

**Auswirkung der Muskelkraft der Hüftabduktoren auf die
Stabilität des Sprunggelenks bei der Rehabilitation von Patienten
mit funktionell chronisch instabilen Sprunggelenken.**

Eine prospektive, kontrollierte, stratifiziert randomisierte Studie

SIMONE GAFNER

Studentin HES – Studiengang Physiotherapie

MARTINA LEUTENEGGER

Studentin HES – Studiengang Physiotherapie

Betreuer der Diplomarbeit: ROGER HILFIKER

**DIPLOMARBEIT ABGEGEBEN IN LEUKERBAD UND VERTEIDIGT IN GENÈVE IM JAHRE 2007
MIT DEM ZIEL DAS DIPLOM IN PHYSIOTHERAPIE HES ZU ERHALTEN**

**Fachhochschule Westschweiz
Studiengang Physiotherapie**

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	II
Abbildungsverzeichnis	IV
Tabellenverzeichnis.....	IV
Abkürzungsverzeichnis	V
Danksagung.....	VI
1. Einleitung	1
1.1 Definition des Distorsionstraumas	1
1.2 Epidemiologie	1
1.3 Population.....	2
1.4 Problemstellung.....	3
1.5 Gebräuchliche Interventionen	6
1.6 Unsere Intervention	6
2. Synthese des Problems	8
2.1 Hypothese.....	8
2.2 Forschungsfragen	8
3. Theorie	9
3.1 Das passive System	9
3.2 Das Kontroll- und Steuersystem	10
3.3 Das aktive System	11
3.3.1 Periartikuläre Muskulatur des Sprunggelenks.....	12
3.4 Abduktoren der Hüfte.....	14
4. Methode.....	15
4.1 Design.....	15
4.2 Helsinki Protokoll	15
4.3 Probandenselektion	15
4.4 Rekrutierung und Information der Probanden	16
4.5 Randomisierung der Studienteilnehmer	17
4.6 Material	17
4.7 Subjektives Instabilitätsgefühl	19
4.8 Motivation	19
4.9 Absolvierte Trainings.....	19
5. Details der Tests, der Administration des Rehabilitationsprogramms, der Methode der Datensammlung und die statistische Auswertung.....	20
5.1 Das Trainingsprogramm.....	20
5.2 Details der Tests	20
5.3 Durchführung des Tests mit dem Dynamometer	21
5.4 Durchführung der Messung mit dem CAIT	22
5.5 Datenanalyse	22
5.6 Ein und Ausschlusskriterien.....	23

6.	Statistik/Resultate.....	24
6.1	Muskelkraft der Hüftabduktoren.....	25
6.2	CAIT Score zur Evaluation des subjektiven Instabilitätsgefühls.....	26
7.	Diskussion.....	28
7.1	Interpretation der statistischen Resultate.....	28
7.2	Konfrontation der Literatur mit unserer Arbeit.....	32
7.3	Stärken und Schwächen unserer Studie	33
7.4	Vorschläge für weitere Studien	38
7.5	Erfahrungen im Zusammenhang mit der Studie	38
8.	Zusammenfassung.....	39

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Heterokinetisches Kardangelenk mit den jeweiligen Muskeln und Achsen.....	13
Abbildung 2: Nicholas MMT (Ansicht von oben, von der Seite und von unten).....	18
Abbildung 3: Ausgangsstellung für die Kraftmessung der Hüftabduktoren.....	21
Abbildung 4: Kraftzunahme der Kontrollgruppe und der Interventionsgruppe.....	26
Abbildung 5: Zunahme des CAIT Scores der Kontrollgruppe und der Interventionsgruppe	27
Abbildungen 6 und 7: Korrelationsdiagramm (Score und Kraft) der Kontroll- und Interventionsgruppe.....	31
Abbildung 8: Diagramm der einzelnen Kraftwerte der Probanden, um einen eventuellen Deckeneffekt aufzuzeigen.....	35

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Mittelwerte (SD) der Kraft der Hüftabduktoren und CAIT-Score für die Interventionsgruppe und die Kontrollgruppe.....	25
Tabelle 2: Mittelwerte und Standardabweichung der Motivation der Interventionsgruppe und der Kontrollgruppe.....	25

Abkürzungsverzeichnis

CAIT	Cumberland Ankle Instability Tool
CI	Konfidenzintervall
cm	Centimeter
COP	Center of pressure
et al.	Lateinische Abkürzung für „und die Anderen“
ICC	Interclass coefficient
kg	Kilogramm
M.	Musculus
max.	Maximum, grösster Wert
MMT	Manual muscle Tester
min.	Minimum, kleinster Wert
ms	Millisekunden
n	Gesamtanzahl
OE	Obere Extremität
r	Reliabilität
S ₁	Mittelwert der ersten CAIT-Scoremessung
S ₃	Mittelwert der dritten CAIT-Scoremessung
ΔS	Mittelwert der CAIT-Scorezunahme
SD	Standarddeviation (Standardabweichung)
SUVA	Schweizerische Unfallversicherungsanstalt
T ₁	Mittelwert der ersten Kraftmessung
T ₃	Mittelwert der dritten Kraftmessung
ΔT	Mittelwert der Kraftzunahme
UE	Untere Extremität
USA	United states of America
VAS	Visuell analoge Skala

Danksagung

Folgenden Personen, die uns bei der Diplomarbeit unterstützt haben, möchten wir an dieser Stelle unseren herzlichsten Dank aussprechen:

- Den folgenden Lehrern der HES- SO, die uns bei der Realisierung unserer Diplomarbeit mit wertvollen Hilfestellungen beigestanden haben:
 - Herr Roger Hilfiker, Betreuer unserer Diplomarbeit, Master Physiotherapy Sciences
 - Herr André Meichtry
- Dr. med. Finn Mahler, Sportarzt im Hôpital de la Tour (Génève), der uns unentgeltlich das Messgerät zur Verfügung gestellt hat und uns diesbezüglich mit Rat und Tat zur Seite stand.
- Den Probanden, die an unserer Studie teilgenommen haben
- Den Trainern des FC Brig-Glis und SC Thörishaus für die gute Zusammenarbeit
- Frau Liliane Baumer für die sprachliche Korrektur der gesamten Arbeit
- Herr Thomas Baumer für die Korrektur der gesamten Arbeit
- Herr Nick Lauvrys für die Korrekturen und die Bildbearbeitung
- Frau Laila Heimsch für die Hilfe bei den Messungen
- Frau Sibylle Pfamatter für die Hilfe bei den Messungen
- Frau Fabienne Gafner für die Korrektur des Abstracts
- Herr Markus Tanner für die Bildbearbeitung
- Dem Amt für Umwelt des Kantons Thurgaus für den preiswerten Druck

Auswirkung der Muskelkraft der Hüftabduktoren auf die Stabilität des Sprunggelenks bei der Rehabilitation von Patienten mit funktionell chronisch instabilen Fussgelenken.

Eine prospektive, stratifiziert randomisierte Studie

Simone GAFNER & Martina LEUTENEGGER

Fachhochschule Westschweiz (HES-SO), Studiengang Physiotherapie, Leukerbad, Wallis, Schweiz

Kontext: Die muskuläre Stabilität des Hüftgelenks ist wichtig für die Stabilität des gesamten Beines. Für Personen, die wiederholte Distorsionstraumen im Sprunggelenk haben, ist die Positionierung des Fusses während dem Gang insbesondere während der Phase des Initial Contact sehr wichtig und oft gestört. **Ziele:** Wir wollen a) herausfinden ob die Standard-Therapie bei Sprunggelenksdistorsionen die Hüftabduktoren, genügend kräftigt, b) zeigen, dass durch das Auftrainieren der Hüftabduktoren zusätzlich zur normalen Therapie bei funktionell instabilen Sprunggelenken, die subjektive Stabilität des Sprunggelenkes erhöht werden kann. **Design:** Kontrollierte, prospektive, stratifiziert randomisierte Studie **Bedingungen:** Laborbedingungen **Probanden:** Die Probanden sind zwischen 15-61 Jahre alt und hatten schon mindestens ein Distorsionstrauma. Seit dem Distorsionstrauma haben sie ein subjektives Instabilitätsgefühl, sind aber nicht in therapeutischer Behandlung. Die Probanden werden innerhalb der Mannschaft nach dem Zufallsprinzip in zwei Gruppen eingeteilt (stratifiziert randomisiert).

Hauptergebnis der Messung: Die Hüftabduktorenkraft (in kg) wurde mit einem Hand gehaltenen Dynamometer (Nicholas MMT) gemessen. Das subjektive Stabilitätsgefühl des Sprunggelenks haben wir anhand eines Fragebogens ermittelt (Cumberland Ankle Instability Tool = CAIT). **Resultat:** Es gab keinen signifikanten Unterschied der Kraftzunahme der Hüftabduktoren zwischen der Interventionsgruppe und der Kontrollgruppe. Die subjektive Stabilität hat im Durchschnitt bei allen Probanden zugenommen, in der Interventionsgruppe jedoch beträchtlich mehr als in der Kontrollgruppe. **Zusammenfassung:** Die Hüftabduktoren werden in einem Standard-Rehabilitationsprogramm genügend gekräftigt und benötigen kein zusätzliches spezifisches Krafttraining. Es gibt keine Korrelation zwischen der Kraftzunahme der Hüftabduktoren und der Zunahme des subjektiven Stabilitätsgefühls des Sprunggelenks innerhalb der Kontroll- und Interventionsgruppe. **Schlüsselwörter:** Muskelkraft der Hüftabduktoren, Sprunggelenksstabilität, funktionell chronisch instabile Sprunggelenk

Context: Hip stability and strength are important for proper gait mechanics and the stability of the whole leg. For people suffering on chronic ankle sprains the position during heel strike is very important and often disturbed. **Objective:** a) To determine if the standard therapy after ankle sprains invigorate the hip abductors sufficiently, b) To determine the possible positive effect of supplementary hip abductor force training on the subjective stability of the ankle compared to the standard therapy for functional unstable ankles. **Design:** Controlled prospective stratificated randomised study **Setting:** Laboratory **Patients and other participants:** A total of 24 subjects who suffered one or more ankle sprains and as a consequence felt an instability of the ankle, were recruited. The subjects had an age between 15 and 61 years and they were not undergoing formal or informal rehabilitation during the time of the study. The subjects were randomised within the club in two groups (stratificated randomised).

Main Outcome measure(s): Hand held dynamometry (Nicholas MMT) was used to assess the force of the hip abductors. We obtained the subjective feeling of the stability of the ankle by using a questionnaire named the Cumberland Ankle Instability Tool (CAIT) with a score between 0 and 30. **Results:** There was no significant difference of the rise of the force of the hip abductors between the intervention group and the control group. In average the subjective stability has increased for every subject but significantly more in the intervention group than in the control group. **Conclusions:** During a standard therapy program the hip abductor strength is invigorated sufficiently and no further specific strength exercises are necessary. There is no correlation between the rise of the hip strength and the rise of the subjective feeling of stability of the ankle within the groups. **Key Words:** muscle strength of the hip abductors, ankle stability and functional chronically unstable ankle

1. Einleitung

Für unsere Diplomarbeit haben wir uns für die Thematik des chronisch funktionell instabilen Sprunggelenks entschieden. Dieses Thema haben wir aus verschiedenen Gründen gewählt. Zum einen ist es eine der häufigsten Verletzungen, die bei jungen Erwachsenen vorkommt und somit werden wir in unserer weiteren physiotherapeutischen Laufbahn oft damit konfrontiert werden. Zum anderen ist es ein Gebiet, welches uns persönlich sehr interessiert. Im der folgenden Einleitung möchten wir auf weitere Gründe, auf die Problemstellung und die Epidemiologie näher eingehen.

1.1 Definition des Distorsionstraumas

Bei einem Distorsionstrauma (Synonyme: Supinationstrauma oder Inversionstrauma) kommt es meistens zu einer kombinierten Bewegung aus Plantarflektion, Adduktion und Supination (= Inversionsstellung des Fusses). Diese Bewegung geschieht plötzlich und geht über die Grenzen der normalen Beweglichkeit und mechanischen Stabilität der Bandstrukturen im Sprunggelenk hinaus. Die Umknickbewegung geht meistens so schnell, dass eine aktive Stabilisierung der Muskulatur des Unterschenkels nicht mehr erfolgen kann und der Kapselbandapparat sowie die knöchernen Strukturen pathologisch hoch belastet werden. Der Kapselbandapparat kann dabei überdehnt, teilrupturiert oder vollständig rupturiert werden. Frakturen und Knorpelschäden können ebenfalls eine mögliche Folge sein.

1.2 Epidemiologie

Das Supinationstrauma ist eine der häufigsten Verletzungen von Sportlern und anderen jungen, aktiven Erwachsenen. Nach Brooks et al.¹ ist die Verletzungshäufigkeit annähernd 1 pro 10'000 Personen pro Tag (in der Schweiz also bei ca. 750 Personen pro Tag), in der Sendung des Gesundheitsmagazins Puls² wurde von 625 Personen pro Tag in der Schweiz ausgegangen.

Laut der Unfallstatistik der SUVA³ erlitten zwischen 1998 und 2002 37'188 Personen während ihrer Freizeit Verstauchungen, Zerrungen und/oder Sehnenanrisse im Bereich des

Knöchels und Unterschenkels. Mit einem Anteil von 8.9% sind dies die häufigsten Verletzungen in der Freizeit.

Nach Friel et. al.⁴ entwickeln 10-30% der Personen mit akutem Inversionstrauma chronisch mechanische Instabilitäten und annähernd 80% dieser Distorsionstraumen wiederholen sich. Aufgrund dieser Häufigkeit von funktionell chronisch instabilen Sprunggelenken beginnt für die betroffenen Personen nach dem ersten Distorsionstrauma oft ein langer Leidensweg. Sie sind stark eingeschränkt, sowohl in ihren sportlichen Aktivitäten als auch im Alltag. Sobald die Personen den flachen Untergrund verlassen wird die Kontrolle über ihre Sprunggelenke schwierig und die Angst mit der damit verbundenen Unsicherheit wächst. Wird dann noch die Geschwindigkeit des Ganges erhöht und ins Laufen übergegangen so ist das Risiko für diese Personen extrem hoch, erneut ein Distorsionstrauma zu erleiden.

Alle Personen, die von der SUVA-Statistik erfasst wurden, waren in ärztlicher und/oder physiotherapeutischer Behandlung. Die anfallenden Kosten für die SUVA betragen zwischen 1998 bis 2002³ 79'284'000 CHF, das macht durchschnittlich 2'132 CHF pro Fall. Diese Kosten beziehen sich nur auf die medizinischen Leistungen (Arzt, Physiotherapie, Pflege, Medikamente, etc.). Die volkswirtschaftlichen Kosten (Arbeitsausfall, etc.) kommen noch dazu. Angesichts der Häufigkeit dieser Verletzung sind diese Kosten für die Volkswirtschaft erheblich.

1.3 Population

Von einem Supinationstrauma betroffen sind vor allem junge Erwachsene, die körperlich aktiv sind. Besonders gefährdet sind Sportler, die Ballsportarten wie Volleyball, Fussball, Handball oder Basketball ausüben.

Klein et al.⁵ haben in einer retrospektiven Studie Basketballspieler befragt. Von den 179 Spielern, die den Fragebogen zurückschickten, haben 160 (89%) schon einmal ein Distorsionstrauma des Sprunggelenks erlitten.

Bahr et al.⁶ untersuchten in einer retrospektiven Kohortenstudie die Distorsionstraumen von Volleyballspielern in der 1. und 2. Liga des norwegischen Volleyballverbandes für die Saison 1991-1992. Es gab 63 Verletzungen bei den 318 Probanden während 60'612 Stunden

Trainingszeit und 928 Matches. In der Studie aufgenommen wurden Verletzungen, aus denen ein oder mehrere Tage Trainingsabsenz folgten.

1.4 Problemstellung

Warum ein Sprunggelenk funktionell chronisch instabil wird, ist noch nicht völlig geklärt. Sicher ist, dass es sehr viele Faktoren gibt, welche dazu beitragen. Nach Frans van den Berg⁷ besteht das stabilisierende System grundsätzlich aus drei Untersystemen:

- Das passive System (Knöcherner Gelenkpartner, Bänder, Gelenkscapsel, Grundtonus der Muskulatur)
- Das aktive System (Muskeln und Sehnen)
- Das Kontroll- und Steuersystem (unterschiedliche Propriozeptoren, peripheres Nervensystem, zentrales Nervensystem)

Die drei Systeme lassen sich allerdings nicht strikte trennen, da sie eng miteinander gekoppelt und für die Stabilität des Gelenks zusammen verantwortlich sind. Im folgenden Theorieteil werden wir noch genauer auf diese drei Systeme eingehen.

