

4. TESSUTO NERVOSO

Cellule elettricamente eccitabili. Sono in grado di formare una grandissima rete di interconnessione attraverso le sinapsi.

FUNZIONI Elaborazione e trasmissione degli impulsi elettrici.

PROPRIETA' Elettricamente eccitabili e ampiamente interconnessi

NEURONE

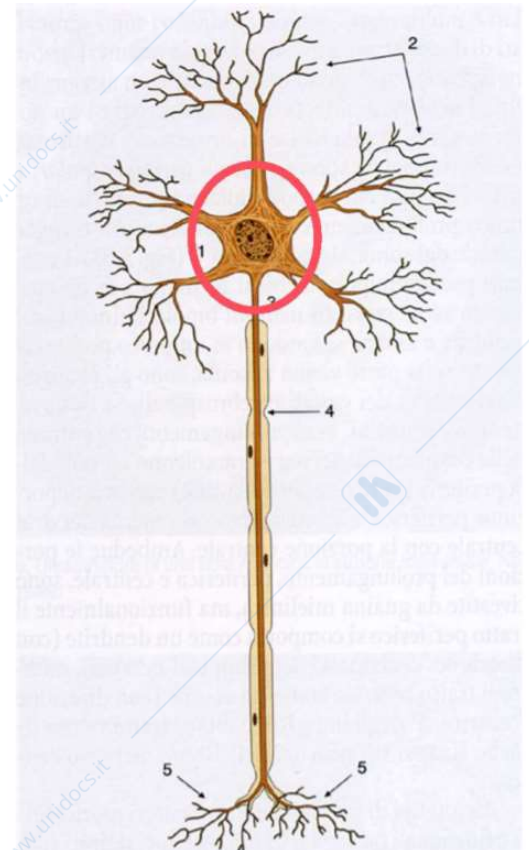
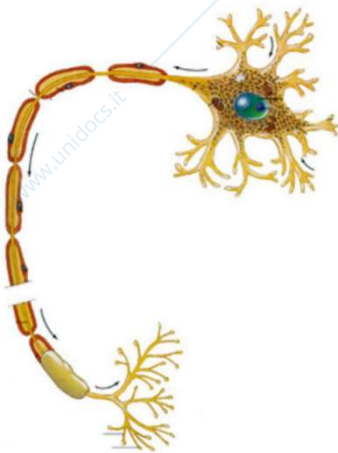
I neuroni non sono cellule eterogenee, sia dal punto di vista dimensionale che morfologico. Tutti i neuroni hanno un corpo cellulare (SOMA o PIRENOFORO o PERIKARION) in cui c'è il nucleo e da cui dipartono uno o più prolungamenti citoplasmatici. I neuroni esprimono

proteine dei neurofilamenti, quali costituenti dei filamenti intermedi.

Nel soma dei neuroni si distingue la sostanza tigroide formata da RER. Avviene qui un'elevata sintesi proteica, il nucleo è grande e il nucleolo è sviluppato. I prolungamenti non sono visibili con le marcature tradizionali

Utilizzando il metodo Golgi si colora solo l'1% del neurone. Ciascun neurone viene colorato interamente. I prolungamenti servono per trasmettere impulsi elettrici ma non sono tutti uguali, ci sono differenze anche funzionali. I prolungamenti citoplasmatici possono essere distinti sulla base della direzione di conduzione dell'impulso nervoso.

Se conducono l'impulso in senso centripeto (verso il SOMA) vengono chiamati **DENDRITI**. Se lo conducono in senso centrifugo (via dal SOMA) vengono chiamati assoni.



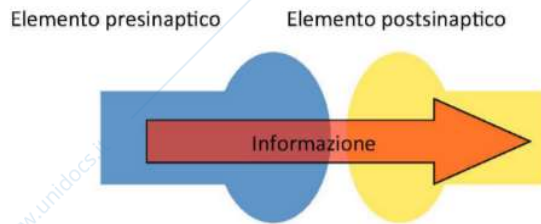
ASSONI

Conducono l'impulso in senso centrifugo dal soma verso l'esterno.

DENDRITI

Conducono l'impulso in senso centripeto dall'esterno verso il soma.

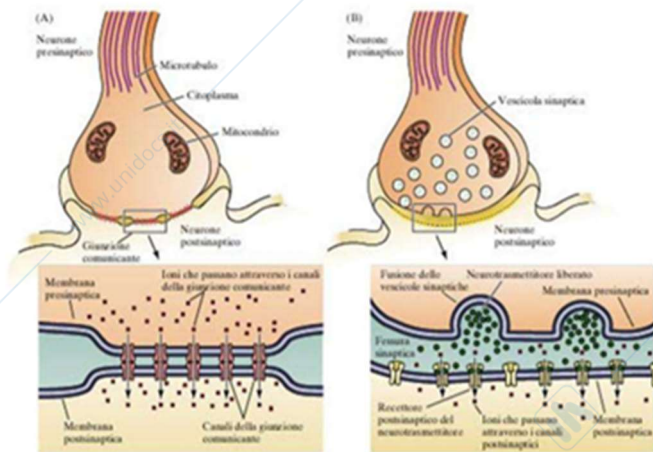
Gli assoni terminano con giunzioni specifiche dette SINAPSI (o anche giunzioni citoneurali se l'elemento post-sinaptico non è un neurone).



