



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI GENOVA

Università degli Studi di Genova

Facoltà di Medicina e Chirurgia

Campus Universitario di Savona

Master in Riabilitazione dei Disordini Muscoloscheletrici

ANNO ACCADEMICO 2011/2012

“L’insufficienza del tendine del tibiale posteriore è la causa più comune del piede piatto acquisito negli adulti. Questa diagnosi va tenuta presente quando si valuta un dolore mediale alla caviglia e al piede o un collasso unilaterale dell’arco plantare con una deformità di piede piatto. C’è evidenza che il trattamento manuale e/o l’esercizio possano incidere sulla gestione di queste problematiche?”

Candidato:

Dott. Ft Ivan Paolatto

Relatore:

Dott. Ft OMT Riccardo Ansaldi

ABSTRACT

Background. Il terapeuta manuale si trova spesso nella pratica clinica a dovere valutare e riabilitare persone in cui la volta plantare ha ceduto. Spesso questo cedimento è legato all'incapacità del tendine del tibiale posteriore di svolgere la propria funzione di sostegno dell'arco plantare stesso e si manifesta con dolore e impotenza funzionale.

Scopo dello studio. Lo scopo di questo studio è quello di ricercare degli articoli riguardanti la valutazione ed il trattamento del tendine del tibiale posteriore dal punto di vista dell'esercizio e della terapia manuale, ma anche ricavare informazioni utili per la strutturazione di una pratica clinica basata sulle più recenti evidenze inerenti l'argomento.

Materiali e metodi. È stata eseguita una ricerca utilizzando principalmente PubMed. In una prima fase i termini *mesh* "Posterior Tibial Tendon Dysfunction" AND "Flatfoot". La ricerca è continuata con i termini "Navicular drop test" AND "flat foot" e poi in maniera più mirata sull'esercizio con i termini "Posterior Tibial Tendon Dysfunction" AND "Exercise". Sono quindi stati selezionati gli articoli sulla base degli abstract.

Risultati. Negli studi presi in considerazione si parla molto della classificazione del piede piatto, in alcuni casi tale classificazione è puramente indirizzata alla chirurgia. Nella seconda fase della ricerca gli articoli erano più indirizzati ad un'analisi degli scompensi provocati dal deficit del tibiale posteriore. Sono stati reperiti degli articoli nei quali si parla di esercizi per rinforzare il tibiale posteriore.

Conclusioni. Il piede piatto acquisito nell'adulto è una conseguenza del deficit del tibiale posteriore. Tuttavia dal punto di vista riabilitativo questo problema non è stato molto analizzato in letteratura. Al di là dell'aspetto chirurgico, fin'ora sono state presi in considerazione ortesi e bendaggi come principali interventi di risoluzione del problema. Sono

solo ancora in fase sperimentale alcuni interventi riabilitativi che prevedono l'utilizzo di esercizi.

INDICE

1. INTRODUZIONE	pag 6
1.1. Cenni di anatomia e fisiologia articolare	pag 6
1.2. Cinematica	pag 8
1.3. Il passo	pag 9
1.4. Obiettivo dello studio	pag 10
2. MATERIALI E METODI	pag 11
2.1. Sviluppo	pag 12
2.2. Risultati della ricerca bibliografica	pag 13
3. RISULTATI	pag 22
3.1. Classificazione	pag 22
3.2. Il trattamento riabilitativo	pag 30
4. DISCUSSIONE	pag 31
5. CONCLUSIONE	pag 34
6. BIBLIOGRAFIA	pag 35

1 INTRODUZIONE

Il piede piatto acquisito è una patologia che si manifesta prevalentemente nell'età adulta (oltre i 40 anni). Questa deformazione comporta un'elongazione del tendine del tibiale posteriore e la caduta dell'arco longitudinale del piede. Insieme a questi principali fattori ce ne sono sicuramente altri che coinvolgono l'aspetto anatomico e fisiologico del piede, sia preso come unità isolata, sia con tutto l'arto inferiore e quindi anche durante il passo. Per capire al meglio come sono caricate le strutture e come esse interagiscono durante il passo è necessario conoscere a pieno la struttura.

1.1 Cenni di anatomia e fisiologia articolare.

Il piede è una struttura complessa. Rappresenta il punto di contatto del corpo al suolo e quindi deve essere in grado di trasmettere le forze per la propulsione e il cammino, ma anche di assorbire e dissipare le forze di reazione che provengono da terra. Inoltre deve trasmettere le forze di strutture sviluppate in verticale in direzione orizzontale come avviene durante il passo. Di conseguenza tali strutture devono essere molto forti e stabili anche per i bracci di leva e i momenti che su di esso agiscono.

Gran parte del lavoro di adattamento al suolo deriva dalle articolazioni subtalari: la calcaneo-cuboidea sulla linea esterna molto più rigida e stabile adatta per trasmettere le forze di propulsione dal tallone verso l'avampiede e della astragalo-scafoidea o talo-navicolare (che rappresenta invece la zona più mobile del piede fondamentale nel controllo della prono-supinazione^[1]).

La volta plantare rappresenta la principale struttura architettonica del piede ed è in grado di unire le strutture ossee, legamentose, tendinee e muscolari e rendere il tutto in grado di collaborare per un insieme di funzioni quali la statica, il cammino e l'adattamento del piede alle diverse superfici su cui appoggia. Quindi deve essere in grado di offrire la giusta solidità, ma al contempo essere abbastanza elastica e deformabile.^[1,2]

La volta è sostenuta da tre archi: interno, esterno e frontale^[2]. Quello che riveste maggiore interesse per il presente lavoro è sicuramente l'arco interno riportato nei diversi articoli come MLA (Medial Longitudinal Arch). Esso è la prima struttura che supporta il carico e assorbe lo shock. Le enormi forze che agiscono sul piede eccederebbero le capacità delle singole ossa di sopportare il carico^[1]. C'è poi la componente muscolare. Il peroneo lungo laterale, il flessore proprio dell'alluce e flessore comune delle dita, l'adduttore dell'alluce, ma soprattutto il tibiale posteriore. Quest'ultimo è fondamentale per la sua posizione e per la sua azione sulla chiave di volta dell'arco plantare (lo scafoide) per il mantenimento dell'arco plantare stesso. L'altezza dal suolo dello scafoide si aggira sui 15-18 mm^[2]. Per il mantenimento della posizione e limitazione dell'eversione sono molto importanti due legamenti: le fibre mediali del legamento interosseo (talo-calcaneare) e le fibre tibio calcaneari del legamento deltoideo^[1]. Una nota particolare la merita il legamento calcaneo-navicolare (o calcaneo-scafoideo) inferiore o spring ligament. Esso arriva fino al sustentaculum tali e sostiene la testa del tarso come una molla (da qui il suo nome). È rivestito sulla sua faccia superiore da fibrocartilagine che ne spiega anche la funzione di sostegno e l'attrito a cui è sottoposto^[1,3]. Con il peso infatti la testa dell'astragalo viene spinta in avanti, verso il basso e medialmente, trovando la resistenza del legamento.

Durante il carico le forze sono distribuite sui tre punti d'appoggio: 1° metatarso 1/6 del peso, 5° metatarso 2/6 del peso, tallone 3/6 del peso. In un equilibrio normale della pianta del piede la volta plantare mantiene le sue normali dimensioni. Si possono presentare poi due situazioni che si discostano dalla normalità che sono il piede cavo, con volta accentuata, e il piede piatto, con volta diminuita o scomparsa. Quest'ultima situazione in particolare è conseguenza del ridotto sostegno del tibiale posteriore e del peroneo laterale lungo alla volta plantare anche in situazioni dinamiche^[2]. Il ruolo dei legamenti in questo caso è controverso visto che essi sono adatti a sostenere l'arco del piede solo per brevi momenti in un caso^[2], invece sufficienti per sostenere il carico (insieme alla fascia e al connettivo) in posizione eretta per altri^[1].

Le deformazioni che conseguono a questo deficit, oltre ad una naturale caduta in pronazione, sono:

1. Varismo del piede in assenza di appoggio;
2. Valgismo del retro piede in appoggio, con angoli che dai normali 5° possono arrivare fino a 20° (misura dell'asse della gamba con l'asse rappresentato dal tendine d'Achille);
3. Diminuzione della volta plantare in appoggio, con caduta più o meno accentuata e che permette di conseguenza di osservare anche impronte differenti a seconda del grado di piattismo;
4. Abduzione supinazione dell'avampiede per riequilibrare la deviazione del retropiede.

La combinazione dei punti 2, 3, 4 porta in evidenza sulla parte interna del piede diversi tubercoli che sono: il malleolo interno un po' più sporgente del solito, la parte interna della testa dell'astragalo, il tubercolo dello scafoide^[2]. In diversi articoli invece si riporta come caratteristica il segno "too many toes" poiché vista la deformità del piede si possono notare da una visione posteriore "troppe dita" visibili sul lato esterno rispetto ad una situazione di normalità.

Conseguenze fisiche del piede piatto sono lo stiramento dell'articolazione talo-navicolare che comporta uno stiramento della fascia e delle altre strutture connettivali. Ne consegue un eccessivo lavoro dei muscoli intrinseci ed estrinseci per mantenere l'arco^[1]. Questo può portare a sviluppare maggiore fatica, ma anche dolori, speroni e infiammazioni della fascia, del connettivo e come citato in molti articoli del tendine del tibiale posteriore stesso.

