



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI  
DI GENOVA



## **Università degli Studi di Genova**

Scuola di Scienze Mediche e Farmaceutiche

Dipartimento di Neuroscienze, Riabilitazione, Oftalmologia, Genetica e Scienze Materno-  
Infantili

### **Master in Riabilitazione dei Disordini Muscoloscheletrici**

A.A. 2018/2019

Campus Universitario di Savona

**“La relazione tra la forza dei muscoli intrinseci  
del piede e foot pain: il dolore al piede è comune  
e invalidante e si ritiene associato alla  
debolezza dei muscoli intrinseci”**

**Candidato:**

*Dott.ssa FT Comunello Benedetta*

**Relatore:**

*Dott.ssa FT OMT Maiolatesi Valentina*

# INDICE

<b>ABSTRACT.....</b>	<b>3</b>
<b>1. INTRODUZIONE .....</b>	<b>4</b>
1.1 Il “foot core system” i muscoli intrinseci del piede .....	4
1.2 Valutazione della forza dei muscoli intrinseci .....	7
1.3 Il foot pain .....	8
<b>2. MATERIALI E METODI .....</b>	<b>9</b>
2.1 Strategie di ricerca .....	9
2.2 Criteri di eleggibilità .....	10
2.3 Selezione degli studi .....	11
<b>3. RISULTATI.....</b>	<b>12</b>
3.1 Studi selezionati .....	12
3.2 Sintesi degli studi inclusi .....	13
3.3 Valutazione del Risk of Bias .....	22
<b>4. DISCUSSIONI.....</b>	<b>28</b>
4.1 Il dolore al piede: valutazione e durata .....	28
4.2 Valutazione della forza della muscolatura intrinseca del piede .....	30
4.3 Correlazione tra foot pain e debolezza della muscolatura intrinseca .....	32
4.4 Limiti della revisione .....	39
4.5 Implicazioni per la ricerca .....	39
<b>5. CONCLUSIONI.....</b>	<b>40</b>
<b>6. BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>42</b>

## **ABSTRACT**

**Background:** Il “foot pain” è una condizione molto comune nella popolazione adulta, associato a disabilità, scarsa qualità della vita, ridotta funzionalità. Si ritiene che la debolezza della muscolatura intrinseca del piede possa essere implicata in diversi disordini di questo; tuttavia spesso la gestione delle problematiche al piede si focalizza sull’utilizzo di strumenti per aumentare il supporto del sottosistema passivo o nel rinforzare i muscoli estrinseci, ma il rinforzo della muscolatura intrinseca e l’integrazione di questa nel *foot core system* potrebbe essere l’anello mancante nel trattamento del foot pain.

**Obiettivo:** scopo dell'elaborato è quello di comprendere la possibile correlazione tra dolore al piede e debolezza dei muscoli intrinseci nei soggetti con foot pain, per poter poi identificare le strategie di trattamento maggiormente efficaci.

**Materiali e Metodi:** la presente revisione è stata effettuata ricercando articoli nelle banche dati PubMed e PEDro. Sono stati inclusi studi osservazionali e RCTs considerando i seguenti criteri d’inclusione: studi in inglese di cui è stato possibile reperire il full text aventi come popolazione soggetti con dolore muscoloscheletrico al piede di età maggiore o uguale a 18 anni e che valutassero la forza dei muscoli intrinseci del piede.

**Risultati:** Le stringhe di ricerca inizialmente hanno prodotto 261 articoli; in seguito all’esclusione di duplicati e a screening per titolo e abstract sono rimasti 45 records. Attraverso la lettura full text degli articoli rimanenti, sono stati ottenuti 8 articoli soddisfacenti i criteri d’inclusione/esclusione; a questi 8 articoli ne è stato aggiunto 1 reperito manualmente per un totale di 9 articoli analizzati. La qualità metodologica degli studi osservazionali è stata valutata tramite la scala AXIS, mentre la qualità degli RCTs tramite la scala RoB 2.

**Conclusioni:** Le evidenze disponibili ci indicano che la popolazione con foot pain presenta debolezza dei muscoli intrinseci del piede, ma per confermare la correlazione tra dolore e debolezza sono necessari ulteriori studi in quanto le evidenze a favore di queste conclusioni sono deboli e non permettono un confronto ottimale. Per quanto concerne il trattamento di questi disturbi, l’intervento di rinforzo della muscolatura intrinseca del piede e quindi la sua integrazione nel *foot core system* potrebbe rappresentare un valido strumento per implementare la funzione dei muscoli intrinseci e per ridurre il dolore al piede.

# **1. INTRODUZIONE**

## **1.1. IL “FOOT CORE SYSTEM” E I MUSCOLI INTRINSECI DEL PIEDE**

Il piede umano è una struttura complessa, che consente di compiere diverse funzioni. In stazione eretta garantisce una solida base d'appoggio, durante il cammino da stabilità nella fase di foot-strike e push-off, mentre durante la fase di mid-support deve adattarsi ad attenuare i carichi ripartendone la corretta distribuzione. Esso possiede caratteristiche simili ad una molla, immagazzinando e rilasciando energia elastica soprattutto nella fase di foot-strike. Studi recenti hanno mostrato che il meccanismo a molla è fornito da componenti elastiche della fascia plantare e dell'aponeurosi e permette di risparmiare molto sforzo; questo potrebbe spiegare l'8-17% dell'energia meccanica restituita per un passo. Questo meccanismo non può essere passivo, non spiegando la capacità che ha il piede di adattarsi a carichi meccanici nella corsa o nello sprint, capacità mostrata all'aumentare della velocità del passo. Infatti nella corsa o nello sprint, quindi durante velocità di locomozione maggiori, l'angolo dell'arco longitudinale mediale del piede aumenta e il piede tende ad accorciarsi come un mezzo per ottimizzare il braccio di leva nella fase di push-off. Questo può essere modulato dalla capacità muscolare della muscolatura intrinseca (IFM). Correre sarebbe stato molto più dispendioso e faticoso se nei piedi non avessimo avuto questo meccanismo simile ad una molla.(2)

La stabilità dell'arco longitudinale mediale del piede è necessaria alla normale funzione del piede. Questo è possibile grazie alla deformazione dell'arco, controllato da muscoli intrinseci (stabilizzatori locali del piede) ed estrinseci (mobilizzatori globali del piede). Viene pertanto proposto un nuovo paradigma che consente di comprendere la funzionalità del piede, il “foot core system” (Fig. 1), simile al concetto di core stability del tratto lombopelvico. Il core del piede è costituito dall'interazione di 3 sottosistemi: il sottosistema passivo, il sottosistema attivo e il sottosistema neurale.

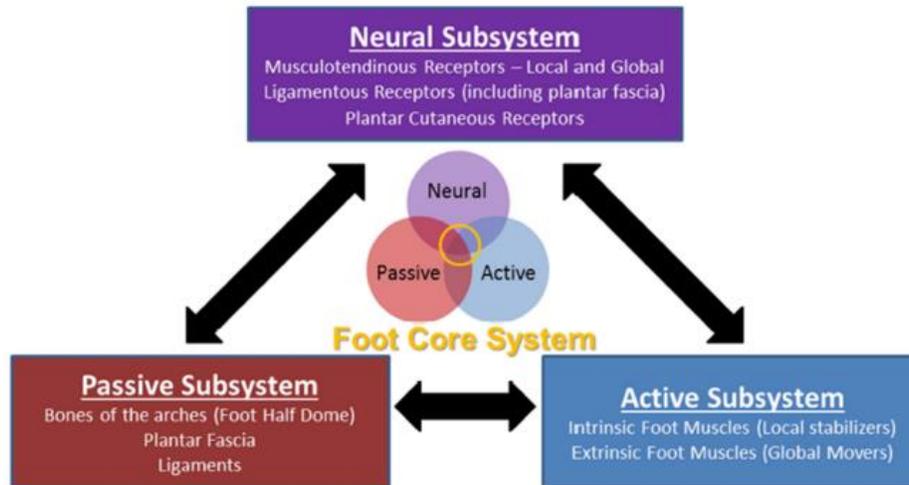


Figura 1: “foot core system”; i sottosistemi neurale, attivo e passivo interagiscono nel produrre il “foot core system” che provvede alla stabilità e flessibilità per far fronte alle richieste del piede

Il sottosistema passivo comprende ossa, legamenti, fascia plantare e capsule articolari che mantengono la conformazione degli archi del piede. La configurazione funzionale del piede comprende 4 archi visti come una semicupola funzionale responsabili dell’adattamento in modo flessibile alle variazioni di carico durante le attività dinamiche; il supporto locale dinamico è dato dalla muscolatura intrinseca nel sottosistema attivo e indirettamente dai muscoli estrinseci.

Il sottosistema attivo è costituito da tendini e muscoli suddivisi in stabilizzatori locali (muscoli intrinseci) e mobilizzatori globali (muscoli estrinseci). I muscoli intrinseci originano e si inseriscono nel piede (Fig. 2), sono suddivisi a loro volta in plantari e dorsali; riguardo a quest’ultimi ci sono poche evidenze riguardo la loro funzione, questo non significa che non giochino un ruolo importante ma che sono necessarie ulteriori ricerche per capire il loro contributo nel foot core. I muscoli intrinseci plantari, maggiormente studiati, sono quattro fasce muscolari in profondità nell’aponeurosi plantare (3)(1). I primi due strati hanno una configurazione muscolare che si allinea con gli archi mediali e longitudinali del piede, mentre gli strati profondi si allineano maggiormente con gli archi trasversi anteriori e posteriori. Questi muscoli consentono piccoli movimenti del piede, piccole aree cross-sectional e giocano un ruolo essenziale nel supportare l’arco longitudinale mediale, danno flessibilità, stabilità e assorbono gli shock del piede (2). Ad ogni passo, i 4 strati di muscoli intrinseci agiscono per controllare il grado e la velocità della

deformazione dell'arco, modellando il piede e le dita in preparazione per il contatto con il suolo; mentre in catena cinetica chiusa accolgono il terreno e attenuano la trasmissione delle forze di reazione(4).

I muscoli mobilizzatori globali sono i muscoli estrinseci, che originano nella parte inferiore della gamba, attraversano la caviglia e si inseriscono sul piede. Questi muscoli hanno un'ampia cross-sectional area, braccia di leva più lunghe, sono i primari mobilizzatori del piede e provvedono anche alla stabilizzazione delle arcate.

Infine, il sottosistema neurale consiste in recettori sensoriali presenti nei sottosistemi attivi e passivi; ancora poco chiaro è il contributo sensoriale che i muscoli intrinseci possono dare, ma è conosciuto che i loro recettori possono essere modulati attraverso l'allenamento per modificare la loro sensibilità alla deformazione della cupola (1).



*Figura 2: i muscoli intrinseci del piede presentati nel loro orientamento anatomico. I numeri corrispondono ai seguenti muscoli: (1)abduktore dell'alluce, (2) flessore breve delle dita, (3) abduktore del quinto dito, (4) quadrato plantare, (5) lombricali, (6) flessore breve del quinto dito, (7) adduttore dell'alluce obliquo (a) e trasverso (b) teste, (8) flessore breve dell'alluce, (9) interossei plantari, (10) interossei dorsali e (11) estensore breve delle dita*

## 1.2 VALUTAZIONE DELLA FORZA DEI MUSCOLI INTRINSECI

Si ritiene che la debolezza della muscolatura intrinseca possa essere implicata in diversi disordini del piede (fascite plantare, alluce valgo, osteoartrosi, dito a martello)(5) . Tuttavia, per stabilire una possibile relazione tra la debolezza dei muscoli intrinseci e patologie del piede, è necessaria innanzitutto una misurazione oggettiva della forza dei muscoli intrinseci (4). Per valutare la forza dei muscoli intrinseci del piede, in letteratura viene proposto l'utilizzo di risonanza magnetica (MRI) o ecografia (USI) con lo scopo di quantificare lo spessore o la cross sectional area; in clinica queste modalità di valutazione sono raramente applicabili (2). Perciò sono stati suggeriti numerosi altri metodi di valutazione della FMI (forza muscolatura intrinseca) con un interessante livello di validity e reliability. Nello specifico sono state presentate due modalità di valutazione della FMI, categorizzate in "dirette" e "indirette" (4). La valutazione diretta focalizza l'attenzione sulla forza di flessione delle dita, la valutazione indiretta si basa sull'utilizzo di imaging e EMG. I metodi di valutazione "diretti" proposti in letteratura sono molteplici, includono test di forza manuali, toe grip con dinamometro, pedobarografia, "the paper grip test", "intrinsic positive tests" (importance challenge), "intrinsic foot muscle test", "toe flexor strenght".