Le sinapsi possono essere:

- ♥ **ELETTRICHE** (gap junction): passano stimoli elettrici
- ♥ **CHIMICHE** – Trasformano stimoli elettrici in chimici

Le sinapsi



Le sinapsi chimiche

Presentano diverse specializzazioni:

- ♥ Vescicole e granuli contenenti neurotrasmettitori
- ♥ Mitocondri per sostenere l'attività metabolica
- ♥ Zone attive a cui avviene la fusione delle vescicole con la membrana plasmatica
- ♥ Recettori postsinaptici per il neurotrasmettitore
- ♥ Lo spazio tra elemento pre- e postsinaptico è detto FESSURA SINAPTICA

Neurotrasmettitori

A MOLECOLE PICCOLE

- ♥ ACETILCOLINA (SNP, circuiti cognitivi SNC)
- ♥ GLUTAMMATO (eccitatorio, SNC)
- ♥ GLICINA (inibitorio, midollo spinale)
- ♥ GABA (inibitorio, encefalo)
- ♥ SEROTONINA (modulazione SNC, circuiti dell'umore)
- ♥ ISTAMINA (modulazione SNC, circuiti della veglia)
- ♥ ADRENALINA (ormone, modulazione SNC)
- ♥ NORADRENALINA (SNP, modulazione SNC)

- ♥ DOPAMINA (modulazione SNC)
- ♥ ENDOCANNABINOIDI
(modulazione SNC, circuiti dell'appetito)

♥ PEPTIDI (>50)

4.1 NEURONE

Il neurone è l'unità funzionale del sistema nervoso. È caratterizzato da eccitabilità, conduttività e trasmissibilità. I neuroni sono eccitabili, in quanto reagiscono a stimoli chimici e fisici di intensità adeguata, generando un potenziale elettrico. Quest'ultimo viene condotto rapidamente da un punto all'altro del neurone e infine trasmesso ad un altro neurone o a una cellula effettrice (per esempio una cellula muscolare). La capacità di comunicazione dei neuroni è dovuta alla produzione di sostanze neuroattive che possono essere suddivise in tre tipologie: neurotrasmettitori, che agiscono localmente in modo rapido a livello delle sinapsi; neuromodulatori, la cui azione si ripercuote su più neuroni e non è limitata alla sinapsi; neurormoni, che vengono immessi nel torrente circolatorio ed esercitano effetti lenti e diffusi.

I neuroni sono cellule perenni, incapaci di dividersi e, sebbene siano presenti in un'ampia gamma di forme e dimensioni, in ciascuno di essi sono riconoscibili tre porzioni: il corpo cellulare, dal quale si staccano dei processi, i dendriti e l'assone. Questi ultimi sono ben visibili utilizzando tecniche istochimiche basate sull'impregnazione con metalli pesanti, come oro o argento, che conferiscono a tali strutture una colorazione scura intensa. Al contrario, il corpo cellulare è risaltato da colorazioni basofile, per l'elevata quantità di RNA ribosomale a livello del reticolo rugoso

Il corpo cellulare, chiamato anche pirenoforo o soma, contiene un voluminoso nucleo in posizione centrale. Aggregati di ribosomi e cisterne del reticolo endoplasmatico rugoso, che costituiscono la sostanza di Nissl, sono abbondanti nel citoplasma, nel quale sono stipati numerosi mitocondri e i filamenti citoscheletrici. Inoltre, possono essere presenti granuli di pigmento, quali melanina e lipofuscina.

I dendriti sono brevi processi cellulari che si staccano dal soma. Rappresentano la porzione di ricezione della cellula e trasmettono gli impulsi verso il corpo cellulare (conduzione centripeta). Sono ramificati e caratterizzati dalla presenza di spine, piccole estroflessioni della membrana con elevato contenuto di actina. Grazie a

questo aumento di superficie, ogni singolo neurone può ricevere fino a 100.000 segnali.

