7 IL SISTEMA NERVOSO

Le domande di questo capitolo

1. *A che cosa serve il sistema nervoso e in che modo è organizzato?*
2. *Attraverso quali meccanismi il sistema nervoso regola la sensibilità e la motricità?*

1 La struttura e la funzione del sistema nervoso

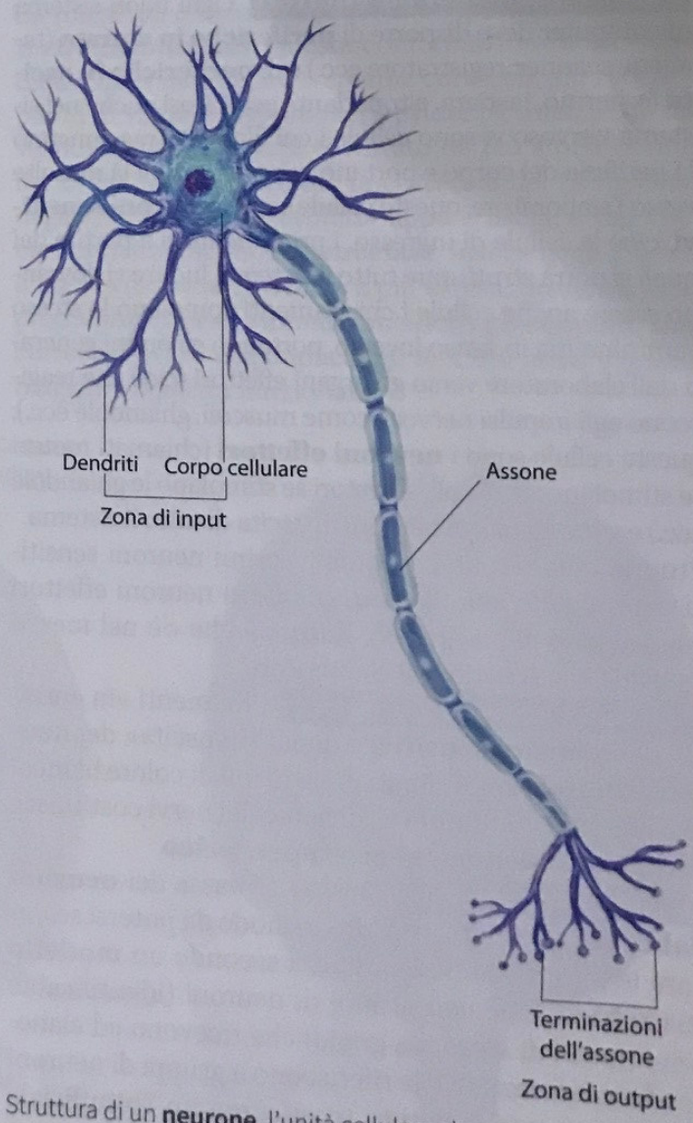
La funzione del sistema nervoso Il **sistema nervoso** è quella parte del nostro corpo che è in grado di recepire dati dall'ambiente esterno o dall'interno del corpo stesso, di elaborarli e confrontarli con i dati presenti nella nostra memoria, di formulare delle risposte e di trasmettere queste ultime a organi come i muscoli o le ghiandole che le trasformano in effetti.

1.1 I neuroni

Il neurone L'elemento base del sistema nervoso è la cellula nervosa o **neurone**. Il neurone è in grado di **«tradurre» le informazioni esterne in impulsi elettrici** e di trasmettere l'informazione così tradotta ad altri neuroni.

La struttura del neurone Questa cellula possiede un **corpo cellulare**, che è la sua centrale direttiva e funzionale, e **filamenti** di due tipi diversi. Il primo tipo conduce l'impulso elettrico solo dalla periferia verso il corpo cellulare e prende il nome di **dendrite**; un neurone può avere uno o più dendriti. Il secondo tipo conduce l'impulso elettrico solo in direzione centrifuga, cioè lontano dal corpo cellulare, e prende il nome di **assone**; un neurone può avere un solo assone.

