

# Fisiologia Speciale

Prof D'Ausilio  
9

1

# Postura

2

## Tre problemi

- Mantenere una postura eretta stabile (equilibrio) nonostante la forza di gravità
- Generare risposte che anticipano i movimenti volontari finalizzati
- Adattarsi alle condizioni ambientali

3

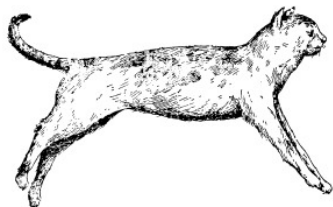
## Animale decerebrato

- **Sherrington**
- Eliminato il controllo cerebrale sul tronco dell'encefalo mediante sezione a livello mesencefalico (Sezione tra collicolo superiore ed inferiore)
- Riflesso da stiramento esagerato
- Aumenta contrazione degli estensori (funzione antigravitaria) -> rigidità da decerebrazione -> riescono a mantenere posizione eretta
- Ulteriore sezione dei nervi sensitivi annulla l'ipertonia -> segnali afferenti sono necessari nel controllo motorio
- L'ipertonia estensoria non è modificata dall'ablazione del cervelletto
- Rigidità estensori fondamento per il controllo posturale

4

## Rigidità decerebrata

- Questa sindrome è dovuta alla soppressione sperimentale dell'azione inibitrice dei centri superiori (corteccia e corpo striato) sui centri tonigeni inferiori: mesencefalici, bulbari e midollari



5

## Tono muscolare

- Un muscolo allo stato di riposo si trova in una condizione di tensione che non assomiglia
  - né alla flaccidità del muscolo staccato dalle proprie connessioni nervose o di un soggetto sotto narcosi
  - né alla tensione di un muscolo in attività
- “tensione attiva dei muscoli, permanente e involontaria, variabile per intensità a seconda delle differenti azioni, riflesse o sincinetiche, che la rinforzano o l'inibiscono”
  - Sincinesia: attività motoria automatica di un arto o di una parte di esso conseguente a un movimento volontario

6

## Come viene generato il tono

- Il tono muscolare è la somma di tutti gli eccitamenti che giungono motoneuroni alfa nel midollo spinale
- Tali eccitamenti giungono attraverso l'arco riflesso spinale
  - ipotonia in seguito a sezione delle radici posteriori
- Attraverso le vie spinali ascendenti lunghe, i segnali arrivano al cervelletto, poi al nucleo rosso, infine ai centri corticali
  - Da qui gli eccitamenti tonigeni tornano verso il midollo > azione inibitoria della corteccia cerebrale e dei corpi striati

7

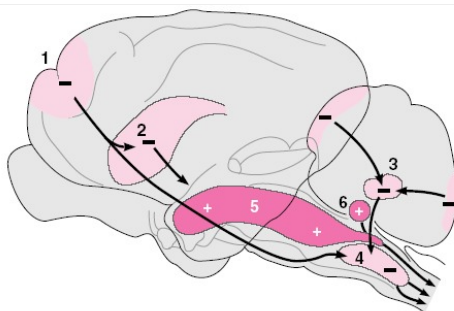
## Formazione reticolare

- La FR è una rete neuronale estesa nel tronco encefalico, formata da neuroni con altro grado di convergenza e di divergenza
- Funzioni della FR:
  - centri motori e vegetativi
  - stazione di vie ascendenti e discendenti
- Afferenze alla FR:
  - vie della sensibilità
  - Corteccia, cervelletto, ipotalamo
- Efferenze dalla FR
  - ascendenti al talamo e corteccia (sistemi attivatori)
  - discendenti verso i motoneuroni e neuroni pre-gangliari
  - cerebellari

8

## Formazione reticolare e tono muscolare

- Una importante proiezione discendente della FR troncoencefalica è rivolta al controllo del tono muscolare attraverso il controllo del riflesso da stiramento

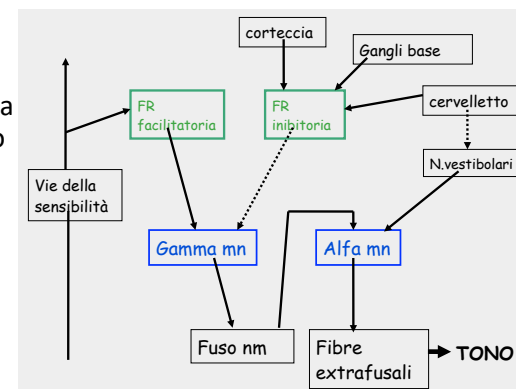


**Figura 12-6.** Regioni del cervello del gatto la cui stimolazione produce facilitazione (segno più) o inibizione (segno meno) dei riflessi da stiramento. 1, corteccia motoria; 2, gangli della base; 3, cervelletto; 4, area inibitoria reticolare; 5, area facilitatoria reticolare; 6, nuclei vestibolari.