L'assone, o neurite o cilindrasse, è un unico processo, di calibro costante, che si origina dal soma in un punto chiamato cono di emergenza o monticolo assonico. Durante il suo decorso può emettere rami collaterali e, nella parte finale, formare delle ramificazioni che terminano con una piccola dilatazione, il bottone sinaptico. L'assone ha una lunghezza variabile da pochi mm a 1 m e conduce l'impulso dal soma alla terminazione sinaptica (conduzione centrifuga). Rispetto al corpo cellulare, non presenta la sostanza di Nissl e, quindi, è dipendente da esso per la sintesi delle proteine. Nel citoplasma sono, invece, presenti microtubuli e neurofilamenti (filamenti intermedi) che servono per il trasporto di macromolecole e organelli. Si distinguono un trasporto assonico lento (1-5 mm al giorno) anterogrado, che interessa proteine e filamenti citoscheletrici, e un trasporto assonico veloce (200-400 mm al giorno) anterogrado e retrogrado per organelli e vescicole.

All'interno del sistema nervoso le varie parti del neurone sono organizzate a formare la sostanza bianca e la sostanza grigia. La prima è costituita da fibre nervose, ciascuna composta da un assone e dalla guaina che lo riveste e il cui elevato contenuto lipidico è responsabile della colorazione. La sostanza bianca è suddivisa in fascicoli, formati da fibre con analogo significato funzionale. Nel SNP le fibre nervose formano i nervi periferici, suddivisi in cranici e spinali che emergono a coppie, rispettivamente, dall'encefalo e dal midollo spinale. Le fibre che li compongono appartengono a neuroni i cui soma sono contenuti nel nevrasso o nei gangli del SNC. Nella costituzione del nervo, intervengono tre membrane connettivali che formano una struttura ad capsula, simile a quella vista per il muscolo scheletrico (FIGURA 10.4). Ogni singola fibra nervosa è rivestita dall'endonevrio, sottile lamina di connettivo lasso. Il perinevrio, la membrana intermedia, delimita all'interno del nervo i fascicoli, formati da un insieme di fibre nervose. Il rivestimento più esterno, l'epinevrio, è uno strato di connettivo denso che si continua con la dura madre in prossimità dell'emergenza del nervo dal nevrasso.

La sostanza grigia comprende i corpi cellulari dei neuroni, i dendriti e la porzione iniziale degli assoni. È raggruppata in nuclei nel SNC e in gangli nel SNP. Questi ultimi vengono suddivisi in spinali, simpatici e parasimpatici. I gangli spinali sono situati a livello delle radici posteriori dei nervi spinali e contengono i soma dei neuroni sensitivi primari, di tipo pseudo-unipolare. Osservando un ganglio spinale in

sezione trasversale, si nota che ogni soma è circondato da numerose cellule satellite, con funzione trofica e di supporto. Il ganglio è rivestito da un sottile strato di tessuto connettivo in continuità con perinevrio ed epinevrio del nervo periferico associato al ganglio stesso. I gangli simpatici hanno morfologia simile ai gangli spinali ma sono caratterizzati da corpi cellulari di neuroni multipolari. I gangli parasimpatici, disposti in vicinanza delle strutture effettrici, quali la muscolatura liscia della parete intestinale, sono generalmente di piccole dimensioni con pochi neuroni aggregati avvolti da qualche cellula trofica.

4.2 GUAINA MIELINICA

La velocità di conduzione lungo l'assone dipende dal suo diametro: maggiore è il diametro e più elevata è la velocità. Per esempio, le fibre dei neuroni somatomotori α aventi diametro compreso tra 12 e 20 μm conducono a una velocità di 60-100 m/s; in quelle più sottili (2-8 μm) dei somatomotori γ il valore si riduce a 15-30 m/s. Tuttavia, poiché l'aumento del diametro dell'assone comporta anche un aumento del soma, da cui esso dipende per l'attività sintetica, questo sistema presenta un limite.

La velocità di conduzione viene incrementata in modo maggiore dalla presenza della guaina mielinica che avvolge gli assoni, fungendo da isolante e permettendo un tipo particolare di conduzione dell'impulso nervoso. Tale guaina è formata da ripetuti avvolgimenti (fino a 50) della membrana plasmatica di cellule della glia: gli oligodendrociti nel SNC e le cellule di Schwann nel SNP. La sua formazione inizia con l'avvolgimento dell'assone da parte della cellula gliale, le cui estremità venendo a contatto tra loro costituiscono il mesassone. Durante il progressivo arrotolamento della membrana, il citoplasma viene perso e rimangono solo strati sovrapposti e fusi di doppi strati fosfolipidici, con una preponderanza della componente lipidica responsabile dell'effetto isolante. Gli assoni così ricoperti diventano fibre mieliniche. Nella componente proteica, che ammonta a circa il 25%, sono presenti proteine caratteristiche, quali la proteina basica della mielina, la proteina proteo-lipidica e la glicoproteina oligodendrocitaria mielinica, che contribuiscono a mantenere l'integrità strutturale della guaina. Nel SNP ogni singola cellula di Schwann può rivestire un solo assone, mentre nel SNC ogni oligodendrocita può fornire la guaina mielinica a più assoni. Le fibre amieliniche, che conducono l'impulso nervoso più lentamente rispetto a quelle mieliniche, sono

costituite da assoni, generalmente di piccolo diametro, rivestiti solamente dal citoplasma della cellula di Schwann, che, in tal modo, può foderare più assoni.

