



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. 2017/2018

Campus Universitario di Savona

Il Piede Pronato: quali strumenti clinici affidabili per valutarlo sono attualmente disponibili per il fisioterapista in un setting ambulatoriale

Candidato:

FEDERICO DELLA MONICA

Relatore:

MATTIA BONFATTI



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. 2017/2018

Campus Universitario di Savona

Il Piede Pronato: quali strumenti clinici affidabili per valutarlo sono attualmente disponibili per il fisioterapista in un setting ambulatoriale

Candidato:

FEDERICO DELLA MONICA

Relatore:

MATTIA BONFATTI

ABSTRACT

Presupposti teorici: il piede pronato o *flatfoot* (FF) corrisponde al reperto clinico di un piede che presenta una caduta cronica od un anormale abbassamento dell'arco longitudinale mediale, struttura anatomica formata da calcagno, astragalo, navicolare, cuneiformi e prime tre ossa metatarsali, supportato da un'ampia gamma di strutture passive ed attive che ne determinano la forma e l'adattabilità al carico. Una ulteriore distinzione porta alla descrizione di una forma di piede pronato rigido (*rigid flatfoot*) e di piede pronato modificabile (*flexible flatfoot*), nonché la forma più comune di caduta del MLAA, il quale appare pressoché normale in condizioni non *weight-bearing*, per poi mostrare un *drop* eccessivo in condizioni di carico mono- e bi- podalico. La condizione di *flexible flatfoot* è la più comune nel riscontro clinico qualora si vada a valutare un paziente in età adulta. Il *reference standard* per l'inquadramento di questa condizione è l'indagine radiografica, anche se, in un contesto clinico ambulatoriale, l'analisi visiva ed osservazionale dell'atteggiamento del piede, rimane lo strumento preferito e maggiormente utilizzato dai clinici per una prima diagnosi.

Scopo: si è voluto indagare lo stato dell'arte con un'analisi della letteratura scientifica mirata ad individuare, tra le diverse tecniche di indagine utili per l'assessment della morfologia del piede, quale potesse rispecchiare la scelta più pratica e maggiormente spendibile per il fisioterapista in un setting ambulatoriale, nonché quale di essa risultasse essere la più solida in termini di reliability e reproducibility, indici statistici che descrivono il grado di affidabilità e riproducibilità di un test clinico.

Materiali e metodi: la ricerca è stata condotta utilizzando la banca dati PubMed; sono stati inclusi articoli disponibili in versione full text, in lingua italiana ed inglese, senza fissare limiti cronologici di pubblicazione. Gli studi selezionati sono condotti su popolazione adulta sana e indagano l'assessment statico della morfologia del piede condotto con strumentazione a basso costo e di facile reperibilità in un contesto ambulatoriale.

Risultati: sono stati analizzati 10 studi che indagano l'affidabilità clinica di *Foot Posture Index* (FPI), *Navicular Drop Test* (NDT), *Medial Longitudinal Arch Angle* (MLAA), *Rearfoot Angle* (RA), *Subtalar Joint Neutral Position* (STJN) e *Arch Height Index* (AHI).

Conclusioni: *Foot Posture Index* (FPI) è da considerare lo strumento più adatto nella valutazione clinica del piede pronato, considerati i solidi valori di affidabilità e riproducibilità emersi, i quali si accompagnano ad aspetti quali facilità di applicazione, velocità di esecuzione e sicurezza nell'uso. FPI è l'unico strumento che consente una valutazione *multi-planare* del piede e che ne considera dunque tutti i suoi aspetti. Per quanto anche altre tecniche di indagine si siano rivelate di buona affidabilità, ciò che si consiglia ai clinici è, eventualmente, di utilizzarle in associazione a FPI, qualora si volesse approfondire l'assessment del piede.

INDICE

1. Introduzione	pag. 1
2. Presupposti teorici	pag. 3
2.1 Definizione e diagnosi	pag. 3
2.2 Strumenti di valutazione	pag. 4
2.3 Statistica medica	pag. 11
3. Materiali e Metodi	pag. 15
4. Risultati	pag. 19
5. Discussione	pag. 36
5.1 Foot Posture Index (FPI)	pag. 36
5.2 Navicular Drop Test (NDT)	pag. 38
5.3 Medial Longitudinal Arch Angle (MLAA)	pag. 40
5.4 Rearfoot Angle (RA)	pag. 41
5.5 Subtalar Joint Neutral Position (STJN)	pag. 42
5.6 Arch Height Index (AHI)	pag. 45
6. Conclusione	pag. 47
7. Bibliografia	pag. 49

Capitolo 1

INTRODUZIONE

L'analisi del distretto piede e caviglia in condizioni statiche per definire e classificare la morfologia e la funzionalità di queste strutture anatomiche è un approccio clinico classico ed ampiamente diffuso, il quale mira ad identificare possibili fattori eziologici che possono sostenere delle solide relazioni con meccanismi traumatici ed infortuni, ma anche per delineare eventuali interventi terapeutici volti al contenimento e alla gestione delle deformità strutturali e funzionali del piede.^{1,2} Questo tipo di approccio è sostenuto da un forte modello contestuale di concezione del piede secondo il quale l'allineamento strutturale delle articolazioni e delle ossa del piede, nonché la posizione e relazione reciproca delle stesse, viene utilizzato per creare delle inferenze su possibili meccanismi di infortunio o modelli di patologia.³⁻⁵ Questo paradigma pone le sue basi nei lavori scientifici di Root et al.^{6,7}, all'interno dei quali viene proposto un *assessment* statico delle caratteristiche del piede per permettere ai clinici di identificare eventuali deviazioni rispetto ad un modello considerato normale e preso come riferimento. Ciò nonostante, la scarsa rilevanza empirica delle metodologie di valutazione proposte, nonché indici di affidabilità e validità scarsi, hanno spinto la recente ricerca scientifica in questo ambito di interesse a sviluppare dei nuovi paradigmi di classificazione delle funzionalità del piede.^{8,9} Tuttavia, pare affermata ed estremamente attraente nella clinica di tutti i giorni la possibilità di poter valutare le caratteristiche morfologiche e funzionali del piede partendo da un *assessment* condotto in condizioni statiche e volte all'analisi monodimensionale del distretto: basti pensare all'ingente numero di tecniche e misure di valutazione che sono state proposte e sviluppate nelle ultime tre decadi^{10,11}, tra tutte il *rearfoot angle* (RA), il *medial longitudinal arch angle* (MLAA), il *navicular drop test* (NDT), i diversi indici ricostruibili dal *footprint* e gli approcci radiografici. In opposizione a quanto detto fino ad ora, negli ultimi anni ha acquisito sempre maggior popolarità l'applicazione clinica di un altro strumento di indagine, il *Foot Posture Index* (FPI), scala di misurazione multi-planare delle caratteristiche del piede, la quale include degli *item* che guidano il clinico alla valutazione frontale, sagittale e trasversale del piede.¹⁰ Senza ombra di dubbio, l'*assessment* delle condizioni del distretto piede-caviglia, così come la disponibilità di strumenti di rapida applicazione e sicura esecuzione, risultano indispensabili nella pratica clinica quotidiana del fisioterapista¹², ma considerato l'ingente numero di strumenti disponibili si eleva chiaro il bisogno di identificare quali tra questi possano essere di maggiore aiuto in un contesto ambulatoriale, nonché quali godano di

indici di affidabilità e riproducibilità più elevati, al fine di assicurare la qualità e l'appropriatezza dello strumento di valutazione adottato. Il presente studio, dunque, si colloca all'interno del contesto clinico e scientifico precedentemente descritto con lo scopo ultimo di individuare le migliori tecniche ad oggi disponibili per il fisioterapista nella valutazione ed inquadramento delle caratteristiche del piede, più nello specifico per quantificare e descrivere le caratteristiche del piede pronato in soggetti in età adulta. Si è voluto dapprima approfondire la letteratura scientifica per costruire un solido *background* teorico relativamente alle tecniche manuali e test clinici ad oggi disponibili per inquadrare le caratteristiche morfologiche e funzionali del piede; in secondo luogo, mediante un approccio puramente matematico e statistico, il *focus* è stato indirizzato sull'individuazione di quelle che ad oggi risultano essere le tecniche maggiormente affidabili e riproducibili in un *setting* ambulatoriale. La valenza scientifica di questo studio è duplice: se da un lato si vogliono portare alla luce le tecniche ad oggi disponibili per il clinico nella valutazione del piede pronato, nonché quelle tecniche facilmente accessibili in un contesto ambulatoriale ed a basso costo di applicazione, dall'altro lato si vuole determinare mediante un'indagine statistica il grado di affidabilità (*reliability*) e di riproducibilità (*reproducibility*) di queste tecniche, in modo tale da poter fare chiarezza e poter giustificare il loro utilizzo nella valutazione ed *assessment* delle caratteristiche morfologiche e funzionali del piede.

Keywords: *foot assessment, foot classification, foot posture, pes planus, flatfoot*

Capitolo 2

PRESUPPOSTI TEORICI

2.1 Definizione e diagnosi

Nell'ampio spettro degli scenari correlati al tema riguardante la valutazione posturale del piede, diffuso interesse assume in letteratura la condizione di piede pronato, comunemente indicato con i termini *pes planus* o *flatfoot* (FF) e riconducibile al reperto clinico di un piede che presenta una caduta cronica od un anormale abbassamento dell'arco longitudinale mediale (MLAA).¹³ Per MLAA si intende quella struttura anatomica propria del piede formata da calcagno, astragalo, navicolare, cuneiformi e prime tre ossa metatarsali, supportato da un'ampia gamma di strutture passive ed attive che ne determinano la forma e l'adattabilità al carico ed alle diverse superfici con le quali il piede entra in contatto.¹⁴ Questo arco, che assieme all'arco longitudinale laterale e all'arco trasversale costituisce il sistema di sostegno delle volte plantari, è considerato essere il primo supporto del peso ed è deputato all'assorbimento degli *shock* indotti dal carico¹⁵; una depressione di questa struttura si accompagna fisiologicamente ad una pronazione del retropiede, chiaramente visibile ad una osservazione posteriore su di un piano frontale.¹⁴ Una importante distinzione è ora necessaria per meglio comprendere le seguenti affermazioni in merito a FF: è infatti stato evidenziato come l'età del soggetto in esame sia direttamente connessa alle caratteristiche del piede. La letteratura scientifica è pressoché concorde¹⁶ nel considerare, in età pediatrica per soggetti di età massima di 8-10 anni, la condizione di FF come fisiologica e di comune riscontro in clinica, sostenuta da una lassità dell'apparato osteo-legamentoso, da un accresciuto deposito di tessuto adiposo e da un immaturo sistema di controllo neuromuscolare ancora in fase di sviluppo.^{17,18} Una ulteriore distinzione porta alla descrizione di una forma di piede pronato rigido (*rigid flatfoot*), nonché una forma di piede pronato consistente in un abbassamento del MLAA non dipendente dal carico e presente anche in condizioni di non *weight-bearing*, ma sostenuto da alterazioni strutturali a carico dell'apparato osteo-legamentoso e muscolo-scheletrico, spesso di natura congenita.¹⁴ La condizione opposta è invece quella di *flexible flatfoot*, nonché la forma più comune di caduta del MLAA, il quale appare pressoché normale in condizioni non *weight-bearing*, per poi mostrare un *drop* eccessivo in condizioni di carico mono- e bi- podalico. Esso è generalmente associato ad una tendinopatia o disfunzione del tendine del muscolo tibiale posteriore, ad una aumentata lassità del tessuto connettivo locale, oppure ad anomalie strutturali o

compensi funzionali che portano ad una eccessiva pronazione del piede.¹⁴ L'intervento chirurgico per questo tipo di alterazione non è la scelta primaria, la quale ricade invece sull'esercizio terapeutico abbinato all'adozione di ortesi e/o di calzature specifiche.^{19,20} La condizione di *flexible flatfoot* è la più comune nel riscontro clinico qualora si vada a valutare un paziente in età adulta. Il *reference standard* per l'inquadramento di questa condizione è l'indagine radiografica, anche se, in un contesto clinico ambulatoriale, l'analisi visiva ed osservazionale dell'atteggiamento del piede, meno invasiva, a minor rischio medico e di più pratica applicabilità, rimane lo strumento preferito e maggiormente utilizzato dai clinici per una prima diagnosi.²¹

2.2 Strumenti di valutazione

Si procederà ora alla stesura dei presupposti teorici relativi alle tecniche ed agli strumenti di valutazione che il clinico può adottare nella sua pratica quotidiana per condurre una valutazione delle caratteristiche del piede: a tal proposito, sono state escluse dall'approfondimento tutte quelle tecniche che si mostrano come impraticabili e di difficile attuazione, se non in contesti protetti, di ricerca od altamente specialistici, ovvero strumenti di indagine quali l'utilizzo di *radiografie* e *footprint*. In aggiunta, non sono state prese in considerazione quelle metodologie di valutazione basate su *software* informatici o programmi di analisi, come per esempio *Microsoft Kinect*, descritto come un ottimo strumento in termini di *reliability*²², ma di applicazione comunque settoriale e limitata a specifici contesti clinici. Sono state invece approfondite tutte quelle tecniche manuali, scale di misura e strumenti di valutazione che permettano al clinico di eseguire un *assessment* obiettivo mediante l'utilizzo di semplici strumenti, come per esempio un goniometro, un calibro, della carta millimetrata e dei pennarelli dermografici.

- **Foot Posture Index (FPI)**

FPI è una scala di misura validata utilizzata in clinica per indagare la morfologia del piede e stabilire quanto esso risulti pronato, supinato od in una condizione di neutralità. Si mostra come un solido strumento di indagine dotato di buona affidabilità clinica, offrendo un valido approccio alla valutazione statica della conformazione del piede.²³ Questo strumento trova largo spazio in contesti ambulatoriali e di ricerca, ed il suo utilizzo è pensato, tra le altre cose, per determinare indici di correlazione tra l'atteggiamento del piede ed il rischio di infortuni nelle pratiche sportive, ma anche per stabilire se possa esistere correlazione tra le caratteristiche del piede ed il numero di cadute nella popolazione anziana.²⁴ Nel 2005 è stato pubblicato un manuale²⁵ con precise istruzioni per

condurre un esame standardizzato: è richiesto al paziente di rimanere in posizione bipodolica, senza calzature, con gli arti superiori lungo i fianchi; prima di eseguire la valutazione, il paziente può effettuare qualche passo, in modo tale che la posizione di *stance* sia la più confortevole possibile; durante la valutazione è bene che il paziente non si muova e non osservi il clinico, bensì che mantenga lo sguardo rivolto in avanti, in modo tale da non influenzare la posizione del piede. Il clinico deve avere la possibilità di muoversi attorno al paziente nel corso della valutazione, così come necessita di una chiara visione dell'aspetto dorsale di gamba e piede: qualsiasi impedimento alla valutazione (es. edema articolare) deve essere riportato. Se persiste un dubbio nell'attribuire un determinato valore per un *item*, il clinico è tenuto ad assegnare il punteggio più conservativo, nonché il punteggio più vicino alla condizione di normalità. Il valore 0 viene attribuito per caratteristiche del piede tendenti alla posizione neutra; valori positivi (+1; +2) sono attribuiti a piedi in atteggiamento pronato, mentre valori negativi (-1; -2) si assegnano in condizioni di atteggiamento in supinazione. La somma dei punteggi attribuiti alla valutazione di ciascun *item* determinerà la classificazione dell'atteggiamento globale del piede²⁵:

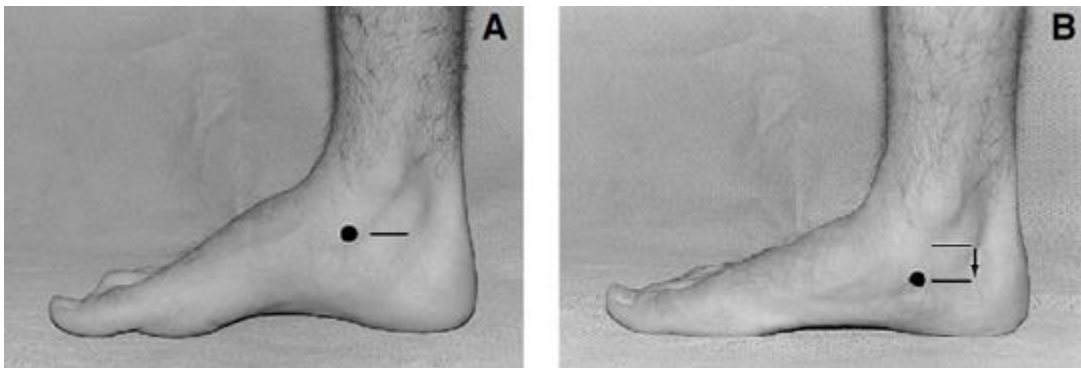
- Posizione neutra 0 – +5
- Piede pronato +6 – +9
- Piede molto pronato > +10
- Piede supinato -1 – -4
- Piede molto supinato < -5

Di seguito viene riportata una tabella²⁶ con gli *item* da analizzare ed i rispettivi punteggi attribuibili:

Foot Posture Index	-2	-1	0	+1	+2
ITEM 1: Talar head palpation	Talar head palpable on lateral side but not on medial side	Talar head palpable on lateral and slightly palpable on medial side	Talar head equally palpable on lateral and medial side	Talar head palpable on medial and slightly palpable on lateral side	Talar head palpable on medial side but not on lateral side
ITEM 2: Supra and infra lateral malleoli curvature (viewed from behind)	Curve below the malleolus either straight or convex	Curve below the malleolus concave, but flatter/more than the curve above the malleolus	Both infra and supra malleolar curves roughly equal	Curve below the malleolus more concave than curve above malleolus	Curve below the malleolus markedly more concave than curve above malleolus
ITEM 3: Calcaneal frontal plane position (viewed from behind)	More than an estimated 5° inverted (varus)	Between vertical and an estimated 5° inverted (varus)	Vertical	Between vertical and an estimated 5° everted (valgus)	More than an estimated 5° everted (valgus)
ITEM 4: Prominence in region of TNJ (viewed at an angle from inside)	Area of TNJ markedly concave	Area of TNJ slightly, but definitely concave	Area of TNJ flat	Area of TNJ bulging slightly	Area of TNJ bulging markedly
ITEM 5: Congruence of medial longitudinal arch (viewed from inside)	Arch high and acutely angled toward the posterior end of the medial arch	Arch moderately high and slightly acute posteriorly	Arch height normal and concentrically curved	Arch lowered with some flattening in the central position	Arch very low with severe flattening in the central portion – arch making ground contact
ITEM 6: Abduction/adduction of forefoot on rearfoot (view from behind)	No lateral toes visible. Medial toes clearly visible	Medial toes clearly more visible than lateral	Medial and lateral toes equally visible	Lateral toes clearly more visible than medial	No medial toes visible. Lateral toes clearly visible