9

## Tono muscolare

- La Formazione Reticolare (FR) troncoencefalica controlla il tono attraverso il motoneurone gamma



10

## Perché la decerebrazione causa ipertonia?

- La FR facilitatoria è attivata dalle afferenze sensitive
- la FR inibitoria è dipendente da centri superiori
- La decerebrazione toglie lo stimolo che mantiene attiva la FR inibitoria
- Squilibrio con prevalenza della FR facilitatoria

11

## Tono posturale

- Tono muscolare: stato di contrazione presente nei muscoli anche a riposo
- Tono posturale: stato di contrazione diversamente distribuito fra i muscoli in relazione al mantenimento della postura

12

## Postura

- La **postura** è il modo con cui troviamo un equilibrio reagendo alla forza di gravità
- La postura è la posizione assunta dalle varie parti del corpo (coordinate egocentriche) le une rispetto le altre
- Rispetto all'ambiente circostante (coordinate exocentriche)
- Rispetto il campo gravitazionale (coordinate geocentriche)
- L'orientamento di una parte del corpo può essere espressa rispetto ad ognuno di questi sistemi di riferimento

13

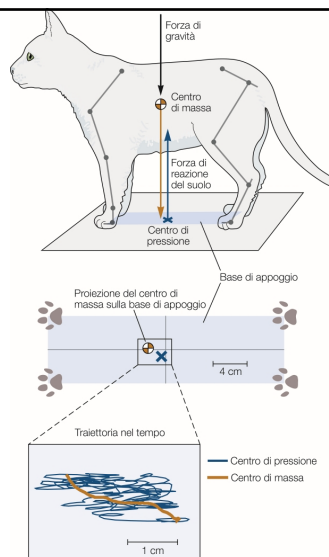
## Equilibrio posturale

- La condizione in cui tutte le forze che agiscono sul corpo sono bilanciate e quindi:
  - il corpo rimane nella posizione che si intende assumere -> equilibrio statico
  - Il corpo è in grado di eseguire movimenti che intende compiere senza perdere l'equilibrio -> equilibrio dinamico
- Diverse strategie in funzione della dimensione corporea (allometria):
  - Elefante: blocca meccanicamente le gambe in linea con il vettore di gravità per ridurre le forze muscolari necessarie a sorreggere il peso
  - Piccoli quadrupedi: tendono i muscoli con le articolazioni flesse, in modo da poter mutare rapidamente posizione davanti al pericolo

14

## Centro di massa

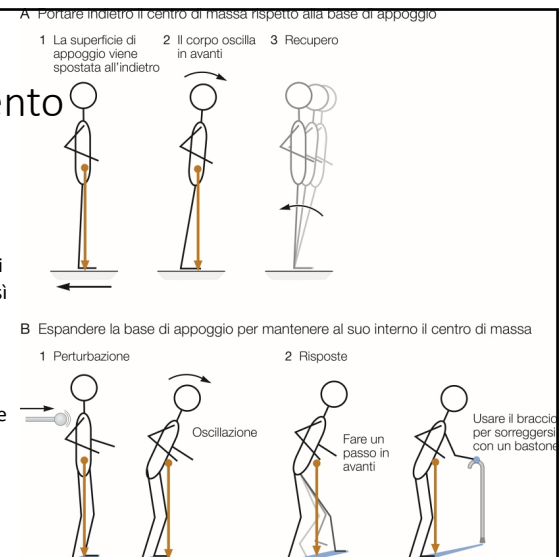
Quando si è in piedi, la proiezione verticale del centro di massa si muove ma rimane all'interno della base di appoggio (gomitolo di pressione)



