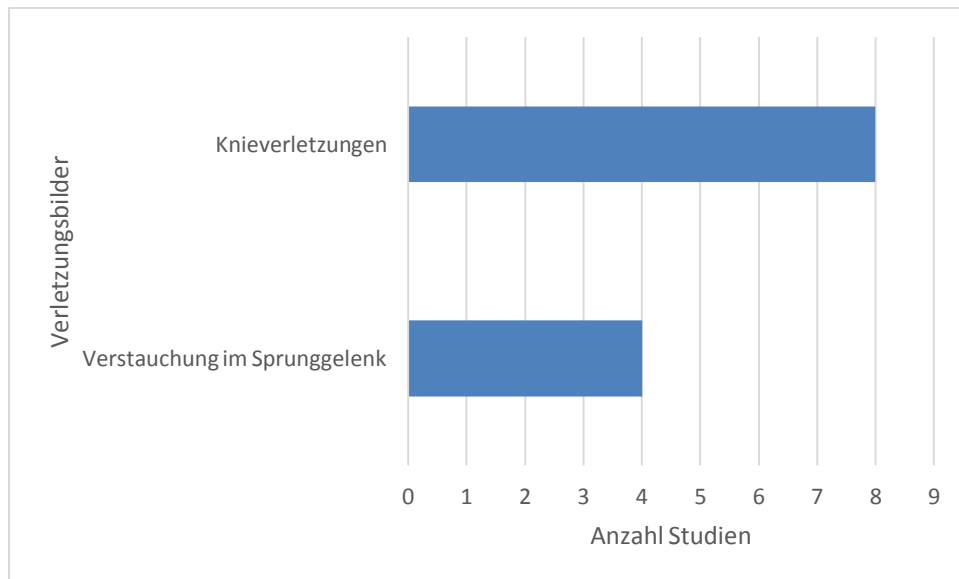


Abbildung 30: Verletzungsbilder und Anzahl der gefundenen Studien zum Thema Schienen

#### 5.4.4.3 Verstauchungen

Die Literaturanalyse hat ergeben, dass sich 2 Studien für die Schienen-Therapie bei Verstauchungen im Sprunggelenk aussprachen und 2 dagegen.

Ziel der Studie in Form eines Reviews von Heijnders et al 2012 war es, die Wirksamkeit von Sprunggelenkorthesen im Vergleich zu anderen funktionellen Behandlungen bei akuten Knöchelverstauchungen zu evaluieren. Die Suche nach randomisierten und quasi-randomisierten kontrollierten Studien wurde in vier Datenbanken und den Referenzlisten der eingeschlossenen Studien durchgeführt. Ausschlusskriterien waren Knöchelfrakturen oder die Behandlung einer chronischen Instabilität des Sprunggelenks und der Vergleich einer Sprunggelenkorthese ausschließlich mit einem Gipsverband. Bei den acht eingeschlossenen Studien variierte die Behandlungsdauer zwischen 3 und 12 Wochen. Die Studien mussten über eine der folgenden Endpunkte berichten: wiederkehrende Verletzungen, Restschmerzen, Schwellungen, Instabilität, funktionelle Ergebnisse und Zeit, Sport, tägliche Aktivitäten oder die Wiederaufnahme der Arbeit. Die Übersichtsarbeit ergab keinen Hinweis darauf, dass die Sprunggelenkorthese Verstauchungen, Schmerzen,

Schwellungen, Instabilität oder Sport oder tägliche Aktivitäten reduziert, verglichen mit einer elastischen Umhüllung oder Bandage, Klebeband oder einem Gipsverband. Fünf Studien berichteten über funktionelle Ergebnisse.

Die Autoren der Studie kamen daher zu dem Schluss, dass es keine Hinweise darauf gab, dass die Knöchelorthese die Anzahl der Tage verringerte, an denen die Arbeit wieder aufgenommen werden konnte. Diese Überprüfung ergab, dass eine Knöchelschiene die Funktion nach einer Verstauchung des Knöchels verbessert, aber Ergebnisse im Vergleich zu einer elastischen Bandage, einer elastischen Umhüllung oder einem Band nicht verbessert. Diese Ergebnisse sind durch das Fehlen einer Meta-Analyse begrenzt, die aufgrund der Heterogenität der Studien und der begrenzten Datenlage nicht durchgeführt wurde.

Die Publikation von Kerkhoffs et al (2012) enthält eine multidisziplinäre klinische Praxisrichtlinie mit dem Ziel, eine weitere gesundheitliche Beeinträchtigung von Patienten mit akuten lateralen Sprunggelenksverletzungen durch Empfehlungen zu verbesserten diagnostischen und therapeutischen Möglichkeiten zu verhindern. Diese klinische Leitlinie soll hilfreich sein für Gesundheitsdienstleister, die an der Behandlung von Patienten mit Knöchelverletzungen beteiligt sind. Relevante Artikel wurden unter anderem in der Cochrane Library gesucht. Die Qualität der eingeschlossenen Artikel wurde von Epidemiologen auf der Grundlage von „evidenzbasierten Leitlinienentwicklungen“ bewertet und auf verschiedenen Ebenen nach beweiskräftigem und wissenschaftlichem Wert klassifiziert. Die Autoren fanden heraus, dass intrinsische und extrinsische Risikofaktoren die Wahrscheinlichkeit einer akuten lateralen Sprunggelenkbandverletzung oder einer kurzen lateralen Knöchelverletzung erhöhen können. Ein systematisches Review untersuchte die Wirkung verschiedener funktioneller Behandlungen bei akuten Knöchelverletzungen wie Bewegungstherapie und Ruhigstellung mittels Tapes oder Schiene. Der Einsatz elastischer Bandagen ergab weniger Komplikationen als die Anwendung von Tape, er wurde aber mit einer verzögerten Rückkehr zur Arbeit und Sport verbunden. Von einer Instabilität wurde häufiger im Vergleich zu einer halbstarren Knöchelschiene berichtet. Eine Lace-up Schiene (Strammheit kann durch Schnürsenkel angepasst werden) oder eine halbstarre Orthese scheint der Verwendung einer elastischen Bandage überlegen zu sein. In dieser Übersichtsarbeit waren jedoch keine ausreichenden Daten verfügbar, um eindeutige Schlussfolgerungen aus der Literatur zu ziehen.

Kemler et al (2011) wollten mit einem systematischen Review die Wirksamkeit von Sprunggelenkorthesen als eine Behandlung für akute Knöchelverstauchungen im Vergleich zu anderen Arten von funktionellen Behandlungen wie Knöchelband und elastische Bandagen bewerten. Eine Literaturrecherche nach randomisierten kontrollierten Studien wurde mit unter anderem im Cochrane Clinical Trial Register durchgeführt. Die Einschlusskriterien für diese systematische Überprüfung waren Sportteilnehmer sowie Nichtsportler mit einer akuten Knöchelverletzung, die Verwendung einer Sprunggelenkstütze als primäre Behandlung für akute Knöchelverstauchungen, Kontrollinterventionen einschließlich jeglicher anderer Art von funktioneller Behandlung und eines der folgenden berichteten Ergebnismaße: Wiederverletzungen, Symptome (Schmerzen, Schwellungen, Instabilität), funktionelle Ergebnisse und/ oder Zeit bis zur Wiederaufnahme von Sport, täglichen Aktivitäten und/ oder Arbeit. Acht Studien erfüllten alle Einschlusskriterien. Einige Einzelstudien berichteten über positive Ergebnisse nach der Behandlung mit einer Sprunggelenkorthese im Vergleich zu anderen funktionellen Methoden, aber die besten Beweise zeigten nur ein besseres Behandlungsergebnis in Bezug auf das funktionelle Ergebnis. Andere Studien deuten darauf hin, dass die Knöchelschienen-Behandlung eine kosteneffektivere Methode ist, weshalb die Verwendung von Schienen nach akuten Knöchelverstauchungen in Betracht gezogen werden sollte. Die Autoren kamen zu dem Ergebnis, dass weitere Forschung sich auf die ökonomische Bewertung und auf verschiedene Arten von Sprunggelenkorthesen konzentrieren sollte, um die Stärken und Schwächen von Sprunggelenkorthesen für die Behandlung von akuten Knöchelverstauchungen zu untersuchen.

Van den Bekerom et al (2015) haben eine randomisierte kontrollierte Studie mit der Evidenzstärke 1 konzipiert, um den Unterschied in den funktionellen Ergebnissen nach der Behandlung mit Tape im Vergleich zu halbstarren Schienen gegen Lace-up Schienen-Unterstützung für akute laterale Sprunggelenkbandverletzung vom Grad 2 und Grad 3 zu bewerten. Hierfür wurden 193 Patienten randomisiert. 66 Patienten wurden mit Tape behandelt, 58 Patienten mit einer halbstarren Schiene und 62 Patienten mit einer Lace-up Schiene. Es gab keine signifikanten Unterschiede in den Baseline-Charakteristika zwischen den drei Gruppen. Die Autoren hielten fest, dass es mit Ausnahme des Unterschieds

zwischen dem Lace-up System und der halbstarren Schiene keine Unterschiede in den Ergebnissen nach dem 6-Monats-Follow-up und somit nach der Behandlung keinen Unterschied im Ergebnis mit Tape, halbstarren Schienen und Lace-Up Schienen gibt.

## **Fazit**

Es kann festgehalten werden, dass die Schienung bei Verstauchungen als Indikation ihre wissenschaftliche Grundlage hat, da die gefundenen positiv berichtenden Studien eine hohe Evidenz aufweisen. Jedoch sollte man die hochrangigen Studien, die gegen diese Therapie sprechen, ebenfalls berücksichtigen und zum Anlass nehmen, dass weitere randomisierte kontrollierte Studien veröffentlicht werden müssen, um eine sichere Empfehlung aussprechen zu können.

### **5.4.4.4 Knieverletzungen**

Die Literaturanalyse hat ergeben, dass sich 4 Studien für diese Therapie und 4 Studien gegen diese Therapie aussprachen.

Die Publikation von Petersen et al (2016) hat die Ergebnisse von Patienten mit patellofemoralem Schmerzsyndrom nach der Behandlung mit einer medial gerichteten Patellar Realignment Schiene gegenüber überwachter Übung verglichen. In einer prospektiven, randomisierten, multizentrischen Studie wurden 156 Patienten mit patellofemoralem Schmerzsyndrom eingeschlossen und randomisiert in die Gruppen „6 Wochen überwachte Physiotherapie in Kombination mit der Patellar Realignment Schiene“ oder „überwachte Physiotherapie allein“ zugewiesen. Dabei stellte sich heraus, dass beide Behandlungsgruppen eine signifikante Verbesserung aller Zielparameter während des Untersuchungszeitraums zeigten. Somit kamen die Autoren zu dem Ergebnis, dass die Verwendung einer medial gerichteten Realignment Schiene bei Patienten mit patellofemoralem Schmerzsyndrom zu besseren Ergebnissen führt als nach 6 und 12 Wochen mit einer Behandlung allein. Nach einem Jahr Follow-up hat sich dieser positive Effekt verringert.

Die Studie von Smyth et al (2015) berichtet über die medialseitigen Knieverletzungen nach Ausmaß und Art der beschädigten anatomischen Strukturen einschließlich partieller medialer Verletzungen, abgeschlossener medialer Knieverletzungen und kombinierter Verletzungen. Die Autoren hielten fest, dass viele klinische Studien zur Behandlung von medialseitigen Knieverletzungen durchgeführt wurden. Die überwiegende Mehrheit besteht jedoch aus vereinzelt Fallserien von chirurgischen oder nicht-operativen Behandlungsschemata und nur wenige randomisierte prospektive klinische Studien können in der Literatur gefunden werden, die unterschiedliche Behandlungsmodalitäten vergleichen. Der Vergleich dieser Behandlungen ist aufgrund der Vielfalt der medialseitigen Strukturen, die involviert sein können, der verschiedenen Behandlungsansätze und der Variabilität, wie objektive und subjektive klinische Ergebnisse berichtet werden, eine Herausforderung. Die Autoren fassten zusammen, dass im Allgemeinen die meisten Autoren übereinstimmen, dass isolierte partielle oder komplette Verletzungen des medialen Kollateralbandes nichtoperativ mit einer Schiene und einer frühen Bewegung mit guten klinischen Ergebnissen behandelt werden können. Prospektive, randomisierte Studien unterstützen die nichtoperative Behandlung des medialen Kollateralbandes bei kombinierten vorderen Kreuzband-mediales Kollateralband-Verletzungen. Kniegelenksluxationen und Verletzungen der hinteren medialen Ecke scheinen bessere Ergebnisse bei der chirurgischen Behandlung, einschließlich der Rekonstruktion, zu erzielen.

Swirtun et al (2005) beurteilte in einer prospektiven, randomisierten klinischen Studie die Wirkung einer funktionellen Knieorthese bei nicht operierten Patienten mit akuten Verletzungen des vorderen Kreuzbandes. Dafür wurden 95 Patienten mit einer akuten vorderen Kreuzband-Träne in die Studie eingeschlossen. Die Probanden wurden randomisiert und entweder einer Schienengruppe, behandelt mit einer funktionellen Schiene bis 12 Wochen nach der Verletzung oder einer Kontrollgruppe, die ohne Schiene behandelt wurde, aufgeteilt. Die Patienten wurden 6 Monate lang beobachtet. Dabei stellte sich heraus, dass bei Verwendung der Orthese die Subjekte in der Orthesengruppe im Unterschied zur Kontrollgruppe ein geringeres Instabilitätsgefühl zeigten, welches mit einer visuellen Analogskala bewertet wurde. Subjektiv hat die Schienengruppe einen positiven Effekt der Schiene auf die Rehabilitation erfahren. Daraus schlussfolgerten die Autoren, dass



nichtoperierte akute vordere Kreuzband-defiziente Patienten eine positive Wirkung der Schiene in Bezug auf Instabilität und Rehabilitation zeigten. Diese Ergebnisse wurden jedoch nicht durch objektive Ergebnisse unterstützt.

Iwamoto et al (2004) wollten mit ihrer Studie herausfinden, ob eine konservative Behandlung auch bei Hochleistungssportlern mit isolierten Verletzungen des hinteren Kreuzbandes anwendbar ist. Eine konservative Behandlung ist derzeit für die meisten isolierten Verletzungen des hinteren Kreuzbandes bei Sportlern empfohlen. Hierfür wurden zwei höchstleistungsfähige Athleten (professionelle Baseballspieler) mit isolierten, akuten, hinteren Kreuzbandverletzungen konservativ behandelt. Magnetresonanzbilder des Knies detektierten einen vollständigen Riss des hinteren Kreuzbandes. Nach einem sorgfältig durchgeführten Physiotherapie-Programm wurde eine 3-wöchige Ruhigstellung des Knies in voller Streckung mit einer Knieorthese erreicht, während eine harte Quadrizepsmuskel-Kräftigungsübung durchgeführt und daraufhin mit Laufübungen begonnen wurde. Sechs bis acht Wochen nach der Verletzung waren sie in der Lage, trotz Tibia-posteriorer Translation, beim posterioren Schubladentest vollständig zu ihrer ursprünglichen sportlichen Aktivität zurückzukehren und diese Aktivität über 2 Jahre aufrecht zu erhalten.

