

Bachelorarbeit

Shin Splints

**Der Einfluss der Fussdynamik auf die Entstehung des medialen
Tibia Stress Syndroms**

Kehl, Corinne 10867687

Rajkovic, Lara Anka 10870244

Departement:	Gesundheit
Institut:	Institut für Physiotherapie
Studienjahrgang:	2010
Eingereicht am:	26.04.2013
Betreuende Lehrperson:	Kaufmann-Gernet Simone

Inhaltsverzeichnis

1	Abstract	6
2	Einleitung	7
2.1	Einführung ins Thema	7
2.2	Problemstellung.....	7
2.3	Ziel und Fragestellung	7
3	Theoretischer Hintergrund	8
3.1	MTSS	8
3.2	Der physiologische Gang	10
3.3	Der pathologische Gang.....	13
3.4	Ganganalyse	15
3.5	Gehen versus Laufen	19
3.6	Dynamik	20
4	Methodik	21
4.1	Wesentliche Schritte der Arbeit	21
4.2	Literaturrecherche	21
4.3	Studienbewertung.....	22
5	Ergebnisse	22
5.1	Bandholm, Boysen, Haugaard, Zebis & Bencke (2008)	22
5.2	Bartosik, Sitler, Hillstrom, Palamarchuk, Huxel & Kim (2010).....	26
5.3	Rathleff, Samani, Olesen, Kersting & Madeleine (2011)	30
5.4	Rathleff, Kelly, Christensen, Simonsen, Kaalund & Laessoe (2012)	34
5.5	Sharma, Golby, Greeves & Spears (2011)	37
5.6	Tweed, Campbell & Avil (2008)	41

6	Diskussion	45
6.1	Kritische Diskussion der Qualität	45
6.1.1	<i>Design</i>	45
6.1.2	<i>Stichprobe</i>	46
6.1.3	<i>Messungen</i>	46
6.2	Vergleich der Studienresultate	47
6.2.1	<i>Beweglichkeit</i>	47
6.2.2	<i>Fusstyp</i>	48
6.2.3	<i>Statisches Fusslängsgewölbe</i>	49
6.2.4	<i>Dynamisches Fusslängsgewölbe</i>	50
6.2.5	<i>Pronation im Gehen</i>	51
6.2.6	<i>Andere Messungen</i>	52
6.3	Limitationen des Vergleichs.....	53
6.4	Bezug zur Fragestellung und zum theoretischen Hintergrund.....	54
7	Schlussfolgerung	56
7.1	Theorie-Praxis-Transfer.....	56
7.2	Offene Fragen und Zukunftsaussichten.....	57
8	Verzeichnisse	58
8.1	Literaturverzeichnis	58
8.2	Tabellenverzeichnis.....	61
8.3	Abbildungsverzeichnis.....	61
8.4	Abkürzungsverzeichnis.....	62
9	Danksagung.....	63
10	Eigenständigkeitserklärung	64

11	Anhang	65
11.1	Wortzahl.....	65
11.2	Studienauswahl.....	65
11.3	Studienbeurteilungen	66
11.3.1	<i>Bandholm et al. (2008)</i>	66
11.3.2	<i>Bartosik et al. (2010)</i>	68
11.3.3	<i>Rathleff et al. (2011)</i>	70
11.3.4	<i>Rathleff et al. (2012)</i>	72
11.3.5	<i>Sharma et al. (2011)</i>	74
11.3.6	<i>Tweed et al. (2008)</i>	76

Zur besseren Lesbarkeit wird auf die gleichzeitige Verwendung der männlichen und weiblichen Form verzichtet. Sämtliche Personenbezeichnungen gelten für beide Geschlechter.

1 Abstract

Darstellung des Themas

Das mediale Tibia Stress Syndrom (MTSS) ist eine häufige Schmerzursache bei Läufern, welches zu Trainingsausfällen führen kann. Die Ursachen des MTSS und Zusammenhänge mit der Biomechanik sind noch nicht vollständig geklärt.

Ziel

Ziel dieser Literaturarbeit ist es, den Zusammenhang der Fussdynamik und des MTSS aufzuzeigen und Empfehlungen für die physiotherapeutische Untersuchung bei MTSS-Patienten abzugeben.

Methode

Es wurde in den Datenbanken Medline via OvidSP, Cochrane Library, PEDro und CINAHL Database nach Studien gesucht. Sechs quantitative Studien wurden nach ihrer Qualität beurteilt und die Ergebnisse ausgewertet.

Relevante Ergebnisse

MTSS-Probanden weisen, sowohl statisch, als auch dynamisch ein verändertes Fusslängsgewölbe auf. Wegen der Studiendesigns kann jedoch nicht auf ein Ursache-Wirkungs-Prinzip geschlossen werden.

Schlussfolgerung

Beim physiotherapeutischen Untersuch von Patienten mit MTSS sollte nach Veränderungen des statischen und des dynamischen Fusslängsgewölbes gesucht werden. Dies kann mittels unterschiedlicher Tests, wie dem Navicular Drop oder der Bestimmung des Fusslängsgewölbes geschehen. Einige Untersuchungsmethoden benötigen jedoch spezielle Einrichtungen, die nicht in der physiotherapeutischen Praxis vorhanden sind. In Zukunft braucht es weitere Studien, welche die Ursache des MTSS untersuchen und praktikablere Assessments verwenden.

Keywords

„Medial Tibial Stress Syndrome“, „MTSS“, „kinematics“, „athletes“, „lower extremity alignment“, „Assessments“, „Diagnosis“, „Foot“

2 Einleitung

2.1 Einführung ins Thema

Kennen Sie Schienbeinkantenschmerz? Viele Läufer kennen es: Ein stechender Schmerz am Schienbein, der das Weiterlaufen verunmöglicht. Laut Knecht (2011) litten bis zu 35% der Athleten schon einmal am medialen Tibia Stresssyndrom (MTSS), auch bekannt als Shin Splints oder Schienbeinkantensyndrom. Laut Bambach, Anagnostakos, Deubel & Kelm (2006) stellt das MTSS der dritthäufigste Sportschaden in den Disziplinen Lauf, Sprint und Sprung dar. Lamprecht, Fischer & Stamm (2009) erhoben, dass 17.6% der Schweizer Bevölkerung in ihrer Freizeit laufen. Das Physio Netzwerk Deutschland (n.d.) empfiehlt zur Behandlung des MTSS zuerst eine Ruhephase, damit die Schmerzen abklingen können. Darauf soll ein von Physiotherapeuten begleitetes intensives Aufbauprogramm folgen. Diese Kombination verspricht längerfristig positive Effekte.

2.2 Problemstellung

Gerade Leistungssportler wollen möglichst schnell wieder Hochleistungen erbringen. Ein solcher Trainingsunterbruch kann für sie im schlimmsten Fall zum Karriereende führen. Auch Breitensportler machen nur sehr ungern eine Trainingspause. Die Diagnostik und Therapie erweisen sich als komplex (Bambach et al., 2006). Die Ursache des MTSS ist nicht vollständig geklärt, es bestehen verschiedene Entstehungshypothesen (Bianchi & Martinoli, 2007). Eine Hypothese ist, dass die Entstehung des MTSS mit der Fussdynamik zusammenhängt (Brukner, Khan, Bradshaw, Hislop & Hutchinson, 2007). Es gilt, erst die unterschiedlichen Ursachen zu untersuchen. Denn in der Physiotherapie werden, wenn möglich nicht die Symptome, sondern deren Ursache behandelt.

2.3 Ziel und Fragestellung

Ziel der Arbeit ist es, den Zusammenhang zwischen der Fussdynamik und dem MTSS aufzuzeigen und Empfehlungen für die physiotherapeutische Untersuchung bei MTSS-Patienten abzugeben.

Daraus ergibt sich folgende Fragestellung: Welche Rolle spielt die Fussdynamik bei der Entstehung eines MTSS bei Läufern?

3 Theoretischer Hintergrund

3.1 MTSS

3.1.1 Begriffsdefinition

Gemäss Funk, Clanton & Bonci (1999) ist das MTSS eine Reizung des Periosts der



Tibia. Das Syndrom zeigt sich durch diffuse Schmerzen an der distalen posteromedialen Seite der Tibia. Häufig tritt die Symptomatik am distalen Drittel der Tibia auf. Die genaue Lokalisation ist in Abbildung 1 ersichtlich. Die Symptomatik wird vielfach auch unter dem Begriff „Shin Splints“ beschrieben. Jedoch erwies sich der Begriff als ungenau und wird daher für den medizinischen Gebrauch nicht empfohlen (Funk et al., 1999). Brukner et al. (2007) benutzen den Begriff „Medial tibial periostitis“ um die Symptomatik zu beschreiben, dabei handelt es sich um eine Entzündung an der Insertion des M. tibialis posterior und des M. soleus, sowie des Periosts an der medialen Seite der Tibia.

Abbildung 1: Lokalisation MTSS

Die Häufigkeit, mit welcher MTSS auftritt, wird in mehreren Studien untersucht: Yates und White (2004) untersuchten 40 Rekrutinnen und Rekruten. Daraus ergab sich die Häufigkeit von 35%, wohingegen die Untersuchungen von Almeida, Trone, Leone, Shaffer, Patheal & Long (1999) bei Rekruten lediglich die Häufigkeit von 4% ergaben.

3.1.2 Mögliche Erklärungsansätze zur Entstehung des MTSS

Oft entsteht das MTSS aufgrund einer Trainingssteigerung (Funk et al., 1999). Nach Brukner et al. (2007) geben bildgebende Verfahren wenig Hinweise auf das Vorhandensein des MTSS. Das Röntgen zeigt bei genauer Betrachtung teilweise eine Reizung des Periosts oder eine lokale Schwellung. Das MRI gibt mehr Aufschluss und zeigt diffuse Areale entlang der Tibiakante. Die bildgebenden Verfahren dienen jedoch dem Ausschluss einer Stressfraktur, welche vom MTSS klar zu unterscheiden ist.

Ursprünglich wurde der M. tibialis posterior für die Entstehung des MTSS verantwortlich gemacht. Untersuchungen ergaben, dass auch der M. soleus sowie der M. flexor digitorum longus einen Einfluss haben (Beck & Osternig, 1994, zit. nach Brukner et al., 2007). Weitere Faktoren sind die exzessive Pronation des Fusses, Trainingsfehler, Schuhdesign, Beschaffenheit des Bodens, muskuläre Dysfunktion, Müdigkeit und verminderte Beweglichkeit. Diese biomechanischen Faktoren zeigen ihren Einfluss während dem Gehen und Laufen. Gemäss Brukner et al. (2007) nimmt die Pronation des Fusses während der mittleren Standbeinphase, welche eigentlich der Stossdämpfung dient, übermässig zu. Dies führt zunehmenden Stress auf den M. soleus herbei. Der M. soleus ist der stärkste Plantarflexor und Invertor des Fusses und wirkt exzentrisch der Pronation entgegen. Bei erhöhter Belastung kommt es zur Traktion an der Insertion des M. soleus, was eine Periostitis auslösen kann. Nach Reuter (2005) versucht auch der M. tibialis posterior, neben dem M. soleus durch verlängerte Kontraktion die Pronation auszugleichen. Reuter (2005) schreibt, dass eine Überpronation eine Abflachung des Längsgewölbes begünstigt, wenn der Fuss am Ende der Standphase in Pronation ist. Laut Schünke, Schulte, Schumacher, Voll & Wesker (2009) wirken neben passiven Strukturen und den kurzen Fussmuskeln auch die M. flexor hallucis longus und M. flexor digitorum longus der Abflachung des Längsgewölbes entgegen. Durch Palpation lassen sich Verhärtungen entlang dem distalen Bereich an der posterioren Innenseite der Tibia ertasten. Sie beginnen etwa vier Zentimeter proximal des medialen Malleolus und weiten sich etwa zwölf Zentimeter Richtung Knie aus (Funk et al., 1999).

3.1.3 Behandlung

Die physiotherapeutische Behandlung, so Brukner et al. (2007), beruht auf der Kräftigung und Verbesserung der Beweglichkeit.

Es werden auch manuelle Therapien, wie ischämische Kompression und Friktion, sowie physikalische Therapien, wie Elektrostimulation, Iontophorese und Ultraschall angewendet. Zur Verminderung einer Überpronation des Fusses wird ein Fusstape empfohlen. Durch gutes Schuhwerk und orthopädische Schuheinlagen lässt sich die Symptomatik ebenfalls erfolgreich beeinflussen. Wird durch alternative Behandlungstechniken kein zufriedenstellendes Resultat erreicht, besteht die

Möglichkeit eines chirurgischen Eingriffs. Dieser hat bei professionellen Athleten grossen Erfolg gezeigt. Sie empfehlen, die Risikofaktoren, die zur Pathologie führen, zu untersuchen und zu behandeln. Gegen die Schmerzen nützen in erster Linie Ruhe, Kühlen und entzündungshemmende Medikamente. Anschliessend kann mit Crosstraining, wie Schwimmen oder Fahrradfahren im schmerzfreien Bereich begonnen werden, damit der Athlet seine Kondition aufrechterhalten kann (Brukner et al., 2007).

3.1.4 *Klinische Relevanz:*

Aufgrund der Schmerzen sind Athleten in ihrem Training deutlich beeinträchtigt, zwar lassen die Schmerzen mit dem Aufwärmen nach, doch treten sie nach der Trainingssequenz wieder auf, zum Teil sogar verstärkt. Eine Heilung benötigt Ruhe, wodurch das Training nicht im gleichen Rahmen fortgesetzt werden kann. Um die Behandlung sinnvoll zu gestalten, ist ein ausführliches Assessment des Fussalignements und der Gangmechanik notwendig (Brukner et al., 2007).

3.2 **Der physiologische Gang**

Um den Körper vorwärts zu bewegen, verwenden Menschen ein sich wiederholendes Bewegungsmuster. Die Bewegungsabfolge eines Beines nennt man Gangzyklus. Dieser wird nach Perry, Oster & Berweck (2003) in Stand- und Schwungphase unterteilt. Die Standphase unterteilt man wiederum in initialen Bodenkontakt, Belastungsantwort, mittlere Standphase, terminale Standphase und Vorschwungphase. Die einzelnen Phasen sind in Abbildung 2 ersichtlich.

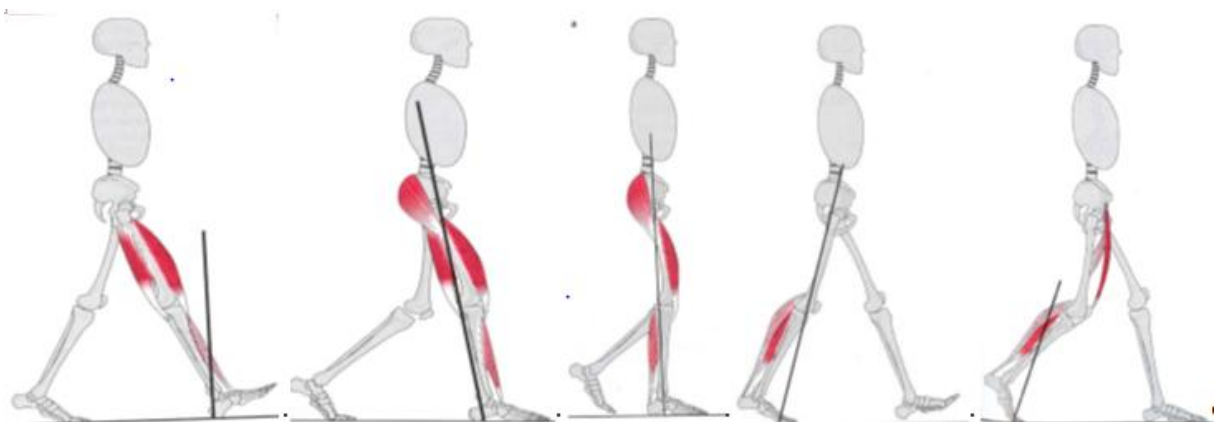


Abbildung 2: Die fünf Standphasen nach Perry et al. (2003)

Die Schwungphase wird aufgeteilt in initiale Schwungphase, mittlere Schwungphase und terminale Schwungphase. Sie sind in der Abbildung 3 dargestellt.

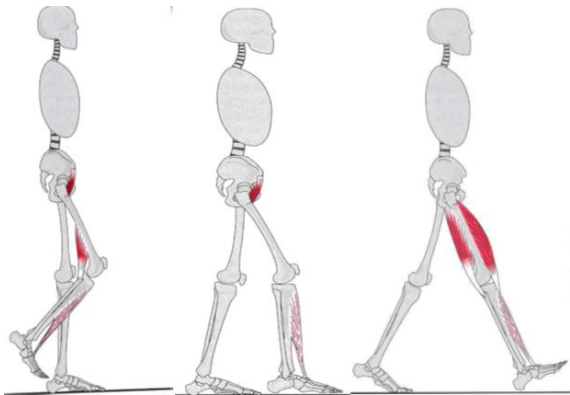


Abbildung 3: Die drei Schwungphasen nach Perry et al. (2003)

In dieser Arbeit wird nachfolgend nur die Terminologie von Perry et al. (2003) verwendet. In den weiteren Erläuterungen gehen die Autorinnen nur auf den Fuß und das obere Sprunggelenk (OSG) im Gangzyklus ein, da die Arbeit sonst zu umfangreich ausfallen würde. Natürlich werden bei einer physiotherapeutischen Ganganalyse immer alle Körperabschnitte mit einbezogen.

3.2.1 Gangphasen nach Perry et al. (2003)

Initialer Bodenkontakt

Beim initialen Bodenkontakt befindet sich das OSG in Neutralstellung (0°). Die Dorsalextensoren sind aktiv (Perry et al., 2003).

Belastungsantwort

Bei der Belastungsantwort beginnt das Abrollen über die Ferse. Sobald die Belastungsachse posterior des Sprunggelenks ist, beginnt ein Plantarflexions-Drehmoment, bis die gesamte Fußfläche auf dem Boden ist. Dies geschieht kontrolliert durch die exzentrische Aktivität der Dorsalextensoren (Perry et al., 2003).

Mittlere Standphase

Noch in der Belastungsantwort, vor allem aber in der mittleren Standphase, resultiert eine Dorsalextension (DE) im OSG von proximal. Zu Beginn der Phase sind es 8° Plantarflexion (PF) am Ende 5° DE. Die Belastungsachse verschiebt sich nach vorne bis zum Vorfuß.

Die Dorsalextension wird schliesslich bis zum Schluss der Phase durch die exzentrische Aktivität des M. soleus gebremst. Zudem wirken die Mm. tibialis posterior und peronei primär auf den Fuss (Perry et al., 2003).

Terminale Standphase

In der terminalen Standphase löst sich die Ferse vom Boden, das Gewicht wird auf den Vorfuss verlagert und die DE verstärkt sich auf 10°. Das Druckzentrum kommt vor die Metatarsalköpfchen, woraus ein verstärktes Dorsalextensions-Drehmoment resultiert. Dies führt zu einer Fallbewegung nach ventral. Der Fuss kann nicht mehr stabilisieren und die Mm. gastrocnemii und M. soleus beginnen eine Plantarflexion. Diese Phase endet sobald der kontralaterale Fuss Bodenkontakt erhält (Perry et al., 2003).

Vorschwungphase

In der Vorschwungphase wird das Körpergewicht auf den kontralateralen Fuss übertragen. Im OSG kommt es zu einer Plantarflexion und durch die Muskelaktivität schieben die Plantarflexoren die Tibia nach vorne und lösen weiterlaufend eine Kniegelenksflexion aus. Gegen Ende der Phase bremsen der M. tibialis anterior und die Zehenextensoren das Absinken des Fusses (Perry et al., 2003).

Initiale Schwungphase

Wenn sich die Zehen ablösen beginnt die initiale Schwungphase. In dieser Phase werden die anfänglichen 20° PF im Sprunggelenk durch den M. tibialis anterior und die Zehenextensoren zu 5° PF reduziert. Auch die Zehen werden sichtbar extendiert und die Tibia wird nach vorne geschwungen (Perry et al., 2003).

Mittlere Schwungphase

In der mittleren Schwungphase müssen die Dorsalextensoren vermehrt arbeiten, sobald die Tibia vertikal steht. Das OSG befindet sich in Neutralstellung oder etwas in Dorsalextension (Perry et al., 2003).

Terminale Schwungphase

In der terminalen Schwungphase kontrahieren die Dorsalextensoren vermehrt, damit das Bein auf den initialen Bodenkontakt und die Gewichtsbelastung vorbereitet ist (Perry et al., 2003).