1.2 Cinematica

È soprattutto l'articolazione talo-navicolare che provvede alla prono supinazione, ovviamente ciò è possibile se c'è la mobilità anche delle articolazioni vicine. Lo studio del movimento però presenta delle difficoltà legate a diversi fattori:

1. Sono presenti 2 differenti assi di rotazione;
2. L'ampiezza di movimento è differente se le articolazioni sono in carico o scarico;

3. La funzione di stabilizzazione delle articolazioni è dipendente da quella del retro piede^[1,2,4].

Quindi va considerato che se il tallone non è fisso al suolo i movimenti di prono supinazione avvengono ad opera del calcagno sull'astragalo, viceversa se il tallone è in appoggio è l'astragalo che si sposta sul calcagno. Ne conseguono anche rotazioni della gamba^[1].

L'ampiezza dei movimenti di supinazione e pronazione è rispettivamente di 22,6° e 12,5° mediamente secondo Neumann, di 20° e 10° secondo Kaltenborn.

1.3 Il passo

Durante il passo l'arco mediale svolge la sua principale funzione di assorbimento dell'impatto e protezione del piede, per cui nella normale funzione si osserva un continuo abbassamento e innalzamento della volta. L'abbassamento dell'arco occorre nel primo 30-35% di contatto del piede al suolo^[1]. Subito dopo il contatto l'articolazione talo-navicolare che è dorsiflessa e supinata per effetto delle azioni muscolari, va in plantiflessione e pronazione. Quest'ultima è controllata da due meccanismi:

- Il calcagno va in eversione poiché le forze di reazione passano lateralmente al suo asse. La testa dell'astragalo va avanti, mediale, in basso comportando una abduzione e dorsiflessione della subtalare;
- Tibia-perone e in minor misura il femore intraruotano dopo il contatto^[1].

Il ruolo dei muscoli in questa fase è fondamentale, poiché i muscoli adduttori supinatori^[2,3] (tibiale posteriore in primis, ma anche flessore proprio dell'alluce e flessore comune dita) svolgono un lavoro eccentrico e aiutano a decelerare la pronazione. Lo fanno anche grazie al decorso che hanno, sfruttando quindi le pulegge attorno alle quali ruotano: il malleolo interno per tibiale posteriore e flessore lungo delle dita e il sustentaculum tali per il flessore proprio dell'alluce^[1]. Durante la maggior parte del passo il lavoro muscolare è di tipo eccentrico non solo per limitare la pronazione, ma anche per limitare l'avanzamento

della tibia rispetto al piede. Durante la fase di toe-off, cioè di sospensione del piede da terra il loro lavoro è di tipo concentrico^[1]. Per quanto riguarda i gradi di movimento:

- attacco del piede al suolo: circa 2-3° di inversione
- fino al 30-35% della fase del passo pronazione che porta la sottoastraglica a 2° di eversione nella normalità
- al 40-45% l'articolazione è in neutro
- fase di stacco 6° di inversione.

1.4 Obiettivo dello studio

Lo scopo del presente studio è di individuare le caratteristiche che permettono di riconoscere il piede piatto nell'adulto con conseguente classificazione. Inoltre verificare se ci sono degli studi che permettono di determinare se il deficit è causato dal tibiale posteriore e in che modo esso ne è responsabile, non trascurando quelli che possono essere anche le implicazioni nel cammino o nei movimenti oltre che in posizione statica. Oltre alla classificazione, si vuole individuare degli studi se presenti che sperimentino dei trattamenti manuali o degli esercizi. Ciò permetterebbe di riconoscere quali potrebbero essere i trattamenti più idonei per tale patologia utili in pratica clinica e alla luce delle più recenti prove di efficacia.

2 MATERIALI E METODI

Il quesito iniziale doveva rispondere al titolo della tesi. Quindi seguendo il criterio PICOM ho cercato di inserire le varie voci al fine di strutturare la ricerca. Quindi:

Patient: adulto con piede piatto acquisito

Intervention: esercizio o terapia manuale

Comparison: altri trattamenti (chirurgico)

Outcome: diminuzione del dolore o miglioramento della deformità

Method: RCT?

Partendo da questa formulazione ho iniziato la ricerca utilizzando come strumento principale PubMed. Tuttavia la mia prima ricerca non ha sortito alcun risultato forse perché la domanda era troppo articolata. Quindi ho deciso di semplificare la ricerca utilizzando i termini Mesh e la mia attenzione è andata soprattutto su quelli che sono i tasselli fondamentali della formulazione del titolo: “tendine del tibiale posteriore” e “piede piatto”. Ho quindi inserito i termini “*posterior tibial tendon dysfunction*” e “*flat foot*” combinandoli con l’operatore booleano AND. Per il primo termine ho limitato la ricerca ad alcuni campi. Quindi la stringa di ricerca è risultata la seguente:

```
(( "Posterior Tibial Tendon Dysfunction/classification"[Mesh] OR "Posterior Tibial Tendon Dysfunction/complications"[Mesh] OR "Posterior Tibial Tendon Dysfunction/diagnosis"[Mesh] OR "Posterior Tibial Tendon Dysfunction/physiopathology"[Mesh] OR "Posterior Tibial Tendon Dysfunction/prevention and control"[Mesh] OR "Posterior Tibial Tendon Dysfunction/rehabilitation"[Mesh] )) AND "Flatfoot"[Mesh]
```

La ricerca ha prodotto 46 articoli. Leggendo gli abstract ho fatto una selezione degli articoli eliminando quelli che parlavano esclusivamente di chirurgia, ma mantenendo quelli in cui era presente comunque una classificazione della patologia o un'analisi delle articolazioni coinvolte. Ho escluso articoli in lingua differenti dall'inglese e quelli antecedenti l'anno 2000.

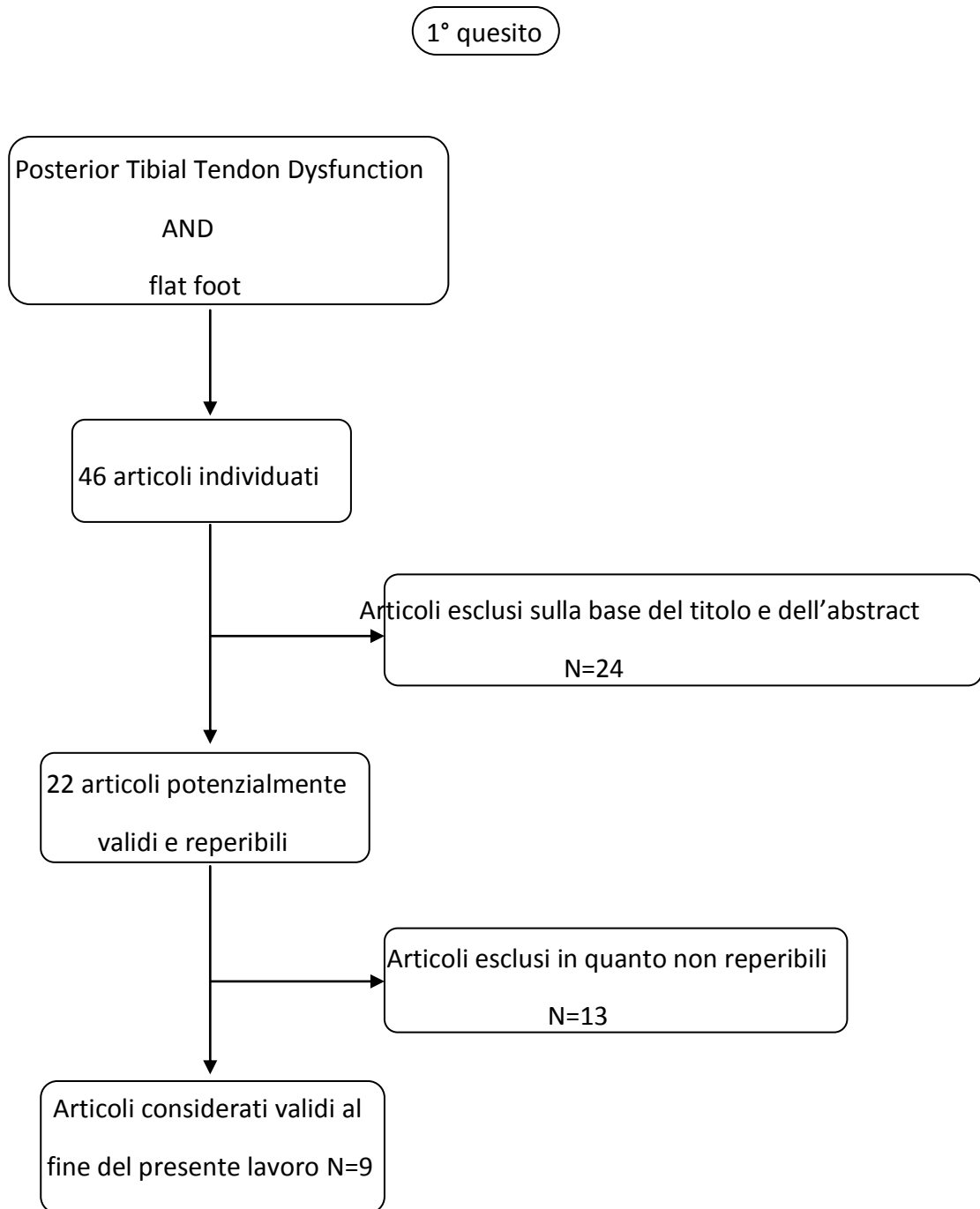
Fra quelli selezionati sono riuscito ad ottenere un numero di 9 articoli. Leggendoli però ho notato che molti parlavano di classificazione, ma con il secondo fine sempre dell'intervento chirurgico. Non c'era alcun cenno ad altri argomenti quali riabilitazione e valutazione. Per quest'ultima ho preso in considerazione un articolo relativo al corso Neurac che ho frequentato in cui si effettuava il *Navicular Drop Test* come valutazione della misura della caduta della volta plantare. Utilizzando questa stringa e di nuovo combinandola con "*flat foot*" sono andato nuovamente su Pub Med per effettuare una nuova ricerca selezionando ulteriori 5 articoli di interesse. A questo punto però non c'erano articoli che trattavano l'argomento esercizio o terapia manuale. Sempre sulla banca dati PubMed ho effettuato una nuova ricerca utilizzando i termini Mesh "*Posterior Tibial Tendon Dysfunction*" AND "*Exercise*". Ho prelevato gli articoli correlati a quelli di interesse ai quali avevo la possibilità di accedere.

