

:

**L'analisi del cammino:  
biomeccanica del movimento,  
postura, articolazioni  
e muscoli interessati.**

**[www.fisiokinesiterapia.biz](http://www.fisiokinesiterapia.biz)**

# **ANALISI DEL CAMMINO**

- **CICLO DEL PASSO:**
  - **DALL'APPOGGIO, AL TALLONE, AL CONTATTO COMPLETO**
- **MANOVRA PER IL POSIZIONAMENTO SOTTOASTRAGALICO**
- **CLASSIFICAZIONE DELLA FLESSIONE PLANTARE**
- **POSIZIONE DELL'AVAMPIEDE:**
  - **AVAMPIEDE VARO**
  - **PRONAZIONE ANOMALA**
  - **AVAMPIEDE VARO COMPENSATO**
  - **AVAMPIEDE VALGO**
- **POSIZIONE DEL RETROPIEDE**
  - **VISTA POSTERIORE-**
    - **NEUTRO**
    - **VARO**
    - **VALGO**

# **ANALISI DEL CAMMINO**

- **FUNZIONE MUSCOLARE NELLA FASE DI APPOGGIO DEL PASSO:**
  - **CONTATTO TALLONE-SUOLO**
  - **FASE INTERMEDIA**
  - **PROPULSIONE E STACCO**
- **BIOMECCANICA DELLA DEAMBULAZIONE**
  - **FASE INTERMEDIA: DALL'APPOGGIO COMPLETO AL SOLLEVAMENTO DEL CALCAGNO**
  - **FASE DI SPINTA**
- **VALUTAZIONE DEL CAMMINO:**
  - **POSIZIONAMENTO NEUTRO DEL COMPLESSO ARTICOLARE SOTTOASTRAGALICO**
  - **SUBTALAR NEUTRAL**

## **CICLO DEL PASSO: DALL'APPOGGIO, AL TALLONE, AL CONTATTO COMPLETO (1)**

Il piede è in posizione supina durante la fase oscillante e al momento del contatto tallone-suolo.

A questo punto si ha una immediata pronazione per assorbire l'impatto, per adattarsi alla superficie d'appoggio e ridurre le forze rotazionali.

Si everte rapidamente il calcagno, portando le articolazioni calcaneocuboidea e astragaloscafoidea in posizione da garantire una maggiore elasticità del mesopiede così da assorbire l'impatto con il terreno.

La massima pronazione si ha al termine del contatto completo tra superficie plantare e suolo oppure al termine del 25% della fase iniziale del contatto\* (in realtà, dagli esami da noi effettuati, ci si rende conto che la pronazione è relativa e, in casi di appoggio fisiologico, non "va oltre alla teorica linea di mezzeria del calcagno").

Nel restante 75% della fase di contatto, il piede si prepara alla spinta irrigidendosi.

## **CICLO DEL PASSO: DALL'APPOGGIO, AL TALLONE, AL CONTATTO COMPLETO (2)**

Così, se la pronazione si ha dopo il 25% iniziale della fase di contatto, il piede non si irrigidisce a sufficienza per la spinta.

Un piede instabile nella fase di spinta è responsabile di microtraumi progressivi a carico dei tessuti molli e di patologie a carico del piede.

F-Scan

## **FASE INTERMEDIA: DALL'APPOGGIO COMPLETO AL SOLLEVAMENTO DEL CALCAGNO**

Questo è il momento di transizione dalla pronazione alla supinazione; il piede inizia a supinare e il muscolo tibiale posteriore inizia a contrarsi concentricamente, supinando il piede.

## FASE DI SPINTA (1)

Durante la fase di spinta, il piede è supinato e la fascia plantare è messa in tensione dalla dorsiflessione dell'alluce (effetto argano). Il piede si trasforma in leva rigida per facilitare la spinta.

Quando il piede è in posizione supina diviene molto meno elastico (leva rigida). L'elasticità a livello dell'avampiede e del mesopiede è maggiore a piede pronato (fase dell'impatto). Gli effetti dannosi della pronazione si manifestano durante la fase di spinta, cioè nel momento in cui la funzione principale del piede è quella di stabilizzatore o leva rigida.

(in realtà anche in questo caso non si deve parlare di supinazione completa ,fino alla fine del passo,in quanto la spinta finale avviene con la testa del I metatarso e dell'alluce).

La funzionalità muscolare è meno efficiente quando il piede pronato troppo rapidamente o in caso di anomalie del passo.

## FASE DI SPINTA (2)

I muscoli tibiale anteriore, tibiale posteriore comune delle dita ,estensore lungo dell'alluce, gascrcnemio e soleo funzionano da deceleratori della pronazione e regolano il movimento.

In caso di iperpronazione si può avere una sintomatologia da sforzo a carico di tali muscoli in quanto sono costretti a lavorare in allungamento.

Al contrario quando non si ha la pronazione ,il piede rimane supinato per tutta la fase dell'appoggio.

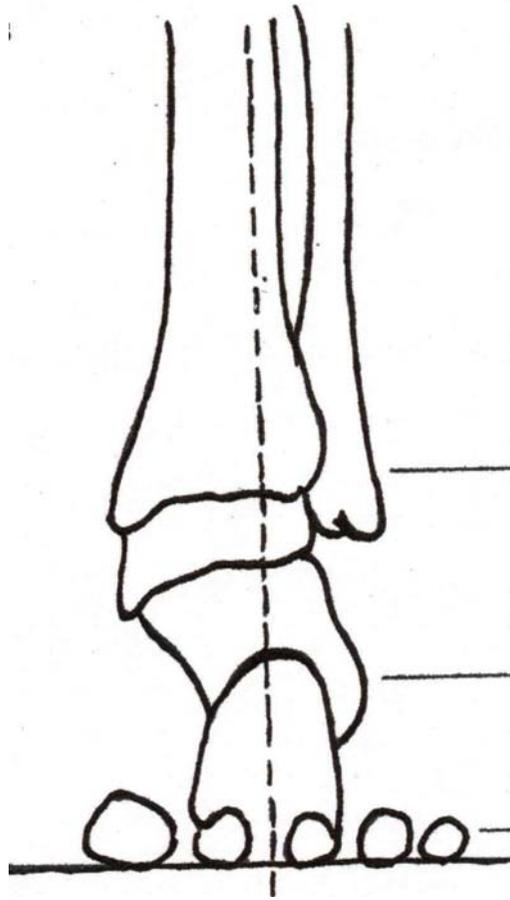
In questo caso si ha l'ipersollecitazione o lo stiramento eccessivo dei muscoli peroniero lungo e peroniero breve.

