

# *Controllo posturale*

# Controllo posturale (balance)

*L'abilità di controllare la massa corporea rispetto alla base di appoggio.*

Sono molteplici i meccanismi che intervengono:

- gravità
- azioni muscolari (anche intersegmentarie)
- eventi esterni
- eventi patologici (ci rendono consapevoli del problema)

# L'ambiente risente della gravità

Ne dobbiamo tenere conto indipendentemente da ciò che facciamo



# Aggiustamenti posturali

Garantiscono il controllo posturale e sono dovuti ad attivazioni muscolari e movimenti articolari.

## Azioni principali:

- sostenere il capo e il corpo vs gravità
- mantenere il centro di massa corporea (COM) allineato e bilanciato sopra la base di appoggio
- stabilizzare alcune parti del corpo mentre altre sono in movimento.

# Stabilità posturale

*L'abilità di mantenere il COM del nostro corpo entro specifici confini dello spazio (o limiti di stabilità).*

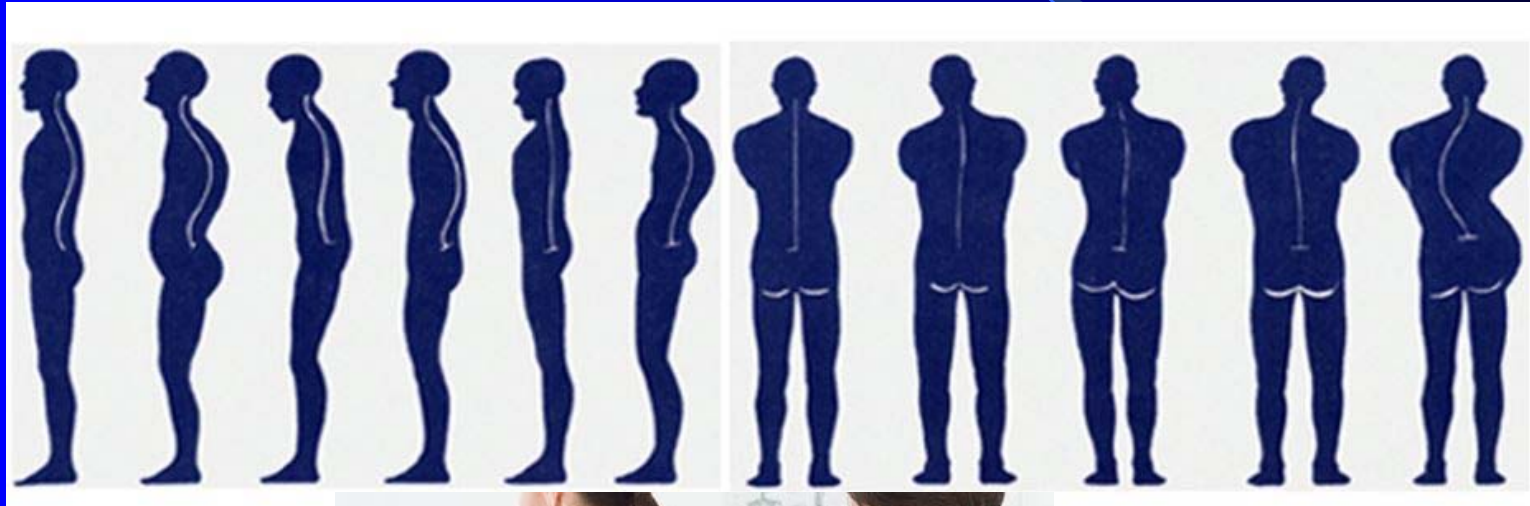
È un processo dinamico, stabilito dall'equilibrio di tutte le forze che agiscono sul nostro corpo, il cui scopo è i) mantenere una posizione preferenziale o ii) raggiungerne una nuova senza perdere il controllo posturale.

# Stabilità posturale



# Postura: è un concetto diverso!

L'allineamento dei segmenti corporei in relazione tra loro e all'ambiente circostante.



# Controllo posturale

Un sistema in salute deve:

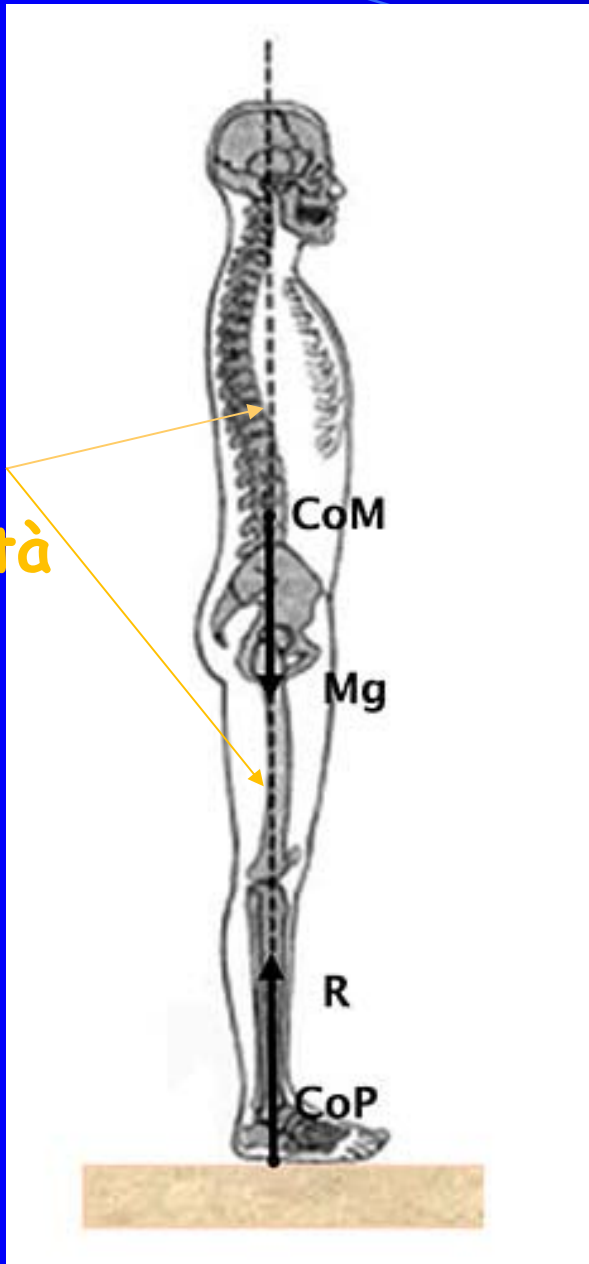
A) mantenere lo stato di quiete

B) anticipare movimenti volontari orientati ad un compito

C) essere adattivo rispetto a B o a perturbazioni esterne

Per essere efficiente deve essere integrato agli altri movimenti e consumare poca energia