Neben dem stabilisierenden System eines Gelenks gibt es noch weitere Faktoren, die auf die Stabilität des Sprunggelenks einen Einfluss haben. Schon Freeman (1965)⁸ fand in seiner Studie heraus, dass es noch andere Faktoren geben muss, welche die funktionelle Stabilität des Sprunggelenks beeinflussen. Er testete 62 Patienten mit einem Distorsionstrauma während einem Jahr, ob sie eine chronische funktionelle Instabilität entwickeln. Dabei fand er heraus, dass nur sehr selten die mechanische Instabilität des Sprunggelenks der Grund ist für das Symptom des unkontrollierbaren Nachgebens (giving way).

Weitere mögliche Ursachen für chronisch instabile Sprunggelenke (rezidivierende Distorsionen) könnten sein:

- Längere Reaktionszeit der periartikulären Muskulatur
- Störungen der sensomotorischen Mechanismen
- Abnehmender Muskeltonus und Kraftverlust der Beinmuskulatur
- Beweglichkeitseinschränkung Plantarflektion/Dorsalextension
- Einige noch unbekannte Faktoren

Wie oben erwähnt und nachfolgend im Theorieteil näher ausgeführt, haben die Morphologie und die umliegenden Strukturen des Gelenks einen wichtigen Einfluss auf dessen Stabilität. Zwei Fragen stehen im Mittelpunkt dieser Arbeit: Warum kommt es zum Supinationstrauma und welche Faktoren tragen dazu bei, dass sich die Traumen wiederholen?

Es gibt gewisse Risikofaktoren, die vor allem für Sportler eine Bedeutung haben. Diese können unterteilt werden in endogene und exogene Faktoren. Zu den exogenen Faktoren gehören unter anderem Schuhwerk, Einwirkungen des Gegners, Sportgeräte, Bodenbeschaffenheit, Trainings- und Wettkampfablauf, Spielregeln und ihre Durchsetzung durch den Schiedsrichter und klimatische Verhältnisse. Diese Faktoren können von der Person, wenn überhaupt, nur beschränkt beeinflusst werden. Zu den endogenen Faktoren gehören unter anderem Motivation, Konzentration, Koordination, Kraft, Schnelligkeit, Ausdauer, Erwärmungszustand, Beweglichkeit, Reaktionszustand und technisches Können. Diese können hingegen mehr oder weniger ausgeprägt vom Menschen beeinflusst werden.

In so einem komplexen Mechanismus wie dem chronisch funktionell instabilen Sprunggelenk, wäre es nachlässig, nur auf die Risikofaktoren und das Sprunggelenk selbst einzugehen. Der ganze Körper, vor allem aber die ganze untere Extremität, muss auch im Zusammenhang mit dem Vorgang des Gehens oder Laufens betrachtet werden. Diese Bewegungen sind der Ausgangspunkt des Distorsionstraumas.

Das Gehen ist ein komplexer Ablauf, in dem sehr viele Muskeln und Gelenke des Körpers gebraucht und bewegt werden. Obwohl auch der Rumpf und die obere Extremität am Vorgang mitwirken, möchten wir uns im Folgenden vor allem auf die untere Extremität konzentrieren, weil deren Einfluss im Vergleich dominant ist.

Um zu gehen, braucht der Mensch alle Gelenke der unteren Extremität, also die Hüfte, das Knie und das Sprunggelenk. Die Muskeln müssen ganz genau koordiniert werden, um optimal miteinander zu arbeiten und einen optimalen Bewegungsablauf zu gewährleisten. Für die Bewegung des Gehens werden die Gelenke vor allem in der Sagittalebene bewegt. Das heisst, dass die Muskelketten der Flexion und Extension arbeiten, um den Körper vorwärts zu bewegen⁹. Die Sprunggelenksdistorsion ist jedoch ein Trauma, in dem eine Bewegung nach lateral geschieht. Die laterale Stabilität des Beines beim Gang wird durch das Sprunggelenk und das Hüftgelenk kontrolliert und gewährleistet. Das Knie hat keine aktiven Bewegungskomponenten in der frontalen Ebene.

Die Fusspositionierung und der Fersenkontakt können gestört sein durch die Veränderung der Abduktoren- und Adduktoren-Momenten der Hüfte während der Schwungphase des Ganges¹⁰. Diese Veränderung der Fusspositionierung kann den Fuss- und Sprunggelenkskomplex in eine verletzungsgefährdende Position bringen.

Kleinere Fehler in der Platzierung des Fusses werden im Subtalar-Gelenk oder in der Hüfte korrigiert, grössere hingegen werden immer in der Hüfte korrigiert. In der Swing- Phase des Ganges hängt die Positionierung des Fusses von den Hüftabduktoren und -adduktoren ab. In dieser Studie wurde herausgefunden, dass Patienten mit chronischen Distorsionstraumen abgeschwächte Hüftabduktoren haben.

Während des Ganges bestimmen die Abduktoren und Adduktoren der Hüfte die Spurbreite. Besteht nun zwischen den Hüftabduktoren und den Hüftadduktoren eine muskuläre Dysbalance, so verändert sich die Spurbreite und die Position, in der der Fuss aufsetzt. Sind die Hüftabduktoren zu schwach, so verkleinert sich die Spurbreite und die Hauptbelastung auf den Fuss kommt auf die Aussenkante des Fusses. Nach Konradsen¹¹ besteht ein erhöhtes Risiko für ein Distorsionstrauma, wenn die laterale Kante des Fusses während der Schwungphase Bodenkontakt hat. Die Position der verkleinerten Spurbreite erhöht also das Risiko für ein Distorsionstrauma. Willems T. et al.¹² untersuchten in einer prospektiven Studie den Zusammenhang zwischen dem Gang und den Distorsionstraumen. Sie fanden heraus, dass die Veränderungen des Ganges einen grossen Einfluss haben auf die Distorsionstraumen. Ausserdem konnten sie belegen, dass Personen, die das Center of Pressure (COP) im Fuss mehr lateral liegen haben, ein höheres Risiko für Distorsionstraumen haben. Wir nehmen an, dass eine verkleinerte Spurbreite das COP nach lateral verschiebt.

Friel et al. fanden in ihrer Studie heraus, dass Personen mit unilateralen chronischen Distorsionstraumen signifikant weniger Kraft in den Hüftabduktoren der betroffenen Seite im Vergleich zur gesunden Seite haben. Auch sagen sie aus, dass Stabilität und Kraft der Hüfte wichtig sind für die sichere Schwungphase und für die Fusspositionierung während des Initial Contact. Wegen der komplizierten, geschwungenen Kinematik der unteren Extremität ist es wichtig, dass die Stabilität der Gelenke während des Ganges optimal ist.

Tropp H.¹³ weist darauf hin, dass der Hauptfaktor für funktionelle Instabilität des Sprunggelenks eine Veränderung der Koordination ist, die hauptsächlich verursacht wird durch die Übertragung der Fussgelenkssynergie auf die Hüftgelenksynergie während der Haltungskorrektur.

Ausserdem fanden einige Autoren^{10, 14, 15} heraus, dass die Kontrolle der Hüfte fundamental ist für die Beibehaltung der Sprunggelenkskontrolle. Nach einer Sprunggelenksverletzung kann die Muskelrekrutierung der Hüfte und des Sprunggelenks gestört sein. Das kann Folgen haben in Bezug auf zukünftige Verletzungsserien und führt möglicherweise zu chronisch instabilen Fussgelenken.

1.5 Gebräuchliche Interventionen

Grasmück¹⁶ hat in seiner Dissertationsarbeit durch Studien belegt, dass die frühfunktionelle konservative Therapie die besseren Erfolge erzielt als die operative Behandlung und Ruhigstellung. Deshalb werden Personen mit chronisch funktionell instabilen Fussgelenken oftmals nur mit Physiotherapie behandelt. In den normalen Rehabilitationsprogrammen für Distorsionstraumen werden einerseits die Muskulatur des Unterschenkels trainiert und die Beweglichkeit in Dorsalextension und Plantarflektion des Sprunggelenks vergrössert. Andererseits werden Übungen zur Sensomotorik und zur Propriozeption durchgeführt. Das Trainingsprogramm wird dann je nach Intensität der Schmerzen, artikulärer Beweglichkeit, Alter, Trainingszustand und Sportart adaptiert. Wir haben nach diesen Kriterien und nach verschiedenen Autoren^{17, 18} ein „Norm-Trainingsprogramm“ zusammengestellt, welches im Anhang studiert werden kann. [Anhang 6]

1.6 Unsere Intervention

In einigen Studien^{4, 14, 15} wurde der Zusammenhang zwischen der Hüftkraft und den funktionell chronisch instabilen Fussgelenken untersucht. Die Hüftabduktoren haben wie schon erwähnt während des Ganges einen wichtigen Einfluss auf die Positionierung des Fusses.

Die Positionierung des Fusses wiederum ist die Ausgangsposition für ein Distorsionstrauma. Deshalb haben wir uns in unserer Studie auf die Kraft der Hüftabduktoren konzentriert. Wir haben das konventionelle Rehabilitationsprogramm bei chronisch instabilen Sprunggelenken mit einigen spezifischen Kraftübungen für die Hüftabduktoren ergänzt. Diese Übungen haben wir in einer solchen Intensität durchführen lassen, dass die Kraftausdauer der Hüftabduktoren trainiert wurde (Übungen mit dem eigenen Körpergewicht ohne zusätzliche Gewichte und

drei Serien mit hohen Wiederholungszahlen). Wir wollten bewusst die Kraftausdauer trainieren, da beim Gehen und Laufen die Hüftabduktoren im Ausdauerbereich beansprucht werden. Die Funktionalität war dabei oberster Leitgedanke.

Diese Intervention hatte die Zielsetzung einen Einfluss auf die Positionierung des Fusses beim Gang, und somit auf das subjektive Stabilitätsempfinden der Probanden, auszuüben. Wenn mit der Erhöhung der Hüftabduktorenkraft die Spurbreite auf die Normbreite (Beckenbreite) vergrössert werden kann, so ist die Position des Fusses weniger gefährdet. Als Konsequenz kann das subjektive Stabilitätsempfinden erhöht werden.

2. Synthese des Problems

2.1 Hypothese

Unsere Hypothese ist, dass Probanden die zusätzlich zum Standard- Rehabilitationsprogramm ein Kräftigungsprogramm für die Hüftabduktoren absolvieren, ein höheres subjektives Stabilitätsgefühl erreichen als solche, die das gebräuchliche Rehabilitationsprogramm bei funktionell chronisch instabilen Sprunggelenken ausführen und dass die Hüftabduktorenkraft mehr zunimmt als beim Standardprogramm.

Das wird mit einem Kräftigungsprogramm überprüft, welches die Probanden der Interventionsgruppe während zwei Monaten drei Mal pro Woche absolvieren. Dabei wird die Kraftausdauer der Hüftabduktoren trainiert. Parallel dazu führen die Probanden der Kontrollgruppe das Standard- Rehabilitationsprogramm aus. Vor Beginn der Intervention, in der Mitte und am Ende messen wir die Kraft der Hüftabduktoren und das subjektive Instabilitätsgefühl aller Probanden.

2.2 Forschungsfragen

Leitende Fragen für diese Studie sind:

- Werden die Hüftabduktoren bei Probanden mit funktionell chronisch instabilen Sprunggelenken mit einem gebräuchlichen Rehabilitationsprogramm (für funktionell chronisch instabile Fussgelenke) genügend gekräftigt so dass eine Kraftzunahme der Hüftabduktoren feststellbar ist?
- Wie entwickelt sich die Kraftzunahme der Hüftabduktoren bei der Kontrollgruppe (Standard- Rehabilitationsprogramm) und bei der Interventionsgruppe (Standard- Rehabilitationsprogramm mit zusätzlichen Übungen für die Hüftabduktoren)?
- Hat die Kraftzunahme der Hüftabduktoren einen Einfluss auf das subjektive Instabilitätsgefühl?

3. Theorie

3.1 *Das passive System*

Das obere Sprunggelenk ist durch die knöchernen Strukturen (Talus, Malleolengabel) gut stabilisiert. Die knöchernen Strukturen führen und kontrollieren die Bewegung der Dorsalextension und Plantarflektion. Unterstützt wird diese Stabilität noch durch die straffen medialen und lateralen Bänder. Im oberen Sprunggelenk leistet das passive System einen wichtigen Beitrag um die Stabilität zu gewährleisten.

Die Dorsalextension wird durch die knöcherne Führung, den Kapselbandapparat und durch die dorsal gelegene Muskulatur gehemmt. Bei der endgradigen Plantarflektion hemmt ein knöcherner Kontakt die Bewegung. Zudem werden die vordere Kapselwand und das Ligamentum fibulotalare anterius gespannt und die Extensoren hemmen durch ihren Muskeltonus die Plantarflektion.

Das untere Sprunggelenk ist durch die knöchernen Strukturen weniger geführt als das Obere. Die Gelenkkapsel ist schlaff und dünn. Die Bandstrukturen sind sehr straff und stark ausgeprägt. Sie sind im unteren Sprunggelenk zu grossen Teilen für die passive Stabilität zuständig. Durch die straffen Bänder gibt es im unteren Sprunggelenk fast nur kombinierte Bewegungen. Diese werden als Inversion (=Supination, Adduktion und Plantarflektion) und Eversion (=Pronation, Abduktion und Dorsalextension) bezeichnet. Die Inversion wird somit auch durch die Kette von Bändern gehemmt, die sich sukzessive anspannt. Die Eversionsbewegung wird knöchern gehemmt. Zusätzlich kommt es zur Anspannung vor allem des medialen Kollateralbandapparates. Die Eversion wird von den passiven Strukturen her besser gehemmt als die Inversion. Dies ist mit ein Grund, warum die meisten Traumen in der Inversionsstellung geschehen.

Die passive Stabilität des Gelenkes wird mit dem klassischen Instabilitätstest geprüft. Es handelt sich dabei um passive Tests, welche die Integrität bzw. die Laxität des passiven Systems testen.

Die passiven Strukturen haben jedoch auch eine wichtige propriozeptive Funktion für die Stabilität eines Gelenkes. Mechanosensitive Rezeptoren in den Bändern sind in der Lage über einen Reflexbogen die stabilisierende autochthone Muskulatur zu rekrutieren. Die passiven Strukturen nehmen also auch am aktiv dynamischen Prozess der Stabilisation teil. Das

Kontroll- und Steuerungssystem erhält Informationen aus den unterschiedlichen passiven Strukturen und stellt entsprechend das aktive System ein.

3.2 Das Kontroll- und Steuersystem

Das Kontroll- und Steuersystem ist das zentrale verbindende Element des stabilisierenden Systems. Die propriozeptiven Rezeptoren im passiven System und den Sehnen des aktiven Systems leiten wichtige Informationen an das zentrale Nervensystem weiter. Diese kann dann reagieren und das aktive System aktivieren. Die wichtigsten Aufgaben des Kontroll- und Steuersystems für die Stabilisation des Gelenks sind folgend aufgelistet:

- Steuerung der Muskulatur, so dass sie ihrer gelenkschützenden, stabilisierenden Rolle gerecht wird und angepasst auf körpereigene oder -fremde Bewegungsimpulse reagieren kann, sowie Absorption der horizontalen und vertikalen Scherkräfte, die durch die Wirkung von Gewichten (körpereigene und -fremde, Wirkung der Schwerkraft) entstehen.
- Vorprogrammierte Rekrutierung der primär stabilisierenden Muskulatur zeitlich vor einer Bewegung.
- Angepasste Kontrolle der benachbarten Gelenke.
- Koordination der primär stabilisierenden Muskulatur und der bewegenden Muskulatur.
- Einstellen der Grundspannung der Muskulatur.

Die Aufgaben des Kontroll- und Steuersystems beschränken sich nicht nur auf ein Gelenk oder Gelenkkomplex, sondern auf sämtliche relevante Gelenke des Körpers. Das ist wichtig, um eine Aufgabe sicher und ökonomisch ausführen zu können.

Vaes P. et al.¹⁹ haben herausgefunden, dass sich bei Personen mit funktionell instabilen Sprunggelenken auch das Kontroll- und Steuersystem verändert hat. Sie untersuchten in ihrer Studie Personen mit funktionell instabilen Fussgelenken. Diese haben eine signifikant schnellere totale Supinationszeit und eine signifikant langsamere elektromyografische Antwort des Musculus peroneus longus (Kürzere Supinationszeit: 109.3 ms versus 124.1 ms, längere Latenzzeit: 58.9 ms versus 47.7 ms vom M. peroneus longus).

3.3 *Das aktive System*

Die Muskeln und Sehnen bilden das aktive System. Damit die Muskulatur ein Gelenk stabilisieren kann, muss sie verschiedenen Fähigkeiten haben. Nach Frans van den Berg sind dies:

- Eine tonische Kontraktion über längere Zeit halten zu können.
- In einer koordinierten Art und Weise arbeiten zu können, so dass die resultierende Kraft ihrer Anspannung an einem optimalen Punkt zu einer adäquaten Kompression der artikulären Strukturen führt, wodurch die translatorischen Bewegungen innerhalb der neutralen Zone kontrolliert werden.
- Die Gelenksflächen optimal zueinander anordnen zu können.
- Auf von innen und aussen einwirkende Kräfte so zu reagieren, dass die obigen Punkte in jeder Phase einer Bewegung gewährleistet sind.

