

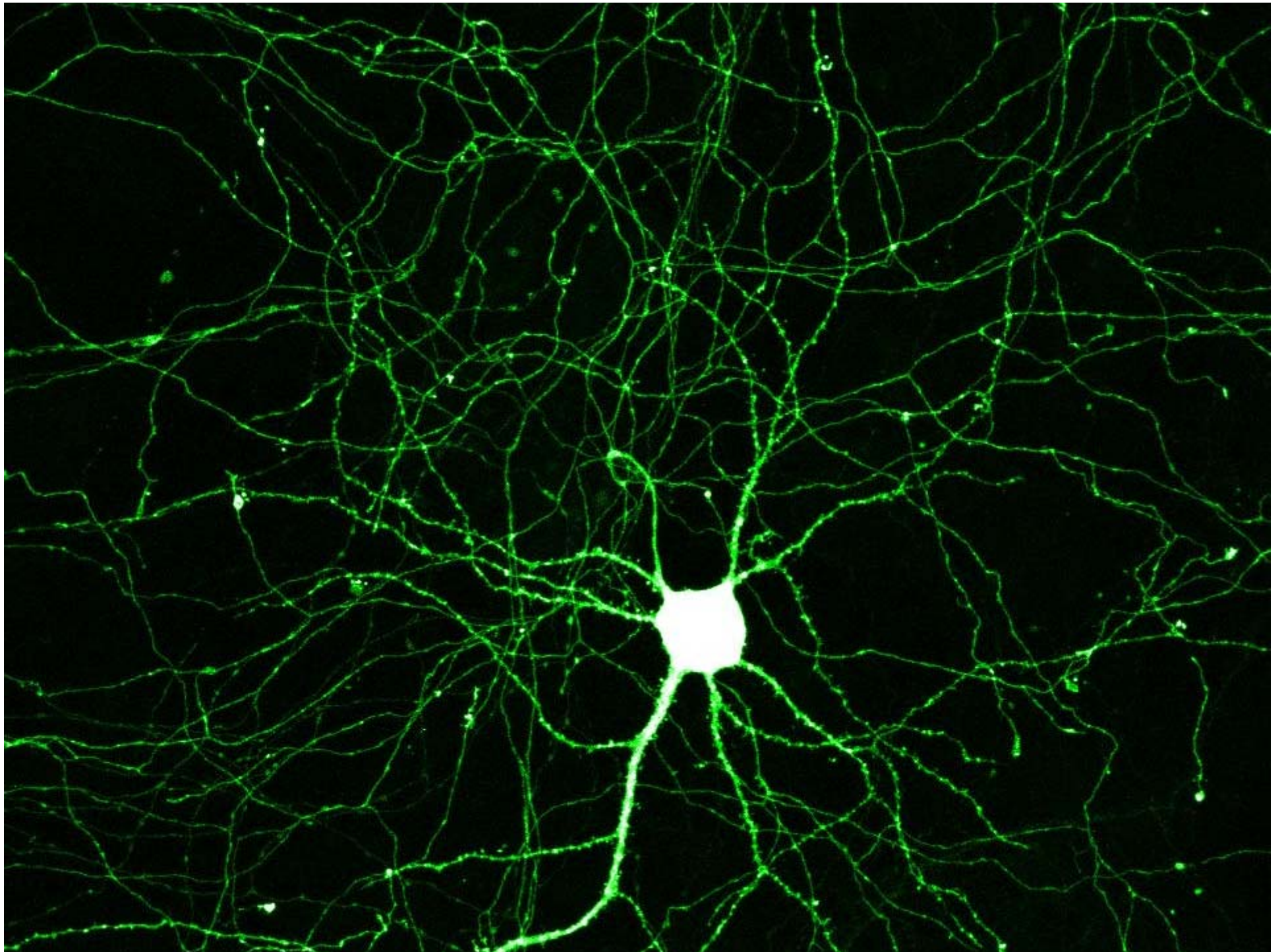
Il sistema nervoso

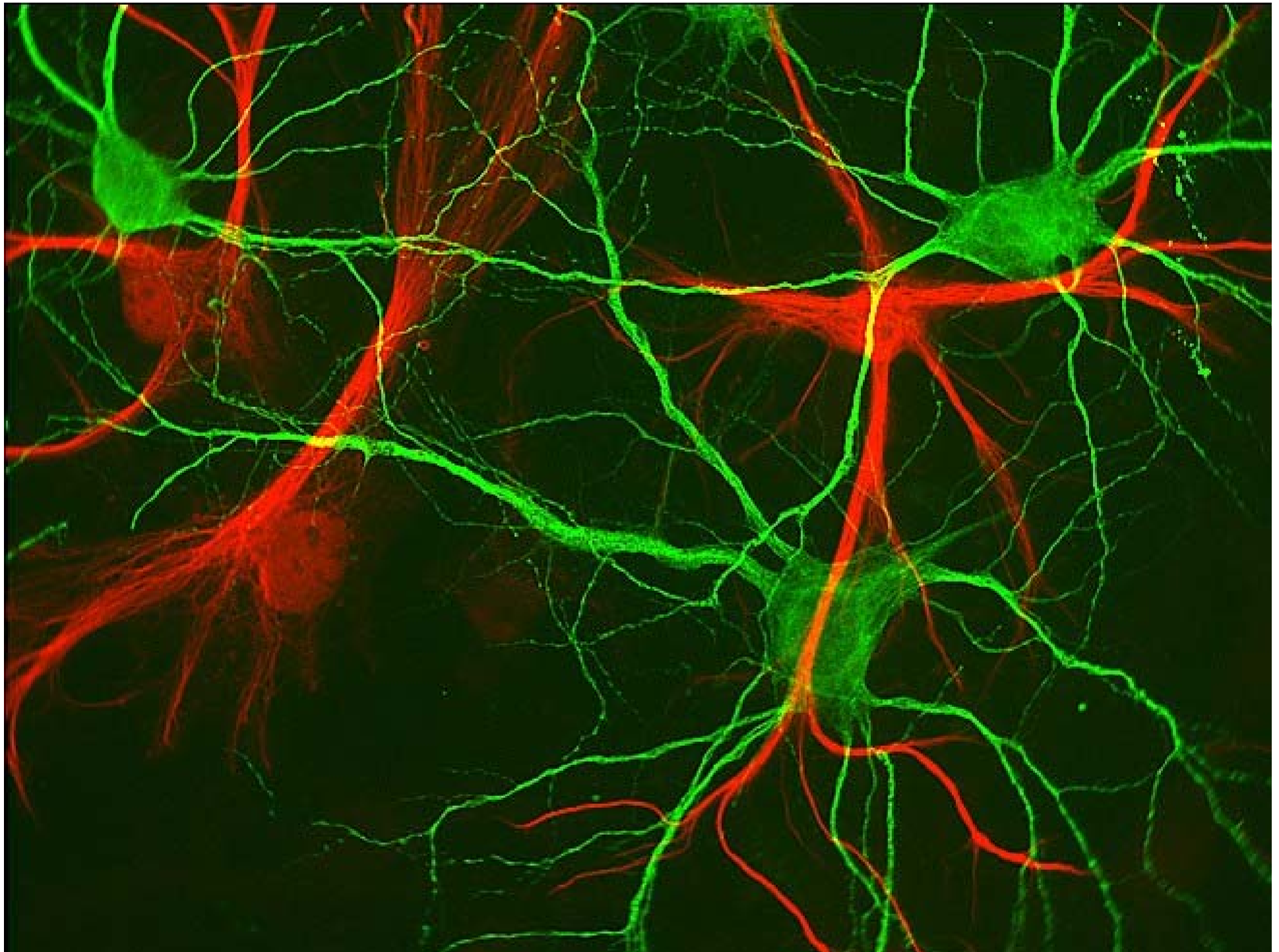

www.fisiokinesiterapia.biz

Struttura e funzione del sistema nervoso

- Il sistema nervoso riceve gli impulsi sensoriali, li interpreta e li elabora, e trasmette quindi al corpo i comandi appropriati.

- Il sistema nervoso è costituito dai **neuroni**, cellule specializzate costituite da un corpo cellulare (che contiene il nucleo e gli organuli) e da lunghi sottili prolungamenti, chiamati *fibre nervose*.
- Il cervello umano contiene circa 100 miliardi di neuroni specializzati nel trasferire segnali da un punto all'altro del corpo.





Le Scienze

Giugno 2010

€ 3,80

www.le Scienze.it

edizione italiana di Scientific American

Disturbi di rete



LA SCIENZA STA SCOPRENDO
I DIRETTI DEI CIRCUITI DEL CERVELLO
ALL'ORIGINE DI ALCUNE MALATTIE MENTALI

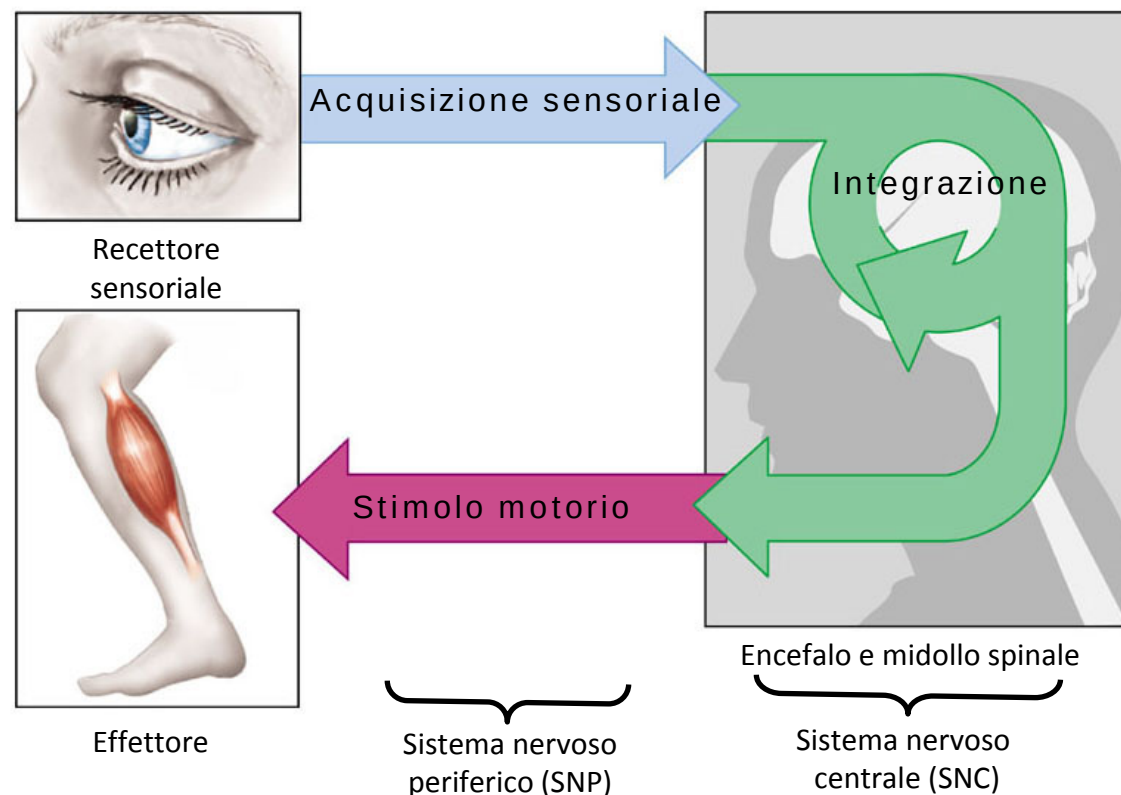
Astronomia

Viaggio virtuale in otto tappe tra i panorami
più stupefacenti del sistema solare

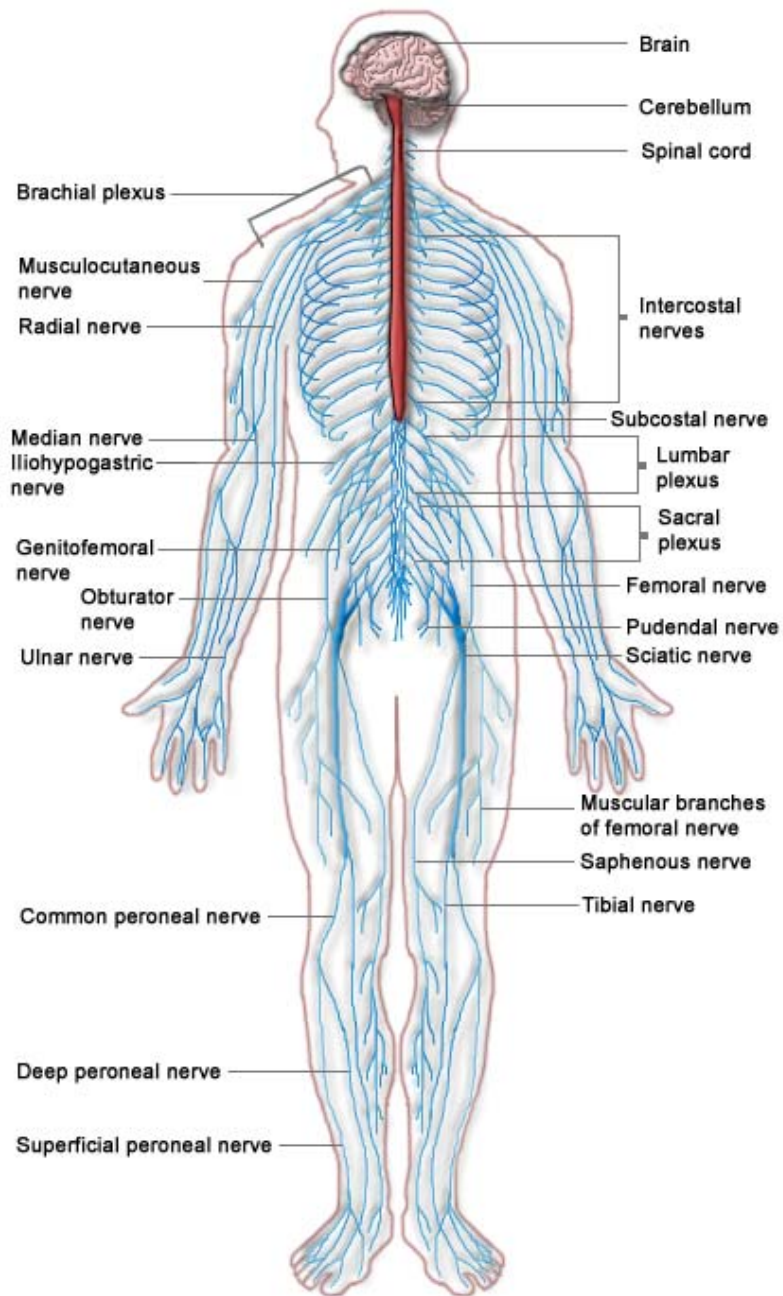
Medicina

La cura del dolore ha fatto passi da gigante,
che ricorrono ora sempre a farmaci personalizzati

- L'**acquisizione sensoriale**, l'**integrazione** e lo **stimolo motorio** sono nel sistema nervoso funzioni strettamente interconnesse:



- Il sistema nervoso viene suddiviso in due parti:
 - **sistema nervoso centrale (SNC)**: costituito dall'encefalo e, nei vertebrati, dal midollo spinale;
 - **sistema nervoso periferico (SNP)**: formato essenzialmente dalle vie di comunicazione (i nervi) che portano i messaggi verso l'interno e verso l'esterno del sistema nervoso centrale; il sistema periferico possiede anche i **gangli**, che raggruppano i corpi cellulari dei neuroni.



Cosa studiano le Neuroscienze?

- Livello genetico: studio delle basi **genetiche** della funzione neuronale.
- Livello sistemico: studio **anatomico** delle varie parti del sistema nervoso, e del il sistema visivo o quello uditivo. A questo livello si studiano anche le connessioni fra le varie parti del cervello.

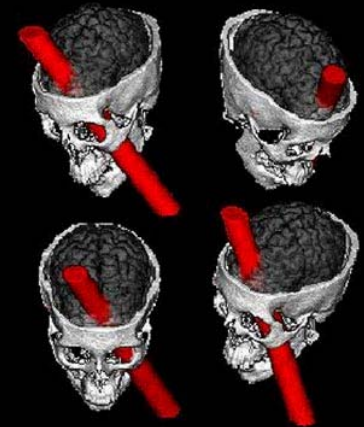
Cosa studiano le Neuroscienze?