Un minor contatto dei muscoli supinatori al momento del contatto tallone suolo e l'ipersollecitazione del muscolo peroniero lungo (flessore plantare del primo raggio) è responsabile di distorsioni di caviglia e tendiniti dei peronei.

# F-Scan



# VALUTAZIONE DEL CAMMINO: POSIZIONAMENTO NEUTRO DEL COMPLESSO ARTICOLARE SOTTOASTRAGALICO

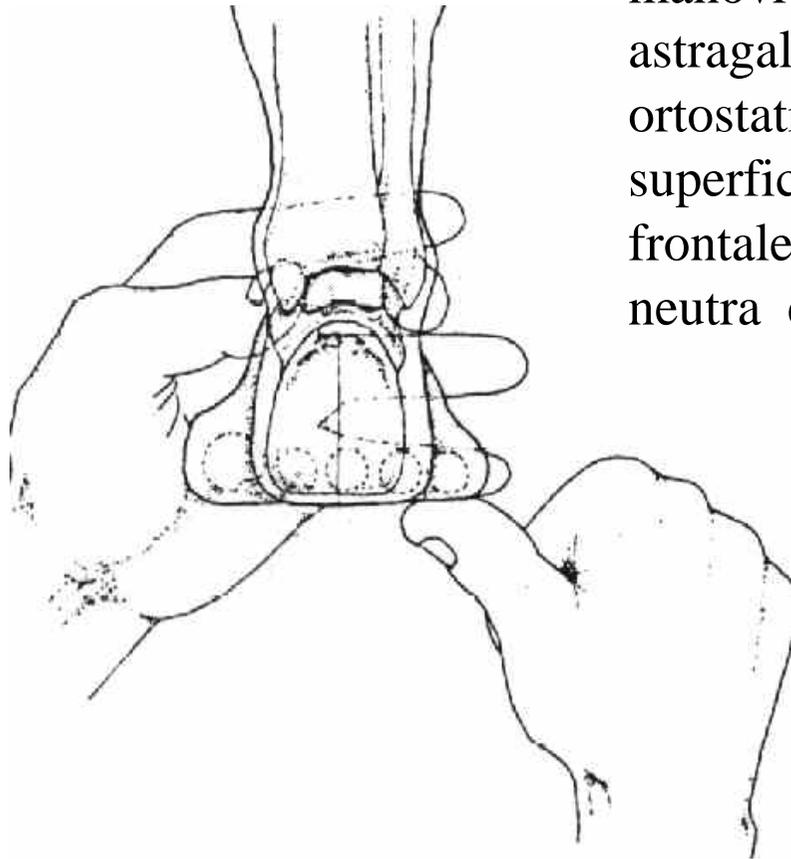


## **SUBTALAR NEUTRAL**

Con i termini anglossassoni subtalar neutral si indica la posizione del piede in cui le articolazioni sottoastragalica, astronavicolare, e calcaneocuboidea presentano i normali rapporti anatomici.

In tale posizione la biomeccanica del piede durante il passo è corretta.

## SUBTALAR NEUTRAL

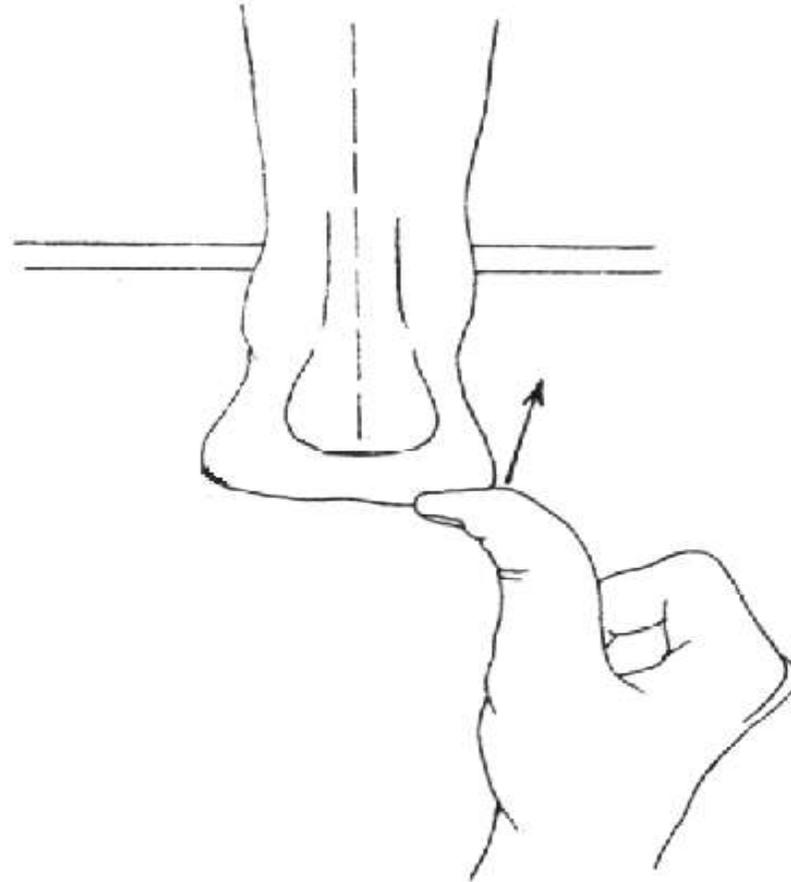


Si ottiene la posizione indicata con i termini "subtalar neutral" palpando l'articolazione astragaloscafoidea e centrando lo scafoide tarsale sull'astragalo. Una volta centrata tale articolazione (posizione neutra), si può valutare l'asse statico del retropiede e dell'avampiede. La manovra di neutralizzazione della sottoastragalica e astragaloscafoidea si può eseguire a paziente in ortostatismo o, più comunemente in posizione prona, con la superficie posteriore del calcagno allineata sul piano frontale del corpo. Se il paziente è prono la posizione neutra è individuata palpando con il pollice e l'indice l'articolazione astronavicolare e muovendo il piede e quindi l'articolazione con l'altra mano (la seconda mano afferra il piede a livello del 4° 5° metatarso).