Man unterscheidet generell zwei Arten von Muskeln. Die eine Gruppe sind die primär stabilisierenden Muskeln. Diese liegen meist tief und sind anatomisch nahe der passiven Strukturen gelegen. Sie sind kurz, produzieren keine signifikante Bewegung und deren Länge ändert sich nur unwesentlich bei der Bewegung des Gelenks. Diese Muskelgruppe ist vorwiegend für die Stabilität eines Gelenks zuständig.

Die zweite Gruppe sind Muskeln, die primär eine bewegende Funktion haben. Sie haben meist einen längeren Hebel, verkürzen sich mehr oder weniger stark, und ihre Kraft kann mit den klassischen Krafttests gemessen werden.

Die aktive Stabilisation eines Gelenkes wird auch gewährleistet durch Kokontraktion der Antagonisten. Hypothesen sowie auch Ergebnisse von Studien zeigen, dass die gleichzeitige und abgestimmte Kontraktion von Funktionseinheiten entscheidend ist für die Stabilisation eines Gelenks. Diese intramuskuläre Koordination kann durch Propriozeption oder zentrale Mechanismen wie Schmerzen gestört sein.

Da diese Studie vor allem den Einfluss des aktiven Systems untersucht, wollen wir im folgenden Abschnitt vertiefter auf die Muskulatur eingehen.

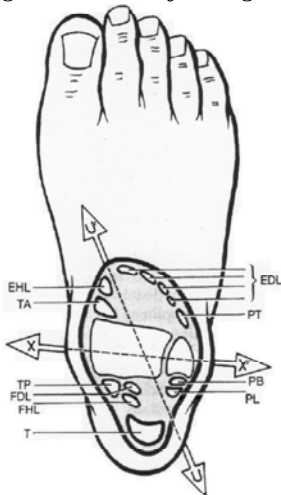
3.3.1 Periartikuläre Muskulatur des Sprunggelenks

Das Sprunggelenk ist umgeben von 10 Muskeln mit insgesamt 13 Sehnen. Zur besseren Übersicht sind sie hier aufgelistet:

1. M. extensor digitorum longus
2. M. extensor hallucis longus
3. M. peroneus brevis
4. M. peroneus longus
5. M. triceps surae
6. M. tibialis posterior
7. M. flexor hallucis longus
8. M. flexor digitorum longus
9. M. peroneus tertius (nicht immer vorhanden)
10. M. tibialis anterior

Nach Kapandji wird die an der Bewegung des oberen Sprunggelenks beteiligte Muskulatur durch zwei nicht rechtwinklig zueinander gelegene Achsen in vier Quadrantenfelder aufgeteilt, es entsteht das so genannte „Heterokinetische Kardangelenke“. Insgesamt grenzen diese beiden Achsen 10 Muskeln mit 13 dazugehörigen Sehnen ab. Die transversale Achse soll die Bewegungsachse des oberen Sprunggelenks darstellen, alle davor gelegenen Muskeln sind Beuger. Geteilt wird diese Beugergruppe durch die Sagittalachse, die etwa die Achse des unteren Sprunggelenks darstellen soll.

Abbildung 1: Heterokinetisches Kardangelenk mit den jeweiligen Muskeln und Achsen



Quelle: Kapandji I. A., Funktionelle Anatomie der Gelenke, schematisierte und kommentierte Zeichnungen zur menschlichen Biomechanik, Band 2 untere Extremität. 3. deutsche Auflage. Stuttgart: Ferdinand Enke Verlag. 1999. p.205

Die beiden Muskeln medial dieser Sagittalachse sind gleichzeitig Abduktoren und Supinatoren. Dabei adduziert und supiniert der M. tibialis anterior kräftiger als der M. extensor hallucis longus, da er weiter von der Achse entfernt ist. Die beiden lateral der Achse gelegenen Muskeln sind gleichzeitig Abduktoren und Pronatoren. Eine Dorsalextension wird durch beide vor der Transversalachse gelegene Muskelgruppen erzielt. Die Plantarflektoren des Fußes verlaufen hinter der transversalen Flektions- Extensionsachse, wobei von den insgesamt sechs Beugemuskeln der dreiköpfige M. trizeps surae durch seine axiale Lage, seinen Abstand von der Gelenkachse und durch sein Muskelvolumen der Bedeutendste ist. Der M. plantaris wird nicht berücksichtigt, da seine Wirkung vernachlässigbar ist. Lateral der Achse des unteren Sprunggelenkes liegen zwei Muskeln die gleichzeitig Abduktion und Pronation bewirken (M. peroneus brevis und M. peroneus longus). Medial der Achse liegen Adduktoren und Supinatoren (M. tibialis posterior, M. flexor digitorum longus, M. flexor hallucis longus). Durch die synergistisch- antagonistische Kombination der beiden Muskelgruppen, die hinter der Achse des oberen Sprunggelenkes gelegen sind, kommt eine Plantarflektion zustande. Die zuletzt erwähnten Muskeln sind jedoch gegenüber dem M. trizeps surae nur als Hilfsbeuger zu bezeichnen. Gleichzeitig ist der M. trizeps surae der kräftigste Supinator und Abduktor des Fußes.²¹

3.4 Abduktoren der Hüfte

Wie unter Punkt 1.3 bereits beschrieben, entsteht das Distorsionstrauma in einer Bewegung nach lateral, welche allenfalls vom Sprunggelenk oder vom Hüftgelenk aufgefangen und korrigiert werden kann. In dieser Studie soll primär der Effekt des Kraftaufbaus der Hüftabduktoren untersucht werden. Nachfolgend werden im zusammenfassenden Sinne die Funktion der Hüfte und ihren Einfluss auf den Gang kurz beschrieben.

Das Becken stellt die Verbindung zwischen dem Oberkörper und der Wirbelsäule und den unteren Extremitäten dar. Das Verbindungsglied zwischen dem Becken und den unteren Extremitäten ist das Hüftgelenk, ein Gelenk mit drei Freiheitsgraden, welches alle Bewegungen im Raum ermöglicht.

Auf das Hüftgelenk wirken Muskeln, die vom Becken oder der Wirbelsäule entspringen und mit wenigen Ausnahmen am Femur ansetzen. Wie bereits beschrieben, haben diese Muskelmassen einen grossen und wichtigen Einfluss auf die Statik und Dynamik des Hüftgelenks beim Gang.

Die Hüftabduktoren, welche in dieser Studie eine wichtige Rolle spielen, führen die untere Extremität nach lateral und liegen auf der Aussenseite des Beckens und Oberschenkels. Der wichtigste und kräftigste Vertreter der Abduktoren ist der M. gluteus medius. Zusammen mit dem M. gluteus minimus hat er die wichtige Funktion das Becken in der Transversalen zu stabilisieren. Beide Muskeln zusammen verhindern während des Gehens das Absinken des Beckens zur Spielbeinseite hin. Wenn diese beiden Muskeln insuffizient sind, entsteht ein typisches Hinken, welches je nach betroffener Seite Trendelenburg- oder Duchenne- Hinken genannt wird²⁰. Der M. tensor fasciae latae ist gemäss Kapandji²¹ aus der Streckstellung ein effektvoller Abduktor mit einem langen Hebelarm. Allerdings besitzt er nur etwa die Hälfte der Kraft der M. gluteus medius.

4. Methode

4.1 Design

Bei dieser Studie handelt es sich um eine prospektive, kontrollierte, stratifiziert randomisierte Studie.

Die Studie ist kontrolliert, weil wir gleichzeitig zur Interventionsgruppe eine Gruppe ohne spezifisches Hüftabduktoren- Programm untersucht haben. Damit kann ausgeschlossen werden, dass die Resultate nur eine Folge des normalen Trainings der Probanden ist.

Stratifiziert randomisiert ist die Studie, weil innerhalb der vorhandenen Trainingsgruppen, und nicht alle Probanden zusammen randomisiert wurden. Somit kann ausgeschlossen werden, dass in einem Verein nur das Kontrollprogramm, und im andern Verein nur das spezifische Trainingsprogramm für die Hüftabduktoren ausgeführt wird. Das bedeutet, dass der Confounder der verschiedenen Trainingslängen und Methoden ausgeschlossen werden kann.

4.2 Helsinki Protokoll

Diese Diplomarbeit respektiert die ethischen Richtlinien des Helsinkiprotokolls. Die Teilnehmer wurden mündlich und schriftlich über den Ablauf der Studie informiert und hatten genügend Zeit, ihre Entscheidungen zu treffen. Sie wussten Bescheid, dass sie jederzeit, auch unbegründet, aus der Studie aussteigen dürfen. Das dabei verwendete Informationsblatt ist im Anhang beigefügt. [Anhang 1]

Die Teilnehmer haben mit ihrer Unterschrift auf einem separaten Blatt bestätigt, dass sie die Informationen verstanden haben und an der Studie, mit all ihren Bedingungen, teilnehmen möchten. [Anhang 2]

4.3 Probandenselektion

Die Probanden sind zwischen 15 und 61 Jahren alt (Durchschnittsalter 19.96, Standardabweichung (SD) 9.88) und empfinden alle ein subjektives Instabilitätsgefühl in ihrem/ihren Sprunggelenk/en. Sie haben alle schon mindestens ein Distorsionstrauma erlebt.

Ausgeschlossen wurden Personen, die keine Einverständniserklärung abgegeben haben. Ebenfalls ausgeschlossen wurden Probanden, die bei der ersten Befragung einen Cumberland ankle instability tool (CAIT; Fragebogen zur Ermittlung des subjektiven Instabilitätsgefühls) - Score von 28 und mehr Punkten hatten. Personen welche Schmerzen in den Hüften, in den unteren Extremitäten und/oder im Rücken haben, welche sie daran hindern am Training teilzunehmen (mehr als 30% Trainingsausfall pro Jahr), wurden ebenfalls ausgeschlossen.

Die Probanden haben mit ihrer Unterschrift bestätigt, dass sie in den letzten sechs Monaten keine Verletzungen der unteren Extremität, ausser Distorsionstrauma, und/oder Verletzungen des Kopfes hatten. Zudem haben sie mit ihrer Unterschrift bestätigt, dass sie keine Probleme mit dem Gleichgewicht haben. Das heisst, dass der Proband fähig ist, eine Minute auf einem Bein zu stehen, ohne den anderen Fuss abzustellen, dass er mit geschlossenen Augen auf einem Bein stehen kann und dass er nicht an Schwindelanfällen im Alltag leidet. Die Probanden dürfen ausserdem nicht in physiotherapeutischer Behandlung sein.

4.4 Rekrutierung und Information der Probanden

Die Probanden wurden aus zwei verschiedenen Sportvereinen (FC Brig, SC Thörishaus) und aus dem Bekanntenkreis der Studienführenden rekrutiert.

Die Probanden wurden alle zuerst mündlich und schriftlich über den Studienverlauf und über ihre Rechte (vor allem der unbegründete Studienaustritt zu jedem beliebigen Zeitpunkt) und Pflichten (das regelmässige nach Vorlage ausgeführte Training) im Zusammenhang mit dieser Diplomarbeit aufgeklärt.

Die Probanden wussten über die Wichtigkeit Bescheid, dass sie nur ihr eigenes Programm und nicht dasjenige eines anderen Studienteilnehmers ausführen dürfen.

Da im gleichen Verein verschiedene Programme absolviert wurden, bestand das Risiko, dass sich die Probanden zusammenschliessen und ein gemeinsames Programm ausführen. Alle Studienteilnehmer wussten zum Voraus, dass es zwei verschiedene Trainingsprogramme gibt, und dass sie zufällig in eine der beiden Gruppen eingeteilt wurden.

Die Probanden wurden informiert, dass sie sich jederzeit an die Studienleitenden wenden können, wenn Fragen auftauchen. [Anhang 1]

4.5 Randomisierung der Studienteilnehmer

Sobald die Einverständniserklärungen der Probanden eingeholt waren, wurde eine externe Person gebeten, die Teilnehmer in zwei Gruppen zu randomisieren. Extern wurden die Daten mit einem Computerprogramm (STATA, Raloc Procedur) ohne Beeinflussung durch die Studienführer randomisiert. Es wurde dabei eine stratifizierte Randomisation vorgenommen, da die externe Person den Auftrag hatte, die beiden Mannschaften von Brig und Thörishaus, in sich selbst zu randomisieren. Somit wurde verhindert, dass durch Zufall in einer Mannschaft nur das Programm mit der Hüftabduktorenkräftigung und in der anderen nur das Kontrollprogramm ausgeführt wird. Mit dieser Massnahme können die trainingspezifischen Effekte auf die Resultate ausgeschlossen werden.

4.6 Material

Hüftabduktorenkraft:

Messinstrument: Nicholas Manual Muscle Tester (Nicholas MMT) der Firma Lafayette Instruments (Hand- Held Dynamometer)

Testbeschreibung: Die isometrische Muskelkraftmessung mit einer Kraftmesszelle ist eine einfache, wenig Zeit beanspruchende, quantitative Methode. Sie wird auch immer häufiger in der Praxis umgesetzt, da es mit dem manuellen Muskelkrafttest nach Daniel and Worthingham vor allem ab einer Muskelkraft von drei schwierig ist, Veränderungen festzustellen. Die isometrische Muskelkraftmessung mit einer Kraftmesszelle wird für die Anwendung in der Praxis, aber auch in der klinischen Forschung, für Patienten mit Erkrankungen des Bewegungsapparates empfohlen.

Reliabilität: Die Intra- und Intertester-Korrelation war hoch und für alle Muskelgruppen signifikant.²² Die Intertester-Reliabilität erwies sich in einer Studie von fünf Physiotherapeuten an 19 Probanden als genügend ($r = 0.7-0.8$) bis gut ($r > 0.8$) für die meisten Muskelgruppen. Einzig für die Halswirbelsäulenextensoren, Sprunggelenksexensoren und Hüftflexoren war die Intertester-Reliabilität kleiner als 0.7.

Validität: Die Validität wurde als gut befunden. Allerdings spielt bei allen Kraftmessungen die Tagesform und vor allem die momentane Motivation der Probanden eine wichtige Rolle. Deswegen wird bei der Kraftmesszelle empfohlen, nur Veränderungen, die grösser als 10%-15% des Ausgangswertes sind, als echte Veränderungen zu interpretieren (SD von 10- 20%).

Die Messungen wurden mit der „Break- Technik“ gemacht. Dabei wird so lange mit wachsendem Widerstand gegen den Probanden gedrückt, bis dieser sein Bein nicht mehr in der Ausgangsposition halten kann. Diese Technik ergibt ein ca. 1.06-mal höheren Wert als wenn man mit der „Make- Technik“ misst. Im Unterschied zu der „Break-Technik“ muss der Proband bei der „Make- Technik“ gegen den Untersucher drücken. Die „Make- Technik“ hat eine bessere Reliabilität als die „Brake- Technik“.²³

Abbildung 2: Nicholas MMT (Ansicht von oben, von der Seite und von unten)



Der Nicholas MMT wurde ausgewählt, weil die Intra- und Intertester Korrelation hoch und die Intertester- Reliabilität genügen bis gut ist. Zudem ist es ein kleines handliches Gerät, welches einfach zu transportieren ist. Der Einsatz vor Ort war wichtig um den Probanden das Teilnehmen an der Studie möglichst einfach zu machen. Je weniger Aufwand die Probanden betreiben müssen, desto höher ist die Teilnahmebereitschaft.

4.7 Subjektives Instabilitätsgefühl

Messinstrument: Cumberland Ankle Instability Tool (CAIT)

Testbeschreibung: Der CAIT ist ein Fragebogen zur Ermittlung der Stabilität der Fussgelenke der Probanden. Er besteht aus neun Fragen und es kann die Maximalpunktzahl von 30 Punkten erreicht werden. Patienten mit einem Score von 28 Punkten und mehr haben höchstwahrscheinlich keine funktionelle Instabilität. Patienten mit einem Score von 27 und tiefer haben eine Instabilität.

Reliabilität: Der CAIT erwies sich als sehr reliabel, die Test- Retest- Reliabilität war exzellent (Interclasscoefficient (ICC) = 0.96).

