

# POSTURA

Atteggiamento assunto in un dato momento da un soggetto nello spazio, definito dalla disposizione nello spazio dei diversi segmenti (angoli assoluti) e dai rapporti che si stabiliscono tra di loro (angoli relativi)

(Boccardi)

Capacità di mantenere un definito assetto corporeo contro l'azione di tutte le forze perturbanti

(Nashner)

Situazioni in cui le forze controllabili dal SNC sono in grado di opporsi alla modificazione dei rapporti reciproci tra i diversi segmenti scheletrici che le forze esterne a cui è sottoposto il corpo tentano di generare

(Scott)

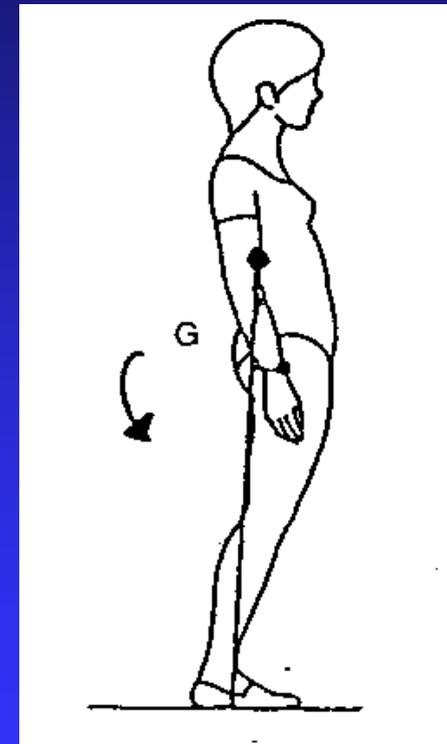
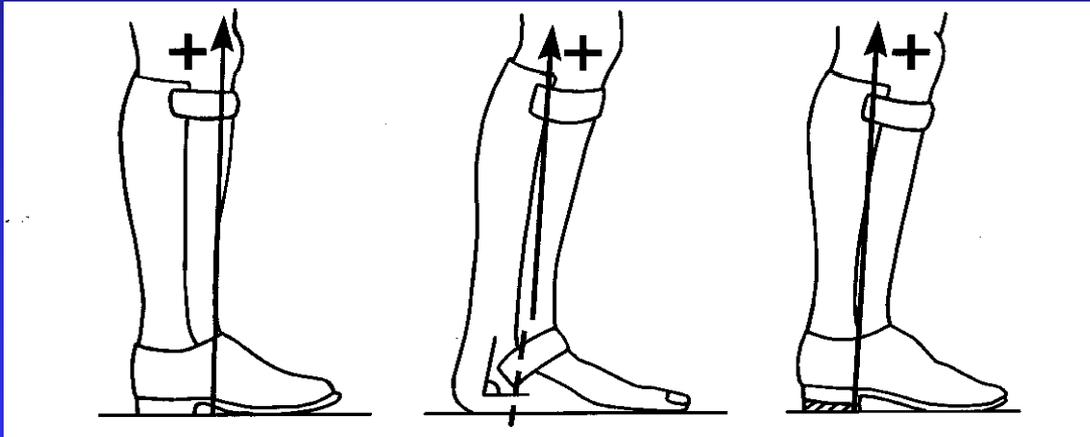
# BIOMECCANICA

CINEMATICA

CINETICA

# CINEMATICA

Angoli articolari, disposizione dei singoli segmenti nello spazio, velocità, accelerazioni



# FORZE AGENTI SUL CORPO

## Forze esterne

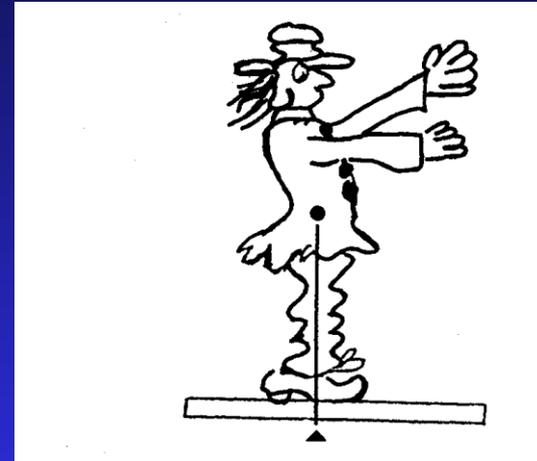
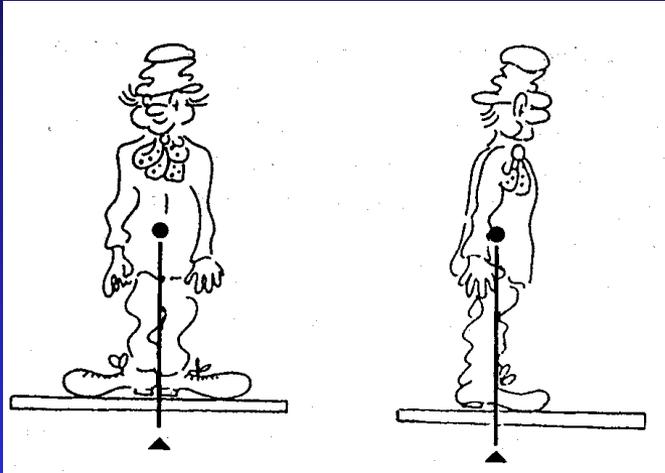
Gravità, forze di reazione

## Forze interne

Muscoli, parti molli, vincoli art.

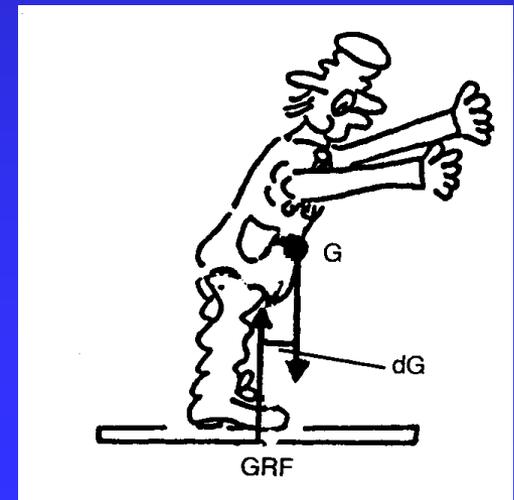
# F DI GRAVITA' ASSOLUTA

(peso del corpo)



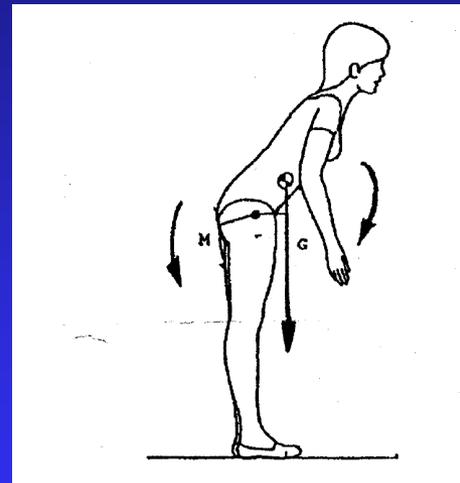
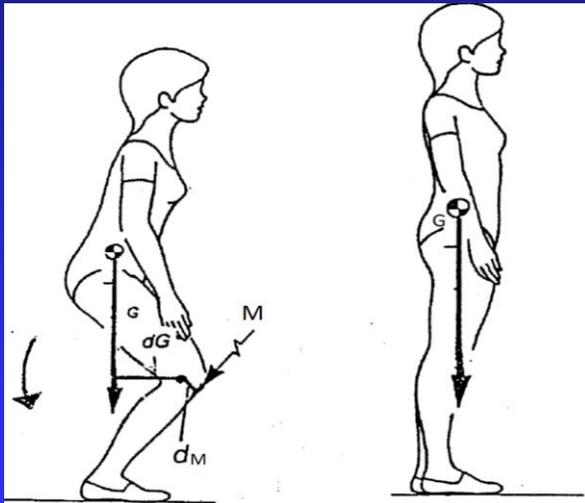
Deve cadere entro la base d'appoggio

Se cade fuori: coppia disequilibrante



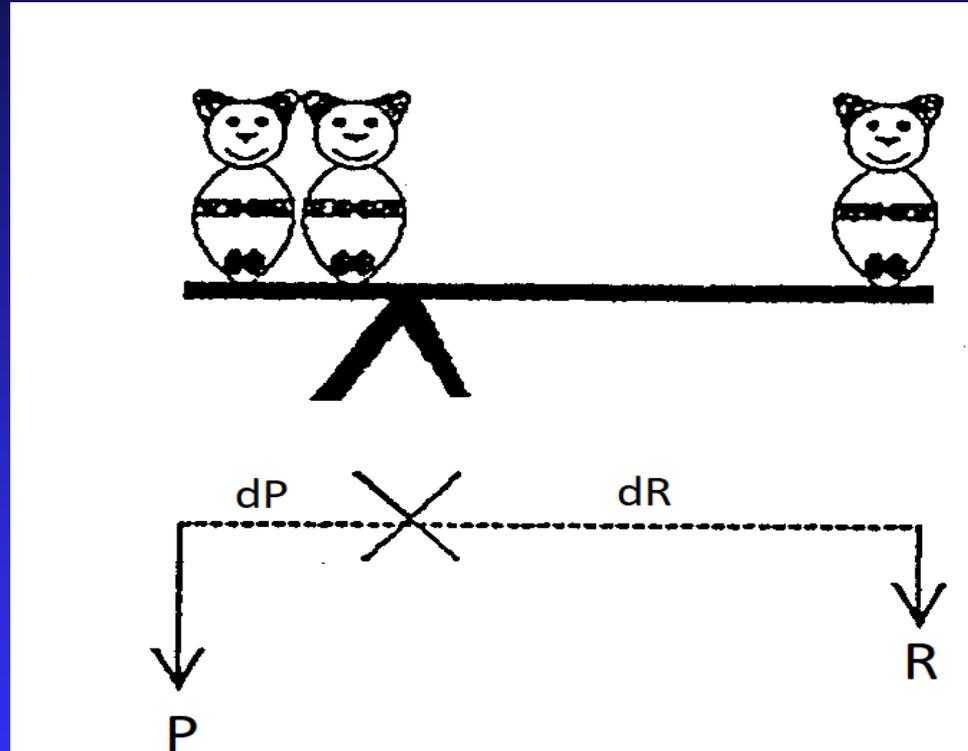
# F DI GRAVITA' RELATIVA

peso di singoli segmenti corporei o di insiemi di segmenti; quando non incrocia gli assi delle articolazioni su cui grava, agendo con un braccio di leva rispetto a queste articolazioni, genera momenti esterni disequilibranti



$$M_{est} = G \cdot dG$$

# MOMENTI DI FORZA

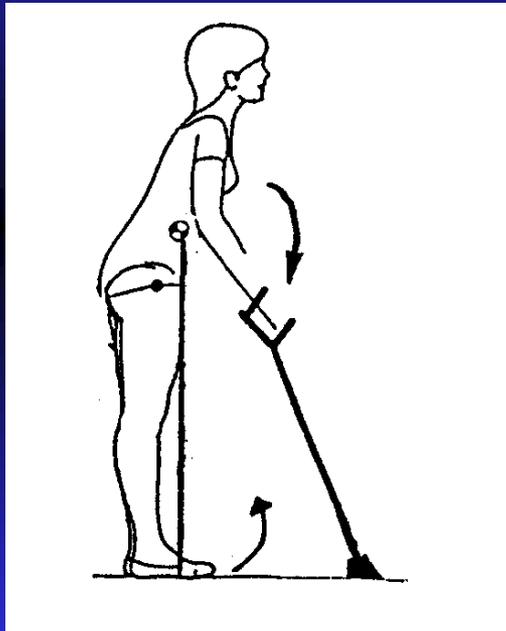


$R \cdot dR =$  momento della resistenza (momento esterno)

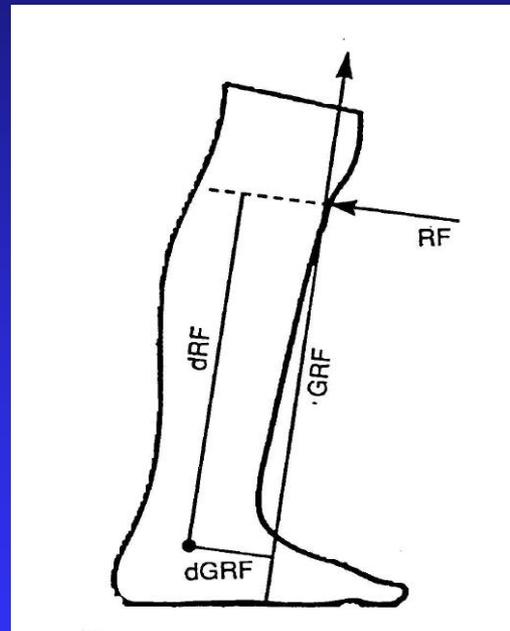
$P \cdot dP =$  momento della potenza (momento interno)

# FORZE ESTERNE

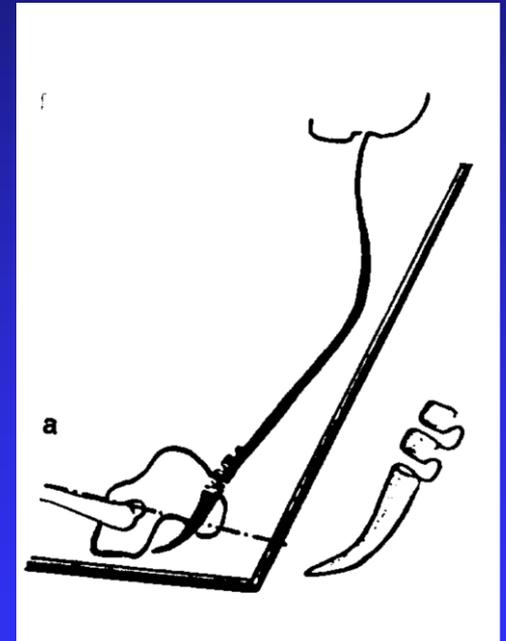
## F di reazione



Reazione del terreno



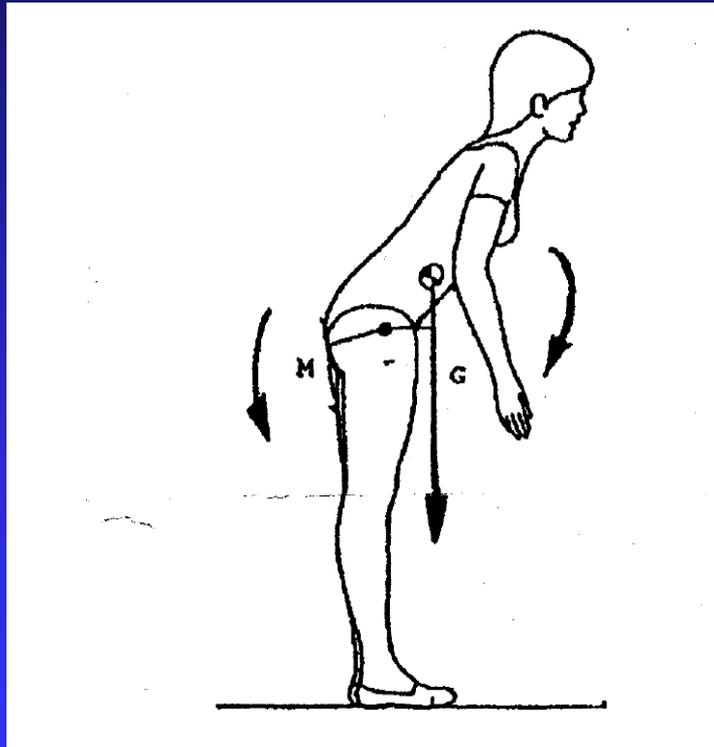
Reazione dell'ortesi



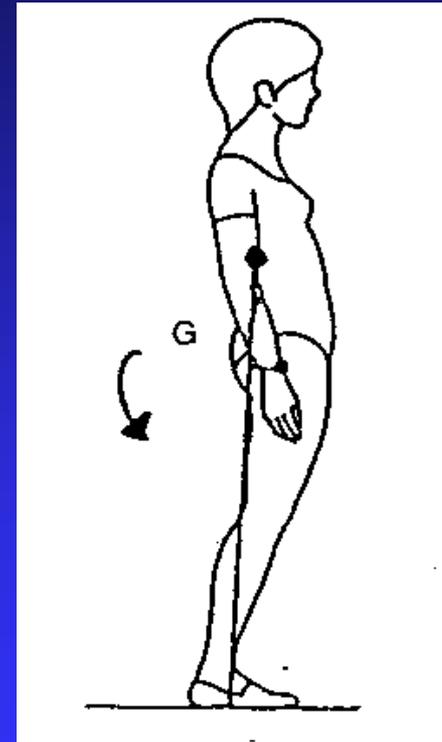
Reazione dello schienale

# FORZE INTERNE

(active – passive)



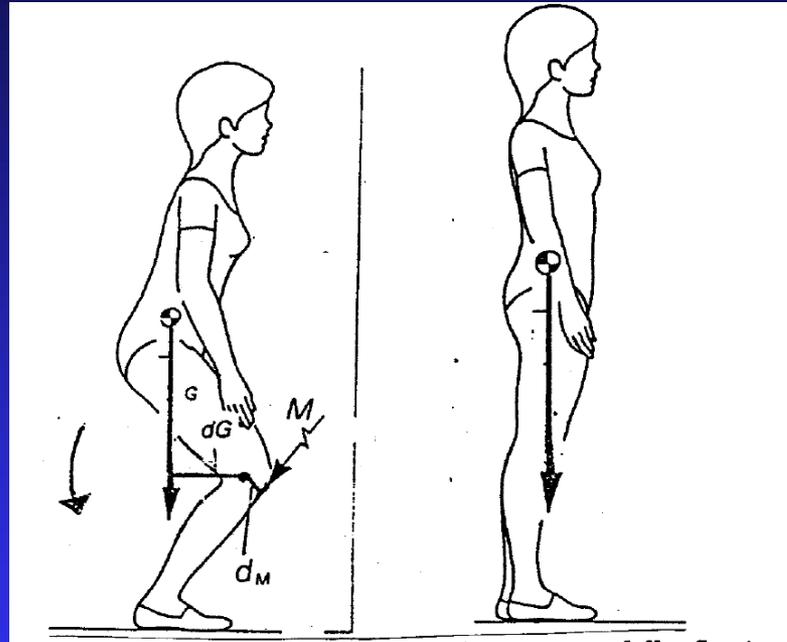
MUSCOLI



PARTI MOLLI

*Generano momenti interni in grado di opporsi ai momenti esterni disequilibranti*

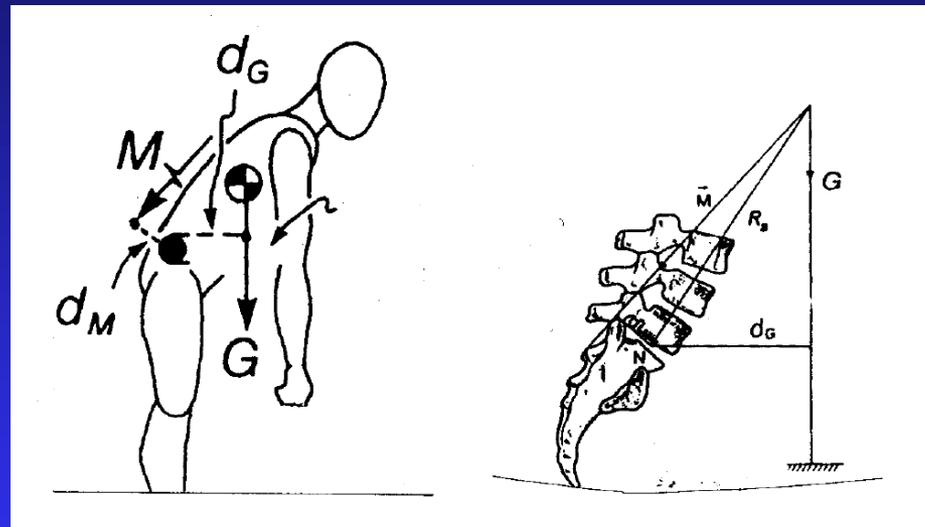
# EQUILIBRIO - SQUILIBRIO DI FORZE E MOMENTI



Le  $F$  esterne, quando non incrociano gli assi delle articolazioni su cui gravano, agendo con un braccio di leva rispetto a queste articolazioni, generano momenti esterni disequilibranti a cui si oppongono, generando momenti agenti in senso opposto, forze interne (o altre forze esterne di sostegno quali ortesi e ausili). Se la risultante dei momenti in gioco è uguale a zero il sistema è in equilibrio statico, se diversa da zero si ha un movimento nel senso del momento maggiore, che si compie con una velocità proporzionale alla differenza dell'intensità dei momenti in gioco.

# EQUILIBRIO DI FORZE E MOMENTI

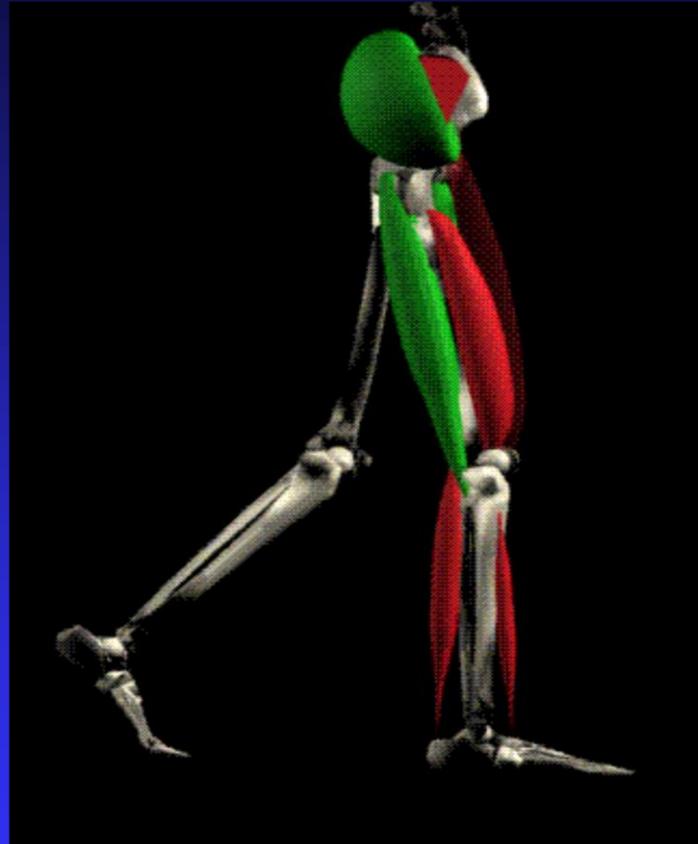
## POSTURA



$$G \cdot d_G = M \cdot d_M$$

La risultante delle forze in gioco ( $G$  e  $M$ ) si scarica sul fulcro articolare che reagisce con una  $F$  uguale e contraria (JRF)

# Funzione dei muscoli



*Il muscolo impedisce il movimento (contrazione isometrica:  $M_{est} = M_{int}$ )*

*Il muscolo frena il movimento (contrazione eccentrica:  $M_{est} < M_{int}$ )*

*Il muscolo produce movimento (contrazione concentrica:  $M_{int} > M_{est}$ )*

# CONTROLLO POSTURALE

Meccanismi interni di controllo  
(automatismi e riflessi posturali)

Meccanismi esterni (Sostegni vari)

# POSTURA

equilibrio dei momenti in gioco

Poiché qualsiasi postura risulta nociva se mantenuta a lungo, quando si parla di postura non ci si riferisce a una postura mantenuta staticamente, bensì a una postura di riferimento attorno a cui il soggetto effettua continui movimenti di aggiustamento, cosa peraltro spesso impossibile nei soggetti con gravi disabilità.

# CONTROLLO POSTURALE

DINAMICO !!!

Postura come servomeccanismo adattativo di altre  
funzioni più volontarie

# ADATTAMENTI POSTURALI

Movimenti automatici - riflessi che accompagnano l'azione

Adattamento anticipatorio (precede l'azione)

Adattamento "contemporaneo"

Adattamento "a posteriori" (corregge l'azione in corso d'opera a seguito di perturbazioni)

# FUNZIONE DEL SNC

Promozione della massima efficienza dell'azione: massimo risultato con il massimo risparmio energetico e il minimo stress sulle strutture locomotorie

- sfruttamento fin dove è possibile delle forze esterne
- sfruttamento fin dove è possibile delle forze interne passive
- allineamento ottimale dei segmenti corporei
- attivazione muscolare minima necessaria

**Attivazione delle UM giuste al momento giusto**

# **ORTESI E AUSILI PER IL CAMMINO**

Prima parte

Eugenio Occhi

# IL CAMMINO

funzione geneticamente determinata  
automatismo primario

Il suo emergere è legato a:

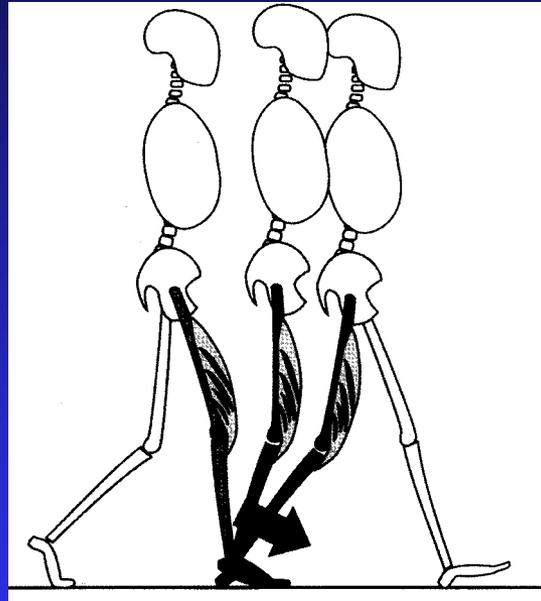
Processi maturativi intrinseci

Esigenza di conquista dello spazio

Esigenza di autonomia - separazione

Imitazione

# CAMMINO



Spinta del corpo fuori equilibrio quando è in appoggio su una sola gamba avanzamento dell'altra gamba e appoggio su di essa per evitare la caduta (paracadute anteriore). **Decollo – volo – atterraggio.**

# INGREDIENTI DEL CAMMINO

Reazione segnapassi (marcia automatica)

Reazioni di raddrizzamento (assiale, derotativo)

Reazioni di difesa (afferramento, paracadute)

Reazioni di sostegno aa inferiori (primitiva, positiva)

Reazioni di equilibrio

Afferenze periferiche - aggiustamenti a feed back

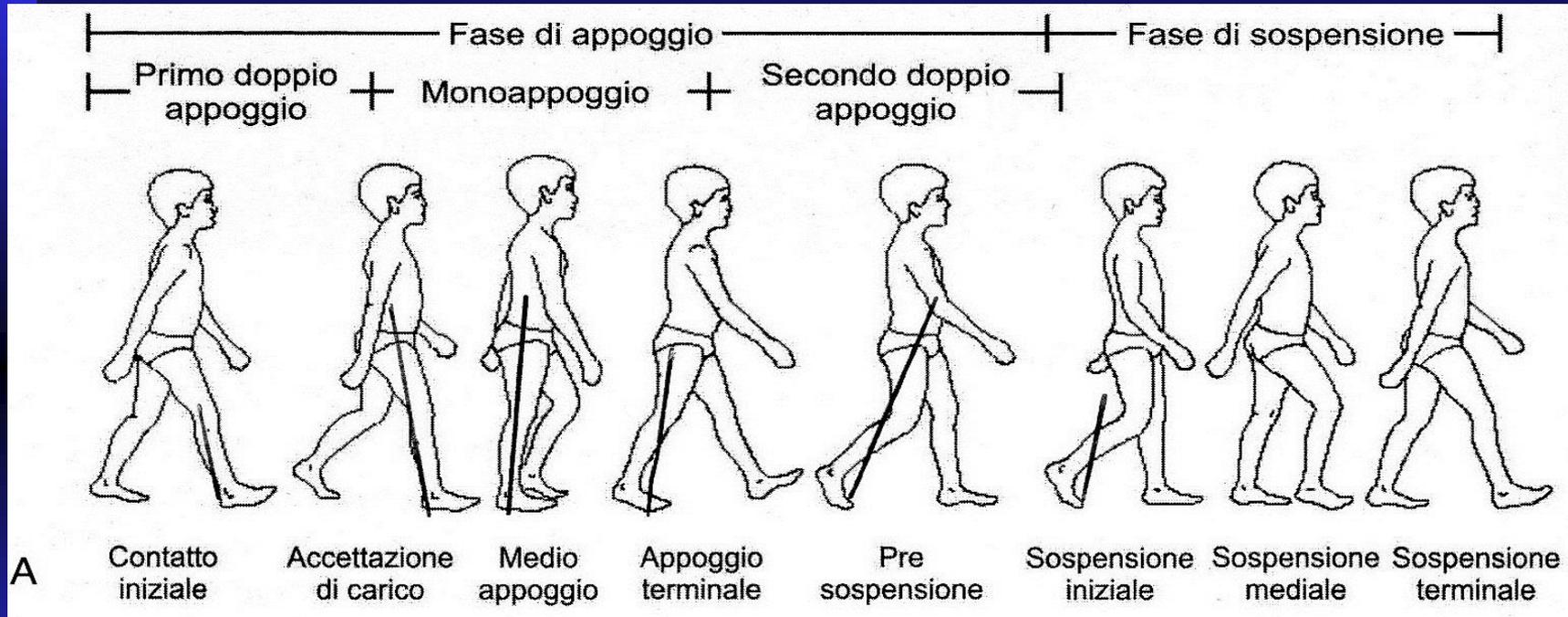
Funzioni superiori (motivazione, abilità visuo-spaziali, consenso percettivo, ecc.)