Tuttavia anche per la valutazione della forza diretta esistono dei limiti, infatti questo tipo di valutazione non è in grado di isolare il contributo dei flessori delle dita intrinseci da quelli estrinseci e valutare quindi la sola forza dei IFM; inoltre il focus viene dato solo sulla flessione delle dita e non sulla posizione della cupola. Mentre, come detto precedentemente, gli svantaggi della valutazione indiretta sono la poca spendibilità in clinica e la presenza di crosstalk nell' EMG di superficie (5)(4).

Per quanto riguarda la valutazione della forza "diretta" della muscolatura intrinseca, allo scopo di riconoscere il contributo della muscolatura intrinseca ed estrinseca nell'esecuzione di questi movimenti, uno studio (5) ha proposto 3 tipologie di misurazione della forza della muscolatura intrinseca, nello specifico "short foot movements" , flessione dell'alluce, flessione delle dita (dal 2° al 5° dito) utilizzando il dinamometro. La proposta dello studio è quella di minimizzare l'utilizzo dei muscoli estrinseci durante i test di forza dei IFM; è stato visto che l'utilizzo di questi test con un basso costo relativo di attrezzatura potrebbe essere utilizzato in clinica e per le ricerche. Gli autori concludono dicendo che se verranno condotti test ripetuti sullo stesso partecipante, si

suggerisce che lo stesso ricercatore o clinico esegua il test ogni volta per ottenere un'ottima reliability.

Allo stato attuale quindi non esiste un gold standard per valutare la forza dei muscoli intrinseci.

### **1.3 IL FOOT PAIN**

Il "foot pain" è definito come un'esperienza sensoriale ed emotiva spiacevole a seguito di un danno percepito a qualsiasi tessuto distalmente a tibia o perone, incluso ossa, articolazioni, legamenti, muscoli, tendini, apofisi, retinacolo, fascia, borse, nervi, pelle, unghie e strutture vascolari. Esso è un termine generale, che non designa né una classe di dolore, né il meccanismo di lesione, né la patologia istologica (6). La prevalenza stimata di questo disturbo nella popolazione va dal 17% al 30%, tuttavia soltanto il 20% di questi chiedono un consulto a riguardo (7). Diversi studi hanno dimostrato l'associazione tra questa problematica e fattori quali l'aumento dell'età, il genere femminile, l'elevato indice di BMI, patologie del piede (2)(8). Il foot pain è associato a disabilità, scarsa qualità della vita e ridotta funzionalità, compromettendo le attività quali camminare, salire e scendere le scale (9). Nello specifico è stata osservata riduzione della velocità di cammino, con un maggior numero di passi necessari a completare un compito di deambulazione rispetto a soggetti senza dolore. Inoltre, la presenza di foot pain è un fattore di rischio di caduta per le persone anziane (10).

Il dolore al piede è complesso, e difficoltà nel diagnosticare accuratamente la fonte del dolore o la causa di danno tissutale può compromettere la gestione clinica del dolore. Al momento, i meccanismi eziologici sottesi ad alcune tipologie di danno tissutale al piede non sono chiaramente compresi. Spesso la gestione delle problematiche al piede da sovraccarico si focalizza sull'utilizzo di strumenti per aumentare il supporto del sottosistema passivo (ad esempio plantari) o nel rinforzare i muscoli estrinseci con lo scopo di ridurre il dolore e/o la deformazione del piede, ottenendo prove abbastanza consistenti della loro efficacia.

Tuttavia, il rinforzo della muscolatura intrinseca e l'integrazione di questa nel foot core system potrebbe essere l'anello mancante cruciale per il trattamento di queste condizioni di overuse(1). Questo elaborato si propone di andare a comprendere la possibile correlazione tra dolore e debolezza della muscolatura intrinseca nei soggetti con foot pain, per poi andare ad individuare le strategie di trattamento maggiormente efficaci.

## **2. MATERIALI E METODI**

### **2.1 STRATEGIE DI RICERCA**

La revisione è stata prodotta attraverso una ricerca bibliografica nelle principali banche dati.

Sono state utilizzate le piattaforme di Medline (PubMed) e PhysiotherapyEvidence Database (PEDro).

La ricerca in letteratura è stata condotta fino al giorno 5/03/2020.

Considerando la metodica “PEO” la ricerca è stata così strutturata:

- **PARTECIPANTI:** soggetti con età maggiore o uguale a 18 anni, con dolore muscoloscheletrico al piede
- **ESPOSIZIONE:** debolezza dei muscoli intrinseci del piede
- **OUTCOME:** valutazione della forza dei muscoli intrinseci del piede

La presente revisione è stata effettuata utilizzando le seguenti parole chiave:

- MeSH Terms: “foot diseases”, “metatarsalgia”, “plantar fasciitis”, “hallux limitus”, “achilles tendon”, “muscle weakness”, “muscular weakness”
- Free Words: “heel pain”, “ foot pain”, “intrinsic Muscle Strength”

Queste ultime sono state unite tramite gli operatori booleani AND/OR. Le stringhe di ricerca costruite per i vari database sono esplicitate nella tabella sottostante.

Le stringhe di ricerca utilizzate nelle diverse banche dati elettroniche sono state riportate nella tabella sottostante.



### **2.3 SELEZIONE DEGLI STUDI**

Inizialmente sono stati eliminati i duplicati, poi è stata valutata l'eleggibilità degli altri studi sulla base dei criteri di inclusione.

Il primo screening è stato effettuato sulla base del titolo e *abstract*, escludendo gli articoli non pertinenti all'argomento. Un secondo screening è stato effettuato leggendo il *full text* e sono stati selezionati gli articoli in linea con i criteri d'inclusione e gli obiettivi della revisione.

## **3. RISULTATI**

### **3.1 STUDI SELEZIONATI**

Gli articoli sono stati selezionati fino al giorno 5 Marzo 2019.

L'identificazione dei records è stata effettuata attraverso le banche dati Medline (PubMed) e PhysiotherapyEvidence Database (PEDro).

La ricerca tramite le stringhe di ricerca riportate nel capitolo materiali e metodi ha prodotto inizialmente 261 records (148 articoli da PubMed, 113 articoli da Pedro).

Comparando i risultati ottenuti tra i vari motori di ricerca e banche dati, dopo aver escluso gli articoli doppi, i records sono stati sottoposti a screening per titolo e abstract, escludendo 216 records.

I 45 rimanenti articoli sono stati letti integralmente in full text. Al termine del processo, comprensivo di una analisi qualitativa, gli studi inerenti ai criteri di inclusione ed esclusione decretati sono risultati 8.

A questi 8 records ne è stato aggiunto 1, identificato tramite ricerca manuale nella bibliografia degli articoli inclusi, per un totale di 9 articoli sui quali eseguire l'analisi critica ed il confronto fra gli studi.

I diversi passaggi della selezione sono riportati nel seguente diagramma di flusso

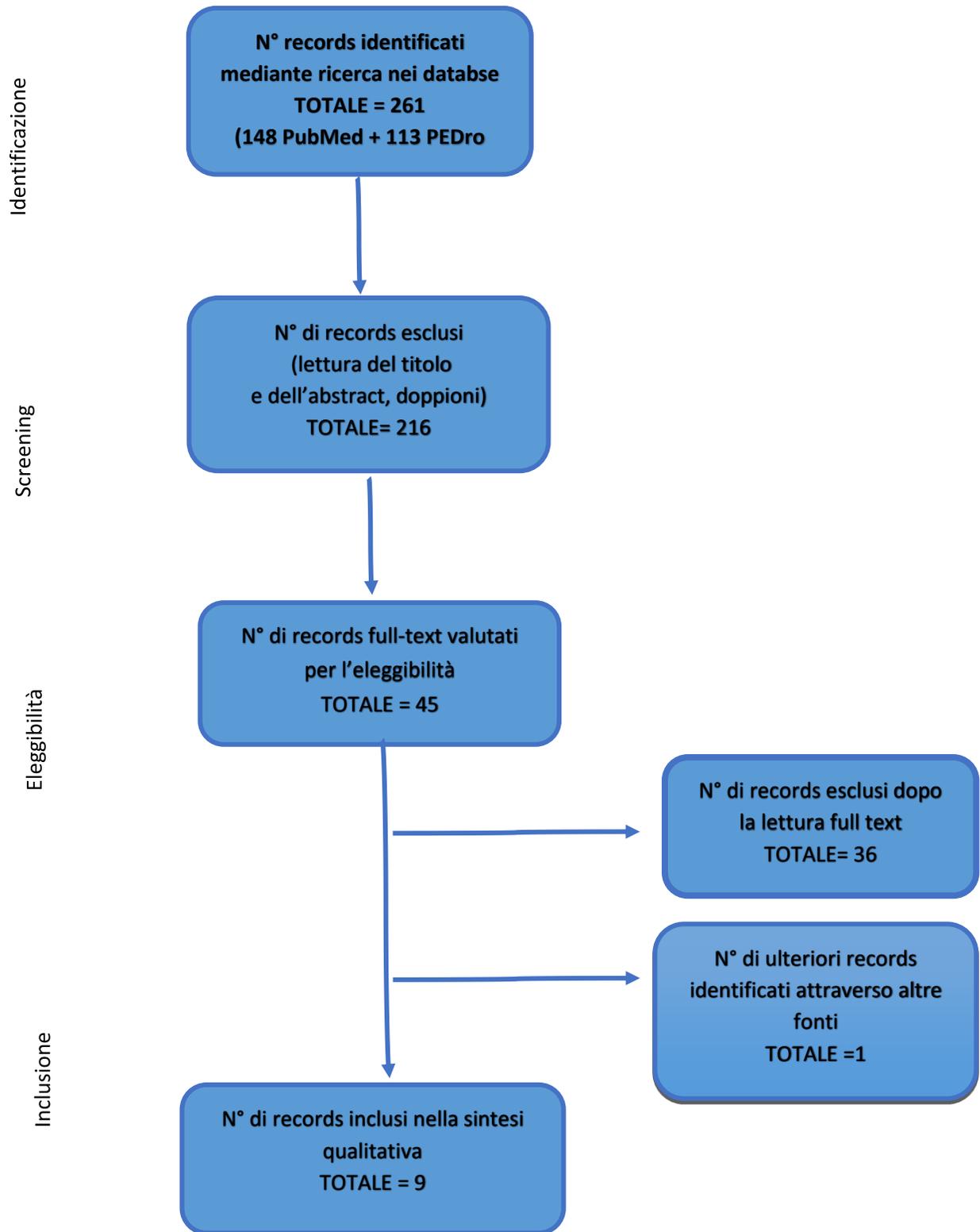


Figura 3: diagramma di flusso della strategia di ricerca e del processo di selezione degli articoli.

### 3.2 SINTESI DEGLI STUDI INCLUSI

I records inclusi nel disegno di studio sono sintetizzati nella tabella sottostante. Per ogni studio sono stati evidenziati gli aspetti principali per rendere più efficiente il confronto tra i diversi studi inclusi. Per ogni studio è stato indicato: primo autore, anno di pubblicazione e tipologia di studio, popolazione coinvolta e caratteristiche principali, obiettivo dello studio e intervento, le scale di valutazione e le misure di outcome analizzate e la sintesi dei principali risultati.