Alcune tecniche per posizionare in neutro il complesso sottoastragalico prevedono la dorsiflessione del piede; in genere però in tale manovra si commette l'errore di sollecitare in varo l'avampiede piuttosto che dorsifletterlo.

L'avampiede deve essere mosso con precisione, in modo da individuarne la reale posizione rispetto alla sottoastragalica in posizione neutra.

# MANOVRA PER IL POSIZIONAMENTO SOTTOASTRAGALICO



# BIOMECCANICA DELLA DEAMBULAZIONE (1)

Un piede con l'articolazione della sottoastraglica in asse generalmente "lavora" in maniera fisiologica, alterna il movimento in pronazione (catena cinetica aperta o carico non concesso) al movimento di supinazione.

Il movimento di pronazione è un movimento composto da dorsiflessione eversione e rotazione esterna (abduzione).

Nella fase di contatto del ciclo del passo, la pronazione è fisiologica se si verifica subito dopo il contatto con la superficie (assorbimento delle forze) in forma comunque minima e durante la fase di stacco (o spinta).

Non è fisiologica se si manifesta più volte o quando la durata è superiore al 50 % dell'intera durata del passo.

La supinazione è un movimento composito costituito dalla flessione plantare, dall'inversione e dalla rotazione interna (adduzione).

## BIOMECCANICA DELLA DEAMBULAZIONE (2)

Durante la fase del passo è normale supinare il piede in due momenti: nel periodo che va dallo stacco del calcagno alla spinta data dall'alluce e al contatto del calcagno al suolo durante la fase oscillante (trasferimento del peso dall'impatto alla spinta).

La supinazione è considerata anomala quando il contatto del tallone è eccessivo e si protrae durante tutta la fase di appoggio.

Poiché l'arto inferiore si adatta al movimento del piede e della caviglia durante il passo, si ha la rotazione interna della gamba durante la pronazione e la rotazione esterna durante la supinazione.

# **POSIZIONE DELL'AVAMPIEDE:**

## **AVAMPIEDE VARO (1)**

La posizione dell'avampiede viene ad articolazione in posizione neutra.

La posizione dell'avampiede rispetto al retropiede permette di stabilire se l'avampiede è valgo, varo o in posizione neutra.

L'avampiede varo è caratterizzato da un'inversione dell'avampiede in relazione al retropiede con l'articolazione astragalica in posizione neutra.

Il margine mediale del primo metatarso è più alto di quello laterale (quinto metatarso).

Diverse sono le ipotesi eziologiche proposte per spiegare le deformità. Secondo l'ipotesi più verosimile, il difetto è dato da una deformità ossea riconducibile ad un'insufficiente valgo rotazione della testa e del collo dell'astragalo durante la fase di crescita.

## **POSIZIONE DELL'AVAMPIEDE: AVAMPIEDE VARO (2)**

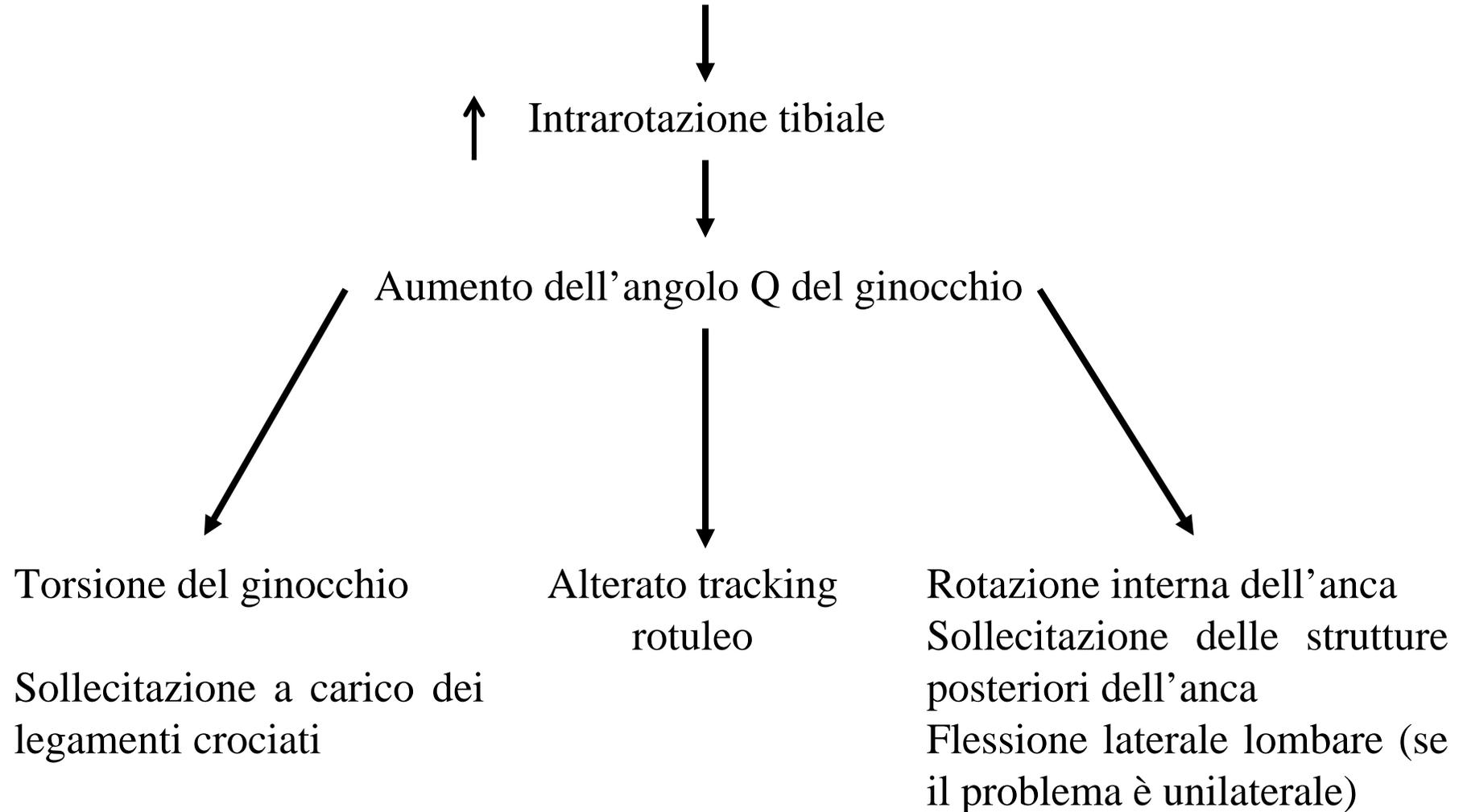
Altra ipotesi chiamata in causa per spiegare la deformità in varo è un'alterazione dei normali rapporti articolari calcaneocuboidei.

