



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI DI BARI  
ALDO MORO

# CAPITOLO 2

## CERVELLO E COMPORTAMENTO

---

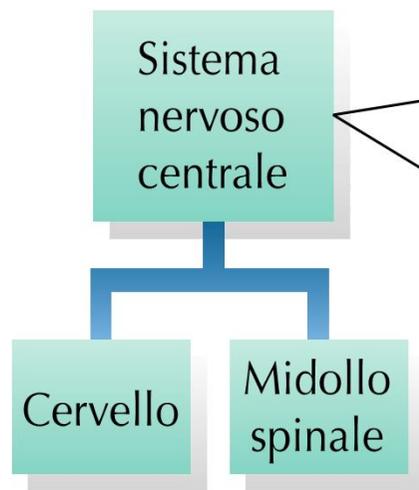
prof.ssa Antonietta Curci

## Psicologia Generale

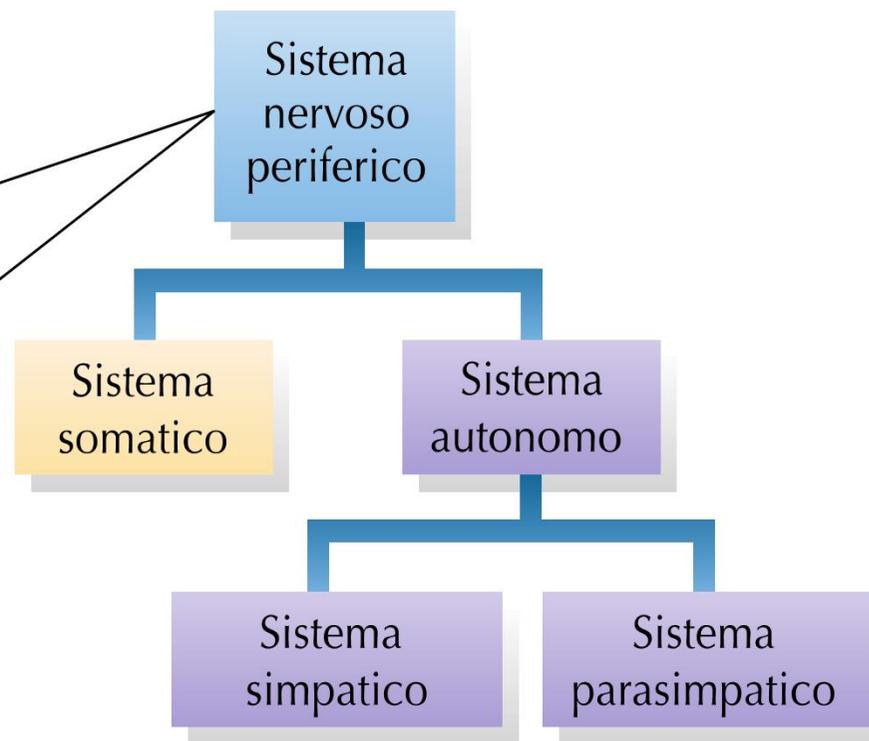
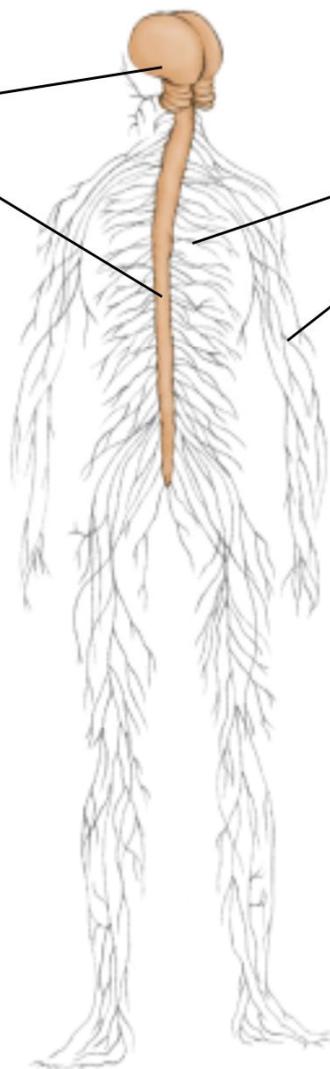
Corso di laurea triennale in  
Scienze e Tecniche Psicologiche

# Il sistema nervoso

- Sistema nervoso centrale (SNC): cervello e midollo spinale
- Sistema nervoso periferico (SNP): tutte le parti del sistema nervoso eccetto il cervello e il midollo spinale



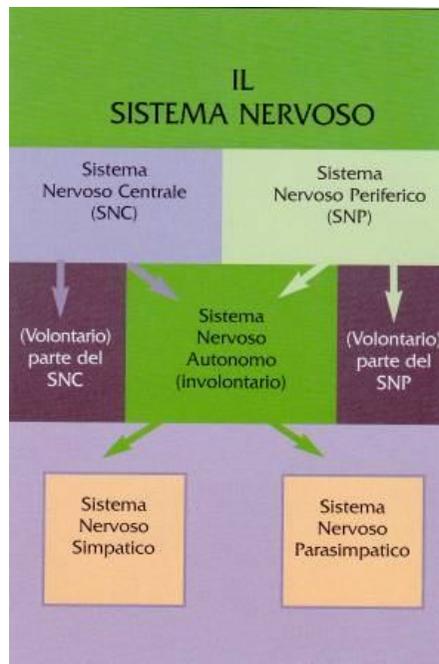
(a)



(b)

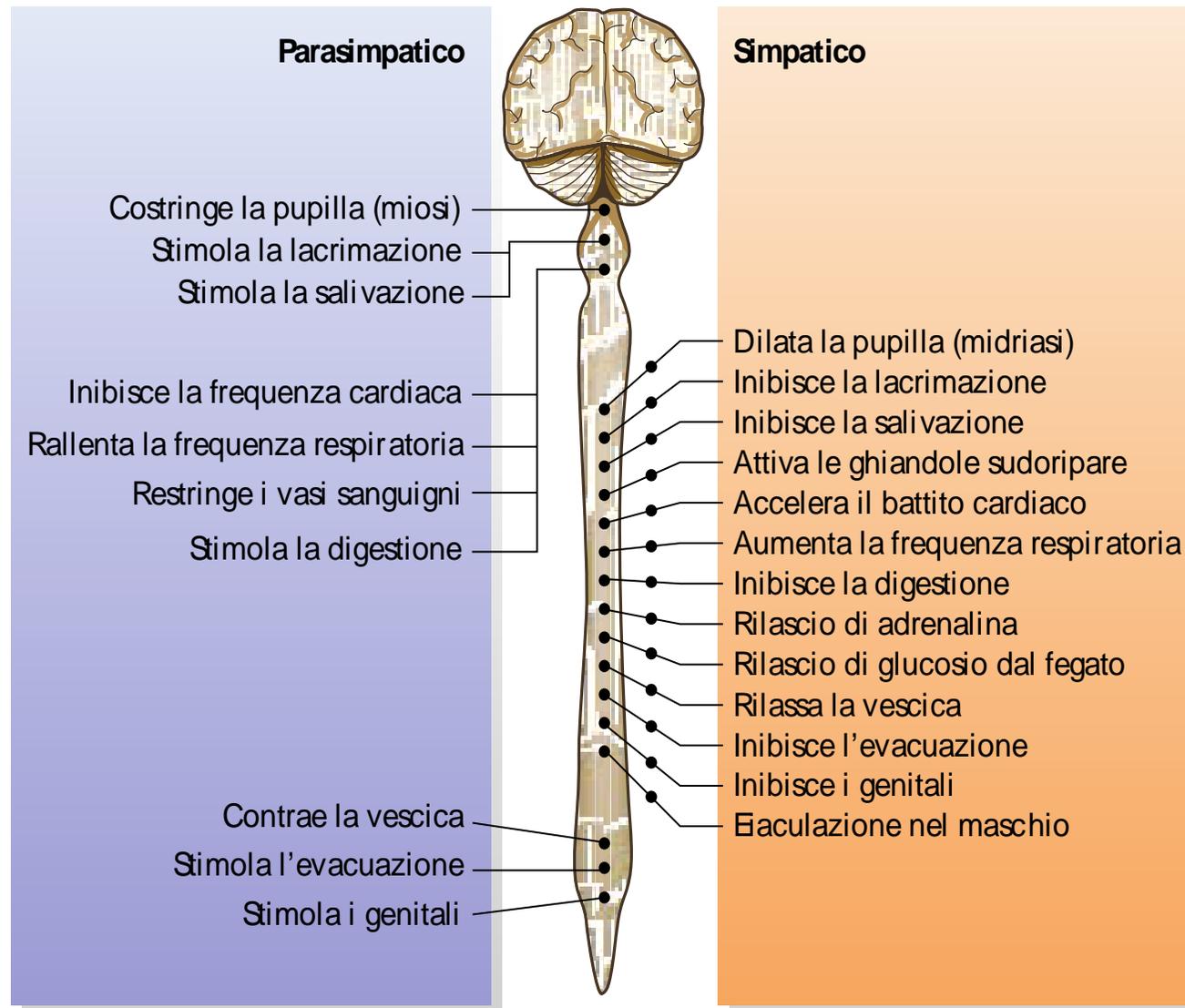
# Il sistema nervoso

- SNC e SNP
- SNA (simpatico e parasimpatico)

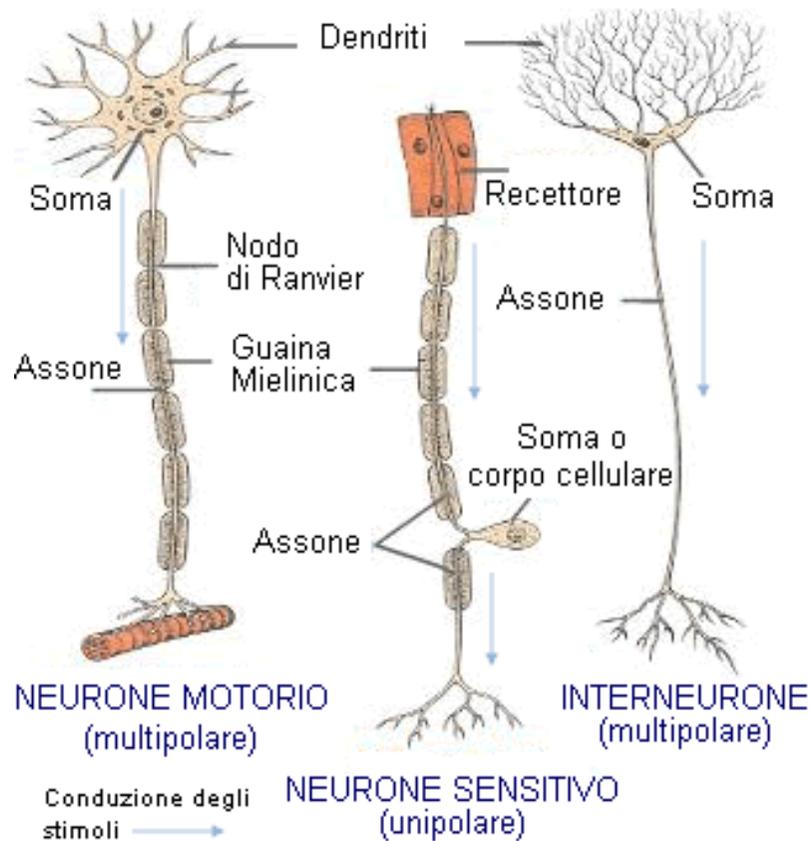


- Nel SNC insiemi di neuroni sono chiamati nuclei
- Nel SNP insiemi di neuroni sono chiamati gangli
- Nel SNC fasci di assoni sono chiamati tratti
- Nel SNP fasci di assoni sono chiamati nervi
- Sistema simpatico: attiva specifiche risposte corporee nei momenti di stress
- Sistema parasimpatico: attivo quando l'organismo è in situazione di calma; favorisce la conservazione di energia e le funzioni vegetative