# BIOMECCANICA

Cinematica

Cinetica

# CINEMATICA



Passo (stride)

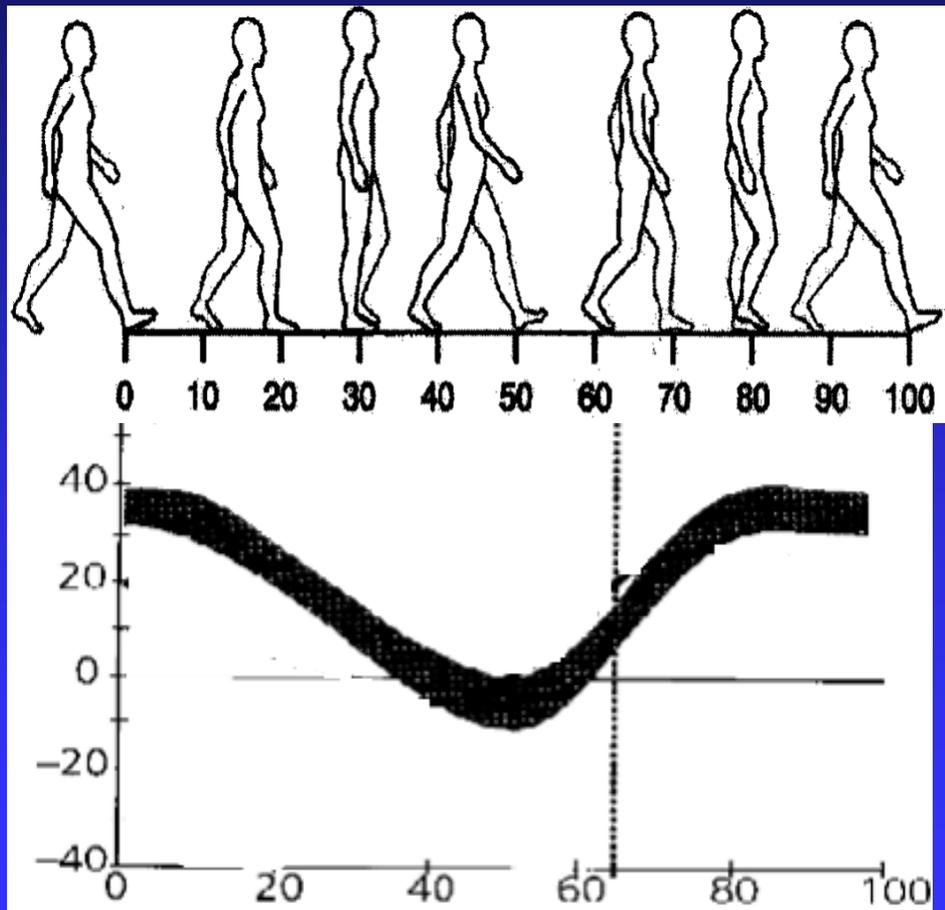
Semipasso (step)

Passo anteriore

Passo posteriore

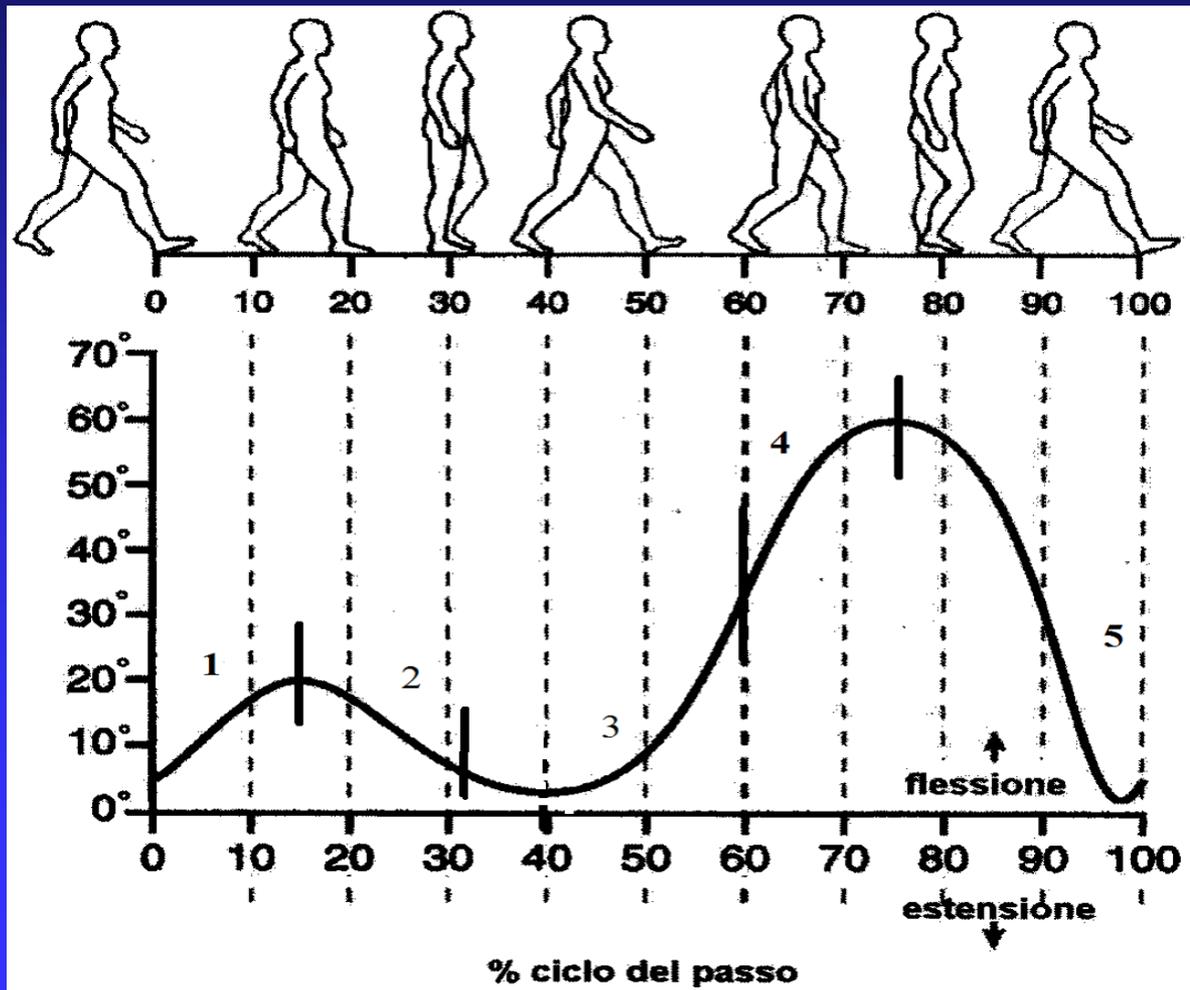
# CINEMATICA ANCA

Piano sagittale

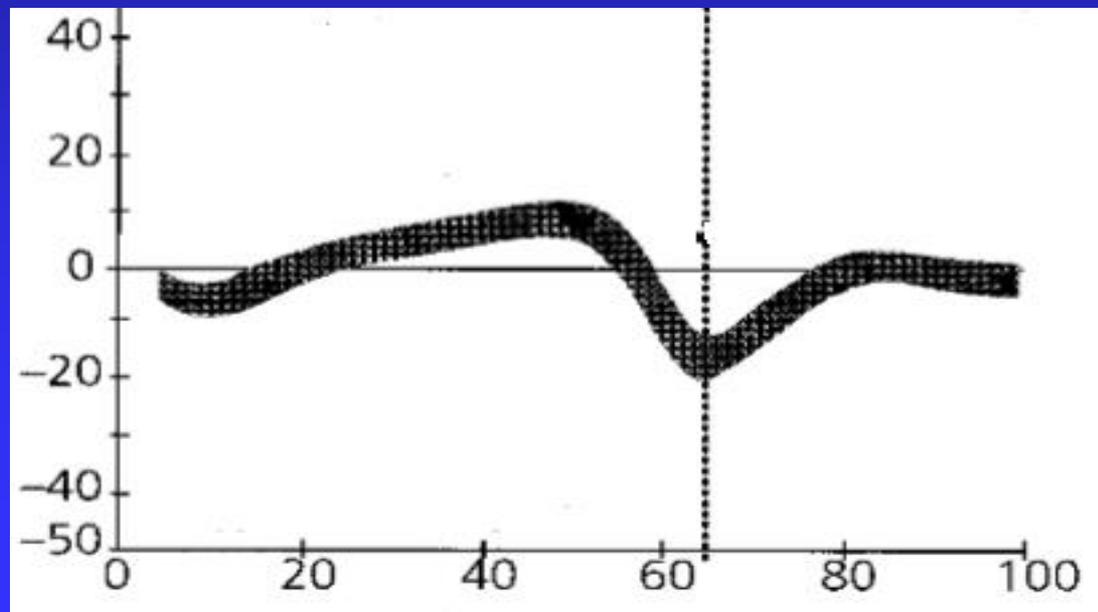
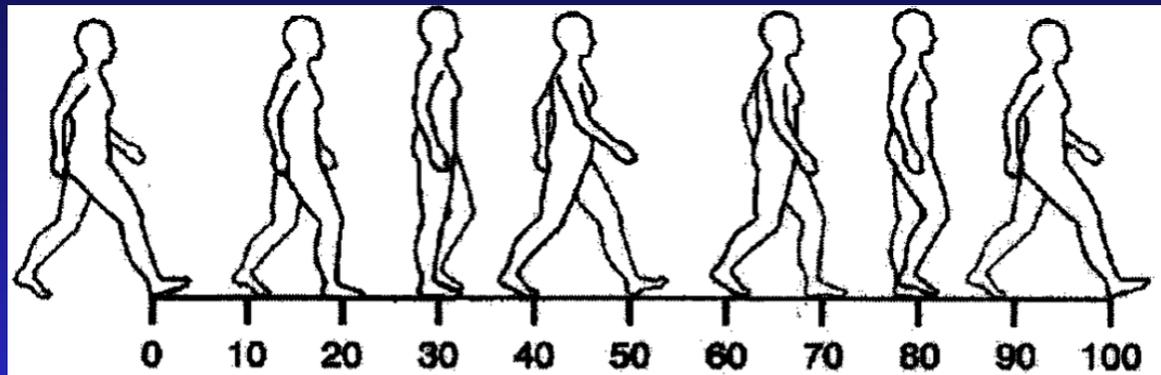


# CINEMATICA GINOCCHIO

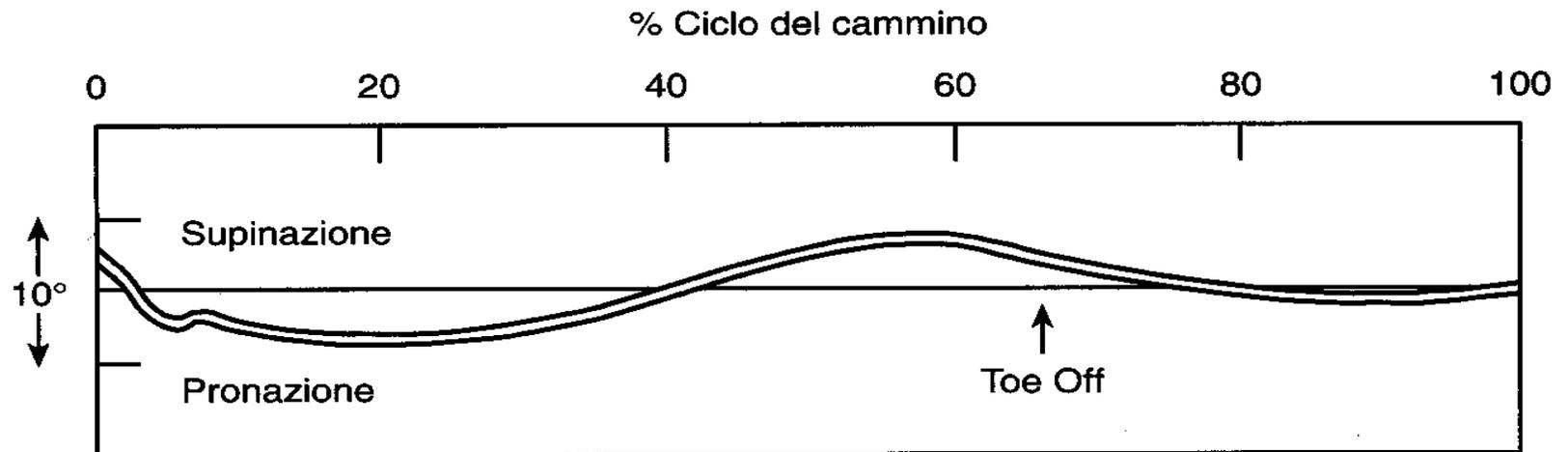
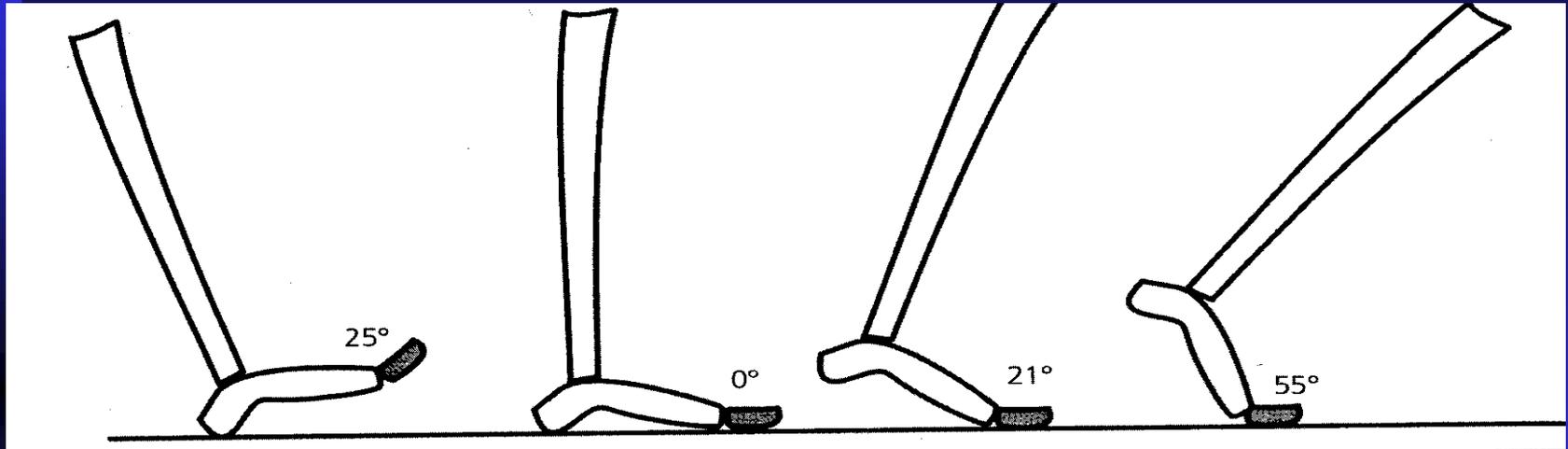
Piano sagittale



# CINEMATICA CAVIGLIA

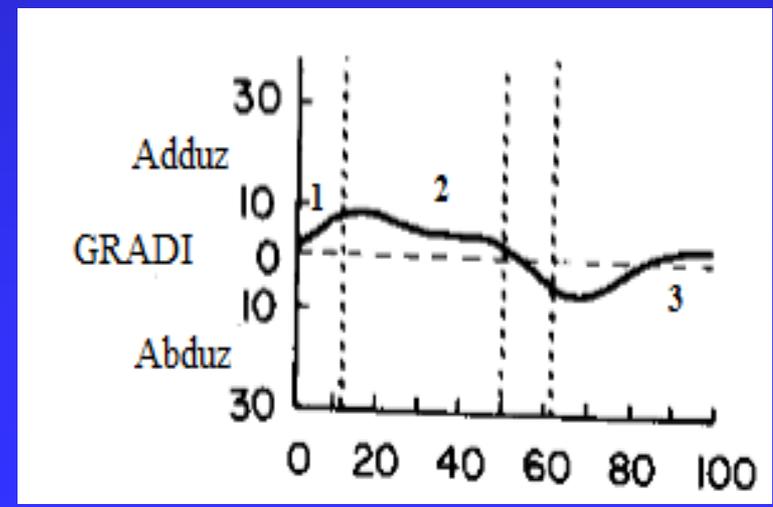
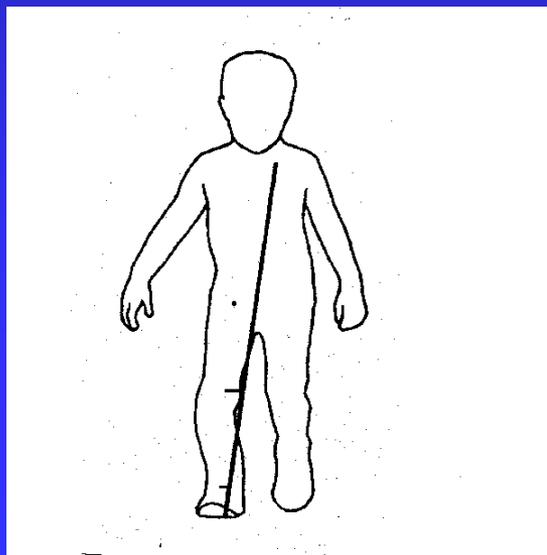
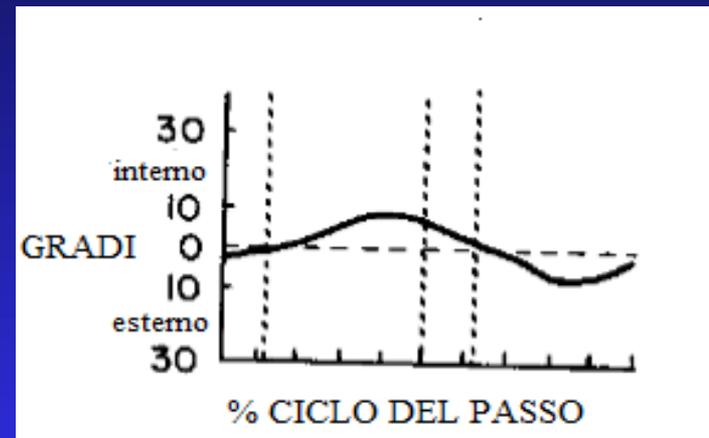
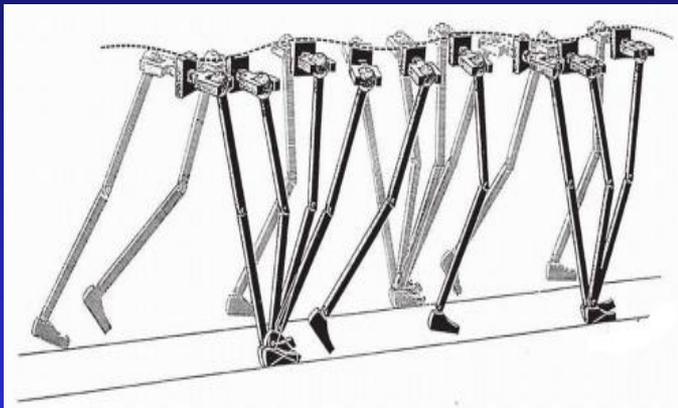


# CINEMATICA PIEDE



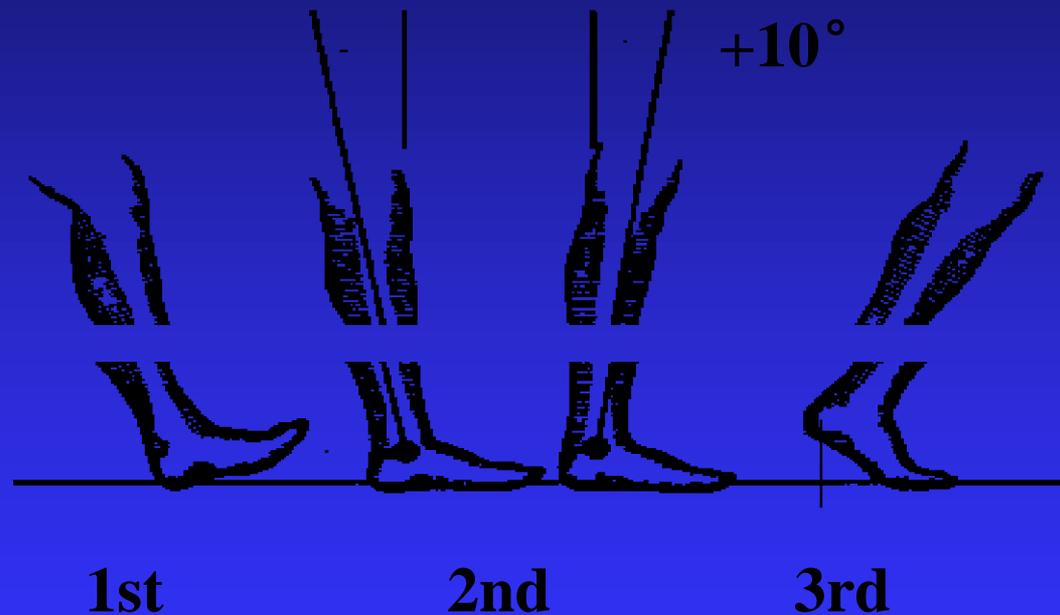
# CINEMATICA ANCA

Piano orizzontale e frontale



# MECCANISMI INFLUENTI SULLO STEP

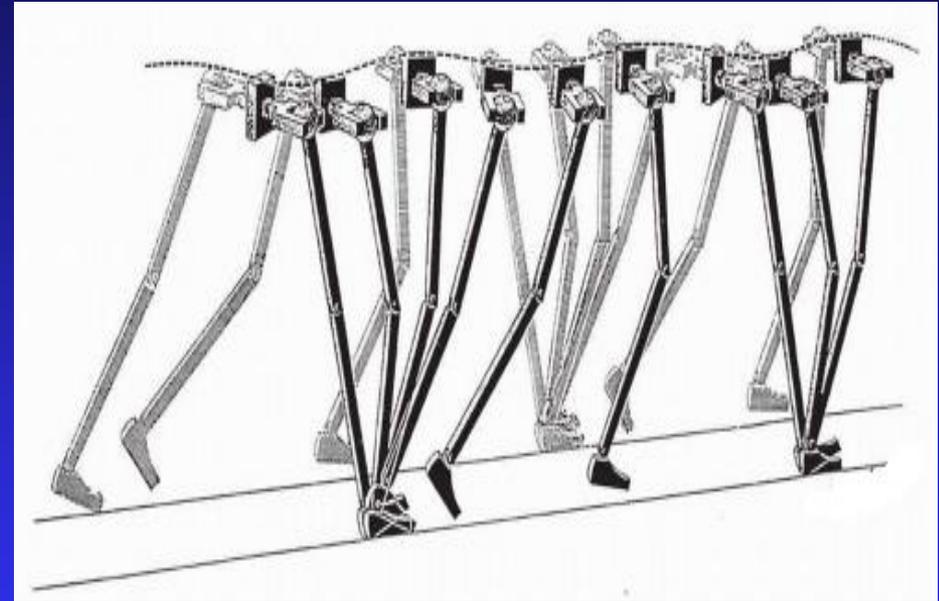
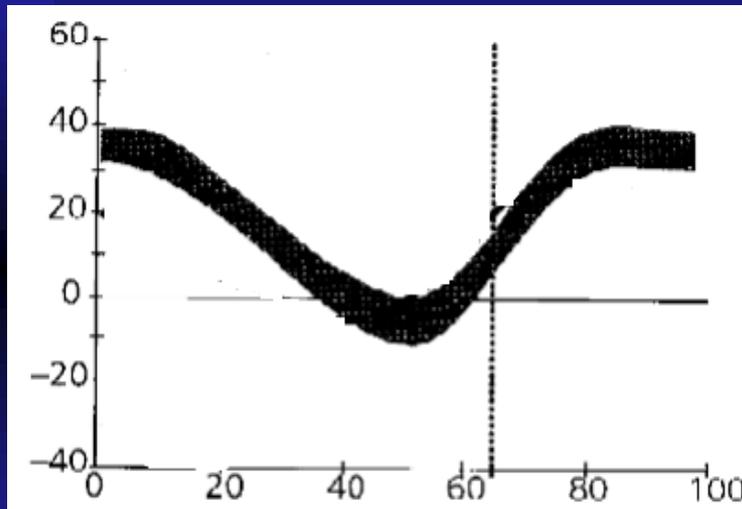
## Arto in appoggio: foot rockers



Il rotolamento del tallone, la rotazione in senso orario della tibia rispetto al piede (flessione dorsale della TT), la rotazione in senso orario del piede sulle dita (estensione MF) permettono al centro di massa di avanzare mantenendo il corpo stabile sulla base di appoggio fino all'appoggio terminale, prima della caduta libera.

# MECCANISMI INFLUENTI SULLO STEP

**Arto in appoggio:** estensione - intrarotazione anca

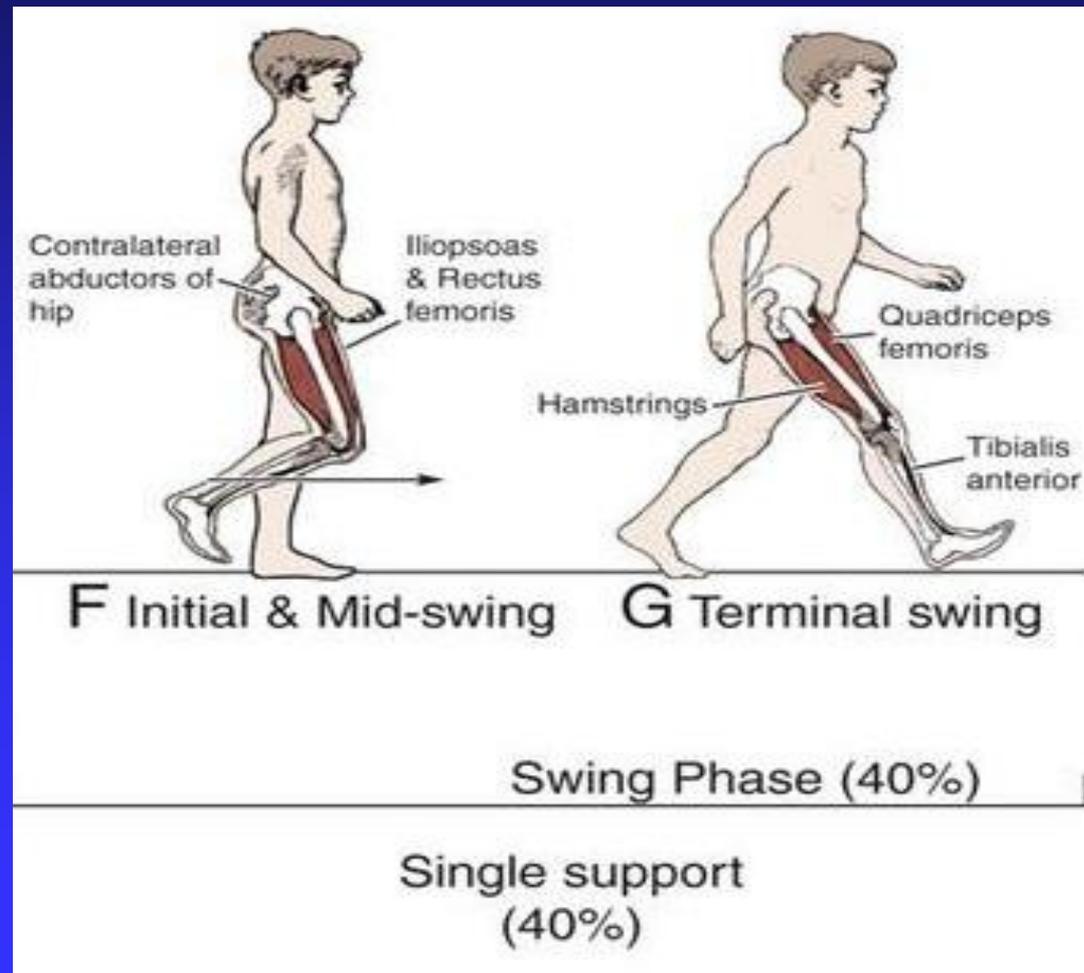


**Arto in appoggio:** estensione - intrarotazione anca

**Arto in oscillazione:** estensione ginocchio; flesso estensione anca

# MECCANISMI INFLUENTI SULLO STEP

**Arto in oscillazione:** estensione ginocchio; flessione anca



# CINETICA DEL CAMMINO

## FORZE IN GIOCO

### Forze esterne

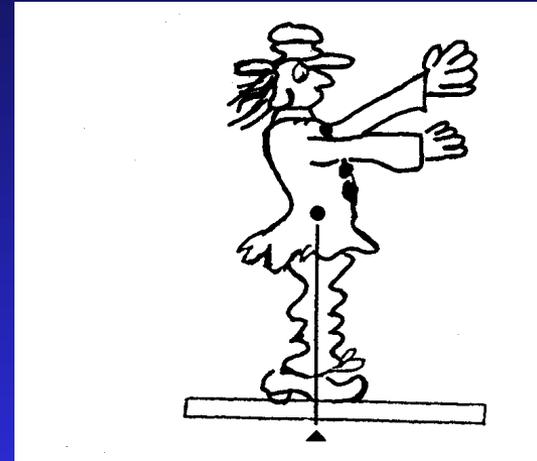
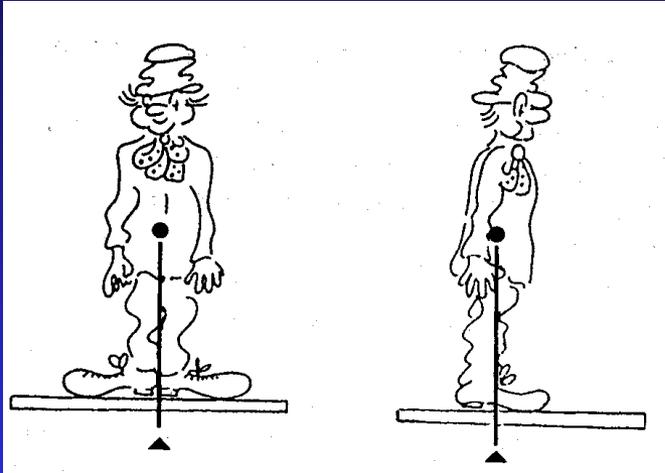
Gravità, inerzia, attriti,  
F di reazione (GRF)

### Forze interne

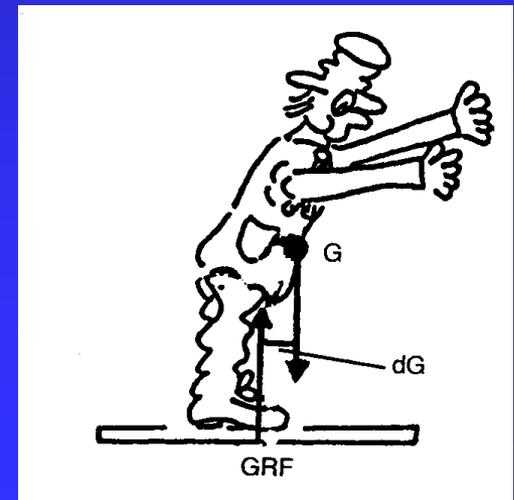
Muscoli, parti molli, vincoli artic.

