

SISTEMA NERVOSO

Il sistema nervoso Il sistema nervoso **coordina l'attività** delle diverse parti dell'organismo e ci consente di entrare in relazione con il mondo esterno.

Qualunque attività svolga, il sistema nervoso opera secondo **tre passaggi** fondamentali:

- la **raccolta di stimoli** provenienti dall'esterno o dall'interno dell'organismo attraverso i recettori sensoriali;
- l'integrazione e l'**analisi delle informazioni** a cui fa seguito l'elaborazione di una risposta adeguata;
- l'**attivazione degli organi effettori**, cioè muscoli o ghiandole, che eseguono la risposta.

Il tempo tra percezione dello stimolo e risposta è brevissimo. In pochi decimi di secondo il sistema nervoso raccoglie, integra e coordina una enorme quantità di informazioni.

Le cellule che svolgono le funzioni descritte sono i **neuroni**; essi sono **connessi agli organi effettori e ai recettori** sensoriali grazie ai loro prolungamenti. Tutti gli organi effettori e quasi tutti i recettori sensoriali non sono costituiti da tessuto nervoso.

I **recettori sensoriali** sono cellule o veri e propri organi come l'occhio, specializzati nel percepire un particolare tipo di stimolo. Alcuni recettori sono capaci di raccogliere stimoli fisici o chimici provenienti dall'esterno, come la luce, la temperatura ambientale o molecole che poi sono interpretate come odori. Altri recettori, invece, registrano parametri interni come il dolore, la temperatura corporea o la posizione del corpo nello spazio.

Gli **organi effettori** in genere sono muscoli, volontari e involontari, che determinano quindi una **risposta motoria**. Sono considerati organi effettori anche le ghiandole che possono rispondere ai neurotrasmettitori.

Negli organismi più semplici, un solo neurone connette direttamente una cellula sensoriale e una cellula effettrice; nei pluricellulari, al contrario, il numero di neuroni interposti tra sensori ed effettori aumenta, e i neuroni si raggruppano formando **reti interconnesse**. Si crea così un **sistema nervoso primitivo**. Un ulteriore passo avanti si osserva negli animali a simmetria bilaterale, dotati di **un'estremità cefalica e di un'estremità caudale**: qui la maggior parte dei neuroni si concentra in organi appositi da cui partono le fibre nervose che raggiungono effettori e recettori.

Particolarmente importante è lo sviluppo a livello del capo di un centro di controllo più voluminoso, chiamato **encefalo**, che coordina tutte le attività del sistema nervoso dei vertebrati: questo processo prende il nome di **cefalizzazione**. L'encefalo, che comprende il cervello, il cervelletto e il tronco encefalico, si **trova nel cranio**, ha caratteristiche e dimensioni diverse da specie a specie, ma svolge sempre **due funzioni**:

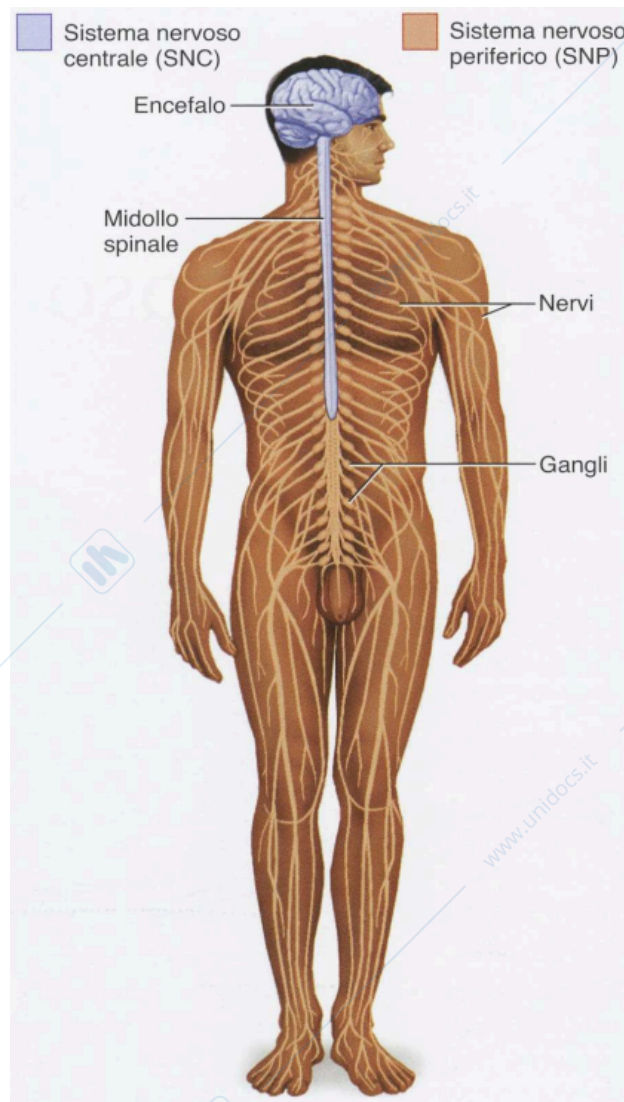
1. coordina tutti i movimenti volontari;
2. raccoglie, integrandoli, gli stimoli sensoriali.