Validität: Der CAIT wurde mit der LEFS (Lower Extremity Functional Scale) und mit der visuellen analogen Skala (VA Skala)) verglichen. Er zeigte eine hohe Korrelation mit der VAS, und eine mittlere Korrelation mit der LEFS. Die Sensitivität betrug 82.9%, die Spezifität 74.7%.²⁴

4.8 Motivation

Es ist bekannt, dass die Motivation der Probanden auf die Resultate der Kraftmessung mit dem Dynamometer einen grossen Einfluss hat. Daher wurde die Motivation mit einer abgeänderten VA Skala ermittelt. Die Probanden wurden aufgefordert auf einer Linie von 10 cm (0= keine Motivation, 10= grösstmögliche Motivation) einzuzichnen wie gross ihre Motivation ist. Mit dieser zusätzlichen Information ist es möglich, Abweichungen der Resultate zu erklären. [Anhang 3]

4.9 Absolvierte Trainings

Ein weiterer wichtiger Faktor für die Studie war die Anzahl absolvierter Trainings pro Woche. Vorgegeben waren drei Trainings pro Woche während zwei Monaten (24 insgesamt). Deshalb mussten die Probanden jeweils vor der Messung ausfüllen, wie viele Trainings sie in den letzten vier Wochen nicht ausgeführt haben. [Anhang 3]

5. Details der Tests, der Administration des Rehabilitationsprogramms, der Methode der Datensammlung und die statistische Auswertung

5.1 Das Trainingsprogramm

Wie bereits erwähnt, wurden die Probanden in zwei Gruppen randomisiert, die jeweils ein anderes Trainingsprogramm ausführten. Die Kontrollgruppe (Gruppe k) führte ein Trainingsprogramm mit insgesamt zehn Übungen aus, die dem Standardprogramm nach Distorsionstraumen entspricht [Anhang 6]. Damit das Übungsprogramm der Kontrollgruppe dieselbe Anzahl Übungen enthält und dieselbe Zeit in Anspruch nimmt wie das Programm der Interventionsgruppe, sind die zwei letzten Übungen der Kontrollgruppe so gewählt, dass sie weder die Kraft der Hüftabduktoren noch die Stabilität des Fussgelenks beeinflussen.

Die Interventionsgruppe führte bis zu Übung 8 dasselbe Programm aus wie die Kontrollgruppe. Die letzten zwei Übungen sind in diesem Fall allerdings speziell für die Kräftigung der Hüftabduktoren [Anhang 5].

5.2 Details der Tests

Die Messungen wurden auf den Sportplätzen der Sportvereine oder bei den Studienführenden zu Hause durchgeführt. Jeweils zu Beginn, nach vier und nach acht Wochen der Intervention wurde mit dem Dynamometer (Nicholas MMT von Lafayette Instruments) die Kraft der Hüftabduktoren und mit dem CAIT das subjektive Instabilitätsgefühl gemessen. Zudem wurde nach vier und nach acht Wochen der Intervention mit der VA Skala die Motivation gemessen und die Anzahl nicht ausgeführter Trainings evaluiert. Entscheidend war dabei, dass alle drei Messungen unter den gleichen Bedingungen stattgefunden haben (gleicher Ort der Messungen, Durchführung der Messung durch dieselbe Person).

Bei den Messungen der Kraft der Hüftabduktoren wurden jeweils drei Messungen pro Bein ausgeführt. Der beste Wert wurde in die Statistik aufgenommen und weiterverwendet.

5.3 Durchführung des Tests mit dem Dynamometer

Während dem Training der Sportvereine wurden die Probanden jeweils einzeln an den Spielfeldrand (auf eine harte, ebene Unterlage) gebeten und sie mussten die Ausgangsposition einnehmen.

Ausgangsposition: Seitenlage, das untere Bein ist in der Hüfte 45° angewinkelt und im Knie leicht gebeugt. Das obere Bein wird seitlich abgehoben und liegt in der Verlängerung der Körperachse. Das Bein wird weder Innen- noch Aussenrotiert, die Fussspitze zeigt gerade nach vorne. Mit einem Messband wurde zwischen dem Boden und dem Malleolus internus des Probanden 30 cm abgemessen.

Abbildung 3: Ausgangsstellung für die Kraftmessung der Hüftabduktoren



Der Proband musste die auszuführende Bewegung üben und wurde dabei von dem Tester taktil und verbal angeleitet. Wichtig dabei war, dass der Proband eine pure Abduktion erlernt und die Rotations- und Flexions- Komponenten vermeidet.

Der Tester kniete sich hinter dem Probanden auf der Höhe der Malleolen nieder, und gab mit gestreckten Armen von Senkrecht oben Druck auf das ausgestreckte Bein des Probanden. Das Messgerät wurde 2 cm über dem Malleolus externus des Probanden platziert.

Um die Messungen noch mehr zu standardisieren, haben wir immer mit der Kraftmessung des linken Beins begonnen. Der Proband hat sich also auf die rechte Körperseite gelegt.

Der Proband lag mit dem Kopf auf dem ausgesteckten infralateralen Arm. Die Hand des supralateralen Armes wurde vor dem Thorax des Probanden aufgestellt, und half ihm dadurch das Gleichgewicht zu halten.

Der Proband bekam nun den Auftrag, sein Bein gegen Druck mit dem Messgerät von oben, in dieser Position zu halten. Sobald der Proband merklich nicht mehr gegen den Druck standhalten konnte, wurde der angegebene Wert vom Messgerät sofort auf ein Blatt und in eine Excel Tabelle notiert. Die Probanden durften anschliessend das gemessene Bein für 45 Sekunden ablegen und eine Pause machen. Dieser Messvorgang wurde insgesamt dreimal auf der gleichen Seite wiederholt. Danach musste sich der Proband auf die linke Körperseite legen und es wurde in gleicher Weise wie oben beschrieben auch das rechte Bein getestet.

Die Probanden wurden während dem Test mit verbalen Kommandos unterstützt. Taktil wurden während dem Test keine Informationen gegeben.

Alle Probanden wurden bei allen drei Messungen immer vom selben Tester mit dem Messgerät getestet und ebenfalls verbal unterstützt.

Weil die Probanden eher sportliche Personen waren, wurde die Ausgangsposition in der Seitenlage gewählt. Das heisst, dass die Probanden ihr Bein zusätzlich gegen die Schwerkraft halten müssen. Bei Probanden mit einer signifikanten Muskelschwäche, wäre eher eine Ausgangsposition in Rückenlage angezeigt gewesen.

5.4 Durchführung der Messung mit dem CAIT

Die Probanden haben jeweils im Wechsel mit den Kraftmessungen einen CAIT Fragebogen und ein Zusatzblatt mit Fragen zur Motivation und der Anzahl ausgeführter Trainingseinheiten ausgefüllt. Allfällige Fragen konnten die Probanden jederzeit dem anwesenden Tester stellen. [vgl. Anhang 4]

Die erreichten Punktzahlen und die Angaben zur Motivation wurden nach der Messung elektronisch erfasst.

5.5 Datenanalyse

Zur Datenanalyse der Kraftmessungen und der CAIT Score Werte sind wir wie folgt vorgegangen. Im Microsoft Office Excel 2003 errechneten wir mit den Zahlen der ersten Messung aus den Werten des linken und rechten Fuss den Mittelwert für jeden einzelnen Probanden. Für die dritte Messung sind wir analog vorgegangen. Die Differenz der dritten und der ersten Messung ergibt den Mittelwert der Kraftzunahme beziehungsweise der CAIT-

Score- Zunahme für den einzelnen Probanden. Ausgehend von diesen Werten haben wir mit Hilfe des Programms SPSS 14.0 die Datenanalyse vorgenommen.

Mit dem Kolmogorov- Smirnov- Verfahren haben wir die Daten auf Normalverteilung geprüft. Da unsere Werte nicht signifikant von der Normalverteilung abweichen (Signifikanzniveau $\alpha = 0.2$, $p = 0.2$ für den Mittelwert der Kraftzunahme und der CAIT- Score- Zunahme) haben wir anschliessend den ungepaarten t-Test für Mittelwertgleichheit gemacht. Zusätzlich erstellten wir Boxplots, die unter Kapitel 6. Statistik aufgeführt und analysiert sind.

Um herauszufinden ob wir mit unserer Studie einen Effekt erzielt haben, berechneten wir mit der folgenden Formel die Effektgrösse der Kraftzunahme.

$$\text{Effektgrösse} = \frac{\Delta T_b - \Delta T_a}{SD_a}$$

ΔT_b = Mittelwert der Kraftzunahme für die Gruppe i (Interventionsgruppe)

ΔT_a = Mittelwert der Kraftzunahme für die Gruppe k (Kontrollgruppe)

SD_a = Standardabweichung des Scores der Gruppe k (Kontrollgruppe)

Die Effektgrösse für die CAIT- Score Zunahme haben wir mit derselben Formel berechnet.

$$\text{Effektgrösse} = \frac{\Delta S_b - \Delta S_a}{SD_a}$$

ΔS_b = Mittelwert des Scores für die Gruppe i (Interventionsgruppe)

ΔS_a = Mittelwert des Scores für die Gruppe k (Kontrollgruppe)

SD_a = Standardabweichung des Scores der Gruppe k (Kontrollgruppe)

Nach Cohen²⁶ entspricht 0.2 einem kleinen, 0.5 einem moderaten und 0.8 einem grossen Effekt.

5.6 Ein und Ausschlusskriterien

Zu Beginn der Studie haben 52 Probanden (100%) teilgenommen. Nach der Anwendung des 1. Ausschlusskriteriums (CAIT Score ≥ 28) wurden sechs Teilnehmer ausgeschlossen. Es verblieben also noch 46 Probanden (88.46% der ursprünglichen Teilnehmer). Sechs Probanden haben sich bereits vor der ersten Messung dazu entschieden aus der Studie auszusteigen. Weitere 15 Studienteilnehmer nahmen ohne Angabe von Gründen nicht mehr

an der zweiten Messung teil. Somit verblieben noch 25 Probanden (48,08%). Ein Proband kam nicht an die dritte und letzte Messung. Die für die Studie relevante Stichprobengrösse betrug somit 24 Probanden (46.15%).

Weitere Ausschlusskriterien, ausser dem CAIT Score ≥ 28 waren eine fehlende Einverständniserklärung, Hüftprobleme, Schmerzen der unteren Extremität und/oder des Rückens, welche die Teilnehmer daran hindern, am Training teilzunehmen (mehr als 30% Trainingsausfall pro Jahr) und eine laufende physiotherapeutische Behandlung. Es musste allerdings dadurch kein Proband ausgeschlossen werden.

6. Statistik/Resultate

Zu Beginn der Studie nahmen 52 Probanden mit einem Durchschnittsalter von 22.54 Jahren (SD 8.00) teil. Der jüngste Proband war 15 und der Älteste 61 Jahre alt.

Vor der ersten Messung der Hüftabduktorenkraft mussten die Probanden den Cumberland Ankle Instability Tool (CAIT) ausfüllen. Patienten mit einem Score ≥ 28 wurden von der Studie ausgeschlossen, da kein subjektives Instabilitätsgefühl des Sprunggelenks vorhanden ist.

Sechs Patienten wurden aufgrund dieses Kriteriums von der Studie ausgeschlossen (Score ≥ 28). Während der Studie stiegen weitere 22 Probanden ohne Angaben von Gründen aus (drop-outs)(vgl. Kapitel 5.4).

Nach der Anwendung der Ausschlusskriterien und dem oben erwähnten Ausstieg der 22 Probanden nahmen insgesamt 24 Studienteilnehmer (23 Männer, 1 Frau) definitiv an der Studie teil. Das Durchschnittsalter dieser definitiven Probanden beträgt 19.96 Jahre (SD 9.88), mit einem Minimum von 15 und einem Maximum von 61 Jahren.

In der Kontrollgruppe nahmen 10 Teilnehmer mit einem Altersminimum von 15 und einem Altersmaximum von 22 Jahren teil. Das Durchschnittsalter der Kontrollgruppe beträgt 17.1 (SD 2.77). In der Interventionsgruppe nahmen 14 Probanden mit einem Altersminimum von 15 und einem Altersmaximum von 61 Jahren teil. Das Durchschnittsalter der Interventionsgruppe beträgt 22 Jahre (SD 12.52).

Alle Probanden wurden in der Gruppe ausgewertet, in die sie zu Beginn eingeteilt wurden (Intention to treat- Analyse).

Eine Übersicht der Resultate der definitiven Studienteilnehmer ist in Tabelle 1 ersichtlich.

Tabelle 1: Mittelwerte (SD) der Kraft der Hüftabduktoren und CAIT-Score für die Interventionsgruppe und die Kontrollgruppe

	Kontrollgruppe Kraft [kg] (n=10)	Interventionsgruppe Kraft [kg] (n=14)	Kontrollgruppe CAIT-Score (n=10)	Interventionsgruppe CAIT-Score (n=14)
1.Messung Mittelwert (SD)	8.27 (6.89)	9.54 (6.62)	22.55 (6.30)	19.5 (7.11)
2.Messung Mittelwert (SD)	13.90 (4.58)	12.95 (5.54)	22.2 (8.76)	21.86 (8.86)
3.Messung Mittelwert (SD)	14.45 (4.16)	14.31 (4.10)	23.55 (6.65)	23.14 (7.37)

Die Probanden haben vor jeder Kraftmessung mittels einer visuell-analogen Skala (von 0 bis 10) ihre Motivation, den Test durchzuführen, angegeben. Um herauszufinden, ob beide Gruppen gleich motiviert sind, wurden die Mittelwerte beider Gruppen berechnet. Tabelle 2 zeigt, dass die Motivation bei beiden Gruppen annähernd gleich gross war.

Tabelle 2: Mittelwerte und Standardabweichung der Motivation der Interventionsgruppe und der Kontrollgruppe

	Kontrollgruppe	Interventionsgruppe
Motivation Mittelwert (SD)	5.42 (1.88)	5.41 (1.85)

6.1 Muskelkraft der Hüftabduktoren

In drei Messungen haben wir die Muskelkraft (in kg) der Hüftabduktoren unserer Probanden gemessen. Der Variabilitätskoeffizient für Kraftmessung mit einem Hand Held Dynamometer des Knie-, Hüft- und Sprunggelenks beträgt nach Wang et al. 7.5% bis 10%. Das heisst, dass Veränderungen ab 10% bis 15% als effektive Veränderungen angesehen werden können. Unter Einbezug des Messfehlers haben von den 14 Probanden der Interventionsgruppe neun signifikant an Kraft zugenommen, während bei fünf Probanden die Kraftzunahme innerhalb des Bereiches des Messfehlers lag. In der Kontrollgruppe haben von den 10 Probanden 8

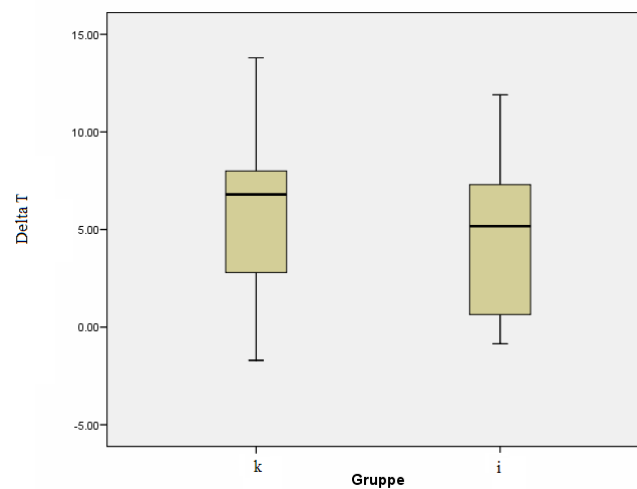
signifikant an Kraft zugenommen, während bei 2 Probanden die Kraftzunahme innerhalb des Bereiches des Messfehlers lag.

Aus den Mittelwerten (bester Messwert der linken und der rechten Seite dividiert durch zwei) der ersten (T_1) und dritten (T_3) Messung errechneten wir die Kraftzunahme (ΔT).

$$\Delta T = T_3 - T_1$$

Diese Werte der Kontrollgruppe (Gruppe k) und Interventionsgruppe (Gruppe i) sind einander in Abbildung 4 gegenüber gestellt.

Abbildung 4: Kraftzunahme der Kontrollgruppe (k) und der Interventionsgruppe (i)



Es zeigte sich kein signifikanter Unterschied zwischen den Kraftzunahmen der beiden Gruppen (95% Konfidenzintervall (CI) -2.12 bis 4.95).

Der Mittelwert der Kraftzunahme der Interventionsgruppe beträgt 4.77 kg (SD 4.05) während der Mittelwert der Kontrollgruppe 6.19 kg (SD 4.21) beträgt.

Die Effektgrösse für unsere Kraftzunahme beträgt 0.34. Wir erreichten einen kleinen Effekt.

6.2 CAIT Score zur Evaluation des subjektiven Instabilitätsgefühls

Wie in der Methode erwähnt, mussten die Probanden jeweils vor jeder Kraftmessung einen Fragebogen (CAIT) zur Evaluation des subjektiven funktionellen Stabilitätsgefühls ihrer Sprunggelenke ausfüllen. Nach der Studie von Hiller et al. beträgt das Limit of agreement für den CAIT-Score 4 Punkte. Hopkins²⁵ stellte in seiner Studie fest, dass die Hälfte des Limits of agreement genug aussagekräftig ist bei sportlichen Personen, da immer noch eine

Wahrscheinlichkeit von 84% (limit of agreement = 97.5%) besteht, dass sich die Leistung verbessert hat und eine Solche von 3.5% (limit of agreement = 2.5%), dass sich die Leistung verschlechtert hat.

Diese Studie diene als Basis für die Auswertung. Es liegt die Annahme zugrunde, dass ab 2 Punkten eine tatsächliche Erhöhung des Stabilitätsgefühls vorliegt, welches nicht nur auf den Messfehler zurückzuführen ist.

