

Medizinische Fakultät der Universität Basel
Advanced Study

MAS IN FUNCTIONAL KINETIC SCIENCE MFKSc

**Beweglichkeit des unteren Sprunggelenkes beim
Gehen auf schrägen Ebenen:
Auswirkungen der widerlagernden Mobilisation**

Betreuungspersonen: Beat Göpfert, MEng, EMBA
Prof. Dr. Vinzenz von Tscharnern
Prof. Dr. med. Niklaus F. Friederich

Verfasserin: Odette Eisenträger
Adresse, Tel.-Nr., Heinrichstrasse 68
Mail: 07545 Gera
0049 (0) 365 / 7733522
odette.eisentraeger@live.de

Studiengangleitung: **Prof. Dr. med. Niklaus F. Friederich**
Facharzt FMH Orthopädische Chirurgie
und Traumatologie des Bewegungsapparates
Sportmedizin SGSM

Andreas M. Bertram
Dipl. Physiotherapeut
Master of Sports Physiotherapy
Certified Instructor Functional Kinetic (CIFK)

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|----|
| Zusammenfassung | 1 |
| Einleitung | 1 |
| Ziel | 1 |
| Methode | 1 |
| Resultate | 2 |
| Schlussfolgerung | 3 |
| Abstract | 4 |
| Introduction | 4 |
| Aims of the study | 4 |
| Method | 4 |
| Results | 5 |
| Conclusion | 5 |
| Abkürzungsverzeichnis | 7 |
| 1 Einleitung | 8 |
| 1.1 Aufgabe der FüÙe | 10 |
| 1.2 Anatomie des Fußes | 11 |
| 1.3 Supinationstrauma | 21 |
| 2 Funktionelle Bewegungslehre nach S. Klein-Vogelbach | 23 |
| 2.1 Widerlagernde Mobilisation | 24 |
| 2.2 Wirkungsweise der Widerlagernden Mobilisation | 24 |
| 2.3 Behandlungstechniken..... | 25 |
| 2.3.1 Widerlagernde Mobilisation des USG Inversion/Eversion | 26 |
| 2.3.2 Widerlagernde Mobilisation der Chopart- Lisfranc-Gelenke | 27 |
| 2.3.3 Widerlagernde Mobilisation des USG Inversion/Eversion | 28 |
| 2.3.4 Gewölbobauer | 29 |
| 2.3.5 Widerlagern von weiterlaufenden Bewegungen | 30 |
| 2.3.6 Herstellen der Längswölbung des Fußes | 31 |
| 3 Forschungsstand | 32 |
| 3.1 Literaturrecherche | 32 |
| 3.2 Aktueller wissenschaftlicher Stand | 32 |
| 4 Material und Methode | 34 |
| 4.1 Studiendesign | 34 |
| 4.2 Assessment | 34 |
| 4.3 Durchführung der Studie | 35 |
| 4.3.1 Messsystem | 36 |
| 4.3.2 Rekrutierung der Probanden | 37 |

| | |
|---|-----------|
| 4.3.3 Ein- und Ausschlusskriterien | 37 |
| 4.3.4 Studienverlauf | 38 |
| 4.3.5 Auswertung der Messdaten | 40 |
| 5 Resultate | 42 |
| 5.1 Auswertung Anamnesebogen | 42 |
| 5.2 Auswertung der Druckmessung | 43 |
| 5.2.1 Referenzfuß beide gesund | 43 |
| 5.2.2 Referenzfuß links verletzt | 44 |
| 5.2.3 Referenzfuß rechts verletzt | 45 |
| 5.3 Beurteilung der Schrittzahl | 46 |
| 5.4 Subjektive Wahrnehmung der Therapieergebnisse | 48 |
| 6 Diskussion | 49 |
| 7 Ausblick | 50 |
| 8 Literaturverzeichnis | 51 |
| 9 Abbildungsverzeichnis | 53 |
| 10 Tabellenverzeichnis | 55 |
| 11 Anhangsverzeichnis | 56 |
| 11.1 Studieninformation | 56 |
| 11.2 Einverständniserklärung der Probanden | 59 |
| 11.3 Anamnesefragebogen..... | 60 |
| 11.4 Auswertung Anamnesefragebogen..... | 61 |
| 11.5 Dokumentation der klinischen Untersuchung..... | 63 |
| 12 Danksagung | 64 |
| 13 Eidesstattliche Erklärung | 65 |

Zusammenfassung

Einleitung

Eine der häufigsten Verletzungen am Fuß ist das Supinationstrauma. Diese Verletzungen können im Alltag, am Arbeitsplatz und natürlich auch im Bereich von Sport und Freizeit auftreten. Sportler von Ballsportarten, besonders Fußballspieler, sind häufig von diesen Umknickverletzungen betroffen. Nicht jede dieser Verletzungen heilt problemlos aus. Oft wird ein bestehendes Gefühl der Instabilität, in Abhängigkeit von der Beschaffenheit des Untergrundes, beschrieben. Viele wissenschaftliche Studien beschäftigen sich mit dem Thema Sprunggelenksstabilisierung. Allerdings setzt sich kaum eine Arbeit mit der Bedeutung der Mobilität des unteren Sprunggelenkes und der damit verbundenen Wirksamkeit einer physiotherapeutischen Behandlungstechnik auseinander. Um eine physiotherapeutische Intervention als effektiv zu bezeichnen, muss sie überprüft, dokumentiert und gegebenenfalls angepasst werden.

Ziel

Diese wissenschaftliche Arbeit dient der Überprüfung der Effektivität von widerlagernden mobilisierenden Behandlungstechniken am unteren Sprunggelenk. Verwendet wurden hier Techniken aus dem Behandlungskonzept der FBL Funktionellen Bewegungslehre nach Susanne Klein-Vogelbach *Functional Kinetics*. Nach Anwendung dieser Techniken am Fuß berichten Patienten immer wieder über eine bessere Stabilität und ein Gefühl von mehr Sicherheit beim Gehen. Diese Interventions-Pilotstudie soll den Effekt dieser Techniken in Bezug zur Stabilität beim Gehen auf seitlich geneigter Unterlage (Cross-Slope) überprüfen.

Methode

Teilgenommen haben an dieser Studie zehn männliche Fußballspieler aus regionalen Vereinen. Alle erlitten im Laufe ihrer sportlichen Karriere einmalig oder auch mehrfach Verletzungen im Bereich der Füße. Die Probanden wurden zu je fünf Personen in einer Interventionsgruppe und einer Kontrollgruppe zusammengefasst. Alle Probanden liefen

eine definierte Strecke auf einer schrägen Ebene. Es wurde eine Eingangsmessung, Zwischenmessung und eine Abschlussmessung durchgeführt. Unter ihren Füßen wurden zusätzlich Druckmesssohlen angebracht. Dadurch war es möglich, die Verteilung des Druckes unter den Füßen zu erfassen und deren Druckbilder mittels mathematischer Klassifizierungsmethode vor und nach der Intervention auszuwerten. Die Interventionsgruppe erhielt 12 Behandlungen (2x6) à 20 Minuten am unteren Sprunggelenk ausschließlich mit widerlagernden mobilisierenden Techniken des FBL Konzeptes. Der Kontrollgruppe wurden keine Behandlungen appliziert. Die Behandlungsintervalle fanden jeweils zwischen den Messungen statt. Alle Spieler wurden um eine subjektive Einschätzung ihres Stabilitätsgefühls gebeten.

Resultate

Diese Arbeit zeigt, dass es aufgrund von Druckmustern möglich ist Probandengruppen klar zu klassifizieren. Gesunde rechte und linke Tal- und Bergfüße konnten ihrer entsprechenden Gruppe zugeordnet werden. Weiterhin war es für die Probanden mit links verletztem Referenzfuß möglich, einen Unterschied im Druckmuster vor und nach erfolgter Intervention am Fuß darzustellen. Das Druckmuster glich sich nach zwölf erfolgten Behandlungen à 20 Minuten dem Muster eines gesunden Fußes an. Für den Referenzfuß rechts verletzt war es nicht möglich, diese Veränderung abzubilden.

Die durchschnittlich benötigte Schrittzahl der Studienteilnehmer der Interventionsgruppe reduzierte sich gegenüber der Kontrollgruppe. Eine längere Standbeinphase beim Gehen und somit ein größerer Weggewinn beim Gehen wäre hier denkbar.

80% der Probanden, die Behandlungen mit widerlagernden mobilisierenden Techniken am Fuß erhielten, gaben eine deutliche Verbesserung ihres Stabilitätsgefühls an. Dieser positive Effekt hielt über den gesamten Zeitraum eines Jahres während der Trainings- und Spielzeit an. Die widerlagernden mobilisierenden Techniken am unteren Sprunggelenk aus dem FBL Konzept scheinen eine wirkungsvolle Intervention im Rahmen einer physiotherapeutischen Behandlung nach Supinationstrauma am Fuß zu sein.

Schlussfolgerung

Widerlagernde mobilisierende Techniken aus dem Behandlungskonzept der FBL Funktionelle Bewegungslehre nach Susanne Klein-Vogelbach *Functional Kinetics* scheinen einen positiven Einfluss auf die Mobilität des USG zu besitzen. Eine verbesserte Gelenkbeweglichkeit im Niveau unteres Sprunggelenk ist Voraussetzung für eine dynamische Stabilität der Füße und der damit verbundenen Anpassungsfähigkeit an Unebenheiten des Bodens oder an eine schiefe Ebene. Darüber liegende Gelenke können dadurch ebenfalls besser eingestellt werden.

Ein positiver momentaner und auch anhaltender Effekt auf das Stabilitätsgefühl bei Fußballspielern nach Supinationstrauma lässt sich nachweisen.

Es wäre wünschenswert, wenn in weiteren Studien mit größeren Fallzahlen und unter Berücksichtigung des Einflusses von Kompensationsmechanismen, diese ersten Hinweise überprüft würden.

Abstract

Introduction

One of the most frequent foot injuries is the supination trauma. Such an injury can occur basically anywhere – in everyday life, at work and obviously during sporting activity. Ball sport athletes, especially soccer players, often sustain injuries when twisting their ankles. Such injuries do not always heal without problems. Depending on what kind of ground one is walking on, there often remains a sensation of instability.

There are many studies that deal with the topic of ankle joint stabilization. However, there are hardly any works that focus on the relevance of ankle joint mobility and the therapeutic effect of associated physiotherapeutic treatment techniques. In order to be able to tell whether a physiotherapeutic treatment is effective, one needs to test, record and possibly adjust respective treatment techniques.

Aim of the study

The purpose of this thesis is to examine the efficiency of antidromic movement techniques on the lower ankle joint. The applied techniques originate with the treatment concept *Functional Kinetics* by Susanne Klein-Vogelbach. Patients often report both an increased walking stability and feeling of security, after having undergone the above-mentioned treatment techniques. This pilot study aims at evaluating whether these treatment techniques positively influence the stability while walking on a cross slope surface.

Method

There were ten male soccer players from local clubs participating in this research study. Throughout their sporting career all of them have suffered a foot injury at least once. The intervention group and the control group were each formed by five participants. All participants had to walk a predetermined distance on a cross slope surface while wearing special shoes with pressure sensitive insoles. The pressure distribution pattern before and after the intervention were analyzed with a mathematic classification

method. In total there were three measurements – one before the intervention, one in the middle and one after it.

The intervention group underwent twelve twenty-minute treatments (2x6) on the lower ankle joint. Throughout these treatments, only antidromic movement techniques of the *Functional Kinetics* treatment concept were applied. The treatments were administered in between the three measuring rounds. The control group did not receive any treatment. All participants were asked to later assess their individual feeling of stability.

Results

The results of this study indicate that it is possible to group participants by referring to the pressure distribution pattern. The pattern of cross-slope upside leg and downside leg were matched with their groups. Furthermore, the pressure distribution of the participants with an injury at their left foot had changed over the intervention. Twelve twenty-minute therapies were applied, the contact pressure distribution had levelled up with pattern of an uninjured foot. For the participants with an injury at their right foot it did not show a similar change.

The average number of steps of the participants in the intervention group has reduced in comparison to the control group. A longer period of the supporting leg while walking as well as the coverage of a larger distance are conceivable here.

80% of the participants who underwent treatment with antidromic movement techniques on their lower ankle joint report a strikingly increased feeling of stability. This positive effect has remained both during practice and games throughout the past year. Therefore, antidromic movement techniques of the *Functional Kinetics* treatment concept seem to be an effective physiotherapeutic measure that can be applied in order to treat supination traumata.

Conclusion

Antidromic movement techniques of the *Functional Kinetics* treatment concept by Susanne Klein-Vogelbach seem to positively influence the mobility of the lower ankle joint. An improved mobility of the lower ankle joint is a prerequisite for a dynamic foot stability and the ability to adjust to an uneven ground or cross slope surface. Joints that are located above the ankle joint may also be adjusted in a positive manner.

The results of this research study reveal positive and persistent effects on the feeling of instability after a supination trauma. It would be desirable to conduct further studies with a higher number of participants in order to re-examine these first results. Such studies should take into account the possible influence of compensatory mechanisms.

Abkürzungsverzeichnis

- Lig Ligament
- OSG Oberes Sprunggelenk
- USG Unteres Sprunggelenk
- FBL Funktionelle Bewegungslehre
- T Therapeutin
- P Proband
- UL Unterlage
- Hz Herz
- bit binary digit/ Binärziffer
- m Meter
- PRT Peroneale Reaktionszeit

Beweglichkeit des unteren Sprunggelenkes beim Gehen auf schrägen Ebenen: Auswirkungen der widerlagernden Mobilisation

„Erfahrungen sammelt man meistens zu Fuß“

Justus Vogt (*1958)

1. Einleitung

Viele Menschen erleiden im Laufe ihres Lebens Supinationstraumata oder ähnliche Verletzung im Bereich des Fußes. Physiotherapeuten¹ werden in ihrem Praxisalltag immer wieder mit diesen Verletzungen, selbst oder durch Patientenschilderungen in anderem Zusammenhang, konfrontiert. Leider sind dies häufig keine einmaligen Geschehnisse. Patienten berichten über ein wiederholtes Umknicken, verbunden mit einem bleibenden Gefühl der Instabilität. Besonders deutlich wird dieses unsichere Gefühl, wenn der Untergrund sich verändert.

Im Arbeitsalltag dem Freizeitbereich und natürlich auch im Sport sind Verletzungen im Bereich des Fußes keine Seltenheit. Fußballspieler sind besonders gefährdet eine dieser Verletzungen zu erleiden. Die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) Deutschlands hat in ihrer aktuellsten Veröffentlichung aus dem Jahr 2000/01 Sportunfälle untersucht. Es ereigneten sich 5.36 Mio. Unfallverletzungen (Arztbesuche) in Heim und Freizeit. 27 Prozent davon sind Unfälle im Sport, hochgerechnet rund 1.46 Millionen. 30.1 Prozent der Sportunfälle ereigneten sich laut dieser Studie auf dem Sportplatz. Dem Fußball werden insgesamt 472.000 Verletzungen zugeschrieben. Davon verletzten sich 89 Prozent männliche und 11 Prozent weibliche Sportler. Die Verletzungen der unteren Gliedmaßen (Schwerpunkt Knöchel, Knie) machen 57.1 Prozent bezogen auf die Gesamtzahl aller Verletzungen aus. Die Anzahl der Krankheitstage die mit derartigen Ereignissen einhergehen, liegen bei durchschnittlich 31 Tagen je Unfall. Stationär wurden 13.1 Prozent mit durchschnittlich 8 Tagen pro Unfall behandelt (vgl. BAuA 2000). Somit ist auch der gesamtgesellschaftliche Schaden erheblich.

¹ Zur Verbesserung des Leseflusses wird im Folgenden das generische Maskulinum verwendet.

Richter beschreibt in seinem Aufsatz "Aktualisierte Leitlinien Fuß und Sprunggelenk" die Rupturen des Außenbandes als häufigste Verletzung im Sport. Es wird eine Inzidenz von ca. 1 pro Tag pro 10.000 Personen beschrieben (vgl. 2010: 272). Auch im Profifußball stehen die Verletzungen der Köchel und Füße an Platz 2 der Verletzungsorte (vgl. Ekstrand 2013/14: 9).