- **Navicular Drop Test (NDT)**

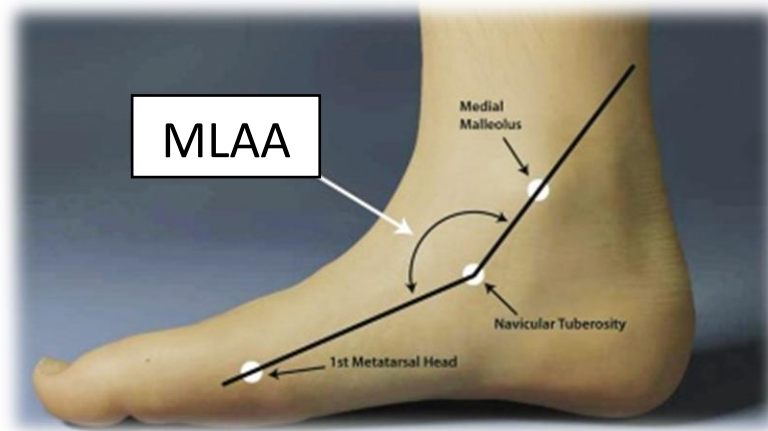
NDT è un test comunemente utilizzato in clinica, descritto per la prima volta da Brody²⁷ nel 1982 come strumento per quantificare il grado di pronazione del piede nei *runners*. L'intento è quello di determinare la modificazione della posizione della tuberosità dell'osso navicolare su di un piano sagittale²⁸; per fare questo, il clinico individua la tuberosità dell'osso navicolare con paziente in *stance* bipodalico, chiedendo poi uno sbilanciamento del peso verso l'arto controlaterale, in modo tale da poter porre l'articolazione sottoastraglica dell'arto in esame in condizione di neutralità. Da qui si procede alla misurazione della distanza tuberosità dell'osso navicolare – superficie d'appoggio (A). Viene successivamente chiesto al paziente di ridistribuire il carico in maniera equa tra i due arti inferiori; il clinico ripete la misurazione da questa posizione (B)²⁹. La differenza tra la prima misurazione e la seconda corrisponde al valore del NDT, il quale viene considerato all'interno della norma qualora risulti compreso tra i 6 ed i 18mm di *displacement*.³⁰ Un articolo scientifico del 2009³¹ tuttavia si oppone al *range* di normalità presentato nel precedente studio, affermando che diversi fattori, tra cui la lunghezza del piede, l'età ed il sesso del soggetto, l'indice di massa corporea (BMI), potrebbero influenzare direttamente la misurazione.



- **Medial Longitudinal Arch Angle (MLAA)**

Si definisce MLAA l'angolo ottuso individuato dalla linea che congiunge la tuberosità dell'osso navicolare al malleolo tibiale e la linea che unisce la tuberosità dell'osso navicolare alla testa del primo metatarso. Per ottenere questa misurazione ed individuare i tre punti sopradescritti, si richiede al paziente di mantenere una posizione di *stance* bipodalico; una volta individuati i riferimenti anatomici e tracciate le due linee, la misurazione può essere eseguita mediante l'utilizzo di un goniometro, posizionandone il fulcro sulla tuberosità dell'osso navicolare ed orientando i due bracci rispettivamente in direzione del malleolo mediale e della testa del primo metatarso. I valori di riferimento descritti in letteratura per MLAA sono i seguenti^{30,32}:

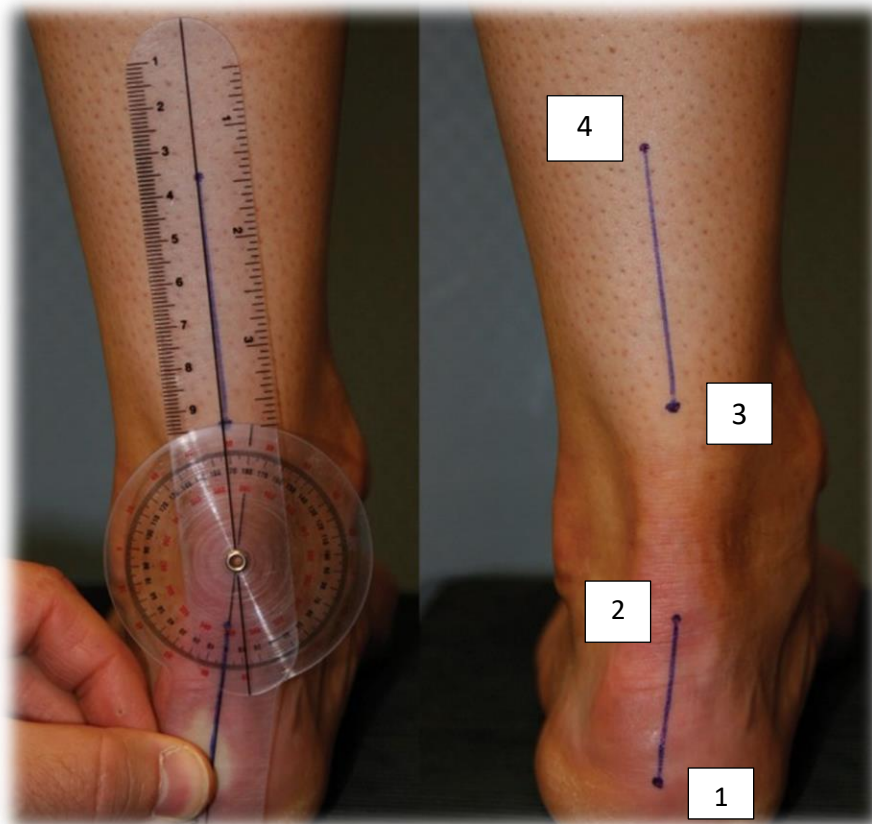
- MLAA < 131° piede pronato
- MLAA compreso tra 131° e 152° piede neutro
- MLAA > 152° piede supinato



• Rearfoot Angle (RA)

Il grado di valgismo mostrato dal calcagno nella posizione di *stance* bipodalico è comunemente utilizzato nella valutazione della deformità del piede in soggetti in età pediatrica ed in età adulta.³³ Per la determinazione del valore RA, con paziente posizionato in *stance* bipodalico vengono individuati mediante la palpazione manuale e l'ispezione quattro punti anatomici, nonché la base del calcagno (1), la giunzione del tendine d'Achille al calcagno (2), il centro del tendine d'Achille all'altezza dei due malleoli (3) ed un punto al centro del tricipite surale posto a 15cm di distanza dal punto numero tre (4). La misurazione può essere condotta con un goniometro, orientando i bracci rispettivamente in direzione della linea che unisce i punti 1 e 2 e della linea che unisce i punti 3 e 4; RA è da intendersi come l'angolo acuto individuato dalla proiezione delle due linee³⁴, i cui valori di riferimento³⁵ sono di seguito riportati:

- RA > o uguale 5° valgismo del calcagno indicano un piede pronato
- RA compreso tra 4° di valgismo e 4° di varismo del calcagno si riferiscono a condizioni di normalità
- RA > o uguale 5° varismo del calcagno indicano un piede supinato



- **Subtalar Joint Neutral (STJN)**

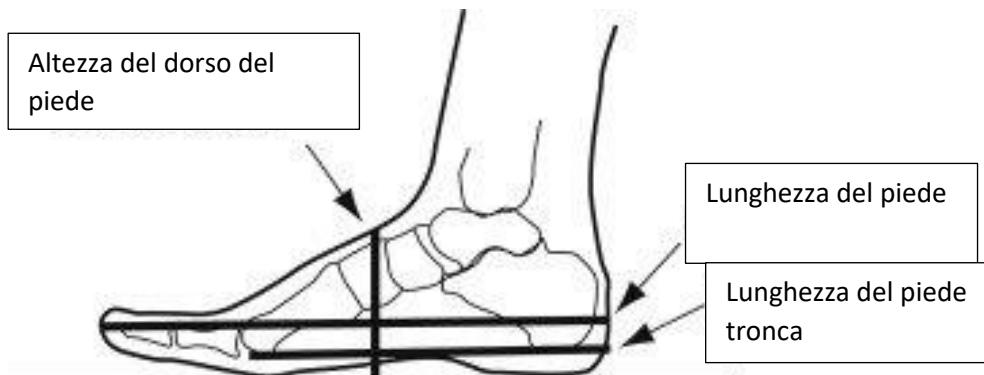
La posizione neutra dell'articolazione sottoastraglica è convenzionalmente intesa come la posizione in cui non occorrono né pronazione né supinazione a livello del retropiede.⁷ Per determinare tale posizione si utilizza la tecnica descritta da Elveru³⁶: il paziente si trova in posizione prona su di un lettino, con l'arto da esaminare posto all'incirca 15cm al di fuori, mentre l'arto controlaterale viene posto in una condizione di flessione d'anca, rotazione esterna ed abduzione, associata a flessione di ginocchio, come a voler appoggiare il piede a livello del cavo popliteo controlaterale. Con il supporto di un calibro, si individua il punto medio della larghezza del polpaccio, misurata rispettivamente a 20 e 15cm di distanza dal calcagno; l'unione di questi due punti mediante una riga verticale permette di ottenere una prima linea di bisezione. Una seconda linea di bisezione viene tracciata dividendo il calcagno: la tecnica originale³⁶ prevede una bisezione puramente visiva, anche se in letteratura si riscontrano studi scientifici in cui la bisezione del calcagno è eseguita mediante la congiunzione del punto medio dell'aspetto superiore e dell'aspetto inferiore della parete posteriore del calcagno.³⁷ Una volta individuate le due linee di bisezione, il clinico utilizza la mano prossimale per palpare rispettivamente con pollice e indice

l'aspetto laterale e l'aspetto mediale della testa dell'astragalo, mentre utilizza la mano distale per indurre dei movimenti del piede in pronazione e supinazione fino a percepire una buona congruenza dell'astragalo tra le dita della mano opposta. Da questa posizione, il piede viene accompagnato in dorsiflessione per stabilizzare la posizione dell'articolazione sottoastragalica; con l'utilizzo di un goniometro, ponendo i bracci mobili in direzione delle linee di bisezione ed il fulcro nel punto individuato dalle stesse sull'asse passante per i due malleoli, viene individuato l'angolo acuto. La ricerca condotta non ha tuttavia reso possibile l'individuazione di valori di riferimento numerici per questa tecnica di indagine.

- **Arch Height Index (AHI)**

AHI è una tecnica di indagine sviluppata da Williams e McClay³⁸ per indagare le caratteristiche dell'arco longitudinale mediale del piede utilizzando dei calibri manuali o della carta millimetrata. Il paziente si trova in una posizione di *stance* bipodalico e mediante lo strumento di misura che si desidera utilizzare, vanno determinate le seguenti lunghezze:

- *Lunghezza del piede*, nonché la distanza tra la testa dell'alluce e la parete posteriore del calcagno
- *Altezza del dorso del piede* calcolata a partire dal valore medio della lunghezza del piede
- *Lunghezza del piede tronca*, nonché la distanza tra la testa del primo metatarso e la parete posteriore del calcagno



Il valore AHI si ottiene dal rapporto tra l'altezza del dorso del piede calcolata sulla media lunghezza del piede ed il valore di lunghezza del piede tronca. I valori di riferimento per AHI così come descritti in letteratura³⁹ sono di seguito riportati:

- $AHI > 0.356$ piede supinato
- $AHI < \text{o uguale } 0.275$ piede pronato

2.3 Statistica medica

- **Reliability**⁴⁰⁻⁴⁶

Con il termine *reliability* in statistica medica si intende la coerenza di una misurazione; la *reliability* di una misurazione è tanto più alta quanto più si identificano valori simili in condizioni di contesto invariato. Calcolare il peso o valutare l'altezza di un soggetto sono entrambe misurazioni dotate di una ottima *reliability*, in quanto producono il più delle volte un risultato simile qualora vengano indagati da due operatori diversi o dallo stesso operatore in momenti distinti, ma temporalmente vicini tra loro. Parlando di *reliability*, esistono diverse classi per la stima di questo valore:

- *Inter-rater reliability*: permette di determinare il grado di coerenza tra misurazioni condotte da due o più clinici tra loro indipendenti nel corso della valutazione; la buona affidabilità di un test prevede alti indici di *reliability inter-rater*, il che presuppone tuttavia che i valutatori siano concordi non solamente nella valutazione, ma anche nella discriminazione dei diversi elementi indagati
- *Test-retest reliability*: permette di determinare il grado di coerenza tra le misurazioni ottenute dalla prima valutazione alla successiva. Serve per valutare la stabilità dei punteggi in somministrazioni successive dello strumento di misura. Dal momento che tra una valutazione e la successiva trascorre del tempo, anche le caratteristiche valutate potranno subire delle modificazioni; proprio per questo motivo, il grado di correlazione *test-retest* varia in funzione della distanza di tempo che intercorre tra le misurazioni eseguite
- *Intra-rater reliability*: permette di determinare il grado di coerenza tra misurazioni condotte dal medesimo operatore, anche in tempi distinti. Questo indice risulta dunque influenzato dall'aspetto temporale, dalla capacità del clinico che può affinarsi tra una somministrazione e l'altra di un determinato strumento di misura, ed anche dal cosiddetto *effetto memoria*

In riferimento al concetto di *reliability*, sono presenti diversi coefficienti per la sua valutazione:

- *Kappa Coefficient (K)*: valore statistico che definisce il grado di coerenza per misurazioni su variabili qualitative *inter-rater* ed *intra-rater*. Viene considerato un coefficiente molto più robusto rispetto alla semplice percentuale di accordo tra due o più operatori, in quanto il coefficiente K tiene conto anche della possibilità di coerenza tra misurazioni puramente sostenuta dal caso. Qualora il valore *inter-rater* provenga da misurazioni condotte da due esaminatori, si fa riferimento al coefficiente *Kappa di Cohen*, mentre per misurazioni condotte da tre o più esaminatori si fa riferimento al coefficiente *Kappa di Fleiss*. Questo coefficiente può assumere valori compresi tra 0 e +1, dove il valore 0 sta ad indicare una coerenza tra misurazioni identica a quella riscontrata casualmente, mentre il valore +1 descrive una coerenza perfetta tra diverse misurazioni. Alcuni autori presentano valori di K negativi per voler descrivere livelli di disaccordo tra operatori nell'attuare la tecnica di misurazione utilizzata. Si parla invece di *Kappa pesata (Kw)* quando si fa riferimento a quel coefficiente utilizzato in letteratura per definire il grado di accordo/disaccordo che due o più *rater* mostrano tra loro nel valutare determinati elementi; maggiore il valore di *Kappa pesata*, maggiore sarà il grado di accordo. La tabella seguente esprime i range di riferimento del coefficiente K:

Valori coefficiente K	Coerenza tra le misurazioni
0.0 – 0.20	Scarsa
0.21 – 0.40	Modesta
0.41 – 0.60	Moderata
0.61 – 0.80	Buona
0.81 – 1.00	Ottima

- *Intraclass Correlation Coefficient (ICC)*: coefficiente ampiamente utilizzato in campo medico, utile per il calcolo di *inter-rater*, *intra-rater* e *test-retest reliability*. A seconda dell'utilizzo, si possono individuare fino a dieci modelli diversi di ICC, la cui descrizione approfondita non verrà trattata in quanto non strettamente connessa al fine del presente studio. I valori di ICC variano da un minimo di 0 ad un massimo di 1: ciò nonostante, è opportuno ricordare che non esistono valori *standard* di riferimento assoluti, in quanto bassi valori di ICC possono essere dovuti a scarsa variabilità dei soggetti esaminati, scarso numero di soggetti reclutati in uno studio, limitato numero di esaminatori utilizzati per

eseguire una tecnica, e non essere dunque solamente il riflesso di un esiguo indice di accordo tra misurazioni. Nell'apprezzare il valore di ICC riportato negli studi risulta di fondamentale importanza considerare anche l'intervallo di confidenza al 95% del valore stesso, in modo tale da poter interpretare con maggior precisione la qualità del risultato ottenuto. Di seguito vengono proposte due interpretazioni^{46,47} circa la bontà dell'indice ICC; tuttavia, il più degli studi scientifici riporta nel proprio testo i valori di riferimento utilizzati per ogni singolo caso.

Valori coefficiente ICC	Coerenza tra le misurazioni
0.0 – 0.49	Scarsa
0.50 – 0.74	Moderata
0.75 – 0.89	Buona
0.90 – 1.00	Ottima

Valori coefficiente ICC	Coerenza tra le misurazioni
0.0 – 0.39	Scarsa
0.40 – 0.59	Moderata
0.60 – 0.74	Buona
0.75 – 1.00	Ottima

- *Standard Error of Measurement* (SEM): viene utilizzato in ambito statistico per determinare l'effetto di un errore di misurazione relativamente a degli *item* di un test clinico. In altre parole, con il valore SEM si indica il grado di *spread* dei risultati ottenuti rispetto al risultato considerato corretto per quella data misurazione. Per la sua natura, SEM si pone in stretta relazione con la deviazione standard dei valori reperiti durante una valutazione, ed anche con il concetto di *reliability*: infatti, quando un test gode di ottima *reliability*, il valore SEM si approssima allo 0. Nel caso opposto, test dotati di scarsi valori di *reliability* si associano a valori SEM massimi, fino a che il valore SEM eguaglia la deviazione standard dei punteggi ottenuti nelle misurazioni.