Per dotare di guaina mielinica l'assone sono necessarie molte cellule di Schwann/oligodendrociti, ciascuna delle quali fornisce un segmento della guaina. Tra i segmenti sono presenti piccole aree scoperte, chiamate nodi di Ranvier; il segmento di fibra compreso tra due nodi viene detto internodo ed è costante all'interno di ogni fibra. Grazie a questa struttura, la conduzione del potenziale d'azione (PA) lungo l'assone non è continua, ma avviene solo a livello dei nodi e viene, di conseguenza, definita conduzione saltatoria. Il PA è una transizione momentanea del potenziale elettrico di membrana che avviene quando la cellula riceve una stimolazione di intensità adeguata. In condizioni di riposo, esiste una differenza di carica ai due lati della membrana plasmatica con un eccesso di cariche negative sul lato interno. Nei neuroni, tale differenza è di circa -70 mV e viene indicata come potenziale di membrana. In seguito a una stimolazione, la permeabilità della membrana viene modificata con apertura dei canali del Na^+ dipendenti da ligando. Si ha un innalzamento locale del potenziale (si parla di depolarizzazione) e, quando questo raggiunge il valore soglia (-55 mV), vengono aperti anche i canali del Na^+ dipendenti da voltaggio. La massiccia entrata di cariche positive, che non è controbilanciata dalla fuoriuscita di ioni K^+ , determina la formazione del PA, cioè un'inversione del potenziale che da negativo diventa positivo. I PA nascono nel cono di emergenza dell'assone e si propagano da nodo a nodo; in tal modo, viene aumentata in modo considerevole la velocità di conduzione dell'impulso lungo l'assone.

Sebbene i neuroni siano cellule terminalmente differenziate e incapaci di replicarsi, nel SNP posseggono la capacità di riparare le fibre nervose lesionate a patto che il corpo cellulare sia integro e funzionale. In seguito al danno di un nervo periferico, in cui viene interrotta la continuità dell'assone, ha inizio un processo di rigenerazione sostenuto non solo dallo stesso neurone, ma anche da cellule non neuronali e da molecole extracellulari ad azione neurotrofica, quali il fattore di crescita nervoso (Nerve Growth Factor, NGF), il fattore neurotrofico cerebrale (Brain-Derived Neurotrophic Factor, BDNF) e il fattore neurotrofico derivato dalle cellule gliali (Glial Cell-Derived Neurotrophic Factor, GDNF). La porzione distale dell'assone, che è disconnessa dal soma, va incontro a degenerazione anterograda, chiamata anche walleriana da Augustus Volney Waller che per primo ne descrisse, circa 160 anni fa, le caratteristiche morfologiche. In questa fase si ha frammentazione e

scomparsa dell'assone con la sua guaina mielinica e di parte delle cellule di Schwann. I detriti che ne derivano vengono rimossi per fagocitosi dai macrofagi e dalle cellule gliali. Le cellule di Schwann cominciano a proliferare formando una struttura tubolare cava che serve da guida per l'assone, la cui velocità di crescita è pari a circa 3 mm al giorno. Tipici casi di rigenerazione spontanea avvengono in seguito a danni ischemici o a rotture meccaniche di nervi periferici e sono più diffusi ed efficienti in soggetti giovani, laddove i processi di rimielinizzazione, a carico dei progenitori gliali, sono più veloci. Nel SNC, al contrario, non si ha una rigenerazione funzionale perché gli oligodendrociti non proliferano e non possono, quindi, indirizzare la crescita all'assone verso la struttura originaria. Quest'ultima, viene, inoltre, impedita dagli astrociti e dalla microglia che fagocitano i detriti cellulari e formano un tessuto cicatriziale.

4.3 SINAPSI

Le sinapsi sono giunzioni intercellulari specializzate in grado di trasmettere segnali elettrici da una cellula eccitabile (presinaptica) ad un'altra cellula eccitabile (postsinaptica). Garantiscono la comunicazione tra i neuroni di ogni via nervosa e tra i neuroni e le loro cellule effettrici, quali cellule muscolari e ghiandole. La trasmissione sinaptica può essere elettrica o chimica.