L'elaborazione dell'impulso Quindi un neurone, **ricevute molte informazioni** (tradotte in impulsi elettrici, proprio come avviene per le informazioni che introduciamo in un computer tramite la tastiera, lo scanner o un registratore), tramite i suoi dendriti **elabora un solo impulso** che abbandona la cellula tramite l'assone. In questo caso un singolo neurone si comporta come un piccolo elaboratore elettronico.



Struttura di un **neurone**, l'unità cellulare che costituisce il tessuto nervoso.

La trasmissione dell'impulso L'impulso veicolato dall'assone può essere trasmesso, per esempio, a delle cellule muscolari o a delle cellule ghiandolari, oppure a un altro neurone. La **trasmissione dell'impulso** avviene con **modalità chimica**: quando l'impulso è arrivato all'estremità dell'assone, esso provoca la liberazione da parte di questa stessa estremità di microscopiche goccioline di una sostanza in grado di provocare sulla cellula ricevente un nuovo fenomeno elettrico.

I mediatori Questa sostanza, detta **mediatore chimico**, varia con i diversi tipi di neurone e di conseguenza i diversi neuroni sono in grado di provocare **diversi tipi di fenomeno elettrico** sulle cellule riceventi. Vi sono neuroni che producono e liberano mediatori chimici in grado di provocare sulla cellula ricevente l'insorgenza di nuovi impulsi elettrici (**mediatori eccitatori**). Vi sono però anche neuroni che producono e liberano mediatori chimici in grado di «bloccare» la cellula ricevente, rendendola cioè elettricamente ineccitabile: questi sono noti con il nome di **mediatori inibitori**.

Il punto in cui un assone entra in rapporto con un neurone ricevente prende il nome di **sinapsi** ed è caratterizzato da un microscopico spazio dentro il quale vengono liberate le goccioline di mediatore chimico che provocano la reazione elettrica.

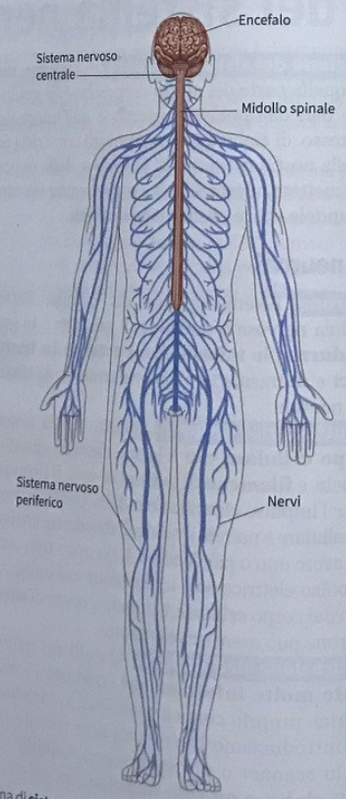
Le sostanze grigia e bianca I neuroni con funzioni simili tendono a disporsi l'uno vicino all'altro e così i loro corpi formano delle masserelle di colore grigiastro dette nuclei di **sostanza grigia**. I loro assoni, che sono spesso ricoperti di una sostanza biancastra chiamata mielina, disposti in fasci con funzioni simili formano quella che è detta **sostanza bianca**, che è quindi fatta di fasci di filamenti che portano l'informazione, sotto forma di impulsi elettrici, da un nucleo grigio a un altro. Poiché ogni nucleo grigio è fatto di corpi di altri neuroni, ogni «tappa» dell'informazione in un nucleo comporta una nuova elaborazione dell'informazione; ogni neurone aggiunge infatti qualcosa di suo al dato che viene trasportato.

