

Bachelorarbeit

If the ankle turns again

Welchen evidenzbasierten Effekt hat ein vier- bis sechswöchiges Koordinationstraining auf die posturale Kontrolle von Patienten mit einer chronischen Sprunggelenksinstabilität während statischen und dynamischen Aktivitäten?

Jost Jolanda, Via Baselga 25, 7013 Domat/Ems, S09170358

Stocker Tabea, Schellerstrasse 13, 8620 Wetzikon, S09171802

Departement: Gesundheit
Institut: Institut für Physiotherapie
Studienjahrgang: PT09
Eingereicht am: 16.05.2012
Betreuende Lehrperson: van Duijn Arjen

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	5
1.1	Darstellung des Themas.....	5
1.2	Problemstellung.....	6
1.3	Fragestellung.....	7
1.4	Zielsetzung	8
1.5	Limitationen	8
1.6	Abgrenzung	8
2	Methode	9
3	Theoretischer Hintergrund.....	10
3.1	Begriffsdefinitionen	10
3.1.1	Gelenkstabilität	10
3.1.2	Mechanische und funktionelle Instabilität.....	11
3.1.3	Laterales Distorsionstrauma	11
3.1.4	Chronische Sprunggelenksinstabilität	11
3.1.5	Sensomotorik, Sensomotorisches System.....	12
3.1.6	Neuromuskuläres System.....	12
3.1.7	Propriozeption.....	12
3.1.8	Posturale Kontrolle.....	13
3.1.9	Statische und dynamische PK	15
3.1.10	Koordination	15
3.1.11	Koordinationstraining.....	15
3.2	Chronische Sprunggelenksinstabilität.....	16
3.2.1	Ätiologie, Pathogenese und Klinik des LDTs	16
3.2.2	Ätiologie, Pathogenese, Klinik und Diagnostik der CAI.....	17
3.3	Posturale Kontrolle	19
3.3.1	Ziele der PK.....	19
3.3.2	Das System der PK.....	20
3.3.3	Strategien der PK.....	21
3.4	Koordinationstraining.....	21
3.4.1	Koordinative Fähigkeiten	21
3.4.2	Koordinationstraining - Ziele und Aufbau	22
3.5	Messmethoden.....	24

3.5.1	Messung der PK	24
3.5.2	Messung der statischen PK	25
3.5.3	Messung der dynamischen PK	26
3.5.4	Messung der subjektiven Funktionsfähigkeit	27
4	Stand der Forschung.....	28
4.1	Die Sensomotorik bei Patienten mit einer CAI.....	28
4.2	Die PK bei Patienten mit einer CAI.....	28
4.3	Koordinationstraining bei Patienten mit einer CAI	29
5	Resultate	29
5.1	Präsentation der Studien	29
5.1.1	Kidgell et al. (2007).....	30
5.1.2	Han et al. (2009)	31
5.1.3	Hale et al. (2007)	32
5.1.4	McKeon et al. (2008).....	33
5.2	Besprechung der methodologischen Qualität der Studien.....	34
5.2.1	Besprechung der internen Validität (PEDro-Kriterien 2-11)	35
5.2.2	Besprechung der externen Validität	35
6	Diskussion.....	36
6.1	Diskussion der methodologischen Qualität der Studien	36
6.1.1	Studiendesign	36
6.1.2	Interne Validität	36
6.1.3	Externe Validität.....	39
6.2	Diskussion der Messungen	43
6.2.1	Statisch versus dynamisch	43
6.2.2	Fehlversuche	43
6.2.3	Visus	44
6.3	Theorie-Praxis Transfer.....	44
6.3.1	Trainingsinhalte.....	44
6.3.2	Dauer und Dosierung des Trainings	45
6.3.3	Trainingshilfsmittel	46
6.4	PK und das sensomotorische System.....	47
6.5	PK und Gelenkstabilität	47

7	Schlussfolgerung.....	47
7.1	Beantwortung der Fragestellung	47
7.2	Empfehlungen an die Praxis.....	48
7.3	Empfehlungen an die Forschung.....	49
8	Danksagung	51
9	Glossar und Verzeichnisse.....	52
9.1	Glossar	52
9.2	Literaturverzeichnis	55
9.3	Abkürzungsverzeichnis.....	60
9.4	Bildverzeichnis	61
9.5	Tabellenverzeichnis.....	61
10	Eigenständigkeitserklärung.....	62
11	Anhänge	63
11.1	Studienmatrix	63
11.2	Formulare der PEDro-Skala	64
11.3	Formulare von Law et al. (1998)	68
12	Wortzahl	84
12.1	Wortzahl des Abstracts	84
12.2	Wortzahl der Arbeit	84

Abstract

Darstellung des Themas: Patienten mit einer chronischen Sprunggelenksinstabilität zeigen unter anderem Defizite der posturalen Kontrolle bei statischen und dynamischen Aktivitäten. Das Koordinationstraining ist ein wesentlicher Bestandteil der Rehabilitation von chronischen Sprunggelenksinstabilitäten.

Ziel: Das Ziel dieser Arbeit ist es, den Effekt eines Koordinationstrainings auf die posturale Kontrolle von Patienten mit einer chronischen Sprunggelenksinstabilität während statischen und dynamischen Aktivitäten aufzuzeigen.

Methode: Es erfolgte eine umfassende Literaturrecherche in verschiedenen Datenbanken sowie in den Archivbeständen von diversen Zeitschriften. Es wurden vier randomisierte kontrollierte Studien ausgewählt und anhand der PEDro-Skala und dem Formular von Law et al. (1998) bezüglich ihrer internen und externen Validität analysiert und anschliessend kritisch diskutiert.

Relevante Ergebnisse: Die bearbeiteten Studien stellen signifikante Verbesserungen der posturalen Kontrolle während statischen und dynamischen Aktivitäten nach der Ausführung eines Koordinationstrainings bei Probanden mit einer chronischen Sprunggelenksinstabilität fest.

Schlussfolgerung: Die bearbeiteten Studien weisen ein grosses Ausmass an Verzerrung auf. Es muss daher von einer ungenügenden Evidenzlage ausgegangen werden. Basierend auf den positiven Resultaten der Studien empfehlen die Autoren dieser Arbeit ein Koordinationstraining zur Verbesserung der posturalen Kontrolle bei Patienten mit einer chronischen Sprunggelenksinstabilität durchzuführen.

Keywords: chronic, ankle instability, ankle sprain, training, coordination, postural control und balance.

1 Einleitung

1.1 Darstellung des Themas

Täglich erleiden 625 Personen in der Schweiz ein laterales Distorsionstrauma [LDT] des Sprunggelenkes (Erni, 2010). Es ist nach Leumann et al. (2008) „die häufigste Verletzung in der Sportorthopädie überhaupt“ (S.215). Möglicherweise wird aufgrund der hohen Inzidenzrate das LDT von vielen Leuten als zu gewöhnlich und folglich als zu harmlos hingegenommen (Valderrabano, Engelhardt & Küster, 2009). Dies bestätigen auch O’Driscoll und Delahunt (2011): „Unfortunately, the current misconception is that ankle sprains are simple innocuous injuries“ (S. 2). Die Bagatellisierung führt dazu, dass LDTs nur selten medizinisch behandelt und oft inadäquat therapiert werden (Valderrabano et al., 2009). Doch gerade das Sprunggelenk, auf welchem täglich über mehrere Stunden unser gesamtes Körpergewicht lastet, muss fähig sein enorme Kräfteeinwirkungen zu absorbieren. Gemäss Nordin und Frankel (1989, zitiert nach Bizzini, 2000) können „die Kompensationskräfte im oberen Sprunggelenk [...] bis zum 4-5fachen des Körpergewichts betragen“ (S. 11). Das Sprunggelenk muss also stabil sein, damit man ohne Einschränkungen den verschiedensten Alltags- und Sportaktivitäten nachgehen kann.

Laut Erni (2010) ist in den meisten Fällen nach einem LDT der laterale Kapselbandapparat des oberen [OSG] und unteren [USG] Sprunggelenkes verletzt, wobei das Ausmass der Schädigung von „leichter Überdehnung bis zur kompletten Ruptur der Bänder“ (S.1) stark variieren kann. Die vorhergehende Geschichte von LDTs ist der häufigste prädisponierende Faktor um ein LDT zu erleiden (Bahr, 1997, zitiert nach McKeon et al., 2009). Konkret liegt laut McKay, Goldie, Payne und Oakes (2001) das Risiko für eine Wiederverletzung bei 70-80%. Zudem entwickelt jeder Dritte nach einem erstmaligen LDT eine chronische Sprunggelenksinstabilität [CAI] (O’Driscoll & Delahunt, 2011; Diemer & Sutor, 2007). Leumann et al. (2006) bemerken, dass eine „inadäquate Therapie [...] als Hauptursache der Entwicklung einer chronischen Sprunggelenksinstabilität betrachtet [wird]“ (S.216). Die CAI zeigt sich durch persistierende Schmerzen, ein subjektives Unsicherheitsgefühl und

Einschränkungen im Alltag, kombiniert mit wiederkehrenden LDTs (Diemer & Sutor, 2011). Die Koninklijk Nederlands Genootschap voor Fysiotherapie [KNGF] (2006) erwähnt in ihren Richtlinien, dass chronische Beschwerden zu Problemen im Alltag und bei sportlichen Aktivitäten führen können. Die Pathologie der CAI ist von komplexer Natur und ist auf eine mechanische Instabilität des Sprunggelenkes, eine funktionelle Instabilität des Sprunggelenkes oder auf beides zurückzuführen (Hertel, 2002). Laut aktueller Literatur ist die CAI nicht ein Resultat eines einzigen Faktors wie z. B. Bänderlaxität, Muskelschwäche, veränderte Propriozeption, Defizite der neuromuskulären Kontrolle oder der posturalen Kontrolle [PK] (Hertel, 2002; Holmes & Delahunt, 2009). Vielmehr sei die Pathologie eine Kombination aller genannten Faktoren. Patienten mit einer CAI hätten im Vergleich zu Gesunden zusätzlich eine veränderte Arthrokinematik und veränderte Gelenkstrukturen.

Es fragt sich, wie diesem multifaktoriellen Problem der CAI entgegengewirkt werden kann. Der Physiotherapie kommt in der Behandlung von CAI eine wichtige Bedeutung zu, da gemäss aktueller Datenlage primär konservativ behandelt wird (de Vries, Krips, Sierevelt, Blankevoort & van Dijk, 2011). Die operative Versorgung von CAI würde nur bei einer erfolglosen konservativen Behandlung in Betracht gezogen. Nach der KNGF (2006) ist das Ziel der physiotherapeutischen Behandlung die Erholung und das Wiederherstellen der bestmöglichen Funktion des Sprunggelenkes während Aktivitäten sowie die Prävention von weiteren LDTs. Der Patient solle wieder auf dem höchstmöglichen Level partizipieren können.

1.2 Problemstellung

In der Physiotherapie werden nach Erfahrungen der Autoren dieser Arbeit verschiedene Ansätze wie z. B. ein Propriozeptionstraining, Koordinationstraining, Krafttraining oder Mobilisationstechniken zur Behandlung von Patienten mit einer CAI angewendet. De Vries et al. (2011) nennen das neuromuskuläre Training als Erstmassnahme zur Behandlung von CAI. Das Training kann durch eine externe passive Stabilisation mit Schienen oder Tape unterstützt werden (Richie, 2001, zitiert nach de Vries et al., 2011). Nach Sefton, Yarar, Hicks-Little, Berry und Cordova (2011) ist das Balancetraining aktuell ein wesentlicher Bestandteil der Rehabilitation

bei Patienten mit einer CAI. Webster und Gribble (2010) stellen fest, dass in der Rehabilitation von Patienten mit einer CAI zunehmend mit funktionellen Bewegungen und in geschlossener Kette, anstatt in einer statischen Position oder in der offenen Kette, gearbeitet wird. Die Autoren dieser Arbeit interessieren sich für aktive Massnahmen im Sinne eines Koordinationstrainings, welches dem Patienten eine bessere Stabilisationsfähigkeit des Sprunggelenkes und folglich eine verbesserte Funktion im Alltag und Sport geben soll.

Ein elementarer Teil der Koordination ist laut Bertram und Laube (2008) die Gleichgewichtsfähigkeit, welche dafür zuständig ist, dass der Körper während jeder Handlung in sich und in Relation zur Umwelt im Gleichgewicht gehalten werden kann (Bertram & Laube, 2008). Eng damit verbunden ist die PK. Sie wurde von Pollock, Durward, Rowe und Paul (1999) als die Handlung zur Aufrechterhaltung, Erreichung oder Wiederherstellung des Gleichgewichts in jeder Körperstellung und bei jeder Aktivität definiert. Munn, Sullivan und Schneiders (2009) stellten in ihrem Review über sensomotorische Defizite bei Patienten mit einer CAI fest, dass die PK bei diesen Patienten im Vergleich zu Gesunden vermindert ist.

Darauf abgestützt, dass die Pathologie der CAI ein multifaktorielles Problem ist, welches aufgrund von Defiziten des sensomotorischen Systems bei den Patienten in einem Unsicherheitsgefühl und zu Einschränkungen im Alltag und im Sport mündet, sehen die Autoren dieser Arbeit das Koordinationstraining zur Verbesserung der PK als interessante Massnahme zur physiotherapeutischen Behandlung von Patienten mit einer CAI. Die PK wird dabei als repräsentativer Indikator für die Funktionsfähigkeit des sensomotorischen Systems und für die Auswirkungen eines Koordinationstrainings gesehen.

1.3 Fragestellung

Folglich kommen die Autoren dieser Arbeit auf folgende Fragestellung:

„Welchen evidenzbasierten Effekt hat ein vier- bis sechswöchiges Koordinationstraining auf die posturale Kontrolle von Patienten mit einer chronischen Sprunggelenksinstabilität während statischen und dynamischen Aktivitäten?“

1.4 Zielsetzung

Das Ziel dieser Arbeit ist es, aufgrund von aktuellen Studien eine Aussage machen zu können, welchen Effekt ein Koordinationstraining auf die PK von Patienten mit einer CAI hat während statischen und dynamischen Aktivitäten. Die Autoren möchten zudem Empfehlungen für die Praxis zur Gestaltung eines Koordinationstrainings bei Patienten mit einer CAI abgeben.

1.5 Limitationen

- Es handelt sich bei dieser Arbeit um eine Bachelorarbeit.
- Die männliche Form steht sinngemäss auch für die weibliche Form.
- Die Zielgruppe dieser Arbeit sind Abgänger des Bachelorstudienganges Physiotherapie und ausgebildete Physiotherapeuten.
- Die zugezogene Literatur ist in Deutsch oder Englisch verfasst und es werden ausschliesslich aktuelle Studien (ab 2007) beurteilt.
- Die Arbeit basiert auf den Richtlinien und dem Leitfaden der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften [ZHAW] (2011a; 2011b).
- Die Autoren dieser Arbeit können aufgrund der Methodik nicht gewährleisten, dass sämtliche relevanten Suchbegriffe und Aspekte der Thematik berücksichtigt worden sind.

1.6 Abgrenzung

- In dieser Arbeit werden keine akuten LDTs, sondern ausschliesslich CAIs untersucht.
- Es wird nicht darauf eingegangen, wie die Wiederverletzungsrate und die subjektive Funktionsfähigkeit bei Patienten mit einer CAI durch ein Koordinationstraining beeinflusst werden kann.
- Es ist nicht das Ziel dieser Arbeit aufzuzeigen, welches Koordinationstraining der bearbeiteten Studien in der Praxis zur Behandlung der PK bei Patienten mit einer CAI oder zur Verhinderung von wiederkehrenden LDTs am effektivsten ist.
- Die Anatomie und Biomechanik des Fusses wird nicht näher erläutert.
- In dieser Arbeit wird auf die Thematik des motorischen Lernens nicht

näher eingegangen.

- Es wird nicht näher auf den Feedback- und Feedforwardmechanismus eingegangen.
- Die Empfehlungen an die Praxis sind auf die Behandlung von körperlich aktiven Personen mit einer CAI ausgerichtet. Sie beziehen sich nicht auf die Behandlung von Leistungssportlern.

2 Methode

Die vorliegende Arbeit ist eine Literaturarbeit. Zur Bearbeitung der Fragestellung wurden vier Studien ausgewählt und anhand der PEDro-Skala nach Hegenscheidt, Harth und Scherfer (2008) und des Formulars zur kritischen Beurteilung von quantitativen Studien von Law et al. (1998) bezüglich ihrer internen und externen Validität analysiert, besprochen und anschliessend kritisch diskutiert. Für ein besseres Verständnis der Thematik wird anhand von primärer, sekundärer und tertiärer Literatur der theoretische Hintergrund sowie der Stand der Forschung erläutert. Es wurde bei der Ausarbeitung darauf geachtet, dass die verwendete Literatur so aktuell wie möglich ist.

Die Literaturrecherche erfolgte von Januar bis März 2012. Es wurden folgende Keywords verwendet: *chronic, ankle instability, ankle sprain, training, coordination, postural control* und *balance*. Die Keywords wurden mit den Bool'schen Operatoren verschieden kombiniert. Es wurde in den Datenbanken Medline Ovid SP, PubMed und PEDro gesucht. Zudem wurde online in den Archivbeständen von verschiedenen Zeitschriften (American Journal of Sports Medicine, Journal of Athletic Training, Journal of Orthopaedic Sports and Physical Therapy, Foot and Ankle International) mit denselben Keywords gesucht. Die Suche wurde erweitert, indem die Referenzen der Richtlinien der KNGF (2006) und der Reviews von folgenden Autoren überprüft wurden: Wikstrom, Naik, Lodha und Cauraugh (2009), McKeon und Hertel (2008a), McKeon und Hertel (2008b), de Vries et al. (2011), O'Driscoll und Delahunt (2011), Webster und Gribble (2010) und Holmes und Delahunt (2009). Die erste Selektion der Studien basierte auf folgenden Einschlusskriterien:

- In englischer oder deutscher Sprache verfasst

- Weist ein randomisiertes und kontrolliertes Studiendesign [RCT] auf
- Untersucht den Effekt eines Koordinationstrainings auf das sensomotorische System bei Patienten mit einer CAI

Die Suche ergab 16 Studien. In einem nächsten Schritt wurden die Studien nach ihrer Aktualität, den durchgeführten Interventionen und den gemessenen Outcomes anhand folgender Kriterien aussortiert:

- Erscheinungsjahr 2007-2012
- Ziel und Zweck der Studie mit der Fragestellung dieser Arbeit übereinstimmend
- Vergleichbare Messungen der PK während statischen und dynamischen Aktivitäten

Es verblieben nach der zweiten Selektion die folgenden vier Studien:

- Kidgell, Horvarth, Jackson und Seymour (2007)
- Han, Ricard und Fellingham (2009)
- Hale, Hertel und Olmsted-Kramer (2007)
- McKeon, Ingersoll, Kerrigan, Saliba, Bennett und Hertel (2008)

3 Theoretischer Hintergrund

3.1 Begriffsdefinitionen

Im folgenden Teil werden die zentralen Begriffe dieser Arbeit einheitlich definiert und erläutert.

3.1.1 Gelenkstabilität

Die Stabilität im Sinne der Gelenkstabilität ist laut Hodges (2004, zitiert nach Diemer & Sutor, 2011) „ein dynamischer Prozess, der in Abhängigkeit von der funktionellen Anforderung statische Positionen und kontrollierte dynamische Bewegungen ermöglicht“ (S. 92). White und Panjabi (1990, zitiert nach Diemer & Sutor, 2011) haben ein Modell zur Erklärung der Gelenkstabilität entwickelt. Sie unterteilen die beteiligten Strukturen in drei Systeme. Das neuronale System besteht aus den

gesamten peripheren und zentralen Nervensystemen. Es hat die Aufgabe, die stabilisierenden Prozesse zu steuern und hat somit eine übergeordnete Rolle. Dem aktiven System wird die Muskulatur zugeordnet, welche von der Aktivierung durch das neuronale System abhängig ist. Das passive System, als dritte Säule im Modell, bildet sich aus dem Kapsel-Bandapparat und den darin enthaltenen Gelenksrezeptoren. Ein Gelenk ist mechanisch durch den Gewebewiderstand der passiven Strukturen gesichert. Die Gelenksrezeptoren haben aber auch Einfluss auf die funktionelle Stabilität, da sie durch sensorische Signale dem neuronalen System Informationen über die aktuelle Gelenksposition geben. Das neuronale System wiederum kann aufgrund der erhaltenen Informationen die Steuerung der Muskelaktivierung anpassen.

3.1.2 Mechanische und funktionelle Instabilität

Ein Gelenk ist mechanisch instabil, wenn die Sicherung des Gelenkes durch das passive System (Kapsel-Bandapparat) nicht mehr gegeben ist. Die funktionelle Stabilität ist beeinträchtigt, wenn die sensomotorische Steuerung gestört ist. (Diemer & Sutor, 2011)

3.1.3 Laterales Distorsionstrauma

Laut Beynnon, Renstrom, Alosa, Baumhauser und Vacek (2001, zitiert nach Mc Keon et al., 2009) ist das LDT eine der häufigsten Verletzungen bei körperlich aktiven Personen. Es werden in der Literatur verschiedene Begriffe wie Inversions- oder Supinationstrauma verwendet, welche eine Distorsion des Rückfusses in Inversion mit Verletzung der lateralen Strukturen im Bereich des OSG und des USG beschreiben. Für diese Arbeit wird der Begriff LDT verwendet.

3.1.4 Chronische Sprunggelenksinstabilität

Nach Hertel (2002) gibt es eine verwirrende Vielzahl von Begriffen, wie zum Beispiel „functional instability“, „chronic instability“ oder „residual instability“ (S. 364), die das Auftreten von wiederkehrenden LDTs beschreiben. In dieser Arbeit wird der Begriff der CAI im Sinne der Definition nach Diemer und Sutor (2011) verwendet. Diemer und Sutor (2011) sprechen von einer CAI, wenn folgende Beschwerden nach einem einmaligen LDT länger als drei Monate andauern:

- Schmerzen
- Unsicherheitsgefühl
- Einschränkungen im Alltag
- rezidivierende LDTs

Die CAI besteht aufgrund einer funktionellen oder mechanischen Sprunggelenksinstabilität oder einer Kombination von beidem (Hertel, 2002; Diemer & Sutor, 2011).

3.1.5 Sensomotorik, Sensomotorisches System

Häfelinger und Schuba (2009) erläutern den Begriff Sensomotorik wie folgt: „Der Begriff „Sensomotorik“ setzt sich zusammen aus „Sensorik“ und „Motorik“: „Sensorik“ ist die Aufnahme von Information und deren Weiterleitung an das Zentrale Nervensystem (Gehirn, Rückenmark). „Motorik“ ist die Ansteuerung und die daraus folgende Anspannung der Muskulatur.“ (S. 52)

Laut dem Physiowörterbuch (2010) umfasst die Sensomotorik „sämtliche, auf dem sensomotorischen System basierenden Bewegungsleistungen des Menschen“ (S. 789). Das sensomotorische System wiederum ist gemäss demselben Wörterbuch ein „strukturell und funktionell kreisförmig angelegtes, in seiner Funktion unteilbares System zur Verknüpfung sensorischer und motorischer Funktionen (Aufnahme und Verarbeitung interner/externer sensorischer Reize sowie Haltungen und Bewegungen)“ (S. 789).

3.1.6 Neuromuskuläres System

Das neuromuskuläre System ist ein Teil des sensomotorischen Systems. Es betrifft die Signalübertragung und das Zusammenspiel vom peripheren Nerv auf den Muskel über die motorische Endplatte (Klinke, Pape & Silbernagl, 2005).

3.1.7 Propriozeption

Die Propriozeption ist ebenfalls als Teil der Sensomotorik anzusehen. Die Propriozeption meint die Tiefensensibilität, welche für die Wahrnehmung der Gelenkstellung und der Bewegung im Raum zuständig ist. Die Informationen

stammen aus den Rezeptoren der Gelenke, Muskeln, Sehnen und der Haut. Aufgrund der ständigen propriozeptiven Informationen, weiss der Mensch immer wie seine aktuelle Körperposition ist und kann bei externen Störungen sofort reagieren. (Häfelinger & Schuba, 2009)

3.1.8 Posturale Kontrolle

Das Physiowörterbuch (2010) übersetzt den im Englischen verwendeten Ausdruck „postural control“ (S. 1026) ins Deutsche als PK.

