



# Elementi di fisiologia applicata allo sport

*Dr. Augusto Barone*

Medico dello Sport

SRdS Coni - Campania

# Con chi siamo capitati oggi

Ognuno a suo modo spara per la sopravvivenza.....

Io, sparo a salve solo parole

tullio valerio mazza

Medico

Rimini - 3386616131

[tulliovaleriomazza@gmail.com](mailto:tulliovaleriomazza@gmail.com)

[immaginienonsoloparole.blogspot.com](http://immaginienonsoloparole.blogspot.com)



**ALLENAMENTO**



**ADATTAMENTI**

**Allenamento (ad lenam)**  
**Acquistare lena, fiato**

**Allenabilità**

**Grado di adattamento ai carichi di lavoro**

**Fasi evolutive**

**Fattori che regolano lo sviluppo**



**Genetici**

**Etnici**

**Genere**

**Alimentari**

**Neuroendocrini**

**Climatico Ambientali**

Ognuno diverso per aspetti somatici pur ognuno uguale per modalità biologiche.

Unicità nella diversità pur fisiologicamente sovrapponibili.

Caratteristiche individuali che connotano una omogeneità di aspetti biologici e fisiologici (taglio degli occhi, colore della pelle, tipologia di muscolatura, conformazione ossea, gruppo sanguigno, colore, taglio, diametro dei capelli. Trasmissione di geni dominanti e recessivi. Rif. Popolazione MAYA pelle glabra, bassa statura, capelli setosi e non calvi).

Modalità di accrescimento e sviluppo biologico tra maschi e femmine.

Breve storia delle abitudini alimentari popoli nordici (carne e pesce) popoli mediterranei (in aggiunta di cereali e frutta e verdura) abilità militari.

# Capacità motorie

Insieme di requisiti di tipo fisico e neurosensoriale  
attraverso i quali  
elaborare atti motori sempre più  
complessi e raffinati

## Adattamenti capacità motorie

Capacità di modificare atti  
motori già conosciuti adattandoli a  
situazioni nuove

Situazioni di gara massimi livelli

# ALLENAMENTO

**Filogenetico**

**Generale**

**Specifico**



**Postura  
bipodalica**



**Età  
evolutiva**



**Sport**



**Multilateralità**  
(esperienza, conoscenza  
motoria)

**Quanta più esperienza motoria viene maturata, nell'economia omeostatica della struttura, tanto più si potrà avere successo nelle dinamiche motorie**

**Età evolutiva massimo apprendimento motorio**

**“Il gioco è il lavoro del bambino”**

**Maria Montessori**

Molti trascurano nelle loro proposte di carico di lavoro, l'acquisizione di esperienze motorie ad occhi chiusi (abilità propriocettive) coordinative, equilibrio, pilota automatico e non GIOCO MOSCA CIECA

# Attività fisica

Equilibrio

Economia

Comfort



**Il mio intendimento è quello di farvi  
comprendere le differenze che passano  
tra la CONOSCENZA ed il SAPERE**

**poiché la conoscenza è di possibile lettura  
di tutti, ma il sapere è congiunzione di  
traduzione pratica che estende  
opportunità di sviluppo in ogni scienza  
del vivere**

# Esempio differenze tra la CONOSCENZA ed il SAPERE







Ponetevi quesiti,  
cercate risposte,  
troverete soluzioni

**Chi invece ha risposte  
per tutto non aggiunge  
alcunchè a tutto ciò che  
già si sà**



**L' allenamento è condizionato da  
molteplici fattori**

**Biologici**  
**Psicologici**  
**Pedagogici**  
**Qualità innate**

# Apparato locomotore e SN

Centri superiori SNC - SNA



Midollo spinale



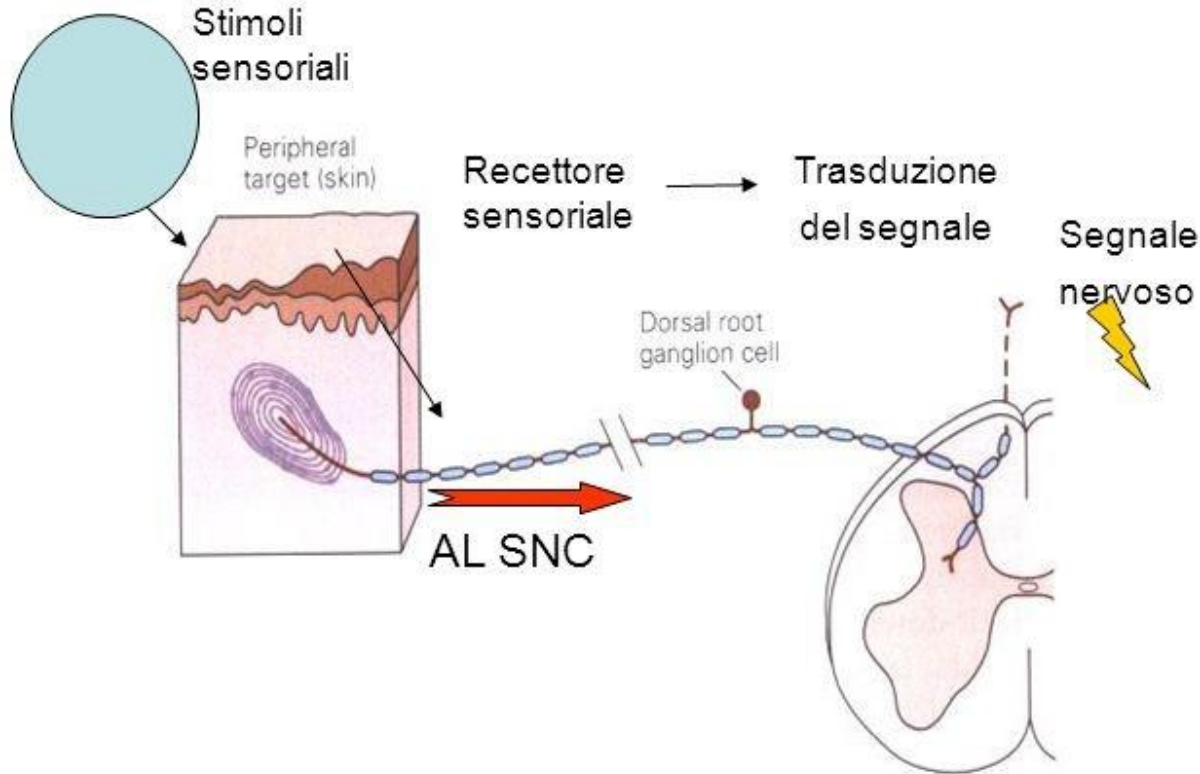
SNP



Recettori

# Funzioni sensoriali

Capacità di raccogliere le informazioni relative all'ambiente esterno (ma anche interno) ed elaborarle per formare sensazioni e percezioni.

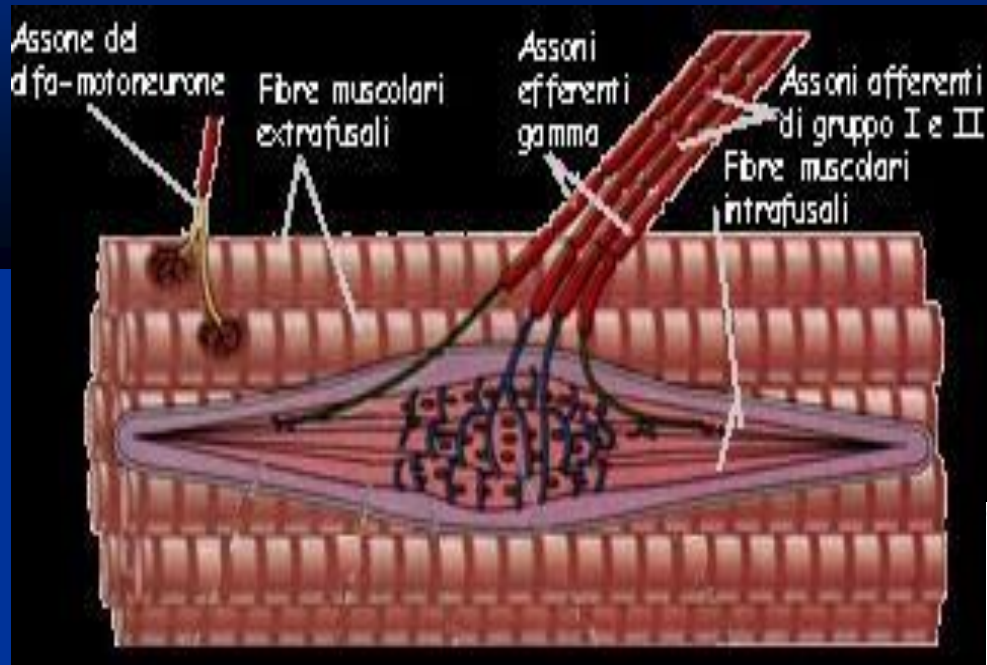


Il segnale nervoso ottenuto riflette alcune importanti caratteristiche dello stimolo:

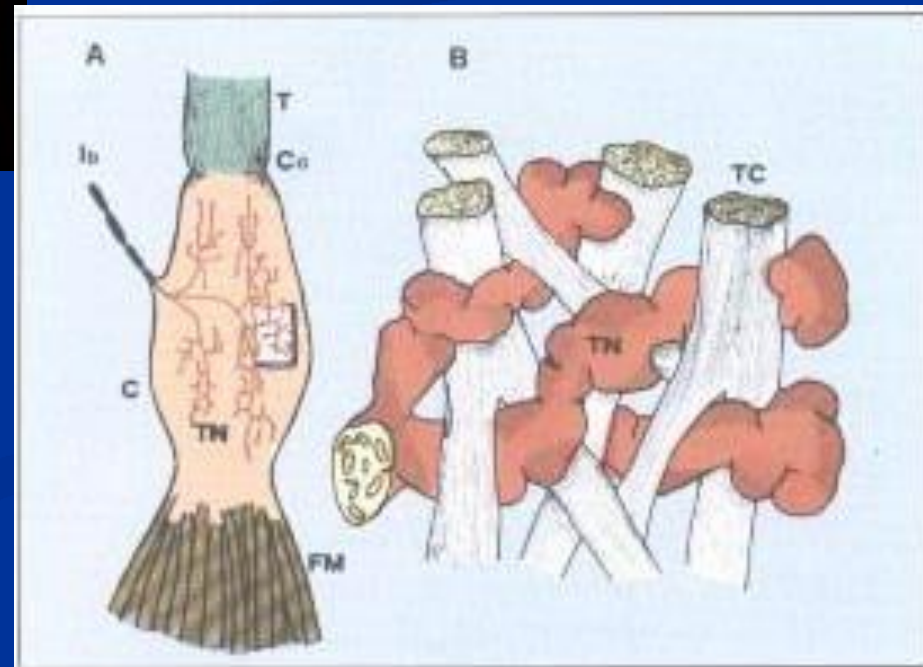
- modalità (qualità)
- intensità
- durata
- localizzazione

CODIFICAZIONE

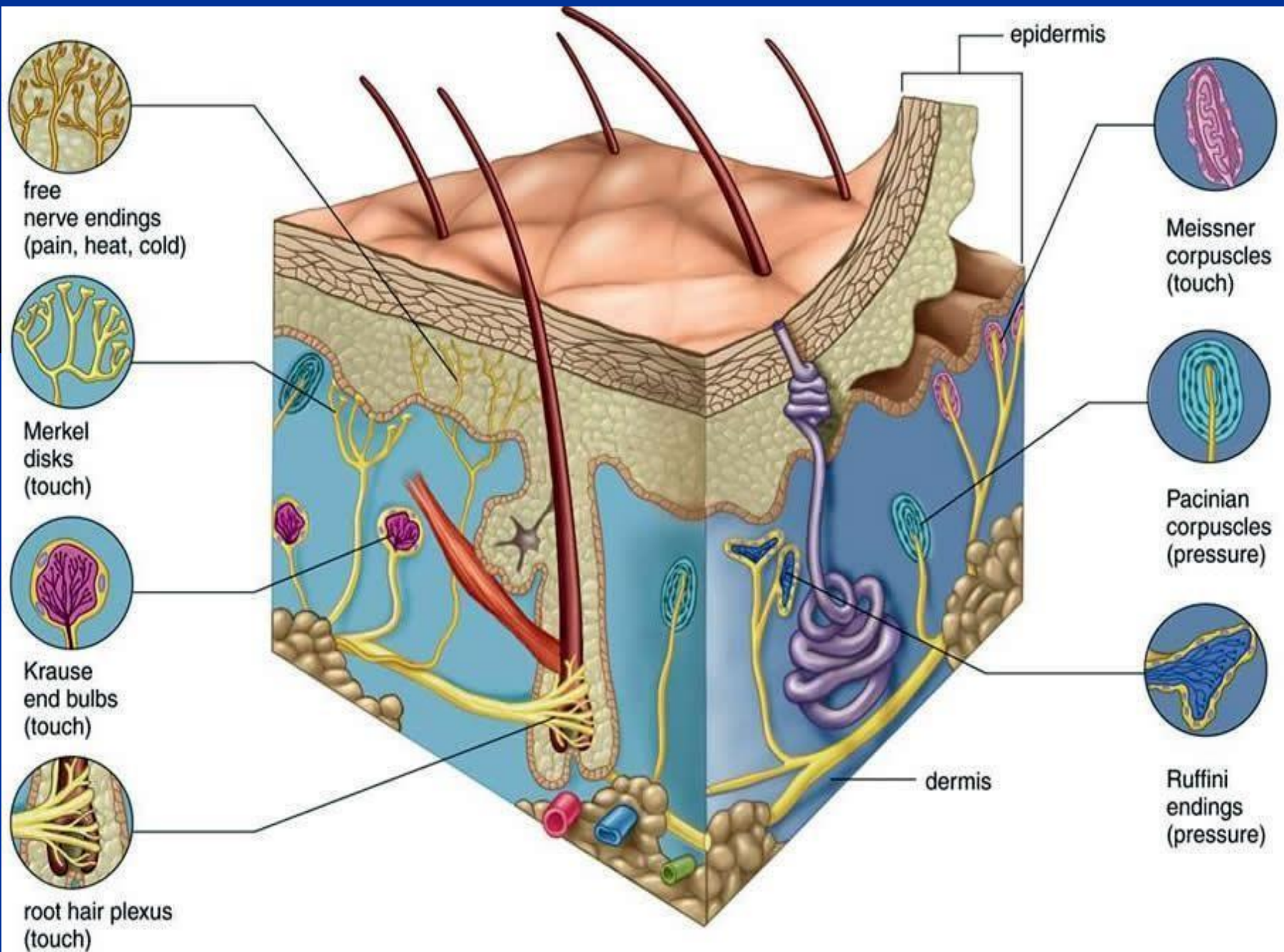
# Il fuso neuromuscolare



## L'organo del Golgi







TRAPEZIUS MUSCLE

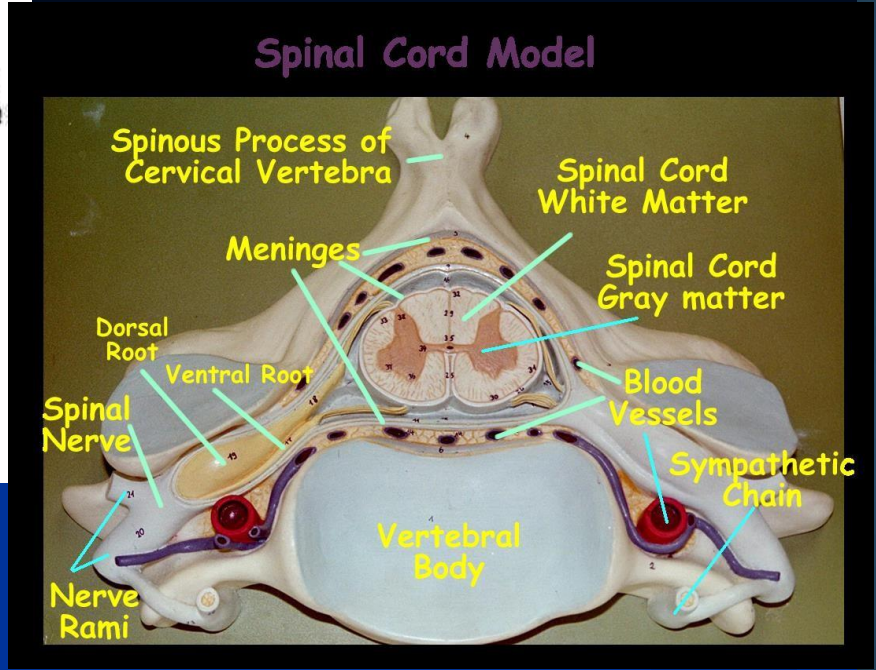
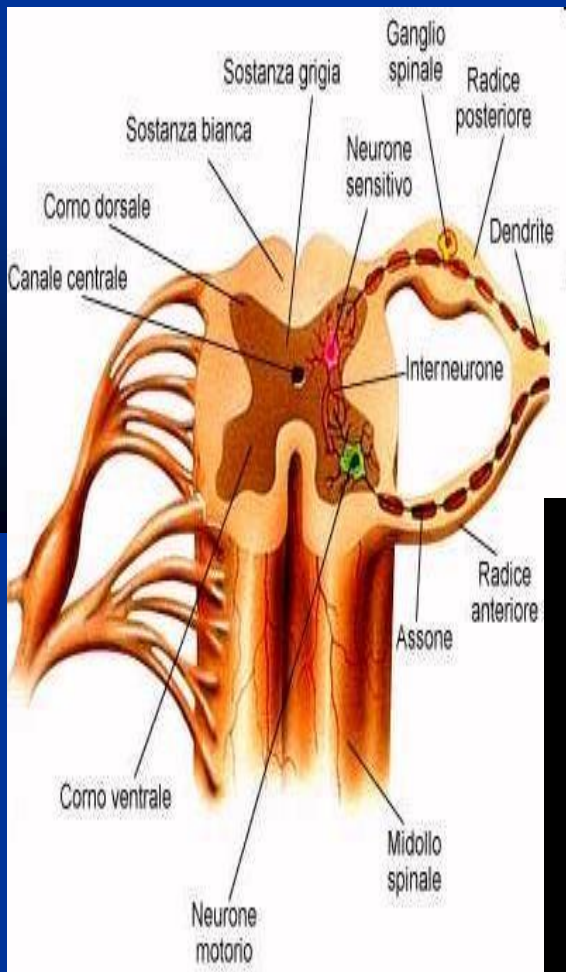
LATISSIMUS DORSI  
MUSCLE

