



# RISORSE DIDATTICHE.



**[ResearchGate Project](#)** By ... 0000-0001-5086-7401 & [Inkd.in/erZ48tm](https://www.linkedin.com/in/inkd.in/erZ48tm)



.....



.....

**ZANICHELLI**

David Sadava, David M. Hillis,  
H. Craig Heller, May R. Berenbaum

# La nuova biologia.blu

Il corpo umano PLUS

ZANICHELLI

## Capitolo C9

# Il sistema nervoso

**ZANICHELLI**

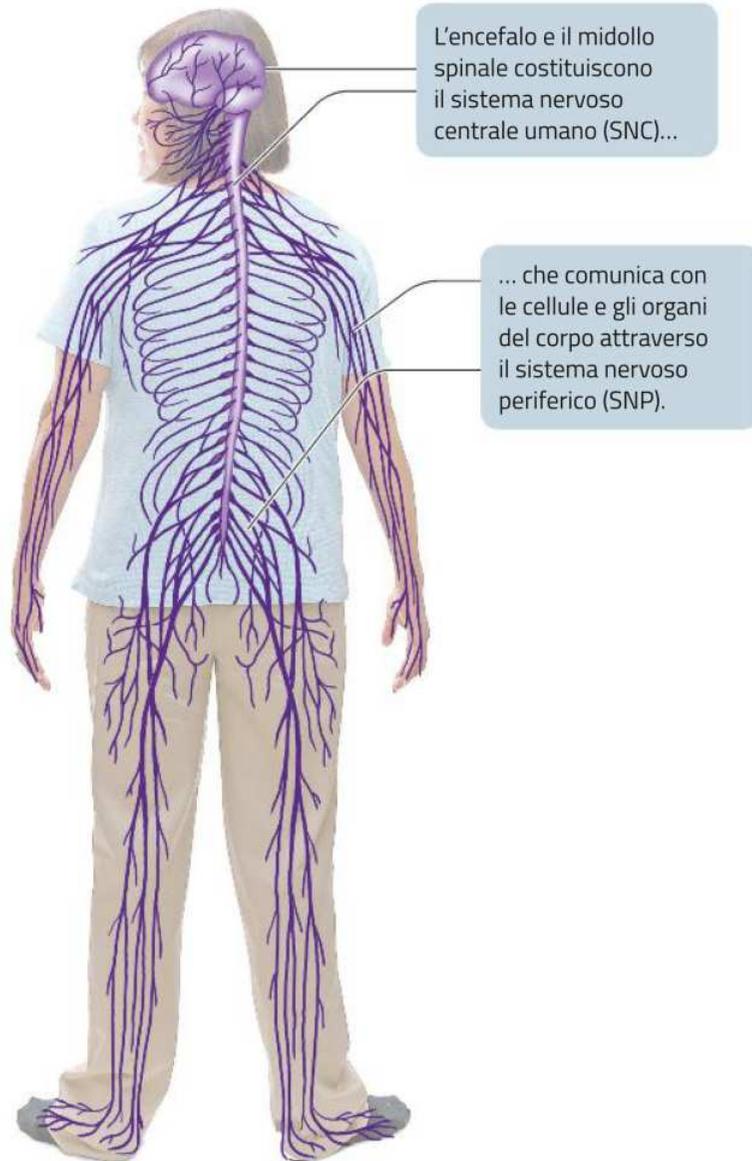
# Il sistema nervoso (SN)

Il SN opera secondo un preciso modello:

- raccoglie gli **stimoli** provenienti dall'esterno;
- **integra e analizza** le informazioni;
- attiva gli *organi effettori* che eseguono la **risposta**.

Negli animali superiori la gestione delle informazioni è centralizzata nell'*encefalo*.

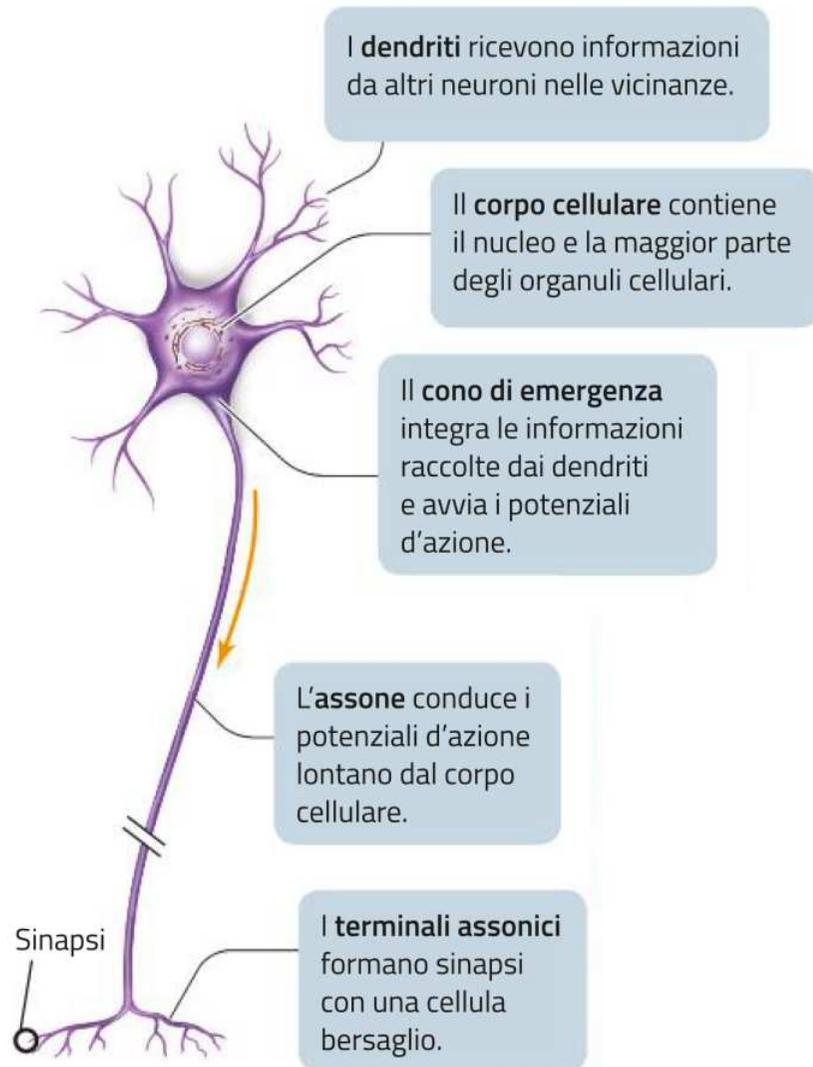
# Organizzazione del sistema nervoso



Nell'uomo il SN si divide in:

- **sistema nervoso centrale**  
(SNC): *encefalo e midollo spinale.*
- **sistema nervoso periferico**  
(SNP): *nervi e gangli*

# Le unità funzionali



Le unità funzionali del sistema nervoso sono i **neuroni**.

I neuroni sono cellule eccitabili costituite da:

- un **corpo cellulare**;
- più **dendriti**;
- un **assone**.

**ZANICHELLI**

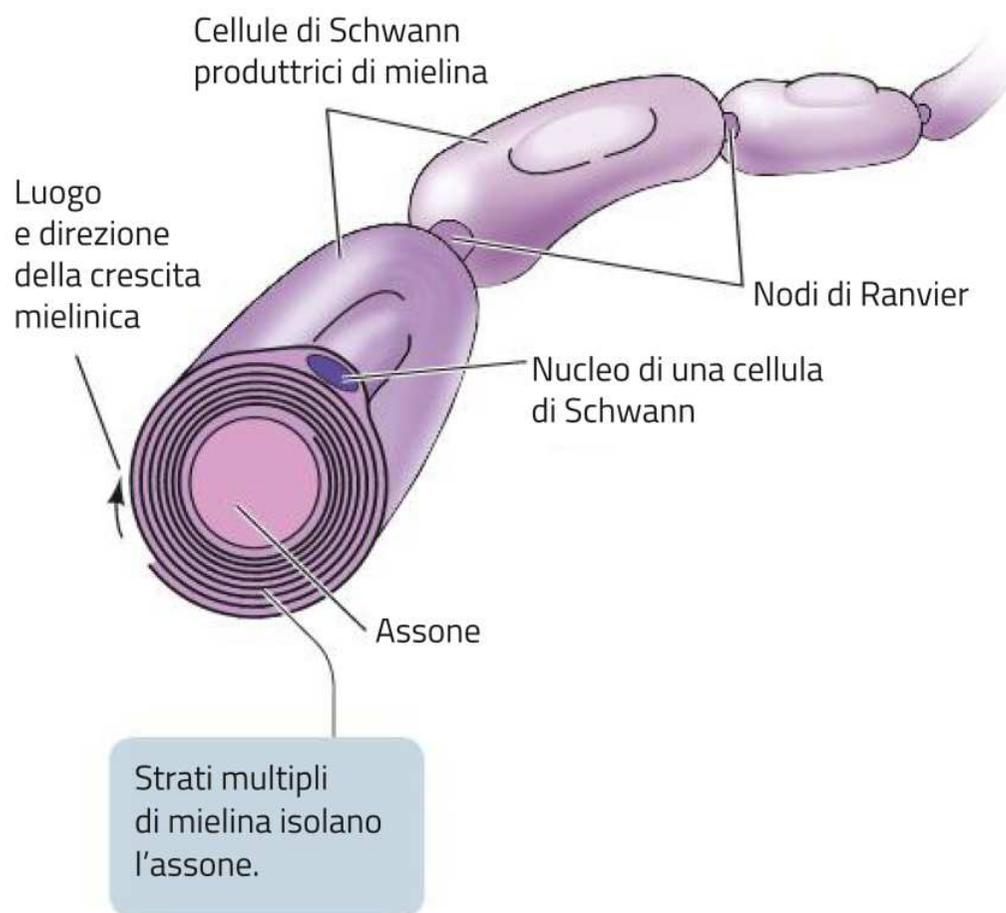
# Le cellule gliali

La **glia** costituisce circa la metà della massa del sistema nervoso centrale e sostiene le fibre nervose dal punto di vista strutturale e metabolico.

Esistono differenti tipi di glia:

- le **cellule di Schwann**;
- gli **oligodendrociti**;
- gli **astrociti**.

# Una cellula gliale particolare



Le **cellule di Schwann** proteggono l'assone con una **guaina mielinica**, che serve ad aumentare la velocità dell'impulso nervoso lungo l'assone.

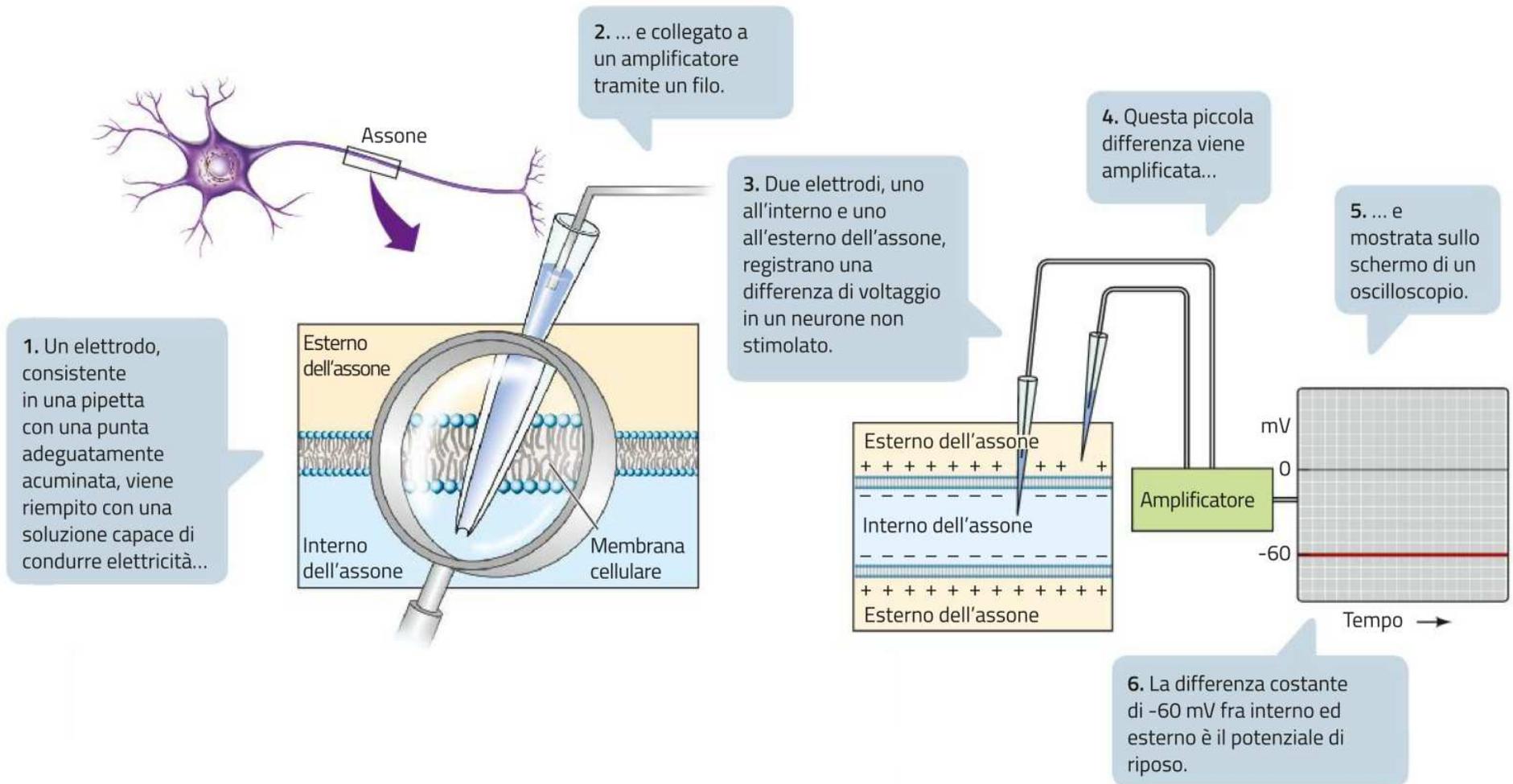
# Il potenziale di riposo

La capacità di condurre gli impulsi di un neurone è legata a due caratteristiche:

- sono cellule polarizzate;
- possiedono specifici canali ionici che permettono l'instaurarsi del **potenziale di membrana**.

Quando nell'assone non passa un impulso elettrico, il potenziale di membrana è definito **potenziale di riposo**.

# Misurazione del potenziale di riposo



**ZANICHELLI**

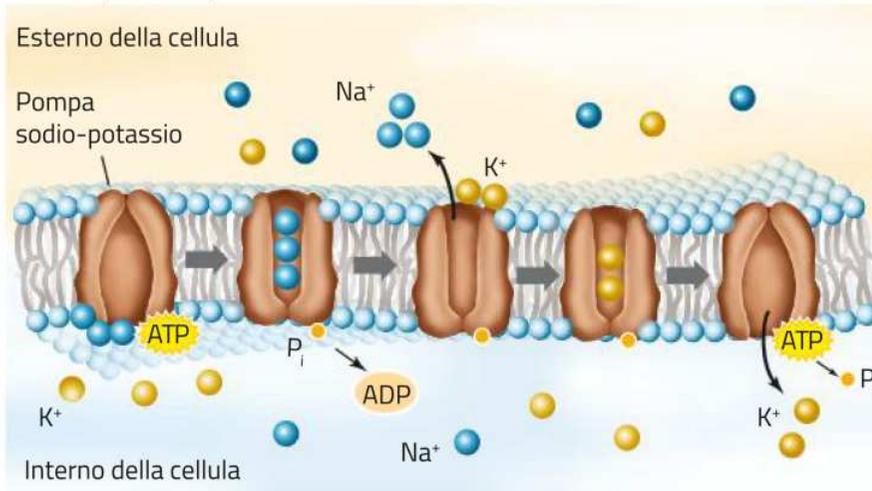
# La membrana del neurone

Il **potenziale di riposo** è determinato dalla differenza di ioni  $\text{Na}^+$  e  $\text{K}^+$  tra l'interno e l'esterno della membrana.

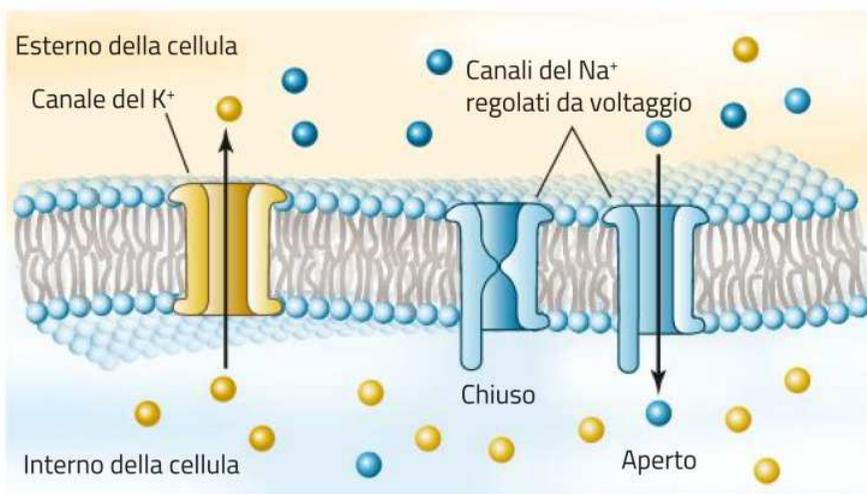
Il potenziale di riposo della membrana di un neurone varia tra i  $-60 \text{ mV}$  e i  $-70 \text{ mV}$ .

# Pompe e canali ionici

Pompa sodio-potassio (ATPasi)



