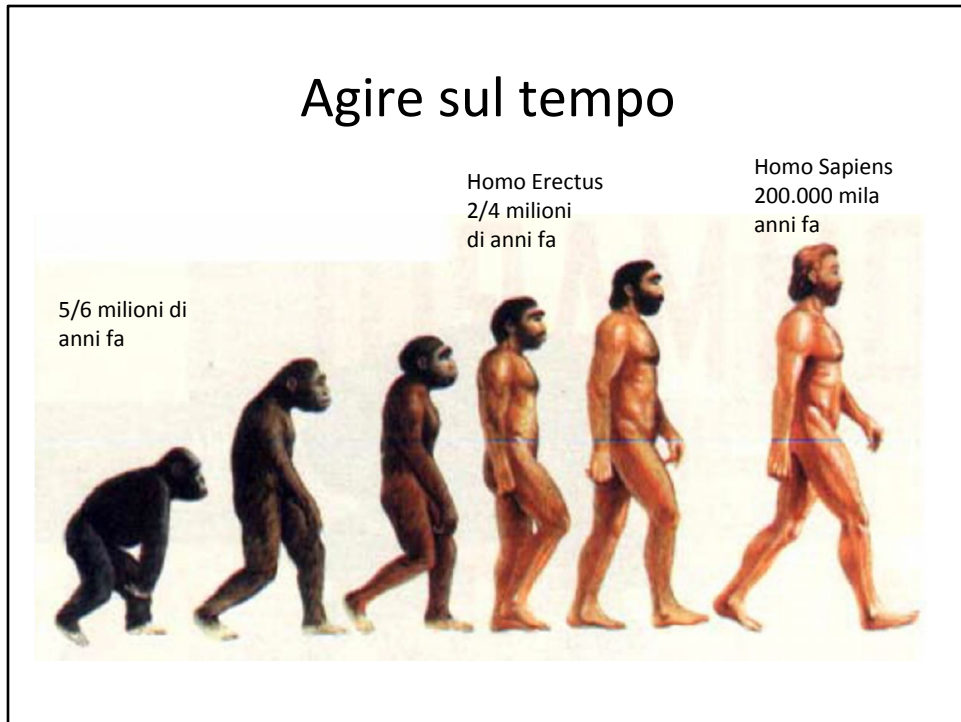


## L'appoggio in bipedestazione

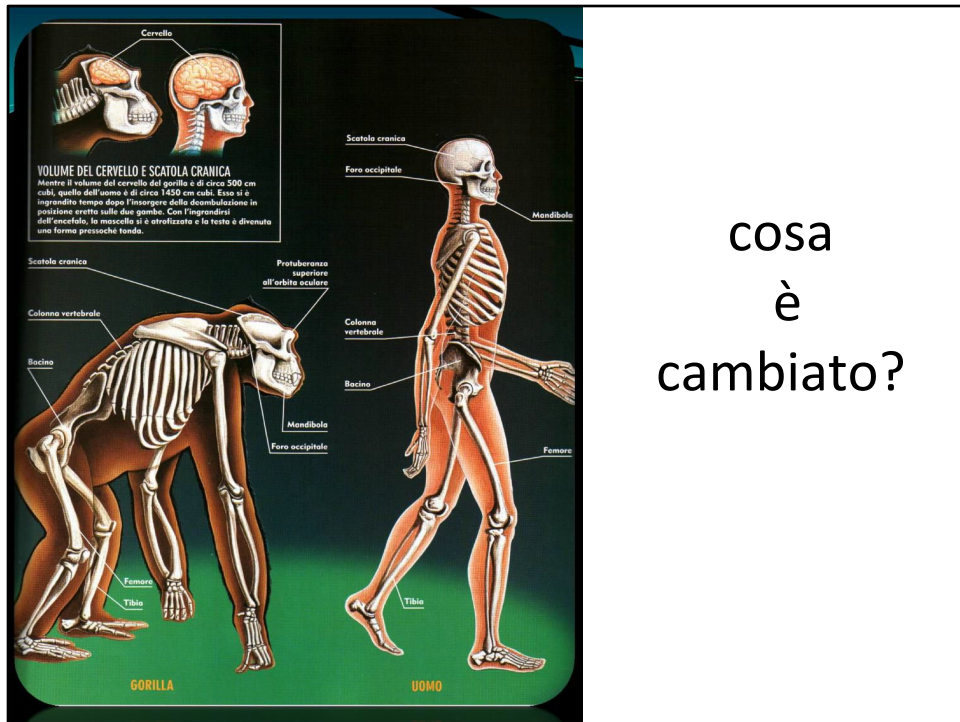


Non solo quando stiamo in piedi o camminiamo ma anche quando dormiamo i nostri piedi stanno lavorando per noi .. E vediamo in che modo

# Agire sul tempo



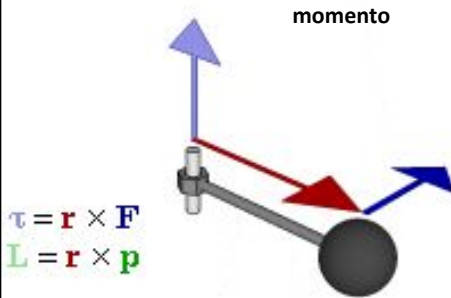
Grazie all'aumento della complessità e della versatilità della mente concomitante con l' appoggio in bipedestazione, l'uomo ha acquisito una maggiore velocità nel trapiandare lontano per proteggere i propri interessi ... sia in ambito riproduttivo, sia in ambito sociale, tecnologico e culturale.



cosa  
 è  
 cambiato?

Oltre al volume del cervello e della scatola cranica, legati in maniera univoca alla posizione dell'apparato stomatognatico ed alla posizione del collo, io porrei l'accento sul cambiamento della regione toracica (cardio respiratoria) in termini di sollecitazioni sia sull'area pelvica sia su quella cervicale. Tutto sembra evolvere sull'asse longitudinale e su quello sagittale e, di conseguenza, la struttura si alza e percepisce più velocemente ciò che sta ... davanti. Così come il collo, anche il calcagno si verticalizza consentendo all'astragalo minimi spostamenti nel soddisfare le esigenze sia del piede sia della gamba e, quindi, delle strutture sovrasedgmentarie.

# L'appoggio in bipedestazione



La funzione **antigravitaria**,  
rappresentata dalla risposta  
motoria del corpo umano alla  
forza di gravità,  
si attua

**non** attraverso la generazione  
di forze uguali e contrarie a  
quelle gravitarie,

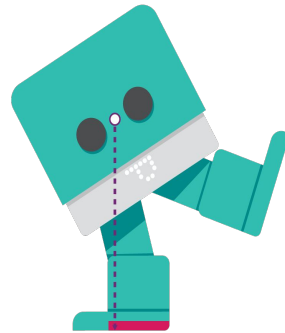
bensì attraverso

la generazione di forze capaci  
di produrre **momenti** uguali  
e contrari a quelli derivanti  
dall'azione del peso

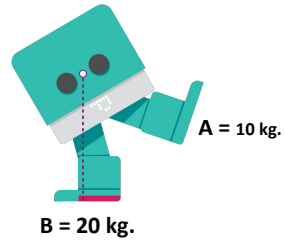
Complessi automatismi neuro muscolari regolano il valore istantaneo degli angoli articolari e rendono possibile la ricerca e la stabilizzazione degli equilibri necessari alla postura eretta

## La gravità

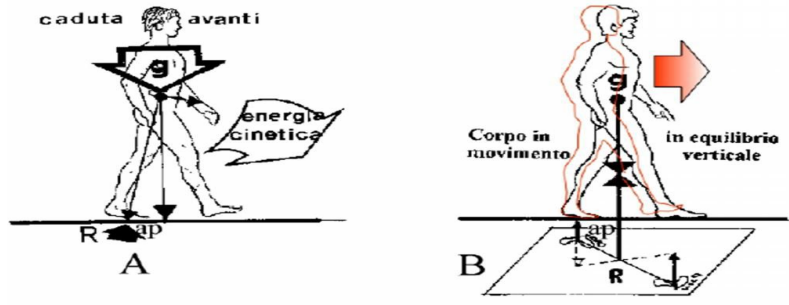
- Per poter camminare il corpo deve effettuare ripetutamente schemi ciclici alternati di movimenti specifici degli arti e del tronco tali da spostare il centro di gravità nello spazio da un punto all'altro



- Se, durante il movimento, il centro di gravità esce dal punto di appoggio, cadiamo
- inoltre, camminando o correndo, acceleriamo e deceleriamo .
- Questo cambio di velocità o accelerazione dipende non solo dalla magnitudine della forza che spinge il corpo, ma è anche inversamente proporzionale alla massa del corpo. Quindi se la stessa forza viene applicata a due oggetti A e B, dove B è più pesante, allora B avrà anche un'accelerazione più lieve. Questa proprietà è chiamata inerzia; mostra la predisposizione di un corpo a resistere ad un cambiamento di accelerazione.



Per questa ragione il baricentro corporeo deve alternativamente uscire e rientrare dalla base di appoggio generando una sorta di successione di cadute che sono evitate dal doppio appoggio



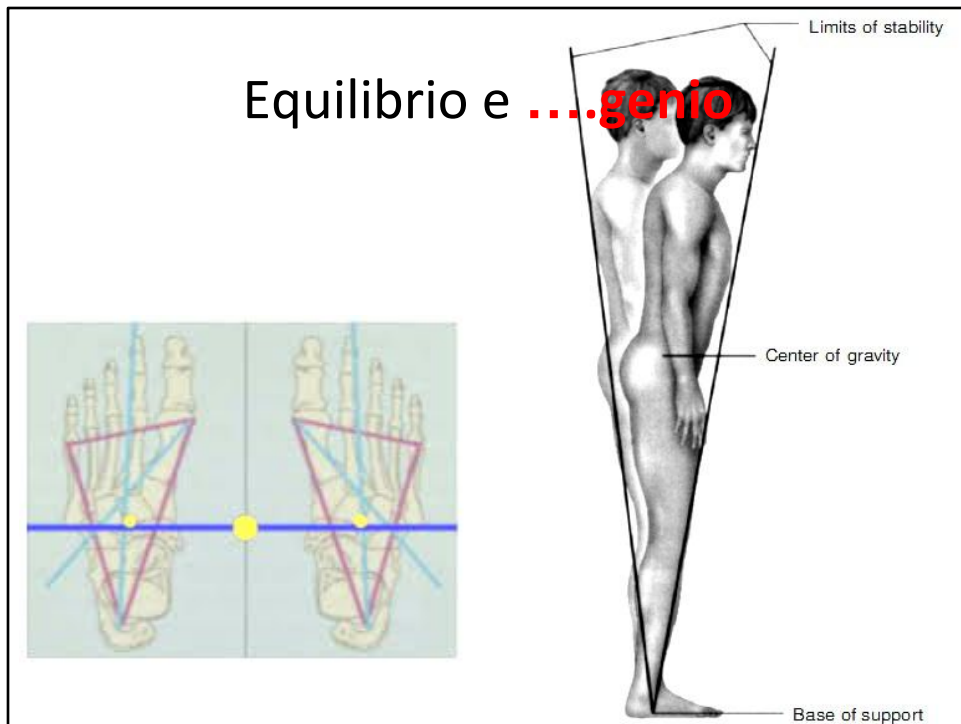
Ma, i due piedi presentano sempre le stesse risultanti di appoggio al suolo? E procedono con le stesse velocità?

## La baropodometria



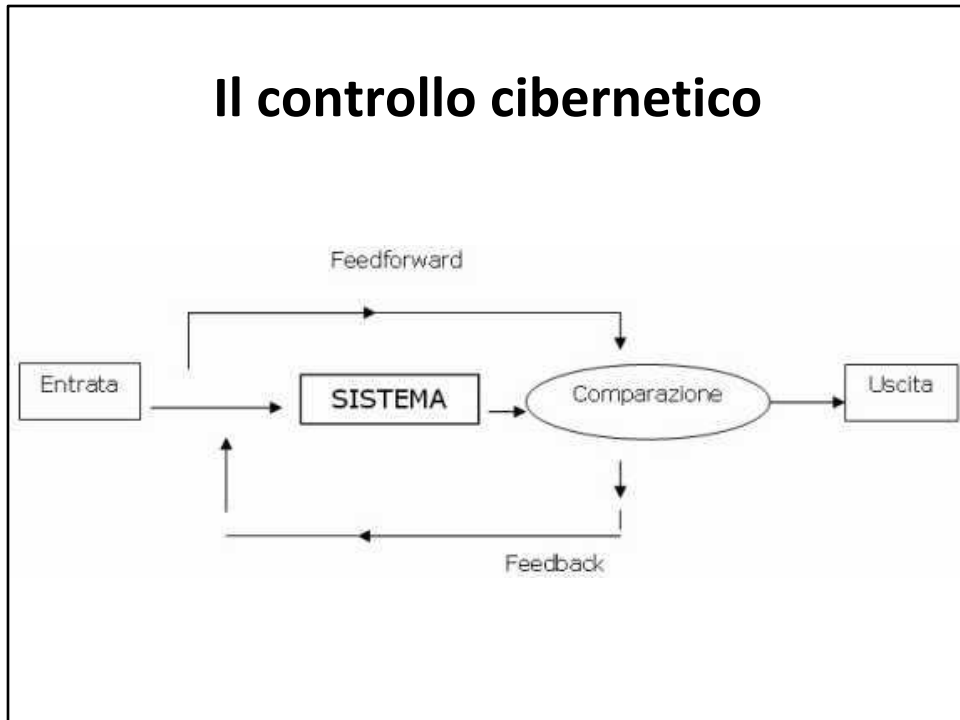
La baropodometria, che rappresenta un elemento chiave per il nostro lavoro in quanto ci consente di oggettivare e mantenere memoria dell'appoggio sia in statica sia in dinamica dei nostri pazienti, ci dice che i due piedi appoggiano e si muovono con modalità simili ma mai uguali.