LATISSIMUS DORSI  
MUSCLE

THORACOLUMBAR FASCIA

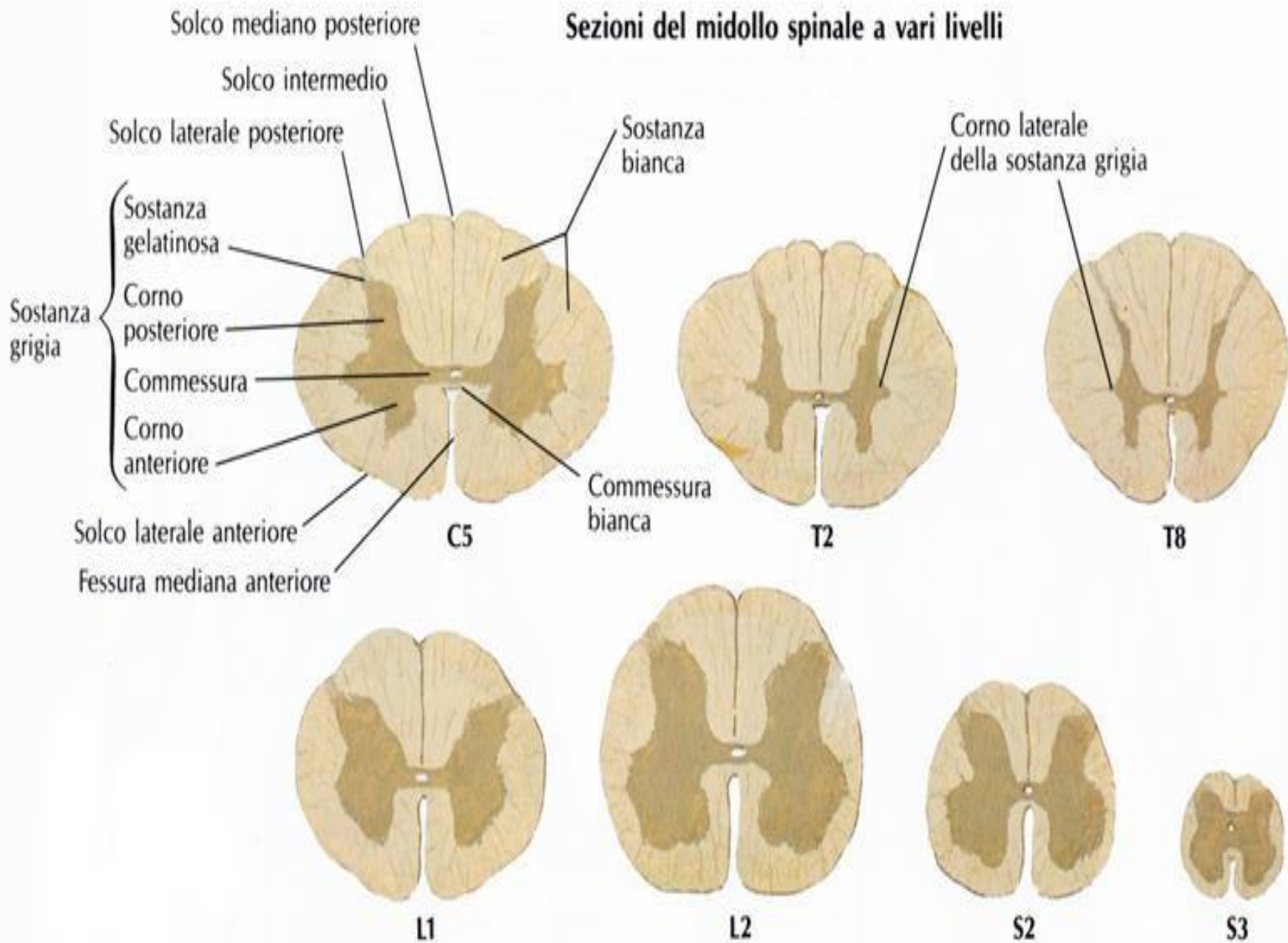


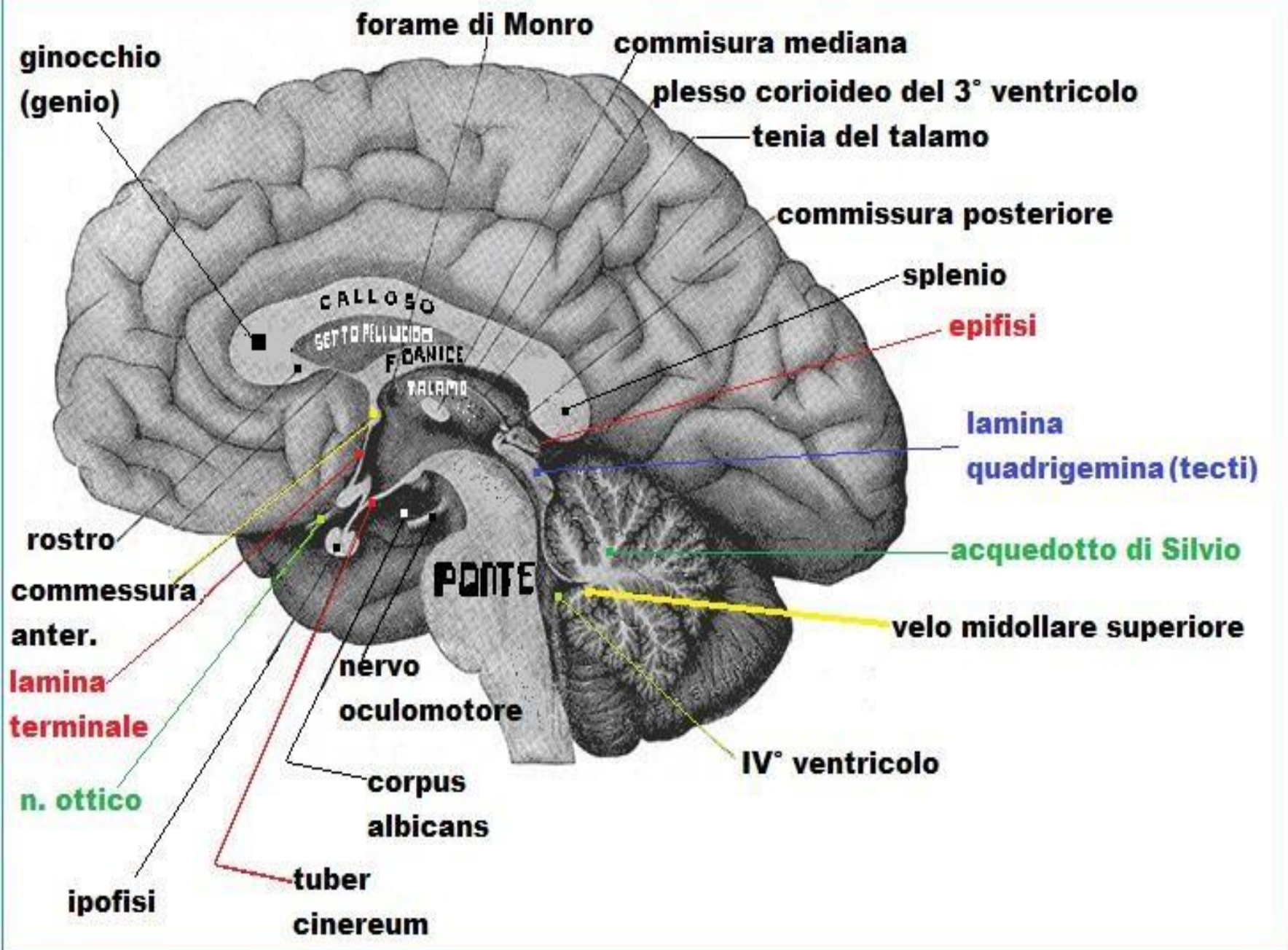




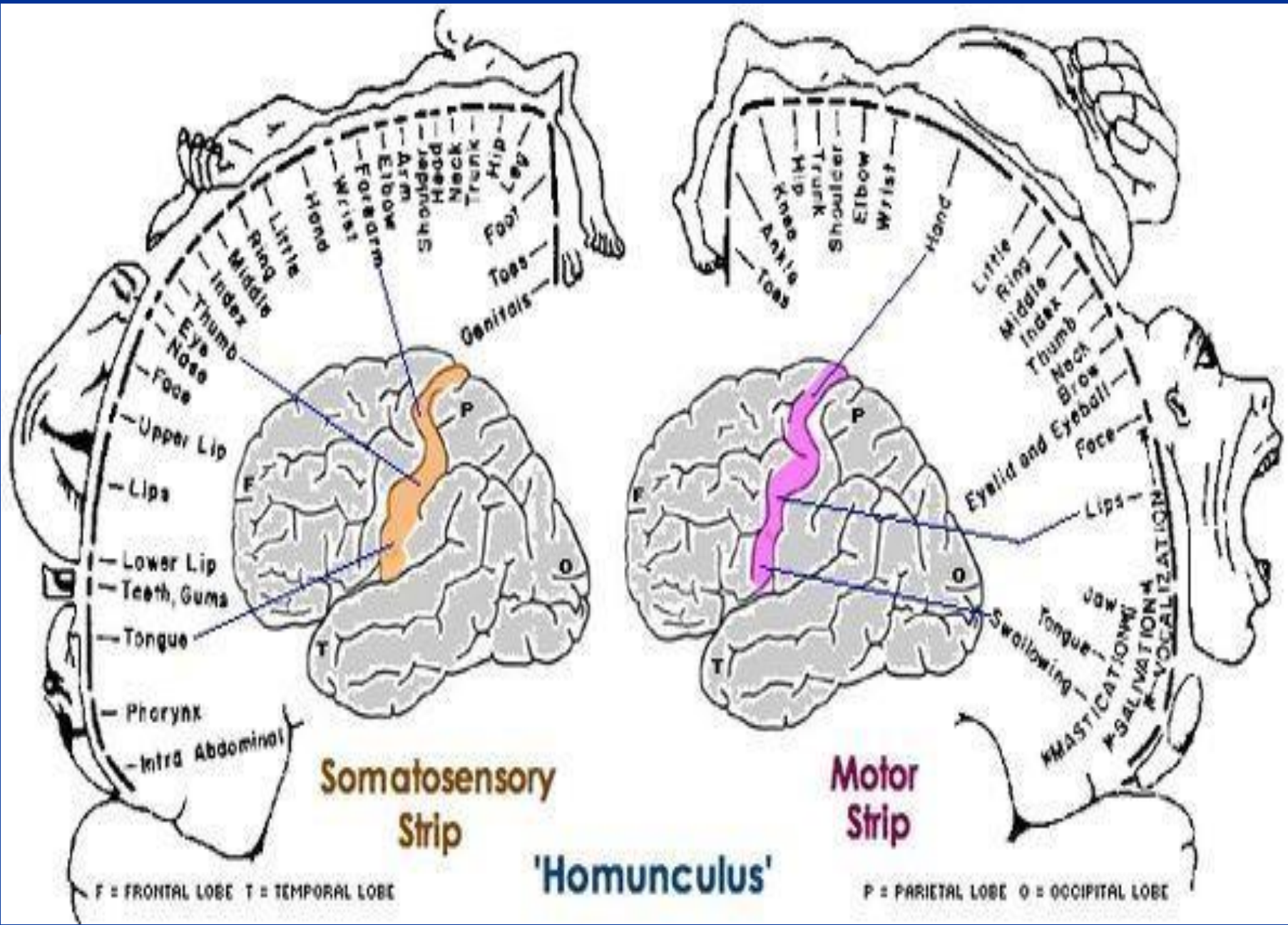


## Sezioni del midollo spinale a vari livelli





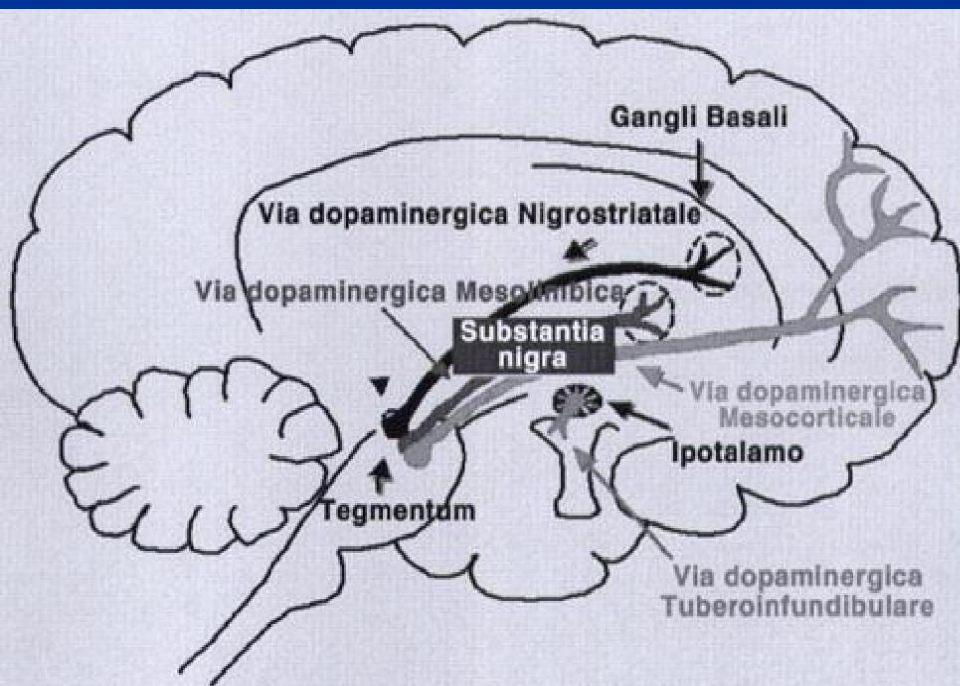




# Sistema nervoso

S. extrapiramidale

S. piramidale



## **SISTEMA PIRAMIDALE**

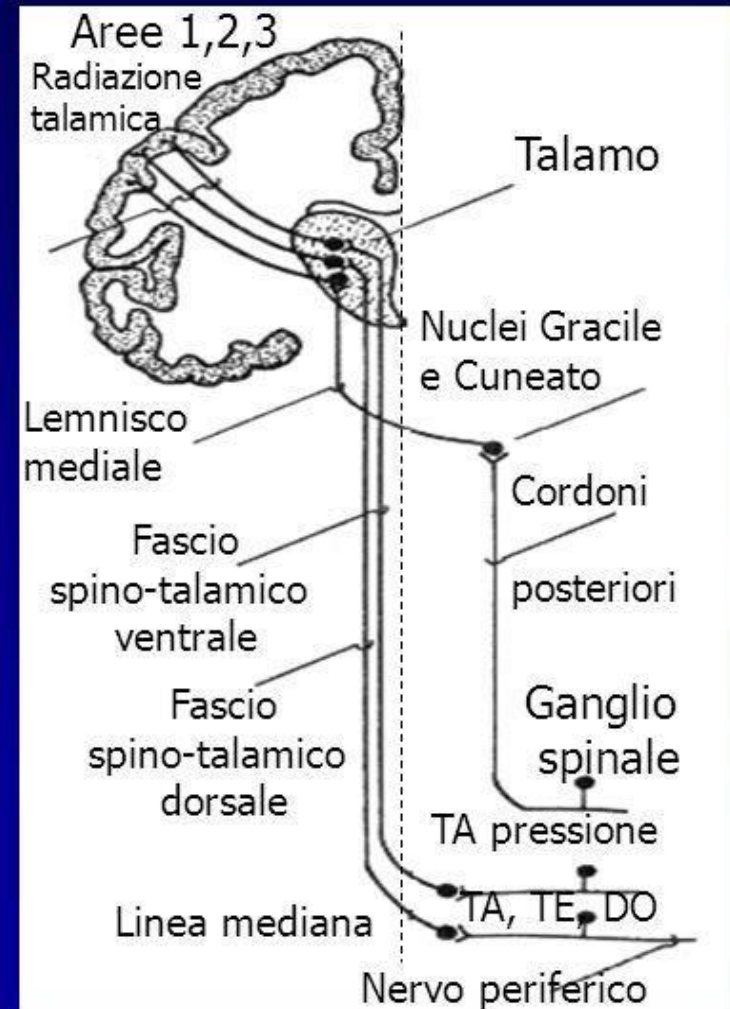
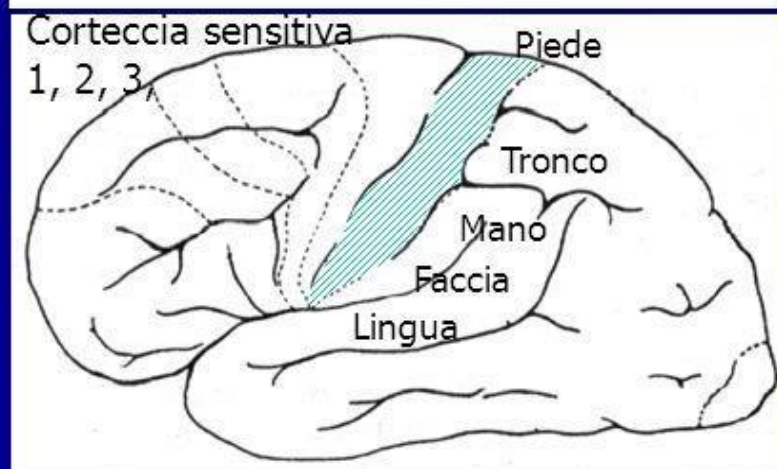
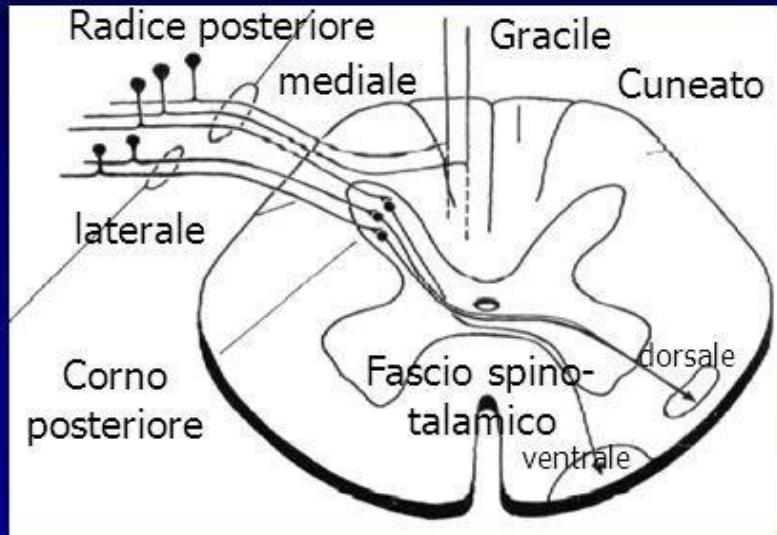
È costituito dal **"fascio piramidale"** che provvede ai movimenti volontari dei muscoli.

Origina dalle cellule piramidali della **Corteccia Motoria Primaria**.

Contiene 3 paia di fasci discendenti:

- 1. FASCIO CORTICOBULBARE**
- 2. FASCIO CORTICOSPINALE LATERALE**
- 3. FASCIO CORTICOSPINALE ANTERIORE**

# Vie sensitive centrali





# Aree motorie e premotorie



Fasci corticospinali → mm tronco ed arti

Fasci corticobulbari → nuclei motori nervi cranici

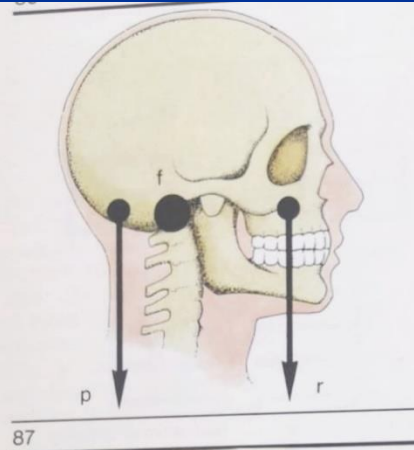
# Funzioni del muscolo striato:

- Statica
- Movimento
- Forza
- Termogenesi
- Mimica
- Delimitare organi interni
- Funzione endocrina

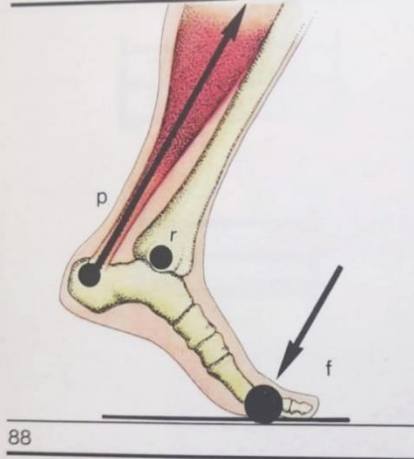
**LEVA**



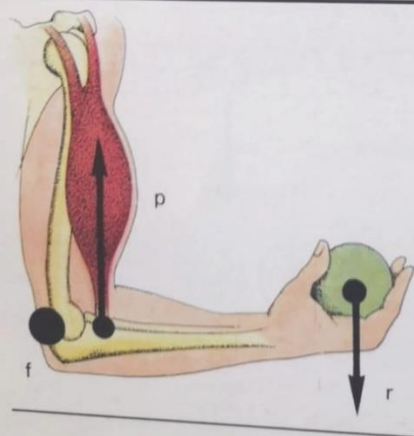
# Esempi di LEVA



86. Leva di primo genere: il fulcro (f) è dato dall'articolazione dell'atlante con il cranio, e sta tra la resistenza (r), costituita dal peso della testa, e la potenza (p), rappresentata dai muscoli della nuca



87. Leva di secondo genere: il fulcro (f) è dato dalla punta del piede che poggia sul terreno; la resistenza (r) è costituita dal peso del corpo; la potenza (p) è rappresentata dai muscoli del polpaccio



88. Leva di terzo genere: il fulcro (f) è dato dal gomito; la resistenza (r) è costituita dal peso; la potenza (p) è costituita dal muscolo bicipite



# Funzioni del muscolo striato

**Accorciamento - allungamento**

**Volontari ed involontari**

**Agonisti - antagonisti**

**Sinergismo (ausilio agonista)**

**Fissità (osso in posizione)**

**Sistemi restroazione**

**anticipazione**



# Innervazione del muscolo striato e liscio

MUSCOLATURA STRIATA: volontaria ed involontaria

MIOCARDIO: innervazione involontaria

MUSCOLATURA SCHELETRICA: innervazione volontaria

MUSCOLATURA LISCIA: involontaria