Die Verletzungszahlen im Amateursport sehen ähnlich aus. Im Jahr 2013 waren 1.116 Fußballvereine mit 95.060 Mitgliedern beim Landessportbund Thüringen registriert und versichert. Nach Angaben des Versicherers, der Büchner Barella Assekuranzmakler GmbH, gab es im Jahr 2013 2.648 Verletzungsmeldungen insgesamt. Dem Fußball wurden 1.433 zugeordnet. Schaut man sich die gemeldeten Gesamtverletzungen aller Sportarten an, so betrafen 1.292 Verletzungsmeldungen die untere Extremität (s. Tabelle 1: Büchner Barella). Daraus wird ersichtlich, dass Verletzungen an den unteren Extremitäten keine Seltenheit sind. Die Verletzungen von lateralen Bandstrukturen, vor allem des Lig. fibulotalare anterior, Lig. fibulotalare posterior und Lig. fibulocalcaneare haben Einfluss auf die Stabilität des Fußes. Aber auch die eingeschränkte Beweglichkeit der Fußgelenke führt zu einer Reduzierung der Gesamtbeweglichkeit des Fußes und damit zu einer Herabsetzung der Stabilität.

Die vorliegende wissenschaftliche Arbeit beschäftigt sich mit dem Einfluss widerlagernder mobilisierender Techniken, die am Fuß appliziert werden. Beim Gehen auf einer schrägen Ebene soll die Stabilitätsverbesserung überprüft werden.

Tabelle 1 Verletzungszahlen der Büchner Barella Versicherung

| Jahr | Unfälle gesamt | davon Fußball | davon Verletzungen alle Sportarten | | |
|------|-------------------|------------------|------------------------------------|------------------------|---------------------------------------|
| | | | Fuß im Fußgelenk | Verletzung an Zehen | Verletzungen am Bein inkl. Knie |
| 2006 | 3.462 | 2.063 | 713 | 65 | 1.081 |
| 2007 | 3.454 | 2.068 | 692 | 54 | 1.097 |
| 2008 | 3.432 | 2.044 | 516 | 68 | 1.220 |
| 2009 | 3.350 | 1.957 | 425 | 58 | 1.279 |
| 2010 | 3.248 | 1.850 | 637 | 36 | 1.009 |
| 2011 | 3.145 | 1.742 | 587 | 51 | 945 |
| 2012 | 3.032 | 1.670 | 598 | 50 | 847 |
| 2013 | 2.648 | 1.433 | 493 | 38 | 761 |

1.1 Aufgabe der Füße

Der Fuß des Menschen ist der am meisten belastete Körperteil und erfüllt viele komplexe Aufgaben. Er muss das Körpergewicht tragen, beim Gehen den dynamischen Ablauf der Schritte gewährleisten und eine stützende und stoßdämpfende Funktion übernehmen. Er besteht aus unterschiedlichen Knochen und einer Vielzahl von Bändern und Muskeln, die ihm Halt geben. Die Muskulatur muss die Gelenke dynamisch stabilisieren, damit der Fuß sich dem Untergrund wie z.B. Bodenunebenheiten anpassen und an der Gleichgewichtskontrolle mitwirken kann. Mohr *et al.* haben dafür wesentliche Voraussetzungen definiert (vgl. 2009: 85).

Sprung- und Fußgelenke müssen über entsprechende Bewegungstoleranzen verfügen und es muss möglich sein, die korrekte Längswölbung herzustellen. „Die Längswölbung der Füße entsteht dadurch, dass der Vorfuß in Pronation und der Rückfuß in Inversion gegeneinander verschraubt sind“ (Suppé/Bongartz 2013: 52). Die Beweglichkeit der Gelenke des Fuß ist ausschlaggebend, dass die Längswölbung auch bei Belastung gehalten werden kann.

In der Funktionellen Bewegungslehre nach Susanne Klein-Vogelbach wird auf die Erarbeitung, Herstellung und respektive Wiederherstellung der Längswölbung entsprechend Wert gelegt. Im Moment des Fersenaufsatzes wirkt sie stoßdämpfend, stabilisiert aber auch das System, wenn die Ferse den Boden verlässt (zit. n. Mohr *et al.* 2009: 85) Inversion/Supination des Rückfußes und Pronation des Vorfußes führen zu einer Verstärkung der Längswölbung (s. Abbildung 1). Eine Abschwächung dieser passiert bei Eversion des Rückfußes mit Supination des Vorfußes. Dadurch können die Füße auf unterschiedliche Untergründe reagieren und sich beim Gehen auf schrägen Ebenen anpassen.

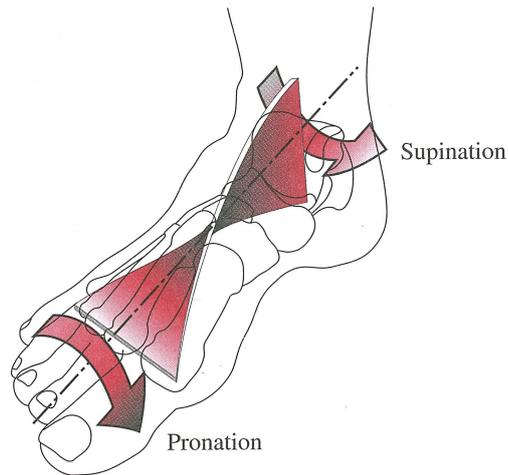


Abbildung 1 Verstärkung der Längswölbung des Fußes (Klein/Sommerfeld 2004: 396)

1.2 Anatomie des Fußes

Betrachtet werden sollen vor allem die Gelenke, die mit widerlagernden mobilisierenden Techniken behandelt werden und genau an dieser Verschraubung beteiligt sind.

Das Skelett des Fußes gliedert sich in den Tarsus (Fußwurzel), den Metatarsus (Mittelfuß) und die Digiti (Zehen). Der Tarsus besteht aus 7 Knochen, dem Talus (Sprungbein), dem Calcaneus (Fersenbein), dem Os naviculare (Kahnbein), dem Os cuboideum (Würfelbein), und den Ossa cuneiformia (3 Keilbeinen). Der Metatarsus enthält 5 Metatarsalknochen, während die 5 Digiti (Zehen) von den Phalangen gebildet werden (s. Abbildung 2).

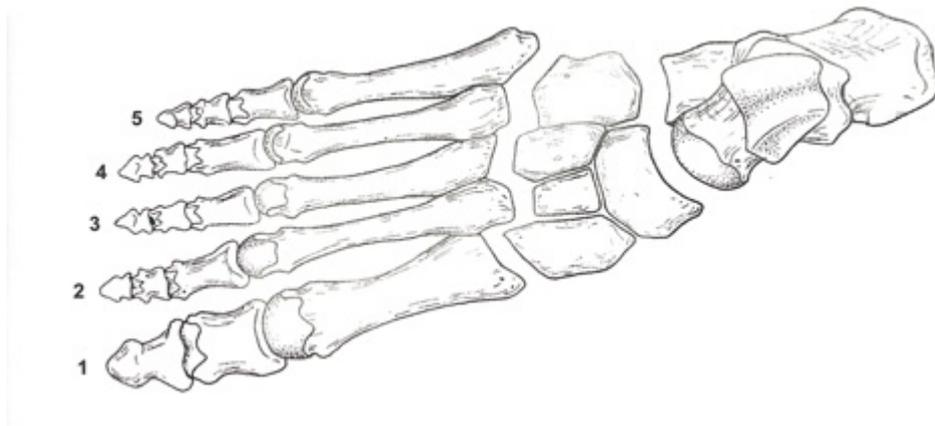


Abbildung 2 Fußskelett von oben (Calais-Germain 2005: 259)

Das Sprunggelenk besteht aus zwei Gelenken, dem oberen Sprunggelenk *Articulatio talocruralis* und dem unteren Sprunggelenk *Articulatio talotarsalis*. Beide Gelenke bilden mit allen anderen Gelenken des Fußes eine funktionelle Einheit. Sie lassen sich nicht voneinander trennen.

Das obere Sprunggelenk wird knöchern gebildet aus den unteren Enden von Tibia und Fibula und der Gelenkfläche des Talus, der *Trochlea tali*. Diese wird von den Malleolen umschlossen. Dieser Formschluss ist abhängig von der Stellung des Fußes. Größte knöcherner Stabilität wird bei Dorsalflexion des Fußes im OSG erreicht. Bei Plantarflexion ist dies anders, da der dorsale Anteil der *Trochlea* schmaler ist, als der ventrale Anteil (s. Abbildung 3).

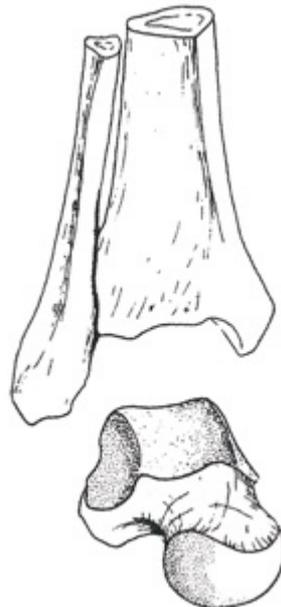


Abbildung 3 Oberes Sprunggelenk, Malleolengabel und *Trochlea tali* (Calais-Germain 2005: 263)

Seiner Definition nach ist das obere Sprunggelenk ein reines Scharniergelenk und lässt zwei Bewegungen zu. Bei der Dorsalflexion wird der Fuß gegen den Unterschenkel bewegt und es kommt zu einer Annäherung. Die Entfernung des Fußes vom Unterschenkel wird als Plantarflexion bezeichnet. Die Bewegungsachse verläuft durch die Malleolen, man spricht von Bewegungen in sagittaler Ebene. Die Stabilisation des oberen Sprunggelenkes wird durch den medialen und lateralen Bandapparat, die Gelenk-

kapsel und die Muskulatur gewährleistet. Bandstrukturen, welche die Unterschenkelknochen untereinander und mit den Tarsalknochen verbinden sind: (s. Abbildung 4)

Bandstrukturen auf der medialen Seite des Fußes:

- Lig. deltoideum (1) - Pars tibionavikulare
- Pars tibotalare anterior
- Pars tibiocalaneare
- Pars tibiotalare posterior

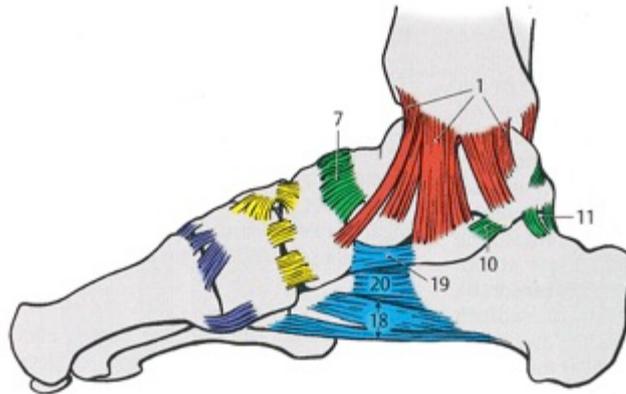


Abbildung 4 Bänder des Fußes von medial und plantar (Platzer 2013: 227)

Bandstrukturen auf der lateralen Seite:

- Lig. tibiofibulare anterius (5)
- Lig. tibiofibulare posterius (6)
- Lig. talofibulare anterius (2)
- Lig. talofibulare posterius (3)
- Lig. calcaneofibulare (4)

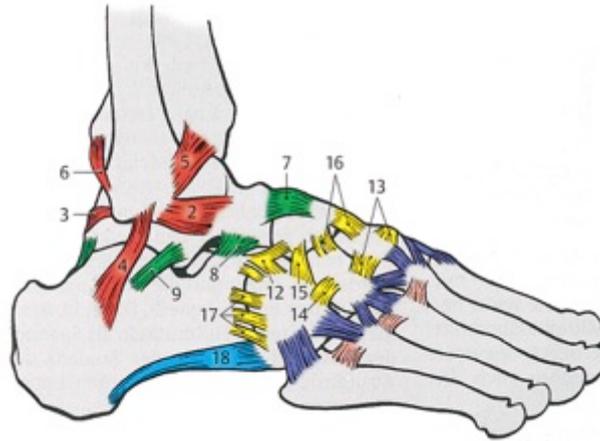


Abbildung 5 Bänder des Fußes von lateral, plantar und dorsal (Platzer 2013: 227)

Abhängig von der Gelenkstellung verändert sich der Spannungszustand der Bänder und der Kapsel und somit deren Stabilität.

Das untere Sprunggelenk besteht aus zwei Gelenken, die jeweils von einer eigenen Gelenkkapsel umgeben sind. Funktionell sind sie jedoch nicht voneinander zu trennen. Dem hinteren Articulatio subtalare, zwischen Talus und Calcaneus (s. Abbildung 6)

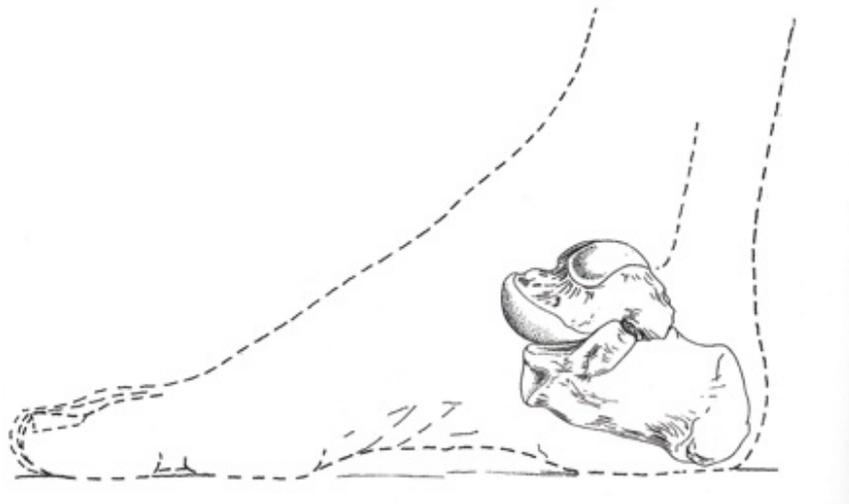


Abbildung 6 Articulatio subtalare zwischen Talus und Calcaneus (Calais-Germain 2005: 266)

und dem vorderen Articulatio talo-calcaneo-navicularis, zwischen Talus, Calcaneus und Naviculare. Der Talus liegt als höchster Punkt auf dem Calcaneus und Naviculare

und verteilt von dort die von cranial wirkenden Kräfte über den Fuß. Eine weitere Besonderheit besteht darin, dass an ihm kein Muskel ansetzt.

Bänder die den Talus mit den übrigen Tarsalknochen verbinden (s. Abbildung 4/ 5).

- Lig. talonaviculare (7)
- Lig. talocalcaneum interosseum (8)
- Lig. talocalcaneum laterale (9) und mediale (10)
- Lig. talocalcaneus posterior (11)

Calais-Germain beschreibt die Bewegungsmöglichkeiten im unteren Sprunggelenk (vgl. 2005: 270). Diese sind in unterschiedliche Richtungen allerdings mit eingeschränkter Amplitude möglich. Im USG findet eine Abduktion und Adduktion des Calcaneus gegenüber dem Talus in transversaler Ebene statt. In frontaler Ebene spricht man von Pronation und Supination, der Calcaneus bewegt sich seitlich am Talus vorbei. Das Verschieben des Calcaneus in anterior posterior Richtung findet in sagittaler Ebene statt. Die aktiven Bewegungsmöglichkeiten im unteren Sprunggelenk sind nicht ohne Beteiligung der anderen Gelenke möglich. „In der Praxis werden die Bewegungen aufgrund der Form der Gelenkflächen und deren Orientierung automatisch um eine Achse kombiniert“ (ebd.: 271). Diese Achse wird als Henké'sche Achse bezeichnet (s. Abbildung 7).

