

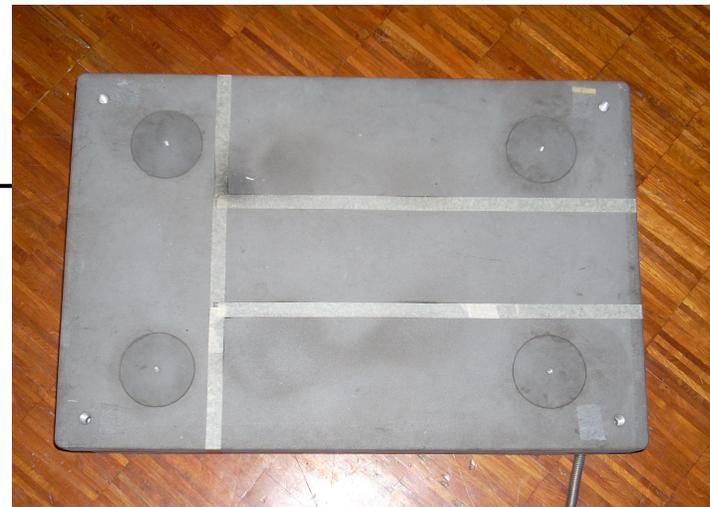
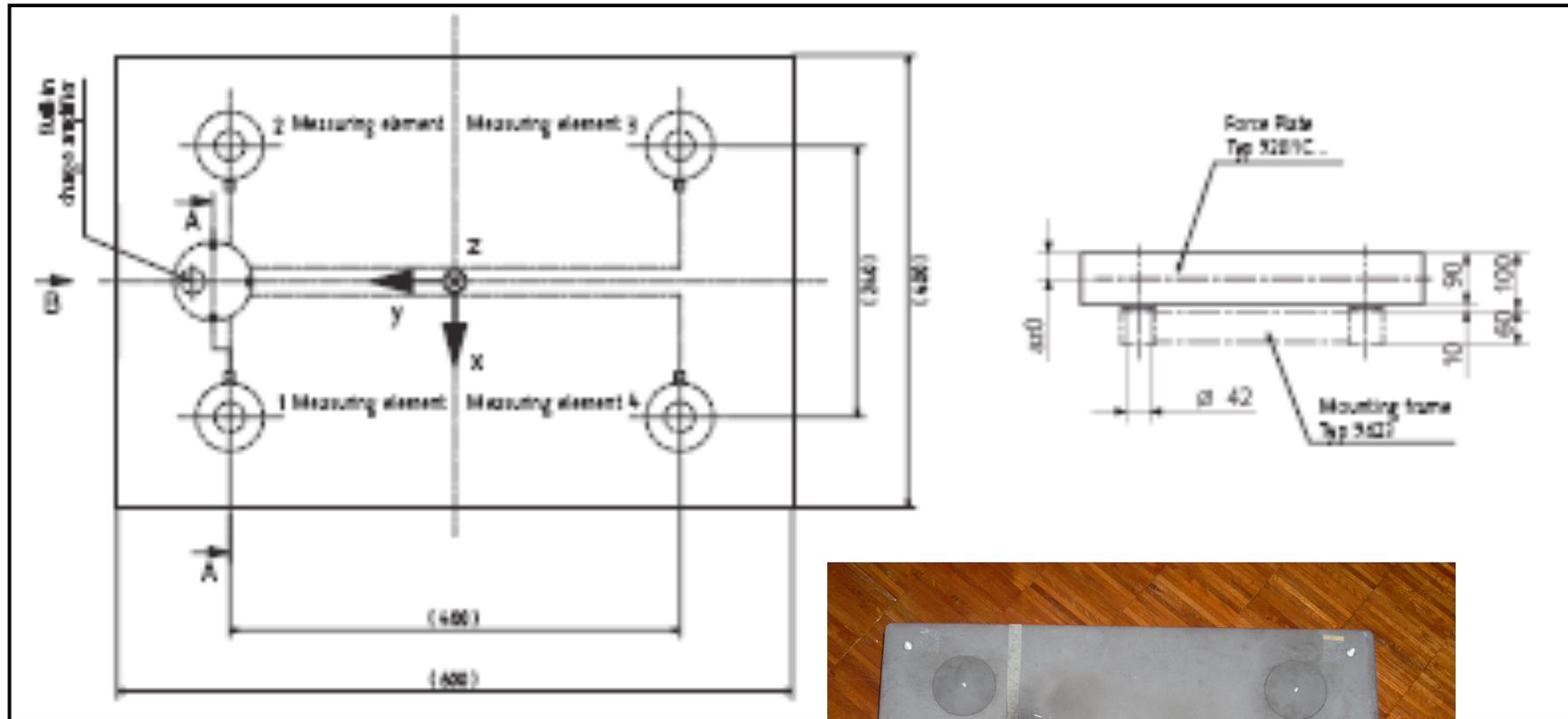
Pedana di forza

Indice degli argomenti

- Che cos'è una pedana di forza
- Che cosa misura
- Esempi di applicazioni:
 - Anziani
 - Giovani
 - Patologie
 - Sport



PEDANA KISTLER



La pedana di forza

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



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

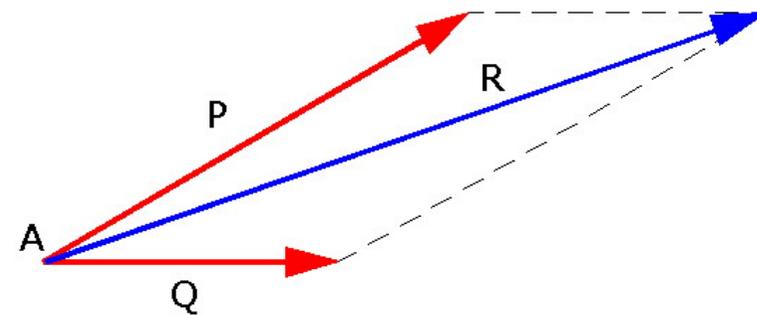
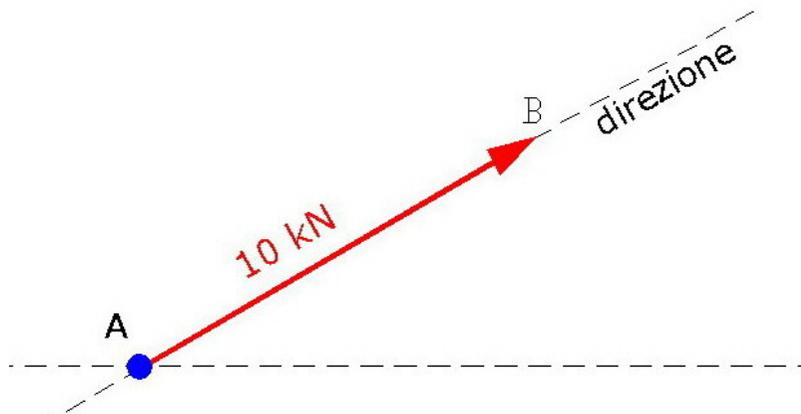
Il punto d'applicazione è il punto del corpo a cui è applicata la forza (il punto A della figura).

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

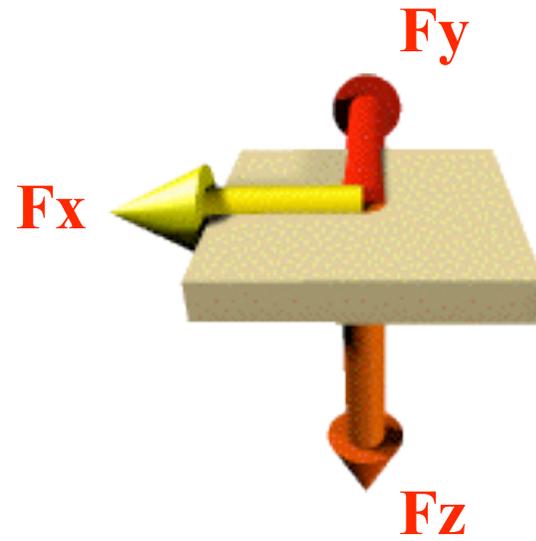
La direzione è definita dalla retta d'azione ed il verso dalla freccia.

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

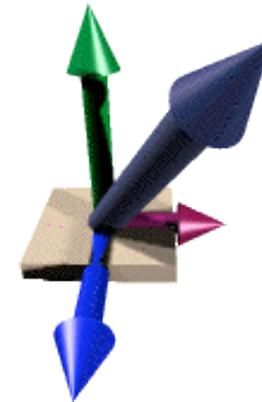
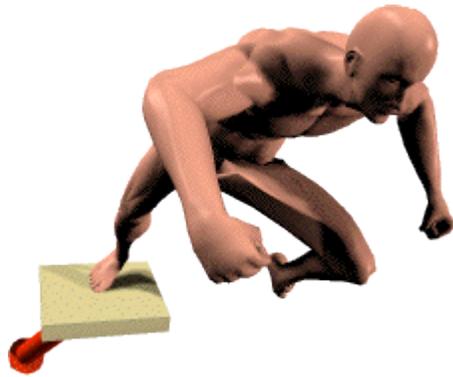
Tale forza R prende il nome di Risultante. Questo modo di comporre le due forze P e Q, prende il nome di regola del parallelogramma.