# Sistema simpatico vs. parasimpatico



# I neuroni

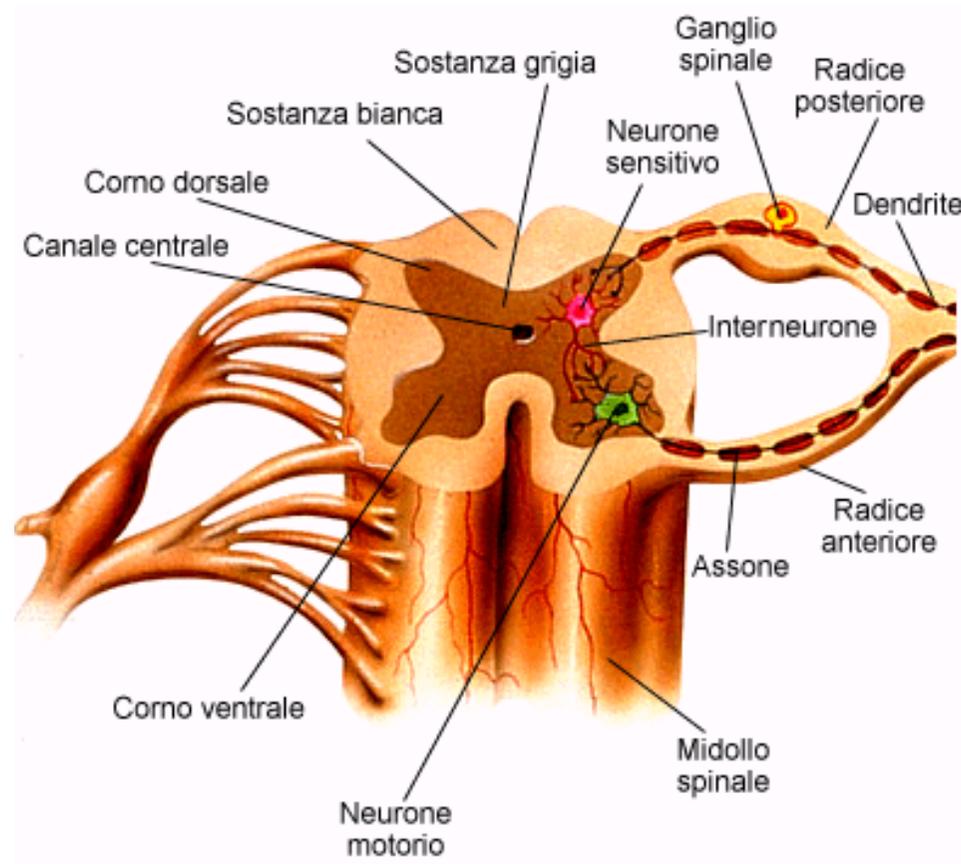


- Nervo = insieme di neuroni
- Unidirezionalità dell'impulso nervoso lungo l'assone
- Neuroni sensoriali, neuroni motori, interneuroni

# I neuroni

- **Soma:** parte centrale di un neurone in cui risiedono il nucleo e gli organelli deputati alle principali funzioni cellulari
- **Assone:** fibra che trasporta le informazioni in uscita dal corpo cellulare di un neurone verso neuroni adiacenti
- **Assoni terminali:** ramificazioni che collegano i dendriti e i soma di altri neuroni
- **Dendriti:** fibre nervose deputate alla ricezione di impulsi nervosi

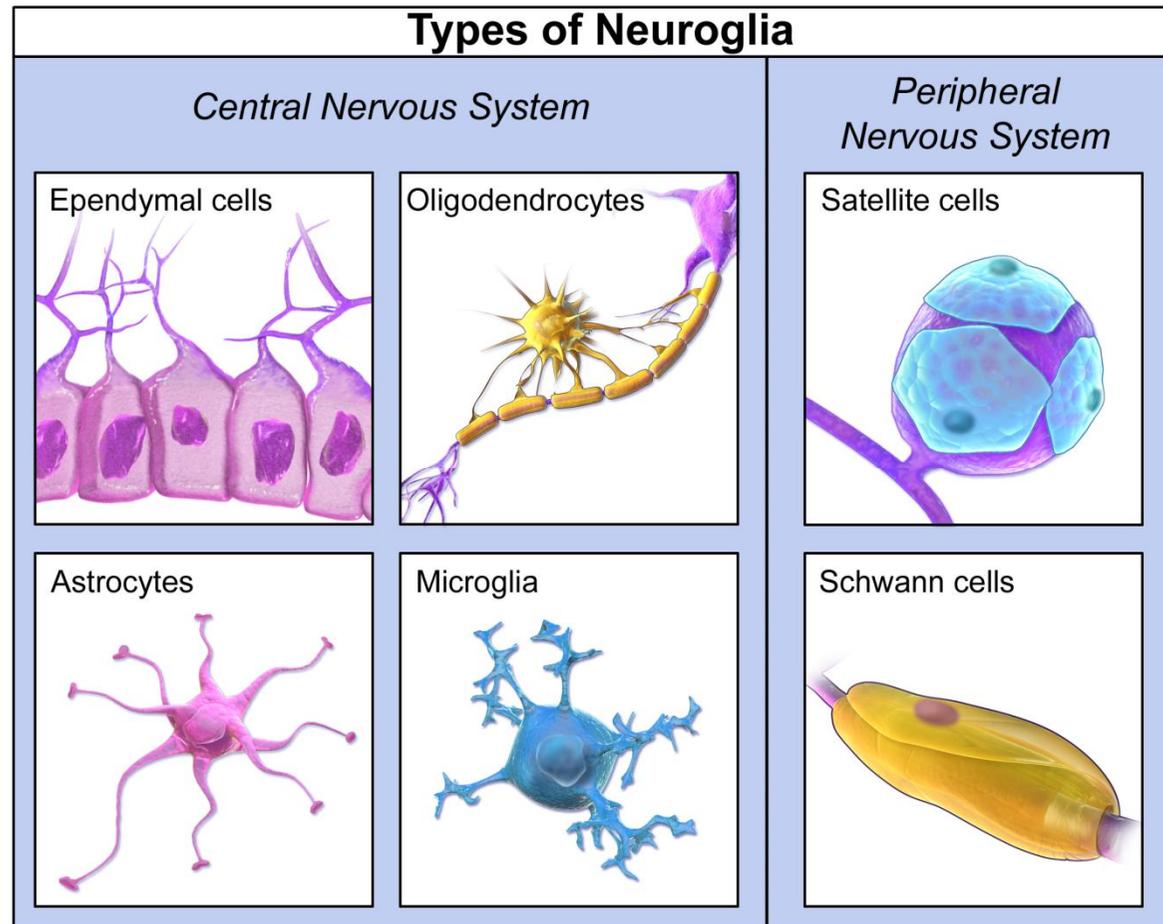
# I neuroni



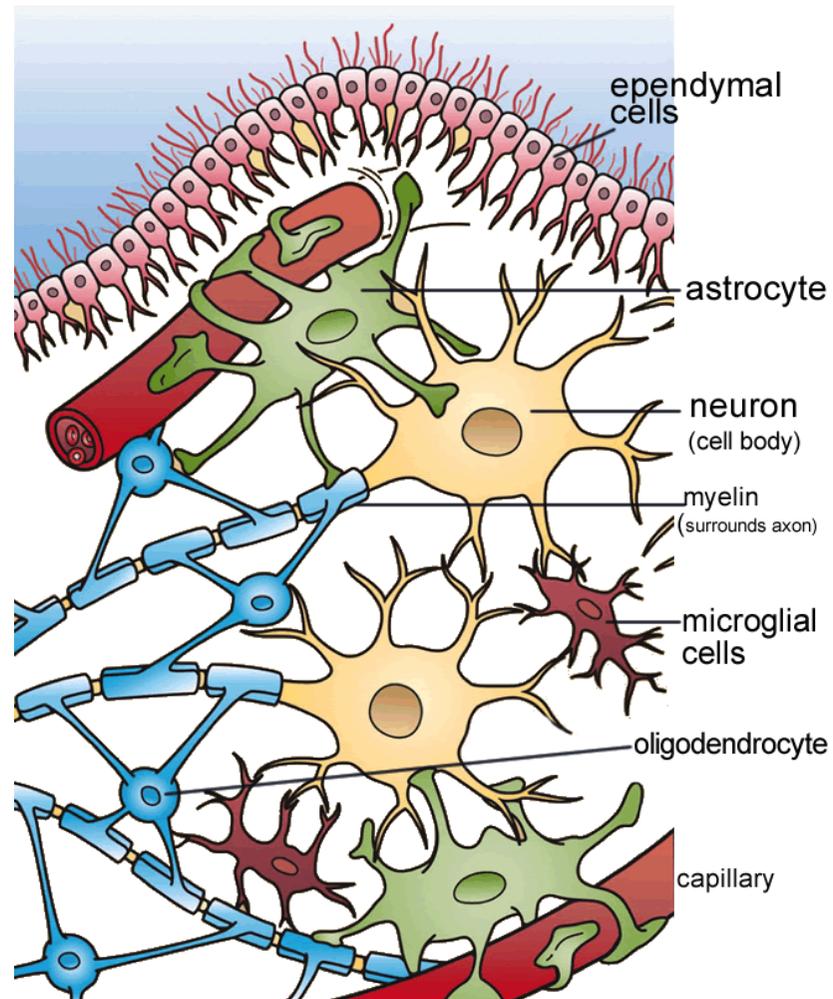
# Cellule gliali (neuroglia)

- Sostegno per i neuroni
- Formazione mielinica
  - Macroglia SNC
    - Astrociti
    - Oligodendrociti
    - Cellule epindimiali
  - Microglia SNC
  - Cellule di Swann e cellule satelliti SNP
- Funzione fagocitaria e rimozione dei frammenti cellulari che si formano in seguito alla lesione o alla morte delle cellule nervose
- Mantenimento della concentrazione dei  $K^+$  negli spazi extracellulari e smaltimento dei neurotrasmettitori liberati dai neuroni nel corso della trasmissione sinaptica
- Formazione barriera ematoencefalica (capillari)
- Funzione nutritiva

# Cellule gliali (neuroglia)



# Cellule gliali (neuroglia) nel SNC

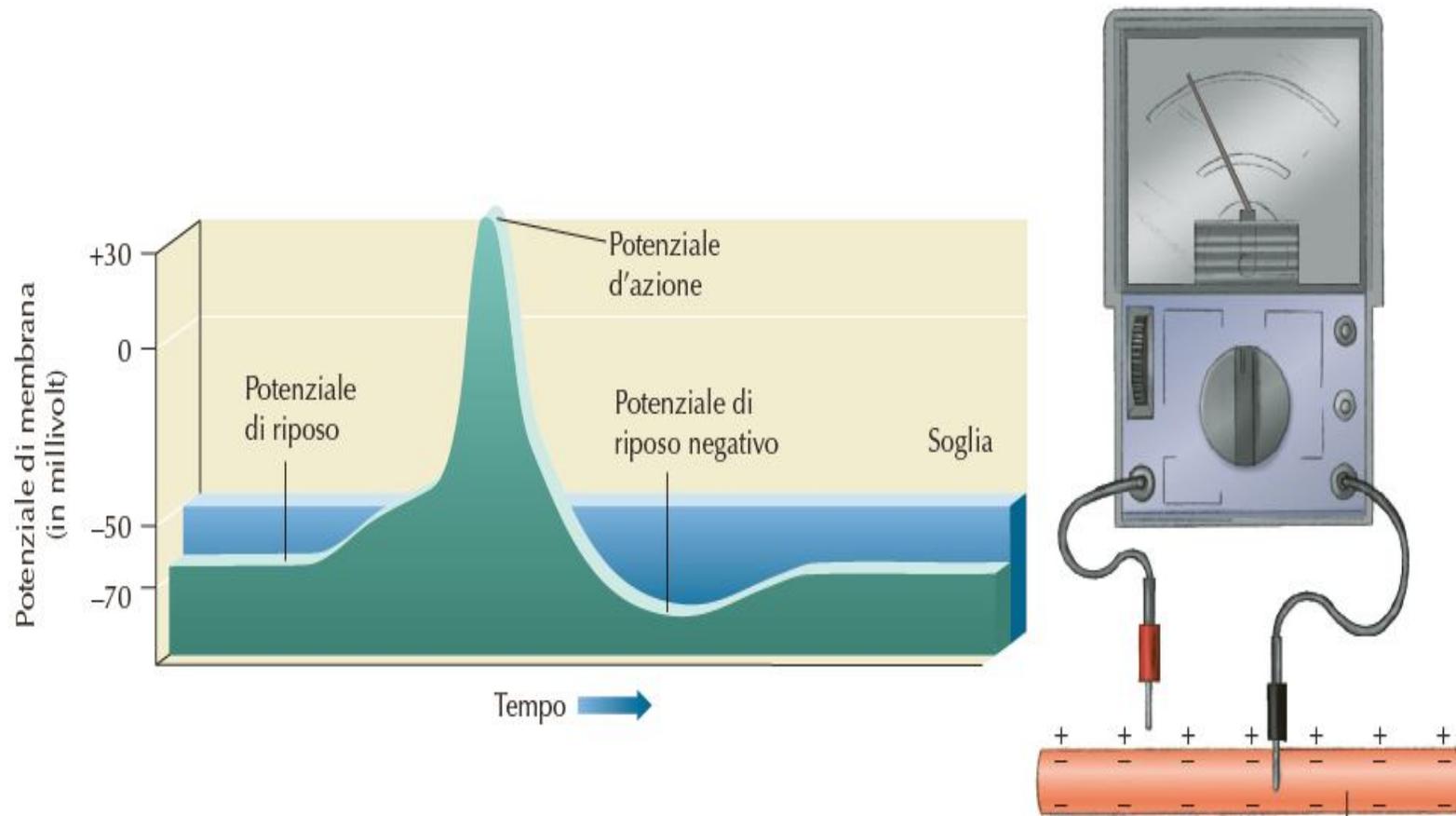


# L'impulso nervoso

- Potenziale di riposo: carica elettrica di un neurone inattivo
- Soglia: livello di scarica per l'accensione del neurone
- Potenziale d'azione: impulso nervoso