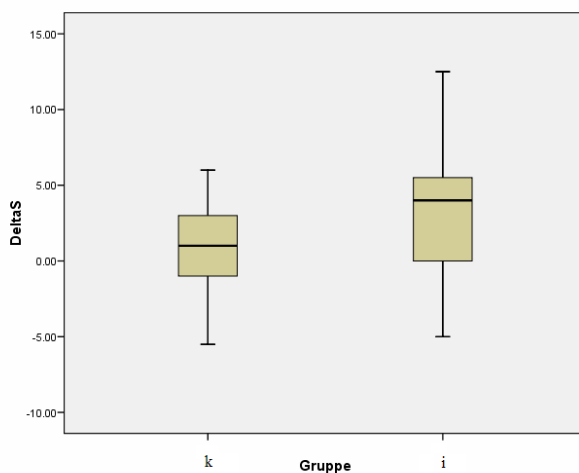
Unter Einbezug des halben Limit of agreement haben in der Kontrollgruppe 60% der Probanden eine für den CAIT-Score signifikante Veränderung der Punktzahl aufgewiesen, in der Interventionsgruppe waren es 71.4%.

Wir haben die Score-Differenz (ΔS) zwischen der ersten (S_1) und der dritten Messung (S_3) berechnet. Dabei stehen S_1 und S_3 jeweils für den Mittelwert (Bester Messwert des linken Fusses addiert mit dem besten Messwert des rechten Fusses dividiert durch zwei) der ersten bzw. dritten Messung.

$$\Delta S = S_3 - S_1$$

In Abbildung 2 werden die Resultate der Interventionsgruppe (Gruppe k) den Resultaten der Kontrollgruppe (Gruppe i) gegenüber gestellt.

Abbildung 5: Zunahme des CAIT Scores der Kontrollgruppe (a) und der Interventionsgruppe (b)



Auch bei der Auswertung des CAIT Score ist kein statistisch signifikanter Unterschied festzustellen (95% CI -6.24 bis 0.95).

Der Mittelwert der Zunahme des Scores beträgt für die Kontrollgruppe 3.64 (SD 4.68) und für die Interventionsgruppe 1.0 (SD 3.34).

Die Effektgrösse für unsere CAIT Score-Zunahme beträgt 0.79. Wir erreichten also nach Cohen²⁶ einen grossen Effekt.

7. Diskussion

7.1 Interpretation der statistischen Resultate

Die Zielsetzung der Studie war es, die folgenden drei Fragen zu beantworten.

- Werden die Hüftabduktoren bei Probanden mit funktionell chronisch instabilen Sprunggelenken mit einem gebräuchlichen Rehabilitationsprogramm (für funktionell chronisch instabile Fussgelenke) genügend gekräftigt so dass eine Kraftzunahme der Hüftabduktoren feststellbar ist?
- Wie entwickelt sich die Kraftzunahme der Hüftabduktoren bei der Kontrollgruppe (Standard- Rehabilitationsprogramm) und bei der Interventionsgruppe (Standard- Rehabilitationsprogramm mit zusätzlichen Übungen für die Hüftabduktoren)?
- Hat die Kraftzunahme der Hüftabduktoren einen Einfluss auf das subjektive Instabilitätsgefühl?

Um die erste und zweite Frage zu beantworten, sind die Mittelwerte der Kraftzunahme der Kontrollgruppe und der Interventionsgruppe zu vergleichen. Die Kontrollgruppe hat in dieser Studie mehr an Kraft der Hüftabduktoren zugenommen als die Interventionsgruppe, obwohl die Interventionsgruppe zusätzlich spezifische Ausdauerkraftübungen für die Hüftabduktoren durchgeführt hat. Der Mittelwert der Kraftzunahmen für die Interventionsgruppe beträgt 4.77 kg (SD 4.05), während der Mittelwert der Kraftzunahme für die Kontrollgruppe 6.19 kg (SD 4.21) beträgt. Die Kontrollgruppe nahm im Mittel 1.42 kg mehr an Kraft zu als die Interventionsgruppe. Dieses Resultat, rein nach den Zahlen beurteilt, bedeutet, dass das gebräuchliche Rehabilitationsprogramm die Hüftabduktoren genügend kräftigt und spezielle Kraftübungen überflüssig sind, da die Differenz der Kraftzunahme der beiden Gruppen statistisch nicht signifikant ist.

Vor Beginn der Versuche wurden möglichen Faktoren gesucht, die einen Einfluss haben könnten auf die Kraftmessungen und die daraus folgenden Resultate. Als Confounder für die Kraftmessung wurde die Motivation des Probanden für die Messung anhand einer visuell-analogen Skala (0-10) aufgenommen. Die Motivation ist ein wichtiger Faktor für die Resultate der Kraftmessung.

Der Mittelwert der Kontrollgruppe für die Motivation (von 0 bis 10) beträgt 5.42 mit einem Maximalwert von 8.1 und einem Minimalwert von 2.75 während der Mittelwert der Interventionsgruppe bei 5.41 liegt mit einem Maximalwert von 8.2 und einem Minimalwert von 1.05. Der Unterschied ist so klein, dass er keine Relevanz auf unsere Resultate haben kann. Die Motivation hat also unsere Resultate der Kraftmessungen nicht beeinflusst.

Eine weitere kritische Grösse war die Anzahl Trainings, die nicht ausgeführt wurden. Die Probanden mussten drei Trainings pro Woche während acht Wochen, also 24 Trainings insgesamt, ausführen. Die Kontrollgruppe führte während den acht Wochen durchschnittlich 15.3 Trainings aus, während die Interventionsgruppe 14.8-mal das Trainingsprogramm ausgeführt haben. Auch diese Mittelwerte liegen sehr nahe beieinander und können die Differenz der Kraftzunahme der Kontroll- und Interventionsgruppe nicht erklären. Allerdings ist festzuhalten das bei der Interventionsgruppe im Schnitt 38.3% und bei der Kontrollgruppe 36.3% der Soll- Einheiten nicht ausgeführt wurden.

Diese beiden im Voraus berücksichtigten Faktoren sind nicht ausreichend, um das Resultat zu erklären, warum die Kontrollgruppe eine leicht höhere Kraftzunahme aufwies als die Interventionsgruppe.

Allerdings ist aus diesen Zahlen ersichtlich, dass im Durchschnitt weniger als zwei Drittel der Trainings ausgeführt wurden. Nach Spring et al.²⁷ müssen zwei bis drei Trainings pro Woche ausgeführt werden, um einen Effekt zu haben. Die Probanden haben im Mittel knapp unter zwei Trainings pro Woche gemacht, was die Kraftzunahme im Zusammenhang mit unserem Trainingsprogramm in Frage stellt.

Ein weiterer Punkt, der einen Einfluss auf die Resultate haben könnte, ist das Alter der Probanden. Das Alter in der Interventionsgruppe (Mittelwert 22 Jahre min: 15; max: 61) ist bedeutend höher als in der Kontrollgruppe (Mittelwert 17.1 Jahre; min: 15, max: 22).

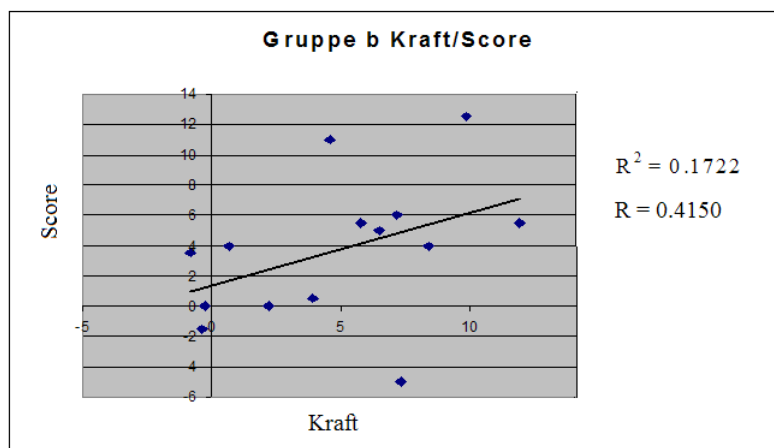
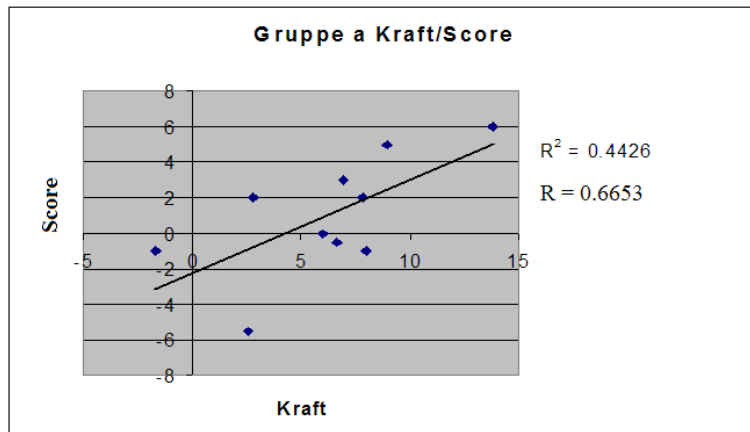
Stoll et al.²⁸ untersuchten die Maximalkraftwerte von sämtlichen Muskelgruppen bei Probanden unterschiedlichen Alters. Die Auswertung zeigt, dass die höchsten Werte bei einem Alter von 20 Jahren liegen und danach bis zu einem Alter von 50 Jahren moderat aber gleichmässig abnehmen. Nach 50 Jahren nimmt dann die Maximalkraft gleichmässig und rapide ab. Leider hat die Studie nur Probanden ab dem 20. Lebensjahr untersucht und keine Jüngeren. Es ist jedoch anzunehmen, dass die 15 bis 20-jährigen in etwa die gleich hohen Werte haben wie die 25 bis 30-jährigen.

Der Faktor Alter kann also einen Einfluss haben auf unsere Resultate, da in der Interventionsgruppe die Streuung des Alters gegen oben doch sehr viel grösser ist als in der Kontrollgruppe. Diese Gegebenheit kann ein Grund dafür sein, dass die Resultate der mittleren Kraftzunahme der Kontrollgruppe ein wenig grösser sind, als die der Interventionsgruppe, diese Zunahme ist jedoch statistisch nicht signifikant.

Da die Kontrollgruppe und die Interventionsgruppe statistisch keinen signifikanten Unterschied in der Kraftzunahme aufweisen, bedeutet das für uns, dass das Standard-Rehabilitationsprogramm die Hüftabduktoren genügend kräftigt und ein zusätzliches Kräftigungsprogramm für die Hüftabduktoren nicht notwendig ist.

Um Frage drei (hat die Kraftzunahme der Hüftabduktoren einen Einfluss auf das subjektive Instabilitätsgefühl?) zu beantworten, müssen die Resultate der Kraftzunahme der Kontroll- und Interventionsgruppe mit den Resultaten der Score-Zunahme der beiden Gruppen verglichen werden. Wie oben festgestellt, gibt es keinen statistisch signifikanten Unterschied zwischen der Kraftzunahme der beiden Gruppen. Unter Berücksichtigung des Standardmessfehlers des Dynamometers (Nach Wang et al.²⁹ ist jeder Wert, der 15% des 1. Messwertes überschreitet eine effektive Kraftzunahme) haben bei der Kontrollgruppe acht der zehn Probanden (80%) an Kraft zugenommen. Bei der Interventionsgruppe waren es neun von 14 Probanden (64.3%). In beiden Gruppen hat also die Kraft im Mittel etwa gleich viel zugenommen. Beim Score des CAIT hat jedoch die Interventionsgruppe einen beträchtlich höheren Mittelwert als die Kontrollgruppe. Dies kann aber nicht mit der Kraftzunahme der Hüftabduktoren zusammenhängen, da sie bei beiden Gruppen annähernd den gleichen Wert erreicht hat.

Abbildungen 6 und 7: Korrelationsdiagramm (Score und Kraft) der Kontroll- und Interventionsgruppe



Der Mittelwert der Kraftzunahme und der Mittelwert der Zunahme des CAIT-Score korrelieren positiv, da sowohl der Mittelwert der Kraft der Hüftabduktoren als auch der CAIT-Score zugenommen haben. Dies gilt jedoch für die Kontroll- und die Interventionsgruppe, und somit kann mit der Studie nicht bestätigt werden, dass die Kraftzunahme der Hüftabduktoren einen Einfluss auf das subjektive Stabilitätsgefühl hat. Aufgrund dessen, dass die beiden Gruppen keinen Unterschied der Zunahme der

Abduktorenkraft hatten, können verschiedene andere Faktoren das höhere subjektive Stabilitätsempfinden herbeigeführt haben.

7.2 Konfrontation der Literatur mit unserer Arbeit

Unsere Resultate gehen in die gleiche Richtung wie die bereits existierende Literatur und Studien, die über dieses Thema schreiben.

Die Studie von Friel et al.⁴ fand heraus, dass Patienten mit einem unilateralen chronisch instabilen Fussgelenk auf der betroffenen Seite schwächere Hüftabduktoren haben, als auf der nicht betroffenen Seite. Aufgrund dieser Erkenntnisse schlagen sie vor, in ein Rehabilitationsprogramm zusätzlich Übungen für die Hüftabduktoren zu integrieren. Aufgrund unserer Studienergebnisse zeigen die zusätzlichen Kraftübungen jedoch keinen Effekt auf die Kraftzunahme im Vergleich zur Kontrollgruppe.

In unserer Studie haben die Probanden der Interventionsgruppe eine deutlich höhere CAIT-Score Zunahme als die Kontrollgruppe. Da die Hüftabduktoren-Kraft aber bei beiden Gruppen etwa gleich zugenommen hat, kann die Zunahme des subjektiven Stabilitätsgefühls nicht auf die Kraft zurückgeführt werden.

Beckmann et al. fanden in ihrer Studie heraus, dass Personen mit instabilen Sprunggelenken bei einem Distorsionstrauma des Sprunggelenks eine längere Latenzzeit der Aktivierung des M. gluteus medius haben. Wir vermuten, dass das zusätzliche Kräftigungsprogramm der Hüftabduktoren einen Effekt hatte auf genau diese Latenzzeit. Es könnte sein, dass durch unser Programm die neurale Anbahnung verbessert wurde und dies der Effekt auf die Erhöhung des Stabilitätsgefühls hatte.

Die Differenz der Kraftzunahme der Hüftabduktoren der Kontroll- und Interventionsgruppe beträgt 1.46 kg. Dieser Wert ist statistisch nicht signifikant, die klinische Signifikanz hingegen soll an dieser Stelle diskutiert werden.

In der Literatur sind keine Norm- oder Richtwerte zu finden für die Kraftzunahme im Bezug auf die klinische Relevanz. Die Literatur gibt keine Richtwerte an, da es sehr viele Faktoren gibt, die eine Kraftzunahme beeinflussen. Solche Faktoren sind zum Beispiel das Alter, der

Trainingszustand, das Gewicht, die Grösse, das Geschlecht, die genetischen Voraussetzungen, und so weiter. Hinzu kommt eine besondere Schwierigkeit in unserer Studie, da wir die Probanden im Kraftausdauerbereich trainieren liessen, jedoch die Maximalkraft gemessen haben.

Wir haben uns bei verschiedenen Fachpersonen über die klinische Relevanz dieses Wertes informiert. Diese waren sich alle einig, dass die 1.42kg Kraftzunahme für die Maximalkraft nicht klinisch relevant ist. Sie könnte jedoch für die Ausdauerkraft eine klinische Relevanz haben, ist jedoch fraglich. Aufgrund dessen, dass beide Gruppen die gleichen Übungen ausgeführt haben und die Interventionsgruppe, die noch speziell Krafttraining für die Hüftabduktoren gemacht hat im Durchschnitt 1.42kg weniger an Kraft zugenommen hat, sind wir davon überzeugt, dass diese 1.42kg auch für die Ausdauerkraftzunahme klinisch nicht relevant sind.

7.3 Stärken und Schwächen unserer Studie

Wir sind während der Vorbereitung und der Durchführung der Studie an verschiedene Grenzen gestossen. Vor allem die Arbeit im direkten und indirekten Kontakt mit den Probanden war mit mehreren Schwierigkeiten verbunden. Zu beachten ist die kleine Stichprobengrösse der Studie. Sie kann das Ergebnis verzerren auch ohne dass es in den Zahlen ersichtlich ist.

Einer der grössten Schwachpunkte war, dass wir die Trainings nicht leiten und somit nicht kontrollieren konnten. Die Zeit war dabei der limitierende Faktor. Mit einer regelmässigen Kontrolle hätten wir gewährleisten können, dass die Mindestanzahl an Trainings absolviert wird, welche über zwei Monate nötig ist, um eine Erhöhung der Kraft der Hüftabduktoren erzielen zu können. Der konsequentere Ausschluss von Probanden, die zu wenig trainiert haben, wäre möglich gewesen. Mit der verwendeten Durchführungsmethode wurde auf die Selbsteinschätzung der Probanden und auf deren Ehrlichkeit vertraut.