Le sinapsi elettriche sono formate da giunzioni comunicanti. La propagazione del potenziale d'azione tra una cellula e l'altra avviene tramite un passaggio diretto di ioni attraverso i pori dei connessioni che mettono in comunicazione diretta il citoplasma delle due cellule. In tal modo, la trasmissione dell'impulso è veloce e può avvenire nelle due direzioni. Le sinapsi elettriche vengono utilizzate per sincronizzare l'attività elettrica di più neuroni ed ottenere un'attivazione rapida e massiva. Sono poco frequenti nel sistema nervoso, in quanto la trasmissione non è modulabile.

A differenza di quelle elettriche, nelle sinapsi chimiche le membrane presinaptica e postsinaptica sono separate da una fessura sinaptica (20-40 nm di spessore). Il terminale assonico presinaptico prende il nome di bottone sinaptico e presenta vescicole contenenti il neurotrasmettitore (NT) e provenienti dal corpo cellulare tramite trasporto anterogrado. All'arrivo del PA, la depolarizzazione apre i canali per il Ca^{2+} voltaggio-dipendenti con afflusso dello ione all'interno della cellula. Questo provoca l'esocitosi del contenuto delle vescicole e il NT, diffondendo nello spazio sinaptico, si lega a recettori o a canali ionici presenti sulla membrana

postsinaptica. A differenza di quanto visto in quelle elettriche, la trasmissione nelle sinapsi chimiche è, quindi, unidirezionale e modulabile. Infatti, possono essere rilasciati NT sia eccitatori che inibitori che promuovono o inibiscono, rispettivamente, la generazione dell'impulso elettrico nel neurone postsinaptico. In assenza di stimolazione, il NT viene ricaptato dalla membrana presinaptica o scisso da enzimi, quali l'acetilcolinesterasi a livello della giunzione neuromuscolare. Similmente, anche i recettori sulla membrana postsinaptica vengono internalizzati per permettere un veloce recycling di membrana

Ogni parte del neurone può partecipare alla formazione di una sinapsi. Si possono avere sinapsi asso-dendritiche, tra l'assone di un neurone e il dendrita di un altro, asso-somatiche, tra assone e corpo cellulare, asso-assoniche, tra assoni, e, meno frequentemente, sinapsi dendro-dendritiche e soma-somatiche.

Uno scorretto funzionamento delle sinapsi è alla base di patologie come la miastenia gravis, malattia autoimmune in cui vengono prodotti anticorpi contro i recettori nicotinici presenti sulla membrana postsinaptica della giunzione neuromuscolare. La trasmissione dell'impulso nervoso responsabile della contrazione muscolare viene gravemente compromessa in quanto il NT, l'acetilcolina, non può più legarsi al recettore; inoltre, il legame recettore-anticorpo induce l'internalizzazione del recettore stesso e la sua successiva degradazione e può attivare il complemento con distruzione della membrana postsinaptica. Come conseguenza, la patologia è caratterizzata da debolezza muscolare e affaticabilità. La terapia è basata sull'uso di farmaci immunosoppressori per controllare la risposta autoimmune e di inibitori dell'acetilcolinesterasi, enzima responsabile della degradazione del NT, per aumentarne i livelli e la durata d'azione.

4.4 NEUROTRASMETTITORI

I neurotrasmettitori possono essere suddivisi in due categorie: NT a basso peso molecolare e neuropeptidi. Le terminazioni nervose possono contenere vescicole caricate con NT diversi. I recettori per i NT presenti sulla membrana postsinaptica sono di due tipi: recettori ionotropici, canali ionici che mediano risposte rapide e di breve durata; recettori metabotropici, che inducono l'attivazione di un secondo messaggero che, a sua volta, regola l'attività di un canale ionico. I recettori possono anche essere presenti sulla membrana presinaptica dove controllano il rilascio di NT.

I NT a basso peso molecolare vengono sintetizzati nel terminale assonico, incapsulati in vescicole e rilasciati per esocitosi nella fessura sinaptica. In questa categoria sono compresi l'acetilcolina, ammine (dopamina, noradrenalina, serotonina), amminoacidi (glicina, acido γ amminobutirrico, glutammato) e altre piccole molecole.

L'acetilcolina viene prodotta a partire dall'acetil-coenzima A e dalla colina, attraverso una reazione catalizzata dall'enzima colina acetiltransferasi. È il NT dei neuroni somatomotori che innervano la muscolatura scheletrica, dei neuroni pregangliari del sistema nervoso autonomo e di quelli postgangliari del parasimpatico. È presente, inoltre, in varie zone del SNC dove è coinvolto nei processi cognitivi. Può avere effetti sia eccitatori che inibitori.