Nella regione del capo si concentrano anche molti **organi di senso essenziali per il movimento** e per le relazioni con il mondo esterno.

SISTEMA NERVOSO PERIFERICO E CENTRALE

Il **sistema nervoso (SN)** dei vertebrati, e quindi della specie umana, si **divide in due parti**:

1. Il **sistema nervoso centrale (SNC)** è costituito dall'**encefalo e dal midollo spinale**; la sua funzione è ricevere le informazioni (principalmente di natura nervosa, ma anche chimica), integrarle ed elaborare le risposte parti funzionali.
2. Il **sistema nervoso periferico (SNP)** mette in collegamento il sistema nervoso centrale con gli organi di senso e con gli organi effettori; è **formato dai nervi, fasci di assoni** che raggiungono tutti i distretti dell'organismo, e dai **gangli**, costituiti da gruppi di neuroni i cui corpi cellulari si trovano al di fuori del sistema nervoso centrale.



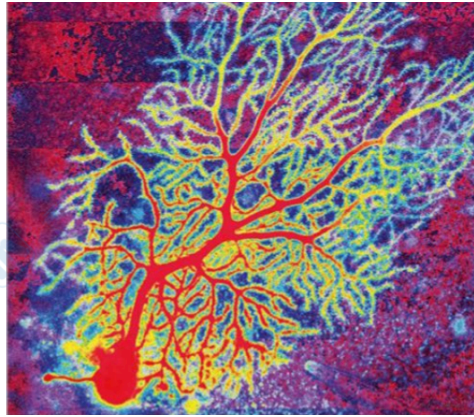
I NEURONI

Il sistema nervoso è formato da:

- Un solo tipo di tessuto, il **tessuto nervoso** che comprende i neuroni
- le **cellule gliali**

I **neuroni sono le unità funzionali del sistema nervoso**. La caratteristica di queste cellule è di essere **eccitabili**: possono cioè **generare** segnali elettrici, chiamati **impulsi nervosi** o potenziali d'azione, che si propagano dal punto di origine fino alle estremità più lontane della superficie del neurone (una

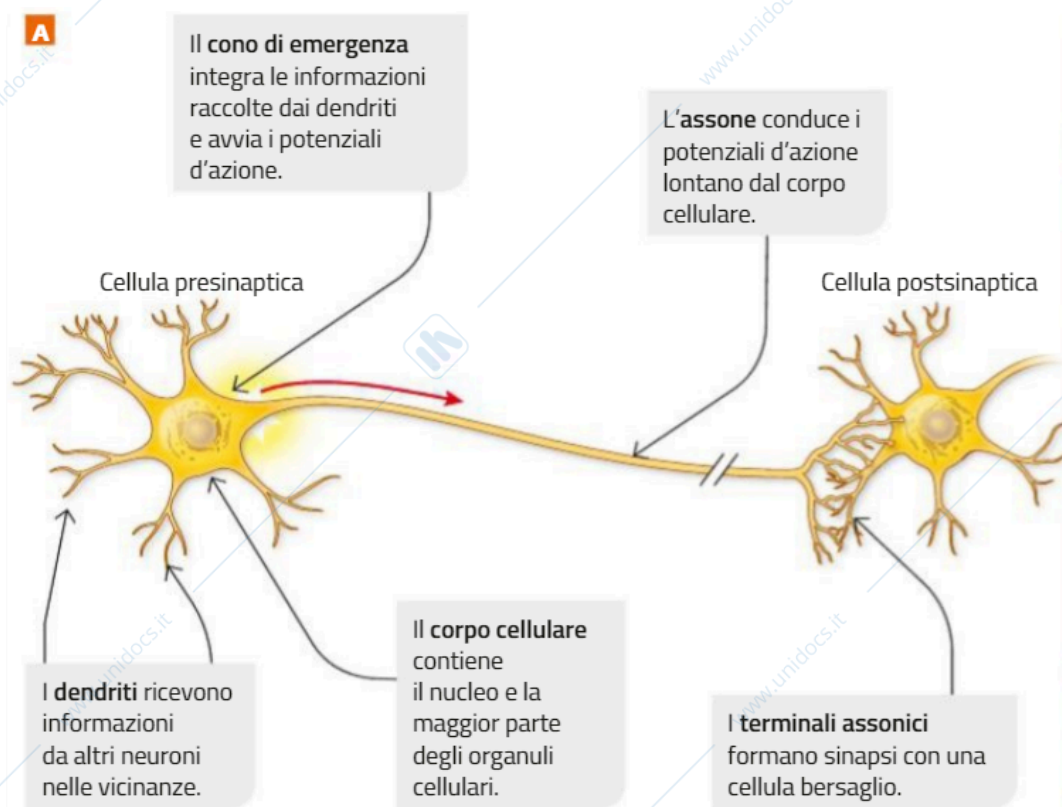
distanza che può essere più di un metro in un essere umano). La **trasmissione dei potenziali d'azione** è molto rapida, arriva a superare i **100 m/s** (metri al secondo).



