

Das mediale Tibiakantensyndrom: Niederenergetische Stosswellen als mögliche Behandlungsmethode?

Effekte der Stosswellentherapie in der Behandlung des medialen Tibiakantensyndroms bezüglich Verlängerung der Laufstrecke und Rückkehr zur gewohnten Aktivität

Girardi, Yarima
████████████████

Steiner, Jasmin
████████████████

Departement: Gesundheit
Institut für Physiotherapie

Studienjahr: 2019

Eingereicht am: 23.04.2022

Begleitende Lehrperson: Karin Lutz Keller

**Bachelorarbeit
Physiotherapie**

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	3
1.1 Begründung der Themenwahl & Praxisrelevanz	4
1.2 Zielsetzung	5
1.3 Abgrenzung der Thematik	5
1.4 Fragestellung	6
2. Theoretischer Hintergrund	6
2.1 MTSS	6
2.1.1 Definition	6
2.1.2 Klinik	7
2.1.3 Pathogenese	7
2.1.4 Risikofaktoren	11
2.1.5 Diagnostik.....	15
2.1.6 Differentialdiagnosen	16
2.1.7 Therapie	19
2.2 Stosswellen	20
2.2.1 Definition	20
2.2.2 Formen	20
2.2.3 Entstehung fokussierter Stosswellen	20
2.2.4 Entstehung radialer Stosswellen	23
2.2.5 Charakteristika fokussierter vs. radialer Stosswellen.....	24
2.2.6 Biologische Wirkung von Stosswellen	25
3. Methodik	28
3.1 Literaturrecherche	28
3.2 Ein- und Ausschlusskriterien	29
3.3 Studienbeurteilung	31
4. Ergebnisse	32
4.1 Studie 1	33
4.1.1 Zusammenfassung	33
4.1.2 Würdigung	34
4.2 Studie 2	35
4.2.1 Zusammenfassung	35
4.2.2 Würdigung	36
4.3 Studie 3	37
4.3.1 Zusammenfassung	37
4.3.2 Würdigung	38
4.4 Studie 4	41
4.4.1 Zusammenfassung	41
4.4.2 Würdigung	42
4.5 Vergleich der Studien	44

5. Diskussion	46
5.1 Outcome-Variablen	46
5.1.1 Schnellere Verlängerung der Laufstrecke	47
5.1.2 Rückkehr zum individuellen Aktivitätslevel	48
5.1.3 Schmerzreduktion	49
5.2 Messmethoden	50
5.3 Population	51
5.3.1 Demographische Daten und Charakteristika	51
5.3.2 Blindung.....	54
5.4 Ein- & Ausschlusskriterien	55
5.5 Ergänzende Trainingsformen	57
5.6 Art der Stosswellen und Dosierungen	60
5.7 Beantwortung der Fragestellung	65
5.8 Theorie-Praxis-Transfer	65
5.9 Limitationen der Arbeit	66
6. Schlussfolgerung	67
Verzeichnisse	68
Literaturverzeichnis	68
Tabellenverzeichnis	76
Danksagung	77
Eigenständigkeitserklärung	77
Wortanzahl	78
Anhang	78

Abstract

Thema

Das mediale Tibiakantensyndrom (MTSS) ist eine weit verbreitete Erkrankung bei Läuferinnen und Läufer. Es geht einher mit rezidivierenden Schienbeinschmerzen, welche Aktivitätseinschränkungen und ein Risiko der Chronifizierung zur Folge haben. In der Literatur existiert bereits eine Reihe von konservativen Behandlungsmethoden, welche in ihrer Wirkungsweise sehr umstritten sind. Dabei wird auch die Stosswellentherapie als möglicher Behandlungsansatz erwähnt.

Ziel

Die vorliegende Arbeit soll aufzeigen, ob durch eine Therapie mit niederenergetischen radialen oder fokussierten Stosswellen die Laufstrecke bei MTSS-Betroffenen schneller gesteigert werden kann und diese ihre gewohnte Aktivität baldmöglichst wiederaufnehmen können.

Methode

Anhand definierter Ein- und Ausschlusskriterien wurden in den Datenbanken Pubmed, Cinahl und MEDLINE via Ovid vier Studien gefunden. Deren kritische Beurteilung erfolgte mit Hilfe des AICA-Beurteilungsraster und der PEDro-Skala.

Ergebnisse

Lediglich eine Studie zeigt eine signifikante Verlängerung der Laufstrecke auf. Dabei kann keine Aussage darüber gemacht werden, wie schnell diese erfolgte. Mit Hilfe der anderen drei Studien kann die Verlängerung der Laufstrecke nicht beurteilt werden. Die Rückkehr zur Aktivität wird in zwei der Studien erwähnt, jedoch nicht mit signifikanten Daten belegt. Es wurden keine negativen Effekte der Stosswellentherapie festgestellt.

Schlussfolgerung

Die niederenergetische radiale oder fokussierte Stosswellentherapie scheint lediglich als ergänzende Massnahme, zum Beispiel in Kombination mit einem Trainingsprogramm, einen positiven Einfluss auf die schmerzlimitierte Verlängerung der Laufstrecke oder Laufdauer zu haben.

Keywords

MTSS, mediales Tibiakantensyndrom, radiale Stosswellentherapie, rESWT, fokussierte Stosswellentherapie, fESWT, extrakorporale Stosswellentherapie

Background

Medial tibial stress syndrome (MTSS) is a common condition in runners. It is associated with recurrent tibial pain, which results in activity limitations and a risk of chronicity. In literature several conservative treatment methods already exist, but their effectiveness is highly controversial. Shock wave therapy is also mentioned as a possible treatment approach.

Aim

The present work aims to show whether therapy with low-energy radial or focused shock waves can increase the running distance of MTSS patients more rapidly and enable them to return to their usual activity as soon as possible.

Methods

Based on defined inclusion and exclusion criteria, four studies were found in the databases Pubmed, Cinahl and MEDLINE via Ovid. Their critical appraisal was undertaken by using the AICA tool and the PEDro scale.

Results

Only one study shows a significant increase in running distance, although no statement can be made about how fast this was achieved. With help of the other three studies, the increase in running distance cannot be evaluated. The return to activity is mentioned in two of the studies but is not confirmed with significant data. No negative effects of shock wave therapy were found.

Conclusion

Low-energy radial or focused shock wave therapy only appears to have a positive influence on pain-limited increase in running distance or duration as a supportive treatment, for example in combination with an exercise programme.

Keywords

MTSS, medial tibial stress syndrome, radial shock wave therapy, rESWT, focused shock wave therapy, fESWT, extracorporeal shock wave therapy

1. Einleitung

Sind Sie sportbegeistert und leiden unter rezidivierenden Schienbeinschmerzen? Treten Ihre Beschwerden oftmals kurz nach Beginn der Aktivität auf und bleiben teils auch noch Stunden nach dem Beenden der Tätigkeit bestehen? Sind die Schmerzen eher diffus, vage sowie schlecht lokalisierbar, können aber durch eine gezielte Palpation provoziert werden und treten in einem Bereich von über fünf aneinander folgenden Zentimetern auf?

Wird die Mehrheit dieser Fragen bejaht, so sollte die Verdachtsdiagnose des medialen Schienbeinkantensyndroms, auch bekannt als medial tibial stress syndrome (MTSS) oder shin splint, gestellt werden. (Galbraith & Lavallee, 2009; Griebert et al., 2016; Yates & White, 2004; Moen et al., 2009)

Betroffene dieser Krankheit sind nicht allein. Das mediale Schienbeinkantensyndrom ist für bis zu 2,5% aller Konsultationen im Bereich der Sportmedizin verantwortlich (Bambach et al., 2006). Am MTSS leiden gemäss Moen et al. (2012b) überwiegend Personen, welche regelmässig lange Geh- oder Laufstrecken zurücklegen. Mit einer Inzidenz von bis zu 20% aller Läuferinnen und Läufer ist das MTSS eine sehr verbreitete Läuferkrankheit (Reuter, 2020). Auch Athletinnen und Athleten diverser Sprungsportarten, wie beispielsweise Gymnastik oder Basketball, sind einem höheren Risiko ausgesetzt (Moen et al., 2012b). Bei bis zu 35% von ihnen wird laut Newman et al. (2017) die Diagnose des MTSS gestellt.

Nicht nur im Leistungssport ist das MTSS eine bekannte Erkrankung, auch im Breitensport tritt diese häufig auf. Betroffene müssen mit langen Trainingsunterbrüchen rechnen, im schlimmsten Fall droht der totale Aktivitätsabbruch. (Bambach et al., 2006) Bis ein 20-minütiger Lauf bei mittlerer Intensität und minimalen Schmerzen wieder möglich ist, dauert es bis zu drei Monaten (Winters, 2019). Andere Quellen berichten von bis zu 30 Monaten (Newman et al., 2017).

Wird das MTSS unzureichend oder gar nicht therapiert, besteht ein hohes Risiko zur Chronifizierung (Winters, 2019). Für Betroffene aus dem Spitzensport kann dies das Ende ihrer Karriere bedeuten, aber auch Breitensportlerinnen und -sportler nehmen längere Trainingsunterbrechungen nur ungerne hin (Bambach et al., 2006). Folglich ist eine adäquate Therapie des MTSS zentral und der Schlüssel zur Aktivitätsrückkehr.

Laut Winters (2019) gibt es eine Reihe von verschiedenen Behandlungsmethoden, welche zum Einsatz kommen können. Er erwähnt unter anderem Gehtraining, Ruhigstellung, Eismassage, Dehnungs- und Kräftigungsübungen, Injektionstherapie oder Unterschenkelorthesen. Die Ausarbeitung von Behandlungsansätzen zeigt sich jedoch als schwierig, was sich unter anderem auf die noch nicht vollständig geklärte Pathogenese des MTSS zurückführen lässt. Neben oben genannten Therapieansätzen existieren bereits einige Studien, welchen den Effekt von Stosswellentherapie (ESWT) bei MTSS als mögliche Behandlungsmethode untersuchen.

1.1 Begründung der Themenwahl & Praxisrelevanz

Aufgrund der hohen Prävalenz des MTSS in der Bevölkerung werden Physiotherapeutinnen und -therapeuten im Laufe ihrer Karriere mit hoher Wahrscheinlichkeit auf MTSS-Betroffene stossen. Durch die rezidivierenden Schmerzen während und nach Belastungen sind diese stark in Aktivität und Partizipation eingeschränkt. Durch die enorm langen Heilungszeiten und hohe Gefahr einer Chronifizierung ist eine adäquate physiotherapeutische Behandlung erforderlich.

Bis anhin ist die genaue Pathophysiologie beim MTSS unklar. In der Literatur werden zwei Hypothesen diskutiert: einerseits die traktionsinduzierte Periostitis, andererseits eine chronische, ossäre Überlastungsreaktion. Diverse Studien weisen darauf hin, dass eine niederenergetische Stosswellentherapie einen Einfluss auf an Heilungsprozessen beteiligten Zellen und Gewebestrukturen hat. Somit können beispielsweise die Knochenzellen stimuliert und die Heilungsdauer vom MTSS beeinflusst werden. (Ullrich et al., 2020) Der Hauptfokus dieser Arbeit liegt somit

auf der Behandlung des MTSS mit niederenergetischer radialer oder fokussierter Stosswellentherapie. Damit eine solche Behandlung möglich ist, müssen darüber hinaus auch die prädisponierenden Faktoren und klinischen Merkmale des MTSS bekannt sein.

Die vorliegende Arbeit gibt einen Einblick in diese Thematiken und zeigt somit Ansätze für eine effektive Therapieplanung auf.

1.2 Zielsetzung

Die vorliegende Arbeit soll aufzeigen, ob durch eine Therapie mit niederenergetischen radialen oder fokussierten Stosswellen die Laufstrecke bis zu einer vordefinierten, maximalen Schmerzintensität bei MTSS-Betroffenen schneller gesteigert werden kann, als wenn auf diese verzichtet wird. Durch einen direkten Vergleich von Interventionen mit, respektive ohne Stosswellentherapie, soll deren Wirkung genau aufgezeigt werden.

1.3 Abgrenzung der Thematik

Da das MTSS vorwiegend während körperlicher Aktivität auftritt, bezieht sich die vorliegende Arbeit auf Erwachsene, welche sich auf unterschiedlichen Niveaus sportlich betätigen und seit mindestens drei Wochen persistierende Beschwerden verspüren. Weiter wurde die Diagnose des medialen Schienbeinkantensyndroms anamnestisch sowie klinisch durch eine Fachperson gestellt.

Diese Arbeit soll die Effekte von niederenergetischen radialen und fokussierten Stosswellen mit Standarddosen in Bezug auf das MTSS untersuchen. Als Standarddosen im niederenergetischen Bereich gelten bei der radialen Stosswelle 2000 Schocks pro Sitzung bei 0.1 mJ/mm^2 und bei der fokussierten Stosswelle Werte zwischen 1000-1500 Schocks mit einer Energiedichte zwischen $0.15\text{-}0.30 \text{ mJ/mm}^2$ (Gomez Garcia et al., 2017; Moen et al., 2012b; Newman et al., 2017; Rompe et al., 2010). Hochenergetische Stosswellen werden in dieser Arbeit nicht berücksichtigt, da diese laut Ullrich et al. (2020) vor allem zur Zertrümmerung von Nierensteinen genutzt werden.

Als primäre Outcome-Variable dient die Dauer bis zum Erreichen einer bestimmten Laufstrecke unter vorgegebener Geschwindigkeit sowie Berücksichtigung der Schmerzintensität. Als Abbruchkriterium dient entweder ein maximaler Wert auf der NRS-/VAS-Skala, welcher nicht überschritten werden darf oder das subjektive Schmerzempfinden der Betroffenen.

Ist während des Zeitraums der Studiendauer keine vollständige Regeneration erreichbar, so gilt die subjektive Verbesserung der Belastbarkeit und die Patientenzufriedenheit als Outcome-Variable.

Da in dieser Arbeit das MTSS im Fokus steht, kann bezüglich anderer belastungsbedingter Krankheitsbilder keine Aussage gemacht werden.

1.4 Fragestellung

Profitieren Erwachsene mit klinisch diagnostiziertem MTSS von einer niederenergetischen Stosswellentherapie, sodass die Laufstrecke bei definiertem maximalen Schmerzniveau schneller verlängert werden kann, als wenn auf eine solche Therapie verzichtet wird? Können somit an MTSS leidende Erwachsene schneller ihr individuelles Aktivitätslevel wiederaufnehmen?

2. Theoretischer Hintergrund

In den folgenden Abschnitten wird zuerst das mediale Schienbeinkantensyndrom und anschliessend die Stosswellentherapie erläutert. Das Wissen über diese theoretischen Hintergründe ermöglicht es, die Wirkung der ESWT beim MTSS zu diskutieren.

2.1 MTSS

2.1.1 Definition

Das mediale Schienbeinkantensyndrom ist definiert «durch [einen] belastungsinduzierten Schmerz entlang der distalen posteromedialen Kante der Tibia und durch das Vorliegen einer Druckschmerzhaftigkeit über eine Länge von mindestens fünf cm». (Winters, 2019, S. 848)

2.1.2 Klinik

Die belastungsbedingten Schmerzen zeigen sich in den distalen zwei Dritteln der posteromedialen Tibiakante (Griebert et al., 2016) und sind laut Yates und White (2004) über eine Länge von mindestens fünf Zentimetern palpabel. Betroffene beschreiben den Schmerz als vage und diffus (Galbraith & Lavalley, 2009).

Gemäss Moen et al. (2009) treten die Symptome mit Beginn der körperlichen Aktivität auf, können anfänglich im Verlauf abnehmen, aber auch während der gesamten

Aktivitätsdauer bestehen bleiben. Zu einem späteren Zeitpunkt, nach Fortschreiten der Erkrankung, persistieren die Beschwerden auch nach Beenden der Aktivität (Moen et al., 2009). Im schlimmsten Fall kommt es zu einem schmerzbedingtem frühzeitigem Abbruch der Tätigkeit (Bambach et al., 2006).

2.1.3 Pathogenese

Die Pathogenese des MTSS ist ein viel und kontrovers diskutiertes Thema. Deshalb existieren in der Literatur verschiedene Hypothesen zu dessen Entstehung. Es wird vermutet, dass multifaktorielle Geschehen zu den pathologischen Mechanismen des MTSS führen.

Schon 1986 unterteilte Detmer (2012) das MTSS bezüglich seiner Entstehungsmechanismen in drei unterschiedliche Typen. Als Typ I definierte er das Auftreten der Symptome aufgrund von Mikrofrakturen der Tibia, Knochen-Stress-Reaktionen oder kortikalen Frakturen. Liegt eine Periostitis vor, ausgelöst durch einen intermittierenden Zug der Kruralfaszie am Tibiaperiost, so bezeichnete er dies als Typ II. Typ III ist auch als «chronisches belastungsbedingtes Kompartmentsyndrom» bekannt. (Detmer, 2012) In der heutigen Literatur wird dieses als eigenständiges Krankheitsbild angesehen, muss aber differenzialdiagnostisch vom MTSS abgegrenzt werden (Moen et al., 2009). Im Folgenden werden die zwei meistdiskutierten Hypothesen zur Entstehung des MTSS dargestellt.

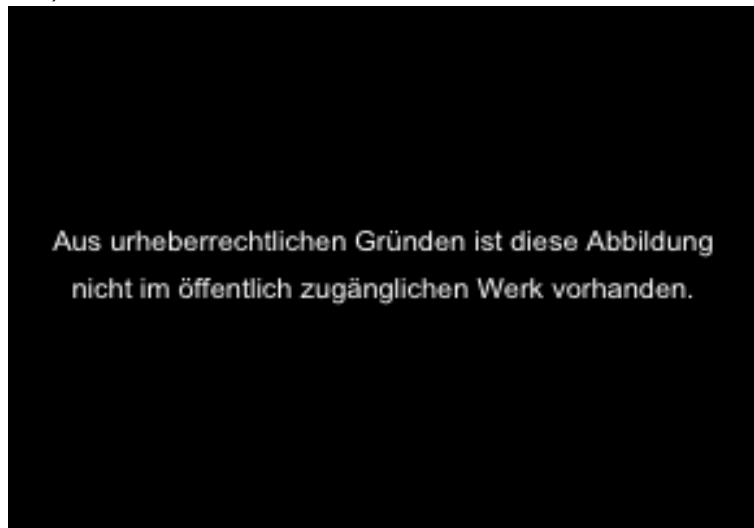
Lokale Knochenüberlastung der Tibia

«Every change in the form and function of bone or of their function alone is followed by certain definite changes in their internal architecture, and equally definite alteration in their external confirmation, in accordance with mathematical laws.»
(Frost, 1994, S. 175)

Anhand des «Mechanostat-Modells» (Abbildung 1), welches 1964 von Harald Frost entwickelt wurde, lässt sich diese Knochenadaption veranschaulichen (Schießl, 2012). Grundsätzlich werden dabei zwei physiologische Vorgänge beschrieben: Aufbau der Knochenmasse (Modelling) und Reduktion der Knochensubstanz (Remodelling). Je nachdem, in welchem Verhältnis diese zueinanderstehen, kommt es zum Substanzverlust, -erhalt oder Knochenwachstum. Diese Knochenumbauprozesse finden stets als Anpassungsreaktion auf Belastungsänderungen statt und verfolgen das Ziel, die Knochenfestigkeit den aktuellen Belastungen anzupassen. (Baumann, 2005)

Die maximale Knochenverformung, auch «peak strain» genannt, bildet im Mechanostat-Modell von Frost die Einheit, welche über die knöchernen Anpassungsprozesse bestimmt. Sie wird in Mikrostrain [$\mu\epsilon$] angegeben. Belastungen unterhalb von

Abbildung 1: Das Mechanostat-Modell (Kersch-Schindl, 2012)



800 $\mu\epsilon$ führen zu einem Abbau der Knochensubstanz, da die bestehenden Belastungen keine festere Knochenmasse voraussetzen. Zwischen 800 $\mu\epsilon$ und 1500 $\mu\epsilon$ bleibt der Knochen erhalten. Überschreiten die Belastungen die 1500 $\mu\epsilon$, so kommt es zum Knochenaufbau und der Knochen wird gestärkt. (Kersch-Schindl, 2012) Dieser physiologische Prozess des Knochenumbaus ist ein stetiger,

der Belastung angepasster Prozess, welcher zu keinem Zeitpunkt im Leben abgeschlossen ist (Schoenau, 2006).

Erfährt ein Knochen Belastungen von über 3000 $\mu\epsilon$, ist mit einer Schädigung des Knochens zu rechnen (Baumann, 2005). Es kommt zur Bildung von Mikrofrakturen in der Kortikalis, welche eine erhöhte osteoklastische Tätigkeit zur Folge haben.

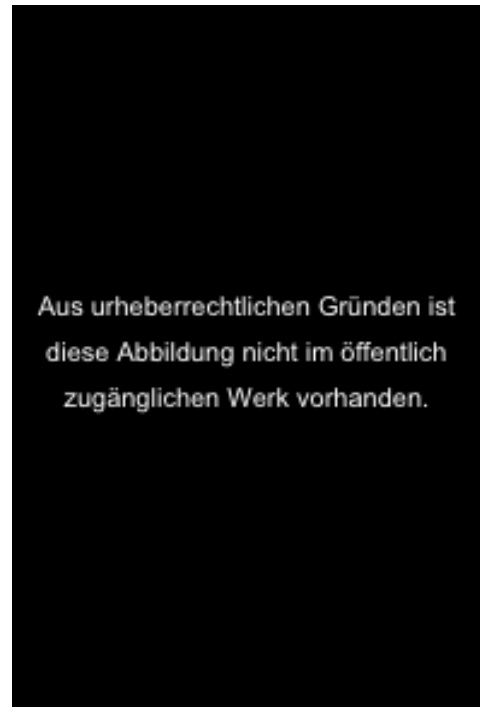
Dies ist ein physiologischer Prozess. (Winters et al., 2017)

Die Osteoklasten bauen das zerstörte Knochengewebe ab, welches dann durch Lamellenknochen ersetzt wird (Steingruber et al., 2002). Während den Reparaturvorgängen, welche laut Fogarty (2015) ungefähr acht Wochen dauern, ist der Knochen durch die Dysbalance zwischen osteoblastischen und -klastischen Tätigkeiten geschwächt (Steingruber et al., 2002). Kommt es in dieser Zeit zu wiederholten Mikroschädigungen, ist mit einer Akkumulation der Defekte zu rechnen (Fogarty, 2015). Laut einem Review von Menéndez et al. (2020) konnten bei Personen mit MTSS mit Hilfe von CT-Untersuchungen tiefere Knochendichtewerte festgestellt werden. Dies könnte auf die eben genannte Dysbalance zwischen den Knochenzellen zurückzuführen sein und würde diese Pathogenese unterstützen.

Eine weitere mögliche Ursache für solche ossären Mikroschädigungen können insuffiziente Muskeln darstellen. Unter physiologischen Bedingungen besitzen diese laut Fogarty (2015) die Fähigkeit, dynamische Kräfte, welche auf das Skelett einwirken, zu reduzieren. Abgeschwächte Muskeln können dies nur noch bedingt ausführen, was in einer Mehrbelastung des knöchernen Systems resultiert und ebenfalls zu den oben beschriebenen Mechanismen führen kann. (Fogarty, 2015)

Als zelluläre Reaktion auf die Verletzungsmechanismen kommt es zu einem Eindringen von Mastzellen, Makrophagen und Granulozyten, welche die

Abbildung 2: Ursprünge der Muskeln entlang der linken medialen Tibia im Zusammenhang mit der häufigsten Lokalisation der Symptome des MTSS (Stickleby et al., 2009)



Freisetzung von Histamin, Serotonin sowie Prostaglandinen bewirken. Es folgt eine Entzündungsreaktion. Die Kortikalis wie auch das Periost werden sowohl von C-Fasern als auch A δ -Fasern innerviert. Daher wird einerseits der nun wahrgenommene diffuse Schmerz durch die Entzündungsmediatoren ausgelöst sowie aufrechterhalten und von den C-Fasern in der Kortikalis weitergeleitet. Andererseits erzeugen die Mediatoren eine «Entzündungssuppe» rund um das Verletzungsgebiet, welche möglicherweise zusätzlich die C-Fasern des Periosts reizen. Dabei besitzt das Periost die höchste Anzahl von C-Fasern und reagiert am empfindlichsten auf nozizeptive Reize. (Oostinga et al., 2020)

Traktionsinduzierte Periostitis

Die traktionsinduzierte Periostitis ist in der Literatur eine weitere oft diskutierte Pathogenese des MTSS, welche erstmals in den 1950er Jahren publiziert wurde. Dabei sollen Kontraktionen der Wadenmuskulatur zu einer Zugbelastung am Tibia-Periost führen und folglich eine Entzündungsreaktion der Knochenhaut auslösen. (Stickley et al., 2009) Betrachtet man die Symptomlokalisierung des MTSS, wie die Abbildung 2 zeigt, so kann laut Stickley (2009) einzig die tiefe Kruralfaszie (TCF) für die Beschwerden des shin splints verantwortlich sein. Jedoch werden jegliche Kontraktionen des M. tibialis posterior (TP), M. flexor digitorum longus (FDL) und des Soleusmuskels auf die Kruralfaszie und via Sharpey'sche Fasern bis auf das Periost übertragen (Stickley et al., 2009).

Sharpey'sche Fasern sind Zellen der äusseren Faserschicht des Knochens, welche an Sehnen- sowie Bänderinsertionsstellen besonders zahlreich vorhanden sind und somit deren starke Verankerung gewährleisten. Durch übermässige muskuläre Zugbelastungen kann es zu einem pathologischen Ablösen der Sharpey'sche Fasern kommen. Die beschriebenen pathologischen Vorgänge führen zu Reizungen sowie Entzündungen des Periosts. Aufgrund dessen nozizeptiver Innervation kommt es zur Schmerzentstehung. (De Permentier, 2014)

Um die Theorie der traktionsinduzierten Periostitis noch weiter mit dem MTSS in Verbindung bringen zu können, ist ein fundiertes Wissen bezüglich der

Muskelaktivitäten während des Gehens und Laufens von Vorteil, insbesondere in Bezug auf die Unterschenkelmuskulatur.

Das Laufen kann in eine Schwung-, Stand- und Schwebephase unterteilt werden (Götz-Neumann, 2016). Während die vordere Unterschenkelmuskulatur (M. tibialis anterior, M. extensor digitorum longus und M. extensor hallucis longus (Schünke et al., 2018)) vor allem zu Beginn des Gangzyklus für das kontrollierte Absetzen des Fusses verantwortlich ist und während der Schwungbeinphase das Zehenabsinken verhindert, spielen die Plantarflexoren insbesondere während der Standbeinphase eine entscheidende Rolle (Götz-Neumann, 2016; Quervain et al., 2008). Zu den Plantarflexoren wird der M. triceps surae, M. tibialis posterior, M. flexor digitorum longus und M. flexor digitorum longus gezählt (Schünke et al., 2018). Das sind somit jene Muskeln, welche für die Symptomentstehung des MTSS verantwortlich sein könnten. Durch deren primär exzentrische und anschliessend isometrische Kontraktion kommt es während der Midstance zu der erforderlichen Dorsalextension im Sprunggelenk. Am Ende der Standbeinphase (Terminalstance) führt die konzentrische Aktivierung zur Fersenablösung. (Götz-Neumann, 2016) Um die Schwungphase erreichen zu können, kommt es am Ende des Terminalstance zu einem vertikal gerichteten Abdrücken, welches, wie eben beschrieben, vorwiegend durch die Plantarflexoren ausgelöst wird (Wank, 2021). Mit steigender Laufgeschwindigkeit nimmt diese vertikal gerichtete Kraft stetig zu, der Bodenkontakt verkürzt sich (Quervain et al., 2008). Aufgrund der Prävalenz des shin splints kann davon ausgegangen werden, dass eine Korrelation zwischen der Muskelaktivität während des Laufens und dem MTSS besteht.

2.1.4 Risikofaktoren

In der Literatur werden diverse Risikofaktoren beschrieben, welche die Entstehung eines MTSS begünstigen. Das Wissen über mögliche prädisponierende Faktoren kann hilfreich sein, um eine geeignete, dem Patienten individuell angepasste Therapie bieten zu können. Newman et al. (2013) unterteilt die Risikofaktoren in «anatomisch/strukturell», «Geschichte/Vergangenheit» und «geschlechterspezifisch».

Im Folgenden werden die meistbeschriebenen und evidenzbasierten Risikofaktoren schematisch aufgelistet (Tabelle 1). Anschliessend werden diese detailliert erläutert.

Tabelle 1: Risikofaktoren des MTSS (Becker et al., 2018; Newman et al., 2013; Yates & White, 2004)

Anatomisch/strukturell	<ul style="list-style-type: none"> - Vermehrte Pronation - Dauer der Rückfuss-Eversion in der Standbeinphase - Abnormalitäten des Hüftgelenks - Erhöhter Body-Mass-Index (BMI)
Geschichte/Vergangenheit	<ul style="list-style-type: none"> - Trainingsbedingte Risikofaktoren - Rezidivierendes Auftreten vom MTSS
Geschlechterspezifisch	<ul style="list-style-type: none"> - Höhere Prävalenz bei Frauen

Vermehrte Pronation

Eine vermehrte Pronation geht mit einer erhöhten Belastung und insbesondere einer erhöhten exzentrischen Muskelaktivität einher. Vor allem die tiefen Plantarflexoren und die Supinatoren sind hiervon betroffen. (Griebert et al., 2016) Es ist durchaus möglich, dass sich dadurch eine traktionsinduzierte Periostitis und infolgedessen ein MTSS entwickelt (Becker et al., 2018). Klinisch lässt sich das Ausmass der Pronation mit dem «Navicular-drop-Test» untersuchen. Dabei wird die Differenz zwischen dem unbelasteten und belasteten Navicular-Boden-Abstand beurteilt, wobei die Tuberositas navicularis als Referenzpunkt gilt. (Navicular Drop Test, o.J.) Die Tabelle 14 im Anhang zeigt die entsprechenden Referenzwerte auf.

Dauer der Rückfusseversion in der Standbeinphase

Bei Personen, welche ein MTSS entwickelten, wurde eine längere Dauer der Rückfusseversion während der Standbeinphase festgestellt. Während bei gesunden Personen der Fuss bereits eine inversorische Stellung einnimmt und somit einen starren Hebel bildet, befindet sich der Rückfuss bei MTSS-Betroffenen während dem Abstoss (in der Pre-Swing-Phase) noch vermehrt in Eversionsstellung. Gründe für eine solche Veränderung können beispielsweise vergangene Supinationstraumatas darstellen (Solari, 2009). Aufgrund der veränderten Fussstellung, verändert sich auch die muskulären Belastungen. Einerseits müssen diese eine stabilisierende Funktion einnehmen (Becker et al., 2018), andererseits verändert sich das Alignment des Fusses, was zu Überlastungen und Dysfunktionen der Unterschenkelmuskeln führen kann. (Solari,

2009) Diese muskulären Veränderung können zu einer Zunahme des periostalen Zuges führen, aber auch zu einer zunehmenden tibialen Biegespannung (Becker et al., 2018). Die Entstehung eines MTSS wird begünstigt.

Abnormalitäten des Hüftgelenks

Diverse Studien berichten über einen Zusammenhang zwischen dem MTSS und verschiedenen Hüftgelenksabnormalitäten, wobei die pathologischen Zusammenhänge nicht genau identifiziert werden können. Es wurde aufgezeigt, dass Betroffene des Öfteren eine eingeschränkte Hüftgelenksinnenrotation sowie Aussenrotation vorweisen. Das dadurch veränderte Gangbild kann zu vermehrten tibialen Belastungen und infolgedessen zum typischen Beschwerdemuster des MTSS führen. (Sobhani et al., 2015) Auch eine Schwäche der Hüftgelenksabduktoren kann zu einer Abweichung des physiologischen Gangbildes führen und wird daher ebenfalls als ein prädisponierender Faktor diskutiert (Becker et al., 2018).

Erhöhter Body-Mass-Index

Laut Yates & White (2004) geht ein erhöhtes Körpergewicht mit einer erhöhten Belastung und Biegekraft der Tibia einher. Basierend auf der Pathogenese der Knochenüberlastung steigt damit auch das Risiko am MTSS zu erkranken.

Trainingsbedingte Risikofaktoren

Ein weiterer häufig diskutierter Risikofaktor stellt das Lauftraining dar. Einerseits werden die Steigerung der Trainingsintensität und/oder -distanz, ein Wechsel der Laufschuhe und/oder des Laufterrains oder das Tragen von alten Laufschuhen als mögliche prädisponierende Faktoren angegeben (Moen, 2012a). Andererseits zeigen Personen mit wenigen Jahren Lauferfahrung eine erhöhte Wahrscheinlichkeit zur Entwicklung eines MTSS (Newman et al., 2013). Newman et al. (2013) führen dies auf die Konditionierung des neuromuskulären und knöchernen Systems zurück, welche primär zu Beginn einer neuen Aktivität erfolgen muss.

Höhere Prävalenz bei Frauen

Frauen, welche an einem Östrogenmangel, unter Essstörungen oder Menstruationsveränderungen leiden, haben ein erhöhtes Risiko, am MTSS zu erkranken. Diese Erkrankungen basieren in den meisten Fällen auf hormonellen Veränderungen. (Newman et al., 2013) Da der Knochenmetabolismus auch durch die hormonellen Gegebenheiten beeinflusst wird (Rompe et al., 2010), ist mit einer Reduktion der Knochenstruktur zu rechnen. Infolgedessen steigt die Inzidenz von Mikroschädigungen der Tibia. (Newman et al., 2013)

2.1.5 Diagnostik

Die Anamnese und klinische Untersuchung bilden die Grundlage des diagnostischen Prozesses. Abbildung 3 zeigt ein siebenstufiges Modell einer standardisierten Anamnese in Kombination mit der klinischen Untersuchung. Einerseits kann damit die Diagnose des MTSS gestellt und andererseits wichtige Differenzialdiagnosen ausgeschlossen werden. (Winters, 2019)

Abbildung 3: *Instrument für Anamnese und körperliche Untersuchung bei Unterschenkschmerzen für die klinische sportmedizinische Praxis (Winters, 2019)*

Aus urheberrechtlichen Gründen ist diese Abbildung nicht im öffentlich zugänglichen Werk vorhanden.

Anamnese

Die Anamnese stellt den ersten Schritt des diagnostischen Verfahrens beim MTSS dar. Nebst den in Abbildung 3 erwähnten Fragestellungen sollte das Vorhandensein von Schmerzbereichen in anderen Körperregionen abgeklärt werden (Winters, 2019). Auch weitere mögliche Risikofaktoren, wie beispielsweise Trainingsveränderungen, sollten erfragt werden.

Klinische Untersuchung

Das Modell in Abbildung 3 enthält wichtige Punkte der klinischen Untersuchung des MTSS. Einerseits sollte eine Palpation der posteromedialen Tibiakante durchgeführt werden, andererseits müssen angrenzende Unterschenkelbereiche sowie weiter entfernte Schmerzquellen einer gründlichen Untersuchung unterzogen werden. Durch die Untersuchung des Unterschenkels bezüglich Erythemen und starken Schwellungen wird das Vorhandensein von anderen schwerwiegenden Erkrankungen ausgeschlossen. (Winters, 2019) Daneben sollte der Beurteilung der Statik ebenfalls Aufmerksamkeit geschenkt werden, um mögliche individuelle Risikofaktoren und somit prädisponierende Faktoren zu evaluieren. Bildgebende Verfahren kommen in der Regel nur im Falle unklarer Untersuchungsbefunde zum Einsatz. Dabei weisen die Magnetresonanztomographie (MRT) und Szintigraphie die höchste Sensitivität, die Computertomographie (CT) die höchste Spezifität auf. (Moen et al., 2009)

2.1.6 Differentialdiagnosen

Differentialdiagnostisch sollte das MTSS vom chronischen, belastungsbedingten Kompartmentsyndrom (Chronic Exertional Compartment Syndrome = CECS) und von einer Stressfraktur abgegrenzt werden (Moen, 2012a). Die Tabelle 2 erläutert diese drei Krankheitsbilder genauer.

Tabelle 2: Überblick über klinisch relevante Informationen des MTSS, CECS und der tibialen Stressfraktur (eigene Darstellung)

	MTSS (<i>mediales Tibiakantensyndrom</i>)	CECS (<i>Chronic Exertional Compartment Syndrome</i>)	Tibiale Stressfraktur
Definition	«Das Schienbeinkantensyndrom („medial tibial stress syndrome“ [MTSS]) ist eines der häufigsten Unterschenkelsyndrome bei Sportlern [...] Definiert ist es durch belastungsinduzierten Schmerz entlang der distalen posteromedialen Kante der Tibia und durch das Vorliegen einer Druckschmerzhaftigkeit über eine Länge von mindestens 5 Zentimeter.» (Winters, 2019, S. 848)	«Das chronische Kompartmentsyndrom ist eine seltene und vor allem häufig übersehene Diagnose von chronischen Schmerzen am Bewegungsapparat. Ursache der Beschwerden ist ein Missverhältnis zwischen Kompartimentvolumen und Raumbedarf der Muskulatur. Durch eine Zunahme der Faszienstärke und eine Abnahme ihrer Elastizität kommt es unter Belastung zu einer pathologischen Drucksteigerung und damit verbunden zu Schmerzen.» (Gösele-Koppenburg, 2018, S. 47)	«Eine Stressfraktur ist eine Ermüdungsfraktur des Knochens, die durch wiederholte submaximale Belastung verursacht wird. Die für die Entstehung einer Stressfraktur erforderliche Kraft ist geringer als die vom Knochen maximal tolerierte Kraft, aber ihre wiederholte Anwendung führt zu einer Störung der Homogenität des Knochens. [...] Eine Stressfraktur ist eine echte Fraktur mit einem Bruch der Kortikalis.» (Behrens et al., 2013, S. 165)
Pathogenese	Die Pathogenese des MTSS ist bis heute noch nicht genau geklärt. Es werden zwei Haupthypothesen bezüglich der Pathogenese diskutiert: Einerseits eine lokale Knochenüberlastung mit Mikrofrakturen und andererseits eine traktionsinduzierte Periostitis der Tibia. (Winters, 2017)	Das CECS hat seine Ursache in einem Missverhältnis zwischen Muskel- und Kompartimentgröße durch Volumenzunahme sowie Elastizitätsverlust der Fascia Cruris. Folglich kommt es bei Muskelkontraktionen zu einem intrafaszialen Druckanstieg mit Muskelischämie. Dadurch werden sensorischer Nervenfasern der Faszien und/oder Knochenhaut stimuliert. (Gösele-Koppenburg, 2018; Stiegler et al., 2009)	Durch Überbelastung kommt es zu physiologischen Mikrofrakturen des Knochens, auf welche ossäre Reparaturmechanismen folgen. Während diesen Reparaturvorgängen ist der Knochen temporär geschwächt. Wird er in dieser Zeit weiterhin überbelastet, resultiert ein Ungleichgewicht zwischen überforderten Reparaturmechanismen und Mikroschädigungen, was in einer Stressfraktur resultiert. (Steingruber et al., 2002)

Symptome	<ul style="list-style-type: none"> - Vage & diffuser Schmerz - Lokalisation: An der posteromedialen Tibiakante über mindestens fünf Zentimeter (Galbraith & Lavallee, 2009; Griebert et al., 2016; Yates & White, 2004) 	<ul style="list-style-type: none"> - Krampfartig, brennende Schmerzen - Engegefühl im Unterschenkel - Muskelschwächen & Dysästhesien am Unterschenkel - Bilaterales Auftreten in 82% der Fälle - Lokalisation: Je nach betroffenem Kompartiment (Reuter, 2020) 	<ul style="list-style-type: none"> - Klar lokalisierbare Schmerzen - Scharfer Charakter - Schmerzbereich maximal zehn Zentimeter lang (Milgrom et al., 2020)
Schmerzverhalten unter Belastung	<ul style="list-style-type: none"> - Zu Beginn der Erkrankung im Verlauf von Aktivität, möglicherweise leicht abnehmend - Später während Aktivität konstant, klingen nach Beenden wieder ab - Im fortgeschrittenen Stadium der Erkrankung auch Ruheschmerzen (Moen et al., 2009) 	<ul style="list-style-type: none"> - Schleichender Verlauf - Primär während einem bestimmten Mass an körperlicher Aktivität & klingen nach dem Beenden wieder ab - Zu einem späteren Zeitpunkt schon bei kleinen Aktivitäten oder Ruheschmerzen möglich (Reuter, 2020) 	<ul style="list-style-type: none"> - Konstant oder zunehmend während Belastungen - Nacht-/Ruheschmerzen (Reuter, 2020)
Klinische Befunde	<ul style="list-style-type: none"> - Palpationsschmerz über mindestens fünf Zentimeter - Eventuell anatomische/statische Veränderungen (Winters, 2019) 	<ul style="list-style-type: none"> - Palpationsschmerz - Aktive sowie passive Bewegungs- & Widerstandstests in Ruhe oft unauffällig, aber symptomatisch nach Belastungsprovokation (Reuter, 2020) 	<ul style="list-style-type: none"> - Schmerzreproduktion durch Palpation - Ossäre Unregelmässigkeiten palpabel (Reuter, 2020)
Therapie	<ul style="list-style-type: none"> - Diverse konservative Optionen - Schmerzangepasster Belastungsaufbau - Operation: isolierte Fasziotomie oder Fasiotomie in Kombination mit periostaler Resektion (Winters, 2019) 	<ul style="list-style-type: none"> - Sistierung Laufsport - Später Laufstilanpassung (Reuter, 2020) - Operation: Fasziotomie (Gösele-Koppenburg, 2018) 	<ul style="list-style-type: none"> - Laufstopp bis vollständige Knochenheilung - Anschliessend schrittweise Erhöhung der Laufintensität (Reuter, 2020)

2.1.7 Therapie

Nach erfolgter Diagnose des MTSS, kann in der akuten Phase die Applikation von Eis, Einnahme von Schmerzmedikamenten und Sistierung von Belastungen die Schmerzen reduzieren.