Der Trainer der Fussballmannschaft in Brig war zwar bereit unser Programm jeweils zu Beginn des Trainings in das Aufwärmen einzubauen, jedoch war nicht gewährleistet, dass die Übungen korrekt ausgeführt wurden. Bei allem was wir nicht mit eigenen Augen gesehen haben, können wir nie ganz sicher sein wie und ob es ausgeführt wurde.

Um diesen Unsicherheitsfaktor so gering wie möglich zu halten, haben wir grossen Wert auf die Instruktion des Programms gelegt. Den Probanden wurde persönlich erklärt, worum es bei den Übungen geht, und auf was sie besonders achten sollen. Anschliessend wurden die Übungen unter verbaler und taktilem Anleitung durchgeführt.

Des Weiteren wurde ein definiertes Instruktionsblatt abgegeben [Anhang 5, 6]. Zusätzlich haben wir die Teilnehmer aufgefordert sich an uns zu wenden falls Probleme oder Fragen auftauchen sollten. Die Probanden haben bereits mit der Einverständniserklärung ein zusätzliches Blatt mit allen unseren Angaben erhalten.

Mit diesen Massnahmen wurde angestrebt so viele Faktoren wie möglich zu kontrollieren. Dennoch bleibt eine gewisse Unsicherheit zurück. Eine wichtige Erkenntnis war die Tatsache, dass es bei der Arbeit mit Probanden immer jemanden braucht, der die Übungen kontrolliert. Nur so kann man sicher sein, dass beide Parteien dasselbe verstanden haben und kann allenfalls schnell reagieren, wenn bestimmte Anpassungen notwendig sind.

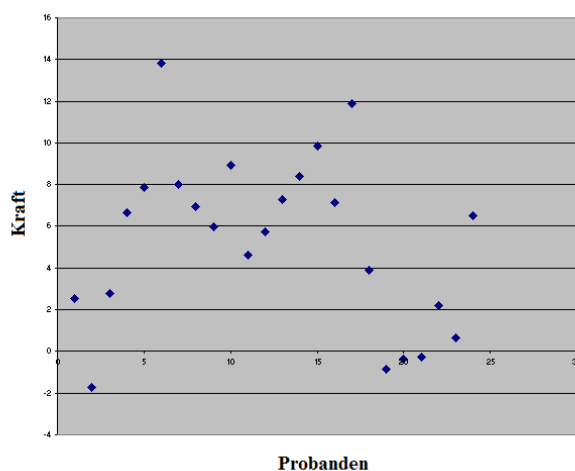
Eine weitere kritische Grösse ist die Interventionsdauer. Reichen zwei Monate wirklich aus, um Veränderungen der Kraftausdauer mit unserem Messgerät ersichtlich zu machen? Laut Ufuk S. et al³⁰ reichen sechs Wochen mit jeweils drei Trainingseinheiten pro Woche aus, um ein Kraftzunahme zu bewirken. Bei den Probanden war aber die Motivation die Trainings wirklich dreimal pro Woche auszuführen eher gering. Dementsprechend haben die Probanden der Kontrollgruppe im Durchschnitt 15.30 Mal und die Interventionsgruppe 14.78 Mal während den acht Wochen der Intervention das Programm ausgeführt. Geplant war, dass die Probanden 24 Mal das Programm ausführen. Mit regelmässigen Kontrollen und einem geführten Training wäre die Trainingsdisziplin besser gewesen. Eine höhere Kraftzunahme und ein höheres subjektives Stabilitätsgefühl seitens der Probanden wäre möglich gewesen.

Hiller C.E. et al²⁴ haben in einer Studie die Validität und die Reliabilität des CAIT überprüft. Aufgrund dieser Studie haben wir diesen Fragebogen ausgewählt, da die Reliabilität und die Validität sehr gut sind. In der Studie wurde der Fragebogen jedoch verwendet, um festzustellen, ob eine funktionelle Instabilität des Sprunggelenks vorliegt oder nicht. Als Instrument, um eine Diagnose festzulegen ist er geeignet. Ob er aber auch gut geeignet ist, um den Verlauf zu beschreiben, wissen wir nicht. Wir haben keine Studien oder Literatur gefunden, die eine Aussage über den CAIT macht im Zusammenhang mit dem Verlauf und

ob er genug sensibel ist um Veränderungen festzustellen. Dies sehen wir als eine weitere Schwachstelle an.

Als weiterer diskutabler Punkt unserer Studie, den wir aber widerlegen konnten, sehen wir das Messgerät. Nach Oesch et al misst unser Messgerät ab einem gewissen Kraftgrad des Probanden die Kraft des Testers. Diesen Deckeneffekt konnten wir für unsere Probanden allerdings mit folgendem Diagramm ausschliessen.

Abbildung 8: Diagramm der einzelnen Kraftwerte der Probanden, um einen eventuellen Deckeneffekt aufzuzeigen.



Bei einem so genannten Deckeneffekt würden sich alle Werte am oberen Rand des Diagramms befinden, was sie in unserem Fall nicht tun.

Die Ausgangstellung der Probanden während den Messungen war suboptimal. Die Seitenlage wurde gewählt, weil sie für unser Messgerät empfohlen wurde. Während den Messungen mussten wir aber feststellen, dass sie zu viele Ausweichbewegungen zulässt. Die Probanden mussten lange üben, und intensiv angeleitet werden, bis sie die Ausgangstellung korrekt einnehmen konnten. Während der Messung war es für sie noch schwieriger die korrekte Position einzuhalten. Die Probanden sind sehr schnell in Hüftflexion und Aussenrotation ausgewichen, um mehr Kraft entwickeln zu können. Diese Bewegungen wurden zwischen den verschiedenen Messungen verbal und taktil korrigiert. Dennoch gab es Probanden, denen es besonders schwer gefallen ist, die Messung korrekt auszuführen. Es war entsprechend

schwierig festzulegen, wann ein Proband zu viele Ausweichbewegungen gemacht hat, respektive was im tolerierbaren Bereich lag.

Die Ausgangsstellung in Rückenlage wäre klar besser, weil damit der Proband während seiner ganzen Bewegung geführt ist und auch vom Rumpf her weniger Ausweichbewegungen möglich sind. Die Bodenreibung ist vernachlässigbar.

Als letzten negativen Punkt möchten wir hier noch das Aufwärmen nennen. Unsere Probanden haben nicht vor jeder Messung dasselbe Aufwärmen ausgeführt. Dieser Faktor kann natürlich einen Einfluss auf die anschliessende Kraftmessung haben. Wie so oft konnten wir dies aber aus Zeitgründen nicht ändern. Die Messungen haben auch so einen grossen Teil vom Training der Probanden in Anspruch genommen. Die Trainer der Fussballvereine waren nicht bereit auch noch „wertvolle“ Trainingszeit in ein vorgeschriebenes Aufwärmprogramm zu investieren. Zusätzlich erschwert hätte ein gemeinsames Aufwärmen vor dem Training, dass die Probanden oft nicht pünktlich im Training erschienen.

Neben einigen Schwachpunkten enthält unsere Studie viele positive Punkte. Es ist uns gelungen, trotz allen Schwierigkeiten eine Studie mit vielen Probanden erfolgreich zu Ende zu führen. Die Fragen und Schwierigkeiten, die sich während der Studie gestellt haben, konnten befriedigend gelöst werden.

Die Probanden hatten genügend Zeit sich zu entscheiden, ob sie an der Studie teilnehmen wollen. Alle Interventionen und späteren statistischen Auswertungen entsprechen den ethnischen Richtlinien des Helsinkiprotokolls. Darauf wurde speziell geachtet.

Als weiteren positiven Punkt möchten wir hier das verwendete Messgerät erwähnen. Wie im Methodenteil unter Punkt 4.6 beschrieben handelt es sich beim Nicholas MMT um eine isometrische Muskelkraftmessung, die wenig Zeit beanspruchend und einfach zu bedienen ist. Durch die grosse Handlichkeit des Nicholas MMT konnten wir unsere Messungen an jedem beliebigen Ort machen. Die Probanden mussten also nicht zu uns und unserem Messgerät kommen, wie das zum Beispiel bei Messungen mit einem isokinetischen Messgerät der Fall gewesen wäre, sondern wir konnten mit unserem Messgerät direkt zu den Probanden auf den Sportplatz gehen. Dies erleichterte die Teilnahme an unserer Studie und wir sind überzeugt,

dass wir mit einem isokinetischen Messgerät deutlich weniger Probanden für unsere Studie gefunden hätten.

Die isometrische Muskelkraftmessung mit einer Kraftmesszelle ist eine einfache, wenig Zeit beanspruchende, quantitative Methode. Sie ist eine Methode, die immer häufiger in der Praxis umgesetzt wird, da es mit dem manuellen Muskelkrafttest nach Daniel und Worthingham³¹ vor allem ab einer Muskelkraft von drei schwierig ist Veränderungen festzustellen. Die isometrische Muskelkraftmessung mit einer Kraftmesszelle wird für die Anwendung in der Praxis, aber auch in der klinischen Forschung, für Patienten mit Erkrankungen des Bewegungsapparates empfohlen.

Das funktionelle Training, das den Probanden geboten werden konnte, ist ein weiterer Pluspunkt. Die Übungen wurden so ausgewählt, dass praktisch alle Bewegungen, die in den Übungen enthalten sind, während eines normalen Fussballmatches, aber auch im Alltag als Bewegungen auftreten. Um die Funktionalität noch mehr zu erhöhen, wurden die Fussballer aufgefordert die Übungen so oft wie möglich auf dem Fussballfeld auszuführen. Aus diesem Grund wurde speziell empfohlen, dass die Fussballer die Übungen alleine oder in Gruppen direkt vor oder nach dem Training ausführen.

Der ganzheitliche Therapieansatz, der dieser Studie zugrunde liegt, ist stark positiv zu werten. Es ist eher selten, dass bei einem Distorsionstrauma eine mögliche Muskelschwäche der Hüftabduktoren als Ursache in Betracht gezogen wird. Durch die Recherchen und diese Studie konnte nachgewiesen werden, dass die Hüftabduktoren in die Problematik von chronischen Distorsionstraumen unbedingt mit einbezogen werden sollten.

Ein weiterer positiver Punkt ist unser kostengünstiges Trainingsprogramm, das jeder zu Hause, auf dem Trainingsplatz oder zum Teil auch am Arbeitsplatz ausführen kann. Wir sind überzeugt davon, dass man mit diesen Übungen, wenn sie erst einmal zum wöchentlichen Ritual gehören, sehr viel bewirken kann. Wir haben unser Trainingsprogramm gezielt darauf ausgerichtet, dass es keine zusätzlichen Traininggeräte braucht. Die Übungen können somit überall ausgeführt werden.

7.4 Vorschläge für weitere Studien

Es gibt verschiedene Möglichkeiten wie diese Studie weitergeführt werden kann.

Sinnvoll erscheint uns, wenn man dieselbe Studie mit mehr Probanden und mit einem geführten und kontrollierten Training nochmals wiederholen würde. Mit einer solchen Studie könnten unsere Hypothesen bestätigt oder widerlegt werden.

Weiter würde es sich lohnen mit einer Studie zu überprüfen, ob bei Patienten mit funktionell, chronisch, instabilen Sprunggelenken die Hüftabduktoren wirklich geschwächt sind. In der Studie von Friel et al.⁴ wurde dies bereits einmal untersucht. Allerdings gibt es wenige andere Studien die diese Gegebenheit untersucht haben.

Angesichts der grossen Anzahl von Distorsionstraumen bei sportlichen Personen sind Studien welche eine Verbesserung der Prävention untersuchen sehr wichtig. Bei vielen Personen die einmal ein Distorsionstrauma hatten folgt schon bald das Zweite und meist schliesst sich eine lange Leidensgeschichte an. Das Ziel sollte also sein in den Sportvereinen und bereits auch im Schulsport Übungen zu integrieren die wichtig sind, um ein erstes schlimmes Distorsionstrauma zu verhindern. Somit könnte man auch die Anzahl an funktionell, chronisch instabilen Sprunggelenken vermindern. Obwohl es viele Studien gibt über das instabile Sprunggelenk, befassen sich die wenige mit der Prävention des chronisch instabilen Sprunggelenks. Es ist wichtig, dass sich folgende Studien mit der Prävention befassen.

Wir sind überzeugt, dass man mit einer guten Prävention und Übungen in der Art wie wir sie in unserer Diplomarbeit verwendet haben einen grossen Beitrag dazu leisten kann, die grossen Kosten und Leiden im Zusammenhang mit dieser Verletzung senken zu können.

7.5 Erfahrungen im Zusammenhang mit der Studie

Was wir während unserer Diplomarbeit lernen durften haben wir als sehr positiv empfunden. Für uns beide war dies die erste wissenschaftliche Arbeit in diesem Umfang und wir mussten wie oben beschrieben mit verschiedenen Problemen und Fragestellungen zurecht kommen. Dennoch oder gerade dadurch konnten wir sehr viel lernen. Die Zusammenarbeit mit verschiedenen Personen, die für eine wissenschaftliche Arbeit nötig ist, birgt einige knifflige

Punkte in sich. Wichtig scheint uns vor allem, dass man weiss an welche Person man was delegieren kann und wie oft man anschliessend kontrollieren muss. Während unserer Arbeit haben wir die Erfahrung gemacht, dass es oft am Besten ist, wenn man mit den mitwirkenden Personen direkt oder sicher telefonisch in Kontakt tritt. Wir haben uns am Anfang etwas gescheut immer und immer wieder bei derselben Person nachzufragen. Man kann nur durch dauerndes zusammenarbeiten und immer wieder nachfragen genau wissen, was die andere Person tut und allenfalls rechtzeitig reagieren.

Auch haben wir selber erfahren dürfen, dass der Planung eines solchen Projekts eine sehr grosse Bedeutung zukommt. Natürlich haben uns die Lehrkräfte wiederholt auf diese Wichtigkeit aufmerksam gemacht. Trotzdem gab es verschiedene Punkte, wie z. B. die Organisation des Messgeräts (Nicholas MMT), der wir in unserer Planung zu wenig Aufmerksamkeit beigemessen haben.

Bevor wir nun zum Ende unserer Diplomarbeit gelangen, möchten wir beide nochmals erwähnen, dass wir sehr froh sind mit dieser Diplomarbeit erste Erfahrungen mit wissenschaftlichem Arbeiten machen durften. Mit dem vorliegenden Resultat, der Diplomarbeit, sind wir sehr zufrieden.

8. Zusammenfassung

Mit den Resultaten der Studie konnten die gestellten Hypothesen nicht bestätigt werden. Sie zeigen auf, dass die Hüftabduktoren in einem Standard-Rehabilitationsprogramm gekräftigt werden und unser spezifisches Kräftigungsprogramm für die Hüftabduktoren keine messbare Kraftzunahme bewirkt. Im Durchschnitt nahm die Kontrollgruppe 1.42kg mehr an Kraft zu als die Interventionsgruppe.

Mit der Intervention konnte jedoch das subjektive Stabilitätsgefühl der Probanden deutlich gesteigert werden. Die durchschnittliche Score-Zunahme betrug für die Kontrollgruppe 1 Punkt währendem er für die Interventionsgruppe 3.64 Punkte betrug.

Es kann also nachgewiesen werden, dass es neben der Erhöhung der Hüftabduktorenkraft auch eine Erhöhung des CAIT-Scores gibt.

Auf die Gruppen bezogen ist jedoch aus den oben erwähnten Zahlen ersichtlich, dass für die Gruppen die durchschnittliche Kraftzunahme keinen direkten Zusammenhang mit der durchschnittlichen Score-Zunahme hat.

Da das Distorsionstrauma eine der häufigsten Verletzungen überhaupt ist, ist es sinnvoll, die Prävention und Rehabilitation weiter zu verbessern. Es lohnt sich auf diesem Gebiet weitläufigere Forschungen durchzuführen, da durch so einfache und günstige Interventionen, wie die unsere, die Anzahl neu verletzter Personen und die Anzahl immer wiederkehrender Traumen scheinbar gesenkt werden kann. ES besteht aus der Sicht der Autoren Forschungsbedarf, um den Zusammenhang zwischen dem subjektiven Stabilitätsgefühl und Neu- bzw. wiederkehrenden Verletzungen zu untersuchen.