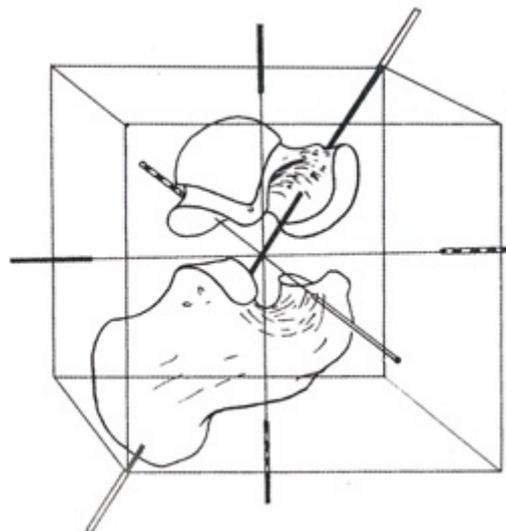


Abbildung 7 Henké'sche Achse (Calais-Germain 2005: 271)

Die Bewegungen um diese Achse sind Kombinationsbewegungen. Die Inversion wird gebildet aus einer Bewegung in Supination, Adduktion und Plantarflexion. Die Pronation, Abduktion und Dorsalextension bezeichnet man als Eversion.

Die Verbindung von Rückfuß und Vorfuß findet man im Chopart-Gelenk (s. Abbildung 8). Calcaneus, Os cuboideum, Talus und Os naviculare verbinden sich in diesem Gelenk. Es unterstützt die Bewegungen des unteren Sprunggelenkes bei Abduktion und Adduktion sowie bei Pronation und Supination. In der folgenden Abbildung wurden Naviculare und Cuboid nach ventral gekippt.

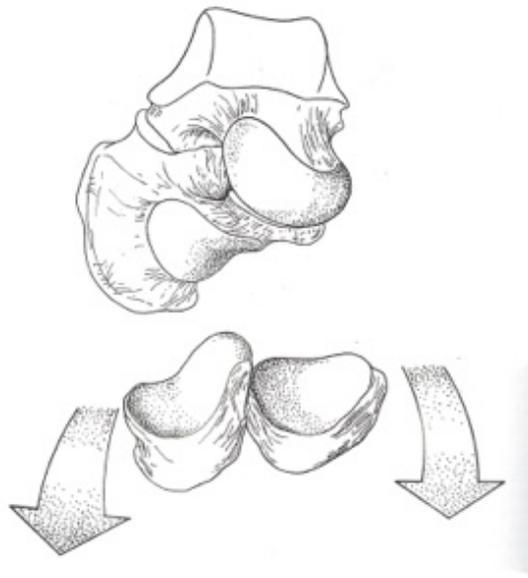


Abbildung 8 Chopart-Gelenk (Calais-Germain 2005: 274)

Das Articulatio tarso-metatarsea, auch als Lisfranc-Gelenk bezeichnet, stellt die Verbindung der Ossa cuneiformia und des Cuboids mit den 5 Basen der Metartaseln her (s. Abbildung 9).

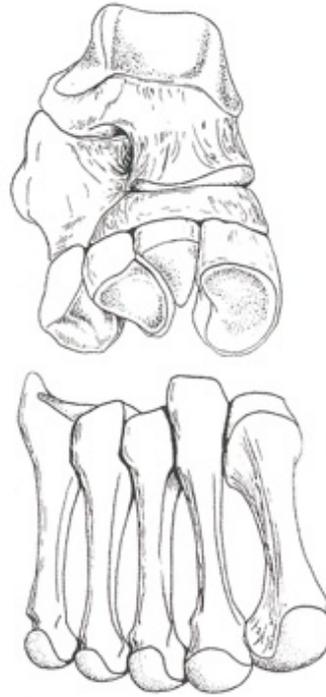


Abbildung 9 Lisfranc-Gelenk (Calais-Germain 2005: 277)

Hier findet Plantarflexion, Dorsalflexion sowie Pronation und Supination statt. Auf der lateralen Seite sichern folgende Bänder die Bewegungen (Abbildung 4/5).

- Lig. bifurcatum (12)
- Ligg. intercuneiformia dorsale (13)
- Lig. cuneocuboideum dorsale (14)
- Lig. cuboideonaviculare dorsale (15)
- Ligg. cuneonavicularia dorsalia (16)
- Ligg. calcaneocuboidea dorsalia (17).

Auf der plantaren Seite werden die Fußknochen durch diese Bänder verbunden (Abbildungen 4/5).

- Lig. plantare longum (18)
- Lig. calcaneonaviculare plantare (19)
- Lig. calcaneocuboideum plantare (20)

Am Vorderfuß werden über die Articulationes metatarsophalangeae die Metatarsalen mit den Phalangen der 1. Zehenglieder verbunden. Die Articulatio interphalangea 1 und 2 verbinden dann weiter jedes erste und zweite und zweite mit dem dritten Zehenglied und am Großzeh entsprechend das erste mit dem dritten Zehenglied. Diese Verbindungen werden kapsulär und bandhaft gesichert.

Die aktive dynamische Sicherung der Sprunggelenke bzw. der Füße geschieht über die Muskulatur. Alle Muskeln, ausgenommen des M. popliteus, entspringen am Unterschenkel und finden ihren Ansatz am Fußskelett. Unterteilt werden diese in eine vordere Gruppe und eine hintere Muskelgruppe. Die vordere Muskelgruppe gliedert sich in eine a) Streckergruppe und b) Peroneusgruppe. Die hintere Muskelgruppe gliedert sich in eine c) oberflächliche Schicht und d) tiefe Schicht. Die Lage und der Verlauf der Muskulatur bestimmen deren Funktionen, die alle Wirkungen auf ein oder mehrere Gelenke des Fußes haben (vgl. Platzer 2005: 266) (s. Abbildung 10/11).

In Dorsalflexion und Plantarflexion wird durch folgende Muskeln bewegt:

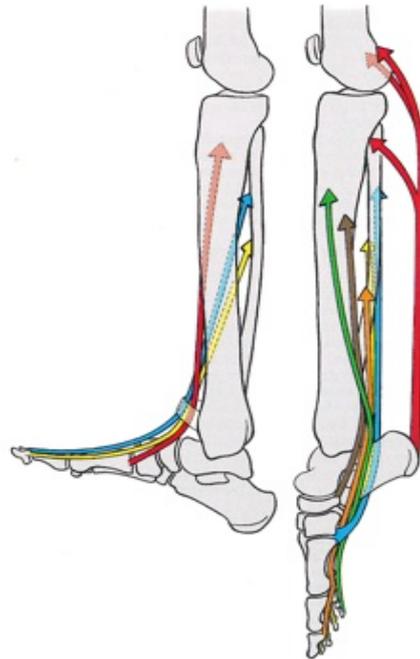


Abbildung 10 Funktion der Sprunggelenksmuskeln, Dorsalflexion (A), Plantarflexion (B) (Platz-er 2013: 267)

Dorsalflexion (A)

- M. tibialis anterior
- M. extensor digitorum longus
- M. extensor hallucis longus

Plantarflexion (B)

- M. triceps surae
- M. fibularis (peroneus) longus
- M. fibularis (peroneus) brevis
- M. flexor hallucis longus
- M. flexor digitorum longus
- M. tibialis posterior

In Pronation und Supination bewegen nachfolgende Muskeln:

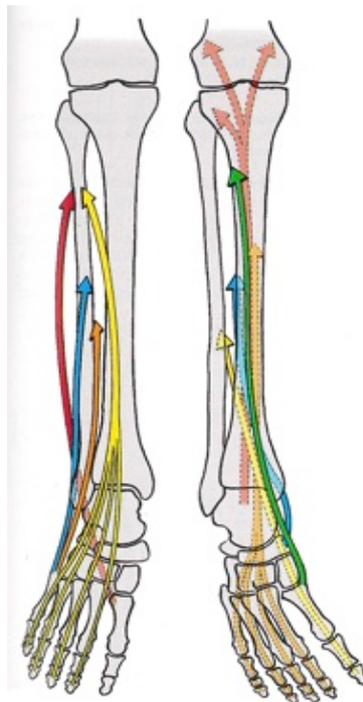


Abbildung 11 Funktion der Sprunggelenksmuskeln, Pronation (C), Supination (D) (Platzer 2013: 267)

Pronation (C)

- M. fibularis (peronaeus) longus
- M. fibularis (peronaeus) brevis
- M. extensor digitorum longus
- M. fibularis (peronaeus) tertius

Supination (D)

- M. triceps surae
- M. tibialis posterior
- M. flexor hallucis longus
- M. flexor digitorum longus
- M. tibialis anterior

Die Farbe der Pfeile gibt in anschließender Reihenfolge die Bedeutung der Muskeln bei den einzelnen Bewegungen an: rot, blau, gelb, orange, grün, braun (vgl. ebd.).

1.3 Supinationstrauma

Umknickverletzungen zählen zu den häufigsten Verletzungen des Sprunggelenkes. Man unterscheidet zwei Verletzungsmechanismen. Bei einer forcierten Bewegung des Fußes in Plantarflexion, Innenrotation kombiniert mit Adduktion kann es zu Verletzungen der lateralen Seite des Fußes kommen. Hier spricht man von einem Supinations- oder Inversionstrauma. Das Pronations- oder Eversionstrauma beschreibt die Umknickbewegung des Fußes in Abduktion, Außenrotation und Dorsalflexion. Unterschiedliche strukturelle Verletzungen sind auch hier möglich. Distorsionsverletzungen finden fast immer in Richtung Supination statt. Das Lig. talofibulare anterior/posterior sowie das Lig. calcaneofibulare des lateralen Bandapparates sind besonders häufig betroffen und daher von großem Interesse (s. Abbildung 12: 349). Nach Inman (1976) wird in Plantarflexion die Supination besonders durch das anteriore Talofibularband verhindert, während in Nullstellung und Dorsalflexion mehr das calcaneofibulare Band beansprucht wird“ (zit. n. Klein/Sommerfeld 2004: 349).

Eine zusätzliche Verletzungskomponente beim Umknicken ist die Kippbewegung des Talus (s. Abbildung 13: 350). Dabei können nicht nur ligamentäre Läsionen auftreten. Je nach Schweregrad können Verletzungen der lateralen und medialen Seite des Talus, Frakturen des lateralen, medialen Malleolus oder Überdehnung der distalen tibiofibularen Bänder entstehen (vgl. ebd.: 350).

Fehlstellungen innerhalb der Fußknochen sowie der Gelenke führen sehr wahrscheinlich zu einer mechanischen Beeinträchtigung im Sinne einer reduzierten Fußbeweglichkeit und können dadurch die sensomotorische Ansteuerung der Muskulatur reduzieren. Durch Rezeptorenschädigung entsteht ein propriozeptives, sensomotorisches Defizit. Die Folge davon kann ein funktionell instabiles Gelenk sein. Normalerweise bieten die Kapsel-, Band- und Muskelstrukturen einen dynamischen Schutz gegen die plötzliche Inversion. Die Traumatisierung der propriozeptiven Strukturen (Rezeptoren) könnte dafür verantwortlich sein, dass bei einem wiederholten Umknicken die adäquate Stabilisation des Gelenkes zu spät einsetzt.

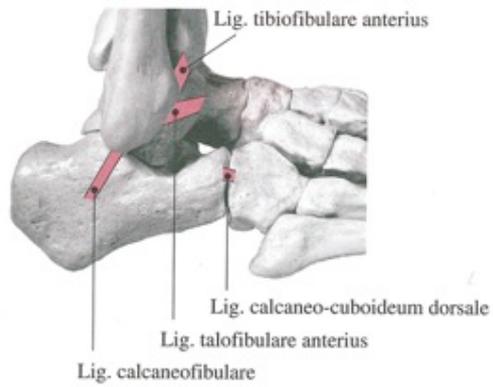


Abbildung 12

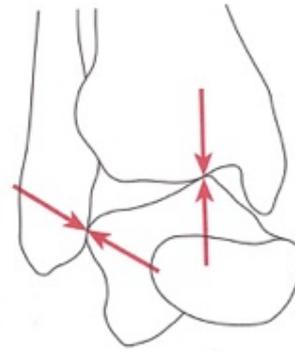


Abbildung 13

Abbildung 12/13 Bänder, die bei einem Supinationstrauma häufig betroffen sind; Taluskipfung in Folge eines Supinationstraumas (Klein/Sommerfeld 2004: 349f.)

Ziel dieser Arbeit ist es zu untersuchen, welchen Effekt die widerlagernde Mobilisation am unteren Sprunggelenk aus dem Behandlungskonzept der FBL *Functional Kinetics* nach Supinationstrauma bei Fußballspielern auf die Druckverteilung unter dem Fuß beim Gehen im *Cross-Slope* hat bzw. ob diese Veränderungen darstellbar sind. Weiterhin soll überprüft werden, ob sich das subjektive Gefühl der Instabilität durch eine solche Form der Behandlung positiv beeinflussen lässt?

2. Funktionelle Bewegungslehre nach Susanne Klein-Vogelbach

Die Funktionelle Bewegungslehre nach Susanne Klein-Vogelbach ist ein Therapiekonzept, welches sich mit dem Bewegungsverhalten des Menschen, dessen Beobachtung, Analyse sowie entsprechender Behandlung auseinandersetzt. Dieses Behandlungskonzept wurde von Frau Dr. med. h.c. Susanne Klein-Vogelbach entwickelt (1909-1996).

Das Analysekonzept orientiert sich am Bewegungsverhalten des gesunden Menschen. Diese Idealvorstellung von Haltung und Bewegung wird als hypothetische Norm bezeichnet. An diesem Leitbild orientiert sich der Behandelnde, um anhand definierter Beobachtungskriterien, Abweichungen von eben dieser Norm zu erkennen. Beurteilt werden die Harmonie einer Bewegung, Bewegungsumfang, der Rhythmus und der zeitliche Ablauf beim Bewegen. Detaillierte Kenntnisse von Bau und Funktion des menschlichen Körpers sind Voraussetzung für die Beobachtung von Bewegungen. Im Anschluss daran erfolgt die Formulierung des funktionellen Problems.

Therapeutische Interventionen können manipulativ-didaktische Techniken wie die hubfreie/hubarme Mobilisation, die widerlagernde Mobilisation und die mobilisierende Massage sein. Therapeutische Übungen mit und ohne Ball gehören weiter zum Behandlungsspektrum der FBL Functional Kinetics. Die Behandlungstechniken können allein und auch kombiniert angewendet werden.

Ziel ist es, den Patienten zu einem harmonischen Bewegungsverhalten zurück zu führen.

2.1 Widerlagernde Mobilisation

Eine eingeschränkte Beweglichkeit, sei sie strukturell und/oder funktionell, verändert das Bewegungsverhalten des Menschen. Aus diesem Grund ist es wichtig, diese Störungen zu erkennen und entsprechend zu behandeln. Widerlagernde mobilisierende Techniken gehören zu den Behandlungstechniken der FBL nach Susanne Klein-Vogelbach und haben einen positiven Einfluss auf die Wiederherstellung gestörter Gelenkfunktionen. „Das Prinzip der widerlagernden Mobilisation ist das gegensinnige Bewegen von zwei Gelenkpartnern. Mit dieser Technik kann der Therapeut die primären Ursachen von Ausweichbewegungen behandeln und die unerwünschten Ausweichbewegungen korrigieren bzw. vermindern“ (zit. n Mohr *et al.* 2009: 56). „Das Begrenzen einer weiterlaufenden Bewegung in einem bestimmten Drehpunkt nennt man Widerlagerung. Man unterscheidet das Begrenzen durch Gegenbewegung oder durch Gegenaktivität.“ (ebd.: XVI) .

Was ist unter dem Begriff weiterlaufende Bewegung zu verstehen?

Wenn ein beliebiger Punkt des Körpers durch einen Bewegungsimpuls in eine bestimmte Richtung geleitet wird und in den benachbarten Gelenken Bewegungsausschläge stattfinden, die der Verwirklichung dieser gerichteten Bewegung dienen, entsteht eine weiterlaufende Bewegung (Spirgi-Gantert/Suppé 2007: XII).

Alle Gelenke am menschlichen Körper können mit widerlagernden mobilisierenden Techniken behandelt werden.

