

Pedana di forza

FORZE

La forza è data da qualsiasi causa capace di modificare lo stato di quiete o di moto di un corpo. Una forza è l'azione di un corpo su di un altro.

Per descrivere una forza applicata, tre elementi sono necessari:

Punto d'applicazione

Intensità

Direzione e verso

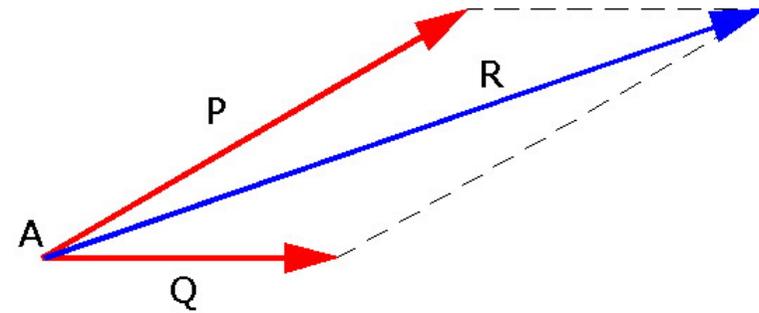
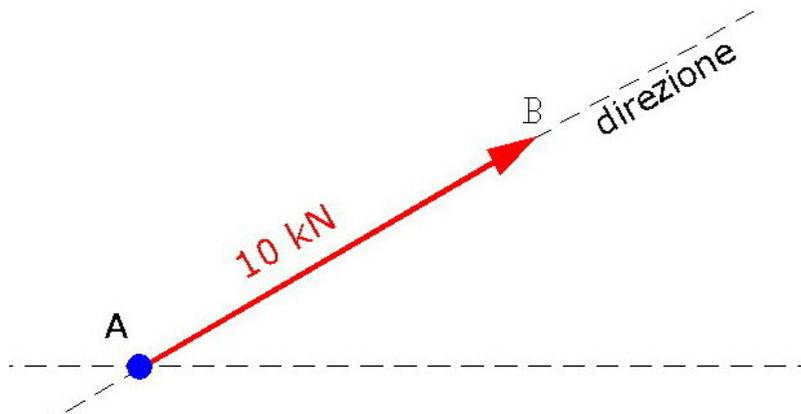
Il punto d'applicazione è il punto del corpo a cui è applicata la forza (il punto A della figura).

L'intensità (oppure il modulo o la grandezza) di una forza è il numero espresso in Newton [N] che misura il valore della forza.

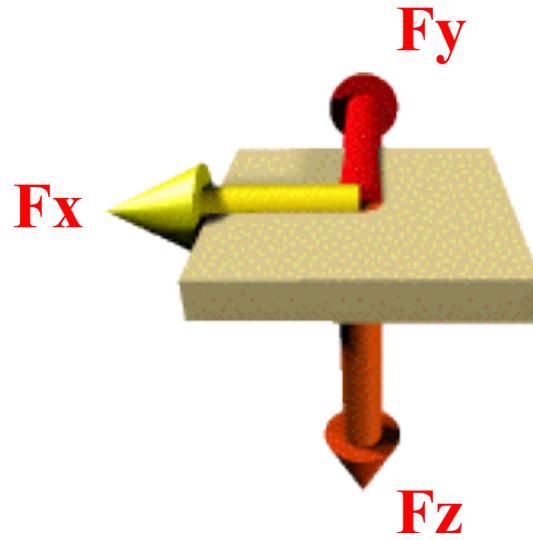
La direzione è definita dalla retta d'azione ed il verso dalla freccia.

Due forze P e Q, applicate nel punto A, possono venire riassunte nell'unica forza R, che esercita lo stesso effetto su A.

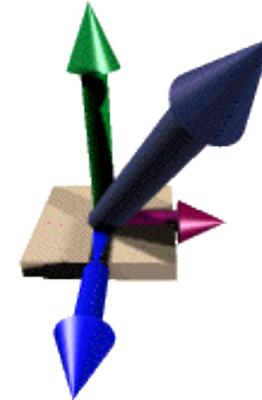
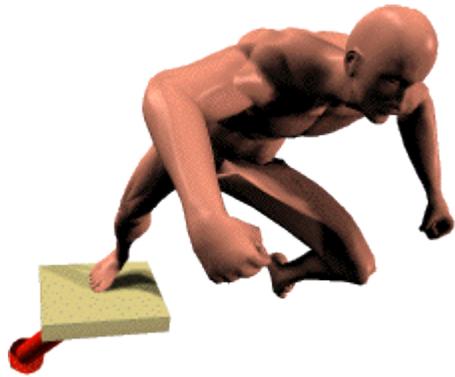
Tale forza R prende il nome di Risultante. Questo modo di comporre le due forze P e Q, prende il nome di regola



Le Forze misurate su tre assi



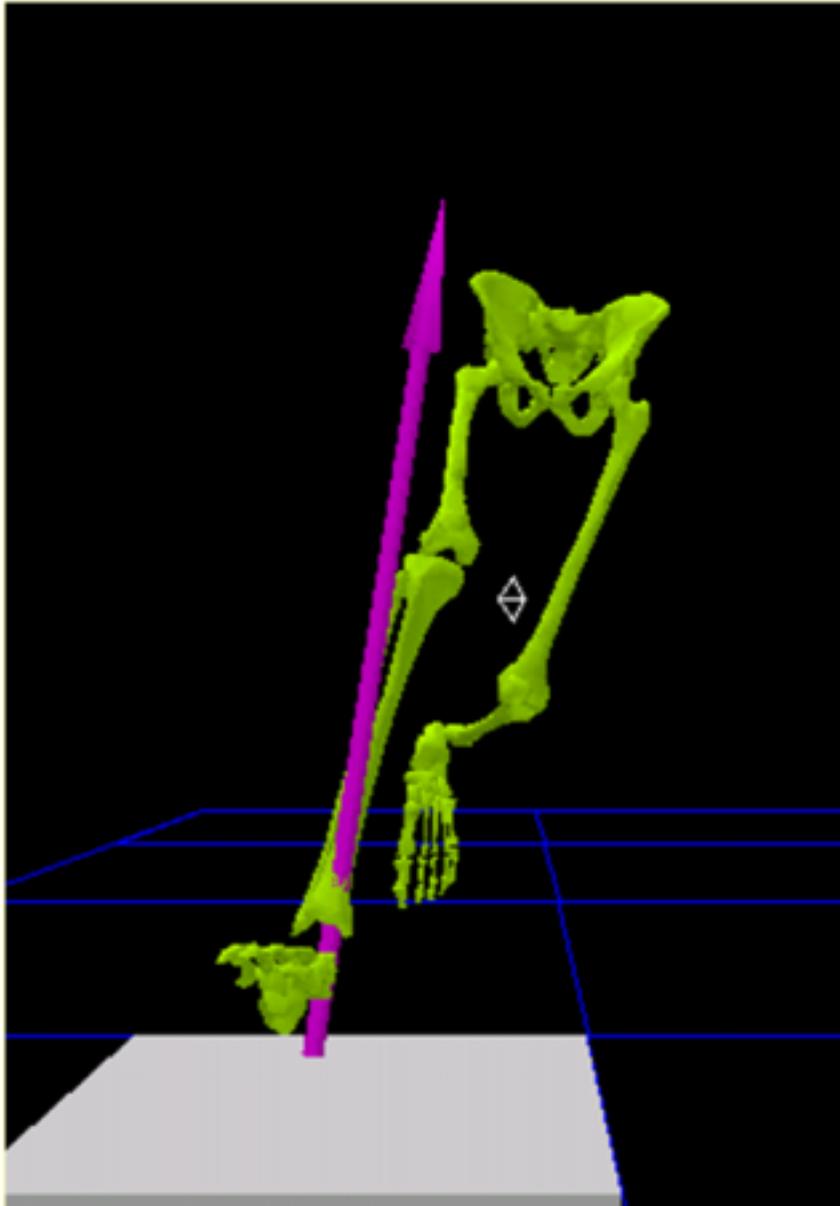
Forza Risultante



Poter interpretare correttamente il segnale della pedana è indispensabile conoscere la “cinematica” del movimento che si sta studiando

La pedana può essere usata in vari ambiti:

- ✓ **Studio delle posture**
- ✓ **Studio dei movimenti sportivi (salti, corse)**
- ✓ **Diagnostica**
- ✓ **Riabilitazione**



Fondamentale
analizzare i
pattern motori
includendo
anche la
cinematica alla
dinamica

A parità di
pressione e di
forza prodotta
posso ottenere
diverse
configurazioni
corporee

