

PICCOLE NEUROSCIENZE

Le cellule nervose



Chi siamo

Il gruppo di ricerca in Neuropsicofarmacologia dell'Università di Camerino, coordinato dal Prof Ciccocioppo, studia i meccanismi neurobiologici coinvolti nella dipendenza da sostanze d'abuso e i potenziali candidati farmacoterapeutici per il suo trattamento.

La messa a punto di modelli preclinici ha permesso di riprodurre la condizione umana di abuso e dipendenza fornendo preziose informazioni riguardo i fattori biologici e genetici che mediano disordini psichiatrici come la dipendenza. Tali modelli permettono di analizzare molti dei comportamenti associati alla dipendenza come la motivazione, la sindrome di astinenza e la ricaduta nell'uso di una sostanza. Essi permettono anche lo studio di comportamenti che spesso mostrano co-morbidità con la dipendenza come spiccata sensibilità allo stress, ansia e sintomi depressivi.

Il lavoro di ricerca che conta all'attivo più di 220 pubblicazioni scientifiche internazionali, viene svolto in collaborazione con prestigiose istituzioni accademiche europee ed extra europee, quali lo Scripps Research Institute, La Jolla, (CA), il National Institute of Health/NIAAAA Bethesda (MD), The Medical University of South Carolina, Charleston (SC) e molte altre.

Francesca Petetta, PhD student presso l'Università di Camerino. Ha una laurea in Filosofia e svolge la sua attività di dottorato nel gruppo di ricerca in Neuropsicofarmacologia.



Giulia Bianchini, laureata in Farmacia presso l'Università di Camerino, con una tesi sperimentale sulla dipendenza da alcohol nel laboratorio di Neuropsicofarmacologia.

La collana *Piccole Neuroscienze* intende promuovere l'interesse per le discipline neuroscientifiche nei contesti formativi primari, così da offrire una base di conoscenze utile ai percorsi successivi di studio.

L'obiettivo è quello di accompagnare l'apprendimento delle materie scientifiche e di favorire un'acquisizione non mnemonica ma esperienziale di concetti fondamentali per la formazione e la vita di ogni individuo. Maturare fin dai primi anni un'adeguata conoscenza riguardo alle dinamiche che coinvolgono il cervello e il suo ruolo all'interno dell'organismo permette di sviluppare abitudini sane, scaturite da scelte più consapevoli. Essere informati sui meccanismi alla base di comportamenti deleteri quali ad esempio quelli che conducono gli individui a sviluppare vari tipi di dipendenze aiuta infatti ad evitare convinzioni e azioni potenzialmente pericolose.

A questo scopo, i volumi sono ideati come supplementi alla didattica che forniscano ai docenti informazioni nozionistiche e proposte di attività laboratoriali da svolgere in classe. Le attività prevedono un approccio di tipo ludico-interattivo e sono sostenute da un linguaggio e una terminologia scientificamente accurati, in modo tale da risultare strumenti utili e adeguati all'età coinvolta.



PICCOLE NEUROSCIENZE

Le cellule nervose

**Francesca Petetta
Giulia Bianchini**

NeuroLab

NeuroLab

NeuroLab

NeuroLab



Introduzione

Il 1906 fu un anno molto importante per la medicina e per la ricerca neuroscientifica in generale. Proprio in quell'anno il premio più prestigioso del mondo, il premio Nobel, fu affidato a due ricercatori destinati a fare la storia delle scoperte scientifiche nel campo degli studi sul sistema nervoso. Essi sono l'italiano Camillo Golgi e lo spagnolo Santiago Ramón y Cajal. Tale riconoscimento attesta il fatto che gli studi di Golgi e Cajal rappresentano un punto di svolta per la scienza: grazie a loro, si può dire, nascono le neuroscienze moderne. Il loro rapporto fu caratterizzato da accesi dibattiti e scontri, in quanto le loro ricerche li portò a conclusioni opposte e incompatibili tra loro. Tuttavia, dobbiamo moltissimo a entrambi. In particolare, Golgi fu responsabile dell'invenzione, nel 1873, di quella che fu chiamata "reazione nera", una tecnica che permetteva di visualizzare le cellule del tessuto nervoso (**Tavola 1**). Essa lo condusse a confermare la cosiddetta "teoria reticolare" secondo la quale il sistema nervoso sarebbe una rete continua e globale, la cui azione complessiva sarebbe responsabile di tutte le facoltà. Utilizzando il metodo Golgi, anche Cajal studiò a lungo il sistema nervoso e giunse a formulare la "teoria cellulare" che, smentendo quella reticolare, riscontrava nella cellula neuronale l'elemento costitutivo essenziale di tutto il tessuto.