Die PK ist die Handlung zur Aufrechterhaltung, Erreichung oder Wiederherstellung des Gleichgewichts in jeder Körperstellung und bei jeder Aktivität (Pollock et al., 1999). Das Gleichgewicht wiederum ist ein weit verbreiteter Begriff, der von Gesundheitsfachleuten meist gleichbedeutend mit den Begriffen Stabilität und PK gebraucht wird (Berg, 1989, zitiert nach Pollock et al., 1999). Nach Bell (1998, zitiert nach Pollock et al., 1999) wurde das Gleichgewicht im physikalischen Sinne durch das erste Gesetz von Newton als der Zustand eines Objekts definiert, bei dem das Resultat aller Kräfte gleich Null ist. Ob ein Objekt im Gleichgewicht ist, hängt von dessen Position des Schwerpunkts (center of mass [COM] oder center of gravity [COG]) und dessen Unterstützungsfläche [USFL] ab (Hall, 1991, zitiert nach Pollock et al., 1999).

Solange das COG innerhalb der USFL liegt, befindet sich das Objekt im Gleichgewicht. Dabei gilt die Regel: Je näher das COG an der Grenze der USFL ist, desto labiler ist das Gleichgewicht. Wenn das COG die Grenze der USFL überschreitet, hat dies zur Folge, dass das Objekt umfällt. (Bell, 1998, zitiert nach Pollock et al., 1999)

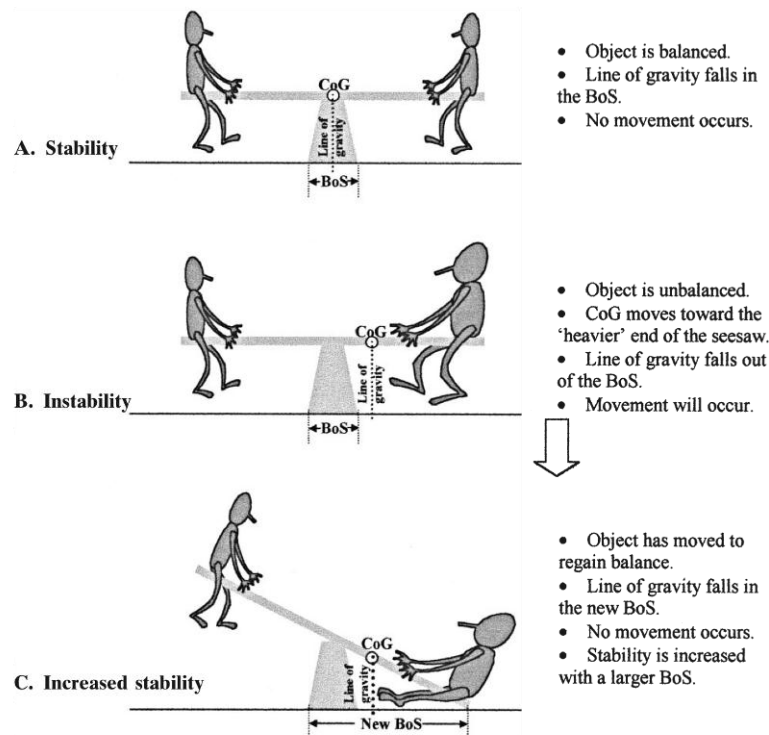


Abbildung 1. Zusammenhang zwischen USFL (=Base of Support), COG und Stabilität

Im Unterschied zu nicht lebenden Objekten können Menschen und Tiere aufgrund ihrer angeborenen Fähigkeiten, die drohende Instabilität wahrzunehmen und die Stabilität mit muskulärer Aktivität zu sichern, ihr Gleichgewicht kontrollieren. Diese angeborenen Fähigkeiten basieren auf dem sensorischen und motorischen System des Menschen und werden im Zusammenhang mit den physikalischen Gesetzmässigkeiten des Gleichgewichts und dessen Stabilität als „human stability“ (S.404) bezeichnet. Der funktionelle Einsatz dieser Fähigkeiten, respektive der „human stability“ (S. 404), resultiert beim gesunden Menschen in einer stabilen Körperhaltung während jeder Aktivität und wird PK genannt. (Horak, 1987, zitiert nach Pollock et al., 1999)

Abgestützt auf diesen Erläuterungen werden die Begriffe PK, Gleichgewicht, Balance und Gleichgewichtsfähigkeit (Siehe 3.4.1 Koordinative Fähigkeiten) für diese Arbeit als gleichbedeutend angesehen.

3.1.9 Statische und dynamische PK

Die statische PK ist die Fähigkeit, so still wie möglich auf einer stabilen USFL zu stehen und dabei das Gleichgewicht aufrecht zu erhalten (Tropp & Odenrick, 1988, zitiert nach Olmsted, Carcia, Hertel & Schultz, 2002). Die dynamische PK bezeichnet die Fähigkeit, das Gleichgewicht bei willkürlichen Bewegungen mit und ohne Veränderung der USFL aufrecht zu erhalten (Goldie, Bach und Evans, 1989, zitiert nach Olmsted et al., 2002; Magill, 2007).

3.1.10 Koordination

Laut Laube (2004, zitiert nach Bertram & Laube, 2008) ist Koordination „die Basis aller Leistungen des sensomotorischen Systems [...]. Jede erdenkliche Bewegung ist zunächst eine koordinative Leistung des sensomotorischen Systems, die aber ohne eine Mindestkapazität der konditionellen Fähigkeiten Ausdauer und Kraft nicht möglich wäre“ (S. 7). Die Ausdauer und Kraft unterscheiden sich gemäss Bertram und Laube (2008) deutlich von der Koordination. Während sich die Ausdauer und die Kraft auf die Energie der Bewegung beziehen, beinhaltet die Koordination eher den informellen Aspekt der Bewegung.

Im Physiowörterbuch (2010) wird zudem im Kontext der Trainingstherapie die Koordination als „harmonisches Zusammenspiel zwischen ZNS und Skelettmuskulatur innerhalb eines gezielten Bewegungsablaufs“ (S. 474), respektive als „zielgerichtete Organisation von Bewegungsausführungen“ (S. 474) definiert. Es wird unterschieden zwischen der intermuskulären Koordination, welche das „Zusammenspiel verschiedener Muskelgruppen“ (S. 474) beschreibt, und der intramuskulären Koordination, welche das „Zusammenspiel zwischen Nerv und Muskel an der motorischen Endplatte“ (S. 474) meint.

3.1.11 Koordinationstraining

Die Begriffe Koordinationstraining, Balance-/Gleichgewichtstraining, sensomotorisches Training und propriozeptives Training stehen in engem Zusammenhang. Im Weiteren wird das Koordinationstraining als Überbegriff verwendet, wobei das propriozeptive und sensomotorische Training sowie das

Gleichgewichtstraining als Bestandteile dessen angesehen werden. Nach Häfelinger und Schuba (2009) ist das Koordinationstraining ein Training der Sensomotorik.

3.2 Chronische Sprunggelenksinstabilität

3.2.1 Ätiologie, Pathogenese und Klinik des LDTs

Um ein erstmaliges LDT zu erleiden, können laut Hatcher und Tetsworth (2007) folgende Faktoren beiträgend sein: Neurologische Störungen, Laxität von Bändern, Deformitäten des Rückfusses oder eine Varusfehlstellung im oberen Sprunggelenk. Hertel (2002) beschreibt weitere strukturelle und funktionelle Faktoren, welche prädisponierend sein können. Zu den strukturellen Faktoren zählen unter anderem auch nicht-pathologische Talar-Tilts. Funktionelle Faktoren seien eine schlechte PK, beeinträchtigte Propriozeption und veränderte Kraftverhältnisse der Sprunggelenksmuskulatur.

Der Verletzungsmechanismus eines LDTs setzt sich aus einer Plantarflexion (seltener auch Dorsalextension) im OSG und einer Rückfussinversion zusammen (Andermahr, Jubel, Koebke, Elsner & Rehm, 2011; Diemer & Sutor, 2011). Nach Hertel (2002) treten LDTs meist kurz nach dem Initial Contact des Rückfusses beim Gehen oder beim Landen auf. Eine verstärkte Plantarflexion während dem Initial Contact erhöht, aufgrund der verminderten knöchernen Führung des Gelenkes, das Verletzungsrisiko (Bonnel, Toullec, Mabit, Tourné & la Sofcot, 2010). Maibaum, Braun, Jagomast und Kucera (2006) erläutern, dass bei einer Bandverletzung durch eine Überschreitung der physiologischen Beweglichkeit des Gelenkes auch die Verformbarkeitsgrenze des Bandes überschritten wird. Dies könne zu einer Überdehnung oder Ruptur des Bandes führen.

Hatcher und Tetsworth (2007) erklären: „Der laterale Bandkomplex beinhaltet anatomisch drei verschiedene Bänder, das Lig. Talofibulare anterius (ATFL), das Lig. Talofibulare posterius (PTFL) und das Lig. Calcaneofibulare (CFL)“ (S.115). Das ATFL unterstütze die anterolaterale Stabilität des Sprunggelenkes, wobei es während der Plantarflexion am stärksten gespannt sei. Das CFL stabilisiere das Art.

Tibiofibulare und das USG. Es sei bei einer Dorsalextension am stärksten auf Spannung. Bei einer Inversionskraft auf das Sprunggelenk würden nacheinander die genannten Bänder reissen. Sehr selten komme es zu einer isolierten Ruptur des CFL oder des PTFL. In 93% der Fälle führt ein LDT gemäss Andermahr et al. (2011) zu einer Ruptur des ATFL. In 60% der Fälle komme es zudem zu einer Verletzung des CFL.

Laut Maibaum et al. (2006) treten nach einem LDT folgende Symptome auf: Starke Schmerzen, Schwellung, Bluterguss, Druckschmerz, Gelenkerguss, schmerzhafte Bewegungseinschränkung, verminderte Belastbarkeit und unterschiedliche Stabilität im Seitenvergleich. Nach Hatcher und Tetsworth (2007) können LDTs entweder nach dem anatomisch betroffenen Ligament, nach dem Ausmass der Ruptur oder anhand des klinischen Schweregrades klassifiziert werden. Die KNGF (2006) weist darauf hin, dass der 'normale' Heilungsverlauf innerhalb von sechs bis acht Wochen zu einer Erholung der Funktion und einer Heilung ohne persistierende Beschwerden führen sollte. Den meisten Patienten sei es möglich, bereits innerhalb der ersten zwei Wochen wieder gewohnt zu gehen und den Fuss zu belasten. Ebenfalls übe die Mehrheit der Betroffenen nach zwölf Wochen ihre sportlichen Aktivitäten wieder auf dem gleichen Niveau wie vor dem Trauma aus.

3.2.2 Ätiologie, Pathogenese, Klinik und Diagnostik der CAI

Diemer und Sutor (2011) erwähnen, dass bereits ein einmaliges LDT zu einer CAI führen kann. Bei wiederkehrenden LDTs nimmt das Ausmass der akuten Symptome gemäss Maibaum et al. (2006) ab. Hertel (2002) bemerkt, dass sich der Verletzungsmechanismus bei einer CAI im Vergleich zu dem eines erstmaligen LDTs nicht unterscheidet.

Baumhauser, Alosa, Renstrom, Trevino & Beynnon (1995, zitiert nach Bonnel et al., 2010) teilen die prädisponierenden Risikofaktoren um eine CAI zu entwickeln in intrinsische und extrinsische Risikofaktoren ein. Die intrinsischen Faktoren sind personenabhängig und hauptsächlich morphologisch bedingt (Variationen in

Knochen, Bänder, Haltung). Zu den extrinsischen Faktoren zählen die Umwelt und Umgebung, welche wiederkehrende LDTs begünstigen (Sport oder Beruf).

Die Literatur geht bezüglich der Pathogenese von zwei Mechanismen aus, welche im Zusammenhang mit einer CAI stehen: Die mechanische und die funktionelle Instabilität (Hertel, 2002; Hubbard, Kramer, Denegar & Hertel, 2007; Bonnel et al. 2010; Diemer & Sutor, 2011). Eine mechanische Instabilität könne nach einmaligem LDT aufgrund von veränderten strukturellen Verhältnissen auftreten. Mögliche Folgen einer mechanischen Instabilität seien beispielsweise eine pathologische Laxität der Bänder, eine veränderte Arthrokinematik, Veränderungen der Synovia, ein Impingement oder degenerative Veränderungen, welche jeweils isoliert oder kombiniert auftreten können. Nach Bonnel et al. (2010) kann eine mechanische Instabilität nicht nur als Folge einer Verletzung auftreten, sondern auch aufgrund einer konstitutionellen Hyperlaxität (z. B. Marfan-Syndrom) vorhanden sein. Ein solcher Faktor, der das Gelenk lax und instabil macht, beeinträchtigt die Stimulation der Mechanorezeptoren und könne somit zu einer Dysfunktion der Propriozeption führen. Hertel (2002) und Hubbard et al. (2007) betonen, dass eine verstärkte Laxität der Bänder nicht immer zu einer symptomatischen Instabilität führt.

Die funktionelle Instabilität beinhaltet gemäss Hertel (2002) Defizite und Insuffizienzen der Propriozeption, der neuromuskulären Kontrolle, der PK oder der Kraft. Die einzelnen Symptome der funktionellen Instabilität treten nicht isoliert auf, sondern seien alle Komponenten eines komplexen pathoätiologischen Paradigmas. Eine Verletzung des Kapsel-Bandapparates resultiere in einer Abnahme der Propriozeption, was zu einer Beeinträchtigung der neuromuskulären Kontrolle führe. Diese Veränderungen schränken wiederum die dynamische Funktion des Sprunggelenkes ein und seien daher prädisponierend, um wiederkehrende LDTs und Episoden der Instabilität zu erleiden. Häfelinger und Schuba (2009) schreiben, dass sich „Störungen der propriozeptiven Rückmeldung [...] auf alle Komponenten des motorischen Kontrollprozesses negativ auswirken [können], bis hin zur Veränderung von zentralen Bewegungsmustern“ (S. 52). Nach Hertel (2002) ist die Pathologie von

CAI von komplexer Natur und kann nicht nur durch das Vorhandensein einer mechanischen oder einer funktionellen Instabilität erklärt werden.

Bezüglich der Untersuchung von Patienten mit einer CAI betonen auch Hubbard et al. (2007), dass die funktionelle und mechanische Sprunggelenksinstabilität nicht dichotom sind und daher zusammen untersucht werden müssen. Wenn die funktionelle Sprunggelenksinstabilität untersucht wird, sei es nicht nötig, alle Elemente (Kraft, Balance) zu testen. Wenn die mechanische Instabilität untersucht wird, müssen hingegen alle Elemente (Laxität, Hypermobilität) untersucht werden, weil diese weniger miteinander in Beziehung stehen. Laut Hatcher und Tetsworth (2007) ist es wichtig, Patienten mit persistierenden Beschwerden differentialdiagnostisch genau zu untersuchen. Auf Grund von einer langandauernden Instabilität bestehe eine höhere Wahrscheinlichkeit, sekundäre Schäden oder eine damit verbundene Pathologie zu zeigen. Langzeitfolgen können laut der KNGF (2006) eine distale syndesmotische Ruptur, osteochondrale Läsionen, Osteophyten (mit oder ohne Impingement), eine subtalare mechanische Instabilität, ein Sinus tarsi-Syndrom oder eine beginnende Arthrose sein. Sehr häufig zeigen Patienten mit einer CAI bei ärztlichen Untersuchungen einen positiven Vorderen Schublade-Test oder einen positiven Talar-Tilt-Test, welche durch bildgebende Stressaufnahmen belegt werden können (Hatcher & Tetsworth, 2007).

3.3 Posturale Kontrolle

3.3.1 Ziele der PK

Es gibt zwei Hauptziele der PK: Die Aufrechterhaltung der posturalen Orientierung und des posturalen Gleichgewichts. Die posturale Orientierung beinhaltet „the active control of body alignment and tone with respect to gravity, support surface, visual environment and internal references“ (S. ii8). Dabei leitet sich die räumliche posturale Orientierung von der Interpretation der zusammengeführten sensorischen Information ab. Das posturale Gleichgewicht umfasst die Koordination der sensomotorischen Strategien mit dem Ziel, das COM sowohl bei willkürlichen Bewegungen als auch bei reaktiven Bewegungen auf externe Störungen zu stabilisieren. (Horak, 2006)

3.3.2 Das System der PK

Shumway-Cook und Woollacott (1995, zitiert nach Riemann, 2002) beschreiben die PK anhand eines Systems, dessen Ziel die bewusste Aufrechterhaltung des Gleichgewichts während jeder motorischen Aktivität ist. Der nötige Prozess, um dieses Ziel zu erreichen, besteht aus drei Teilen. Zu Beginn müsse die Körperposition relativ zum Raum, zur USFL und zum COG sowie die Position der einzelnen Körperabschnitte zueinander, anhand des sensorischen Systems erkannt werden. Dazu brauche es vestibuläre, visuelle und somatosensorische Informationen. In einem zweiten Schritt würden diese Informationen verarbeitet, um so die benötigten motorischen Befehle zu eruieren. Dabei sei es wichtig, dass die Befehle räumlich und zeitlich genau aufeinander abgestimmt seien. Ausserdem müssen die Befehle der funktionellen Aufgabe und den Umweltaforderungen gerecht werden. Der dritte Teil beinhalte die Ausführung der motorischen Befehle durch das neuromuskuläre System und sei somit von vielen verschiedenen peripheren physiologischen und biomechanischen Faktoren abhängig. Dazu zählen beispielsweise die Muskelkraft und -ausdauer, die mechanische Gelenkstabilität oder das Bewegungsausmass eines Gelenkes.

Das System der PK besitzt verschiedene Ressourcen, die funktionell gleichartig genutzt werden können. Diese Fähigkeit wird als Redundanz bezeichnet. Das heisst, wenn ein Gesunder beispielsweise die Augen schliesst, fehlen ihm zwar sämtliche visuellen Informationen, er kann aber trotzdem stabil stehen bleiben. Das System der PK ist fähig, die fehlenden visuellen Informationen mit den somatosensorischen und vestibulären Informationen zu kompensieren. Im motorischen Teil des Systems ist die Redundanz auch vorhanden. So gibt es unterschiedliche Möglichkeiten die Motorik einzusetzen, um das gleiche Ziel zu erreichen. Es scheint jedoch, dass trotz dieser Auswahlmöglichkeiten das System der PK nur eine begrenzte Anzahl von individuellen Mustern gebraucht. (Pedotti und Crenna, 1990, zitiert nach Riemann, 2002)

In diversen Arbeiten von Nashner, Horak, Diener und McCollum (1985; 1986; 1989; 1990, zitiert nach Riemann, 2002) wird beschrieben, dass das Individuum seine

Muster oder Strategien aufgrund von Erfahrungswerten, Erwartungen, der Umwelt, Aufgaben, individuellen Besonderheiten und der Effizienz der Bewegung auswählt und bestimmt.

3.3.3 Strategien der PK

Maki und McIlroy (1997, zitiert nach Pollock et al., 1999) beschreiben verschiedene Strategien der PK. Während bei einer willkürlichen Bewegung die voraussehbare antizipative Strategie verwendet wird, kommt die reaktive kompensatorische Strategie bei unvorhergesehenen Störungen der PK zum Zug. Die reaktive Strategie beinhaltet eine muskuläre Antwort auf die externe Störung. Eine ähnliche Unterteilung der Strategien zur Aufrechterhaltung oder Wiedererlangung der PK im Stand macht Horak (2006). Er beschreibt die Fussgelenks-, Hüft- und Schrittstrategie. Erstere komme bei kleinen Bewegungen im Stand zum Zug. Dabei werde versucht, die PK anhand von Bewegungen im Fussgelenk aufrecht zu erhalten. Wenn das nicht ausreiche, komme zusätzlich eine Bewegung im Hüftgelenk zum Einsatz (Hüftstrategie). Die Schrittstrategie werde beispielsweise beim Gehen angewendet, denn da müsse die USFL vergrößert werden, um die PK zu erhalten.

3.4 Koordinationstraining

3.4.1 Koordinative Fähigkeiten

Für die genauere Beschreibung der Koordination haben Bertram und Laube (2008) sieben koordinative Fähigkeiten beschrieben. Die koordinativen Fähigkeiten seien Ausdruck von sensomotorischen Prozessen in ihrer Gesamtheit, wobei auch die Anteile des ZNS dazugehören, welche für die „Motivation, Kognition, Emotion, Antrieb, Ideen, Entscheidungen usw.“ (S.20) zuständig sind. Die koordinativen Fähigkeiten werden von jedem Kind vor allem im 6. bis 12. Lebensjahr entwickelt. In den folgenden Jahren nehme der Fortschritt immer mehr ab und sei im Erwachsenenalter stagnierend oder sogar rückläufig. Dieser Entwicklung könne jedoch mit adäquaten Belastungen der koordinativen Fähigkeiten im Alltag oder im Sport entgegengewirkt werden.

Die Gleichgewichtsfähigkeit, als erste der sieben koordinativen Fähigkeiten, ist zugleich als Basisfähigkeit zu werten. Sie ist verantwortlich für jegliche statischen und dynamischen Handlungen, die unseren Körper stabilisieren und im Gleichgewicht halten (Siehe 3.1.8 Posturale Kontrolle). Die zweite koordinative Fähigkeit ist bei Teil- und Ganzkörperbewegungen für einen genauen und ökonomischen Bewegungsablauf zuständig: Die kinästhetische Differenzierungsfähigkeit. Der dritte Pfeiler der Koordination ist die räumliche Orientierungsfähigkeit, welche die Ausrichtung der Körperposition in Bezug zur Umwelt betrifft. Die Reaktionsfähigkeit „ermöglicht es, auf optische, akustische oder taktile Reize mit einer gerichteten, zielführenden Bewegung zu antworten“ (S. 23). Bei bekannten Signalen kann der Körper seine Handlung modellartig abrufen, da diese Reaktion bereits ausgeführt und gespeichert wurde. In engem Zusammenhang dazu steht die Umstellungsfähigkeit, welche es erlaubt, „während der Bewegungsausführung eine Modifikation vorzunehmen oder sogar zu einer anderen, neuen Bewegungshandlung zu wechseln“ (S. 24). Die Rhythmisierungsfähigkeit erlaubt es dem Körper, seine Bewegungen an einen von extern gegebenen Rhythmus (z. B. beim Tanzen) anzugleichen. Dieser kann jedoch auch von intern generiert werden, wenn sich die Person beispielsweise eine Bewegung in Gedanken vorstellt. Die siebte koordinative Fähigkeit ist die Kopplungsfähigkeit. Sie ist für die räumliche und zeitliche Abstimmung von Teilkörperbewegungen zuständig. Die Kopplungsfähigkeit wird gebraucht, wenn eine modellartige Bewegung wie das Gehen und auch wenn eine zielgerichtete Bewegung ausgeführt wird. (Bertram & Laube, 2008)

3.4.2 Koordinationstraining - Ziele und Aufbau

Beim Koordinationstraining wird laut Bertram und Laube (2008) jede koordinative Fähigkeit trainiert. Sie betonen, dass kein selektives Training der einzelnen Fähigkeiten möglich sei. Jedoch könne anhand ausgewählter Trainingsinhalte die eine oder andere Fähigkeit stärker gewichtet und somit mehr verbessert werden. Die Voraussetzung für die Aufrechterhaltung und Verbesserung der Koordination sei das (senso-)motorische Lernen.

Nach Häfelinger und Schuba (2009) hat das Koordinationstraining zum Ziel, die Körperhaltung und die Bewegungsabläufe zu verbessern, indem die intra- und intermuskuläre Koordination trainiert wird. Das Verbessern der Gleichgewichtsfähigkeit stehe beim Koordinationstraining im Vordergrund. Dem stimmt auch das Physiowörterbuch (2010) zu und beschreibt unter anderem die folgenden Ziele des Koordinationstrainings:

- „Verbesserung und Stabilisierung des Gleichgewichtsverhaltens;
- Lernen sensomotorischer Reaktionen auf unvorhergesehene Ereignisse“ (S. 477).

Diemer und Sutor (2011) haben einen methodischen Aufbau eines Koordinationstrainings erarbeitet. Dabei haben sie, wie Bertram und Laube (2008), darauf geachtet, dass die Prinzipien des motorischen Lernens integriert sind. Zudem zielen die Progressionen vor allem auf eine vermehrte Gelenksbelastung ab. Insgesamt solle eine verbesserte Gelenkstabilität erreicht werden. Diemer und Sutor (2011) betonen, dass „diese Stufen [...] nicht nacheinander abgearbeitet werden, sondern ineinander übergreifend beübt werden [sollen]“ (S.95). Der methodische Aufbau gebe lediglich eine Struktur vor, welche individuell auf den Patienten angepasst werden könne. Der Therapeut solle beachten, dass beim Koordinationstraining der qualitative Aspekt im Vordergrund steht. Nach akuten LDTs sei das Koordinationstraining nicht indiziert. Es solle erst im weiteren Verlauf, das heisst in der Proliferations- und Remodullierungsphase, aufgenommen werden. Zur Behandlung einer CAI empfehlen sie das Training jedoch explizit.