Le Forze misurate su tre assi

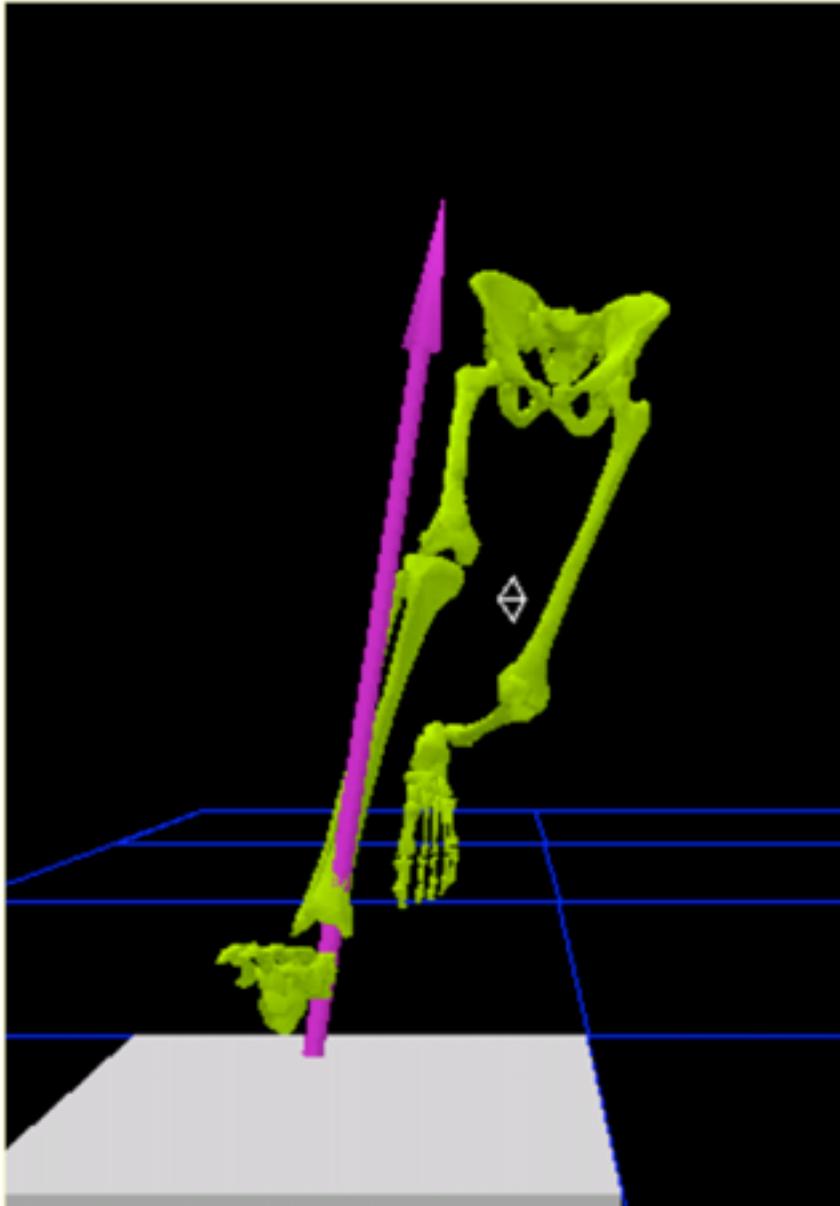


Forza Risultante



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

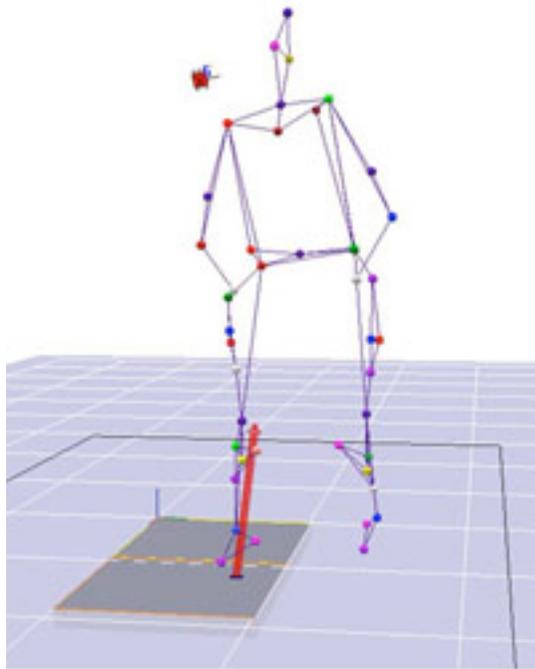
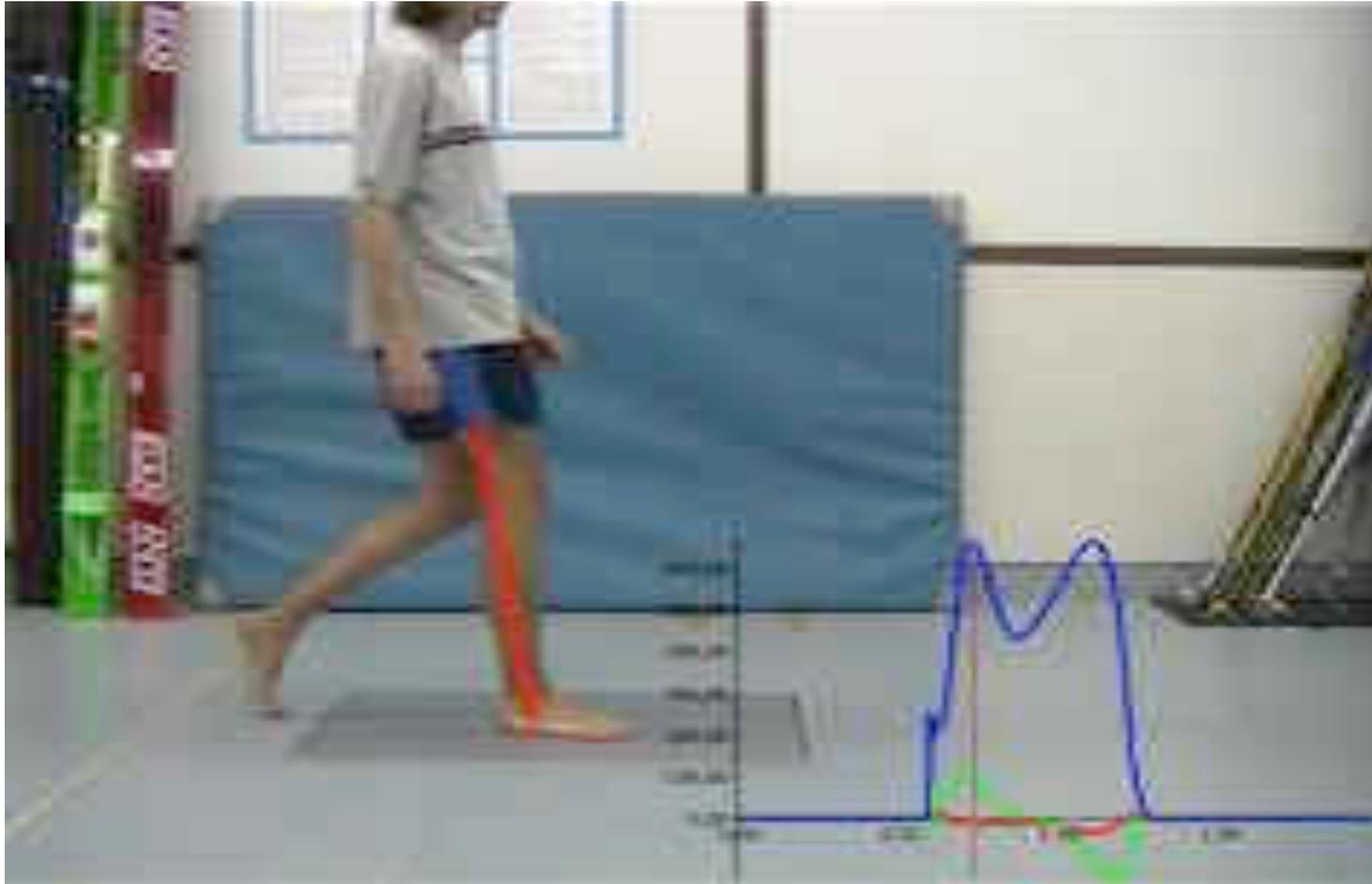
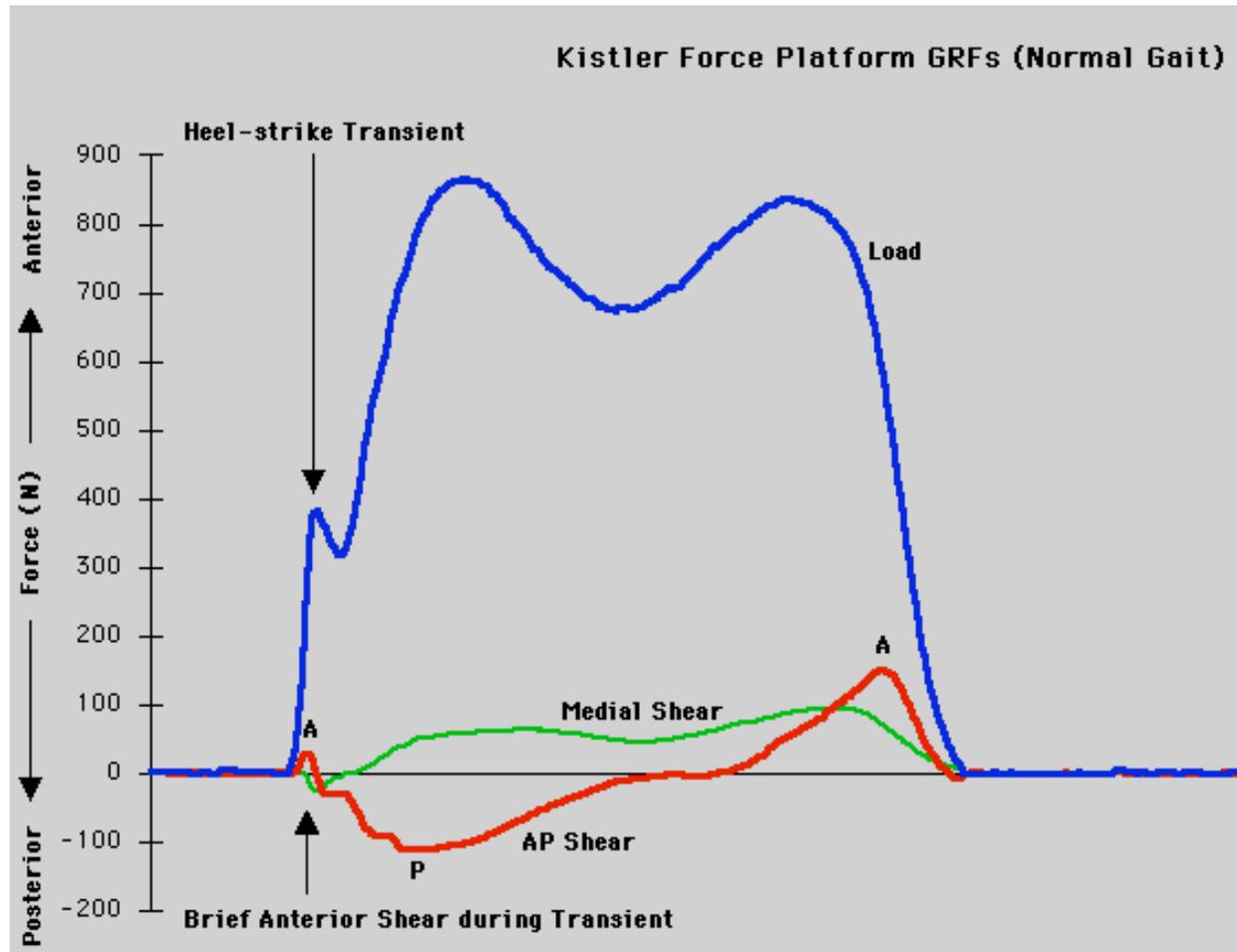


Image by Pat Buchanan

La pedana

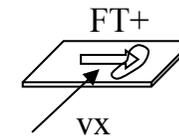
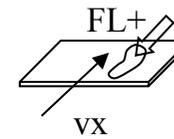
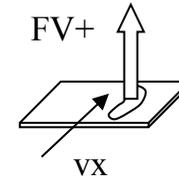
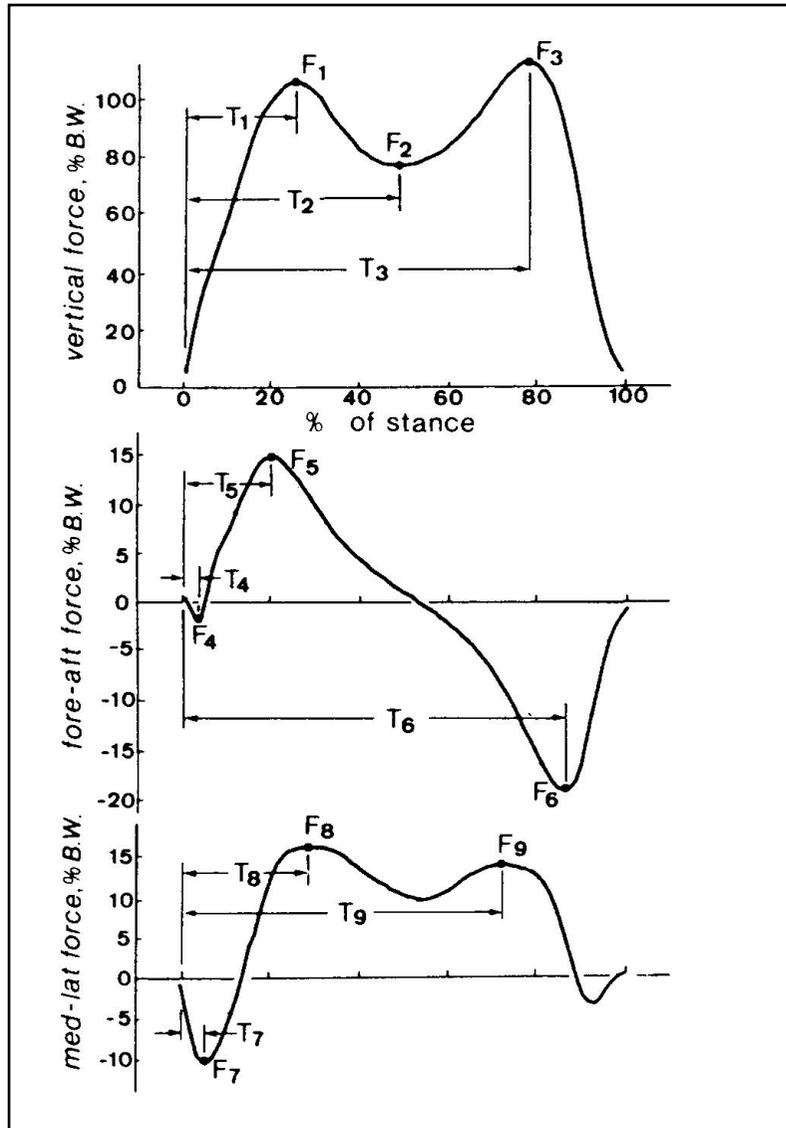