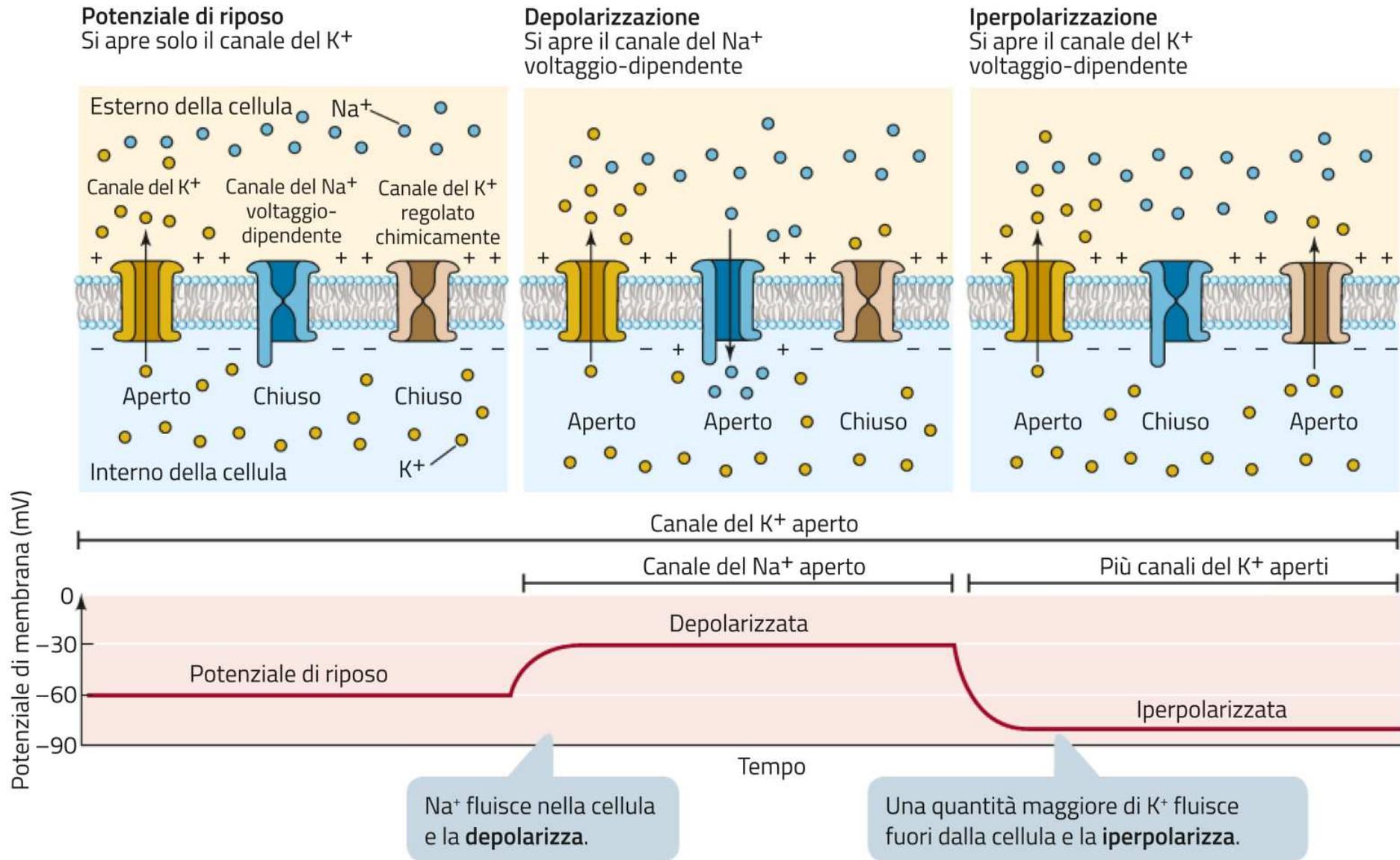
Canali Na<sup>+</sup> – K<sup>+</sup>



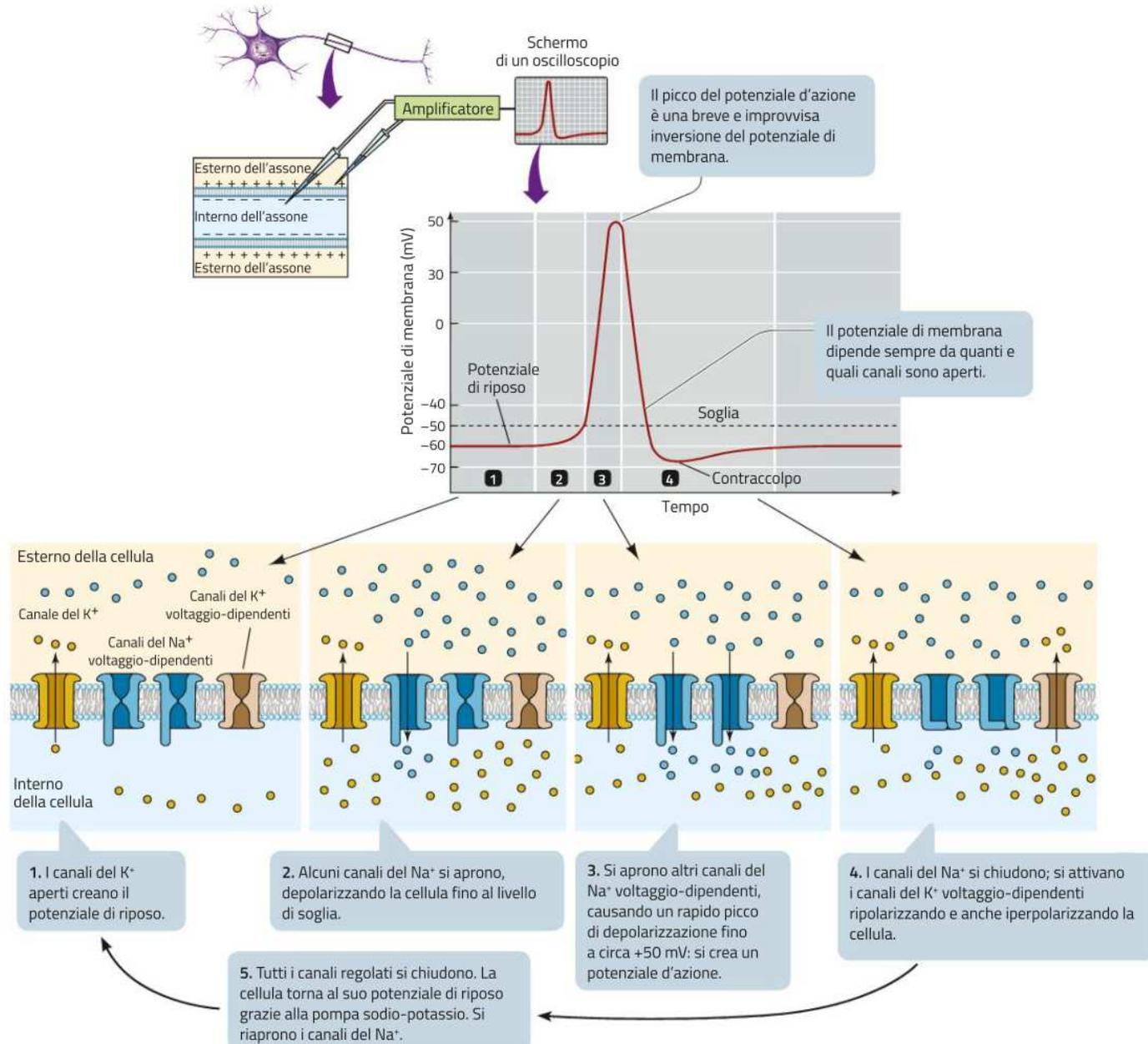
La concentrazione degli ioni è regolata da:

- canali del Na<sup>+</sup> e del K<sup>+</sup>;
- pompa sodio-potassio;
- canali voltaggio-dipendenti.

# Depolarizzazione e iperpolarizzazione



# Il potenziale d'azione

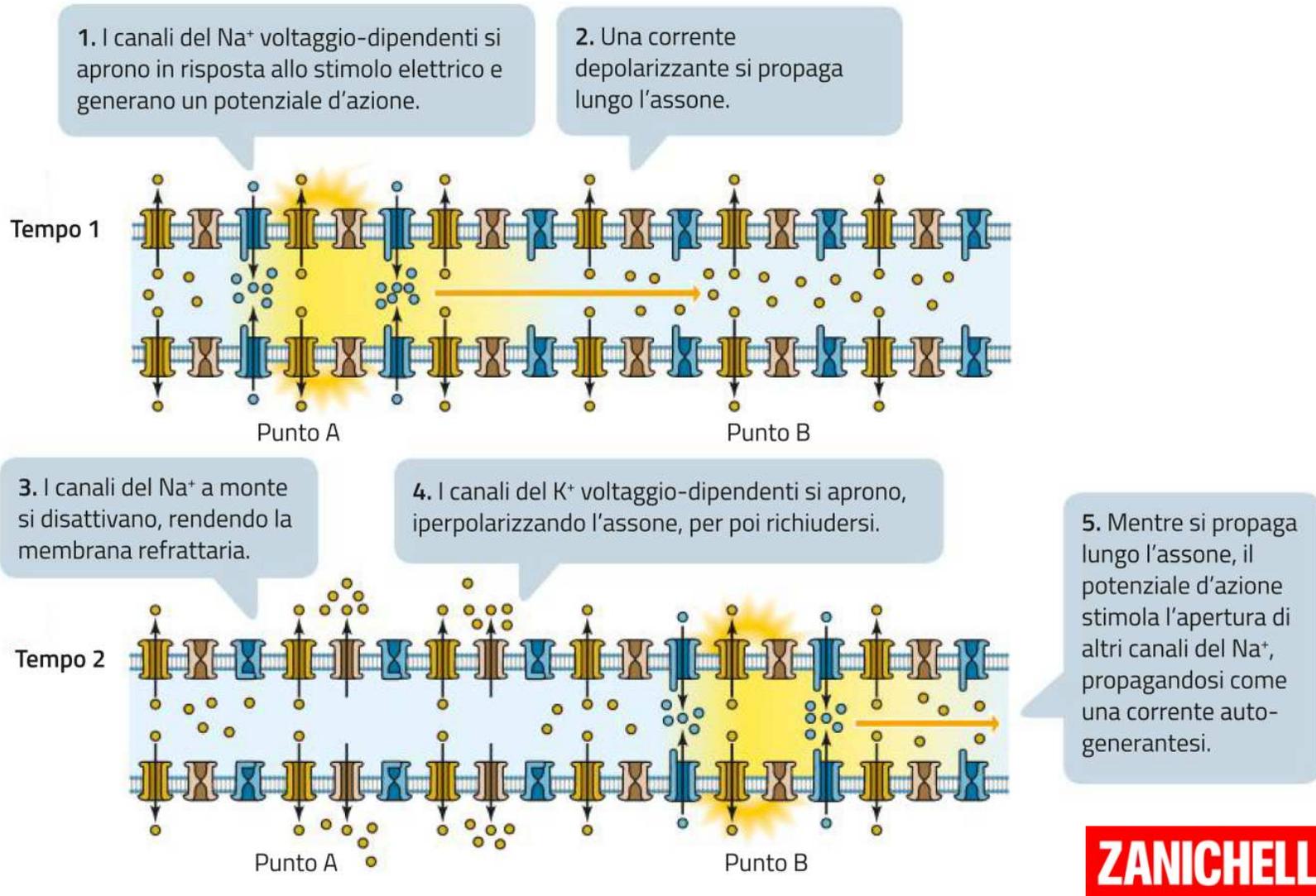


# La propagazione continua /1

La propagazione dell'impulso nervoso è **continua** se si ha l'apertura dei canali  $\text{Na}^+$  e la membrana si depolarizza oltre il valore soglia.

I potenziali d'azione si propagano lungo gli **assoni non mielinizzati**.

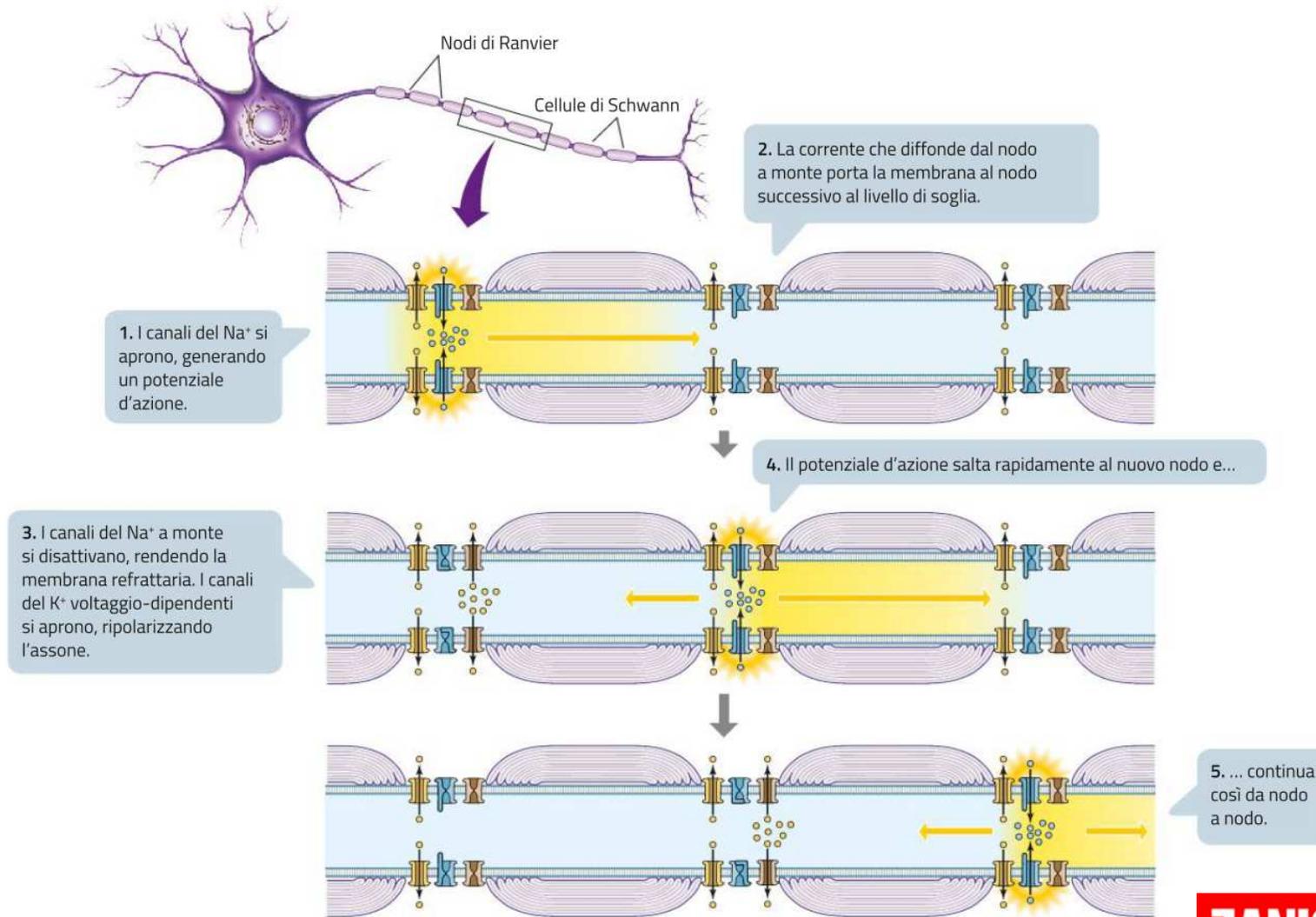
# La propagazione continua /2



# La propagazione saltatoria /1

La propagazione dell'impulso nervoso può anche essere **saltatoria**, ma avviene soltanto negli **assoni mielinizzati** dove il potenziale d'azione sembra saltare in corrispondenza dei *nodì di Ranvier*.

# La propagazione saltatoria /2



**ZANICHELLI**

# Le sinapsi

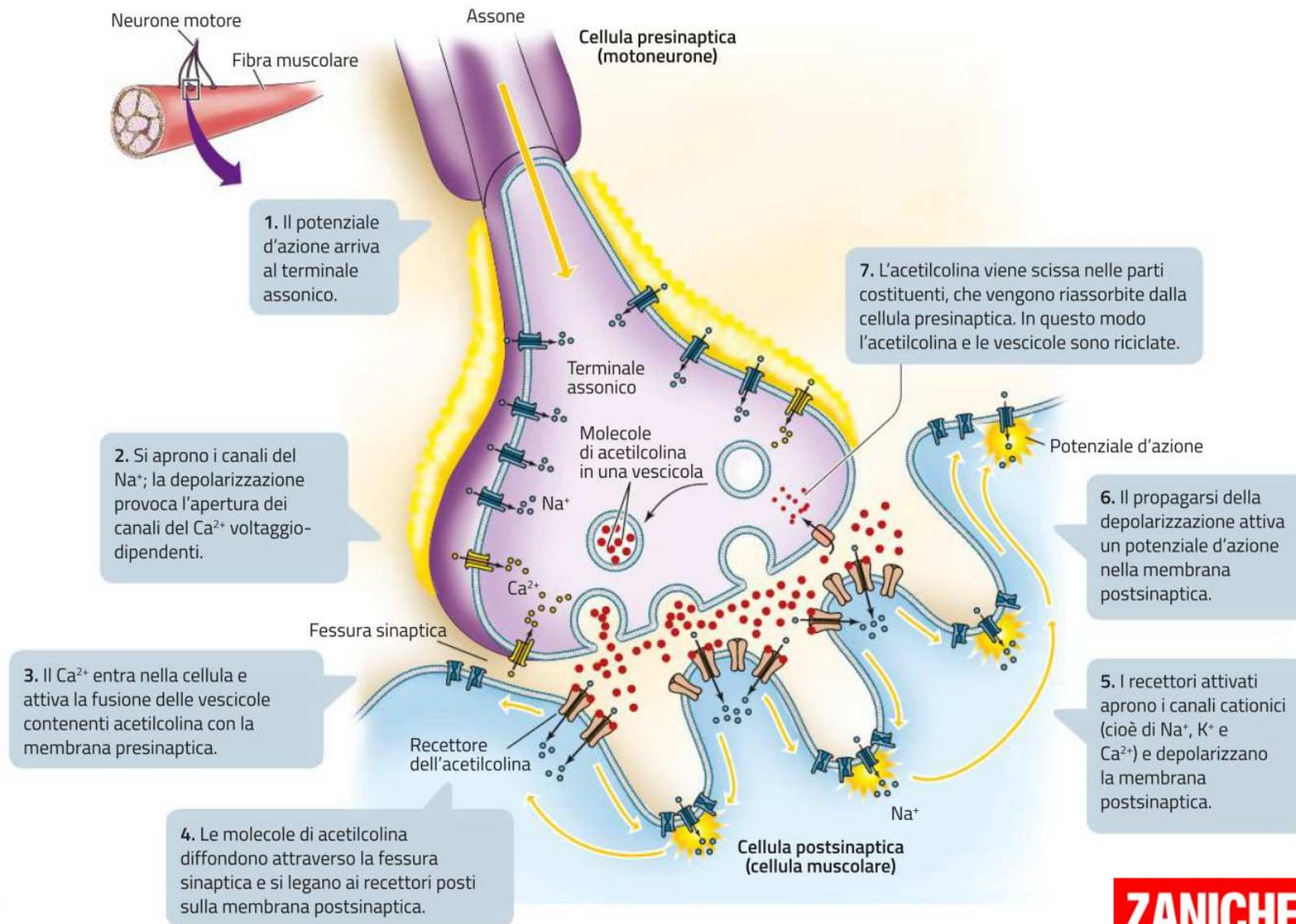
I neuroni comunicano a livello delle **sinapsi**.

La cellula che manda il segnale è definita **presinaptica**, quella che riceve il segnale è detta **postsinaptica**.

Le sinapsi possono essere:

- **chimiche**, se il segnale passa attraverso un *neurotrasmettitore*;
- **elettriche**, quando i neuroni sono connessi tra loro mediante *giunzioni serrate*.

# Le sinapsi chimiche



# Le interazioni delle sinapsi

Le sinapsi permettono interazioni molto complesse e presentano alcune proprietà peculiari:

- le **sinapsi** possono essere sia *eccitatorie* sia *inibitorie*;
- la cellula postsinaptica integra **input eccitatori e inibitori**;
- i potenziali postsinaptici eccitatori e inibitori vengono **sommati** nello spazio e nel tempo.

# Il sistema nervoso centrale (SNC)

Il SNC è costituito dall'**encefalo** e dal **midollo spinale**.

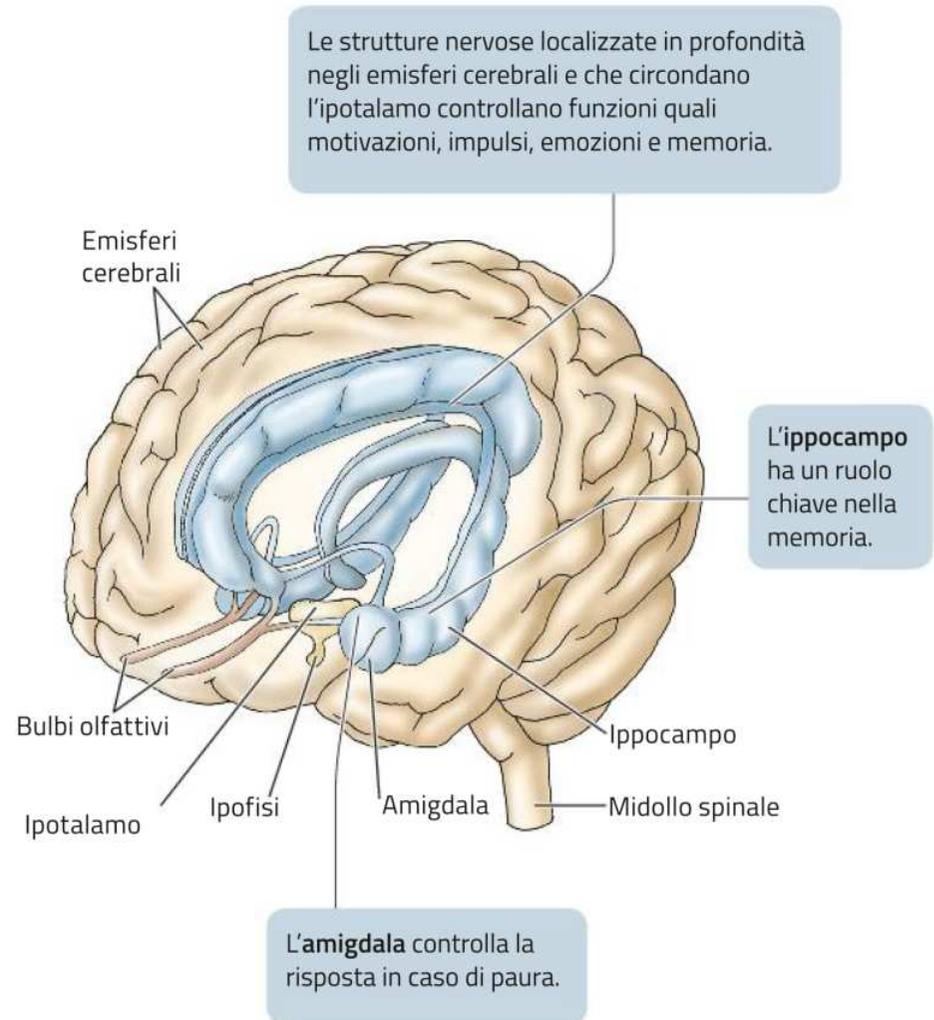
L'encefalo è formato da *sostanza grigia* e *sostanza bianca* ed è suddiviso in:

- telencefalo;
- diencefalo;
- tronco encefalico;
- cervelletto.