# **Fibre tipo I, rosse, lente: SR (slow resistant)**

**piccolo diametro**

**aerobiosi**

**bassa potenza**

**resistenza**

**maggiore concentrazione di mioglobina**

**maggiore numero di mitocondri**

# Differenze di genere nella muscolatura corporea

CONDIZIONI GENETICHE LEGATE AL SESSO

MASCHI CIRCA 40%

FEMMINE CIRCA 32%

FIBRE ROSSE, BIANCHE, INDIFFERENZIATE circa 8%  
(solo nello sviluppo)

I testi indicano il termine di fibre intermedie, io preferisco che utilizzate il termine INDIFFERENZIATE poiché al termine dello sviluppo si saranno specializzate nelle caratteristiche di fibre rosse o bianche in ragione del carico fisico

# **Fibre tipo II b, bianche, veloci:**

**FF (fast fatigable)**

**maggior diametro**

**anaerobiosi**

**elevata potenza**

**scarsa resistenza alla fatica**

**minor concentrazione di mioglobina**

**minor numero di mitocondri**

# **Fibre tipo II a, intermedie: FR (fast resistant, denominate anche di tipo III)**

**grande diametro**

**buona vascolarizzazione**

**colorito rosa**

**discreta concentrazione di mioglobina**

**discreto numero di mitocondri**

**ossidazione e glicolisi**

# Fibre tipo II a, intermedie:

- personalmente indicherei nel termine indifferenziate la loro codificazione, in quanto dopo il periodo adolescenziale si specializzeranno in ragione del loro lavoro ed allenamento per assumere qualità specifiche (circa 8% della muscolatura totale)
- valore e funzione dei mitocondri
- meccanismi di produzione dell'energia
- aerobico  $H_2O$   $CO_2$  lipidi glucidi
- anaerobico lattacido, acido lattico, acido piruvico, substrati glicogeno, glucidi,
- anaerobico alattacido, radicali liberi

# Muscoli Fasici – Muscoli Tonici

- **MUSCOLI FASICI** (deputati al movimento), caratterizzati da una maggior dotazione di fibre muscolari bianche meno forti ma a contrazione piuttosto rapida.
- **MUSCOLI TONICI** (antigravitari/posturali), caratterizzati da una ricca dotazione di fibre muscolari rosse molto forti e a contrazione lenta.



Sport in cui prevale il metabolismo anaerobico con conseguente alta partecipazione delle fibre muscolari di tipo 2



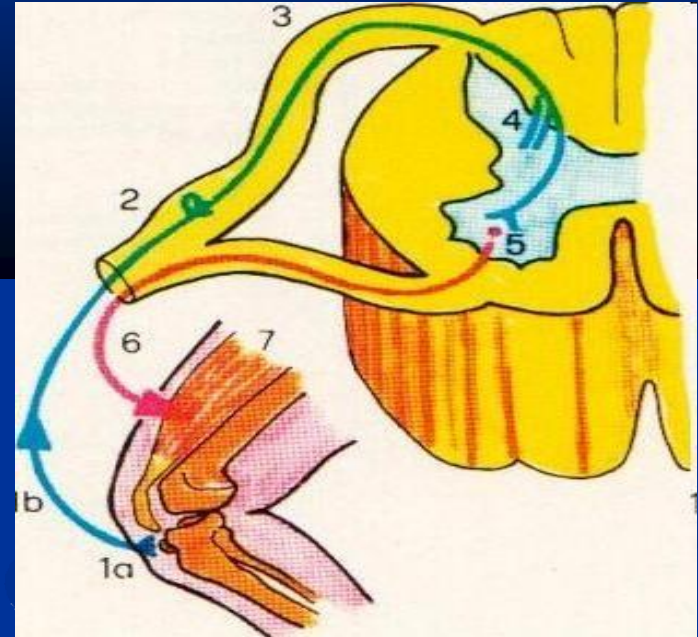


Sport in cui prevale il metabolismo aerobico e, di conseguenza è alta la partecipazione delle fibre muscolari di tipo 1

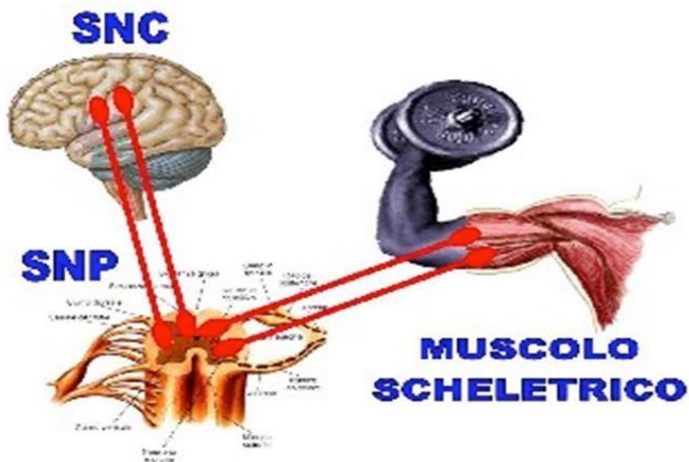


# Contrazione muscolare

## Circuito breve



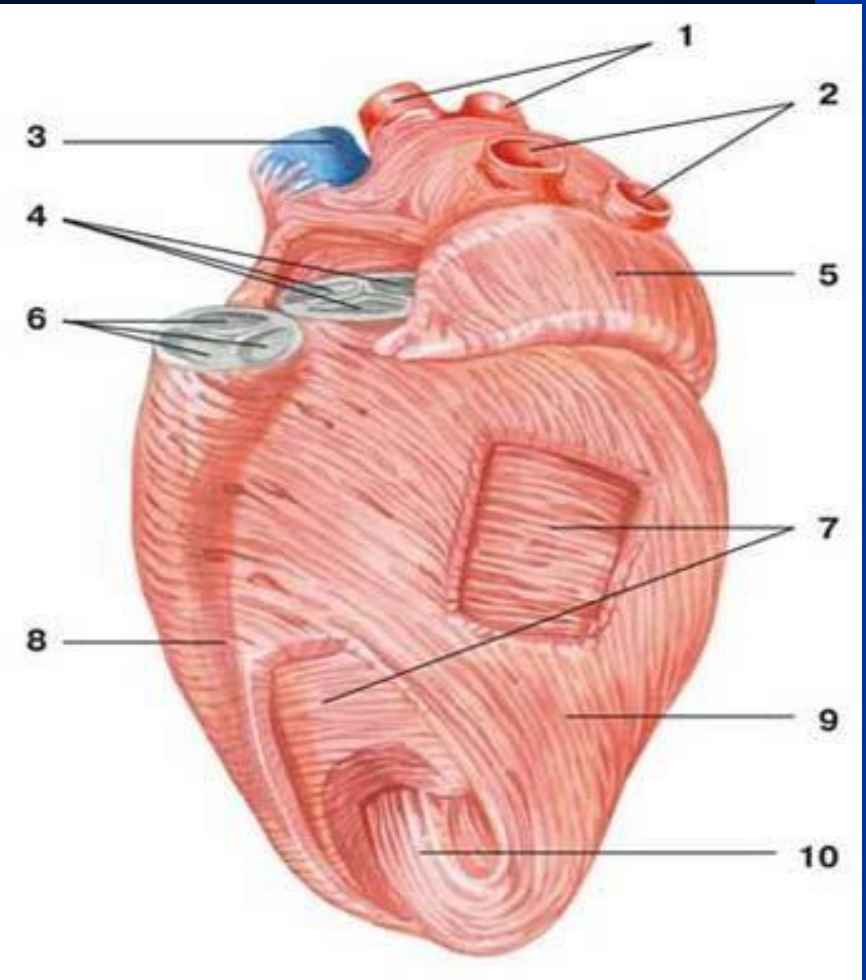
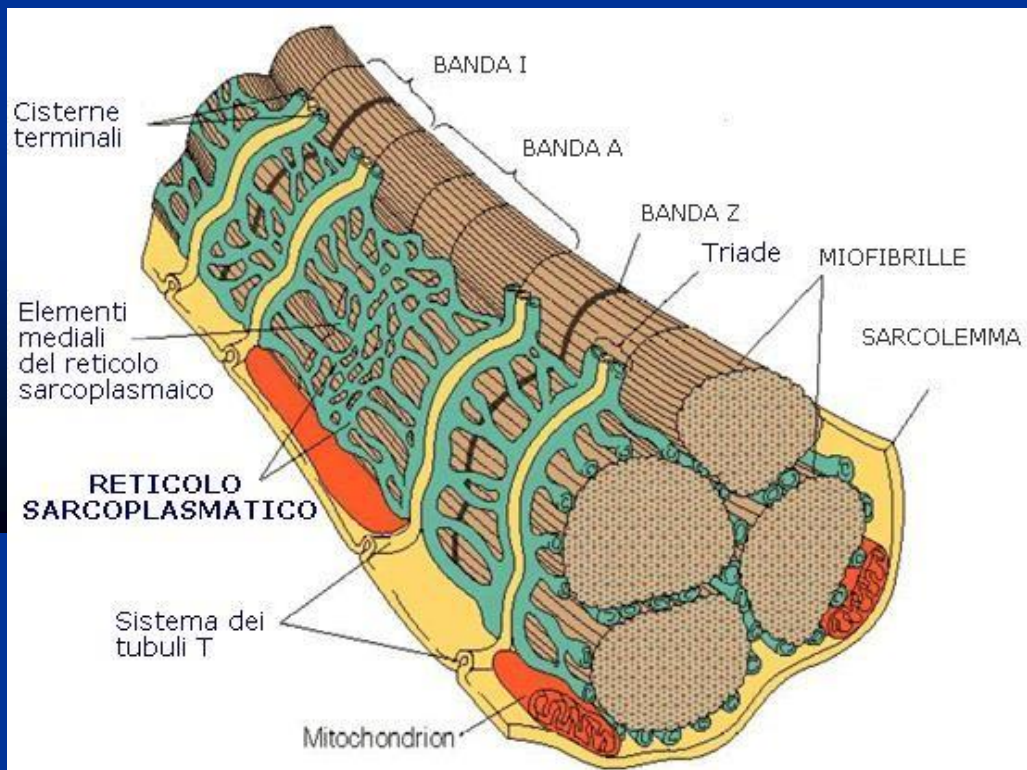
## PROCESSO DI CONTRAZIONE MUSCOLARE