- **Reproducibility**^{48,49}

La riproducibilità clinica di una misurazione o *reproducibility* corrisponde al grado in cui un esperimento od una scala di valutazione possono essere riprodotti nella loro totalità senza produrre una variazione significativa del risultato anche in contesti clinici differenti. Diversamente dalla *repeatability*, che per avere valori elevati necessita della presenza delle medesime condizioni tra una valutazione e la successiva in termini di procedura di misurazione, operatore che compie la

misurazione e contesto clinico di misurazione, il concetto di *reproducibility* si riferisce al grado di concordanza tra risultati ottenuti da diversi operatori, in contesti clinici differenti, per esempio cambiando l'operatore che effettua la misurazione, modificando il contesto, alterando la condizione di utilizzo dello strumento di misura od effettuando misure in tempi più o meno lunghi. La valutazione della riproducibilità risulta particolarmente utile qualora si ritenga che elementi di contesto possano avere importante influenza sulle misurazioni che si otterranno dall'utilizzo di un determinato strumento clinico.

- *Minimal Detectable Change* (MDC): anche definito *smallest detectable difference*, questo indice statistico consente di determinare il più piccolo cambiamento all'interno di un *item* di una scala di valutazione al di là dell'errore statistico o accidentale che può essere presente nel ripetere misurazioni in momenti o contesti diversi. In altri termini, modificazioni in senso accrescitivo o diminutivo del valore di un *item* vanno considerate come modificazione clinica veritiera – e non mero frutto del caso – qualora superino il valore MDC individuato. Il valore MDC rappresenta la quantità minima di cambiamento nel valore di un *item* che permette di affermare con sicurezza che tale modificazione non sia frutto di un errore di misurazione. I clinici potrebbero dunque utilizzare queste informazioni per distinguere una vera variazione di prestazione da una variazione osservata a causa della variabilità delle prestazioni stesse o conseguente all'errore di misurazione.

Capitolo 3

MATERIALI E METODI

In questo capitolo si espone il metodo di indagine impiegato nel reperire gli articoli scientifici ammessi alla sezione risultati e quelli utilizzati per la stesura dei presupposti teorici. La ricerca volta ad individuare gli articoli da analizzare per lo studio è stata condotta nel periodo tra *dicembre 2018* e *gennaio 2019* utilizzando la banca dati biomedica *online* PubMed, dopo aver approfondito la letteratura scientifica in merito agli strumenti ad oggi disponibili per il fisioterapista nella valutazione del piede pronato, in modo tale da poter disporre preventivamente delle parole chiave da combinare con gli operatori booleani per la formulazione della stringa di ricerca finale. Le parole chiave utilizzate, abbinate ai termini *reliability* e *reproducibility*, sono le seguenti:

- *NAVICULAR DROP*
- *NAVICULAR DROP TEST*
- *FOOT POSTURE INDEX*
- *MEDIAL LONGITUDINAL ARCH ANGLE*
- *REARFOOT ANGLE*
- *SUBTALAR JOINT NEUTRAL POSITION*
- *SUBTALAR NEUTRAL*
- *ARCH HEIGHT INDEX*

L'individuazione di queste parole chiave relative alle tecniche ad oggi disponibili per il fisioterapista nella valutazione del piede pronato, nonché di quelle di più pratica e comune esecuzione, ha permesso di generare la stringa di ricerca sulla quale poggia le basi il presente studio di ricerca.

BANCA DATI	STRINGA DI RICERCA	RISULTATI
PubMed	(“Navicular Drop” OR “Navicular Drop Test” OR “Foot Posture Index” OR “Medial Longitudinal Arch Angle” OR “Rearfoot Angle” OR “Subtalar Joint Neutral Position” OR “Forefoot Angle” OR “Arch Height Index”) AND (“Reliability” OR “Reproducibility”)	82 articoli scientifici

Gli articoli ammessi nella sezione risultati, individuati grazie alla stringa di ricerca riportata nella tabella sopra, sono stati selezionati secondo i seguenti parametri.

Criteri di inclusione:

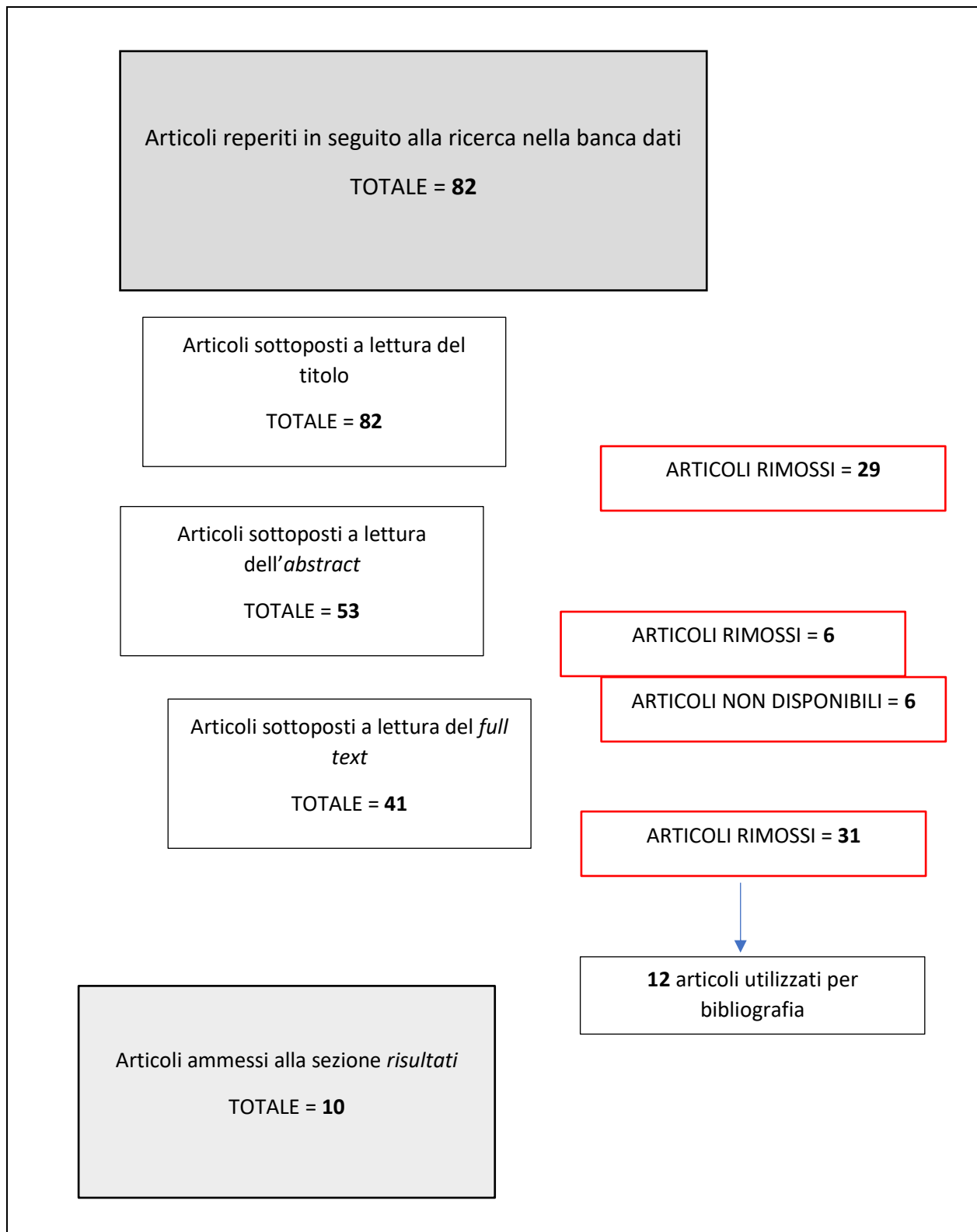
- Studi disponibili in versione *full text*
- Studi in italiano o in lingua inglese
- Studi con soggetti in età adulta
- Studi che considerano sia soggetti sportivi sia non sportivi
- Studi che indagano l'*assessment* statico della morfologia del piede

Criteri di esclusione:

- Studi con soggetti in età pediatrica e geriatrica
- Studi che considerano soggetti affetti da problematiche di natura muscoloscheletrica
- Studi che considerano soggetti con problematiche di natura non muscoloscheletrica
- Studi che indagano tecniche di valutazione non direttamente accessibili al fisioterapista in un contesto ambulatoriale (Raggi X)
- Studi che indagano tecniche di valutazione non comunemente presenti o non largamente diffuse tra fisioterapisti in un contesto ambulatoriale (*gait analysis, software*)

Nella pagina seguente, viene illustrato il processo che ha portato alla selezione degli articoli ammessi alla sezione risultati e di quelli utilizzati per la stesura dei presupposti teorici.

Figura 1. Flow-chart con processo di raccolta, selezione ed inclusione degli articoli

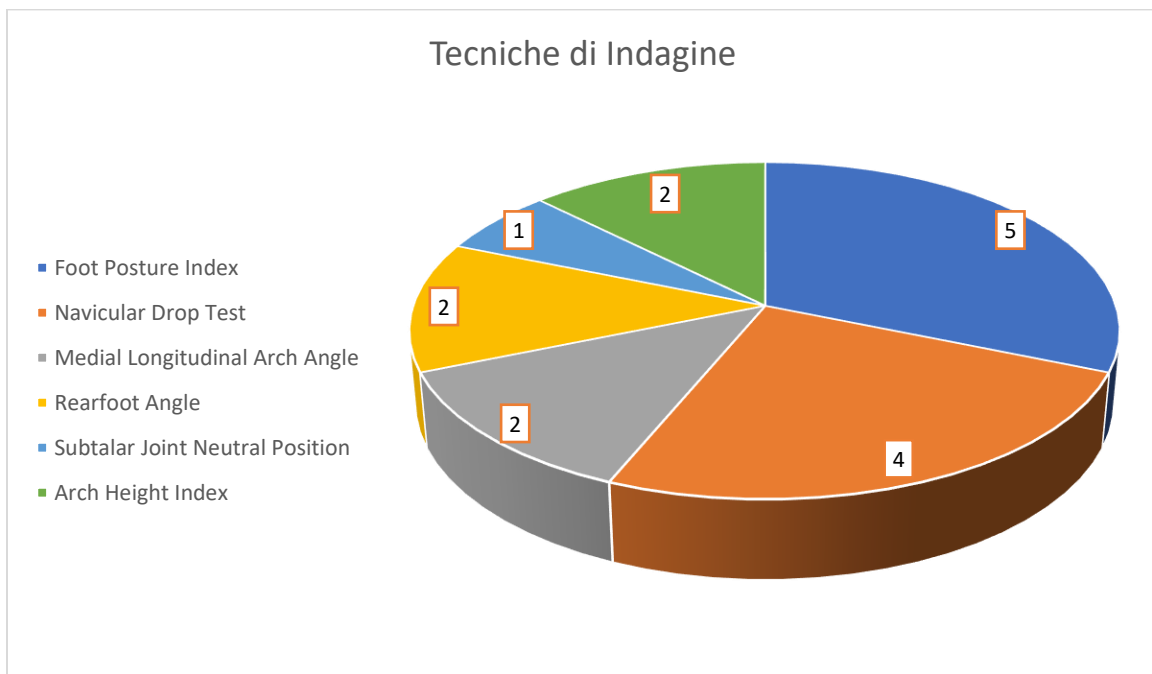


Dalla ricerca nella banca dati biomedica *online* PubMed sono emersi 82 articoli scientifici. Ad una prima analisi, sono stati rimossi quegli articoli con titolo non pertinente con lo scopo della tesi (29); successivamente, una ulteriore rimozione è stata condotta per lettura dell'*abstract* (6). Gli articoli di cui è stato letto il testo integrale sono in totale 41, perché tra i 47 rimasti ad una prima selezione non è stato possibile reperire *online* il *full-text* di 6 pubblicazioni scientifiche. Dunque, tenendo conto dei criteri di inclusione e dei criteri di esclusione precedentemente stabiliti, sono stati rimossi 31 articoli, di cui una dozzina sono stati impiegati per un approfondimento dei presupposti teorici in abbinamento ad altri articoli reperiti con differenti metodologie di ricerca. In conclusione, 10 articoli sono stati inclusi nella sezione risultati e verranno discussi in seguito. Il processo di selezione degli articoli è raffigurato in **Figura 1**.

Capitolo 4

RISULTATI

Di seguito viene riportato un grafico che descrive quali delle tecniche di indagine per la valutazione del piede pronato disponibili per il fisioterapista sono state analizzate dagli studi scientifici ammessi alla sezione risultati. Alcuni studi hanno concentrato la loro attenzione su più tecniche contemporaneamente, motivo per cui il numero degli studi analizzati (10) è inferiore al *pool* di dati sulla *reliability* (16) ottenuti per le varie tecniche di misurazione.



Nelle pagine seguenti, con il supporto di alcune tabelle, verranno analizzati i diversi articoli ammessi alla sezione risultati con *focus* su *POPOLAZIONE*, *INTERVENTO*, *OUTCOME*, *RISULTATI*, al fine di ottenere una prima analisi descrittiva delle caratteristiche macroscopiche degli studi di letteratura.

Tabelle 1-5 per studi che analizzano FOOT POSTURE INDEX (FPI)

Tabella 1

AUTORE	POPOLAZIONE	INTERVENTO	OUTCOME	RISULTATI																			
McLaughlin et al. ⁵⁰	83 studenti dell'Università Victoria di Melbourne; 41 donne e 42 uomini. Nessun dato che potesse far riferimento ai singoli soggetti è stato reperito. Non sono descritti criteri di inclusione e criteri di esclusione dei soggetti di studio.	Viene somministrato FPI con i soggetti istruiti a rimanere in <i>stance</i> bipodalico su una piattaforma di 30cm d'altezza, dopo una deambulazione di 10 metri.																					
		Due esaminatori valutano i soggetti contemporaneamente e nella stessa giornata, in modo tale da ridurre i movimenti ed i cambi posturali ed inficiare il meno possibile la variabilità delle osservazioni; vengono inoltre riportati il numero ed il sesso del soggetto esaminato. Un osservatore esterno controlla che non avvenga scambio di informazione tra i due esaminatori. La valutazione è condotta su entrambi i piedi, per un totale di 166 misurazioni per esaminatore. I due esaminatori sono studenti <i>post-graduate</i>, inesperti nell'uso di FPI, sottoposti ad un'ora di <i>training</i> a carico di un osteopata, una settimana prima di iniziare le valutazioni. Si stima <i>inter-rater reliability</i> delle misurazioni condotte dai due esaminatori.	ICC (2,1) per punteggio totale FPI <i>Rasch-converted</i> Kw per <i>punteggio grezzo</i> FPI K di Cohen e % di accordo tra osservatori per classificazione del tipo di piede (<i>pronato, neutro, supinato</i>) Interpretazione valori Kw e ICC: - 0 – 0.20 <i>insufficiente</i> - 0.21 – 0.40 <i>discreto</i> - 0.41 – 0.60 <i>moderato</i> - 0.61 – 0.80 <i>consistente</i> - ≥ 0.81 <i>quasi perfetto</i>	ICC <i>inter-rater piede destro</i> = 0.85 ICC <i>inter-rater piede sinistro</i> = 0.86 <table><tr><th>Kw</th><th>Piede destro</th><th>Piede sinistro</th></tr><tr><td>Item 1</td><td>0.62</td><td>0.62</td></tr><tr><td>Item 2</td><td>0.10</td><td>0.41</td></tr><tr><td>Item 3</td><td>0.61</td><td>0.73</td></tr><tr><td>Item 4</td><td>0.45</td><td>0.61</td></tr><tr><td>Item 5</td><td>0.78</td><td>0.70</td></tr><tr><td>Item 6</td><td>0.59</td><td>0.58</td></tr></table> K di Cohen <i>piede destro</i> = 0.72 K di Cohen <i>piede sinistro</i> = 0.73 % di accordo <i>piede destro</i> = 82,0% % di accordo <i>piede sinistro</i> = 75,9%	Kw	Piede destro	Piede sinistro	Item 1	0.62	0.62	Item 2	0.10	0.41	Item 3	0.61	0.73	Item 4	0.45	0.61	Item 5	0.78	0.70	Item 6
Kw	Piede destro	Piede sinistro																					
Item 1	0.62	0.62																					
Item 2	0.10	0.41																					
Item 3	0.61	0.73																					
Item 4	0.45	0.61																					
Item 5	0.78	0.70																					
Item 6	0.59	0.58																					