# F DI GRAVITA' ASSOLUTA

(peso del corpo)



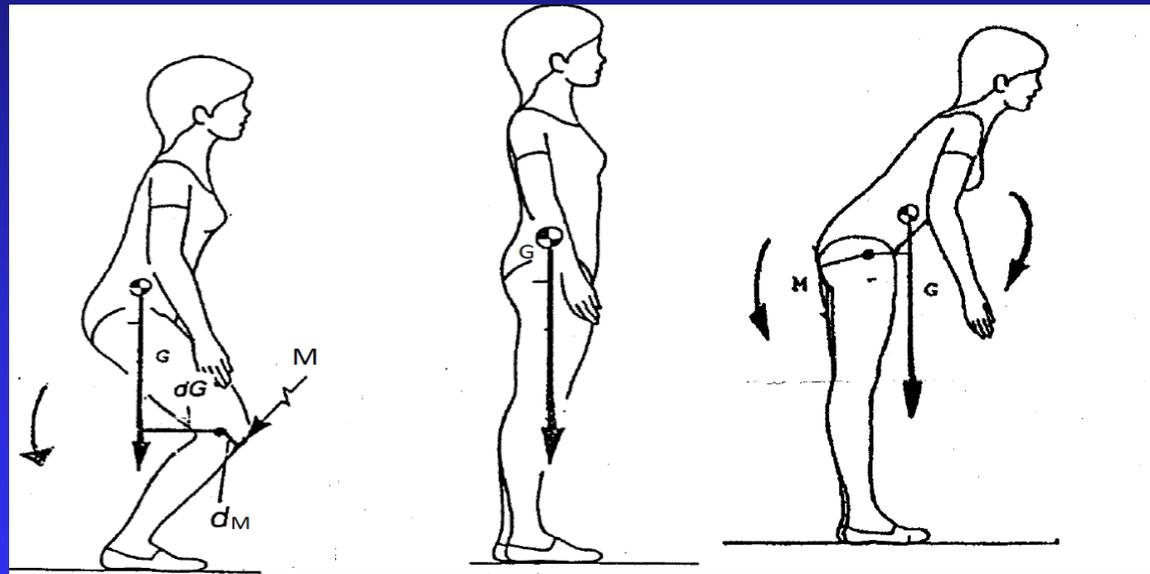
Deve cadere entro la base d'appoggio



Se cade fuori: coppia disequilibrante

# F DI GRAVITA' RELATIVA

peso di singoli segmenti corporei o di insiemi di segmenti; quando non incrocia gli assi delle articolazioni su cui grava, agendo con un braccio di leva rispetto a queste articolazioni, genera momenti esterni disequilibranti



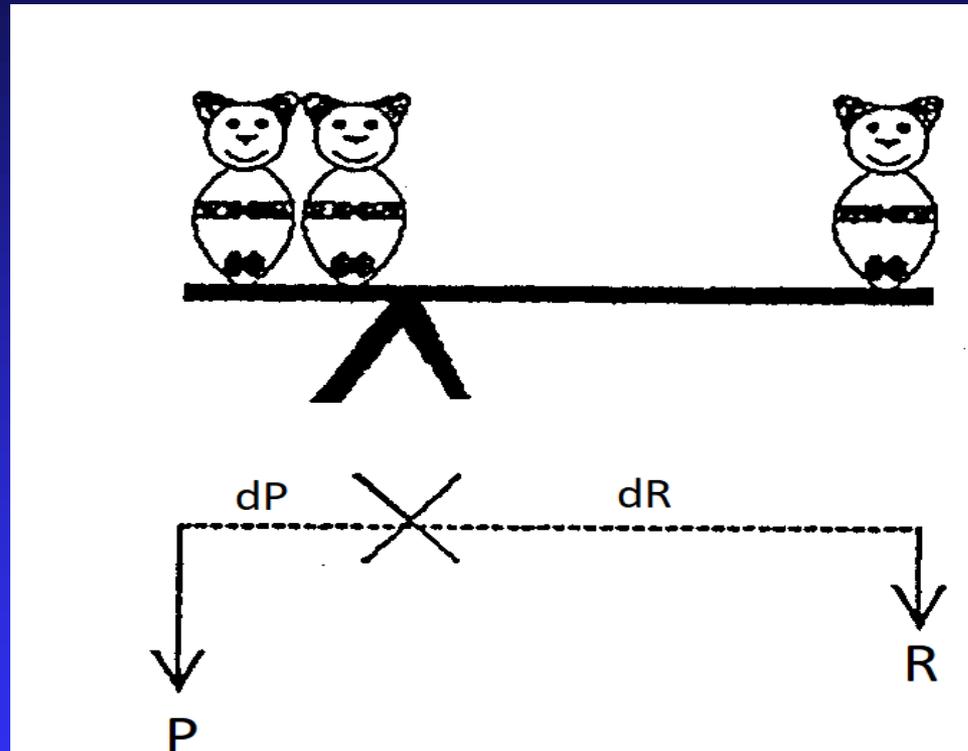
$$M = G \cdot dG$$

M=momento esterno

G= F di gravità relativa

dG= braccio di leva di G

# MOMENTI DI FORZA

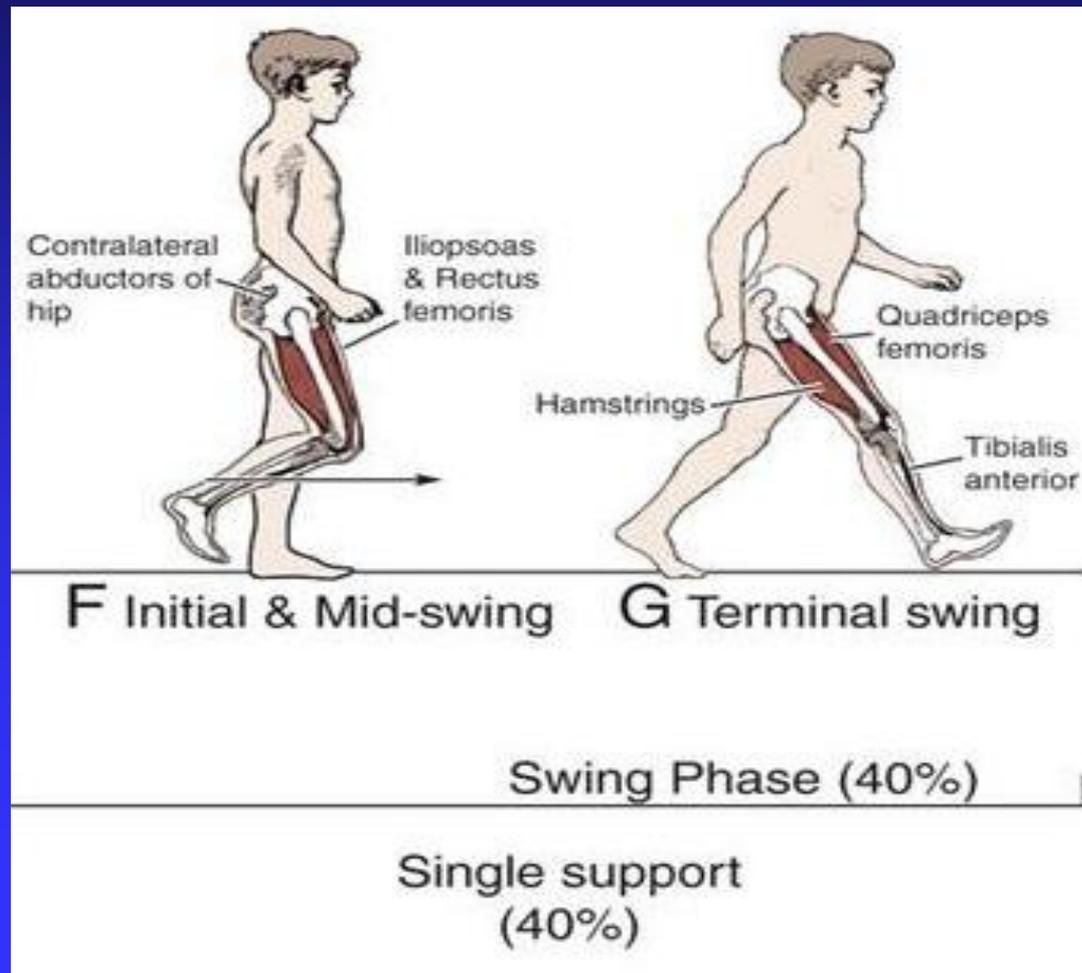


$R \cdot dR =$  momento della resistenza (momento esterno)

$P \cdot dP =$  momento della potenza (momento interno)

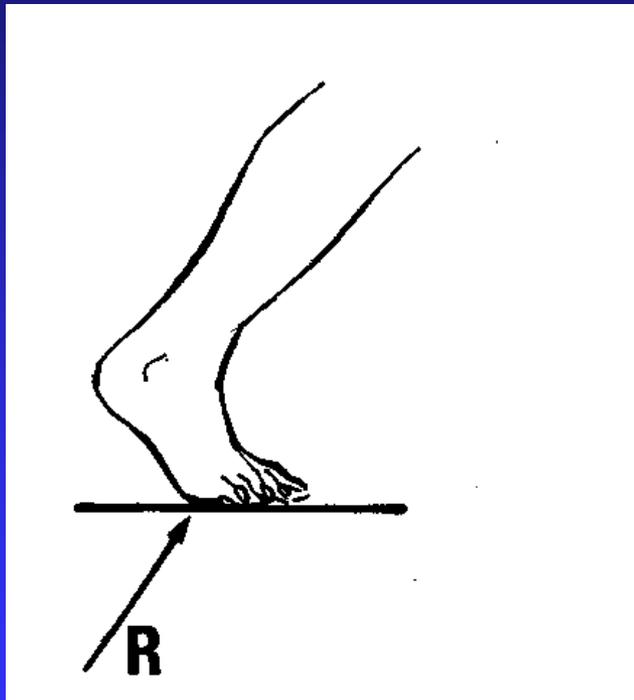
# GRAVITA' + INERZIA

## Meccanismo del pendolo



# FORZE ESTERNE

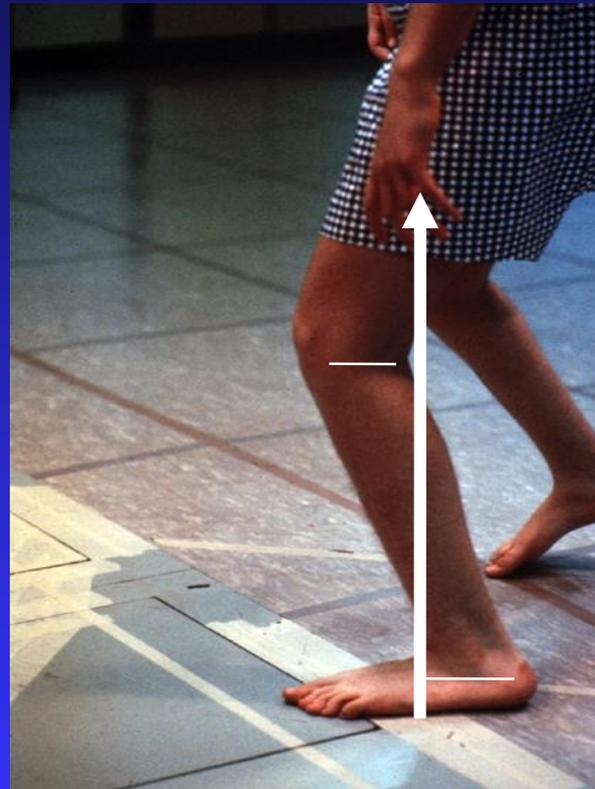
## GRF



**GRF (ground reaction force)** è la forza di reazione del terreno alla forza scaricata su di esso dal piede in appoggio, risultante delle forze gravitazionali e inerziali. Ha direzione e intensità uguale a quest'ultima, verso opposto.

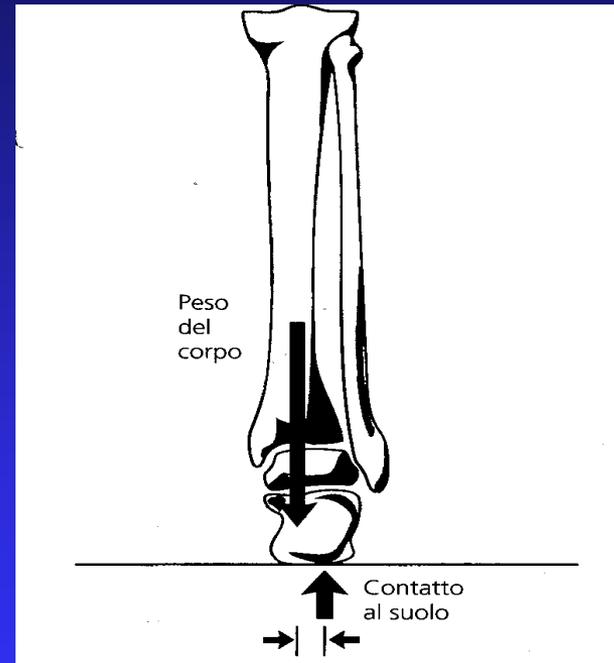
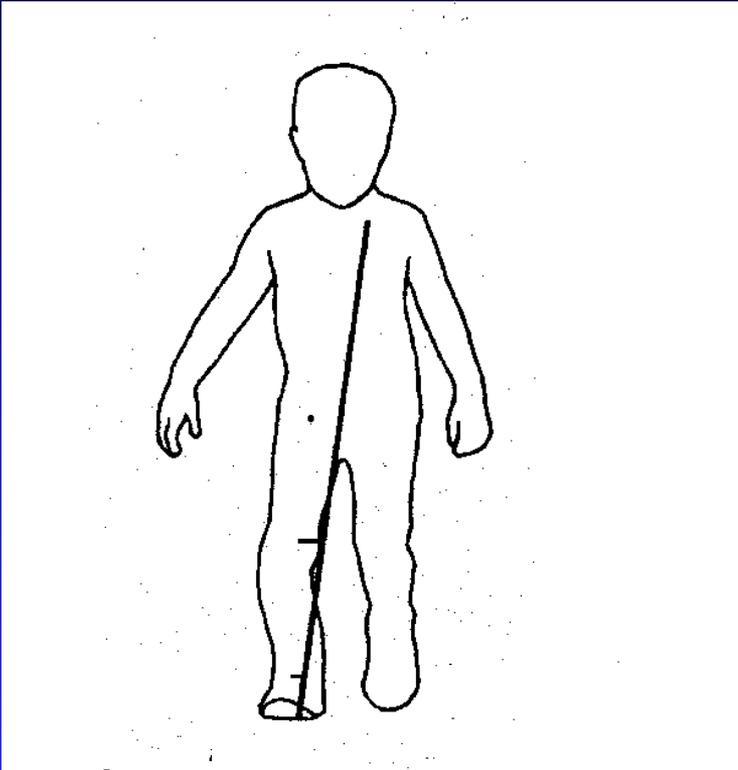
# FORZE ESTERNE

## GRF



**GRF (ground reaction force)** è la forza di reazione del terreno alla forza scaricata su di esso dal piede in appoggio, risultante delle forze gravitazionali e inerziali. Ha direzione e intensità uguale a quest'ultima, verso opposto. Dove non incrocia gli assi articolari, genera momenti esterni destabilizzanti, calcolabili moltiplicando la GRF per il braccio di leva di questa forza rispetto all'articolazione considerata

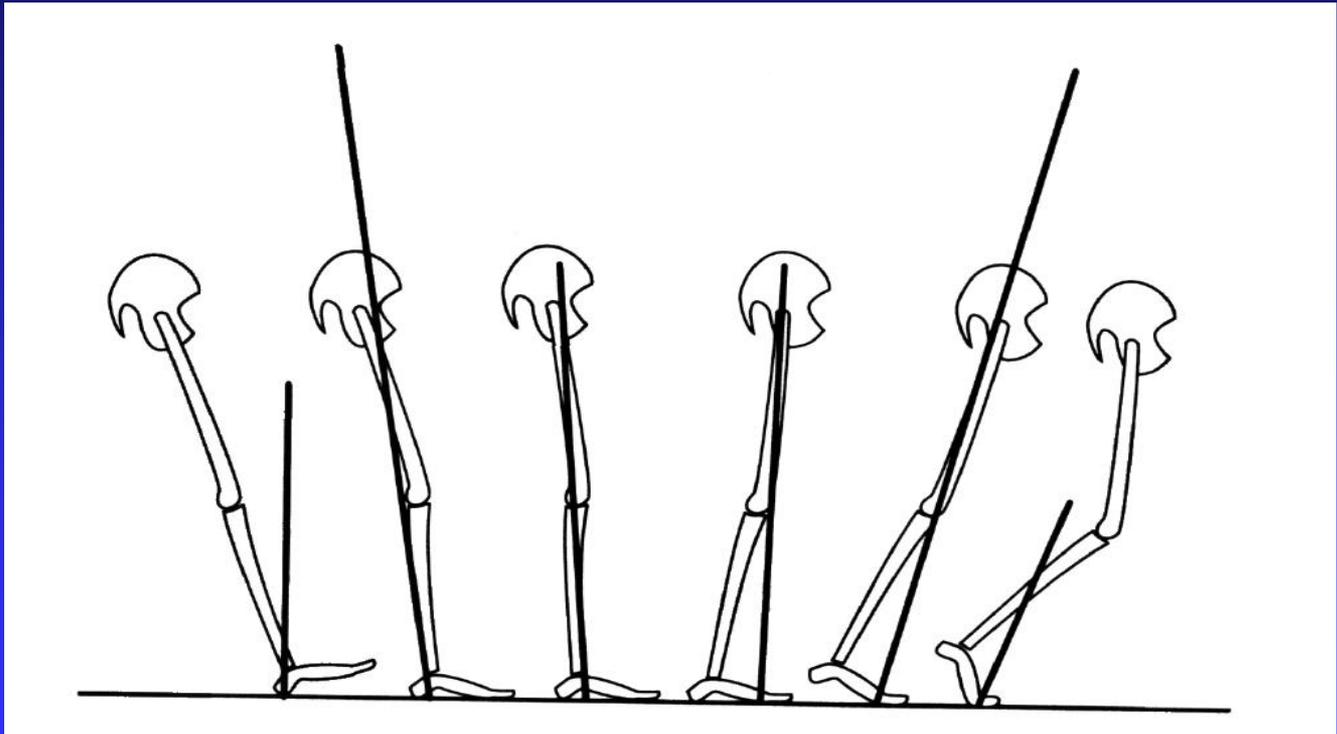
# GRF



*Durante la fase di appoggio del cammino, dove non incrocia gli assi articolari, la GRF genera momenti esterni destabilizzanti (calcolabili moltiplicando la GRF per il braccio di leva di questa forza rispetto all'articolazione considerata) che devono essere contrastati dai muscoli e dalle altre parti molli pararticolari*

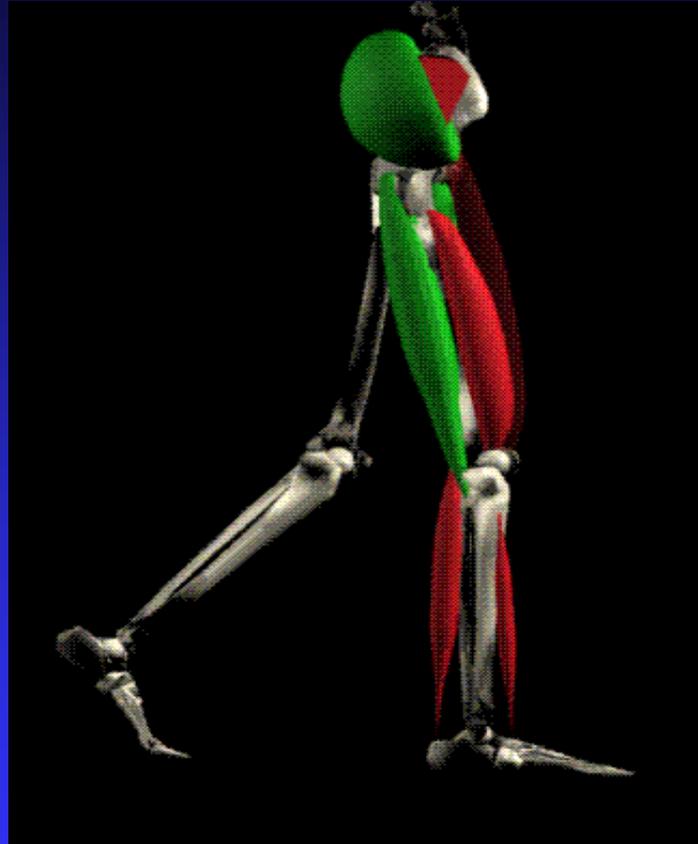
# GRF

## Forza di reazione del terreno



*Durante la fase di appoggio del cammino, dove non incrocia gli assi articolari, la GRF genera momenti esterni destabilizzanti (calcolabili moltiplicando la GRF per il braccio di leva di questa forza rispetto all'articolazione considerata) che devono essere contrastati dai muscoli e dalle altre parti molli pararticolari*

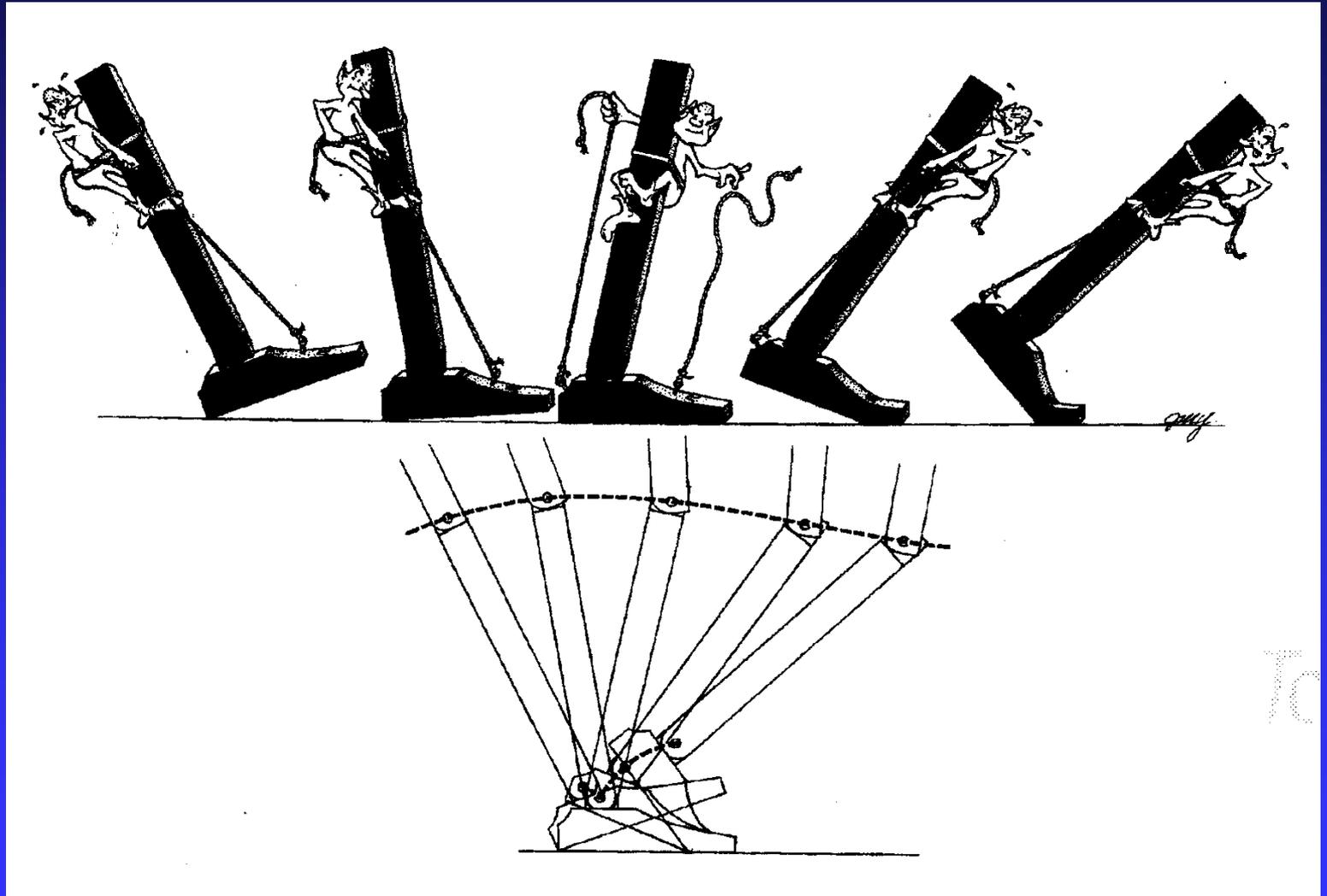
# AZIONE DEI MUSCOLI



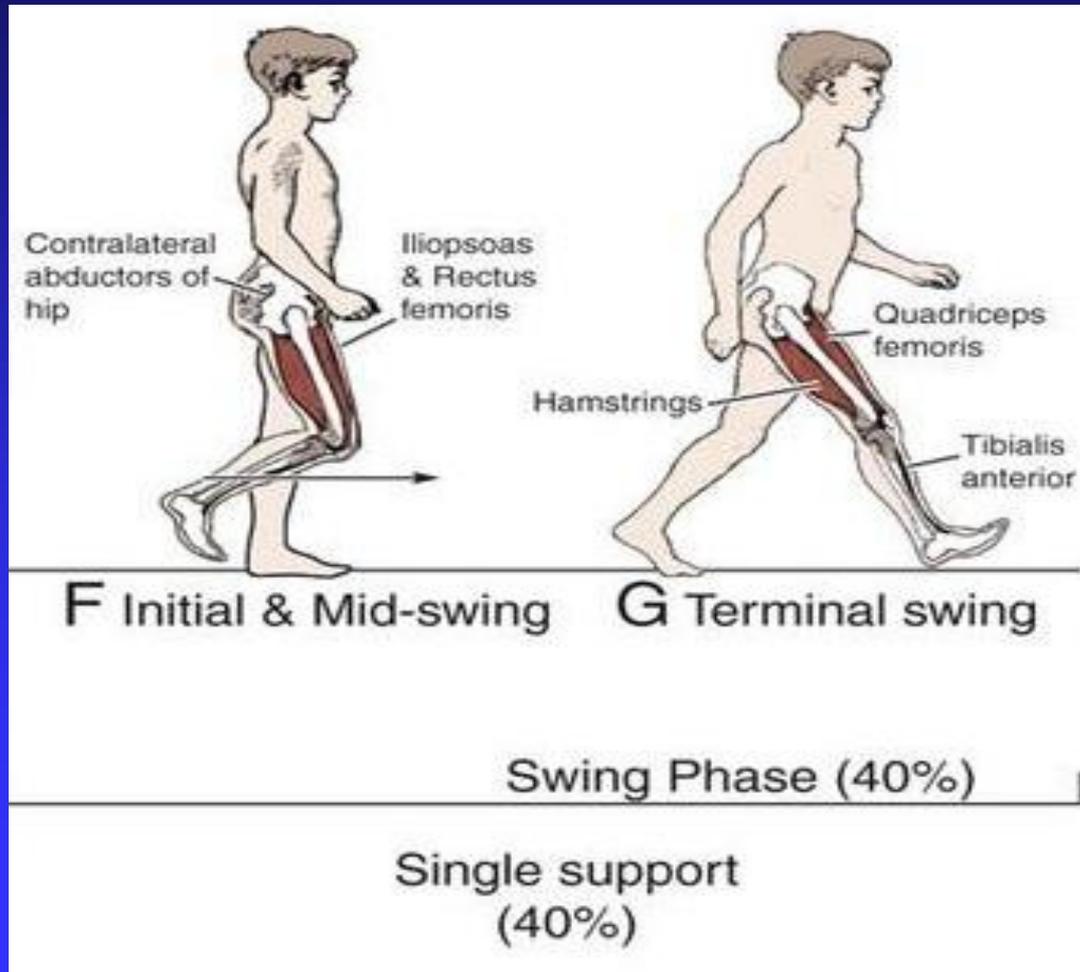
*Il muscolo frena il movimento generato da forze esterne (contrazione eccentrica)*

*Il muscolo produce movimento (contrazione concentrica)*

# AZIONE DEI MUSCOLI



# AZIONE DEI MUSCOLI



# FUNZIONE DEL SNC

Promozione della massima efficienza dell'azione: massimo risultato con il massimo risparmio energetico e il minimo stress sulle strutture locomotorie