3.2.2 Subtalargelenk

Das Subtalargelenk bewegt nach Perry et al. (2003) in Richtung In-/Eversion. Die Eversion beginnt bei der Belastungsantwort und hat ihr Maximum in der mittleren Standphase erreicht. Dies sind nach einer Studie von Wright, Desai & Henderson (1964) sechs Grad. Laut Perry et al. (2003) bewegt der Fuss danach in Inversion und hat in der Vorschwungphase das Maximum erreicht. Für die Inversion in den verschiedenen Phasen sind die M. tibialis posterior, M. tibialis anterior, M. flexor digitorum longus, M. flexor hallucis longus und der M. soleus zuständig. Die Eversoren des Subtalargelenks sind die M. flexor digitorum longus, Mm. gastrocnemii und die Mm. peronei (Perry et al., 2003).

3.2.3 Mittelfuss

Die Beweglichkeit im Chopart-Gelenk kann anhand des Abflachens des Fussgewölbes betrachtet werden. In der mittleren Standphase nach dem Vorfuss-Bodenkontakt kommt es zur DE, also zum Abflachen des Gewölbes. In der terminalen Standphase kehrt das Gelenk wieder in Neutralstellung zurück. Die Bewegungen dieses Gelenks wurden nie gemessen sondern nur beobachtet (Perry et al., 2003).

3.2.4 Zehen

Die Zehengrundgelenke haben beim initialen Bodenkontakt 25° DE. Danach verbleiben sie in Neutralstellung, bis sie in der terminalen Standphase erneut dorsalextendieren. In der Vorschwungphase haben die Metatarsophalangealgelenke ein Maximum von 55° DE. In der Schwungphase bleiben die Zehen leicht dorsalextendiert (Perry et al., 2003).

Der Fuss ist während des Gehens durch die Beweglichkeit in der Fusswurzel funktionell verantwortlich für die Stossdämpfung. Er gewährleistet die Stabilität während der Standphase und ermöglicht die Progression (Perry et al., 2003).

3.3 Der pathologische Gang

Im Folgenden werden einige häufige Abweichungen des Fusses während des Gehens erläutert. Knöcherne und neurologische Abweichungen werden nicht erwähnt.

3.3.1 *Apropulsive Gait*

Diese Anomalität stellt ein ineffektives Abstossen des Fusses bei der Vorschwungphase dar. Dies ist auf eine inadäquate Supination zurückzuführen (Kirtley, 2006).

3.3.2 *Fallfuss*

Während der Schwungphase bleibt der Fuss in einer Plantarflexionsstellung, welche durch eine Schwäche der Dorsalextensoren induziert ist (Kirtley, 2006).

3.3.3 *Frühe Fersenablösung*

Die Ferse wird während der Standphase zu früh abgehoben, was auf eine Beweglichkeitseinschränkung in der Dorsalextension zurückzuführen ist (Kirtley, 2006).

3.3.4 *Pes planus/valgus/varus*

Der Fuss ist flach oder in Eversion- oder Inversionsstellung (Kirtley, 2006).

3.3.5 *Rückfusswinkel/varus/valgus*

Es wird der Rückfusswinkel zwischen dem Calcaneus und der Mittellinie der Wade gemessen. Während der Belastungsantwort ist im Subtalargelenk eine Eversion von 8-15° normal. Verstärkte Eversion wird als Rückfussvalgus, verstärkte Inversion als Rückfussvarus bezeichnet (Kirtley, 2006).

3.3.6 *Übermässige Eversion (Valugsstellung)*

Bei übermässiger Eversion wird der initiale Bodenkontakt mit der gesamten oder medialen Fersenfläche hergestellt. In der ganzen Standphase ist die Druckbelastung vorwiegend medial des Fusses. Das Caput metatarsale I hat meist vor dem Caput metatarsale V Bodenkontakt. Durch eine Depression des Mittelfusses in der mittleren Standphase kann auch das mediale Fussgewölbe Bodenkontakt haben.

Übermässige Eversion kann meist auf eine fehlende muskuläre Kontrolle der Invertoren, beziehungsweise auf hyperaktive Mm. peronei zurückgeführt werden. Je nach Zustand der passiven Strukturen, wie der Bänder, sinkt das Fussgewölbe ab (Perry et al., 2003).

3.3.7 Vorfussvarus/valgus

Der Vorfuss ist im Vergleich zum Rückfuss in- beziehungsweise evertiert. Beim Vorfussvarus kompensiert das Subtalargelenk mit Eversion, beim Vorfussvalgus mit Inversion, um den Fuss flach am Boden zu halten (Kirtley, 2006).

3.3.8 Zehen

Die Zehen können Krallen bilden, indem die Metatarsophalangealgelenke extendiert und die distalen Phalangen flektiert sind (Kirtley, 2006).

Wenn das Grosszehengrundgelenk in seiner Beweglichkeit in Extension eingeschränkt ist, hat dies Auswirkungen auf die terminale Standphase und die Vorschwungphase. Die Abrollbewegung ist nicht mehr physiologisch (Kirtley, 2006). Nach Marquardt (2012) führt dies zu einer Abschwächung des M. flexor hallucis longus und einer Überlastung der Achillessehne. Oft tritt diese Einschränkung zusammen mit Überpronation und dem „Apropulsive gait“ auf (Kirtley, 2006).

3.3.9 Zu-viele-Malleoli-Zeichen

Bei verstärkter Pronation des Fusses scheint das Talonaviculargelenk medial wie ein zweiter medialer Malleolus auszusehen (Kirtley, 2006).

3.3.10 Zu-viele-Zehen-Zeichen

Wenn der Fuss von hinten betrachtet wird, sind lateral der Ferse mehr als zwei Zehen sichtbar, häufig aufgrund einer Vorfussabduktion oder einer Überpronation (Kirtley, 2006).

3.4 Ganganalyse

Nach Banzer, Pfeifer und Vogt (2004) wird, zusätzlich zur eigentlichen Ganganalyse, eine Anamnese, eine Inspektion und eine Untersuchung verschiedener Parameter wie der Gelenkbeweglichkeit, Muskelkraft- und länge durchgeführt. Die Autorinnen dieser Arbeit gehen im Folgenden nur auf die Analyse des Gangs ein.

Perry et al. (2003) unterscheidet zwischen objektiver-instrumenteller und beobachtender-subjektiver Ganganalyse.

3.4.1 Beobachtende Ganganalyse

Für die beobachtende Ganganalyse sind laut Götz-Neumann (2003) gute Kenntnisse der Kinematik und der Kinetik des normalen Gehens unerlässlich. Auch mögliche Abweichungen und deren Ursachen sollte der Untersucher kennen. Perry et al. (2003) empfiehlt die beobachtende Ganganalyse systematisch durchzuführen, damit auch weniger auffällige Pathologien erkannt werden. Sie empfehlen beim Fuss anzufangen und sich weiter nach oben zu arbeiten. Es wird nach Abweichungen der bekannten physiologischen Funktionen und des physiologischen Gangzyklus gesucht und diese möglichst systematisch notiert. Sinnvoll ist es, die Bewegungen eines Körperabschnitts in allen Phasen zu beobachten, bevor mit dem nächst höheren Körperabschnitt weitergefahren wird (Perry et al., 2003). Götz-Neumann (2003) empfiehlt zudem zuerst den Patienten von der Seite zu beobachten. Dort können die Gelenkbewegungen in den verschiedenen Phasen gut beobachtet werden. Danach sollte der Gang des Patienten von ventral und dorsal untersucht werden.

Nützliche Hilfsmittel sind nach Götz-Neumann (2003) selbstklebende Punkte zur Gelenkmarkierung und eine Videokamera zur Dokumentation.

Diese Art der Bewegungsanalyse basiert auf reiner Beobachtung. Um die Abweichungen zu quantifizieren, müssen objektive Methoden angewendet werden. Im Folgenden werden einige Methoden erläutert.

3.4.2 Instrumentelle Ganganalyse

Zeitlich räumliche Parameter

Die Gehgeschwindigkeit lässt sich mit einer Stoppuhr messen. Für die Bestimmung der Schrittkadenz werden die Schritte während einer Minute gezählt. Die normale Schrittkadenz liegt etwas unter 120 Schritten pro Minute. Aus der Geschwindigkeit und der Kadenz kann die Schrittlänge berechnet werden (Götz-Neumann, 2003).

Messungen der Kinematik

Laut Kirtley (2006) beschreibt die Kinematik die Winkelpositionen, die Geschwindigkeiten und Beschleunigungen der Körperabschnitte und Gelenke. Eine einfache Methode, diese zu messen sind die elektronischen Goniometer.

Sie werden direkt an die beiden Achsen eines Gelenks angebracht und messen so die relative Bewegung des Gelenks. Um die absolute Bewegung im Raum zu messen, muss die Messung von einem fixen Messpunkt ausserhalb des Körpers aufgezeichnet werden. Am häufigsten wird dafür die optische Analyse verwendet. Die 2D-Analyse in der Sagittalebene mit einer Videokamera ist am einfachsten. Laut Kirtley (2006) wird die 2D-Videoanalyse in der heutigen Zeit durch 3D-Techniken abgelöst. Es kommt zu Parallaxenfehler und Perspektivenfehler, da sich das Objekt sich von der Kamera wegbewegt. Diese Fehler können minimiert werden, indem die Kamera weit vom Objekt entfernt positioniert wird und möglichst auf das zentrale Objekt der Aufnahme herangezoomt wird. 3D-Analysen haben diese Fehler nicht, da mit mehreren Kameras gearbeitet wird. 2D-Analysen werden oft nur durchgeführt, um Bewegungen in der Sagittalebene zu messen. Jedes Gelenk bewegt sich jedoch gleichzeitig in der Frontal- und Transversalebene. Durch 3D-Analysen können alle drei Perspektiven aufgezeichnet werden. Allerdings sind diese Systeme sehr teuer und meistens nur in Universitäten und speziellen Zentren vorhanden (Kirtley, 2006).

Für die 3D-Analyse wird aus Bildern von mehreren 2D-Kameras ein 3D-Bild rekonstruiert. Zuerst müssen die Kameras an genau definierten Plätzen installiert werden und dürfen wegen der Kalibrierung nicht mehr verschoben werden. Dadurch kann die 3D-Position jedes Punktes, welcher im Blickwinkel von mindesten zwei Kameras ist, bestimmt werden. Für die Ganganalyse werden Marker an vordefinierten Positionen auf der Haut angebracht. Oft werden dazu anatomische Landmarken wie die Spina iliaca am Becken oder der laterale Malleolus am Fuss benutzt. Aus den aufgezeichneten Daten der Marker können mittels Computerprogrammen die Gelenksausmasse und Bewegungsabläufe berechnet und visualisiert werden (Kirtley, 2006).

Druckmessungen

Laut Banzer et al. (2004) entsteht Druck durch eine Kraft, die auf eine Fläche einwirkt. Druck wird in Pascal, also N/m^2 angegeben. Er wird in der Ganganalyse durch Druckverteilungsmessplattformen oder Einlegesohlen gemessen. Zur Analyse wird meist die Standardmaske nach Cavanagh, Rodgers & Liboshi (1987, zit. nach Banzer et al., 2004) mit zehn Fussregionen (mediale und laterale Ferse; medialer

und lateraler Mittelfuss; erster, zweiter und laterale Metatarsalköpfe; erster, zweiter und laterale Zehen) verwendet. In diesen Regionen können nun Maximaldrücke, maximale Druckanstiegsraten, lokale Impulse oder relative prozentuale Lastverteilungen berechnet werden. Banzer et al. (2004) empfehlen den ersten oder zweiten Schritt zu untersuchen, da dadurch die Treffgenauigkeit der Platte viel höher ist, und das Muster dennoch dem des freien Gehens ähnlich ist. Auch ist es sinnvoll mindestens drei Messungen durchzuführen und die Mittelwerte zu bestimmen, da relativ grosse Unterschiede zwischen den Versuchen auftreten können.

3.4.3 Spezielle Assessments des Fusses

Foot Posture Index

Rathleff, Kelly, Christensen, Simonsen, Kaalund & Laessoe (2012) beschreiben den „Foot Posture Index“ mit sechs Komponenten, dieser wird auch FPI-6 genannt. Er dient der Untersuchung der statischen Fussstellung und beinhaltet fünf visuelle Assessments und eine palpatorische Untersuchung der Talusposition. Durch die anderen fünf Komponenten werden die Kurven ober- und unterhalb der Malleoli, die Inversion/Eversion des Calcaneus, die Kongruenz des Talonaviculargelenks, das Fusslängsgewölbe und die Fuss Abduktion/Adduktion untersucht. Laut Cornwall et al. (2008, zit. nach Rathleff et al., 2012) beträgt die Intratesterreliabilität mehr als 0.09.

Bei einem FPI-8 kommen noch folgende zwei Komponenten dazu: Helbing's sign und Kongruenz der lateralen Fussseite (Tweed, Campbell & Avil, 2008).

Navicular Drop Test

Der Navicular Drop (ND) Test nach Brody dient zur Evaluation der Deformation des statischen Fusslängsgewölbes. Dazu wird zuerst die Navicular Height (NH), also die Distanz zwischen der Tuberositas Navicularis und dem Boden gemessen. Der ND ist entsprechend die Differenz der NH des belasteten Fusses und der NH des unbelasteten Fusses (Bandholm, Boysen, Haugaard, Zebis & Bencke, 2008).

Laut Müller & Maluf (2002, zit. nach Rathleff et al., 2012) hat der Test eine Intratesterreliabilität zwischen 0.78 und 0.83.

3.4.4 Ganganalyse auf Laufband vs. Analyse auf natürlichem Untergrund

Laut Kirtley (2006) gibt es einige Vorteile des Laufbands. Die Sicherheit kann mit automatischen Stoppfunktionen besser gewährleistet werden. Die Einrichtung braucht wenig Platz und die Gehgeschwindigkeit kann konstant eingestellt werden. Allerdings ist das Laufen auf dem Laufband und auf natürlichem Untergrund nicht exakt dasselbe. Gemäss Stolze et al. (1997) beeinflusst es die Kadenz und die Dauer der Standbeinphase.

3.5 Gehen versus Laufen

Nach Marquardt (2012) macht die Standbeinphase im Vergleich zur Schwungphase beim Gehen prozentual den grösseren Anteil aus. Während der doppelten Standbeinphase haben beide Beine Bodenkontakt. Wird das Gangtempo erhöht, werden Stand- und Schwungbeinphase gleich lang. Die Laufbewegung entsteht, wenn die Standbeinphase kürzer ist, als die Schwungbeinphase, also kein Fusskontakt zum Boden hat. Die neu hinzugekommene Phase wird als Flugphase bezeichnet. Unterschiede zwischen der Geh- und der Laufbewegung sind in der Tabelle 1 aufgelistet.

	Gehen	Laufen
Phasen	Stand- und Schwungphase Einfach und doppelt unterstützt	Stand- , Schwungphase und Flugphase Einfach und nicht unterstützt
Verhältnis Stand-/ Schwungphase	60 / 40	50 / 50 und kleiner
Spurbreite	Breiter	Schmaler
Stosskräfte (Landung)	1–1.5-faches des Körpergewichts	2-3-faches des Körpergewichts
Stosskräfte (Abdruck)	1–1.5-faches des Körpergewichts	3.5–5-faches des Körpergewichts
Fussaufsatz	Immer Ferse	Vorfuss, Mittelfuss, Rückfuss

Tabelle 1: Unterschiede der Geh- und der Laufbewegung nach Marquardt (2012)

Es werden mindestens drei Lauftechniken unterschieden, diese sind abhängig vom Fussaufsatzverhalten. Bei den Lauftechniken werden Vorfuss-, Mittelfuss- und Rückfussläufer unterschieden (Marquardt, 2012).

Zur Abschwächung der Stossbelastung dienen das Fussgewölbe, die Pronation und die Innenrotation der Beinachse, sowie die Aktivierung von Anteilen der Streckermuskulatur zwischen Hüfte und Zehen. Die Streckermuskulatur beugt zudem einer Überpronation des OSGs vor. Während des Rückfusslaufens ist die Streckermuskulatur nicht vorgespannt, weshalb es aufgrund der grösseren Stossbelastung vermehrt zu Überpronationsbewegungen im OSG kommt (Marquardt, 2012).

3.6 Dynamik

Die Fragestellung bezieht sich auf die Dynamik des Fusses. Im Folgenden wird die Unterteilung der Mechanik, wie in Abbildung 4 dargestellt, erläutert. Mechanik wird nach Heinlein und Bürgi (2010) in Kinematik und Dynamik unterteilt. Dabei handelt es sich bei der Kinematik, um die Betrachtung der Bewegung eines Körpers im Raum unabhängig von der Ursache. Die Dynamik beschreibt die Kräfte und deren Wirkung auf den Körper, dabei wird auch die Ursache berücksichtigt. Weiter wird die Dynamik noch in Statik und Kinetik gegliedert. Ersteres beschreibt das Gleichgewicht der Kräfte, die auf den Körper wirken. Der Körper ist dadurch in Ruhe. Kinetik beschreibt hingegen die Bewegungen des Körpers abhängig von angreifenden Kräften, welche ihn beschleunigen oder bremsen.

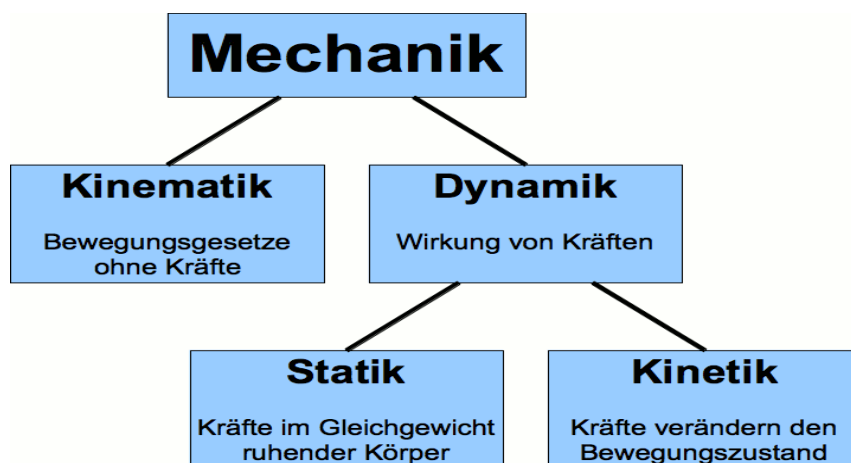


Abbildung 4: Aufteilung der Mechanik

4 Methodik

4.1 Wesentliche Schritte der Arbeit

Die methodische Vorgehensweise mit Zeitangaben zur Erstellung der Arbeit ist in der Tabelle 2 dargestellt.

	09/12	10/12	11/12	12/12	01/13	02/13	03/13	04/12
Themenfindung								
Disposition								
Literaturrecherche								
Literaturbeurteilung								
Rohfassung								
Überarbeitung								
Abgabe								

Tabelle 2: Schritte der Arbeit

4.2 Literaturrecherche

Die systematische Studiensuche wurde von September 2012 bis Januar 2013 in den elektronischen Datenbanken Medline via OvidSP, Cochrane Library, PEDro und CINAHL Database durchgeführt. Die Autorinnen verknüpften das Keyword „Medial tibial stress syndrome“ mit dem Operator AND einzeln mit den Keywords „Kinematics“, „Lower Extremity Alignment“, „Assessment“ sowie mit „Diagnosis AND foot“. Die gefundenen Resultate wurden anhand des Abstracts überprüft und nach den Kriterien der Tabelle 3 ausgewählt.

Einschlusskriterien	Ausschlusskriterien
- Studien mit MTSS Patienten	- MTSS Interventionsstudien
- Statische und dynamische Fussassessments	- Nur statische Fussassessments
- Laufsportler oder Rekruten (inkl. Ballsportarten)	- Fünf-Jahreslimite (Studien älter als 2008)
- mindestens ein physiotherapeutisch relevantes Assessments enthalten	- Röntgendiagnostische Assessments
- Vergleich mit Kontrollgruppe	- Artikel und Dissertationen

Tabelle 3: Ein- und Ausschlusskriterien zur Studiauswahl

Im Anhang befindet sich eine Übersicht der durchgeführten Suchgänge und der ausgewählten Studien.

