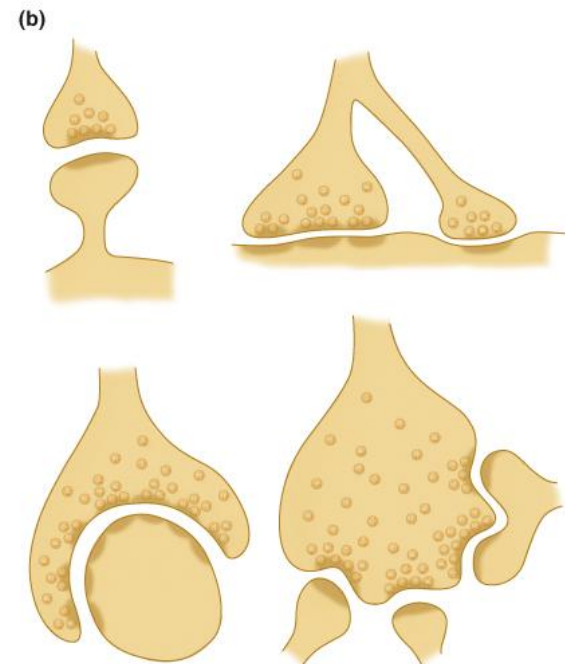
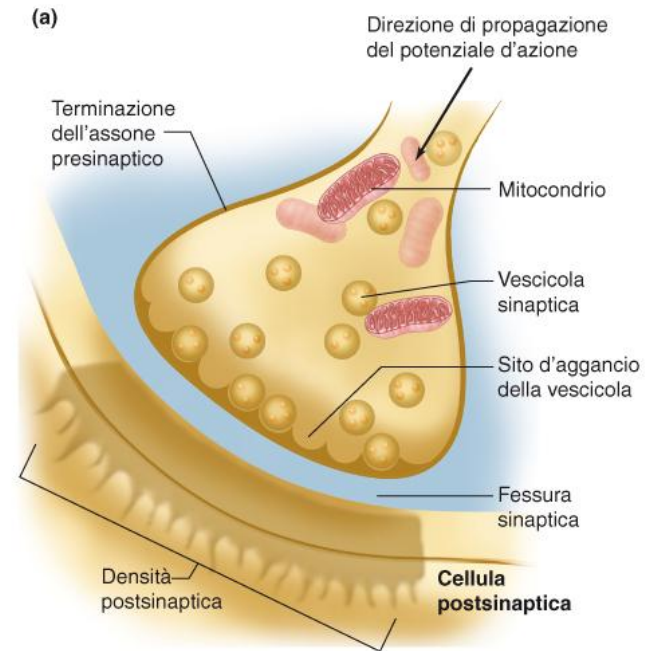


La sinapsi

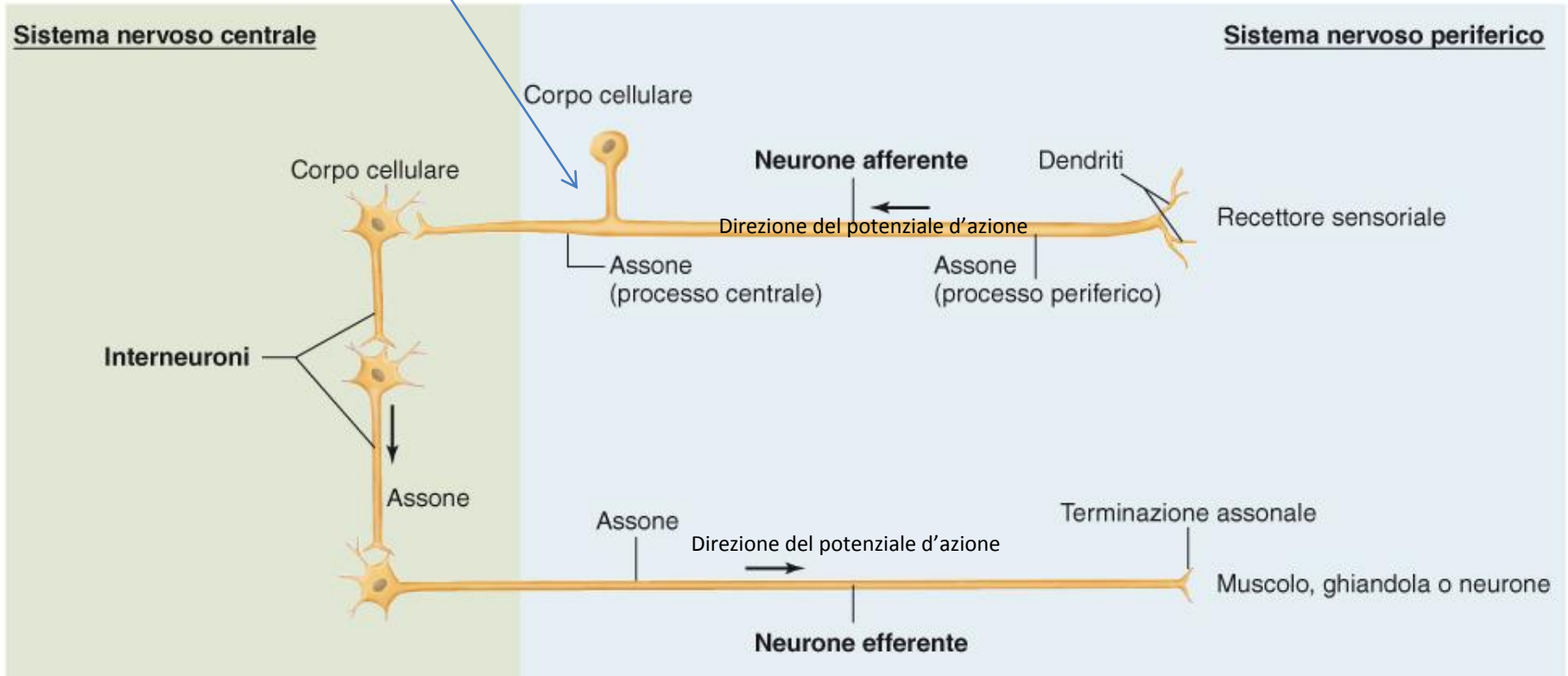
Sinapsi: giunzione anatomicamente specializzata fra due neuroni, a livello della quale l'attività elettrica in un neurone presinaptico influisce su quella di un neurone postsinaptico.

Dal punto di vista anatomico, le sinapsi comprendono parti dei neuroni pre e post sinaptici e lo spazio cellulare tra i due.



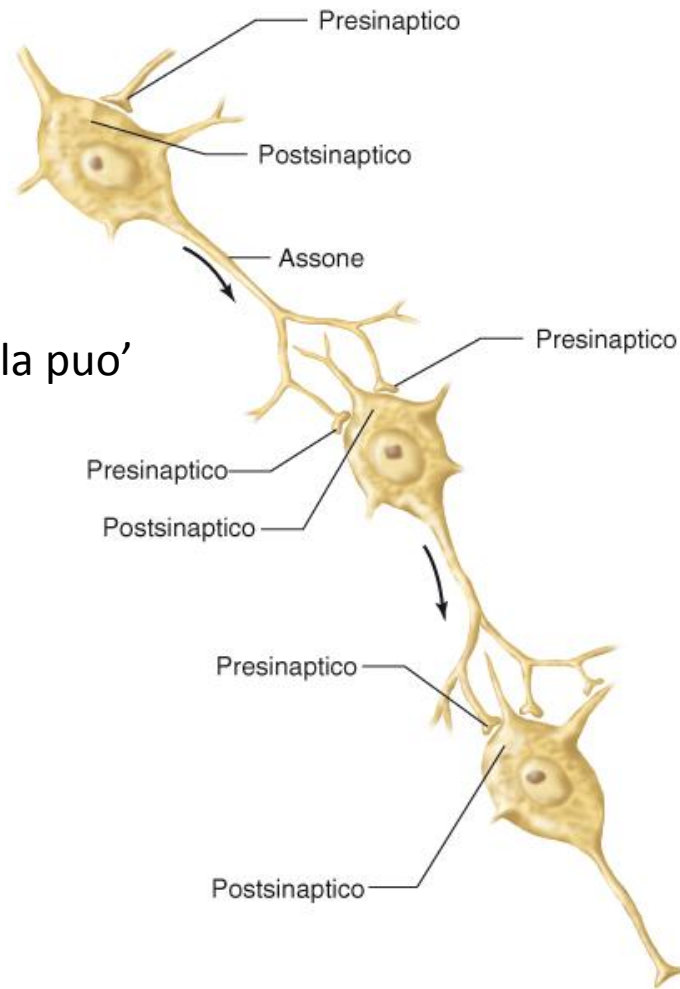
TRE CLASSI DI NEURONI

Neurone pseudounipolare

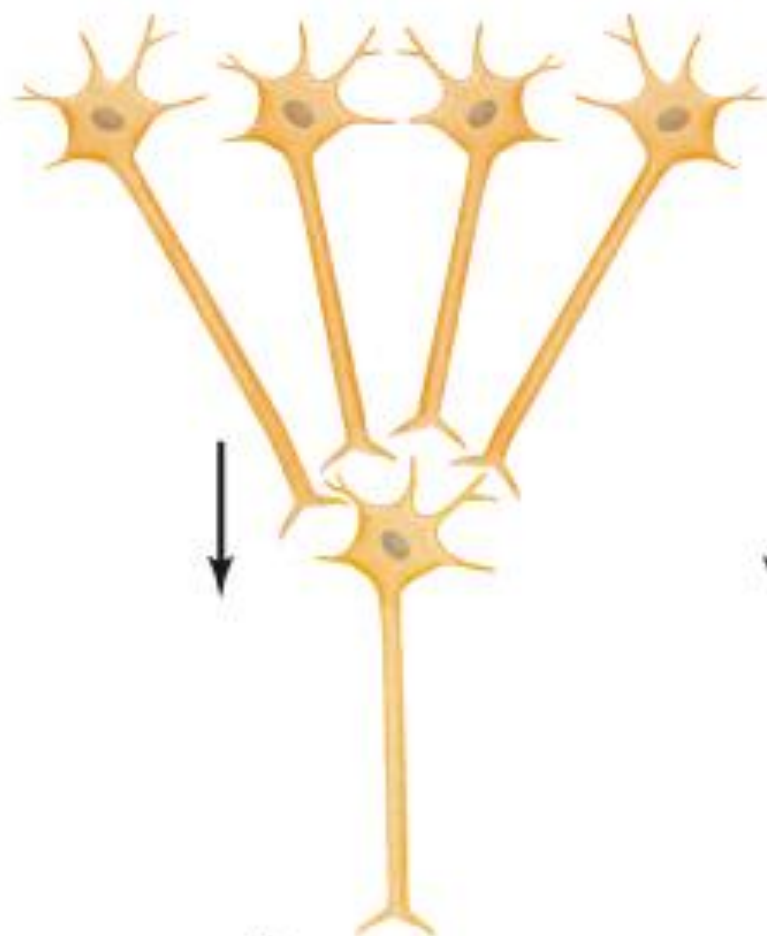


RELAZIONI SINAPTICHE

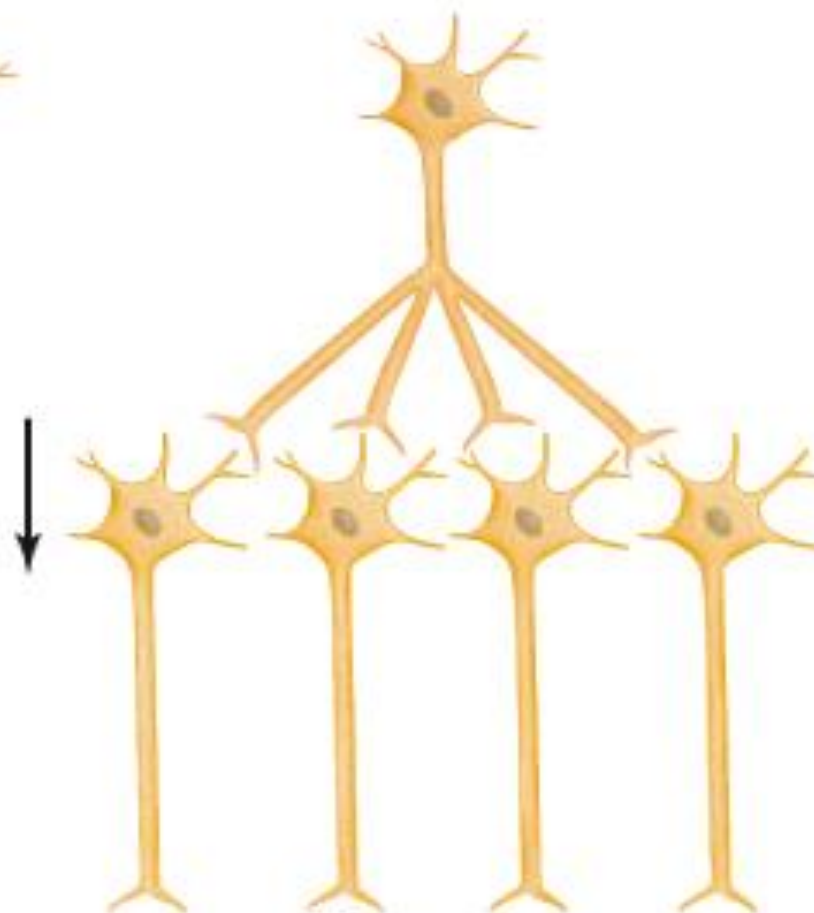
Un neurone presinaptico per una cellula puo' essere post sinaptico per un'altra



Principi di convergenza e divergenza



Convergenza

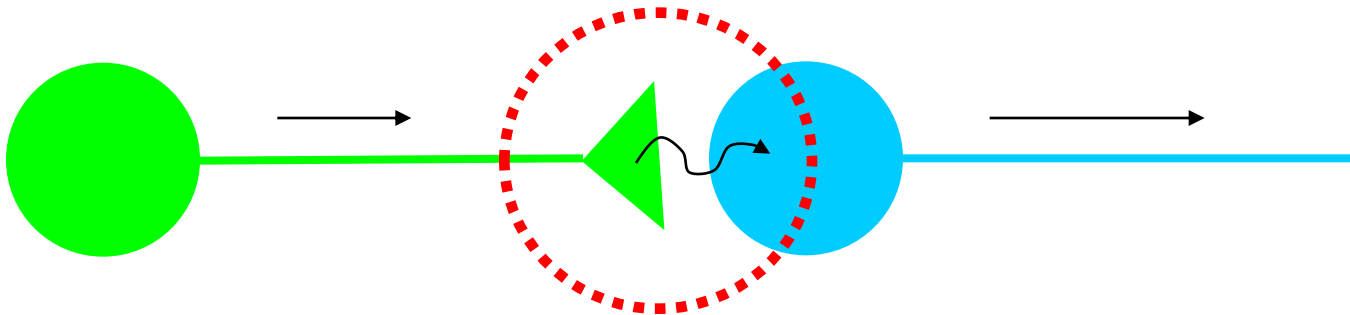


Divergenza

SINAPSI CHIMICHE

E

SINAPSI ELETTRICHE



STRUTTURA DELLA SINAPSI ELETTRICA

La sinapsi elettrica unisce le cellule presinaptiche e postsinaptiche mediante giunzioni serrate e mette in comunicazione diretta i citoplasmi delle due cellule

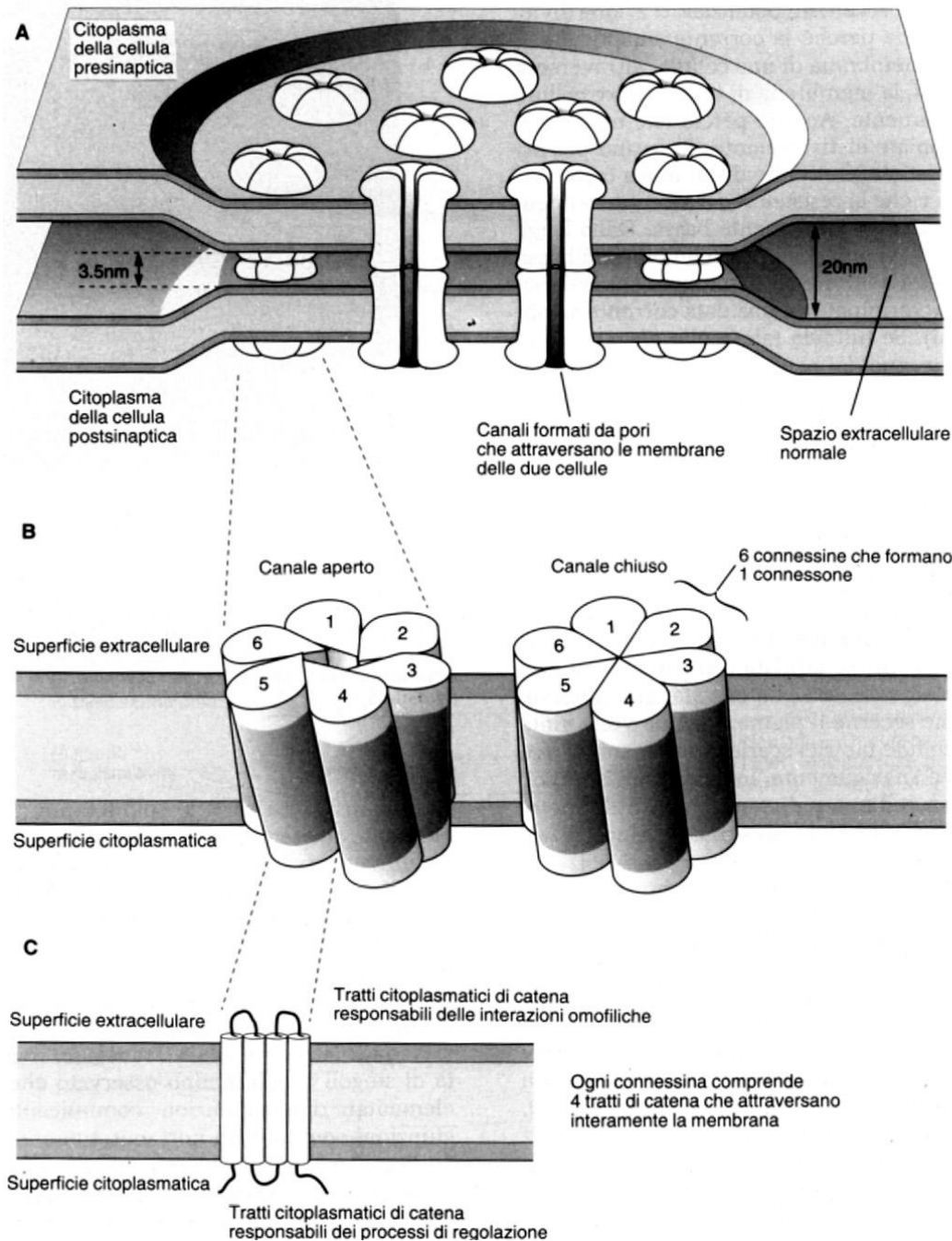


FIGURA 9-7

Modello tridimensionale del canale di una giunzione comunicante basato su ricerche di diffrazione dei raggi X.

A. Ciascuna delle due cellule che entrano in contatto, fornisce una metà del canale (un emi-canale) che viene chiamato connessone. Ogni connessone ha un diametro di circa 1,5-2,0 nm ed è formato da sei subunità proteiche dette connessine. Le connessine sono lunghe approssimativamente 7,5 nm, attraversano la membrana a tutto spessore ed entrano in contatto con una connessina corrispondente nella fessura che separa le due cellule. In questi punti le due cellule distano appena 3,5 nm, mentre la distanza che separa normalmente i neuroni è di circa 20 nm. (Modificata, da Makowski e coll., 1977).

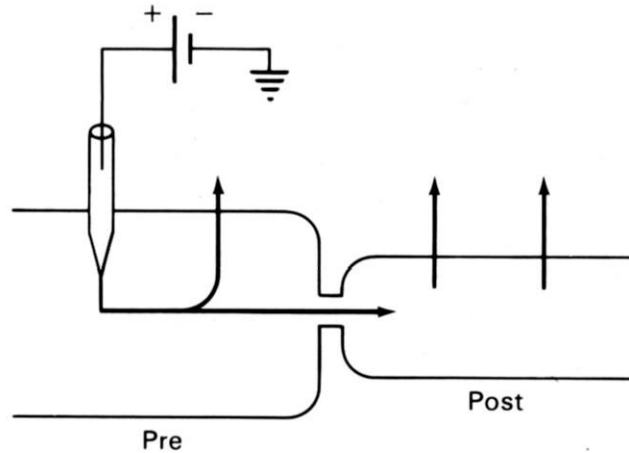
B. Modello di connessone. La figura mostra in che modo le sei connessine, che costituiscono ciascun emi-canale, possono cambiare configurazione per aprire e chiudere l'emi-canale stesso. La chiusura viene ottenuta da un movimento complesso mediante il quale le subunità, da una posizione, nella quale ad una delle estremità divergono alquanto, si riuniscono scivolando le une contro le altre. Tale movimento si risolve, all'altra estremità, in una rotazione in senso orario delle connessine. Il movimento di ogni subunità è di circa 0,9 nm a livello della superficie citoplasmatica. L'ombreggiatura scura indica la parte del connessone che è immerso nella matrice lipidica della membrana. (Modificata, da Unwin e Zampighi, 1980).

C. Modello di una connessina che indica i quattro tratti della catena proteica che si ritiene facciano parte integrante della membrana.

Tabella 9-1 Proprietà distintive delle sinapsi elettriche e chimiche.

Proprietà	Sinapsi elettriche	Sinapsi chimiche
1. Distanza fra le membrane pre- e postsinaptiche	3,5 nm	30-50 nm
2. Continuità citoplasmatica fra cellula pre- e postsinaptica	Sì	No
3. Componenti ultrastrutturali	Canali delle giunzioni comunicanti	Zone attive e vescicole presinaptiche; recettori postsinaptici
4. Agenti della trasmissione	Correnti ioniche	Neurotrasmettitori
5. Ritardo sinaptico	Virtualmente assente	Apprezzabile: al minimo 0,3 ms, in generale 1-5 ms o più
6. Direzione della trasmissione	Generalmente bidirezionale	Unidirezionale

A Elettrica



B Chimica

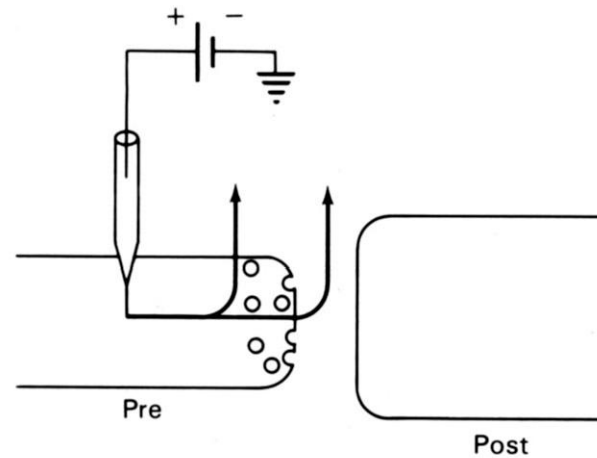


FIGURA 9-1

Le sinapsi elettriche differiscono da quelle chimiche per il cammino diverso che seguono le correnti iniettate nella cellula presinaptica.

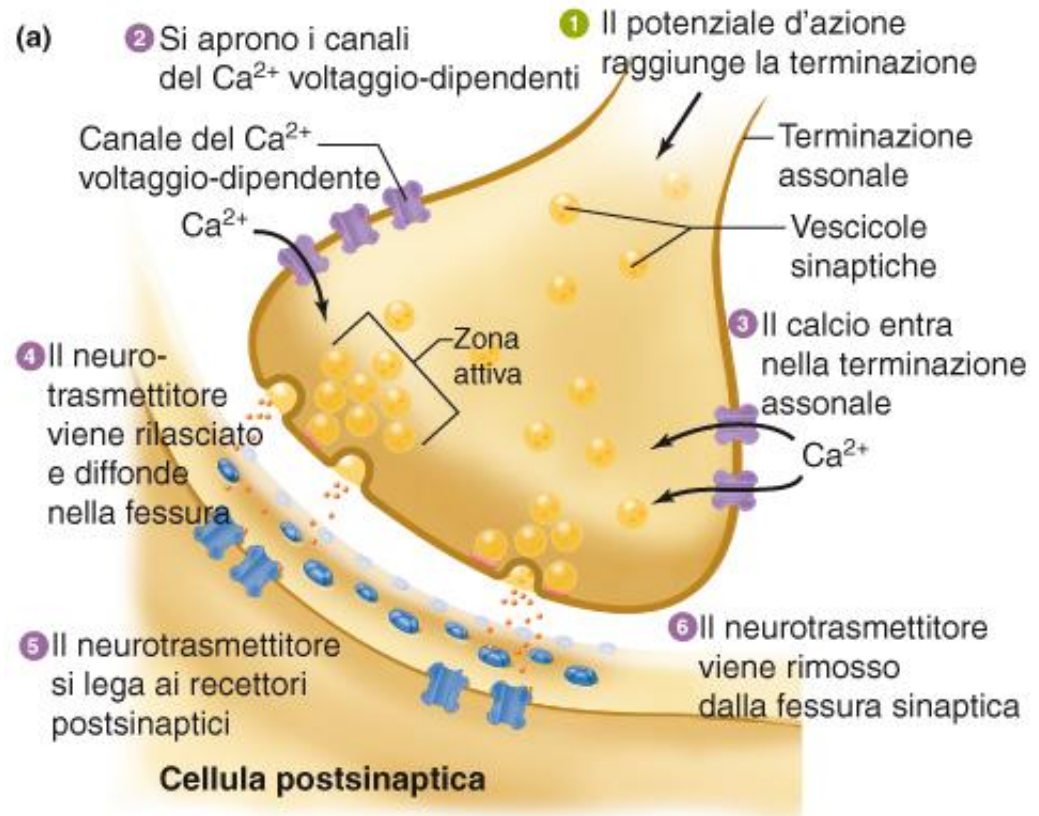
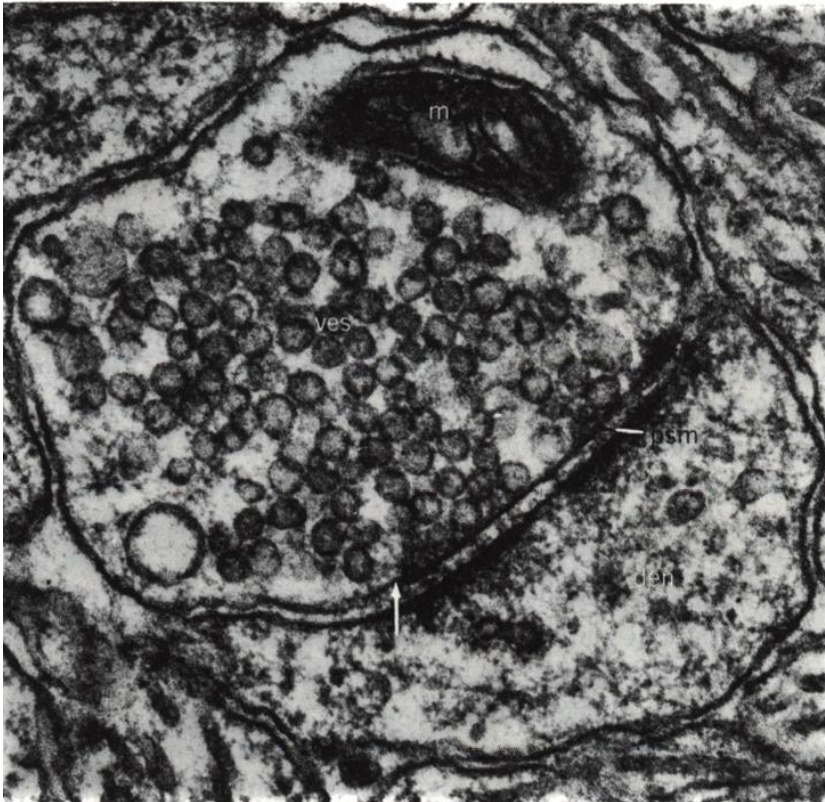
A. Nelle sinapsi elettriche, una parte della corrente sfugge all'esterno passando attraverso i canali passivi della cellula presinaptica. Una parte della corrente, tuttavia, passa nella cellula postsinaptica, attraverso canali che mettono in

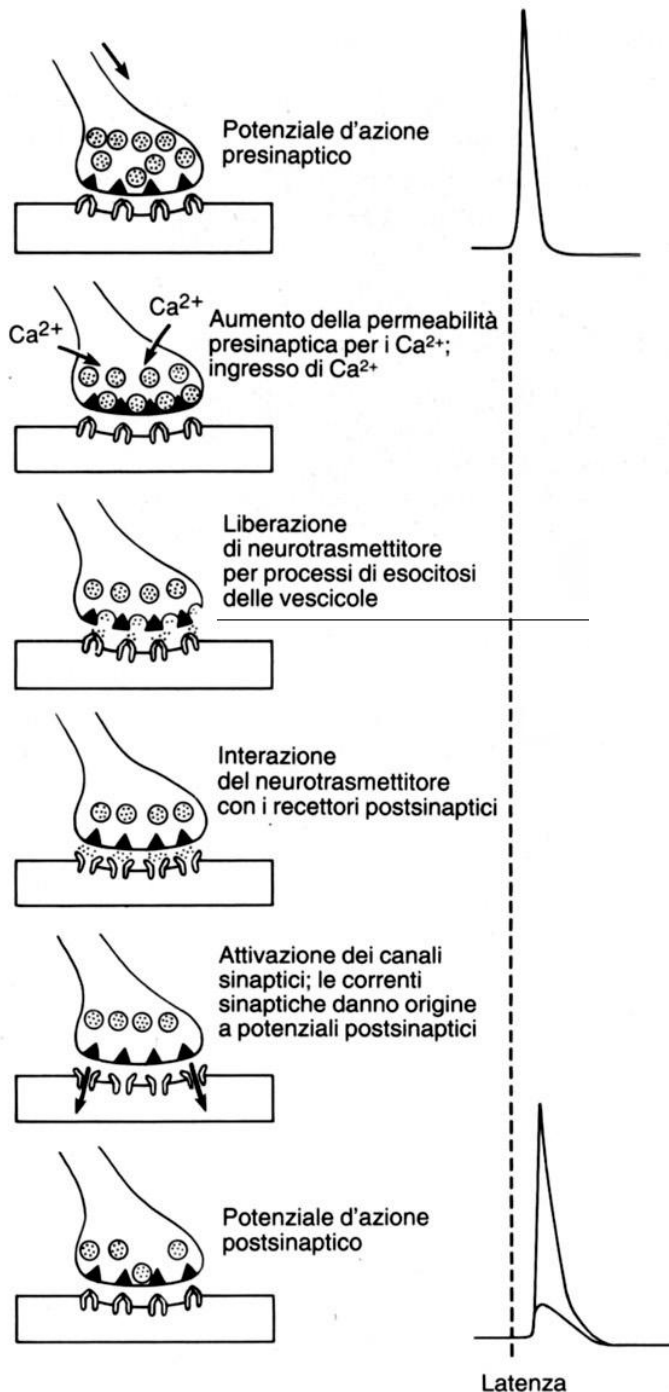
comunicazione il citoplasma delle due cellule, e la depolarizza.

