

Università G. d'Annunzio, Chieti
Corso di Laurea in Scienze e Tecniche Psicologiche
Insegnamento di Psicobiologia II

Le funzioni sensoriali, motorie e riflesse del tronco dell'encefalo

Fonte principale: Kandel et al. "Principi di Neuroscienze", CEA

Dr.ssa Sebastiani Valentina
Anno Accademico 2017/2018
v.sebastiani@unich.it

Il materiale contenuto in questo file pdf è messo a disposizione esclusivamente a fini didattici

Sistema Nervoso

Sistema Nervoso Centrale

Sistema Nervoso Periferico

Encefalo

Midollo Spinale

Telencefalo (emisferi, nuclei della base, amigdala, etc)

Diencefalo (talamo, ipotalamo, etc.)

Tronco dell'encefalo

Cervelletto

Sistema nervoso motorio o autonomo

Sistema nervoso volontario o somatico

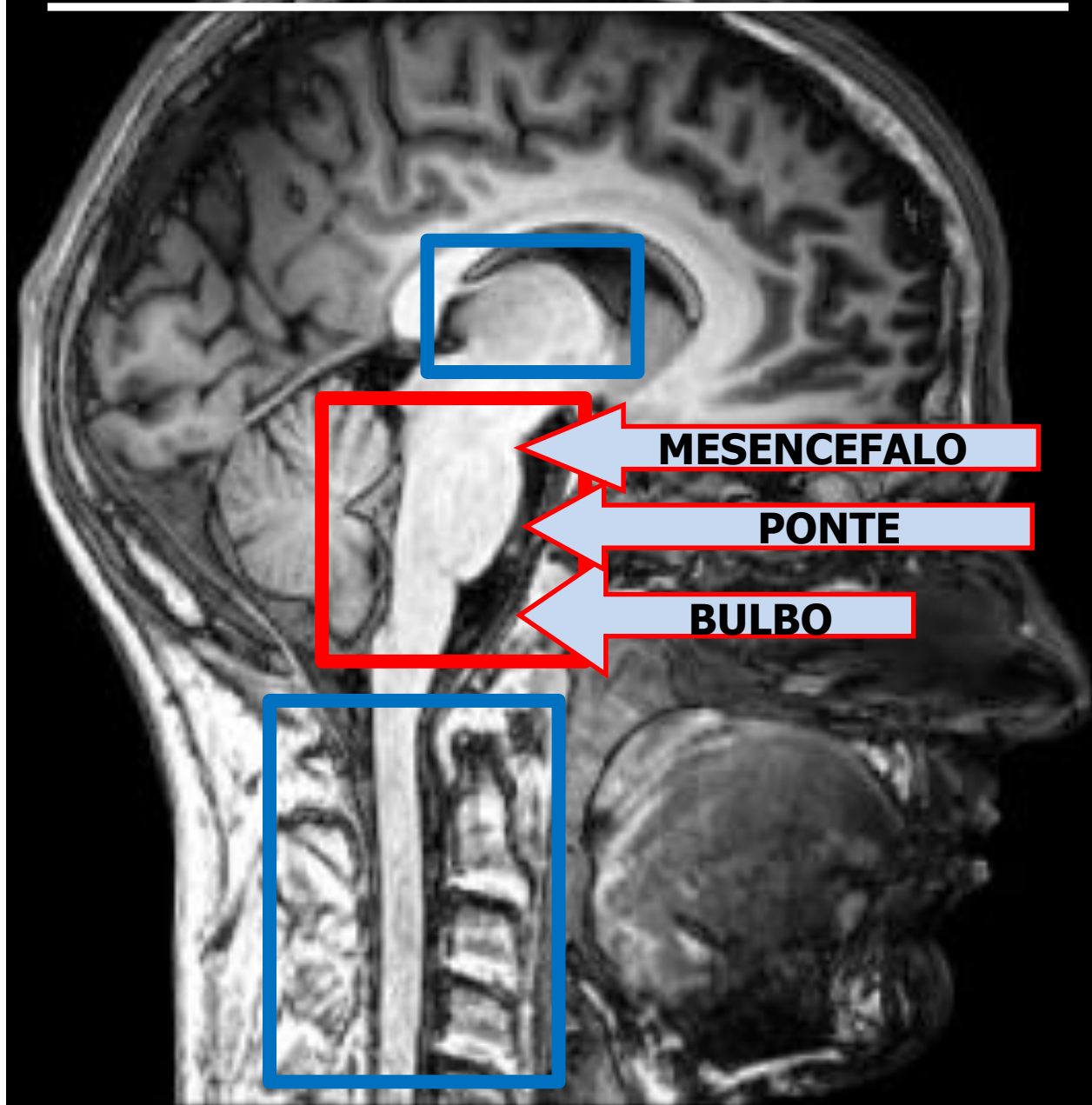
Sistema nervoso ortosimpatico

Sistema parasimpatico

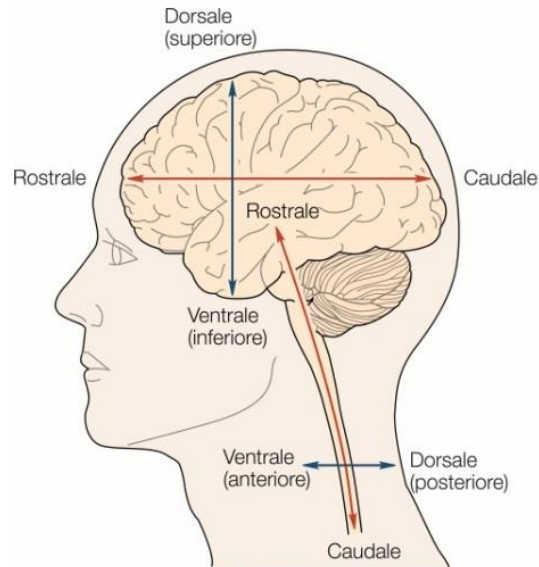
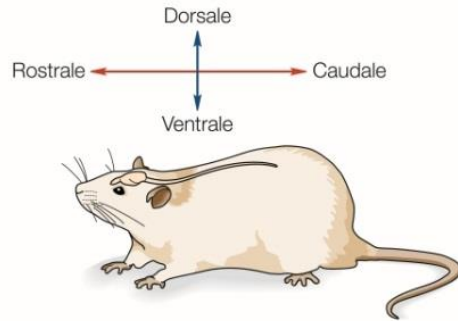
Sistema enterico

Nervi cranici e nervi spinali

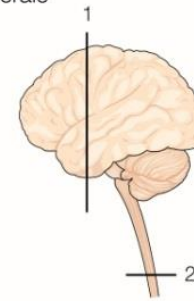
Tronco dell'Encefalo



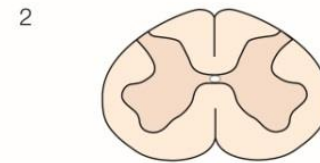
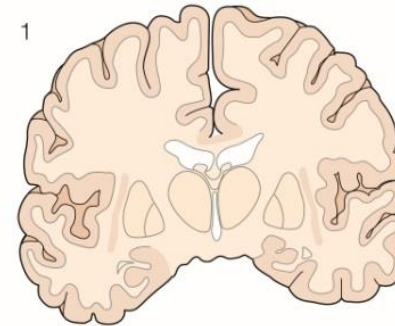
A Assi rostro-caudale e dorsoventrale



B Asse mediolaterale



Laterale ← Mediale → Laterale



Dorsale

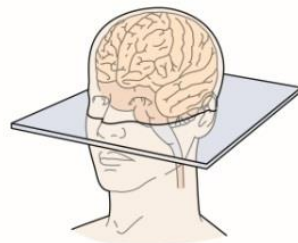
Ventrale

Dorsale (posteriore)

Ventrale (anteriore)

C Piani di sezione

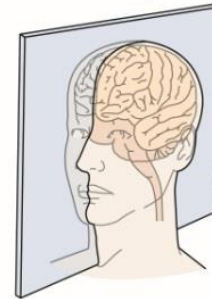
Piano orizzontale



Piano coronale



Piano sagittale



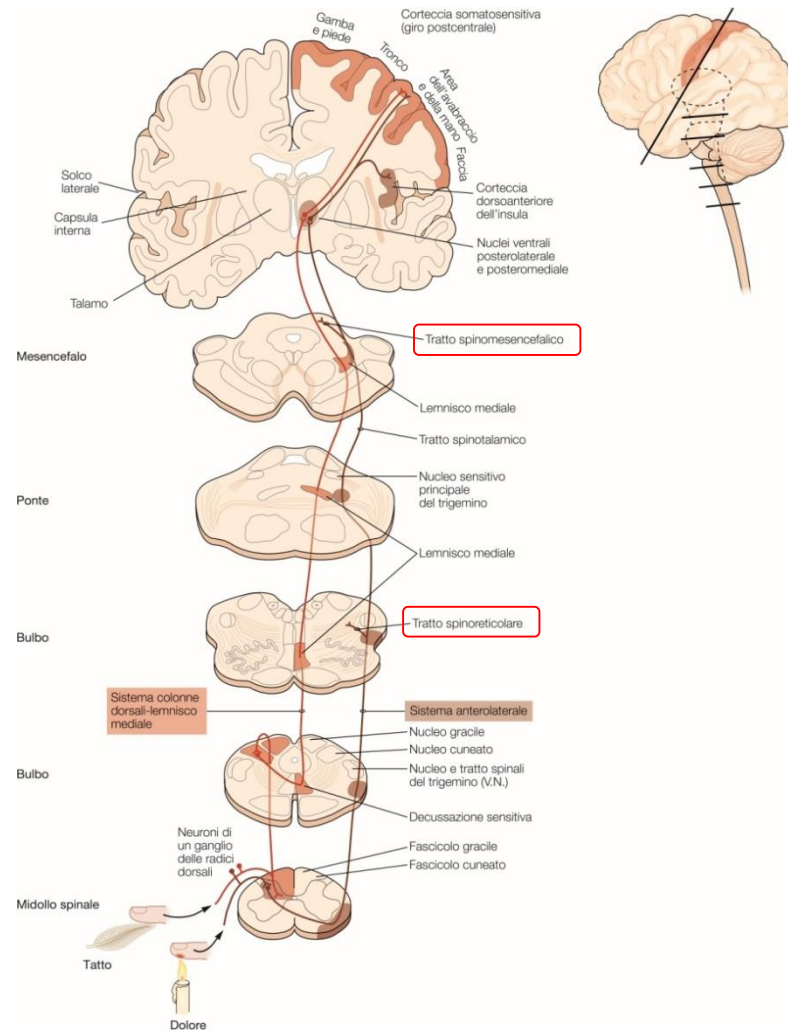
Overview

1. Il TdE viene attraversato da vie ascendenti somatosensoriali e da vie discendenti motorie
2. Il TdE contiene gruppi nucleari da cui prendono origine parte dei nervi cranici
3. Regione centrale del TdE detta formazione reticolare (parvicellulare) contiene aggregati di interneuroni che coordinano riflessi e comportamenti semplici per l'omeostasi e la sopravvivenza
4. Regione centrale del TdE detta formazione reticolare (magnocellulare) contiene aggregati di neuroni detti neuromodulatori che operano per ottimizzare le funzioni del sistema nervoso (*noradrenergici, dopaminergici, serotoninergici etc.*)

Sezione 1

Tronco dell'Encefalo

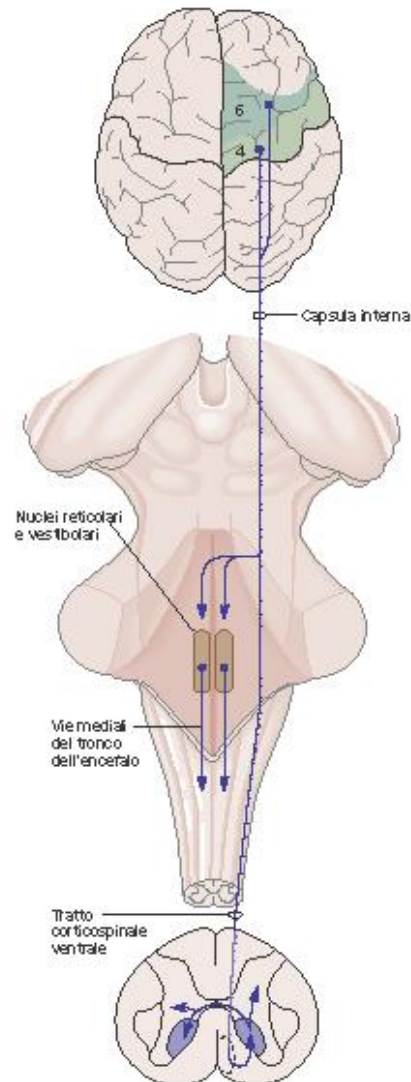
Viene attraversato da vie ascendenti somatosensoriali e da vie discendenti motorie