L'avampiede varo di per sé non compromette la funzionalità del piede.

Però, per permettere il contatto tra la porzione mediale dell'avampiede ed il suolo, l'avampiede varo deve essere compensato dalla pronazione sottoastragalica del retropiede (eversione).

In ogni caso l'eccessiva e prolungata pronazione sottoastragalica durante il passo è comunque dannosa.

# POSIZIONE DELL'AVAMPIEDE: PRONAZIONE ANOMALA (1)



## **POSIZIONE DELL'AVAMPIEDE: PRONAZIONE ANOMALA (2)**

Sebbene la pronazione compensatoria anomala a livello dell'articolazione sottoastragalica permetta all'avampiede varo un normale contatto al suolo, ne consegue un'instabilità a carico del piede responsabile di un'ipemobilità e del mancato irrigidimento durante la fase intermedia della spinta.

Inoltre, per aumentare la pronazione, l'avampiede varo è caratterizzato da una velocizzazione di tale movimento composito (dalla fase intermedia alla spinta), che aumenta il lavoro eccentrico dei muscoli tibiale anteriore, tibiale posteriore, flessore lungo delle dita e flessore breve delle dita al fine di permettere il contatto dell'avampiede mediale al suolo.

Se la pronazione è eccessiva e si protrae oltre il 50 % iniziale della fase di appoggio, il piede non diviene leva rigida. Questo è all'origine di ipersollecitazioni e microtraumi durante la deambulazione e la corsa.

## **POSIZIONE DELL'AVAMPIEDE: PRONAZIONE ANOMALA (3)**

Lutter ha rilevato un'anomala pronazione nel 56 % dei corridori che accusavano disturbi al piede.

Per questo motivo il muscolo tibiale posteriore lavora eccentricamente per controllare l'iperpronazione del piede, provocando sovraccarico funzionale e infiammazione.

La sintomatologia algica a livello di seno del tarso dipende dal conflitto laterale che si viene a creare come conseguenza dell'eccessiva pronazione. Nella fase di spinta, i pazienti con il piede piatto generalmente sollecitano l'alluce medialmente con conseguente ipercheratosi e deviazione in valgo dell'alluce; tale deviazione è responsabile dell'alluce valgo (in realtà le concause possono essere molteplici: piede greco, scarpe non fisiologiche, danza classica ecc.).

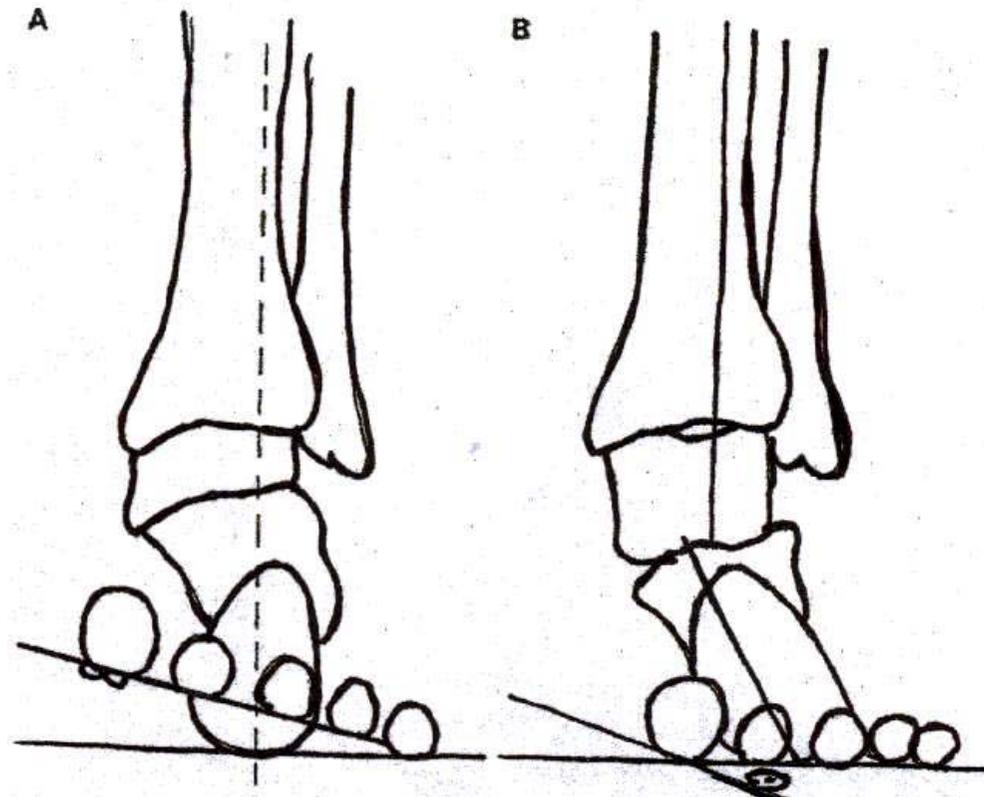
Nei pazienti con avampiede varo compensato (pronazione del retropiede), il primo raggio è instabile, non contribuisce alla spinta e può essere causa di metatarsalgie o di fratture da fatica del II metatarso