Linea  
di  
gravità



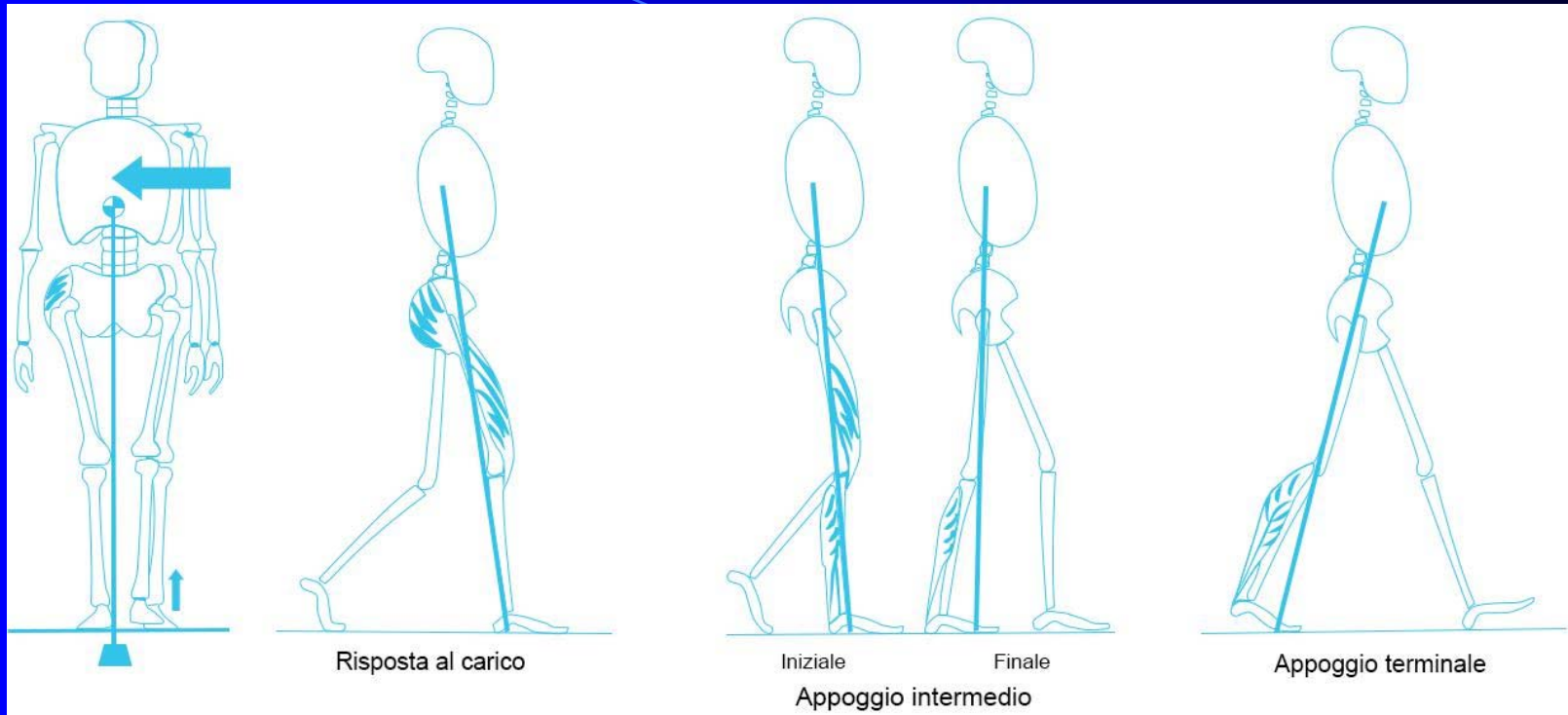
CoM (peso medio dei CoM di ogni segmento): zona lombare (se in piedi);

Mg: vettore forza peso;

Centro di pressione (CoP): il punto di applicazione della risultante delle forze scambiate tra piede e terreno

R: forza di reazione al suolo.

**Il corpo è stabile quando la linea gravitaria (cioè, la proiezione verticale del CoM) è sopra la base di appoggio**



**Durante il cammino è cruciale che la linea gravitaria resti entro la base di supporto, che varia in funzione del compito, delle abilità e dell'ambiente (l'alternativa è cadere).**