Primo autore, anno e tipo di studio	Popolazione	Obiettivo & Intervento	Outcome / Scale di valutazione	Risultati
Munteanu S. E., 2012 (11)  Cross sectional study	151 soggetti con OA della prima articolazione MTP con sintomatologia dolorosa $\geq 3$ mesi, punteggio VAS di almeno 20/100	<p><u>OBIETTIVO:</u> Determinare se il dolore e la disabilità al piede nei pazienti con sintomatica OA della prima articolazione MTP sono associate alla forza della muscolatura dell'alluce.</p> <p><u>INTERVENTO:</u> Ai soggetti è stato chiesto di utilizzare i muscoli flessori delle dita del piede tenendo premuto l'alluce contro il dispositivo "MatScan plantar pressure measurement" che misurava la forza espressa</p>	<p>- VAS (100-mm visual analogue scale), valori compresi tra 0 e 100</p> <p>-Forza della muscolatura che circonda la prima articolazione MTP misurata utilizzando il MatScan plantar pressure measurement in posizione seduta. Il test è stato eseguito 3 volte, per l'analisi è stata considerata la media delle 3 performance</p>	<p>Forza in flessione plantare dell'alluce: 5.2 (3.1) kg</p> <p>Foot pain: 56.6 (18.5) VAS</p> <p>Correlazione univoca tra forza dell'alluce e foot pain: -0.035 (p=0.341)</p>
Allen H, 2003 (12)	20 soggetti con fasciopia plantare	<p><u>OBIETTIVO:</u> Determinare se esiste una differenza nella</p>	-Mini bilancia elettronica digitale (strain	Forza dei muscoli flessori delle dita:

<p>Cross-sectional study.</p>	<p>unilaterale con sintomatologia dolorosa <math>\geq 2</math> mesi e 20 soggetti asintomatici di età compresa tra 18 e 60 anni</p>	<p>forza del flessore dell'alluce tra soggetti con fasciopia plantare unilaterale e i soggetti controllo. In particolare stabilire se:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) La forza dei muscoli flessori delle dita è differente nei due campioni di soggetti</li> <li>2) La forza dei flessori delle dita nei soggetti con fasciopia plantare è differente tra il piede coinvolto e quello non coinvolto</li> <li>3) Vi è differenza significativa nella forza tra i piedi coinvolti e quelli non coinvolti nei soggetti con fasciopia plantare unilaterale rispetto ai piedi più forti e più deboli dei soggetti controllo</li> </ol> <p><u>INTERVENTO:</u> Soggetto in posizione seduta, arto inferiore e caviglia posizionati su una piattaforma e stabilizzati con 3 fasce. Al soggetto è stato chiesto di abbassare con le dita la barra (attaccata alla bilancia che misura la forza muscolare) con una contrazione isometrica mantenuta per circa 5 secondi. 5 ripetizioni, 30 secondi di riposo tra le ripetute</p>	<p>gauge (N)) per misurare la <u>forza del flessore dell'alluce.</u> Delle 5 misurazioni prese viene analizzata quella con valori di forza maggiori</p>	<p><u>-Soggetti con fasciopia plantare:</u> piede coinvolto: <math>88 \pm 40</math> N piede non coinvolto: <math>96 \pm 48</math> N (<math>p &lt; 0.05</math>)</p> <p><u>- Soggetti controllo:</u> forza maggiore: <math>135 \pm 61</math> N forza minore: <math>117 \pm 59</math> N (<math>p &lt; 0.05</math>)</p> <p>Il valore della forza media del gruppo di controllo è significativamente maggiore (<math>p &lt; 0.05</math>) dei valori dei soggetti con fasciopia plantare unilaterale</p>
<p>Shamus J, 2004 (13)</p>	<p>20 soggetti (di età compresa tra 26 e 43</p>	<p><u>OBIETTIVO:</u> determinare l'effetto di 2 tipi di approcci di</p>	<p><u>-Forza del flessore dell'alluce</u> utilizzando un</p>	<p><u>Gruppo sperimentale:</u> il dolore è significativamente diminuito (<math>p &lt; 0.01</math>);</p>

<p>Rando- mized clinical trial</p>	<p>anni) con dolore alla prima articolazione metatarsofalangea (MPJ), con riduzione di almeno 20° del PROM in estensione della prima MPJ, debolezza del flessore dell'alluce (differenza di almeno 1.8kg con il controlaterale) e presenza di dolore di intensità almeno 2/10 VAS</p>	<p>tattamento conservativo per l'hallux limitus</p> <p><u>INTERVENTO:</u></p> <p>-Gruppo controllo (10 pazienti): intervento di idromassaggio, ultrasuoni, mobilizzazione della prima MPJ, stretching del tricipite surale e hamstring, marble pick-up exercise, impacchi freddi e stimolazioni elettriche</p> <p>-Gruppo sperimentale (10 pazienti): oltre ai trattamenti del gruppo di controllo, ha ricevuto mobilizzazione delle sesamoidi, esercizi di rinforzo del flessore dell'alluce (10 contrazioni isometriche ciascuna di 10 secondi più 10 ripetizioni per 10 secondi ciascuna 3 volte al giorno a domicilio) e training del passo.</p> <p>Il trattamento è stato eseguito 3 volte a settimana per un totale di 4 settimane.</p>	<p>dinamometro manuale situato sotto all'alluce; al paziente viene chiesto di tener premuto l'alluce esprimendo la maggior forza possibile per 3 secondi senza sollevare il tallone dal pavimento. Per l'analisi è stato tenuto in considerazione il valore maggiore</p> <p>-Livello di dolore soggettivo: <u>Verbal pain Scale</u> (0-10)</p> <p>Le misure di outcome sono state proposte pre e post trattamento</p>	<p>-Dolore pre-trattamento: 6.8 ± 1.5 VPS</p> <p>- Dolore post-trattamento: 0.4 ± 0.5 VPS</p> <p>- Cambiamento: 6.4 ± 1.3</p> <p>Aumento significativo nella forza del flessore dell'alluce (p&lt;0.01), 2.8kg maggiore del gruppo controllo.</p> <p>-Forza pre trattamento: 1.9 ± 0.9 Kg</p> <p>-Forza post-trattamento: 5.4 ± 1.5 Kg</p> <p>- Cambiamento: 3.5 ± 1.0</p> <p><u>Gruppo controllo:</u></p> <p>Il dolore è significativamente diminuito (p&lt;0.01);</p> <p>-Dolore pre-trattamento: 6.8 ± 1.6 VPS</p> <p>-Dolore post-trattamento: 4.2 ± 1.0 VPS</p> <p>-Cambiamento: 2.6 ± 1.1</p> <p>Non c'è stato un aumento di forza significativo (p&gt;0.5).</p> <p>-Forza pre-trattamento: 2.7 ± 1.6 Kg</p> <p>- Forza post-trattamento: 3.4 ± 1.6 Kg</p> <p>- Cambiamento: 0.7 ± 0.4 Kg</p> <p>Anche se non c'è una differenza significativa riguardo al dolore nei due gruppi, i pazienti del gruppo sperimentale hanno mostrato una maggior riduzione del dolore soggettivo dopo 12 sessioni di trattamento.</p>
<p>Abdalbary S.A., 2018 (14)</p>	<p>56 donne adulte con alluce valgo sintomatico,</p>	<p><u>OBIETTIVO:</u> determinare gli effetti di un programma di esercizi, in</p>	<p>-VAS, valori compresi tra 0 e 10</p>	<p><u>Gruppo sperimentale:</u> -VAS diminuita significativamente dopo il trattamento (p&lt;0.001),</p>

<p>Rando- mized Clinical Trial</p>	<p>randomizzate in 2 gruppi</p>	<p>combinazione con l'utilizzo di un separatore del dito, in pazienti donne con alluce valgo sintomatico</p> <p><u>INTERVENTO:</u> 2 gruppi:</p> <p><u>-Gruppo sperimentale:</u> 36 sessioni di 3 mesi di: mobilizzazione delle articolazioni delle dita, esercizi di rinforzo per la flessione plantare (10 contrazioni isometriche, incremento di 1 serie a settimana) e abduzione dell'alluce (10 contrazioni isometriche, incremento di 1 serie a settimana), toe grip strenght (towel curls exercise, 10 ripetizioni), stretching in dorsiflessione di caviglia, utilizzo di un toe separator per &gt; 8 ore al giorno. Il programma consisteva in 3 sessioni a settimana per 12 settimane totali.</p> <p><u>-Gruppo controllo:</u> nessun intervento</p>	<p><u>-Forza in flessione plantare e abduzione dell'alluce</u></p> <p><u>-Forza di grip delle dita utilizzando un dinamometro utilizzato per misurare la forza di grip del dito</u></p> <p>Le misure di outcomes sono state proposte pre-trattamento, post-trattamento, e a un anno dall'ultimo intervento</p>	<p>diminuzione rimasta stabile a 1 anno di follow up →</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dolore pre-trattamento: 5.6 ± 1</li> <li>- Dolore post trattamento: 2.2 ± 1</li> <li>-Dolore a 1 anno follow-up: 2.4±1</li> </ul> <p>-Forza in flessione plantare dell'alluce significativamente incrementata (p&lt;0.001) post- trattamento e a 1 anno di follow up</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Forza pre trattamento: 50.4±2.8 N</li> <li>- Forza post-trattamento: 65.9 ± 5.6 N</li> <li>- Forza a 1 anno follow-up: 62.9 ± 2 N</li> </ul> <p>-Forza di abduzione dell'alluce significativamente incrementata (p&lt;0.001) post-trattamento e a 1 anno di follow up</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Forza pre trattamento: 6.4±1.1 N</li> <li>- Forza post-trattamento: 10.5±1.6 N</li> <li>- Forza a 1 anno follow-up: 8.8 ± 1.3 N</li> </ul> <p>-Forza toe grip significativamente incrementata (p&lt;0.001) post-trattamento e a 1 anno di follow up</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Forza pre-trattamento: 65.2± 10.4 N</li> <li>- Forza post-trattamento: 98.1±9.2 N</li> <li>- Forza a 1 anno follow-up: 93.1±5.2 N</li> </ul> <p><u>Gruppo controllo:</u> Nessuna differenza significativa a 1 anno di follow-up, nonostante un aumento dell'intensità del dolore,</p>
--	-------------------------------------	--	--	---

				diminuzione della forza in flessione plantare e abduzione dell'alluce e forza del toe grip
Hurn SE, 2014 (15)  Cross-sectional study	60 Soggetti con HV (alluce valgo) sintomatico (dolore da almeno 4 settimane), flessione dorsale della prima articolazione MTP $\geq 50^\circ$ , età compresa tra 20 e 75 anni	<p><b>OBIETTIVO:</b> investigare i fattori che contribuiscono al dolore al piede nel HV</p> <p><b>INTERVENTO:</b> Sono state valutate la forza in flessione plantare e abduzione dell'alluce utilizzando una load cells. I soggetti hanno eseguito in posizione seduta 3 contrazioni isometriche massime per ogni direzione. Il paper grip test è stato utilizzato per misurare la forza in flessione plantare dell'alluce, 3 ripetizioni di 3 secondi. È stata tenuta in considerazione la forza massima espressa nelle 3 ripetizioni.</p>	<p>- <u>VAS</u> (valori compresi tra 0 e 100), indicando nelle 4 settimane precedenti: il peggior dolore e il dolore medio</p> <p>-Load cells (N): <u>toe flexion</u></p> <p>-<u>Paper grip test</u>: great toe and lesser toe flexion</p>	<p>Correlazione univoca tra:</p> <p>Toe flexion (60.71<math>\pm</math>28.3N) -dolore medio: r =-0.10 p=0.43 - peggior dolore: r =-0.10 p=0.44;</p> <p>Toe abductor (8.9<math>\pm</math> 6.6 N) -dolore medio: r= 0.08, p=0.55 -peggiore dolore: r= 0.01 p= 0.92</p> <p>I soggetti che non sono riusciti a completare il "paper grip test" riportano il peggior foot pain (p&lt;0.05). Correlazione univoca tra "paper grip test" e -media del dolore: mean difference 12.7mm p=0.002 -peggiore dolore: mean difference 26.4mm p=0.003</p>
Mickle K.J., 2011 (16)  Cross-sectional study	312 soggetti di età > 60 anni con disabling foot pain (Manchester Foot Pain and Disability Index); il foot pain è presente nel 49.7% dei pazienti utilizzando la definizione A	<p><b>OBIETTIVO:</b> Determinare se il foot pain disabilitante è associato a caratteristiche e abilità funzionali del piede, e a qualità della vita (HRQOL) negli anziani</p> <p><b>INTERVENTO:</b> - Forza in flessione dell'alluce e delle altre dita del piede: i soggetti dovevano spingere contro la piattaforma utilizzando soltanto</p>	<p>-pedobarografia (N): <u>Great &amp; lesser toe Flexion</u></p> <p>-Dolore al piede valutato utilizzando il questionario 19-item <u>MFPDI</u> (limitazione funzionale, intensità del dolore, aspetto personale e limitazioni a</p>	<p><b>DEFINITION A:</b> Forza flessore alluce: -Gruppo foot pain: 12.6 N (11.4-13.8); - Gruppo controllo: 14.6 N (13.4-15.8) (p&lt;0.05)</p> <p>Forza in flessione di lesser toes p&gt;0.05</p> <p><b>DEFINITION B:</b> Forza flessore alluce: -gruppo foot pain: 11.7 N (10.0-13.4); -gruppo controllo: 14.3 N (13.3-</p>