Le ammine vengono sintetizzate a partire da amminoacidi. La tirosina è il precursore della dopamina, NT presente nel SNC e la cui carenza determina il morbo di Parkinson. Per trasformazione enzimatica della dopamina, si forma la noradrenalina, NT rilasciato da alcuni neuroni del SNC e da quelli postgangliari del simpatico. Dopamina e noradrenalina fanno parte del gruppo delle catecolammine. Altro NT presente nel SNC è la serotonina, coinvolta nel ritmo sonno-veglia e in funzioni cognitive complesse. Viene prodotta a partire dal triptofano e il suo deficit è implicato nella patogenesi di forme depressive.

Tra gli amminoacidi, il glutammato è il principale NT eccitatorio del SNC. Il suo eccesso può provocare gravi effetti citotossici con morte delle popolazioni neuronali. Al contrario, l'acido γ amminobutirrico (GABA) è un NT inibitorio nel SNC. I suoi recettori sono bersaglio di farmaci, quali benzodiazepine e barbiturici, che legandosi ad essi ne aumentano la sensibilità al NT; in tal modo, esercitano effetti ipnotici e sedativi. Nel midollo spinale, la glicina, ad azione inibitoria, è coinvolta nella coordinazione dei movimenti e nei riflessi spinali.

Altri NT costituiti da piccole molecole sono le purine (ATP e adenosina) e messaggeri retrogradi. Questi ultimi possono essere gassosi, come l'ossido di azoto (NO). Vengono sintetizzati nella cellula postsinaptica e poi raggiungono, tramite diffusione, il terminale presinaptico dove modulano il rilascio di NT.

I neuropeptidi sono formati da un numero variabile di amminoacidi (fino a 40). I loro precursori sono sintetizzati nel soma, immagazzinati in vescicole trasportate lungo l'assone fino al terminale sinaptico, dove avviene la maturazione a neuropeptidi. Anch'essi vengono liberati per esocitosi quando il PA induce

l'accoppiamento eccitazione-secrezione. Nello spazio sinaptico, i peptidi vengono rilasciati e rimossi più lentamente dei NT a basso peso molecolare e, per tal motivo, producono effetti prolungati associati a funzioni modulatorie. In questa categoria sono compresi circa 50 NT, tra cui oppioidi, quali encefaline ed endorfine in grado di alleviare il dolore, tachichinine, come la sostanza P, il neuropeptide Y e la somatostatina.

4.5 L'attività dei neuroni

Nelle giunzioni citoneurali la connessione tra elemento pre e postsinaptico può essere più o meno stretta. Il terminale presinaptico entra in contatto con l'elemento postsinaptico. I terminali presinaptici rilasciano neurotrasmettitore a distanza dal bersaglio. I neuroni sono post mitotici, dopo la divisione smettono di riprodursi.

A livello del soma (nucleo), tutte le informazioni vengono integrate e poi portate verso l'esterno: Le spine dendritiche ci permettono di memorizzare.

I neuroni sono dotati di plasticità sinaptica: modificano le sinapsi a seguito di stimolazioni adeguate

- ♥ A lungo termine (potenzialmente irreversibile)
- ♥ A breve termine (secondi e minuti)

Grazie a questa proprietà creano sinapsi nuove e stabilizzano quelle più importanti.

Una spina dendritica più è utile, più viene stabilizzata a grazie alla forza sinaptica. Una forza molto utilizzata è più stabile rispetto a una usata di meno (che viene ritratta). Il neurone non è statico, può mettere e togliere le spine in base all'utilizzo. Se un neurone usa sempre la stessa spina, non gli interessa toglierla - sa che utilizzerà sempre quella.

Il neurone multipolare riceve molte informazioni dall'esterno. Il neurone bipolare ha un albero dendritico caratterizzato da un dendrite principale che si ramifica. Non come quello multipolare che ha dendriti verso tutte le direzioni.

Neurone antipolare porta le informazioni dalla periferia al sistema centrale, si apre a T. La glia si estende pure su parte dei dendriti.

I neuroni si possono classificare in base al tipo di assone: Golgi I e Golgi II

- ♥ Golgi I - assone lungo
- ♥ Golgi II - assone corto o assente

L'ASSONE

Contiene microtubuli dove si muovono motori MAP, sui quali viaggiano le vescicole sinaptiche che arrivano alla sinapsi, la quale rilascia neurotrasmettitore che viene riportato

Le proteine Kinesina e Dineina possono camminare lungo i microtubuli. Queste vengono sintetizzate nel Golgi del Soma e poi si muovono verso la periferia.

Le vescicole fanno un'esocitosi non completa, rilasciano il neurotrasmettitore e poi vanno a riempirsi nuovamente, vengono riportate indietro. Oppure, vengono riportate indietro, distrutte e arrivano nuove al terminale. La membrana dell'assone genera e trasporta potenziali d'azione.