4.3 Studienbewertung

Die ausgewählten Studien wurden anhand des Formulars zur kritischen Besprechung quantitativer Studien von Law, Stewart, Pollock, Letts, Bosch & Westmorland (1998) beurteilt. Die einzelnen Kriterien wurden nach den Bedürfnissen der Autorinnen als Frage umformuliert und pro erreichtes Kriterium wurde ein Punkt verteilt. Somit konnten die Studien eine Maximalpunktzahl von 21 Punkten erreichen.

5 Ergebnisse

Nachfolgend werden die sechs ausgewählten Studien inhaltlich vorgestellt und anschliessend die Qualität jeder Studie kritisch beurteilt. Die ausgefüllten Bewertungsformulare aller Studien, adaptiert nach Law et al. (1998), befinden sich im Anhang.

5.1 Bandholm, Boysen, Haugaard, Zebis & Bencke (2008)

Foot Medial Longitudinal-Arch Deformation During Quiet Standing and Gait in Subjects with Medial Tibial Stress Syndrome

5.1.1 Studienbeschreibung

Ziel

Das Ziel der Studie war es zu untersuchen, ob der ND und die Medial-Longitudinal-Arch (MLA)-Deformation bei MTSS-Teilnehmern vergrössert ist und ob zwischen MLA-Deformationsmessungen im Stand und im Gehen ein Zusammenhang besteht.

Stichprobe

Die Stichprobe bestand aus 30 Freizeitathleten (15 MTSS, 15 Kontroll) zwischen 20 und 32 Jahren. In jeder Gruppe waren jeweils neun Frauen. Die Kontrollgruppe entsprach bezüglich Geschlecht, Alter, Gewicht und Grösse der Untersuchungsgruppe. Alle MTSS-Betroffenen hatten trainingsbedingte Schmerzen an der posteromedialen Tibiakante und druckdolente Schmerzen über mehr als fünf Zentimeter. Ausgeschlossen wurden Schwangere und Personen, die an der unteren Extremität operiert wurden.

Assessments

Statisch wurde die NH in belasteter und unbelasteter Position und der ND gemessen. Ebenso wurde mit Markern an der Tuberositas navicularis, am Kopf des ersten Metatarsale und an einem bestimmten Punkt am Calcaneus eine Fotografie gemacht, um den MLA zu messen.

Für die Gangmessungen liefen die Teilnehmer barfuss, mit den gleichen Markern, in selbstgewähltem Tempo, eine Strecke von zehn Metern. Dies wurde wiederholt, bis fünf erfolgreiche Abdrücke auf einer Kraftmessplatte waren, die auf dem Flur versteckt war. Gleichzeitig wurden die Teilnehmer mit einer 3D-Kamera gefilmt, um den dynamischen MLA-Winkel und die Winkelveränderung zu messen.

Methodik

Die Studie verwendet ein Querschnittsdesign mit einmaliger Messung. Um Zwischengruppenunterschiede bei allen Werten festzustellen, wurde ein ungepaarter t-test angewandt. Um Unterschiede zwischen MLA-Messungen im Gehen und im Stand zu untersuchen wurde ein gepaarter t-Test verwendet, da diese Messungen abhängig sind. Der Signifikanzlevel wurde bei $p < 0.05$ gesetzt.

Resultate

Eine Übersicht der Resultate befindet sich in Tabelle 4. Die Gehgeschwindigkeit zwischen den Gruppen war ähnlich ($p = 0.793$). Ebenfalls nicht signifikant beim Zwischengruppenvergleich waren die statischen Messungen der NH und des MLA-Winkel ($p > 0.05$), weder in belasteter noch in unbelasteter Position. Dafür hatten Untersuchungspersonen mit MTSS einen signifikant grösseren ND ($p = 0.046$) und eine grössere MLA-Deformation ($p = 0.037$) als die Kontrollgruppe.

Während dem Gang war der Zwischengruppenvergleich des MLA-Winkels, weder beim Fersenaufprall, noch in der Abstossphase signifikant ($p > 0.05$). Die MLA-Deformation bei MTSS-Patienten war jedoch in der Standphase signifikant grösser als bei der Kontrollgruppe ($p = 0.015$).

Die Autoren untersuchten, ob der MLA-Winkel in unbelasteter Position mit dem MLA-Winkel beim Fersenaufprall, sowie der MLA-Winkel in belasteter Position mit dem MLA-Winkel bei der Abstossphase vergleichbar sind. Dies war in beiden Gruppen der Fall (MTSS: $p < 0.01$, Kontroll: $p < 0.001$). Jedoch korrelierte die MLA-Deformation im Stehen in keiner Gruppe mit der MLA-Deformation im Gehen ($p > 0.653$).

Assessment	MTSS	Kontroll	p-Werte
NH im Stehen (mm)			>0.05
Unbelastet	49.8 ± 4.6	50.0 ± 6.6	
Belastet	42.8 ± 5.8	45.0 ± 8.0	
ND-Test nach Brody (mm)	7.7 ± 3.1	5.0 ± 2.2	0.046
MLA-Winkel im Stehen (°)			>0.05
Unbelastet	147.9 ± 5.0	148.0 ± 10.8	
Belastet	153.7 ± 6.9	151.5 ± 12.0	
MLA-Winkel Deformation (°) zwischen belastet und unbelastet	5.9 ± 3.2	3.5 ± 2.6	0.037
MLA-Winkel im Gehen (°)			>0.05
Beim initialen Bodenkontakt	153.0 ± 7.3	152.1 ± 11.5	
In der terminalen Standphase	161.7 ± 7.6	159.2 ± 12.6	
MLA-Winkel Deformation im Gehen (°) von Beginn bis zum Ende der Standphase	8.8 ± 1.8	7.1 ± 1.7	0.015
Arch height index ratio			
Sitzend			0.68
Stehend			0.21
Korrelation Stehen-Gehen: Winkel unbelastet zu initialem Bodenkontakt/ belastet zu terminaler Standphase			<0.01
MLA-Deformation:			
MTSS-Gruppe			0.853
Kontrollgruppe			0.653

Tabelle 4: Resultate von Bandholm et al. (2008)

Diskussion

Der ND und die MLA-Deformation im Gehen und Stehen waren bei der Untersuchungsgruppe signifikant erhöht.

Die MLA-Deformation im Stand kann mit den angewendeten Messmethoden nicht auf die MLA-Deformation im Gehen übertragen werden. Die Autoren weisen auf die Limiten des experimentellen Designs der Studie hin. Auch wurde die Untersuchung im Stehen und im Gehen durchgeführt, das MTSS tritt jedoch häufig während des Laufens auf, währenddessen grössere Kräfte herrschen. Die Autoren geben an, dass Schuheinlagen für MTSS-Patienten sinnvoll wären, um die MLA-Deformation zu minimieren und die Kräftigung der Plantarflexoren zu einer besseren exzentrischen Kontraktion und somit zur besseren Schockabsorption führen könnte. Diese Hypothese braucht jedoch weitere Studien.

5.1.2 Kritische Beurteilung der Qualität

Die Studie von Bandholm et al. (2008) erreichte in der Studienbewertung gute 17 von 21 möglichen Punkten. Es wird ein klares Ziel angegeben und eine gute theoretische Basis mit relevanter Hintergrundliteratur geschaffen. Die Teilnehmerzahl N=30 ist eher gering, dafür wurden klare Einschlusskriterien definiert und die beiden Gruppen waren gut vergleichbar.

Die Messungsreliabilität wurde nur zusammengefasst für mehrere Assessments angegeben, hat jedoch einen guten Wert. Die Reliabilität der Outcome-Messungen wird positiv beeinflusst durch die guten Messungsreliabilitätswerte der Messinstrumente, die klare Beschreibung und somit gute Reproduzierbarkeit der Assessments. Gut war auch, dass die Probanden nicht wussten, wo sich die Druckplatte im Boden befindet. Negativ zu bewerten für die Reliabilität ist, dass nicht klar ist, ob es sich um einen oder mehrere Untersucher handelte und die Messungen mehrmals im selbstgewählten Tempo durchgeführt wurden, womit das Assessment nicht immer die gleichen Ausgangsbedingungen hatte. Gut für die externe Validität der Studie ist, dass die Freizeitathleten als Probanden ein breites Spektrum der Allgemeinbevölkerung darstellen. Allerdings können die Messungen nicht auf den Alltag eines Läufers übertragen werden, da die Messungen unter Laborbedingungen im Innenraum und barfuss durchgeführt wurden. Auch wurden alle Assessments im Gehen gemessen, wo andere Kräfte herrschen als beim Laufen. Die Ergebnisse wurden gut ausgewertet, auch wenn die statistischen Signifikanzen unübersichtlich dargestellt wurden. Die Schlussfolgerung der Autoren ist der Studie angemessen und sie beurteilten sich selbst kritisch.

Gesamthaft ist die Studie als gut zu bewerten. Die Studie ist strukturiert und die Ergebnisse wurden klar analysiert. Sie verlor Punkte bei der Grösse und der Begründung der Stichprobe, sowie wegen der fehlenden Messungsreliabilitätswerte. Auch ist die Studie aufgrund der Messbedingungen nicht extern valide.

5.2 Bartosik, Sitler, Hillstrom, Palamarchuk, Huxel & Kim (2010)

Anatomical and Biomechanical Assessments of Medial Tibial Stress Syndrome

5.2.1 Studienbeschreibung

Ziel

Das Ziel dieser Studie war, den Zusammenhang von ausgewählten anatomischen, dynamischen und statischen biomechanischen Faktoren auf MTSS zu eruieren.

Stichprobe

Die Studie umfasste 33 Teilnehmende, davon waren 18 Frauen und 15 Männer. 14 Teilnehmende zeigten eine MTSS- Symptomatik, die restlichen 19 gehörten zur asymptomatischen Kontrollgruppe.

Einschlusskriterien waren mindestens drei gewichtsbelastende Aktivitäten von mindestens 30 Minuten pro Woche, Bestehen der MTSS- Symptomatik seit mindestens drei Wochen, Schmerzen entlang der unteren Hälfte der medialen Tibiakante, welche durch Palpation und Aktivität auslösbar waren und in Ruhe wieder abklagen.

Zu den Ausschlusskriterien gehörten die Diagnose eines Kompartmentsyndroms, Stressfrakturen, chirurgische Eingriffe an der unteren Extremität oder Fussmorphologien in den letzten sechs Monaten, sensorische, motorische oder vaskuläre Störungen der unteren Extremität, Gebrauch von Fussorthesen oder Taping des Fusslängsgewölbes. In der Kontrollgruppe wurde das dominante Bein, in der MTSS-Gruppe das symptomatische Bein getestet. Zeigten sich bilaterale MTSS- Symptome, wurde ebenfalls das dominante Bein getestet.

Assessments

Mittels Fragebogen wurden die Studienteilnehmenden ausgewählt. Diese beantworteten anschliessend weitere Fragen und wurden durch eine physikalische Untersuchung in die MTSS- beziehungsweise Kontrollgruppe eingeteilt.

Durch die Fragebogen und Untersuchung wurden VAS, BMI, und Beinlänge eruiert. Zur Untersuchung der Fuss- und Knöchelbeweglichkeit dienten die aktive Dorsalextension des OSG (ICC=0.92), die passive Extension des Grosszehengrundgelenks (ICC=0.95) und die „Arch height index ratio“ (ICC=0.97). Der Malleolar valgus index (MVI) (ICC=0.97) und der Center-of–pressure excursion index (CPEI) (ICC=0.99) wurden zur Bestimmung des Fusstyps und dessen Funktion genutzt. Die Gehgeschwindigkeit und initiale Pronation wurden mittels Fussabdruck, unter Einbezug des Initial Pronation Index und des CPEI, untersucht.

Methodik

Es handelt sich bei dieser Studie um ein Querschnittstudiendesign. Es wurde erst eine Pilotstudie durchgeführt um die Intratesterreliabilität der Messungen festzulegen. Die Daten wurden mittels ANOVA analysiert. Der Signifikanzlevel wurde bei $p \leq 0.05$ festgelegt.

Resultate

Die wichtigsten Resultate sind in der Tabelle 5 aufgelistet.

Assessment	MTSS	Kontroll	p-Werte
ROM OSG in KG E (°)	5.46±0.72	7.16±0.62	0.08
ROM OSG in 90° KG F (°)	11.5±1.03	13.58±0.88	0.13
ROM MCP I (°)			
Belastet	27.47±2.51	27.83±2.15	0.91
Unbelastet	84.68±2.72	85.95±2.34	0.72
Arch hight index ratio			
Sitzend	0.36±0.01	0.36±0.01	0.68
Stehend	0.31±0.01	0.33±0.01	0.21
Malleolar Valgus Index (%)	12.72±1.41	10.79±1.21	0.31
Center-of pressure excursion index (%)	18.17±1.65	18.82±1.41	0.77
Initial pronation angle (°)	13.68±1.54	17.29±1.41	0.09
Initial pronation slope (mm)	3.16±0.26	3.28±0.24	0.74

Tabelle 5: Resultate von Bartosik et al. (2010)

Die Studie ermittelte signifikant höhere VAS-Werte bei den MTSS-Betroffenen in Ruhe und während der Aktivität. Die Gehgeschwindigkeit war in der MTSS-Gruppe signifikant tiefer ($p=0.02$), als in der Kontrollgruppe. Die Beinlängendifferenz ($p=0.051$) zeigte bei der MTSS-Gruppe grössere Differenzen. Es zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den zwei Gruppen bezüglich des Alters, dem Aktivitätslevel und dem BMI. Keine statischen Messungen zeigten statistische Signifikanz. Lediglich die Dorsalextension des OSG's ($p=0.08$) kam einem signifikanten Wert nahe. Auch die dynamischen Messungen waren statistisch nicht signifikant.

Diskussion

Ein höherer VAS und langsamere Gehgeschwindigkeit scheinen eine klassische Reaktion auf den Schienbeinkantenschmerz zu sein. Der langsame Gang wird auch als Massnahme angesehen, um die Schmerzen während der Aktivität zu beeinflussen. Die OSG Dorsalextension zeigte auch in vorhergegangenen Studien keine statistische Signifikanz, jedoch könnte ein Zusammenhang mit der Beschaffenheit des M. triceps surae bestehen. Die Beweglichkeit des Grosszehengrundgelenks scheint keinen Einfluss auf die Entstehung des MTSS zu haben. Obwohl der „Arch height index“ im Sitz und im Stand in dieser Studie nicht signifikant ausfiel, wird in Anlehnung auf andere Studien vermutet, dass ein kollabiertes Fusslängsgewölbe zu Pronation und mehr Belastung der medialen Strukturen führt.

Verschiedene Faktoren könnten dazu geführt haben, dass die Messungen keine statistische Signifikanz erreichten. Dazu gehört, dass die Messungen nicht unter den Konditionen durchgeführt wurden, unter welchen das MTSS entstand.

Die Teilnehmenden wurden barfuss getestet, jedoch könnte die Ursache für das MTSS an den Laufschuhen liegen. Möglicherweise trug die selbstgewählte Gehgeschwindigkeit zur Evaluation des CPEI dazu bei, dass die Messungen keine signifikanten Unterschiede zeigten.

Aufgrund des Querschnittstudiendesign sich nicht erkennen, ob das MTSS Auslöser der Veränderungen oder die Reaktion darauf ist. Die Studie folgert, dass die Gehgeschwindigkeit abhängig von den Symptomen ist. Beinlängendifferenz und die Dorsalextension des OSG's in Knieextension sind mögliche Risikofaktoren bei der

Entstehung des MTSS. Obwohl die Messungen des Subtalargelenks keine statistische Signifikanz zeigten, sollten sie bei der Beurteilung des MTSS nicht vernachlässigt werden. Zur Weiterentwicklung von präventiven Massnahmen und dem Management von MTSS sollen noch weitere Untersuchungen angestellt werden.

5.2.2 Kritische Beurteilung der Qualität

Die Studie von Bartosik et al. (2010) erreichte in der Studienbewertung 12 der 21 möglichen Punkte. Die Autoren haben das Ziel klar ausformuliert und dazu relevante Hintergrundliteratur verwendet. Jedoch haben sie daraus keine klare Fragestellung formuliert. Diese Studie wurde weder von einer Ethikkommission geprüft, noch wurde das wohlinformierte Einverständnis der Studienteilnehmer eingeholt. Die Stichprobe wurde aufgrund von überlegten Ein- und Ausschlusskriterien ausgewählt und detailliert beschrieben. Die Stichprobengrösse $N=33$ wurde nicht begründet und ist zu klein, um eine repräsentative Aussage zu generieren. Die beiden Gruppen zeigten eine gute Vergleichbarkeit. Die Messungsreliabilität wurde von allen Messungen ausser dem Initial Pronation Index angegeben und hat gute Werte. Der Initial Pronation Index stellt jedoch im Vergleich der Outcomes einen wichtigen Wert dar, weshalb die Studie den Punkt für die Messungsreliabilität nicht erhielt. Zwar hatten die Messmethoden eine gute Intraraterreliabilität, doch führten die Tatsachen, dass die Teilnehmer im selbstgewählten Tempo gingen, es keine Aussagen über die Anzahl der Untersucher gab und die Gehstrecke nicht beschrieben wurde zu einer ungenügenden Reliabilität der Outcome-Messung. Dasselbe gilt für die externe Validität der Outcome-Messung, zwar waren die Geschlechter ausgeglichen, doch die Messungen wurden barfuss und im Gehen statt im Laufen durchgeführt. Zudem wurden weder Angaben zur Gehstrecke, noch zur Rekrutierung gemacht. Die Ergebnisse wurden darauf ausführlich beschrieben und die Signifikanz der Resultate angegeben. Die Analysemethoden dafür wurden sinnvoll gewählt. Dazu ist zu erwähnen, dass kein Resultat statistisch signifikant war. Klinische Empfehlungen wurden keine angegeben. Es wird lediglich darauf hingewiesen, dass weitere Untersuchungen notwendig sind, um das Management von MTSS zu verbessern. Trotz ungenügender Signifikanz der Resultate wurden in der Schlussfolgerung potenzielle Risikofaktoren für die Entstehung eines MTSS angegeben.

Weitere müssen jedoch noch untersucht werden. Die Autoren haben die Limiten ihrer Studie erkannt.

Zusammenfassend war die Studie in vielen Punkten mangelhaft. Wesentlich zu kritisierende Punkte waren die zu kleine Stichprobengrösse, die fehlende Messungsreliabilität von relevanten Assessments und dass die Outcome-Messungen weder reliabel, noch extern valide waren. Auch konnte keine klinische Relevanz daraus gezogen werden.

5.3 Rathleff, Samani, Olesen, Kersting & Madeleine (2011)

Inverse relationship between the complexity of midfoot kinematics and muscle activation in patients with medial tibial stress syndrome

5.3.1 Studienbeschreibung

Ziel

Das Ziel der Studie war es, die Struktur der dynamischen NH, sowie der oberflächlichen Elektromyographie (SEMG) von Patienten mit MTSS und gesunden Probanden zu zeigen.

Stichprobe

Die Studie untersuchte 14 MTSS-Patienten (Alter 27.8 ± 8.8), die alle innerhalb von vier Wochen in einer orthopädischen Klinik diagnostiziert wurden. Alle hatten seit mindestens drei Monaten Beschwerden. Die Kontrollgruppe (Alter 27.3 ± 6.6) bestand aus elf gesunden Teilnehmern, die durch Inserate an einer Universität rekrutiert wurden. Bei bilateralen MTSS-Patienten wurde das schmerzhaftere Bein untersucht. MTSS wurde definiert als kontinuierlicher oder intermittierender Schmerz in der medialen Tibia-Gegend, ausgelöst durch repetitive gewichtsbelastende Aktivität und Lokalisation entlang den distalen zwei Dritteln der posteromedialen Tibiakante. Die Mean- und SD-Werte der beiden Gruppen bezüglich Alter, Grösse, Gewicht, BMI, VAS und Fusslänge werden angegeben.

Assessments

Statisch wurde bei allen Probanden der FPI-6 vom selben Untersucher ausgeführt. Danach wurde die bevorzugte Gehgeschwindigkeit mit Lichtsensoren gemessen, um die Laufbandgeschwindigkeit individuell zu bestimmen.

Drei reflektierende Marker wurden am ersten Metatarsalknochen, am Calcaneus und an der Tuberositas navicularis befestigt. Mit einem 3D-Multivideo-Sequenzenanalyse-System wurden die Teilnehmer nach sechsminütigem Einlaufen während 20 Schritten auf dem Laufband aufgenommen. Danach wurde während 20 Sekunden die SEMG aufgezeichnet. Aus den Markern wurde die NH berechnet. Da bei MTSS-Patienten nur während belasteten Aktivitäten Symptome ausgelöst wurden, wurden der dynamische ND (dND) und die SEMG-Signale nur in der Standphase des Gangzyklus (aufgeteilt in fünf Intervalle 0%-25%-50%-75%-100%) analysiert.

