

Artikel (Übersetzung Englisch-Deutsch Ruth Kramer)



Effektivität von Manualtherapie, individuellen Einlagen und kombinierter Therapie in der Behandlung der Plantarfasziitis – eine RCT

Casper Grim ^{1,*}, Ruth Kramer ², Martin Engelhardt ¹, Swen Malte John ³, Thilo Hotfiel ^{1,4} und Matthias Wilhelm Hoppe ^{1,5}

¹ Klinik für Orthopädie, Unfall-, Hand- und Neurochirurgie, Klinikum Osnabrück GmbH, 49076 Osnabrück, Deutschland; martin.engelhardt@klinikum-os.de (M.E.); thilo.hotfiel@klinikum-os.de (T.H.); matthias.hoppe@klinikum-os.de (M.W.H.)

² Physiopraxis Kramer, 49492 Westerkappeln, Deutschland; ruth@physiopraxis-kramer.de

³ Klinik für Dermatologie, Umweltmedizin und Gesundheitstheorie, Universität Osnabrück, 49076 Osnabrück, Deutschland; sjohn@uos.de

⁴ Klinik für Orthopädische Chirurgie, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, 91054 Erlangen, Deutschland

⁵ Institut für Bewegungs- und Trainingswissenschaft, Universität Wuppertal, 42119 Wuppertal, Deutschland

* Korrespondenz: casper.grim@klinikum-os.de

Eingegangen am 30. März 2019; Akzeptiert: 26. Mai 2019; Veröffentlicht: 28. Mai 2019

Zusammenfassung: Hintergrund: Plantarfasziitis (PF) ist eine der häufigsten Ursachen für plantare Fersenschmerzen.

Ziel: Bewertung der Wirksamkeit von drei verschiedenen Behandlungsansätzen bei der Behandlung von PF.

Methoden: Dreiundsechzig Patienten (44 Frauen, 19 Männer; $48,4 \pm 9,8$ Jahre) wurden randomisiert in eine der Gruppen Manuelle Therapie (MT), maßgefertigte Fußorthesen (sensomotorische Einlagen) (FO) und die kombinierte Therapie (kombiniert). Die primären Ergebnisse von Schmerz und Funktion wurden unter Verwendung der American Orthopaedic Foot and Ankle Society-Ankle Hindfoot Scale (AOFAS-AHS) und der Patient Reported Outcome Measure (PROM) Fuß Schmerz und Funktion Skala (FSFS) bewertet. Die Daten wurden zu Studienbeginn (T0) und bei Follow-up-Sessions nach 1 Monat, 2 Monaten und 3 Monaten (T1-T3) ausgewertet.

Ergebnisse: Alle drei Behandlungen zeigten statistisch signifikante ($p < 0,01$) Verbesserungen in beiden Bewertungs-Skalen von T0 bis T3. Die MT Gruppe zeigte jedoch größere Verbesserungen als beide anderen Gruppen ($p < 0,01$).

Schlussfolgerung: Manuelle Therapie, maßgefertigte Fußorthesen und die kombinierte Behandlung von PF reduzierten alle die Schmerzen und verbesserten die Funktionen, die größten Verbesserungen wies jedoch die Manuelle Therapie allein ausgeführt auf.

Schlüsselwörter: Plantarfasziitis; Fersenschmerzen; Manuelle Therapie; Gelenkmobilisation; maßgefertigte Fußorthesen; Einlagen; Rückenschmerzen

1. Einleitung

Plantarfasziitis (PF) wird als häufigste Ursache für plantaren Fersenschmerz genannt und auch als Plantarfasziöse oder Faszioopathie bezeichnet, da diese Begriffe den entzündlich degenerativen Charakter der Erkrankung akkurater beschreiben [1–5]. Die Prävalenzrate reicht von 4% im Allgemeinen bis 7% in älteren Populationen, bei Sportlern von 8% bis 25% bei Läufern [6]. Im nichtathletischen Bereich sind Frauen häufiger betroffen [1,7,8] und haben ein höheres Risiko für persistierende Symptome [9] als Männer.

Die Ätiologie ist weitgehend unbekannt [2], die Risikofaktoren bleiben unklar. Adipositas, längeres Stehen, Laufen, eingeschränkte Dorsalextension im Sprunggelenk, ein verkürzter M. triceps surae, eine Fehlstellung des Rückfußes und erhöhtes Alter werden als potenzielle Risikofaktoren angesehen [2,4,6,10,11]; die wissenschaftliche Evidenz ist jedoch schwach. Die hohe Inzidenz und das Ausmaß der Beeinträchtigung erfordern ein besseres Verständnis nicht nur der Diagnose, sondern auch evidenzbasierter Empfehlungen für die Therapie. In Bezug auf letztere ist die Qualität der Studien heterogen und häufig werden mehrere Therapieformen gleichzeitig durchgeführt [1,2,6]. Dies macht es schwierig, die Effektivität einer einzelnen Therapie nachzuweisen oder Therapien nach ihrer Wirksamkeit einzuordnen [4]. Viele Patienten berichten von persistierenden oder wiederkehrenden Schmerzen nach der Behandlung [12]. Zu den empfohlenen Therapieformen gehören Nachtschienen, Muskelaufbautraining, Kortikoid-Injektionen, extrakorporale Stoßwellentherapie, Manuelle Therapie und Einlagen [13,14].

Aufgrund geringer Forschung gibt es keine eindeutigen Argumente für die Anwendung von Einlagen. Die theoretischen Grundlagen für ihre Anwendung umfasst die Verbesserung der Ausrichtung des Rückfußes, die Entlastung des Drucks plantar auf den Ursprung der Plantarfaszie und die Änderung der Fersenstellung, die die mechanische Belastung der Plantarfaszie verändern kann [15]. Für die Anwendung von Einlagen wurde ein Mangel an qualitativ hochwertigen Nachweisen festgestellt [6,16]. Es wurden keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen maßgefertigten oder vorgefertigten Einlagen oder weichen und festen Materialien gefunden [2,6,13,17]. Eine längere Dauer der Verwendung von Einlagen war mit einer Beeinträchtigung der Funktion der Plantarfaszie und der Zehenflexoren verbunden [12]. Es gibt jedoch keine zwei Studien, in der die gleiche Art von Einlagen verwendet wurde. Das begrenzt die Vergleichsmöglichkeiten zwischen Studien und Hinweisen, welche Konstruktionsmerkmale einer Einlage am effektivsten sind. Von großer Bedeutung ist, ob Einlagen für Patienten von Nutzen sind, indem sie ihre Symptome wirksam lindern [6].

Für einen kurzzeitigen Einsatz manueller Therapiemaßnahmen liegt nur eine schwache [1] bis mäßige Evidenz vor [18,19]. Im Vergleich zur Physiotherapie benötigten die Patienten jedoch weniger Sitzungen, wodurch die Behandlungskosten gesenkt wurden [20]. Eine Dehnung der Wadenmuskulatur und eine Verbesserung der Dorsalextension im Talokruralgelenk wird empfohlen [13]; diese Mobilisation war jedoch nicht wirksamer als Dehnung und Ultraschallbehandlung allein [21]. In einer Studie, in der maßgefertigten Einlagen mit der Mobilisation des Fußes und Stretching verglichen wurden, erzielte die Gruppe mit Mobilisation nur nach zwei Wochen bessere Ergebnisse, jedoch nicht nach ein oder zwei Monaten [17]. In nur zwei der untersuchten Studien [7,22] wurde in der Versuchsgruppe eine einzelne Behandlung isoliert angewendet. Die beiden anderen gut bewerteten Studien, in denen signifikante Verbesserungen berichtet wurden [1,23], verwendeten mehrere Interventionen gleichzeitig. Die Studien ließen daher keine Rückschlüsse auf die Wirksamkeit der Manuellen Therapie allein zu [4]. In einer osteopathischen Studie wurden die Gesamtergebnisse mit drei Behandlungen nicht signifikant verbessert [24].