	(dolore presente o alcuni giorni o la maggior parte dei giorni) e nel 26% dei pazienti utilizzando la definizione B (dolore o la maggior parte dei giorni o ogni giorno)	l'alluce o utilizzando le altre dita	lavoro e nel tempo libero)	15.2) (p<0.05)  Forza in flessione di lesser toes: -gruppo foot pain:8.8 N 7.7–9.8); -gruppo controllo: 10.5 N (10.0–11.1) (p<0.05)
Hogan KK, 2019 (17)  Cross sectional study	16 soggetti con PHP ≥1 mese e 16 soggetti senza dolore	<u>OBIETTIVO:</u> comparare la performance dei muscoli intrinseci del piede in soggetti con e senza plantar heel pain (PHP)  <u>INTERVENTO:</u> - Intrinsic Foot Muscle Test (IFMT): i soggetti sono in piedi, scalzi, devono sollevare le dita dal pavimento mentre mantengono l'altezza dell'arco del piede, poi abbassare le dita mentre mantengono l'altezza dell'arco. Ai soggetti è stato chiesto di mantenere la posizione raggiunta per 30 secondi, mentre il clinico giudicava se il soggetto fosse in grado di mantenere l'altezza dell'arco senza compensi (ad esempio senza attivare la muscolatura estrinseca).	-VAS (con valori compresi tra 0 e 100)  - <u>Intrinsic Foot Muscle Test (IFMT)</u> per valutare la funzione della muscolatura intrinseca del piede, alla performance del soggetto è stata data una delle seguenti valutazioni: "poor" (povero), "fair" (discreto), "satisfactory" (soddisfacente)	Non ci sono differenze significative nel IFMT (p=0.08) tra i due gruppi di soggetti; - <u>soggetti con PHP</u> poor: 10 soggetti fair: 6 soggetti satisfactory: 0 soggetti  - <u>soggetti senza dolore</u> poor: 5 soggetti fair: 9 soggetti satisfactory: 2 soggetti  Non ci sono differenze significative nella valutazione del IFMT (p=0.08).

<p>Sullivan 2015 (18)</p> <p>Compa-rative study</p>	<p>202 soggetti con PHP (plantar heel pain) con dolore negli ultimi 3 mesi e 70 soggetti controllo</p>	<p><u>OBIETTIVO:</u> Identificare i fattori muscoloscheletrici correlati alla presenza di PHP (plantar heel pain), per poter guidare lo sviluppo di miglior strategie d'intervento e migliorare gli outcomes clinici.</p> <p><u>INTERVENTO:</u> Misurazione della forza muscolare (Great &amp; lesser toe Flexion) con dinamometro mediante contrazioni isometriche massime.</p>	<p>-<u>Valutazione della forza dei muscoli del piede (flessore dell'alluce e delle altre dita)</u> con dinamometro (N) mediante 3 contrazioni isometriche massime. Il risultato maggiore delle 3 ripetizioni è stato analizzato</p>	<p>I soggetti con PHP hanno una forza minore sia in flessione dell'alluce sia in flessione delle altre dita rispetto al gruppo controllo</p> <p><u>Great toe flexion:</u> -PHP: 152.3±35.2 N -Controllo:168.1±35.3N (p=0.047)</p> <p><u>Lesser toe flexion:</u> -Heel pain: 14.5±27.4 N -Controllo:127.3±26.0N (p=0.032)</p>
<p>Mc Clinton S, 2016 (19)</p> <p>Cross section-al study</p>	<p>27 soggetti con posterior heel pain (PHP), con punteggio NPRS di almeno 3/10 (media) nelle passate 24 ore</p> <p>27 soggetti "controllo" senza dolore al tallone o altre patologie all'arto inferiore</p>	<p><u>OBIETTIVO:</u> valutare i muscoli flessori delle dita nei soggetti con PHP</p> <p><u>INTERVENTO:</u> 3 prove di: MPGT (modified paper grip test) suddiviso in MPGT<sub>GT</sub> (for great toes) e PGT<sub>LT</sub> (for less toes) per valutare la performance del muscolo flessore dell'alluce e flessore delle dita. I soggetti erano seduti su una sedia, con ginocchia a 90° e caviglia a 0°, con i piedi nudi. Una card è stata posizionata sotto all'alluce e l'esaminatore "pizzicava" la card tra l'alluce e la parte superiore della chiave di metallo del dinamometro digitale.</p>	<p>-<u>NPRS</u> (con valori compresi tra 0 e 10) per valutare il livello di dolore nelle ultime 24h (è stata fatta una media tra il minore, il peggiore e l'attuale dolore). Inoltre la scala NRS è stata utilizzata immediatamente dopo il test MPGT</p> <p>-<u>Modified paper grip test (MPGT<sub>GT</sub>)</u> per l'alluce e <u>Modified paper grip test per le altre dita del piede (MPGT<sub>LT</sub>)</u></p>	<p>-<u>NPRS:</u> gruppo PHP: 3.9 ± 1.8 gruppo controllo: 0.09 ± 0.19 p&lt;0.01</p> <p>-I soggetti con PHP hanno dimostrato punteggi inferiori al <u>mPGT<sub>GT</sub></u> e <u>mPGT<sub>LT</sub></u>:</p> <p>Il punteggio medio al <u>mPGT<sub>GT</sub></u> dei soggetti con PHP è stato di 2kg (95% CI: 1.6, 2.4), contro 2.8 kg (95 % CI: 2.3, 3.4) del gruppo di controllo</p> <p>Il punteggio medio al <u>mPGT<sub>LT</sub></u> del gruppo PHP è stato di 1,4 kg (95% CI: 1, 1.8), contro 2kg (95% CI: 1.6, 2.3) del gruppo di controllo</p> <p>-La maggior parte dei soggetti del gruppo con PHP non ha avuto aumento del dolore durante il <u>mPGT<sub>GT</sub></u> e <u>mPGT<sub>LT</sub></u></p>

		<p>L'esaminatore ha "pizzicato" la card con la minima forza necessaria a tirare via la carta da sotto l'alluce. Stessa cosa è stata fatta per le altre dita (il bordo laterale della card è stato posizionato sotto il secondo dito)</p>	<p>(Modificato perché è stato inserito il dinamometro per quantificare la forza muscolare)</p>	<p>(81.5%):  3 soggetti hanno riportato aumento del dolore di 1/10, 1 soggetto riporta aumento a 4/10, e 1 soggetto a 7/10.  -Assenza di correlazione tra la durata dei sintomi e mPGT<sub>GT</sub> (<math>r = -0.2</math>, <math>P = 0.33</math>), o mPGT<sub>LT</sub> (<math>r = -0.11</math>, <math>P = 0.6</math>).</p>
--	--	--	--	---

Tabella 3: sintesi degli studi inclusi

### 3.3 VALUTAZIONE DEL RISK OF BIAS

La scala di valutazione Appraisal tool for Cross-sectional studies (AXIS) (20) è stata utilizzata per la valutazione della qualità metodologica dei 6 studi osservazioni cross-sectional inclusi in questa revisione. La scala di valutazione AXIS ha l'obiettivo di garantire la valutazione della qualità metodologica, permettendo un'interpretazione il più sistematica possibile degli studi osservazionali cross-sectional, valutando 20 items suddivisi nei seguenti capitoli: Introduzione, Metodi, Risultati, Discussione, Altro. Per ogni item è possibile attribuire tre risposte: "Sì", "No" o "Non so". I parametri impostati per decretare la qualità metodologica degli studi osservazionali in esame sono stati decisi dall'autore di questa revisione, pertanto sono da considerarsi privi di oggettività.

La scala di valutazione "The revised Cochrane risk of bias tool for randomized trials (RoB 2)" (21) (22) è stata applicata per valutare i trial clinici randomizzati è stata applicata. La scala prende in considerazione sei domini dai quali dai quali poi è possibile estrapolare il rischio di bias. I domini prevedono: il processo di randomizzazione, gli interventi previsti (in base ad assegnazione ed aderenza), la mancanza di dati relativi agli outcome, la raccolta dei dati relativi agli outcome, la selezione dei risultati acquisiti.

Di seguito vengono riportate rispettivamente in *Tabella 4* le distribuzioni dei punteggi nei vari items della scala AXIS, ottenute dai singoli studi osservazionali e in *Tabella 5* e *Tabella 6* l'Analisi del Risk of Bias degli studi RCT inclusi in questa revisione sistematica (La *Tabella 5* riporta i risultati che derivano dall'analisi del rischio di *bias* degli articoli per i domini sopra elencati, la *Tabella 6* definisce il rischio di Bias complessivo dei due studi).

AXIS SCALE																				
Autore	Introduzione	Metodi										Risultati					Discu- sione		Altro	
Items	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Munteanu2012	Y	Y	Y	Y	Y	Y	DK	DK	Y	Y	Y	Y	N	DK	Y	Y	N	Y	N	Y
Allen, 2003	Y	Y	N	Y	Y	Y	DK	Y	Y	Y	Y	N	N	DK	Y	N	Y	Y	N	Y
Hurn, 2014	N	Y	Y	Y	Y	Y	DK	Y	Y	Y	Y	Y	N	DK	Y	Y	Y	N	N	Y
Mickle, 2011	Y	Y	Y	N	DK	Y	DK	DK	Y	Y	Y	Y	N	DK	Y	Y	Y	N	N	Y
Hogan, 2019	Y	Y	N	Y	Y	Y	DK	N	DK	Y	Y	Y	N	DK	Y	Y	Y	Y	N	DK
Sullivan, 2015	Y	Y	Y	Y	Y	Y	DK	Y	Y	Y	Y	Y	N	DK	Y	Y	Y	N	N	Y
McClinton 2016	Y	Y	N	Y	Y	Y	DK	Y	DK	Y	Y	Y	N	DK	Y	Y	Y	Y	N	Y

Legenda: Y= yes, N= no; DK= don't know.

*Tabella 4: Tabella riassuntiva dei diversi item della scala AXIS*

Uno studio osservazionale cross-sectional analizzato con la scala AXIS ha mostrato alta qualità metodologica, sei studi moderata qualità metodologica. Nello specifico il record di Sullivan (18) presenta alta qualità metodologica, gli studi di Munteanu (11), Allen (12), Hurn (15), Mickle (16), Hogan (17) e McClinton (19) moderata qualità metodologica.