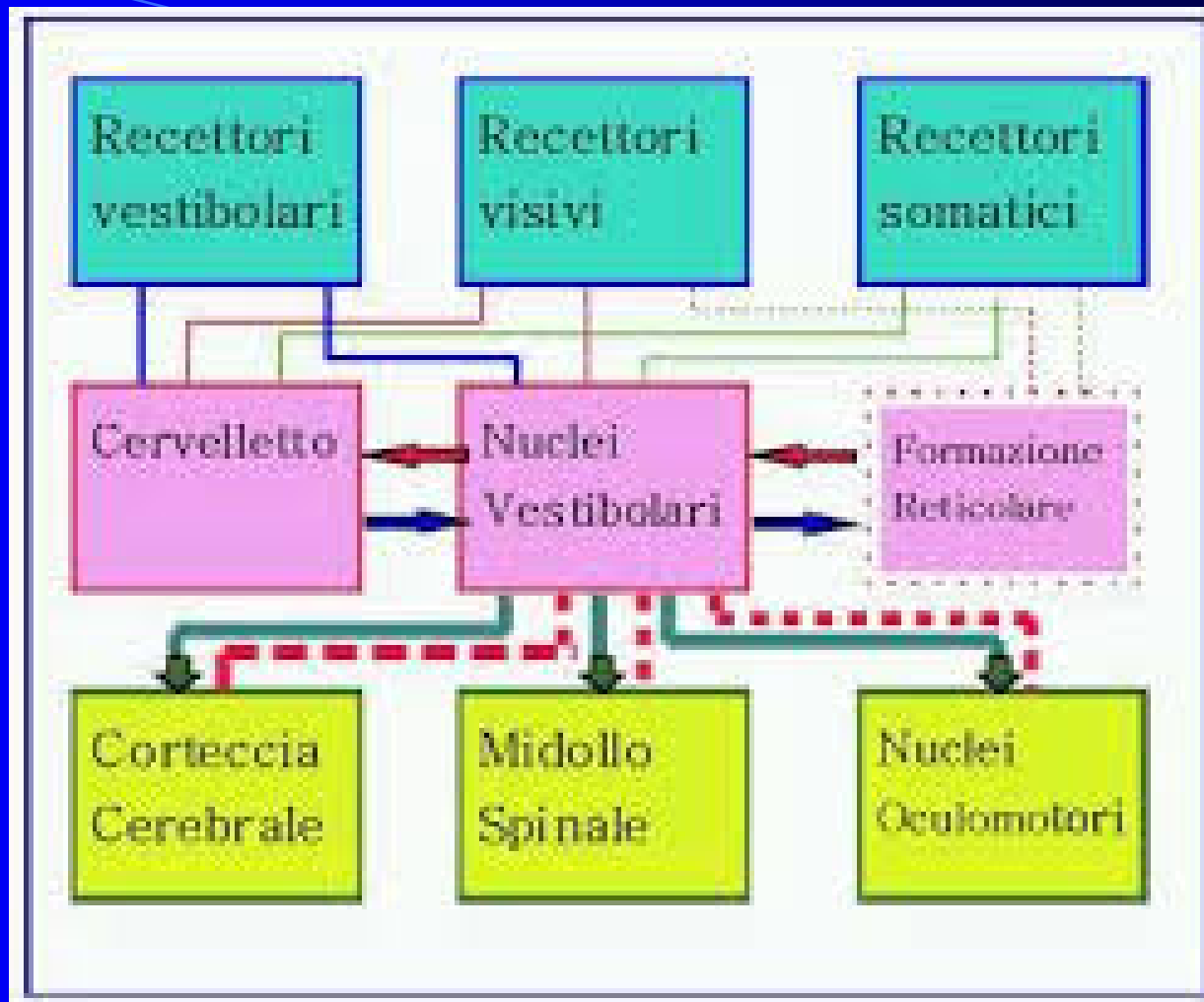
# Integrazione senso-motoria

Il sistema vestibolare fornisce informazioni circa la posizione della testa e il movimento (accelerazione lineare ed angolare).

Il sistema visivo fornisce informazioni rispetto a dove siamo (ciò che ci circonda) ed è influenzato dall'esperienza.

Il sistema propriocettivo fornisce informazioni sullo stato degli elementi effettori (muscoli, articolazioni, tendini, capsule, ...).

→ Il sistema è integrato a livello corticale e può sembrare ridondante (verifica, compensazione).



**Sistema integrato corticale, visivo, vestibolare e somato-sensoriale, che si modifica rispetto a input interni ed esterni.**

# A) Oscillazioni posturali

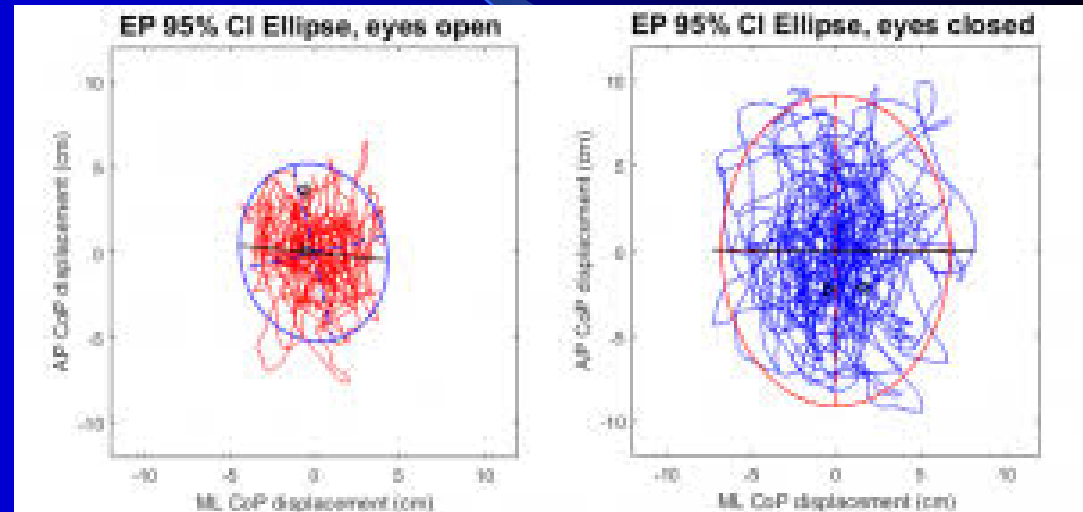
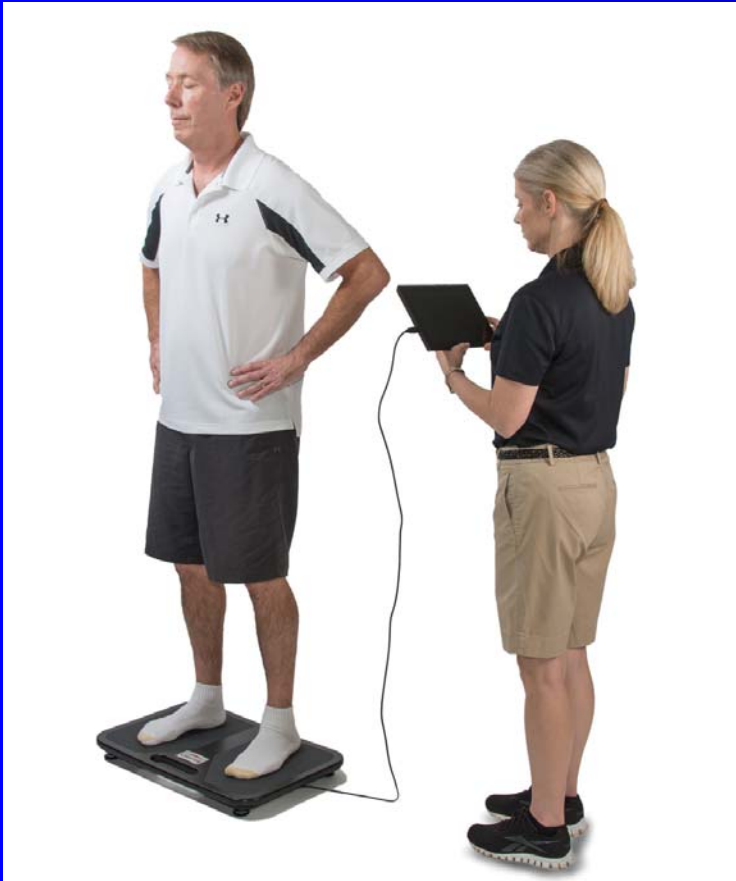
Quando restiamo in piedi fermi, avvengono piccoli movimenti fisiologici del CoM intorno alla base di appoggio, definiti anche *postural sway*.

È un processo attivo che richiede attività muscolare e articolare continua.