- Livello neuronale: studio delle funzioni e del contenuto dei singoli **neuroni**. A questo livello si studiano anche i **neurotrasmettitori**.
- Livello sinaptico: studio delle **sinapsi**.
- Livello dei circuiti locali: studio delle funzioni svolte da gruppi di neuroni (**circuiti** nervosi).
- Livello di membrana: studio dei livelli di canali ionici della **membrana** cellulare di un neurone.

Cosa studiano le Neuroscienze?

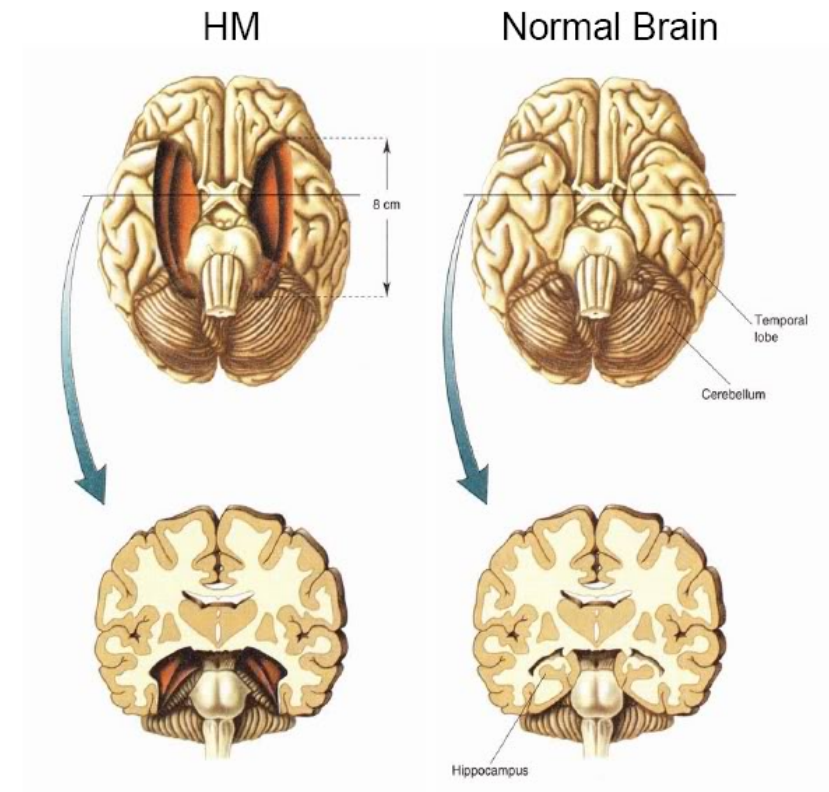
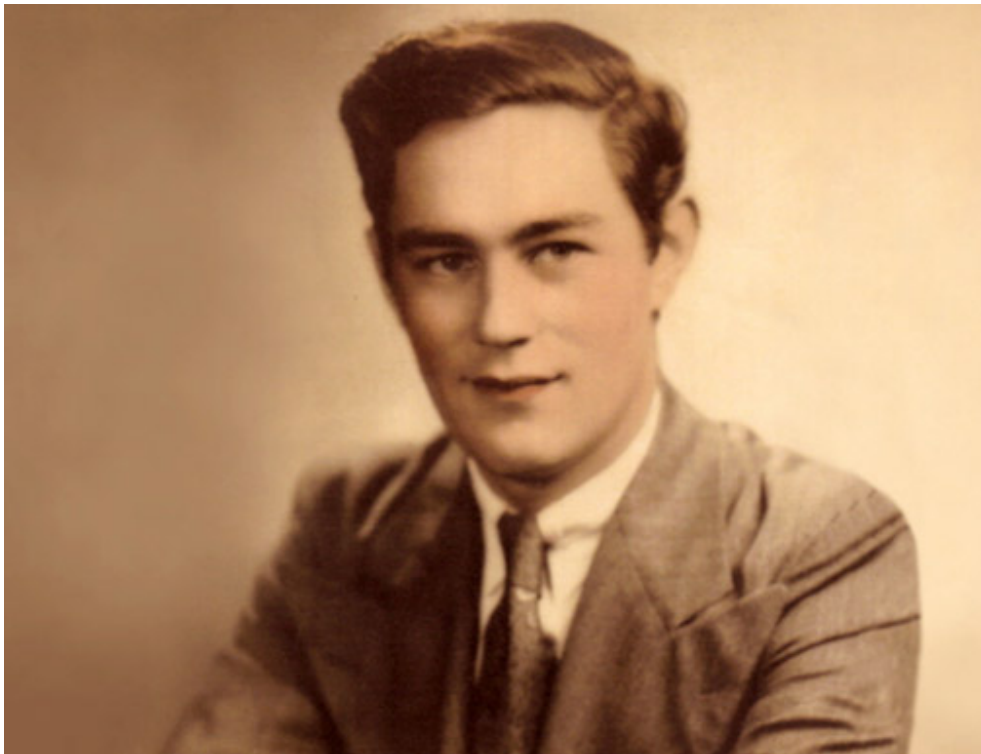
- Livello comportamentale e cognitivo: studio delle basi neuronali del **comportamento** e della **mente**. In altre parole, perché le persone e gli animali sono quel che sono e fanno quello che fanno.

Phineas Gage (1823-1860)



- **Phineas P. Gage** è stato un operaio statunitense addetto alla costruzione di ferrovie. È conosciuto per essere diventato uno dei casi di studio più famosi in neurologia in seguito a un incidente sul lavoro avvenuto il 13 settembre 1848 a Cavendish, nel Vermont, mentre inseriva una carica esplosiva in una roccia che bloccava il passaggio della linea ferroviaria in costruzione. A causa dell'esplosione accidentale della polvere da sparo, il ferro di pigiatura che Gage stava usando per compattarla schizzò in aria attraversando la parte anteriore del suo cranio, provocando un forte trauma cerebrale ai lobi frontali del cervello.
- Miracolosamente sopravvissuto all'incidente, la sua personalità però aveva subito radicali modifiche, al punto che gli amici non lo riconoscevano più e i vecchi datori di lavoro si rifiutarono di riprenderlo con sé. Si crede che l'incidente di cui fu vittima abbia causato l'enorme cambiamento nella sua personalità emotiva e relazionale, trasformandolo in una persona talmente priva di freni inibitori sul piano verbale, da risultare irosa ed asociale, ed un cambiamento della sua capacità di fare previsioni sulla base dei dati acquisiti, rendendolo incapace di valutare i rischi delle sue azioni.
- Gli studi sulle condizioni di Gage hanno apportato grandi cambiamenti nella comprensione clinica e scientifica delle funzioni cerebrali e della loro localizzazione nel cervello, soprattutto per quanto riguarda le emozioni e la personalità.

Paziente H.M. (Henry Molaison 1926 – 2008)



“...la mia vita... come un continuo risveglio dal sonno”

H.M. soffriva di una grave forma di epilessia farmacoresistente. Nel 1953 fu mandato presso il dottor William Scoville, chirurgo al Hartford Hospital, per un trattamento. Scoville riuscì a localizzare l'origine dei suoi attacchi epilettiformi nel lobo temporale mediale, suggerendo l'ablazione chirurgica dello stesso come terapia.

Ad H.M. furono asportati, quindi, i tre quarti della formazione ippocampale, e l'amigdala.

Dopo l'operazione egli cominciò a soffrire di una grave forma di amnesia anterograda: anche se la sua **memoria a breve termine** sembrava intatta, egli non riusciva ad accumulare, ritenere o recuperare nuovi ricordi. In accordo con alcuni scienziati quello di H.M. era un deficit nella capacità di formare nuova **memoria semantica**. Egli inoltre soffrì di moderata amnesia retrograda, infatti non riuscì a rievocare molti dei suoi ricordi fino a 3-4 giorni prima dell'intervento.

Comunque, la sua abilità di formare tracce di **memoria procedurale** rimase intatta, perciò egli poteva, ad esempio, apprendere nuove abilità motorie, pur non riuscendo a ricordare esplicitamente di averle apprese.

un po' di Storia...

1700 a.C. - Gli egiziani scrivono l' Edwin Smith surgical papyrus, la prima descrizione scritta del sistema nervoso

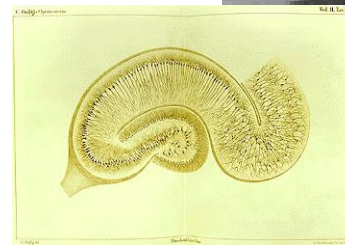
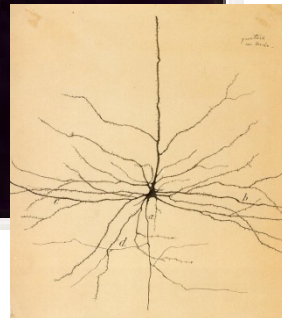
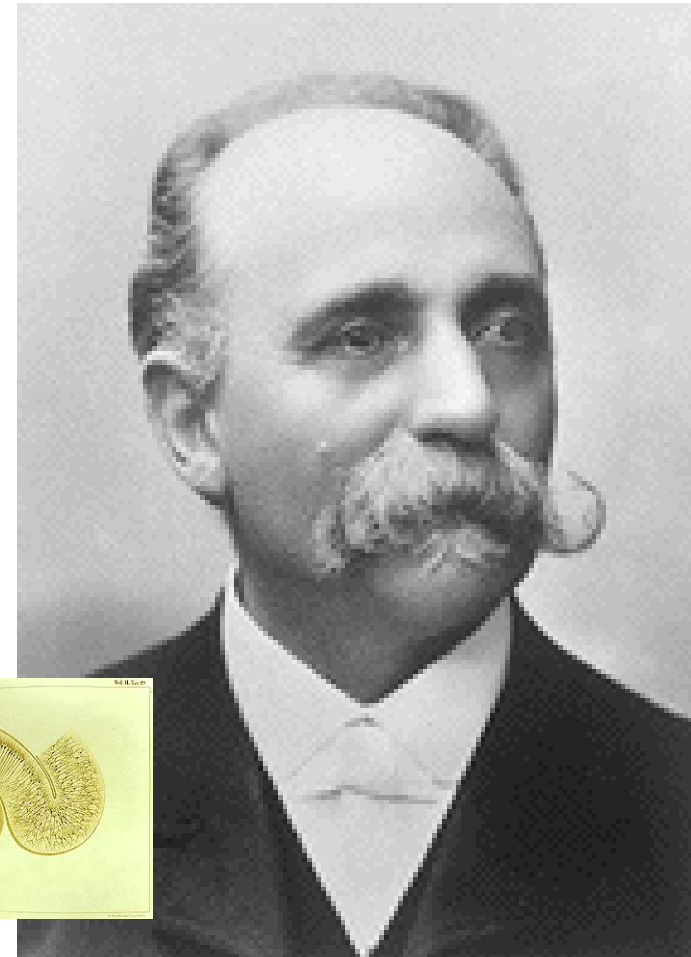
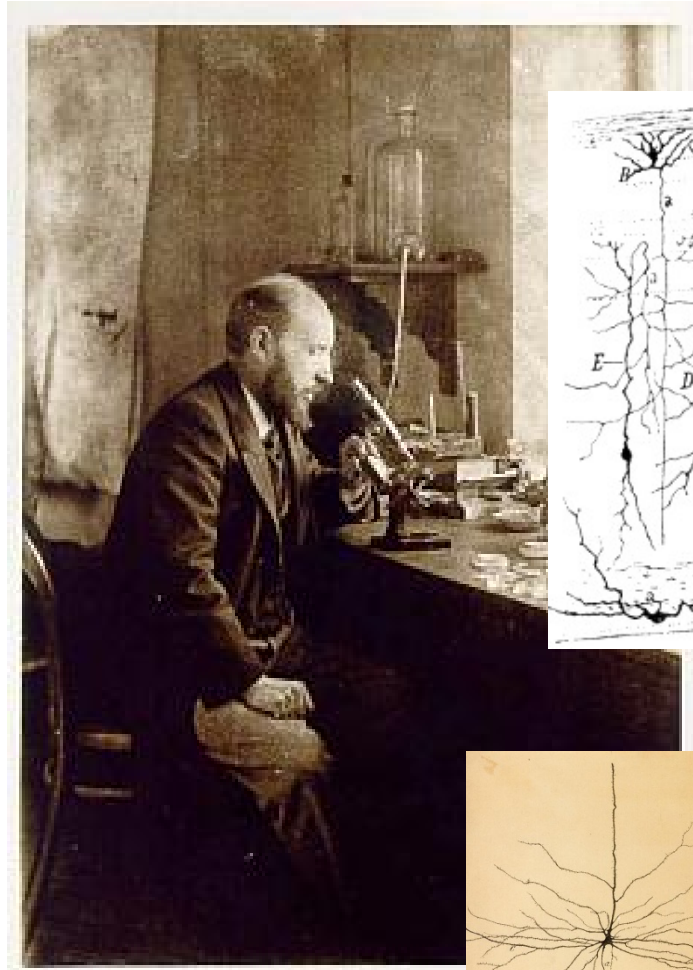
460-379 a.C. - Ippocrate discute l'epilessia e afferma che il cervello è sede dell'intelligenza.

387 a.C. - Platone crede che il cervello sia sede dei processi mentali.

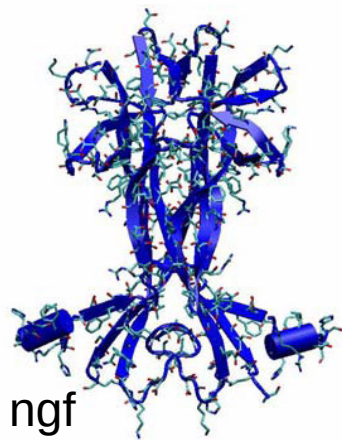
335 a.C. - Aristotele scrive sul sonno; crede inoltre che il cuore sia la sede dei processi mentali.

177 d.C. - Galeno studia la fisiologia e l'anatomia del Cervello, affermando che lo spirito animale nel cervello controlla movimenti, percezione e sensi.