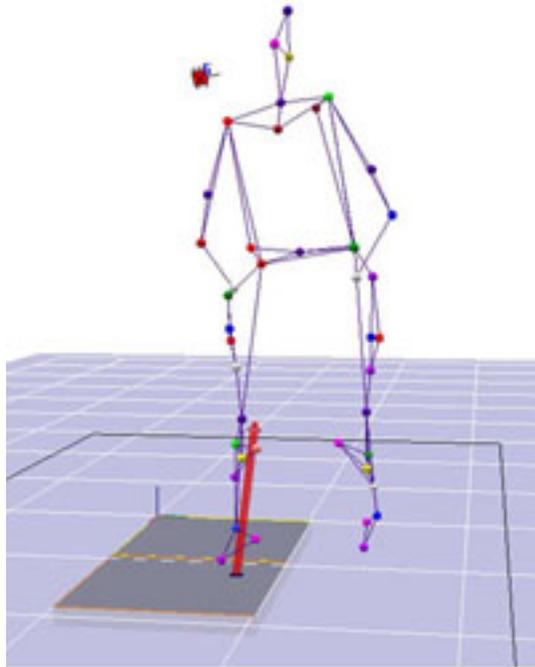


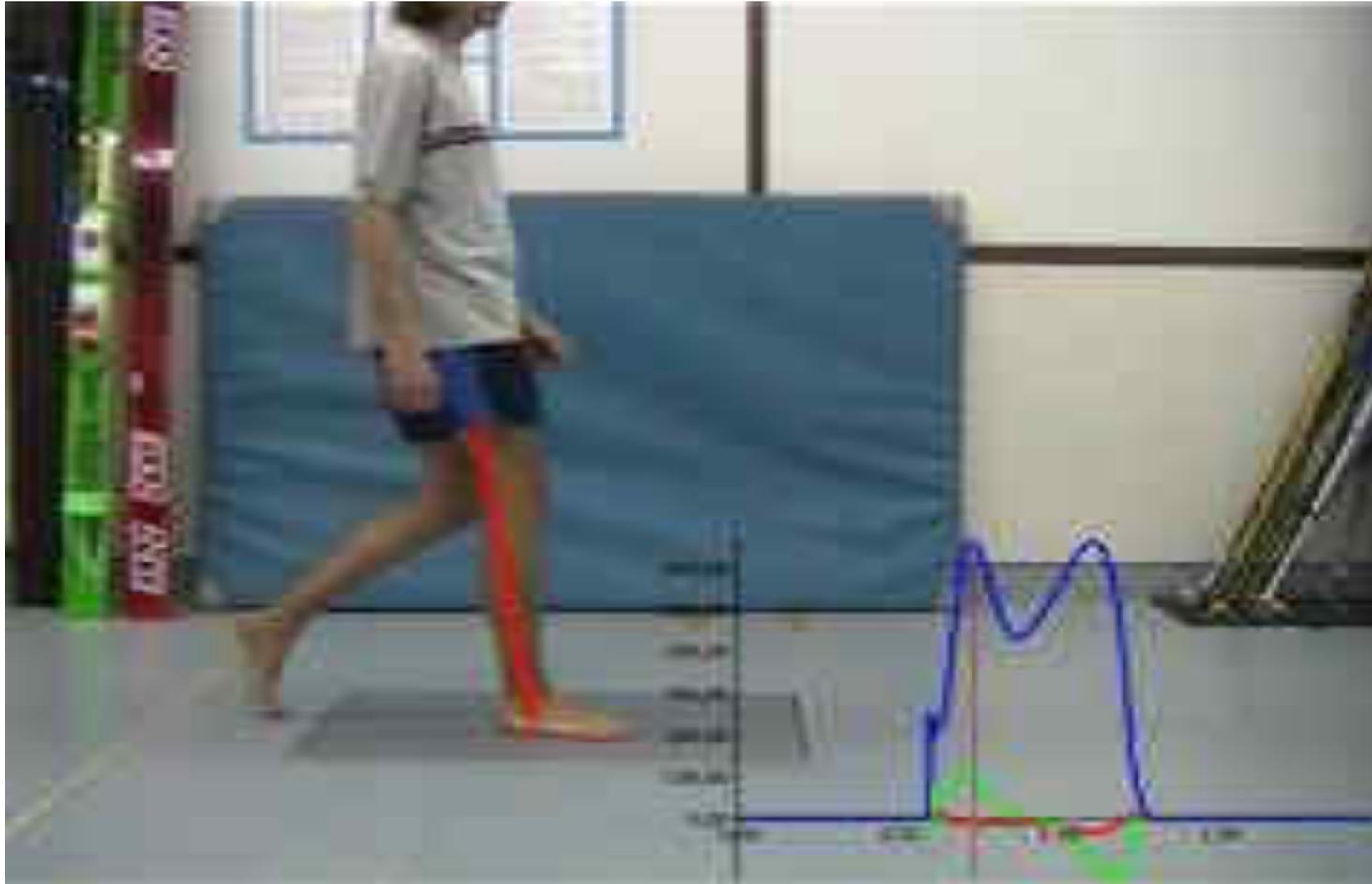
Image by Pat Buchanan

La pedana di forza

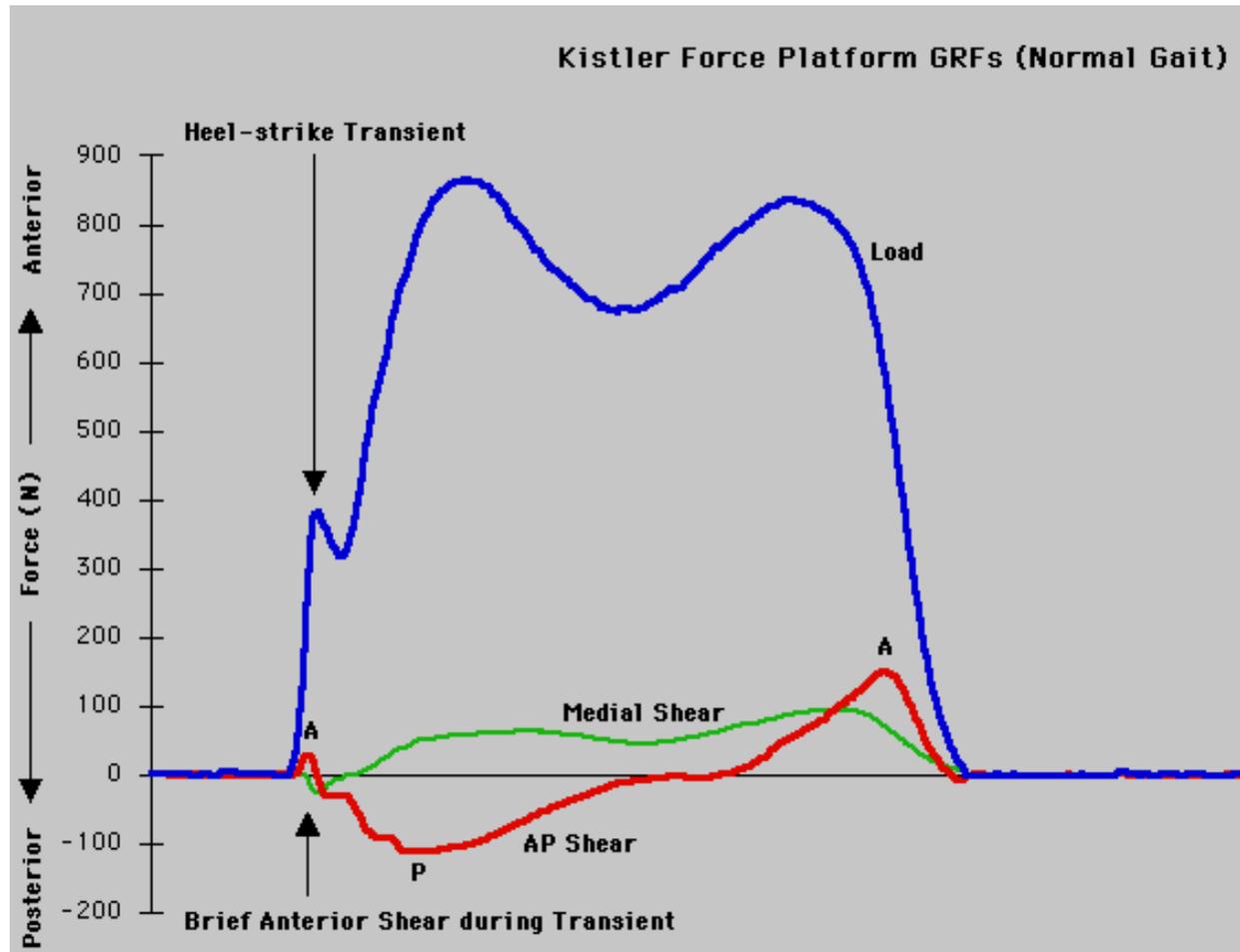
- **Permette di misurare :**
- **- Le forze su tre assi**
- **- Gli spostamenti antero-posteriori e latero-laterali**



La pedana

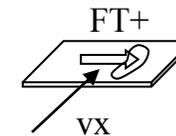
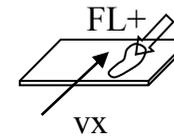
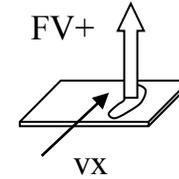
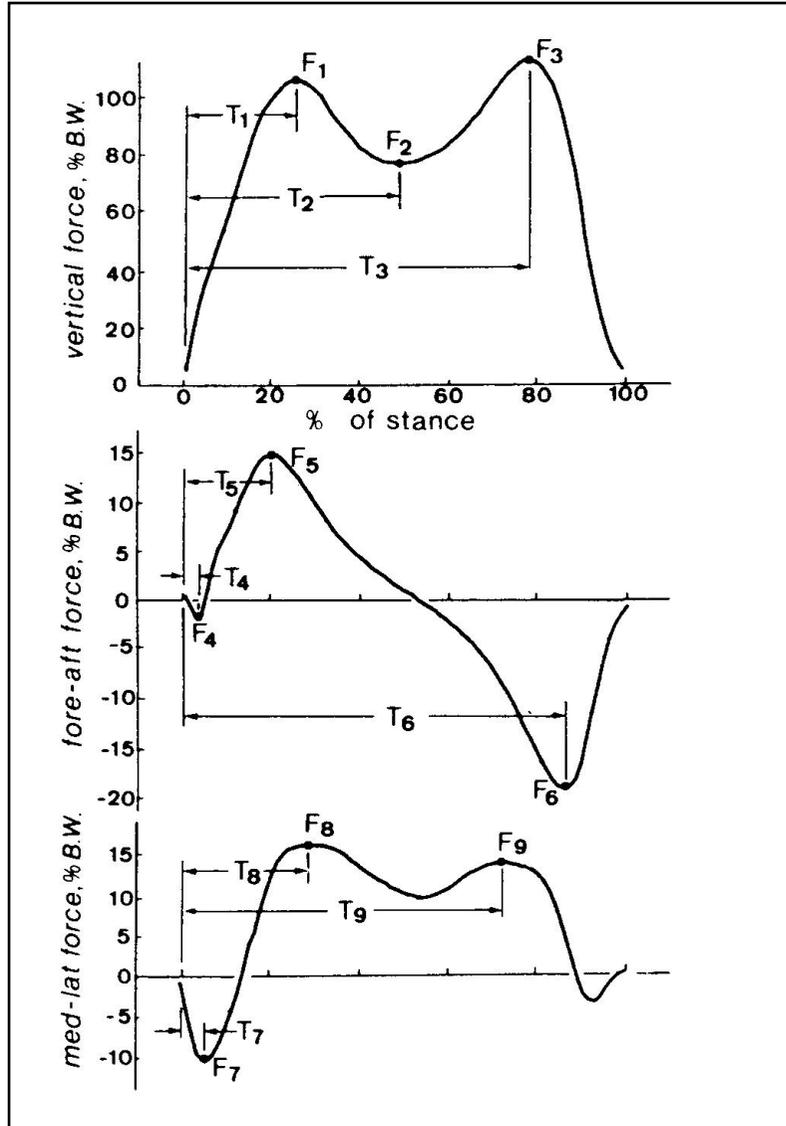