Nach konservativen Behandlungen an Fuß und Unterschenkel über einen Zeitraum von 9 Jahren im Mittel ab Studienbeginn gaben 50% der Interviewten noch Symptome an [9,25]. Patienten mit plantarem Fersenschmerz hatten eine hohe Prävalenz von Rückenschmerzen. Im Vergleich zur Kontrollgruppe hatten mehr als doppelt so viele Patienten mit plantarem Fersenschmerz Beschwerden in der Lendenwirbelsäule, das entsprechende Risiko dafür war fünfmal höher. Die Therapie lokaler und proximaler Einschränkungen, einschließlich solcher, die mit Rückenschmerzen verbunden sind, kann zur Verbesserung des PF-Managements gerechtfertigt sein [25]. Daher wurde in der aktuellen Studie auch die Wirbelsäule untersucht und behandelt. Bisher gab es keine prospektive, randomisierte, kontrollierte Studie, in der manuelle Therapie und maßgefertigte Einlagen in Bezug auf Rückenschmerzen bei Patienten mit PF untersucht und behandelt wurden.

Ziel dieser Studie war es daher, die Wirksamkeit der manuellen Therapie, der maßgefertigten Fußorthesen und der kombinierten Therapie bei der Behandlung von PF zu vergleichen.

2. Materialien und Methoden

Die Ethikkommission der Universität Osnabrück genehmigte und akzeptierte alle an dieser Studie beteiligten Verfahren (4/7/1043.5). Die Patienten wurden nacheinander über einen Zeitraum von 36 Monaten rekrutiert. Die Patienten wurden von einem Facharzt für Fußchirurgie auf ihre Eignung untersucht. Einschlusskriterien waren: Eine klinische Diagnose von PF mit Symptomen für <6 Monate und einem Alter von ≥ 18 Jahren. Ausschlusskriterien waren: Red Flags für Manuelle Therapie Interventionen, frühere Operationen, Frakturen, rheumatoide Erkrankungen, Tumoren und andere Therapieformen während der Studie. Alle Patienten wurden über die an der Studie beteiligten Verfahren informiert und unterzeichneten eine Einverständniserklärung. Basierend auf der Reihenfolge des Erscheinens wurden die Patienten zufällig in eine der drei Gruppen eingeteilt: (i) Gruppe für Manuelle Therapie (MT), (ii) Gruppe für maßgefertigte Fußorthesen (FO) und (iii) Gruppe für kombinierte Therapie (kombiniert). Die Patienten wurden dann an einen Therapeuten für Manuelle Therapie, einen Orthopädietechniker oder an beide überwiesen.

2.1. Untersuchungsablauf

Alle Patienten gaben demografische Informationen, Krankengeschichte und frühere Behandlungen von PF an. Sie erhielten zu Studienbeginn (T0) und nach 1 Monat, 2 Monaten und 3 Monaten (T1 - T3) eine körperliche Untersuchung. Die primären Ergebnisse von Schmerz und Funktion wurden unter Verwendung der American Orthopaedic Foot and Ankle Society-Ankle Hindfoot Scale (AOFAS-AHS) und der Patient Reported Outcome Measure (PROM) Fuß Schmerz und Funktion Skala (FSFS) bewertet. Eine Intention to treat Analyse wurde bei fehlenden Daten unter Verwendung der letzten verfügbaren Werte für die endgültige Bewertung durchgeführt [26,27]. Abbildung 1 zeigt die Patientenrekrutierung und Stichprobengröße, die Studienabbrecher und die Behandlungsabsicht der drei Gruppen.

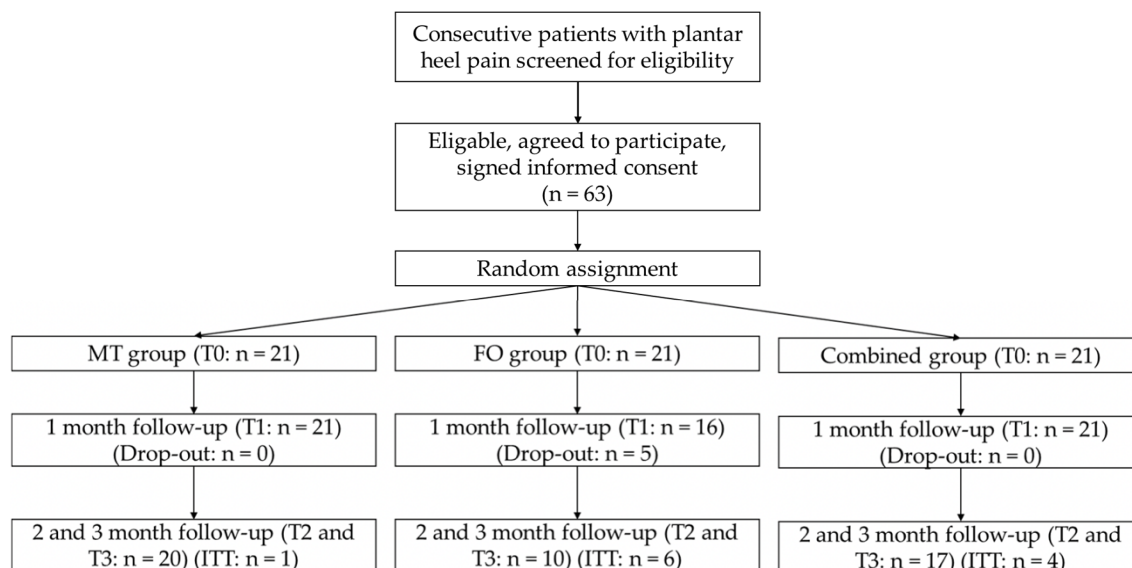


Abbildung 1. Flussdiagramm der Patientenrekrutierung. Abkürzungen: MT, Manuelle Therapie; FO, Fußorthesen; ITT, Intention to treat (Behandlungsabsicht); T0, Baseline; T1 - T3, Follow-up-Sitzungen nach 1–3 Monaten.

2.2. Erhebungsmethoden

Die AOFAS-AHS umfasst sowohl subjektive, vom Patienten berichtete Schmerz- und Funktionsmerkmale (60%) sowie objektive, vom Arzt beurteilte Items der Funktion (40%). Die AHS wird bewertet von 0 bis 100 Punkten, höhere Werte weisen auf ein besseres Ergebnis hin [28,29]. Die AHS wurde der häufig verwendeten Shortform 36 (SF-36) vorgezogen, da die SF-36 in Bezug auf Fuß- und Sprunggelenksstörungen nicht speziell untersucht wurde [4]. Darüber hinaus ist der Zeitaufwand für die

Bewertung der neun Punkte der AHS geringer als für die SF-36, wodurch die Compliance der Patienten bei der Berichterstattung erhöht wird. Trotz methodischer Kritik ist das AHS ein etabliertes und häufig verwendetes Bewertungssystem, das es ermöglicht, die Ergebnisse mit anderen Studien zu vergleichen [30,31]. Der Grad der Korrelation und Reliabilität lieferten eine akzeptable Validität für die subjektiven Bewertungen; die Reliabilität der objektiven Komponente der AHS muss noch nachgewiesen werden [29,32]. Es wurden keine verlässlichen Daten zum minimal klinisch wichtigem Unterschied (Minimal Clinically Important Difference-MCID) in Bezug auf den AOFAS-Score veröffentlicht [29]. Die MCID der AHS in der Hallux-Valgus-Chirurgie wurden zwischen 7,9 und 30,2 angegeben, die Effektgröße aus 8,4 [33] oder 8,9 von 100 [34]. In der aktuellen Studie wurde die MCID auf 10 von 100 festgelegt. In der AHS ist der Schmerz auf der Subskala ein einzelnes Item. Der Schmerz ist jedoch subjektiv, deshalb stellen PROM das valideste Maß der Erfahrung bereit [35].