2.1 Sviluppo

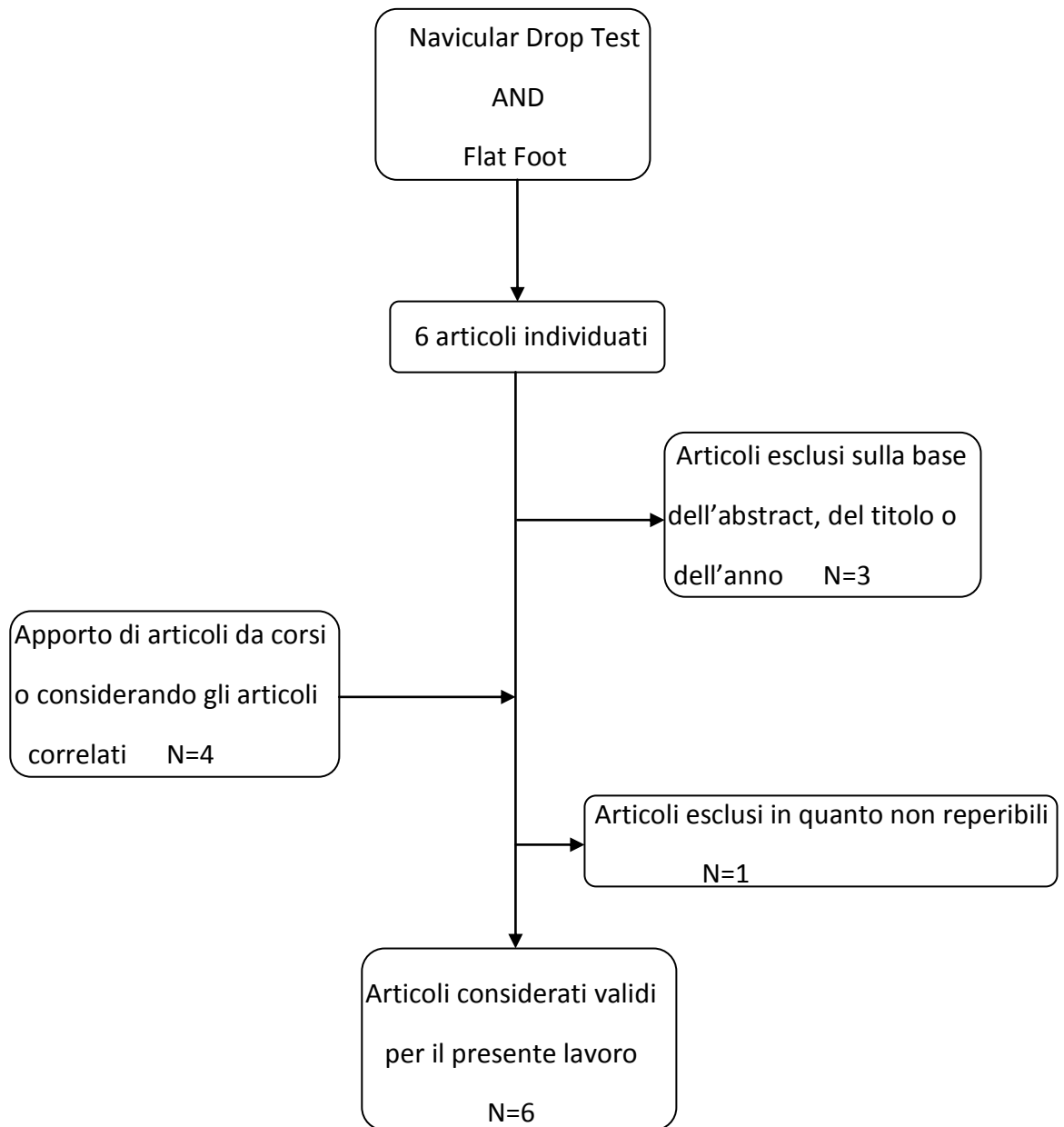
Il candidato ha svolto la ricerca bibliografica autonomamente, selezionando gli articoli potenzialmente rilevanti servendosi degli abstracts. Successivamente ha reperito il full text degli stessi e eseguito un'analisi accurata per identificare gli studi realmente includibili nella revisione.

2.2 Risultati della ricerca bibliografica.

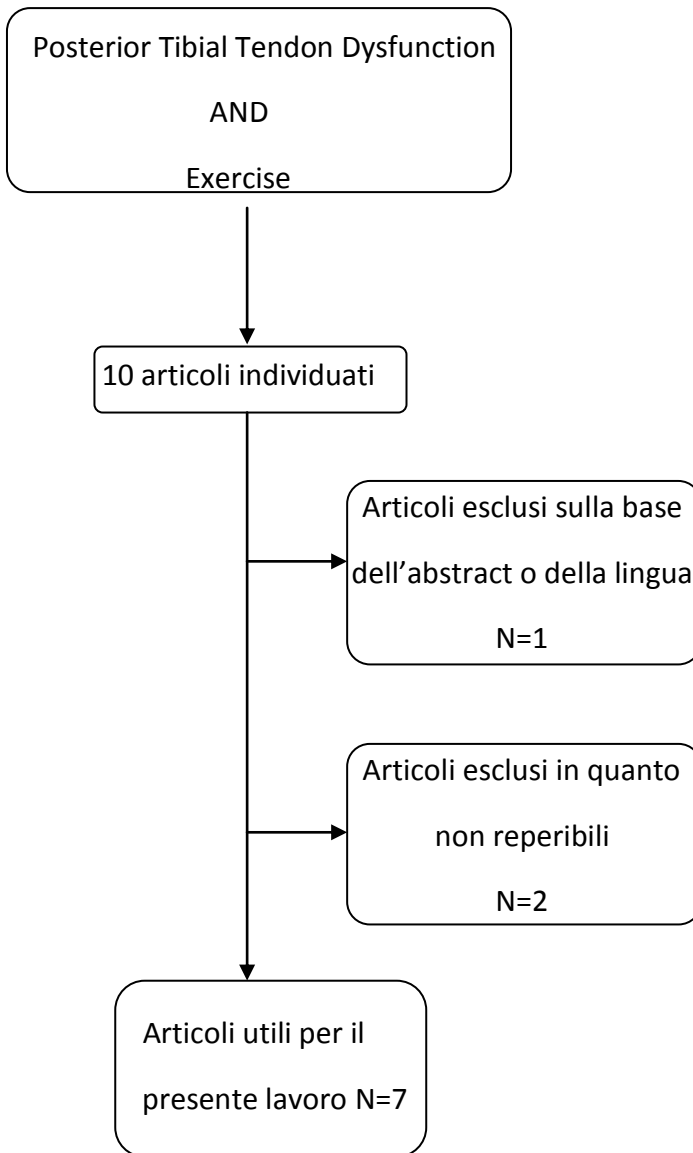
Diagramma di flusso rappresentante la procedura per l'individuazione degli articoli:



2° quesito



3° quesito



Totale articoli presi in considerazione per la
stesura del presente lavoro

N=21

due articoli erano presenti in due ricerche
diverse.

Nella tabella seguente vengono riportati tutti gli articoli trovati, ma poi esclusi in base alla lettura dell'abstract e suddivisi in base alla stringa di ricerca. 37 su 46 per la prima, 4 su 6 per la seconda e infine 3 su 10 per la terza.