Der Aufbau eines Koordinationstrainings kann nach Diemer und Sutor (2011) in drei Stufen eingeteilt werden. Die Stufe A ist die Stufe der geringsten Belastung auf das Gelenk. Hier ist es das Ziel, die Propriozeption zu verbessern und die lokalen Gelenkstabilisatoren zu aktivieren. Die zweite Stufe (Stufe B) befasst sich mit den Feedback-Mechanismen. Das heisst, der Patient soll die reaktive motorische Kontrolle verbessern, indem er lernt, auf externe Störungen möglichst schnell zu reagieren. Die Stufe B unterteilt sich in die Stufe B-I, bei der die statische Stabilität, und in die Stufe B-II, bei der die dynamische Stabilität trainiert wird. Das Gelenk

muss auf der Stufe B-I in verschiedenen Ausgangsstellungen stabil gehalten werden. Beim Training in der Stufe B-II muss das Gelenk während Bewegungen stabilisiert werden. In der dritten Stufe (Stufe C) rückt der Alltag- oder Sportbezug ins Zentrum. Da kommt die reaktive Kontrolle im Sinne des Feedback-Mechanismus oft zu spät um das Gelenk zu stabilisieren. Daher soll in der Stufe C der Feedforward-Mechanismus trainiert werden, was Diemer und Sutor (2011) folgendermassen erläutern:

„Bei Sprüngen z. B. muss der Patient die entsprechenden Muskeln unbewusst oder bewusst voraktivieren, damit er die Bewegung exzentrisch abbremsen kann. Kann der Patient seine Muskulatur antizipatorisch nicht ausreichend aktivieren, wird die Qualität der Bewegung unzureichend sein oder die Bewegung kann Mikro- oder Makroverletzungen verursachen.“
(S. 98)

Die Stufe C ist erst in der Remodellierungsphase angebracht, weil das Gewebe in der Proliferationsphase dafür noch zu instabil ist und die Gefahr von Überbelastung und Wiederverletzung gross ist. Nebst der Verbesserung der Geschwindigkeit und Genauigkeit des motorischen Programms ist die mentale Stärkung des Patienten ein weiteres Ziel der Stufe C, bei welcher das Selbstvertrauen in die eigene Leistungsfähigkeit gefördert wird.

3.5 Messmethoden

3.5.1 Messung der PK

Laut dem Physiowörterbuch (2010) können die Bestandteile des sensomotorischen Systems nicht in seinen Einzelteilen untersucht werden, denn „alle diagnostischen Methoden zur Untersuchung des sensomotorischen Systems spiegeln immer die Funktion des Gesamtsystems wider“ (S. 789). Die PK wird laut Pollock et al. (1999) dann gemessen, wenn die Fähigkeit zur Erhaltung, Erreichung oder Wiedererlangung des Gleichgewichts untersucht wird.

3.5.2 Messung der statischen PK

3.5.2.1 Kraftmessplatte

Laut Tropp, Odenrick, Sandlund und Odkvist (1985, zitiert nach Kinzey & Armstrong, 1998) ist die Stabilometrie eine valide und reliable Methode zur Messung der PK. Dabei werden anhand einer Kraftmessplatte, auf welcher der Patient steht, die Bewegungen und Abweichungen des „center of pressure“ (S. 356) [COP] dieser Person gemessen.



Abbildung 2. EBST auf Kraftmessplatte.

Laut McKeon und Hertel (2008a) entwickelte sich die Kraftmessplatte innerhalb der letzten vier Jahrzehnte zum Goldstandard zur Untersuchungen einer CAI.

3.5.2.2 COP Messungen

Das COP stellt das Zentrum der Verteilung aller Kräfte dar, welche auf die Unterstützungsfläche einwirken (Kidgell et al., 2007). Das COP ist im Einbeinstand [EBST] die Projektion des COGs auf die USFL (McKeon & Hertel, 2008a).

Es gibt verschiedene Arten der Quantifizierung der Bewegungen des COPs. Es wird z. B die Position des COPs innerhalb der USFL gemessen, oder die Geschwindigkeit, mit welcher sich das COP bewegt [COPV]. Wenn die gesamte Spannweite, in welcher sich das COP bewegt, gemessen wird, nennt man dies „total-travel-distance“ [TTD]. (Tropp, Odenrick & Gullquist, 1985, zitiert nach Kinzey & Armstrong, 1998)

Die Postural Sway ist die Schwingung des COPs innerhalb der USFL im Stand (ZHAW, 2012). Laut Pavol (2005) widerspiegelt die Postural Sway das Zusammenspiel von externen Störungen und den Aktivitäten des Systems der PK.

Die Time-to-boundary-Messung [TTB] ist eine neue Art, die PK im EBST zu messen. Sie basiert auf der herkömmlichen Messung des COPs. Anhand des TTBs wird die Auslenkung des COPs ermittelt. Die Bewegungen des COPs werden in mediolateraler [m-l] sowie in anterioposteriorer [a-p] Richtung theoretisch, bei gleichbleibender Richtung und Geschwindigkeit, bis zum Rand der USFL weitergeführt. Das Ziel ist, das räumlich-zeitliche Verhalten der statischen PK zu quantifizieren. Typischerweise zeigt sich die TTB-Messung grafisch in Form einer wellenartigen Linie, wobei die Täler die Situation repräsentieren, bei der das sensomotorische System des Probanden spätestens mit einer Korrektur reagieren muss, weil sich sonst das COP über die Grenzen der USFL verschiebt und die PK ohne Vergrößerung der USFL nicht mehr aufrechterhalten werden kann. Diese Situation wird anhand des „TTB minima“ (S. 1810) ausgedrückt. (McKeon et al., 2008)

3.5.3 Messung der dynamischen PK

Der Star Excursion Balance Test [SEBT] ist ein funktioneller Test für die untere Extremität. Er wird in der Praxis zur Quantifizierung der dynamischen PK verwendet. (Kinzey & Armstrong, 1998; Olmsted et al., 2002)

Der Patient hat die Aufgabe, im EBST das Spielbein so weit wie möglich in acht verschiedene Richtungen zu bewegen, dort den Boden leicht zu berühren und wieder in die Ausgangsstellung zurück zu kehren. Der Patient steht mit einem Fuss im Zentrum von einem mit Klebeband auf dem Boden gekennzeichneten doppelten Kreuz, wobei die vom Zentrum wegführenden Streifen sternförmig im 45° Winkel zueinanderstehen. Dies ergibt acht Streifen, respektive acht Richtungen, welche aus Sicht des Standbeins folgendermassen bezeichnet werden: anterior [A], anteromedial [AM], anterolateral [AL], posterior [P], posteromedial [PM], posterolateral [PL], medial [M] und lateral [L]. Der Untersucher misst die maximal erreichte Distanz in Zentimeter [cm], wobei der Boden am Endpunkt mit dem am meisten distal gelegenen Teil des Fusses berührt wird. Voraussetzungen für den SEBT sind genügend Beweglichkeit im OSG des Standbeins in Dorsalextension,

Knieflexion und Hüftflexion sowie ein gewisses Mass an Kraft, Propriozeption und neuromuskulärer Kontrolle. (Olmsted et al., 2002)

Gribble und Hertel (2003, zitiert nach McKeon et al., 2008) erwähnen, dass die Reichdistanzen im Verhältnis zur Beinlänge der Probanden berechnet werden.

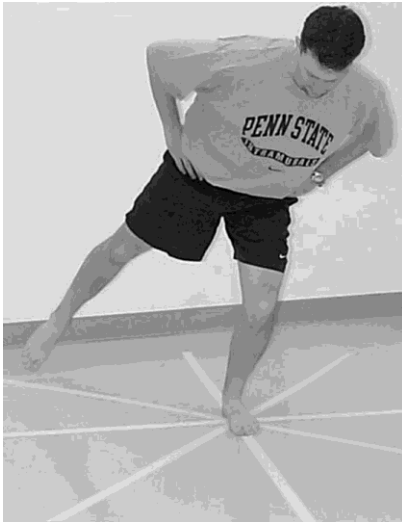


Abbildung 3. Die Ausführung des SEBT.

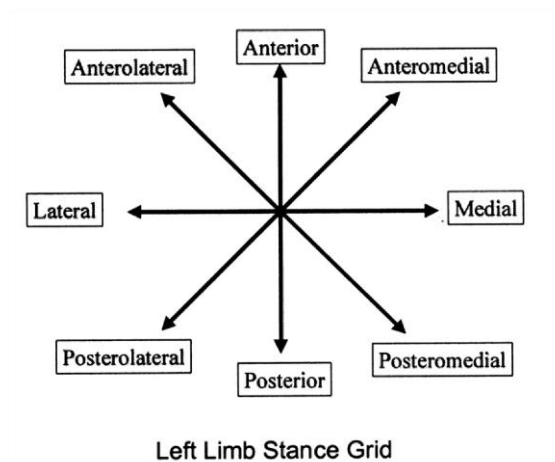


Abbildung 4. Die acht Richtungen des SEBT.

3.5.4 Messung der subjektiven Funktionsfähigkeit

Der Foot and Ankle Disability Index [FADI] wird bei Patienten mit einer CAI zur Verlaufsbeurteilung einer Therapie bezüglich der subjektiven Funktionsfähigkeit (engl.: self-reported function) verwendet. Er umfasst 26 Fragen zur Aktivitätseinschränkung im Alltag sowie zu Schmerzen bei Alltagsaktivitäten. Beispiele dafür sind: Stehen, Gehen auf ebenem oder unebenem Untergrund und Treppensteigen. Für Sportler mit einer CAI wurde der FADI Sport als Zusatz zum FADI entwickelt. Darin werden anhand von acht Fragen Einschränkungen im Sport wie z. B. beim Rennen, Springen, Landen oder Grätschen ermittelt. Es wird nicht zwischen dem betroffenen und nicht-betroffenen Fuss unterschieden. (Martin, 1999, zitiert nach Diemer & Sutor, 2011)

Nach Hale et al. (2007) besteht jedoch auch die Möglichkeit durch entsprechende Instruktionen die Skala nur auf ein Bein zu beziehen. Der FADI hat eine Maximalpunktzahl von 104, der FADI Sport 32. Je mehr Punkte erreicht werden,

desto besser ist die subjektive Funktion (Martin, 1999, zitiert nach Diemer & Sutor, 2007).

4 Stand der Forschung

4.1 Die Sensomotorik bei Patienten mit einer CAI

Munn et al. (2009) erwähnen in ihrem systematischen Review, dass Patienten mit einer funktionellen Sprunggelenksinstabilität im Vergleich zu Gesunden mehrere Defizite im sensomotorischen System aufweisen. Gemäss den eben erwähnten Autoren, ist bei diesen Patienten die statische und dynamische PK eingeschränkt sowie auch die Propriozeption beeinträchtigt. Die Muskelreaktionszeit der Peronäen sei nach einer externen Störung in Richtung Inversion hingegen nicht vermindert.

4.2 Die PK bei Patienten mit einer CAI

Riemann (2002), McKeon und Hertel (2008a) und Rahnama, Salvati, Akhbari und Mazaheri (2010) weisen alle auf die Publikation von Freeman, Dean und Hanham (1965) hin, die als Erste eine veränderte PK bei Patienten mit einer CAI feststellten.

In einem systematischen Review konnten McKeon und Hertel (2008a) nur eine limitierte Evidenz von verminderter statischer PK bei Patienten mit einer CAI aufzeigen. Munn et al. (2009) widerlegen diese Aussage, denn sie konnten eine beeinträchtigte statische PK bei Patienten mit funktionell instabilen Sprunggelenken im Vergleich zu Patienten mit gesunden Sprunggelenken feststellen. Pope et al. (2011) beschreiben anhand von COP- und TTB-minima-Messungen, dass die statische PK im EBST verändert ist. Sie zeigten auf, dass bei Patienten mit einer CAI das COP und die TTB-minima im EBST weiter anterior und lateral liegt als bei Personen ohne einer CAI.

McKeon und Hertel (2008a) kommen zum Schluss, dass die subtilen Defizite der statischen PK bei Patienten mit einer CAI mit der traditionellen Messung des COP im statischen EBST nicht aufgedeckt werden. Daher empfehlen sie die Messung der PK

anhand von Messinstrumenten wie z. B. dem TTB oder dem SEBT, welche funktionellere und komplexere Aufgaben beinhalten.

Munn et al. (2009) stellten zusätzlich fest, dass die dynamische PK bei Personen mit einer funktionellen Sprunggelenksinstabilität vermindert ist. Die betroffenen Probanden erreichten kleinere Reichdistanzen im SEBT als ihre Kontrollgruppen. Zudem konnten die Kontrollgruppen das Sprunggelenk beim Landen auf ein Bein signifikant schneller stabilisieren als die Gruppe mit instabilen Sprunggelenken.

4.3 Koordinationstraining bei Patienten mit einer CAI

Zech et al. (2010) stellen in ihrem Review über die Effektivität von verschiedenen Trainingsprogrammen bei Personen ohne Einschränkungen im Sprunggelenk fest, dass ein Koordinationstraining die neuromuskuläre und die PK verbessert. McKeon und Hertel (2008b) beschreiben zudem, dass bei der Behandlung einer CAI standardmässig ein Koordinationstraining durchgeführt wird. Sie stellen fest, dass ein Koordinationstraining bei Personen, die bereits ein oder mehrere LDTs erlitten haben, zu einer Reduzierung von weiteren Traumen führt. Bei Probanden ohne vorangegangenes LDT sei es unklar, ob ein Koordinationstraining die Verletzungsrate präventiv verringere. Bei akuten LDTs bestehe eine gute Evidenz, dass durch ein Koordinationstraining das Risiko für weitere Verletzungen vermindert werden könne. Ob dadurch auch die PK verbessert würde, sei unklar. Bei Patienten mit einer CAI zeigt das Review nur eine limitierte Evidenz in Bezug auf eine Verbesserung der statischen PK nach einem Koordinationstraining. Es gebe begrenzte, aber viel versprechende Evidenz, dass die subjektive Funktionsfähigkeit mit einem Koordinationstraining verbessert werden könne.

5 Resultate

5.1 Präsentation der Studien

Im folgenden Teil werden die vier ausgewählten Studien und ihre Resultate präsentiert und anschliessend zur Beurteilung der methodologischen Qualität bezüglich den wichtigsten Kriterien besprochen.

5.1.1 Kidgell et al. (2007)

Der Zweck dieser Studie war es, den Effekt eines **sechswöchigen Balancetrainings** auf der **Duradisc** und dem **Minitrampolin** auf die Postural Sway bei Patienten mit einer funktionellen Sprunggelenksinstabilität zu untersuchen. Dieser Vergleich sollte bestimmen, welches der beiden Trainingsinstrumente wirksamer ist, um die Balance zu verbessern. Die Studie wurde **randomisiert und kontrolliert** durchgeführt. Es wurden insgesamt 20 Testpersonen (**N=20**) rekrutiert und in drei Gruppen eingeteilt: Die Duradisc-Trainingsgruppe (DT), die Minitrampolin-Trainingsgruppe (MT) und die Kontrollgruppe. Die beiden Trainingsgruppen (MT und DT) durchliefen dasselbe Balancetrainingsprogramm entweder auf dem Minitrampolin oder der Duradisc. Die Kontrollgruppe erhielt kein spezifisches Balancetraining und besuchte auch kein externes Training. Sie setzte während dieser Zeit ihre Alltagsaktivitäten auf demselben Niveau fort wie vor dem Studienbeginn.

Messungen Es wurden vor und nach sechs Wochen in allen drei Gruppen folgende Messung durchgeführt:
- Postural Sway; TTD des COP in a-p und m-l Richtung (mm)

Resultate Das Signifikanzlevel wurde bei $p \leq 0.05$ festgelegt. Es zeigten sich in der **DT- und in der MT-Gruppe von Pre- zu Posttest signifikante Unterschiede der Postural Sway** ($p=0.003$). Es wurde **im Zwischengruppen-Vergleich der Interventionsgruppen (DT und MT) kein signifikanter Unterschied der Postural Sway und demnach auch keine signifikante Verbesserung der Balance** verzeichnet ($p=0.193$).



Abbildung 5. Duradisc.



Abbildung 6. Minitrampolin.

5.1.2 Han et al. (2009)

Der Zweck dieser Studie war es, den Effekt eines **vierwöchigen Trainingsprogramms gegen elastischen Widerstand** auf die Balance von Personen mit und ohne einer Vorgeschichte von LDTs zu untersuchen. Die **Studie** wurde **randomisiert und kontrolliert** durchgeführt. Es nahmen insgesamt 40 Testpersonen teil (**N=40**), wobei nur die Hälfte der Probanden eine CAI aufwiesen (n=20) und die andere Hälfte gesunde Personen waren (n=20). Beide Gruppen wurden in je zwei weitere Gruppen (Trainings- bzw. Kontrollgruppe) randomisiert. Die CAI-Testpersonen bildeten die CAI-Trainingsgruppe und CAI-Kontrollgruppe. Die gesunden Testpersonen bildeten die Healthy-Trainingsgruppe und Healthy-Kontrollgruppe. Die beiden Trainingsgruppen führten vier Übungen gegen elastischen Widerstand aus. Die zwei Kontrollgruppen erhielten keine explizit erwähnte Intervention.

Messungen

Es wurde vor und nach vier Wochen sowie nach Trainingsstopp in einem vier Wochen Follow-up in allen vier Gruppen folgende Messung durchgeführt:

- TTD des COP (cm)

Resultate

Das Signifikanzlevel wurde bei $\alpha=0.01$ angesetzt. Das vierwöchige Trainingsprogramm zeigte eine **signifikante Verbesserung der Balance der beiden Übungsgruppen (mit und ohne CAI) im Vergleich zu ihren Kontrollgruppen** ($t=-5.51$; $p<0.001$). Ebenfalls verzeichneten beide **CAI-Gruppen im Vergleich zu den gesunden Gruppen eine signifikante Verbesserung der Balance** ($t=-2.76$; $p<0.01$). Im vier Wochen

Follow-up wurden keine Unterschiede oder Veränderungen der Balance zwischen allen Gruppen festgestellt.



Abbildung 7. Erste Übung.



Abbildung 8. Dritte Übung.

5.1.3 Hale et al. (2007)

Der Zweck dieser Studie war es, den Effekt und die Wirksamkeit eines **umfassenden vierwöchigen Rehabilitationsprogramms** auf die PK und die Funktion der unteren Extremität bei einer CAI aufzuzeigen. Es wurde eine **randomisierte kontrollierte Studie** mit insgesamt 48 (**N=48**) Universitätsstudenten durchgeführt. Die Personen mit einer CAI (n=29) wurden in eine CAI-Rehabilitationsgruppe und eine CAI-Kontrollgruppe randomisiert. Die restlichen gesunden Personen (n=19) bildeten die Healthy-Gruppe. Die CAI-Rehabilitationsgruppe durchlief während vier Wochen ein progressives Rehabilitationsprogramm unter Supervision und übte zu Hause ein Heimprogramm aus. Die zwei Kontrollgruppen erhielten keine Intervention und setzten während dieser Zeit ihre Aktivitäten auf demselben Niveau fort wie vor dem Studienbeginn.

Messungen Es wurden vor und nach vier Wochen in allen drei Gruppen folgende Messungen durchgeführt:

- FADI-Skala (%)
- FADI-Sport-Skala (%)
- COPV (cm/s)
- SEBT (cm)

Resultate Das Signifikanzlevel für alle Analysen wurde *a priori* bei $p < 0.05$ festgelegt. Nach der Rehabilitation zeigten sich zu Gunsten der

CAI-Rehabilitationsgruppe bezüglich dem betroffenen Bein **im Zwischengruppen-Vergleich signifikante Unterschiede** in der **FADI** ($p=0.003$) und **FADI-Sport-Skala** ($p=0.003$). Bei den **COPV-Messungen wurden keine signifikanten Unterschiede** verzeichnet. Es zeigten sich ebenfalls zu Gunsten der CAI-Rehabilitationsgruppe im **Zwischengruppen-Vergleich statistisch signifikante Unterschiede des SEBT in der PM-** ($p=0.027$), **PL-** ($p=0.01$) und **L-** ($p=0.009$) **Richtung des betroffenen Beins sowie in allen Durchschnittswerten der acht Reichbewegungen** ($p=0.026$). Die Studie fasst zusammen, dass nach der Rehabilitation die CAI-Rehabilitationsgruppe bezüglich dem betroffenen Bein grössere Verbesserungen als die anderen zwei Gruppen im SEBT sowie auch in der FADI- und FADI-Sport-Skala verzeichnete.

5.1.4 McKeon et al. (2008)

Der Zweck dieser Studie war es, den Effekt eines **vierwöchigen Balancetrainings** auf die statische und dynamische PK und auf die subjektive Funktionsfähigkeit bei Patienten mit einer CAI zu untersuchen. Es war eine **randomisierte kontrollierte Studie** bei der körperlich aktive Personen mit einer CAI (**N=31**) in zwei Gruppen (Balancetrainingsgruppe und Kontrollgruppe) randomisiert wurden. Die Balancetrainingsgruppe übte während vier Wochen ein progressives Balancetraining unter Supervision aus. Die Kontrollgruppe erhielt während dieser Zeit keine Intervention und setzte ihre Aktivitäten auf demselben Niveau fort wie vor dem Studienbeginn.

Messungen

Es wurden vor und nach vier Wochen in beiden Gruppen folgende Messungen durchgeführt:

- FADI-Skala (%)
- FADI-Sport-Skala (%)
- TTB (sec)

- COP-Messungen
- SEBT (cm)

Resultate	<p>Das Signifikanzlevel wurde <i>a priori</i> bei $p < 0.05$ festgelegt. Die Balancetrainingsgruppe zeigte nach dem Training signifikante Verbesserungen in der FADI-Skala und FADI-Sport-Skala, innerhalb der Gruppe ($p=0.03$, respektive $p=0.009$) sowie im Zwischengruppen-Vergleich. Im TTB wurde bei sechs Messungen mit geschlossenen Augen eine signifikante Verbesserung innerhalb der Balancetrainingsgruppe sowie im Zwischengruppen-Vergleich festgestellt. Die COP-Messungen der Balancetrainingstruppe zeigten in einer von sieben Messungen eine signifikante Veränderung ($p=0.04$). Der SEBT verzeichnete signifikante Verbesserungen in der PM- und PL-Richtung innerhalb der Balancetrainingsgruppe sowie auch im Zwischengruppen-Vergleich.</p>
------------------	--

5.2 Besprechung der methodologischen Qualität der Studien

Zur Beurteilung der methodologischen Qualität und somit zur Besprechung der internen und externen Validität sowie der Bias der Studien wurde die deutsche Übersetzung der PEDro-Skala nach Hegenscheidt et al. (2008) und das Formular zur kritischen Beurteilung von quantitativen Studien von Law et al. (1998) verwendet (siehe Anhang). Nach Burns und Grove (2005) ist die Beurteilung der Validität der Forschungsergebnisse entscheidend, um schlussendlich eine Aussage machen zu können ob die Resultate für die Praxis nützlich sind. In dieser Arbeit wird zwischen interner und externer Validität unterschieden.

5.2.1 Besprechung der internen Validität (PEDro-Kriterien 2-11)

Tabelle 1. Übersicht über die Verteilung der PEDro-Kriterien der bearbeiteten Studien.

PEDro-Kriterien	Kidgell et al. (2007)	Han et al. (2009)	Hale et al. (2007)	McKeon et al. (2008)
1. (Ein-/ Ausschlusskriterien)	✓	x	✓	x
2. Randomisierung	✓	✓	✓	✓
3. Verborgene Randomisierung	x	x	x	✓
4. Gruppen vor Behandlung vergleichbar	x	x	✓	x
5. Verblindete Patienten	x	x	x	x
6. Verblindete Therapeuten	x	x	x	x
7. Verblindete Messungen	x	x	x	x
8. Nachkontrolle bei >85% der Patienten	x	✓	✓	x
9. Intention-to-treat Analyse	x	x	x	x
10. Analyse: Vergleich zwischen Gruppen	✓	✓	✓	✓
11. Zentrale Werte und Streuung	✓	✓	✓	✓

✓= erfüllt, x= nicht erfüllt

5.2.2 Besprechung der externen Validität

5.2.2.1 Patienten

Die Ein- und Ausschlusskriterien gehören ebenfalls zur PEDro-Skala (Erstes PEDro-Kriterium), wobei sie bei der Beurteilung einer Studie nicht zur Berechnung der PEDro-Punktzahl miteinfließen. In den Studien von Han et al. (2009) und McKeon et al. (2008) wurden laut der Physiotherapy Evidence Database (2012) die Ein- und Ausschlusskriterien nicht genau spezifiziert. Beide Studien erfüllen das Kriterium nicht. Die Studien von Kidgell et al. (2007) und von Hale et al. (2007) hingegen erfüllen laut der Physiotherapy Evidence Database (2012) das Kriterium.

