

- **POSTURA:**

- **posizione complessiva del corpo e degli arti e loro orientamento nello spazio**

- **EQUILIBRIO:**

- **capacità di mantenere la verticalità durante la stazione eretta**

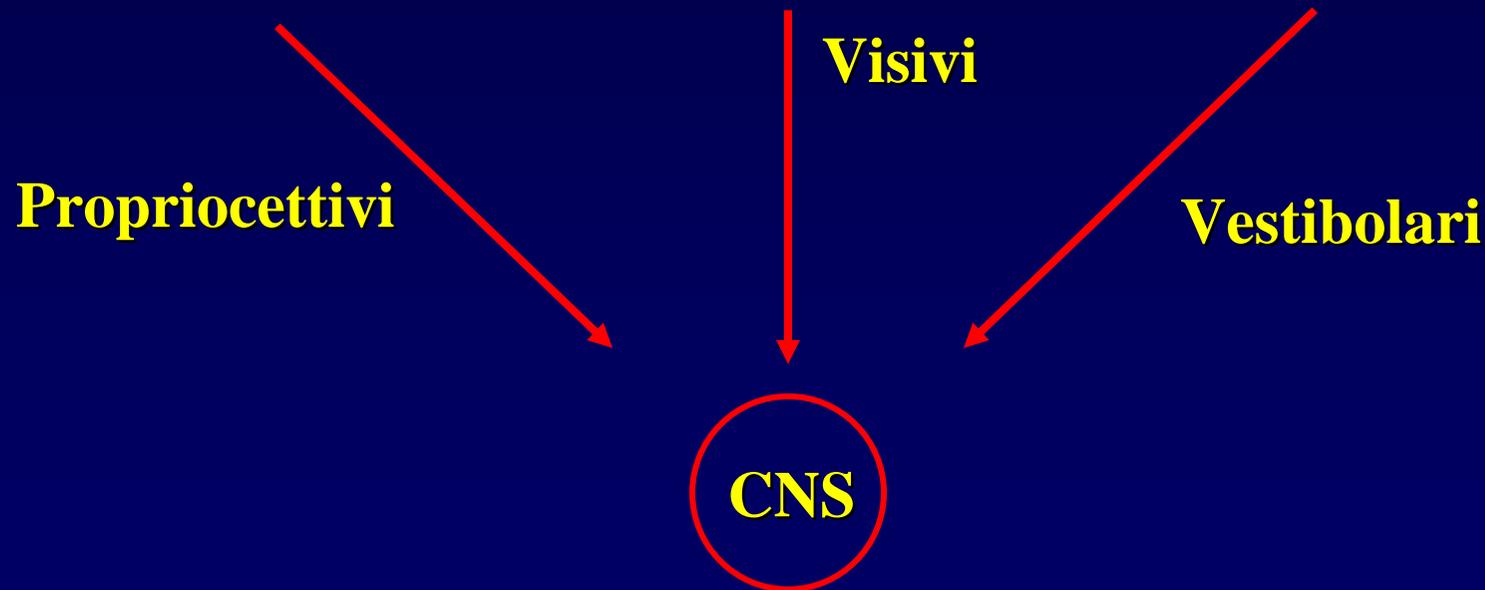
- **STABILITA' POSTURALE:**

- **capacità di controllare il centro della massa corporea in rapporto alla gravità e di stabilizzare segmenti corporei durante il movimento volontario**

www.fisiokinesiterapia.biz

La regolazione della postura e dell'equilibrio è un fenomeno complesso

Informazione continua sulle perturbazioni interne od esterne, sulla posizione reciproca dei vari segmenti corporei in rapporto alla gravità, all'ambiente circostante ed alle superfici di supporto

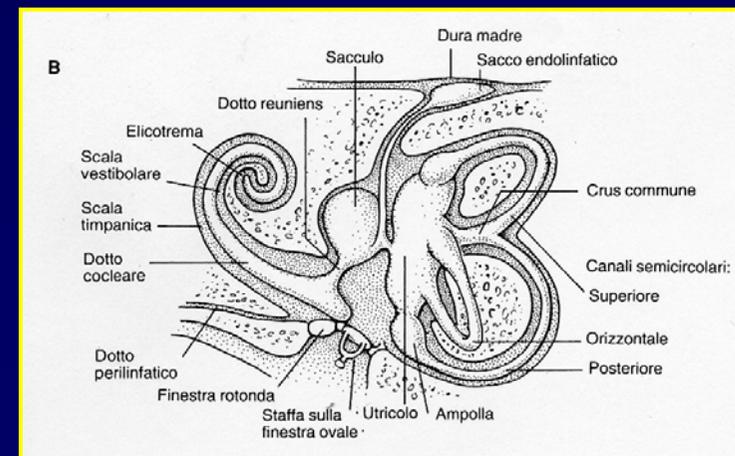
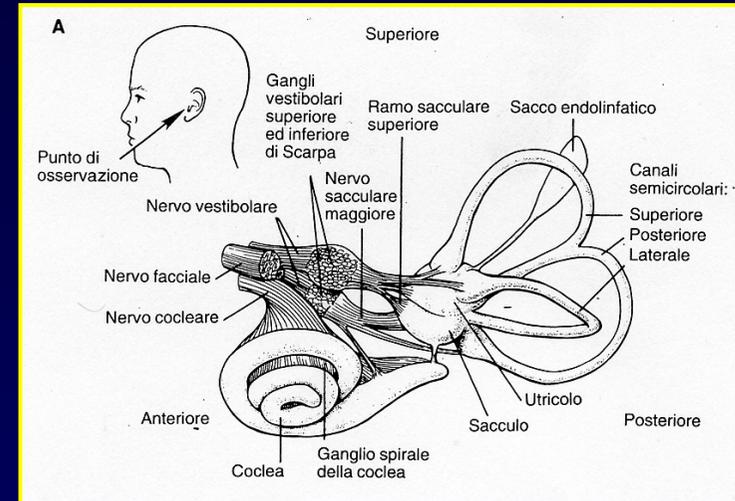


Integrazione centrale con i programmi del soggetto e con le precedenti esperienze

- Il mantenimento dell'equilibrio dipende dall'integrità funzionale di **diversi organi ed apparati** e, quindi, disturbi dell'equilibrio possono verificarsi per cause diverse (otologiche, neurologiche, etc.) o multiple.
- Tuttavia occorre ricordare che **la stabilità posturale declina fisiologicamente con l'età** (in rapporto alla ridotta efficienza delle funzioni vestibolare, visiva e propriocettiva).

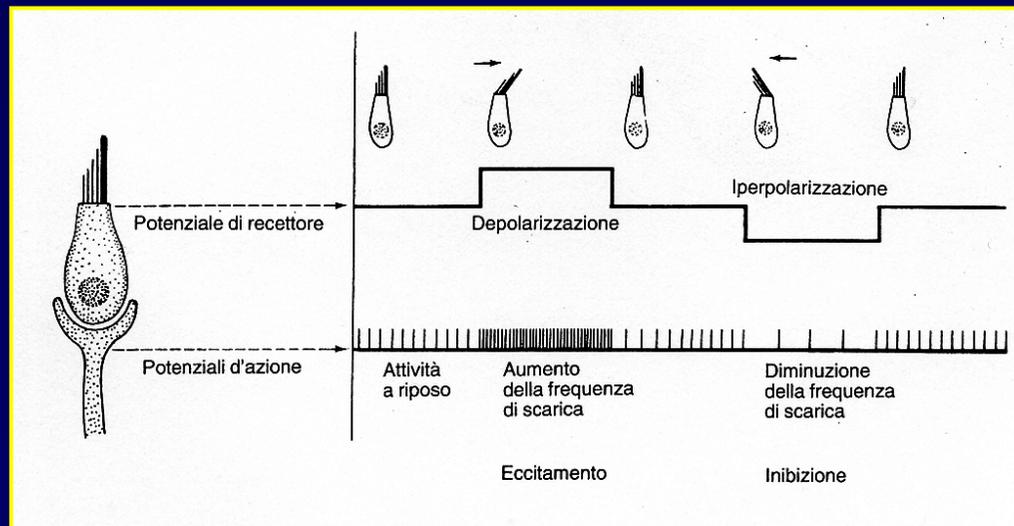
Sistema Vestibolare

- Gli organi periferici dell'equilibrio sono situati nell'orecchio interno, **parte vestibolare del labirinto membranoso**, comprendente:
 - **UTRICOLO/SACCULO**
 - **CANALI SEMICIRCOLARI**
- Le cellule recettrici di queste strutture rispondono alle accelerazioni del capo ed alle variazioni di accelerazione conseguenti alle modificazione della posizione del capo.