Ground Reaction Force





CICLO del PASSO



Parameters of Gait

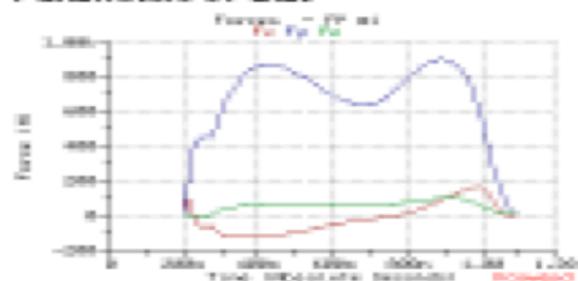


Fig. 2: Ground reaction forces (GRF)

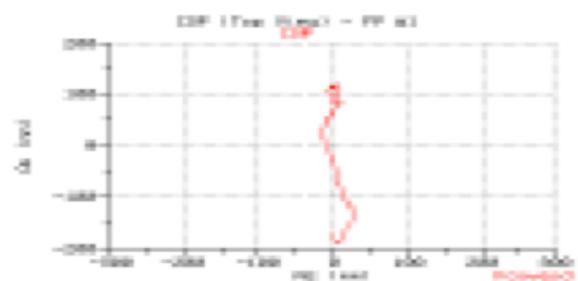


Fig. 3: Center of pressure (COP)

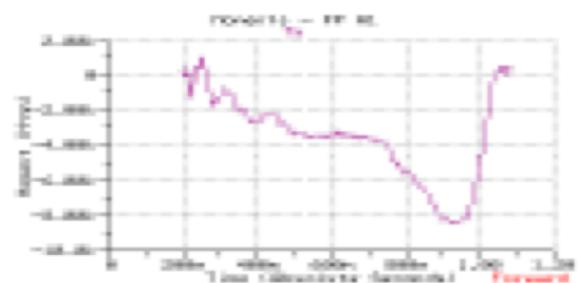


Fig. 4: Frictional torque T,

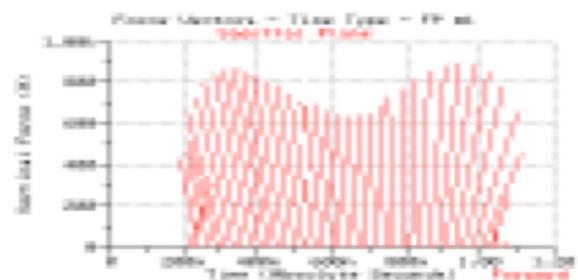
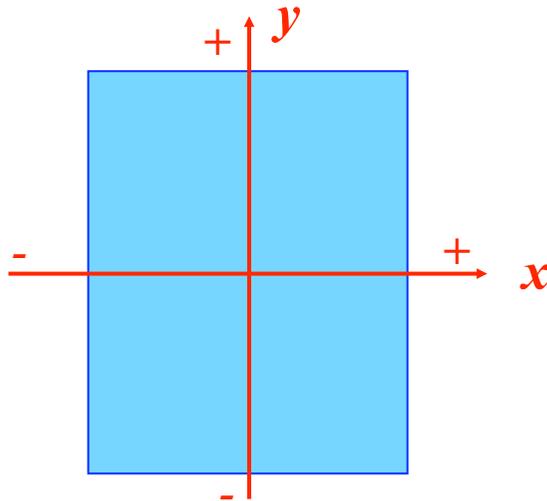


Fig. 5: Force vector

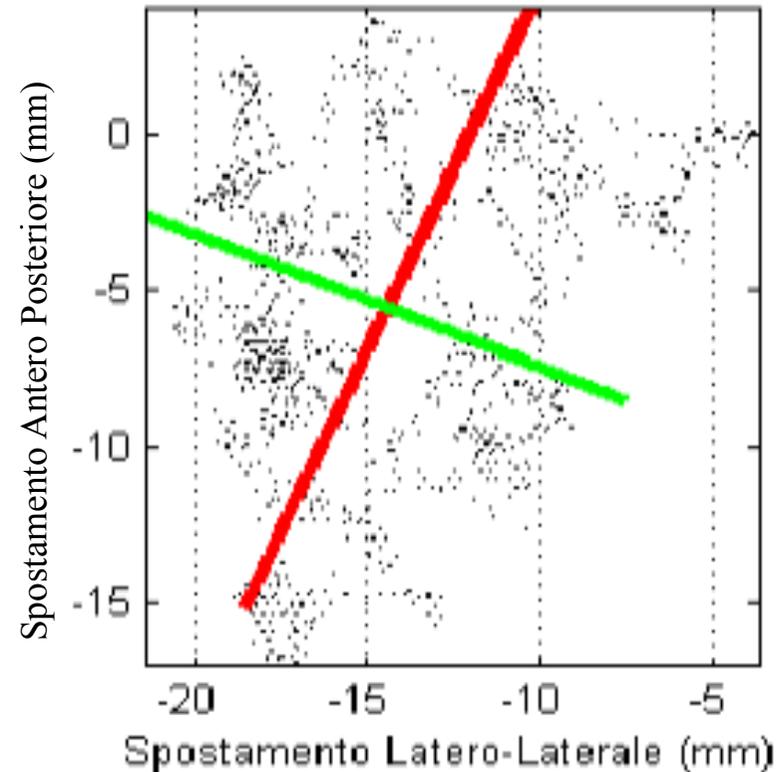
Gli spostamenti

- ❖ 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)



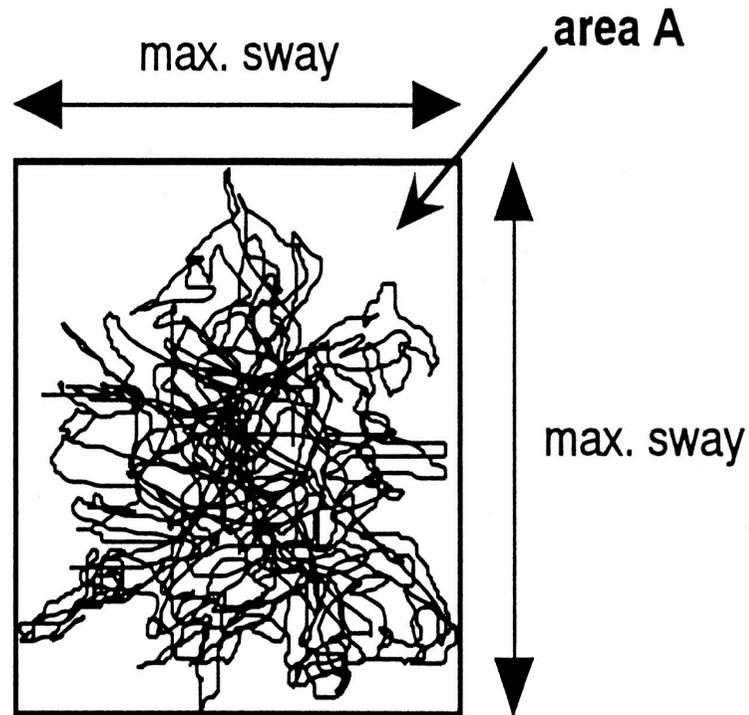
Stabilità posturale

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



Centro di pressione

anteroposterior
direction



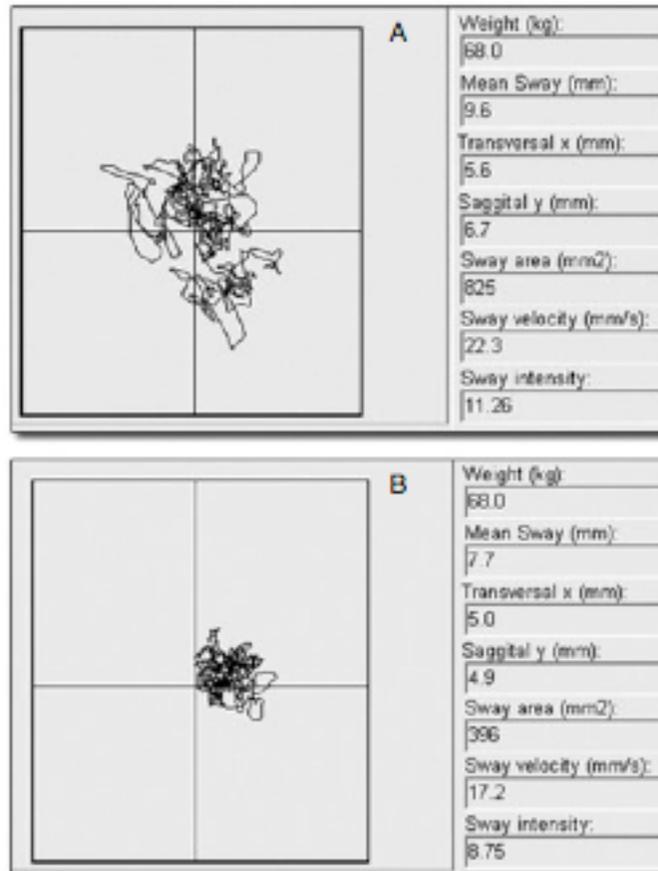
mediolateral direction

test

Stabilità

- Area del centro di pressione
- Oscillazione latero-laterale
- Oscillazione antero-posteriore
- Forze impresse

Occhi aperti e chiusi



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

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

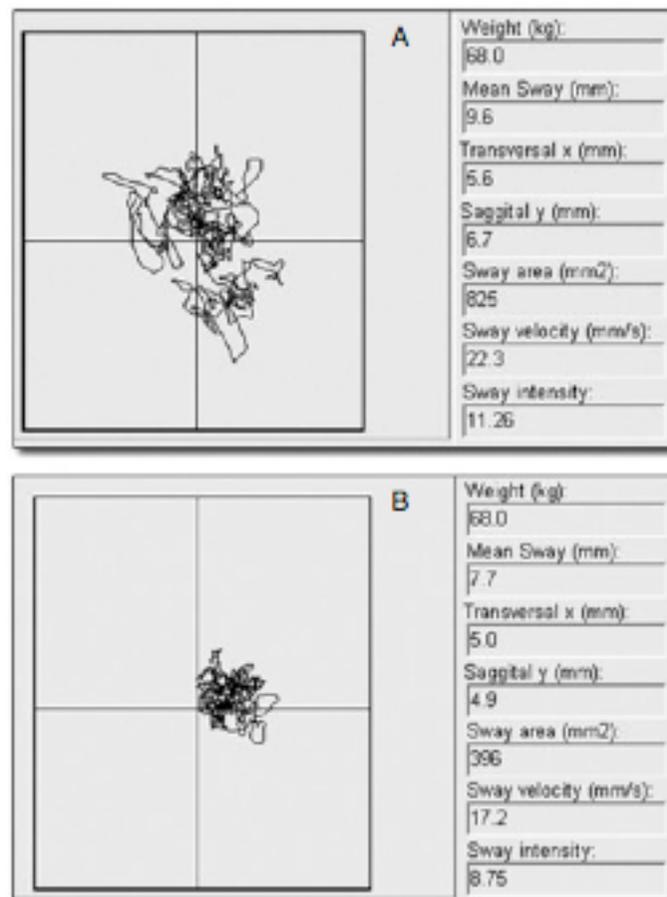


Figure: Example of the sway area of the centre of pressure (CoP) displacement recorded with a CATSYS platform in case #2: (A) OFF levodopa, (B) ON levodopa.