5.2.2.2 Interventionen

In den Studien von Kidgell et al. (2007) und Hale et al. (2007) wurde das durchgeführte Balance- respektive Rehabilitationstraining für die Interventionsgruppen ungenau beschrieben. Han et al. (2009) und McKeon et al. (2008) führten einen genauen und ausführlichen Beschrieb ihrer Trainings auf.

Die Kontrollgruppen der Studien von Kidgell et al. (2007), Hale et al. (2007) und McKeon et al. (2008) erhielten kein spezifisches Training oder physiotherapeutische Behandlung. In der Studie von Han et al. (2009) wird diesbezüglich nichts erwähnt.

5.2.2.3 Outcome

Die Outcomes wurden in allen vier Studien unmittelbar vor und nach den Trainingsperioden gemessen. Han et al. (2009) führten als einzige Studie nach weiteren vier Wochen eine Follow-up-Messung durch.

6 Diskussion

6.1 Diskussion der methodologischen Qualität der Studien

6.1.1 Studiendesign

Die vier ausgewählten Studien wurden alle randomisiert und kontrolliert durchgeführt. Ein RCT ist laut Kool (2008) das beste Studiendesign um die Therapie-Effektivität zu untersuchen. Die Designs der vier Studien entsprachen ihren Fragestellungen sowie auch der Fragestellung dieser Arbeit. Alle vier Studien untersuchten den Effekt einer Therapiemaßnahme auf die PK, wobei Kidgell et al. (2007) zwei Interventionen verglich.

6.1.2 Interne Validität

6.1.2.1 Randomisierung

Laut Panfil und Mayer (2007) ist die Randomisierung die „zufällige Verteilung der Studienteilnehmer auf die Kontroll- und die Interventionsgruppe“ (S. 83). In allen vier Studien hat die Randomisierung der Probanden in die verschiedenen Interventions- und Kontrollgruppen stattgefunden. Nach Hegenscheidt et al. (2008) kann somit garantiert werden, dass die Interventions- und Kontrollgruppen in einer Studie unter dem Vorbehalt, dass gewisse Einschränkungen durch den Zufall entstehen können, vergleichbar sind. Die Randomisierung hat nur in der Studie von McKeon et al. (2008) verborgen stattgefunden. In den anderen Studien wird nicht explizit erwähnt, wie die Zufallszuweisung durchgeführt wurde. Es kann daher in den drei Studien

nicht ausgeschlossen werden, dass die Person, die entschieden hat ob eine Testperson für die Teilnahme geeignet war oder nicht, zum Zeitpunkt der Entscheidung wusste, in welche Gruppe die jeweilige Person eingeteilt werden würde. Trotz der randomisierten Einteilungen kann es deshalb zu systematischen Verfälschungen kommen und die Effektgrößen beeinflussen (Hegenscheidt et al., 2008).

6.1.2.2 Vergleichbarkeit der Gruppen

Laut Hegenscheidt et al. (2008) zeigt dieses Kriterium auf, inwieweit ein möglicher Bias aufgrund des Randomisierungsprozesses bedingt wurde. Weiter beschreibt er, dass „grosse Diskrepanzen (hinsichtlich möglicher prognostischer Faktoren) zwischen den Gruppen [...] auch auf einen inadäquaten Randomisierungsprozess hinweisen [kann]“ (Erläuterung des vierten Kriteriums, Abs. 4). Hale et al. (2007) erfüllte als einziger das Kriterium der Vergleichbarkeit der Gruppen zu Beginn der Studie. Die Eingangsmessungen wurden in allen Studien für mindestens ein zentrales Outcome durchgeführt, wobei sie innerhalb der Studien zwischen den Gruppen teilweise nicht vergleichbar waren. In den anderen Studien wurden die Messungen des Schweregrades der CAI nicht oder nur ungenau beschrieben. Es kann daher nicht eindeutig gesagt werden, inwiefern bereits zu Beginn der drei Studien, aufgrund von Unterschieden der prognostischen Variablen, klinisch signifikante Unterschiede der zentralen Outcomes vorhanden waren. Die Autoren dieser Arbeit sind der Ansicht, dass die Gruppen in allen vier Studien bezüglich den Faktoren Alter, Grösse, Gewicht und Geschlechterverteilung vergleichbar waren. Zur Erfüllung des PEDro-Kriteriums ist dies jedoch nicht relevant.

6.1.2.3 Verblindung

Nach Devereaux et al. (2002, zitiert nach Panfil & Mayer, 2007) wird in einer Studie die Verblindung durchgeführt, um den Placeboeffekt zu vermeiden. Verblindung bedeute, dass die Probanden, die Therapeuten und die Untersucher nicht wissen, in welcher Gruppe (Interventions- oder Kontrollgruppe) sich ein Patient befindet. In den vier Studien wurden weder die Testpersonen und Therapeuten, noch die Untersucher verblindet. Da jeweils nur die Interventionsgruppen ein Training erhielten und die Kontrollgruppe keine spezifische Therapie erhielt, kann davon

ausgegangen werden, dass es aufgrund praktischer Gründen nicht möglich war, die Probanden und Therapeuten zu verblinden. Laut Hegenscheidt et al. (2008) muss demnach in Betracht gezogen werden, dass der offensichtliche Effekt der Studien möglicherweise auf einen Placebo- oder Hawthorne-Effekt oder auf die Begeisterungsfähigkeit der Therapeuten für ihr Trainingsprogramm zurückzuführen ist. Weiter erläutern sie, dass bei fehlender Verblindung der Untersucher die Effekte der Behandlung möglicherweise als Folge von verfälschter Wahrnehmung der Outcome-Messungen auftreten können.

6.1.2.4 Nachkontrolle bei >85% der Patienten

In den Studien von Han et al. (2009) und Hale et al. (2007) wurde bei mehr als 85% der Testpersonen mindestens ein zentrales Outcome in der Nachkontrolle gemessen. Kidgell et al. (2007) und McKeon et al. (2008) erfüllten dieses Kriterium nicht. Bei diesen zwei Studien liegt daher ein Potential für Verzerrung vor. Die Grösse dieses möglichen Bias nimmt laut Hegenscheidt et al. (2008) „[...] mit der Grösse des Anteil der Probanden [zu], von denen keine Daten eines zweiten Messzeitpunktes gewonnen werden konnten [...]“ (Erläuterung des achten Kriteriums, Abs. 8).

6.1.2.5 Intention-to-treat Analyse

Der Begriff Intention-to-treat meint, dass die Daten von jeder Testperson so analysiert wurden, wie die Probanden (in der Interventions- oder Kontrollgruppe) hätten behandelt werden sollen (Hegenscheidt et al. 2008). In keiner der vier Studien wurde explizit erwähnt, dass eine Analyse nach der Intention-to-treat Methode stattfand. Mögliche Verzerrungen können in den Studien daher nicht ausgeschlossen werden.

6.1.2.6 Analyse: Zwischengruppen-Vergleich und zentrale Werte und Streuung

In allen vier Studien wurde ein statistischer Vergleich zwischen zwei Gruppen durchgeführt. Laut Hegenscheidt et al. (2008) spielt es dabei keine Rolle, ob der Vergleich zwischen zwei oder mehreren Behandlungen oder zwischen einer

Interventions- und einer Kontrollgruppe stattfindet. Es werden entweder die Messergebnisse der Posttests der Gruppen oder die Veränderungen innerhalb der Gruppen miteinander verglichen. Hale et al. (2007) verglichen als einzige Studie die Veränderungen innerhalb der Trainingsgruppe mit der Veränderungen innerhalb der beiden Kontrollgruppen. Die Studie von Kidgell et al. (2007) verglich als einzige Studie zwei verschiedene Trainingsmöglichkeiten, während die anderen drei Studien nur eine Trainingsmöglichkeit anhand der Trainings- und der Kontrollgruppe untersuchten.

Die Mittelwerte und Standardabweichungen bzw. Standardfehler wurden in allen vier Studien für die zentralen Outcomes dargestellt.

6.1.3 Externe Validität

6.1.3.1 Patienten

Laut Kool (2008) sollen die Patienten zu Beginn der Studie eine homogene Gruppe bilden, um ein gutes Studienresultat erreichen zu können. Die Zulassungskriterien gelten dabei als sehr wichtig, um weitere Probleme oder gute Spontanverläufe der Patienten ausschliessen zu können. Die Patientengruppe sollte nur aufgrund der zu untersuchenden Therapie, in diesem Fall anhand des Koordinationstrainings, besser werden. Die Studien von Han et al. (2009) und McKeon et al. (2008) erfüllten das erste PEDro-Kriterium laut der Physiotherapy Evidence Database (2012) nicht. Die Autoren dieser Arbeit stimmen mit der PEDro-Bewertung der genannten Datenbank bezüglich der Studie von McKeon et al. (2008) nicht überein. McKeon et al. (2008) erwähnen in ihrer Studie genaue Zulassungskriterien, welche anhand von zwei unterschiedlichen Fragebogen quantifiziert wurden. Der Rekrutierungsprozess der Probanden wurde verständlich beschrieben. Ebenfalls widersprechen die Autoren dieser Arbeit der Punktwertung der Studie von Kidgell et al. (2007). Die Ein- und Ausschlusskriterien wurden ungenau beschrieben und der Rekrutierungsprozess ist nicht nachvollziehbar geschildert. Die Studie von Hale et al. (2007) beschreibt klare Zulassungskriterien. Die Vergleichbarkeit der Gruppen in dieser Studie lässt auf einen konsequenten Rekrutierungsprozess schliessen.

In der Studie von Han et al. (2009) verbesserte sich die PK nicht nur in den Trainingsgruppen, sondern auch in der CAI-Kontrollgruppe signifikant. Die Autoren dieser Arbeit führen dieses Resultat auf ungenügende bzw. unklare Zulassungskriterien zurück. Die Ein- und Ausschlusskriterien repräsentierten das Krankheitsbild der CAI ungenügend und führten möglicherweise dazu, dass es zu guten Spontanverläufen der CAI-Kontrollgruppe kam. Laut Han et al. (2009) muss anhand von weiteren Untersuchungen ebenfalls überprüft werden, ob die Verbesserungen der CAI-Kontrollgruppe nicht auf einen möglichen Lerneffekt der wiederholten Balancemessungen zurückzuführen sind.

Die vier Studien weisen unterschiedlich genau definierte Zulassungskriterien auf. Die Schwierigkeit liegt laut McKeon und Hertel (2008a) darin, dass es keine einheitliche und allgemein anerkannte Definition der CAI gibt, was zu unterschiedlichen Ein- bzw. Ausschlusskriterien führt. Die Autoren dieser Arbeit bemerken, dass das uneinheitliche Verständnis einer CAI möglicherweise auch dazu führte, dass in den Studien sowohl Patienten mit und ohne Instabilitätsgefühl sowie Patienten mit einmaligem LDT rekrutiert wurden. Es ist nach Kool (2008) jedoch essentiell, inwiefern die ausgewählten Stichproben die allgemeine Population repräsentieren. Erst dann können die Ergebnisse auf die Allgemeinheit übertragen werden. Die Studie von Kidgell et al. (2007) und Han et al. (2009) zeigen schwach repräsentierende Stichproben. Kidgell et al. (2007) rekrutierten Probanden, welche nur ein einmaliges LDT in den letzten zwei Jahren erlitten haben. Han et al. (2009) rekrutierten Personen, die ein oder zwei LDTs innerhalb der letzten 12 bzw. 36 Monaten erlitten hatten. Beide Studien erwähnen nicht, inwiefern die Probanden über ein subjektives Instabilitätsgefühl berichteten oder Funktionsbeeinträchtigungen aufwiesen. Nach der Definition von Diemer und Sutor (2011) können diese Patienten nicht als CAI-Patienten klassifiziert werden. Ebenfalls wurde in beiden Studien nicht erwähnt, inwiefern die Teilnehmer in der Freizeit körperlich aktiv sind, was laut Beynnon et al. (2001, zitiert nach Mc Keon et al., 2009) ein Merkmal von Personen ist, die LDTs erleiden. Dagegen zeigen die Studien von Hale et al. (2007) und McKeon et al. (2008) moderate bis gut repräsentierende Stichproben. Sie haben junge, körperlich aktive Personen eingeschlossen, welche persistierende Symptome

aufweisen (Schmerzen, Muskelschwäche, Instabilität und Unsicherheitsgefühl bzw. „giving way“) und in ihrer Funktion eingeschränkt sind. McKeon et al. (2008) rekrutierten als einzige der vier Studien ausschliesslich Patienten, welche mehr als ein LDT erlitten haben. Die Autoren dieser Arbeit folgern, dass vor allem in den Studien von Kidgell et al. (2007) und Han et al. (2009) die externe Validität aufgrund der schwach repräsentativen Stichproben deutlich beeinträchtigt ist. Weiter bemerken die Autoren dieser Arbeit, dass aufgrund der ungenau definierten Zulassungskriterien auch die Gleichheit der Gruppen und somit die interne Validität der Studien negativ beeinflusst wird.

Die Aussagekraft der Resultate der vier Studien sowie die Übertragbarkeit auf die allgemeine CAI-Population sind aufgrund der sehr kleinen Stichproben zusätzlich limitiert.

6.1.3.2 Interventionen

In der Studie von Kidgell et al. (2007) wurde die Intervention für die DT- und MT-Gruppe ungenau beschrieben. Die Übungen werden zwar benannt und bezüglich Serien und Wiederholungen beschrieben. Es ist jedoch nicht klar, ob die jeweiligen Übungen ein- oder zweibeinig durchgeführt wurden, wie lange jeweils eine Trainingseinheit dauerte, in welchem Setting das Training stattfand und, ob die Testpersonen Supervision erhielten. Es wird zudem nicht erwähnt, wie lange zwischen den Serien und Übungen Pausen gemacht wurden. Das Training wäre in der Praxis limitiert umsetzbar. Die Massnahmen des Balancetrainings gegen elastischen Widerstand der Studie von Han et al. (2009) wurden bezüglich Ausführung, Dosierung, Widerstand, Übungsmaterial und die wöchentlichen Progressionen genau und ausführlich beschrieben. Es wird bei den „front pulls“ (S. 247) und den „back pulls“ (S. 247) nicht genau erwähnt, wie weit vor bzw. zurück die Probanden gegen den Widerstand ziehen sollten. Das Training wäre in der Praxis jedoch gut umsetzbar. Hale et al. (2007) erwähnten in ihrer Studie alle Interventionen, welche sie im Rehabilitationsprogramm und dem Heimprogramm ein- bzw. zweibeinig durchführten. Die Angaben zur genauen Ausführung, zu den Pausen, zu den Dosierungen der Progressionen und zum Übungsmaterial fehlen. Es

ist nicht ersichtlich, ab wann die Probanden den Schwierigkeitsgrad steigern durften. Das Rehabilitationsprogramm wäre in der Praxis limitiert umsetzbar. McKeon et al. (2008) beschrieben in ihrer Studie das Training bezüglich den eben erwähnten Punkten sehr ausführlich. Es wurden keine Angaben bezüglich der Pausen gemacht. Das Training könnte anhand der Beschreibung gut in die Praxis transferiert werden.

6.1.3.3 Kontrollgruppen

Die Kontrollgruppen der Studien von Kidgell et al. (2007), Hale et al. (2007) und McKeon et al. (2008) erhielten kein explizites Training und waren nicht in physiotherapeutischer Behandlung. Sie setzten ihre Aktivitäten während der Studie auf demselben Niveau fort wie vor dem Studienbeginn. Die Beschreibung der Aktivitäten (während Alltag und Sport) wurde nicht genauer spezifiziert. Es ist folglich unklar, welchen Anforderungen die Kontrollgruppen ausgesetzt waren. In der Studie von Han et al. (2009) wird nicht erwähnt, welchen Aktivitäten die zwei Kontrollgruppen während der Studienzeit nachgingen. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass die Kontrollgruppen nebenbei eine Therapie oder ein Training besuchten. Möglicherweise kann die Verbesserungen der PK der CAI-Kontrollgruppe in dieser Studie auch dadurch erklärt werden.

6.1.3.4 Outcome

Die Resultate der vier Studien zeigen Verbesserung der statischen und der dynamischen PK sowie der subjektiven Funktionsfähigkeit auf. Han et al. (2009) führten als einzige Studie nach weiteren vier Wochen eine Follow-up Messung durch. Die Autoren dieser Arbeit bemängeln, dass bei keiner der Studien längerfristige Follow-up-Messungen durchgeführt bzw. keine Langzeiteffekte gemessen wurden. Es kann somit keine Aussage bezüglich einer langanhaltenden Verbesserung der PK während statischen und dynamischen Aktivitäten gemacht werden. Aufgrund der ausgewählten Outcome-Messungen und den fehlenden Follow-ups ist unklar, ob die Symptome und die Anzahl der wiederkehrenden LDTs längerfristig reduziert werden könnten.

6.2 Diskussion der Messungen

6.2.1 Statisch versus dynamisch

In den zwei Studien von Kidgell et al (2007) und Han et al. (2009) wurden nur Messmethoden verwendet, welche die statische PK messen. Beide Studien stellten nach dem Durchlaufen des Koordinationstrainings in den Interventionsgruppen signifikante Veränderungen der PK fest. Hale et al. (2007) und McKeon et al. (2008) verwendeten sowohl statische wie auch dynamische Messinstrumente. In diesen beiden Studien zeigte sich, dass die Messmethoden der dynamischen PK die Veränderungen deutlich erfolgreicher verzeichneten als die Messmethoden der statischen PK. McKeon und Hertel (2008b) bemerken, dass die herkömmlichen Instrumente zur Messung der statischen PK bei Patienten mit einer CAI zu unsensibel sind. Sie empfehlen daher keine traditionellen Messinstrumente zu verwenden. McKeon und Hertel (2008b) befürworten hingegen den SEBT, welcher ein Messinstrument von herausfordernder Art sei. Kinzey und Armstrong (1998) widersprechen dieser Aussage. Sie kritisieren die moderate Reliabilität des Testes und die zu hohe Komplexität der Aufgaben des SEBT, welche zu ungenauen Messungen führen könne. Ebenfalls erwähnen sie, dass der Test zu wenig den natürlichen Bewegungen und Umweltbedingungen entspricht. Olmsted et al. (2002) empfehlen wiederum den SEBT zur Untersuchung der funktionellen Defizite bei Patienten mit einer CAI. Die Autoren dieser Arbeit stimmen zu, dass der SEBT funktioneller ist als der statische EBST, da er die PK während einer dynamischen Aktivität untersucht. Möglicherweise treten auch deshalb signifikantere Unterschiede in den dynamischen Messungen der Studien von Hale et al. (2007) und McKeon et al. (2008) auf. Kidgell et al. (2007) und Han et al. (2009) verwendeten statische Messmethoden, obwohl sie Interventionen mit dynamischen Elementen durchführten. Die Autoren dieser Arbeit stellen fest, dass eine Messung der dynamischen PK adäquater gewesen wäre.

6.2.2 Fehlversuche

Weiter kann diskutiert werden, ob es sinnvoll ist die Fehlversuche bei den Messungen wiederholen zu lassen. McKeon und Hertel (2008a) kommen zum

Schluss, dass eventuell gerade da der Unterschied zwischen Patienten mit und ohne CAI liegt. In der Studie von Kidgell et al. (2007) und Han et al. (2009) wird nicht erwähnt, ob die Probanden bei einem Fehlversuch die Messungen wiederholen durften. In den Studien von Hale et al. (2007) und McKeon et al. (2008) durften die Probanden die Fehlversuche wiederholen. Laut Hale et al. (2007) können solche fehlerhaften Testungen („touch-downs“ (S. 309)) eventuell die Eingangsmessungen beeinflussen und dazu führen, dass Verbesserungen nicht verzeichnet werden. Es wäre interessant zu wissen, ob anhand der Interventionen die Fehlversuchsrate reduziert werden könnte.

6.2.3 Visus

Es ist ebenfalls fraglich, inwiefern der Visus einen Einfluss auf die Messungen der PK hat. McKeon et al. (2008) beobachteten im Posttest keine signifikanten Veränderungen der statischen PK mit offenen Augen. Mit geschlossenen Augen zeigte sich jedoch eine signifikante Verbesserung. Das System der PK besitzt die Fähigkeit zur Redundanz, wodurch den Patienten mit einer CAI viele Kompensationsmöglichkeiten zur Verfügung stehen (Shumway-Cook und Woollacott, 1995, zitiert nach Riemann, 2002). Die Autoren dieser Arbeit vermuten, dass die Patienten womöglich den gestörten propriozeptiven Input mit vermehrter Gewichtung der visuellen Information kompensieren. Demnach wäre es sinnvoller, die statischen Messungen mit geschlossenen Augen durchzuführen.

6.3 Theorie-Praxis Transfer

6.3.1 Trainingsinhalte

Alle bearbeiteten Studien haben ein Koordinationstraining durchgeführt. Die Studien setzten den Fokus bei ihren Interventionen mehrheitlich auf die Verbesserung der Gleichgewichtsfähigkeit. Es ist jedoch zu beachten, dass die Probanden bei Hale et al. (2007) kein reines Koordinationstraining ausgeübt haben. In dieser Studie wurden neben den koordinativen Fähigkeiten auch konditionelle Fähigkeiten wie die Kraft trainiert. Zusätzlich führten die Probanden bei Hale et al. (2007) Dehnübungen aus. Die Autoren dieser Arbeit sind der Ansicht, dass auch das Trainingsprogramm von Han et al. (2009) Kraftaspekte beinhaltet, denn die Übungen wurden gegen einen

starken elastischen Widerstand ausgeführt. McKeon et al. (2008) haben im Vergleich zu den anderen drei Studien die Reaktionsfähigkeit in ihrer Intervention am meisten integriert. Dies ist als Pluspunkt zu werten, da die Reaktionsfähigkeit im Alltag und im Sport erforderlich ist und LDTs laut O'Driscoll und Delahunt (2011) sich vor allem im Alltag und im Sport ereignen. Genauer betrachtet ist zu sagen, dass ein LDT laut Hertel (2002) meist beim Initial Contact beim Gehen oder Landen geschieht. Die Autoren dieser Arbeit sehen es als wichtig an, dass dynamische und reaktive Elemente in die Rehabilitation eingebaut werden. Hale et al. (2007) und McKeon et al. (2008) haben diesen Transfergedanken in ihr Training integriert und mit Sprungübungen und funktionellen Aktivitäten gearbeitet.

Alle Studien haben gemäss dem Trainingsaufbau nach Diemer und Sutor (2011) hauptsächlich in den Stufen B-I und B-II trainiert. Die Probanden der Studie von McKeon et al. (2008) haben zusätzlich sportspezifische Elemente trainiert, welche laut Diemer und Sutor (2011) zur Stufe C gehören. Die antizipatorische bewusste Stabilisation, im Sinne einer Aktivierung des Feedforward-Mechanismus wie es Diemer und Sutor (2011) beschreiben, wurde in keiner der Studien explizit beachtet.

6.3.2 Dauer und Dosierung des Trainings

In den vier bearbeiteten Studien wurde über unterschiedliche Zeitspannen trainiert. Die Anzahl und die Dauer der Trainingseinheiten variierten von sieben bis 18 Trainingseinheiten à 20-30min. Nur die Probanden der Studie von Hale et al. (2007) führten zusätzlich ein Heimprogramm aus. Jede Studie verwendete verschiedene Dosierungen der Interventionen. Aufgrund uneinheitlicher Angaben kann keine evidenzbasierte Empfehlung zur genauen Dosierung eines Koordinationstrainings bei Patienten mit einer CAI gemacht werden. Es scheint moderate Evidenz zu geben, dass mit einem vier- bis sechswöchigen Koordinationstraining eine Veränderung der PK erreicht werden kann. In der Studie von Hale et al. (2007) konnte innerhalb von nur sieben Therapieeinheiten ein Trainingseffekt erzielt werden. Die Probanden trainierten eins- bis zweimal die Woche während 30min unter Supervision. Das Training wurde durch ein Heimprogramm unterstützt. Die Autoren dieser Arbeit folgern daraus, dass in der Praxis bereits eine Verordnung für Physiotherapie reichen

würde, um bei körperlich aktiven Personen die PK durch ein Koordinationstraining zu verbessern. Ein Heimprogramm bietet sich als förderliche Ergänzung an.