Ancora oggi conserviamo le tavole con i disegni che Cajal effettuò durante le sue osservazioni (**Tavole 2**). Grazie ad essi abbiamo un'idea piuttosto accurata, ma soprattutto bellissima, di ciò che il medico spagnolo trovava mentre si addentrava nella fitta rete di neuroni ramificati che è il nostro cervello. Ogni neurone comunica con tantissimi altri, dando vita a quella che probabilmente è la più complessa e potente macchina che esista al mondo. Studiare il loro funzionamento e la loro azione è indispensabile per comprendere ancora meglio noi stessi, perché ci porta ad esplorare le condizioni fondamentali e meravigliose che ci rendono ciò che siamo.

Approfondimenti

1. Anatomia del neurone

Proposta di laboratorio

7

2. Tipi di neuroni e funzioni

Proposta di laboratorio

9

3. Comunicazione tra neuroni

Proposta di laboratorio

11

4. Materiale di lavoro

13

ANATOMIA DEL NEURONE

La cellula di base del sistema nervoso è denominata **neurone**. Esso è costituito innanzitutto da una parte centrale, il **soma**, dove risiede il nucleo. Dal soma nascono poi l'**assone**, da una parte, e i **dendriti** dall'altra (**Tavola 3**). L'assone è responsabile della trasmissione dei segnali ai neuroni vicini, che lo riceveranno grazie ai loro dendriti. Questi presentano molte ramificazioni, come un albero, e ricevono segnali da altri neuroni, trasmettendoli poi fino al soma.

In base alla forma si distinguono vari tipi di neuroni. Ci sono ad esempio i neuroni **multipolari**, che presentano un unico assone e molti dendriti (sono tipicamente i neuroni che controllano i muscoli scheletrici). Quelli **bipolari** hanno invece un assone e un dendrite, quelli **unipolari** solo l'assone.

A coadiuvare i neuroni ci sono le **cellule gliali** o **cellule della glia**. Le più comuni sono gli **astrociti** e gli **oligodendrociti**. Queste cellule svolgono un'azione di supporto nel funzionamento del sistema nervoso. Hanno la funzione di garantire e regolare il nutrimento dei neuroni, di permettere un isolamento e una protezione delle fibre nervose e la riparazione in caso di danni o lesioni, di metabolizzare e smaltire i neurotrasmettitori nello spazio sinaptico (**Tavola 4**).

PROPOSTA DI LABORATORIO

Costruiamo un neurone

- Procuratevi tre cartoncini colorati (uno giallo, uno rosso, uno arancione e uno verde), una matita, delle forbici e della colla
- Disegna sul cartoncino GIALLO un ovale con intorno delle ramificazioni, come se fosse la testa di una persona molto riccia oppure la corolla di un albero con tanti rami intorno (questo sarà il tuo SOMA)
- Ritaglialo e lascialo lì da parte
- Sul cartoncino ROSSO disegna una pallina un po' più piccola del disegno giallo (questo sarà il nucleo del neurone, all'interno del soma)
- Ritaglialo e incollalo al centro della corolla
- Sul cartoncino ARANCIONE disegna un lungo tronco sottile, simile a quello di un albero
- Ritaglialo e incollalo alla base del disegno giallo, come fosse un tronco che lo sorregge
- Dal cartoncino VERDE ritaglia dei piccoli rametti e incollali uno per uno all'estremità libera del tronco arancione