Methodik

Die Studie wurde im Case-Control-Design durchgeführt. Für die Daten jedes Intervalls der Standphase wurden die Permuted Sample Entropy (PeSaEn) and Permutation entropy (Pe) angewandt. Die Entropie quantifiziert die Komplexität eines Datensatzes. Sie beurteilt die Wahrscheinlichkeit, dass gleiche Sequenzen einer Länge ähnlich bleiben nach einem Zeitabschnitt. Der Output ist eine einheitslose positive Zahl, bei der tiefere Werte regelmäßige Signale und hohe Werte unregelmässige Signale bedeuten.

Für die PeSaEn- und Pe-Werte wurde eine Zwei-Weg-ANOVA verwendet. Für die mittlere Leistung der SEMG-Signale wurde ein Ein-Weg ANOVA angewendet. Der dND wurde mit einem t-Test analysiert und die Zeit als Faktor mit einbezogen. Der Signifikanzlevel wurde bei $p \leq 0.05$ angesetzt.

Resultate

Eine Übersicht ist in der Tabelle 6 ersichtlich. Es bestand kein signifikanter Unterschied bezüglich der bevorzugten Gehgeschwindigkeit zwischen den Gruppen ($p=0.56$). Probanden mit MTSS hatten durchschnittlich einen 1.5mm grösseren ND ($p=0.004$). Die PeSaEn-Werte zeigen, dass der dND bei MTSS-Gruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe ein weniger komplexes Muster zeigt ($p=0.007$). Im ersten Intervall der Standphase hatten die gesunden Probanden eine höhere mittlere Leistung des SEMG-Signals des M. tibialis anterior als die andere Gruppe ($p=0.04$). Die Aktivität des M. soleus ($p=0.01$) und des M. tibialis anterior ($p=0.02$) war unregelmässiger bei MTSS-Patienten, was der Pe-Wert zeigt. Die PeSaEn-Werte der SEMG-Messungen zeigen keinen signifikanten Unterschied.

Assessment	MTSS	Kontroll	p-Werte
FPI-6	3.1±1.6	3.3±1.8	0.77
Dynamic ND			0.004
PeSaEn vom dND			0.007
Normalisiertes RMS für M. tibialis anterior in erster Standphase (%)	54±12	64±8	
Normalisiertes RMS M. tibialis anterior in letzter Standphase			0.07
Muskelaktivierung M.tibialis anterior gesamt (%)	18±9	25±10	
PE Wert für M.soleus			0.01
PE Wert für M. tibialis anterior			0.02
PeSaEn für M. tibialis anterior			0.20

Tabelle 6: Resultate von Rathleff et al. (2011)

Diskussion

Die Autoren stellen klar, dass wegen des Case-Control-Designs kein Ursache-Auswirkung-Verhältnis geschlussfolgert werden kann. Die Stichprobe war klein. Die Messungen waren limitiert durch die Verwendung des Laufbands.

Schlussfolgernd sagen die Autoren, dass Patienten mit MTSS durch eine höhere Komplexität der SEMG Signale des M. tibialis anterior und des M. soleus charakterisiert werden, dafür aber eine tiefere Komplexität in der Mittelfuss Kinematik aufweisen. Die Autoren weisen darauf hin, dass weitere Studien benötigt werden, welche SEMG-, Kinetik- und Kinematik-Aufnahmen verbinden.

5.3.2 Kritische Beurteilung der Qualität

Die Studie von Rathleff et al. (2011) erhielt nur 11 von 21 möglichen Punkten. Das Ziel der Studie wurde klar angegeben, jedoch keine Fragestellung formuliert. Die Autoren erwähnten die relevante Hintergrundliteratur und bisherige Studien. Die Stichprobe war mit N=25 für eine Case-Control Studie zu gering, um repräsentative Aussagen zu machen.

Für die Auswahl der Probanden wurden keine Ausschlusskriterien genannt. Auch waren die beiden Gruppen zu Beginn nicht gleich gross (drei Probanden der Kontrollgruppe wurden ausgeschlossen, da ihre SEMG-Messungen „unpassend“ waren). Es wurden keine klaren Angaben bezüglich der Vergleichbarkeit zu Alter, Grösse, Gewicht, BMI, Geschlecht und Fusslänge gemacht.

Für die gewählten Assessments wurde nur bei einem die Messungsreliabilität angegeben, diese war hoch. Die fehlenden Werte machen es schwierig, die gesamte Studie bezüglich der Reliabilität zu beurteilen. Positiv war jedoch, dass der FPI-6 von nur einem Untersucher durchgeführt wurde und alle Testausführungen mit Messangaben genau beschrieben wurden, so dass sie gut reproduzierbar wären. Die Gehgeschwindigkeit wurde zwar selbst gewählt, aber durch das Laufband war sie konstant. Die Studienresultate sind extern schlecht valide. Die Assessments wurden auf dem Laufband im Labor durchgeführt. Ebenso wurde im Gehen statt im Laufen getestet, wobei andere Kräfte herrschen. Bei der Stichprobenauswahl kann keine Aussage zur Repräsentation gemacht werden, da nicht einmal das Geschlecht angegeben wurde.

Die Ergebnisse sind nur unvollständig angegeben. Die Autoren untersuchten zum Beispiel fünf Gangphasen, haben aber in den Resultaten nur die Ergebnisse von zwei Phasen genannt. Die Ergebnisauswertung mit den zwei Modellen PeSaEn und Pe wird gut beschrieben und die p-Werte angegeben. Die Autoren geben direkte Empfehlungen oder Auswirkungen für die Praxis ab. Einige Limiten der Studie werden von den Autoren erkannt.

Die Studie war in vielen wichtigen Kriterien mangelhaft. Die Stichprobe war zu klein, sie wurde nicht begründet und die Ein- und Ausschlusskriterien waren unklar. Es fehlen die Reliabilitätswerte der meisten Messungen und wegen der Ausführung ist die Studie nicht extern valide. Weitere Punkte verliert die Studie bei den Ergebnissen, eine klare Beschreibung und die klinische Relevanz fehlt. Auch wurden Teilnehmer der Kontrollgruppe aus nicht nachvollziehbaren Gründen ausgeschlossen.

5.4 Rathleff, Kelly, Christensen, Simonsen, Kaalund & Laessoe (2012)

Dynamic Midfoot Kinematics in Subjects with Medial Tibial Stress Syndrome

5.4.1 Studienbeschreibung

Ziel

Das Ziel der Studie war es, zu evaluieren, ob bei Patienten mit MTSS die Charakteristiken des ND verändert sind.

Stichprobe

Die Autoren untersuchten 28 Probanden zwischen 19 und 36 Jahren. 14 Patienten hatten MTSS. Sie wurden innerhalb von vier Wochen in einer Orthopädischen Klinik diagnostiziert. Sie hatten seit mindestens drei Monaten Symptome. Die Kontrollgruppe bestand aus 14 gesunden Probanden, die bezüglich Alter, Geschlecht, Sportaktivität und Aktivitätslevel durch ein Inserat passend gesucht wurden. Jeweils zehn davon waren Frauen, vier Männer.

MTSS wurde definiert als Schmerz, ausgelöst durch repetitive belastende Aktivitäten. Er war an den distalen zwei Dritteln der posteromedialen Tibia lokalisiert.

Assessments

Statisch wurden die Fusslänge, der ND-Test nach Brody, die VAS und der FPI-6 gemessen.

Für die dynamischen Messungen wurden drei Marker am Fuss angebracht (Mitte des ersten Metatarsale, am Calcaneus und an der Tuberositas navicularis). Nach sechsminütigem Einlaufen wurde eine 20-sekündige Videoaufnahme auf dem Laufband mit selbstgewähltem Tempo durchgeführt. Danach wurden die Werte mit Computerprogrammen berechnet. Der dynamische ND (dND) wurde definiert als Unterschied zwischen der NH beim Fersenaufprall bis zur minimalsten Höhe des Os Naviculare während der Standphase. Auch wurde die ND-Phase definiert. Ebenso wurde die Dauer des ND der gesamten Standphase in Prozent berechnet, um die Geschwindigkeit des ND zu berechnen.

Methodik

Die Studie wurde im Case-Control Design durchgeführt.

Die Daten des FPI-6 wurden mit dem Mann-Whitney-Test ausgewertet. Alle demographischen sowie ND-Messungs-Daten waren normalverteilt.

Darum wurde ein ungepaarter t-Test angewendet. Die VAS war nicht normalverteilt und wurde mit dem Spearman-rank-Correlation ausgewertet. Der Signifikanzlevel wurde bei $p \leq 0.05$ gesetzt.

Resultate

Die wichtigsten Resultate sind in der Tabelle 7 aufgeführt. Bezüglich der Gehgeschwindigkeit und dem FPI-6 gab es keinen signifikanten Unterschied. Der statische ND war in der MTSS-Gruppe höher, jedoch nicht signifikant ($p=0.08$). Der dND war jedoch in der MTSS-Gruppe signifikant höher ($p=0.004$) und geschah schneller ($p=0.03$) im Vergleich zur Kontrollgruppe. Ausserdem hatten die MTSS-Probanden eine längere ND-Phase ($p=0.045$) und eine längere Standphase ($p=0.01$).

Assessment	MTSS	Kontroll	p-Werte
ND-Test nach Brody (mm)	7.1±2.8	5.4±2.4	0.08
FPI-6 score (median (interquartile range))	3.5 (2-4)	3 (2-4)	1.0
Palpation des Talus	1 (1-1)	1 (1-1)	0.38
Kurven über/unter den Malleoli	0 (0-1)	0 (0-0)	0.77
Inversion/Eversion des Calcaneus	0 (0-0)	0 (0-0)	0.35
Talonaviculare Kongruenz	0 (0-0)	0 (0-0)	0.25
Fusslängsgewölbe	1 (0-1)	0.5 (0-1)	0.38
Vorfuss Abduction/Adduction	1 (1-1)	1 (1-1)	0.54
Dynamic ND (mm)	6.5±1.3	5.0±1.2	0.004
Geschwindigkeit des dND (mm/sec)	14.2±3.1	11.8±2.5	0.03
Längere Standphase bei MTSS			0.01
Längere ND-Phase bei MTSS			0.45

Tabelle 7: Resultate von Rathleff et al. (2012)

Diskussion

Bei den statischen Messungen konnte kein signifikanter Gruppenunterschied festgestellt werden. Die signifikant höhere Geschwindigkeit des dND könnte die vergrösserte Inversion und das vergrösserte Gewicht auf der Tibia bestätigen. Trotz der höheren Geschwindigkeit haben Probanden mit MTSS eine längere ND-Phase

und eine längere Standphase. Die aktuelle Studie bestärkt die Wichtigkeit von dynamischen Fussmessungen und zeigt, dass die Geschwindigkeit des dND ein wichtiger Faktor im Zusammenhang mit MTSS sein könnte. Aufgrund des retrospektiven Designs kann keine Ursache-Wirkungs-Beziehung beurteilt werden. Limitiert wird die Studie auch durch die Verwendung des Laufbands und dem Gehen statt des Laufens. Ausserdem wurden nur 2D-Videoaufnahmen gemacht, es geschieht jedoch auch eine Mittelfussbewegung in der Transversalebene. Für weitere Studien empfehlen die Autoren grössere Stichproben und den Einschluss der Transversalbewegung.

5.4.2 Kritische Beurteilung der Qualität

Die Studie von Rathleff et al. (2012) erhielt in der Studienbewertung gute 16 von 21 Punkten. Die Autoren geben ein klares Ziel an, haben jedoch keine Fragestellung formuliert. Die relevante Hintergrundliteratur wurde gesichtet. Die Stichprobe war mit N=28 trotz des Case-Control Designs gering. Es wurden Einschlusskriterien, jedoch keine Ausschlusskriterien der Stichprobenauswahl genannt. Die beiden Gruppen waren vergleichbar.

Die Reliabilitätswerte der Messinstrumente wurden nur für den ND, den FPI-6 und den dND angegeben, nicht jedoch für die Geschwindigkeit des dND. Die angegebenen Werte sind gut. Die Reliabilität der Outcome-Messungen wurde als gut bewertet, da neben den guten Werten auch die Mittelwerte von 20 Datensätzen genommen wurden, genaue Beschreibungen der Messungsausführung vorhanden sind und die Gehgeschwindigkeit durch das Laufband konstant war. Negativ zu bewerten ist nur, dass die Autoren keine Angaben zu den Untersuchern gemacht haben. Da die Untersuchungen auf dem Laufband im Gehen gemacht wurden, können sie schlecht auf den Alltag eines Läufers übertragen werden. Die zufällige Auswahl der MTSS-Patienten beeinflusst die externe Validität jedoch positiv. Die Autoren beschreiben die Ergebnisse übersichtlich mit allen p-Werten. Die Analyse der Daten wurde nachvollziehbar beschrieben. Die Schlussfolgerungen waren angemessen und sind von klinischer Bedeutung. Die Limiten der Studie wurden von den Autoren erkannt.

Gesamthaft ist die Studie als gut zu bewerten. Der grösste Kritikpunkt ist die kleine Stichprobe und die fehlenden Ausschlusskriterien.

Bei den Messungen fehlt der Reliabilitätswert für den dND. Aufgrund der Laborbedingungen ist die Studie nicht extern valide. Ansonsten wurde die Studie sinnvoll aufgebaut und vollständig durchgeführt.

5.5 Sharma, Golby, Greeves & Spears (2011)

Biomechanical and lifestyle risk factors for medial tibia stress syndrome in army recruits: A prospective study

5.5.1 Studienbeschreibung

Ziel

Das Ziel der Studie war, prospektiv herauszufinden, ob die Biomechanik des Laufens und der Lebensstil prädisponierend für die Entstehung von MTSS sind.

Stichprobe

Bei den Studienteilnehmenden handelt es sich um 468 Infanterie Rekruten. Ihr Durchschnittsalter betrug 18.9 ± 2.3 Jahre und der durchschnittliche BMI war 22.5 ± 2.5 . Die Teilnehmer absolvierten alle das gleiche Training, liefen dieselbe Laufstrecke und trugen das gleiche Schuhwerk.

Assessments

Die Fitness wurde mittels eines 1.5-Meilenlaufs eruiert. Zudem wurde festgehalten, ob die Teilnehmer rauchten oder nicht.

Im Flur wurde eine Druckplatte verborgen eingelegt. Es ergaben sich sechs Fussabdrücke für jeweils den rechten und den linken Fuss der Teilnehmenden. Die Daten des plantaren Drucks wurden in neun Regionen unterteilt. In N/cm^2 wurde der Druck des medialen Fersen, des lateralen Fersen, der fünf Metatarsalknochen und der Zehen gemessen. Aufgrund dieser Werte wurden die Fussbalance, die Fersenrotation und die Zeit bis zur Spitze der Fersenrotation ermittelt.

Die Teilnehmer durchliefen ein 26-wöchiges Trainingsprogramm. Jeder Betroffene erhielt eine Untersuchung und eine Behandlung. MTSS-Betroffene mussten während den Übungen Schmerzen entlang der posteromedialen Tibiakante haben. Jedoch durften deren Ursachen nicht ischämische Veränderungen oder Stressfrakturen sein. Röntgen, MRI und Messungen des Drucks innerhalb des Kompartments dienten der Bestätigung der Diagnose.

Methodik

Bei dieser Studie handelt es sich um eine prospektive Kohortenstudie. Um die Unterschiede der MTSS-Gruppe und der asymptotischen Gruppe zu evaluieren, wurde die ANOVA ermittelt und der unabhängige t-Test und der χ^2 -Test wurden durchgeführt. Als signifikant wurde $p < 0.05$ festgelegt. Um die Wichtigkeit und den Einfluss der Faktoren bei der Entstehung des MTSS darzustellen, wurde eine hierarchische logistische Regression (HLR) entwickelt.

Die Fussbalance wurde in gute oder schlechte Führung eingeteilt, abhängig davon, ob sich der Wert innerhalb einer Standardabweichung befand oder nicht. Eine schlechte Fussführung heisst, dass der Druck vor allem über die mediale Fussesite übertragen wird und somit reaktiv zu Pronation, Eversion, Abduktion und Plantarflexion führen kann. Ebenfalls wurde die körperliche Fitness in gut und schlecht unterteilt. Um herauszufinden welches Vorzeichen für die Entstehung eines MTSS sind, wurden jene Messwerte analysiert, die einen signifikanten Unterschied zwischen den zwei Gruppen zeigten. Die ANOVA zeigte, dass die Fussbalance während den ersten 20% des Laufens signifikant war, deshalb wurde ein Mittelwert aus den Werten der Fussbalance und der Gangphase in die HLR eingefügt. Während der HLR wurden schrittweise das Fitnesslevel und der Raucherstatus mit den biomechanischen Faktoren kombiniert.

Resultate

Die wichtigsten Messresultate sind in Tabelle 8 aufgelistet. Von den 468 Rekruten entwickelten 37 ein MTSS (15 bilateral). Dies ergibt eine Verletzungsrate von 7.9%. In der asymptotischen Gruppe befanden sich noch 239 Teilnehmer. 193 Personen wurden aufgrund anderer Beinverletzungen oder Rückenschmerzen ausgeschlossen. Die Messungen der Fussbalance zeigten eine hohe Signifikanz ($p < 0.01$). Es zeigten sich signifikante Unterschiede ($p < 0.03$) zwischen den zwei Gruppen während der ersten Gangphase (1-20%). Dabei hat die MTSS-Gruppe einen konstant höheren medialen Druck, sowie einen schnelleren medialen Druckaufbau. Die Resultate zeigten signifikant höhere Druckspitzen in der MTSS-Gruppe unter dem medialen Fersen ($p = 0.03$) und dem Grosszehengrundgelenk ($p < 0.01$), jedoch tieferen Druck unter dem fünften Metatarsalen ($p = 0.03$).

Die MTSS-Gruppe zeigte eine kürzere Zeitspanne bis zur Spitze der Fersenrotation ($p < 0.01$) und einen langsameren 1.5-Meilenlauf ($p < 0.01$). Bezüglich lateralem Fersendruck, Alter, Gewicht, Höhe und BMI zeigten sich keine signifikanten Unterschiede ($p > 0.78$). Der χ^2 -Test zeigt signifikante Unterschiede zwischen den zwei Gruppen bezüglich der biomechanischen Variablen ($p < 0.001$), dem Raucherstatus ($p < 0.001$) und dem Fitnesslevel ($p < 0.001$). Mittels der HLR in Bezug auf die Fussbalance in der ersten Gangphase, die Druckverhältnisse, den 1.5-Meilenlauf und die Rauchergewohnheit konnte das MTSS signifikant vorhergesagt werden ($p = 0.02$). Dieses Modell stimmte mit 96.9% der asymptomatischen Gruppe, 67.5% der MTSS- Gruppe und mit 87.7% aller Teilnehmenden überein.

Assessment	MTSS	Kontroll	p-Werte
Fussbalance während der Standphase			<0.01
Druckspitze unter:			
Medialer Ferse			0.03
Metatarsale I			<0.01
Metatarsale V			0.03
Zeit bis zur Fersenrotationsspitze			<0.01
Biomechanik (n)			<0.001
Gut	11	206	
Schlecht	26	33	

Tabelle 8: Resultate von Sharma et al. (2011)

Diskussion

Werden das Fitnesslevel, die Rauchergewohnheit oder die Biomechanik isoliert betrachtet, ist das Regressionsmodell nicht fähig das MTSS vorauszusehen. Erst die Kombination der genannten Faktoren führt zu statistisch signifikanten Werten.

Werden die biomechanischen Faktoren einzeln betrachtet, sieht die logistische Regression nur 31.6% der MTSS-Betroffenen voraus. Zukünftige Studien könnten mehr quantitative Untersuchungen dieser Faktoren beinhalten. Zur Evaluation der Biomechanik könnte eine 3D-Aufnahme des Fusses dienen. Für die Beurteilung der körperlichen Fitness könnte man die Atmung und den Puls überwachen und den Tabakkonsum quantifizieren.

Die Kombination von biomechanischen Faktoren und Lebensstil scheint eine effektive Methode zur Vorausbestimmung von asymptomatischen Teilnehmer und mässig effektive Methode zur Identifizierung von MTSS-Betroffenen.