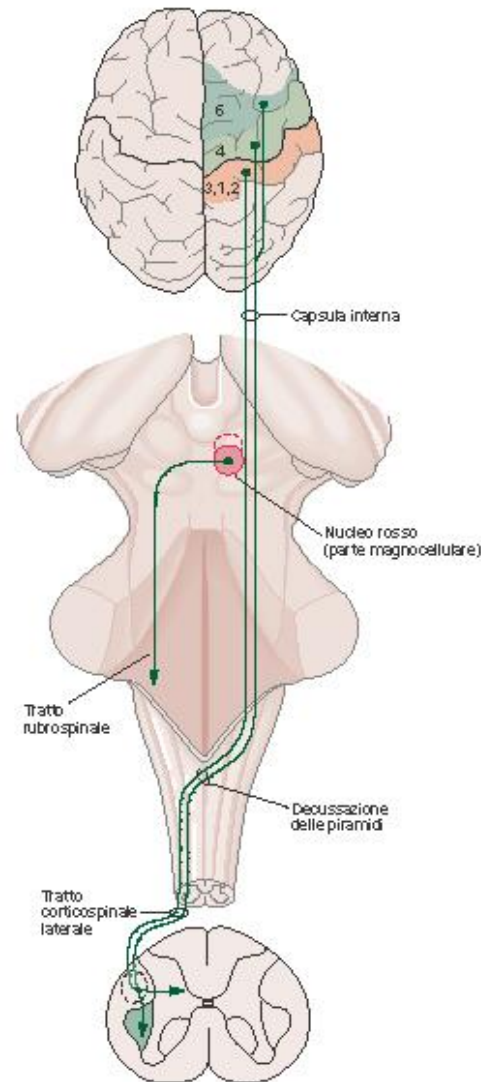
Tronco dell'Encefalo

1. Viene attraversato da vie ascendenti somatosensoriali e da vie discendenti motorie

A. Tratto corticospinale ventrale



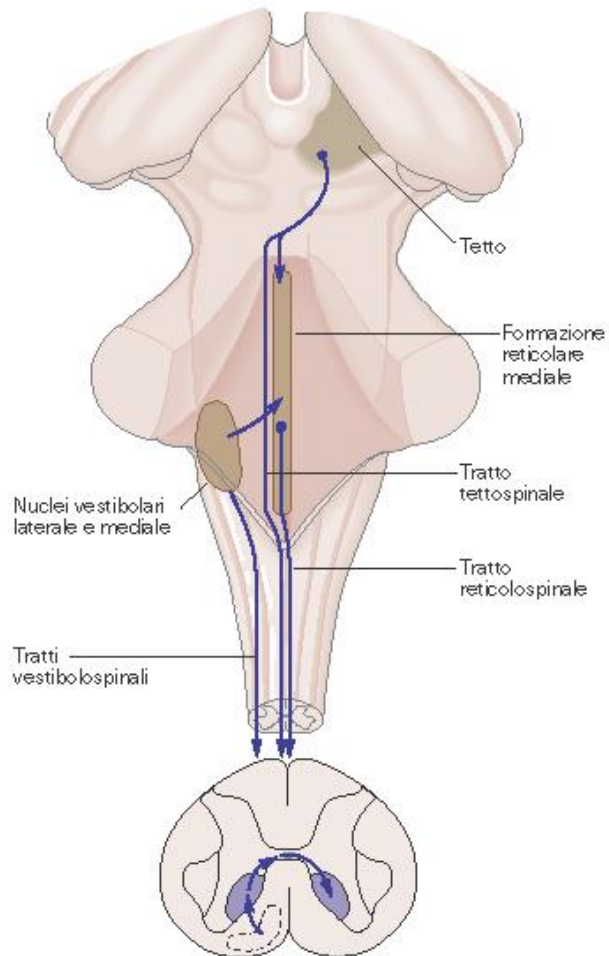
B. Tratto corticospinale laterale



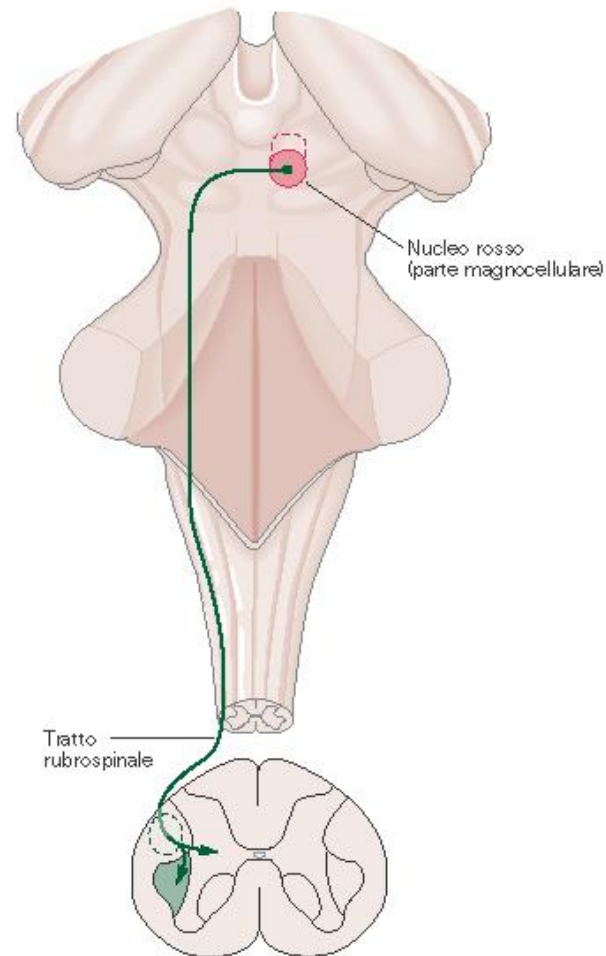
Tronco dell'Encefalo

1. Viene attraversato da vie ascendenti somatosensoriali e da vie discendenti motorie

A Vie mediali del tronco dell'encefalo



B Vie laterali del tronco dell'encefalo



Sezione 2

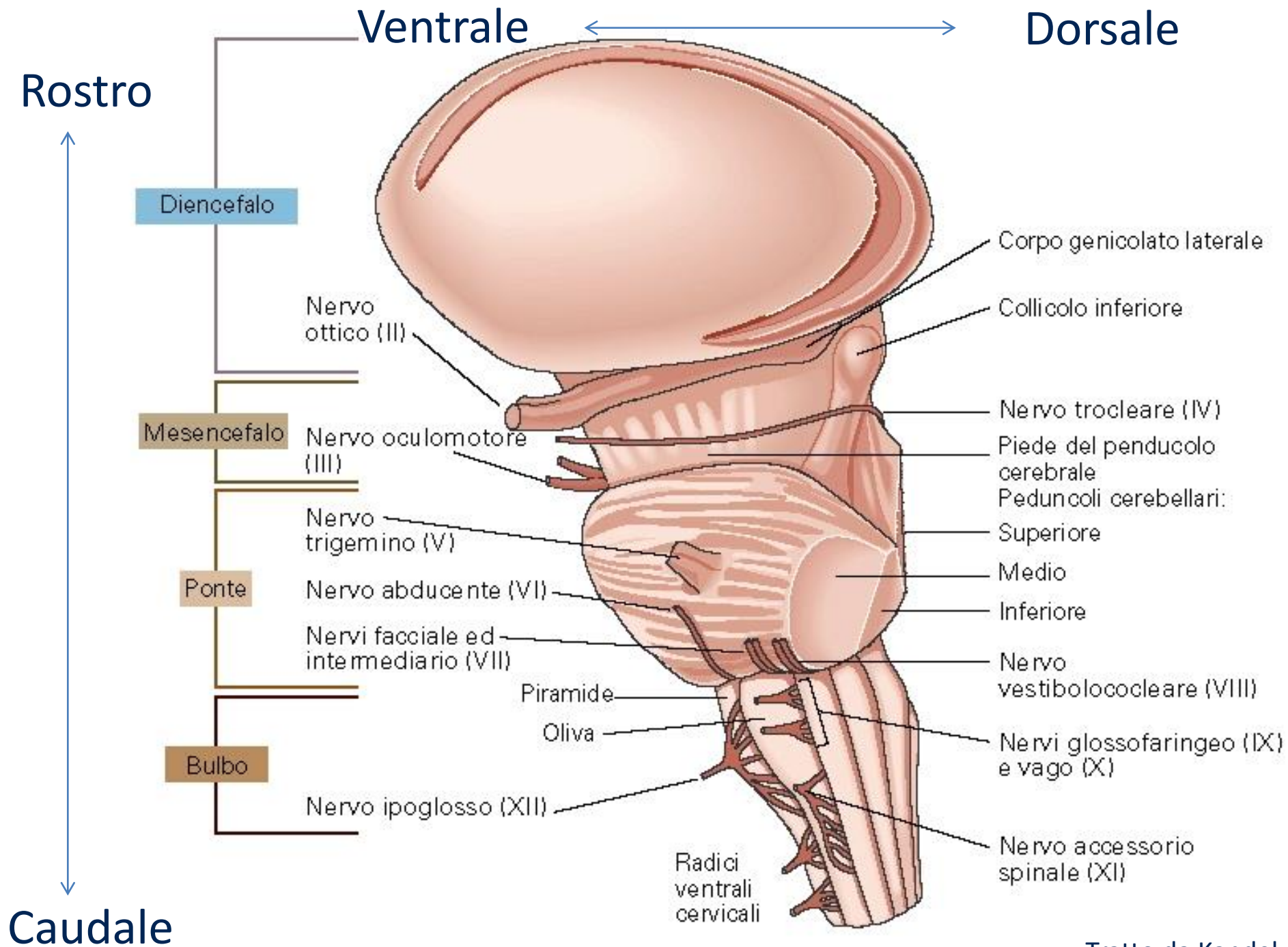
Nervi cranici

2. Il TdE contiene gruppi nucleari da cui prendono origine parte dei nervi cranici

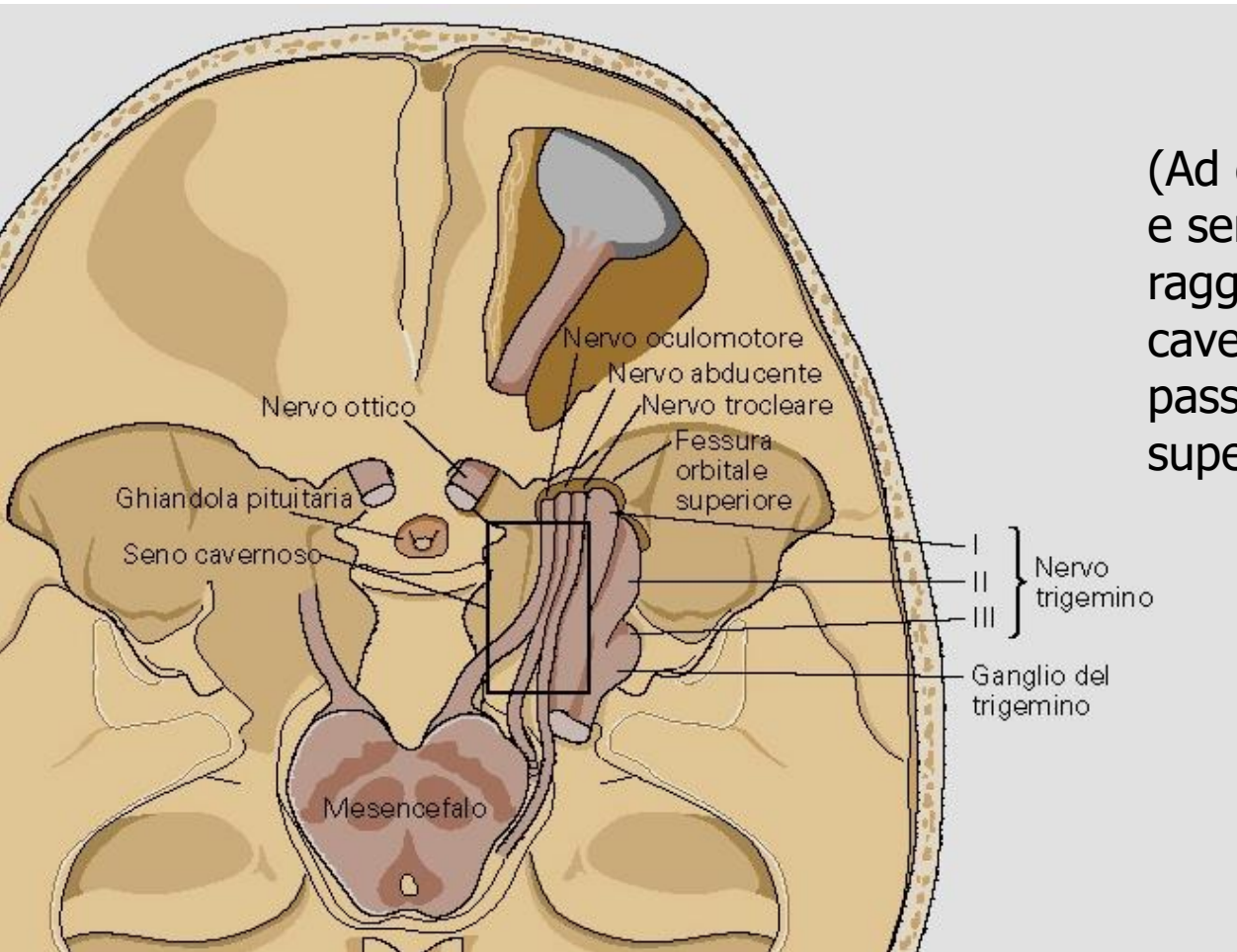
I NERVI CRANICI (funzionalmente omologhi ai nervi spinali) FORNISCONO L'INNERVAZIONE SENSITIVA (somatica e viscerale) E/O MOTORIA DEL CAPO E COLLO e si occupano di alcune funzioni vegetative tramite innervazione di organi addominali

Ci sono 12 paia di NERVI CRANICI indicati con numeri romani che vanno dal I al XII seguendo una sequenza rostro-caudale.