In der Publikation von D'hondt et al (2002) beurteilten die Autoren die Wirksamkeit von Fuß- und Knieorthesen zur Behandlung des patellofemorales Schmerzsyndroms. Hierbei durchsuchte man das spezialisierte Cochrane-Register. Es wurden alle randomisierten und quasi-randomisierten Studien zum Vergleich der Wirksamkeit von Knie- oder Fußorthesen zur Behandlung des patellofemorales Schmerzsyndroms ausgewählt. Fünf Studien mit 362 Teilnehmern wurden in diese Überprüfung einbezogen. Das Niveau der erhaltenen Forschungsergebnisse wurde als begrenzt eingestuft, da alle Studien von geringer methodischer Qualität waren. Die Autoren stellten fest, dass diese begrenzten Forschungsergebnisse zeigten, dass die Protonics-Orthese nach sechs Wochen signifikant wirksamer war, um die Schmerzen zu verringern. Eine funktionelle Verbesserung auf dem Kujala-Score und eine Veränderung des patellofemorales Kongruenzwinkels konnte im Vergleich zu einer fehlenden Behandlung festgestellt werden. Ein umfassendes Programm mit Tape-Applikation war einem überwachten Übungsprogramm ohne Tape-Applikation zur Verringerung der schlimmsten Schmerzen und üblichen Schmerzen klinisch signifikant

überlegen. Damit kamen die Autoren zu der Feststellung, dass die Ergebnisse aus randomisierten, kontrollierten Studien derzeit zu begrenzt sind, um endgültige Schlussfolgerungen über die Verwendung von Knie- und Fußorthesen zur Behandlung von patellofemorale Schmerzen zu ziehen. Zukünftige, qualitativ hochwertige Versuche in diesem Bereich sind gerechtfertigt.

In der Querschnittsstudie von Solinsky et al (2014) sollte untersucht werden, ob die Frequenz der Verstrebungen, der geografischen Region, der klinischen Spezialisierung oder des Prozentsatzes der Knieschmerzen die Kriterien beeinflusst, die Sportmediziner anwenden, um festzustellen, ob eine Schiene zur Behandlung von Patienten mit einem nicht-traumatischen, patellofemorale Schmerzsyndrom verschrieben werden sollte. Insgesamt wurden 1307 Sporttrainer, Physiotherapeuten und Sportmediziner rekrutiert. Die 10 am häufigsten genannten Kriterien für die Verschreibung einer patellofemorale Schiene in absteigender Reihenfolge der Häufigkeit waren: hypermobile Patellarsehne bei der körperlichen Untersuchung, positives J-Zeichen bei der körperlichen Untersuchung, Versagen der vorherigen Rehabilitation, Schmerzen bei der Ausführung von Kniebeugen oder Treppensteigen, Erfolg mit vorherigem Taping, Schmerzen bei laufenden Aktivitäten, Schmerzen bei springenden Aktivitäten, erhöhter dynamischer Q-Winkel, Stärkedefizit im Musculus vastus medialis und positives Vorzeichen bei der körperlichen Untersuchung. Es wurden keine statistisch signifikanten Trends hinsichtlich der Erfahrung oder des prozentualen Anteils der Knieschmerzen festgestellt. Somit konnten die Autoren schlussfolgern, dass es wenig allgemeine Übereinstimmung gab und dass signifikante Unterschiede in den Kriterien bestehen, die verwendet werden, um eine Schiene für das patellofemorale Schmerzsyndrom bei den Spezialisten und in Bezug auf die Spannungsfrequenz zu verschreiben.

Smith et al 2015 beurteilten die Auswirkungen (Nutzen und Schaden) von Knieorthesen zur Behandlung des patellofemorale Schmerzsyndroms. Dafür wurde unter anderem die Cochrane-Datenbank nach randomisierten und quasi-randomisierten, kontrollierten, klinischen Studien zur Bewertung von Knieorthesen zur Behandlung von Menschen mit patellofemoralem Schmerzsyndrom durchsucht. Die primären Ergebnisse waren Schmerz und Funktion. Die Autoren schlossen fünf Studien ein, die Ergebnisse von 368 Personen mit

patellofemoralem Schmerzsyndrom berichteten. Alle fünf Studien wiesen ein hohes Verzerrungspotenzial auf. Diese umfassten drei verschiedene Arten des Vergleichs: Knieorthese und Übungen versus Übungen allein, eine Art Orthese gegenüber einer anderen und Knieorthese versus Übungen. Alle fünf Versuche verglichen Knieorthese (Kniestütze, Knieorthese, oder Patellar-Riemen) innerhalb der Kontrollgruppe ohne Behandlung, mit allen Teilnehmern, die Übungen entweder durch militärisches Trainingsprogramm oder heimbasiertes Trainingsprogramm machten. Es gibt geringe Qualitätsbeweise für keine klinisch relevanten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen bei kurzzeitigen (2 bis 12 Wochen Follow-up) Knieschmerzen. Ein ähnlicher Mangel an klinisch wichtigen Unterschieden wurde für die Kniefunktion gefunden (183 Teilnehmer, 2 Studien). Eine Studie, bei der ein Patellargurt mit einer Knieschiene verglichen wurde, berichtete, dass beide Teilnehmer, aufgrund von anhaltenden Knieschmerzen, ihr militärisches Training abbrechen. Eine schlecht berichtete Studie fand bei Knie-Sleeves mit Patellar-Ring dreimal so viele Nebenwirkungen (Beschwerden oder Hautabschürfungen) als solche, die nur mit Knie-Sleeves behandelt wurden. Ein Versuch verglich eine Knieorthese mit einem Training (66 Teilnehmer). Es fand sich ein sehr geringer Qualitätsbeweis für keinen klinisch wichtigen Unterschied zwischen den beiden Interventionsgruppen bei einem Schmerz oder der Kniefunktion. Insgesamt hat diese Überprüfung einen Mangel an Nachweisen herausgestellt, um über die Verwendung von Knieorthesen zur Behandlung des patellofemorale Schmerzsyndroms zu informieren. Dies deutet auf die Notwendigkeit klinisch relevanter Forschung in guter Qualität hin, um die Verwendung von allgemein verfügbaren Knieorthesen zur Behandlung dieser Erkrankung zu beleuchten.

Die Publikation von Hossain et al (2011) beurteilte die Auswirkungen von Fußorthesen auf die Behandlung von patellofemorale Schmerzen bei Erwachsenen. Man durchsuchte unter anderem die Cochrane-Register. Die Autoren haben randomisierte oder quasi-randomisierte, klinische Studien eingeschlossen, die Fußorthesen mit flachen Einlegesohlen oder einer anderen physiotherapeutischen Intervention verglichen. Die primären Untersuchungsgegenstände waren Knieschmerzen und Kniefunktion. Zwei Studien mit insgesamt 210 Teilnehmern wurden eingeschlossen. Eine Studie fand heraus, dass Fußorthesen im Vergleich zu flachen Einlagen (Kontrollgruppe) nach sechs Wochen bessere Ergebnisse bei Knieschmerzen zeigten, aber nicht nach einem Jahr. Teilnehmer der

Orthesengruppe berichteten von signifikant kleineren Nebenwirkungen (z. B. Reiben, Blasenbildung) im Vergleich zur flachen Einlagengruppe. Beide Studien in ihrem Vergleich von Orthesen in Kombination mit Physiotherapie versus Physiotherapie allein fanden keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Interventionsgruppen bei Knieschmerzen oder -funktion. Resultate für Knieschmerz-Ergebnisse zeigten keine signifikanten Unterschiede zwischen Fußorthesen gegenüber Physiotherapie. Obwohl die Teilnehmer in der Physiotherapie-Gruppe durchweg bessere Ergebnisse für den Funktionsindex-Fragebogen hatten, ist die klinische Relevanz dieser Ergebnisse unsicher. Die Autoren hielten somit fest, dass die verfügbaren Beweise keinen klaren Vorteil von Fußorthesen gegenüber einfachen Einlagen oder Physiotherapie für patellofemorale Schmerzen offenbaren. Während Fußorthesen helfen können, Knieschmerzen kurzfristig zu lindern, kann der Nutzen marginal sein. Patienten, die mit Orthesen behandelt werden, klagen eher über leichte Nebenwirkungen und Beschwerden.

## **Fazit**

Resümierend zeigt sich, dass die Indikation zur Schienen-Therapie bei Knieverletzungen noch nicht empfohlen werden kann, da zwar Studien mit positiven Erfolgen vorliegen und hier auch eine gewisse Evidenz vorliegt, jedoch die Schwierigkeit in der wissenschaftlichen Evidenzfindung für die Empfehlung bei konservativen Therapien an großen Gelenken wie dem Kniegelenk darin liegt, dass die Indikationen sich sehr konkret an die Grundproblematik richten und das können am Kniegelenk anteriore Knieschmerzen, Patellarsehnenverletzungen, aber auch Verletzungen der medialen Kniegelenksfacette sein.

## **6 Diskussion**

Als häufigste Indikationen für sporttherapeutische Maßnahmen werden in den meisten Sportarten leichte Verletzungen wie Prellungen und Gelenkverletzungen, Muskelzerrungen und -prellungen sowie Overuse-Verletzungen der unteren Extremität in Form von

Überlastungsschmerzen oder schwer zu diagnostizierende Mikrotraumen der Muskel und Sehnen der unteren Extremität registriert (Krutsch et al 2018; López-Valenciano et al 2019). Einige Sportarten beinhalten ein erhöhtes Risiko für solche Verletzungen. So werden 80% der „Overuse“-Verletzungen in Ausdauersportarten wie Langstreckenlauf (Tschopp et al 2017) oder in Individualsportarten beobachtet, die eine anspruchsvolle Technik und sich wiederholende Bewegungen erfordern (Krutsch et al 2018), wobei in der Literatur der Fußball als die Sportart mit den meisten Verletzungen in europäischen Teamsportarten des Profisports gilt (Natri et al 1995; Majewski et al 2006). Von diesen Verletzungen werden überwiegend Tendinopathien an den unteren Extremitäten therapiert, am häufigsten am Knie und am Sprunggelenk, dem Fuß und der Ferse und welche sowohl traumatischer, semi-traumatischer oder reiner nicht-traumatischer Natur sein können (Clarsen et al 2015; Tschopp et al 2017; López-Valenciano et al 2019). Für die Vielzahl an Verletzungsmöglichkeiten beim Sport gibt es mindestens genauso viele Behandlungsoptionen, wobei diese Studie einen Überblick aufzeigt, welche Therapien zu solchen typischen Sportverletzungen in der Literatur erwähnt sind und für welche Indikation hier wissenschaftliche Evidenz vorliegt. Dazu wurde speziell für diese Studie ein Algorithmus (Tab. 2) angefertigt, der die Therapien bei Sportverletzungen nach Evidenzlevel einteilt. Hieraus kann anschließend eine Anwendungsempfehlung oder auch keine Anwendungsempfehlung abgeleitet werden. Diese Einteilung erfolgte nicht erst beim Start der Literatursuche zur Thematik, sondern wurde erst während der Literaturrecherche beschlossen und erst am Ende der Datensammlung definiert und eingeteilt. Ursache dafür war, dass trotz vorherigem Wissen über die niedrige Anzahl an Literaturberichten zu dieser speziellen Thematik, doch deutlich heterogenere Nachweise zum Einsatz der verschiedenen Therapiemaßnahmen bei Sportverletzungen zu finden war. Dabei waren manche Therapien zum Teil doppelt und dreifach mit systematischen Reviews und Metaanalysen untersucht und widersprachen sich auch in den Aussagen, allerdings waren einige Therapien auch nur mit Case-reports oder überhaupt keiner Evidenz belegt. Um all diese Maßnahmen nun für den Anwender und Sportarzt übersichtlich darzustellen, wurde diese Einteilung eingeführt.

*Tabelle 2: Algorithmus für die Bewertung der Therapien*

<b>1</b>	Keine Studien vorhanden
<b>2</b>	Niedrige Evidenz (Fallberichte, Meinungsberichte)
<b>3</b>	Mittlere Evidenz (Kohortenstudien)
<b>4</b>	Hohe Evidenz (RCT Studien, Reviews, Metaanalysen) mit widersprüchlichen Aussagen zur Empfehlung
<b>5</b>	Hohe Evidenz mit gleichgerichteten Aussagen zur Empfehlung
<b>A</b>	Empfehlung für eine Verwendung
<b>B</b>	Widersprüchliche Ergebnisse – Verwendung vertretbar
<b>C</b>	Empfehlung gegen eine Verwendung

Diese Studie brachte eine Übersicht von verschiedenen Therapieanwendungen bei akuten Sportverletzungen hervor, wobei sich herausstellte, dass es Behandlungen mit starkem und mit schwachem Evidenznachweis gibt (Tab. 3), woraus durch diese Arbeit Empfehlungen zur Verwendung im praktischen Alltag der Behandlung von Sportverletzungen abgeleitet werden können.

## **6.1 Evidenzstarke Therapien**

Zu den Therapien mit vorhandener Evidenz in der Literatur gehören die **Akupunkturbehandlung bei Plantarfasziitis** (1 randomisierte kontrollierte Studie) und **bei Sprunggelenksverletzungen** (1 randomisierte kontrollierte Studie) als auch die **Lymphdrainage bei „Overuse“-Verletzungen** (1 randomisierte kontrollierte Studie). Weiterhin gehören die **PRP-Therapie bei Muskulaturverletzungen am Oberschenkel** (3 Studien, darunter 1 randomisierte kontrollierte Studie), die **Stoßwellentherapie bei**

**Leistenschmerzen** (1 prospektive kontrollierte Doppelblind-Studie), **bei Schulterverletzungen** (1 Einzelblind-randomisierte Studie) und **bei dem iliotibialen Bandsyndrom** (1 randomisierte kontrollierte Studie) zu jener evidenzstarken Gruppe. Weitere evidenzstarke Behandlungen sind die **Lasertherapie bei Periostitis** (1 randomisierte kontrollierte Studie) und **bei Knieverletzungen** (1 randomisierte kontrollierte Studie) als auch die **Iontophorese bei Plantarfasziitis** (1 randomisierte kontrollierte Studie), **bei Achillessehnenverletzungen** (Doppelblind-Studie), **bei Epicondylitis** (2 randomisierte kontrollierte Studien) als auch das **Kinesiotaping bei Sprunggelenksverletzungen** (4 Studien, darunter 2 randomisierte kontrollierte Studien).

Diese Studien können gemäß dieser Arbeit bei den beschriebenen Pathologien und Verletzungstypen angewendet werden, es sollten aber Therapiealternativen gegenübergestellt und diskutiert werden.