2.2 Wirkungsweise widerlagernder mobilisierender Techniken

- das derzeit mögliche Bewegungsausmaß erhalten
- die Verbesserung der Beweglichkeit
- zentrierender Einfluss auf das Gelenk
- Ausweichmechanismen zu reduzieren
- Schmerz zu reduzieren
- Koordination und Reaktionsbereitschaft der Muskulatur zu schulen
- die kinästhetischen Fähigkeiten zu verbessern
- die Selbstkontrolle zu verbessern (vgl. Mohr *et al.* 2009: 56)

2.3 Behandlungstechniken

Für die Interventionsphasen wurden die folgenden Behandlungstechniken aus dem Konzept der Funktionellen Bewegungslehre nach Susanne Klein- Vogelbach Functional Kinetics ausgewählt:

- 1 Widerlagernde Mobilisation des USG in Inversion/Eversion, Calcaneus/Talus (T)
- 2 Widerlagernde Mobilisation der Chopart- und Lisfranc-Gelenke (T)
- 3 Widerlagernde Mobilisation des USG in Inversion/Eversion, Calcaneus/Talus (P)
- 4 Gewölbebauer (P)
- 5 Widerlagern von weiterlaufender Bewegungen (P)
- 6 Herstellen der Längswölbung des Fußes (P)

Die Techniken der widerlagernden Mobilisation 1 und 2 wurden von der Therapeutin ausgeführt. Die Mobilisationstechniken 3 - 6 praktizierten die Probanden nach entsprechender Einweisung durch die Therapeutin. Die Kennzeichnung wurde durch in Klammern stehende Buchstaben für T-Therapeutin und P-Proband vorgenommen.

2.3.1 Widerlagernde Mobilisation des unteren Sprunggelenkes in Inversion/Eversion, Calcaneus/Talus (T)

Der Proband befindet sich in Rückenlage. Der Therapeut umfasst den Calcaneus von medial und lateral so, dass der Talus in seiner Beweglichkeit nicht behindert wird. Im Anschluss wird eine leichte adduktorische und abduktorische Bewegung des Beines im Hüftgelenk durchgeführt. Durch die Verschiebung des Drehpunktes gemäß Definition der widerlagernden Mobilisation entsteht eine inversorische und eversorische Bewegung im unteren Sprunggelenk. Während der Bewegung soll ein gutes Gleiten des Beines auf der Unterlage möglich sein. Um den entstehenden Reibungswiderstand zu reduzieren, kann das Bein etwas von der UL abgehoben werden (s. Abbildung 14).



Abbildung 14 Widerlagernde Mobilisation des unteren Sprunggelenkes in Inversion/Eversion

2.3.2 Widerlagernde Mobilisation der Chopart- und Lisfranc-Gelenke (T)

Der Proband befindet sich in Ausgangsstellung Rückenlage. Der Therapeut umfasst mit einer Hand die Ferse und mit der anderen Hand den Vorfuß. Jetzt erfolgt eine gegensinnige, verschraubende Bewegung, Vorfuß pronatorisch und Rückfuß inversorisch. Die Inversion kombiniert mit Pronation ist zur Sicherung der Längswölbung des Fußes enorm wichtig. Dadurch entsteht ein stabiler Fuß (s. Abbildung 15).



Abbildung 15 Widerlagernde Mobilisation der Chopart- und Lisfranc-Gelenk

2.3.3 Widerlagernde Mobilisation des unteren Sprunggelenkes in Inversion/Eversion, Calcaneus/Talus (P)

Der Proband sitzt auf einem Hocker. Der zu mobilisierende Fuß steht senkrecht unter dem Kniegelenk. Der Patient legt seine Hände zu Beginn der Übung unterstützend an den medialen und lateralen Malleolus. Anschließend bewegt der Proband seine Ferse auf den linken und rechten Außenrand und rollt über den Fersenballen wieder zurück. Es erfolgt eine Verschiebung des Drehpunktes in beide Richtungen. Die Hände begleiten diese Bewegung unterstützend. Es ist wichtig das Großzehengrundgelenk während der Mobilisation am Boden zu belassen. Das Kniegelenk bleibt ebenfalls ortskonstant und bewegt sich nicht. Die Hände können zu einem späteren Zeitpunkt auf dem Knie abgelegt werden, wenn die Übung sauber ausgeführt wird (s. Abbildung 16).



Abbildung 16 Widerlagernde Mobilisation in Inversion/Eversion durch den Probanden

2.3.4 Gewölbebauer (P)

Der Proband sitzt auf einem Hocker. Der Unterschenkel des zu mobilisierenden Fußes liegt auf dem Oberschenkel des anderen Beines. Der Proband umfasst mit beiden Händen seinen Fuß. Eine Hand umfasst den Vorfuß von oben, die andere Hand die Ferse von unten. Die Hände bewegen sich jetzt verschraubend gegeneinander. Die Inversion der Ferse und Pronation des Vorfußes werden durch einen kurzen Stauungsmoment verstärkt. Dies ist vor allem bei einer abgeflachten Längswölbung sinnvoll. Bei einer stark ausgeprägten Längswölbung im Sinne eines Hohlfußes betont man die Eversion in Verbindung mit Supination (vgl. Suppé/Bongartz 2013: 62) (s. Abbildung 17).



Abbildung 17 Gewölbebauer

2.3.5 Widerlagern von weiterlaufenden Bewegungen (P)

Der Proband sitzt auf einem Hocker. Der zu behandelnde Fuß steht senkrecht unter dem Kniegelenk. Begonnen wird mit einer kleinen Bewegung des Kniegelenkes nach medial und lateral. Der Fuß folgt dieser Bewegung, schaukelt einmal auf den medialen und lateralen Fußrand. Das wird vom Patienten auch gespürt. Jetzt sollen sich nur noch die Knie bewegen, der Fuß selbst bleibt am Boden stehen. Um den Bodenkontakt beibehalten zu können, müssen die Pronatoren bei der Bewegung des Knies nach lateral die weiter laufende Bewegung aktiv widerlagern. Bei der Bewegung des Knies nach medial sind es die Supinatoren des Fußes, die an der Widerlagerung beteiligt sind. Das Großzehengrundgelenk kann dadurch am Boden verbleiben (vgl. Suppé/Bongartz 2013: 63) (s. Abbildung 18).



Abbildung 18 Widerlagern von weiterlaufenden Bewegungen

2.3.6 Herstellen der Längswölbung des Fußes (P)

Der Proband soll lernen, die Längswölbung des Fußes herzustellen. Dazu sitzt er auf dem Hocker, der Fuß steht senkrecht unter dem Kniegelenk. Mit Hilfe der Therapeutin wird der gut mobilisierte Fuß am Boden in die korrekte Position gebracht. Der Rückfuß wird in Inversion eingestellt, der Vorfuß wird gleichzeitig proniert. Durch einen Stauungsimpuls in Richtung der funktionellen Fußlängsachse wird der Fuß verkürzt. Diese Position soll der Patient halten können (vgl. ebd.: 64) (s. Abbildung 19).



Abbildung 19 Herstellung der Längswölbung des Fußes

3. Forschungsstand

3.1 Literaturrecherche

Die Recherchen zu dieser Arbeit fanden in den Datenbanken PubMed, Medpilot, Google, Google Scholar sowie Fachbüchern der Funktionellen Bewegungslehre nach Susanne Klein-Vogelbach statt. Verwendet wurden Studien in fast ausschließlich deutscher Sprache. Die Inhaltsverzeichnisse dieser Arbeiten wurden zur Suche nach weiteren Studien genutzt.

Schlüsselwörter und Schlüsselwortgruppen waren „Supinationstrauma“, „unteres Sprunggelenk“, „Instabilität des Fußes“, „Mobilisation des Fußes“, „FBL“, „Funktionelle Behandlung des instabilen Fußes“, „Widerlagernde Mobilisation“ sowie „Gehen auf schrägen Ebenen“.

3.2 Aktueller wissenschaftlicher Stand

Die Funktionelle Bewegungslehre nach Susanne Klein-Vogelbach *Functional Kinetics* ist ein Therapiekonzept, welches überwiegend in deutschsprachigen Ländern unterrichtet und angewendet wird. Daher existiert überwiegend Literatur in deutscher Sprache (vgl. Solari 2000). Die Suche zu dieser Thematik verlief bis auf eine Instruktorenarbeit ergebnislos.

Die Arbeit von Solari wurde im Jahr 2000 angefertigt und beschäftigte sich mit der funktionellen Behandlung bei medialer Rückfußinstabilität. Solari untersuchte eine therapeutische Übung des FBL Konzeptes hinsichtlich ihrer Wirksamkeit. In diesem Pilotversuch, an dem 10 Patienten nach Supinationstrauma teilnahmen, wurde die Übung „Patella mobile“ abgewandelt instruiert. Die Patienten übten ausschließlich für 2 Minuten täglich allein. Solari schreibt, dass sich bereits nach einer einzigen Behandlung die Stellung des Calcaneus verbessert hat. Das subjektive Empfinden ihrer Probanden deckte sich mit den Ergebnissen aus ihren Messungen. Mittels einer computerisierten Fußabdruckmessplatte FOOTSCAN wurde vor der Behandlung, im Anschluss an die erste Behandlung und nach 3 Wochen gemessen. Durch die Aktivierung des M.tibialis posterior veränderte sich der Fersenaufsatz in der 1. Standbeinphase in Richtung Inversion und das Abrollen über die funktionelle Fußlängsachse verbesserte sich (vgl. ebd.).

Weitere Arbeiten, in denen Behandlungstechniken der FBL am Fuß appliziert und auf ihre Wirksamkeit hin überprüft wurden, konnten nicht gefunden werden. Ein kausaler Zusammenhang zwischen Mobilität der Fußgelenke und Stabilität des Fußes wurde nicht hergestellt.

Eine weitere Überlegung war zu schauen, ob andere mobilisierende Behandlungskonzepte über Wirksamkeitsnachweise verfügen. In einer narrativen Übersicht aus 2008 zum Thema „Manuelle Therapie am Fuß“ kam Ammer zu dem Ergebnis, dass Manualtherapie am Fuß nach Sprunggelenksdistorsion in allen Stadien die Wiederherstellung zu beschleunigen, Schmerzen zu reduzieren und die Beweglichkeit zu verbessern scheint. Er schlussfolgerte weiter, die Studienlage sei ungenügend, um die Wirksamkeit der Manualtherapie am Fuß zu stützen. Aus den vorliegenden Arbeiten kann geschlossen werden, dass durch Manualtherapie eher der Bewegungsumfang verbessert wird, weniger die Schmerzen gemindert werden (vgl. Ammer 2008: 205ff.). In den vergleichenden Arbeiten der manuellen Therapie, wurden überwiegend die oberen Sprunggelenke untersucht und behandelt. Der Stabilitätsaspekt wurde nicht berücksichtigt.

Die Sprunggelenksinstabilität wurde in einer Multicenter Studie zur Häufigkeit und Wertigkeit des neuromuskulären Defizits bei chronischer Sprunggelenksinstabilität von Schmidt/Becker/Rauhut *et al.* 2013 untersucht. Bei 186 Patienten wurde innerhalb von 3 Jahren unter anderem die peroneale Reaktionszeit (PRT) bestimmt. An einem großen Patientenkollektiv mit chronischer Sprunggelenksinstabilität wurde überprüft, ob die PRT bei diesem Krankheitsbild grundsätzlich erhöht ist. Eines der Ergebnisse ist, dass in den meisten Fällen von einem posttraumatischen Defizit der Propriozeption auszugehen ist und sich die PRT verlängert. Eine mechanische und funktionelle Instabilität lassen sich nicht voneinander trennen. Häufig zieht eine traumatisch bedingte mechanische Instabilität eine funktionelle Instabilität durch Rezeptorenschädigung nach sich oder wird von dieser begleitet (vgl. Schmidt/Becker/Rauhut *et al.* 2013)

Dieses Ergebnis stützt die Überlegung zu schauen, was geschieht, wenn mobilisierende Techniken am Fuß appliziert werden. Welchen Einfluss hat die Verbesserung und/oder Wiederherstellung der Mechanik als ein Kriterium der inneren Gelenksstabilität auf die Stabilität beim Gehen auf einer schrägen Ebene?

Es ist daher verwunderlich, dass bei einem Krankheitsbild mit hoher Inzidenz und immer wieder beschriebener Problematik der Instabilität der Zusammenhang wenig berücksichtigt wurde? Es besteht unbedingter Bedarf für weitere Studien.

4. Material / Methode

4.1 Studiendesign

Als Studiendesign wurde eine Interventions-Pilotstudie im Time-Serien-Design gewählt.

4.2 Assessment

Alle zehn Probanden füllten einen Anamnesefragebogen aus (s. Anhang 3). Zur Bestimmung des Rückfußvarus wurden bei allen Studienteilnehmern nach Einzeichnung der Beinachsen Fotos im Stand und Zehenstand angefertigt (s. Abbildung 20).

Beides wurde im Anschluss ausgewertet und die Teilnahme an der Studie festgelegt. Weiterhin wurde eine klinische Untersuchung der Füße durchgeführt (s. Anhang 4).

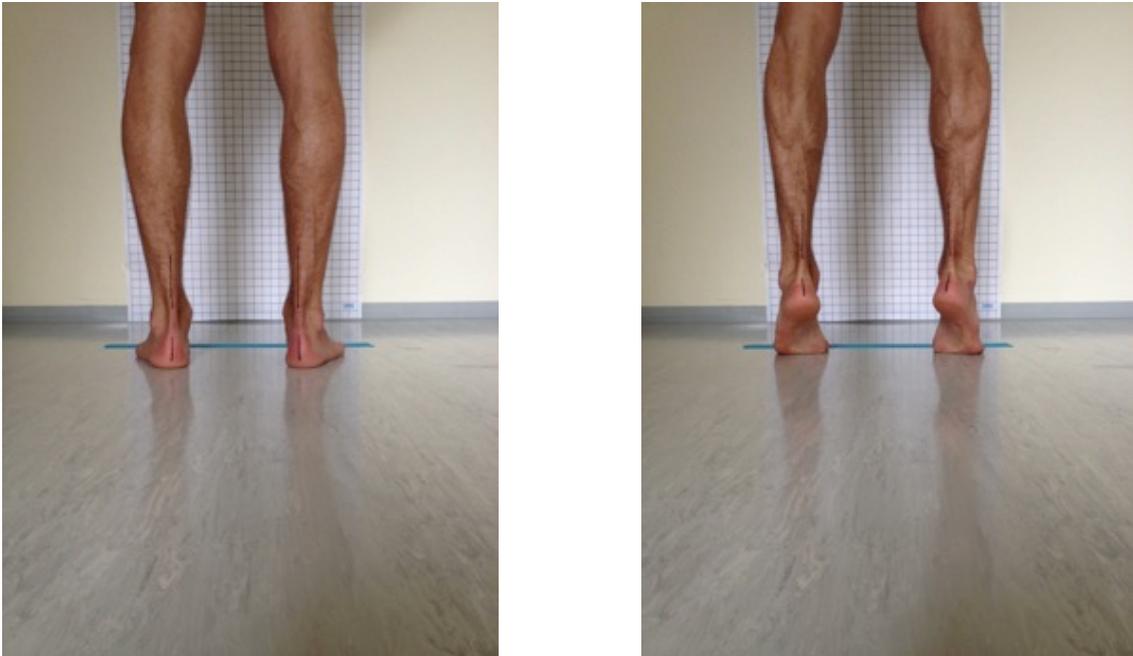


Abbildung 20 Eingezeichnete Beinachsen, Stand und Zehenstand

Die ausgewählten zehn Probanden sind Fußballer aus regionalen Vereinen. Alle hatten einmalige oder auch mehrfache Verletzungen eines oder auch beider Füße. Für diese Studie wurde ein zu behandelnder Fuß als Referenzfuß festgelegt.