B. Nelle sinapsi chimiche, la corrente iniettata non può attraversare la membrana della cellula postsinaptica. La corrente invade invece la cellula presinaptica passando attraverso canali ionici, e la depolarizza; tale depolarizzazione determina la liberazione di vescicole (rappresentate come **cerchi**, in figura) che contengono neurotrasmettitori.

Immagazzinamento e rilascio dei neurotrasmettitori a livello delle sinapsi.

LA SINAPSI chimica





LE TAPPE DELLA TRASMISSIONE SINAPTICA:

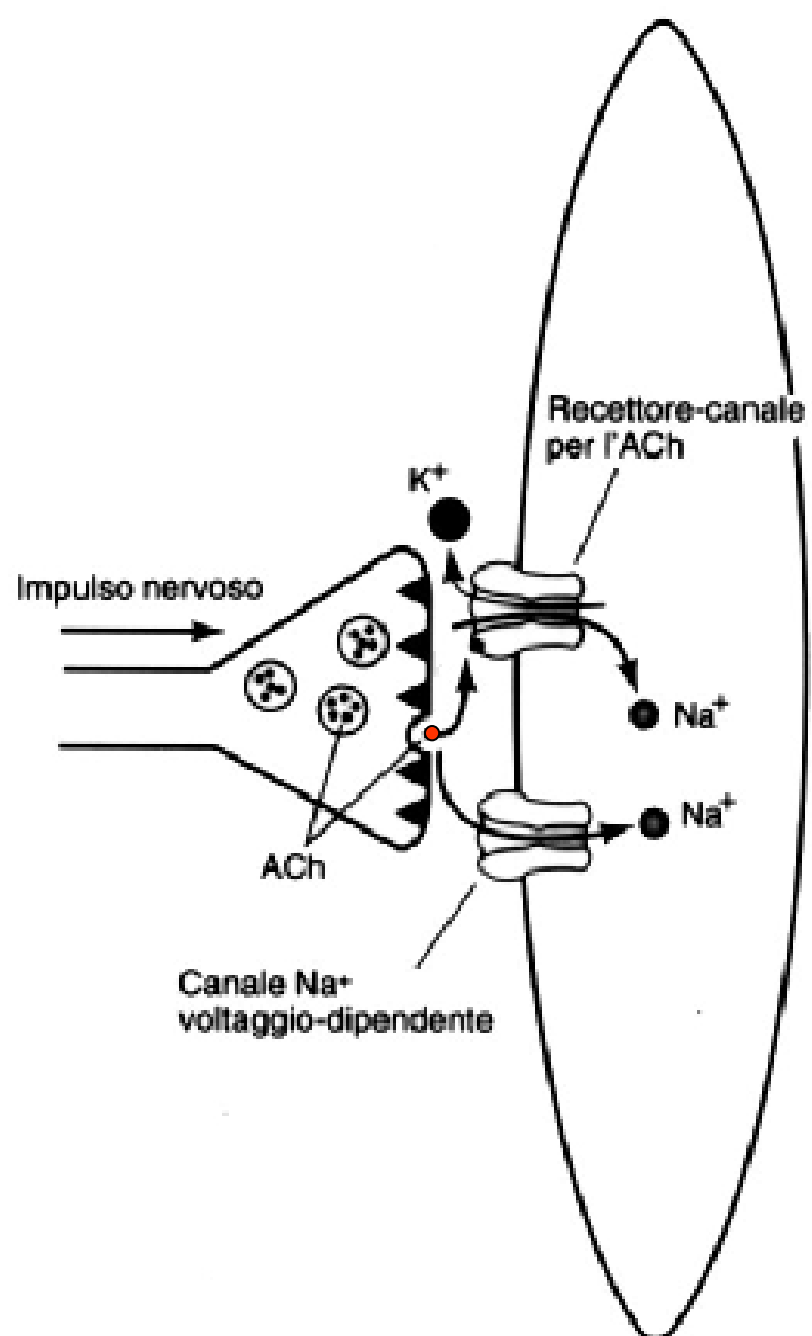
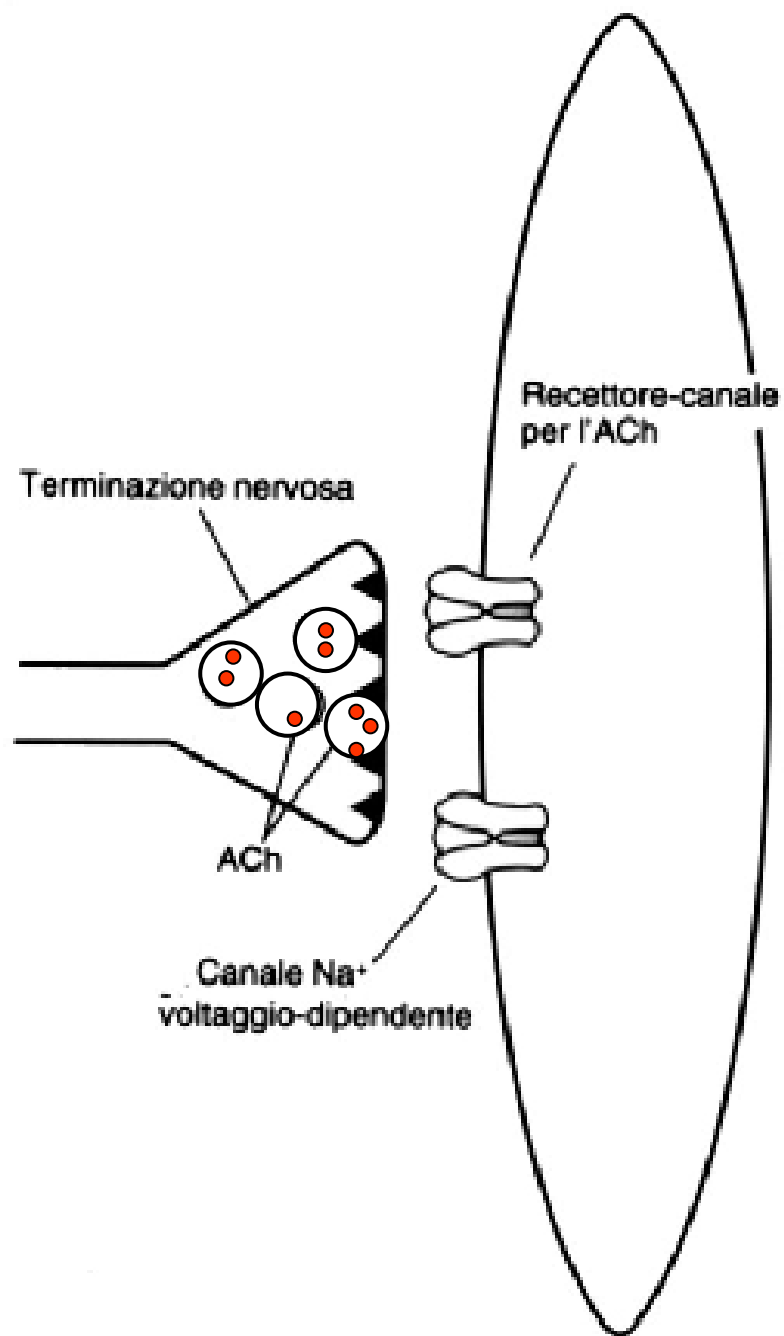
C'È SEMPRE UN POTENZIALE D'AZIONE PRESINAPTICO CHE CAUSA LA LIBERAZIONE D'UN MEDIATORE

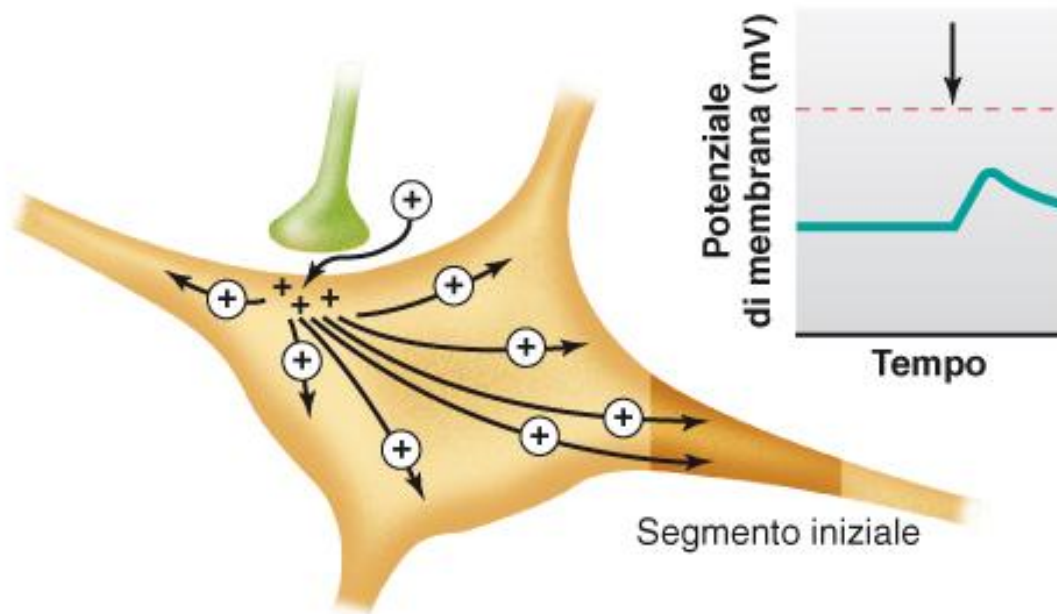
IL MEDIATORE PROVOCA NELL'ELEMENTO POSTINAPTICO UN POTENZIALE GRADUATO, CHE SOMMANDOSI CON ALTRI PUÒ DAR LUOGO A UN NUOVO POTENZIALE D'AZIONE

NEL MUSCOLO STRIATO SCHELETRICO, CASO ECCEZIONALE, IL POTENZIALE GRADUATO SUPERA SEMPRE LA SOGLIA E DIVENTA DIRETTAMENTE POTENZIALE D'AZIONE

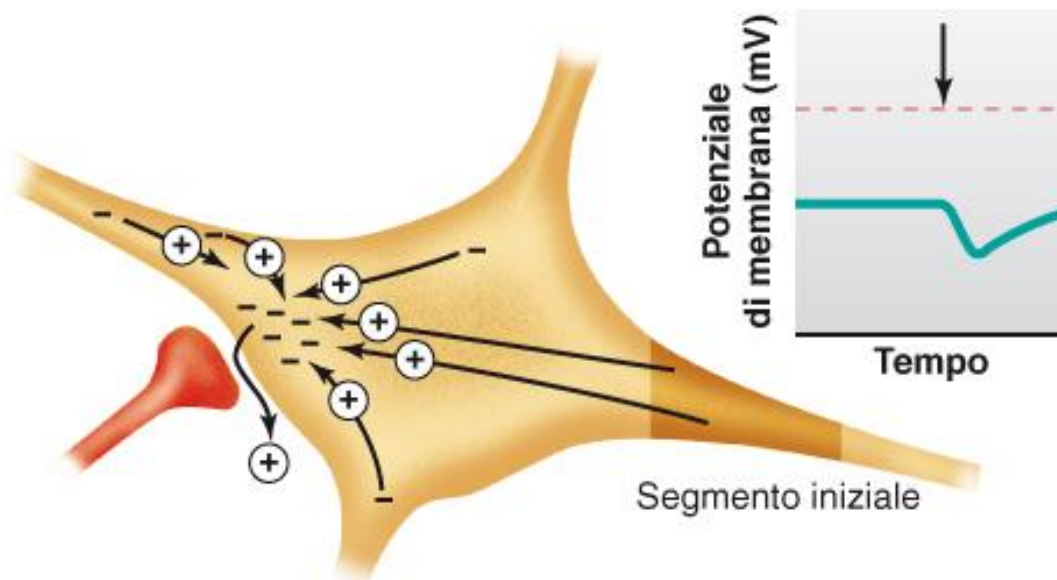
FIGURA 9-9

Schema generale dei meccanismi di trasmissione delle sinapsi chimiche. L'arrivo di un potenziale d'azione nella terminazione di un assone presinaptico determina la fusione delle vescicole sinaptiche, che si ammassano a livello delle zone attive, con la membrana plasmatica. Tale fusione fa sì che le vescicole liberino il neurotrasmettitore, contenuto al loro interno, nella fessura sinaptica. Il neurotrasmettitore liberato diffonde attraverso la fessura e si lega a recettori specifici sulla membrana postsinaptica. I recettori determinano l'apertura (o la chiusura) di canali ionici che fanno variare la conduttanza della membrana postsinaptica e depolarizzano la cellula. Mentre la trasmissione elettrica è praticamente istantanea, (v. Figura 9-2B, 1), la trasmissione sinaptica chimica comporta un ritardo fra i potenziali d'azione della cellula pre- e postsinaptica.



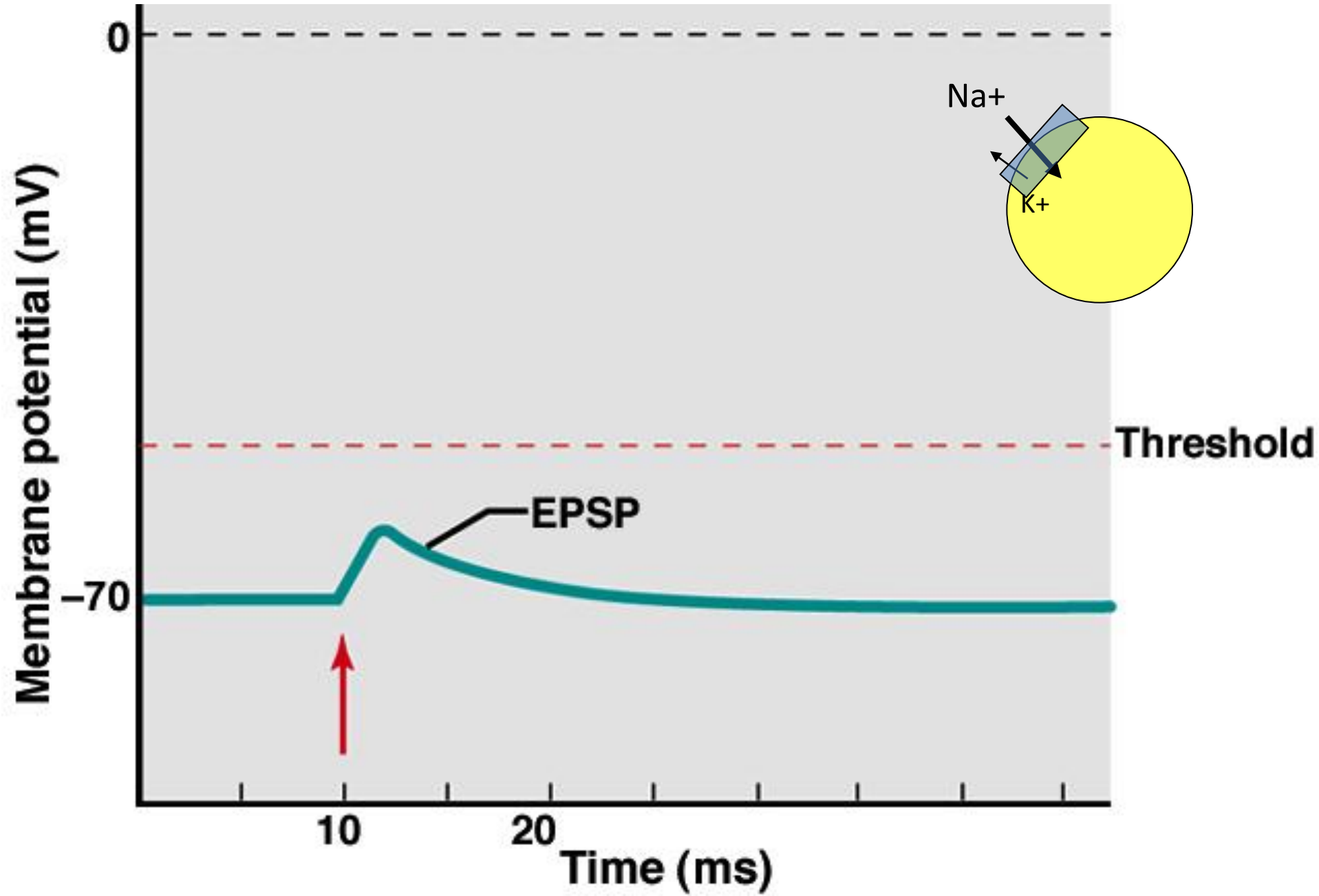


(a) Sinapsi eccitatoria

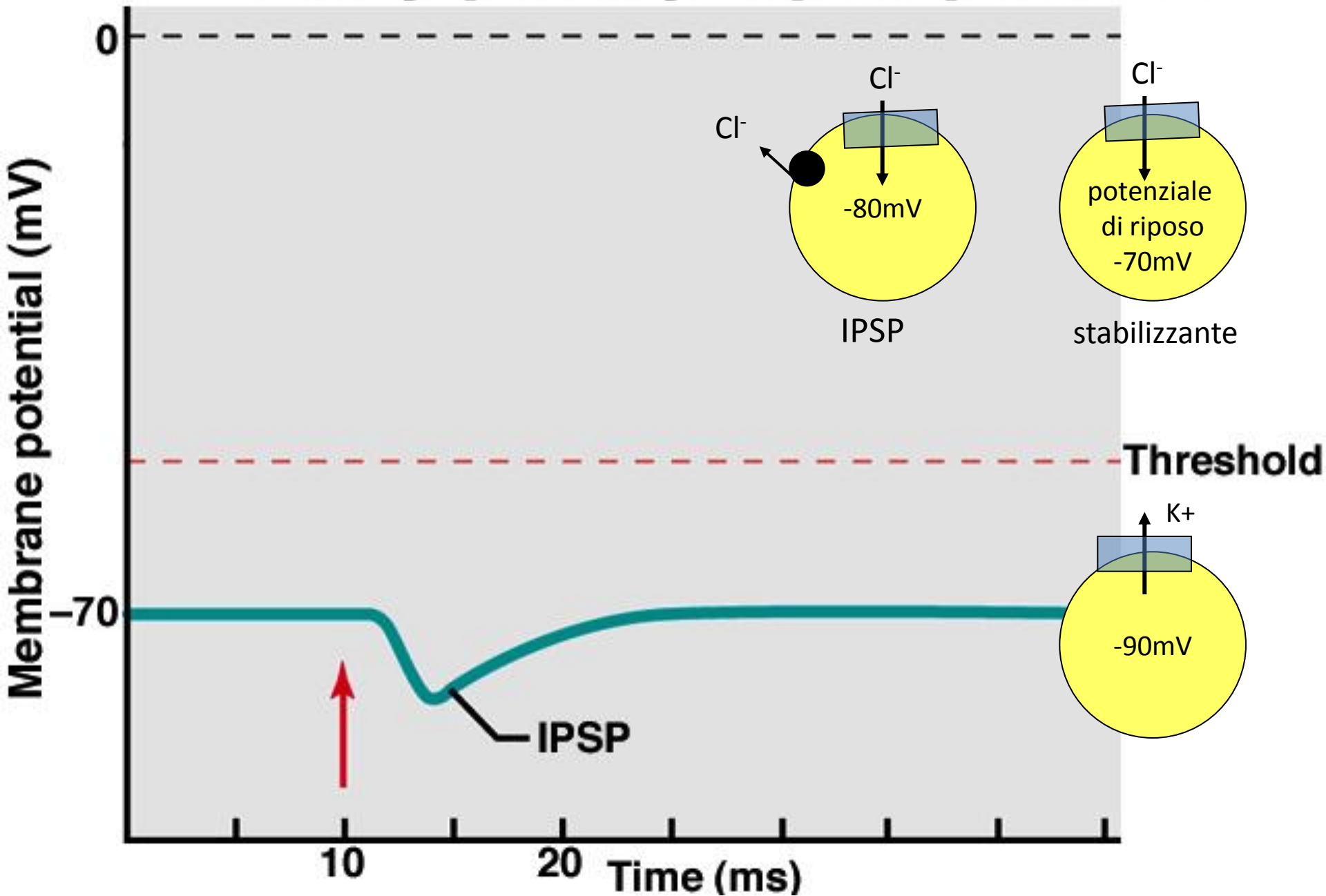


(b) Sinapsi inibitoria

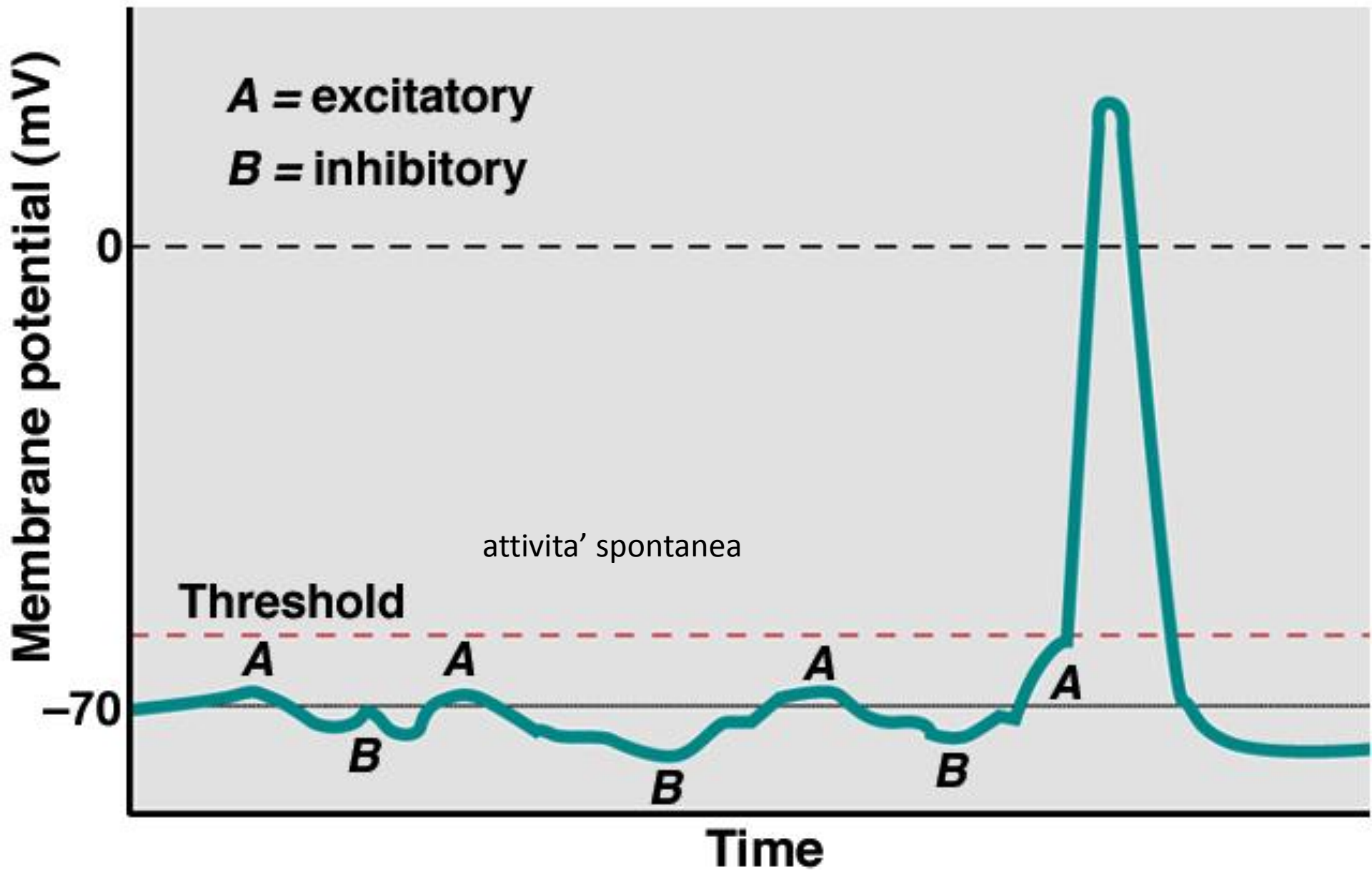
POTENZIALE POST-SINAPTICO ECCITATORIO (EPSP)



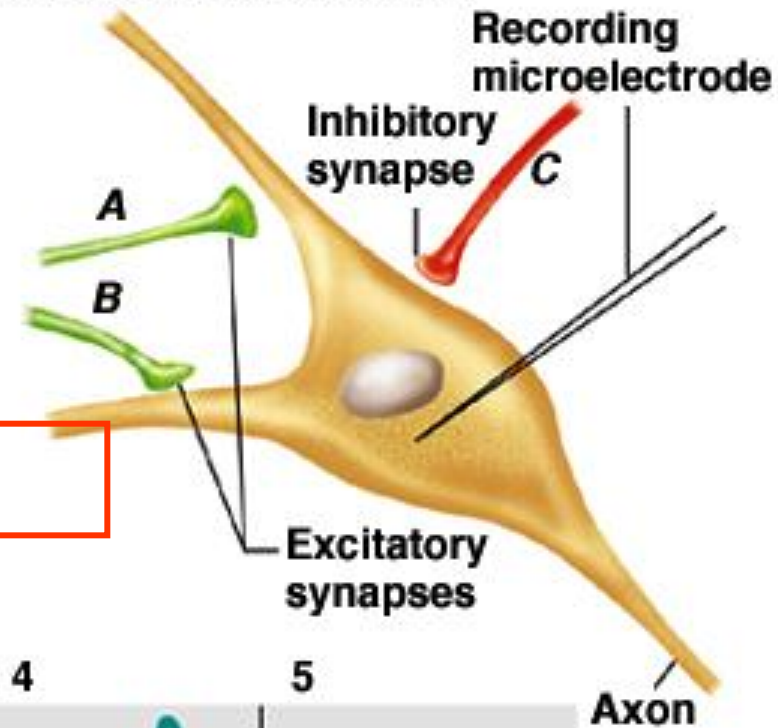
POTENZIALE POST-SINAPTICO INIBITORIO (IPSP)