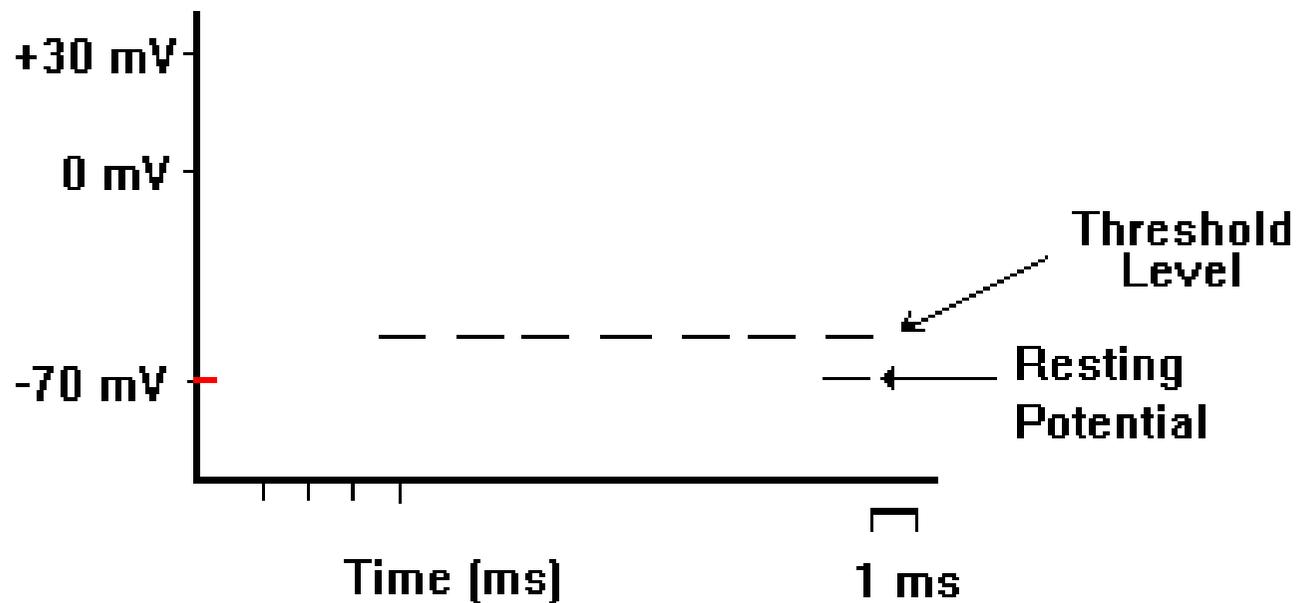
# Il potenziale d'azione

- Si riferisce al rapido cambiamento di carica tra l'interno e l'esterno della membrana cellulare del neurone
  - Esterno positivo (+)
  - Interno negativo (-)
- Il potenziale d'azione comporta una rapida inversione della differenza di potenziale tra interno ed esterno della membrana cellulare (depolarizzazione), dovuta all'ingresso nella cellula di ioni positivi attraverso specifiche proteine che fungono da canali
  - Na<sup>+</sup> esterno
  - K<sup>+</sup> interno
- Il potenziale di azione si propaga lungo l'assone saltando da un nodo di Ranvier ad un altro (propagazione saltatoria)
- Alla depolarizzazione segue una fase di ripolarizzazione → produzione di energia



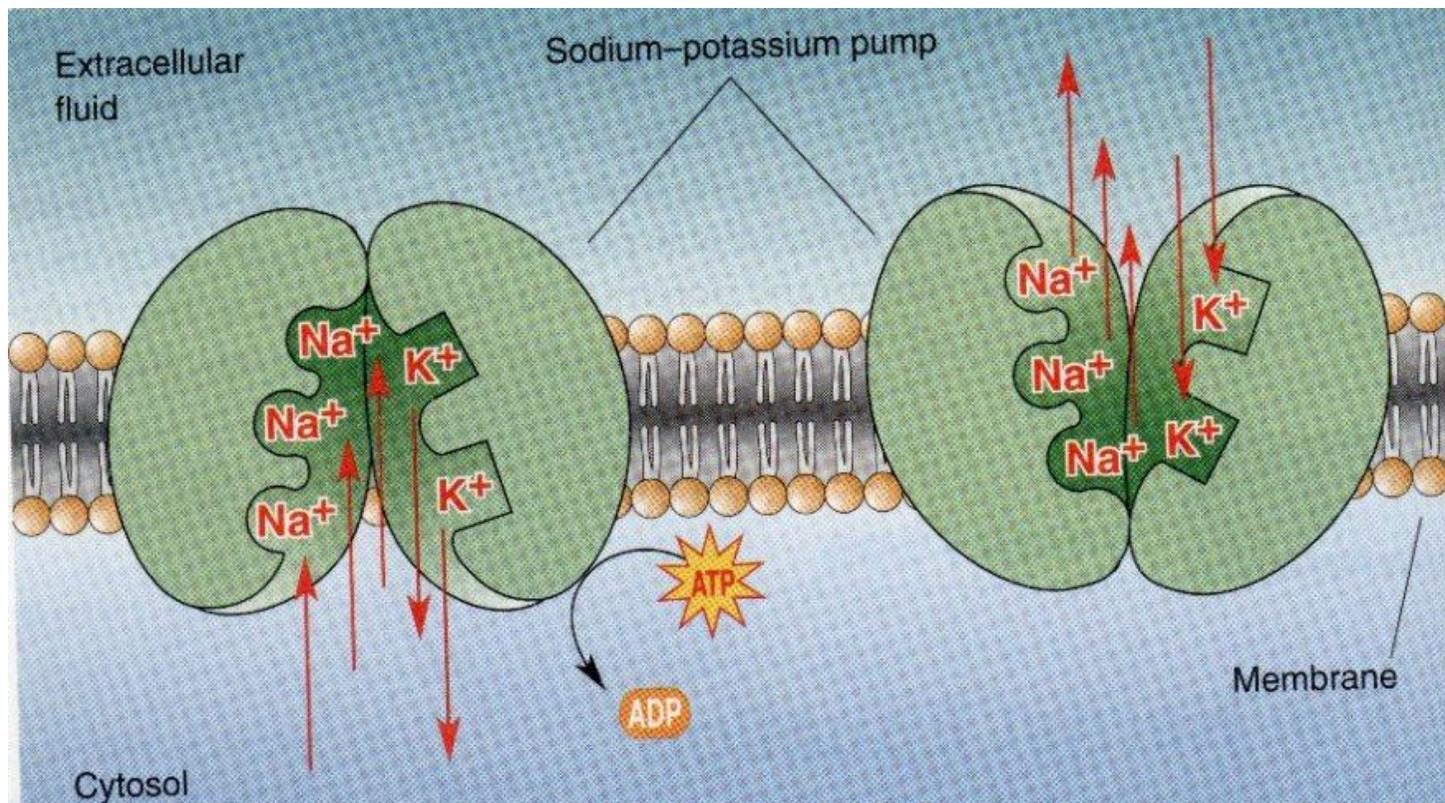
Attività di un assone misurata tramite sonde elettriche posizionate internamente ed esternamente a esso (la scala qui è stata ingrandita). Tali misurazioni richiedono elettrodi ultra miniaturizzati, come descritto più avanti). L'interno di un assone a riposo ha una carica di -60 / -70 millivolt rispetto all'esterno. Cambiamenti elettrochimici in un neurone generano un potenziale d'azione. Quando gli ioni sodio ( $\text{Na}^+$ ), che hanno carica positiva, entrano nella cellula, il suo interno diventa per alcuni millisecondi a carica positiva. Questo è il potenziale d'azione. In seguito a questo, gli ioni potassio a carica positiva ( $\text{K}^+$ ) fuoriescono dall'assone e ne ristabiliscono la carica negativa (Cfr. Figura 2.3 per ulteriori spiegazioni).

# Il potenziale d'azione

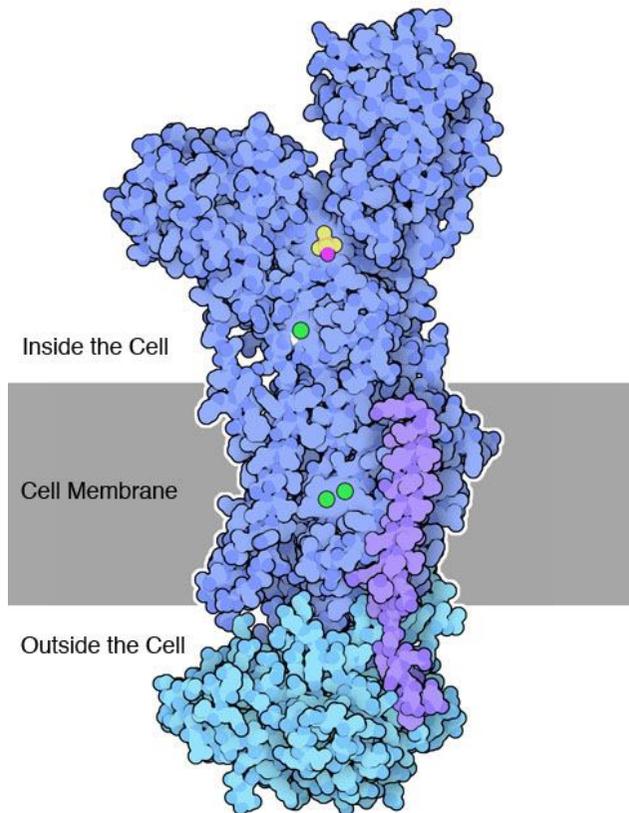


- Trasmissione impulso nervoso: legge del tutto-o-nulla
- Differenze nell'intensità della sensazione  $\leftrightarrow$  differenze di frequenza dei potenziali di azione