I parametri impostati per la valutazione del Risk of Bias con la scala AXIS sono i seguenti:

- risposte "yes"  $\geq 75\%$  : buona qualità metodologica
- $75\% < \text{risposte "yes"} \leq 50\%$  : moderata qualità metodologica
- Risposte "yes"  $< 50\%$ : scarsa qualità metodologica

**Dominio 1:** Risk of bias arising from the randomization process

	SHAMUS	ABDALBARY
1.1 La sequenza di allocazione è stata casuale?	Y	Y
1.2 La sequenza di allocazione è stata nascosta fino a quando i pazienti sono stati inseriti nei vari gruppi di trattamento?	Y	Y
1.3 Le differenze alla baseline hanno determinato un problema nel processo di randomizzazione?	N	N
<b>Rischio di <i>bias</i> complessivo</b>	<b>L</b>	<b>L</b>

**Dominio 2:** risk of bias due to deviations from the intended interventions (effect of assignment to intervention)

	SHAMUS	ABDALBARY
2.1. I pazienti erano a conoscenza del trattamento a loro indicato?	N	Y
2.2. I <i>caregiver</i> che erogavano i trattamenti erano a conoscenza del trattamento indicato ai partecipanti dello studio?	Y	Y
2.3. Se Y/PY/NI alla 2.1 o 2.2: Ci sono state modifiche nel trattamento rispetto a quello previsto?	NI	NI
2.4 Se Y/PY alla 2.3: È probabile che queste variazioni abbiano influito sui risultati?	NA	NA
2.5. Se N/PN /NI alla 2.4: queste variazioni sono state equilibrate tra i due gruppi?	NA	NA
2.6 È stata effettuata un'analisi appropriata per stimare l'effetto dell'assegnazione all'intervento?	PY	PY
2.7 Se N/PN /NI alla 2.6: C'era il potenziale per un impatto sostanziale sul risultato per la mancata analisi dei partecipanti al gruppo a cui erano stati randomizzati?	NA	NA
<b>Rischio di <i>bias</i> complessivo</b>	<b>L</b>	<b>L</b>

**Dominio 2:** Risk of bias due to deviations from the intended interventions (effect of adhering to intervention)

	SHAMUS	ALBALBARY
2.1. I pazienti erano a conoscenza del trattamento a loro indicato?	N	Y
2.2. I <i>caregiver</i> che erogavano i trattamenti erano a conoscenza del trattamento indicato ai partecipanti dello studio?	Y	Y
2.3. [Se applicabile]: Se Y/PY /NI alla 2.1 o 2.2: Interventi non previsti dal protocollo sono stati applicati in maniera equilibrata tra i due gruppi?	NI	NI
2.4. [Se applicabile]: Vi sono stati degli errori nell'attuazione dell'intervento che potrebbero aver influito sul risultato?	PN	PN
2.5. [Se applicabile]: C'è stata una mancata aderenza al regime di intervento assegnato che avrebbe potuto influenzare i risultati dei partecipanti?	PN	PN
2.6. Se N/PN/NI alla 2.3, o Y/PY/NI alla 2.4 o 2.5: È stata utilizzata un'analisi appropriata per stimare l'effetto dell'adesione all'intervento?	PY	PY
<b>Rischio di <i>bias</i> complessivo</b>	<b>SC</b>	<b>SC</b>

**Dominio 3:** Risk of bias due to missing outcome data

	SHAMUS	ABDALBARY
3.1 I dati per questo risultato erano disponibili per tutti o quasi tutti i partecipanti randomizzati?	N	N
3.2 Se N/PN /NI alla 3.1: C'è evidenza del fatto che i dati non sono stati modificati dalla mancanza di dati degli outcome?	Y	Y
3.3 Se N/PN/NI alla 3.2: La mancanza del risultato potrebbe dipendere dal suo vero valore?	NA	NA
3.4 Se Y/PY/NI alla 3.3: È probabile che la mancanza del risultato dipendesse dal suo vero valore?	NA	NA
<b>Rischio di <i>bias</i> complessivo</b>	<b>L</b>	<b>L</b>

**Dominio 4:** Risk of bias in measurement of the outcome

	SHAMUS	ALBDALBARY
4.1 Il metodo di misurazione del risultato è stato inappropriato?	N	N
4.2 La misurazione o l'accertamento del risultato potrebbero differire tra i gruppi di intervento?	N	N
4.3 Se N/PN/NI alla 4.1 e 4.2: I valutatori del risultato erano a conoscenza dell'intervento ricevuto dai partecipanti allo studio?	Y	PY
4.4 Se Y/PY/NI alla 4.3: La valutazione del risultato potrebbe essere stata influenzata dalla conoscenza dell'intervento ricevuto?	PN	PN
4.5 Se Y/PY/NI alla 4.4: È probabile che la valutazione del risultato sia stata influenzata dalla conoscenza dell'intervento ricevuto?	NA	NA
<b>Rischio di bias complessivo</b>	<b>L</b>	<b>L</b>

**Dominio 5:** Risk of bias in selection of the reported result

	SHAMUS	ABDALBARY
5.1 I dati che hanno prodotto questo risultato sono stati analizzati in base a un piano di analisi predefinito che è stato finalizzato prima che fossero disponibili per l'analisi dati di risultato non vincolati?	Y	Y
È probabile che il risultato numerico oggetto di valutazione sia stato selezionato, sulla base dei risultati, da...		
5.2. ...più misure di risultato ammissibili (ad esempio scale, definizioni, punti temporali) all'interno del dominio dei risultati?	N	N
5.3 ...più analisi ammissibili dei dati?	N	N
<b>Rischio di bias complessivo</b>	<b>L</b>	<b>L</b>

*Tabella 5: risultati analisi rischio di Bias*

Legenda: Y=yes; N=no; PN=probably no; PY= probably yes; NI=no information;  
NA= Not applicable; L= low risk; SC= Some concerns

Il rischio di bias complessivo per ogni dominio è stato dedotto consultando l'algoritmo presente nella guida RoB 2.0 (21) proposto per valutare il rischio di bias derivante dal processo di randomizzazione, presente alla fine di ogni dominio.

La *Tabella 6* definisce il rischio di bias complessivo dei due RCT. Dall'analisi complessiva si evince che entrambi gli studi (Shamus, Abdalbary) presentano un medio rischio di bias.

	<b>SHAMUS</b>	<b>ABDALBARY</b>
Dominio 1		
Dominio 2		
Dominio 2.2		
Dominio 3		
Dominio 4		
Dominio 5		
<b>R.O.B</b>		

*Tabella 6: Risk of Bias complessivo dei due studi*

## **4. DISCUSSIONE**

Questo elaborato si propone di comprendere la possibile correlazione tra *foot pain* e debolezza della muscolatura intrinseca del piede, per poi andare ad individuare le strategie di trattamento maggiormente efficaci.

Dei 9 studi inclusi in questa revisione, 7 records hanno condotto un'analisi osservazionale circa la possibile correlazione tra dolore e debolezza, utilizzando il dolore e la forza della muscolatura intrinseca del piede come misure di confronto. I restanti 2 studi inclusi nella revisione sono RCT che hanno confrontato nei soggetti con *foot pain* due tipologie di intervento di tipo conservativo per il dolore al piede, utilizzando le stesse misure di outcomes degli studi osservazionali individuati, ovvero il dolore e la forza.

La popolazione considerata in questa revisione della letteratura presenta varie eziologie di “foot pain muscoloscheletrico”; questo termine, come espresso in precedenza, non designa né una classe di dolore, né il meccanismo di lesione, né la patologia istologica.

Quattro studi hanno analizzato i soggetti con fasciopia plantare ((12),(17),(18), (19)), uno studio i soggetti con dito a martello (20 soggetti di età compresa tra 26 e 43 anni) (13), due studi hanno considerato individui con alluce valgo sintomatico ((14),(15)), uno studio soggetti con osteoartrosi sintomatica della prima articolazione metatarso-falangea (11) e infine uno studio ha incluso individui anziani (età media 71 anni ( $\pm$  6.5)) con *foot pain* aspecifico invalidante (16).

### **4.1 IL DOLORE AL PIEDE: VALUTAZIONE e DURATA**

Gli studi inclusi in questa review hanno utilizzato come misura di outcome la valutazione del dolore; Munteanu et al. (11), Hurn et al. (15) e Abdalbary et al. (14) hanno riportato la severità del dolore nei soggetti utilizzando la scala VAS (i primi due con valori compresi tra 0 e 100, il terzo compresi tra 0 e 10); McClinton et al. (19) si è avvalso della scala NPRS (con valori compresi tra 0 e 10) rilevando la media del dolore, data dal dolore al momento della valutazione, dal maggiore e dal minore dolore nelle passate 24 ore; Shamus et al. (13) ha utilizzato la Verbal Pain Scale (VPS), con valori compresi tra 0 e 10. Hurn et al. (15) in aggiunta ha valutato il peggior dolore e la media del dolore nelle 4 settimane precedenti la valutazione, non riportandone però i valori alla scala

VAS delle due misurazioni. Diversamente, 3 studi (12) (17) (18) hanno segnalato soltanto la presenza di dolore, utilizzato pertanto come criterio d'inclusione allo studio. Nello studio di Mickle et al. (16) il dolore è stato indagato utilizzando la scala "*Manchester Foot Pain and Disability Index (MFPDI)*": il paziente doveva collocarsi in una delle due definizioni fornite dalla scala; nella *definizione A* sono rientrati tutti i soggetti con dolore al piede presente alcuni giorni o la maggior parte dei giorni (49,7% dei soggetti), nella *definizione B* i soggetti con dolore la maggior parte dei giorni o tutti i giorni (26% dei soggetti).

Nello studio di Munteanu (11) et al. i soggetti per essere inclusi dovevano registrare un punteggio di almeno 20/100 VAS, in quello di McClinton (19) di almeno 3/10 NPRS. Nel trial clinico di Shamus et al. (13) è stato valutato il dolore in prima seduta ( $6.8 \pm 1.6$  VPS gruppo sperimentale,  $6.8 \pm 1.5$  VPS gruppo controllo) e al termine dell'ultima seduta di trattamento (12esima seduta). Abdalbary et al. (14) ha valutato il dolore all'inizio ( $5.6 \pm 1$  VAS gruppo sperimentale;  $5.2 \pm 1.3$  VAS gruppo controllo), al termine delle 12 settimane di trattamento e ad 1 anno dall'ultimo trattamento.

La durata del dolore nei soggetti è stata riportata in 7 studi (11)(12)(15)(17)(18)(23)(19), dai quali è stata stimato il range di durata: da 4 settimane a 40 mesi. Nello specifico, i soggetti per essere inclusi nello studio di Munteanu et al. (11) dovevano presentare dolore da almeno 3 mesi; comunque dai dati raccolti si evince che i 151 soggetti presentavano dolore in media da 40 mesi. Anche nello studio di Allen (12) i pazienti per essere inclusi nel lavoro dovevano riportare sintomatologia dolorosa al piede da almeno 2 mesi; la durata media del dolore nei soggetti con *foot pain* è stata di  $19,9 \pm 33,2$  mesi. Anche Hurn (15) ha riportato come criterio d'inclusione la durata minima del dolore, che doveva essere di almeno 4 settimane; però non ha fornito l'intervallo di durata del dolore nei pazienti. I pazienti con PHP inclusi nello studio di Hogan (17) dovevano presentare dolore da più di un mese; ne è stata riportata la durata media del dolore:  $30 \pm 55.80$  mesi. Nello studio di Sullivan (18) i soggetti partecipanti presentavano dolore da 4 a 24 mesi, 10 mesi in media; il tempo trascorso dal trauma per i soggetti nel record di Shamus (13) era compreso tra 2 e 11 mesi. Gli studi di Mickle (16) e di Abdary (14) non hanno fornito alcun dato in merito alla durata del dolore nei soggetti. Soltanto lo studio di McClinton (19) indaga la correlazione tra la durata del dolore e la performance ai test mPGT<sub>GT</sub> e mPGT<sub>LT</sub>, non evidenziandone una correlazione tra le due variabili.

Nella valutazione del dolore si riscontra quindi eterogeneità tra i vari studi per via delle scale del dolore utilizzate, per il fatto che alcuni studi non hanno riportato l'intensità del dolore ed altri che non ne hanno riportato la durata.

#### **4.2 VALUTAZIONE DELLA FORZA della MUSCOLATURA INTRINSECA DEL PIEDE**

Tutti gli studi riportati in questa review hanno valutano la forza dei muscoli intrinseci utilizzando la modalità di valutazione definita "diretta", ovvero richiedendo il reclutamento attivo della muscolatura intrinseca del piede da parte dei soggetti.