Tabella 2

AUTORE	POPOLAZIONE	INTERVENTO	OUTCOME	RISULTATI																																																														
Martinez et al. ⁵¹	42 soggetti volontari dai 18 ai 34 anni (età media 22,9 ± 2,6 anni) e BMI tra 18 e 35 kg/m². Criteri di inclusione allo studio: capacità di rimanere in posizione ortostatica durante la valutazione. Criteri di esclusione allo studio: infortuni di natura muscoloscheletrica agli arti inferiori nei precedenti 6 mesi; presenza di deformità strutturali del piede; presenza di dolore.	Viene chiesto ai soggetti di eseguire alcuni passi prima di raggiungere una posizione di <i>stance</i> bipodalico che possa essere mantenuta per tutto il corso della valutazione, al di sopra di una piattaforma di 30cm di altezza.	ICC per <i>inter- e intra-rater</i> su punteggio totale FPI e singoli <i>item</i>, con distinzione arto dominante e arto non dominante	<table><tr><th rowspan="2"></th><th colspan="3"><i>Inter-rater</i></th><th colspan="3"><i>Intra-rater</i></th></tr><tr><th>ICC</th><th>SEM</th><th>MDC</th><th>ICC</th><th>SEM</th><th>MDC</th></tr><tr><td>Totale</td><td>0.91</td><td>0.78</td><td>1.82</td><td>0.90</td><td>0.82</td><td>1.90</td></tr><tr><td>Item 1</td><td>0.80</td><td>0.37</td><td>0.86</td><td>0.80</td><td>0.38</td><td>0.87</td></tr><tr><td>Item 2</td><td>0.82</td><td>0.36</td><td>0.84</td><td>0.83</td><td>0.35</td><td>0.82</td></tr><tr><td>Item 3</td><td>0.81</td><td>0.38</td><td>0.89</td><td>0.82</td><td>0.37</td><td>0.84</td></tr><tr><td>Item 4</td><td>0.89</td><td>0.30</td><td>0.68</td><td>0.90</td><td>0.28</td><td>0.66</td></tr><tr><td>Item 5</td><td>0.85</td><td>0.37</td><td>0.86</td><td>0.88</td><td>0.33</td><td>0.77</td></tr><tr><td>Item 6</td><td>0.61</td><td>0.29</td><td>0.67</td><td>0.63</td><td>0.28</td><td>0.66</td></tr></table> ARTO DOMINANTE		<i>Inter-rater</i>			<i>Intra-rater</i>			ICC	SEM	MDC	ICC	SEM	MDC	Totale	0.91	0.78	1.82	0.90	0.82	1.90	Item 1	0.80	0.37	0.86	0.80	0.38	0.87	Item 2	0.82	0.36	0.84	0.83	0.35	0.82	Item 3	0.81	0.38	0.89	0.82	0.37	0.84	Item 4	0.89	0.30	0.68	0.90	0.28	0.66	Item 5	0.85	0.37	0.86	0.88	0.33	0.77	Item 6	0.61	0.29	0.67	0.63	0.28	0.66
			<i>Inter-rater</i>			<i>Intra-rater</i>																																																												
			ICC	SEM	MDC	ICC	SEM	MDC																																																										
		Totale	0.91	0.78	1.82	0.90	0.82	1.90																																																										
		Item 1	0.80	0.37	0.86	0.80	0.38	0.87																																																										
Item 2	0.82	0.36	0.84	0.83	0.35	0.82																																																												
Item 3	0.81	0.38	0.89	0.82	0.37	0.84																																																												
Item 4	0.89	0.30	0.68	0.90	0.28	0.66																																																												
Item 5	0.85	0.37	0.86	0.88	0.33	0.77																																																												
Item 6	0.61	0.29	0.67	0.63	0.28	0.66																																																												
		Due esaminatori utilizzano FPI per la valutazione simultanea dei soggetti, distinguendo la valutazione per l’arto dominante e per l’arto non dominante (totale 84 piedi). Entrambi gli esaminatori non hanno mai usato prima FPI e per farlo utilizzano le istruzioni riportate nel manuale.	SEM per <i>inter- e intra-rater</i> su punteggio totale FPI e singoli <i>item</i>, con distinzione arto dominante e arto non dominante	<table><tr><th rowspan="2"></th><th colspan="3"><i>Inter-rater</i></th><th colspan="3"><i>Intra-rater</i></th></tr><tr><th>ICC</th><th>SEM</th><th>MDC</th><th>ICC</th><th>SEM</th><th>MDC</th></tr><tr><td>Totale</td><td>0.94</td><td>0.70</td><td>1.62</td><td>0.92</td><td>0.80</td><td>1.85</td></tr><tr><td>Item 1</td><td>0.78</td><td>0.37</td><td>0.86</td><td>0.80</td><td>0.35</td><td>0.81</td></tr><tr><td>Item 2</td><td>0.84</td><td>0.35</td><td>0.81</td><td>0.80</td><td>0.39</td><td>0.91</td></tr><tr><td>Item 3</td><td>0.84</td><td>0.31</td><td>0.72</td><td>0.79</td><td>0.35</td><td>0.81</td></tr><tr><td>Item 4</td><td>0.89</td><td>0.32</td><td>0.74</td><td>0.86</td><td>0.36</td><td>0.83</td></tr><tr><td>Item 5</td><td>0.96</td><td>0.19</td><td>0.44</td><td>0.89</td><td>0.31</td><td>0.73</td></tr><tr><td>Item 6</td><td>0.81</td><td>0.33</td><td>0.76</td><td>0.86</td><td>0.29</td><td>0.66</td></tr></table> ARTO NON DOMINANTE		<i>Inter-rater</i>			<i>Intra-rater</i>			ICC	SEM	MDC	ICC	SEM	MDC	Totale	0.94	0.70	1.62	0.92	0.80	1.85	Item 1	0.78	0.37	0.86	0.80	0.35	0.81	Item 2	0.84	0.35	0.81	0.80	0.39	0.91	Item 3	0.84	0.31	0.72	0.79	0.35	0.81	Item 4	0.89	0.32	0.74	0.86	0.36	0.83	Item 5	0.96	0.19	0.44	0.89	0.31	0.73	Item 6	0.81	0.33	0.76	0.86	0.29	0.66
	<i>Inter-rater</i>			<i>Intra-rater</i>																																																														
	ICC	SEM	MDC	ICC	SEM	MDC																																																												
Totale	0.94	0.70	1.62	0.92	0.80	1.85																																																												
Item 1	0.78	0.37	0.86	0.80	0.35	0.81																																																												
Item 2	0.84	0.35	0.81	0.80	0.39	0.91																																																												
Item 3	0.84	0.31	0.72	0.79	0.35	0.81																																																												
Item 4	0.89	0.32	0.74	0.86	0.36	0.83																																																												
Item 5	0.96	0.19	0.44	0.89	0.31	0.73																																																												
Item 6	0.81	0.33	0.76	0.86	0.29	0.66																																																												
		Per la stima di <i>inter-rater reliability</i>, la valutazione viene condotta dai due esaminatori nella stessa giornata, con un intervallo di 1 ora tra la prima e la seconda misurazione. Per la stima di <i>intra-rater reliability</i>, la valutazione viene condotta da un unico osservatore, con un intervallo di due settimane tra le misurazioni.	MDC per <i>inter- e intra-rater</i> su punteggio totale FPI e singoli <i>item</i>, con distinzione arto dominante e arto non dominante																																																															

Tabella 3

AUTORE	POPOLAZIONE	INTERVENTO	OUTCOME	RISULTATI																																													
Acquino et al. ⁵²	21 soggetti adulti, di cui 17 donne e 4 uomini; età media 26,90 ± 10,01 anni; peso medio 62,16 ± 14,15kg; altezza media 1,64 ± 0.08m. Criteri di inclusione allo studio: capacità di rimanere in posizione ortostatica durante la valutazione; nessuna storia di infortunio o chirurgia agli arti inferiori nei precedenti 6 mesi; assenza di deformità strutturali del piede. Criteri di esclusione allo studio: infortuni occorsi tra il tempo <i>test</i> ed il tempo <i>retest</i> ; non essere presenti al momento del <i>retest</i> .	Viene chiesto ai soggetti di mantenere una posizione di <i>stance</i> bipodalico, con gli arti superiori lungo i fianchi e di guardare in avanti. La valutazione viene condotta su entrambi i piedi, per un totale di 42 piedi da valutare per ciascun esaminatore. Durante la valutazione di un piede, all'esaminatore non è concesso vedere il piede controlaterale, il quale viene nascosto.	Kw per <i>inter-rater</i> e <i>test-retest reliability</i> FPI <i>total score</i> categorizzato per tipologia di piede (<i>pronato, neutro, supinato</i>)	<table><tr><th></th><th colspan="2">Misurazione 1</th><th colspan="2">Misurazione 2</th></tr><tr><th></th><th>Kw</th><th>%</th><th>Kw</th><th>%</th></tr><tr><td>Totale</td><td>0.63</td><td>92.06</td><td>0.57</td><td>85.71</td></tr><tr><td>Item 1</td><td>0.36</td><td>91.27</td><td>0.36</td><td>89.29</td></tr><tr><td>Item 2</td><td>0.75</td><td>92.86</td><td>0.53</td><td>87.50</td></tr><tr><td>Item 3</td><td>0.37</td><td>80.16</td><td>0.30</td><td>80.16</td></tr><tr><td>Item 4</td><td>0.46</td><td>77.38</td><td>0.48</td><td>78.57</td></tr><tr><td>Item 5</td><td>0.84</td><td>95.24</td><td>0.59</td><td>86.90</td></tr><tr><td>Item 6</td><td>0.54</td><td>88.10</td><td>0.45</td><td>84.52</td></tr></table>		Misurazione 1		Misurazione 2			Kw	%	Kw	%	Totale	0.63	92.06	0.57	85.71	Item 1	0.36	91.27	0.36	89.29	Item 2	0.75	92.86	0.53	87.50	Item 3	0.37	80.16	0.30	80.16	Item 4	0.46	77.38	0.48	78.57	Item 5	0.84	95.24	0.59	86.90	Item 6	0.54	88.10	0.45	84.52
			Misurazione 1		Misurazione 2																																												
			Kw	%	Kw	%																																											
		Totale	0.63	92.06	0.57	85.71																																											
		Item 1	0.36	91.27	0.36	89.29																																											
Item 2	0.75	92.86	0.53	87.50																																													
Item 3	0.37	80.16	0.30	80.16																																													
Item 4	0.46	77.38	0.48	78.57																																													
Item 5	0.84	95.24	0.59	86.90																																													
Item 6	0.54	88.10	0.45	84.52																																													
Prima di cominciare, entrambi gli esaminatori utilizzano FPI per un periodo di prova nella valutazione di 30 piedi. Durante il periodo di prova, è concesso agli esaminatori di parlare tra di loro per permettere la familiarizzazione dei diversi <i>item</i> .	Kw per <i>inter-rater</i> e <i>test-retest reliability</i> dei singoli <i>item</i>	INTER-RATER RELIABILITY <table><tr><th></th><th colspan="2">Rater 1</th><th colspan="2">Rater 2</th></tr><tr><th></th><th>Kw</th><th>%</th><th>Kw</th><th>%</th></tr><tr><td>Totale</td><td>0.48</td><td>88.89</td><td>0.65</td><td>88.10</td></tr><tr><td>Item 1</td><td>0.44</td><td>92.86</td><td>0.39</td><td>78.57</td></tr><tr><td>Item 2</td><td>0.53</td><td>88.10</td><td>0.52</td><td>85.71</td></tr><tr><td>Item 3</td><td>0.37</td><td>81.75</td><td>0.43</td><td>83.33</td></tr><tr><td>Item 4</td><td>0.58</td><td>84.52</td><td>0.36</td><td>73.81</td></tr><tr><td>Item 5</td><td>0.43</td><td>82.14</td><td>0.76</td><td>92.86</td></tr><tr><td>Item 6</td><td>0.56</td><td>85.71</td><td>0.57</td><td>91.67</td></tr></table> TEST-RETEST RELIABILITY / % ACCORDO ICC <i>test-retest rater 1</i> = 0.66 ICC <i>test-retest rater 2</i> = 0.69 ICC <i>inter-rater</i> = 0.79		Rater 1		Rater 2			Kw	%	Kw	%	Totale	0.48	88.89	0.65	88.10	Item 1	0.44	92.86	0.39	78.57	Item 2	0.53	88.10	0.52	85.71	Item 3	0.37	81.75	0.43	83.33	Item 4	0.58	84.52	0.36	73.81	Item 5	0.43	82.14	0.76	92.86	Item 6	0.56	85.71	0.57	91.67		
	Rater 1		Rater 2																																														
	Kw		%	Kw	%																																												
Totale	0.48		88.89	0.65	88.10																																												
Item 1	0.44	92.86	0.39	78.57																																													
Item 2	0.53	88.10	0.52	85.71																																													
Item 3	0.37	81.75	0.43	83.33																																													
Item 4	0.58	84.52	0.36	73.81																																													
Item 5	0.43	82.14	0.76	92.86																																													
Item 6	0.56	85.71	0.57	91.67																																													
Ogni <i>item</i> di FPI viene indipendentemente valutato da entrambi gli esaminatori e riportato su fogli distinti, prima per il piede sinistro e poi per il destro di ogni soggetto. Un esaminatore è uno studente di fisioterapia non ancora laureato; il secondo esaminatore è un fisioterapista con 5 anni di esperienza clinica.	% di accordo <i>inter-rater</i> e <i>test-retest</i>																																																
La valutazione viene condotta da entrambi gli esaminatori sulla stessa popolazione dai 7 ai 15 giorni dopo la prima misurazione. I dati di ogni esaminatore sono anche utilizzati per la valutazione <i>inter-rater</i> .	ICC per <i>inter-rater</i> e <i>test-retest reliability</i> FPI <i>total score non categorizzato</i>																																																
Entrambi gli esaminatori sono <i>in cieco</i> rispetto ai propri dati e rispetto a quelli reperiti dal collega.																																																	

Tabella 4

AUTORE	POPOLAZIONE	INTERVENTO	OUTCOME	RISULTATI
Zuil-Escobar et al. ⁵³	20 studenti universitari volontari, di cui 12 donne e 8 uomini; età media $25,32 \pm 4,96$ anni. Criteri di inclusione allo studio: riduzione dell'altezza dell'arco longitudinale mediale del piede mediante somministrazione di NDT ≥ 10mm. Criteri di esclusione allo studio: BMI ≥ 30; pregressa chirurgia agli arti inferiori; infortuni agli arti inferiori nei precedenti 6 mesi; presenza di deformità strutturali a carico degli arti inferiori.	Viene somministrato FPI con il soggetto in posizione di <i>stance</i> bipodalico. Il test si applica all'arto dominante, precedentemente indagato mediante il <i>kicking ball test</i>. Entrambi gli esaminatori hanno più di 6 anni di esperienza clinica nell'uso delle scale di valutazione adottate. Per la stima di <i>inter-rater</i> ed <i>intra-rater reliability</i>, la valutazione viene condotta da due esaminatori con un intervallo di 48 ore tra la prima e la seconda misurazione. Entrambi gli esaminatori e tutti i soggetti dello studio risultano essere <i>in cieco</i> rispetto allo scopo dello studio.	K di Cohen per <i>inter-</i> ed <i>intra-rater reliability</i>	K <i>inter-rater</i> = 0.829 K <i>intra-rater</i> = 0.872

Tabella 5

AUTORE	POPOLAZIONE	INTERVENTO	OUTCOME	RISULTATI
Langley et al. ²³	30 soggetti volontari; età media 29 ± 6 anni; altezza media $1,72 \pm 0,08$ metri; peso medio 75 ± 18 chilogrammi. Tutti i partecipanti allo studio sono asintomatici e non presentano né infortuni agli arti inferiori, né anomalie strutturali che possano alterare la forma del piede.	Viene somministrato FPI seguendo il protocollo standard descritto nella sezione Presupposti Teorici > FPI. La valutazione viene condotta sul piede destro di ciascun partecipante. Un solo esaminatore, con tre anni di esperienza nella valutazione statica del piede, partecipa alla misurazione. Per la valutazione di <i>intra-rater</i> e <i>test-retest reliability</i>, le misurazioni vengono condotte in due occasioni distinte, separate da un intervallo minimo di 10 minuti, all'interno della stessa giornata.	ICC (3,1) per <i>intra-rater</i> FPI <i>total score</i> categorizzato per tipologia di piede (<i>pronato, neutro, supinato</i>) Kw per stimare grado di accordo nella classificazione <i>test-retest</i> della morfologia del piede Interpretazione valori ICC: - < 0.2 <i>debole</i> - $0.21 - 0.40$ <i>discreto</i> - $0.41 - 0.60$ <i>moderato</i> - $0.61 - 0.80$ <i>sostanziale</i> - > 0.80 <i>quasi perfetto</i> Interpretazione valori Kw: - < 0.40 <i>discreto</i> - $0.41 - 0.60$ <i>moderato</i> - $0.61 - 0.80$ <i>sostanziale</i> - > 0.80 <i>eccellente</i>	ICC = 0.93 Kw = 0.92

Tabelle 6-9 per studi che analizzano NAVICULAR DROP TEST (NDT)

Tabella 6

AUTORE	POPOLAZIONE	INTERVENTO	OUTCOME	RISULTATI															
Zuil-Escobar et al. ⁵³	20 studenti universitari volontari, di cui 12 donne e 8 uomini; età media 25,32 ± 4,96 anni. Criteri di inclusione allo studio: riduzione dell'altezza dell'arco longitudinale mediale del piede mediante somministrazione di NDT ≥ 10mm. Criteri di esclusione allo studio: BMI ≥ 30; pregressa chirurgia agli arti inferiori; infortuni agli arti inferiori nei precedenti 6 mesi; presenza di deformità strutturali a carico degli arti inferiori.	Viene somministrato NDT con paziente in posizione di <i>stance</i> bipodalico e senza calzature; da questa posizione si rileva la tuberosità dell'osso navicolare. Viene individuata la posizione neutra dell'articolazione sottoastragalica palpando l'aspetto mediale e laterale della testa dell'astragalo ed inducendo dei movimenti di inversione ed eversione del piede per ricercare la posizione desiderata. Si procede dunque a misurare la distanza tra l'osso navicolare e la superficie d'appoggio. La misurazione viene dunque ripetuta con soggetto in posizione rilassata; NDT è la differenza tra la prima e la seconda misurazione. Il test si applica all'arto dominante, precedentemente indagato mediante il <i>kicking ball test</i> .	ICC (2,1) per valutare <i>inter-</i> ed <i>intra-reliability</i> SEM <i>inter-</i> ed - <i>intra-rater</i> MDC <i>inter-</i> ed <i>intra-rater</i>	<table><tr><td></td><td colspan="2">ICC <i>intra-rater</i></td><td colspan="2">ICC <i>inter-rater</i></td></tr><tr><td></td><td>Rater 1</td><td>Rater 2</td><td>Tempo 1</td><td>Tempo 2</td></tr><tr><td>NDT</td><td>0.955</td><td>0.950</td><td>0.914</td><td>0.919</td></tr></table>		ICC <i>intra-rater</i>		ICC <i>inter-rater</i>			Rater 1	Rater 2	Tempo 1	Tempo 2	NDT	0.955	0.950	0.914	0.919
				ICC <i>intra-rater</i>		ICC <i>inter-rater</i>													
				Rater 1	Rater 2	Tempo 1	Tempo 2												
		NDT		0.955	0.950	0.914	0.919												