Ground Reaction Force





CICLO del PASSO



Parameters of Gait

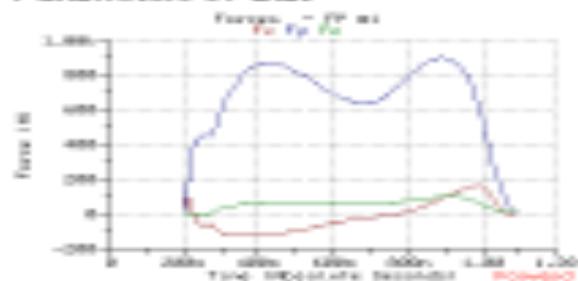


Fig. 2: Ground reaction forces (GRF)

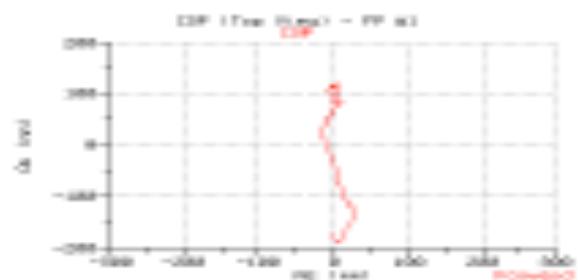


Fig. 3: Center of pressure (COP)

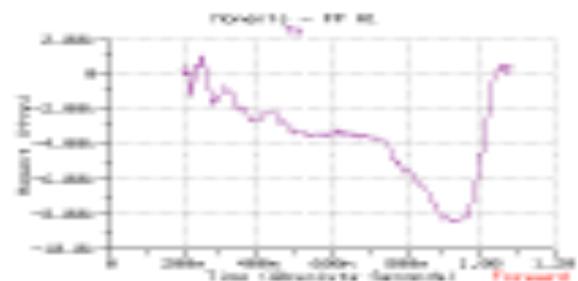


Fig. 4: Frictional torque T,

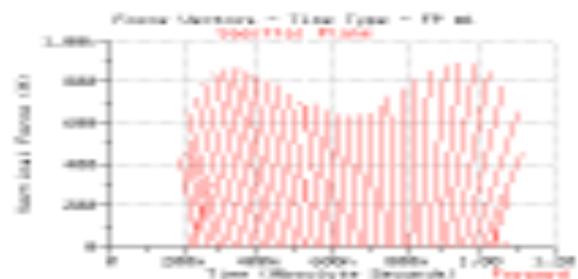
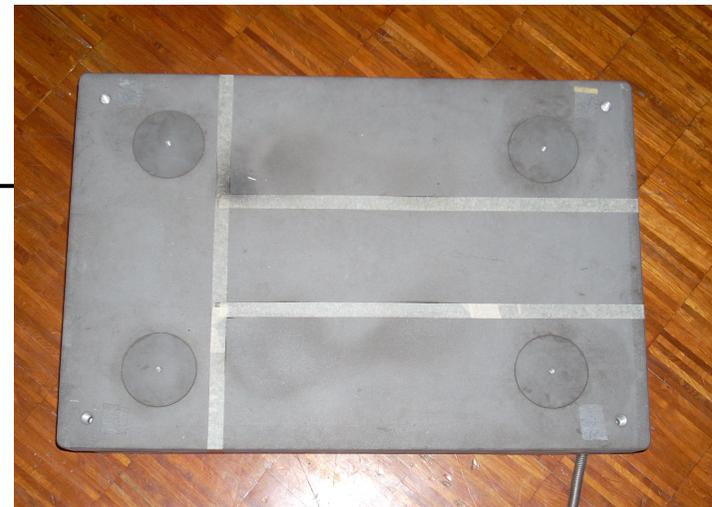
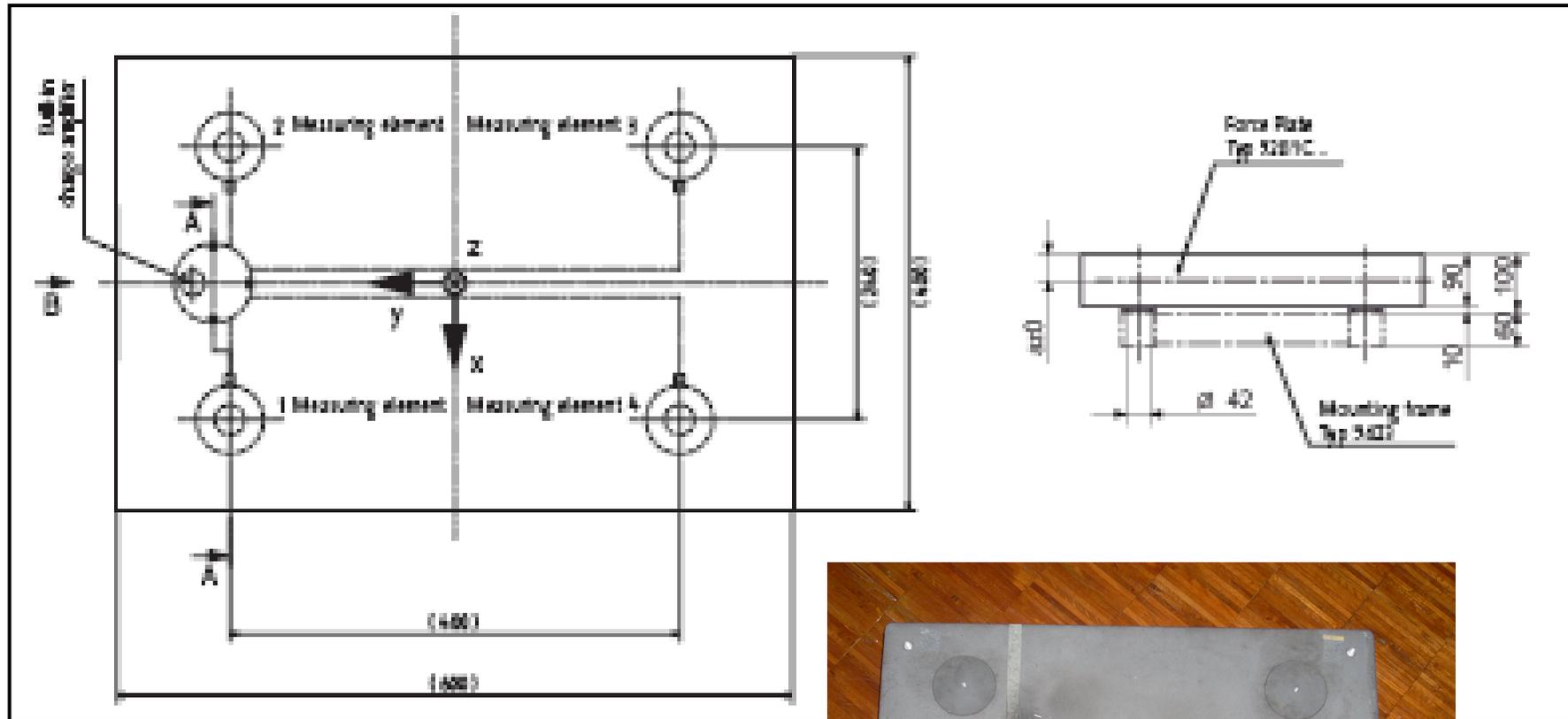