Die Anpassung der Laufschuhe, Akupunkturbehandlungen, Stosswellentherapie, der Einsatz von Unterschenkelorthesen und Dehnung der Wadenmuskeln werden als zusätzliche Behandlungsmethoden diskutiert. (Galbraith & Lavallee, 2009) Auch liegen Berichte über die Anwendung von Tapes oder Massagebehandlungen vor (Fogarty, 2015; Griebert et al., 2016). Die Meinungen bezüglich deren Wirksamkeit sind jedoch gespalten (Reuter, 2020).

Aktuelle Therapieempfehlungen basieren auf einem schmerzangepassten Belastungsmanagement. Laut Reuter (2020) sollte bei knöchernen ossären Strukturen, im Gegensatz zu beispielsweise Tendinopathien der Schmerz während Aktivitäten geringer gehalten werden oder im besten Fall gar nicht auftreten. Winters (2019) empfiehlt auf der NRS einen maximalen Schmerz von 2/10 während Aktivitäten. Die Belastungen sollten stetig der aktuellen Belastbarkeit angepasst werden, um ein Rezidiv in die akute Phase zu verhindern (Winters, 2019). Er empfiehlt eine Belastungssteigerung von 30% pro Woche als Richtlinie. Aktuell sind keine objektiven Verlaufsparameter vorhanden, mit welchen die Belastbarkeit genauer definiert werden kann.

In seltenen Fällen, wenn die konservativen Therapieoptionen nicht den gewünschten Effekt bringen, wird auf ein operatives Verfahren zurückgegriffen. Hierbei stehen zwei Methoden zur Verfügung: Die isolierte Fasziotomie oder die Fasziotomie einschliesslich periostaler Resektion. (Winters, 2019) Die Outcomes bezüglich Schmerzreduktion und Rückkehr zum Sport weisen jedoch laut Winters (2019) eine enorme Spannweite auf.

2.2 Stosswellen

2.2.1 Definition

CuraMedix (o. J., S. 2) definiert die Stosswellen im Allgemeinen folgendermassen:

Stosswellen sind Schallwellen. Sie treten in der Atmosphäre bei explosiven Ereignissen auf, z.B. bei Detonationen oder Blitzeinschlägen, oder wenn Flugzeuge die Schallmauer durchbrechen. Stosswellen sind Schallimpulse, die durch hohe positive Druckamplituden und einen steilen Druckanstieg gegenüber dem Umgebungsdruck gekennzeichnet sind. Sie sind in der Lage, Energie vom Entstehungsort vorübergehend in entfernte Regionen zu übertragen, um z.B. Fensterscheiben zum Zerspringen zu bringen.

Die Anfänge der in der Medizin angewendeten Stosswellen liegen in den 1960er-Jahren. Damals kam zum ersten Mal die Idee auf, ausserhalb vom Körper erzeugte Stosswellen in diesen einzuleiten und damit Nieren- sowie Gallensteine zu zertrümmern. Im Jahr 1980 gelang dann die erste erfolgreiche Steinertrümmerung. (Ullrich et al., 2020) Seit diesem Zeitpunkt werden Stosswellen auch in verschiedensten anderen medizinischen Disziplinen eingesetzt (CuraMedix, o. J.). Sie sind laut Wess (2004) ein Mittel, um therapeutisch relevante Energiemengen auf nicht-invasive Weise an Orte im Körper zu bringen, ohne das vorher zu durchlaufende Gewebe zu schädigen.

2.2.2 Formen

Praktisch werden in der Medizin sowohl fokussierte als auch radiale Stosswellen eingesetzt (Ullrich et al., 2020). Die beiden Varianten unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Erzeugungs- und Wirkungsmechanismen im Gewebe, worauf in den folgenden Abschnitten genauer eingegangen wird (Abo Al-Khair et al., 2020).

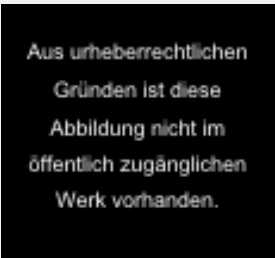
2.2.3 Entstehung fokussierter Stosswellen

Zur Entstehung von fokussierten Stosswellen können drei verschiedene Prinzipien verwendet werden: Das elektrohydraulische, das elektromagnetische und das piezoelektrische Erzeugungsprinzip. Jedes dieser Prinzipien beruht auf der Umwandlung von elektrischer in mechanische Energie. Beim elektrohydraulischen Prinzip entsteht die Stosswelle direkt am Ursprungsort, während beim

elektromagnetischen sowie piezoelektrischen Prinzip die Stosswellen im physikalischen Sinne erst in der Fokuszone erzeugt werden. (Wess, 2004) Die Fokuszone definiert Wess (2004) als «den Bereich eines Stosswellenfeldes, in dem die gemessenen Drücke grösser oder gleich der Hälfte des im Zentrum gemessenen Spitzendrucks sind.»

In Tabelle 3 werden die drei Prinzipien hinsichtlich Erzeugungsprinzip und Charakteristika genauer erläutert.

Tabelle 3: Entstehungsmechanismen fokussierter Stosswellen (eigene Darstellung)

Prinzip	Abbildung	Entstehung	Vor- und Nachteile
Elektrohydraulisches Prinzip	<p>Abbildung 4: elektrohydraulisches Prinzip (Ogden et al., 2001)</p> 	<p>Erste Generation der orthopädischen Stosswellenmaschinen. Es wird eine Hochspannung über zwei Elektrodenspitzen angelegt, welche sich schliesslich schnell innerhalb eines mit Wasser gefüllten, ellipsoidförmigen Reflektor durch Funkenbildung entlädt.</p> <p>⇒ So entwickelt sich eine Plasmablase, welche das umgebende Medium verdrängt & eine Stosswelle entsteht.</p> <p>⇒ Durch die korrekte Geometrie & eine exakte Positionierung des Gerätes wird sichergestellt, dass der Stosswellenfokus dann auch innerhalb der gewünschten therapeutischen Region liegt.</p> <p>(Ogden et al., 2001)</p>	<p>Nachteile:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Oftmals hohe Gesamtenergie & grosse Durchmesser der Fokusvolumen - Stosswellen in den niedrigeren Drücken (wie oftmals in Therapie gebraucht) schwieriger zu dosieren <p>⇒ deshalb oftmals schmerzhaft & laut (Wess, 2004)</p>

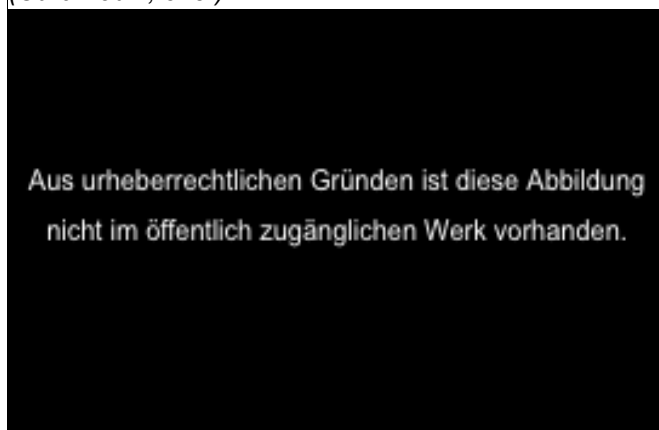
<p>Elektromagnetisches Prinzip</p>	<p>Abbildung 5: <i>elektromagnetisches Prinzip</i> (Ogden et al., 2001)</p> <div data-bbox="336 365 639 618" style="background-color: black; color: white; padding: 5px; text-align: center;"> <p>Aus urheberrechtlichen Gründen ist diese Abbildung nicht im öffentlich zugänglichen Werk vorhanden.</p> </div>	<p>Es werden zwei Komponenten benötigt: Eine elektromagnetische Spule sowie eine gegenüberliegende Metallmembran. (Ogden et al., 2001)</p> <p>Das Prinzip beruht auf dem Gesetz der elektromagnetischen Induktion. Es wird ein elektrischer Strom durch die Spule geleitet, wodurch sich um die einzelnen Windungen der Spule magnetische Felder bilden. Diese magnetischen Felder dringen in die metallische Membran ein, wodurch aufgrund des rapiden Stromanstiegs Wirbelströme induziert werden. Diese sind wiederum mit einem Magnetfeld gekoppelt, welche dem ursprünglichen Magnetfeld entgegengerichtet sind. (Wess, 2004)</p> <p>⇒ So entsteht eine abstossende Kraft, welche die Membran schnell wegdrückt, wodurch das umgebende Medium komprimiert & somit durch die Kompression eine Stosswelle entsteht (Wess, 2004).</p> <p>Die resultierende Welle wird schlussendlich mit einer Linse fokussiert, wobei je nach Brennweite der Linse der nötige therapeutische Punkt definiert wird (Ogden et al., 2001).</p>	<p>Vorteile:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Energieabgabe gut & einfach zu dosieren (Wess, 2004)
------------------------------------	---	--	---

Piezoelektrisches Prinzip	<p>Abbildung 6: <i>piezoelektrisches Prinzip</i> (Ogden et al., 2001)</p> <div style="background-color: black; color: white; padding: 10px; text-align: center;"> <p>Aus urheberrechtlichen Gründen ist diese Abbildung nicht im öffentlich zugänglichen Werk vorhanden.</p> </div>	<p>Eine grosse Anzahl (meistens ungefähr 1000) Kristalle sind auf der Innenseite einer Kugel angeordnet. Die Kristalle erhalten eine schnelle elektrische Entladung, wodurch sich die Kristalle verformen (kontrahieren und dehnen sich wieder aus = piezo-elektrischer Effekt).</p> <p>⇒ Die Verformung induziert einen Druckimpuls im umliegenden Medium, welcher sich zu einer Stosswelle entwickelt.</p> <p>Durch die geometrische Anordnung der Kristalle an der Innenseite der Kugel wird die Stosswelle automatisch selbst zum Zentrum hin fokussiert. (Ogden et al., 2001)</p>	<p>Vorteile:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Präzise Fokussierung mit hoher Energiedichte innerhalb gut begrenzten Volumens (Ogden et al., 2001) - Gute Dosierbarkeit & Wiederholgenauigkeit (Wess, 2004)
---------------------------	--	--	--

2.2.4 Entstehung radialer Stosswellen

Rein physikalisch gesehen ist es laut CuraMedix (o. J.) falsch von radialen Stosswellen zu sprechen, da diese zur Gruppe der Druckwellen gehören. In der Literatur erfolgt jedoch selten eine Unterscheidung, weshalb der Überbegriff der Stosswelle vereinfachend benutzt wird. (CuraMedix, o. J.)

Abbildung 7: Entstehung radialer Stosswelle
(CuraMedix, o. J.)



Radiale Stosswellen werden mithilfe des ballistischen Prinzips erzeugt. Hierbei wird ein Projektil durch einen Druckluftstoss stark beschleunigt. Dieser Druckluftstoss wird dabei äusserst präzise gesteuert. (McClure & Dorfmueller, 2003)

Das Projektil trifft nun mit einer sehr hohen kinetischen Energie auf den Applikator, welcher der Haut aufliegt, wie in Abbildung 7 zu sehen ist. Es wird ein Kopplungsmedium, wie beispielsweise Ultraschallgel, benutzt, wodurch der Impuls, welcher auf den Applikator trifft, als Druckwelle in das Körpergewebe eingeleitet werden kann. (Gerdesmeyer et al.,

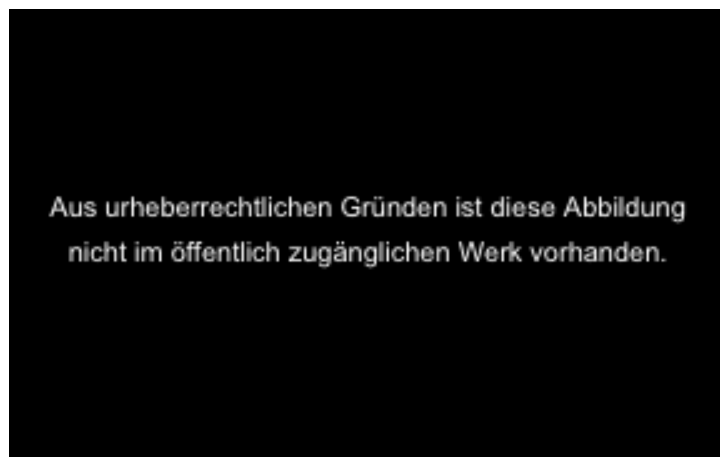
2008) Die Druckwelle breitet sich laut Gerdesmeyer et al. (2008) dann weiter radiär (strahlenförmig) aus. Aus diesem Grund wird auch oftmals der deskriptive Begriff «radiäre Stosswelle» verwendet. Die radiale Ausbreitung der erzeugten Stosswelle führt gemäss McClure und Dorfmueller (2003) zu einem Energieverlust proportional zu 1 durch den Radius. Wenn der Abstand zwischen Quelle und gewünschter Therapiezone verdoppelt wird, kommt demzufolge lediglich noch ein Viertel der anfänglichen Energie dort an.

2.2.5 Charakteristika fokussierter vs. radialer Stosswellen

Eine wichtige Gemeinsamkeit von fokussierten und radialen Stosswellen ist laut Gerdesmeyer (2004), dass auf einen positiven ein negativer Druckimpuls folgt. Unterschiede zeigen sich zwischen den beiden Typen unter anderem hinsichtlich des maximalen Druckes (Abo Al-Khair et al., 2020). Laut Abo Al-Khair et al. (2020) konvergiert bei der fokussierten Stosswellentherapie (f-SWT) die erzeugte Energie in einer individuell ausgewählten Gewebstiefe. In dieser Tiefe wird dann auch der maximale Druck erreicht. Bei der radialen Stosswellentherapie (r-SWT) liegt der maximale Druck hingegen an der Hautoberfläche, die Wellen divergieren je mehr, desto tiefer sie ins Gewebe eindringen. (Abo Al-Khair et al., 2020)

Die fokussierten Stosswellen werden in hoch-, mittel- und niederenergetisch eingeteilt. Die Einteilung der radialen Stosswellen in verschiedene Energielevels ist nicht notwendig, da sie lediglich im niederenergetischen Bereich angewendet werden. (Gerdesmeyer et al., 2008)

Abbildung 8: Unterschied Stosswelle (links) zu Druckwelle (rechts) (Lohrer & Gerdesmeyer, 2014)



Weiter ergibt sich, wie auf Abbildung 8 links zu sehen ist, bei der fokussierten Stosswelle ein steiler und schneller Druckanstieg (Gerdesmeyer, 2004). Die fokussierten Stosswellen sind also von einer sehr kurzen Anstiegszeit (wenige

Nanosekunden) auf Drücke von bis zu 100 mPa gekennzeichnet. Dies entspricht dem etwa 1000-fachen des uns umgebenden Luftdrucks. (Mayer et al., 2009) Für die Definition als fokussierte Stosswelle ist die Steilheit der Druckentwicklung demzufolge eine wichtige Voraussetzung (Lohrer & Gerdemeyer, 2014).

Die radialen Stosswellen dagegen besitzen einen eher sinusförmigen Kurvenverlauf (Gerdemeyer, 2004). Sie sind laut Neumann (2012) durch wesentlich tiefere Spitzendrücke gekennzeichnet. Die r-SWT hat also geringere Energiewerte und eine kürzere Anstiegszeit als die f-SWT, wodurch sie zur Kategorie der Druckwellen gehört und somit, wie bereits erwähnt, lediglich im deskriptiven Sinne als Stosswelle bezeichnet wird (Abo Al-Khair et al., 2020).

Ebenfalls besitzen die radialen Stosswellen tiefere Ausbreitungsgeschwindigkeiten, denn laut Lohrer und Gerdemeyer (2014) brauchen sie für einen vollständigen Durchlauf etwa 20 Mal länger als die fokussierten Stosswellen. Wichtig für die Praxis ist zu erwähnen, dass die radialen Stosswellengeräte im Vergleich zu den fokussierten Stosswellen die kostengünstigere Alternative sind (Wess, 2004). Die wichtigsten Unterschiede sind in Tabelle 4 zusammengefasst.

Tabelle 4: Vergleich fokussierter und radialer Stosswellen (Ullrich et al., 2020)

Aus urheberrechtlichen Gründen ist diese Tabelle nicht im öffentlich zugänglichen Werk vorhanden.

Werden die Stosswellen in der Therapie angewendet, reihen sich Hunderte bis Tausende dieser Schallereignisse aneinander. Sie können dabei bis zu acht Mal pro Sekunde generiert werden. (Mayer et al., 2009)

2.2.6 Biologische Wirkung von Stosswellen

Für medizinische Zwecke werden die Stosswellen ausserhalb vom Körper des Patienten erzeugt und auf das Gewebe übertragen (McClure & Dorfmueller, 2003).

Dabei ist die Verwendung eines Kopplungsmediums (zum Beispiel Ultraschallgel) zwischen Applikator und Haut zentral, da sonst ein Grossteil der Stosswellen reflektiert oder gestreut wird, was den therapeutischen Effekt schmälern würde (Neumann, 2012).

Wie bereits erwähnt, hängen die Effekte der Stosswellentherapie laut (Ullrich et al., 2020) grösstenteils von der applizierten Energie, auch Energieflussdichte (EFD) genannt, ab. Diese gibt die Energiedichte pro Fläche in mJ/mm^2 an. Im niederenergetischen Bereich kann sowohl mit radialen als auch mit fokussierten Stosswellen therapiert werden. Im hochenergetischen Bereich kann lediglich mit f-SWT gearbeitet werden. (Ullrich et al., 2020) Lohrer und Gerdesmeyer (2014) bezeichnen dabei eine EFD unter $0.5 \text{ mJ}/\text{mm}^2$ als niederenergetisch und eine EFD über $0.5 \text{ mJ}/\text{mm}^2$ als hochenergetisch.

Die niederenergetischen Stosswellen werden vor allem im orthopädischen Praxisalltag eingesetzt (Ullrich et al., 2020). Ullrich et al. (2020) postulieren, dass diese Art der Stosswellen einen stimulierenden Einfluss auf Zellen und Gewebestrukturen haben, welche an Heilungsprozessen beteiligt sind. Hier kommt der Begriff der Mechanotransduktion ins Spiel. Dies bedeutet, dass ein mechanischer Impuls auf ein bestimmtes Gewebe übertragen wird und dieses mit einer biologischen Reaktion antwortet. (Ullrich et al., 2020) Diese biologischen Reaktionen werden in Tabelle 5 zusammengefasst.

Tabelle 5: Effekte der niederenergetischen Stosswellen (Ullrich et al., 2020)

Biologische Effekte (Ullrich et al., 2020)	Beschreibung
<i>Vorübergehende Erhöhung der Zellmembranpermeabilität</i>	Grössere & eine höhere Anzahl von Molekülen können in Zellen eindringen (z.B. zur Tumorbehandlung, indem gewisse Stoffe in Tumorzellen gebracht werden können) (McClure & Dorfmueller, 2003)
<i>Stimulation der Mikrozirkulation</i>	
<i>Ausschüttung Substance P</i>	Bewirkt Schmerzreduktion nach anfänglich klinisch bekanntem Behandlungsschmerz (Gerdesmeyer, 2004)
<i>Reduktion unmyelinisierter Nervenfasern</i>	Analgetischer Effekt durch selektive, partielle Denervierung (Hausdorf et al., 2008)
<i>Ausschüttung von Stickoxid (NO)</i>	Bewirkt Vasodilatation, erhöhten Stoffwechsel, Angiogenese & wirkt entzündungshemmend (Ullrich et al., 2020)

<i>Antibakterieller Effekt</i>	Zur Vermeidung von Infektionen (Neumann, 2012)
<i>Ausschüttung Wachstumshormone</i>	Beispielsweise vaskulärer endothelialer Wachstumsfaktor (VEGF), der für Gefäßneubildung wichtig ist (Neumann, 2012)
<i>Stimulation Stammzellen</i>	
<i>Stimulation Nervenzellen</i>	Erzeugung von Aktionspotentialen (Wess, 2004)
<i>Gate-control</i>	Bewirkt eine Schmerzmodulation (Ullrich et al., 2020)
<i>Induktion Osteogenese</i>	Aktivierung der Osteoblastendifferenzierung mit darauffolgender erhöhter Proliferation, während Osteoklasten gehemmt werden (Cheng & Wang, 2015)
<i>Lösung fixierter Aktin-Myosin-Filamente</i>	Durch die vertikale Einwirkung mechanischer Energie zur Muskelfasern kommt es zu einem verbessertes Bewegungsausmass (Ullrich et al., 2020)

NO = Nitric oxid, VEGF = Vascular Endothelial Growth Factor, z.B. = zum Beispiel

3. Methodik

3.1 Literaturrecherche

Für die Recherche entsprechender Literatur wurden die Onlinedatenbanken CINAHL, MEDLINE via Ovid und PubMed verwendet. Da in der Literatur das mediale Schienbeinkatensyndrom unterschiedlich benannt wird, wurden die Keywords «medial tibial stress syndrome», «MTSS» und «shin splint» jeweils in Kombination miteinander verwendet und mit OR verbunden, um keine relevanten Treffer aufgrund unterschiedlicher Benennung zu verlieren. Studien bezüglich therapeutischer Massnahmen wurden mit den Keywords «intervention», «therapy» oder «treatment» gesucht. Diese Kombination stellte die Grundlage aller Suchverläufe dar ((«medial tibial stress syndrome» OR «MTSS» OR «shin splint» AND «treatment») AND («intervention» OR «therapy»)). Eine weitere Verfeinerung der Suchergebnisse wurde mit den Begrifflichkeiten «shock wave therapy», «shockwave therapy», «ESWT», «extracorporeal shockwave», «extracorporeal shock wave», «shock wave» und «shockwave» erreicht. Diese wurden einzeln oder mit der Bolsche-Operation OR verwendet. In allen ausgewählten Datenbanken fand die Suche über die «Advanced search» statt.

Es wurden nur Studien in englischer oder deutscher Sprache sowie mit Publikationsjahr zwischen 2010 und 2021 beachtet, um die Aktualität der Arbeit zu gewährleisten.

Da die Studiendichte relativ gering ausfiel, konnten die Titel und Abstracts der entsprechenden Studien gelesen und unpassende Studien ausselektioniert werden. Die Tabelle 15 im Anhang zeigt die verwendeten Keywords in den verschiedenen Datenbanken und die daraus resultierenden Studienergebnisse.

Von den potenziell relevanten Studien wurden in einem weiteren Schritt Fallanalysen und Leserbriefe aussortiert. Übersichtsarbeiten bezüglich der Wirkung der Stosswellentherapie bei allgemeinem Erkranken der oberen und/oder unteren Extremität konnten nicht beachtet werden, da das Augenmerk dabei nicht primär auf der Behandlung des MTSS liegt. Weitere Übersichtsarbeiten, bei welchen das MTSS thematisiert wird, wurden zur Erarbeitung des theoretischen Hintergrundes genutzt.

Von den noch verbleibenden Studien zeigten sich einige als Doppel- respektive Mehrfachnennungen, sodass schlussendlich vier Studien in die Analyse einfließen. Eine detaillierte Übersicht über die dafür verwendeten Keywords und Datenbanken ist im Anhang in Tabelle 16 zu finden. Die Abbildung 9 zeigt den Selektionsprozess der Studiensuche.

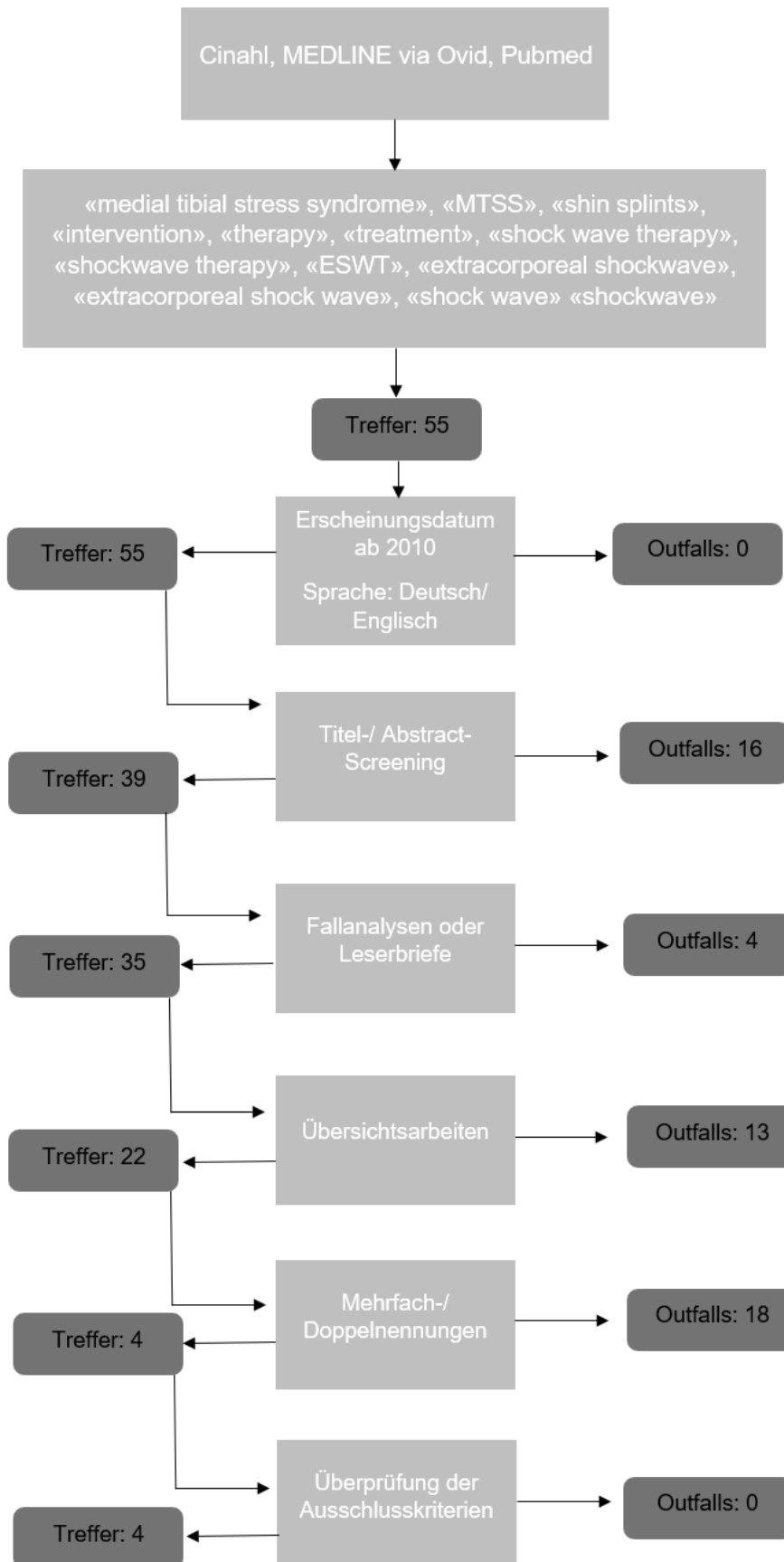
Für den theoretischen Hintergrund wurde einerseits die in den erwähnten Studien zitierte Literatur verwendet, andererseits dienten die erwähnten Online-Datenbanken sowie die E-Book-Plattform der ZHAW und Google Scholar als Informationsquellen.

3.2 Ein- und Ausschlusskriterien

Die ausgewählten Studien wurden anhand gewisser im Voraus festgelegter Kriterien ausgewählt respektive ausgeschlossen. So musste die Diagnose des MTSS durch eine Fachperson gestellt sowie andere Differenzialdiagnosen, wie das chronische belastungsbedingte Kompartmentsyndrom und die Stressfraktur, ausgeschlossen worden sein. Es wurden lediglich Studien verwendet, welche körperlich aktive Personen mit einer Symptompersistenz von mindestens drei Wochen einschlossen. Da die Studiendichte bezüglich der Stosswellenbehandlung bei MTSS eher gering ausfiel, wurde sowohl die radiale als auch die fokussierte Stosswellentherapie miteinbezogen.

Geeignete Studien mussten eine Kontrollgruppe ausweisen, welche sich bezüglich der angewendeten Therapie von der Interventionsgruppe unterschied. Nur so konnten Aussagen über die Wirksamkeit der ESWT aufgestellt werden. Als Verlaufszeichen sollten die Studien mindestens einer dieser Parameter berücksichtigen: Schmerz in Ruhe, während oder nach der Aktivität [VAS/NRS], Distanz bis zum Auftreten der Schmerzen [m], Zeit bis zur vollständigen Symptommfreiheit während Belastung nach Beginn der Intervention oder die subjektive Zufriedenheit. Damit konnte die Vergleichbarkeit der Studien gewährleistet werden.

Abbildung 9: Selektionsprozess der Studiensuche (eigene Darstellung)



3.3 Studienbeurteilung

Für die Zusammenfassung der vier ausgewählten Studien und die kritische Würdigung wurde das Arbeitsinstrument Critical Appraisal (AICA) verwendet, welches entsprechend dem EMED-Format aufgebaut ist. EMED steht für «Einleitung», «Methode», «Ergebnisse» und «Diskussion». Diese Abschnitte werden anhand bestimmter Leitfragen kritisch hinterfragt und systematisch bearbeitet.

Bei zwei der vier Studien handelt es sich ausschliesslich um RCT-Studien (randomized controlled trial), weshalb für die Beurteilung der Validität und Interpretationsfähigkeit der Studienergebnisse zusätzlich die PEDro-Skala verwendet wurde. Dies ist eine 11-Punkte-Skala, welche eine schnelle Überprüfung der Studien ermöglicht. Punkt 1 gibt an, inwiefern die Resultate auf die Allgemeinheit übertragen werden können (externe Validität). Die interne Validität wird mit den Punkten 2 bis 9 untersucht. Ebenfalls wird die Interpretationsfähigkeit auf Grundlage der Informationsdichte der Studie in den Punkten 10 und 11 beurteilt. (Hegenscheidt et al., 2010)

4. Ergebnisse

Im folgenden Kapitel werden die vier Hauptstudien zusammengefasst und mittels AICA-Raster kritisch gewürdigt. Da es sich bei den Studien 3 und 4 um randomisierte Kontrollstudien (RCT) handelt, wurden sie zusätzlich mit der PEDro-Skala analysiert. Im Anhang befinden sich die vollständig ausgefüllten AICA-Formulare sowie die zwei PEDro-Skalen. Die Studien werden nachfolgend in chronologischer Reihenfolge als Studien 1-4 aufgeführt.

- Studie 1

Rompe, J. D., Cacchio, A., Furia, J. P., & Maffulli, N. (2010). Low-Energy extracorporeal shock wave therapy as a treatment for medial tibial stress syndrome.

- Studie 2

Moen, M. H., Rayer, S., Schipper, M., Schmikli, S., Weir, A., Tol, J. L., & Backx, F. J. G. (2012). Shockwave treatment for medial tibial stress syndrome in athletes; a prospective controlled study.

- Studie 3

Gomez Garcia, S., Ramon Rona, S., Gomez Tinoco, M. C., Benet Rodriguez, M., Chaustre Ruiz, D. M., Cardenas Letrado, F. P., Lopez-Illescas Ruiz, Á., & Alarcon Garcia, J. M. (2017). Shockwave treatment for medial tibial stress syndrome in military cadets: A single-blind randomized controlled trial.

- Studie 4

Newman, P., Waddington, G., & Adams, R. (2017). Shockwave treatment for medial tibial stress syndrome: A randomized double blind sham-controlled pilot trial.

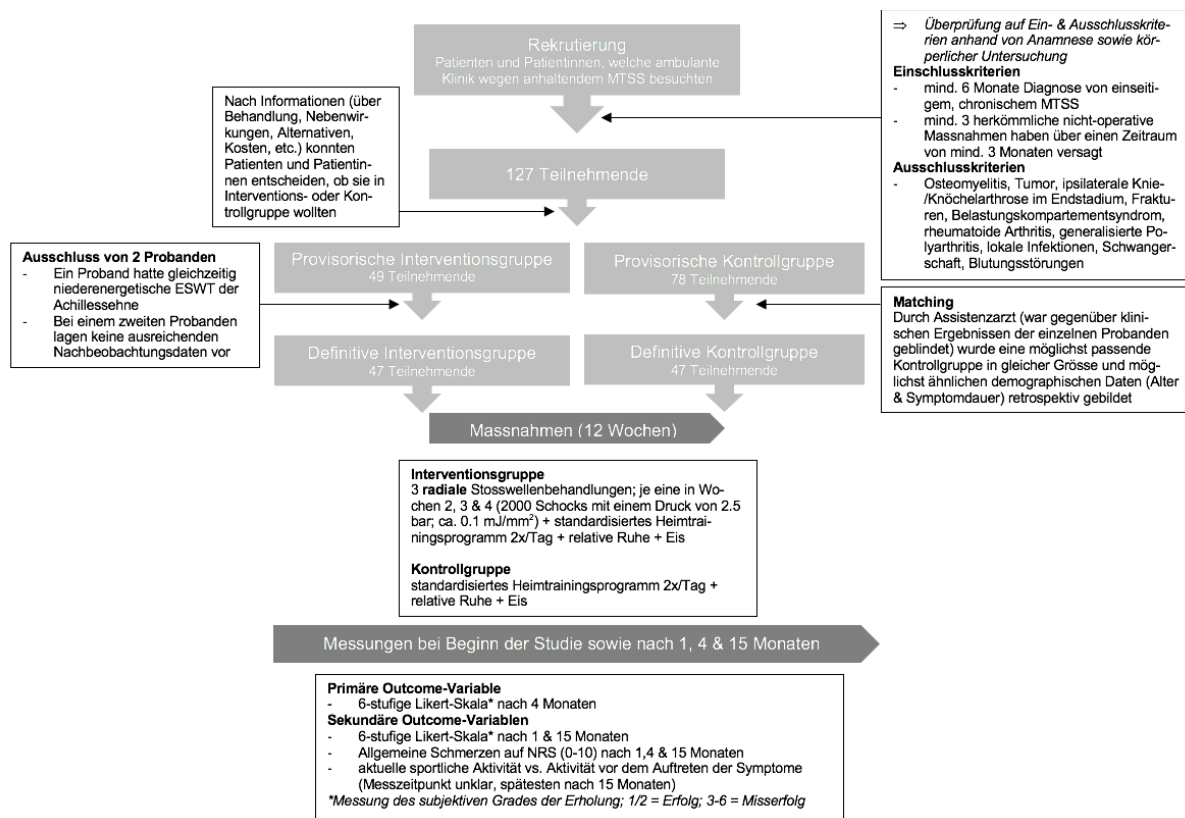
4.1 Studie 1

Low-Energy extracorporeal shock wave therapy as a treatment for medial tibial stress syndrome (Rompe et al., 2010)

4.1.1 Zusammenfassung

Bei der Studie von Rompe et al. (2010) handelt es sich um eine retrospektive Kohortenstudie mit einer Interventions- und einer Kontrollgruppe. Das Ziel der Studie ist es, zu ermitteln, ob die niederenergetische ESWT eine sichere und wirksame Behandlungsmethode für das chronische MTSS darstellt. Eine Übersicht über die Rekrutierung, die verschiedenen Massnahmen und die Datenerhebung ist in Abbildung 10 ersichtlich.

Abbildung 10: Übersicht der Studie von Rompe et al. (2010) (eigene Darstellung)



mJ/mm² = Millijoule pro Quadratmillimeter (Einheit Energieflussdichte), NRS = numerische Ratingskala, vs. = versus, ca. = circa

In den Ergebnissen war der Anteil der Probandinnen und Probanden mit den Werten 1 und 2 (Erfolg) auf der Likert-Skala in Monat 1, 4 und 15 bei der Interventionsgruppe statistisch signifikant grösser als in der Kontrollgruppe. Die Reduktion der Schmerzen auf der NRS zwischen den Zeitpunkten Studienbeginn

sowie 1, 4 und 15 Monate danach war in der Interventionsgruppe ebenfalls statistisch signifikant grösser als in der Kontrollgruppe. Auch war die mittlere Differenz der Veränderung zwischen dem NRS-Basiswert und den NRS-Werten nach 1,4 und 15 Monaten in der Interventionsgruppe zu jedem Zeitpunkt statistisch signifikant grösser als in der Kontrollgruppe. Zum gewohnten Sport konnten 15 Monate nach Studienbeginn in der Interventionsgruppe 40 von 47, in der Kontrollgruppe 22 von 47 Teilnehmerinnen und Teilnehmer zurückkehren. Rompe et al. (2010) schliessen daraus, dass die niederenergetische, radiale Stosswellentherapie eine sichere und wirksame Behandlung des chronischen MTSS ist und dass eine zufriedenstellende Verbesserung während mindestens einem Jahr anhält.