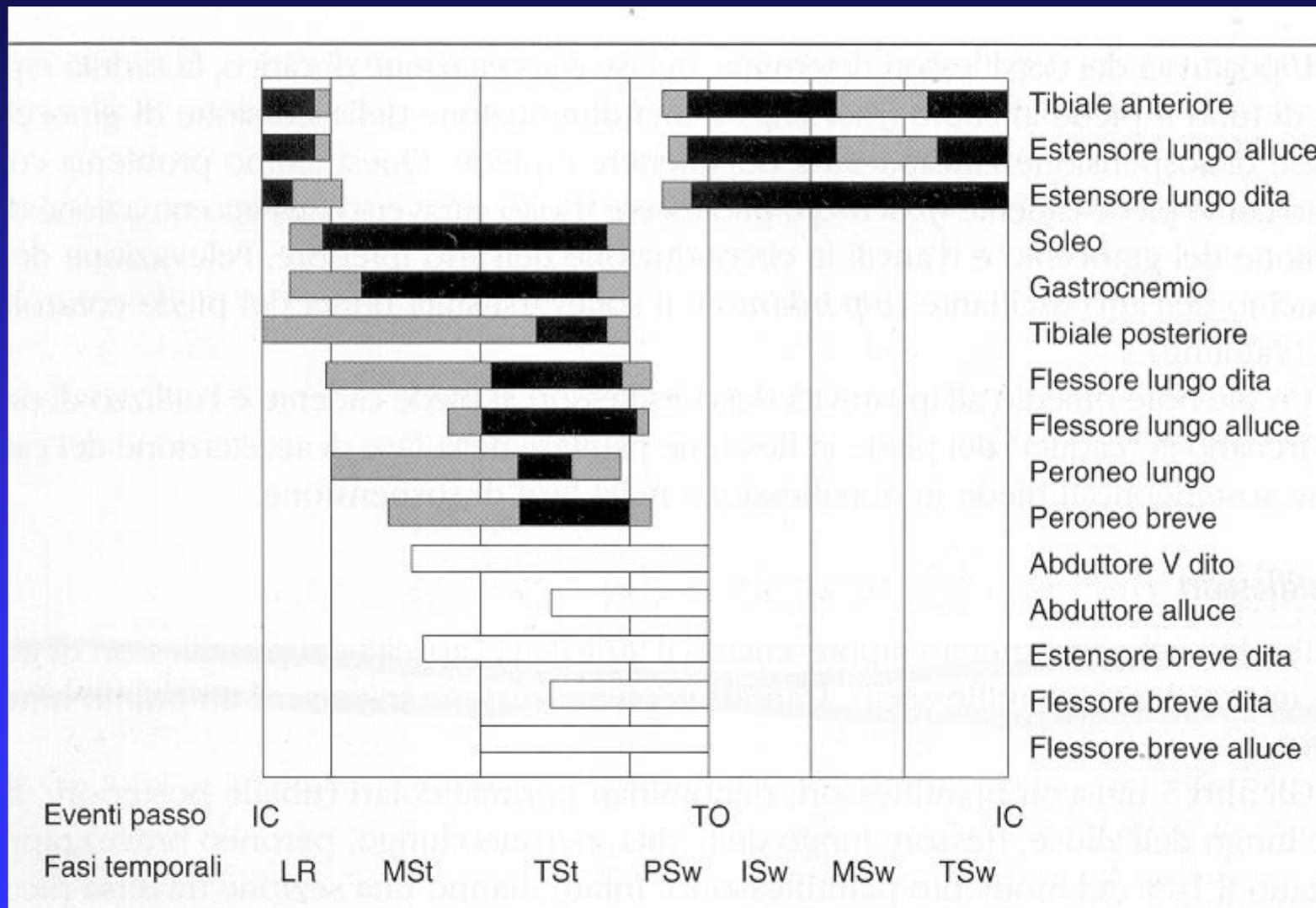
sfruttamento fin dove è possibile delle forze esterne

sfruttamento fin dove è possibile delle forze interne passive

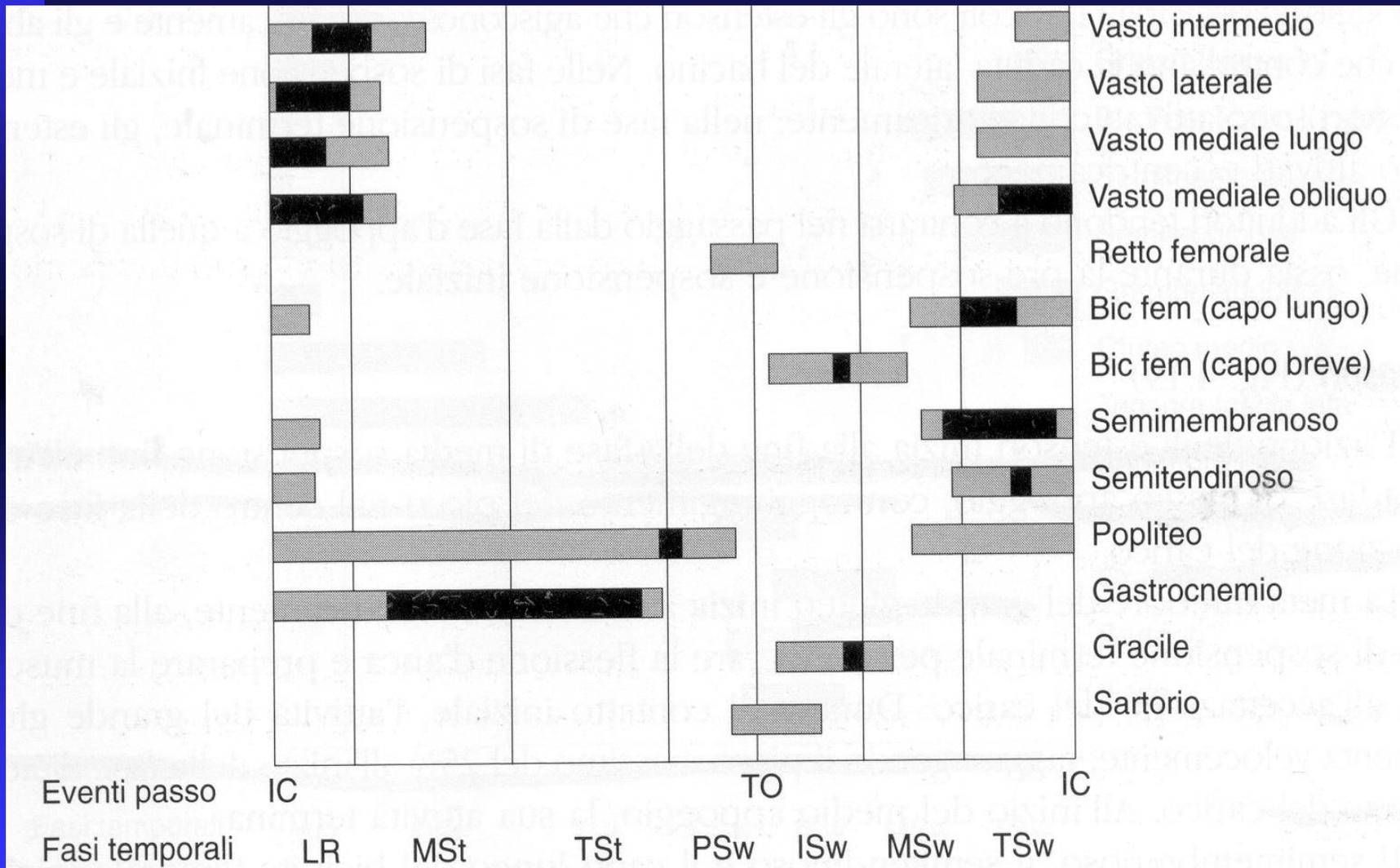
allineamento ottimale dei segmenti corporei

attivazione muscolare minima necessaria

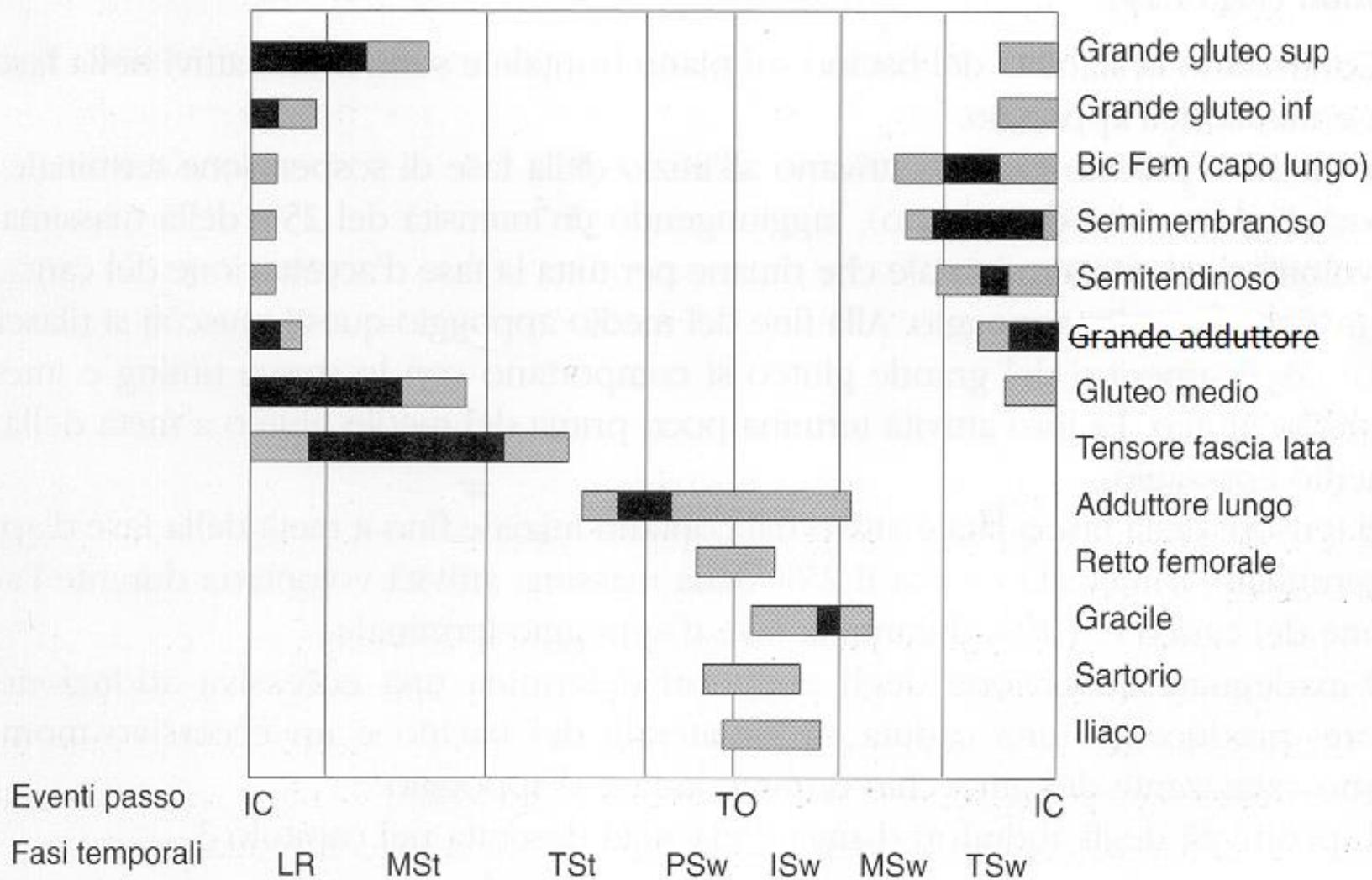
# IL CAMMINO NORMALE



# IL CAMMINO NORMALE



# IL CAMMINO NORMALE



# FORZE IN GIOCO NEL CAMMINO

Quando le forze in gioco sono alterate

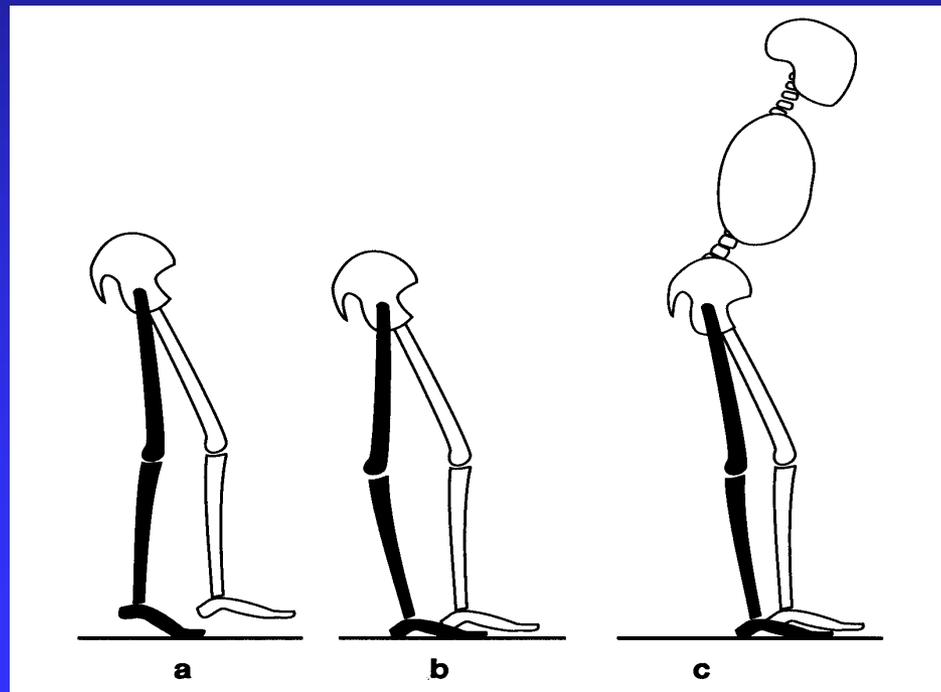
*(paresi – spasticità - disturbi sensitivi – percettivi -  
retrazioni – deformità - ecc.)*

*compensi interni (cambiamento cinematica)*

*compensi esterni (ortesi-ausili)*

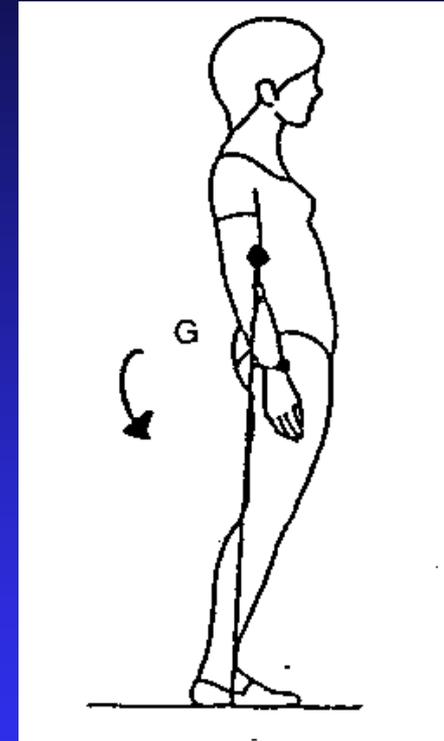
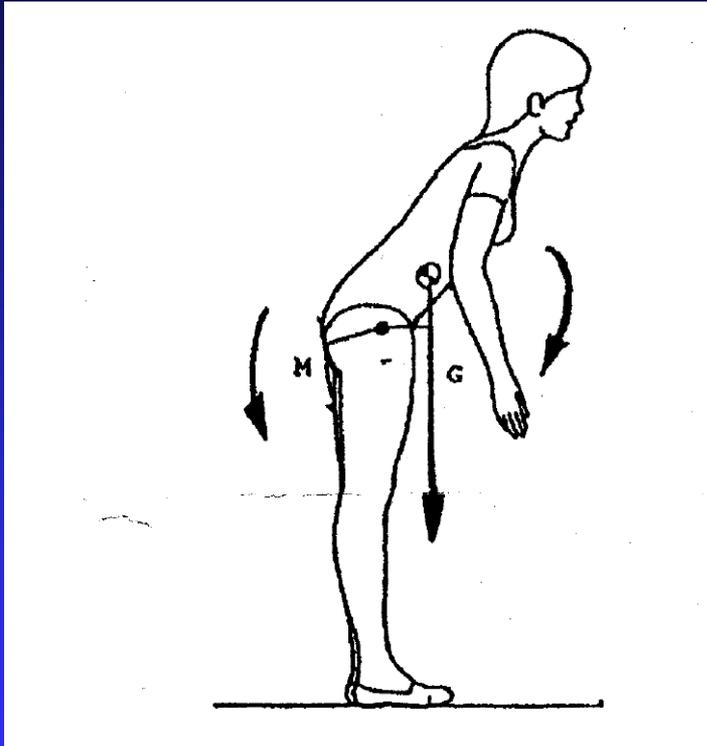
# I COMPENSI INTERNI

*Esempio: iperestensione del ginocchio per insufficienza del quadricipite (la GRF, passando sempre davanti al ginocchio in appoggio, genera un momento esterno di estensione)*



# I COMPENSI INTERNI

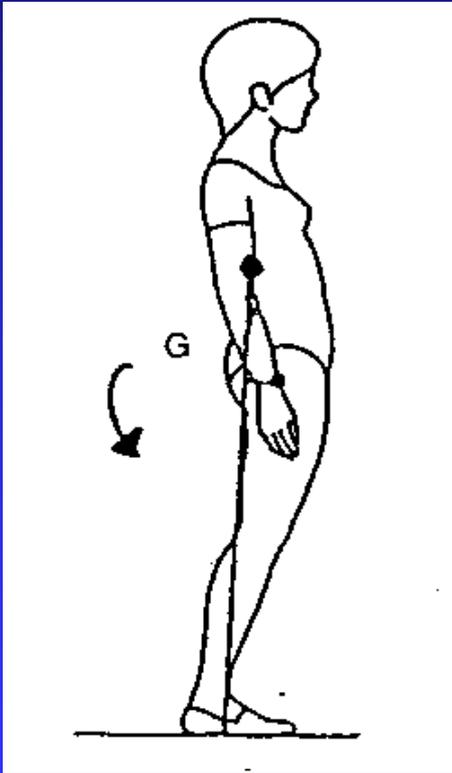
cambiamenti cinematica



*Quando la verticale condotta dal baricentro della massa sopra femorale passa davanti all'asse trasversale delle anche, la stazione eretta senza appoggio sugli arti superiori è impossibile in caso di paralisi dei muscoli estensori delle anche. L'unico modo per poter mantenere la stazione eretta senza appoggi per gli arti superiori consiste nel far passare la linea di gravità relativa alla massa sopra femorale dietro l'asse trasversale delle anche. In questo caso la forza di gravità relativa crea un momento di estensione, per opporsi al quale è sufficiente la tensione passiva realizzata dai muscoli e dalle altre parti molli anteriori.*

# I COMPENSI INTERNI

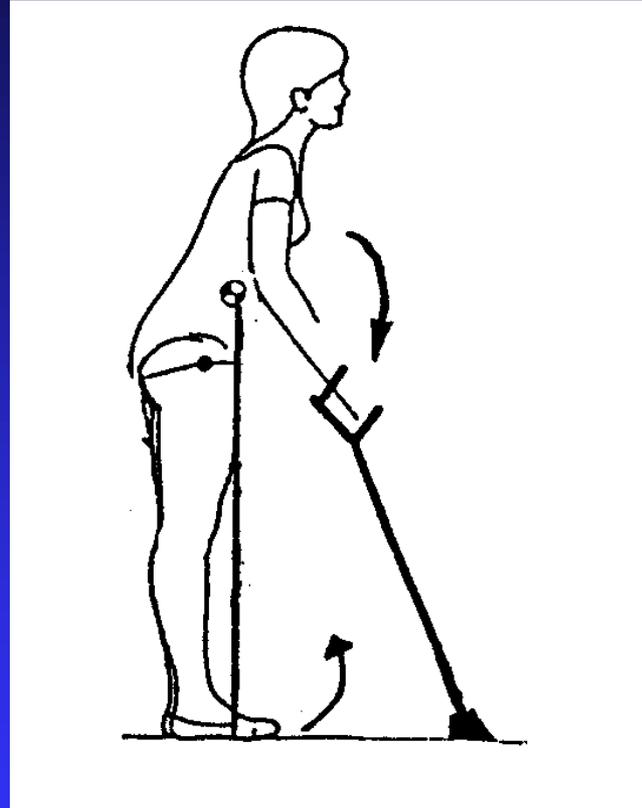
cambiamenti cinematica



*Portando gli arti inferiori in direzione avanti alto (dorsiflettendo le tibiotarsiche o, in alternativa, estendendo il piede sulle dita), e il tronco in direzione dietro alto (estendendo le anche), la linea di gravità relativa al sistema gravante sopra le anche passa dietro queste articolazioni garantendone la stabilità sul piano sagittale, mentre la linea di gravità assoluta (forza peso del corpo) cade all'interno della base d'appoggio*

# I COMPENSI ESTERNI

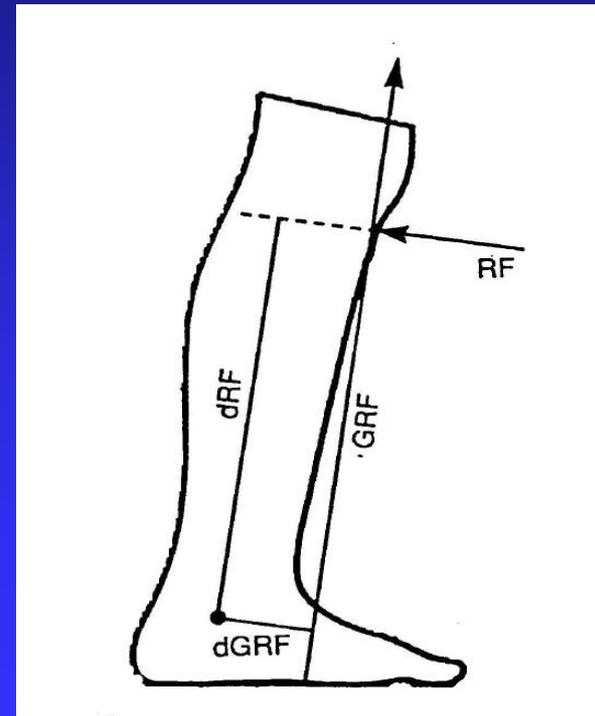
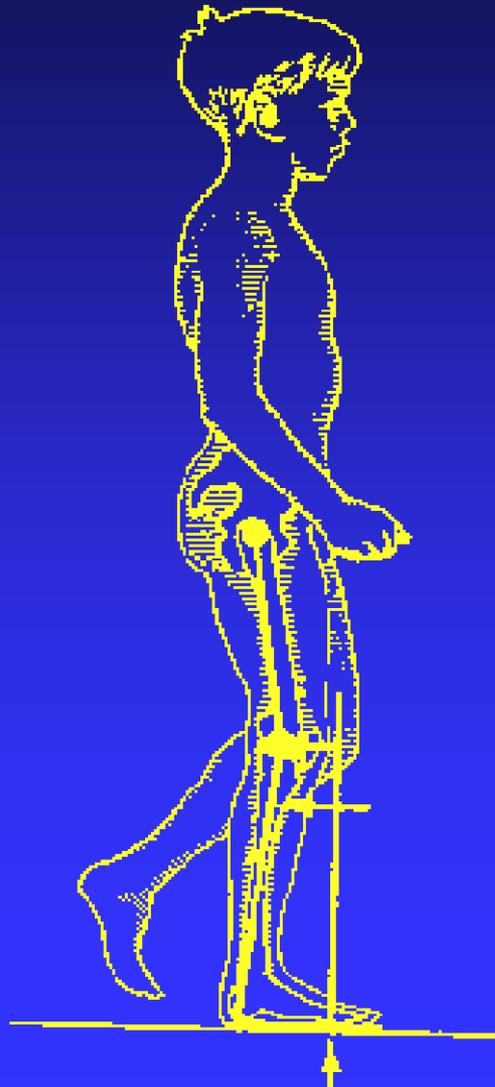
ausili (bastoni) per deficit est. anche



*L'utilizzo di due bastoni, grazie al momento di estensione generato dalla reazione del terreno alla pressione esercitata da questi, può compensare il deficit dei muscoli posteriori del tronco e delle anche quando la linea di gravità relativa passa davanti all'asse trasverso di queste articolazioni. Oltre che sulle anche e sul tronco, questi ausili possono esercitare un'azione anche sulle tibiotarsiche compensando un deficit dei flessori plantari di queste articolazioni.*

# I COMPENSI ESTERNI

(ortesi per deficit flessori plantari TT)



$$GRF \cdot dGRF = RF \cdot dRF$$

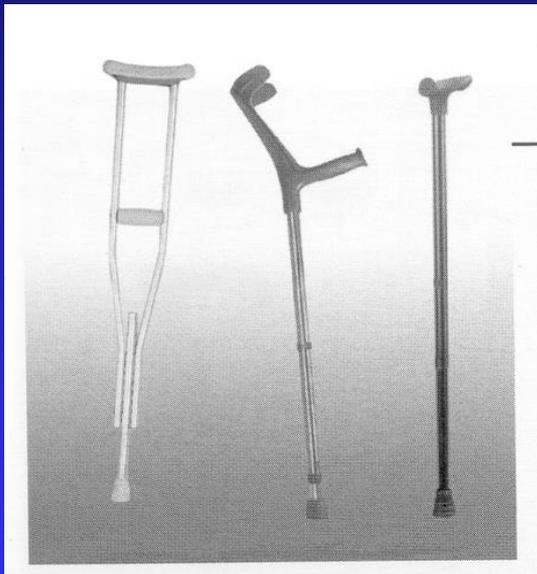
**AUSILI**

# AUSILI PER IL CAMMINO

## Funzioni

- Compensare deficit muscolari e/o articolari
- Alleggerire il carico sugli arti inferiori deboli, o dolenti, trasferendolo a quelli superiori
- Facilitare il raddrizzamento e l'allineamento dei segmenti corporei
- Facilitare l'equilibrio attraverso l'allargamento della base d'appoggio
- Esercitare una spinta propulsiva.

# AUSILI



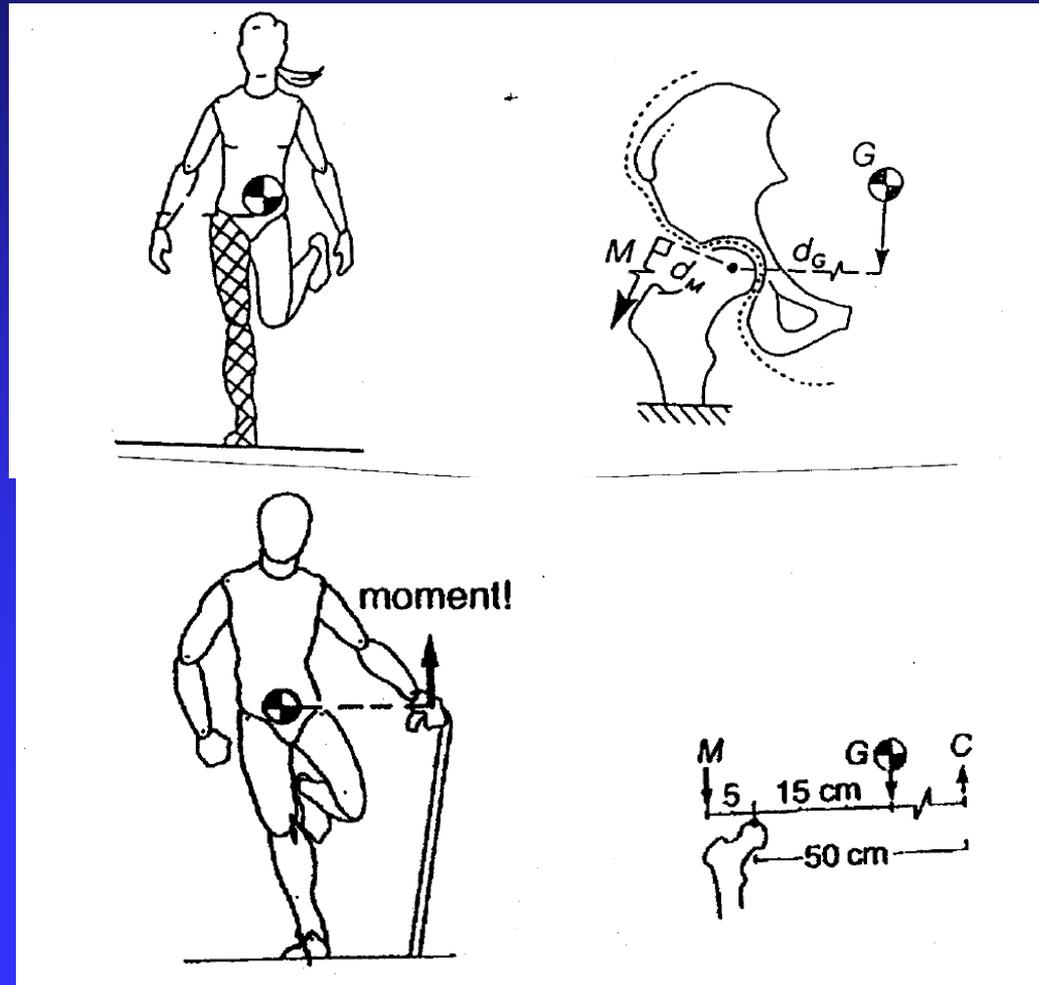
# AUSILI PER IL CAMMINO

## Compenso deficit muscolari – articolari

Durante il cammino, un deficit degli abduttori dell'anca dell'arto in appoggio, o uno squilibrio tra adduttori e abduttori a favore dei primi, determina un abbassamento incontrollato dell'emibacino del lato in sospensione (segno di Trendelenburg) . Questo fatto determina una oscillazione verticale eccessiva del baricentro del corpo con conseguente aumento della spesa energetica e riduzione della fluidità del passo. Un bastone, portato dal lato opposto a quello deficitario in appoggio, è in grado di contrastare la caduta dell'emibacino grazie al momento di abduzione generato a livello dell'anca in appoggio.

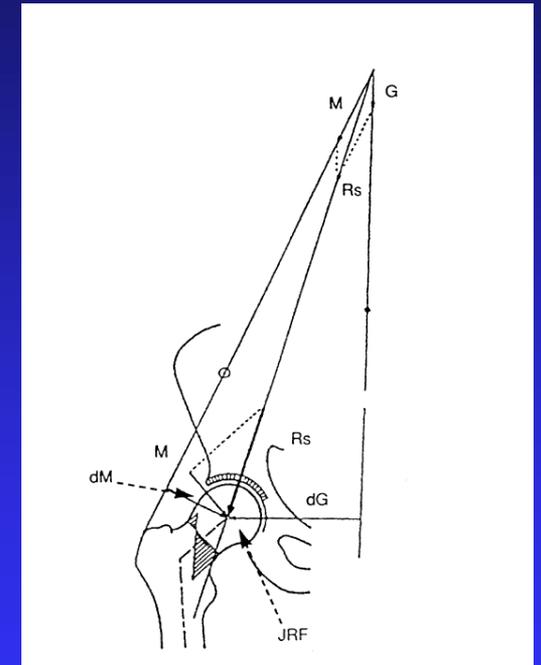
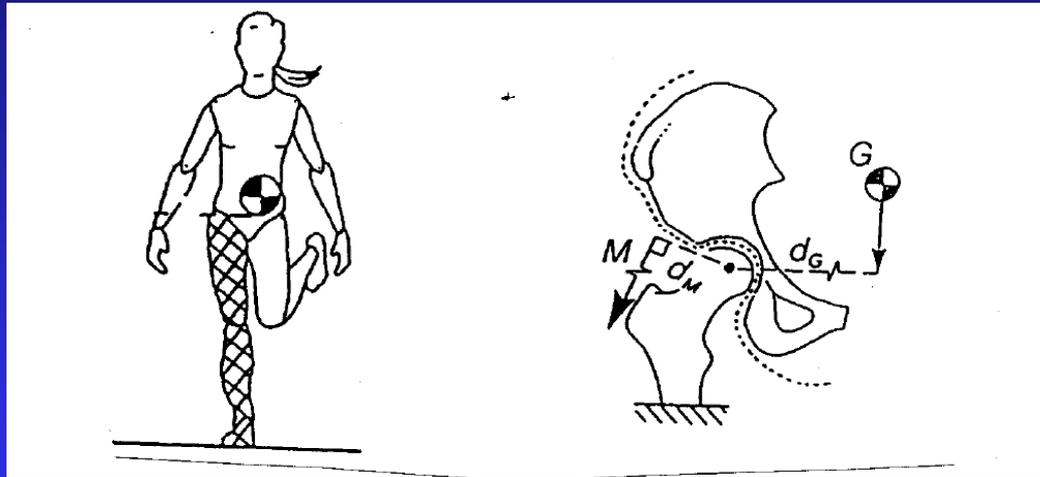
# AUSILI PER IL CAMMINO

Compenso deficit muscolari - articolari



# AUSILI PER IL CAMMINO

alleggerire il carico sugli arti inferiori



# AUSILI PER IL CAMMINO

## Alleggerire il carico articolare

Nella diapositiva precedente sono illustrate le forze che agiscono all'anca durante l'appoggio monopodalico (studio sul piano frontale): gravità, o peso della massa gravante sopra l'anca in appoggio ( $G$ ), forza degli abduttori dell'anca del lato in appoggio ( $M$ ), risultante  $R_s$  delle forze in gioco, che si scarica sull'articolazione, JRF (Joint Reaction Force), equilibrante di  $R_s$ . Un bastone portato dal lato opposto a quello che si intende scaricare, oltre a ridurre la forza degli abduttori richiesta per contrastare il momento esterno adduttore, responsabile della caduta dell'emibacino del lato in sospensione, riduce in misura notevole il carico articolare ( $R_s$ ), risultante di  $G$  e  $M$ , e la JRF.