Per comparare però questi dati, quando necessita l'utilizzo di una ortesi sia plantare sia digitale, occorre fare riferimento alle medesime condizioni di partenza e quindi, il paziente, deve essere invitato a salire sulla pedana sempre con la medesima calzatura.



Se è pur vero che per mantenere un buon equilibrio la risultante delle forze scambiate tra piede e terreno deve cadere all'interno dei triangoli di appoggio è altrettanto vero che, per muoverci abbiamo bisogno di sbilanciarci e per .....volare... (e pensiamo al corpo ma anche alla mente) addirittura di staccarci dal piano gravitazionale  
 Ma tutto ciò come è possibile? Con il controllo cibernetico

# Il controllo cibernetico



La cibernetica è la scienza che si occupa del controllo dei sistemi

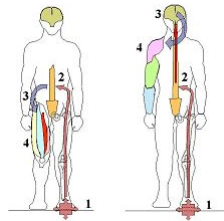
Il **controllo** funziona attraverso **la retroazione** ovvero un meccanismo **automatico** che permette ad una "**macchina**", finalizzata al raggiungimento di un dato obiettivo, di **autoregolarsi**, nel corso del proprio funzionamento, correggendo gli scarti dal programma previsto in sede di progetto.

La retroazione si può ottenere attraverso **sensori** che mettono in relazione le prestazioni **in uscita (output)** della macchina con quelle prestabilite **in entrata (input)** per annullare poi la differenza fra segnale di uscita e segnale di entrata. Gli organismi viventi e i sistemi naturali sono già dotati di questi sistemi di autocontrollo che fanno parte di programmi genetici evolutisi nel tempo.

Il sistema tonico posturale costituisce un sistema a "scatola nera": le entrate che provengono dai diversi recettori sono elaborate dal "computer centrale" che restituisce come uscite l'attività degli effettori, ovvero l'attività dei muscoli posturali. Poiché però i muscoli posturali sono essi stessi dei recettori, siamo in presenza di un sistema cibernetico auto-regolato e auto-adattato. Quando le informazioni ricevute dai recettori sono asimmetriche o patologiche, causano a livello del computer centrale una reazione di adattamento che provoca un nuovo aggiustamento posturale

E' quindi un sistema che si auto-adatta nel suo squilibrio, ma che non sa o ,forse, non vuole o non può correggersi da solo

# Buona propiocezione= ottime possibilità di Equilibrio e di MOVIMENTO



*riflessi spinali*

*funzioni specifiche*



L'equilibrio mantenuto nella postura eretta è un tipico ed importante esempio di come tutti i meccanismi propriocettivi vengano coinvolti. L'equilibrio, infatti, si mantiene con lo spostamento ripetuto di masse (segmenti corporei) originate da continue azioni involontarie e coordinate di contrazione e rilassamento della muscolatura, in modo da correggere continuamente la posizione del baricentro, affinché la proiezione di quest'ultimo non esca dall' "ombra d'appoggio" sul piano

## GLI ESERCIZI PROPRIOCETTIVI



Considerando che ogni piede è connesso, attraverso il piede controlaterale, con la parte opposta del corpo, facendo movimenti muscolari fuori dall'ordinario con la parte non dominante del corpo, solleciteremo impulsi elettrici e chimici nel piede non dominante. In questo modo creeremo delle nuove interconnessioni e nuove modalità di appoggio.

## La lateralizzazione



Nell'analisi biomeccanica e posturologica dobbiamo tener conto degli effetti che la gravità impone alle masse e della condizione differente delle stesse rispetto al baricentro

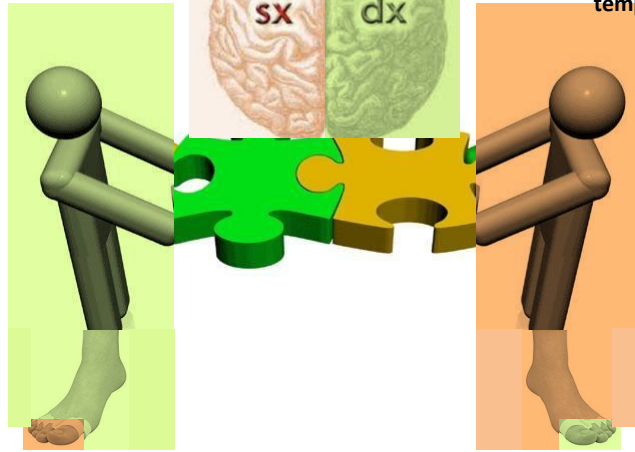
Poiché il piede si è evoluto come **meccanismo dinamico** ma è tenuto al **sostegno stabile del corpo**, necessita di poter dare risposte specifiche al **Momento** del corpo sovrastante

Sebbene alcuni dati suggeriscono che possano aver contribuito anche pressioni evolutive di natura sociale, la lateralizzazione deve aver accompagnato l'evoluzione fin dai suoi albori, considerando che atomi e molecole stessi sono anch'essi lateralizzati, prevalentemente sinistrorsi.

## Cos'è il lato dominante?

La dominanza emisferica, determinata geneticamente, non è correlata univocamente alla dominanza laterale.

Lo sviluppo della lateralità è intimamente connesso con l'organizzazione dello schema corporeo, dello spazio e del tempo.



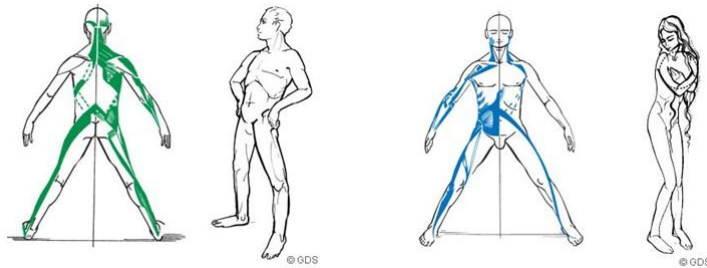
### La dominanza varia anche in base allo scopo

Così come per il cervello che, in pratica, non utilizza sempre e solo funzioni appartenenti all'uno o all'altro **emisfero**, anche il piede umano viene sfruttato in modo differente per funzioni differenti e corrispettive specializzazioni.

A seconda delle varie situazioni, utilizziamo infatti la mano o il piede che meglio gestisce una certa abilità come ad esempio calciare una palla, scrivere .. ma anche iniziare, per primo, con il piede dominante la salita o la discesa di una scala.

Tuttavia, più recentemente, si è constatato che il cervello ha un potenziale più alto quando entrambi gli emisferi agiscono insieme e in modo quasi sincrono e, quindi, possiamo pensare che quando i due piedi agiscono insieme, in modo il più sincrono possibile, riescono meglio gestire un cambiamento improvviso di posizione

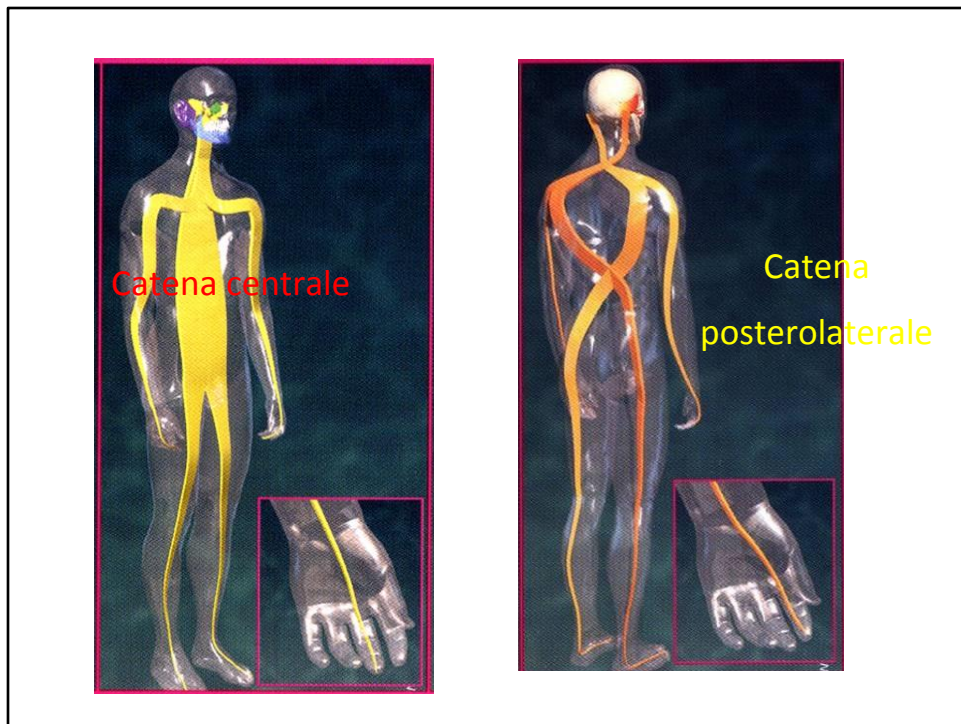
## Le catene muscolari



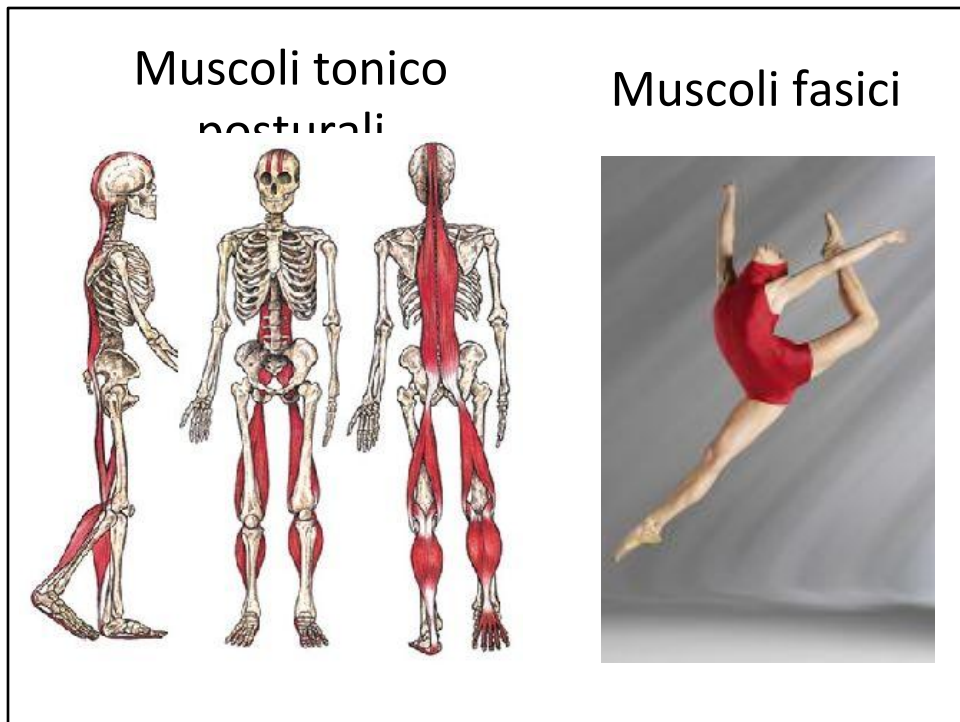
La statica non è retta da muscoli isolati, ma da un insieme di muscoli: le catene muscolari posturali. Tutta la disfunzione o disarmonia di queste catene propriocettive avrà come conseguenza un disturbo del tono di postura. Forze anomale (in rotazione, in torsione, in impatto etc.) possono esercitarsi a differenti livelli articolari, capsulari, muscolari, osteo-legamentosi, tendinei etc.).

Le conseguenze sono sia neuromuscolari che microcircolatorie

Qui vediamo come la prevalenza di questa due catene influenzi il linguaggio del corpo



E pensiamo se e quanto la prevalenza della catena centrale, particolarmente dedicata alla respirazione, possa influenzare l'equilibrio sul terzo raggio piuttosto che quella postero laterale (fortemente coinvolta nel processo dell'equilibrio posteriore) possa modulare la condizione di appoggio statico/dinamico del quarto dito del piede (fondo corsa pronatorio) e del secondo dito della mano (funzione prensile/opponente al primo dito)



sono quei muscoli ad attivazione lenta dove viene utilizzato un metabolismo principalmente ossidativo presentando una **capillarizzazione molto densa** che dona alle fibre stesse il tipico colore **rosso**, anche perché ricche di mioglobina. La velocità dell'attivazione di questo tipo di fibre è pressoché lenta e funzionalmente i muscoli con questo tipo di fibre vengono classificati come **muscoli TONICO-POSTURALI**. Questi tipi di muscoli, quando si trovano in uno stato "disfunzionale", manifestano la loro sofferenza determinando una condizione di *accorciamento e rigidità*. Nelle fibre ad attivazione rapida, invece, viene utilizzato un metabolismo principalmente glicolitico ed hanno una bassa soglia di sopportazione alla fatica, possedendo una **scarsa rete di capillari** che ne attribuisce il tipico aspetto chiaro. I muscoli che hanno predominanza di questo tipo di fibre sono classificati, in base alla loro funzione, come **muscoli di tipo FASICO**. Essi manifestano il loro stato disfunzionale *indebolendosi*. Quindi il nostro corpo si muove grazie a questi muscoli tenuti insieme dalla rete...dal net...la fascia. Questa rete può aprire/chiedere un collegamento, pensiamo ai capillari, secondo necessità su comando di un operatore (nervo)



E allora vediamoli un po' questi muscoli e come agiscono già nella fase di volo per effetto di quel meccanismo anticipatorio tipico della macchina cibernetica