TIPI DI NEURONI E FUNZIONI

Esistono diversi tipi di neuroni, diversi tra loro per forma, dimensioni e funzioni. Tra questi troviamo ad esempio i **neuroni specchio**. Essi furono scoperti intorno alla prima metà degli anni '90 dal team di ricercatori guidato da Giacomo Rizzolatti. Tali neuroni hanno la caratteristica di attivarsi sia quando compiamo un'azione, sia quando osserviamo un'azione compiuta da qualcun altro. Questa caratteristica di contribuire nell'attivazione di comportamenti imitativi li ha posti al centro dello studio del fenomeno dell'empatia, sebbene non ci siano evidenze del fatto che essi siano davvero i responsabili di tale capacità relazionale.

Un altro tipo di neuroni sono quelli di **Von Economo (VEN)**, detti anche **neuroni fusiformi** a causa della loro forma allungata e cilindrica. Sono molto grandi e riescono a mettere in comunicazione tra loro aree cerebrali molto ampie. La loro azione è importante per fenomeni quali lo sviluppo del senso dell'io, del senso sociale e dei processi decisionali. Si sostiene che essi siano responsabili del cosiddetto "senso della realtà". Furono descritti per la prima volta da Constantin Von Economo, dal quale prendono il proprio nome, intorno al 1925.

Le **cellule del Purkinje** sono i neuroni che popolano il cervelletto. Prendono il nome dall'anatomista ceco Jan Evangelista Purkyně, che li individuò nel 1837, e presentano una struttura molto ramificata, essendo dotati di un gran numero di dendriti. La loro funzione è quella di regolare i movimenti complessi e coordinati, impedendo movimenti bruschi.

Nel corso degli anni sono avvenute molte scoperte riguardanti nuovi tipi di neuroni. Nel 2018 ad esempio sono stati individuati quelli che vengono definiti i **rosehip neurons**, i neuroni rosa canina, a causa della loro forma minuta, densa e molto "cespugliosa". Ad oggi non si hanno ancora informazioni riguardo alla loro funzione, ma le ricerche, ovviamente, continuano, segno del fatto che non si può mai affermare di aver afferrato una piena conoscenza rispetto a ciò che ci circonda.

PROPOSTA DI LABORATORIO

Maestri neuroni specchio

Provate a farvi disegnare a terra, con un gessetto, il percorso chiamato “campana” (**Tavola 5**) e provate a farlo tutto la prima volta senza sbagliare.

Provate ora a guardare qualcun altro che lo fa sapendo a memoria il percorso. Osservate bene i suoi movimenti, anche più di una volta. Diciamo tre volte almeno.

Provate ora a rifare voi stessi il percorso e vedete se siete riusciti a impararlo solo osservando un'altra persona compiere quei movimenti. Se ci siete riusciti allora il merito è senz'altro anche dei vostri neuroni specchio. Loro si sono attivati mentre osservavate i movimenti compiuti di fronte ai vostri occhi e, nel momento in cui vi siete cimentati in quegli stessi movimenti, si sono attivati di nuovo, ricordandosi come lo avevano fatto prima. In questo modo vi hanno permesso di imparare dei movimenti solo osservando qualcuno che li faceva.

COMUNICAZIONE TRA NEURONI

L'aspetto forse più importante e interessante delle cellule neuronali è legato alla loro capacità di scambiarsi informazioni e, in sostanza, di comunicare. La comunicazione tra neuroni avviene grazie alle **sinapsi**. La sinapsi è il piccolissimo spazio che si trova tra un neurone e l'altro. Attraverso questo spazio passano le informazioni (principalmente sotto forma di **neurotrasmettitori**) che i neuroni si scambiano per comunicare tra loro. I neurotrasmettitori sono sostanze chimiche che veicolano le informazioni trasmesse da un neurone all'altro. Essi possono essere di diverso tipo, a seconda di quale messaggio deve essere inviato. Alcuni tra i più comuni neurotrasmettitori sono il **glutammato**, il **GABA**, la **dopamina**, la **noradrenalina**, l'**adrenalina**, l'**acetilcolina**, la **serotonina**.