4.3 Durchführung der Studie

Die Studie wurde im Zeitraum von September bis November 2014 durchgeführt. Die Messungen fanden auf der Radrennbahn Gera statt (s. Abbildung 21). Gemessen wurde eine Gehstrecke von 50 Metern, 2 mal 25 Meter, in beide Richtungen. Es wurden jeweils zwei abgeschlossene Messungen zu je 25 Metern von links nach rechts durchgeführt. In diesem Fall war der rechte Fuß der Probanden zum Tal gerichtet. Darauf folgten zwei gleiche Messungen von rechts nach links. Der rechte Fuß war nun zum Berg gerichtet. Der Neigungswinkel der Bahn beträgt 8 Grad. Dieser wurde mittels einer Winkelmesser App bestimmt und innerhalb der festgelegten Strecke kontrolliert.

Die Probanden wurden aufgefordert in zügigem Tempo die gekennzeichnete Strecke zurück zu legen. Sie wurden angewiesen, zwischen den auf der Bahn bereits markierten roten und blauen Linien zu gehen. Start und Ziel wurden durch die Start-Ziellinie der Bahn und einer zusätzlich aufgeklebten Linie begrenzt (s. Abbildung 21). Die Strecke von 25 Metern wurde mit einem Maßband abgemessen. Zusätzlich wurden am Anfang und Ende der Strecke zur besseren Kennzeichnung Hütchen aufgestellt. Es wurde eine Anlauf und Auslaufzone von 2 m eingerechnet. Weiterhin wurden die Zeit mittels Stoppuhr eines Telefons gemessen und die Schritte der Probanden gezählt. Der erste Schritt über die Startlinie und der letzte über die Ziellinie wurden gewertet.

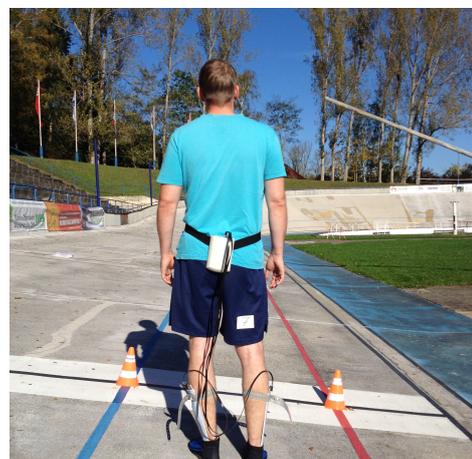




Abb. 21 Radrennbahn Gera, Übersicht

4.3.1 Messsystem

Das Messsystem "GP Mobil Data Funk GEBIOM Münster" eignet sich zum Messen der Druckverteilung unter den Füßen beim Stehen, Gehen oder Laufen. Hierzu wird das Gerät am Probanden befestigt und die Messsohle in die Schuhe eingelegt. In dieser Studie wurden keine Schuhe, sondern Beachsocken verwendet (s. Abbildung 21/22). Die flexiblen Sohlen verfügen je nach Größe über 40-60 Sensoren. Die maximale Messfrequenz beträgt 200 HZ und die Auflösung der Messwerte 12 bit, sodass sportliche Betätigungen mit einem hohe Maß an Genauigkeit zu erfassen sind. Die Reichweite der Funkstrecke variiert zwischen 15 m innerhalb von Gebäuden und etwa 100 m im freien Raum. Die Verbindungskabel zwischen Gerät und Messsohle werden durch Gummigurte direkt an den Beinen fixiert. Der Proband läuft mit angelegtem System eine definierte Strecke (vgl. Bedienhandbuch FA Gebiom 2011: 5) (s. Abbildung 22).



Abbildung 22 Messsystem, Anlage am Probanden

4.3.2 Rekrutierung der Probanden

Die erste Kontaktaufnahme erfolgte über die Trainer der Mannschaften. Zur Auswahl der Probanden wurde die Studie in zwei regionalen Vereinen vorgestellt. Interessierte Sportler mit entsprechenden Verletzungsbildern konnten sich freiwillig zur Teilnahme melden. Es bestand ein großes Interesse seitens der Fußballer und Trainer.

4.3.3 Ein- und Ausschlusskriterien

Einschlusskriterien

Es wurden zehn Probanden, männliche Fußballspieler im Alter von 18 - 35 Jahren aus regionalen Vereinen in diese Studie eingeschlossen. Alle Fußballer hatten Verletzungen im Bereich der Füße und Sprunggelenke wie Kapselverletzungen, Innen- und/oder Außenbandverletzungen und Frakturen erlitten. Sportler mit operierten gut verheilten Verletzungen der Sprunggelenke konnten ebenfalls teilnehmen.

Ausschlusskriterien

Probanden mit einem Rückfußvarus, frischen Frakturen und Verletzungen im Bereich des Fußes und Beines, Sprunggelenksarthrosen, Verletzungen des Tibiaplateaus, Diabetes und Probanden, die sich in therapeutischer Behandlung die untere Extremität betreffend befanden, wurden ausgeschlossen.

4.3.4 Studienverlauf

Begonnen wurde die Untersuchungs- und Behandlungsreihe mit der Eingangsmessung. Den Probanden wurden durch einen Orthopädieschuhmachermeister der Empfänger sowie die Druckmesssohlen inklusive der Strümpfe angelegt. Nacheinander gingen alle zehn Probanden in Beachsocken mit eingelegten Druckmesssohlen in zügigem Tempo 50 Meter, zweimal 25 Meter als abgeschlossene Messung, in beide Richtungen auf der Radrennbahn. Der Auftrag lautete: „Gehe in zügigem Tempo zwischen der blauen und roten Linie“ (s. Abbildung 23).

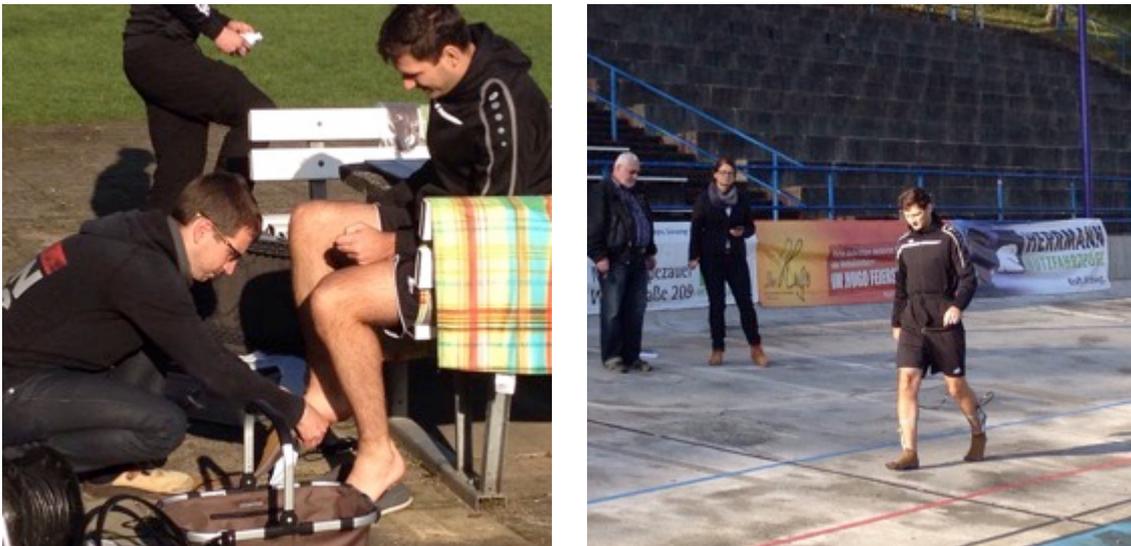


Abbildung 23 Anlegen der Sohlen, Beispiel eines Laufes

Gleichzeitig zur elektronischen Datenerfassung erfolgte mittels einer Stoppuhr die Messung der Zeit. Das Zählen der Schritte wurde von einer Person übernommen. Zwischen den drei Messungen erhielten fünf Probanden der Interventionsgruppen Behandlungen am Fuß. Widerlagernde mobilisierende Techniken aus dem Behandlungs-

konzept der FBL *Functional Kinetics* wurden am vorab definierten Fuß appliziert. Die anderen fünf Probanden der Kontrollgruppe wurden nicht behandelt. Die Teilnehmer der Interventionsgruppe fanden sich freiwillig. Die zeitlichen Ressourcen der Sportler und die Flexibilität waren für die Festlegung entscheidend und wurden berücksichtigt. Das Wahrnehmen der Behandlungstermine musste gewährleistet sein. Die Behandlungen wurden in einer Physiotherapiepraxis in Gera durchgeführt. Die erste Behandlungsserie umfasste 6 Behandlungen, 2 x pro Woche, für 3 Wochen, 20 Minuten. Danach fand eine Zwischenmessung unter gleichen Bedingungen, nach exakt den gleichen festgelegten Kriterien statt. Daran schloss sich eine erneute Behandlungsserie von wieder 6 Behandlungen, 2 x wöchentlich, 20 Minuten über 3 Wochen an. Die Abschlussmessung wurde direkt im Anschluss wie bereits beschrieben durchgeführt.

Innerhalb der ersten Behandlungsserien wurden die Techniken 1 und 2 je 15 Minuten durchgeführt (vgl. Punkt 2). In den verbleibenden 5 Minuten begannen die Probanden, nach entsprechender Einweisung, die Techniken 3 und 4 selbst durchzuführen (vgl. Punkt 2). Dies wurde über den ersten Behandlungszyklus beibehalten – 15 Minuten Intervention durch die Therapeutin, 5 Minuten selbständige Mobilisation durch die Probanden.

Im zweiten Behandlungsintervall wurde die zeitliche Zusammensetzung verändert. 1/3 der Behandlungszeit wurde für die Mobilisationstechniken 1 und 2, die durch die Therapeutin durchgeführt wurden, verwendet. 1/3 der Zeit übernahmen wieder die Probanden und mobilisierten ihre Füße mit Techniken 3 und 4. Im letzten 1/3 des Zeitfensters erlernten die Probanden die Techniken 5 und 6 (vgl. Punkt 2). Diese führten sie danach bis zum Ende der Behandlungszeit selbstständig unter Kontrolle durch (s. Tabelle 2).

Tabelle 2 Übersicht des Studienverlaufes

| | Messung 1 | Behandlungsintervall 1 (3 Wochen à 6 Behandlungen) | | | | | | Messung 2 | Behandlungsintervall 1 (3 Wochen à 6 Behandlungen) | | | | | | Messung 3 |
|------------|-----------|--|---|---|---|---|---|-----------|--|---|---|---|---|---|-----------|
| Proband 1 | Lauf 1 | | | | | | | Lauf 2 | | | | | | | Lauf 3 |
| Proband 2 | Lauf 1 | B | B | B | B | B | B | Lauf 2 | B | B | B | B | B | B | Lauf 3 |
| Proband 3 | Lauf 1 | B | B | B | B | B | B | Lauf 2 | B | B | B | B | B | B | Lauf 3 |
| Proband 4 | Lauf 1 | | | | | | | Lauf 2 | | | | | | | Lauf 3 |
| Proband 5 | Lauf 1 | B | B | B | B | B | B | Lauf 2 | B | B | B | B | B | B | Lauf 3 |
| Proband 6 | Lauf 1 | B | B | B | B | B | B | Lauf 2 | B | B | B | B | B | B | Lauf 3 |
| Proband 7 | Lauf 1 | B | B | B | B | B | B | Lauf 2 | B | B | B | B | B | B | Lauf 3 |
| Proband 8 | Lauf 1 | | | | | | | Lauf 2 | | | | | | | Lauf 3 |
| Proband 9 | Lauf 1 | | | | | | | Lauf 2 | | | | | | | Lauf 3 |
| Proband 10 | Lauf 1 | | | | | | | Lauf 2 | | | | | | | Lauf 3 |

4.3.5 Auswertung der Messdaten

Die Messdaten der Fußdruckmessungen wurden in folgende drei Gruppen aufgeteilt: Kontrollgruppe, Gruppe mit verletztem linkem Fuß, Gruppe mit verletztem rechtem Fuß.

Die Auswertung der Messdaten erfolgte mittels Math-Lab-Programm (Version 2013a; The MathWorks, Natick, MA USA), welches von Vinzenz von Tscherner programmiert wurde. Es basiert auf der Auswertung der Publikation: *Assessing Footwear Effects from Principal Features of Plantar Loading during Running* (Trudeau M. et al.2015). Dazu wurden die einzelnen Schritte jedes Probanden der jeweiligen Gruppe in einzelne Druckbilder pro Standphase für den linken und rechten Fuß des Berg- oder Talbeins zerlegt und in einer Matrize gespeichert. Anschließend wurde der Mittelwert der Standphase pro linkem respektive rechtem Fuß des Berg- bzw. Talbeins pro Gruppe berechnet (s. Abbildung 24/25). Basierend auf diesem Mittelwert wurden durch Principal Component Analysis PCA die Eigenwerte und Eigenvektoren berechnet und damit mittels Support Vector Machine (SVM) und one-leaf-out Methode die richtige Klassifizierung jedes einzelnen Fußdruckbildes pro Proband in seiner Gruppe und mit einer Vergleichsgruppe berechnet.

Die beiden erhaltenen Klassifizierungswerte zeigen auf, wie viele der Druckbilder pro Standphase des jeweiligen Probanden seiner Gruppe zugeordnet werden konnten. Durch Multiplikation der beiden Klassifizierungswerte der beiden gewählten Vergleichsgruppen, lässt sich die Separierbarkeit der Druckbilder der beiden verglichenen Gruppen berechnen. D.h. zum Beispiel nimmt die Klassifizierbarkeit und die Separierbarkeit des gleichen Fußes zwischen der Gruppe mit einer Verletzung und der Kontrollgruppe von der Messung 1 zur Messung 2 ab, so wurden die Druckbilder ähnlicher d.h. der Unterschied wurde kleiner.

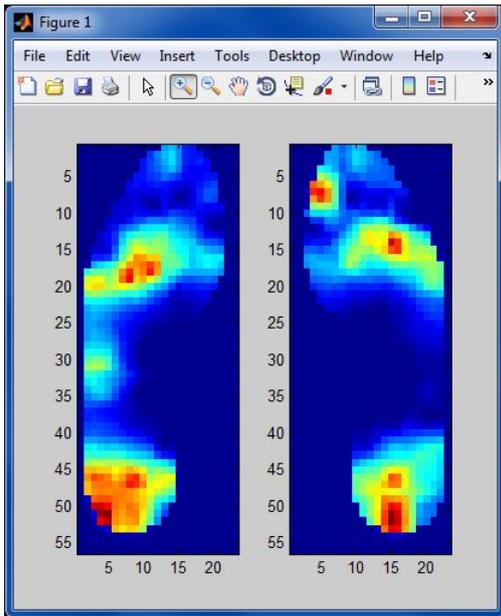


Abbildung 24

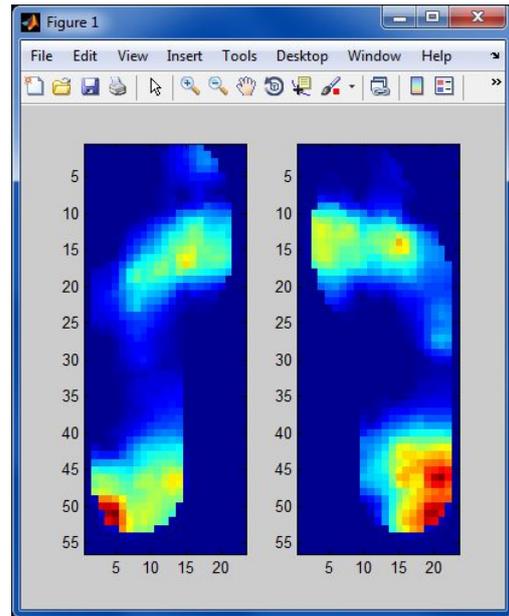


Abbildung 25

Abbildung 24/25 Druckbilder; linkes Bild, Vergleich Mittelwert 18 Schritte gesund; rechtes Bild, Vergleich Mittelwert 11 Schritte links verletzt

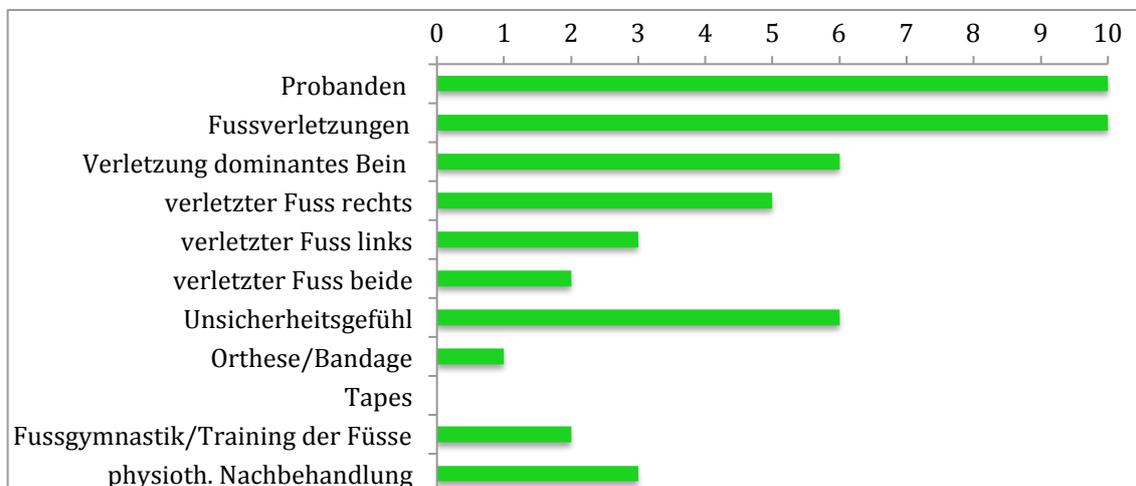
5. Resultate

An dieser Studie nahmen 10 Probanden (n=10; m=10) im Alter zwischen 23 und 32 Jahren teil. Das Durchschnittsalter der Fußballspieler lag bei 27 Jahren. Die Interventionsgruppe, die aus 5 Probanden bestand, erhielt insgesamt 60 Behandlungen, je 12 Behandlungen à 20 Minuten am Fuß mit Techniken der widerlagernden Mobilisation aus dem Behandlungskonzept der FBL *Functional Kinetics*. Die Kontrollgruppe, ebenfalls aus 5 Probanden bestehend, bekam keine Behandlungen.