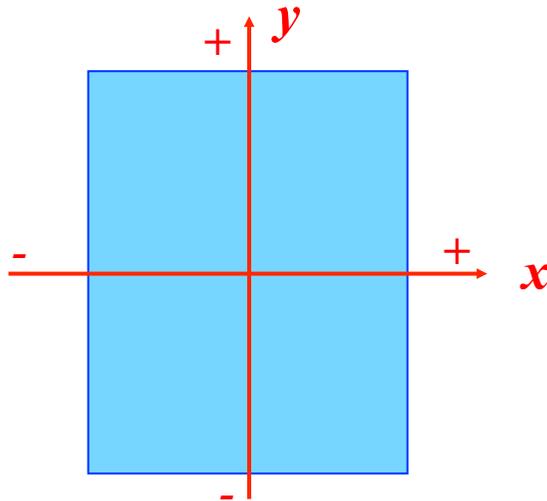
Fig. 5: Force vector

PEDANA KISTLER



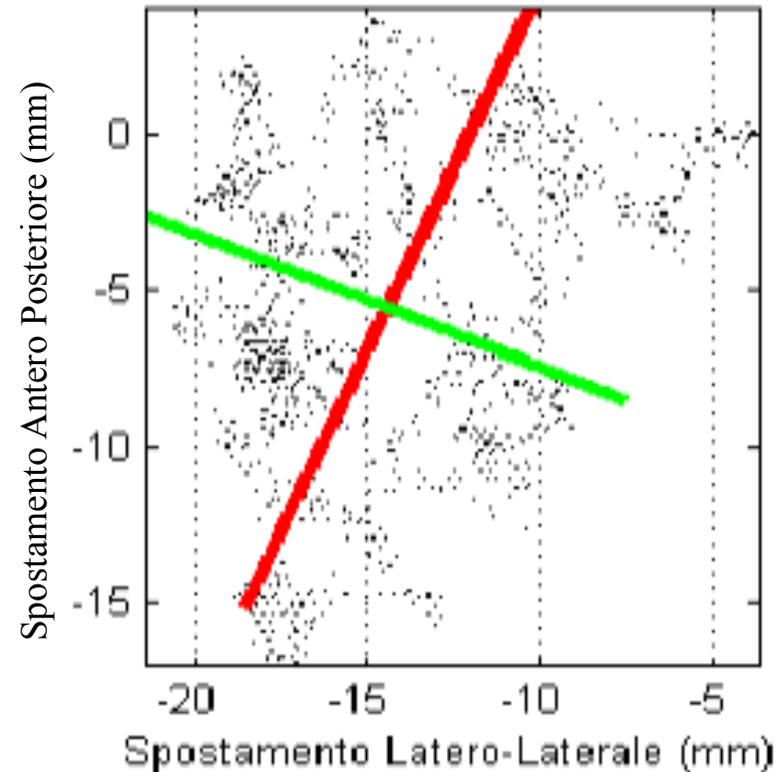
Gli spostamenti

- ❖ Sono riferiti allo spostamento del Centro di Pressione (COP)
- ❖ Il Centro di Pressione (COP) è la proiezione sul piano della pedana del baricentro del soggetto quando rimane fermo;
- ❖ Si possono misurare gli spostamenti del COP rispetto ai due assi cartesiani:
 - Spostamento latero-laterale (S_x)
 - Spostamento antero-posteriore (S_y)



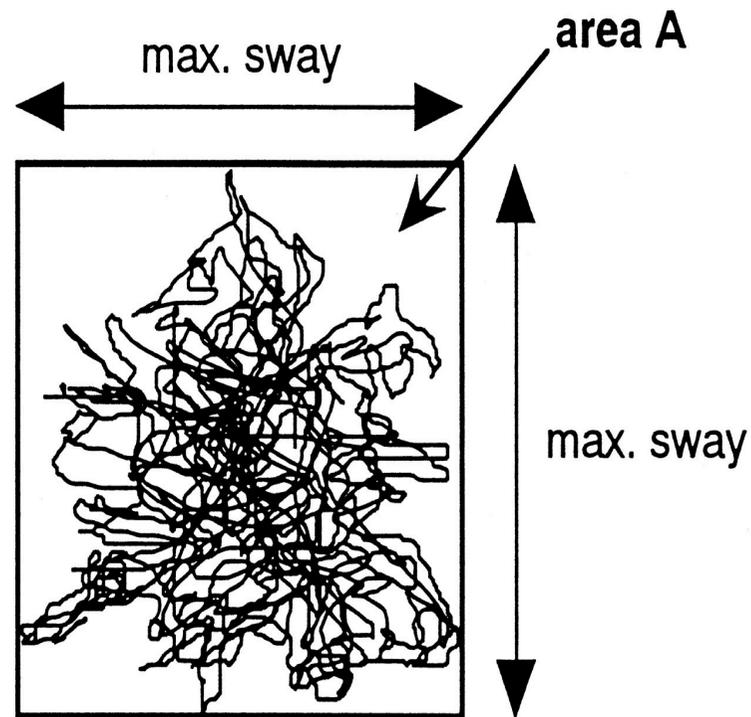
Stabilità posturale

- Area descritta dal gomitolo formato dalla migrazione del Centro di Pressione che e' definito come la proiezione del Centro di Massa sul terreno.



Centro di pressione

anteroposterior
direction



mediolateral direction

Postural Sway and Effect of Levodopa in Early Parkinson's Disease

Anne Beuter, Roberto Hernández, Robert Rigal, Julien Modolo,
Pierre J. Blanchet

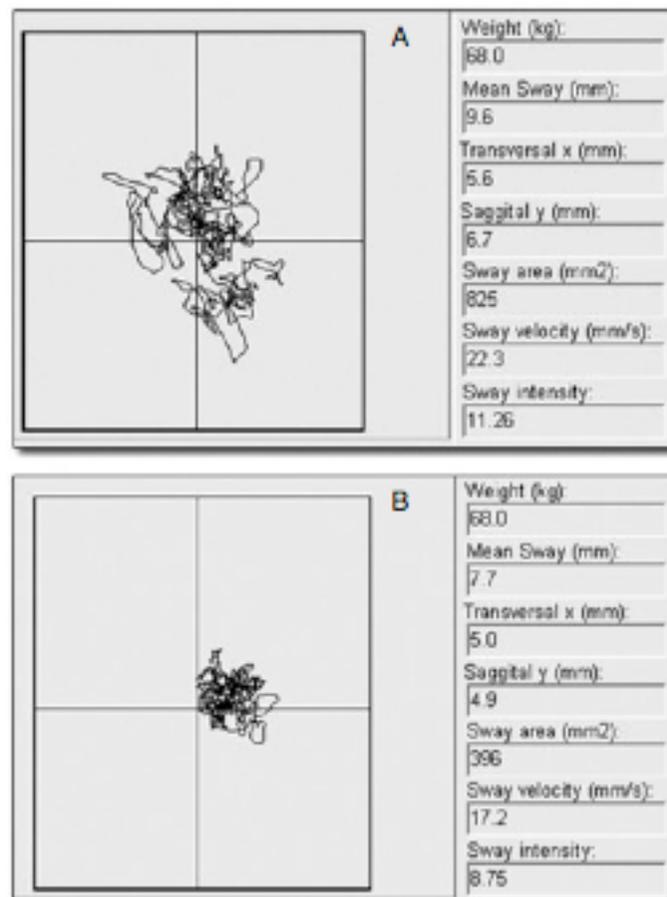


Figure: Example of the sway area of the centre of pressure (CoP) displacement recorded with a CATSYS platform in case #2: (A) OFF levodopa, (B) ON levodopa.

Discordance Between Measured Postural Instability and Absence of Clinical Symptoms in Parkinson's Disease Patients in the Early Stages of the Disease

Nathalie Chastan, MD,^{1,2} Bertrand Debono, MD,^{1,2} David Maltête, MD,³
and Jacques Weber, MD, PhD^{1,2*}

¹Department of Neurophysiology, Rouen University Hospital, Rouen, France

²EA 3234 (ADEN), Institute for Biomedical Research, University of Rouen, Rouen, France

³Department of Neurology, Rouen University Hospital, Rouen, France

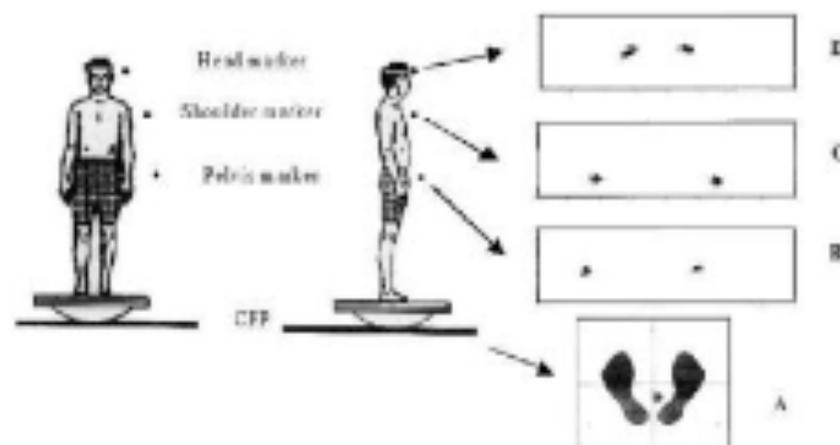


FIG. 1. Diagram of the sway areas of the center of pressure (CFP) (A) calculated by the platform, of the pelvic markers (in the X–Y plane) (B), of the shoulder markers (C), and of the head markers (D), for static and dynamic posturography. The right panel shows the displacements of, respectively, head (D), shoulder (C), and pelvis (B) markers.