4.1.2 Würdigung

Rompe et al. (2010) erarbeiteten die Theorie des MTSS mit Hilfe von Literatur und anderen Studien sorgfältig. In der Einleitung werden nachfolgend jedoch weder eine klare Forschungsfrage noch Hypothesen aufgeführt, wobei das Ziel der Studie im weiteren Verlauf trotzdem klar hervorgeht. Das Design der Kohortenstudie wird nicht begründet. Es wirft die Frage auf, ob ein RCT nicht sinnvoller wäre, um die Wirkung der ESWT zu beurteilen.

Zur Berechnung der Stichprobengrösse wurde eine Sample Size Calculation durchgeführt, wobei die Anzahl auf 40 Teilnehmende festgelegt wurde. Diese Zahl scheint eher gering, um die Ergebnisse auf die Gesamtpopulation zu übertragen, was die externe Validität schwächt. Ein- und Ausschlusskriterien hingegen wurden genau aufgeführt, was die externe Validität wiederum stärkt.

Die interne Validität wird durch verschiedene Faktoren gestärkt. Aufgrund des Matchings durch den geblindeten Assistenzarzt sind sich die beiden Gruppen sehr ähnlich, die Stosswellentherapie wurde durch den «Senior Author» immer mit dem gleichen Gerät durchgeführt und das Heimprogramm wurde genau definiert sowie dreimal durch den Arzt kontrolliert.

Negativ zur internen Validität trägt bei, dass keine Randomisierung stattgefunden hat, die Teilnehmenden für die Stosswellentherapie bezahlt haben (eventuell

Einfluss auf das Outcome) und die Placeboeffekte der Interventionsgruppe unklar bleiben, da es keine Gruppe mit einer Scheindosis Stosswellentherapie gab. Bis auf den Vergleich von Alter und Symptombdauer wurden die statistischen Verfahren sinnvoll und entsprechend den Datenniveaus angewendet. Die Ergebnisse der Studie werden ausführlich und präzise aufgeführt. Fraglich ist jedoch, warum nicht genauer auf die Ergebnisse der Kontrollgruppe, für welche ebenfalls eine Verbesserung von Monat 1 zu 15 festgestellt wurde, eingegangen wird. Rompe et al. (2010) erwähnen einige Limitationen der Studie (unter anderem das Design) und legen nahe, dass weitere prospektive Studien erforderlich sind, um die Ergebnisse ihrer Studie zu bestätigen.

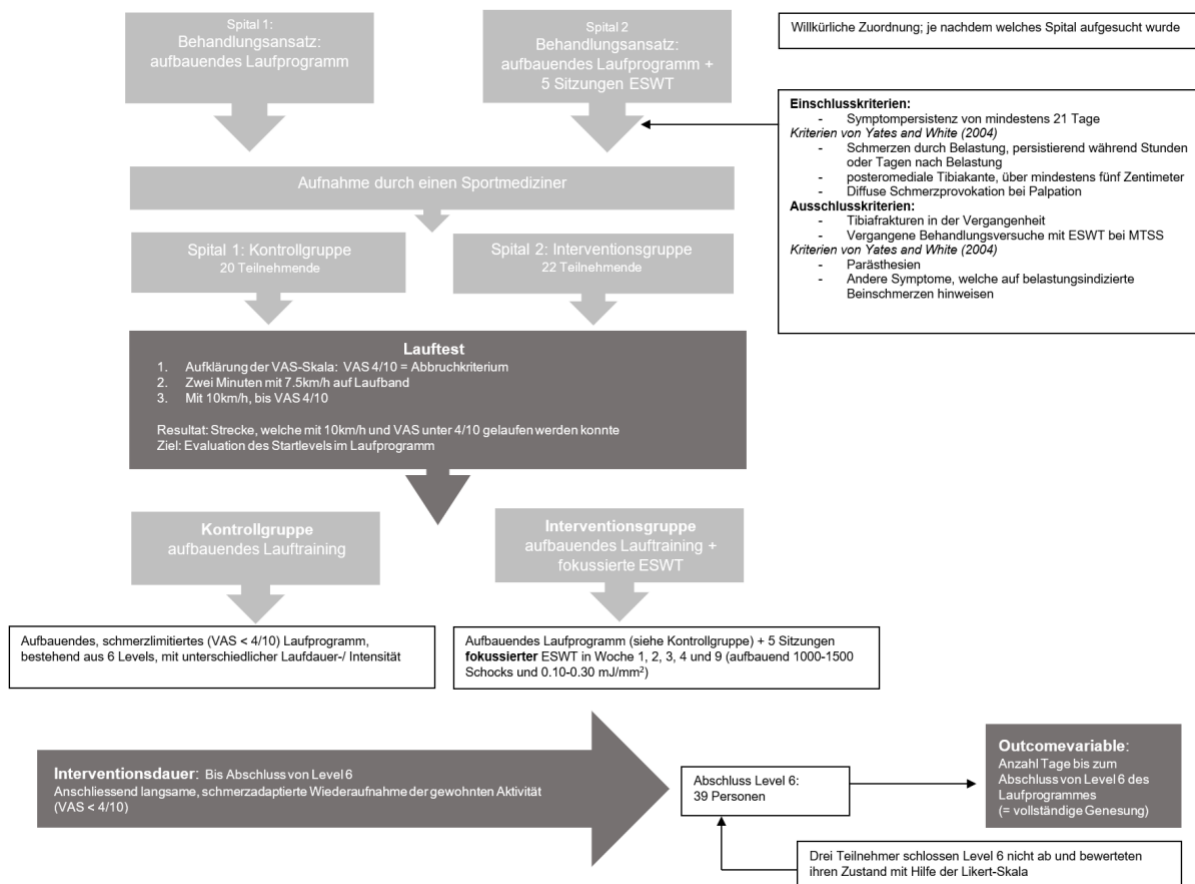
4.2 Studie 2

Shockwave treatment for medial tibial stress syndrome in athletes; a prospective controlled study (Moen et al., 2012b)

4.2.1 Zusammenfassung

Bei der Studie von Moen et al. (2012b) handelt es sich um eine prospektive, kontrollierte Beobachtungsstudie, welche zwei verschiedene Behandlungsansätze des MTSS miteinander vergleicht und deren Wirkung beschreibt. Die Abbildung 11 zeigt den Selektionsprozess und die Studiendurchführung schematisch dargestellt. Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass die «Tage bis zum Abschluss von Level 6» durch die zusätzliche Behandlung mit ESWT bei der Interventionsgruppe signifikant reduziert werden konnten. Weiter wurde ein signifikanter Unterschied zwischen den Geschlechtern zugunsten der Männer festgestellt. Moen et al. (2012b) kamen somit zum Schluss, dass die Zeit bis zur vollständigen Genesung mit fokussierter ESWT signifikant schneller gelingen kann. Diese Studie bietet somit eine wichtige Grundlage für weitere Untersuchungen bezüglich der Therapie beim MTSS.

Abbildung 11: Übersicht der Studie von Moen et al. (2012b) (eigene Darstellung)



VAS = visuelle Analogskala, ESWT = extrakorporale Stosswellentherapie, km/h = Stundenkilometer, mJ/mm² = Millijoule pro Quadratmillimeter (Einheit Energieflussdichte)

4.2.2 Würdigung

Die Einleitung der Studie von Moen et al. (2012b) bietet einen guten Überblick über die Pathogenese des MTSS und mögliche Wirkungsansätze der Stosswellentherapie. Das Ziel der Studie ist klar beschrieben und wird durch vorhandene Literatur nachvollziehbar, eine Hypothese oder genaue Fragestellung wird nicht definiert. Das Design der prospektiv kontrollierten Beobachtungsstudie ist explizit begründet und sinnvoll gewählt. Es ist jedoch zu beachten, dass dabei eine Verblindung sowie auch Randomisierung fehlen.

Alle Probandinnen und Probanden führten zu Beginn denselben Einstufungstest und im Anschluss ein klar standardisiertes Laufprogramm durch, was die interne Validität stärkt. Es wurde jedoch zu keinem Zeitpunkt der Studie die korrekte Durchführung des Laufprogramms kontrolliert, was die interne Validität wiederum negativ beeinflusst. Die Rekrutierung der Studienteilnehmenden (Patientinnen und

Patienten von lokalen Spitälern) könnte sich negativ auf die externe Validität auswirken (verstärkte Motivation bei starkem Leidensdruck), ebenso die eher geringe Teilnehmerzahl. Die Autoren der Studie weisen jedoch darauf hin, dass während der Studienplanung noch keine vergleichbaren Daten existierten und somit eine Leistungsanalyse oder Sample Size Calculation nicht möglich war. Stärkend auf die externe Validität sind die klar definierten und überprüften Ein- und Ausschlusskriterien.

Das statistische Analyseverfahren ist klar beschrieben und nachvollziehbar. Ob eine Überprüfung auf Normalverteilung der Daten durchgeführt wurde, ist der Studie nicht zu entnehmen. Die Ergebnisse sind präzise aufgelistet, nur eine Grafik zur visuellen Unterstützung fehlt. Die Studie macht auf ihre Limitationen aufmerksam und legt nahe, mit welchen zukünftigen Implikationen und Forschungsansätzen diese verhindert werden könnten.

4.3 Studie 3

Shockwave treatment for medial tibial stress syndrome in military cadets: A single-blind randomized controlled trial (Gomez Garcia et al., 2017)

4.3.1 Zusammenfassung

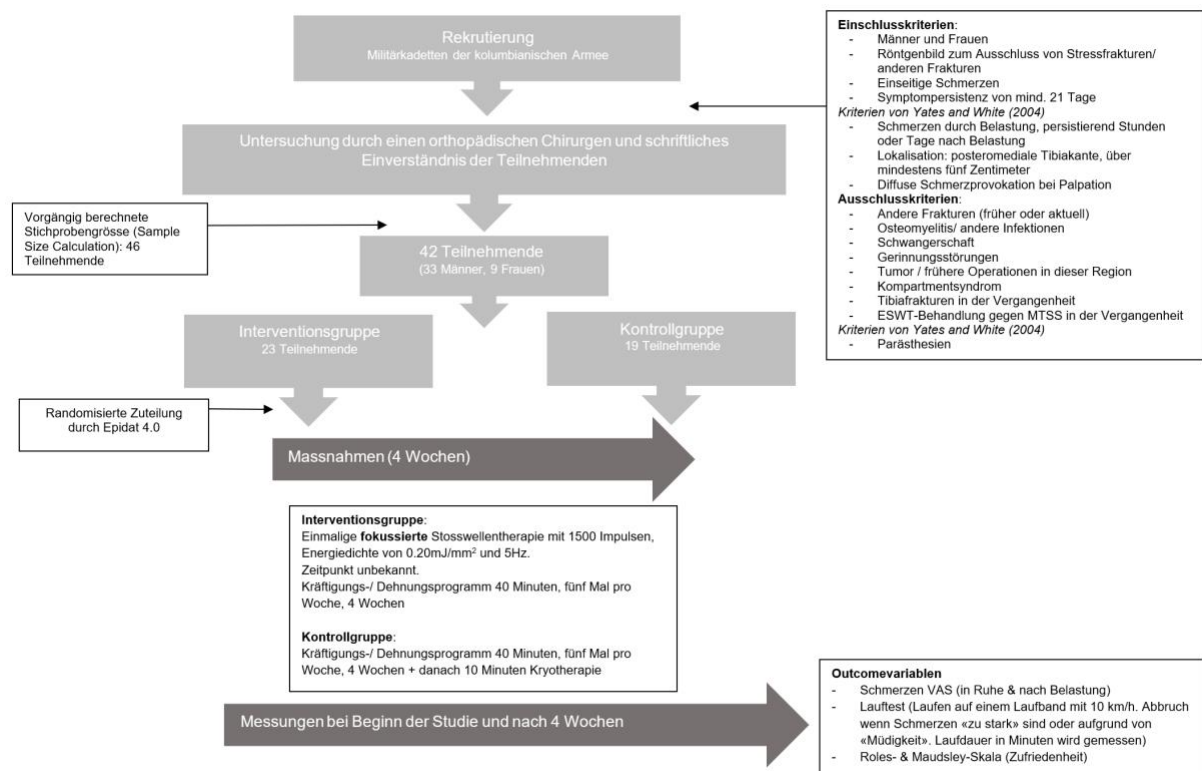
Bei der Studie von Gomez Garcia et al. (2017) steht die Wirksamkeit von nur einer Sitzung ESWT bei MTSS-Betroffenen der kolumbianischen Armee im Zentrum. Es handelt sich dabei um eine randomisierte, prospektive, kontrollierte, einfach verblindete, klinische Parallelgruppenstudie, welche eine Interventions- sowie eine Kontrollgruppe umfasst. Die Abbildung 12 zeigt die Zusammenfassung der Studie grafisch dargestellt.

Die Ergebnisse der Studie zeigen bei der Interventionsgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe in Woche 4 eine signifikante Verbesserung der Schmerzen in Ruhe und nach Belastung sowie der möglichen Laufdauer. Des Weiteren konnte im Intragruppenvergleich zwischen Woche 0 und Woche 4 in beiden Gruppen eine signifikante Reduktion der Schmerzen in Ruhe und nach Belastung nachgewiesen werden. Auch bei den Ergebnissen des Roles und Maudsley-Tests präsentieren sich bei der Interventionsgruppe signifikant bessere Werte. Nach vier Wochen

kehrten alle Patientinnen und Patienten wieder zu ihrer gewohnten Aktivität und zum Laufen in der Militärakademie zurück (unklar, ob in beiden Gruppen).

Basierend auf diesen Resultaten kamen die Autorinnen und Autoren dieser Studie zum Schluss, dass eine einmalige Anwendung von fokussierten Stosswellen in Kombination mit einem Kräftigungs- und Dehnungsprogramm die klinische und funktionelle Genesung beim MTSS beschleunigen kann.

Abbildung 12: Übersicht der Studie von Gomez Garcia et al. (2017) (eigene Darstellung)



mJ/mm² = Millijoule pro Quadratmillimeter (Einheit Energieflussdichte), Hz = Hertz (Einheit der Frequenz), VAS = visuelle Analogskala, km/h = Stundenkilometer, mind. = mindestens

4.3.2 Würdigung

Das Ziel der Studie von Gomez Garcia et al. (2017) ist insgesamt klar beschrieben, wobei keine Hypothese oder genaue Fragestellung definiert wird. Das gewählte Design ist nicht explizit begründet, da es sich jedoch um einen Interventionsvergleich zwischen zwei Gruppen handelt, erscheint eine RCT-Studie sinnvoll.

Das Ziel wird durch bereits existierende Studien im Bereich einmaliger Applikationen von Stosswellen bei anderen Krankheitsbildern begründet. Auch bisherige Studienergebnisse von mehreren Sitzungen ESWT beim medialen

Schienbeinkantensyndrom werden präsentiert. Die Studie von Gomez Garcia et al. (2017) erzielt 9 von 11 Punkten auf der PEDro-Skala, was für eine gute Studienqualität spricht.

Eine Berechnung der Stichprobengröße wurde vorgängig mit Hilfe einer Sample Size Calculation durchgeführt, die berechnete Anzahl von 46 Teilnehmenden wurde jedoch nicht erreicht ($n = 42$). Die eher geringe Teilnehmerzahl schwächt demzufolge die externe Validität. Die Ergebnisse können nur begrenzt auf die Gesamtpopulation übertragen werden, da alle Teilnehmenden einen normalen BMI aufwiesen und es sich bei ihnen vorwiegend um männliche Patienten der kolumbianischen Armee handelt (33 Männer, 9 Frauen). Einen positiven Effekt auf die externe Validität haben die präzisen und ausführlichen Ein- sowie Ausschlusskriterien.

Durch die genau beschriebene ESWT-Applikation wird die interne Validität gewährleistet. Geschwächt wird diese jedoch durch die ungenauen und schwammigen Abbruchkriterien des Lauftests. Als eine der zentralen Outcome-Variablen wird der Schmerz nach Belastung definiert. Es ist der Studie aber nicht klar zu entnehmen, um welche Art der Belastung es sich hierbei handelt.

Die verwendeten statistischen Tests entsprechen grundsätzlich den vorhandenen Datenniveaus, wobei das genaue Vorgehen bei der Auswertung der Daten nicht nachvollziehbar ist. Die Überprüfung auf eine Normalverteilung wird ebenfalls nicht erwähnt. Die zentralen Ergebnisse sind verständlich formuliert und mit Grafiken gestützt. Gewisse Aspekte bleiben aber unklar, beispielsweise ob die Teilnehmenden beider Gruppen nach vier Wochen wieder zu ihrer gewohnten Aktivität zurückkehren konnten. Auch die Diskussion der Resultate scheint unvollständig, da nicht auf die Verbesserung der Patientenzufriedenheit eingegangen wird. Die Studie weist auf einige Limitationen hin, jedoch zeigt sie noch weitere Mängel auf, welche nicht reflektiert werden. Beispielsweise ist der Studie nicht ausreichend zu entnehmen, inwieweit die Kontrollgruppe bei der Ausführung des Übungsprogrammes physiotherapeutisch begleitet wurde, was unter Umständen zu einem Performance-Bias führen könnte, da die Interventionsgruppe stets begleitet wurde. Dennoch liefert die Studie von Gomez Garcia et al. (2017) erste Hinweise, dass auch eine Sitzung ESWT beim MTSS

wirksam sein kann. Damit würde dies eine kostengünstigere Methode darstellen, wobei weitere Forschung notwendig ist.

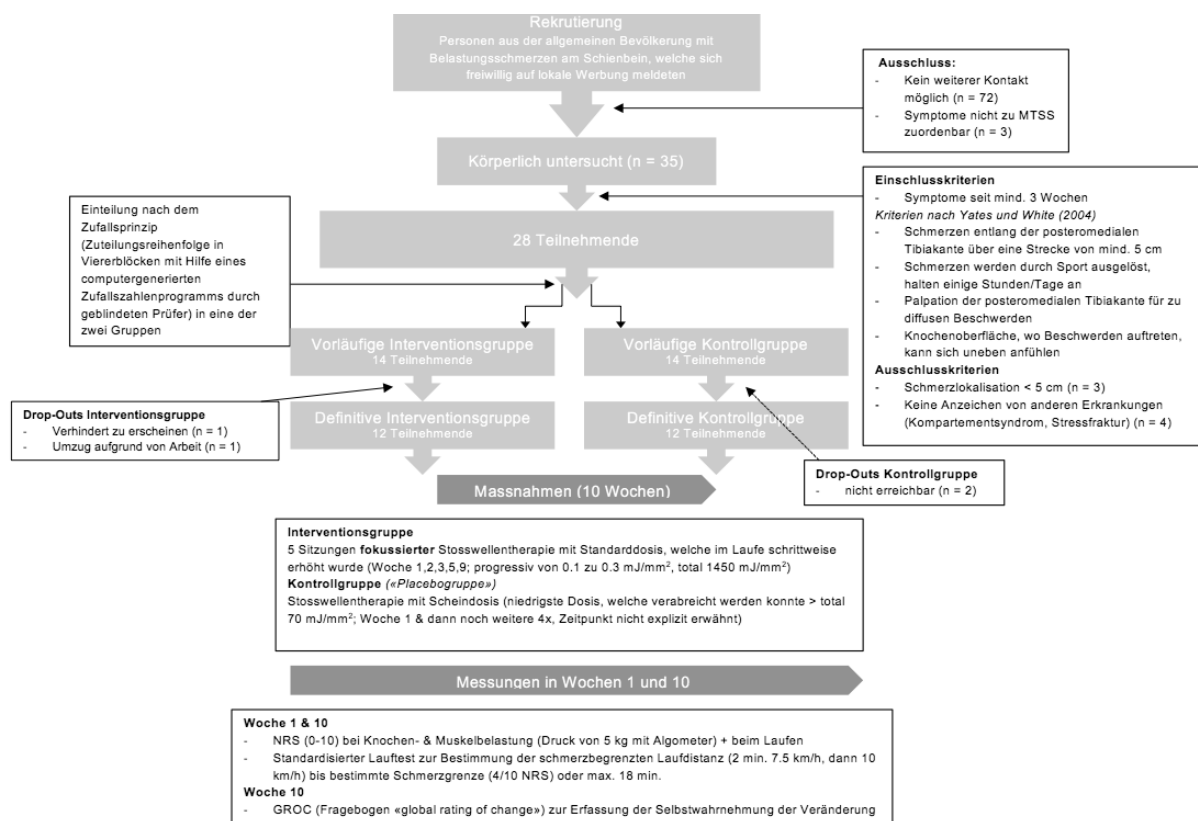
4.4 Studie 4

Shockwave treatment for medial tibial stress syndrome: A randomized double-blind sham-controlled pilot trial (Newman et al., 2017)

4.4.1 Zusammenfassung

Die Studie von Newman et al. (2017) ist eine doppelblinde, randomisierte und scheinkontrollierte Studie (RCT) mit einer Interventions- und Kontrollgruppe. Sie hat das Ziel, die Wirkung von fünf Sitzungen fokussierter Stosswellentherapie beim MTSS zu untersuchen. In der Abbildung 13 wird die Studie zusammenfassend grafisch dargestellt.

Abbildung 13: Übersicht der Studie von Newman et al. (2017) (eigene Darstellung)



mJ/mm² = Millijoule pro Quadratmillimeter (Einheit der Energieflussdichte), km/h = Stundenkilometer, kg = Kilogramm, min. = Minuten, cm = Zentimeter, n = Anzahl, mind. = mindestens

Newman et al. (2017) fanden generell nur wenige signifikante Resultate. Es gab in Woche 10 keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen in Bezug auf die Schmerzen bei Muskelbelastung, schmerzlimitierte Laufstrecke und Selbstwahrnehmung der Veränderung. Einzig profitierten alle Teilnehmenden von

einer statistisch signifikanten Verbesserung der Knochenschmerzen während Knochenbelastung in Woche 10 verglichen zu Woche 1. Dabei reduzierten sich die Durchschnittswerte auf der NRS von Woche 1 zu Woche 10 in der Kontrollgruppe statistisch signifikant grösser im Vergleich zur Interventionsgruppe.

Newman et al. (2017) folgern aus den Ergebnissen, dass die Standarddosis gegenüber der Scheindosis Stosswellen zur Behandlung des MTSS keinen Vorteil hat. Allerdings sollten weitere Studien durchgeführt werden, die auch eine Gruppe ohne jegliche Interventionen enthält, um die Wirksamkeit der Stosswellentherapie mit niedriger Dosis sowie mit Standarddosis bei MTSS zu verstehen.

4.4.2 Würdigung

Die Einleitung der Studie 4 scheint logisch aufgebaut und die Thematik wird im Kontext zur vorhandenen Literatur sowie bereits durchgeführten Studien verständlich dargestellt. Eine exakte Forschungsfrage definieren Newman et al. (2017) nicht und genaue Hypothesen werden ebenfalls keine genannt, wobei das Ziel der Studie im weiteren Verlauf nichtsdestotrotz klar hervorgeht. Die Wahl des Designs wird nicht explizit begründet, ist aber passend zur Untersuchung des Effektes der ESWT auf das mediale Tibiakantensyndrom.

Durch Doppelblindung und Randomisierung wird die interne Validität der Studie gestärkt. Ein Minuspunkt ist dabei die Rekrutierung der Population (Freiwillige, über lokale Werbung), was möglicherweise zu Verzerrungen der Ergebnisse führen könnte (zum Beispiel aufgrund von Motivation/Erwartungen). Da Newman et al. (2017) jedoch klare Ein- und Ausschlusskriterien definieren, ist eine Übertragung auf diese bestimmte Population möglich. Die Stichprobengrösse erweist sich als eher klein ($n = 24$), was die externe Validität schwächt. Es wird dabei nicht ersichtlich, ob eine Sample Size Calculation durchgeführt wurde. Die vier Dropouts werden genannt und begründet sowie in die Datenanalyse miteinbezogen, was für die Qualität der Studie spricht. Auf der PEDro-Skala erreicht die Studie von Newman et al. (2017) 10 von 11 Punkten, was auf deren gute Qualität hindeutet. Die verwendeten statistischen Tests erweisen sich zur Analyse der für diese Arbeit relevanten Daten als geeignet und entsprechen grundsätzlich den vorhandenen Datenniveaus als sinnvoll. Die Verfahren zur Datenanalyse werden im Methodenteil

klar ersichtlich. Eine Varianzhomogenität als Voraussetzung der Analyse ist gegeben, es bleibt jedoch unklar, ob die Stichprobe normalverteilt ist.

Die Ergebnisse sind im Text präzise angegeben und werden zusätzlich in einer Tabelle präsentiert, was deren Verständnis erleichtert. Weitere relevante Ergebnisse werden erst im Diskussionsteil erwähnt, diese wären im Ergebnisteil angebracht. Fraglich sind die riesigen Standardabweichungen einiger Ergebnisse, was die Frage aufwirft, ob es sich wirklich um eine relevante Veränderung handelt. Da die ANOVA diesen Faktor jedoch berücksichtigt, wäre dies eventuell auch ein Grund, warum Newman et al. (2017) zu keinen signifikanten Ergebnissen kommen.

Die Autoren der Studie 4 weisen auf einige Limitationen der Studie hin (zum Beispiel geringe Stichprobengrösse) und schliessen daraus, dass weitere Studien durchgeführt werden sollen, um die optimale Dosierung der Stosswellentherapie zur Behandlung des MTSS zu eruieren. Insgesamt gibt die Studie Empfehlungen für die zukünftige Forschung ab.

4.5 Vergleich der Studien

Tabelle 6: Zusammenfassung der Studien und signifikante Ergebnisse (eigene Darstellung)

	Rompe et al. (2010)	Moen et al., (2012b)	Gomez Garcia et al., (2017)	Newman et al. (2017)
Studiendesign	Retrospektive Kohortenstudie	Prospektive, kontrollierte Beobachtungsstudie	Randomisierte, prospektive, kontrollierte, einfach verblindete, klinische Parallelgruppenstudie (RCT)	Doppelblinde, randomisierte und scheinkontrollierte Studie (RCT)
Stichprobe (n) Interventionsgruppe (I) Kontrollgruppe (K)	n = 96/ I = 49 / K = 47 Drop-out x = 2 (I), diese wurden aus Analyse ausgeschlossen	n = 42/ I = 22/ K= 20 Drop-out x= 0	n = 42/ I = 23/ K= 19 Drop-out x= 0	n = 28 / I = 14 / K = 14 Drop-out x = 4 (2 I, 2 K), diese wurden als «0 Veränderung» in Analyse miteinbezogen
Intervention	I: 3x radiale ESWT in Wochen 2,3 & 4 (2000 Schocks mit Druck von 2.5 bar; ca. 0.1 mJ/mm ²) + standardisiertes Heimtrainingsprogramm 2x/Tag + relative Ruhe + Eis K: standardisiertes Heimtrainingsprogramm 2x/Tag + relative Ruhe + Eis	I: 5x fokussierte ESWT (1000-1500 Schocks; 0.10 – 0.30 mJ/mm ² , 2.5 Schocks/Sek) in Woche 1, 2, 3, 5 & 9 + aufbauendes Laufprogramm (6 Levels) K: aufbauendes Laufprogramm (6 Levels)	I: 1x fokussierte ESWT 1500 Schocks; 0.20 mJ/mm ² , 5 Hz + 40-minütiges Kräftigungs- & Dehnungsprogramm 5d/Wo über 4 Wochen K: 40-minütiges Kräftigungs- & Dehnungsprogramm 5d/Wo über 4 Wochen + anschliessend Kryotherapie für 10 Minuten	I: 5x fokussierte ESWT in Woche 1, 2, 3, 5 & 9 (progressiv von 0.1 zu 0.3 mJ/mm ² , total 1450 mJ/mm ²) K: 5x Scheindosis fokussierte ESWT in Woche 1, 2, 3, 5, 9 (niedrigste Dosis, welche verabreicht werden konnte, total 70 mJ/mm ²)
Outcome (O)	O ₁ = sechsstufige Likert-Skala O ₂ = NRS O ₃ = Anzahl der TN, welche nach 15 Monaten zum bevorzugten Sport zurückkehren konnten + Zeit bis zur Rückkehr zum Sport O ₄ = aktuelle sportliche Aktivität (Art der ausgeübten	O ₁ = Anzahl Tage bis Beenden Level 6 O ₂ = Likert-Skala	O ₁ = VAS in Ruhe O ₂ = VAS nach Belastung O ₃ = Lauftest (Minuten) O ₄ = Roles- & Maudsley-Score	O ₁ = NRS bei Muskelbelastung O ₂ = NRS bei Knochenbelastung O ₃ = NRS beim Laufen O ₄ = Lauftest O ₅ = GROC

	Sportart, wöchentliche Stundenzahl, verwendete Trainingsfläche)			
Messzeitpunkte (T)	T ₀ = Studienbeginn T ₁ = 1 Monat nach Studienbeginn T ₂ = 4 Monate nach Studienbeginn T ₃ = 15 Monate nach Studienbeginn	T ₀ = Studienbeginn (nur Lauffest) T ₁ = Abschluss Level 6 (individueller Zeitpunkt)	T ₀ = Studienbeginn T ₁ = Woche 4	T ₀ = Woche 1 T ₁ = Woche 10
Signifikante Resultate p im Intragruppenver gleich (zugunsten von) T _x	Nur Vergleich zwischen den Gruppen	Nur Vergleich zwischen den Gruppen	O ₁ : p=0.000 (I) T ₁ O ₁ : p=0.000 (K) T ₁ O ₂ : p=0.000 (I) T ₁ O ₂ : p=0.000 (K) T ₁	O ₂ : p < 0.01 (I) T ₁ O ₂ : p < 0.01 (K) T ₁
Signifikante Resultate p im Intergruppenver gleich (zugunsten von) T _x	O ₁ : p < 0.001 (I) T ₁ O ₁ : p < 0.001 (I) T ₂ O ₁ : p < 0.001 (I) T ₃ O ₂ : p < 0.001 (I) T ₁ O ₂ : p < 0.001 (I) T ₂ O ₂ : p < 0.001 (I) T ₃ + Zu jedem Zeitpunkt war das Ausmass der Veränderung der NRS-Werte im Vergleich zum Basiswert in der Interventionsgrupp e signifikant größer als in der Kontrollgruppe (p < .001 für jeden Zeitpunkt)	O ₁ : p = 0.008 (I) T ₂ O ₁ : p = 0.039 (M vs. F, zugunsten M) T ₂ O ₂ : Keine Angaben	O ₁ : p=0.016 (I) T ₁ O ₂ : p=0.001 (I) T ₁ O ₃ : p=0.000 (I) T ₁ O ₄ : p=0.002 (I) T ₁	O ₂ : p = 0.05 (K) T ₁

mJ/mm² = Millijoule pro Quadratmillimeter (Einheit der Energieflussdichte), TN = Teilnehmerinnen und Teilnehmer, GROC = global rating of change, M = Männer, F = Frauen, d = Tage, Wo = Wochen

5. Diskussion

In der folgenden Diskussion wird anhand der vier Studien der Frage nachgegangen, ob vom MTSS Betroffene durch die Stosswellentherapie eine schnellere Verlängerung ihrer schmerzlimitierten Laufstrecke erreichen und somit ihr individuelles Aktivitätslevel wieder aufnehmen können. Einige entscheidende Punkte werden genauer erläutert, kritisch hinterfragt und diskutiert. Somit wird die zu Beginn definierte Fragestellung beantwortet. Im Anschluss werden Implikationen für den Praxisalltag, potenzielle Forschungslücken und Limitationen dieser Arbeit aufgezeigt.

5.1 Outcome-Variablen

Die Diskussion der Outcome-Variablen bezieht sich insbesondere auf die Verlängerung der Laufstrecke (Laufdistanz in Metern und Laufdauer in Minuten), die Rückkehr zum gewohnten Aktivitätsniveau, sowie die Schmerzen während und nach Belastung (NRS/VAS). Die verschiedenen Fragebögen, welche verwendet wurden, um die Patientenzufriedenheit oder subjektive Verbesserungen zu evaluieren, werden nicht diskutiert, da sie nichts zur Beantwortung der Fragestellung beitragen.

Die Tabelle 7 zeigt eine Übersicht der in den Studien verwendeten Outcome-Variablen. Der Vollständigkeit halber sind die eben erwähnten Assessments (Fragebögen) dargestellt.

Tabelle 7: Übersicht der Outcome-Variablen in den vier Hauptstudien (eigene Darstellung)

Outcome-Variablen	Rompe et al. (2010)	Moen et al. (2012b)	Gomez Garcia et al. (2017)	Newman et al. (2017)
NRS bei Knochen-/ Muskelbelastung				X
NRS beim Laufen				X
NRS in Ruhe	X			
VAS in Ruhe			X	
VAS in Belastung			X	
Tage bis Beenden Level 6		X		
Laufdistanz (m)		X		X
Laufdauer (min)			X	
Likert-Skala	X	X		
GROC				X
Roles- and Maudsley			X	
Aktuelle sportliche Aktivität	X			

5.1.1 Schnellere Verlängerung der Laufstrecke

Um die Veränderung der Laufstrecke messen zu können, führten drei der vier Studien zu Beginn einen Lauftest durch, welcher Baseline-Werte lieferte. In den Studien von Moen et al. (2012b) und Newman et al. (2017) wurde derselbe Lauftest durchgeführt, um die aktuelle schmerzlimitierte Laufdistanz in Meter zu ermitteln. Die Teilnehmenden liefen zuerst während zwei Minuten mit 7.5 km/h auf einem Laufband, anschliessend mit 10 km/h. Als Abbruchkriterium wurde in beiden Studien tibiale Schmerzen über VAS/NRS 4 von 10 festgelegt. Newman et al. (2017) brachen den Test zudem spätestens nach 18 Minuten ab. Die Distanz, welche sie mit 10 km/h und unter VAS/NRS 4 von 10 laufen konnten, wurde notiert (7.5 km/h wurde als Einwärmphase deklariert). Auch Gomez Garcia et al. (2017) führten einen Lauftest durch, um die mögliche Laufdauer in Minuten zu ermitteln. Die Teilnehmenden liefen ebenfalls mit 10 km/h (eine Phase mit 7.5 km/h ist nicht erwähnt), abgebrochen wurde der Test, wenn die Schmerzen zu stark waren oder Müdigkeit einsetzte.

Moen et al. (2012b) führten keine Messwiederholung durch, da der Lauftest lediglich zur Einstufung ins nachfolgende Laufprogramm diente. Grundsätzlich wird die zu laufende Zeit im Laufprogramm kontinuierlich gesteigert, die Laufgeschwindigkeit ist aber nicht klar standardisiert, was eine definitive Aussage zur Verbesserung der Laufstrecke nicht möglich macht.

In der Studie von Gomez Garcia et al. (2017) wurde derselbe Lauftest nach vier Wochen, bei Newman et al. (2017) nach zehn Wochen wiederholt. Die Laufzeiten der Interventionsgruppe bei Gomez Garcia et al. (2017) zeigten nach vier Wochen eine signifikante Verbesserung im Vergleich zur Kontrollgruppe. Newman et al. (2017) konnten indes keine signifikanten Veränderungen der zurückgelegten Distanz nach zehn Wochen feststellen, weder in der Interventions- noch in der Kontrollgruppe. Wie bereits in der Würdigung erwähnt, zeigen die Ergebnisse des Lauftestes jedoch enorme Unterschiede und hohe Standardabweichungen auf. So stellt sich die Frage, ob sich bei einer homogeneren Verteilung zwischen den Gruppen signifikante Ergebnisse gezeigt hätten.

Die Studien von Newman et al. (2017) und Gomez Garcia et al. (2017) lassen sich bezüglich Verlängerung der Laufstrecke nur bedingt miteinander vergleichen.

Gründe dafür sind beispielsweise die unterschiedlichen Outcome-Variablen (Meter versus Minuten) oder die unterschiedlichen Zeitspannen zwischen den beiden Testdurchführungen (4 versus 10 Wochen). Zudem lassen die Abbruchkriterien des Lauffestes bei der Studie vom Gomez Garcia et al. (2017) viel Interpretationsspielraum offen, da sie nicht exakt definiert und demnach subjektiv sind. Die Studie von Rompe et al. (2010) liefert keine Daten, um eine mögliche Verlängerung der Laufstrecke durch ESWT beim medialen Schienbeinkantensyndrom zu beschreiben.

Schlussendlich kann mit den in den drei Studien verwendeten Lauffests nicht beurteilt werden, ob die Laufstrecke bei MTSS durch eine Stosswellentherapie schneller verlängert werden kann, da diese nur einen Vergleich der Laufdistanz/-dauer zwischen zwei festgelegten Zeitpunkten darstellen. Um eine gültige Aussage machen zu können, wären mehrere Messzeitpunkte nötig, da nur so ein direkter Vergleich zwischen den Gruppen in Bezug auf ihre zeitliche Verbesserung ersichtlich wäre.

5.1.2 Rückkehr zum individuellen Aktivitätslevel

Grundsätzlich ging keine der vier Studien explizit der Frage nach, ob die Patientinnen und Patienten durch eine Stosswellenbehandlung ihr gewohntes Aktivitätsniveau schneller wieder erreichen können. Schlussendlich stellt aber die Rückgewinnung der Partizipation und Aktivität (ICF-Ebene) das fundamentale Ziel einer Therapie dar. Dennoch können den Studien gewisse Anhaltspunkte bezüglich der Rückkehr zum gewohnten Aktivitätsniveau entnommen werden:

- Die Teilnehmenden der Studie von Moen et al. (2012b) konnten nach Abschluss des Level 6 langsam und schmerzadaptiert zu ihrer gewohnten Aktivität zurückkehren. Für den Abschluss dieses Level 6 benötigte die Interventionsgruppe im Schnitt 60 Tage, die Kontrollgruppe 92 Tage. Es bleibt aber unklar, wie schnell und schmerzfrei die Teilnehmenden ihre frühere Aktivität wieder ausführen konnten.
- In der Studie von Gomez Garcia et al. (2017) wird lediglich beschrieben, dass nach vier Wochen alle Teilnehmenden zur Aktivität sowie zum Laufen in der Militärschule zurückkehrten. Um welche Aktivitäten es sich dabei genau handelt

und ob die Schmerzen dabei geringer waren als vor der Stosswellenbehandlung wird nicht aufgezeigt.

- Rompe et al. (2010) erwähnen in ihrer Studie, wie viele der Teilnehmenden nach 15 Monaten (Interventionsgruppe = 40/47, Kontrollgruppe = 22/47) ihre bevorzugte Sportart oder ihre körperlich intensive Betätigung wieder ausüben konnten. Die Messmethode und statistischen Analyseverfahren dieser Daten sind der Studie nicht zu entnehmen. Ebenso sind keine Daten bezüglich Schmerzniveau oder Aktivitätsintensität vorhanden.
- Der Studie von Newman et al. (2017) sind keine Angaben bezüglich Rückkehr zum gewohnten Aktivitätsniveau zu entnehmen. Die Teilnehmenden dieser Studie reduzierten ihre Aktivität während der Studiendurchführung nicht.