Search: (("Posterior Tibial Tendon Dysfunction/classification"[Mesh] OR "Posterior Tibial Tendon Dysfunction/complications"[Mesh] OR "Posterior Tibial Tendon Dysfunction/diagnosis"[Mesh] OR "Posterior Tibial Tendon Dysfunction/physiopathology"[Mesh] OR "Posterior Tibial Tendon Dysfunction/prevention and control"[Mesh] OR "Posterior Tibial Tendon Dysfunction/rehabilitation"[Mesh])) AND "Flatfoot"[Mesh]

Posterior tibial tendon dysfunction: a review. Durrant B, Chockalingam N, Hashmi F. J Am Podiatr Med Assoc. 2011 Mar-Apr;101(2):176-86. Review	Articolo non trovato
[Medial displacement calcaneal osteotomy with mini-incision for the treatment of acquired flexible flatfoot caused by posterior tibial tendon dysfunction]. Zhou JB, Tang KL, Yang HF, Tao X, Xie MM, Li H, Tan XK, Xu JZ. Zhonghua Yi Xue Za Zhi. 2010 Sep 7;90(33):2320-3. Chinese	Articolo escluso dopo lettura Abstract perché indirizzato verso la chirurgia
Deltoid ligament reconstruction with peroneus longus autograft in flatfoot deformity. Ellis SJ, Williams BR, Wagshul AD, Pavlov H, Deland JT. Foot Ankle Int. 2010 Sep;31(9):781-9.	Articolo escluso dopo lettura Abstract perché indirizzato verso la chirurgia
Lateral column lengthening for acquired adult flatfoot deformity caused by posterior tibial tendon dysfunction stage II: a retrospective comparison of calcaneus osteotomy with calcaneocuboid distraction arthrodesis. Haeseker GA, Mureau MA, Faber FW. J Foot Ankle Surg. 2010 Jul-Aug;49(4):380-4.	Articolo escluso dopo lettura Abstract perché indirizzato verso la chirurgia
Tendon disorders of the foot and ankle, part	Articolo non trovato

3: the posterior tibial tendon. Gluck GS, Heckman DS, Parekh SG. Am J Sports Med. 2010 Oct;38(10):2133-44. Epub 2010 Mar 29.	
Isolated talonavicular arthrodesis in patients with rheumatoid arthritis of the foot and tibialis posterior tendon dysfunction. Popelka S, Hromádka R, Vavřík P, Stursa P, Pokorný D, Jahoda D, Sosna A. BMC Musculoskelet Disord. 2010 Feb 27;11:38.	Articolo escluso dopo lettura Abstract perché indirizzato verso la chirurgia
Operative management options for symptomatic flexible adult acquired flatfoot deformity: a review. Zaw H, Calder JD. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2010 Feb;18(2):135-42. Review. No abstract available.	Articolo escluso dopo lettura Abstract perché indirizzato verso la chirurgia
The influence of flatfoot deformity on the gliding resistance of tendons about the ankle. Fujii T, Uchiyama E, Kitaoka HB, Luo ZP, Zhao KD, An KN. Foot Ankle Int. 2009 Nov;30(11):1107-10.	Articolo non trovato
Functional outcome after surgical reconstruction of posterior tibial tendon insufficiency in patients under 50 years. Tellisi N, Lobo M, O'Malley M, Kennedy JG, Elliott AJ, Deland JT. Foot Ankle Int. 2008 Dec;29(12):1179-83.	Articolo escluso dopo lettura Abstract perché indirizzato verso la chirurgia
Re: Adult acquired flatfoot deformity following tibialis posterior to dorsum transfer: a case report. Kohls-Gatzouli JA, Sakellariou A. Foot Ankle Int. 2008 Nov;29(11):1168; author reply 1169. No abstract available.	Articolo escluso dopo lettura Abstract perché indirizzato verso la chirurgia
Calcaneal osteotomies for the treatment of adult-acquired flatfoot. Hix J, Kim C, Mendicino RW, Saltrick K, Catanzariti AR. Clin Podiatr Med Surg. 2007 Oct;24(4):699-719, viii-ix. Review.	Articolo escluso dopo lettura Abstract perché indirizzato verso la chirurgia
Biomechanics and clinical analysis of the adult acquired flatfoot. Richie DH Jr.	Articolo non trovato

Clin Podiatr Med Surg. 2007 Oct;24(4):617-44, vii. Review.	
[Treatment of serious subtalar joint osteoarthritis and stage II posterior tibial tendon dysfunction by subtalar arthrodesis]. Zhou J, Yu G, Cao C. Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi. 2007 Aug;21(8):854-6. Chinese.	Articolo escluso dopo lettura Abstract perché indirizzato verso la chirurgia
The flexible flatfoot in the adult. Giza E, Cush G, Schon LC. Foot Ankle Clin. 2007 Jun;12(2):251-71, vi. Review.	Articolo non trovato
The Cobb procedure for treatment of acquired flatfoot deformity associated with stage II insufficiency of the posterior tibial tendon. Knupp M, Hintermann B Foot Ankle Int. 2007 Apr;28(4):416-21.	Articolo escluso dopo lettura Abstract perché indirizzato verso la chirurgia
The effect of flatfoot deformity and tendon loading on the work of friction measured in the posterior tibial tendon. Arai K, Ringleb SI, Zhao KD, Berglund LJ, Kitaoka HB, Kaufman KR. Clin Biomech (Bristol, Avon). 2007 Jun;22(5):592-8. Epub 2007 Mar 13.	Articolo non trovato, dopo la classificazione indirizza verso un supporto plantare
Combined anterior tibial tendon rupture and posterior tibial tendon dysfunction in advanced flatfoot. Frigg AM, Valderrabano V, Kundert HP, Hintermann B. J Foot Ankle Surg. 2006 Nov-Dec;45(6):431-5.	Articolo non trovato, è un case report con soluzione finale in artrodesi
[Posterior tibial insufficiency]. Bruun JV. Ugeskr Laeger. 2006 Nov 20;168(47):4113. Danish. No abstract available.	Articolo escluso a causa della lingua
Gliding resistance of the posterior tibial tendon. Uchiyama E, Kitaoka HB, Fujii T, Luo ZP, Momose T, Berglund LJ, An KN. Foot Ankle Int. 2006 Sep;27(9):723-7.	Articolo non trovato, tratta le cause del dolore al tibiale posteriore
[Tibialis posterior tendon dysfunction. An often neglected cause of painful adult flatfoot]. Simonsen OH, Revald P, Kjaer IL, Christensen M, Mølgaard C, Lass P.	Articolo escluso a causa della lingua

Ugeskr Laeger. 2006 Sep 25;168(39):3314-6. Danish	
Current concepts for treatment of the painful flatfoot in the elderly. Karges DE. Mo Med. 2005 May-Jun;102(3):236-9. Review.	Articolo non trovato, è una valutazione dell'evoluzione e dei sintomi del piede piatto negli anziani
Diagnosis and treatment of adult flatfoot. Lee MS, Vanore JV, Thomas JL, Catanzariti AR, Kogler G, Kravitz SR, Miller SJ, Gassen SC; Clinical Practice Guideline Adult Flatfoot Panel. J Foot Ankle Surg. 2005 Mar-Apr;44(2):78-113. Review. No abstract available.	Articolo escluso per la non disponibilità dell'abstract
[Posterior tibial tendon dysfunction]. Pritsch T, Maman E, Steinberg E, Luger E. Harefuah. 2004 Feb;143(2):136-41, 165. Review. Hebrew.	Articolo escluso a causa della lingua
Tibialis posterior tendon rupture in children. Abosala A, Tumia N, Anderson D. Injury. 2003 Nov;34(11):866-7. No abstract available.	Articolo escluso per non disponibilità dell'abstract e perchè il soggetto non rientra negli scopi del presente lavoro
Issues relating to failure in the treatment of posterior tibial tendon dysfunction. Early J. Foot Ankle Clin. 2003 Sep;8(3):637-45. Review.	Articolo escluso dopo lettura Abstract perché indirizzato verso la chirurgia
Stage IV posterior tibial tendon insufficiency: the tilted ankle. Bohay DR, Anderson JG. Foot Ankle Clin. 2003 Sep;8(3):619-36. Review.	Articolo escluso dopo lettura Abstract perché indirizzato verso la chirurgia
Lateral-sided bony procedures. Gallina J, Sands AK Foot Ankle Clin. 2003 Sep;8(3):563-7, ix-x. Review.	Articolo escluso dopo lettura Abstract perché indirizzato verso la chirurgia
Medial-sided bony procedures: why, what, and how? Sizensky JA, Marks RM. Foot Ankle Clin. 2003 Sep;8(3):539-62. Review.	Articolo escluso dopo lettura Abstract perché Indirizzato verso la chirurgia
Soft tissue procedures. Sitler DF, Bell SJ. Foot Ankle Clin. 2003 Sep;8(3):503-20. Review.	Articolo non trovato, ricostruzione dello spring ligament