5.5.2 Kritische Beurteilung der Qualität

Die Studie von Sharma et al. (2011) erreichte in der Studienbeurteilung 16 der 21 möglichen Punkte. Die Autoren haben eine klare Fragestellung formuliert und den Zweck der Studie mit Hintergrundliteratur belegt. Das Studiendesign der prospektiven Kohortenstudie wurde sinnvoll gewählt und vom Ethikkomitee bewilligt. Die Stichprobe N=468 wurde gross gewählt und gut beschrieben. Aufgrund der nicht angegebenen Messungsreliabilität, der fehlenden Aussagen über die Untersucher, sowie dem selbstgewählten Gangtempo, waren Outcome-Messungen nicht reliabel. Auch die externe Validität der Outcomes ist nicht genügend. Zwar wurden die Probanden zufällig ausgewählt und die Druckplatten waren versteckt, um das Gangmuster nicht zu beeinträchtigen. Doch handelte es sich trotzdem um eine künstlich hergestellte Gehstrecke worauf das Gehen statt des Laufens untersucht wurde. Ebenfalls wurden nur Männer untersucht und es handelt sich bei den Infanterie Soldaten um eine sehr homogene Gruppe, wenn sie Läufern der Allgemeinbevölkerung gegenübergestellt wird. Die Ergebnisse wurden beschrieben und die Signifikanz der Resultate angegeben. Davon waren, ausser dem Wert des BMI, alle signifikant. Die Analysenmethoden waren bezüglich dem Zweck der Studie geeignet. Jedoch ist zu erwähnen, dass vor allem die multiple HRL mit Kopplung der untersuchten Faktoren aussagekräftige Resultate erzielte. Die Studie fand heraus, dass erhöhter plantarer Druck medial, geringe Fitness und Rauchen Risikofaktoren für die Entstehung eines MTSS sind. Werden die biomechanischen Faktoren und der Lebensstil jedoch getrennt betrachtet, ergibt sich keine deutliche Aussage, was sich auf die angegebene klinische Relevanz dieser Studie negativ auswirkt. Den Autoren sind die Limiten der Studie bewusst. Die Studie ist gut aufgebaut und die Ergebnisse zeigten hohe Signifikanz. Jedoch hat sie bei der Bewertung der Messungen schlecht abgeschnitten. Grund dafür ist, dass die Messungsreliabilität nicht angegeben wurde und daher auch das Outcome nicht als reliabel gelten kann. Die Studie ist aufgrund der Stichprobenauswahl nicht repräsentativ und hat daher eine schlechte externe Validität.

5.6 Tweed, Campbell & Avil (2008)

Biomechanical Risk Factors in the Development of Medial Tibial Stress Syndrome in Distance Runners

5.6.1 Studienbeschreibung

Ziel

Das Ziel der Studie war den Zusammenhang zwischen funktioneller und statischer Fusststellung und MTSS bei Langstreckenläufern zu eruieren.

Stichprobe

Von 100 Läufern aus drei Laufvereinen wurden mittels Fragebogen und physikalischer Untersuchungen die Studienteilnehmer rekrutiert. Daraus entstand eine Stichprobe von 67 Beinen, davon zeigten 43 Beine das MTSS (13 Probanden unilateral, 15 Probanden bilateral) und 12 Probanden waren bilateral asymptomatisch. Die Kontrollgruppe wurde randomisiert aus denselben Laufvereinen rekrutiert. Die Altersspanne der Teilnehmer betrug 18-56 Jahre. Zwölf der MTSS-Betroffenen waren Frauen und 16 Männer. In der Kontrollgruppe hatte es fünf Frauen und sieben Männer.

Assessments

Statisch wurde der Fusstyp mittels des Foot Posture Index-8 (FPI-8) analysiert. Weiter wurden das ROM des OSGs bei Kniegelenk Extension und Flexion, die Differenz zwischen belasteter und unbelasteter Calcaneus Position im Stand und das ROM des Grosszehengrundgelenks im Liegen gemessen.

Die acht dynamischen Variablen beziehen sich auf Anomalitäten während des Laufens auf dem Laufband (10 km/h). Diese wurden mittels Videoanalyse beurteilt. Die Beobachtungen wurden mit und ohne Schuhe durchgeführt, dabei wurde je eine Minute lang von vorne, hinten und von lateral gefilmt. Es wurden folgende Aspekte untersucht: „Apropulsive gait“, frühes Fersenabheben, abduktorische Drehung, Pronation beim Fersenauftritt, Pronation bei früher Standphase, Pronation bei mittlerer Standphase, Pronation in der terminalen Standphase und Propulsion.

Methodik

Vorausgehende Messungen zeigten eine hohe Kolinearität zwischen der Pronation bei Fersenauftritt und jener in der frühen Standbeinphase.

Deshalb wurde beschlossen, die Messung der Pronation bei Fersenauftritt aus der Hauptanalyse auszuschliessen und diese mit den verbliebenen elf Variablen durchzuführen. Mit Hilfe des Wahrscheinlichkeitsquotienten wurde schrittweise aus diesen Daten eine logistische Regressionsanalyse erstellt. Für jede Variable wurde der Hypothesentest durchgeführt. Diejenige Variable mit dem höchsten Wert wurde im nächsten Schritt dem Modell hinzugefügt. Dieser Vorgang wurde für jedes neue Modell wiederholt. In jedem Modell wurde überprüft, ob der Wegfall einer Variablen das Resultat verschlechterte. Wenn der Wegfall einer Variablen das Resultat nicht signifikant verschlechterte, wurde diese im nächsten Schritt weggelassen. Schliesslich beinhaltet das Modell sechs Variablen. Der Wegfall von jeder der sechs Variablen zeigte eine signifikante Verschlechterung ($p < 0.05$).

Resultate

Die Messresultate sind in der Tabelle 9 ersichtlich.

Assessment	MTSS	Kontroll	p-Werte
ROM OSG in KG F			0.842
ROM OSG in KG E			0.213
ROM MCP Dig I.			0.487
FPI-8			KA
Unterschied zwischen belasteter und unbelasteter Calcaneus-Position			0.622
Pronation: bei der Belastungsantwort			0.311
in der mittleren Standphase			0.372
in der terminalen Standphase			0.083
bei der Propulsion			0.166
Frühe Fersenablösung			0.003
Abduktorische Drehung			0.003
Apropulsive gait			<0.001

Tabelle 9: Resultate von Tweed et al. (2008)

Das oben erwähnte Modell mit sechs Variablen traf auf 93% der MTSS und 91.7% der asymptomatischen Teilnehmer zu. Von den statischen Messungen zeigten die Differenz zwischen belasteter und unbelasteter Calcaneus-Position im Stand und das ROM des OSG bei extendiertem Kniegelenk Signifikanz. Von den dynamischen Komponenten waren das frühe Fersenabheben, die abduktorische Drehung und der „Apropulsive gait“ signifikant.

Diskussion

Die Autoren verglichen ihre Resultate mit vorhergegangenen Studien. Mittels Quotenverhältnis ermitteln sie die Wahrscheinlichkeit eine MTSS-Symptomatik zu entwickeln, wenn die erwähnten Risikofaktoren vorherrschen. Es werden Hypothesen über den Einfluss der Resultate auf die anatomischen Strukturen und deren Rückwirkung auf das Laufen gebildet. Dabei wird im Rahmen der Laufanalyse der Einfluss des M. triceps surae auf das Kniegelenk, Talocruralgelenk und Subtalargelenk betrachtet.

Die Autoren merkten an, dass Laufen auf dem Laufband nicht den realen Konditionen entspricht.

Die statischen und dynamischen Faktoren stehen im Bezug zueinander, wobei die dynamischen Komponenten womöglich kompensatorische Reaktionen auf die statischen Faktoren darstellen. „Apropulsive gait“ führt möglicherweise zur Überlastung der medialen tibialen Muskulatur und der Faszie und somit zum MTSS. Es wird empfohlen, Läufer mit Verdacht auf MTSS dynamisch auf Abweichungen der Pronation während dem Rennen zu untersuchen. Da viele Läufer, die in der späten Standphase pronierten einen „Apropulsive gait“ zeigten, könnte die Behandlung der Pronation des Vorfusses und des Subtalargelenks helfen, den Symptomen präventiv entgegen zu wirken.

5.6.2 Kritische Beurteilung der Qualität

Die Studie von Tweed et al. (2008) erhielt in der Studienbeurteilung 14 der 21 möglichen Punkte. Die Autoren der Studie haben die Fragestellung klar formuliert und deren Zweck mit Hintergrundliteratur begründet.

Das Studiendesign der Case-Control-Studie entspricht der Studienfrage und wurde von einem Ethikkomitee genehmigt. Untersucht wurden die einzelnen Beine, dies ergab eine Stichprobengrösse von N=67. Die Teilnehmer wurden mittels Ein- und Ausschlusskriterien beschrieben. Nicht beschrieben wurde, wie ähnlich sich die beiden Gruppen gewesen waren.

Es wurde das Geschlecht angegeben, jedoch keine Angaben bezüglich dem Alter und der Grösse gemacht. Von den Teilnehmenden wurde keine wohlinformierte Zustimmung eingeholt. Sie wurden nur gefragt, ob sie mit den Filmaufnahmen einverstanden waren. Zu den Messmethoden wurde keine Messungsreliabilität angegeben, weshalb auch nicht beurteilt werden konnte, ob die Messmethoden reliabel waren. Aus diesem Grund wird auch die Reliabilität des Outcomes schlecht bewertet. Dafür wurden die Messungen immer von zwei Untersuchern analysiert. Das Lauftempo war auf 10 km/h festgelegt und die Untersuchungen wurden barfuss und mit Schuhen durchgeführt. Die Outcome-Messungen waren extern valide, denn die Untersuchungen fanden im Laufen statt und die Auswahl der Probanden war randomisiert. Zu kritisieren sind die Laborbedingungen, dass die Laufanalyse auf dem Laufband stattfand und dass die Beine einzeln untersucht wurden. Waren beide Extremitäten vom MTSS betroffen, wurden jeweils beide untersucht, dies könnte zu Bias führen, da der Einfluss vom einen symptomatischen Bein auf das andere nicht bekannt ist. Die Ergebnisse wurden klar beschrieben.

Die Analysemethoden waren geeignet. Die logistische Regressionsanalyse gibt Auskunft über den Zusammenhang der beurteilten Faktoren und dem MTSS. Die klinische Bedeutung wurde angegeben. In der Schlussfolgerung wurden die Zusammenhänge zwischen den biomechanischen Faktoren und dem MTSS dargestellt und eine Empfehlung abgegeben. Die Limiten wurden teilweise erkannt, darunter gehen die Messung des ROM des Grosszehengrundgelenks und das Laufband, welches nicht dem festen Untergrund entspricht.

Die Studie wurde gut aufgebaut und die Stichprobe war genügend gross. Die Vergleichbarkeit der Gruppen wurde nur mangelhaft beschrieben. Zudem wurde die Messungsreliabilität nicht angegeben, weshalb auch das Outcome nicht als reliabel bewertet werden kann. Das Outcome zeigt sich dafür extern valide, wobei beachtet werden muss, dass die einzelnen Beine untersucht wurden.

6 Diskussion

6.1 Kritische Diskussion der Qualität

Die ausgewerteten Studien sind von unterschiedlicher Qualität. Nach der Punktwertung ist, mit 17 Punkten, die Studie von Bandholm et al. (2008) die beste.

6.1.1 Design

Die ausgewählten Studien sind alle quasi-experimentelle Studien, diese haben eine höhere Quote an systematischen Fehlern.

Die Querschnittstudie, verwendet von Bandholm et al. (2008) und Bartosik et al. (2010) hat das einfachste Design. Dieses Design dient der Beschreibung der Häufigkeit eines Merkmals innerhalb einer Population. Die Daten werden zu einem Messzeitpunkt erhoben. Es werden dabei die Zusammenhänge zwischen den Merkmalen beschrieben. Diese korrelativen Zusammenhänge zeigen jedoch weder die kausalen Einflüsse, noch ist bekannt, worauf sie zurückgehen.

Die Case-Control-Studien (Rathleff et al., 2011; Rathleff et al., 2012; Tweed et al., 2008) verglichen retrospektiv zwei Gruppen, die Fall-Gruppe und die Kontrollgruppe. Dabei wurde untersucht, ob Risikofaktoren vorliegen. Dieses Studiendesign ist auf Fehler anfällig, da durch die Auswahl der Kontrollgruppe Selektionsverzerrungen entstehen. Die Case-Control-Studie liegt in der Hierarchie der Studiendesigns jedoch höher als die Querschnittstudie (Lang, Faller & Koepsell, 2010).

In der prospektiven Kohortenstudie von Sharma et al. (2011) wird beobachtet, ob die vermuteten Risikofaktoren tatsächlich zur Entstehung der Symptome führen. Es handelt sich dabei um Wirkungsforschung. In der Hierarchie der Studiendesigns folgt die Kohortenstudie gleich der RCT (Rothgangel, Schüler & Dietz, 2010).

Die höchste Qualität haben die RCT. Diese ermöglichen Aussagen über die Ursache und Wirkung, wozu es meist zwei Messdurchgänge braucht. Aufgrund der Fragestellung waren die Studiendesigns in den beurteilten Studien sinnvoll gewählt. Die Hypothesen beziehen sich auf Zusammenhänge zwischen beurteilten Faktoren und dem MTSS.

6.1.2 Stichprobe

Die Stichprobengrösse ist bei allen Studien, ausser bei Sharma et al. (2011) und bei Tweed et al. (2008) zu gering, um eine allgemeingültige Aussage zu machen. Dies könnte mit dem gewählten Studiendesign zusammenhängen. Die Teilnehmer waren in allen Studien (Freizeit-)Sportler, nur Sharma et al. (2011) machten die Untersuchungen bei Rekruten. Sharma et al. (2011) untersuchte nur männliche Probanden. Rathleff et al. (2011) macht keine Angaben zum Geschlecht. Alle anderen untersuchten Männer und Frauen in einem vergleichbaren Anteil. Alle Studien hatten ähnliche Einschlusskriterien. Rathleff et al. (2011) und Rathleff et al. (2012) machten aber keine Angaben über den Ausschluss von anderen Verletzungen, wie Stressfrakturen oder ischämische Veränderungen. Keine der Studien bestimmte eine Altersbeschränkung bei der Auswahl der Probanden. Der grösste Anteil der Probanden liegt zwischen 20 und 35 Jahren.

6.1.3 Messungen

In keiner Studie wurden die Werte der Messungsreliabilität aller, für die Autorinnen relevanten, Messungen genannt. Schliesslich konnten die Outcome-Messungen von drei Studien (Bartosik et al., 2010; Sharma et al., 2011; Tweed et al., 2008) nicht als reliabel bewertet werden, meist aufgrund fehlender Reliabilitätswerte der Messinstrumente und nicht reproduzierbarer oder ungenauer Beschreibung der Messbedingungen.

Nur eine Studie (Tweed et al., 2008) wurde als extern valide eingestuft. Einerseits wurden die Teilnehmer randomisiert ausgewählt. Andererseits war diese Studie die einzige, die die Messungen im Laufen statt im Gehen durchgeführt hatte. Das MTSS tritt vor allem bei Läufern während der Gewichtsbelastung auf. Im Laufen herrschen viel grössere Kräfte als beim Gehen. Es ist somit fraglich, ob die Messungen im Gehen auf die Aktivität eines Läufers übertragen werden können. Alle Studien untersuchten die Probanden im Innenraum oder sogar auf dem Laufband. Auch dies beeinflusst die externe Validität negativ. Die interne Validität ist bei allen Studien als gut zu bewerten. Aufgrund der Studiendesigns wurde nur einmal zum gleichen Zeitpunkt gemessen. Dadurch fallen häufige Störvariablen wie Ausfall, Veränderung beim Messinstrument, externe Einflüsse oder Habituation weg.

6.2 Vergleich der Studienresultate

6.2.1 Beweglichkeit

Eine Übersicht über die Studien, die die Beweglichkeit testeten, ist in der Tabelle 10 ersichtlich. In den Studien von Bartosik et al. (2010) und Tweed et al. (2008) wurde die Beweglichkeit des OSG in Knie Flexion und Extension untersucht, sowie die Beweglichkeit des Grosszehengrundgelenks. Bartosik et al. (2010) unterscheidet dabei, ob der Fuss belastet oder nichtbelastet ist. Alle Messresultate des OSG's sowie des Grosszehengrundgelenks waren nicht signifikant. Lediglich die Untersuchung der Beweglichkeit des OSG's in Knie Extension von Bartosik et al. (2010) erreichte einen p-Wert von 0.08 und war somit nur knapp nicht signifikant. Die Mean-Werte für die Beweglichkeit des OSG's in Knie Extension betragen für diese Messung für MTSS-Gruppe $5.46^{\circ} \pm 0.72^{\circ}$ und der Kontrollgruppe $7.16^{\circ} \pm 0.62^{\circ}$. Dieselben Messungen, jedoch in Knieflexion, ergaben Werte von $11.5^{\circ} \pm 1.03^{\circ}$ und $13.58^{\circ} \pm 0.88^{\circ}$ und waren weniger signifikant. Tweed et al. (2008) gibt keine Gradangaben zu den Messungen an. In beiden Studien ist die Messungsreliabilität der Messmethoden nicht genügend oder nicht angegeben. Aufgrund dieser zwei Studien ergibt sich weder eine Relevanz der OSG-, noch der Grosszehengrundgelenkbeweglichkeit im Zusammenhang mit dem MTSS.

Assessment	Tweed et al. (2008)	Bartosik et al. (2010)
ROM OSG in KG F	0.842	0.13
ROM OSG in KG E	0.213	0.08
ROM MCP-Gelenk Dig I.	0.487	Belastet: 0.91 Unbelastet: 0.72

Tabelle 10: Studienresultate zur Beweglichkeit (p-Werte)

6.2.2 Fusstyp

Unter dem Begriff Fusstyp wurden die Messungen des FPI-8 und FPI-6 und die Evaluation des Fusstyp planus-rectus mittels MVI und CPEI, sowie die Position des Calcaneus im Vergleich zwischen belastetem und unbelastetem Zustand zusammengefasst. Die Tabelle 11 zeigt die verschiedenen Assessments und Resultate. Tweed et al. (2008) hatte den FPI-8 durchgeführt, jedoch keine Angaben zur Signifikanz der Resultate gemacht. Rathleff et al. (2011) und Rathleff et al. (2012) haben jeweils den FPI-6 durchgeführt. Die erste Studie gab den p-Wert=0.77 des gesamten Assessments an. Die zweite Studie gab sowohl den p-Wert=1.0 des gesamten Assessments, sowie jene der einzelnen Faktoren an, wovon jedoch ebenfalls keine signifikant war. Auch die Evaluierung des Fusstyps mittels MVI und CPEI von Bartosik et al. (2010) und der Vergleich der Calcaneus-Position zeigten keine signifikante Resultate.

Daher lässt sich der Einfluss des Fusstyps auf die Entstehung des MTSS in Frage stellen.

Assessment	Tweed et al. (2008)	Rathleff et al. (2012)	Bartosik et al. (2010)	Rathleff et al. (2011)
FPI 8	KA			
FPI-6		1.0		0.77
- Palpation des Talus		0.38		
- Kurven über/unter Malleoli		0.77		
- In/Eversion des Calcaneus		0.35		
- Talonaviculare Kongruenz		0.25		
- Fusslängsgewölbe		0.38		
- Vorfuss Ab/Adduktion		0.54		
Fusstyp planus-rectus (Malleolar valgus index und Center-of-pressure excursion index)			MVI: 0.31 CPEI: 0.77	

Tabelle 11: Studienresultate zum Fusstyp (p-Werte)

6.2.3 Statisches Fusslängsgewölbe

Das Fusslängsgewölbe wurde mittels folgender Tests untersucht: Der ND-Test nach Brody wurden von Rathleff et al. (2012) und Bandholm et al. (2008) durchgeführt. Weiter untersuchte Bandholm et al. (2008) die NH stehend neutral und belastet, MLA-Winkel stehend neutral und belastet und die Deformation des MLA-Winkel zwischen belasteten und unbelastetem Fuss. Bartosik et al. (2010) machte eine Untersuchung durch die Arch Hight Index Ratio im Sitzen und im Stehen. Eine Übersicht zeigt die Tabelle 12.