Wie zu Beginn erwähnt, kann die Frage nach der Rückkehr zum individuellen Aktivitätsniveau nicht abschliessend beurteilt werden. Aufgrund der fehlenden Reevaluation der Studien können keine Aussagen über die Langzeiteffekte der Stosswellentherapie und der damit verbundenen Aktivitäts- und Partizipationsveränderungen gemacht werden.

5.1.3 Schmerzreduktion

Das folgende Kapitel befasst sich primär mit der Schmerzreduktion während und nach der Aktivität, da dies die Voraussetzung für eine Verlängerung der Laufstrecke, wie auch der Rückkehr zur gewohnten Aktivität darstellt. Die Schmerzreduktion hängt stark mit den genannten Outcome-Variablen (Verlängerung der Laufstrecke oder Rückkehr zur individuellen Aktivität) zusammen, da diese oftmals aufgrund der Schmerzen limitiert sind.

Die Studie von Moen et al. (2012b) misst die Reduktion der Schmerzen nur indirekt über die progrediente Steigerung der Laufintensität bei gleichbleibendem Schmerzlevel. Die Schmerzreduktion stellt keine Outcome-Variable dar, was einen Vergleich mit den anderen Studien nicht möglich macht. Bei den anderen drei Studien wurden die Schmerzen nach Belastungen gezielt gemessen und analysiert. Newman et al. (2017) konnte nach zehn Wochen keine Verbesserungen der Schmerzen nach Belastungen zugunsten der Interventionsgruppe feststellen. Gomez Garcia et al. (2017) und Rompe et al. (2010) hingegen präsentieren beide

eine signifikante Schmerzreduktion. Beide Studien verwendeten ein sehr ähnliches Kräftigungs- und Dehnungsprogramm. Newman et al. (2017) liess seine Probandinnen und Probanden bei ihren gewohnten Aktivitätsniveaus weitertrainieren und verzichtete auf ein standardisiertes Trainingsprogramm. Eventuell lassen sich die fehlenden Schmerzreduktionen bei Letzterem auf diesen Umstand zurückführen. Dieses Thema wird in Kapitel 5.5 «ergänzende Trainingsformen» nochmals aufgegriffen.

Bei der Studie von Gomez Garcia et al. (2017) wie auch bei jener von Rompe et al. (2010) ist die Art und Weise der Datenerhebung wie auch die Art der Belastung ungenügend beschrieben. Da die Symptome des MTSS vor allem während Aktivitäten auftreten, wäre hier eine genauere Eingrenzung wichtig gewesen. Wie zu Beginn schon erwähnt, hängt die Schmerzreduktion mit diversen Faktoren zusammen, welche im Verlauf der folgenden Diskussion wiederholt aufgegriffen werden.

5.2 Messmethoden

Tabelle 8: *Übersichtsdarstellung der verwendeten Messinstrumente und deren Reliabilität und Validität (eigene Darstellung)*

Messinstrumente	Validität	Reliabilität	Verwendete Studie(n)
VAS	gut (Schomacher, 2008)	gut (Schomacher, 2008)	Gomez Garcia et al. (2017)
NRS	gut (Schmitter et al., 2013)	gut (Schmitter et al., 2013)	Rompe et al. (2010) Newman et al. (2017)
Laufprogramm mit 6 Levels	mässig*	mässig*	Moen et al. (2012b)
Lauffest (Dauer in Minuten) + klare Abbruchkriterien	gut*	mässig*	Newman et al. (2017)
Lauffest (Distanz in Meter) + klare Abbruchkriterien	gut*	mässig*	Moen et al. (2012b)
Lauffest (Distanz in Meter) + unklare Abbruchkriterien	mässig*	mässig*	Gomez Garcia et al. (2017)

VAS = visuelle Analogskala, NRS = numerische Rating-Skala, * = eigene Interpretation der Güte (keine Quelle)

Grundsätzlich basieren alle Messinstrumente und deren Outcomes auf subjektivem Befinden, was gerade bei der Beurteilung der Reliabilität der Resultate beachtet werden sollte. Da es sich bei den verwendeten Studien dieser Arbeit aber

mehrheitlich um einen Vorher-Nachher-Vergleich handelt, können die Ergebnisse der Studien gut beurteilt und analysiert werden.

Die Tabelle 8 zeigt die in den Studien verwendeten Messinstrumente und deren Validität und Reliabilität. Die VAS und NRS weisen eine gute Qualität auf, was auch von diversen Studien untersucht und bestätigt wurde (Schmitter et al., 2013; Schomacher, 2008).

Bei der Beurteilung des Laufprogramms von Moen et al. (2012b) und den in verschiedenen Studien verwendeten Lauftests kann jedoch nicht auf vorhandene Literatur zurückgegriffen werden.

Das sechsstufige Laufprogramm soll die Zeit bis zur «vollständigen Genesung» messen. Da diese jedoch nach Abschluss von Level 6 nicht kontrolliert wird, ist die Validität nicht vollständig gegeben. Die Reliabilität ist durch die klare Standardisierung grundsätzlich gut, kann aber beispielsweise durch die Tagesform der Teilnehmenden oder vorgängig durchgeführte Aktivitäten beeinflusst werden. Letzteres gilt ebenfalls für die in den Studien verwendeten Lauftests. Die Validität dieser kann bei den Studien von Newman et al. (2017) und Moen et al. (2012b) ebenfalls als gut angesehen werden, da sie die Testdurchführung wie auch die Abbruchkriterien (VAS/NRS < 4/10, maximal 18 Minuten) klar definierten. In der Studie von Gomez Garcia et al. (2017) sind die Abbruchkriterien vage formuliert, sodass die Validität weniger hoch ist.

5.3 Population

5.3.1 Demographische Daten und Charakteristika

In der nachfolgenden Tabelle 9 wurde eine Übersicht zu den verschiedenen demographischen Daten und Charakteristika der Teilnehmenden erstellt.

Tabelle 9: Demographischen Daten und Charakteristika der Population (eigene Darstellung)

Studie	Rompe et al. (2010)	Moen et al. (2012b)	Gomez Garcia et al. (2017)	Newman et al. (2017)
Alter (Jahre)	I = 41.4 / K = 42.6	I = 30 / K = 22.7	I = 20 / K = 19.4	I = 34 / K = 36
Geschlecht (% Frauen)	I = 59.6 / K = 55.3	I = 27 / K = 65	I = 13 / K = 24	I = 58 K = 58
Gewicht (kg)	Keine Angaben	I = 74.2 / K = 68.5	Keine Angaben	I = 74.4 / K = 77.7
BMI (kg/cm ²)	Keine Angaben	I = 23.2 / K = 22.2	I = 24.1 / K = 24.4	Keine Angaben

<i>Symptomdauer (Monate)</i>	I = 15.4 / K = 13.7	I = 22.4 / K = 6.8	Keine Angaben	I = 18 / K = 23
------------------------------	---------------------	--------------------	---------------	-----------------

I = Interventionsgruppe, K = Kontrollgruppe, kg = Kilogramm, kg/cm² = Einheit des BMI (Kilogramm pro Quadratzentimeter)

Wie in der Tabelle 9 ersichtlich ist, unterscheidet sich der Altersdurchschnitt der Populationen zwischen den Studien teilweise erheblich. In der Studie von Gomez Garcia et al. (2017) beispielsweise sind die Teilnehmenden bedeutend jünger als in den anderen Studien, was mit grosser Wahrscheinlichkeit auf die Population (Militärangehörige) zurückzuführen ist. Möglicherweise kann das Alter einen Einfluss auf das Outcome haben, da sich die Heilungsmechanismen mit steigendem Alter verändern. Laut Bachl et al. (2020) nimmt die Regenerationsfähigkeit im Alter im gesamten Bewegungsapparat ab. Was dies jedoch für genaue Auswirkungen auf den Outcome der Therapie hat, wird in den verschiedenen Studien und dieser Arbeit nicht untersucht. In den vier im Rahmen dieser Arbeit betrachteten Studien hat das Alter keinen bekannten Einfluss auf die Ergebnisse, die Unterschiede müssen nichtsdestotrotz im Hinterkopf behalten werden.

Das Geschlecht ist ebenfalls ein wichtiger Faktor, welcher beachtet werden muss. Wie im Kapitel 2.1.4 «Risikofaktoren» bereits erwähnt, haben die hormonellen Veränderungen der Frauen einen Einfluss auf den Knochenmetabolismus und dadurch auf die Heilungsmechanismen beim MTSS.

In der Studie von Moen et al. (2012b) gibt es im Intergruppenvergleich eine grosse Differenz zwischen den Durchschnittswerten (I = 27%, K = 65%). Dabei erwähnen Moen et al. (2012b) auch, dass die Frauen (88.8 Tage) im Gegensatz zu den Männern (63.6 Tage) länger für den Abschluss des Level 6 brauchten. Diese signifikanten Ergebnisse ergeben sich zugunsten der Interventionsgruppe, die einen deutlich tieferen Frauenanteil aufweist. Möglicherweise könnte die Interventionsgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe aufgrund des hohen Männeranteils signifikante Ergebnisse aufweisen und nicht aufgrund der Wirkung der Stosswellen. Moen et al. (2012b) zeigten zwar weiter keinen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen dem Geschlecht und den Tagen bis zur vollständigen Erholung auf, jedoch sollte dieser Unterschied nicht übersehen werden.

In den anderen Studien sind keine signifikanten Unterschiede zwischen den Frauenanteilen der Interventions- und Kontrollgruppe vorhanden.

Weiter spielt das Gewicht und der BMI eine wichtige Rolle. Laut Mensik et al. (2005) liegt ein normwertiger BMI bei 18.5 – 24.9. Wie im theoretischen Hintergrund (Kapitel 2.1.4) erwähnt wird, geht ein erhöhtes Körpergewicht mit einer erhöhten Belastung und Biegekraft der Tibia einher. In der Studie von Gomez Garcia et al. (2017) liegt der Durchschnittswert des BMI am oberen Rand der Norm, was darauf zurückzuführen sein könnte, dass die Militärangehörigen eine gut ausgeprägte Muskulatur haben. Dies bedeutet mehr Muskelmasse und mehr Gewicht, wobei der BMI die Unterscheidung zwischen Muskel- und Fettmasse jedoch nicht macht. Bei Moen et al. (2012b) scheint der durchschnittliche BMI im Normbereich zu sein. Bei dieser Studie wie auch bei Gomez Garcia et al. (2017) sollte der BMI bezüglich des Outcomes demzufolge keine Rolle spielen. Bei den Studien von Rompe et al. (2010) und Newman et al. (2017) hingegen kann keine Aussage über den Einfluss des BMI gemacht werden, da nur das Gewicht, jedoch keine Körpergröße angegeben ist und somit der Durchschnittswert des BMI nicht berechenbar ist.

In Bezug auf die Symptombdauer ist der Tabelle 9 zu entnehmen, dass diese zwischen den einzelnen Gruppen stark variiert. In der Studie von Moen et al. (2012b) beispielsweise hat der Durchschnittswert der Symptombdauer eine extrem hohe Standardabweichung. Einige Probandinnen und Probanden leiden dementsprechend möglicherweise erst seit einigen Wochen unter den Schmerzen (mindestens drei Wochen), während bei anderen die Beschwerden bereits seit Monaten oder Jahren persistieren. Die Durchschnittswerte liegen hier in der Interventionsgruppe bei 22.4 Monaten, in der Kontrollgruppe bei 6.8 Monaten. Der Unterschied zwischen den beiden Gruppen liegt im Schnitt somit bei über einem Jahr.

Bei Symptompersistenzen wie diesen, sollte der chronische Schmerz nicht aussen vor gelassen werden. Davon wird laut der IASP (2021) gesprochen, wenn Schmerzen bereits seit mehr als drei Monate bestehen, was in allen Gruppen der vier Studien der Fall ist. Generell erfordern (sub)akute Schmerzen ein anderes

Management als chronische Schmerzen. Laut Hylands-White et al. (2017) sind letztere ebenso ein psychosoziales wie ein physiologisches Problem. Unter anderem stehen zum Beispiel Angst, Depression, Stress oder Wut in engem Zusammenhang mit langanhaltenden Schmerzen. Dies erfordert eine komplexere Behandlungsform, welche nicht nur auf die biologischen, sondern auch auf psychologische und soziale Aspekte eingeht. Dabei soll das Wissen mehrerer Disziplinen integriert und somit eine multidisziplinäre Schmerzbehandlung durchgeführt werden. (Hylands-White et al., 2017)

In keiner der vier Studien wird der chronische Schmerz und dessen Auswirkung auf das Management thematisiert, wodurch die eben genannten Behandlungsansätze nicht vorhanden sind. Dennoch erscheint es den Autorinnen dieser Arbeit wichtig, diesen Parameter in zukünftigen Studien differenzierter zu untersuchen, um eindeutigere Aussagen über die Behandlungseffekte beim (sub)akuten sowie auch chronischen MTSS für die Praxis machen zu können.

5.3.2 Blindung

Von den vier Studien sind lediglich die Teilnehmenden in der Studie von Newman et al. (2017) geblindet. Auch war dies die einzige Studie, welche keine signifikanten Ergebnisse in Bezug auf Schmerzen nach Belastung sowie Verlängerung der Laufstrecke hervorgebracht hat. Es wäre denkbar, dass in den anderen drei Studien eine gewisse Erwartungshaltung der Teilnehmenden gegenüber der Stosswellentherapie vorhanden war und dies die Ergebnisse verglichen zur Kontrollgruppe in positive Richtung beeinflusst hat. Damit dieser Bias in zukünftigen Studien gänzlich ausgeschlossen werden kann, wäre eine Blindung aller Teilnehmenden wünschenswert.

5.4 Ein- & Ausschlusskriterien

Die Studien von Moen et al. (2012b), Gomez Garcia et al. (2017) und Newman et al. (2017) haben für die Einschlusskriterien alle die Definition nach Yates und White (2004) verwendet, welche in Tabelle 10 aufgelistet sind.

Tabelle 10: Kriterien nach Yates und White (Yates & White, 2004)

Kriterien nach Yates & White (2004)
- Schmerzen entlang des posteromedialen Randes der Tibia über eine Strecke von mindestens fünf Zentimeter
- Schmerzen werden durch Sport ausgelöst & halten einige Stunden/Tage an
- Palpation des posteromedialen Tibiarandes führt zu diffusen Beschwerden, die auf den posteromedialen Rand der Tibia beschränkt sind
- keine Parästhesien oder andere Symptome, die auf andere Ursachen für belastungsindizierte Beinschmerzen hinweisen
- die Knochenoberfläche, an welcher die Beschwerden auftreten, kann sich uneben anfühlen

Neben den gleichen Einschlusskriterien haben diese Studien auch ähnliche Ausschlusskriterien, wie in Tabelle 11 ersichtlich wird. Dies macht die Population der verschiedenen Studien bezüglich der Symptomatik des MTSS sehr gut vergleichbar. Auch die von Rompe et al. (2010) ähnelt den anderen drei Studien von den Ausschlusskriterien her. Einzig auffällig sind die Einschlusskriterien. Hier müssen die Symptome nämlich seit mindestens sechs Monaten bestehen, im Gegensatz zu den anderen drei Studien, wo sie seit mindestens drei Wochen bestehen müssen.

Wie bereits im Kapitel 5.3.1 erwähnt, wird ab einer Schmerzdauer von drei Monaten von chronischen Schmerzen gesprochen. Da in den Studien auch Teilnehmende dabei sind welche erst seit wenigen Wochen an den Schmerzen leiden, macht dies die Studien wieder schwer vergleichbar und die Outcomes nur begrenzt nützlich für die Umsetzung in die Praxis.

Da die Ein- und Ausschlusskriterien genau definiert werden und in allen Studien ähnlich sind, lassen sich die Ergebnisse jedoch gut auf eine Population übertragen, dessen Diagnose auf Basis der obig genannten Kriterien gestellt wurde. Ein objektives Einschlusskriterium wäre dabei noch nützlich, da die Kriterien nach Yates und White (2004) vorwiegend subjektiv sind. Zusätzlich wäre es wichtig, genauere Daten über die aktuelle Aktivität sowie sportliche Betätigung zu erheben, um deren möglichen Einfluss auf die momentane Problematik zu analysieren.

Tabelle 11: Übersicht der Ein- und Ausschlusskriterien (eigene Darstellung)

Studie	Einschlusskriterien	Ausschlusskriterien
<i>Rompe et al. (2010)</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Diagnose einseitiges MTSS - <u>seit mind. 6 Monaten Symptome</u> - mind. 3 herkömmliche nicht-operative Verfahren haben über mind. 3 Monate versagt 	<ul style="list-style-type: none"> - Kompartmentsyndrom - Rheumatoide Arthritis, generalisierte Polyarthritis, lokale Infektionen, Gerinnungsstörungen, Tumore - Schwangerschaft, unter 18 Jahre - Am betroffenen Bein: Knie- & Sprunggelenksarthrose im Endstadium, frühere Knie-/Sprunggelenksoperation
<i>Moen et al. (2012b)</i>	Nach Yates & White (2004) <u>+ seit mind. 3 Wochen Symptome</u>	<ul style="list-style-type: none"> - Parästhesien - Anzeichen von anderen Erkrankungen, die für die belastungsindizierten Beinschmerzen ursächlich sein könnten - Tibiafrakturen in Vergangenheit
<i>Gomez Garcia et al. (2017)</i>	Nach Yates & White (2004) + einseitige Schmerzen <u>+ seit mind. 3 Wochen Symptome</u>	<ul style="list-style-type: none"> - Kompartmentsyndrom, Parästhesien - Andere Frakturen (früher oder aktuell) - Osteomyelitis/andere Infektionen, Tumoren, frühere Operationen in der Region, Gerinnungsstörungen - Schwangerschaft - ESWT beim MTSS in Vergangenheit
<i>Newman et al. (2017)</i>	Nach Yates & White (2004) <u>+ seit mind. 3 Wochen Symptome</u>	<ul style="list-style-type: none"> - Schmerzlokalisierung < 5 cm - Anzeichen von anderen Erkrankungen, die für die belastungsindizierten Beinschmerzen ursächlich sein könnten

MTSS = mediales Tibiakantensyndrom, ESWT = extrakorporale Stosswellentherapie, cm = Zentimeter, mind. = mindestens

5.5 Ergänzende Trainingsformen

Tabelle 12: Darstellung der in den Studien verwendeten Trainingsformen (eigene Darstellung)

Studie	Trainingsprogramm	Intensität	Einführung
<i>Rompe et al. (2010)</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Dehnungen Unterschenkel <i>Dosierung: 2-3x30 Sek oder 10x10 Sek</i> - Sprunggelenksbeweglichkeit <i>Dosierung: 20 Reps</i> - Kraft Unterschenkel mit Theraband <i>Dosierung: je 2-3x10 Reps</i> - Kraft Unterschenkel ohne Theraband <i>Dosierung: je 2-3x10 Reps</i> - Relative Ruhe & Eisapplikation (Gesamtes Programm: Anhang Tabelle 17) 	2x/d 12 Wo	Kontroll- & Interventionsgruppe: 6 Lektionen à 20 min mit Physiotherapeuten + schriftliche Anleitung der Übungen
<i>Moen et al. (2012b)</i>	<p>Laufprogramm bestehend aus 6 aufbauenden Levels. Diese unterscheiden sich in ihrer <i>Dauer</i> (16 bis 20 min), <i>Laufgeschwindigkeit</i> (6 km/h bis 12 km/h) und <i>Intensität</i> (Detailliertes Programm: Anhang Tabelle 18)</p>	3x/Wo, nicht an zwei Folgetagen	Keine Angaben
<i>Gomez Garcia et al. (2017)</i>	<p>Gleiches Programm wie Rompe et al. (2010), zusätzlich noch:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kräftigung der stabilisierenden Muskeln Becken/ Hüfte - 10 Minuten Kryotherapie nach Beenden des Programmes (Keine Angaben zu Dosierungen) 	40 min an 5d/Wo über 4 Wo	Interventionsgruppe: unter Aufsicht eines Physiotherapeuten Kontrollgruppe: Unklar
<i>Newman et al. (2017)</i>	Keine ergänzenden Massnahmen		

Wo = Wochen, min = Minuten, d = Tage, Reps = Repetitionen, km/h = Stundenkilometer, Sek = Sekunden

Die Tabelle 12 dient der Darstellung der in den Studien verwendeten Trainingsprogramme, welche von den Teilnehmenden begleitend zur Stosswellentherapie durchgeführt wurden. Die Studie von Gomez Garcia et al. (2017) verwendete eine leicht modifizierte Version des Dehnungs- und Kräftigungsprogrammes von Rompe et al. (2010), während Moen et al. (2012b) ein spezielles Lauftraining implizierten. Nur die Studie von Newman et al. (2017) verzichtete auf jegliche Arten von zusätzlichem Training, wobei die Probandinnen und Probanden indes ihre gewohnte Aktivität beibehielten.

In Bezug auf die Risikofaktoren und die pathologischen Vorgänge des MTSS, scheint die Anwendung eines Kraft- und Dehnungsprogramms, wie es Rompe et al.

(2010) implizierte, sinnvoll. Durch insuffiziente Muskeln oder eine Muskeldysbalance kann es zu einer Mehrbelastung der knöchernen oder periostalen Strukturen kommen und folglich zu den typischen Beschwerden des MTSS. Das Trainingsprogramm der Studie von Gomez Garcia et al. (2017) stärkt zusätzlich noch die hüftgelenksnahe Muskulatur und somit potenziell abgeschwächte Hüftabduktoren, welche ebenfalls ein Risikofaktor des MTSS darstellen. In dieser Studie von Gomez Garcia et al. (2017) verbesserten sich die Schmerzen von Studienbeginn bis in Woche 4 in beiden Gruppen signifikant. Ähnliche Werte zeigten die Resultate der Studie von Rompe et al. (2010). Dennoch müssen einige Aspekte des Trainingsprogramms kritisch hinterfragt und diskutiert werden. So kräftigt dieses beispielsweise beinahe jeden Unterschenkelmuskel, sodass nicht evaluiert werden kann, welche Muskelgruppe für die beschriebenen, positiven Effekte verantwortlich ist. Zudem führen alle Teilnehmenden die gleichen Übungen durch, ohne vorgängig individuelle Defizite identifiziert zu haben, um diese gezielt zu behandeln. Gerade in Bezug auf die Risikofaktoren, wie beispielsweise die vermehrte Pronation, wäre eine solche patientenzentrierte Behandlung wahrscheinlich effektiver.

Auch über die Dosierungen und die Dauer der Behandlung kann diskutiert werden. Mit einem Blick auf die Trainingslehre wird nicht klar, welcher Trainingsmethode das Kräftigungsprogramm zugehörig ist. Kraftausdauer würde mehr Repetitionen verlangen, für Hypertrophietraining ist das Gewicht zu gering gewählt, sodass eine Ausbelastung unwahrscheinlich erscheint (Angaben zur Anstrengung, 1 Repetition Maximum sind nicht vorhanden) (Schmidtbleicher & Haas, o. J.). Zudem beauftragten Rompe et al. (2010) die Teilnehmenden zwei Mal pro Tag zu trainieren, wodurch erforderliche Erholungszeiten nicht eingehalten werden konnten (Schmidtbleicher & Haas, o. J.). Möglicherweise könnte es dadurch sogar zu einer erneuten Überlastungsreaktion kommen, was wiederum negative Folgen auf die Heilung haben könnte. Da sich die Studie von Gomez Garcia et al. (2017) nur über einen Zeitraum von vier Wochen erstreckt und die Teilnehmenden nur in dieser Zeit trainierten, ist aus Sicht der Trainingslehre noch keine wirkliche Adaptation der Muskeln eingetreten. Diese findet je nach Trainingsmethode frühestens nach vier Wochen statt. (Schmidtbleicher & Haas, o. J.)

Das von Moen et al. (2012b) entwickelte Laufprogramm scheint die Aspekte des Mechanostat-Modelles zu berücksichtigen. Es impliziert eine langsame, schmerzadaptierte Belastungssteigerung. So erfolgte der Aufstieg in ein nächstes Level erst, wenn die aktuelle Phase während zwei Trainingseinheiten ohne Schmerzen über VAS 4/10 während und 24 Stunden nach Beenden der Aktivität möglich war. Bei Schmerzen über VAS 4/10 musste die aktuelle Phase repetiert und die Trainingsdauer zusätzlich um zwei Minuten verkürzt werden. Winters (2019) legt einen solchen schmerzadaptierten Belastungsaufbau nahe, wobei er einen maximalen Schmerz von 2 von 10 auf der NRS empfiehlt. Welche maximale Schmerzgrenze nun empfehlenswert ist, wird in den Studien nicht diskutiert. In den Studien von Gomez Garcia et al. (2017) und Newman et al. (2017) wird die Schmerzgrenze bei NRS/VAS 4 von 10 (mittlerer Schmerz) festgelegt, was nicht mit der Empfehlung von Winters (2019) übereinstimmt. Auch hier wäre die Implikation eines objektiven Verlaufspareters wünschenswert, um die aktuelle Belastbarkeit des Gewebes zu überprüfen und die Belastung entsprechend anpassen zu können.

Doch letztlich wollten die erwähnten Studien nicht ein optimales Trainingsprogramm erarbeiten, denn die Wirkung der Stosswellentherapie stand im Vordergrund. Die Studie von Newman et al. (2017) konnten als einzige der vier in dieser Arbeit erwähnten Studien keine signifikante Verbesserung der Beschwerden des MTSS durch eine Stosswellentherapie feststellen und verwendeten ebenfalls als einzige, keine begleitende Therapieform. Somit stellt sich die Frage, ob die Stosswellentherapie nur in Kombination mit einem Trainingsprogramm ihre volle Effizienz ausschöpfen kann. Andererseits könnte auch das Beibehalten der gewohnten Aktivität während der Studiendurchführung zu rezidiven Überlastungsreaktionen geführt haben. Somit wäre der Heilungsverlauf wiederum negativ beeinflusst worden, was das Ausbleiben signifikanter Ergebnisse erklären könnte.

5.6 Art der Stosswellen und Dosierungen

Wie bereits im theoretischen Hintergrund (Kapitel 2.2.6) erwähnt, bezeichnen Lohrer und Gerdsmeyer (2014) die Stosswellen bei einer Energieflussdichte (EFD) unter 0.5 mJ/mm^2 als niederenergetisch und bei über 0.5 mJ/mm^2 als hochenergetisch. Bei unseren vier Studien handelt es sich, wie in Tabelle 13 ersichtlich ist, bei allen Behandlungen um niederenergetische Stosswellen.

Tabelle 13: Übersicht über Dosierungen der ESWT (eigene Darstellung)

	Rompe et al. (2010)	Moen et al. (2012b)	Gomez Garcia et al. (2017)	Newman et al. (2017)
<i>Radial/fokussiert</i>	Radial	Fokussiert	Fokussiert	Fokussiert
<i>Anzahl Sitzungen</i>	3	5	1	5
<i>Dosierung</i>	2000 Schocks mit 0.1 mJ/mm^2	Woche 1: 1000 Schocks mit 0.1 mJ/mm^2 Woche 2: 1500 Schocks mit 0.15 mJ/mm^2 Woche 3: 1500 Schocks mit 0.2 mJ/mm^2 Woche 4: 1500 Schocks mit 0.25 mJ/mm^2 Woche 5: 1500 Schocks mit 0.3 mJ/mm^2	1500 Schocks mit 0.2 mJ/mm^2	Gleich wie bei Moen et al. (2012b) + Kontrollgruppe 1x1000 Schocks & 4x1500 Schocks mit 0.01 mJ/mm^2
<i>Totale Dosis</i>	600 mJ/mm^2	1450 mJ/mm^2	300 mJ/mm^2	Interventionsgruppe = 1450 mJ/mm^2 Kontrollgruppe = 70 mJ/mm^2
<i>Zeitpunkte (Woche)</i>	2, 3, 4	1, 2, 3, 5, 9	unklar	1, 2, 3, 5, 9

mJ/mm^2 = Megajoule pro Quadratmillimeter (Einheit der Energieflussdichte)

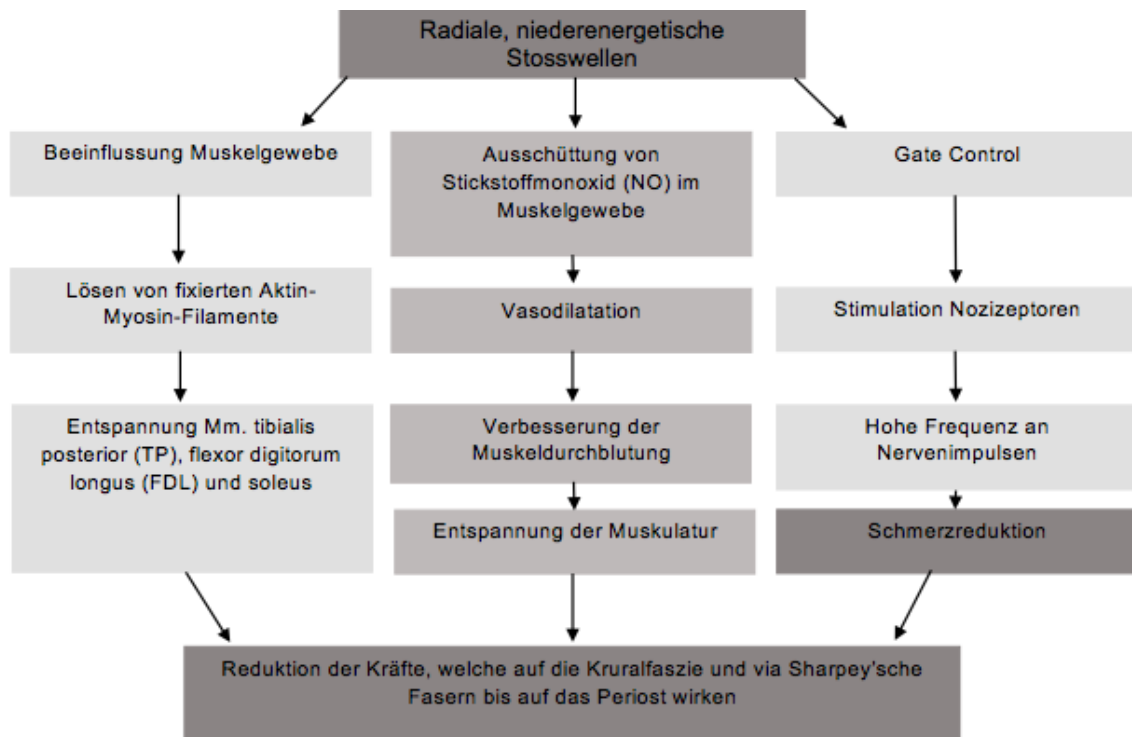
Dabei kann im niederenergetischen Bereich sowohl mit radialen als auch mit fokussierten Stosswellen therapiert werden (Ullrich et al., 2020). Laut den Studien können beide Arten der Stosswellen signifikante Ergebnisse hervorrufen. Die Anzahl Sitzungen reichen dabei von einer bis hin zu fünf Behandlungen und die Dosierungen variieren von wenig zu viel Energie (totale EFD $300\text{-}1450 \text{ mJ/mm}^2$).

Nun stellt sich die Frage, was die Unterschiede zwischen diesen zwei Arten der Stosswellen in ihrer Wirkung sind und mit welcher Dosierung eine optimale Behandlung beim medialen Tibiakantensyndrom durchgeführt werden sollte.

Es gestaltet sich schwierig, Aussagen über die Wirkungsmechanismen der Stosswellentherapie beim MTSS zu machen. Die Wirkungen der niederenergetischen Stosswellen liegen auf der Zell- sowie Gewebsebene, welche nur mit Hilfe objektiver Messinstrumente untersucht werden können. Die verwendeten Messinstrumente der Studien (zum Beispiel Laufstest) messen jedoch subjektive Outcomes (zum Beispiel schmerzlimitierte Laufstrecke). Dadurch kann nicht auf den zellulären oder gewebsmechanischen Wirkungsmechanismus der Stosswellen geschlossen werden. Das Problem zeigt sich bereits bei der Diagnosestellung des MTSS, da sich diese auf subjektive Kriterien stützt und keine objektiven Untersuchungsmethoden beinhaltet, welche die pathophysiologischen Prozesse genauer untersuchen und mit Messungen belegen. Zukünftig sollten daher objektiv messbare Parameter beim MTSS gefunden werden. Gleichzeitig könnte dies auch helfen, die Pathogenese genauer zu definieren. Die Hypothesen im nächsten Abschnitt beruhen aufgrund der eben genannten Problematik lediglich auf Vermutungen der Autorinnen dieser Arbeit.

Die Studie von Rompe et al. (2010) ist die einzige der vier Studien, welche die radialen Stosswellen zur Therapie des MTSS nutzt. Es wurde dabei durch drei Sitzungen radialer ESWT eine allgemeine signifikante Schmerzreduktion erreicht. Im Folgenden wird eine Hypothese, welche für diesen Effekt verantwortlich sein könnte, genauer erläutert. Die radialen Stosswellen entfalten ihre Wirkung im Gewebe und eher oberflächlich (bis zu 50 mm). Dies würde der Meinung der Autorinnen nach in ihrer Wirkung auf die Gewebemechanismen der Hypothese der traktionsinduzierten Periostitis passen. Die vermuteten Mechanismen sind grafisch in Abbildung 14 dargestellt.

Abbildung 14: Wirkung der radialen Stosswellentherapie zur Hypothese «traktionsinduzierten Periostitis» (eigene Darstellung)



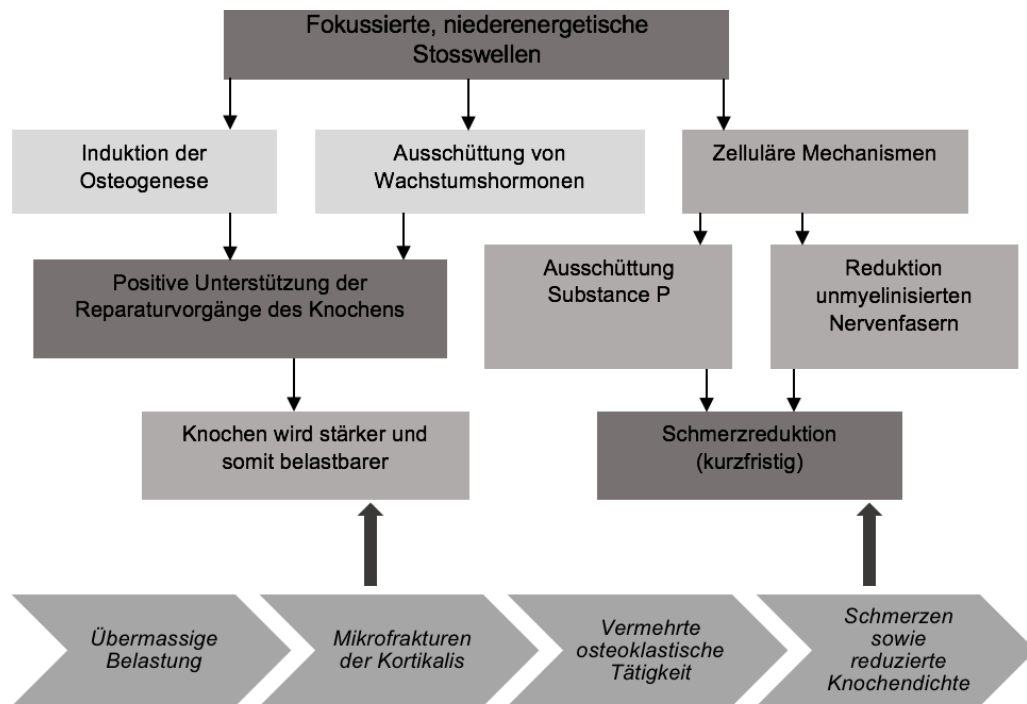
Mm= Muskeln

Die Schmerzreduktion über Gate Control wäre jedoch nur ein kurzfristiger Effekt und da die Ergebnisse nur nach 1, 4 und 15 Monaten gemessen wurden, ist dazu keine Aussage zu machen. Die Hypothese lässt sich durch die Studie nicht eindeutig bestätigen, da keine objektiven Outcome-Parameter zur Erfassung der Gewebemechanismen in der Muskulatur vorhanden sind.

Die anderen drei Studien nutzten die fokussierte Stosswellentherapie, welche auf zellulärer Ebene bis zu 200 mm tief wirkt. Dies könnte laut den Autorinnen mit der lokalen Knochenüberlastung der Tibia in Verbindung gebracht werden. Die dazugehörigen Mechanismen werden in Abbildung 15 genauer ersichtlich. In der Studie von Moen et al. (2012b) und Gomez Garcia et al. (2017) konnten durch die Therapie mit fokussierten Stosswellen signifikante positive Unterschiede in Bezug auf Schmerzen sowie Laufzeit beziehungsweise Laufstrecke gezeigt werden. Aufgrund der exakten Fokussierung der f-SWT braucht es dabei möglicherweise weniger Sitzungen als bei den radialen Stosswellen. Diese Hypothese lässt sich durch die Ergebnisse der Studie von Gomez Garcia et al. (2017) stützen, da er mit

lediglich einer Sitzung fokussierter Stosswellentherapie eine signifikante Verbesserung der Schmerzen sowie der Laufzeit erreichen konnte.

Abbildung 15: Wirkung der fokussierten Stosswellentherapie zur Hypothese «lokale Knochenüberlastung der Tibia» (eigene Darstellung)



Es ist auffällig, dass die Studien von Moen et al. (2012b) und Newman et al. (2017) die exakt gleiche Dosierung gewählt haben. Dabei präsentieren Newman et al. (2017) im Gegensatz zu Moen et al. (2012b) so gut wie keine signifikanten Ergebnisse. Ein Unterschied zwischen den beiden Studien liegt darin, dass die Teilnehmenden der Studie von Moen et al. (2012b) nebenbei ein abgestuftes Laufprogramm durchführten, während Newman et al. (2017) seine Teilnehmer in ihrer gewohnten Aktivität weitertrainieren liess. Dies könnte einen Hinweis darauf geben, dass die Dosierung eigentlich gut war, die Stosswellen aber nur in Verbindung mit aufbauenden Trainingsprogramm signifikante Ergebnisse erzielen.

Es gestaltet sich schwierig, mit Hilfe der vier Studien die optimale Dosierung bei der Behandlung des MTSS zu ermitteln. Die eben genannten Wirkungsweisen der beiden Stosswellenarten können in der Praxis nicht so klar getrennt werden, sondern zeigen Überschneidungen. Durch die verschiedenen Wirkungsmechanismen und Arten der Stosswellen ist es denkbar, dass es mehrere

mögliche Dosierungen gibt, welche sich beim MTSS als wirkungsvoll zeigen. Allgemein kann gesagt werden, dass drei bis fünf Sitzungen radialer oder fokussierter (fokussiert auch weniger möglich) Stosswellentherapien in Abständen von einer Woche am Anfang bis hin zu zwei bis vier Wochen später angewendet werden können. Die Dosierung sollte ungefähr zwischen 0.1-0.3 mJ/mm² mit 1000-1500 Schocks (je nach Energieflussdichte; je höher, desto weniger Schocks) liegen.