Die evidenzstärksten Therapien in dieser Studie sind die **Massagetherapie bei „Overuse“-Verletzungen** (5 Studien, darunter 1 Review und 3 randomisierte kontrollierte Studien), sowie die **Bisphosphonat-Therapie bei Stressfrakturen** (3 Studien, darunter 1 Review) und die **PRP-Therapie bei Plantarfasziitis** (1 Review), **bei Knorpelschaden am Kniegelenk** (3 gefundene Studien, darunter 1 Review), **bei vorderen Kreuzbandverletzungen** (1 Review), **bei Patellarsehnenverletzungen** (1 Review), **bei Achillessehnenverletzungen** (2 Studien, darunter 1 Review) sowie **bei Plantarfasziitis** (1 Review), weiterhin die **Akupunkturbehandlung bei Schulterverletzungen** (2 Reviews), **bei dem myofaszialen Schmerzsyndrom** (3 Studien, darunter 2 Reviews) sowie **bei Knieverletzungen** (1 Review). Ebenfalls mit einer hohen Evidenzstärke sind die **Stoßwellentherapie bei dem großen Trochanter Schmerzsyndrom** (2 Reviews), **beim medialen tibialen Stresssyndrom** (4 Studien, darunter 2 Reviews), **bei dem Patellarspitzensyndrom** (1 Review), **bei Plantarfasziitis** (2 Reviews) als auch die **Ultraschalltherapie und Wärmetherapie bei Verstauchungen** (jeweils 1 Review). Auch haben die **Kryotherapie bei Verstauchungen** (3 Studien, darunter 2 Reviews), sowie die **Lasertherapie bei Muskulaturverletzungen am Oberschenkel** (1 Review), **bei Sprunggelenksverletzungen** (2 Studien, darunter 1 Review) und **bei Epicondylitis am Ellenbogen** (1 Review) eine sehr hohe Evidenzstärke. Weiterhin weisen das **klassische Taping bei Patellarsehnenverletzungen** (6 Studien, darunter 3 Reviews) und **bei Sprunggelenksverletzungen** (1 Review) sowie das **Kinesiotaping bei Plantarfasziitis** (1

Review), **bei dem medialen tibialen Stresssyndrom** und **bei Schulterverletzungen** (6 Studien, darunter 2 Reviews und eine Meta-Analyse) einen starken Evidenznachweis in der Literatur auf. Zusätzlich zeigt die **Schientherapie bei Verstauchungen** (4 Studien, darunter 2 Reviews) und **bei Knieverletzungen** (8 Studien, darunter 3 Reviews) ein sehr hohes Evidenzlevel.

Diese Studien sind gemäß der wissenschaftlichen Analyse in der Literatur in der Lage spezifische Verletzungen bei Sportlern suffizient zu behandeln und zeigen diese Indikation durch bisher gut konzipierte wissenschaftliche Studien. Diese Studien sind dabei nicht die alleinigen Therapie-Möglichkeiten für eine spezifische Verletzung beim Sportler. Diese Maßnahmen sind allerdings von Seiten der wissenschaftlichen Evidenz empfehlenswert nachweisbar wirksam und sollten im Setting der verschiedenen Therapiestrategien von Sportärzten eine Rolle spielen.

## 6.2 Evidenzschwache Therapien

Zu den evidenzschwächsten Therapien (keine nach den Auswahlkriterien gefundenen Studien) gehört die **Chirotherapie**, die **Osteopathie**, die **Strain-Counterstrain-Therapie**, die **Enzymtherapie**, die **Magnetfeldtherapie**, die **Flossing-Therapie** sowie die **Faszienrollen-Therapie**, da sich diese Formen der Behandlung entweder erst etablieren müssen, keinen Bezug zu Sportverletzungen haben oder vielmehr zu Rehabilitations- und Regenerationszwecken anstatt der akuten Therapie dienen. Da diese Therapien primär andere Einsatzbereiche haben, muss ihre Eignung bei Sportverletzungen zunächst hinreichend abgeklärt und durch Vergleichsstudien abgesichert werden, weshalb besonders bei dieser Gruppe an Therapiemaßnahmen der zukünftige Forschungsbedarf als wichtigste Konsequenz dieser Arbeit dargestellt werden sollte. Dass diese Therapien bei Sportlern einen guten Effekt haben können, ist unbestritten, diese Arbeit zeigt einzig die wissenschaftliche Evidenz dieser Maßnahmen bei Sportverletzungen.

Hinzufügend muss besonders bei der Osteopathie und Chiropraktik erwähnt werden, dass sich beide Therapien allerdings in der Rehabilitation und sekundären Prophylaxe von Verletzungen bewährt haben und daher bei fehlender wissenschaftlicher Evidenz für



Akutverletzungen trotzdem der hohe Stellenwert im Sport hervorgehoben werden sollte. Die Tatsache, dass es zur Themenauswahl der vorliegenden Studie im Bereich Sportmedizin keine Studien gibt, kann der Tatsache geschuldet sein, dass beide Begriffe verschiedene Techniken umfassen, also beide Begriffe Oberbegriffe darstellen. Chiropraktik wird im allgemeinen Sprachgebrauch zumeist den Wirbelsäulenproblemen zugeordnet, da hier mit speziellen Handgriffen Gelenkblockaden wie verschobene Wirbel gelöst werden sollen. Diese Indikation ist im Sport natürlich auch sehr häufig, stellt aber letztendlich im Sinne des Verletzungsbegriffs und der Fragestellung dieser Arbeit eine untergeordnete Rolle.

*Tabelle 3: Übersicht über die konservativen Therapiestrategien in Reihenfolge der gefundenen Evidenz und Empfehlung zur Verwendung bei Sportverletzungen*

<b>Therapie</b>	<b>Sportverletzungen</b>	<b>Studienevidenz</b>	<b>Empfehlung zur Verwendung</b>
<b>Massage</b>	- „Overuse“-Verletzungen	5	A
<b>PRP</b>	- Patellarsehnenverletzung	5	A
	- Knorpelschaden	4	A
	- Achillessehnenverletzungen	5	C
	- Plantarfasziitis	5	C
	- vordere Kreuzbandverletzungen	4	C
	- Muskelverletzungen am Oberschenkel	4	C
	- Epicondylitis	4	C
<b>Akupunktur/Dry Needling</b>	- myofaszielles Schmerzsyndrom	5	A
	- Schulterverletzungen	5	C
	- Knieverletzungen	5	C
	- Plantarfasziitis	5	C
	- Sprunggelenksverletzungen	5	C
	- Quadrizepsverletzungen	2	C
<b>Stoßwellen</b>	- mediales tibiales Stresssyndrom	5	A
	- Schulterverletzungen	5	A
	- Leistenschmerzen	4	A
	- iliotibiales Bandsyndrom	4	A
	- Plantarfasziitis	5	B
	- großes Trochanter Schmerzsyndrom	5	C
	- Patellarspitzenyndrom	5	C

<b>Kryotherapie</b>	- Sprunggelenksverletzungen	5	A
<b>Lasertherapie</b>	- Knieverletzungen	5	A
	- Muskulaturverletzungen am Oberschenkel	5	C
	- Sprunggelenksverletzungen	5	C
	- Epicondylitis am Ellenbogen	5	C
	- Periostitis	5	C
<b>Iontophorese</b>	- Plantarfasziitis	5	A
	- Achillessehnenverletzungen	5	A
	- Epicondylitis	4	B
	- Prellungen	2	C
<b>Klassisches Taping</b>	- Patellarsehnenverletzungen	5	A
	- Sprunggelenksverletzungen	5	C
	- Handgelenksverletzungen	2	C
<b>Kinesiotaping</b>	- Schulterverletzungen	5	B
	- Plantarfasziitis	5	C
	- Sprunggelenksverletzungen	4	C
	- Mediales tibiales Stresssyndrom	3	C
<b>Schienung</b>	- Verstauchungen	5	B
	- Knieverletzungen	5	B
<b>Bisphosphonate-Substitution</b>	- Stressfrakturen	5	C
<b>Ultraschall</b>	- Verstauchungen	5	C
<b>Wärmebehandlung</b>	- Verstauchungen	5	C
<b>Lymphdrainage</b>	- „Overuse“-Verletzungen	5	C
<b>Chiropraktik</b>	-	1	C
<b>Osteopathie</b>	-	1	C
<b>Faszialtechniken</b>	-	1	C
<b>Strain-Counterstrain</b>	-	1	C
<b>Enzymtherapie</b>	-	1	C
<b>Magnetfeldtherapie</b>	-	1	C
<b>Flossing</b>	-	1	C

### 6.3 Literatur-assozierte evidenz-basierende Therapieempfehlungen bei unterschiedlichen Sportverletzungen

Sportverletzungen führen häufig zu Ausfallzeit im Sport (Ekstrand et al 2011) und haben nicht nur kurz- oder mittelfristige Auswirkungen auf den Sportler, wie beispielsweise einen Verlust des Leistungsniveaus von vor der Verletzung (Hägglund et al 2013), sondern können auch langfristige Folgen wie ein Karriereende oder Funktionseinschränkungen der betroffenen Körperregion haben (von Porat et al 2004; Watt et al 2019). Daher ist es umso wichtiger zu wissen, welche Therapien bei welchen Verletzungen aufgrund wissenschaftlicher, evidenzbasierter Daten wirksam sind. Krusch et al (2018) beschrieben in ihrem Leitartikel zu „Stay & Play“ im Fußball, dass Sportärzte ein Mindestmaß an Erfahrung und Expertise in der Verwendung von konservativen Therapiemaßnahmen haben sollten. Hierbei ist in keinem Fall ein Voreinteilung sinnvoll, welche Therapiestrategien zu bevorzugen sind, allerdings sollten gerade bei der Hartnäckigkeit und Rezidivhäufigkeit von Sportverletzungen (Ekstrand et al 2019) ein abgerundetes Bild an verschiedenen Therapiemaßnahmen von jedem Sportarzt angeboten werden. Aufgrund der vorliegenden Ergebnisse dieser wissenschaftlichen Literaturanalyse können Therapieempfehlungen nun für verschiedene Verletzungsbilder im Sport ausgesprochen werden. Hierfür wurden 10 typische Sportverletzungen mit den dazugehörigen möglichen Therapien ausgewählt und bewertet (Tab.4). Wichtig bei der Einschätzung dieser Empfehlung ist, dass sie nicht als absolute Verpflichtung gelten kann, dass eine bestimmte Verletzung nur mit dieser einen Behandlung durchgeführt werden kann oder gar muss. Diese absolute Empfehlung ist aus der schwachen Datenlage über diese Therapiemaßnahmen und aus dem Studiendesign dieser Arbeit nicht abzuleiten. Trotzdem können die empfohlenen Maßnahmen als wichtige Therapieoptionen bei Sportverletzungen gelten.

Nach dieser Literaturanalyse ist es nämlich möglich, **Knieverletzungen** wirksam mit der PRP-Therapie zu behandeln und kann somit mit höchster Evidenz empfohlen werden, wobei hinzugefügt werden muss, dass der positive Effekt bislang bei einem Knorpelschaden am Kniegelenk und bei Patellarsehnenverletzungen größer ist als bei Schädigungen am vorderen Kreuzband. Obwohl das vielversprechende Potential von PRP zu einem schnell wachsenden Einsatz in der Sportmedizin geführt hat, stellt die Variabilität der Plasmapräparationen

immer noch das größte Problem dar. Herstellwege, Reinheit der Fraktionen und Lagerung sind die zentralen Problemkreise (Fitzpatrick et al 2017) und im Hinblick auf Verletzungen des Muskel-Band-Apparats sind die Ergebnisse ebenso unterschiedlich. Weiterhin deutet sich an, dass individuelle Kriterien wie Alter, Verletzungszustand, sonstige Disposition und Dauer der Therapie eine wichtige Rolle spielen (Sánchez et al 2018). Besonders zu erwähnen ist, dass die Studienhäufigkeit für diese Therapie unter anderem auch deshalb deutlich größer ist als für andere Maßnahmen, da die Sportindustrie der Hersteller dieser Produkte natürlich großes Interesse an einer breiten Anwendung haben.

Des Weiteren kann mit hoher Evidenz das Taping bei Knieverletzungen empfohlen werden, da die Wirksamkeit durch zahlreiche hochrangige Studien belegt ist. Tapeverbände können im Zuge von Rehabilitationsmaßnahmen zu einer schnellen Geweberegeneration und einer frühzeitigen Trainingsaufnahme beitragen. Der Tapeverband dient einerseits der Prävention weiterer Verletzungen bei Instabilitäten und schmerzbedingten Schonhaltungen und hilft andererseits als Unterstützung bei der Frühmobilisation (Ueblacker et al 2017). Es ist zu erwähnen, dass auch hier nicht für alle Pathologien am Kniegelenk diese Empfehlung vergeben werden kann, sondern vor allem für Pathologien um die Patellar herum. Jedoch konnten Fragen zum Wirkmechanismus speziell des Patellar-Tapings, der für die Abmilderung der Symptome verantwortlich ist, nicht geklärt werden. Hier sind Studien mit unterschiedlichen Fragestellungen notwendig. Auch die Lasertherapie erzielt positive Ergebnisse bei Knieverletzungen und kann bei non-operativen Therapien empfohlen werden. Ferner kann aufgrund der vorliegenden Auswertung für Schienentherapie bei Knieverletzungen, die bisher bereits zahlreiche Anwendung finden, unter Berücksichtigung der entsprechenden Diagnose und Erläuterung der Anwendung durch den Arzt eine evidenzstarke Empfehlung für die Anwendung in der Sporttherapie gegeben werden. Schienen haben sich gemäß Anwenderaussagen nicht nur hinsichtlich einer Stabilisierung, sondern auch zur Schmerzreduktion und Stoffwechsellanregung bewährt (Gutsfeld et al 2016).

Die Indikation Stoßwellen-Therapie bei Knieverletzungen wird mit höchster Evidenz nicht empfohlen, da hochrangige Studien die Wirksamkeit dieser Behandlung nicht nachweisen konnten. Des Weiteren unterscheiden sich die Studiendesigns und Auswertungen massiv. In manchen Studien wird die Stoßwellentherapie mit einer Reihe anderer Therapien verglichen, andere Studien setzen sie additiv ein. Um auf diesem Gebiet mehr Klarheit zu schaffen,

sollten weitere hochwertige Studien folgen. Ebenfalls kann die Akupunktur-Therapie bei Knieverletzungen, aufgrund des Fehlens weiterer qualitativer hochwertiger Studien, mit höchster Evidenz nicht empfohlen werden.

Auf Grundlage dieser Studie kann eine **Achillessehnenverletzung** mit einer Iontophorese-Therapie mit hoher Evidenz empfohlen werden, jedoch sollte beachtet werden, dass es auf diesem Gebiet noch an höherrangigen Studien mangelt. Nicht zur Empfehlung ausgesprochen werden kann die PRP-Therapie bei Achillessehnenverletzungen, da hochrangige Studien mit starkem Evidenzlevel diese Therapie als zu wenig etabliert einstufen.

Den Ergebnissen dieser Studie zufolge kann bei **Muskelverletzungen am Oberschenkel** die PRP-Therapie mit hoher Evidenz nicht empfohlen werden kann, genauso wie die Lasertherapie, die mit höchster Evidenz nicht empfohlen wird, da hochwertige Studien keine Wirksamkeit herausfinden konnten.