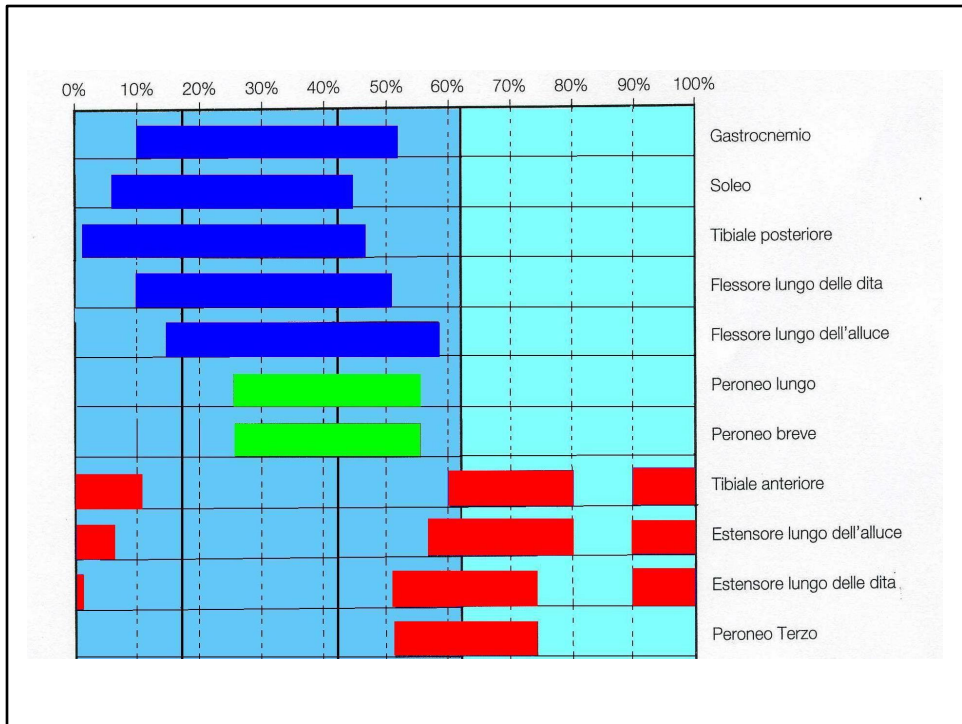
la principale funzione muscolare è assicurare la **stabilità** articolare  
 il muscolo nella contrazione si **accorcia** tracciato EMG (elettromiografia)  
 di maggiore ampiezza  
 ma ricordiamo che, con il trattamento, si possono ottenere **piccole**  
**variazioni mentre sono** improbabili importanti variazioni se non nei tempi  
 lunghi

## funzione dei muscoli del piede

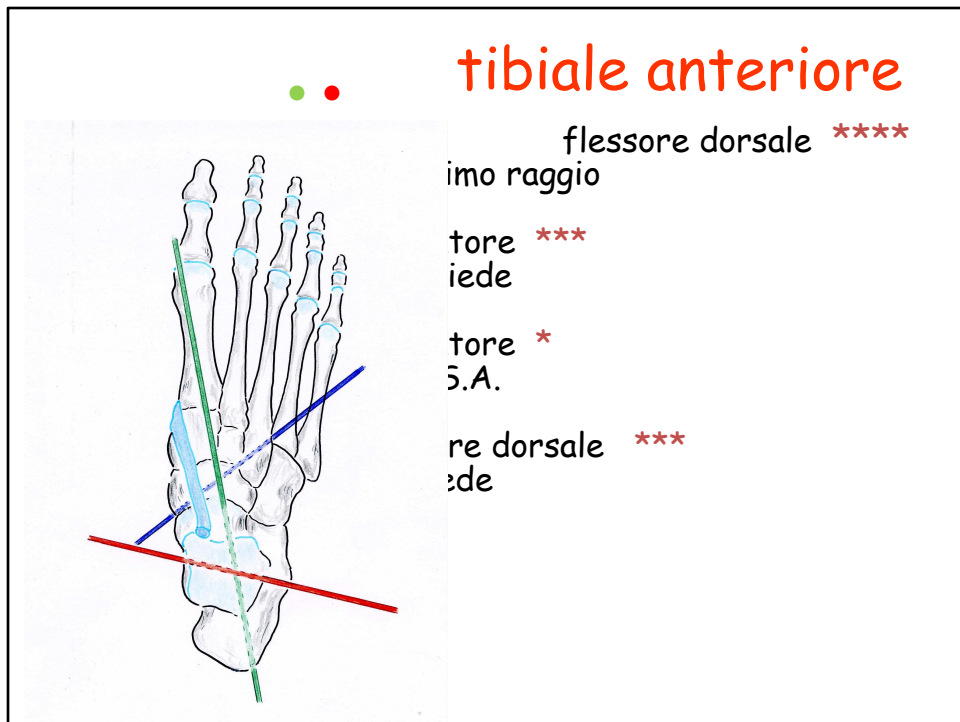
contrazione

contro

- la forza di gravità
- forze cinetiche
- altri muscoli **opposizione**



Il primo sguardo quindi ai muscoli attivi nella fase di volo per ragionare in termini di tempo relativo ai contributi molecolari



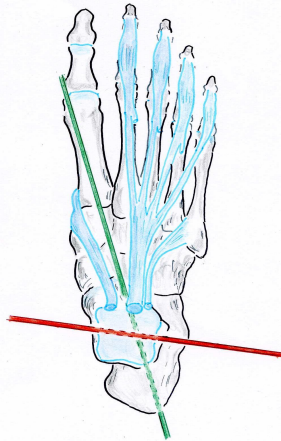
## acceleratore

aiuta la flessione dorsale del piede e il distacco delle dita  
 dorsiflette il primo raggio nella prima fase di oscillazione  
 mantiene la distanza delle dita dal suolo nella fase dell'oscillazione  
 intermedia  
 supina il piede prima del contatto del tallone

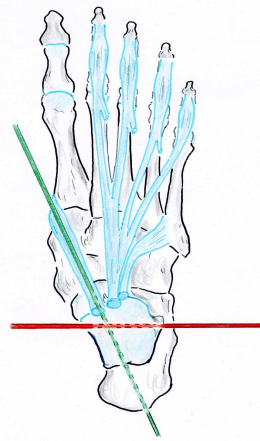
### deceleratore

previene eccessiva pronazione nella fase di oscillazione  
 supina l'articolazione mediotarsica  
 resiste alla flessione plantare del piede al contatto del tallone  
 permette un graduale trasferimento del carico all'avampiede da  
 laterale a mediale

# tibiale anteriore ipostenico o paralizzato

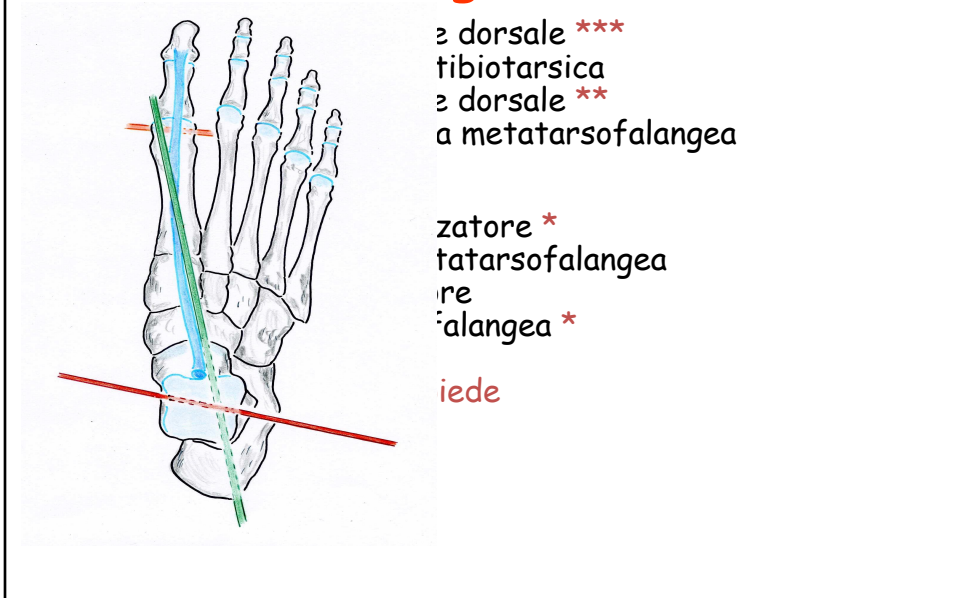


posizione neutra



pronazione aumentata

## estensore lungo dell'alluce ...



tibiale anteriore assente

alluce flesso dorsalmente  
tibiotalarica

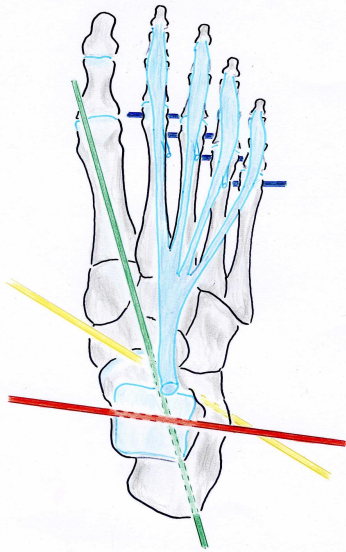
diminuita flessione dorsale della

piede pronato  
le dita strisciano al suolo

soluzioni

rallentare il passo  
per sollevare le dita

## estensore lungo delle dita ..



re dorsale \*\*\*  
 : dita  
 ore della  
 iotarsica \*  
 lla S.A. \*  
 re dorsale \*\*\*\*  
 tarsica  
 ore della \*\*  
 rfalangea  
 e dita

### acceleratore

nella fase oscillante

allontana le dita da terra  
evita l'eccessiva supinazione

### muscolo bifasico

fase propulsiva  
fase oscillazione

tibiotarsica

stabilità delle dita  
prima parte

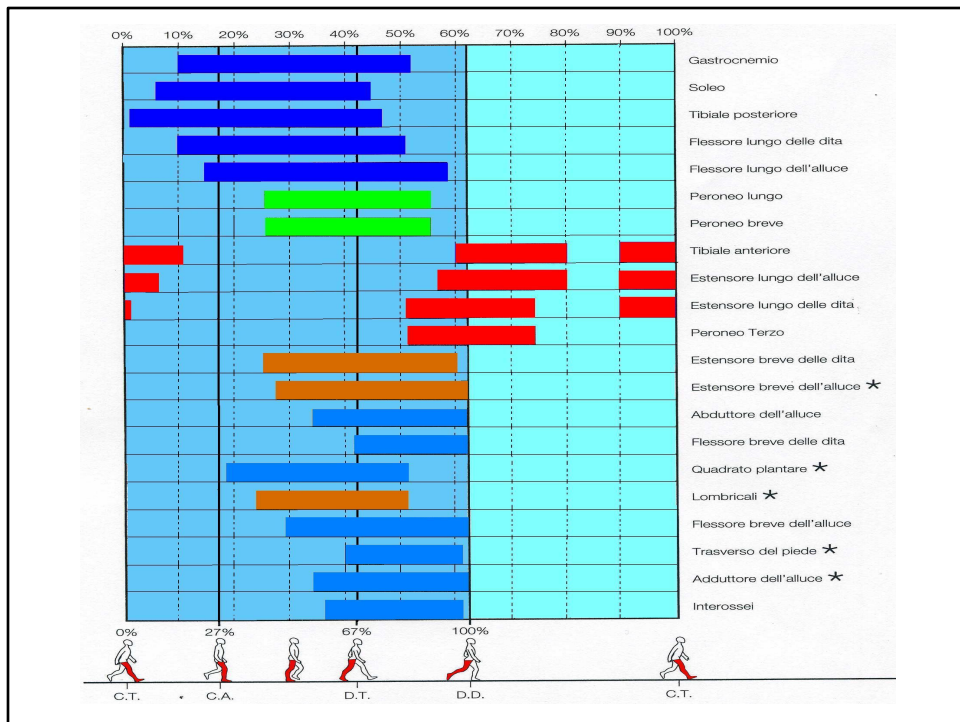
flessione dorsale della

sottoastragalica

ultima parte

pronazione della

Il muscolo **Peroneo terzo** funziona in maniera sinergica con l'estensore delle dita



E qui li vediamo tutti ma vorrei porre l'accento, per mantenermi fedele al concetto di tempistica emodinamica, su chi arriva prima e chi dopo ad essere contratto o rilasciato nella varie fasi

E facile immaginare quanto un millisecondo di contrazione in più o in meno possa modificare l'assetto di un piede e, di conseguenza, anche dell'altro

Ricordiamoci che la natura, in fisiologia, procede per funzioni simili ma mai uguali ed in particolare le funzioni antagoniste vengono, quasi sempre, svolte in tempi differenti

# gastrocnemio

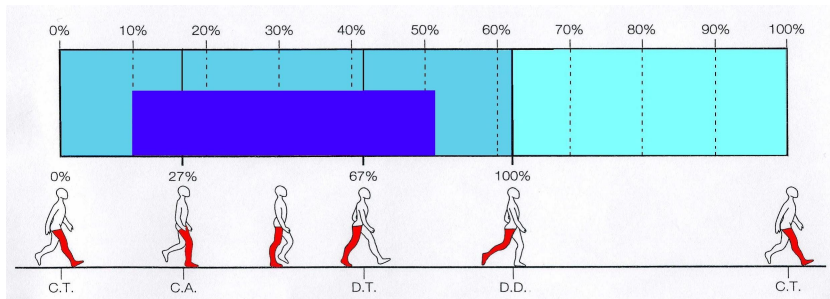
attività

fasica

- contrazione

metà finale della f. di contatto  
f. di appoggio intermedio  
prima metà della f. propulsiva