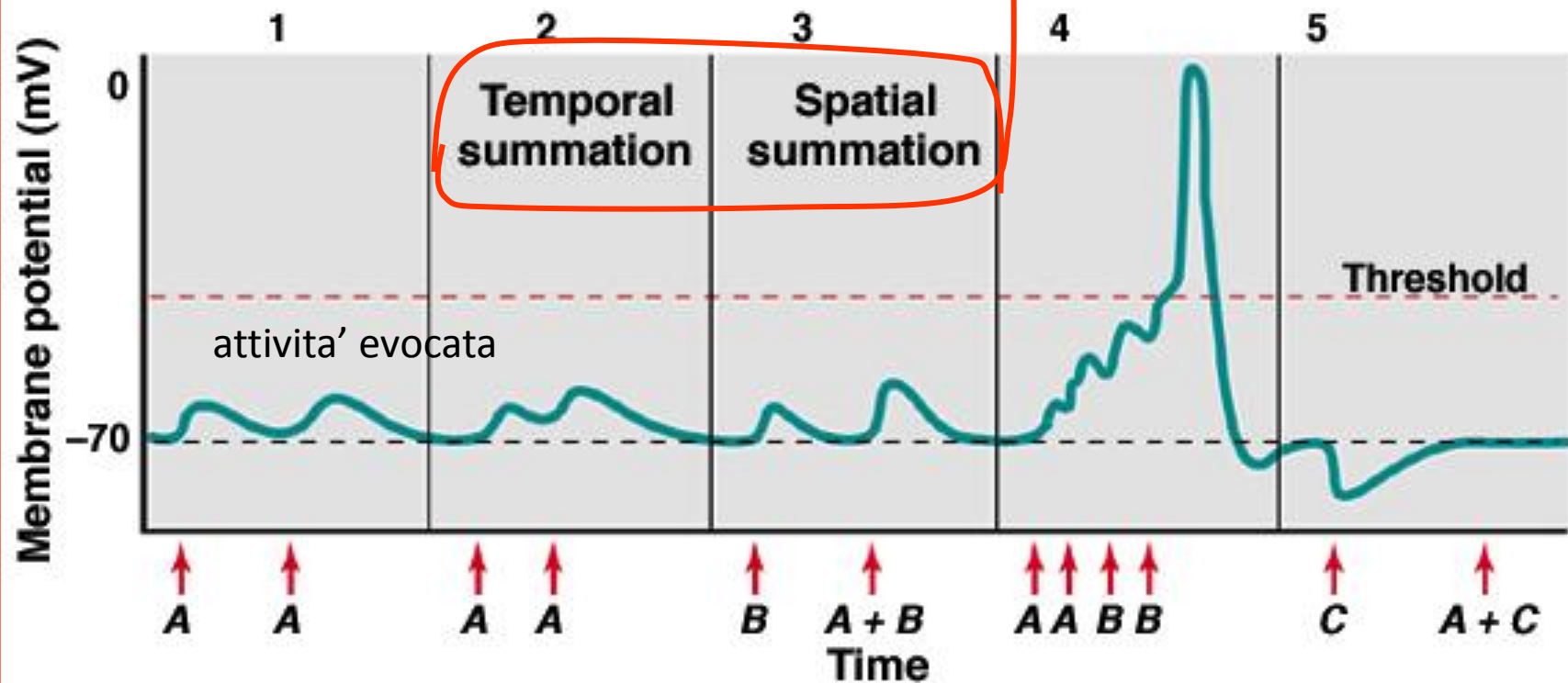
...nella stessa cellula



EPSPs and IPSPs/ postsynaptic neuron



anche per input inibitori



Neurotrasmettitori e Neuromodulatori

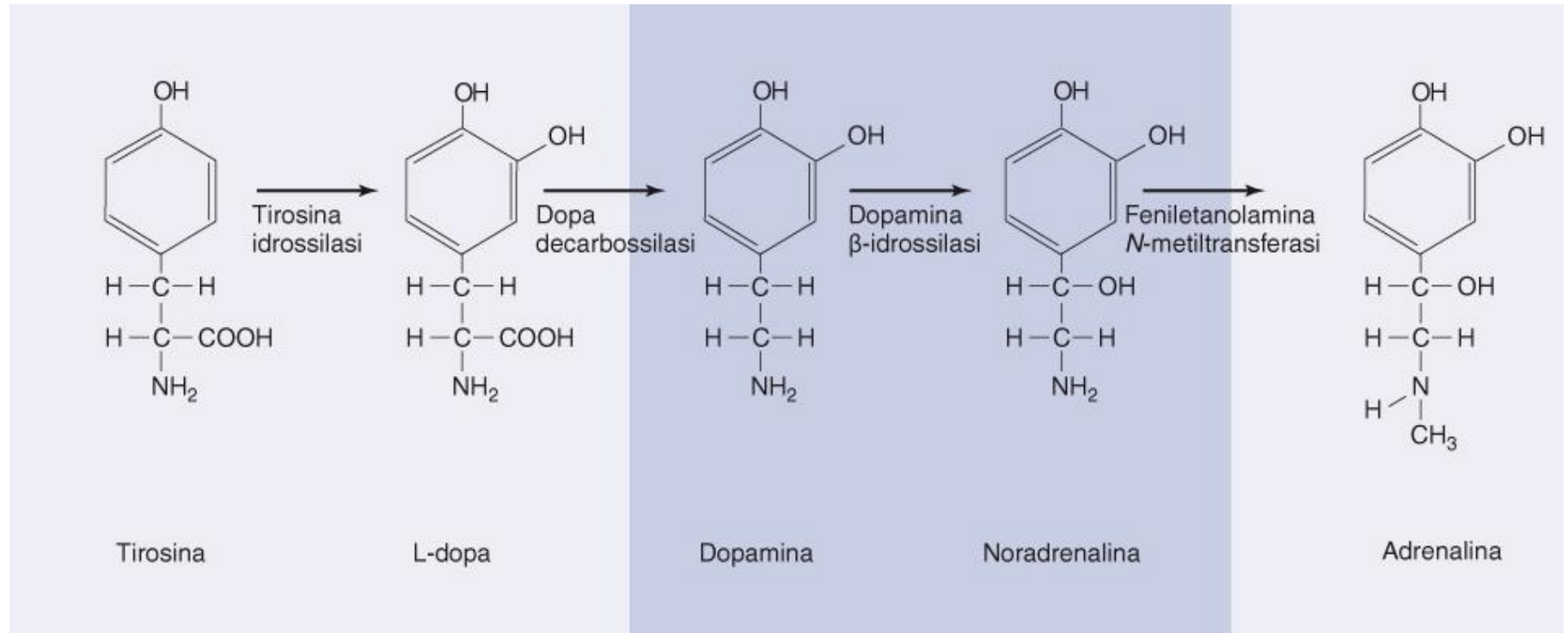
TABLE 8-6 CLASSES OF SOME OF THE CHEMICALS KNOWN OR PRESUMED TO BE NEUROTRANSMITTERS OR NEUROMODULATORS

1. Acetylcholine (ACh)	
2. Biogenic amines	
Catecholamines	
Dopamine (DA)	
Norepinephrine (NE)	
Epinephrine (Epi)	
Serotonin (5-hydroxytryptamine, 5-HT)	
Histamine	
3. Amino acids	
Excitatory amino acids	
Glutamate	
Aspartate	
Inhibitory amino acids	
Gamma-aminobutyric acid (GABA)	
Glycine	
4. Neuropeptides (only a few important examples are listed although some 85 have been identified)	
Endogenous opioids (beta-endorphin, enkephalins, dynorphins)	
Substance P	
Somatostatin	
Vasoactive intestinal peptide (VIP)	
Cholecystokinin	
Neurotensin	
Neuropeptide Y (NPY)	
5. Miscellaneous	
Gases	
Nitric oxide	
Carbon monoxide	
Purines	
Adenosine	
Adenosine triphosphate (ATP)	

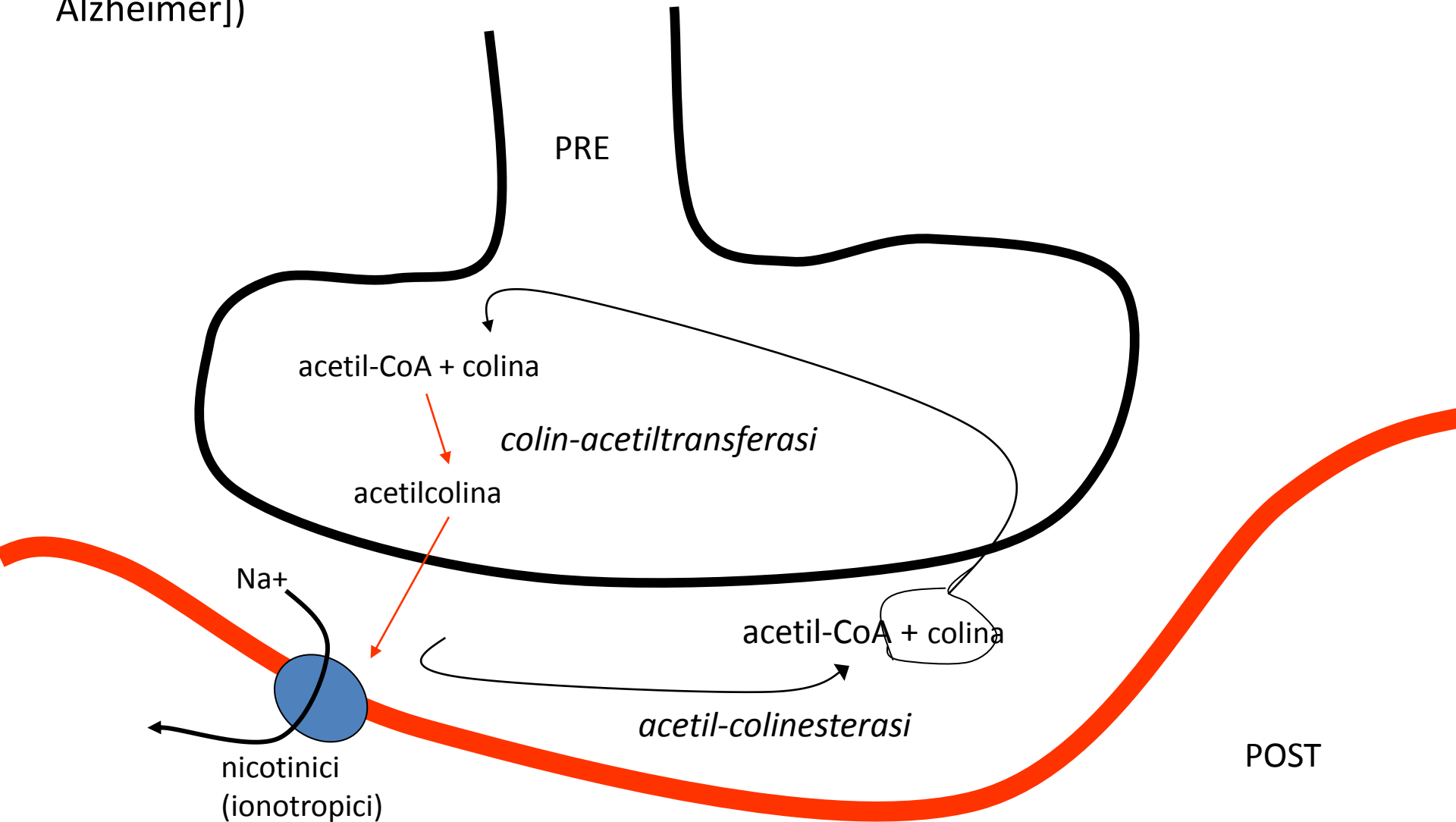
Neurotrasmettitori: evocano una rapidissima variazione di potenziale della cellula post-sinaptica (epsp; ipsp). ACh, Glut, GABA, Catecolamine

Neuromodulatori: modulano la responsività della sinapsi al neurotrasmettitore. Catecolamine, neuropeptidi.

Via biosintetica delle catecolamine



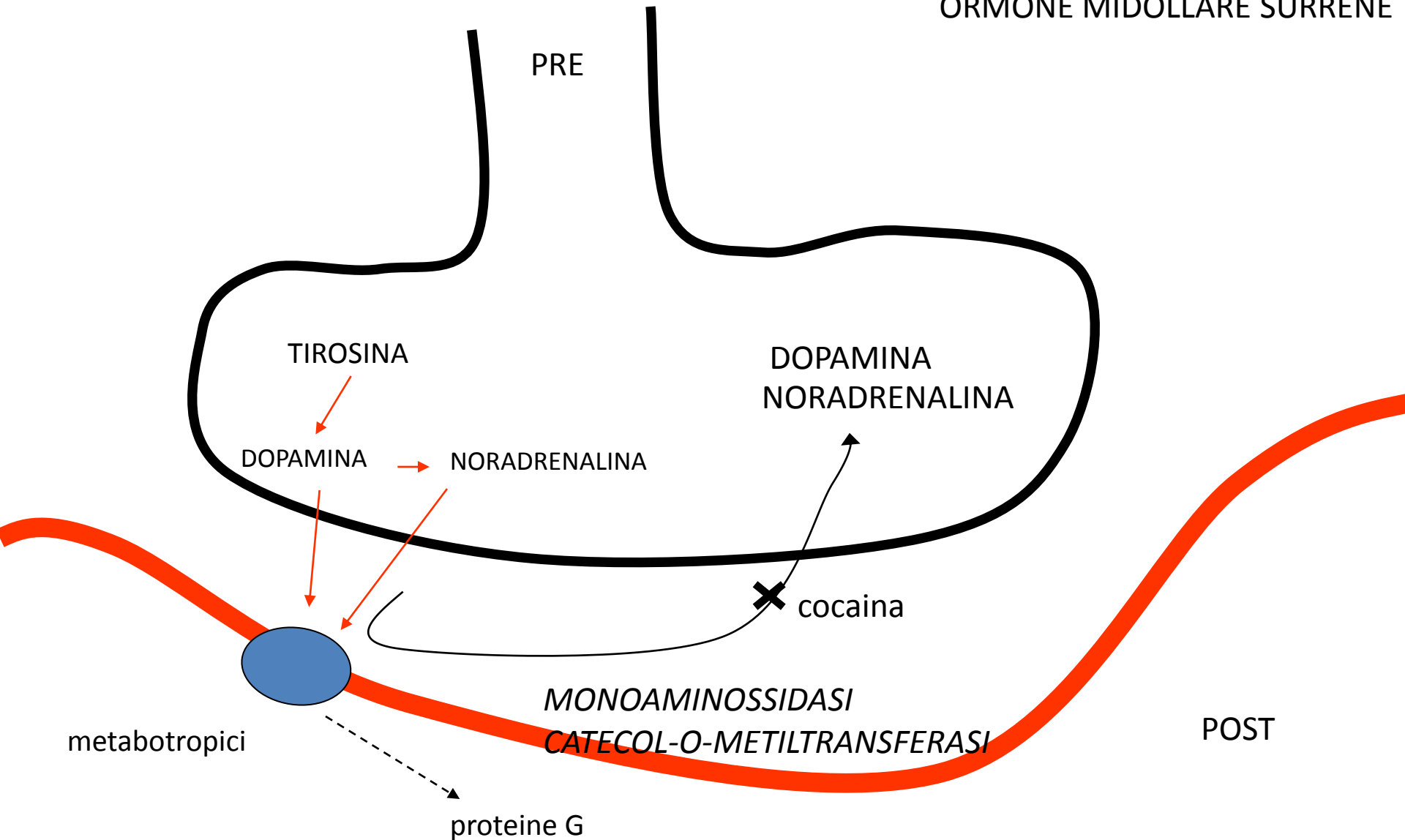
L'ACETILCOLINA (PLACCA N-MUSCOLARE; Parasimpatico [pre- e post-gangliare],
Ortosimpatico pregangliare. [SNC = Nuclei della base; cellule corticali di Betz;
Alzheimer])



LE CATECOLAMINE: DOPAMINA, NORADRENALINA, (ADRENALINA)

Substantia Nigra (Parkinson, psicosi) ; Ortosimpatico Post-gangliare

ORMONE MIDOLLARE SURRENE



SEROTONINA

NEUROMODULATORE

POCA DURANTE SONNO. MOLTA DURANTE VEGLIA E ALLERTA

INFLUENZA LO STATO DI BENESSERE GENERALE (UMORE)

Amino Acidi

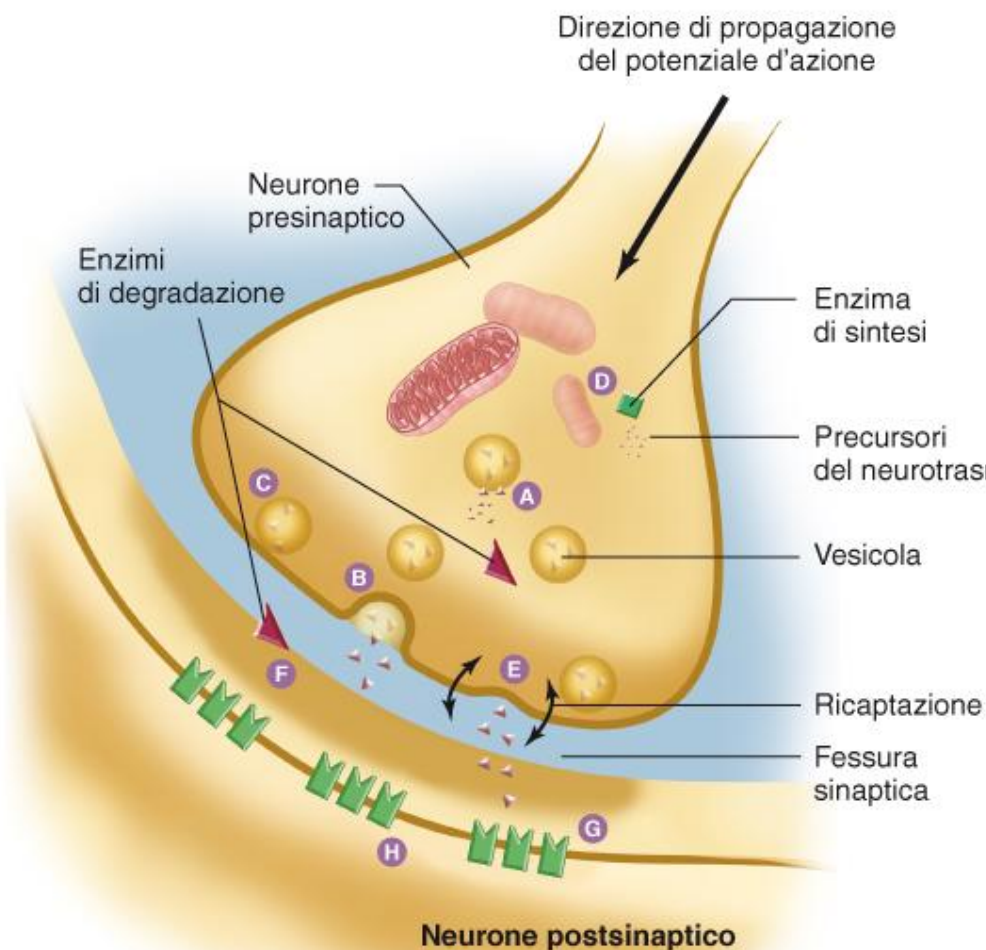
neurotrasmettitori

ubiquitari e I piu' comuni

eccitatori (glutammato, aspartato)

inibitori (gaba, glicina)

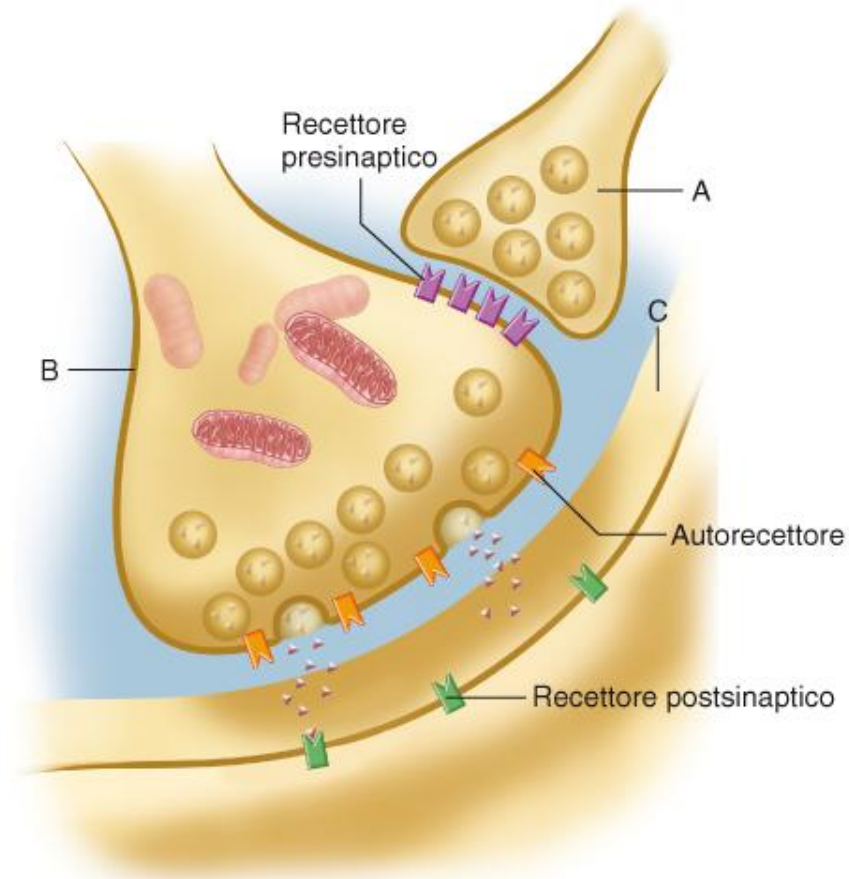
Meccanismi d'azione dei farmaci che agiscono sul rilascio di neurotrasmettitori



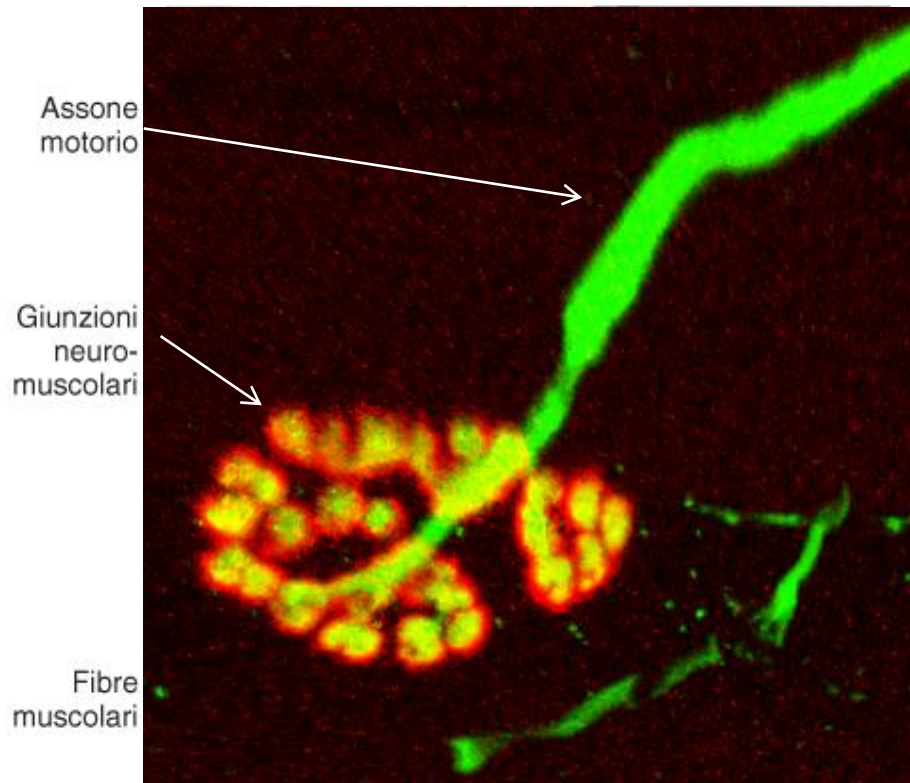
Un farmaco può:

- A** Aumentare la diffusione del neurotrasmettitore dalla vescicola al citoplasma, esponendolo alla scissione enzimatica.
- B** Aumentare il rilascio del trasmettitore nella fessura.
- C** Bloccare il rilascio del trasmettitore.
- D** Inibire la sintesi del trasmettitore.
- E** Bloccare la ricaptazione del trasmettitore.
- F** Bloccare gli enzimi che metabolizzano il trasmettitore nella fessura.
- G** Legarsi al recettore sulla membrana postsinaptica per bloccare (antagonista) o mimare (agonista) l'azione del trasmettitore.
- H** Inibire o stimolare l'attività del secondo messaggero all'interno della cellula postsinaptica.

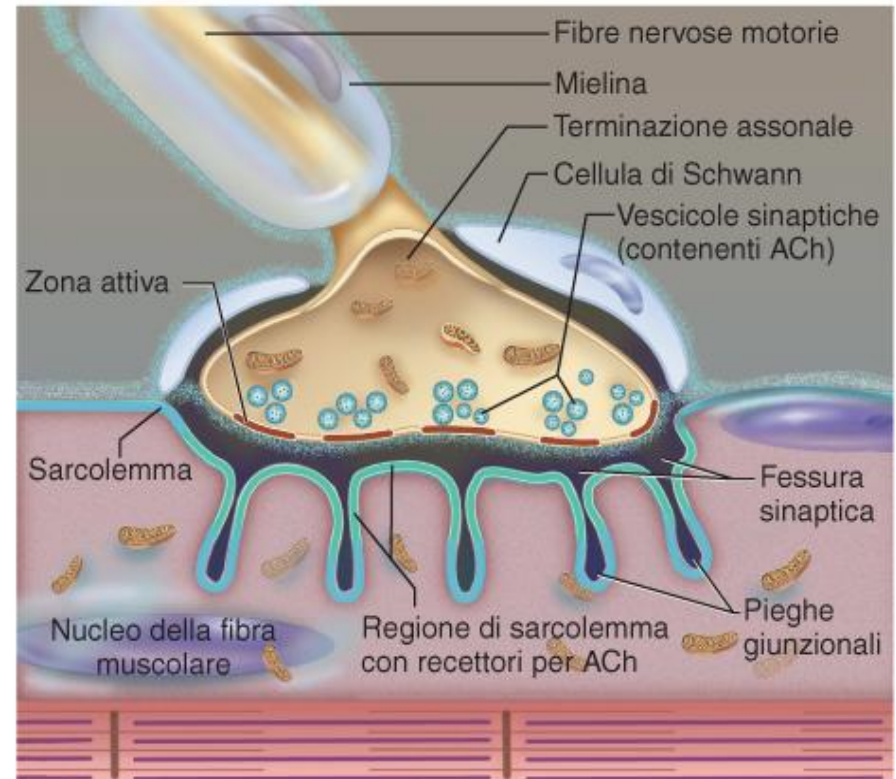
Sinapsi presinaptica (asso-assonale) tra la terminazione assonale A e la terminazione assonale B. C e' il corpo cellulare postsinaptico finale.



Una sinapsi particolare: la giunzione neuromuscolare



(a)

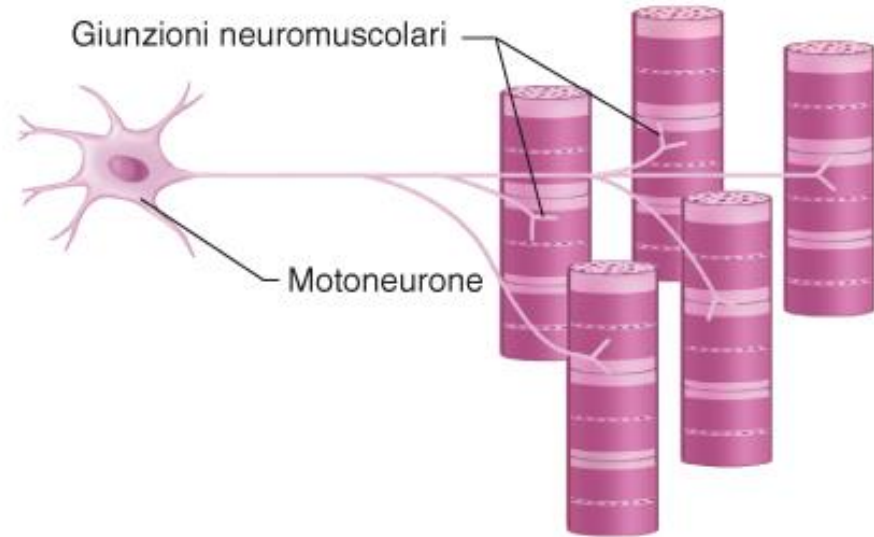


(b)

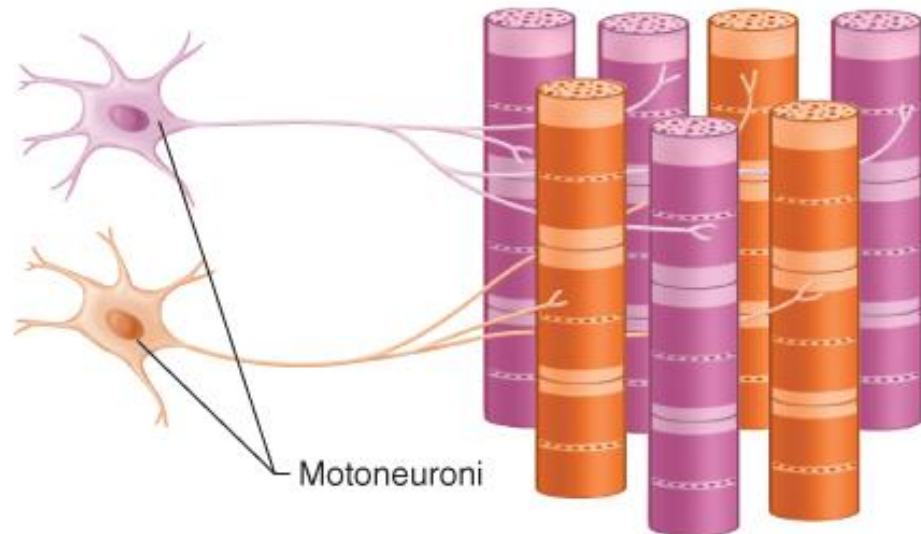
I motoneuroni e l'unità motoria

- Ogni motoneurone innerva più fibre muscolari, l'insieme del motoneurone e delle fibre muscolari da esso innervato formano l'unità motoria.
- Ogni fibra muscolare nell'adulto è innervata da un solo motoneurone.