Bibliografie

- ¹ Brooks SC, Potter BT, Rainey JB. Treatment for partial tears of the lateral ligament of the ankle: a prospectivetrial. Br Med J (Clin Res Ed). 1981 Feb 21;282(6264):606-7.
- ² Gesundheitsmagazin Puls SF DRS (Prod.). *Fuss verstaucht- konservative Therapie hilft meistens* [Sendung]. 23.4.2007
- ³ SUVA. *Unfallstatistik UVG 1998 - 2002(Fünffjahresbericht)*. Amt für Statistik SUVA. 201 p. [elektronische Form]
- ⁴ Friel K, McLean N, Myers C, Caceres M. Ipsilateral hip abductor weakness after inversion ankle sprain. J Athl Train. 2006 Jan-Mar;41(1):74-8.
- ⁵ Klein J, Hoher J, Tiling T. Comparative study of therapies for fibular ligament rupture of the lateral ankle joint in competitive basketball players. Foot Ankle. 1993 Jul-Aug;14(6):320-4. [Absract]
- ⁶ Bahr R, Karlsen R, Lian O, Ovrebo RV. Incidence and mechanisms of acute ankle inversion injuries in volleyball. A retrospective cohort study. Am J Sports Med. 1994 Sep-Oct;22(5):595-600.
- ⁷ Van den Berg, F. [et al]. *Angewandte Physiologie 3: Therapie, Training, Tests*. 1. Auflage. Stuttgart: George Thieme Verlag, 2007. 623 p. ISBN 978-3-13-117092-7
- ⁸ Freeman MA, Dean MR, Hanham IW. The etiology and prevention of functional instability of the foot. J Bone Joint Surg Br. 1965 Nov;47(4):678-85.
- ⁹ Tittel, Kurt. *Beschreibende und funktionelle Anatomie des Menschen*. 14. Auflage. München: Urban und Fischer Verlag, 2003. 436 p. ISBN 3-437-46151-6
- ¹⁰ MacKinnon CD, Winter DA. Control of whole body balance in the frontal plane during human walking. J Biomech. 1993 Jun;26(6):633-44.
- ¹¹ Konradsen L. Factors Contributing to Chronic Ankle Instability: Kinesthesia and Joint Position Sense. J Athl Train. 2002 Dec;37(4):381-385.
- ¹² Willems T, Witvrouw E, Delbaere K, De Cock A, De Clercq D. Relationship between gait biomechanics and inversion sprains: a prospective studyof risk factors. Gait Posture. 2005 Jun;21(4):379-87.
- ¹³ Tropp H. Commentary: Functional Ankle Instability Revisited. J Athl Train. 2002 Dec;37(4):512-515

- ¹⁴ Beckman SM, Buchanan TS. Ankle inversion injury and hypermobility: effect on hip and ankle muscle electromyography onset latency. Arch Phys Med Rehabil. 1995 Dec;76(12):1138-43.
- ¹⁵ Sadeghi H, Sadeghi S, Prince F, Allard P, Labelle H, Vaughan CL. Functional roles of ankle and hip sagittal muscle moments in able-bodied gait. Clin Biomech (Bristol, Avon). 2001 Oct;16(8):688-95.
- ¹⁶ Grasmück J. . *Konservative oder operative Therapie bei lateralen Kapselbandrupturen am oberen Sprunggelenk beim Leistungssportler?*. Adresse: <http://publikationen.ub.uni-frankfurt.de/volltexte/2003/298/pdf/GrasmueckJuergen.pdf> . 21.10.2006
- ¹⁷ Bizzini M. . *Sensomotorische Rehabilitation nach Beinverletzungen*. 1. Auflage. Stuttgart: Thieme. 2000. 185 p. ISBN 978-3-13-126671-2
- ¹⁸ Hüter-Becker A., Dölken M., *Physiotherapie in der Orthopädie*. 1. Auflage. Stuttgart: Thieme, 2005. 686 p. ISBN 978-3131-294913
- ¹⁹ Vaes P, Van Gheluwe B, Duquet W. Control of acceleration during sudden ankle supination in people with unstable ankles. J Orthop Sports Phys Ther. 2001 Dec;31(12):741-52 [Abstract]
- ²⁰ Schiebler T. H., Schmidt W., *Anatomie; Zytologie, Histologie, Entwicklungsgeschichte, makroskopische und mikroskopische Anatomie des Menschen*. 5. korrigierte Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag. 1991. 912 p. ISBN 3-540-53822-4
- ²¹ Kapandji I. A., *Funktionelle Anatomie der Gelenke, schematisierte und kommentierte Zeichnungen zur menschlichen Biomechanik, Band 2 untere Extremität*. 3. deutsche Auflage. Stuttgart: Ferdinand Enke Verlag. 1999. 245 p. ISBN 3-7773-1941-4
- ²² Stoll T, Bruhlmann P, Stucki G, Seifert B, Michel BA. Muscle strength assessment in polymyositis and dermatomyositis evaluation of the reliability and clinical use of a new, quantitative, easily applicable method. J Rheumatol. 1995 Mar;22(3):473-7.
- ²³ Oesch P. et al. *Assessments in der muskuloskelettalen Rehabilitation*. 1. Auflage. Bern: Verlag Hans Huber, 2007. 377p. ISBN 978-3-456-84452-7
- ²⁴ Hiller CE, Refshauge KM, Bundy AC, Herbert RD, Kilbreath SL. The Cumberland ankle instability tool: a report of validity and reliability testing. Arch Phys Med Rehabil. 2006 Sep;87(9):1235-41.
- ²⁵ Hopkins WG. Measures of reliability in sports medicine and science. Sports Med. 2000 Jul;30(1):1-15.
- ²⁶ Cohen J. *Statistical power analysis for behavioral sciences*. 2nd edition. New York: academic press, 1988, p. 567, ISBN 978-0805802832
-

²⁷ Spring H. et al. *Theorie und Praxis der Trainingstherapie; Beweglichkeit, Kraft, Ausdauer, Koordination*. 1. Auflage. Stuttgart: Georg Thieme Verlag, 1997. 317 p. ISBN 3-13-107792-1

²⁸ Stoll T, Huber E, Seifert B, Michel BA, Stucki G. Maximal isometric muscle strength: normative values and gender-specific relation to age. *Clin Rheumatol*. 2000;19(2):105-13.

²⁹ Wang SS, Normile SO, Lawshe BT. Reliability and smallest detectable change determination for serratus anterior muscle strength and endurance tests. *Physiother Theory Pract*. 2006 Jan;22(1):33-42.

³⁰ Sekir U, Yildiz Y, Hazneci B, Ors F, Aydin T. Effect of isokinetic training on strength, functionality and proprioception in athletes with functional ankle instability. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2007 May;15(5):654-64. Epub 2006 Jun 13.

³¹ Hislop H. J, Montgomery J. *Daniels' und Worthinghams Muskeltests; manuelle Untersuchungstechniken*. 7. Auflage. München: Urban & Fischer Verlag, 1999. 484 p. ISBN 3-437-45690-3

Anhang 1: Informationsblatt

Informationen für die Studienteilnehmerin/ den Studienteilnehmer vom 1.3.2007

Titel: Auswirkung der Muskelkraft der Abduktoren der Hüfte auf die Stabilität des Sprunggelenks bei der Rehabilitation von Patienten mit chronisch instabilen Fussgelenken.

Sehr geehrte Studienteilnehmerin, sehr geehrter Studienteilnehmer

Herzlichen Dank, dass sie an unserer Studie interessiert und bereit sind daran teilzunehmen. Mit diesem Schreiben möchten wir sie noch einmal schriftlich darüber in Kenntnis setzen was wir in unserer Studie alles geplant haben. Bitte lesen sie die folgenden Informationen gut durch und scheuen sie sich nicht uns Fragen zu stellen wenn ihnen etwas nicht klar ist.

Beschreibung der Studie

Misstritte und instabile Sprunggelenke gehören zu den häufigsten Verletzungen von sportlich aktiven, jungen Erwachsenen. Täglich verletzen sich in der Schweiz ca. 750 Personen bei Misstritten und müssen anschliessend zum Teil sogar von einem Arzt betreut werden. Mit dieser Studie möchten wir dazu beitragen, dass die Rehabilitationszeit nach einem Misstritt verkürzt werden kann und der Verletzte weniger lange Unannehmlichkeiten erleiden muss (z.B. Arbeitsausfall, Trainingsausfall, etc.). Wir möchten vor allem 2 Sachen überprüfen:

1. Das subjektive Empfinden der Instabilität durch den Probanden vor und nach unserem Training.
2. Ob bei einem herkömmlichen Rehabilitationsprogramm die Hüft-Abduktoren genügend trainiert werden oder ob eine zusätzliche Massnahme notwendig ist.

Unserer Studie geht über 2 Monate und wird von Mitte April bis Mitte Juni stattfinden. Sie beinhaltet insgesamt drei Zeitpunkte an denen wir Messungen der Kraft der Hüft-Abduktoren machen und an denen wir durch Fragebogen ihr subjektives Empfinden herausfinden. Sie werden entweder in Gruppe A oder in Gruppe B eingeteilt und entweder das „normale“ Rehabilitationsprogramm nach Misstritten durchführen oder zusätzlich zum Rehabilitationsprogramm noch Übungen zur Kräftigung der Hüft-Abduktoren absolvieren. Für beide Gruppen machen wir dieselbe Einführung und alle werden von uns die gleiche Betreuung erhalten. Die Teilnahme an unserer Studie bedeutet für sie, dass sie 3 Mal pro Woche je ca. 20 Minuten in unser

Trainingsprogramm (das wir ihnen vorher genau erklärt haben) investieren müssen.

Für das Gelingen der Studie, ist es wichtig, dass sie nur ihr persönliches Programm ausführen und nicht das eines anderen übernehmen. Wir haben die Studie so geplant, dass es 2 Gruppen und damit auch 2 verschiedene Resultate gibt. Das Ausführen eines Programms eines anderen Teilnehmers verfälscht unsere ganze Studie und hätte grosse Konsequenzen auf die Resultate.

Am Ende der Studie werden wir alle Teilnehmer über unsere Resultate informieren, werden ihnen auf Wunsch die vollständigen Trainingsprogramme aushändigen und falls gewünscht nochmals instruieren.

Auswahl der Studienteilnehmer

Wir möchten sie darauf aufmerksam machen, dass sie freiwillig an dieser Studie teilnehmen. Wenn sie auf die Teilnahme an der Studie verzichten, werden sie daraus keine Nachteile erfahren. Das Selbe gilt auch wenn sie zu einem späteren Zeitpunkt entscheiden sollten, dass sie aus der Studie aussteigen möchten. Sie haben jederzeit die Möglichkeit aus der Studie auszusteigen, auch ohne ihren Rücktritt zu begründen.

Für diese Studie haben wir junge Erwachsene zwischen 15 und 50 Jahren ausgewählt die schon öfters Misstritte gemacht haben und die das Gefühl haben, ein instabiles Fussgelenk zu haben. Ausgeschlossen werden Probanden die kein instabiles Sprunggelenk haben, die Hüftprobleme, Schmerzen der unteren Extremität und/oder des Rückens haben, die sie daran hindern am Training teilzunehmen (mehr als 30% Trainingsausfall pro Jahr). Ausserdem ist es wichtig, dass sie in den letzten 6 Monaten keine Verletzung der unteren Extremitäten (ausser Misstritten) oder Verletzungen des Kopfes hatten. Zusätzlich sollten sie keine allzu grossen Probleme mit dem Gleichgewicht haben.

Ablauf der Studie

Zunächst werden alle Studienteilnehmer gemeinsam informiert und offene Fragen werden wir gerne klären. Sobald sie die Einverständniserklärung unterschrieben haben, werden wir sie zufällig in 2 Gruppen einteilen. Wobei wir trotzdem darauf achten, dass in jedem Verein wenn möglich beide Trainingsprogramme vorhanden sind. Bevor wir ihnen dann ihr persönliches Trainingsprogramm erklären werden, machen wir mit jedem Teilnehmer 2 verschiedene Messungen. Zuerst messen wir ihre Kraft der Hüft-Abduktoren und dann werden wir ihnen noch einen Fragebogen aushändigen um ihr subjektives Instabilitätsgefühl des Fussgelenks herauszufinden.

Wenn sie in Gruppe A eingeteilt werden, bekommen sie von uns ein Trainingsprogramm mit verschiedenen Übungen die allgemein nach Misstritten üblich sind. Wir werden ihnen jede Übung vorzeigen und sie mit ihnen gemeinsam ausführen. Wenn sie in Gruppe B eingeteilt werden,

machen sie einige der Selben Übungen und zusätzlich bekommen sie von uns 2 Übungen die spezifisch die Hüft-Abduktoren trainieren. Auch diese Übungen werden wir ihnen vorzeigen und sie mit ihnen üben. Falls während den 8 Wochen der Intervention Fragen zu den einzelnen Übungen auftreten sollten, können sie uns jederzeit kontaktieren.

Nach dem einüben des Programms werden sie dieses 3 Mal pro Woche während 2 Monaten selbständig ausführen. 4 und 8 Wochen nach dem Studienbeginn werden wir nochmals dieselben Messungen vornehmen wie am Anfang unserer Studie. Nach Ablauf der 8 Wochen unserer Untersuchung dürfen sie unsere Trainingsprogramme selbstverständlich weiterführen, wir werden aber keine weiteren Messungen mehr vornehmen.

Am Schluss der Studie, nachdem wir die Auswertungen gemacht haben, werden wir alle Teilnehmer über unsere Resultate informieren und auf Wunsch die vollständigen Trainingsprogramme aushändigen.

Ihr Nutzen und ihre Risiken

Mit ihrer Teilnahme an unserer Studie, helfen sie uns dabei einen Beitrag zu einem verbesserten Rehabilitationsprogramm nach Misstritten zu leisten. Eventuell lassen sich durch die Erkenntnisse aus dieser Studie die Rehabilitationszeiten verkürzen und die Patienten müssen zukünftig mit weniger Unannehmlichkeiten nach Misstritten rechnen (verkürzter Arbeits- und Trainingsausfalls, bessere Bewältigung des Alltags, etc.)

Ihre Daten bleiben anonym!

Ihre Daten die während dieser Studie erfasst werden, werden sofort anonymisiert. Sie werden nur für wenige Fachleute zur wissenschaftlichen Auswertung zugänglich sein. Während und nach der ganzen Studie wird die Vertraulichkeit strikt gewahrt.

Unfreiwilliger Studienabbruch

Die Studiendurchführenden können sie im Interesse ihrer Gesundheit aus der Studie ausschließen, wenn eine unerwartete Gesundheitsstörung auftreten sollte.

Kontaktpersonen

Sie können sich zu jeder Zeit bei Unklarheiten, unerwarteten oder unerwünschten Ereignissen während oder nach der Studie an folgende Personen wenden:

Martina Leutenegger
Physiotherapiestudentin der HES
Feldhofstr. 19
8500 Frauenfeld

leutmart@students.hevs.ch
079 714 00 44

Simone Gafner
Physiotherapiestudentin der HES
Grossweidweg 9
3174 Thörishaus

gafnsimo@students.hevs.ch
079 292 09 09

Anhang 2: Einverständniserklärung

Schriftliche Einverständniserklärung der Probandin /des Probanden zur Teilnahme an unserer Studie. (1.3.2007)

- Bitte lesen sie die Formulare sorgfältig durch
- Bitte fragen sie nach, wenn sie etwas nicht verstehen oder wissen möchten

Titel der Studie: Auswirkung der Muskelkraft der Abduktoren der Hüfte auf die Stabilität des Sprunggelenks bei der Rehabilitation von Patienten mit chronisch instabilen Sprunggelenken.

Ort der Studie:

Probandin/ Proband

Name und Vorname: _____

Geburtsdatum: _____

-Ich wurde von den unterzeichnenden Studienführenden mündlich und schriftlich über die Ziele, den Ablauf der Studie, über mögliche Vor- und Nachteile sowie eventuelle Risiken informiert.

-Ich habe die zur oben genannten Studie abgegebenen schriftlichen Patienteninformationen vom 1.3.2007 gelesen und verstanden. Meine Fragen im Zusammenhang mit der Teilnahme an dieser Studie sind mir zufriedenstellend beantwortet worden. Ich kann die schriftlichen Studienteilnehmerinformationen behalten und erhalte eine Kopie meiner schriftlichen Einverständniserklärung.

-Ich hatte genügend Zeit meine Entscheidung zu treffen.

-Ich bin einverstanden, dass zuständige Fachleute zu Prüf- und Kontrollzwecken in meine Originaldaten Einsicht nehmen dürfen, jedoch unter strikter Einhaltung der Vertraulichkeit.

-Ich nehme an dieser Studie freiwillig teil. Ich kann jederzeit und ohne Angaben von Gründen meine Zustimmung zur Teilnahme widerrufen, ohne dass mir deswegen Nachteile entstehen.

-Ich bin mir bewusst, dass während der Studie die in der Patienteninformation genannten Anforderungen und Einschränkungen einzuhalten sind. Im Interesse meiner Gesundheit können mich die Studiendurchführenden jederzeit von der Studie ausschliessen. Ich informiere die Studiendurchführenden falls ich gleichzeitig zur Studie in einer Behandlung bei einem Arzt bin sowie über die Einnahme von Medikamenten.

Ort, Datum: _____ Unterschrift der Probandin/ des Probanden _____

Ort, Datum: _____ Unterschrift der Studienführenden _____

Ort, Datum: _____ Unterschrift der Studienführenden _____

Anhang 4: CAIT in deutscher Version

Bitte kreuze die Antwort an die bei der jeweiligen Frage am besten auf dich zutrifft.

Für jede Frage also bitte nur eine Antwort pro Fuss ankreuzen.

Falls eine Frage unklar ist, melde dich und wir erklären gerne was gemeint ist.