Assessment	Rathleff et al. (2012)	Bandholm et al. (2008)	Bartosik et al. (2010)
ND-Test nach Brody	0.08	0.046	
NH stehend, neutral und belastet		>0.05	
MLA-Winkel stehend, neutral und belastet		>0.05	
MLA-Winkel-Deformation zwischen belastet und unbelastet		0.037	
Arch high index ratio			Sitzend: 0.68 Stehend: 0.21

Tabelle 12: Studienresultate zum statischen Fusslängsgewölbe (p-Werte)

Interessant sind die Resultate des ND-Tests nach Brody, da der Test tiefe p-Werte hat und gleich in zwei Studien durchgeführt wurde. In der Studie von Bandholm et al. (2008) ergab der Test Werte von 7.7 ± 3.1 mm für die MTSS-Gruppe und 5.0 ± 2.2 mm für die Kontrollgruppe. Daraus erfolgte ein signifikanter p-Wert von 0.046. Bei Rathleff et al. (2012) erreichte der ND-Test nur einen p-Wert von 0.08 (MTSS 7.1 ± 2.8 mm, Kontroll 5.4 ± 2.4 mm). Die Messungsreliabilität der Messmethoden ist bei beiden Studien grösser als 0.75 und somit genügend. Ebenfalls signifikante Resultate zeigte die Untersuchung der Deformation des MLA-Winkels zwischen belastetem und unbelastetem Fuss. Die Werte betragen $5.9 \pm 3.2^\circ$ für die MTSS-Gruppe und $3.5 \pm 2.6^\circ$ und ergaben einen p-Wert von 0.037.

Vom MLA-Winkel im Stehen und dem NH im Stehen sind die genauen p-Werte nicht bekannt, es wird lediglich gesagt, dass sie grösser als 0.05 sind. Daraus lässt sich schliessen, dass der Einfluss des statischen Fusslängsgewölbes ein Faktor ist, der mit dem MTSS zusammenhängt.

6.2.4 Dynamisches Fusslängsgewölbe

Das Fusslängsgewölbe im Gehen wurde von drei Studien untersucht. In der nachfolgenden Diskussion werden alle Messungen zum dND und zum MLA-Winkel zusammengefasst. Die Tabelle 13 zeigt die p-Werte. Rathleff et al. (2011) und Rathleff et al. (2012) untersuchten beide den dND während dem Gehen. Beide Studien errechneten eine Signifikanz der Daten von 0.004. Rathleff et al. (2011) gab keine detaillierteren Werte an. Bei Rathleff et al. (2012) war der Mean-Wert des dND der MTSS-Gruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe um 1.5 mm grösser. Beide Studien wendeten dasselbe Messverfahren mit denselben Markerpositionen an. Dadurch sind die Werte gut vergleichbar, jedoch sind jeweils dieselben Messfehler vorhanden. Rathleff et al. (2012) fand eine Signifikanz von 0.03 bei der Geschwindigkeit des dND, welche bei der MTSS-Gruppe um durchschnittlich 2.2mm/sek grösser war. Auch statistisch signifikant waren die längere ND-Phase und die längere Standphase bei der MTSS-Gruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe. Bandholm et al. (2008) untersuchte das dynamische Fusslängsgewölbe mit dem MLA-Winkel. Die MLA-Winkel während dem initialen Bodenkontakt und der terminalen Schwungphase unterschieden sich zwischen den Gruppen nicht signifikant. Jedoch zeigte die Deformation des MLA-Winkels während der Standphase beim Zwischengruppenvergleich eine statistische Signifikanz von 0.015. Der Mean-Wert des Winkels war bei MTSS-Probanden um 1.7° grösser als bei der Kontrollgruppe. Die Messungsreliabilitäten der Messungen von Bandholm et al. (2008) sind genügend. Rathleff et al. (2011) gab keine Werte für die Messungen des dynamischen Fusslängsgewölbes an und Rathleff et al. (2012) gab nur den für den dND an, dieser ist ebenfalls genügend. Zusammenfassend kann also gesagt werden, dass die Deformation des Fusslängsgewölbes im Verlauf der Standphase bei MTSS-Patienten signifikant verändert ist. Aus dieser Korrelation kann jedoch aufgrund der Studiendesigns nicht auf eine Kausalität geschlossen werden.

Assessment	Rathleff et al. (2012)	Bandholm et al. (2008)	Rathleff et al. (2011)
dND	0.004		0.004
Geschwindigkeit des dND	0.03		
Längere ND-Phase	0.45		
Längere Standbeinphase	0.01		
PeSaEn (Komplexität des dND)			0.007
MLA-Winkel beim Gehen gemessen beim initialen Bodenkontakt und in der terminalen Standphase		>0.05	
MLA-Winkel Deformation im Gehen		0.015	

Tabelle 13: Studienresultate zum dynamischen Fusslängsgewölbe (p-Werte)

6.2.5 Pronation im Gehen

Die Pronation des Fusses im Gehen wurde untersucht durch Videoanalysen (Tweed et al., 2008), den Initial Pronation Index (Bartosik et al., 2010) und durch Druckplattenmessungen im Gehen (Sharma et al., 2011). Die Tabelle 14 zeigt eine Übersicht über die Assessments. Statistisch signifikante Ergebnisse erreichte nur Sharma et al. (2011). Der Druck unter der medialen Ferse und dem ersten Metatarsale war jeweils signifikant höher und unter dem fünften Metatarsale signifikant tiefer bei der MTSS-Gruppe als bei der Kontrollgruppe. Sie geben jedoch keine absoluten Werte an. Auch schnitt diese Studie in der Bewertung der Messungen und Messmethoden schlecht ab und erhielt keine Punkte. Somit müssen die Ergebnisse kritisch betrachtet werden. Tweed et al. (2008) untersuchte mittels Videoanalyse, ob Pronation in den verschiedenen Standphasen auftritt. Der Zwischengruppenunterschied war bei keiner Standphase signifikant. Eine Tendenz zeigt die Pronation in der terminalen Standphase, wo der p-Wert bei 0.083 liegt. Bartosik et al. (2010) untersuchte mit dem Initial Pronation Index die Pronation während der ersten 30 Millisekunden der Standphase mittels einer Druckplatte. Auch diese Werte waren statistisch nicht signifikant.

Aus den vorhandenen Resultaten kann kein genügender Zusammenhang zwischen dem MTSS und Pronation im Gehen geschlossen werden.

Assessment	Tweed et al. (2008)	Bartosik et al. (2010)	Sharma et al. (2011)
Pronation bei			
Initialem Bodenkontakt	KA		
Belastungsantwort	0.311		
Mittlere Standphase	0.372		
Terminale Standphase	0.083		
Propulsion	0.166		
Initial Pronation Index:			
Initial center of pressure angle & initial pronation slope		0.09	
		0.74	
Mit Druckplatte gemessen:			
Fussbalance			<0.01
Druckspitze unter			
Medialen Ferse			0.03
Metatarsale I			<0.01
Metatarsale V			0.03
Fersenrotation			KA
Zeit bis zur Fersenrotationsspitze			<0.01

Tabelle 14: Studienresultate zur Pronation im Gehen (p-Werte)

6.2.6 Andere Messungen

Einige Messungen von Tweed et al. (2008), ersichtlich in Tabelle 15, lassen sich nicht in die oben genannten Kategorien einteilen und werden daher getrennt betrachtet. Im Gehen wurden der „Apropulsive gait“, der frühe Fersenabhub und die abduktorische Drehung untersucht. Alle drei Messungen zeigten eine hohe Signifikanz. Die einzelnen Messresultate wurden jedoch nicht angegeben. Statisch wurde die Position des Calcaneus in belasteter und unbelasteter Position untersucht.

Auch davon wurden keine Messwerte angegeben, jedoch zeigte die Messung auch kein signifikantes Resultat. Alle diese Messungen wurden nur von Tweed et al. (2008) untersucht, daher können die Resultate nicht mit denen anderer Studien verglichen werden. Zudem ist diese Studie aufgrund ihrer Qualität kritisch zu betrachten. Daraus ergibt sich, dass ein Zusammenhang zwischen den Faktoren: „Apropulsive gait“, früher Fersenabhub, abduktorischer Drehung und dem MTSS nicht auszuschliessen ist, da die Untersuchungen jedoch nur von einer Studie durchgeführt wurden, benötigt es weitere Nachforschung um diesen Zusammenhang zu bestätigen.

Assessment	Tweed et al. (2008)
Calcaneus-position belastet und unbelastet	0.622
Apropulsive gait	>0.001
Früher Fersenabhub	0.003
Abduktorische Drehung	0.003

Tabelle 15: Studienresultate zu anderen Messungen (p-Werte)

6.3 Limitationen des Vergleichs

Die Studienergebnisse der sechs Studien sind untereinander nur beschränkt vergleichbar. Einerseits aufgrund unterschiedlicher Messverfahren. Es wurden nur selten die gleichen Tests durchgeführt. Oft wurde etwas Ähnliches untersucht, wie zum Beispiel das Fusslängsgewölbe. Rathleff et al. (2011) und Rathleff et al. (2012) massen den Abstand des Os Naviculare zum Boden, Bandholm et al. (2008) untersuchte den Winkel, der durch das Gewölbe gebildet wird. Andererseits waren auch die Studienteilnehmer verschieden. Bei Sharma et al. (2011) waren es Rekruten, bei den Anderen Freizeitsportler. Die Umstände, unter welchen die Messungen durchgeführt wurden, variierten ebenfalls. Die Untersuchungen von Bandholm et al. (2008), Bartosik et al. (2010), Rathleff et al. (2011) und Rathleff et al. (2012) wurden barfuss und von Sharma et al. (2011) wiederum mit Schuhen durchgeführt. Tweed et al. (2008) untersuchte die Probanden mit und ohne Schuhe. Alle Untersuchungen wurden auf einer künstlichen Gehstrecke durchgeführt, teilweise auf einem Laufband. Dies betrifft die Untersuchungen von Rathleff et al. (2011), Rathleff et al. (2012) und Tweed et al. (2008).

Von Bartosik et al. (2010) wurde die Gehstrecke nicht beschrieben. Alle Studien ausser Tweed et al. (2008) haben die Probanden statisch und im Gehen untersucht. Nur in dieser Studie wurden die Messungen während dem Laufen durchgeführt. Während dem Gehen sind zusätzlich die Unterschiede bezüglich des Gangtempo zu beachten. Bei Bandholm et al. (2008) und Bartosik et al. (2010) konnten die Probanden das Gangtempo selber wählen.

Tweed et al. (2008) untersuchte bei bilateral betroffenen Probanden beide Beine. In den anderen Studien wurden bei einer bilateralen Symptomatik, das mehr betroffene Bein untersucht. Das Vorgehen von Tweed et al. (2008) kann zu einer Verzerrung der Resultate führen.

6.4 Bezug zur Fragestellung und zum theoretischen Hintergrund

Um die Fragestellung zu beantworten, wurden die statischen und kinetischen Faktoren des Fusses, die bei einer MTSS Einfluss haben könnten, ausgewertet. Aufgrund der Studiendesigns konnte die Frage der Entstehung des MTSS nicht geklärt werden. Es konnte lediglich ein Zusammenhang zwischen den ausgewerteten Faktoren und dem MTSS hergestellt werden. Die Auswertungen ergaben, dass weder die Relevanz der OSG-Beweglichkeit noch der des Grosszehengrundgelenks beim MTSS abgeleitet werden kann. Auch der Einfluss des Fusstyps wird in Frage gestellt. Die Untersuchungen der Pronation im Gehen auf die Entstehung des MTSS zeigen keine überzeugenden Resultate.

Das statische Fusslängsgewölbe als ein Faktor, der mit dem MTSS zusammenhängt, hat sich durch die Zusammenfassung verschiedener Untersuchungen dreier Studien bestätigt. Weiter hat sich ergeben, dass im Verlauf der Standbeinphase bei MTSS-Patienten die Deformation des Fusslängsgewölbes signifikant verändert ist. Der „Apropulsive gait“, der frühe Fersenabhub und die abduktorische Drehung können als Einflussfaktoren nicht ausgeschlossen werden, jedoch wurden sie nur von einer, der beurteilten Studien untersucht und sie werden daher in der Auswertung weniger gewichtet.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass sowohl das statische, als auch das dynamische Fusslängsgewölbe bei MTSS-Patienten signifikant verändert sind. Zum statischen Fusslängsgewölbe gehören dabei der ND und die MLA-Winkel-Deformation zwischen belastetem und unbelastetem Fuss.

Unter dem dynamischen Fusslängsgewölbe werden der dynamische ND, die Geschwindigkeit des ND, die verlängerte ND-Phase und die verlängerte Standphase bei MTSS Patienten sowie die MLA-Winkel-Deformation im Gehen betrachtet. Auch andere dynamische Gangveränderungen könnten beeinträchtigende Faktoren darstellen, diese bedürfen jedoch weiterer Untersuchungen.

Im theoretischen Bezug wurde näher auf das Laufen eingegangen. Bei allen Studien, ausser bei jener von Tweed et al. (2008), wurden die Untersuchungen im Gehen statt im Laufen durchgeführt. Dies wurde von den Autoren teils auch kritisch diskutiert. Beim Laufen wirken andere Kräfte als beim Gehen. Dies zeigt sich bereits daran, dass die Stosskräfte bei der Landung und dem Abstossen das Zwei- bis Fünffache des Körpergewichts betragen (Marquardt, 2012). Deshalb können die ausgewerteten Ergebnisse nur mit Vorbehalt auf das Laufen übertragen werden.

Aus der Literatur geht hervor, dass eine exzessive Pronation und verminderte Beweglichkeit neben Trainingsfehler, Schuhdesign, Beschaffenheit des Bodens, muskuläre Dysfunktion und Müdigkeit Ursachen für die Entstehung des MTSS sind (Bukner et al., 2007). Dies lässt sich durch die beurteilten Studien nicht bestätigen, es zeigt sich eher die Relevanz des statischen und dynamischen Fusslängsgewölbes. Laut Marquardt (2012) übernimmt beim Laufen das Fussgewölbe, durch die Pronation und die Innenrotation der Beinachse, einen Teil der Stossdämpfung. Zudem ist zu bemerken, dass eine Überpronation in diesem Moment auch das Fusslängsgewölbe verändert, weshalb diese beiden Faktoren auch in Verbindung gebracht werden können. Denn eine Überpronation, beziehungsweise eine mediale Abflachung Fussgewölbes führen laut Bukner et al. (2007) zu vermehrter Spannung der Fussmuskulatur wie dem M. soleus, die diesem Vorgang entgegenwirken. Dies führt bei vermehrter Belastung zu Traktion an der Muskelinsertion und folgend zu einer Periostitis an der medialen Tibiakante – ein MTSS entsteht (Bukner et al., 2007).

Gemäss Marquardt (2012) kann beim Laufen das OSG gegen die Überpronation teilweise durch die Vorspannung der Streckermuskulatur gesichert werden. Diese ist jedoch je nach Lauftechnik unterschiedlich aktiv und vermag bei einer muskulären Dysfunktion ihrer Aufgabe nicht mehr gerecht zu werden. Zudem verstärken sich die Kräfte während des Laufens aufs Mehrfache.

7 Schlussfolgerung

Die Fussdynamik steht im Zusammenhang mit dem MTSS. Aufgrund der beurteilten Studien lässt sich daraus nicht auf die Ursache oder die Wirkung schliessen. Im Gehen zeichnet sich vor allem die Bedeutung des statischen und dynamischen Fusslängsgewölbes ab. Es gilt bei betroffenen Läufern ein besonderes Augenmerk darauf zu legen. Die Untersuchungen des statischen Fusslängsgewölbes lassen sich gut in der physiotherapeutischen Praxis durchführen. Die Analyse des dynamischen Fusslängsgewölbes erfordert ein Ganglabor. Zu berücksichtigen ist dabei, dass beim Laufen andere Kräfte auf den Fuss wirken als im Gehen. Die evaluierten Untersuchungen haben hauptsächlich im Gehen stattgefunden.

7.1 Theorie-Praxis-Transfer

Das MTSS tritt laut Ameida et al. (1999) und Yates et al. (2004) mit einer Häufigkeit von 4-35% auf. Für die Läufer bedeutet MTSS eine Trainingspause, die es in Zukunft zu vermeiden gilt. Brukner et al. (2007) geben verschiedene Empfehlungen zur physiotherapeutischen Behandlung an. Um eine adäquate Behandlung zu gewährleisten, müssen die Ursachen bekannt sein. Daher ist ein guter Befund notwendig. Dazu ist die Evaluation des statischen Fusslängsgewölbes erforderlich. Dieses lässt sich beispielsweise mittels ND-Test nach Brody oder Messung der Deformation des MLA-Winkels zwischen belastetem und unbelastetem Fuss durchführen. Zur Evaluation des dynamischen Fusslängsgewölbes dienen die Untersuchungen des dND, der Geschwindigkeit des dND, der verlängerten ND-Phase und der verlängerten Standphase, sowie der MLA-Winkel-Deformation im Gehen.

Der ND-Test nach Brody kann in der physiotherapeutischen Praxis mittels Messband durchgeführt werden. Zur statischen Analyse des MLA-Winkel reichen eine Fotokamera und Marker, die am Fuss angebracht werden. Daraus ergibt sich, dass sich die statischen Assessments gut in den physiotherapeutischen Befund integrieren lassen. Für die weiteren dynamischen Assessments wird eine 3D-Analyse empfohlen, mittels welcher die oben genannten Werte errechnet werden können. Dafür wird eine besondere Einrichtung benötigt, die nicht Teil der üblichen Ausstattung einer physiotherapeutischen Praxis ist. Deshalb ist eine Zusammenarbeit mit einem Ganglabor notwendig.

7.2 Offene Fragen und Zukunftsaussichten

Offen bleibt die Frage, inwieweit sich die Resultate vom Gehen ins Laufen übertragen lassen. Die Autoren der Studien sind sich dieser Inkongruenz teilweise bewusst. Bandholm et al. (2008) beispielsweise wollten die Untersuchungen ursprünglich im Laufen durchführen, doch liessen die Schmerzen der Teilnehmer in der MTSS-Gruppe dies nicht zu. Es sind mehr dynamische Messungen notwendig. Es bedarf zum Beispiel die Resultate von Tweed et al. (2008) zu bestätigen. In der Zukunft gilt es, trotzdem einen Weg zu finden, die Untersuchungen im Laufen und auf einer natürlichen Laufstrecke durchzuführen. Zudem wären neue Instrumente hilfreich, um die dynamischen Faktoren des Fusses in der physiotherapeutischen Praxis einfacher untersuchen zu können. Durch die Studien wurde zwar der Zusammenhang zwischen den verschiedenen Parameter und dem MTSS dargelegt, jedoch kann aus dem Zusammenhang nicht auf eine Ursache geschlossen werden. Dies benötigt weitere Untersuchungen im Rahmen anderer Studiendesigns.

8 Verzeichnisse

8.1 Literaturverzeichnis

- Almeida, S. A., Trone, D. W., Leone, D. M., Shaffer, R. A., Patheal, S. L. & Long, K. (1999). Gender differences in musculoskeletal injury rates: a function of symptom reporting? *Medicine and science in sports and exercise*, 31 (12), 1807-1812.
- Bambach, S., Anagnostakos, K., Deubel, G. & Kelm, J. (2006). Schienbeinkantensyndrom. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 57 (11/12), 282-283.
- Bandholm, T., Boysen, L., Haugaard, S., Zebis, M. K. & Bencke, J. (2008). Foot medial longitudinal-arch deformation during quiet standing and gait in subjects with medial tibial stress syndrome. *Journal of Foot & Ankle Surgery*, 47 (2), 89-95. doi:10.1053/j.jfas.2007.10.015
- Banzer, W., Pfeifer, K. & Vogt, L. (2004). *Funktionsdiagnostik des Bewegungssystems in der Sportmedizin*. Berlin: Springer.
- Bartosik, K. E., Sitler, M., Hillstrom, H. J., Palamarchuk, H., Huxel, K. & Kim, E. (2010). Anatomical and biomechanical assessments of medial tibial stress syndrome. *Journal of the American Podiatric Medical Association*, 100 (2), 121-132.
- Bianchi, S. & Martinoli, C., (2007). *Ultrasound of the Musculoskeletal System*. Berlin: Springer.
- Brukner, P., Khan, K., Bradshaw, C., Hislop, M. & Hutchinson, M. (2007). Shin Pain. In *Clinical sports medicine* (S. 555-577). London: McGraw-Hill.
- Funk, D., Clanton, P. & Bonci, C. (1999). Leg, Ankle and Foot Injuries. In R. Schenck (Hrsg.), *Athletic Training and Sports Medicine* (S. 489-526). Rosemont: American Academy of Orthopaedic Surgeons.
- Götz-Neumann, K. (2003). *Gehen verstehen Ganganalyse in der Physiotherapie*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Heinlein, B. & Bürgi, M. (2010). *Vorlesungsskript: Einführung in die Biomechanik*. Winterthur: ZHAW.
- Kirtley, C. (2006). *Clinical gait analysis theory and practice*. Edinburgh: Elsevier Churchill Livingstone Online: Elsevier Science Direct Books.