Ogni nervo fuoriesce dal T.d.E a livello di una particolare sede e dalla superficie ventrale escluso il IV (N.Trocleare) (vd fig. slide successiva)



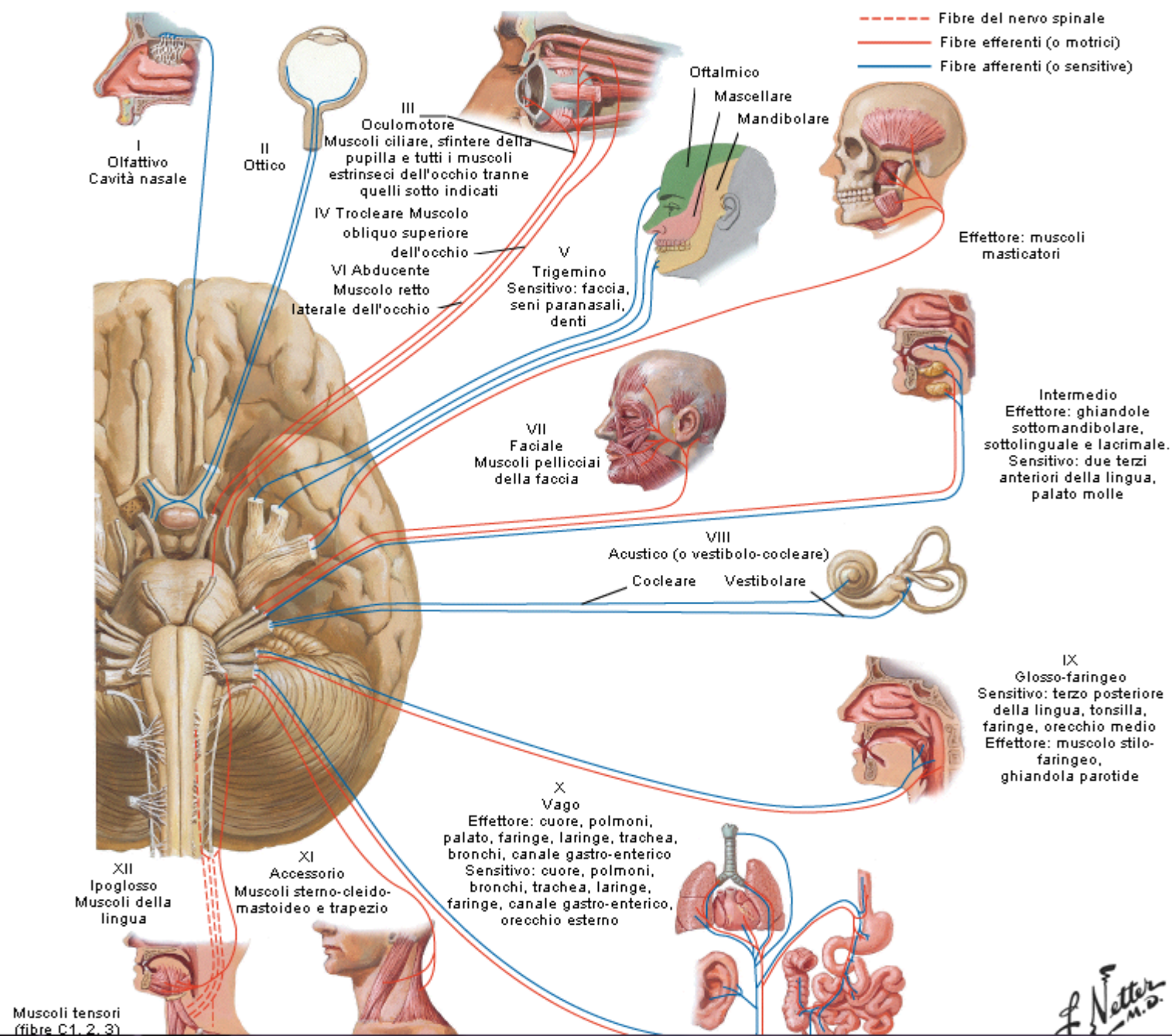
I nervi cranici lasciano il cranio in gruppi e perciò alcune lesioni possono interessarne contemporaneamente più di uno

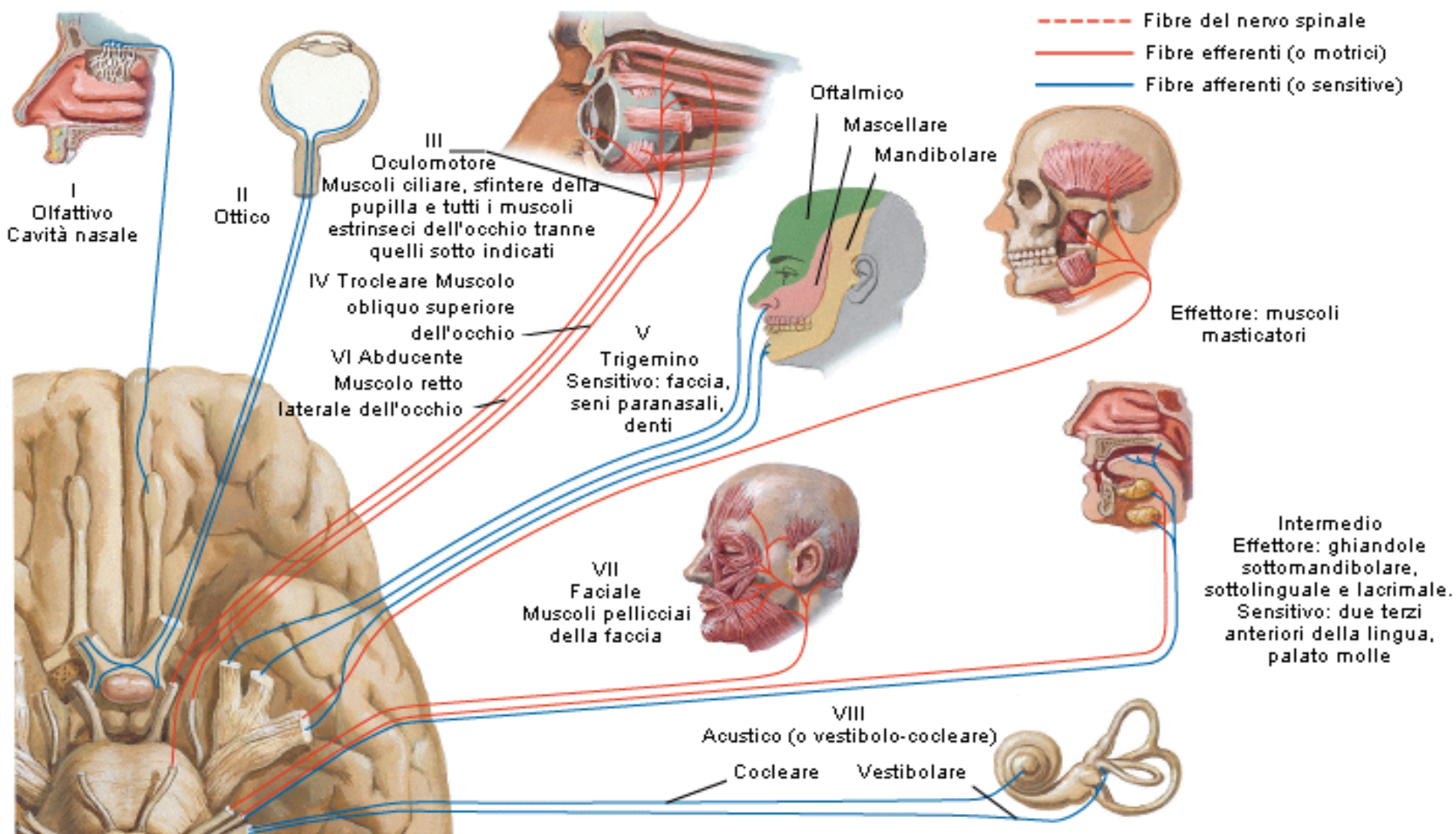


(Ad es. Nervi III, IV, VI movimenti e sensibilità oculare e nervo V si raggruppano a livello del seno cavernoso e fuoriescono dal cranio passando per la fessura orbitale superiore)

Nervi encefalici, distribuzione effetrice (motrice) e sensitiva

Schema





Nervi oculomotori

(solo motori escl. N. III che è anche vegetativo)

- ✓ *N. III Oculomotore* (innervazione di tutti i muscoli dell'orbita escl. muscoli innervati dal N. IV e dal N. VI compreso elevatore palpebre, contiene componente parasimpatica per costrizione pupilla e accomodazione cristallino)
- ✓ N. IV Trocleare (innervazione muscolo obliquo superiore per abbassamento e rotazione interna occhio)
- ✓ N. VI Abducente (innervazione muscolo retto laterale per deviazione laterale del globo oculare)

✓ *N. V Trigemino*

MISTO (sensitivo e di moto)

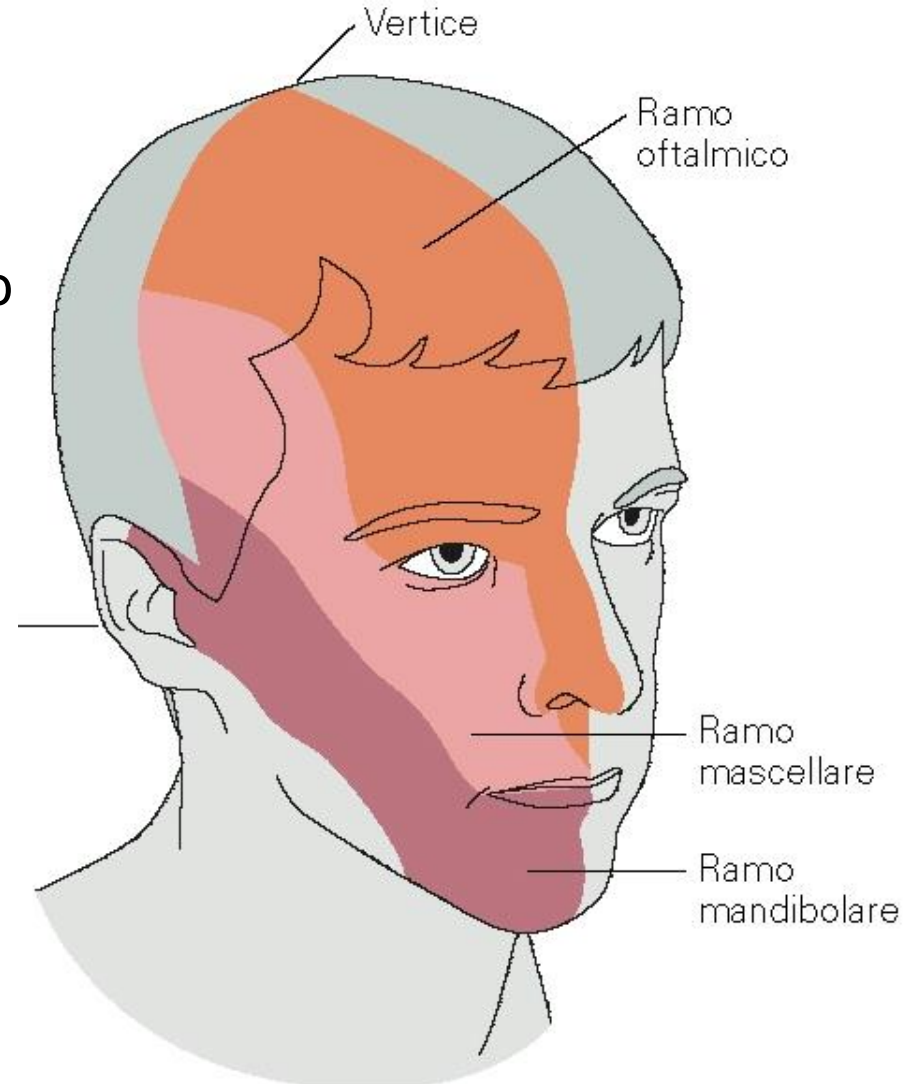
• **Radice motoria**

Muscoli masticatori e del palato,
orecchio interno e parte superiore collo

• **Radice sensitiva**

Contiene ganglio del trigemino con 3
rami:

- Ramo oftalmico
- Ramo mascellare
- Ramo mandibolare



✓ *N. VII Facciale*

MISTO (sensitivo, di moto e vegetativo)

• **Radice motoria**

Muscoli mimici facciali, lo stapedio dell'orecchio interno e muscoli del collo

• **Radice sensitiva**

Alcune fibre innervano cute meato uditivo esterno, altre fibre formano il nervo della corda timpano e del nervo linguale

• **Componente vegetativa**

Costituito da fibre parasimpatiche che innervano le ghiandole lacrimali, salivari e vasi cerebrali

(Il nervo facciale può essere interessato isolatamente nella paralisi di Bell= complicazione dovuta ad infezione virale come herpes zoster, comporta paresi ipilaterale bocca, palpebra, percezione suoni rimbombanti, perdita sensibilità gustativa)

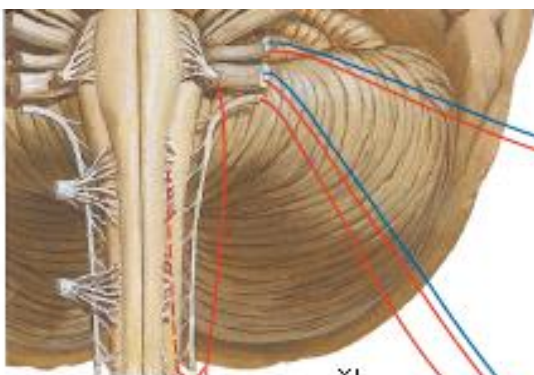
✓ *N. VIII Vestibolococleare*

Nervo sensitivo contiene due fasci distinti di fibre che provengono dal:

ganglio vestibolare (informazioni su accelerazioni lineari e angolari dei canali semicircolari, utriculo e sacculo)*

ganglio cocleare (informazioni uditive dalla coclea)

*Schwannoma vestibolare=comune tumore intracranico che si può formare lungo il decorso della componente vestibolare del nervo nel meato uditivo interno. Comporta solo perdita dell'udito poichè il cervello compensa la perdita delle informazioni vestibolari.

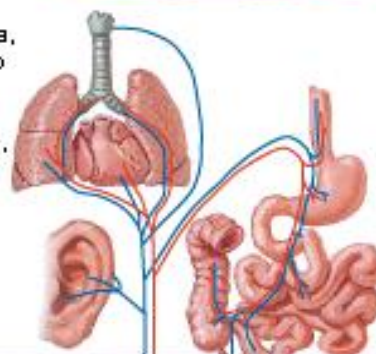


XII
Ipoglosso
Muscoli della
lingua

XI
Accessorio
Muscoli sterno-cleido-
mastoideo e trapezio

X
Vago
Effettore: cuore, polmoni,
palato, faringe, laringe, trachea,
bronchi, canale gastro-enterico
Sensitivo: cuore, polmoni,
bronchi, trachea, laringe,
faringe, canale gastro-enterico,
orecchio esterno

IX
Glosso-faringeo
Sensitivo: terzo posteriore
della lingua, tonsilla,
faringe, orecchio medio
Effettore: muscolo stilo-
faringeo,
ghiandola parotide



*L. Netter
M.D.*

Muscoli tensori
(fibre C1, 2, 3)

✓ *N. IX Glossofaringeo e N. X Vago* (sensitivi, motori e vegetativi)
strettamente correlati tra loro

- **Radice motoria**

IX=stiloioideo

X=laringe, faringe

- **Radice sensitiva**

IX= lingua e palato, X= laringe, faringe e organi torace e addome

- **Componente vegetativa**

IX= fibre effettrici parasimp. innervano ghiandola parotide mentre quelle sensitivi trasmettono informazioni su livello ematico dell'ossigeno e su pressione sanguigna.

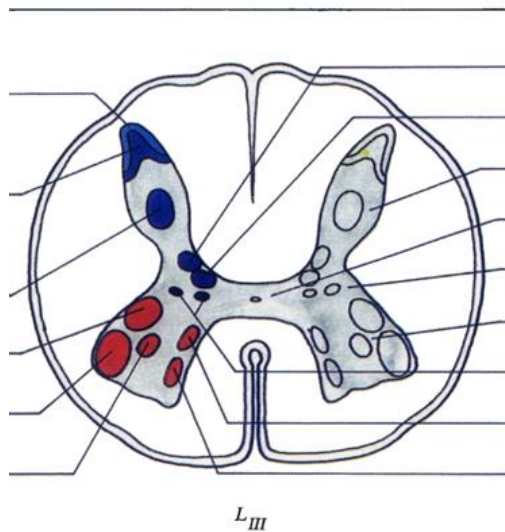
X= muscolatura liscia e ghiandole sist. cardiovascolare, gastrointestinale e polmonare

✓ *N. XI Accessorio spinale* (nervo puramente motorio che innerva i muscoli del trapezio e sternocleidomastoideo (fa ruotare il capo verso il lato opposto))

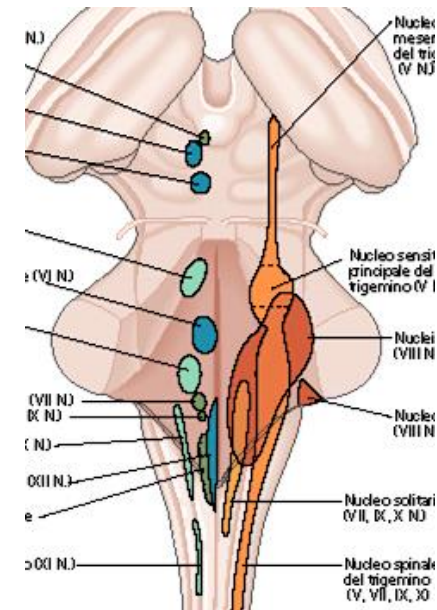
✓ *N. XII Ipoglosso* anch'esso puramente motore che innerva i muscoli della lingua

NUCLEI DEI NERVI CRANICI

- ✓ Come le lamine sensitive e motorie del midollo spinale, i nuclei dei nervi cranici sono organizzati in COLONNE LONGITUDINALI, all'interno i neuroni sono organizzati in modo longitudinale e topografico.
- ✓ I nuclei di ciascun lato del tronco formano sei colonne che si estendono in senso rostrocaudale (3 formate da nuclei sensitivi e 3 da nuclei motori)
- ✓ I nuclei che svolgono funzioni simili (sensitive o motrici o vegetative) occupano posizioni simili nella dimensione dorsolaterale e ventromediale)



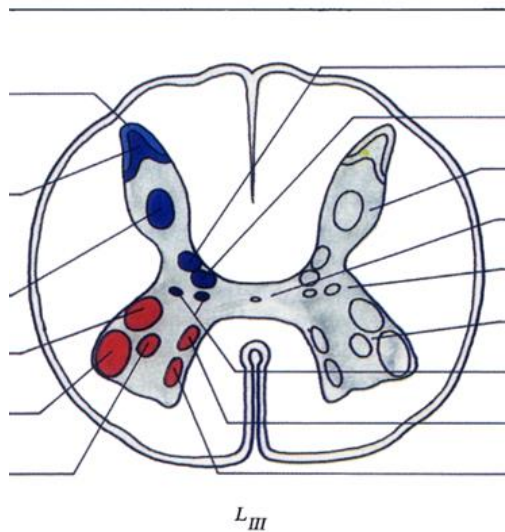
Midollo spinale:
colonne sensitive (blu) più dorsali,
colonne motrici (rosse) più ventrale



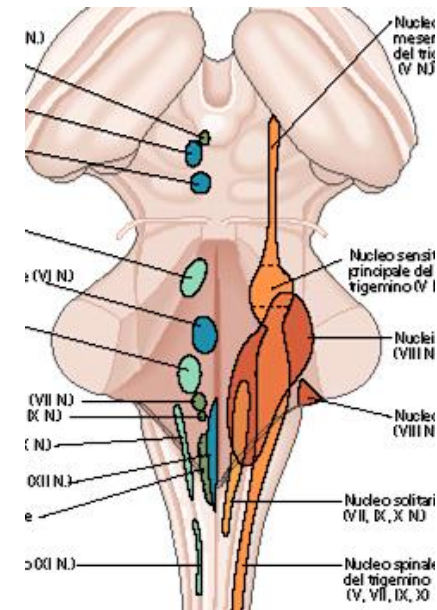
Tronco dell'encefalo:
colonne sensitive (arancioni) più
dorsolaterali, colonne motrici (blu) più
ventromediali

NUCLEI DEI NERVI CRANICI

- ✓ Come le lamine sensitive e motorie del midollo spinale, i nuclei dei nervi cranici sono organizzati in COLONNE LONGITUDINALI, all'interno i neuroni sono organizzati in modo longitudinale e topografico.
- ✓ I nuclei di ciascun lato del tronco formano sei colonne che si estendono in senso rostrocaudale (3 formate da nuclei sensitivi e 3 da nuclei motori)
- ✓ I nuclei che svolgono funzioni simili (sensitive o motrici o vegetative) occupano posizioni simili nella dimensione dorsolaterale e ventromediale)

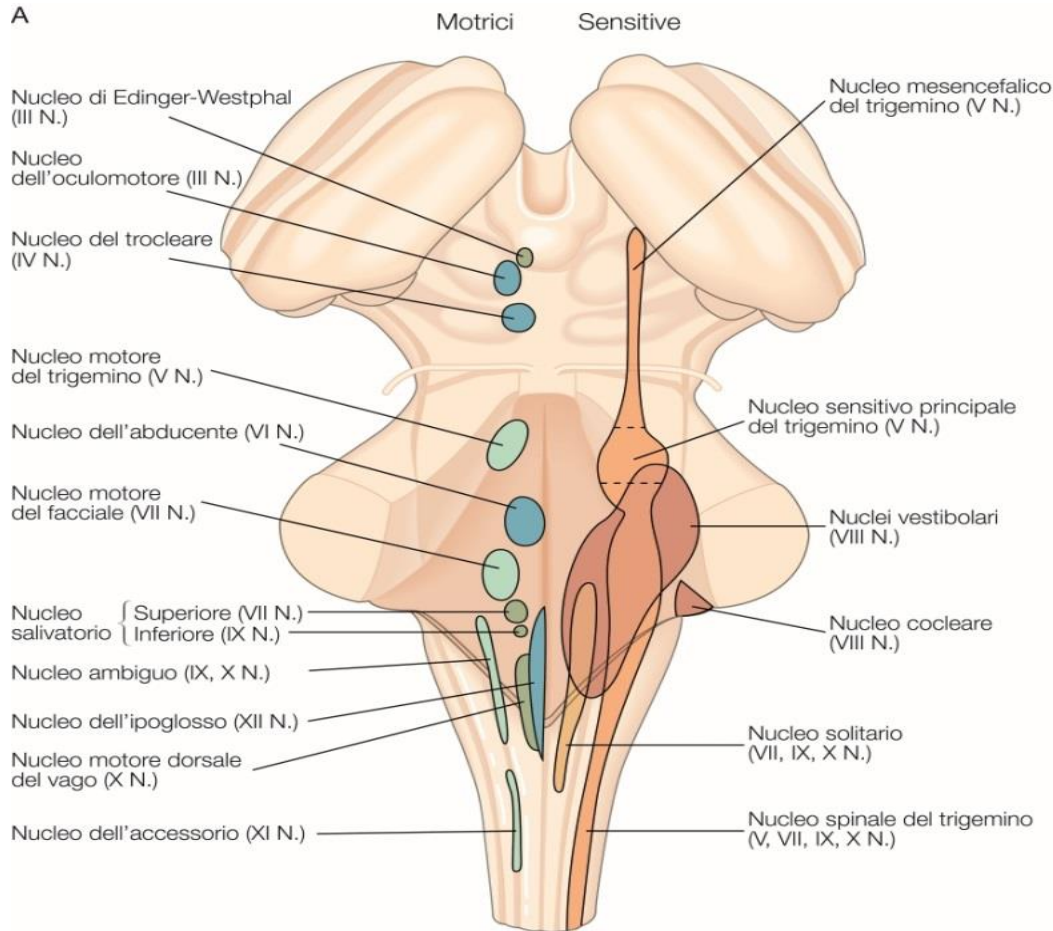


Midollo spinale:
colonne sensitive (blu) più dorsali,
colonne motrici (rosse) più ventrale