5.1. Auswertung Anamnesebogen

Alle 10 Probanden gaben in der Erstbefragung Verletzungen im Bereich der Füße an. Rechter, linker oder auch beide Füße waren von Verletzungsereignissen betroffen. Bei den Probanden, die an beiden Füßen Verletzungsgeschehen beklagten, wurde der subjektiv „schlechtere“ Fuß als Referenzfuß festgelegt. 6/10 gaben an, ein Gefühl der Unsicherheit beim Laufen zu empfinden. In Abhängigkeit des Untergrundes, beispielsweise Rasenqualität, verstärkte sich das Instabilitätsgefühl. Nur 3/10 erhielten nach erlittenen Verletzungen physiotherapeutische Behandlungen, wie Manuelle Lymphdrainage oder Krankengymnastik. Ein Proband hatte vorübergehend beim Spielen eine Orthese/ Bandage zur Unterstützung verwendet. Tapeverbände wurden nicht angelegt. Lediglich zwei Fußballspieler führten Übungen gezielt für die Füße durch (Tabelle 3).

Tabelle 3 Auswertung Fragebogen zur Anamnese



5.2 Auswertung der Druckmessungen

Die Auswertung der Druckmessung erfolgte mit dem unter 4.3.5 Auswertung der Messdaten beschriebenen Matlab-Programm. Dabei wurden folgende Gruppen definiert: Kontrollgruppe, Gruppe mit verletztem linkem Fuß, Gruppe mit verletztem rechtem Fuß. Zusätzlich wurde noch unterschieden, welcher Fuß links respektive rechts das Berg- und Talbein war.

5.2.1 Referenzfuß beide Füße gesund

Die Auswertung der Druckmessung für die Kontrollgruppe hat gezeigt, dass es möglich ist, auch gesunde Füße zu klassifizieren. Bei der Eingangsmessung (vor der Behandlung) konnten 100% der gesunden rechten und linken Bergfüße zugeordnet werden. Nach Abschlussmessung (nach der Behandlung) konnten 80% der rechten Füße und 100% der linken Füße am Berg richtig zugeordnet werden. 20% der Schritte hatten eine zu große Abweichung zum Mittelwert und konnten nicht mehr eindeutig der Gruppe zugeordnet werden. Der Vergleich zum Talfuß zeigt ebenfalls 100% Klassifizierbarkeit beider Füße. Bei der Abschlussmessung (nach der Behandlung) waren 90% der rechten und 90% der linken Talfüße den entsprechenden Gruppen zu zuordnen.

Dies ergibt eine Separierbarkeit der rechten und linken Kontrollgruppendruckbilder der Bergfüße von 100%, bei der Eingangsmessung und danach bei der Abschlussmessung von 80%. Das heißt, ein Teil der Muster überlagern sich und können nicht separiert werden. Der rechte und linke Talfuß kann in der Eingangsmessung ebenfalls zu 100% und danach zu mit 81% separiert werden. Durch eine Musterüberlagerung ist eine Separierbarkeit teilweise nicht möglich (s. Tabelle 4).

Tabelle 4 Darstellung gesunde rechte und linke Referenzfüße

| Kontrollgruppe | Seite | Korrekt klassifizierte Schritte vor der Behandlung | | Korrekt klassifizierte Schritte nach der Behandlung | | vor | nach |
|--------------------------|-------|--|---------------------------|---|----------------------------|-----------------|-----------------|
| | | Rechter Fuß vor Behandlung | Linker Fuß vor Behandlung | Rechter Fuß nach Behandlung | Linker Fuß nach Behandlung | Separierbarkeit | Separierbarkeit |
| Gruppe beide Füße gesund | Berg | 100,00% | 100,00% | 80,00% | 100,00% | 100,00% | 80,00% |
| Gruppe beide Füße gesund | Tal | 100,00% | 100,00% | 90,00% | 90,00% | 100,00% | 81,00% |

5.2.2 Referenzfuß links verletzt

Für diesen Fuß kann vor der Behandlung folgende Aussage getroffen werden. 85.7% der linken verletzten Füße sind im Druckmuster als linke verletzte Talfüße verglichen mit dem gleichen Fuß der Kontrollgruppe richtig erkennbar. In der Kontrollgruppe konnten 42.8% der Füße als gesunde linke Talfüße erkannt werden. Der andere Teil hatte eine zu große Abweichung zum Mittelwert ihrer Gruppe und konnte nicht klassifiziert werden. Nach der Behandlung waren nur noch 12.5% als verletzte Talfüße zu erkennen. 62.5% der gesunden Füße waren es im Vergleich.

Bei den linken verletzten Bergfüßen waren ebenfalls 85.7% richtig klassifizierbar, bei den gesunden linken Bergfüßen sind es 71.4%. Nach der Behandlung waren bei den verletzten linken Füßen auf der Bergseite 75% der Muster und bei der Kontrollgruppe 50% der Druckmuster klassifizierbar. Die Anderen zeigten wieder eine zu große Abweichung zum Mittelwert.

Bei der Separierbarkeit sind vor der Behandlung 36.7% der linken Talfüße bezüglich des Druckmusters klar einer Gruppe zu zuordnen. Nach der Behandlung sind es noch 7.8%. Das bedeutet, die Muster überlagern sich mehr, sie sind sich ähnlicher geworden. Bezüglich der Separierbarkeit des verletzten Fußes von vor zu nach der Behandlung sind 36% zu zuordnen. Die restlichen Muster überlappen sich.

Vor der Behandlung sind 61.2% der linken Bergfüße der beiden Gruppen bezüglich des Druckmusters zu zuordnen, nach der Behandlung nur noch 37.5%. Auch hier überlagern sich die Muster mehr.

Bezüglich der Separierbarkeit des linken verletzten Bergfußes von vor zu nach der Behandlung, sind 80% einer Gruppe zu zuordnen. Die restlichen Druckmuster überlappen sich (s. Tabelle 5).

Tabelle 5 Darstellung linker verletzter Referenzfuß

| Links ver- letzt | | Korrekt klassifizierte Schritte vor der Behandlung | | Korrekt klassifizierte Schritte nach der Behandlung | | Korrekt klassifizierte Schritte vor zu nach der Behandlung beim Referenzfuß | | vor Verletzt zu Gesund | nach Verletzt zu Gesund | zwischen vor und nach Verletzter Fuß |
|------------------------------|------------|--|-----------|---|-----------|---|----------------|------------------------|-------------------------|--------------------------------------|
| | | Referenz | Vergleich | Referenz | Vergleich | Referenz vor | Vergleich nach | Separiierbarkeit | Separiierbarkeit | Separiierbarkeit |
| Referenz Fuß: Verletzter Fuß | Fuß | Referenz | Vergleich | Referenz | Vergleich | Referenz vor | Vergleich nach | Separiierbarkeit | Separiierbarkeit | Separiierbarkeit |
| Gruppe beide Füße gesund | links Tal | 85,71 % | 42,85 % | 12,50 % | 62,50 % | 60,00 % | 60,00 % | 36,73% | 7,81% | 36,00% |
| Gruppe beide Füße gesund | links Berg | 85,71 % | 71,42 % | 75,00 % | 50,00 % | 100,00 % | 80,00 % | 61,21% | 37,50% | 80,00% |

5.2.3 Referenzfuß rechts verletzt

Für diesen Fuß kann vor der Behandlung folgende Aussage getroffen werden. 50.0% der rechten verletzten Füße sind im Druckmuster als rechte verletzte Talfüße richtig erkennbar. Der Vergleich zur Kontrollgruppe zeigt, dass 37.5% der Füße als gesunde rechte Talfüße erkannt wurden. Der andere Teil hatte eine zu große Abweichung zum Mittelwert ihrer Gruppe und konnte nicht klassifiziert werden. Nach der Behandlung waren 100.0% als verletzte Talfüße zu erkennen. 62.5% der gesunden Füße waren es im Vergleich.

Rechte verletzte Bergfüße wurden zu 25,0% und im Vergleich zu den gesunden rechten Bergfüßen 12.5% erkannt. Nach der Behandlung waren bei den verletzten rechten Füßen am Berg 25.0% der Muster und bei der Kontrollgruppe ebenfalls 25.0% der

Druckmuster klassifizierbar. Die Anderen zeigten wieder eine zu große Abweichung zum Mittelwert.

Bei der Separierbarkeit sind vor der Behandlung 18.7% der rechten Talfüße bezüglich des Druckmusters klar einer Gruppe zu zuordnen. Nach der Behandlung sind es 62.5%. Bezüglich der Separierbarkeit des verletzten Fußes von vor zu nach dem Behandlungsintervall, sind 27.8% zu zuordnen. Die restlichen Muster überlappen sich.

Vor der Behandlung sind 3.1% der rechten Bergfüße der beiden Gruppen bezüglich des Druckmusters zu zuordnen, nach der Behandlung 6.2%. Hier waren die beiden Muster nach der Behandlung etwas besser trennbar.

Bezüglich der Separierbarkeit des rechten verletzten Fußes von vor zu nach der Behandlung, sind 27.8% der Tal und Bergfüße ihrer jeweiligen Gruppe zu zuordnen. Die restlichen Druckmuster überlappen sich (Tabelle 6).

Tabelle 6 Darstellung rechter verletzter Referenzfuß

| Rechts ver- letzt | Fuß | Korrekt klassifizierte Schritte vor der Behandlung | | Korrekt klassifizierte Schritte nach der Behandlung | | Korrekt klassifizierte Schritte vor zu nach der Behandlung beim Referenzfuß | | vor Verletzt zu Gesund | nach Verletzt zu Gesund | zwischen vor und nach Verletzter Fuß |
|------------------------------|-------------|--|-----------|---|-----------|---|----------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------------------|
| | | Referenz | Vergleich | Referenz | Vergleich | Referenz vor | Vergleich nach | Sepa- rierbar- keit | Sepa- rierbar- keit | Sepa- rierbar- keit |
| Referenz Fuß: Verletzter Fuß | | | | | | | | | | |
| Gruppe beide Füße gesund | rechts Tal | 50,00 % | 37,50 % | 100,0 % | 62,50 % | 33,34 % | 83,34 % | 18,75% | 62,50% | 27,78% |
| Gruppe beide Füße gesund | rechts Berg | 25,00 % | 12,50 % | 25,00 % | 25,00 % | 33,34 % | 83,34 % | 3,13% | 6,25% | 27,78% |

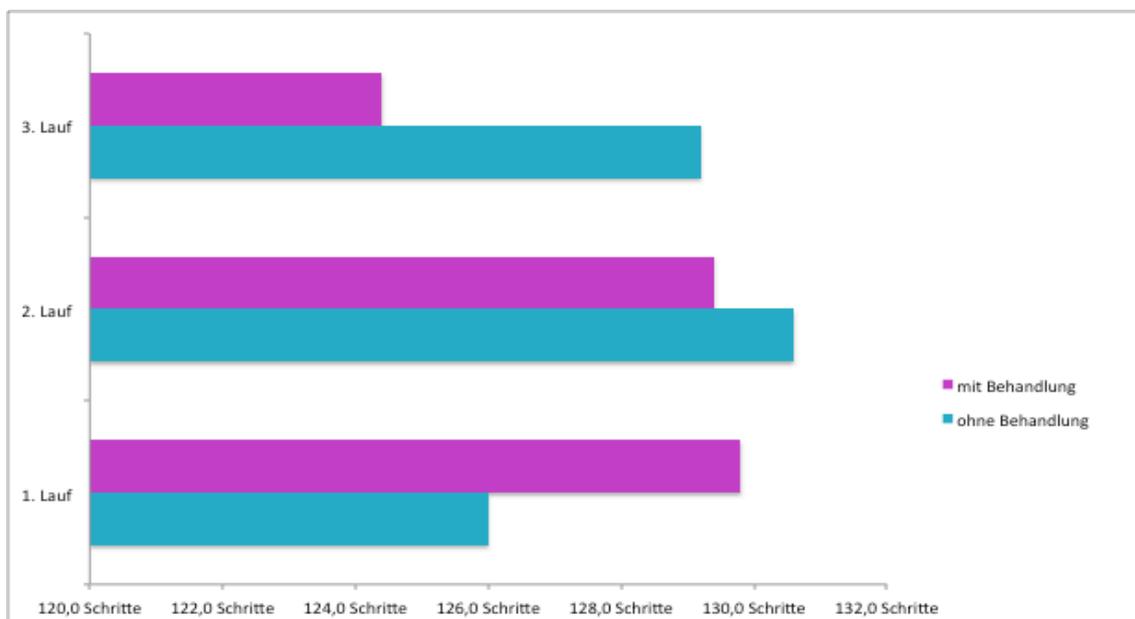
5.3 Beurteilung der Schrittzahl

Zusätzlich zu den Druckmessungen wurden die benötigten Schritte der Probanden innerhalb der durchgeführten Läufe erfasst. Die Gruppeneinteilung hatte bereits statt gefunden. Deshalb werden die Begriffe Interventionsgruppe - Probanden mit Behand-

lung sowie Kontrollgruppe - Probanden ohne Behandlung verwendet. In Tabelle 4 werden diese erfasst und als arithmetischer Mittelwert dargestellt. Die Eingangsmessung zeigt, dass die Interventionsgruppe, die zukünftig Behandlungstechniken am Fuß appliziert bekommen wird, mehr Schritte benötigte als die Kontrollgruppe. Bei der Zwischenmessung, Lauf 2, verringerte sich die Gesamtschrittzahl der Interventionsgruppe nicht wesentlich. In der Gruppe ohne Mobilisationsbehandlung erhöhte sich die Anzahl der Schritte um 4 im Vergleich zu Lauf 1. Während der Abschlussmessung reduzierte sich die Schrittzahl in beiden Gruppen, in der Interventionsgruppe durchschnittlich um 5 Schritte, in der Kontrollgruppe nicht signifikant um einen Schritt.