15

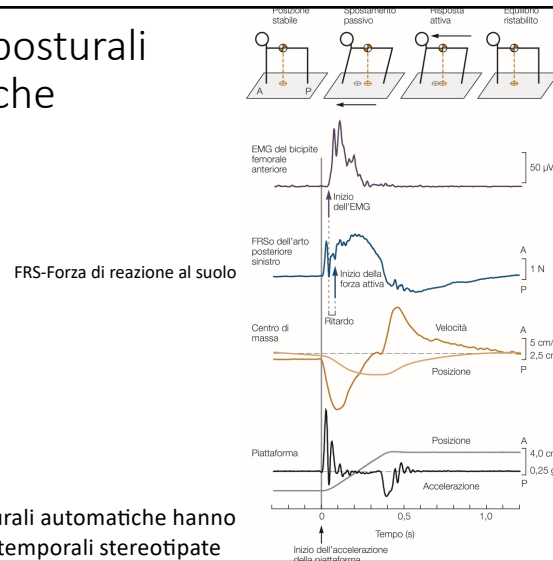
## Spostamento centro di massa

Le risposte posturali automatiche fanno sì che la proiezione verso il basso del centro di massa rimanga all'interno dei confini della base di appoggio

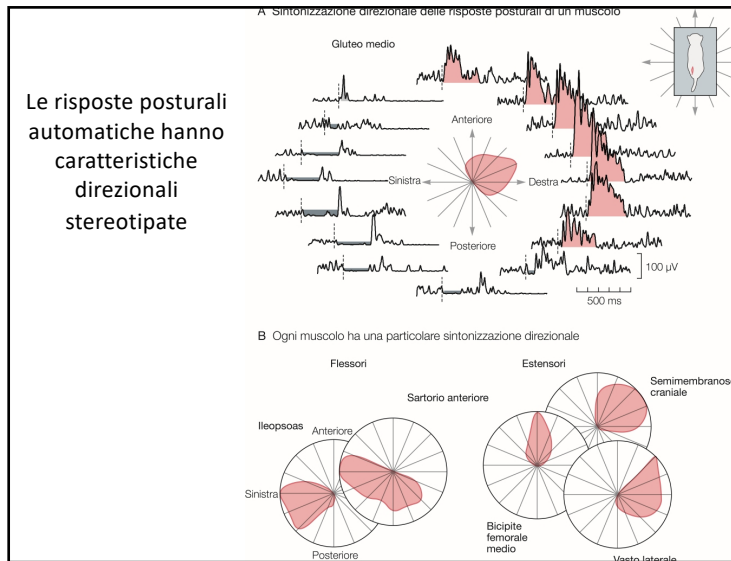


16

# Risposte posturali automatiche

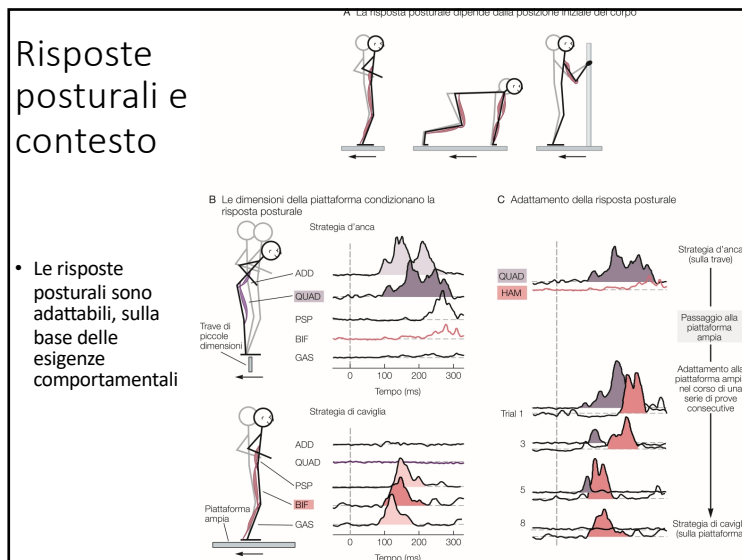


17



18

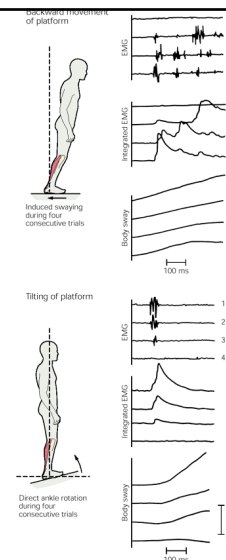
# Risposte posturali e contesto



19

# Apprendimento risposte anticipatorie

- Il movimento della piattaforma all'indietro fa inclinare il corpo in avanti e fa sì che il gastrocnemio venga stirato
- Per mantenere la postura ed opporsi all'inclinazione del corpo il gastrocnemio si contrae
- Con le repliche, la contrazione aumenta e diminuisce la latenza
- Con l'inclinazione della piattaforma il gastrocnemio è stirato, ma la sua contrazione accentuerebbe l'inclinazione
- Nelle repliche successive la contrazione diminuisce