Munteanu et al. (11) per valutare la forza del muscolo flessore dell'alluce ha utilizzato lo strumento "MatScan plantar pressure measurement" (Tekscan, South Boston, MA, USA); i soggetti, in posizione seduta, dovevano reclutare con la massima forza il muscolo flessore dell'alluce premendo contro la piattaforma, la quale misurava la forza espressa dal suddetto muscolo. La proprietà test-retest reliability di questa tecnica di misurazione si è dimostrata elevata, ICC= 0.88 (95% CI 0.81, 0,93). Similarmente, Mickle et al. (16) per valutare la forza della muscolatura delle dita del piede, ha utilizzato la stessa richiesta di Munteanu, chiedendo ai partecipanti di spingere contro la piattaforma esprimendo la massima forza possibile, sia per il muscolo flessore dell'alluce che per il flessore delle dita; la forza espressa dai suddetti muscoli è stata rilevata dalla piattaforma "Emed pressure platform". Mickle, a differenza di Munteanu, che ha valutato la forza dei soggetti solo in posizione seduta, ha eseguito la valutazione della forza anche in stazione eretta.

Nello studio di Allen (12) la valutazione della forza dei muscoli intrinseci è stata eseguita con il soggetto in posizione seduta, con ginocchio flesso a 90° e caviglia in posizione neutra, entrambi posizionati su una piattaforma e stabilizzati con 3 fasce. Al soggetto è stato chiesto di abbassare con le dita la barra (fissata alla bilancia che misura la forza muscolare) con una contrazione isometrica mantenuta per circa 5 secondi e con un dinamometro digitale è stata misurata la forza dei flessori delle dita. Sullivan (18) ha valutato la forza del muscolo flessore dell'alluce e flessore delle dita utilizzando un dinamometro portatile ( JTech Commander Power Track II; JTech Medical, Salt Lake City, UT); i valori di intratester e intertester reliability si sono dimostrati elevati per la valutazione della forza dei muscoli estrinseci della caviglia, non si conoscono i valori per quanto riguarda la valutazione della componente intrinseca. I soggetti, seduti su una sedia, con anche e

ginocchia flesse a 90°, hanno eseguito 3 contrazioni massimali isometriche con il dinamometro posto sotto l'alluce per valutare la forza del muscolo flessore dell'alluce, con il dinamometro posto rispettivamente sotto il secondo, terzo e quarto dito per misurare la forza del muscolo flessore delle dita. Shamus (13) per valutare la forza del muscolo flessore dell'alluce ha utilizzato un dinamometro a pinza (B&L Engineering, Santa Fe, CA), situato sotto all'alluce del paziente, al cui è stato chiesto di spingere verso il basso l'alluce esprimendo la maggior forza possibile per un tempo di 3 secondi, senza sollevare il tallone dal pavimento. Le caratteristiche di reliability e validity di questo strumento non sono conosciute.

Gli studi condotti da Hurn (15) e Abdalbary (14) hanno valutato la forza in flessione plantare e abduzione dell'alluce avvalendosi entrambi di un protocollo di test descritto da Nix et al. (22). I soggetti, seduti con il ginocchio flesso a 30° e gamba e piede stabilizzati, hanno eseguito 3 contrazioni massimali isometriche in flessione plantare e abduzione dell'alluce. La forza espressa è stata valutata da una cella di carico di 50 kg (GK 2126-50, Gedge Systems, Melbourne, Australia) montata su un supporto costruito su misura. In aggiunta, Abdalbary ha valutato la forza "grip" delle dita del piede: i pazienti, seduti su uno schienale senza appoggio, anche e ginocchia flesse a 90°, caviglia in posizione neutra e fissata, hanno afferrato una barra utilizzando tutte le dita del piede; un dinamometro (T.K.K. 3362, Takei Scientific Instruments, Niigata, Japan) è stato utilizzato per quantificare la forza. Anche Hurn ha effettuato un altro test per valutare la forza del muscolo flessore plantare dell'alluce: il "paper grip test", test utilizzato (con alcune modifiche) anche da McClinton (19). Quest'ultimo, ha presentato il mPGT (*modified paper grip test*) rispettivamente per l'alluce e per le altre dita del piede. I soggetti, seduti in una sedia con ginocchio a 90° e caviglia in posizione neutra, hanno contrastato la forza espressa dall'esaminatore che rimuoveva una *card* posta sotto alle dita dei pazienti; un dinamometro ha rilevato la forza espressa. L'intrarater e l'interrater reliability del mPGT si sono dimostrate eccellenti. Nello studio di Hogan (17) la forza dei muscoli intrinseci del piede è stata valutata utilizzando l'*Intrinsic Foot Muscle Test* (IFMT), test descritto nel 2006 da Jam (23) per valutare la funzione dei suddetti muscoli. I soggetti in questo studio, dopo aver visionato il video del test descritto in modo chiaro e consistente da Jam, hanno sollevato le dita dal pavimento mentre mantenevano l'altezza dell'arco del piede, per poi abbassare le dita mantenendo conservata l'altezza dell'arco. Ai soggetti è stato chiesto di

conservare la posizione raggiunta per 30 secondi, mentre il clinico giudicava se il soggetto era stato in grado di completare il “task” senza attuare compensi (ad esempio senza attivare la muscolatura estrinseca). I partecipanti, una volta completato il test, hanno ricevuto una delle seguenti valutazioni: “poor” (povero), “fair” (discreto) e “satisfactory” (soddisfacente).

#### **4.3 CORRELAZIONE TRA FOOT PAIN E DEBOLEZZA della MUSCOLATURA INTRINSECA**

L'articolo di Munteanu (11) ha determinato se il dolore al piede nei pazienti con osteoartrosi sintomatica della 1° articolazione metatarso-falangea è associato alla forza dei muscoli intrinseci dell'alluce. Egli quindi, dopo aver valutato nei soggetti il dolore e la forza muscolare (forza in flessione plantare dell'alluce: 5,2 (3.1) kg), ha verificato la presenza o meno di associazione tra le due variabili. I risultati dello studio mostrano la seguente correlazione tra forza dell'alluce e *foot pain*: -0.035 ( $p=0.341$ ), evidenziando la mancanza di associazione tra la forza dei muscoli intrinseci e il dolore, nonostante questo studio riporti la più lunga durata del dolore (40 mesi in media) rispetto agli altri elaborati (9). Gli autori concludono affermando che l'osteoartrosi della prima articolazione MTP non è associata a debolezza dei muscoli intrinseci del piede, nonostante il dolore sia presente da molto tempo nella popolazione indagata, ritenendo che gli interventi volti a modificare la variabile forza potrebbero non rivelarsi necessari per un'efficace gestione dei sintomi in soggetti con osteoartrosi. C'è però da evidenziare che il dolore riportato dalla popolazione inclusa nello studio non era elevato, la VAS media era 56.6/100, dato che potrebbe giustificare la mancata correlazione tra le due variabili e quindi esprimere che valori non elevati di dolore alla scala VAS non correlino alla quantità di forza della muscolatura intrinseca in soggetti con osteoartrosi della prima articolazione MTP; inoltre dallo studio sono stati esclusi i soggetti con severa osteoartrosi radiografica.

I risultati dello studio condotto da Mickle (16) su soggetti anziani con *foot pain*, mostrano che per i soggetti rientrati nella “definizione A”, la forza del muscolo flessore dell' alluce nel gruppo *foot pain* è: 12.6 N (11.4-13.8), nel gruppo controllo: 14.6 N (13.4–15.8), ( $p<0.05$ ), mentre la forza in flessione delle altre dita nel gruppo *foot pain* è: 9.6 N (8.9–10.4), nel gruppo controllo è: 10.5 N (9.8 – 11.3) , ( $p>0,05$ ). Per i soggetti inclusi nella “definizione B”, la forza del muscolo flessore dell'alluce nel gruppo *foot pain* è: 11.7 N (10.0–13.4), nel gruppo controllo: 14.3 N (13.3–15.2)

( $p < 0.05$ ), mentre la forza in flessione delle altre dita nel gruppo *foot pain* è: 8.8 N (7.7–9.8), nel gruppo controllo: 10.5 N (10.0– 11.1), ( $p < 0.05$ ). E' presente correlazione statisticamente significativa ( $p < 0,05$ ) tra dolore e forza del flessore dell'alluce sia per i soggetti inclusi nella "definizione A", che nei soggetti che sono rientrati nella "definizione B", mentre per il muscolo flessore delle dita è presente correlazione soltanto per i soggetti del gruppo "definizione B". Gli autori concludono affermando che non soltanto il dolore al piede disabilitante è associato alla riduzione della flessione dell'alluce, ma bensì quando il dolore è più frequente (in termini di tempo) è significativamente correlato sia alla riduzione della forza di flessione dell'alluce, sia alla riduzione della forza di flessione delle altre dita. Perciò Mickle afferma che il dolore presente da molto tempo è fortemente associato alla debolezza della muscolatura intrinseca, affermazione che risulta in contrasto con i risultati ottenuti da Munteanu. Come espresso precedentemente, Mickle e Munteanu hanno utilizzato una misura di outcome simile per quantificare la forza della muscolatura intrinseca (*plantar pressure measures*), ma i risultati dei due studi sono contraddittori, anche se è necessario sottolineare che la popolazione analizzata nei due studi è differente sia per eziologia (soggetti con *foot pain* aspecifico vs soggetti con osteoartrosi della prima articolazione metatarso-falangea) che per età (soggetti con età media di 71 anni vs soggetti con età media di 54,5 anni), caratteristiche che potrebbero influire nel determinare o meno la correlazione tra le due variabili. Mickle e colleghi concludono esprimendo che la debolezza della muscolatura intrinseca in soggetti anziani con *foot pain* può contribuire ad aumentare il rischio di cadute, ma non è stato trovato un link causale tra debolezza e dolore; un'ipotesi è che la riduzione di mobilità in questi soggetti anziani possa condurre all'atrofia muscolare, inibendo l'abilità dei soggetti di eseguire in modo ottimale alcuni tasks di reclutamento della forza muscolare. Mickle e colleghi ritengono che il rinforzo della muscolatura intrinseca del piede possa giocare un ruolo importante nel ridurre la progressione del declino funzionale, migliorando la qualità della vita in questi soggetti.

Soltanto 1 studio (13) ha analizzato una popolazione di soggetti con dito a martello; i pazienti, randomizzati in due gruppi, hanno eseguito un trattamento che consisteva in: idromassaggio, ultrasuoni, mobilizzazione della prima articolazione MTP, stretching del tricipite surale e hamstring, marble pick-up exercise, impacchi freddi e stimolazioni elettriche; in aggiunta il gruppo

sperimentale ha ricevuto mobilizzazione delle articolazioni delle dita, esercizi di rinforzo del flessore dell'alluce (10 contrazioni isometriche ciascuna di 10 secondi più 10 ripetizioni per 10 secondi ciascuna 3 volte al giorno a domicilio) e training del passo. Sono state effettuate 12 sedute, 3 volte a settimana per un totale di 4 settimane. I risultati dello studio indicano che nel gruppo sperimentale il dolore è significativamente diminuito ( $p < 0.01$ ) e la forza del flessore dell'alluce ( $p < 0.01$ ) è aumentata significativamente, 2.8 kg in più rispetto al gruppo di controllo. Nel gruppo di controllo il dolore è significativamente diminuito ( $p < 0.01$ ) ma non c'è stato un aumento di forza significativo ( $p > 0.5$ ). Anche se non c'è una differenza significativa riguardo al dolore nei due gruppi, i pazienti del gruppo sperimentale hanno mostrato una maggior riduzione del dolore soggettivo dopo 12 sessioni di trattamento in 1 mese; la spiegazione plausibile che gli autori si danno è che nel gruppo sperimentale il training di forza abbia facilitato la riduzione del dolore, ma non c'è un modo per capire il vero meccanismo di riduzione del dolore in questo studio. Tuttavia l'elaborato presenta alcuni limiti: non è stato investigato unicamente il risultato di un training di solo rinforzo muscolare intrinseco; i soggetti analizzati presentavano dolore da meno di 2 anni ritenendo pertanto difficile poter dire come un trattamento di rinforzo della muscolatura intrinseca possa aver effetto in soggetti che presentano dolore da più tempo; la mancanza di un follow-up a breve e a lungo termine esclude l'analisi del mantenimento dei risultati. Gli autori concludono dicendo che sono necessari ulteriori studi per determinare quali interventi sono essenziali e quali no per incrementare la forza e ridurre il dolore, per poi ridurre tempo e costi di trattamento.