Interessant waren auch hier die Aussagen der Spieler bezüglich der empfundenen Schwierigkeiten an das Gehen auf der Schräge. In einem Interview mit den Fußballspielern wurde das Gehen als deutliche Herausforderung geschildert. „Es war nicht leicht, zwischen den markierten Linien zu gehen.“, „Ich musste mich auf das Gehen konzentrieren.“, „Ich hatte das Gefühl, in Richtung Tal zu fallen.“, waren Beschreibungen der Studienteilnehmer während der Durchführung. Alle beschrieben, sich stark auf das Gehen konzentrieren zu müssen. Diese anfänglichen Probleme verschwanden innerhalb des Studienverlaufes.

Tabelle 7 Anzahl der Schritte Interventionsgruppe/ Kontrollgruppe

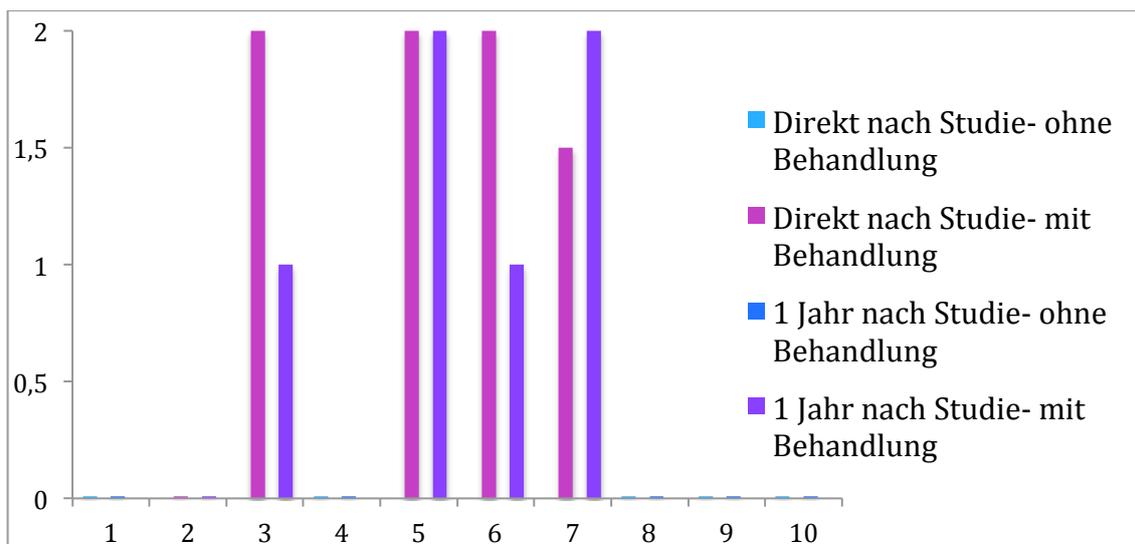


| | 1. Lauf | 2. Lauf | 3. Lauf |
|-----------------|----------------|----------------|----------------|
| ohne Behandlung | 126.0 Schritte | 130.6 Schritte | 129.2 Schritte |
| mit Behandlung | 129.8 Schritte | 129.4 Schritte | 124.4 Schritte |

5.4 Subjektive Wahrnehmung des Therapieergebnisses durch die Probanden

Die subjektive Beurteilung des individuellen Therapieergebnisses durch die Probanden ist von maßgeblichem Interesse für Therapeut und Arzt. Diesbezüglich wurden die Probanden der Interventionsgruppe direkt nach Beendigung der Studie und ein Jahr danach befragt. Sie sollten beurteilen, ob und wenn ja wie deutlich sich das empfundene Gefühl der Instabilität zu mehr Stabilität verändert hat. Weiterhin sollten sie beurteilen, wie anhaltend diese Verbesserung war. Hierzu wurde folgende Einteilung vorgenommen, 0 entsprach keiner Verbesserung, 1 einer leichten Verbesserung und eine 2 sollte eine starke Veränderung deutlich machen. Folgende Angaben wurden direkt im Anschluss an die Studie gemacht. Ein Proband konnte keine Verbesserung seiner Stabilität erkennen. Drei der Befragten gaben ein deutlicheres Stabilitätsgefühl an. Die Verbesserung wurde mit 2 gewertet, der fünfte Proband gab 1.5 mit Tendenz zur 2 an. Ein Jahr nach Beendigung der Studie wurden folgende Ergebnisse erfragt. Der Proband, welcher auch im direkten Anschluss keine Verbesserung erkennen konnte, blieb bei seiner Einschätzung. Zwei Studienteilnehmer der Interventionsgruppe empfanden immerhin noch eine Verbesserung zur Ausgangssituation und gaben dies mit 1 an. Die anderen zwei Probanden gaben an, ein sehr stabiles Gefühl zu haben, gleich dem Zustand nach Studienende.

Tabelle 8 Subjektive Beurteilung durch die Probanden



6. Diskussion

Die Ergebnisse der Pilotstudie scheinen einen ersten Hinweis auf die Wirksamkeit der widerlagernden mobilisierenden Techniken des FBL Konzeptes *Functional Kinetics* am Fuß zu geben.

Diese Arbeit zeigt, dass es möglich ist, Druckveränderungen unter den Füßen zu messen, darzustellen und auszuwerten. Mithilfe geeigneter mathematischer Analyseverfahren ist eine klare Zuordnung der rechten, linken, gesunden sowie verletzten Füße, Talbeine, Bergbeine vor und nach der Behandlung möglich. Die kleinen Fallzahlen dieser Pilotstudie führen allerdings schnell zu großen Veränderungen in der Klassifizierbarkeit und somit auch der Separierbarkeit.

Für die linken verletzten Füße war eine klare Angleichung der Druckmuster hin zum gesunden Muster darzustellen. Dies würde für einen positiven Effekt der applizierten Techniken sprechen.

Für die rechten Füße war dies nicht möglich, die Muster glichen sich nicht an. So gaben in der Gruppe der rechts verletzten Füße alle Probanden das rechte Bein als dominantes Bein an, während bei den am linken Fuß verletzten Studienteilnehmern die angegebene Dominanz des Beines gemischt ist. Denkbar wäre dadurch eine bessere muskuläre Kompensation, was sich auch im Resultat der Druckbilder niederschlägt.

Die Frage nach dem „Warum“ lässt sich mit dem verwendeten Studiendesign vermutlich nicht beantworten, da andere Verletzungen, personentypische Bewegungsmuster wie beispielsweise funktionelle Beinlängendifferenzen sowie Beinachsenfehlstellungen oder muskuläre Faktoren wie z.B. Fußball typische Dysbalancen in höher gelegenen Körpersegmenten nicht erfasst wurden. Ebenso ist die komplexe Frage der durch die Verletzung entstanden Kompensationsmechanismen und deren Effekt des Wegfallens nach einer Behandlung unklar. Die angewandte mathematische Analysetechnik könnte dazu ein hilfreiches Werkzeug sein, da sich auch kleine Veränderungen objektiv erfassen und vergleichen lassen.

Die subjektive Befragung der Probanden zur Verbesserung des Stabilitätsgefühls kann jedoch als positiv eingeschätzt werden. Während der Studie, die unter Laborbedingungen stattgefunden hat, standardisierte Strecke, gleichbleibender Neigungswinkel und Untergrund der Bahn, gleiche Schritte usw., gaben die Probanden eine deutliche Verbesserung der empfundenen Instabilität an (s. Tabelle 7). Ein Effekt der Gewöhnung als eventuell limitierender verfälschender Faktor an die gestellte Aufgabe ist allerdings nicht auszuschließen.

Fußballspieler sind auf dem Sportplatz ganz anderen Bedingungen ausgesetzt. Die Rasenbeschaffenheit, Schrittvariationen, Sprünge, unterschiedliches Tempo, Zwei-

kampfsituationen, also multidirektionale Bewegungen, haben einen unmittelbaren Einfluss auf die Fußstabilität. Deshalb ist es sehr erfreulich, dass auch nach einem Jahr vier der fünf befragten Probanden der Interventionsgruppe noch eine Verbesserung, zwei sogar eine deutliche Verbesserung angaben (s. Tabelle 7). Es kam zu keinen Reverletzungen, die Probanden fühlten sich scheinbar wohl.

Daher ist die subjektive Einschätzung bzw. die Zufriedenheit der Patienten ein wertvoller Parameter bezüglich der Wirksamkeit einer Behandlung.

Die Reduzierung der Gesamtschrittzahl könnte einen Hinweis auf eine längere Standbeinphase und somit eine vergrößerte Schrittlänge beim Gehen sein. Kann das betroffene Bein länger belastet werden, wäre ein größerer Schritt denkbar. Für die benötigte Strecke sind dann weniger Schritte zu gehen.

7. Ausblick

Eine erste positive Tendenz die Wirksamkeit der angewendeten Techniken betreffend kann mit dieser Arbeit aufgezeigt werden. Widerlagernde mobilisierende Techniken aus dem Behandlungskonzept der FBL Funktionelle Bewegungslehre *Functional Kinetics* scheinen bei Fußballspielern nach Supinationstrauma am Fuß das subjektive Stabilitätsempfinden deutlich positiv zu beeinflussen.

Bei weiterem Interesse müsste die Thematik der Kompensationsmechanismen noch weiter herausgestellt werden. Sinnvoll wäre es auch, diese Untersuchungen an einem größeren Probandenkollektiv durchzuführen. Mit größeren Fallzahlen könnten noch deutlichere Studienergebnisse erzielt werden. Dieses müsste in weiteren nachfolgenden Studien evaluiert werden.

8 Literaturverzeichnis

- Ammer K., „Manuelle Therapie am Fuß“, Manuelle Medizin 46.4 2008 Springer Verlag, S. 205-212
- Bedienhandbuch 2011 FA GeBioM mbH Münster
- Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin 2000, S.1/2, Online verfügbar unter: http://www.baua.de/de/Informationen-fuer-die-Praxis/Statistik/Unfaelle/Heim-Freizeit/2000/Sportunfaelle_content.html (Zugriff am 14.01.2015)
- Clais-Germain B., Anatomie der Bewegung Technik und Funktion des Körpers, 2005 Deutsche Erstausgabe Marixverlag Wiesbaden
- Ekstrand J., UEFA-Verletzungsstudie für Eliteclubs 2013/14 Allgemeine Verletzungsmuster S. 9, Online verfügbar unter: <http://www.uefa.org> (Zugriff am 10.03.2015)
- Klein P., Sommerfeld P. 2004 Biomechanik der menschlichen Gelenke, Biomechanik der Wirbelsäule, Urban & Fischer München
- Mohr G., Spirgi-Gantert I, Stüvermann 2009 FBL Klein- Vogelbach Functional Kinetics Behandlungstechniken 2. Auflage Springer Verlag Heidelberg
- Suppé B., Bongartz M. FBL Klein-Vogelbach Functional Kinetics praktisch angewandt Gehen-Analysieren und Intervention 2013 Springer Verlag Heidelberg
- Spirgi-Gantert I, Suppé B. 2007 FBL Klein- Vogelbach Functional Kinetics Die Grundlagen 2007 6. Auflage Springer Verlag
- Platzer W., 2008 Taschenatlas Anatomie, 11. Auflage, Thieme Verlag Stuttgart
- Richter M. 2010 Aktualisierte Leitlinien Fuß und Sprunggelenk S.272 Online verfügbar unter: <http://fuss-chirurgie.de> (Zugriff am 27.02.2015)
- Schmidt R., Becker H.B., Rauhut F., Tannheimer M., Multicenterstudie zur Häufigkeit und Wertigkeit des neuromuskulären Defizits bei der chronischen Sprunggelenksinstabilität, <http://www.wehrmed.de/article/2255> (Zugriff am 26.5.2015)

- Solari M. 2000 Funktionelle Behandlung des instabilen Rückfußes, Online verfügbar unter: www.fbl-klein-vogelbach-org/ Mediathek (Zugriff am 28.05.2015)
- Trudeau Matthieu B. et al 2015, Assessing Footwear Effects from Principal Features of Plantar Loading during Running, *Medicine & Science in Sports & Exercise*. **47(9)**:1988-1996, Pubmed

9 Abbildungsverzeichnis

- Abbildung 1 Verstärkung der Längswölbung des Fußes, vgl. Klein P., Sommer P., Biomechanik der menschlichen Gelenke Biomechanik der Wirbelsäule, 2004,1. Auflage, Urban & Fischer Verlag München, S. 396
- Abbildung 2 Fußskelett von oben, vgl. Calais-Germain B., Anatomie der Bewegung Technik und Funktion des Körpers 2005 Marix Verlag Wiesbaden, Deutsche Erstausgabe, S. 259
- Abbildung 3 Oberes Sprunggelenk, Malleolengabel und Trochles Tali, vgl. Calais- Germain B., Anatomie der Bewegung Technik und Funktion des Körpers 2005 Marix Verlag Wiesbaden, Deutsche Erstausgabe, S. 263
- Abbildung 4 Bänder des Fußes von medial und plantar, aus Platzer W., Taschenatlas der Anatomie 1 Bewegungsapparat 2013, 11. Auflage Thieme Verlag Stuttgart, S. 227
- Abbildung 5 Bänder des Fußes von lateral, plantar und dorsal, aus Platzer W., Taschenatlas der Anatomie 1 Bewegungsapparat 2013, 11. Auflage Thieme Verlag Stuttgart, S.227
- Abbildung 6 Unteres Sprunggelenk, Articulatio subtalare zwischen Talus und calcaneus, vgl. Calais- Germain B., Anatomie der Bewegung Technik und Funktion des Körpers 2005 Marix Verlag Wiesbaden, deutsche Erstausgabe, S. 266 oder 269
- Abbildung 7 Henk´sche Achse, aus Calais- Germain B., Anatomie der Bewegung Technik und Funktion des Körpers 2005 Marix Verlag Wiesbaden Deutsche Erstausgabe, S. 271
- Abbildung 8 Chopart-Gelenk, aus Calais-Germain B., Anatomie der Bewegung Technik und Funktion des Körpers 2005 Marix Verlag Wiesbaden Deutsche Erstausgabe, S. 274
- Abbildung 9 Lisfranc-Gelenk, aus Calais-Germain B., Anatomie der Bewegung Technik und Funktion des Körpers 2005 Marix Verlag Wiesbaden Deutsche Erstausgabe, S. 277
- Abbildung 10 Funktion der Sprunggelenksmuskeln, Dorsalflexion (A), Plantarflexion (B), aus Platzer W., Taschenatlas der Anatomie 1 Bewegungsapparat 2013, 11. Auflage Thieme Verlag Stuttgart, S.267

- Abbildung 11 Funktion der Sprunggelenksmuskeln, Pronation (C), Supination (D), aus Platzer W., Taschenatlas der Anatomie 1 Bewegungsapparat 2013, 11. Auflage Thieme Verlag Stuttgart, S.267
- Abbildung 12 Bänder die bei Supinationstrauma häufig betroffen sind, vgl. Klein P., Sommerfeld P., Biomechanik der menschlichen Gelenke Biomechanik der Wirbelsäule, 2004,1. Auflage, Urban & Fischer Verlag München, S. 349
- Abbildung 13 Taluskipfung in Folge eine Supinationstraumas, vgl. Klein P., Sommerfeld P., Biomechanik der menschlichen Gelenke Biomechanik der Wirbelsäule, 2004,1. Auflage, Urban & Fischer Verlag München, S.350
- Abbildung 14 Widerlagerung des unteren Sprunggelenkes in Inversion/ Eversion durch die Therapeutin, Fotos Odette Eisenträger
- Abbildung 15 Widerlagernde Mobilisation der Chopart- und Lisfranc-Gelenke durch die Therapeutin, Fotos Odette Eisenträger
- Abbildung 16 Widerlagernde Mobilisation der Inversion/ Eversion durch den Probanden, Fotos Odette Eisenträger
- Abbildung 17 Gewölbebauer durch den Probanden, Foto Odette Eisenträger
- Abbildung 18 Widerlagern der weiterlaufenden Bewegung durch den Probanden, Foto Odette Eisenträger
- Abbildung 19 Herstellung der Längswölbung des Fußes durch den Probanden, Foto Odette Eisenträger
- Abbildung 20 Eingezeichnete Beinachsen, Stand und Zehenstand, Fotos Odette Eisenträger
- Abbildung 21 Radrennbahn Gera, Übersicht, Fotos Odette Eisenträger
- Abbildung 22 Messsystem, Anlage am Probanden, Firma GEBIOM Münster, Fotos Odette Eisenträger
- Abbildung 23 Anlegen der Sohlen, Beispiel eine Laufes, Fotos Odette Eisenträger
- Abbildung 24 Druckbild Beispiel, Vergleich-Mittelwert 18 Schritte gesund, Foto Beat Göpfert
- Abbildung 25 Druckbild Beispiel, Vergleich-Mittelwert 11 Schritte links verletzt, Foto Beat Göpfert

10 Tabellenverzeichnis

| | |
|-----------|---|
| Tabelle 1 | Verletzungszahlen Büchner Barella Versicherung |
| Tabelle 2 | Übersicht des Studienverlaufes |
| Tabelle 3 | Auswertung Fragebogen zur Anamnese |
| Tabelle 4 | Darstellung rechte und linke gesunde Referenzfüße |
| Tabelle 5 | Darstellung linker verletzter Referenzfuß |
| Tabelle 6 | Darstellung rechter verletzter Referenzfuß |
| Tabelle 7 | Schrittzahl Interventions- und Kontrollgruppe |
| Tabelle 8 | Subjektive Beurteilung durch die Probanden |

11 Anhangsverzeichnis

11.1 Studieninformation

Information für Probanden zur Teilnahme an einer Studie

Die Auswirkungen der Widerlagernden Mobilisation auf die Beweglichkeit des unteren Sprunggelenkes beim Gehen auf schrägen Ebenen

Sehr geehrte Teilnehmer,

ich lade Sie ein, an der oben genannten Studie teilzunehmen. Die Aufklärung darüber erfolgt in einem ausführlichen Gespräch.