# Pompa sodio-potassio



# Pompa sodio-potassio



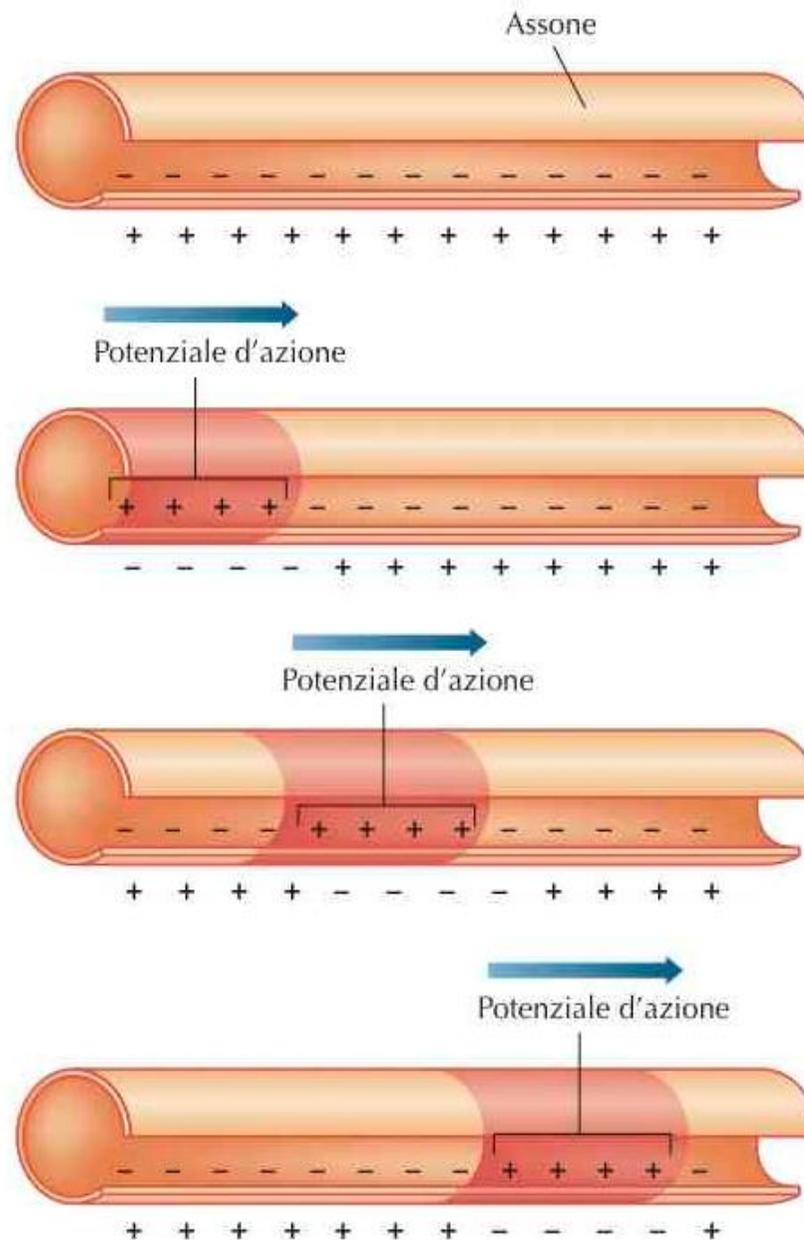
Per ogni molecola ATP (ademosina trisfosfato) che viene rotta (gruppo fosfato trasferito alla proteina dal'ATP), la pompa muove 3 ioni  $\text{Na}^+$  fuori della cellula e 2 ioni  $\text{K}^+$  dentro la cellula

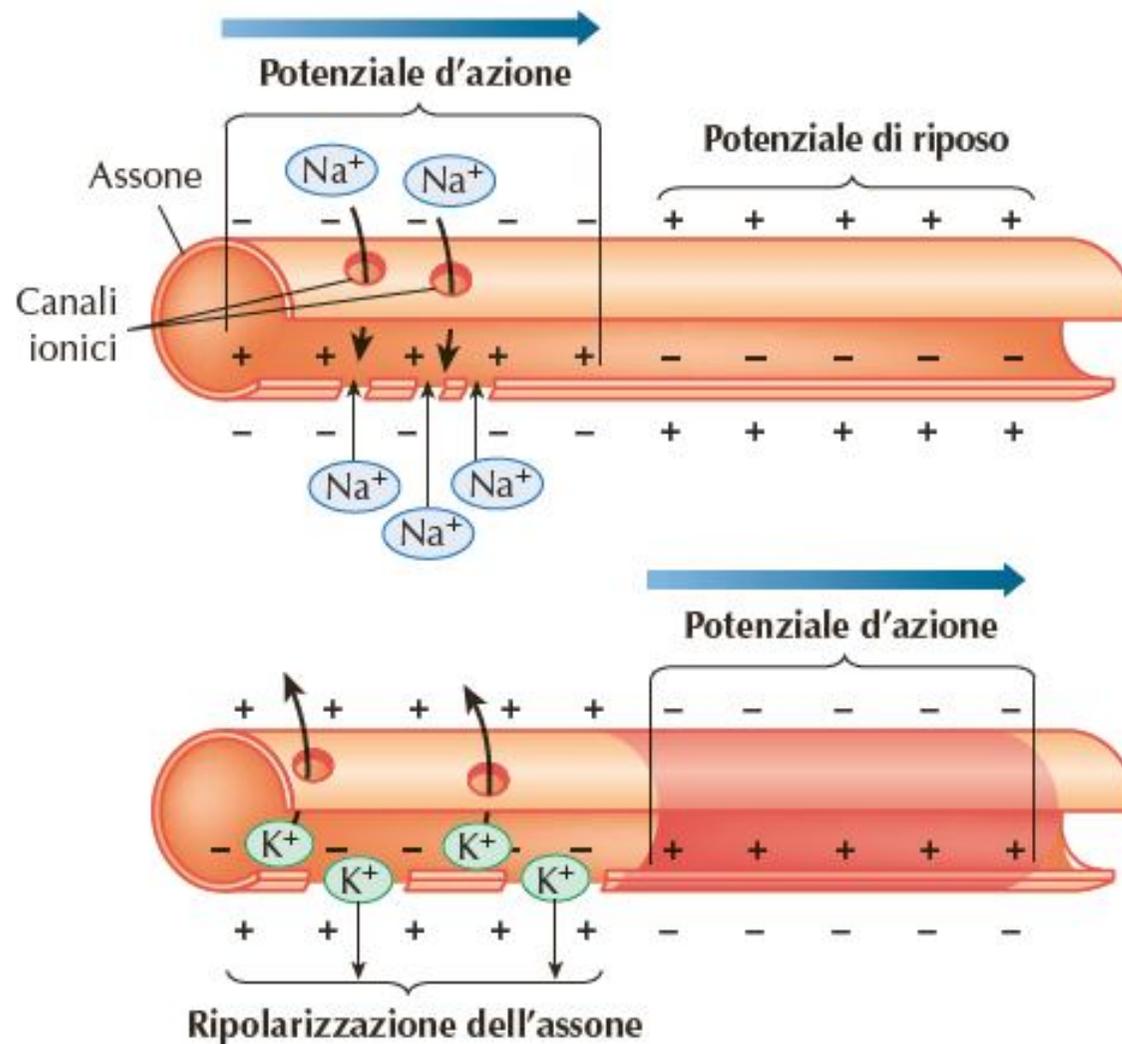
1. Nello stato di riposo, al suo interno l'assone è a carica negativa.

2. Nel corso di un potenziale d'azione, ioni positivi entrano nell'assone. Questo porta per brevissimo tempo la carica interna dell'assone da negativa a positiva. Allo stesso tempo, la carica esterna all'assone diventa negativa.

3. Il potenziale d'azione si propaga mentre le cariche positive e negative si alternano in una zona mobile di attività elettrica che si sposta lungo l'assone.

4. Al termine di un potenziale d'azione, gli ioni positivi fuoriescono rapidamente dall'assone per ristabilire la carica negativa. Il flusso in uscita di altri ioni positivi riporta l'assone allo stato di riposo.





L'interno di un assone. L'estremità destra dell'assone in alto è a riposo; la sua carica interna è negativa. Un potenziale d'azione ha inizio quando i canali ionici si aprono per consentire l'ingresso di ioni sodio (Na<sup>+</sup>). Nel disegno il potenziale d'azione viaggia lungo l'assone da sinistra a destra. Nell'assone in basso, ioni potassio (K<sup>+</sup>) fuoriescono dall'assone, riportandolo a carica negativa in modo che sia di nuovo pronto a trasmettere un impulso elettrico. Gli ioni sodio che entrano nell'assone durante un potenziale d'azione vengono rigettati all'esterno più lentamente. La loro eliminazione ristabilisce il potenziale di riposo originale.

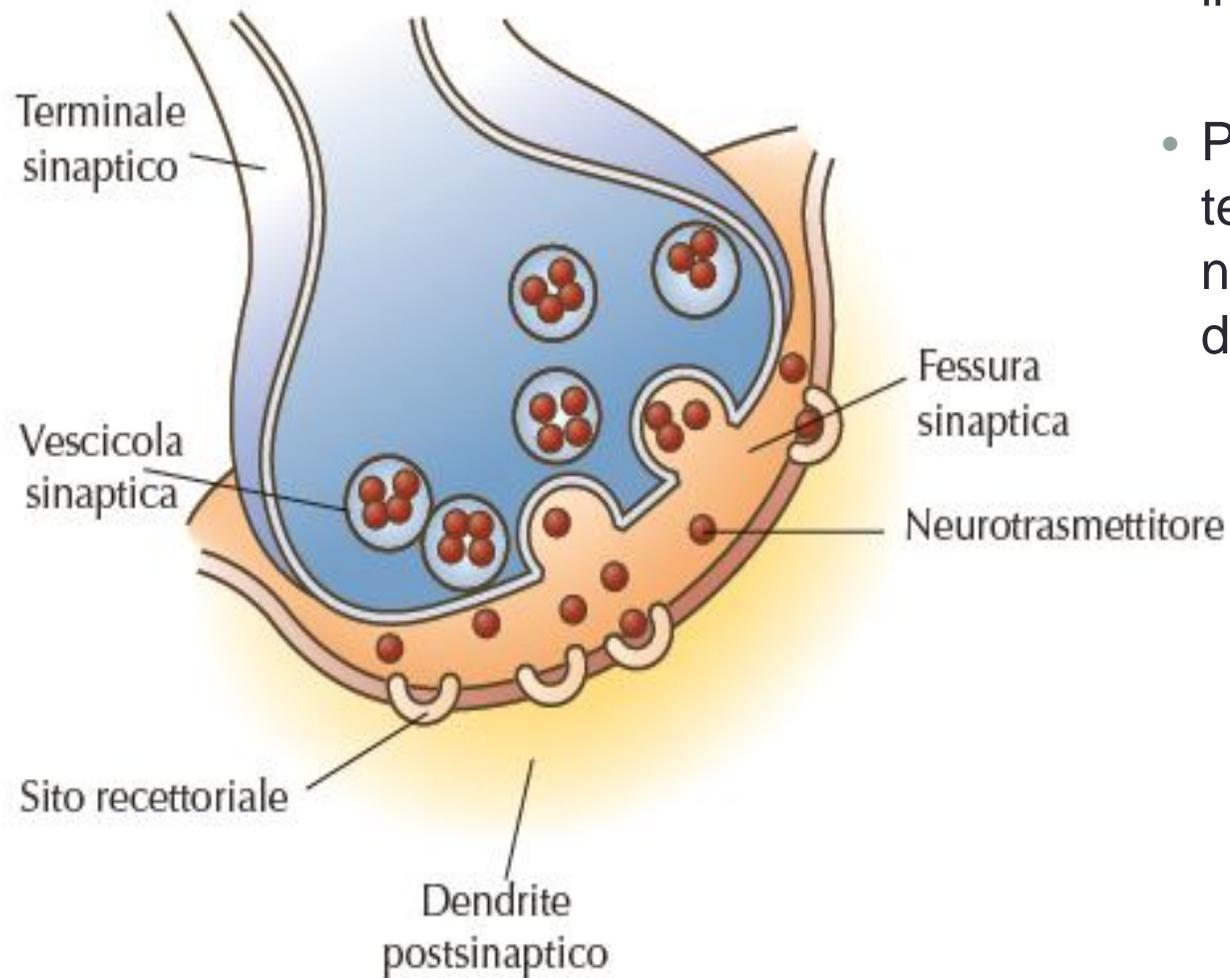
# Neurotrasmettitori

- Sostanze chimiche che modificano l'attività dei neuroni; sostanze chimiche del cervello
- Siti Recettoriali: aree situate sulla superficie dei neuroni e di altre cellule, sensibili a neurotrasmettitori o a ormoni

## Tipi di neurotrasmettitori

- Acetilcolina: attivatore dell'attività muscolare
- Dopamina: regola i muscoli
- Serotonina: regola umore e appetito

# Sinapsi



- Sinapsi eccitatorie vs. inibitorie
- Potenziale di azione alla terminazione del neurone → liberazione del neurotrasmettitore

# Neuroregolatori

- Sostanze chimiche dette neuro-regolatori non trasportano direttamente messaggi. Essi *regolano* invece l'attività di altri neuroni.
  - encefaline (simili a oppiacei)
  - endorfine (ormone ipofiseo)

## Neuroplasticità

Capacità del cervello di modificarsi in risposta alle esperienze di vita.

# SNC

- Svolge la funzione di centro di controllo per l'intero organismo e si suddivide in **encefalo** e **midollo spinale**.
- L'encefalo, a sua volta, è costituito da **cervello**, **cervelletto** e dal **tronco o midollo allungato**.