# Il telencefalo

Il telencefalo (o *cervello*) è composto da due **emisferi cerebrali**, ricoperti dalla **corteccia cerebrale** e uniti dal **corpo calloso**.

La porzione evolutivamente più antica è il **sistema limbico**.



**ZANICHELLI**

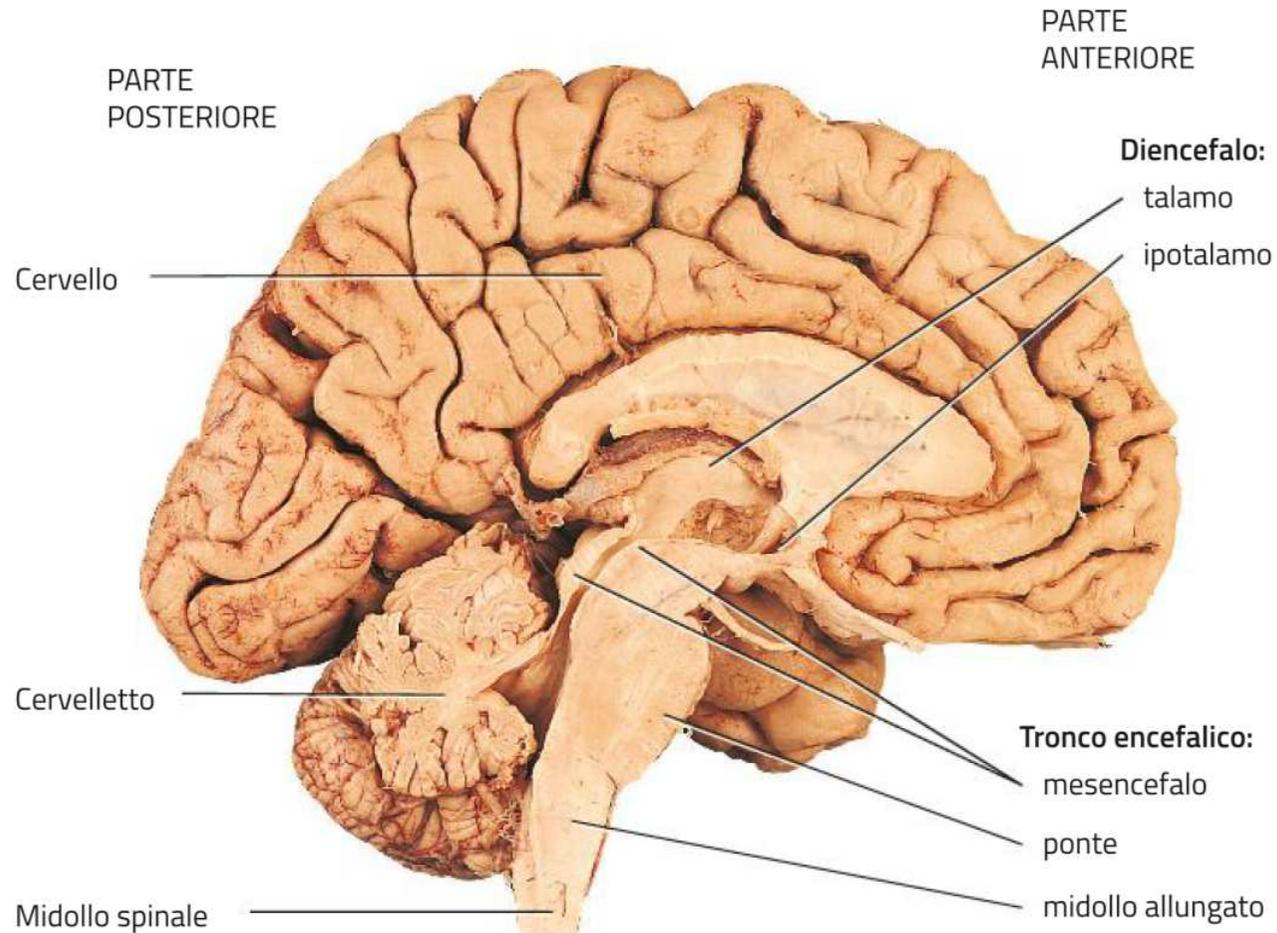
# Le altre porzioni dell'encefalo

Il **diencefalo** comprende *talamo, ipotalamo ed epifisi*.

Il **tronco encefalico** (*mesencefalo, ponte e midollo allungato*) è posto tra il midollo spinale e il diencefalo.

Il **cervelletto** è posizionato sotto al cervello, controlla la postura e coordina i movimenti.

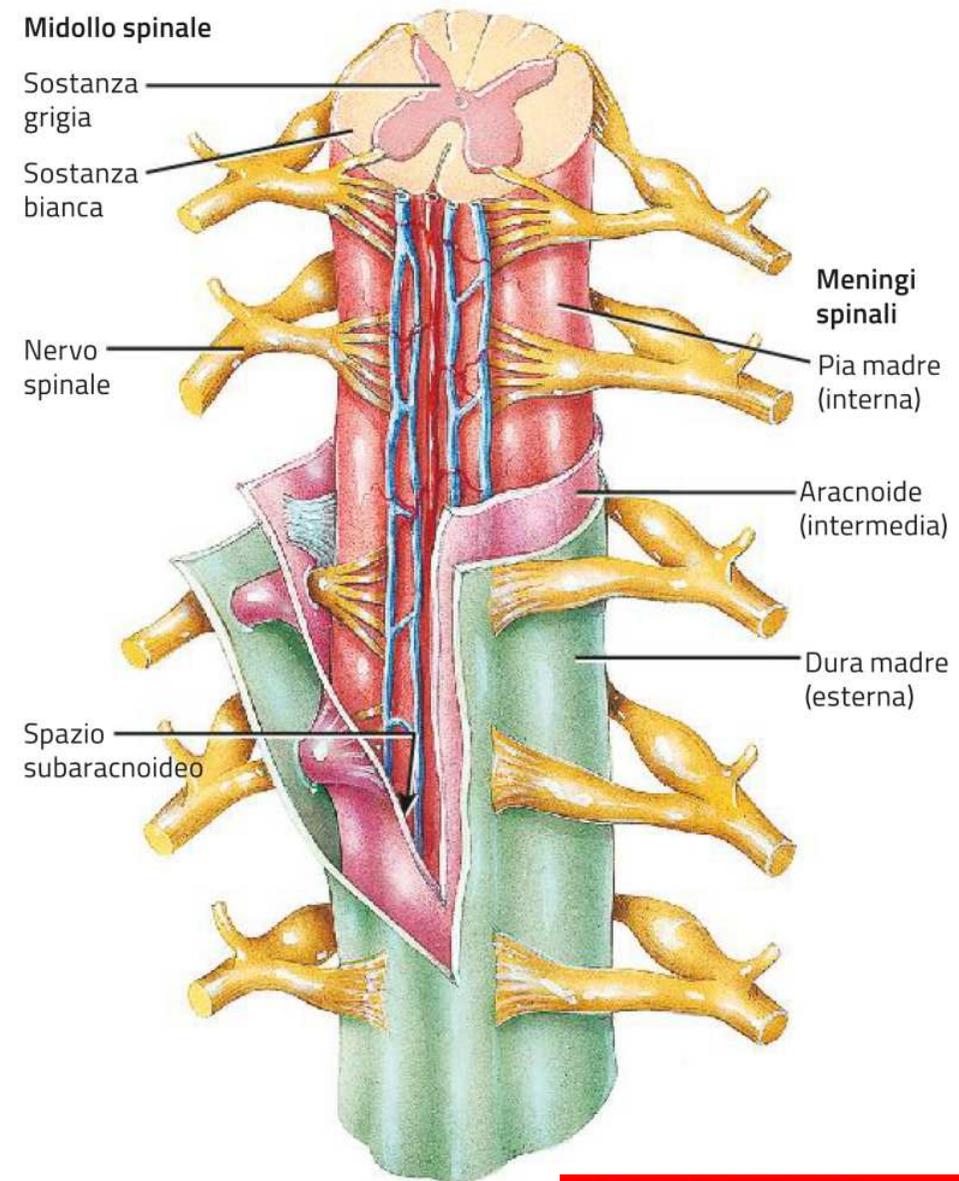
# Il cervello umano



# Le meningi

L'encefalo e il midollo spinale sono avvolti da tre membrane di tessuto connettivo, dette **meningi**:

- *dura madre*;
- *aracnoide*;
- *pia madre*.



**ZANICHELLI**

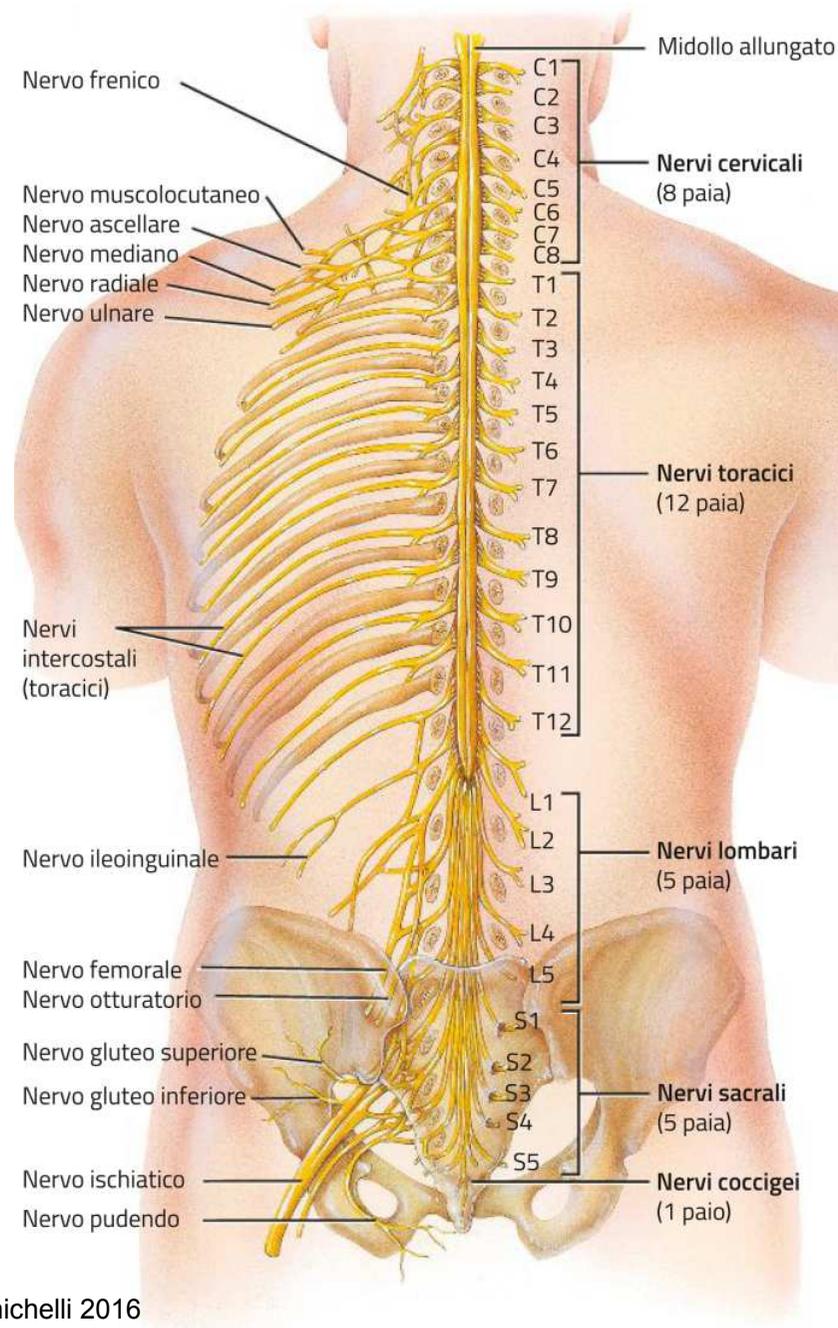
# Il midollo spinale e i nervi spinali

Il **midollo spinale** è un cordone cilindrico da cui emergono i nervi spinali che raggiungono diverse parti del corpo.

I **nervi spinali** sono *nervi misti* e contengono:

- una **componente afferente**, che trasmette informazioni dirette al SNC;
- una **componente efferente**, che comunica con i muscoli e le ghiandole.

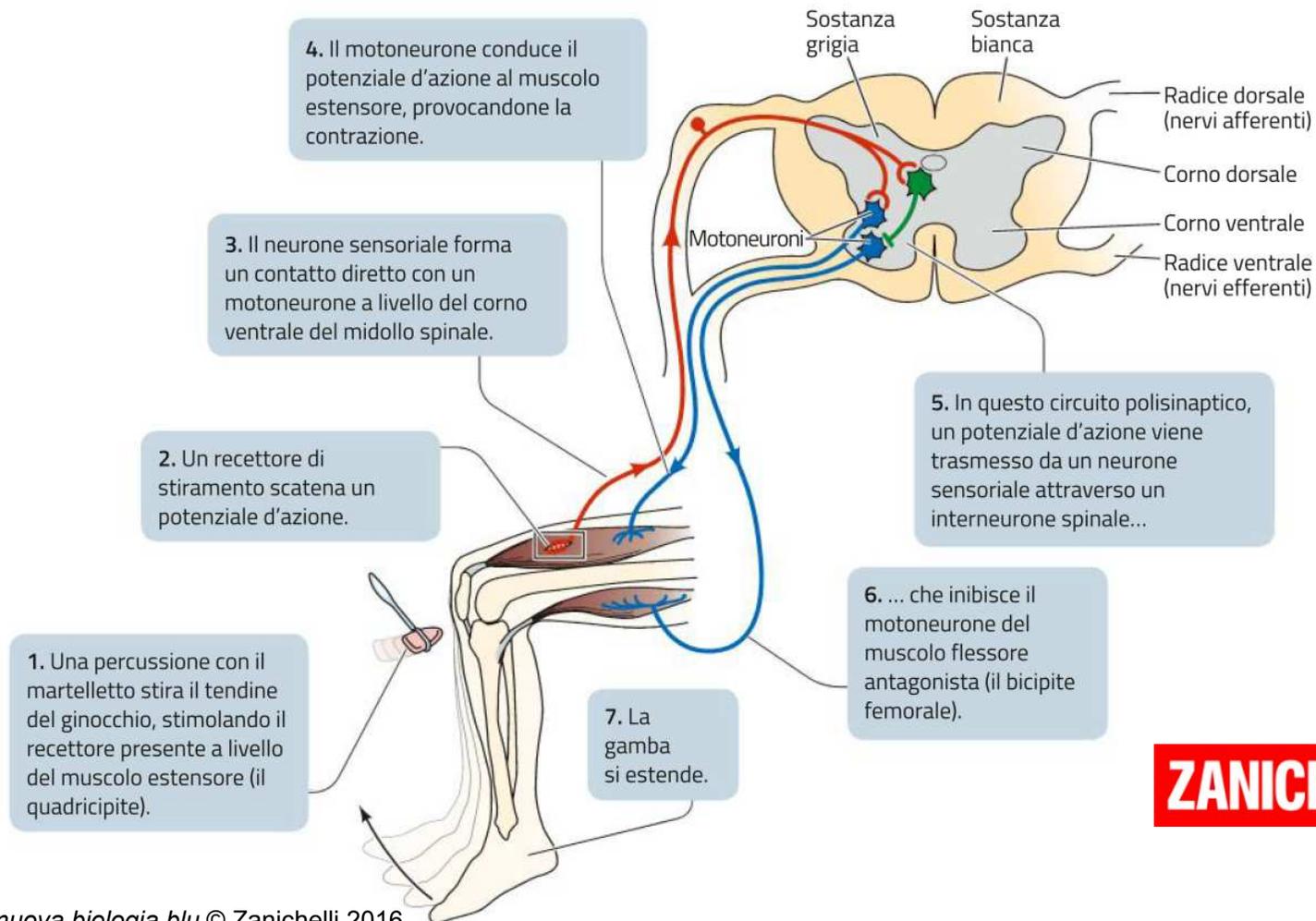
# Il midollo spinale e i nervi spinali



**ZANICHELLI**

# I riflessi spinali

Il midollo spinale può generare risposte involontarie, come nel caso del **riflesso rotuleo o patellare**.



**ZANICHELLI**

# Il sistema nervoso periferico (SNP)

Il SNP comprende i *nervi* e i *gangli* ed è formato da due componenti funzionalmente diverse:

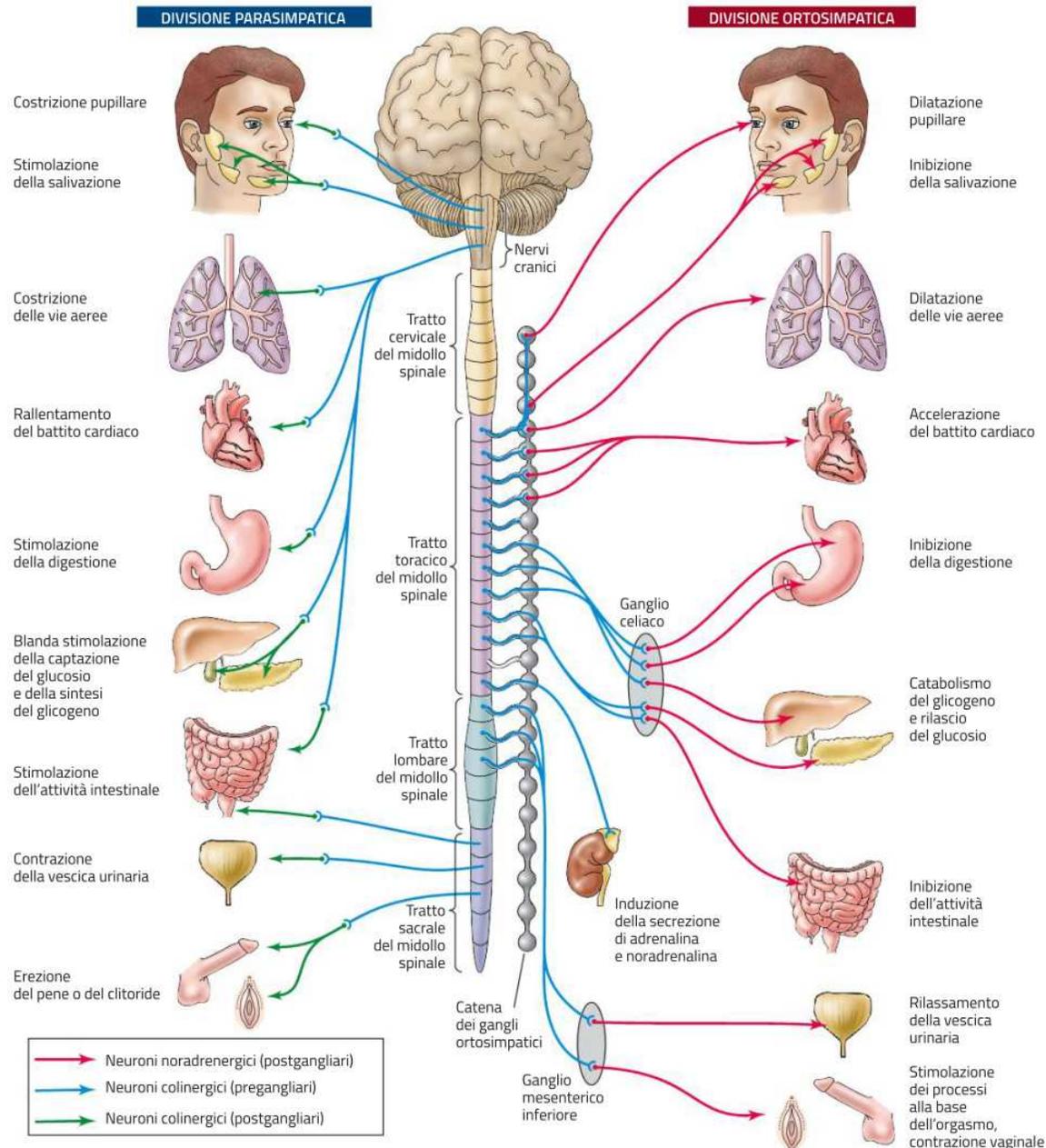
- il **sistema nervoso somatico** costituito da *neuroni sensoriali*, che trasmettono le informazioni percepite, e da *neuroni motori*, che producono movimenti volontari;
- il **sistema nervoso autonomo** che controlla le funzioni involontarie.

