



OSTEOPATHIC MANUAL THERAPY SCHOOL SCUOLA DI OSTEOPATIA

TESI PER IL DIPLOMA DI OSTEOPATIA (D.O.)

**“ TRATTAMENTO DELLA DISTORSIONE
TIBIO TARSICA NEL CALCIATORE
PROFESSIONISTA ”**

CANDIDATO: CASATI FABRIZIO

ANNO ACCADEMICO 2016/2017

fisiomedic
ACADEMY

INDICE

Introduzione.....

1. IL PIEDE

- 1.1 Vocazione funzionale
- 1.2 Caratterizzazione anatomica del piede
 - 1.2.1 Componenti ossee
 - 1.2.2 Il tarso posteriore
 - 1.2.3 Il tarso anteriore
 - 1.2.4 I metatarsi
 - 1.2.5 Le falangi
 - 1.2.6 Ossa sesamoidi
- 1.3 Componente articolare
- 1.4 Componente capsulo legamentosa
 - 1.4.1 I legamenti che uniscono il talo alle altre ossa del tarso
 - 1.4.2 I legamenti dorsali del tarso
 - 1.4.3 I legamenti plantari del tarso
 - 1.4.4 I legamenti fra tarso e metatarso
 - 1.4.5 I legamenti fra le ossa del centro piede
- 1.5 Gli archi plantari
 - 1.5.1 Arco longitudinale interno
 - 1.5.2 Arco longitudinale esterno
 - 1.5.3 Arco trasversale
- 1.6 Componente muscolo tendinea
 - 1.6.1 Ruolo dei muscoli intrinseci del piede
 - 1.6.2 Ruolo dei muscoli estrinseci del piede
- 1.7 La biomeccanica funzionale del piede
 - 1.7.1 I muscoli motori
 - 1.7.2 Le articolazioni del tarso anteriore e tarso metatarsali
- 1.8 La Biomeccanica Funzionale del piede

2. LA CAVIGLIA

- 2.1 Caratterizzazione anatomica e morfometrica dell'articolazione della caviglia

- 2.2 Componenti ossee
- 2.3 I legamenti che uniscono le epifisi distali di tibia e fibula
- 2.4 Componenti muscolotendinee
- 2.5 La biomeccanica funzionale della caviglia

3. ANALISI CINEMATICA DELL'ARTICOLAZIONE DELLA CAVIGLIA

- 3.1 Ruolo delle articolazioni durante il passo
- 3.2 Definizione degli assi di movimento
- 3.3 Valutazione della cinematica della caviglia
- 3.4 Movimento di plantaflessione e dorsoflessione
- 3.5 Movimento di inversioni ed eversione

4. LA DISTORSIONE TIBIO TARSICA

- 4.1 I fattori generali che predispongono ad una distorsione
- 4.2 Come avviene una distorsione
- 4.3 Classificazione e sintomi della distorsione
- 4.4 La diagnosi della distorsione
- 4.5 Trattamento conservativo
- 4.6 La riabilitazione fisioterapica
- 4.7 Trattamento osteopatico del piede
- 4.8 Correlazioni viscerali
- 4.9 Tecniche di correzione strutturali e miotensive

INTRODUZIONE

L'osteopatia è una medicina non convenzionata riconosciuta dall'organizzazione mondiale della sanità e definita nel 2007 come una medicina basata sul contatto primario manuale nella fase di diagnosi e trattamento. Si basa nel considerare l'essere umano come l'unità di corpo, mente e spirito. Ogni singola parte del corpo è in grado di interagire con l'insieme attraverso il movimento.

Attraverso la sua valutazione (analisi della postura e palpazione) è possibile individuare gli eventuali disturbi su cui intervenire attraverso tecniche manuali in grado di correggere i disequilibri e ripristinare le condizioni fisiologiche nel movimento quindi della salute. Questa è la descrizione nuda e cruda che ci dà internet alla voce Osteopatia.

In realtà ma soprattutto in pratica penso sia il modo di approcciare al paziente a 360 gradi. Lavorando da vent'anni nel mondo dello sport professionistico, dopo aver frequentato la scuola di Massofisioterapia e di Massaggiatore sportivo, avvertivo la necessità di ampliare il mio bagaglio culturale con un "qualcosa" che completasse il mio percorso. Penso che l'osteopatia abbia contribuito in maniera importante al mio nuovo modo di approcciare all'atleta. Rimango comunque convinto che il bello dell'osteopatia lo scoprirò col tempo.....

1. IL PIEDE

1.1 VOCAZIONE FUNZIONALE

1) Ruolo statico

Plasticità: necessità di adattamento al rilievo del suolo

Fissità: per la stabilizzazione in appoggio

2) Ruolo dinamico

Caricamento: ammortizzazione al suolo

Propulsione: restituzione dell'energia accumulata al ricevimento.

1.2 CARATTERIZZAZIONE ANATOMICA DEL PIEDE

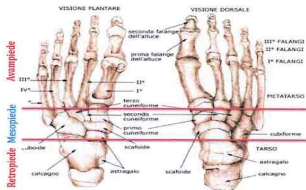
1.2.1. COMPONENTI OSSEE

Il piede rappresenta un sistema architettonico complesso dotato di tre principali caratteristiche: solidità, flessibilità e stabilità. La sua struttura è un capolavoro oltre che di architettura anche di biomeccanica, con le sue 28 ossa, compresi i sesamoidi costanti (il loro numero può variare per la presenza di uno o più sesamoidi incostanti o di alcune delle dieci ossa accessorie del piede), 33 articolazioni e 20 muscoli. Il piede si può dividere topograficamente in tre porzioni:

- *Avampiede:* che comprende le ossa delle falangi (14) e dei metatarsi (5)
- *Mesopiede:* che comprende i 3 cuneiformi e il cuboide, e lo scafoide tarsale
- *Retropiede:* che comprende astragalo e calcagno

Retropiede e avampiede si dispongono in piani che si intersecano in modo variabile. Nella condizione ideale, il retropiede è disposto verticalmente e l'avampiede orizzontalmente (su una superficie di appoggio orizzontale). A piede sotto carico la torsione tra retropiede e avampiede si attenua nel rilassamento (il piede diviene una piattaforma modellabile) e si accentua nell'irrigidimento (il piede diviene una leva).

La disposizione ad arco è in realtà apparente essendo espressione del grado di avvolgimento dell'elica podalica. Il piede quindi non ha il significato di un arco o volta reale ma apparente, che si alza durante l'avvolgimento e si abbassa durante lo svolgimento dell'elica. L'avvolgimento dell'elica, con la conseguente accentuazione dell'apparente disposizione ad arco, corrisponde al suo irrigidimento. Lo svolgimento dell'elica, con conseguente attenuazione dell'arco apparente, è il rilasciamento. La torsione (avvolgimento) dell'elica podalica è connessa alla rotazione esterna (extrarotazione) dei segmenti sovrapodalici (gamba e femore). L'astragalo ruotando all'esterno solidalmente con le ossa della gamba, sale sul calcagno chiudendo in tal modo l'articolazione medio-tarsica; il retropiede si verticalizza. L'avampiede aderendo tenacemente al suolo reagisce alle forze torcenti applicate sul retropiede; il piede è quindi irrigidito. Occorre tener presente che in biomeccanica sono presenti numerosi meccanismi elicoidali in quanto, fungendo come piani inclinati, consentono di agire con sforzi minimi su rilevanti resistenze.



Il piede può inoltre essere suddiviso in ulteriori tre regioni, ovvero il tarso, il metatarso e le falangi.

- *Il Tarso*, che presenta alcune analogie con il carpo della mano, è costituito da sette ossa (calcagno, astragalo, scafoide (o navicolare), cuboide e le tre ossa cuneiformi) che occupano tutta la metà prossimale del piede, di cui la più voluminosa di tutte è il calcagno. Nel tarso si distinguono due file, la prima, prossimale, è formata dal talo e dal calcagno, la seconda, più distale e interposta tra questa e il metatarso, è formata, procedendo trasversalmente da mediale a laterale, dal primo, secondo e terzo osso cuneiforme e dall'osso cuboide. Frapposto alle due file vi è l'osso navicolare. La disposizione delle ossa nelle due file forma un'arcata convessa dorsalmente. Tutte le ossa del tarso presentano un asse maggiore antero-posteriore, con l'eccezione del navicolare che lo possiede latero-laterale. L'astragalo è collegato alle due ossa lunghe con le quali costituisce l'articolazione della caviglia che permette al piede di muoversi su e giù.
- *Il Metatarso*, posto nella metà distale del piede, è costituito da 5 ossa dalla morfologia simile che collegano il tarso alle falangi. Sono tutte ossa lunghe e dunque possiedono un'epifisi prossimale ed una distale, collegate da una diafisi. Le diafisi delle ossa metatarsali sono convesse sulla superficie dorsale e concave su quella plantare, contribuendo alla formazione dell'arcata plantare del piede. Articolate, sono tutte leggermente inclinate medialmente. I metatarsi costituiscono un ponte tra la parte centrale del piede e le dita e si allargano quando si carica il peso sul piede. C'è una parte arrotondata su ciascun osso, chiamata testa metatarsale, che forma il cuscinetto del piede e sostiene il peso del corpo.

- *Le Falangi* sono le ossa delle dita dei piedi. Le falangi del piede sono costituite da 14 piccole ossa, tre in ciascun dito, dette prossimale, intermedia e distale, fatta eccezione per l'alluce che ne possiede due, prossimale e distale. Talvolta il quinto dito possiede solo due falangi. Rispetto alla mano le falangi del piede sono più corte, schiacciate in senso latero-laterale, convesse dorsalmente e concave plantarmente. Caratteristica delle falangi intermedie del piede è quella di avere un'epifisi distale costituita da una troclea, che si articola con l'epifisi prossimale delle falangi distali.

Oppure in:

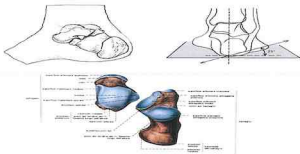
- *Piede posteriore* (Tarso anteriore e posteriore = Mesopiede e Retropiede)
- *Piede anteriore* (Metatarso e Falangi = Avampiede)

1.2.2 IL TARSO POSTERIORE

Talo + Calcagno

Si distingue per:

- La posizione alta del talo
- La linea spezzata formata dall'interlinea sotto-talare
- Il processo postero-mediale del calcagno (+grosso)
- Il rostro del calcagno che prende appoggio sul cuboide
- Il "sinus tarsi" occupato dai due fasci dei legamenti talo calcaneare interosseo
- Il canale tarsico (tunnel osteo fibrotico)



L'*astragalo* (o *Talo*) è un osso irregolarmente cuboide, interposto fra le ossa della gamba in alto, del calcagno in basso e in dietro e lo scafoide in avanti. Vi si possono distinguere tre porzioni, un corpo posteriore una testa anteriore e un collo, situato tra le precedenti. Nell'insieme si distinguono nell'astragalo sei facce (superiore, inferiore, mediale, laterale, posteriore e anteriore). La faccia superiore è interamente occupata da una superficie articolare. La faccia inferiore ha due faccette articolari piane per l'articolazione con il calcagno, le facce mediale e laterale presentano faccette articolari disposte su un piano sagittale per le facce dei due malleoli. Nella faccia posteriore troviamo un solco sagittale, destinato al passaggio del tendine d'inserzione del muscolo flessore lungo dell'alluce. La faccia anteriore è occupata dalla testa che entra in articolazione con lo scafoide. Nelle strutture del tarso posteriore, l'astragalo è un osso particolare sotto tre punti di vista. Innanzitutto, situato alla sommità del tarso posteriore, è un osso ripartitore del peso corporeo e delle sollecitazioni sull'insieme del piede. Attraverso la sua superficie articolare superiore, la puleggia astragalica, riceve il peso del corpo e gli sforzi trasmessi attraverso la pinza bi malleolare e rinvia le compressioni in tre direzioni:

- verso l'indietro, al tallone, cioè la grossa tuberosità del calcagno, attraverso l'articolazione astragalo-calcaneale posteriore (superficie talamica dell'astragalo);
- verso l'avanti e in dentro, in direzione dell'arco interno della volta plantare, attraverso l'articolazione astragalo-scafoidea;
- verso l'avanti e in fuori, in direzione dell'arco esterno della volta plantare, attraverso l'articolazione astragalo-calcaneale anteriore.

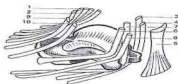


posizione dell'astragalo nel piede Ripartizione delle sollecitazioni ricevute dall'astragalo

Il suo “lavoro” in compressione e il suo ruolo meccanico sono considerevoli. Inoltre non comporta alcuna inserzione muscolare: tutti i muscoli che vengono dalla gamba passano a ponte attorno ad esso, perciò è stato soprannominato osso “ingabbiato”. Si distinguono:

1. L'estensore comune delle dita;
2. Il peroneo anteriore (incostante);
3. Il peroneo laterale corto;
4. Il peroneo laterale lungo;
5. Il tendine d'Achille, terminazione del tricipite surale;

6. Il tibiale posteriore;
7. Il flessore proprio dell'alluce;
8. Il flessore comune delle dita;
9. L'estensore proprio dell'alluce;
10. Il tibiale anteriore.