Santiago Ramón y Cajal (1852-1934) e Camillo Golgi (1843-1926)

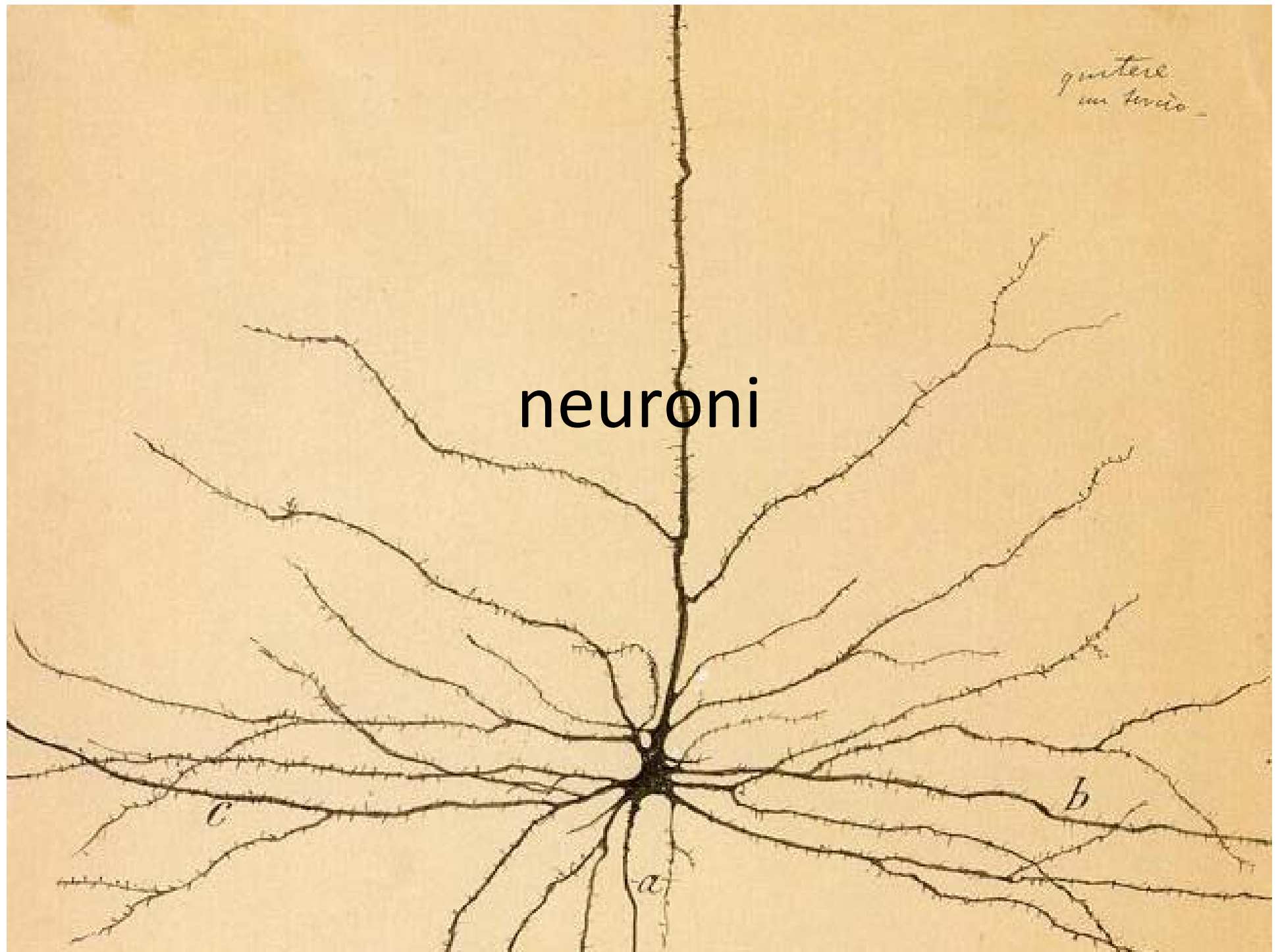


Rita Levi Montalcini



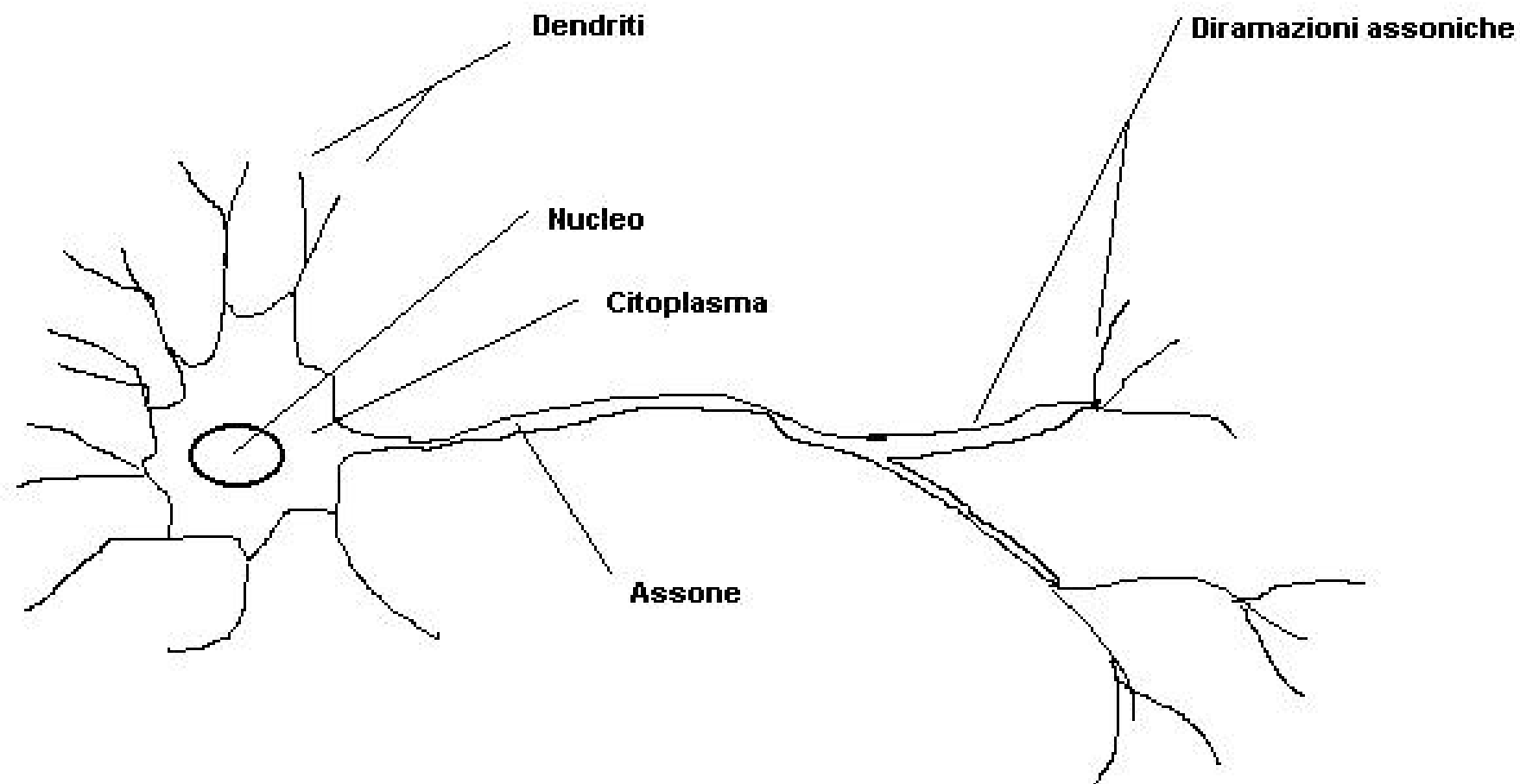
neuroni

*quintare
un laccio*

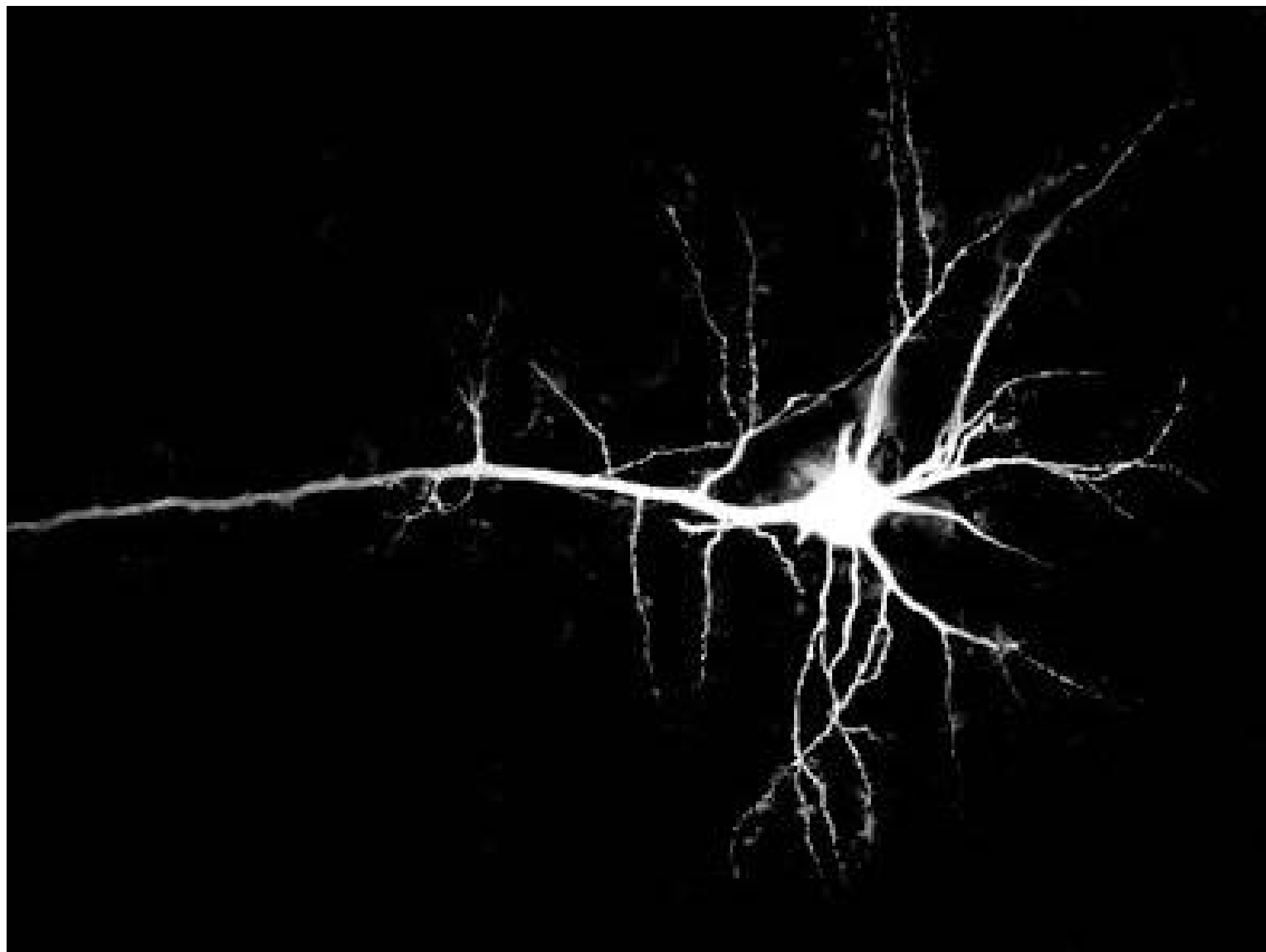


I neuroni sono le unità funzionali del sistema nervoso

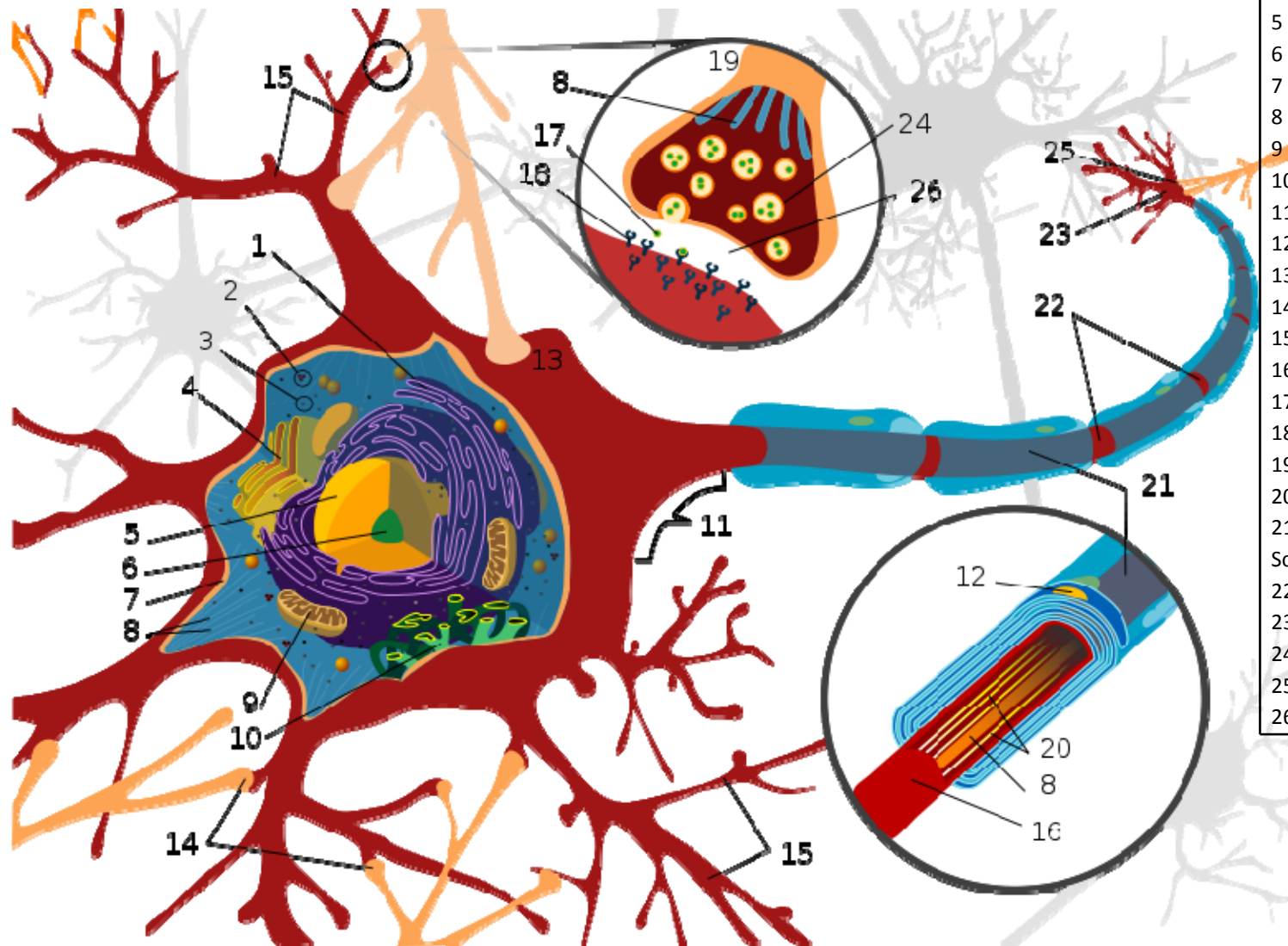
- La capacità dei neuroni di ricevere e trasmettere impulsi dipende dalla loro struttura.
- La maggior parte degli organuli del neurone, compreso il nucleo, è localizzata nel **corpo cellulare**.
- Dal corpo cellulare si estendono due tipi di prolungamenti, i **dendriti** (che sono numerosi) e l'**assone** (sempre unico).