# Il sistema nervoso autonomo (SNA)

Il SNA comprende due gruppi di neuroni che costituiscono due suddivisioni con azioni antagoniste sugli organi effettori:

- la **divisione ortosimpatica** (o *simpatica*);
- la **divisione parasimpatica**.

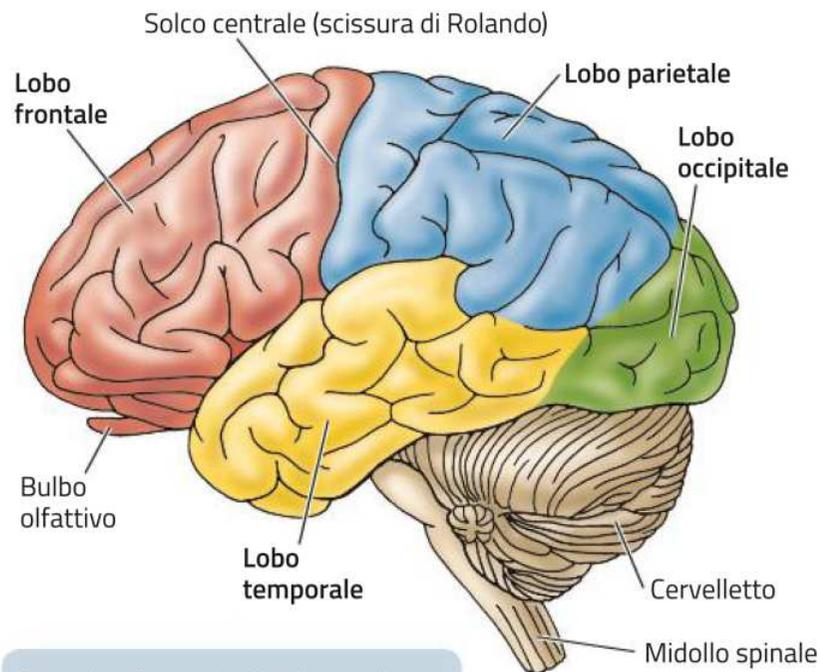
# Il sistema nervoso autonomo



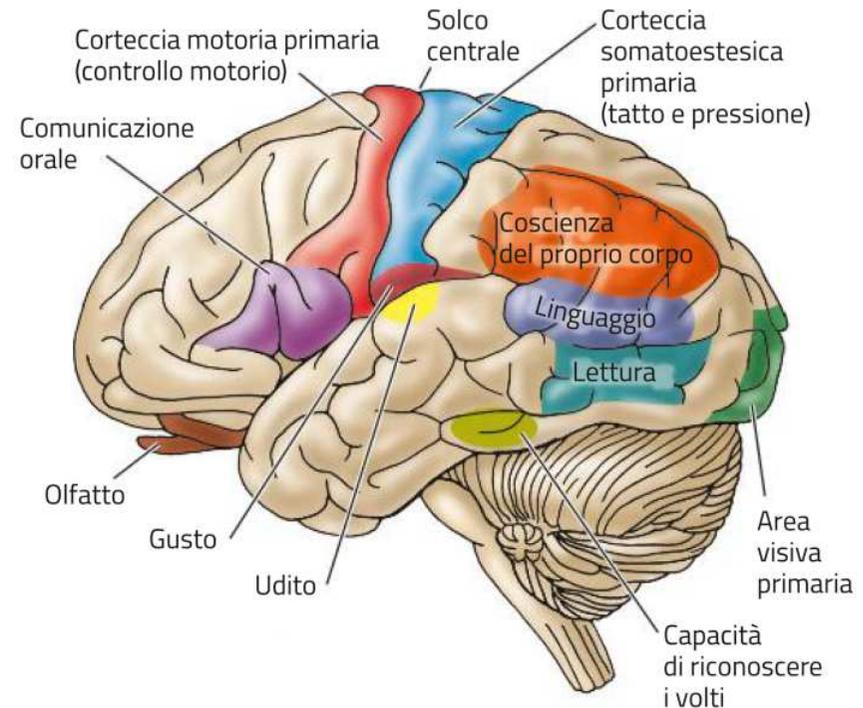
**ZANICHELLI**

# La corteccia cerebrale

La corteccia cerebrale è suddivisa tramite solchi in **lobi** ed è coinvolta nelle funzioni superiori del sistema nervoso.



La corteccia cerebrale, altamente circonvoluta, riveste tutte le altre strutture prosencefaliche.



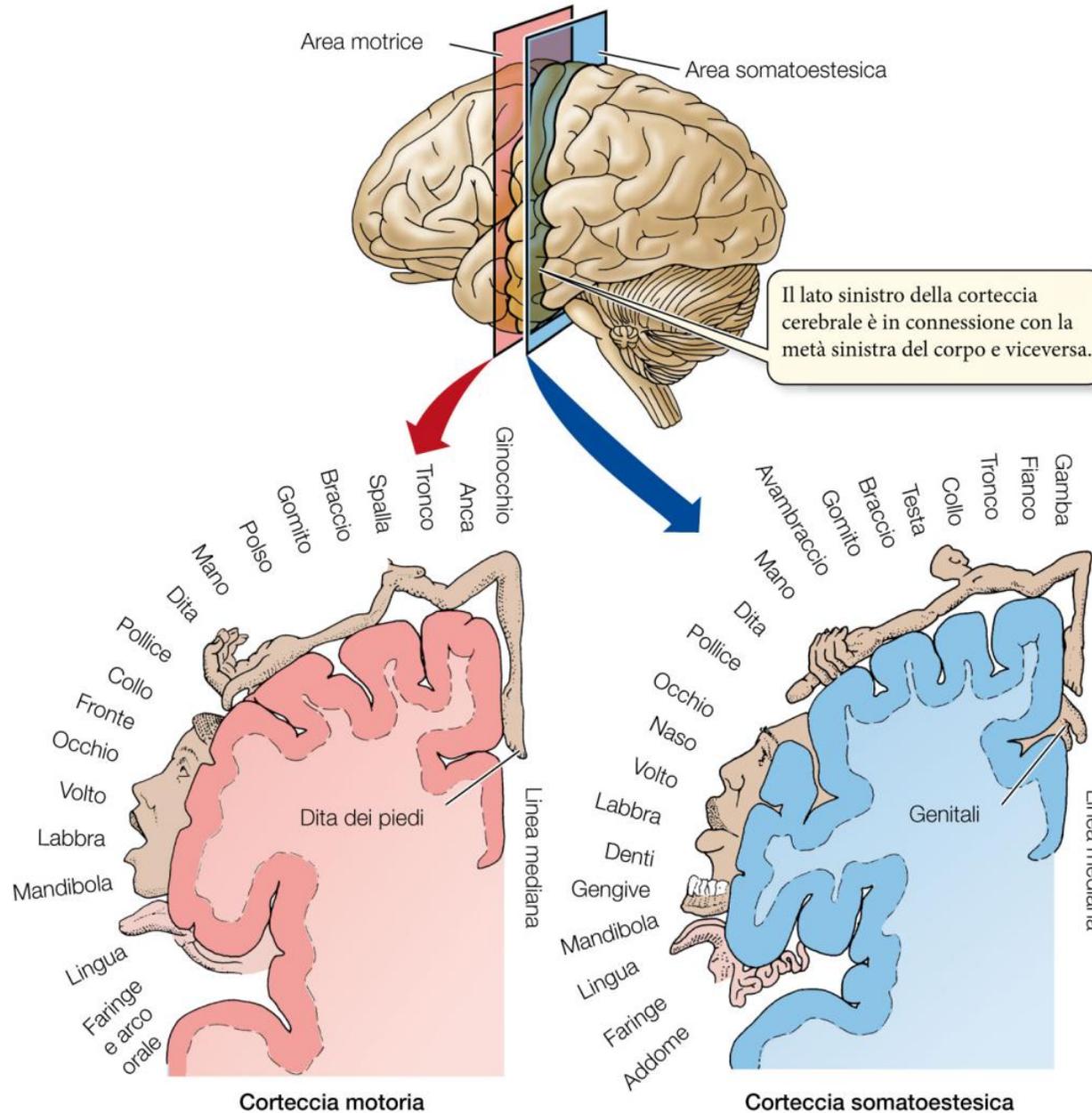
**ZANICHELLI**

# Lobo frontale e lobo parietale

I lobi frontale e parietale dello stesso emisfero sono separati da un solco chiamato *scissura di Rolando* che divide due aree precise:

- la **corteccia motoria** primaria, nel lobo frontale, che controlla l'attività dei muscoli;
- la **corteccia somatoestesica primaria**, nel lobo parietale, che raccoglie tutte le informazioni tattili e pressorie.

# Lobo frontale e lobo parietale



# Patologie del sistema nervoso

Il SN è soggetto a diverse patologie che compromettono funzioni cognitive e motorie, come:

- la **sclerosi multipla**;
- la **sclerosi laterale amiotrofica (SLA)**;
- la **demenza di Alzheimer**;
- la **malattia di Parkinson**;
- i **tumori cerebrali**.

# Il Sistema Nervoso



# Il Sistema Nervoso

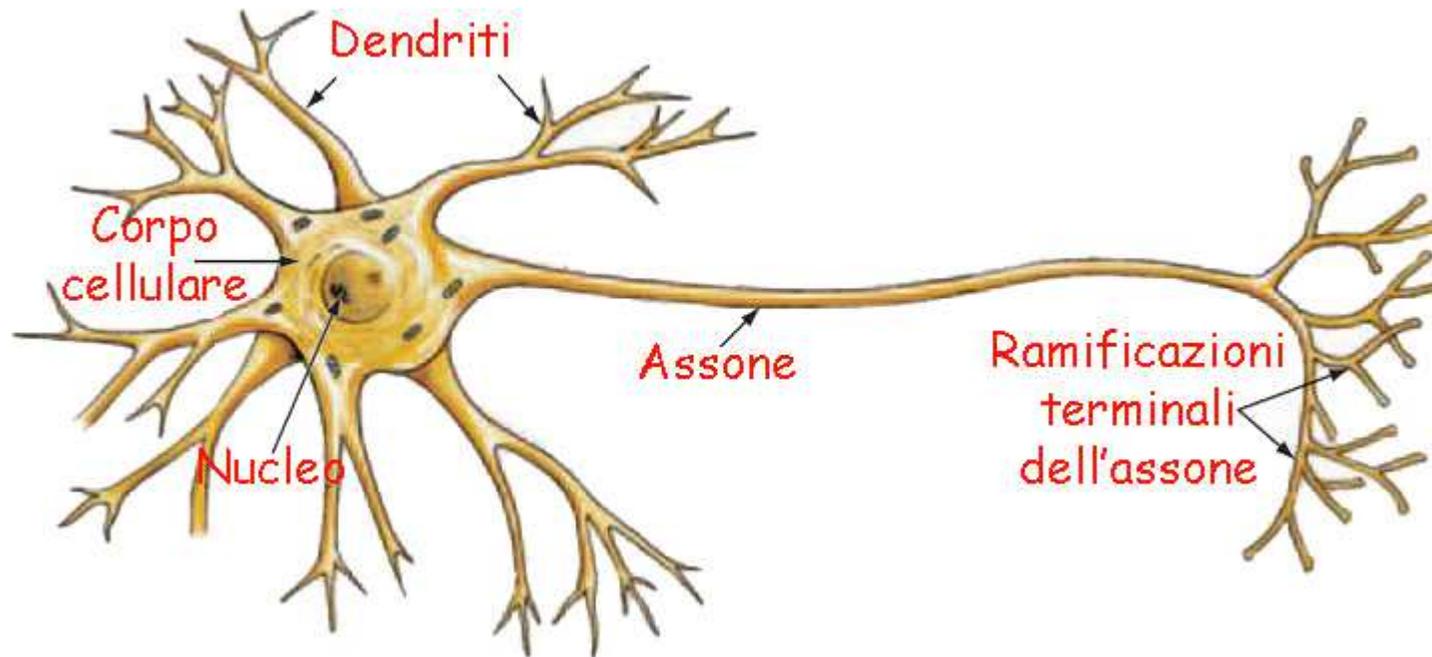
Il Sistema Nervoso coordina le attività della vita di relazione e svolge le seguenti funzioni:

- riceve stimoli ed elabora risposte;
- memorizza informazioni;
- elabora ragionamenti.



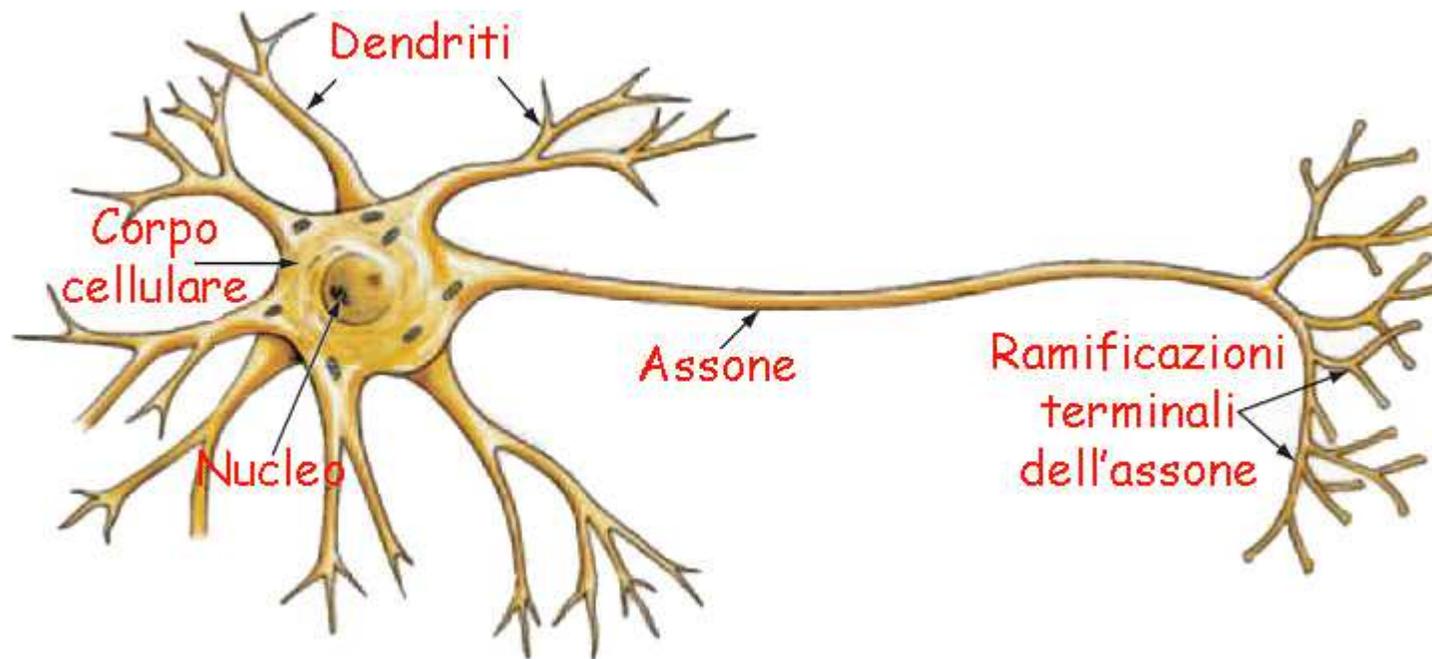
# Il Sistema Nervoso

L'unità fondamentale del sistema nervoso è il **neurone** una speciale cellula che trasmette gli impulsi nervosi.



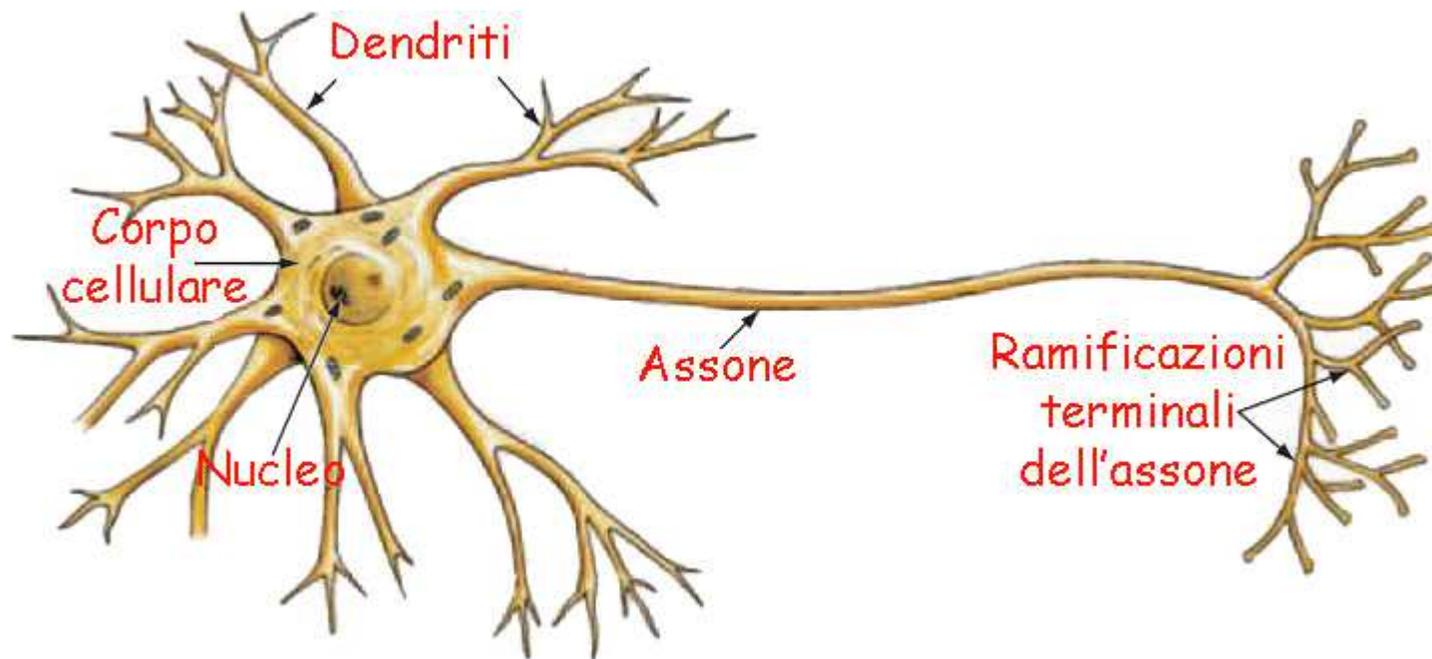
# Il Sistema Nervoso

Il neurone è formato dal corpo cellulare che contiene il **nucleo** e dai prolungamenti, il più lungo è **l'assone**, quelli più corti i **dendriti**; l'assone è protetto da una guaina.



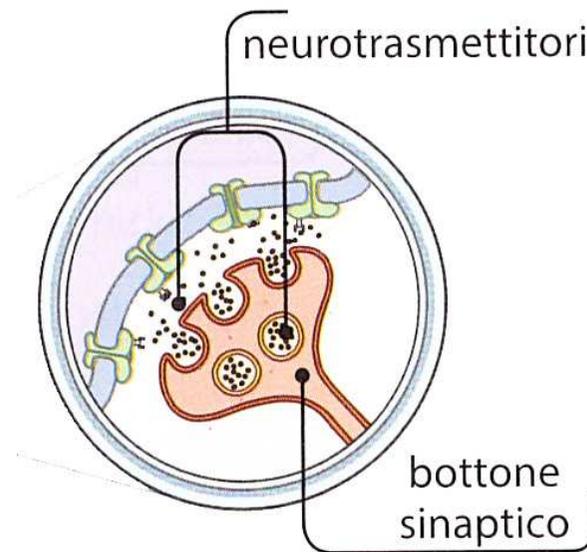
# Il Sistema Nervoso

Il neurone riceve gli stimoli attraverso i dendriti mentre attraverso l'assone invia gli impulsi ad altre cellule.



# Il Sistema Nervoso

La **sinapsi** è una struttura altamente specializzata che consente la comunicazione delle cellule del tessuto nervoso tra loro (neuroni) o con altre cellule (cellule muscolari, sensoriali o ghiandole endocrine).



# Il Sistema Nervoso

A microscopic image of neurons, showing their cell bodies (soma) and branching processes (dendrites and axons) in a light blue and white color scheme. The neurons are interconnected, forming a complex network.

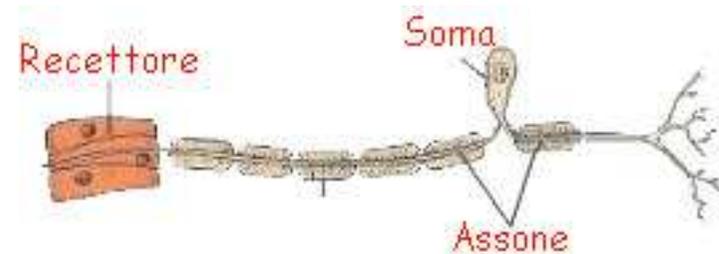
Il sistema nervoso è costituito da miliardi di neuroni che hanno come caratteristiche fondamentali:

- l'eccitabilità (reagiscono agli stimoli);
- la conducibilità (trasmettono gli impulsi).