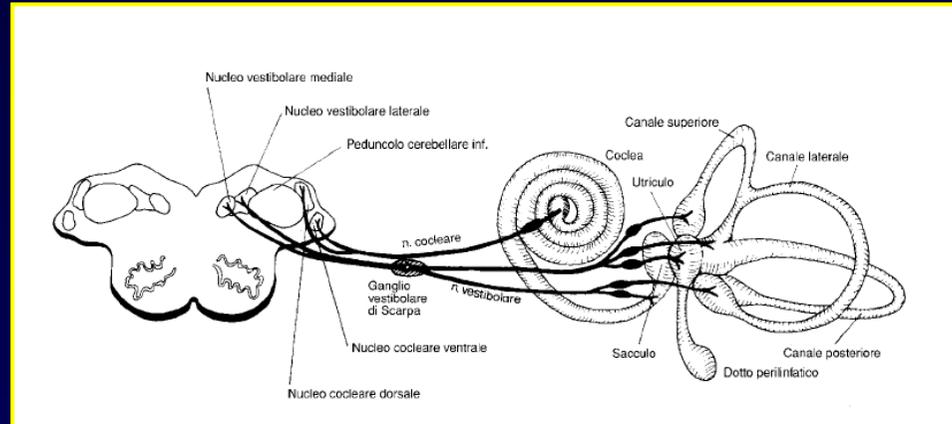


Sistema Vestibolare

- Nelle strutture del labirinto vestibolare (creste ampollari dei canali semicircolari e macule del sacco/utricolo) sono presenti **cellule ciliate** che costituiscono recettori sensibili ad accelerazioni/decelerazioni angolari ($0.1^\circ/s^2$)
- **CANALI SEMICIRCOLARI:** funzione dinamica \Rightarrow rotazione del capo
- **UTRICOLO/SACCOLO:** funzione statica \Rightarrow posizione del capo



Sistema Vestibolare



Fibre da cellule ciliate



Ganglio vestibolare di Scarpa



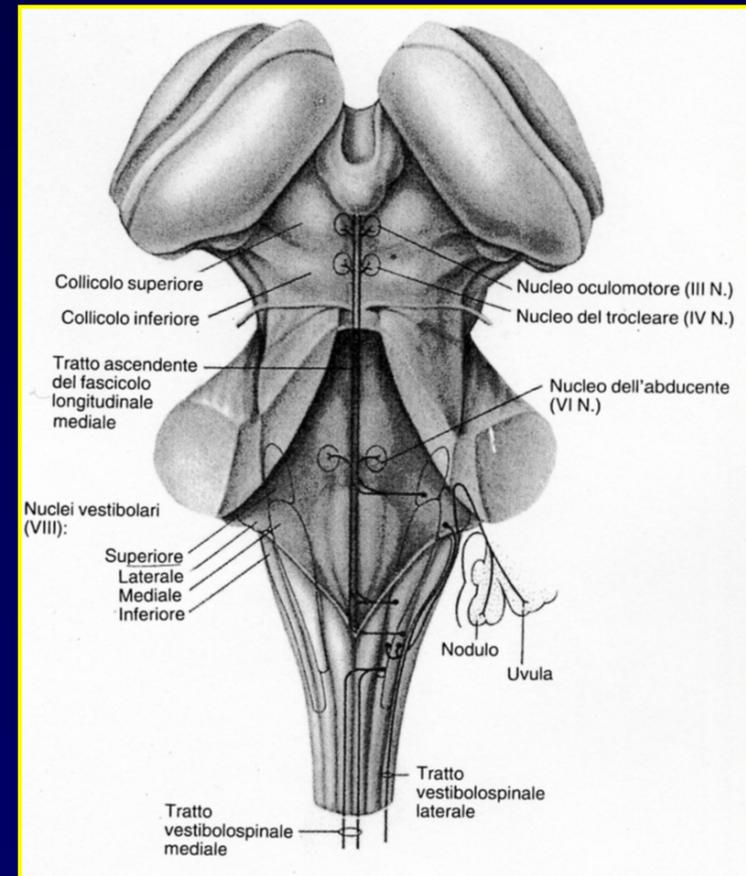
Nervo vestibolo-cocleare



Nuclei vestibolari del tronco

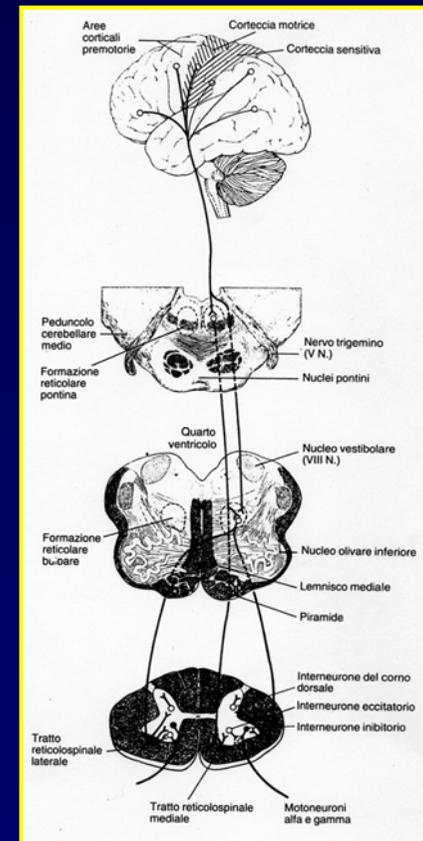
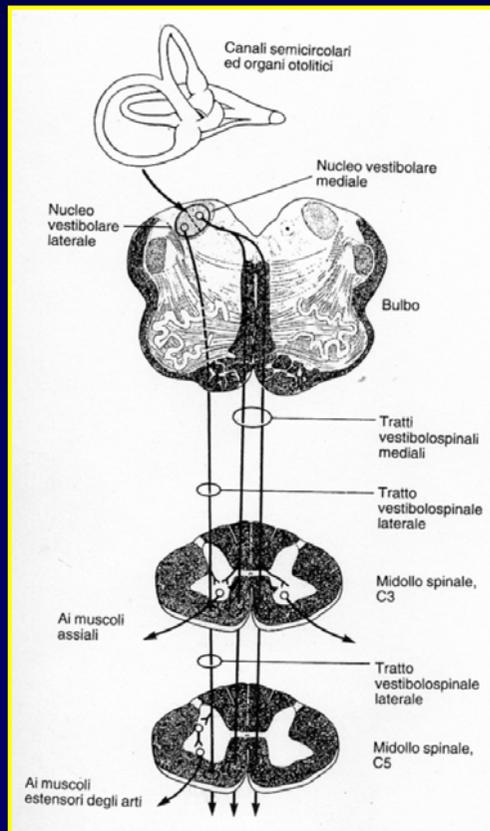
Sistema Vestibolare

- N. Vestibolare Laterale (Tratto VSL)
⇒ controllo **POSTURA**
- N. Vestibolare Mediale e Superiore
⇒ Rifl. vestibolo-**OCULOMOTORI**
- N. Vestibolare Inferiore
⇒ integrazione segnali **CEREBELLARI**



La maggior parte dei circuiti neuronali preposti alla coordinazione dei movimenti:

- è situata nel tronco dell'encefalo e nel midollo spinale
- integra le informazioni provenienti da diversi recettori
- svolge compiti posturali automatici
- è sottoposta ad un potente controllo discendente



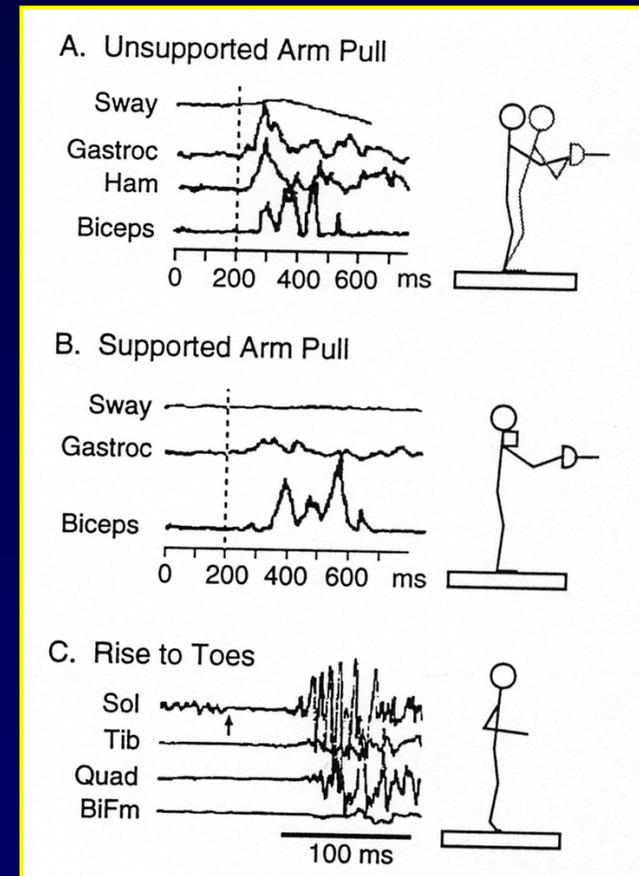
Aggiustamenti Posturali

- L'esecuzione di qualsiasi movimento volontario o il mantenimento della stazione eretta richiedono continui **aggiustamenti posturali** al fine di:
 - Sostenere capo/corpo contro gravità
 - Mantenere il centro di massa allineato all'interno della base di appoggio
 - Stabilire le parti corporee che fungono da 'stabilizzatrici'

Aggiustamenti Posturali

Aggiustamenti posturali sono risposte rapide, modulabili con l'apprendimento, mediate da recettori **vestibolari**, propriocettori **muscolari**, afferenze **visive**.

- **Anticipatori (feed-forward)** che prevedono il disturbo e generano risposte “pre-programmate” per il mantenimento della stabilità.
- **Compensatori (feed-back)** che sono evocati da stimoli sensoriali.