Il **glutammato** è un **neurotrasmettitore eccitatorio**, ovvero una sostanza che **promuove** la creazione di un impulso nervoso nel neurone ricevente.

Il **GABA** è invece un **neurotrasmettitore inibitorio**, atto cioè ad **inibire** la creazione di un impulso nervoso nel neurone ricevente.

La **dopamina** svolge numerose funzioni e partecipa in processi quali il controllo del movimento, la secrezione dell'ormone prolattina, i meccanismi di ricompensa e piacere, il controllo delle capacità di attenzione, il meccanismo del sonno, il controllo del comportamento, il controllo di alcune funzioni cognitive, il controllo dell'umore e i meccanismi alla base dell'apprendimento.

La **noradrenalina** (o **norepinefrina**) e l'**adrenalina** (o **epinefrina**) sono **neurotrasmettitori eccitatori**. La prima svolge il compito di mobilitare corpo e cervello per l'azione. La seconda partecipa a processi quali l'incremento del sangue ai muscoli scheletrici, l'aumento della frequenza cardiaca e la dilatazione delle pupille.

L'**acetilcolina** è un neurotrasmettitore con funzione **eccitatoria** nei muscoli. Essa favorisce la contrazione delle cellule dei tessuti muscolari interessati. Agisce anche a livello del sistema nervoso autonomo, sia con funzione **eccitatoria** che **inibitoria**.

La **serotonina** è un **neurotrasmettitore inibitorio** che regola l'appetito, il sonno, i processi di memoria e apprendimento, la temperatura corporea, l'umore, alcuni aspetti del comportamento, la contrazione muscolare, alcune funzioni del sistema cardiovascolare e alcune funzioni del sistema endocrino.

PROPOSTA DI LABORATORIO

Sinapsi senza fili

Sul modello del gioco “il telefono senza fili”, si esorta i bambini a disporsi dentro la classe in modo tale da formare una rete, simile a una rete neurale (**Tavola 6**). A un certo punto dalla porta entrerà uno stimolo, cioè una persona che dirà al bambino più vicino “ho sete” oppure “ho fame” oppure “c’è un’enorme tigre in giardino!” Il bambino dovrà trasmettere un messaggio, tramite il neurotrasmettitore giusto, ai bambini vicini, che lo faranno scorrere poi attraverso tutta la rete. Potranno scegliere neurotrasmettitori quali la noradrenalina o l’adrenalina (di tipo eccitatorio) che avranno l’effetto di produrre una reazione come “bere”, “camminare in cerca di cibo”, “scappare o attaccare la tigre” in tutto l’organismo; oppure GABA (di tipo inibitorio), che avranno il compito di controllare e bilanciare reazioni troppo eccessive. Se quindi la rete dovesse essere percorsa da troppi neurotrasmettitori eccitatori, sarà necessario “placarla” un po’ con qualche messaggio inibitorio.