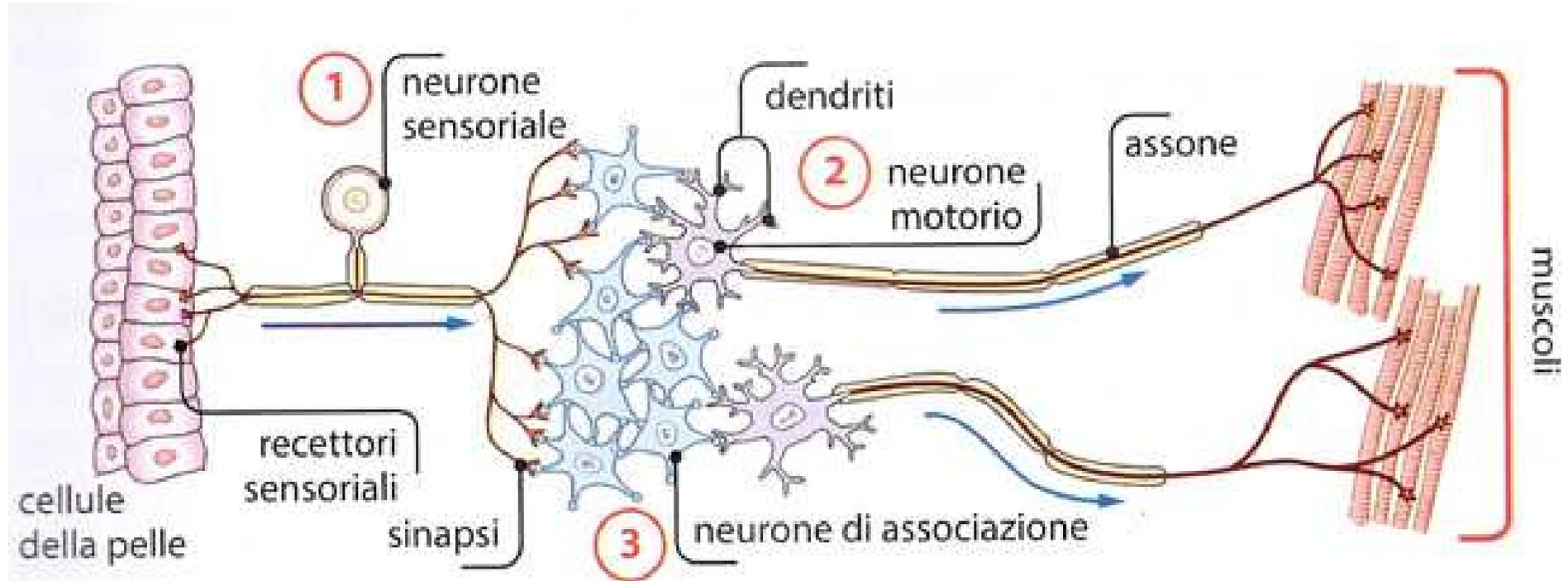
# Il Sistema Nervoso

In base alla loro funzione i neuroni si suddividono in:

- neuroni sensoriali
- neuroni motori
- neuroni di associazione

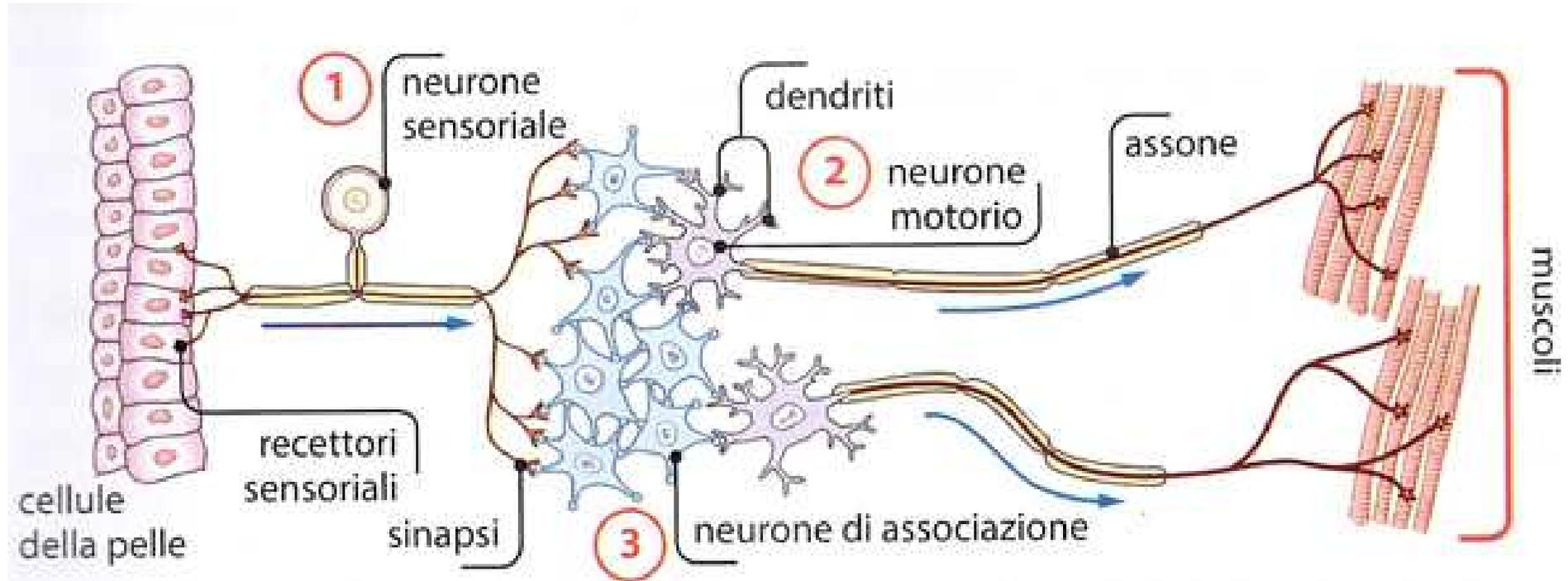


# Il Sistema Nervoso



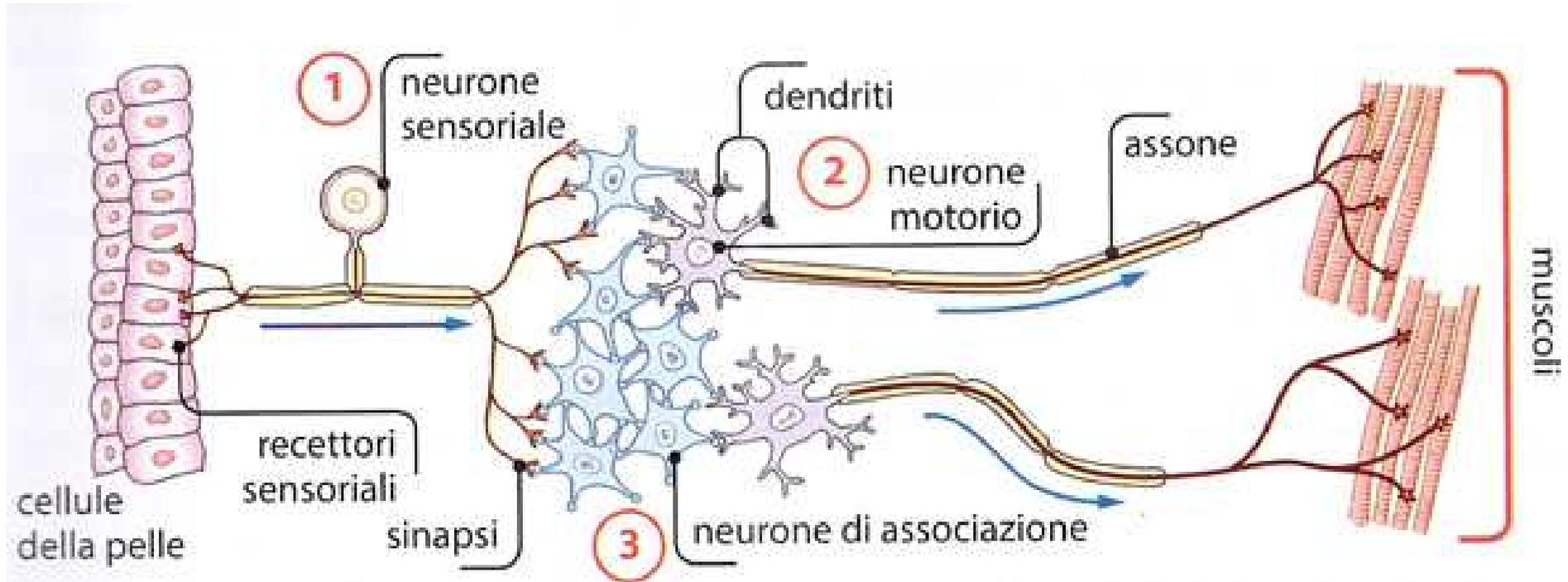
1. **Neuroni sensoriali:** trasmettono al sistema nervoso gli stimoli provenienti dall'esterno o da un organo interno.

# Il Sistema Nervoso



2. **Neuroni motori:** trasmettono impulsi elettrici dal sistema nervoso a muscoli e ghiandole.

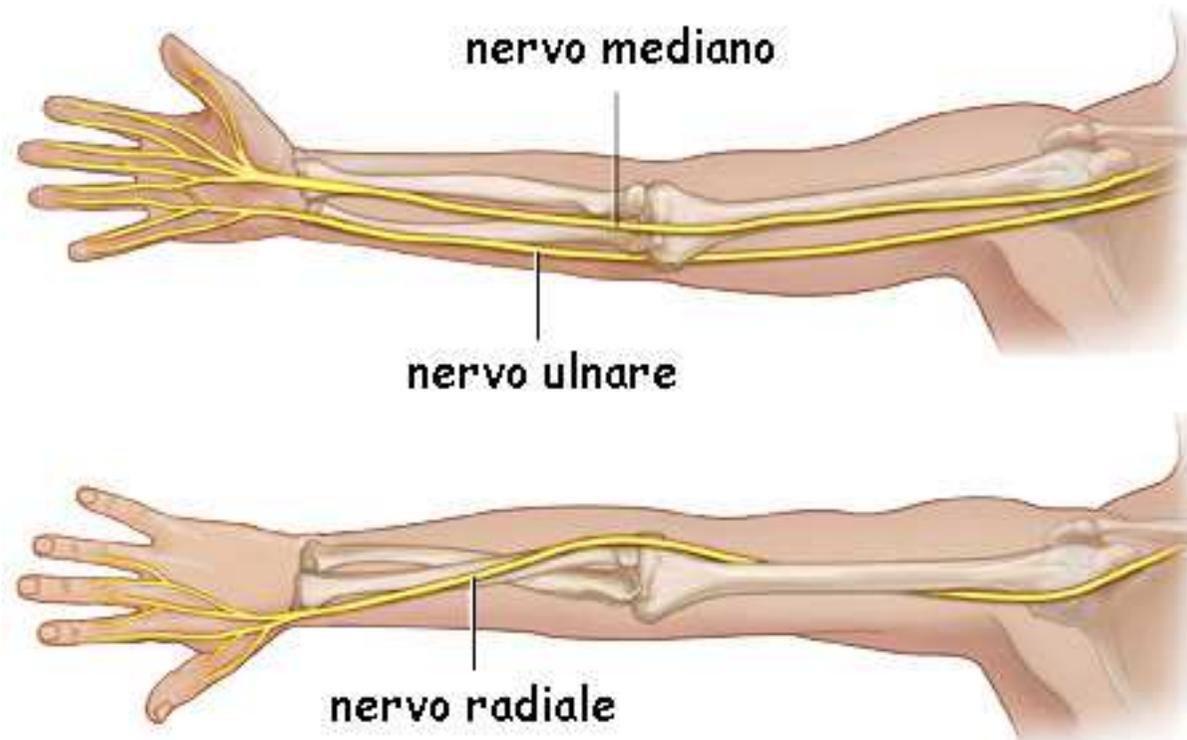
# Il Sistema Nervoso



- 3. Neuroni di associazione:** elaborano l'informazione e collegano i neuroni sensoriali con quelli motori.

# Il Sistema Nervoso

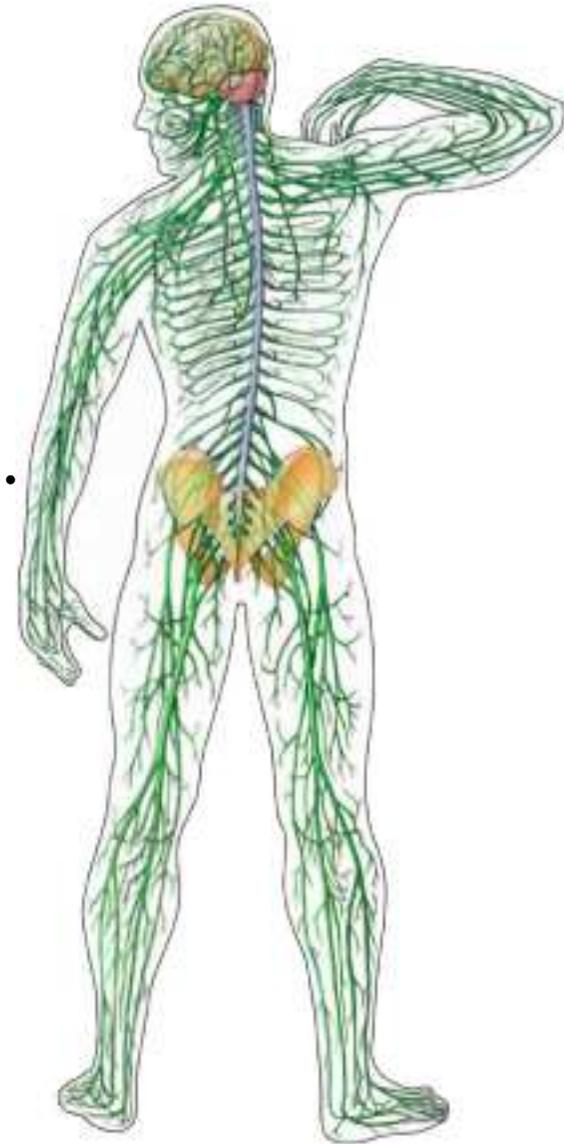
Gli assoni di più neuroni sono riuniti in un fascio e formano così un **nervo**.



# Il Sistema Nervoso

Il sistema nervoso dell'uomo si compone di due parti:

- Sistema Nervoso Centrale
- Sistema Nervoso Periferico.



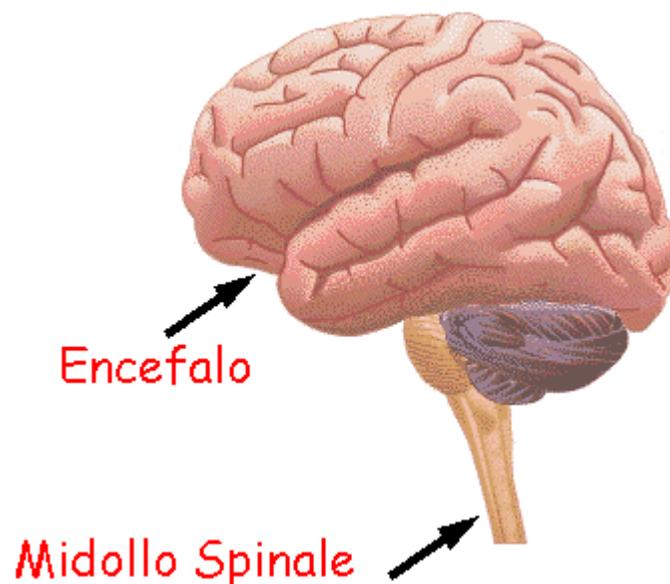
# Sistema Nervoso Centrale

Il sistema nervoso centrale è costituito dall'**encefalo** (racchiuso nella scatola cranica) e dal **midollo spinale** (racchiuso nel canale vertebrale all'interno della colonna vertebrale); è formato principalmente da neuroni di collegamento.



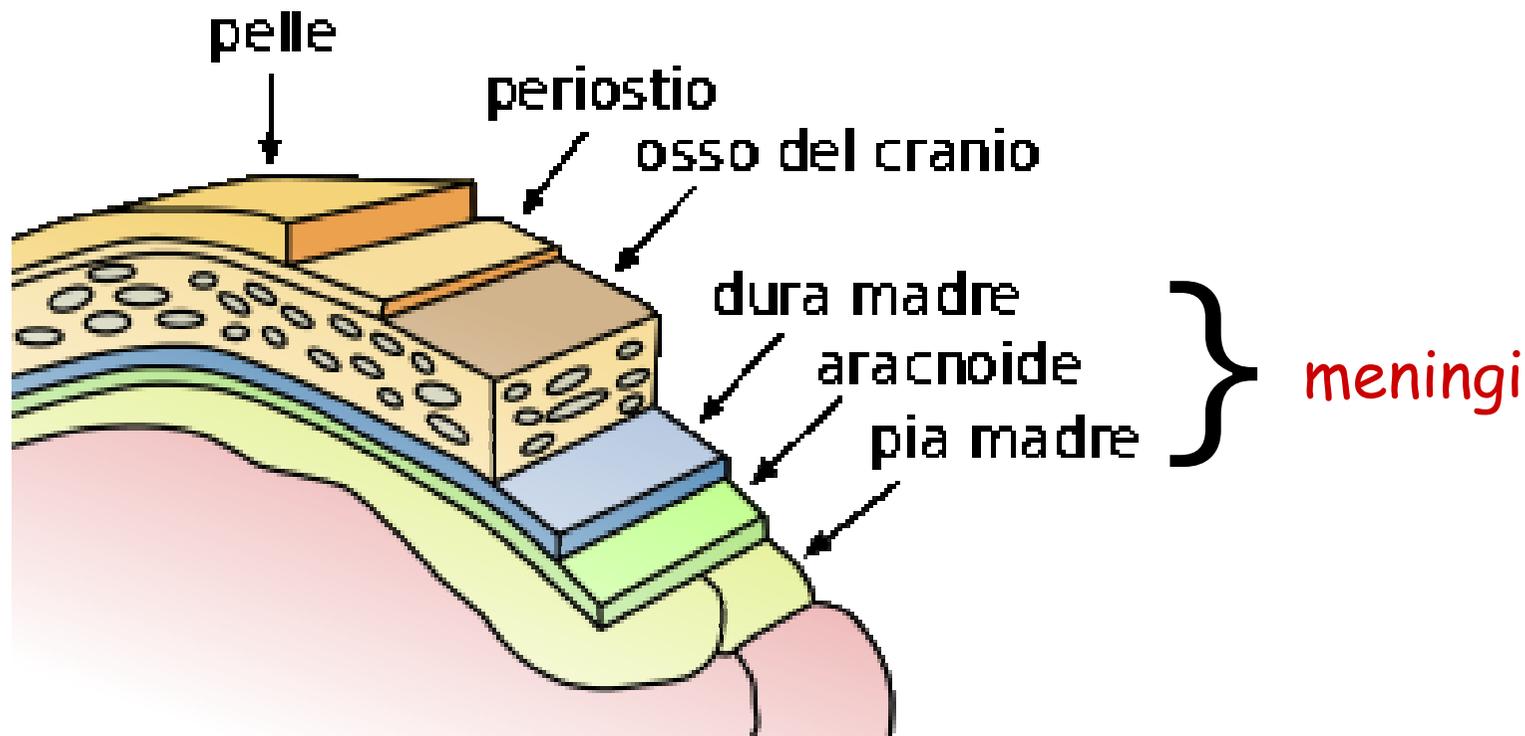
# Sistema Nervoso Centrale

Il suo compito è di identificare, interpretare e integrare gli impulsi che arrivano dai neuroni sensoriali, generare una risposta adeguata e trasmetterla ai neuroni motori. È anche la sede dove si generano i ricordi e i pensieri.