Integrazione percettivo-motoria

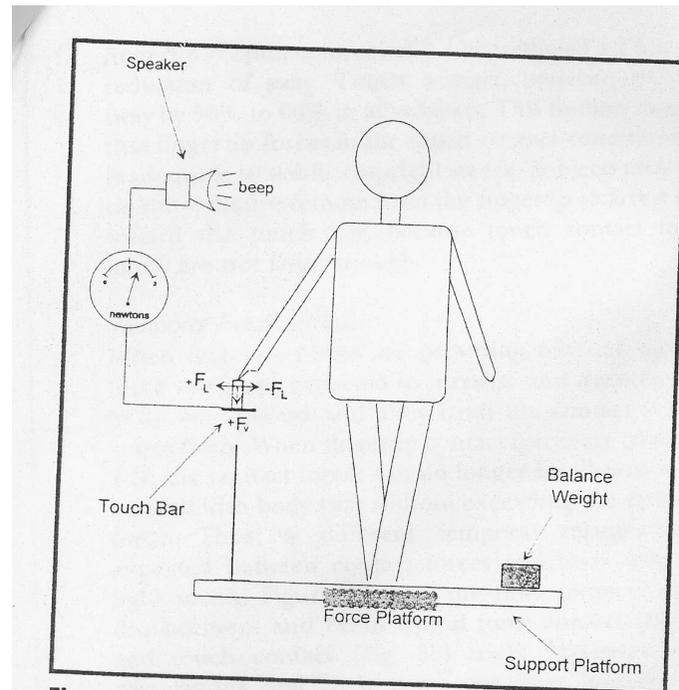


Figure 1.

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

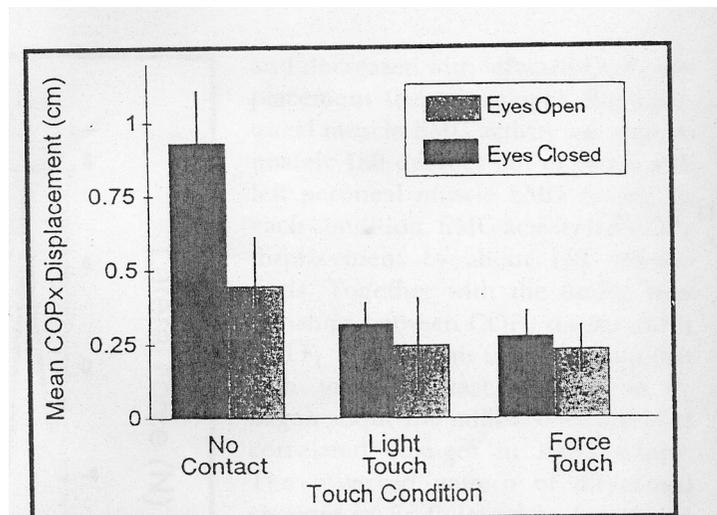


Figure 2. Mean center-of-pressure (COP_x) displacement collapsed across subjects for each experimental condition. The COP_x displacement was highest in the no contact-eyes closed condition and lowest with any form of fingertip contact. Error bars represent standard error.

Anziani

- Gerontology. 2012;58(5):419-29. Epub 2012 Jun 13.
- Effect of haptic supplementation provided by a fixed or mobile stick on postural stabilization in elderly people.
- Albertsen IM, Temprado JJ, Berton E.SourceUMR 7287, Institut des Sciences du Mouvement Etienne-Jules Marey, CNRS et Faculté des Sciences du Sport, Université d'Aix-Marseille, Marseille, France.

Fisso o mobile?

- Hum Mov Sci. 2010 Dec;29(6):999-1010.
- Effect of haptic supplementation on postural stabilization: A comparison of fixed and mobile support conditions.
- Albertsen IM, Temprado JJ, Berton E.SourceUMR 6233, Institut des Sciences du Mouvement, CNRS et Université de la Méditerranée, Marseille, France.

Come avviene il meccanismo?

- Neuroscience. 2011 Feb 3;174:216-23. Epub 2010 Nov 16.
- Haptic touch reduces sway by increasing axial tone.
- Franzén E, Gurfinkel VS, Wright WG, Cordo PJ, Horak FB. Source Department of Neurology, Oregon Health and Science University, Portland, OR, USA. erika.franzen@ki.se

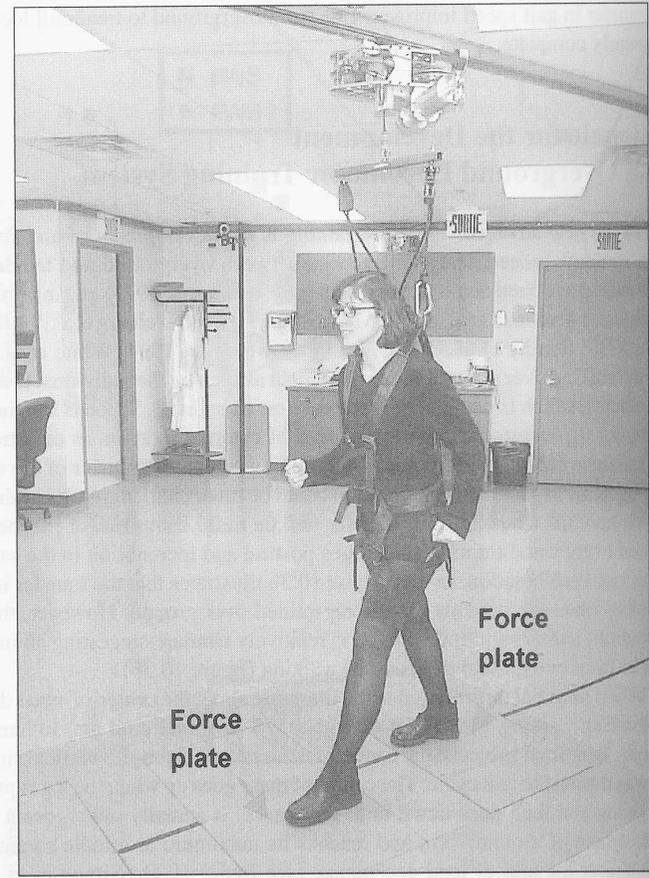
Parkinsons

- Neurorehabil Neural Repair. 2012 Oct;26(8):1007-14. Epub 2012 Mar 13.
- Light and heavy touch reduces postural sway and modifies axial tone in Parkinson's disease.
- Franzén E, Paquette C, Gurfinkel V, Horak F.Source1Oregon Health & Science University, Portland, OR, USA.

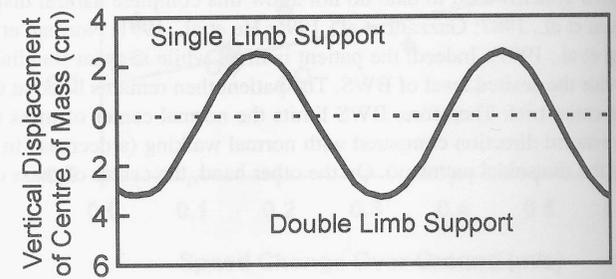
Le cadute

- Ostacoli improvvisi
- Inclinazione del corpo con supporto, eliminazione del supporto: calcolo della capacità di ristabilire la stabilità

La camminata con supporto



a



b

Figure 10.4 (a) The subject is mechanically supported in a harness while walking on two force plates to determine the amount of BWS provided. (b) The center of mass goes up during single limb support and then down until double limb support period while walking in the harness in (a).

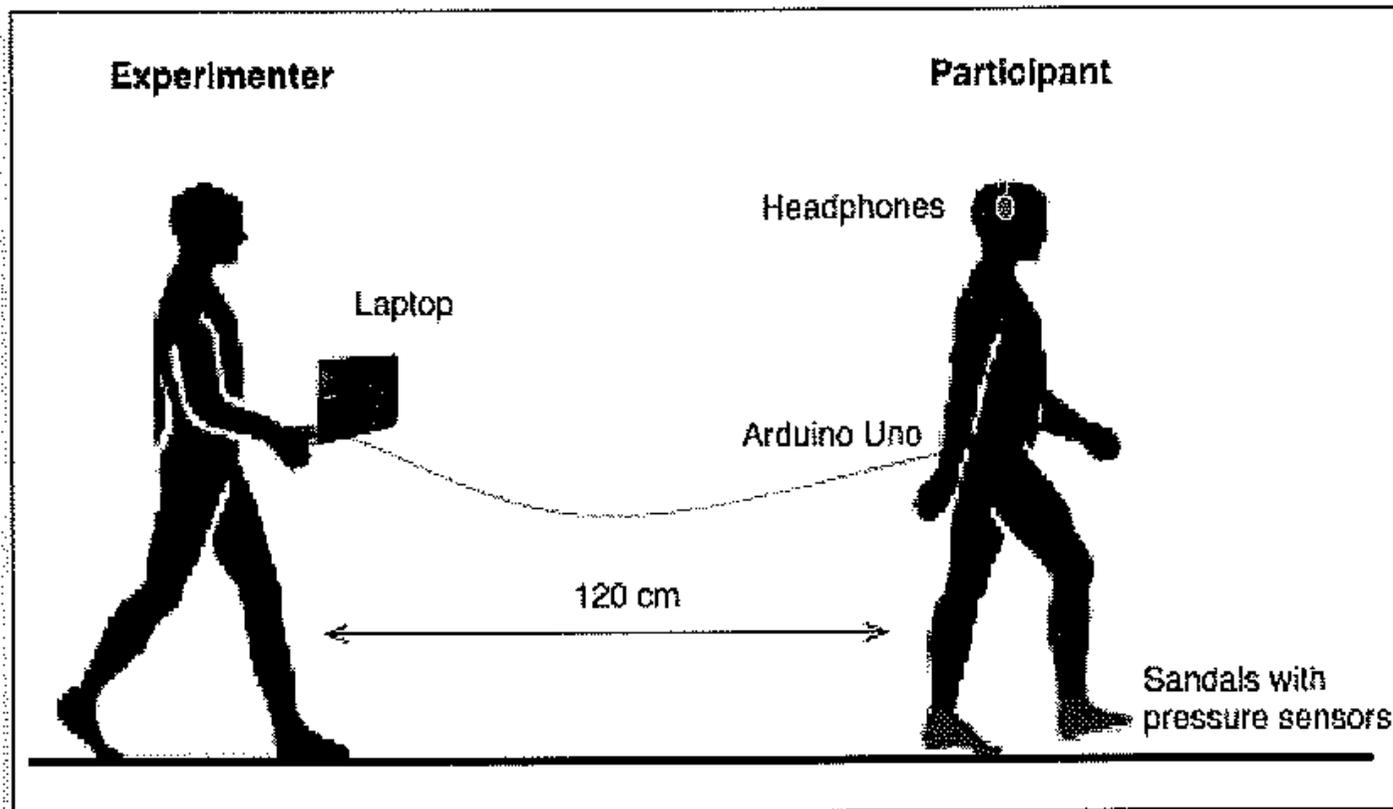
Si può migliorare la stabilità
posturale?