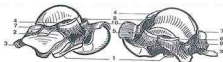
Strutture tendinee che "ingabbiano" l'astragalo

Infine esso è ricoperto interamente da superfici articolari e da inserzioni legamentose cui è soprannominato anche osso "rilegato". Si distinguono :

1. Il legamento interosseo o astragalo-calcaneale inferiore;
2. Il legamento astragalo-calcaneale esterno;
3. Il legamento astragalo-calcaneale posteriore;
4. Il fascio anteriore del legamento laterale esterno della tibio-tarsica.
5. Il piano profondo del fascio anteriore del legamento laterale interno della tibio-tarsica.
6. Il fascio posteriore del legamento laterale interno della tibio-tarsica.
7. Il fascio posteriore del legamento laterale esterno della tibio-tarsica.
8. La capsula anteriore della tibio-tarsica con relativo rinforzo

9. Il rinforzo posteriore della capsula della tibio-tarsica

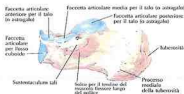
Il legamento astragalo-scafoideo



Inserzioni legamentose dell'astragalo

Non possedendo nessuna inserzione muscolare, l'astragalo è nutrito unicamente attraverso i vasi che vi arrivano dalle inserzioni legamentose, cioè un apporto arterioso appena sufficiente in condizioni normali. In caso di frattura del collo dell'astragalo, soprattutto con lussazione del corpo dell'osso, la sua troficità può essere irrimediabilmente compromessa, ciò che comporta una pseudo-artrosi del collo o peggio ancora, una necrosi asettica del corpo dell'osso.

Il *calcagno* è un osso breve, con l'asse maggiore in senso antero-posteriore. Si trova sotto l'astragalo e presenta sei facce. La faccia superiore si articola anteriormente con l'astragalo. La faccia inferiore, irregolare, presenta due tuberosità, una anteriore e una posteriore. Sulla faccia laterale si trovano due solchi destinati al passaggio dei tendini dei muscoli peronieri laterali. La faccia mediale è caratterizzata dalla presenza di una lunga doccia in cui decorrono tendini, vasi e nervi che dalla faccia posteriore della gamba si portano alla pianta del piede. La faccia anteriore ha una superficie articolare a sella che si articola con la superficie omologa del cuboide. La faccia posteriore corrisponde alla sporgenza del tallone; in basso è rugosa e dà inserzione al tendine calcaneale (di Achille).



Calcagno (vista laterale)

1.2.3 IL TARSO ANTERIORE

Cuboide, Navicolare, 3 Cuneiformi

Rappresenta una barra di torsione tra il retropiede e il piede anteriore

Il *Cuboide* è un osso irregolarmente cubico, situato nella parte esterna del piede, davanti al calcagno, lateralmente allo scafoide e al 3° cuneiforme, dietro al 4° e al 5° metatarsale. La faccia superiore è rugosa e non articolare; quella plantare presenta una marcata cresta per l'attacco del legamento plantare lungo. La faccia laterale è ristretta e concava per il passaggio del tendine del peroniero lungo; quella mediale è più estesa e presenta una faccetta articolare per il terzo cuneiforme. La superficie posteriore del cuboide è articolare e corrisponde all'omologa faccia del calcagno. La superficie anteriore è pure articolare e è ripartita in due faccette che si articolano con le basi del 4° e del 5° osso metatarsale.

Lo *Scafoide* (o *Navicolare*) è un osso a forma di navicella, posto davanti alla testa dell'astragalo, dietro alla fila dei tre cuneiformi, medialmente al cuboide. Vi si considera una faccia anteriore e una posteriore, due margini, superiore e inferiore e due estremità mediale e laterale. Delle due facce, quella posteriore presenta una cavità, atta ad accogliere la testa dell'astragalo; quella anteriore ha tre faccette piane per i tre cuneiformi.

L'estremità mediale è caratterizzata dalla tuberosità dello scafoide, su cui si inserisce il tendine principale del muscolo tibiale posteriore.

Le ossa cuneiformi sono tre ossa a forma di prismi triangolari. Si distinguono in:

- 1° o mediale;
- 2° o medio;
- 3° o laterale;

Il 1° è il più voluminoso; si articola in avanti con il primo metatarsale e lateralmente con il 2° cuneiforme e il 2° metatarsale.

Il 2° cuneiforme si distingue dagli altri due perché più breve; si articola ai lati con i suoi omologhi, in basso e in avanti con il secondo metatarsale.

Il 3° appoggia in fuori sul cuboide, con il quale si articola. La sua superficie mediale presenta una faccetta articolare per il secondo cuneiforme e una per il secondo metatarsale; anteriormente prende contatto con la base del terzo metatarsale.



Cuboide, Navicolare, 3 Cuneiformi

1.2.4 I METATARSI

I metatarsi sono stesi e inclinati verso l'avanti. Descrivono un arco di circolo trasversale con 2M in posizione alta, trasversalmente. 2M forma una chiave di volta e l'asse anatomico longitudinale del piede.

Sono cinque piccole ossa lunghe, poste tra la serie distale delle ossa tarsali e la serie delle falangi prossimali. In ciascun osso metatarsale si descrivono un corpo e due estremità.

Il corpo è di forma prismatica triangolare, con la base dorsale e descrive una curva a concavità inferiore.

Le estremità prossimali o basi sono dotate di faccette piane, destinate ad articolarsi con le ossa della seconda serie tarsale (articolazioni tarsometatarsali) e con le ossa metatarsali vicine (articolazioni intermetatarsali).

Le estremità distali sono arrotondate e prendono il nome di teste; presentano superfici articolari convesse accolte nelle cavità articolari delle falangi prossimali.

Nella superficie plantare del 1° metatarsale si trova una cresta per l'inserzione del tendine del peroniero lungo. L'estremità prossimale del 5° metatarsale presenta un rilievo che dà inserzione al tendine del muscolo peroniero breve.

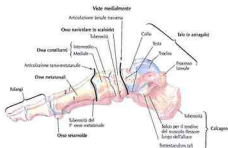
1.2.5 LE FALANGI

Formano quello che Rabischong e coll. chiamano il triangolo di mobilità del piede(rispetto al triangolo di stabilità raggruppando il piede posteriore e la zona metatarsica) cioè il punto d'appoggio anteriore articolando il piede con il suolo.

Sono piccole ossa lunghe, omologhe, per numero e forma, a quelle corrispondenti della mano, ma assai meno sviluppate. Vanno decrescendo di volume dal 1° al 5° dito e di lunghezza dal 2° al 5°. Ciascun dito, pertanto, eccetto il 1° (alluce) dotato di due sole falangi, possiede tre falangi, designate come prossimale, media e distale o 1a, 2a e 3a. Le falangi digitali del piede, come quelle della mano, si formano da un punto primitivo per il corpo e l'estremità prossimale. Essi compaiono rispettivamente tra il 2° e il 4° mese fetale e tra il 3° e il 4° anno dopo la nascita. L'ossificazione delle falangi prossimali è più precoce di quella delle falangi intermedie e distali. L'unione delle parti secondarie con quelle primarie ha luogo dopo il 15° anno.

1.2.6 OSSA SESAMOIDI

Nel piede, come anche nella mano, si formano delle escrescenze cartilaginee che nel periodo della pubertà si solidificheranno per diventare ossa e che vengono denominate ossa sesamoidi. Le troviamo quasi sempre in numero di due, grandi come piselli, in una posizione mediale e laterale al livello dell'articolazione metatarso-falangea dell'alluce; possono trovarsi anche nelle articolazioni metatarso-falangee del secondo e quinto dito e nell'articolazione interfalangea dell'alluce; non le troveremo mai nelle articolazioni metatarso-falangee del terzo e quarto dito. La funzione delle ossa sesamoidi è di mantenere distanziati i tendini dell'asse articolare per aumentarne la tensione.



Scheletro del piede destro visto dal lato mediale. Il profondo arco plantare mediale, formato dalle ossa tarsali e metatarsali, ha la sua chiave di volta a livello dello scafoide

1.3 COMPENENTE ARTICOLARE

Sul piano articolare abbiamo le 5 interlinee che permettono la mobilità tridimensionale del piede.

1. *Interlinea sotto-talare; interlinea sottoastragale*

Le due superfici articolari della sotto-talare formano una doppia trocoide inversa che permette dei movimenti di adeguamento del piede posteriore rispetto al suolo, però di piccola ampiezza per non disturbare la stabilità.



2. *Interlinea trasverso del tarso; interlinea di Chopart*

Il compartimento laterale a una superficie in sella. È più orientato verso la stabilità, formando un braccio di leva rigido durante la propulsione, realizzando una "close packed position". Questi due compartimenti realizzano un bloccaggio/sbloccaggio del tarso anteriore grazie ai legamenti interossei e plantari molto potenti che intervengono nel meccanismo di barra torsione.



3. *Interlinea cuneo navicolare: interlinea medio tarsica*

Quest'interlinea unisce l'osso navicolare ai cuneiformi e al cuboide, Zona di mobilità intermedia molto importante.

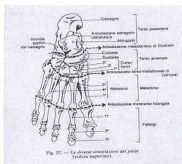


4. *Interlinea tarso metatarsica: interlinea di Lisfranc*

Quest'interlinea è propizia ad una mobilità differenziata tra i 5 raggi del piede



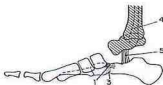
5. *Interlinee interfalangi* – 6. *Interlinee metatarso falangici*



1.4 COMPONENTE CAPSULO LEGAMENTOSA

1.4.1 LEGAMENTI CHE UNISCONO IL TALO ALLE ALTRE OSSA DEL TARSO

- *Legamento Talo navicolare*
- *Legamento Talo-calcaneare interosseo*, in due piani (anteriore e posteriore), che forma un perno centrale nel seno tarsico. Questo legamento è meccanicamente molto potente e povero di propriocettori.
- *Legamento Talo calcaneare laterale e mediale*
- *Legamento Talo calcaneare posteriore*



legamento talo calcaneare interosseo

1.4.2 LEGAMENTI DORSALI DEL TARSO

- *Legamento biforcuto*: si compone di due fasci: calcaneo-navicolare e calcaneo cuboideo, è unlegamento biforcuto a cavallo sulle due parti dell'interlinea.
- *Legamenti intercuneiformi dorsali*
- *Legamento cuneo-cuboideo dorsale*
- *Legamento cuboide-navicolare dorsale*
- *Legamenti trapezio-navicolari dorsali*
- *Legamenti calcaneo-cuboidei dorsali*

1.4.3 LEGAMENTI PLANTARI DEL TARSO

- *Legamento plantare lungo*: mantiene solidamente l'arco laterale delle ossa del tarso. Nasce dalla faccia plantare del calcagno e si dirige distalmente dove si allarga e diventa un nastro fibroso longitudinale, superficiale, sistuato al di sopra del muscolo peroneo lungo, fino alle basi dei metatarsi. Termina inoltre sulla tuberosità dell'osso cuboide con un corto fascio, il legamento calcaneo-cuboideo.
- *Legamento calcaneo cuboideo plantare*

- *Legamento calcaneo-navicolare plantare*: rappresenta, per i corti legamenti plantari, la parte più profonda dell'apparato legamentoso. Ingrandisce la cavità per la testa del talo. La sua faccia interna è incrostate di cartilagine. Lo spessore di questo legamento può raggiungere i 5 mm.
- *Legamento cuneo-navicolare plantare*
- *Legamenti interossei*: legamento cuneo-cuboideo interosseo e legamenti intercuneiformi interossei

1.4.4 LEGAMENTI FRA TARSO E METATARSO

Si dividono in legamenti tarso-metatarsali dorsale e plantare e legamenti cuneo metatarsali interossei



1.4.5 LEGAMENTI FRA LE OSSA DEL CENTRO DEL PIEDE

Comprendono i legamenti metatarsali interossei, dorsale e plantare. Si trovano a livello base delle ossa metatarsali.

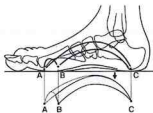


1.5 GLI ARCHI PLANTARI

Da un punto di vista meccanico il piede può essere paragonato ad una "capriata", cioè ad una struttura architettonica triangolare con il compito di eliminare le spinte orizzontali, costituita da due travi articolate insieme al colmo del tetto e sostenute alla base da un tirante che impedisce il collasso della struttura, se sottoposta ad un carico. Il segmento orizzontale è formato da potenti legamenti plantari e da muscoli plantari per il sostegno della struttura. In realtà la struttura si presenta in modo tridimensionale, con tre punti d'appoggio principali, collocati nell'impronta plantare.

Tra i tre punti anteriori (A-B) è teso l'*arco trasversale*, il più corto e il più basso. Fra i due punti esterni è teso l'*arco longitudinale esterno* (A-C) e tra i due punti interni l'*arco longitudinale interno* (B-C) il più lungo ed alto. Quest'ultimo è il più importante dei tre sia da un punto di vista statico che dinamico, sotto carico si appiattisce e si allunga.

I tre archi del piede si comportano come un ponte



1.5.1 ARCO LONGITUDINALE INTERNO

Il piede presenta un'arcata principale nota come "arco longitudinale interno" che si estende dal calcagno fino alla testa del primo metatarso, comprendendo quattro segmenti ossei: il primo metatarso, che poggia al suolo solo con la sua testa, il primo cuneiforme, interamente sospeso, lo scafoide, chiave di volta di questo arco a 15-18 mm dal suolo ed il calcagno, che poggia al suolo solamente con la sua estremità posteriore. I legamenti plantari resistono agli sforzi violenti e di breve durata, invece i muscoli plantari si oppongono alle deformazioni prolungate. Il muscolo tibiale posteriore forma una corda parziale tesa vicino alla sommità dell'arco e il suo ruolo è essenziale: conduce lo scafoide in basso ed indietro sotto la testa dell'astragalo. Ad un accorciamento relativamente piccolo del tendine, corrisponde ad un cambiamento di orientamento dello scafoide che produce un abbassamento del pilastro di sostegno anteriore. Il peroneo lungo laterale agisce anche sull'arco interno di cui aumenta la concavità flettendo il primo metatarso sul primo cuneiforme e quest'ultimo sullo scafoide. Questo arco si comporta come una molla che ha la funzione di assorbire e attenuare sollecitazioni e colpi.