- rilassamento



Collegiamo idealmente la funzione del muscolo insieme a quella del soleo e pensiamo alla sua contrazione sotto il ginocchio, ancora prima dell'appoggio del piede a terra, quale massima funzionalità della pompa poplitea

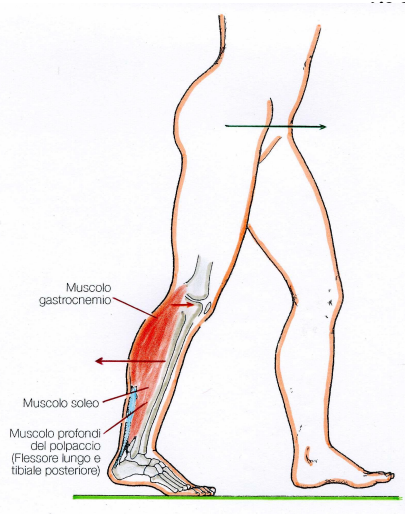
# gastrocnemio



durante il cammino il ginocchio non si estende **mai** completamente  
E ricordiamo che proprio il Soleo è il principale stabilizzatore del  
ginocchio evitandone l'iperestensione

# gastrocnemio

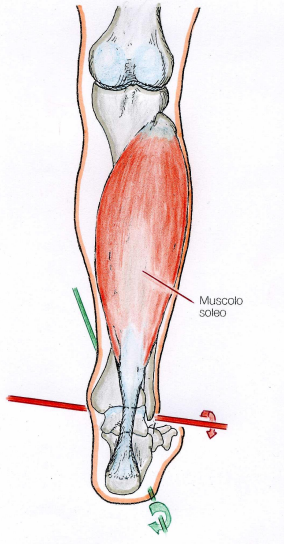
inizio propulsione



momento di  
forza del tronco  
accelera la flessione  
della gamba sul piede

20  
posteriore  
flessore lungo delle dita  
flessore lungo  
azione attiva  
involontario  
sollevamento \*\*\*\*  
del tallone

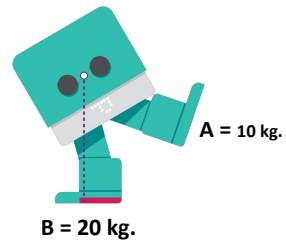
# soleo ...



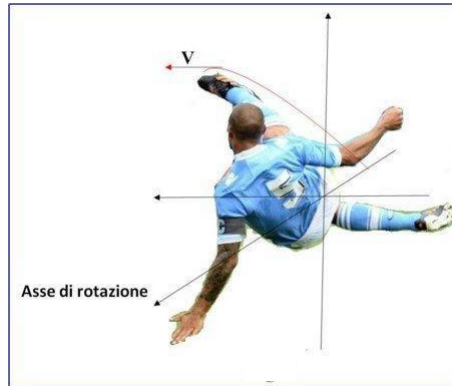
essore plantare \*\*\*  
el piede

pinatore \*\*  
lle S.A.

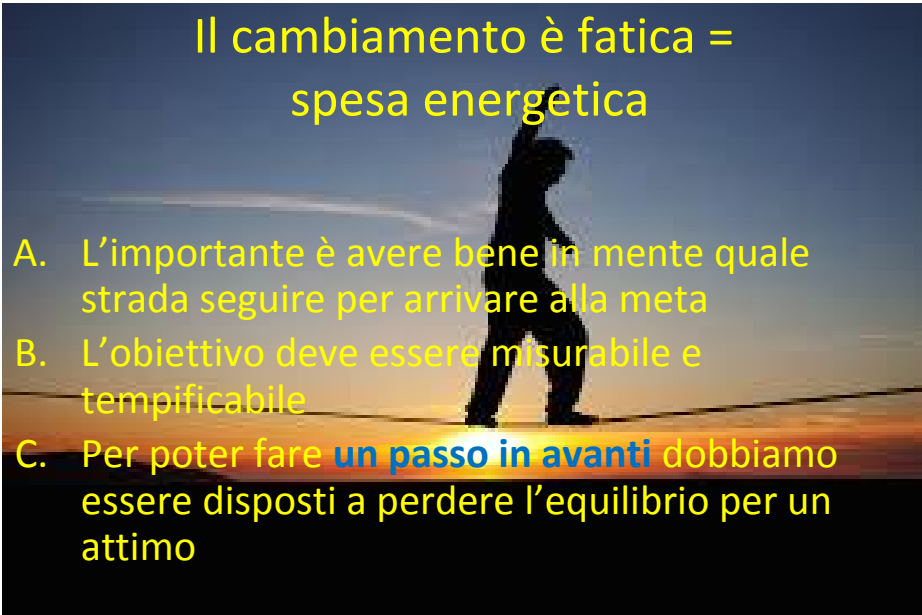
- . Quindi se la stessa forza viene applicata a due oggetti A e B, dove B è più pesante, o più distante dal **centro di rotazione** ( B.C.), allora B avrà anche un'accelerazione più lieve.
- Il nostro cervello potrebbe agire sull'inerzia, ovvero sulla predisposizione genetica piuttosto che culturale, a resistere ad un cambiamento di velocità/accelerazione?



# Momento di inerzia



Bisogna tener presente che il corpo umano può muovere ciascun arto in funzione degli altri portando a cambiare la distribuzione della massa sull'asse di rotazione e quindi ad una variazione del momento di inerzia.

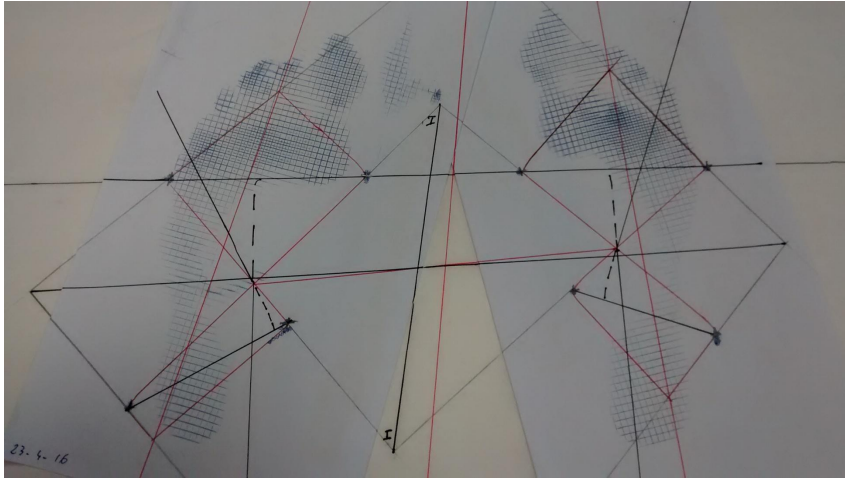


Il cambiamento è fatica =  
spesa energetica

- A. L'importante è avere bene in mente quale strada seguire per arrivare alla meta
- B. L'obiettivo deve essere misurabile e tempificabile
- C. Per poter fare **un passo in avanti** dobbiamo essere disposti a perdere l'equilibrio per un attimo

Per il punto A	dobbiamo avere gli strumenti e le energie necessarie
Per il punto B	dobbiamo essere padroni dei nostri sensi e aver pianificato i tempi di realizzazione
Per il punto C	dobbiamo avere una buona motivazione

## Il modello Orto R.



Questo mio modello matematico-geometrico cerca di unire e valorizzare le conoscenze scientifiche contenute nei modelli descritti sia in biomeccanica sia in posturologia evidenziando degli indicatori utili alla progettazione ortesica. Il mio obiettivo è quello di ottimizzare i circuiti periferici, a partire dal piede, insistendo in particolar modo sul controllo emodinamico.

Ho cercato di immaginare uno strumento di misura oggettivabile, economico, comparabile nel tempo e archiviabile che ripercorresse le conoscenze acquisite, per costruire una mappa che, io credo, il cervello utilizzi nella ricerca di quei meccanismi anticipatori che sono alla base delle sue scelte 'per funzioni'.

Saper leggere questa mappa non è semplice ma il provarci mi ha consentito, il più delle volte, di supportare la costruzione ortesica di quegli artifici biomeccanici volti ad evitare la deformazione plastica delle strutture coinvolte

# L'impronta podografica

## Rilevazione delle impronte

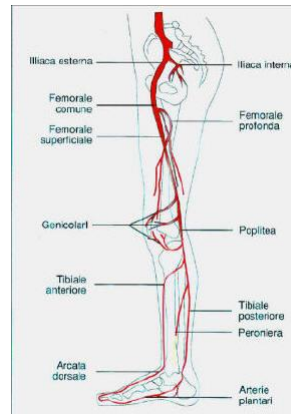
- In appoggio simulato/in sospensione
- In carico



questo modello si sviluppa allo stesso modo partendo da impronte rilevate

- Prima in carico simulato ovvero con il paziente seduto su di un lettino e con le gambe a penzoloni
- L'altra, come d'abitudine, in appoggio a terra

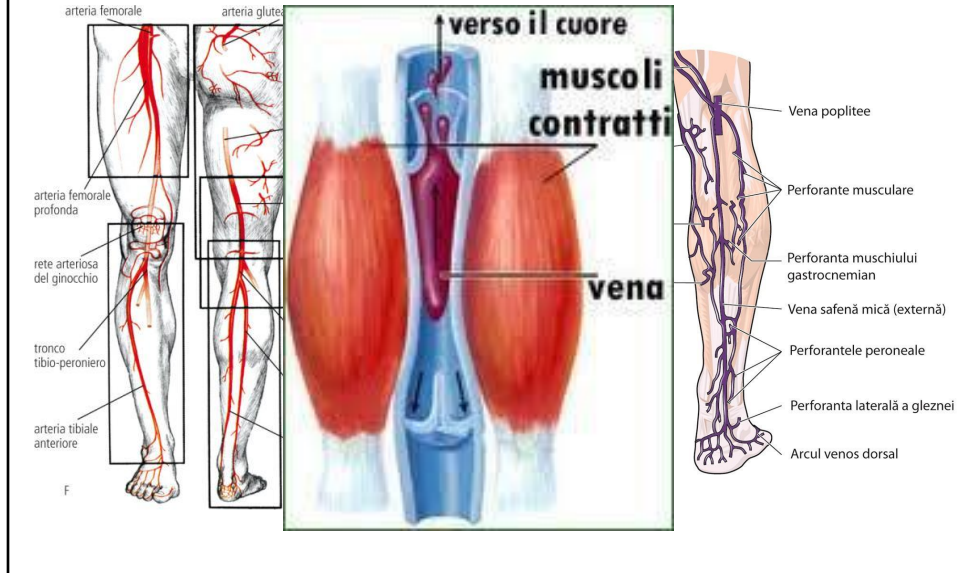
## Perché una impronta in sospensione?



Noi sappiamo che i 2/3 del sangue circolante devono tornare al cuore prima che il piede poggi a terra grazie al buon funzionamento della pompa poplitea  
E allora guardiamo come è fatta questa pompa e cerchiamo di immaginare chi controlla ... cosa ...

Con la stessa logica ed utilizzando l'impronta in sospensione, proviamo ad immaginare come i due piedi si avvicinino al piano gravitazionale, con quale inerzia rappresentata dalla distanza e dal peso di ogni arto rispetto all'asse di rotazione. Proviamo cioè ad immaginare il punto di partenza del circuito emodinamico fotografato l'attimo prima dell'appoggio al suolo ed a leggerne le posizioni e le velocità con cui l'unità funzionale ( i due piedi) si appresta ad affrontare il confronto con la gravità

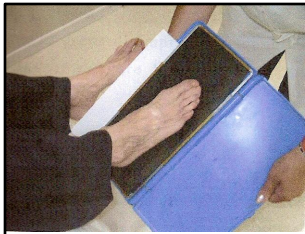
## Il terzo medio di gamba



Ripensiamo quindi all'architettura delle strutture a partire dal terzo medio di gamba. Esaminiamo con attenzione la posizione anatomica e il territorio vascolarizzato da arterie e vene per capire come la tempistica sull'azione del ventre muscolare posso agire già a livello di questa pompa



I piedi lasciati liberi di ciondolare dal terzo medio di gamba, assumono una posizione differente nello spazio perché non vincolati dal piano gravitazionale



## 1- il piano libero



Repere sui malleoli

Repere sulla testa di 1° e 5°  
metatarsale



- E qui vediamo come, dopo aver tolto l'appoggio alle gambe,
- 1 poniamo la tavoletta tampone facendola aderire in toto al piede e, quindi, immaginando quel piano essere il piano libero dall'assoggettamento alla gravità
- 2 portiamo la tavoletta e l'arto a confronto con la pressione e l'allineamento gravitativo, chiedendo al paziente di non forzare il tallone contro la tavoletta bensì di lasciare che si sollevi e solo in questa condizione e dopo aver esteso il ginocchio e portato tutto l'arto ad allinearsi con il piano di bacino, delle spalle e quello visivo, andremo a proiettare ortogonalmente alla tavoletta tampone i punti di reperi
- Quindi malleolo esterno-interno
- 1° MT - 5° MT

## Acquisizione impronta in carico

Per rilevare la deformazione dell'elica podalica sottoposta agli effetti della gravità



Per la rilevazione in carico il procedimento sarà quello abituale ma, dopo aver effettuato l'acquisizione, avremo cura di chiedere al paziente di porsi sui due piedi ..... come se aspettasse qualcuno .... E rileveremo la distanza abituale tra i due piedi misurata a livello del 1° testa Mt dx. e sn.