Weiter ist zu sagen, dass auch in der Fachliteratur keine einheitlichen evidenzbasierten Angaben zur Dosierung und Intensität eines Koordinationstrainings gemacht werden. Laube (2005) beschreibt allgemeine Kriterien zur Dosierung eines Koordinationstrainings. Der Schwierigkeitsgrad der Aktivitäten sollte dabei ständig ansteigen:

- Belastungen in einem ermüdungsfreien Zustand durchführen
- Bewegungsanforderungen von einfach zu kompliziert steigern
- Anforderungen häufig variieren und vielseitig gestalten
- Äussere Bedingungen verändern
- Bewegungen fortlaufend neu kombinieren

6.3.3 Trainingshilfsmittel

In den bearbeiteten Studien wurden zur Gestaltung der Koordinationstrainings unterschiedliche Trainingshilfsmittel verwendet. Folglich kann kein Hilfsmittel als besonders geeignet für ein Koordinationstraining hervorgehoben werden. Laut Kidgell et al. (2007) ist sowohl das Training mit einer Duradisc als auch mit einem Minitrampolin effektiv zur Verbesserung der PK. Han et al. (2009) verwendete eine elastische Theraband-Tube, was möglicherweise auch durch ein „normales“ Theraband ersetzt werden könnte. Die anderen zwei Studien verwendeten Airexmatten, Therabänder, Bälle und Markierungen am Boden. Laut den Autoren dieser Arbeit bieten sich anhand dieser Hilfsmittel im physiotherapeutischen Alltag unzählige Möglichkeiten ein Koordinationstraining zu gestalten. Die in den Studien verwendeten Hilfsmittel sind relativ kostengünstig und sollten in jeder Physiotherapiepraxis zu finden sein. Es ist bei der Verwendung von Hilfsmitteln wichtig, die Intensität des Trainings nach den oben erwähnten Punkten anzupassen. Eine Schwierigkeit könnte möglicherweise die praktische Umsetzung der „box drill“ (S. 1813) Übung der Studie von McKeon et al. (2008) darstellen, da die Ausführung einen Computerbildschirm erfordert.

6.4 PK und das sensomotorische System

Das von Shumway-Cook und Woollacott (1995, zitiert nach Riemann, 2002) beschriebene System der PK kann als Teil des sensomotorischen Systems gesehen werden. Beide Systeme definieren sich durch den Kreislauf der Sensorik, der zentralen Verarbeitung und der Motorik. Bei einem ausreichenden Zusammenspiel der drei Anteile, kann die PK aufrecht erhalten werden. Dieser Zusammenhang unterstützt die Aussage, dass die PK als repräsentativer Indikator für die Funktionsfähigkeit des sensomotorischen Systems angesehen werden kann.

6.5 PK und Gelenkstabilität

Berg (1989, zitiert nach Pollock et al., 1999) weist darauf hin, dass die PK von Gesundheitsfachleuten meist gleichbedeutend mit Stabilität verwendet wird. Die Autoren dieser Arbeit hinterfragen diese Gleichsetzung in Bezug auf das Sprunggelenk. Die PK widerspiegelt immer die Stabilität des gesamten Körpers während einer Aktivität und kann nicht isoliert auf ein Gelenk bezogen werden. Die Stabilität im Sinne der Gelenkstabilität nach White und Panjabi (1990, zitiert nach Diemer und Sutor, 2011) hingegen kann, zumindest bezüglich des passiven und aktiven Systems, direkt auf ein Gelenk angewendet werden. Trotzdem macht es Sinn, die PK mit der funktionellen Sprunggelenkstabilität zu verbinden. Denn beide Faktoren sind von der Funktionsfähigkeit des sensomotorischen Systems abhängig (Horak, 2006; McKeon & Hertel, 2008a; Diemer & Sutor, 2011). Zudem wird die PK deutlich durch den Fuss als tragendes Element des Körpers und als Verbindung vom Körper zur Umwelt beeinflusst.

7 Schlussfolgerung

7.1 Beantwortung der Fragestellung

Die der Arbeit zu Grunde liegende Frage kann anhand der bearbeiteten Studien nicht umfassend beantwortet werden. Es wurden in allen vier Studien nach der Ausführung eines Koordinationstrainings signifikante Unterschiede und Verbesserungen der PK bei statischen und dynamischen Aktivitäten bei Patienten mit einer CAI festgestellt. Es ist jedoch schwierig einen Vergleich zwischen den

Studien aufzustellen, um eine allgemein gültige Aussage über den Effekt eines Koordinationstrainings auf die PK zu machen. Die Studien untersuchten eine uneinheitliche Trainingsdauer und -intensität, verschiedene Dosierungen, Trainingshilfsmittel und Stichproben. Zusätzlich verwendete jede Studie unterschiedliche Definitionen zur Klassifizierung einer CAI und andere Messmethoden. Obwohl alle vier Studien einen positiven Effekt auf die PK feststellen konnten, zeigen sie ein grosses Ausmass an Verzerrungen. Dies beeinträchtigt die gemessenen Resultate und den spezifischen Forschungseffekt sowie die interne und die externe Validität der Studien. Die methodologische Qualität der Studien, welche anhand der PEDro-Skala und dem Formular von Law et al. (1998) beurteilt wurden, wird von den Autoren dieser Arbeit als schlecht bis moderat gewertet. Die Studie von Kidgell et al. (2007) schneidet bezüglich der internen Validität nach der PEDro-Skala als schlechteste Studie ab. Hale et al. (2009) erreichen die höchste Punktzahl. In Bezug auf die externe Validität können laut den Autoren dieser Arbeit die Studien von Hale et al. (2009) und McKeon et al. (2008) am meisten gewichtet werden. Aufgrund der ungenügenden methodologischen Qualität und folglich einer deutlich limitierten Aussagekraft der Studien muss von einer moderaten Evidenzlage ausgegangen werden.

7.2 Empfehlungen an die Praxis

Basierend auf den positiven Resultaten dieser Studien und zusätzlich abgestützt auf den Erkenntnissen von McKeon und Hertel (2008b) empfehlen die Autoren dieser Arbeit trotz der moderaten Evidenzlage ein Koordinationstraining zur physiotherapeutischen Behandlung von jungen, körperlich aktiven Patienten mit einer CAI. Dabei sollten folgende Punkte beachtet werden:

- Das Koordinationstraining soll während mindestens vier Wochen 1-2x/Woche unter Supervision in der Physiotherapie ausgeführt werden.
- Für langanhaltende Verbesserungen wird ein fortlaufendes Training empfohlen.
- Ein koordinatives Heimprogramm soll unbedingt 3x/Woche als Ergänzung ausgeführt werden.

- Das Training unter Supervision soll einen progressiven Charakter im Sinne des Stufenmodells nach Diemer und Sutor (2011) haben. Je nach aktuellem Stand des Patienten kann mit einem statischen EBST Training begonnen werden. Es sollte zunehmend die dynamische und reaktive PK beansprucht werden und sportspezifisch trainiert werden.
- Die Trainingsintensität soll anhand der Kriterien von Laube (2005) gestaltet werden.
- Es soll in der Praxis beachtet werden, dass je nach dem in welchem Masse der Patient im Alltag oder im Sport gefordert ist, die Trainingsdauer und -intensität angepasst werden muss.

Die Autoren dieser Arbeit empfehlen das Trainingsprogramm von McKeon et al. (2008) als eine mögliche Vorlage zur Gestaltung eines Koordinationstrainings in der Praxis. Die reaktiven Sprünge und progressiven Übungen eignen sich als optimales Training für körperlich aktive Personen. Das Koordinationstraining von McKeon et al. (2008) ist sehr funktionell gestaltet und die Belastungen entsprechen den Herausforderungen im Alltag und im Sport.

7.3 Empfehlungen an die Forschung

Um in Zukunft aussagekräftigere Studienergebnisse zu erzielen wird der Forschung folgendes empfohlen:

- Die CAI muss einheitlich definiert werden, um die Übertragbarkeit auf die Population sicher zu stellen.
- Begriffe wie PK, Gleichgewicht, Propriozeption, sensomotorisches System, neuromuskuläres System und Koordination müssen klar definiert und voneinander abgegrenzt bzw. miteinander in Verbindung gesetzt werden.
- Es sollten zukünftig einheitliche Massnahmen und Messungen zur Beeinflussung und Quantifizierung der statischen und dynamischen PK in den Studien verwendet werden.
- Es sollten weitere RCTs zur Untersuchung der Effekte eines Koordinationstrainings auf die PK durchgeführt werden. Dabei sollte bezüglich der externen Validität beachtet werden, dass die

Zulassungskriterien spezifisch sind und nur Patienten mit einer CAI eingeschlossen werden. Ebenfalls sollten grössere Stichproben untersucht werden. Zur Sicherstellung der internen Validität sollten die PEDro-Kriterien drei, vier und acht bis elf erfüllt werden.

- Es sollten weitere dynamische und möglichst alltagsnahe Messmethoden zur Messung der PK entwickelt werden. Der SEBT ist zwar gut praktikabel, kostengünstig und adäquater als die Kraftmessplatte. Jedoch entsprechen die Aufgaben noch nicht den Anforderungen und Belastungen, die im Alltag und im Sport vorhanden sind.
- Es muss anhand von Follow-ups untersucht werden, ob positive Veränderungen der PK das Risiko von weiteren LDTs längerfristig reduzieren.
- Die Mindestdauer eines effektiven Koordinationstrainings sollte untersucht werden.

8 Danksagung

Die Autoren danken Herr Arjen van Duijn an dieser Stelle herzlich für die Begleitung und Unterstützung während der Erstellung der Bachelorarbeit. Die spontanen Treffen und unverzüglichen Antworten kamen stets gelegen und ermutigten uns vorwärts zu gehen. Ein weiteres Dankeschön gilt auch unserer flexiblen Lektorin Linda Scheifele. Zum Schluss ist uns gegenseitig ebenfalls einen riesigen Dank auszusprechen. Wir unterstützten uns jeweils in jeder misslichen Situation mit freundlichem Umgang und ergänzten uns hervorragend.

9 Glossar und Verzeichnisse

9.1 Glossar

Bias

Bias ist das englische Wort für Verzerrung bzw. Verfälschung. In einer Studie verfälschen Verzerrungen die Forschungsergebnisse (Outcomes) und somit den spezifischen Behandlungseffekt, was wiederum die Validität beeinträchtigt (Kool, 2008). Nach Burns und Grove (2005) können folgende Faktoren für Verzerrungen verantwortlich sein: Der Forschende, das Umfeld in dem die Studie durchgeführt wird, die individuellen Probanden, die Stichproben, die zugeteilten Gruppen, die Messinstrumente sowie der Datensammlungsprozess und die statistischen Analysemethoden.

Externe Validität

Burns und Grove (2005) definieren die externe Validität als „das Ausmass, in dem die Ergebnisse einer Studie über die verwendete Stichprobe hinaus verallgemeinert werden können“ (S. 230). Die grösste Limitation einer Studie sei, dass die Ergebnisse nur für die untersuchten Probanden gelten würden und sich nicht auf die Allgemeinheit übertragen liessen. Laut Kool (2008) beeinflussen folgenden Kriterien die externe Validität: Patienten, Interventionen und Outcome.

Hawthorne-Effekt

Nach Hegenscheidt et al. (2008) ist dieser Effekt ein „experimentelles Artefakt, wobei die Reaktionen der Probanden dadurch beeinflusst werden, dass sie wissen, welche Reaktionen von ihnen seitens der Forscher erwartet werden“ (Erläuterung des fünften Kriteriums, Abs. 5).

Interne Validität

Die interne Validität beschreibt, inwiefern die in der Studie ermittelten Wirkungen (wahre Effekte, Unterschiede oder Beziehungen) die Realität widerspiegeln und

nicht auf die Einwirkung von Störvariablen zurückzuführen sind (Burns & Grove, 2005). Nach Kool (2008) gibt die interne Validität an, wie ‚gültig‘ die Resultate (=abhängige Variabel) für die Testpersonen innerhalb der Studie sind. Es kann zusätzlich eine Aussage gemacht werden, inwiefern die Ergebnisse auf die Variation der unabhängigen Variabel zurückzuführen sind.

Motorisches Lernen

Das motorisches Lernen „[...] ist eine relativ überdauernde, auf Übung oder Erfahrung beruhende Änderung in der Fähigkeit, eine motorische Fertigkeit zu produzieren“ (Wulf, 2007, zitiert nach Grillo Juszcak & Huber, 2011).

Outcome

(engl.) Ergebnis, Resultat

Sinus tarsi-Syndrom

Dieses Syndrom beschreibt einen „Schmerz im Sinus tarsi (Spalt zwischen Fersenbein und Sprungbein) an der Aussenseite des unteren Sprunggelenkes“ (Maibaum et al., 2006, S. 187).

Talar-Tilt

Siehe Talar-Tilt-Test

Talar-Tilt-Test

„Dieser Test dient zur Untersuchung der Rotation und Verkippung des Talus im oberen Sprunggelenk. Man sucht den Talushals auf und hält ihn medial bzw. lateral zwischen Zeigefinger und Daumen. Dann prüft man Rotation und Verkippung des Talus im Seitenvergleich [...].“ (Hatcher & Tetsworth, 2007, S. 23)

Unabhängige und abhängige Variable

In einer Studie wird die unabhängige Variable „als Ursache betrachtet, während davon ausgegangen wird, dass die abhängige Variable die Wirkweise der unabhängigen Variablen reflektiert“ (Burns & Grove, 2005, S. 226).

Vorderer Schublade-Test

„Dieser Test wird in Neutralnullstellung des oberen Sprunggelenkes durchgeführt und dient zur Untersuchung der Stabilität des Ligamentum talofibulare anterior. Hierbei wird der Fuss mit der einen Hand des Untersuchers nach vorne bewegt, während die andere Hand den distalen Unterschenkel stabilisiert. Bei einer Ruptur des Ligamentum talofibulare anterior findet man im Seitenvergleich eine vermehrte Translation nach ventral [...]“ (Hatcher & Tetsworth, 2007, S. 24)

9.2 Literaturverzeichnis

- Amshoff, T., von Aufschneider, D., Bader-Johansson, C., Balk, M., Becker, K., Bertram, A. M. (2010). *Physiolexikon: Physiotherapie von A-Z*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Andermahr, J., Jubel, A., Koebke, J., Elsner, A. & Rehm, K. E. (2011). *Erkrankungen und Verletzungen des Rückfusses: Grundlagen, Diagnostik, Therapie*. Köln: Deutscher Ärzte-Verlag GmbH.
- Bertram, A. M. & Laube, W. (2008). *Sensomotorische Koordination: Gleichgewichtstraining auf dem Kreisel*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Bizzini, M. (2000). Sensomotorische Rehabilitation nach Beinverletzungen: Mit Fallbeispielen in allen Heilungsstadien. Stuttgart : Georg Thieme Verlag.
- Bonnel, F., Toullec, E., Mabit, C., Tourné, Y. & la Sofcot (2010). Chronic ankle instability: Biomechanics and pathomechanics of ligaments injury and associated lesions. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*, 96, 424-432.
- Burns, S. & Grove, S. (2005). Forschungsdesign verdeutlichen. (C. Hornung, Trans.). In *Pflegeforschung verstehen und anwenden* (223-267). München: Urban & Fischer.
- De Vries, J. S., Krips, R., Blankevoort, L. & Dijk, C. N. (2011). Interventions for treating chronic ankle instability (Review). *The Cochrane Collaboration*, 8. doi:10.1002/14651858.CD004124.pub3
- Diemer, F. & Sutor, V. (2011). *Praxis der medizinischen Trainingstherapie* (2nd ed.). Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Duradisc. Heruntergeladen von <http://www.clubwarehouse.com.au/DURAD/Dura-Disc/pd.php>
- Erni, S. (2010). Guideline OSG-Distorsion [PDF Dokument]. Heruntergeladen von <http://www.medix.ch/Guidelines.asp?mavID=10&navId=16>
- Freeman, M. A., Dean, M. R. & Hanham, I. W. (1965). The etiology and prevention of functional instability of the foot. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 47(4), 678-685.

- Grillo Juszcak, T. & Huber, M. (2011). *Motorisches Lernen* [PDF-Dokument].
Heruntergeladen von <http://www.elearningzhaw.ch/moodle>
- Klinke, R., Pape, H. & Silbernagel, S. (2005). *Physiologie* (5th ed.). Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Häfelinger, U. & Schuba V. (2009). *Koordinationstherapie: Propriozeptives Training* (4th ed.). Aachen: Meyer & Meyer Verlag.
- Hale, S. A., Hertel, J. & Olmsted-Kramer, L. C. (2007). The effect of a 4-week comprehensive rehabilitation program on postural control and lower extremity function in individuals with chronic ankle instability. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 37(6), 303-311.
- Han, K., Ricard, M. D. & Fellingham, G. W. (2009). Effects of a 4-week exercise program on balance using elastic tubing as a perturbation force for individuals with a history of ankle sprains. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 39(4), 246-255.
- Hatcher, S. & Tetsworth, K. (2007). Sprunggelenksdistorsion. In E. Hohmann & A. B. Imhoff (Eds.), *Der Fuss des Läufers* (114-134). Deutschland: Steinkopff.
- Hegenscheidt, S., Harth, A. & Scherfer, E. (2008). PEDro Skala [PDF-Dokument]. *Physiotherapy Evidence Database*. Heruntergeladen von http://www.pedro.org.au/wp-content/uploads/PEDro_scale.pdf
- Hertel, J. (2002). Functional anatomy, pathomechanics, and pathophysiology of lateral ankle instability. *Journal of Athletic Training*, 37(4), 364-375.
- Holmes, A. & Delahunt, E. (2009). Treatment of common deficits associated with chronic ankle instability. *Journal of Sports Medicine*, 39, 207-224.
- Horak, F. B. (2006). Postural orientation and equilibrium: What do we need to know about neural control of balance to prevent falls?. *Age and Ageing*, 35, 7-11.
- Hubbard, T. J., Kramer, L. C., Denegar, C. R. & Hertel, J. (2007). Correlations among multiple measures of functional and mechanical instability in subjects with chronic ankle instability. *Journal of Athletic Training*, 42(3), 361-366.
- Kidgell, D. J., Horvath, D. M. Jackson, B. M. & Seymour, P. J. (2007). Effect of six weeks of dura disc and mini-trampoline balance training on postural sway in athletes with functional ankle instability. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(2), 466-469.

- Kinzey, S. J. & Armstrong, C. W. (1998). The reliability of the star-excursion test in assessing dynamic balance. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 27(5), 356-360.
- Koninklijk Nederlands Genootschap voor Fysiotherapie. (2006).
- Kool, J. (2008). *Quantitative Forschung. Die interne Validität von Effektivitätsstudien*. [PDF-Dokument]. Heruntergeladen von <http://www.elearningzhaw.ch/moodle>
- Laube, W. (2005). Trainingslehre. In A. Hüter-Becker & M. Dölken (Eds.), *Biomechanik, Bewegungslehre, Leistungsphysiologie, Trainingslehre* (299-313). Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Law, M., Stewart, D., Pollock, N., Letts, L., Bosch, J. & Westmorland, M. (1998). *Formular zur kritischen Besprechung quantitativer Studien*. McMaster-Universität.
- Leumann, A., Tsaknis, R., Wiewiorski, M. & Valderrabano, V. (2008). Das akute Supinationstrauma des oberen Sprunggelenkes – eine Bagatelle?. *Schweizerisches Medizin-Forum*, 8(11), 214-216. Heruntergeladen von <http://www.medicalforum.ch/fuer-leser/archiv/archiv-2001-2012/>
- Magill, R. A. (2007). *Motor learning and control: Concepts and applications* (8th ed.). New York: McGraw-Hill Companies.
- Maibaum, S., Braun, M., Jagomast, B. & Kucera, K. (2006). *Therapielexikon der Sportmedizin: Behandlung von Verletzungen des Bewegungsapparates* (2nd ed.). Heidelberg: Springer Medizin.
- McKay, G., Goldie, P., Payne, W. & Oakes, B. (2001). Ankle injuries in basketball: Injury rate and risk factors. *British Journal of Sports Medicine*, 35, 103-108. doi:10.1136/bjism.35.2.103
- McKeon, P. O., Ingersoll, C. D., Kerrigan, D. C., Saliba, E., Bennett, B. C. & Hertel, J. (2008). Balance training improves function and postural control in those with chronic ankle instability. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 40(10), 1810-1819.
- McKeon, P. O. & Hertel, J. (2008a). Systematic review of postural control and lateral ankle instability, part I: Can deficits be detected with instrumental testing?. *Journal of Athletic Training*, 43(3), 293-304.

- McKeon, P. O. & Hertel, J. (2008b). Systematic review of postural control and lateral ankle instability, part II: Is Balance training clinically effective?. *Journal of Athletic Training*, 43(3), 305-315.
- McKeon, P. O., Ingersoll, C. D., Kerrigan, D. C., Saliba, E. N., Bennett, B. C. & Hertel, J. (2009). Effects of balance training on gait parameters in patients with chronic ankle instability: A randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*, 23, 609-621.
- Minitrampolin. Heruntergeladen von http://www.bungy4rent.ch/Geraete-Anlagen/GeraeteBis00050/Mini_Trampolin/mini_trampolin.asp
- Munn, J., Sullivan, S. J. & Schneiders, A. G. (2009). Evidence of sensorimotor deficits in functional ankle instability: A systematic review with meta-analysis. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13, 2-12.
- O'Driscoll, J. & Delahunt, E. (2011). Neuromuscular training to enhance sensorimotor and functional deficits in subjects with chronic ankle instability: A systematic review and best evidence synthesis. *Sports Medicine, Arthroscopy, Rehabilitation, Therapy & Technology*, 3. doi: 10.1186/1758-2555-3-19
- Olmsted, L. C., Carcia, C. R., Hertel, J. & Shultz, S. J. (2002). Efficacy of the star excursion balance tests in detecting reach deficits in subjects with chronic ankle instability. *Journal of Athletic Training*, 37(4), 501-506.
- Panfil, E. & Mayer, H. (2007). Quantitative Forschungsdesigns. In E.-M. P. H. Bradenburg & H. Mayer (Eds.) *Pflegewissenschaft 2: Lehr-und Arbeitsbuch zur Einführung in die Pflegeforschung* (69-86). Bern: Hans Huber.
- Pavol, M. J. (2005). Detecting and understanding differences in postural sway. Focus on "a new interpretation of spontaneous sway measures based on a simple model of human postural control". *Journal of Neurophysiology*, 93, 20-21 doi:10.1152/jn.00864.2004
- Physiotherapy Evidence Database. (2012).
- Pollock, A. S., Durward, B. R., Rowe, P. J. & Paul, J. P. (1999). What is balance?. *Clinical Rehabilitation*, 14, 402-406.
- Pope, M., Chinn, L., Mullineaux, D., McKeon, P. O., Drewes, L. & Hertel, J. (2011). Spatial postural control alterations with chronic ankle instability. *Gait & Posture*, 34, 154-158.