- Knecht, N. (2011). Wenn Schienbeinschmerz das Lauftraining stoppt.
Heruntergeladen von
<http://blog.tagesanzeiger.ch/outdoor/index.php/tag/schienbeinkantensyndrom/>
am 22.9.12.
- Lamprecht, M., Fischer, A. & Stamm, H.P. (2009). Sport Schweiz 2008: Factsheets
Sportarten. Heruntergeladen von <http://www.sportobs.ch/fileadmin/sportobs-dateien/Downloads/dfactsheetssportarten2008.pdf> am 08.04.2013
- Lang, H., Faller, H. & Koepsell, K. (2010). *Medizinische Psychologie und Soziologie*.
Berlin: Springer.
- Law, M., Stewart, D., Pollock, N., Letts, L., Bosch, J. & Westmorland, M. (1998).
Formular zur kritischen Besprechung quantitativer Studien. Heruntergeladen von
<http://www.srs-mcmaster.ca/default.aspx?tabid=630> am 23.9.12.
- Marquardt, M. (2012). *Laufen und Laufanalyse. Medizinische Betreuung von Läufern*.
Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Perry, J., Oster, W. & Berweck, S. (2003). *Ganganalyse Norm und Pathologie des Gehens*. München: Urban & Fischer.
- Rathleff, M. S., Kelly, L. A., Christensen, F. B., Simonsen, O. H., Kaalund, S. &
Laessoe, U. (2012). Dynamic midfoot kinematics in subjects with medial tibial
stress syndrome. *Journal of the American Podiatric Medical Association*, 102 (3),
205-212.
- Rathleff, M. S., Samani, A., Olesen, C. G., Kersting, U. G. & Madeleine, P. (2011).
Inverse relationship between the complexity of midfoot kinematics and muscle
activation in patients with medial tibial stress syndrome. *Journal of
electromyography and kinesiology : official journal of the International Society of
Electrophysiological Kinesiology*, 21 (4), 638-644.
doi:10.1016/j.jelekin.2011.03.001
- Reuter, I. (2005). Ausdauersportarten - Laufen. In M. Engelhardt, M. Krüger-Franke,
H. Pieper & C. Siebert (Hrsg.), *Sportverletzungen - Sportschäden*. Stuttgart:
Georg Thieme Verlag.
- Rothgangel, S., Schüler, J. & Dietz, F. (2010). *Kurzlehrbuch medizinische
Psychologie und Soziologie*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.

- Schünke, M., Schulte, E., Schumacher, U., Voll, M. & Wesker, K. (2009).
Prometheus, LernAtlas der Anatomie. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Sharma, J., Golby, J., Greeves, J. & Spears, I. R. (2011). Biomechanical and lifestyle risk factors for medial tibia stress syndrome in army recruits: a prospective study. *Gait & posture*, 33 (3), 361-365. doi:10.1016/j.gaitpost.2010.12.002
- Physio Netzwerk Deutschland. (n.d.). Shinsplint (mediales tibiakanten Syndrom).
 Heruntergeladen von <http://www.physio-netzwerk.com/de/patienten/infos.php?info=24&PHPSESSID=273b3494df874d82424da7c05791cb50> am 08.04.2013
- Stolze, H., Kultz-Buschbeck, J. P., Mondwurf, C., Boczek-Funcke, A., Johnk, K., Deuschl, G. & Illert, M. (1997). Gait analysis during treadmill and overground locomotion in children and adults [Abstract]. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 105(6) 490-497.
- Tweed, J. L., Campbell, J. A. & Avil, S. J. (2008). Biomechanical risk factors in the development of medial tibial stress syndrome in distance runners. *Journal of the American Podiatric Medical Association*, 98 (6), 436-444.
- Wright, D., Desai, S. & Henderson, W. (1964). Action of the Subtalar and Ankle-Joint Complex during the Stance Phase of Walking. *The Journal of bone and joint surgery.American volume*, 46, 361-382.
- Yates, B. & White, S. (2004). The incidence and risk factors in the development of medial tibial stress syndrome among naval recruits. *The American Journal of Sports Medicine*, 32 (3), 772-780. doi:10.1177/0095399703258776

8.2 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Unterschiede der Geh- und der Laufbewegung nach Marquardt (2012)

Tabelle 2: Schritte der Arbeit

Tabelle 3: Ein- und Ausschlusskriterien zur Studienauswahl

Tabelle 4: Resultate von Bandholm et al. (2008)

Tabelle 5: Resultate von Bartosik et al. (2010)

Tabelle 6: Resultate von Rathleff et al. (2011)

Tabelle 7: Resultate von Rathleff et al. (2012)

Tabelle 8: Resultate von Sharma et al. (2011)

Tabelle 9: Resultate von Tweed et al. (2008)

Tabelle 10: Studienresultate zur Beweglichkeit (p-Werte)

Tabelle 11: Studienresultate zum Fusstyp (p-Werte)

Tabelle 12: Studienresultate zum statischen Fusslängsgewölbe (p-Werte)

Tabelle 13: Studienresultate zum dynamischen Fusslängsgewölbe (p-Werte)

Tabelle 14: Studienresultate zur Pronation im Gehen (p-Werte)

Tabelle 15: Studienresultate zu anderen Messungen (p-Werte)

Alle Tabellen wurden von den Autorinnen aus den Ergebnissen der beurteilten Studien und der verwendeten Literatur selbst zusammengestellt.

8.3 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Lokalisation MTSS. Heruntergeladen von

<http://www.myfootdr.com.au/conditions-treated/about-conditions-treated/shin-splints.aspx> am 8.4.2013.

Abbildung 2: Die fünf Standphasen nach Perry et al. (2003)

Abbildung 3: Die drei Schwungphasen nach Perry et al. (2003)

Abbildung 4: Aufteilung der Mechanik. Heruntergeladen von

http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c3/Strukturierung_Mechanik.gif am 31.3.2013.

8.4 Abkürzungsverzeichnis

Art.	Articulatio, lat. für Gelenk
BMI	Body mass Index
CPEI	Center of pressure excursion Index
DE	Dorsalextension
dND	Dynamic Navicular Drop
dNH	Dynamic Navicular Height
FPI-6 / FPI-8	Foot Posture Index 6/8
HLR	Hierarchische Logistische Regression
ICC	Intraclass Correlation Coefficient
ITR	Intratesterreliabilität
KA	Keine Angabe
MCP I	Metacarpophalangealgelenk I
MLA-Winkel	Winkel des Medial-Longitudinal Arch, MLA entspricht dem Fusslängsgewölbe
MTSS	Mediales Tibia Stresssyndrom
MVI	Malleolar valgus Index
N	Stichprobengrösse
ND	Navicular Drop
NH	Navicular Height
OSG	Oberes Sprunggelenk
Pe	Permutation Entropy
PeSaEn	Permuted Sample Entropy
PF	Plantarflexion
p-Wert	Signifikanzwert, p für engl. probability
RCT	Randomized controlled Trial
ROM	Range of motion
RMS	Root Mean Square
SEMG	Surface Electromyography
Sz	Schmerz
UE	Untere Extremität
VAS	Visual analog scale

9 Danksagung

Die Autorinnen bedanken sich herzlich bei Frau Kaufmann für die motivierende, kompetente und hilfreiche Betreuung während der Erstellung dieser Arbeit. Ein herzlicher Dank geht zudem an Sara Kehl und Diana Berdnik fürs Korrekturlesen. Und ein weiteres Dankeschön an Stefan Kappeler für die technische Unterstützung.

10 Eigenständigkeitserklärung

„Wir erklären hiermit, dass wir die vorliegende Arbeit selbstständig, ohne Mithilfe Dritter und unter Benutzung der angegebenen Quellen verfasst haben.“

Winterthur, 23.4.2013

Corinne Kehl

Lara Rajkovic

11 Anhang

11.1 Wortzahl

Abstract: 191

Arbeit (exklusive Abstract, Tabellen, Abbildungen, Literaturverzeichnis, Danksagung, Eigenständigkeitserklärung und Anhänge): 11'812

11.2 Studienauswahl

Datenbank	Keywords	Treffer	Ausgewählt
Medline via OvidSP	Medial tibial stress syndrome AND diagnosis AND foot	10	4 - Sharma et al. (2011) - Rathleff et al. (2012) - Tweed et al. (2008) - Bandholm et al. (2008)
	Medial tibial stress syndrome AND kinematics	2	2 - Rathleff et al. (2012) - Rathleff et al. (2011)
	Medial tibial stress syndrome AND assessment	6	0
	Medial tibial stress syndrome AND lower extremity alignment	2	0
CIHNAL	Medial tibial stress syndrome AND diagnosis AND foot	10	3 - Bartosik et al. (2010) - Tweed et al. (2008) - Bandholm et al. (2008)
	Medial tibial stress syndrome AND kinematics	4	1 - Rathleff et al. (2011)
	Medial tibial stress syndrome AND lower extremity alignment	1	0
	Medial tibial stress syndrome AND assessment AND foot	7	2 - Rathleff et al. (2012) - Tweed et al. (2008)
Cochrane	Medial tibial stress syndrome	1	0
PEDro	Medial tibial stress syndrome	4	0
		Total	6

11.3 Studienbeurteilungen

11.3.1 Bandholm et al. (2008)

Kriterium		Beschrieb	Score
Ziel			
Wurde der Zweck der Studie klar angegeben?	Ja	Die Studie untersucht, ob der ND und die MLA-Deformation bei MTSS-Teilnehmern vergrössert war und den Zusammenhang zwischen MLA-Deformationsmessungen im Stand und im Gehen.	1
Wurde eine klare Fragestellung formuliert?	Ja	Zwei Fragestellungen: Zeigen Patienten mit MTSS vergrösserten ND und MLA-Deformation während dem Stehen und vergrösserte MLA-Deformation während des Gehens im Vergleich zu Gesunden und wie gut widerspiegelt eine MLA-Messung im Stehen die Messung im Gehen bei Teilnehmern mit und ohne MTSS?	1
Wurde die relevante Hintergrund- Literatur gesichtet?	Ja	Viele Definitionen, bisherige Studien zur Fussstellung, Vergleich der Ergebnisse mit anderen Studienergebnissen	1
Design			
Welches Design hat die Studie und entsprach es der Studienfrage?	Ja	Querschnittstudiendesign, eignet sich gut zur Hypothesenbildung, zeigt jedoch keine kausalen Zusammenhänge auf	1
Wurde das Ethikverfahren beschrieben?	Ja	Lokales Ethik-Komitee	1
Stichprobe			
War die Stichprobe genügend gross?	Nein	N=30 (15 MTSS-Gruppe, 15 Kontrollgruppe)	0
Wurde die Stichprobe detailliert beschrieben (Ein-/Ausschlusskriterien)	Ja	Freizeitläufer, 20-31 Jahre alt, je 9 Frauen Einschlusskriterien: trainingsbedingte Schmerzen an der posteroremedialen Tibiagrenze und druckdolenter Schmerz, mehr als 5 cm Ausschlusskriterien: Schwangerschaft, Operation der unteren Extremitäten (bzw. Verletzung in letzten 12 Monaten für Kontrollgruppe)	1
Wurde die Stichprobengrösse begründet?	Nein		0
Waren die verglichenen Gruppen ähnlich?	Ja	Matching, Kontrollgruppe wurde bezüglich Sportart, Geschlecht, Alter, Gewicht und Grösse zugeordnet, es bestand kein Unterschied bezüglich Trainingsintensität	1
Wurde wohlinformierte Zustimmung eingeholt?	Ja	Die Teilnehmer bekamen schriftliche Information und gaben die Zustimmung nach der Deklaration von Helsinki.	1

Messungen			
Wurde die Messungsreliabilität der gewählten Messmethoden angegeben?	Teils	ND Restliche Messungen: gemeinsamer ICC-Wert aus Pilotenstudie	0
Ist die Messungsreliabilität der einzelnen Messmethoden genügend hoch?	Ja	ND: 0.78-0.97 Restliche Messungen: in Pilotenstudie ICC >0.86	1
Waren die Outcome Messungen reliabel?	Ja	+ Messungen mit guter Messungsreliabilität, Messungen klar beschrieben-gut reproduzierbar, Probanden wussten nicht wo sich die Druckplatte befindet - Messungen auf Druckplatte wurden mehrmals in selbstgewählten Tempo durchgeführt, keine Angaben zu Untersucher(n)	1
Sind die Outcome Messungen extern valide?	Nein	+ Probanden: Freizeitathleten widerspiegeln grosses Spektrum - keine Angaben woher die Probanden ausgewählt wurden. Messung im Gehen statt Laufen, Laborbedingung: Innenraum, barfuss	0
Ergebnisse			
Wurden die Ergebnisse klar beschrieben?	Ja	Kurze Beschreibung des Gruppenvergleich und Vergleich Stand versus Gang-Messungen. Zusätzliche Darstellung der wichtigsten Ergebnisse in Tabelle und Punkte-Diagramm. Eine Tabelle mit der statistischen Signifikanz der Ergebnisse wäre nützlich gewesen.	1
Wurde die statistische Signifikanz der Ergebnisse angegeben (p-Werte)?	Teils	Unübersichtlich, nur teilweise genaue Wertangaben (>0.05) Statisch: ND: 0.046, NH neutral & belastet: >0.05, Unterschied MLA-Winkel neutral & belastet: >0.05, MLA-Deformation: 0.037 Dynamisch: MLA-Winkel heel strike & push off: >0.05, MLA-deformation während Standphase:0.015 Korrelation statisch vs. dynamisch: MLA: <0.01, MLA-Deformation: 0.653	1
Waren die Analysenmethoden geeignet?	Ja	Parametrische Tests, für Gruppenunterschiede wurden ungepaarte t-Tests angewandt	1
Wurde die klinische Bedeutung angegeben?	Ja	Die MLA-Deformation gemessen im Stehen ersetzt nicht die Messung im Gehen.	1
Wurden Fälle von Ausscheiden aus der Studie angegeben?	Nein	Kein Ausscheiden	1

Schlussfolgerung und klinische Implikationen			
Waren die Schlussfolgerungen angemessen im Hinblick auf Methoden und Ergebnisse der Studie?	Ja	Hinweis, dass statische Messungen nicht mit dynamischer Messung vergleichbar sind. MTSS-Probanden zeigen einen vergrößerten ND und MLA-Deformation im Stehen und eine vergrößerte MLA-Deformation im Gehen auf. Sie gaben an, dass Muskelkräftigung und Einlagen nützlich sein könnten, um die MLA-Deformation mehr zu stabilisieren. Dies ist jedoch nur eine Hypothese, die selbstständig untersucht werden müsste.	1
Wurden die Limiten der Studie erkannt?	Ja	eingeschränkt durch experimentelles Design, nur Messungen im Gehen statt beim Laufen-andere Kräfte, Messfehler der Marker durch Hautbewegungen	1
Total			17

11.3.2 Bartosik et al. (2010)

Kriterium		Beschrieb	Score
Ziel			
Wurde der Zweck der Studie klar angegeben?	Ja	Das Ziel dieser Studie war, den Einfluss von ausgewählten anatomischen, dynamischen und statischen biomechanischen Faktoren auf MTSS zu eruieren.	1
Wurde eine klare Fragestellung formuliert?	Nein	Es wurde keine konkrete Fragestellung formuliert	0
Wurde die relevante Hintergrund- Literatur gesichtet?	Ja	Bisherige Studien wurden beschrieben und verglichen und der momentane Stand der Forschung dargelegt	1
Design			
Welches Design hat die Studie und entsprach es der Studienfrage?	Ja	Querschnittstudie: Eignet sich zur Hypothesenbildung, zeigt jedoch keine kausalen Zusammenhänge auf	1
Wurde das Ethikverfahren beschrieben?	Nein		0
Stichprobe			
War die Stichprobe genügend gross?	Nein	N= 33 14 MTSS-Gruppe, 19 Kontrollgruppe	0
Wurde die Stichprobe detailliert beschrieben (Ein-/Ausschlusskriterien)	Ja	Teilnehmer stammten vom Foot and Ankle Institute of Temple University School of Podiatric Medicine und der Temple Universität (m:15, w: 18) Einschlusskriterien: min 3x/ Woche Training von min 30 Min.; MTSS Symptomatik seit 3 Wochen bestehend, Schmerzen entlang der unteren Hälfte der medialen Tibiakante, durch Palpation und Aktivität auslösbar, die in Ruhe wieder abklingen. Ausschlusskriterien: Diagnose von Kompartmentsyndrom, Stressfrakturen,	1

		chirurgische Eingriffe der unteren Extremität, Fussmorphologien in den letzten 6 Monaten, sensorische, motorische oder vaskuläre Störungen der UE, Gebrauch von Fussorthesen oder Tape	
Wurde die Stichprobengrösse begründet?	Nein		0
Waren die verglichenen Gruppen ähnlich?	Ja	Es gibt keine signifikanten Unterschiede was das Alter, Aktivitätslevel und BMI betrifft	1
Wurde wohlinformierte Zustimmung eingeholt?	Nein	Vor der Teilnahme wurde von den Teilnehmenden nur die Zustimmung zur Erlaubnis der Videoaufnahmen eingeholt.	0
Messungen			
Wurde die Messungsreliabilität der gewählten Messmethoden angegeben?	Teils	ICC von aktive OSG DE, Passive ROM MCP I, Arch height index ratio, MVI, CPEI, BMI, Beinlänge Angabe zum Initial Pronation Index fehlt.	0
Ist die Messungsreliabilität der einzelnen Messmethoden genügend hoch?	Ja	ICC-Werte : Aktive OSG DE: 0.92 Passive ROM Grosszehengrundgelenk: 0.95 Arch height index ratio: 0.97 MVI: 0.97 CPEI: 0.99 Beinlänge: 0.97 Initial Pronation Index: -	1
Waren die Outcome Messungen reliabel?	Nein	+ gute Intraraterreliabilität - selbst gewähltes Gangtempo Keine Aussage über Anzahl der Untersucher Keine Beschreibung der Gehstrecke	0
Sind die Outcome Messungen extern valide?	Nein	+ Ausgeglichen bzgl. Geschlecht - Messungen barfuss, Gehen statt Laufen, keine Aussagen über Gehstrecke, keine Angaben zur Rekrutierung	0
Ergebnisse			
Wurden die Ergebnisse klar beschrieben?	Ja	Die Ergebnisse wurden sehr ausführlich beschrieben und mit Resultaten anderer Studien verglichen	1
Wurde die statistische Signifikanz der Ergebnisse angegeben (p-Werte)?	Ja	Es waren keine Resultate statistisch signifikant: ROM OSG in KG F: 0.13 ROM OSG in KG E: 0.08 MCP I: loaded: 0.91, unloaded: 0.72 Arch height index ratio sitting: 0.68, standing: 0.21 MVI: 0.31 CPEI: 0.77 Initial Pronation Index: 0.09 Initial center of pressure angle: 0.74 Potential Covariate Assessment: 0.83 Beinlängendifferenz: 0.051 Gait speed: 0.02	1

Waren die Analysemethoden geeignet?	Ja	Zuerst Pilot Studie für Intraraterreliabilität. Daten wurden mittels ANOVA analysiert, zudem wurde eine Statistik Software benutzt und $p \leq 0.05$ als signifikant festgelegt	1
Wurde die klinische Bedeutung angegeben?	Nein	Klinische Empfehlungen wurden keine angegeben. Es wird darauf hingewiesen, dass weitere Untersuchungen notwendig sind, um das Management von MTSS zu verbessern.	0
Wurden Fälle von Ausscheiden aus der Studie angegeben?	Nein		1
Schlussfolgerung und klinische Implikationen			
Waren die Schlussfolgerungen angemessen im Hinblick auf Methoden und Ergebnisse der Studie?	Ja	Die meisten Messungen zeigten keine Signifikanz. Es kann gesagt werden, dass die Beinlängendifferenz und die DE des OSG bei KG Ext von 0° Risikofaktoren für die Entstehung von MTSS sind. Andere könne jedoch nicht ausgeschlossen werden.	1
Wurden die Limiten der Studie erkannt?	Ja	Barfuss, Trainingsbedingungen, selbst gewählte Geschwindigkeit, Studiendesign	1
Total			12