www.fisiokinesiterapia.biz

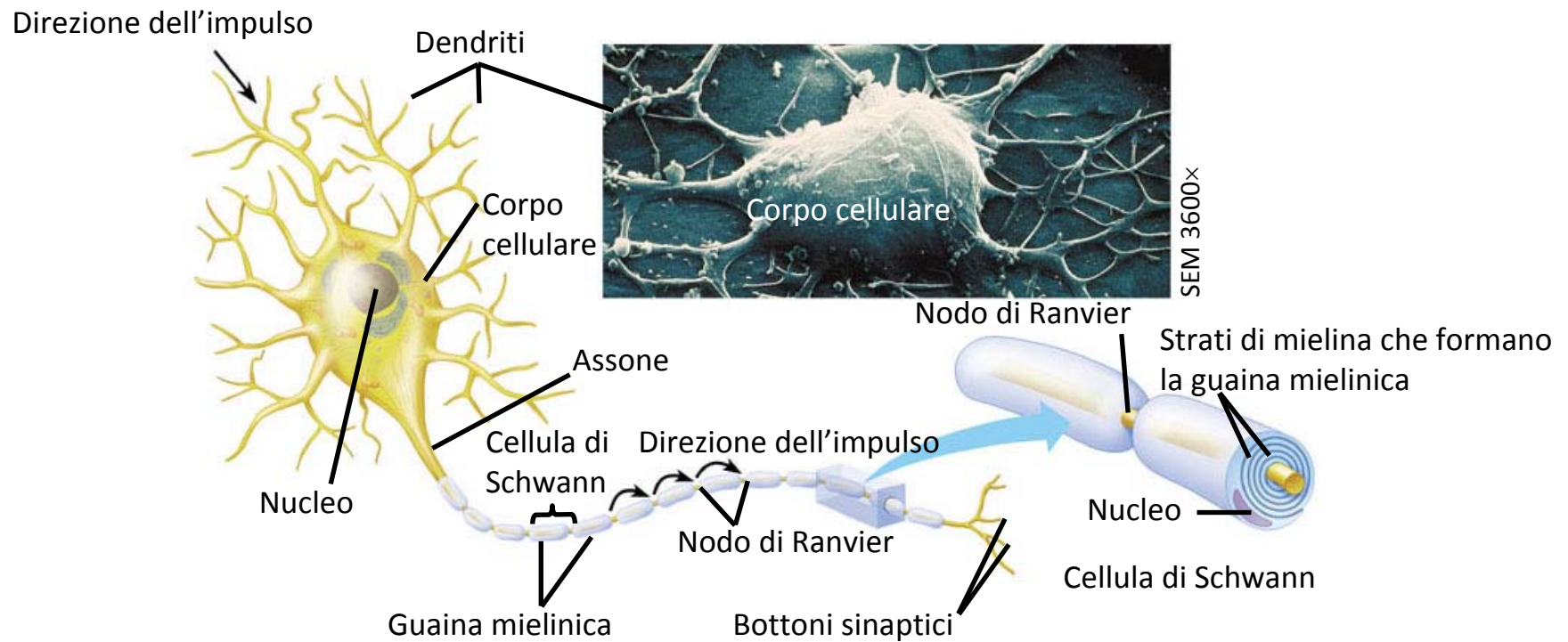






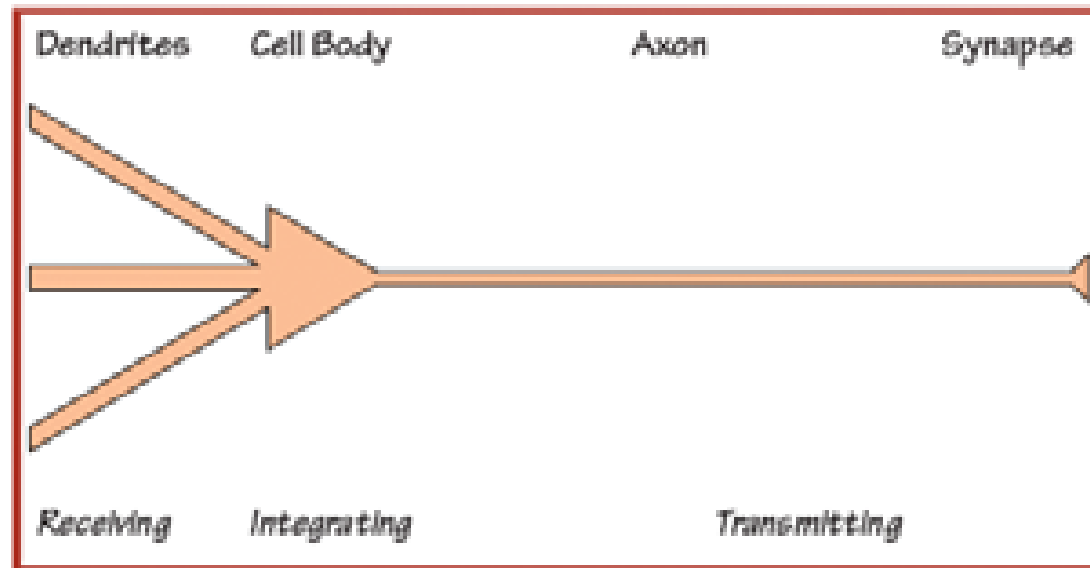
- 1 Reticolo endoplasmatico rugoso
- 2 Poliribosomi
- 3 Ribosomi
- 4 Apparato Golgi
- 5 Nucleo
- 6 Nucleolo
- 7 Membrana
- 8 Microtubuli
- 9 Mitocondrio
- 10 Reticolo endoplasmatico liscio
- 11 Cono di emergenza (assone)
- 12 Nucleo (cellula di Schwann)
- 13 Sinapsi (assone somatico)
- 14 Sinapsi (assone dendritico)
- 15 Dendriti
- 16 Assone
- 17 Neurotrasmettitore
- 18 Recettore
- 19 Sinapsi
- 20 Microfilamenti
- 21 Guaina mielinica (cellula di Schwann)
- 22 Nodo di Ranvier
- 23 Terminale assonale
- 24 Vescicole assionali
- 25 Sinapsi (assone assone)
- 26 Distanza sinaptica

Struttura di un neurone motorio mielinizzato:

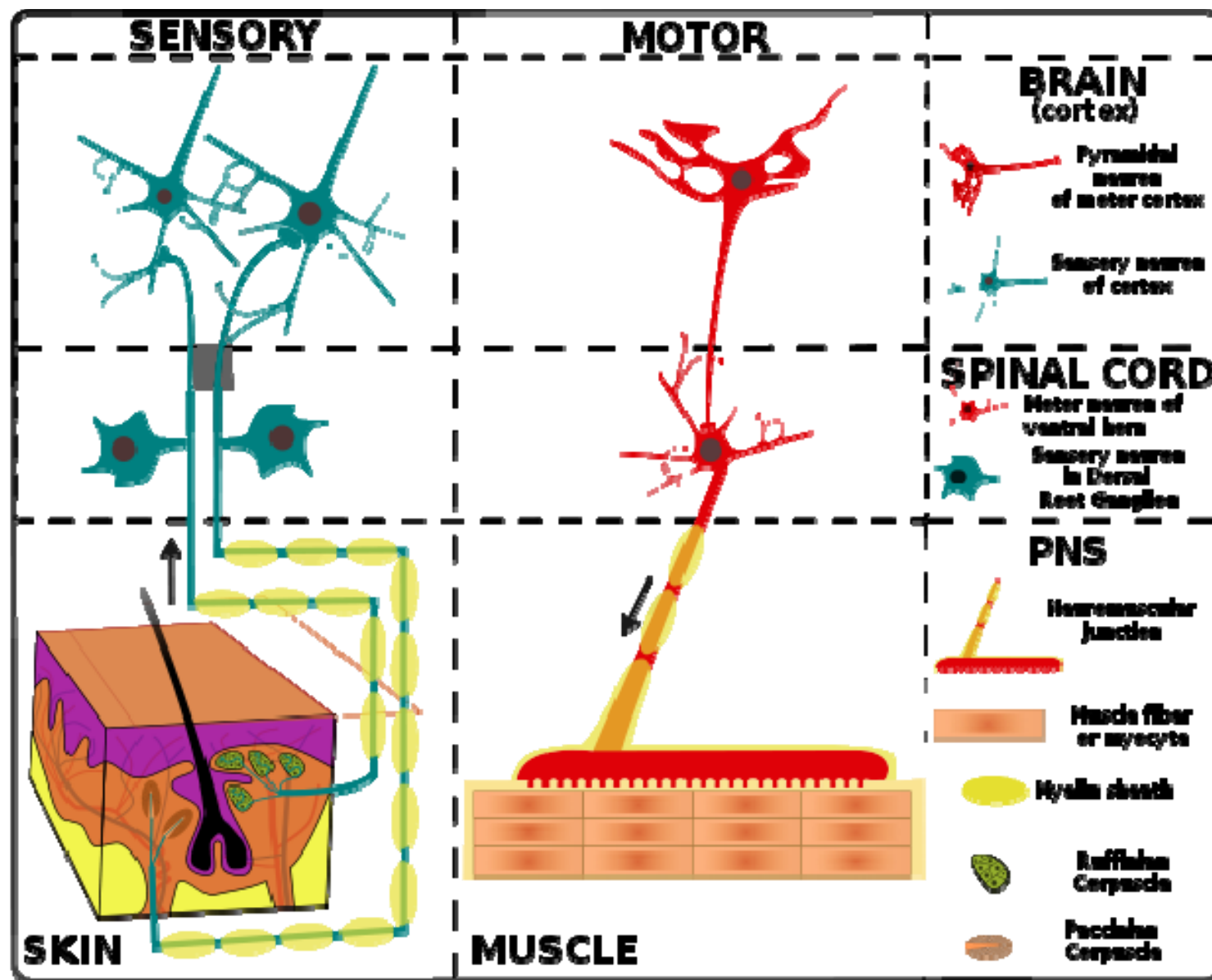


- In molti animali gli assoni che trasportano rapidamente gli impulsi sono avvolti per gran parte della loro lunghezza da una sostanza isolante chiamata **guaina mielinica**.
- Nei vertebrati questo materiale ha l'aspetto di una collana costituita da perle di forma allungata: ogni «perla» è una cellula di Schwann.

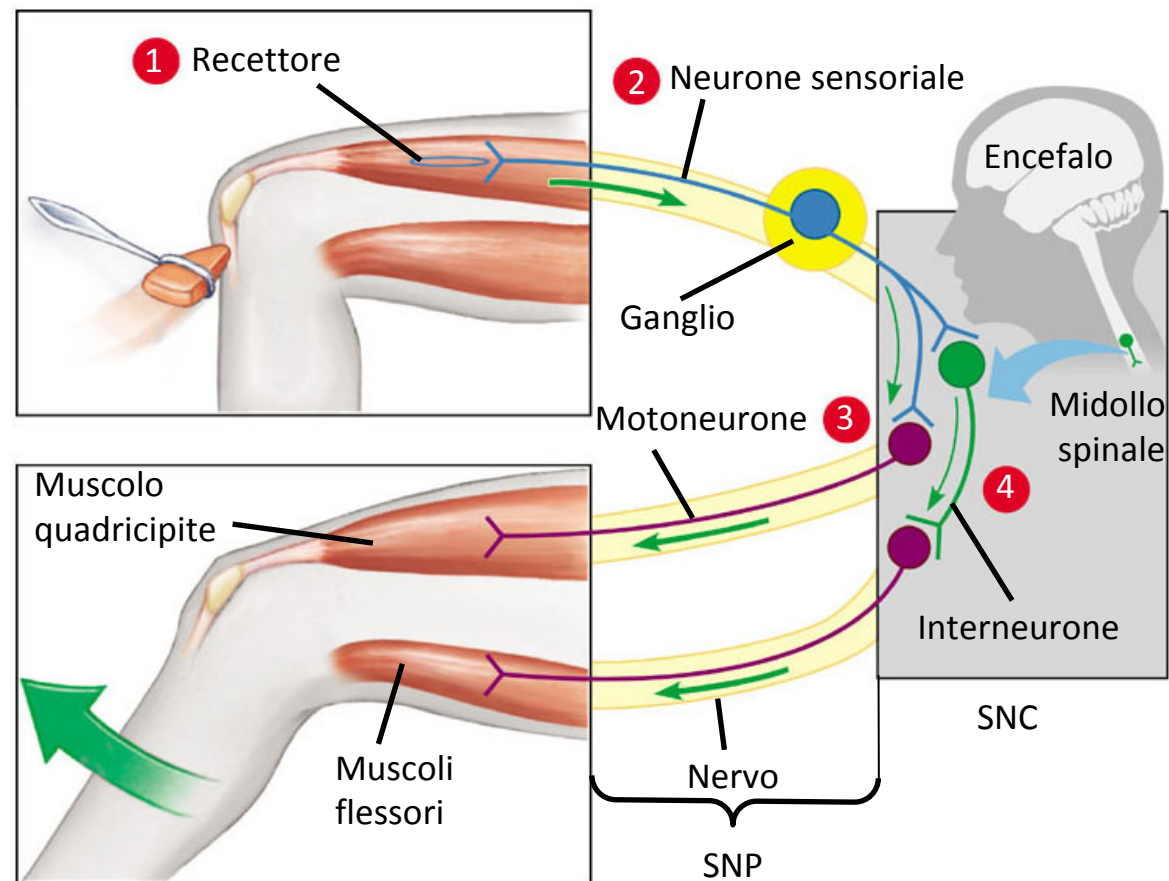
informazione polarizzata



- Alle tre principali funzioni del sistema nervoso, corrispondono i tre tipi funzionali di neuroni:
 - i **neuroni sensoriali**: trasportano le informazioni dai recettori sensoriali verso il sistema nervoso centrale;
 - gli **interneuroni**: integrano i dati forniti dai neuroni sensoriali e poi trasmettono segnali appropriati ad altri interneuroni o neuroni motori;
 - i **neuroni motori**: trasmettono i messaggi provenienti dal sistema centrale alle cellule effettrici.



- Un esempio di funzione del sistema nervoso è rappresentato dal circuito relativamente semplice che produce le risposte automatiche agli stimoli, o **riflessi**.

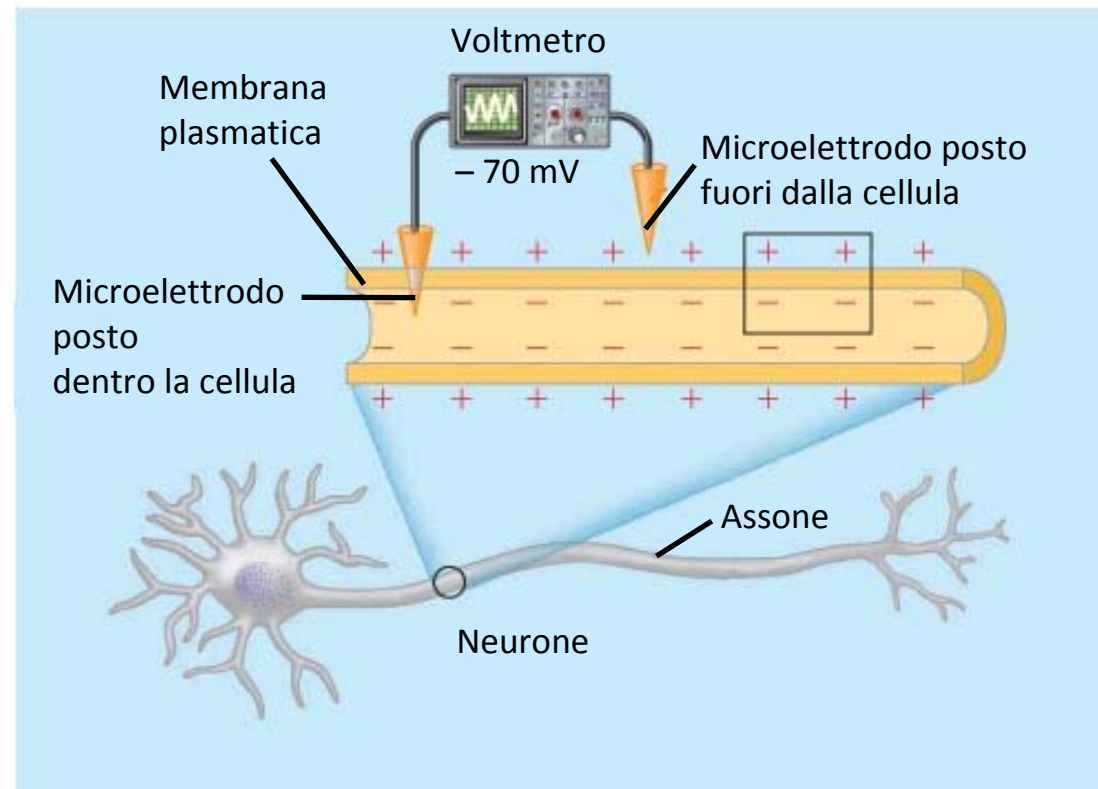


L'impulso nervoso e la sua trasmissione.