# Sistema Nervoso Centrale

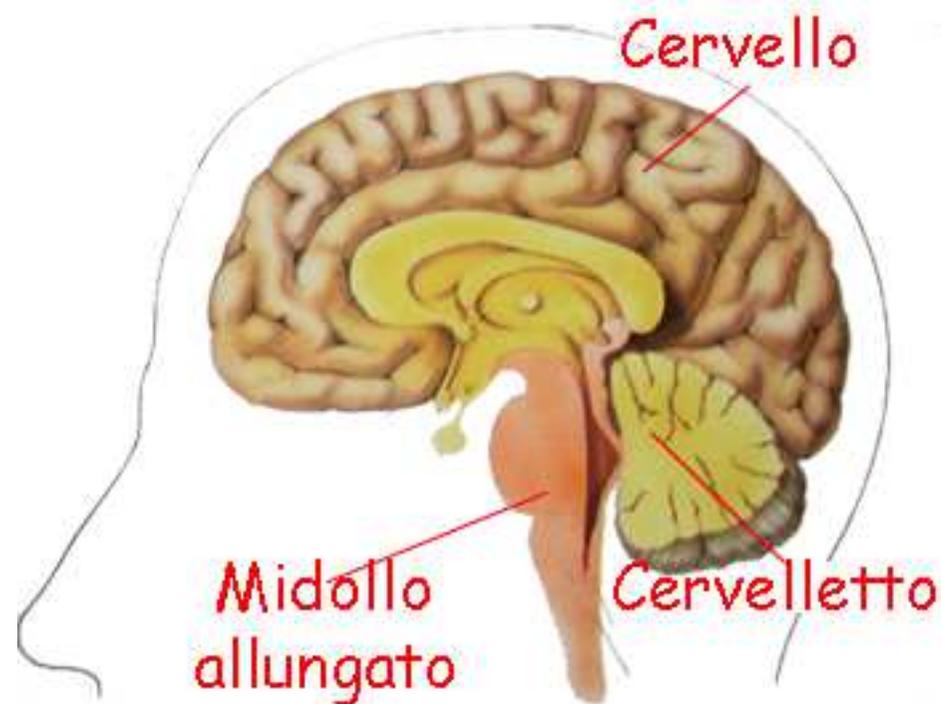
L'encefalo e il midollo spinale sono protetti da tre membrane chiamate **meningi**.



# Sistema Nervoso Centrale

## *Encefalo*

L'encefalo è formato dal *cervello*, dal *cervelletto* e dal *midollo allungato* (o *bulbo*).

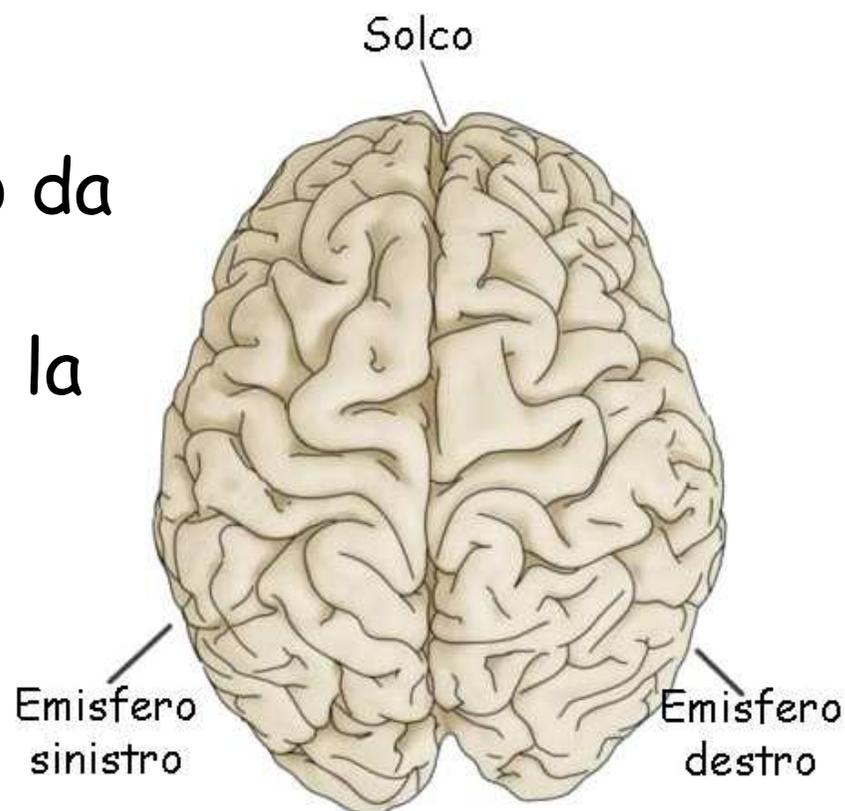


# Sistema Nervoso Centrale

## *Cervello*

Il cervello è diviso in due da un solco nei due emisferi destro e sinistro.

Ogni emisfero è percorso da pieghe (**circonvoluzioni cerebrali**) che aumentano la superficie del cervello.



# Sistema Nervoso Centrale

## Encefalo

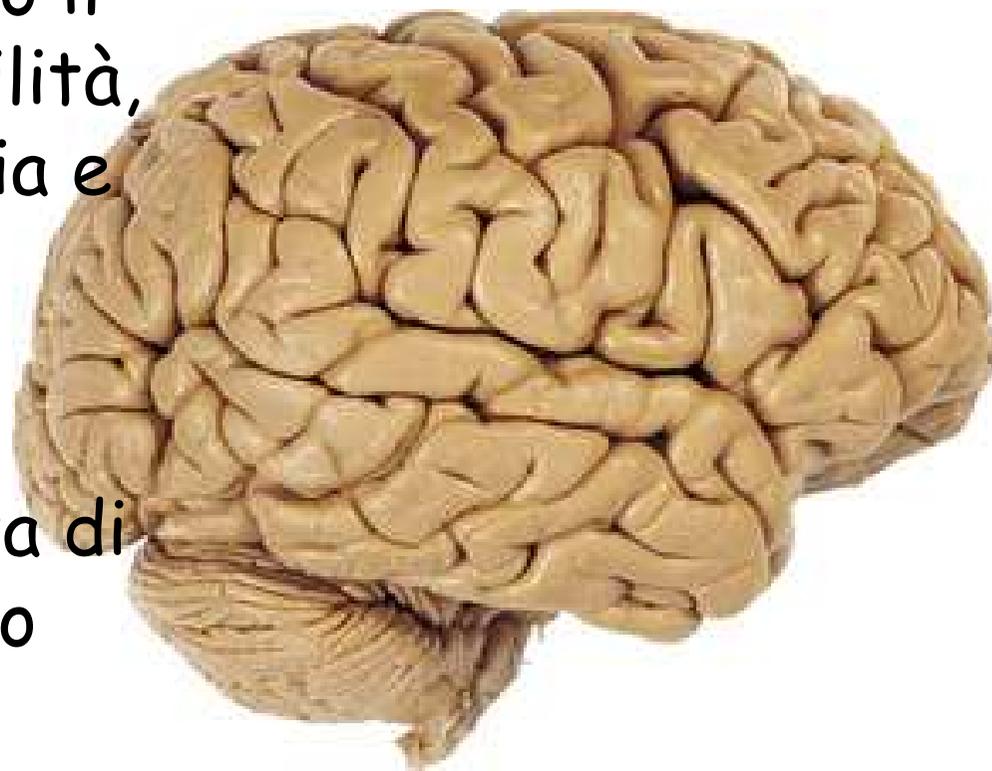
Sotto il solco c'è un insieme di fibre, il **corpo calloso**, che collega tra loro i due emisferi. La parte più esterna, scura del cervello è chiamata **corteccia cerebrale**.



# Sistema Nervoso Centrale

## *Encefalo*

La corteccia contiene i centri che controllano il movimento, la sensibilità, il pensiero, la memoria e tutte le funzioni più elevate dell'apprendimento e che consentono la vita di relazione con il mondo esterno.



# Sistema Nervoso Centrale

## Memoria

La **memoria** è la capacità del cervello di conservare informazioni, nel breve, medio e lungo termine.

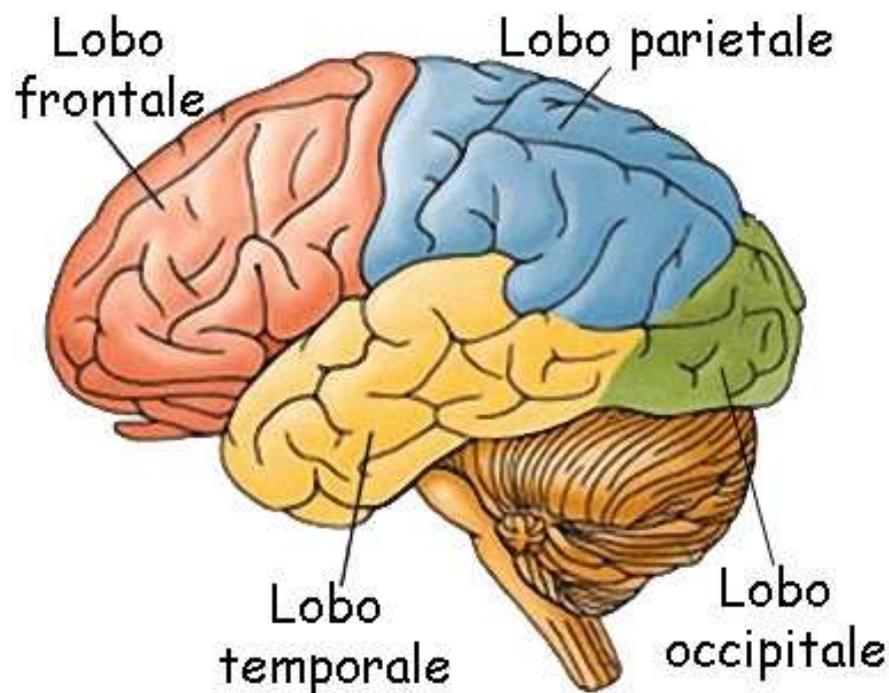
Esistono due tipi di memoria: quella a breve termine e quella a lungo termine.



# Sistema Nervoso Centrale

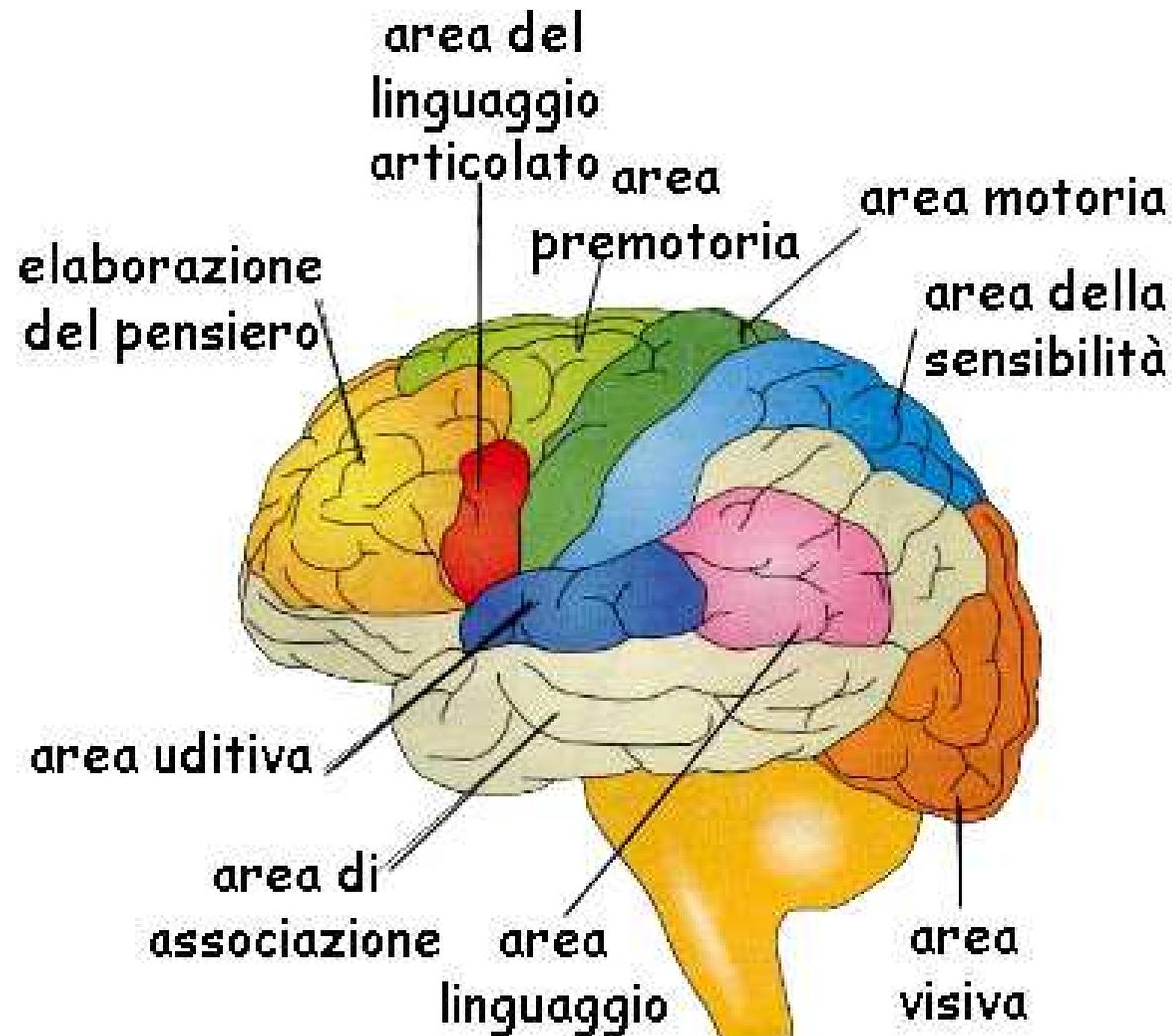
## *Cervello*

Il cervello viene suddiviso in quattro grandi aree, chiamate **lobi**, ognuna delle quali presiede a funzioni specifiche e differenziate.



# Sistema Nervoso Centrale

## *Cervello*



# Sistema Nervoso Centrale

## *Cervello*

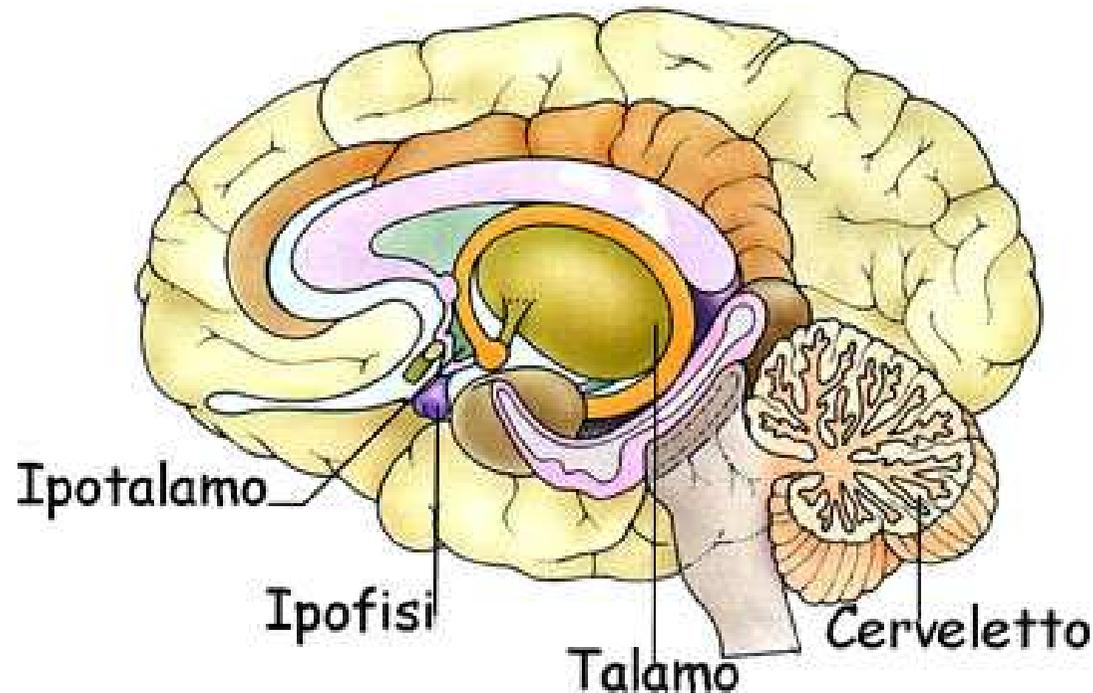
Il **diencefalo** è la parte più interna del cervello; controlla ed elabora gli stimoli provenienti dall'interno del corpo, grazie a due importanti gruppi di neuroni che formano le aree del cervello chiamate **talamo** e **ipotalamo**.



# Sistema Nervoso Centrale

## *Cervello*

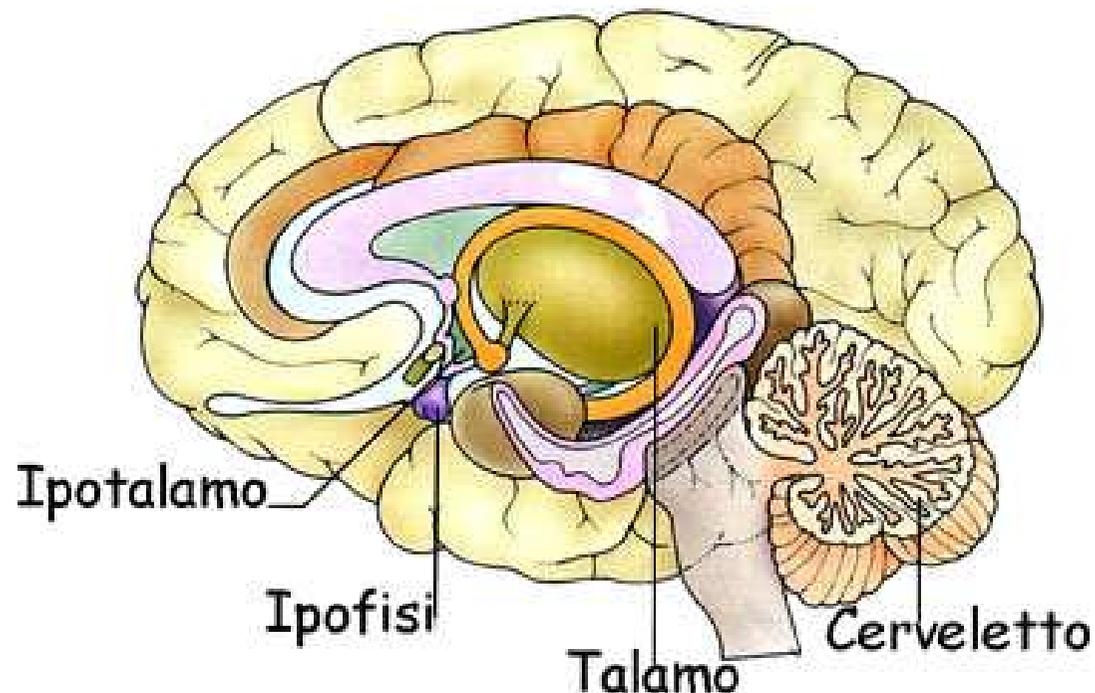
L'ipotalamo collega il sistema nervoso con quello endocrino, controllando la produzione di ormoni da parte della ghiandola **ipofisi**.



# Sistema Nervoso Centrale

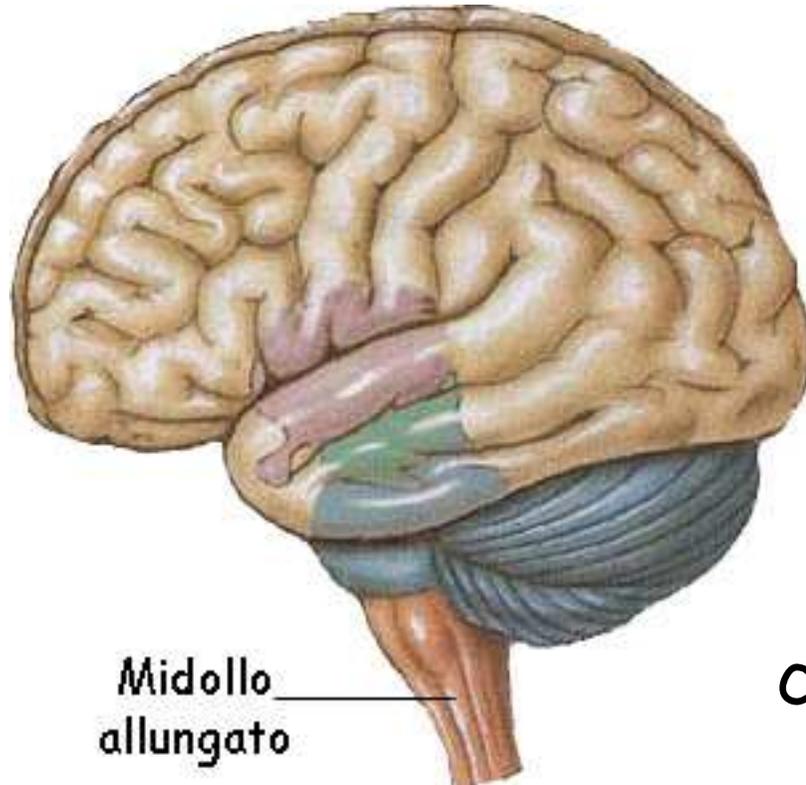
## *Cervelletto*

Il **cervelletto** è una formazione posta sotto gli emisferi cerebrali. Svolge funzioni di controllo dei movimenti volontari e del linguaggio.