# AUSILI PER IL CAMMINO

alleggerire il carico sugli arti inferiori

G=70Kg

Inclinazione laterale

G=80Kg

G=70Kg

Bastone

G=80Kg

G=70 Kg

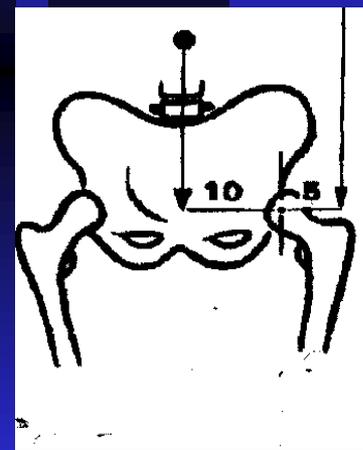
G=70 Kg

Inclinazione tronco

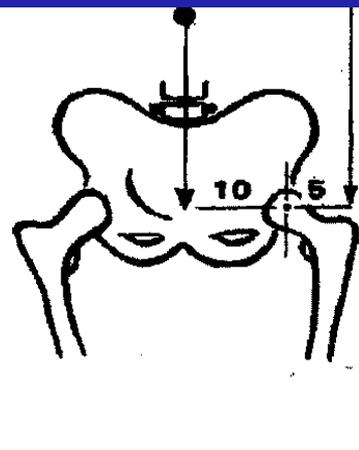
G=70 Kg

G=70 Kg

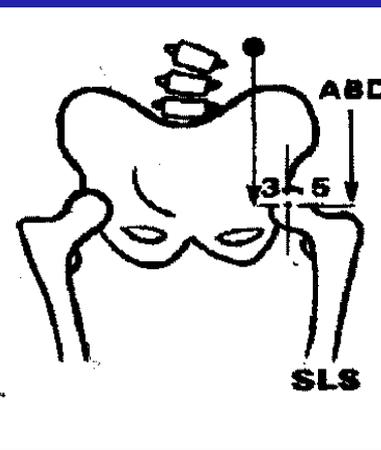
Uso basto



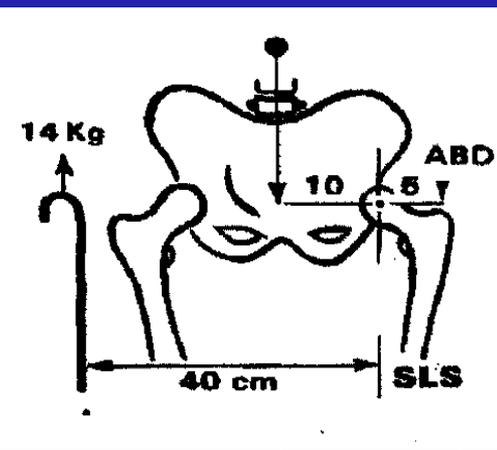
M=140 Kg



M=160 Kg



M=42 Kg



M=28 Kg

# AUSILI

Facilitare il raddrizzamento e l'allineamento dei segmenti corporei.

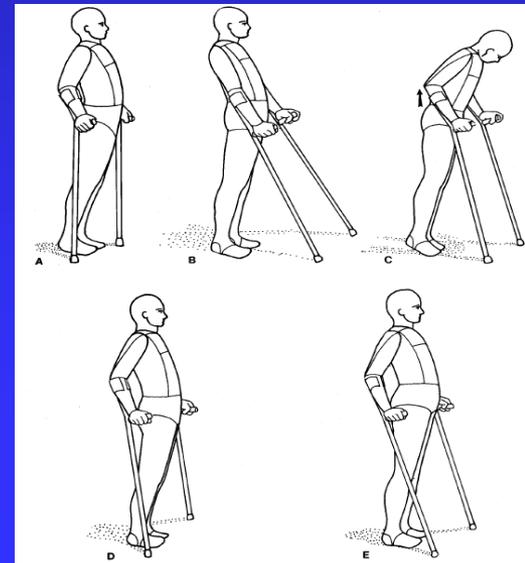
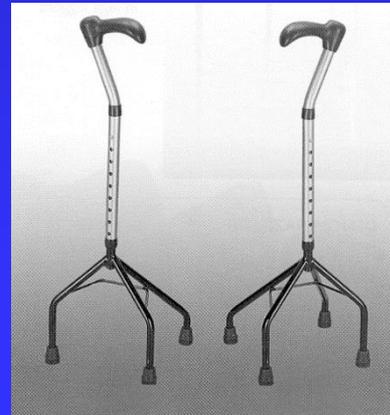
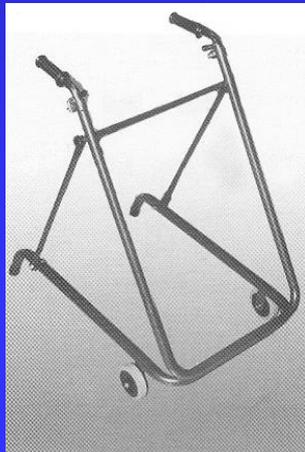
Attenzione alla stabilizzazione dell'asse: distale – prossimale



# AUSILI

Facilitare l'equilibrio attraverso l'allargamento della base d'appoggio

Esercitare una spinta propulsiva.



# AUSILI



# AUSILI



# AUSILI

**Disponibile in 5 misure  
per BAMBINI,  
RAGAZZI e ADULTI**

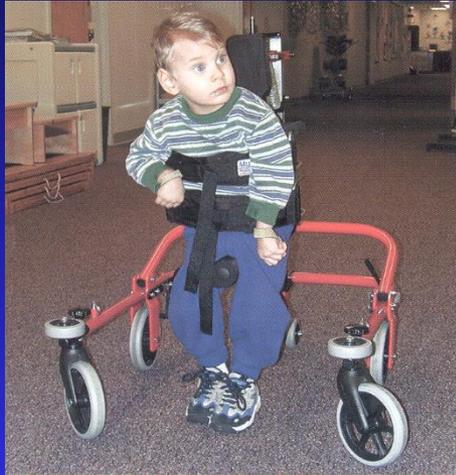


**Per uso  
ESTERNO**  
Disponibile  
in 3 misure  
per BAMBINI  
e per ADULTI



**Per uso  
INTERNO**  
Disponibile  
in 4 misure  
per BAMBINI  
e per ADULTI



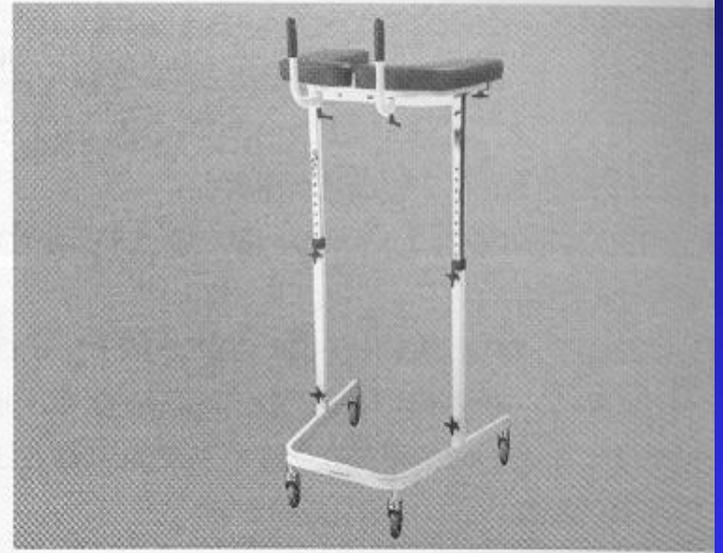
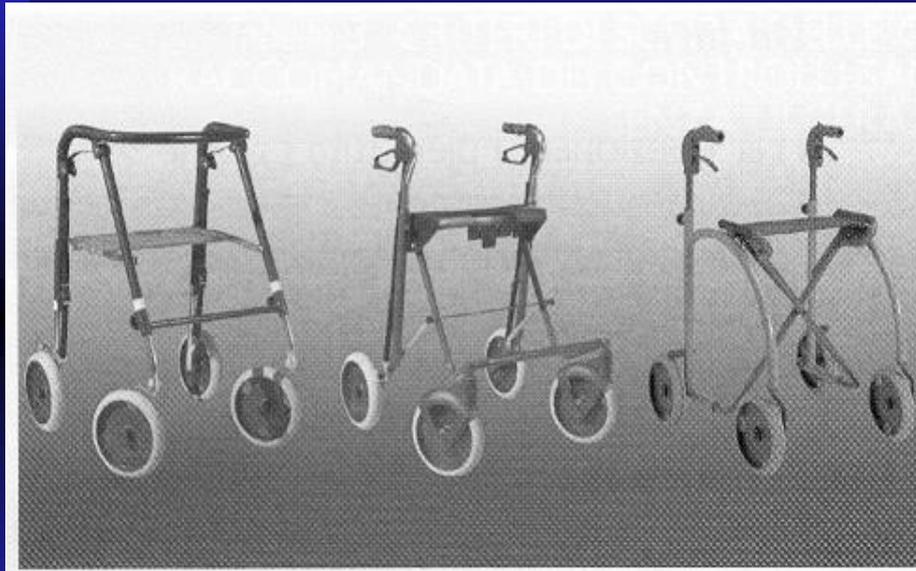


# DEAMBULATORI SENZA RUOTE

(rigidi, articolati)



# DEAMBULATORI CON 4 RUOTE





# AUSILI

**Per uso  
ESTERNO**  
Disponibile  
in 3 misure  
per **BAMBINI**  
e per **ADULTI**



**Per uso  
INTERNO**  
Disponibile  
in 4 misure  
per **BAMBINI**  
e per **ADULTI**



# AUSILI



# AUSILI



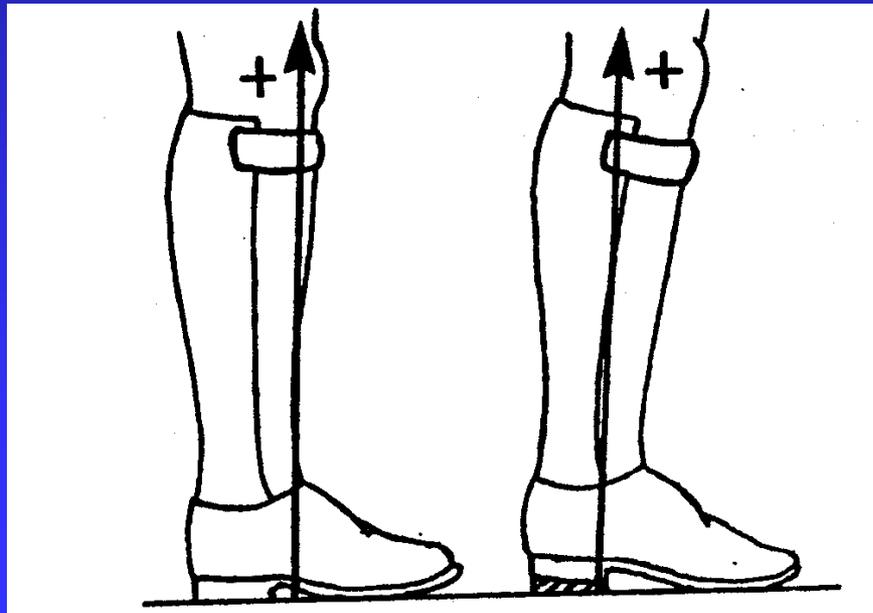
# AUSILI



# ORTESI

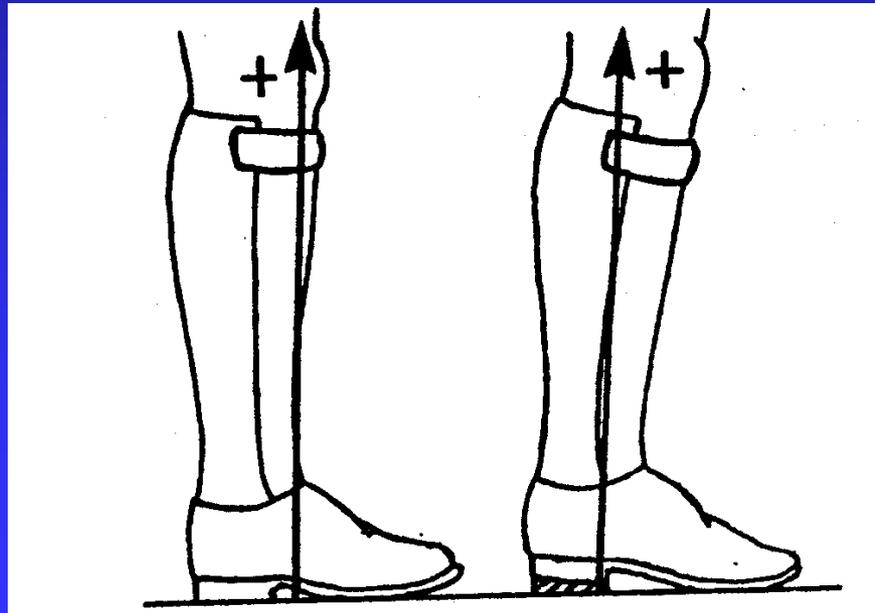
**statiche – dinamiche**

Presidio ortopedico applicato direttamente su un segmento, ad azione diretta sul segmento stesso e indiretta su tutto il sistema locomotore



# FUNZIONI DELLE ORTESI STATICHE

- Prevengono, contengono, accolgono, compensano deformità (attenzione alla interazione tra le diverse stazioni articolari)



# FUNZIONI DELLE ORTESI

- Sostegno (sostituzione dell'azione di muscoli deficitari o di articolazioni lasse)
- Facilitazione, semplificazione del compito motorio
- Opposizione all'azione deformante di muscoli spastici, assorbimento di eventuali discinesie
- Guida, sostegno all'azione (agendo dalla periferia facilitano l'organizzazione motoria, indirizzano le scelte del SNC, condizionano le condotte motorie, facilitano l'apprendimento)

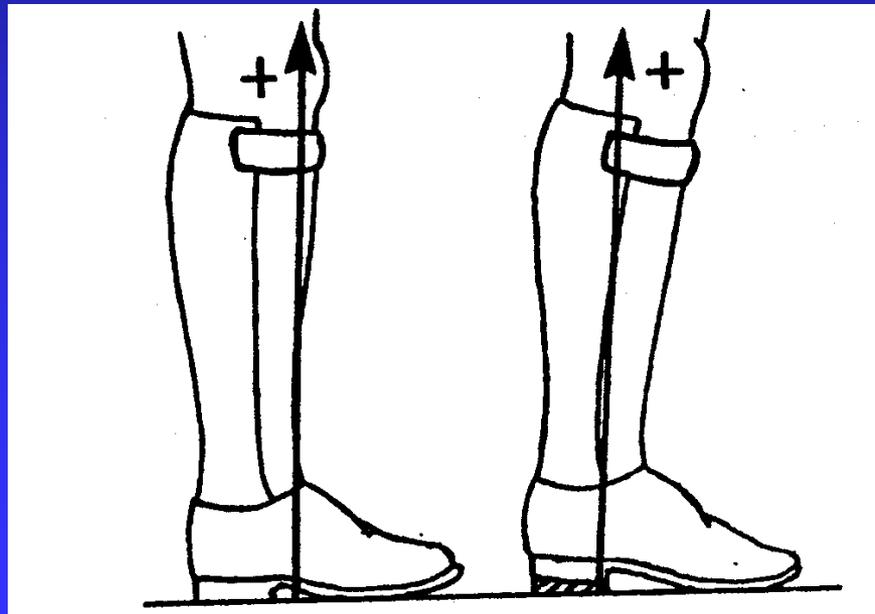
# FUNZIONI DELLE ORTESI

Guida, sostegno all'azione (agendo alla periferia facilitano l'organizzazione motoria)



# FUNZIONI DELLE ORTESI

- Allineamento dei segmenti corporei e regolazione dei rapporti tra forze esterne e articolazioni portanti



# UTILIZZO DELLE ORTESI

- **Fase di apprendimento**
- **A quadro neurologico stabilizzato  
(compenso esterno)**
- **Fase post operatoria**
- **Dopo tossina botulinica**

# PRESUPPOSTI PER L'INTERVENTO ORTESICO

Analisi e interpretazione eziopatogenetica dei segni: **difetti e compensi**

Interferenza dei segni sul cammino

Conoscenza evoluzione dei segni e della organizzazione funzionale

Conoscenza meccanismo d'azione delle ortesi

# ORTESI E AUSILI PER IL CAMMINO

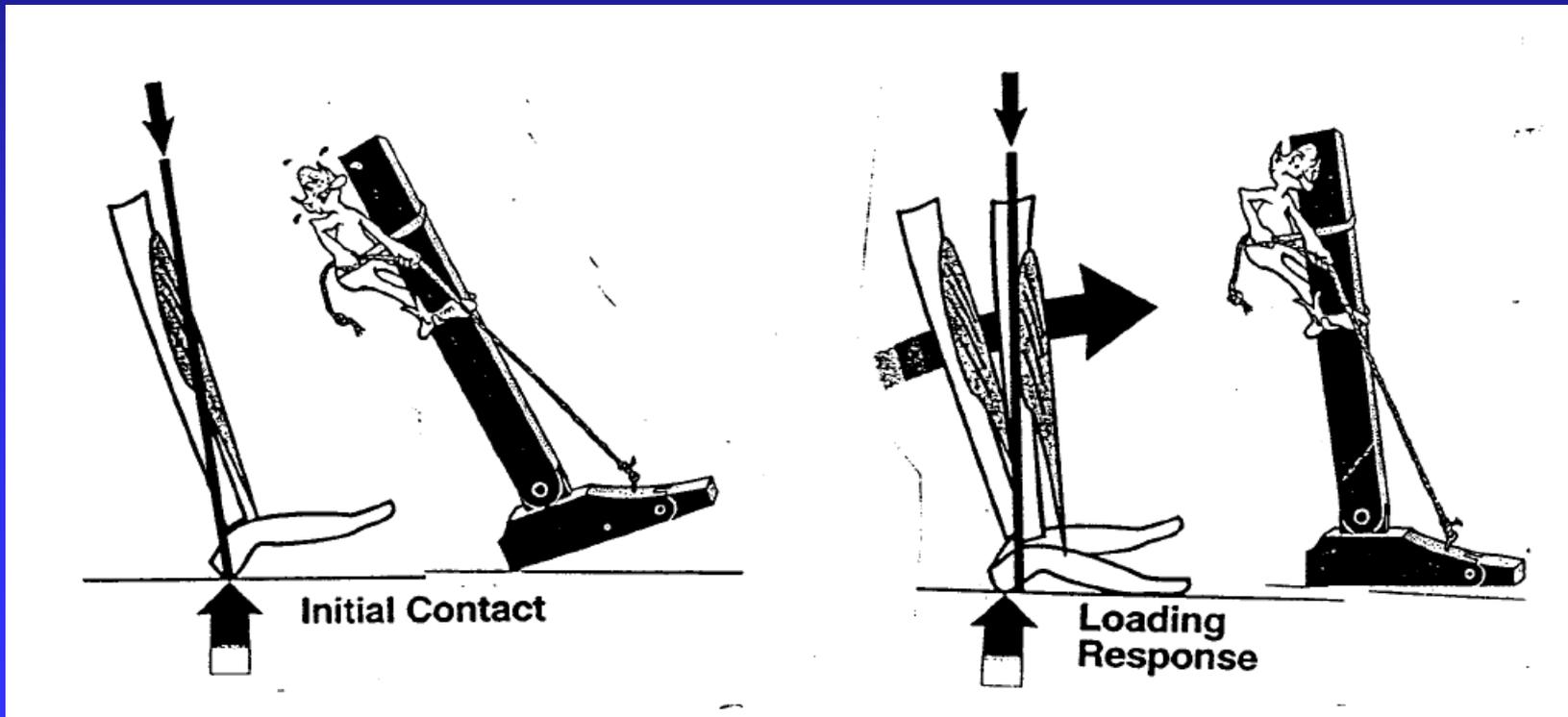
seconda parte

Eugenio Occhi

# **ORTESI NELLE LESIONI DEL SISTEMA NERVOSO**

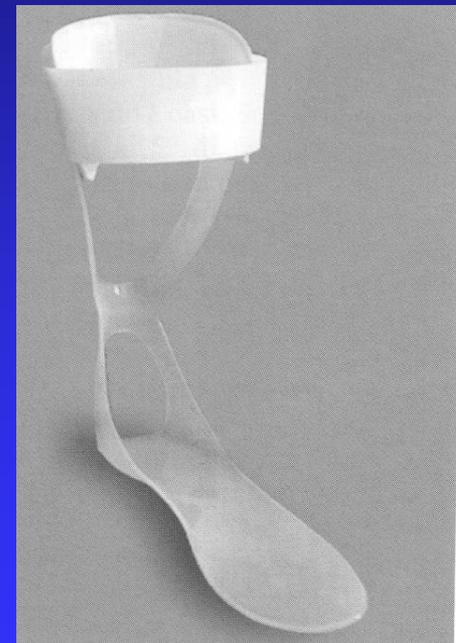
# LESIONI DEL SISTEMA NERVOSO PERIFERICO

## DEFICIT FLESSORI DORSALI DELLA TT



# LESIONI DEL SISTEMA NERVOSO PERIFERICO

## DEFICIT FLESSORI DORSALI DELLA TT



**ORTESI TIPO MOLLA**

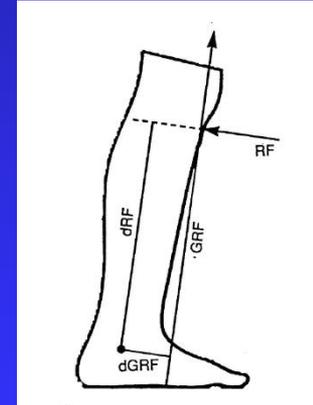
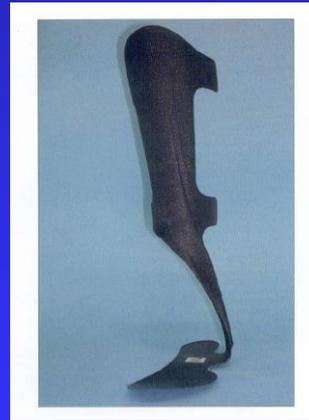
# LESIONI DEL SISTEMA NERVOSO PERIFERICO

## ORTESI NEI DEFICIT FLESSORI PLANTARI PIEDE

Le ortesi agiscono in fase d'appoggio opponendosi al momento esterno di flessione dorsale della GRF. Agiscono esercitando una spinta verso l'indietro della gamba producendo un momento di flessione plantare. Sono molto più rigide delle ortesi utilizzate per assistere la flessione dorsale nella paralisi dei flessori dorsali e possono essere rigide o articolate alla tibiotarsica, con flessione plantare libera e flessione dorsale bloccata a circa  $7^{\circ}$  -  $8^{\circ}$

# LESIONI DEL SISTEMA NERVOSO PERIFERICO

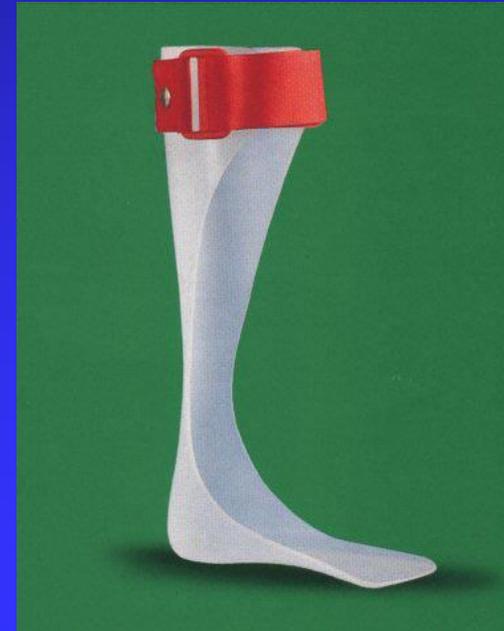
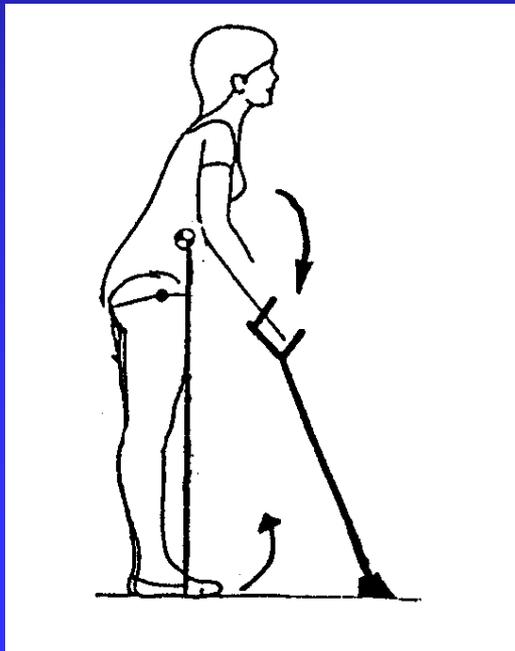
## ORTESI PER DEFICIT FLESSORI PLANTARI DELLA TT



# LESIONI DEL SISTEMA NERVOSO PERIFERICO

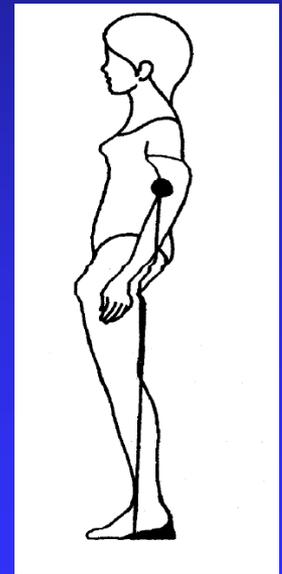
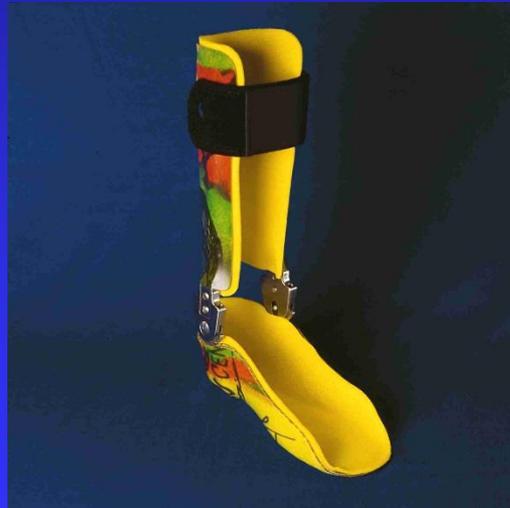
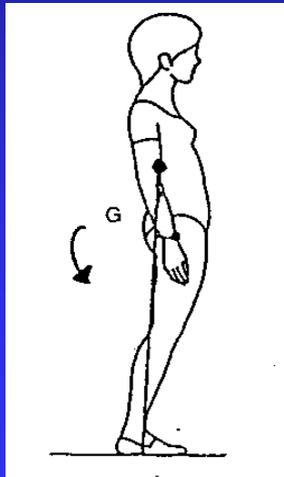
Deficit flessori plantari e dorsali della TT

Ortesi tipo molla per assistere la flessione dorsale + canadesi per contrastare la caduta in flessione dorsale delle TT



# LESIONI DEL SISTEMA NERVOSO PERIFERICO

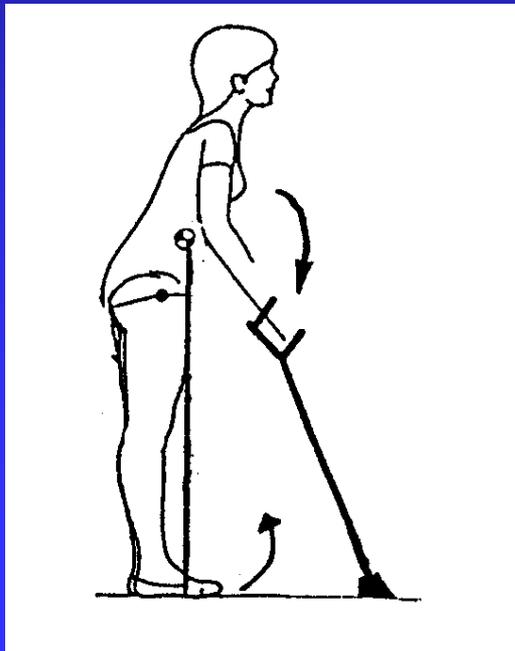
Deficit flessori plantari della TT + estensori  
anca



# LESIONI DEL SISTEMA NERVOSO PERIFERICO

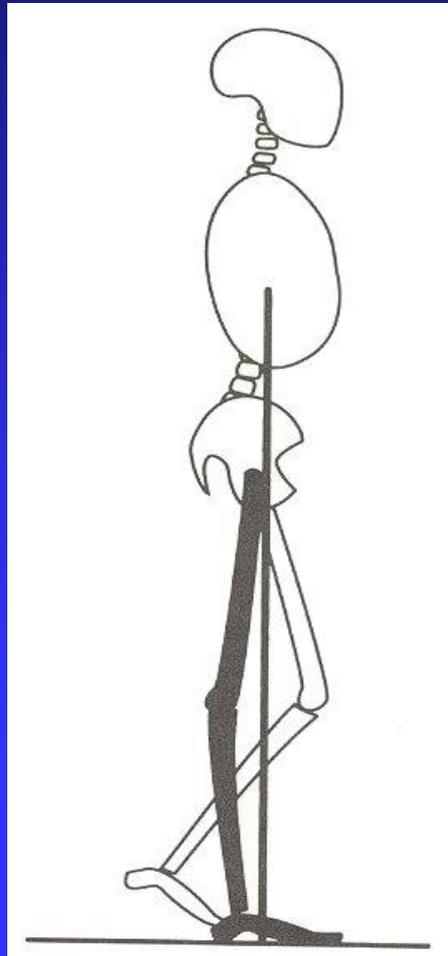
Deficit flessori plantari e dorsali della TT +  
estensori anca