1.2 Il sistema nervoso centrale e periferico

I neuroni sensitivi ed effettori Ogni buon sistema di computer deve disporre di **periferiche in entrata** (tastiera, scanner, registratore ecc.) e di **periferiche in uscita** (schermo, tastiera, altoparlante ecc.). Così anche nel sistema nervoso vi sono cellule i cui filamenti raggiungono la periferia del corpo e portano le informazioni là raccolte verso l'elaboratore; queste cellule sono i **neuroni sensitivi**, cioè le cellule di ingresso, i primi neuroni a partire dai quali si potrà strutturare tutto il sistema. Inoltre vi dovranno essere anche cellule i cui filamenti compiono lo stesso cammino ma in senso inverso, portando gli ordini generati dall'elaboratore verso gli organi effettori (cioè che reagiscono agli impulsi nervosi, come muscoli, ghiandole ecc.); queste cellule sono i **neuroni effettori** (chiamati motori se stimolano i muscoli, secretori se stimolano le ghiandole ecc.) e sono gli ultimi neuroni in uscita di tutto il sistema. Proprio come in un computer, i primi neuroni sensitivi equivalgono alla tastiera, gli ultimi neuroni effettori equivalgono allo schermo, tutto ciò che c'è nel mezzo equivale alle schede dell'elaboratore.

Il sistema nervoso periferico I filamenti «in entrata» dei **neuroni sensitivi** e quelli «in uscita» dei **neuroni effettori** sono riuniti in sottili fili di colore biancastro che sono detti **nervi**; l'insieme dei nervi costituisce il cosiddetto **sistema nervoso periferico**.

I neuroni elaboratori Invece la massa dei **neuroni elaboratori**, collegati fra loro in modo da potersi scambiare le informazioni, è ordinata secondo un **modello gerarchico**, cioè con gruppi di neuroni (identificabili come nuclei di sostanza grigia) che ricevono ed elaborano le informazioni e le riferiscono a gruppi di neuroni gerarchicamente superiori (così come un sottufficiale riferisce le proprie informazioni a un superiore).



Schema di **sistema nervoso centrale** e **periferico** umano: insieme costituiscono la sede dell'assunzione, dell'elaborazione e trasmissione delle informazioni.

Il sistema nervoso centrale **Al vertice del sistema**, proprio come uno stato maggiore sta al vertice di un esercito, si trovano masse di corpi neuronali che, non avendo superiori gerarchici a cui riferire, affiorano in superficie e costituiscono strati di sostanza grigia superficiale detti **cortecce**. Le cortecce elaborano le risposte e le inviano ai nuclei grigi gerarchicamente inferiori, in una catena per così dire discendente. Tutto questo sistema di elaborazione così complesso costituisce il cosiddetto **sistema nervoso centrale**; non ci dimentichiamo tuttavia che per quanto complesso e sofisticato, esso necessita ancora dei primi neuroni sensitivi che riportano le informazioni dalla periferia e degli ultimi neuroni effettori che trasportano gli ordini fuori da esso.

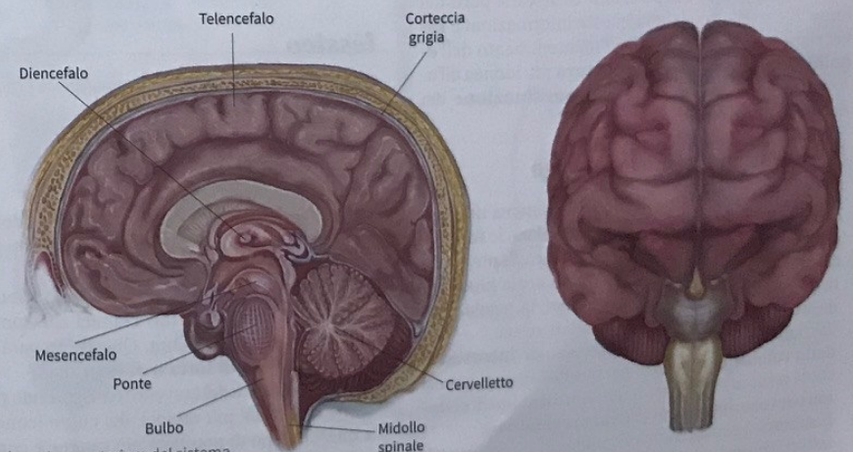
Il midollo spinale e l'encefalo Il sistema nervoso centrale è in una posizione estremamente protetta, circondato da un **astuccio osseo** formato in alto dalle ossa del neurocranio e in basso dalla colonna vertebrale. La parte di sistema nervoso centrale contenuto nella colonna vertebrale prende il nome di **midollo spinale**, mentre quella contenuta dentro il cranio prende il nome di **encefalo** (termine che deriva dal greco *enkèphalos*, che significa appunto «dentro la testa»). Nell'encefalo sono contenuti centri gerarchicamente più elevati rispetto a quelli contenuti nel midollo spinale. Sia l'encefalo che il midollo spinale sono collegati con la periferia tramite dei nervi: i **nervi encefalici**, che escono passando attraverso le ossa del cranio (pertanto detti anche nervi cranici), e i **nervi spinali**, che escono passando fra le vertebre.