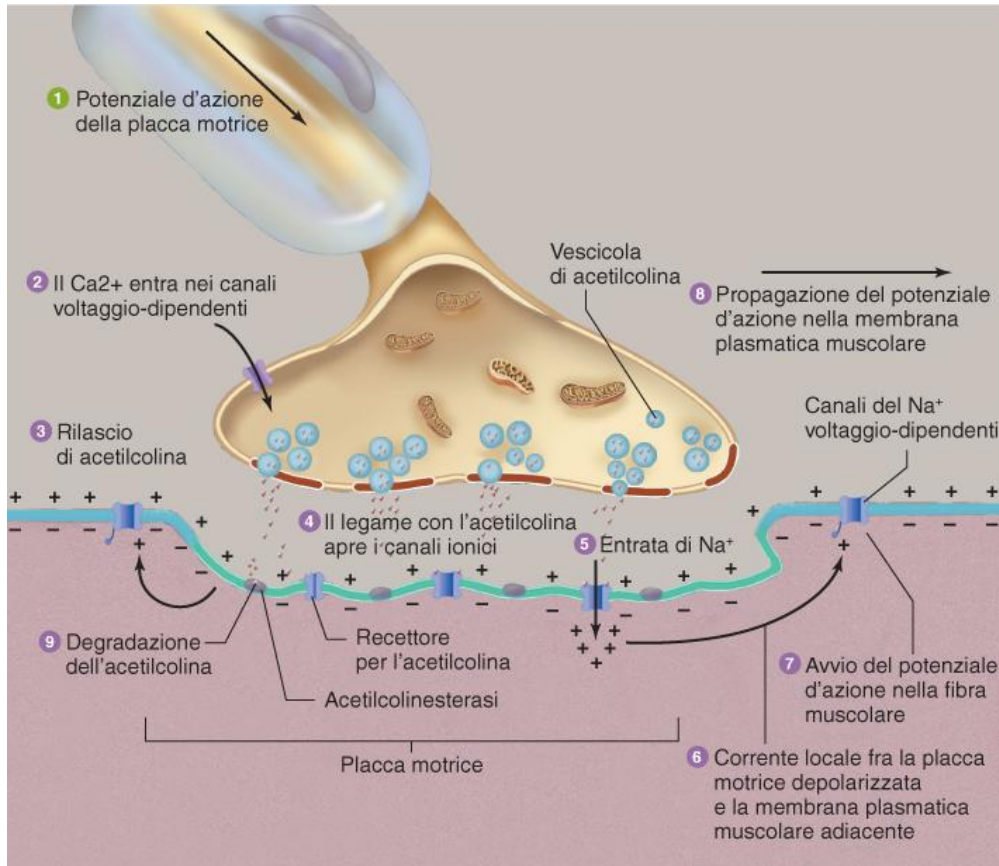
(a) Singola unità motoria



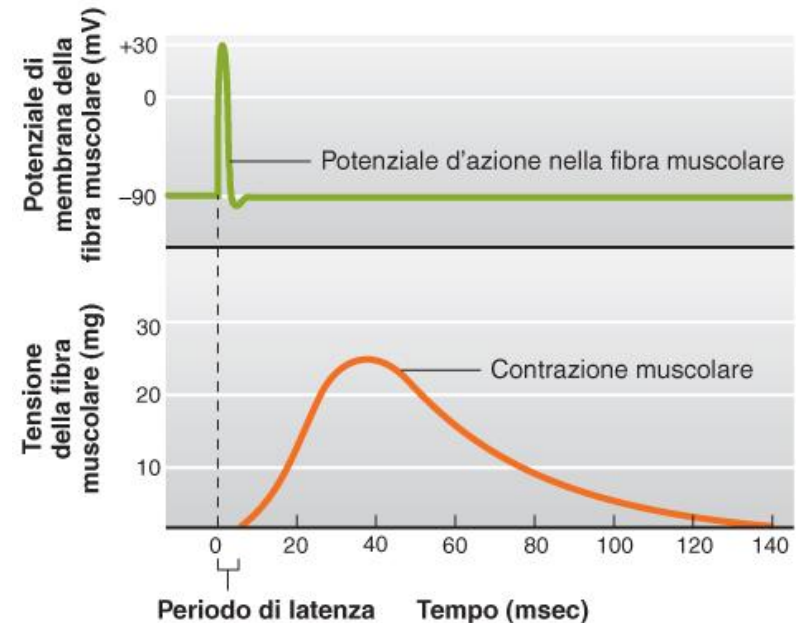
(b) Due unità motorie



Generazione di un potenziale d'azione nella fibra muscolare



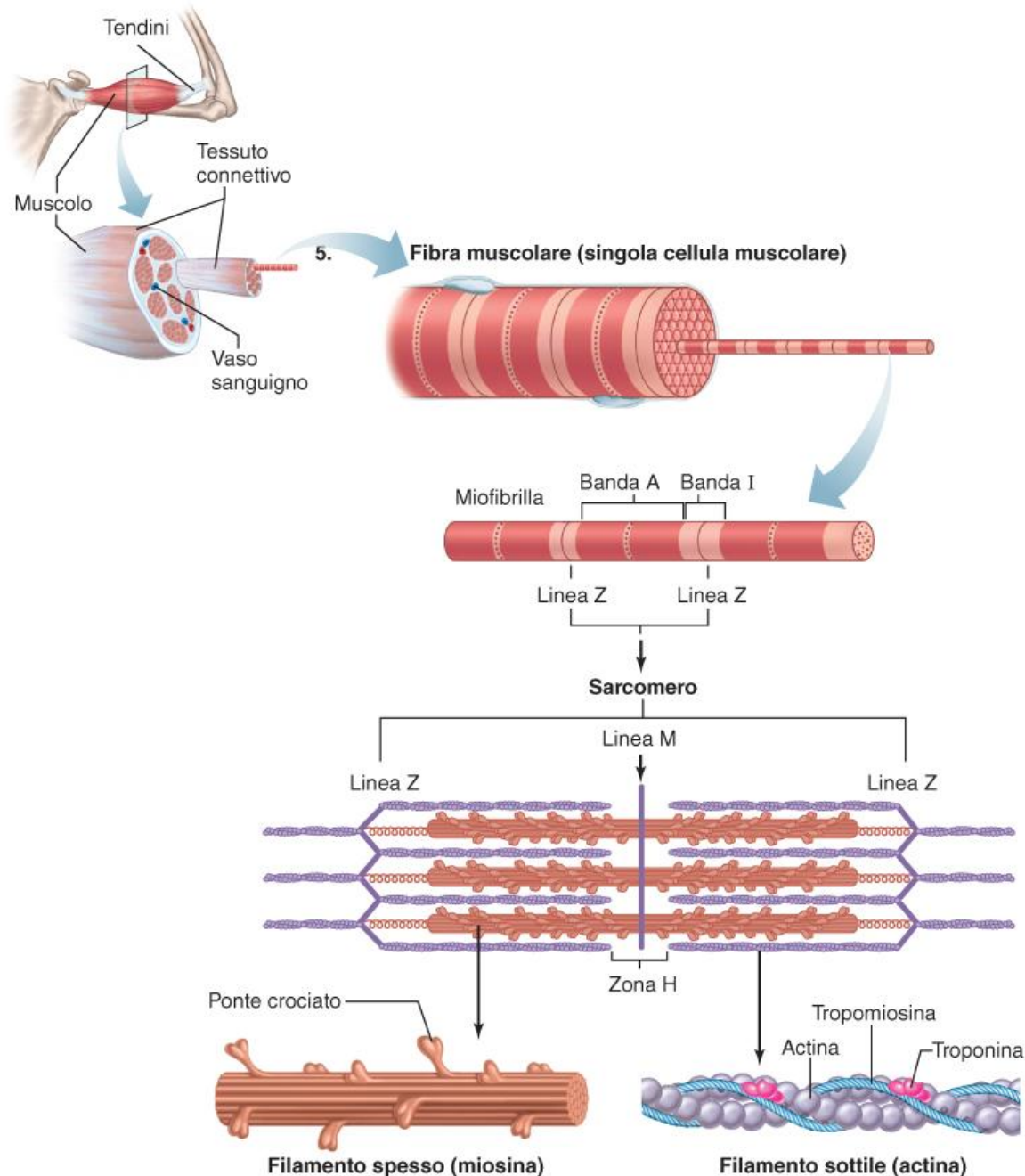
- Ogni EPSP (che nella giunzione neuromuscolare viene chiamato potenziale di placca) raggiunge la soglia per l'innesco del potenziale d'azione
- Tutte le giunzioni neuromuscolari sono eccitatorie.



Accoppiamento eccitazione-contrazione

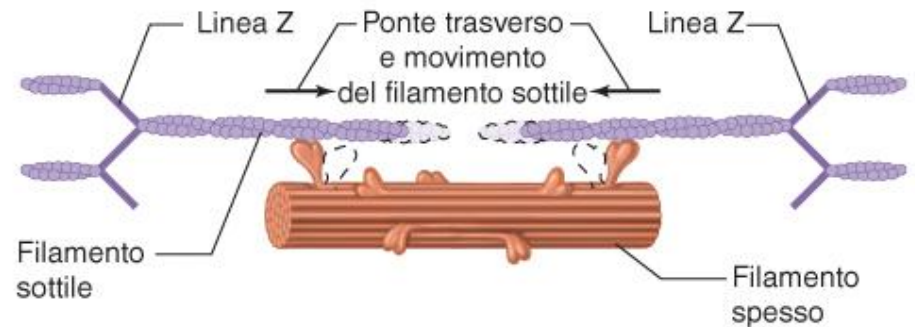
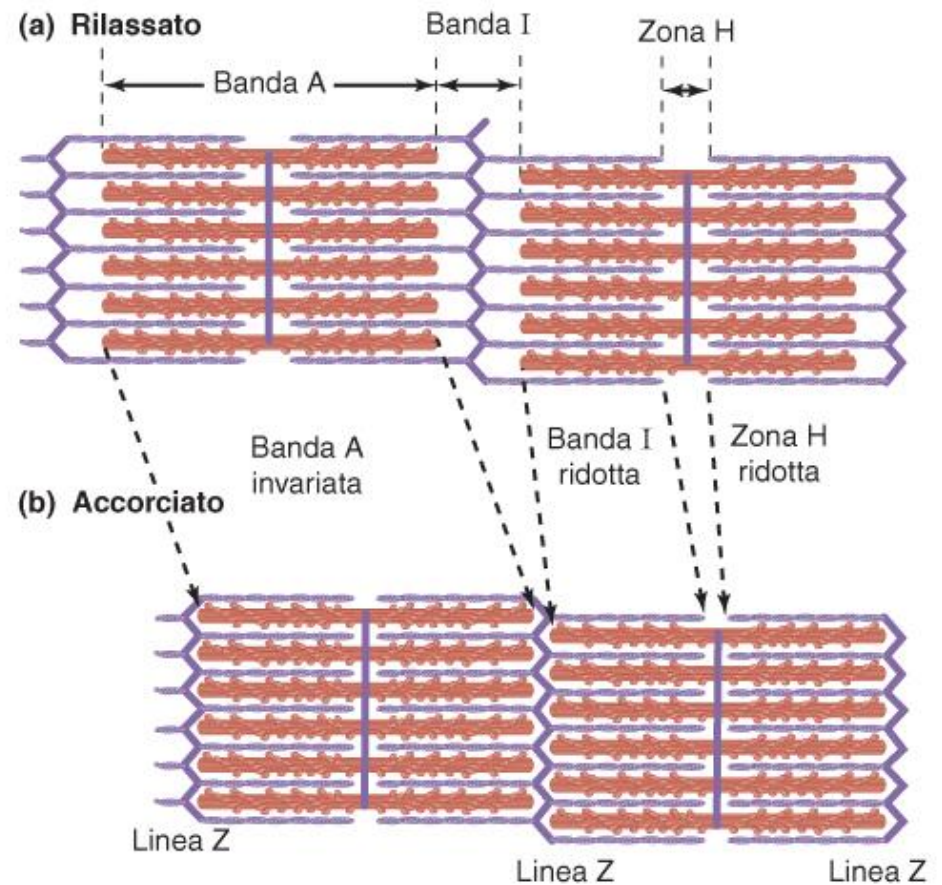
Struttura del muscolo scheletrico

- La cellula muscolare scheletrica e' definita fibra muscolare ed e' una cellula multinucleata.
- Ogni fibra muscolare e' formata da numerosi **sarcomeri**, che sono a loro volta formati da filamenti spessi (miosina) e sottili (actina), disposti in maniera ordinata e ripetitiva.



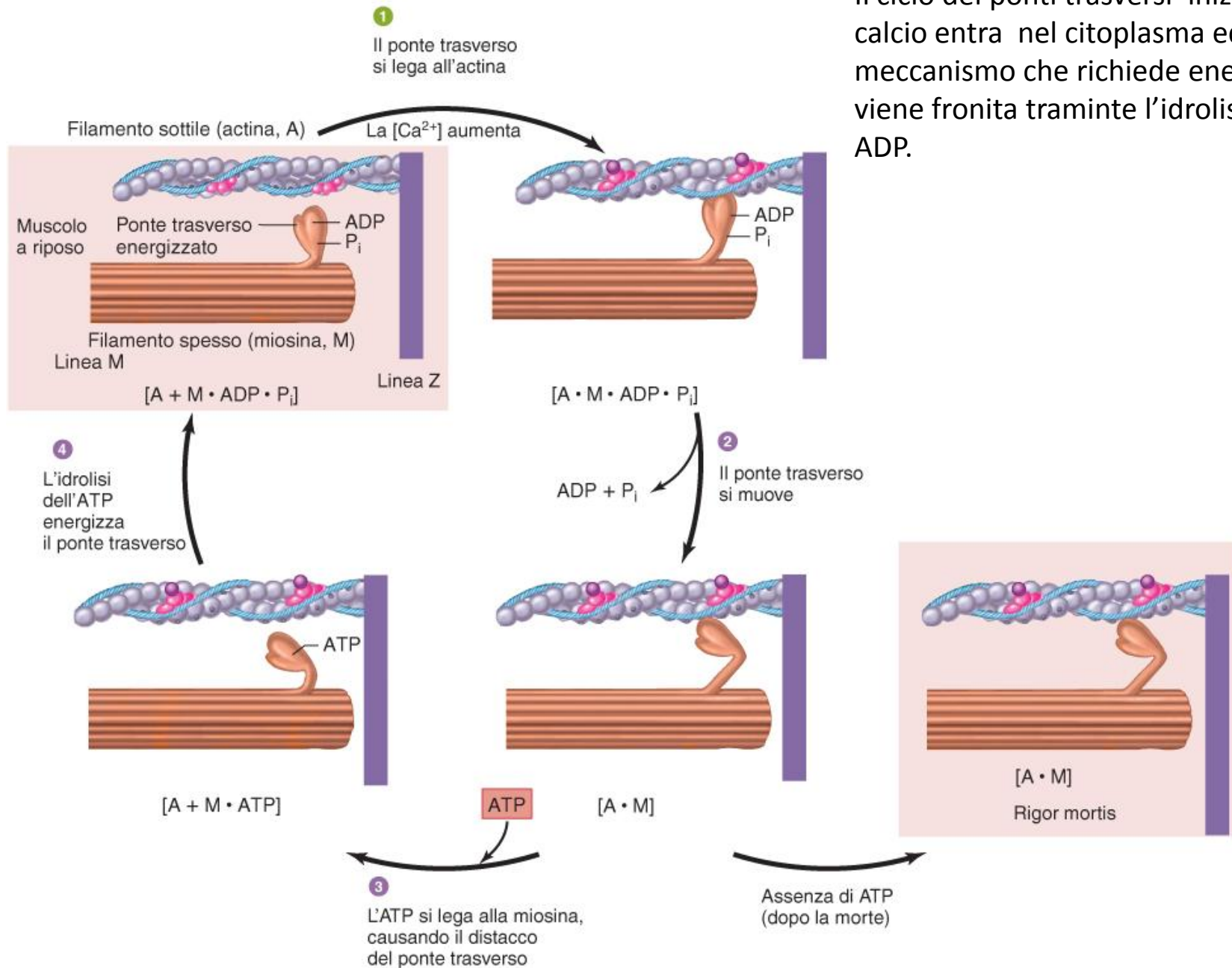
Accoppiamento eccitazione-contrazione

I filamenti spessi e sottili scorrono gli uni sugli altri accorciando il sarcomero senza che vi sia un cambiamento di lunghezza dei due tipi di filamento.



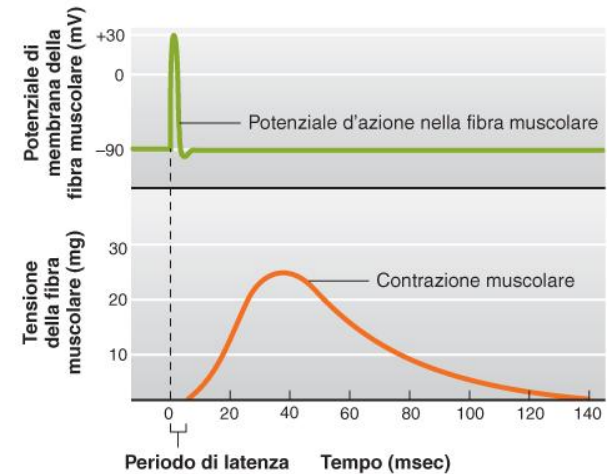
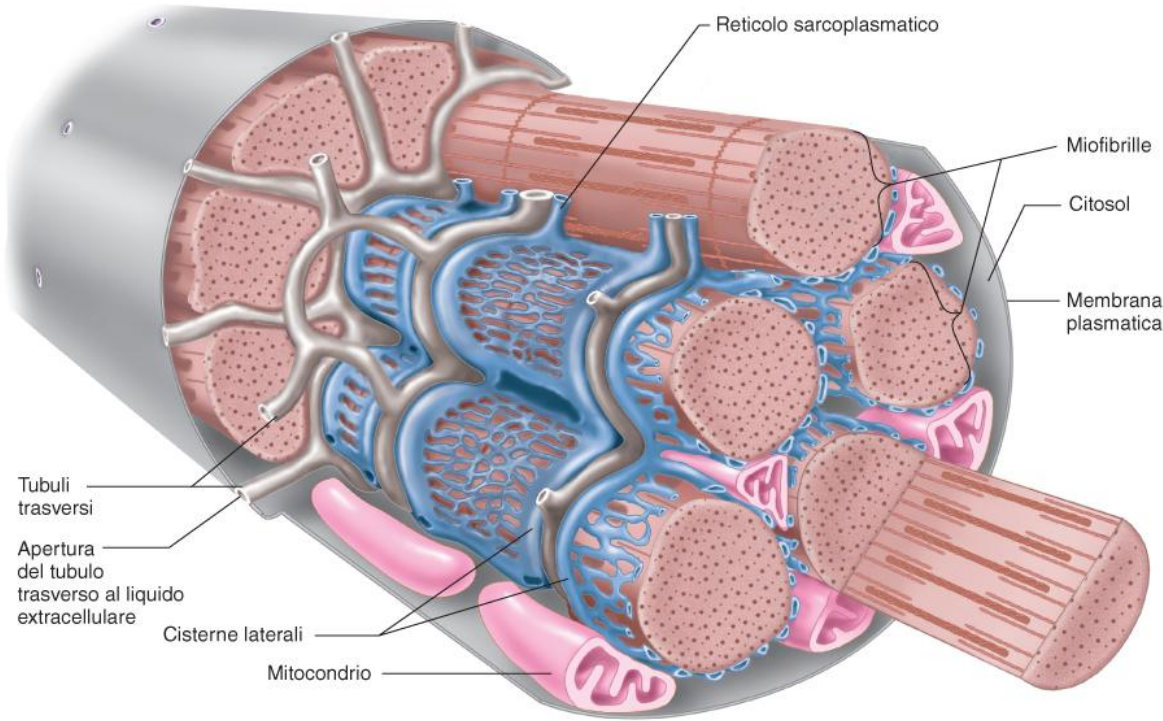
Accoppiamento eccitazione-contrazione

Il ciclo dei ponti trasversi inizia quando il calcio entra nel citoplasma ed è un meccanismo che richiede energia, che viene fornita tramite l'idrolisi di ATP in ADP.



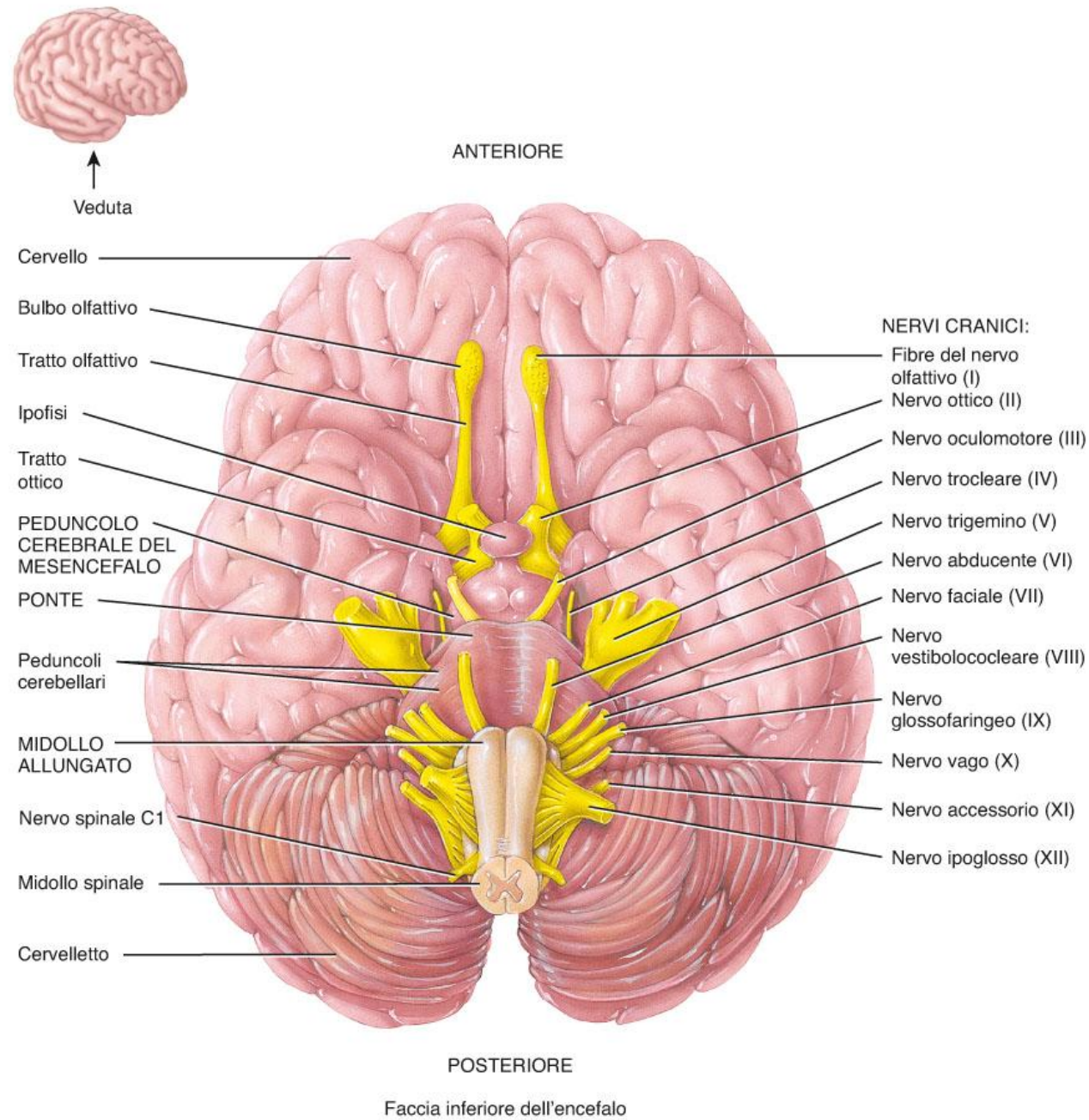
Accoppiamento eccitazione-contrazione

Il calcio necessario per la contrazione viene liberato da reticolo sarcoplasmatico all'arrivo del potenziale d'azione.



Anatomia funzionale dei Nervi Cranici

Il tronco encefalico e' costituito da bulbo (midollo allungato), ponte e mesencefalo.
Contiene i nuclei dei nervi cranici.