## POSIZIONE DELL'AVAMPIEDE: AVAMPIEDE VARO COMPENSATO

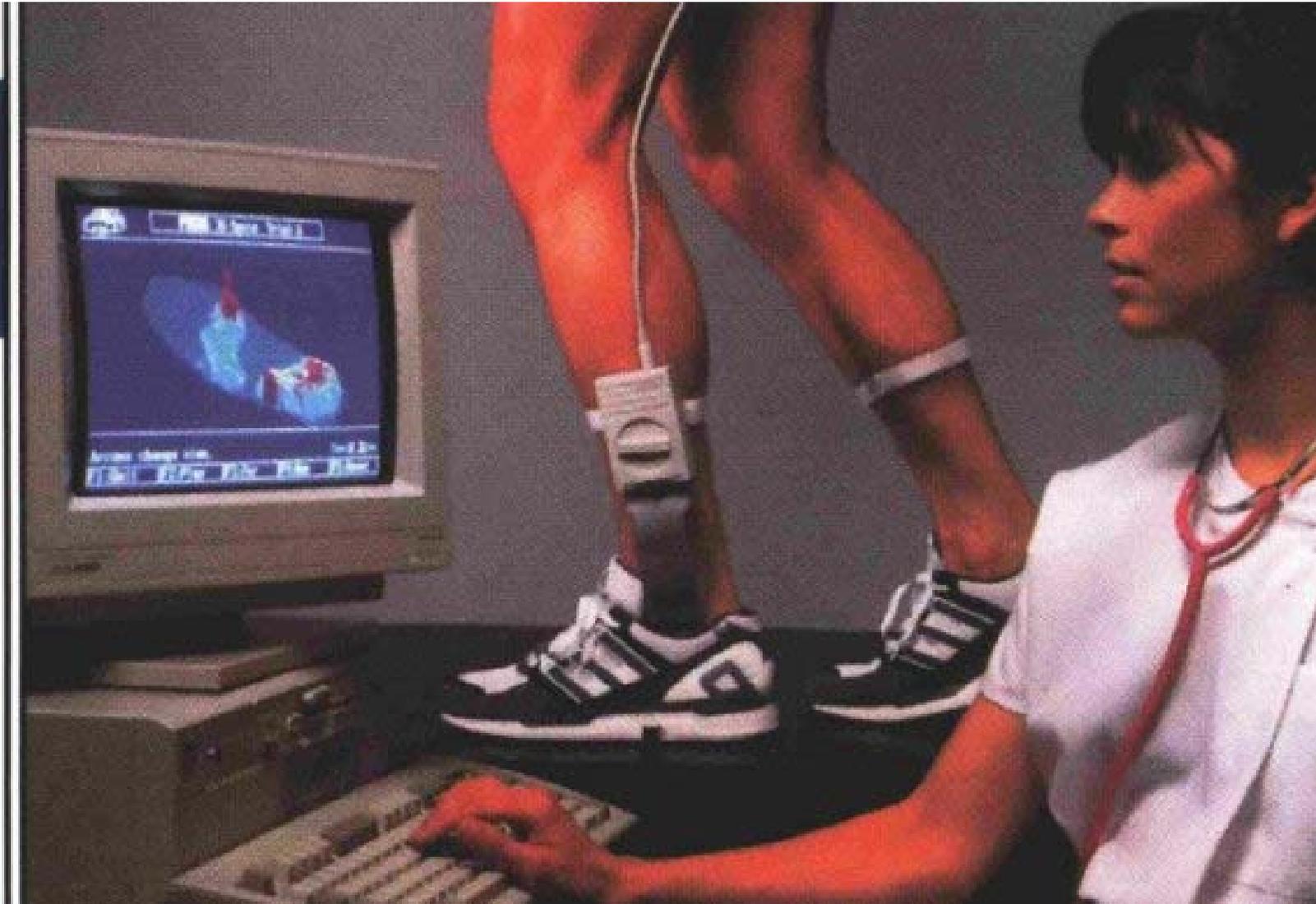
L'avampiede varo compensato (eversione del retropiede) è simile al "PIEDE PIATTO".

Il calcagno è in eversione. L'arco longitudinale mediale risulta ridotto. Si ha un sovraccarico plantare a livello del secondo e terzo metatarso.

I problemi muscolotendinei, precedentemente descritti, sono la conseguenza della compensazione del varismo di avampiede.



# F-Scan



# **POSIZIONE DELL'AVAMPIEDE:**

## **AVAMPIEDE VALGO (1)**

In caso di AVAMPIEDE VALGO, il margine laterale (quinto metatarso) è più alto del margine mediale (primo metatarso). L'avampiede è in eversione rispetto al retropiede con articolazione sottoastragolica in posizione neutra. Esistono due tipologie di avampiede valgo: nella prima, tutte le teste dei metatarsi sono in eversione nella seconda, solo la testa del primo metatarso è flessa plantarmente, mentre le altre sono in posizione neutra o vare rispetto al retropiede con articolazione sottoastragolica in posizione neutra. Nella seconda tipologia di piede valgo, la flessione plantare del primo raggio può essere strutturata (il primo raggio si trova al di sotto del piano assiale passante per il più basso dei metatarsi), riducibile (il primo raggio può essere facilmente portato a un piano assiale superiore a quello passante per gli altri metatarsi) o semirigida (il primo raggio può essere riportato a livello del piano passante per gli altri metatarsi).