Tabella 7

AUTORE	POPOLAZIONE	INTERVENTO	OUTCOME	RISULTATI												
Marie Picciano et al. ³⁷	15 soggetti volontari; età media 27,06 anni; altezza media 170,33cm; peso medio 65,9kg. Ogni soggetto presente nello studio nega di aver sofferto di patologie neurologiche od ortopediche che possano aver colpito gli arti inferiori.	Viene somministrato NDT con paziente in posizione di <i>stance</i> bipodalico, portando il peso verso l'arto controlaterale, ma mantenendo il contatto con la superficie d'appoggio a livello dell'arto in esame. Da questa posizione si ricerca la massima congruenza dell'articolazione sottoastragalica mediante palpazione degli aspetti mediale e laterale della testa dell'astragalo; viene posto un segno su della carta millimetrata che indica la distanza della tuberosità dell'osso navicolare dal suolo. Al soggetto viene dunque chiesto di ridistribuire equamente il peso tra i due arti inferiori e viene eseguita la seconda misurazione. La distanza tra i due <i>marker</i> individuati su carta millimetrata corrisponde al valore NDT.	ICC (1,1) per valutare <i>intra-rater reliability</i> di ciascun esaminatore	<table><tr><td></td><td colspan="2">ICC <i>intra-rater</i></td><td>ICC <i>inter-rater</i></td></tr><tr><td></td><td>Rater 1</td><td>Rater 2</td><td></td></tr><tr><td>NDT</td><td>0.61</td><td>0.79</td><td>0.57</td></tr></table>		ICC <i>intra-rater</i>		ICC <i>inter-rater</i>		Rater 1	Rater 2		NDT	0.61	0.79	0.57
			ICC <i>intra-rater</i>		ICC <i>inter-rater</i>											
			Rater 1	Rater 2												
NDT	0.61	0.79	0.57													
La valutazione è condotta su entrambi gli arti inferiori, per un totale di 30 piedi. Ogni esaminatore conduce una doppia valutazione per ogni arto inferiore di ciascun soggetto, dalle quali poi viene individuato un valore medio. Dopo una settimana, l'intero processo valutativo viene ripetuto.	ICC (1,1) per valutare <i>inter-rater reliability</i> tra i due esaminatori	<table><tr><td></td><td colspan="2">SEM <i>intra-rater</i></td><td>SEM <i>inter-rater</i></td></tr><tr><td></td><td>Rater 1</td><td>Rater 2</td><td></td></tr><tr><td>NDT</td><td>2.57</td><td>1.92</td><td>2.72</td></tr></table>		SEM <i>intra-rater</i>		SEM <i>inter-rater</i>		Rater 1	Rater 2		NDT	2.57	1.92	2.72		
	SEM <i>intra-rater</i>		SEM <i>inter-rater</i>													
	Rater 1	Rater 2														
NDT	2.57	1.92	2.72													
		Gli esaminatori sono inesperti; vengono istruiti per 2 ore da un clinico con esperienza di 5 anni nell'uso di NDT	SEM <i>intra- ed inter-rater</i>													
		Per la stima di <i>intra-rater reliability</i> vengono confrontati i 30 valori medi di ciascun esaminatore rilevati nella prima misurazione con quelli ricavati dalla seconda misurazione; per la stima di <i>inter-rater reliability</i> vengono uniti i 60 valori medi individuati nelle due misurazioni da ciascun esaminatore e confrontati tra loro.														

Tabella 8

AUTORE	POPOLAZIONE	INTERVENTO	OUTCOME	RISULTATI															
Zuil-Escobar et al. ⁵⁴	20 studenti universitari volontari, di cui 11 donne e 9 uomini Criteri di esclusione allo studio: storia di infortunio in stato acuto agli arti inferiori; storia pregressa di chirurgia agli arti inferiori; deformità strutturali agli arti inferiori; BMI>30	Viene somministrato NDT con paziente in posizione di <i>stance</i> bipodalico senza l'uso di calzature; da questa posizione si ricerca la massima congruenza dell'articolazione sottoastragalica mediante palpazione degli aspetti mediale e laterale della testa dell'astragalo; viene individuata la tuberosità dell'osso navicolare e si misura con righello millimetrato la distanza dal pavimento. Viene successivamente condotta la valutazione dell'altezza della tuberosità dell'osso navicolare in condizione di <i>non weight-bearing</i> . Il valore NDT corrisponde alla differenza tra le due misurazioni. Tale procedura viene ripetuta per 3 volte per ogni soggetto.	ICC (3,k) per valutare <i>inter- ed intra-reliability</i>	<table><tr><td></td><td colspan="2">ICC <i>intra-rater</i></td><td colspan="2">ICC <i>inter-rater</i></td></tr><tr><td></td><td>Rater 1</td><td>Rater 2</td><td>Tempo 1</td><td>Tempo 2</td></tr><tr><td>NDT</td><td>0.945</td><td>0.922</td><td>0.914</td><td>0.939</td></tr></table>		ICC <i>intra-rater</i>		ICC <i>inter-rater</i>			Rater 1	Rater 2	Tempo 1	Tempo 2	NDT	0.945	0.922	0.914	0.939
			ICC <i>intra-rater</i>		ICC <i>inter-rater</i>														
			Rater 1	Rater 2	Tempo 1	Tempo 2													
		NDT	0.945	0.922	0.914	0.939													
		La valutazione è condotta sull'arto dominante; gli esaminatori sono fisioterapisti esperti, con più di 6 anni di pratica nell'uso di NDT.	SEM <i>inter- ed intra-rater</i>	<table><tr><td></td><td colspan="2">SEM <i>intra-rater</i></td><td colspan="2">SEM <i>inter-rater</i></td></tr><tr><td></td><td>Rater 1</td><td>Rater 2</td><td>Tempo 1</td><td>Tempo 2</td></tr><tr><td>NDT</td><td>0.63</td><td>0.781</td><td>0.821</td><td>0.642</td></tr></table>		SEM <i>intra-rater</i>		SEM <i>inter-rater</i>			Rater 1	Rater 2	Tempo 1	Tempo 2	NDT	0.63	0.781	0.821	0.642
	SEM <i>intra-rater</i>		SEM <i>inter-rater</i>																
	Rater 1	Rater 2	Tempo 1	Tempo 2															
NDT	0.63	0.781	0.821	0.642															
Per la stima di <i>intra- ed inter-rater reliability</i> vengono condotte due sessioni di misurazione a distanza di 48 ore tra loro.	Classificazione <i>reliability</i> : - 0 – 0.39 <i>scarsa</i> - 0.40 – 0.74 <i>moderata</i> - ≥ 0.75 <i>eccellente</i>	<table><tr><td></td><td colspan="2">MDC <i>intra-rater</i></td><td colspan="2">MDC <i>inter-rater</i></td></tr><tr><td></td><td>Rater 1</td><td>Rater 2</td><td>Tempo 1</td><td>Tempo 2</td></tr><tr><td>NDT</td><td>1.746</td><td>2.165</td><td>2.276</td><td>1.780</td></tr></table>		MDC <i>intra-rater</i>		MDC <i>inter-rater</i>			Rater 1	Rater 2	Tempo 1	Tempo 2	NDT	1.746	2.165	2.276	1.780		
	MDC <i>intra-rater</i>		MDC <i>inter-rater</i>																
	Rater 1	Rater 2	Tempo 1	Tempo 2															
NDT	1.746	2.165	2.276	1.780															
Gli esaminatori ed i soggetti dello studio risultano <i>in cieco</i> rispetto all'obiettivo dello studio.																			

Tabella 9

AUTORE	POPOLAZIONE	INTERVENTO	OUTCOME	RISULTATI
Langley et al. ²³	30 soggetti volontari; età media 29 ± 6 anni; altezza media 1,72 0.08 metri; peso medio 75 ± 18 chilogrammi. Tutti i partecipanti allo studio sono asintomatici e non presentano né infortuni agli arti inferiori, né anomalie strutturali che possano alterare la forma del piede.	Viene somministrato NDT secondo le modalità descritte nella sezione Presupposti Teorici > NDT e con il supporto di carta millimetrata. La valutazione viene condotta sul piede destro di ciascun partecipante.	ICC (3,1) per <i>intra-rater reliability</i> Kw per stimare grado di accordo nella valutazione <i>test-retest</i>	ICC = 0.40 Kw = 0.40
		Un solo esaminatore, con tre anni di esperienza nella valutazione statica del piede, partecipa alla misurazione. Per la valutazione di <i>intra-rater</i> e <i>test-retest reliability</i> , le misurazioni vengono condotte in due occasioni distinte, separate da un intervallo minimo di 10 minuti, all'interno della stessa giornata.	Interpretazione valori ICC: - < 0.2 <i>debole</i> - 0.21 – 0.40 <i>discreto</i> - 0.41 – 0.60 <i>moderato</i> - 0.61 – 0.80 <i>sostanziale</i> - > 0.80 <i>quasi perfetto</i> Interpretazione valori Kw: - < 0.40 <i>discreto</i> - 0.41 – 0.60 <i>moderato</i> - 0.61 – 0.80 <i>sostanziale</i> - > 0.80 <i>eccellente</i>	

Tabelle 10-11 per studi che analizzano MEDIAL LONGITUDINAL ARCH ANGLE (MLAA)

Tabella 10

AUTORE	POPOLAZIONE	INTERVENTO	OUTCOME	RISULTATI				
Jonson et al. ³⁵	63 soggetti volontari, di cui 57 uomini e 6 donne, membri della marina del North Carolina e di età compresa tra 18 e 30 anni. Non sono descritti criteri di inclusione e criteri di esclusione dei soggetti di studio.	Viene somministrato MLAA con soggetto in posizione di <i>stance</i> bipodalico, con arti inferiori posizionati alla stessa larghezza delle spalle. La misurazione viene condotta mediante l'utilizzo di un goniometro manuale a due bracci con sensibilità di 2°. Non è specificato su quale arto si effettua la misurazione. Gli esaminatori sono due fisioterapisti con esperienza clinica, precedentemente formati sulla modalità di utilizzo della tecnica. Il primo esaminatore ha 12 anni di esperienza, mentre il secondo ne ha 16. Prima della somministrazione di MLAA nel presente studio, i due esaminatori hanno condotto un periodo di prova su 5 soggetti, mostrando solidi valori di accordo tra misurazioni.	ICC (2,1) per valutare <i>inter- ed intra-rater reliability</i>					
	Dei 63 soggetti inclusi nello studio, un gruppo di 18 viene utilizzato per indagare la <i>reliability</i> della tecnica MLAA.	Per la stima di <i>inter-rater reliability</i> vengono confrontati i dati degli esaminatori ottenuti da due misurazioni effettuate a distanza di due settimane tra loro. Per la stima di <i>intra-rater reliability</i>, vengono utilizzati i dati del primo esaminatore, nonché quelli ottenuti dalla prima misurazione e da una seconda misurazione effettuata a distanza di due giorni.		<table><tr><th></th><th><i>Inter-rater</i></th><th><i>Intra-rater</i></th></tr><tr><td>MLAA</td><td>0.90</td><td>0.81</td></tr></table>		<i>Inter-rater</i>	<i>Intra-rater</i>	MLAA
	<i>Inter-rater</i>	<i>Intra-rater</i>						
MLAA	0.90	0.81						

Tabella 11

AUTORE	POPOLAZIONE	INTERVENTO	OUTCOME	RISULTATI
Langley et al. ²³	30 soggetti volontari; età media 29 ± 6 anni; altezza media $1,72 \pm 0,08$ metri; peso medio 75 ± 18 chilogrammi. Tutti i partecipanti allo studio sono asintomatici e non presentano né infortuni agli arti inferiori, né anomalie strutturali che possano alterare la forma del piede.	Viene somministrato MLAA seguendo il protocollo standard descritto nella sezione Presupposti Teorici > MLAA e avvalendosi di un goniometro a due bracci. La valutazione viene condotta sul piede destro di ciascun partecipante. Un solo esaminatore, con tre anni di esperienza nella valutazione statica del piede, partecipa alla misurazione. Per la valutazione di <i>intra-rater</i> e <i>test-retest reliability</i>, le misurazioni vengono condotte in due occasioni distinte, separate da un intervallo minimo di 10 minuti, all'interno della stessa giornata.	ICC (3,1) per <i>intra-rater reliability</i> Kw per stimare grado di accordo nella valutazione <i>test-retest</i> Interpretazione valori ICC: - < 0.2 <i>debole</i> - $0.21 - 0.40$ <i>discreto</i> - $0.41 - 0.60$ <i>modesto</i> - $0.61 - 0.80$ <i>sostanziale</i> - > 0.80 <i>quasi perfetto</i> Interpretazione valori Kw: - < 0.40 <i>discreto</i> - $0.41 - 0.60$ <i>moderato</i> - $0.61 - 0.80$ <i>sostanziale</i> - > 0.80 <i>eccellente</i>	ICC = 0.91 Kw = 0.92

Tabelle 12-13 per studi che analizzano REARFOOT ANGLE (RA)

Tabella 12

AUTORE	POPOLAZIONE	INTERVENTO	OUTCOME	RISULTATI						
Jonson et al. ³⁵	63 soggetti volontari, di cui 57 uomini e 6 donne, membri della marina del North Carolina e di età compresa tra 18 e 30 anni. Non sono descritti	Viene somministrato RA con soggetto in posizione di <i>stance</i> bipodalico, con arti inferiori posizionati alla stessa larghezza delle spalle. La misurazione viene condotta mediante l'utilizzo di un goniometro manuale a due bracci con sensibilità di 2°. L'individuazione delle linee di bisezione necessarie alla somministrazione della tecnica (vedi Introduzione > RF) è stata eseguita con soggetto in posizione prona. Non è specificato su quale arto si effettua la misurazione.	ICC (2,1) per valutare <i>inter-</i> ed <i>intra-rater reliability</i>	<table><tr><td></td><td><i>Inter-rater</i></td><td><i>Intra-rater</i></td></tr><tr><td>RA</td><td>0.88</td><td>0.86</td></tr></table>		<i>Inter-rater</i>	<i>Intra-rater</i>	RA	0.88	0.86
		<i>Inter-rater</i>			<i>Intra-rater</i>					
	RA	0.88			0.86					
criteri di inclusione e criteri di esclusione dei soggetti di studio.	Gli esaminatori sono due fisioterapisti con esperienza clinica, precedentemente formati sulla modalità di utilizzo della tecnica. Il primo esaminatore ha 12 anni di esperienza, mentre il secondo ne ha 16. Prima della somministrazione di RA nel presente studio, i due esaminatori hanno condotto un periodo di prova su 5 soggetti, mostrando solidi valori di accordo tra misurazioni.									
Dei 63 soggetti inclusi nello studio, un gruppo di 18 viene utilizzato per indagare la <i>reliability</i> della tecnica RA.	Per la stima di <i>inter-rater reliability</i> vengono confrontati i dati degli esaminatori ottenuti da due misurazioni effettuate a distanza di due settimane tra loro. Per la stima di <i>intra-rater reliability</i> , vengono utilizzati i dati del primo esaminatore, nonché quelli ottenuti dalla prima misurazione e da una seconda misurazione effettuata a distanza di due giorni.									

Tabella 13

AUTORE	POPOLAZIONE	INTERVENTO	OUTCOME	RISULTATI
Langley et al. ²³	30 soggetti volontari; età media 29 ± 6 anni; altezza media $1,72 \pm 0,08$ metri; peso medio 75 ± 18 chilogrammi. Tutti i partecipanti allo studio sono asintomatici e non presentano né infortuni agli arti inferiori, né anomalie strutturali che possano alterare la forma del piede.	Viene somministrato RA seguendo il protocollo standard descritto nella sezione Presupposti Teorici > RA e avvalendosi di un goniometro a due bracci. La valutazione viene condotta sul piede destro di ciascun partecipante. Un solo esaminatore, con tre anni di esperienza nella valutazione statica del piede, partecipa alla misurazione. Per la valutazione di <i>intra-rater</i> e <i>test-retest reliability</i>, le misurazioni vengono condotte in due occasioni distinte, separate da un intervallo minimo di 10 minuti, all'interno della stessa giornata.	ICC (3,1) per <i>intra-rater reliability</i> Kw per stimare grado di accordo nella valutazione <i>test-retest</i> Interpretazione valori ICC: - < 0.2 <i>debole</i> - 0.21 – 0.40 <i>discreto</i> - 0.41 – 0.60 <i>moderato</i> - 0.61 – 0.80 <i>sostanziale</i> - > 0.80 <i>quasi perfetto</i> Interpretazione valori Kw: - < 0.40 <i>discreto</i> - 0.41 – 0.60 <i>moderato</i> - 0.61 – 0.80 <i>sostanziale</i> - > 0.80 <i>eccellente</i>	ICC = 0.93 Kw = 0.60

Tabella 14 per studio che analizza SUBTALAR JOINT NEUTRAL POSITION (STJN)