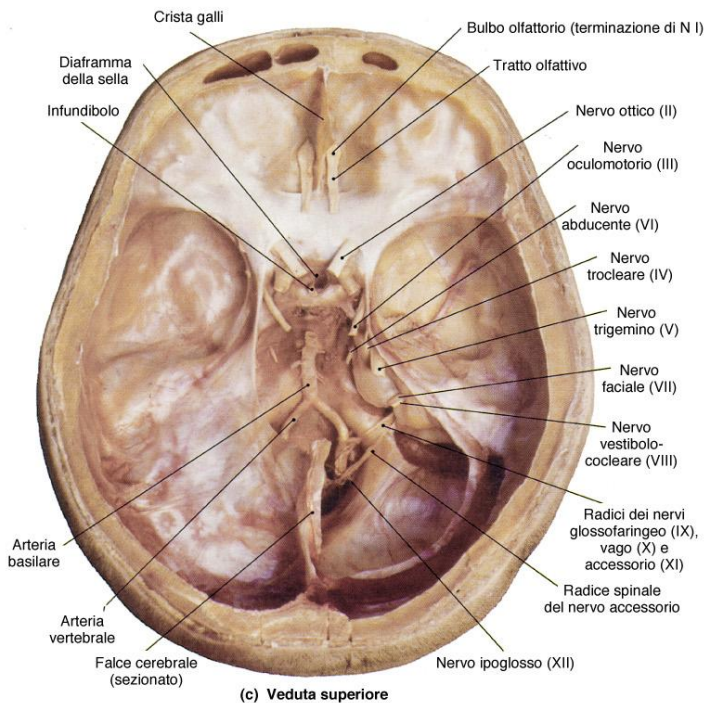
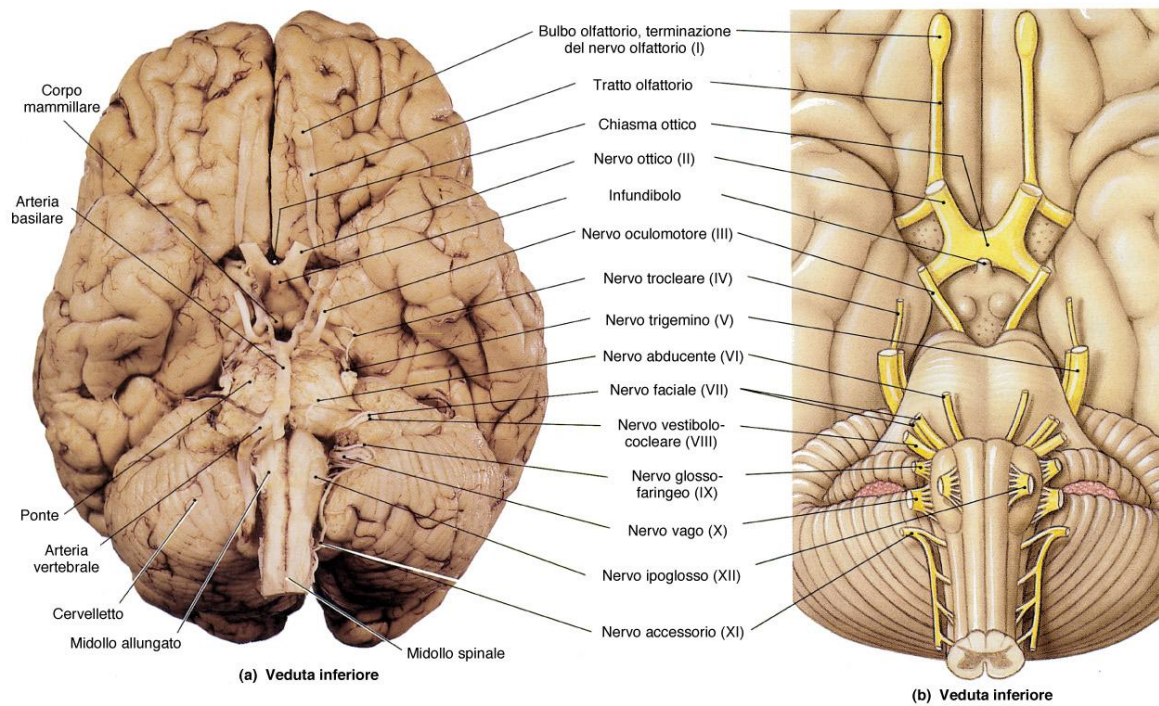
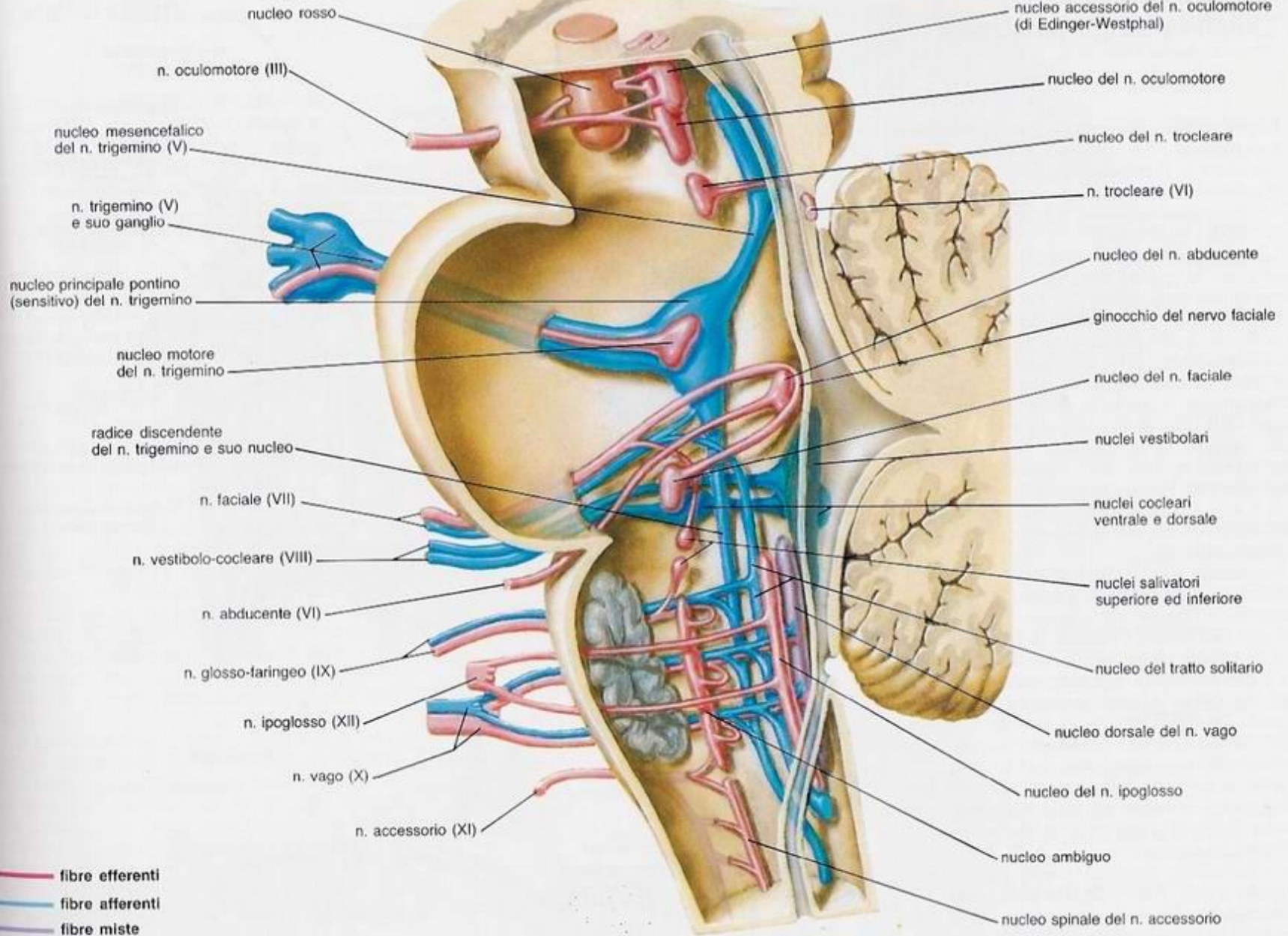
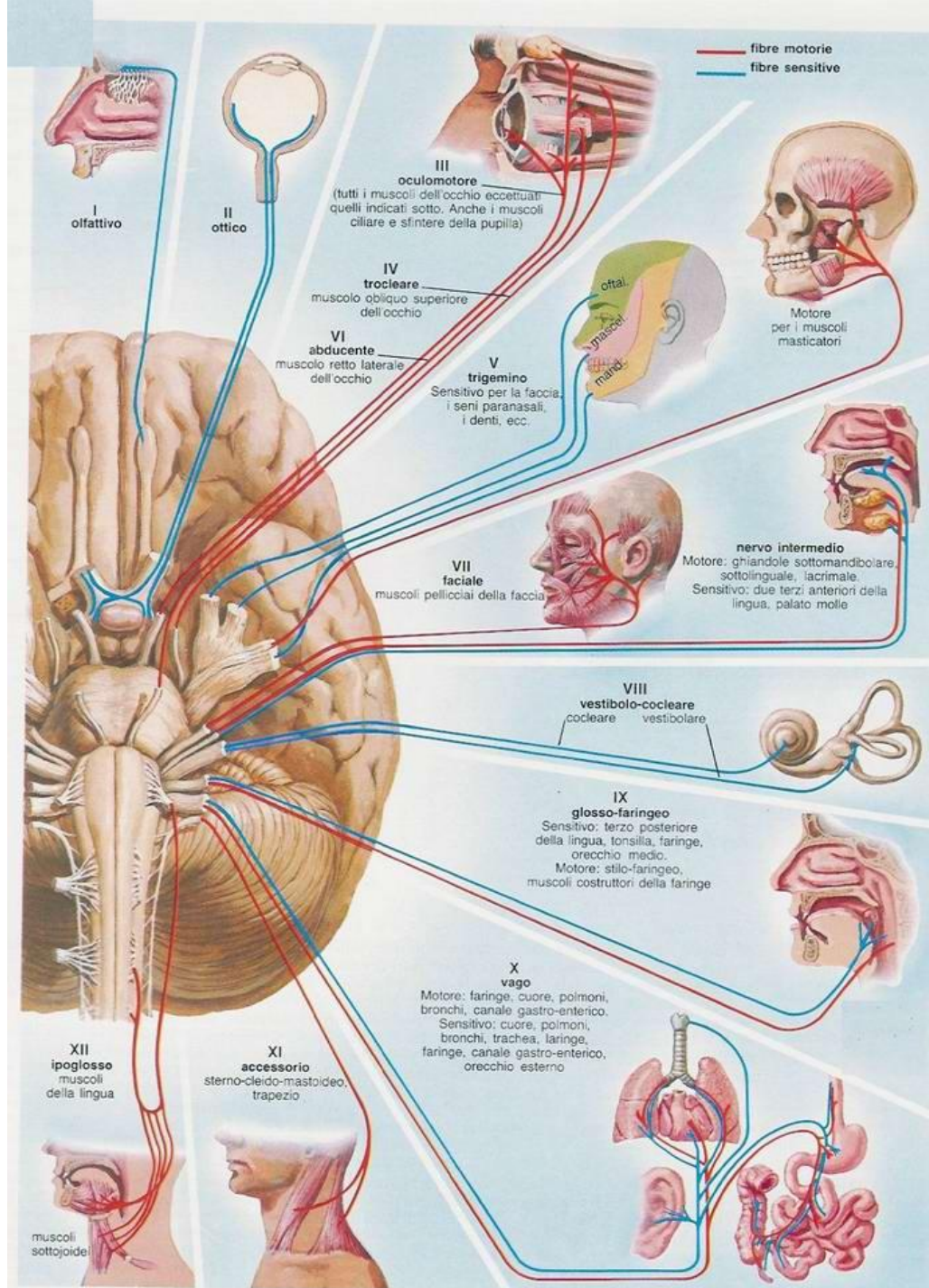


FIGURA 15-21

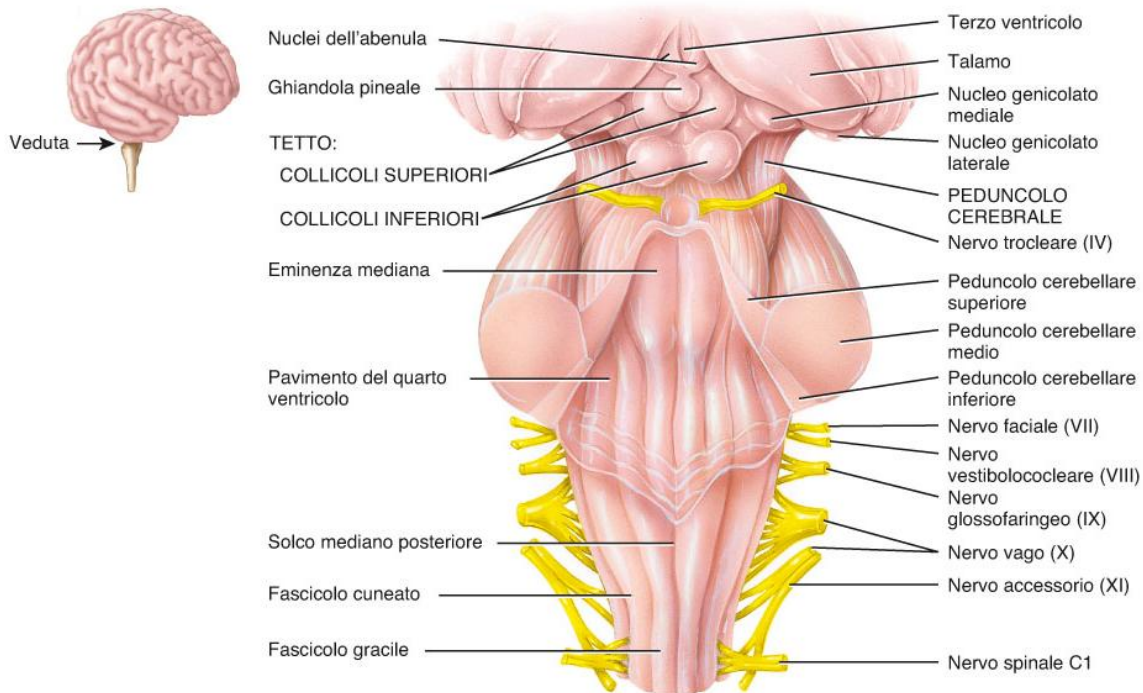
Origine dei nervi cranici. (a) Superficie inferiore dell'encefalo, come appare in seguito a dissezione macroscopica. Le radici dei nervi cranici sono chiaramente visibili. (b) Visione inferiore dell'encefalo umano; paragona con (a). (c) Immagine superiore delle fosse craniche dopo rimozione di encefalo e tentorio destro del cervelletto. Sono visibili diversi nervi cranici.

schema dei nervi e dei nuclei visti di lato

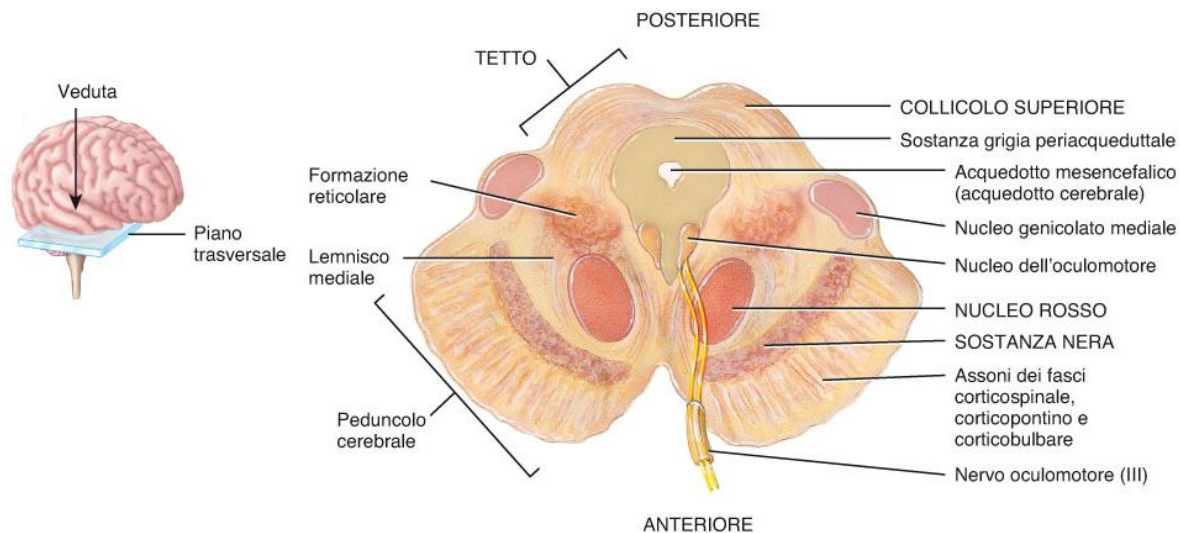




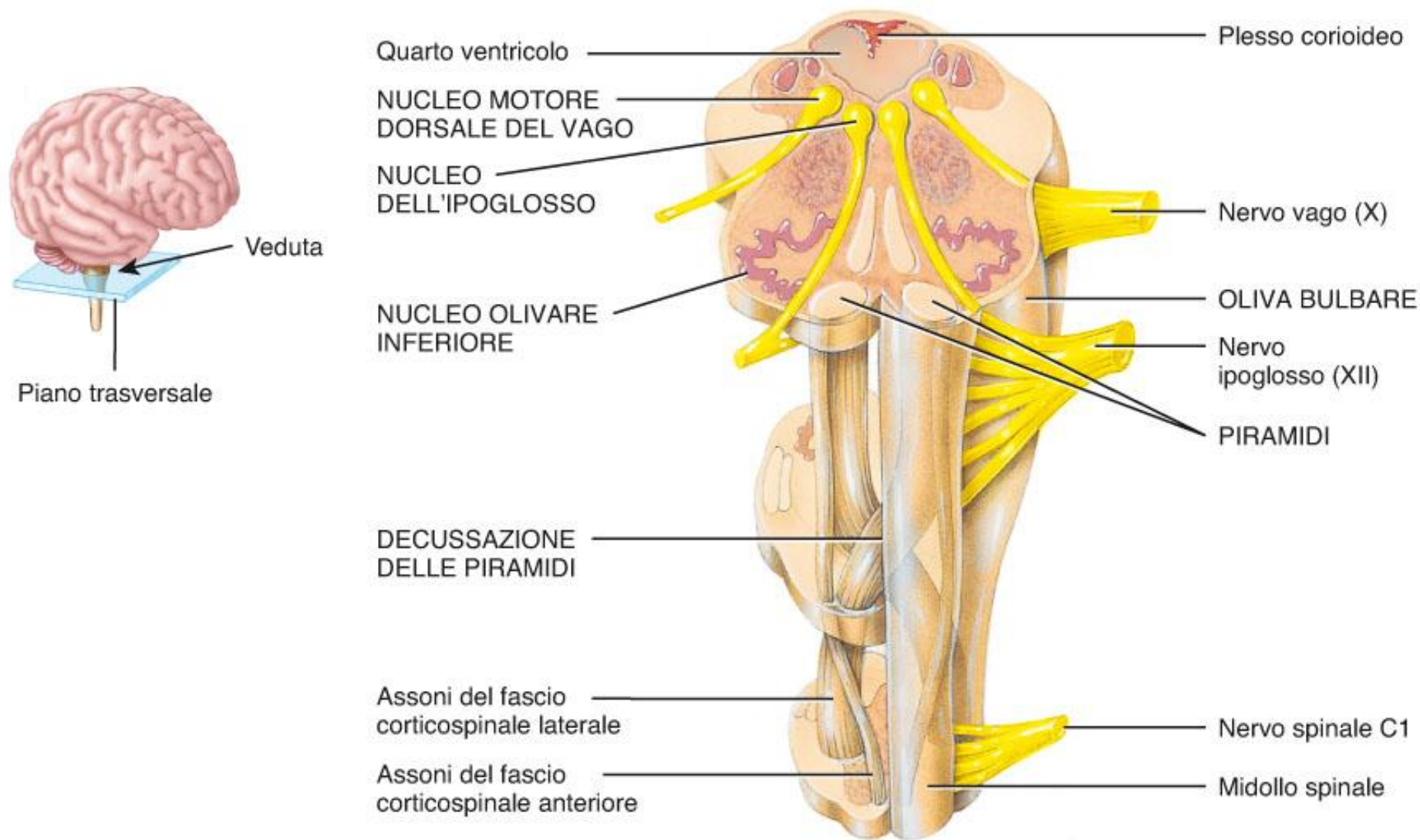
Mesencefalo e ponte



(a) Veduta posteriore del mesencefalo in rapporto con le altre strutture del tronco encefalico

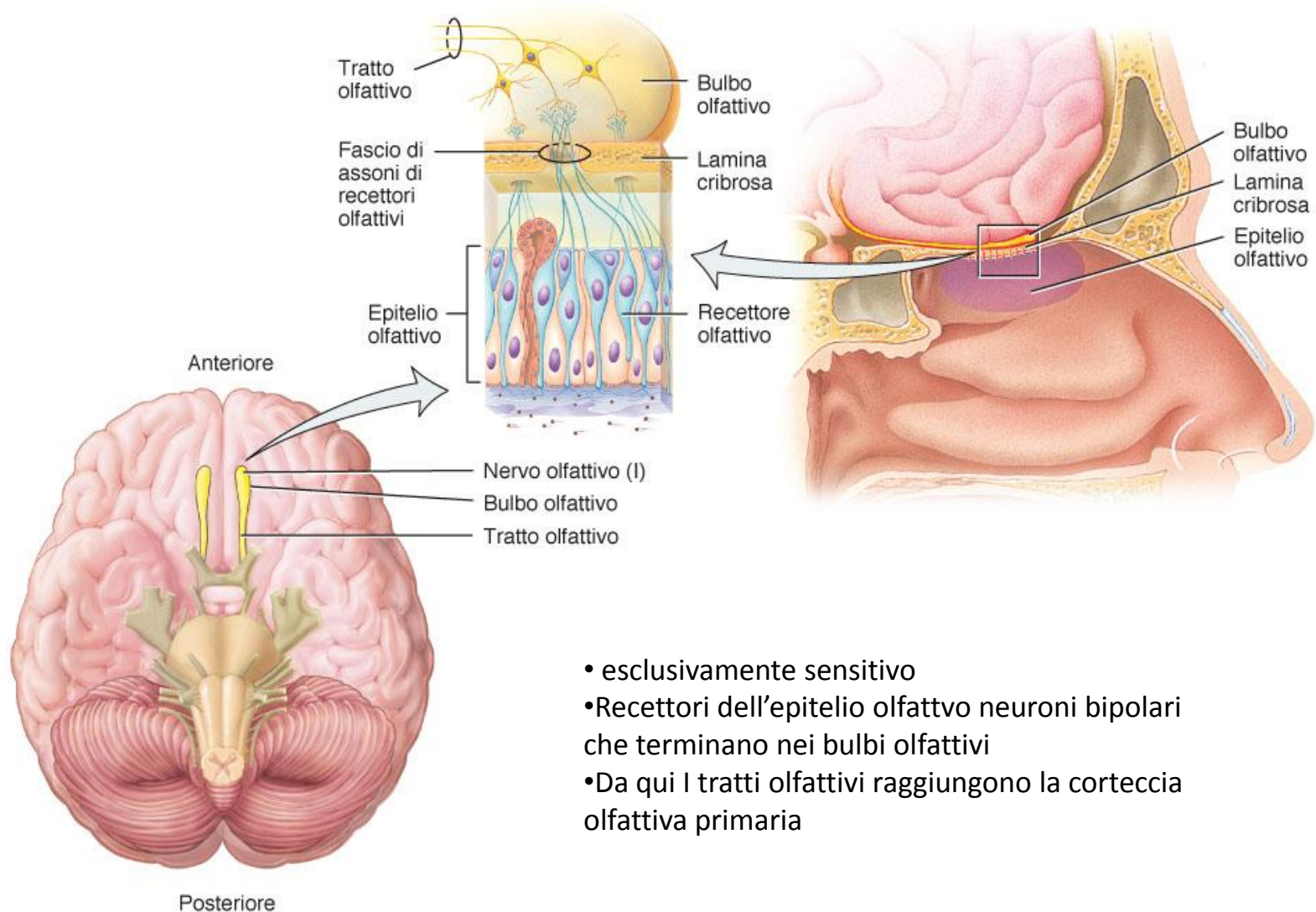


Midollo Allungato



Sezione trasversale e superficie anteriore del midollo allungato

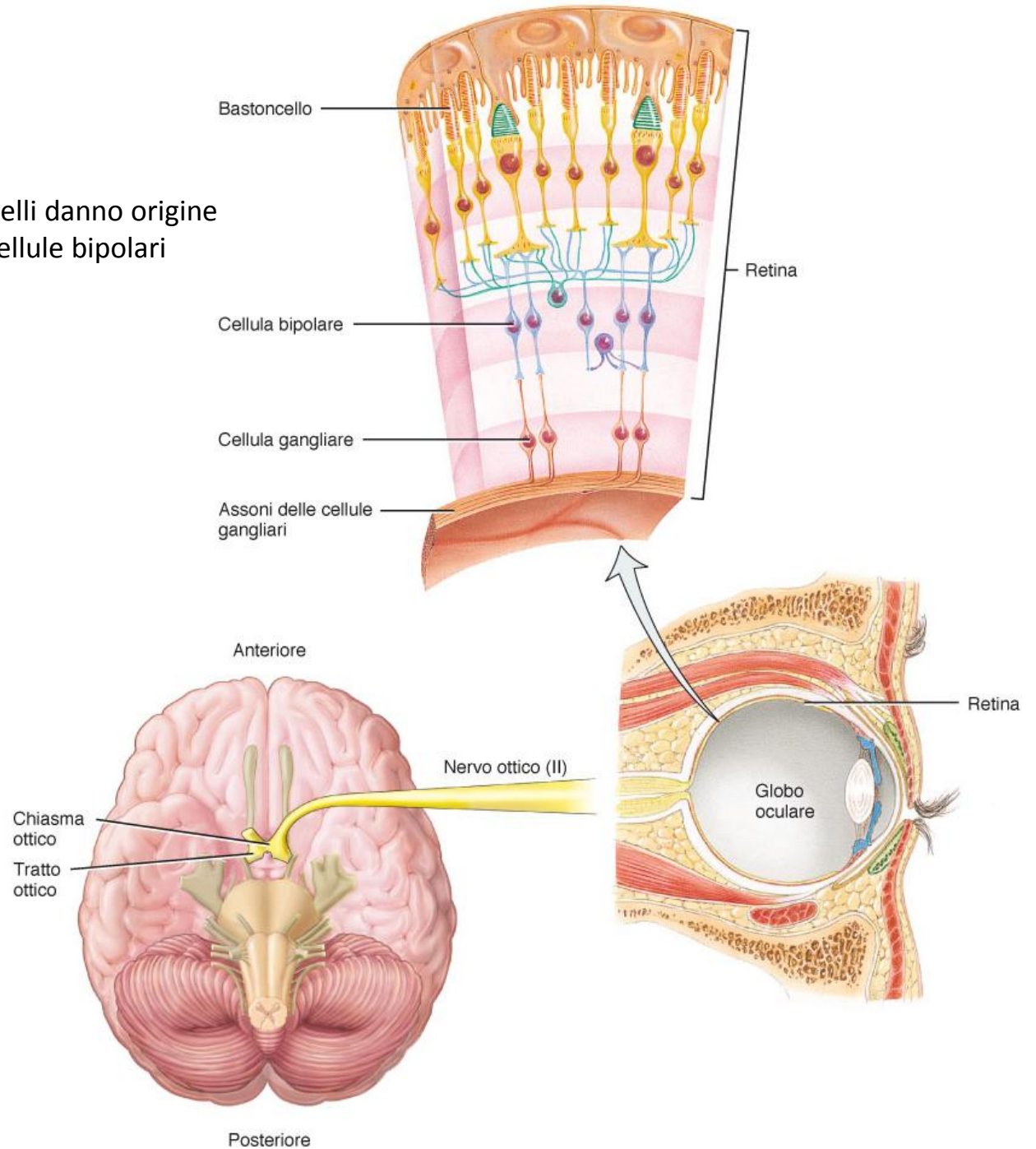
Nervo olfattivo (I).



- esclusivamente sensitivo
- Recettori dell'epitelio olfattivo neuroni bipolari che terminano nei bulbi olfattivi
- Da qui i tratti olfattivi raggiungono la corteccia olfattiva primaria

Nervo ottico (II)

- esclusivamente sensitivo
- recettori retinici, coni e bastoncelli danno origine a segnali visivi e li trasportano a cellule bipolari



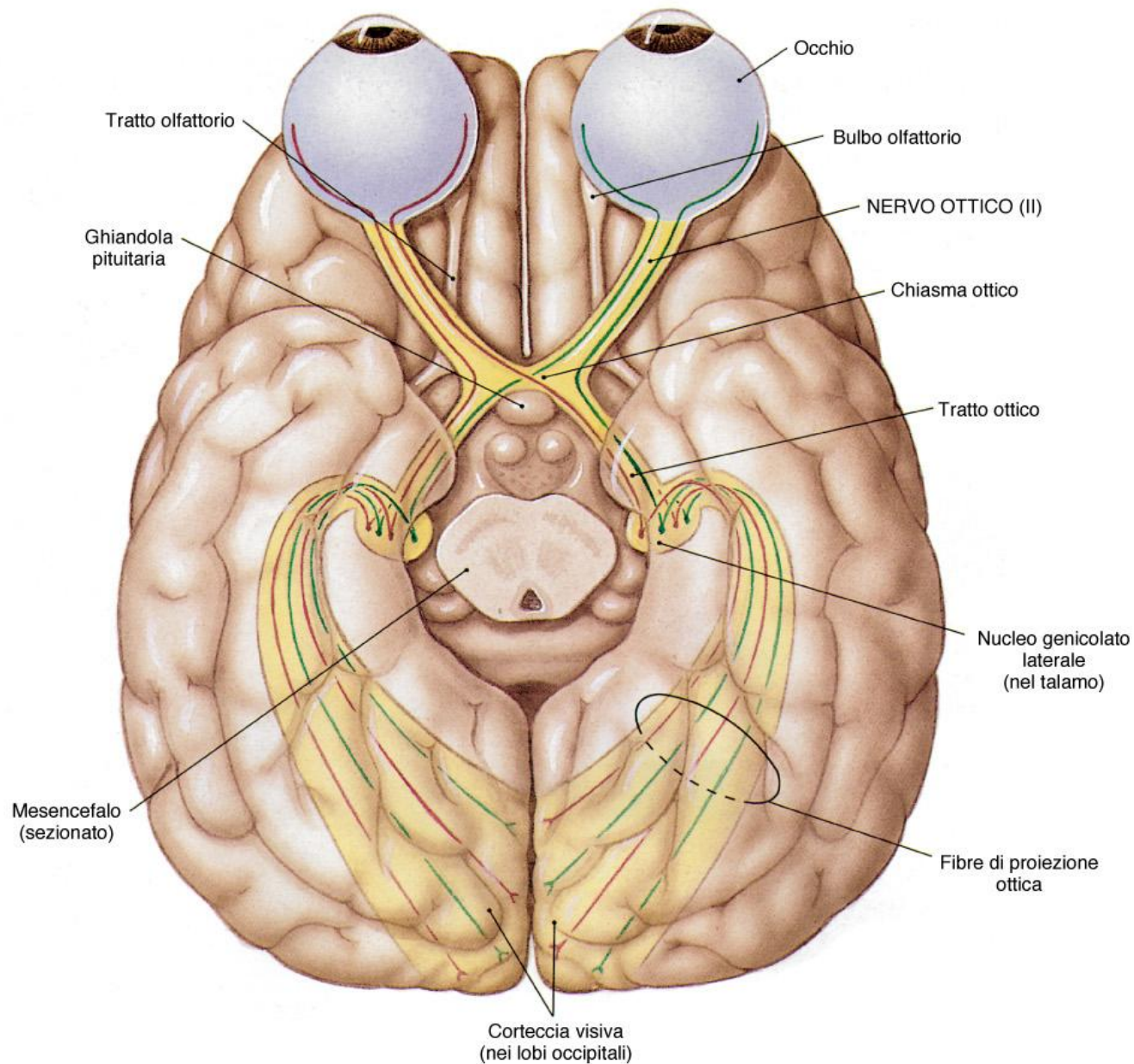
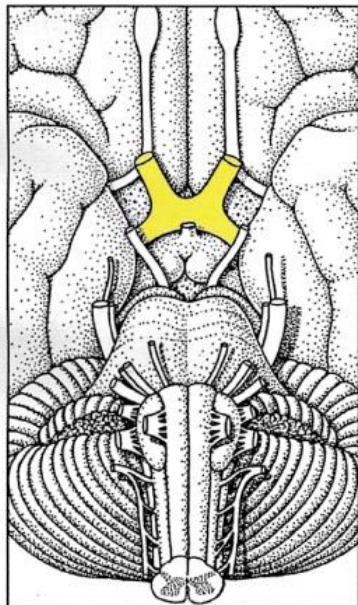
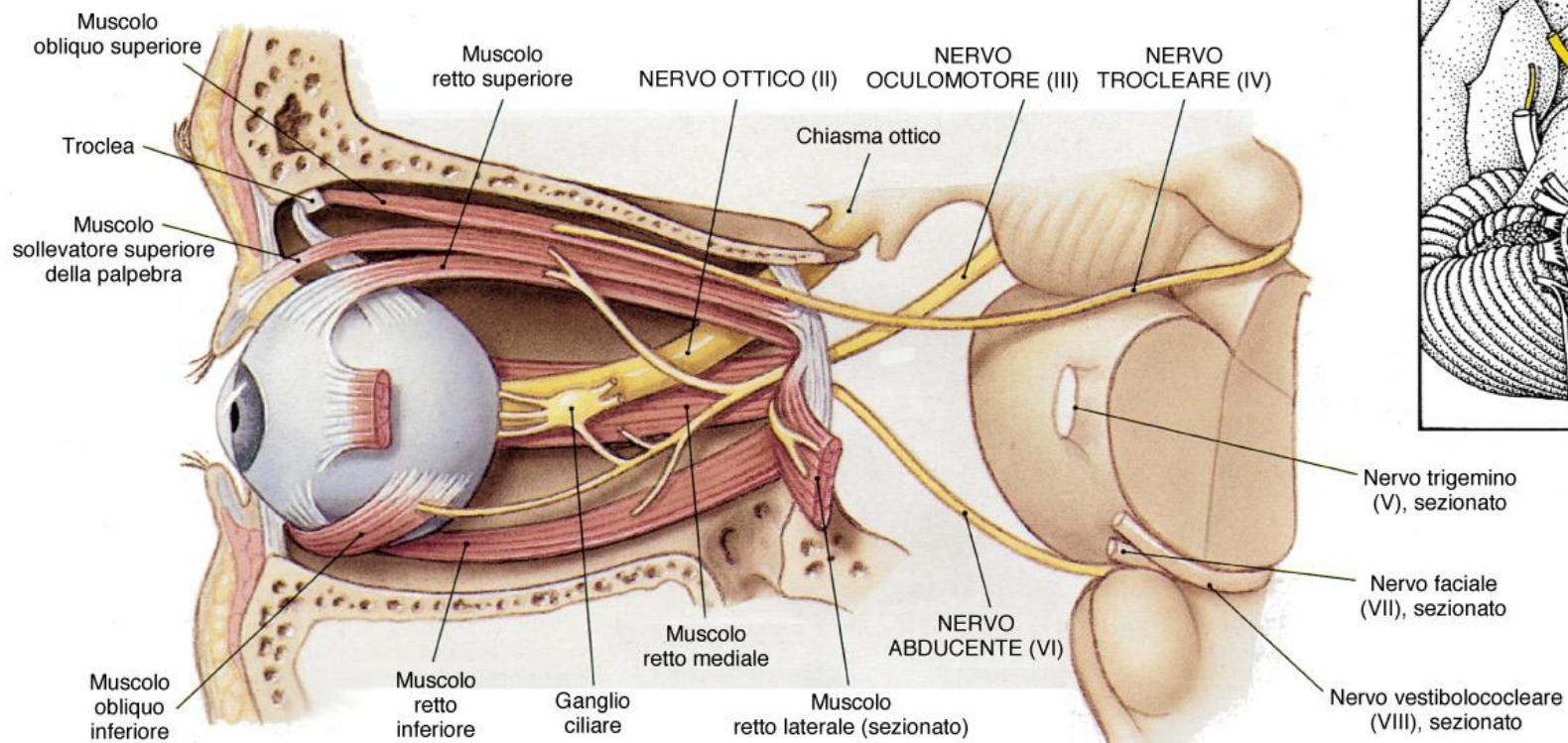


FIGURA 15-23
Il nervo ottico.