Ihre Teilnahme an dieser Studie erfolgt freiwillig. Sie können jederzeit ohne Angabe von Gründen aus der Studie ausscheiden.

Studien sind notwendig, um neue, verlässliche medizinische Forschungsergebnisse zu gewinnen. Voraussetzung für die Durchführung einer Studie ist jedoch, dass Sie Ihr Einverständnis zur Teilnahme an der Studie schriftlich erklären. Bitte lesen Sie den folgenden Text als Ergänzung zum Informationsgespräch mit der Prüfleiterin sorgfältig durch und zögern Sie nicht Fragen zu stellen.

Bitte unterschreiben Sie die Einwilligungserklärung nur,

- wenn Sie Art und Ablauf der Studie vollständig verstanden haben
- wenn Sie bereit sind, der Teilnahme zuzustimmen und
- wenn Sie sich über Ihre Rechte als Teilnehmer an dieser Studie im Klaren sind.

1. Was ist der Zweck dieser Studie?

Sportler, vor allem von Ballsportarten, erleiden häufiger Umknickverletzungen (Supinations-trauma) am Fuß. Nicht selten ist dies kein einmaliges Geschehen. Betroffene Personen berichten von häufigem Umknicken und einer gefühlten Unsicherheit beim Gehen. Es stellte sich die Frage nach dem Warum? Im therapeutischen Alltag lässt sich beobachten, dass sich nach Anwendung manueller, mobilisierender Techniken am unteren Sprunggelenk die Beweglichkeit verbessert und das Gefühl der Unsicherheit reduziert.

Zweck dieser Studie ist es, den Effekt der Behandlungstechnik der Widerlagernden Mobilisation im Hinblick auf die Druckverteilung unter dem Fuß beim Gehen auf schräger Ebene zu überprüfen. Wir legen also Hand an, an Ihr Gelenk!

2. Wie ist der Ablauf der Studie?

Die Studie wird in Gera an 2 Standorten durchgeführt.

- a) Die Druckmessung unter dem Fuß beim Gehen auf der schrägen Ebene wird auf der Radrennbahn Gera durchgeführt.
- b) Die Behandlung der Probanden findet in den Praxisräumen der PT Praxis Kerstin Klaus statt.

Es werden 10 Personen daran teilnehmen. Alle 10 Teilnehmer werden eine Strecke von 50 Metern in beide Richtungen gehen. Die Ebene hat einen Neigungswinkel von 8 Grad. Die Behandlungen am Fuß werden 5 Teilnehmer erhalten.
Die Studie ist für einen Zeitraum von 8-10 Wochen geplant.

3. Welche Behandlungstechniken werden durchgeführt?

Es werden 2 Behandlungstechniken der widerlagernden Mobilisation (FBL Functional Kinetics) am unteren Sprunggelenk durchgeführt.

- Widerlagernde Mobilisation des unteren Sprunggelenkes in Einwärts-/ Auswärtsdrehung (Eversion / Inversion)
- Widerlagernde Mobilisation des Mittel- und Vorfußes gegen den Rückfuß (Chopart- und Lisfranc-Gelenke)
- Die Techniken werden von der Physiotherapeutin und durch den Probanden selbst ausgeführt.

Die Einhaltung der Untersuchungstermine und Behandlungstermine, einschließlich der Anweisungen der Studiengangsleiterin, ist von entscheidender Bedeutung für das Gelingen und den Erfolg der Studie.

4. Worin liegt der Nutzen einer Teilnahme an der Studie?

Sie werden möglicherweise Ihr Sprunggelenk besser bewegen können und eine Verbesserung der Stabilität erfahren.

5. Gibt es Risiken, Beschwerden und Begleiterscheinungen?

Es gibt keine Hinweise, dass die im Rahmen dieser Studie durchgeführten Maßnahmen zu Beschwerden oder unerwünschten Begleiterscheinungen führen oder sogar mit Risiken behaftet sind.

6. Zusätzliche Einnahme von Arzneimitteln?

Für diese Studie müssen keine Medikamente eingenommen werden.

7. Hat diese Studie Auswirkungen auf Ihre Lebensführung/Berufsleben?

Die Teilnahme an der Studie hat keine sonstigen Auswirkungen auf Ihre Lebensführung und auf Ihren beruflichen Alltag.

8. Was ist zu tun beim Auftreten von Symptomen, Begleiterscheinungen und/oder Verletzungen?

Sollten im Verlauf der Studie irgendwelche Symptome, Begleiterscheinungen oder Verletzungen auftreten, die Sie mit der Studie in Verbindung bringen, dann wenden Sie sich umgehend an einen Arzt und teilen dies der Prüfleiterin mit.

9. Wann wird die Studie vorzeitig beendet?

Sie können jederzeit, auch ohne Angabe von Gründen Ihre Teilnahmebereitschaft widerrufen und aus der Studie ausscheiden. Es entstehen Ihnen daraus keine Nachteile für Ihre Gesundheit.

Ihre Prüfleiterin wird Sie über alle neuen Erkenntnisse, die die Studie betreffen, informieren. Auf dieser Basis können Sie dann Ihre Entscheidung zur weiteren Teilnahme an der Studie neu überdenken.

Es ist aber auch möglich, dass Ihr Arzt oder die Studiengangsleiterin entscheidet, Ihre Teilnahme an der Studie vorzeitig zu beenden, ohne Ihr Einverständnis einzuholen. Die Gründe hierfür können sein:

- a) Sie können den Erfordernissen der Studie nicht entsprechen.
- b) Ihr Arzt oder die Studiengangsleiterin hat den Eindruck, dass eine weitere Teilnahme an der Studie nicht in Ihrem Interesse ist.

10. In welcher Weise werden die im Rahmen der Studie gesammelten Daten verwendet?

Die Weitergabe der Daten erfolgt ausschließlich zu statistischen Zwecken und Sie werden darin nicht namentlich genannt. Auch in etwaigen Veröffentlichungen der Daten werden keine Namen genannt. Lediglich die Studiengangsleiterin hat zu den vertraulichen Daten, in denen Sie namentlich genannt werden, Zugang.

11. Entstehen für die Teilnahme Kosten?

Durch Ihre Teilnahme entstehen Ihnen keine Kosten. Das beim Gehen verwendete Strumpfmateri-
al wird gestellt.

Eine Kopie der Probandeninformation und der Einverständniserklärung zur Studienteilnahme habe ich erhalten. Das Original verbleibt bei der Prüfleiterin.

Datum und Unterschrift des Teilnehmers

Datum und Unterschrift der verantwortlichen Studienleiterin

Odette Eisenträger, Heinrichstr. 68, 07545 Gera: odette.eisentraeger@stud.unibas.ch
Tel. 0176-24697096

11.2 Einverständniserklärung der Probanden

Einverständniserklärung zur Studienteilnahme

Die Auswirkungen der Widerlagernden Mobilisation auf die Beweglichkeit des unteren Sprunggelenkes beim Gehen auf schrägen Ebenen

Proband: _____

Geburtsdatum: _____

Probandennummer: _____

Vermerke zum Aufklärungsgespräch:

Schriftliche Einwilligung

1. Alle Fragen zu dieser vorgesehenen Studie wurden von der Studienleiterin, Frau Odette Eisenträger, zu meiner Zufriedenheit beantwortet.
2. Ich bin über Wesen, Bedeutung und Dauer dieser Studie aufgeklärt worden, habe die Probandenaufklärung vollständig gelesen und verstanden und hatte genügend Zeit für meine Entscheidung.
3. Ich bin damit einverstanden, dass meine Daten, die im Rahmen der Studie erhoben werden, in anonymisierter Form aufgezeichnet und zur wissenschaftlichen Auswertung verwandt werden. Ich bin weiter damit einverstanden, dass erfolgte Aufzeichnungen von Daten anonymisiert weiter gegeben werden dürfen.
4. Ich bin darauf hingewiesen worden, dass alle Daten der ärztlichen und therapeutischen Schweigepflicht unterliegen und die wissenschaftliche Auswertung anonym erfolgt.

Hiermit gebe ich mein Einverständnis für die Teilnahme an dieser Studie unter dem Vorbehalt, jederzeit – auch ohne Angaben von Gründen – zurücktreten zu können.

Eine Kopie der Probandeninformation und -einverständniserklärung ist mir ausgehändigt worden.

Ort, Datum und Unterschrift
der Studienleiterin

Ort, Datum und Unterschrift
des Studienteilnehmers

11.3 Anamnesefragebogen

Anamnesebogen

Name, Vorname:

Geburtsdatum:

Anschrift:

Beruf/ Tätigkeit:

Allgemeine Fragen

Seit wann spielen Sie Fußball?

Welchen Fußballschuh tragen Sie?

Welche Kriterien haben zur Kaufentscheidung beigetragen? (Firma, Farbe, Trend...?)

Haben Sie sich schon einmal am Fuß verletzt? (Umknicken, Banddehnung, Kapseldehnung, Bänderriss, eventuelle Brüche)

Wenn ja, was haben Sie sich verletzt und wann war dieses Ereignis?

Wie wurden Sie behandelt?

Hatten Sie in diesem Zusammenhang eine physiotherapeutische Verordnung? Wenn ja, was wurde Ihnen verordnet?

Welchen Fuß/ Füße hat das betroffen?

Haben Sie ein unsicheres Gefühl beim Gehen oder Laufen?

Tragen Sie beim Fußballspielen eine Orthese / Bandage?

Benutzen Sie beim Fußballspielen Tapes?

Machen Sie Fußgymnastik oder kräftigendes Training für die Füße?

11.4 Auswertung Anamnesebogen

Sei wann spielen Sie Fußball?

- 2/10 mit 4 Jahren
- 4/10 mit 6 Jahren
- 1/10 mit 8 Jahren
- 3/10 mit 10 Jahren

Haben Sie sich schon einmal am Fuß verletzt?

- 10/10 sind von Verletzungen betroffen

Ist Ihr dominantes Bein (Schussbein) von der Verletzung betroffen?

- 6/10 betraf die Verletzung das dominante Bein
- 4/10 betraf die Verletzung das nicht dominante Bein
- 4/5 mit Behandlung waren am dominanten Bein betroffen
- 1/5 mit Behandlung waren am nicht dominanten Bein betroffen
- 2/5 ohne Behandlung waren am dominanten Bein betroffen
- 3/5 ohne Behandlung waren am nicht dominanten Bein betroffen

(Umknicken, Banddehnung, Kapseldehnung, Bänderriss, eventuelle Brüche)

Wenn ja, was haben Sie sich verletzt und wann war dieses Ereignis?

- 1/10 Deltabandruptur, Ausriss laterale Talusschulter
- 2/10 Mittelfußfraktur, Bänderdehnungen
- 1/10 Weber A Fraktur, Umknickverletzung
- 6/10 Bänderdehnung, Bänderriss,

Hier wurden mehrfache Verletzungen genannt.

Wie wurden Sie behandelt?

- 7/10 Ruhe, Kühlen, Aircast
- 2/10 OP, Aircast, Entlastung
- 1/10 keine Behandlung

Hatten Sie in diesem Zusammenhang eine physiotherapeutische Verordnung? Wenn ja, was wurde Ihnen verordnet?

- 7/10 keine Behandlung
- 1/10 18 Behandlungen Krankengymnastik
- 1/10 6 Manuelle Lymphdrainage
- 1/10 6 Behandlungen Krankengymnastik/ 6 Manuelle Lymphdrainage

Welchen Fuß/ Füße hat das betroffen?

- 3/10 linker Fuß
- 5/10 rechter Fuß
- 2/10 beide Füße

Haben Sie ein unsicheres Gefühl beim Gehen oder Laufen?

- 6/10 unsicheres Gefühl beim Laufen, abhängig vom Boden
- 4/10 kein unsicheres Gefühl

Tragen Sie beim Fußballspielen eine Orthese / Bandage?

- 9/10 keine Orthese/ Bandage
- 1/10 für eine kurze Zeit

Benutzen Sie beim Fußballspielen Tapes?

- 10/10 benutzen keine Tapes

Machen Sie Fußgymnastik oder kräftigendes Training für die Füße?

- 8/10 keine Übungen
- 2/10 machen Übungen

12 Danksagung

An dieser Stelle möchte ich all jenen danken, vor allem den Fußballspielern, die mir als Probanden zur Verfügung standen, die mich im Rahmen dieser Masterarbeit begleitet haben.

Ganz besonders möchte ich Beat Göpfert danken, der meine Arbeit durch seine fachliche und persönliche Unterstützung möglich gemacht hat.

Ein besonderer Dank gilt ebenfalls Prof. Dr. Vinzenz von Tscharnern, der an der Datenauswertung maßgeblich beteiligt war.

Danken möchte ich auch Prof. Dr. med. Niklaus F. Friederich, durch dessen wertvolle Hinweise meine Arbeit kontinuierlich verbessert wurde.

Ein Dankeschön auch an Henry Zorn der Firma Petters, der das Druckmesssystem zur Verfügung gestellt hat und mir bei den Messungen auf der Radrennbahn zur Seite stand.

Auch meiner Familie möchte ich danken, ohne deren Unterstützung ich dieses Studium nicht hätte absolvieren können. Meine Tochter Carolin war mir bei den Übersetzungen eine große Hilfe.

Ein besonderer Dank gilt auch all meinen Freunden, die mich mit viel Geduld moralisch unterstützt haben.

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit versichere ich, dass ich die vorliegende Arbeit mit dem Titel - *Beweglichkeit des unteren Sprunggelenkes beim Gehen auf schrägen Ebenen: Auswirkungen der widerlagernden Mobilisation* - selbständig und ohne fremde Hilfe verfasst habe und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel und angegebene Quellen benutzt habe. Sämtliche Stellen der Arbeit, in denen verwendete Literatur wörtlich oder sinngemäß entnommen wurde, habe ich durch Quellen bzw. Literaturangaben kenntlich gemacht. Dies gilt ebenfalls für Abbildungen, Zeichnungen, Skizzen, bildliche Darstellungen, sowie für Quellen aus dem Internet.

Die Arbeit hat in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegen und wurde auch noch nicht veröffentlicht.

Gera, den 15.02.2016

Odette Eisenträger