PROTEINE TRANSMEMBRANA

Il potenziale di membrana: la membrana del neurone è carica + all'esterno, e carica - all'interno. Quando si aprono dei canali, entrano ioni positivi che diminuiscono la negatività del citoplasma. Poi grazie alle pompe le cellule ritornano al potenziale REST.

FLUSSO DI INFORMAZIONI

Conduzione dell'impulso lungo l'assone. Rilascio neurotrasmettitore alla sinapsi (così viene elaborata un'integrazione di tutte le informazioni). Viene inibito o eccitato il neurone postsinaptico, si genera il potenziale d'azione che viaggia nell'assone.

4.6 SOSTANZA GRIGIA E SOSTANZA BIANCA

Nel cervello di un topo ci sono circonvoluzioni che aumentano la corteccia. Nella parte viola della foto ci saranno solo dendriti, nella parte bianca ci sono assoni. Nella sostanza grigia ci sono i corpi cellulari, nella sostanza bianca invece ci sono fasci di assoni che vanno a connettersi in regioni particolari.

IL SOMA

Caratterizzato da diversi tipi di morfologia. Possiamo classificare i somi in questo modo:

- ♥ STELLATA (motoneuroni)
- ♥ PIRAMIDALE (corteccia)
- ♥ PIRIFORME (Pukinje del cervello)
- ♥ SFERICA (gangli sensitivi)

NUCLEO

Il nucleo dei neuroni è molto voluminoso e importante da un punto di vista visivo.

I microtubuli del soma sono colorati con impregnazione argentea che danno al nucleo un'aspetto a maglia che rendono evidente il nucleolo. Si può usare anche un colorante basico che dà un effetto diverso. Voluminoso, sferico od ovoidale, centrale; Chiaro, con cromatina condensate (elevata attività genetica); Nucleolo unico, voluminoso ed intensamente basofilo (elevata attività di sintesi proteica)

CITOPLASMA DEL SOMA

- ♥ Mitocondri numerosi fino ai prolungamenti
- ♥ Golgi spesso ed esteso
- ♥ Sostanza di Nissl: zolle basofile che si estendono ai dendriti (ma non all'assone) -> reticolo endoplasmatico rugoso
- ♥ Ribosomi numerosissimi
- ♥ Neurotubuli e neurofibrille (aggregati di neurofilamenti di 10 nm)
- ♥ Centrioli quasi sempre presenti (nonostante l'assenza di mitosi)

DENDRITI

- ♥ In genere multipli
- ♥ Emergono da vari punti del corpo cellulare
- ♥ Relativamente brevi risp all'assone
- ♥ Si ramificano rimanendo vicino al soma
- ♥ Hanno contorno irregolare, spesso ricoperto di spine o gemmule
- ♥ Contengono gli organuli (tranne il Golgi)
- ♥ Funzionalmente e morfologicamente espansioni del soma

ASSONE

- ♥ Presente in tutti i neuroni Di solito unico
- ♥ Origina da una protrusione del soma detta cono di emergenza In genere più lungo e regolare dei dendriti
- ♥ Di solito non emette rami collaterali in vicinanza del soma... .. ma si divide ripetutamente nel cosiddetto territorio di presenta un citoplasma (innervazione assoplasma) contenente strutture citoscheletriche altamente specializzate
- ♥ È molto più regolato rispetto al dendrite perché pieno di strutture citoscheletriche specializzate che trasportano le vescicole. Il cono di emergenza collega il corpo cellulare con l'assone (imbuto).

ULTRASTRUTTURA DELL'ASSONE

Prendiamo un assone tagliato trasversalmente rispetto all'asse longitudinale. Le piccole strutture sono microtubuli, le strutture più grandi sono mitocondri. Sono visibili anche le vescicole sinaptiche e i piccoli organuli.

Se prendiamo una sezione longitudinale vediamo mitocondri che viaggiano, i microtubuli che fanno il percorso degli stessi mitocondri e le vescicole collegate. Sono visibili le cellule gliali attorcigliate intorno all'assone. La guaina mielinica isola la membrana, impedendole di caricarsi positivamente.

Verso il basso si vedono i lipidi che avvolgono l'assone isolandolo.



DIFFERENZA ASSONE E DENDRITI

- | | |
|--|--|
| ♥ I dendriti sono abbondanti | ♥ Negli assoni sono abbondanti i mitocondri. |
| ♥ hanno reticolo endoplasmatico al loro interno. | ♥ Assenti i componenti della sintesi proteica, |
| ♥ Superficie punteggiata da spine | ♥ speciali strutture citoscheletriche. |
| ♥ Corti e ramificati nei pressi del soma | ♥ superficie avvolta da guaina mielinica. |

FIBRE MIELINIZZATE

Sono fasci di assoni inibiti alla mutua interazione. Vediamo una sezione longitudinale dell'assone, troviamo molti nervi mielinizzati. Il nodo di Ranvier è una piccola parte di assone non mielinizzata per una trasmissione elettrica di cambio di potenziale.