Integrazione percettivo-motoria

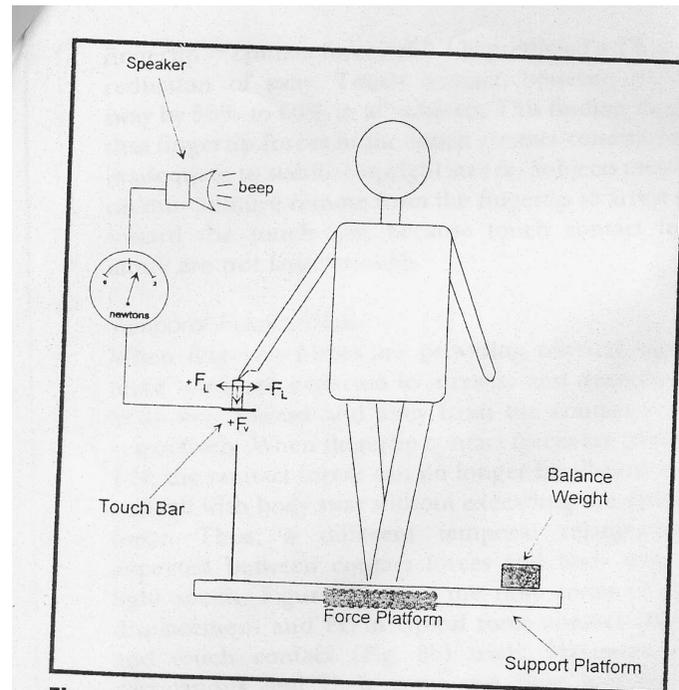
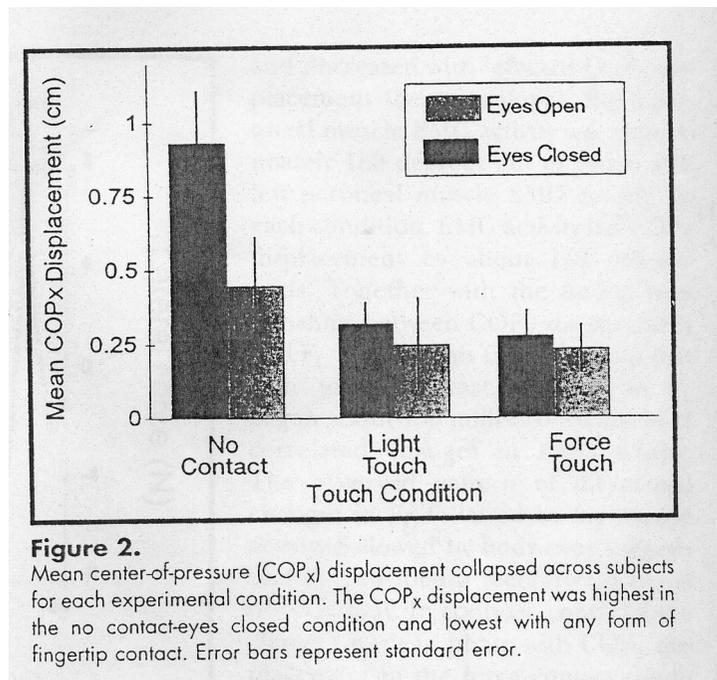


Figure 1.

A subject depicted in the heel-to-toe stance on the force platform in a touch contact condition with the tip of the right index finger on the touch bar. For the sake of illustration, the subject is shown exceeding a typical threshold force of 1 N and the alarm is sounding. In actual experiments, this occurred in less than 5% of all touch contact trials. In the force contact conditions, the auditory alarm was turned off and the subject could apply as much force as desired. In the no contact conditions, the subject's arms hung passively by the sides. F_L and F_V refer to applied contact forces in the lateral and vertical directions, respectively.

Percezione tattile
Pochi N di forza
Alta stabilità posturale



L'analisi del movimento della salita delle scale può essere affrontato considerando diversi parametri:

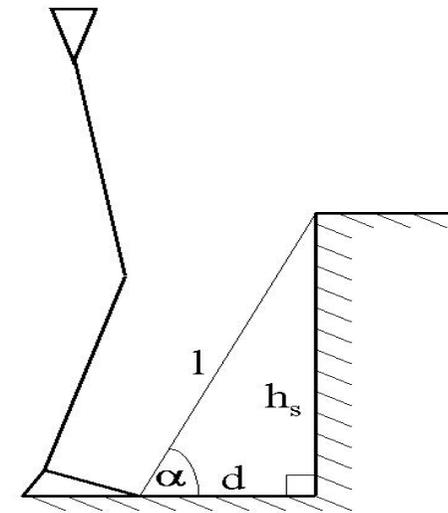
Abbiamo già affrontato il problema dal punto di vista dell'analisi dimensionale che considera il rapporto tra parametri corporei e dimensioni delle scale per trovare invarianze percettivo-motorie

Ora definiamo un modello di dinamica della salita (Ground Reaction Forces - GRF) per confrontare strategie motorie attuate a diverse età. Vediamo come vengono gestite le forze sotto ai piedi mentre si salgono le scale

Importante definire il coefficiente di frizione richiesto (Required Coefficient of Friction - RCOF) che misura il grado di attrito sotto ai piedi durante la salita

Analisi dimensionale

$$\sin\alpha = h_s/l = \text{Angolo } \alpha$$



Da dove deriva questo angolo?

Un modo è studiare la dinamica delle forze

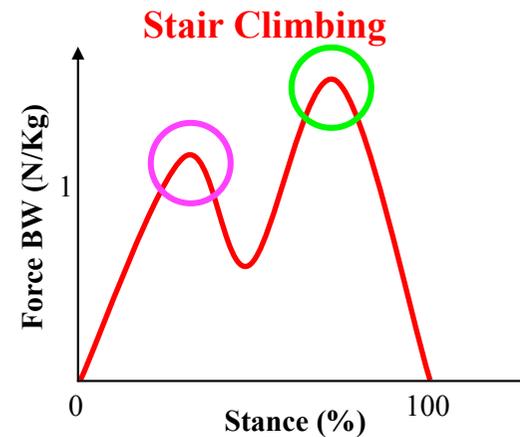
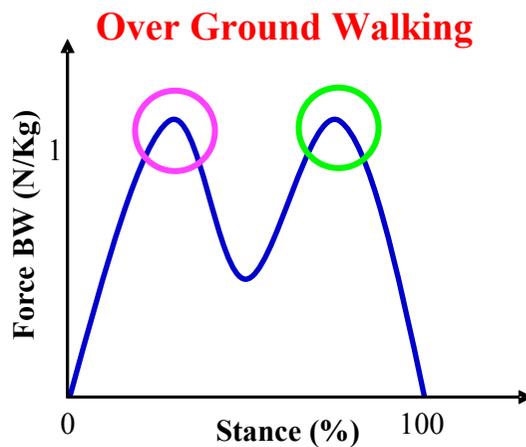
Come si comportano le forze?

Il profilo della forza

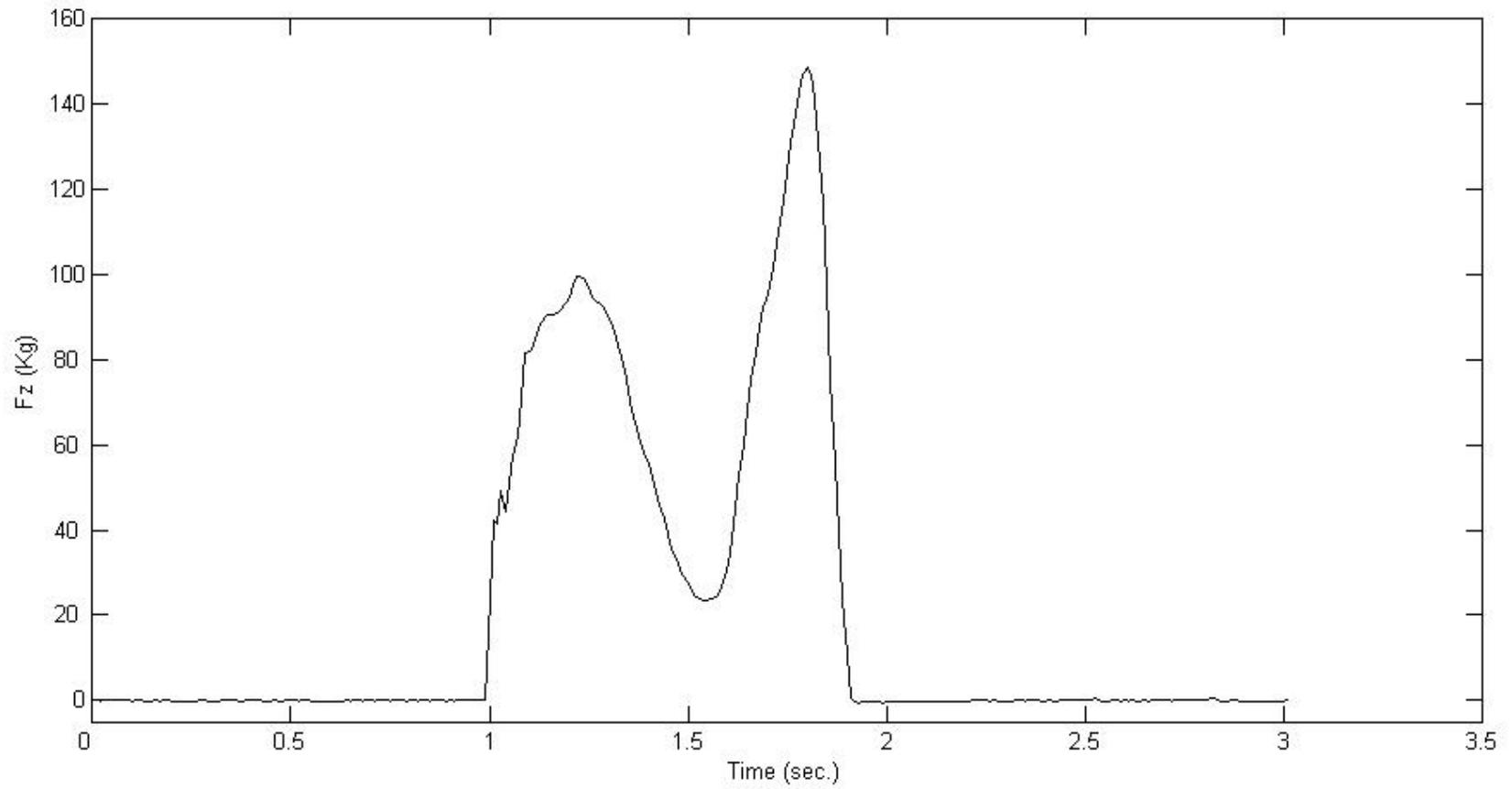
Come cambiano le forze esercitate sul terreno (GRF) durante l'azione della salita dello scalino o durante una camminata normale e considerando diverse fasce d'età?