Um differenziertere Werte für den typischen PF Schmerz zu erhalten, wurde eine PROM, die Fuß Schmerz und Funktion Skala (FSFS) mit einer numerischen 11-Punkte-Bewertungsskala (NRS) von 0 bis 10 erstellt, wobei höhere Werte bessere Ergebnisse anzeigen. Die geringe Abstufung des NRS für Schmerz kompensiert die großen Sprünge der Punktwerte in der Ankle Hindfoot Scale [29]. Die FSFS enthält fünf Fragen zu Schmerzen (Anlaufschmerz, in Ruhe, auf Druck, beim Stehen, nach Belastung) und fünf Fragen zur Funktion (Hinkemechanismus, Schwäche, Steifigkeit, Einschränkungen beim Sport, bei der Arbeit). Die höchstmögliche Gesamtpunktzahl beträgt 100. Die FSFS verwendet Fragen aus der Visual Analogue Scale Foot and Ankle (VAS FA) [31], die alle anhand des SF-36 und des Hannover-Fragebogens validiert wurden. VAS und NRS haben eine gut dokumentierte Zuverlässigkeit und Validität in einer Vielzahl von Populationen [1,4]. Aufgrund der Heterogenität zwischen den Studienergebnissen kann kein aussagekräftiger Gesamtwert für die MCID-Änderung ermittelt werden. In der Subgruppe Schmerzen betrug der NRS-Median für die MCID 15% [36], als klinisch wichtig oder „verbessert“ gelten $\geq 20\%$, als klinisch sehr wichtig oder „stark verbessert“ $\geq 30\%$ und als „sehr stark verbessert“ $\geq 40\%$ [37,38,39].

Eine Verblindung ist mit der Anwendung der Manuellen Therapie in interventionellen Studien kaum zu erreichen, was eine noch höhere Qualität der Bewertung schwierig macht [4]. Daher wurde in der aktuellen Studie die Zuordnung der Patienten zu Behandlungsgruppen für den Therapeuten verblindet. Die Form der Intervention selbst war für Patienten und Therapeuten erkennbar, obwohl die Patienten nicht wussten, ob sie an einer Interventions- oder Kontrollgruppe teilnahmen.

2.3. Interventionen

Die Patienten wurden in der ersten Woche zweimal manualtherapeutisch behandelt und anschließend einmal pro Woche, nach Bedarf für den verbleibenden Zeitraum von drei Monaten.

Patienten in der Manuellen Therapie und der kombinierten Gruppe wurden mit einer standardisierten klinischen Untersuchung bewertet. Der Therapeut verwendete Prä- und Posttests für jedes Fußgelenk und jedes Intervertebral Segment der Wirbelsäule. Die Reihenfolge und Art der Behandlung in der Therapie wurden standardisiert. Die Tests und Gelenkmobilisationen wurden talocrural für die Dorsalextension, subtalar für Eversion und Inversion und die Tarsi transversal für die Pro- und Supination durchgeführt. Die Iliosakralgelenke und die Symphysis pubica wurden untersucht und mobilisiert, ebenso die Zwischenwirbelgelenke in Rückenlage, teilweise in Seitlage mit Rotation.

In der Gruppe der maßgefertigten Fußorthesen verwendete der Orthopädietechniker Blauabdruck und Fußscanner als Messinstrumente für die Herstellung der Einlagen. Die Orthesen wurden mit Pedobarographie und der Medilogic Sohle (T&T MediLogic Medizintechnik GmbH, Schönefeld, Deutschland) überprüft. Mit den Daten der Druckverteilungsmessung wurden die Einlagen (Footpower, FS GmbH, Gummersbach, Deutschland) mit drei Schichten (Shorehärte A 50, A 25 und A 35) und einer additiven Trägerschicht aus Ethylvinylacetat unter Verwendung von Computergestütztem Design und Herstellungstechniken gefräst. Um den Ursprung der Plantarfaszie zu entlasten, wurde ein Kanal

(bezogen auf den medialen Tuber calcanei) gefräst, mit weichem Material gefüllt und eine Polsterschicht auf die Ferse aufgebracht. Anschließend wurden die Fußabdrücke erstellt und die Orthesen einzeln hergestellt (Abbildung 2). Die Grundidee dieser Art von Einlagen besteht darin, die Plantarfaszie zu entlasten, den Druck auf die Ferse und die Schmerzen zu reduzieren und einen positiven, nicht restriktiven Effekt auf die Gelenkbeweglichkeit zu erzielen, ohne die Muskelaktivität des Fußes selbst zu beeinträchtigen. Am höchsten Punkt der Fußorthesen wurde eine mediale Stütze für das Sustentaculum tali geformt. Durch Anheben der Zehenbeeren und Verwendung einer Pelotte mit retrokapitalem Rand wurde eine Vorspannung der Plantarfaszie erwartet.

2.4. Statistische Analyse

Die Daten der AOFAS-AHS und FSFS wurden in Microsoft Excel übertragen und mit einem statistischen Softwarepaket (IBM, SPSS Version 23, Chicago, IL, USA) analysiert. Beschreibende Daten wurden als relative Häufigkeit, Mittelwert und Standardabweichung dargestellt. Unterschiede in den Verteilungen wurden durch Chi-Quadrat-Tests untersucht. Levene-Tests wurden angewendet, um die Varianzhomogenität zwischen den drei Gruppen zu untersuchen. Unterschiede in den Änderungen der Skalenwerte von T0 nach T3 zwischen den drei Gruppen wurden unter Verwendung einer Varianzanalyse (ANOVA) und Bonferroni-Post-hoc-Tests untersucht. Die Unterschiede zwischen T0 und T3 innerhalb jeder Gruppe wurden unter Verwendung abhängiger T-Tests berechnet. Unterschiede in der Anzahl der Manuellen Therapie und der Bewertung der Fußorthesen zwischen den Gruppen wurden durch unabhängige T-Tests untersucht. Ein p-Wert von $\leq 0,05$ wurde als statistisch signifikant angenommen.



Abbildung 2. Maßgefertigte Fußorthesen

3. Ergebnisse

63 Patienten erfüllten die Zulassungskriterien. Das Durchschnittsalter betrug $48,4 \pm 9,8$ Jahre, die Dauer der PF-Symptome $4,4 \pm 1,3$ Monate. Es gab keine statistisch signifikanten Unterschiede hinsichtlich Alter, Geschlecht und Body-Mass-Index zwischen den drei Gruppen bei T0 ($p > 0,05$). Die Patienten der FO Gruppe hatten jedoch eine statistisch signifikante kürzere Symptombdauer, weniger Rückenschmerzen mit kürzerer Dauer, niedrigere FSFS Werte für die Arbeit und erhielten vor Beginn der Studie weniger Behandlungen und Medikamente als beide anderen Gruppen (Tabelle 1).

