

## Sintesi

### 1 L'organizzazione generale del sistema nervoso

- Classificazione strutturale: tutte le strutture del sistema nervoso sono classificate come facenti parte del sistema nervoso centrale (SNC; encefalo e midollo spinale) o del sistema nervoso periferico (SNP; nervi e gangli).
- Classificazione funzionale: si riferisce soltanto alle strutture del SNP che viene suddiviso in una sezione sensitiva e una motoria. La prima, detta anche afferente, è costituita da nervi che conducono segnali dai recettori di senso, localizzati in varie parti del corpo, al SNC. La seconda, detta anche efferente, trasmette i segnali dal SNC agli organi effettori, muscoli e ghiandole, attivandoli in modo tale da produrre una risposta appropriata. Questa sezione, a sua volta, è costituita dal sistema nervoso somatico, che permette di controllare volontariamente i muscoli scheletrici, e da quello autonomo o vegetativo, che regola i processi fisiologici involontari.

### 2 L'elettrofisiologia dei neuroni

- Classificazione funzionale: raggruppa i neuroni in base alla direzione in cui viaggia l'impulso nervoso rispetto al SNC; si distinguono pertanto neuroni sensitivi (o afferenti) e neuroni motori (o efferenti), ma anche neuroni di associazione (interneuroni).
- Classificazione strutturale: si basa sul numero dei prolungamenti che partono dal corpo cellulare del neurone; si distinguono, pertanto, neuroni apparentemente unipolari (pseudounipolari), bipolari e multipolari. I neuroni motori e quelli di associazione sono multipolari; la maggior parte dei neuroni sensitivi è pseudounipolare. Fanno eccezione i neuroni sensitivi di certi organi speciali di senso (orecchio, occhio), che sono bipolari.
- Generazione degli impulsi nervosi (o potenziali d'azione).
  - a) In ogni membrana plasmatica si registra una differente distribuzione di cariche elettriche ai due lati, detta potenziale di riposo, dovuta alla diversa distribuzione di differenti ioni nel citosol e nel liquido interstiziale. Pertanto, la membrana plasmatica di un neurone a riposo è polarizzata; ciò significa che sulla superficie interna della membrana plasmatica del neurone si trovano meno ioni positivi rispetto alla superficie esterna.

- b) La membrana plasmatica dei neuroni presenta nel suo spessore dei canali ionici che consentono la diffusione di specifici ioni secondo un gradiente elettrochimico, producendo un flusso di corrente elettrica che può cambiare il potenziale di membrana. Si distinguono due tipi di canali ionici: i canali a flusso continuo e i canali voltaggio-dipendenti.
- c) Quando uno stimolo adeguato induce un rapido ingresso di ioni sodio, si modifica la polarità della membrana del neurone e si determina una depolarizzazione locale che attiva il neurone a generare e trasmettere un segnale a lunga distanza: il potenziale d'azione, o stimolo nervoso.
- d) Si distinguono due tipi di conduzione dell'impulso nervoso: la propagazione continua e la propagazione saltatoria, la prima negli assoni amielinici, la seconda in quelli mielinici. In questo secondo caso la conduzione del segnale elettrico è molto più veloce perché l'impulso salta da un nodo di Ranvier all'altro lungo tutta la fibra.
- e) I neuroni comunicano tra di loro (o con cellule effettrici) in corrispondenza delle sinapsi, attraverso una serie di eventi noti come trasmissione sinaptica. Nella sinapsi chimica il segnale elettrico (potenziale d'azione) proveniente dal neurone presinaptico viene convertito in segnale chimico (rilascio del neurotrasmettitore), il quale a sua volta verrà riconvertito in segnale elettrico (depolarizzazione o iperpolarizzazione) nel neurone postsinaptico. Nella sinapsi elettrica, le cellule nervose sono unite tramite giunzioni strette e il flusso ionico può transitare velocemente da un neurone all'altro.
- f) I riflessi sono risposte rapide, stereotipate e involontarie a stimoli specifici, che si attuano lungo vie nervose dette archi riflessi e coinvolgono strutture sia del SNC sia del SNP. Sono classificati in somatici e viscerali: quelli somatici comprendono tutti i riflessi che stimolano i muscoli scheletrici; quelli viscerali (o autonomi) regolano l'attività della muscolatura liscia, del cuore e delle ghiandole. Molti riflessi spinali interessano soltanto neuroni del midollo spinale e avvengono senza il coinvolgimento dei centri nervosi superiori: si parla, in questo caso, di un arco riflesso spinale, che mette in comunicazione due fibre, una sensitiva afferente e l'altra motoria efferente.