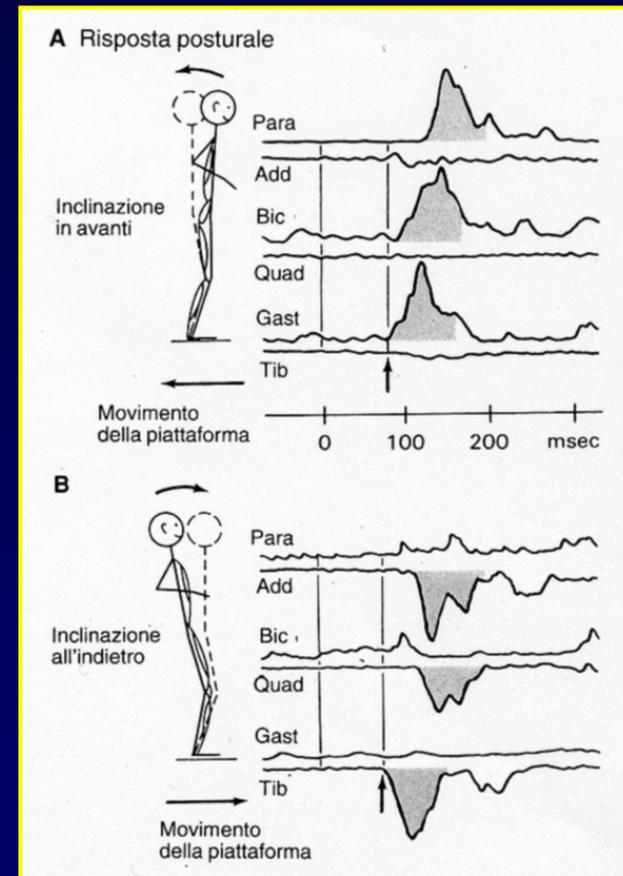


**Risposte Posturali
Anticipatorie**

Aggiustamenti Posturali

Aggiustamenti posturali sono risposte rapide, modulabili con l'apprendimento, mediate da recettori **vestibolari**, propriocettori **muscolari**, afferenze **visive**.

- **Anticipatori (feed-forward)** che prevedono il disturbo e generano risposte 'pre-programmate' per il mantenimento della stabilità.
- **Compensatori (feed-back)** che sono evocati da stimoli sensoriali.



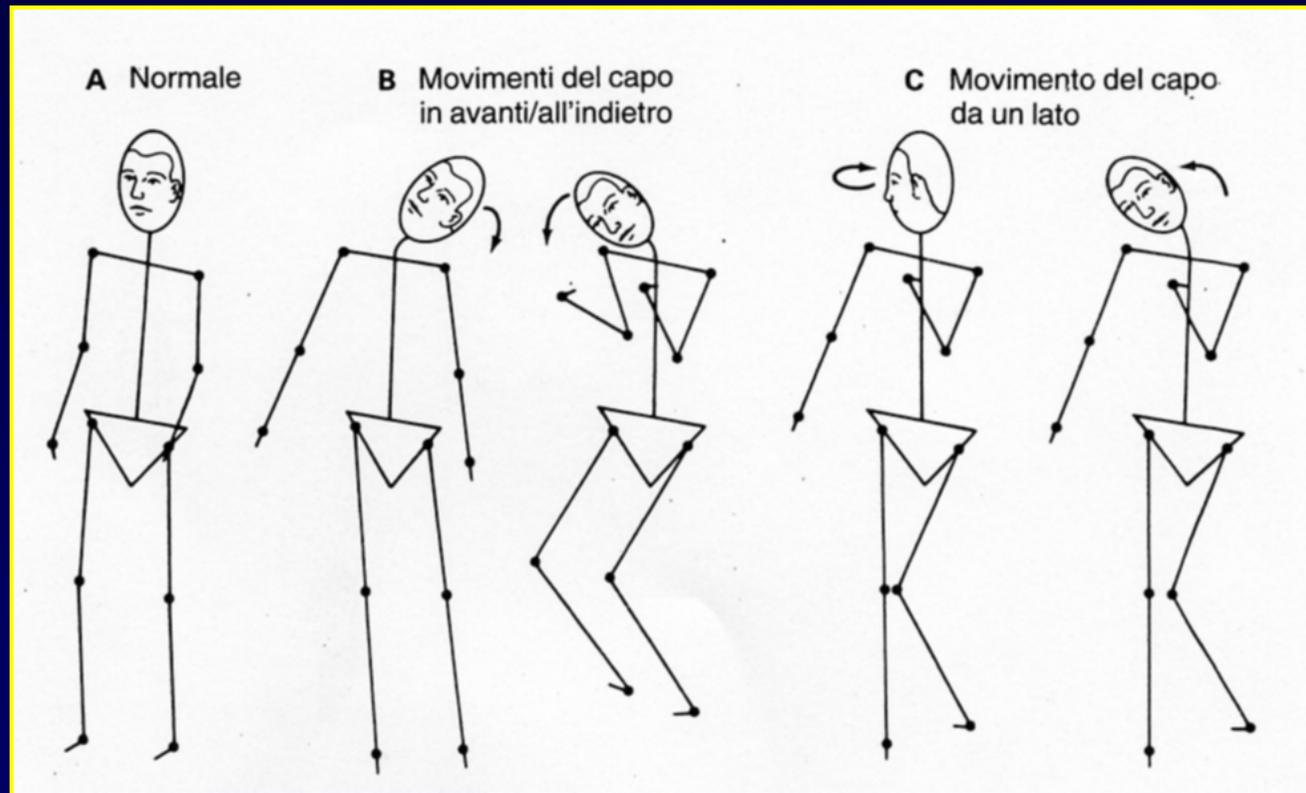
**Risposte Posturali
Compensatorie**

Postura

Aggiustamento della posizione del capo/occhi e del corpo:

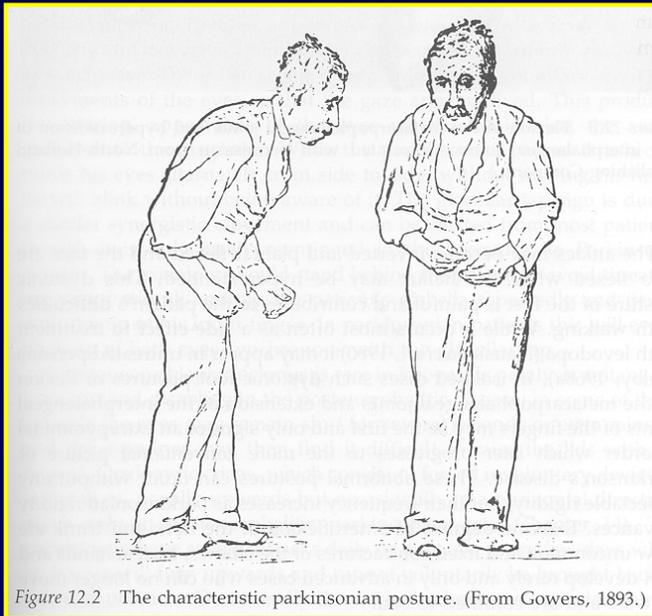
- **Riflessi vestibolo-oculari:** deviazione coniugata degli occhi in risposta al movimento del capo
- **Riflessi vestibolo-cervicali:** orientano la posizione del collo per compensare l'inclinazione del capo
- **Riflessi vestibolo-spinali:** adattano la posizione degli arti a quella del capo
- **Riflessi cervico-spinali:** estensione/flessione degli arti evocata dalla rotazione del capo.

Postura

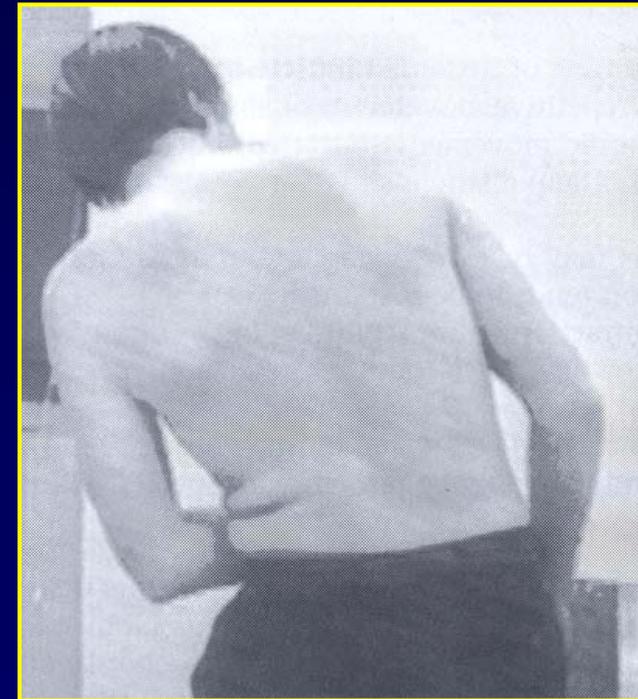


www.fisiokinesiterapia.biz

Alterazioni croniche della “postura” nella patologia extrapiramidale



Parkinson



Distonia

Studio della Postura

- **Posturografia:**
 - Descrizione della postura o equilibrio in condizioni di “riposo” (assenza di perturbazioni)
 - Analisi delle modificazioni indotte da perturbazioni esterne (risposta individuale, meccanismi di regolazione)
 - Possibilità di registrare simultaneamente più variabili ed ottenere una valutazione obiettiva e quantitativa (“*outcome measures*”)