La maggior parte dei neuroni presenta una **struttura caratteristica** in cui si distinguono **quattro parti funzionali**:

1. Il **corpo cellulare o soma o neurosoma** contiene il nucleo e la maggior parte degli organuli; dal corpo cellulare si dipartono **due tipi di prolungamenti**: i dendriti e gli assoni.
2. I **dendriti** sono strutture più o meno ramificate, che trasportano al corpo cellulare le informazioni in entrata provenienti da altri neuroni o da cellule sensoriali.
3. L'**assone** è un singolo prolungamento su cui viaggiano le **informazioni in uscita dal corpo cellulare** attraverso il **cono di emergenza**; alcuni, come quelli che dal midollo spinale arrivano fino alle dita dei piedi, possono essere anche **molto lunghi**.

Gli **assoni sono le «linee telefoniche»** del sistema nervoso: le informazioni ricevute dai dendriti inducono il corpo cellulare a generare un impulso nervoso che si propaga lungo l'assone fino alla cellula bersaglio (un altro neurone o un organo effettore, per esempio una fibra muscolare). La parte **terminale dell'assone**, che prende contatto con la cellula bersaglio, è detta **terminale assonico**, o **bottone sinaptico**.



Le **sinapsi** sono strutture **formate da tre elementi**:

1. il **bottone sinaptico** del neurone da cui arriva l'impulso;
2. la **fessura intersinaptica** che è uno spazio largo circa 25 nanometri;
3. la **membrana postsinaptica** della cellula bersaglio.

Attraverso queste strutture avviene il **passaggio dell'impulso** da una cellula all'altra.

Nel **sistema nervoso umano**, che è costituito da **circa 10 cellule nervose**, i neuroni sono organizzati in reti. Queste reti comprendono **tre categorie funzionali di cellule**, che sono coinvolte rispettivamente negli **input** (segnali in ingresso), negli **output** (segnali in uscita) e nell'integrazione del tutto:

1. I **neuroni sensoriali o afferenti** conducono le informazioni dai recettori sensoriali ai centri nervosi collocati nell'encefalo e nel midollo spinale.
2. I **neuroni efferenti** portano i comandi del SNC agli effettori, come le ghiandole o i muscoli.
3. Gli **interneuroni e i neuroni di associazione** si occupano di integrare e immagazzinare le informazioni e facilitano la comunicazione tra sensori ed effettori.

I **corpi cellulari dei neuroni sensoriali** si trovano nei **gangli del sistema nervoso periferico**, mentre i corpi cellulari di tutti gli altri tipi di neuroni si trovano nel sistema nervoso centrale. In particolare, i neuroni di associazione si concentrano nell'encefalo.