20

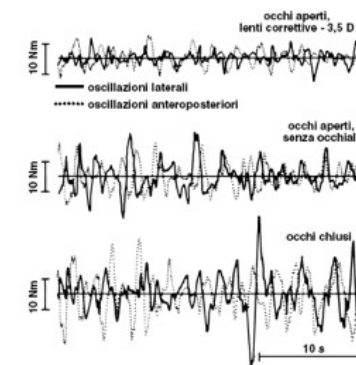
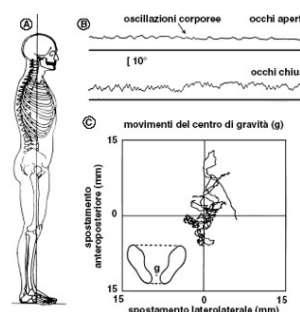
## La postura umana

- Gli aggiustamenti per ottenere l'equilibrio posturale si basano su:
- Informazioni propriocettive dei fusi
- Informazioni visive
- Informazioni vestibolari

21

## Informazioni visive

- Effetto delle informazioni visive sulle oscillazioni del centro di gravità



22

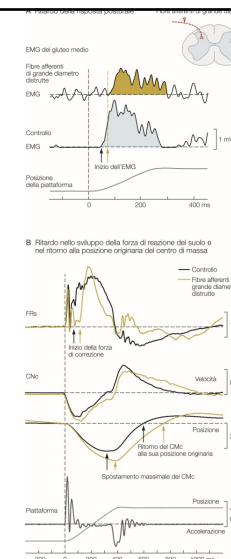
## Segnali propriocettivi

- Blocco ischemico appena sopra il ginocchio produce inattivazione transiente delle fibre afferenti sensitive in ordine di calibro e quindi le afferenti A $\alpha$  per prime
- Aumento instabilità posturale

23

## Ruolo segnali propriocettivi

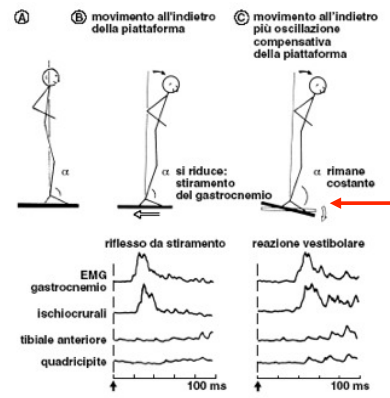
- La perdita delle fibre somatosensitive di grande diametro (ipervitaminosi B6) produce un ritardo nella comparsa delle risposte posturali automatiche



24

## Informazioni vestibolari e propriocettive

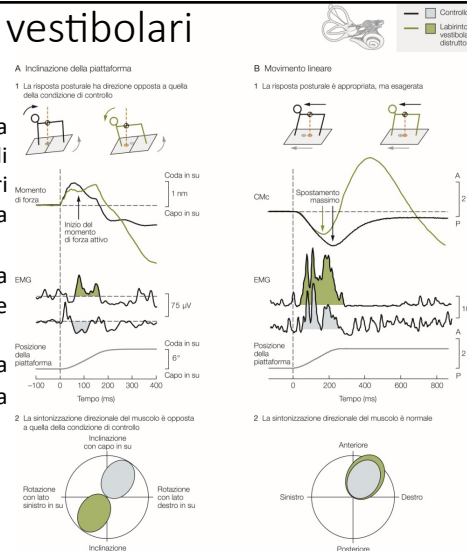
- Effetto della risposta propriocettiva e vestibolare sulle oscillazioni del centro di gravità
- Il segnale vestibolare è più lento