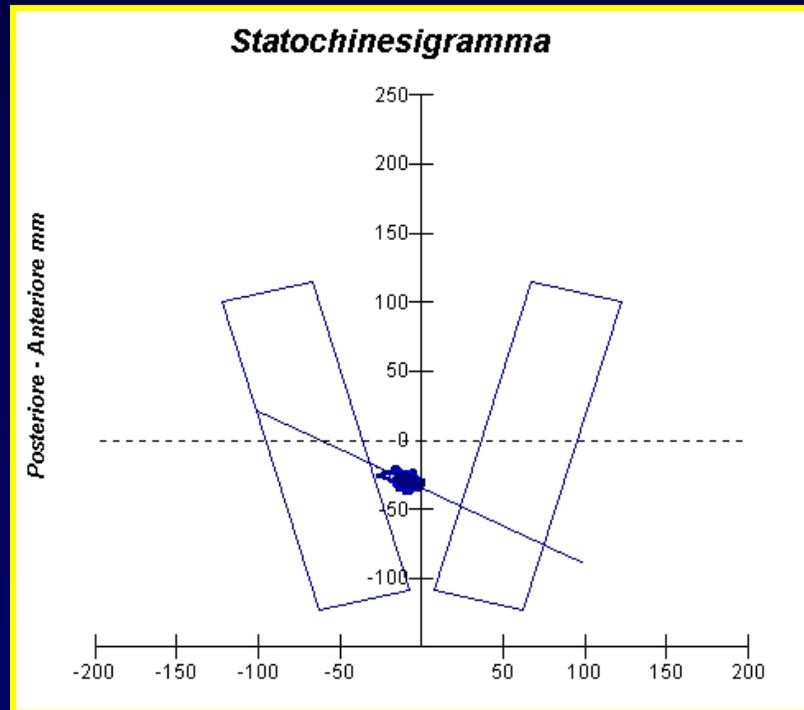
Studio della Postura

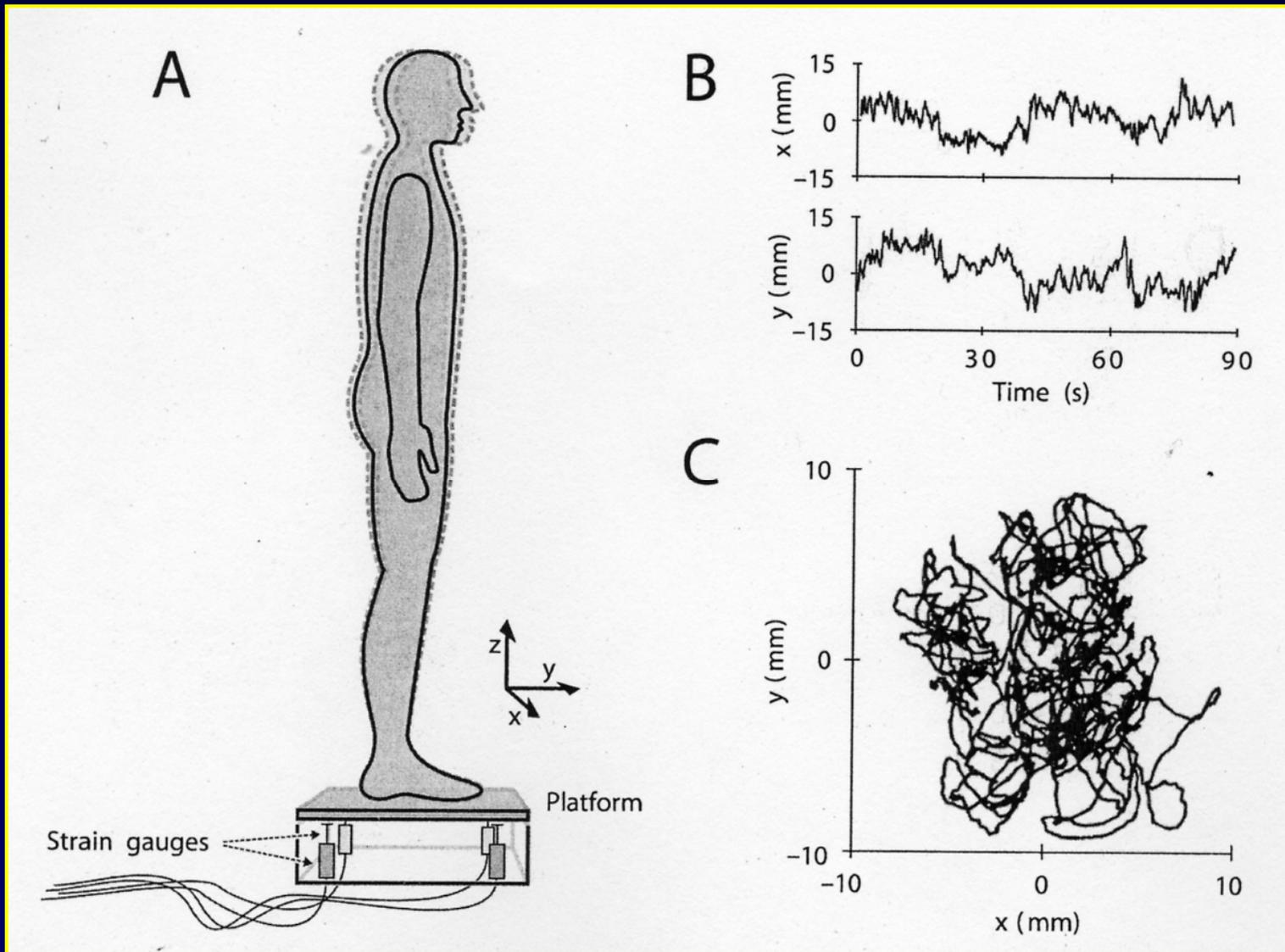
- **Posturografia statica:**

Misura le forze di reazione esercitate dai piedi sulla piattaforma di appoggio

(“strain gauges” o “force transducers”)

⇒ Parametro di riferimento: **COP** (“*centre of foot pressure*”) rappresentato graficamente da un “gomitolo” di cui è possibile misurare la **superficie**, la **lunghezza** e gli **spostamenti** sui piani frontale (X) e sagittale (Y)

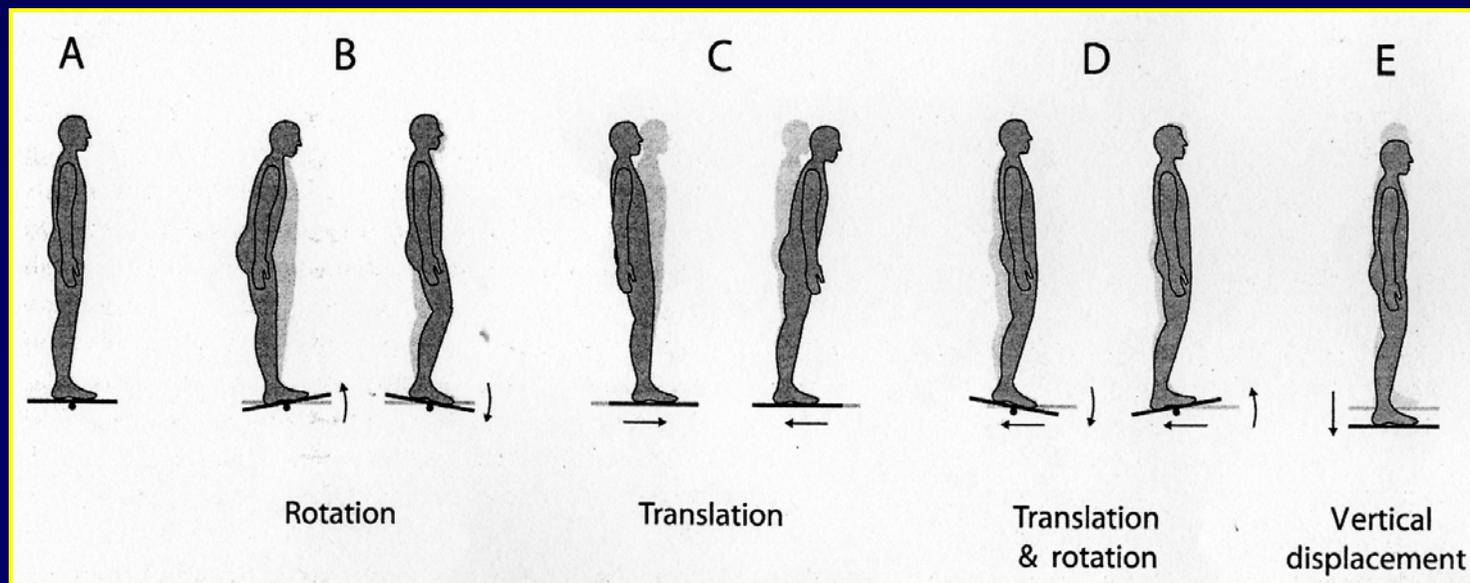




Studio della Postura

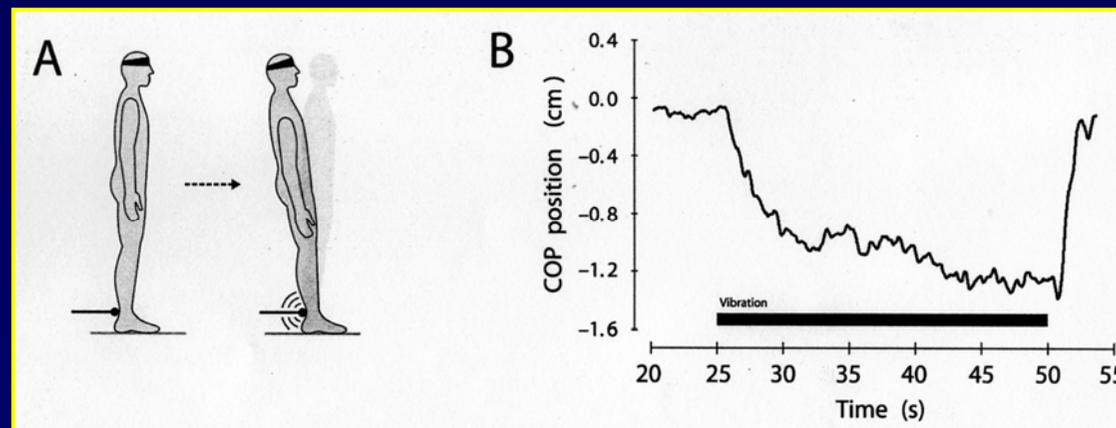
- **Posturografia dinamica:**

Piattaforme mobili o rotanti in grado di generare diverse tipi di perturbazioni posturali



Manipolazione degli inputs

- **Riduzione od eliminazione di un input**
 - **Visione:** occhi aperti / occhi chiusi
 - **Propriocezione:** anestesia, ischemia
- **Distorsione di un input**
 - **Visione:** movimento dello sfondo, realtà virtuale
 - **Propriocezione:** vibrazione
 - **Vestibolare:** stimolazione galvanica