Tabelle 1. Demographische Daten, Symptome und Therapien der drei Gruppen zu T0.

Variablen	MT Gruppe (n = 21)	FO Gruppe (n = 21)	Kombinierte (n = 21)	p- Werte
Geschlecht (weiblich), n (%)	16 (76,2)	14 (66,7)	14 (66,7)	0,74 ¹
BMI (kg/m ²)*	28,3 ± 6,2	30,4 ± 4,8	29,4 ± 4,2	0,43 ²
Dauer der Symptome PF (Monate)*	5,3 ± 0,8	2,9 ± 1,8	5,0 ± 1,2	0,00 ²
Rückenschmerzen, n (%)	19 (90,5)	6 (28,6)	17 (81,0)	0,00 ²
Dauer der Rückenschmerzen (Jahr)*	11 ± 8,1	2,5 ± 6,0	9,0 ± 8,6	0,00 ²
Arbeit: Stehen, Tragen, n (%)	11 (5,4)	7 (43,7)	13 (61,9)	0,02 ²
Sport Aktivitäten, n (%)	17 (81,0)	12 (57,1)	18 (85,7)	0,08 ²
Therapien vor der Studie, n (%)	17 (81,0)	8 (38,1)	17 (81,0)	0,00 ¹
Dauer Therapie vor Studie (Monate)*	3,4 ± 2,4	1,2 ± 2,1	3,5 ± 2,4	0,00 ²
Medikation zu Beginn der Studie, n (%)	12 (57,1)	6 (28,6)	14 (66,7)	0,02 ¹

Abkürzungen: MT, Manuelle Therapie; FO, Fußorthesen; BMI, Body Mass Index; n, Anzahl; PF, Plantarfasziitis; ¹ Chi-Quadrat-Tests; ² ANOVA.

Nach einem Monat (T1) erschienen insgesamt 58 (92%) Patienten zur Nachuntersuchung. Fünf Patienten aus der FO Gruppe wurden als Drop-outs gezählt (Abbildung 1). Insgesamt 47 (75%) Patienten beendeten das dreimonatige Follow-up (T3).

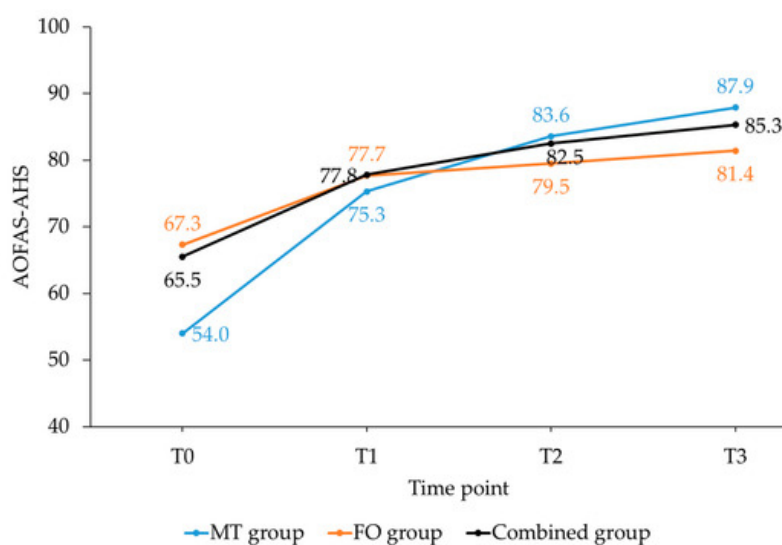


Abbildung 3. Änderungen der American Orthopaedic Foot and Ankle Score-Ankle Hindfoot Scale (AOFAS-AHS) für die drei Gruppen von T0 - T3. Abkürzungen: MT, Manuelle Therapie; FO, Fußorthesen; T0, Baseline; T1 - T3, Follow-up-Sitzungen nach 1–3 Monaten.

Intention to treat wurde in der MT, FO und kombinierten Gruppe für einen (5%), sechs (29%) bzw. vier (19%) Patienten angewendet. Es gab statistisch signifikante Veränderungen für AOFAS-AHS ($p < 0,01$) und FSFS ($p < 0,01$).

Die Unterschiede zwischen den Gruppen in der AOFAS-AHS und ihren Subskalen zeigten eine größere Verbesserung von T0 - T3 in der MT Gruppe ($p < 0,01$) als in der FO und der kombinierten Gruppe (Abbildung 3, Tabelle 2).

Tabelle 2. Vergleich der mittleren Verbesserungen der American Orthopaedic Foot and Ankle Score-Ankle Hind-foot Scale (AOFAS-AHS), der Fuß Schmerz and Funktion Skala (FPFS) und ihrer Subskalen für die drei Gruppen von T0 - T3.

Variablen	MT Gruppe (n = 21)	FO Gruppe (n = 16)	Kombinierte Gruppe (n = 21)
AOFAS-AHS	33.9*	14.1	19.1
Schmerz Subskala	48.8*	26.3	26.3
Funktion Subskala	24.5*	6.1	6.1
FSFS	37.2*	14.6	22.9
Schmerz Subskala	48.4*	28.4	28.4
Funktion Subskala	32.8*	19.0	19.0

Abkürzungen: MT, Manuelle Therapie; FO, Fußorthesen; * statistisch signifikant höher ($p < 0,01$) als in den anderen Gruppen.

Ebenso zeigten Unterschiede zwischen den Gruppen im FSFS und in seinen Subskalen, dass sich die MT Gruppe gegenüber T0 - T3 ($p < 0,01$) stärker verbesserte als die FO und die kombinierte Gruppe (Abbildung 4, Tabelle 2).

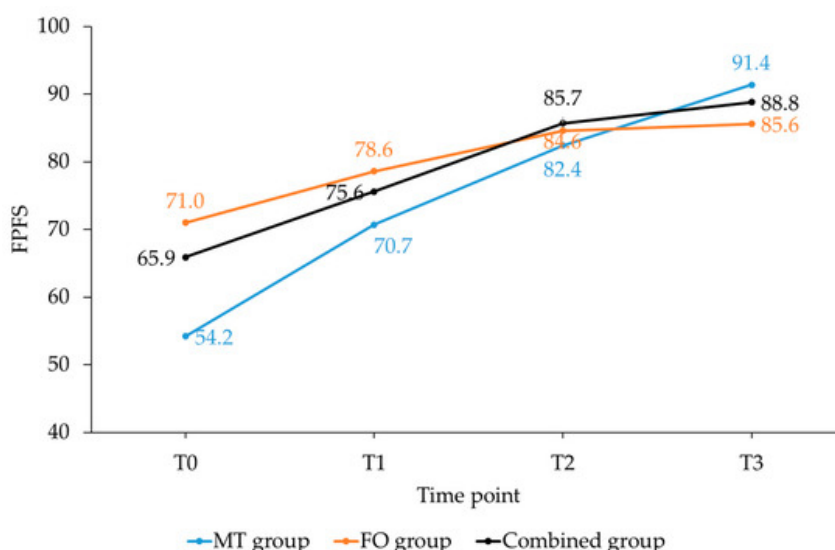


Abbildung 4. Änderungen der Fuß Schmerz und Funktion Skala (FPFS) für die drei Gruppen von T0 - T3. Abkürzungen: MT, Manuelle Therapie; FO, Fußorthesen; T0, Baseline; T1 - T3, Follow-up-Sitzungen nach 1–3 Monaten.