Nonoperative treatment of adult acquired flat foot with the Arizona brace. Augustin JF, Lin SS, Berberian WS, Johnson JE. Foot Ankle Clin. 2003 Sep;8(3):491-502.	Articolo non trovato, tratta il problema con un tutore
The indications and biomechanical rationale for various hindfoot procedures in the treatment of posterior tibialis tendon dysfunction. Coetzee JC, Castro MD. Foot Ankle Clin. 2003 Sep;8(3):453-9. Review.	Articolo escluso dopo lettura Abstract perché indirizzato verso la chirurgia
Subtalar arthroereisis for posterior tibial tendon dysfunction: a preliminary report. Viladot R, Pons M, Alvarez F, Omaña J Foot Ankle Int. 2003 Aug;24(8):600-6.	Articolo escluso dopo lettura Abstract perché indirizzato verso la chirurgia
Acquired flatfoot deformity secondary to dysfunction of the tibialis posterior tendon. Popovic N, Lemaire R. Acta Orthop Belg. 2003 Jun;69(3):211-21. Review. No abstract available.	Articolo escluso per la non disponibilità dell'abstract
Anatomical reconstruction of the spring ligament using peroneus longus tendon graft. Choi K, Lee S, Otis JC, Deland JT. Foot Ankle Int. 2003 May;24(5):430-6.	Articolo escluso dopo lettura Abstract perché indirizzato verso la chirurgia
Stage II flatfoot: what fails and why. Hill K, Saar WE, Lee TH, Berlet GC. Foot Ankle Clin. 2003 Mar;8(1):91-104. Review.	Articolo non trovato, fa una valutazione e poi spiega il perché certi approcci falliscono
[Influence of the posterior tibial tendon on the medial arch of the foot: an in vitro kinetic and kinematic study]. Emmerich J, Wülker N, Hurschler C. Biomed Tech (Berl). 2003 Apr;48(4):97-105. German.	Articolo escluso a causa della lingua
MR morphometry of posterior tibialis muscle in adult acquired flat foot. Wacker J, Calder JD, Engstrom CM, Saxby TS. Foot Ankle Int. 2003 Apr;24(4):354-7.	Articolo non trovato, fa una RMN dei tendini TP nei soggetti con piede piatto.

Search: navicular drop test AND rehabilitation Limits: Humans, All Adult: 19+ years

The immediate effects of foot orthoses on	Articolo non trovato, analizza l'effetto di
---	---

functional performance in individuals with patellofemoral pain syndrome. Barton CJ, Menz HB, Crossley KM. Br J Sports Med. 2011 Mar;45(3):193-7. Epub 2010 Jul 20.	ortesi per migliorare le prestazioni in soggetti con PTTD
The effect of 3 foot pads on plantar pressure of pes planus foot type. Nordsiden L, Van Lunen BL, Walker ML, Cortes N, Pasquale M, Onate JA. J Sport Rehabil. 2010 Feb;19(1):71-85.	Articolo non trovato, tratta l'effetto di "pads" come sostegno del piede e di relative materiali di fabbricazione
Contact force ratio: a new parameter to assess foot arch function. Leung AK, Cheng JC, Zhang M, Fan Y, Dong X. Prosthet Orthot Int. 2004 Aug;28(2):167-74.	Articolo non trovato, introduce un nuovo parametro di misura per la caduta del medio piede nella fase dinamica del passo
The relationship between static posture and ACL injury in female athletes. Loudon JK, Jenkins W, Loudon KL. JOSPT. 1996 Aug;24(2):91-7.	Articolo non preso in considerazione perchè antecedente all'anno 2000.

Search: ("Posterior Tibial Tendon Dysfunction"[Mesh]) AND "Exercise"[Mesh]

Effect of eccentric exercise program for early tibialis posterior tendinopathy. Kulig K, Lederhaus ES, Reischl S, Arya S, Bashford G. Foot Ankle Int. 2009 Sep;30(9):877-85.	Articolo non trovato, dimostra l'efficacia dell'esercizio eccentrico nelle fasi precoci del PTTD
Shell brace for stage II posterior tibial tendon insufficiency. Krause F, Bosshard A, Lehmann O, Weber M. Foot Ankle Int. 2008 Nov;29(11):1095-100.	Articolo non trovato, valuta l'efficacia di un supporto per la caviglia
Influence of the posterior tibial tendon on the medial arch of the foot: an in vitro kinetic and kinematic study. Emmerich J, Wülker N, Hurschler C. Biomed Tech (Berl). 2003 Apr;48(4):97-105. German.	Articolo escluso a causa della lingua

3 RISULTATI

3.1 Classificazione

Fra gli articoli presi in considerazione, soprattutto quelli riguardanti la prima fase della ricerca, molti trattavano l'argomento per effettuare principalmente una classificazione. Lo scopo di tale classificazione era però un indirizzamento chirurgico^[5,6,7,8]. Nonostante ciò, almeno per la parte riguardante le classificazione, gli studi sono stati ugualmente considerati. La classificazione di Johnson e Storm è stata la prima ad essere stata proposta ed accettata a livello internazionale^[9]. Diversi autori la usano come punto di partenza per creare poi delle sottoclassificazioni^[8,9,10], nonostante ne esistano già in letteratura^[5]. Vediamo queste classificazioni:

Johnson and Storm che nella sua prima versione prevedeva un primo tipo che comprendeva una vasta panoramica. La classificazione basata sulla disfunzione del tendine del tibiale posteriore e posizione del retropiede:

tipo I: peritendinosi e/o degenerazione del tendine;

tipo II: elongazione del tendine con un deformità del retropiede mobile e correggibile;

tipo III: elongazione del tendine con un retropiede fisso in valgo.

A queste Myerson aggiunse il:

tipo IV: pazienti con tilt in valgo dell'astragalo all'interno del mortaio della tibio-tarsica con abitualmente degenerazioni dell'articolazione stessa^[8]

In un articolo vengono riportate tutte le classificazioni^[5] presenti in letteratura, completate e modificate:

Johnson and Storm:

	STAGE I	STAGE II	STAGE III	STAGE IV
Tendine del Tibiale Posteriore	Tenosinovite, degenerazione o entrambe	Elongazione e degenerazione	Elongazione e degenerazione	Elongazione e degenerazione
Deformità	Assente	Flessibile, deformità riducibile piede piatto-valgo con retropiede mantenuto in equino	Rigida, deformità del piede piatto-valgo	Rigida, deformità del piede piatto-valgo
Dolore	Mediale	Mediale, laterale o entrambi	Mediale, laterale o entrambi	Mediale, laterale o entrambi
Single limb Heel-Rise	Leggera debolezza, il retropiede si inverte normalmente	Marcata debolezza; nessuna o debole inversione del retropiede	Incapace a svolgere il test, nessuna inversione del retropiede	Incapace a svolgere il test, nessuna inversione del retropiede
Too Many Toes Sign	Negativo	Positivo	Positivo	Postivo
Deformità in valgo e artrosi dell'articolazione	No	No	No	Sì

Weinraub and Heilala: è in pratica un algoritmo che combina classificazione e trattamento. In questo algoritmo la deformazione è classificata come: (A) Nessuna deformità, oppure deformità riducibile che può essere (B) preesistente o acquisita, (C) non riducibile. Questa classificazione della deformità viene poi combinata con la compromissione dei tessuti molli. Da qui viene sviluppato un algoritmo che porta a delle indicazioni chirurgiche.

STAGE: procedure dei tessuti molli ↓	GRADO A: no deformità, (non procedure ossee)	GRADO B: deformità riducibile, pre-esistente o riducibile (minime procedure articolari ossee)	GRADO C: deformità rigida (artrodesi selettiva)
STAGE I: infiammazione acuta, tendinite con una minima tendinosi	Tenosinoviectomia, possibile aumento dei tessuti molli di supporto	Tenosinoviectomia, possibile aumento dei tessuti molli di supporto, Evans vs osteotomia di spostamento mediale	
STAGE II: tendinosi con assottigliamento mediale e insufficienza dei tessuti molli degli stabilizzatori statici e dinamici	Pulizia mediale, aumento degli stabilizzatori statici, transfer del FDL vs Kidner	Pulizia mediale, FDL vs Kidner, Evans vs osteotomia di spostamento mediale	Artrodesi selettiva, aumento selettivo
STAGE III: assottigliamento avanzato o rottura del tendine o delle strutture di supporto	Pulizia mediale, aumento degli stabilizzatori statici, sostituzione tendinea via interposizione o innesto	Pulizia mediale, aumento, rimpinzamento dei tendini via transfer, interposizione o innesto, Evans vs osteotomia di spostamento mediale	Artrodesi selettiva, aumento selettivo, sostituzione selettiva

Conti et al: fanno una classificazione sulla base della risonanza magnetica in cinque gradi di degenerazione del tendine. Sembra però che questa classificazione non correli con gli outcome chirurgici^[5].

Tipo IA: alla risonanza si notano una o due fessure longitudinali nel tendine del tibiale posteriore, senza segni di degenerazione della sostanza. Clinicamente sono osservabili in coloro che hanno avuto un periodo di sintomatologia di meno di 6 mesi, con una minima dolorabilità del tendine e senza tallone valgo all'esame fisico.

Tipo IB: alla RMN si evidenziano un maggior numero di fessurazioni, con un incremento della larghezza del tendine con circostante fibrosi. Non c'è una significativa degenerazione del tendine. I sintomi clinici sono molto simili al tipo IA, ma la durata dei sintomi è di 6-12 mesi.

Tipo II: il tendine del tibiale posteriore è assottigliato alla RMN, con numerose fessurazioni e degenerazione intramurale. Spesso il tendine presenta un aspetto a bulbo distalmente al danno. Questo aspetto è tipico di sintomi che durano da 1 anno a 1 anno e mezzo e con un retro piede valgo.