1



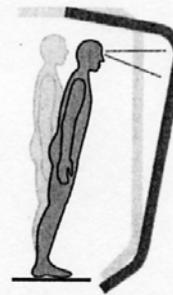
Visual
Vestibular
Somatosensory

2



~~Visual~~
Vestibular
Somatosensory

3



Visual
Vestibular
Somatosensory

4



Visual
Vestibular
Somatosensory

5



~~Visual~~
Vestibular
Somatosensory

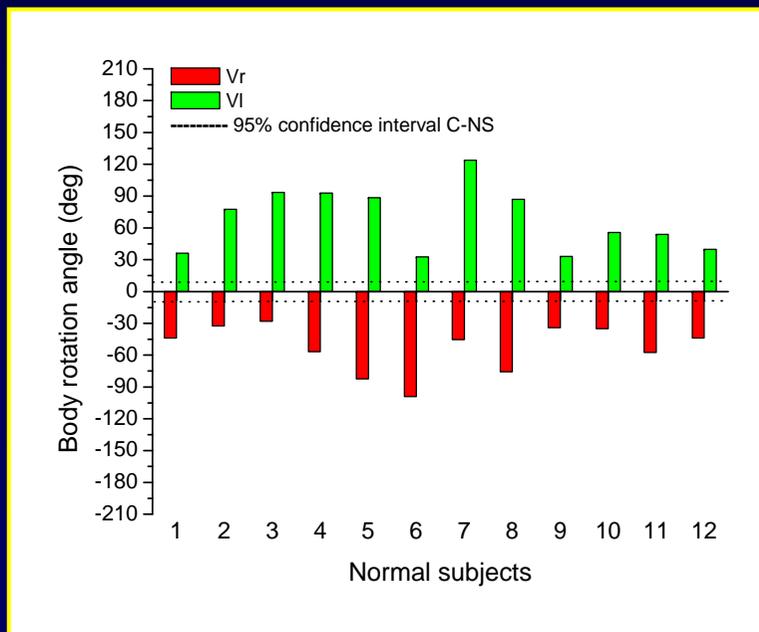
6



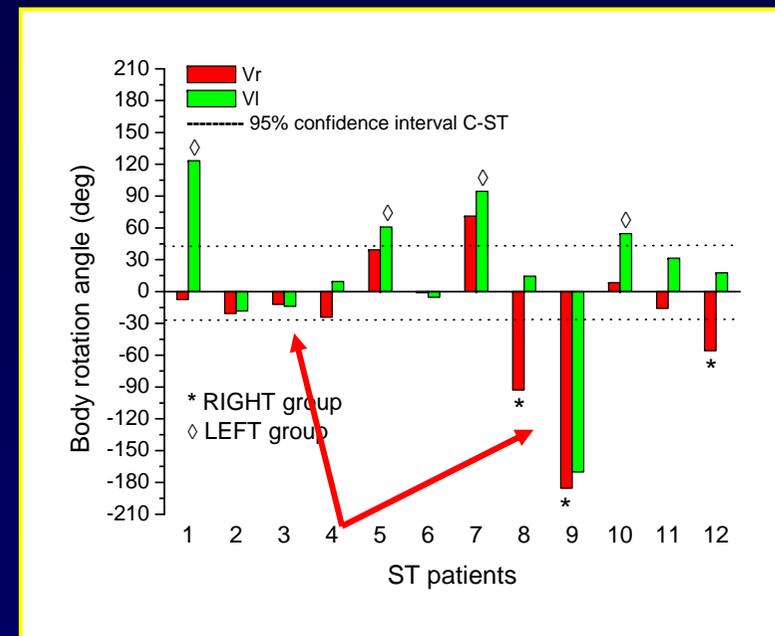
Visual
Vestibular
Somatosensory

Inputs: Present, ~~Not present~~, or center of pressure-referenced

In normal controls lateral vibration of the neck muscles induces a systematic body rotation in the direction opposite to the vibrated side, while **dystonic patients** are less sensitive to vibration or show responses in the ‘wrong’ direction.



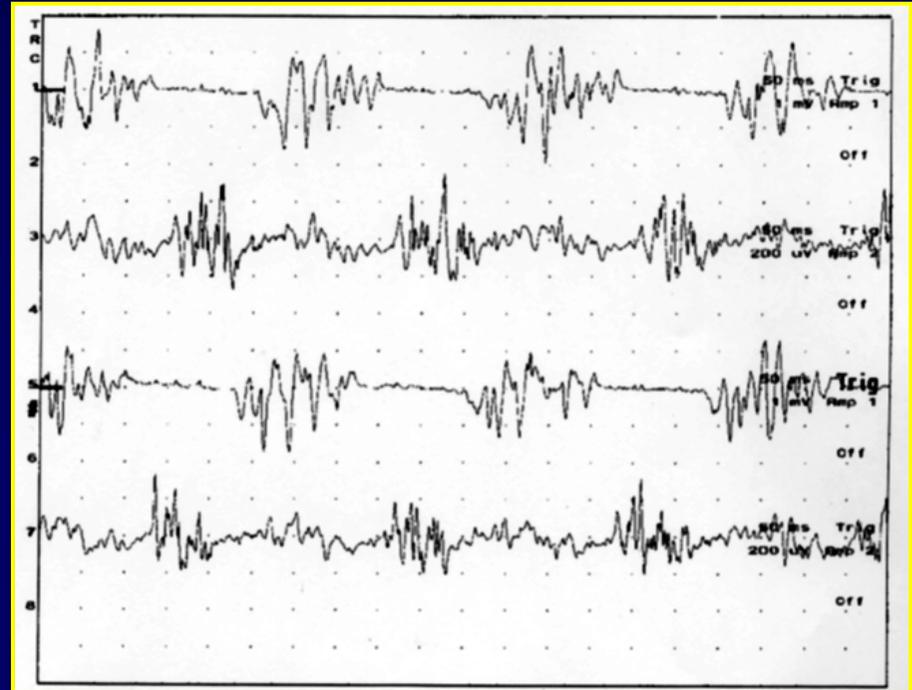
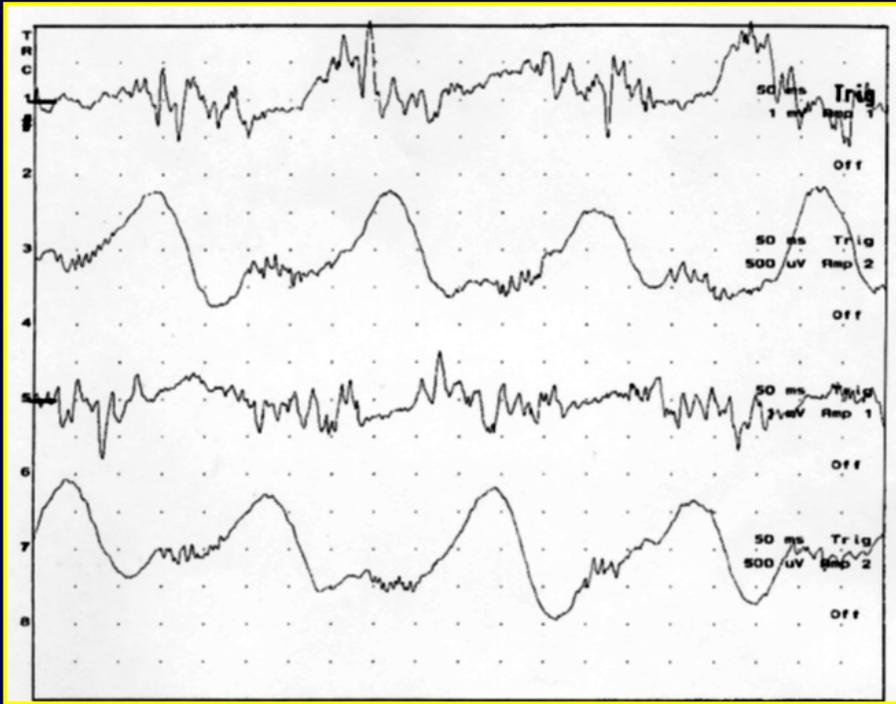
Normal Controls



Cervical Dystonia

EMG "chinesiologico"

- Registrazione da **più muscoli**
(almeno una coppia di muscoli a funzione agonista/antagonista)
- Utilizzo di **elettrodi**:
 - di superficie: non dolorosi – ampio volume muscolare (porzione centrale del ventre muscolare con distanza interelettrodica 2-3 cm)
 - ad ago: più selettivi ed adatti per piccoli muscoli, ma rigidi e dolorosi
⇒ elettrodi a filo
- Riduzione **artefatto da movimento** ($LF < 20 \text{ Hz}$) ed **impedenza** ($< 10 \text{ k}\Omega$)
- E' spesso utile **rettificare** ed **integrare** il segnale EMG
- La misura **dell'ampiezza** dell'attività EMG non viene espressa in valori assoluti, ma in relazione all'attività volontaria massima o al massimo CMAP