FIGURA 15-24

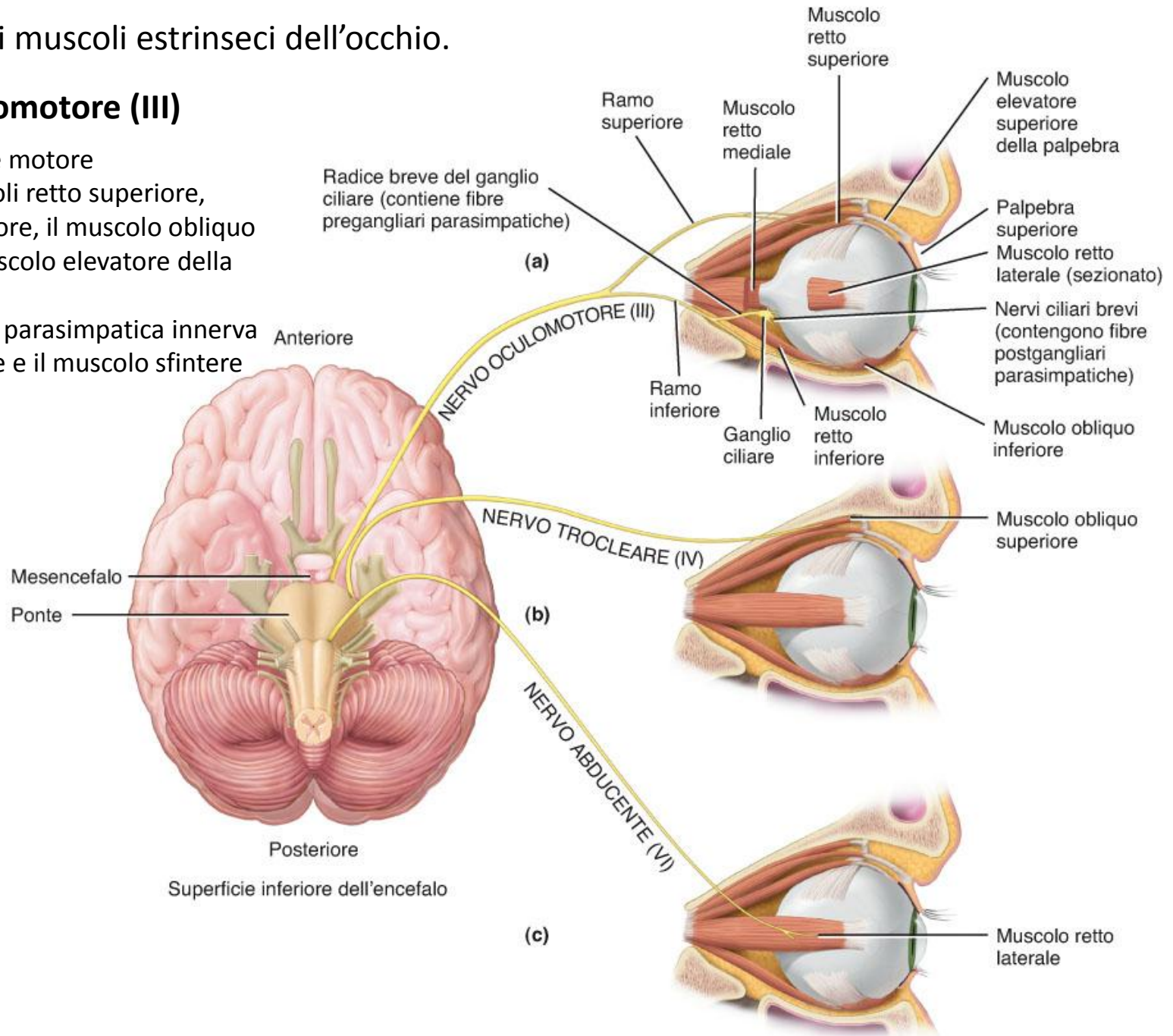
Nervi cranici che controllano i muscoli estrinseci dell'occhio.



Controllo dei muscoli estrinseci dell'occhio.

Nervo oculomotore (III)

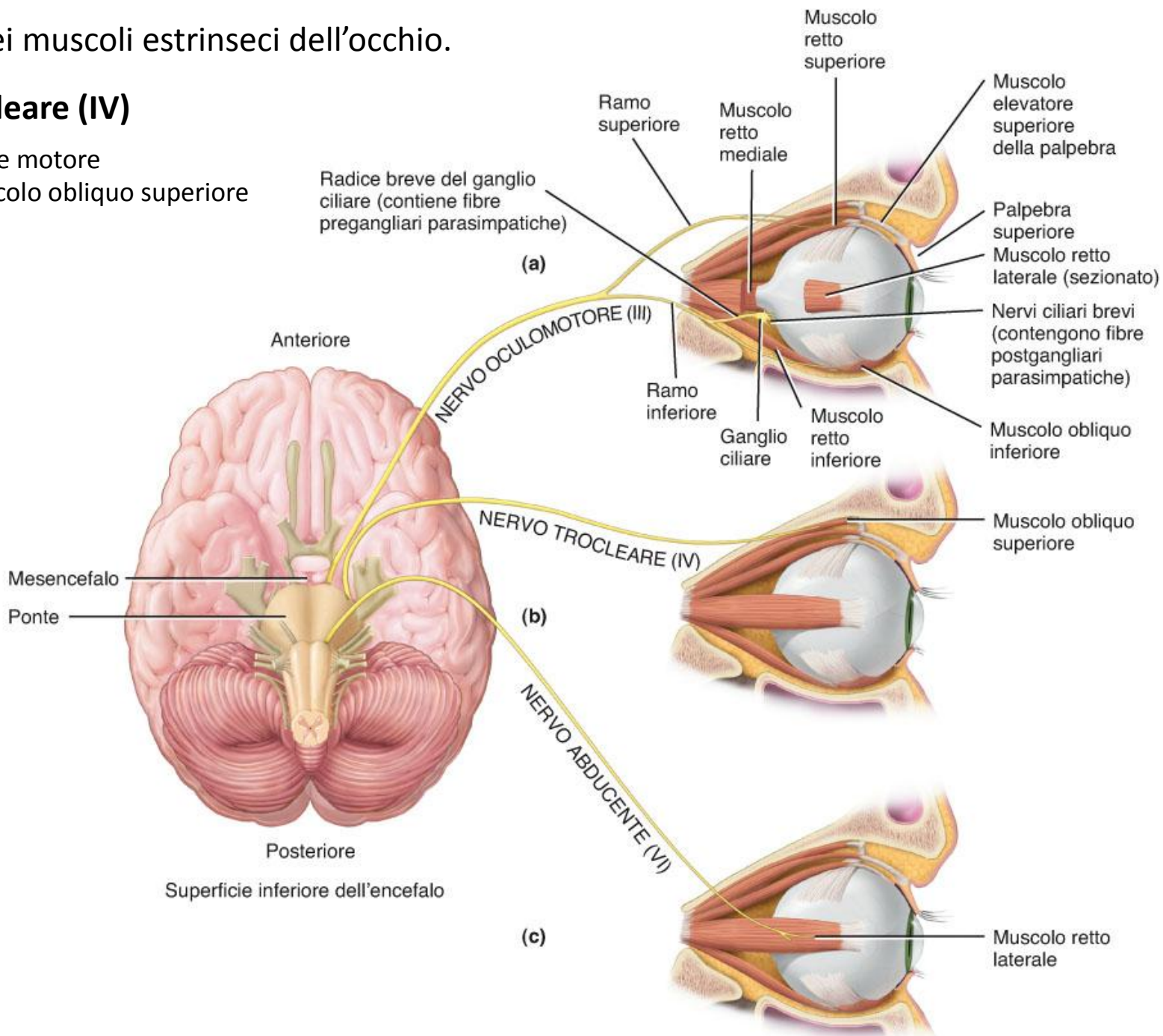
- esclusivamente motore
- innerva i muscoli retto superiore, mediale e inferiore, il muscolo obliquo inferiore e il muscolo elevatore della palpebra
- la componente parasimpatica innerva il muscolo ciliare e il muscolo sfintere dell'iride



Controllo dei muscoli estrinseci dell'occhio.

Nervo trocleare (IV)

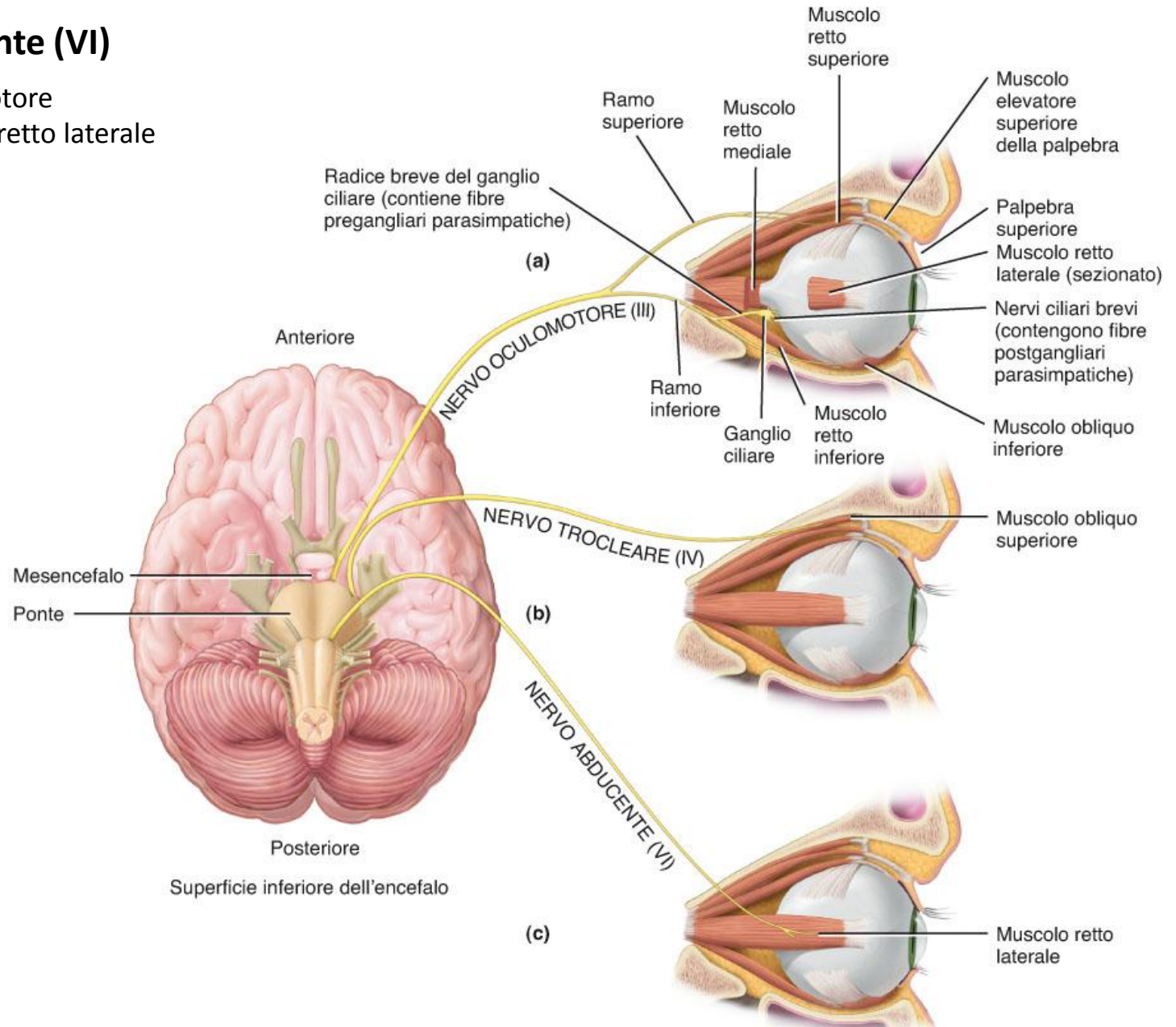
- esclusivamente motore
- innerva il muscolo obliquo superiore



Controllo dei muscoli estrinseci dell'occhio.

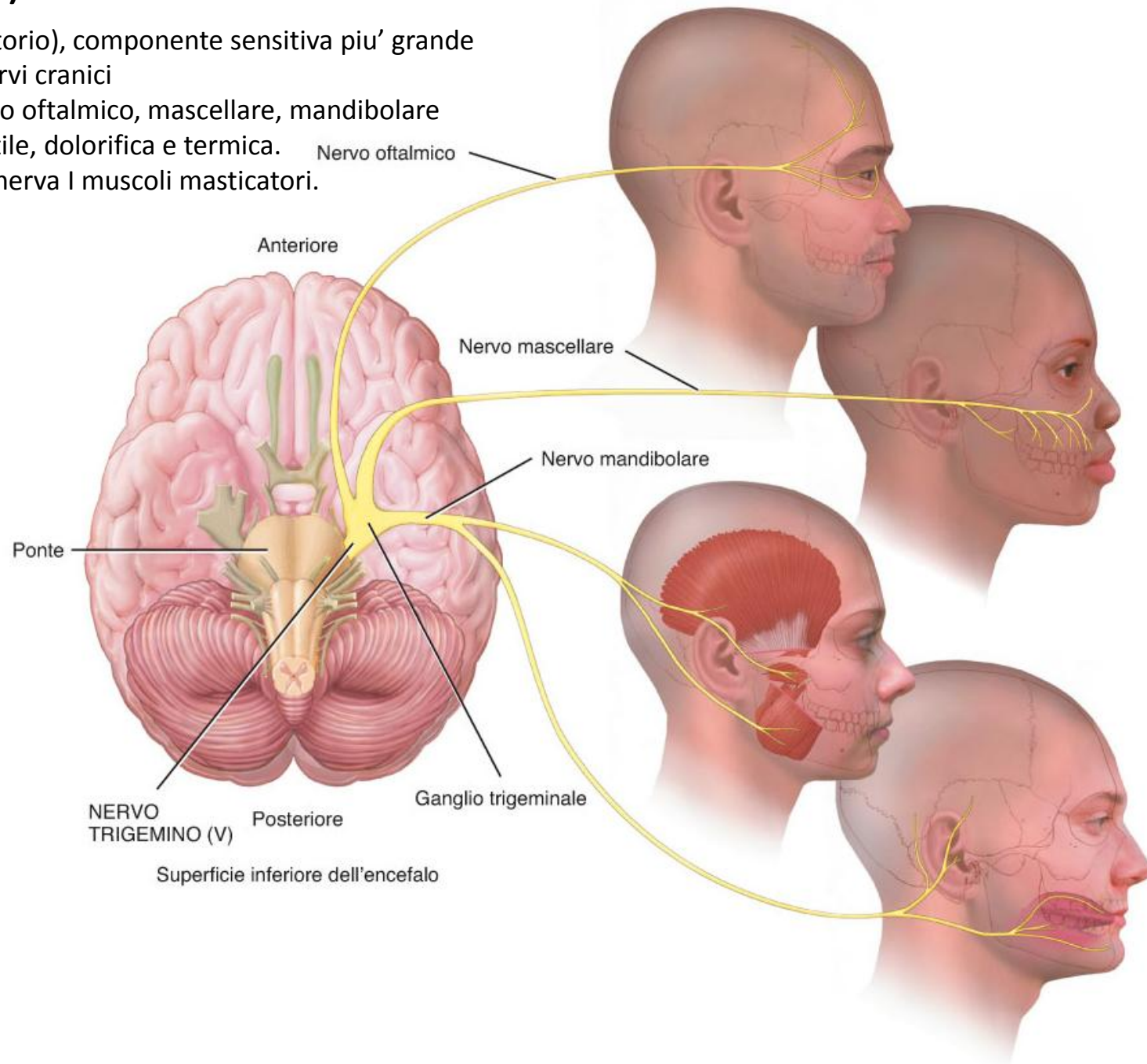
Nervo abducente (VI)

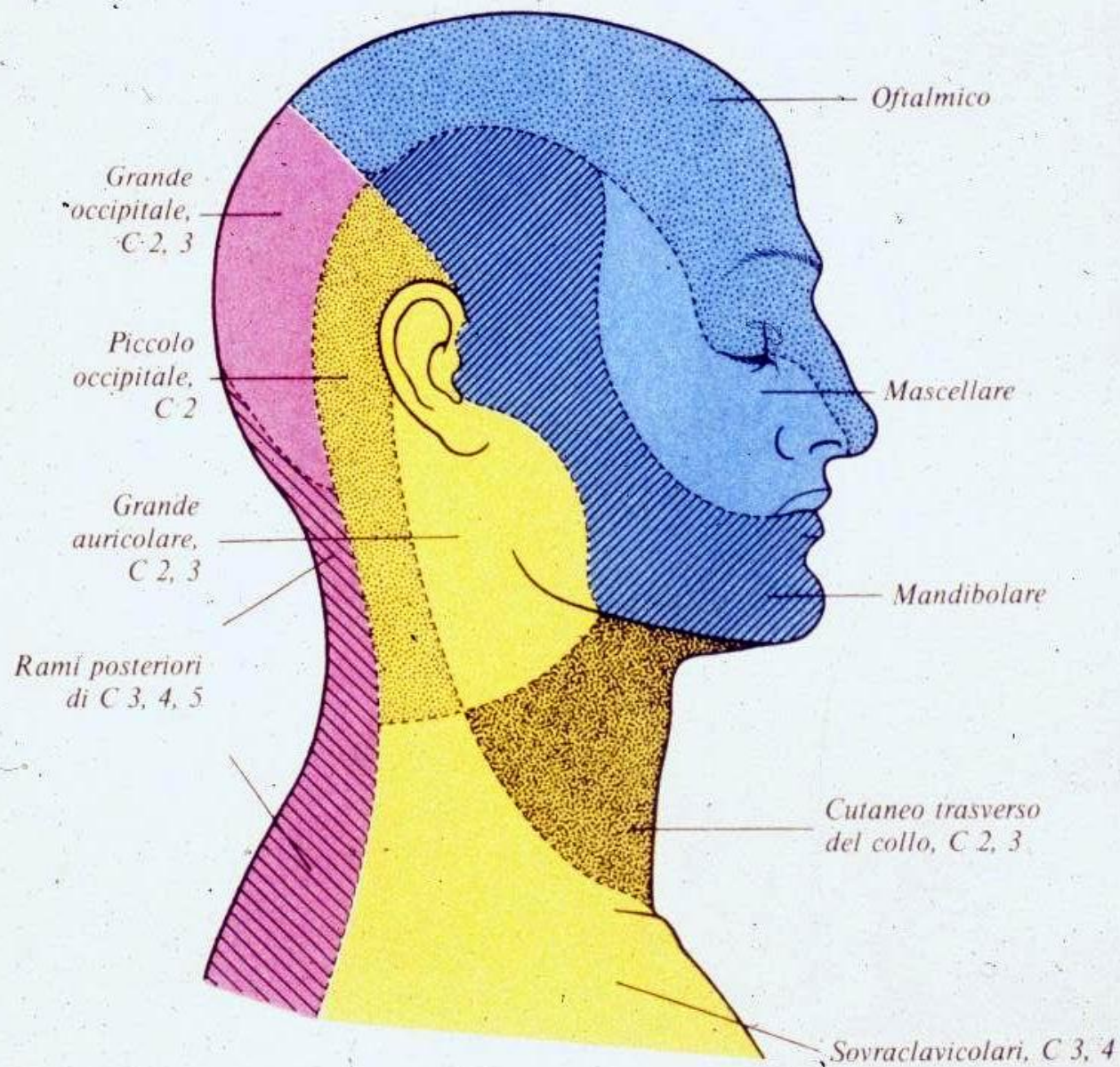
- esclusivamente motore
- innerva il muscolo retto laterale



Nervo trigemino (V)

- Nervo misto (sensitivo-motorio), componente sensitiva piu' grande
- E' il piu' voluminoso dei nervi cranici
- Si divide in 3 branche: nervo oftalmico, mascellare, mandibolare
- Trasporta la sensibilita' tattile, dolorifica e termica.
- La componente motoria innerva i muscoli masticatori.





7.242 Schema delle aree di innervazione cutanea della faccia, del cuoio capelluto e del collo. *Magenta* = nervo trigemino, *giallo* = rami anteriori di nervi cervicali, *blu* = rami posteriori di nervi cervicali.