Ortesi tipo molla + canadesi



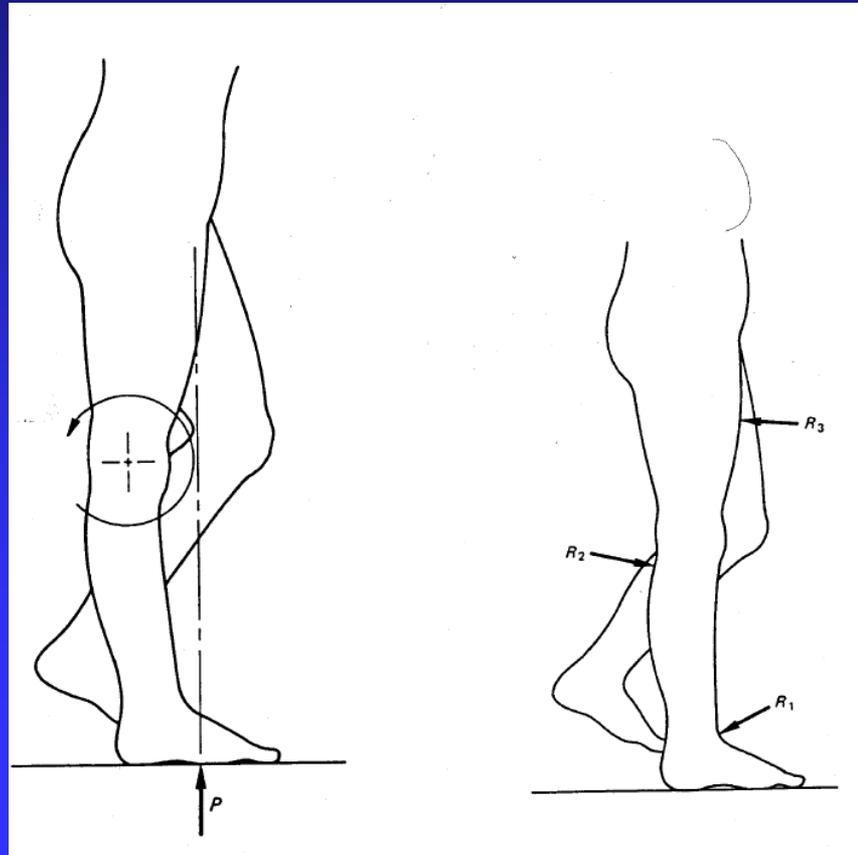
# PARALISI QUADRICIPITE

Recurvato



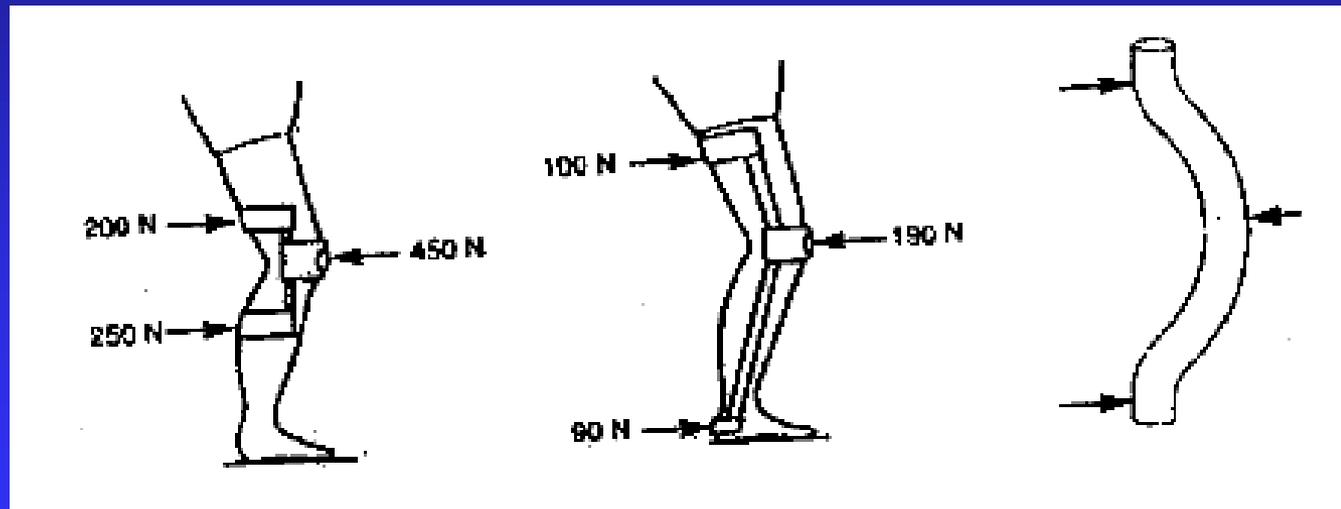
# ORTESI PER RECURVATO

secondario a ipostenia estensori o disturbi propriocettivi

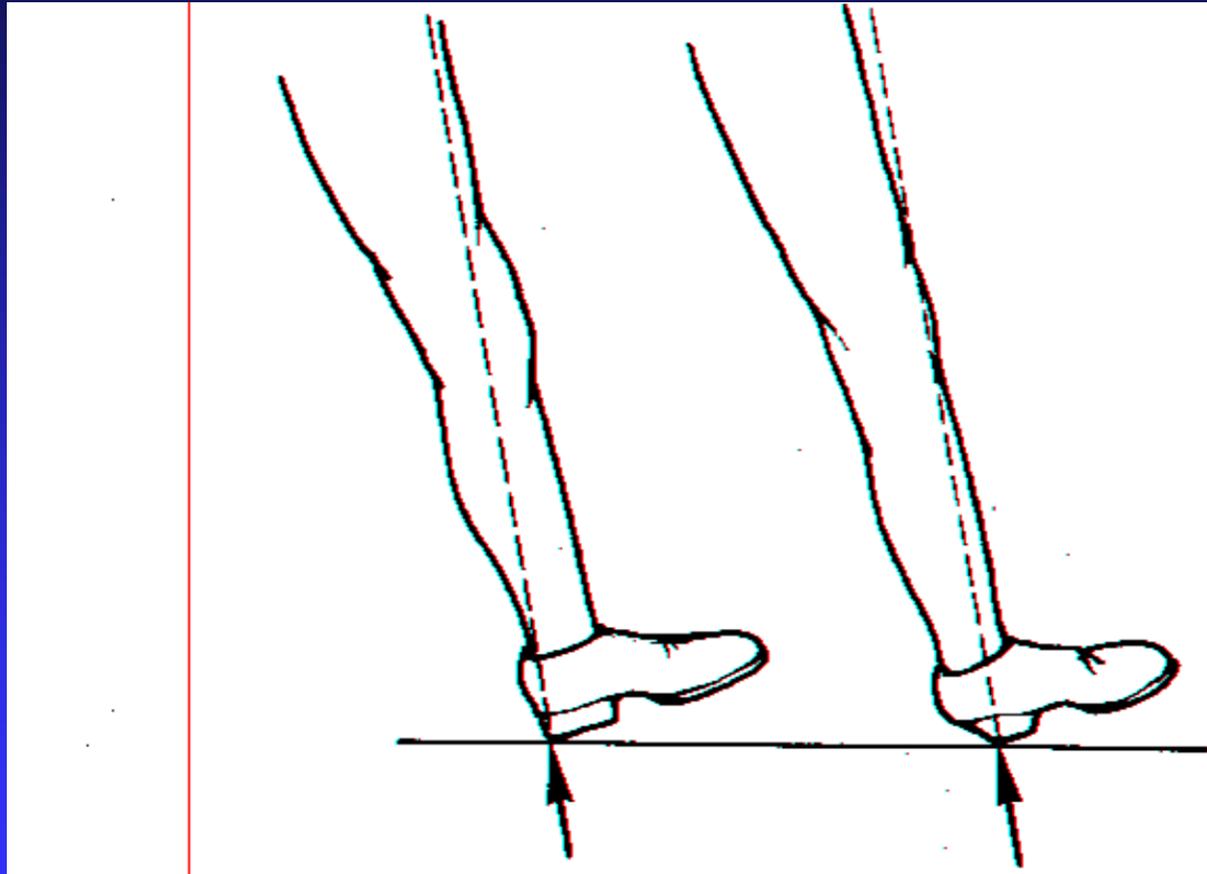


# PARALISI QUADRICIPITE

## KAFO



# IPOSTENIA QUADRCIPITE



*Avanzando leggermente il tacco della scarpa e tagliando a cuneo la sua parte posteriore si riduce o si annulla il momento di flessione al ginocchio*

# **LESIONI MIDOLLARI**

# VALUTAZIONE



**ASIA A – B - C**

**Spasticità**

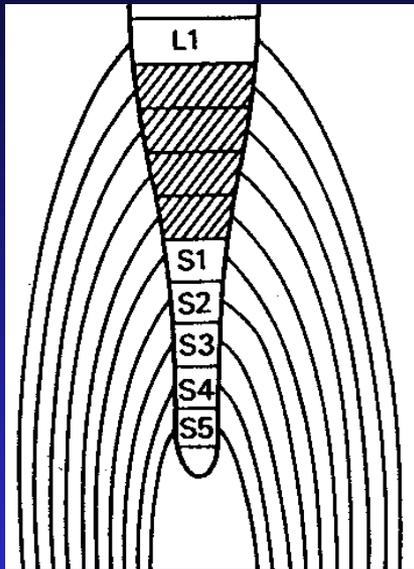
**Danni secondari**

**Disturbi percettivi**

**Costituzione**

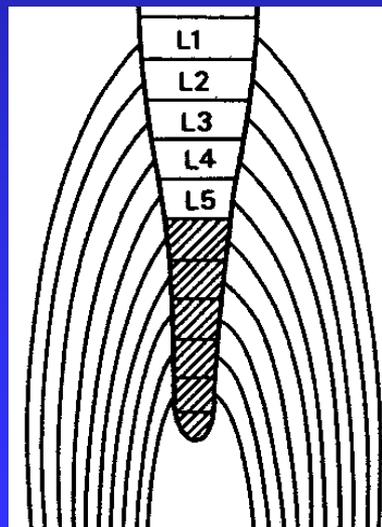
# LESIONI COMPLETE

# PARALISI CENTRALE

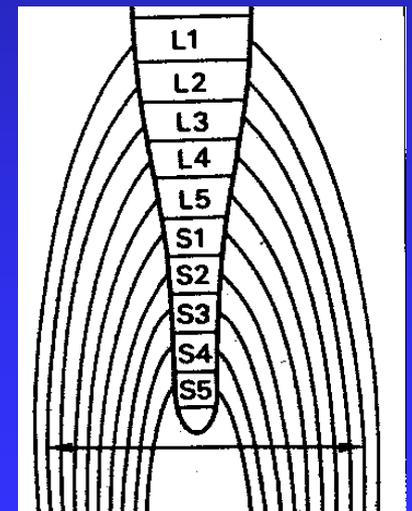


*S. dell'epicorno*

# PARALISI PERIFERICA



*S. del cono terminale*

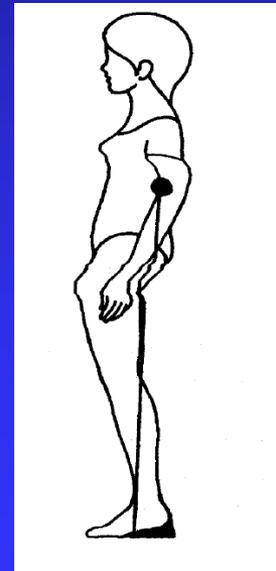
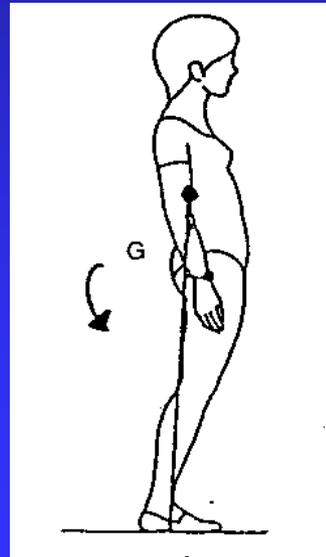
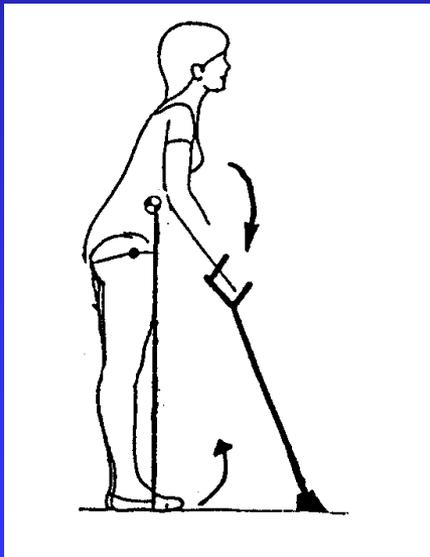


*S. cauda*

# Livello L3-L4-L5-S1,2,3...

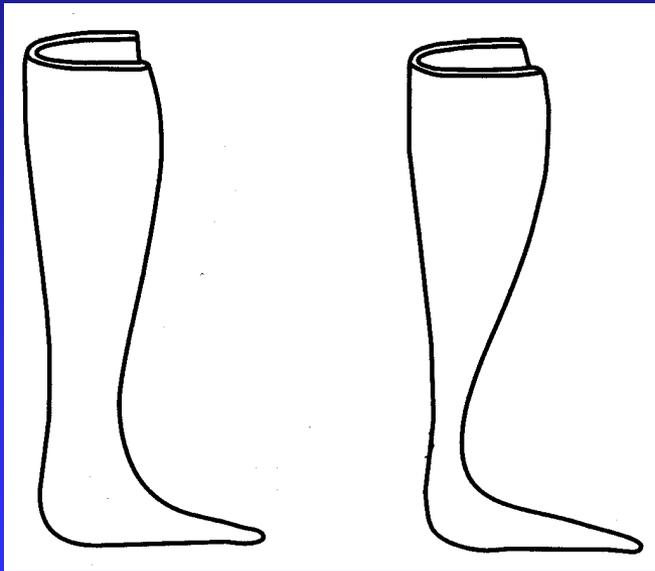
Deficit flessori plantari TT, estensori anche, flessori dorsali TT

**quadricipite conservato**



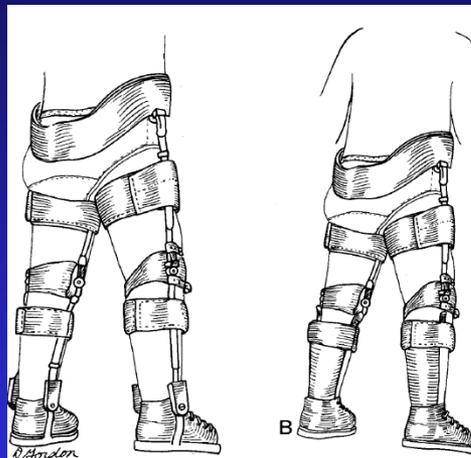
# Livello L3-L4-L5-S1,2,3...

## quadricipite conservato

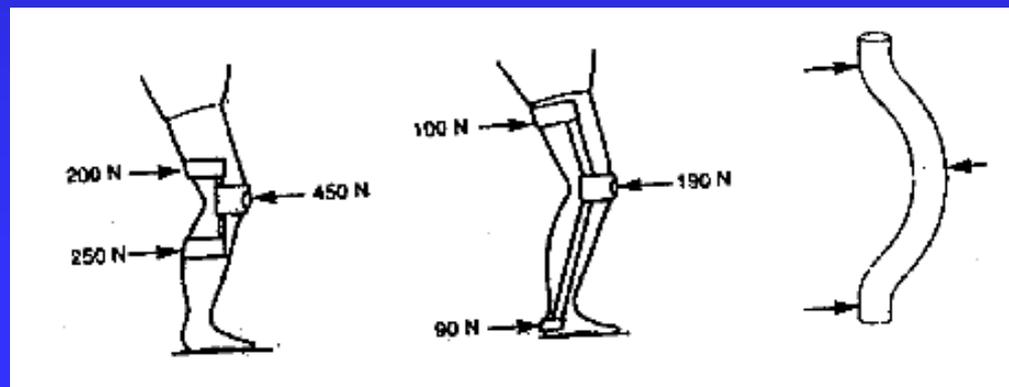


# AFO

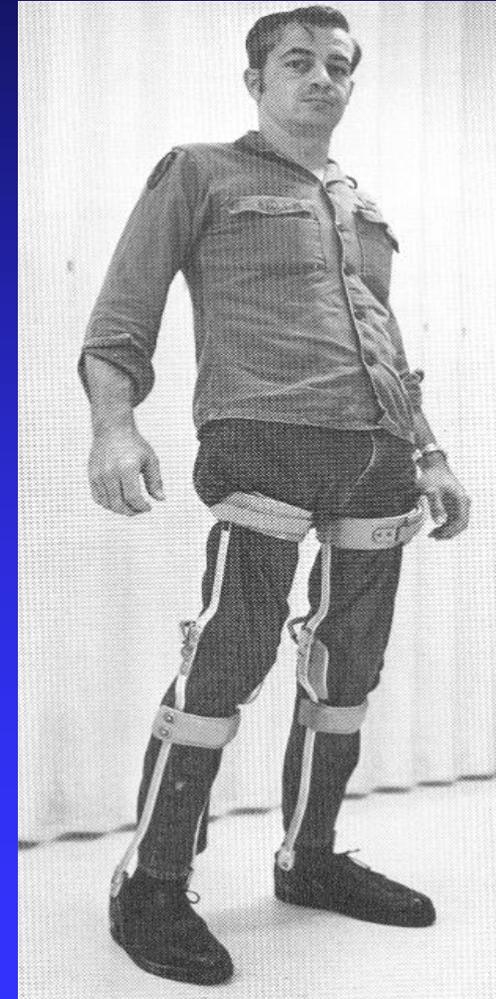
# LIVELLO T12 – L1,2,3



**KAFO HKAFO**



# LIVELLO T12 – L1,2,3



# LESIONI TORACICHE ALTE E MEDIE

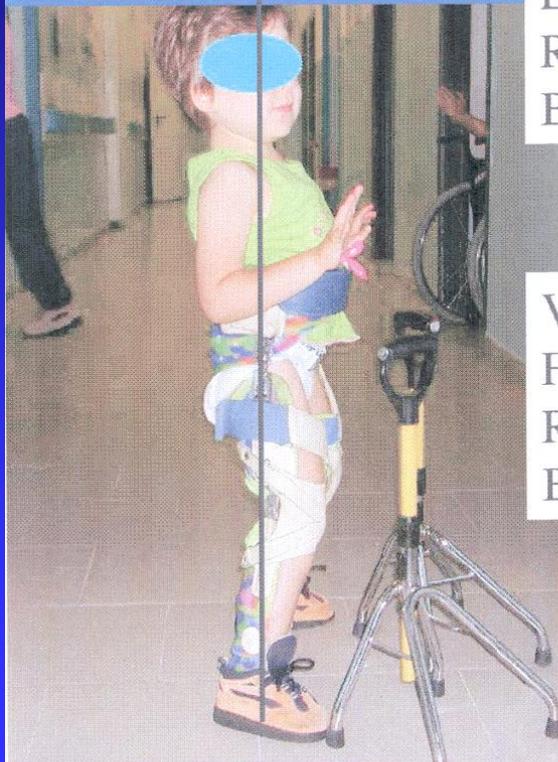


# LESIONI TORACICHE ALTE E MEDIE



Obiettivo Autonomia

VISTA  
LATERALE E  
RELATIVO  
BARICENTRO



VISTA  
FRONTALE CON  
RELATIVO  
BARICENTRO



# **PARALISI CEREBRALE**

**O PARALISI INCOMPLETA MIDOLLARE**

# IL PIEDE

Valutazione sistemica

Analisi di segmento

Analisi di sistema

Analisi di funzione

# PIEDE

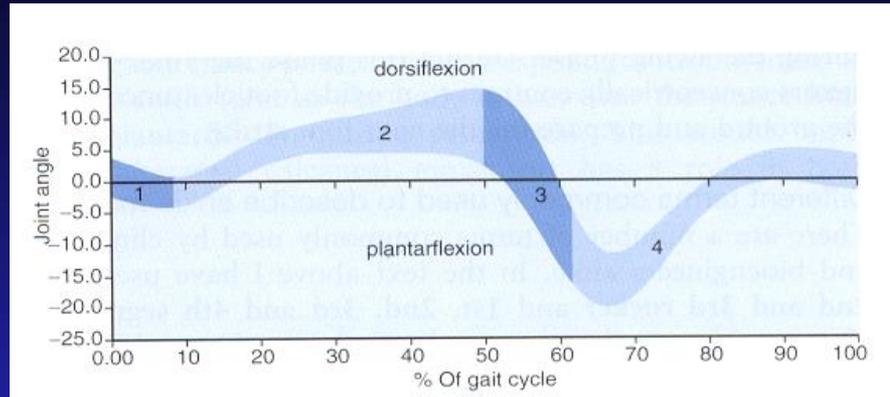
DIFETTI (possibili cause)

CONSEGUENZE CINEMATICHE

COMPENSI

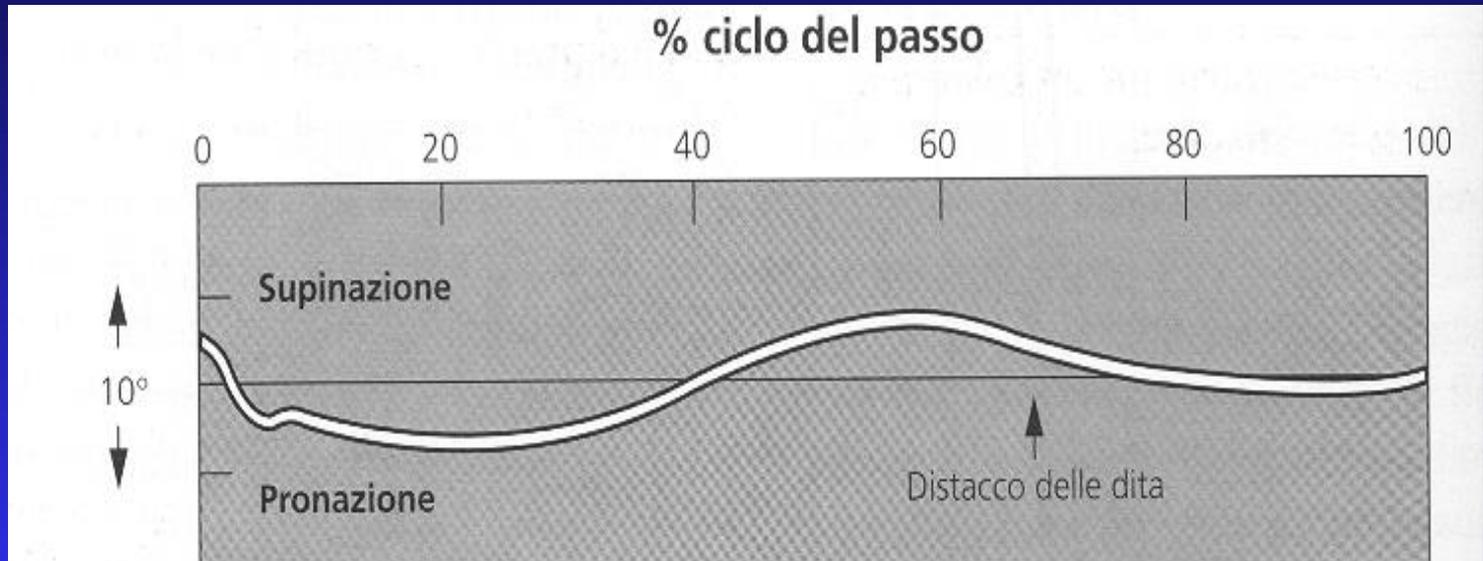
IPOSTESI TERAPEUTICHE

# Variazioni angolari della tibiotarsica



**1: contatto iniziale e risposta al carico.** All'appoggio del tallone la TT è in posizione 0, quindi si flette plantarmente fino all'appoggio del piede a tutta pianta. Il piede rotola attorno al tallone (primo rocker). Sono attivi i flessori dorsali, in contrazione eccentrica, per frenare la caduta del piede in flessione plantare e fungere da "shock absorbers". **2: appoggio intermedio** La gamba ruota attorno al piede in appoggio a tutta pianta portando la tibiotarsica in flessione dorsale fino a circa  $10^\circ$  (secondo rocker). Sono attivi i flessori plantari, in contrazione eccentrica, per frenare il movimento della gamba. **3: appoggio terminale.** La GRF si porta al davanti delle metatarso falangee determinando l'estensione del piede sulle dita (terzo rocker); il tallone si solleva e la tibiotarsica passa gradualmente dalla flessione dorsale alla flessione plantare. I flessori plantari, all'inizio contratti in allungamento, si contraggono in accorciamento determinando la spinta del piede sul terreno in direzione dietro basso (push off), a cui il terreno reagisce con una controforza responsabile dell'innalzamento e avanzamento del corpo. **4: fase di preoscillazione e fase di sospensione.** Il piede si stacca dal suolo portandosi in posizione 0 e mantenendo tale posizione fino al termine dell'oscillazione.

# CINEMATICA DEL RETRO - MESOPIEDE



Durante la fase d'appoggio, si ha una pronazione, che inizia nella risposta al carico e raggiunge il suo picco nell'appoggio intermedio, e successivamente una supinazione, che raggiunge il suo picco nella fase preoscillatoria

# CINEMATICA DEL RETRO - MESOPIEDE

La pronazione è un movimento che ha origine a livello della sottoastragalica, caratterizzato dalla rotazione esterna del calcagno e dalla contemporanea rotazione interna–adduzione–flessione plantare dell’astragalo (medializzazione e abbassamento della testa, aumento dell'angolo astragalo-calcaneale), determinato dal momento esterno della GRF e controllato dai muscoli supinatori

# CINEMATICA DEL RETRO - MESOPIEDE

La supinazione, che si verifica durante l'appoggio intermedio e terminale, soddisfa la necessità di stabilità del mesopiede nelle fasi più avanzate dell'appoggio, in particolare quando il tallone si solleva e il carico si sposta sull'avampiede. La supinazione, prodotta essenzialmente dall'intervento dei muscoli a decorso mediale rispetto all'asse longitudinale del piede (tibiale anteriore, tibiale posteriore, gastrocnemio mediale, soleo, flessore lungo delle dita e dell'alluce), agisce bloccando l'articolazione mediotarsica e le articolazioni tarso metatarsali, mobili durante la risposta al carico

# PIEDE

Equino

# EQUINO D'APPOGGIO

## cause

Deficit flessori dorsali

Spasticità-retrazione flessori plantari

Sinergia estensoria

Intolleranza percettiva al carico

Compenso eterometria arti inferiori

Abnorme reazione allo stiramento degli ischiocrurali in terminal swing con inadeguata estensione di ginocchio

Insufficienza del quadricipite

Strategia propulsiva

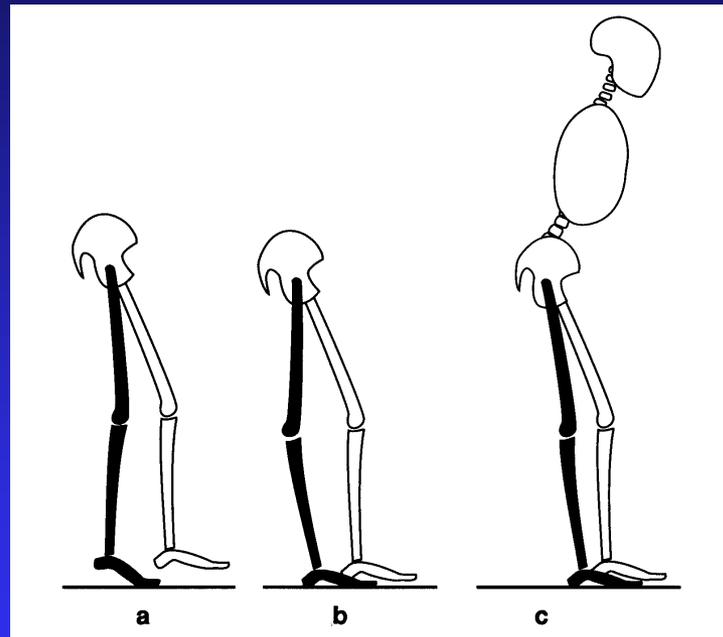
# EQUINO

## Cinematica

**Appoggio costante di punta** (spasticità-retrazione flessori plantari; sinergia estensoria; intolleranza percettiva al carico)

# EQUINO

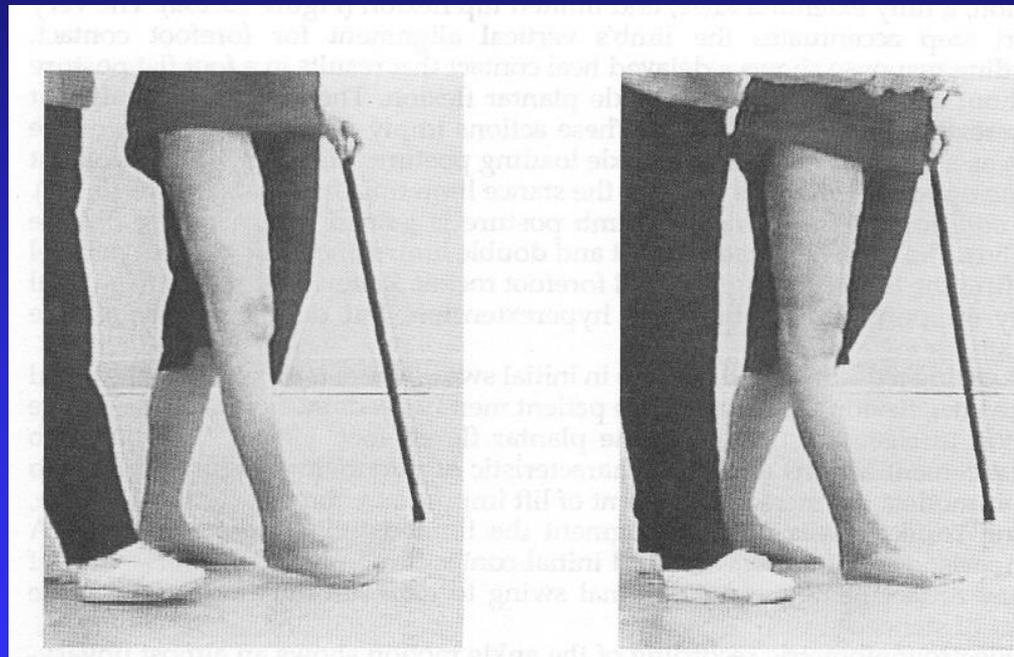
## Cinematica



**Appoggio punta-tacco** (insufficienza flessori dorsali; spasticità-retrazione ischiocrurali; insufficienza quadricipite; spasticità retrazione flessori plantari)

# EQUINO

## Cinematica



**Appoggio costante a tutta pianta**, TT in flessione plantare  
(insufficienza quadricipite; spasticità retrazione flessori plantari)

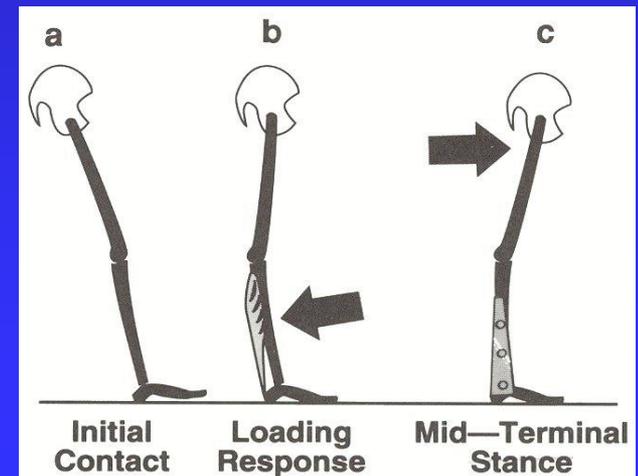
# EQUINO DA SPASTICITA' FLESSORI PLANTARI (APPOGGIO A TUTTA PIANTA)

## conseguenze cinematiche

Impedisce il rotolamento della gamba sul piede determinando compensi sulle stazioni a monte (ipertensione ginocchio, flessione anca e tronco)

Sollecita l'avampiede in valgo-pronazione o varo supinazione (equino mascherato )

Riduce la lunghezza del passo anteriore controlaterale



# **EQUINO D'APPOGGIO**

## **soluzioni terapeutiche**

### **Equinismo da iperattività flessori plantari:**

- **Ortesi**
- **Rialzo tacco**
- **Inibizione chimica**
- **Chirurgia ortopedica funzionale**

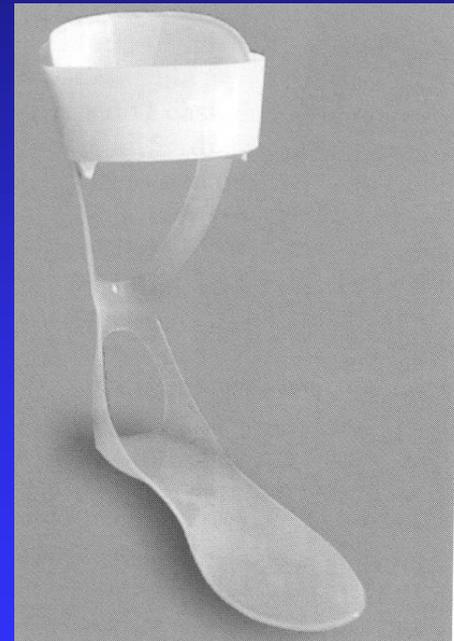
# ORTESI ANTI EQUINO

## da insufficienza flessori dorsali

Queste ortesi prevengono la flessione plantare della tibiotarsica oltre i 5 gradi, e quindi impediscono il contatto dell'avampiede con il terreno, grazie al momento di flessione dorsale generato dalla tensione elastica accumulata a seguito della spinta esercitata su di esse dal piede stesso nell'appoggio terminale. Dovendo opporsi a momenti di flessione plantare relativamente modesti, legati essenzialmente al peso del piede, queste ortesi hanno una rigidità di gran lunga inferiore a quella delle ortesi utilizzate per contrastare l'equino secondario a spasticità dei flessori plantari; questo consente al piede di portarsi in flessione plantare subito dopo l'appoggio del tallone contribuendo all'ammortizzamento dell'impatto al suolo, alla tibia di rotolare in avanti rispetto al piede in appoggio (II rocker) e al piede di estendersi sulle dita (III rocker)