## Tutta l'attenzione al retro piede

- In sospensione , ovvero prima dell'appoggio al suolo

catena cinetica aperta

- In carico , ovvero all'incontro con il piano gravitazionale

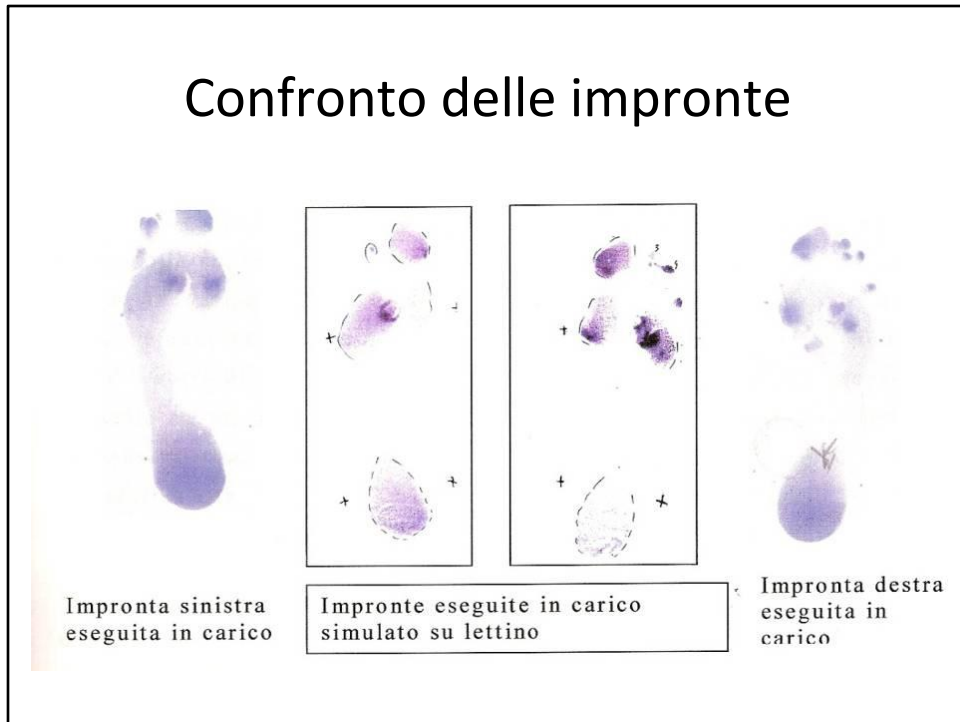
catena cinetica chiusa

Perché tutta questa attenzione al retro piede?

Perché quando facciamo aderire la tavoletta tampone al piede libero di ciondolare, l'impronta del tallone e, quindi, il suo rapporto con l'astragalo avviene a catena cinetica aperta (l'astragalo starà ancora lavorando in continuità con la gamba ) e ci racconterà della posizione angolare preprogrammata prima dell'appoggio al suolo. Cercheremo di vedere, quindi, il rapporto tensionale sul tallone espresso dai muscoli della gamba che, ricordiamo, al terzo medio devono già avere espressa la massima contrazione sulla pompa poplitea, e si preparano a passare il testimone ai muscoli della loggia anteriore che, per primi, devono ritornare attraverso afferenze (nervo), la posizione delle dita prima dell'appoggio al suolo.

La visione dell'impronta di tallone in carico avviene invece a catena cinetica chiusa e il rapporto calcagno astragalo deve essere preprogrammato per la massima espressione della funzione di moto cui il piede è dedicato

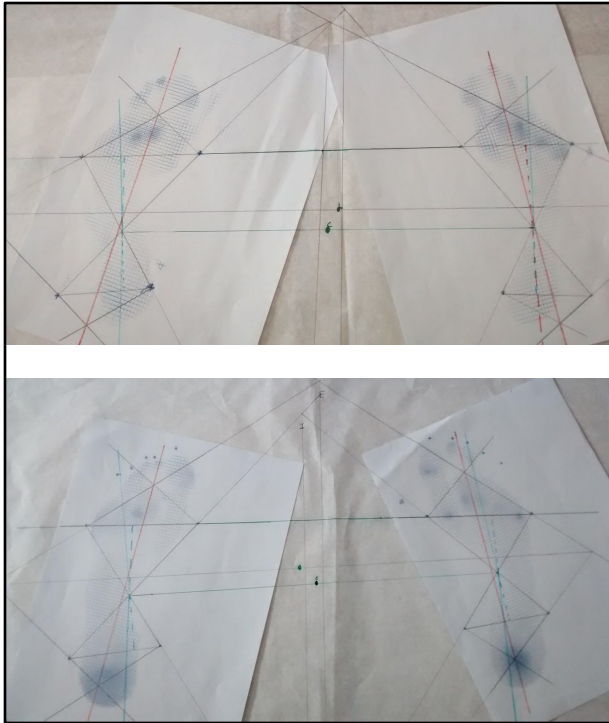
## Confronto delle impronte



Ecco perché risulta utile questa duplice rilevazione e quali le considerazioni sulle differenze?

L'immagine parla da sola e ci dice :

- Il differente carico sui due talloni
- La qualità del carico che si sviluppa sui cinque MT e
- Importantissimo** la qualità e la quantità dell'appoggio delle dita



## Confronto dei Diagrammi

Questo modello, da me chiamato ORTO-R, si basa sulla convinzione che il nostro corpo, e nel nostro contesto il piede, voglia e possa restituire informazioni al cervello, anche attraverso i distretti più fini, quello vascolare, capillare e linfatico.

Cerchiamo quindi di vedere questi diagrammi come fossero mappe tridimensionali che descrivono lo spostamento ( modulo -direzione – verso) delle masse fluide a livello dei due piedi.

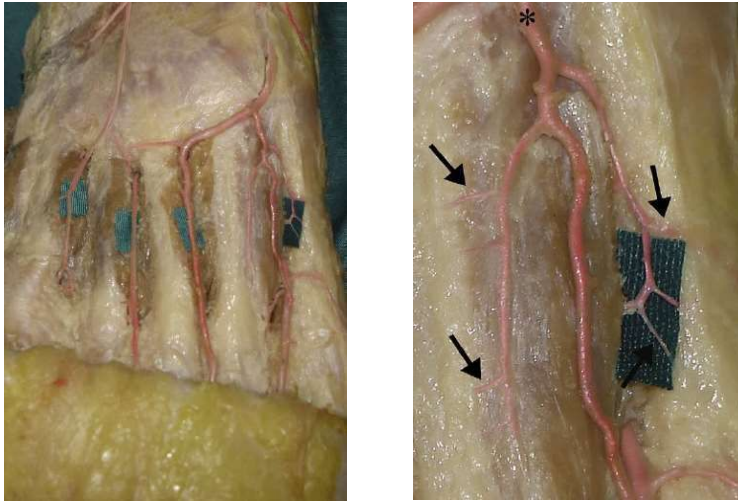
Cerchiamo di ricordarci sempre che nella circolazione sistemica circa i due terzi della resistenza si trova nelle piccole arteriole: esse possono effettuare un blocco quasi completo del flusso ematico ai tessuti o aumentare notevolmente il flusso solo con piccoli cambiamenti di diametro **in risposta a segnali nervosi o a segnali locali.**



Cerchiamo di capire quali possano essere le leggi fisiche che disciplinano il movimento (meccanica fluidica, energia cinetica), e quali le soluzioni di adattamento che caratterizzano questi piedi dx, di due differenti pazienti, nella trasmissione del moto dal tallone all'apice digitale.

È la stabilità (architettura) della struttura che permette la sua mobilità (biomeccanica). Questa struttura osteo-muscolo-fasciale è disciplinata dalle leggi della gravità e, soprattutto, della meccanica dei fluidi.

## Arterie terminali dorsali



A destra vediamo il dorso del piede dopo rimozione della cute e dei tendini estensori. Le arterie dorsali MTT procedono rette alle teste dei rispettivi MTT per apportarvi nutrimento. Le frecce indicano la branca periostale che porta sangue ossigenato all'area del I MTT e avvolge l'alluce. Possiamo notare come, a differenza degli altri MTT, il primo sia irrorato da 3 branche ricordandoci la condizione di esordio arterioso a livello della regione poplitea.

Nella delicata sequenza di rotazione e di equilibrio tra le fasi di pronazione e supinazione si ritrova tutto il buon funzionamento del piede. In generale è la totale **pronazione dinamica fisiologica** che consente la completezza dello schiacciamento plantare, ma è **la fase finale del passo, rappresentata dalla fase di appoggio del I dito contemporanea al sollevamento del tallone** ad essere di **estrema importanza nel massimizzare la spinta venosa del piede e nel favorire la sinergica e sequenziale azione dei muscoli del polpaccio.** Infatti è nella **fase di contrazione dei muscoli flessori-cavizzanti che si conclude con il totale carico sul I° dito che vengono spremuti i vasi venosi profondi che si trovano fra i muscoli cavizzanti e la volta ossea, imprimendo la massima velocità al sangue venoso e alla linfa.**

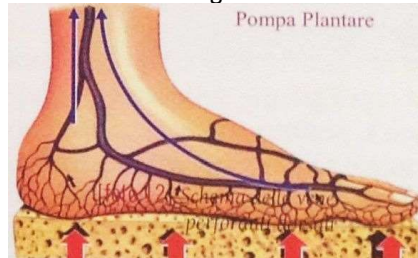


**Il buon funzionamento dinamico del piede, in definitiva una propulsione ottimizzata, dipendono anche dall'integrità anatomica e funzionale del primo raggio, che costituisce uno dei segreti operativi maggiori del sistema linfovenoso degli arti inferiori**

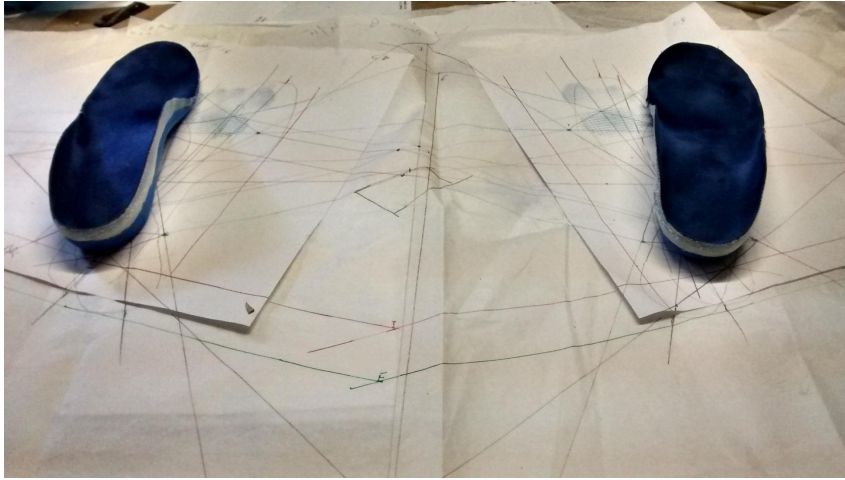
Tra una spremitura e l'altra c'è la fase di riempimento della soletta di Leyars. Fondamentale è favorire il deflusso degli arti inferiori, quindi ottenere un maggiore svuotamento venoso per velocizzare il circolo arterioso. La velocità di riempimento è in funzione del grado di svuotamento raggiunto che dipende dall'efficienza dell'irrorazione arteriosa, dalla funzionalità valvolare, e dalla corretta deambulazione. La determinazione delle variazioni di volume di un arto è conseguente alla variazione della quantità di sangue venoso che da esso defluisce.



In questo triangolo immerse in un tessuto comprimibile e su due piani trasversali differenti si trovano le più importanti vene profonde: le vene plantari interne ed esterne. Il movimento significativo di quest'area, che avviene ad ogni passo nella corretta deambulazione, permettendo la spremitura di queste vene, rappresenta il più importante cuore periferico e la più importante funzione vascolare del piede, la cui azione è poi sfruttata e ampliata dai muscoli del polpaccio e della gamba.



## Come si utilizza il grafico



Il modulo e il tempo con cui determinate pressioni vengono esercitate sulla superficie plantare in risposta a diverse necessità di appoggio, potrebbero essere responsabili di variazioni della qualità dei tessuti proprio perché legati ai meccanismi emodinamici. Il tempo con cui tali sollecitazioni vengono esercitate potrebbe essere particolarmente determinante per modulare le variazioni tessutali e diventa di conseguenza la variabile più interessante per poter lavorare sul ripristino della funzionalità e qualità dei tessuti e delle articolazioni.

Infatti uno dei principi fondamentali della funzione circolatoria è la capacità di ciascun distretto tessutale di regolare il proprio flusso locale in proporzione alle sue esigenze metaboliche

## Catena cinetica aperta e chiusa



## L'idea è

- Che sia possibile visualizzare e rappresentare graficamente la posizione reciproca dei due piedi rispetto al B.C.
  - a) prima dell'appoggio al suolo e
  - b) in carico ovvero sotto l'effetto completo della gravità
- Che si possano visualizzare e rappresentare graficamente le differenze e il gap dei Momenti delle Forze
- Che si possa rappresentare la velocità che i due piedi impiegano dall'appoggio di tallone allo stacco sulla prima MTF

Ma dove si trovano i due talloni un attimo prima ....dell'atterraggio rispetto al punto di arrivo?