Vi è una sostanziale differenza tra il profilo della forza verticale esercitata sul terreno durante il cammino e durante l'azione della salita dello scalino. I giovani esprimono più forza dimostrando una più elevata dinamicità del gesto.

(McFayden & Winter, 1988; Zachazewski, Riley, & Krebs, 1993; Redfern et al., 2001; Reiner, Rabuffetti, & Frigo, 2002; Stacoff et al., 2005)

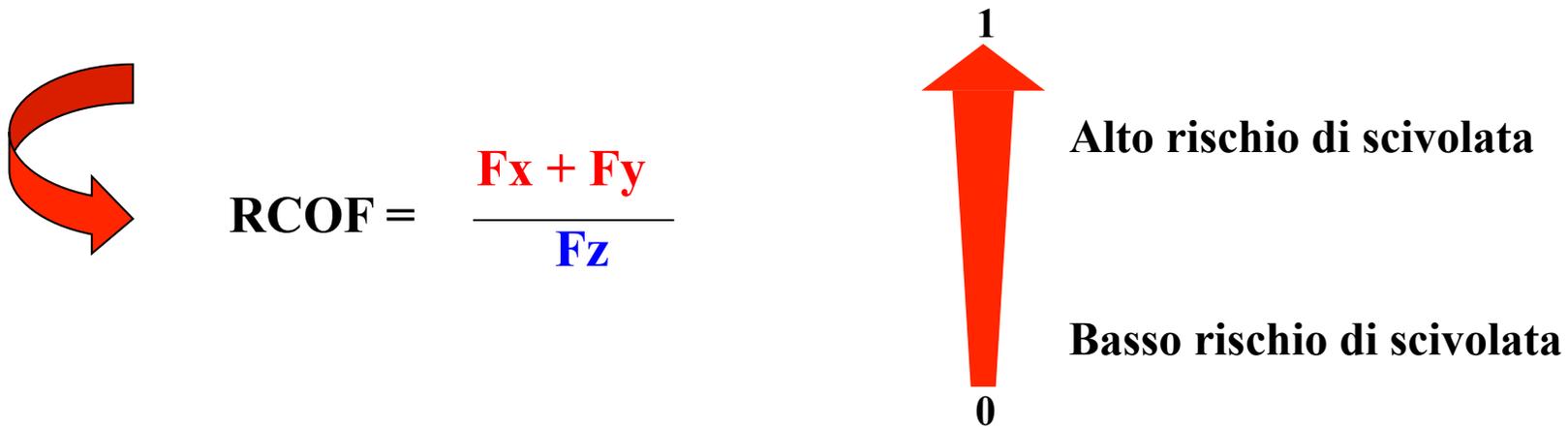


Una Prova



Il coefficiente di frizione

- ❖ Per quanto riguarda il coefficiente di frizione (Required Coefficient of Friction – RCOF):
- ❖ Definisce la probabilità con la quale una persona è soggetta allo scivolamento durante diversi tipi di andatura (camminata normale, su terreni inclinati, salita e discesa di scalini, ecc...) (Redfern & Andres, 1984, Buczek et al., 1990; Hanson, Redfern, & Mazumdar, 1999; Redfern et al., 2001; Reiner, Rabuffetti, & Frigo, 2002)


$$\text{RCOF} = \frac{F_x + F_y}{F_z}$$

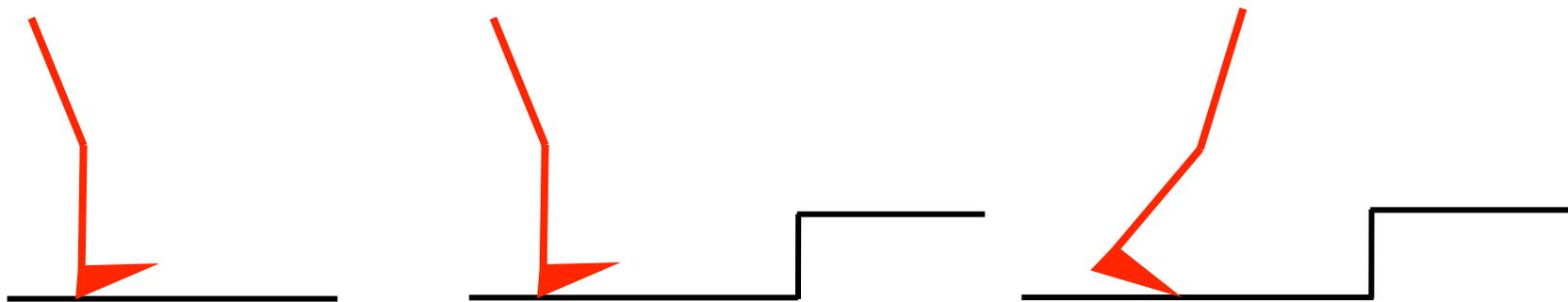
F_x e F_y latero-laterale; antero-posteriore

F_z normale

Fasi del movimento e coefficiente di frizione

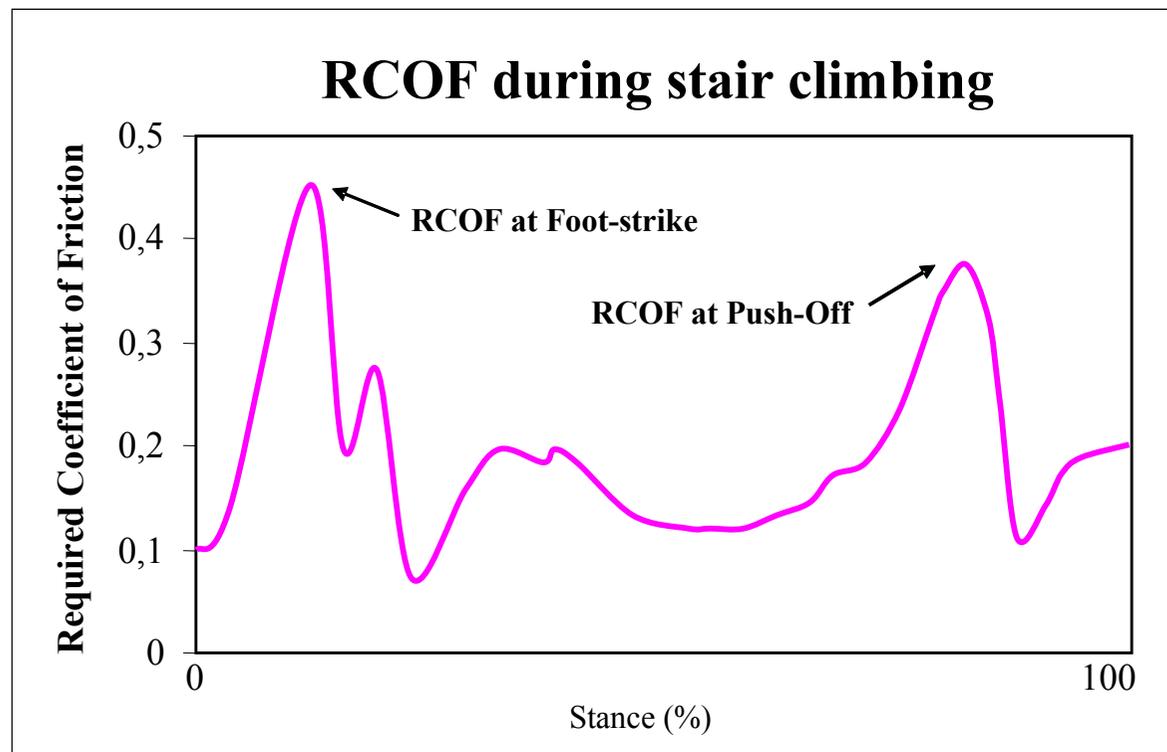
- Durante la fase di attacco del tallone non sono state riscontrate diversità nel RCOF fra una semplice camminata e la salita delle scale, mentre durante la fase di spinta (push-off) il valore di RCOF, è quasi doppio rispetto alla camminata (Redfern et al. = 0.39, Hamel et al. = 0.38)

Per questo la fase di spinta (push-off) rappresenta il momento più a rischio di scivolamento per la gamba d'appoggio



Profilo del coefficiente di frizione

3. In condizioni di aumentata difficoltà ipotizziamo valori più bassi del Coefficiente di Frizione (RCOF) nella popolazione anziana che indica una strategia motoria più vincolata e quindi a basso rischio di scivolamento e/o caduta



Metodo/1

Soggetti

- 9 giovani (6 maschi, 3 femmine) → età media 26.3 anni \pm 4.3
- 9 anziani (6 maschi, 3 femmine) → età media 66.4 anni \pm 4.7
- Nessun soggetto ha avuto infortuni malattie e/o infortuni gravi da compromettere l'esperimento

Soggetti	Età	Peso (Kg)	Altezza (cm)	Lunghezza gambe (cm)
Giovani	26.3 \pm 4.3	68.5 \pm 10.2	175.2 \pm 8.7	82.9 \pm 5.6
Anziani	66.4 \pm 4.7	71.9 \pm 12.2	167.2 \pm 11.1	79.2 \pm 7.1