Weiterhin brachte diese Studie hervor, dass **Schulterverletzungen** mit Kinesiotaping als Therapie mit höchster Evidenz empfohlen werden kann, da mehrere evidenzstarke Studien Erfolge nachwiesen. Allerdings sprachen sich auch mehrere gleichwertige Studien gegen den positiven Effekt dieser Therapie aus. Die heterogenen Ergebnisse scheinen individuell von Verletzungszustand, weiteren Aktivitäten, eventuell auch von Alter und Trainingszustand abhängig zu sein. Mit hoher Evidenz kann auch die Stoßwellen-Therapie bei Schulterverletzungen empfohlen werden. Hinzufügend zeigte sich, dass diese Therapie am besten wirkt, wenn diese mit isokinetischen Übungen kombiniert werden (Santamoto et al 2016). Interessant ist in diesem Zusammenhang die Anregung von Cassel et al (2015), die Stoßwellentherapie innerhalb eines multimodalen Therapieansatzes mit Trainingseinheiten und Physiotherapie einzusetzen. Qualitativ hochwertige RCTs sind daher nötig, um die genaue Dosis-Wirkung-Beziehung und den Zusammenhang mit Schmerzreduktion und Verbesserung der Funktionalität zu ermitteln. Auf der Grundlage der ausgewerteten Daten dieser Analyse zeigte sich, dass die Akupunktur-Therapie bei Schulterverletzungen aufgrund höchstevidenter Nachweise nicht empfohlen wird, da Beweise für die Wirksamkeit nicht eindeutig sind.

Die Indikation Kryotherapie bei **Sprunggelenksverletzungen** kann mit höchster Evidenz empfohlen werden, wie sich nach Abschluss dieser Literaturanalyse zeigte. Mehrere hochrangige Studien belegten die Wirksamkeit dieser Behandlung bei Sprunggelenksverletzungen, jedoch wurde die genaue Wirkung der Kryotherapie auf häufig behandelte akute Verletzungen nicht vollständig aufgeklärt (Hubbard et al 2004). Zudem muss die Indikation für Kryotherapie genau definiert sein. Kälteanwendungen mit Eispackungen führen beispielsweise unmittelbar zu Vasokonstriktion und damit zu Reduzierung der Durchblutungsgeschwindigkeit und wirken schmerzlindernd und abschwellend bei Ödemen. Daher sind Kälteanwendungen auf dem Spielfeld ebenfalls eine beliebte Sofortmaßnahme. Sinnvoll ist eine Kryotherapie daher bei entzündlichen Pathologien. Auch variieren die Anwendungen im Sportbereich zwischen Spray, Eis-Pack, Kompressen und Kältebädern, ganz abgesehen von meist intuitiv angewendeter Dauer der Behandlung (Galiuto 2016). Keine Empfehlung gibt es bei der Kinesiotaping-Therapie bei Sprunggelenksverletzungen, da hochevidente Studien keinen Vorteil dieser Therapie nachweisen konnten. Dieses Thema ist zu wenig untersucht und es bedarf weiterer Forschungsarbeiten, weil diese Art der Therapie sehr beliebt bei Klinikern ist. Ebenfalls kann die Indikation Lasertherapie bei Sprunggelenksverletzungen nicht empfohlen werden, da der Mehrwert dieser Therapie in höchstevidenten Studien nicht nachgewiesen werden konnte. De Bie et al (1988) berichteten sogar von potenziellen Schäden bei der Behandlung neuer Knöchelverstauchungen. Auch die Indikation Taping bei Sprunggelenksverletzungen kann aufgrund des Fehlens weiterer hochrangiger Studien, dem Auftreten von Komplikationen (Kerkhoffs et al 2002) sowie dem Auftreten von Problemen der Nachvollziehbarkeit der tatsächlichen Anwendung und Anwendungsdauer, mit höchstrangiger Evidenz nicht empfohlen werden. Weiterhin kann die Akupunktur-Therapie bei Sprunggelenksverletzungen mit hoher Evidenz nicht empfohlen werden. Zwar waren die Ergebnisse der einzig gefundenen Studie positiv, die Evidenz der Publikation jedoch nicht ausreichend, um darauf basierend die Wirksamkeit zu belegen. Es bedarf zusätzlicher, hochqualitativer Studien, um diese vielversprechende Therapie besser verstehen zu können. Bei **Verstauchungen am Sprunggelenk** kann, gestützt aus den Ergebnissen dieser Arbeit, die Schientherapie mit höchster Evidenz empfohlen werden, jedoch gilt zu berücksichtigen, dass ebenfalls hochrangige Studien die Wirksamkeit in Frage stellen. Weitere evidenzstarke

Studien sollten bei dieser Therapie angestrebt werden. Die Indikation Ultraschall und Wärmetherapie bei Verstauchungen wird mit höchster Evidenz nicht empfohlen. Da diese Therapien aber unter fachgerechter Anwendung keine bis geringe Nebenwirkungen haben und ihren Platz in der Physiotherapie haben, können sie dennoch nicht unberücksichtigt bleiben.

Gestützt durch die Ergebnisse dieser Studie kann die Indikation Taping bei **Handgelenksverletzungen** mit niedriger Evidenz nicht empfohlen werden. Die einzig gefundene Studie berichtete zwar über die positiven Eigenschaften dieser Therapie, jedoch war das Studiendesign und das Fehlen weiterer Publikationen ausschlaggebend für die Nicht-Empfehlung dieser Behandlung.

Ferner ist bei „**Overuse**“-**Verletzungen** mit höchster Evidenz die „Massage-Therapie“ zu empfehlen, da viele höchstqualitative Studien den positiven Effekt auch bei Trainingsvorbereitungen sowie zur Erholung und Vorbeugung späterer Problematiken nach extremen sportlichen Belastungen nachweisen konnten. Allerdings zeigten bereits Reviews aus dem Jahr 2005 (Moraska et al) und 2008 (Best et al) zahlreiche methodische Probleme der durchgeführten Studien. Es überwiegen Studien, die physiologische Vorteile einer Massage bei Sportverletzungen nahelegen. Zusätzliche Forschung in diesem Bereich ist erforderlich, wobei Massagetechniken und Therapiedauer sowie unterschiedliche Beanspruchungen geprüft werden sollten, um evidenzbasierte Empfehlungen geben zu können. Ebenfalls wird die Indikation Akupunktur bei „Overuse“-Verletzungen mit höchster Evidenz empfohlen, da die einzig gefundene höchstqualitative Studie die Wirksamkeit nachgewiesen hat. Wie allerdings bei allen Studien betreffend Akupunktur, sind die Methoden höchst unterschiedlich und die Ergebnisse heterogen (Smith et al 2018). Dies deutet auf eine hohe individuelle Erfolgsrate der Nadeltechniken hin, wobei Kofaktoren wie Komorbiditäten, Alter und Bereitschaft zu dieser Therapie eine Rolle spielen können. So kann bereits die Entspannung, die individuell unterschiedlich erlebt wird, zu positiver Wirkung beitragen. Nicht zu unterschätzen ist aber auch der begleitende mentale Effekt bei der Akupunktur. Einer Akupunkturtherapie werden neben analgetischen auch sedierende, tonisierende und homöostatische Wirkungen zugeschrieben (Stux et al 2013). Studien, speziell für den Bereich des Sports, sollten folgen. Die Lymphdrainage-Therapie bei „Overuse“-Verletzungen wird mit hoher Evidenz nicht empfohlen, weil das Studiendesign

der einzig gefundenen Publikation zu schwach und die Anzahl vorhandener Studien zu gering ist, um die Wirksamkeit dieser Therapie nachzuweisen.

Wichtige Aspekte bei der Interpretation der Ergebnisse dieser Arbeit bezüglich der in Tabelle 4 dargestellten auf die Körperregion fokussierten Therapieoptionen ist die Tatsache, dass die Literaturanalyse „therapie-adaptiert“ erfolgte und somit keinen Anspruch erhebt für jede Körperregion alle oder die effektivste Therapie zum Behandlungserfolg darzustellen. Es wurde allein auf der Tatsache, dass die Literaturanalyse für unterschiedlich konservative Therapiemaßnahmen immer wieder gleiche Verletzungsbilder fand, die Einteilung einer Verletzungsbild-assoziierten Aufteilung der Therapie durchgeführt.

*Tabelle 4: Typische Sportverletzungen und die Möglichkeiten der konservativen Therapie, basierend auf der in der Literatursuche registrierten Evidenz*

<b>Sportverletzungen</b>	<b>Therapie</b>	<b>Studienevidenz</b>	<b>Empfehlung zur Verwendung</b>
<b>Knieverletzungen</b>	- PRP	5	A
	- Taping	5	A
	- Lasertherapie	5	A
	- Schienentherapie	5	B
	- Stoßwellen	5	C
	- Akupunktur	5	C
<b>Achillessehnenverletzungen</b>	- Iontophorese	5	A
	- PRP	5	C
<b>Schulterverletzungen</b>	- Stoßwellen	5	A
	- Kinesiotaping	5	B
	- Akupunktur	5	C
<b>Sprunggelenksverletzungen</b>	- Kryotherapie	5	A
	- Lasertherapie	5	C
	- Taping	5	C
	- Akupunktur	5	C
	- Kinesiotaping	4	C
<b>„Overuse“-Verletzungen</b>	- Massage	5	A
	- Lymphdrainage	5	C
<b>Verstauchungen am Sprunggelenk</b>	- Schienentherapie	5	B
	- Ultraschall	5	C
	- Wärmetherapie	5	C



<b>Muskelverletzungen am Oberschenkel</b>	- Lasertherapie	5	C
	- PRP	4	C
<b>Handgelenksverletzungen</b>	- Taping	2	C

## 7 Methodische Aspekte dieser Arbeit

Bei dieser Arbeit sollten auch methodische Aspekte berücksichtigt werden, wenn die reinen Ergebnisse für den klinischen Alltag bei Sportverletzungen interpretiert werden. Diese Aspekte sind einerseits auf Limitierungen in der Studienlage und der praktikablen Studiendurchführung für solche konservativen Therapien bei Sportlern zurückzuführen, andererseits auch auf die Methodik in der Literaturübersicht dieser Arbeit. Letzteres sollte insbesondere dann berücksichtigt werden, wenn darüber diskutiert wird, ob ein Wissens- und Erfahrungstransfer von einer Körperregion auf andere Körperregionen möglich ist und dies wissenschaftlich akzeptabel erscheint. Selbstverständlich können konservative Therapiemaßnahmen, die eine positive Wirkung bei Prellungen von Schultergelenken zeigen und dies wissenschaftlich nachweisbar ist, auch z.B. am Kniegelenk gut wirken. Dieser Transfer ist zwar nicht wissenschaftlich basiert, aber kann als Transfer durch den Verletzungstyp „Prellung“ gut vertreten werden. Bei anderen Verletzungstypen, wie z.B. einer Patellarsehnen-Tendinitis, ist dies jedoch anders. Wissenschaftlich erwiesene Therapiemaßnahmen müssen nicht automatisch auch bei Tendinitiden an der Achillessehne oder der Supraspinatussehne effektiv wirken, sodass ein Transfer von Therapieeffekten nicht automatisch möglich ist. Grundlage für diese Diskrepanz ist, dass Tendinitiden in ihrem Auslöser, in ihren Einflussfaktoren, in ihrem Schweregrad und in ihren Behandlungsstrategien sehr unterschiedlich sein können, welches hauptsächlich auf anatomischen und biomechanischen Unterschieden beruht. In solchen Fällen sollten Sportärzte bei der Literaturanalyse wissen, dass keine Automatismen in der Übertragung von Wirkungsergebnissen möglich sind, sondern sollten an jedem Gelenk bzw. jeder Sehne spezifisch getestet werden. Dass die Testung einer konservativen Therapie auch an einer anderen Körperregion anfänglich nach dem Prinzip „try and error“ möglich ist, liegt bei den meisten konservativen Maßnahmen daran, dass sie nicht invasiv und komplikationsarm bis

hin zu komplikationslos sind und dies auch bei der Anwendung als „Versuch“ vertretbar ist. Dadurch, dass es gerade bei diesen „eher harmlosen“ konservativen Maßnahmen möglich ist, sie an verschiedenen Körperregionen folgenlos zu testen und lässt umso fragwürdiger die Tatsache beziffern, dass nicht deutlich mehr Beobachtungsstudien zu solchen Therapien vorhanden sind.

Diskussionswürdig ist auch die Tatsache, dass nicht alle Therapien, die gut auf Verletzungen beim Sportler wirken, auch auf die Subpopulation der Sportler wissenschaftlich untersucht sein müssen. Selbstverständlich wirken und können auch Behandlungsstrategien akzeptiert werden, die nicht ausschließlich bei Sportlern wissenschaftlich untersucht wurden. Allerdings ist bei der Erstellung des Studiendesigns dieser Arbeit der Tatsache Rechnung zu tragen, dass Sportler im Vergleich zur Normalbevölkerung besondere Ansprüche haben, die bei der Behandlung berücksichtigt werden müssen. Zu diesen sportler-typischen Ansprüchen gehören meist ein deutlicher Zeitdruck zum schnellen Behandlungsbeginn, zum schnelleren „return to competition“, ein generell höheres physisches Belastungsniveau als Zielgröße, sowie der Anspruch auf längere Nachhaltigkeit, damit keine rezidivierenden Verletzungen entstehen obwohl man sich der sporttypischen Gefahr auch nach einer Verletzung erneut auseinander setzen will.

Eine weitere Tatsache, die es bei dieser Arbeit zu diskutieren und berücksichtigen gilt, ist die im Sport nicht eindeutig definierte Begrifflichkeit des Begriffes „Verletzung“. Während im Deutschen meist von Verletzungen gesprochen wird, wenn es sich um Traumen handelt und bei Belastungsproblemen eher von „Beschwerden“ oder reinen „Schmerzen“ gesprochen wird, so ist dies in der Fachsprache des Englischen etwas anders. Hier werden nämlich auch die Überlastungsbeschwerden ebenfalls als „injuries“ bezeichnet und eine Unterscheidung zwischen traumatischer und nicht- traumatischer Ursache ist nur möglich, wenn eine Zusatzbezeichnung wie „traumatic injury“ und „overuse injury“ getroffen wird. Es werden Überlastungsbeschwerden in der englischen Fachliteratur auch als „complaints“ bezeichnet, jedoch wird dies nicht konsistent durchgeführt. Dieser Zwiespalt war auch in dieser Arbeit ein wichtiges Thema, wobei versucht wurde hauptsächlich traumatische Verletzungen zu thematisieren, indem „overuse injuries“ in den englischen Publikationen ausgeschlossen wurden. Allerdings ist dies nicht in allen Fällen möglich gewesen und wurde in den entsprechenden Kapiteln auch erwähnt.