Tipo IIIA: si nota un notevole gonfiore al tendine del tibiale posteriore, con una degenerazione uniforme e un aspetto prominente. Lungo la porzione di tendine si riconoscono alla RMN solo alcune aree intatte. In questa fase i pazienti evidenziano una minima forza di inversione e un valgo marcato del tallone. I sintomi durano da oltre due anni.

Tipo IIIB: rottura completa del tendine alla RMN, sostituito da tessuto cicatriziale. A questo stadio i pazienti evidenziano sintomi tipici di una rottura completa e la durata dei sintomi va oltre i due anni e mezzo.

Di tutte queste classificazioni è evidente come solo la prima sia di particolare interesse per fisioterapisti, nonostante vada comunque a ricoprire delle zone che non riguardano la nostra professione. Sicuramente è possibile valutare se le deformità sono più o meno rigide, se il tendine è gonfio e dolente, ma non sempre è disponibile un esame strumentale per poter giudicare lo stato della tibio-tarsica o la deformità del primo raggio. Inoltre non sono in grado di offrire una misurazione confrontabile di quanto osservato in clinica. A tale proposito ci sono diversi articoli che misurano in maniera diversa l'altezza da terra dell'arco plantare, mettendo in relazione l'insufficienza del tendine del tibiale posteriore con un abbassamento dell'arco plantare e una deformità del piede che caratterizza il tipico aspetto del piede piatto. Le misurazioni sono differenti, ma sicuramente quella che è stata più utilizzata e che ha dimostrato un'ottima ripetibilità inter e intraoperatore^[11,12,13,14] è il Navicular Drop Test (Test della Caduta dello Scafoide). Il modo di effettuare la misurazione non è tuttavia uguale fra i diversi autori, poiché alcuni effettuano la misurazione con controllo del retro piede^[12], altri invece ricorrono a delle interpolazioni per riprodurre la stessa misurazione da studi biomeccanici^[15] che poi viene comunque

confrontata con il test classico. In un articolo^[14] viene però riportato che il risultato del Navicular Drop non è predittivo degli spostamenti sul piano frontale del retro piede.



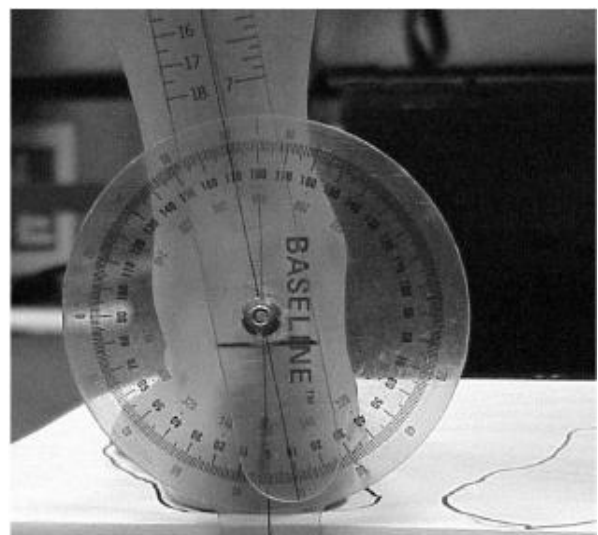
Posizione per misurare il Navicular Drop^[14]

Come si effettua la misurazione del Navicular Drop Test (NDT): si individua l'osso navicolare e in particolare il tubercolo del navicolare e si misura l'altezza di questo punto dal pavimento con il piede in appoggio e soggetto seduto (quindi in scarico). Poi la seconda misurazione viene effettuata seguendo la stessa procedura, ma con soggetto in piedi (in carico). Si valuta la differenza delle due misurazioni. I soggetti vengono poi classificati in ipomobili (0-3mm), neutrali (4-6mm) o ipermobili (≥ 7 mm) secondo uno studio^[15], neutrali (5-9mm) e piede piatto (>13 mm) per un altro^[16], sani (3,6mm) e malati (6,8mm) per un altro ancora^[17].

Altre misurazioni sono il Resting Calcaneal Stance Position (RCSP) in cui si misura l'angolo che si forma tra la linea che divide in due la gamba rispetto alla linea bisettrice del tallone, il tutto in scarico^[16]. Oppure l'Arch Index calcolato come il rapporto fra l'altezza del dorso del piede al 50% della lunghezza del piede e la lunghezza del piede dal tallone al 1°



Posizione prona per segnare gamba e calcagno^[14]



Posizione per misurare RCSP^[14]

metatarso (linea articolare)^[10,18].

Il limite di tutte queste misurazioni, però, è che offrono solo delle misure in statica e non valutano cosa accade in dinamica durante le fasi del passo. Solo due studi affrontano questo approccio^[16,19], ma con delle misurazioni che in clinica non sono ripetibili prevedendo l'utilizzo di tecnologie sofisticate. Tutto questo riguarda la classificazione, che è parte integrante di quasi tutti gli articoli.

Ma quali sono le cause del piede piatto acquisito nell'adulto? "Adult acquired flat foot deformity is recognized as a spectrum of manifestations related to tibialis posterior tendon dysfunction and plantar ligament insufficiency" (il piede piatto acquisito nell'adulto è riconosciuto come uno spettro di manifestazioni in relazione ad una disfunzione del tendine del tibiale posteriore e ad un'insufficienza dei legamenti plantari)^[6]. Difficilmente la disfunzione del tibiale posteriore dipende da un evento traumatico, molto più spesso è legato ad una condizione degenerativa^[6,20,21]. Il tibiale posteriore occupa il 57% dell'area del comparto profondo posteriore della gamba. Il suo braccio di leva è garantito dal passaggio attorno al malleolo mediale e gli permette di sviluppare due volte il momento del flessore lungo dell'alluce e il 10% in più del flessore comune delle dita^[9]. Tuttavia questi muscoli (che solitamente vengono utilizzati nella chirurgia per vicariare il tibiale posteriore insufficiente) sia per il percorso che hanno che per la loro sezione non possono competere con il tibiale posteriore. Il passaggio del tendine attorno al malleolo mediale rende il tendine stesso più soggetto a problemi, ma al contempo fa sì che il percorso sia più lungo e vengano anche attraversate diverse articolazioni fino alla sua inserzione sullo scafoide. In un'analisi biomeccanica questo attraversamento di diverse articolazioni significa cambiare continuamente braccio di momento angolare^[10]. L'insufficienza dei legamenti plantari sembra essere una conseguenza del sovraccarico che essi devono sopportare come conseguenza del mancato sostegno del tendine del tibiale posteriore. Questa insufficienza causa un abbassamento dell'arco plantare, con un aumento di carico sui legamenti del primo raggio (fra cui soprattutto lo spring ligament) e il medio piede può cedere in particolare a livello navicolare-1° cuneiforme^[20,21]. Ad un'analisi biomeccanica il momento che agisce a livello del legamento talo-navicolare raddoppia o più in caso di piede piatto^[20].

L'associazione di un danno legamentoso e di un'insufficienza tendinea rendono la presentazione del piede piatto più frequente^[6]. Altro fattore da tenere in considerazione è il varo dell'avampiede^[14]. Non si sa se venga prima questo aspetto e poi la pronazione del retropiede o viceversa, ma i due aspetti sono correlati.

Si possono identificare anche cause fisiche:

- l'obesità^[6,21] (che predispone a un maggior carico il tendine);
- il sesso femminile^[6,7,13,21] (anche se sembra che gli uomini con piede piatto in realtà abbiano una situazione peggiore^[9]);
- età ponderale^[6,7,21] (sopra i 40 anni, ma in alcuni studi vengono analizzati soggetti più giovani, in questi casi la patologia sembra non essere degenerativa^[9]);
- situazione vascolare e neurologica^[6,21];
- allineamento arto inferiore^[22,13];
- fattori congeniti e malattie associate (artrite, diabete)^[6,7,9].

Nello stage I, secondo classificazione, ci si dovrebbe aspettare dolore e gonfiore lungo il percorso del tendine (in questo modo si individuano il 100% dei pazienti con il 98% di specificità^[6]), ma senza deformità. Sembra che le persone con arco più basso siano predisposte a sviluppare una disfunzione del tibiale posteriore (l'evento sembra essere tre volte più probabile^[19]), ma questo rappresenta un problema soprattutto per le fasi più avanzate della patologia (dalla II alla IV)^[19,23]. In uno studio^[19] sono stati analizzati proprio i soggetti con stage I ed è stato visto che non ci sono deformità e nemmeno perdita di forza del tendine del tibiale posteriore. La cosa che è più evidente in questa fase coinvolge la cinematica del piede, quindi fondamentale è analizzare anche il cammino. Ne risulta che durante la fase di swing probabilmente c'è un minore controllo del piede, o un timing di attivazione alterato, o ancora un reclutamento delle fibre anomalo. Tutto ciò comporta un attacco di tallone a terra con il retropiede in eversione maggiore che nel normale e questo potrebbe andare a danneggiare i legamenti. La pronazione rappresenta un dato statisticamente significativo, così come il picco di eversione. Quella della perdita di forza

sembra però essere contraddetta da un altro studio^[6] anche attraverso un test che si usa spesso in clinica per individuare disfunzioni del tibiale posteriore: il single heel rise. In questo movimento i soggetti affetti hanno una minore resistenza rispetto ai sani, anche perché il movimento e quindi la contrazione del tendine può essere dolorosa. Invece l'eversione durante la salita sparisce, a conferma che non è fissa e che il tendine riesce ancora a lavorare. Sembra che proprio nella posizione in cui il tendine vira dietro al malleolo ci sia un punto debole e con le sollecitazioni si creino delle fissurazioni lungo il tendine^[21] che lo vanno ad indebolire. Altre cause per cui il recupero è difficile sono la scarsa vascolarizzazione e le sollecitazioni eccessive come accade con l'obesità^[21].