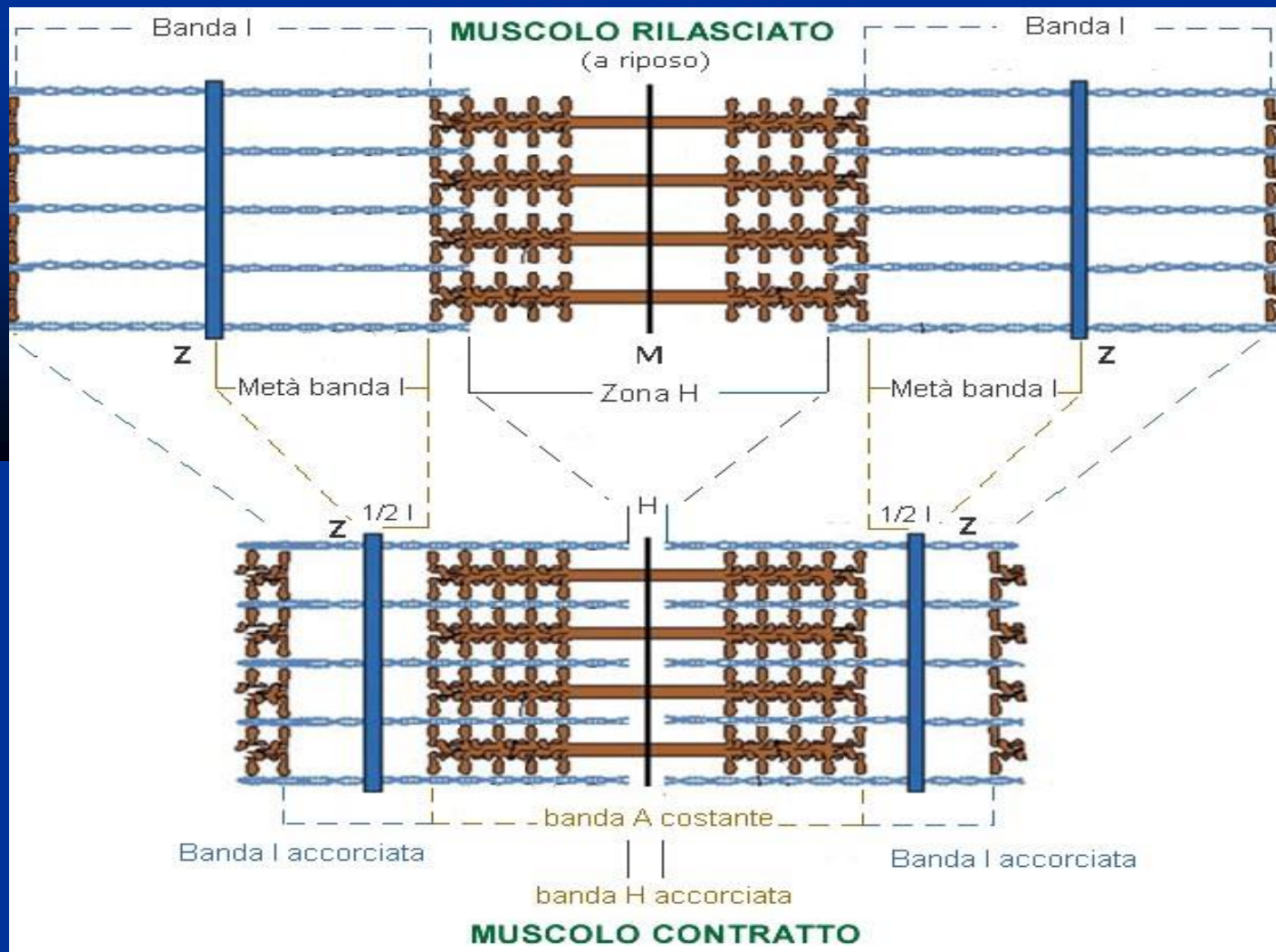


Per consentire al muscolo di contrarsi, è necessario che il SNC (sistema nervoso centrale) invii l'impulso elettrico che attraverso il SNP (sistema nervoso periferico) giunge alla placca motrice del tessuto muscolare causando la contrazione.

## Circuito lungo



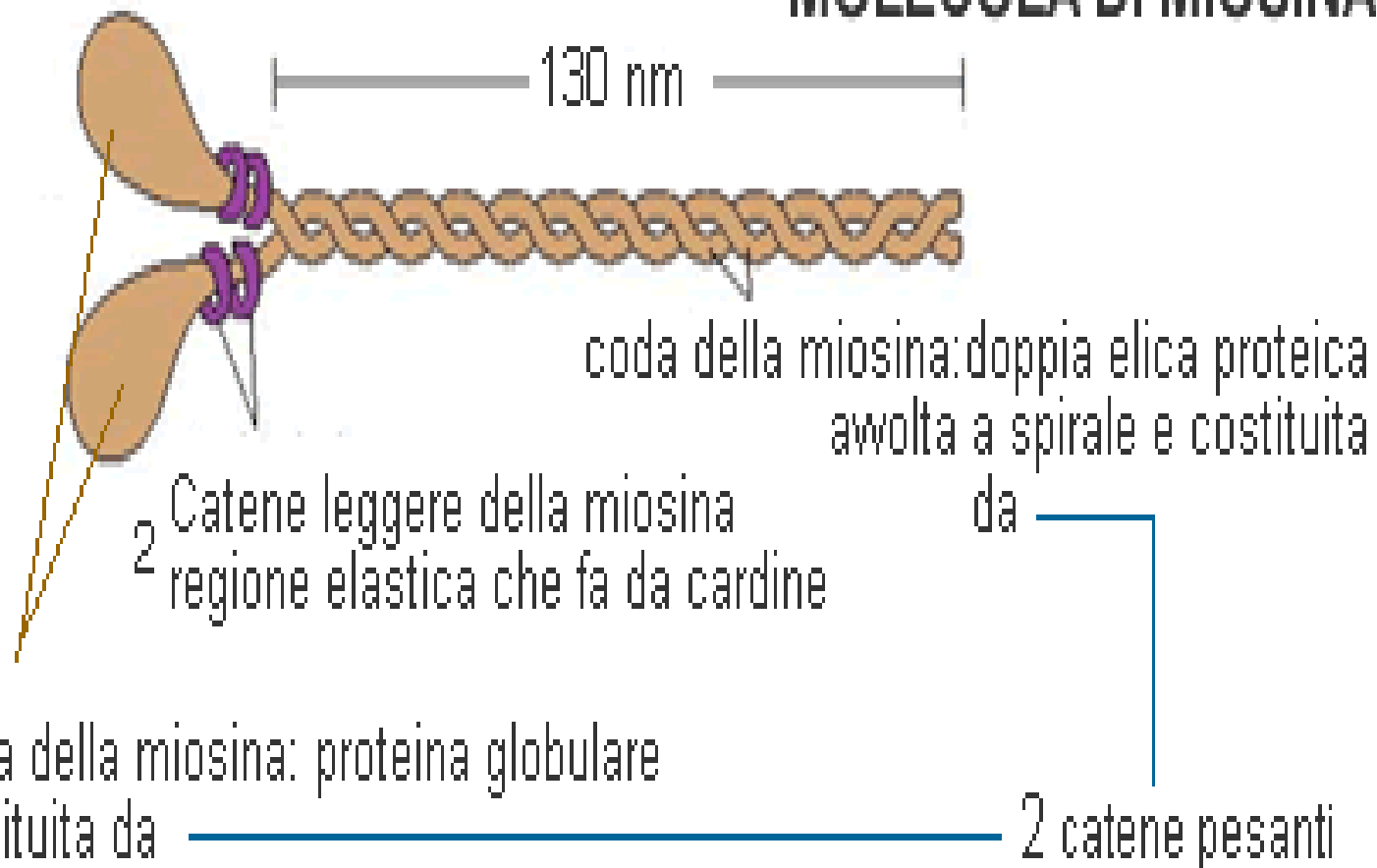




funzioni del microscopio elettronico che distingue le differenze tra muscolatura striata e liscia



# MOLECOLA DI MIOSINA



**Tropomiosina**

**Troponina**

**Nebulina**

**Titina**

meccanismo  
della  
contrazione

**Desmina**

mantiene parallele le  
miofibrille

**Distrofina**

mantiene ancorate  
le miofibrille alla  
membrana cellulare

**Tropomiosina**

**Troponina:** recettori Ca

**Nebulina:** mantiene allineamento actina

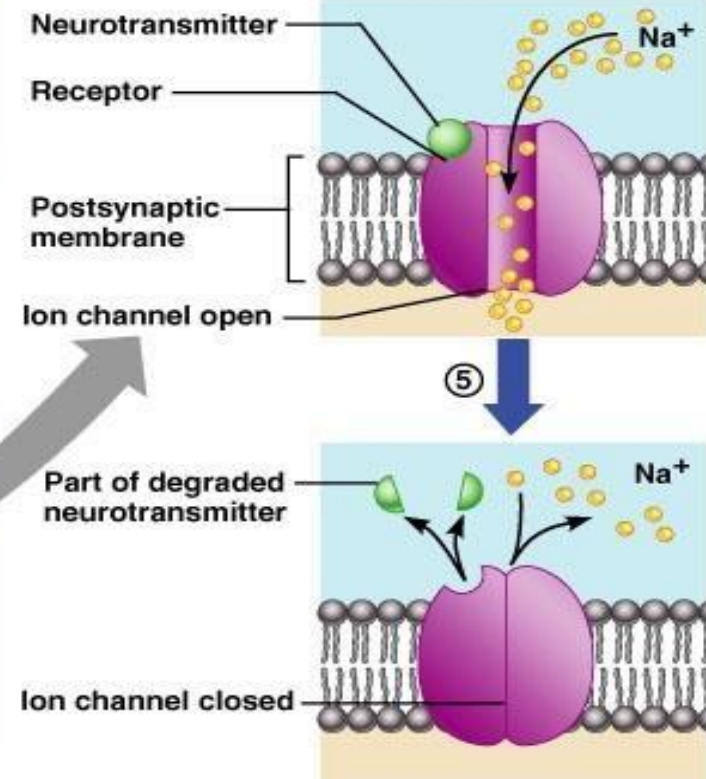
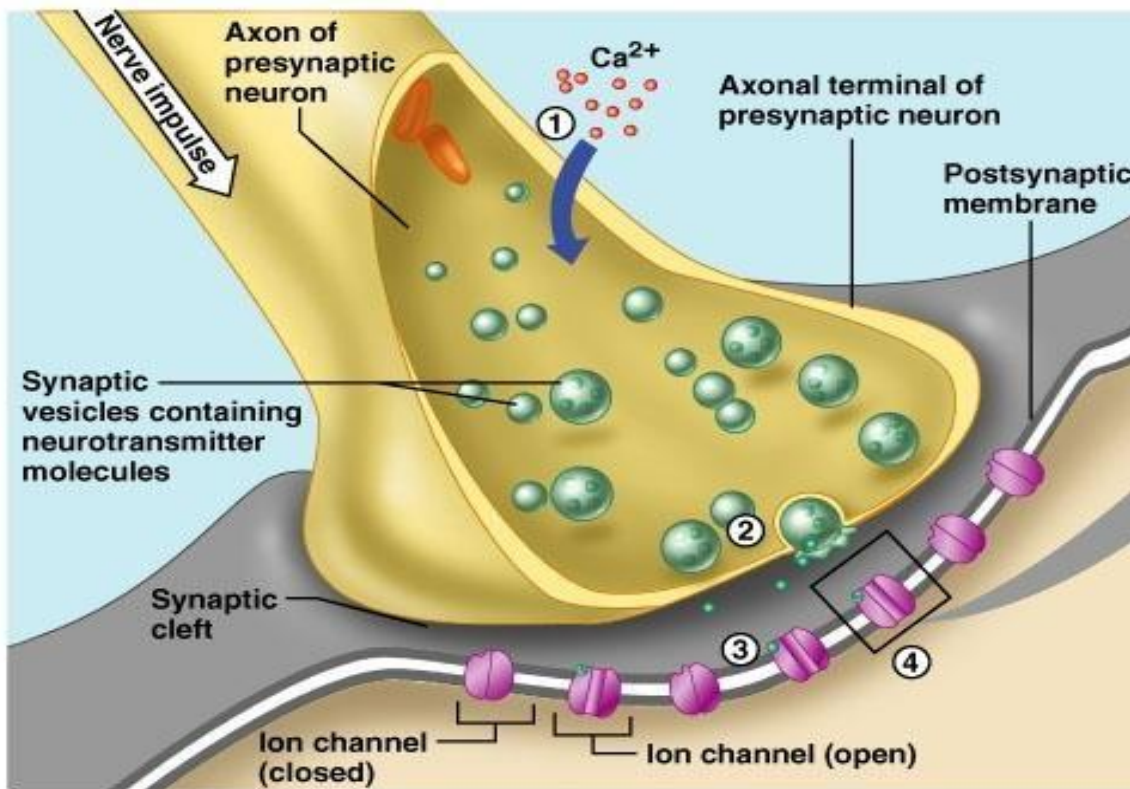
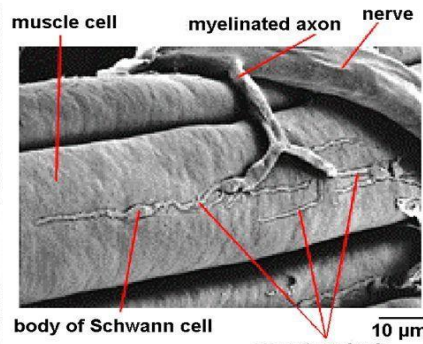
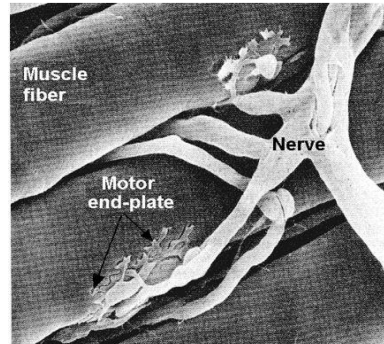
**Titina:** stabilizza la miosina