	Linker Fuss	Rechter Fuss
1. Ich habe Schmerzen in meinem Fussgelenk		
Nie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Während dem Sport	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Während dem Rennen auf unebenem Grund	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Während dem Rennen auf ebenem Grund	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Während dem Gehen auf unebenem Grund	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Während dem Gehen auf ebenem Grund	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Mein Fussgelenk fühlt sich instabil an:		
Nie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Manchmal während dem Sport (nicht immer)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Oft während dem Sport (immer)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Manchmal während den alltäglichen Aktivitäten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Oft während den alltäglichen Aktivitäten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Wenn ich jähe Richtungswechsel mache, fühlt sich mein Fussgelenk instabil an:		
Nie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Manchmal während dem Rennen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Oft beim Rennen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Während dem Gehen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Beim Heruntergehen der Treppen fühlt sich mein Fussgelenk instabil an:		
Nie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wenn ich schnell gehe	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gelegentlich (hin und wieder)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Immer	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Mein Fussgelenk fühlt sich instabil an wenn ich auf einem Bein stehe:		
Nie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Auf dem Fussballen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Auf dem flachem Fuss	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Mein Fussgelenk fühlt sich instabil an wenn:		
Nie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wenn ich von einer auf die andere Seite hüpfе (von Seite zu Seite)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wenn ich auf der Stelle hüpfе	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wenn ich einen Sprung mache (weit, hoch)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Mein Fussgelenk fühlt sich instabil an wenn:		
Nie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wenn ich auf unebenem Grund renne (schnell und kurz)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wenn ich auf unebenem Grund jogge (lange Strecke in gemütlichem Tempo)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wenn ich auf unebenem Grund gehe	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wenn ich auf flachem Grund gehe	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

8. Typischerweise wenn ich merke dass ich mir den Fuss verdrehe, kann ich es stoppen

- | | | |
|---|--------------------------|--------------------------|
| Sofort | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Oft | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Manchmal | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Nie | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Ich habe noch nie einen Misstritt gemacht | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

9. Nach einem typischen Fall in dem ich mir den Fuss verdreht habe, benötigt mein Fussgelenk soviel Zeit um wieder „normal“ zu werden:

- | | | |
|---|--------------------------|--------------------------|
| Fast sofort | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Weniger als einen Tag | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 1-2 Tage | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Mehr als 2 Tage | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Ich habe mir noch nie den Fuss verdreht | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Anhang 5: Trainingsprogramm mit Hüftabduktoren (Gruppe i)

Traningsprogramm instabile Sprunggelenke

Mit Abduktorentraining

1. Übung: Kräftigung des M. Gastrocnemius

Ausgangsstellung: Die Füße stehen Hüftbreit auf dem Boden, die Knie sind leicht gebeugt. Die Arme hängen locker dem Körper entlang.

Übungsausführung: Nun die Fussgelenke strecken und sich somit auf die Zehenspitzen stellen. Kurz in dieser Stellung verbleiben (langsam auf 3 zählen). Danach langsam wieder mit den Fersen zum Boden und ohne das Gewicht darauf zu verlagern die Übung wiederholen.

Wiederholungen: 3*15



2. Übung: Kniebeugen

Ausgangsstellung: Die Füße stehen Hüftbreit auf dem Boden, die Knie sind leicht gebeugt. Die Arme hängen locker dem Körper entlang.

Übungsausführung: Die Knie beugen und sie bewegen sich nach vorne, gleichzeitig geht das Gesäss leicht nach hinten. Knie beugen bis ungefähr 90 Grad im Kniegelenk erreicht sind. Danach wieder in die Ausgangstellung zurück und die Übung wiederholen. Dabei ist darauf zu achten, dass die Knie nie durchgestreckt werden.

Wiederholungen: 3*15



3. Übung: Kräftigung der Peronei

Ausgangstellung: Man sitzt auf einem Stuhl und hat das zu trainierende Bein leicht gestreckt. Das andere Bein ist in normaler Position beim Sitzen (ca. 90 Grad angewinkelt).

Übungsausführung: Der äussere Rand des Fusses wird gegen die Decke gezogen. Diese Position ca. drei Sekunden halten, danach wieder die Ausgangstellung einnehmen.

Wiederholung: 2*15 (pro Bein)



4. Übung: Antippen im Einbeinstand

Ausgangstellung: Auf ein Bein stehen, das Knie desselben ist leicht angewinkelt. Das andere Bein ist gebeugt. Die Arme hängen locker dem Körper entlang.

Übungsausführung: Mit dem nicht belasteten Bein tupfen sie nun mit der Zehenspitze möglichst weit vorne an und danach möglichst weit hinten. Dabei bleiben sie mit dem schwingendem Bein in der Breite der Hüfte.

Wiederholung: 3*15 (pro Bein)



5. Übung: Seitliches Springen

Ausgangsstellung: Auf ein Bein stehen, dabei darauf achten, dass man genug Platz auf der Seite des Beines hat, das in der Luft ist.

Übungsausführung: Nun seitlich auf das andere Bein hüpfen und kurz auf dem Bein stehen bleiben (drei Sekunden) und stabilisieren. Dann wieder auf das andere Bein hüpfen und kurz stehen bleiben (drei Sekunden) und stabilisieren. Der seitliche Abstand der beiden Beine ist ein wenig breiter als die Hüftgelenksabstände.

Wiederholung: 3*25

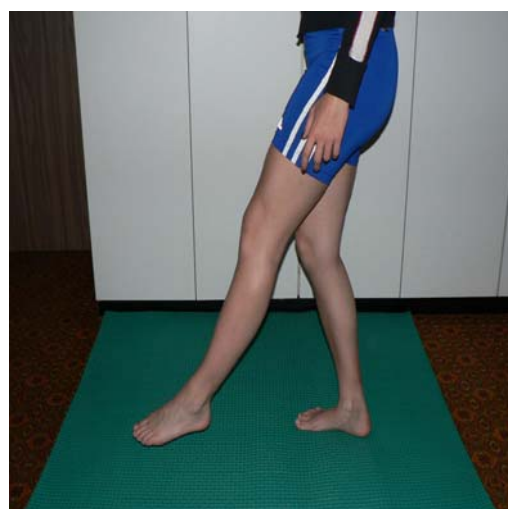
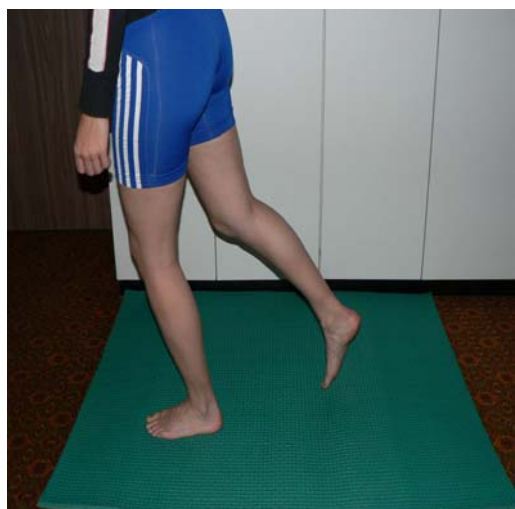


6. Übung: Vor- und Rückwärtsspringen

Ausgangsstellung: Auf ein Bein stehen, dabei darauf achten, dass man genug Platz vorne und hinten hat.

Übungsausführung: Nun vorwärts auf das andere Bein hüpfen und kurz auf dem Bein stehen bleiben (drei Sekunden) und stabilisieren. Dann wieder auf das andere Bein rückwärts hüpfen und kurz stehen bleiben (drei Sekunden) und stabilisieren. Der seitliche Abstand der beiden Beine ist ein wenig schmäler als die Hüftgelenksabstände.

Wiederholung: 3*25



7. Erste Hüpfübung

Fünf Punkte (wie bei einem Würfel) werden auf dem Boden markiert.

Ausgangsstellung: Einbeinstand auf dem mittleren Punkt, das Kniegelenk ist dabei ca. 20-30° in gebeugter Stellung.

Übungsausführung: Springen mit Minisprüngen vom mittleren Kreis zu einem äusseren und wieder zurück. Dann auf den nächsten Kreis und wieder zu Mittleren. Und so weiter. Dabei muss der Körper immer stabil sein, bevor man zum nächsten Kreis springt und das Gleichgewicht muss wieder erlangt sein.

Wiederholung: 3*2 Runden pro Bein (1 Runde = 4 äussere Punkte und zur Mitte zurück)



8. Zweite Hüpfübung

Ausgangsstellung: Ausfallschritt, die Beugung im vorderen Knie beträgt ca. 70-90°.

Übungsausführung: Mit Minisprüngen ändert man nun abwechselnd rechts/links die Schrittstellung (auf der Stelle). Dabei muss der Körper immer stabil sein, bevor man die Schrittstellung wechselt und das Gleichgewicht muss wieder erlangt sein.

Wiederholung: 2*20 Sprünge



9. Abduktorenkräftigung in Seitenlage

Ausgangsstellung: In Seitenlage auf dem Boden. Das zu trainierende Bein liegt oben.

Übungsausführung: Das obere Bein wird abgespreizt, dabei ist darauf zu achten, dass das Bein in der Linie des unteren Beins bleibt und der Ferse immer nach hinten zeigt und nicht rotiert.

Wiederholung: 3*15 (pro Bein)

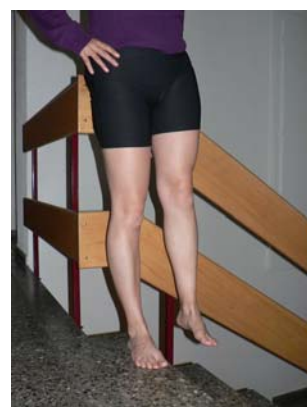


10. Abduktorenkräftigung im Stand

Ausgangsstellung: Auf eine Treppe oder einen kleinen Schemel stehen, dabei ist ein Bein in der Luft, das andere steht auf der Stufe. Die Arme hängen locker dem Körper entlang.

Übungsausführung: Das Bein, das in der Luft ist, von der Hüfte aus ganz lang machen und danach hochziehen.

Wiederholung: 3*15 (pro Bein)



Anhang 6: Standardtrainingsprogramm (Gruppe k)

Traningsprogramm instabile Sprunggelenke

Ohne Abduktorentraining

1. Übung: Kräftigung des M. Gastrocnemius

Ausgangsstellung: Die Füße stehen Hüftbreit auf dem Boden, die Knie sind leicht gebeugt. Die Arme hängen locker dem Körper entlang.

Übungsausführung: Nun die Fussgelenke strecken und sich somit auf die Zehenspitzen stellen. Kurz in dieser Stellung verbleiben (langsam auf 3 zählen). Danach langsam wieder mit den Fersen zum Boden und ohne das Gewicht darauf zu verlagern die Übung wiederholen.

Wiederholungen: 3*15



2. Übung: Kniebeugen

Ausgangsstellung: Die Füße stehen Hüftbreit auf dem Boden, die Knie sind leicht gebeugt. Die Arme hängen locker dem Körper entlang.

Übungsausführung: Die Knie beugen und sie bewegen sich nach vorne, gleichzeitig geht das Gesäss leicht nach hinten. Knie beugen bis ungefähr 90 Grad im Kniegelenk erreicht sind. Danach wieder in die Ausgangstellung zurück und die Übung wiederholen. Dabei ist darauf zu achten, dass die Knie nie durchgestreckt werden.

Wiederholungen: 3*15



3. Übung: Kräftigung der Peronei

Ausgangstellung: Man sitzt auf einem Stuhl und hat das zu trainierende Bein leicht gestreckt. Das andere Bein ist in normaler Position beim Sitzen (ca. 90 Grad angewinkelt).

Übungsausführung: Der äussere Rand des Fusses wird gegen die Decke gezogen. Diese Position ca. drei Sekunden halten, danach wieder die Ausgangstellung einnehmen.

Wiederholung: 2*15 (pro Bein)



4. Übung: Antippen im Einbeinstand

Ausgangstellung: Auf ein Bein stehen, das Knie desselben ist leicht angewinkelt. Das andere Bein ist gebeugt. Die Arme hängen locker dem Körper entlang.

Übungsausführung: Mit dem nicht belasteten Bein tupfen sie nun mit der Zehenspitze möglichst weit vorne an und danach möglichst weit hinten. Dabei bleiben sie mit dem schwingendem Bein in der Breite der Hüfte.

Wiederholung: 3*15 (pro Bein)



5. Übung: Seitliches Springen

Ausgangsstellung: Auf ein Bein stehen, dabei darauf achten, dass man genug Platz auf der Seite des Beines hat, das in der Luft ist.

Übungsausführung: Nun seitlich auf das andere Bein hüpfen und kurz auf dem Bein stehen bleiben (drei Sekunden) und stabilisieren. Dann wieder auf das andere Bein hüpfen und kurz stehen bleiben (drei Sekunden) und stabilisieren. Der seitliche Abstand der beiden Beine ist ein wenig breiter als die Hüftgelenksabstände.

Wiederholung: 3*25

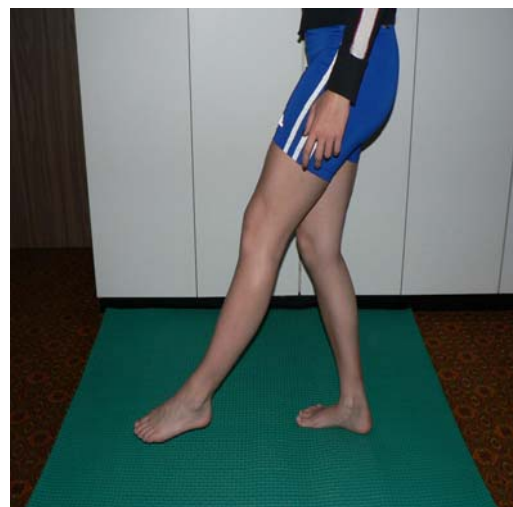
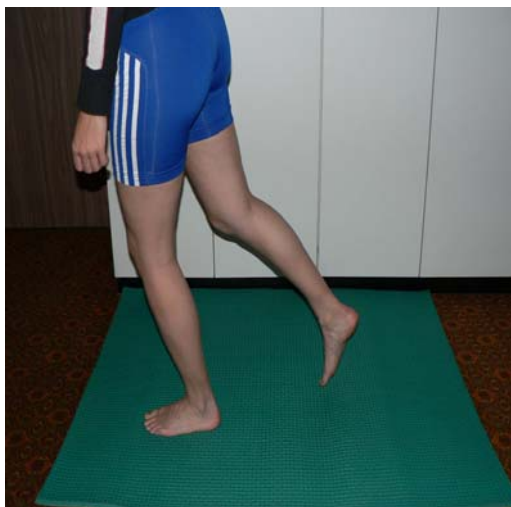


6. Übung: Vor- und Rückwärtsspringen

Ausgangsstellung: Auf ein Bein stehen, dabei darauf achten, dass man genug Platz vorne und hinten hat.

Übungsausführung: Nun vorwärts auf das andere Bein hüpfen und kurz auf dem Bein stehen bleiben (drei Sekunden) und stabilisieren. Dann wieder auf das andere Bein rückwärts hüpfen und kurz stehen bleiben (drei Sekunden) und stabilisieren. Der seitliche Abstand der beiden Beine ist ein wenig schmaler als die Hüftgelenksabstände.

Wiederholung: 3*25



7. Erste Hüpfübung

Fünf Punkte (wie bei einem Würfel) werden auf dem Boden markiert.

Ausgangsstellung: Einbeinstand auf dem mittleren Punkt, das Kniegelenk ist dabei ca. 20-30° in gebeugter Stellung.

Übungsausführung: Springen mit Minisprüngen vom mittleren Kreis zu einem äusseren und wieder zurück. Dann auf den nächsten Kreis und wieder zu Mittleren. Und so weiter. Dabei muss der Körper immer stabil sein, bevor man zum nächsten Kreis springt und das Gleichgewicht muss wieder erlangt sein.

Wiederholung: 3*10 Runden pro Bein (1 Runde = 4 äussere Punkte und zur Mitte zurück)



8. Zweite Hüpfübung

Ausgangsstellung: Ausfallschritt, die Beugung im vorderen Knie beträgt ca. 70-90°.

Übungsausführung: Mit Minisprüngen ändert man nun abwechselnd rechts/links die Schrittstellung (auf der Stelle). Dabei muss der Körper immer stabil sein, bevor man die Schrittstellung wechselt und das Gleichgewicht muss wieder erlangt sein.

Wiederholung: 2*20 Sprünge



9. Allgemeine Kräftigung: Rumpfheugen

Ausgangstellung: Auf dem Rücken liegend die Beine angewinkelt Arme auf der Brust verschränkt

Übungsausführung: Mit den Schultern Richtung Knie ziehen, dabei den oberen Rumpf vom Boden abheben, sodass die Schulterblätter vom Boden abgehoben sind. Oberer Rumpf langsam wieder senken, bis zur Ausgangsposition.

Wiederholung: 3*10



10. Allgemeine Kräftigung: Liegestütze

Ausgangstellung: Im Liegestütz

Übungsausführung: Ellbogen beugen, dabei den ganzen Körper wie ein Brett gespannt halten und mit der Nase Richtung Boden gehen und Arme wieder strecken.

Wiederholung: 3*5