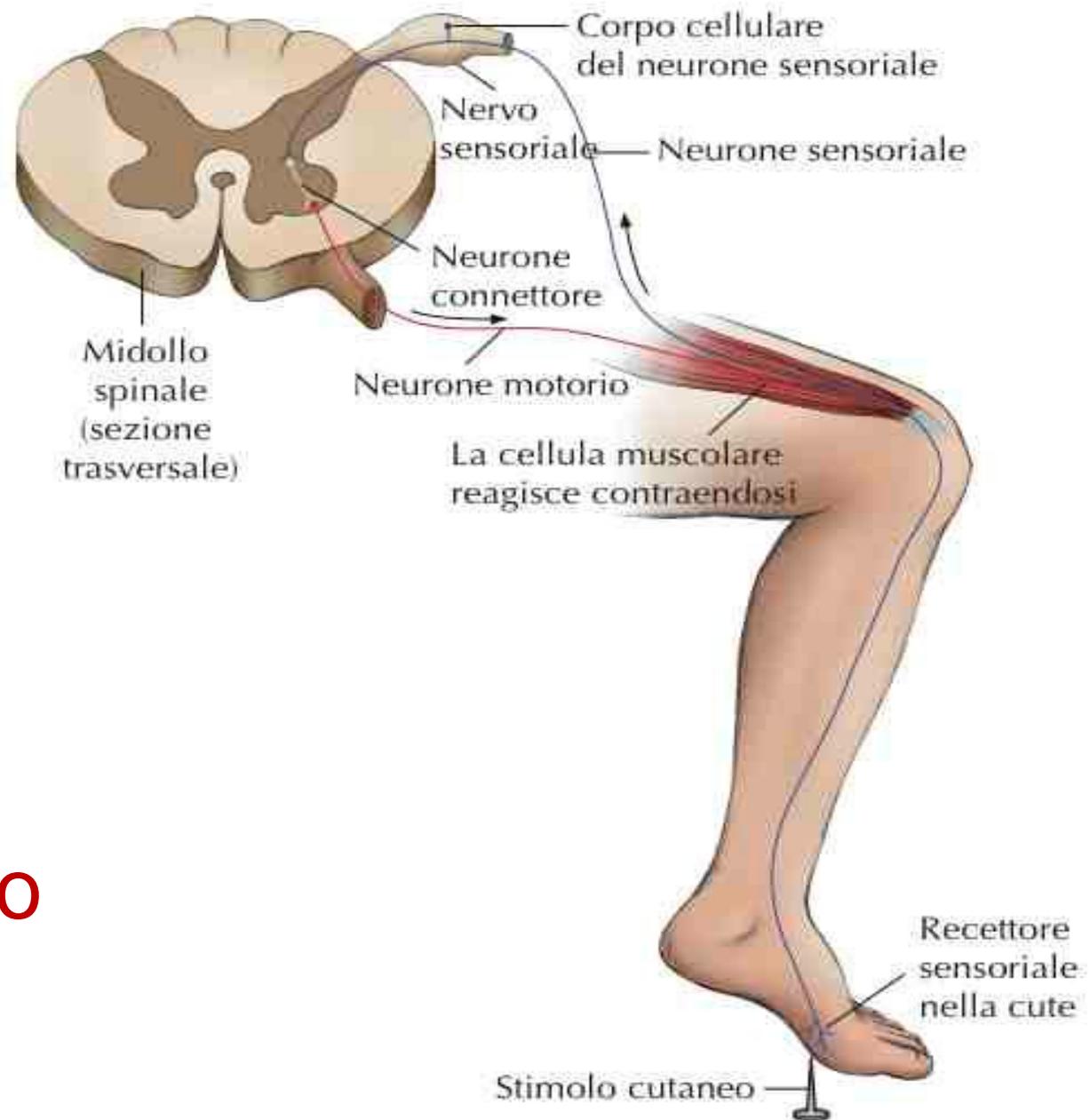
# Tra SNC e SNP

## Il midollo spinale

- Nervi spinali: 31 paia; conducono messaggi sensoriali e motori in ingresso e in uscita dal midollo spinale
- Nervi cranici: 12 paia; partono direttamente dal cervello e mantengono la comunicazione tra corpo e cervello

# Midollo spinale e comportamento

- Archi riflessi: comportamento più semplice in cui uno stimolo provoca una risposta automatica non mediata dal cervello
- Neurone sensoriale: cellula nervosa che trasmette messaggi dai sensi al SNC
- Connettori neurali (interneuroni): cellule nervose che ne collegano altre due
- Neurone motore: cellula che trasmette comandi dal SNC a muscoli e ghiandole

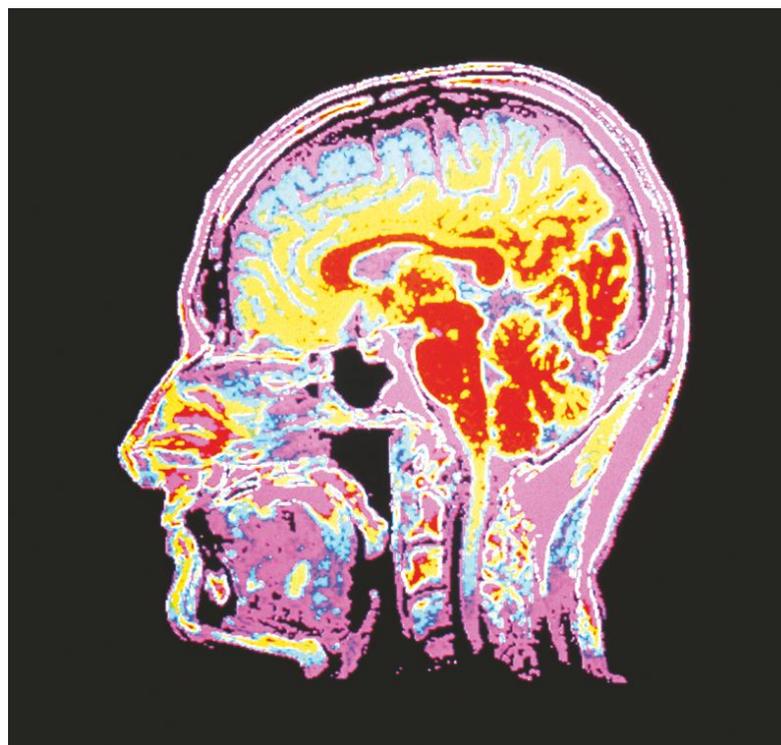


## Arco riflesso

# Metodi di indagine del SN

## Mappatura della struttura cerebrale

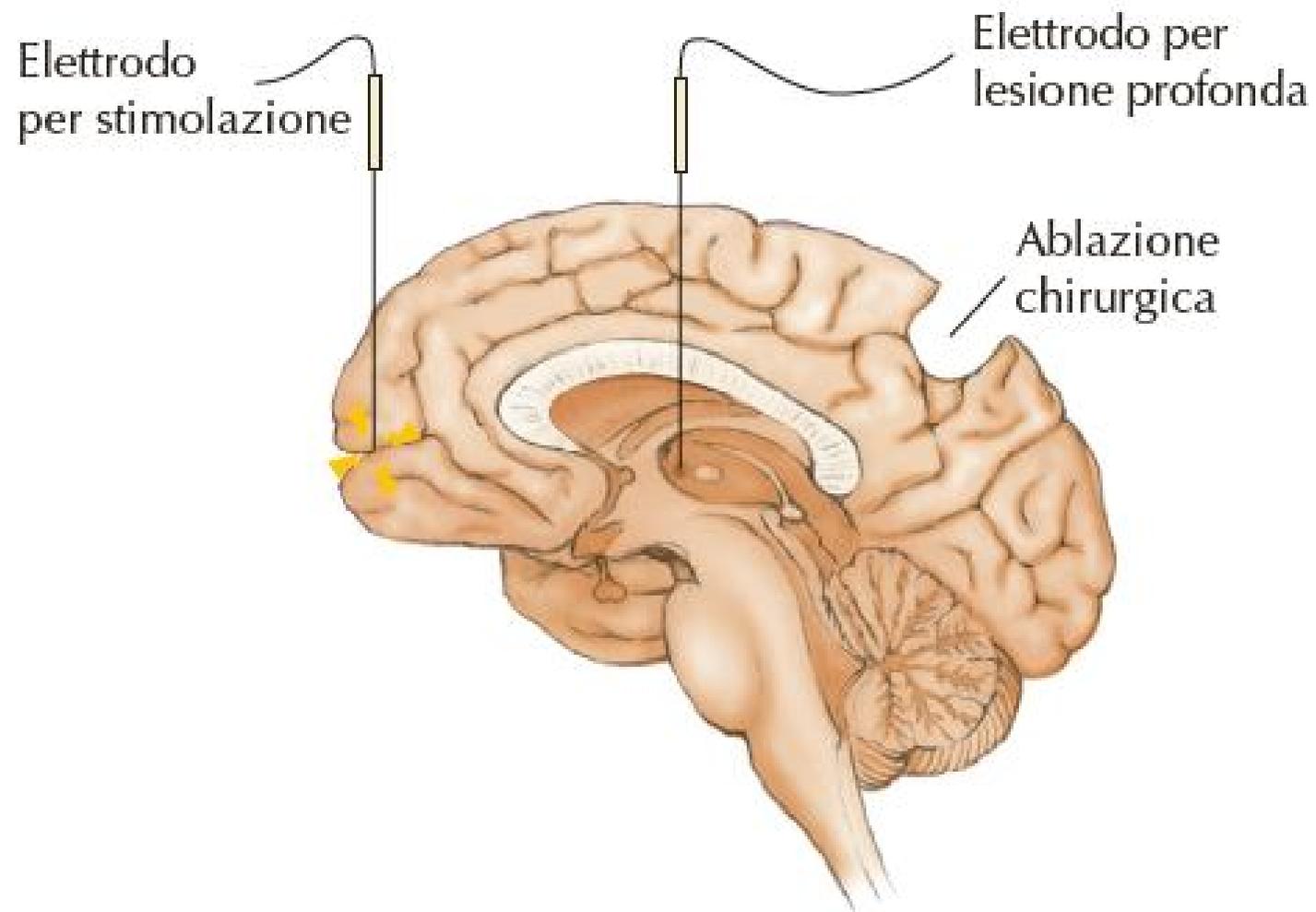
- Tomografia assiale computerizzata (TAC): immagine del cervello o del corpo ottenuta tramite raggi X e rielaborata al computer
- Risonanza magnetica (RM): tecnica diagnostica per immagini tridimensionali del cervello o del corpo basata sulla risposta a un campo magnetico