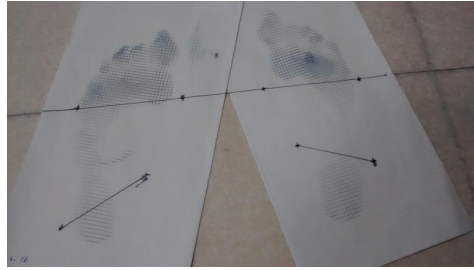
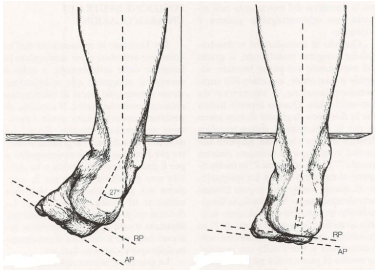


La linea di partenza nella costruzione del grafico, rappresentata a destra come una linea continua che congiunge i punti di repere dell'avampiede, rappresenterebbe la posizione dove la forza di reazione vincolare al suolo (GRF), ovvero la risultante delle forze scambiate tra piede e terreno andrà ad esprimersi rispetto ai vari metatarsali . in realtà quella che sul piano appare come una linea diritta, tridimensionalmente è la linea curva descritta dall'andamento delle due pale anteriori dell'elica podalica .....che vedremo di seguito

Detto questo riprendiamo dai primi passi della biomeccanica e, ricollegandoci a Root, guardiamo al rapporto tra retropiede ed avampiede così come appare sulle due impronte divise rispetto a come ci suggerisce l'immagine coniugata sull'asse intermetatarsale

## L'asse intermalleolare e l'asse intermetatarsale

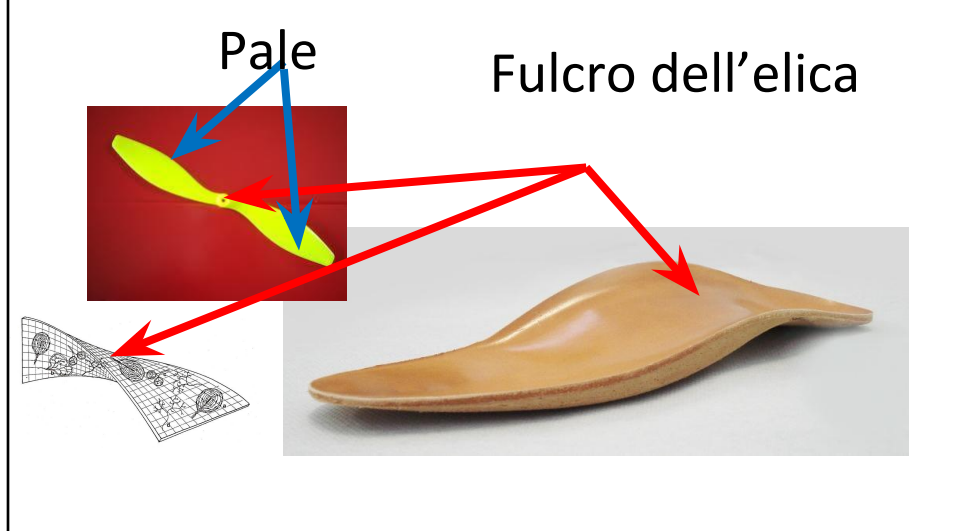
- Root e i criteri di normalità



Per capire la costruzione sarà utile riallacciarsi alla biomacchanica e ragionare sui rapporti di normalità rispetto alla condizione di parallelismo tra avampiede e retropiede .....

quale dei due retropiedi è più o meno supinato -addotto? E come si presenta rispetto all'avampiede?

## Il concetto dell'elica



L'elica è un organo intermedio in grado di trasformare la potenza meccanica di un albero rotante in una variazione della quantità di moto di un fluido, allo scopo di generare una propulsione secondo il principio di azione e reazione, (i coni inversi di Henche)

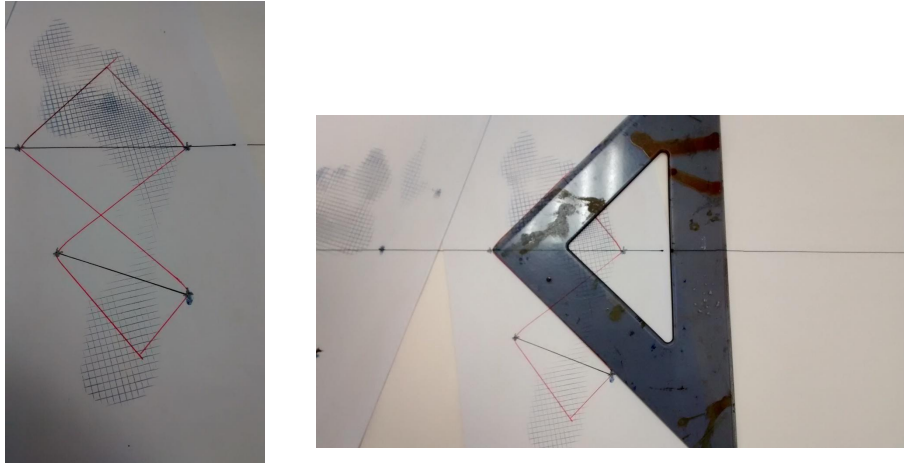
Il moto impresso al fluido è detto elicoidale e risulta essere la combinazione di un moto assiale e di un moto rotazionale.

Le pale si comportano come "ali rotanti" che impongono una variazione di quantità di moto nella direzione della **velocità di avanzamento**, al contrario delle ali convenzionali, la cui variazione di quantità di moto è normale alla direzione di avanzamento. Le pale sono calettate su un mozzo, collegato all'albero rotante ( ovvero unite tra loro in modo che combacino e si incastrino esattamente)

Un'**elica a passo variabile** è un'elica le cui pale possono essere ruotate attorno al proprio asse longitudinale in modo da cambiarne il passo. Quando questa operazione consente anche di ottenere un passo negativo e quindi un moto a marcia indietro si parla di **elica a pale orientabili**. La regolazione del passo avviene solitamente per mezzo di un circuito idraulico. Un'elica a passo variabile permette di regolare il passo in funzione della velocità desiderata

## La configurazione dell'elica podalica e del suo fulcro

- Papparella Treccia e l'elica a passo variabile

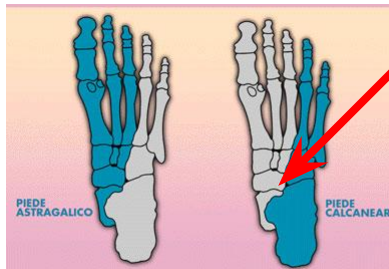


qui vediamo come, a partenza dai punti di repera sia possibile costruire le due pale dell'elica podalica

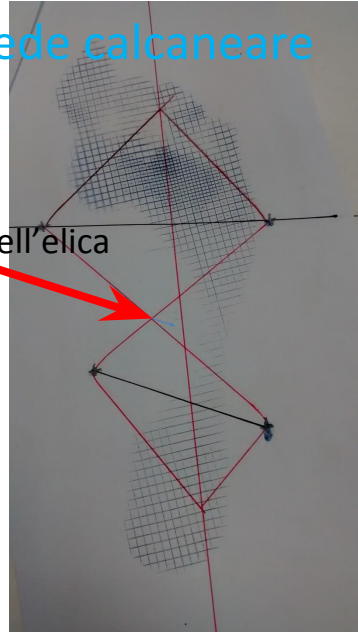
Come più volte detto, quello che vediamo rappresentata sul piano è la proiezione ortogonale di una immagine tridimensionale che, di conseguenza potrebbe avere linee curve

## Piede astragalico e piede calcaneare

- Pisani e l'asse del piede



Fulcro dell'elica



Una volta configurata l'elica, tracciamo l'asse del piede che, passando per i due vertici, dovrebbe intersecare il fulcro

Cosa mi rappresenta quest'asse?

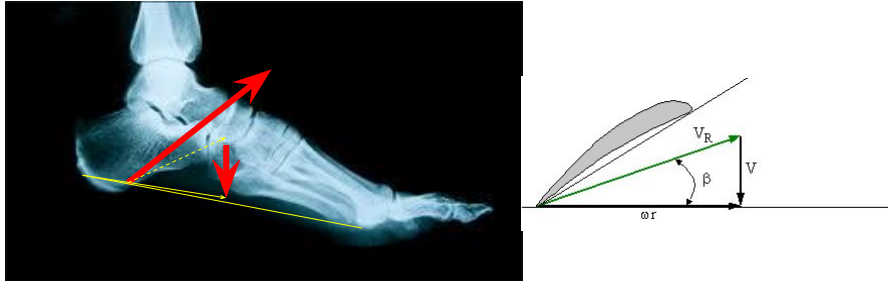
So che è difficile da immaginare ma, e son qui per accettare tutte le critiche possibili, per me quest'asse rappresenta la posizione in cui via via si esprime il rapporto di forze, la comunicazione, tra il mondo interno del piede e mondo esterno (piano gravitazionale)

Inoltre la distanza dell'asse del piede dal fulcro dell'elica mi esprime la **direzione della velocità di avanzamento** ovvero la **variazione della quantità di moto/ energia** che il piede statico dovrà imprimere/ spendere rispetto a quello dinamico.

Ricordiamo che la variazione di quantità di moto di un corpo è pari all'impulso che subisce

Ma come è possibile ?

## Elica a passo variabile

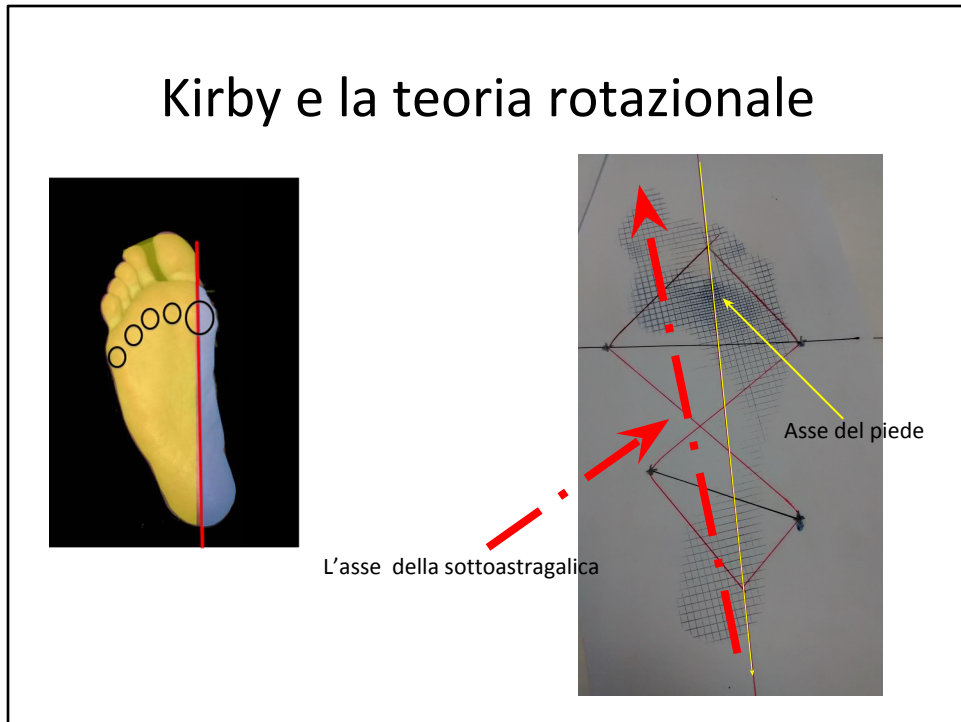


Il funzionamento dell'elica può venire schematizzato in maniera semplice considerando il suo profilo in moto rispetto ad un flusso in quiete, ed è dalla interazione tra profilo dell'elica e fluido che deriva la possibilità di accelerare il flusso tra la sezione a monte e quella a valle generando così un'azione di spinta del fluido al quale corrisponde, per la **3<sup>a</sup> Legge della Dinamica** un'azione uguale ed opposta che porta l'elica (e quindi il piede ad avanzare).

Tale azione è strettamente dipendente dall'angolo di incidenza del flusso con il profilo della pala che è individuato dal calettamento dell'elica rispetto al mozzo. Guardando l'elica in un piano meridiano è possibile individuare il triangolo di velocità che la caratterizza; più l'angolo di incidenza è grande, maggiore sarà la velocità di avanzamento e la spesa energetica

**Calettatura variabile:** questa soluzione permette di variare l'incidenza delle pale e di conseguenza si ottiene una variazione del passo, permettendone un funzionamento più efficiente in quanto è possibile adeguarne il funzionamento alle varie condizioni di moto; il rendimento dell'elica stessa è dato dal rapporto tra l'energia propulsiva prodotta e l'energia spesa dal motore al fine di massimizzare l'autonomia del sistema senza incorrere in condizioni critiche per le pale quali la perdita di portanza ed il conseguente stallo dell'elica.

## Kirby e la teoria rotazionale



Kirby sostiene che quando le Forze laterali sono uguali alle Forze mediali, l'asse della sottoastragalica si trova in posizione normale.

Quindi, come in questo caso, l'allontanamento dell'asse del piede rispetto alla neutra che, viceversa, dovrebbe passare per il fulcro dell'elica, (il punto di incastro anatomicamente si dovrebbe trovare tra 2° e 3° cuneiforme) demarca un'area supinatoria del calcagno, fino all'intersezione con il fulcro, aumentata e quindi la necessità di un aumento della quantità di moto/energia del retro piede per mantenere stabilità

Cosa significa tutto ciò per il primo appoggio di tallone che urta contro il pavimento?

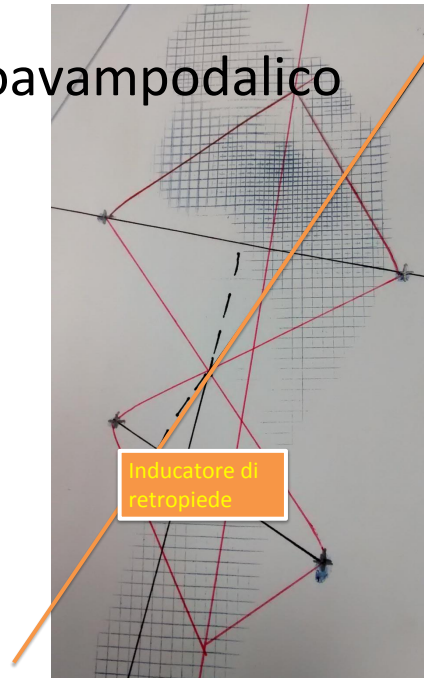
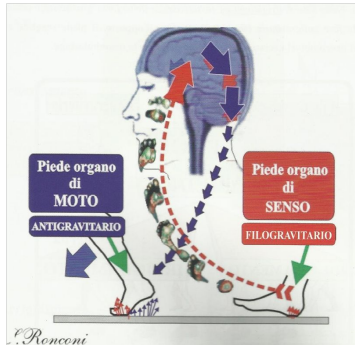
Che il profilo dell'elica ovvero il rapporto tra calcagno e astragalo è troppo alto ....