MATERIALE DI LAVORO



NeuroLab



NeuroLab



NeuroLab



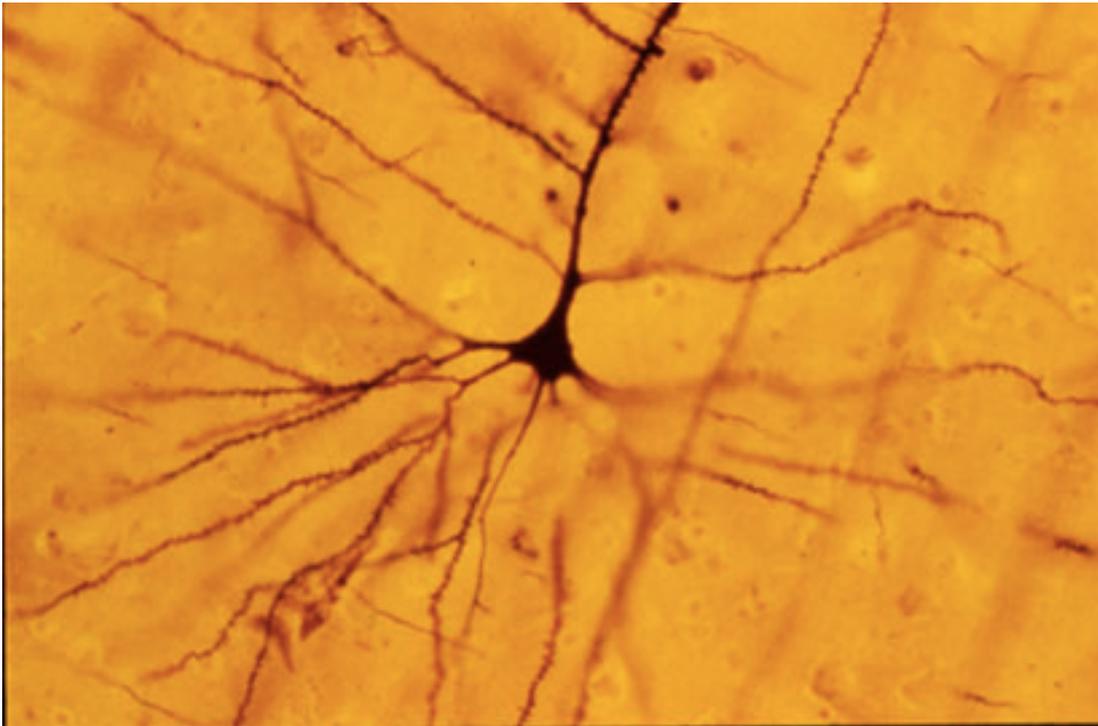
NeuroLab



NeuroLab



NeuroLab



La reazione nera, scoperta da Golgi, permetteva di colorare le cellule del tessuto nervoso in modo da renderle visibili.



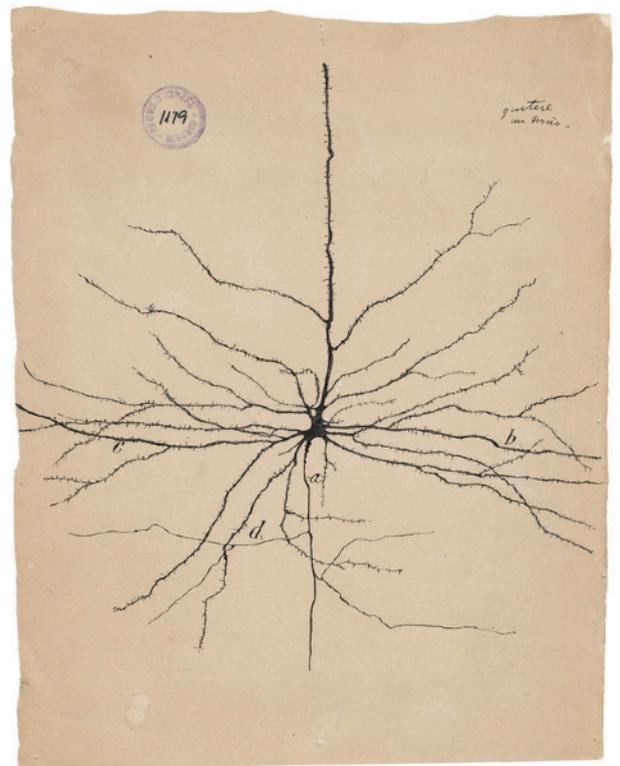
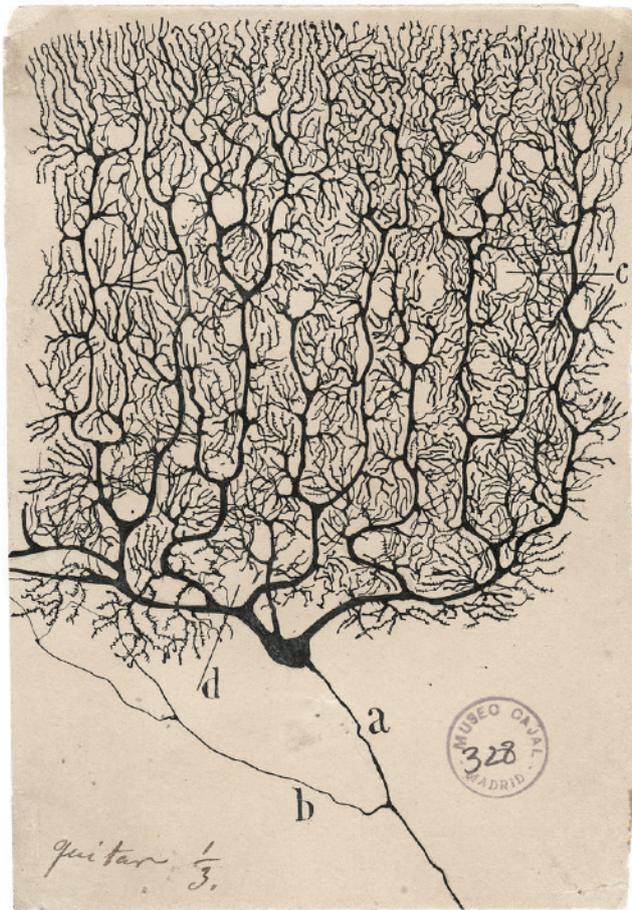