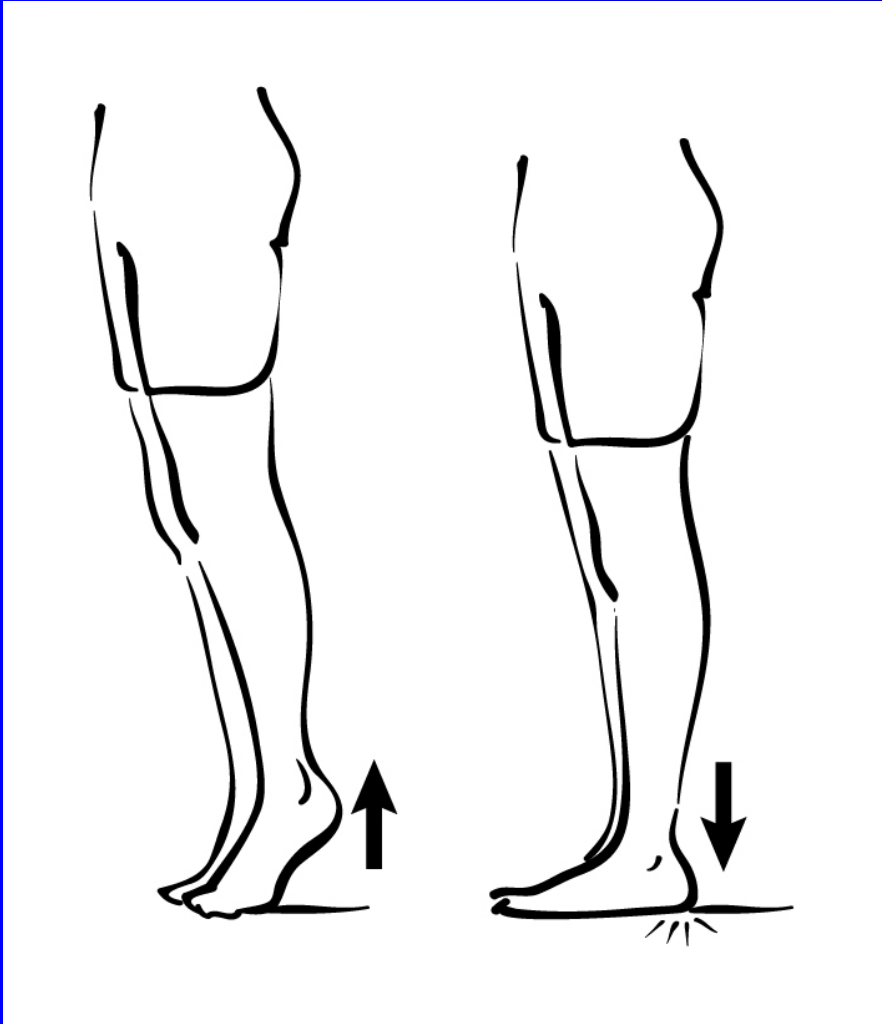
Influenzato da: respiro, età, ridotta attività muscolare, ridotte abilità visive e propriocettive, tempi di reazione allungati.

Non è da confondere con la stabilità posturale.

# A) Oscillazioni posturali



## B) Movimenti volontari



Cosa succede ad altri muscoli (TA, QF e BF) quando ci solleviamo sulle punte (TS)?

Si contraggono in anticipo per evitare la retropulsione

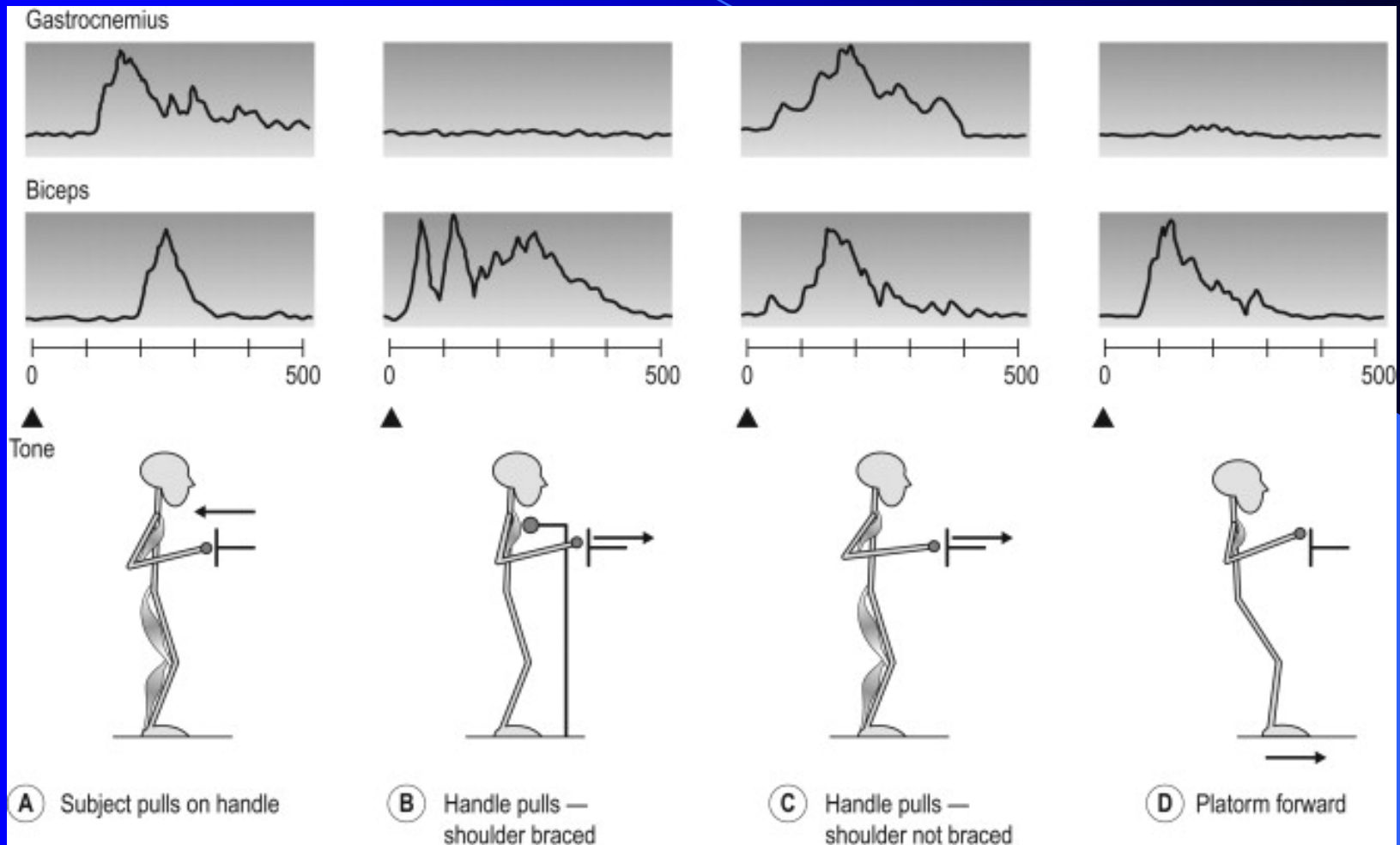
## B) Movimenti volontari



Cosa succede  
alle altre  
parti del  
corpo e al  
CoM  
sollevando un  
braccio?