Metodo/3

Procedura/2

- Ad ogni soggetto è stato chiesto di salire lo scalino scelto senza l'aiuto delle mani

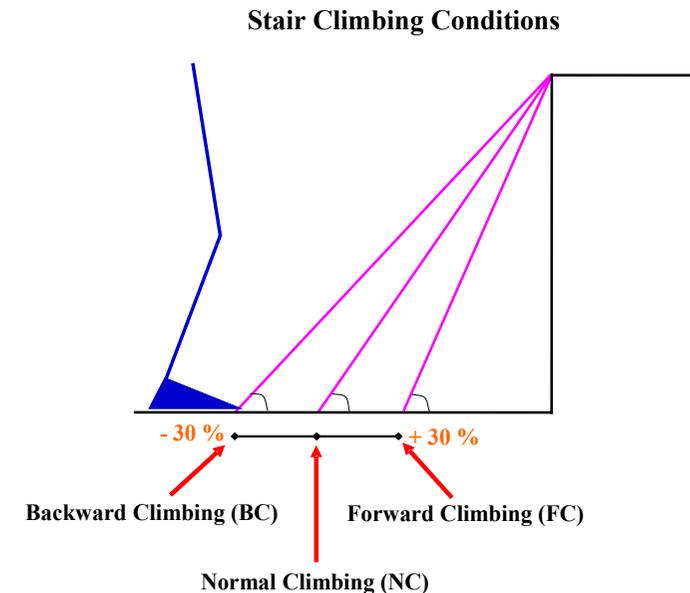
↳ Condizione **NC** (Normale)

- Successivamente al soggetto è stato chiesto di salire lo scalino appoggiando il piede il 30% più avanti rispetto alla condizione NC

↳ Condizione **FC** (Avanti)

- ... e poi appoggiando il piede il 30% più indietro rispetto alla condizione NC

↳ Condizione **BC** (Indietro)



Metodo

Procedura/3

- Ogni soggetto eseguiva 10 prove per condizione, per un totale di 30 prove;
- Prima dell'inizio dell'esperimento ciascun soggetto eseguiva 4 prove di pratica;
- Ogni soggetto è stato sottoposto ad un test di flessibilità dell'articolazione dell'anca (coxo-femorale):
 - Egli doveva rimanere in piedi appoggiato con la schiena al muro;
 - Gli è stato chiesto di flettere la coscia che preferiva cercando di non flettere il ginocchio della gamba di sostegno;
 - ... prima aiutandosi sollevando il ginocchio con le mani (**Condizione Passiva**) e poi senza aiutarsi (**Condizione Attiva**);
 - La misura presa è stato l'angolo tra la coscia e il tronco.

Metodo/5

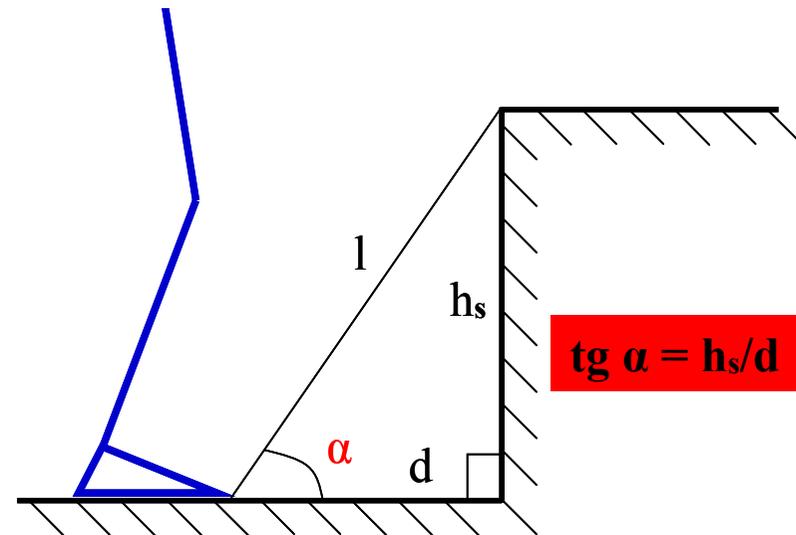
Variabili calcolate/1

❖ Angolo (α)

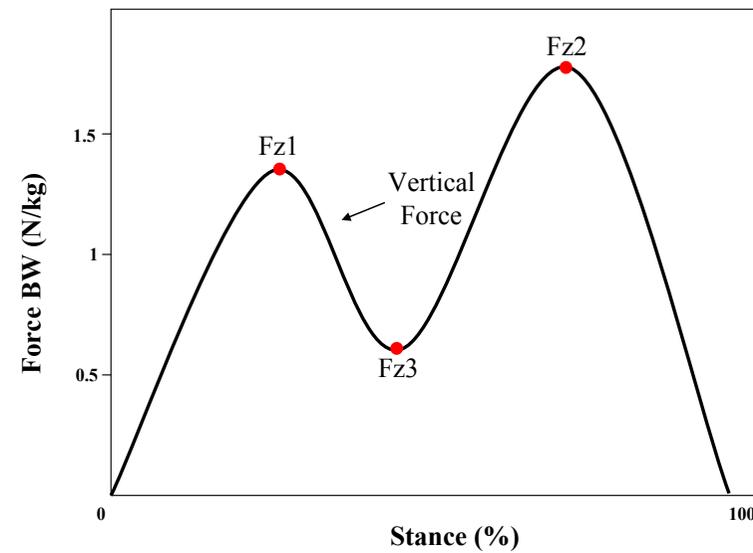
❖ Fz_1

❖ Fz_2

❖ Fz_3



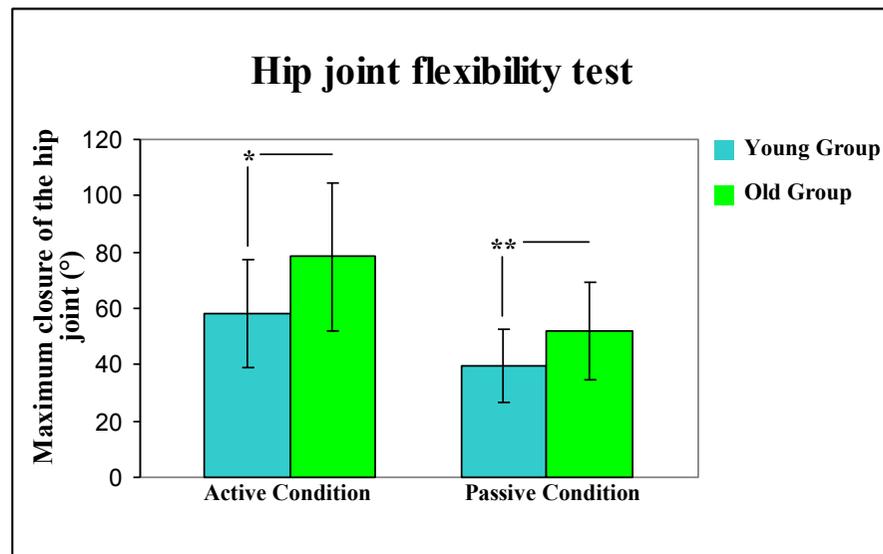
Stair Climbing vertical GRF Profile



Risultati/1

Test flessibilità dell'anca

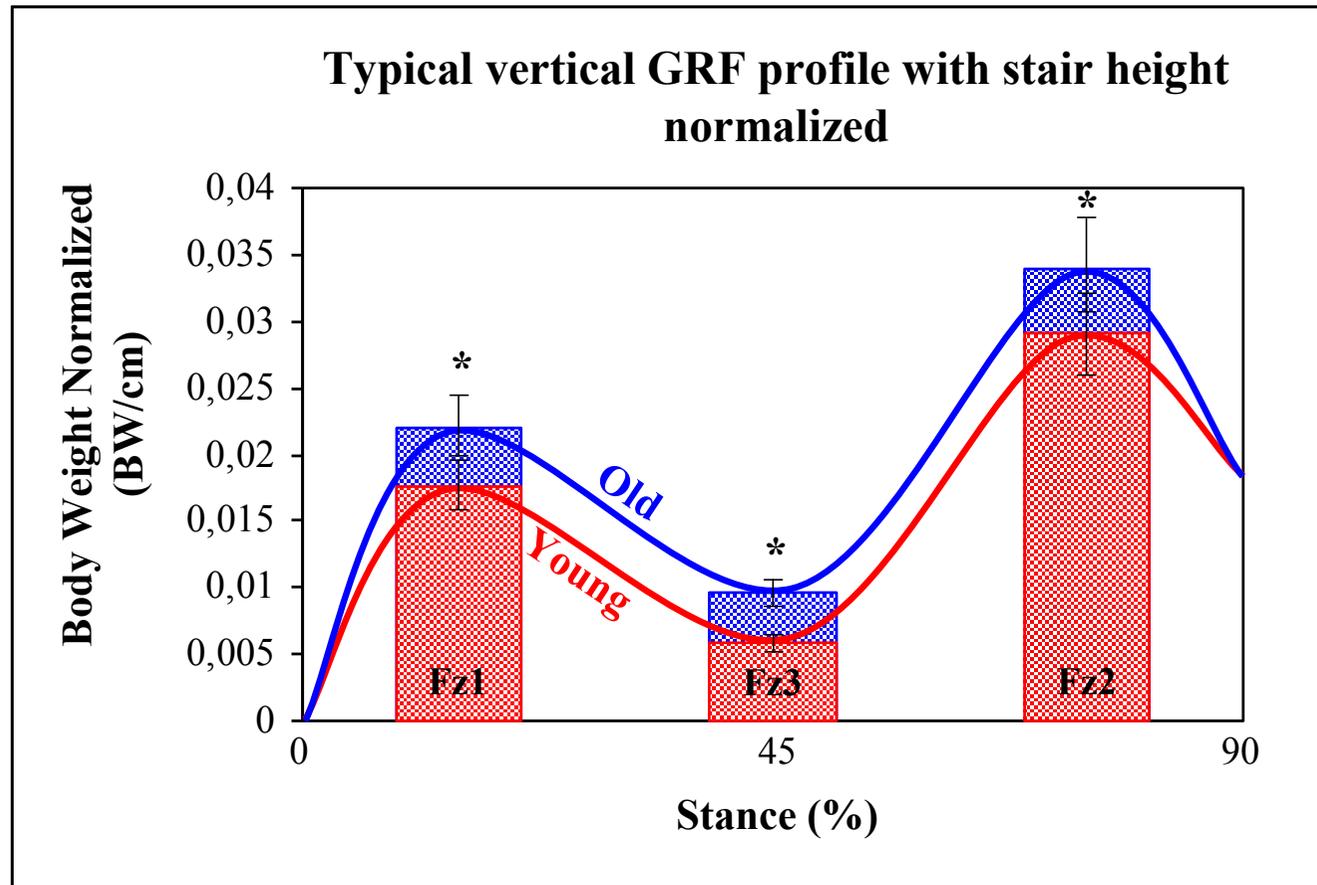
Giovani presentavano una maggiore mobilità articolare dell'anca in entrambe le condizioni