### 3 Il sistema nervoso centrale

- L'encefalo è situato all'interno della cavità cranica ed è costituito dagli emisferi cerebrali, dal diencefalo, dalle strutture del tronco encefalico e dal cervelletto.
  - a) I due emisferi cerebrali costituiscono la maggior parte dell'encefalo. In superficie sono formati da una corteccia di sostanza grigia, all'interno da sostanza bianca. Si distinguono quattro lobi: frontale, parietale, temporale e occipitale. Il linguaggio, la memoria, la risposta logica e quella emozionale, così come la coscienza, l'interpretazione delle sensazioni, i movimenti volontari, sono tutte funzioni dei neuroni della corteccia cerebrale e dipendono da specifiche aree funzionali. Infatti, in ciascun emisfero, in regioni specifiche della corteccia cerebrale vengono elaborati determinati segnali sensoriali, motori e integrativi: in generale, le aree sensoriali sono coinvolte nella percezione sensoriale, le aree motorie presiedono ai movimenti volontari e le aree associative sono preposte a funzioni integrative più complesse, che corrispondono alle funzioni psichiche superiori. Nella sostanza bianca, in profondità, vi sono anche diversi ammassi isolati di sostanza grigia: i nuclei della base.
  - b) Il diencefalo è situato superiormente al tronco encefalico ed è racchiuso tra gli emisferi cerebrali. Le sue strutture principali sono il talamo, l'ipotalamo e l'epitalamo. Il talamo contiene il terzo ventricolo, è una stazione di passaggio per gli stimoli sensitivi diretti verso l'alto alla corteccia cerebrale, con funzioni di integrazione e di arricchimento. L'ipotalamo costituisce il pavimento del terzo ventricolo ed è il più importante centro di regolazione del sistema nervoso autonomo (regola l'equilibrio idrico, il metabolismo e le funzioni connesse con il mantenimento dell'omeostasi). L'epitalamo forma il tetto del terzo ventricolo e comprende l'epifisi (una ghiandola endocrina) e il plesso corioideo del terzo ventricolo.
  - c) Il tronco encefalico è compreso tra il diencefalo e il midollo spinale. Le sue strutture principali sono il mesencefalo, il ponte, il midollo allungato e la formazione reticolare. Il mesencefalo è la parte situata più in alto; nella sua parte anteriore è principalmente costituito da due grossi fasci nervosi, i peduncoli cerebrali, che trasportano stimoli nervosi ascendenti e discendenti. Posteriormente si trovano quattro rilievi tondeggianti, i tubercoli quadrigemini, disposti a due a due: un paio superiore e uno inferiore. Il ponte si trova inferiormente al mesencefalo e contiene fasci nervosi e nuclei che intervengono nel controllo del respiro. Il midollo allungato è la parte inferiore del tronco encefalico. Oltre a fasci nervosi, contiene nuclei del sistema vegetativo che intervengono nella regolazione di attività vitali (respirazione, ritmo cardiaco, pressione del sangue ecc.). La formazione reticolare è una massa di sostanza grigia dispersa insieme a piccoli fasci di assoni mielinici che si estende per tutta la lunghezza del tronco encefalico, formando una struttura a rete con funzione sia sensoriale (ascendente), sia motoria (discendente).
  - d) Il cervelletto sporge posteriormente al di sotto del lobo occipitale del cervello. Come il cervello, esso ha due emisferi cerebellari e una superficie convoluta. Ha, inoltre, una corteccia esterna formata da sostanza grigia e una regione interna con aspetto ramificato di sostanza bianca. Il cervelletto provvede principalmente al preciso coordinamento dell'attività dei muscoli scheletrici e controlla la postura e l'equilibrio; ha anche altre funzioni, che riguardano l'apprendimento, la memoria, il linguaggio e l'attenzione.
- Le strutture di protezione del sistema nervoso centrale sono descritte a seguire.
  - a) Le ossa del cranio e la colonna vertebrale sono le strutture di protezione più esterne.
  - b) Le meningi sono tre membrane connettivali: dura madre (la più esterna, fibrosa), aracnoide (intermedia, con un aspetto reticolato) e pia madre (la più interna e delicata).
  - c) Il liquido cefalorachidiano costituisce un cuscinetto fluido attorno all'encefalo e al midollo spinale. Si forma per filtrazione del plasma a livello dei plessi corioidei dell'encefalo. Il liquido circola continuamente nelle cavità presenti nell'encefalo: i quattro ventricoli, lo spazio subaracnoideo e il canale centrale del midollo spinale. Viene continuamente formato e drenato a livello dei villi aracnoidali.
  - d) La barriera ematoencefalica è costituita da capillari non fenestrati che sono i meno permeabili di tutto l'organismo. Delle sostanze idrosolubili soltanto l'acqua, il glucosio e gli amminoacidi essenziali passano facilmente attraverso la parete di questi capillari, mentre è praticamente inutile nei confronti di lipidi, gas respiratori e altre molecole liposolubili che diffondono facilmente attraverso tutte le membrane plasmatiche.