1.5.2 ARCO LONGITUDINALE ESTERNO

Nello scheletro del piede, l'arco longitudinale esterno si estende dalla parte anteriore del calcagno alla testa del quinto metatarso attraversando solamente tre segmenti ossei: il quinto metatarso, la cui testa costituisce il punto di appoggio anteriore dell'arcata anteriore, il cuboide, totalmente sospeso dal suolo e il calcagno, le cui tuberosità posteriori costituiscono il punto di appoggio dell'arcata. Questa arcata, a differenza dell'interna, che è alta sul suolo, è poco elevata (3-5 mm) e prende contatto con il suolo attraverso le parti molli. Mentre l'arco interno è elastico, grazie alla mobilità dell'astragalo sul calcagno, l'arco esterno è molto più rigido per di trasmettere l'impulso motore del tricipite.

1.5.3 ARCO TRASVERSALE

L'arco trasversale, interdipendente con l'arco longitudinale interno, coinvolge la sezione trasversale, che interessa le basi delle cinque ossa metatarsali. È teso tra la testa del primo metatarso, che appoggia sui due sesamoidi, a 6 mm dal suolo, e la testa del quinto metatarso, anch'essa a 6 mm dal suolo. Questo arco anteriore passa per la testa degli altri metatarsali: la seconda testa, la più elevata (9 mm) forma la chiave di volta. La terza (8,5 mm) e la quarta (7 mm) sono in posizione intermedia. La concavità di questo arco è poco accentuata e appoggia al suolo per mezzo delle parti molli, costituendo quello che alcuni chiamano "il tallone anteriore" del piede.

1.6 COMPONENTE MUSCOLO TENDINEA

La prima distinzione fondamentale da fare all'interno dell'insieme dei muscoli dell'arto inferiore è tra muscoli intrinseci, ovvero localizzati nel piede e che esercitano la loro azione su strutture del piede stesso, e muscoli estrinseci localizzati a livello di tibia perone (o fibula) e in grado di esercitare azioni direttamente a livello del piede, per inserzione diretta o riflessione. Gli stessi muscoli estrinseci esercitano la propria azione in parte sull'articolazione della caviglia ed in parte sulle strutture

scheletriche interne. Questi muscoli, in particolare quegli intrinseci, sono a prevalenza di fibre rosse, ovvero ad azione lenta ma energeticamente economica e, mantenendo un certo tono muscolare pressoché ininterrotto in fase di stazione eretta, sono caratterizzati dall'attitudine all'irrigidimento ovvero alla capacità che, parallelamente all'azione delle strutture legamentose, permette di conferire grande stabilità alla connessione podalica. Per questo motivo, l'intervento muscolare globale nella realizzazione della coesione interossea è decisamente meno rilevante rispetto alla funzione di controllo e regolazione antigravitaria. Un'altra caratteristica fondamentale della podo-meccanica muscolare è che il piede è caratterizzato da un gran numero di muscoli che coinvolgono due o più articolazioni, in grado di offrire particolari vantaggi ai fini dell'economia energetica, in quanto permettono di sviluppare grandi tensioni con modici accorciamenti. Questi muscoli poliarticolari agiscono infatti stabilizzando l'articolazione prossimale e favorendo in questo modo il movimento dei segmenti ossei distali. Indagini elettromiografiche hanno evidenziato l'effettiva efficienza energetica di questi muscoli in fase antigravitaria. In stazione eretta il corpo umano è un sistema in equilibrio dinamico stabile, a causa dell'altezza del centro di gravità, del poligono d'appoggio di dimensioni ristrette e dalla struttura costituita dalla successione di elementi articolati distinti. Tale equilibrio si realizza attraverso un sistema informativo preciso e tempestivo garantito dalla capacità propriocettiva dei muscoli podalici stessi, che permettono un movimento su base stazionaria, neutralizzando i movimenti rotatori, indotti dalla migrazione ventrale della linea gravitaria del corpo, e i movimenti oscillatori sul piano frontale. Un ruolo fondamentale per garantire la massima funzionalità dei muscoli è svolto da delle particolari strutture connesse ai tendini, ovvero le guaine mucose, le quali permettono al tendine stesso di scorrere riducendo notevolmente gli attriti con altre componenti muscolari o ossee. Queste strutture connettivali sono presenti soprattutto a livello della caviglia, dove è necessario ruotare le linee di azione dei carichi applicati dalle strutture muscolari attorno attraverso i retinacoli dei muscoli stessi.

Analizziamo ora in dettaglio i muscoli del piede, come abbiamo detto si dividono in:

- *Muscoli intrinseci*
- *Muscoli estrinseci*

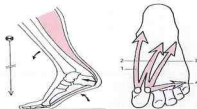
I muscoli intrinseci a parte l'estensore breve dell'alluce sono tutti plantari. Sono tutti corti e si dividono in 3 logge, mediale, mediana e laterale.

I muscoli estrinseci nascono dalla gamba, sono muscoli lunghi (anteriore, retromalleolare mediale e retromalleolare laterale hanno i loro tendini che si ripartiscono al piede, in tendini dorsali e tendini plantari)

1.6.1 RUOLO DEI MUSCOLI INTRINSECI DEL PIEDE

Gestiscono l'equilibrio del piede, hanno un ruolo più statico che dinamico

- *Estensore breve delle dita*: calcagno e reticolo inf.⇒ Aponeurosi dorsale 2°/3° dito
- *Estensore breve dell'alluce*: calcagno e reticolo inf.⇒Aponeurosi dorsale 1° dito
- *Flessore breve delle dita*: faccia inferiore tuberosità calcagno⇒falangi medie 2°/5° dito. Fa parte dell'apparato tricipito-calcaneo plantare, catena funzionale
- *Interossei*: poco orientati verso il movimento, formano la parte più profonda della volta e assicurano una trave composita
- *Lombricali*: sono piuttosto propriocettori



1.6.2 RUOLO DEI MUSCOLI ESTRINSECI DEL PIEDE

Essi hanno un ruolo più dinamico che statico

- M. tibiale anteriore
- M. tibiale posteriore Ø
- M. fibulare lungo
- M. fibulare breve Ø
- M. terzo fibulare Ø
- M. quarto fibulare Ø
- M. estensore lungo dell'alluce e delle dita
- M. flessore lungo delle dita
- M. flessore lungo dell'alluce
- M. tricipite

Muscolo tibiale anteriore: faccia laterale della tibia e membrana interossea $\Rightarrow$ faccia plantare del 1° cuneiforme e del 1° metatarso.

Azione: flessione dorsale e supinazione, soprattutto utile per abbassare il calcagno

Muscolo tibiale posteriore: faccia post. della membrana interossea e delle superfici vicine della tibia e della fibula $\Rightarrow$ tuberosità dell'osso navicolare.

Azione: coatta tutte le interlinee centrali e plantari

Muscolo fibulare lungo: testa della fibula, solco del cuboide $\Rightarrow$ 1° metatarso e 1° cuneiforme

Azione: equivalente al tibiale posteriore però dal lato opposto. Con esse forma una "staffa" che sostiene la volta. Ha un ruolo maggiore nella stabilità frontale dell'arcuata mediale

Muscolo fibulare breve: superficie laterale della fibula $\Rightarrow$ tuberosità del M5

Azione: eversione, porta in dietro il M5, porta in dietro il M5, portandolo verso il cuboide ed esso contro il calcagno

Terzo fibulare: muscolo incostante però di solito presente (90%) . Questo muscolo è stato nominato "muscolo del piede piatto" per la sua azione pronatrice. Di fatto una curva debole del piede corrisponde ad un terzo fibulare molto sviluppato.

Estensore lungo delle dita (ELD): condilo laterale della tibia + margine anteriore della fibula + membrana interossea ultima falange delle dita 2/5.

Azione: uguale al tibiale anteriore + incavamento della volta plantare

Estensore lungo dell'alluce (ELA): faccia mediale della fibula e membrana interossea $\Rightarrow$ falange distale dell'alluce.

Azione: flessione dorsale del piede + incavamento della volta plantare

Flessore lungo delle dita: faccia posteriore della tibia $\Rightarrow$ falangi distali delle dita.

Flessore lungo dell'alluce: 2 terzi distali della faccia posteriore della fibula + membrana interossea $\Rightarrow$ Base della falange distale dell'alluce.

Flessione dell'alluce, però soprattutto serraggio della pinza tibio-fibulare, è anche un'anti flessore in catena chiusa.



Tricipite surale: è composto dal soleo e dai due gastrocnemi. Muscolo particolare nel senso che non si prolunga al piede. Le sue fibre aponeurotiche sembrano prolungarsi con l'aponeurosi plantare attraverso il tendine d'Achille.

1.7 LA BIOMECCANICA FUNZIONALE DEL PIEDE

Per quanto concerne la mobilità funzionale del piede si possono fare tre osservazioni:

- Le combinazioni multiple risultano dal gioco intricato delle differenti interlinee, la mobilità funzionale è una mobilità d'insieme, ogni alterazione d'una mobilità si ripercuote sulle altre;
- L'attività in catena cinetica chiusa, in carico, è tipicamente funzionale, citiamo i giochi articolari associati all'accucciamento, alla genuflessione, le mobilità ammortizzate in caso di saltelli;
- Gli scivolamenti tendinei nelle guaine sinoviali sono importanti per la libertà dei movimenti.

I movimenti di flesso/estensione del piede si situano a livello dell'articolazione tibio-tarsica, il piede può anche effettuare dei movimenti d'adduzione/abduzione attorno all'asse verticale, movimenti che possono essere in parte effettuati dal ginocchio e dei movimenti d'inversione/eversione attorno all'asse longitudinale. Tutti questi movimenti non esistono allo stato puro a livello delle articolazioni del piede, vale a dire che ogni movimento in un piano comporterà dei movimenti anche minimi negli altri due piani.

Si avrà associazione di inversione/adduzione/flessione plantare o eversione/abduzione/flessione dorsale.

1.7.1 I MUSCOLI MOTORI

Inversione:

- Tibiale posteriore
- Flessore breve delle dita e dell'alluce
- Tricipite surale

Eversione:

- Terzo fibulare
- Estensore lungo delle dita

L'articolazione sub-talare (sotto-astraglica), i movimenti del calcagno sotto un talo supposto fisso, s'effettuano nei tre piani dello spazio, durante i movimenti d'inversione del piede, l'estremità anteriore del calcagno subisce tre spostamenti elementari:

- Si abbassa leggermente, leggera estensione del piede;
- Si sposta in dentro, adduzione;
- Si corica sulla faccia esterna: supinazione.

Per contro in appoggio, l'articolazione sub talare è stabile, questa interlinea è auto stabile nei tre piani. In effetti sotto qualsiasi angolo la si guardi, offre una traccia di linea spezzata, si comporta alla maniera di quelle componenti meccaniche ad incastro reciproco che permettono della mobilità quando siano allargate e non ne permettono più quando sono mantenute chiuse. La statica di questa interlinea è quindi naturalmente stabile a patto che spostamento delle ossa che la compongono sia corretto, in riva, una mal posizione genera subito un'instabilità, se esiste un decalage dell'asse gamba-piede.

1.7.2 LE ARTICOLAZIONI DEL TARSO ANTERIORE E TARSO-METATARSALI:

- *Le articolazioni inter-cuneiformi*, permettono dei piccoli movimenti verticali che modificano la curvatura trasversale della volta plantare.
Il terzo cuneiforme riposa sul cuboide, il cui terzo interno serve da base dell'arco dei cuneiformi. Nel senso longitudinale, i leggeri spostamenti dei cuneiformi in rapporto allo scafoide contribuiscono al cambiamento della curvatura dell'arco interno;
- *Le articolazioni tarso-metatarsali*, nel suo insieme, la linea di Lisfranc (linea di disarticolazione del piede) è obliqua da dentro in fuori, dall'alto in basso e dal davanti al dietro. I due metatarsali estremi, I e V, più mobili, hanno, contrariamente gli altri, le interlinee articolari in direzione obliqua, ne segue che questi metatarsali non si spostano in piano sagittale. Il rotolamento del passo in appoggio anteriore, passando dal bordo esterno del piede verso la testa del primo metatarsale, conferma questo stato di fatto- i movimenti della testa del primo metatarsale comportano una componente di flessione ed una di abduzione. Simmetricamente, il movimento della testa del quinto metatarso è composto da una flessione associata ad una adduzione. Così la testa dei due metatarsi esterni non solo si abbassa, ma si avvicina anche all'asse del piede, cosa che condiziona un accrescimento della curvatura dell'arco, quindi un incavamento della parte anteriore della volta plantare, inversamente, l'estensione dei metatarsi si accompagna con un suo appiattimento. Diciamo ancora che il secondo metatarso, incastrato tra i due cuneiformi, è il meno mobile dei metatarsi e forma la tegola di colmo della volta plantare.
- *Le articolazioni metatarso-falangee e inter-falangee*, le prime sono enartrosi (sferoidi) e le seconde sono delle troclee, hanno tutte come possibilità di movimento la flessione/estensione.

1.8 LA FUNZIONALITA DINAMICA DEL PIEDE

Il piede durante una situazione di dinamismo può avere delle disfunzioni biomeccaniche a livello delle articolazioni sopracitate che riducono la libertà di movimento.

Per effettuare una normalizzazione completa dobbiamo valutare tutte le 5 interlinee articolari che permettono la mobilità tridimensionale del piede, e valutare tutti i movimenti disfunzionali delle singole ossa del piede

2. LA CAVIGLIA

L'articolazione tibio-tarsica, l'articolazione astragalo-calcaneare e l'articolazione che si forma tra la tibia e la fibula, ossa dell'arto inferiore, formano una delle giunzioni più importanti del piede, ovvero il complesso dell'articolazione della caviglia.