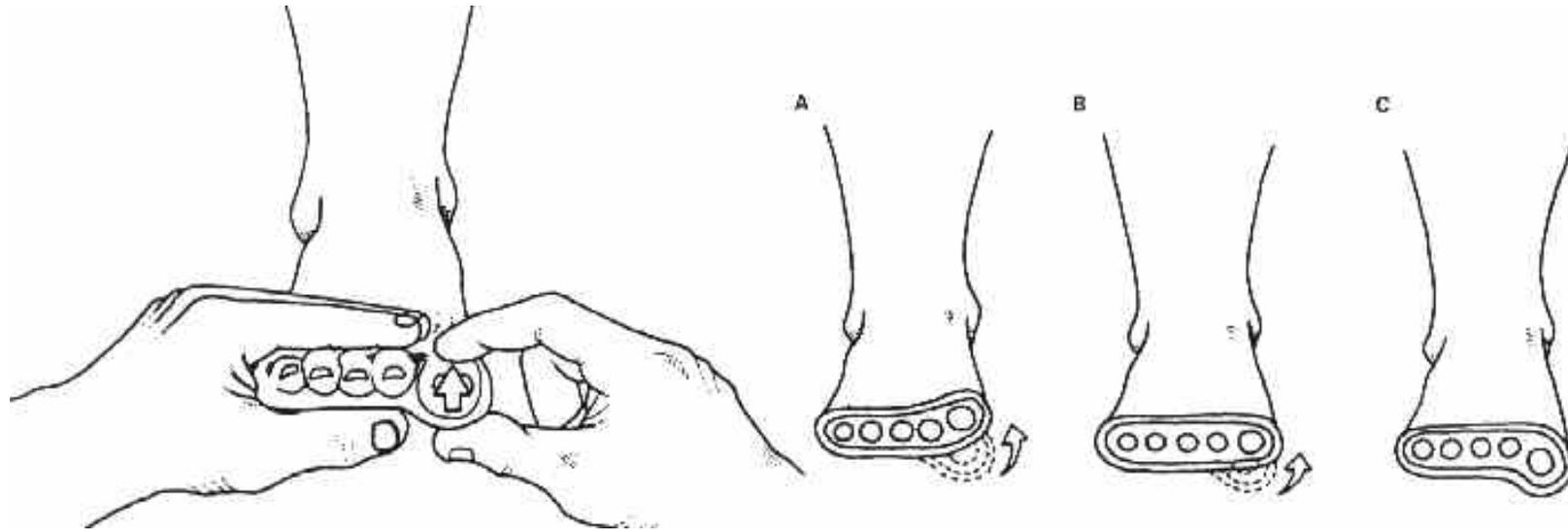
Durante la fase di appoggio, l'articolazione sottoastragolica compensa (inversione) così da permettere al margine laterale dell'avampiede di appoggiarsi al suolo, portando il piede in posizione supina.

## **POSIZIONE DELL'AVAMPIEDE: AVAMPIEDE VALGO (2)**

A causa di questa anomala supinazione, durante la fase di appoggio, la capacità del piede di subire l'impatto e di adattarsi alle superfici accidentate è minore dal momento che tali funzioni sono svolte in pronazione. Questo modello di piede rigido è più frequentemente sottoposto a lesioni da fatica a carico del quinto raggio o della testa del primo metatarso a distorsioni recidivanti del compartimento esterno della caviglia, a tendiniti dei peronieri e ad alterazioni biomeccaniche secondarie e ipersollecitazioni prolungate dei muscoli peronieri che, per controllare la supinazione, devono lavorare in allungamento.

L'avampiede valgo è spesso associato a un piede cavo (aumentata altezza degli archi longitudinali ). Tale deformità viene comunemente definita come piede cavo varo o piede cavo .L'attento esame clinico rivela solitamente un primo raggio flesso ,con gli altri raggi in posizione neutra.

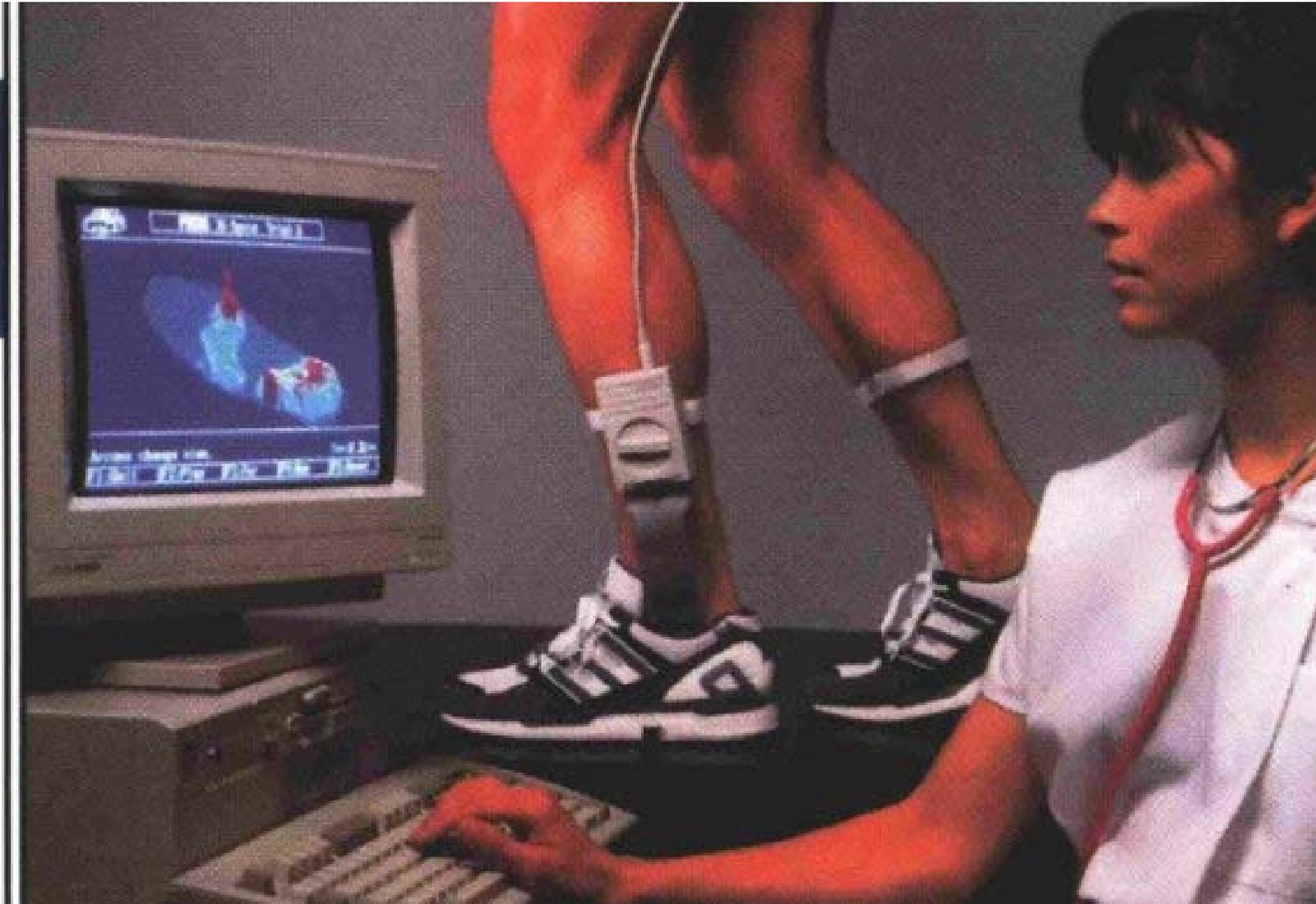
# CLASSIFICAZIONE DELLA FLESSIONE PLANTARE