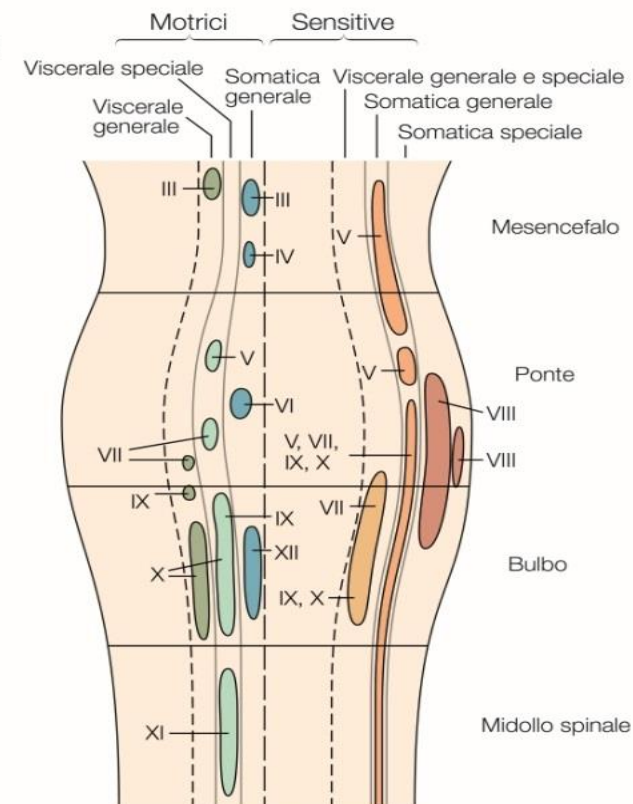


Tronco dell'encefalo:
colonne sensitive (arancioni) più
dorsolaterali, colonne motrici (blu) più
ventromediali

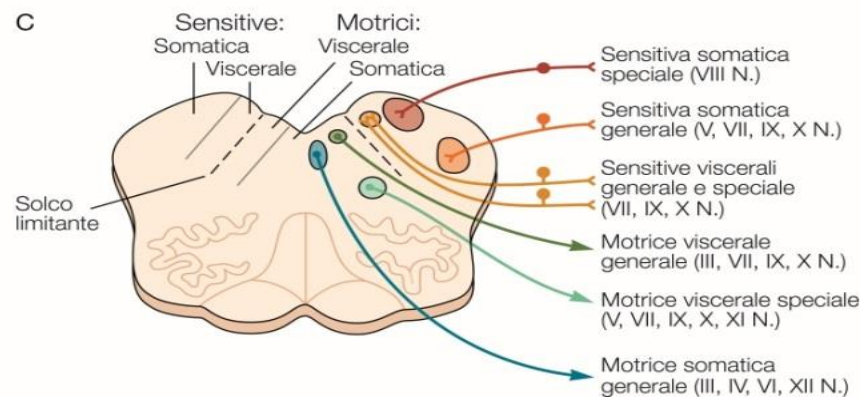
A



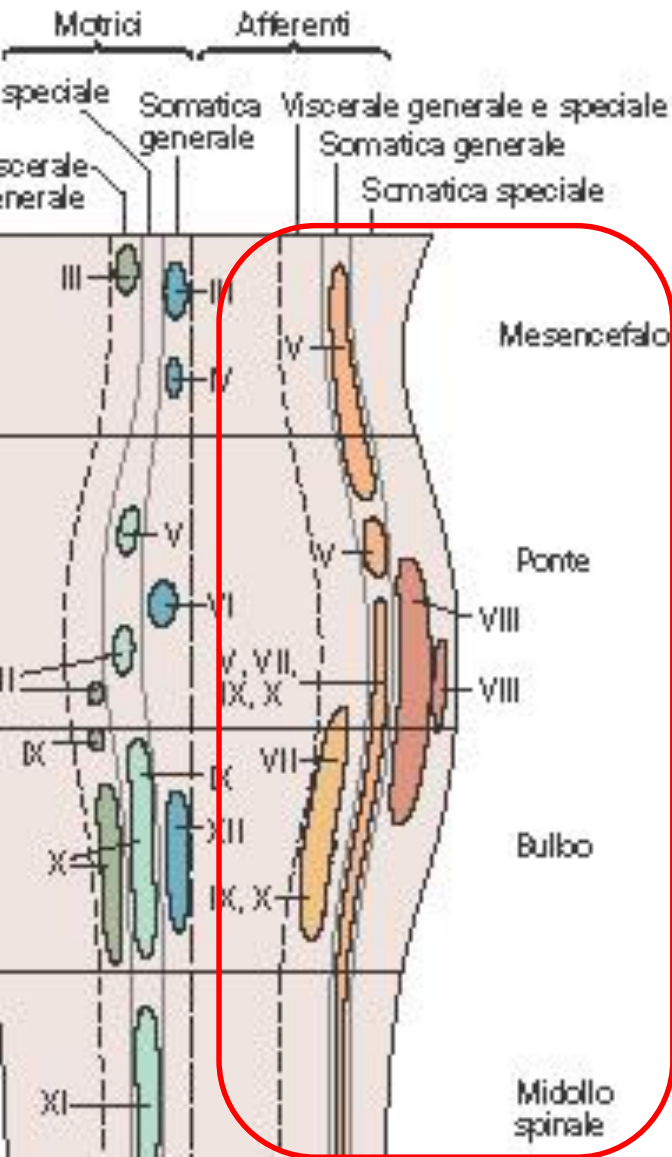
B



C



Colonne sensitive



✓ Colonna sensitiva somatica speciale: afferenze da **nuclei cocleari e vestibolari** del nervo VIII trasmettono informazioni uditive e utili per mantenimento equilibrio e coordinazione movimenti occhi e capo

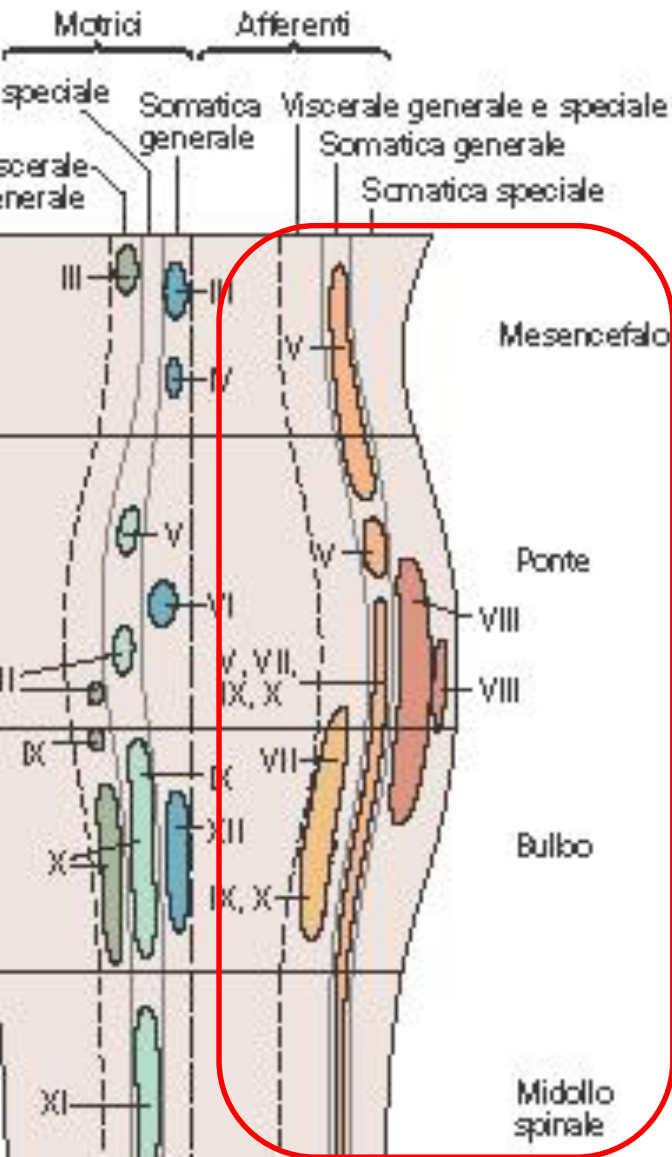
✓ Colonna sensitiva somatica generale: comprende i nuclei sensitivi del trigemino V e di altri nervi

(**nucleo spinale** = rappresentazione cavità orale e superficie faccia,

nucleo sensitivo principale = senso posizione e sensibilità tattile

Nucleo mesencefalico = informazioni meccanosensitive della masticazione).

Colonne sensitive



✓ Colonna sensitiva viscerale: implicata nella ritrasmissione di informazioni viscerali speciali (gustative) e generali provenienti da i nervi facciale, glossof. e vago. Tutte le fibre afferenti terminano in un solo nucleo quello del tratto solitario*.

***Nucleo del tratto solitario:** Le informazioni viscerali sensitive trasmesse da diversi nervi compongono a livello di questo nucleo un'unica mappa della sensibilità viscerale del corpo. Il nucleo del tratto solitario ha proiezioni dirette con i neuroni pregangliari simpatici e parasimpatici e con zone della formazione reticolare per mediare riflessi e altre risposte vegetative. Inoltre, invia informazioni a strutture come ipotalamo, amigdala, talamo e corteccia.

Colonne motrici

✓ Colonna motrice viscerale generale comprende:

il **nucleo di Edinger-Westphal (III N.)** per costrizione pupilla e accomodazione cristallino,

nucleo salivatorio superiore (VII N.) e inferiore (IX N.) costituito da neuroni pregangliari parasimpatici ,

nucleo motore dorsale del vago (X N.) che innerva tratto gastrointestinale e cuore,

nucleo ambiguo (X N.) che innerva esofago, cuore, sist. respiratorio

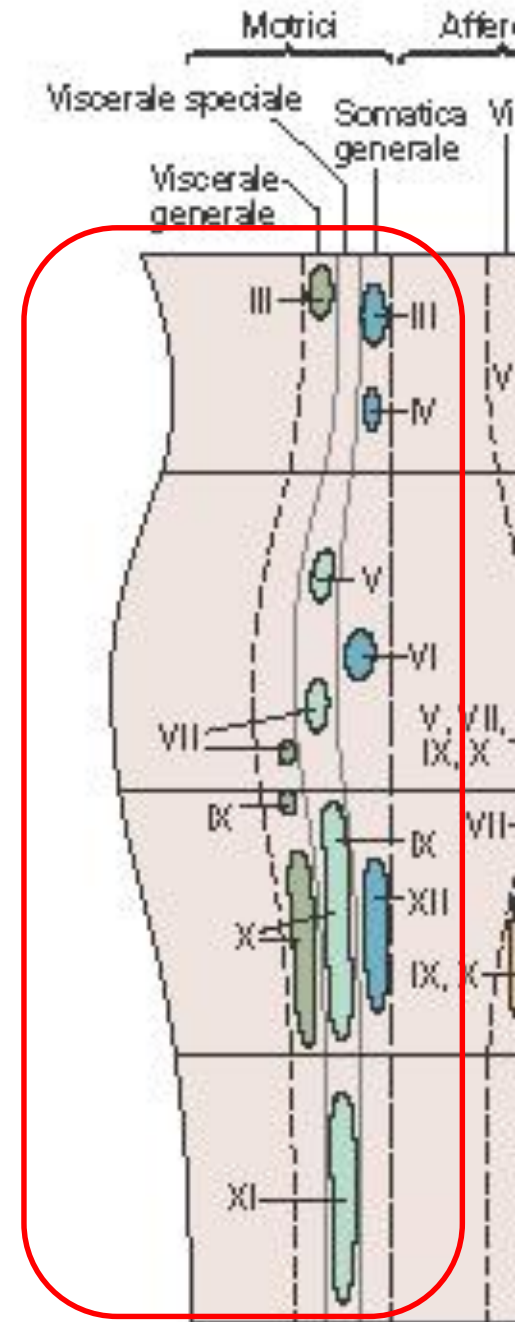
✓ Colonna motrice viscerale speciale :