Due studi ((14), (15)) hanno analizzato pazienti con alluce valgo sintomatico. Il trial di Abdalbary (14) ha determinato gli effetti di un programma di esercizi in questi pazienti. Il gruppo sperimentale ha effettuato 36 sessioni di: mobilizzazione delle articolazioni delle dita, esercizi di rinforzo per la flessione plantare (10 contrazioni isometriche, incremento di 1 serie a settimana) e abduzione dell'alluce (10 contrazioni isometriche, incremento di 1 serie a settimana), *towel curl exercise* (10 ripetizioni, per rinforzare il flessore lungo e breve delle dita, i lombricali, il flessore lungo dell'alluce), stretching in flessione dorsale di caviglia, utilizzo di un separatore delle dita per > 8 ore al giorno. Il programma consisteva in 3 sessioni a settimana per 12 settimane totali. Il gruppo di controllo non ha fatto nessun intervento. Il gruppo sperimentale ha ottenuto: riduzione

del dolore alla fine dei trattamenti, ai follow-up di 3 mesi e di 1 anno ( $p < 0.001$  a 3 mesi e 1 anno), incremento di forza in flessione plantare e abduzione dell'alluce e forza grip delle dita significativamente aumentata ( $p < 0.001$ ) post trattamento e ai follow-up di 3 mesi e di 1 anno. Gli autori comunque, esprimono il bisogno di ulteriori studi per determinare quale trattamento, o quale combinazione di trattamenti, possa rivelarsi maggiormente efficace nel ridurre il dolore e aumentare la forza dei muscoli intrinseci in questi soggetti. Hurn (15) ha valutato (utilizzando la cella di carico precedentemente descritta) in 60 soggetti con alluce valgo sintomatico, la correlazione tra la forza del muscolo flessore dell'alluce ( $60.71 \pm 28.3$  N), il dolore medio:  $r = -0.10$   $p = 0.43$  e il peggior dolore:  $r = -0.10$   $p = 0.44$ ; l'associazione della forza del muscolo abduuttore dell'alluce ( $8.9 \pm 6.6$  N) con dolore medio:  $r = 0.08$ ,  $p = 0.55$  e il peggior dolore:  $r = 0.01$   $p = 0.92$ ; gli autori non riscontrano quindi una correlazione statisticamente significativa tra debolezza dei muscoli flessore e abduuttore dell'alluce e dolore; ma al contrario evidenziano la correlazione tra il "paper grip test" e il dolore medio (differenza media 12.7mm,  $p = 0.002$ ) e tra il "paper grip test" e il peggior dolore (differenza media 26.4mm  $p = 0.003$ ). I soggetti che non sono riusciti a completare il "paper grip test" riportano il peggior *foot pain* ( $p < 0.05$ ). C'è da dire che nel "paper grip test" gli autori, per determinare la debolezza dei muscoli intrinseci si sono basati soltanto sul fallimento del test e questo potrebbe aver portato a "falsi positivi", o inversamente lo strumento utilizzato per quantificare la forza della muscolatura intrinseca potrebbe non aver isolato il reclutamento della stessa, reclutando anche la muscolatura estrinseca e quindi rendendo maggiori i valori di forza rilevati (lo studio di Hurn è l'unico di tipo osservazionale in cui la flessione del ginocchio viene limitata a  $30^\circ$  durante la rilevazione della forza). Un'altra limitazione dello studio è che gli autori non hanno riportato la durata del dolore, elemento che avrebbe potuto rivelarsi utile nell'analisi della correlazione tra le due variabili. Questo studio quindi non è stato in grado di decretare la presenza o l'assenza di una significativa correlazione tra debolezza e dolore, anche se questi soggetti con HV presentano ridotta forza dei muscoli intrinseci del piede. Dei 4 studi ((12), (17), (18), (19)) che hanno analizzato i soggetti con fasciopatìa plantare, gli studi di Allen (12), Hogan (17) e McClinton (19) hanno comparato la forza dei muscoli intrinseci del piede tra soggetti con fasciopatìa plantare e soggetti controllo, mentre l'elaborato di Sullivan (18) ha indagato la possibile correlazione tra la forza dei muscoli intrinseci e il dolore al piede nei

soggetti con fasciopatìa plantare. Allen (12) inoltre, avendo reclutato soggetti con fasciopatìa plantare unilaterale, ha anche osservato se la forza dei flessori delle dita in questa popolazione fosse differente tra il piede coinvolto e quello non coinvolto, e se vi fosse differenza significativa nella forza tra i piedi coinvolti e quelli non coinvolti nei soggetti con fasciopatìa plantare unilaterale rispetto ai piedi più forti e più deboli dei soggetti controllo. Dai risultati emerge una differenza significativa del picco di forza sia tra il gruppo con fasciopatìa e il gruppo controllo, che all'interno del gruppo studio, tra il piede affetto da fasciopatìa e quello sano (forza nei soggetti con fasciopatìa del piede coinvolto:  $88 \pm 40$  N, forza del piede non coinvolto:  $96 \pm 48$  N) ( $p < 0.05$ ), (forza maggiore nei soggetti controllo:  $135 \pm 61$  N, forza minore nei soggetti controllo:  $117 \pm 59$  N) ( $p < 0.05$ ); inoltre i muscoli flessori delle dita dei piedi non coinvolti nei soggetti con fasciopatìa dimostrano circa un picco del 9% di forza maggiore rispetto al piede patologico. I risultati dello studio corrente sollevano la questione se il rinforzo dei flessori delle dita possa costituire un intervento efficace per la fasciopatìa plantare. Va pertanto tenuto in considerazione che il clinico era a conoscenza del gruppo valutato e che non è stata riportata l'intensità del dolore alla scala VAS dei soggetti con fasciopatìa plantare. I risultati dello studio condotto da Sullivan (18) mostrano che i soggetti con PHP presentano minore forza sia nella flessione dell'alluce sia nella flessione del 2°- 3°- 4° dito rispetto al gruppo di controllo, la forza del muscolo flessore dell'alluce nei soggetti con PHP è  $152.3 \pm 35.2$  N, nei soggetti controllo:  $168.1 \pm 35.3$  N,  $p = 0.047$ . La forza del muscolo flessore delle dita nei soggetti con fasciopatìa è  $114.5 \pm 27.4$  N, nei soggetti controllo è  $127.3 \pm 26.0$  N,  $p = 0.032$ . Gli autori pertanto evidenziano una correlazione significativa tra dolore e debolezza dei muscoli intrinseci del piede nei soggetti con fasciopatìa plantare, suggerendo che una debolezza dei muscoli intrinseci possa portare ad eccessiva tensione alle altre strutture che supportano l'arco longitudinale mediale del piede, come ad esempio la fascia plantare. Va però tenuto in considerazione che, come riferiscono anche gli autori, in questo studio lo strumento per valutare la forza della muscolatura intrinseca non riesca ad isolare ed a quantificare soltanto la stessa, ma valuti la combinazione di forza generata dalla muscolatura intrinseca ed estrinseca combinate. Per di più gli autori non danno informazioni circa l'intensità del dolore nei pazienti, informazioni che potrebbero risultare utili per poter fare alcune considerazioni a riguardo. Forniscono invece, come riportato precedentemente, la durata del dolore (i soggetti in questo

studio presentavano dolore in media da 10 mesi), suggerendoci che potrebbe esserci una correlazione tra la debolezza della muscolatura intrinseca del piede e la durata del dolore (il dolore cronico, presente da molto tempo, sembrerebbe correlare a riduzione della forza intrinseca). Anche l'elaborato di McClinton (19) giunge alle stesse conclusioni di Sullivan e Allen, dimostrando una riduzione nella forza sia dell'alluce (Forza gruppo PHP= 2 kg (95% CI: 1.6, 2.4); Forza gruppo controllo =2.8 kg (95% CI: 2.3, 3.4)) che delle altre dita (Forza gruppo PHP= 1.4 kg (95% CI: 1, 1.8); Forza gruppo controllo= 2 kg (95% CI: 1.6 , 2.3) nel gruppo con PHP rispetto ai soggetti controllo. La debolezza dei muscoli intrinseci del piede appare quindi essere associata a fasciopatìa plantare, come hanno dimostrato i soprascritti studi, suggerendo che la debolezza del flessore delle dita può essere sia causa che conseguenza di PHP (18): i muscoli intrinseci ed estrinseci in condizioni di normalità contribuiscono alla flessione delle dita e forniscono supporto all'arco longitudinale, ma se la loro capacità di generare la forza si riduce, questo potrebbe ricadere sulle strutture passive, come la fascia plantare, che sperimenterebbero un carico maggiore. In altro modo, la riduzione della forza intrinseca potrebbe verificarsi come un risultato della fasciopatìa plantare: alterazioni nella fase di *push off* del cammino per diminuire il carico di trazione alla fascia plantare, potrebbero tradursi nella riduzione del contributo della flessione delle dita e successiva perdita di forza. Comunque ad oggi non è possibile affermare se la debolezza muscolare intrinseca è causa o conseguenza del dolore nei soggetti con fasciopatìa.

Lo studio di Hogan (17), al contrario dei tre precedenti, mostra come non vi siano differenze significative nella performance dell'IFMT ( $p=0.08$ ) tra i due gruppi di soggetti; nello specifico i soggetti con PHP hanno ottenuto le seguenti valutazioni: "poor": 10 soggetti, "fair": 6 soggetti, "satisfactory": 0 soggetti; ai soggetti controllo sono stati date queste valutazioni: "poor": 5 soggetti, "fair": 9 soggetti, "satisfactory": 2 soggetti. Gli autori però sottolineano che il compito previsto nell'IFMT potrebbe non rispecchiare la funzione muscolare nell'uso quotidiano e che future ricerche dovrebbero considerare di valutare la muscolatura intrinseca durante compiti funzionali dinamici cioè quando tutti i subsistemi del core del piede lavorano assieme. Hogan e colleghi concludono che, sulla base dei dati raccolti in questo studio, il sottosistema attivo del piede non è coinvolto nei soggetti con fasciopatìa plantare, sebbene il test IFMT possa richiedere ulteriori indagini. Quindi lo studio non ha riscontrato una correlazione tra le due variabili, questo

potrebbe essere dipeso da alcuni limiti: gli esaminatori erano a conoscenza del gruppo (soggetti con PHP o soggetti controllo) valutato; la mancanza di dati riguardanti l'intensità del dolore che non permettono di fare considerazioni a riguardo; la natura non oggettiva dello strumento di valutazione della forza che potrebbe aver influito sui dati rilevati e, come riportato da Fraser (26), i valori non eccellenti di repeatability e inter-rater reliability del test.

Una revisione sistematica (9) che ha indagato la relazione tra dolore al piede e debolezza dei muscoli intrinseci, afferma che intensità, frequenza o durata del dolore possono essere fattori che determinano l'associazione tra *foot pain* e debolezza muscolare; per quanto riguarda l'intensità gli autori identificano una correlazione tra elevata intensità del dolore soggettivo e debolezza, correlazione che in questa revisione non è stato possibile confermare in quanto alcuni studi non hanno riportato l'intensità del dolore e in altri non era così elevata. Anche sulla durata del dolore non è stato possibile trarre conclusioni certe, perché tutti i soggetti inclusi nello studio (degli articoli che ne hanno riportato la durata) presentavano dolore da molto tempo.

Esistono comunque alcune inconsistenze nei risultati, probabilmente dipese dalle diverse eziologie di *foot pain* considerate, dalla severità e dalla durata del dolore e dalla mancanza di un'unica tecnica di valutazione della forza muscolare intrinseca.