Tavola 2

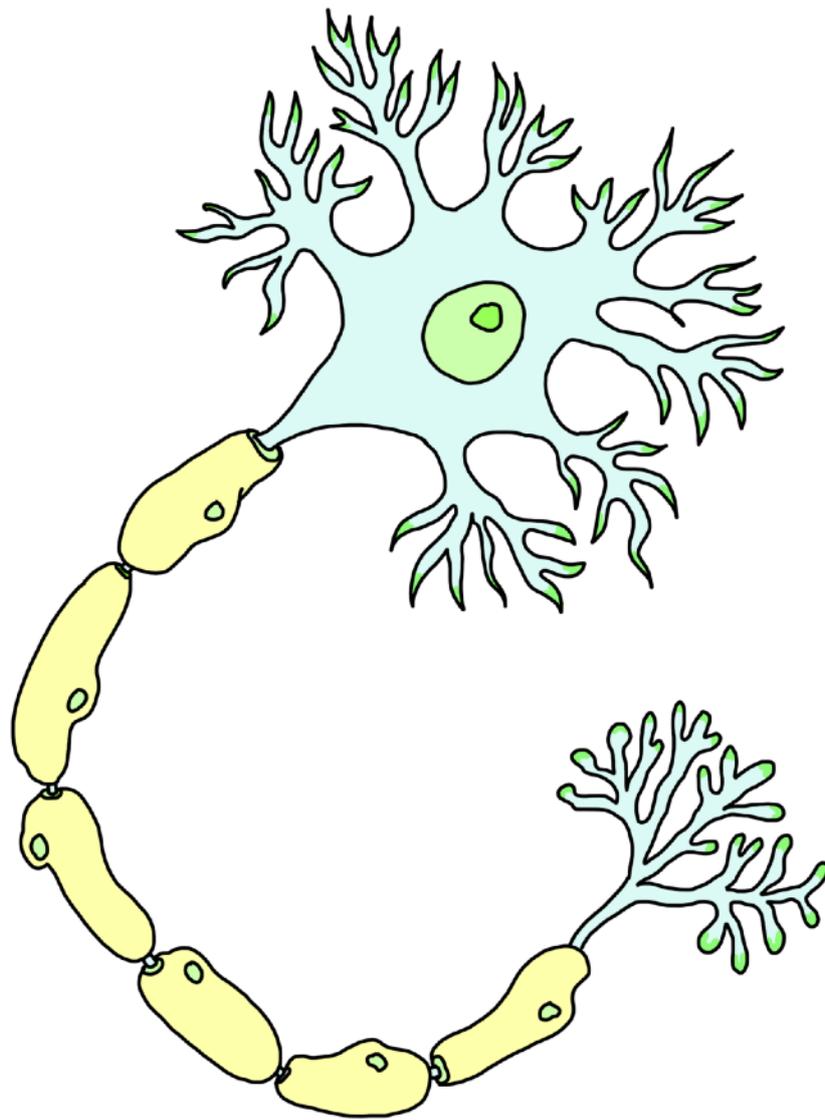