Methodiken der zugrundeliegenden Studien sind eine weitere mögliche Schwäche dieser Arbeit. Die Aussagekraft einer Literaturübersicht oder eines systematischen Reviews sind nur so gut, wie auch die Aussagen und Methodiken der vorliegenden Studien. Gerade da einige Therapiemaßnahmen überhaupt keinen wissenschaftlichen Nachweis oder gar eine Erwähnung zeigen und manche Maßnahmen sogar mehrere sich widersprechende systematische Reviews aufzeigen, ist es schwer hier gleichberechtigte Empfehlungen für den praktischen Alltag zu liefern. In dieser Arbeit wurde versucht, besonders Level 1- und Level 2-Studien zu berücksichtigen, weshalb besonders viele systematische Reviews zitiert und vorgestellt wurden. Bei der Zitierung wurden besonders Reviews aus dem Studienzeitraum zitiert, die in der Literaturanalyse dieser Arbeit eingeschlossen wurden. Allerdings zitieren und behandeln diese Literaturanalysen häufig wiederum vorherige ältere Arbeiten, sodass es in der Literaturübersicht dieser Arbeit dazu kommt, dass ältere Arbeiten indirekt erwähnt und zitiert werden. Dies ist aus unserer Sicht dann auch für die Empfehlung im klinischen Alltag beim Sportler die wichtigste Grundlage gewesen. Andererseits sind Studienergebnisse, die nicht durch Level 1- oder 2-Studien entstanden sind, trotzdem wichtig gewesen, wenn keine höherwertigen anderen Studien vorlagen. Hier ist zu berücksichtigen, dass für eine klinische Empfehlung weitere Faktoren zu nennen sind, die berücksichtigt werden müssen. Zu diesen Faktoren zählen zum einen die Verfügbarkeit der Therapiemaßnahme, die Kosten für Gerätschaften, die Invasivität und die Möglichkeit von Komplikationen sowie zusätzlich auch die Lernkurve, die ein Sportarzt benötigt, um diese Therapie effektiv anwenden zu können. So können auch einfache Kohortenstudien oder retrospektive Analysen ihre Wichtigkeit erhalten und wertvolle Hinweise bei Therapien liefern, die einfach und komplikationsfrei von jedem Arzt umzusetzen sind. Allerdings ist zu erwähnen, dass reine Case-Reports über konservative Therapiemaßnahmen aus Sicht des Autors dieser Arbeit keine Evidenz und Empfehlungswürdigkeit darstellen. Solche Berichte sollten richtig gedeutet werden und sollten Anreiz und Erinnerung für alle klinisch an Sportlern tätigen Ärzte sein, dass sie ihre eigenen Erfahrungen notieren und publizieren und sich dabei am besten durch wissenschaftliche Einrichtungen beim Studienaufbau unterstützen zu lassen.

## 8 Fazit

Von insgesamt 21 Therapieoptionen zur Behandlung von Sportverletzungen zeigt die aktuelle Studienauswertung besonders bei PRP, Akupunktur/Dry Needling, Stoßwellen-Therapie, Kinesiotaping und Schienen-Behandlung eine größere Anzahl gefundener Studien und eine gewisse Evidenz. Daneben kristallisieren sich 6 weitere Therapien heraus, welche eine überschaubare Anzahl an Publikationen mit mittlerer Evidenz aufweisen. Bei 10 Therapien wurden höchstens 2 Studien oder gar keine gefunden und bieten keine Grundlage für eine Empfehlung auf Basis einer wissenschaftlichen Analyse. Insgesamt gibt es daher aktuell noch zu wenige Studien, um eine klare Aussage bezüglich Empfehlungen von verschiedenen Therapien bei Sportverletzungen treffen zu können. Die Tatsache, dass auch Therapien wie Ultraschall und Stoßwellentherapie sowie die Kryotherapie im Alltag der Sportmediziner üblich sind, beruht auf einer Vielzahl von praktischen Erfahrungen in der ärztlichen Praxis, die bisher allerdings noch zu wenig in Form von klinischen Studien für verschiedene Körperregionen und nicht nur eine umgesetzt wurden. Die Anregung der vorliegenden Arbeit geht dahin, Therapien wie Stoßwellentherapie, Ultraschall, Laser und Kryotherapie umfassend weiter zu untersuchen. Erst wenn Studien mit einer besseren Evidenzlage vorhanden sind, ist es möglich, dass diese Maßnahmen für eine große Breite der Amateursportler durch das Gesundheitssystem vergütet wird. Für den klinischen Alltag bei Sportverletzungen verbleibt die Empfehlung sich Therapiemaßnahmen auszusuchen, welche eine wissenschaftliche Evidenz zeigen, da insbesondere dann auch der beste Effekt und Behandlungserfolg erzielt werden kann. Alle anderen Verfahren ohne bisherige Evidenz können als Second-line Verfahren weiterhin bestehen bleiben, solange sich der Kosten-Nutzen-Effekt ausgewogen hält.

## 9 Literaturverzeichnis

1. Achenbach L, Krutsch W, Koch M, Zeman F, Nerlich M, Angele P.: Contact times of change-of-direction manoeuvres are influenced by age and the type of sports: a novel protocol using the SpeedCourt® system. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2019 Mar;27(3):991-999. doi: 10.1007/s00167-018-5192-z. Epub 2018 Oct 12. PMID: 30315326
2. Aminaka N, Gribble PA.: Patellar taping, patellofemoral pain syndrome, lower extremity kinematics, and dynamic postural control. *J Athl Train.* 2008 Jan-Mar;43(1):21-8. doi: 10.4085/1062-6050-43.1.21. PMID: 18335009
3. Amorim D, Amado J, Brito I, Fiuza SM, Amorim N, Costeira C, Machado J. Acupuncture and electroacupuncture for anxiety disorders: A systematic review of the clinical research. *Complement Ther Clin Pract.* 2018 May;31:31-37.
4. Baldry et al 1993: Acupuncture, trigger points and musculoskeletal pain, Segura-Ortí E. et al 2016: Trigger point dry needling versus strain-counterstrain technique for upper trapezius myofascial trigger points: a randomised controlled trial
5. Baldry P.: Complementary medicine. The practice of acupuncture needs tighter safeguards. *BMJ.* 1993 Jul 31;307(6899):326.
6. Baltzer AWA, Stosch D, Seidel F, Ostapczuk MS.: Low level laser therapy : A narrative literature review on the efficacy in the treatment of rheumatic orthopaedic conditions. *Z Rheumatol.* 2017 Nov;76(9):806-812. doi: 10.1007/s00393-017-0309-1. Review. German. PMID: 28466181
7. Barratt PA, Brookes N, Newson A.: Conservative treatments for greater trochanteric pain syndrome: a systematic review. *Br J Sports Med.* 2017 Jan;51(2):97-104. doi: 10.1136/bjsports-2015-095858. Epub 2016 Nov 10. Review. PMID: 27834675
8. Barrett S, Erredge S.: Growth factors for chronic plantar fasciitis. *Podiatry Today.* 2004;17:37–42. *Br J Sports Med.* 2005 Feb;39(2):84-90.
9. Bava ED, Barber FA.: Platelet-rich plasma products in sports medicine. *Phys Sportsmed.* 2011 Sep;39(3):94-9. doi: 10.3810/psm.2011.09.1925. Review. PMID: 22030945

10. Behringer M, Jedlicka D, Mester J.: Effects of lymphatic drainage and cryotherapy on indirect markers of muscle damage. *J Sports Med Phys Fitness*. 2018 Jun;58(6):903-909. doi: 10.23736/S0022-4707.17.07261-9. Epub 2017 May 5. PMID: 28480692
11. Birch S, Lee MS, Alraek T, Kim TH. Overview of Treatment Guidelines and Clinical Practical Guidelines That Recommend the Use of Acupuncture: A Bibliometric Analysis. *J Altern Complement Med*. 2018 Aug;24(8):752-769..
12. Bleakley CM, O'Connor S, Tully MA, Rocke LG, Macauley DC, McDonough SM.: The PRICE study (Protection Rest Ice Compression Elevation): design of a randomised controlled trial comparing standard versus cryokinetic ice applications in the management of acute ankle sprain [ISRCTN13903946]. *BMC Musculoskelet Disord*. 2007 Dec 19;8:125. PMID: 18093299
13. Bolgla LA, Boling MC.: An update for the conservative management of patellofemoral pain syndrome: a systematic review of the literature from 2000 to 2010. *Int J Sports Phys Ther*. 2011 Jun;6(2):112-25. PMID: 21713229
14. Bouvard B, Soulié P, Hoppé E, Georgin-Mege M, Royer M, Mesgouez-Nebout N, Lassalle C, Cellier P, Jadaud E, Abadie-Lacourtoisie S, Tuchais C, Vinchon-Petit S, Audran M, Chappard D, Legrand E. Fracture incidence after 3 years of aromatase inhibitor therapy. *Ann Oncol*. 2014 Apr;25(4):843-7.
15. Bowman KF Jr, Muller B, Middleton K, Fink C, Harner CD, Fu FH.: Progression of patellar tendinitis following treatment with platelet-rich plasma: case reports. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2013 Sep;21(9):2035-9. doi: 10.1007/s00167-013-2549-1. Epub 2013 Jun 1. PMID: 23728418
16. Breitenbach, Siegfried: *Kinesio-Taping, eine neue, revolutionäre Technik*, 2004
17. Bringezu G, Schreiner O. *Lehrbuch der Entstauungstherapie: Grundlagen, Beschreibung und Bewertung der Verfahren, Behandlungskonzepte für die Praxis*. Springer Verlag 2014
18. Buchbinder R, Ptasznik R, Gordon J, Buchanan J, Prabakaran V, Forbes A: Ultrasound-guided extracorporeal shock wave therapy for plantar fasciitis: a randomized controlled trial. *JAMA*. 2002 Sep 18; 288(11):1364-72
19. Butscheidt S, Rolvien T, Ueblacker P, Amling M, Barvencik F. Bedeutung von Vitamin D im Sport: Reduziert ein Mangel die Leistungsfähigkeit? [Impact of Vitamin D in

- Sports: Does Vitamin D Insufficiency Compromise Athletic Performance?].  
*Sportverletz Sportschaden*. 2017;31(1):37-44. doi:10.1055/s-0042-121748
20. Callaghan MJ, Selfe J.: Patellar taping for patellofemoral pain syndrome in adults. *Cochrane Database Syst Rev*. 2012 Apr 18;(4):CD006717. doi: 10.1002/14651858.CD006717.pub2. Review. PMID: 22513943
  21. Cassel M, Stoll J, Mayer F. Tendinopathien der unteren Extremität im Sport– Diagnostik und Therapie. *Sportverletzung· Sportschaden* 2015, 29(02), 87-98.
  22. Ceca D, Elvira L, Guzmán JF, Pablos A. Benefits of a self-myofascial release program on health-related quality of life in people with fibromyalgia: a randomized controlled trial. *J Sports Med Phys Fitness*. 2017 Jul-Aug;57(7-8):993-1002.
  23. Chang CC, Ku CH, Hsu WC, Hu YA, Shyu JF, Chang ST.: Five-day, low-level laser therapy for sports-related lower extremity periostitis in adult men: a randomized, controlled trial. *Lasers Med Sci*. 2014 Jul;29(4):1485-94. doi: 10.1007/s10103-014-1554-z. Epub 2014 Mar 13. PMID: 24622816
  24. Clark DI, Downing N, Mitchell J, Coulson L, Syzpryt EP, Doherty M. Physiotherapy for anterior knee pain: A randomised controlled trial. *Ann Rheumat Dis*. 2000;59:700–704.
  25. Clarsen B, Bahr R, Heymans MW, et al. The prevalence and impact of overuse injuries in five Norwegian sports: Application of a new surveillance method. *Scand J Med Sci Sports*. 2015;25(3):323-330. doi:10.1111/sms.12223
  26. Coleman R, Cameron D, Dodwell D, Bell R, Wilson C, Rathbone E, Keane M, Gil M, Burkinshaw R, Grieve R, Barrett-Lee P, Ritchie D, Liversedge V, Hinsley S, Marshall H; AZURE investigators. Adjuvant zoledronic acid in patients with early breast cancer: final efficacy analysis of the AZURE (BIG 01/04) randomised open-label phase 3 trial. *Lancet Oncol*. 2014 Aug;15(9):997-1006.
  27. Collins NJ, Bisset LM, Crossley KM, Vicenzino B.: Efficacy of nonsurgical interventions for anterior knee pain: systematic review and meta-analysis of randomized trials. *Sports Med*. 2012 Jan 1;42(1):31-49. doi: 10.2165/11594460-000000000-00000. Review. PMID: 22149696
  28. Coté DJ, Prentice WE Jr, Hooker DN, Shields EW: Comparison of three treatment procedures for minimizing ankle sprain swelling. *Phys Ther*. 1988 Jul; 68(7):1072-6.

29. Cox J, Varatharajan S, Côté P, Optima Collaboration.: Effectiveness of Acupuncture Therapies to Manage Musculoskeletal Disorders of the Extremities: A Systematic Review. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2016 Jun;46(6):409-29. doi: 10.2519/jospt.2016.6270. Epub 2016 Apr 26. Review. PMID: 27117725
30. Crossley K, Bennell K, Green S, Cowan S, McConnell J.: Physical therapy for patellofemoral pain: a randomized, double-blinded, placebo-controlled trial. *Am J Sports Med.* 2002 Nov-Dec;30(6):857-65. PMID: 12435653
31. Crossley K, Bennell K, Green S, McConnell J.: A systematic review of physical interventions for patellofemoral pain syndrome. *Clin J Sport Med.* 2001 Apr;11(2):103-10. Review. PMID: 11403109
32. Dawson KA, Dawson L, Thomas A, Tiidus PM. Effectiveness of regular proactive massage therapy for novice recreational runners. *Phys Ther Sport.* 2011;12(4):182-187. doi:10.1016/j.ptsp.2011.02.007
33. De Bie RA, de Vet HC, Lenssen TF, van den Wildenberg FA, Kootstra G, Knipschild PG. Low-level laser therapy in ankle sprains: a randomized clinical trial. *Arch Phys Med Rehabil.* 1998; 79: 1415– 1420. [http://dx.doi.org/10.1016/S0003-9993\(98\)90237-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0003-9993(98)90237-4).
34. DeLee, J. C., Drez. D.: *Orthopaedic Sports Medicine* 1989
35. Derasari A, Brindle TJ, Alter KE, Sheehan FT. McConnell taping shifts the patella inferiorly in patients with patellofemoral pain: a dynamic magnetic resonance imaging study. *Phys Ther.* 2010;90(3): 411–419.
36. Deutsche Rheuma-Liga Bundesverband e.V: *Thermotherapie bei Rheuma*, 2. Auflage 2008
37. D'hondt NE, Struijs PA, Kerkhoffs GM, Verheul C, Lysens R, Aufdemkampe G, Van Dijk CN.: Orthotic devices for treating patellofemoral pain syndrome. *Cochrane Database Syst Rev.* 2002;(2):CD002267. Review. Update in: *Cochrane Database Syst Rev.* 2009;(1):CD002267. PMID: 12076444
38. Dingemanse R, Randsdorp M, Koes BW, Huisstede BM.: Evidence for the effectiveness of electrophysical modalities for treatment of medial and lateral epicondylitis: a systematic review. *Br J Sports Med.* 2014 Jun;48(12):957-65. doi: 10.1136/bjsports-2012-091513. Epub 2013 Jan 18. Review. PMID: 23335238