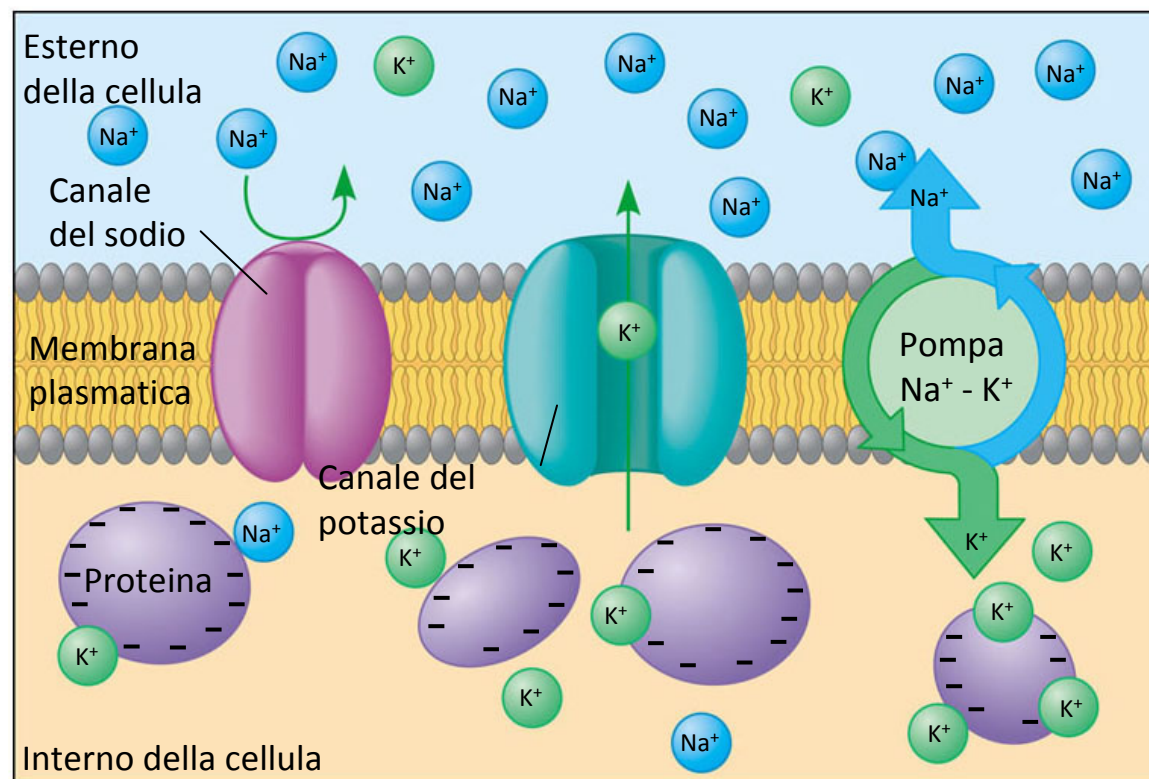
Alan Hodgkin and Andrew Huxley won the Nobel Prize for discovering the mechanism of transmission of the nerve impulse. They used the "giant axon" of the squid in studies at the Plymouth Marine Biology Laboratory



- Un neurone mantiene il potenziale di riposo attraverso la propria membrana
- Un neurone a riposo contiene energia potenziale chiamata **potenziale di membrana**.

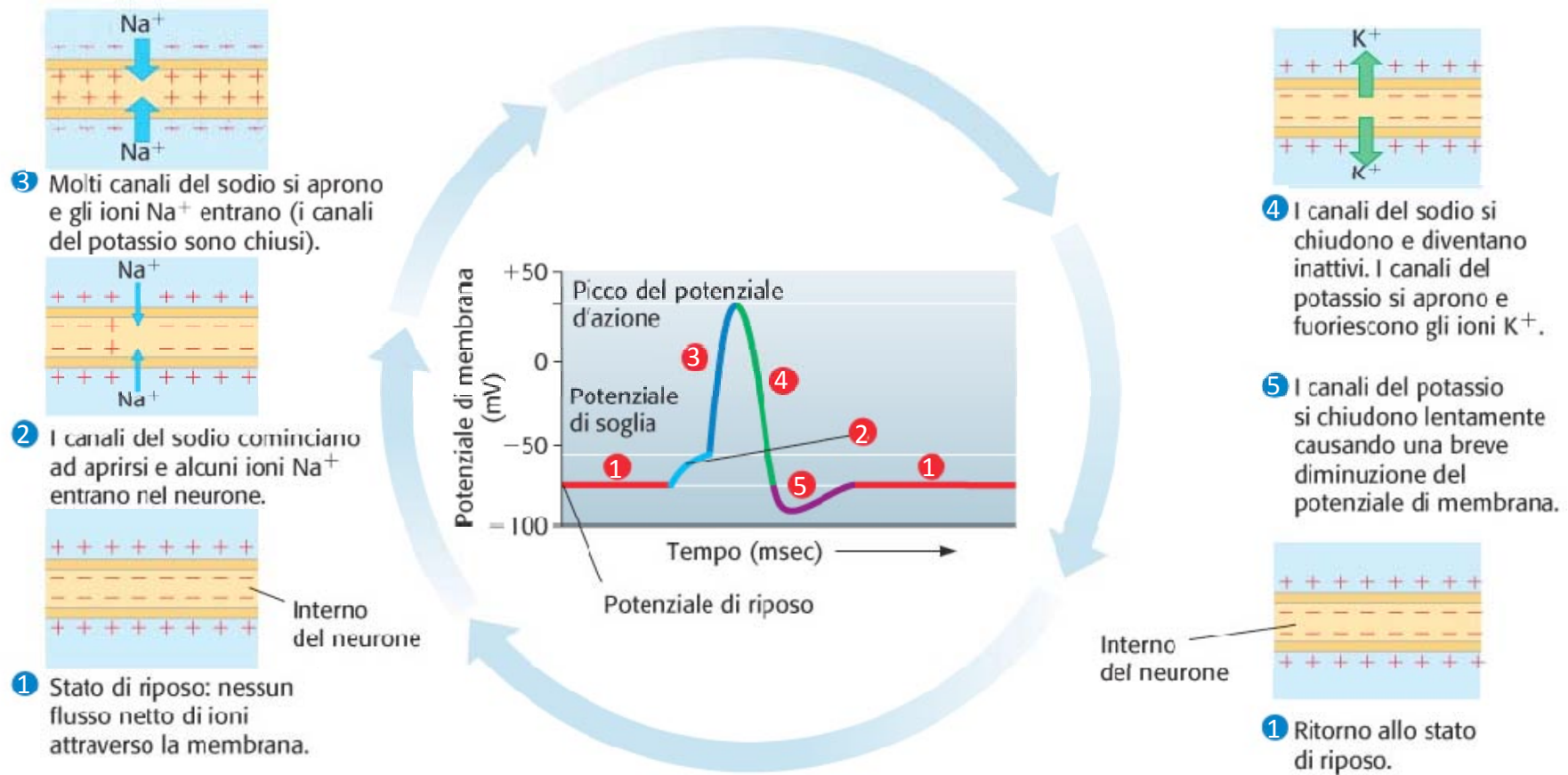


- Questa energia potenziale risiede nella differenza di carica elettrica che esiste tra i due lati della membrana plasmatica: il citoplasma adiacente ha carica negativa mentre il liquido extracellulare presente subito fuori ha carica positiva.



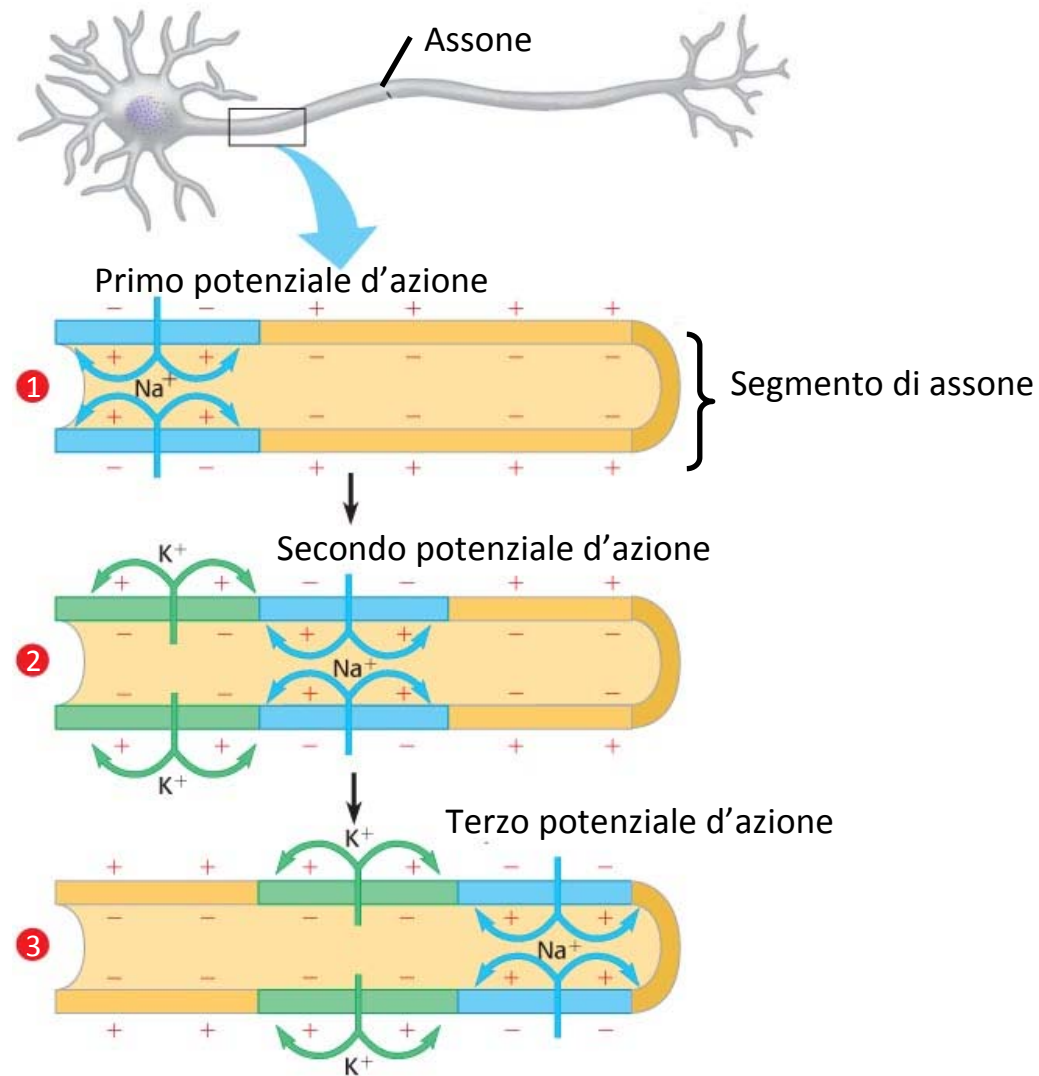
- L'impulso nervoso è generato da una variazione del potenziale di membrana
 - Se la permeabilità della membrana agli ioni cambia, il potenziale di membrana può cambiare il suo valore di riposo.
 - Le variazioni di permeabilità sono alla base di quasi tutti i fenomeni elettrici che avvengono nel sistema nervoso.
 - Gli impulsi nervosi si generano attraverso variazioni elettriche che avvengono nelle membrane dei neuroni.

- La differenza tra il **potenziale di soglia** e il potenziale di riposo è la variazione minima del potenziale di membrana che deve verificarsi perché si generi il **potenziale d'azione** (ossia il segnale nervoso che trasporta l'impulso lungo l'assone).



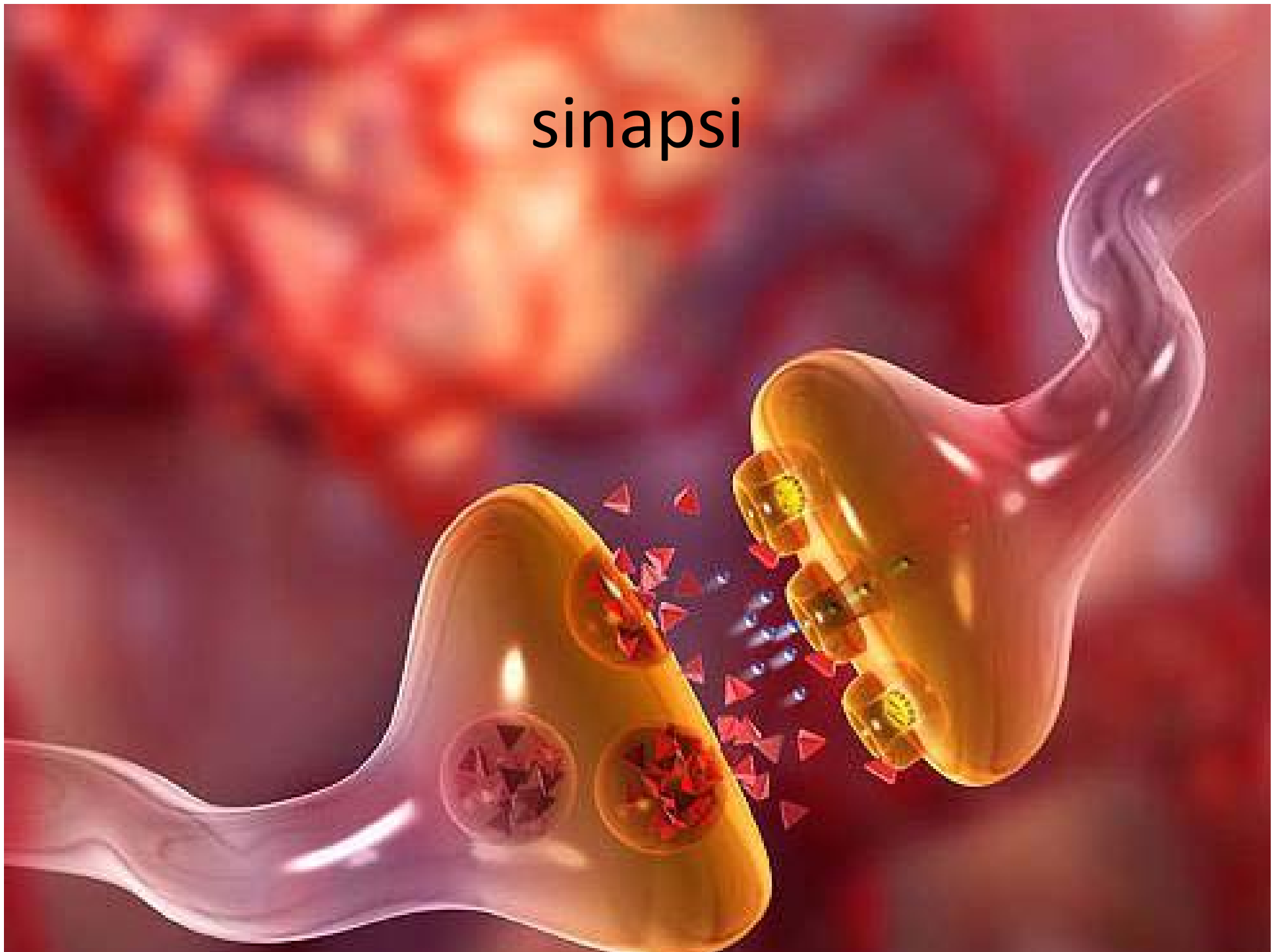
- Il potenziale d'azione si rigenera propagandosi lungo il neurone.
- I potenziali d'azione
 - viaggiano lungo l'assone dal corpo cellulare fino alla terminazione sinaptica;
 - si propagano in una sola direzione lungo l'assone;
 - hanno la capacità di rigenerarsi lungo l'assone;
 - sono eventi del tipo «tutto o nulla».
- La *trasmissione* avviene alla *velocità* di 100m/sec, grazie alla guaina mielinica.