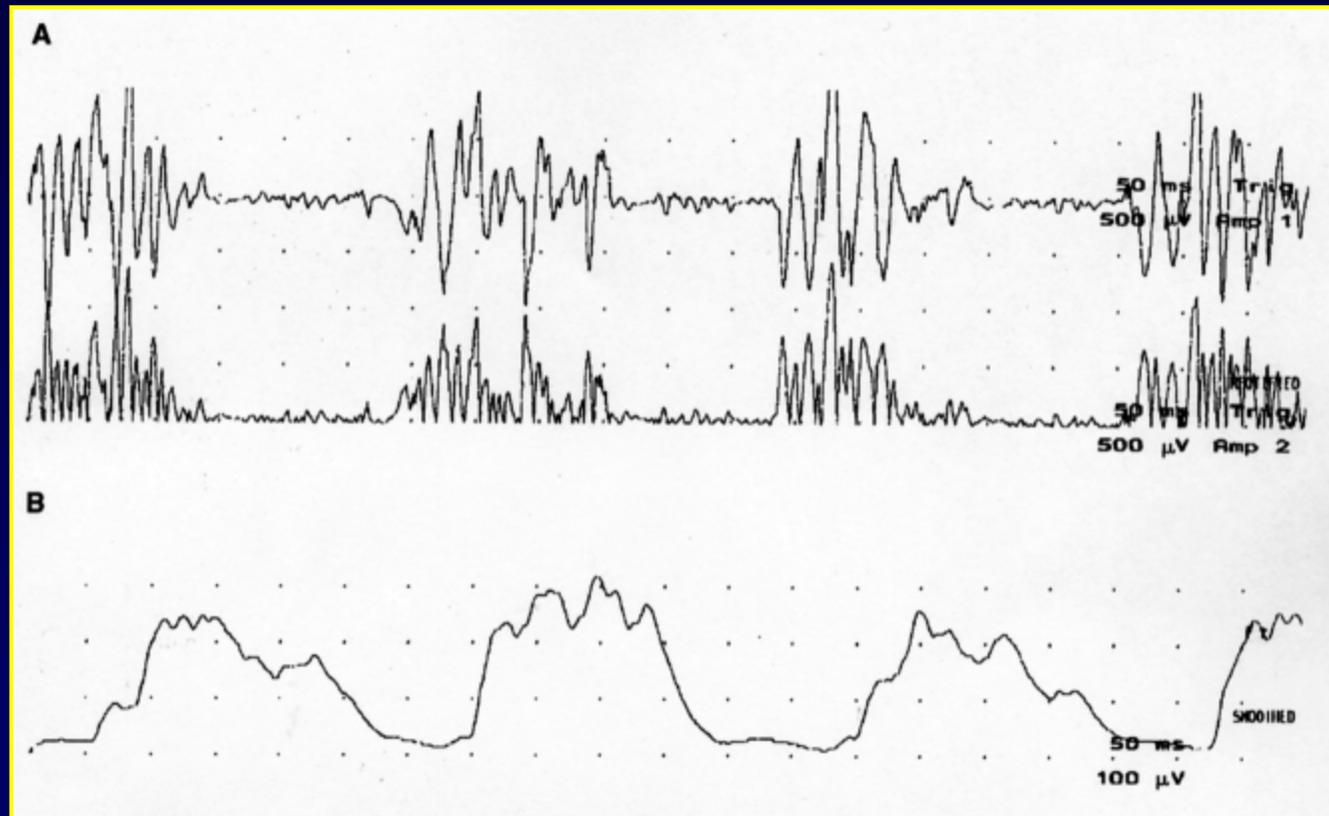


Hallett, 2003

Raw

Rectified

Smoothed

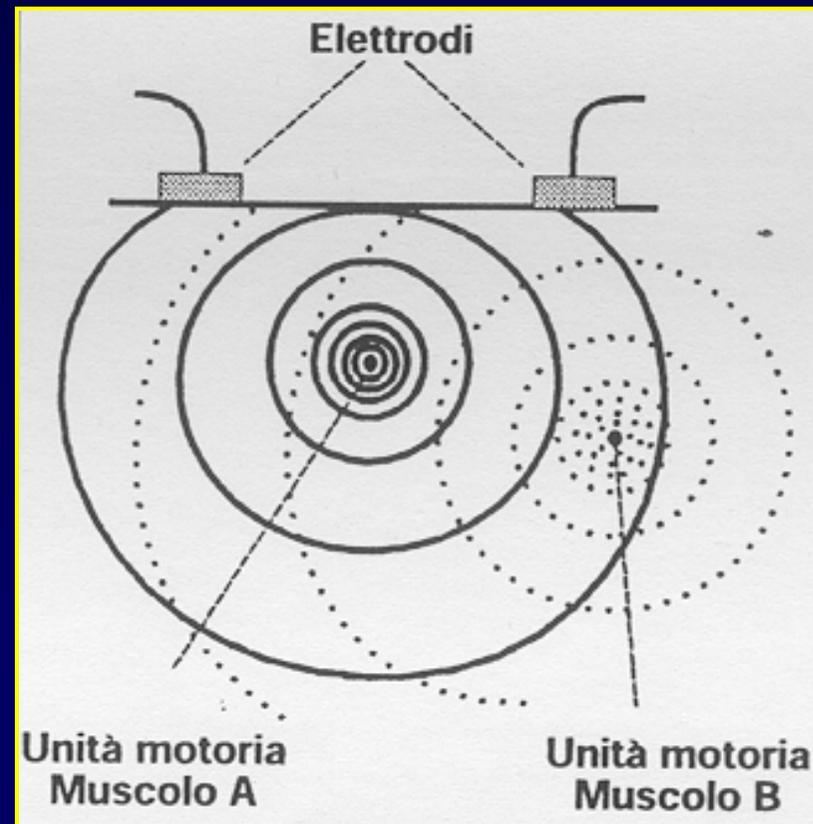


Hallett, 2003

EMG 'dinamico' di superficie

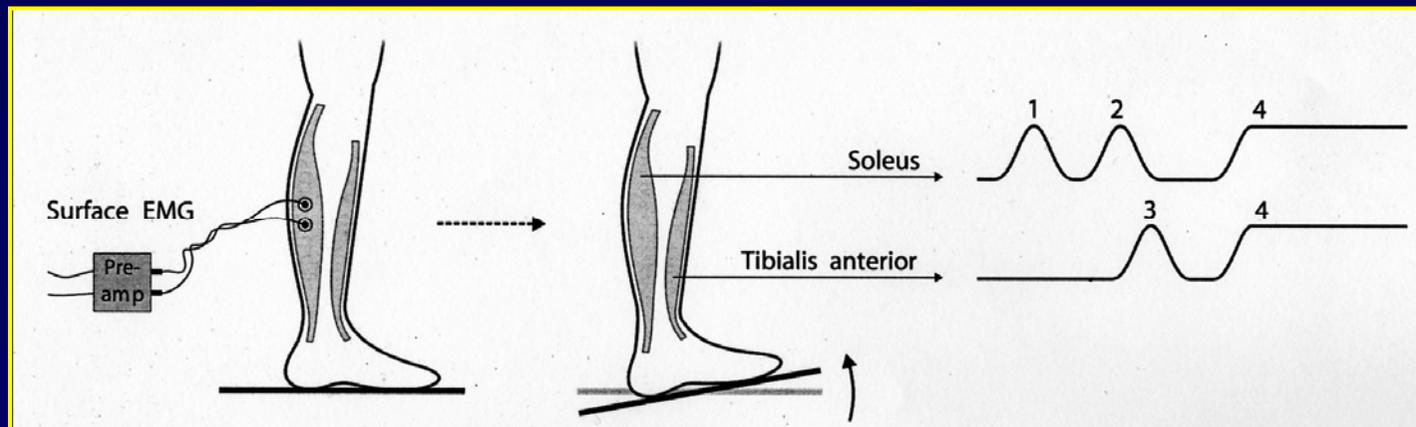
CROSS-TALKING

- La volume-conduzione può favorire la dispersione dei segnali attraverso i tessuti, per cui il segnale (A) di un muscolo agonista può essere contaminato da quello di un sinergista (B)
- Errore nell'identificazione delle 'fasi' (inizio - fine) e nell'interpretazione della 'coattivazione' tra muscoli agonisti-antagonisti

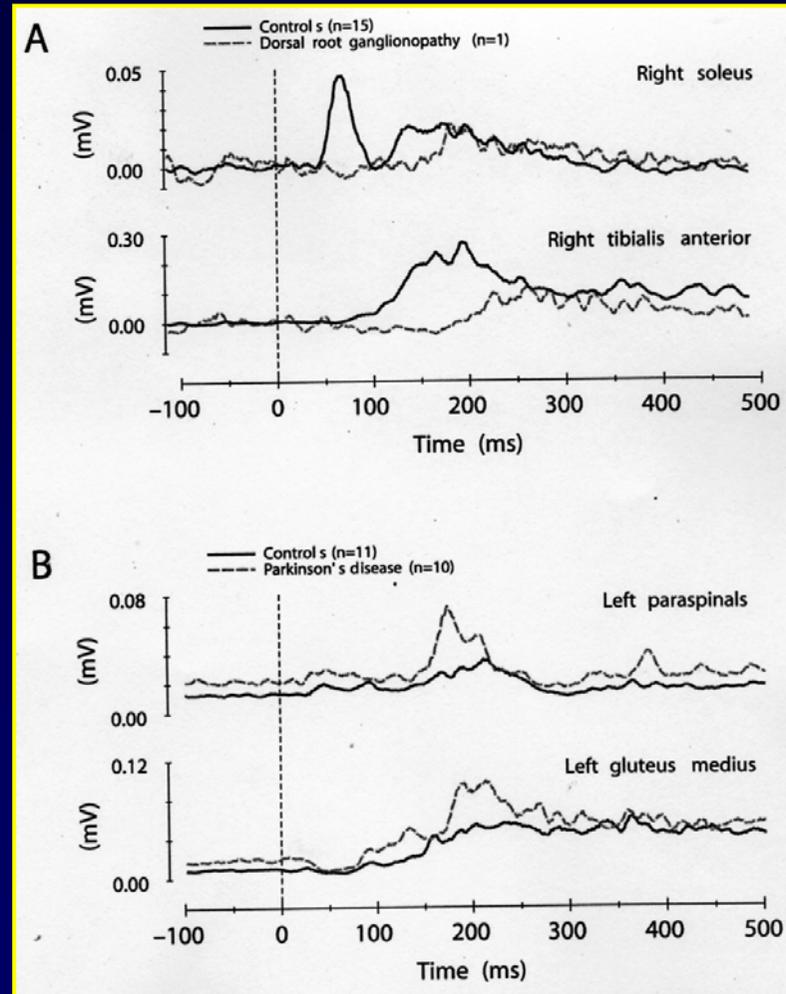


Risposte Posturali Automatiche

- **SHORT LATENCY:**
Stretch reflexes – Monosynaptic and Spinal
- **MEDIUM LATENCY:**
Functional Stretch reflexes – Polysynaptic and Spinal
- **LONG LATENCY:**
Balance correcting responses – Long-Loop and Brainstem/Cortex ?