39. Doherty C, Bleakley C, Delahunt E, Holden S.: Treatment and prevention of acute and recurrent ankle sprain: an overview of systematic reviews with meta-analysis. *Br J Sports Med.* 2017 Jan;51(2):113-125. doi: 10.1136/bjsports-2016-096178. Epub 2016 Oct 8. Review. PMID: 28053200
40. Duivenvoorden T, Brouwer RW, van Raaij TM, Verhagen AP, Verhaar JA, Bierma-Zeinstra SM. Braces and orthoses for treating osteoarthritis of the knee. *Cochrane Database Syst Rev.* 2015;2015(3):CD004020. Published 2015 Mar 16. doi:10.1002/14651858.CD004020.pub3
41. Ebell MH, Siwek J, Weiss BD, et al. Strength of recommendation taxonomy (SORT): a patient-centered approach to grading evidence in the medical literature. *Am Fam Physician.* 2004;69(3):548–556
42. Ekenman, I.: *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* Do not use bisphosphonates without scientific evidence, neither in treatment nor prophylactic, in the treatment of stress fractures. 2009 May;17(5):433-4. doi: 10.1007/s00167-009-0742-z. PMID: 19238357 DOI: 10.1007/s00167-009-0742-z
43. Ekstrand J, Hägglund M, Kristenson K, Magnusson H, Waldén M.: Fewer ligament injuries but no preventive effect on muscle injuries and severe injuries: an 11-year follow-up of the UEFA Champions League injury study. *Br J Sports Med.* 2013 Aug;47(12):732-7. doi: 10.1136/bjsports-2013-092394. Epub 2013 Jun 29. PMID: 23813543
44. Ekstrand J, Hägglund M, Törnqvist H, Kristenson K, Bengtsson H, Magnusson H, Waldén M (2013) Upper extremity injuries in male elite football players. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*
45. Ekstrand J, Hägglund M, Waldén M. Epidemiology of muscle injuries in professional football (soccer). *Am J Sports Med.* 2011;39(6):1226-1232. doi:10.1177/0363546510395879
46. Ekstrand J, Krutsch W, Spreco A, van Zoest W, Roberts C, Meyer T, Bengtsson H.: Time before return to play for the most common injuries in professional football: a 16-year follow-up of the UEFA Elite Club Injury Study. *Br J Sports Med.* 2019 Jun 10. pii: bjsports-2019-100666. doi: 10.1136/bjsports-2019-100666. [Epub ahead of print] PMID: 31182429

47. El-Abd AM, Ibrahim AR, El-Hafez HM. Efficacy of kinesio taping versus postural correction exercises on pain intensity and axioscapular muscles activation in mechanical neck dysfunction: a randomized blinded clinical trial. *J Sports Med Phys Fitness*. 2017;57(10):1311-1317. doi:10.23736/S0022-4707.16.06522-1
48. Elattar O, Choi HR, Dills VD, Busconi B: Groin Injuries (Athletic Pubalgia) and Return to Play. *Sports Health*. 2016 Jul;8(4):313-23. doi: 10.1177/1941738116653711. Epub 2016 Jun 14.
49. Field T. Massage therapy research review. *Complement Ther Clin Pract*. 2014 Nov;20(4):224-9.
50. Filardo G, Di Matteo B, Kon E, Merli G, Marcacci M. Platelet-rich plasma in tendon-related disorders: results and indications. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2018 Jul;26(7):1984-1999.
51. Finch P, Bessonnette S. A pragmatic investigation into the effects of massage therapy on the self efficacy of multiple sclerosis clients. *J Bodyw Mov Ther*. 2014 Jan;18(1):11-6.
52. Fitzpatrick J, Bulsara MK, McCrory PR, Richardson MD, Zheng MH. Analysis of Platelet-Rich Plasma Extraction: Variations in Platelet and Blood Components Between 4 Common Commercial Kits. *Orthop J Sports Med*. 2017 Jan 3;5(1):2325967116675272.
53. Frampton, Roger L. Kneebone, John Wickham's New Surgery: 'Minimally Invasive Therapy', Innovation, and Approaches to Medical Practice in Twentieth-century Britain, *Social History of Medicine*, Volume 30, Issue 3, August 2017, Pages 544–566
54. Frisch H. *Programmierte Therapie am Bewegungsapparat: Chirotherapie — Osteopathie — Physiotherapie*. Springer Verlag 2013, S. 746 ff.
55. Frommer C, Masaracchio M.: The use of patellar taping in the treatment of a patient with a medial collateral ligament sprain. *N Am J Sports Phys Ther*. 2009 May;4(2):60-9. PMID: 21509111
56. Fuller CW, Ekstrand J, Junge A, Andersen TE, Bahr, Dvorak J, Hägglund M, McCrory P, Meeuwisse WH: Consensus statement on injury definitions and data collection procedures in studies of football (soccer) injuries. *Br J Sports Med*. 2006 Mar; 40(3): 193–201. doi: 10.1136/bjism.2005.025270. PMCID: PMC2491990. PMID: 16505073.

57. Furia JP , Rompe JD , Maffulli N. Low-energy extracorporeal shock wave therapy as a treatment for greater trochanteric pain syndrome. *Am J Sports Med* 2009;37:1806–13.doi:10.1177/0363546509333014.
58. Gajhede-Knudsen M, Ekstrand J, Magnusson H, Maffulli N (2013) Recurrence of Achilles tendon injuries in elite male football players is more common after early return-to-play: an 11-year follow-up of the UEFA Champions League injury study. *Br J Sports Med* 47(12):763–768
59. Galiuto L. The use of cryotherapy in acute sports injuries. *Annals of Sports Medicine and Research* 2016, 3(2), 1060.
60. Gard K, Ebaugh D.: The use of acetic Acid iontophoresis in the management of a soft tissue injury. *N Am J Sports Phys Ther.* 2010 Dec;5(4):220-6. PMID: 21655380
61. Grambart ST.: Sports medicine and platelet-rich plasma: nonsurgical therapy. *Clin Podiatr Med Surg.* 2015 Jan;32(1):99-107. doi: 10.1016/j.cpm.2014.09.006. Review. PMID: 25440421
62. Griebert MC<sup>1</sup>, Needle AR<sup>2</sup>, McConnell J<sup>3</sup>, Kaminski TW<sup>4</sup>: Lower-leg Kinesio tape reduces rate of loading in participants with medial tibial stress syndrome.
63. Guillodo Y, Madouas G, Simon T, Le Dauphin H, Saraux A.: Platelet-rich plasma (PRP) treatment of sports-related severe acute hamstring injuries. *Muscles Ligaments Tendons J.* 2016 Feb 13;5(4):284-8. doi: 10.11138/mltj/2015.5.4.284. eCollection 2015 Oct-Dec. PMID: 26958537
64. Gutsfeld P, Simmel S, Benning E, Brand A, Augat P. *Orthesen in der Unfallchirurgie. Trauma und Berufskrankheit* 2016, 18(2), 116-124.
65. Hägglund M, Waldén M, Ekstrand J. Risk factors for lower extremity muscle injury in professional soccer: the UEFA Injury Study. *Am J Sports Med.* 2013;41(2):327-335. doi:10.1177/0363546512470634
66. Haake M, Buch M, Schoellner C, Goebel F, Vogel M, Mueller I, Hausdorf J, Zamzow K, Schade-Brittinger C, Mueller HH: Extracorporeal shock wave therapy for plantar fasciitis: randomised controlled multicentre trial. *BMJ.* 2003 Jul 12; 327(7406):75.
67. Haaker, Rolf: *Prophylaxe und sportphysiotherapeutische Behandlungen*, Springer Verlag 1998
68. Haik MN, Albuquerque-Sendín F, Moreira RF, Pires ED, Camargo PR.: Effectiveness of physical therapy treatment of clearly defined subacromial pain: a systematic

- review of randomised controlled trials. *Br J Sports Med.* 2016 Sep;50(18):1124-34. doi: 10.1136/bjsports-2015-095771. Epub 2016 Jun 10. Review. PMID: 27288517
69. Hamid MS, Yusof A, Mohamed Ali MR: Platelet-rich plasma (PRP) for acute muscle injury: a systematic review. *PLoS One.* 2014 Feb 28;9(2):e90538. doi: 10.1371/journal.pone.0090538. eCollection 2014.
  70. Handoll N.: Thumbnail osteopathy. *J R Coll Gen Pract.* 1984 Jul;34(264):409-11
  71. Hanusch, Karl-Heinz: Magnetfeldtherapie : Schmerzen lindern - natürlich und ohne Nebenwirkungen. Wiesbaden : Jopp Verlag, 1998. ISBN: 9783896981028
  72. Heijnders IL, Lin CW. Treatment of acute ankle sprains: evidence on the use of an ankle brace is unclear. *Br J Sports Med.* 2012;46(12):852-853. doi:10.1136/bjsports-2012-091533
  73. Herpertz U. Ödeme und Lymphdrainage: Diagnose und Therapie von Ödemkrankheiten ; mit 36 Tabellen. Schattauer Verlag 2010
  74. Herrmann B, Eydam AK. Leitlinien und Evidenz. *Bundesgesundheitsblatt-Gesundheitsforschung-Gesundheitsschutz* 2010, 53(11), 1173-1179.
  75. Hewett TE, Ford KR, Hoogenboom BJ, Myer GD: Understanding and preventing acl injuries: current biomechanical and epidemiologic considerations - update 2010. *N Am J Sports Phys Ther.* 2010 Dec;5(4):234-51. PMID: 21655382. PMCID: PMC3096145.
  76. Hickstein L, Kiel S, Raus C, Heß S, Walker J, Chenot JF. Akupunktur als Leistung der gesetzlichen Krankenversicherung in Deutschland. *Der Schmerz* 2018, 32(1), 30-38.
  77. Hoffman MD, Badowski N, Chin J, Stuempfle KJ. A Randomized Controlled Trial of Massage and Pneumatic Compression for Ultramarathon Recovery. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2016;46(5):320-326. doi:10.2519/jospt.2016.6455
  78. Hossain M, Alexander P, Burls A, Jobanputra P. Foot orthoses for patellofemoral pain in adults. *Cochrane Database Syst Rev.* 2011;(1):CD008402. Published 2011 Jan 19. doi:10.1002/14651858.CD008402.pub2
  79. Hsu YH, Chen WY, Lin HC, Wang WT, Shih YF. The effects of taping on scapular kinematics and muscle performance in baseball players with shoulder impingement syndrome. *J Electromyogr Kinesiol.* 2009;19(6):1092-1099. doi:10.1016/j.jelekin.2008.11.003

80. Hubbard TJ, Denegar CR.: Does Cryotherapy Improve Outcomes With Soft Tissue Injury? *J Athl Train.* 2004 Sep;39(3):278-279. PMID: 15496998
81. Hughes T, Callaghan M.: BET 2: LASER THERAPY IN THE TREATMENT OF ACUTE HAMSTRING MUSCLE INJURIES. *Emerg Med J.* 2017 Apr;34(4):266. doi: 10.1136/emered-2017-206665.2. Review. PMID: 28341795
82. Huguenin L1, Brukner PD, McCrory P, Smith P, Wajswelner H, Bennell K.: Effect of dry needling of gluteal muscles on straight leg raise: a randomised, placebo controlled, double blind trial. *Br J Sports Med.* 2005 Feb; 39(2): 84–90. doi: 10.1136/bjism.2003.009431. PMCID: PMC1725126. PMID: 15665203.
83. Hutchinson ID, Rodeo SA, Perrone GS, Murray MM.: Can platelet-rich plasma enhance anterior cruciate ligament and meniscal repair? *J Knee Surg.* 2015 Feb;28(1):19-28. doi: 10.1055/s-0034-1387166. Epub 2014 Aug 7. Review. PMID: 25101873
84. Ingber, D.: Cellular mechanotransduction: putting all the pieces together again. *FASEB J* 2006; 20: 811–827 2. 2003
85. Ingber, D.: Mechanobiology and the diseases of mechnotransduction. *Ann Med* 2003; 35: 564–577 2006
86. Ivins D.: Acute ankle sprain: an update. *Am Fam Physician.* 2006 Nov 15;74(10):1714-20. Review. PMID: 17137000
87. Iwamoto J, Takeda T, Suda Y, Otani T, Matsumoto H.: Conservative treatment of isolated posterior cruciate ligament injury in professional baseball players: a report of two cases. *Knee.* 2004 Feb;11(1):41-4. PMID: 14967327
88. Jakeman JR, Byrne C, Eston RG. Efficacy of lower limb compression and combined treatment of manual massage and lower limb compression on symptoms of exercise-induced muscle damage in women. *J Strength Cond Res.* 2010;24(11):3157-3165. doi:10.1519/JSC.0b013e3181e4f80c
89. Jansen P, Lehmann J, Fellner B, Huppertz G, Loose O, Achenbach L, Krutsch W.: Relation of injuries and psychological symptoms in amateur soccer players. *BMJ Open Sport Exerc Med.* 2019 Apr 24;5(1):e000522. doi: 10.1136/bmjsem-2019-000522. eCollection 2019. PMID: 31205744

90. Jönhagen S, Ackermann P, Eriksson T, Saartok T, Renström PA. Sports massage after eccentric exercise. *Am J Sports Med.* 2004;32(6):1499-1503. doi:10.1177/0363546503262196
91. Kaminski TW, Hertel J, Amendola N, Docherty CL, Dolan MG, Hopkins JT, Nussbaum E, Poppy W, Richie D; National Athletic Trainers' Association: National Athletic Trainers' Association position statement: conservative management and prevention of ankle sprains in athletes. *J Athl Train.* 2013 Jul-Aug;48(4):528-45. doi: 10.4085/1062-6050-48.4.02.
92. Kaneko S, Takasaki H.: Forearm pain, diagnosed as intersection syndrome, managed by taping: a case series. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2011 Jul;41(7):514-9. doi: 10.2519/jospt.2011.3569. Epub 2011 Apr 6. PMID: 21471652
93. Karagounis P, Tsironi M, Prionas G, Tsiganos G, Baltopoulos P.: Treatment of plantar fasciitis in recreational athletes: two different therapeutic protocols. *Foot Ankle Spec.* 2011 Aug;4(4):226-34. doi: 10.1177/1938640011407320. PMID: 21868796
94. Kargarfard M, Lam ET, Shariat A, Shaw I, Shaw BS, Tamrin SB. Efficacy of massage on muscle soreness, perceived recovery, physiological restoration and physical performance in male bodybuilders. *J Sports Sci.* 2016;34(10):959-965. doi:10.1080/02640414.2015.1081264
95. Kaya D, Callaghan MJ, Ozkan H, Ozdag F, Atay OA, Yuksel I, Doral MN.: The effect of an exercise program in conjunction with short-period patellar taping on pain, electromyogram activity, and muscle strength in patellofemoral pain syndrome. *Sports Health.* 2010 Sep;2(5):410-6. PMID: 23015969
96. Kaniki N, Willits K, Mohtadi NG, Fung V, Bryant D. A retrospective comparative study with historical control to determine the effectiveness of platelet-rich plasma as part of nonoperative treatment of acute achilles tendon rupture. *Arthroscopy.* 2014;30(9):1139-1145. doi:10.1016/j.arthro.2014.04.086
97. Kemler E, van de Port I, Backx F, van Dijk CN. A systematic review on the treatment of acute ankle sprain: brace versus other functional treatment types. *Sports Med.* 2011;41(3):185-197. doi:10.2165/11584370-000000000-00000
98. Kerkhoffs GM, Struijs PA, Marti RK, Assendelft WJ, Blankevoort L, van Dijk CN: Different functional treatment strategies for acute lateral ankle ligament injuries in