1.3 L'encefalo

La struttura dell'encefalo L'**encefalo** si suddivide in diverse parti e, in generale, le parti disposte più in alto ospitano i centri gerarchicamente superiori.
La parte inferiore dell'encefalo, quella che fa seguito direttamente al midollo spinale, prende il nome di **tronco encefalico** e viene suddivisa in bulbo, ponte e mesencefalo. Al di sopra del mesencefalo si estende un insieme di strutture, dette **diencefalo**, quasi sommerse e nascoste dalla parte estrema dell'encefalo, detta **telencefalo**, che nella specie umana risulta particolarmente sviluppata. Il telencefalo è ricoperto da un'estesa **corteccia grigia** che rappresenta la struttura gerarchicamente più alta dell'intero sistema nervoso centrale. Telencefalo e diencefalo, insieme, costituiscono quello che viene chiamato **cervello**.

Il cervelletto Attaccato alla faccia posteriore del tronco encefalico, in posizione inferiore al telencefalo, vediamo un organo ricoperto anch'esso di corteccia grigia, chiamato **cervelletto**, cioè piccolo cervello. Quest'ultimo è il principale coordinatore delle funzioni di movimento, e proprio per questo è dotato anch'esso di una corteccia grigia.

La corteccia telencefalica Una caratteristica della **corteccia telencefalica** è quella di essere percorsa da solchi più o meno profondi che separano rilievi detti **circonvoluzioni**. Questa conformazione è un espediente della natura per avere una corteccia più estesa a parità di volume disponibile: è evidente, infatti, che un vestito pieghettato sarà costituito da più stoffa di uno liscio. In modo particolare la corteccia del telencefalo degli animali «meno evoluti» appare liscia, e tali specie animali si dicono **lissencefale**. Invece negli animali «più evoluti» la corteccia è più estesa, presentandosi pieghettata; questi animali sono detti **girencefali**. Una corteccia più estesa implica più neuroni attivi e quindi maggiori capacità funzionali.



L'**encefalo**, la regione anteriore del sistema nervoso centrale racchiusa nella scatola cranica, in sezione e in vista frontale.

Le aree sensitive e motorie Nel telencefalo vi sono aree che vengono raggiunte dalle sensazioni che salgono dai centri inferiori; queste **aree** sono chiamate **sensitive**. Vi sono invece aree dalle quali partono gli ordini di movimento destinati ai neuroni effettori. Queste aree sono dette **aree motorie** e sono caratterizzate dall'abbondanza di cellule il cui corpo ha forma di piramide. Queste cellule, dette perciò cellule piramidali, inviano con i loro assoni gli ordini di movimento.

Gli emisferi del telencefalo Il telencefalo è diviso in due porzioni, destra e sinistra, che sono dette **emisferi**. Si suol dire che l'emisfero sinistro controlla le funzioni legate alla logica, mentre l'emisfero destro svolgerebbe funzioni legate alla creatività. Tuttavia oggi appare sempre più chiaro che queste divisioni non devono essere considerate rigide e indiscutibili: quello che caratterizza la corteccia cerebrale è proprio la sua capacità di **collegare fra loro tutte le proprie aree**. Come per i computer, quel che è importante non è tanto la potenza di un singolo apparecchio, ma la capacità di tutti gli apparecchi di mettersi in rete. Per i neuroni vale lo stesso concetto. Dobbiamo tener presente che i neuroni sono cellule perenni e che alla loro morte non è possibile sostituirli. Poiché a partire dai primi anni di vita muoiono continuamente molti neuroni, quel che conta è che essi possano ampliare il numero e l'entità dei propri collegamenti (proprio come la perdita di qualche centinaio di computer non altera le capacità di Internet).