Inoltre, per quanto riguarda il trattamento del *foot pain*, le revisioni di Sullivan (27) e di Latey (9) affermano che i training che prevedono il rinforzo della muscolatura intrinseca del piede potrebbero risultare efficaci nell'incrementare la forza e nel ridurre il dolore nei soggetti con *foot pain* (9)(9); questo lo dimostrano i due trial presenti in questo studio (14) (13) che, come espresso in precedenza, hanno evidenziato che ad un training di rinforzo della muscolatura intrinseca si associa riduzione del dolore e della debolezza muscolare in soggetti con dito a martello sintomatico e in soggetti con alluce valgo sintomatico. Ad oggi non si conosce la misura in cui un intervento di forza della muscolatura intrinseca possa portare benefici ai soggetti con fasciopia plantare (28), rilevando inoltre limitate validità esterne riguardo il miglioramento della funzione muscolare attraverso *short foot exercises*, *toe flexion* delle articolazioni interfalangee e metatarso-falangee in giovani adulti asintomatici.

#### **4.4 LIMITI DELLA REVISIONE**

I principali limiti metodologici di questa revisione sono i seguenti: la ricerca è stata limitata solo ai database PubMed e PEDro; la selezione e la valutazione degli articoli, la raccolta e la sintesi dei dati è stata svolta da un solo autore; i parametri imposti per la valutazione del Risk of Bias della scala AXIS sono soggettivi e decretati dall'autore e questo costituisce un forte limite alla definizione della qualità metodologica degli studi osservazionali; la qualità metodologica degli studi non si è rivelata eccellente.

Per quanto riguarda gli studi inclusi, i limiti maggiori sono rappresentati dal numero esiguo di studi, dal fatto che tutti gli studi inclusi non hanno indagato esclusivamente le variabili considerate, dalla disomogeneità tra gli studi (sia per il disegno di studio, che per popolazione studiata, che per le misure di outcomes utilizzate).

#### **4.5 IMPLICAZIONI PER LA RICERCA**

Ricerche future dovrebbero utilizzare uniformità per quanto riguarda partecipanti, interventi, misure di outcomes e di confronto. Nello specifico, per quanto riguarda l'uniformità dei partecipanti si consiglia di classificarli per la durata, per l'intensità e per la frequenza della sintomatologia. Sulle misure di valutazione della forza muscolare intrinseca è consigliato l'utilizzo di uno strumento validato che presenti un'eccellente reliability e repeatability.

Mancano in letteratura studi in cui venga valutata la correlazione tra forza e dolore nella popolazione sportiva, mancano RCTs in cui il trattamento proposto preveda soltanto il rinforzo muscolare intrinseco.

## **5. CONCLUSIONI**

Attualmente in letteratura il numero di studi presenti che indagano la correlazione tra foot pain e debolezza dei muscoli intrinseci del piede è limitato e quelli correnti non godono di elevata qualità metodologica, presentano eterogeneità nelle caratteristiche dei soggetti, negli strumenti valutativi utilizzati per definire la debolezza della muscolatura intrinseca del piede e nelle proposte successive di trattamento del disturbo. In particolare, per quanto riguarda le caratteristiche dei soggetti, le discrepanze sono presenti sia per la diversità eziologica delle problematiche al piede presenti nei soggetti, sia per la diversità di durata, frequenza e intensità del dolore al piede. Perciò si è mostrato difficile confrontare gli studi per gli aspetti sopra citati, sebbene anche per le modalità di valutazione della forza intrinseca si è scelto di includere gli studi che la valutassero con una modalità “diretta” per renderle più oggettive e ripetibili possibili.

Le considerazioni sull’esistenza di correlazione tra foot pain e debolezza dei muscoli intrinseci del piede hanno tenuto in considerazione questi aspetti di divergenza tra gli studi che rappresentano un limite alla loro comparabilità.

Comunque, dall’analisi degli articoli riportati in questa revisione, emerge che i soggetti anziani con foot pain disabilitante presentano debolezza dei muscoli intrinseci del piede ed in particolare si evidenzia come la durata temporale del dolore è significativamente correlata alla riduzione di forza, riscontrando associazione tra dolore cronico al piede e debolezza della muscolatura intrinseca. Correlazione tra debolezza e foot pain è stata riscontrata anche nella popolazione con HV (alluce valgo); per giunta in questi soggetti il rinforzo della muscolatura intrinseca del piede ha determinato riduzione statisticamente significativa del dolore e incremento della forza. Per quanto riguarda i soggetti con FP (fasciopatía plantare), soltanto uno studio non riscontrando differenze statisticamente significative tra soggetti con FP e controllo, non evidenzia correlazione significativa tra dolore e debolezza; ma la non elevata qualità metodologica e il mancato utilizzo di uno strumento di misurazione oggettiva della forza non permette di trarre conclusioni certe. Sebbene in questo studio non si identifica una differenza significativa tra i due gruppi di soggetti, viene comunque rilevata una riduzione della forza nei soggetti con FP rispetto ai controlli. Negli altri studi presenti in letteratura riguardanti la popolazione con FP è riscontrabile la correlazione

tra dolore e debolezza dei muscoli intrinseci, anche se ad oggi non è ancora possibile affermare se la debolezza è causa o conseguenza del foot pain. Al contrario, nei soggetti con osteoartrosi della 1°MTP il dolore sembra non essere associato a debolezza muscolare; ma c'è da ricordare che la correlazione è stata indagata soltanto da uno studio presente in letteratura, che l'intensità del dolore nei soggetti non era elevata e che l'osteoartrosi non era radiograficamente severa, per cui risulta difficoltoso trarre conclusioni dall'analisi di questo lavoro, ma ci si potrebbe esporre nel dire che un dolore di ridotta intensità non pare essere correlato alla debolezza muscolare intrinseca. Per quanto concerne il trattamento di questi disturbi, l'intervento di rinforzo della muscolatura intrinseca del piede e quindi la sua integrazione nel foot core system potrebbe rappresentare un valido strumento per implementare la funzione dei muscoli intrinseci e per ridurre il dolore al piede; anche se ad oggi non si conosce la modalità e la misura con cui un intervento di forza della muscolatura intrinseca possa portare benefici.

In definitiva, le evidenze disponibili ci indicano che la popolazione con foot pain presenta debolezza dei muscoli intrinseci del piede, ma per confermare la correlazione tra dolore e debolezza sono necessari ulteriori studi con elevata numerosità campionaria, maggior omogeneità e qualità metodologica; in quanto a causa di queste disuguaglianze le evidenze a favore di queste conclusioni sono deboli e non permettono un confronto ottimale.

## BIBLIOGRAFIA

1. McKeon PO, Hertel J, Bramble D, Davis I. The foot core system: A new paradigm for understanding intrinsic foot muscle function. *Br J Sports Med*. 2015;49(5):290.
2. Tourillon R, Gojanovic B, Fourchet F. How to Evaluate and Improve Foot Strength in Athletes: An Update. *Front Sport Act Living*. 2019;1(October):1–12.
3. McKeon PO, Fourchet F. Freeing the foot. Integrating the foot core system into rehabilitation for lower extremity injuries. *Clin Sports Med*. 2015;34(2):347–61.
4. Soysa A, Hiller C, Refshauge K, Burns J. Importance and challenges of measuring intrinsic foot muscle strength. *J Foot Ankle Res [Internet]*. 2012;5(1):1. Available from: Journal of Foot and Ankle Research
5. Ridge ST, Myrer JW, Olsen MT, Jurgensmeier K, Johnson AW. Reliability of doming and toe flexion testing to quantify foot muscle strength. *J Foot Ankle Res*. 2017;10(1):1–7.
6. Hawke F, Burns J. Understanding the nature and mechanism of foot pain. *J Foot Ankle Res*. 2009;2(1):1–11.
7. Roddy E. Foot pain: common, of consequence, and consulted about. *J Foot Ankle Res*. 2011;4(S1):2011.
8. Buldt AK, Menz HB. Incorrectly fitted footwear, foot pain and foot disorders: A systematic search and narrative review of the literature. *J Foot Ankle Res*. 2018;11(1):1–11.
9. Latey PJ, Burns J, Hiller CE, Nightingale EJ. Relationship between foot pain, muscle strength and size: a systematic review. *Physiotherapy*. 2017 Mar;103(1):13–20.
10. Menz HB. Chronic foot pain in older people. *Maturitas [Internet]*. 2016;91(May):110–4.
11. Munteanu SE, Zammit G V., Menz HB. Factors associated with foot pain severity and foot-related disability in individuals with first metatarsophalangeal joint OA. *Rheumatology*.

2012;51(1):176–83.

12. Allen RH, Gross MT. Toe flexors strength and passive extension range of motion of the first metatarsophalangeal joint in individuals with plantar fasciitis. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2003;33(8):468–78.
13. Shamus J, Shamus E, Gugel RN, Brucker BS, Skaruppa C. The effect of sesamoid mobilization, flexor hallucis strengthening, and gait training on reducing pain and restoring function in individuals with hallux limitus: A clinical trial. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2004;34(7):368–76.
14. SA A. Foot mobilization and exercise program combined with toe separator improves outcomes in women with moderate hallux valgus at 1-year follow-up: a randomized clinical trial. *J Am Podiatr Med Assoc* 2018 Nov;108(6)478-486.
15. Hurn SE, Vicenzino BT, Smith MD. Correlates of foot pain severity in adults with hallux valgus: A cross-sectional study. *J Foot Ankle Res.* 2014;7(1):1–10.
16. Mickle KJ, Munro BJ, Lord SR, Menz HB, Steele JR. Cross-sectional analysis of foot function, functional ability, and health-related quality of life in older people with disabling foot pain. *Arthritis Care Res.* 2011;63(11):1592–8.
17. Hogan KK, Prince JA, Hoch MC. The evaluation of the foot core system in individuals with plantar heel pain. *Phys Ther Sport.* 2020 Mar;42:75–81.
18. Sullivan J, Burns J, Adams R, Pappas E, Crosbie J. Musculoskeletal and Activity-Related Factors Associated With Plantar Heel Pain. 2015;
19. 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 Aug;46(8):681–8.
20. Downes MJ, Brennan ML, Williams HC, Dean RS. Development of a critical appraisal tool to assess the quality of cross-sectional studies (AXIS). *BMJ Open.* 2016;6(12):1–7.
21. Higgins P, Savovic H, Page M, Sterne J. Revised Cochrane risk-of-bias tool for randomized

- trials (RoB 2.0) TEMPLATE FOR COMPLETION. RoB 2.o Dev Gr [Internet]. 2018;(March).
22. Pt J, Savović J, Page MJ, Sterne JAC. Revised Cochrane risk-of-bias tool for randomized trials ( RoB 2 ). 2019;(March).
  23. C, Shamus J; Shamus E; Gugel RN; Brucker BS; Skaruppa. The effect of sesamoid mobilization, flexor hallucis strengthening, and gait training on reducing pain and restoring function in individuals with hallux limitus: a clinical trial. *J Orthop Sport Phys Ther* 2004 Jul;34(7)368-376.
  24. Nix SE, Vicenzino BT, Smith MD. Foot pain and functional limitation in healthy adults with hallux valgus: A cross-sectional study. *BMC Musculoskelet Disord*. 2012;13.
  25. Jam B. Evaluation and Retraining of the Intrinsic Foot Muscles for Pain Syndromes Related to Abnormal Control of Pronation. *Orthop Div Rev*. 2006;24–30.
  26. Fraser JJ, Koldenhoven RM, Saliba SA, Hertel J. Reliability of Ankle-Foot Morphology , Performance Measures. *Int J Sports Phys Ther*. 2017;12(7):1134–49.
  27. Sullivan J, Pappas E, Burns J. Role of mechanical factors in the clinical presentation of plantar heel pain: Implications for management. *Foot*. 2020;42(September).
  28. Huffer D, Hing W, Newton R, Clair M. Strength training for plantar fasciitis and the intrinsic foot musculature: A systematic review. *Phys Ther Sport [Internet]*. 2017;24:44–52.