Scansione RM del cervello

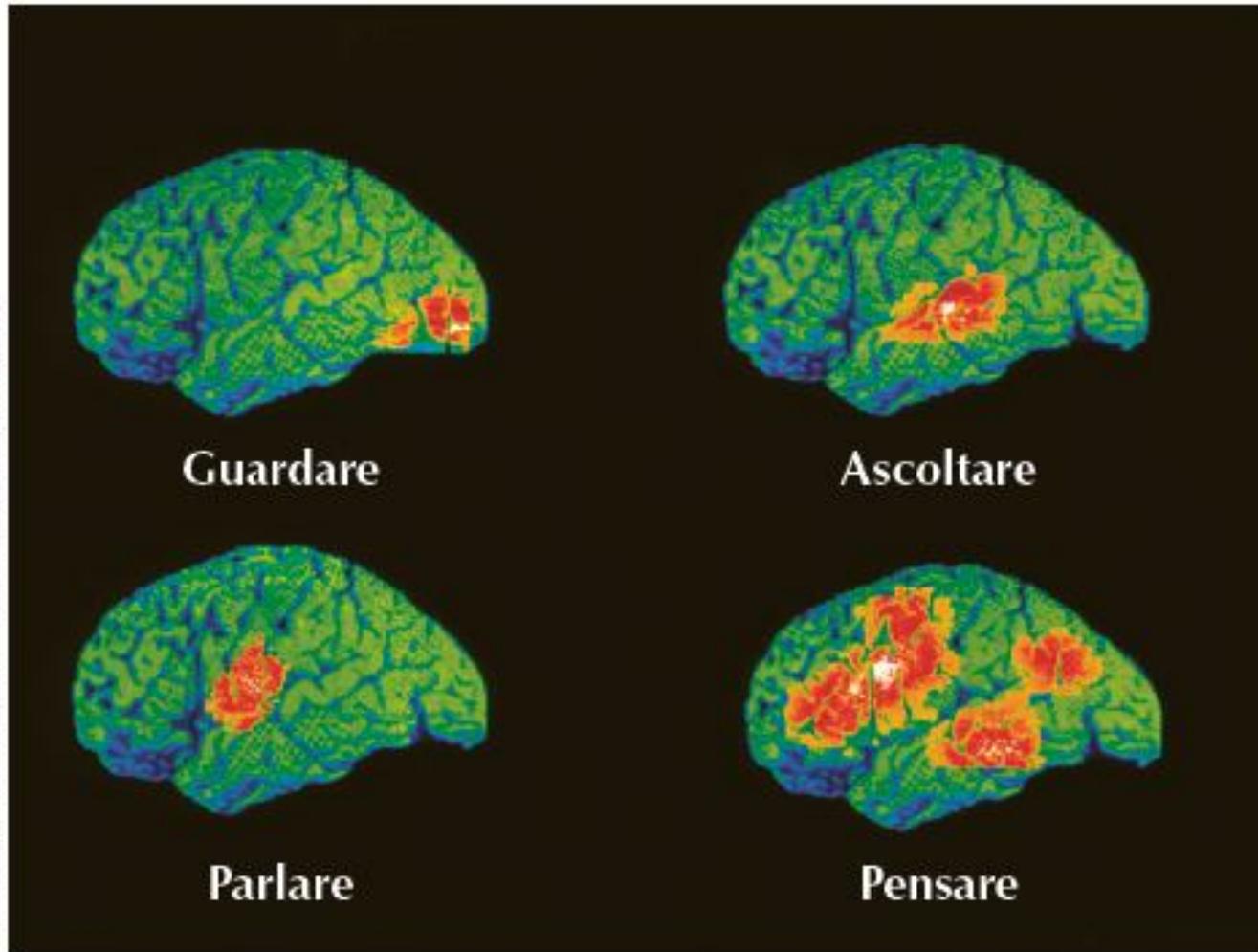
# Esplorazione funzioni cerebrali

- Ablazione: rimozione chirurgica di parti del cervello
- Interventi di lesione profonda: somministrazione di una forte corrente elettrica attraverso un sottile elettrodo introdotto nel cervello sull'area target; la corrente elettrica viene impiegata per distruggere una piccola quantità di tessuto cerebrale
- Stimolazione elettrica del cervello: viene impiegato un elettrodo per attivare specifiche aree del cervello



# Altre tecniche di esplorazione

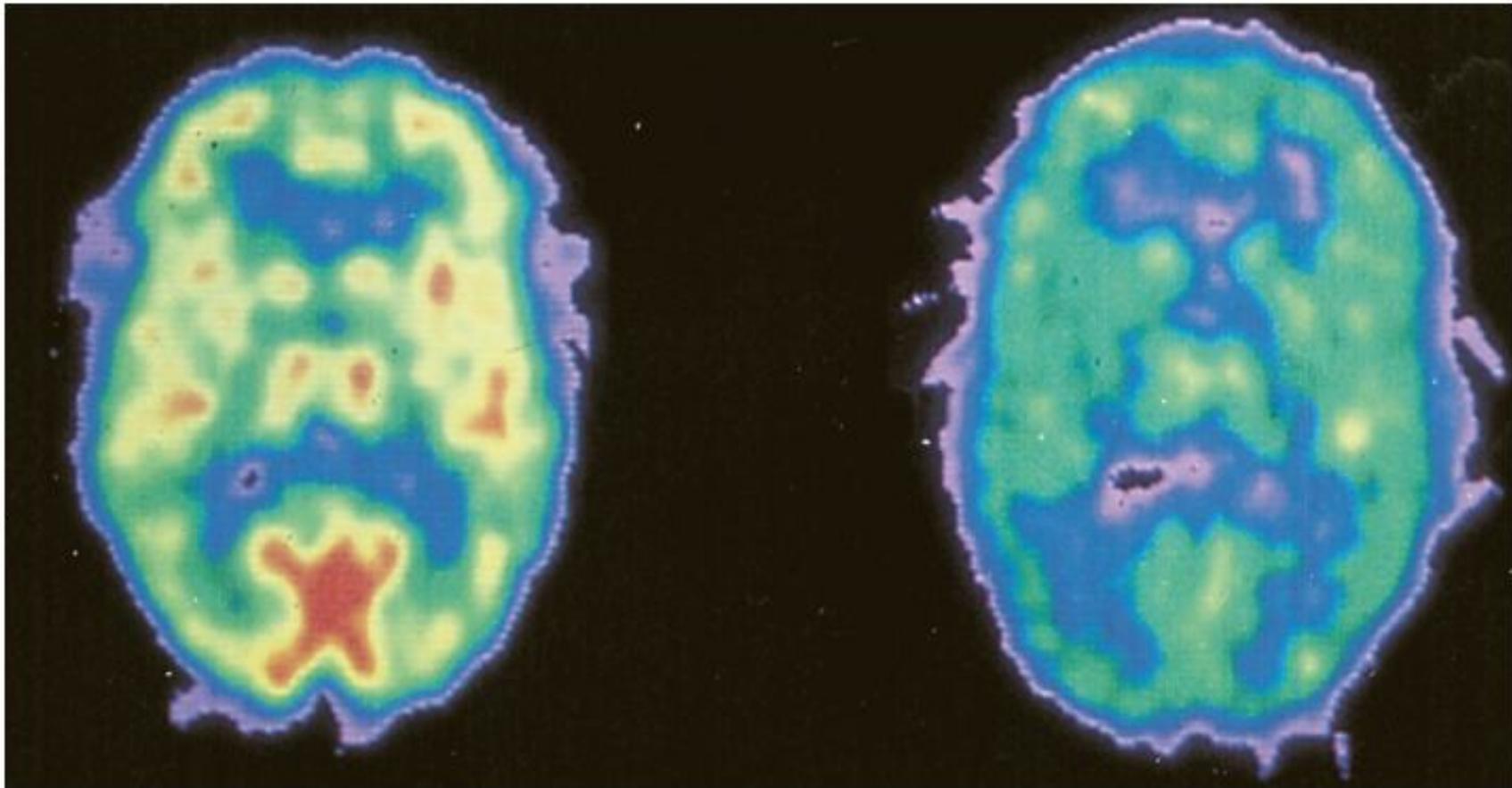
- Elettroencefalografia (EEG): tecnica per la rilevazione, amplificazione e registrazione dell'attività cerebrale tramite l'applicazione di elettrodi sul cuoio capelluto
- Risonanza magnetica funzionale (RMF): tecnica attraverso la quale è possibile registrare l'attività cerebrale tramite l'immersione di un campo magnetico e l'uso di un liquido di contrasto per segnalare il consumo di ossigeno
- Tomografia a emissione di positroni (PET): tramite le PET è possibile generare al computer un'immagine dell'attività cerebrale basata sul consumo di glucosio nell'encefalo (vengono rilevati i positroni, particelle subatomiche emesse dal glucosio a bassa radioattività)



Le scansioni tramite PET a colori rivelano diversi modelli di attivazione cerebrale quando si è impegnati in compiti diversi.

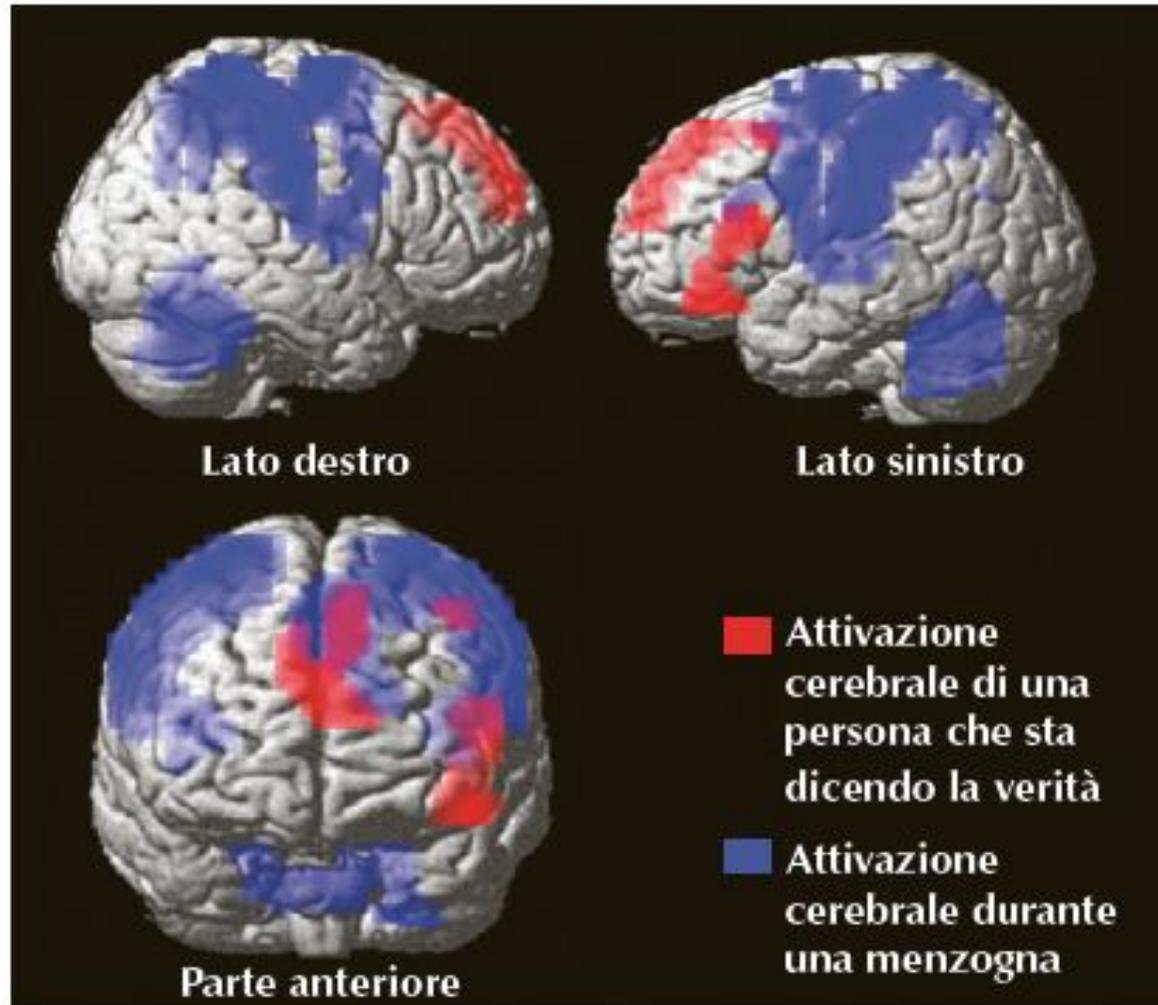
# L'efficienza del cervello...

Richard Haier University of California, Irvine



Le aree in rosso, arancio e giallo indicano un alto consumo di glucosio; il verde, il blu e il rosa indicano aree a basso consumo. La scansione PET del cervello a sinistra è quella di un uomo mentre risolve 11 problemi di ragionamento su 36: il suo cervello brucia più glucosio rispetto a quello dell'uomo a destra, che ne risolve 33.