Neben den statistisch signifikanten Unterschieden zeigten alle drei Gruppen klinisch bedeutende Verbesserungen im Zeitverlauf. Die Unterschiede in der AHS von T0 - T3 für die MT, FO und kombinierte Gruppe betragen 35% ("stark verbessert"), 15% ("minimal verbessert") bzw. 21% ("verbessert"). Die entsprechenden Änderungen der FSFS betragen 37% ("stark verbessert"), 18% ("minimal verbessert") bzw. 24% ("verbessert"). Der FO und die kombinierte Gruppe erreichten die MCID in der AHS-Subskalenfunktion nicht. In allen Gruppen war die Verbesserung der Subskala Schmerz höher als in der Subskala Funktion.

Eine FSFS-Frage war der Anlaufschmerz nach einer Ruhephase. Die Verbesserung der Werte in der MT, FO und kombinierten Gruppe betrug 50%, 32% bzw. 43%. Die Wirksamkeit bei Schmerz auf Druck und nach Belastung war ähnlich; in der MT-Gruppe um 56% und 59% verbessert, in der FO

Gruppe um 41% und 41% und in der kombinierten Gruppe um 45% und 42%. Die Werte für Schmerzen in Ruhe und im Stehen waren niedriger, ebenso wie in der Subskala Funktion für Schwäche und Steifigkeit. Einschränkungen im Sport und Beruf verbesserten sich in der MT Gruppe um 51% und 30%, in der FO Gruppe um 26% und 31% und in der kombinierten Gruppe um 28% und 20%. Die Verbesserungen des Hinkemechanismus waren zwischen den Gruppen sehr unterschiedlich; 41% in der MT Gruppe, 36% in der FO Gruppe und 16% in der kombinierten Gruppe.

Die Anzahl der Manuellen Therapien unterschied sich nicht zwischen der MT und der kombinierten Gruppe ($p > 0,05$).

4. Diskussion

Die Ergebnisse unserer Studie zeigten, dass alle drei Interventionen für PF im Laufe der Zeit sowohl eine statistisch als auch klinisch signifikante Verbesserung erzielten. Darüber hinaus deutet dies darauf hin, dass die Manuelle Therapie im Vergleich zu maßgefertigten Fußorthesen und kombinierter Therapie größere klinische Vorteile bietet, Schmerzen lindert und die Funktion verbessert. Die Anwendung manueller Techniken wurde standardisiert, und es wurden keine zusätzlichen Therapieformen verwendet, wodurch die Therapie reproduzierbar und mit anderen Studien mit mehreren gleichzeitigen Therapien vergleichbar wurde.

4.1. Vergleich mit bisherigen Studien

Cleland und Kollegen [1] führten eine Studie durch, in der 30 Patienten einer manuellen Therapiegruppe eine fünfminütige aggressive Weichteilmobilisierung am M. triceps surae und der Insertion der Plantarfaszie sowie eine Mobilisation des Rückfußes in Eversion erhielten. Sie beinhaltete auch eine auf Beeinträchtigungen basierende manuelle Therapie an Hüfte, Knie, Knöchel und Fuß nach der klinischen Entscheidungsfindung des behandelnden Therapeuten. Die andere Gruppe mit 30 Patienten wurde mit Ultraschall, Iontophorese und Übungen behandelt. Es wurden drei Outcome Measures angegeben: LEFS (Lower Extremity Functional Scale), FAAM (Foot and Ankle Ability Measures) und NPRS (Numerical Pain Rating Scale). Die gesamte Interaktion von Gruppe zu Zeit zeigte signifikant bessere Ergebnisse für die Manuelle Therapiegruppe. Im Vergleich zur Cleland-Studie war die in der Schmerz Subskala gemeldete Verbesserung bei der dreimonatigen Nachuntersuchung größer als bei der sechsmonatigen Nachuntersuchung, und die AHS- und FSFS-Gesamtwerte waren höher als bei LEFS von Cleland et al. [1]. Der zugrunde liegende Mechanismus für die Verbesserungen bezüglich der manuellen Physiotherapie in der Studie von Cleland et al. [1] konnte nicht bestimmt werden, da auf erster Interventionsebene eine standardisierte Intervention verwendet wurde und zusätzlich auf zweiter Ebene ein auf Beeinträchtigungen basierender Ansatz. Daher konnte nicht mit Sicherheit festgestellt werden, welche spezifische manuelle Therapie und Trainingsmethoden am vorteilhaftesten waren.

In unserer Studie lag der Fokus auf der Behandlung lokaler Einschränkungen der Gelenkstrukturen des Fußes und der proximalen Beeinträchtigungen der Wirbelsäule. Es fand keine Dehnung des M. soleus und M. gastrocnemius oder der Plantarfaszie statt, und es wurden keine zusätzlichen Behandlungen der Knie- und Hüftgelenke durchgeführt. McClinton und Kollegen [25] berichteten ebenfalls über einen Zusammenhang zwischen PF und lumbalen Rückenschmerzen. Das Ergebnis unserer Studie legt nahe, dass eine Therapie zur Integration der Wirbelsäule dazu beitragen kann, die oft lang anhaltenden Symptome der PF zu lindern und letztendlich ein besseres Ergebnis zu erzielen.

Die Burmeister-Studie [24] verwendete eine ähnliche Interventionsmethode. Zusätzlich zur Wirbelsäule wurde bei 15 Patienten eine Behandlung der inneren Organe durchgeführt. Innerhalb eines Zeitraums von drei Wochen wurden drei osteopathische Behandlungen durchgeführt. Trotz einiger Verbesserungen konnte kein signifikanter Unterschied zwischen der Verum- und der Kontrollgruppe festgestellt werden. Es ist möglich, dass eine höhere Anzahl von Behandlungen zu einer weiteren Verbesserung geführt haben könnte; dies wurde jedoch nicht getestet.

In unserer Studie benötigten viele Patienten tatsächlich eine dreimonatige Therapie mit einem Mittelwert von 10,6 Behandlungen, um beschwerdefrei zu werden. Cleland et al. [1] stellten auch die Frage, ob mehr als sechs Therapien zu einer weiteren Funktionsverbesserung geführt hätten. Die Dosierung blieb auch in den inkludierten Studien der Clinical Practise Guidelines von Martin und Kollegen unklar [13]. Die Mehrzahl der von Mischke und Kollegen in ihrer Übersicht ausgewählten Studien [4] bewertete die kurzfristigen Effekte einer Behandlung. Dies könnte im oft lang anhaltenden Verlauf der PF weniger aussagekräftig sein.