# EQUINO

da deficit flessori dorsali



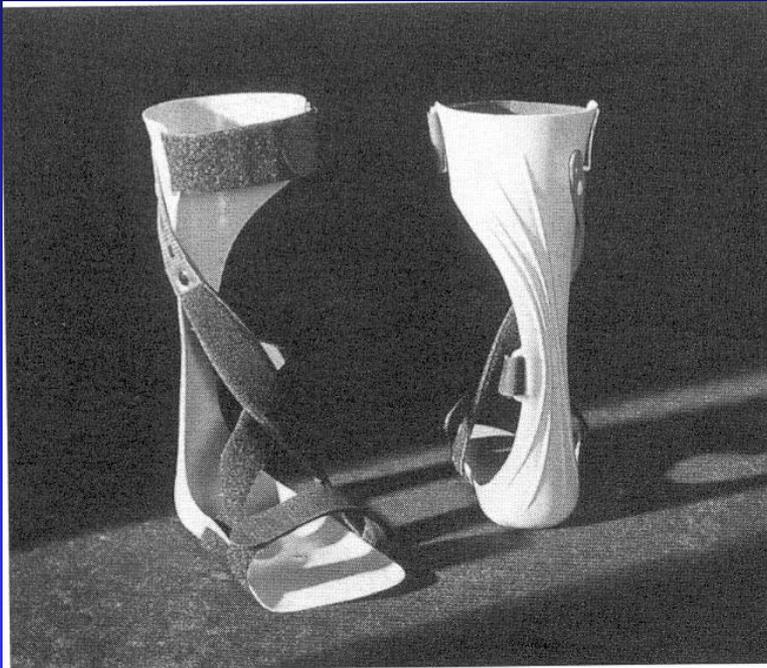
**AFO (ORTESI TIPO MOLLA)**

# EQUINO

da deficit flessori dorsali



# EQUINO VARISMO



ORTESI CON TIRANTI

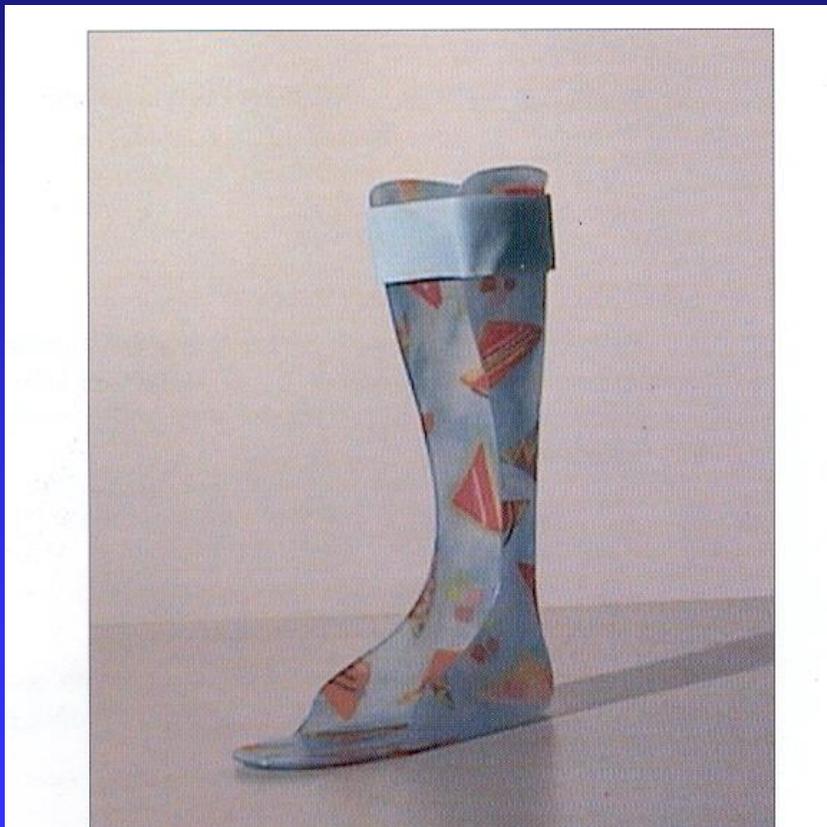
# ORTESI ANTI EQUINO

## da iperattività flessori plantari

**AFO non articolate** che mantengono la tibiotarsica intorno alla posizione 0 (in genere, a seconda dei casi, dai 5 gradi di flessione plantare ai 5 gradi di flessione dorsale) o **AFO articolate alla tibiotarsica** con stop della flessione plantare ai gradi prestabiliti. A differenza delle AFO utilizzate per compensare la insufficienza dei dorsiflessori, queste ortesi, dovendo opporsi a momenti di una certa intensità (momento dato dal peso del piede + momento generato dai flessori plantari spastici) devono avere un discreto grado di rigidità e resistenza. Sono inutilizzabili in soggetti in cui la grave e irriducibile spasticità dei flessori plantari si oppone a qualsiasi tentativo di portare il piede verso la flessione dorsale. In questo caso, per facilitare l'oscillazione in avanti dell'arto, qualora gli interventi farmacologici e fisioterapici sopracitati siano impraticabili o non abbiano sortito esito positivo, si ricorre al rialzo della scarpa dell'arto controlaterale.

# EQUINO

da iperattività flessori plantari



SAFO (solid AFO)

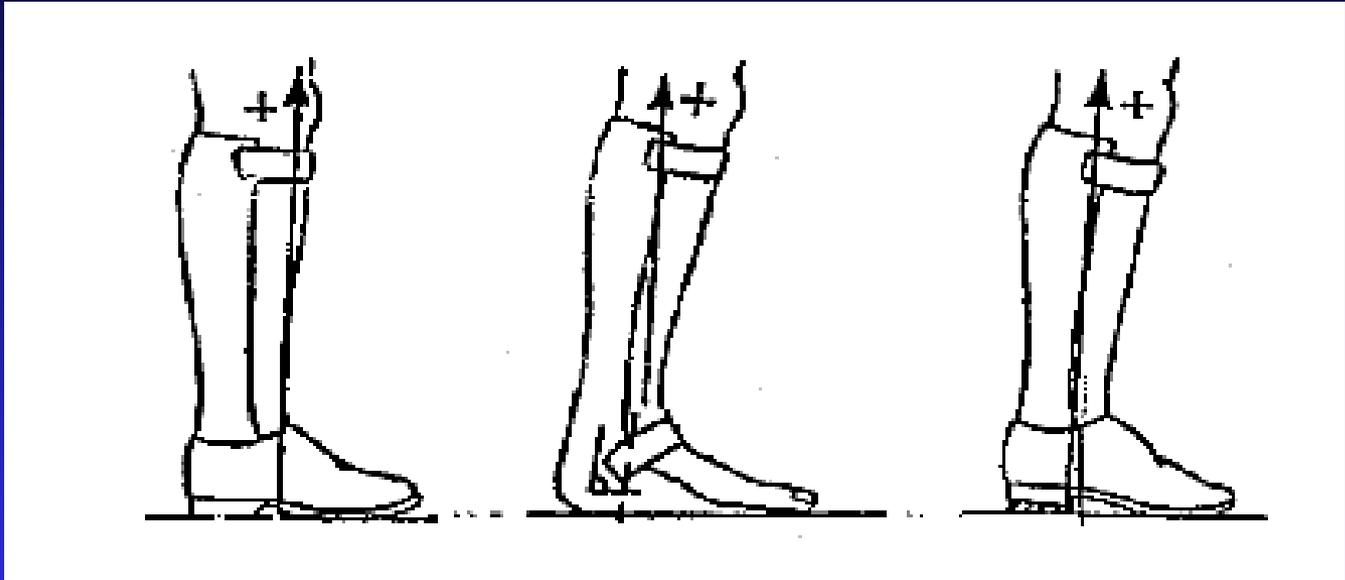
# EQUINO

da iperattività flessori plantari



AFO articolate alla tibiotarsica

# AFO PER EQUINO DI PIENO APPOGGIO

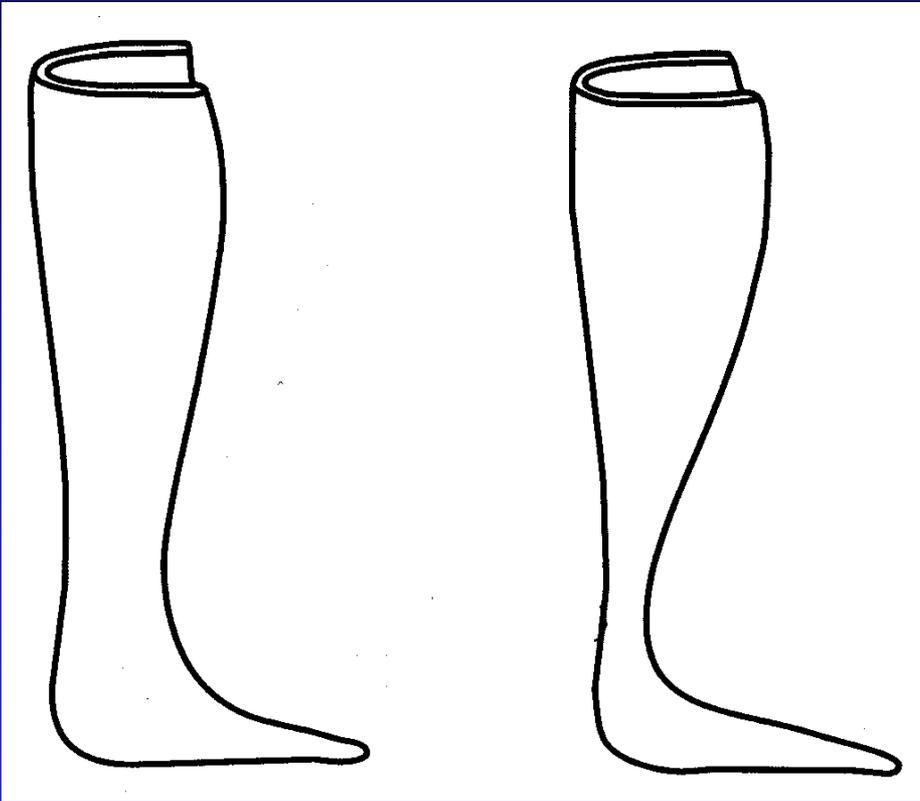


Quando la presenza di una elevata spasticità dei flessori plantari rende l'utilizzo delle ortesi descritte impossibile o intollerabile, e la terapia fisica o farmacologica è controindicata o non ha prodotto gli esiti previsti, si può ricorrere al rialzo del tacco della scarpa dell'arto "spastico". Questo accorgimento, senza modificare l'angolo della tibiotarsica, consente di orientare la gamba in direzione avanti-alto e di contrastare l'iperestensione del ginocchio.

# RIGIDEZZA ORTESI

Per regolare rigidità e resistenza delle ortesi, che vanno sempre rapportate al grado di spasticità dei plantiflessori, al peso e all'altezza del paziente, si può modificare lo spessore della plastica, si possono modificare le linee di taglio delle alette mediale e laterale, si possono applicare in corrispondenza dei punti più sollecitati (zone retromalleolari) inserti in fibra di carbonio, o vetroresina, o metallo

# RIGIDEZZA ORTESI



Più rigida

Meno rigida



# EQUINO DI SOSPENSIONE

## cause

Deficit dei flessori dorsali

Spasticità – retrazione flessori plantari

Sinergia estensoria

# EQUINO DI SOSPENSIONE

## conseguenze cinematiche

Possibile strisciamento della punta al suolo  
Accorciamento del passo anteriore  
Predisporre all'equino di contatto

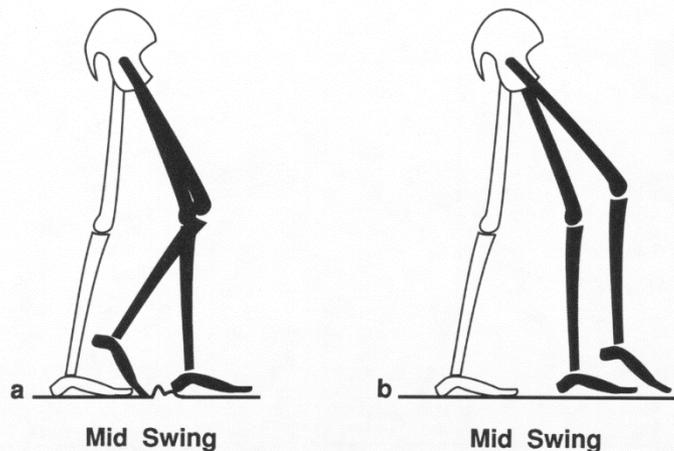


Figure 11.6 Mid swing gait deviations from excessive ankle plantar flexion. (a) Toe drag is the immediate reaction. (b) Substitution with increased hip and knee flexion is common.

# EQUINO DI SOSPENSIONE

## compensi

- ✓ Aumentata flessione di anca e di ginocchio
- ✓ Abduzione e circonduzione della coscia
- ✓ Inclinazione laterale del tronco dal lato opposto
- ✓ Sollevamento omolaterale del bacino
- ✓ Equinismo funzionale dal lato opposto
- ✓ “Sciabattamento” per ottenere contatto di calcagno

# VALGO PRONAZIONE

## cause

- Debolezza dei muscoli inversori
- Azione prematura e intensa dei muscoli peronei
- Lassità legamentosa
- Compenso all'equinismo (equinismo mascherato)



# VALGISMO

conseguenze cinematiche

Appoggio precoce e prevalente sul I metatarsale

Abbassamento dell'arco longitudinale

Extrarotazione del piede in appoggio e apertura dell'angolo del passo

Piede a dondolo



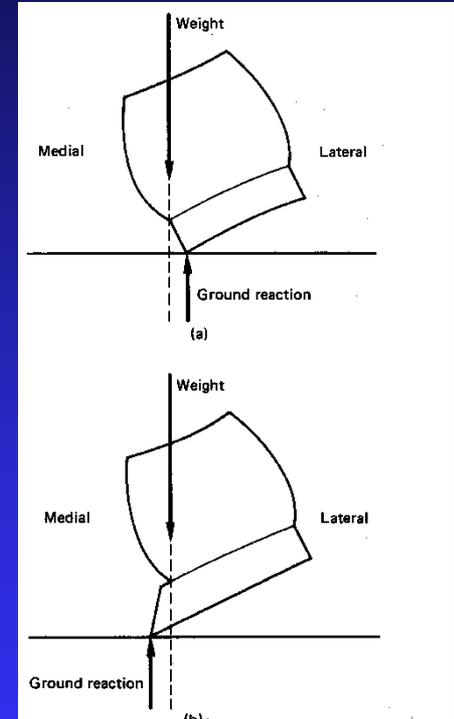
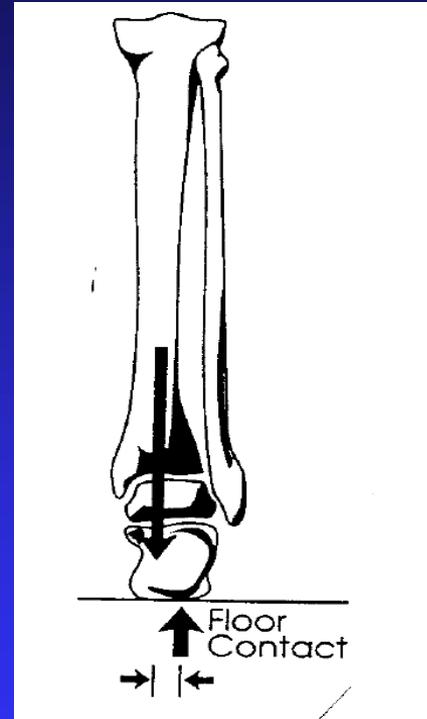
# VALGISMO

## soluzioni terapeutiche

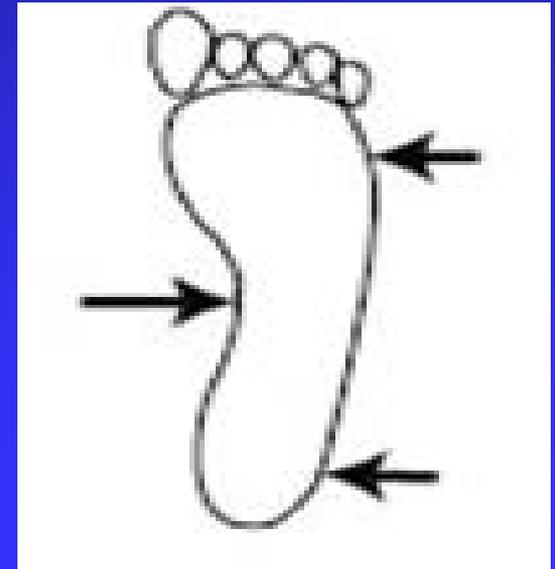
- **Ortesi**
- **Farmaci per uso topico**
- **Chirurgia funzionale (parti molli – osso)**

# VALGISMO

## soluzioni terapeutiche



Prolungando il tacco verso l'interno, la GRF viene a passare medialmente all'asse di carico esercitando un momento supinatorio a livello della sottoastragalica. Questo accorgimento può essere utilizzato per tentare di correggere l'eccessiva pronazione del retro piede (valgismo del calcagno) (B).



# VARO - SUPINAZIONE



## Cause

Iperattività - alterazione del timing di attivazione (prematura o prolungata) - retrazione dei muscoli inversori (TA, TP, FLA, FD, soleo, gastrocnemio mediale)

Deficit muscoli eversori

Prevalenza delle sinergie patologiche

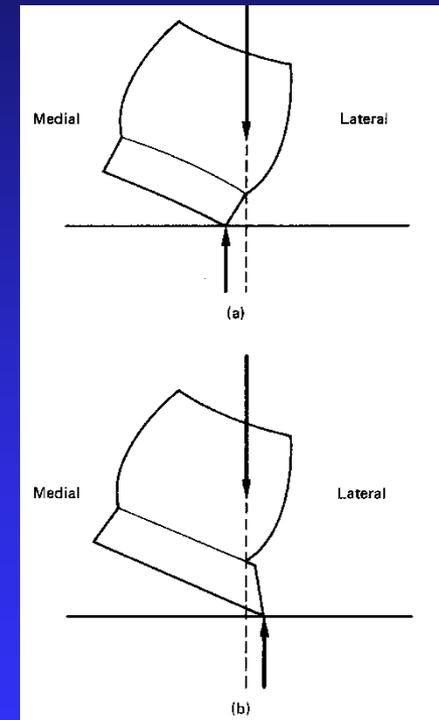
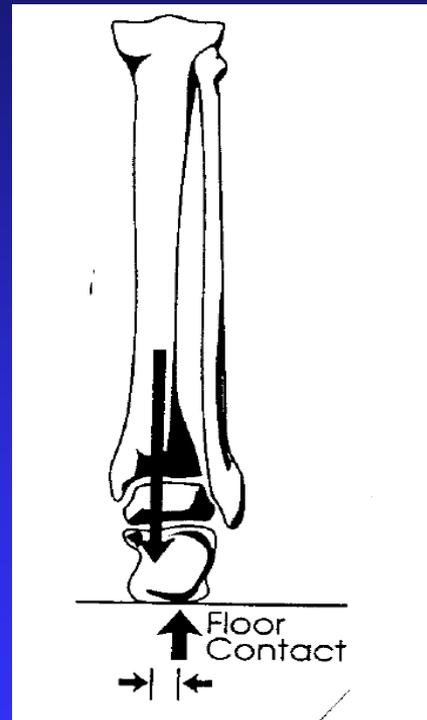
# **VARISMO**

## **soluzioni terapeutiche**

- **Ortesi**
- **Farmaci per uso topico**
- **Chirurgia funzionale (parti molli – osso)**

# VARO - SUPINAZIONE

## soluzioni terapeutiche



Il prolungamento del tacco (e della suola) verso l'esterno viene utilizzato in presenza di un piede varo supinato

# VARO - SUPINAZIONE

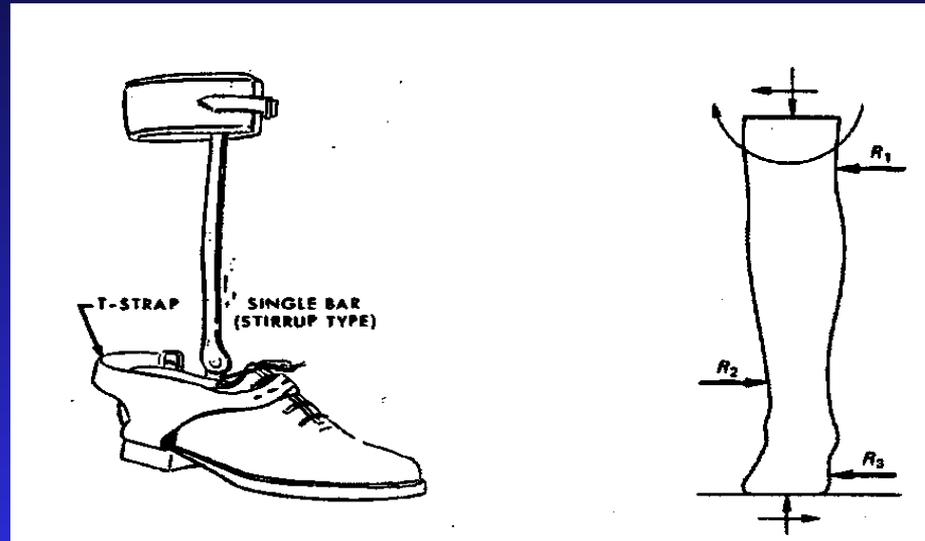


# VARO - SUPINAZIONE



# VARO - SUPINAZIONE

## soluzioni terapeutiche



*Meccanismo d'azione a tre punti dell'ortesi utilizzata per correggere la deviazione in varismo del piede. Mentre la forza centrale ( $R_2$ ) agisce a livello della caviglia in senso latero-mediale tramite una cinghia a T (T strap) agganciata a un montante mediale metallico (single bar), le due forze prossimale ( $R_1$ ) e distale ( $R_3$ ) agiscono, rispettivamente, a livello del terzo superiore della gamba e al di sotto della caviglia in senso medio-laterale, a una distanza  $d_1$  e  $d_3$  da  $R_2$ . Per l'equilibrio delle forze e dei momenti deve essere :  $R_1 \cdot d_1 = R_3 \cdot d_3$ ;  $R_2 = R_1 + R_3$ .*

# ECCESSIVA DORSIFLESSIONE IN APPOGGIO

## cause

- Esauribilità flessori plantari (soleo, i particolare)
- Influenza della sinergia flessoria
- Esauribilità della reazione di sostegno (ipoposturalità)
- Insufficienza attiva del tricipite surale post-chirurgica o da cedimento strutturale (sproporzione lunghezza del tendine e del ventre muscolare)
- Spasticità – retrazione flessori dorsali TT
- Ginocchio flesso

# ECCESSIVA DORSIFLESSIONE

conseguenze

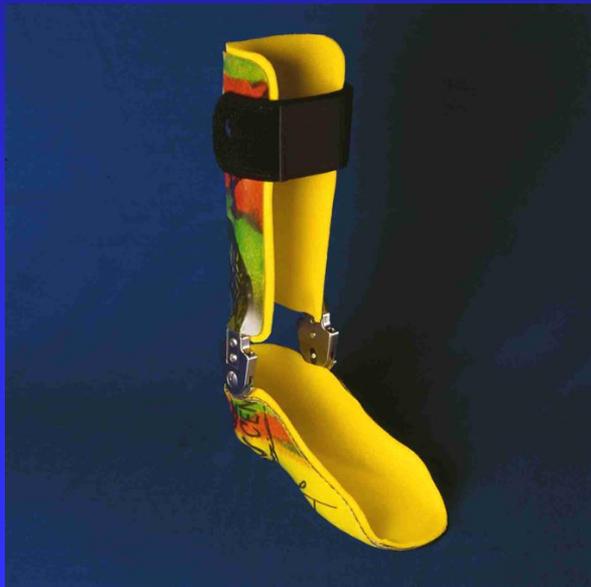
Ginocchio flesso



# ECCESSIVA DORSIFLESSIONE

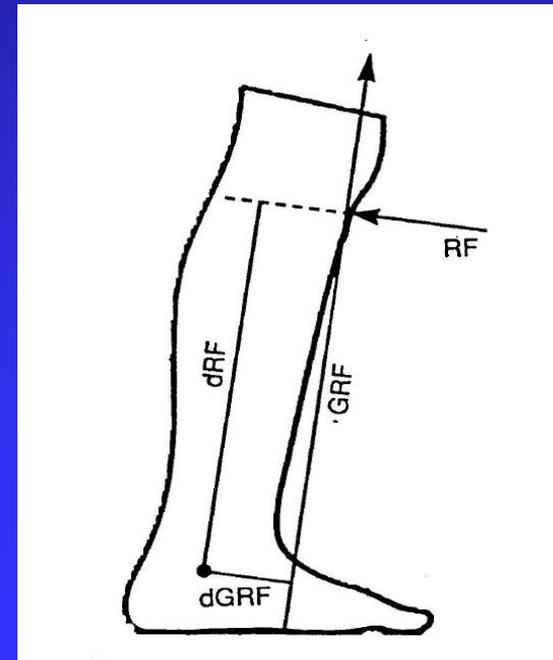
## SOLUZIONI

### Ortesi antitalo



**HAFO**

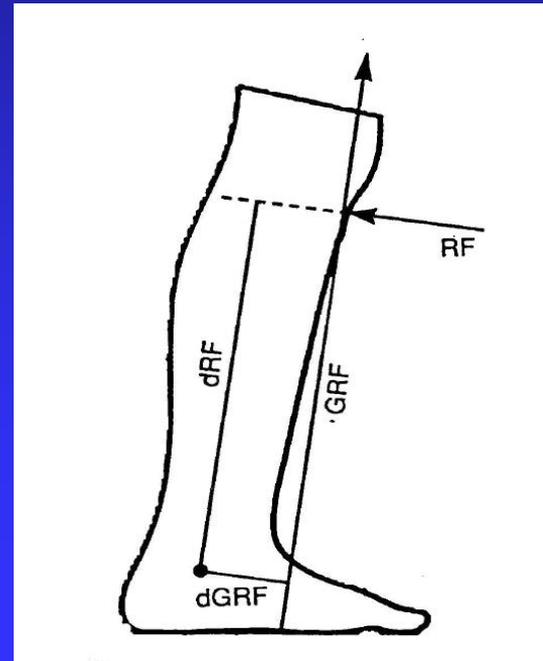
**Hinged Ankle Foot Orthosis**



# ECCESSIVA DORSIFLESSIONE

## SOLUZIONI

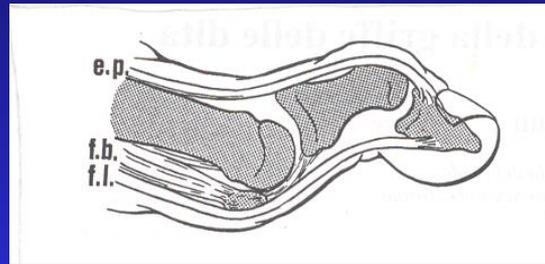
### Ortesi antitalo



# DEFORMITA' ALLUCE

- Iperestensione di I e II falange

- Griffe

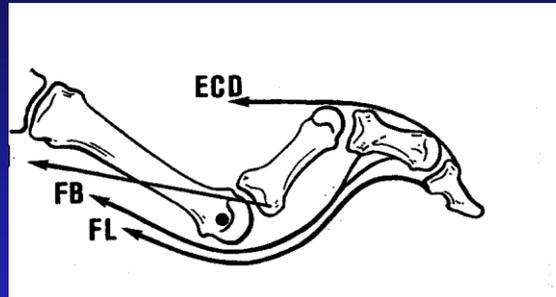


- Deformità a martello (per spasticità-retrazione flessori)

- Valgismo

# DEFORMITA' DITA

- Griffe



- Dito a martello prossimale (per spasticità-retrazione flessori superficiali)
- Dito a martello distale (per spasticità retrazione flessori profondi)

# DEFORMITA' ALLUCE E DITA

## soluzioni terapeutiche

- Farmaci
- Chirurgia funzionale
- Correzioni ortesiche

# GINOCCHIO

# FASE D'APPOGGIO

	<i>Ginocchio flesso (crouch knee; jump Knee)</i>
Piano sagittale	<i>Insufficiente flessione (stiff knee)</i> <i>Recurvato</i>
Piano frontale	<i>Ginocchio valgo</i> <i>Ginocchio varo</i>
Piano orizzontale	<i>Intra – extrarotazione tibia - femore</i> <i>Intra – extratorsione tibia - femore</i>

# FASE OSCILLANTE

**Ridotta flessione**

*Sinergia estensoria*  
*Inadeguato push off*  
*Ipertonia-retrazione quadricipite*

**Ridotta estensione**

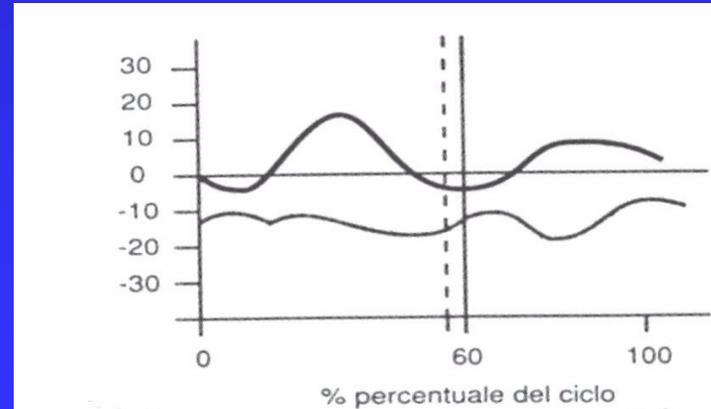
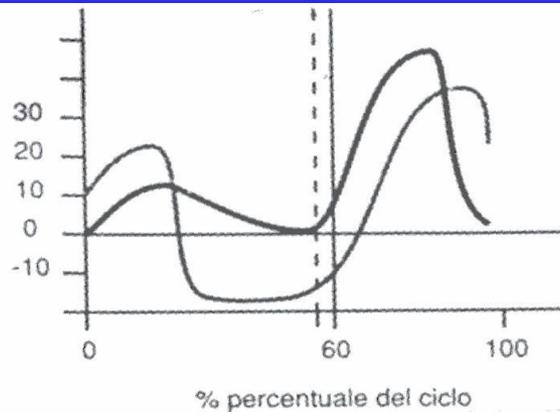
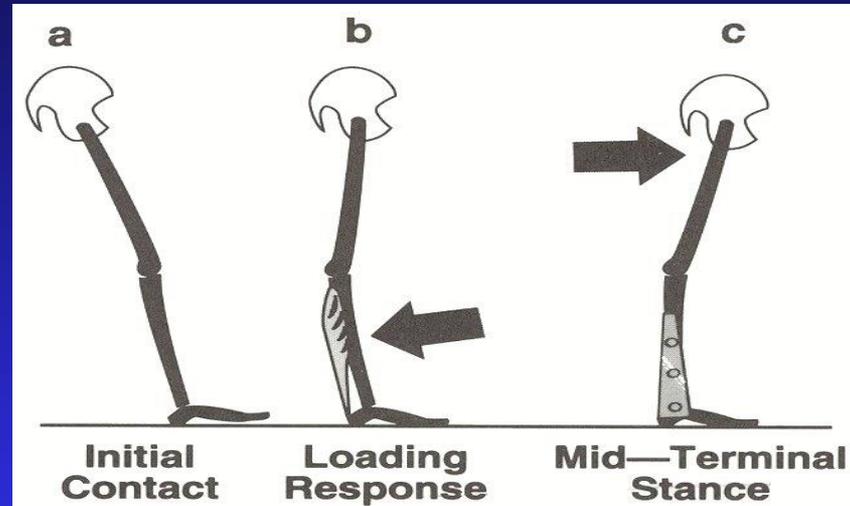
*Sinergia flessoria*