# Esempi di attivazione registrati con RMF

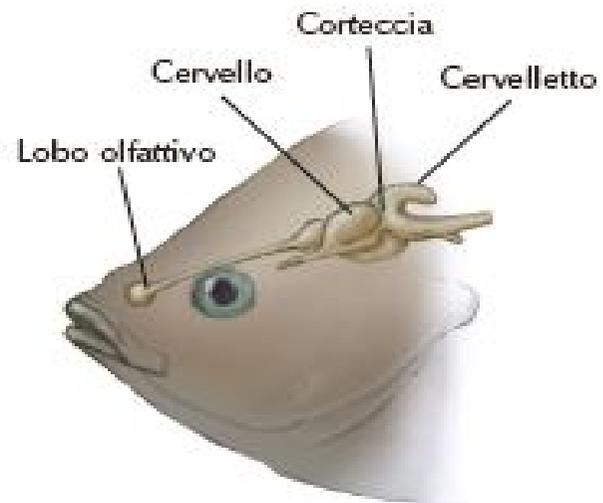


# Evoluzione e plasticità

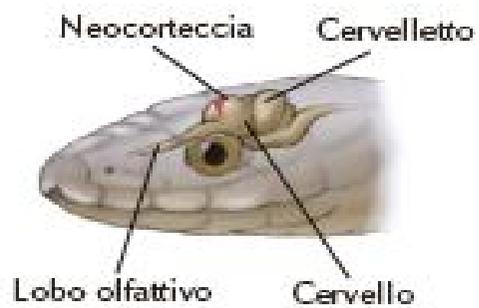
- Sistemi nervosi plastici
- Rafforzamento di connessioni sinaptiche esistenti e indebolimento (fino a completo annullamento) di altre
- Ruolo dei processi di apprendimento
  - Avversione al gusto

# La corteccia cerebrale

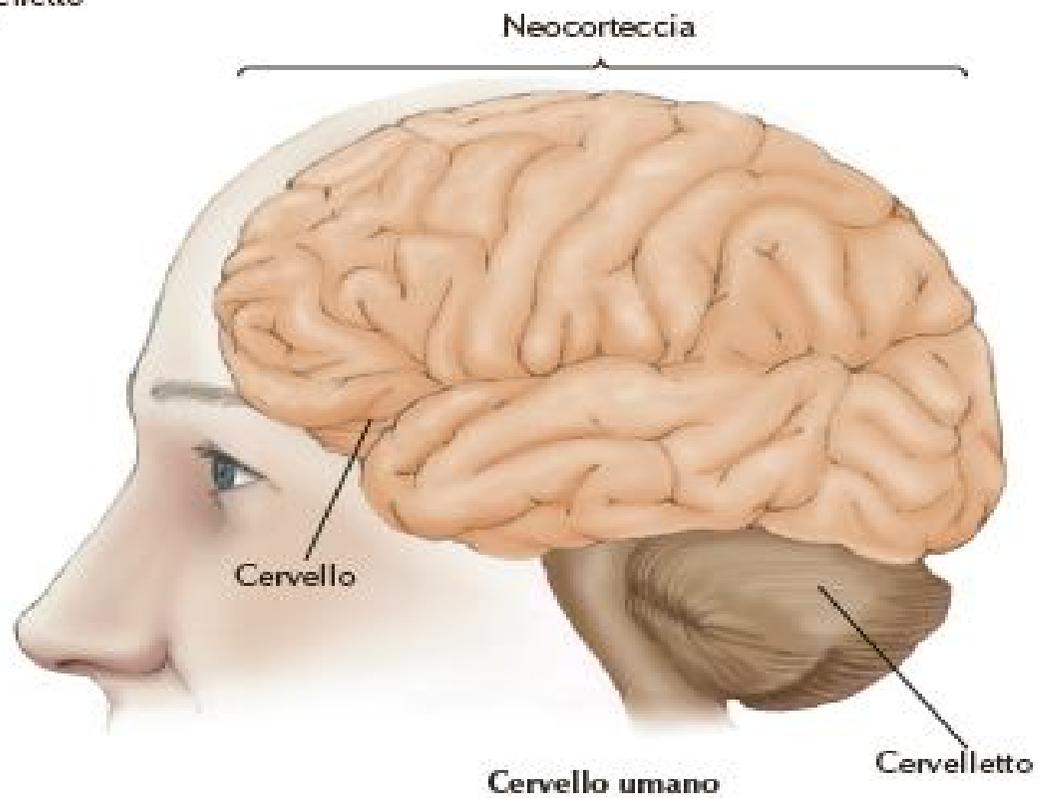
- Strato superficiale del cervello costituito soprattutto da corpi cellulari (materia grigia); contiene il 70% dei neuroni del sistema nervoso centrale
- Costituita da **due emisferi** cerebrali che coprono la parte superiore del cervello
- Gli emisferi sono suddivisi in aree più piccole, i **lobi**
- Le parti dei lobi sono deputate alle capacità di vedere, sentire, muoversi, pensare e parlare



**Cervello di pesce**



**Cervello di rettile**



**Cervello umano**

# Specializzazione emisferica

- Emisfero Sx: Linguaggio (parlare, scrivere, comprendere), matematica, giudizio sul tempo, ritmo, coordinazione movimenti complessi, elaborazione sequenziale
- Emisfero Dx: capacità percettive, espressione e riconoscimento emozioni, riconoscimento di stimoli complessi (volti, melodie), elaborazione simultanea e olistica

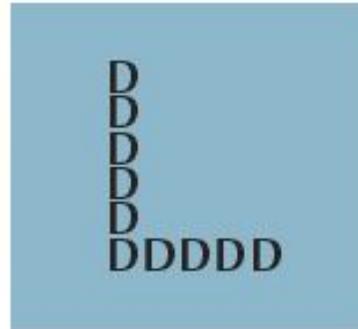
Emisfero sinistro

**Particolari**

“Una serie di D”

“Parla di cucito”

“Puntini e macchie”



**Un punto in  
tempo ne salva  
cento**



Emisfero destro

**Modello generale**

“La lettera L”

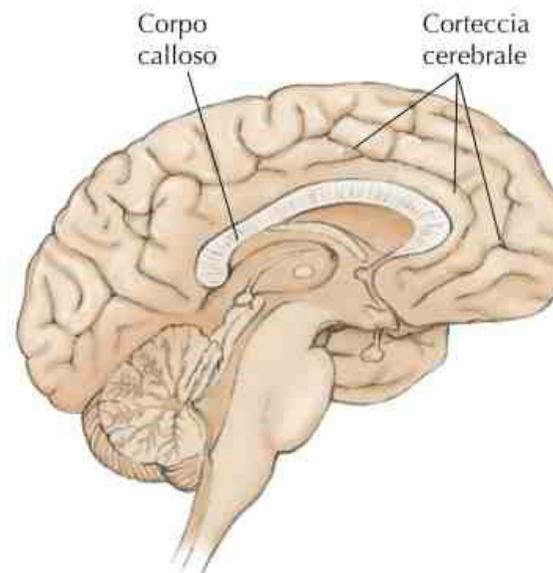
“Un piccolo sforzo  
ora per risparmiare  
tempo in seguito”

“Un cane”

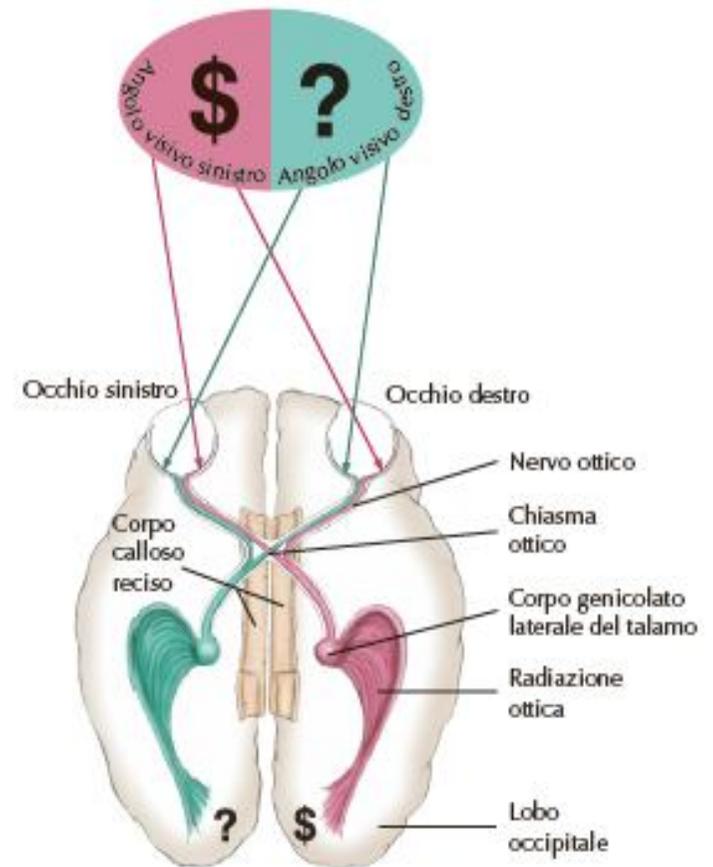
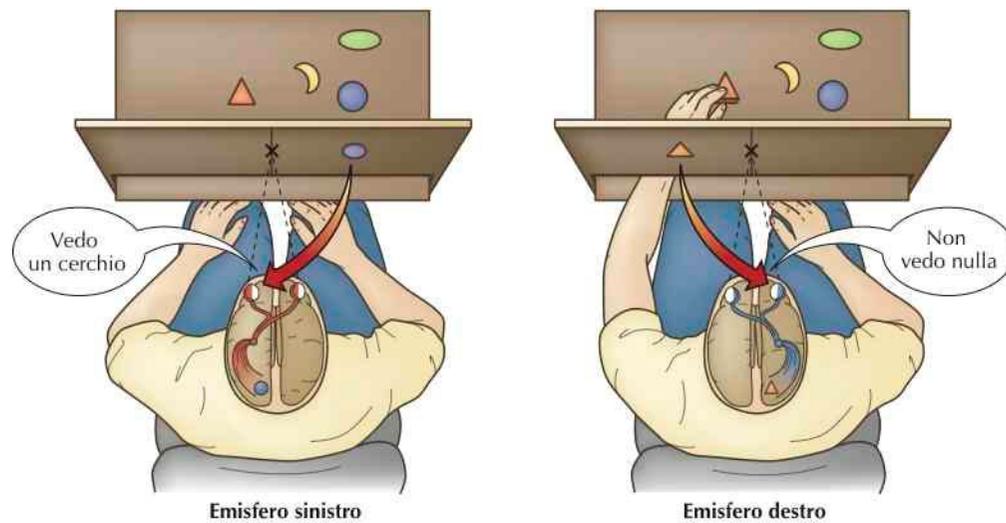
# Corpo calloso