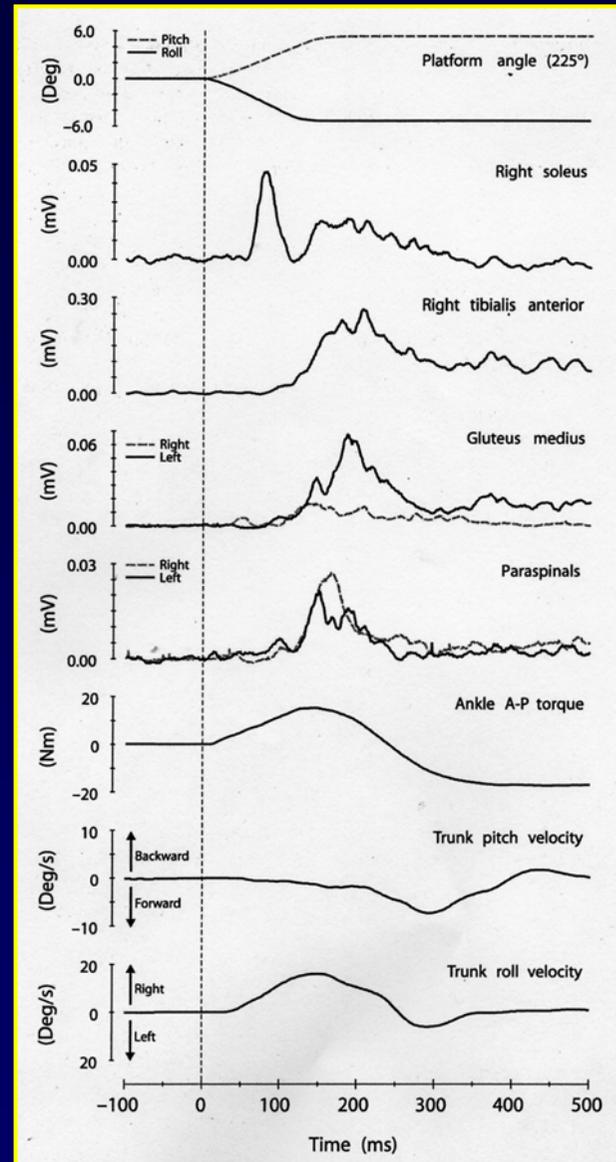
Radiculopathy



Parkinson

Bloem et al. 2001-2002

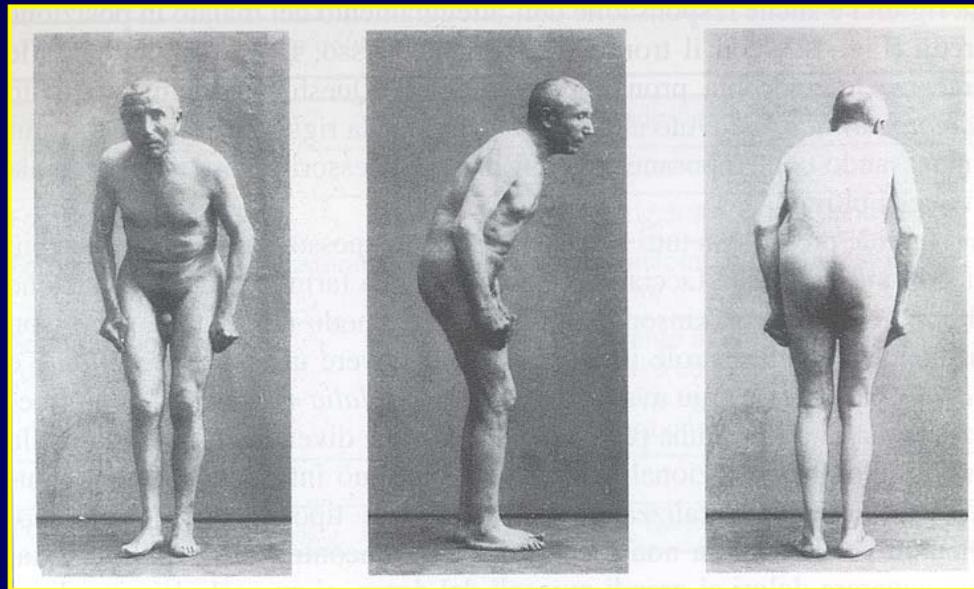
POSTUROGRAFIA MULTIMODALE



- **Ankle strategy**
 - Piccole traslazioni della superficie di supporto determinano movimenti compensatori alla caviglia
- **Hip (Knee) strategy**
- **Multi link strategy**
 - Traslazioni rapide della superficie di supporto inducono movimenti multi-segmentali

Le sindromi extrapiramidali

Le modificazioni dell'atteggiamento posturale (**'posture'**) e le alterazioni della stabilità posturale (**'postural instability'**) costituiscono parte integrante del quadro clinico delle sindromi extrapiramidali con rilevanza: **diagnostica - funzionale - prognostica**



Postural features in parkinsonian syndromes

	AGING	iPD	PSP	MSA	VASCULAR
POSTURE	Erect (slight flexion)	Flexed and stooped	Extended and stiff	Flexed, with dystonia	As in aging
BASE	Slightly wider	As in aging	Less Narrow	As in iPD	Broad
SITTING	Normal	Normal or slow	'en bloc'	As in iPD	As in aging
GAIT	Normal (slower)	Slow, short-stride and shuffled Possible freezing	May be normal or slow and shuffled Wider base, unsteady with unexpected falls	May be slow and stiff Trunk ataxia	Stiff, wide-based Frequent freezing

www.fisiokinesiterapia.biz

- **La stabilità posturale declina con l'età (in rapporto alla ridotta funzione vestibolare, visiva e propriocettiva)**
- **La capacità di recuperare la normale posizione dopo una perturbazione dipende dall'integrità dei 'riflessi posturali di raddrizzamento'**
- **Nelle s. extrapiramidali si verifica una compromissione dei riflessi di raddrizzamento (inizialmente subclinica) con perdita delle reazioni anticipatorie e della capacità di compiere aggiustamenti (compensatori) posturali rapidi**

Cadute e M. di Parkinson

Epidemiologia

- Il 70% dei pazienti parkinsoniani cadono almeno una volta all'anno *(Bloem, 2003)*
- L'incidenza della cadute è significativamente maggiore di quella di soggetti "anziani" e la MP è la condizione più frequentemente associata con cadute *(Bloem, 2001)*
- Le cadute hanno un grande impatto (fisico e psicologico) su 'autonomia' e 'qualità della vita' dei pazienti; le conseguenze delle cadute sono la prima causa di ospedalizzazione

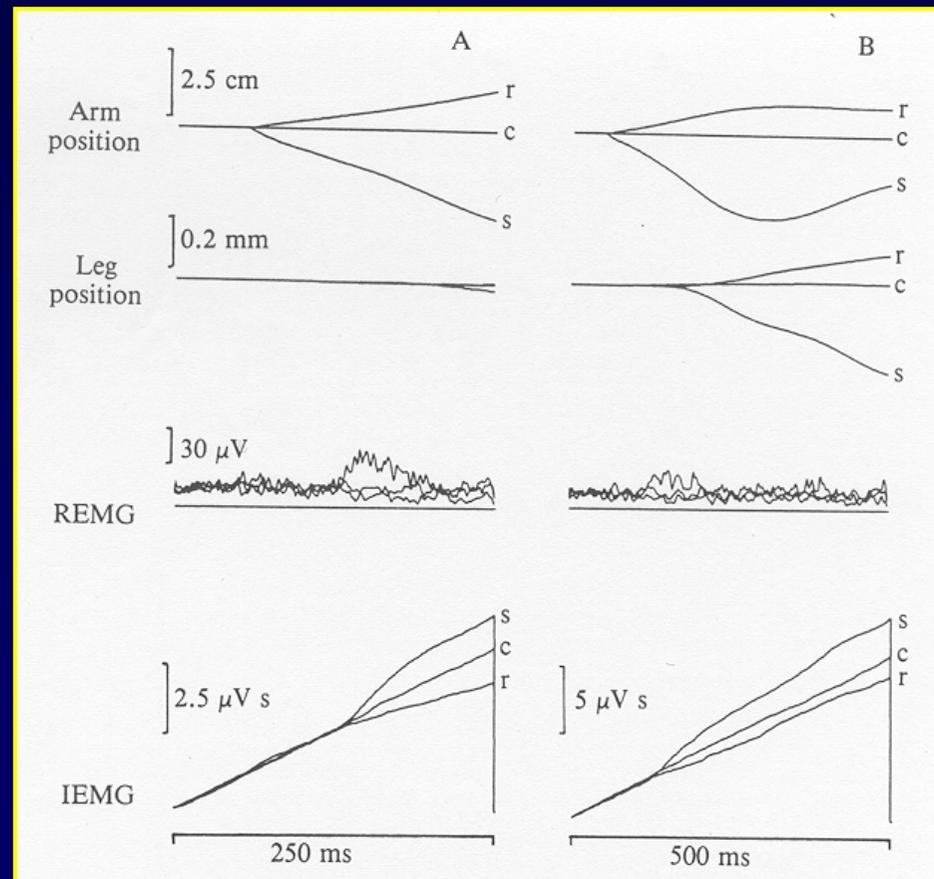
Cadute e M. di Parkinson

Fisiopatologia

- **Diversi meccanismi causali indipendenti:**
 - **Instabilità posturale**
 - alterazione delle risposte posturali a perturbazioni esterne
 - **Difficoltà nei trasferimenti**
 - **Disturbi della deambulazione**
 - “*Freezing of gait*”
 - **Ipotensione posturale**
 - possibili sincopi