nucleo ambiguo (X N.) che innerva muscoli striati laringe e faringe,

nucleo motore del facciale (VII N.) per espressioni mimica facciale,

nucleo motore del trigemino (V N.) che innerva muscoli masticatori

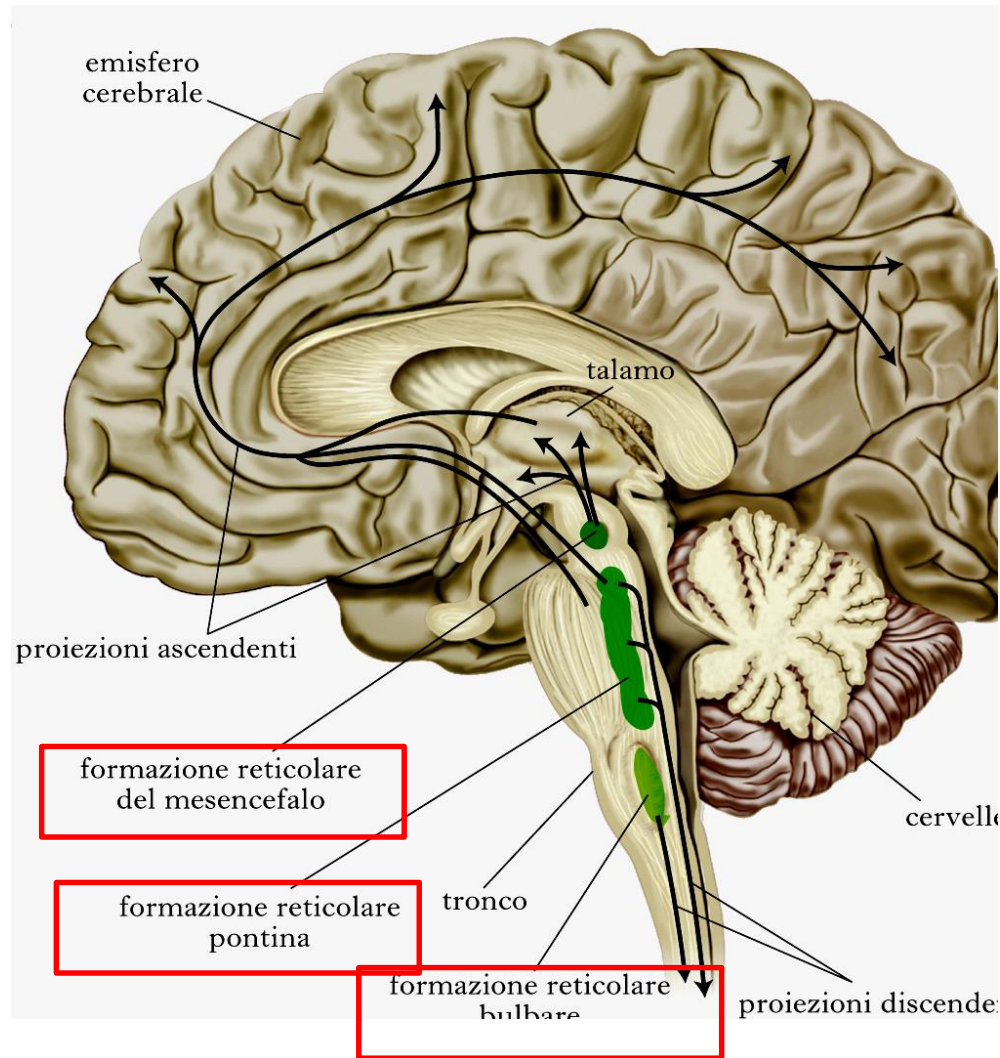
✓ Colonna motrice somatica generale: **nucleo dell'oculomotore (III N.)**, **nucleo del trocleare (IV N.)**, **nucleo dell'abducente (VI N.)** e **nucleo dell'ipoglosso (XII N.)**



Sezione 3

FORMAZIONE RETICOLARE

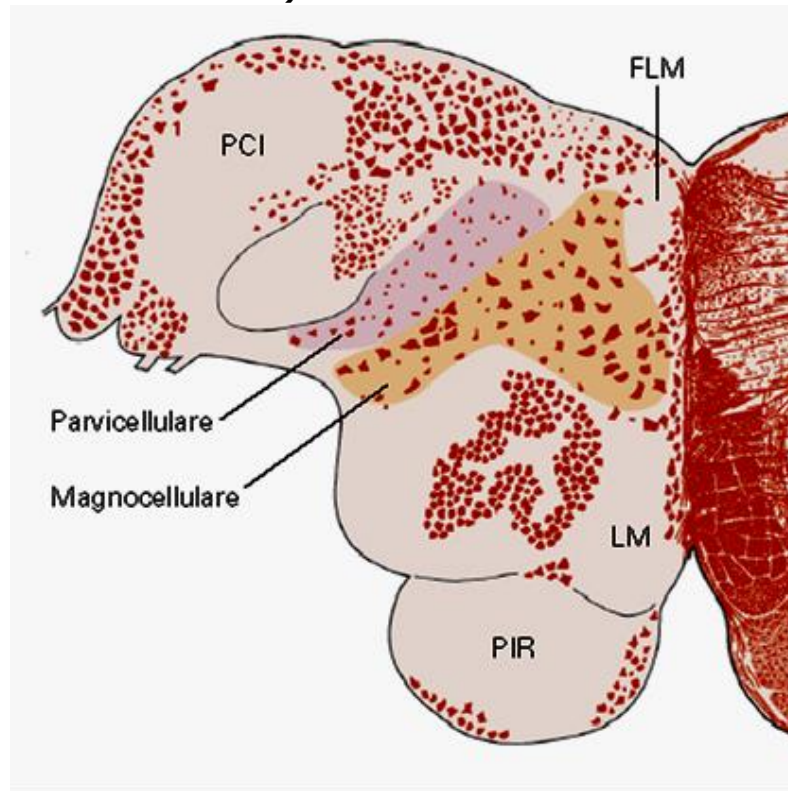
La regione centrale del tegmento del T.d.E. viene denominata **formazione reticolare**



FORMAZIONE RETICOLARE

Può essere suddivisa funzionalmente in:

- ✓ **regione laterale o parvicellulare** : contiene neuroni di dimensioni relativamente piccole che formano circuiti locali, disposti in prossimità dei nuclei motori dei nervi cranici (coordinano i riflessi e comportamenti stereotipati)
- ✓ **regione mediale o magnocellulare**: neuroni di grandi dimensioni che possiedono lunghi assoni ascendenti e discendenti che regolano funzioni complesse (sistemi neuromodulatori del TdE)



REGIONE LATERALE DELLA FORMAZIONE RETICOLARE

Aggregati di neuroni della regione laterale o parvicellulare della formazione reticolare circondano i nuclei dei nervi cranici, vengono anche chiamati *neuroni di generatori di schemi motori* e coordinano:

- Riflessi vegetativi e motori (pupillare alla luce, vestibolo-oculare etc.)
- Comportamenti stereotipati semplici (espressioni facciali)
- Comportamenti stereotipati complessi (respirazione e nutrizione)

che sono necessari per la sopravvivenza e l'omeostasi.

Il tronco dell'encefalo è in grado, dunque, di rispondere in modo indipendente a stimoli provenienti dall'ambiente circostante mediante azioni stereotipate.

REGIONE LATERALE DELLA FORMAZIONE RETICOLARE

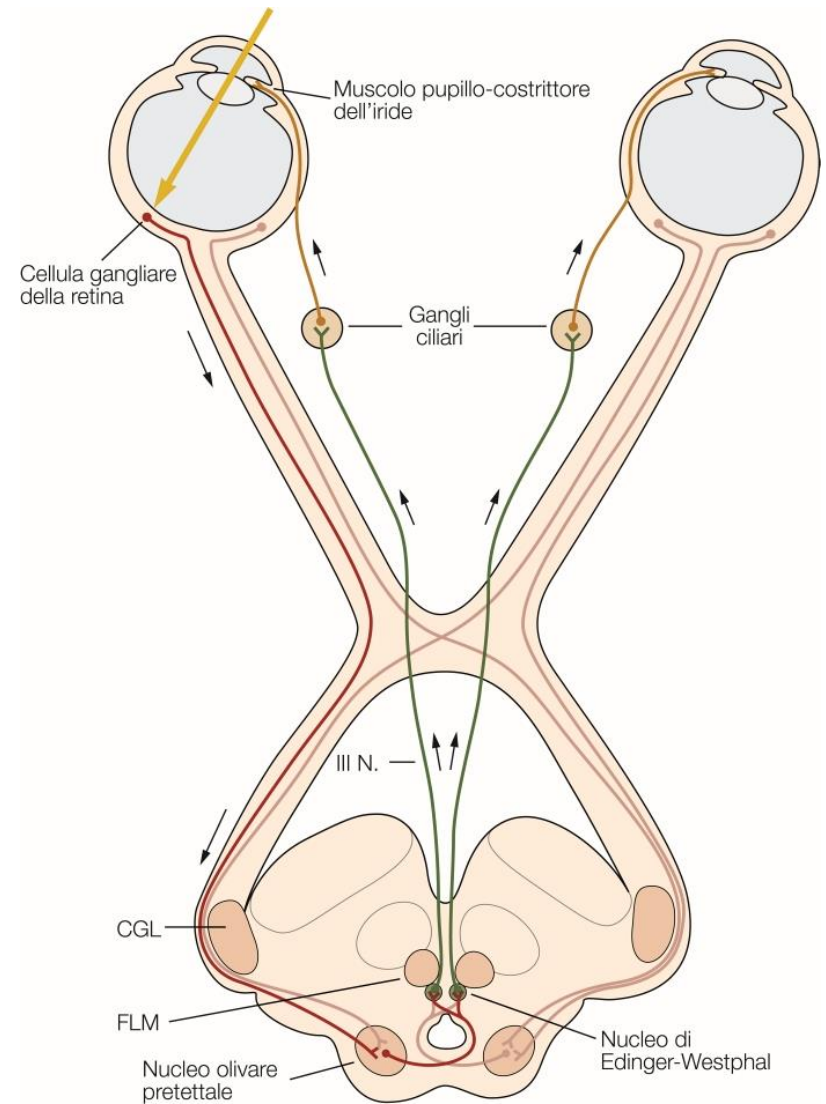
✓ Riflessi:

I riflessi mediati dai nervi cranici utilizzano circuiti mono e polisinpatici del T.d.E.

Riflesso pupillare alla luce =

Equilibrio tra risposta simpatica della dilatazione pupille e quella parasimpatica di costrizione dell'iride.

L'informazione sensitiva dal nervo ottico raggiunge il nucleo olivare pretettale e da qui il nucleo di Edinger-Westphal. Da questo nucleo attraverso il nervo oculomotore (III) l'informazione motoria raggiunge i gangli ciliari che controllano il muscolo pupillo-costrittore dell'iride



REGIONE LATERALE DELLA FORMAZIONE RETICOLARE

- **Riflesso vestibolo-oculare** = stabilizza immagine sulla retina mentre muoviamo il capo facendo ruotare il globo oculare in direzione opposta alla rotazione del capo. Informazione sensitiva dai gangli e dal nucleo vestibolare vengono inviate al nervo oculomotore, attraverso interneuroni della formazione reticolare.
- **Riflesso corneale** = provoca la chiusura delle palpebre di entrambi gli occhi e rotazione verso l'alto degli occhi quando la cornea viene stimolata da leggeri tocamenti. Assoni sensitivi del trigemino convergono l'informazione sensoriale, che dal nucleo del trigemino viene ritrasmessa a neuroni della formazione reticolare e da qui, bilateralmente a motoneuroni oculomotori.

REGIONE LATERALE DELLA FORMAZIONE RETICOLARE

- **Riflesso dello stapedio** = provoca la contrazione del muscolo stapedio in risposta a suoni di elevata intensità. Informazioni sensitive dal nervo cocleare convogliate alla form.ret. e le informazioni motorie al muscolo stapedio dal nervo facciale (riflesso assente nella paralisi di Bell).
- **Riflesso faringeo o riflesso della deglutizione** = protegge le vie aeree in risposta alla stimolazione dell'orofaringe posteriore. Fibre afferenti del glossofaringeo e vago terminano nel nucleo spinale del trigemino, le informazioni vengono ritrasmesse attraverso la formazione reticolare ai motoneuroni della faringe.

REGIONE LATERALE DELLA FORMAZIONE RETICOLARE

✓ Comportamenti stereotipati semplici

- *Neuroni generatori di schemi motori* adiacenti al *nucleo motore del facciale* controllano le **espressioni mimiche facciali** attraverso specifiche contrazioni stereotipate e simultanee di muscoli bilaterali della faccia.
- **Movimenti orofacciali** connessi con l'alimentazione mediati da *neuroni generatori di schemi motori* adiacenti a nucleo dell'ipoglosso (leccamento), nucleo del facciale (suzione), nucleo ambiguo (deglutizione), nucleo motore del trigemino (masticazione).
- **Riflesso barocettivo** = Risposta organizzata dal TdE che necessita di coordinazione tra attività dei nervi cranici, del S.N.A e del sistema endocrino. Attraverso questo riflesso viene assicurato il giusto apporto ematico al cervello.

REGIONE LATERALE DELLA FORMAZIONE RETICOLARE

✓ Comportamenti stereotipati complessi

Una delle funzioni più importanti del tronco dell'encefalo è il controllo della **respirazione**.