Es müssen weitere Studien durchgeführt werden, um die Dosierungen genauer zu untersuchen. Dabei könnten verschiedene Gruppen mit unterschiedlichen Dosierungen von Stosswellen behandelt werden. Wünschenswert wären dabei auch objektive Outcome-Variablen, wie beispielsweise ein CT für die Messung der Knochendichte, um den Effekt der Dosierungen auf der Gewebs- und Zellebene belegen oder verwerfen zu können. Es sollte nebenbei kein zusätzliches Trainingsprogramm durchgeführt werden, um die isolierte Wirkung der Stosswellen erfassen zu können. Letzteres hat Newman et al. (2017) gemacht und dabei keine signifikanten Ergebnisse gefunden. Dies könnte möglicherweise darauf hindeuten, dass die Stosswellen isoliert keinen positiven Effekt auf das MTSS zeigen, weshalb es wichtig ist, diese Ergebnisse durch weitere Studien zu bestätigen oder widerlegen.

5.7 Beantwortung der Fragestellung

Die Fragestellung kann mit Hilfe der vier Studien nicht abschliessend beantwortet werden. Insgesamt haben drei der vier Studien positive Effekte in der Behandlung des MTSS mit niederenergetischer radialer oder fokussierter Stosswellentherapie gezeigt, wobei nur eine dieser Studien eine Aussage über die Verlängerung der Laufstrecke bei maximal definiertem Schmerzlevel machen kann. Diese Studie sieht einen positiven Zusammenhang zwischen der Behandlung mit fokussierter niederenergetischer Stosswellentherapie beim MTSS und der Verlängerung der Laufstrecke. Die Lauftests wurden jedoch teils nur zu einem bis zwei Zeitpunkten gemessen und somit ist keine Aussage über die Geschwindigkeit der Verlängerung der Laufdistanz zu machen. Die einzige Studie, welche die ESWT isoliert untersuchte, fand keine signifikante Verlängerung der Laufstrecke. So erhärtet sich der Verdacht, dass die niederenergetische Stosswellentherapie isoliert wenig bis keine Wirkung auf das mediale Tibiakantensyndrom hat und nur als ergänzende Massnahme zu einem Trainingsprogramm wirksam ist. Ob die Betroffenen das individuelle Aktivitätslevel schneller wiederaufnehmen können, kann aufgrund der Studien ebenso wenig beantwortet werden. Zwei der vier Studien nennen nur vage Zahlen dazu, jedoch wird keine Signifikanz erwähnt. Die Daten sind daher nicht nachvollziehbar und vertrauenswürdig.

5.8 Theorie-Praxis-Transfer

Zu Beginn scheint es wichtig zu erwähnen, dass bei der Applikation von niederenergetischen radialen und fokussierten Stosswellen in der Behandlung des MTSS keine Nebenwirkungen aufgetreten sind. Dabei wurden in den Studien verschiedene Dosierungen angewendet, was die Erfassung deren Wirksamkeit erschwert. Deshalb kann in Bezug auf die optimale Dosierung für die Praxis keine abschliessende Empfehlung abgegeben werden.

Aufgrund des generierten Wissens in dieser Arbeit sollte die ESWT nicht isoliert in der Praxis angewendet werden, sondern nur in Kombination mit einem aufbauenden Trainingsprogramm (angepasst an individuelle Defizite, zum Beispiel Dehn- und Kraftübungen sowie aufbauendes Laufprogramm). Dabei ist es empfehlenswert, das Aktivitätslevel zu reduzieren, damit die Belastbarkeit

schrittweise gesteigert werden kann. Da im Moment noch keine geeigneten objektiven Verlaufsparemeter vorhanden sind, sollte das Überschreiten der aktuellen Belastbarkeit mit Hilfe einer regelmässigen Schmerzevaluation verhindert werden. Diese sollten während der Aktivität, wie es Winters (2019) bereits nahelegte, nicht stärker als NRS 2/10 sein.

Wichtig scheint den Autorinnen dieser Arbeit eine ausführliche Anamnese sowie körperliche Untersuchung, um einerseits individuelle Risikofaktoren und andererseits wichtige Informationen, wie beispielsweise die Symptombdauer, zu erfassen. Auf dieser Grundlage soll ein patientenzentriertes Management angestrebt werden.

5.9 Limitationen der Arbeit

Mehrere Limitationen müssen im Rahmen dieser Arbeit genannt werden. Einerseits existieren in der Literatur eher wenige deutsch- und englischsprachige Studien, welche die Wirkung der niederenergetischen Stosswellentherapie beim medialen Tibiakantensyndrom untersuchen. Aufgrund dessen basiert die Analyse in dieser Arbeit lediglich auf vier Studien, welche teilweise bereits älter sind (zum Beispiel eine Studie aus dem Jahr 2010). Somit ist die Aktualität der Arbeit nicht vollständig gegeben. Auch sind die gewählten Studien nicht gut vergleichbar, beispielsweise aufgrund unterschiedlicher Dosierungen, Outcome-Variablen, Studiendauer sowie ergänzenden Trainingsformen. Dies erschwert die Diskussion sowie die Beantwortung der Fragestellung. Ausserdem konnte durch die Vorgabe des relativ geringen Umfangs des Diskussionsteils eine weniger detaillierte Analyse der verschiedenen Einflussfaktoren durchgeführt werden.

6. Schlussfolgerung

Gemäss den Studien kann die niederenergetische radiale oder fokussierte Stosswellentherapie beim medialen Tibiakantensyndrom in Kombination mit einem Trainingsprogramm einen positiven Effekt in Bezug auf die Verlängerung der schmerzlimitierten Laufstrecke bewirken.

Um die Fragestellung jedoch umfassend beantworten zu können, müssen laut den Autorinnen dieser Arbeit in der zukünftigen Forschung gewisse Aspekte beachtet werden. Einerseits ist es wichtig, die klinische Diagnostik mit spezifischen objektiven Parametern zu ergänzen, um die Wirkungsweise der Stosswellentherapie auf Gewebs- und Zellebene zu untersuchen. Andererseits müssten die Effekte verschiedener Dosierungen der Stosswellen (Energieflussdichte, Häufigkeit/Zeitpunkte, Art), optimalerweise mit RCTs, genauer untersucht werden. Dabei scheint es wichtig, dass kein ergänzendes Trainingsprogramm miteinbezogen wird, um die Effekte der niederenergetischen Stosswellentherapie isoliert zu erfassen.

Ein weiterer Punkt, welcher in Zukunft noch weiter berücksichtigt werden sollte, ist die Symptombdauer. Es stellt sich die Frage, ob die Stosswellentherapie sowohl beim (sub)akuten, wie auch beim chronischen MTSS wirkungsvoll ist oder bereits länger persistierende Beschwerden ein angepasstes Management verlangen. Das «Pacing» beispielsweise, stellt eine weit verbreitete Behandlungsmethode bei chronischen Schmerzen dar, welche einen langsamen, schmerzadaptierten Belastungsaufbau empfiehlt und psychische Komponenten ebenfalls miteinbezieht (Grosse & Schmidt, 2013). Mit Blick zurück auf das Laufprogramm der Studie von Moen et al. (2012b) zeigt dieses einige Aspekte des Pacing, jedoch sollten auch in diesem Themenbereich noch weitere Studien durchgeführt werden.

Grundsätzlich zeigen sich im Bereich der Wirksamkeit von Stosswellentherapie beim medialen Schienbeinkantensyndrom noch einige Forschungslücken. Die Notwendigkeit weiterer Forschung ist klar gegeben, um Betroffenen des MTSS eine effektive Therapie bieten zu können. Dabei steht das Ziel einer zeitnahen, schmerzfreien Rückkehr zum gewohnten Aktivitätsniveau im Fokus.

Verzeichnisse

Literaturverzeichnis

- Abo Al-Khair, M. A., El Khouly, R. M., Khodair, S. A., Al Sattar Elsergany, M. A., Hussein, M. I., & Eldin Mowafy, M. E. (2020). Focused, radial and combined shock wave therapy in treatment of calcific shoulder tendinopathy. *The Physician and Sportsmedicine*, 1–8.
<https://doi.org/10.1080/00913847.2020.1856633>
- Bachl, N., Lercher, P., & Schober-Halper, B. (2020). *Bewegt Altern: Professionelle Strategien für ein gesundes und aktives Älterwerden*. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-56042-6>
- Bambach, S., Anagnostakos, K., Deubel, G., & Kelm, J. (2006). Schienbeinkantensyndrom. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 57(11/12), 282–283.
- Baumann, H. (2005). *Effekt hoher mechanischer Belastung auf die Frakturwiderstandsfähigkeit ausgewählter Skelettregionen*. Friderich-Alexander-Universität.
- Becker, J., Nakajima, M., & Wu, W. F. W. (2018). Factors contributing to medial tibial stress syndrome in runners: A prospective study. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 50(10), 2092–2100.
<https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001674>
- Behrens, S. B., Deren, M. E., Matson, A., Fadale, P. D., & Monchik, K. O. (2013). Stress Fractures of the pelvis and legs in athletes: A review. *Sports Health: A Multidisciplinary Approach*, 5(2), 165–174.
<https://doi.org/10.1177/1941738112467423>
- Cheng, J.-H., & Wang, C.-J. (2015). Biological mechanism of shockwave in bone. *International Journal of Surgery*, 24, 143–146.
<https://doi.org/10.1016/j.ijsu.2015.06.059>
- CuraMedix. (o. J.). *The Art of Shockwave*.
<https://sa1s3.patientpop.com/assets/docs/133854.pdf>
- De Permentier, P. (2014). An anatomical and physiological evaluation of the periosteal layer surrounding bone and its implication in massage therapy. *Journal of the Australian Traditional-Medicine Society*, 20(4), 272–277.

- Detmer, D. E. (2012). Chronic shin splints: Classification and management of medial tibial stress syndrome. *Sports Medicine*, 3(6), 436–446.
<https://doi.org/10.2165/00007256-198603060-00005>
- Fogarty, S. (2015). Massage treatment and medial tibial stress syndrome; A commentary to provoke thought about the way massage therapy is used in the treatment of MTSS. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 19(3), 447–452. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2014.11.003>
- Frost, H. M. (1994). Wolff's Law and bone's structural adaption to mechanical usage: An overview for clinicals. *The Angle Orthodontist*, 64(3), 174–188.
- Galbraith, R. M., & Lavalley, M. E. (2009). Medial tibial stress syndrome: Conservative treatment options. *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine*, 2(3), 127–133. <https://doi.org/10.1007/s12178-009-9055-6>
- Gerdesmeyer, L. (2004). *Extrakorporale Stosswellentherapie: Schwerpunkt radiale Technologie - Grundlagen - klinische Ergebnisse*. Books on Demand.
- Gerdesmeyer, L., Frey, C., Vester, J., Maier, M., Lowell, W., Weil, L., Russlies, M., Stienstra, J., Scurran, B., Fedder, K., Diehl, P., Lohrer, H., Henne, M., & Gollwitzer, H. (2008). Radial extracorporeal shock wave therapy is safe and effective in the treatment of chronic recalcitrant plantar fasciitis: Results of a confirmatory randomized placebo-controlled multicenter study. *The American Journal of Sports Medicine*, 36(11), 2100–2109.
<https://doi.org/10.1177/0363546508324176>
- Gomez Garcia, S., Ramon Rona, S., Gomez Tinoco, M. C., Benet Rodriguez, M., Chaustre Ruiz, D. M., Cardenas Letrado, F. P., Lopez-Illescas Ruiz, Á., & Alarcon Garcia, J. M. (2017). Shockwave treatment for medial tibial stress syndrome in military cadets: A single-blind randomized controlled trial. *International Journal of Surgery*, 46, 102–109.
<https://doi.org/10.1016/j.ijssu.2017.08.584>
- Gösele-Koppenburg, A. (2018). Das chronische Kompartmentsyndrom. *Georg Thieme Verlag KG*, 32, 47–54. <https://doi.org/10.1055/s-0044-100849>
- Götz-Neumann, K. (2016). *Gehen verstehen: Ganganalyse in der Physiotherapie* (4. Aufl.). Georg Thieme Verlag.

- Griebert, M. C., Needle, A. R., McConnell, J., & Kaminski, T. W. (2016). Lower-leg Kinesio tape reduces rate of loading in participants with medial tibial stress syndrome. *Physical Therapy in Sport, 18*, 62–67.
<https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2014.01.001>
- Grosse, A. I., & Schmidt, J. (2013). *Aktive Therapie und Pacing mit Schmerzpatienten*.
- Hausdorf, J., Lemmens, M. A. M., Heck, K. D. W., Grolms, N., Korr, H., Kertschanska, S., Steinbusch, H. W. M., Schmitz, C., & Maier, M. (2008). Selective loss of unmyelinated nerve fibers after extracorporeal shockwave application to the musculoskeletal system. *Neuroscience, 155*(1), 138–144.
<https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2008.03.062>
- Hegenscheidt, S., Harth, A., & Scherfer, E. (2010). *PEDro-Skala Deutsch*.
- Hylands-White, N., Duarte, R. V., & Raphael, J. H. (2017). An overview of treatment approaches for chronic pain management. *Rheumatology International, 37*(1), 29–42. <https://doi.org/10.1007/s00296-016-3481-8>
- International Association for the Study of Pain. (2021). <https://www.iasp-pain.org/PublicationsNews/Content.aspx?ItemNumber=1673&navItemNumber=677>
- Kamper, S. J., Maher, C. G., & Mackay, G. (2009). Global Rating of Change Scales: A Review of Strengths and Weaknesses and Considerations for Design. *Journal of Manual & Manipulative Therapy, 17*(3), 163–170.
<https://doi.org/10.1179/jmt.2009.17.3.163>
- Kerschan-Schindl, K. (2012). Das Mechanostat-Modell. *Journal für Mineralstoffwechsel, 19*(4), 159–162.
- Lohrer, H., & Gerdesmeyer, L. (2014). *Multidisciplinary medical applications* (1. edition). Level 10.
- Mayer, D., Dorf Müller, C., & Lachat, M. (2009). *Die extrakorporale Stoßwellentherapie als neue Methode zur Stimulation der Heilung komplexer Wunden: Eine Übersicht*. <https://doi.org/10.5167/UZH-18295>
- McClure, S., & Dorf Müller, C. (2003). Extracorporeal shock wave therapy: Theory and equipment. *Clinical Techniques in Equine Practice, 2*(4), 348–357.
<https://doi.org/10.1053/j.ctep.2004.04.008>

- Menéndez, C., Batalla, L., Prieto, A., Rodríguez, M. Á., Crespo, I., & Olmedillas, H. (2020). Medial Tibial Stress Syndrome in Novice and Recreational Runners: A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(20), 7457. <https://doi.org/10.3390/ijerph17207457>
- Menold, N., & Bogner, K. (2014). Gestaltung von Ratingskalen in Fragebögen. *SDM Survey Guidelines*. https://doi.org/10.15465/SDM-SG_015
- Mensink, G. B. M., Lampert, T., & Bergmann, E. (2005). Übergewicht und Adipositas in Deutschland 1984–2003. *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz*, 48(12), 1348–1356. <https://doi.org/10.1007/s00103-005-1163-x>
- Milgrom, C., Zloczower, E., Fleischmann, C., Spitzer, E., Landau, R., Bader, T., & Finestone, A. S. (2020). Medial tibial stress fracture diagnosis and treatment guidelines. *Journal of Science and Medicine in Sport*, S1440244020308379. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2020.11.015>
- Moen, M. H. (2012a). *Aetiology imaging and treatment of medial tibial stress syndrome*. [s.n.].
- Moen, M. H., Rayer, S., Schipper, M., Schmikli, S., Weir, A., Tol, J. L., & Backx, F. J. G. (2012b). Shockwave treatment for medial tibial stress syndrome in athletes; a prospective controlled study. *British Journal of Sports Medicine*, 46(4), 253–257. <https://doi.org/10.1136/bjism.2010.081992>
- Moen, M. H., Tol, J. L., Weir, A., Steunebrink, M., & De Winter, T. C. (2009). Medial Tibial Stress Syndrome: A Critical Review. *Sports Medicine*, 39(7), 523–546. <https://doi.org/10.2165/00007256-200939070-00002>
- Navicular Drop Test*. (o. J.). Physiopedia. Abgerufen 23. März 2021, von https://www.physio-pedia.com/Navicular_Drop_Test
- Neumann, K. (2012). *Untersuchung der Wirkung Extrakorporaler Stoßwellentherapie auf die Haut—Effekte der Mechanotransduktion auf Fibroblasten in-vitro und Analyse von Hautveränderungen in-vivo*. Universität Hamburg.
- Newman, P., Waddington, G., & Adams, R. (2017). Shockwave treatment for medial tibial stress syndrome: A randomized double blind sham-controlled pilot trial.

- Journal of Science and Medicine in Sport*, 20(3), 220–224.
<https://doi.org/10.1016/j.jsams.2016.07.006>
- Newman, P., Witchalls, J., Waddington, G., & Adams, R. (2013). Risk factors associated with medial tibial stress syndrome in runners: A systematic review and meta-analysis. *Open Access Journal of Sports Medicine*, 4, 229–241.
<https://doi.org/10.2147/OAJSM.S39331>
- Ogden, J. A., Tóth-Kischkat, A., & Schultheiss, R. (2001). Principles of Shock Wave Therapy. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 387, 8–17.
- Oostinga, D., Steverink, J. G., van Wijck, A. J. M., & Verlaan, J.-J. (2020). An understanding of bone pain: A narrative review. *Bone*, 134, 9.
<https://doi.org/10.1016/j.bone.2020.115272>
- Quervain, I. A. K., Stüssi, E., & Stacoff, A. (2008). Ganganalyse beim Gehen und Laufen. *Schweizerische Zeitschrift für „Sport und Sporttraumatologie“*, 56(2), 35–42.
- Reuter, S. (2020). *Angewandte Sportphysiotherapie—Untere Extremität* (1. Aufl.). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-62052-6>
- Rompe, J. D., Cacchio, A., Furia, J. P., & Maffulli, N. (2010). Low-Energy extracorporeal shock wave therapy as a treatment for medial tibial stress syndrome. *The American Journal of Sports Medicine*, 38(1), 125–132.
<https://doi.org/10.1177/0363546509343804>
- Schießl, H. (2012). Die Muskel-Knochen-Einheit: Der Muskel als Kraftquelle für die Knochenmechanik. *Deutscher Ärzte-Verlag*, 1(2), 66–68.
<https://doi.org/10.328/oup.2012.0066-0068>
- Schmidtbleicher, D., & Haas, H.-J. (o. J.). *Trainingslehre: Kraft & Schnellkraft, Kraft in der Rehabilitation*. 30.
- Schmitter, M., List, T., & Wirz, S. (2013). Erfassung der Schmerzintensität mit eindimensionalen Skalen. *Zeitschrift für Evidenz, Fortbildung und Qualität im Gesundheitswesen*, 107(4–5), 279–284.
<https://doi.org/10.1016/j.zefq.2013.05.008>
- Schoenau, E. (2006). Das Muskelsystem steuert die Skelettentwicklung. *Karger*, 64, 55–62. <https://doi.org/10.1159/000100526>

- Schomacher, J. (2008). Gütekriterien der visuellen Analogskala zur Schmerzbewertung. *physioscience*, 4(3), 125–133. <https://doi.org/10.1055/s-2008-1027685>
- Schünke, M., Schulte, E., Schumacher, U., Voll, M., & Wesker, K. (2018). *Prometheus LernAtlas—Allgemeine Anatomie und Bewegungssystem* (5. Aufl.). Thieme.
- Shirley Ryan AbilityLab. (o. J.). *Numeric Pain Rating Scale*. Shirley Ryan AbilityLab. Abgerufen 28. Februar 2022, von <https://www.sralab.org/rehabilitation-measures/numeric-pain-rating-scale>
- Sobhani, V., Shakibae, A., Khatibi aghda, A., Emami Meybodi, M. K., Delavari, A., & Jahandideh, D. (2015). Studying the relation between medial tibial stress syndrome and anatomic and anthropometric characteristics of military male personnel. *Asian Journal of Sports Medicine*, 6(2), 5. <https://doi.org/10.5812/asjasm.23811>
- Solari, M. (2009). Funktionelle Behandlung des instabilen Rückfusses. *Krankengymnastik - Zeitschrift für Physiotherapeuten*, 12.
- Steingruber, I. E., Wolf, C., Gruber, H., Gabriel, M., Czermak, B. V., Mallouhi, A., & Jaschke, W. (2002). Stressfrakturen bei Athleten. *Der Radiologe*, 42, 771–777. <https://doi.org/10.1007/s00117-002-0797-z>
- Stickley, C. D., Hetzler, R. K., Kimura, I. F., & Lozanoff, S. (2009). Crural fascia and muscle origins related to medial tibial stress syndrome symptom location. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 41(11), 1991–1996. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181a6519c>
- Stiegler, H., Brandl, R., & Krettek, C. (2009). Das chronische rezidivierende Kompartmentsyndrom. *Der Unfallchirurg*, 112(4), 373–380. <https://doi.org/10.1007/s00113-009-1619-9>
- Ullrich, C., Hornig, K., Weinert, F., & Wess, O. (2020). *Praxisbuch Stoßwellentherapie* (K. Knobloch, Hrsg.; 1. Auflage). Urban & Fischer in Elsevier.
- Wank, V. (2021). *Biomechanik der Sportarten: Grundlagen der Sportmechanik und Messtechnik - Fokus Leichtathletik*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-60525-7>

- Wess, O. (2004). Physikalische Grundlagen der extrakorporalen Stoßwellentherapie. *Journal für Mineralstoffwechsel*, 11(4), 7–18.
- Winters, M. (2017). *Medial tibial stress syndrome: Diagnosis, treatment and outcome assessment*.
- Winters, M. (2019). Diagnostik und Therapie des Schienbeinkantensyndroms: Update zur Studienlage. *Springer*, 122(11), 848–853.
<https://doi.org/10.1007/s00113-019-0666-0>
- Winters, M., Bon, P., Bijvoet, S., Bakker, E. W. P., & Moen, M. H. (2017). Are ultrasonographic findings like periosteal and tendinous edema associated with medial tibial stress syndrome? A case-control study. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 20, 128–133.
<https://doi.org/10.1016/j.jsams.2016.07.001>
- 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. <https://doi.org/10.1177/0095399703258776>

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Das Mechanostat-Modell (Kerschlan-Schindl, 2012).....	8
Abbildung 2: Ursprünge der Muskeln entlang der linken medialen Tibia im Zusammenhang mit der häufigsten Lokalisation der Symptome des MTSS (Stickley et al., 2009).....	9
Abbildung 3: Instrument für Anamnese und körperliche Untersuchung bei Unterschenkelschmerzen für die klinische sportmedizinische Praxis (Winters, 2019).....	15
Abbildung 4: elektrohydraulisches Prinzip (Ogden et al., 2001)	21
Abbildung 5: elektromagnetisches Prinzip (Ogden et al., 2001)	22
Abbildung 6: piezoelektrisches Prinzip (Ogden et al., 2001).....	23
Abbildung 7: Entstehung radialer Stosswelle (CuraMedix, o. J.)	23
Abbildung 8: Unterschied Stosswelle (links) zu Druckwelle (rechts) (Lohrer & Gerdesmeyer, 2014)	24
Abbildung 9: Selektionsprozess der Studiensuche (eigene Darstellung)	30
Abbildung 10: Übersicht der Studie von Rompe et al. (2010) (eigene Darstellung)	33
Abbildung 11: Übersicht der Studie von Moen et al. (2012b) (eigene Darstellung)	36
Abbildung 12: Übersicht der Studie von Gomez Garcia et al. (2017) (eigene Darstellung)	38
Abbildung 13: Übersicht der Studie von Newman et al. (2017) (eigene Darstellung)	41
Abbildung 14: Wirkung der radialen Stosswellentherapie zur Hypothese «traktionsinduzierten Periostitis» (eigene Darstellung).....	62
Abbildung 15: Wirkung der fokussierten Stosswellentherapie zur Hypothese «lokale Knochenüberlastung der Tibia» (eigene Darstellung).....	63

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Risikofaktoren des MTSS (Becker et al., 2018; Newman et al., 2013; Yates & White, 2004)	12
Tabelle 2: Überblick über klinisch relevante Informationen des MTSS, CECS und der tibialen Stressfraktur (eigene Darstellung)	17
Tabelle 3: Entstehungsmechanismen fokussierter Stosswellen (eigene Darstellung)	21
Tabelle 4: Vergleich fokussierter und radialer Stosswellen (Ullrich et al., 2020)	25
Tabelle 5: Effekte der niederenergetischen Stosswellen (Ullrich et al., 2020)	26
Tabelle 6: Zusammenfassung der Studien und signifikante Ergebnisse (eigene Darstellung)	44
Tabelle 7: Übersicht der Outcome-Variablen in den vier Hauptstudien (eigene Darstellung)	46
Tabelle 8: Übersichtsdarstellung der verwendeten Messinstrumente und deren Reliabilität und Validität (eigene Darstellung).....	50
Tabelle 9: Demographischen Daten und Charakteristika der Population (eigene Darstellung)	51
Tabelle 10: Kriterien nach Yates und White (Yates & White, 2004).....	55
Tabelle 11: Übersicht der Ein- und Ausschlusskriterien (eigene Darstellung)	56
Tabelle 12: Darstellung der in den Studien verwendeten Trainingsformen (eigene Darstellung)	57
Tabelle 13: Übersicht über Dosierungen der ESWT (eigene Darstellung)	60

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Bedeutung
AICA	Arbeitsinstrument für ein Critical Appraisal
BMI	Body Mass Index
CECS	Chronic Exertional Compartment Syndrome
CT	Computertomographie
ESWT	Extrakorporale Stosswellentherapie
f-SWT	Fokussierte Stosswellentherapie
MRT	Magnetresonanztomographie
MTSS	Medial tibial stress syndrome
NO	Stickstoffmonoxid
NRS	Numerische Rating-Skala
RCT	Randomized controlled trial
r-SWT	Radiale Stosswellentherapie
VAS	Visuelle Analogskala
ZHAW	Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaften

Danksagung

In erster Linie möchten wir uns bei unserer Betreuerin Frau Lutz für die wertvolle Zusammenarbeit und Unterstützung bedanken. Einen herzlichen Dank geht auch an unsere Familien, welche uns beim Korrekturlesen unterstützt haben sowie während der gesamten Zeit zur Seite gestanden sind.

Eigenständigkeitserklärung

Eigenständigkeitserklärung

«Wie erklären hiermit, dass wir die vorliegende Arbeit selbstständig, ohne Mithilfe Dritter und unter Benutzung der angegebenen Quellen verfasst haben.»

Zürich, 23.04.2022



Girardi Yarima



Steiner Jasmin

Wortanzahl

Wortanzahl des deutschen Abstracts: 223

Wortanzahl des englischen Abstracts: 248

Wortanzahl der Arbeit: 11'909

(Exklusive Deckblatt, Inhaltsverzeichnis, Abstract, Abbildungen und Tabellen sowie deren Beschriftung, Inhaltsverzeichnis, Literaturverzeichnis, Abbildungsverzeichnis, Abkürzungsverzeichnis, Tabellenverzeichnis, Eigenständigkeitserklärung, Wortanzahl und Anhang)

Anhang

Glossar

Begriff	Definition
<i>Aδ-Nervenfasern</i>	Bezeichnung von schnell leitenden, myelinisierten, afferenten Nervenfasern (Durchmesser 2-6 μm ; Leitgeschwindigkeit 2-3 m/s)
<i>Bodenreaktionskraft</i>	Gleich grosse, entgegengesetzt gerichtete Kraft zu der Kraft, die ein Körper auf den Boden ausübt
<i>Body Mass Index</i>	«BMI» bewertet das Körpergewicht im Verhältnis zur Körpergrösse
<i>C-Faser</i>	Bezeichnung von langsam leitenden, nicht myelinisierten, afferenten Nervenfasern (Durchmesser 0,4-1,3 μm , Leitungsgeschwindigkeit 0,5-2,3 m/s)
<i>Elektromagnetische Induktion</i>	Entstehung einer elektrischen Spannung an einem elektrischen Leiter durch ein sich veränderndes Magnetfeld
<i>Fasziektomie</i>	Operative Entfernung einer Faszie
<i>Fasziotomie</i>	Operative Eröffnung/Spaltung einer Faszie
<i>Histamin</i>	Gewebehormon und Neurotransmitter, seine Funktionen sind unter anderem: <ul style="list-style-type: none">- Bildung von Magensäure- Steuerung des Schlaf-Wach-Rhythmus- Entzündungsmediator- Aktivierung von Immunzellen
<i>Midstance</i>	Mittlere Standbeinphase
<i>NRS</i>	«Numerische Rating-Skala»: Eindimensionale Schmerzskala von 0 bis 10 um den subjektiven Schmerz von Patienten einordnen zu können; 10 = stärkste vorstellbare Schmerzen, 0 = kein Schmerz
<i>Periostale Resektion</i>	Teilweise Entfernung des Periosts (Knochenhaut)
<i>Plasmablase</i>	In der Physik ein Teilchengemisch aus Ionen, freie Elektronen sowie neutralen Atomen/Molekülen; ein wichtiges Merkmal stellt dabei dessen elektrische Leitfähigkeit dar
<i>Prostaglandin</i>	Ist ein Gewebshormon des menschlichen Körpers mit wichtigen Funktionen: <ul style="list-style-type: none">- Schmerzmediator, d.h. wichtig für lokale Schmerzvermittlung- Mediator für die Hormonwirkung- Entstehung von Fieber und Entzündungsprozessen

<i>Sensitivität</i>	Gibt an, zu wie viel Prozent ein Test bei tatsächlich Kranken die Krankheit auch erkennt
<i>Serotonin</i>	Neurotransmitter und Gewebehormon; unter anderem folgende Funktionen: <ul style="list-style-type: none"> - Schmerzempfindungen - Emotionale Prozesse - Gedächtnisleistung - Schlafsteuerung - Ess-/Sexualverhalten - Thermoregulation
<i>Sharpey'sche Fasern</i>	Kollagene Fasern des Periosts; sind bei Sehnenansätzen und Bänderinsertionsstellen besonders zahlreich vorhanden und sorgen somit für eine zusätzliche Verankerungskraft
<i>Spezifizität</i>	Gibt an, zu wie viel Prozent ein Test tatsächlich Gesunde auch als gesund erkennt
<i>Szintigraphie</i>	Ist eine nuklearmedizinische Untersuchungsmethode bei welcher radioaktiv-markierte Stoffe (Marker) eingenommen werden; diese lagern sich an bestimmten Orten/in bestimmten Organen ab und können anschliessend aufgezeigt werden
<i>Terminalstance</i>	Terminale Standbeinphase
VAS	«Visuelle Analogskala»: Dient zur Erfassung der Schmerzen auf einer kontinuierlichen, grafischen Rating-Skala, diese wird meistens mittels eines farbigen Balkens dargestellt (grün-rot), worauf Patientinnen und Patienten einen vertikalen Strich setzen können
<i>1 Repetition maximum</i>	Das maximale Gewicht, welches eine Person nur einmal in einem definierten Bewegungsbereich bewegen kann

Tabelle 14: Referenzwerte beim Navicular drop test

Physiologisch	5 – 9 mm
Pronation	> 9 mm
Supination	< 5 mm

Tabelle 15: Kurzversion des Suchverlaufs (eigene Darstellung)

Datenbank	Keywords	Anzahl Studien	Anzahl relevante Studien
<i>Cinahl</i>	(medial tibial stress syndrome OR shin splint OR MTSS) AND (treatment OR intervention OR therapy) AND shockwave therapy	4	3
	(medial tibial stress syndrome OR shin splint OR MTSS) AND (treatment OR intervention OR therapy) AND (shockwave therapy OR ESWT)	5	4
	(medial tibial stress syndrome OR shin splint OR MTSS) AND (treatment OR intervention OR therapy) AND (shock wave therapy OR ESWT)	6	4
	(medial tibial stress syndrome or shin splint or MTSS) AND (treatment OR intervention OR therapy) AND extracorporeal shockwave	4	3
<i>Pubmed</i>	((medial tibial stress syndrome OR MTSS OR shin splint) AND (treatment OR intervention OR therapy)) AND (ESWT OR Shockwave OR shock wave OR shockwave therapy)	12	8
	((medial tibial stress syndrome OR MTSS OR shin splint) AND (treatment OR intervention OR therapy)) AND (ESWT OR Shockwave OR shock wave OR (shockwave therapy) OR extracorporeal shockwave therapy)	12	8
<i>MEDLINE via Ovid</i>	(medial tibial stress syndrome OR MTSS OR shin splint) and (treatment OR intervention OR therapy) and (ESWT OR shockwave OR shock wave OR extracorporeal shockwave)	12	19
<i>Total</i>		55	39

Tabelle 16: Suchkombination für die ausgewählten Studien (eigene Darstellung)

Studie	Keywords	Datenbank, Anzahl Treffer
<i>(Moen et al., 2012b)</i>	(medial tibial stress syndrome OR shin splint OR MTSS) AND (treatment OR intervention OR therapy) AND shockwave therapy	Cinahl, 4
<i>(Newman et al., 2017)</i>	(medial tibial stress syndrome OR shin splint OR MTSS) AND (treatment OR intervention OR therapy) AND shockwave therapy	Cinahl, 4
<i>(Gomez Garcia et al., 2017)</i>	((medial tibial stress syndrome OR MTSS OR shin splint) AND (treatment OR intervention OR therapy)) AND (ESWT OR Shockwave OR shock wave OR (shockwave therapy)	Pubmed, 11
<i>(Rompe et al., 2010)</i>	((medial tibial stress syndrome OR MTSS OR shin splint) and (treatment OR intervention OR therapy) and (ESWT OR shockwave OR shock wave OR extracorporeal shockwave))	Medline, 9

Tabelle 17: Trainingsprogramm von Rompe et al. (2010)

Trainingsprogramm der Studie von Rempe et al. (2010)	
Dehnungen Unterschenkel	
1.	Wadendehnung im Sitzen 3x30 Sek 1.1. <i>Progression</i> : Stehende Wadendehnung, 3x 30-60 Sek
2.	Dehnung des anterioren Kompartments im Stand, 10x10 Sek
Sprunggelenksbeweglichkeit	
3.	Aktive Bewegungen des Sprunggelenkes in alle Richtungen, je 20 Reps.
Kraft Unterschenkel mit Theraband	
4.	Dorsalextension im Sitzen, 3x10 Reps
5.	Plantarflexion in Sitzen, 3x10 Reps
6.	Inversion im Sitzen, 3x10 Reps
7.	Eversion im Sitzen, 3x10 Reps
Kraft Unterschenkel ohne Theraband	
8.	Calf-Raises, 2x10 Reps
9.	Toe-Raises, sitzend 3x10 Reps 9.1. <i>Progression</i> : Toe-Raises stehend 5 Sek, 3x10 Reps

Tabelle 18: Trainingsprogramm der Studie von Moen et al. (2012b)

Phase	Untergrund	Minuten	Total (min)	Km/h	Intensität
1	Laufband	2-2-2-2-2-2-2-2	16 min	2= 10km/h 2 = 6km/h	-
2	Laufband	2-2-2-2-2-2-2-2	16 min	2= 12km/h 2 = 6km/h	-
3	Beton	3-2-3-2-3-2-3-2	20 min	3 = laufen 2 = gehen	1-2 *
4	Beton	3-2-3-2-3-2-3-2	20 min	3 = laufen 2 = gehen	2-3 *
5	Beton	konstantes Laufen	16 min	-	1-2 *
6	Beton	konstantes Laufen	18 min	-	2-3 *

* Intensität 1 = leichtes Joggen, Intensität 2 = joggen, sprechen ist dabei gut möglich, 3 = joggen, Sprechen ist dabei erschwert

Tabelle 19: AICA Rompe et al. (2010)

	Forschungsschritte	Leitfragen zur inhaltlichen Zusammenfassung	Leitfragen Würdigung
Einleitung	<p>Problembeschreibung Bezugsrahmen Forschungsfrage (Hypothese)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Um welche Konzepte/Probleme handelt es sich?</i> Das MTSS ist laut der Studie für bis zu 50% der Unterschenkelverletzungen verantwortlich. Die Beweise für die Wirksamkeit von Behandlungsmethoden des MTSS sind gering. Die Stosswellentherapie wird seit vielen Jahren erfolgreich zur Behandlung von verschiedenen muskuloskelettalen Erkrankungen eingesetzt. Da diese z.B. auch bei Insertionstendinopathien erfolgreich eingesetzt wurden, stellt sich nun die Frage, ob die niederenergetische ESWT auch eine sichere & wirksame Behandlungsmethode beim chronischen MTSS darstellt. - <i>Was ist die Forschungsfrage, -Zweck bzw. das Ziel der Studie?</i> Es soll ermittelt werden, ob die niederenergetische ESWT eine sichere und wirksame Behandlungsmethode für das chronische MTSS ist. - <i>Welchen theoretischen Bezugsrahmen weist die Studie auf?</i> Andere Studien/Literatur, welche das Krankheitsbild des MTSS genauer definiert und auch mögliche Behandlungsmethoden des MTSS neben der ESWT. Ebenfalls wird mit Hilfe von weiterer Literatur die Wirkung von ESWT auf verschiedene Gewebe kurz angeschnitten. - <i>Mit welchen Argumenten wurde der Forschungsbedarf begründet?</i> Da die Beweise für effektive Behandlungsmethoden beim MTSS noch sehr gering sind, das Risiko für Rezidive hoch ist und durch gute Effekte der ESWT bei anderen Insertionstendinopathien möglicherweise auch ein MTSS behandelt werden kann. Weiter hat es aber nur wenige Argumente für den Forschungsbedarf in der Einleitung. 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Beantwortet die Studie eine wichtige Frage der Berufspraxis/ BA-Fragestellung?</i> Ja, teils. Die Studie untersucht den Effekt der ESWT bei MTSS. Bei den Outcome Variablen hilft die Studie zur Beantwortung der Fragestellung lediglich in Bezug auf die Schmerzreduktion und in begrenztem Mass auf die Dauer bis zur Rückkehr zum gewohnten Aktivitätslevel. Es wird zusätzlich auch der subjektive Grad der Besserung durch eine Skala gemessen. Die Verlängerung der Laufstrecke hat in dieser Studie jedoch keine Relevanz. - <i>Sind die Forschungsfragen klar definiert? Ev. durch Hypothesen ergänzt?</i> Es wird keine klare Forschungsfrage definiert. Im Abstract wird lediglich eine kurze, ungenaue Hypothese genannt, in der Einleitung selbst gar nicht. Es werden auch keine zu untersuchenden Outcome-Variablen in der Einleitung erwähnt. Das Ziel der Studie kommt jedoch beim Lesen trotzdem klar hervor. - <i>Wird das Thema/Problem im Kontext von vorhandener konzeptioneller und empirischer Literatur logisch dargestellt?</i> Es wird vor allem auf andere Studien und Literatur zur Erarbeitung der Theorie des MTSS (Inzidenz, Definition, Kinik, nicht-operative und operative Behandlungsmethoden, etc.) eingegangen. Auf andere Studien, welche sich mit der Behandlung des Syndroms mit ESWT auseinandergesetzt haben, wird nicht eingegangen.
Methode	<p>Design</p>	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Um welches Design handelt es sich?</i> Retrospektive Kohortenstudie, Evidenzgrad III. - <i>Wie wird das Design begründet?</i> Das Design wird nicht genauer begründet und nur im Abstrakt sowie in der Diskussion erwähnt; die Information fehlt im Methodenteil. 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Ist die Verbindung zwischen der Forschungsfrage und dem gewählten Design logisch und nachvollziehbar?</i> Es ist möglich eine Kohortenstudie zu machen. Es wird keine Erklärung zum Studiendesign gegeben, wodurch die Gedanken der Forschenden nicht nachvollziehbar gemacht werden. Die Frage, ob eine RCT nicht sinnvoller wäre, um die Wirkung der ESWT zu beurteilen, kann gestellt werden. Dort wäre die interne Validität sicherlich besser. - <i>Werden die Gefahren der internen und externen Validität kontrolliert?</i> Wurde nicht explizit kontrolliert. <ul style="list-style-type: none"> - Interne Validität: + ähnliche Gruppen durch Matching (+ dies durch <u>geblindeten</u> Assistenzarzt)