- Allenamento alla stabilità
 - Eseguire azioni con presenza di perturbazioni aspettate e inaspettate
 - Ostacoli, pendere in avanti con supporto e togliere improvvisamente il supporto, camminare su pavimenti scivolosi,
 - Eseguire due azioni allo stesso tempo
 - Camminare ed afferrare, mantenere la stabilità toccando il dito o la spalla di un'altra persona,

- Utilizzare biofeedback
 - Audiobiofeedback non-interattivi: suoni legati alla stabilità (ritmi, musiche); suoni che perturbano la stabilità (rumori). Suoni che inducono comportamenti complessi nella stabilità dinamica (skaters).
 - Audiofeedback interattivi: scarpe che suonano, pedane che suonano
 - Fin qui

- Visuo biofeedback: stanze che si muovono, video che producono perturbazioni, simulazioni di percorsi (guidare una macchina, atterrare con un aereo).
- Wi-fi con programmi adattati
- Kinect con programmi adattati

- Utilizzare sorgenti informative discordanti:
 - Es: suoni simulano un certo materiale su cui camminare (neve) percezione tattile un altro (asfalto). Vista di un percorso effettuato in una certa direzione e perturbazione sul corpo di direzione opposta.



re 1. Experimental setup.

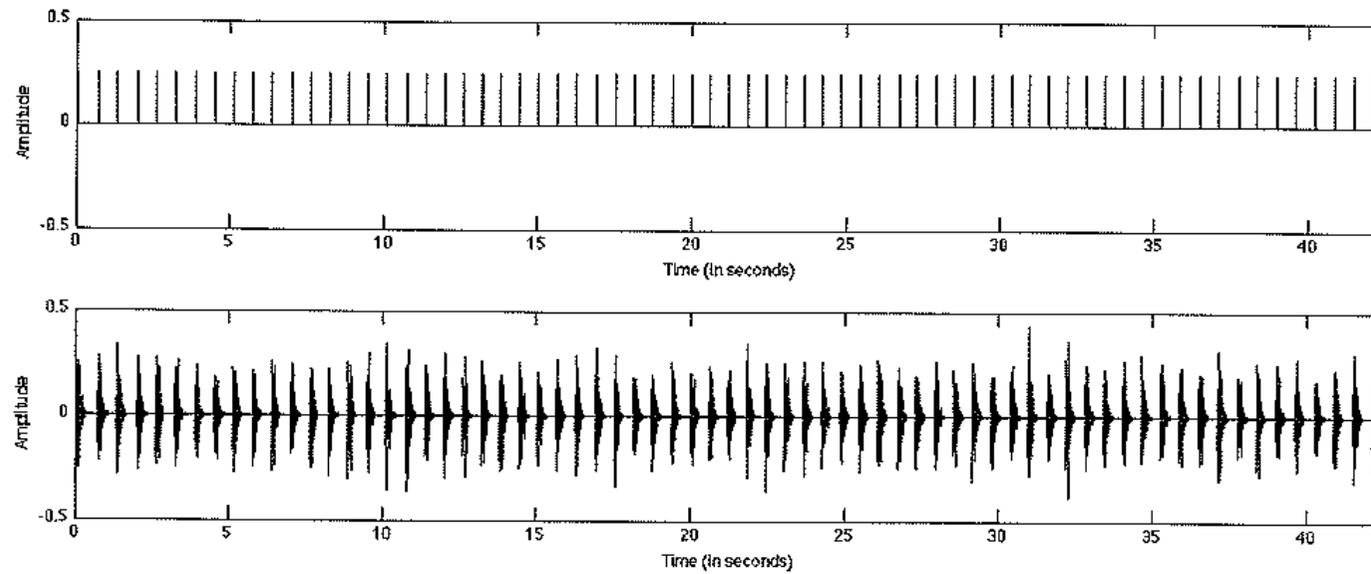


Figure 2. Instants of heel strikes (top) and waveforms of the corresponding recorded footstep sounds on simulated gravel (bottom).

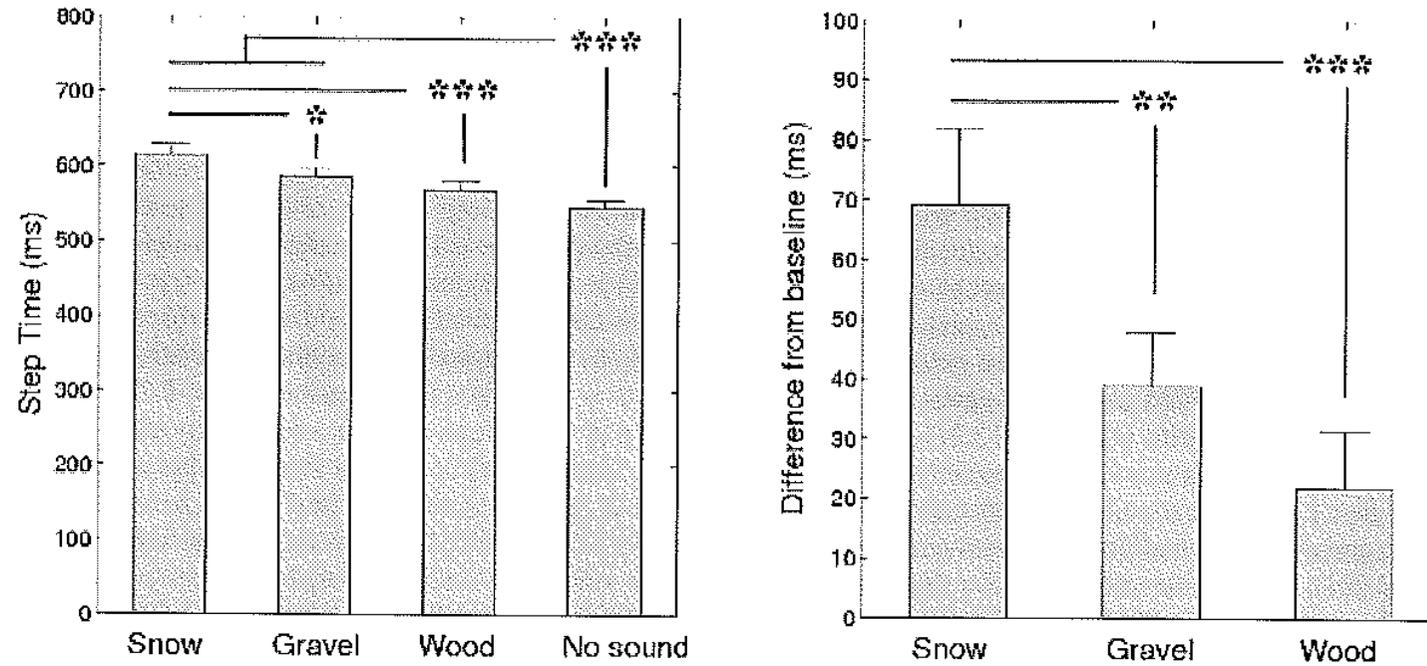
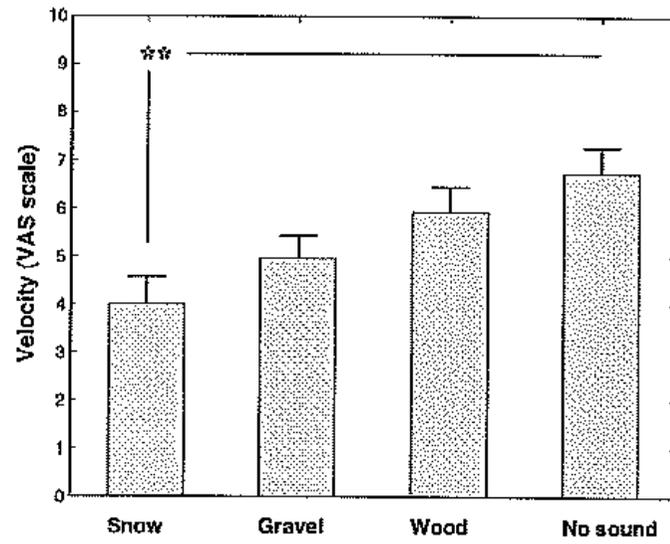
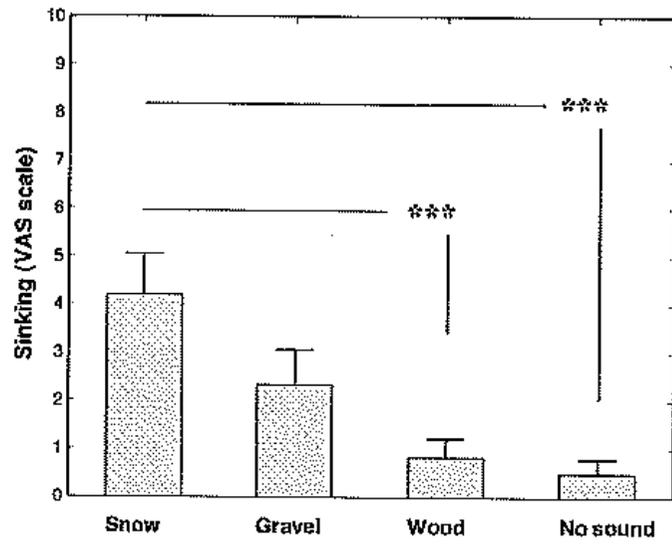
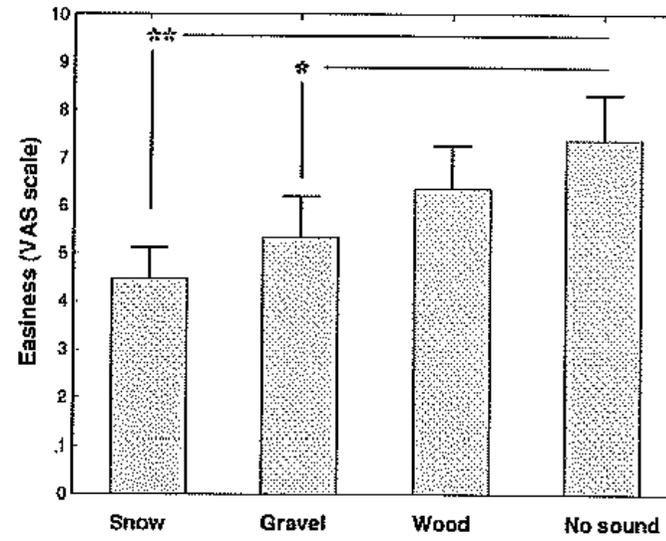
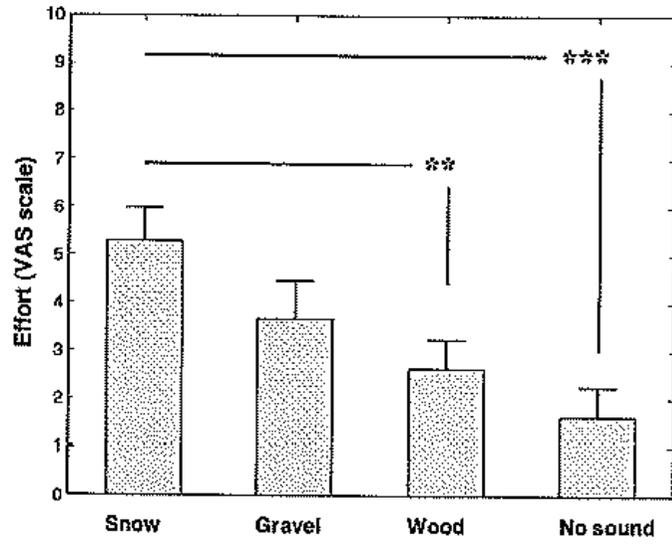


Figure 3. Graphical representation of the mean and the standard error for participants' step time (left), and step time difference from the baseline (right). Legend: * represents $p \leq 0.05$, ** $p \leq 0.01$ and *** $p \leq 0.001$.