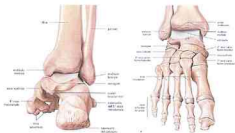
2.1 CARATTERIZZAZIONE ANATOMICA E MORFOMETRICA DELL'ARTICOLAZIONE DELLA CAVIGLIA

Tra le articolazioni del piede la caviglia svolge un ruolo fondamentale per quanto riguarda la mobilità del piede stesso. Oltre ad unirlo alla gamba, la caviglia permette al piede movimenti come la flessione del dorso o della pianta, o la sua inversione ed eversione, fondamentali per compiere un passo, correre o salire e scendere le scale. Oltre che a permettere questi movimenti, alla caviglia spetta il compito di limitare il loro range massimo per evitare fratture o distorsioni. Tale articolazione è inoltre fondamentale in quanto permette di scaricare a terra il peso dell'intero corpo. L'articolazione della caviglia consiste di una cupola a forma di forchetta costituita dalle porzioni distali della tibia e perone e, infilata tra loro, la troclea. La zona di congiunzione delle tre conformazioni ossee principali è formata da un fine strato di cartilagine, spesso mediamente 1.6 mm (Shepherd and Seedhom, 1999), il quale fa sì

che le ossa durante un movimento "scorrono" tra loro quasi senza resistenza. Il profilo cartilagineo nella caviglia consente, inoltre, al complesso tibia-fibula di adattarsi alla larghezza variabile della superficie articolare dell'astragalo attraverso, uno slittamento verso l'alto e movimenti mediali di rotazione della fibula, durante il movimento di dorsiflessione (larghezza massima) e attraverso un movimento inverso durante la flessione plantare (larghezza minima). Oltre alla capsula articolare esistono delle robuste strutture legamentose che permettono il movimento e tengono assieme la struttura ossea. In particolare si tratta dei legamenti Talofibulare Anteriore e Posteriore, Calcaneofibulare, Deltoideo, Tibio-Peroneale Anteriore e Posteriore, Interosseo Talocalcaneare e Cervicale. A queste complesse strutture si sommano muscoli, tendini e retinacoli. I principali tendini che formano la caviglia sono: il Tibiale Anteriore, l'Estensore lungo delle dita, l'Estensore lungo dell'alluce, il Tibiale Posteriore, il Flessore lungo delle dita, il Flessore lungo dell'alluce, il Peroneo Breve, il Peroneo Lungo, ed infine il tendine d'Achille.

2.2 COMPONENTI OSSEE

La caviglia è composta a sua volta dalle articolazioni tibio-peroneale distale, tibiotarsica e subtalare. Queste articolazioni sono formate dalle strutture ossee denominate: Tibia, Perone e Tarso.



La Tibia, più interna, è un osso molto robusto, di forma triangolare nella sua estremità distale, parallelo al perone ed in linea con il femore. Durante il passo, nella fase di appoggio, le forze sostenute della caviglia sono di circa 5-7 volte il peso del corpo.

La parte distale della tibia è formata da 5 superfici: inferiore, anteriore, posteriore, laterale e mediale (o malleolo mediale). La superficie inferiore si articola con la superficie trocleare dell'astragalo, il bordo della superficie laterale risulta essere più largo rispetto a quello mediale ed infine il bordo della superficie anteriore è più lungo di quello posteriore.

Il Perone (o Fibula) si presenta di circa 4-5 volte più sottile della tibia ed è formato da un corpo e due estremità. Il corpo è rettilineo e ha forma prismatica triangolare. Delle tre facce quella laterale è liscia, salvo che al centro dell'osso dove si riscontra una depressione destinata ad accogliere i muscoli peronieri laterali. La faccia mediale è percorsa da un rilievo verticale, la cresta interossea, dove prende inserzione la membrana interossea della gamba. La faccia posteriore è rugosa per varie inserzioni muscolari. I tre margini sono sottili e taglienti.

L'estremità inferiore si rigonfia nel malleolo laterale. La superficie mediale del malleolo si articola in alto con l'omologa faccetta tibiale, in basso con la superficie articolare dell'astragalo. Anteriormente ed inferiormente, la fibula, è sede, rispettivamente, dell'inserzione del legamento Talofibulare Anteriore e del legamento Calcaneo fibulare. Posteriormente vi si trova un soleo sagittale, destinato al passaggio dei tendini dei muscoli peronieri.

Il tarso è già stato descritto nel capitolo precedente del piede.

2.3. I LEGAMENTI CHE UNISCONO L'EPIFISI DISTALI DI TIBIA E FIBULA

Questo complesso di legamenti, detti sindesmotici, assicura la stabilità tra la porzione distale della tibia e del perone resistendo alle forze assiali di rotazione e di traslazione che tentano di separare le due ossa. I tre legamenti responsabili sono: il Legamento Tibio-Peroneale anteriore, il Legamento Tibio-Peroneale posteriore e il Legamento

Tibio-Peroneale intraosseo. Il segmento inferiore della membrana intraossea aiuta inoltre a stabilizzare la sindesmosi tibio-peroneale. Distale al sito di inserzione del presente legamento, la rimanente superficie anteriore corrisponde al Recesso Sinoviale Tibio-Peroneale dell'articolazione della caviglia, e nella superficie posteriore c'è un piccolo fagotto di tessuto adiposo chiamato la Frangia grassi Sinoviale; esso si abbassa o aumenta durante i movimenti della caviglia. La Frangia sinoviale rientra in dorsoflessione salendo a posizionarsi tra la tibia e perone e scende verso l'articolazione della caviglia durante la flessione plantare (Golanò et al. 2010).

Legamento Tibio-Peroneale Anteriore Questo legamento si sviluppa fra la parte anteriore della tibia (5 mm in media al di sopra della superficie articolare (van den Bekerom et al. 2007)), e la parte anteriore della fibula distale, appena sopra al sito di inserimento dell' ATFL (Peetron et al. 2004). Il legamento tibio-peroneale anteriore risulta essere diviso in diverse fibre, le quali permettono l'inserimento dei rami vascolari dell'arteria peroneale.

Legamento Tibio-Peroneale Posteriore Questo legamento è sostanzialmente costituito da due componenti indipendenti, la componente superficiale e profonda. La componente superficiale origina nel bordo posteriore del malleolo laterale e decorre prossimalmente e medialmente fino ad inserirsi nel tubercolo tibiale posteriore. Questa componente sarebbe omologa al legamento tibio-peroneale anteriore. Il termine legamento tibio-peroneale posteriore è solitamente usato per riferirsi alla componente superficiale.

La componente profonda è a forma di cono e origina nella zona prossimale della fossa malleolare per poi inserirsi nel margine posteriore della tibia. Questa componente è conosciuta anche con il nome di legamento trasverso, e forma un vero labrum che fornisce stabilità all'articolazione tibio-tarsica e previene la traslazione posteriore dell'astragalo.

Il legamento interosseo talocalcaneare (ITCL) e il legamento cervicale (CL) Il legamento cervicale si estende dal tubercolo cervicale del calcagno anteriormente e medialmente fino al collo dell'astragalo. Esso si trova all'interno del seno del tarso e

Occupa infatti una posizione centrale in modo tale che il peso del corpo trasmesso dallo scheletro della gamba sulla puleggia dell'astragalo, venga ripartito sul talamo e sulle superfici anteriori del calcagno.



I tendini che attraversano l'articolazione della caviglia sono classificati per i compartimenti in cui sono situati i loro muscoli.

Il tibiale anteriore (TA), l'estensore lungo delle dita (EDL) e l'estensore lungo dell'alluce (EHL) sono tendini originari del compartimento anteriore. Il tibiale posteriore (TP), il flessore lungo delle dita (FDL) e il flessore lungo dell'alluce (FHL) provengono dal profondo vano posteriore. I tendini peroneo breve (PB) e peroneo lungo (PL) sorgono nel compartimento laterale. Il tendine d'Achille è formato dai tendini detti —soleus e gastrocnemius, che derivano dal vano superficiale posteriore.

Tendini (Estensori) Anteriori

Ci sono quattro tendini che si possono trovare anteriormente alla caviglia, essi sono, da mediale a laterale, il tibiale anteriore (TA), l'estensore lungo dell'alluce (EHL), l'estensore lungo delle dita (EDL) e il peroneo "tertius". Questi tendini permettono la dorso flessione della caviglia e del piede. Lesioni dei tendini estensori sono molto meno comuni che lesioni dei tendini flessori.

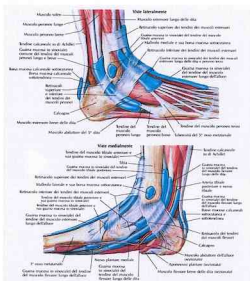
Tendini (flessori) mediali

I tendini flessori si trovano sul lato mediale della caviglia e scorrono dietro il malleolo laterale. In ordine, dalla zona mediale alla laterale, le strutture sono: il tibiale posteriore (TP), il flessore lungo delle dita (FDL), l'arteria tibiale posteriore, vene e nervi, e il flessore lungo dell'alluce (FHL). I tendini sono circondati da guaine tendinee e passano attraverso il tunnel tarsale formato sotto, dalla scanalatura retromalleolare e sopra, dal reticolo flessorio

Tendini laterali (peroneali)

Ci sono due tendini laterali posteriori: il peroneo breve (PB) e il peroneo lungo (PL). Il muscolo PL è il più superficiale dei muscoli del compartimento laterale. Il tendine PL passa dietro e sotto la fibula distale. Il muscolo PB invece, deriva dai $\frac{2}{3}$ distali della parte laterale della fibula, anteriore al tendine PL. Il tendine PB mantiene la sua posizione, anteriore e mediale rispetto al tendine PL, man mano che passa sotto il perone nel solco retromalleolare. Il reticolo peroneale superiore sovrasta i due tendini peroneali in questa regione. Nel 40% degli individui, i due tendini sono separati dal

tubercolo peroneale lungo la superficie laterale del calcagno, in prossimità del reticolo peroneale inferiore. Il tendine PB scorre antero-superiormente, mentre il tendine PL posteroinferiormente, al tubercolo. Distalmente, il PL tendine corre medialmente nella scanalatura peroneale del cuboide fino ad inserirsi nel versante plantare del primo metatarso, e medialmente nelle ossa cuneiformi. Il PB decorre lateralmente fino ad inserirsi alla base del quinto metatarso.

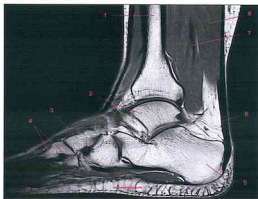


Tendine posteriore

Il tendine d'Achille è il principale flessore plantare del piede a livello dell'articolazione della caviglia. Il tendine nasce dal capo mediale e laterale del muscolo gastrocnemio e del muscolo soleo. I capi mediale e laterale del muscolo gastrocnemio nascono nel femore posteriore appena sopra i condili femorali.

Il muscolo soleo nasce dalla testa del perone, dal perone superiore e dalla membrana interossea. La giunzione muscolo-tendinea è variabile, e la punta inferiore del muscolo è spesso di soli 5-10 cm superiore all'inserzione calcaneare. Il tendine ha una regione relativamente ipovascolare circa 4-6 cm sopra la sua inserzione; in questa zona hanno luogo la maggior parte delle lesioni dei tendini di Achille.

RMN DELLA CAVIGLIA, SEZIONE SAGITTALE, T1.



- 1: Tibia.
- 2: Astragalo
- 3: Cuneiforme laterale.
- 4: 3° e 4° Metatarso.
- 5: Calcagno.
- 6: Tendine di Achille (tendine calcaneare).

7: Tendine e Muscolo flessore lungo dell'alluce.

8: M. soleo.

2.5 LA BIOMECCANICA FUNZIONALE DELLA CAVIGLIA

A) MOBILITÀ ANALITICA

1. Flessione o Flessione dorsale

È il movimento il quale la faccia dorsale del piede si avvicina alla faccia anteriore della gamba. Il movimento si svolge, teoricamente nel piano sagittale passando dal centro dell'articolazione. In realtà risulta inclinato in alto e fuori, nonché obliquo in avanti e fuori.

L'asse teorico sarà l'inserzione dei piani frontale e trasversale, passante per il centro dell'articolazione. Clinicamente ci si riferisce alla linea bimalleolare, obliqua in fuori, in basso e verso dietro. In realtà, come per numerose articolazioni la posizione dell'asse varia nel corso del movimento sagittale della caviglia. I centri istantanei di rotazione sono in posizione più posteriore in flessione plantare, più anteriori in flessione dorsale e più alti in posizione intermedia. In quest'ultima, i centri variano leggermente, lasciando avvenire piccoli scivolamenti antero-posteriori.

Per ciò che riguarda il movimento dobbiamo considerarne due aspetti:

1. il movimento della caviglia con piede mobile
2. il movimento della caviglia con gamba mobile

Il movimento con piede mobile: la cupola talare bascula sagittalmente nella pinza bimalleolare, superficie convessa mobile su superficie concava fissa. Ciò impone una coppia di forze, per evitare di veder avvenire uno schiacciamento del bordo anteriore del pilone tibiale sulla cresta del collo del talo e uno scalzamento posteriore.

Il movimento con gamba mobile: è il piede che è fissato, generalmente al suolo. La particolarità è che in quel momento vi è l'intervento del ginocchio. Ciò si traduce con una inclinazione della gamba verso l'avanti, accompagnata da una rotazione assiale verso dentro da parte del ginocchio, quando si trova in flessione. In questo caso la

faccia inferiore della tibia scivola con andamento curvilineo sul talo, e certe volte, in mancanza della coppia di forze, si verifica una disarmonizzazione delle superfici.

L'ampiezza media si situa intorno ai 20°.

I muscoli motori sono gli elevatori del piede, vale a dire il tibiale anteriore e il peroneo terzo, così come i due muscoli delle dita; l'estensore lungo dell'alluce e l'estensore lungo delle dita.

I fattori limitanti sono gli elementi posteriori e principalmente il tendine del tricipite surale.

2. Estensione o Flessione plantare

È il movimento nel quale il piede tende ad allinearsi nel prolungamento della gamba.