**Mioglobina**

# Fisiologia della contrazione

- **Stimolo nervoso**
- **Depolarizzazione della membrana**
- **Liberazione di ioni Ca**
- **Cascata di reazione**
- **Ingranamento filamenti miosina – actina**
- **Rilasciamento**

# Anatomia e Fisiologia della giunzione neuromuscolare

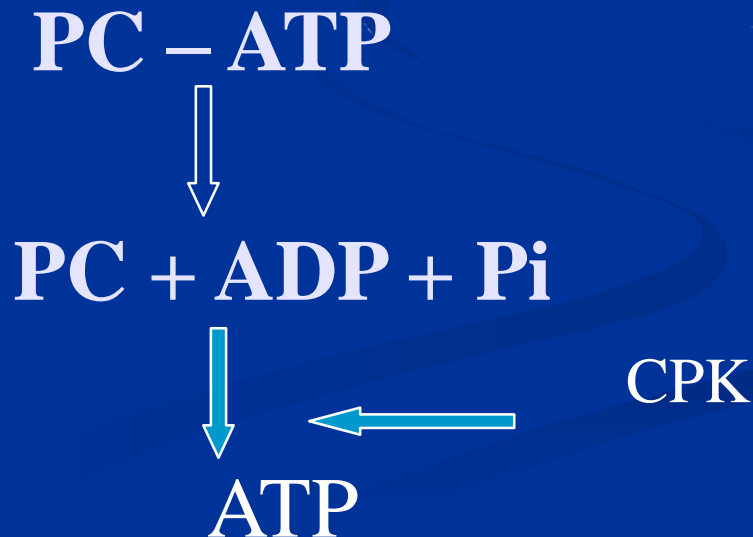




# Fonti energetiche della contrazione muscolare

*Meccanismo energetico anaerobico alattacido*

**PC fosfocreatina**



# Fonti energetiche della contrazione muscolare

*Meccanismo energetico anaerobico lattacido*

Ciclo di Embden – Meyerhof glicolisi anaerobia



Glucosio - Glicogeno



LDH

acido piruvico

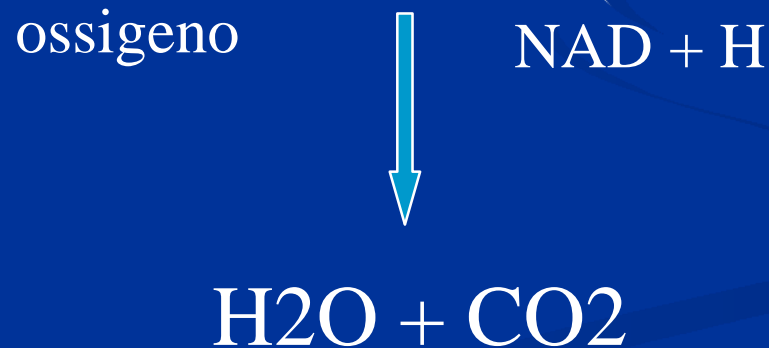


acido lattico

# Fonti energetiche della contrazione muscolare

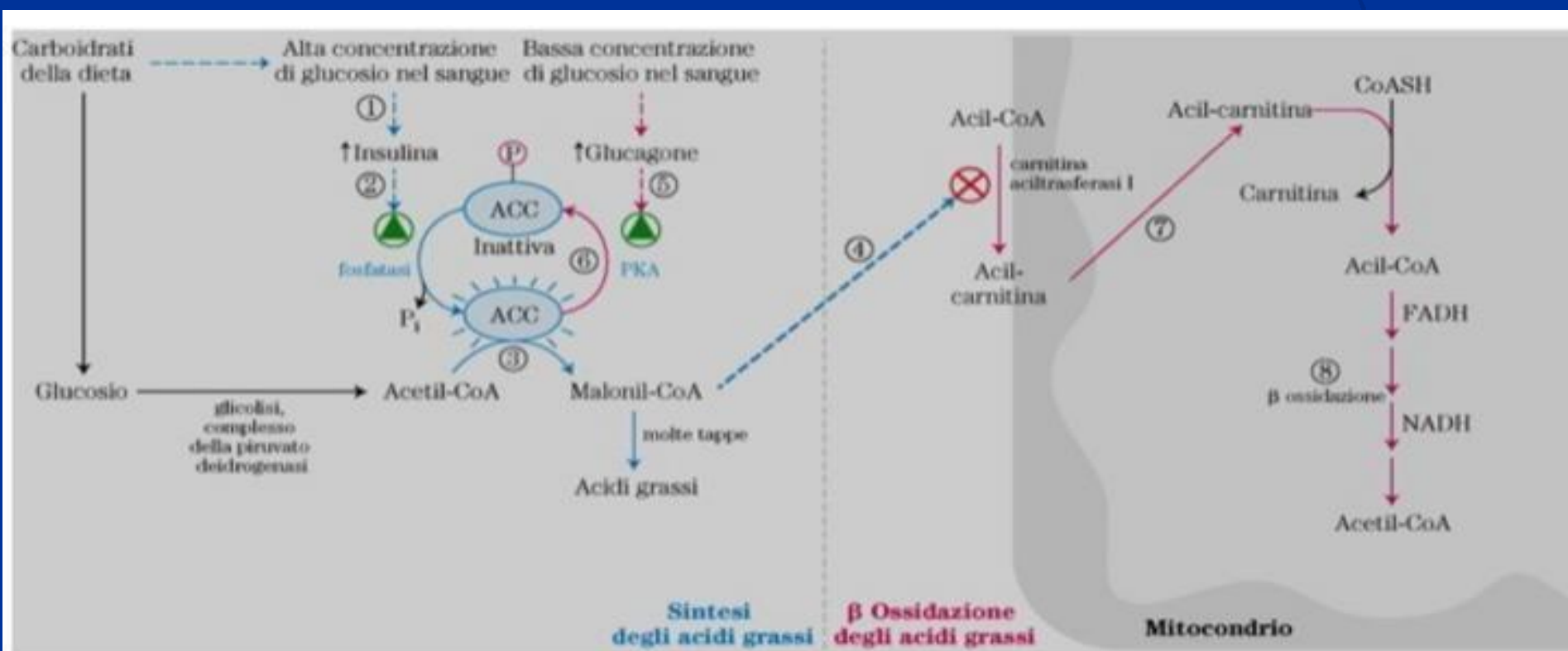
*Meccanismo energetico aerobico*

Ciclo di Krebs glicolisi aerobia piruvato



# Fonti energetiche della contrazione muscolare

## *Beta ossidazione degli acidi grassi*



# Capacità motorie

## Capacità condizionali:

- **forza**
- **resistenza**
- **velocità**
- **mobilità articolare**



# Capacità motorie

## Capacità coordinative:

- **equilibrio**
- **controllo motorio**
- **anticipazione**
- **timing motorio**
- **oculo – manuale - podalica**

# Fattori condizionanti

## Forza

- genetici neurogeni
- intrinseci muscolari
- (cellule satelliti)
- ormonali

(Gh, Testosterone, IGF 1, Mgf, Miochine)  
coordinativi riserve energetiche

## Resistenza

- biologici
- (aerobiosi, fibre II b, adattamenti periferici e centrali)
- tecnici
- psicologici

# Fattori condizionanti

## Velocità:

- genetici
- riserve energetiche

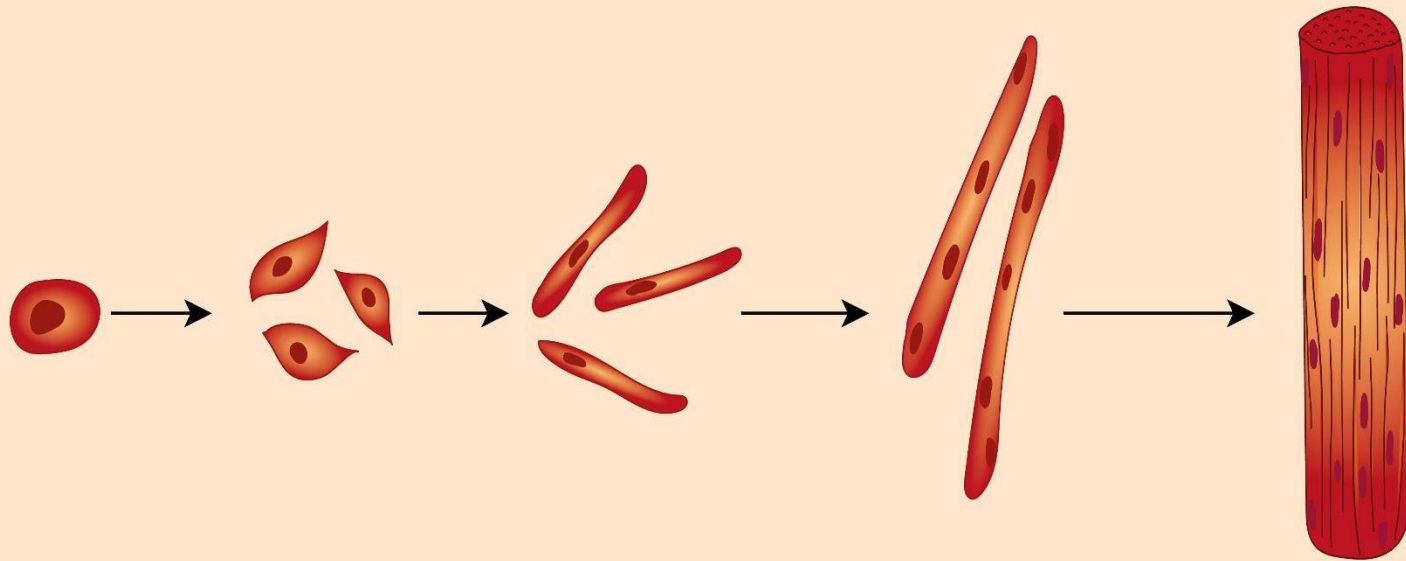
## Mobilità articolare:

- acquisiti (elasticità capsulo - ligamentosa)
- estensibilità muscoli periarticolari
- forma capi articolari

# Adattamenti periferici

## Cellule satelliti:

cellule indifferenziate situate tra lamina basale e membrana plasmatica



Cellule satelliti  
(staminali dei muscoli)

Mioblasti

Miociti

Miotubi

Fibre muscolari

# Adattamenti periferici

## Cellule satelliti:

Durante il processo di modificazione una parte delle cellule viene indotta alla differenziazione; l'altra ritorna ad uno stato di quiescenza per mantenere un pool attivo

Miochine

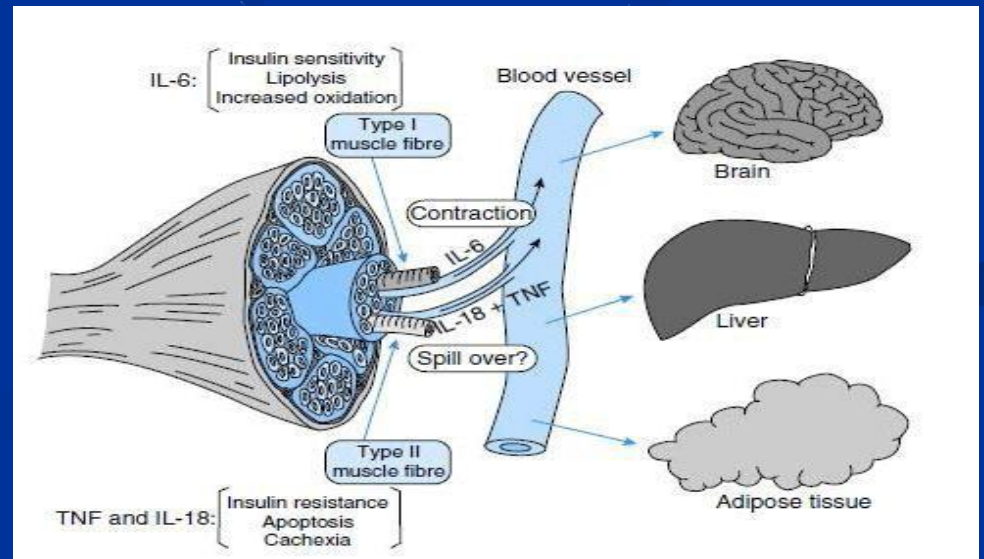


# Adattamenti periferici

## Miochine:

Peptidi con funzione ormonale che regolano la miogenesi scheletrica attraverso vari meccanismi incluso il processo che coinvolge l'attivazione e la migrazione delle cellule satelliti, la proliferazione e differenziazione in fibroblasti

## Miogenina

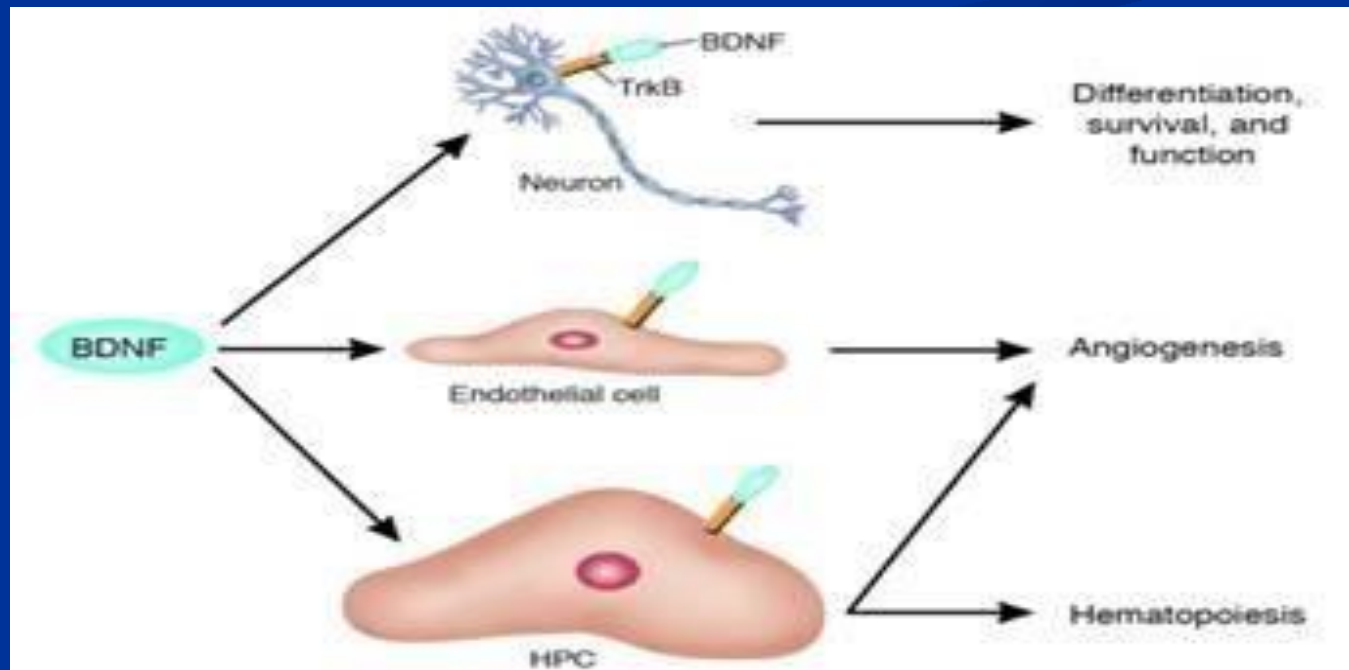


# Adattamenti periferici

## Miochine

**IRISINA (BDNF, Brain Derived Neurotrophic Factor)**

fattore neurotrofico cerebrale, favorisce la sopravvivenza dei neuroni, permette sviluppo e differenziazione di nuovi neuroni e sinapsi (apprendimento)



# Adattamenti periferici

## Miochine

**BAIBA (beta aminoisobutyric acid)**

**Irisino simile**

**Mgf (fattore meccanico della crescita)**

# LE CAPACITA' MOTORIE

Sono le potenzialità motorie dell'individuo, i fattori che concorrono a determinare il rendimento atletico dell'uomo.