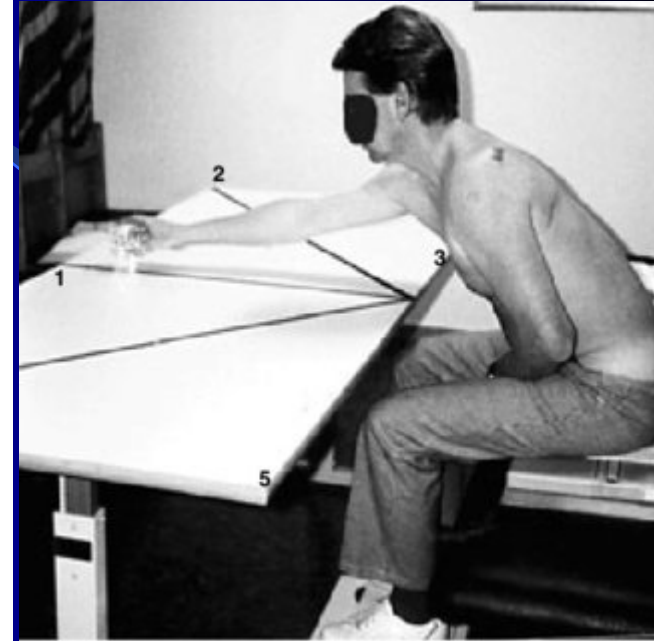
Azioni anticipatorie atte a mantenere il CoM entro  
la base di appoggio.

# B) Movimenti volontari



**Sono task e contesto-specifici!**

## B) Movimenti volontari



Ampia base di appoggio se i piedi sono a terra;  
viceversa i movimenti di lato sono più difficili.  
**Importante attività dei muscoli di anca e rachide**  
Compiti di reaching: TA, gemelli e QF.

# C) Cause esterne di instabilità

Superfici in movimento o scivolose, quando superiamo un ostacolo, siamo spinti.



## C) Cause esterne di instabilità

Vi sono aggiustamenti posturali in risposta ad instabilità posturali più marcate dei movimenti volontari.

Si basano su esperienza e informazioni visive, determinando reazioni anticipatorie.

Manteniamo livelli di allerta elevati, aggiriamo ostacoli o afferriamo oggetti stabili, attivando al contempo sinergie muscolari posturali contesto e task-specifiche (non sono riflessi!).

# Sinergie muscolari

## Strategia di caviglia

Si evidenzia quando vi sono modeste oscillazioni AP.

Attivazione disto-prossimale.

Attivazione ANT per correggere perturbazioni POST, e viceversa.