Nello stage II l'eversione aumenta, così come diminuisce la forza del tibiale posteriore (la diminuzione di forza può essere anche del 30%^[19]) e diminuisce l'arco^[18]. Queste ultime due situazioni sembrano essere correlate, se diminuisce la forza del tibiale posteriore aumenta la forza esercitata sui legamenti con conseguente maggiore pressione sul primo raggio. Questo suggerisce che la deformità in piede piatto è una successione di eventi tempo dipendente.^[20] Il movimento di inversione-eversione del retropiede oscilla fra -2° e $+2^\circ$ ^[16], ma l'eversione nel piede piatto può arrivare fino a 4° ^[16] o 5° ^[9]. La maggior pronazione significa avere maggiori sollecitazioni a livello del tendine che comporta maggiori cambiamenti degenerativi^[24] e quindi minore forza. In questi casi c'è compromissione anche nel single heel rise^[21], con difficoltà ad invertire la posizione del tallone. La difficoltà è in parte dovuta ad un allungamento del tendine del tibiale posteriore^[9,10] che quindi non riesce più a ricoprire il suo ruolo nell'inversione e nemmeno a stabilizzare il medio piede per rendere efficace la contrazione del tricipite surale e quindi la spinta propulsiva^[10]. Caratteristiche di questa fase nel determinare l'allungamento del tibiale posteriore sono l'eversione del tallone e l'abduzione dell'avampiede^[10] e comincia a notarsi il Too Many Toes Sign. In questa fase l'analisi dinamica evidenzia che la lunghezza del tendine del tibiale posteriore è statisticamente significativa durante tutte le fasi del passo^[9,10]. La debolezza del tibiale posteriore è associata a una maggiore abduzione dell'avampiede, con un effetto maggiore quando il peso è sull'avampiede^[9,15] durante il cammino e nel mid stance durante la corsa^[15]. Secondo lo studio appena citato non sembrano esserci differenze fra soggetti ipomobili e normali, mentre ci sono con gli ipermobili, costretti ad un maggiore lavoro

articolare per controllare il passo e le forze che agiscono sul piede. Di tale disfunzione anche il tricipite surale ne subisce le conseguenze. Esso infatti esercita anche una componente valgizzante^[20,21], contribuendo maggiormente a portare il calcagno in valgo. La sua direzione di forza e l'insieme delle altre deformazioni permettono un accorciamento di tale muscolo e anche una diminuita dorsiflessione di caviglia^[16,21].

Nello stage III e IV il calcagno resta fisso in eversione essendo rigido. Aumentano ancora di più le forze che portano verso l'interno e che quindi vanno a ridurre l'arco plantare, a sovraccaricare il legamento spring (che può arrivare al punto di rottura) fino anche all'appoggio del navicolare a terra. In questa fase il tendine del tibiale posteriore diventa difficilmente palpabile sotto al malleolo e anch'esso può arrivare alla rottura. Il single heel rise è impossibile da eseguire^[6,21].

Questo per quello che riguarda le variazioni più specifiche a livello del piede. Ci sono però degli studi^[13,21] che hanno analizzato le deviazioni che ci sono lungo tutto l'arto inferiore come conseguenza o meno della deformità in piede piatto e le conseguenze che questi fattori hanno sul cammino^[7,10,13,19,22,23,24]. Uno di questi fattori è la retrazione del tricipite surale^[12,21]. Oltre alla retrazione, c'è anche una perdita di forza associata del tricipite e dei muscoli dell'anca^[24]. Ne conseguono quindi problemi a tutti i livelli, sia dell'anca, sia del ginocchio, sia della lombare, ma anche del piede (fascite, speroni, stress tibiale, ridotta dorsiflessione della T-T)^[12,16,21,22].

3.2 Il trattamento riabilitativo

Nei diversi articoli ci sono diverse proposte a seconda delle varie fasi di piede piatto. Sicuramente le più trattate sono le prime due fasi, mentre per le altre due si parla di un aiuto o sostegno della fisioterapia, ma con l'obiettivo sempre dell'intervento chirurgico.

Nello stage I diversi studi parlano soprattutto di cercare di invertire la tendenza dell'attacco di tallone con il piede in eversione, quindi di curare la fase di swing^[7,10,20]. Questo lavoro può essere fatto o con ortesi per limitare la pronazione, ma anche con supporti per l'arco mediale o supporti per il tallone^[9,10,16] o ancora con supporti per limitare l'abduzione dell'avampiede^[9,21] o bendaggi per il sostegno dell'arco mediale durante

l'attività sportiva^[25]. Solo pochi studi parlano di un intervento di tipo riabilitativo manuale. Alcuni con dello stretching per il tricipite surale. L'efficacia dell'esercizio viene però garantita da un adeguato supporto per l'arco mediale^[16] che quindi evita il cedimento dell'arco stesso, garantendo maggiore efficacia nell'allungamento muscolare. Altri invece hanno sviluppato un vero e proprio protocollo da applicare a soggetti con disfunzione del tendine del tibiale posteriore^[17,18]. In realtà non è stato pensato solo per lo stage I, ma anche per lo stage II. L'ipotesi da cui partono gli autori è che non ci troviamo di fronte ad una patologia infiammatoria. Infatti anche nelle analisi non si parla di tendinite, ma di tendinosi^[6,17,18]. Di conseguenza vengono ripresi gli esercizi in eccentrica com'è già stato proposto per il tendine d'Achille e il rotuleo. Nel protocollo vengono inseriti anche lo stretching per gastrocnemio e soleo in cui l'esecuzione va fatta indossando un'ortesi (da mantenere poi per il 90% della giornata). Il carico con cui vengono svolti gli esercizi è progressivo. Per riuscire a contrarre in maniera isolata il tibiale posteriore viene utilizzato un apparecchio sviluppato appositamente in cui oltre all'inversione viene chiesta anche una leggera estensione, in modo tale da escludere la contrazione del tibiale anteriore. I risultati del programma della durata di tre mesi sembrano confortanti. In altri studi invece non si ritiene utile il rinforzo non identificando in questo problema l'origine della disfunzione in piede piatto^[9].

Strumento per l'esercizio (TibPost Loader) progettato per garantire una resistenza (0,9-9Kg) progressiva e costante (attraverso il range) sul piano trasverso. La leva a mano (3) permette di selezionare la resistenza in una sola direzione. Quando il piatto del piede viene mosso dal piede contro la resistenza della molla (2) in adduzione orizzontale, il tendine del TP è reclutato concentricamente. Inversamente, quando il piede resiste al movimento del piatto del piede attraverso una abduzione orizzontale, il TP viene reclutato eccentricamente. Per minimizzare l'attività del tendine del tibiale anteriore, è stata aggiunta una resistenza secondaria statica. Dei diodi luminosi indicano quando il piede sta premendo in flessione plantare(1).^[17,25]



Nello stage II secondo la classificazione si parla di un piede ancora correggibile. Oltre come già detto al protocollo sperimentato, vengono proposte più che altro dei plantari e delle scarpe ortopediche^[21]. Alcuni articoli^[18,23] hanno indagato in maniera abbastanza specifica l'utilizzo di diversi tipi di ortesi per il controllo delle differenti deformità del piede e ne hanno messe a confronto alcune. Lo scopo resta sempre quello di controllare l'eversione, ma anche dare sostegno all'arco e limitare l'abduzione dell'avampiede^[7,10,18,21,23]. Sembra esserci una regola per la progettazione delle ortesi^[14] che punta soprattutto sulla correzione del comparto anteriore del piede.

Nello stage III e IV il trattamento sembra essere soprattutto chirurgico^[21].

4 DISCUSSIONE

Dall'analisi effettuata si può dire che non c'è uniformità nella ricerca, né nell'identificare le cause, ma nemmeno nell'identificazione della popolazione da sottoporre al trattamento. Nei differenti articoli vengono presi in considerazione ogni volta aspetti diversi che caratterizzano il piede piatto e ne viene fatta un'analisi. Poi spesso non c'è piena concordanza dei risultati fra i diversi autori.

Le analisi sono state fatte anche su soggetti giovani sportivi, che quindi non rappresentano la popolazione tipica soggetta al problema analizzato, oppure su popolazioni selezionate, oppure su modelli in laboratorio. Alle volte sono stati analizzati durante la statica, altre volte durante il cammino. Quindi anche qui manca uno standard.