La funzione del cervelletto Anche la corteccia del cervelletto (**corteccia cerebellare**) è percorsa da **solchi** più o meno profondi che la pieghettano in rilievi più sottili e regolari rispetto a quelli della corteccia del telencefalo. Al cervelletto giungono informazioni **provenienti dalla corteccia del telencefalo**, che lo informa dei movimenti che sta ordinando, e anche informazioni provenienti dalla periferia del corpo concernenti l'equilibrio e la posizione delle varie parti del corpo. Il cervelletto elabora queste informazioni e **invia risposte** che consentono il mantenimento dell'**equilibrio**, l'assunzione della **postura** più idonea all'azione che si sta compiendo e la **coordinazione** dei movimenti complessi.

Ci rendiamo conto delle funzioni del cervelletto se osserviamo un ubriaco. L'**alcol etilico**, infatti, ha una particolare azione tossica (per fortuna transitoria) sulla corteccia del cervelletto. L'ubriaco non riesce a rimanere in equilibrio a piedi uniti, non riesce a mantenere la postura eretta a occhi chiusi, compie movimenti scoordinati; fra l'altro, poiché anche parlare è un'azione che richiede la coordinazione di molti gruppi muscolari, si spiega bene il caratteristico modo di parlare dell'ubriaco. È opportuno ricordare che nel cervelletto non si forma coscienza, per cui anche basse dosi di alcol possono alterare le nostre capacità motorie senza che ce ne rendiamo conto; prima di mettersi alla guida di un'automobile sarebbe bene quindi non bere affatto.

Il cervelletto svolge un importante ruolo nella coordinazione dei movimenti e nel mantenimento dell'equilibrio.

lessico

Cellule perenni: cellule altamente specializzate e che hanno perso la capacità di replicarsi.

1.4 Il sistema neurovegetativo

Il sistema nervoso autonomo Nel sistema nervoso centrale sono presenti centri che controllano le **funzioni vegetative**, come la frequenza cardiaca, la pressione arteriosa, l'attività dell'apparato digerente, la profondità del respiro, le secrezioni ghiandolari, la regolazione della temperatura, le funzioni riproduttive ecc.

Tali funzioni vengono controllate **senza intervento della volontà cosciente** e per questo i centri nervosi che le gestiscono vengono riuniti sotto il nome di **sistema nervoso autonomo** (o **neurovegetativo**).

Il sistema neurovegetativo è suddiviso in due grandi settori, chiamati **ortosimpatico** e **parasimpatico**. I centri dell'ortosimpatico sono posti nel midollo spinale, mentre quelli del parasimpatico sono posti prevalentemente del tronco encefalico.