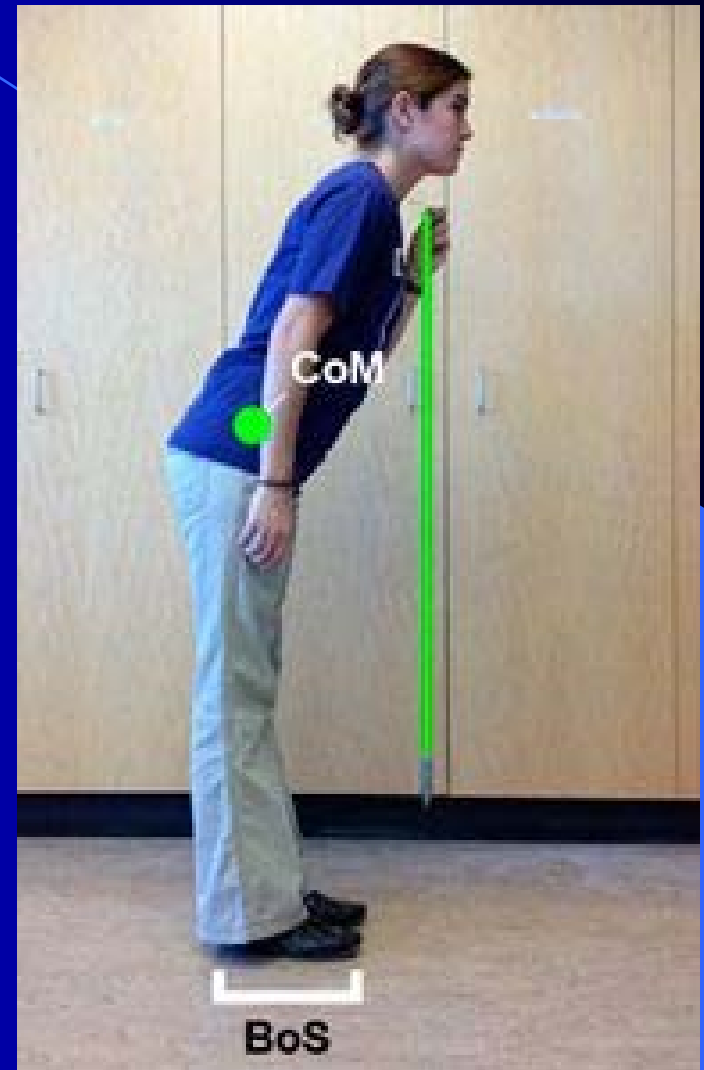


# Sinergie muscolari

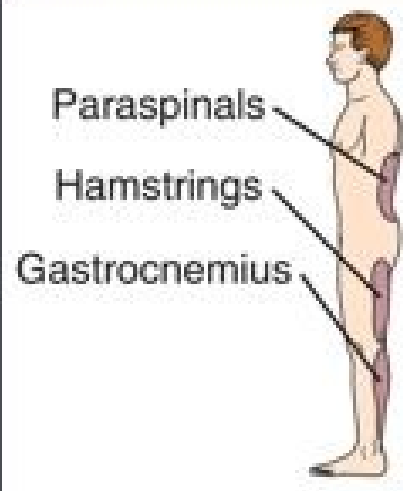
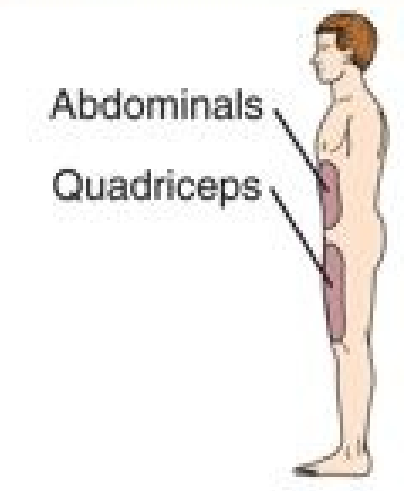
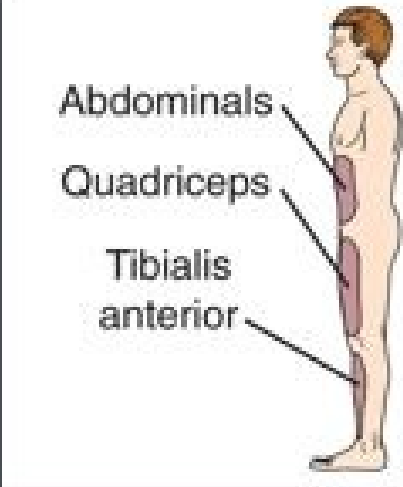
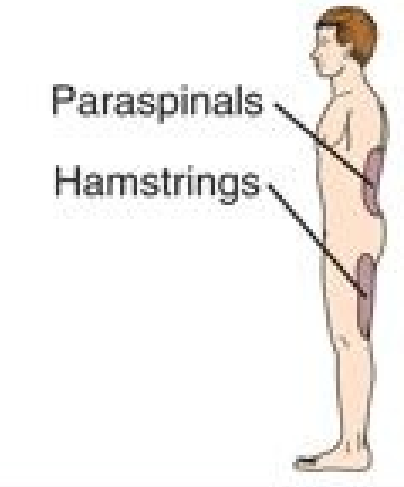
## Strategia d'anca

Si evidenzia quando vi sono oscillazioni maggiori o superfici di appoggio minori.

Vi sono aggiustamenti pluridirezionali



# Caviglia vs. anca

	Ankle strategy	Hip strategy
Forward sway	 <p>Paraspinals Hamstrings Gastrocnemius</p> <p>This diagram shows a human figure in profile leaning forward. Three muscle groups are highlighted in purple and labeled with lines pointing to their locations: Paraspinals in the lower back, Hamstrings in the back of the thigh, and Gastrocnemius in the back of the calf.</p>	 <p>Abdominals Quadriceps</p> <p>This diagram shows a human figure in profile leaning forward. Two muscle groups are highlighted in purple and labeled with lines pointing to their locations: Abdominals in the front of the torso and Quadriceps in the front of the thigh.</p>
Backward sway	 <p>Abdominals Quadriceps Tibialis anterior</p> <p>This diagram shows a human figure in profile leaning backward. Three muscle groups are highlighted in purple and labeled with lines pointing to their locations: Abdominals in the front of the torso, Quadriceps in the front of the thigh, and Tibialis anterior in the front of the lower leg.</p>	 <p>Paraspinals Hamstrings</p> <p>This diagram shows a human figure in profile leaning backward. Two muscle groups are highlighted in purple and labeled with lines pointing to their locations: Paraspinals in the lower back and Hamstrings in the back of the thigh.</p>

# Sinergie muscolari

## Piccoli passi

Mediante rapidi passi o saltelli, con lo scopo di definire una nuova base di appoggio per il CoM.

Vi sono perturbazioni più intense o rapide.

Rigidità articolari.



# Sinergie muscolari

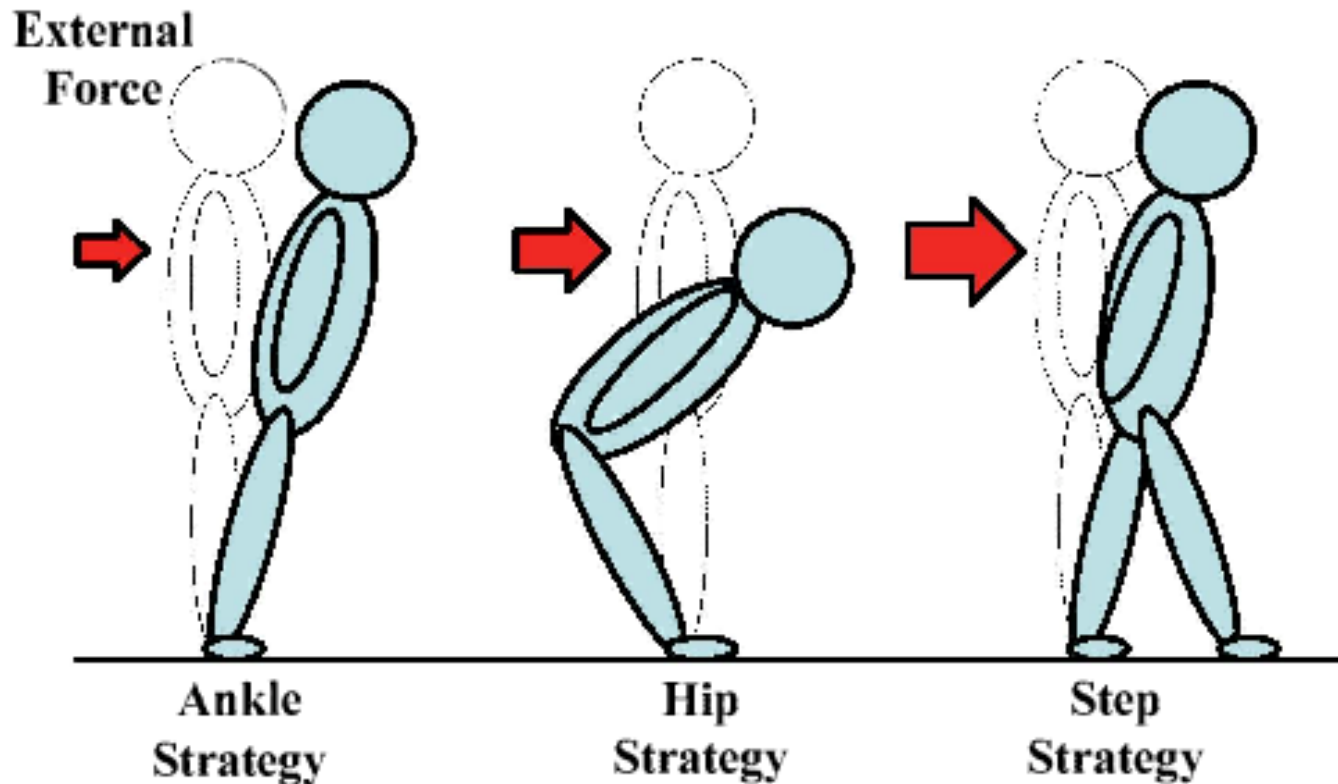


Fig. 1. Three basic balancing strategies

# Sinergie muscolari

Sono adattive, cioè favoriscono l'apprendimento

Sono in funzione del compito da svolgere

Dipendono dai tempi di reazione neuromotori

Subiscono influenze cognitive (attenzione divisa), visive, vestibolari e propriocettive



Contribuiscono ad affinare le risposte reattive (o compensative) all'instabilità.