L'unica misura riproducibile in clinica sembra essere il Navicular Drop Test per quantificare la caduta dell'articolazione talo-navicolare nella valutazione statica. Abbastanza riproducibile sembra essere il 6MWT (6 minute Walking Test) per il cammino, con una evidente diminuzione dell'autonomia per i soggetti con disfunzione del tendine del tibiale posteriore.

Oltre all'identificazione e quantificazione del problema, anche una individuazione precoce dei casi permette di non arrivare più avanti nell'evoluzione della patologia (quindi stage II e oltre) e di effettuare un intervento quanto più precoce possibile. Per individuare

presto i potenziali soggetti bisognerebbe coglierli nel momento in cui i primi sintomi si fanno sentire (dolore e gonfiore) oppure ricorrere a quelle che sono le cause ed individuare i mal allineamenti dell'arto inferiore, soprattutto nelle donne obese. Questo argomento in realtà è stato indagato solo marginalmente, però come riportato nella prima parte del presente lavoro, una eversione del retropiede comporta conseguenze per tutto l'arto inferiore e non solo.

Per la riabilitazione ci sono diverse modalità di intervento, ma pochi studi che effettuano un'analisi approfondita con procedure rigorose. Quindi i risultati non possono riportare un'ampia casistica. Degli articoli trovati:

- uno solo tratta l'applicazione di fasciature (tape) come protezione e sostegno dell'arco mediale durante una breve corsa;
- due valutano i risultati dell'applicazione di ortesi per limitare l'escursione articolare per diversi segmenti articolari (retropiede, mediopiede e avampiede), ma poi ci sono degli articoli che dicono che bisognerebbe conoscere meglio le deviazioni di avampiede, mediopiede e retropiede per potere progettare al meglio le ortesi;
- infine altri due (ma uno è un progetto, l'altro ne è la realizzazione) un protocollo di rinforzo del tendine del tibiale posteriore abbinato allo stretching e all'utilizzo di un'ortesi.

Non si trova una sequenza precisa di eventi che inducono alla deformazione in piede piatto. Forse per questo l'aspetto riabilitativo non è stato molto indagato. L'unico intervento che utilizza l'esercizio a scopo terapeutico propone un protocollo che può venire attuato sul paziente già in una fase molto precoce della patologia. Intervenire in questa fase e con tempismo significa, secondo quanto trovato, poter limitare e di molto l'evoluzione della patologia verso fasi più avanzate e quindi con interventi ancora più dispendiosi e invasivi (ortesi e chirurgia).

5 CONCLUSIONI

Per il futuro sarebbe necessario continuare gli studi in modo da raggiungere un'univocità di vedute su quella che è la sequenza che conduce alla deformità in piede piatto e approfondire meglio il discorso dell'intervento terapeutico. Quindi sperimentare su un campione più ampio l'efficacia del protocollo proposto ed eventualmente studiare soluzioni alternative. Difficile mettere in pratica come molti articoli suggeriscono la modifica dell'appoggio del piede a terra se non con ortesi. Per quanto riguarda questo aspetto è importante anche il discorso neurofisiologico e quindi valutare:

- i giusti tempi di intervento del tendine (che inizialmente non sembra essere più lungo);
- la quantità di forza espressa (visto che in una prima fase sembra non essere compromessa);
- la giusta tensione durante le fasi del passo (dove il carico aumenta rispetto alla statica).

Questo anche al fine di prevenire l'evoluzione della deformità verso forme più gravi in cui la fisioterapia poco può fare.

6 BIBLIOGRAFIA

- 1- *"Kinesiology of the musculoskeletal system. Foundation for Physical Rehabilitation"*. D.A. Neumann - Mosby.
- 2- *"Fisiologia articolare", 2 Arto inferiore*. I.A. Kapandji - Monduzzi Editore.
- 3- *"Anatomia Umana", 1 Apparato locomotore*. Kahle, Leonhardt, Platzer - Casa Editrice Ambrosiana Milano.
- 4- *"Manual Mobilization of the Joints, Joint Examination and Basic Treatment"*. Volume I The Extremities. F.M. Kaltenborn - Norli Oslo, Norway.
- 5- *"A Classification of Severity with an Analysis of Causative Problems related to the type of treatment"*. Martin G. Mankey, MD - Foot Ankle Clin (2003).
- 6- *"Correction and Prevention of Deformity in Type II Tibialis Posterior Dysfunction"*. Stephen Parsons, Soulat Naim, Paula J. Richards, Donald McBride, - Clin Orthop Relat Res (2010).
- 7- *"Tibialis Posterior Dysfunction a Common Treatable Cause of Adult Acquired Flat Foot"*. Julie Kohls-Gatzoulis, John C. Angel, Dishan Singh, Fares Haddad, Julian Livingstone, Greg Berry - BMJ(2004).
- 8- *"Posterior Tibial Tendon Rupture: a Refined Classification System"*. Eric M. Bluman, Craig I. Title, Mark S. Myerson - Foot Ankle Clin N Am(2007).
- 9- *"Deep Posterior Compartment Strength and Foot Kinematics in Subject with Stage II Posterior Tibial Tendon Dysfunction"*. Cristopher Neville, Adolph S. Fleminster, Jeff R. Houck, - Foot Ankle Int(2010).
- 10- *"Comparisopn of Changes in Posterior Tibialis Muscle Length between Subject with Posterior Tibial Tendon Dysfunction and Healthy Controls During Walking"*. Cristopher Neville, Adolph Fleminster, Josh Tome, Jeff Houck, - JOSPT(2007).
- 11- *"Radiographic Validation and Reliabilty of Selected Clinical Measures of Pronation"*. KS Hannigan-Downs, Harter RA, GA Smith - Journal of Athletic Training(2000).
- 12- *"Effect of a Modified, Low-Dye Medial Longitudinal Arch Taping Procedure on the Subtalar Joint Neutral Position Before and After Light Exercise"*. Clayton F. Holmes, Donald Wilcox, James P. Fletcher - JOSPT(2002).

- 13- *"Factors Contributing to the Development of Medial Tibial Stress Syndrome in High School Runners"*. Jason E. Bennet, Mark F. Reinking, Bridget Pluemer, Adam Pentel, Marcus Seaton, Clyde Killian - JOSPT(2001).
- 14- *"The Relationship Between Forefoot, Midfoot, and Rearfoot Static Alignment in Pain-Free Individuals"*. K. Rossner Buchanan, I. Davis - (JOSPT 2005).
- 15- *"Differences in Static and Dynamic Measure in Evaluation of Talonavicular Mobility in Gait"*. Jay M. Dicharry, Jason R. Franz, Ugo Della Croce, Robert P. Wilder, Patrick O. Riley, D. Casey Kerrigan - JOSPT(2009).
- 16- *"Effect of Medial Arch Support on Displacement of the Myotendinous Junction of the Gastrocnemius During Standing Wall Stretching"*. Do-Young Jung, Eun-Kyung Koh, MSc, Oh-Yun Kwon, Chung-Hwi Yi, Jae-Seop Oh, Jong-Hyuck Weon - JOSPT(2009).
- 17- *"Non- Operative Management of Posterior Tibial Tendon Dysfunction: Design of a randomized clinical trial"*. Kornelia Kulig, Amy B. Pomrantz, Judith M. Burnfield, Stephen F. Reischl, Susan Mais-Requejo, David B. Thordarson and Ronald W. Smith - BMC Musculoskeletal Disorders(2006).
- 18- *"Effect of the AirLift PTTD Brace on Foot Kinematics in Subjects with Stage II Posterior Tibial Tendon Dysfunction"*. C. Neville, A. Samuel Fleminster, J. Houck - JOSPT(2009).
- 19- *"Biomechanical and Clinical Factors Related to Stage I Posterior Tibial Tendon Dysfunction"*. Melissa Rabbito, Michael B. Pohl, Neil Humble, Reed Ferber - JOSPT(2011).
- 20- *"A Biomechanical Analysis of Posterior Tibial Tendon Dysfunction, Medial Displacement Calcaneal Osteotomy and Flexor Digitorum Longus Transfer in Adult Acquired Flat Foot"*. George A. Arangio, Eric P. Salathe - Clinical Biomechanics(2009).
- 21- *"Acquired Adult Flatfoot Deformity a Pragmatic Approach"*. X. Chevoiser, M. Assal - Revue Médicale Suisse(2007).
- 22- *"Identifying Relationship among Lower Extremity Alignment Characteristics"*. Anh-Dung Nguyen, Sandra J. Schultz - Journal of Athletic Training(2009).
- 23- *"Choosing Among 3 Ankle-Foot Orthoses for a Patient with Stage II Posterior Tibial Tendon Dysfunction"*. C. Neville, J. Houck - JOSPT(2009).

24- *"Women with Posterior Tibial Tendon Dysfunction have Diminished Ankle and Hip Muscle Performance"*. Kornelia Kulig, John M. Popovich JR, Lisa M. Nocetti-Dewit, Stephen F. Reischl, Dong Kim - JOSPT(2011).

25- *"Nonsurgical Management of Posterior Tendon Tibial Dysfunction with Orthoses and Resistive Exercise: A Randomized Controlled Trial"*. Kornelia Kulig, Stephen F. Reischl, Amy B. Pomrantz, Judith M. Burnfield, Susan Mais-Requejo, David B. Thordarson and Ronald W. Smith - Physical Therapy(2009).