In einer Studie von Dimou und Kollegen wurden maßgefertigte Einlagen im Vergleich zu einer kombinierten Behandlung von Manipulation und Mobilisierung der Fußgelenke und Dehnübungen mit 10 Patienten pro Gruppe verglichen [40]. Das Review von Hawke und Kollegen [17] zeigte, dass beide Gruppen in der Dimou-Studie statistisch signifikante Schmerzreduktionen im NPRS erreichten. Einen statistisch signifikanten Unterschied bei den Fußschmerzen gab es nur nach zwei Wochen, die Mobilisierung des Fußes war besser als die Dehnungen. Nach einem und zwei Monaten war der Unterschied nicht signifikant. Das Review deutete darauf hin, dass maßgefertigten Fußorthesen die Fußschmerzen nicht stärker reduzierten als nicht maßgefertigte oder Placebo Einlagen, auch wenn sie mit Dehnübungen oder Nachtschienen kombiniert wurden. Es wird jedoch angeregt, dass die Verwendung maßgefertigter Einlagen und Nachtschienen zusammen Fußschmerzen lindern könnte. Die Fußorthesen in unserer Studie entsprachen der Definition von Hawke und Kollegen [17] für maßgefertigte Orthesen: Die Orthesen wurden gemäß den vom Arzt vorgeschriebenen Spezifikationen hergestellt und sollten konturiert, aus dem Schuh herausnehmbar sein, nach einem Abdruck des Fußes geformt oder gefräst werden. In unserer Studie wurde festgestellt, dass maßgefertigte Fußorthesen im Vergleich zur Manuellen Therapie oder kombinierten Behandlung weniger wirksam sind. Das Ergebnis unserer Studie zeigte auch, dass das Tragen der Orthesen über drei Monate die Anzahl der erforderlichen Manuellen Therapien im Vergleich zur MT Gruppe nicht verringerte.

Insgesamt bleibt PF noch immer eine „Black Box“. Neben Einlagen und Manueller Therapie scheinen verschiedene Behandlungsoptionen (z. B. Funktionstraining, Kortikoid Injektionen und extrakorporale Stoßwellentherapie) bei der Behandlung von PF sinnvoll zu sein. Es ist jedoch unklar, welche Mechanismen zugrunde liegen. Darüber hinaus ist es wichtig hervorzuheben, dass Personen möglicherweise unterschiedlich auf die verschiedenen Behandlungsoptionen reagieren, was bedeutet, dass es keine allgemeine Empfehlung für die Behandlung von PF gibt. Insbesondere die Ergebnisse der Manuellen Therapie zur Behandlung von PF legen nahe, dass die Pathophysiologie komplexer und nicht vollständig verstanden zu sein scheint. Unsere Studie zeigt, dass Gelenkbeweglichkeit und Rückenschmerzen eine Rolle bei der Behandlung von PF spielen. Gelenkfunktionsstörungen behandelt mit Manueller Therapie scheinen zu einer Funktionsverbesserung und Linderung der Symptome zu führen. Ob diese Funktionsstörungen direkt zu einer veränderten mechanischen Belastung der Plantarfaszie oder indirekt über die myofaszialen Schlingen führen, bleibt unklar. Wir fanden in unserer Studie heraus, dass eine nur ein- bis zweiwöchige Manuelle Therapie die Symptome von PF veränderte. Es ist unklar [41], ob diese einfach zu implementierende Behandlung zu vorbeugenden Zwecken verwendet werden kann, z.B. bei Sportlern, da es mehr Forschung erfordert.

4.2. Stärke und Limitationen

In dieser Studie wurden Behandlungen mit Manueller Therapie und maßgefertigten Fußorthesen isoliert durchgeführt, was bedeutet, dass die Methodik reproduzierbar ist und alle Unterschiede eindeutig dem Behandlungszustand zuzuordnen sind. Basierend auf Erfahrungen aus anderen Studien, in denen 3 bis 6 Wochen Therapie als unzureichend berichtet wurden, wurde die Behandlungsdauer in unserer Studie auf drei Monate festgelegt. Da die Krankheit oft lang andauert und schwere Beschwerden aufweist, sollten die Patienten in der Kontrollgruppe behandelt werden, anstatt über einen so langen Zeitraum einer Placebo-Behandlung ausgesetzt zu sein. Die gesamte Stichprobenpopulation unserer Studie wurde

aus einer klinischen Praxis rekrutiert, was als mögliche Einschränkung angesehen werden könnte. Als Einschränkung unserer Studie könnte gelten, dass wir vor der bevorstehenden Rekrutierung keine Leistungsanalyse durchgeführt haben. Es muss jedoch berücksichtigt werden, dass wir als erste die Wirksamkeit dieser drei verschiedenen Behandlungsansätze bei der Behandlung von PF in einer randomisierten kontrollierten Studie untersucht haben und dennoch statistisch signifikante Unterschiede in unseren Daten festgestellt haben.

Die Score Werte zu Beginn der Studie waren in der Fußorthesen Gruppe signifikant höher als die der Manuellen Therapie und der kombinierten Gruppe. Es kann also ein Selektions-Bias entstanden sein. Hohe Punktzahlen zu Studienbeginn erschweren im Allgemeinen eine Verbesserung im Verlauf der Studie oder machen sie sogar unmöglich. Um eine Verbesserung zu ermöglichen, wäre eine Limitation der Eingangswerte, die auf den Skalen in den Einschlusskriterien festgelegt sind, nützlich gewesen. Ein Attrition Bias trat auf, weil die Teilnahme an der Nachuntersuchung in der FO-Gruppe mit 10 Patienten gegenüber 20 in MT bzw. 17 in MT und FO (kombinierte Gruppe) signifikant geringer war. Um möglichen Verzerrungen entgegenzuwirken, haben wir die Intention to treat Analyse genutzt. Die wöchentliche Behandlung in der Gruppe der Manuellen Therapien stellte eine intensivere Betreuung für die Patienten über drei Monate dar. Im Gegensatz dazu hatten die Patienten der Fußorthesen Gruppe nur einen Termin beim Orthopädietechniker für die Fußabdrücke und einen zweiten, um die hergestellten Einlagen zu erhalten. Nach Erhalt ihrer Fußorthesen haben die Patienten möglicherweise wenig Grund für klinische Nachsorgetermine gesehen, was zu einem Performance-Bias geführt haben könnte. Dies könnte die Erfolgsrate verringert haben, da eine höhere Anzahl von FO Patienten im Vergleich zur Manuellen Therapie Gruppe nicht mehr an der Evaluation zum Ende der Studie teilnahm.

Die Kombination aus Manueller Therapie und maßgefertigten Fußorthesen sollte zeigen, ob zwei gleichzeitig angewendete Interventionen das Ergebnis mehr verbessern würde als eine isolierte Behandlung. Gemäß unserem Studiendesign wollten wir die lokalen Einschränkungen des Fußes vor der Herstellung der Fußorthesen mobilisieren. Dies war jedoch nicht in allen Fällen möglich. Das tatsächliche Vorgehen in der Kombinationstherapie könnte dazu beitragen haben, dass die kombinierte Gruppe kaum Verbesserungen in den Items Funktion und der Ausrichtung der Fußachse erzielte, während in der Gruppe der Manuellen Therapie die Ergebnisse in beiden Punkten anstiegen. Einige Patienten der kombinierten Behandlungsgruppe berichteten von Fußschmerzen, möglicherweise verursacht durch die Tatsache, dass die Orthesen nach Mobilisierung der Restriktionen am Fuß nicht mehr optimal passten. Daher waren die Ergebnisse schlechter als in der Gruppe der Manuellen Therapien, jedoch besser als in der Gruppe der Fußorthesen. Bei der Interpretation dieser Ergebnisse ist Vorsicht geboten, da Patienten in der Gruppe der Manuellen Therapie und der kombinierten Therapie signifikant mehr Beschwerden durch begleitende Rückenschmerzen hatten als in der Fußorthesen Gruppe, was eine weitere Erklärung dafür sein könnte, warum die Manuelle Therapie erfolgreicher war.