I piani e assi sono gli stessi della flessione dorsale.

L'ampiezza è il doppio della flessione dorsale, cioè circa 40°.

I muscoli motori sono i muscoli posteriori, specialmente il tricipite surale e in minor grado, i muscoli retro malleolari mediali, così come, lateralmente il peroneo lungo.

I fattori limitanti sono gli elementi anteriori: tendini e capsula.

B) MOBILITÀ SPECIFICA

A livello della tibio-fibulare inferiore

la mobilità dell'articolazione tibio-fibulare inferiore è congiunta alla flessione dorsale della talo-crurale. Come ogni sindesmosi, è fatta per aprirsi e non per scivolare, è assoggettata alla variazione delle superfici talo-fibulari.

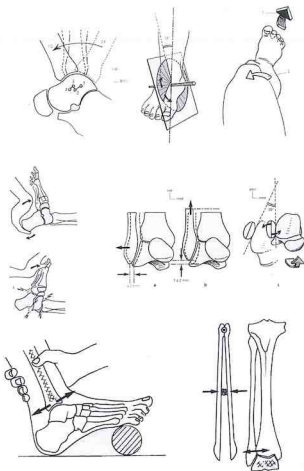
Durante la dorsiflessione, il malleolo laterale effettua: un allargamento, un'elevazione, una rotazione mediale e uno scivolamento anteriore, in rapporto al talo.

Bisogna quindi ricordare che si tratta di una *pinza bimalleolare* e non di un mortaio.

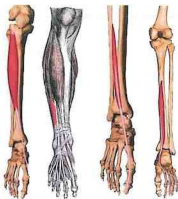
A livello della talo-crurale

A seconda del grado di lassità fisiologica, possono esistere dei movimenti minimi di:

- Scivolamento antero-posteriore
- Decoaptazione



*TIBIALE ANTERIORE, TERZO FIBULARE, ESTENSORE LUNGO DELL'ALLUCE E
ESTENSORE LUNGO DELLE DITA*



TRICIPITE SURALE, TIBIALE POSTERIORE, FIBULARE LUNGO



3. ANALISI CINEMATICA DELL'ARTICOLAZIONE DELLA CAVIGLIA

3.1 RUOLO DELLE ARTICOLAZIONI DURANTE IL PASSO

Le articolazioni del piede sono complesse e numerose:

- articolazione tibio-tarsica;
- l'articolazione astragalo-calcaneare, chiamata comunemente sotto-astragaliga;
- l'articolazione medio-tarsica detta di Chopart,
- l'articolazione tarso-metatarsica detta di Lisfranc;
- le articolazioni scafo-cuboidea e scafo-cuneiforme.

Queste articolazioni da un lato orientano il piede nel piano frontale e trasversale per presentare correttamente la pianta del piede al suolo, qualunque sia la posizione della gamba e l'inclinazione del terreno, dall'altro, modificano la forma e la curvatura della volta plantare per poter adattare il piede alle asperità del terreno e inoltre creare tra il suolo e la gamba, che trasmette il peso del corpo, un sistema di ammortizzatori che dia al passo elasticità e scioltezza.

Oltre ai movimenti di flessione-estensione la cui sede è l'articolazione tibio-tarsica, il piede può anche effettuare movimenti attorno all'asse verticale (Y) della gamba e attorno al proprio asse orizzontale e longitudinale (Z). Attorno all'asse Y, si effettuano, nel piano orizzontale i movimenti di adduzione-abduzione, la cui ampiezza varia dai 35° (Round) ai 45°. Tuttavia, questi movimenti della punta del piede, nel piano orizzontale possono essere la conseguenza della rotazione interna-esterna della gamba (a ginocchio flesso) o della rotazione di tutto l'arto inferiore a livello dell'anca (a ginocchio esteso). Risultano allora molto più ampi potendo arrivare nelle ballerine classiche fino ai 90°. Attorno all'asse longitudinale Z, il piede ruota in modo da orientare la pianta sia verso l'interno, in inversione, sia verso l'esterno, in eversione. L'ampiezza della inversione è di 52°, maggiore di quella della eversione (25-30°).

Le articolazioni del piede sono costituite in modo tale che un movimento in uno dei piani, si accompagna necessariamente ad un movimento negli altri due piani. Così l'adduzione si accompagna all'inversione ed ad una lieve estensione. Queste tre componenti caratterizzano la posizione detta di —supinazione. Se l'estensione viene annullata con una equivalente flessione della caviglia, si ottiene la posizione detta di varismo. Nell'altra direzione, l'abduzione si accompagna necessariamente alla eversione ed alla flessione: è la posizione detta di —pronazione. Se la flessione viene annullata con una equivalente estensione della caviglia, si ottiene l'atteggiamento valgo del piede. Così, salvo compensi a livello delle articolazioni del piede, l'adduzione non potrà mai essere associata alla eversione e viceversa l'abduzione non potrà mai associarsi con la inversione. Vi sono dunque delle combinazioni di movimenti impediti dall'architettura stessa dell'articolazione del piede.

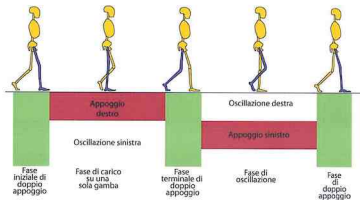
Guardando e maneggiando un preparato anatomico del tarso posteriore, risulta evidente che tutte le articolazioni formano un insieme funzionale indissociabile, il complesso articolare del retropiede, il cui ruolo è quello di adattare l'orientamento e la forma di tutta la volta plantare. Le articolazioni sotto-astraglica e medio-tarsica sono meccanicamente legate e realizzano insieme l'equivalente di un'unica articolazione dotata di un solo movimento attorno all'asse di Henke, orientata nel piano sagittale e trasversale, inclinata rispetto all'asse orizzontale di circa 42°.

I movimenti di inversione e di eversione sono limitati da due ordini di resistenze:

- le salienze ossee;
- il sistema legamentoso del retro-piede.

Durante un normale passo i movimenti compiuti dal piede, non comprendono l'intero range di movimento permesso dalle articolazioni e dalle strutture legamentose; per riuscire a determinare la quantità di range utilizzato durante la deambulazione bisogna innanzitutto studiare quali tra i movimenti permessi al piede vengono impiegati durante un passo.

La deambulazione è data da una successione ciclica di movimenti ritmici alternati che ci consente di spostare in avanti il nostro corpo.



fasi del ciclo del passo

Viene definito ciclo del passo (ciclo di gait) il periodo che intercorre tra due appoggi successivi dello stesso piede al terreno. A sua volta questo ciclo è diviso in 2 fasi:

- fase di appoggio: durante la quale il piede rimane a contatto con il suolo. Questa fase occupa circa il 60% del ciclo del passo e diminuisce sempre più mano a mano che si aumenta la velocità di deambulazione (nella corsa si riduce fino al 37% circa) -

fase di sospensione o oscillazione: durante la quale l'arto viene sollevato e portato in avanti per prepararsi all'appoggio successivo. Tale fase viene anche chiamata fase di trasferimento.

La fase di appoggio si può suddividere a sua volta in quattro diverse fasi :

1. contatto del tallone (heel strike): è una fase molto breve in cui il tallone del piede proiettato in avanti si trova a contatto con il suolo
2. pieno appoggio (mid stance): è la fase più lunga che inizia con lo stacco del piede controlaterale e termina quando il piede è completamente appoggiato al suolo (calcagno, metatarso e dita appoggiate al terreno)
3. distacco tallone (heel off): questa fase termina quando l'arto controlaterale tocca il suolo e contemporaneamente si assiste al distacco dal suolo del tallone del piede portante
4. distacco delle dita (toe off): è una fase che termina con il distacco delle dita dal terreno, dopo la quale il peso del corpo viene trasferito in avanti.

La fase di sospensione, invece, si può dividere in tre diverse fasi:

1. fase iniziale: l'arto inferiore di interesse si sposta in avanti per opera dei muscoli flessori dell'anca dopo lo stacco delle dita del piede
2. fase intermedia: l'arto preso in esame si sposta da una posizione posteriore al corpo ad una posizione anteriore. Contemporaneamente la caviglia si flette per opera del tibiale anteriore

3. fase finale: in questa fase si continua e termina il movimento precedente, il ginocchio e la caviglia raggiungono la loro massima estensione preparando allo stesso tempo l'arto al contatto al suolo (appoggio del tallone e ripresa del ciclo del cammino).

Durante la fase di contatto (heel strike) il movimento che il piede compie è quello di pronazione, ovvero, come spiegato in precedenza, una combinazione tra eversione, abduzione e dorsiflessione del calcagno. Questo complesso movimento avviene tra calcagno e astragalo (articolazione subtalare), che costretto all'interno della morsa tibio-fibulare, farà ruotare internamente la gamba. Il risultato della pronazione è uno sbloccaggio dell'articolazione mediotarsica ed un piede molto mobile. Questo continua per circa il 25% del ciclo fino a quando il piede non diventa una leva rigida, da questo punto in poi il piede inizia a muoversi in direzione di supinazione (inversione, adduzione e plantaflessione).

Il piede raggiunge la sua posizione neutra al 50% del ciclo del passo (midstance). Questa posizione continua a permettere un blocco della giunzione mediotarsale con tutti i metatarsi in contatto con il terreno. Il primo movimento che verrà effettuato in seguito al raggiungimento della posizione neutra sarà la plantaflessione in modo tale da permettere all'alluce di fornire la gamma di movimenti necessari per la propulsione. La plantaflessione della arcata plantare è necessaria per permettere all'alluce di compiere una dorsiflessione; il fallimento di questo meccanismo causerà un'incidenza dell'alluce e quindi il suo scontro con la testa del primo metatarso, condizione nota come limite funzionale dell'alluce.

Il range di mobilità utilizzato durante il ciclo del passo è minore rispetto al range di movimento massimo; per i movimenti di plantaflessione e dorsiflessione il range massimo si aggira attorno ai 70° (50° in flessione plantare e 20° in flessione dorsale), l'intervallo di movimento durante la fase di appoggio del ciclo del passo è di soli 30° (15° in flessione plantare e 15° in flessione dorsale).

Per quanto riguarda invece i movimenti di inversione ed eversione il range massimo è mediamente di 40° e si riduce a 10° durante la fase di appoggio.

3.2 DEFINIZIONE DEGLI ASSI DI MOVIMENTO

Una discussione sulla meccanica e cinematica del complesso della caviglia richiede molta terminologia: oltre a specificare il tipo di movimenti che l'articolazione della caviglia e l'articolazione subtalare permettono, bisogna specificare attorno a quali assi questi movimenti avvengono.

I primi studi effettuati sulla cinematica della caviglia consideravano la superficie articolare come l'unica costrizione al movimento, trascurando così il ruolo dei legamenti.

Inman (1976), per esempio, assunse che l'articolazione della caviglia ruotasse attorno ad un unico asse empirico localizzato nel piano trasversale e definito in 3 modi approssimativamente equivalenti:

1) inclinato di 20° - 30° rispetto all'asse del ginocchio, 2) inclinato di 84° dall'asse mediale del piede oppure, 3) passante attraverso il centro dei malleoli.

Nel piano frontale, invece, l'asse è inclinato di 80° rispetto l'asse longitudinale della tibia e passa distalmente all'apice dei malleoli. Quest'asse può essere individuato clinicamente posizionando le dita sull'apice dei malleoli. Precedentemente a Inman, Barnett e Napiere (1952) e Hicks (1953) descrissero tre assi distinti nell'articolazione durante la flessione, basandosi su misure della curvatura della troclea.

In posizione neutra l'asse era quasi orizzontale, in dorsiflessione e plantaflessione era inclinato, rispettivamente, medialmente e lateralmente. Questa variazione di assi è stata introdotta per spiegare i cambiamenti bruschi di inclinazione vicino alla posizione neutra.

Studi successivi, i quali utilizzavano tecniche più avanzate per determinare i piccoli movimenti nelle tre dimensioni, dimostrarono che l'asse dell'articolazione della caviglia cambia continuamente durante il movimento. Lundberg et al (1989) analizzò quest'asse in molti soggetti con un range di movimenti che andavano da 30° in dorsiflessione a 30° in plantaflessione con un incremento di 10°. La proiezione dell'asse nel piano frontale in posizione neutra risultò essere distale all'apice dei malleoli, e nel piano trasversale passante attraverso il centro dei malleoli, proprio come descritto da Inman (1976).

In dorsiflessione e plantaflessione risultò, invece, essere inclinato, medialmente e lateralmente.

Egli notò che il cambiamento di inclinazione in alcuni soggetti era graduale, mentre in altri sembrava ci fossero due assi distinte per i due movimenti di flessione proprio come sostenevano Barnett e Napiere(1952) e Hicks (1953). Queste caratteristiche furono notate in ogni paziente e in tutti gli esperimenti di flessione dorsale/plantare, supinazione/pronazione e adduzione/abduzione (Karol Galik, 2002). Un altro metodo di individuazione del sistema di coordinate anatomiche fu introdotto da Grood and Suntay (1983), inizialmente usato per descrivere la mobilità del ginocchio, e poi proposto come standard per la descrizione della cinematica del complesso della caviglia dalla Società Internazionale per la Biomeccanica (Wu et al. 2002). Questa tecnica descrive la rotazione e la traslazione lungo tre assi, due delle quali sono imprigionate nelle ossa che compongono l'articolazione, mentre la terza risulta mutuamente perpendicolare alle altre due. Per il complesso della caviglia sono stati definiti tre sistemi di coordinate, uno per l'articolazione della caviglia, uno per l'articolazione subtalare ed infine uno totale per il complesso della caviglia.