- adults. *Cochrane Database Syst Rev.* 2002;(3):CD002938. Review. Update in: *Cochrane Database Syst Rev.* 2013;3:CD002938. PMID: 12137665.
99. Kerkhoffs GM, van den Bekerom M, Elders LA, et al. Diagnosis, treatment and prevention of ankle sprains: an evidence-based clinical guideline. *Br J Sports Med.* 2012;46(12):854-860. doi:10.1136/bjsports-2011-090490
  100. Kietrys DM, Palombaro KM, Azzaretto E, Hubler R, Schaller B, Schlusser JM, Tucker M.: Effectiveness of dry needling for upper-quarter myofascial pain: a systematic review and meta-analysis. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2013 Sep;43(9):620-34. doi: 10.2519/jospt.2013.4668. Review. PMID: 23756457
  101. Kim MK1, Shin YJ1: *Med Sci Monit.* 2017 Nov 21;23:5534-5541.Immediate Effects of Ankle Balance Taping with Kinesiology Tape for Amateur Soccer Players with Lateral Ankle Sprain: A Randomized Cross-Over Design.
  102. Korakakis V, Whiteley R, Tzavara A, Malliaropoulos N.: The effectiveness of extracorporeal shockwave therapy in common lower limb conditions: a systematic review including quantification of patient-rated pain reduction. *Br J Sports Med.* 2018 Mar;52(6):387-407. doi: 10.1136/bjsports-2016-097347. Epub 2017 Sep 27. Review. PMID: 28954794
  103. Krause F, Wilke J, Niederer D, Vogt L, Banzer W.: Acute effects of foam rolling on passive tissue stiffness and fascial sliding: study protocol for a randomized controlled trial. *Trials.* 2017 Mar 9;18(1):114. doi: 10.1186/s13063-017-1866-y.
  104. Krutsch V, Gesslein M, Loose O, Weber J, Nerlich M, Gaensslen A, Bonkowsky V, Krutsch W (2017) Injury mechanism of midfacial fractures in football causes in over 40 % typical neurological symptoms of minor brain injuries. *Knee Surg Sports Traumatol*
  105. Krutsch V, Krutsch W, Jansen P, Hoffmann H, Angele P, Lehmann J, Loose O, Gänsslen A, Nerlich M, Weber J.: Prevention of Head and Brain Injuries in Football: Is there a Need to Ban Headings? *Sportverletz Sportschaden.* 2017 Sep;31(3):143-153. doi: 10.1055/s-0043-113208. Epub 2017 Sep 4. German. PMID: 28869996
  106. Krutsch W, Eder K, Krutsch V, Meyer T "Stay and play" in football: Art of keeping players fit to play, 2018. *Handbuch der Chiropraktik und strukturellen Osteopathie, von Juan Antonio Lomba, Haug Verlag) 2007*

107. Krutsch W, Voss A, Gerling S, Grechenig S, Nerlich M, Angele P.: First aid on field management in youth football. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2014 Sep;134(9):1301-9. doi: 10.1007/s00402-014-2041-5. Epub 2014 Jul 2. PMID: 24986325
108. Krutsch W, Zeman F, Zellner J, Pfeifer C, Nerlich M, Angele P (2016) Increase in ACL and PCL injuries after implementation of a new professional football league. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 24(7):2271–2279
109. Kumar MG, Lin S. Transdermal iontophoresis: impact on skin integrity as evaluated by various methods. *Crit Rev Ther Drug Carrier Syst.* 2008;25(4):381-401. doi:10.1615/critrevtherdrugcarriersyst.v25.i4.30
110. LaPrade CM, James EW, LaPrade RF, Engebretsen L.: How should we evaluate outcomes for use of biologics in the knee? *J Knee Surg.* 2015 Feb;28(1):35-44. doi: 10.1055/s-0034-1390028. Epub 2014 Sep 26. Review. PMID: 25260033
111. Lee BG, Lee JH. Immediate effects of ankle balance taping with kinesiology tape on the dynamic balance of young players with functional ankle instability. *Technol Health Care.* 2015;23(3):333-341. doi:10.3233/THC-150902
112. Leshner JD, Sutlive TG, Miller GA, Chine NJ, Garber MB, Wainner RS.: Development of a clinical prediction rule for classifying patients with patellofemoral pain syndrome who respond to patellar taping. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2006 Nov;36(11):854-66. PMID: 17154139
113. Li Y, Yin Y, Jia G, Chen H, Yu L, Wu D. Effects of kinesiotape on pain and disability in individuals with chronic low back pain: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Clin Rehabil.* 2018 Dec 11:269215518817804.
114. López-Valenciano A, Ruiz-Pérez I, Garcia-Gómez A, et al. Epidemiology of injuries in professional football: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med.* 2020;54(12):711-718. doi:10.1136/bjsports-2018-099577
115. Lomba, Juan Antonio: *Handbuch der Chiropraktik und strukturellen Osteopathie.* Haug Verlag, 2007.
116. Loose, O., Fellner, B., Lehmann, J. et al. Injury incidence in semi-professional football claims for increased need of injury prevention in elite junior football. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 27, 978–984 (2019). <https://doi.org/10.1007/s00167-018-5119-8>



117. Lopez-Vidriero E, Goulding KA, Simon DA, Sanchez M, Johnson DH: The use of platelet-rich plasma in arthroscopy and sports medicine: optimizing the healing environment. *Arthroscopy*. 2010 Feb;26(2):269-78. doi: 10.1016/j.arthro.2009.11.015. PMID: 20141991.
118. Majewski M, Susanne H, Klaus S. Epidemiology of athletic knee injuries: A 10-year study. *Knee*. 2006;13(3):184-188. doi:10.1016/j.knee.2006.01.005
119. Majewski-Schrage T, Snyder K.: The Effectiveness of Manual Lymphatic Drainage in Patients With Orthopedic Injuries. *J Sport Rehabil*. 2016 Feb;25(1):91-7. doi: 10-1123/jsr.2014-0222. Epub 2015 Oct 12. Review.
120. Malliaropoulos N, Kiritsi O, Tsitas K, Christodoulou D, Akritidou A, Del Buono A, Maffulli N.: Low-level laser therapy in meniscal pathology: a double-blinded placebo-controlled trial. *Lasers Med Sci*. 2013 Jul;28(4):1183-8. doi: 10.1007/s10103-012-1219-8. Epub 2012 Oct 24. PMID: 23093133
121. Martinez-Zapata MJ, Martí-Carvajal AJ, Solà I, Expósito JA, Bolívar I, Rodríguez L, Garcia J, Zaror C Autologous platelet-rich plasma for treating chronic wounds. *Cochrane Database Syst Rev*. 2016 May 25;(5):CD006899.
122. Marx RE. Platelet-rich plasma: evidence to support its use. *J Oral Maxillofac Surg*. 2004 Apr;62(4):489-96.
123. Marx RE.: Pamidronate (Aredia) and zoledronate (Zometa) induced avascular necrosis of the jaws: a growing epidemic. *J Oral Maxillofac Surg*. 2003 Sep;61(9):1115-7. No abstract available. PMID: 12966493
124. Mauch F, Best R, Bauer G.: Current treatment concepts for muscular injuries. *Unfallchirurg*. 2013 Jun;116(6):488-96. doi: 10.1007/s00113-013-2372-7. German. PMID: 23686299
125. McLean, D. A.: Use of adhesive strapping in sport, *Br J Sports Med*. 1989 Sep; 23(3): 147–149.
126. Mejuto-Vázquez MJ, Salom-Moreno J, Ortega-Santiago R, Truyols-Domínguez S, Fernández-de-Las-Peñas C.: Short-term changes in neck pain, widespread pressure pain sensitivity, and cervical range of motion after the application of trigger point dry needling in patients with acute mechanical neck pain: a randomized clinical trial. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2014 Apr;44(4):252-60. doi: 10.2519/jospt.2014.5108.

Epub 2014 Feb 25. Erratum in: *J Orthop Sports Phys Ther.* 2015 Apr;45(4):329.

PMID: 24568260

127. Meyer T, Wegmann M, Poppendieck W, Fullagar HH. Regenerative interventions in professional football. *Sport-Orthopädie-Sport-Traumatologie-Sports Orthopaedics and Traumatology* 2014, 30(2), 112-118.
128. Moatshe G, Morris ER, Cinque ME, Pascual-Garrido C, Chahla J, Engebretsen L, Laprade RF.: Biological treatment of the knee with platelet-rich plasma or bone marrow aspirate concentrates. *Acta Orthop.* 2017 Dec;88(6):670-674. doi: 10.1080/17453674.2017.1368899. Epub 2017 Aug 23. Review. PMID: 28831830
129. Moen MH, Rayer S, Schipper M, Schmikli S, Weir A, Tol JL, Backx FJ.: Shockwave treatment for medial tibial stress syndrome in athletes; a prospective controlled study. *Br J Sports Med.* 2012 Mar;46(4):253-7. doi: 10.1136/bjsm.2010.081992. Epub 2011 Mar 9. PMID: 21393260
130. Moraska A. Sports massage. A comprehensive review. *J Sports Med Phys Fitness.* 2005;45(3):370-380.
131. Muller J, Handlin L, Harlén M, Lindmark U, Ekström A. Mechanical massage and mental training programmes affect employees' anxiety, stress susceptibility and detachment-a randomised explorative pilot study. *BMC Complement Altern Med.* 2015 Sep 2;15:302.
132. Nahin RL, Boineau R, Khalsa PS, Stussman BJ, Weber WJ. Evidence-Based Evaluation of Complementary Health Approaches for Pain Management in the United States. *Mayo Clin Proc.* 2016 Sep;91(9):1292-306.
133. Natri A, Järvinen M, Kannus P, Niittymäki S, Aarnio J, Lindholm TS. Changing injury pattern of acute anterior cruciate ligament tears treated at Tampere University Hospital in the 1980s. *Scand J Med Sci Sports.* 1995;5(2):100-104. doi:10.1111/j.1600-0838.1995.tb00020.x
134. Neeter C, Thomeé R, Silbernagel KG, Thomeé P, Karlsson J.: Iontophoresis with or without dexamethazone in the treatment of acute Achilles tendon pain. *Scand J Med Sci Sports.* 2003 Dec;13(6):376-82. PMID: 14617059
135. Nelson NL. Massage therapy: understanding the mechanisms of action on blood pressure. A scoping review. *J Am Soc Hypertens.* 2015 Oct;9(10):785-793.

136. Newman P, Waddington G, Adams R.: Shockwave treatment for medial tibial stress syndrome: A randomized double blind sham-controlled pilot trial. *J Sci Med Sport*. 2017 Mar; 20(3):220-224. doi: 10.1016/j.jsams.2016.07.006. Epub 2016 Aug 5. PMID: 27640922
137. Nirschl RP, Rodin DM, Ochiai DH, Maartmann-Moe C; DEX-AHE-01-99 Study Group.: Iontophoretic administration of dexamethasone sodium phosphate for acute epicondylitis. A randomized, double-blinded, placebo-controlled study. *Am J Sports Med*. 2003 Mar-Apr;31(2):189-95. PMID: 12642251
138. Noppeney, T. u. a.: *Varikose: Diagnostik- Therapie- Begutachtung*, Springer 2010
139. Nunes GS, Bender PU, de Menezes FS, Yamashitafuji I, Vargas VZ, Wageck B. Massage therapy decreases pain and perceived fatigue after long-distance Ironman triathlon: a randomised trial. *J Physiother*. 2016;62(2):83-87. doi:10.1016/j.jphys.2016.02.009
140. Nunes GS, Vargas VZ, Wageck B, Haupenthal DP, da Luz CM, de Noronha M. Kinesio Taping does not decrease swelling in acute, lateral ankle sprain of athletes: a randomised trial. *J Physiother*. 2015;61(1):28-33. doi:10.1016/j.jphys.2014.11.002
141. Oehlenberg A, Möller D, Piekartz Hv. Ist die Manuelle Lymphdrainage effektiv? *pt\_Zeitschrift für Physiotherapeuten* 2015, 67, 2
142. Ortega-Cebrian S, Luchini N, Whiteley R.: Dry needling: Effects on activation and passive mechanical properties of the quadriceps, pain and range during late stage rehabilitation of ACL reconstructed patients. *Phys Ther Sport*. 2016 Sep;21:57-62. doi: 10.1016/j.ptsp.2016.02.001. Epub 2016 Feb 24. PMID: 27428535
143. Osborne HR, Allison GT.: Treatment of plantar fasciitis by LowDye taping and iontophoresis: short term results of a double blinded, randomised, placebo controlled clinical trial of dexamethasone and acetic acid. *Br J Sports Med*. 2006 Jun;40(6):545-9; discussion 549. Epub 2006 Feb 17. PMID: 16488901
144. Osborne NJ, Gatt IT.: Management of shoulder injuries using dry needling in elite volleyball players. *Acupunct Med*. 2010 Mar;28(1):42-5. doi: 10.1136/aim.2009.001560. Review. PMID: 20351377
145. Petersen W, Ellermann A, Rembitzki IV, Scheffler S, Herbort M, Brüggemann GP, Best R, Zantop T, Liebau C.: Evaluating the potential synergistic benefit of a realignment brace on patients receiving exercise therapy for patellofemoral pain

- syndrome: a randomized clinical trial. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2016 Jul;136(7):975-82. Epub 2016 May 5. PMID: 27146819
146. Pfab F, Sommer B, Haser C. Akupunkturtechniken im Profifußball. *Der Unfallchirurg* 2018, 121(6), 450-454.
147. Physiopraxis, Fachmagazin für Physiotherapie, September 2015, ISSN 1439-023X · 61504 2015
148. Rai R, Srinivas CR.: Iontophoresis in dermatology. *Indian J Dermatol Venereol Leprol.* 2005 Jul-Aug;71(4):236-41. Review. PMID: 16394430
149. Ranchordas MK, Burd N, Senchina DS, Burke LM, Stear SJ, Castell LM: A-Z of nutritional supplements: dietary supplements, sports nutrition foods and ergogenic aids for health and performance--Part 29. *Br J Sports Med.* 2012 Feb;46(2):155-6. doi: 10.1136/bjsports-2011-090836. PMID: 22241933.
150. Reichert, Bernhard: *Massage Therapie*, Thieme Verlag 2015
151. Reijneveld EA, Noten S, Michener LA, Cools A, Struyf F. Clinical outcomes of a scapular-focused treatment in patients with subacromial pain syndrome: a systematic review. *Br J Sports Med.* 2017;51(5):436-441. doi:10.1136/bjsports-2015-095460
152. Rompe JD , Cacchio A , Furia JP , et al: Low-energy extracorporeal shock wave therapy as a treatment for medial tibial stress syndrome. *Am J Sports Med* 2010;38:125–32. doi:10.1177/0363546509343804.
153. Rompe JD , Segal NA , Cacchio A , et al. Home training, local corticosteroid injection, or radial shock wave therapy for greater trochanter pain syndrome. *Am J Sports Med* 2009;37:1981–90.doi:10.1177/0363546509334374.
154. Rompe JD, Schoellner C, Nafe B: Evaluation of low-energy extracorporeal shock-wave application for treatment of chronic plantar fasciitis. *J Bone Joint Surg Am.* 2002 Mar; 84(3):335-41.
155. Rose C, Edwards KM, Siegler J, Graham K, Caillaud C.: Whole-body Cryotherapy as a Recovery Technique after Exercise: A Review of the Literature. *Int J Sports Med.* 2017 Dec;38(14):1049-1060. doi: 10.1055/s-0043-114861. Epub 2017 Nov 21. Review. PMID: 29161748