# Sistema Nervoso Centrale

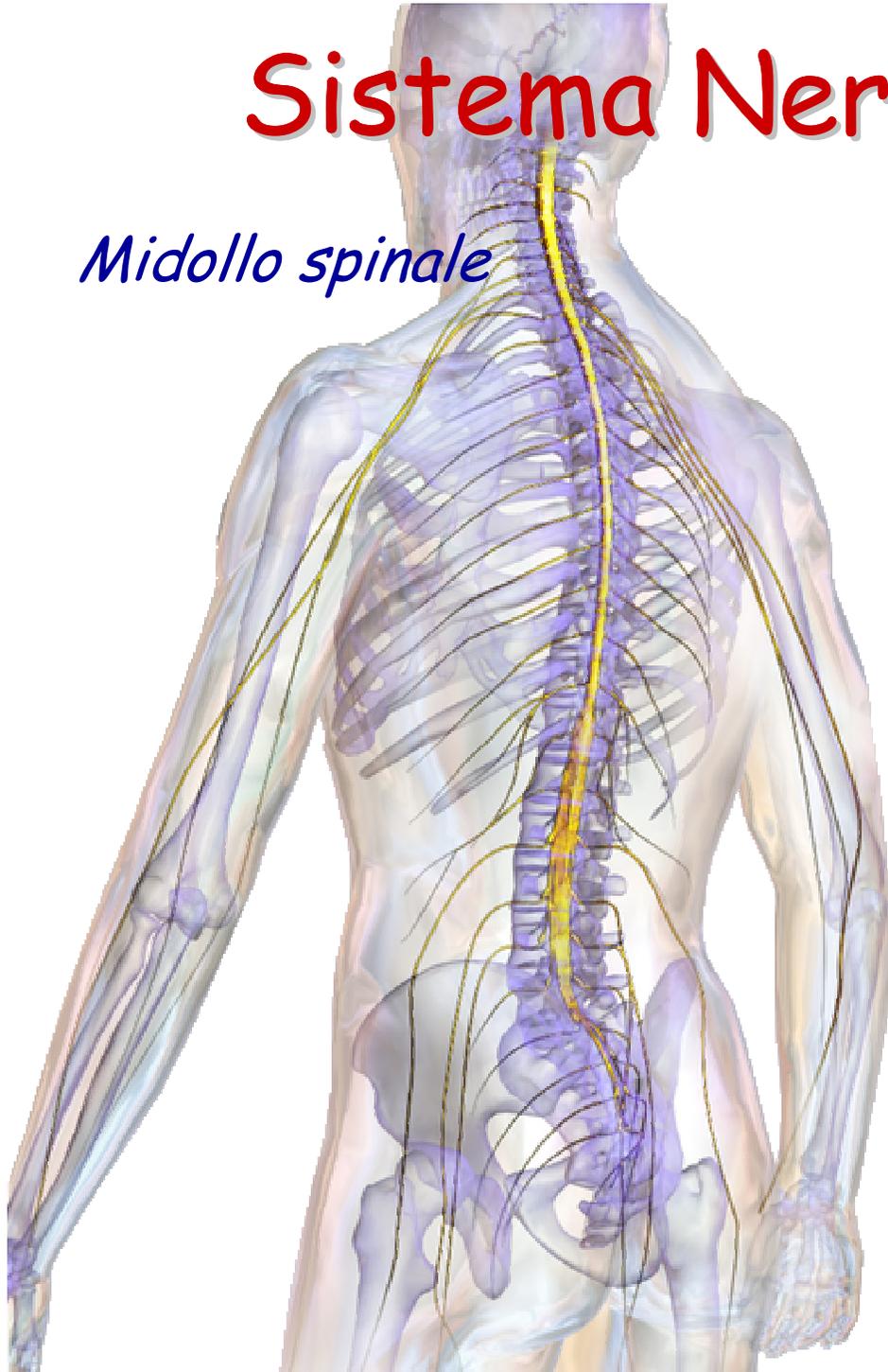
## *Midollo allungato*



Il **midollo allungato** (o **bulbo**) collega l'encefalo al midollo spinale e contiene importanti centri nervosi che regolano, tra l'altro, le attività cardiaca e respiratoria.

# Sistema Nervoso Centrale

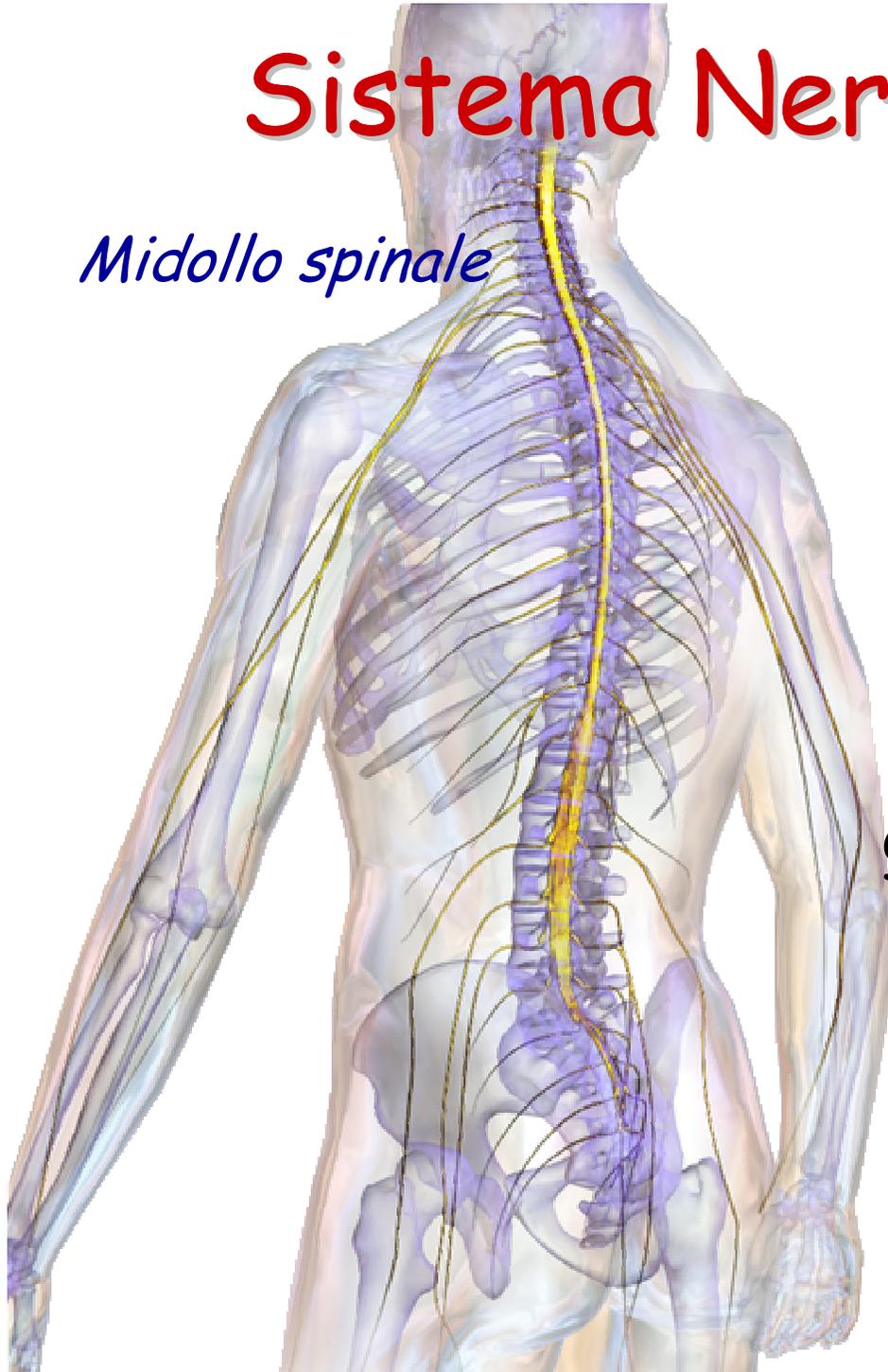
*Midollo spinale*



Il midollo allungato si prolunga verso il basso diventano **midollo spinale**, un cordone collocato all'interno della colonna vertebrale, che collega l'encefalo al sistema nervoso periferico.

# Sistema Nervoso Centrale

*Midollo spinale*



Il midollo spinale trasmette i comandi provenienti dall'encefalo e diretti ai muscoli e alle ghiandole ma ha anche una funzione propria, indipendente dall'encefalo.

# Sistema Nervoso Centrale

## *Midollo spinale*

Cosa succede se tocchi una pentola calda?

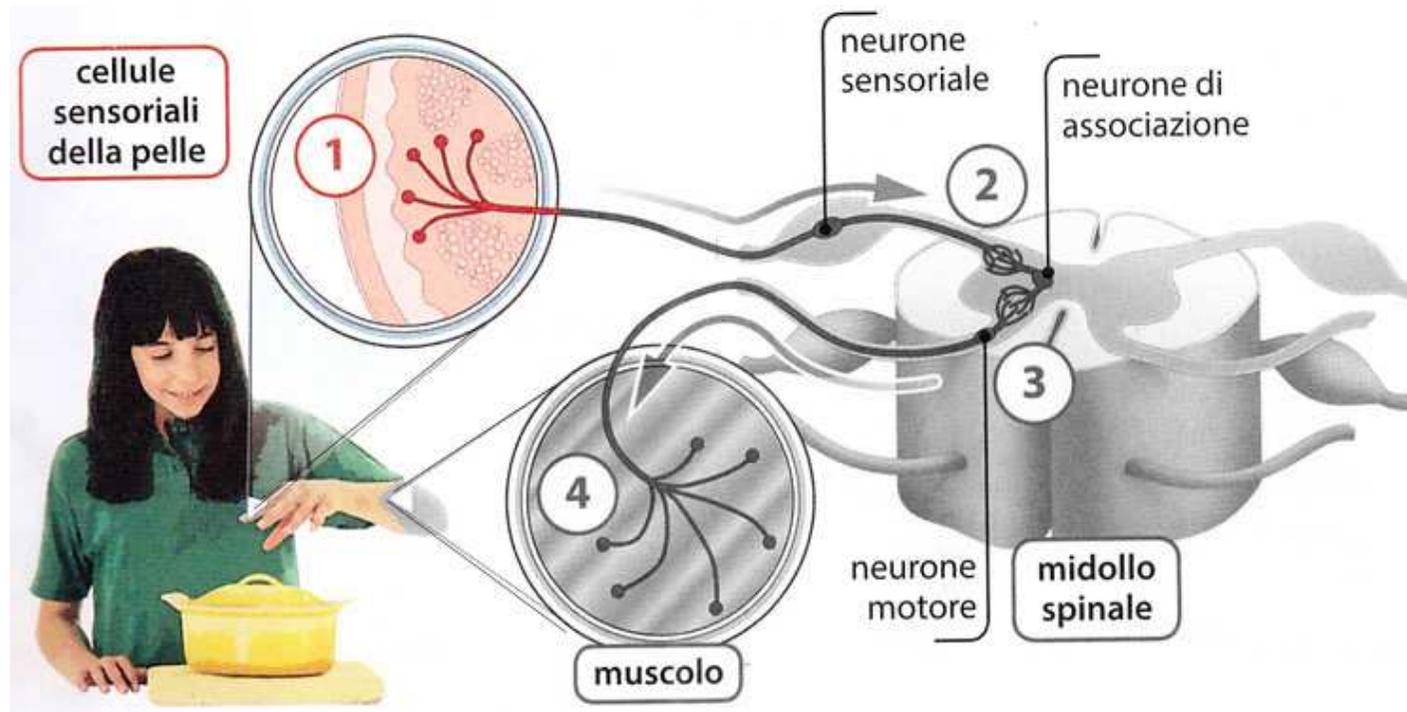
Prontamente ritrai la mano e lo fai in una frazione di secondo!



# Sistema Nervoso Centrale

## Midollo spinale

Ecco cosa è successo in una frazione di secondo:

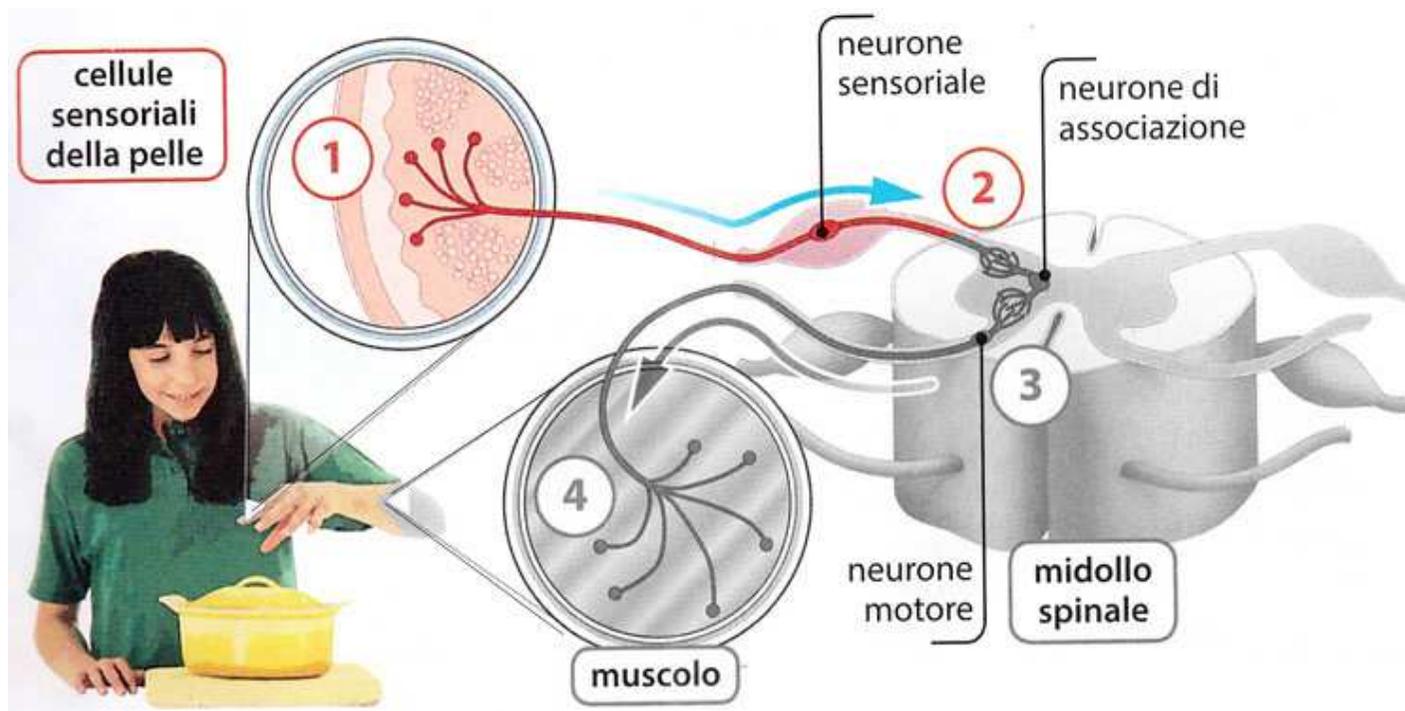


1. I ricettori della pelle ricevono gli stimoli esterni, in questo caso il forte calore.

# Sistema Nervoso Centrale

## *Midollo spinale*

Ecco cosa è successo in una frazione di secondo:

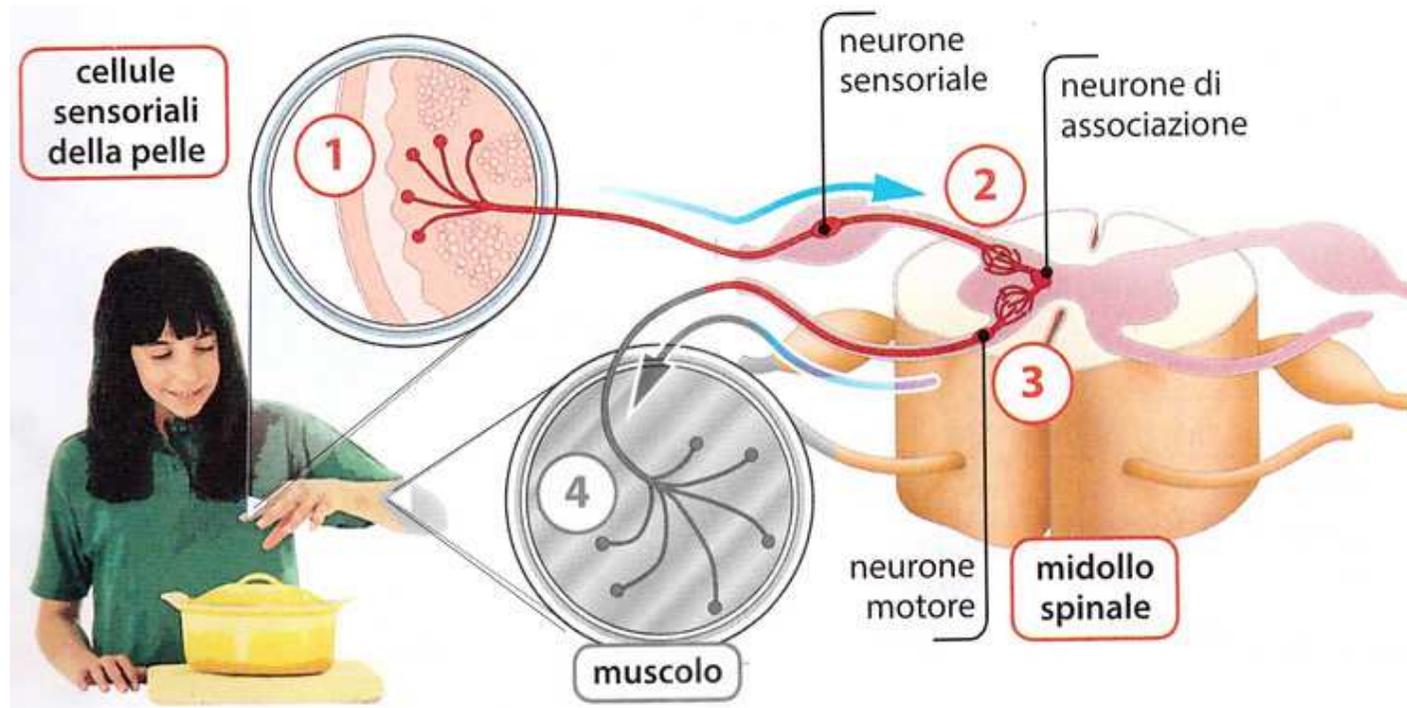


2. I ricettori trasmettono lo stimolo ai neuroni sensoriali del braccio che arrivano fino all'interno del midollo spinale.