Stiamo cercando di aumentare la velocità di avanzamento ma... il motore è sotto sforzo

A cosa è dovuta questa ricerca di aumento della velocità?

## Il rapporto retroavampodalico

- Ronconi e le leggi di compressione e rilascio



Qui compaiono questi 2 indicatori che descrivono il rapporto tra retro piede ed avampiede

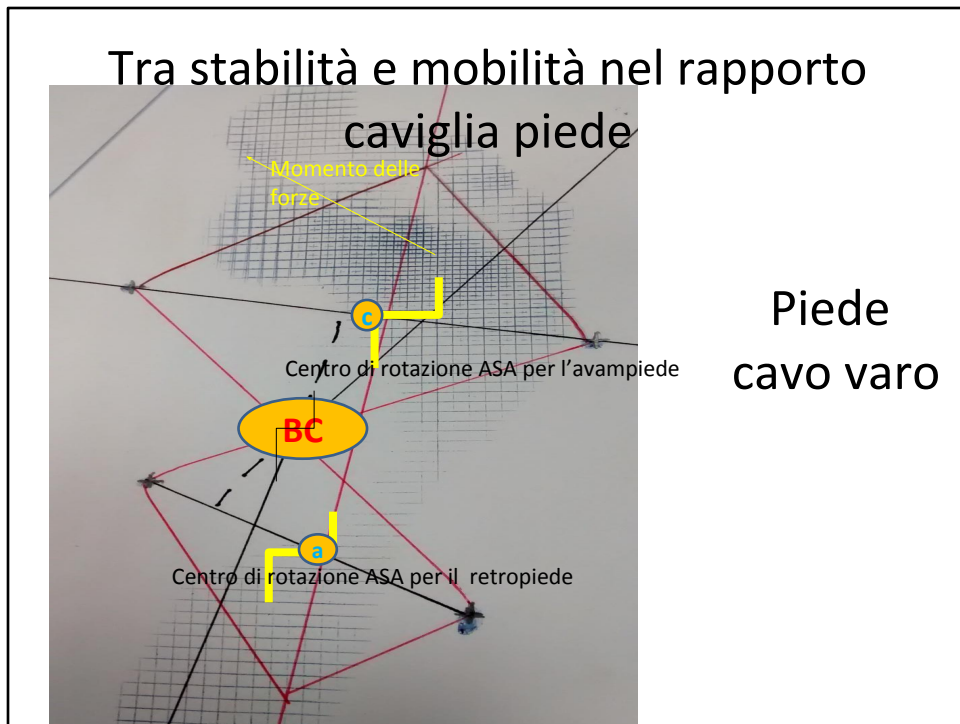
Come funziona questo incastro che vediamo rappresentato da queste linee tratteggiate che si influenzano reciprocamente, appunto, determinando quel passo variabile di cui parla Papparella Treccia?

Un indicatore del retro piede che punta, come nell'immagine, sul 5° raggio anziché sul 3° come dovrebbe avvenire nella norma, descrive un eccesso di compressione del lato esterno della pala anteriore che, a sua volta determina un rilascio del lato mediale della pala posteriore

Ricordiamo però che i due piedi si influenzano a vicenda e che, quindi, i compensi si realizzeranno anche in modo incrociato

In termini di catene muscolari è possibile immaginare un piede cavo, dove la sottoastragale, ricevuto il carico, impiega **troppo tempo** ad orientarsi al rilascio/pronazione dei muscoli del comparto postero-laterale (informazioni che tornano – vena piccola safena e peroniera) prima di attivare (arteria tibiale) i muscoli della loggia mediale alla compressione.

Questo gap temporale viene, in parte, compensato dal movimento inverso del cono superiore dell'astragalo che, agendo sull'avampiede, accelera i contributi informativi di ritorno al fine di migliorare la performance del retro piede ma a scapito della performance motoria.



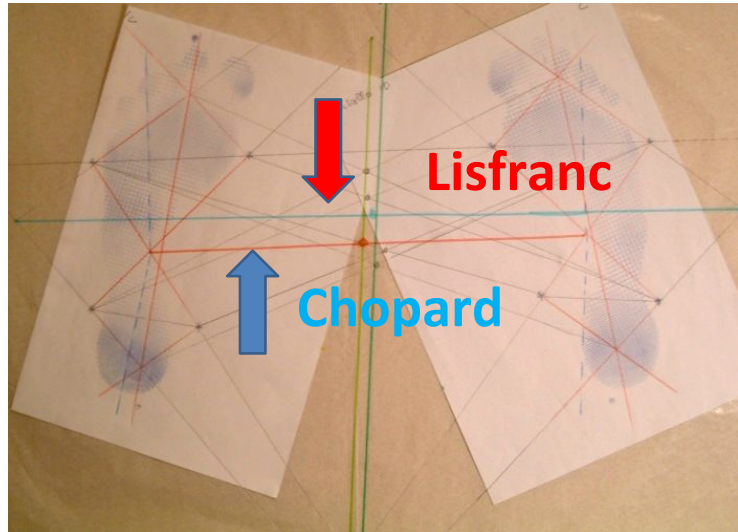
A pagare in termini sintomatologici il cambio di velocità sarà proprio la metatarso falangica del terzo dito che, come mostra l'immagine, registrerà con una iperpressione il momento dell'inerzia che dal terzo, si scarica verso l'interfalangea di primo dito

Immaginiamo quindi una massa peso arto inferiore che si scarica su un retro piede ancora troppo distante e/o troppo pesante rispetto al suo centro di rotazione situato esattamente sopra l'intersezione con la linea rossa (asse del piede) con la linea nera che congiunge i punti di repere del malleolo tibiale e peroneale

La stessa cosa varrà per il terzo metatarsale, situato esattamente sull'asse del piede; pertanto la funzione di moto del piede risulterà troppo lenta al cambio di direzione dal piede calcaneare (stabilizzante) al piede astragalo (piede del moto).

Si produrrà quindi un ipertensionamento (compressione) sulle strutture fino al terzo dito che tenderà alla griffe e una situazione spesso ancora sbilanciata sul primo dito che, come mostra l'immagine cerca ancora compressione ovvero spesa energetica

## La Chopart e la Lisfranc



La linea congiungente i punti più estremi del poligono esterno viene vista come la linea di Lisfranc dove, sul piano trasverso, dovrebbe iniziare il movimento dei primi tre raggi mentre il movimento di 4° e 5° raggio terminano tra la Chopart e la Lisfranc. Questo fattore rende conto del concetto di ... fondo corsa pronatorio del 4° raggio che definisce quella posizione variabile della neutra della sottoastalgica. Ricordiamo infatti che il 5° MT manca di una arteria dorsale e che quella plantare si ricongiunge all'arcata. Quindi, mentre il rapporto arteria-vena dei primi 4 MT si conclude in corrispondenza dell'arcata, il 5° raggio ed i muscoli posturali ad esso riconducibili, quelli intrinseci in particolare, possono concludere prima la loro comunicazione col piano gravitazionale iniziando la fase di rilasciamento così da ritornare informazioni molecolari attraverso le vene del comparto postero laterale (piccola safena) appena il calcagno tocca il suolo.

# Costruire su diagramma - caso clinico

20 aprile 2013                      17 giugno 2017

Paziente di 77 anni

- ❖ Infarto miocardico nel 1983
- ❖ Intervento di protesi anca dx. 1995
- ❖ Diabetico I.D. dal 1995
- ❖ Intervento di protesi anca sn. Nel 2005

Dorsiflessione della T.T. completamente assente a sn.  
Piede piatto pronato ( Charcot) a sn.

## Come accelerare o rallentare ... i flussi



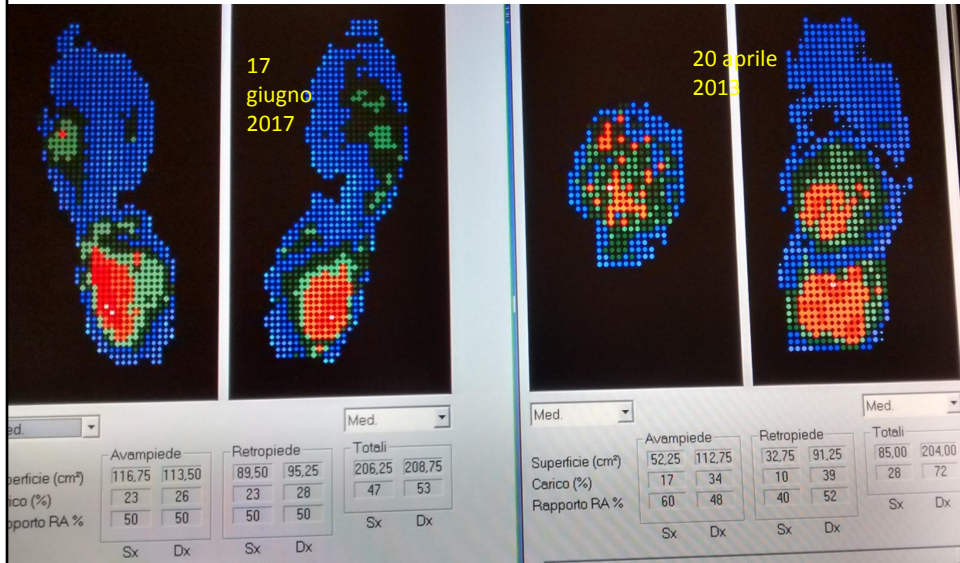
## Ricondizionamento del plantare costruito nel 2013



Ricondizionamento del plantare  
costruito nel 2013



# L'utilizzo della baropodometria



Il confronto di queste due immagini parla da solo

A dx. è riportata la risultante dell'appoggio in dinamica eseguito nel 2013

A sn. La risultante dell'appoggio in dinamica eseguita nel 2017

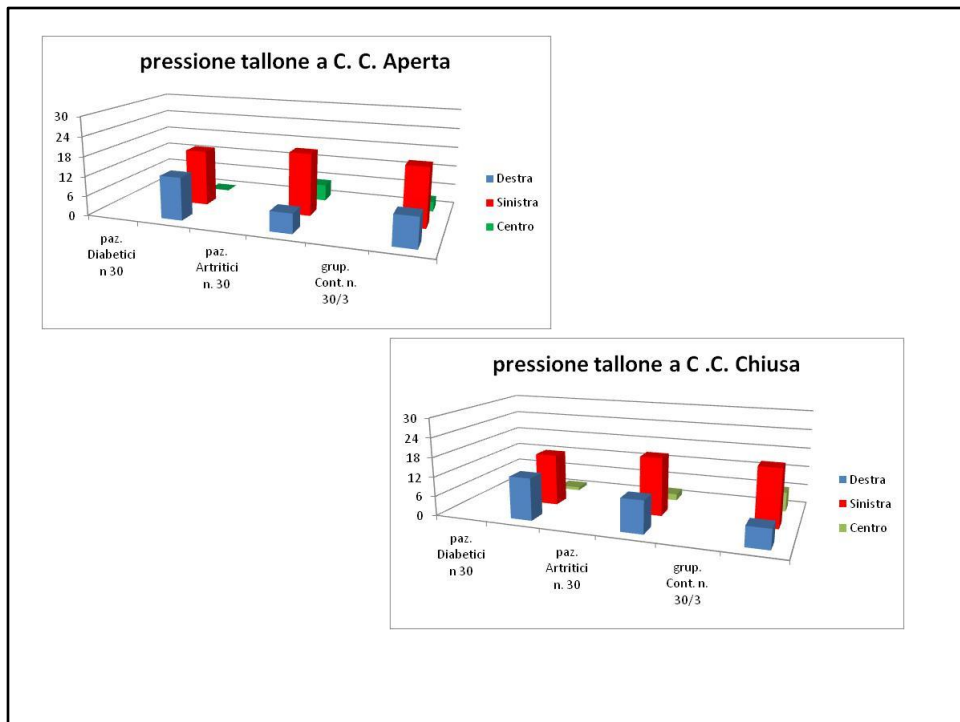
Un plantare correttamente eseguito  
può essere portato anche nella  
calzatura da riposo



## Ricerca osservazionale



Nel corso di una tesi di laurea abbiamo effettuato una serie di rilevazioni di tipo clinico e strumentale comparando i dati rilevati relativi a due popolazioni di pazienti (29paz. artritici e 27 paz. diabetici) , con una popolazione di controllo di 10 giovani studenti in podologia

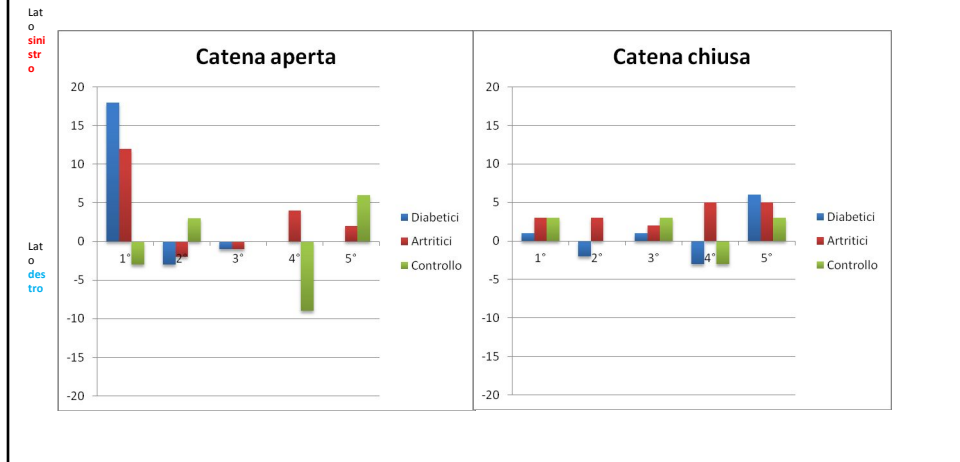


Come vi avevo anticipato, vorrei portare alla vostra attenzione, alcuni dati numerici rilevati nel corso della mia tesi