# L'età riduce il controllo posturale

## Sedentarietà

Riduzione della forza muscolare (isometrica e dinamica) > 60 anni

Più elevato rischio di degenerazioni muscolo-scheletriche e neurologiche

Tempi di reazione ridotti

Farmaci che riducono la vigilanza diurna

Presenza di barriere architettoniche

# Rischio di caduta

Più elevato negli anziani, per deficit di controllo posturale

Rigidità di caviglia (e di anca), debolezza muscolare (DF e PF).



Tendenza alla retropulsione, oltre a scarsa integrazione visiva, uditiva, vestibolare e sensitiva periferica (tattile, vibratoria e propriocettiva).

# Rischio di caduta



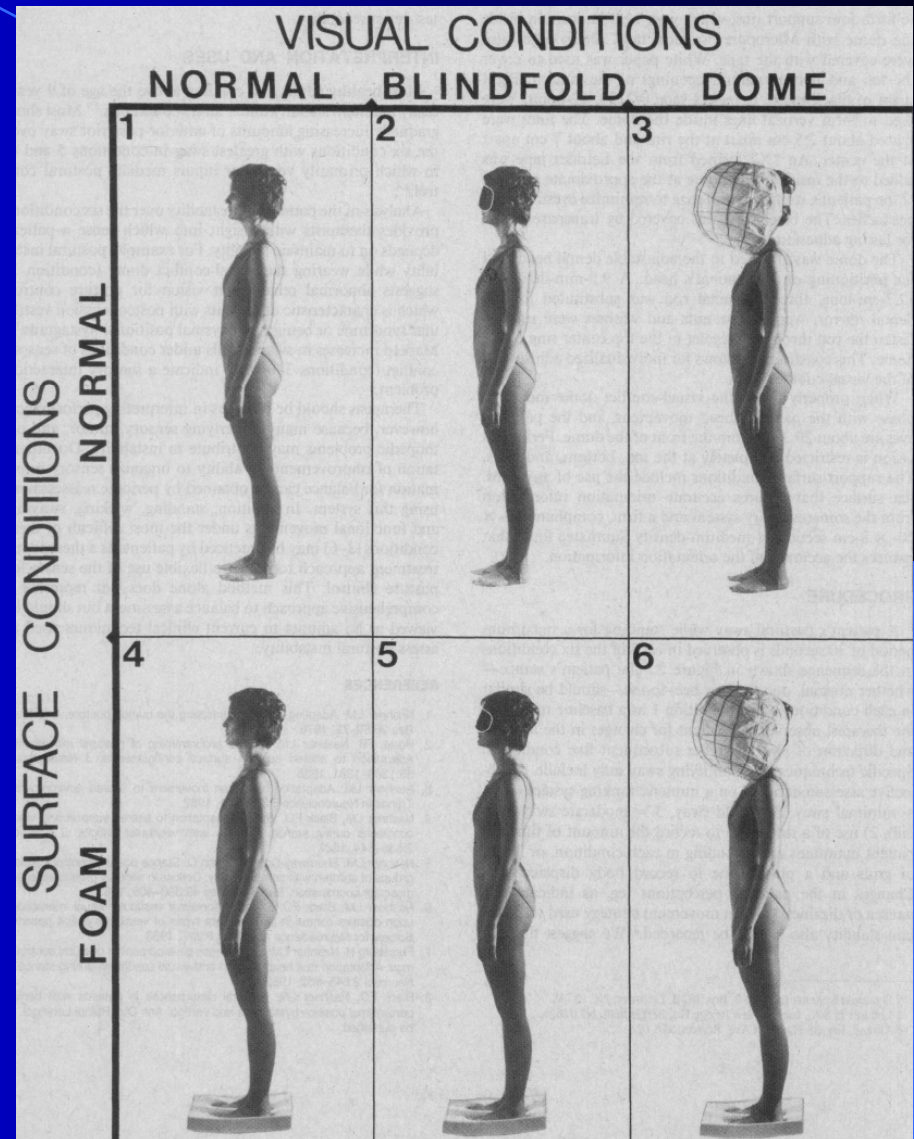
# Controllo posturale alterato

Qualsiasi lesione dell'UMN può compromettere la stabilità posturale:

- ridotta forza, potenza e resistenza muscolare
  - ridotta coordinazione
  - alterazioni sensitive
- disfunzioni cognitive (funzioni esecutive, quali: attenzione, memoria, pianificazione)
- modificazioni maladattive dei tessuti

# Controllo posturale alterato

Il fenomeno della ridondanza viene a mancare e il deficit appare manifesto



# Effetti clinici

Ritardati (o assenti) aggiustamenti posturali anticipatori (→ barcollamento)

Co-attivazione muscolare degli AA II (→ rigidità dell'arto)

Riduzione velocità e incremento del doppio appoggio durante il cammino

Difficoltà a stare su una gamba sola e a superare gli ostacoli

# Effetti clinici

Ridotta distanza e velocità di prensione da seduto per minor GRFs.

Aumento delle oscillazioni in SE

Riduzione tempi di attivazione muscolare e di forza massima espressa (torque)

Difficoltà a contrastare le forze sul piano sagittale e frontale

Sinergie muscolari ridotte

Cadute 1/anno nei soggetti > 65 anni.

# (Mal)Adattamenti all'instabilità

Privilegiare l'arto più forte durante ADL

Aumentare la base di appoggio

Ridurre i movimenti del corpo, limitando progressivamente l'escursione del CoM

Usare braccia e mani quale appoggio per migliorare il controllo posturale

Paura di cadere

Immobilità prolungata, che favorisce debolezza e rigidità

# Balance training

La rieducazione del controllo posturale deve essere svolta ad integrazione delle azioni motorie funzionali.

Infatti, il controllo posturale è specifico di ogni task funzionale, il cui sviluppo è strettamente connesso.

Task- & context-specificity!

# Balance training

Prerequisiti neuromotori sono:

- mobilità articolare e dei tessuti molli
- stenia degli arti inferiori
- timing di attivazione muscolare, anche in risposta ad eventi perturbanti esterni.



Contrasto a sedentarietà, difficoltà alla SE, al cammino lento e alle cadute.

# Quali esercizi migliori?

Esercizi a difficoltà crescenti, svolti in carico, con minima richiesta funzionale degli arti superiori.