- Scopo della respirazione: assicurare ventilazione ai polmoni garantendo giusto equilibrio tra O_2 , CO_2 e ioni idrogeno (pH).
- L'attività respiratoria può essere generata dal *bulbo* anche quando viene isolato dalle altre parti del sistema nervoso. I neuroni respiratori del bulbo si trovano principalmente nel:

Gruppo respiratorio dorsale (adiacente nucleo tratto solitario, si occupa di riflessi che limitano espansione polmoni e la risposta all'ipossia)

Gruppo respiratorio ventrale (adiacente e nel nucleo ambiguo, particolari neuroni denominati del complesso pre-Bötzinger generano il ritmo respiratorio)

Respirazione

- I segnali afferenti importanti per il ritmo respiratorio provengono da:
chemocettori periferici che rilevano livelli di ossigeno e anidride carbonica e rispondono all'ipossia. Le fibre afferenti dei chemocettori decorrono nei nervi vago e glossofaringeo e terminano nel gruppo respiratorio dorsale
chemocettori centrali del TdE rispondono alla diminuzione del pH ma non all'ipossia.
- I centri respiratori del TdE possono essere influenzati da:
vie discendenti motrici volontarie che possono assumere il controllo della respirazione durante cammino, assunzione di cibo o altre attività fisiche. Le vie discendenti possono provocare iperventilazione anticipando effetti di un aumento della richiesta di ossigeno
Segnali discendenti dal sistema limbico che generano iperventilazione in caso di dolore o stato di ansia

Università G. d'Annunzio, Chieti
Corso di Laurea in Scienze e Tecniche Psicologiche
Insegnamento di Psicobiologia II

Le funzioni modulatorie del tronco dell'encefalo

Fonte principale: Kandel et al. "Principi di Neuroscienze", CEA

Dr.ssa Sebastiani Valentina
Anno Accademico 2017/2018

Il materiale contenuto in questo file pdf è messo a disposizione esclusivamente a fini didattici

Tronco dell'encefalo

1. È attraversata da tutte le vie ascendenti e discendenti che mettono in connessione il proencefalo con il midollo spinale
2. Funzioni sensitive, motorie e viscerali (nervi cranici)
3. È in grado di rispondere in modo indipendente a stimoli provenienti dall'ambiente circostante mediante riflessi o azioni stereotipate (regione laterale della formazione reticolare)
4. Centro modulatorio che coordina l'attività delle altre regioni del sistema nervoso centrale, in modo tale da ottimizzare la loro attività (regione mediale della formazione reticolare)

Sezione 4

FORMAZIONE RETICOLARE

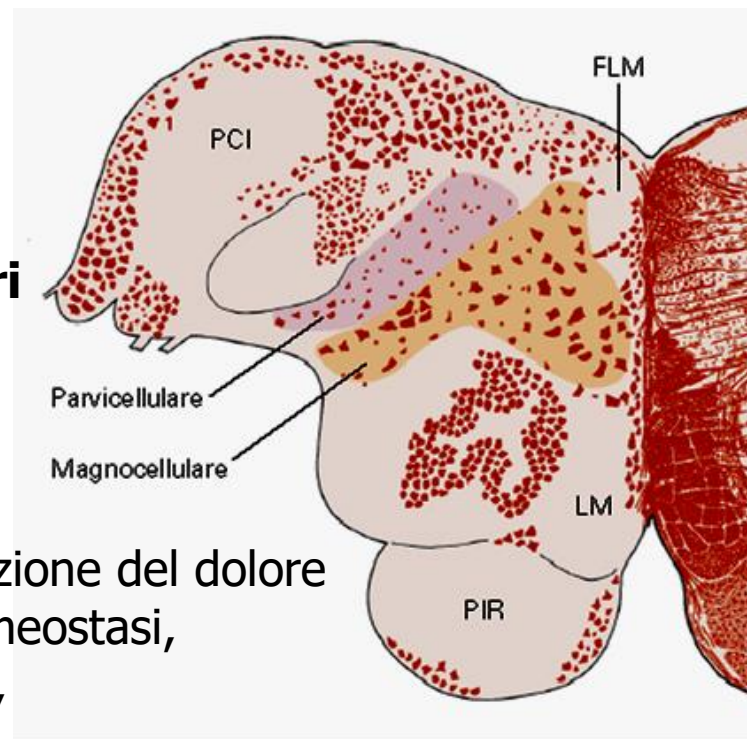
✓ **Regione mediale o magnocellulare**

Regione mediale o magnocellulare contiene neuroni i cui assoni ascendono al proencefalo o discendono al midollo spinale che utilizzano come neurotrasmettitori **acetilcolina e monoamine** (noradrenalina, adrenalina, dopamina, serotonina e istamina).

Nel T.d.E. i diversi gruppi di neuroni dotati di proiezioni lunghe sono distinti a seconda dei neurotrasmettitori sintetizzati. Vengono considerati **sistemi neuromodulatori diffusi (a tutte le regioni del SNC)**.

Questi neuroni regolano funzioni complesse, tra cui:

Stato di vigilanza (anche sonno e veglia), percezione del dolore
Postura, Regolazione SNA per mantenimento omeostasi,
altre funzioni cognitive come attenzione, umore, memoria etc.

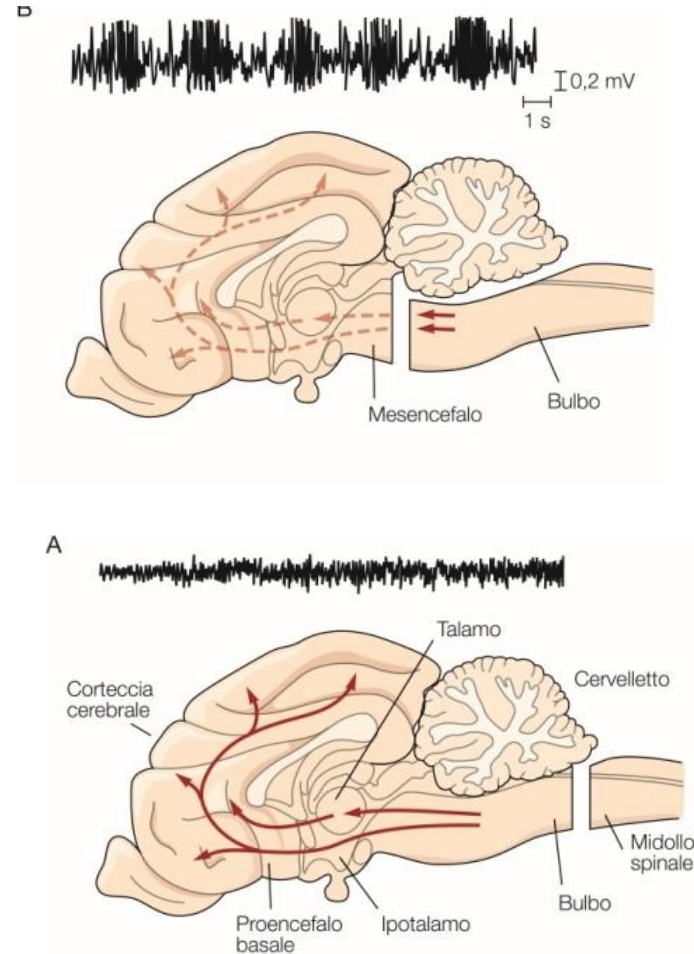


Stato di vigilanza

Un pò di storia...

✓ Esperimenti di Bremer negli anni 30 sul gatto. Sezioni del TdE a livello mesencefalico induce stato sonno, mentre a livello del bulbo mantiene stato di veglia.

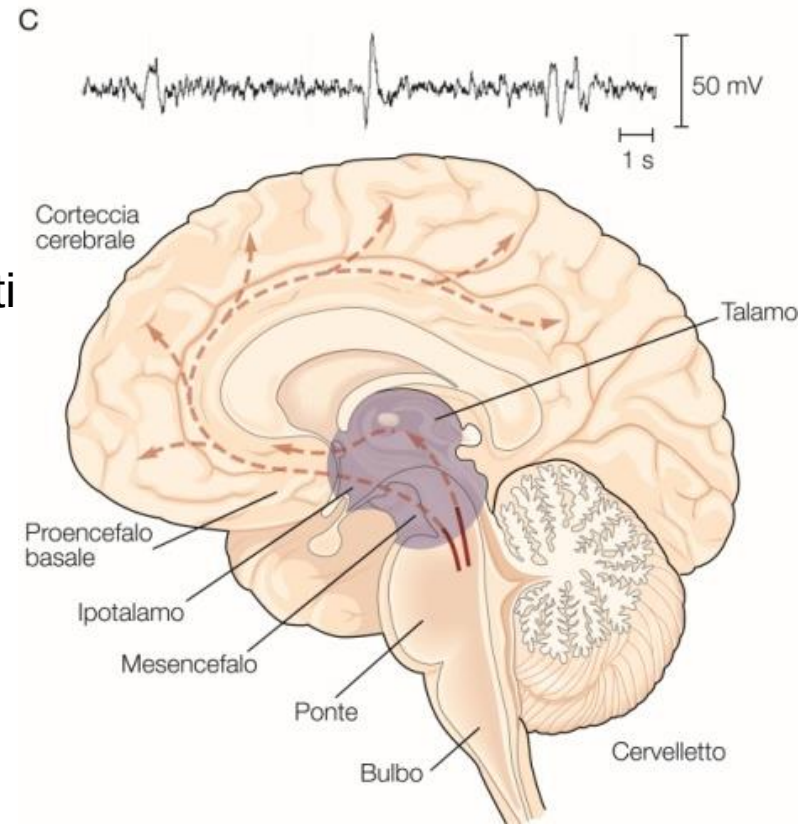
✓ Esperimenti di Moruzzi e Magoun nel 1949 sul gatto. Lesioni della formazione reticolare a livello mesencefalico causavano scomparsa stato di veglia. La stimolazione della formazione reticolare induceva stato di veglia.



✓ Lo stato di veglia è garantito da strutture situate tra ponte e mesencefalo. Queste strutture garantiscono a tutto il cervello uno stato di attivazione generale e sono state incluse nel **sistema ascendente di vigilanza** con altre regioni del cervello che regolano il sonno e la veglia.

Proiezioni ascendenti monoaminergiche e colinergiche del tronco dell'encefalo modulano lo stato di vigilanza

✓ La maggior parte del sistema ascendente di vigilanza è composta da neuroni colinergici e monoaminergici troncoencefalici ma sono implicati anche altri neuroni che utilizzano glutammato, oppure neuroni del proencefalo colinergici e gabaergici.

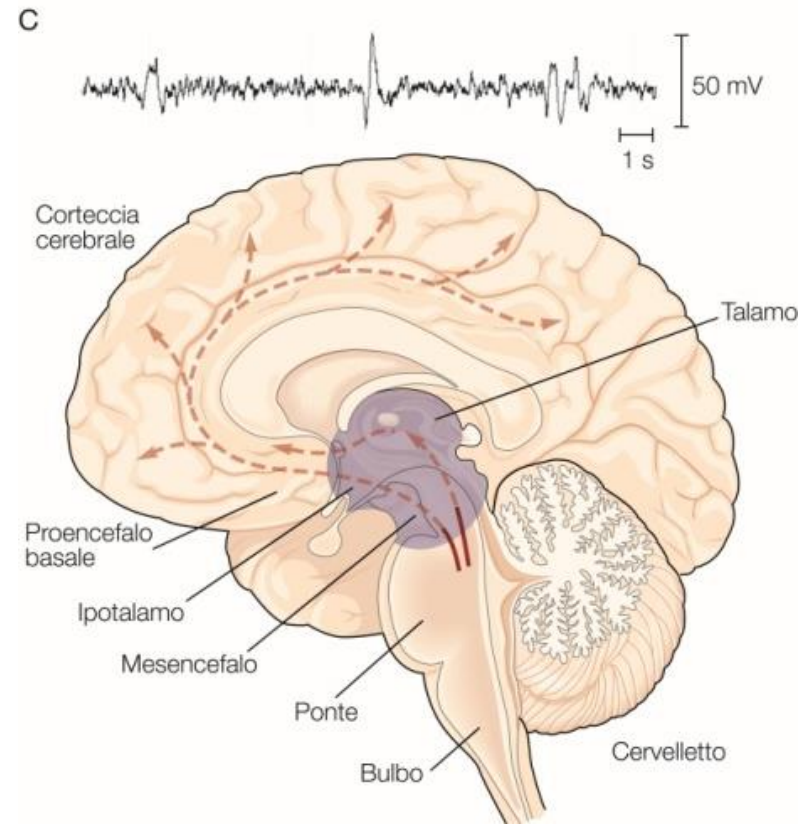


Proiezioni ascendenti monoaminergiche e colinergiche del tronco dell'encefalo modulano lo stato di vigilanza

✓ I neuroni colinergici e monoaminergici generano lo stato di vigilanza attivando, direttamente o indirettamente, la corteccia cerebrale. *Azione prodotta dalla modulazione dell'attività talamica e ipotalamica e del proencefalo basale.*

✓ Le proiezioni del sistema ascendente di vigilanza si dividono in due rami *dorsale (termina al livello talamico) e ventrale (ascende alla corteccia unendosi alle proiezioni ipotalamiche e proencefaliche)*

✓ Le lesioni di uno dei due rami del sistema ascendente può determinare alterazioni dello stato di coscienza come il coma.