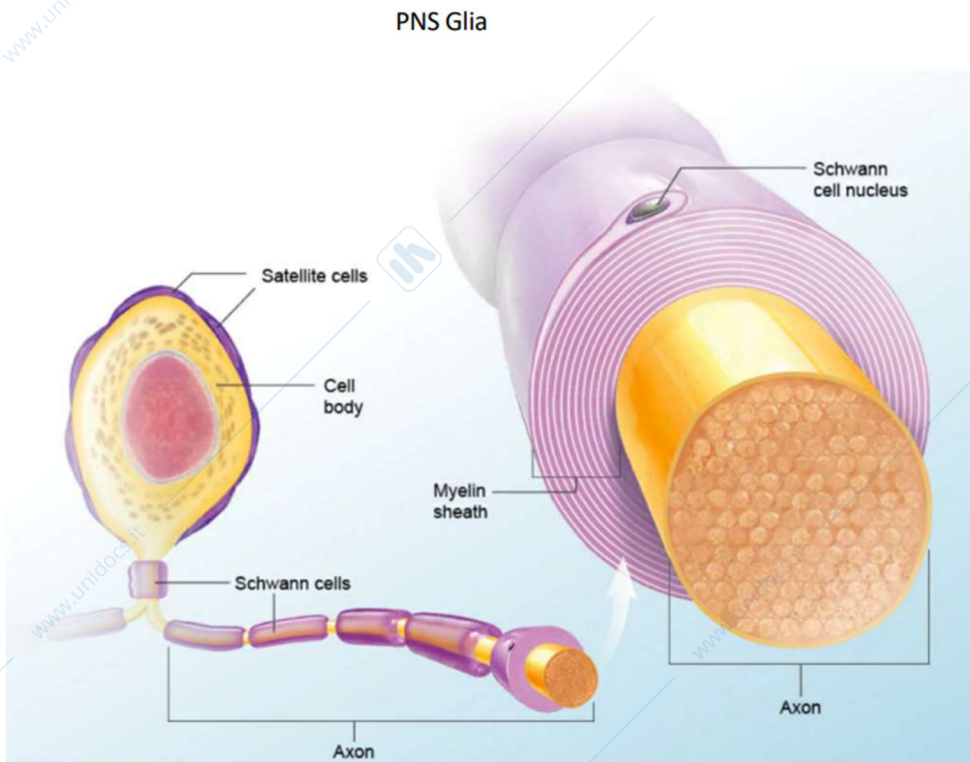
4.7 Cellule Gliali

CELLULE DELLA GLIA

- ♥ 10 volte più dei neuroni
- ♥ Fanno divisione mitotica. (i neuroni no)
- ♥ Si dividono in cellule localizzate nel SNC e in quelle localizzate nel SNP.

FUNZIONI

OLIGODENDROCITI	SNC	emettono prolungamenti che formano i manicotti mielinici
ASTROCITI	SNC	<p>Prolungamento a contatto con i vasi sanguigni, con il soma e con le sinapsi. Ha anche funzione di supporto e nutrimento del neurone, ma soprattutto regola i neurotrasmettitori togliendone l'eccesso.</p> <ul style="list-style-type: none"> ♥ Regolano le concentrazioni ioniche extracellulari ♥ Rimuovono i neurotrasmettitori rilasciati ♥ Formano tessuto cicatriziale in caso di lesione ♥ Fagocitano frammenti cellulari in caso di danno e morte neuronale
MICROGLIA	SNC	controlla che non entri nulla nel tessuto nervoso. La barriera ematoencefalica impedisce l'ingresso di patogeni nel cervello, altrimenti ci sono le microglie "poliziotte" che colonizzano il cervello per combattere il patogeno.
CELLULE DI SCHWANN	SNP	Stessa funzione degli oligodendrociti
PERICITI	SNP	Stessa cosa degli ANFICITI dette anche "cellule satelliti". È un tipo di cellula mesenchimale indifferenziata con funzione contrattile che circonda parzialmente le cellule endoteliali dei capillari e delle venule. Queste cellule perivascolari sono circondate da una propria membrana basale che può aderire o fondersi con quella dei capillari.



CELLULE EPENDIMALI

A mutuo contatto fra loro, ciliate, prismatiche, organizzate in forma di epitelio monostratificato e rivestono le cavità interne dell'SNC dove è contenuto il liquido cefalorachidiano.

CELLULE DI SCHWANN

Formano la guaina mielinica attorno agli assoni nel SNP, dove avvolgono un solo assone (diversamente dagli oligodendrociti nel SNC). Ciascuna cellula forma un solo manicotto di mielina, rigenerano diversamente dagli oligodendrociti.