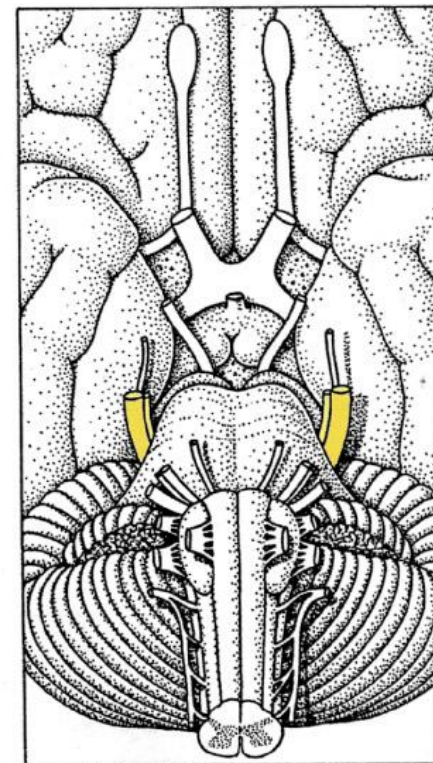
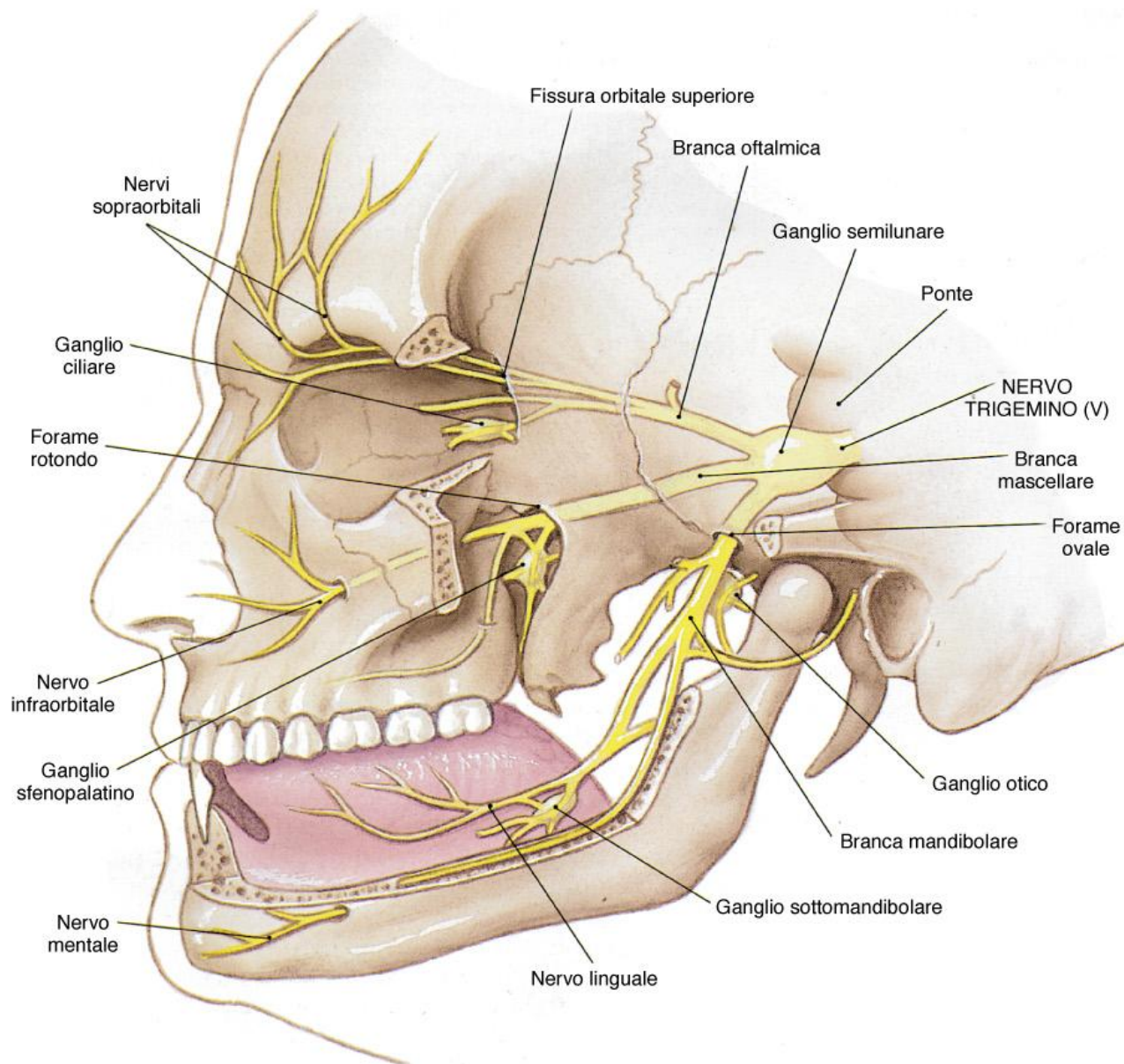
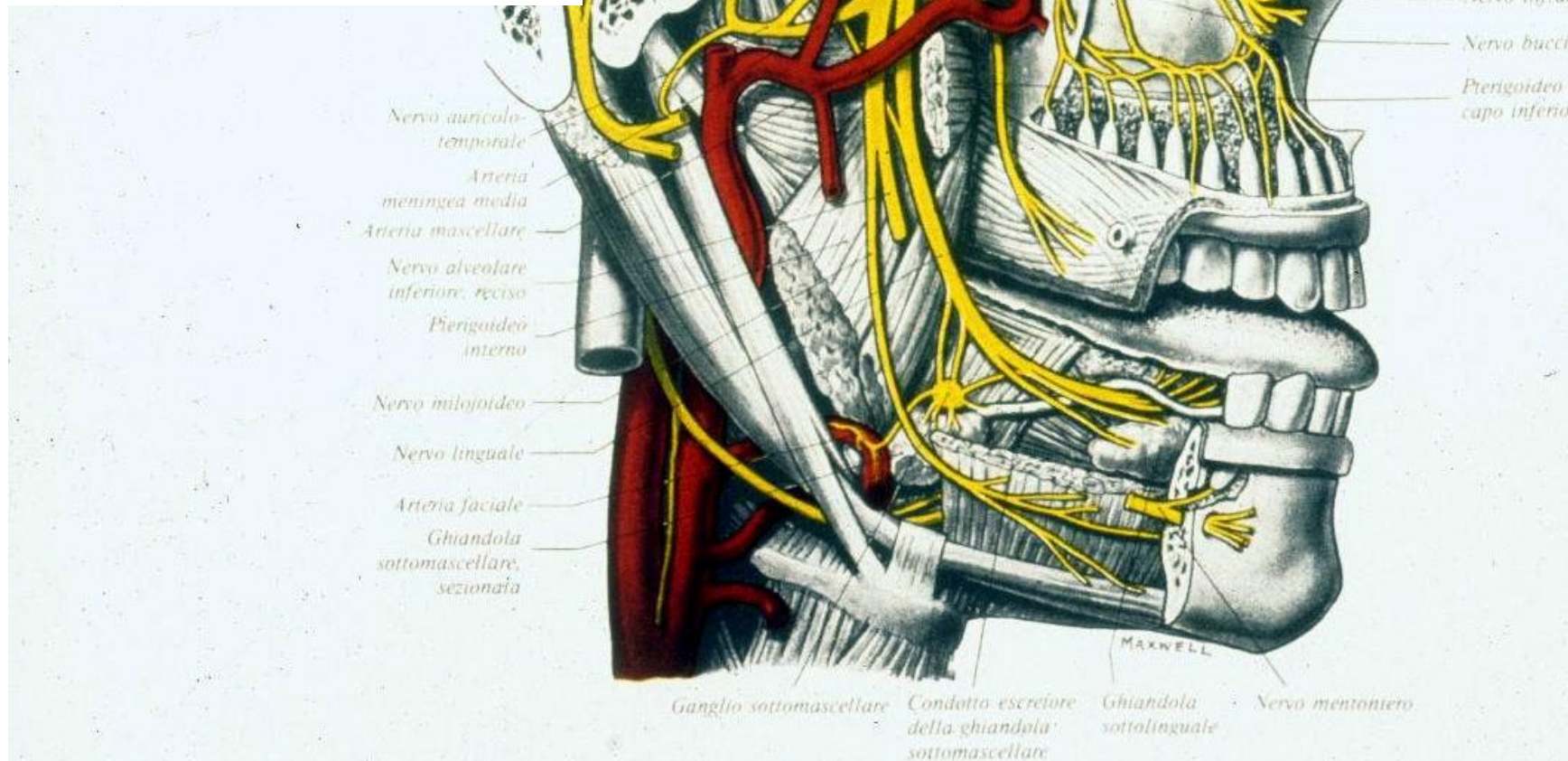
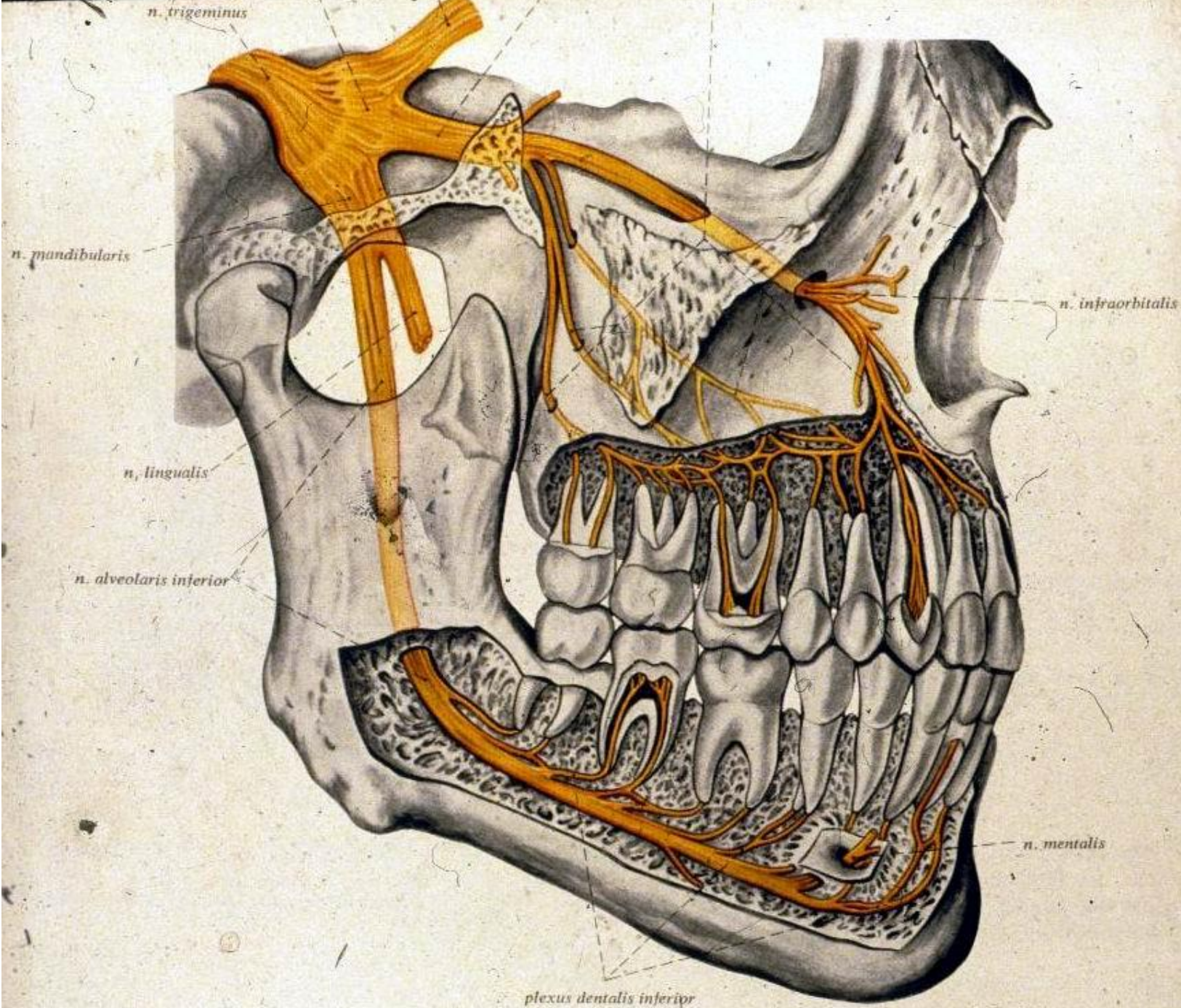


FIGURA 15-25
Il nervo trigemino.

Nervo mascellare: sensibilità di mucosa nasale, palato, parte della faringe, arcata dentaria superiore, labbro superiore, palpebra inferiore.

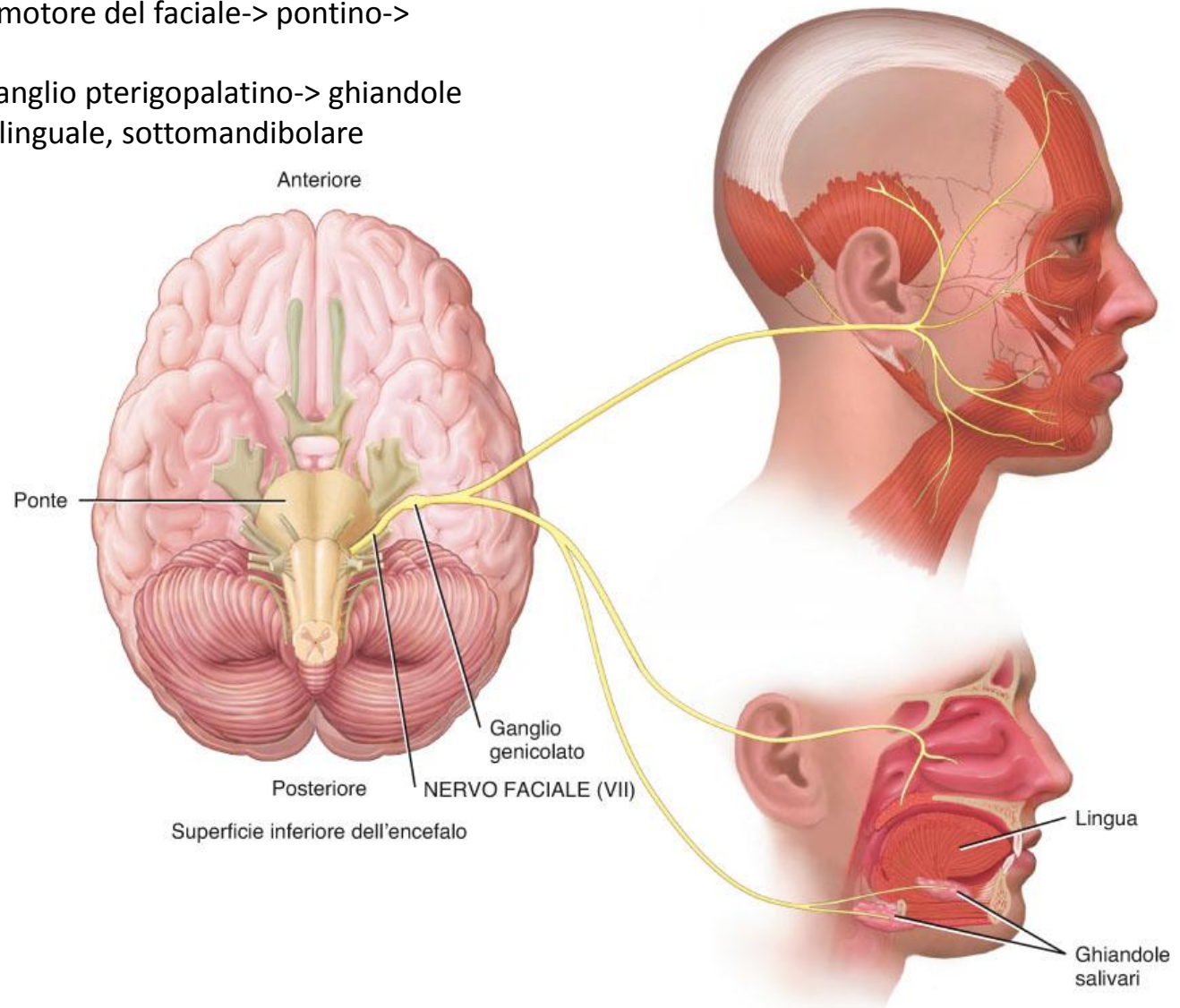
Nervo mandibolare: 2/3 anteriori della lingua, mucosa cavità orale, arcata dentaria inferiore. Mucosa pavimento della bocca. Neuroni sensitivi propriocettivi, provenienti dai muscoli masticatori.





Nervo Faciale (VII)

- Nervo misto
- Componente sensitiva 2/3 anteriori della lingua -> ganglio genicolato
- Componente motoria: nucleo motore del faciale -> pontino -> contrazione dei muscoli mimici
- Componente parasimpatica: ganglio pterigopalatino -> ghiandole lacrimali, nasali, palatine, sottomandibolare, sottomandibolare



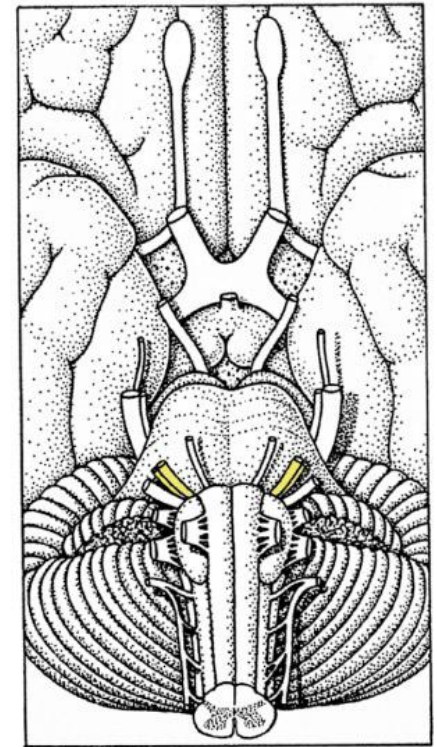
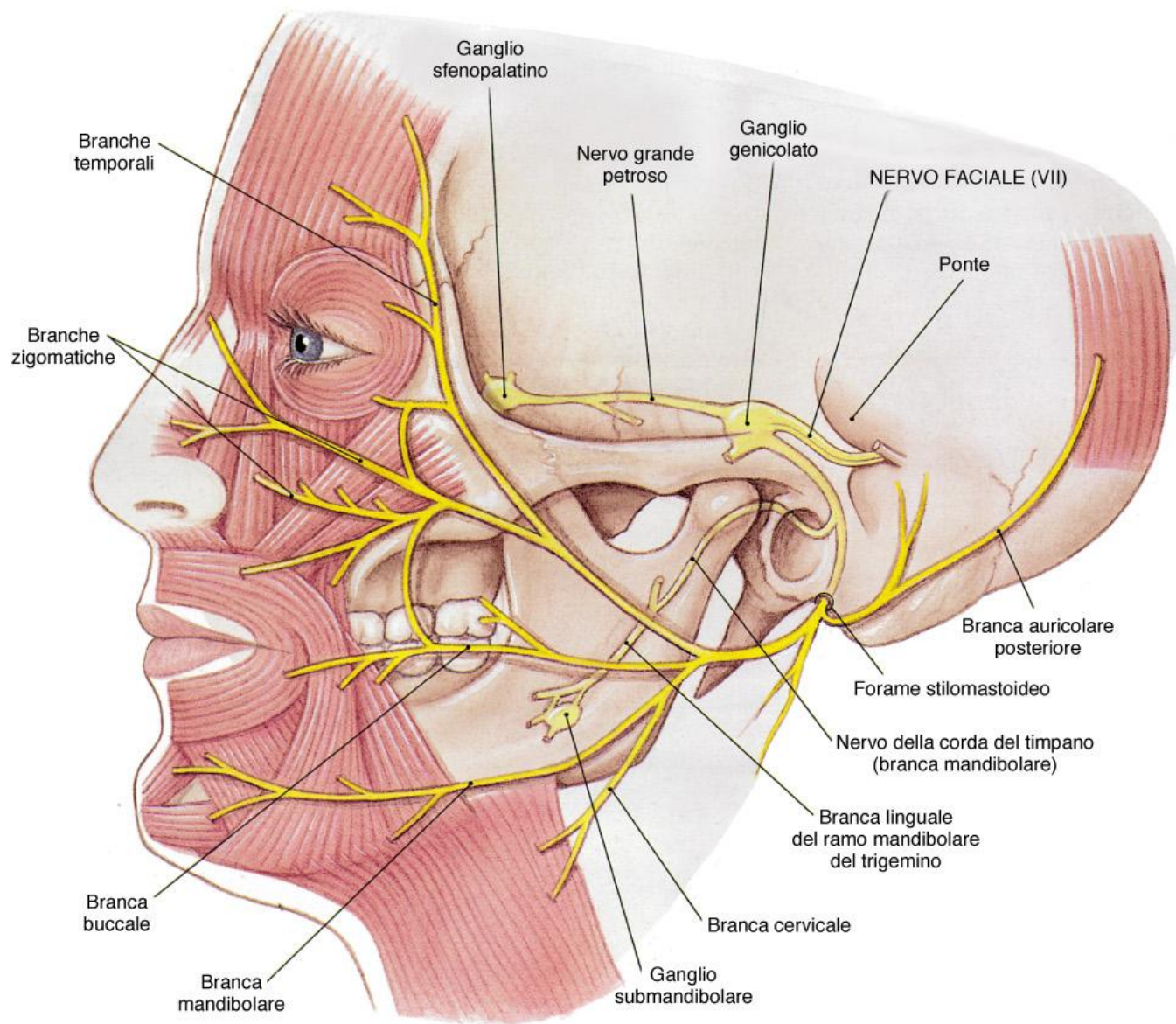
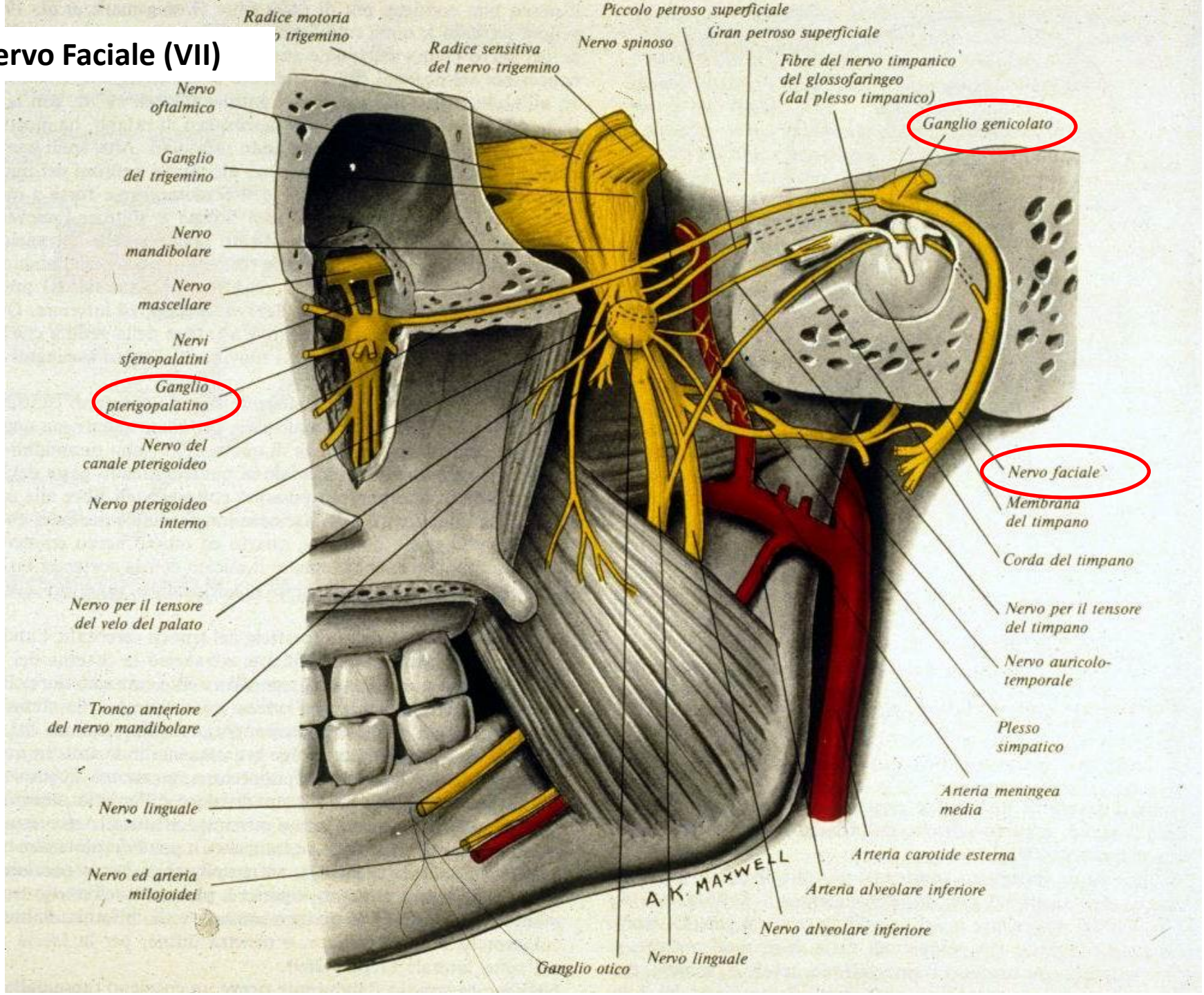
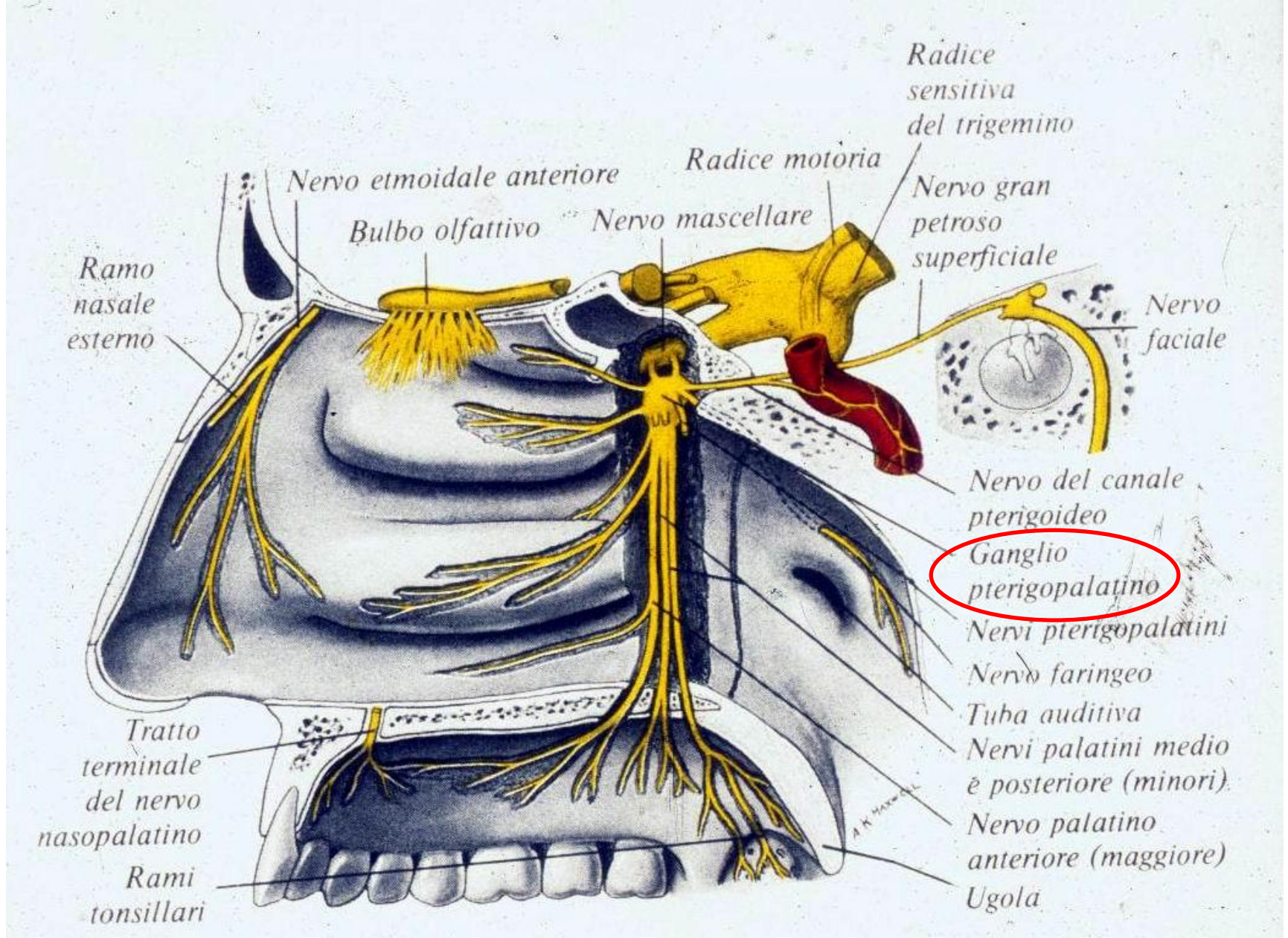


FIGURA 15-26
Il nervo faciale

Nervo Faciale (VII)

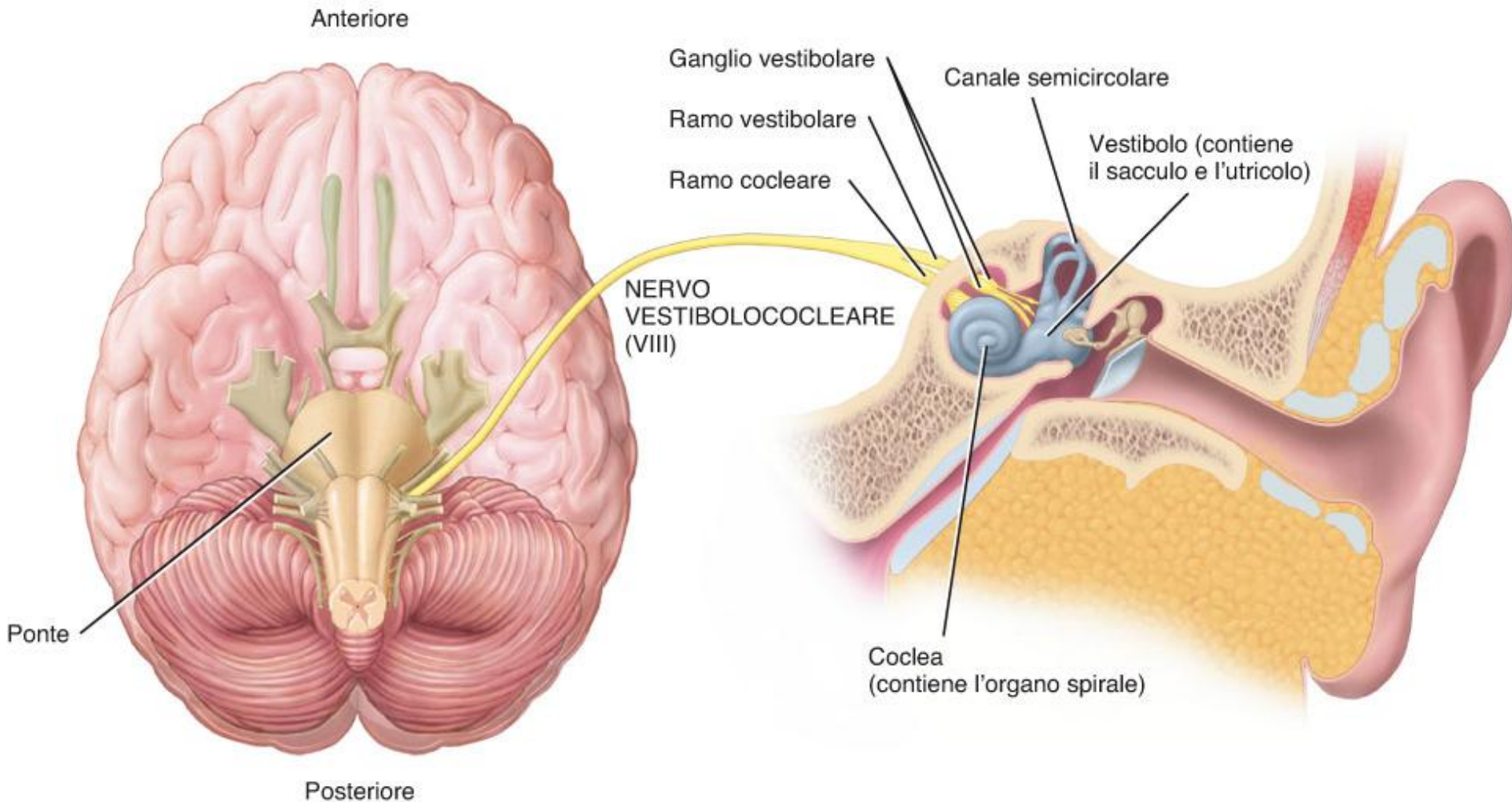




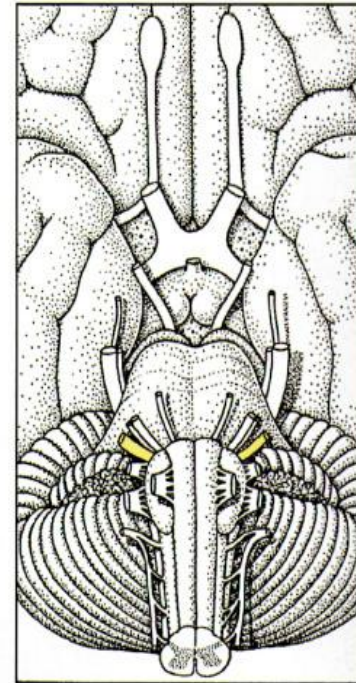
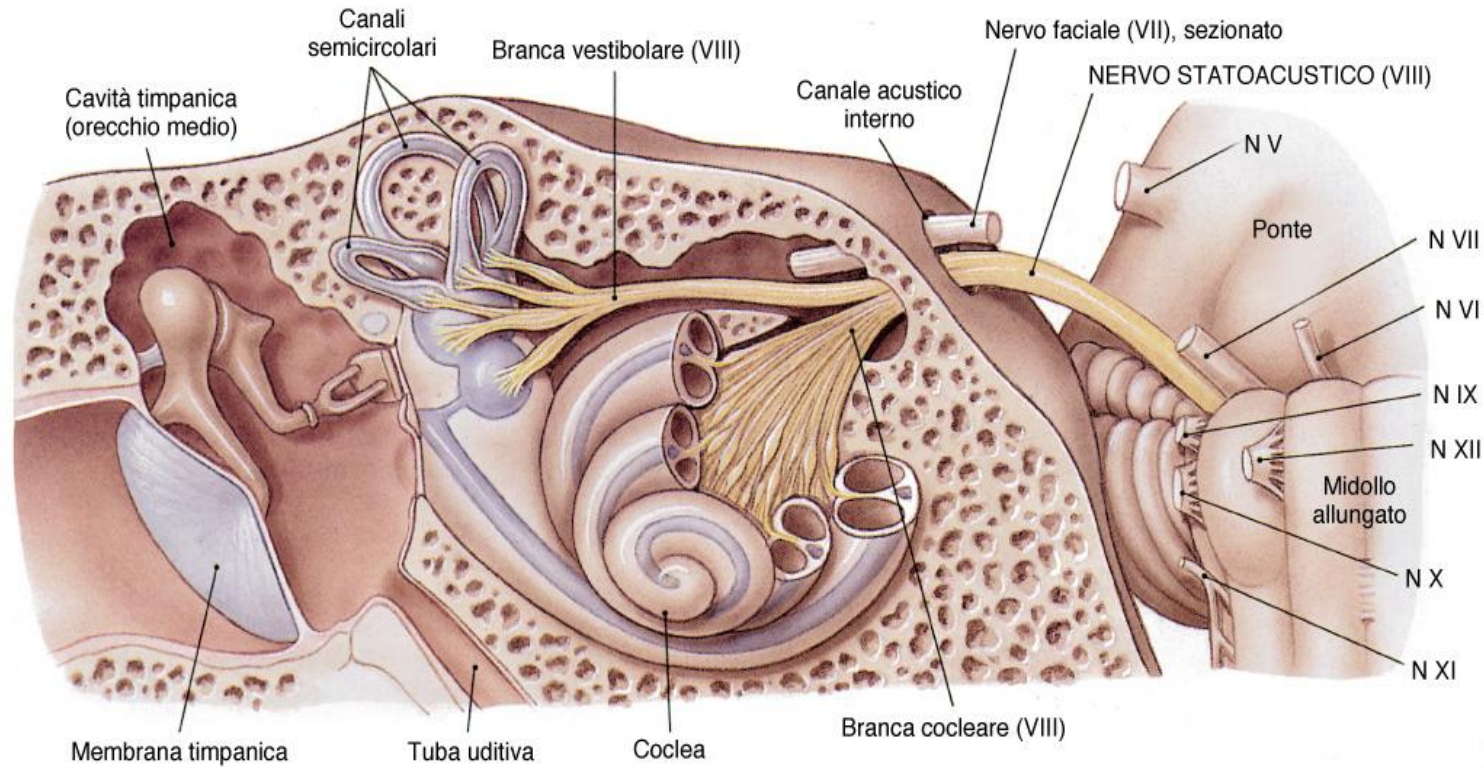
Il ganglio pterigopalatino e il ganglio sottomandibolare contengono neuroni parasimpatici che si estendono da questi due gangli alle ghiandole lacrimali, nasali, palatine, sottolinguale e sottomandibolare.