			<ul style="list-style-type: none"> + Therapie durch Senior Autor selbst immer mit demselben Gerät durchgeführt + Heimprogramm (2x/d) wird sehr genau beschrieben, ansonsten wurde „relative rest“ für die ersten 6 Wochen empfohlen, dann langsam wieder Aktivität steigern > alle haben ungefähr gleiches Aktivitätslevel + & - Kontrolle bzgl. Adhärenz der TN fraglich, da Kontrolle bei Arzt nur in Woche 2,3,4 (gut, dass gemacht; aber zu wenig häufig). 11/47 TN der Interventionsgruppe nicht regelmässig Programm durchgeführt - keine Randomisierung - Keine Kontrolle über Placebo Effekte von ESWT bei MTSS in Interventionsgruppe, da keine Gruppe mit Scheindosis behandelt wurde (Placeboeffektanteil in Interventionsgruppe unklar) - Zusätzlich haben TN für ESWT bezahlt, was Effekt auf Outcome haben könnte - sehr subjektive Variablen - Externe Validität: <ul style="list-style-type: none"> + klare Ein- & Ausschlusskriterien was Übertragbarkeit auf Population vereinfacht - eher kleine Stichprobengrösse > Übertragbarkeit auf Population nicht gewährleistet - Rekrutierung über Behandlung im Spital > nicht für alle zugänglich (je nachdem wo Studie gemacht wurde, unklar) & ESWT selbst bezahlen; wieder nur bestimmte Gruppe von Teilnehmern bei ESWT
Stichprobe		<ul style="list-style-type: none"> - <i>Um welche Population handelt es sich?</i> Körperlich aktive Personen mit anhaltendem MTSS (> 6 Monaten) - <i>Welches ist die Stichprobe?</i> <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Wer? Wieviel? Charakterisierungen?</i> <ul style="list-style-type: none"> - Ambulante Patienten mit MTSS - Laufsportler (Laufen, Fussball, Leichtathletik, schwerer Beruf) - Seit mind. 6 Monaten ein einseitiges chronisches MTSS - Dabei haben mind. 3 herkömmliche nicht-operative Massnahmen über Zeitraum von mind. 3 Monaten versagt - Bei allen wurde Röntgenbild gemacht; bei unklaren Fällen noch Szintigraphie - Je 47 Probanden in Kontroll- & Interventionsgruppe 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Ist die Stichprobenziehung für das Design angebracht?</i> Ja, bei Kohortenstudie werden Personen mit gewissem Merkmal (hier MTSS) in Bezug auf bestimmte Intervention über einen Zeitraum beobachtet. - <i>Ist die Stichprobe repräsentativ für die Zielpopulation?</i> <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Auf welche Population können die Ergebnisse übertragen werden?</i> Da Ein- und Ausschlusskriterien abgegeben werden, können die Ergebnisse auf eine bestimmte Population (die Ein-/ Ausschlusskriterien erfüllen) übertragen werden. Da die Stichprobengrösse jedoch relativ klein ist, sind sie nur begrenzt übertragbar (trotz sample size calculation). - <i>Ist die Stichprobengrösse angemessen? Wie wird sie begründet? Beeinflussen die Drop-Outs die Ergebnisse?</i>

		<p>⇒ Probanden wurden anhand einer Anamnese/körperlichen Untersuchung untersucht & auf Ein- sowie Ausschlusskriterien der Studie überprüft</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Wie wurde die Stichprobe gezogen?</i> <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Probability sampling?</i> ▪ <i>Non-probability sampling?</i> <p>Es wurden die Patienten, welche aufgrund eines anhaltenden MTSS ambulant in die Klinik, anhand einer Anamnese & körperlichen Untersuchung untersucht & auf Ein-/Ausschlusskriterien der Studie hin überprüft. Daraufhin waren es 127 Patienten, wovon sich 47 (eigentlich 49, 2 wurden aber ausgeschlossen aufgrund anderer Gründe) freiwillig für eine ESWT entschieden. Die Kontrollgruppe wurde dann in gleicher Grösse & mit möglichst ähnlichen demographischen Daten aus den restlichen 78 Patienten durch einen geblindeten Assistenzarzt retrospektiv gematcht. Dies entspricht einem non-probability sampling.</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Wird die Auswahl der Teilnehmenden beschrieben und begründet?</i> Ja, die Probanden mussten den diversen Ein- & Ausschlusskriterien entsprechen. Eine genaue Begründung liegt jedoch nicht vor. Die Kontrollgruppe wurde so ausgewählt, dass sie den demographischen Daten der Interventionsgruppe möglichst ähnlich sind. - <i>Gibt es verschiedene Studiengruppen?</i> Ja, eine Interventionsgruppe und eine Kontrollgruppe. 	<p>Sie wird durch sample size calculation auf 40 TN pro Gruppe festgelegt, was jedoch nichtsdestotrotz eher wenig ist. Zwei TN aus der Interventionsgruppe konnten die Studie nicht beenden (1 wegen Achillessehnenendinopathie, welche mit ESWT behandelt wurde, 1 wegen ungenügenden follow up Daten. Sie werden jedoch nicht in die Analyse miteinbezogen, was einen Einfluss auf die Ergebnisse (scheinen positiver/signifikanter als sie sind) haben könnte.</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Wie wurden die Vergleichsgruppen erstellt? Sind sie ähnlich?</i> 47 Probanden (entspricht Grösse von Interventionsgruppe) wurden von 78 Probanden (welche sich allein für Heimtrainingsprogramm entschieden haben) so ausgewählt, dass sie am besten von Alter & Geschlecht her mit Behandlungsgruppe übereinstimmen. Dabei war der Assistenzarzt, welcher diese auswählte, gegenüber dem klinischen Ergebnis der einzelnen Probanden geblindet. Es ergaben sich keine statisch signifikanten Unterschiede in Alter & Geschlecht ($p = 0.8$). Ob die Gruppen Normalverteilung aufweisen wird nicht erwähnt. - <i>Werden Drop-Outs angegeben und begründet?</i> Ja. 2 Drop-outs werden angegeben und begründet.
Datenerhebung		<ul style="list-style-type: none"> - <i>Welche Art von Daten wurde erhoben? (physiologische Messungen, Beobachtung, schriftliche Befragung, Interview)</i> <ul style="list-style-type: none"> - Grad der Besserung erfasst durch 6-stufige Likert-Skala - Erfassung des aktuellen Schmerzgrades mit NRS - aktuelle sportliche Aktivität verglichen mit deren vor dem Auftreten der Symptome (Art(en) der ausgeübten Sportarten, wöchentliche Stundenanzahl, verwendete Trainingsfläche) - Zeit bis zu Rückkehr zur gewohnten Aktivität ⇒ wurden mittels eines standardisierten Formulars festgehalten - <i>Wie häufig wurden Daten erhoben?</i> <ul style="list-style-type: none"> - Likert-Skala & NRS je 1,4 & 15 Monate nach Studienbeginn - Zeit bis Rückkehr zu gewohnter Aktivität spätestens nach 15 Monaten, genauer Zeitpunkt unklar - aktuelle sportliche Aktivität nur zu Beginn der Studie 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Ist die Datenerhebung für die Fragestellung nachvollziehbar?</i> Jein. Die erhobenen Daten sind nachvollziehbar, jedoch wäre eine weitere <u>objektive</u> Outcome-Variabel wünschenswert. - <i>Sind die Methoden der Datenerhebung bei allen Teilnehmern gleich?</i> Ja. - <i>Sind die Daten komplett, d.h. von allen Teilnehmern erhoben?</i> Wird nicht genau erwähnt, scheint aber so. Die Daten der 2 Drop-outs wurden nicht erhoben.

<p>Messverfahren und/ oder Instrumente</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Welche Messinstrumente wurden verwendet (Begründung)? ⇒ da es für MTSS keine krankheitsspezifischen Fragebögen gibt, wurden allgemeine Ergebnismasse gewählt (Schmerzintensität & Genesung) - Primäre Ergebnismessung: Grad der Erholung nach 4 Monaten im Vergleich zum Ausgangswert, gemessen auf einer 6-stufigen Likert-Skala (Dichotomisierung der Ergebnisse > vollständig erholt/stark gebessert = Erfolg, etwas verbessert, gleich, schlechter & viel schlechter = Misserfolg) - Sekundäre Ergebnismessung: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Grad der Erholung nach 1 & 15 Monaten im Vergleich zum Ausgangswert, gemessen auf einer 6-stufigen Likert-Skala (Dichotomisierung der Ergebnisse > vollständig erholt/stark gebessert = Erfolg, etwas verbessert, gleich, schlechter & viel schlechter = Misserfolg) ▪ Schwere der Schmerzen: numerische Bewertungsskala (NRS, 0 = keine Schmerzen/10 = sehr starke Schmerzen), 1/4/15 Monate nach Ausgangswert ▪ Aktuelle sportliche Aktivität verglichen mit Bewegungsniveau vor Auftreten der Symptome (Art der ausgeübten Sportart, wöchentliche Stundenzahl, verwendete Trainingsfläche) - Welche Intervention wird getestet? <ul style="list-style-type: none"> - Interventionsgruppe: 12 Wochen lang 2x täglich Heimtrainingsprogramm, relative Ruhe, Eis + Stosswellenbehandlung in Woche 2,3,4 (2000 Schocks mit einem Druck von 2.5 bar; entspricht 0.1 mJ/mm²) - Kontrollgruppe: 12 Wochen lang 2x täglich Heimtrainingsprogramm, relative Ruhe, Eis 	<ul style="list-style-type: none"> - Sind die Messinstrumente zuverlässig (reliability)? Likert-Skala: Keine Angaben in dieser Studie. Da es sich jedoch um eine klar definierte Skala handelt, kann von einer guten Reliabilität ausgegangen werden. NRS: Keine Angaben in dieser Studie, laut anderen Quellen ist die NRS jedoch reliabel. (Shirley Ryan AbilityLab, o. J.) Bezüglich Rückkehr zur gewohnten Aktivität unklare Reliabilität, da nicht klar wird, wie dies erhoben wurde. - Sind die Messinstrumente valide (validity)? Likert-Skala: Keine Angaben in dieser Studie. Es misst den subjektiven Grad der Besserung auf einer 6-Punkte-Skala. Die Validität kann also als gut angesehen werden, da dies auch die Variable war, welche die Forschenden messen wollten. NRS: Keine Angaben in dieser Studie, laut anderen Quellen ist die NRS jedoch valide. (Shirley Ryan AbilityLab, o. J.) Bezüglich Rückkehr zur gewohnten Aktivität unklare Validität, da nicht klar wird, wie dies erhoben wurde. - Wird die Auswahl der Messinstrumente nachvollziehbar begründet? Es wird keine Begründung gegeben, warum genau diese Messinstrumente. Es wird lediglich gesagt, dass es keine krankheitsspezifischen Fragebögen gibt. Daher wird Schmerzintensität und Grad der Erholung (subjektiv) gemessen. - Sind mögliche Verzerrungen/Einflüsse auf die Intervention erwähnt? Jein. Es wurde vermerkt, dass die Person, welche die Daten sammelte und in die Datenbank eingab, gegenüber der Intervention geblendet war. Es wird noch weiter erwähnt (Resultatteil), dass die Einnahme bestimmter Schmerzmedikamente, die Ergebnisse beeinflussen kann & das einige der Teilnehmer diese eingenommen haben.
<p>Datenanalyse</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Welches Datenniveau weisen die erhobenen Variablen auf? <ul style="list-style-type: none"> - Likert-Skala: ordinalskaliert ⇒ Erfolg/Misserfolg: nominalskaliert - NRS: eigentlich ordinalskaliert; wird aber i.d.R. als intervallskaliert gebraucht - Rückkehr Sport: nominalskaliert (ja/nein) - Zeit bis zu Rückkehr zu gewohnter Aktivität: proportionalskaliert - Alter & Symptombdauer: proportionalskaliert - Welche statistischen Verfahren wurden zur Datenanalyse verwendet (deskriptive und/oder schliessende)? <ul style="list-style-type: none"> - Die statistische Analyse wurde mit GraphPad InStat Version 3.00 für Windows durchgeführt 	<ul style="list-style-type: none"> - Werden die Verfahren der Datenanalyse klar beschrieben? Jein, es wird zwar erwähnt, welche Tests und Software zur Datenanalyse genutzt wurden. Genauer wird aber nicht auf Vorgehen und Berechnung eingegangen. - Wurden die statistischen Verfahren sinnvoll angewendet? <ul style="list-style-type: none"> - Chi²-Test zur Auswertung Erfolg/Misserfolg sinnvoll; zum Vergleich von demographischen Variablen (Alter/Symptombdauer in Monaten) nicht sinnvoll aufgrund von Datenniveau - 2-tailed t-test zur Analyse der Schmerzwerte sinnvoll - Entsprechen die verwendeten statistischen Tests den Datenniveaus?

		<ul style="list-style-type: none"> - Veränderung NRS-Werte: Subtraktion der Ergebnisse bei Erstuntersuchung von denen bei Nachuntersuchung ⇒ Analyse der Schmerzwerte (NRS) durch 2-tailed t-Test - exakter Chi²-Test: Testen der Unterschiede zwischen den Anteilen der Ausgangsmerkmale + Erfolg/Misserfolg (Likert-Skala) - Wurde ein Signifikanzniveau festgelegt? p < 0.05 (2-seitig) wurde als statistisch signifikant erachtet 	<ul style="list-style-type: none"> - Chi²-Test verlangt ordinal- oder nominalskalierte Daten > bei Erfolg/Misserfolg deshalb sinnvoll, bei Vergleich Alter/Symptombdauer der beiden Gruppen nicht - 2-tailed t-Test verlangt intervallskalierte Daten > NRS ist intervallskaliert, deshalb sinnvoll zum Vergleich der 2 Gruppen - Erlauben die statistischen Angaben eine Beurteilung? Der Vergleich mit dem Chi²-Test nicht, da demographische Daten nicht nominal- oder ordinalskaliert sind. Die restlichen Daten schon. Normalverteilung wird ebenfalls nicht explizit erwähnt, lediglich dass Daten die Annahmen für die gewählten statistischen Tests erfüllen, was jedoch nicht ganz stimmt. - Ist die Höhe des Signifikanzniveaus nachvollziehbar und begründet? P < 0.05 nachvollziehbar, da Standardwert. Wird aber nicht genauer erläutert.
	Ethik	<ul style="list-style-type: none"> - Welche ethischen Fragen werden von den Forschenden diskutiert & werden entsprechende Massnahmen durchgeführt? Es wurden nicht direkt ethische Fragen diskutiert. Jedoch wird kurz erwähnt, dass die Patienten über die verschiedenen Optionen inkl. finanzieller Belastung, potentielle Risiken, Nutzen und Ergebnisse im Zusammenhang mit den verschiedenen Optionen aufgeklärt wurden. Sie gaben eine informierte Einwilligung zur Teilnahme an der Studie. - Falls relevant: ist eine Genehmigung einer Ethikkommission eingeholt worden? Nein. 	<ul style="list-style-type: none"> - Inwiefern sind alle relevanten ethischen Fragen diskutiert und entsprechende Massnahmen durchgeführt worden? Unter anderem zum Beispiel auch die Beziehung zwischen Forschenden und Teilnehmenden? Ja, die Patienten wurden über verschiedene Aspekte der Behandlung inkl. Nebenwirkungen informiert. Sie konnten dann selbstständig entscheiden, ob sie eine Stosswellentherapie erhalten oder zur Kontrollgruppe mit Heimprogramm eingeteilt werden wollen. Deshalb gibt es keine weiteren relevanten ethischen Fragestellungen. Ansonsten wird nichts Genaueres erwähnt.
Ergebnisse	Ergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> - Welche Ergebnisse werden präsentiert? <ul style="list-style-type: none"> - Messungen bzgl. Likert-Skala & NRS nach 1, 4 & 15 Monaten nach Studienbeginn für die Behandlungs- sowie Kontrollgruppe. - Anzahl der Probanden in Behandlungs- sowie Kontrollgruppe, die nach 15 Monaten zu bevorzugtem Sport zurückkehren konnten + Zeit bis zur Rückkehr zum Sport - Welches sind die zentralen Ergebnisse der Studie? <ul style="list-style-type: none"> - Likert-Skala (von 1-6; 1/2 = Erfolg, 3-6 = Misserfolg): Prozentsatz der Probanden mit Werten 1 & 2 in Monat 1,4 & 15 in der Behandlungsgruppe statistisch signifikant grösser als in Kontrollgruppe (p < 0.001 zu jedem Zeitpunkt) - NRS: Zwischen den Zeitpunkten Studienbeginn sowie 1, 4 & 15 Monaten nach Studienbeginn war das Ausmass der Reduktion der NRS-Werte in der Behandlungsgruppe statistisch signifikant grösser als in der Kontrollgruppe (p < 0.001 zu jedem Zeitpunkt) - NRS: Die mittlere Differenz der Veränderung zwischen dem NRS-Basiswert und den NRS-Werten nach 1,4 & 15 Monaten wurde 	<ul style="list-style-type: none"> - Sind die Ergebnisse präzise? Ja, sie werden inkl. p-Wert angegeben. Allg. Bemerkung: Ergebnisse werden nur so dargestellt, dass Verbesserung in Interventionsgruppe immer grösser ist als in Kontrollgruppe. Die Kontrollgruppe selbst hat aber auch eine Verbesserung von Monat 1 bis zu Monat 15. Es wird dabei nicht erwähnt, ob es sich dort auch um eine signifikante Verbesserung handelt; dies wäre auch relevant. - Wenn Tabellen/Grafiken verwendet wurden, entsprechen diese folgenden Kriterien? <ul style="list-style-type: none"> ▪ Sind sie präzise und vollständig (Titel, Legenden...) Ja, formell schon. Inhaltlich fehlt p-Wert. ▪ Sind sie eine Ergänzung zum Text? Ja.

		<p>ebenfalls verglichen. Zu jedem Zeitpunkt war das Ausmaß der Veränderung der NRS-Werte in der Behandlungsgruppe signifikant größer als in der Kontrollgruppe.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rückkehr zu Sport: 15 Monate nach Studienbeginn konnten in der Behandlungsgruppe 40 von 47 Probanden zur bevorzugten Sportart zurückkehren, in der Kontrollgruppe waren es 22 von 47 Probanden. Die Zeitspanne reichte dabei von 6 Wochen bis 6 Monate. - Weder in der Interventions- noch in der Kontrollgruppe berichtete jemand über Verschlechterung der Symptome im Vergleich zum Zeitpunkt vor der Behandlung <p>- <i>Werden die Ergebnisse verständlich präsentiert (Textform, Tabellen, Grafiken)?</i> Ja. Die Studie enthält lediglich eine Tabelle zur Likert-Skala. Ansonsten werden die Ergebnisse im Text präsentiert. Eine weitere Tabelle oder Grafik mit Ergebnissen wäre zur Übersichtlichkeit der Studie wünschenswert.</p>	
Diskussion	<p><i>Diskussion und Interpretation der Ergebnisse</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Werden signifikante und nicht signifikante Ergebnisse erklärt? Wie Interpretieren die Forschenden die Ergebnisse?</i> Die signifikanten Ergebnisse werden nur kurz erwähnt, nicht unbedingt erklärt. Aus den Ergebnissen folgern die Forschenden, dass die radiale Stosswellentherapie eine wirksame nicht-invasive Behandlung bei chronischem MTSS darstellt und dass die Behandlungsergebnisse mind. 1 Jahr lang anhalten. - <i>Kann die Forschungsfrage aufgrund der Daten beantwortet werden?</i> Ja. Die Frage kann zwar nicht abschliessend beantwortet werden, da die Studie aber eine der Ersten ist, welche die Behandlung des MTSS mit radialer ESWT untersucht, leistet sie einen wertvollen Informationsbeitrag zu der Thematik. - <i>Werden Limitationen diskutiert?</i> Ja, es gab keine Randomisierung und keine Placebogruppe in der Untersuchung. Ebenfalls betrug die Dauer der Nachbeobachtung nur 15 Monate (ist eher lange im Vergleich zu anderen Studien). Hinzu kommt, dass bei der Diagnosstellung nicht bei allen Probanden eine Knochenszintigraphie oder ein MRT durchgeführt wurden. - <i>Werden die Ergebnisse mit ähnlichen Studien verglichen?</i> Ja, jedoch nur mit einer Studie, da die Autoren der Studie nur diese auffindig machen konnte. Dabei bekamen die Probanden während 14 Monaten 5 Anwendungen mit einem radialen Stosswellengerät. 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Werden alle Resultate diskutiert?</i> Nein. Es werden nur die wichtigsten Resultate kurz zusammengefasst. - <i>Stimmt die Interpretation mit den Resultaten überein?</i> Ja, die in der Diskussion erwähnten Resultate stimmen mit den Ergebnissen überein. - <i>Werden die Resultate in Bezug auf die Fragestellung/Hypothesen, Konzepte und andere Studien diskutiert und verglichen?</i> Nicht sehr ausführlich. Es wird lediglich eine Studie erwähnt, jedoch wird die vorliegende Studie nicht damit verglichen. Daneben werden v.a. Risikofaktoren zur Entstehung eines MTSS, Diagnoseverfahren sowie Behandlungsempfehlungen neben Stosswellentherapie erläutert. Die Fragestellung wird nur kurz und knapp beantwortet. - <i>Wird nach alternativen Erklärungen gesucht?</i> Nein.

	<p><i>Schlussfolgerung Anwendung und Verwertung in der Pflegepraxis</i></p>	<p>- <i>Welche Implikationen für die Praxis, Theorien und zukünftige Forschung sind beschrieben?</i> Die Studie impliziert, dass die niederenergetische radiale SWT sicher und wirksam ist, um zur Behandlung bei Patienten mit chronischem MTSS eingesetzt zu werden. Die Verbesserung der Symptome hält dabei mindestens ein Jahr lang an. Es sollten jedoch weitere, auch prospektive Studien durchgeführt werden, um das Ergebnis zu bestätigen. Da die Studie einen positiven Effekt mit dieser Dosierung der radialen ESWT bei MTSS gefunden hat, könnte dies so in der Praxis angewendet werden.</p>	<p>- <i>Ist diese Studie sinnvoll? Werden Stärken und Schwächen aufgewogen?</i> Ja. Die Studie ist als eine der ersten Studien zu diesem Thema sehr sinnvoll. Es gibt erste Hinweise zur Effizienz der Behandlung von MTSS mit ESWT bei sportlich aktiven Personen. Auf Schwächen wird eingegangen, auf Stärken wird der Fokus jedoch weniger stark gelegt.</p> <p>- <i>Wie und unter welchen Bedingungen sind die Ergebnisse in die Praxis umsetzbar?</i> Die Behandlung des MTSS mit radialer Stosswellentherapie ist, überall wo es ein radiales Stosswellengerät hat, in die Praxis umsetzbar.</p> <p>- <i>Wäre es möglich diese Studie in einem anderen klinischen Setting zu wiederholen?</i> Ja, es wäre gut möglich, diese Studie in einem anderen klinischen Setting zu wiederholen. Dabei könnten dessen Schwächen durch Einbezug von Randomisierung und einer Placebogruppe verbessert werden. Eine grössere Stichprobe wäre ebenfalls sinnvoll.</p>
--	---	---	---

Tabelle 20: AICA Moen et al. (2012b)

	Forschungsschritte	Leitfragen zur inhaltlichen Zusammenfassung	Leitfragen Würdigung
Einleitung	<p><i>Problembeschreibung</i> <i>Bezugsrahmen</i> <i>Forschungsfrage</i> <i>(Hypothese)</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Um welche Konzepte / Problem handelt es sich?</i> MTSS ist eine sehr verbreitetes Schmerzsyndrom welches v.a. bei der sportlichen Bevölkerung auftritt und mit einer Inzidenz von 4-35% beschrieben wird. Durch die Therapie mit Stosswellen und die damit verbundene Regulierung der Knochenzellen, könnten Betroffene des MTSS schneller genesen und somit zügiger ihre sportliche Tätigkeit schmerzfrei wiederaufnehmen. - <i>Was ist die Forschungsfrage, -Zweck bzw. das Ziel der Studie?</i> Das Ziel der Studie war es, zwei Behandlungsansätze beim MTSS zu beschreiben und zu vergleichen: Ein isoliertes abgestuftes Laufprogramm und fokussierte Stosswellentherapie in Kombination mit demselben abgestuften Laufprogramm. - <i>Welchen theoretischen Bezugsrahmen weist die Studie auf?</i> Die Studie gibt Einblicke in die Inzidenz von MTSS und oft diskutierte Pathogenesen (Traktionsperiostitis und überlasteter Knochenumbau). Es werden Befunde, wie eine verringerte Knochendichte und den möglichen Einfluss von ESWT auf diese beschrieben. Mit einer Therapie, welche die Knochenzellen hochreguliert, könnte die Knochendichte eventuell verbessert und somit Symptome verringert werden. Grundlage für diese Hypothese bieten Studien, welche eine entsprechende Behandlung mit ESWT bei Stressfrakturen versuchten und positive Ergebnisse vorzeigen konnten. - <i>Mit welchen Argumenten wurde der Forschungsbedarf begründet?</i> Aufgrund der erwähnten Studien bei Stressfrakturen und den biologischen Mechanismen dahinter, soll eine entsprechende Studie (ESWT bei MTSS) durchgeführt werden. Es wurde bisher noch keine vergleichbare Studie durchgeführt. 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Beantwortet die Studie eine wichtige Frage der Berufspraxis/ BA-Fragestellung?</i> Es wird analysiert, ob durch eine Stosswellentherapie die Teilnehmenden der Studie schneller das Level 6 eines progressiven Laufprogrammes abschliessen können als wenn auf eine solche Therapie verzichtet wird. Die Schmerzreduktion wird aber nicht isoliert betrachtet, sondern ist beim Laufprogramm «integriert» - so ist ein Aufstieg in das nächste Level nur bei VAS unter 4/10 erlaubt. - <i>Sind die Forschungsfragen klar definiert? Ev. durch Hypothesen ergänzt?</i> Nein es wird keine Forschungsfrage genannt und da es sich um eine prospektive Studie handelt, auch keine Hypothese beschrieben. Es wird aber deutlich, was das Ziel der Studie ist und welche Interventionen miteinander verglichen und beobachtet werden. - <i>Wird das Thema/Problem im Kontext von vorhandener konzeptioneller und empirischer Literatur logisch dargestellt?</i> Ja, sie informiert über das Auftreten von MTSS, mögliche Ursachen und Pathogenesen. Sie zeigen auch schön auf, wieso die Wirkung von ESWT bei MTSS einen möglichen positiven Effekt haben könnte.
Methode	<p><i>Design</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Um welches Design handelt es sich?</i> prospektive, kontrollierte Beobachtungsstudie - <i>Wie wird das Design begründet?</i> Da es zum Zeitpunkt der Planung dieser Studie noch keine anderen Studien über den Einsatz von ESWT bei MTSS gab, fehlten wichtige Effektgrößen und somit konnte keine angemessene Leistungsanalyse durchgeführt werden. Deshalb hat man sich für die prospektiv kontrollierte Beobachtungsstudie entschieden. 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Ist die Verbindung zwischen der Forschungsfrage und dem gewählten Design logisch und nachvollziehbar?</i> Ja, wurde gut und logisch begründet. - <i>Werden die Gefahren der internen und externen Validität kontrolliert?</i> Die interne Validität wird kontrolliert, durch den Ausschluss von Störfaktoren (Unterschiede der beiden Gruppen bez. Ausgangsmerkmale). Somit kann sichergestellt werden, dass die Anwendung der ESWT der einzige Faktor ist, welcher die Verbesserungen erklären kann. Weitere Faktoren, welche die interne Validität beeinflussen sind:

			<ul style="list-style-type: none"> + ESWT wurde nur von einem Physiotherapeuten (immer der gleiche) immer an der gleichen Stelle und ohne Lokalanästhesie appliziert + Die ESWT-Applikation wird sehr genau beschrieben, strukturiertes Vorgehen + Alle Teilnehmer führen den gleichen Laufstest zu Beginn der Studie durch - Es ist nicht klar, ob sich alle an die Schritte des Laufprogrammes halten, was die interne Validität schwächen könnte. <p>Die Externe Validität wird nicht explizit kontrolliert; Faktoren, welche diese beeinflussen sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> + Klare Ein-/Ausschlusskriterien, nach Yates and White (2014) - Eher kleine Stichprobengröße - Je nach Land, können sich nicht alle Leute ein Spitalbesuch leisten (unklar, wo die Studie durchgeführt wurde. Niederlande?) - Alles Personen, welche ein Spital aufgesucht haben und sich davon eine Verbesserung der Beschwerden erhoffen => sind wahrscheinlich sehr motiviert
<i>Stichprobe</i>	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Um welche Population handelt es sich?</i> Betroffene des MTSS aus der gesamten Bevölkerung (unklar welches Land), welche deswegen ein Spital aufsuchen - <i>Welches ist die Stichprobe?</i> <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Wer? Wieviel? Charakterisierungen?</i> <ul style="list-style-type: none"> - 42 Patienten, welche zwei lokale Krankenhäuser aufsuchten, aufgrund von MTSS-Beschwerden - Frauen & Männer, die sich regelmässig sportlich betätigen - Die Schmerzen werden durch Belastung ausgelöst und können anschliessend während Stunden oder Tage persistieren - Schmerzen am posteromedialen Rand der Tibia, über mindestens fünf aneinanderlegenden Zentimetern - Palpation löst diffuse Schmerzen aus - Symptome seit mindestens drei Wochen - anamnestisch keine Parästhesien oder andere Symptome von belastungsinduzierten Beinschmerzen - Keine Tibiafraktur in der Vergangenheit - Keine früheren Therapieversuche des MTSS mit ESWT 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Ist die Stichprobenziehung für das Design angebracht?</i> Ja. - <i>Ist die Stichprobe repräsentativ für die Zielpopulation?</i> Ja, jedoch eher eine kleine Stichprobe. Und ev. haben Personen, welche ein Spital aufsuchen einen höheren Leidensdruck und sind daher motivierter. - <i>Auf welche Population können die Ergebnisse übertragen werden?</i> Da klare Ein-/ Ausschlusskriterien genannt werden, können die Ergebnisse auf Männer und Frauen mit den entsprechenden MTSS-Symptomen übertragen werden. Die beiden Gruppen werden sehr genau beschrieben bezüglich Alter, Geschlecht, Symptombdauer- und Lokalisation. - <i>Ist die Stichprobengröße angemessen? Wie wird sie begründet? Beeinflussen die Drop-Outs die Ergebnisse?</i> Wie auch in der Studie als limitierender Faktor angegeben, ist die Teilnehmergröße eher zu klein. Es waren bei Studienplanung jedoch noch keine früheren Studien vorhanden, sodass die Berechnung Grösse der Stichprobe nicht möglich war. Es wird von keinen Drop-Out berichtet. - <i>Wie wurden die Vergleichsgruppen erstellt? Sind sie ähnlich?</i> Die Probanden wurden anhand des Spitals, welches sie aufsuchten, 	

		<ul style="list-style-type: none"> - <i>Wie wurde die Stichprobe gezogen? Probability sampling? / Non-probability sampling?</i> Es kam zu keiner wirklichen Stichprobenziehung, da die Patienten anhand des aufgesuchten Krankenhauses in die eine oder andere Gruppe kamen. Die beiden verschiedenen regionalen Krankenhäusern wenden unterschiedliche Behandlungsverfahren zur Behandlung des MTSS an. Soweit der Studie zu entnehmen ist, haben sich die Teilnehmer, ohne von der Studie gewusst zu haben, für eines der beiden Krankenhäuser entschieden. - <i>Wird die Auswahl der Teilnehmenden beschrieben und begründet?</i> Zwei verschiedenen Krankenhäuser, welche unterschiedliche Therapieansätze bei MTSS anwenden, boten eine gute Voraussetzung für diese Beobachtungsstudie. - <i>Gibt es verschiedene Studiengruppen?</i> Ja, nur aufbauendes Laufprogramm (Krankenhaus 1) und aufbauendes Laufprogramm in Kombination mit ESWT (Krankenhaus 2) 	<p>zu der entsprechenden Gruppe eingeteilt. Die beiden Gruppen sind sich nicht ähnlich und zeigen signifikante Unterschiede (p-Werte sind gegeben), welche aber bei der Analyse miteinbezogen wurden. Die Autoren der Studien konnten feststellen, dass diese Unterschiede keinen Einfluss auf die Ergebnisse der ESWT-Wirkung hatten.</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Werden Drop-Outs angegeben und begründet?</i> Nein, keine Drop-outs. Es konnten zwar drei Teilnehmer das Laufprogramm nicht beenden, doch diese mussten dann eine Likert-Skala ausfüllen und konnten so ihre Zufriedenheit/ Fortschritte dokumentieren.
Datenerhebung		<ul style="list-style-type: none"> - <i>Welche Art von Daten wurde erhoben?</i> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ausgangsparameter: Geschlecht, Grösse, BMI, Sportart, Zentimeter Schmerz, Seite der Symptome, Anzahl Tage mit Symptomen ▪ Distanz auf dem Laufband mit VAS <4/10: Mit Laufschuhen auf einem Laufband mussten die Probanden zuerst 2 min bei 7.5 km/h laufen, anschliessend bei 10km/h. Sobald sie Schmerzen VAS 4/10 (Skala wurde zu Beginn gezeigt und erklärt. VAS 4/10 = Schmerzen, welche «lästig» werden) erreichten, musste die Teilnehmer den Test beenden. Gemessen wurde die Distanz, welche sie mit 10km/h zurücklegten. ▪ Tage bis zum Abschluss des Level 6 des Laufprogrammes: Anhand der Ergebnisse im Lauftest wurde das Startlevel des Laufprogrammes ermittelt. Anschliessend wurden die Tage bis zum Abschluss des Level 6 gezählt. ▪ Aktueller Zustand/ Verbesserung: Wenn Level 6 nicht abgeschlossen wurde, mussten die Teilnehmer die Likert-Skala ausfüllen. - <i>Wie häufig wurden Daten erhoben?</i> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ausgangswerte: 1x => Bei Studienbeginn ▪ Lauftest: 1x => Bei Studienbeginn ▪ Likert-Skala: Nur wenn Level 6 nicht beendet werden konnte 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Ist die Datenerhebung für die Fragestellung nachvollziehbar?</i> Ja, relevanten Daten werden erhoben (Zeit bis zur Vollständigen Genesung). Obwohl es sich bei den Anzahl Tagen um einen objektiven Parameter handelt, wird dieser von der VAS beeinflusst und ist somit auch von subjektiven Parametern abhängig. Dies ist bei der Bewertung zu beachten. Grundsätzlich hätten sie die Likert-Skala von allen Teilnehmern ausfüllen lassen können, um noch einen subjektiven Parameter zu haben. Wie auch das Erfragen des VAS-Skala nach Abschluss von Levels 6. Oder für eine noch bessere Beurteilung hätte zusätzlich ein rein objektiver Parameter verwendet werden sollen. - <i>Sind die Methoden der Datenerhebung bei allen Teilnehmern gleich?</i> Nein. Bei drei Patienten wurde die Likert-Skala verwendet, da diese das Level 6 nicht abschliessen konnten (schmerzbedingt). Bei allen andern wurden nur die Tage bis zum Abschluss von Level 6 gezählt. <i>Sind die Daten komplett, d.h. von allen Teilnehmern erhoben?</i> Ja.