4.3. Klinische Implikationen

Für NRS oder AOFAS-AHS PHP (Plantar Fersenschmerzen) konnte keine signifikante minimale klinisch wichtige Veränderung (MCID) berichtet werden [36]. Darüber hinaus ist es ein Problem, den mittleren Unterschied in der Schmerzbewertung für die Behandlungsgruppe zu berechnen und mit der MCID zu vergleichen, da die MCID ein metrisches Maß ist, das auf longitudinalen Unterschieden bei Individuen basiert und im selben Kontext verwendet werden sollte [39]. Analysen der Beziehungen zwischen Änderungen der NPRS-Scores zeigten, dass eine Reduktion um zwei Punkte oder 30% klinisch wichtig ist, und wurde unter Verwendung eines 7-Punkte Patient Global Impression of Change (GIC) gemessen [37]. Diese Ergebnisse ähneln den Ergebnissen, die bei Patienten mit Rückenschmerzen nach physikalischer Therapie unter Verwendung einer 15-Punkte-Skala Global Rating of Change (GRoC) verglichen wurden [42]. Die Global Rating of Change-Skala wurde kritisiert, da es sich um eine Übergangsskala handelt, bei der der vorherige Gesundheitszustand abgerufen werden muss [43]. Der

GROc ist zeitlich nicht stabil, ein bestimmter Befund vor einer Woche ist nicht mit den funktionellen Ergebnissen der folgenden Woche verbunden. Die Global Rating of Change-Skala korreliert nur mit funktionalen Maßnahmen bis zu drei Wochen [44] und wurde daher nicht als zusätzliche Maßnahme in die aktuelle Studie aufgenommen.

5. Schlussfolgerungen

Manuelle Therapie, maßgefertigte Fußorthesen und die kombinierten Behandlungen erzielten im Laufe der Zeit statistisch und klinisch signifikante Verbesserungen, wobei der größte Effekt für die Behandlung von PF in der Manuellen Therapie Gruppe zu finden war. Darüber hinaus deuten die Ergebnisse darauf hin, dass die Integration der Wirbelsäulenbehandlung bei Patienten mit Rückenbeschwerden zusammen mit der PF das Behandlungsergebnis verbessern könnte.

Autorenbeiträge

C. G., R. K. und M. E. entwarfen das Manuskript. C.G., R.K. und M.W.H. haben wichtige Beiträge im Abschnitt „Ergebnisse“ geleistet. T.H., M.E. und S.M.J. haben wichtige Beiträge zum Entwurf und Schreiben des Abschnitts „Diskussion“ geleistet. Alle Autoren haben das endgültige Manuskript gelesen und genehmigt.

Danksagung

Die Autoren bedanken sich bei Joana Brochhagen für ihre sprachlichen Überarbeitungen.

Interessenskonflikte

Die Autoren erklären keinen Interessenkonflikt.

Literaturverzeichnis

1. Cleland, J.A.; Abbott, J.H.; Kidd, M.O.; Stockwell, S.; Cheney, S.; Gerrard, D.F.; Flynn, T.W. Manual physical therapy and exercise versus electrophysical agents and exercise in the management of plantar heel pain: A multicenter randomized clinical trial. *J. Orthop. Sports Phys. Ther.* **2009**, *39*, 573–585. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
2. Landorf, K.B. Plantar heel pain and plantar fasciitis. *BMJ Clin. Evid.* **2015**, *2015*, 1–46. [[Google Scholar](#)]
3. McMillan, A.M.; Landorf, K.B.; Barrett, J.T.; Menz, H.B.; Bird, A.R. Diagnostic imaging for chronic plantar heel pain: A systematic review and meta-analysis. *J. Foot. Ankle Res.* **2009**, *2*, 32. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
4. Mischke, J.J.; Jayaseelan, D.J.; Sault, J.D.; Emerson Kavchak, A.J. The symptomatic and functional effects of manual physical therapy on plantar heel pain: A systematic review. *J. Man. Manip. Ther.* **2017**, *25*, 3–10. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
5. Pollack, Y.; Shashua, A.; Kalichman, L. Manual therapy for plantar heel pain. *Foot* **2018**, *34*, 11–16. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
6. Whittaker, G.A.; Munteanu, S.E.; Menz, H.B.; Tan, J.M.; Rabusin, C.L.; Landorf, K.B. Foot orthoses for plantar heel pain: A systematic review and meta-analysis. *Br. J. Sports Med.* **2018**, *52*, 322–328. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
7. Ajimsha, M.S.; Binsu, D.; Chithra, S. Effectiveness of myofascial release in the management of plantar heel pain: A randomized controlled trial. *Foot* **2014**, *24*, 66–71. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
8. Renan-Ordine, R.; Alburquerque-Sendin, F.; de Souza, D.P.; Cleland, J.A.; Fernandez-de-Las-Penas, C. Effectiveness of myofascial trigger point manual therapy combined with a self-stretching protocol for the management of plantar heel pain: A randomized controlled trial. *J. Orthop. Sports Phys. Ther.* **2011**, *41*, 43–50. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]

9. Hansen, L.; Krogh, T.P.; Ellingsen, T.; Bolvig, L.; Fredberg, U. Long-term prognosis of plantar fasciitis: A 5- to 15-year follow-up study of 174 patients with ultrasound examination. *Orthop. J. Sports Med.* **2018**, *6*, 2325967118757983. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
10. Goff, J.D.; Crawford, R. Diagnosis and treatment of plantar fasciitis. *Am. Fam. Physician* **2011**, *84*, 676–682. [[Google Scholar](#)]
11. Van Leeuwen, K.D.; Rogers, J.; Winzenberg, T.; van Middelkoop, M. Higher body mass index is associated with plantar fasciopathy/‘plantar fasciitis’: Systematic review and meta-analysis of various clinical and imaging risk factors. *Br. J. Sports Med.* **2016**, *50*, 972–981. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
12. McClinton, S.; Collazo, C.; Vincent, E.; Vardaxis, V. Impaired foot plantar flexor muscle performance in individuals with plantar heel pain and association with foot orthosis use. *J. Orthop. Sports Phys. Ther.* **2016**, *46*, 681–688. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
13. Martin, R.L.; Davenport, T.E.; Reischl, S.F.; McPoil, T.G.; Matheson, J.W.; Wukich, D.K.; McDonough, C.M.; American Physical Therapy Association. Heel pain-plantar fasciitis: Revision 2014. *J. Orthop. Sports Phys. Ther.* **2014**, *44*, 1–33. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
14. Huffer, D.; Hing, W.; Newton, R.; Clair, M. Strength training for plantar fasciitis and the intrinsic foot musculature: A systematic review. *Phys. Ther. Sport* **2017**, *24*, 44–52. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
15. Hotfiel, T.; Hotfiel, K.H.; Gelse, K.; Engelhardt, M.; Freiwald, J. Einlagenversorgung im Leistungssport – indikationen, wirkungsweise, sportspezifische versorgungsstrategien [The use of insoles in competitive sports – Indications, effectiveness, sport specific treatment strategies]. *Sports Orthop. Traumatol.* **2016**, *32*, 250–257. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
16. Whittaker, G.A.; Munteanu, S.E.; Menz, H.B.; Landorf, K.B. Should foot orthoses be used for plantar heel pain? *Br. J. Sports Med.* **2018**, *52*, 1224–1225. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
17. Hawke, F.; Burns, J.; Radford, J.A.; du Toit, V. Custom-made foot orthoses for the treatment of foot pain. *Cochrane Database Syst. Rev.* **2008**, *16*, 1–131. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
18. Brantingham, J.W.; Bonnefin, D.; Perle, S.M.; Cassa, T.K.; Globe, G.; Pribicevic, M.; Hicks, M.; Korporaal, C. Manipulative therapy for lower extremity conditions: Update of a literature review. *J. Manipul. Physiol. Ther.* **2012**, *35*, 127–166. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
19. Brantingham, J.W.; Globe, G.; Pollard, H.; Hicks, M.; Korporaal, C.; Hoskins, W. Manipulative therapy for lower extremity conditions: Expansion of literature review. *J. Manipul. Physiol. Ther.* **2009**, *32*, 53–71. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
20. Fraser, J.J.; Glaviano, N.R.; Hertel, J. Utilization of physical therapy intervention among patients with plantar fasciitis in the united states. *J. Orthop. Sports Phys. Ther.* **2017**, *47*, 49–55. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
21. Shashua, A.; Flechter, S.; Avidan, L.; Ofir, D.; Melayev, A.; Kalichman, L. The effect of additional ankle and midfoot mobilizations on plantar fasciitis: A randomized controlled trial. *J. Orthop. Sports Phys. Ther.* **2015**, *45*, 265–272. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
22. Wynne, M.M.; Burns, J.M.; Eland, D.C.; Conatser, R.R.; Howell, J.N. Effect of counterstrain on stretch reflexes, hoffmann reflexes, and clinical outcomes in subjects with plantar fasciitis. *J. Am. Osteopath. Assoc.* **2006**, *106*, 547–556. [[Google Scholar](#)] [[PubMed](#)]
23. Saban, B.; Deutscher, D.; Ziv, T. Deep massage to posterior calf muscles in combination with neural mobilization exercises as a treatment for heel pain: A pilot randomized clinical trial. *Man. Ther.* **2014**, *19*, 102–108. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
24. Burmeister, S. Osteopathie und ihr Effektivität bei Fasciitis Plantaris. Master’s Thesis, Donau Universität Krems, Krems, Germany, 2012. [[Google Scholar](#)]
25. McClinton, S.; Weber, C.F.; Heiderscheid, B. Low back pain and disability in individuals with plantar heel pain. *Foot* **2018**, *34*, 18–22. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
26. Armijo-Olivo, S.; Warren, S.; Magee, D. Intention to treat analysis, compliance, drop-outs and how to deal with missing data in clinical research: A review. *Phys. Ther. Rev.* **2009**, *14*, 36–45. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
27. Gupta, S.K. Intention-to-treat concept: A review. *Perspect. Clin. Res.* **2011**, *2*, 109–112. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]