Si deve dorsiflettere il primo raggio, mantenendo in posizione neutra e allineati gli altri metatarsi.

- se il primo raggio può essere dorsiflesso oltre il piano passante, si parla di deformità riducibile o flessibile;
- se il primo raggio viene dorsiflesso oltre il piano trasversale passante per i metatarsi, si parla di deformità riducibile o flessibile;
- se non si raggiunge il piano passante per i metatarsi, si parla di deformità irriducibile o rigida.

# F-Scan



## POSIZIONE DEL RETROPIEDE (1)

Il retro piede varo non è altro che il risultato della coesistenza di un'articolazione sottoastragolica vara e di una tibia vara. Il calcagno (retropiede) è in inversione, con articolazione sottoastragolica in posizione neutra. Una inversione di 3-4° è considerata normale.

Oltre tali valori la compensazione dell'articolazione sottoastragolica (eversione eccessiva) durante il carico, può essere necessaria a far sì che il margine mediale del calcagno appoggi al suolo al momento del contatto.

In caso di retro piede valgo, il calcagno è in eversione con la sottoastragolica in posizione neutra.

Questa deformità, con articolazione astragolica in posizione neutra, è rara.

Solitamente il retro piede valgo è il risultato della compensazione di un'avampiede varo (vedere i meccanismi di compensazione dell'avampiede varo).

La più frequente deformità composita è caratterizzata da un varismo di avampiede e retro piede in pronazione.

## POSIZIONE DEL RETROPIEDE (2)

La maggior parte delle persone, la cui deambulazione è caratterizzata dalla pronazione nella fase terminale di appoggio, mostra:

- 1) avampiede varo non associato ad altre deformità;
- 2) retro piede varo associato alla flessione plantare riducibile del primo raggio con avampiede neutro o varo (secondo-quinto raggio).

Le seguenti deformità, associazione di avampiede valgo e retro piede varo, flessione plantare semirigida del primo raggio e retro piede varo e, in ultimo, avampiede e retro piede valgo (raro), sono la causa della mancata pronazione durante il ciclo del passo (paziente ipersupinatore).

Il retro piede equino (limitazione della dorsiflessione tibiotarsica) dipende da varie cause, ma tutte portano al medesimo adattamento compensatori.

Nel normale ciclo del passo, dalla fase di appoggio completo a quello di stacco dell'alluce, il piede dorsiflette.

## POSIZIONE DEL RETROPIEDE (3)

In presenza di retro piede equino si possono osservare tre differenti alterazioni del passo dovute alla limitata dorsiflessione:

- 1) L'alterazione più comune è caratterizzata da un'eccessiva pronazione, per permettere la dorsiflessione; in questo caso il piede è sottoposto a maggiori stress e la fascia plantare è ipersollecitata. Un'importante pronazione del calcagno può essere responsabile di un dolore a livello del seno del tarso.
- 2) Nel secondo tipo di alterazione il paziente appoggia solo l'avampiede e mai l'intera superficie plantare.
- 3) Nel terzo caso il paziente iperestende il ginocchio per permettere il completo appoggio plantare.

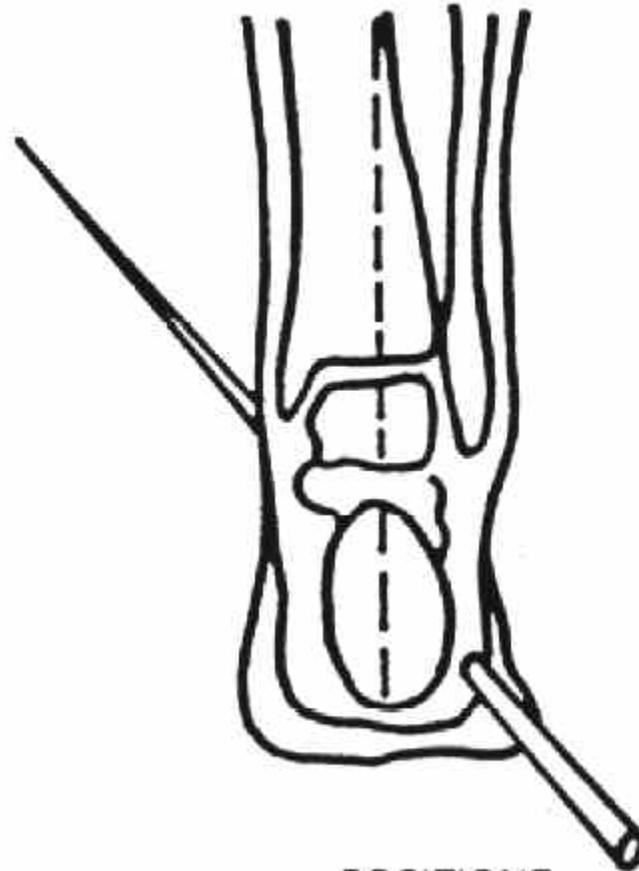
## **POSIZIONE DEL RETROPIEDE (4)**

I disturbi di lieve entità sono sintomatici solo a seguito di ipersollecitazioni prolungate (corsa o camminate molto lunghe) o per mancanza di rialzo (tacco) alle calzature indossate, ma non durante la deambulazione con calzature fisiologiche (2-4,5 cm. di tacco).