- Il midollo spinale è un centro di attività riflesse e sede di vie di conduzione sensitive e motorie. Situato all'interno del canale vertebrale, si estende dal grande forame occipitale fino al livello di L<sub>1</sub> o L<sub>2</sub>. È formato da sostanza grigia all'interno, che in sezione trasversale ha forma simile a una farfalla, circondata da colonne di sostanza bianca composte da tratti motori efferenti e sensitivi afferenti collegati con l'encefalo (i cordoni dorsale, laterale e ventrale).

#### 4 Il sistema nervoso periferico

- La struttura dei nervi: un nervo è un fascio di fibre nervose avvolte da rivestimenti di tessuto connettivo (endonevrio, perinevrio ed epinevrio).
  - I nervi cranici: sono 12 paia di nervi che emergono dall'encefalo e si distribuiscono alla testa e al collo. L'unica eccezione è data dai nervi vaghi che si distribuiscono al torace e all'addome.
  - Nervi spinali e plessi nervosi: sono 31 paia di nervi che si formano per la confluenza in ciascun nervo di una radice ventrale e una dorsale del midollo spinale. I plessi uniscono fittamente in reti i nervi spinali che innervano gli arti.
  - Il sistema nervoso autonomo è una parte del SNP composta da neuroni che regolano le funzioni vegetative involontarie (l'attività della muscolatura liscia, del muscolo cardiaco e delle ghiandole). Questo sistema differisce dal sistema nervoso somatico in quanto la via dal SNC all'effettore è formata da due neuroni, uno situato nell'encefalo o nel midollo spinale e l'altro in un ganglio. Comprende due sezioni che si distribuiscono agli stessi organi con effetti antagonisti, il simpatico e il parasimpatico.
- a) La sezione del simpatico è anche detta sezione toracolombare perché i suoi neuroni pregangliari si trovano nella sostanza grigia del midollo spinale nei segmenti da T<sub>1</sub> a L<sub>2</sub>. Gli assoni pregangliari liberano acetilcolina, mentre le fibre postgangliari liberano noradrenalina. È la sezione delle reazioni «di fuga o di contrasto», che prepara l'organismo a fare fronte a emergenze di vario tipo. La sua attivazione aumenta la frequenza cardiaca, la pressione del sangue e il livello ematico del glucosio.
  - b) La sezione del parasimpatico è anche detta sezione craniosacrale perché i neuroni pregangliari sono situati nei nuclei encefalici di diversi nervi cranici e nei segmenti sacrali del midollo spinale. Sia gli assoni pregangliari che le fibre postgangliari liberano acetilcolina. È il sistema «del riposo e della digestione» ed è impegnato principalmente nel promuovere una normale digestione, nell'eliminazione delle feci e dell'urina, e nella conservazione dell'energia del corpo, in particolar modo riducendo le richieste da parte dell'apparato cardiovascolare.