11.3.3 Rathleff et al. (2011)

Kriterium		Beschrieb	Score
Ziel			
Wurde der Zweck der Studie klar angegeben?	Ja	Das Ziel der Studie war, die Struktur der Variabilität des dNH sowie des SEMG-signal vom M. tibialis anterior sowie M. soleus zwischen Patienten mit MTSS und einer Kontrollgruppe zu vergleichen.	1
Wurde eine klare Fragestellung formuliert?	Nein	Keine Frage formuliert	0
Wurde die relevante Hintergrund- Literatur gesichtet?	Ja	Definition, bisherige Studien, Vergleich der Ergebnisse mit bisherigen Studienresultaten	1
Design			
Welches Design hat die Studie und entsprach es der Studienfrage?	Ja	Case-control-Design Eignet sich um den Zusammenhang zwischen Risikofaktoren und daraus resultierenden Gesundheitsproblemen darzustellen.	1
Wurde das Ethikverfahren beschrieben?	Ja	Ethik-Komitee der Nord-Dänemark-Region	1
Stichprobe			
War die Stichprobe genügend gross?	Nein	N=25 (14 MTSS-Gruppe, 11 Kontrollgruppe)	0

Wurde die Stichprobe detailliert beschrieben (Ein-/Ausschlusskriterien)	Teils	Von orthopädischer Klinik, wurden einheitlich diagnostiziert von Orthopäde und Physiotherapeut Einschlusskriterien: Schmerz in medialer Tibiaregion an distalen zwei Dritteln, trainingsbedingt, Symptome seit mindestens 3 Monaten Kontrollgruppe durch Inserat in Universität Keine Ausschlusskriterien beschrieben	0
Wurde die Stichprobengrösse begründet?	Ja	Alle die innerhalb von 4 Wochen in dieser Klinik mit MTSS diagnostiziert wurden	1
Waren die verglichenen Gruppen ähnlich?	Nein	Kleinere Kontrollgruppe, Alter, Grösse, Gewicht und BMI und Fusslänge der beiden Gruppen in Tabelle angeben, jedoch ohne Vergleichende Werte oder Beschrieb im Text. Keine Angaben zum Geschlecht der Teilnehmer	0
Wurde wohlinformierte Zustimmung eingeholt?	Ja	Alle Teilnehmer gaben die informierte Zustimmung ab.	1
Messungen			
Wurde die Messungsreliabilität der gewählten Messmethoden angegeben?	Nein	Nur der ICC-Wert für den dND, der in einer Pilotenstudie ermittelt wurde.	0
Ist die Messungsreliabilität der einzelnen Messmethoden genügend hoch?	Ja	ICC für dND within day: 0.89, between day: 0.94	1
Waren die Outcome Messungen reliabel?	Ja	+ guter ICC-Wert für den dND, FPI-6: nur ein Untersucher, genaue Beschreibung der Testausführung, mit genauen Massangaben, selbstgewählte konstante Gehgeschwindigkeit durch Laufband - fehlende Reliabilitätswerte für restliche Messungen	1
Sind die Outcome Messungen extern valide?	Nein	+ - Laborbedingungen: Laufband, Messungen im Gehen statt Laufen, Probanden: keine Angaben zu Geschlecht, sportlicher Aktivität, etc.,	0
Ergebnisse			
Wurden die Ergebnisse klar beschrieben?	Nein	Zum Teil unvollständig. Die meisten Resultate der SEMG-Messungen inklusive PeSaEn nur für M.tibialis anterior angegeben, nicht für M. soleus. Für die SEMG-Messungen wurden nur die Resultate der ersten und letzten Gangphase angegeben obwohl fünf untersucht wurden.	0
Wurde die statistische Signifikanz der Ergebnisse angegeben? (p-Werte)	Ja	Laufgeschwindigkeit: 0.56, FPI-6: 0.77, dND: 0.004, PeSaEn of dND: 0.007 Normalisiertes Signal des M.tibialis anterior für erstes Zeitintervall: 0.04, für letztes Zeitintervall: 0.07 PE-Wert für M. soleus: 0.01, PE-Wert für M. tibialis anterior:0.02, PeSaEn für M.tibialis anterior: 0.20	1

Waren die Analysemethoden geeignet?	Ja	Aus Resultaten Permuted sample entropy und permutation entropy für dND und SEMG berechnet → zeigt Komplexität von Daten auf. PeSaEn und PE sind nach angegebenen Quellen valide Instrumente, um die zeitliche Regelmässigkeit zu zeigen. Statistisch: Zwei-Weg-Anova für PeSaEn und PE, Ein-Weg-Anova für normalisierte RMS für jede Gangphase, Grösse von dND mit t-test	1
Wurde die klinische Bedeutung angegeben?	Nein	Nur Hinweis auf weitere Studien die SEMG, Kinetik- und Kinematik-Aufnahmen kombinieren. Keine Empfehlungen/Auswirkungen für die Praxis genannt.	0
Wurden Fälle von Ausscheiden aus der Studie angegeben?	Ja	Drei Probanden der Kontrollgruppe haben die Untersucher nach der SEMG-Messung von der Studie ausgeschlossen, da die Aufnahmen für die Analyse unpassend waren (keine zulässige Begründung)	0
Schlussfolgerung und klinische Implikationen			
Waren die Schlussfolgerungen angemessen im Hinblick auf Methoden und Ergebnisse der Studie?	Teils	Die Studie bestätigt, dass Patienten mit MTSS eine tiefere Komplexität der Mittelfusskinematik, jedoch auch eine höhere Komplexität in SEMG-Signal des M. tibialis anterior und M. soleus aufzeigen. Dieses wird jedoch nicht in einen klinischen Zusammenhang gebracht.	0
Wurden die Limiten der Studie erkannt?	Ja	Durch das Case-control Design kann keine Ursache-Wirkung festgestellt werden. Laufband, zeitnormalisierte SEMG- Signale können verändertes Bild geben	1
Total			11

11.3.4 Rathleff et al. (2012)

Kriterium		Beschrieb	Score
Ziel			
Wurde der Zweck der Studie klar angegeben?	Ja	Das Ziel der Studie war, die ND-Charakteristiken bei Patienten mit MTSS in dynamischer und statischer Kondition zu evaluieren.	1
Wurde eine klare Fragestellung formuliert?	Nein	Keine Fragestellung formuliert	0
Wurde die relevante Hintergrund- Literatur gesichtet?	Ja	Definitionen, frühere Studien zu Kinematik, Ergebnisse verglichen mit bisherigen Studien (Gemeinsamkeiten und Unterschiede)	1
Design			
Welches Design hat die Studie und entsprach es der Studienfrage?	Ja	Case-Control-Studie: Eignet sich um den Zusammenhang zwischen Risikofaktoren und daraus resultierenden Gesundheitsproblemen darzustellen.	1
Wurde das Ethikverfahren beschrieben?	Ja	Ethik-Komitee von Region North Jutland	1

Stichprobe			
War die Stichprobe genügend gross?	Nein	N=28, (14 MTSS-Gruppe, 14 Kontrollgruppe)	0
Wurde die Stichprobe detailliert beschrieben (Ein-/Ausschlusskriterien)	Teils	Von einer Orthopädischer Klinik, einheitlich diagnostiziert durch Physiotherapeut und Orthopäde Einschlusskriterien: Symptome an der medialen Tibiakante, trainingsbedingt, seit mindestens drei Monaten Kontrollgruppe mit Inserat in Universität Keine Ausschlusskriterien genannt	0
Wurde die Stichprobengrösse begründet?	Ja	Alle die sie innerhalb von 4 Wochen in orthopädischer Klinik MTSS diagnostiziert haben	1
Waren die verglichenen Gruppen ähnlich?	Ja	Kontrollgruppe passte bezüglich Alter, Geschlecht, sportlicher Aktivität und Aktivitätslevel.	1
Wurde wohlinformierte Zustimmung eingeholt?	Ja	Einverständniserklärung aller Teilnehmer	1
Messungen			
Wurde die Messungsreliabilität der gewählten Messmethoden angegeben?	Teils	Für ND-Test nach Brody, FPI-6, und dND Keine Werte für Fusslänge, VAS, Gait speed (light), velocity of dND	0
Ist die Messungsreliabilität der einzelnen Messmethoden genügend hoch?	Ja	ITR für ND : 0.78-0.83 ITR für FPI-6: >0.9 ICC-Wert für dND: 0.89 -0.94	1
Waren die outcome Messungen reliabel?	Ja	+ gute Messungsreliabilität der Instrumente, Mittelwerte von 20 Messungen genommen, genaue Beschreibung der Messungen, selbstgewählte konstante Gehgeschwindigkeit durch Laufband - Keine Angaben zu Untersucher(n)	1
Sind die Outcome Messungen extern valide?	Nein	+ Auswahl der MTSS-Gruppe zufällig aus einer Klinik - Laborbedingungen: Laufband, Messungen im Gehen statt Laufen	0
Ergebnisse			
Wurden die Ergebnisse klar beschrieben?	Ja	Die Ergebnisse wurden vollständig und übersichtlich inklusive p-Werte beschrieben und zusätzlich in einer Tabelle dargestellt.	1
Wurde die statistische Signifikanz der Ergebnisse angegeben? (p-Werte)	Ja	FPI6 :>0.05, ND: 0.08, dND: 0.004, Geschwindigkeit des dND: 0.03, längere ND-phase: 0.045, längere Standbeinphase: 0.01	1
Waren die Analysenmethoden geeignet?	Ja	Der FPI-6 wurde mit dem Man-Whitney Test analysiert, die anderen Variablen mit einem ungepaartem t-test.	1
Wurde die klinische Bedeutung angegeben?	Ja	Studie bestätigt Wichtigkeit von dynamischen Messungen. Statisch wurden keine Unterschiede gefunden. Die Ergebnisse könnten auch die Entstehungstheorien des MTSS unterstützen.	1

Wurden Fälle von Ausscheiden aus der Studie angegeben?	Nein	Kein Ausscheiden	1
Schlussfolgerung und klinische Implikationen			
Waren die Schlussfolgerungen angemessen im Hinblick auf Methoden und Ergebnisse der Studie?	Ja	Die Studie bestätigt die Hypothese, dass der dND und Geschwindigkeiten dND vergrößert sind und dass dynamische Messungen sensitiver sind als statische Messungen.	1
Wurden die Limiten der Studie erkannt?	Ja	Wegen retrospektiven Designs kann keine Ursache-Wirkung aufgezeigt werden. Laufband, nur sagittale Fussaufnahmen, obwohl auch in transversaler Ebene Bewegung stattfindet, kleine Stichprobe, Messungen nur mit Schuhen	1
Total			16

11.3.5 Sharma et al. (2011)

Kriterium		Beschrieb	Score
Ziel			
Wurde der Zweck der Studie klar angegeben?	Ja	Das Ziel der Studie war, prospektiv herauszufinden, ob die Biomechanik des Laufens und der Lebensstil prädisponierend für die Entstehung von MTSS sind.	1
Wurde eine klare Fragestellung formuliert?	Ja	Besteht ein Unterschied zwischen MTSS-Rekruten und nicht MTSS betroffenen Rekruten bezüglich des Fussdrucks, Rauchverhalten und Fitness?	1
Wurde die relevante Hintergrund- Literatur gesichtet?	Ja	Definition und mögliche Ursachen werden erwähnt. Bisherige Studien haben die biomechanischen Aspekte untersucht, jedoch wurde der Lebensstil dabei nicht berücksichtigt.	1
Design			
Welches Design hat die Studie und entsprach es der Studienfrage?	Ja	Prospektive Kohortenstudie Eignet sich um den Effekt der Untersuchten Faktoren auf die Entstehung des MTSS zu untersuchen	1
Wurde das Ethikverfahren beschrieben?	Ja	Ethik Komitee Universität Teesside, UK	1
Stichprobe			
War die Stichprobe genügend gross?	Ja	N=468	1
Wurde die Stichprobe detailliert beschrieben (Ein-/Ausschlusskriterien)	Ja	Alter, Gewicht, Höhe, BMI, Männliche britische Infanterie Rekruten Einschlusskriterien: Schmerzen an der posteromedialen Tibiakante während Aktivität Ausschlusskriterien: Keine ischämischen Veränderungen oder Stressfrakturen, keine anderen Beinverletzungen und keine Rückenschmerzen	1

Wurde die Stichprobengröße begründet?	Nein		0
Waren die verglichenen Gruppen ähnlich?	Ja	Innerhalb der Gruppe: Gleiches Trainingsprogramm, gleiche Laufstrecke, gleiches Schuhwerk	1
Wurde wohlinformierte Zustimmung eingeholt?	Ja		1
Messungen			
Wurde die Messungsreliabilität der gewählten Messmethoden angegeben?	Nein		0
Ist die Messungsreliabilität der einzelnen Messmethoden genügend hoch?	Nein		0
Waren die Outcome Messungen reliabel?	Nein	+ sechs Messwerte der Druckplatte - keine Angaben zur Messungsreliabilität Keine Aussage über die Untersucher Natürliches Gangtempo	0
Sind die Outcome Messungen extern valide?	Nein	+ Zufällige Auswahl der Probanden, versteckte Druckplatte - nur Männer, Gehen statt Laufen, homogene Gruppen, künstliche Gehstrecke	0
Ergebnisse			
Wurden die Ergebnisse klar beschrieben?	Ja	Ergebnisse wurden beschrieben und anhand von Grafiken und Tabellen dargestellt.	1
Wurde die statistische Signifikanz der Ergebnisse angegeben? (p-Werte)	Ja	Fussbalance <0.01, Druckspitze mediale Ferse: 0.03, Metatarsale I: <0.01, 5. Metatarsale: 0.03, Zeit bis zur maximalen Fersenrotation: <0.01 BMI: >0.78, Fitness: <0.001 Smoking: <0.001	1
Waren die Analysenmethoden geeignet?	Ja	ANOVA, Post hoc Test, t-Test, χ^2 -Test Multiple hierarchische logistische Regression, darunter wurden die Risikofaktoren zusätzlich kombiniert	1
Wurde die klinische Bedeutung angegeben?	Ja	Diese Studie könnte dazu beitragen ein „Screening tool“ zur Identifizierung von Rekruten die eine Prävalenz für MTSS haben. Zudem könnte es eine Basis für Interventionsstudien bieten.	1
Wurden Fälle von Ausscheiden aus der Studie angegeben?	Nein		1
Schlussfolgerung und klinische Implikationen			
Waren die Schlussfolgerungen angemessen im Hinblick auf Methoden und Ergebnisse der Studie?	Ja	Die Studie fand heraus, dass erhöhter plantarer Druck medial, geringe Fitness und Rauchen Risikofaktoren sind, die die Entstehung eines MTSS fördern. Werden die biomechanischen Faktoren und der Lebensstil jedoch getrennt betrachtet, ergibt sich keine deutliche Aussage	1

Wurden die Limiten der Studie erkannt?	Ja	Model hat hohe Bias, Verbesserung der quantitativen Untersuchung, zusätzliche Variablen	1
Total			16

11.3.6 Tweed et al. (2008)

Kriterium		Beschrieb	Score
Ziel			
Wurde der Zweck der Studie klar angegeben?	Ja	Das Ziel der Studie war, den Zusammenhang von funktioneller und statischer Fussstellung und MTSS bei Langstreckenläufern zu eruieren.	1
Wurde eine klare Fragestellung formuliert?	Ja	Besteht ein Zusammenhang zwischen MTSS und dem überpronierten Fuss bei Langstreckenläufern?	1
Wurde die relevante Hintergrund- Literatur gesichtet?	Ja	Definitionen sind vorhanden. Die Ergebnisse früherer Studien wurden verglichen.	1
Design			
Welches Design hat die Studie und entsprach es der Studienfrage?	Ja	Case-Control Studie Eignet sich um den Zusammenhang zwischen Risikofaktoren und daraus resultierenden Gesundheitsproblemen darzustellen.	1
Wurde das Ethikverfahren beschrieben?	Ja	Ethik Komitee der Universität Northampton	1
Stichprobe			
War die Stichprobe genügend gross?	Ja	N= 67, Anzahl gemessener Beine (43 MTSS- Gruppe, 24 Kontrollgruppe)	1
Wurde die Stichprobe detailliert beschrieben (Ein-/Ausschlusskriterien)	Ja	Alter: 18-56 jährig, aus drei Lauf- Vereinen 100 Pers. 28 Betroffene ausgewählt Einschlusskriterien: MTSS: Sz-Gebiet min. 4 cm entlang der posteromedialen Kante der Tibia, Sz reproduzierbar durch Training und Palpation Ausschlusskriterien: anderen Verletzungen der unteren Extremitäten Wöchentliche Trainingsstrecke < 20 Meilen	1
Wurde die Stichprobengrösse begründet?	Nein		0
Waren die verglichenen Gruppen ähnlich?	Nein	Kontrollgruppe aus den Vereinen der Betroffenen gewählt, jedoch keine Angaben bezgl. Alter, Grösse, Geschlecht :lediglich angegeben MTSS- Gruppe: 12 Frauen, 16 Männer, Kontrollgruppe: 5 Frauen, 7 Männer	0
Wurde wohlinformierte Zustimmung eingeholt?	Nein		0

Messungen			
Wurde die Messungsreliabilität der gewählten Messmethoden angegeben?	Nein		0
Ist die Messungsreliabilität der einzelnen Messmethoden genügend hoch?	Nein	Keine Angaben	0
Waren die Outcome Messungen reliabel?	Nein	+ Daten von 2 Untersucher analysiert, die sich einig waren, Lauftempo auf 10 km/h festgelegt, mit und ohne Schuhe - Keine Werte zur Messungsreliabilität	0
Sind die Outcome Messungen extern valide?	Ja	+ Analyse im Laufen, Randomisierte Auswahl der Probanden - Laborbedingungen: Laufband Waren beide Extremitäten durch MTSS betroffen, wurden jeweils beide untersucht, dies führt zu weiterer Bias.	1
Ergebnisse			
Wurden die Ergebnisse klar beschrieben?	Ja	Ergebnisse wurden in Tabellen und Grafiken dargestellt und dazu beschrieben.	1
Wurde die statistische Signifikanz der Ergebnisse angegeben? (p- Werte)	Ja	Vergleich zwischen neutraler und entspannter Calcaneus Position: 0.622, Art. Talocrualis ROM PF : 0.842, Art. Talocrualis ROM DE: 0.213, Grosszehengrundgelenk ROM: 0.487, Pronation in früher Standphase: 0.311, Pronation in mittlerer Standphase: 0.372, Pronation in später Standphase: 0.083, Pronation während Propulsion: 0.166, Früher Fersenablösung: 0.003, abduktorische Drehung: 0.003, „Apropulsive gait“: <0.001, Gesamtstatistik: <0.001	1
Waren die Analysenmethoden geeignet?	Ja	Logistische Regressionsanalyse gibt Auskunft über den Zusammenhang zwischen den beurteilten Faktoren und dem MTSS. Die einzelnen Ergebnisse werden in sechs Schritten mit einander in Beziehung gesetzt (Auswahl mittels Rao Score), dabei wurden nur jene Daten einbezogen, die auch zu einer Veränderung des Resultates führten.	1
Wurde die klinische Bedeutung angegeben?	Ja	Die statische Beurteilung des Fusses macht nicht zwingend eine Aussage über das Verhalten der Fussstellung beim Laufen. Deshalb werden in dieser Studie die Messungen beim Laufen gemacht.	1
Wurden Fälle von Ausscheiden aus der Studie angegeben?	Nein		1

Schlussfolgerung und klinische Implikationen

Waren die Schlussfolgerungen angemessen im Hinblick auf Methoden und Ergebnisse der Studie?	Ja	Es besteht ein Zusammenhang zwischen MTSS und der statischen Hyperpronation des Fuss, Spitzfuss, frühem Fersenabheben, abduktorischer Drehung und Apropulsive gait, während dem Laufen auf dem Laufband. Es wird empfohlen MTSS Patienten dynamisch auf eine abnormale Pronation zu untersuchen, da diese im Stand nicht vorhersehbar ist.	1
Wurden die Limiten der Studie erkannt?	Ja	Messung des ROM des Grosszehengrundgelenks, Laufband entspricht nicht dem festen Untergrund	1
Total			15