156. Runeson L, Haker E.: Iontophoresis with cortisone in the treatment of lateral epicondylalgia (tennis elbow)--a double-blind study. *Scand J Med Sci Sports*. 2002 Jun;12(3):136-42. PMID: 12135445
157. Russell RP, Apostolakos J, Hirose T, Cote MP, Mazzocca AD.: Variability of platelet-rich plasma preparations. *Sports Med Arthrosc Rev*. 2013 Dec;21(4):186-90. doi: 10.1097/JSA.0000000000000007. Review. PMID: 24212365
158. Sampson S, Gerhardt M, Mandelbaum B.: Platelet rich plasma injection grafts for musculoskeletal injuries: a review. *Curr Rev Musculoskelet Med*. 2008 Dec;1(3-4):165-74. doi: 0.1007/s12178-008-9032-5.
159. Sánchez M, Delgado D, Pompei O, Pérez JC, Sánchez P, Garate A, Bilbao AM, Fiz N, Padilla S. Treating Severe Knee Osteoarthritis with Combination of Intra-Osseous and Intra-Articular Infiltrations of Platelet-Rich Plasma: An Observational Study. *Cartilage*. 2018 Feb 1:1947603518756462.
160. Santamato A, Panza F, Notarnicola A, Cassatella G, Fortunato F, de Sanctis JL, Valeno G, Kehoe PG, Seripa D, Logroscino G, Fiore P, Ranieri M.: Is Extracorporeal Shockwave Therapy Combined With Isokinetic Exercise More Effective Than Extracorporeal Shockwave Therapy Alone for Subacromial Impingement Syndrome? A Randomized Clinical Trial. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2016 Sep;46(9):714-25. doi: 10.2519/jospt.2016.4629. Epub 2016 Jul 31. PMID: 27477254
161. Schmitt-Sody M, Valle C. Rehabilitation nach Sportverletzungen. *Der Unfallchirurg* 2015, 118(2), 122-129.
162. Schöberl M, Prantl L, Loose O, Zellner J, Angele P, Zeman F, Spreitzer M, Nerlich M, Krutsch W.: Non-surgical treatment of pubic overload and groin pain in amateur football players: a prospective double-blinded randomised controlled study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2017 Jun;25(6): 1958-1966. doi: 10.1007/s00167-017-4423-z. Epub 2017 Jan 16.
163. Shakeri H, Keshavarz R, Arab AM, Ebrahimi I. Clinical effectiveness of kinesiological taping on pain and pain-free shoulder range of motion in patients with shoulder impingement syndrome: a randomized, double blinded, placebo-controlled trial. *Int J Sports Phys Ther*. 2013;8(6):800-810.
164. Shields CA1, Needle AR, Rose WC, Swanik CB, Kaminski TW: Effect of elastic taping on postural control deficits in subjects with healthy ankles, copers, and individuals

- with functional ankle instability. *Phys Ther Sport*. 2016 Mar;18:62-67. doi: 10.1016/j.ptsp.2014.01.001. Epub 2014 Jan 29.
165. Sieg A, Wascotte V.: Diagnostic and therapeutic applications of iontophoresis. *J Drug Target*. 2009 Nov;17(9):690-700. doi: 10.3109/10611860903089750. Review. PMID: 19845485
166. Sielmann, Dieter: *Medi-Taping im Sport*, 2011
167. Simon MJ, Barvencik F, Luttke M, Amling M, Mueller-Wohlfahrt HW, Ueblacker P.: Intravenous bisphosphonates and vitamin D in the treatment of bone marrow oedema in professional athletes. *Injury*. 2014 Jun;45(6):981-7. doi: 10.1016/j.injury.2014.01.023. Epub 2014 Jan 30. PMID: 24552768
168. Sint et al.: Influence of age and level of activity on the applicability of a walker orthosis - a prospective study in different cohorts of healthy volunteers, 2018
169. Smith CA, Armour M, Lee MS, Wang LQ, Hay PJ Acupuncture for depression. *Cochrane Database Syst Rev*. 2018 Mar 4;3:CD004046.
170. Smyth MP, Koh JL.: A review of surgical and nonsurgical outcomes of medial knee injuries. *Sports Med Arthrosc Rev*. 2015 Jun;23(2):e15-22. doi: 10.1097/JSA.000000000000063. Review. PMID: 25932882
171. Solinsky R, Beaupre GS, Fredericson M.: Variable criteria for patellofemoral bracing among sports medicine professionals. *PM R*. 2014 Jun;6(6):498-505. doi: 10.1016/j.pmrj.2014.01.008. Epub 2014 Jan 16. PMID: 24440485
172. Southworth TM, Naveen NB, Tauro TM, Leong NL, Cole BJ- The Use of Platelet-Rich Plasma in Symptomatic Knee Osteoarthritis. *J Knee Surg*. 2019 Jan;32(1):37-45.
173. Speed CA, Nichols D, Wies J, Humphreys H, Richards C, Burnet S, Hazleman BL: Extracorporeal shock wave therapy for plantar fasciitis. A double blind randomised controlled trial. *J Orthop Res*. 2003 Sep; 21(5):937-40.
174. Stanco D, Vigano' M, Croiset SJ, De Girolamo L.: Applications and limits of platelet-rich plasma in sports related injuries. *J Biol Regul Homeost Agents*. 2012 Apr-Jun;26(2 Suppl 1):53S-61S. Review. PMID: 23648199 (nur Abstract)
175. Stergioulas A.: Low-level laser treatment can reduce edema in second degree ankle sprains. *J Clin Laser Med Surg*. 2004 Apr;22(2):125-8. PMID: 15165387
176. Steuri R, Sattelmayer M, Elsig S, Kolly C, Tal A, Taeymans J, Hilfiker R.: Effectiveness of conservative interventions including exercise, manual therapy and medical

- management in adults with shoulder impingement: a systematic review and meta-analysis of RCTs. *Br J Sports Med*. 2017 Sep;51(18):1340-1347. doi: 10.1136/bjsports-2016-096515. Epub 2017 Jun 19. Review. PMID: 28630217
177. Storck, Ulrich: *Technik der Massage*, Thieme Verlag 2010
178. Struijs PA, Kerkhoffs GM.: Ankle sprain. *BMJ Clin Evid*. 2010 May 13;2010. pii: 1115. Review. PMID: 21718566
179. Stux et al. *Akupunktur: Lehrbuch und Atlas*. Springer Verlag 2013, S. 300 ff.
180. Swain M, Henschke N.: Therapeutic ultrasound is not clinically beneficial for acute ankle sprains. *Br J Sports Med*. 2012 Mar;46(4):241-2. doi: 10.1136/bjsports-2011-090894. Epub 2012 Jan 12. Review. No abstract available. PMID: 22247298
181. Swirtun LR, Jansson A, Renström P. The effects of a functional knee brace during early treatment of patients with a nonoperated acute anterior cruciate ligament tear: a prospective randomized study. *Clin J Sport Med*. 2005;15(5):299-304. doi:10.1097/01.jsm.0000180018.14394.7e
182. Tang WJ, Jiang CG, Chen LR, Pang Y, Li J, Huang Y.: Effects of acupuncture-moxibustion intervention on proprioception in athletes with lateral collateral ligament injury of ankle joint. *Zhen Ci Yan Jiu*. 2013 Aug;38(4):314-8. Chinese. PMID: 24261303
183. Thompson RL, Margolis EA, Ryan TJ, Coisman BJ, Price GM, Wong KHK, Tien J.: Design principles for lymphatic drainage of fluid and solutes from collagen scaffolds. *J Biomed Mater Res A*. 2018 Jan;106(1):106-114. doi: 10.1002/jbm.a.36211. Epub 2017 Sep 26
184. Tiplt A, Bäumlner PI, Irnich D. *Akupunktur und Schmerz—eine Historie in 3 Teilen: Teil 2: Der Weg der Akupunktur in die moderne Schmerztherapie*. *Deutsche Zeitschrift für Akupunktur* 2010, 53(2), 22-28.
185. Tschopp M, Brunner F. Erkrankungen und Überlastungsschäden an der unteren Extremität bei Langstreckenläufern [Diseases and overuse injuries of the lower extremities in long distance runners]. *Z Rheumatol*. 2017;76(5):443-450. doi:10.1007/s00393-017-0276-6
186. van Assche, R.: *Das neue Strain-Counterstrain*, Verlag Systemische Medizin 2014
187. van den Bekerom MP, van Kimmenade R, Sierevelt IN, et al. Randomized comparison of tape versus semi-rigid and versus lace-up ankle support in the

- treatment of acute lateral ankle ligament injury. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2016;24(4):978-984. doi:10.1007/s00167-015-3664-y
188. von Porat A, Roos EM, Roos H: High prevalence of osteoarthritis 14 years after an anterior cruciate ligament tear in male soccer players: a study of radiographic and patient relevant outcomes. *Ann Rheum Dis.* 2004 Mar;63(3):269-73. PMID: 14962961
  189. Walder P, Paša L, Pavliska L.: Aplikace plazmy obohacené o trombocyty a leukocyty k laterálnímu epikondylu humeru. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech.* 2017;84(2):125-132.
  190. Wang CJ, Chen HS, Huang TW: Shockwave therapy for patients with plantar fasciitis: a one-year follow-up study. *Foot Ankle Int.* 2002 Mar; 23(3):204-7.
  191. Wang CJ.: Extracorporeal shockwave therapy in musculoskeletal disorders. *J Orthop Surg Res.* 2012 Mar 20;7:11. doi: 10.1186/1749-799X-7-11. Review. PMID: 22433113
  192. Weckström K, Söderström J.: Radial extracorporeal shockwave therapy compared with manual therapy in runners with iliotibial band syndrome. *J Back Musculoskelet Rehabil.* 2016;29(1):161-70. doi: 10.3233/BMR-150612. PMID: 26406193
  193. Wess O. Physikalische Grundlagen der extrakorporalen Stoßwellentherapie. *Journal für Mineralstoffwechsel & Muskuloskelettale Erkrankungen* 2004, 11(4), 7-18.
  194. Whittingham M, Palmer S, Macmillan F.: Effects of taping on pain and function in patellofemoral pain syndrome: a randomized controlled trial. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2004 Sep;34(9):504-10. PMID: 15493518
  195. Wilke J, Vogt L, Niederer D, Hübscher M, Rothmayr J, Ivkovic D, Rickert M, Banzer W.: Short-term effects of acupuncture and stretching on myofascial trigger point pain of the neck: a blinded, placebo-controlled RCT. *Complement Ther Med.* 2014 Oct;22(5):835-41. doi: 10.1016/j.ctim.2014.09.001. Epub 2014 Sep 16. PMID: 25440373
  196. Wilkerson GB, Horn-Kingery HM. Treatment of the inversion ankle sprain: comparison of different modes of compression and cryotherapy. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1993;17:240–6 *Foot Ankle Int.* 2013 Oct;34(10):1427-35. doi: 10.1177/1071100713491076. Epub 2013 May 29.



197. Williams S, Whatman C, Hume PA, Sheerin K. Kinesio taping in treatment and prevention of sports injuries: a meta-analysis of the evidence for its effectiveness. *Sports Med.* 2012;42(2):153-164. doi:10.2165/11594960-000000000-00000
198. Willits K, Kaniki N, Bryant D.: The use of platelet-rich plasma in orthopedic injuries. *Sports Med Arthrosc Rev.* 2013 Dec;21(4):225-30. doi: 10.1097/JSA.0000000000000001. Review. PMID: 24212371
199. Windeler J. Methodische Grundlagen einer evidenzbasierten Medizin. *Das Gesundheitswesen* 2008, 70(07), 418-430.
200. Winters M, Eskes M, Weir A, Moen MH, Backx FJ, Bakker EW.: Treatment of medial tibial stress syndrome: a systematic review. *Sports Med.* 2013 Dec;43(12):1315-33. doi: 10.1007/s40279-013-0087-0. Review. PMID: 23979968
201. Witt CM, Brinkhaus B, Jena S, Selim D, Straub C, Willich SN. Wirksamkeit, Sicherheit und Wirtschaftlichkeit der Akupunktur—ein Modellvorhaben mit der Techniker Krankenkasse. *Deutsches Ärzteblatt* 2006, 103(4), 196-202.
202. Wittlinger, Dieter: *Manuelle Lymphdrainage nach Dr. Vodder*, Thieme Verlag 2009)
203. Wu M et al.: Overuse Injuries in the Pediatric Population. *Sports Med Arthrosc Rev.* 2016
204. Yu H, Randhawa K, Côté P, Optima Collaboration.: The Effectiveness of Physical Agents for Lower-Limb Soft Tissue Injuries: A Systematic Review. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2016 Jul;46(7):523-54. doi: 10.2519/jospt.2016.6521. Epub 2016 Jun 6. Review. PMID: 27266884
205. Yuan SL, Matsutani LA, Marques AP. Effectiveness of different styles of massage therapy in fibromyalgia: a systematic review and meta-analysis. *Man Ther.* 2015 Apr;20(2):257-64.
206. Zhang JY, Fabricant PD, Ishmael CR, Wang JC, Petrigliano FA, Jones KJ.: Utilization of Platelet-Rich Plasma for Musculoskeletal Injuries: An Analysis of Current Treatment Trends in the United States. *Orthop J Sports Med.* 2016 Dec 21;4(12):2325967116676241. doi: 10.1177/2325967116676241.

## **10 Danksagung und Widmung**

Nach Jahren intensiver Arbeit liegt sie nun vor Ihnen: meine Dissertation. Damit ist es an der Zeit, mich bei denjenigen zu bedanken, die mich in dieser herausfordernden, aber auch ungemein lohnenden Phase meiner akademischen Laufbahn begleitet haben. Zu besonderem Dank bin ich meinem Doktorvater verpflichtet. Als erster Gutachter hat mich Herr Dr. Werner Krutsch stets mit seinen Anregungen unterstützt. Die stets vorhandene Erreichbarkeit, Einladungen zu seinen Kongressen, die schnelle und konstruktive Kritik sowie sein endloses Vertrauen waren für mich die Grundlage dieser wissenschaftlichen Arbeit. Als Sportler, insbesondere Fußballer, interessierten mich die möglichen Verletzungen, und diese Dissertation gab mir einen intensiven Einblick in die Sportmedizin, welche Verletzungen entstehen können und welche non-invasive Behandlungsmöglichkeiten es gibt und welche davon wirkungsvoll sind. Ohne seine wertvollen akademischen Ratschläge wäre diese Arbeit nicht entstanden. Vielen Dank für die Geduld und den großen Zeitaufwand, den Sie sich für mich betrieben haben. Eine herausragende Stellung in jeglicher Hinsicht nimmt meine Familie ein. Ohne Ihre liebevolle Fürsorge wäre diese Arbeit nicht zu dem Werk geworden, welches sie heute ist.

## 11 Lebenslauf

### Persönliche Daten:

Marc Philipp

Geboren am 20.02.1986 in Bochum

Ledig

Staatsangehörigkeit: Deutsch

### Schulbildung:

1992-1997

Grundschule Auf den altem Kamp in Bochum

1997-2006

Erich Kästner Gesamtschule in Bochum

2006 -2007

Zivildienst

2007-2009

Schauspielausbildung an der Film Acting School in Köln

### Hochschulausbildung:

2013-2016

Vorklinisches Studium der Zahnmedizin an der Universität Regensburg

2016-2018

Klinisches Studium der Zahnmedizin an der Universität Regensburg

2018

Approbation als Zahnarzt

### Assistenzarzt:

seit Februar 2019

Dentalpraxis Dr. Philipp in Bochum