*Ipertonia-retrazione*

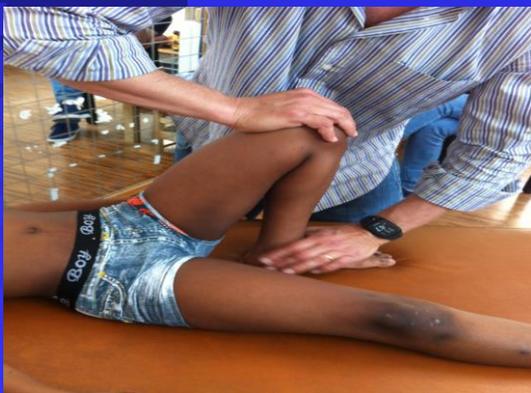
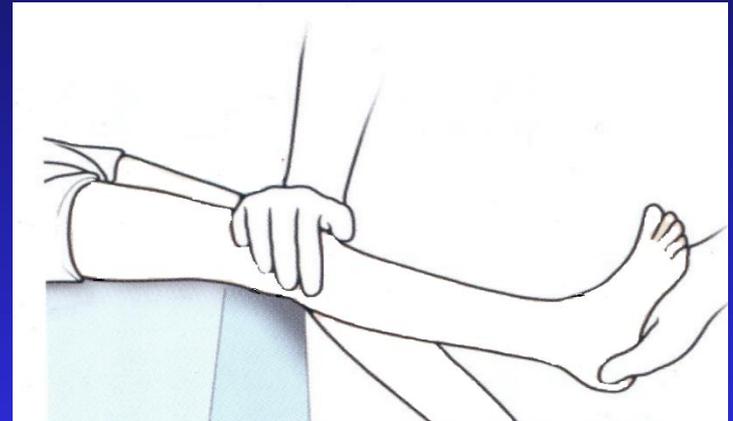
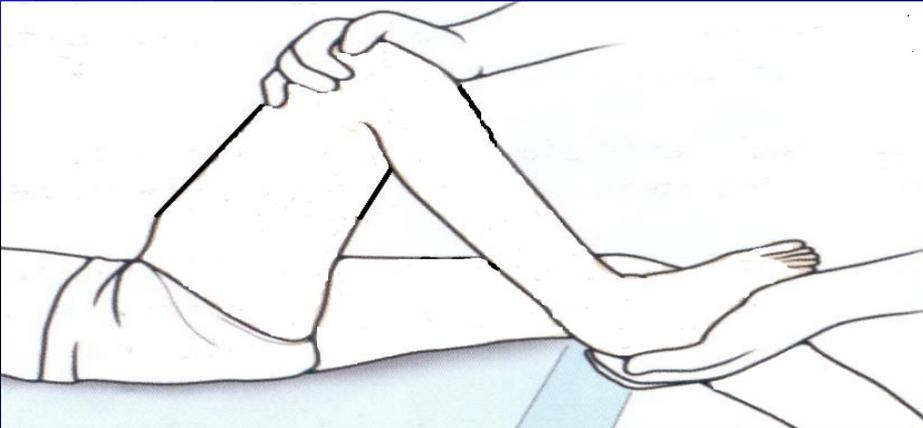
*IC*

# RECURVATO

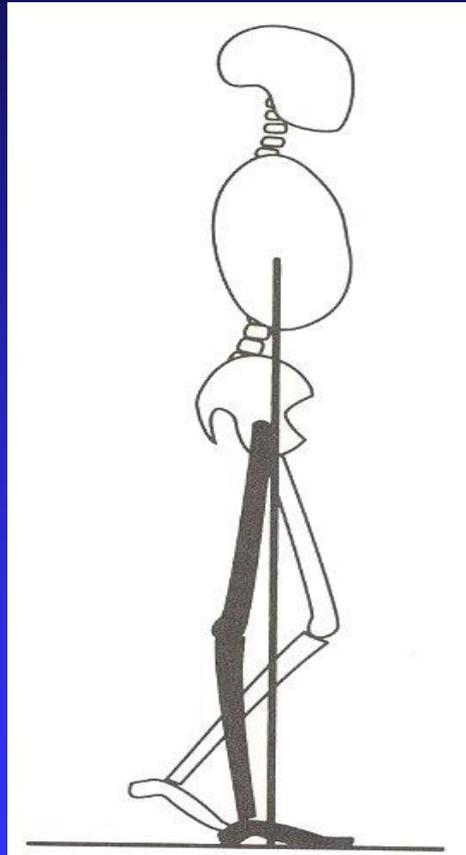
Spasticità-retrazione tricipite



# SPASTICITÀ-RETRAZIONE TRICIPITE



# RECURVATO



**INSUFFICIENZA  
QUADRICIPITE**

**INSUFFICIENZA IC**

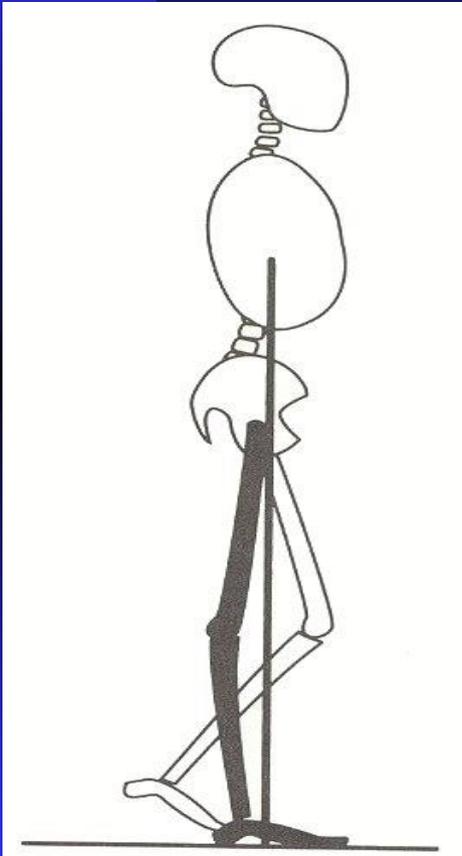
**DEFICIT  
PROPRIOCEZIONE**

**UTILIZZO APPOGGI  
ANTERIORI**

# RECURVATO

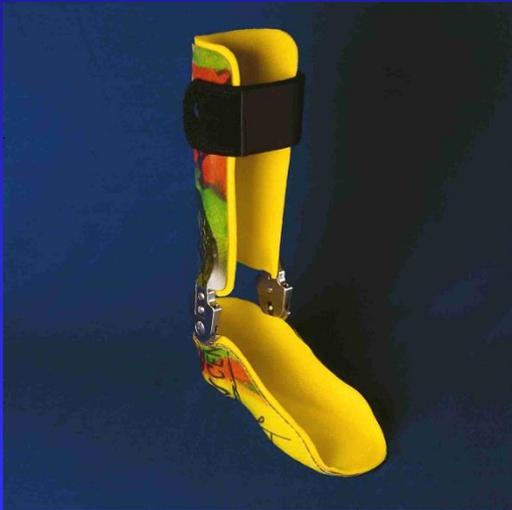
A seconda della causa:

ORTESI – TOSSINA BOTULINICA  
CHIRURGIA

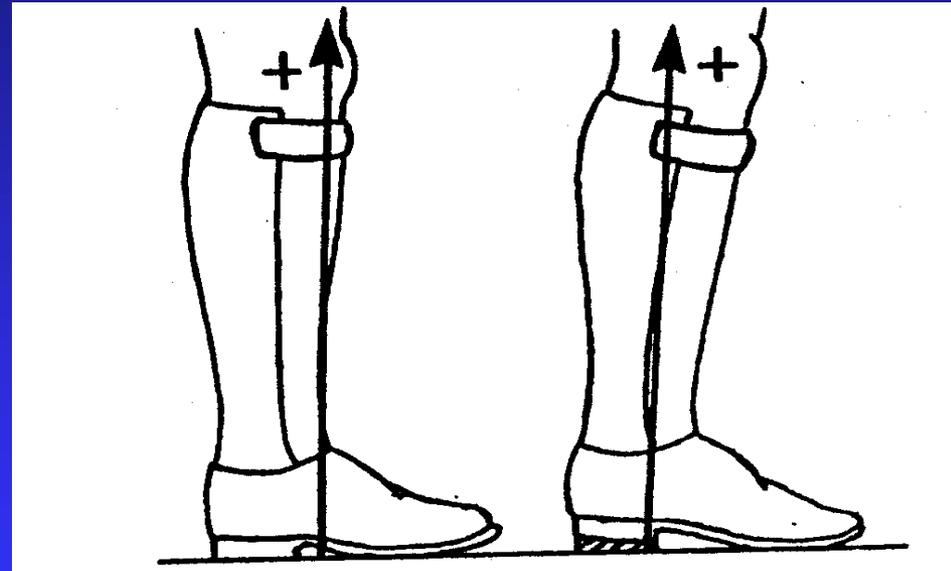


# ORTESI PER RECURVATO

da iperattività flessori plantari



*Ortesi articolate 0° -20°*



*Rialzo tacco*

# INSUFFICIENTE FLESSIONE IN APPOGGIO

Spasticità - retrazione del quadricipite  
(stiff knee)

Debolezza quadricipite

Dominanza della sinergia estensoria

Dolore

Rigidità articolare

**DEFICIT MECCANISMO DI AMMORTIZZAZIONE**

# STIFF KNEE

## CONSEGUENZE

Inadeguato assorbimento dell'impatto al suolo nella fase di risposta al carico (ammortizzazione dell'urto) con possibili secondari microtraumi alle articolazioni portanti

La riduzione della flessione del ginocchio in fase di preoscillazione e di oscillazione iniziale e intermedia ostacola l'avanzamento dell'arto oscillante.

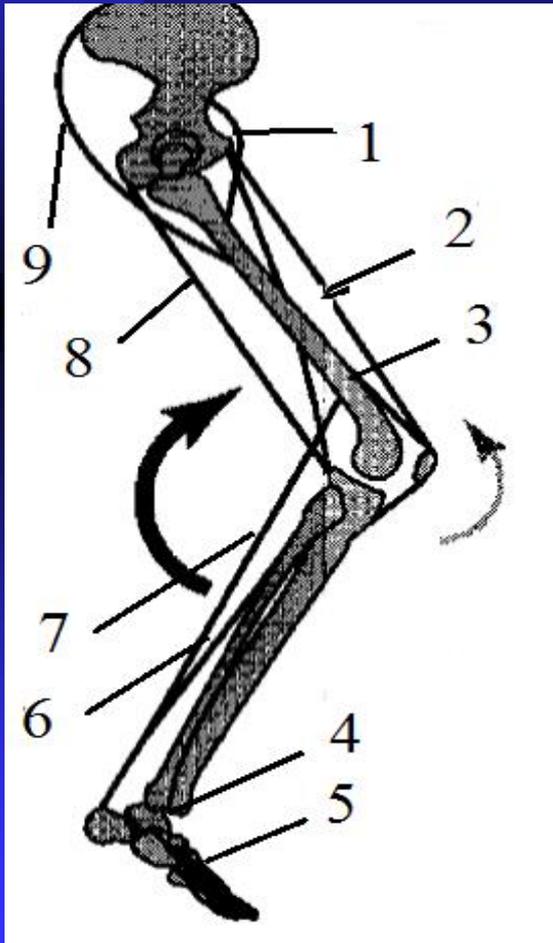
# **STIFF KNEE**

**soluzioni**

**Farmaci**

**Chirurgia funzionale**

# GINOCCCHIO FLESSO IN APPOGGIO CROUCH



*Deficit flessori plantari*

*Deficit estensori anca*

*Deficit quadricipite*

*Iperattività-retrazione tricipite*

*Iperattività-retrazione ischiocrurali*

*Iperattività-retrazione flessori anca*

*Retrazione in flessione ginocchio*

*Piede valgo-pronato-reflesso*

*Iper torsione tibiale esterna*

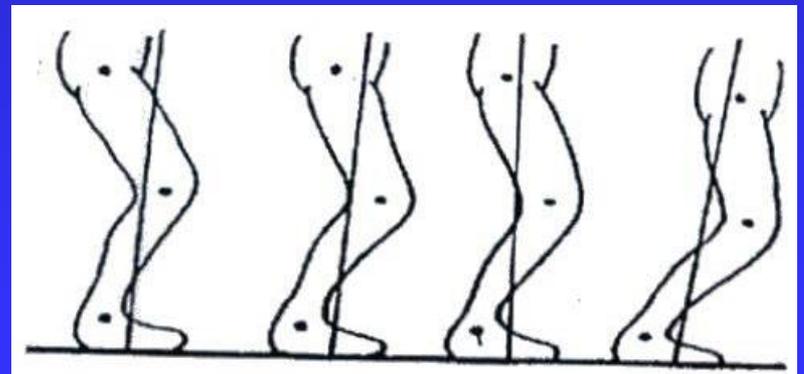
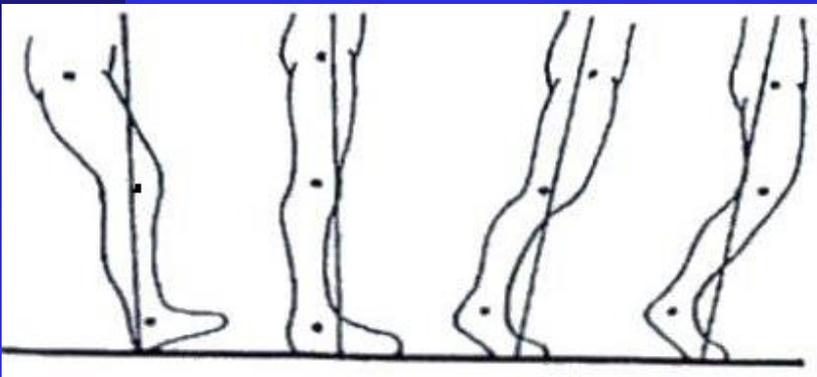
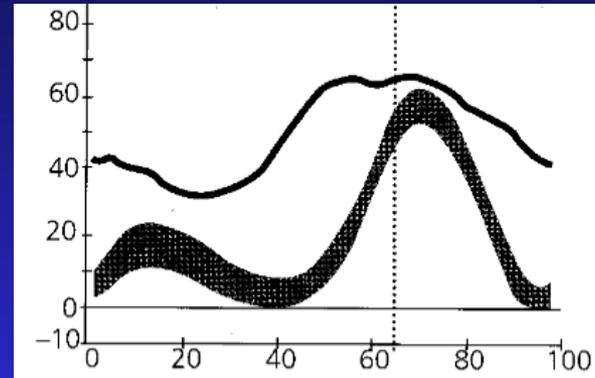
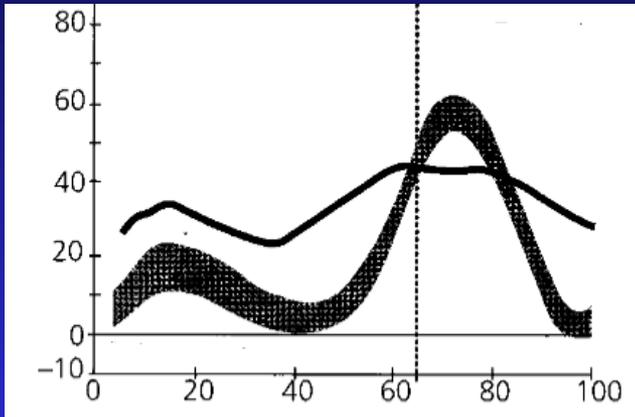
*Disturbi equilibrio*

# ***ECCESSIVA FLESSIONE***

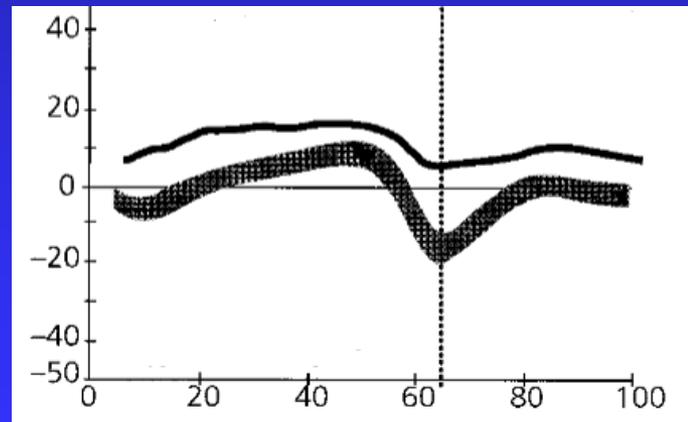
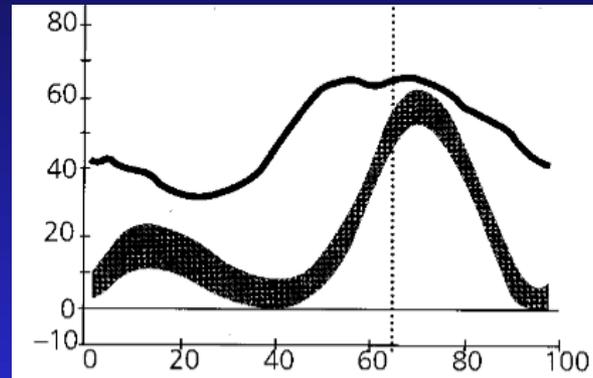
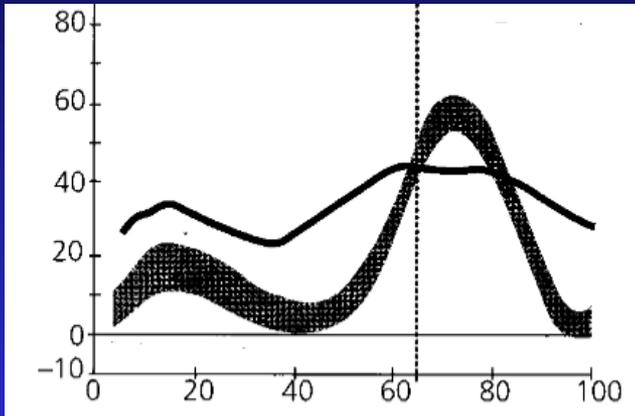
## **soluzioni**

- **Farmaci**
- **Chirurgia funzionale**
- **Gessi inibitori**
- **AFO**

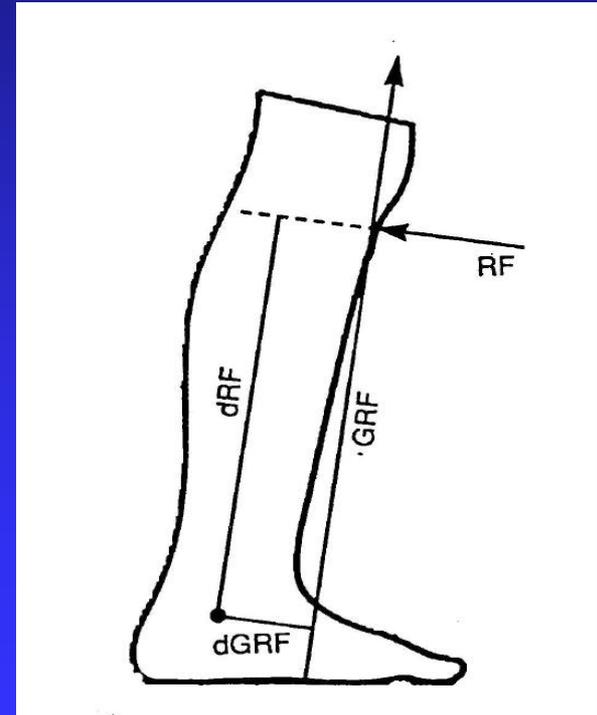
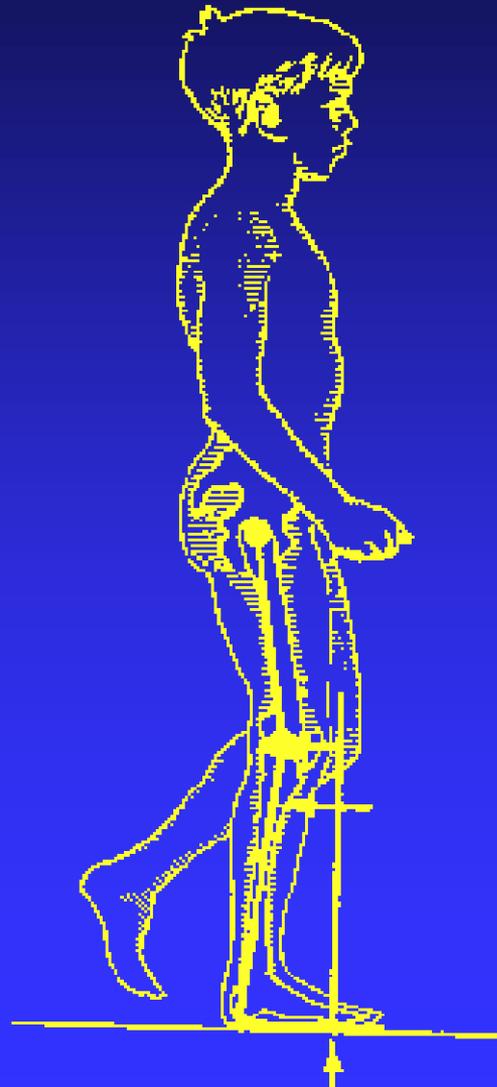
# CROUCH



# CROUCH

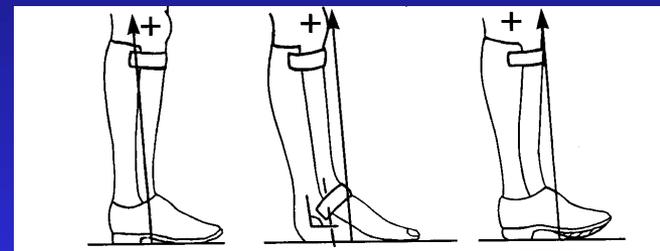
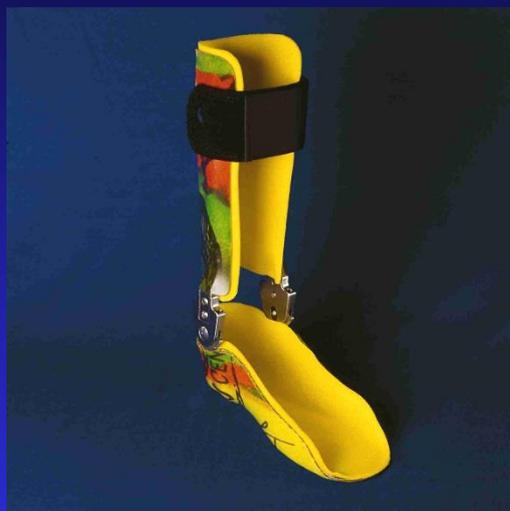


# ORTESI PER CROUCH

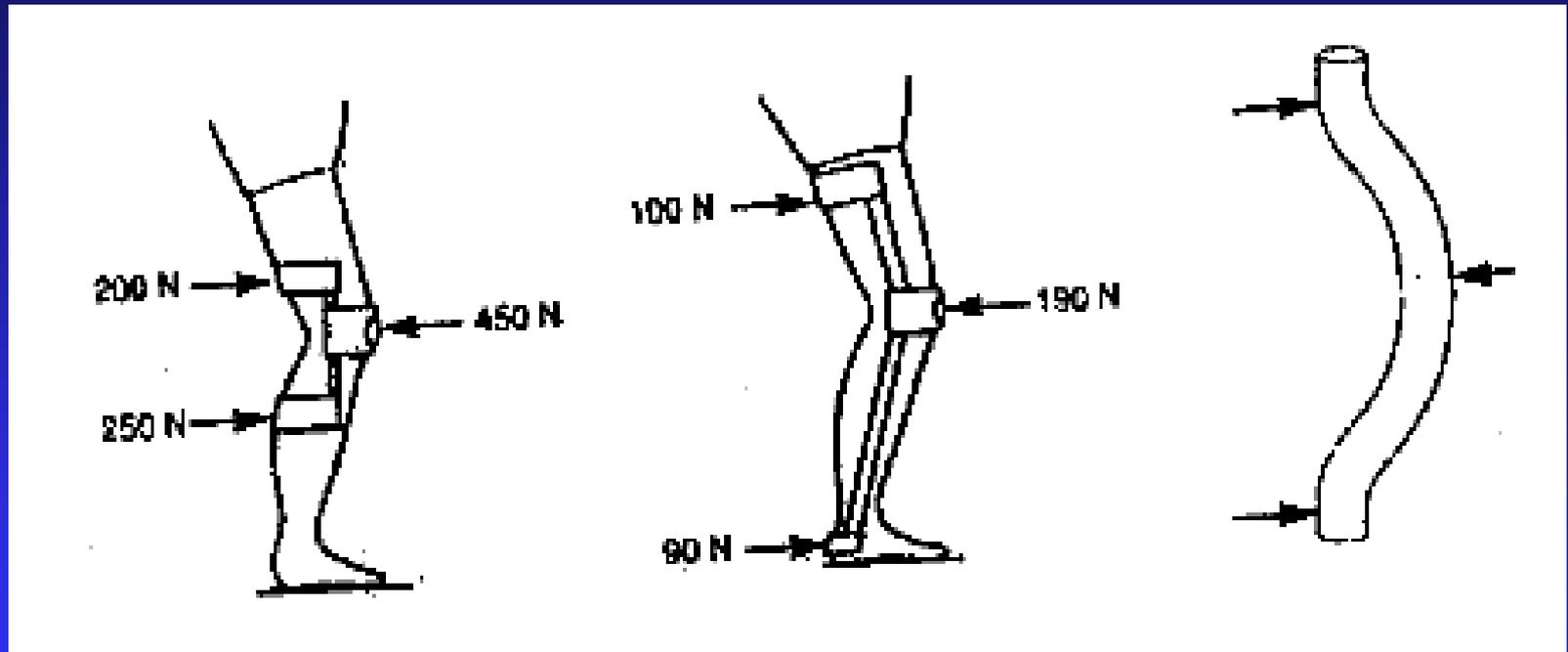


$$GRF. dGRF = RF. dRF$$

# ORTESI PER DEFICIT FLESSORI PLANTARI DELLA TT

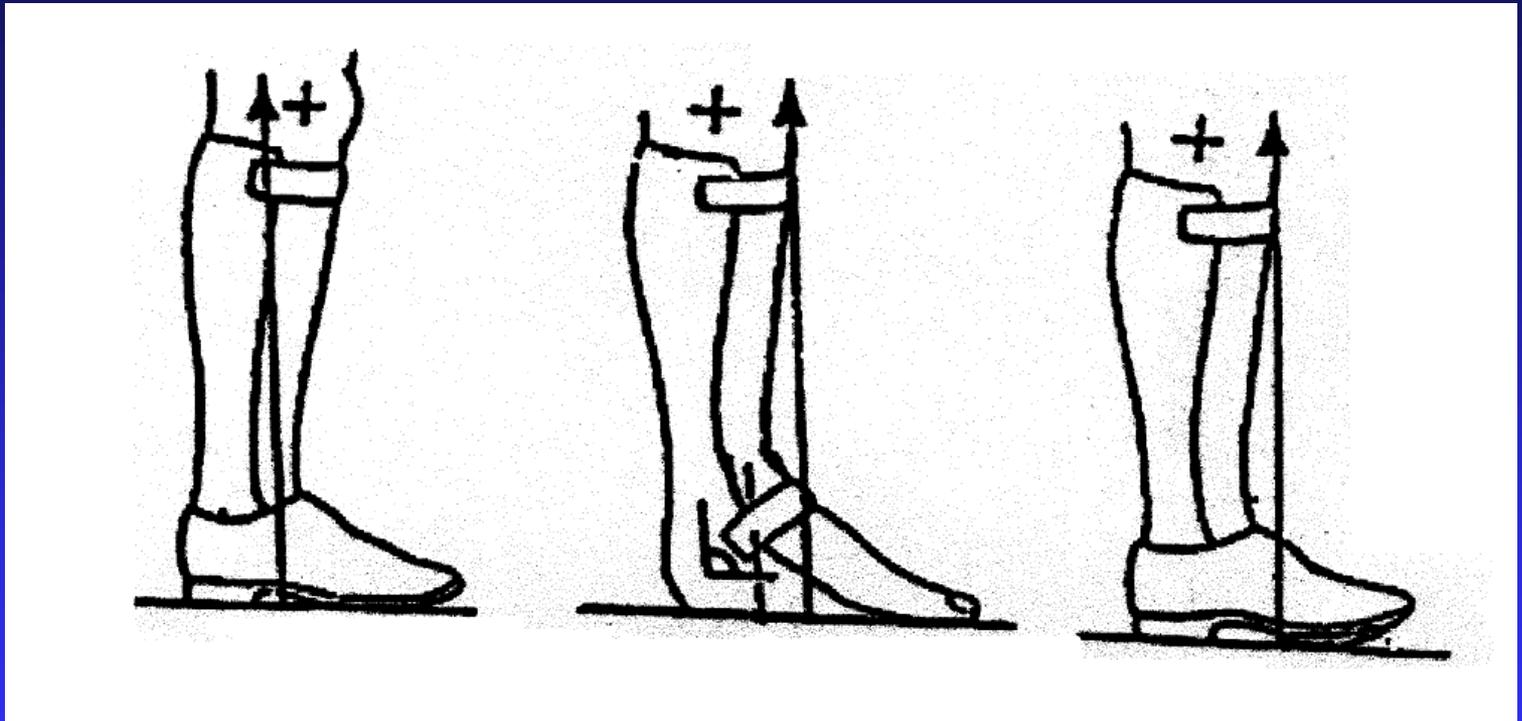


# ORTESI PER CONTROLLO GINOCCHIO



**KAFO con spinta a tre punti**

# ORTESI PER CORREZIONE GINOCCHIO FLESSO



*Aumentando l'angolo delle ortesi alle tibiotarsiche e/o rialzando la parte anteriore della suola delle scarpe si modificano i rapporti tra GRF e asse trasverso delle ginocchia facilitandone l'estensione*