Orientati allo specifico deficit neuromotorio e alle richieste funzionali del singolo soggetto.

Devono tenere in considerazione l'ambiente circostante e la paura di cadere (soggetto portatore di disabilità, anziano).

# Quali esercizi migliori?

Esercizi volti ad incrementare la consapevolezza spaziale (dove si è) e l'abilità a compiere aggiustamenti posturali mediante attivazioni muscolari graduate temporalmente.



Il controllo posturale precoce della stazione seduta (entro i limiti di stabilità e poi oltre) accelera i processi di recupero funzionale.

# Carico sugli arti inferiori

Vi sono specifiche difficoltà a spostare il carico da un arto all'altro (*prerequisito per il cammino e far le scale*), diminuendo le risposte posturali anticipatorie, continuative e reattive.

Tali difficoltà sono da contrastare, aumentando l'attività muscolare (spt. estensoria).

# Carico sugli arti inferiori



Cammino in sospensione

# Carico sugli arti inferiori



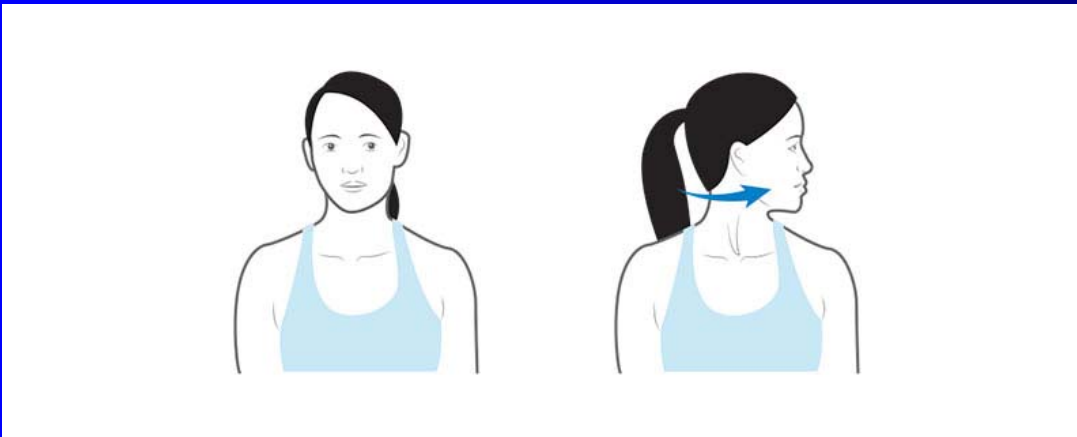
Cintura  
con presa

# Carico a ridotta escursione CoM



© Can Stock Photo - csp23010520

Guardare verso l'alto



Ruotare la testa senza spostare i piedi

# Carico a ridotta escursione CoM



Prendere un oggetto davanti  
a noi...



...o sopra di noi

# Esercizi più complessi

Variare la base di appoggio:



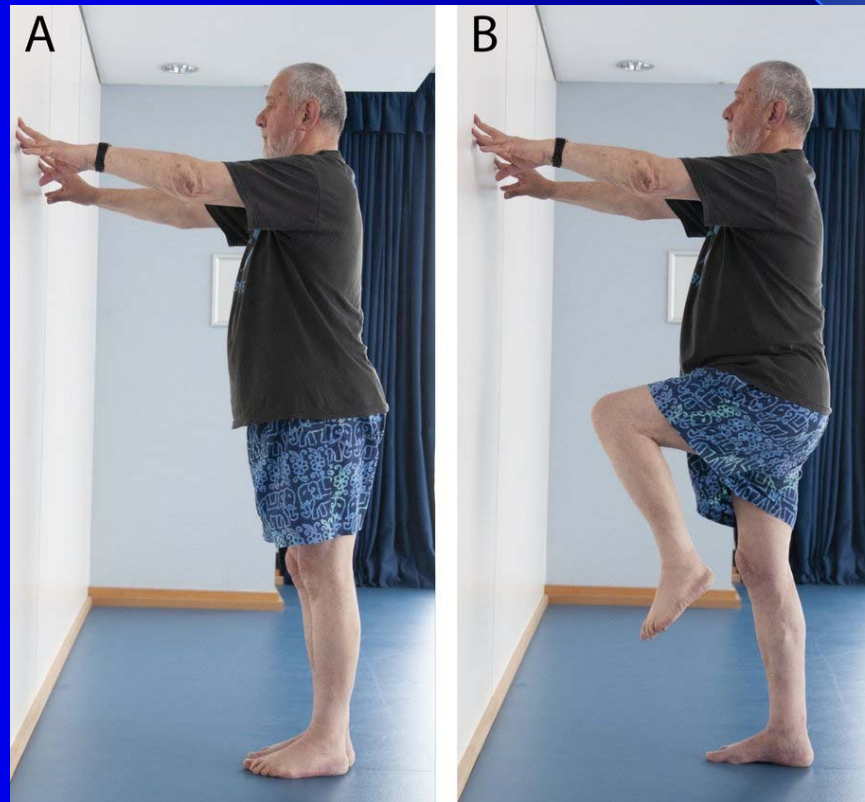
a piedi uniti



con un piede davanti  
all'altro

# Esercizi più complessi

Variare la base di appoggio: su un piede solo (anche ad occhi chiusi)



# Esercizi più complessi

Aumentare le dimensioni degli oggetti (con necessità di utilizzo di entrambe le mani) e la distanza per raggiungerli.

Variare la posizione degli oggetti (laterale e posteriore)

Aumentare la velocità di esecuzione



# Esercizi più complessi

Toccare con i piedi oggetti  
posti sul pavimento

Prendere (passarsi) una palla

Allenare i punti deboli



# Balance training

L'obiettivo è sul compito, non sull'equilibrio.

Così facendo, i soggetti sviluppano abilità a gestire le forze provocate dai movimenti segmentari.



Azioni concrete, in ambienti diversi.

# Rinforzo muscolare funzionale

Organizzare ripetizioni multiple del task, a carichi crescenti.

Considerare anca, ginocchio e caviglia come un unico segmento



Incrementare la forza (eccentrica e concentrica) e il controllo neuromotorio

# Rinforzo muscolare funzionale

Pesi alle caviglie o al rachide (0.5→1 kg)  
durante il training.



# Massimizzare le abilità

Allontanare progressivamente gli oggetti da raccogliere

Passo incrociato

Affondi in avanti e laterali

Ballare a passo di musica, complessità ambientale, virtual gaming (+ feedback visivi)

# Massimizzare le abilità



# Massimizzare le abilità



# Massimizzare le abilità