Tra tutti i sistemi di coordinate associati al complesso della caviglia, quelli citati più spesso negli studi di valutazione cinematica sono, quelli di Inman (1976), Barnett e Napiere (1952) e di Hicks (1953), che risultano essere i più semplici ma comunque efficienti per la descrizione della mobilità della caviglia.

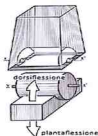
3.3 VALUTAZIONE DELLA CINEMATICA DELLA CAVIGLIA

La morfologia delle ossa, delle superfici articolari e dei legamenti della caviglia riportata in letteratura è molto variabile. Queste variazioni possono essere la causa principale delle variazioni meccaniche osservate nella giunzione. Le proprietà meccaniche passive del retropiede possono essere influenzate dal profilo delle superfici articolari, dalle proprietà del materiale cartilagineo, dalla geometria e dalle proprietà materiali dei legamenti, dal sistema "retinacular" attorno al retropiede e dagli incroci e inserimenti dei tendini.

Modelli analitici dell'articolazione della caviglia sono stati proposti per descrivere i meccanismi che riproducono la flessione plantare e dorsale durante attività come il passo; modelli simili sono stati proposti anche per i movimenti di inversione ed eversione dell'articolazione subtalare.

Articolazione della caviglia

Il modello analitico più semplice, per l'articolazione della caviglia, è formato da una superficie cilindrica agente su un asse fisso. Questo modello descrive morfologicamente la caviglia, con eccezione fatta per il raggio cilindrico della base della tibia, ed i suoi meccanismi, limitando il movimento alla sola flessione plantare e dorsale, senza tener conto quindi delle coppie cinematiche che sono state osservate nella caviglia.



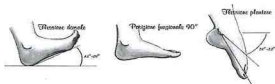
Un'altra visione del comportamento della caviglia, che incorpora le caratteristiche morfologiche, rappresenta la troclea talare come un tronco di cono. Questa superficie conica della troclea è congruente con la superficie inferiore della tibia, cosicché in direzione mediale-laterale il talo viene a congiungersi al malleolo laterale e mediale, quando il piede si viene a trovare in posizione neutra.

Durante la flessione plantare la parte finale posteriore della troclea entra nella morsa tibiofibulare e qui perde il suo sostegno da parte del talo perché la larghezza della parte posteriore finale della troclea corrisponde alla larghezza della morsa della caviglia. Durante questo movimento, comunque, si nota che la fibula serra la morsa della caviglia e il talo subisce un accoppiamento in rotazione interna, alzando così i suoi aspetti laterali e mediali contro i loro omologhi della tibia e del perone.

Articolazione subtalare

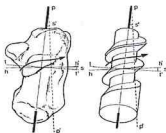
Modelli analitici usati per descrivere la mobilità dell'articolazione subtalare sono molti; inizialmente si descrisse un solo asse che però si notò essere altamente variabile.

Quest'asse è obliqua, orientata verso l'alto anteriormente e medialmente; essa penetra l'angolo posterolaterale del calcagno, passa perpendicolarmente al canalis tarsi e trapassa la zona superomediale del collo dell'astargalo. L'orientazione dell'asse dell'articolazione subtalare è nel piano sagittale e trasversale.



Durante l'inversione dell'articolazione subtalare, il talo ruota sull'asse longitudinale del calcagno e trasla anteriormente.

Studi successivi sul comportamento a vite dell'articolazione subtalare trovarono solo il 58% dei soggetti che presentavano traslazioni anteriori del talo durante l'inversione; il 20% presentava una traslazione posteriore seguita da una anteriore mentre un altro gruppo (20%) presentava movimenti casuali in avanti e indietro; infine il 3% descriveva un puro movimento di rotazione (Stiehl et al. 1991). Ognuno di questi modelli analitici conta sull'identificazione degli aspetti morfologici per descrivere il movimento dell'articolazione: la morfologia variabile potrebbe essere la causa della variabilità delle misurazioni meccaniche da soggetto a soggetto (Jason Robert Toy 2009).



Modello analitico dell'articolazione subtalare: confronto tra la faccetta articolare posteriore del calcagno con una vite. hh' piano orizzontale dove avvengono i movimenti; tt' piano perpendicolare all'asse della vite; s angolo ellittico della vite, formato ai piani hh' e tt'; esso è uguale all'angolo s' ottenuto tracciando una perpendicolare pp' dall'asse.

3.4 MOVIMENTO DI PLANTAFLESSIONE E DORSOFLESSIONE

I movimenti di flessione plantare e dorsale sono delle rotazioni compiute dal complesso articolare della caviglia attorno all'asse X ; Esse sono le maggiori componenti della mobilità dell'articolazione della caviglia durante il passo.

Entrambe le direzioni di flessione, originariamente si pensava fossero applicate sugli stessi assi di rotazione, quelli passanti per l'apice del malleolo laterale e mediale, o sull'asse di rotazione della caviglia. Questo pensiero rimase valido fino a quando non si è dimostrato che l'asse di rotazione della caviglia non è fisso ma è variabile, e questo porta ad un cambiamento costante e completo del range di mobilità. Il calcagno si inverte durante la plantaflessione del piede, mentre, la dorsiflessione coincide con delle piccole rotazioni tibiali interne (2° di rotazione interna - 10° di dorsiflessione). Il legamento Talofibulare Anteriore (ATFL) e il legamento Tibiotalare Anteriore subiscono significanti deformazioni (58-87% e 26-51% strain rispettivamente) durante la flessione plantare, mentre, il legamento Tibiotalare posteriore e il legamento Talocalcaneare subiscono grandi allungamenti (24-46% e 11-22% strain rispettivamente) in dorsiflessione. Il legamento Talofibulare Posteriore (PTFL), inoltre, subisce elongazioni moderate (7-17 % strain) durante entrambe le flessioni (Carl William Imhauser, 2004).

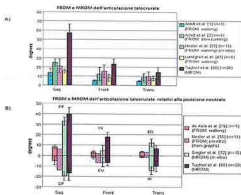
Queste variabilità nella misura del range di mobilità dei movimenti di flessione plantare e dorsale sono spesso dovuti, come detto in precedenza, alla morfologia delle ossa che compongono l'articolazione. Alla massima dorsiflessione la parte superiore del collo dell'astragalo potrebbe spingere contro il bordo antero-inferiore della tibia. La dorsoflessione potrebbe inoltre essere limitata dal raggio dell'arco articolare tibiotalaré, e dall'inclinazione del angolo del collo dell'astragalo.

Il grado di orientazione della faccetta articolare posteriore del calcagno potrebbe avere effetti sul range di mobilità in plantaflessione, infatti se l'angolo di inclinazione della faccetta, che mediamente risulta compreso tra i 55° e i 75° dalla linea disegnata lungo la faccia superiore del calcagno, dovesse essere maggiore, creerebbe un

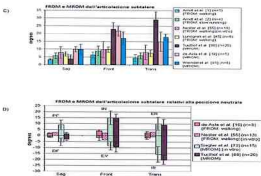
aumento anche nel range di mobilità in plantaflessione. L'angolo della faccetta infero-posteriore dell'astragalo modifica i movimenti di flessione se non è più compreso nel range da 26° a 50°. Un angolo maggiore orienta la superficie in direzione longitudinale aumentando i movimenti di flessione plantare e dorsale.

Parlando di range di mobilità bisogna fare una distinzione tra quello massimo e quello funzionale, ovvero i gradi di movimento massimi che il complesso della caviglia può compiere, e quelli che compie normalmente durante ad esempio la camminata e la corsa.

Il MROM (maximal range of motion) dell'articolazione della caviglia sul piano sagittale, dalla massima dorsiflessione alla massima plantaflessione, è di 57° ($\pm 10^\circ$) mentre durante la fase di camminata il FROM (functional range of motion) è molto minore (Fig. 2.16 A). Relativamente alla posizione neutra, come accennato precedentemente, il MROM in plantaflessione risulta essere il doppio rispetto alla dorsiflessione (50° PF e 20° DF); per quanto riguarda il FROM durante il passo risulta essere molto vicino al MROM in dorsiflessione, mentre in plantaflessione corrisponde ad una piccola porzione del range massimo (Roeland P. et al. 2010).



FROM e MROM: A) dell'articolazione della caviglia, B) rispetto alla posizione neutra dell'articolazione della caviglia. Sag piano sagittale (Dorsi-Plantaflessione), Front piano frontale (Inv- Eversione), Trans piano trasversale (Add-Abduzione).



FROM e MROM C) dell'articolazione subtalare, D) rispetto alla posizione neutra dell'articolazione sub talare. Sag piano sagittale (Dorsi-Plantaflessione), Front piano frontale (Inv-Eversione), Trans piano trasversale (Add-Abduzione).

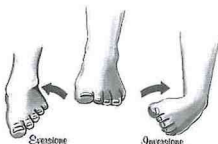
3.5 MOVIMENTO IN INVERSIONE ED EVERSIONE

I movimenti di inversione ed eversione sono rotazioni lungo l'asse Z. I contributo della giunzione subtalare nei movimenti inversione/eversione (73.4 % della mobilità totale del complesso dell'articolazione della caviglia) è più grande di quello dell'articolazione della caviglia.

Il motivo alla base di questa affermazione è la forma cilindrica della superfici articolare posteroinferiore del talo che si accoppia perfettamente con la faccetta articolare posteriore del calcagno. L'asse maggiore del cilindro è orientata in direzione dell' asse lungo del piede. Altri contributi per questi movimenti possono arrivare dal mancato incastro della superficie trocleare del talo nella morsa tibiofibulare.

I movimenti di inversione ed eversione sono accoppiati rispettivamente con i movimenti di rotazione esterna ed interna; invertendo il piede si causa un'elongazione del legamento Calcaneofibulare (24-49% strain). Il legamento Tibiotolare posteriore profondo subisce moderate elongazioni (9-23% strain) sia in inversione che in eversione. Senza carichi assiali i legamenti laterali limitano l'87% della coppia in inversione mentre il legamento deltoideo limita l'83% della coppia in eversione (336-398 N/m per inversione e eversione). Con carichi assiali (667 N) è l'articolazione ossea che stabilizza il retropiede in inversione ed eversione. Anche in questo caso la variabilità nella misura del range di mobilità dei movimenti di inversione ed eversione sono spesso dovuti alla morfologia delle ossa che compongono l'articolazione; infatti, ad esempio, l'angolo della faccetta infero-posteriore dell'astragalo oltre a modificare i movimenti di flessione, modifica anche quelli di inversione ed eversione. Se l'angolo è minore dell'intervallo scritto in precedenza, i range di mobilità dell'inversione e dell'eversione aumentano. In questo tipo di movimenti il FROM dell'articolazione subtalare sul piano frontale e trasversale è variabile ma comunque minore rispetto al MROM; anche nel piano sagittale il FROM è variabile ma le differenze con l' MROM sono minori. Relativamente alla posizione neutra il MROM in inversione risulta essere uguale a

quello in eversione. Durante la camminata il FROM è molto piccolo rispetto il range massimo perché il passo viene fatto appoggiando il piede a terra e quindi movimenti di inversione ed eversione sono quasi nulli (Roeland P. et al. 2010). Nella tabella seguente sono riportati i valori dei range di mobilità in inversione ed eversione riportati in letteratura.



MOVIMENTI DI ADDUZIONE E ABDUZIONE

I movimenti di adduzione e abduzione, o rispettivamente rotazione interna ed esterna, sono rotazioni lungo l'asse Y. Questo tipo di rotazioni di solito non avvengono da sole, ma sono accompagnate dalla flessione plantare e dorsale e dell'inversione ed eversione, infatti ad esempio il movimento del retropiede dalla massima adduzione alla massima abduzione è accoppiato ad una sostanziale inversione del piede.

L'articolazione subtalare e l'articolazione della caviglia contribuiscono egualmente ai due movimenti di rotazione, anche se all'estremità della rotazione interna ($>20^\circ$) l'articolazione subtalare incrementa la sua rotazione di due volte rispetto alla caviglia.

Il legamento Talofibulare Anteriore (ATFL) resiste al 56% della coppia generata in abduzione quando il piede è in flessione plantare a 20° senza carichi assiali.

Il legamento Deltoidale invece resiste principalmente ai momenti di rotazione interna in posizione neutra del piede e in dorsiflessione a 20°. Il legamento Calcaneofibulare (CFL) e il legamento Talofibulare Posteriore (PTFL) sono principalmente responsabili della resistenza all' adduzione sotto tutte le condizioni di carico assiale e di angoli di flessione, mentre il legamento Deltoidale gioca un ruolo di supporto secondario.

Il MROM e il FROM, in movimenti ad adduzione e abduzione, del complesso dell'articolazione della caviglia sono riportati nella figura soprastante A,B,C,D.

Successivamente viene riportata una tabella in cui sono descritti i movimenti compiuti dall'articolazione subtalare e dall'articolazione della caviglia durante un ciclo di camminata, con specificati i tendini e legamenti che si attivano nelle diverse fasi del ciclo.



Movimenti di rotazione interna ed esterna. 1 Adduzione, 2 Abduzione.

4. LA DISTORSIONE TIBIO TARSICA

4.1 I FATTORI GENERALI CHE PREDISPONGONO AD UNA DISTORSIONE

I fattori che predispongono alla distorsione alla caviglia sono molti e diversi fra loro.

Fra i più importanti possiamo ricordare:

- ⇒ un appoggio del piede non corretto;
- ⇒ l'instabilità derivante da una precedente distorsione;
- ⇒ una ricaduta dopo un salto;
- ⇒ un recupero funzionale e propriocettivo inadeguato;
- ⇒ un trauma da contrasto
- ⇒ terreno di allenamento (o di gioco) sconnesso;
- ⇒ calzature non adatte all'attività fisica praticata;
- ⇒ mancanza di adeguato riscaldamento;
- ⇒ allenamento insufficiente.