AUTORE	POPOLAZIONE	INTERVENTO	OUTCOME	RISULTATI												
Marie Picciano et al. ³⁷	15 soggetti volontari; età media 27,06 anni; altezza media 170,33cm; peso medio 65,9kg. Ogni soggetto presente nello studio nega di aver sofferto di patologie neurologiche od ortopediche che possano aver colpito gli arti inferiori.	Viene somministrato STJN secondo le modalità illustrate in precedenza (vedi Introduzione > STJN). Durante la somministrazione della tecnica, l'esaminatore che non è direttamente coinvolto nella valutazione aiuta il collega nel riportare su di un foglio i dati ottenuti.														
		La valutazione è condotta su entrambi gli arti inferiori, per un totale di 30 piedi. Ogni esaminatore conduce una doppia valutazione per ogni arto inferiore di ciascun soggetto, dalle quali poi viene individuato un valore medio. Dopo una settimana, l'intero processo valutativo viene ripetuto.	ICC (1,1) per valutare <i>intra-rater reliability</i> di ciascun esaminatore	<table><tr><td></td><td colspan="2">ICC <i>intra-rater</i></td><td>ICC <i>inter-rater</i></td></tr><tr><td></td><td>Rater 1</td><td>Rater 2</td><td></td></tr><tr><td>STJN</td><td>0.27</td><td>0.06</td><td>0.00</td></tr></table>		ICC <i>intra-rater</i>		ICC <i>inter-rater</i>		Rater 1	Rater 2		STJN	0.27	0.06	0.00
			ICC <i>intra-rater</i>		ICC <i>inter-rater</i>											
			Rater 1	Rater 2												
STJN	0.27	0.06	0.00													
Gli esaminatori sono inesperti; vengono istruiti per 2 ore da un clinico con esperienza di 5 anni nell'uso di STJN.	ICC (1,1) per valutare <i>inter-rater reliability</i> tra i due esaminatori															
Per la stima di <i>intra-rater reliability</i> vengono confrontati i 30 valori medi di ciascun esaminatore rilevati nella prima misurazione con quelli ricavati dalla seconda misurazione; per la stima di <i>inter-rater reliability</i> vengono uniti i 60 valori medi individuati nelle due misurazioni da ciascun esaminatore e confrontati tra loro.	SEM <i>intra- ed inter-rater</i>	<table><tr><td></td><td colspan="2">SEM <i>intra-rater</i></td><td>SEM <i>inter-rater</i></td></tr><tr><td></td><td>Rater 1</td><td>Rater 2</td><td></td></tr><tr><td>STJN</td><td>1.81</td><td>2.29</td><td>2.51</td></tr></table>		SEM <i>intra-rater</i>		SEM <i>inter-rater</i>		Rater 1	Rater 2		STJN	1.81	2.29	2.51		
	SEM <i>intra-rater</i>		SEM <i>inter-rater</i>													
	Rater 1	Rater 2														
STJN	1.81	2.29	2.51													

Tabelle 15-16 per studi che analizzano ARCH HEIGHT INDEX (AHI)

Tabella 15

AUTORE	POPOLAZIONE	INTERVENTO	OUTCOME	RISULTATI																														
Butler et al. ³⁹	11 soggetti volontari, di cui 7 uomini e 4 donne, di età compresa tra i 18 ed i 45 anni. Non sono esplicitati chiaramente i criteri di inclusione ed i criteri di esclusione dello studio; è comunque richiesto ai soggetti il non avere evidenti anomalie a carico degli arti inferiori e di non trovarsi in una condizione di infortunio al momento della misurazione.	Viene somministrato AHI secondo le modalità illustrate in precedenza (vedi Introduzione > AHI). Il soggetto si trova in posizione seduta, quindi in condizione di quasi totale <i>non weight-bearing</i> , quando vengono calcolati i due indici utili alla formulazione del valore AHI, nonché lunghezza del piede tronca (<i>truncated foot length</i>) e altezza del piede a metà lunghezza (<i>arch height</i>), ed anche il valore di lunghezza totale del piede (<i>total foot length</i>). In seguito, con soggetto in posizione di <i>stance</i> bipodalico, la misurazione viene ripetuta per i soli due indici utili alla formulazione del valore di AHI. La valutazione viene condotta su entrambi gli arti inferiori, per un totale di 22 piedi.	ICC (2,k) in <i>sitting position</i> per <i>arch height, truncated foot length, total foot length</i>	<table><tr><td></td><td colspan="2">ICC (2,k)</td></tr><tr><td></td><td><i>Intra-rater</i></td><td><i>Inter-rater</i></td></tr><tr><td></td><td colspan="2">Sitting</td></tr><tr><td><i>Arch height</i></td><td>0.96</td><td>0.99</td></tr><tr><td><i>Truncated</i></td><td>0.97</td><td>0.98</td></tr><tr><td><i>Total foot</i></td><td>0.99</td><td>0.98</td></tr><tr><td></td><td colspan="2">Stance</td></tr><tr><td><i>Arch height</i></td><td>0.98</td><td>0.99</td></tr><tr><td><i>Truncated</i></td><td>0.98</td><td>0.99</td></tr><tr><td><i>AHI</i></td><td>0.94</td><td>0.99</td></tr></table>		ICC (2,k)			<i>Intra-rater</i>	<i>Inter-rater</i>		Sitting		<i>Arch height</i>	0.96	0.99	<i>Truncated</i>	0.97	0.98	<i>Total foot</i>	0.99	0.98		Stance		<i>Arch height</i>	0.98	0.99	<i>Truncated</i>	0.98	0.99	<i>AHI</i>	0.94	0.99
			ICC (2,k)																															
			<i>Intra-rater</i>	<i>Inter-rater</i>																														
	Sitting																																	
<i>Arch height</i>	0.96	0.99																																
<i>Truncated</i>	0.97	0.98																																
<i>Total foot</i>	0.99	0.98																																
	Stance																																	
<i>Arch height</i>	0.98	0.99																																
<i>Truncated</i>	0.98	0.99																																
<i>AHI</i>	0.94	0.99																																
	Nessuna informazione viene fornita relativamente al grado di esperienza degli esaminatori.																																	
	Per la stima di <i>inter-rater</i> ed <i>intra-rater reliability</i> vengono utilizzati i dati delle due misurazioni effettuate da ciascun esaminatore.																																	

Tabella 16

AUTORE	POPOLAZIONE	INTERVENTO	OUTCOME	RISULTATI
Pohl et al. ⁵⁵	20 soggetti volontari, di cui 6 uomini e 14 donne; età media 29,9 ± 5,8 anni; peso medio 70,4 ± 11,7kg. Non sono esplicitati chiaramente i criteri di inclusione ed i criteri di esclusione dello studio; tuttavia, al momento della valutazione i soggetti non presentano infortuni di alcun genere a carico degli arti inferiori.	Viene somministrato AHI secondo le modalità illustrate in precedenza (vedi Introduzione > AHI). Il soggetto si trova in posizione seduta, quindi in condizione di quasi totale <i>non weight-bearing</i> , quando vengono calcolati i due indici utili alla formulazione del valore AHI, nonché lunghezza del piede tronca (TFL) e altezza del piede a metà lunghezza (DH), ed anche il valore di lunghezza totale del piede. Grazie all’utilizzo di un dispositivo atto a misurare la percentuale di peso scaricato a terra posto sotto il piede non valutato, in posizione di <i>stance</i> bipodalico (50% <i>weight-bearing</i>), viene ripetuto l’intero processo di misurazione. Per concludere, si ripete la misurazione in una condizione di 90% <i>weight-bearing</i> , chiedendo al soggetto di sollevare il piede posto sulla pedana fino ad ottenere un peso pari al 10%. Le misurazioni sono condotte sempre a livello del piede destro.		
			ICC (3,1) AHI in <i>sitting position</i> e in posizione di <i>stance</i> (50% <i>weight-bearing</i>)	
			SEM AHI in <i>sitting position</i> e in posizione di <i>stance</i> (50% <i>weight-bearing</i>)	
			ICC (3,1) TFL e DH	
			SEM TFL e DH	
		L’esaminatore ha una esperienza clinica di 6 mesi nell’uso di AHI.		
		Per la stima di <i>intra-rater reliability</i> , vengono utilizzati dati raccolti durante due misurazioni condotte in giorni distinti.		

	ICC	SEM
Sitting		
TFL	0.94	0.2
DH	0.94	0.1
AHI	0.87	0.009
Stance		
TFL	0.93	0.2
DH	0.94	0.2
AHI	0.92	0.007

Capitolo 5

DISCUSSIONE

Si procede ora alla discussione dei risultati ottenuti dall'analisi degli studi esposti nelle tabelle riportate in precedenza. Considerate le diverse tecniche disponibili per il fisioterapista nella valutazione clinica del piede pronato, verrà condotta una disamina accurata per ciascuna di esse nei paragrafi che seguono, facendo riferimento anche ad altri studi presenti nella letteratura scientifica.

5.1 Foot Posture Index (FPI)

La ricerca bibliografica ha permesso di reperire cinque^{23,50-53} articoli di letteratura che indagano la *reliability* per la tecnica FPI. L'analisi complessiva dei diversi lavori mostra un sostanziale accordo da parte dei diversi autori nel consigliare FPI come valido strumento di indagine clinica per l'*assessment* della morfologia del piede, con modiche eccezioni che verranno discusse in seguito. Nel loro studio McLaughlin et al.⁵⁰ indagano la *reliability* di FPI utilizzando durante le osservazioni due esaminatori neolaureati, a 6 mesi dal completamento del percorso di studi che ha fornito loro ampie conoscenze nella valutazione delle problematiche muscoloscheletriche, ma nessuna possibilità pratica di applicare FPI; per quanto i due esaminatori siano stati sottoposti ad un *training* della durata di un'ora prima dell'inizio dello studio, il livello di conoscenza e di padronanza della tecnica è quello di un clinico principiante, elemento che Morris et Ferrari⁵⁶ considerano invece essere determinante per ottenere valori di *reliability* elevati. Per il calcolo del valore ICC di *intra- ed inter-rater reliability*, il punteggio totale FPI è stato convertito mediante *Rasch Analysis*: l'analisi di Rasch è una modellizzazione matematica probabilistica, utilizzata per valutare le proprietà delle misure di *outcome*; mediante questo strumento è possibile ottenere delle scale unidimensionali a partire da questionari ordinali i cui *item* sono destinati ad essere sommati tra loro per ottenere un punteggio complessivo, che nel caso specifico di FPI varia da -12 a +12. Nell'ambito della misurazione Rasch, la scala dovrebbe funzionare nel medesimo modo indipendentemente dal gruppo di soggetti valutato. Infine, il modello Rasch consente di trasformare dei punteggi ordinali ottenuti dalla somma di ciascun *item* in intervalli di misure: i punteggi che si ottengono dopo questa trasformazione matematica permettono l'analisi statistica parametrica, nonché danno la possibilità di calcolare informazioni quali variazione percentuale, punteggi medi ed altri indicatori statistici che non potrebbero essere espressi in maniera corretta a partire dal puro

valore ordinale di una scala di misura.⁵⁷ Ciò premesso, i valori di ICC per la stima di *inter-rater reliability* mostrano valori pari a 0.85 per il piede destro e 0.86 per il piede sinistro, a rispecchiare un livello di accordo quasi perfetto tra le osservazioni. Per quanto riguarda invece la capacità dei due esaminatori di classificare il piede all'interno delle tre categorie, nonché *pronato*, *supinato* e *neutro*, i valori K di Cohen e il coefficiente percentuale di accordo sono rispettivamente 0.72 – 82.0% per la valutazione del piede destro, e 0.73 – 75.9% per la valutazione del piede sinistro, indicatori cioè di una concordanza sostanziale tra le osservazioni, per quanto si denoti una difficoltà riferita dagli esaminatori nel distinguere un piede *neutro* da un piede *leggermente pronato*. Questo studio consente inoltre di indagare i valori di *inter-rater reliability* all'interno di ogni singolo *item* della scala FPI. I risultati che ne derivano, abbinati alla percezione soggettiva dei due esaminatori, mostrano come il secondo dei sei *item*, nonché la valutazione della curvatura del malleolo laterale, sia il più difficile da valutare: i valori di Kw sono infatti i più bassi e si attestano a 0.41 per la valutazione del piede sinistro e 0.10 per la valutazione del piede destro, indicando un insufficiente grado di accordo tra osservazioni. Questa incapacità oggettiva e soggettiva di considerare l'*item* 2 può essere connessa allo scarso livello di competenza degli esaminatori, i quali sono chiamati a possedere una maggior padronanza dello strumento per identificare con più precisione le sottili differenze che sussistono tra i cinque diversi valori attribuibili. Allo stesso modo, Martinez et al.⁵¹ introducono nel loro studio due esaminatori inesperti nell'uso di FPI e ne studiano la *reliability* delle osservazioni, eseguite basandosi sulle istruzioni presenti nel manuale²⁵: ciò che emerge è un elevato grado di accordo, con il valore ICC calcolato sul punteggio totale di FPI che si attesta a 0.91 per la *inter-rater reliability* e 0.90 per la *intra-rater reliability* dell'arto dominante, 0.94 per la *inter-rater reliability* e 0.92 per la *intra-rater reliability* dell'arto non dominante. I valori SEM sono 0.78 e 0.82 per l'arto dominante e 0.70 e 0.80 per l'arto non dominante, il che avvalorava la tesi secondo cui FPI è uno strumento clinico di comprovata affidabilità. Diversamente dallo studio analizzato in precedenza⁵⁰, dei sei *item* indagati quello che risulta essere di più difficile amministrazione è in questo caso il sesto, nonché quello relativo al grado di adduzione/abduzione dell'avampiede rispetto al retropiede, solamente per l'analisi dell'arto dominante e con valori di *reliability* pari a ICC = 0.61 e 0.63 per la valutazione *inter-* ed *intra-rater*; pur considerato il moderato valore di questo risultato, è bene osservare come tutti gli altri *item* valutati presentino valori uguali o comunque non inferiori a 0.78. Considerati nella loro totalità, i valori ICC ricavati dalla valutazione dell'arto dominante sono generalmente più bassi rispetto a quelli calcolati per l'arto non dominante: è ipotizzabile pensare dunque che, tra una osservazione e l'altra,

l'atteggiamento del piede possa subire più modificazioni qualora si trattasse del piede dominante anziché di quello non dominante; tale riscontro potrebbe avere un significato e consentirebbe al clinico di tenere in considerazione anche questo aspetto durante l'utilizzo di FPI. Un ultimo elemento di importante valenza lo si riscontra nel numero di piedi che tra la prima e la terza valutazione hanno subito un cambiamento in termini di classificazione: ebbene, delle 252 classificazioni ottenute (84 piedi x tre osservazioni), solo 23 (9.12%) sono cambiate tra la prima e la terza valutazione, indicando un importante riscontro in termini di *reproducibility* per la tecnica FPI. Il contesto di studio varia nelle pubblicazioni scientifiche di Zuil-Escobar et al.⁵³ e di Langley et al.²³, nelle quali gli esaminatori hanno esperienza clinica nell'uso di FPI. Nel primo articolo⁵³, la stima degli indici di *inter-rater reliability* ed *intra-rater reliability* mostra valori rispettivamente di 0.829 e 0.872, i quali indicano importanti livelli di accordo tra osservazioni, malgrado l'elevata omogeneità del campione di studio, composto da soggetti con NDT ≥ 10 millimetri, nonché soggetti con un discreto abbassamento della volta plantare. Nel secondo articolo²³ invece, FPI acquista il più alto valore di *intra-rater reliability* (ICC = 0.93) e il più alto valore di accordo nella valutazione *test-retest* condotta dal medesimo esaminatore (Kw = 0.92) tra le diverse tecniche analizzate (MLAA; RA; NDT), costituendo un'affidabile e robusta tecnica di indagine *multi-planare* nell'*assessment* della morfologia del piede. Diversa è invece l'opinione riportata nello studio di Aquino et al.⁵², in cui gli autori sostengono che il numero di *item* e di sottocategorie di FPI sia ridondante per ciò che effettivamente si intende valutare, considerata la scarsa frequenza di riscontri di punteggi "estremi", del tipo *piede in atteggiamento estremamente supinato*. Pare infatti che lo scarso livello di variabilità nei punteggi totali di FPI, di cui l'indice *test-retest reliability* – rispettivamente ICC = 0.66 e 0.69 per i due osservatori – ne è rivelatore, sia da imputare non solo al limitato numero di soggetti di studio (21), ma anche e soprattutto alla scarsa frequenza di riscontri clinici che si discostano dal *range* di normalità e che non producono dunque variazioni importanti nel punteggio finale. Ciò nonostante, il campione prevalentemente femminile (81% del totale) rende difficilmente generalizzabili i risultati ottenuti ad una popolazione più vasta.