Fascio di fibre che connette i due emisferi cerebrali

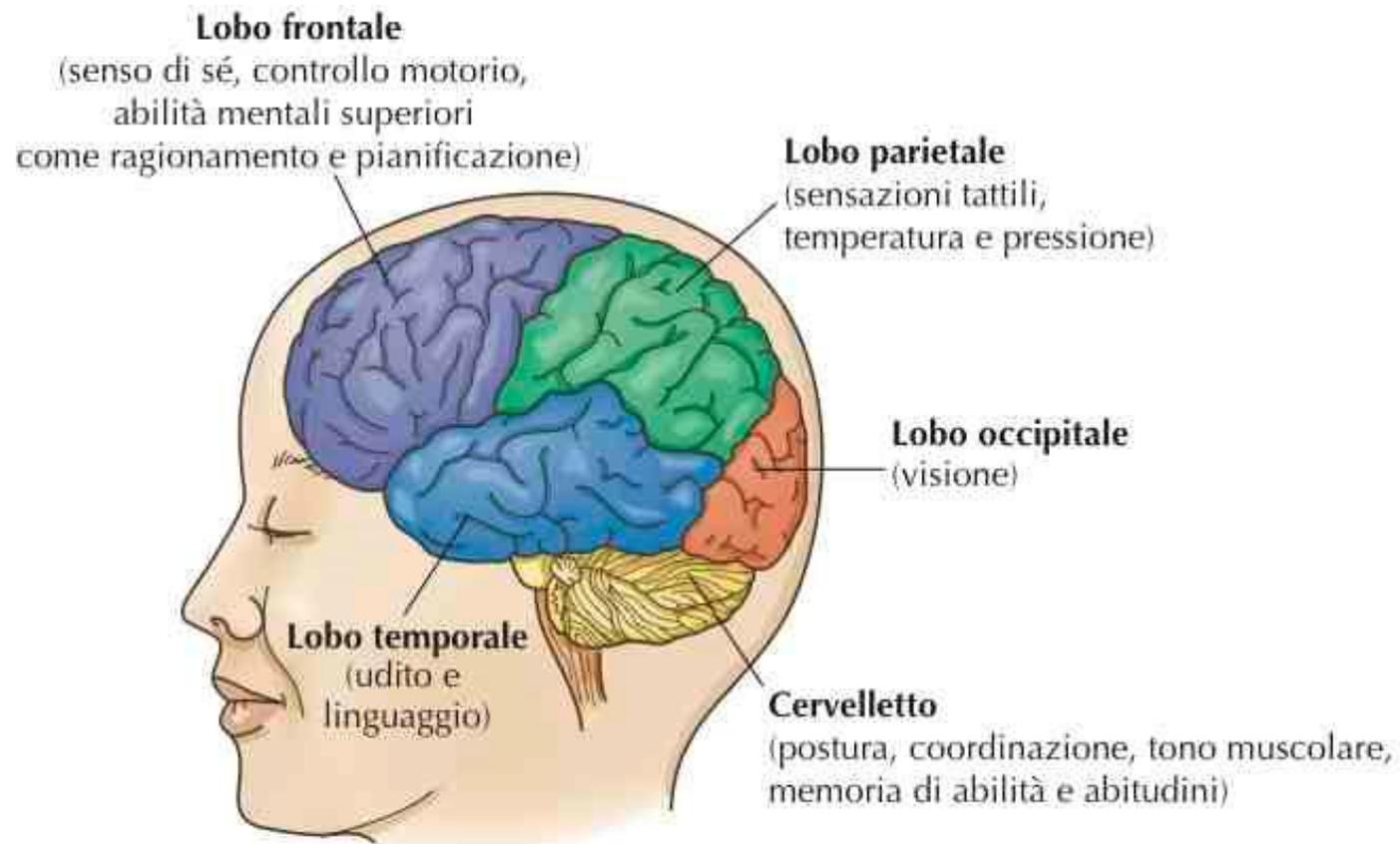
Pz split-brain



# Split-brain



# I lobi della corteccia cerebrale



+ aree di associazione

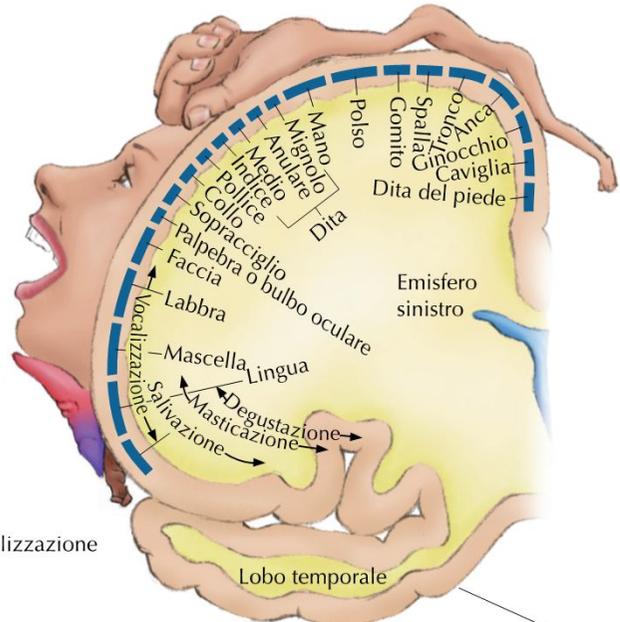
## Lobi frontali

- Centro delle abilità mentali superiori
- Movimento, olfatto, funzioni mentali superiori
  - Includono la corteccia motoria primaria; controllano il movimento dei distretti corporei

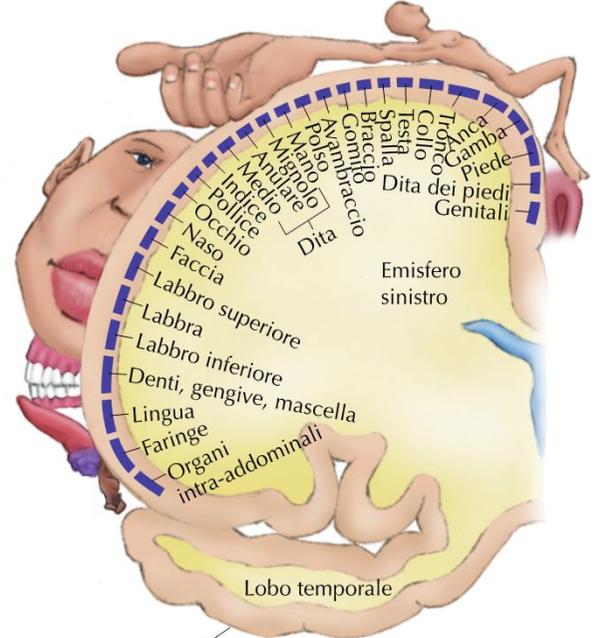
## Lobi parietali

- Situati sopra il lobo occipitale, raccolgono le afferenze somatosensoriali (cutanee) di tutti i distretti corporei
- Corteccia somatosensoriale primaria: area di ricezione delle sensazioni corporee

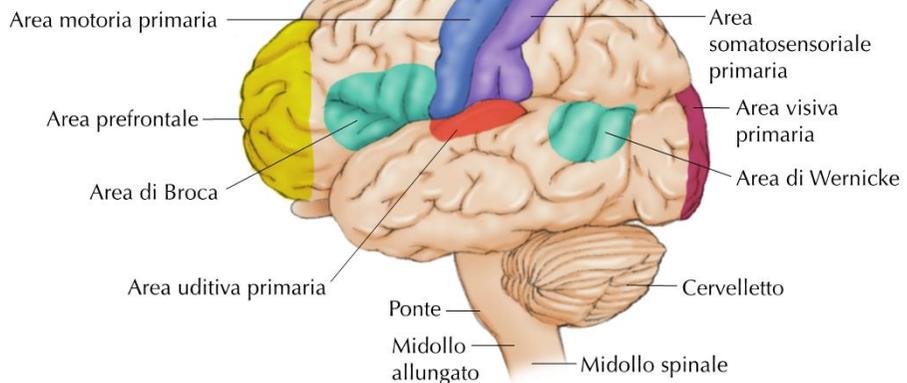
**Area Motoria Primaria**



**Area Somatosensoriale Primaria**



Vocalizzazione



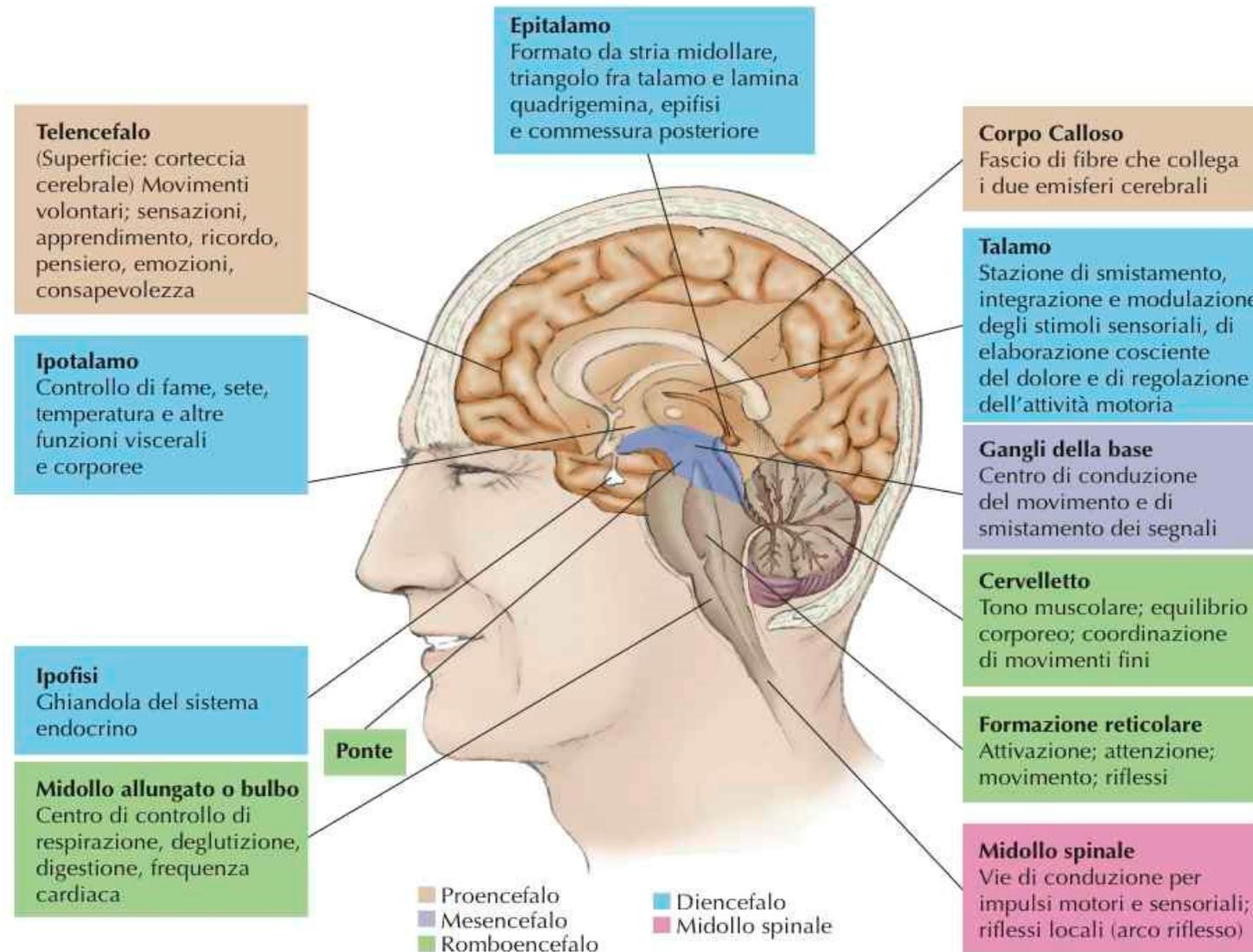
## Lobi temporali

- Localizzati al di sotto dei lobi frontali e parietali; elaborano le informazioni uditive (aree uditive primaria e secondaria) ed il linguaggio (area di Wernicke)

## Lobi occipitali

- Area della corteccia in cui arrivano e vengono elaborate le afferenze retiniche (aree visive)

# Strutture sottocorticali



# Tronco dell'encefalo

→ Mesencefalo (= collegamento con il proencefalo) + rombencefalo (bulbo, ponte, cervelletto)

- Midollo allungato o bulbo: centri del controllo riflesso di funzioni vitali, come respirazione e deglutizione
  - Formazione reticolare (FR): seleziona la priorità di messaggi che arrivano al cervello (attenzione)
- Ponte (di Varolio): passaggio tra midollo allungato e molti altri distretti, compreso il cervelletto; controlla il ritmo sonno-veglia
- Cervelletto: controllo postura, tono e coordinazione muscolare

# Mesencefalo

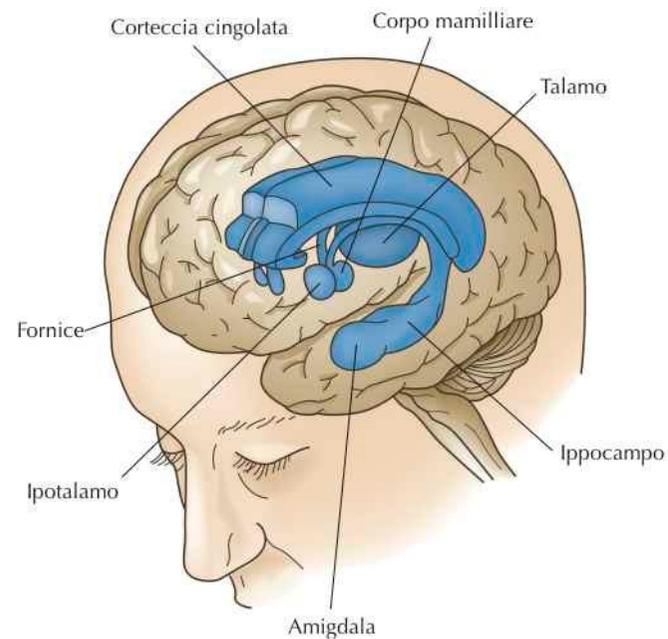
- Contiene i nuclei o gangli della base, che elaborano le informazioni ricevute da gran parte della corteccia e riportano i risultati di questo processo principalmente alla corteccia frontale

# Diencefalo

- Talamo: smista, integra e modula le informazioni sensoriali (visive, acustiche, gustative e tattili)
- Ipotalamo: centro di controllo emozione e motivazione di base
- Ipofisi: ghiandola del sistema endocrino
- Epitalamo: formato da stria midollare, triangolo tra talamo e lamina quadrigemina
- Sistema limbico

# Sistema limbico

Situato nel diencefalo, strettamente connesso con le risposte emotive e motivazionali.



# Sistema endocrino

- Ghiandole che secernono sostanze chimiche (ormoni) direttamente nel flusso sanguigno o nel sistema linfatico. Gli ormoni agiscono sia sulle attività interne sia sul comportamento visibile
- Gli ormoni sono rilasciati a distanza dal loro obiettivo (a differenza dei neurotrasmettitori) che raggiungono tramite il sistema circolatorio
  - *N.B.: Adrenalina e noradrenalina possono comportarsi da ormoni o da neurotrasmettitori*
- Attività paracrina: ormoni rilasciati direttamente in un organo o un tessuto adiacente e agiscono sulle cellule bersaglio
- Attività autocrina: ormoni agiscono sulle stesse cellule che li hanno prodotti o rilasciati