4.2 COME AVVIENE UNA DISTORSIONE

La maggior parte delle lesioni che avvengono alla tibio-tarsica (caviglia), è di solito di natura distorsiva. Di queste L'85% delle lesioni è rappresentato da distorsioni in inversione (appoggio a terra della parte esterna del piede). Questo accade essenzialmente per due motivi, uno di natura strutturale ossea, ovvero il malleolo tibiale è più corto del malleolo peroneale e questo permette all'astragalo di essere spinto più facilmente verso l'inversione, mentre il secondo motivo riguarda le componenti legamentose del complesso collaterale laterale, separate tra loro e meno robuste di quelle che compongono il legamento deltoideo interno. I legamenti coinvolti in questo tipo di distorsione sono quindi il Talofibulare Anteriore (il meno robusto), il Calcaneofibulare e il legamento Talofibulare Posteriore (il più robusto); essi vengono generalmente coinvolti nel trauma in ordine antero-posteriore, anche se,

la posizione di flessione dorsale o plantare dell'articolazione al momento del trauma può comportare un coinvolgimento legamentoso differente.

È il grado di interessamento di questi fasci che stabilirà la gravità della distorsione.

Il rimanente 15% delle lesioni della caviglia è rappresentato da distorsioni in eversione

(il piede in appoggio al terreno tende ad andare sul bordo interno) che provocano un danno ai legamenti del comparto mediale (legamento deltoideo) di maggior gravità in termini di recupero della stabilità. Le distorsioni in eversione sono associate in alta percentuale a fratture e rottura del mortaio tibia-fibulare e del malleolo esterno.

4.3 CLASSIFICAZIONE E SINTOMI DELLE DISTORSIONI

Dal punto di vista ortopedico vengono classificati quattro gradi di questa lesione:

Grado 0: stiramento temporaneo dell'apparato capsulo-legamentoso, con piccolo ematoma laterale e dolenza locale (non vi è rottura dei legamenti);

Grado 1: rottura isolata del peroneo-astragalico anteriore, con tumefazione laterale importante e parziale impotenza funzionale. L'infortunio non è tale da causare instabilità;

Grado 2: rottura del talofibulare anteriore e del calcaneofibulare, con ematoma, sia laterale che mediale e impotenza funzionale con zoppia. L'instabilità è di grado modesto.

Grado 3: rottura del talofibulare anteriore, del calcaneofibulare e del talofibulare posteriore, associate a una lesione capsulare con importante ematoma perimalleolare posteriore e impossibilità di deambulazione. Sono quelle più gravi e determinano instabilità severa; la rottura dei legamenti è completa e sono necessari trattamenti importanti quali l'apparecchio gessato o, addirittura, l'intervento chirurgico.

4.4 LA DIAGNOSI DELLA DISTORSIONE

La diagnosi della distorsione alla caviglia è essenzialmente clinica e, solitamente, non presenta particolari difficoltà; più complesso è invece valutare l'aspetto "qualitativo" della lesione (corretta individuazione delle strutture anatomiche che hanno subito lesioni, individuazione della gravità del danno capsulo-legamentoso, previsione della futura stabilità della lesione e, molto importante, identificazione di altri eventuali infortuni associati). L'aspetto anamnestico è ovviamente fondamentale e il medico deve essere correttamente informato sul meccanismo della lesione e sulla storia del paziente (prima lesione di questo tipo oppure no) e se si è avvertito un "crac" al momento dell'infortunio (probabile indice di una lesione di non poco conto). Il medico procederà poi con la pressa palpazione della parte infortunata e confronterà le due caviglie. Verranno poi eseguiti alcuni test per valutare la stabilità articolare.

In caso di distorsione alla caviglia deve essere sempre eseguito un esame radiografico standard che ha lo scopo di escludere un'eventuale presenza di fratture. Nel caso si sospetti una grave lesione con instabilità devono essere effettuate radiografie dinamiche della caviglia.

Altri esami strumentali che possono essere richiesti sono l'ecografia, la TAC e la risonanza magnetica.

4.5 TRATTAMENTO CONSERVATIVO

È diviso in 3 fasi:

1. *Acuta*
2. *Sub-acuta*
3. *Rieducazione Funzionale*

Fase Acuta

Il protocollo più accreditato per le lesioni acute è il P.R.I.C.E. (Protection Rest Ice Compression Elevation.)

In fase acuta gli obiettivi sono:

- a) L'immobilizzazione;
- b) Diminuzione degli "irritanti chimici" che causano dolore e favoriscono la "stasi tissutale" (ovvero l'edema);
- c) La prevenzione di ulteriori sollecitazioni meccaniche della struttura lesa.

Fase Subacuta

In fase sub-acuta lo scopo del trattamento è quello di sottoporre il tessuto leso ad una serie di sollecitazioni meccaniche, utili per promuovere l'orientamento fisiologico delle fibre collagene. Gli obiettivi in questa fase sono:

- a) L'eliminazione del dolore;
- b) Il recupero della particolarità;
- c) L'eliminazione dello spasmo muscolare;
- d) L'eliminazione dell'edema;
- e) Aumento del ROM articolare;
- f) Il risveglio e recupero della forza muscolare.

Per raggiungere questi obiettivi si utilizzano massaggi, terapie fisiche, tecniche di mobilizzazione e la cinesiterapia.

Fase Di Rieducazione Funzionale in palestra e in campo

In questa fase di rieducazione funzionale si mira al:

- a) Recupero propriocettivo;
- b) Recupero della forza;
- c) Recupero del gesto atletico;
- d) Prevenzione delle recidive.

4.6 LA RIABILITAZIONE FISIOTERAPICA

Per una corretta riabilitazione della caviglia, è molto importante conoscere il grado di distorsione da parte dell'ortopedico sapendo che esiste un grado I, II e III. Una buona riabilitazione serve a prevenire il dolore cronico e l'instabilità.

Nelle distorsioni della caviglia è molto importante il primo intervento, quello che si fa in campo, subito dopo l'evento traumatico, il PRICE.

Dopo qualche minuto si può levare il bendaggio compressivo per esaminarla, deve essere valutata da personale medico che effettuerà dei test per la diagnosi del grado della lesione e per la scelta del trattamento più appropriato. Premettendo che ogni distorsione è diversa dalle altre, quindi necessita di un trattamento personalizzato, individuato dall'ortopedico e dal fisioterapista, per dare un'idea generale si può affermare che nelle distorsioni di grado 1 e 2 il percorso riabilitativo è molto simile, sia per modalità che per tempi di recupero.

Nel caso la lesione sia di grado 3 come detto prima potrà essere necessario un trattamento chirurgico, al quale seguirà un percorso riabilitativo post-chirurgico.

Non tutti concordano sulla necessità di un intervento, alcuni ortopedici e fisiatri consigliano anche in caso di rottura dei legamenti un trattamento conservativo, cioè ritengono che un adeguato programma fisioterapico sia sufficiente a ridare stabilità alla caviglia.

Nella prima fase del trattamento, o acuta, che durerà 2-3 giorni nelle distorsioni di grado 1, 4-5 giorni in quelle di grado 2, 7-6 in quelle di grado 3, si seguirà sempre il PRICE, protezione della caviglia lesa e riposo funzionale.

È consigliabile in questa primissima fase immobilizzare la caviglia, un'immobilizzazione parziale, cioè senza tutori o apparecchi gessati, a meno che non ci sia una frattura. Questo non solo per una ripresa più rapida ma anche migliore, è più conveniente, infatti, immobilizzare parzialmente la caviglia, utilizzare per camminare magari una stampella (se si vuole mantenere un carico parziale sulla caviglia lesa) o due (nel caso in cui è prescritta l'assenza totale di carico sulla caviglia lesa) e poi cominciare precocemente la riabilitazione.

È stato dimostrato infatti che il movimento velocizza la guarigione, mentre l'immobilizzazione la rallenta o addirittura la blocca.

Applicazione del ghiaccio, per 20 minuti ogni 2-3 ore, non si può tenerlo a contatto con la pelle perché provocherebbe ustioni, quindi si mettono 3-4 cubetti nella borsa del ghiaccio che invece può essere a contatto con la pelle.

Dopo questa fase l'applicazione di ghiaccio andrà interrotta, prolungarla infatti

rallenterebbe il processo di guarigione dei tessuti. La caviglia dovrà essere avvolta in un bendaggio compressivo. Mantenere l'arto in posizione elevata per favorire il ritorno venoso e per la riduzione dell'edema, del gonfiore. L'uso del Kinesio Taping con effetto drenante aiuta a sgonfiare l'arto.

Nella seconda fase, o sub-acuta, se non sono comparse complicazioni si può cominciare con la rieducazione funzionale. La riabilitazione è un percorso progressivo dove il lavoro, la fatica e la difficoltà degli esercizi andrà gradualmente aumentando nel tempo.

Questa fase sarà incentrata sul: controllo del dolore e recupero del **"ROM articolare"** (range of movement), quindi dell'ampiezza del movimento

Mobilizzazioni articolari

- Mobilizzazioni passive manuali. Effettuate quindi sul lettino, paziente sdraiato supino, in assenza di carico. Sarà il fisioterapista a flettere ed estendere la caviglia del paziente ovviamente nel rispetto più assoluto del dolore. Questo per riuscire a guadagnare la piena escursione articolare della flessione ed estensione plantare.
- Mobilizzazioni attive-assistite. In parte il paziente, sempre sdraiato supino, muoverà attivamente la caviglia ma se non riuscisse a fletterla ed estenderla completamente il terapeuta lo aiuterà nel completare il movimento. Inoltre si faranno esercizi dove si chiederà la flesso-estensione autonoma del ginocchio, e di conseguenza si porterà dietro la caviglia sotto la quale si può posizionare una piccola palla.
- Mobilizzazioni attive e contro-resistenza. Il paziente fletterà ed estenderà la caviglia autonomamente sempre sul lettino. Gli si chiederà di fare circonduzioni, o disegnare con il piede figure geometriche o le lettere dell'alfabeto. Infine effettuerà anche movimenti contro resistenza, o da sdraiato o da seduto, lavorando in questo modo anche sul recupero della forza muscolare. Il terapeuta metterà la propria mano sulla caviglia del paziente, a seconda del movimento che vuole recuperare e dei muscoli che vuole rinforzare, chiedendo a questo di spingere con il piede contro la sua mano.

- Si lavorerà anche per il risveglio e il rinforzo muscolare, che deve essere selettivo, mirato ad alcune catene muscolari (in particolare ai muscoli flessori ed eversori dorsali) e anche accompagnato da esercizi di allungamento e rilasciamento in modo che si ristabilizzi l'equilibrio muscolare fondamentale per restituire almeno la parte dinamica della stabilità.

Per il rinforzo muscolare si faranno:

- Esercizi in carico, sollevare le punte, sollevare i talloni, mettere un piede su un gradino.
- Esercizi con le bande elastiche aumentando gradualmente la resistenza dell'elastico.
- Rinforzo del tibiale anteriore e dei peronieri.
- Esercizio con l'aiuto di una palla di spugna, messa sotto il piede e si chiederà al paziente stando in stazione eretta o anche da seduto di spingere contro il pallone
- Esercizi sulla deambulazione, cioè sul passo, per reintegrare il piede nella funzione dell'arto inferiore. Lo si farà camminare in avanti, all'indietro, laterale. Squat prima in appoggio bi-podalico, su entrambe le gambe, poi mono-podalico, su una gamba sola.
- Esercizi in flessione plantare prima a ginocchio esteso poi a ginocchio flesso (piegato).

Nella terza fase quando la caviglia è completamente asciutta ed il tono muscolare buono, ciò lo deduciamo misurando la forza recuperata confrontandola con quella dell'arto sano si incomincerà con:

- Camminata veloce alternata a corsa leggera
- Corsa sul nastro trasportatore (tapis roulant)
- Corsa in campo, si abituerà l'atleta prima facendogli eseguire dei percorsi con ostacoli per abituarlo all'instabilità del terreno che non sarà mai omogeneo come lo è sul tapis roulant Si faranno eseguire salti Rieducazione a tutte le attività che svolgeva prima della distorsione.

Negli atleti è importante anche rieducare il gesto atletico, affinché venga eseguito nel modo migliore e limitare eventuali recidive. In tutte queste fasi inoltre si effettueranno esercizi per la rieducazione propriocettiva, che nella riabilitazione della caviglia ha un ruolo predominante ed è per questo che merita un discorso a parte.

Riacquistare la capacità propriocettiva, vale a dire rieducare il piede al perfetto controllo posturale e del movimento. Dopo un trauma come una distorsione della caviglia o una frattura non è sufficiente recuperare l'elasticità e la forza muscolare degli arti inferiori, bisogna migliorare l'equilibrio e il controllo posturale statico e dinamico per evitare recidive.

A questo scopo è nata la **rieducazione propriocettiva**, che è sicuramente la più importante anzi da sola quasi sarebbe sufficiente. Gli esercizi propriocettivi sono quindi quelle attività che vanno a **stimolare il sistema propriocettivo**, con l'obiettivo di allenarlo a fornire delle risposte rapide ed adeguate in situazioni destabilizzanti e potenzialmente pericolose, rendendo cosciente l'individuo nei confronti del proprio corpo.

Inizialmente si effettuerà una rieducazione propriocettiva in assenza di carico, per abituare il paziente a percepire le diverse caratteristiche del movimento indotto e renderlo cosciente riguardo alle sue possibilità di reazione motoria.

Il paziente starà seduto e sotto il piede si metterà una tavoletta o una superficie instabile. Successivamente, si eseguiranno gli esercizi propriocettivi in stazione eretta prima in carico parziale poi totale.

Si proporranno esercizi su superfici instabili, come i piani circolari, le tavolette quadrate e le semisfere.

Il paziente deve imparare a mantenere l'equilibrio con semplici movimenti delle caviglie, inizialmente ad occhi aperti e con l'aiuto del terapeuta, successivamente senza aiuto e senza il controllo visivo, quindi gli si chiederà di chiudere gli occhi.