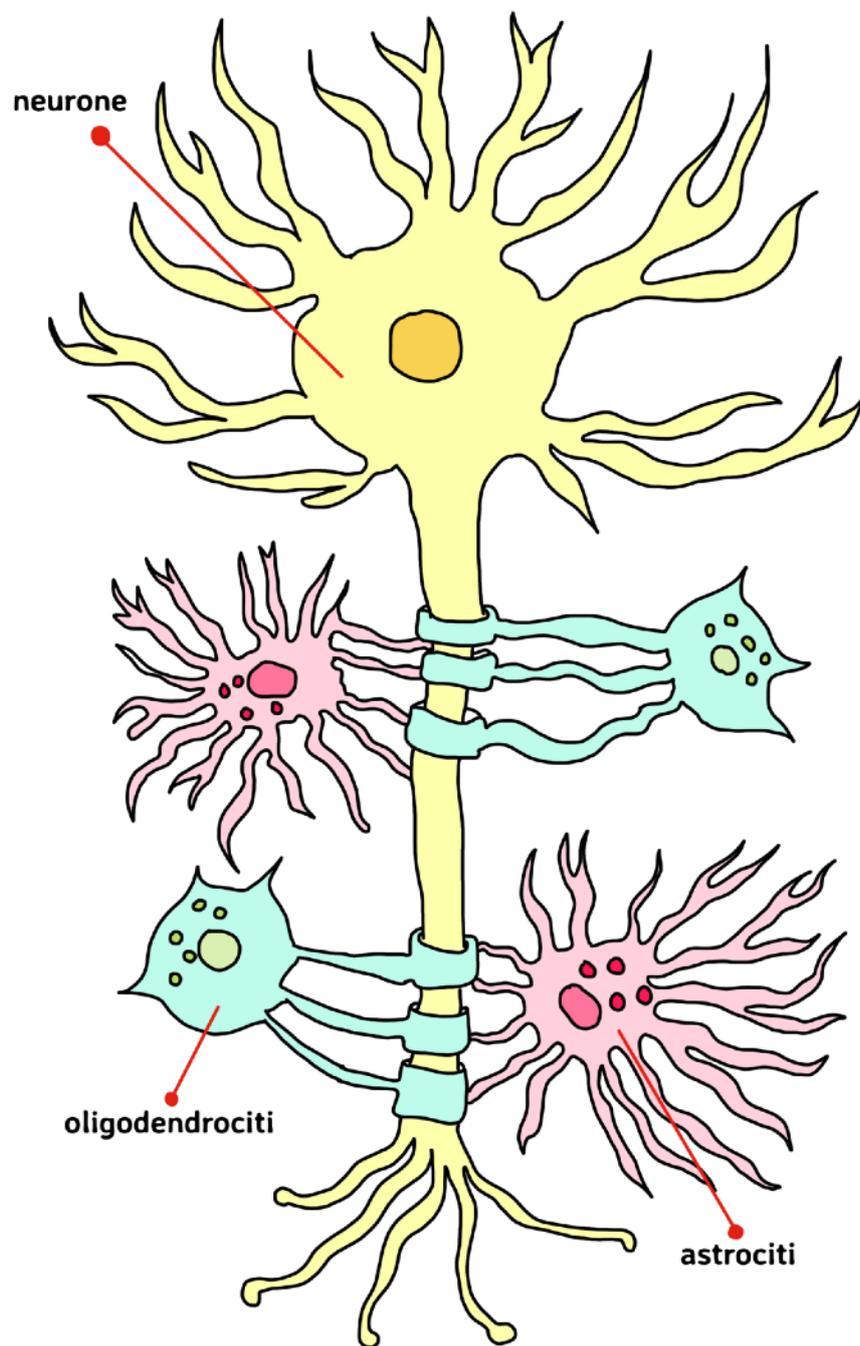