	<p>Messverfahren und/ oder Instrumente</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Welche Messinstrumente wurden verwendet (Begründung)? <ul style="list-style-type: none"> ▪ VAS: Schmerzen von VAS 4/10 ▪ Lauftest auf Laufband: Ermittlung des Ausgangswertes für das Laufprogramm. Anhand der Laufstrecke auf dem Laufband wurde das Startlevel des Laufprogrammes bestimmt. ▪ Anzahl Tage bis zum Abschluss des Level 6 im Laufprogramm ▪ Likert-Skala: Sofern das Laufprogramm nicht beendet werden konnte, wurde der Zustand des Patienten mit dieser Skala überprüft - Welche Intervention wird getestet? <ul style="list-style-type: none"> ▪ Interventionsgruppe: <ul style="list-style-type: none"> 5 Behandlungen mit fokussiertes Stosswellentherapie ohne Lokalanästhesie. Appliziert wurde diese in Wochen 1,2,3,5,9 + ein aufbauendes Laufprogramm <u>Dosierung ESWT:</u> <ul style="list-style-type: none"> 1. Sitzung: 1000 Schocks mit Energiedichte 0.10mJ/mm², 2.5 Schocks/Sek 2. Sitzung: 1500 Schocks mit Energiedichte 0.15mJ/mm², 2.5 Schocks/Sek 3. Sitzung: 1500 Schocks mit Energiedichte 0.20mJ/mm², 2.5 Schocks/Sek 4. Sitzung: 1500 Schocks mit Energiedichte 0.25mJ/mm², 2.5 Stösse/Sek 5. Sitzung: 1500 Schocks mit Energiedichte 0.30mJ/mm², 2.5 Stösse/Sek <u>ergänzende Laufprogramm:</u> <ul style="list-style-type: none"> Bestehend aus 6 Phasen: Die Laufeinheiten bestanden aus einem Intervall-Training mit Laufen und Gehen, je nach Level in unterschiedlicher Dauer und Anzahl Intervallen. Anhand des Lauftestes wurde das Startlevel evaluiert. Der Aufstieg in das nächste Level erfolgte erst, wenn die vorangegangene Phase mit Schmerz < VAS 4 /10 absolviert werden konnte. Es wurden die Tage bis zum Abschluss von Level 6 gezählt. ▪ Kontrollgruppe: <ul style="list-style-type: none"> Führte nur das Laufprogramm aus 	<ul style="list-style-type: none"> - Sind die Messinstrumente zuverlässig (reliability)? <ul style="list-style-type: none"> ▪ VAS: Keine Angaben in dieser Studie. Laut anderen Studien ist die VAS aber reliabel (Schomacher, 2008). ▪ Lauftest: Keine Angaben in dieser Studie. Ergebnisse können aber durch Tagesschwankungen, etc. verändert werden. ▪ Anzahl Tage bis zum Abschluss von Level 6: Keine Angaben in dieser Studie. Auch hier können z.B. Tagesschwankungen den Test verändern. ▪ Likert-Skala: Keine Angabe in dieser Studie. Laut anderen Studien ist sie aber reliabel. - Sind die Messinstrumente valide (validity)? <ul style="list-style-type: none"> ▪ VAS: Keine Angaben in dieser Studie. Laut anderen Studien ist die VAS aber valide (Schomacher, 2008). ▪ Lauftest: Keine Angaben in der Studie. Grundsätzlich können aber Tagesformen, Belastungen vor dem Test oder andere Faktoren den Test verfälschen. ▪ Anzahl Tage bis zum Abschluss von Level 6: Keine Angaben in dieser Studie. Er sollte die «vollständige Genesung» evaluieren, jedoch wird dies nur bedingt erreicht – es bleibt unklar, ob die Teilnehmer anschliessend schmerzfrei zur gewohnten Aktivität zurückkehren können. ▪ Likert-Skala: Keine Angaben in dieser Studie, laut anderen Studien ist sie aber valide. - Wird die Auswahl der Messinstrumente nachvollziehbar begründet? <ul style="list-style-type: none"> Das Laufprogramm wurde verwendet, um ein Ergebnismass zu haben, welches unabhängig vom Trainingslevel und gewohnter Sportart für alle Teilnehmer identisch ist. Aufgrund des Studienziels macht diese Outcome-Variable Sinn. Ev. hätten sie noch VAS als Outcome nehmen können oder einen rein objektiven Parameter. - Sind mögliche Verzerrungen/ Einflüsse auf die Intervention erwähnt? <ul style="list-style-type: none"> Nein
--	--	--	---

	<p><i>Datenanalyse</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Welches Datenniveau weisen die erhobenen Variable auf?</i> <ul style="list-style-type: none"> ▪ VAS = intervall ▪ Anzahl Tage bis Abschluss Level 6 = proportionalskaliert ▪ Likert-Skala = ordinal Ausgangswerte: <ul style="list-style-type: none"> ❖ Geschlecht = nominalskaliert ❖ BMI = intervallskaliert ❖ Zentimeter Schmerz = proportionalskaliert ❖ Tage seit Symptombeginn = proportionalskaliert - <i>Welche statistischen Verfahren wurden zur Datenanalyse verwendet (deskriptive und / oder schliessende)?</i> <ul style="list-style-type: none"> ▪ X2-Analyse (=Qui-Quadrat-Test) und Varianzanalyse (ANOVA) wurde verwendet, um die Gruppen zu vergleichen (bez. Ausgangswerte) und mögliche Störfaktoren zu untersuchen (wenn signifikante Unterschiede = Störfaktoren) ▪ Diese Störfaktoren wurden mit dem abhängigen Parameter «Tage bis zur vollständigen Regeneration» einerseits durch die Regressionsanalyse (intervall-skaliert) & andererseits durch die univariate ANOVA (ordinal/nominal) untersucht ▪ Die Störfaktoren untereinander wurden durch die MANOVA als Kovariante (intervall-skaliert) oder als Zufallsfaktoren (ordinal/nominal) getestet - <i>Wurde ein Signifikanzniveau festgelegt?</i> $p = < 0.05$ 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Werden die Verfahren der Datenanalyse klar beschrieben?</i> Ja, die Verfahren werden klar beschrieben. Aber es wird nicht erwähnt, ob die Daten normalverteilt sind! - <i>Wurden die statistischen Verfahren sinnvoll angewendet?</i> Ja. - <i>Entsprechen die verwendeten statistischen Tests den Datenniveaus?</i> Ja. - <i>Erlauben die statistischen Angaben eine Beurteilung?</i> Ja. Die Datenanalyse wurde sehr genau und schrittweise beschrieben. Dadurch gut nachvollziehbar. - <i>Ist die Höhe des Signifikanzniveaus nachvollziehbar und begründet?</i> Es ist nachvollziehbar, wird aber nicht begründet. Kein Grund, warum dies nicht so hätte verwendet werden können.
	<p><i>Ethik</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Welche ethischen Fragen werden von den Forschenden diskutiert & werden entsprechende Massnahmen durchgeführt?</i> Es werden keine ethischen Fragen diskutiert. - <i>Falls relevant: ist eine Genehmigung einer Ethikkommission eingeholt worden?</i> Ja, die Studie wurde in Übereinstimmung mit der Deklaration von Helsinki durchgeführt. Es wurde aber keine explizite Genehmigung eingeholt. 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Inwiefern sind alle relevanten ethischen Fragen diskutiert und entsprechende Massnahmen durchgeführt worden? Unter anderem zum Beispiel auch die Beziehung zwischen Forschenden und Teilnehmenden?</i> Es wurden keine ethischen Fragen diskutiert. Die Teilnehmer mussten, soweit beschrieben, auch keine Einverständniserklärung unterschreiben.

Ergebnisse	Ergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Welche Ergebnisse werden präsentiert?</i> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ein Patient aus der reinen Laufgruppe und zwei Patienten aus der ESWT-Gruppe beendeten die Phase 6 aufgrund anhaltender Schmerzen nicht. Der Patient aus der Laufgruppe bewerte die Likert-Skala mit einer 3 (= etwas verbessert); die zwei Probanden aus der ESWT-Gruppe mit einer 4 (= gleich) ▪ In der Laufgruppe mit ESWT betrug die Zeit bis zur vollständigen Genesung (Abschluss Laufprogramm) 59,7 Tage; bei der reinen Laufgruppe 91,6 Tage => signifikanter Unterschied der Mittelwerte zwischen diesen Gruppen ($p= 0.008$) ▪ Obwohl sich die Ausgangswerte zwischen den beiden Gruppen bezüglich «Alter», «Geschlecht», «Tage mit Symptomen» und «Laufmeter ohne Schmerzen auf dem Laufband» signifikant unterschieden, konnte abgesehen vom «Geschlecht» keiner dieser Einflussfaktoren die Signifikanz der «Anzahl Tage bis Genesung» zwischen den beiden Gruppen erklären. ▪ Männer benötigten grundsätzlich weniger lang als Frauen (88,8 Tage vs. 63.6 Tage) - <i>Welches sind die zentralen Ergebnisse der Studie?</i> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Durch die Anwendung der ESWT-Behandlungen konnte die «Anzahl Tage bis zur Genesung» (bis zum Abschluss von Levels 6) signifikant reduziert werden. ▪ Männer konnten grundsätzlich das Level 6 schneller abschliessen. - <i>Werden die Ergebnisse verständlich präsentiert (Textform, Tabellen, Grafiken)?</i> Nur eine Tabelle bezüglich den Ausgangdaten ist vorhanden. Die Ergebnisse werden demnach nur in Textform beschrieben. Der Text ist sehr verständlich beschrieben. Nebst den Mittelwerden ist auch die Standardabweichung und oftmals ein p-Wert angegeben. 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Sind die Ergebnisse präzise?</i> Ja, die Daten sind präzise. Auch wird jeweils beschrieben, wie die Daten erhoben wurden. Ein p-Wert ist meistens vorhanden. Da alles in Textform verfasst wurde, ist die Nachvollziehbarkeit eingeschränkt. Es werden Standardabweichungen angegeben, was als gut interpretiert werden kann. - <i>Wenn Tabellen / Grafiken verwendet wurden, entsprechen diese folgenden Kriterien?</i> <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Sind sie präzise und vollständig (Titel, Legenden...)</i> Ja ▪ <i>Sind sie eine Ergänzung zum Text?</i> Ja, jedoch existiert keine Grafik oder Tabelle, welche die Ergebnisse darstellt. Dies wäre sicherlich hilfreich gewesen.
------------	------------	--	--

<i>Diskussion</i>	<p>Diskussion und Interpretation der Ergebnisse</p>	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Werden signifikante und nicht signifikante Ergebnisse erklärt? Wie Interpretieren die Forschenden die Ergebnisse?</i> Es wird lediglich auf das signifikante Ergebnis hingewiesen, dass die Interventionsgruppe (ESWT + aufbauendes Laufprogramm) schnellere Erholungszeiten erreichten als die Kontrollgruppe (nur aufbauendes Laufprogramm). Dies wird jedoch nicht weiter interpretiert. <i>Kann die Forschungsfrage aufgrund der Daten beantwortet werden?</i> Ja <i>Werden Limitationen diskutiert?</i> Ja, diverse Limitationen wurden genannt: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Da es sich um eine Beobachtungsstudie handelt, fand weder eine Verblindung, noch eine Randomisierung statt. Die Unterschiede in den Ausgangswerten könnte sich dadurch erklären lassen ▪ Es waren mehr Männer als Frauen an der Studie beteiligt ▪ Die reine Laufgruppe hatte keinen Kontakt zu Physiotherapeuten, während die ESWT-Gruppe während den Stosswellenbehandlungen einen Physiotherapeuten sahen. Dieser durfte die Probanden jedoch so wenig wie möglich beraten, dennoch könnte dies zu einem Placeboeffekt geführt haben ▪ Kleine Teilnehmeranzahl - <i>Werden die Ergebnisse mit ähnlichen Studien verglichen?</i> Ja, es wird unter anderem auf die Studie von Rompe et al. (2010) verwiesen, welche ebenfalls ESWT-Behandlungen, in Kombination mit einem Heimprogramm durchführte. Jedoch wird bei Rompe et al. (2010) nicht explizit die Zeit bis zur Rückkehr zum Sport angegeben, was die Studien schwer vergleichbar macht. 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Werden alle Resultate diskutiert?</i> Ja. - <i>Stimmt die Interpretation mit den Resultaten überein?</i> Ja. - <i>Werden die Resultate in Bezug auf die Fragestellung/Hypothesen, Konzepte und andere Studien diskutiert und verglichen?</i> Ja. - <i>Wird nach alternativen Erklärungen gesucht?</i> Nein, sie wollten erste Effekte der ESWT bei MTSS untersuchen. Die positiven Ergebnisse sollten nun weiterverfolgt und mit RCT-Studien «bestätigt» werden.
	<p>Schlussfolgerung Anwendung und Verwertung in der Pflegepraxis</p>	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Welche Implikationen für die Praxis, Theorien und zukünftige Forschung sind beschrieben?</i> Durch die ESWT können Betroffene des MTSS von schnelleren Zeiten bis zur vollständigen Genesung profitieren. Diese Studie bietet einen Grundstein für weitere Untersuchungen diesbezüglich. Des Weiteren sollten noch die verschiedenen Effekte von radialer und fokussierter Stosswellentherapie bei MTSS untersucht werden. 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Ist diese Studie sinnvoll? Werden Stärken und Schwächen aufgewogen?</i> Ja, sie zeigen klar Schwächen auf und weisen darauf hin, dass weitere Studien gemacht werden sollten. Sie zeigen auch auf, dass diese Studie die Basis für weitere Studien darstellt und erste nützliche Effektgrößen für folgende RCT liefert. - <i>Wie und unter welchen Bedingungen sind die Ergebnisse in die Praxis umsetzbar?</i> Da es sich bei den Teilnehmern um «normale Mitglieder der Bevölkerung» handelt, können die Ergebnisse Grundsätzlich für alle MTSS-Betroffene generalisiert werden, welche die Kriterien von Yates and White (2014) erfüllen. - <i>Wäre es möglich diese Studie in einem anderen klinischen Setting zu wiederholen?</i>

			In einem weiteren Schritt sollte keine Beobachtungsstudie mehr durchgeführt werden, sondern eher eine RCT.
--	--	--	--

Tabelle 21: AICA Gomez Garcia et al. (2017)

	Forschungsschritte	Leitfragen zur inhaltlichen Zusammenfassung	Leitfragen Würdigung
--	---------------------------	--	-----------------------------

Einleitung	<p><i>Problembeschreibung Bezugsrahmen Forschungsfrage (Hypothese)</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Um welche Konzepte / Problem handelt es sich?</i> MTSS tritt sehr häufig bei Sportlern und Militärangehörigen auf. So zeigt sich bei 4-10% der Rekruten nach 8-12 Wochen ein MTSS. Als Gründe dafür werden langes Marschieren und körperliches Training mit nachfolgender Überlastung angegeben. Oftmals entwickelt das MTSS einen chronischen Verlauf und führt zu Einschränkungen der Betroffenen auf Aktivitäts-& Partizipationsebene. Frühere Studien konnten aufzeigen, dass mit Hilfe von ESWT die Schmerzen minimiert und die Erholungszeit verkürzt werden können. Dabei wurden immer mindestens drei Sitzungen ESWT verabreicht, nie jedoch nur eine Therapieeinheit. - <i>Was ist die Forschungsfrage, -Zweck bzw. das Ziel der Studie?</i> Das Ziel dieser Studie ist die Bewertung der Wirksamkeit der Stosswellentherapie bei einer Militärpopulation mit MTSS. Es soll untersucht werden, ob eine Sitzung fokussierte Stosswellen bei der Behandlung von Militärskadetten mit MTSS wirksam ist. - <i>Welchen theoretischen Bezugsrahmen weist die Studie auf?</i> Die Studie weist auf ältere Studien hin, welche ebenfalls die Wirksamkeit von ESWT bei MTSS untersuchten in Bezug auf Schmerzlinderung und Verkürzung der Erholungszeit. Es wird hierbei einerseits auf die Studien von Rompe et al. (2010) und Moen et al. (2012b) verwiesen, welche beide einen positiven Einfluss aufzeigen konnten. Andererseits aber auch auf die Studie von Newman et al. (2017), welche keinen Veränderungen zeigte. Auch werden verschiedene andere konservative Möglichkeiten zur akuten Therapie erwähnt, welche aber unterschiedliche, kontrovers diskutierte Studienergebnisse aufzeigten. Die Pathogenese des MTSS wird ebenfalls kurz angeschnitten. - <i>Mit welchen Argumenten wurde der Forschungsbedarf begründet?</i> Diese Studie wollte explizit die Wirkung von einer Sitzung Stosswellentherapien in Kombination mit einem Muskeldehnungs-& Kräftigungsprogramm untersuchen. Dies wird durch die positiven Ergebnisse einer einzigen Sitzung ESWT bei anderen Pathologien (z.B. Plantarfasziitis) begründet. 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Beantwortet die Studie eine wichtige Frage der Berufspraxis/ BA-Fragestellung?</i> Es wird einerseits aufgezeigt, ob durch eine Therapie mit ESWT Betroffene des MTSS weniger Schmerzen haben (VAS), andererseits wird aber auch die «Erholungszeit» (d.h. ob die Schmerzen während dem Laufstest reduziert werden/ später auftreten) untersucht. Ob die Rückkehr zur Aktivität durch eine Behandlung mit MTSS schneller möglich ist als ohne, kann mit dieser Studie jedoch nicht beantwortet werden (nur zwei Messzeitpunkte). - <i>Sind die Forschungsfragen klar definiert? Ev. durch Hypothesen ergänzt?</i> Die Forschungsfrage wird nicht klar definiert und auch nicht durch Hypothesen ergänzt. Sie lässt noch offen, welchen Outcome-Variablen festgelegt wurden, da lediglich die «Wirksamkeit» genannt wird. Das Ziel der Studie wird jedoch anschliessend durch die Informationen der nächsten Abschnitte (Methode, etc.) klarer. - <i>Wird das Thema / das Problem im Kontext von vorhandener konzeptioneller und empirischer Literatur logisch dargestellt?</i> Der Zusammenhang zwischen der Pathogenese des MTSS und der damit verbundenen Wirksamkeit der ESWT wird nicht beschrieben. Jedoch wird auf frühere Studien hingewiesen, welche einen positiven Effekt der ESWT bei MTSS aufzeigen konnten. Weiter nennen die Autoren der Studie Daten und Zahlen, mit welchen sie die Auswahl der Population begründen. Es wird jedoch nicht vollständig geklärt, wieso sie nur eine Sitzung ESWT anwenden wollen. Dass damit Kosten eingespart werden sollen, wird erst ganz am Ende der Arbeit kurz erwähnt.
Methode	<p><i>Design</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Um welches Design handelt es sich?</i> Randomisierte, prospektive, kontrollierte, einfach verblindete, klinische Parallelgruppenstudie - <i>Wie wird das Design begründet?</i> Nein, es wird keine Begründung angegeben. 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Ist die Verbindung zwischen der Forschungsfrage und dem gewählten Design logisch und nachvollziehbar?</i> Ja, da zwei Interventionen miteinander verglichen werden, bietet sich ein RCT an. Aufgrund des randomisierten, kontrollierten Studiendesigns kann der Effekt der Stosswellentherapie gut aufgezeigt werden. - <i>Werden die Gefahren der internen und externen Validität kontrolliert?</i>

			<p>Nein, die interne und externe Validität werden nicht explizit kontrolliert. Folgende Punkte beeinflussen diese aber:</p> <p>Interne Validität:</p> <ul style="list-style-type: none"> + Randomisierte Studie weisen grundsätzlich eine bessere interne Validität auf + Die ESWT wurde von einem, spezialisierten Arzt verabreicht, sodass Unterschiede in der Applikation vermieden werden können + Es wird sehr genau beschrieben wo und in welcher Position die Stosswellen appliziert wurden - Es wird zwar erwähnt, dass das Trainingsprogramm unter Supervision eines Physiotherapeuten durchgeführt wurde, jedoch ist der Studie nicht genau zu entnehmen, ob davon nur die Interventionsgruppe profitierte. Des Weiteren wird im Diskussionsteil dann aber erwähnt, dass die Teilnehmer bezüglich der konsequenten Durchführung befragt wurden. => wurden sie nun wirklich begleitet oder nur befragt? - Abbruchkriterien beim Lauftest sind sehr schwammig und es werden nur sehr subjektive Outcome-Variablen verwendet - Unklar welche Gruppe eine Eisapplikation erhielt - Es ist unklar, ob die Teilnehmer wirklich geblindet sind. Es wird zwar erwähnt, dass die Studienteilnehmer gebildet waren (S.103), jedoch handelt es sich um eine Einzelblindstudie und schlussendlich ist nicht klar, ob sie wirklich nichts von der anderen Studiengruppe erfuhren. <p>Externe Validität:</p> <ul style="list-style-type: none"> + Die expliziten und ausführlichen Ein- und Ausschlusskriterien - Da die Stichprobe nur aus Militärschulern besteht und vorwiegend Männer enthalten sind, können die Ergebnisse nur begrenzt auf die allgemeine Bevölkerung übertragen werden. Die Teilnehmer weisen alle einen normalen BMI auf, was in der allgemeinen Bevölkerung nicht der Fall sein wird. Dennoch können aufgrund der genauen Ein- & Ausschlusskriterien die Ergebnisse auf die Gesamtbevölkerung, welche entsprechende Kriterien erfüllen, übertragen werden. - Stichprobengröße eher klein
Stichprobe		<ul style="list-style-type: none"> - <i>Um welche Population handelt es sich?</i> Angehörige der Militärschule für Kadetten der kolumbianischen Armee. - <i>Welches ist die Stichprobe?</i> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Wer, wieviel, Charakterisierungen <ul style="list-style-type: none"> ❖ Soldaten der militärischen Armee, älter als 18 Jahre alt ❖ Schmerzen bei körperlichen Belastungen und Stunden/Tage danach 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Ist die Stichprobenziehung für das Design angebracht?</i> Ja, für das Design ist die Stichprobenziehung angebracht. - <i>Ist die Stichprobe repräsentativ für die Zielpopulation?</i> <i>Auf welche Population können die Ergebnisse übertragen werden?</i> Es werden klare Ein- und Ausschlusskriterien genannt, sodass sich Aussagen über diese Population gemacht werden. Es werden keine Angaben zum Aktivitätsniveau der Stichprobe gemacht und somit

		<ul style="list-style-type: none"> ❖ Schmerzen an der posteromedialen Tibiakante über mindestens fünf Zentimeter ❖ Keine Parästhesien oder andere Symptome von belastungsbedingten Beinschmerzen ❖ Diffuser Schmerz durch Palpation auslösbar ❖ kontinuierliche Schmerzen seit mind. 3 Wochen, einseitige Schmerzen ❖ Ausschluss von Stressfrakturen und andere Frakturtypen mittels Röntgen ❖ Insgesamt 42 Teilnehmer (33 Männer, 9 Frauen) <p>- <i>Wie wurde die Stichprobe gezogen?</i> Angehörige der kolumbianischen Armee, welche alle Ein- und Ausschlusskriterien erfüllten (wurde von einem chirurgischen Orthopäden sichergestellt), konnten an der Studie teilnehmen, nachdem sie ihr schriftliches Einverständnis gegeben haben. Anschliessend wurden sie mit Hilfe des Epidat 4.0 Programme in die Interventions- bzw. Kontrollgruppe eingeteilt.</p> <p>- <i>Wird die Auswahl der Teilnehmenden beschrieben und begründet?</i> Die Ein- und Ausschlusskriterien welche von einem orthopädischen Chirurgen überprüft wurden, werden genau beschrieben. Eine Begründung für die Auswahl ist nicht gegeben, wobei man sich jedoch grösstensteils auf die Ein-/ Ausschlusskriterien der Studie von Yates and White (2004) stütze.</p> <p>- <i>Gibt es verschiedene Studiengruppen?</i> Ja, eine Intervention- und eine Kontrollgruppe.</p>	<p>können keine Aussagen über grundsätzlich sportbegeisterte Personen gemacht werden (es werden nur Anzahl «Übertrainings» angegeben, jedoch keine Definition diesbezüglich). Die Teilnehmer wurden mit einem Fragebogen (French Society of Sports Medicin) diesbezüglich befragt, auf diesen wird aber nicht weiter eingegangen. Auch werden keine Angaben zur früheren Laufstrecken & zur Dauer des Aufenthaltes im Militär der einzelnen Personen gemacht.</p> <p>- <i>Ist die Stichprobengrösse angemessen? Wie wird sie begründet? Beeinflussen die Drop-Outs die Ergebnisse</i> Grundsätzlich fand die Sample-Size-Calculation auf Grundlage der Normalverteilung und dem bilateralen Kontrast mit Kontinuitätskorrektur statt, die Stichprobengrösse erscheint trotzdem eher klein. Dies wird im Diskussionsteil auch als Limitation erwähnt. Laut ihren Berechnungen hätten sie 46 Probanden untersuchen sollen, jedoch haben nur 42 Teilnehmende die Ein- und Ausschlusskriterien erfüllt. Drop-outs werden keine genannt.</p> <p>- <i>Wie wurden die Vergleichsgruppen erstellt? Sind sie ähnlich?</i> Die beiden Gruppen mussten die gleichen Ein-/ Ausschlusskriterien erfüllen. Schlussendlich wurde die randomisierte Zuteilung mit dem Epidat 4.0 Programm durchgeführt. ⇒ Interventionsgruppe (ESWT + Übungsprogramm): n=23 ⇒ Kontrollgruppe (Übungsprogramm): n= 19 Laut statistischer Analyse sind die beiden Patientengruppen homogen. P-Wert wird in der Tabelle 2 erwähnt.</p> <p>- <i>Werden Drop-Outs angegeben und begründet?</i> Nein, es werden keine Drop-Outs angegeben.</p>
Datenerhebung		<p>- <i>Welche Art von Daten wurde erhoben?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Schmerzen in Ruhe und nach Belastungen (VAS) ▪ Zurückgelegte Distanz mit aushaltbaren Schmerzen, bei 10km/h (Lauftest) ▪ Zufriedenheit der Patienten (Roles- und Maudsley-Test) ▪ Aktuelle Aktivität/ Anzahl Übertrainings (French Society of Sports Medicine) Jedoch unklar, welche Daten dieser genau enthält, wird auch nicht genauer auf diesen eingegangen <p>- <i>Wie häufig wurden Daten erhoben?</i> Insgesamt zwei Mal. Vor den Interventionen und anschliessend nach vier Wochen (Woche 0 und 4)</p>	<p>- <i>Ist die Datenerhebung für die Fragestellung nachvollziehbar?</i> Ja, wobei nicht ganz klar beschrieben ist, wann der Lauftest abgebrochen/ beendet wurde. Es wird lediglich beschrieben, dass die Testpersonen den Test beendeten, sobald die Schmerzen «zu stark» waren oder «Müdigkeit» einsetzten. Es sind jedoch keine genauen VAS-Angaben angegeben und «Müdigkeit» wird auch nicht genauer definiert. Der Roles- and Maudsley Score wird nicht weiter beschrieben. Bezüglich VAS in Ruhe und nach Belastungen wird nicht klar beschrieben, was für einer Belastung die Probanden ausgesetzt waren (nach dem Lauftest?) Grundsätzlich wurden sehr subjektive Verlaufsparemeter verwendet. Da es sich jedoch um einen Vorher-Nachher-Vergleich handelt, ist dies vertretbar. Es ist aber zu beachten, dass die Werte zwischen den verschiedenen Teilnehmern aufgrund der Subjektivität nicht so gut vergleichbar sind.</p>

			<p><i>Sind die Methoden der Datenerhebung bei allen Teilnehmern gleich?</i> Ja, es sind keine Unterschiede beschrieben.</p> <p>- <i>Sind die Daten komplett, d.h. von allen Teilnehmern erhoben?</i> Ja, soweit bekannt.</p> <p>- <i>Sind die Messinstrumente zuverlässig (reliability)?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ VAS: Keine Angabe in dieser Studie, laut anderen Studien ist sie aber reliabel (Schomacher, 2008). ▪ Lauftest: Keine Angaben in dieser Studie. Da der Test in dieser Studie nicht klar standardisiert ist, ist die Reliabilität schwer eher tief. ▪ Roles- und Maudsley-Test: Es werden in der Studie keine entsprechenden Angaben gemacht. Da es sich um eine klar vordefinierte Skala handelt, kann aber von einer guten Reliabilität ausgegangen werden. <p>- <i>Sind die Messinstrumente valide (validity)?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ VAS: Keine Angabe in dieser Studie, laut anderen Studien ist er aber valide (Schomacher, 2008). ▪ Lauftest: Keine Angaben in der Studie. Grundsätzlich können aber Tagesformen, Belastungen vor dem Test oder andere Faktoren den Test verfälschen. Nicht klar standardisiert in diese Studie. ▪ Roles- und Maudsley-Test: Es werden in dieser Studie keine Angaben dazu gemacht. Er misst die Zufriedenheit in Bezug auf Schmerz- und Aktivitätseinschränkungen und nicht einfach auf die allgemeine Behandlung. <p>- <i>Wird die Auswahl der Messinstrumente nachvollziehbar begründet?</i> Explizit wird nur der Lauftest begründet: Das Laufen sei eine wesentliche Trainingsaktivität von Militärskadetten. Des Weiteren wurde ein ähnlicher Lauftest auch bei den Studien von Newman et al. (2017) und Moen et al. (2012b) verwendet. Da das MTSS durch Schmerzen in Ruhe und nach Belastungen gekennzeichnet ist und dies in der Einleitung der Studie auch so beschrieben wird, kann dies als Begründung für die Wahl der VAS-Skala angenommen werden. Bezüglich dem Roles- und Maudsley-Test können der Studie keine Informationen entnommen werden.</p> <p>- <i>Sind mögliche Verzerrungen/ Einflüsse auf die Intervention erwähnt?</i> Nein. Verzerrung könnten aber durch unterschiedliche Adhärenzen bei der Durchführung des Dehnungs-/ Kräftigungsprogrammes entstanden sein. Die Outcome Variablen sind subjektiv und daher beispielsweise sehr abhängig von möglichen Tagesschwankungen. Beim Lauftest handelt es sich grundsätzlich um einen objektiven</p>
<i>Messverfahren und/ oder Instrumente</i>		<p>- <i>Welche Messinstrumente wurden verwendet (Begründung)?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ VAS in Ruhe und nach Belastungen: Keine Begründung. ▪ Lauftest: Dieser Test wurde gewählt, da das Laufen eine wesentliche Trainingsaktivität von Militärskadetten ist. ▪ Roles- und Maudsley-Test: Keine Begründung ▪ French Society of Sports Medicine (Fragebogen): Zur Evaluation der Anzahl Übertrainings <p>- <i>Welche Intervention wird getestet?</i> Eine Sitzung fokussierte Stosswellentherapie mit 1500 Impulsen, Energiedichte (EFD) von 0.20mJ/mm² und einer Frequenz von 5 Hz in Kombination mit einem Dehnungs- & Kräftigungsprogramm (im Vergleich zum Dehnungs- & Kräftigungsprogramm ohne ESWT).</p>	

			Parameter, da die Abbruchkriterien (Müdigkeit und Schmerz) jedoch auch subjektiv sind, kann es auch hier zu Verzerrungen kommen.
<i>Datenanalyse</i>	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Welches Datenniveau weisen die erhobenen Variable auf?</i> <ul style="list-style-type: none"> ▪ VAS: Intervall (ordinal) ▪ Laufzeit: Proportionalskaliert ▪ Roles- und Maudsley-Test (Fragebogen): Ordinal ▪ Ausgangswerte: <ul style="list-style-type: none"> ❖ Alter: proportionalskaliert ❖ BMI: intervall ❖ VAS: intervall (ordinal) ❖ Anzahl der Übertrainings: proportionalskaliert ❖ Geschlecht: Nominal - <i>Welche statistischen Verfahren wurden zur Datenanalyse verwendet (deskriptive und / oder schliessende)?</i> Student's t- Test und der Chi-Quadrat-Test wurden zum Vergleich der beiden Gruppen (Kontroll- und Interventionsgruppe) verwendet. - <i>Wurde ein Signifikanzniveau festgelegt?</i> Ja, $p < 0.05$ 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Werden die Verfahren der Datenanalyse klar beschrieben?</i> Es wird nicht genauer beschrieben, für welche der unterschiedlichen Daten welcher Test verwendet wurde. Es werden lediglich diese beiden Tests genannt, welche für den Vergleich der beiden Gruppen verwendet wurden. - <i>Wurden die statistischen Verfahren sinnvoll angewendet?</i> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Chi-Quadrat-Test => nominal oder ordinal ▪ T-Test = mindestens intervall-skaliert Der Studie ist nicht zu entnehmen, mit welchen Verfahren die unterschiedlichen Variablen untersucht worden sind. Es ist des Weiteren nicht beschrieben, ob die Daten normalverteilt sind (Die Berechnung der Stichprobengrösse wurde auf der Annahme gemacht, dass eine Normalverteilung vorliegt. Aber dennoch unklar, ob die gewonnenen Daten normalverteilt sind.) Es wird lediglich darauf hingewiesen, dass die beiden Gruppen aufgrund ihrer Homogenität vergleichbar sind. Dadurch ist die Beurteilung der verwendeten statistischen Verfahren nicht vollständig möglich. Grundsätzlich können die Variablen mit den ausgewählten statistischen Verfahren aber untersucht werden. - <i>Entsprechen die verwendeten statistischen Tests den Datenniveaus?</i> Unklar, da nicht klar ist, welche Variable mit welchem Test untersucht wurde. Grundsätzlich entsprechen jedoch die Datenniveaus den statistischen Tests. - <i>Erlauben die statistischen Angaben eine Beurteilung?</i> Jein, wenn davon ausgegangen wird, dass die erwähnten statistischen Verfahren mit den passenden Variablen verwendet wurden, dann ja. Aber dies ist in der Studie, wie schon erwähnt, nicht nachvollziehbar. - <i>Ist die Höhe des Signifikanzniveaus nachvollziehbar und begründet?</i> Es wird nicht begründet, ist jedoch als Standardwert nachvollziehbar. Gibt kein Grund, warum sie dies nicht hätten tun sollen. 	

	Ethik	<p>- Welche ethischen Fragen werden von den Forschenden diskutiert & werden entsprechende Massnahmen durchgeführt? Es werden keine ethischen Fragen diskutiert. Die Teilnehmer gaben ihr schriftliches Einverständnis. <i>Falls relevant: ist eine Genehmigung einer Ethikkommission eingeholt worden?</i> Ja, durch die Ethik- und Forschungskommission des «Hospital Militar Central de Colombia».</p>	<p>- Inwiefern sind alle relevanten ethischen Fragen diskutiert und entsprechende Massnahmen durchgeführt worden? Unter anderem zum Beispiel auch die Beziehung zwischen Forschenden und Teilnehmenden? Es wurden keine ethischen Fragen diskutiert. Auch die Beziehung zwischen Forschenden und Teilnehmer wird nicht weiter beschrieben. Es wird lediglich erwähnt, dass die Teilnehmer ihr schriftliches Einverständnis zur Teilnahme an der Studie geben mussten.</p>
--	-------	--	---

Ergebnisse	Ergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Welche Ergebnisse werden präsentiert?</i> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Die Interventionsgruppe mit ESWT zeigte nach vier Wochen eine signifikant grössere Verbesserung als die Kontrollgruppe in Bezug auf Schmerzen in Ruhe ($p= 0.016$) und am Ende des Laufens (nach Belastung) ($p= 0.001$). ▪ Am Ende der Studie konnten die Probanden der ESWT-Gruppe beim Laufstest signifikant länger Laufen als die Kontrollgruppe, (17min 33s vs. 4min 48s => $p= 0.000$) ▪ Alle Personen der ESWT-Gruppe die einen Schmerz in Ruhe VAS grösser oder gleich 4/10 waren bei der Nachuntersuchung schmerzfrei oder ihre Schmerzen besserten sich. Aber auch in der Kontrollgruppe verbesserten sich die Schmerzen. => in der Studie sehr ungenau beschrieben und schlecht nachvollziehbar. ▪ Auch die Patientenzufriedenheit (Roles- und Maudsley-Skala) zeigte nach vier Wochen bei der Interventionsgruppe signifikant bessere Werte als bei der Kontrollgruppe ($p= 0.002$) ▪ Alle Patienten kehrten nach vier Wochen nach der Behandlung zur Aktivität und zum Laufen zurück => unklar ob nur Interventionsgruppe oder beide Gruppen gemeint sind. ▪ In beiden Gruppen wurden keine unerwünschten Nebenwirkungen beobachtet - <i>Welches sind die zentralen Ergebnisse der Studie?</i> Durch eine Behandlung einmalige mit fokussierter Stosswellentherapie in Kombination mit einem 4-wöchigen Kraft-/ Dehnungsprogramm kann sowohl die Laufstrecke gesteigert wie auch die Schmerzen in Ruhe und nach Belastungen signifikant mehr reduziert werden, als wenn nur ein Trainingsprogramm allein durchgeführt wird. Auch die Patientenzufriedenheit zeigt signifikant bessere Werte bei Patienten mit einer ESWT-Behandlung. - <i>Werden die Ergebnisse verständlich präsentiert (Textform, Tabellen, Grafiken)?</i> Nein, die Erläuterungen im Text sind teils nicht klar und lassen einen gewissen Spielraum bezüglich der Interpretation offen. Die Tabellen und Grafiken sind anschaulich und verständlich beschriftet. Es werden keine Standardabweichungen genannt (nur in Abbildungen grafisch ersichtlich), dafür aber Standardfehler. 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Sind die Ergebnisse präzise?</i> Die Ergebnisse sind teils sehr präzise (genaue Werte, p-Wert, viele Tabellen und Grafiken) aber die Beschreibungen in Textform sind teils ungenau. Sie geben konsequent den Standardfehler an, in Grafiken kann die Standardabweichung grafisch abgelesen/ interpretiert werden. - <i>Wenn Tabellen / Grafiken verwendet wurden, entsprechen diese folgenden Kriterien?</i> <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Sind sie präzise und vollständig (Titel, Legenden...)</i> Ja, gute Grafiken, welche verständlich sind. SD sind in den Grafiken ersichtlich, jedoch nicht in Zahlenformat. ▪ <i>Sind sie eine Ergänzung zum Text?</i> Ja sehr.
------------	------------	---	---

Diskussion	Diskussion und Interpretation der Ergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Werden signifikante und nicht signifikante Ergebnisse erklärt? Wie Interpretieren die Forschenden die Ergebnisse?</i> Alle untersuchten Ergebnisse zeigen signifikante Unterschiede, welche auch alle genannt werden (VAS und Patientenzufriedenheit). Die Ergebnisse an sich werden nicht wirklich diskutiert, sondern eher mit anderen Studien verglichen. Die biologischen Wirkungsmechanismen hinter den positiven Effekten werden ebenfalls nicht weiter diskutiert. Einzig der Bezug zwischen dem BMI und der Entstehung von MTSS wird besprochen – hier wird kein Zusammenhang vermutet. - <i>Kann die Forschungsfrage aufgrund der Daten beantwortet werden?</i> Ja, es konnte eine signifikante positive Wirkung von einer Sitzung ESWT bei MTSS-Betroffenen in Bezug auf VAS, Laufstrecke und Patientenzufriedenheit aufgezeigt werden. - <i>Werden Limitationen diskutiert?</i> Ja, die kleine Stichprobengröße und die kurze Nachbeobachtungszeit werden als zwei Limitationen angegeben. - <i>Werden die Ergebnisse mit ähnlichen Studien verglichen?</i> Die Resultate dieser Studie werden mit drei anderen schon durchgeführten Studien verglichen, bei welchen zwei ebenfalls eine positive Wirkung der ESWT feststellen konnten, eine zeigte keine signifikanten Unterschiede. Diese erwähnten Studien applizierten jedoch jeweils 3-5 Sitzungen ESWT. 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Werden alle Resultate diskutiert?</i> Nein, die Patientenzufriedenheit wird nicht diskutiert. - <i>Stimmt die Interpretation mit den Resultaten überein?</i> Ja, die Ergebnisse werden korrekt interpretiert und diskutiert. - <i>Werden die Resultate in Bezug auf die Fragestellung/Hypothesen, Konzepte und andere Studien diskutiert und verglichen?</i> Ja, es wird sehr stark auf frühere Studien eingegangen. Es wird auch diskutiert, weshalb die Studie von Newman et al. (2017) ev. keine signifikanten Resultate zeigte und was Unterschiede der Studien sind (sie zeigen viele potenziellen Schwächen der Studie von Newman et al. (2017) auf, im Vergleich zu ihrer «guten» Studie). <i>Wird nach alternativen Erklärungen gesucht?</i> Nein, nicht wirklich. Sie gehen nur noch auf den BMI in, welcher teils als Risikofaktor für die Entstehung eines MTSS beschrieben wird. Doch in dieser Studie zeigten keine der Teilnehmer ein erhöhter BMI, sodass sie diesen Risikofaktor bei Militärkadetten nicht vermuten.
	Schlussfolgerung Anwendung und Verwertung in der Pflegepraxis	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Welche Implikationen für die Praxis, Theorien und zukünftige Forschung sind beschrieben?</i> Aufgrund des hohen Risikos zur Chronifizierung und Bildung einer Stressfrakturen wird nochmals die Wichtigkeit effektiver Therapiemöglichkeiten erwähnt. Durch Behandlung mit einer Sitzung ESWT könnten Betroffene des MTSS von einer schnelleren Rückkehr zur Aktivität, von einer Schmerzreduktion in Ruhe und bei Belastung sowie von einer besseren Behandlungszufriedenheit profitieren. Durch die Applikation von nur einer Sitzung ESWT könnten Kosten und Physiotherapiesitzungen eingespart werden. 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Ist diese Studie sinnvoll? Werden Stärken und Schwächen aufgewogen?</i> Ja, die Studie ist sinnvoll. Es werden wenig Schwächen und Stärken nur teils genannt, diese jedoch nicht gegeneinander aufgewogen. Die Studie stützt sich stark auf schon durchgeführte Studien und unterscheidet sich primär bezüglich Stichprobe/ Population und Anzahl Stosswellensitzungen von den anderen. Die finanziellen Einsparungen liegen somit auch im Fokus dieser Studie, was sicherlich ein sinnvoller Aspekt ist. Sie sagen diesbezüglich jedoch auch, dass noch weitere Kostenstudien nötig seien. Die Forscher legen nahe, dass Männer und Frauen jedes Alters an der Studie teilnahmen, somit die Resultate auch auf die allgemeine Bevölkerung und nicht nur auf die Militärkadetten verallgemeinert werden können. Jedoch ist die Angabe bezüglich gewohnter Aktivitäten der Teilnehmer lückenhaft. Da MTSS aber vorwiegend bei aktiven Personen auftritt, wäre diese Information sehr wichtig gewesen, damit diese Studie auf MTSS-Betroffene im Allgemeinen übertragen werden kann.