- Operare azioni cognitive: contare, parlare, raccontare, ricordare
- Immaginare azioni : immaginazione cinestetica e visiva

- Spostare il peso del corpo: oscillare a destra e a sinistra, distribuire diverse percentuali di peso a destra e a sinistra
- Applicare vibrazioni su tendini o su basi di appoggio

Atleti

- J Strength Cond Res. 2012 Apr;26(4):926-36.
- Effects of whole-body vibration training on explosive strength and postural control in young female athletes.
- Fort A, Romero D, Bagur C, Guerra M. SourceEUSES Sports Science, University of Girona, Girona, Spain.
azaharafort@gmail.com

pattinatori

- **Sports activities are reflected in the local stability and regularity of body sway: older ice-skaters have better postural control than inactive elderly.**
- **Lamoth CJ, van Heuvelen MJ.SourceCenter for Human Movement Sciences, University Medical Centre Groningen, University of Groningen, The Netherlands.**
C.J.C.Lamoth@med.umcg.nl

Velocisti

- **Effects of proprioceptive training program on core stability and center of gravity control in sprinters**

Romero-Franco N, Martínez-López E, Lomas-Vega R, Hita-Contreras F, Martínez-Amat A.

Tiro a segno

- J Sports Sci. 2011 Oct;29(13):1381-7. Epub 2011 Sep 15.
- Effects of stance width on performance and postural stability in national-standard pistol shooters.
- Hawkins RN, Sefton JM.Source

Canoa???

- Eur J Appl Physiol. 2012 May;112(5):1807-15. Epub 2011 Sep 11.
- Postural stability of canoeing and kayaking young male athletes during quiet stance.
- Stambolieva K, Diafas V, Bachev V, Christova L, Gatev P. Source Institute of Neurobiology, Bulgarian Academy of Sciences, Acad G Bonchev St. 23, 1113 Sofia, Bulgaria. katerina_stambolieva@yahoo.com

Calciatori

- J Strength Cond Res. 2011 Jul;25(7):1905-10.
- Recovery of time on limits of stability from functional fatigue in Division II collegiate athletes.
- Ishizuka T, Hess RA, Reuter B, Federico MS, Yamada Y.SourceLaboratory of Sports Medicine, Faculty of Sports and Health Science, Fukuoka University, Fukuoka, Japan.
ishizuka@fukuoka-u.ac.jp

football

- J Athl Train. 2011;46(3):234-40.
- Persistent motor system abnormalities in formerly concussed athletes.
- De Beaumont L, Mongeon D, Tremblay S, Messier J, Prince F, Leclerc S, Lassonde M, Théoret H. Source Centre de Recherche en Neuropsychologie et Cognition, Université de Montréal, QC, Canada.

giovani

- Eur J Appl Physiol. 2010 Nov;110(4):703-8. Epub 2010 Jun 26.
- Postural control in 13-year-old soccer players.
- Bieć E, Kuczyński M.SourceAcademy of Physical Education, Wrocław, Poland.

Limiti della pedana

- Arch Orthop Trauma Surg. 2011 Aug;131(8):1043-52. Epub 2011 Feb 18.
- The influence of playing level on functional ankle stability in soccer players.
- Rein S, Fabian T, Weindel S, Schneiders W, Zwipp H. Source Department of Trauma and Reconstructive Surgery, University Hospital Carl Gustav Carus, Fetscherstrasse 74, Dresden, Germany. susanne.rein@web.de

Compiti x casa

- Ognuno a partire dal proprio sport di appartenenza sviluppa un'idea di test/ allenamento da eseguire x valutare la stabilità posturale ed il miglioramento della stabilità posturale
- Presentare due fogli di power point che esprimono in modo sintetico l'idea
- Una settimana di tempo

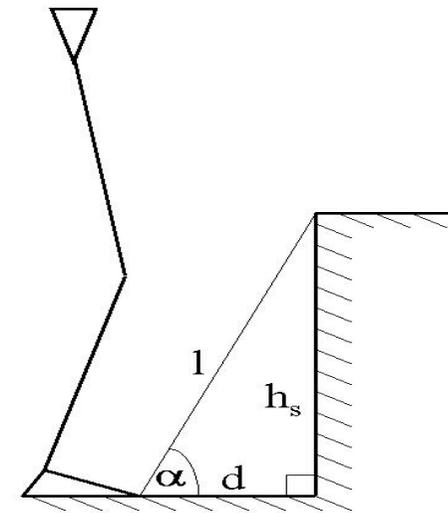
L'analisi del movimento della salita delle scale può essere affrontato considerando diversi parametri:

Definiamo un modello di dinamica della salita (Ground Reaction Forces - GRF) per testare strategie motorie attuate a diverse età. Misuriamo come vengono gestite le forze sotto ai piedi durante la salita di scale

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

Sappiamo che:

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

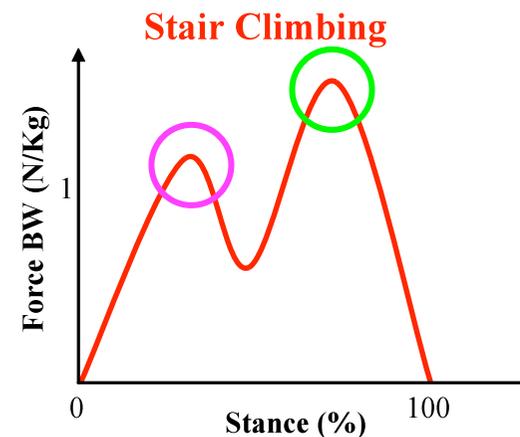
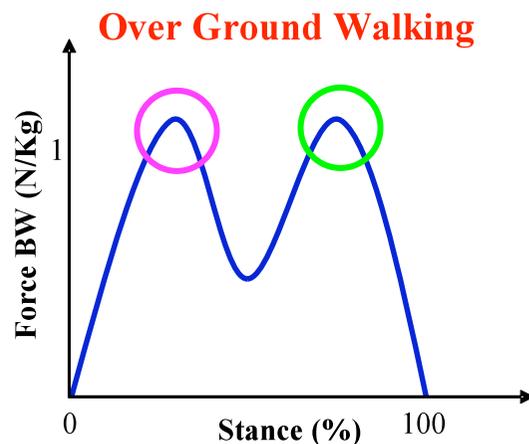


Come cambiano le forze esercitate sul terreno (GRF) durante l'azione della salita dello scalino o durante una camminata normale e considerando diverse fasce d'età?

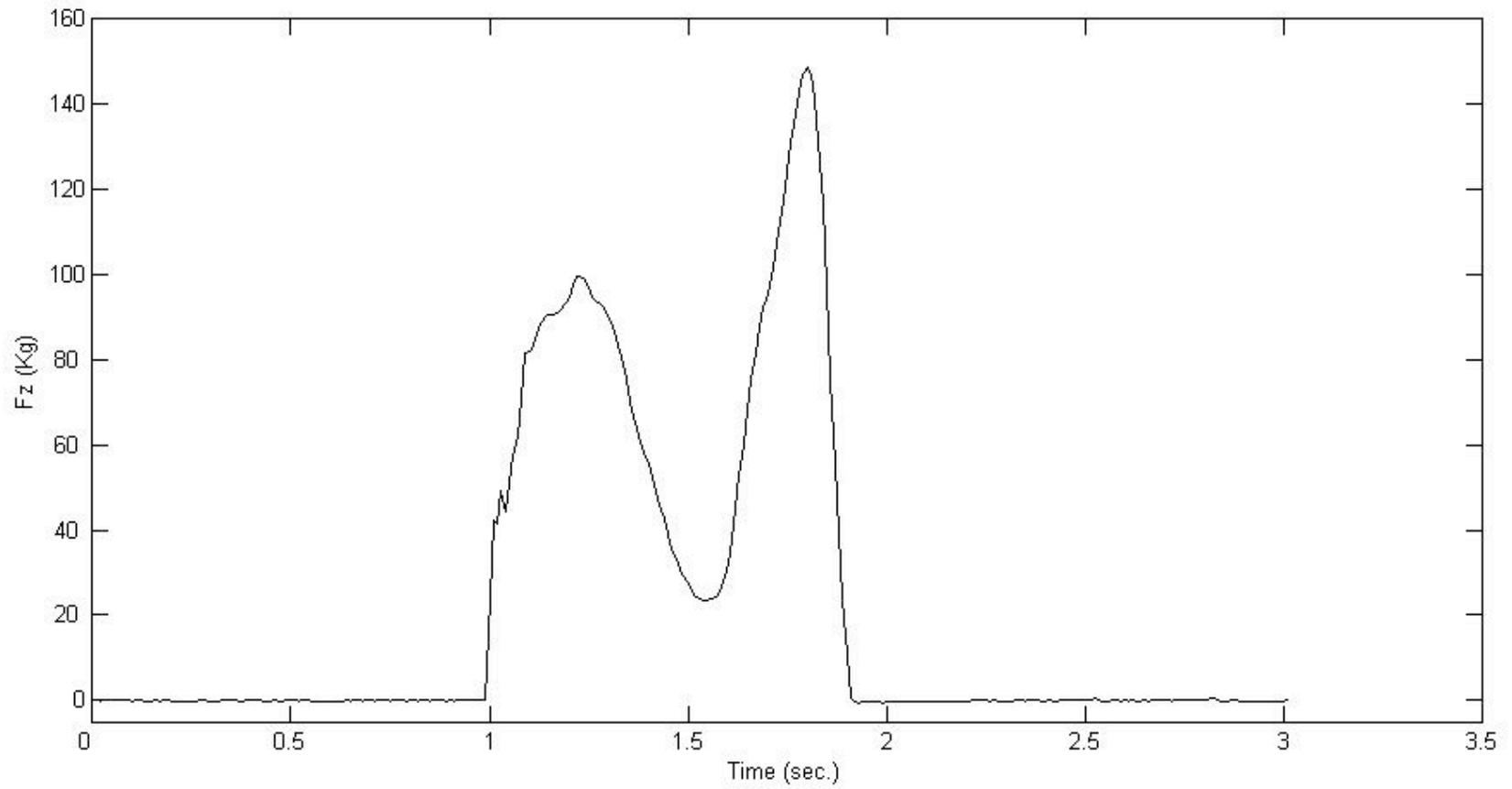
Sappiamo che:

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)

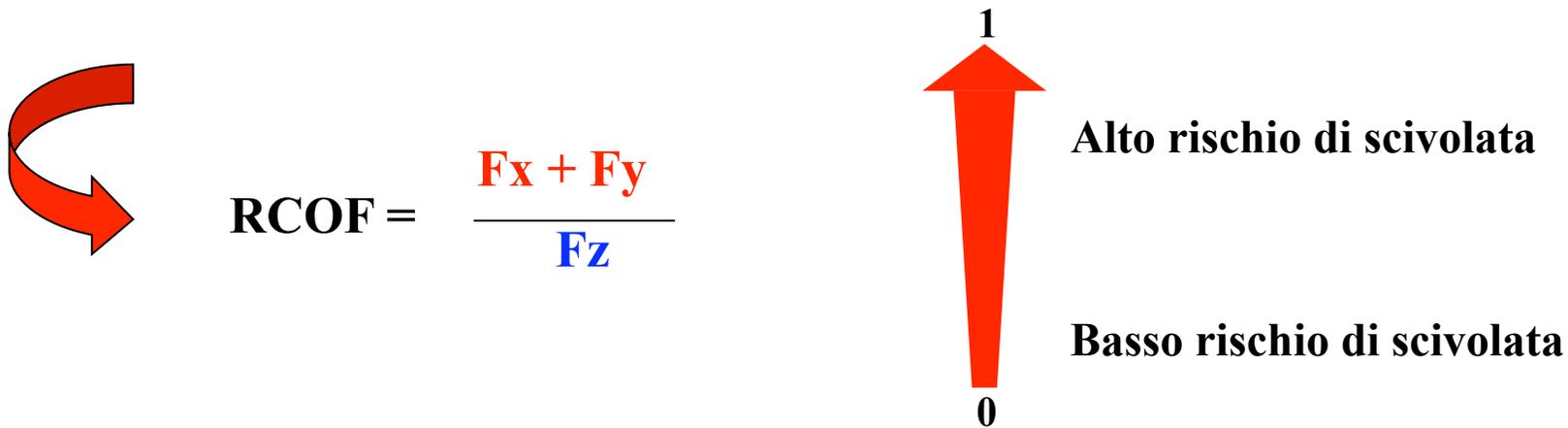


Una Prova



Come si calcola 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)