Il loro stadio di sviluppo influenza direttamente il grado di efficienza fisica

## Coordinative

- Sono l'espressione che hanno sostituito il termine destrezza.
- Organizzano e regolano il movimento.
- Influenzano l'economia e l'esecuzione del gesto.
- Permettono di rendere il valore reale quanto più possibile coincidente al valore nominale.
- Sono di difficile misurazione.

## Condizionali

- Sono fondate sull'efficienza del metabolismo energetico.
- Hanno fattori limitanti nella disponibilità di energia e quindi delle condizioni organico/muscolari dell'uomo.
- Sono misurabili in modo netto e preciso.

## Altre capacità

- Non sono determinate unicamente da fattori condizionali o coordinativi.

## ABILITA' SPORTIVE

Sono le tecniche dei diversi sport

# Organizzazione del movimento

## Principio di reciprocità:

ogni neurone può influenzare o essere influenzato da tutti gli altri neuroni (intersegmentari)

## Principio di convergenza:

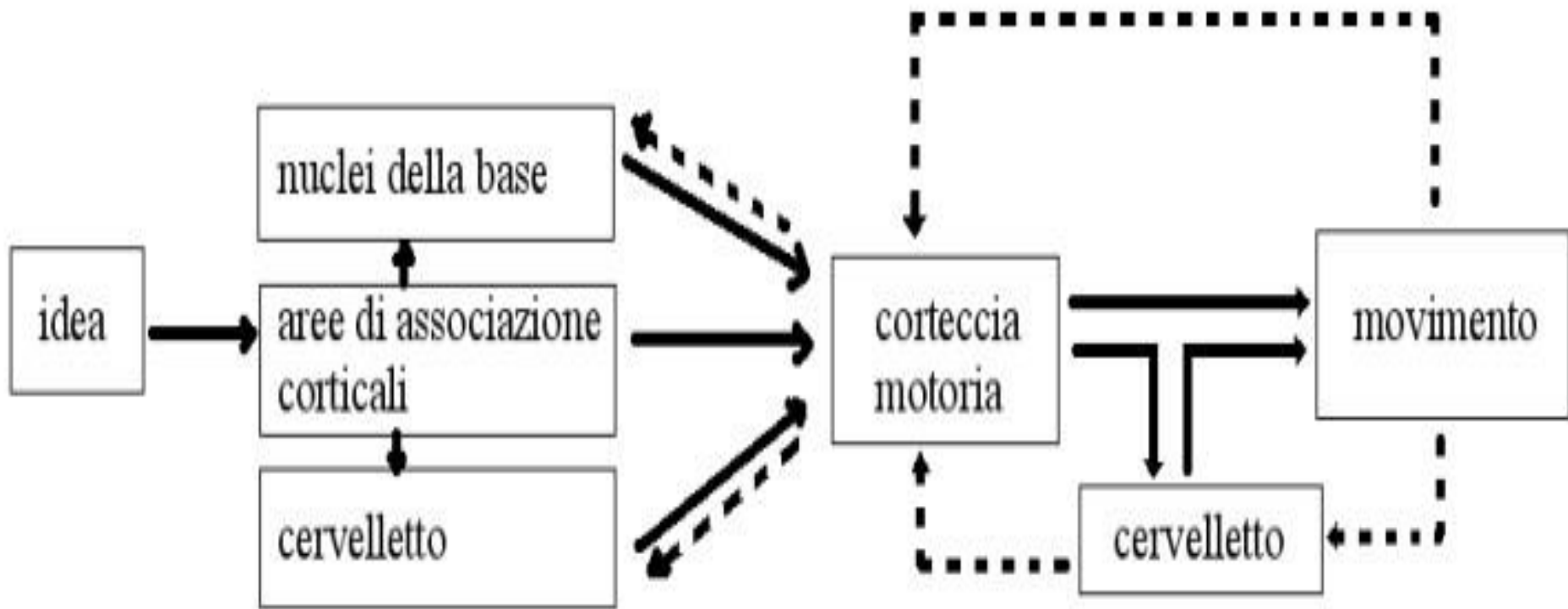
ogni motoneurone riceve numerose fibre nervose che si articolano con esso



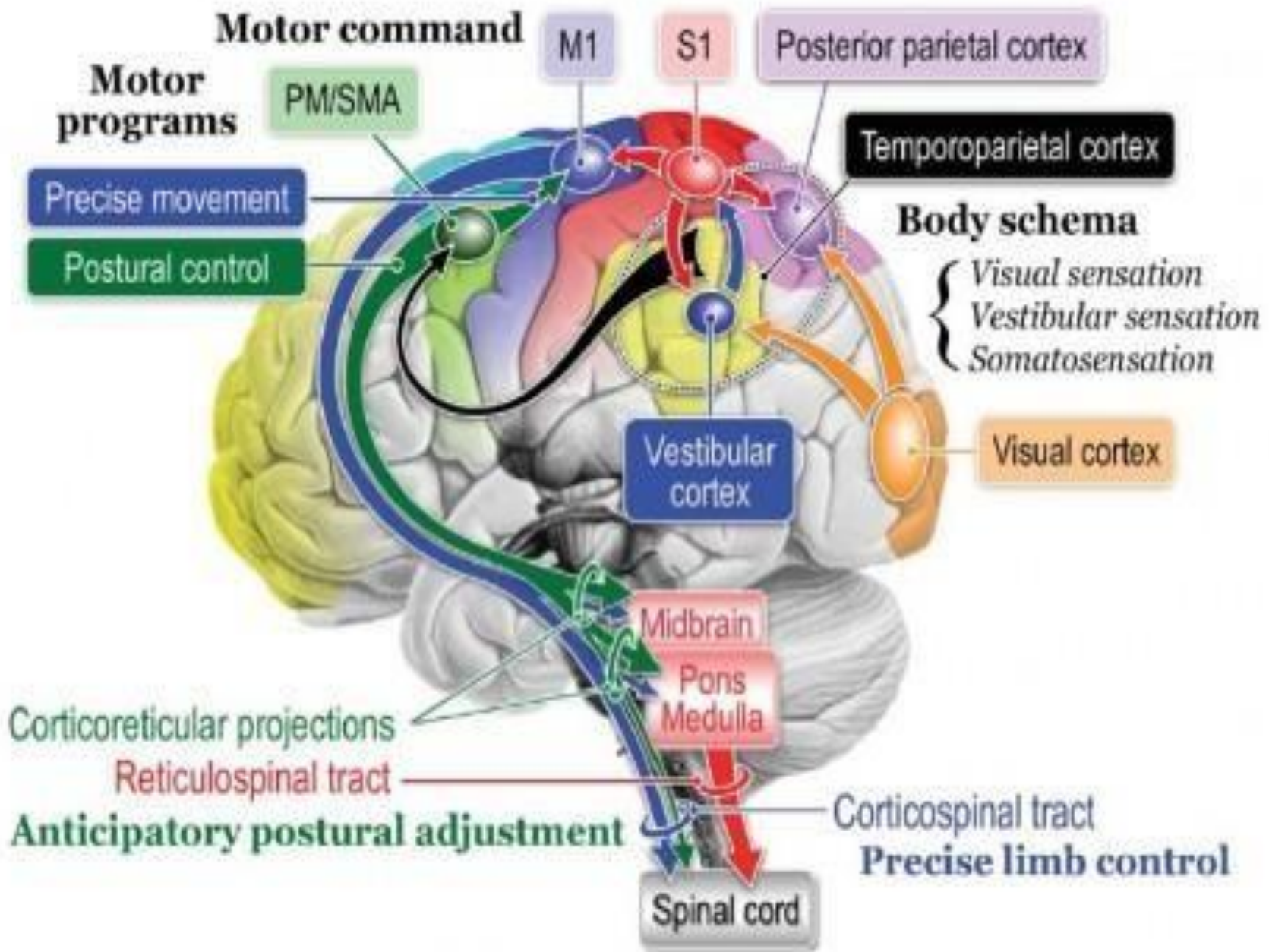
# Schema motorio

**Mappa di attivazione neuromotoria di ciascun movimento volontario. Circuito efferente che dall' impulso nervoso encefalico termina al muscolo che traduce lo stesso in movimento**

**Rappresentazione centrale del movimento che darà luogo allo spostamento nello spazio**



..... feedback correttivo



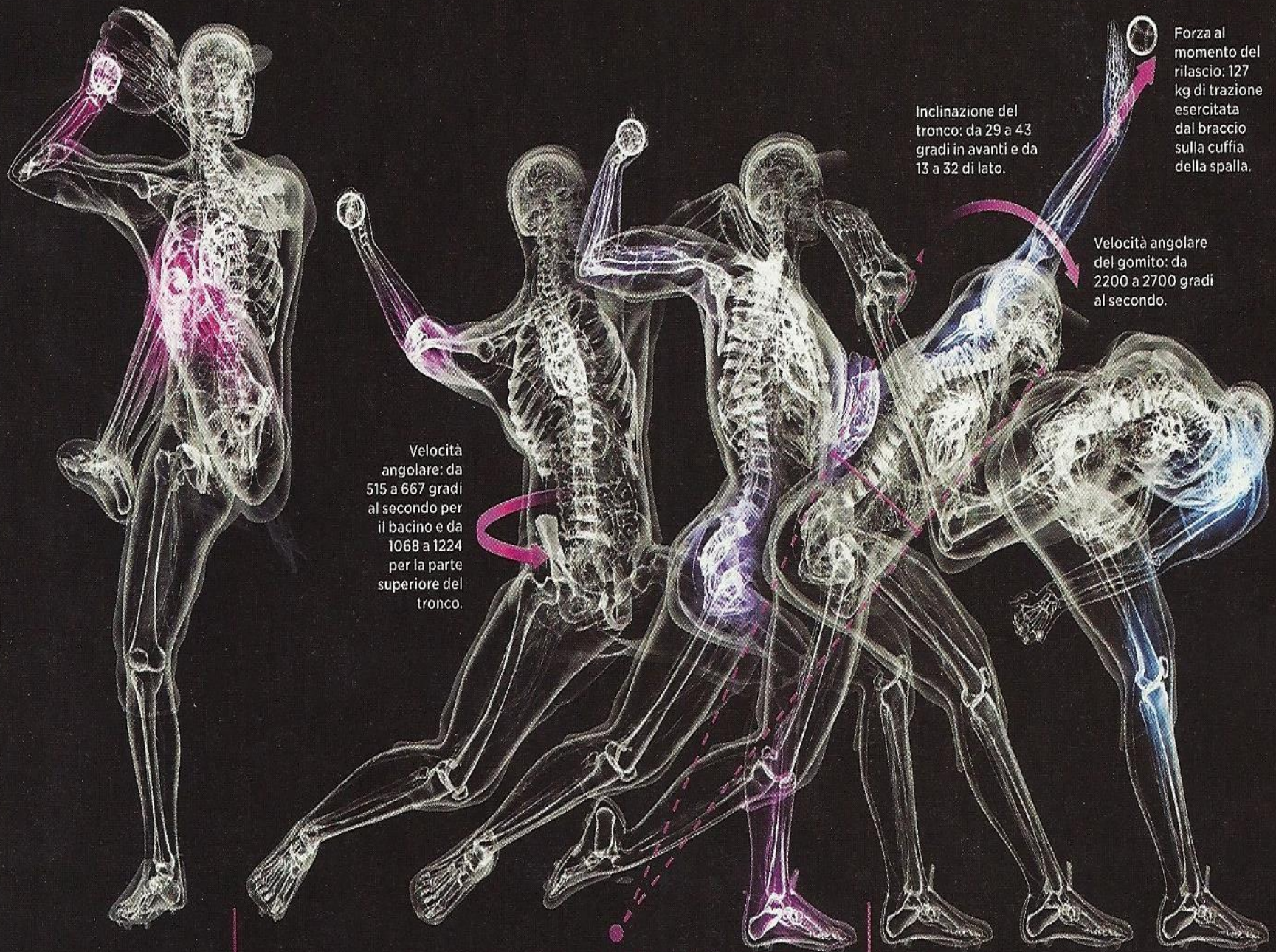
# Organizzazione del movimento

**Meccanismi a feed - back**

**Meccanismi a feed – forward**

**Scomposizione del movimento**





Velocità  
angolare: da  
515 a 667 gradi  
al secondo per  
il bacino e da  
1068 a 1224  
per la parte  
superiore del  
tronco.

Inclinazione del  
tronco: da 29 a 43  
gradi in avanti e da  
13 a 32 di lato.

Velocità angolare  
del gomito: da  
2200 a 2700 gradi  
al secondo.

Forza al  
momento del  
rilascio: 127  
kg di trazione  
esercitata  
dal braccio  
sulla cuffia  
della spalla.



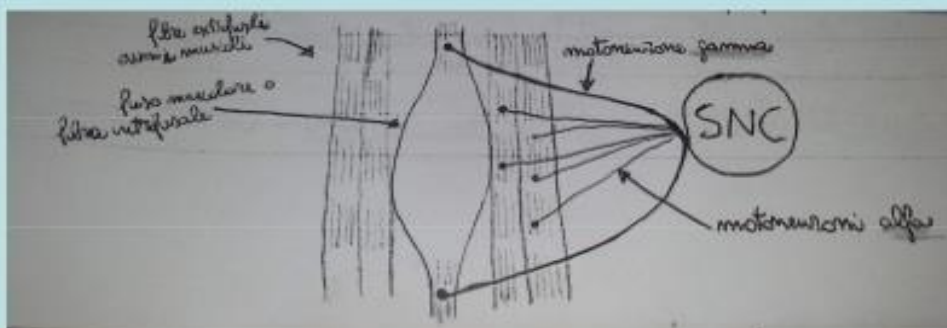


# Facilitazione neuromuscolare

## FUSI NEUROMUSCOLARI

Sono un insieme di poche fibre muscolari modificate (fibre intrafusali)

Le fibre nervose motorie che innervano il fuso sono chiamate *motoneuroni gamma*; quelle che invece innervano le fibre muscolari vere e proprie *motoneuroni alfa*



Il fuso è sensibile alla *lunghezza* o *stiramento* del muscolo perché disposto in parallelo....