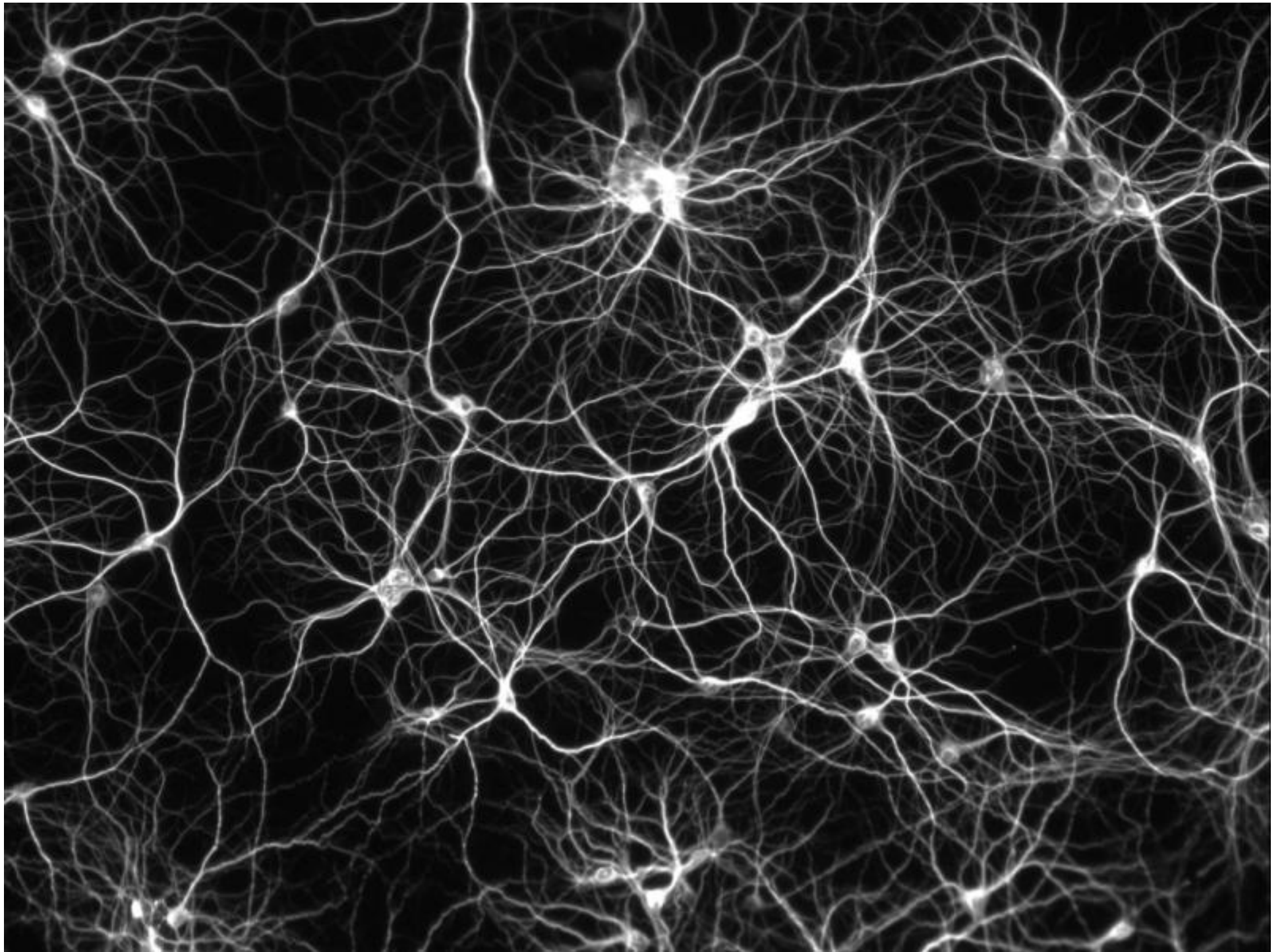
- Propagazione del potenziale d'azione lungo un assone:



- I potenziali d'azione sono sempre uguali indipendentemente dal fatto che lo stimolo che li ha generati sia forte o debole.
- È la *frequenza* dei potenziali d'azione che cambia al variare dell'intensità dello stimolo.

sinapsi

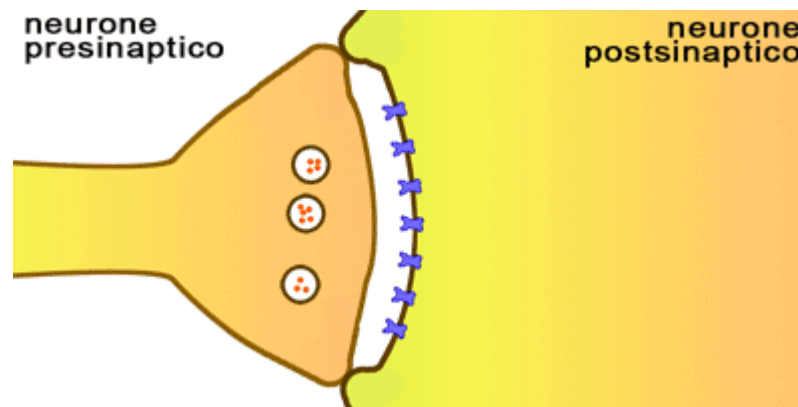




- I neuroni comunicano attraverso le sinapsi
- *La sinapsi elettrica*
 - Il passaggio dell'*informazione* da cellula a cellula avviene attraverso le **sinapsi**, ovvero le regioni di spazio tra una terminazione sinaptica e un'altra cellula.
 - Le sinapsi possono essere elettriche o chimiche.
 - In una **sinapsi elettrica** l'impulso nervoso passa direttamente da un neurone a quello successivo.

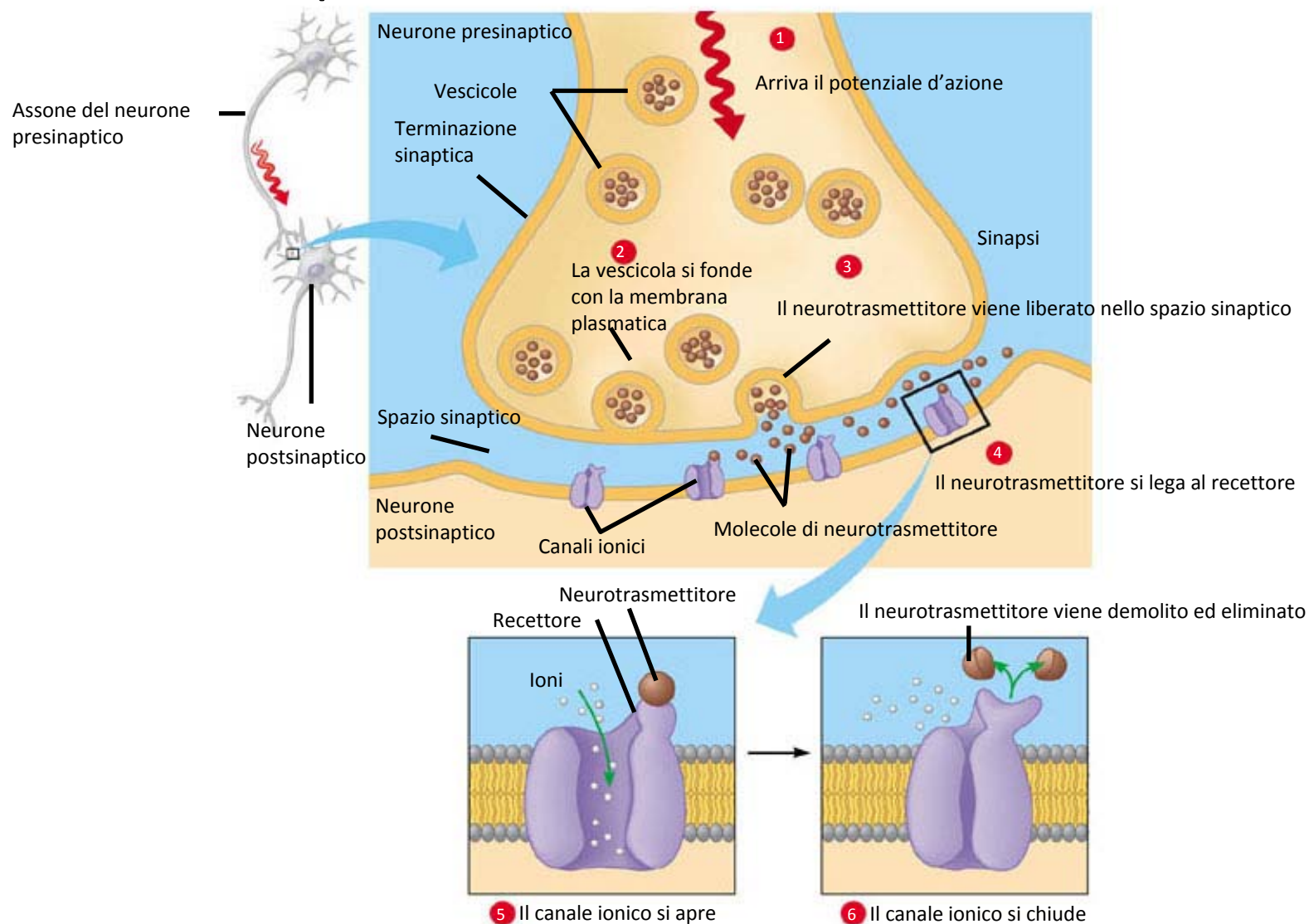
- *La sinapsi chimica*
 - Nelle **sinapsi chimiche** è invece presente un breve **spazio sinaptico** che separa il **neurone presinaptico** da quello **postsinaptico**.
 - Il segnale elettrico deve quindi essere prima convertito in un segnale chimico, costituito da molecole di **neurotrasmettitori**, che può generare un potenziale d'azione nella cellula postsinaptica.
 - Il neurotrasmettitore diffonde attraverso la sinapsi e si lega ai recettori presenti sulla membrana della cellula postsinaptica.

sinapsi chimica

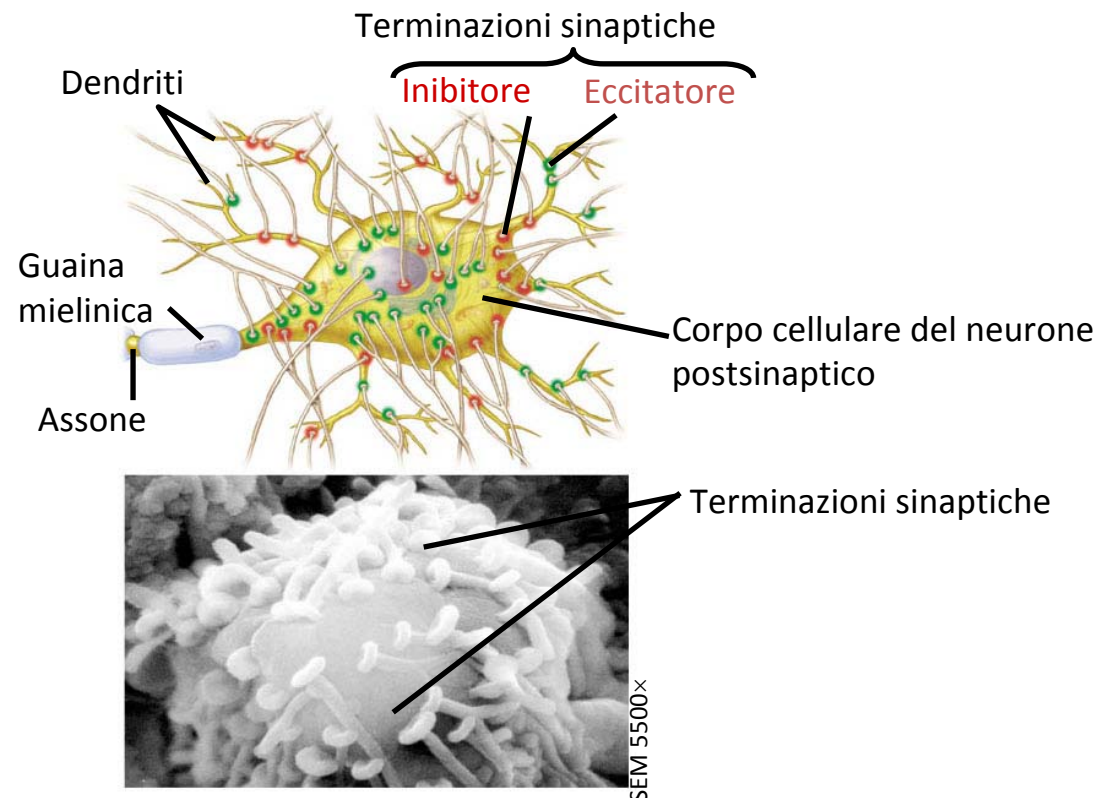


www.fisiokinesiterapia.biz

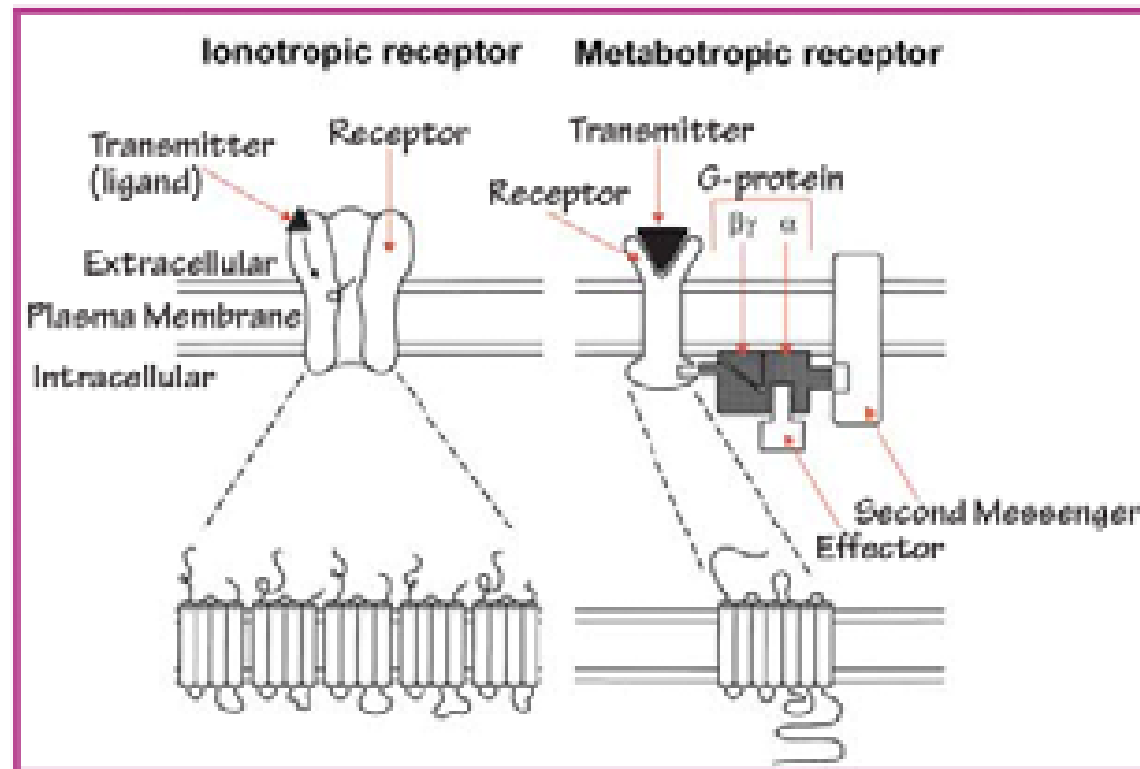
Schema della sinapsi chimica:



- Le sinapsi chimiche rendono possibile l'elaborazione di informazioni complesse
- Un neurone può ricevere informazioni da centinaia di altri neuroni attraverso migliaia di terminazioni sinaptiche.



recettori

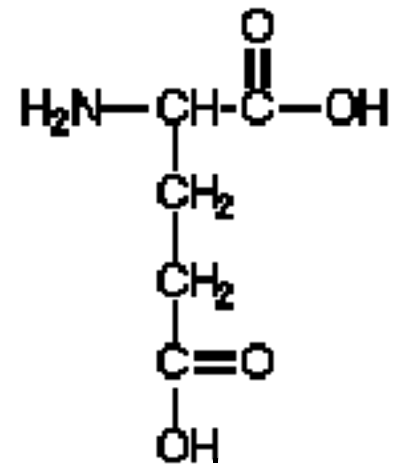


Neurotrasmettitori e recettori ionotropici.

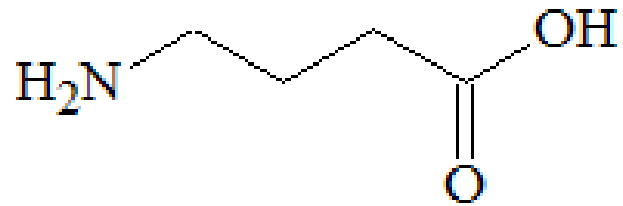
- I neurotrasmettitori che aprono i canali del sodio possono generare potenziali d'azione nella cellula postsinapica: tali neurotrasmettitori e le sinapsi in cui essi sono liberati, sono chiamati **eccitatori**.
- Viceversa, molti neurotrasmettitori aprono i canali di membrana di altri ioni negativi che fanno diminuire nella cellula postsinaptica la tendenza a generare i potenziali d'azione: tali neurotrasmettitori e le loro sinapsi sono detti **inibitori**.