25

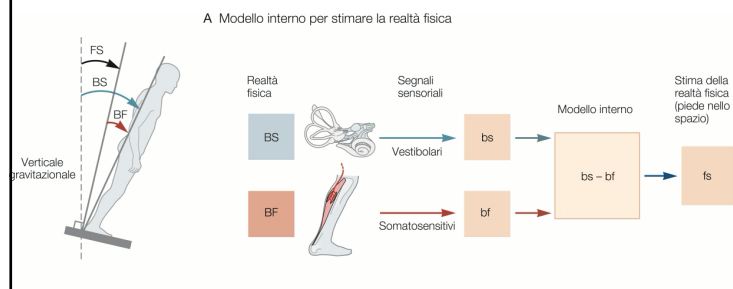
## Ruolo segnali vestibolari

- ACC angolari: La perdita dei segnali afferenti vestibolari altera la sintonizzazione direzionale della risposta posturale automatica ma appropriata ma esagerata
- ACC lineari: Risposta appropriata ma esagerata
- Risposta oscillatoria

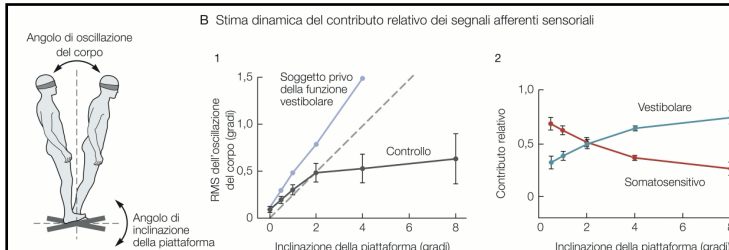


26

In un modello interno in grado di ottimizzare la capacità di mantenere l'equilibrio e l'orientamento posturale vengono integrati molti segnali sensoriali di tipo diverso e viene stimato il loro contributo relativo

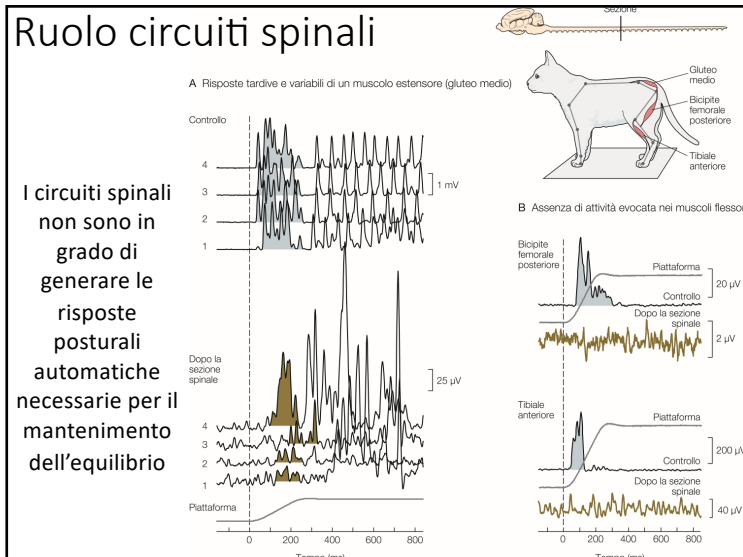


27



I due sistemi hanno sensibilità diversa

28



29

### Riflessi vestibolari e cervicali

- I segnali afferenti dal sistema vestibolare segnalano movimenti del capo nello spazio
- Il riflesso vestibolo-cervicale agisce sui muscoli del collo ed, opponendosi alla perturbazione indotta dal movimento del capo, tende ad annullare il segnale vestibolare
- Il riflesso cervico-cervicale invece risponde allo stiramento dei muscoli del collo ed ai recettori articolari e quindi stabilizza il capo rispetto al tronco
- Quando il capo è fermo i due riflessi collaborano
- Sono innati ed assicurano il mantenimento automatico della stabilità posturale

30

### Riflessi vestibolo-spinali e cervico-spinali

- Nei quadrupedi se il capo viene ruotato sia rispetto alla forza di gravità che al tronco, i due riflessi si cancellano senza produrre perturbazione posturale
- La rotazione di testa e tronco provoca l'estensione delle zampe ipsilaterali e la flessione delle contralaterali (R. Vestibolo-spinale)
- Nella rotazione solo del tronco, il R. Cervico-spinale si oppone alla rotazione stessa, generando la stessa risposta di estensione ipsilaterale e flessione contralaterale