Anticipatory and compensatory postural reflexes are impaired in Parkinson's disease

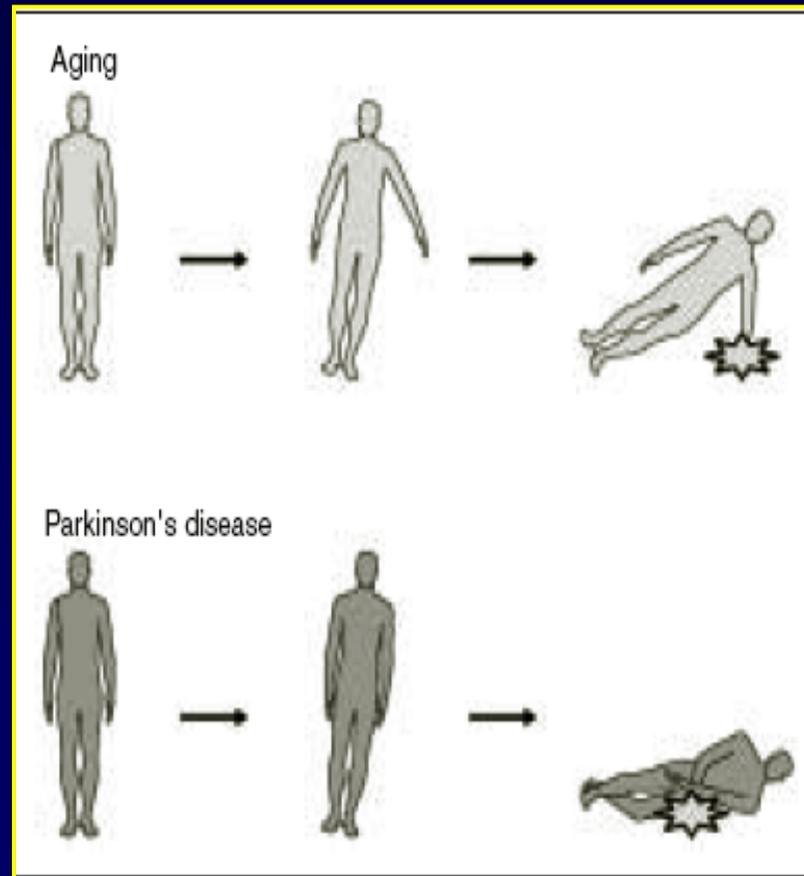
Traub et al., 1980; Dick et al., 1986; Beckley et al., 1993; Lee et al., 1995; Bloem et al., 1995; Latash et al., 1995



Cadute e M. di Parkinson

Fisiopatologia

- **Compromissione dei movimenti protettivi AASS:**
 - ↓ *grasping*
 - ↓ *counterbalance*
- **> Stiffness troncale**
 - co-attivazione muscolare,
 - rigidità
- **Ridotta base d'appoggio**
- **Effetto del tremore posturale e discinesie**



Bloem, 2004

Cadute e M. di Parkinson

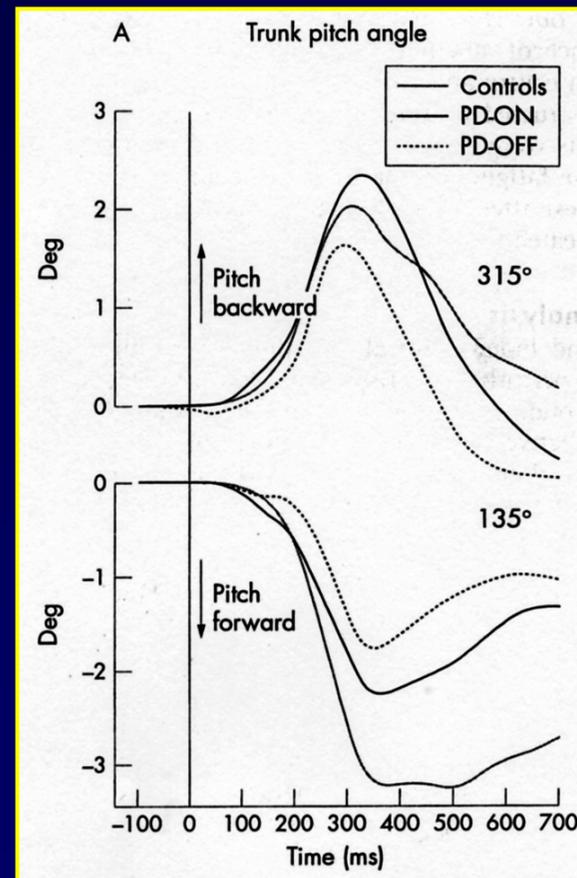
Fisiopatologia

- **Deficit dell'integrazione sensori-motoria**

Alterata elaborazione centrale degli inputs propriocettivi:

- Mancata flessibilità (“*fixed gain*”) delle risposte posturali
- Modificazione dello schema corporeo
- *Stiffening strategy*

- **Disturbi della marcia**
 - *Festination of gait*
 - *Freezing of gait*



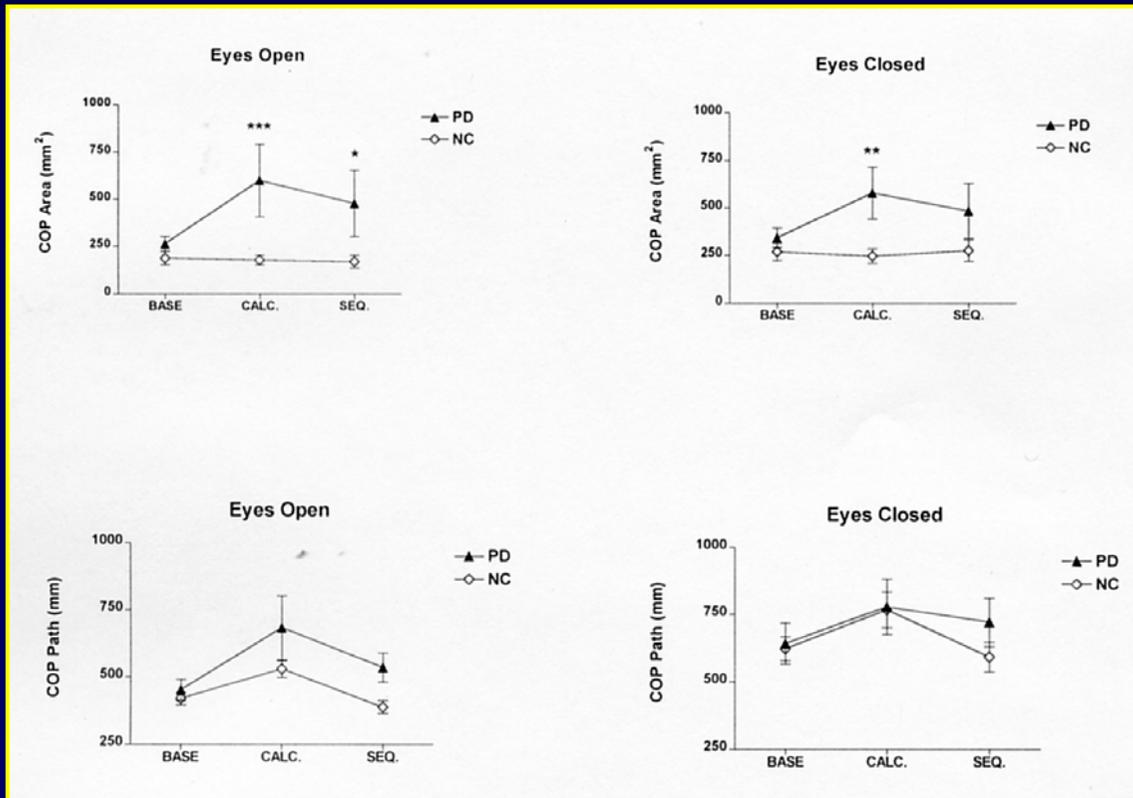
Carpenter et al., 2004

Effect of Cognitive and Motor Tasks on Postural Stability in Parkinson's Disease: A Posturographic Study

Roberta Marchese, MD,¹ Marco Bove, PhD,² and Giovanni Abbruzzese, MD^{1*}

¹Department of Neurological Sciences, Movement Disorder Unit, University of Genoa, Genoa, Italy
²Department of Experimental Medicine, Section of Human Physiology, University of Genoa, Genoa, Italy

**“Dual task”
effect on
postural stability**



Marchese et al., 2003

Cadute e M. di Parkinson

Terapia

- Scarso beneficio dal trattamento farmacologico (a condizione che lo schema posologico sia ottimizzato)
 - i meccanismi fisiopatologici coinvolgono vie non-dopaminergiche
- Ancora incerti i possibili benefici del trattamento di chirurgia funzionale stereotassica (DBS)
(Krack et al., 2003 – Maurer et al., 2003)
- Efficacia a breve-termine del trattamento riabilitativo
(Hirsch et al. 2003)
 - Incertezza sul tipo di trattamento *(Deane et al. 2002)*
 - Ruolo delle informazioni sensoriali *(Rubinstein et al. 2002)*