Vi mostro alcuni risultati numerici relativi alla comparazione dei grafici eseguiti sia a Catena Cinetica Aperta sia a Catena Cinetica Chiusa nelle tre popolazioni esaminate. I dati sono relativi ai punti di massima pressione individuati sull'impronta confrontando le immagini dei due emilati e cogliendone le differenze significative relativamente a:  
 tallone  
 teste metatarsali  
 dita

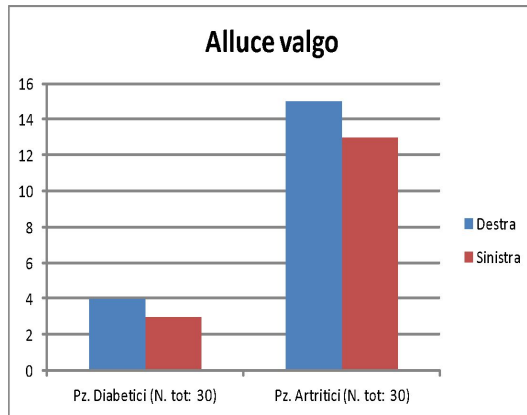
# Chi da più pressione sulle teste metatarsali

la lateralità gestisce i tempi.



la facilitazione anatomica del lato sinistro per il vaso arterioso e del lato destro per quello venoso richiedono una tempistica riempimento/compressione - svuotamento/distensione con minime differenze tempistiche tra i due emilati, differenze che assumono un valore temporale più marcato nei casi di manifesta lateralità dei soggetti.

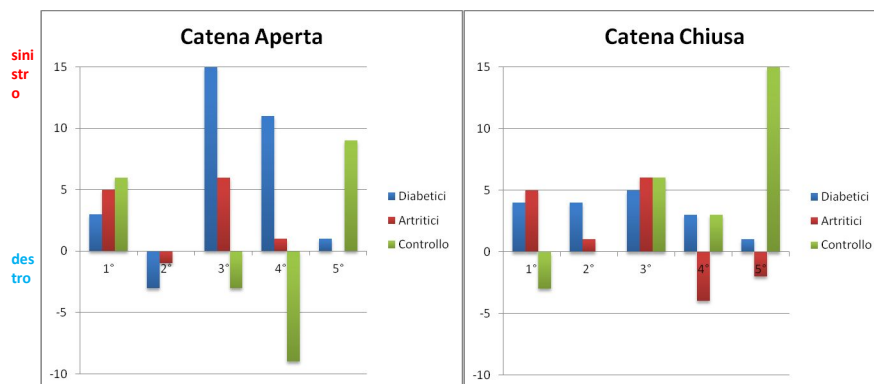
## Diagramma alluce valgo nelle due popolazioni patologiche



La prevalenza di alluce valgo e borsite della 1° MF si registra nei pazienti artritici, con una prevalenza maggiore a destra .

Nei pazienti artritici è significativo il numero complessivo di pazienti che presentano alluce valgo (n. 28), di cui 6 sono ricorsi all'intervento. Nei pazienti diabetici sono solo 7 i pazienti che presentano alluce valgo e nessuno è ricorso all'intervento

## E il... fondo corsa pronatorio?



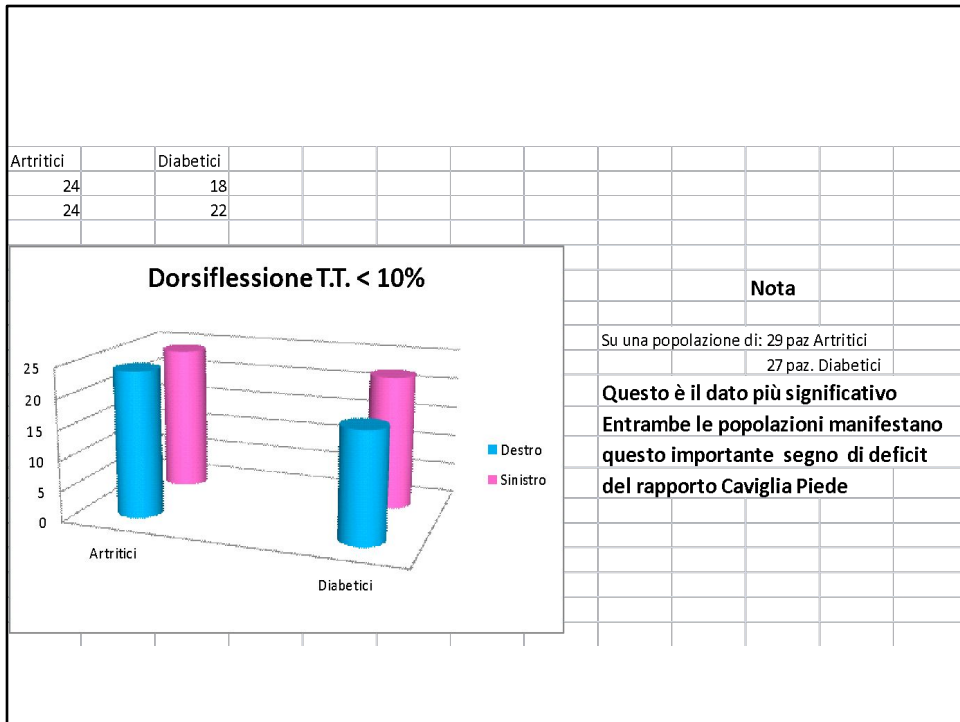
Il dato più significativo è la differenza di appoggio sul 4° dito.

Il 4°MTT e 4° dito, evidenziato dagli autori come fondo corsa pronatorio, risulta per entrambe le popolazioni patologiche molto coinvolto nell'appoggio pressorio.

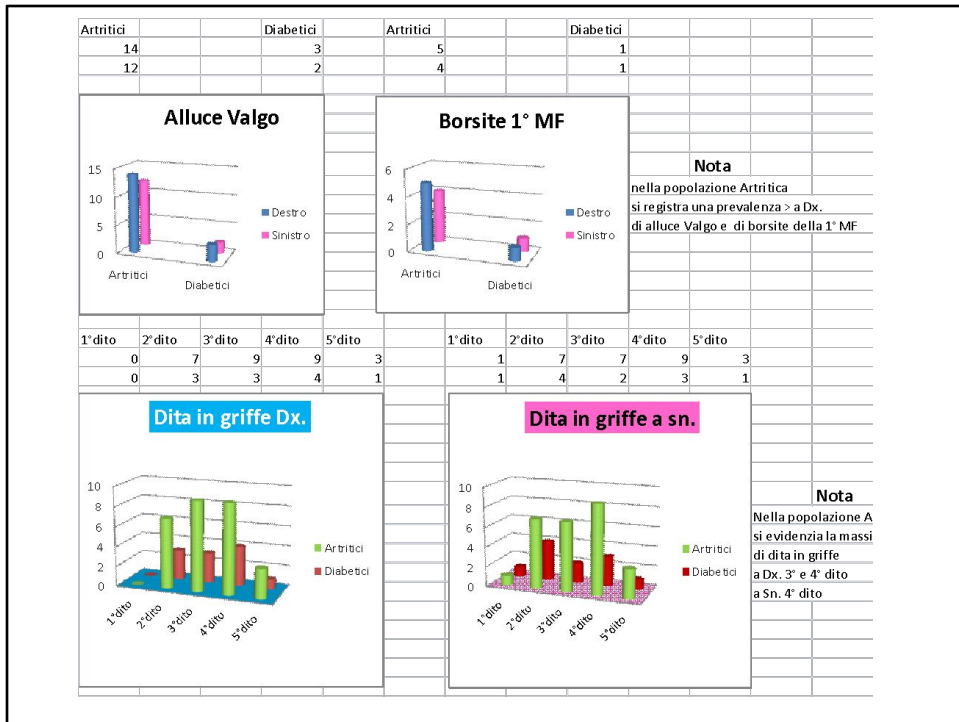
A differenza del gruppo di controllo che esercita a dx. la massima pressione sul 4° e quindi a sinistra la massima pronazione (fondo corsa pronatorio) prima dell'appoggio al suolo, le due popolazioni patologiche e soprattutto i diabetici, partono contraendo a sn. e dunque con fondo corsa a dx.

A C.C.C il fondo corsa (statisticamente parlando) si realizza a dx. per i diabetici e per il gruppo di controllo, prevalentemente a sn. per i pazienti artrici.

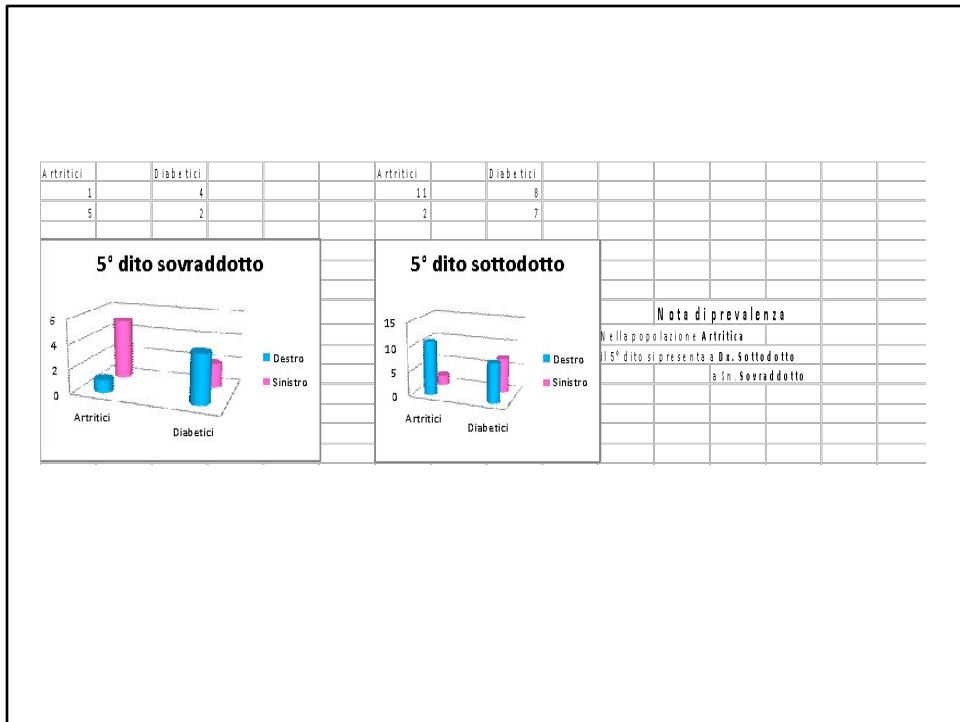
Forse la prevalenza registrata nel gruppo di controllo per un fondo corsa sul 4° di dx. potrebbe voler dire che, a quell'epoca e in quelle precise condizioni gravitarie, il massimo fondo corsa pronatorio, il rilasciamento, avveniva statisticamente sull'emilato dx. con una rotazione, nel solo gruppo di controllo, da dx. verso sn.



Sicuramente, però, il dato più eclatante è quello relativo alla impossibilità alla dorsiflessione di caviglia della quasi totalità di pazienti di entrambe le popolazioni. Quindi i problemi iniziano già dal retro piede.

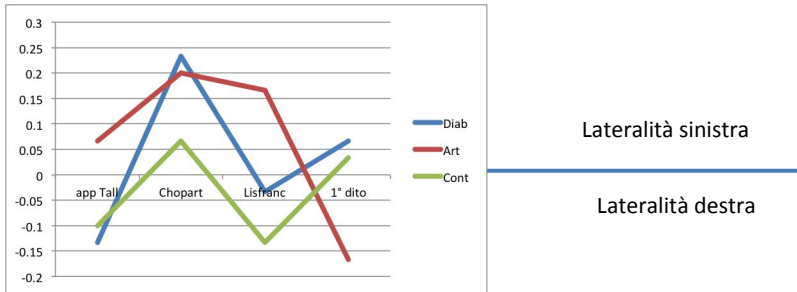


E finiscono per scaricarsi sull'avampiede e sulle dita dove, la sintomatologia osteo articolare, vede una prevalenza nella popolazione artritica di modificazioni del comparto metatarso digitale ed in particolare di alluce valgo



Interessante a mio parere è la prevalenza di un 5° dito sottodotto a dx. nel 40% dei pazienti affetti da A.R  
 Mentre il 50% dei pazienti diabetici presenta un 5° dito sottodotto ma il con una variabilità sn. Dx. pressochè uguale

## La lateralità gestisce i tempi



Questo quadro risulta di particolare efficacia nel visualizzare il contesto della lateralità dominante sinistra nelle tre popolazioni in oggetto; rispetto al gruppo di controllo però, i diabetici risultano fortemente implicati nello spostamento da un emilato verso il controlaterale nelle fasi che attengono al retro piede mentre l'artitico sviluppa sul piede astragalico tale necessità.

In particolare le due popolazioni risultano in contrasto di lateralità sia nell'appoggio di tallone sia in quello di primo dito



Se riconduciamo quindi le esigenze di avvolgimento/svolgimento dell'elica ai gradienti emodinamici indispensabili per i contributi arteriosi locali e venosi del cervello, riconsideriamo in termini progettuali la realizzazione di un'eventuale ortesi plantare