Risultati/3

Forze (GRF)

Gli anziani esercitano maggior forza sul terreno rispetto ai giovani durante tutto il movimento (Fz_1 , Fz_2 , Fz_3) per tutte e tre le condizioni (NC, FC, BC)

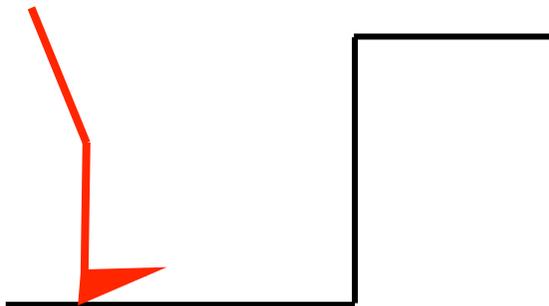


Risultati/4

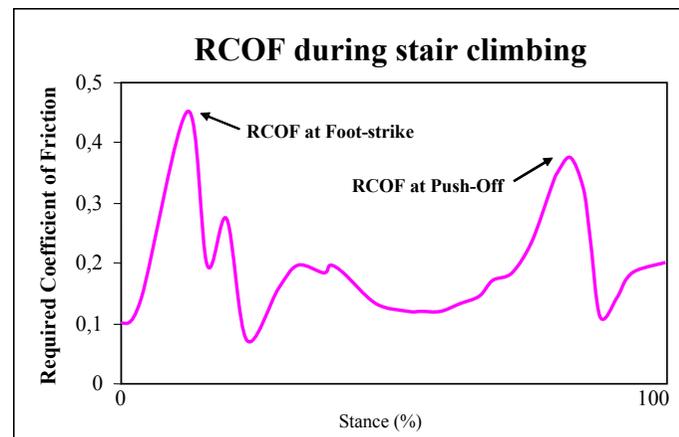
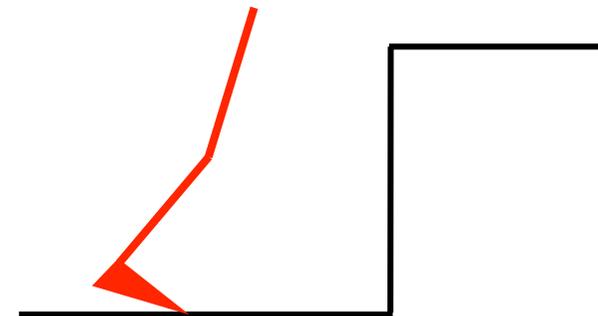
Coefficiente di Frizione (RCOF)/1

RCOF è stato calcolato nei suoi 2 picchi principali: durante l'appoggio del tallone a terra (RCOF-FS) e durante la spinta dell'avampiede (RCOF-PO)

RCOF-FS



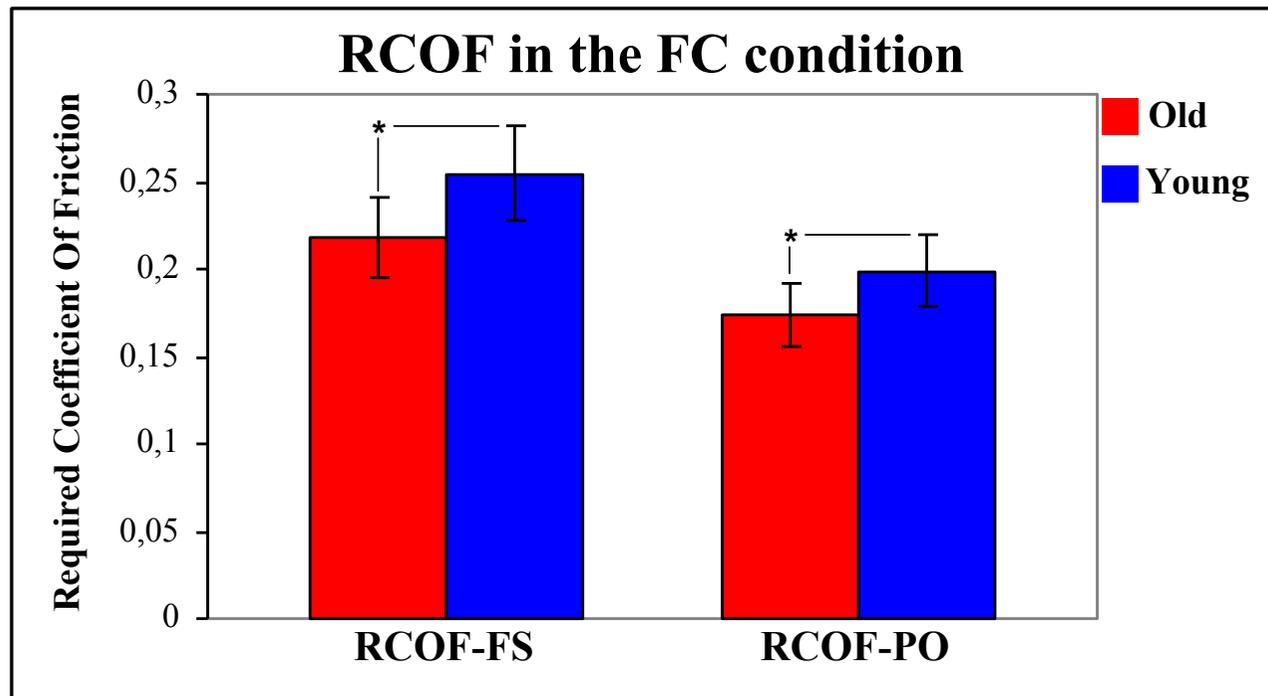
RCOF-PO



Risultati/5

Coefficiente di Frizione (RCOF)/2

Gli anziani presentano un coefficiente di frizione minore in particolare nella condizione FC sia durante l'appoggio del tallone che durante la spinta

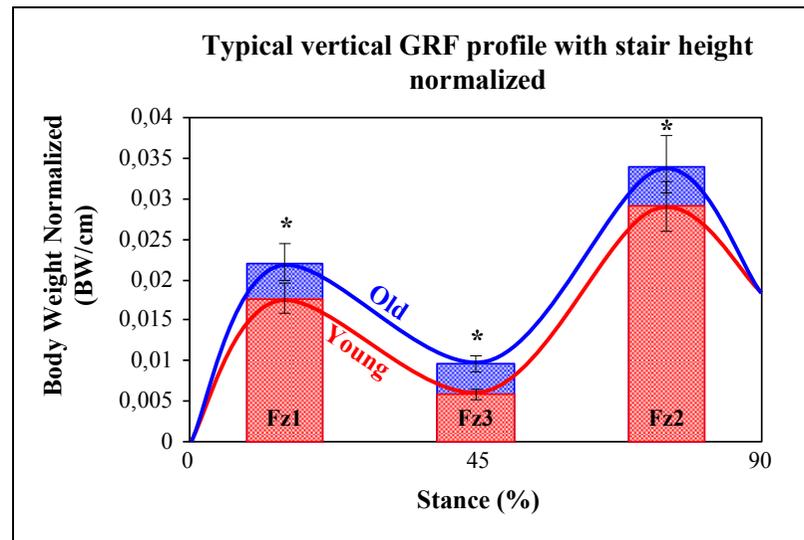


Discussione

Effetti dell'età nelle forze (GRF)

Gli anziani si preparano al movimento di salita esercitando più forza sul terreno rispetto ai giovani sia durante l'appoggio del tallone che durante la spinta in tutte le condizioni

Questo è dovuto anche ad una loro minor mobilità articolare che viene così compensata da una spinta maggiore dall'arto inferiore sul terreno



Interpretazione dei risultati

In una situazione dinamica di salita di uno scalino al limite delle individuali capacità biomeccaniche gli anziani tendono ad utilizzare strategie motorie più “conservative” rispetto ai giovani

- Scelgono parametri dimensionali diversi, tendendo a posizionare il piede di spinta più lontano dallo scalino rispetto ai giovani per far fronte ad una minor mobilità articolare
- Applicano una maggior quantità di forza durante le fasi di appoggio e di spinta del piede per aumentare la loro stabilità
- In presenza di un elevato grado di difficoltà del compito diminuiscono il Coefficiente di Frizione per ridurre il rischio di scivolamento