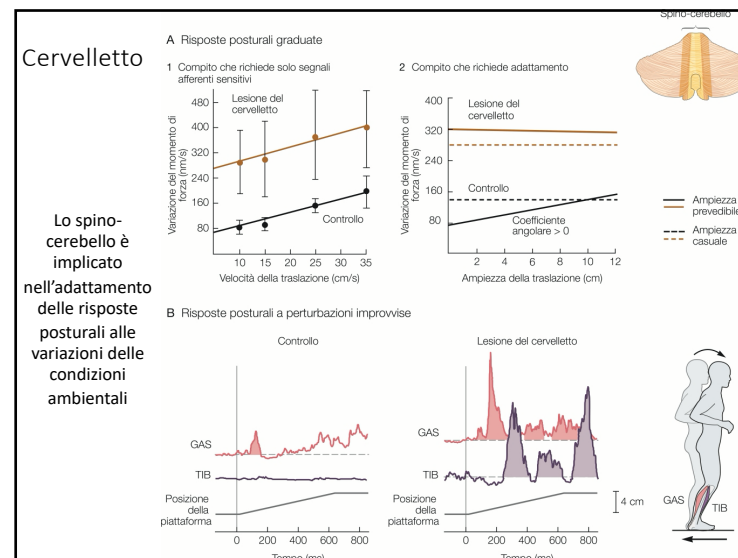
**A** Normal position

**B** Head and trunk together (vestibular stimulation)

**C** Trunk alone (cervical stimulation)

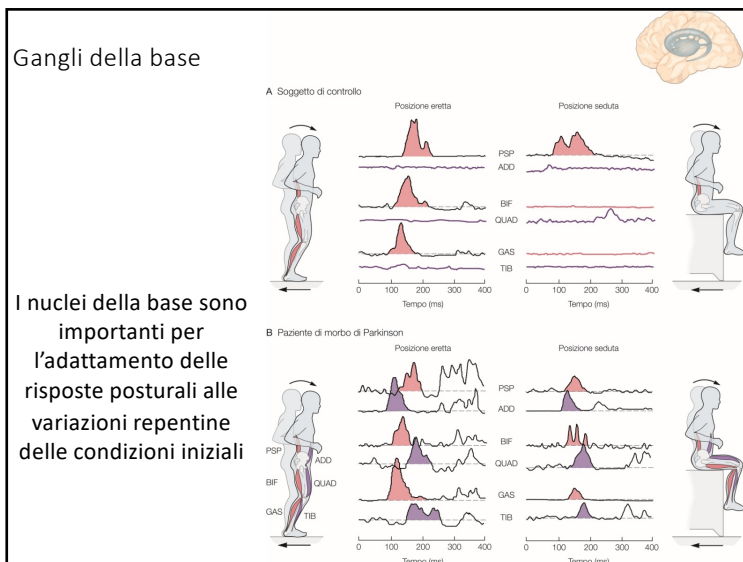
**D** Head alone (vestibular-neck stimulation)

31



32

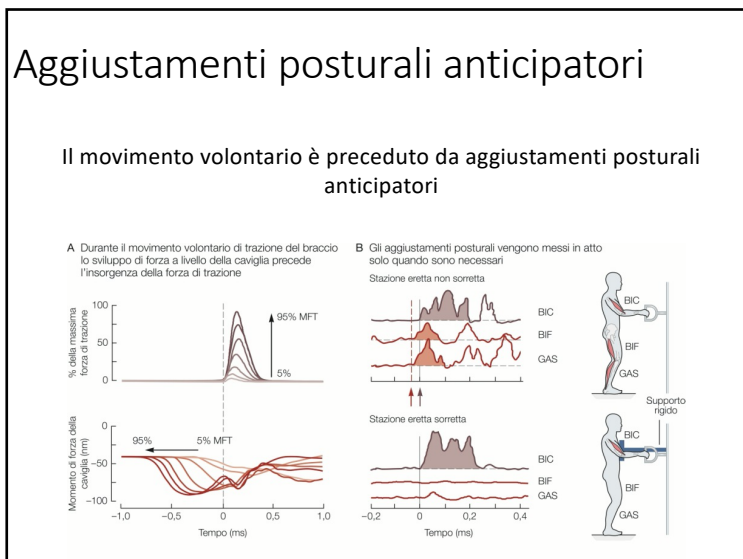




33



34



35