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

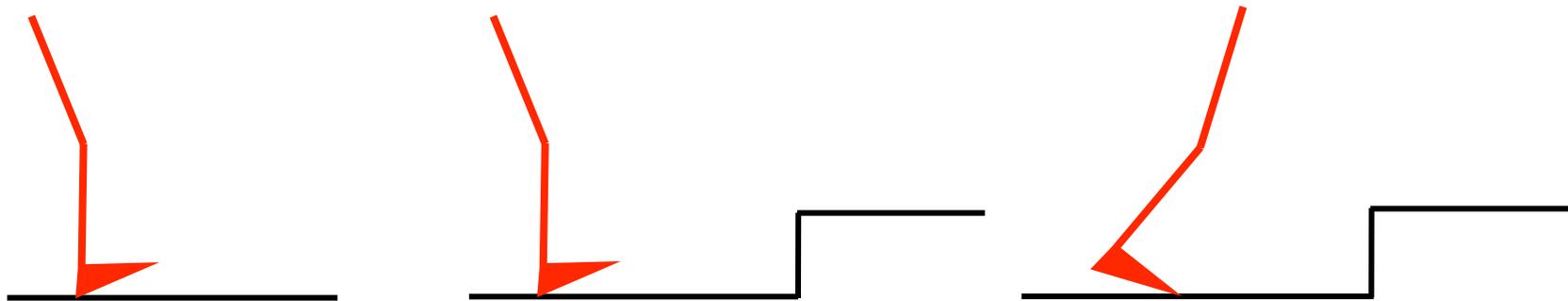
F_x e F_y latero-laterale; antero-posteriore

F_z normale

Fasi del movimento e coefficiente di frizione

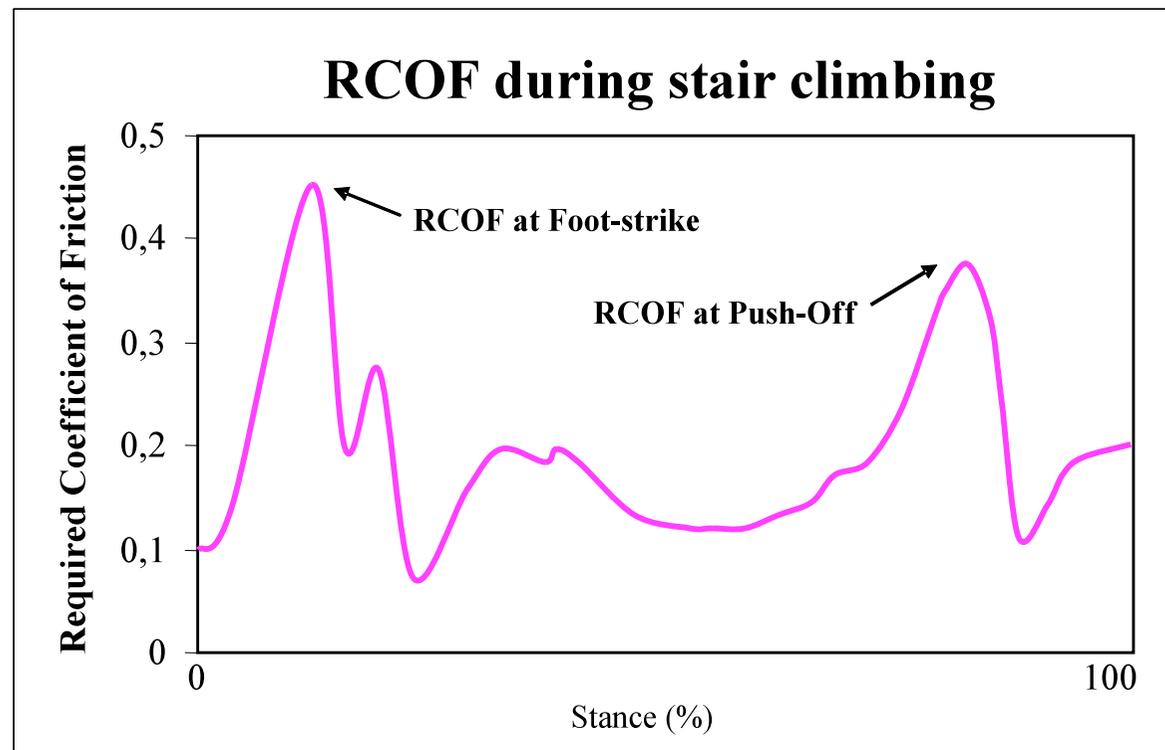
- Durante la fase di attacco del tallone non sono state riscontrate diversità nel RCOF fra una semplice camminata e la salita delle scale, mentre durante la fase di spinta (push-off) il valore di RCOF, è quasi doppio rispetto alla camminata (Redfern et al. = 0.39, Hamel et al. = 0.38)

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



Vogliamo avere dei dati riproducibilità

Soggetti

- 9 giovani (6 maschi, 3 femmine) → età media $26.3 \text{ anni} \pm 4.3$
- 9 anziani (6 maschi, 3 femmine) → età media $66.4 \text{ anni} \pm 4.7$
- 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 ± 4.3	68.5 ± 10.2	175.2 ± 8.7	82.9 ± 5.6
Anziani	66.4 ± 4.7	71.9 ± 12.2	167.2 ± 11.1	79.2 ± 7.1

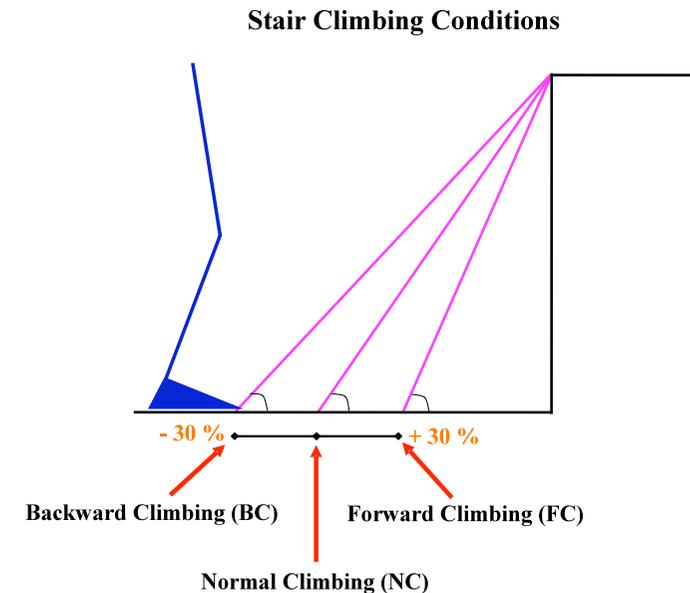
Vogliamo verificare il comportamento anche in condizioni di grande difficoltà

Ad ogni soggetto chiediamo di salire senza l'aiuto delle mani

↳ Condizione **NC** (Normale)

↳ Condizione **FC** (Avanti)

↳ Condizione **BC** (Indietro)



Vogliamo avere dei dati riproducibili

Ogni soggetto esegue 10 prove per condizione, per un totale di 30 prove;

- Prima dell'inizio dell'esperimento 4 prove di pratica;

Vogliamo verificare se diverse strategie di salita correlano con la flessibilità

- test di flessibilità dell'articolazione dell'anca (coxo-femorale):
 - In piedi appoggiato con la schiena al muro;
 - flettere la coscia (con e senza l'aiuto delle mani)
(**Condizione Passiva** vs **Condizione Attiva**);
 - Misuriamo l'angolo tra la coscia e il tronco.

Variabili considerate

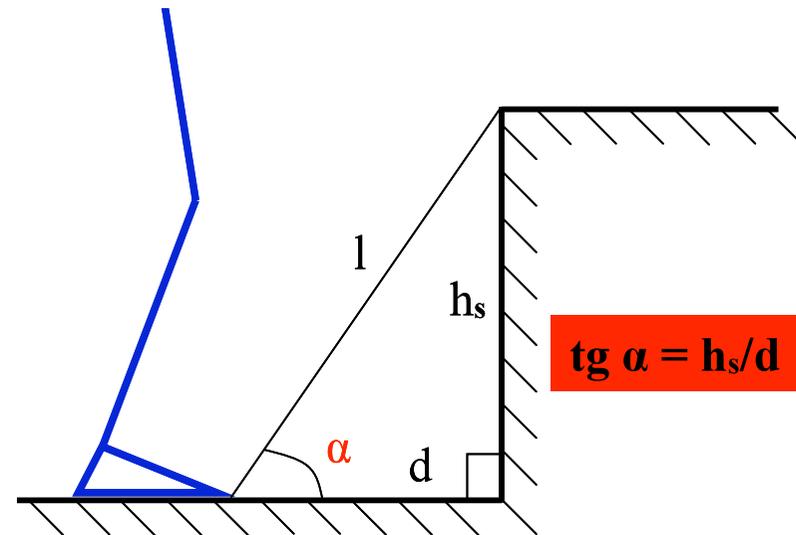
Variabili calcolate/1

❖ Angolo (α)