			<p>Des Weiteren wäre es sinnvoll eine Studie durchzuführen, bei welcher die Kontrollgruppe gar keine Intervention bekommt. Denn die Kontrollgruppe dieser Studie zeigte ebenfalls einige signifikante Verbesserungen.</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Wie und unter welchen Bedingungen sind die Ergebnisse in die Praxis umsetzbar?</i> Eine Sitzung fokussierter ESWT in Kombination mit einem Kraft- & Dehnungsprogramm stellt eine effektive Behandlungsmethode, in Bezug auf die Schmerzreduktion, Patientenzufriedenheit und Rückkehr zur gewohnten Aktivität bei MTSS-Betroffenen dar. Andere Studien, welche mehrere Sitzungen ESWT verabreichten, werden zwar erwähnt und deren positive Wirkung bestätigt. Doch die Werte dieser Studie werden nicht direkt mit deren Werte verglichen – ob eine oder mehrere Sitzungen ESWT bessere Wirkungen zeigt, wird somit nicht erwähnt. - <i>Wäre es möglich diese Studie in einem anderen klinischen Setting zu wiederholen?</i> Jein. Einige wichtige Eckpunkte der Interventionen werden in der Studie nicht/ sehr unklar beschrieben, z.B.: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Eisapplikation bei Kontrollgruppe? ▪ Nur falls nötig Ruhe und Eisapplikation: Wer und wie oft? Wie viele haben dies gemacht? ▪ Führten beide Gruppen das Trainingsprogramm unter Aufsicht eines Physiotherapeuten durch?
--	--	--	---

Abbildung 16: PEDro Gomez Garcia et al. (2017)

PEDro-skala – Deutsch

1. Die Ein- und Ausschlusskriterien wurden spezifiziert	nein <input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/>	wo: Methods Seite 103
2. Die Probanden wurden den Gruppen randomisiert zugeordnet (im Falle von Crossover Studien wurde die Abfolge der Behandlungen den Probanden randomisiert zugeordnet)	nein <input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/>	wo: Methods Seite 103
3. Die Zuordnung zu den Gruppen erfolgte verborgen	nein <input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/>	wo: Methods Seite 103
4. Zu Beginn der Studie waren die Gruppen bzgl. der wichtigsten prognostischen Indikatoren einander ähnlich	nein <input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/>	wo: Results Seite 106
5. Alle Probanden waren geblendet	nein <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>	wo:
6. Alle Therapeuten/Innen, die eine Therapie durchgeführt haben, waren geblendet	nein <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>	wo:
7. Alle Untersucher, die zumindest ein zentrales Outcome gemessen haben, waren geblendet	nein <input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/>	wo: Methods Seite 103
8. Von mehr als 85% der ursprünglich den Gruppen zugeordneten Probanden wurde zumindest ein zentrales Outcome gemessen	nein <input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/>	wo: Methods Seite 104 (Abbildung)
9. Alle Probanden, für die Ergebnismessungen zur Verfügung standen, haben die Behandlung oder Kontrollanwendung bekommen wie zugeordnet oder es wurden, wenn dies nicht der Fall war, Daten für zumindest ein zentrales Outcome durch eine ‚intention to treat‘ Methode analysiert	nein <input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/>	wo: Methods Seite 103, 104
10. Für mindestens ein zentrales Outcome wurden die Ergebnisse statistischer Gruppenvergleiche berichtet	nein <input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/>	wo: Results Seite 106
11. Die Studie berichtet sowohl Punkt- als auch Streuungsmaße für zumindest ein zentrales Outcome	nein <input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/>	wo: Results Seite 104, 105, 106

Die PEDro-Skala basiert auf der Delphi Liste, die von Verhagen und Kollegen an der Universität von Maastricht, Abteilung für Epidemiologie, entwickelt wurde (Verhagen AP et al (1998). The Delphi list: a criteria list for quality assessment of randomised clinical trials for conducting systematic reviews developed by Delphi consensus. Journal of Clinical Epidemiology, 51(12):1235-41). Diese Liste basiert auf einem "Expertenkonsens", und größtenteils nicht auf empirischen Daten. Zwei zusätzliche Items, die nicht Teil der Delphi Liste waren, wurden in die PEDro-Skala aufgenommen (Kriterien 8 und 10). Wenn mehr empirische Daten zur Verfügung stehen, könnte es in Zukunft möglich werden, die einzelnen Items zu gewichten, so dass eine PEDro-Punktzahl die Bedeutung individueller Items widerspiegelt.

Der Zweck der PEDro-Skala ist es, Benutzern der PEDro-Datenbank dabei zu helfen, schnell festzustellen, welche der tatsächlich oder vermeintlich randomisierten kontrollierten Studien (d.h. RCTs oder CCTs), die in der PEDro-Datenbank archiviert sind, wahrscheinlich intern valide sind (Kriterien 2-9) und ausreichend statistische Information beinhalten, um ihre Ergebnisse interpretierbar zu machen (Kriterien 10-11). Ein weiteres Item (Kriterium 1), welches sich auf die externe Validität (Verallgemeinerungsfähigkeit von Ergebnissen) bezieht, wurde übernommen, um die Vollständigkeit der Delphi Liste zu gewährleisten. Dieses Kriterium wird jedoch nicht verwendet, um die PEDro-Punktzahl zu berechnen, die auf der PEDro Internetseite dargestellt wird.

Die PEDro-Skala sollte nicht als Maß für die „Validität“ der Schlussfolgerungen einer Studie verwendet werden. Insbesondere warnen wir Benutzer der PEDro-Skala, dass Studien, die einen signifikanten Behandlungseffekt anzeigen, und die hohe Punktzahlen auf der PEDro-Skala erreichen, nicht notwendigerweise den Nachweis dafür erbringen, dass die entsprechenden Behandlungen klinisch sinnvoll sind. Weiterführende Überlegungen beinhalten, ob der Behandlungseffekt groß genug gewesen ist, um lohnenswert zu sein, ob die positiven Effekte der Behandlung die negativen aufwiegen, und wie das Kosten-Nutzen-Verhältnis der Behandlung ist. Die PEDro-Skala sollte nicht dazu verwendet werden, die „Qualität“ von Studien aus unterschiedlichen therapeutischen Bereichen zu vergleichen, und zwar hauptsächlich deswegen nicht, weil es in manchen Bereichen der physiotherapeutischen Praxis nicht möglich ist, allen Kriterien der Skala gerecht zu werden.

Die PEDro-Skala wurde zuletzt am 21. Juni 1999.
Die deutsche Übersetzung der PEDro-Skala wurde erstellt von Stefan Hegenscheidt, Angela Harth und Erwin Scherfer.
Die deutsche Übersetzung wurde im April 2008 fertiggestellt und wurde im Februar 2010 geändert.

Tabelle 22: *AICA Newman et al. (2017)*

	Forschungsschritte	Leitfragen zur inhaltlichen Zusammenfassung	Leitfragen Würdigung
--	--------------------	---	----------------------

<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Einleitung</p>	<p>Problembeschreibung Bezugsrahmen Forschungsfrage (Hypothese)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Um welche Konzepte/Problem handelt es sich?</i> Beim MTSS handelt es sich um eine häufig auftretende Erkrankung (z.B. bis zu 35% der Läufer und Läuferinnen), welche zu längeren Trainingsunterbrechungen und manchmal auch zu Einschränkungen in den ADL's führt. Es gibt bis heute noch keine eindeutigen Belege für eine bestimmte Intervention. Eine effektive Behandlung ist aber notwendig, da das MTSS unbehandelt bis hin zu einer Stressfraktur führen kann. Eine mögliche Behandlungsmethode ist die Stosswellentherapie, auf welche in dieser Studie genauer eingegangen wird. - <i>Was ist die Forschungsfrage, -Zweck bzw. das Ziel der Studie?</i> Das Ziel der Studie ist es, die Wirkung von Stosswellentherapie bei MTSS zu untersuchen. - <i>Welchen theoretischen Bezugsrahmen weist die Studie auf?</i> Die Studie zitiert andere Studien zur Erarbeitung der Theorie des MTSS sowie der extrakorporalen Stosswellentherapie und setzt diese in Zusammenhang miteinander. Zusätzlich werden die beiden Studien, welche bisher zum Thema MTSS & ESWT existieren als weitere Quellen genutzt. - <i>Mit welchen Argumenten wurde der Forschungsbedarf begründet?</i> Die Stosswellentherapie zeigte bereits positive Behandlungseffekte bei Insertionstendinopathien, bei welchen dadurch die lokalen Gewebereparaturmechanismen reaktiviert wurden. Dadurch kommt die Frage auf, ob sich dies auch bei den pathologischen Vorgängen des MTSS als wirkungsvoll erweisen könnte. Des Weiteren konnte bei zwei Studien bisher gezeigt werden, dass die Behandlung des MTSS mit ESWT zur schnelleren Rückkehr zur Aktivität und auch zu einer signifikanten Verbesserung der Behandlungsgruppen führt. Den Studien fehlte es jedoch an Randomisierung sowie einer Vergleichsgruppe (Placebo-/Scheintherapie). Die Studie von Newman et al. zielt nun darauf ab, die Schwächen der bisherigen Studie zu verbessern und denn Effekt einer Behandlung des MTSS mit ESWT weiter zu untersuchen. Deshalb soll die vorliegende Studie als doppelblinde, randomisierte und scheinkontrollierte Studie die bisherigen Studien verbessern. 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Beantwortet die Studie eine wichtige Frage der Berufspraxis/ BA-Fragestellung?</i> Ja, teils. Die Studie untersucht den Effekt der ESWT bei MTSS. Bei den Outcome Variablen hilft uns die Studie lediglich in Bezug auf die Schmerzreduktion. Es wird auch gemessen, um wie viel die individuelle Laufstrecke bei vordefiniertem Schmerzmaximum verlängert werden kann, der Zeitverlauf ist aber nicht klar (kommen sie schneller zur Aktivität zurück?). - <i>Sind die Forschungsfragen klar definiert? Ev. durch Hypothesen ergänzt?</i> Die Forschungsfrage wird nicht exakt definiert und wird auch durch Hypothesen nicht genauer ergänzt. Es wird nur das Ziel der Studie erwähnt ohne jegliche Outcome-Variablen. Das Ziel der Studie kommt beim Lesen aber trotzdem klar hervor. - <i>Wird das Thema/Problem im Kontext von vorhandener konzeptioneller und empirischer Literatur logisch dargestellt?</i> Ja, der Aufbau der Einleitung scheint logisch und verständlich und wird in Kontext zur vorhandenen Literatur logisch dargestellt. Es wird einerseits Bezug auf vorhandene Literatur genommen, andererseits auch auf die zwei Studien, welche bereits zum Thema existieren. Weiter wird auf die Limitationen dieser zwei Studien eingegangen und was sie anders machen sollten.
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Methoden</p>	<p>Design</p>	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Um welches Design handelt es sich?</i> Um eine RCT (doppelt verblindet, scheinkontrolliert) 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Ist die Verbindung zwischen der Forschungsfrage und dem gewählten Design logisch und nachvollziehbar?</i>

	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Wie wird das Design begründet?</i> Die Autoren der Studie wollen die zwei bisherigen Studien verbessern, weshalb sie dieses Design gewählt haben. Weitere Begründungen fehlen. 	<p>Ja, da sich ein RCT anbietet, um eine Intervention gegenüber einer Kontrollgruppe zu untersuchen.</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Werden die Gefahren der internen und externen Validität kontrolliert?</i> Wurde nicht explizit kontrolliert. <ul style="list-style-type: none"> - interne Validität: <ul style="list-style-type: none"> ❖ + durch Doppelblindung & Randomisierung. ❖ - Die Population ist aber Freiwillige, welche wahrscheinlich sehr motiviert sind & etwas erreichen wollen; Bias...? ❖ - sehr subjektive Variablen - Externe Validität: <ul style="list-style-type: none"> ❖ - Rekrutierung durch lokale Werbung (bestimmte Ansprechgruppe?) ❖ - kleine Stichprobengröße > Übertragbarkeit auf Population nicht gewährleistet. ❖ + & - Aktivitätslevel, welches sie erfragen: Faktor welcher sie kontrollieren → so machen sie nicht zu viel/zu wenig. Diesen könnte man aber trotzdem noch strenger kontrollieren mit einem genauen Tagebuch z.B. ❖ - Freiwillige → sehr motiviert & wollen etwas erreichen (Bias...?)
<p><i>Stichprobe</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Um welche Population handelt es sich?</i> Freiwillige Personen aus allgemeiner Bevölkerung mit Belastungsschmerzen am Schienbein. - <i>Welches ist die Stichprobe?</i> <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Wer? Wieviel? Charakterisierungen?</i> 28 aktive Erwachsene mit MTSS (mind. 21 Tage lang Schmerzen in der distalen Hälfte des posteromedialen Schienbeins > 5 cm, welche in Verbindung mit läuferischer Aktivität gebracht werden) ohne Hinweise auf Parästhesien und Verletzungen der unteren Gliedmassen (wie Kompartementsyndrom, Stressfraktur oder Gelenkverstauchung). - <i>Wie wurde die Stichprobe gezogen?</i> <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Probability sampling?</i> ▪ <i>Non-probability sampling?</i> Die Teilnehmer wurden aus der Bevölkerung rekrutiert, sie reagierten dabei auf lokale Werbung. Dies entspricht der Methode des non-probability sampling. - <i>Wird die Auswahl der Teilnehmenden beschrieben und begründet?</i> Sie wurden auf Ein- & Ausschlusskriterien überprüft und dann nach dem Zufallsprinzip (Zuteilungsreihenfolge in Viererblöcken mit Hilfe 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Ist die Stichprobenziehung für das Design angebracht?</i> Ja. Der Auswahlprozess wird durch eine Grafik zusätzlich klar dargestellt. Zusätzlich ist eine strikte Diagnose (Kriterien nach Yates & White) Voraussetzung für die Aufnahme in die Studie. So kontrollieren sie, dass sie wirklich diese Leute einschliessen, die sie wollen. Da alle freiwillig teilnehmen, könnte eine gewisse Verzerrung resultieren, da sie sehr motiviert sind & etwas erreichen wollen (ethisch aber so gut vertretbar). - <i>Ist die Stichprobe repräsentativ für die Zielpopulation?</i> <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Auf welche Population können die Ergebnisse übertragen werden?</i> Da die Stichprobe relativ klein ist (schliesslich pro Gruppe n = 12), ist die Repräsentativität der Stichprobe fraglich. Da klare Ein- & Ausschlusskriterien genannt werden und die Gruppen sehr klar beschrieben werden, könnten die Ergebnisse auf diese Population gut übertragen werden. Durch das Auswahlverfahren über eine lokale Werbung, sind die Ergebnisse nur übertragbar auf diese Population, welche die entsprechende Werbung auch sieht und fähig ist diese zu lesen. - <i>Ist die Stichprobengröße angemessen? Wie wird sie begründet? Beeinflussen die Drop-Outs die Ergebnisse?</i> Mit 28 Teilnehmern ist die Stichprobengröße gering. Durch 4 Drop-outs wird diese weiter auf 24 reduziert. Dies wird auch in der Diskussion als

		<p>eines computergenerierten Zufallszahlenprogramm) in eine von den zwei Gruppen eingeteilt.</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Gibt es verschiedene Studiengruppen?</i> Ja, eine Interventions- & eine Kontrollgruppe. 	<p>bemerkenswerte Einschränkung der Studie angegeben. 1 Teilnehmer, welche durch Asthmaexazerbation nicht an Lauftest in Woche 10 teilnehmen konnte, fällt dort zusätzlich weg. Für diese Teilnehmer werden „0 Veränderung“ angegeben („intention to treat“), was die Ergebnisse bei so einer kleinen Stichprobengröße durchaus beeinflussen könnte.</p> <p>Dass diese jedoch in der Studie drin behalten werden, ist qualitativ gutes Zeichen für Studie (es werden nicht einfach nur Ergebnisse präsentiert, welche „Forscher wollen“)</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Wie wurden die Vergleichsgruppen erstellt? Sind sie ähnlich?</i> Sie wurden nach dem Zufallsprinzip eingeteilt. Im Resultatteil wird erwähnt, dass es keine statisch signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen gibt (mit ANOVA), der p-Wert wird dabei aber nicht angegeben, was die Nachvollziehbarkeit erschwert (+ haben sie schon sehr unterschiedliche Baseline Werte?; z.B. schmerzlimitierte Laufdistanz in Woche 1 in m 471 m vs. 864 m). Zusätzlich fehlen bei beiden Gruppen die Angaben zur Normalverteilung. - <i>Werden Drop-Outs angegeben und begründet?</i> Ja, Drop-Outs werden angegeben sowie begründet (4 Teilnehmer; 2 zogen aufgrund von Arbeit weg, 2 konnten nicht zu Follow-up erscheinen). Zusätzlich konnte 1 Teilnehmer aufgrund von Asthmaverschlechterung Laufbandlauf nicht absolvieren, was nicht als Drop-Out gezählt wird, da restliche Outcome-Variablen erhoben wurden.
<p><i>Datenerhebung</i></p>		<ul style="list-style-type: none"> - <i>Welche Art von Daten wurde erhoben? (physiologische Messungen, Beobachtung, schriftliche Befragung, Interview)</i> <ul style="list-style-type: none"> - NRS (0-10) bei Knochen-/Muskelbelastung (Druck von 5 kg mit Algometer) sowie beim Laufen - Schmerzbegrenzte Laufdistanz in Meter (2 min. 7.5 km/h, dann 10 km/h) bis bestimmte Schmerzgrenze (4/10 NRS) oder max. 18 min. - Selbstwahrnehmung der Veränderung mittels Fragebogen (GROC) - <i>Wie häufig wurden Daten erhoben?</i> <ul style="list-style-type: none"> - NRS sowie schmerzbegrenzte Laufdistanz in Woche 1 und 10 - GROC nur in Woche 10 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Ist die Datenerhebung für die Fragestellung nachvollziehbar?</i> Ja, die wichtigsten Parameter auf den verschiedenen Ebenen (Schmerz, Laufdistanz sowie Selbstwahrnehmung) werden erfasst. Es ist jedoch unklar, wie die Daten „NRS“ beim Laufen erhoben wurde. Zusätzlich handelt es sich um sehr subjektive Daten. Es funktioniert also nur, weil sie ein Vorher-Nachher-Vergleich machen. Die verschiedenen NRS-Werte zwischen den einzelnen Teilnehmern sind aufgrund der Subjektivität nicht vergleichbar. - <i>Sind die Methoden der Datenerhebung bei allen Teilnehmern gleich?</i> Ja. - <i>Sind die Daten komplett, d.h. von allen Teilnehmern erhoben?</i> Ja. 4 Drop-outs + 1 Teilnehmer, welcher Laufbandlauf in Woche 10 nicht durchführen konnte, wurden als keine Veränderung angegeben.

<p>Messverfahren und/oder Instrumente</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Welche Messinstrumente wurden verwendet (Begründung)? <ul style="list-style-type: none"> - NRS (0-10) bei Knochen-/Muskelbelastung (Druck von 5 kg mit Algometer) sowie beim Laufen - Lauftest (2 min. 7.5 km/h, dann 10 km/h) bis bestimmte Schmerzgrenze (4/10 NRS) oder max. 18 min. - GROC (Fragebogen), zur Erfassung der Selbstwahrnehmung der Veränderung - Welche Intervention wird getestet? <ul style="list-style-type: none"> <u>Interventionsgruppe</u>: Stosswellentherapie mit Standarddosis, welche im Laufe schrittweise erhöht wurde (Woche 1,2,3,5,9; progressiv von 0.1 zu 0.3 mJ/mm², total 1450 mJ/mm²) <u>Kontrollgruppe</u>: Stosswellentherapie mit Scheindosis („Placebogruppe“: niedrigste Dosis, welche verabreicht werden konnte > total 70 mJ/mm²; Woche 1 & dann noch weitere 4x, Zeitpunkt nicht explizit erwähnt) 	<ul style="list-style-type: none"> - Sind die Messinstrumente zuverlässig (reliability)? <p>NRS: Keine Angaben in dieser Studie, laut anderen Quellen ist die NRS jedoch reliabel. (Shirley Ryan AbilityLab, o. J.)</p> <p>Lauftest: Keine Angaben in dieser Studie. Da der Test nicht klar standardisiert ist, ist die Reliabilität schwer einzuschätzen.</p> <p>GROC: Keine Angaben in dieser Studie. Da es sich aber um klar definierte Punkte handelt, kann von einer guten Reliabilität ausgegangen werden.</p> - Sind die Messinstrumente valide (validity)? <p>NRS: Keine Angaben in dieser Studie, laut anderen Quellen ist die NRS jedoch valide. (Shirley Ryan AbilityLab, o. J.)</p> <p>Lauftest: Keine Angaben in dieser Studie. Grundsätzlich können aber Tagesformen, Belastungen vor dem Test oder andere Faktoren den Test verfälschen.</p> <p>GROC: Keine Angaben in dieser Studie. Es misst das subjektive Gesamtergebnis des Zustandes mit einer bestimmten Intervention (hier bestimmte Dosis ESWT). Da in der Studie die Selbstwahrnehmung der Veränderung durch die Teilnehmer bestimmt werden soll, misst der GROC auch wirklich das. So kann die Validität als gut angesehen werden.</p> - Wird die Auswahl der Messinstrumente nachvollziehbar begründet? <p>Nur in Bezug auf NRS und GROC -> NRS und GROC werden in vielen Studien miteinander verglichen, um die Bestimmung der minimal wichtigen Unterschiede für eine bestimmte Krankheit oder einen bestimmten Zustand zu unterstützen. Ansonsten wird die Auswahl nicht begründet.</p> <p>Die Auswahl der Messinstrumente macht aber aus unserer Sicht Sinn, denn sie messen das, was sie messen sollen; deshalb nachvollziehbar. Gut ist auch, dass beim Test auf dem Laufband sehr kontrollierte Bedingungen „herrschen“.</p> - Sind mögliche Verzerrungen/Einflüsse auf die Intervention erwähnt? <p>Nein. Es wird nur erwähnt, dass die Teilnehmer ihr Aktivitätslevel so unverändert wie möglich beibehalten sollen. Dies ist wichtig zu wissen, da das individuelle Aktivitätslevel natürlich einen Einfluss auf die Intervention haben könnte.</p>
<p>Datenanalyse</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Welches Datenniveau weisen die erhobenen Variablen auf? <ul style="list-style-type: none"> - NRS: eigentlich ordinalskaliert (alle nehmen ihn aber als intervallskaliert) - Schmerzbegrenzte Laufdistanz: proportionalskaliert - GROC (Fragebogen): ordinalskaliert - Welche statistischen Verfahren wurden zur Datenanalyse verwendet (deskriptive und/oder schliessende)? 	<ul style="list-style-type: none"> - Werden die Verfahren der Datenanalyse klar beschrieben? <p>Ja, es wird klar, welche Daten mit welchem Verfahren analysiert werden. Die Post hoc Analyse wird im Methodenteil nicht beschrieben.</p> - Wurden die statistischen Verfahren sinnvoll angewendet? <p>Ja. Die ANOVA ist sinnvoll, um Daten in Gruppen selbst & miteinander zu vergleichen.</p> - Entsprechen die verwendeten statistischen Tests den Datenniveaus? <ul style="list-style-type: none"> - unabhängige Variable = nominalskaliert > Ja, ESWT ja oder nein → nominalskaliert

	<p>Varianzanalyse (ANOVA) mit Messwiederholung, wurde mit SPSS durchgeführt. Von der Post hoc Analyse, welche im Diskussionsteil erwähnt wird, wird im Methodenteil nicht gesprochen.</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Wurde ein Signifikanzniveau festgelegt?</i> Ja, $p < 0.05$ wurde als statistisch signifikant festgelegt. 	<ul style="list-style-type: none"> - abhängige Variable = mind. intervallskaliert > Jein, NRS & schmerzbegrenzte Laufdistanz ja; GROC ist jedoch ordinalskaliert - Varianzhomogenität als Voraussetzung gegeben - Normalverteilung unklar (evtl. wichtig: mit den Tests, wo man intervallskalierte Variablen nimmt, bekommt man eher ein signifikantes Ergebnis) - <i>Erlauben die statistischen Angaben eine Beurteilung?</i> NRS & schmerzbegrenzte Laufdistanz grundsätzlich ja, GROC nein da ordinalskaliert. Es ist jedoch zu beachten, dass nicht erwähnt wird, ob Daten normalverteilt sind. - <i>Ist die Höhe des Signifikanzniveaus nachvollziehbar und begründet?</i> $P < 0.05$ wurde als Standardwert nachvollziehbar gewählt, dessen Auswahl wird aber nicht genauer begründet. Es gibt aber auch kein Grund, warum man dies nicht so machen sollte.
Ethik	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Welche ethischen Fragen werden von den Forschenden diskutiert & werden entsprechende Massnahmen durchgeführt?</i> Es werden keine ethischen Fragen diskutiert. - <i>Falls relevant: ist eine Genehmigung einer Ethikkommission eingeholt worden?</i> Ja, die ethische Genehmigung wurde von der Ethikkommission für Humanforschung von der Universität Canberra erteilt (Projektnummer 14-04). 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Inwiefern sind alle relevanten ethischen Fragen diskutiert und entsprechende Massnahmen durchgeführt worden? Unter anderem zum Beispiel auch die Beziehung zwischen Forschenden und Teilnehmenden?</i> Wird nicht diskutiert. Es stellt sich aber die Frage: Wenn die Teilnehmer ihr Einverständnis gegeben haben, dann müsste man sie genau über Wirkung von Stosswellen und über Weiteres informieren. Dies könnte die Erwartungen der Leute beeinflussen (à la dies sollte so und so helfen).

Ergebnisse	Ergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> - Welche Ergebnisse werden präsentiert? <ul style="list-style-type: none"> - NRS in Woche 10 verglichen zwischen Versuchs- & Kontrollgruppe bei Muskel-/Knochenbelastung und beim Laufen - GROC in Woche 10 verglichen zwischen Versuchs- & Kontrollgruppe - Schmerzbegrenzte Laufdistanz in Woche 10 verglichen zwischen Versuchs- & Kontrollgruppe - NRS in Bezug auf Knochenschmerzen in Woche 10 verglichen zu Woche 1 bei allen Teilnehmern - NRS in Bezug auf Muskelschmerzen im Vergleich zwischen Woche 1 & 10 in Gruppen selbst & zwischen den Gruppen - Welches sind die zentralen Ergebnisse der Studie? <ul style="list-style-type: none"> - In Woche 10 hatte die Kontrollgruppe bei Knochenbelastung 1.1 von 10 Punkten weniger Schmerzen als die Versuchsgruppe im Vergleich zu Woche 1 - In Woche 10 gab es keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen im Bezug auf Schmerz bei Muskelbelastung, schmerzlimitierte Laufstrecke und Selbstwahrnehmung der Veränderung - Alle Teilnehmenden haben eine statistisch signifikante Verbesserung der Knochenschmerzen während Knochenbelastung in Woche 10 verglichen zu Woche 1 - Im Bezug auf Muskelschmerzen bei Muskelbelastung zeigten sich keine signifikanten Unterschiede in Woche 10 verglichen zu Woche 1 in den Gruppen und auch nicht zwischen den Gruppen - Durchschnittswert von NRS in Bezug auf Knochenschmerzen reduzierte sich von Woche 10 zu Woche 1 in Kontrollgruppe von 5.5 auf 3.6, in Interventionsgruppe nur von 5.9 auf 5.3 > dabei hat sich die Kontrollgruppe im Vergleich zur Interventionsgruppe signifikant grösser verbessert - Werden die Ergebnisse verständlich präsentiert (Textform, Tabellen, Grafiken)? <p>Die erwähnten Ergebnisse werden in einer Tabelle präsentiert, auf welche im Text noch genauer darauf eingegangen wird, was für das Verständnis hilfreich ist. In Tabelle fehlt jedoch p-Wert. Zusätzlich wird ein Grossteil der Ergebnisse erst im Diskussionsteil erwähnt. Generell ist kein roter Faden bei der Präsentation der Ergebnisse vorhanden.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Sind die Ergebnisse präzise? <p>Soweit angegeben sind sie präzise. Es werden im Text jeweils genaue Werte in der Klammer angegeben, um die Resultate zu unterstreichen. Der p-Wert fehlt aber ubiquitär, was Nachvollziehbarkeit vermindert. Weitere relevante Ergebnisse werden erst im Diskussionsteil erwähnt (Vergleich der einzelnen Gruppen zwischen Woche 1 & 10), dies wäre im Ergebnissteil angenehmer für den Leser.</p> <p>Die Ergebnisse weisen riesige Standardabweichungen auf (z.B. SD bei schmerzlimitierter Laufdistanz in Kontrollgruppe in Woche 10 bei über 1 km), extreme Unterschiede, grosse Streubreite. Zwar hat man kleine Unterschiede in Woche 1/10, aber eine grosse Streuung. Ist dies wirklich eine relevante Veränderung? ANOVA berücksichtigt das aber; vielleicht hat man deshalb auch keine signifikanten Resultate.</p> <p>> man müsste mehr Leute haben, dann würde SD kleiner werden.</p> - Wenn Tabellen / Grafiken verwendet wurden, entsprechen diese folgenden Kriterien? <ul style="list-style-type: none"> ▪ Sind sie präzise und vollständig (Titel, Legenden...) ▪ Sind sie eine Ergänzung zum Text? <p>Jein, Beschriftung vollständig, gewisse Werte fehlen. Weiter könnten diese in Ergebnisteil jedoch noch genauer erwähnt werden. Tabellen eher unübersichtlich, zusätzliche Grafik wäre hilfreich.</p>
------------	------------	--	--

Diskussion	<p><i>Diskussion und Interpretation der Ergebnisse</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Werden signifikante und nicht signifikante Ergebnisse erklärt? Wie Interpretieren die Forschenden die Ergebnisse?</i> Ja. Generell gibt es nur wenige signifikante Ergebnisse. Lediglich die Abnahme des Knochenschmerzes (NRS) bei Belastung bei allen Teilnehmern in Woche 10 verglichen zu Woche 1 wird erwähnt und die Höhe dieser Abnahme (NRS) wird zwischen den beiden Gruppen verglichen. Da diese Ergebnisse eher unerwartet kamen, wurden alternative Erklärungen durch die Forschenden gesucht. Die restlichen Ergebnisse erwiesen sich als nicht signifikant. - <i>Kann die Forschungsfrage aufgrund der Daten beantwortet werden?</i> Ja. - <i>Werden Limitationen diskutiert?</i> Ja, es wird jedoch nur die geringe Stichprobengrösse als Limitation erwähnt. - <i>Werden die Ergebnisse mit ähnlichen Studien verglichen?</i> Ja. Es wird erwähnt, dass die Studie im Kontrast zu den bisherigen Studien steht. Dort war nämlich eine frühere Rückkehr zu einer vorbestimmten Laufstrecke möglich und die Patienten spürten einen Unterschied in der Selbstwahrnehmung der Veränderung. 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Werden alle Resultate diskutiert?</i> Ja. - <i>Stimmt die Interpretation mit den Resultaten überein?</i> Ja. - <i>Werden die Resultate in Bezug auf die Fragestellung/Hypothesen, Konzepte und andere Studien diskutiert und verglichen?</i> Ja, sie werden in Bezug auf die Fragestellung und auch kurz auf andere Studien diskutiert und verglichen. - <i>Wird nach alternativen Erklärungen gesucht?</i> Ja, sehr viele. Es wird diskutiert, dass die Verringerung der Knochenschmerzen bei Palpation bei der Kontrollgruppe mit Scheindosis eventuell auf die Effektivität der geringen Dosis von ESWT zurückzuführen ist. Andererseits könnte es auch eine natürliche Verbesserung des Zustands mit der Zeit sein. Da der Unterschied in der Kontrollgruppe grösser als in der Interventionsgruppe ist, könnte es auch sein, dass die Stosswellentherapie die natürliche Verbesserung der Knochenschmerzen bei der Palpation verzögert oder abschwächt. Ein Placebo-Effekt durch die Scheindosis ist unwahrscheinlich, da dann auch die Schmerzen bei Muskelbelastung weniger sein sollten. ⇒ <i>Generell: Alles Hypothesen; keine belegbaren Aussagen.</i>
	<p><i>Schlussfolgerung Anwendung und Verwertung in der Pflegepraxis</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Welche Implikationen für die Praxis, Theorien und zukünftige Forschung sind beschrieben?</i> Es müssen weitere Studien durchgeführt werden, welche einerseits mehr Probanden vorweisen und auch eine Kontrollgruppe ohne jegliche Intervention mit ESWT. Ebenfalls muss weiter geforscht werden, was die optimale Dosierung der Stosswellentherapie ist, um die Osteozyten anzuregen und somit einen Effekt zu erhalten. Die Studie gibt viele neue Implikationen für die zukünftige Forschung (z.B. soll das Aktivitätsniveau vor Studie mehr kontrolliert werden). Das Fazit für die Praxis ist jedoch momentan, dass man die ESWT bei der Behandlung von MTSS nicht brauchen soll. 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Ist diese Studie sinnvoll? Werden Stärken und Schwächen aufgewogen?</i> Die Studie ist durchaus sinnvoll. Es werden Schwächen nur kurz erwähnt, Stärken fehlen komplett. - <i>Wie und unter welchen Bedingungen sind die Ergebnisse in die Praxis umsetzbar?</i> Momentan gar nicht, da noch viele unklare Faktoren, welche weiter erforscht werden müssen. - <i>Wäre es möglich diese Studie in einem anderen klinischen Setting zu wiederholen?</i> Ja, mit mehr Probanden und einer Kontrollgruppe ohne jegliche Intervention.

Abbildung 17: PEDro Newman et al. (2017)

PEDro-skala – Deutsch

1. Die Ein- und Ausschlusskriterien wurden spezifiziert	nein <input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/>	wo: Methods (S. 221)
2. Die Probanden wurden den Gruppen randomisiert zugeordnet (im Falle von Crossover Studien wurde die Abfolge der Behandlungen den Probanden randomisiert zugeordnet)	nein <input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/>	wo: Methods (S. 221)
3. Die Zuordnung zu den Gruppen erfolgte verborgen	nein <input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/>	wo: Methods (S. 221)
4. Zu Beginn der Studie waren die Gruppen bzgl. der wichtigsten prognostischen Indikatoren einander ähnlich	nein <input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/>	wo: Results (S. 222)
5. Alle Probanden waren geblendet	nein <input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/>	wo: Methods (S. 221)
6. Alle Therapeuten/Innen, die eine Therapie durchgeführt haben, waren geblendet	nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>	wo: wird nicht erwähnt
7. Alle Untersucher, die zumindest ein zentrales Outcome gemessen haben, waren geblendet	nein <input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/>	wo: Methods (S. 221)
8. Von mehr als 85% der ursprünglich den Gruppen zugeordneten Probanden wurde zumindest ein zentrales Outcome gemessen	nein <input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/>	wo: Results (S. 222)
9. Alle Probanden, für die Ergebnismessungen zur Verfügung standen, haben die Behandlung oder Kontrollanwendung bekommen wie zugeordnet oder es wurden, wenn dies nicht der Fall war, Daten für zumindest ein zentrales Outcome durch eine ‚intention to treat‘ Methode analysiert	nein <input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/>	wo: Methods (S. 222)
10. Für mindestens ein zentrales Outcome wurden die Ergebnisse statistischer Gruppenvergleiche berichtet	nein <input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/>	wo: Methods (S. 222)
11. Die Studie berichtet sowohl Punkt- als auch Streuungsmaße für zumindest ein zentrales Outcome	nein <input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/>	wo: Results (S. 222)

Die PEDro-Skala basiert auf der Delphi Liste, die von Verhagen und Kollegen an der Universität von Maastricht, Abteilung für Epidemiologie, entwickelt wurde (Verhagen AP et al (1998). The Delphi list: a criteria list for quality assessment of randomised clinical trials for conducting systematic reviews developed by Delphi consensus. *Journal of Clinical Epidemiology*, 51(12):1235-41). Diese Liste basiert auf einem "Expertenkonsens", und größtenteils nicht auf empirischen Daten. Zwei zusätzliche Items, die nicht Teil der Delphi Liste waren, wurden in die PEDro-Skala aufgenommen (Kriterien 8 und 10). Wenn mehr empirische Daten zur Verfügung stehen, könnte es in Zukunft möglich werden, die einzelnen Items zu gewichten, so dass eine PEDro-Punktzahl die Bedeutung individueller Items widerspiegelt.

Der Zweck der PEDro-Skala ist es, Benutzern der PEDro-Datenbank dabei zu helfen, schnell festzustellen, welche der tatsächlich oder vermeintlich randomisierten kontrollierten Studien (d.h. RCTs oder CCTs), die in der PEDro-Datenbank archiviert sind, wahrscheinlich intern valide sind (Kriterien 2-9) und ausreichend statistische Information beinhalten, um ihre Ergebnisse interpretierbar zu machen (Kriterien 10-11). Ein weiteres Item (Kriterium 1), welches sich auf die externe Validität (Verallgemeinerungsfähigkeit von Ergebnissen) bezieht, wurde übernommen, um die Vollständigkeit der Delphi Liste zu gewährleisten. Dieses Kriterium wird jedoch nicht verwendet, um die PEDro-Punktzahl zu berechnen, die auf der PEDro Internetseite dargestellt wird.

Die PEDro-Skala sollte nicht als Maß für die „Validität“ der Schlussfolgerungen einer Studie verwendet werden. Insbesondere warnen wir Benutzer der PEDro-Skala, dass Studien, die einen signifikanten Behandlungseffekt anzeigen, und die hohe Punktzahlen auf der PEDro-Skala erreichen, nicht notwendigerweise den Nachweis dafür erbringen, dass die entsprechenden Behandlungen klinisch sinnvoll sind. Weiterführende Überlegungen beinhalten, ob der Behandlungseffekt groß genug gewesen ist, um lohnenswert zu sein, ob die positiven Effekte der Behandlung die negativen aufwiegen, und wie das Kosten-Nutzen-Verhältnis der Behandlung ist. Die PEDro-Skala sollte nicht dazu verwendet werden, die „Qualität“ von Studien aus unterschiedlichen therapeutischen Bereichen zu vergleichen, und zwar hauptsächlich deswegen nicht, weil es in manchen Bereichen der physiotherapeutischen Praxis nicht möglich ist, allen Kriterien der Skala gerecht zu werden.

Die PEDro-Skala wurde zuletzt am 21. Juni 1999.

Die deutsche Übersetzung der PEDro-Skala wurde erstellt von Stefan Hegenscheidt, Angela Harth und Erwin Scherfer.

Die deutsche Übersetzung wurde im April 2008 fertiggestellt und wurde im Februar 2010 geändert.