- Rahnama, L., Salavati, M., Akhbari, B. & Mazaheri, M. (2010). Attentional demands and postural control in athletes with and without functional ankle instability. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 40(3), 180-187.
- Riemann, B. L. (2002). Is there a link between chronic ankle instability and postural instability?. *Journal of Athletic Training*, 37(4), 386-393.
- Sefton, J. M., Yazar, C., Hicks-Little, C. A., Berry, J. W. & Cordova, M. L. (2011). Six weeks of balance training improves sensorimotor function in individuals with chronic ankle instability. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 41(2), 81-89.
- Valderrabano, V., Engelhardt, M. & Küster, H.-H. (2009). *Fuss & Sprunggelenk und Sport: Empfehlungen von Sportarten aus orthopädischer und sportmedizinischer Sicht*. Köln: Deutscher Ärzte-Verlag.
- Webster, K. A. & Gribble, P. (2010). Functional rehabilitation interventions for chronic ankle instability: A systematic review. *Journal of Sport Rehabilitation*, 19, 98-114.
- Wikstrom, E. A., Naik, S., Lodha, N. & Cauraugh, J. H. (2009). Balance capabilities after lateral ankle trauma and intervention : A meta-analysis. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 41(6), 1287-1295.
- Zech, A., Hübscher, M., Vogt, L., Banzer, W., Hänsel, F. & Pfeifer, K. (2010). Balance training for neuromuscular control and performance enhancement: A systematic review. *Journal of Athletic Training*, 45(4), 392-403.
- ZHAW (2011a). *Vorgaben für die Gestaltung von Literaturhinweisen, Zitaten und Literaturverzeichnissen am Departement G (Version 2.0)* [PDF-Dokument].
Heruntergeladen von <http://www.elearningzhaw.ch/moodle>
- ZHAW (2011b). *Leitfaden Bachelorarbeit (Version 5.01.2)* [PDF-Dokument].
Heruntergeladen von <http://www.elearningzhaw.ch/moodle>
- ZHAW (2012). *PK_Stand* [PDF-Dokument]. Heruntergeladen von <http://www.elearningzhaw.ch/moodle>

9.3 Abkürzungsverzeichnis

ATFL	Ligamentum Talofibulare anterius
bzw.	Beziehungsweise
CAI	Chronic ankle instability
CFL	Ligamentum Calcaneofibulare
COG	Center of gravity
COM	Center of mass
COP	Center of pressure
COPV	Center of pressure velocity
cm	Zentimeter
engl.	Englisch
FADI	Foot and Ankle Disability Index
KNGF	Koninklijk Nederlands Genootschap voor Fysiotherapie
LDT	Laterales Distorsionstrauma
Lig.	Ligamentum
min	Minute(n)
mm	Millimeter
OSG	Oberes Sprunggelenk
PK	Posturale Kontrolle
PTFL	Ligamentum Talofibulare posterius
RCT	Randomized controlled trial
SEBT	Star Excursion Balance Test
sec	Sekunde(n)
TTB	Time-to-boundary
TTD	Total-travel-distance
USFL	Unterstützungsfläche
USG	Unteres Sprunggelenk
z. B.	Zum Beispiel
ZHAW	Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaften

9.4 Bildverzeichnis

Abbildung 1. Zusammenhang zwischen USFL (=Base of Support), COG und Stabilität.....	14
Abbildung 2. EBST auf Kraftmessplatte.	25
Abbildung 3. Die Ausführung des SEBT.....	27
Abbildung 4. Die acht Richtungen des SEBT.	27
Abbildung 5. Duradisc.....	31
Abbildung 6. Minitrampolin.	31
Abbildung 7. Erste Übung.....	32
Abbildung 8. Dritte Übung.....	32

9.5 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1. Übersicht über die Verteilung der PEDro-Kriterien der bearbeiteten Studien.	35
---	----

10 Eigenständigkeitserklärung

„Wir, Jolanda Jost und Tabea Stocker, erklären hiermit, dass wir die vorliegende Arbeit selbständig, ohne Mithilfe Dritter und unter Benutzung der angegebenen Quellen verfasst haben.“

Winterthur, den 16.5.2012, Jolanda Jost & Tabea Stocker

11 Anhänge

11.1 Studienmatrix

Titel	Jahr	Autoren	Design	Methode	Intervention	Messungen	Resultat	Conclusion	PEDro-Skala
„Effect of Six Weeks of Dura Disc and Mini-Trampoline Balance Training on Postural Sway in Athletes With Functional Ankle Instability“	2007	Kidgell, Horvath, Jackson, Seymour	RCT	N= 20 (11 Männer, 9 Frauen) - Randomisiert in 3 Gruppen: Duradisc Trainingsgruppe DT (n=7, 3 Männer, 4 Frauen), Minitrampoline Trainingsgruppe MT (n=6, 4 Männer, 2 Frauen) und Kontrollgruppe (n=7, 4 Männer, 3 Frauen) → Posttest vs. Pretest innerhalb der Gruppen und Zwischengruppen Vergleiche	- 6 Wo progressives Training (DT, MT) - 3x/Wo, Übungen in der geschlossenen Kette - statische Balanceaufgaben, a-p Tilts m-l Tilts auf der Dura Disc oder dem Minitrampoline	- Postural Sway bzw. TTD des COP	- Nach dem Training zeigte sich ein signifikanter Unterschied der Postural Sway zwischen dem Pre- und Posttest der Interventionsgruppen (DT und MT) - Es zeigten sich keine signifikanten Verbesserungen im Zwischengruppen Vergleich der DT und MT	- Das Training auf dem Minitrampoline ist ebenso wirksam wie das Training auf der Dura Disc, um die Balance bei einer funktionellen Sprunggelenksinstabilität zu verbessern	3/10
„Effects of a 4-Week Exercise Program on Balance Using Elastic Tubing as a Perturbation Force for Individuals With a History of Ankle Sprains“	2009	Han, Ricard, Fellingham	RCT mit pretraining, posttraining und 4 Wo follow-up Messungen	N= 40 (20 Männer, 20 Frauen; 20 mit CAI und 20 Gesunde) - Randomisiert in 4 Gruppen à (n=10, 5 Frauen, 5 Männer): CAI-Trainingsgruppe, CAI-Kontrollgruppe, Healthy-Trainings- und Healthy-Kontrollgruppe → Posttest vs. Pretest innerhalb der Gruppen und Zwischengruppen Vergleiche und 4-Wo Follow-up	-4 Wo Training gegen elastischen Widerstand - 3x/Wo, 4 Übungen à 3 Serien, 15 Repetitionen, 30 sec Pause zwischen den Serien und 2 min Pause zwischen den Übungen.	- TTD des COP	- Nach dem Training verbesserte sich die Balance in den Trainingsgruppen (CAI und Healthy) signifikant. - Diese Verbesserungen wurden weitere 4 Wo beibehalten	- Die Balance verbesserte sich nach 4 Wo Training gegen elastischen Widerstand bei Personen mit CAI und ohne CAI. - Die Verbesserungen hielten 4 weitere Wochen an	4/10
„The Effekt of a 4 week comprehensive rehabilitation program on postural control and lower extremity function in individuals with CAI“	2007	Hale, Hertel, Olmsted-Kramer	RCT	N=48 (28 Frauen, 20 Männer) - CAI wurden in 2 Gruppen randomisiert: CAI-Rahabilitationsgruppe (n=16, 10 Frauen, 6 Männer) und in CAI-Kontrollgruppe (n=13, 9 Frauen, 4 Männer) Zusätzlich: 1 Healthy-Gruppe (n=19, 9 Frauen, 10 Männer) → Posttest vs. Pretest innerhalb Gruppen und Zwischengruppen Vergleiche	- 4 Wo Rehabprogramm unter Supervision. -Wo 1 und 2: 2x/Wo Wo 3 und 4: 1x/Wo, à 30min - Beweglichkeit, Kraft, Neuromuskuläre Kontrolle mit Balanceaktivitäten und Funktionelle Aufgaben - Hausaufgaben: 5x/Wo (Durchschnitt war 3.5x/Wo)	- COPV - SEBT - FADI Skala - FADI Sport Skala	- Die CAI-Rehabilitationsgruppe zeigt nach der Reha grössere Verbesserungen im SEBT und FADI und FADI Sport im Vergleich mit den beiden anderen Gruppen	- 4-Wo progressive, umfassende Rehabilitation verbessert die funktionellen Limitationen (im ADL, Sport) - Der SEBT ist ein reliables Messinstrument, um funktionelle Limitationen und Veränderungen nach der Reha aufzuzeigen	5/10
„Balance Training Improves Function and Postural Control in Those with CAI“	2008	McKeon, Ingersoll, Kerrigan, Saliba, Bennett, Hertel	RCT	N=31 CAI-Patienten - Randomisiert in 2 Gruppen: Balancetrainingsgruppe (n=16, 6 Männer, 10 Frauen) und Kontrollgruppe (n=15, 6 Männer, 9 Frauen) → Posttest vs. Pretest innerhalb Gruppen und Zwischengruppen Vergleiche	- 4 Wo progressives Balancetraining, dynamische Stabilisation im EBST - 12 Trainingseinheiten à 20min, (3x/Wo) unter Supervision - EBST und Balanceaktivitäten, Sprünge, je à 7 Levels	- FADI Skala - FADI Sport Skala - COP-Messungen - TTB - SEBT	- Die Balancetrainingsgruppe zeigt nach dem Training signifikante Verbesserungen der FADI-, FADI Sport Skala, des TTB (mit geschlossenen Augen) und des SEBT in p-m und p-l Richtung - Nur eine der sieben COP-Messungen veränderte sich signifikant	4-Wo Balancetraining verbessern: - Die subjektive Funktionsfähigkeit - Die statische PK (TTB), - Die dynamische PK (SEBT)	4/10

11.2 Formulare der PEDro-Skala

Methodologische Qualität nach PEDro-Kriterien für (randomisierte) kontrollierte Studien

Autor: Kidgell, Horvath, Jackson & Seymour

Jahr: 2007

	Seite	Spalte	Erfüllt
1. Zulassungskriterien (nicht Teil des Totalskore)	467	1. Spalte	J / N / ?
2. Randomisierung			J / N / ?
3. Unabhängige (verblindete) Randomisierung			J / N / ?
4. Gruppen vor Behandlung vergleichbar	468	Tabelle 2	J / N / ?
5. Verblindete Patienten			J / N / ?
6. Verblindete Therapeuten			J / N / ?
7. Verblindete Messungen			J / N / ?
8. Nachkontrolle bei 85% der Patienten			J / N / ?
9. Intention-to-treat Analyse			J / N / ?
10. Analyse: Vergleich zwischen Gruppen	468	1. Spalte	J / N / ?
11. Zentrale Werte und Streuung	467	2. Spalte	J / N / ?

PEDro-Skore

3/10 Punkte

**Methodologische Qualität
nach PEDro-Kriterien für (randomisierte) kontrollierte Studien**

Autor: Han, Ricard & Fellingham

Jahr: 2009

	Seite	Spalte	Erfüllt
1. Zulassungskriterien (nicht Teil des Totalskore)	247	3. Spalte	J / N / ?
2. Randomisierung	248	1. Spalte	J / N / ?
3. Unabhängige (verblindete) Randomisierung			J / N / ?
4. Gruppen vor Behandlung vergleichbar			J / N / ?
5. Verblindete Patienten	247	3. Spalte	J / N / ?
6. Verblindete Therapeuten			J / N / ?
7. Verblindete Messungen	250	1. Spalte	J / N / ?
8. Nachkontrolle bei 85% der Patienten	250	1. Spalte	J / N / ?
9. Intention-to-treat Analyse	251	1. Spalte	J / N / ?
10. Analyse: Vergleich zwischen Gruppen	251	Tabelle 2	J / N / ?
11. Zentrale Werte und Streuung	251	Tabelle 2	J / N / ?

PEDro-Score

4/10 Punkte

**Methodologische Qualität
nach PEDro-Kriterien für (randomisierte) kontrollierte Studien**

Autor: Hale, Hertel & Olmsted-Kramer

Jahr: 2007

	Seite	Spalte	Erfüllt
1. Zulassungskriterien (nicht Teil des Totalskore)	304	3. Spalte	J / N / ?
2. Randomisierung	304	3. Spalte	J / N / ?
3. Unabhängige (verblindete) Randomisierung			J / N / ?
4. Gruppen vor Behandlung vergleichbar	307	1. Spalte	J / N / ?
5. Verblindete Patienten			J / N / ?
6. Verblindete Therapeuten			J / N / ?
7. Verblindete Messungen			J / N / ?
8. Nachkontrolle bei 85% der Patienten	305	Figure	J / N / ?
9. Intention-to-treat Analyse	307	1. Spalte	J / N / ?
10. Analyse: Vergleich zwischen Gruppen	306	3. Spalte	J / N / ?
11. Zentrale Werte und Streuung	308	Tabelle 3	J / N / ?

PEDro-Score

5/10 Punkte

**Methodologische Qualität
nach PEDro-Kriterien für (randomisierte) kontrollierte Studien**

Autor: McKeon, Ingersoll, Kerrigan, Saliba, Bennett & Hertel

Jahr: 2008

	Seite	Spalte	Erfüllt
1. Zulassungskriterien (nicht Teil des Totalskore)	1811	2. Spalte	J / N / ?
2. Randomisierung	1811	2. Spalte	J / N / ?
3. Unabhängige (verblindete) Randomisierung	1811	2. Spalte	J / N / ?
4. Gruppen vor Behandlung vergleichbar	1811		J / N / ?
5. Verblindete Patienten			J / N / ?
6. Verblindete Therapeuten			J / N / ?
7. Verblindete Messungen			J / N / ?
8. Nachkontrolle bei 85% der Patienten			J / N / ?
9. Intention-to-treat Analyse			J / N / ?
10. Analyse: Vergleich zwischen Gruppen	1813	1. Spalte	J / N / ?
11. Zentrale Werte und Streuung	1813	2. Spalte	J / N / ?
		PEDro-Skore	4/10 Punkte

11.3 Formulare von Law et al. (1998)

DESIGN	Beschreiben Sie das Studiendesign. Entsprech das Design der Studienfrage (z.B. im Hinblick auf den Wissensstand zur betreffenden Frage, auf Ergebnisse (Outcomes), auf ethische Aspekte)?
Randomisierte kontrollierte Studie (RCT) ✓	
Kohortenstudie	Diese Studie ist ein RCT. 20 Probanden wurden in die folgenden drei Gruppen randomisiert: Dura-Disc-Trainingsgruppe (DT), Minitrampolin-Trainingsgruppe (MT) und eine Kontrollgruppe. Die DT und MT Gruppen durchliefen ein sechswöchiges Balancetraining.
Einzelfall-Design	
Vorher-Nachher-Design	
Fall-Kontroll-Studie	→Das Design entsprach der Studienfrage, da das RCT das beste Studien-Design ist um den Therapie-Effekt zu untersuchen.
Querschnittsstudie	Spezifizieren Sie alle systematischen Fehler (Verzerrungen, bias), die vielleicht aufgetreten sein könnten, und in welche Richtung sie die Ergebnisse beeinflussen.
Fallstudie	Die Zulassungskriterien wurden sehr ungenau beschrieben. Es wird in der Studie nicht erwähnt, ob eine verborgene Zuordnung zu den verschiedenen Gruppen erfolgte. Die Gruppen waren sich bezüglich den wichtigsten prognostischen Faktoren zu Beginn nicht ähnlich (Alter, Grösse, Gewicht wurde angegeben → diese Faktoren sind aber nicht relevant). Der Schweregrad des zu behandelnden Zustandes wurde nur ungenau angegeben bzw. gar nicht gemessen (→ eine Verstauchung in den letzten zwei Jahren) Die Eingangsmessungen der Postural Sway sind nicht vergleichbar. Die Probanden waren nicht verblindet. Die Testpersonen wussten, ob sie sich in der Trainingsgruppe oder in der Kontrollgruppe (ohne Training) befanden. Es war in dieser Studie nicht zu umgehen.

Formular zur kritischen Besprechung quantitativer Studien	
© Law, M., Stewart, D., Pollock, N., Leits, L., Bosch, J. und Westmorland, M., 1998 McMaster-Universität	
Titel: „Effect of Six Weeks of Dura Disc And Mini-Trampoline Balance Training on Postural Sway in Athletes With Functional Ankle Instability“ Kidgell, Horvath, Jackson, Seymour (2007)	
ZWECK DER STUDIE	Skizzieren Sie den Zweck der Studie. Inwiefern bezieht sich die Studie auf Ihre Forschungsfrage?
Wurde der Zweck klar angegeben? Ja ✓ nein	Der Zweck dieser Studie war es, den Effekt eines sechswöchigen Balancetrainings auf der Dura Disc und dem Minitrampolin auf die Postural Sway zu untersuchen und zu vergleichen.
LITERATUR	Geben Sie an, wie die Notwendigkeit der Studie gerechtfertigt wurde.
Wurde die relevante Hintergrund-Literatur gesichtet? ja ✓ nein	Nach einem LDT ist es wichtig das neuromuskuläre System zu rehabilitieren. Aktuell sind Balanceaktivitäten auf labilen Unterlagen (wie z. B. auf der Dura Disc oder dem Minitrampolin) die bekanntesten Methoden dazu. Diese Hilfsmittel sind sehr integrativ und fordernd für das neuromuskuläre System. Beide Hilfsmittel werden häufig in der Praxis gebraucht, da sie preisgünstig, einfach zu gebrauchen, gut zu transportieren und einfach aufzustellen sind. Viele Studien haben die Wirksamkeit eines Dura Disc Trainings untersucht und zeigten eine verbesserte Balance und Kontrolle des Sprunggelenkes. Keine dieser Studien hat den Effekt eines Balancetrainings auf einem Minitrampolin untersucht, obwohl diese Trainingsmethode fast so oft wie das Dura Disc Training empfohlen wird.

<p>Die Therapeuten waren nicht verblindet. Da zwei Gruppen eine Intervention erhielten, wussten die Therapeuten welche Gruppe sie betreuten.</p> <p>Es wird nicht erwähnt, ob die Untersucher verblindet waren.</p> <p>Es wird nicht erwähnt, wie viele Probanden bezüglich den zentralen Outcomes getestet wurden.</p> <p>Es wird nicht erwähnt, dass eine Intention-to-treat Analyse durchgeführt wurde. Ebenfalls kommt auch nicht explizit zum Ausdruck, dass alle Probanden die Behandlungen und Kontrollanwendungen wie geplant erhalten haben.</p>	<p>→ Schwach repräsentierende Stichprobe. Obwohl die Studie junge (18-35 jährige), wahrscheinlich sportlich aktive Personen rekrutierte (wird nicht genau beschrieben), ist die Stichprobe nur schwach repräsentierend. Die Testpersonen erlitten nur ein LDT, was nicht der Symptomatik der CAI entspricht.</p> <p>Beschreiben Sie die Ethik-Verfahren. Wurde wohlinformierte Zustimmung eingeholt?</p> <p>Ja.</p>
<p>STICHPROBE</p> <p>N= 20</p> <p>Wurde die Stichprobe detailliert beschrieben?</p> <p>ja nein ✓</p> <p>Wurde die Stichprobengröße begründet?</p> <p>ja nein ✓ entfällt</p>	<p>Ergebnisse (Outcomes)</p> <p>Waren die Outcome Messungen zuverlässig (reliabel)?</p> <p>ja ✓ nein nicht angegeben</p> <p>Waren die Outcome Messungen gültig (valide)?</p> <p>ja nein nicht angegeben ✓</p> <p>MASSNAHMEN</p> <p>Wurden die Maßnahmen detailliert beschrieben?</p> <p>ja nein ✓</p>
<p>Stichprobenauswahl (wer, Merkmale, wie viele, wie wurde die Stichprobe zusammengestellt?). Bei mehr als einer Gruppe: Waren die Gruppen ähnlich? Repräsentierende Stichprobe?</p> <p>Es wurden 20 freiwillige Erwachsene zwischen 18 und 35 Jahren von der Universität, der Freizeitsportclubs und der Polizei in die Studie eingeschlossen (11 Männer, 9 Frauen).</p> <p>Die Testpersonen mussten ein LDT in den letzten zwei Jahren erlitten haben. Personen mit akuten Symptomen, systemischen Erkrankungen (z.B. Diabetes etc.), einem medialen oder keinem Distorsionstrauma wurden ausgeschlossen.</p> <p>Die DT-Gruppe bestand aus 3 Männer und 4 Frauen (n=7), die MT-Gruppe aus 4 Männer und 2 Frauen (n=6), die Kontrollgruppe aus 4 Männer und 3 Frauen (n=7).</p> <p>Die Gruppen waren sich bezüglich den wichtigsten prognostischen Faktoren zu Beginn nicht ähnlich (Alter, Grösse, Gewicht wurde angegeben → sind aber nicht relevant). Der Schweregrad des zu behandelnden Zustandes wurde nicht quantifiziert. Die Basismessungen der Postural Sway zeigten klare Unterschiede.</p>	<p>Geben Sie an, wie oft Outcome Messungen durchgeführt wurden (also vorher, nachher, bei Nachbeobachtung(pre-, post- follow up)).</p> <p>Es wurden vor und nach den sechs Wochen jeweils in allen drei Gruppen Outcome-Messungen (Pre- und Posttest) durchgeführt. Es wurde kein weiteres Follow-up durchgeführt.</p> <p>Die Reliabilitätsanalyse der Outcome-Messung zeigte, dass die Messung des Maximums des m-I Sway am meisten reliabel war. Demnach wurden zwar a-p und m-I Sway des COP gemessen, für den weiteren Untersuchung brauchte die Studie jedoch nur die m-I Messungen.</p> <p>Outcome Bereiche (z.B. Selbstversorgung, Freizeit)</p> <p>Listen Sie die verwendeten Produktivität, Messungen auf</p> <p>Balance bzw. Postural Sway TTD (total-travel-distance) des COP in a-p und m-I Richtung</p> <p>Beschreiben Sie kurz die Maßnahmen (Schwerpunkt, wer führte sie aus, wie oft, in welchem Rahmen). Könnten die Maßnahmen in der Praxis wiederholt werden?</p> <p>Die zwei Trainingsgruppen (DT, MT) führten während 6 Wochen 3x/Woche ein progressives Trainingsprogramm aus, welches zunehmend die Anforderungen an das neuromuskuläre System erhöhte.</p>

<p>nicht angegeben</p> <p>Wurde Kontaminierung vermieden?</p> <p>ja nein nicht angegeben ✓ entfällt</p> <p>Wurden gleichzeitige weitere Maßnahmen (Ko-Intervention) vermieden?</p> <p>ja ✓ nein nicht angegeben entfällt</p>	<p>Die Übungen wurden in der geschlossenen Kette ausgeführt während die Probanden entweder auf der Dura Disc (DT-Gruppe) oder dem Minitrampolin (MT-Gruppe) standen. Die Probanden führten folgende Übungen durch:</p> <ul style="list-style-type: none"> - statische Balanceaufgabe - a-p Tilt (in Richtung Plantarflexion, und Dorsalexension) - m-l Tilt (kontrollierte Inversion und Eversion) <p>Während der ersten und zweiten Woche trainierten die Testpersonen die statische Balanceübung für 3x 30sec, 3x 6Wdhl a-p Tilt und 3x 6Wdhl m-l Tilt.</p> <p>Während der dritten und vierten Woche die statische Balanceübung für 3x 60sec, 4x 10Wdhl a-p und m-l Tilt</p> <p>Während der fünften und sechsten Woche die statische Balanceübung für 3x 30sec mit geschlossenen Augen und 3x 6 Wdhl a-p und m-l Tilt (auch mit geschlossenen Augen).</p> <p>Die Kontrollgruppe erhielt kein spezifisches Balancetraining und besuchte auch kein externes Fussrehabilitations- oder Corestability-Training. Sie setzte während dieser Zeit ihre Alltagsaktivitäten auf demselben Niveau fort wie vor dem Studienbeginn.</p> <p>→ Das Balancetrainingsprogramm wurde nicht ausführlich beschrieben. Es ist nicht klar, ob die Übungen ein oder zweibeinig durchgeführt wurden, ob zwischen den Serien und Übungen Pausen gemacht wurden und wo, dass die Probanden trainierten (Labor oder zu Hause) bzw. ob sie Supervision hatten. Die Übungen sind limitiert umsetzbar.</p>	<p>entfällt nicht angegeben</p> <p>War(en) die Analysemethode(n) geeignet?</p> <p>ja ✓ nein nicht angegeben</p>	<p>zwischen Pre- und Posttest.</p> <p>In der DT- und MT- Gruppe zeigten sich signifikante Veränderungen des Postural Sway von Pre- zu Posttest ($p=0.003$). Ebenfalls verzeichnete die Studie eine signifikante Interaktion und Zeiteffekte ($p=0.003$), was laut der Studie darauf hindeutete, dass es einen Unterschied im „Sway path“ zwischen den Pre- und Posttest Bedingungen und der Trainingsgruppe gegeben hat.</p> <p>Es gab keinen Behandlungseffekt, dass heisst es wurde kein signifikanter Unterschied zwischen den Trainingsgruppen (DT oder MT) und somit kein Unterschied der Postural Sway verzeichnet ($p=0.193$). Obwohl diese Unterschiede statistisch nicht signifikant waren, zeigte sich ein Trend unter den Messungen, welcher einen Unterschied zwischen der DT- und MT-Gruppe aufzeigte und darauf hinwies, dass die MT-Gruppe grössere Verbesserungen in der statischen Balance erreichte, als die DT-Gruppe.</p>
<p>ERGEBNISSE</p> <p>Wurde die statistische Signifikanz der Ergebnisse angegeben?</p> <p>Ja ✓ nein</p>	<p>Welches waren die Ergebnisse? Waren sie statistisch signifikant (d.h. $p < 0.05$)? Falls nicht statistisch signifikant: War die Studie groß genug, um einen eventuell auftretenden wichtigen Unterschied anzuzeigen? Falls es um viele Ergebnisse ging: Wurde dies bei der statistischen Analyse berücksichtigt?</p> <p>Die Messungen der TTD des COP in der m-l Richtung der Kontrollgruppe zeigten keine signifikanten Veränderungen</p>	<p>Wurde die klinische Bedeutung angegeben?</p> <p>ja nein ✓ nicht angegeben</p> <p>Wurden Fälle von Ausscheiden aus der Studie angegeben?</p> <p>ja nein ✓</p>	<p>Weiches war die klinische Bedeutung der Ergebnisse? Waren die Unterschiede zwischen Gruppen (falls es Gruppen gab) klinisch von Bedeutung?</p> <p>Laut den Autoren der Studie ist die signifikante Veränderung der Postural Sway in der MT-Gruppe von bedeutsamer Wichtigkeit, da bis jetzt keine andere Studie solche Veränderungen aufzeigen konnte. Diese Erkenntnisse unterstützen frühere unbestätigte Empfehlungen, welche den Gebrauch des Minitrampolins für die Rehabilitation von LDTs empfehlen.</p> <p>Schieden Teilnehmer aus der Studie aus? Warum? (Wurden Gründe angegeben, und wurden Fälle von Ausscheiden angemessen gehandhabt?)</p> <p>Es werden in der Studie keine Angaben dazu gemacht.</p>