5.2 Navicular Drop Test (NDT)

Quattro diversi studi scientifici^{23,37,53,54} reperiti in letteratura concentrano la loro attenzione nel descrivere i valori di *reliability* relativamente allo strumento di valutazione NDT. L'analisi finale dei risultati ottenuti mostra un netto disaccordo tra i diversi autori, non sempre indirizzati a consigliare NDT come tecnica affidabile per la valutazione clinica della morfologia del piede. Zuil-

Escobar et al., in due studi distinti, forniscono degli ottimi valori di *reliability* per NDT: nel primo *paper*⁵⁴ i valori di *intra-rater reliability* sono pari a 0.945 e 0.922 per i due esaminatori; i livelli di *inter-rater reliability* nella prima e seconda valutazione si attestano a valori di 0.914 e 0.939. Nel secondo *paper*⁵³ i valori di *intra-rater reliability* sono pari a 0.955 e 0.950 per i due esaminatori, mentre i livelli di *inter-rater reliability* nella prima e seconda valutazione si attestano rispettivamente a valori di 0.914 e 0.919. Nel complesso, il *trend* di questi valori descrive una tecnica altamente affidabile nella valutazione clinica della morfologia del piede; questi risultati si trovano in forte accordo con altri reperti di letteratura scientifica, sia qualora i soggetti siano totalmente sani^{58,59}, come nel caso dell'articolo di Allen et al.⁵⁸ che riporta valori di *intra-rater reliability* di 0.900, sia in *pool* di soggetti sintomatici, come accade nell'articolo di Shrader et al.⁶⁰, nel quale l'utilizzo di NDT su soggetti affetti da artrite reumatoide produce valori di *intra-rater reliability* pari a 0.730-0.980 per i due esaminatori coinvolti. Con buona probabilità, la bontà dei risultati è da intendersi anche come diretta conseguenza del grado di esperienza degli esaminatori inseriti negli studi: infatti, in entrambi gli articoli i quattro clinici possiedono più di sei anni di esperienza e pratica ambulatoriale nell'utilizzo di NDT. L'esecuzione corretta della tecnica richiede indubbiamente una buona manualità, sia per individuare la posizione neutra dell'articolazione sottoastraglica, sia per reperire con minimo errore la tuberosità dell'osso navicolare. A quanto detto fino ad ora, si sommano dei valori SEM inferiori a 1 millimetro sia per *intra-rater reliability* (0.630; 0.781⁵⁴ – 0.318; 0.314⁵³) sia per *inter-rater reliability* (0.821; 0.624⁵⁴ – 0.440; 0.442⁵³): ciò rafforza la tesi che NDT sia una tecnica dotata di elevata affidabilità clinica, in quanto i valori SEM sono inferiori alla minima misura determinabile mediante lo strumento di indagine e dunque riprova del fatto che le misurazioni effettuate sono affette da un minimo errore interno, incapace di per sé di falsare l'esito della classificazione della morfologia del piede. È possibile che tali valori ICC e SEM risultino elevati, specie nel primo articolo di Zuil-Escobar et al.⁵³ che è stato analizzato nella sezione risultati, in risposta all'omogeneità del campione di studio, composto da soggetti con NDT ≥ 10 millimetri, nonché soggetti con un discreto abbassamento della volta plantare. In opposizione a quanto riportato fino ad ora si mostra un altro filone della ricerca, il quale porta in luce valori di *reliability* meno consistenti rispetto a quelli precedentemente elencati. Lo studio di Marie Picciano et al.³⁷ descrive valori di *intra-rater reliability* pari a 0.61 e 0.79 per i due esaminatori, mentre il valore di *inter-rater reliability* si attesta a 0.57; in aggiunta, i valori SEM per la *intra-rater reliability* dei due esaminatori sono pari a 2.57 e 1.92, mentre per la *inter-rater reliability* il valore SEM si attesta a 2.72 millimetri, valori di molto maggiori rispetto al

cut-off identificato dalla minima misura individuabile dallo strumento adottato. Diversamente dagli studi menzionati in precedenza, in questo contesto gli esaminatori inseriti nello studio sono privi di esperienza clinica nell'utilizzo di NDT e, seppur sottoposti ad un insegnamento di due ore condotto da un fisioterapista con cinque anni di esperienza, il tempo dedicato all'apprendimento della tecnica ed alle modalità di esecuzione della stessa appare non sufficiente per padroneggiarla al meglio. Malgrado questa considerazione, nello studio di Langley et al.²³ i valori riportati per la *intra-rater reliability* sono ancor più limitati, per quanto l'esaminatore possieda tre anni di esperienza clinica nell'*assessment* statico della morfologia del piede. Il valore ICC = 0.40 si associa al valore Kw = 0.40, espressione di uno scarso valore di accordo nella valutazione *test-retest* condotta dal medesimo esaminatore. Tra le diverse tecniche prese in esame (FPI; MLAA; RA), NDT risulta essere quella che gode di più scarsa affidabilità clinica nella valutazione *uni-planare* del piede, motivo per cui gli autori non ne consigliano l'utilizzo se non in associazione ad altri strumenti.

5.3 Medial Longitudinal Arch Angle (MLAA)

La ricerca bibliografica ha evidenziato la presenza in letteratura di due studi scientifici^{23,35} che analizzano la *reliability* associata alla tecnica MLAA. Questo strumento di indagine sembra godere di elevati indici di *reliability* ed entrambi gli autori ne supportano l'utilizzo nel contesto clinico ambulatoriale quale strumento di indagine della morfologia del piede. Nello studio di Langley et al.²³ il valore di *intra-rater reliability* per MLAA si attesta a 0.91 e descrive un indice di affidabilità clinica quasi perfetto per la tecnica presa in esame; in aggiunta, tra le tecniche analizzate nello stesso studio (FPI; NDT; RA), MLAA mostra il più alto valore di accordo nella valutazione *test-retest* condotta dal medesimo esaminatore (Kw = 0.92). Tenuto conto di questi valori statistici, MLAA si delinea come il miglior strumento *uni-planare* di valutazione della morfologia del piede. Nello studio di Jonson et al.³⁵ il valore di *intra-rater reliability* è pari a 0.90, mentre il valore di *inter-rater reliability* si attesta a 0.81; il riscontro di indici di *reliability* elevati e molto elevati si trova in accordo con gli studi scientifici di Dahle et al.⁶¹ e di Donatelli et al.⁶², i quali, pur non riportando il valore numerico di ICC, confermano l'elevata affidabilità clinica dell'utilizzo di MLAA. Alcuni limiti sono tuttavia presenti negli studi di letteratura analizzati e verranno discussi di seguito: in primo piano, l'omogeneità dei campioni di studio di entrambe le ricerche può limitare la generalizzabilità dei risultati ottenuti su di una popolazione più estesa, per quanto i valori medi di MLAA ottenuti nello studio di Jonson et al.³⁵ (141.61° uomini – 146.50° donne) siano consistenti

con i valori di *range* neutrale individuati dallo studio di Dahle et al.⁶¹ (130°-150°). In secondo luogo, facendo invece particolare riferimento allo studio di Langley et al.²³ si potrebbe sospettare che valori di *reliability* così marcati possano essere viziati dal cosiddetto *effetto memoria*: è infatti vero che la valutazione *test-retest* in questo studio viene condotta ad intervalli di tempo molto ristretti (tempo minimo 10 minuti) e, sebbene venga introdotto un secondo esaminatore imparziale con il compito di riportare i valori ottenuti dal primo esaminatore per renderlo in qualche modo *in cieco* rispetto ai valori reperiti, un arco di tempo così ristretto tra misurazioni potrebbe inficiare sul grado di attendibilità reale delle misurazioni ottenute.

5.4 Rearfoot Angle (RA)

Dalla ricerca bibliografica condotta sono emersi due studi scientifici^{23,35} che indagano i valori di *reliability* della tecnica RA. Pare condivisa da entrambi gli autori la possibilità di utilizzare questo strumento di indagine per la classificazione della morfologia del piede in contesti clinici ambulatoriali, visti gli elevati indici di *inter-rater reliability* (0.86) e di *intra-rater reliability* (0.88-0.93). Nello studio di Langley et al.²³ viene anche riportato il valore $Kw = 0.60$, specchio di un moderato grado di accordo nel valutare le caratteristiche del piede da parte del medesimo operatore al *test-retest*. Risultati simili si riscontrano anche in altri studi di letteratura, i quali, seppur improntati sulla valutazione di RA in *pool* eterogenei di soggetti, evidenziano valori considerevoli di *reliability*: è il caso della ricerca condotta da Sell et al.⁶³, nella quale due esaminatori esperti utilizzano RA su un gruppo di 30 soggetti ed ottengono valori di *inter-rater* ed *intra-rater reliability* rispettivamente pari 0.85 e 0.91, con valori di SEM contenuti che oscillano tra 0.80 e 1.10. La differenza sostanziale tra questo studio ed i due precedentemente analizzati ricade sulla tecnica utilizzata: se Langley et al.²³ e Jonson et al.³⁵ misurano il grado di RA rispettivamente al terzo distale della gamba di ciascun soggetto, nello studio di Sell et al.⁶³ si valuta RA in relazione al piano d'appoggio del piede. Questa differenza metodologica, a parere degli autori, consentirebbe di ottenere informazioni utili sul grado di mobilità dell'articolazione sottoastragalica e, in minor grado, dell'astragalo stesso, qualora RA venisse calcolato in rapporto al terzo distale della gamba anziché relativamente al piano d'appoggio del piede. Effettuando un paragone tra il grado di mobilità in condizioni di *stance* bipodamico ed in condizioni *non weight-bearing*, il clinico può ottenere delle importanti informazioni circa l'eventuale presenza di alterazioni a danno dell'apparato muscoloscheletrico, come problematiche muscolari o di rigidità articolare. Alcuni limiti sono tuttavia presenti negli studi di letteratura analizzati e verranno discussi di seguito: in

primo piano, l'omogeneità dei campioni di studio di entrambe le ricerche può limitare la generalizzabilità dei risultati ottenuti su di una popolazione più estesa, per quanto i valori medi di inversione ed eversione del calcagno (strettamente connessi al valore RA) calcolati nello studio di Jonson et al.³⁵ rispecchino *range* di normalità, come descritto dal *report* di Root et al.⁶, nel quale si evidenzia come per una normale deambulazione si renda necessaria una mobilità media di 4-6° di inversione al calcagno con supinazione dell'articolazione sottoastragalica, e di 4-6° di eversione al calcagno con pronazione dell'articolazione sottoastragalica. In secondo luogo, facendo invece particolare riferimento allo studio di Langley et al.²³ si potrebbe sospettare che valori di *reliability* così marcati possano essere viziati dal cosiddetto *effetto memoria*: è infatti vero che la valutazione *test-retest* in questo studio viene condotta ad intervalli di tempo molto ristretti (tempo minimo 10 minuti) e, sebbene venga introdotto un secondo esaminatore imparziale con il compito di riportare i valori ottenuti dal primo esaminatore per renderlo in qualche modo *in cieco* rispetto ai valori reperiti, un arco di tempo così ristretto tra misurazioni potrebbe inficiare sul grado di attendibilità reale delle misurazioni ottenute.

5.5 Subtalar Joint Neutral Position (STJN)

La ricerca bibliografica ha portato alla luce un unico articolo³⁷ contenente valori di *reliability* per la tecnica STJN; ciò che emerge, come riportato in **Tabella 14**, è un sostanziale disappunto da parte degli autori nel sostenere l'utilizzo di questo strumento di indagine per la valutazione del piede pronato, considerati i livelli estremamente precari di ICC *inter-* ed *intra-rater* ottenuti dall'analisi statistica. A ciò si associano valori elevati di SEM, pari a 1.81 e 2.29 rispettivamente per la *reliability intra-rater* del primo e del secondo esaminatore, e di 2.51 nell'analisi condotta per verificare la *reliability inter-rater* della tecnica. In altri termini, valori tali per l'indice SEM possono indicare che i risultati ottenuti dalla somministrazione di STJN potrebbero essere viziati in senso accrescitivo od in senso diminutivo da questo errore di misurazione, oppure dall'imprecisione propria dello strumento o del suo utilizzo da parte dell'esaminatore: nel definire l'atteggiamento *pronato*, *neutro* o *supinato* del piede, è evidente come anche un errore di pochi gradi possa cambiare la classificazione morfologica dello stesso. Le ragioni che possono spiegare tali risultati sono plurime e verranno qui di seguito discusse: in primo luogo, è possibile che l'inesperienza degli esaminatori nell'uso di STJN sia la principale causa degli scarsi valori di *reliability* e che un solo *training* della durata complessiva di due ore non sia sufficiente per acquisire una piena padronanza nell'utilizzo dello strumento d'indagine. Questa ipotesi troverebbe

riscontro anche nell'analisi di un altro articolo di letteratura⁶⁴, in cui si osserva come la misurazione condotta da due esaminatori inesperti goda anch'essa di scarsi valori di *inter-rater reliability* (0.25) con la conclusione che tale tecnica non sia da considerare attendibile, quantomeno nella valutazione condotta da operatori distinti. In secondo luogo, un altro motivo che potrebbe incidere sugli scarsi valori ottenuti andrebbe ricercato nella stessa tecnica di indagine: è infatti possibile, tenuto conto delle innumerevoli variazioni anatomiche, che accada talvolta che le due linee di bisezione che si ottengono dopo l'individuazione dei punti di repere non coincidano perfettamente, e che si renda dunque necessario orientare sì un braccio del goniometro nella direzione di una delle due linee, mentre l'altro parallelamente alla linea opposta, ricercando la massima congruenza possibile. La scarsa precisione ed accuratezza metodologiche mostrate nell'esecuzione della tecnica potrebbero in buona sostanza inficiare sui risultati ottenuti. Per far fronte a questa difficoltà nella valutazione, Elveru et al.³⁶ proponevano in un loro studio scientifico la possibilità di ottenere una linea di bisezione del calcagno puramente soggettiva, dunque individuata visivamente, senza l'utilizzo di specifici punti di repere e senza l'individuazione della stessa sulla cute del soggetto d'esame con l'utilizzo del pennarello dermografico: ciò avrebbe permesso di far fronte alla scarsa accuratezza dell'utilizzo di una linea disegnata sulla pelle e dunque fortemente condizionata dai movimenti della cute secondari ai movimenti indotti al piede e, di conseguenza, anche all'articolazione sottoastraglica. In aggiunta, i valori di *reliability* ottenuti in questo studio si discostano abbondantemente da quelli ritrovati da altri autori, seppur in condizioni cliniche differenti: per esempio, Smith-Oricchio et Harris⁶⁵, nel somministrare STJN ad una popolazione di soggetti con recente infortunio a carico della caviglia, hanno determinato valori di *inter-rater reliability* superiori a 0.50, seppur avvalendosi di tre esaminatori con esperienza clinica pari ad un anno per il primo, e di due anni ciascuno per gli altri due. Allo stesso modo, l'indagine scientifica condotta da Diamond et al.⁶⁶ su un *pool* di pazienti affetti da diabete mellito ha portato alla luce valori di *inter-rater* ed *intra-rater reliability* che oscillano rispettivamente tra 0.58-0.89 e 0.74-0.99; anche in questo caso, i due esaminatori inclusi nello studio sono stati precedentemente formati con un periodo intensivo di prova, con lo scopo ultimo di garantire una buona padronanza della tecnica e limitare la variabilità statistica tra le osservazioni. Questa incongruenza tra reperti statistici, sicuramente conseguente alle diversità metodologiche proprie di ogni studio indagato, apre le porte all'utilizzo di altre tecniche di indagine di STJN per valutare la morfologia del piede: per esempio, la misurazione condotta in posizione di catena cinetica aperta così come descritto nella sezione Presupposti Teorici > STJN, si accompagna anche alla possibilità di eseguire tale misurazione in

condizioni di catena cinetica chiusa, dunque posizionando il paziente in condizioni *weight-bearing* e ripetendo la misurazione con gli stessi accorgimenti descritti in precedenza. Anche in questo caso, gli studi mostrano un disaccordo evidente sul grado di *reliability* della tecnica, con valori *inter-rater* pari a 0.15 per Picciano et al.³⁷ e 0.91 per Smith-Oricchio et Harris⁶⁵. Appare evidente dunque che l'elevata variabilità dei risultati statistici presenti in letteratura, sicuramente frutto di diversi *setting* sperimentali in termini di *pool* di soggetti e di esperienza clinica degli esaminatori, richieda nel futuro uno studio più standardizzato di STJN, con omogeneizzazione del campione di studio ed individuazione della variante maggiormente attendibile delle tecniche descritte in precedenza. È tuttavia disponibile in letteratura uno studio⁶³ che, seppur datato come quelli precedentemente considerati, indaga la *reliability* di una tecnica alternativa per l'analisi della posizione neutra dell'articolazione sottoastraglica, derivata da STJN. Viene richiesto al soggetto di mantenere la posizione *weight-bearing* in *stance* bipodalico dopo che dalla posizione prona sono stati individuati con un pennarello dermografico due punti di bisezione posti rispettivamente sull'aspetto superiore ed inferiore del calcagno osservato posteriormente su di un piano frontale, al fine di ottenere una linea retta, similmente a quanto accade nella pratica di STJN. Mediante l'uso di un inclinometro, strumento digitale adoperato per individuare la pendenza in gradi di un oggetto rispetto ad un piano di riferimento, si conduce la valutazione dell'inclinazione della linea di bisezione in relazione al piano d'appoggio del piede dei soggetti di studio. La misurazione è condotta da due esaminatori: il primo, fisioterapista con sei anni di esperienza clinica, possiede anche due anni di esperienza nell'uso dell'inclinometro nella valutazione di STJN; il secondo, uno studente di fisioterapia, possiede tre anni di esperienza nella valutazione biomeccanica del distretto dell'arto inferiore, ma nessuna conoscenza relativamente all'uso dell'inclinometro. I valori statistici riportati indicano una *inter-rater* ed *intra-rater reliability* pari rispettivamente a ICC = 0.85 e ICC = 0.91, mentre i valori SEM sono rispettivamente 0.80 e 1.10, a riprova dell'alta affidabilità clinica che dispone questo tipo di strumento. Malgrado questo studio non si accompagni ad altri *report* scientifici di approfondimento sul medesimo argomento, e sebbene presenti una data di pubblicazione risalente all'anno 1994, i dati che mostra sono accattivanti e, qualora venissero confermati da ulteriori studi, potrebbero permettere al clinico impegnato nella valutazione dell'atteggiamento del piede di disporre di una tecnica altamente affidabile e riproducibile, non particolarmente costosa e minimamente invasiva per il paziente.