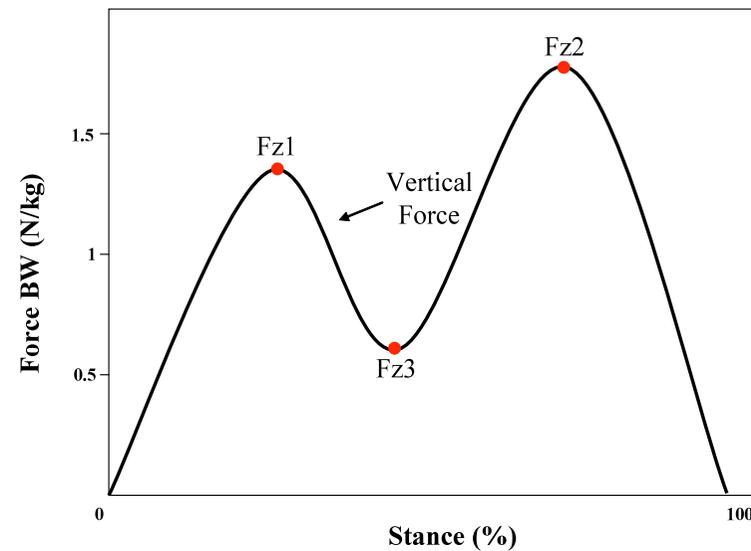
❖ Fz_1

❖ Fz_2

❖ Fz_3

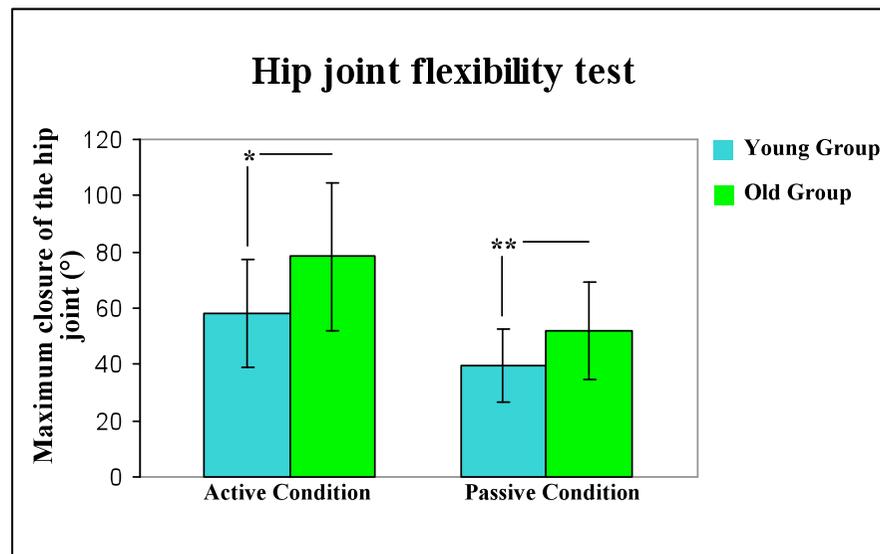


Stair Climbing vertical GRF Profile



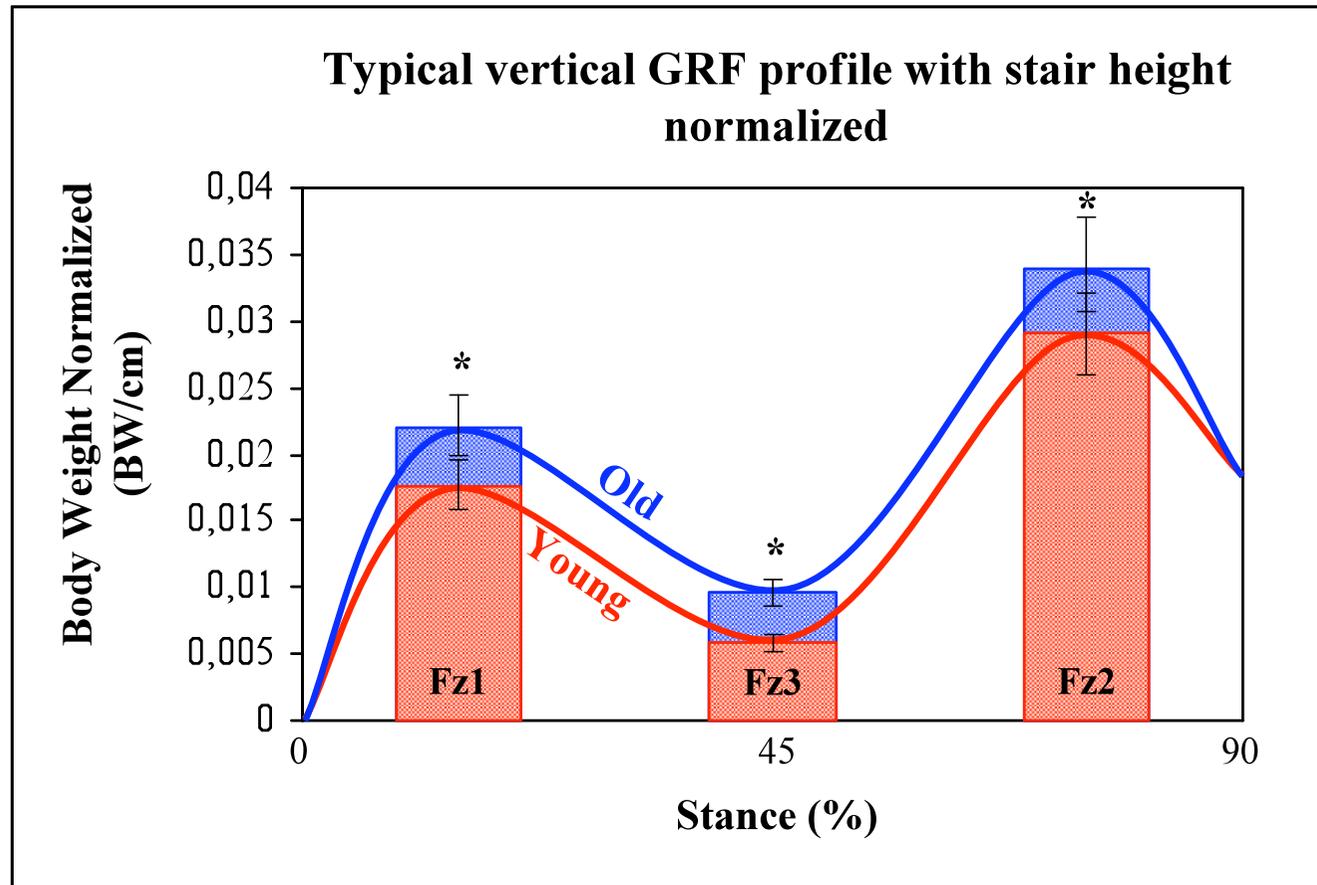
Risultati: test flessibilità

Giovani maggiore mobilità articolare dell'anca in entrambe le condizioni



Risultati: profilo della forza

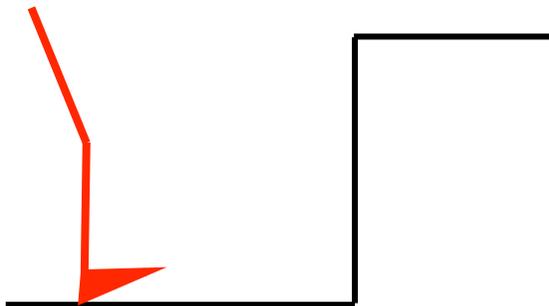
Gli anziani esercitano maggior forza sul terreno rispetto ai giovani durante tutto il movimento (Fz_1 , Fz_2 , Fz_3) per tutte e tre le condizioni (NC, FC, BC)



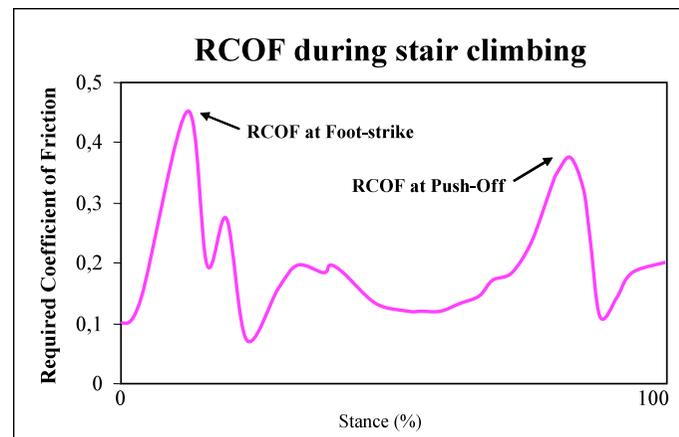
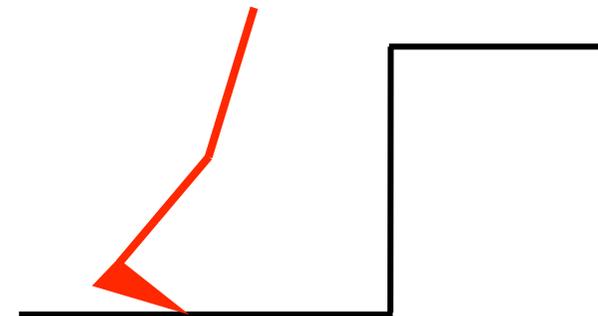
Risultati: coefficiente di frizione

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

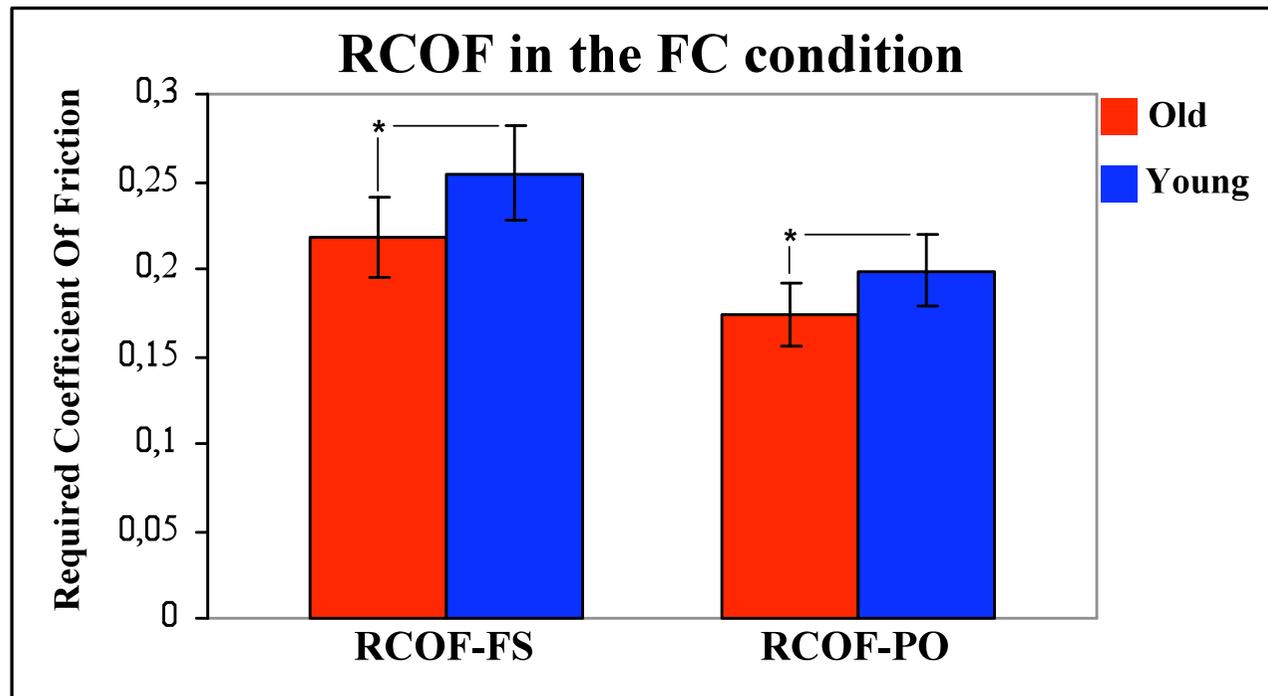


RCOF-PO



Risultati:coefficiente di frizione

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

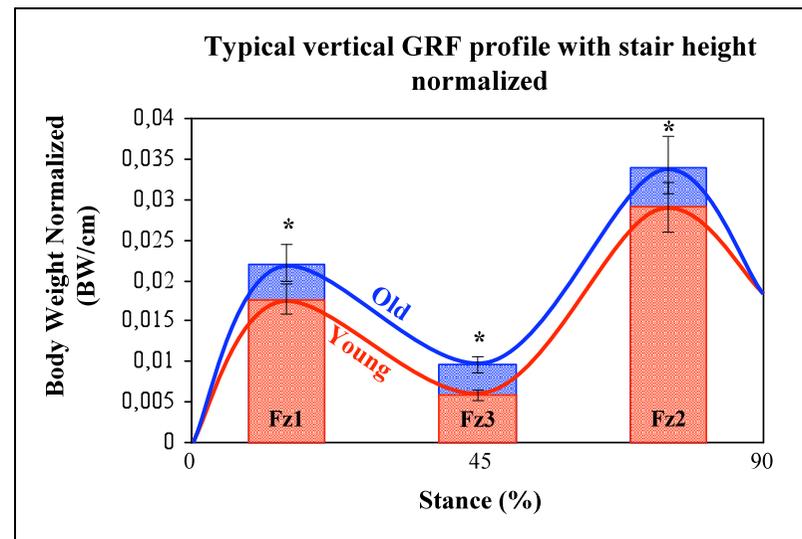


Discussione/2

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 (aumentate co-contrazioni)
- In presenza di un elevato grado di difficoltà del compito diminuiscono il Coefficiente di Frizione per ridurre il rischio di scivolamento