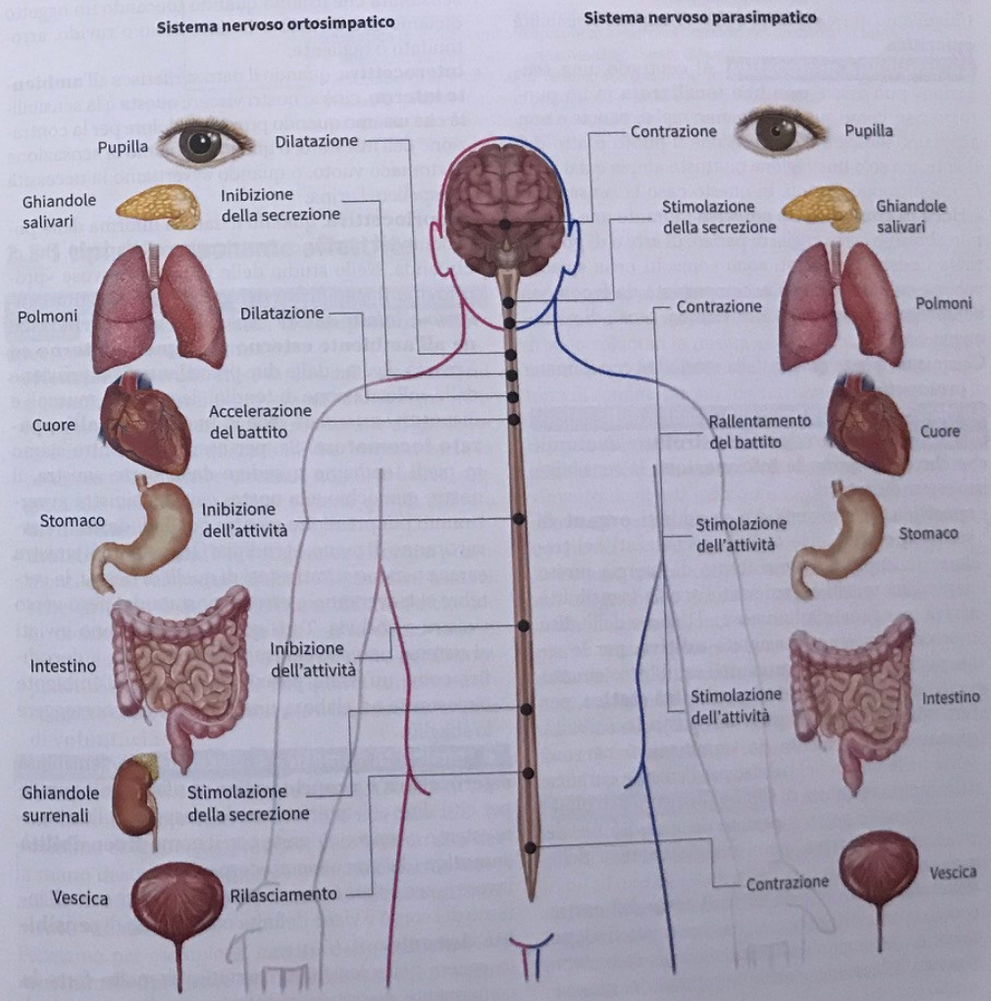
Il settore ortosimpatico L'**ortosimpatico** stimola l'organo mediante mediatori chimici che sono l'**adrenalina** e la **noradrenalina**. Questo prepara l'organismo alle **reazioni di lotta o di fuga**, cioè:

- **dilata le arterie** del cervello (consentendo più attenzione e reazioni più rapide), del cuore (consentendo a quest'organo di pompare più sangue e con più forza) e dei muscoli (consentendo una maggiore disponibilità di energia), mentre **fa contrarre** quelle della pelle e dell'apparato digerente (la termoregolazione e la digestione sono, in caso di lotta o di fuga per la propria vita, funzioni secondarie);
- **dilata le pupille** (midriasi), consentendo una visione più chiara anche con meno luce;
- **dilata i bronchi**, consentendo maggiore disponibilità di ossigeno.

Il settore parasimpatico Il **parasimpatico** stimola invece gli organi mediante il mediatore chimico chiamato **acetilcolina** e ha, generalmente parlando, **funzioni opposte** rispetto all'ortosimpatico: rallenta il cuore, costringe i bronchi e restringe le pupille (miosi), potenziando, invece, l'attività e l'afflusso di sangue nell'apparato digerente. I centri del sistema autonomo inviano fibre mediante i nervi ai diversi organi; ogni organo riceve sia fibre ortosimpatiche che fibre parasimpatiche e il suo funzionamento dipende dall'equilibrio delle componenti, che può essere regolato diversamente in ogni momento a seconda delle esigenze.

lessico

Termoregolazione: capacità di mantenere costante la temperatura corporea, nonostante le variazioni di temperatura dell'ambiente esterno. Per la funzione termoregolatrice della pelle nel corpo umano vedi il capitolo 8.



Le azioni esercitate dal sistema nervoso ortosimpatico e parasimpatico sui vari organi del corpo.