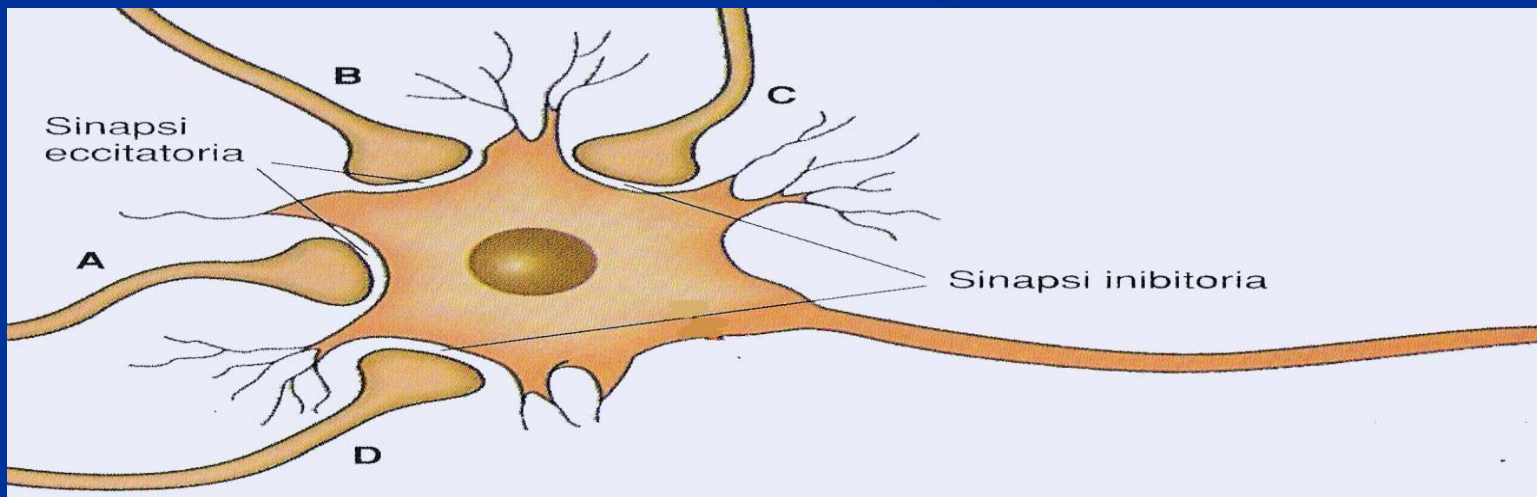
# Sistema di collegamenti cerebrali Gerarchia



neuroni di input → assoni → sinapsi  
→ dendriti → neuroni di output



Sinapsi forti (rapida attivazione)  
Sinapsi deboli (lenta attivazione)



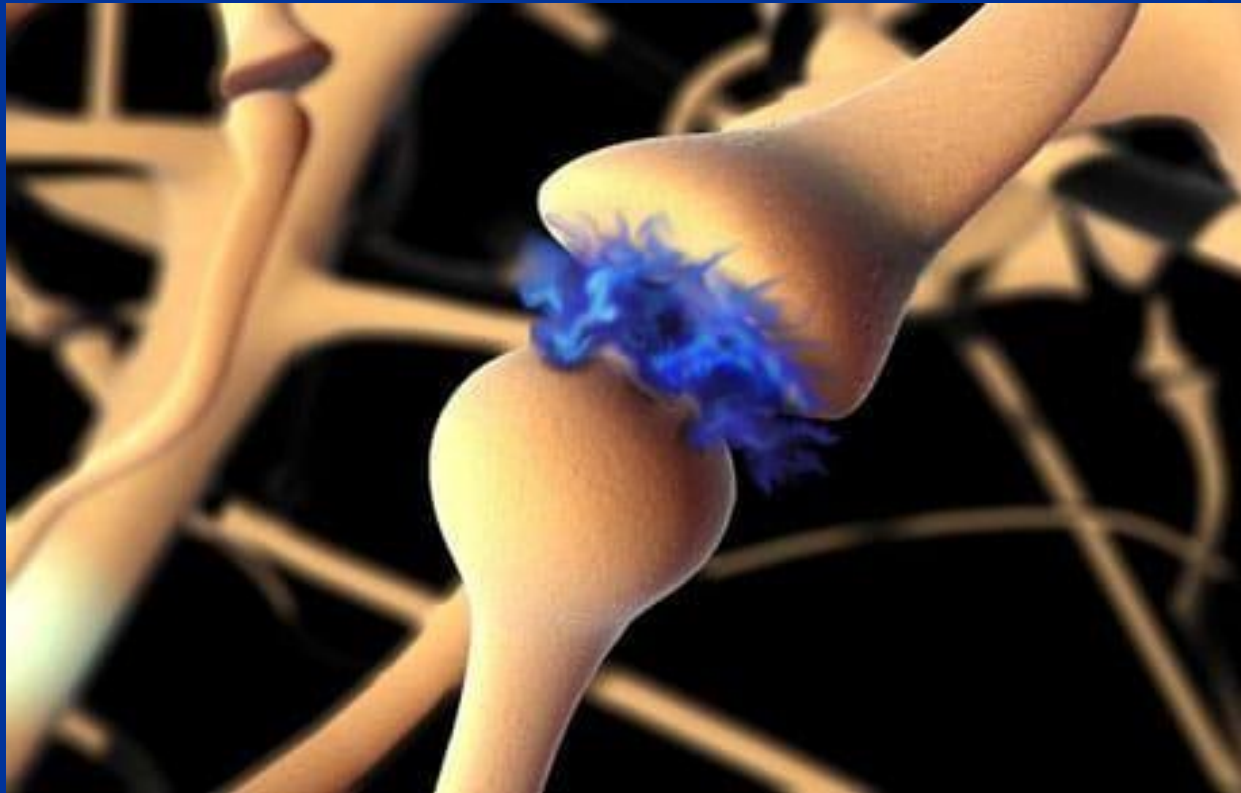
# Intelligenza midollare

## Movimenti della mano



# Apprendimento dendritico

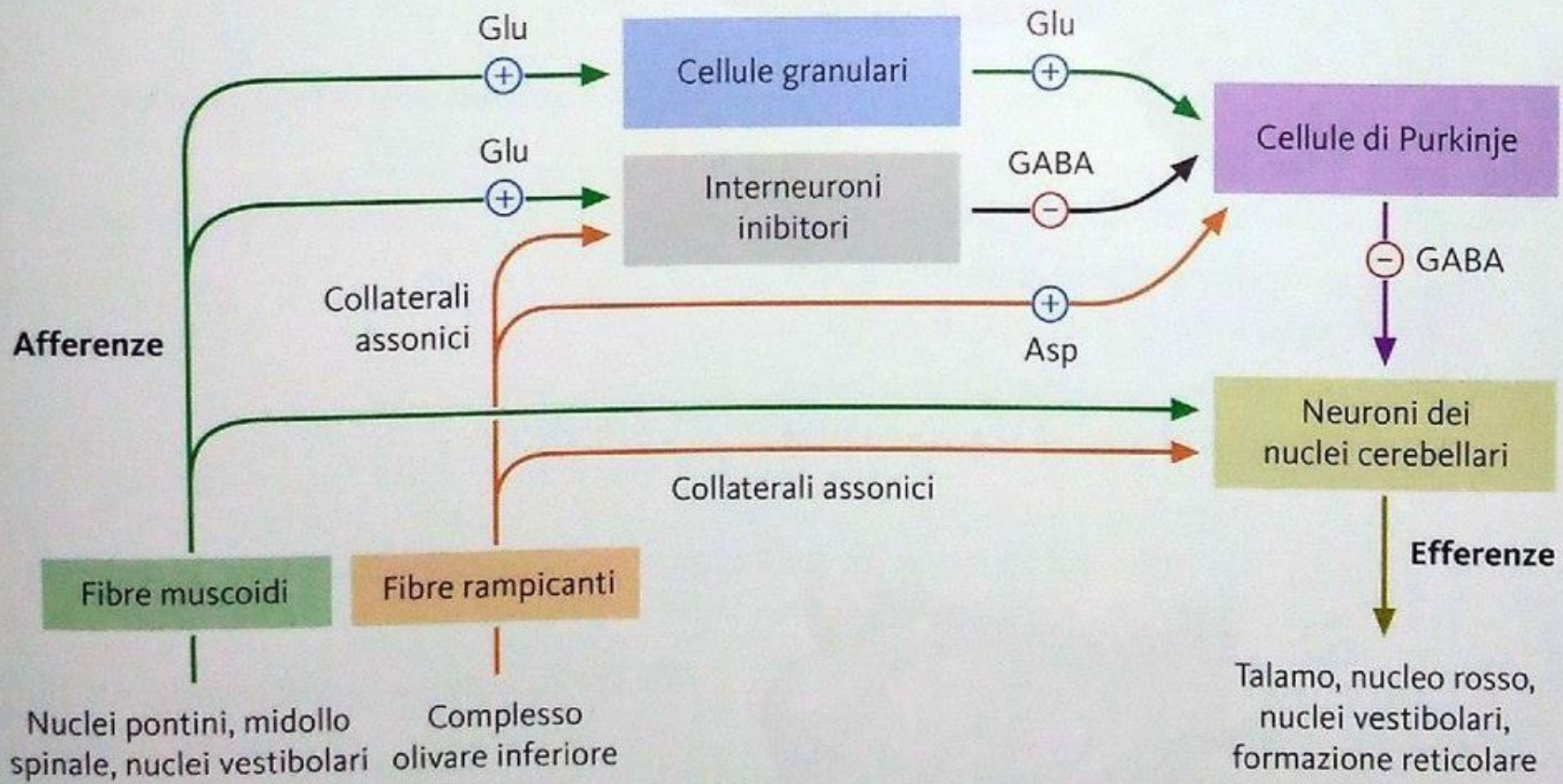
**Struttura delle ramificazioni dendritiche nella determinazione della gamma neuronale**





# Cervelletto





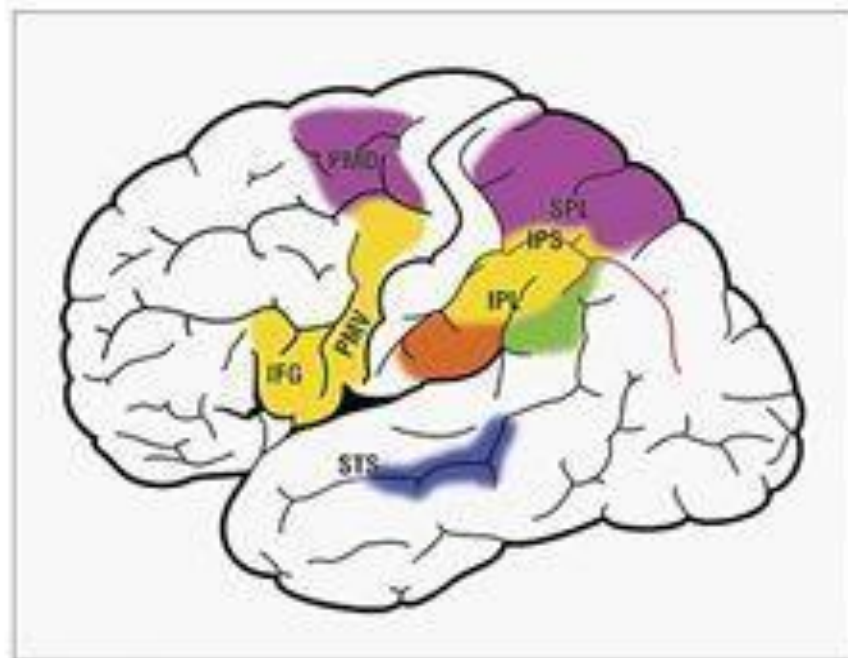
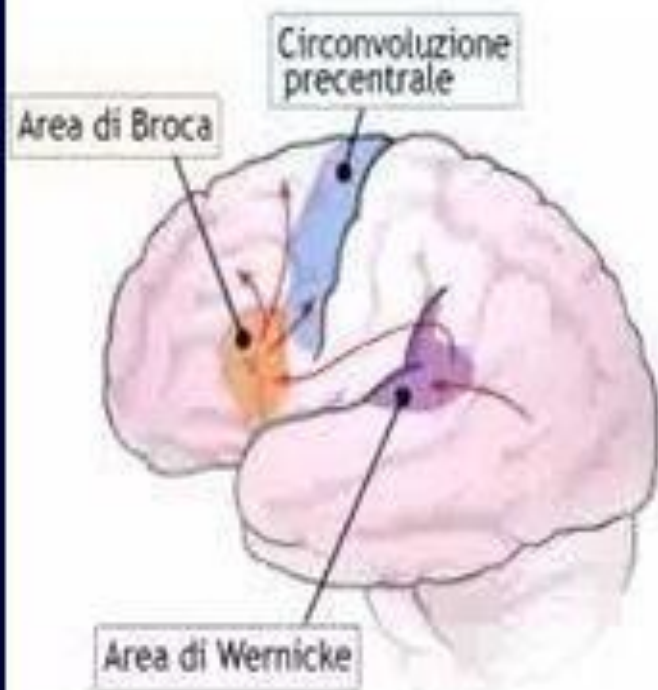


# Neuroni specchio

**Quando osserviamo un movimento, si attiva una parte della nostra corteccia che si prepara ad eseguirlo**

**(Rizzolatti, Gallese et al. 1996)**

Cortical areas related to the parietofrontal mirror system responding to different types of motor acts