Tavola 3



roLab

roLab

roLab

Tavola 4



Lab

Lab

Lab

Tavola 5

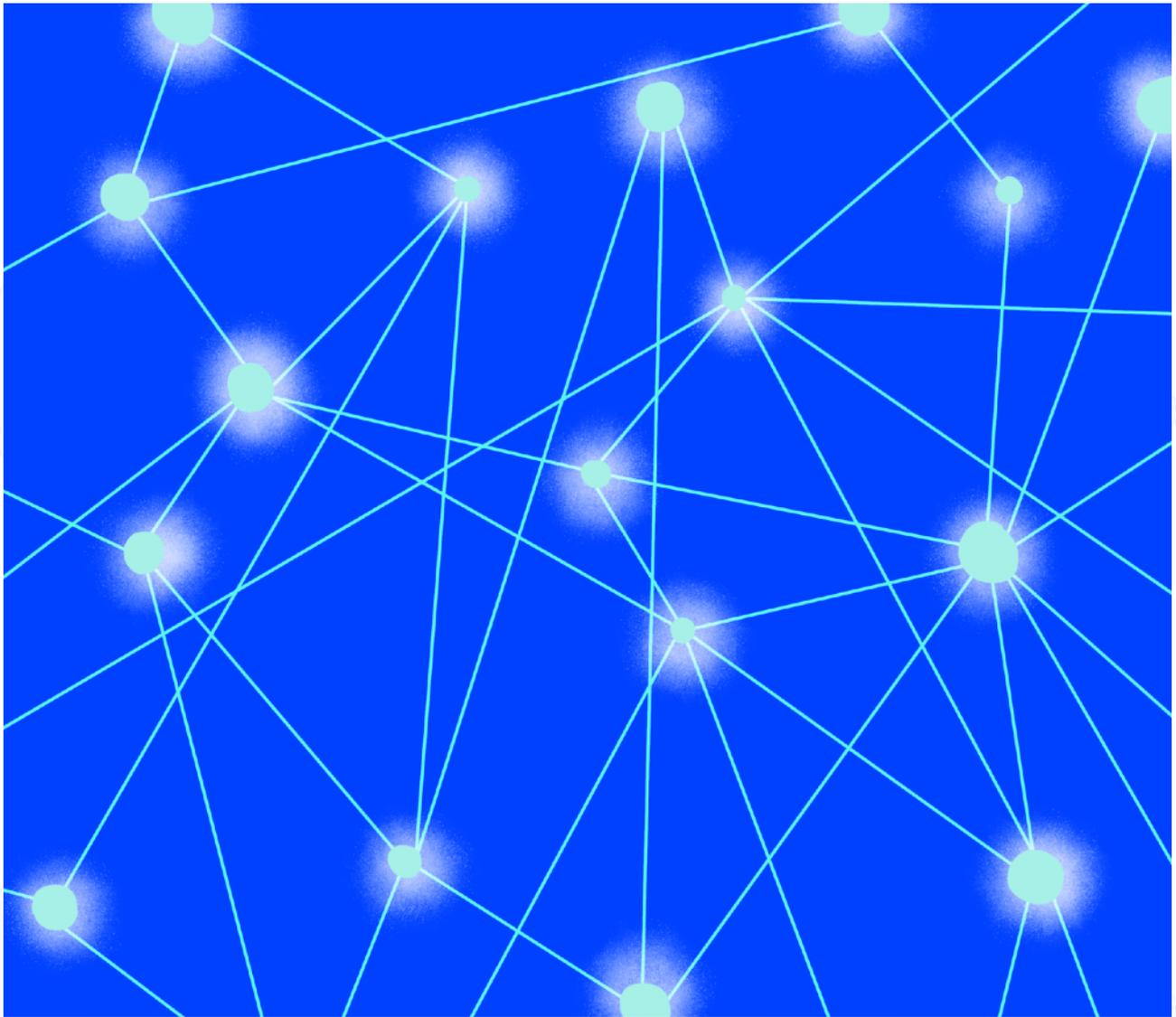


Tavola 6