28. Kitaoka, H.B.; Alexander, I.J.; Adelaar, R.S.; Nunley, J.A.; Myerson, M.S.; Sanders, M. Clinical rating systems for the ankle-hindfoot, midfoot, hallux, and lesser toes. *Foot Ankle Int.* **1994**, *15*, 349–353. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
29. Madeley, N.J.; Wing, K.J.; Topliss, C.; Penner, M.J.; Glazebrook, M.A.; Younger, A.S. Responsiveness and validity of the sf-36, ankle osteoarthritis scale, aofas ankle hindfoot score, and foot function index in end stage ankle arthritis. *Foot Ankle Int.* **2012**, *33*, 57–63. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
30. Kostuj, T.; Schaper, K.; Baums, M.H.; Lieske, S. Eine Validierung des aofas-ankle-hindfoot-scale für den deutschen Sprachraum [German Validation of the AOFAS ankle hindfoot scale]. *Foot Ankle* **2014**, *12*, 100–106. [[Google Scholar](#)]
31. Richter, M.; Zech, S.; Geerling, J.; Frink, M.; Knobloch, K.; Krettek, C. A new foot and ankle outcome score: Questionnaire based, subjective, visual-analogue-scale, validated and computerized. *Foot Ankle Surg.* **2006**, *12*, 191–199. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
32. Ibrahim, T.; Beiri, A.; Azzabi, M.; Best, A.J.; Taylor, G.J.; Menon, D.K. Reliability and validity of the subjective component of the american orthopaedic foot and ankle society clinical rating scales. *J. Foot Ankle Surg.* **2007**, *46*, 65–74. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
33. Chan, H.Y.; Chen, J.Y.; Zainul-Abidin, S.; Ying, H.; Koo, K.; Rikhranj, I.S. Minimal clinically important differences for american orthopaedic foot & ankle society score in hallux valgus surgery. *Foot Ankle Int.* **2017**, *38*, 551–557. [[Google Scholar](#)] [[PubMed](#)]
34. Dawson, J.; Doll, H.; Coffey, J.; Jenkinson, C. Responsiveness and minimally important change for the manchester-oxford foot questionnaire (moxfq) compared with aofas and sf-36 assessments following surgery for hallux valgus. *Osteoarthr. Cartil.* **2007**, *15*, 918–931. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
35. Katz, J.; Melzack, R. Measurement of pain. *Surg. Clin. North Am.* **1999**, *79*, 231–252. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
36. Olsen, M.F.; Bjerre, E.; Hansen, M.D.; Hilden, J.; Landler, N.E.; Tendal, B.; Hrobjartsson, A. Pain relief that matters to patients: Systematic review of empirical studies assessing the minimum clinically important difference in acute pain. *BMC Med.* **2017**, *15*, 35. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
37. Farrar, J.T.; Young, J.P., Jr.; LaMoreaux, L.; Werth, J.L.; Poole, R.M. Clinical importance of changes in chronic pain intensity measured on an 11-point numerical pain rating scale. *Pain* **2001**, *94*, 149–158. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
38. Hawker, G.A.; Mian, S.; Kendzerska, T.; French, M. Measures of adult pain: Visual analog scale for pain (vas pain), numeric rating scale for pain (nrs pain), mcgill pain questionnaire (mpq), short-form mcgill pain questionnaire (sf-mpq), chronic pain grade scale (cpgs), short form-36 bodily pain scale (sf-36 bps), and measure of intermittent and constant osteoarthritis pain (icoap). *Arthrit. Care Res.* **2011**, *63* (Suppl. 11), S240–S252. [[Google Scholar](#)]
39. Katz, N.P.; Paillard, F.C.; Ekman, E. Determining the clinical importance of treatment benefits for interventions for painful orthopedic conditions. *J. Orthop. Surg. Res.* **2015**, *10*, 24. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
40. Dimou, E.; Brantingham, J.; Wood, T. A randomized, controlled trial (with blinded observer) of chiropractic manipulation and achilles stretching vs orthotics for the treatment of plantar fasciitis. *J. Am. Chiropr. Assoc.* **2004**, *41*, 32–42. [[Google Scholar](#)]
41. Stecco, C.; Corradin, M.; Macchi, V.; Morra, A.; Porzionato, A.; Biz, C.; De Caro, R. Plantar fascia anatomy and its relationship with achilles tendon and paratenon. *J. Anat.* **2013**, *223*, 665–676. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
42. Childs, J.D.; Piva, S.R.; Fritz, J.M. Responsiveness of the numeric pain rating scale in patients with low back pain. *Spine* **2005**, *30*, 1331–1334. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
43. Michener, L.A.; Snyder, A.R.; Leggin, B.G. Responsiveness of the numeric pain rating scale in patients with shoulder pain and the effect of surgical status. *J. Sport Rehabil.* **2011**, *20*, 115–128. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
44. Garrison, C.; Cook, C. Clinimetrics corner: The global rating of change score (groc) poorly correlates with functional measures and is not temporally stable. *J. Man. Manip. Ther.* **2012**, *20*, 178–181. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]

© 2019 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license

(<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

[Sports](#), EISSN 2075-4663, Published by MDPI AG Disclaimer

[RSS Content A](#)