5.6 Arch Height Index (AHI)

Due studi^{39,55} di letteratura sono stati individuati per la discussione dei valori di *reliability* associati al valore AHI. La possibilità di utilizzare dei calibri manuali nel calcolo di questo indice nella valutazione della morfologia del piede sembra godere di ottimi valori di affidabilità clinica: lo studio di Pohl et al.⁵⁵ riporta valori di *intra-rater reliability* pari a 0.87 e 0.92, rispettivamente calcolati con soggetti in *sitting position* (10% *weight-bearing*) ed in posizione di *stance* bipodalico (50% *weight-bearing*); a questi valori si accompagnano indici di SEM compresi tra 0.007 e 0.009, i quali descrivono la possibilità che valori di AHI possano essere affetti da un errore sensibilmente contenuto. Nello studio di Butler et al.³⁹, oltre al valore di *intra-rater reliability* per AHI (0.94), viene descritto anche il valore di *inter-rater reliability*, che si attesta a livelli considerevoli (0.99). Ogni singolo *item* indispensabile per il calcolo del valore finale AHI, nonché *lunghezza del piede*, *altezza del dorso del piede* e *lunghezza del piede tronca*, presenta valori di *reliability* molto elevati, a riprova del fatto che ogni singola misurazione gode di buona ripetibilità *inter-* ed *intra-esaminatore* e che ciò non sia invece solo riscontrabile nel calcolo finale del valore complessivo AHI. Va tuttavia messo in luce il fatto che, per entrambi gli studi, la valutazione delle diverse misure mediante calibro manuale è stata resa più facile e ripetibile dalla possibilità di far scorrere lo strumento su delle guide metalliche, il che ha indubbiamente accresciuto la qualità metodologica della valutazione ed ha dunque permesso di ottenere valori più standardizzati, specialmente nella valutazione *inter-rater*, quindi non direttamente correlati al grado di esperienza degli esaminatori. A riprova di ciò, uno studio di letteratura³⁸ che indaga la *reliability* dell'applicazione di AHI mediante l'uso di un singolo calibro manuale mobile riporta valori di *intra-rater reliability* che quasi si sovrappongono a quelli descritti da Butler et al.³⁹ (0.96 *versus* 0.94), mentre per la stima di *inter-rater reliability* i valori riportati calano sensibilmente (0.83 *versus* 0.99), pur rimanendo all'interno di un *range* che descrive elevata validità dello strumento utilizzato. Ciò nonostante, questa diversità maggiormente evidente in condizioni di valutazioni *inter-rater* può essere dimostrazione del fatto che la tecnica adoperata da Williams e McClay³⁸ soffra di una riduzione di affidabilità clinica dovuta al fatto di dover rimaneggiare più volte il calibro e di non poter invece disporre di una struttura fissa e meccanicamente stabile, la quale permette una valutazione più oggettiva e ripetibile, anche tra un osservatore e l'altro. Anche per questi articoli, come nei casi descritti nelle sezioni precedenti, le limitazioni più importanti che vincolano i risultati ottenuti e li ancorano agli specifici contesti clinici di indagine creati *ad hoc* per lo studio possono essere ricercati nell'omogeneità del campione esaminato, nell'assenza di patologie a carico degli arti

inferiori o di qualsivoglia alterazione funzionale o strutturale che possa aver alterato la valutazione, ed anche nell'età dei soggetti, la quale si attesta in un *range* 18-45 anni. L'uso di AHI e dei valori di *reliability* ad esso associati è stato indagato anche nella popolazione pediatrica con uno studio di Drefus et al.⁶⁷: quello che emerge dalla valutazione condotta da due esaminatori distinti su un *pool* di 30 soggetti sani con sviluppo regolare e con tecnica di indagine simile ai due studi analizzati in precedenza, si mostra pressoché in linea con i valori discussi precedentemente: i valori di *intra-rater reliability* variano da 0.80 a 0.82 in *sitting position* e da 0.84 a 0.87 in posizione di *stance* bipodalico, mentre i valori *inter-rater reliability* variano da 0.78 a 0.79 e da 0.76 a 0.89, rispettivamente.

Capitolo 6

CONCLUSIONE

L'*assessment* statico della morfologia del piede è un elemento centrale della pratica clinica del fisioterapista. La sua finalità è duplice, in quanto informa al riguardo di possibili modelli eziologici di predisposizione all'infortunio e permette di scegliere il miglior approccio terapeutico da riservare al paziente. Per tale motivo, la necessità di individuare tecniche d'indagine facilmente spendibili, sicure e di comprovata efficacia, è al giorno d'oggi uno degli obiettivi della ricerca scientifica, che sempre più concentra la propria attenzione in questo ambito di interesse. In questo senso, l'obiettivo dello studio è stato quello di mettere in luce lo stato dell'arte relativamente a questa tematica, attraverso un lavoro di ricerca che ha permesso di fare chiarezza tra le varie tecniche ad oggi disponibili e di rapido accesso per il fisioterapista, ma anche di determinare, per ognuna di essa, valori di *reliability* e *reproducibility* che permettessero di stimare quale possa essere considerato lo strumento più attendibile tra tutti. Quello che è emerso dall'analisi critica dei risultati, pur considerando i valori mediamente elevati ottenuti per la maggior parte delle tecniche approfondite, è che nel contesto scientifico attuale *Foot Posture Index* sia da considerare lo strumento più adatto nella valutazione clinica del piede pronato; questo perché i solidi valori di affidabilità e riproducibilità evidenziati dallo studio degli articoli esposti in precedenza, si accompagnano ad elementi essenziali quali facilità di applicazione, velocità di esecuzione e sicurezza nell'uso – intesa sia per il clinico, sia per il paziente. In aggiunta, tra tutte le tecniche analizzate, FPI è l'unico strumento che consente una valutazione *multi-planare* del piede e che ne considera dunque tutti i suoi aspetti. Per quanto anche altre tecniche di indagine si siano rivelate di buona affidabilità, ciò che si consiglia ai clinici è, eventualmente, di utilizzarle in associazione a FPI, qualora si volesse approfondire l'*assessment* del piede, e di non considerarne dunque un utilizzo dissociato da questa scala di valutazione. Indubbiamente il presente studio presenta dei limiti metodologici che, almeno in parte, possono aver inficiato sui risultati ottenuti; tuttavia, il sempre maggiore interesse della letteratura mostrato nei riguardi di questo argomento verrà auspicabilmente convogliato per ottenere degli studi ad ampio spettro di revisione sistematica sul tema, con il fine ultimo di stabilire la reale efficacia ed applicabilità clinica di uno strumento che permetta l'*assessment* del piede su una popolazione quanto più estesa ed eterogenea.

Capitolo 7

BIBLIOGRAFIA

1. Razeghi M, Batt ME, Foot type classification: a critical review of current methods. *Gait Posture*, 2002; **15 (3)**: 282-291
2. Song J, Hillstrom HJ, Secord D, Levitt J, Foot type biomechanics: comparison of planus and rectus foot types. *J Am Podiatr Med Assoc*, 1996; **86 (1)**: 16-23
3. Cobb SC, Bazett-Jones DM, Joshi MN, Earl-Boehm JE, James CR, The relationship among foot posture, core and lower extremity muscle function, and postural stability. *J Athl Train*, 2014; **49 (2)**: 173-180
4. Nakhaee Z, Rahimi A, Abaee M, Rezasoltani A, Kalantari KK, The relationship between the height of the medial longitudinal arch (MLA) and the ankle and knee injuries in professional runners. *Foot*, 2008; **18 (2)**: 84-90
5. Tong JW, Kong PW, Association between foot type and lower extremity injuries: systematic literature review with meta-analysis. *J Orthop Sports Phys Ther*, 2013; **43 (10)**: 700-714
6. Root ML, Weed JH, Orien WP, *Normal and abnormal function of the foot*. Clinical Biomechanics Corporation, 1977
7. Root MI, Biomechanical examination of the foot. *J Am Podiatry Assoc*, 1973; **63 (1)**: 28-29
8. Xiong S, Goonetilleke RS, Witaana CP, Weerasinghe TW, Au EY, Foot arch characterization: a review, a new metric and a comparison. *J Am Podiatr Med Assoc*, 2010; **100 (1)**: 14-24
9. McPoil TG, Cornwall MW, Use of the longitudinal arch angle to predict dynamic foot posture in walking. *J Am Podiatr Med Assoc*, 2005; **95 (2)**: 114-120
10. Redmond AC, Crosbie J, Ouvrier RA, Development and validation of a novel rating system for scoring standing foot posture: the Foot Posture Index. *Clin Biomech*, 2006; **21 (1)**: 89-98
11. Murley GS, Menz HB, Landford KB, A protocol for classifying normal- and flat-arched foot posture for research studies using clinical and radiographic measurements. *J Foot Ankle Res*, 2009; **4**: 2-22
12. Jarvis HL, Nester CJ, Jones RK, Williams A, Bowden PD, Inter-assessor reliability of practice based biomechanical assessment of the foot and ankle. *Journal of Foot and Ankle Research*, 2012; **5**: 14
13. Kitaoka HB, Luo ZP, An KN, Three-dimensional analysis of flatfoot deformity: cadaver study. *Foot Ankle Int*, 1998; **7**: 447-51

14. Neumann DA, *Kinesiology of the Musculoskeletal System: foundations for rehabilitation*. 2nd edition, Mosby Elsevier, 2010
15. Tome J, Nawoczenski DA, Flemister A, Houck J, Comparison of foot kinematics between subjects with posterior tibialis tendon disfunction and healthy controls. *J Orthop Sports Phys Ther*, 2006; **36 (9)**: 635-644
16. Uden H, Scharfbillig R, Causby R, The typically developing paediatric foot: how flat should it be? A systematic review. *Journal of Foot and Ankle Research*, 2017; **10**: 37
17. Nemeth B, The diagnosis and management of common childhood orthopedic disorders. *Curr Problm Pediatr Adolesc Health Care*, 2011; **41 (1)**: 2-28
18. Sadeghi-Demneh E, Azadinia F, Jafarian F, Shamsi F, Melvin JM, Jafarpishe M, Rezaeian Z, Flatfoot and obesity in school-age children: a cross-sectional study. *Clin Obes*, 2016; **6 (1)**: 42-50
19. Kulig K, Burnfield JM, Reischl S, Requejo SM, Blanco CE, Thordarson DB, Effect of foot orthoses on tibialis posterior activation in persons with pes planus. *Med Sci Sports Exerc*, 2005; **37 (1)**: 24-29
20. Kulk K, Burnfield JM, Requejo SM, Sperry M, Terk M, Selective activation of tibialis posterior: evaluation by magnetic resonance imaging. *Med Sci Sports Exerc*, 2004; **36 (5)**: 862-867
21. Chuckpaiwong B, Nunley JA, Queen RM, Correlation between static foot type measurements and clinical assessments. *Foot Ankle Int*, 2009; **30 (3)**: 205-212
22. Mentiplay BF, Clark RA, Mullins A, Bryant AL, Bartold S, Paterson K, Reliability and validity of the Microsoft Kinect for evaluating static foot posture. *J Foot Ankle Res*, 2013; **6 (1)**: 14
23. Langley B, Cramp M, Morrison SC, Clinical measures of static foot posture do not agree. *J Foot Ankle Res*, 2016; **9**: 45
24. Redmond AC, Crane YZ, Menz HB, Normative values for the Foot Posture Index. *J Foot Ankle Res*, 2008; **1 (1)**: 6
25. Redmond AC, *Easy quantification of standing foot posture; Six item version FPI-6; USER GUIDE AND MANUAL*. 2005
26. Lee JS, Kim KB, Jeong SM, Correlation of foot posture index with plantar pressure and radiographic measurements in pediatric flatfoot. *Ann Rehabil Med*, 2015; **39 (1)**: 10-17

27. Brody DM, Techniques in the evaluation and treatment of the injured runner. *Orthop Clin North Am*, 1982; **13 (3)**: 541-558
28. Vinicombe A, Raspovic A, Menz HB, Reliability of navicular displacement measurement as a clinical indicator of foot posture. *J Am Podiatr Med Assoc*, 2001; **91 (5)**: 262-268
29. Menz HB, Alternative techniques for the clinical assessment of foot pronation. *J Am Podiatr Med Assoc*, 1998; **88 (3)**: 119-129
30. Nilsson MK, Friis R, Michaelsen MS, Jakobsen PA, Nielsen RO, Classification of the height and flexibility of the medial longitudinal arch of the foot. *J Foot Ankle Res*, 2012; **5**: 3
31. Nielsen RG, Rathleff MS, Simonsen OH, Langberg H, Determination of normal values for navicular drop during walking: a new model correcting for foot length and gender. *J Foot Ankle Res*, 2009; **2**: 12
32. http://orthopedia.wikia.com/Foot_Postural_Assessment_Tools [consultato in data 17 marzo 2019]
33. Sobel E, Levitz S, Caselli M, Brentnall Z, Tran MQ, Natural history of the rearfoot angle: preliminary values in 150 children. *Foot Ankle Int*, 1999; **20 (2)**: 119-125
34. Buchanan KR, Davis I, The relationship between forefoot, midfoot and rearfoot static alignment in pain-free individuals. *J Orthop Sports Phys Ther*, 2005; **35 (9)**: 559-566
35. Jonson SR, Gross MT, Intraexaminer reliability, interexaminer reliability, and mean values for nine lower extremity skeletal measures in healthy naval midshipmen. *J Orthop Sports Phys Ther*, 1997; **25 (4)**: 253-263
36. Elveru RA, Rothstein JM, Lamb RL, Riddle DL, Methods for taking subtalar joint measurements. A clinical report. *Phys Ther*, 1988; **68 (5)**: 678-682
37. Picciano AM, Rowlands MS, Worrell T, Reliability of open and closed kinetic chain subtalar joint neutral positions and navicular drop test. *J Orthop Sports Phys Ther*, 1993; **18 (4)**: 553-558
38. Williams DS, McClay IS, Measurements used to characterize the foot and the medial longitudinal arch: reliability and validity. *Phys Ther*, 2000; **80 (9)**: 864-871
39. Butler RJ, Hillstrom H, Song J, Richards CJ, David IS, Arch height index measurements system: establishment of reliability and normative values. *Journal of the American Podiatric Medical Association*, 2008; **98 (2)**: 102-106
40. Saal FE, Downey RG, Lahey MA, Rating the ratings: assessing the psychometric quality of rating data. *Psychological Bulletin*, 1980; **88 (2)**: 413

41. Bruton A, Conway JH, Holgate ST, Reliability: what is it, and how is it measured? *Physiotherapy*, 2000; **86**: 94-99
42. Cohen J, A coefficient of agreement for nominal scales. *Education and Psychological Measurements*, 1960; **20 (1)**: 37-46
43. Fleiss JL, Measuring nominal scale agreement among many raters. *Psychological Bulletin*, 1971; **76 (5)**: 378
44. Bland JM, Altman D, Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *The Lancet*, 1986; **327 (8476)**: 307-310
45. Daly LE, Bourke GJ, Interpretation and use of medical statistics. *Oxford: Blackwell Science Ltd*, 2000
46. Koo TK, Li MY, A guideline of selecting and reporting intraclass correlation coefficients for reliability research. *Journal of Chiropractic Medicine*, 2016; **15**: 155-163
47. Cicchetti DV, Guidelines, criteria, and rules of thumb for evaluating normed and standardized assessment instruments in psychology. *Psychological Assessment*, 1994; **6 (4)**: 284-290
48. Guyatt G, Walter S, Norman G, Measuring change over time: assessing the usefulness of evaluative instruments. *J Chronic Dis*, 1987; **40 (2)**: 171–178
49. Beckerman H, Roebroeck ME, Lankhorst GJ, Becher JG, Bezemer PD, Verbeek AL, Smallest real difference, a link between reproducibility and responsiveness. *Qual Life Res*, 2001; **10 (7)**: 571–578
50. McLaughlin P, Vaughan B, Shanahan J, Martin J, Linger G, Inexperienced examiners and the Foot Posture Index: a reliability study. *Manual Therapy*, 2016; **26**: 238-240
51. Martinez BR, Oliveira JC, Vieira KVSG, Li LC, Translation, cross-cultural adaptation, and reliability of the Foot Posture Index (FPI-6) – Brazilian version. *Physiother Theory Pract*, 2019; **20**: 1-6
52. Aquino MRC, Avelar BS, Silva PL, Ocarino JM, Resende RA, Reliability of Foot Posture Index individuals and total scores for adults and older adults. *Musculoskelet Sci Pract*, 2018; **36**: 92-95
53. Zuñil-Escobar JC, Martinez-Cepa CB, Martin-Urrialde JA, Gomez-Conesa A, Evaluating the medial longitudinal arch of the foot: correlations, reliability and accuracy in people with a low arch. *Phys Ther*, 2019; **99 (3)**: 364-372

54. Zuñil-Escobar JC, Martínez-Cepa CB, Martín-Urrialde JA, Gómez-Conesa A, Medial longitudinal arch: accuracy, reliability, and correlation between navicular drop test and footprint parameters. *J Manipulative Physiol Ther*, 2018; **41 (8)**: 672-679
55. Pohl MB, Farr L, A comparison of foot arch measurement reliability using both digital photography and caliper methods. *Journal of Foot and Ankle Research*, 2010; **3**: 14
56. Morris SC, Ferrari J, Inter-rater reliability of the Foot Posture Index (FPI-6) in the assessment of the paediatric foot. *J Foot Ankle Res*, 2009; **2**: 26
57. Keenan AM, Redmond AC, Horton M, Conaghan PG, Tennant A, The Foot Posture Index: Rasch analysis of a novel, foot-specific outcome measure. *Arch Phys Med Rehabil*, 2007; **88 (1)**: 88-93
58. Allen MK, Glasoe WM, Metrecom measurement of navicular drop in subjects with anterior cruciate ligament injury. *J Athl Train*, 2000; **35 (4)**: 403-406
59. Mueller MJ, Host JV, Norton BJ, Navicular drop as a composite measure of excessive pronation. *J Am Podiatr Med Assoc*, 1993; **83 (4)**: 198-202
60. Shrader JA, Popovich JM, Gracey GC, Danoff JV, Navicular drop measurement in people with rheumatoid arthritis: interrater and intrarater reliability. *Phys Ther*, 2005; **85 (7)**: 656-664
61. Dahle LK, Mueller MJ, Delitto A, Diamond JE, Visual assessment of foot type and relationship of foot type to lower extremity injury. *J Orthop Sports Ther*, 1991; **14 (2)**: 70-74
62. Donatelli R, *The biomechanics of the foot and ankle*. F A Davis Co, 1995
63. Sell KE, Verity TM, Worrell TW, Pease BJ, Wigglesworth J, Two measurement techniques for assessing subtalar joint position: a reliability study. *J Orthop Sports Phys Ther*, 1994; **19 (3)**: 162-167
64. Elveru RA, Rothstein JM, Lamb RL, Goniometric reliability in a clinical setting. Subtalar and ankle joint measurements. *Phys Ther*, 1988; **68 (5)**: 672-677
65. Smith-Oricchio K, Harris BA, Interrater reliability of subtalar neutral, calcaneal inversion and eversion. *J Orthop Sports Phys Ther*, 1990; **12 (1)**: 10-15
66. Diamond JE, Mueller MJ, Delitto A, Sinacore DR, Reliability of a diabetic foot evaluation. *Phys Ther*, 1989; **69 (10)**: 797-802
67. Drefus LC, Kedem P, Mangan SM, Scher DM, Hillstrom HJ, Reliability of the Arch Height Index as a measure of foot structure in children. *Pediatr Phys Ther*, 2017; **29 (1)**: 83-88