<p>SCHLUSSFOLGERUNGEN UND KLINISCHE IMPLIKATIONEN</p> <p>Waren die Schlussfolgerungen angemessen im Hinblick auf Methoden und Ergebnisse der Studie?</p> <p>ja nein ✓</p>	<p>Zu welchem Schluss kam die Studie? Welche Implikationen haben die Ergebnisse für die Praxis? Welches waren die hauptsächlichsten Begrenzungen oder systematischen Fehler der Studie?</p> <p>Die Hauptkenntnisse dieser Studie sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ein sechswöchiges Balancetrainingsprogramm verbessert den Postural sway bei Personen mit einer funktionellen Fussgelenksinstabilität. - Ein Balancetraining auf dem Minitrampolin ist genau so effektiv wie das Balancetraining auf einer Dura Disc. <p>Limitationen: Die Stichprobengröße war sehr klein. (Weiter Limitationen siehe Abschnitt Design)</p> <p>Praxis: Diese Studie zeigte, dass ein sechswöchiges Balancetraining auf einer Dura Disc oder dem Minitrampolin effektiv ist um die PK bei Personen mit einer funktionellen Fussgelenksinstabilität zu verbessern. Zur Ausführung des Trainings sollen während sechs Wochen 3x/ Woche entweder auf der Dura Disc oder dem Minitrampolin die folgenden Übungen progressiv ausgeführt werden: Training der statischen Balance mit offenen und geschlossenen Augen, kontrollierte a-p und m-l Tilts ebenfalls mit offenen oder geschlossenen Augen.</p>
--	--

Formular zur kritischen Besprechung quantitativer Studien	
© Law, M., Stewart, D., Pollock, N., Letts, L., Bosch, J. und Westmorland, M., 1998 McMaster-Universität	
Titel: „Effects of a 4-Week Exercise Program on Balance Using Elastic Tubing as a Perturbation Force for Individuals With a History of Ankle Sprains“ Han, Ricard, Fellingham (2009)	
ZWECK DER STUDIE	Skizzieren Sie den Zweck der Studie. Inwiefern bezieht sich die Studie auf Ihre Forschungsfrage?
Wurde der Zweck klar angegeben? Ja ✓ nein	Der Zweck dieser Studie war es, den Effekt eines vierwöchigen Trainingsprogramms gegen elastischen Widerstand auf die Balance bei Personen mit und ohne einer Vorgeschichte von LTDs zu untersuchen.
LITERATUR	Geben Sie an, wie die Notwendigkeit der Studie gerechtfertigt wurde.
Wurde die relevante Hintergrund- Literatur gesichtet? ja ✓ nein	Elastische Tubes und Bänder werden für therapeutische Übungsprogramme häufig verwendet. Physiotherapeuten verwenden elastische Tubebungen oft in Kombination mit anderen Rehabilitationsübungen, um die Sprunggelenkskraft und Balance bei Patienten mit wiederkehrenden Verstauchungen zu fördern.
DESIGN	Beschreiben Sie das Studiendesign. Entsprechend das Design der Studienfrage (z.B. im Hinblick auf den Wissensstand zur betreffenden Frage, auf Ergebnisse (outcomes), auf ethische Aspekte)?
Randomisierte kontrollierte Studie (RCT) ✓	Diese Studie ist ein RCT. Die CAI-Testpersonen (n=20, 10 Männer, 10 Frauen) wurden in zwei Gruppen randomisiert: Die CAI-Trainingsgruppe und CAI-Kontrollgruppe. Ebenfalls wurden die gesunden Probanden (n=20, 10 Männer, 10 Frauen) in 2 Gruppen randomisiert: Die Healthy-Trainingsgruppe und
Kohortenstudie	
Einzelfall-Design	
Vorher-Nachher-Design	

Fall-Kontroll-Studie	Healthy-Kontrollgruppe. Es ergab somit vier Gruppen mit je 10 Personen und jeweils gleich vielen Frauen und Männern (5 Männer, 5 Frauen)
Querschnittsstudie	
Fallstudie	→ Das Design entsprach der Studienfrage, weil ein RCT das beste Studien-Design ist um den Therapie-Effekt zu untersuchen. Spezifizieren Sie alle systematischen Fehler (Verzerrungen, bias), die vielleicht aufgetreten sein könnten, und in welche Richtung sie die Ergebnisse beeinflussen. Es wurden nur vage Einschlusskriterien formuliert. Der Einschlussprozess wurde nicht beschrieben. Es wird nicht erwähnt, wie die Randomisierung erfolgte. Deshalb kann nicht von einer verborgenen Randomisierung ausgegangen werden. Die Gruppen waren sich bezüglich den wichtigsten prognostischen Faktoren zu Beginn nicht ähnlich. Es wurden Eingangsmessungen vollzogen. Es wurde jedoch kein Schweregrad des zu behandelnden Zustandes der Probanden festgehalten. Die Probanden waren nicht verblindet. Die Testpersonen wussten, ob sie sich in der CAI- respektive Healthy- Trainingsgruppe oder in der CAI- respektive Healthy- Kontrollgruppe (ohne Training) befanden. Es war in dieser Studie nicht zu umgehen. Die Therapeuten waren nicht verblindet. Da nur die Trainingsgruppen die Intervention erhielten, wusste der Therapeut welche Gruppen er behandelte. Es wird nicht erwähnt, ob die Untersucher verblindet waren. Es wird nicht erwähnt, dass eine Intention-to-treat Analyse durchgeführt wurden. Ebenfalls kommt auch nicht explizit zum Ausdruck, dass alle Probanden die Behandlungen oder

<p>STICHPROBE</p>	<p>Kontrollanwendungen wie geplant erhalten haben.</p>		<p>nach weiteren vier Wochen ein Follow-up durchgeführt.</p>
<p>N= 40</p>	<p>Stichprobenauswahl (wer, Merkmale, wie viele, wie wurde die Stichprobe zusammengestellt?). Bei mehr als einer Gruppe: Waren die Gruppen ähnlich? Repräsentierende Stichprobe?</p>	<p>(reliabel)? ja <input checked="" type="checkbox"/> TTD des COP nein nicht angegeben</p>	<p>Outcome Bereiche (z.B. Selbstversorgung, Freizeit) Listen Sie die verwendeten Produktivität, Messungen auf</p>
<p>Wurde die Stichprobe detailliert beschrieben?</p>	<p>Es wurden 40 Personen (20 Männer, 20 Frauen) in diese Studie eingeschlossen.</p>	<p>Waren die Outcome Messungen gültig (valide)?</p>	<p>- Balance - TTD (total travel distance) des COP</p>
<p>ja nein <input checked="" type="checkbox"/> entfällt</p>	<p>Die Hälfte der Testpersonen (10 Männer, 10 Frauen) erlitten ein oder mehr LTDs innerhalb der letzten 12 Monate oder zwei und mehr Verstauchungen innerhalb der letzten 36 Monate. Zu Beginn dieser Studie durften keine sichtbare Schwellung und keine Schmerzen vorhanden sein.</p>	<p>ja nein nicht angegeben <input checked="" type="checkbox"/></p>	
<p>Wurde die Stichprobengröße begründet?</p>	<p>Weitere 20 Personen (10 Männer, 10 Frauen), welche kein LTD während den letzten 36 Monaten erlitten haben, wurden als gesunde Probanden rekrutiert.</p>	<p>MASSNAHMEN</p>	<p>Beschreiben Sie kurz die Maßnahmen (Schwerpunkt, wer führte sie aus, wie oft, in welchem Rahmen). Könnten die Maßnahmen in der Praxis wiederholt werden?</p>
<p>ja nein <input checked="" type="checkbox"/> entfällt</p>	<p>Die Gruppen waren sich bezüglich den wichtigsten prognostischen Faktoren zu Beginn nicht ähnlich.</p>	<p>Wurden die Maßnahmen detailliert beschrieben?</p>	<p>Die Probanden führten Widerstandsübungen mit der strengsten Theraband Tube aus (Eigenschaften des „elastic tubing“ wird genau beschrieben).</p>
	<p>→ schwach repräsentierende Stichprobe. Die Probanden erlitten zwar mindestens ein LDT innerhalb der letzten 12 Monate bzw. zwei oder mehrere LDTs innerhalb 36 Monaten. Es wird aber nicht erwähnt, wie aktiv die Testpersonen waren und ob sie persistierende Instabilitäten sowie Einschränkungen in der Funktion aufwiesen.</p>	<p>ja <input checked="" type="checkbox"/> nein nicht angegeben</p>	<p>Die Theraband-Tubebungen beinhalteten für die Trainingsgruppe vier unterschiedliche Übungen: front pull, back pull, crossover, und reverse crossover.</p>
	<p>Beschreiben Sie die Ethik-Verfahren. Wurde wohlinformierte Zustimmung eingeholt?</p>	<p>Wurde Kontaminierung vermieden?</p>	<p>Die Testpersonen der Trainingsgruppe trainierten 3x/Woche diese Übungen. Jede Übung bestand aus 3 Serien mit je 15 Wiederholungen. Zwischen jeder Serie machten die Personen 30sec Pause, zwischen den Übungen jeweils 2min.</p>
	<p>Ja.</p>	<p>ja nein nicht angegeben <input checked="" type="checkbox"/> entfällt</p>	<p>Die CAI-Trainingsgruppe trainierte mit dem betroffenen Bein als Standbein, bei der Healthy-Trainingsgruppe wurde das Standbein randomisiert ausgewählt. Der andere Fuss befand sich am Ende der Theraband Tube, um es gegen den Widerstand ziehen zu können. Die Spannung der Theraband Tube wurde für die Übungen, anhand von verschiedenen prozentualen Anteilen des Körpergewichts, berechnet und am Boden eingezeichnet: 16% (erste Woche), 18% (zweite Woche), 20% (dritte Woche) und 22% (vierte Woche).</p>
<p>Ergebnisse (Outcomes)</p>	<p>Geben Sie an, wie oft Outcome Messungen durchgeführt wurden (also vorher, nachher, bei Nachbeobachtung(pre-, post- follow up)).</p>	<p>Wurden gleichzeitige weitere Maßnahmen (Ko-Intervention) vermieden?</p>	
<p>Waren die Outcome Messungen zuverlässig</p>	<p>Es wurden vor und nach vier Wochen in allen vier Gruppen Outcome-Messungen (Pre- und Posttest) durchgeführt. Es wurde</p>	<p>ja nein nicht angegeben <input checked="" type="checkbox"/> entfällt</p>	

	<p>→ Die vier Übungen gegen Widerstand wurden bezüglich dem Übungsmaterial, der Dosierung, der Ausführung und den wöchentlichen Progressionen (%) relativ ausführlich beschrieben. Es wird leider nicht genau erwähnt, wie weit (Zielpunkt oder Distanz) die Probanden gegen Widerstand ziehen mussten.</p> <p>Die Übungen sind in der Praxis anwendbar.</p> <p>Es wird nicht beschrieben, welche Aktivitäten die Kontrollgruppen (CAI und Healthy) während dieser Zeit (auf welchem Level) ausführen.</p>	<p>Verbesserung der Balance nach Trainingsstopp vier Wochen lang angehalten hat.</p> <p>Welches war die klinische Bedeutung der Ergebnisse? Waren die Unterschiede zwischen Gruppen (falls es Gruppen gab) klinisch von Bedeutung?</p> <p>Das Resultat dieser Studie zeigt, dass Übungen gegen elastischen Widerstand die Balance bei Personen mit und ohne einer Vorgeschichte von LDTs verbessern können (gemessen anhand einer Abnahme der TTD des COP von 11.1cm; 95% Konfidenzintervall -14.0 bis -8.2cm).</p>
<p>ERGEBNISSE</p> <p>Wurde die statistische Signifikanz der Ergebnisse angegeben?</p> <p>Ja ✓ nein entfällt nicht angegeben</p> <p>War(en) die Analyse methode(n) geeignet?</p> <p>ja ✓ nein nicht angegeben</p>	<p>Welches waren die Ergebnisse? Waren sie statistisch signifikant (d.h. $p < 0.05$)? Falls nicht statistisch signifikant: War die Studie groß genug, um einen eventuell auftretenden wichtigen Unterschied anzuzeigen? Falls es um viele Ergebnisse ging: Wurde dies bei der statistischen Analyse berücksichtigt?</p> <p>In dieser Studie gab es keine Interaktionen für die TTD zwischen der Behandlung, der Vorgeschichte von Verstauchungen und dem Geschlecht.</p> <p>Das vierwöchige Trainingsprogramm gegen elastischen Widerstand zeigte eine signifikante Verbesserung der Balance in den Übungsgruppen (mit und ohne CAI) im Vergleich zu den beiden Kontrollgruppen ($t=-5.51$; $p < 0.001$). Ebenfalls wurde eine signifikante Verbesserung der Balance in den CAI-Gruppen im Vergleich zu den gesunden Gruppen verzeichnet ($t=-2.76$ $p < 0.01$). Die Personen der Übungsgruppen (mit und ohne vorhergehende Geschichte von LDTs) verbesserten ihre Balance, welches sich anhand der Abnahme der TTD des COP von -11.1cm und einem 95% Konfidenzintervall -14.0 bis -8.2cm zeigte. Personen der Kontrollgruppen (mit und ohne Vorgeschichte von Verstauchungen) zeigten keine Veränderungen der Balance. Es wurden keine Unterschiede oder Veränderungen der Balance zwischen den Gruppen im Follow-up-Test (weitere vier Wochen) festgestellt. Es kann davon ausgegangen werden, dass die</p>	<p>Wurde die klinische Bedeutung angegeben?</p> <p>ja ✓ nein nicht angegeben</p> <p>Wurden Fälle von Ausscheiden aus der Studie angegeben?</p> <p>ja ✓ nein</p> <p>Schieden Teilnehmer aus der Studie aus? Warum? (Wurden Gründe angegeben, und wurden Fälle von Ausscheiden angemessen gehandhabt?)</p> <p>Es schieden insgesamt fünf Personen aus. Es wird nicht erwähnt, dass diese Personen eine Intention-to-treat Analyse erhalten haben. Die Autoren der Studie erwähnen, dass aufgrund ihrem Linear-mixed-Model, welches sie zur Analyse der Daten verwendeten, die fehlenden Daten effektiv abgehandelt werden und somit auch die Daten der fünf Personen beibehalten wurden.</p> <p>Schlussfolgerungen und klinische Implikationen</p> <p>Waren die Schlussfolgerungen angemessen im Hinblick auf Methoden und Ergebnisse der Studie?</p> <p>ja ✓ nein</p>

3x/Woche, in vier Richtungen ausgeführt (front pull, back pull, crossover und reverse crossover). Die Verbesserungen der Balance wurden auch weitere vier Wochen nach dem Trainingsstopp beibehalten. Die Studie kann jedoch keine Aussage darüber machen, ob anhand dieser Rehabilitationsübungen die funktionelle Instabilität reduziert wird und zu einer Reduktion von wiederkehrenden LDTs führt.

Die CAI Gruppen (Training, Kontroll) verbesserten ihre Balance um 8.2cm, die gesunde Gruppe nur um 2.4 cm. Die Verbesserungen der CAI-Kontrollgruppe kann möglicherweise auf einen „short-term recovery effect“, welcher mit und ohne Training auftreten kann, zurück geschlossen werden. Es wurde keine signifikante Interaktion zwischen der Zeit (Pre- und Posttest), Vorgeschichte von LDTs (CAI und Gesund) und Behandlung (Trainings- und Kontrollgruppe) gefunden. Es braucht weitere Studien, um sagen zu können, ob die Verbesserungen der Balance der CAI-Kontrollgruppen das Resultat einer „short-term recovery“ oder ein Lerneffekt (wegen der wiederholten Tests) ist. Ebenfalls empfiehlt der Autor weitere Untersuchungen von intensiveren und längeren Trainingsprogrammen.

Weitere Limitationen siehe Abschnitt Design.

Zukunft:
Es ist möglich, dass aufgrund der verursachten Störung durch den Widerstand ein neural betonter Trainingseffekt entstand. Laut dem Studienautor sollte in Zukunft mehr über den zu Grunde liegende Trainingsmechanismus (beim elastischen Widerstandstraining) entsteht geforscht werden. Es sollten während den Übungen die Gelenkstellungen und die Muskelaktivierung gemessen werden. Der Studienautor empfiehlt weitere RCTs durchzuführen, die den Effekt eines Trainings mit elastischem Widerstand bezüglich der Wiederverletzungsrate von LDTs untersuchen.

Praxis:
Übung gegen elastischen Widerstand sollten als Behandlungsmöglichkeit in der Praxis sowie als Heimprogramm

in Erwägung gezogen werden. Diese Übungen sind einfach auszuführen und können jederzeit an den Patienten angepasst werden.

Formular zur kritischen Besprechung quantitativer Studien	
© Law, M., Stewart, D., Pollock, N., Letts, L., Bosch, J. und Westmorland, M., 1998 McMaster-Universität	
Titel: „The Effect of a 4-Week Comprehensive Rehabilitation Program on Postural Control and Lower Extremity Function in Individuals With Chronic Ankle Instability“ Hale, Hertel, Olmsted-Kramer (2007)	
ZWECK DER STUDIE	Skizzieren Sie den Zweck der Studie. Inwiefern bezieht sich die Studie auf Ihre Forschungsfrage?
Wurde der Zweck klar angegeben? Ja <input checked="" type="checkbox"/> nein	Der Zweck dieser Studie war es, die Effektivität eines vierwöchigen umfassenden Rehabilitationsprogramm, bei welchem die ROM, die Aktivität der Muskulatur und die neuromuskuläre Kontrolle trainiert werden, zu untersuchen. Zusätzlich möchten die Studien den Effekt aufzeigen, den das Programm auf die PK und die Funktion der unteren Extremität bei einer CAI hat.
LITERATUR	Geben Sie an, wie die Notwendigkeit der Studie gerechtfertigt wurde.
Wurde die relevante Hintergrund-Literatur gesichtet? ja <input checked="" type="checkbox"/> nein	Viele Behandlungen, die in der Literatur erwähnt werden, untersuchen die Wirksamkeit einer spezifischen Behandlungsstrategie (z.B. ein isoliertes Balancetraining oder eine isolierte Kräftigung). Aufgrund der multifaktoriellen Pathologie der CAI ist ein Behandlungsansatz, der eine Kombination von Dehnen, Kräftigung, Balancetraining und funktionellem Training umfasst möglicherweise effektiver, um die Funktion der unteren Extremität zu verbessern und als Prävention von wiederkehrenden LDTs zu wirken. Ebenfalls wurden viele Outcomes auf dem Niveau der Beeinträchtigungen gemessen. Es ist jedoch ebenso wichtig, dass die funktionellen Limitationen und Unfähigkeiten gemessen werden.

DESIGN	Beschreiben Sie das Studiendesign. Entsprechend dem Design der Studienfrage (z.B. im Hinblick auf den Wissensstand zur betreffenden Frage, auf Ergebnisse (outcomes), auf ethische Aspekte)?
Randomisierte kontrollierte Studie (RCT) <input checked="" type="checkbox"/>	Diese Studie ist ein RCT. Die Testpersonen wurden in zwei CAI-Gruppen randomisiert: Die CAI-Rehabilitations- und CAI-Kontrollgruppe. Zusätzlich wurden die gesunden Testpersonen in eine Healthy-Gruppe eingeteilt.
Kohortenstudie	Das Design entsprach der Studienfrage, weil ein RCT das beste Studien-Design ist, um den Therapie-Effekt zu untersuchen.
Einzelfall-Design	Spezifizieren Sie alle systematischen Fehler (Verzerrungen, bias), die vielleicht aufgetreten sein könnten, und in welche Richtung sie die Ergebnisse beeinflussen.
Vorher-Nachher-Design	Es wird in der Studie nicht erwähnt, ob eine verborgene Zuordnung zu den verschiedenen Gruppen erfolgte.
Fall-Kontroll-Studie	Die Probanden waren nicht verblindet. Die Testpersonen wussten, ob sie sich in der Trainingsgruppe oder in der Kontrollgruppe (ohne Training) befanden. Es war in dieser Studie nicht zu umgehen.
Querschnittsstudie	Die Therapeuten waren nicht verblindet. Da nur eine Gruppe die Intervention erhielt, wusste der Therapeut welche Gruppe er behandelte.
Fallstudie	Es wird nicht erwähnt, ob die Untersucher verblindet waren. Es wird erwähnt, dass eine Intention-to-treat-Analyse durchgeführt wurde.
STICHPROBE	Stichprobenauswahl (wer, Merkmale, wie viele, wie wurde die Stichprobe zusammengestellt?). Bei mehr als einer Gruppe: Waren die Gruppen ähnlich? Repräsentierende Stichprobe?
N= 48	48 Personen (28 Frauen, 20 Männer), davon 29 Personen mit

<p>Wurde die Stichprobe detailliert beschrieben?</p> <p>ja nein ✓</p> <p>Wurde die Stichprobengröße begründet?</p> <p>ja nein ✓ entfällt</p>	<p>einer CAI und 19 Gesunde wurden in die Studie eingeschlossen. Die Personen waren in der Freizeit sportlich aktiv, studieren an einer Universität und machten freiwillig in dieser Studie mit. Das Alter der Personen befindet sich ungefähr zwischen 18-25 Jahren.</p> <p>Die CAI-Rehabgruppe bestand aus 10 Frauen und 6 Männer (n=16), die CAI-Kontrollgruppe aus 9 Frauen und 4 Männer (n=13). Es wurde separat eine Gruppe mit gesunden Testpersonen, die Healthy-Gruppe, aus 9 Frauen und 10 Männer (n=19) gebildet.</p> <p>Die CAI-Probanden füllten einen Fragebogen bezüglich ihren aktuellen Symptomen aus. Bei unklaren Antworten der Probanden, diskutierte und besprach der Untersucher die Antwort mit der Testperson. Die Testpersonen wurden als CAI-Patienten klassifiziert, wenn sie alle der folgenden Punkte erfüllten:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mindestens eine unilaterale Verstauchung mit Schmerzen und Hinken für mehr als ein Tag gehabt - chronische Fussgelenksschwäche, Schmerzen, oder Instabilitäten aufgrund der einmaligen Verletzung - „giving way“ des betroffenen Beines in den letzten 6 Monaten <p>Die beiden CAI-Gruppen waren sich zu Beginn in den Baseline-Messungen (FADI, FADI Sport, COPV, SEBT) und somit bezüglich den prognostischen Faktoren ähnlich.</p> <p>→ moderat bis sogar gut repräsentierende Stichprobe. Es wurde nicht genau spezifiziert, wie aktiv die jungen Probanden in der Freizeit sind (Sportarten, welches Aktivitätslevel).</p> <p>Beschreiben Sie die Ethik-Verfahren. Wurde wohlinformierte Zustimmung eingeholt?</p> <p>Ja.</p> <p>Geben Sie an, wie oft Outcome Messungen durchgeführt wurden (also vorher, nachher, bei Nachbeobachtung(pre-,</p>
<p>Waren die Outcome Messungen zuverlässig (reliabel)?</p> <p>ja nein nicht angegeben ✓</p> <p>Waren die Outcome Messungen gültig (valide)?</p> <p>ja nein nicht angegeben ✓</p> <p>MASSNAHMEN</p> <p>Wurden die Maßnahmen detailliert beschrieben?</p> <p>ja ✓ nein nicht angegeben</p> <p>Wurde Kontaminierung vermieden?</p> <p>ja nein nicht angegeben ✓ entfällt</p> <p>Wurden gleichzeitige weitere Maßnahmen (Ko-Intervention) vermieden?</p> <p>ja ✓ (keine Physiotherapie) nein</p>	<p>post- follow up).</p> <p>Es wurden vor und nach vier Wochen in allen drei Gruppen die Outcome-Messungen (Pre-, Posttest) durchgeführt. Es wurde kein weiteres Follow up durchgeführt</p> <p>Outcome Bereiche (z.B. Selbstversorgung, Freizeit)</p> <p>Listen Sie die verwendeten Produktivität, Messungen auf</p> <p>- PK - Subjektive Funktionsfähigkeit - COPV, SEBT - FADI Skala - FADI Sport Skala</p> <p>Beschreiben Sie kurz die Maßnahmen (Schwerpunkt, wer führte sie aus, wie oft, in welchem Rahmen). Könnten die Maßnahmen in der Praxis wiederholt werden?</p> <p>Das vierwöchige Rehabilitationsprogramm bestand aus sechs Besuchen im Labor unter Supervision. In den ersten zwei Wochen besuchten die Probanden 2x/Woche das Labor. Während der Woche drei und vier trainierten die Testpersonen nur 1x/Woche.</p> <p>Während den Rehabilitationseinheiten trainierten die Probanden die Beweglichkeit, Kraft und Balance- und funktionelle Aktivitäten für 30min. Es war ein progressives Programm und die Personen stiegen jeweils durch die diversen Etappen auf. Ob eine Person schwierigere Übungen (Im Labor/ zu Hause) trainieren durfte, wurde durch den Therapeuten bestimmt.</p> <p>Alle therapeutischen Übungen wurden auf dem betroffenen Bein durchgeführt, mit Ausnahme von wenigen zweibein Aktivitäten</p> <p>Die CAI-Patienten führten zusätzlich selbstständig ein Teil der Übungen als Heimprogramm durch, welches Ihnen für 5x/Woche instruiert wurde. Nach Angaben aus den Tagebucheinträgen, führten sie das Heimprogramm im Durchschnitt 3.5x/ jede Woche</p>