- La membrana di un neurone può ricevere contemporaneamente sia segnali eccitatori sia segnali inibitori.
- Se nel loro complesso gli impulsi eccitatori sono abbastanza forti da suscitare nella membrana un potenziale superiore alla soglia, allora nella cellula postsinaptica si genera il potenziale d'azione.
- Aggiungere foto sinapsi inibitorie ed eccitatorie

Glutammato



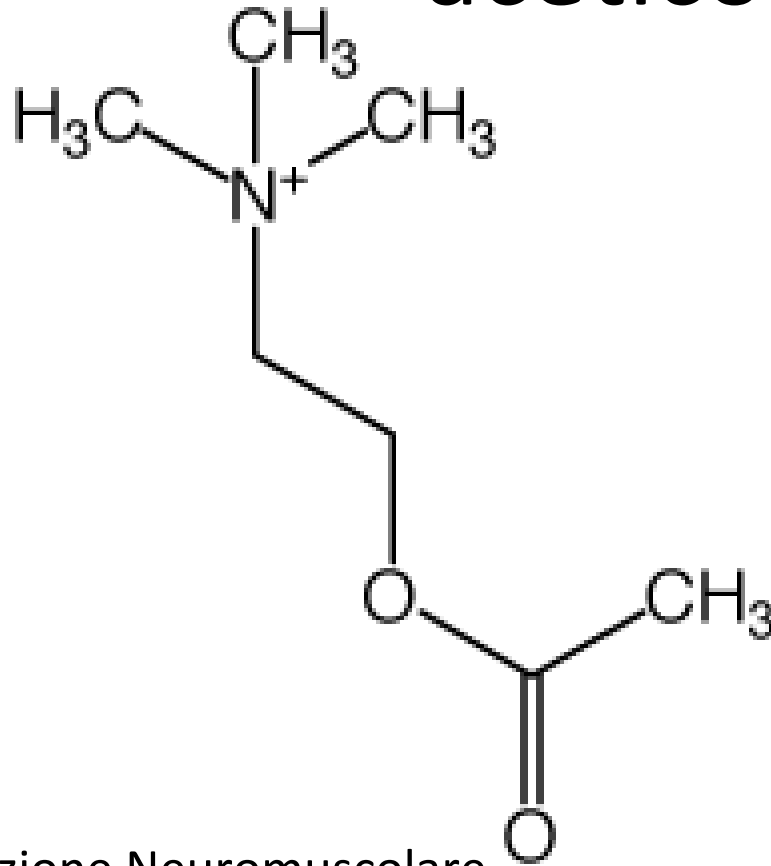
GABA (acido γ -amminobutirrico)



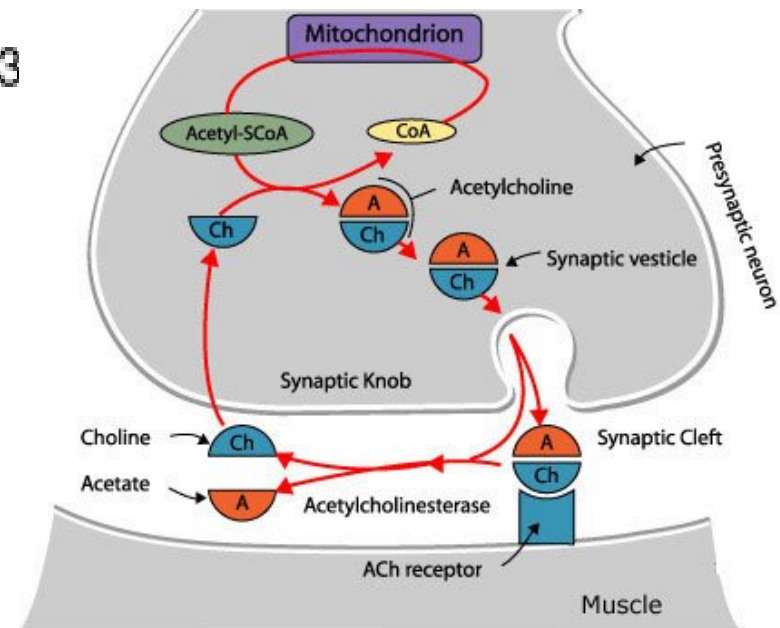
Neurotrasmettitori e recettori metabotropici.

- Molte piccole molecole svolgono nelle sinapsi la funzione di attivare recettori metabotropici che in vario modo agiscono da modulatori dell'attività neuronale.

aceticolina



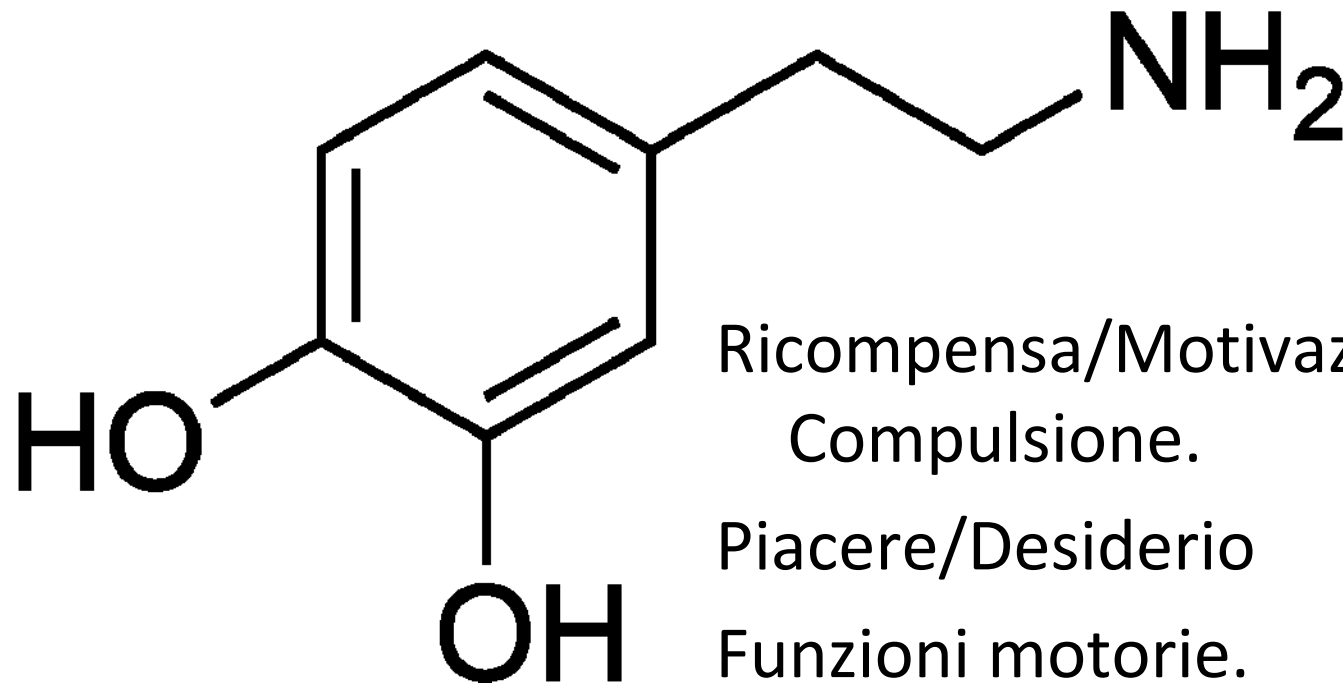
- Giunzione Neuromuscolare
- Recettori Nicotinici e Muscarinici



gas nervino



dopamina



Ricompensa/Motivazione/
Compulsione.

Piacere/Desiderio

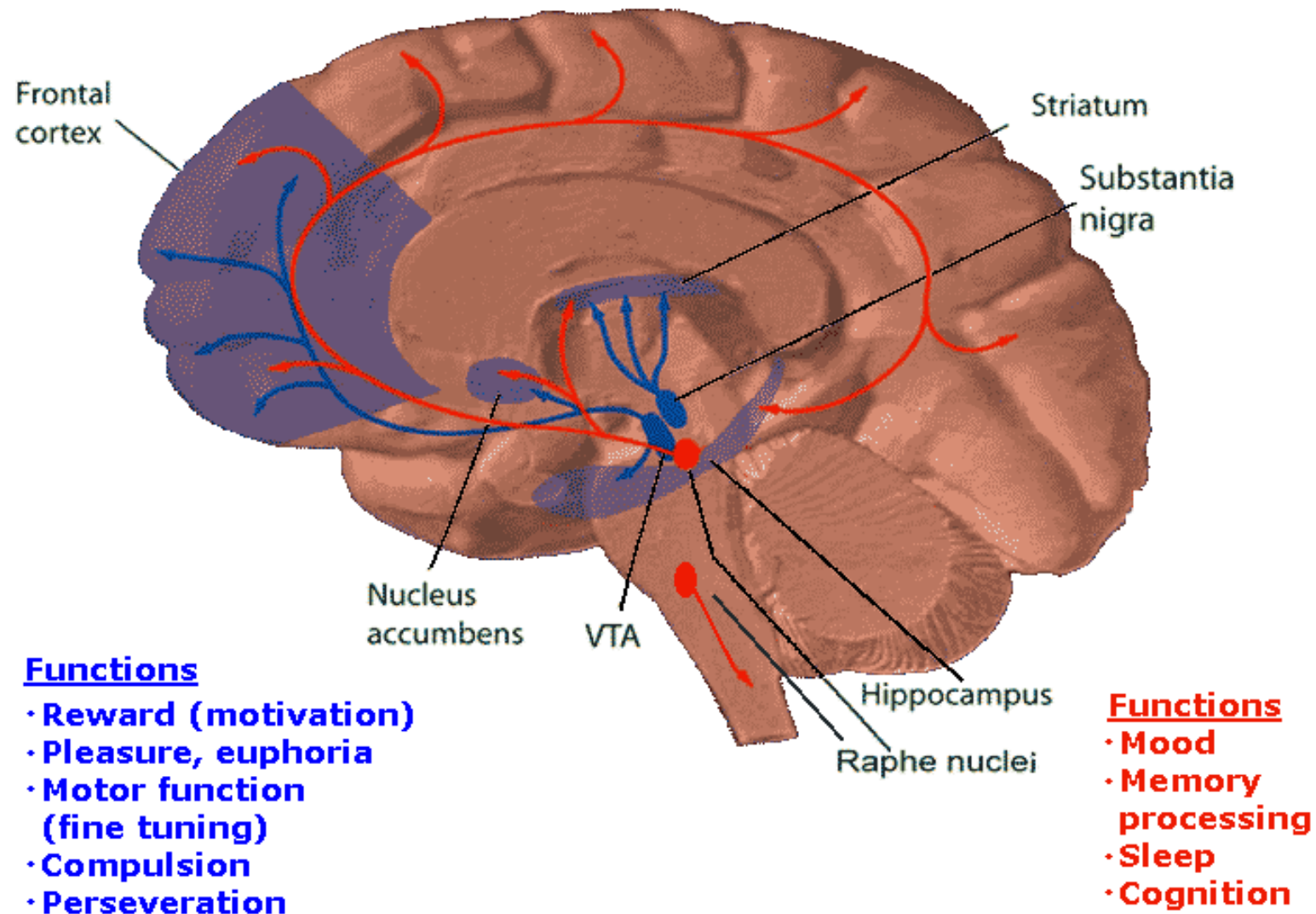
Funzioni motorie.

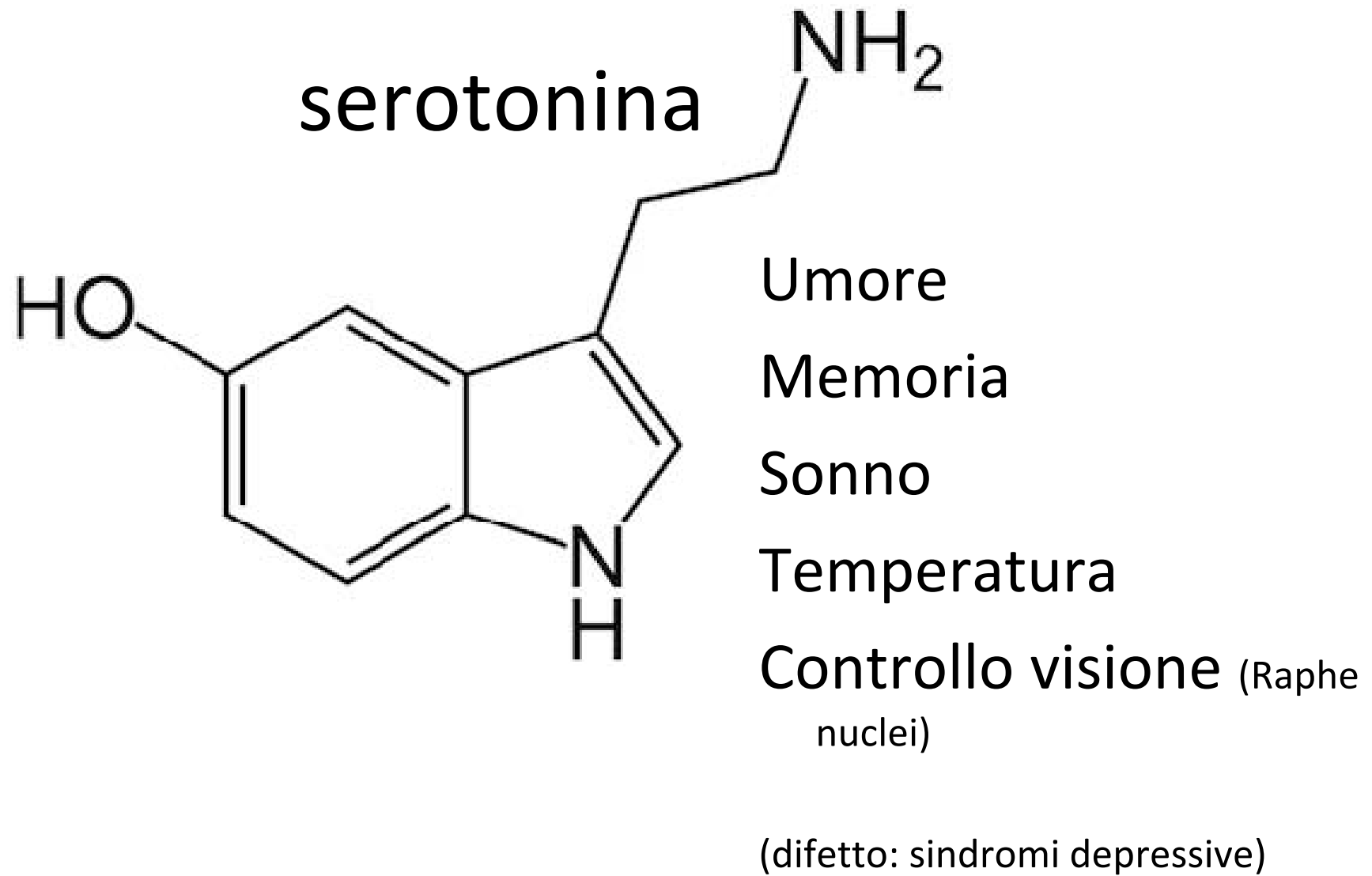
Paura, aggressività, reazione
“fight or flight”, inibizione del
giudizio.