Catani, L. et al. *J Clin Neuro* 2005;66:357-600

# **Sistema nervoso**

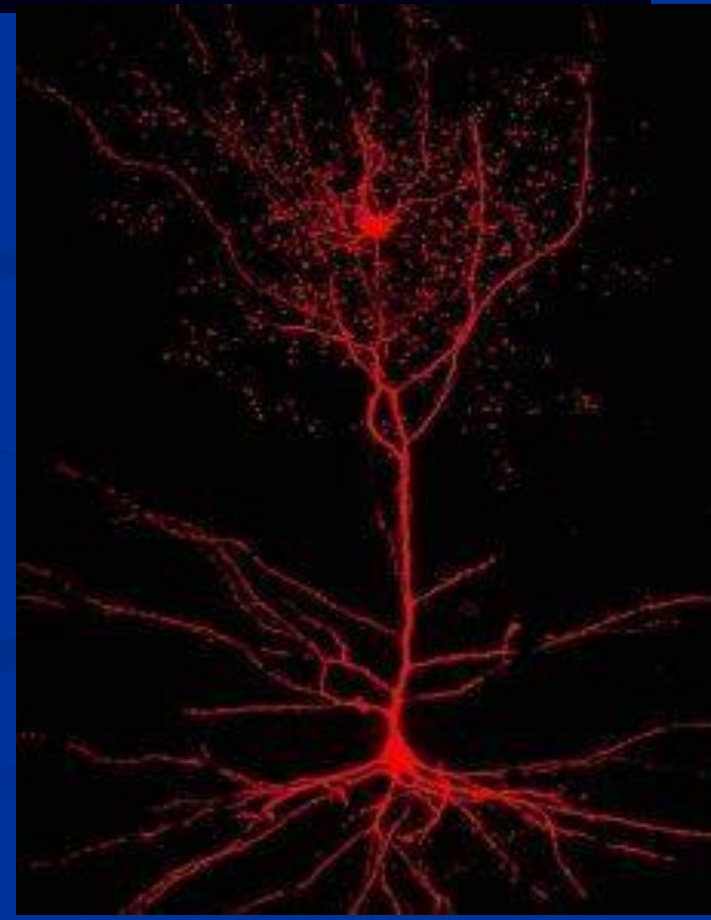
**Neuroni specchio**

**Apprendimento attraverso imitazione**

**Evoluzione del linguaggio**

# Sincronizzazione sulla velocità del parlato

**Neuroni “rosehip”  
controllo flussi informazione  
nei processi cognitivi**

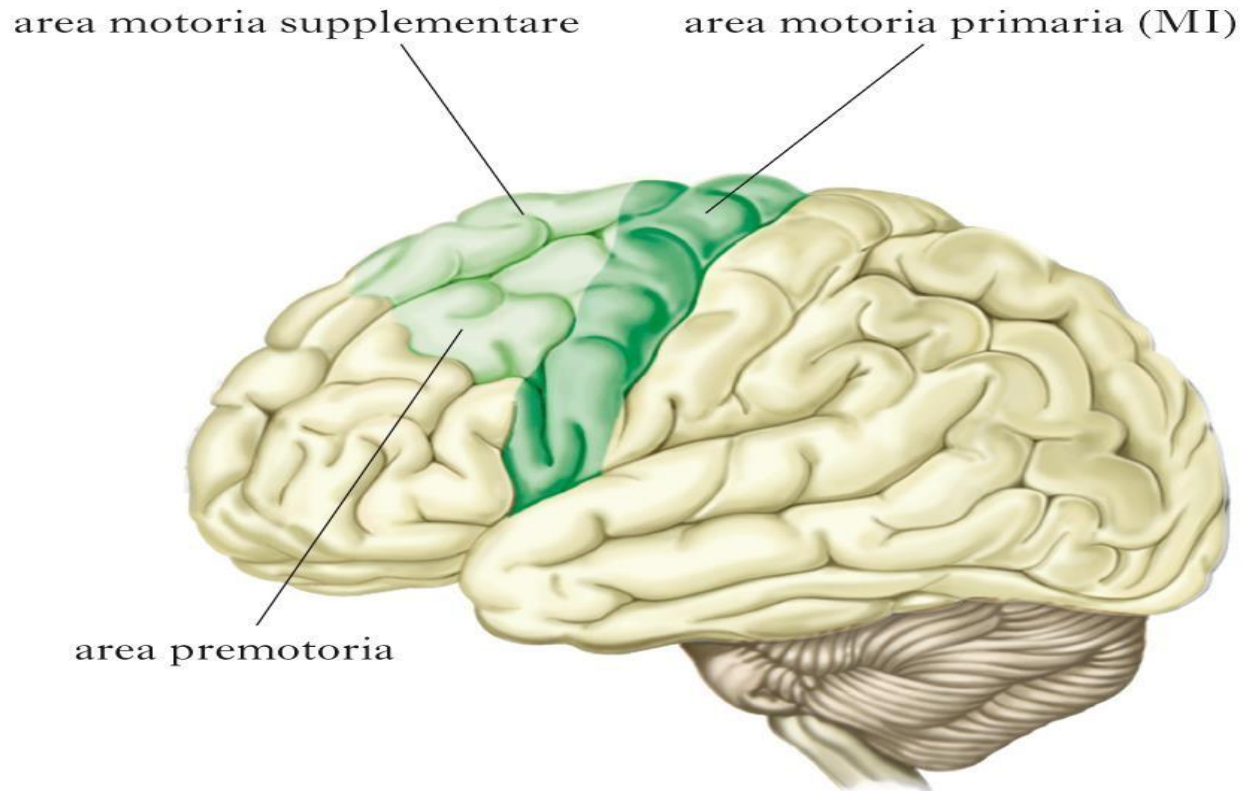




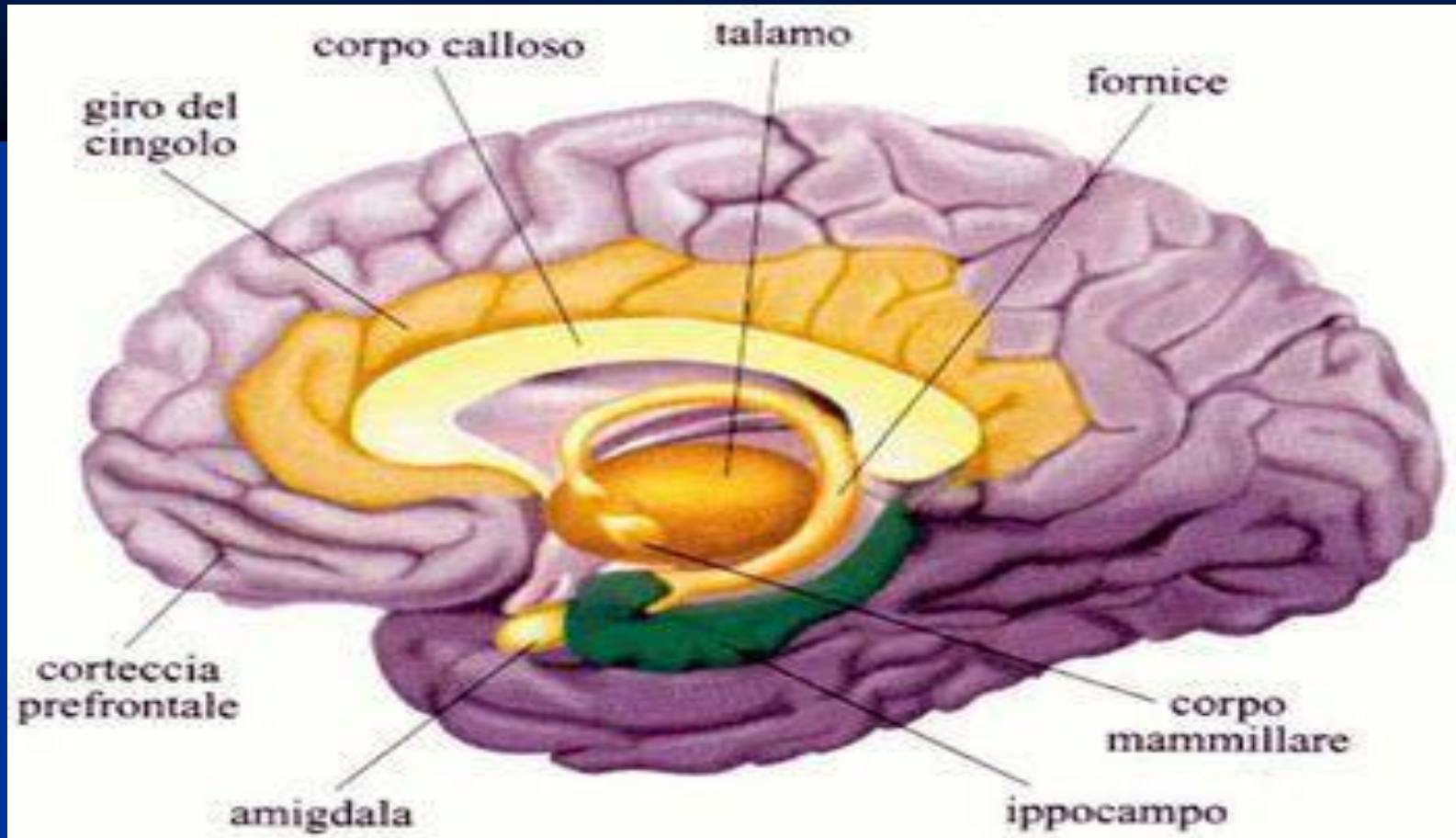
# Cronomappa

## Percezione del tempo

## Area supplementare motoria



# Ippocampo

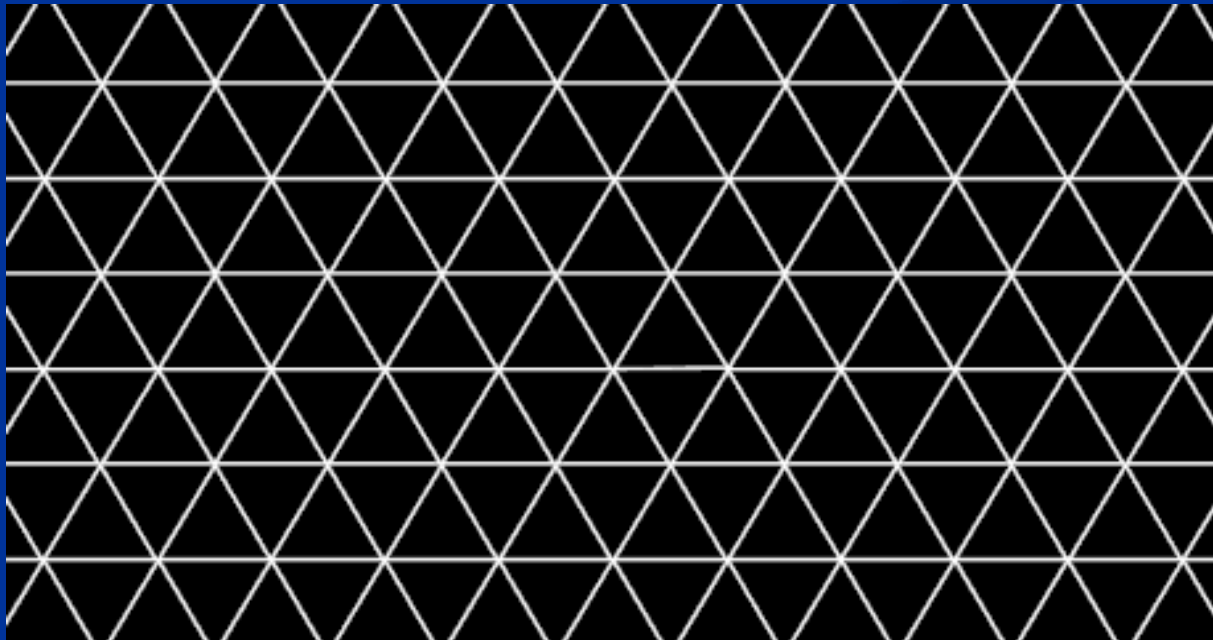


# Mappa spaziale

## Informazioni di posizione

Cellule del luogo (ippocampo)

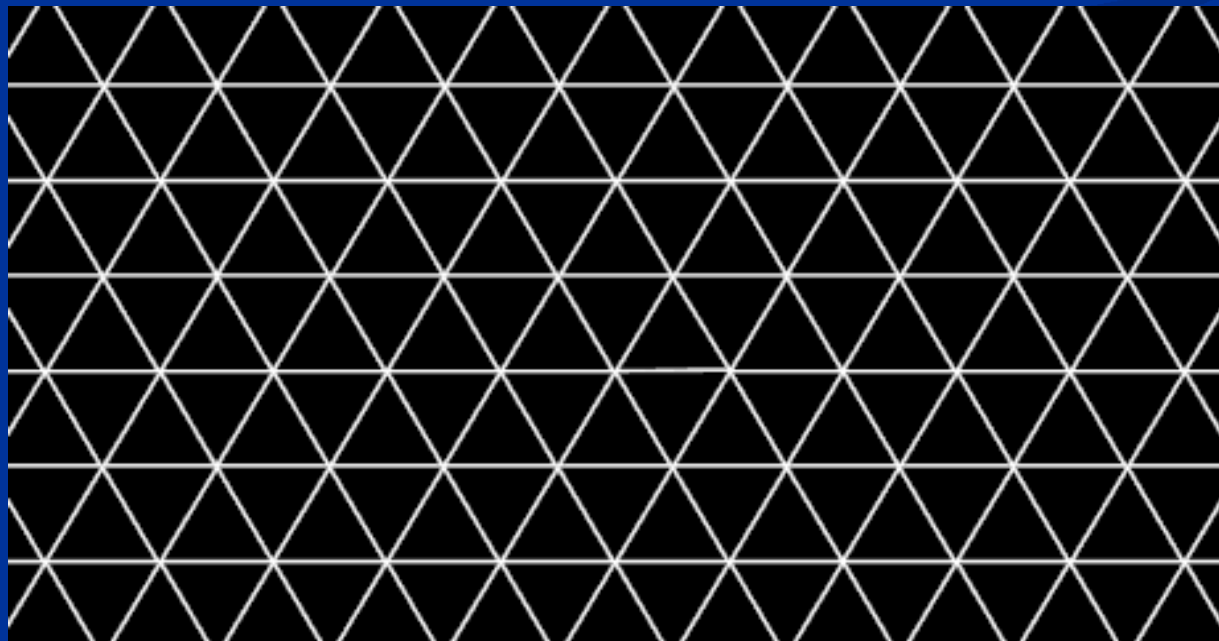
Cellule griglia (corteccia entorinale)



**Mappa spaziale**

**Volume spaziale**

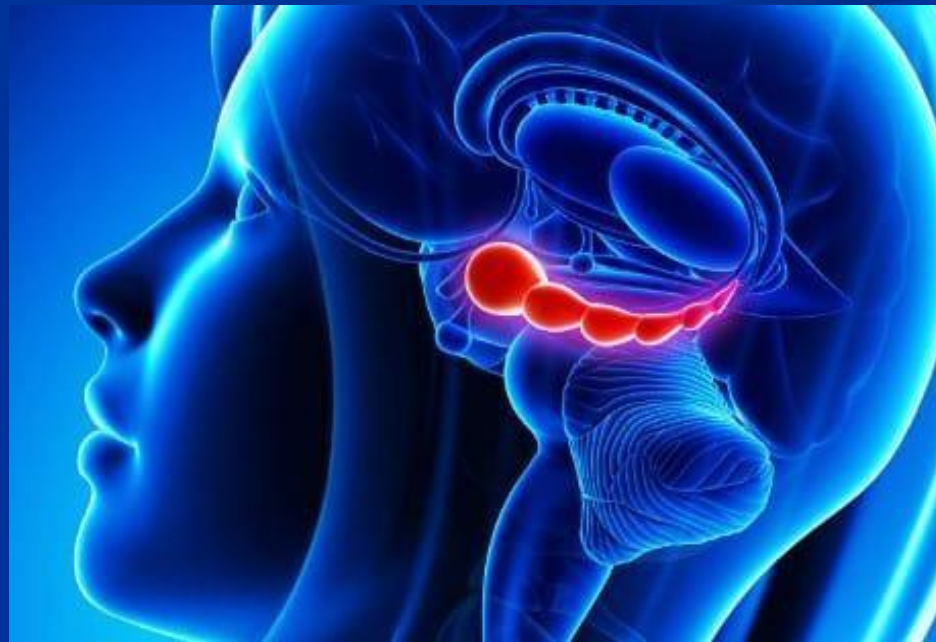
**Volume d'azione**



# Mappa mnemonica temporale

Eventi traumatici

Terapia estinzione

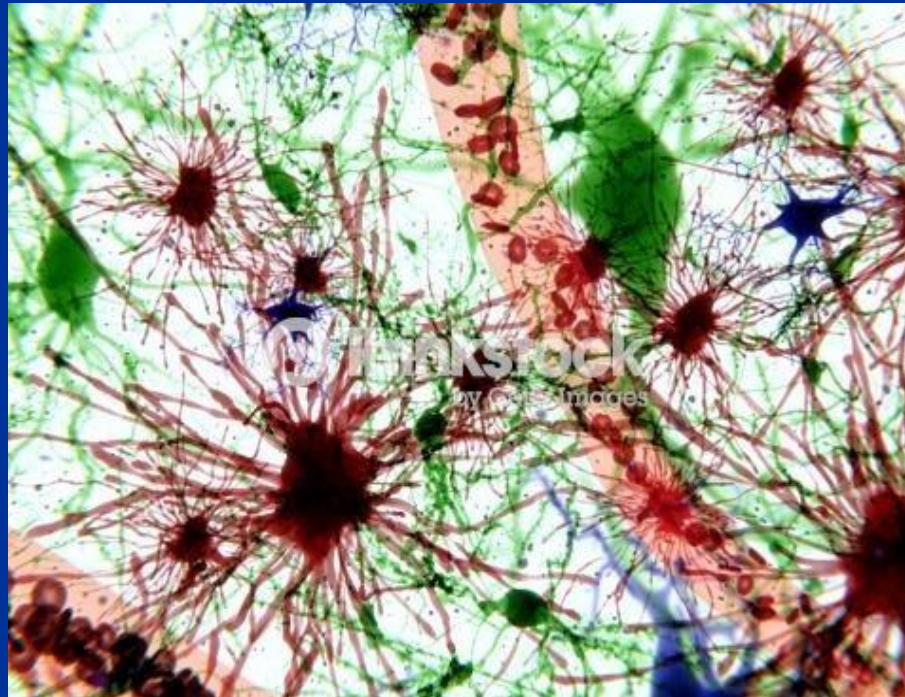




# Plasticità cerebrale

## Modificazioni mnemoniche (rimodellamento cerebrale)

### Astrociti (proteina Chrdl 1)



# Sistema di sicurezza

## Rimodulazione del comportamento

### Corteccia prefrontale mediale



# Apprendimento motorio sec. Meinel- Schnabel

- FASE DI COORDINAZIONE GREZZA
- FASE DI COORDINAZIONE FINE
- FASE DI DISPONIBILITÀ VARIABILE
- FASE DI ECCELLENZA

# Schema corporeo

Rappresentazione cognitiva della posizione e della estensione del corpo nello spazio e della organizzazione gerarchica dei singoli segmenti corporei, finalizzata principalmente alla organizzazione dell'azione nello spazio.



Schema spaziale



processi metacognitivi

# Schema corporeo

fondamentale eseguire nell'adolescenza  
esercizi ad occhi aperti e ad occhi chiusi  
(fare prove di equilibrio monopodalico)  
per affinare qualità propriocettive

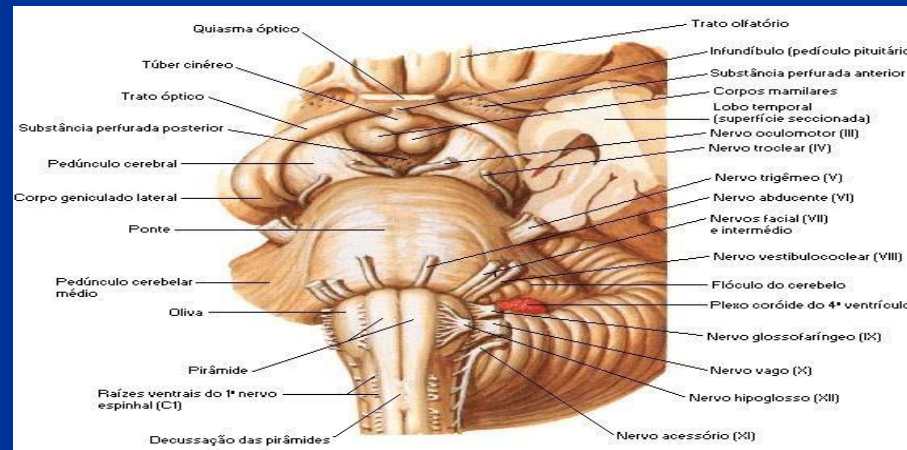


# Performance livelli operativi

cosciente



centrale



periferico





Ponetevi quesiti,  
cercate risposte,  
troverete soluzioni

**Chi invece ha risposte  
per tutto non aggiunge  
alcunchè a tutto ciò che  
già si sà**



**Anziché fare chiarezza, mi auguro e spero di avere incrementato il disordine nei vostri pensieri e conoscenze insinuando dubbi più che certezze con l'aspettativa che possiate riordinare il tutto per bene in modo migliore ed adeguato più di quanto io abbia saputo fare.**

**Grazie per l'attenzione e buona vita**

**? tullio valerio mazza !**