Esercizi di trasferimento del carico, del peso corporeo, dall'arto sano a quello lesa e viceversa. Il lavoro prosegue poi in mono-podalica, su una gamba sola, sia sull'arto lesa sia su quello sano.

In questa fase il terapeuta può aiutare il paziente, o destabilizzarlo con delle spinte quando ha raggiunto un buon controllo dell'equilibrio.

Quando il paziente ha recuperato una buona deambulazione, dopo aver eseguito esercizi di scomposizione e di correzione delle varie fasi del passo, si procede con l'eseguire un percorso propriocettivo con ostacoli composto da cuscini che hanno una diversa consistenza e deformabilità, in modo da adattare il passo e stimolare i recettori propriocettivi durante la camminata su un terreno non omogeneo.

Questo perché nella vita di tutti i giorni noi camminiamo continuamente su terreni instabili, ed è l'articolazione tibio-tarsica insieme al complesso articolare del piede che permettono di orientare la volta plantare in tutte le direzioni in modo da adattarlo a tutti i tipi di terreno su cui deve poggiare.

Da questo si capisce come **una caviglia lesa e instabile rappresenti il presupposto di distorsioni recidivanti**, e si comprende quindi l'importanza determinante di **una buona rieducazione dopo un episodio distorsivo**.

4.7 TRATTAMENTO OSTEOPATICO DEL PIEDE

- Disfunzioni a livello dell'articolazione Sotto-Talare o Talo posteriore: Disfunzioni in Anteriorità e Disfunzioni in Posteriorità (Normalizzazione Sottotalare)
- Disfunzioni al livello del Talo Anteriore (Cuboide, Scafoide, 3Cuneiformi): Disfunzioni in Inferiorità e Disfunzioni in Superiorità (Normalizzazione del Talo anteriore)
- Mobilizzazione dell'interlinea di Chopart
- Mobilizzazione globale dell'interlinea Cuneo Navicolare
- Mobilizzazione globale dell'interlinea di Lisfranc
- Mobilizzazione elettiva di un'articolazione Metatarso Falangea

- Mobilizzazione delle articolazioni Metatarso-Falangee e Interfalangee

4.8 CORRELAZIONI VISCERALI

Le correlazioni viscerali in seguito ad un trauma distorsivo della tibio tarsica hanno notevole vantaggio e permettono anche esse di ridurre i tempi di recupero.

In relazione all' asse del ginocchio che viene deviato nell'istante del trauma o successivamente in seguito alla deambulazione non corretta e' fondamentale correggere il posizionamento viscerale .

Particolar modo oltre alle manovre viscerali sullo PSOAS dovrà essere affrontata manovra viscerale sulla vescica spesso lateralizzata in questo tipo di infortuni

Sembrerebbe una associazione non corretta e apparentemente lontana in realtà tali manovre permettono un ripristino accelerato dell' asse fisiologico dell' arto inferiore garantendo maggiore stabilità e tempi di recupero inferiori.



Astragalo anteriore

tecnica strutturale

- Blocco tibioperoneale attraverso supporto
- posizionamento sull'astragalo
- movimento rapido in direzione posteriore

- variante



Astragalo anteriore

tecnica strutturale

- Soggetto in posizione supina
- Superficie plantare del piede del soggetto sulla coscia dell'operatore
- Le mani dell'operatore al di sotto dei malleoli
- Decoaptazione articolare
- Thrust verso il basso



Astragalo anteriore

tecnica miotensiva

- Presa astragalo calcaneare
- Decoaptazione tibiotarsica
- attivazione isometrica flessori plantari
- ricerca nuova barriera motrice in flessione dorsale
- " si favorisce il riposizionamento posteriore dell' astragalo attraverso detensionamento sui flessori plantari che lo mantengono in anteriorita' "
- variante



Astragalo anteriore

tecnica miotensiva

- Variante :
attivazione isometrica
dei flessori dorsali
con inibizione
reciproca dei flessori
plantari .



- Tecnica miotensiva
per astragalo
anteriore



Astragalo posteriore

tecnica strutturale

- Blocco astragalo-calcaneare sul
lettino
- presa sul morsaio tibioperoneale
- movimento rapido in direzione
posteriore



Blocco tibio-peroneale contro il lettino con la mano cefalica
Presca calcaneare con la mano caudale
Thrust verso l'alto (o con prempage)



Astragalo posteriore Tecnica strutturale

- Soggetto in posizione prona
- Superficie plantare del piede del soggetto sulla coscia dell'operatore
- Le mani dell'operatore al di sotto dei malleoli
- Decoaptazione articolare
- Thrust verso il basso



Astragalo posteriore tecnica miotensiva

- Presa astragalo calcaneare
- decoaptazione tibiotarsica
- attivazione dei flessori dorsali che mantengono l'astragalo in posteriorità
- ricerca nuova barriera motrice in flessione plantare
- "allungamento dei flessori dorsali che mantengono la lesione"



Tecnica con soggetto in posizione seduta
Presa astragalo-calcaneare
Decoaptazione
Contrazione isometrica degli ischiocrurali

Anche col pz in posizione supina con arto inferiore a 30-40 gradi di flessione

Perone anteriore

tecnica strutturale

- Presa a morsa
- tibioperoneale con pollice sul perone
- contrappoggio del pollice dell'altra mano
- movimento rapido a frusta



Perone posteriore

tecnica strutturale

- Appoggio con il pollice sulla superficie posteriore del perone ;
contro-appoggio con l'altro pollice
- Thrust in direzione anteriore verso il basso



Variante : soggetto in posizione supina



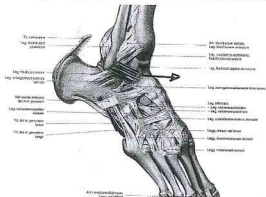
Variante : soggetto in posizione prona

tecnica di pompaggio

- Stessa presa ma tecnica di pompaggio anteroposteriore con la mano sinistra che decoapta e flette dorsalmente il piede
- o con presa del perone tra pollice e superficie radiale dell'indice (accentuazione del test di mobilità')



- Tecnica per il legamento peroneo astragalico anteriore
- Tecnica per il legamento peroneo calcaneare posteriore



Perone anteriore tecnica miotensiva

- Tecnica incrociata tibioperoneale distale e prossimale
- presa distale sulla superficie anteriore del perone
- presa prossimale sulla superficie posteriore
- piede in lieve flessione dorsale
- attivazione peronei
- movimento combinato in direzione posteriore all'estremità distale e in direzione anteriore all'estremità prossimale



TIBIA : TECNICHE MIOTENSIVE

Soggetto in posizione seduta

tibia in rotazione interna



Tibia in rotazione esterna

TIBIA : TECNICHE MIOTENSIVE : soggetto in posizione supina

Valutazione :

deficit in rotazione esterna
(disfunzione tibiale in intrarotazione)



Cercare la barriera motoria in estensione



Contrazione attiva del soggetto attraverso una estensione del ginocchio

Favorire la rotazione esterna automatica della tibia

TIBIA : TECNICHE MIOTENSIVE : soggetto in posizione supina

Valutazione :

deficit in rotazione interna
(disfunzione tibiale in extrarotazione)



Cercare la barriera motoria in intrarotazione



Contrazione attiva del soggetto attraverso una flessione del ginocchio

Favorire la rotazione interna della tibia

Tibia-perone : tecniche miotensive

tibia in rotazione interna
Testa perone anteriore



Tibia in rotazione esterna
Testa perone posteriore



cuboide in rot. esterna

tecnica strutturale

- Paziente in posizione prona
- presa con pollici sulla superficie inferomediale del cuboide
- thrust ad alta velocità e bassa ampiezza con movimento a frusta



cuboide in rot. esterna

tecnica miotensiva

- Paziente in posizione supina
- pollice sulla superficie dorsale del cuboide e palmo dell'altra mano su quella plantare del 4° 5° metatarso
- Si richiede la contrazione isometrica dei peronei per allungarli poiche' mantengono la lesione bloccando con il pollice il cuboide
- Variante



cuboide in rot. Interna

tecnica strutturale

- Paziente in posizione prona
- Appoggio e contro-appoggio con i pollici sulla superficie inferolaterale del cuboide

Tecnica a frusta



cuboide in rot. interna

tecnica miotensiva

- Paziente in posizione supina
- Superficie radiale del 2° dito sulla parte dorsale del 4°- 5° metatarso ed il pollice della mano opposta su quella plantare del cuboide
- si richiede la contrazione dei peronei che porteranno il cuboide in correzione opponendo un movimento in inversione sui metatarsi
- Variante Greenmann : dorsiflessione del 5° dito ?



scafoide in rot. interna

tecnica strutturale

- Paziente in posizione proni
- Appoggio e contro appoggio con i pollici sulla superficie infero laterale dello scafoide
- tecnica a frusta



Variante strutturale scafoide in intrarotazione



scafoide in rot. interna tecnica miotensiva

- Paziente in posizione supina
- con una mano si impugna l'astragalo e con l'altra lo scafoide
- si pone il piede in eversione fino alla barriera motrice
- si richiede una contrazione in inversione (contrazione del tibiale posteriore che corregge la lesione)
- variante
- (Aggiungere tecnica strutturale)



scafoide in rot. esterna tecnica strutturale

- Paziente in posizione prona
- Appoggio e contro appoggio con i pollici sulla superficie infero mediale dello scafoide
- tecnica a frusta



scafoide in rot. esterna tecnica miotensiva

- Paziente in posizione supina
- con il pollice sotto il tubercolo scafoideo con l'altra mano si impugna distalmente il piede
- si pone il piede in inversione fino alla barriera motrice
- si richiede una contrazione in eversione attivazione dei peronei che portano il cuboide in rot. esterna e lo scafoide in rot. interna con inibizione reciproca del tibiale posteriore
- Variante
- Si può attivare anche il t. posteriore bloccando il movimento dello scafoidee portando il piede in eversione



depressione dei cuneiformi

Barriera motrice ricercata in
flessione plantare



Viene chiesto flettere
dorsalmente le dita dei
piedi

Possibili varianti
metatarso falangee per
ogni segmento



RINGRAZIAMENTI

Al termine di ogni percorso formativo penso sia doveroso ringraziare chi ne ha fatto parte!!! A cominciare da Marco Gaudenzi, Danilo Bonometti, Salvo Bruno, Roberto Palmisano, Alessandro Brunati, Rudy Santambrogio splendidi docenti

Un grazie anche a Enrico Beretta assistente e Luca Bonadonna Direttore della scuola.

Un grazie particolare alla mia famiglia per la sopportazione di questi anni, ad

Alessandro Nespoli, Nicola Salvetti ed al Medico sociale del Vicenza Calcio Dott.

Enrico Ligabue.

Un bacio a Silvia , Aurora e Sofia

BIBLIOGRAFIA

- GARY A. & KEVIN T.: *Anatomia e fisiologia* IV edizione.
- HEILIG D.: *The thrust technique*, J Am.Osteopath Assoc 1981; 81:244-248.
- HOCHSCHILD J.: *Apparato locomotore anatomia e funzioni* Vol.1 Edi Ermes 2003
- HOCHSCHILD J.: *Apparato locomotore anatomia e funzioni* Vol.2 Edi Ermes 2003
- JOHN SHARKEY: *Compendio di terapia neuromuscolare*. Edizione italiana a cura di Simona Braschi. Edi-ermes 2011
- KAPANDJI I.A.: *Fisiologia articolare vol.3 (Tronco e rachide)*. Marrapese editore DEMI srl Roma
- KAPANDJI I.A.: *Fisiologia articolare vol.2 (Arto inferiore)*. Marrapese editore DEMI srl Roma
- NETTER F.H.: *Atlas of human anatomy second edition*. 1997
- NICHOLAS A.S.: NICHOLAS E.A.: *Atlante di tecniche osteopatiche*. Ed. Piccin, Padova, 2011
- ISTITUTO ITALIANO TERAPIA MANUALE

Anderson, F.C., Pandy, M.G. *A dynamic optimization solution for vertical jumping in three dimensions. Computer Methods in Biomechanical and Biomedical Engineering*, vol. 2, pp. 201-231, 1999.

AP Boss B Hintermann, —*Anatomical Study of the Medial Ankle Ligament Complex*, Foot Ankle Int, vol. 23, pp. 547-553, 2002.

Asai T., Murakami H., —*Development and evaluation of a finite element foot model*, Proceedings of the 5th Symp. Of Footwear Biomechanics, 2001, Zurich (Switzerland).

Bahr F Pena, J Shine, WD Lew, C Lindquist, S Tyrdal, L Engebretsen, —*Mechanics of the anterior drawer and talar tilt tests: A cadaveric study of lateral ligament injuries of the ankle*, 1997, Acta Orthop Scand, vol. 68, pp. 435-441.

Bandak, F.A., Tannous, R.E., Toridis T., —*On the development of an osseo- ligamentous finite element model of the human ankle joint*, 2001, International Journal of Solids and Structures 38 1681-1697.

Barbalx, E., Van Roy, P., Clarys, J.P., —*Variations of anatomical elements contributing to subtalar joint stability: intrinsic risk factors for post-traumatic lateral instability of the ankle?*, 2000, Ergonomics 43, 1718-1725.

Barnett, C. and J. Napier, —*The Axis of Rotation at the Ankle Joint in Man, its influence Upon the Form of the Talus and Mobility of the Fibula*. Journal of Anatomy, 1952(86): p. 1-9.

Beillas P, Begeman PC, Yang KH, King AI, Arnoux P, Kang H, Kayvantash K, Brumet C, Cavallero C, and Prasad P. —*Lower Limb: Advanced FE model and new experimental data* (2001). STAPP Car Crash Journal, Vol. 45, November 2001. Paper no. 2001-22-0022, pp. 469-494.