Tali disturbi possono essere trattati con successo con rialzo di scarico con il retro piede e con esercizi di stretching del tricipite della sura.

# POSIZIONE DEL RETROPIEDE

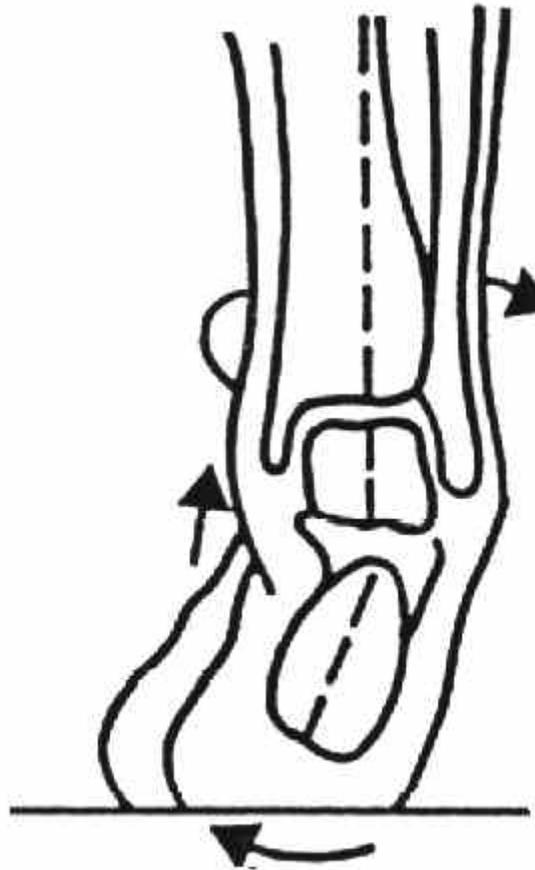
## VISTA POSTERIORE - NEUTRO (1)



POSIZIONE  
NEUTRA

# POSIZIONE DEL RETROPIEDE

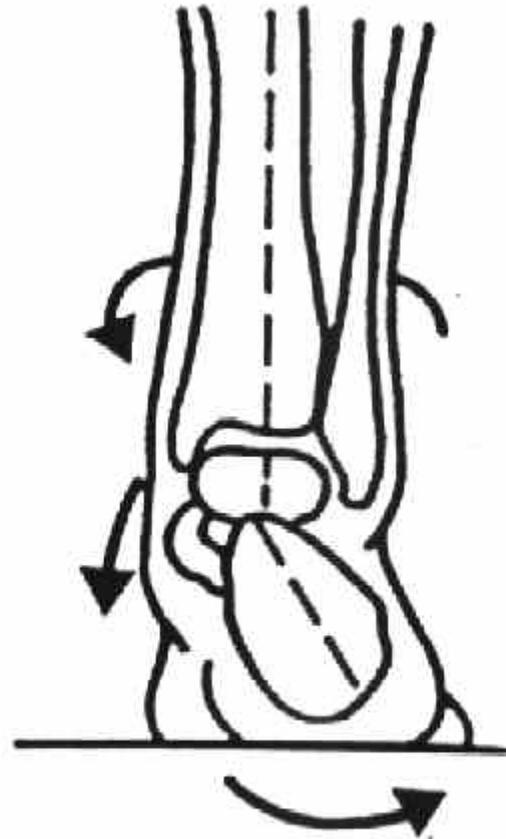
## VISTA POSTERIORE (2)



SUPINAZIONE  
flessione plantare, inversione,  
rotazione interna

# POSIZIONE DEL RETROPIEDE

## VISTA POSTERIOR - VALGO (3)



PRONAZIONE  
(dorsiflessione, eversione  
rotazione esterna)

# FUNZIONE MUSCOLARE NELLA FASE DI APPOGGIO DEL PASSO:

## CONTATTO TALLONE-SUOLO (A)

### **Muscolo**

### **Contatto tallone-suolo**

Tibiale anteriore

Funzione eccentrica: controllo della pronazione e deaccelerazione della flessione plantare

Estensore lungo dell'alluce  
Estensore comune delle dita

Funzione eccentrica: decelerazione della flessione plantare e scivolamento posteriore della tibia sull'astralago

Tibiale posteriore  
Soleo  
Gastrocnemio

Funzione eccentrica: decelerare la pronazione dell'articolazione sottoastragalica e la rotazione tibiale interna

# FUNZIONE MUSCOLARE NELLA FASE DI APPOGGIO DEL PASSO:

## FASE INTERMEDIA (B)

### **Muscolo**

### **Fase intermedia**

Tibiale posteriore

Soleo

Flessore lungo dell'alluce

Flessore lungo delle dita

Funzione eccentrica: decelerare il movimento anteriore della tibia

Tibiale posteriore

Soleo

Gastrocnemio

Funzione concentrica: supinare le articolazioni sottoastragaliche e mediotarsica

# FUNZIONE MUSCOLARE NELLA FASE DI APPOGGIO DEL PASSO:

## PROPULSIONE E STACCO (C)

### Muscolo

### Propulsione e stacco

Peroniero lungo

Abduttore dell'alluce

Peroniero breve

Funzione concentrica: flessione plantare del 1° raggio. Funzione antagonista ai supinatori della sottoastragalica e della mediotarsica

Flessore lungo delle dita

Funzione concentrica: stabilizzare le dita al suolo

Estensore lungo e breve  
delle dita

Funzione concentrica: stabilizzare la prima articolazione metatarsofalangea

Abduttore dell'alluce

Abduttore del 5° dito

Flessore breve dell'alluce

Flessore breve delle dita

Estensore breve delle dita

Interossei, lombricali

Funzione concentrica: stabilizzare l'avampiede e il mesopiede, sollevare l'arco mediale del piede in fase di stacco



## F-Scan

# F-Scan