Nervo vestibolo-cocleare (VIII)

- Esclusivamente sensitivo
- Si divide in ramo vestibolare-> ganglio vestibolare (equilibrio), e ramo cocleare -> ganglio spirale (udito)

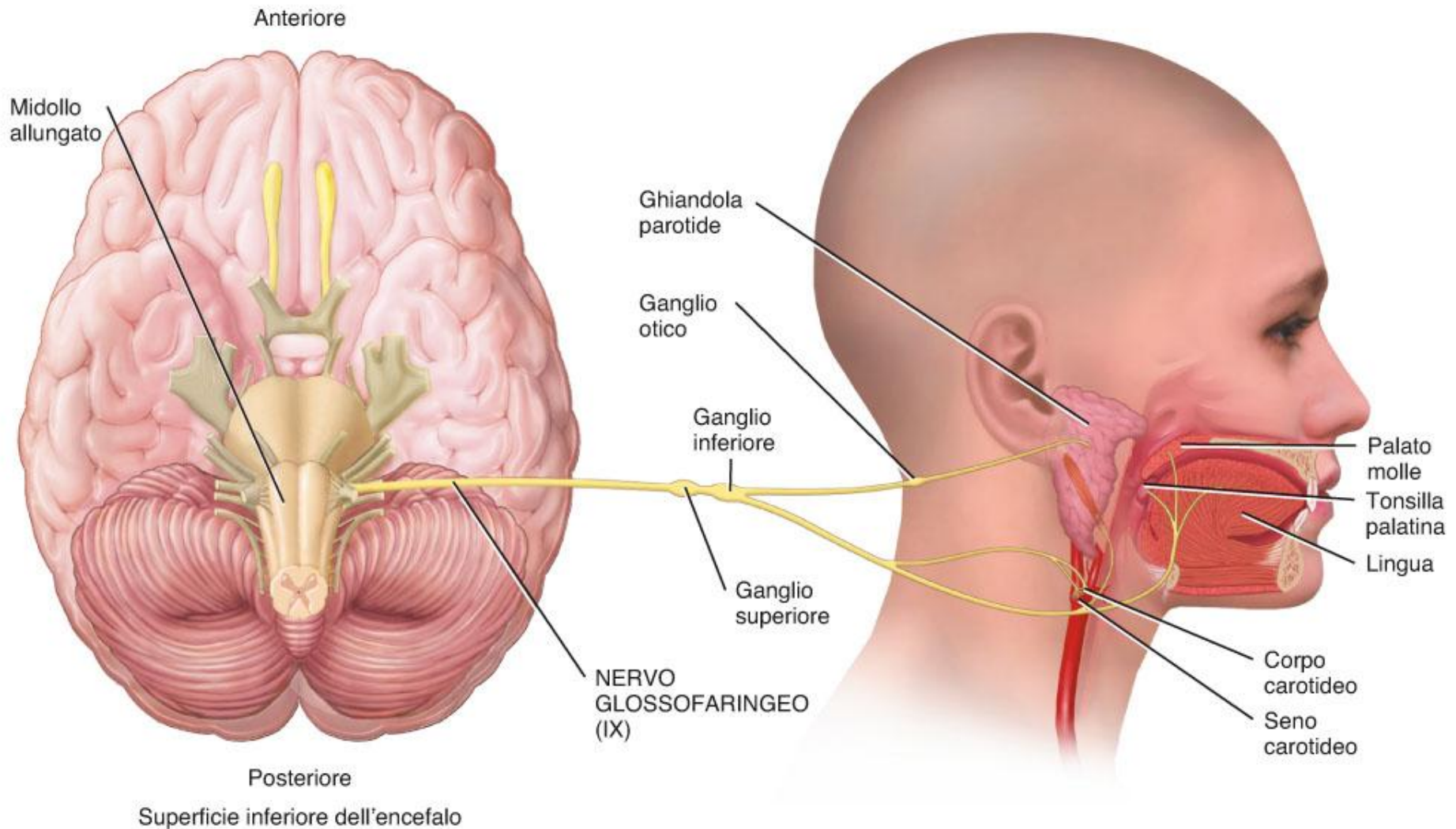


Nervo vestibolo-cocleare (VIII)



Nervo glossofaringeo (IX)

- Nervo misto
- Innervazione sensitiva delle papille gustative e terzo posteriore della lingua
- Innervazione motoria del muscolo stilo-faringeo, che eleva faringe e laringe



Nervo glossofaringeo (IX)

- Nervo misto
- Innervazione sensitiva delle papille gustative e terzo posteriore della lingua
- Innervazione motoria del muscolo stilo-faringeo, che eleva faringe e laringe

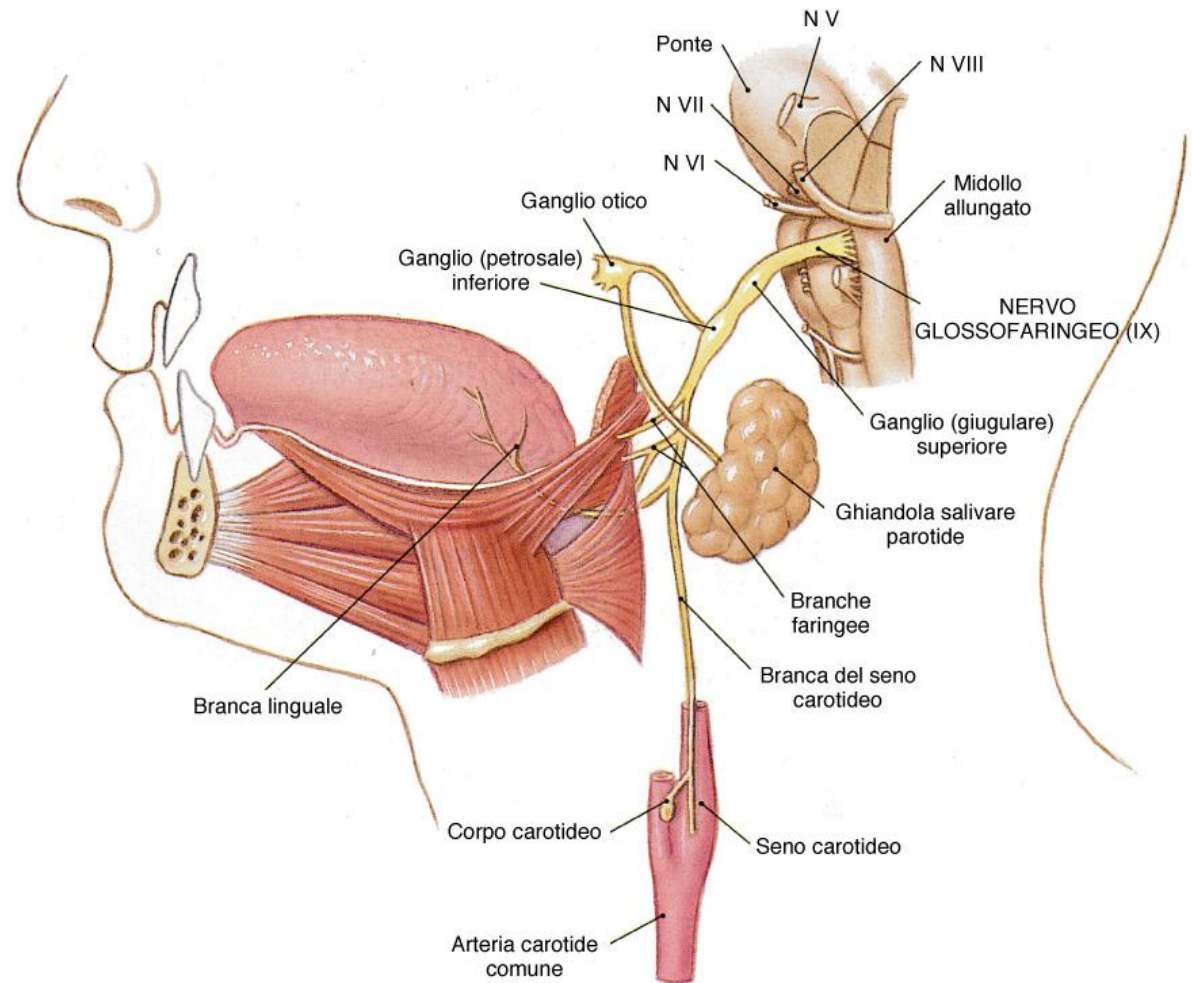
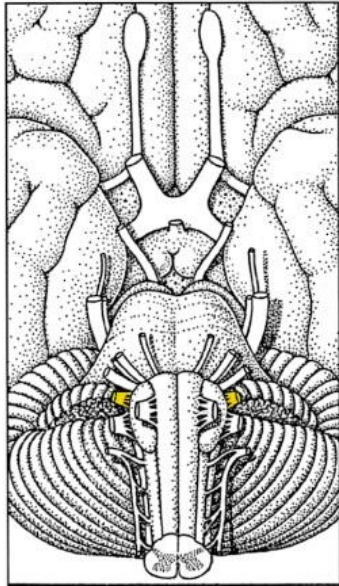
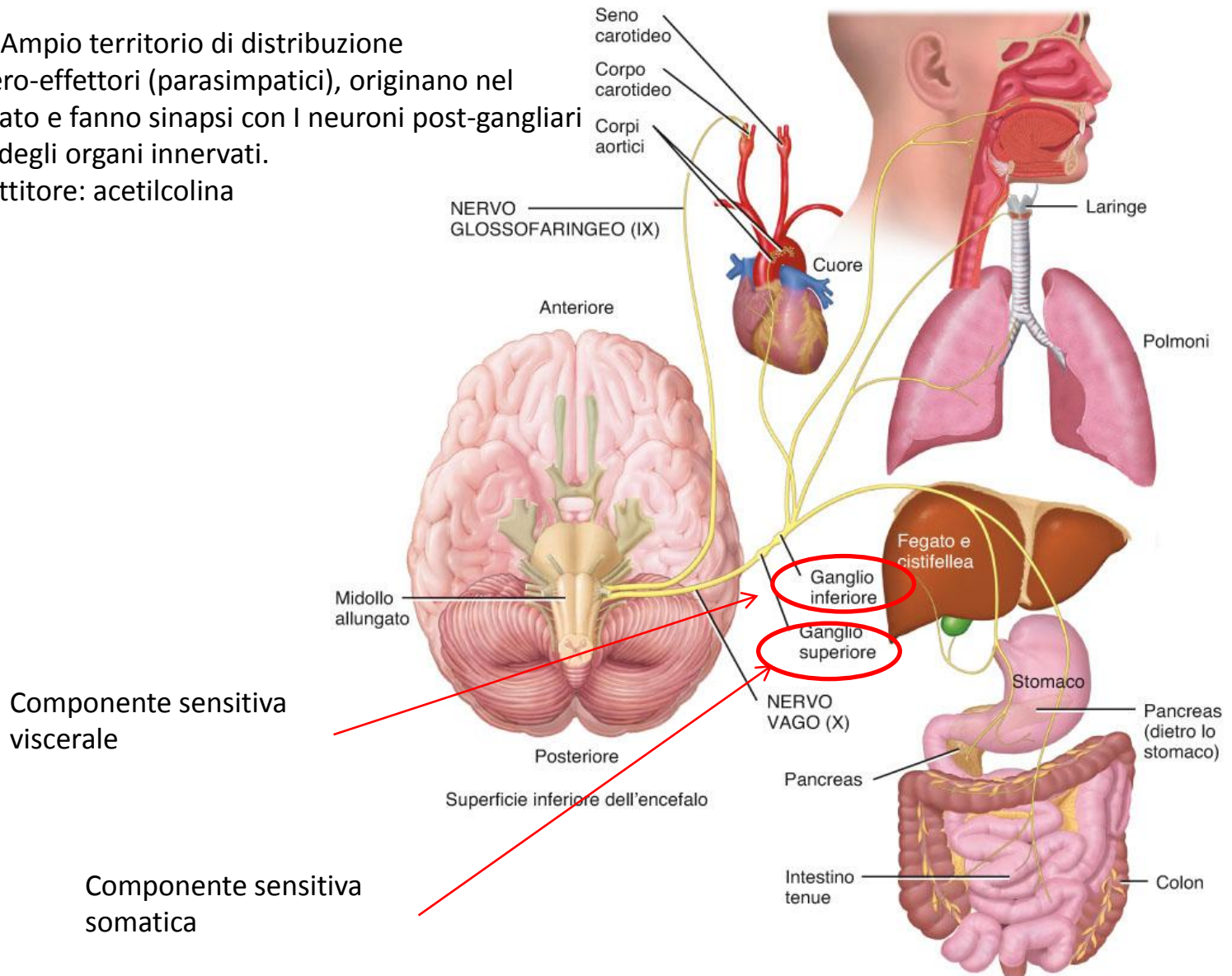


FIGURA 15-28
Il nervo glossofaringeo.

Nervo vago (X)

- Nervo misto. Ampio territorio di distribuzione
- Neuroni viscer-effettori (parasimpatici), originano nel midollo allungato e fanno sinapsi con I neuroni post-gangliari in prossimità degli organi innervati.
- Neurotrasmettitore: acetilcolina



Nervo vago (X)

- Nervo misto. Ampio territorio di distribuzione
- Neuroni viscer-effettori (parasimpatici), originano nel midollo allungato e fanno sinapsi con I neuroni post-gangliari in prossimità degli organi innervati.

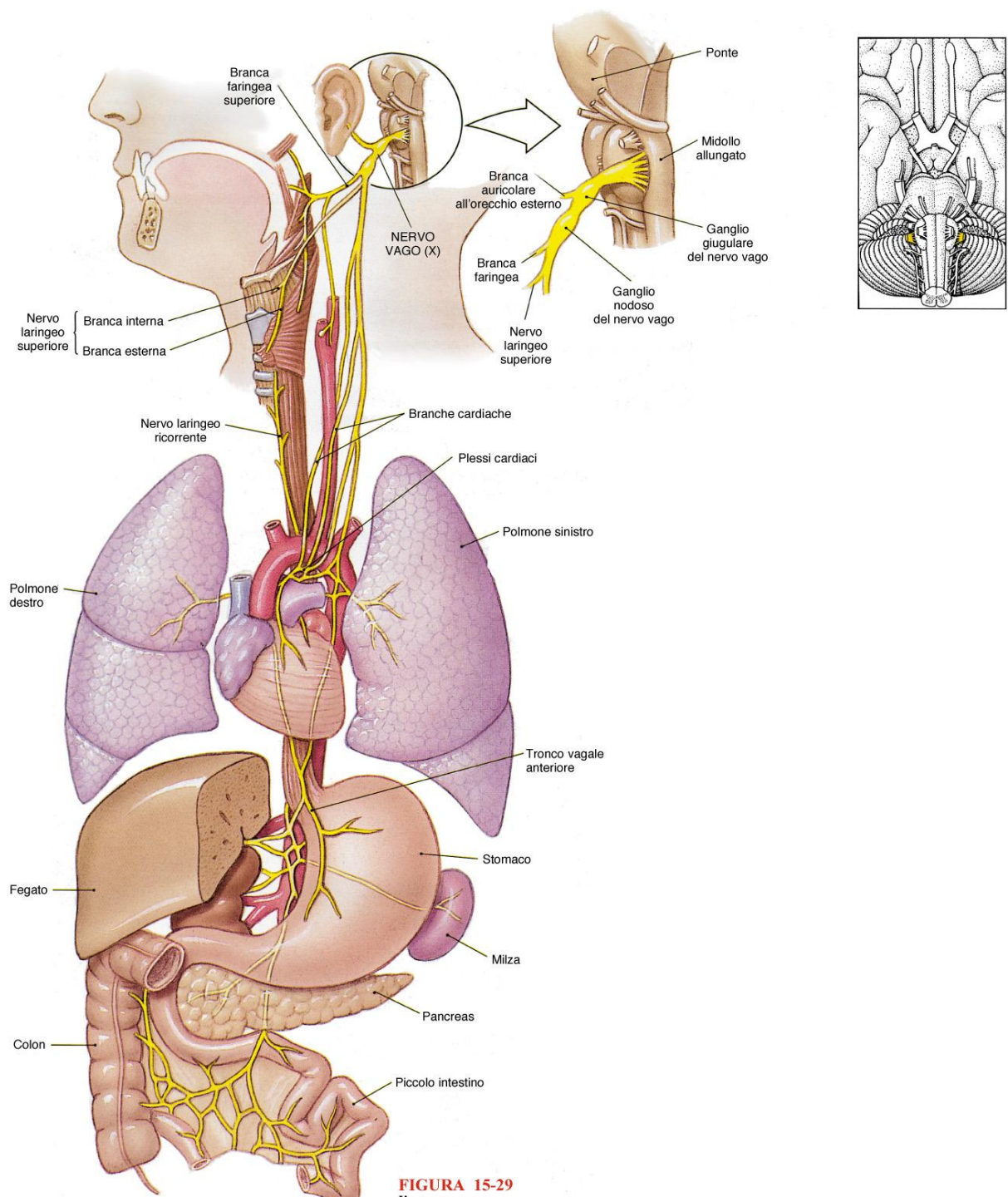
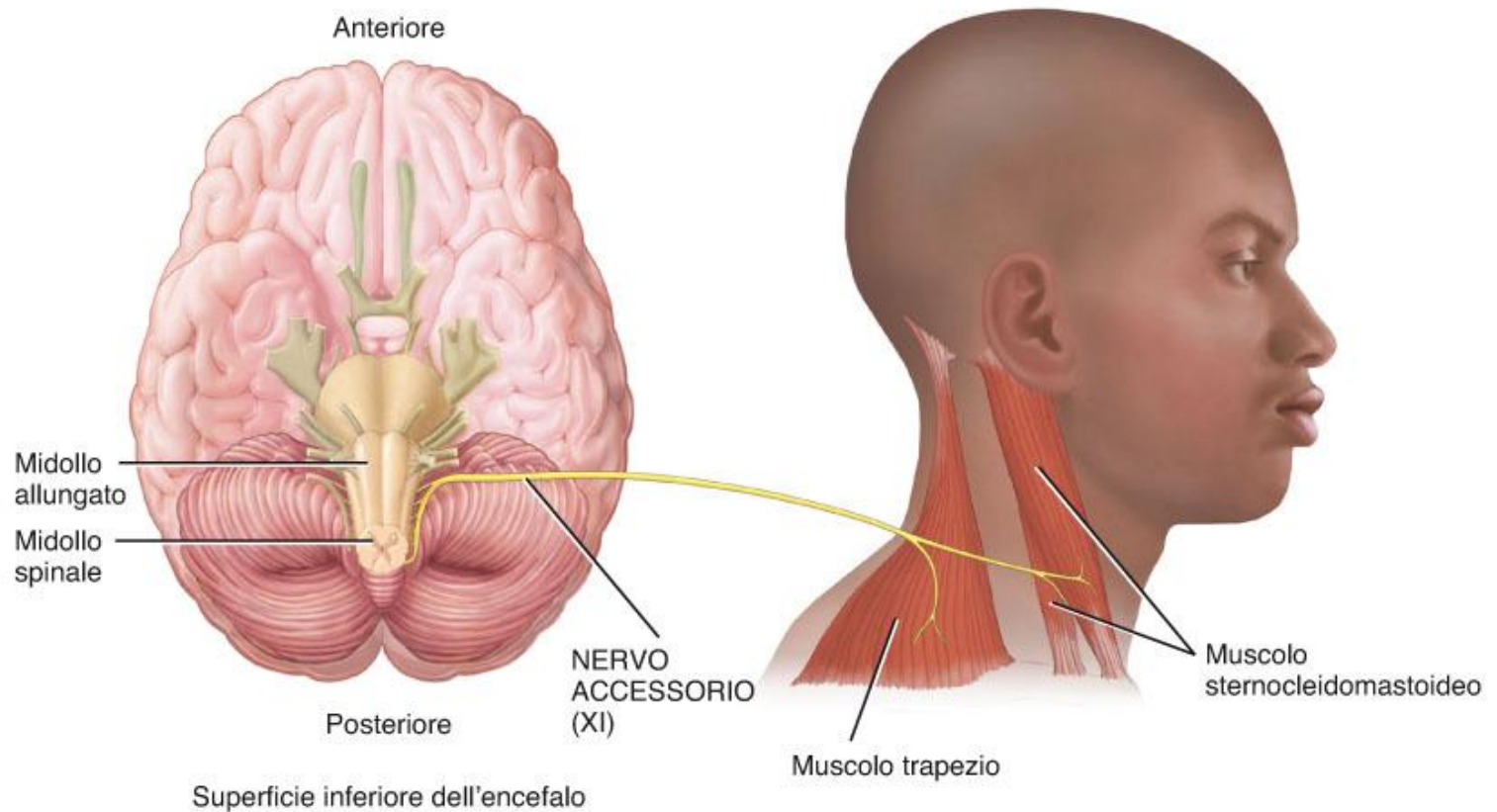


FIGURA 15-29

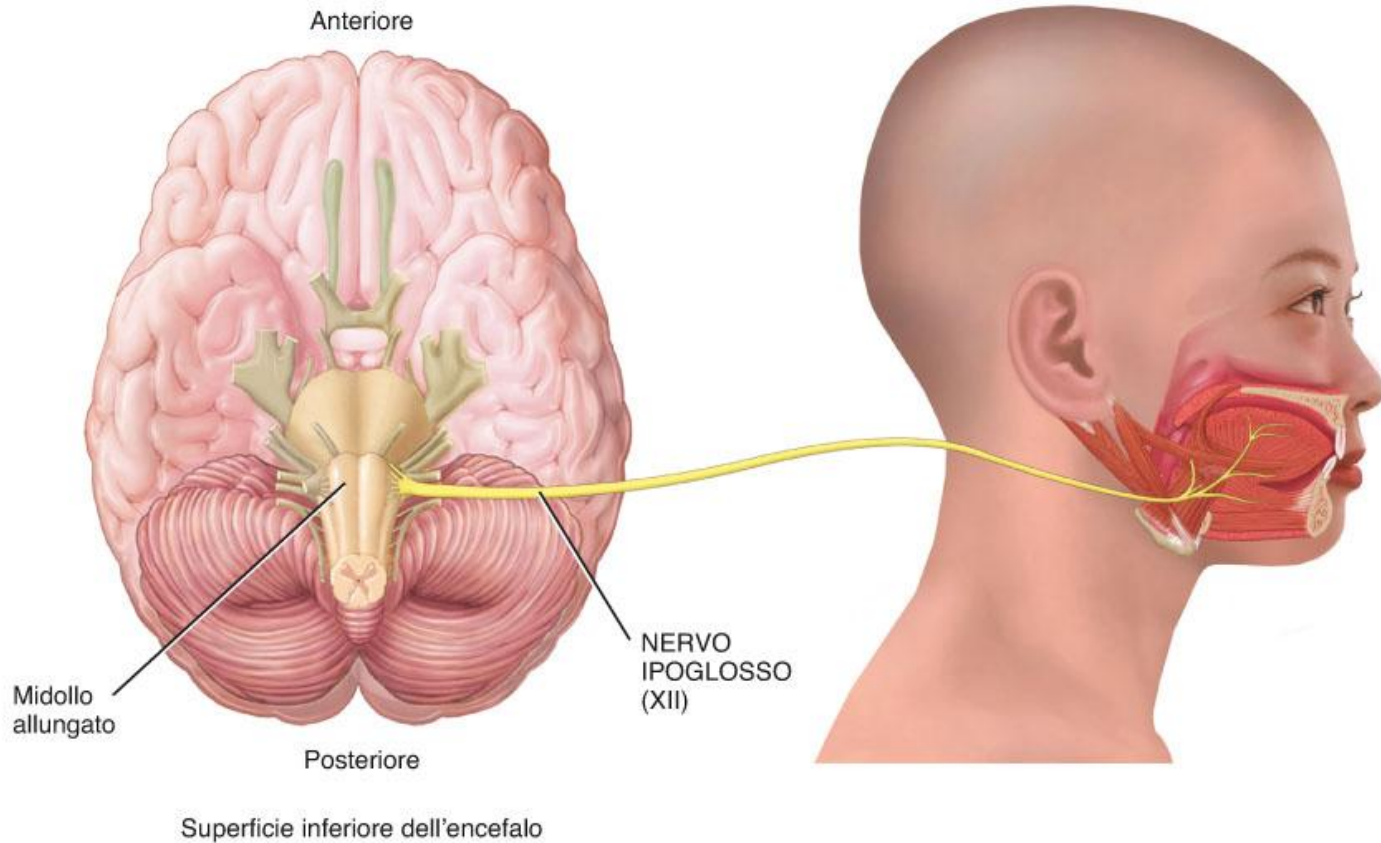
Nervo accessorio (XI)

- Esclusivamente motorio, innerva sternocleidomastoideo e trapezio. Le fibre propriocettive non entrano nell'encefalo ma hanno i corpi cellulari nelle radici posteriori del midollo spinale



Nervo ipoglosso (XII)

- Esclusivamente motore
- Innerva i muscoli della lingua, e' quindi fondamentale per la deglutizione e il linguaggio



Sensibilita' nel cavo orale.