(eccesso: schizofrenia) (difetto: Parkinson)

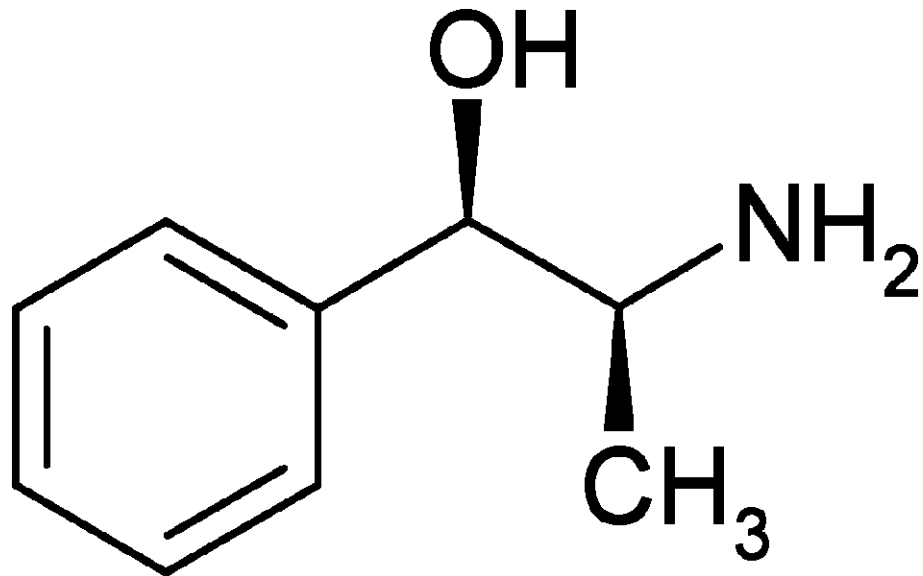
Dopamine Pathways

Serotonin Pathways





noradrenalina



Segnali di Stress

Reazione “fight of flight”

endorfine

Analgesici naturali

Euforia

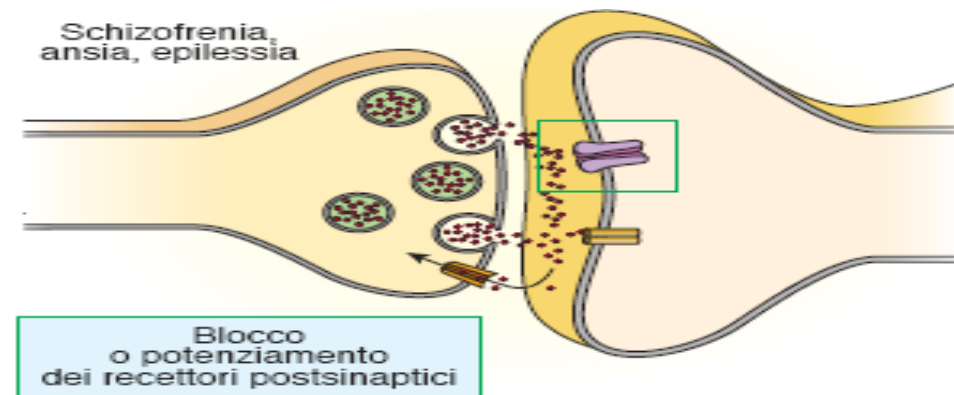
Alterazioni della trasmissione sinaptica: patologie, farmaci, droghe, tossine.

- Molti farmaci, tossine o patologie esercitano i loro effetti alterando le diverse fasi della trasmissione sinaptica. Le sostanze psicoattive agiscono a livello delle sinapsi chimiche, potenziando, inibendo o imitando le funzioni dei neurotrasmettitori.

Alterazione dell'interazione neurotrasmettitore-recettore

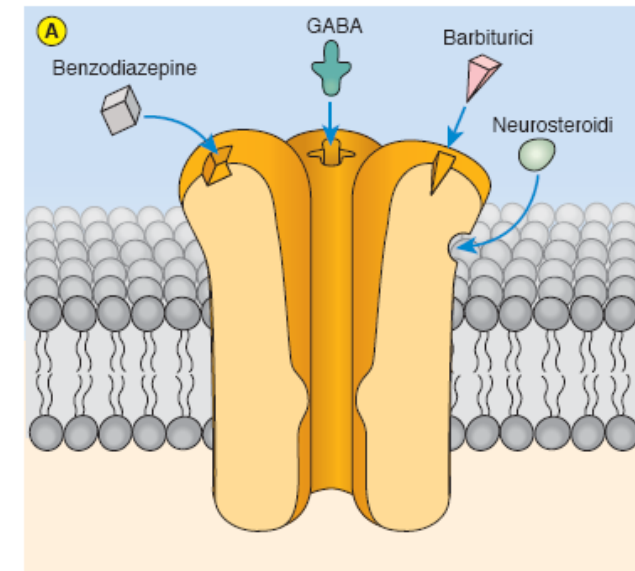
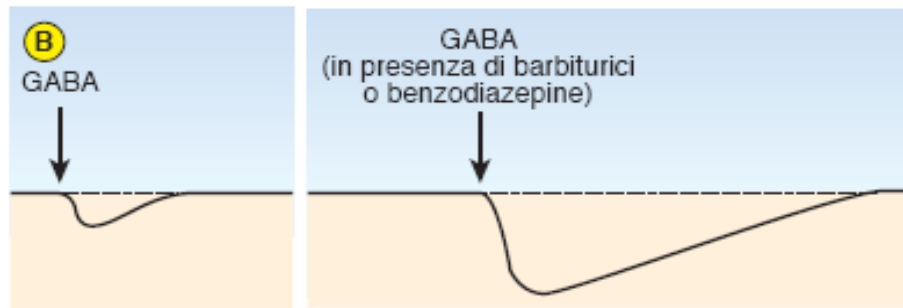
Schizofrenia

- nella *schizofrenia* alcune aree neuronali rilasciano quantità eccessive di *dopamina*
- si cura con *farmaci antipsicotici*: cloropromazina (Thorazine) e aloperidolo (Haldol) che riducono i sintomi bloccando i recettori della dopamina.



Alterazione dell'interazione neurotrasmettitore-recettore

Ansia

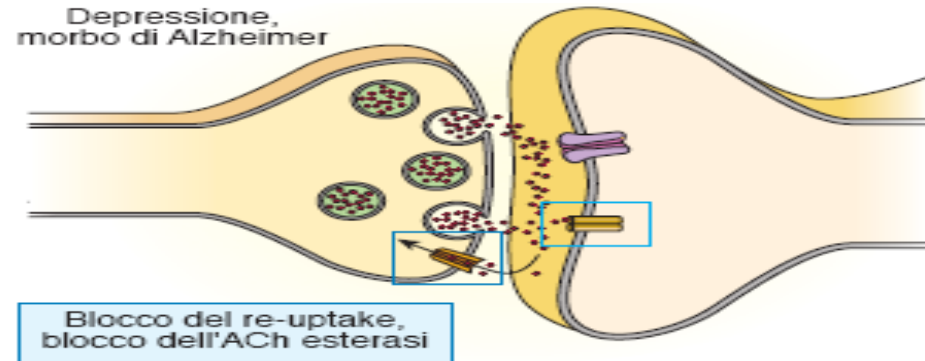


- Ansiolitici come le Benzodiazepine, come ad esempio lo Xanax (alprazolam Oc1nc2c(c1)nc(c2)c3ccccc3) o il Valium potenziano l'interazione del GABA con il recettore, rallentando l'attività neuronale grazie ad un potenziamento dell'azione inibitoria GABAergica.

Alterata rimozione del neurotrasmettitore dallo spazio intersinaptico

Depressione

- la **depressione** è una malattia neurologica associata ad una deficienza di serotonina e noradrenalina a livello del SNC.

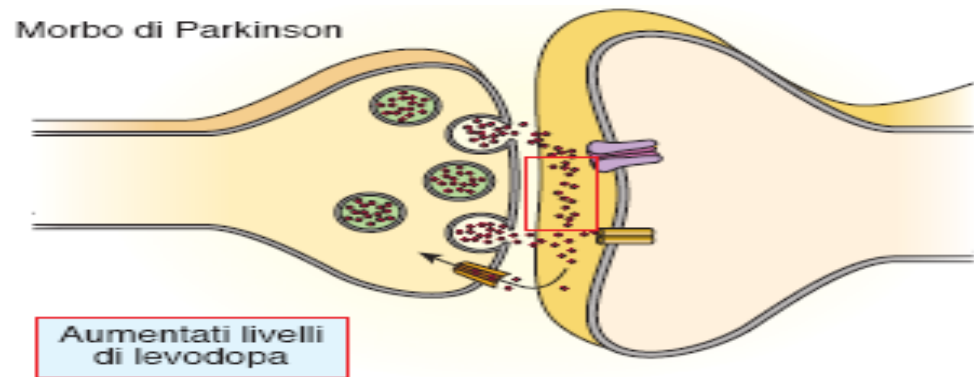


Il Prozac (fluoxetina CCNCC(Oc1ccc(C(F)(F)F)cc1)c2ccccc2) ed altri antidepressivi (duloxetina) inibiscono l'uptake della Serotonina, potenziandone gli effetti in questo modo la concentrazione di serotonina nello spazio intersinaptico e l'attività delle sinapsi serotoninergiche aumentano.

Sostituzione di un neurotrasmettitore mancante

Morbo di Parkinson

- il **parkinsonismo** è causato da una progressiva distruzione dei neuroni dopaminergici della **sostanza nigra** che innervano neuroni del **caudato** e del **putamen** con conseguente riduzione o mancanza di dopamina in quelle aree.
- la **dopamina** è rilasciata da neuroni che inibiscono i motoneuroni che controllano la contrazione muscolare scheletrica permettendo in tal modo una regolazione continua e precisa del movimento muscolare.



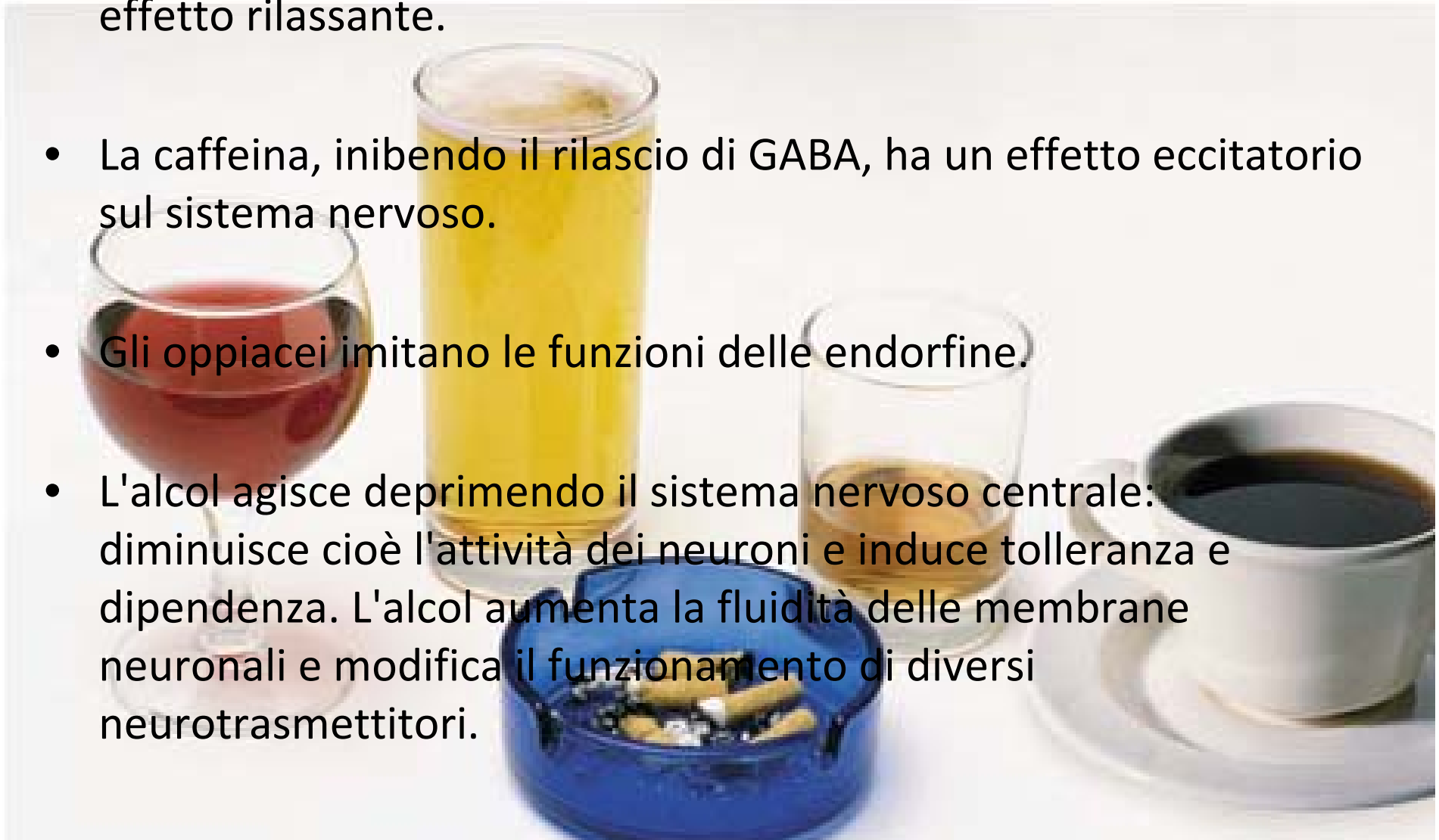
- nel morbo di Parkinson la perdita di inibizione produce **tremore** a riposo, **rigidità** muscolare e in alcuni casi **demenza**.
- si cura farmacologicamente con la **levodopa** (L-dopa), un precursore della dopamina, che è trasportato nell'assone terminale presinaptico dei neuroni dopaminergici ed è usato come substrato per la sintesi di nuova dopamina.

- La nicotina agisce sui recettori cerebrali acetilcolinici stimolandoli, stimolando i centri dell'attenzione e causando un effetto rilassante.

- La caffeina, inibendo il rilascio di GABA, ha un effetto eccitatorio sul sistema nervoso.

- Gli oppiacei imitano le funzioni delle endorfine.

- L'alcol agisce deprimendo il sistema nervoso centrale: diminuisce cioè l'attività dei neuroni e induce tolleranza e dipendenza. L'alcol aumenta la fluidità delle membrane neuronali e modifica il funzionamento di diversi neurotrasmettitori.



STUDIO AUSTRALIANO SU FORTI FUMATORI

La cannabis «riduce» il cervello

Le aree deputate al controllo di emozioni, memoria, paura e l'aggressività perdono dal 7 al 12 per cento

MELBOURNE (AUSTRALIA) – L'area del cervello deputata al controllo delle emozioni e della memoria si contrae, riducendosi del 12 per cento, mentre l'area cerebrale che gestisce la paura e l'aggressività si riduce del 7 per cento. Questo è quanto succede, secondo i ricercatori dell'Università di Melbourne e dell'Università di Wollongong, ai fumatori «pesanti» di cannabis. I danni di cui parla l'équipe, guidata dal professor Murat Yucel, si riferiscono infatti a persone che fumano almeno cinque «canne» al giorno e insistono in questa abitudine da più di dieci anni. In sostanza quella generale e visibile apatia dei consumatori accaniti, associata a uno stato emotivo piuttosto anestetizzato e a frequenti perdite mnemoniche potrebbe essere qualcosa di più di un luogo comune e trovare un fondamento scientifico proprio nel restringimento di queste due aree del cervello, rispettivamente chiamate ippocampo e amigdala.

LO STUDIO - Gli esperti dell'Università di Melbourne hanno visualizzato, tramite risonanza magnetica, il cervello di un gruppo di 15 non fumatori e quello di un gruppo di 16 fumatori forti, riscontrando diversità di dimensioni significative proprio nell'ippocampo e nell'amigdala e giungendo alla conclusione che la marijuana influenzi lo stato emotivo, i ricordi, la paura e l'aggressività. Tuttavia, il campione dello studio, pubblicato sulla rivista Archives of General Psychiatry, è decisamente ridotto e la comunità scientifica attende ulteriori ricerche che confermino, su campioni maggiormente rappresentativi e numericamente più importanti, le intuizioni dei ricercatori australiani.

ALTRI STUDI - Doveroso del resto è citare anche altri studi a questo proposito, con la premessa che nel tempo si sono alternate analisi differenti tra loro, anche a seconda della frequenza del consumo e della percentuale di THC cui si fa riferimento quando si parla di spinelli. Per esempio, circa un mese fa un test della New York University notava una sostanziale somiglianza tra adolescenti che fumano «canne» dalle due alle tre volte alla settimana da almeno un anno e adolescenti completamente estranei a questo vizio. Dal confronto delle aree cerebrali dei ragazzi esaminati, tutti tra i 17 e i 30 anni, non emergevano infatti diversità significative, ma è chiaro che nel caso specifico si trattava di consumatori occasionali. Infine nel 2004 uno studio dello psichiatra Cyril D'Souza della Yale University evidenziava l'assunzione di THC (recettore dei cannabinoidi) possa stimolare la schizofrenia e atteggiamenti paranoici e sospettosi. Ma in generale è risaputo che in soggetti border line la droga, come qualsiasi stato di alterazione, possa scatenare propensioni latenti e magari mai emerse.

Emanuela Di Pasqua

stampa | chiudi