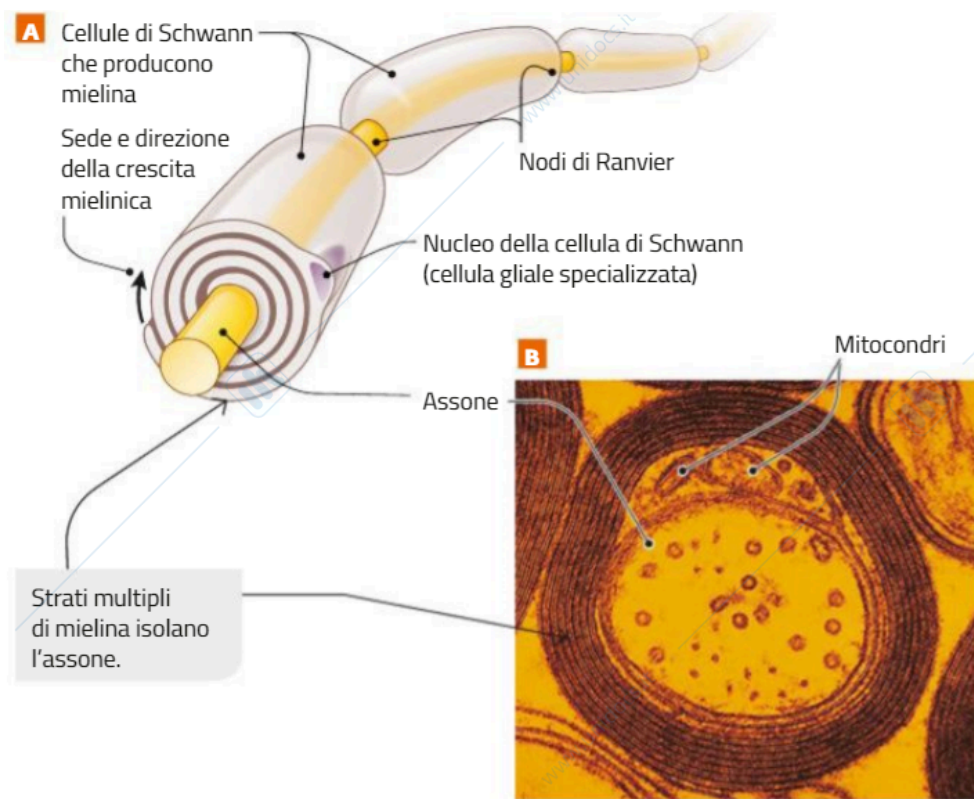
CELLULE GIALLE

Le cellule gliali sono molto **più abbondanti dei neuroni** e non conducono potenziali d'azione, ma svolgono diverse **funzioni di supporto**:

- sostengono fisicamente e orientano i neuroni durante lo sviluppo embrionale;
- forniscono ai neuroni sostanze nutritive;
- mantengono costante l'ambiente extracellulare.

Un tipo particolare di cellule gliali, che comprende le **cellule di Schwann e gli oligodendrociti**, fornisce agli assoni la **guaina mielinica**, un rivestimento isolante che serve ad aumentare la velocità di conduzione dell'impulso nervoso (come le guaine che rivestono i fili elettrici). Nel **SNC** la guaina mielinica è fornita dagli **oligodendrociti**, mentre nel SNP questa funzione è svolta dalle **cellule di Schwann**.

Le cellule di Schwann si avvolgono diverse volte intorno agli assoni dei neuroni ricoprendoli con strati concentrici di mielina, una sostanza che conferisce ad alcune parti del sistema nervoso un **aspetto bianco brillante**. Alla fine, **l'assone risulta ricoperto anche da cento strati**, come il tubo all'interno di un rotolo di carta.



Intervallati lungo l'assone, tra i «**manicotti**» di mielina, si trovano degli spazi chiamati **nodi di Ranvier** dove l'assone è scoperto. Non tutti i neuroni possiedono assoni ricoperti di mielina: i neuroni mielinizzati conducono i potenziali d'azione circa trenta volte più velocemente di quelli non mielinizzati.

Altre cellule gliali chiamate **astrociti**, per via della loro forma caratterizzata da prolungamenti a disposizione raggiata, contribuiscono a formare la **barriera ematoencefalica**, che protegge il cervello dalle sostanze tossiche presenti nel sangue. Questa funzione è dovuta principalmente alle caratteristiche delle **cellule endoteliali** che compongono i vasi del SNC; diversamente dai capillari delle altre parti dell'organismo, queste cellule **formano un endotelio continuo**, senza spazi tra una cellula e l'altra, e sono **unite da giunzioni occludenti** che limitano il passaggio delle molecole idrofile o di grandi dimensioni dal sangue al fluido interstiziale. Gli **astrociti** forniscono il proprio contributo **circondando** con i loro prolungamenti i **vasi sanguigni cerebrali più piccoli e permeabili**, creando così un ulteriore ostacolo al passaggio delle molecole.



Figura 5 La barriera ematoencefalica

In questa immagine al microscopio confocale, si notano un vaso sanguigno circondato da numerosi astrociti (in verde) che nutrono i numerosi neuroni (in rosso).

La **barriera ematoencefalica**, tuttavia, **non è del tutto impermeabile**: essa infatti lascia passare sostanze liposolubili come gli anestetici e l'alcol; il che spiega perché queste sostanze hanno un effetto così rapido e marcato. D'altro canto, essa **può ostacolare la cura di determinate patologie** del sistema nervoso centrale limitando la diffusione dei farmaci.