<p>nicht angegeben entfällt</p>	<p>aus. Die CAI-Kontrollgruppe und Healthy-Gruppe setzte während dieser Zeit ihre Aktivitäten auf demselben Niveau fort wie vor dem Studienbeginn. → Angaben zur genauen Ausführung, zu den Pausen, Dosierungen der Progressionen und zum Übungsmaterial fehlen. Ebenfalls ist nicht ersichtlich, ab wann die Probanden ihre Aktivitäten steigern durften. Das Rehabilitationsprogramm wäre in der Praxis nur ansatzweise und limitiert umsetzbar.</p>	<p>SEBT: Nach dem Training zeigten sich im Zwischengruppen-Vergleich im SEBT statistisch signifikante Unterschiede der „change score“ im EBST des betroffenen Beins der CAI-Rehabilitationsgruppe im Vergleich zu den anderen zwei Gruppen in der PM- (p=0.027), PL- (p=0.01) und L- (p=0.009) Richtung. Ebenfalls wurden im Zwischengruppen-Vergleich der Durchschnittsreichweiten in alle Richtungen signifikante Unterschiede der „change score“ verzeichnet. In den <i>Post hoc</i> Tests zeigte sich, dass die CAI-Rehabgruppe grössere Verbesserungen als die CAI-Kontrollgruppe und die Healthy-Gruppe in der PM- (p= 0.013, 0.038), der PL- (p=0.011, 0.007) und der L- (p=0.018, 0.004) Richtung sowie im Durchschnitt von allen acht Reichrichtungen (p=0.019, 0.018) aufwies.</p>
<p>ERGEBNISSE</p> <p>Wurde die statistische Signifikanz der Ergebnisse angegeben? Ja ✓ (siehe Studientabelle 2-3) nein entfällt nicht angegeben</p> <p>War(en) die Analyse methode(n) geeignet? ja ✓ nein nicht angegeben</p>	<p>Welches waren die Ergebnisse? Waren sie statistisch signifikant (d.h. p < 0.05)? Falls nicht statistisch signifikant: War die Studie groß genug, um einen eventuell auftretenden wichtigen Unterschied anzuzeigen? Falls es um viele Ergebnisse ging: Wurde dies bei der statistischen Analyse berücksichtigt?</p> <p>Die Autoren dieser Studie präsentieren und diskutieren die Baseline Messungen der CAI-Probanden ausführlich. Diese Resultate werden hier nicht erwähnt, da sie nicht relevant sind für die Fragestellung dieser Arbeit.</p> <p>FADI-/ FADI-Sport-Skala: Im FADI und dem FADI-Sport wurden signifikante Zwischengruppenunterschiede in der „change score“ bei beiden Gruppen (p<0.0005) verzeichnet. Im <i>post hoc</i> Test zeigte sich, dass die CAI-Rehabilitationsgruppe grössere Verbesserungen in der Postmessung des betroffenen Beines aufwies, als die CAI-Kontrollgruppe (p=0.003 im FADI) respektive (p=0.009 im FADI Sport) die Healthy-Gruppe (p<0.0005 im FADI und FADI Sport).</p> <p>COPV: Es wurden keine signifikanten Veränderungen nach der Rehabilitation verzeichnet.</p>	<p>Wurde die klinische Bedeutung angegeben? ja nein ✓ nicht angegeben</p> <p>Welches war die klinische Bedeutung der Ergebnisse? Waren die Unterschiede zwischen Gruppen (falls es Gruppen gab) klinisch von Bedeutung?</p> <p>Der funktionelle Test (SEBT) zeigte grössere Reichweiten nach der Rehabilitation. Es wurde ein signifikanter Anstieg der Durchschnitte des SEBT für alle acht Richtungen gefunden. In einigen Richtungen wurden keine signifikanten Veränderungen verzeichnet. Ebenfalls wurde in dieser Studie eine grosse Standardabweichung gemessen. Das lässt laut den Studienautoren darauf schliessen, dass CAI extrem variieren und unterschiedlich auftreten kann und somit auch die Pathoölogie unter den Personen unterschiedlich auftreten kann.</p> <p>Der SEBT verzeichnet Verbesserungen nach der Rehabilitation und ist demnach reliabel für die Zeitspanne von vier Wochen bei Personen mit einer CAI.</p> <p>Schieden Teilnehmer aus der Studie aus? Warum? (Wurden Gründe angegeben, und wurden Fälle von Ausscheiden angemessen gehandhabt?)</p> <p>Es schieden Teilnehmer aus der Studie aus, aber es wurden</p>
	<p>Wurden Fälle von Ausscheiden aus der Studie angegeben?</p>	

	<p>klassifizieren und den verantwortlichen Mechanismus, welcher nach der Rehabilitation die Funktion der unteren Extremitäten verbessert, herauszufinden. Ebenfalls sollte diese Studie mit einer grösseren Anzahl Probanden durchgeführt werden. Es sollten in der Zukunft effektive Parameter eines Rehabilitationsprogramms identifiziert werden.</p> <p>Praxis:</p> <p>Die CAI Patienten sollen ein progressives, umfassendes Rehabilitationsprogramm hauptsächlich auf ihrem betroffenen Bein ausführen, welches mindestens vier Wochen dauert und pro Woche 1-2x eine 30 minütige Trainingseinheit, sowie 3-5x/Woche Heimübungen beinhaltet. Die Übungen (Training und Heimprogramm) trainieren folgendes: Beweglichkeit, Kraft, Balance- und funktionelle Aktivitäten.</p>
--	---

ja ✓ nein	<p>keine Gründe dafür angegeben. Es wurde für sie keine Analyse nach der Intention-to-treat Methode der zentralen Outcomes durchgeführt.</p>
SCHLUSSFOLGERUNGEN UND KLINISCHE IMPLIKATIONEN	<p>Zu welchem Schluss kam die Studie? Welche Implikationen haben die Ergebnisse für die Praxis? Welches waren die hauptsächlichsten Begrenzungen oder systematischen Fehler der Studie?</p> <p>Die Resultate der Studie zeigen, dass eine progressive umfassende Rehabilitation die Defizite der PK und der Funktion der unteren Extremitäten in ADL's und sportspezifischen Fähigkeiten minimieren kann. Im Moment ist der exakte Mechanismus, dem diese Verbesserungen unterliegen noch nicht klar. Laut dieser Studie ist der SEBT ein sensibles funktionelles Messinstrument, um Veränderungen nach einer Rehabilitation aufzuzeigen zu können.</p>
Waren die Schlussfolgerungen angemessen im Hinblick auf Methoden und Ergebnisse der Studie? ja ✓ nein	<p>Limitationen:</p> <p>Es gab keine signifikanten Veränderungen des COPV nach der Rehabilitation. Der Studienautor vermutet, dass fehlerhafte Testungen („touch-downs“ wurden nicht gemessen) die Baseline-Messungen beeinflussten und somit Verbesserungen nicht entdeckt werden konnten. Ein weiterer beitragender Faktor könnte sein, dass das Programm nur sechs Trainingseinheiten enthielt. Das entspricht nicht der typischen Rehabilitation von Sportlern. Es entspricht jedoch dem Praxis Alltag der Physiotherapie. Es wurden keine langanhaltende Outcomes (Symptome oder weitere Verletzungen) gemessen. Demnach ist unklar, ob die gefundenen Resultate über eine längere Zeit andauern und Symptome und Verstauchungen reduzieren. Da Verblindung in diesem Setting nicht möglich war und auch die Kontrollgruppe kein Training erhielt, kann ein Placebo-Effekt nicht ausgeschlossen werden. Der grundlegende Mechanismus, der zu Verbesserungen führte, kann aufgrund der funktionellen Messungen nicht identifiziert werden. (Weitere Limitationen siehe Abschnitt Design)</p> <p>Weitere Untersuchungen: Der Autor empfiehlt, in weiteren Studien die CAI genauer zu</p>

Formular zur kritischen Besprechung quantitativer Studien	
© Law, M., Stewart, D., Pollock, N., Letts, L., Bosch, J. und Westmorland, M., 1998 McMaster-Universität	
Titel: „Balance Training Improves Function and Postural Control in Those with Chronic Ankle Instability“ McKeon, Ingersoll, Kerrigan, Sabia, Hertel (2008)	
ZWECK DER STUDIE	Skizzieren Sie den Zweck der Studie. Inwiefern bezieht sich die Studie auf Ihre Forschungsfrage?
Wurde der Zweck klar angegeben? Ja ✓ nein	Der Zweck dieser Studie war es, den Effekt eines vierwöchigen Balancetrainings (unter Supervision) auf die statische und dynamische PK und die subjektive Funktionsfähigkeit („self-reported function“) bei Patienten mit einer CAI zu untersuchen.
LITERATUR	Geben Sie an, wie die Notwendigkeit der Studie gerechtfertigt wurde.
Wurde die relevante Hintergrund-Literatur gesichtet? Ja ✓ nein	Es wurden bisher keine Studien mit dem oben genannten Zweck durchgeführt. Ein Balancetrainingsprogramm, welches die dynamische Stabilisation nach externen Störungen (z. B. vorhergesehene oder unvorhergesehene Richtungswechsel, Landungen nach einem Sprung oder dynamische Reichtaufgaben) sind möglicherweise nützlicher als die traditionellen Balancetrainingsprogramme.
DESIGN	Beschreiben Sie das Studiendesign. Entsprechend dem Design der Studienfrage (z.B. im Hinblick auf den Wissensstand zur betreffenden Frage, auf Ergebnisse (outcomes), auf ethische Aspekte)?
Randomisierte kontrollierte Studie (RCT) ✓	Diese Studie ist ein RCT. Die Testpersonen wurden in zwei Gruppen randomisiert: Die Balancetrainings- und Kontrollgruppe.
Kohortenstudie	
Einzelfall-Design	

Vorher-Nachher-Design	→ Das Design entsprach der Studienfrage, weil ein RCT das beste Studien-Design ist, um den Therapie-Effekt zu untersuchen.
Fall-Kontroll-Studie	Spezifizieren Sie alle systematischen Fehler (Verzerrungen, bias), die vielleicht aufgetreten sein könnten, und in welche Richtung sie die Ergebnisse beeinflussen.
Querschnittsstudie	Die Gruppen waren sich bezüglich den wichtigsten prognostischen Faktoren zu Beginn nicht ähnlich.
Fallstudie	Die Probanden waren nicht verblindet. Die Testpersonen wussten, ob sie sich in der Trainingsgruppe oder in der Kontrollgruppe befanden. Es war in dieser Studie nicht zu umgehen.
	Die Therapeuten waren nicht verblindet. Da nur eine Gruppe die Intervention erhielt, wusste der Therapeut welche Gruppe er behandelte.
	Es wird nicht erwähnt, ob die Untersucher verblindet waren.
	Es wird nicht erwähnt, wie viele Probanden bezüglich den zentralen Outcomes getestet wurden.
	Es wird nicht erwähnt, dass eine Intention-to-treat Analyse durchgeführt wurde. Ebenfalls kommt auch nicht explizit zum Ausdruck, dass alle Probanden die Behandlungen und Kontrollanwendungen wie geplant erhalten haben.
STICHPROBE	Stichprobenauswahl (wer, Merkmale, wie viele, wie wurde die Stichprobe zusammengestellt?). Bei mehr als einer Gruppe: Waren die Gruppen ähnlich? Repräsentierende Stichprobe?
N= 31	Es wurden 31 junge Erwachsene, die körperlich aktiv sind und nach eigenen Angaben eine CAI haben, in die Studie eingeschlossen (12 Männer, 19 Frauen). Das Alter befindet sich zwischen 18 und 27 Jahren.
	Wurde die Stichprobe detailliert beschrieben? ja nein ✓

<p>Wurde die Stichprobengröße begründet?</p> <p>ja nein ✓ entfällt</p>	<p>Balancetrainingsgruppe bestand aus 6 Männer und 10 Frauen (n=16), die Kontrollgruppe aus 6 Männer und 9 Frauen (n=15)</p> <p>Die Testpersonen mussten mehr als ein LDT erlitten haben und persistierende Symptome, wie Episoden von "giving way" aufweisen. Dies wurde anhand des Ankle Instability Instrument quantifiziert. Ebenfalls wurden Personen miteingeschlossen, die nach eigenen Angaben aufgrund der LDTs unfähig sind, gewisse Aktivitäten auszuführen. Dies wurde anhand der Auswertung von des FADI und FADI-Sport quantifiziert (90% oder weniger der Punkte erreicht).</p> <p>Die Gruppen waren sich bezüglich den wichtigsten prognostischen Faktoren zu Beginn nicht ähnlich (Alter, Größe, Gewicht, vorhergehende Verstauchungen, letztes Trauma, etc. → nicht relevante Angaben). Der Schweregrad des zu behandelnden Zustandes wurde anhand des FADI gemessen. Die Baseline-Messungen von mindestens einem zentralen Outcome waren sich zu Beginn nicht ähnlich.</p> <p>→ moderat bis gut repräsentierende Stichprobe. Die Testpersonen waren jung, körperlich aktiv (nicht klar welche Sportart, welches Aktivitätslevel), erlitten mehr als ein LDT und berichteten über persistierende Symptome.</p> <p>Beschreiben Sie die Ethik-Verfahren. Wurde wohlinformierte Zustimmung eingeholt?</p> <p>Ja.</p>
<p>nicht angegeben ✓</p> <p>Waren die Outcome Messungen gültig (valide)?</p> <p>ja nein nicht angegeben ✓</p> <p>MASSNAHMEN</p> <p>Wurden die Maßnahmen detailliert beschrieben?</p> <p>ja ✓ nein nicht angegeben</p> <p>Wurde Kontaminierung vermieden?</p> <p>ja nein nicht angegeben ✓ entfällt</p> <p>Wurden gleichzeitige weitere Maßnahmen (Ko-Intervention) vermieden?</p> <p>ja nein nicht angegeben ✓ entfällt</p>	<p>Outcome Bereiche (z.B. Selbstversorgung, Freizeit) Listen Sie die verwendeten Produktivität, Messungen auf</p> <ul style="list-style-type: none"> - Subjektive Funktionsfähigkeit - statische PK - dynamische PK <ul style="list-style-type: none"> - FADI-Skala - FADI-Sport-Skala - COP-based Messungen/TTB - SEBT <p>Beschreiben Sie kurz die Maßnahmen (Schwerpunkt, wer führte sie aus, wie oft, in welchem Rahmen). Könnten die Maßnahmen in der Praxis wiederholt werden?</p> <p>Es wurde während vier Wochen (insgesamt 12 Trainingseinheiten à 20min, jeweils (3x/Woche) unter Supervision) ein progressives Balancetraining mit Übungen zur dynamischen Stabilisation im EBST durchgeführt.</p> <p>Die Testpersonen wurden herausgefordert im EBST verschiedene Balanceaktivitäten auszuführen. Jede Übung beinhaltete sieben Levels:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Sprung und Stabilisation, 2) Sprung und Stabilisation und Reichbewegung 3) Sprung und Stabilisation (unvorhergesehen) 4) progressiver EBST mit offenen Augen, 5) progressiver EBST mit geschlossenen Augen <p>Die Kontrollgruppe setzte während dieser Zeit ihre Aktivitäten auf demselben Niveau fort wie vor dem Studienbeginn. Es ist jedoch unklar, ob sie während dieser Zeit eine in physiotherapeutischer Behandlung waren oder wie intensiv ihre Aktivitäten im Alltag und Sport waren.</p> <p>→ Das Balancetrainingsprogramm wurde bezüglich Dosierung, Ausführung, Progression und Aufsicht in den nächst höheren Level sehr ausführlich beschrieben und ist in der Praxis gut anwendbar.</p>
<p>Ergebnisse (outcomes)</p> <p>Waren die Outcome Messungen zuverlässig (reliable)?</p> <p>ja nein</p>	<p>Geben Sie an, wie oft Outcome Messungen durchgeführt wurden (also vorher, nachher, bei Nachbeobachtung(pre-, post- follow up)).</p> <p>Es wurden vor und nach vier Wochen in beiden Gruppen Outcome-Messungen (Pre- und Posttest) durchgeführt. Es wurde kein weiteres Follow-up durchgeführt.</p>

<p>ERGEBNISSE</p> <p>Wurde die statistische Signifikanz der Ergebnisse angegeben?</p> <p>Ja ✓ nein entfällt nicht angegeben</p> <p>War(en) die Analysemethode(n) geeignet?</p> <p>ja ✓ nein nicht angegeben</p>	<p>Welches waren die Ergebnisse? Waren sie statistisch signifikant (d.h. $p < 0.05$)? Falls nicht statistisch signifikant: War die Studie groß genug, um einen eventuell auftretenden wichtigen Unterschied anzuzeigen? Falls es um viele Ergebnisse ging: Wurde dies bei der statistischen Analyse berücksichtigt?</p> <p>FADI-, FADI-Sport-Skala: Es wurde eine signifikante Gruppe mal Zeit Interaktion der Punkte des FADI ($p=0.03$) und des FADI-Sport ($p=0.009$), keine signifikanten Unterschiede zwischen den Pretests der Gruppen, aber signifikant bessere Messungen der Balancetrainingsgruppe nach dem Training (im Posttest) im Vergleich mit ihren Pretestmessungen gemessen. Ebenfalls wurde in der Balancetrainingsgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe Posttestmessung eine signifikant bessere subjektive Funktionsfähigkeit gemessen.</p> <p>TTB: Es gab keine signifikanten Interaktionen oder Haupteffekte bei den TTB-Messungen bei den Testversuchen mit offenen Augen. Mit geschlossenen Augen gab es signifikante Gruppe x Zeit Interaktionen für sechs Messungen (absolutes minimum TTBML, Durchschnitt des TTBML minima, Durchschnitt des TTBAP minima und SD der TTBAP minima). In den Posttestmessungen der Balancetrainingsgruppe der Interaktionen wurde eine signifikante Abnahme der TTB-Messungen im Vergleich zu ihren Pretestmessungen und den Posttestmessungen der Kontrollgruppe verzeichnet.</p> <p>COP-based Messungen: Bei offenen Augen wurde keine signifikante Gruppe mal Zeit Interaktion gefunden. Es gab aber ein signifikanter Haupteffekt der Zeit für die Geschwindigkeit des COP in a-p Richtung ($p=0.04$). Beide Gruppen zeigten eine signifikante Abnahme der a-p Geschwindigkeit von dem Pretest zum Posttest. Bei geschlossenen Augen gab es eine signifikante Gruppe mal Zeit Interaktion des COPV in Richtung ($p=0.03$). Die COPV der Balancetrainingsgruppe in der m-l Richtung nahm vom Pretest</p>
<p>Wurde die klinische Bedeutung angegeben?</p> <p>ja nein ✓ nicht angegeben</p>	<p>zum Posttest signifikant ab. Es gab keine weiteren signifikanten Veränderungen innerhalb der Kontrollgruppe oder zwischen den Pretests und Posttests der Gruppen.</p> <p>SEBT: In der PM- ($p=0.01$) und PL- (0.03) Richtung des SEBT wurde eine signifikante Gruppe mal Zeit Interaktion gefunden. Die Balancetrainingsgruppe hatte in den Posttestmessungen im Vergleich zu ihren Pretestmessungen in beide Richtungen bessere Ergebnisse. Ebenfalls gelang es der Gruppe in den Posttests weiter zu reichen als die Kontrollgruppe. Das war bei den Pretestmessungen nicht der Fall. Es gab keine signifikanten Veränderungen in der A-Richtung zwischen den Pretest und Posttestmessungen der beiden Gruppen.</p> <p>Welches war die klinische Bedeutung der Ergebnisse? Waren die Unterschiede zwischen Gruppen (falls es Gruppen gab) klinisch von Bedeutung?</p> <p>Die Studie hat herausgefunden, dass ein vierwöchiges Balancetraining die subjektive Funktionsfähigkeit und die statische und die dynamische PK signifikant verbessert. Die Massnahmen wurden ausgewählt, um einen patientenorientierten Laboruntersuch und eine klinische Evidenz liefern zu können bzw., um die Effektivität zeigen zu können, welche ein solches Balancetraining auf die Population mit einer CAI hat.</p> <p>Schieden Teilnehmer aus der Studie aus? Warum? (Wurden Gründe angegeben, und wurden Fälle von Ausscheiden angemessen gehandhabt?)</p> <p>Das wird in der Studie nicht erwähnt.</p> <p>SCHLUSSFOLGERUNGEN UND KLINISCHE IMPLIKATIONEN</p> <p>Zu welchem Schluss kam die Studie? Welche Implikationen haben die Ergebnisse für die Praxis? Welches waren die hauptsächlichsten Begrenzungen oder systematischen Fehler der Studie?</p>

<p>Waren die Schlussfolgerungen angemessen im Hinblick auf Methoden und Ergebnisse der Studie?</p> <p>ja (?) nein</p>	<p>Ein vierwöchiges progressives Balancetrainingsprogramm, welches auf die dynamische Stabilisation in verschiedene Richtungen und unter unterschiedlichen Bedingungen bei der Landung nach einem Sprung Wert legt, verbessert signifikant den Status der subjektiven Funktionsfähigkeit, die statische und dynamische PK (untersucht anhand Messungen des TTB und der Veränderlichkeit und Messungen der SEBT Reichdistanzen).</p> <p>Die Autoren erwähnen keine expliziten Limitationen der Studie. Die Probandenzahl war relativ klein und es zeigte sich keine Gruppengleichheit zu Beginn der Studie. Weitere Limitationen siehe Abschnitt Design.</p> <p>Zukunft:</p> <p>Es braucht weitere Untersuchungen, die den Effekt dieser Trainingsart in Kombination mit Interventionen, welche lokale Defizite des CAI behandeln, untersucht. Möglicherweise würde die Behandlung von globalen sensomotorischen Defiziten und lokalen arthrokinematischen Beeinträchtigungen grössere Unterschiede in den Messungen zeigen. Obwohl aufgrund der Messungen davon ausgegangen werden kann, dass es zu Verbesserungen in der subjektiven Funktionsfähigkeit kam, muss weiterhin untersucht werden ob diese Veränderungen der Sensomotorik das Risiko von weiteren Verletzungen in dieser Population reduziert. Ebenfalls muss der Effekt des Balancetrainings als Prävention von weiteren LDTs in dieser Population systematisch untersucht werden. Die Autoren empfehlen in der Zukunft weitere klinische Studien durchzuführen, bei denen diese Trainingsart (der Effekt eines dynamischen Balancetrainings) mit einer herkömmlichen Rehabilitationform verglichen respektive untersucht wird.</p> <p>Praxis:</p> <p>Die CAI-Patienten sollten ein progressives, dynamisches Balancetraining im EBST des betroffenen Beines ausführen, welches mindestens vier Wochen dauert und 3x/Woche eine 20min Trainingseinheit beinhaltet. Die Übungen sollten wie folgt aufgebaut sein:</p> <p>1) Sprung und Stabilisation</p>	<p>2) Sprung und Stabilisation und Reichbewegung 3) Sprung und Stabilisation (unvorhergesehen) 4) Progressiver EBST mit offenen Augen 5) Progressiver EBST mit geschlossenen Augen</p>
--	---	--

12 Wortzahl

12.1 Wortzahl des Abstracts

Die Wortzahl des Abstracts beträgt: 190 Wörter.

12.2 Wortzahl der Arbeit

Die Wortzahl der Arbeit exklusive Abstract, Tabellen, Abbildungen, Verzeichnisse, Danksagung, Eigenständigkeitserklärung und Anhänge beträgt: 11'536.