# Sistema Nervoso Centrale

## Midollo spinale

Ecco cosa è successo in una frazione di secondo:

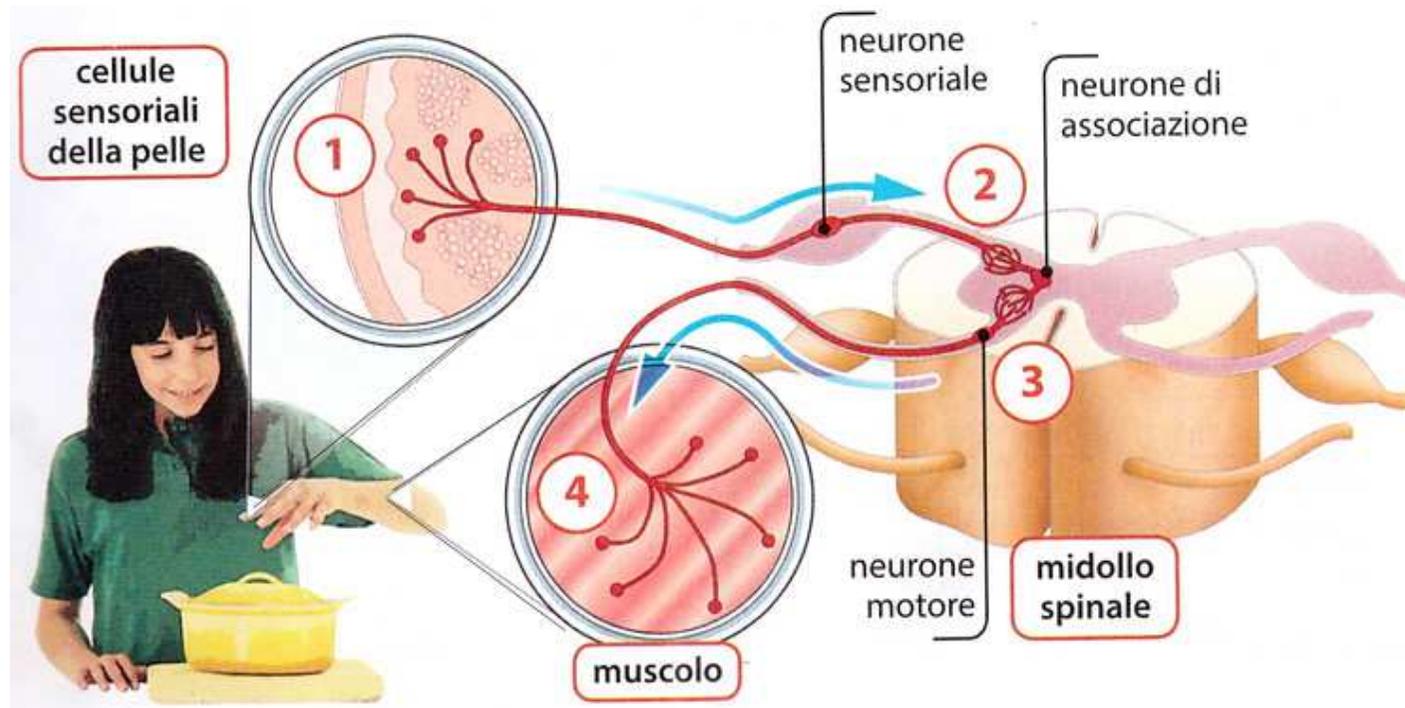


3. Qui l'impulso raggiunge un neurone di associazione che lo invia ai neuroni motori.

# Sistema Nervoso Centrale

## Midollo spinale

Ecco cosa è successo in una frazione di secondo:



4. Questi neuroni comandano ai muscoli del braccio di contrarsi togliendo così la mano dalla pentola!

# Sistema Nervoso Centrale

*Midollo spinale*



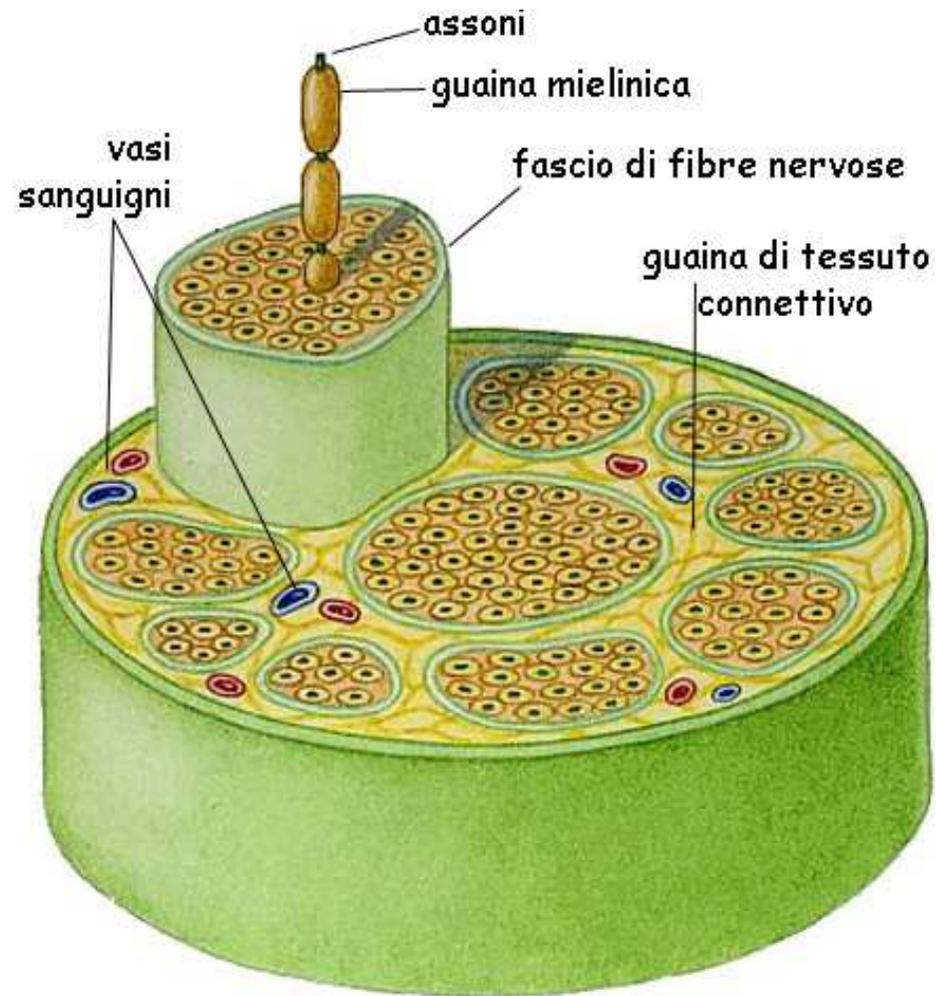
Queste reazioni rapidissime sono esempi di **riflessi spinali**, così chiamati perché lo stimolo e la risposta sono elaborati soltanto dal midollo spinale, senza passare per l'encefalo.

# Sistema Nervoso Periferico

Il sistema nervoso periferico è formato dai nervi che collegano il sistema nervoso centrale a tutti gli organi del corpo.



# Sistema Nervoso Periferico

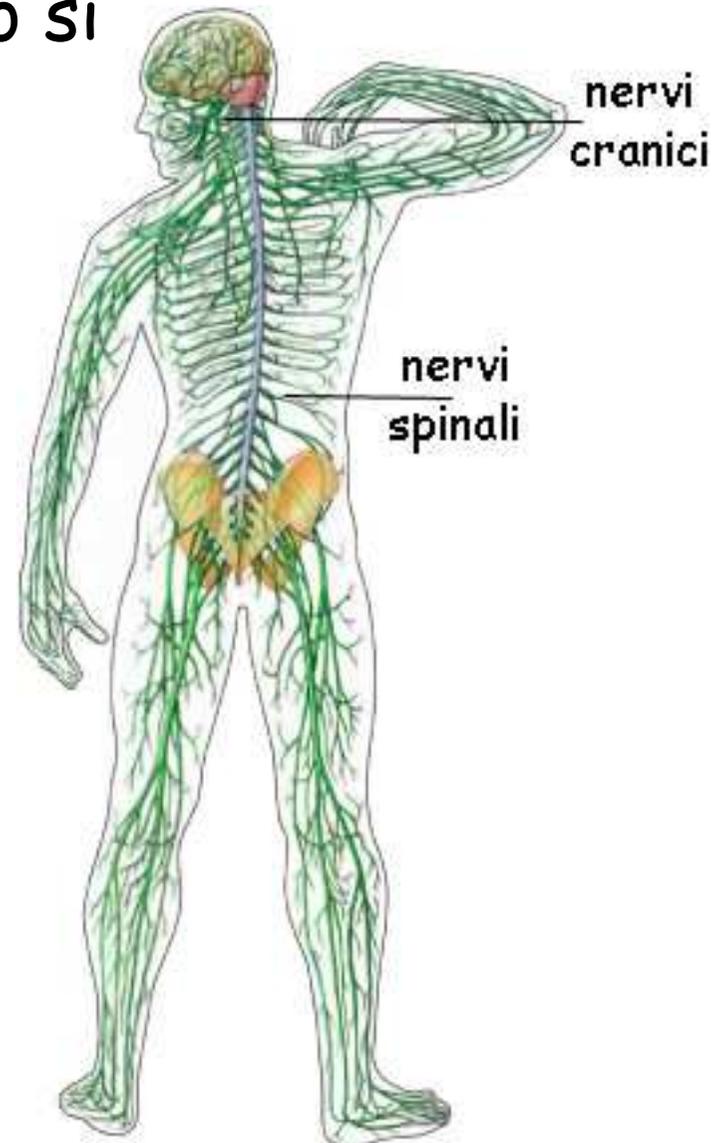


Struttura tipica di un nervo

# Sistema Nervoso Periferico

Il sistema nervoso periferico si può dividere in due parti:

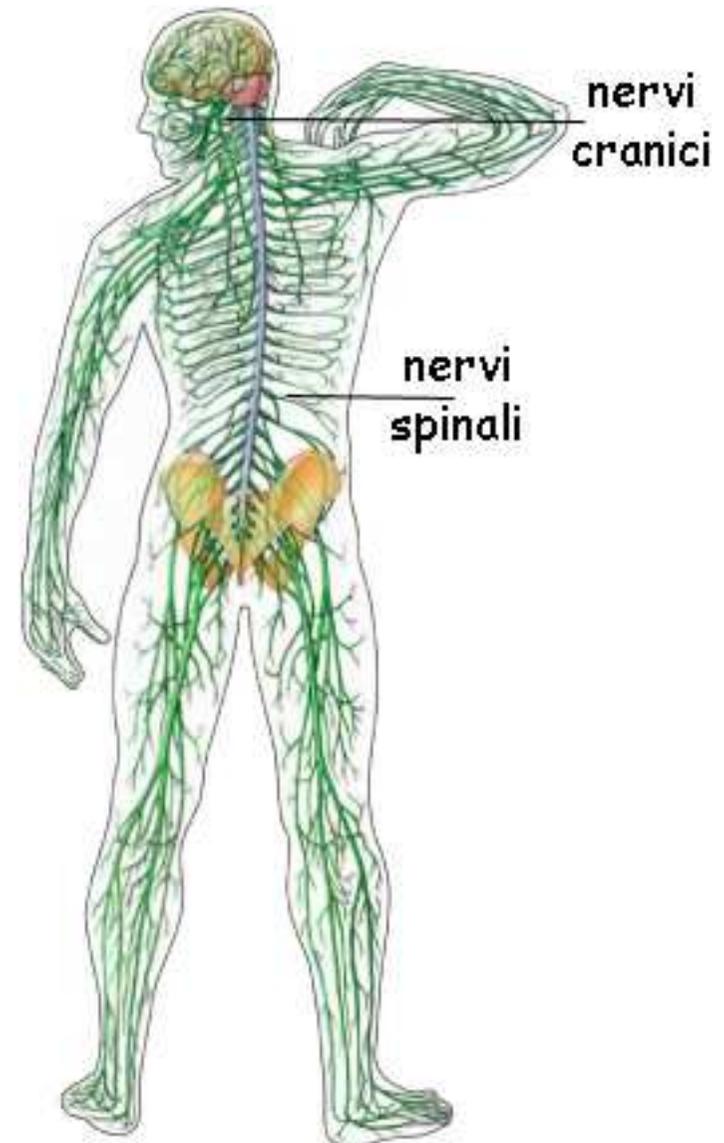
- Sistema nervoso somatico  
o volontario
- Sistema nervoso autonomo  
o vegetativo



# Sistema Nervoso Periferico

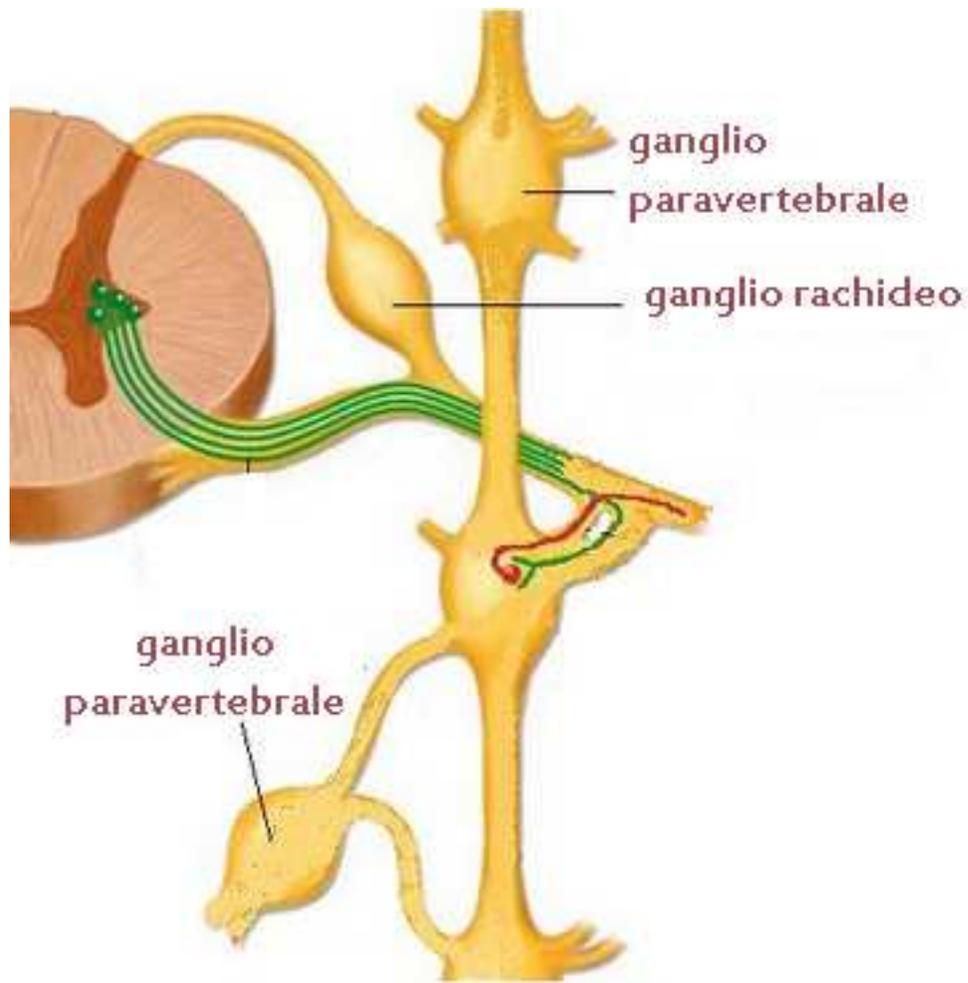
## *Sistema Nervoso Volontario*

Il sistema nervoso volontario è costituito dalle fibre nervose periferiche che inviano informazioni sensoriali al sistema nervoso centrale e dalle fibre nervose motorie che comandano la contrazione e la distensione dei muscoli scheletrici. È costituito dai **nervi cranici** (12 paia) e dai **nervi spinali** (31 paia).



# Sistema Nervoso Periferico

## *Sistema Nervoso Autonomo*

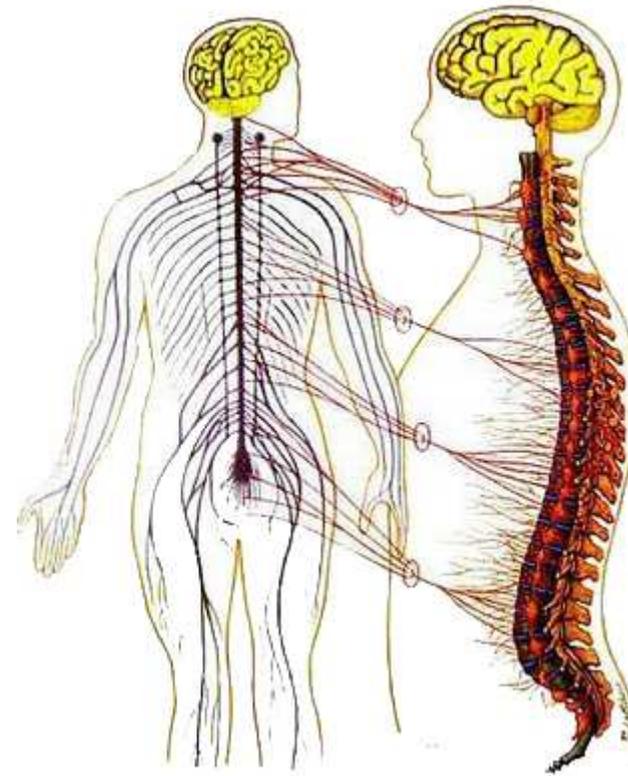


Il sistema nervoso autonomo comprende l'insieme di fibre nervose che corrono lungo la colonna vertebrale e che innervano gli organi interni e le ghiandole, svolgendo funzioni che generalmente sono al di fuori del controllo volontario. È formato da una serie di rigonfiamenti (**gangli**) collegati tra loro da fibre nervose.

# Sistema Nervoso Periferico

## *Sistema Nervoso Autonomo*

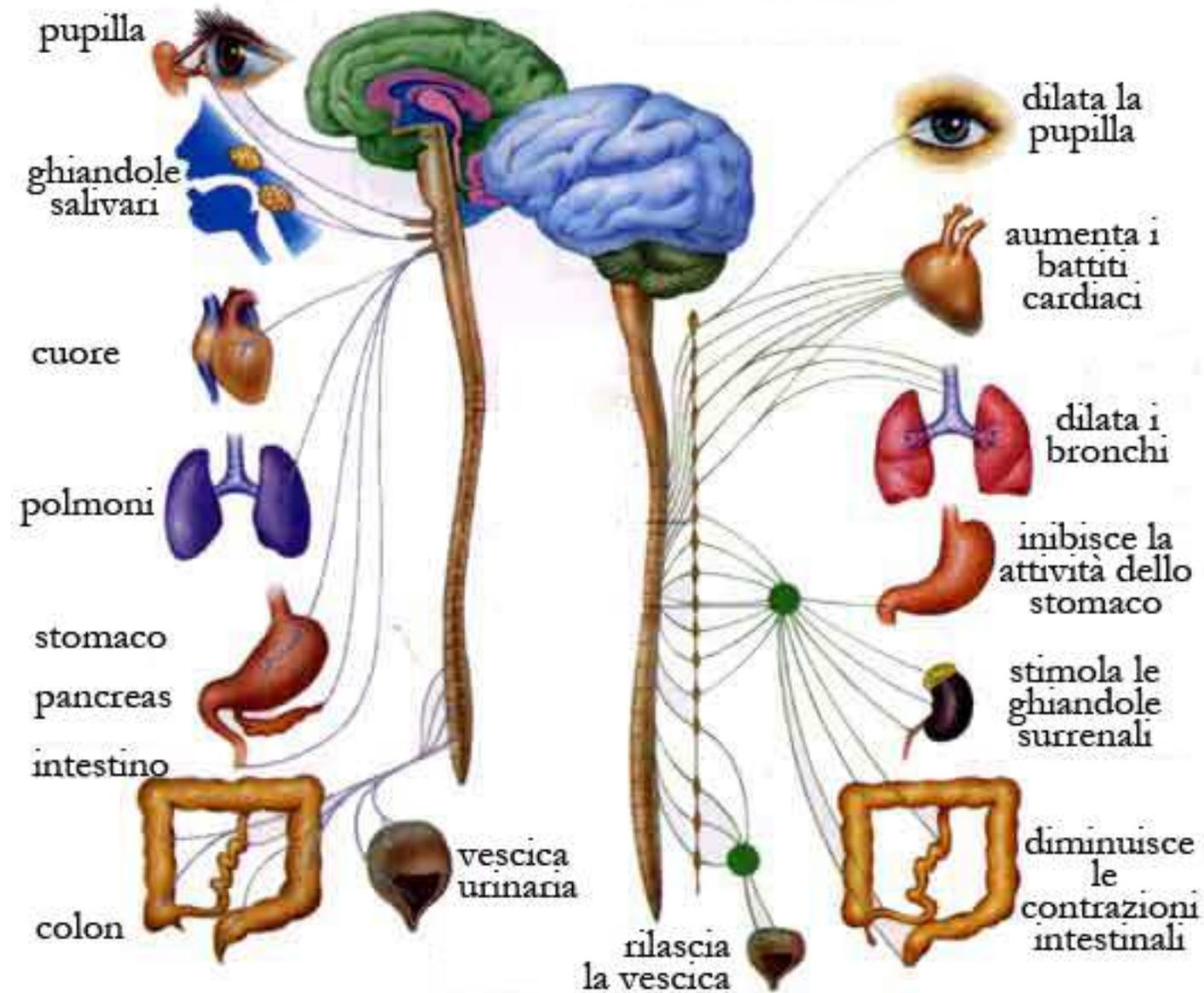
I fasci di nervi del sistema nervoso autonomo, detto **simpatico**, generalmente stimolano l'attività di un organo, mentre quelli del fascio **parasimpatico** la rallentano o la bloccano.



# Sistema Nervoso Periferico

SISTEMA SIMPATICO

SISTEMA PARASIMPATICO



Fine