Proiezioni ascendenti monoaminergiche e colinergiche del tronco dell'encefalo modulano lo stato di vigilanza

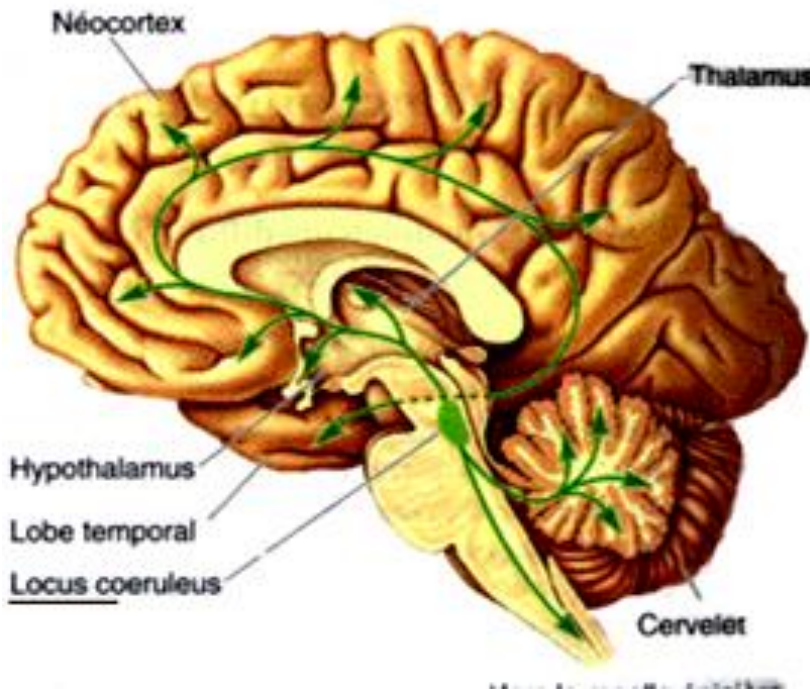
- ✓ La maggior parte dei neuroni del SNC scarica in modo massimale durante la veglia, diminuisce la scarica durante il *sonno ad onde lente* e aumenta di nuovo la scarica durante il sonno REM, mentre i:
 - *Neuroni noradrenergici, serotoninergici e istaminergici* presentano massima attività durante la veglia e minima attività durante sonno non-REM e assente attività nel REM.
 - *Neuroni colinergici* diminuiscono attività durante fase non-REM, mentre massima attività durante fase REM.
- ✓ Lo stato di vigilanza è influenzato da molti agenti farmacologici che agiscono su monoamine e acetilcolina.

(Nicotina, amfetamina e cocaina agenti stimolanti che inducono lo stato di veglia. Antistaminici inducono sonnolenza, SSRI riducono sonno REM. Pazienti con Morbo di Parkinson vanno incontro alla perdita di neuroni dopaminergici e noradrenergici e durante il giorno tendono alla sonnolenza.)

SISTEMI NEUROMODULATORI DIFFUSI

✓ SISTEMA NORADRENERGICO

➤ Le vie noradrenergiche prendono origine nel **locus coeruleus** e dal tegmento laterale del TdE



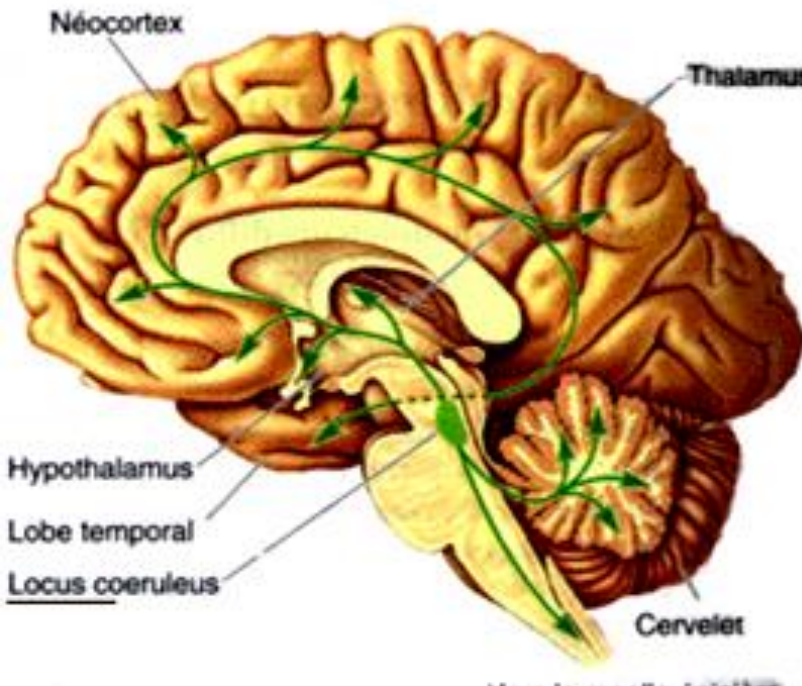
➤ Sistema ascendente di vigilanza. I rami ascendenti salgono ad innervare talamo (ramo dorsale) e ipotalamo e proencefalo basale (ramo ventrale) che a sua volta proietteranno ad altre regioni cerebrali influenzando lo stato di vigilanza

➤ Presentano massima attività durante la veglia, minima attività durante sonno non-REM e assente attività nel REM.

➤ I rami discendenti raggiungono il midollo spinale per la modulazione della percezione del dolore

SISTEMI NEUROMODULATORI DIFFUSI

✓ SISTEMA NORADRENERGICO



➤ I gruppi cellulari noradrenergici inviano cospicue proiezioni ai motoneuroni per la facilitazione di attività motorie stereotipate quali masticazione, nuoto o locomozione.

➤ Implicati nella regolazione del SNA e respirazione. In particolare, nel mantenimento del tono vascolare e vasomotore

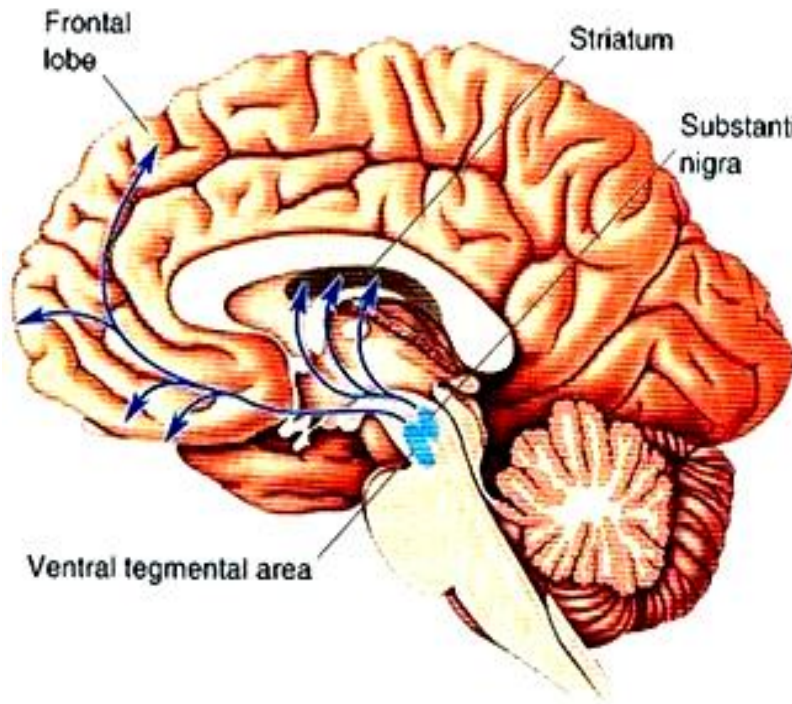
➤ Importante ruolo funzionale nell'attenzione. In particolare per la componente dell'allerta rappresentate da due modalità di scarica tonica e fasica.

➤ Ipotesi monoaminergica (noradrenalina e serotonina) nei disturbi dell'umore.

SISTEMI NEUROMODULATORI DIFFUSI

SISTEMA DOPAMINERGICO

✓ Le vie dopaminergiche prendono origine nella **substantia nigra** (mesencefalo) e dal **tegmento ventrale** del TdE



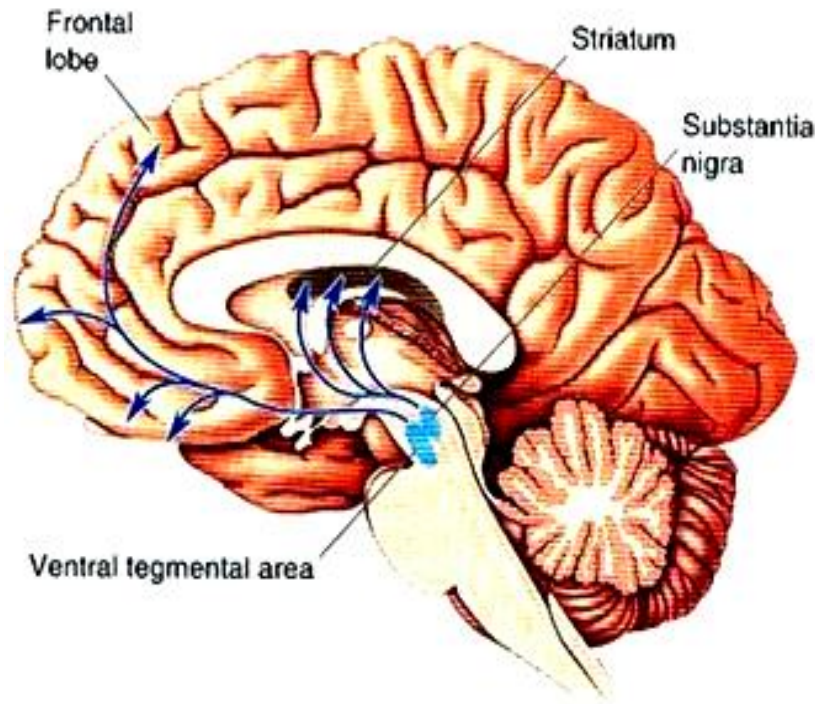
➤ Proiezioni ascendenti che regolano lo stato di vigilanza (sistema ascendente di vigilanza)

➤ Il sistema dopaminergico è importante per l'attività motoria. Le proiezioni dopaminergiche dalla substantia nigra allo striato dei nuclei della base influenzano il processo d'avvio delle risposte comportamentali (alterazione es. Morbo di Parkinson).

➤ Proiezioni ascendenti alla corteccia prefrontale dorsolaterale (DLPFC) potenziano memoria operativa. Antagonisti dopamina riducono capacità ricordare una particolare sede, mentre agonisti aumentano attività DLPFC durante compito memoria.

SISTEMI NEUROMODULATORI DIFFUSI

SISTEMA DOPAMINERGICO

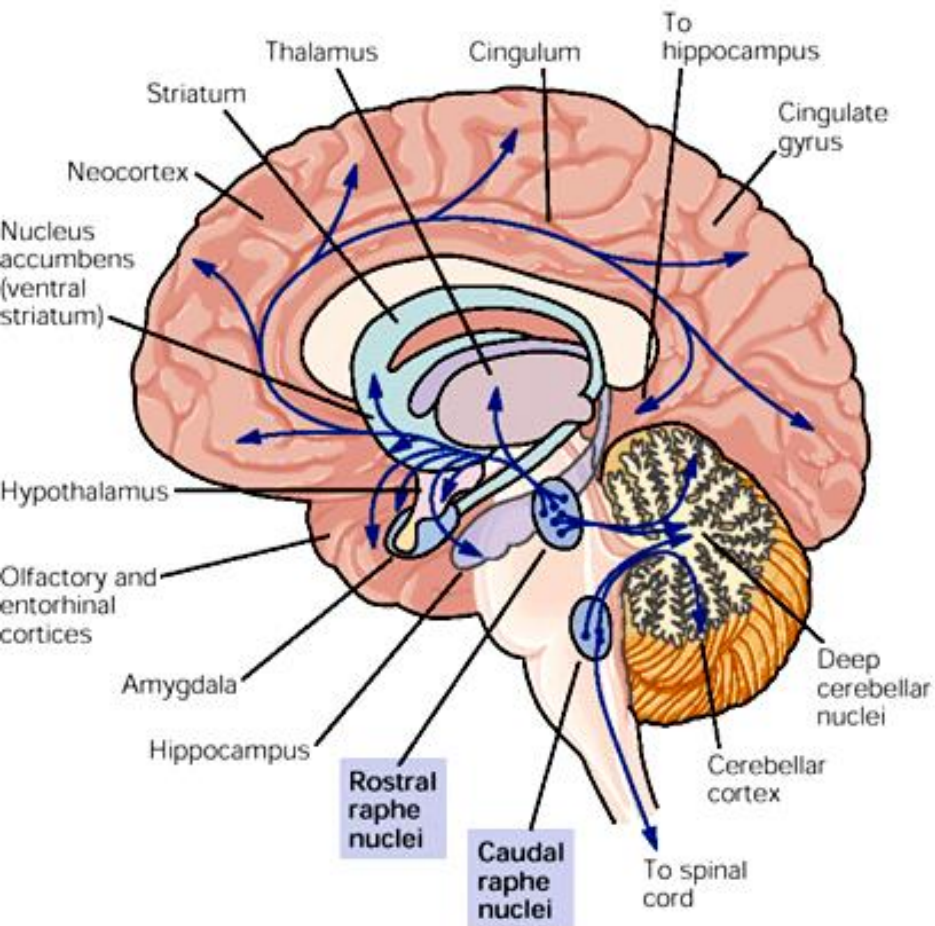


- Implicata nell'apprendimento basato sulla ricompensa. Le ricompense rinforzano i comportamenti e, dunque, la motivazione. L'attività dopaminergica aumenta quando vengono date ricompense inattese o in presenza di stimoli (condizionati) che prevedono una ricompensa successiva.
- Ipotesi dopaminergica nella genesi della schizofrenia. Gli antipsicotici agiscono sui sistemi dopaminergici.

SISTEMI NEUROMODULATORI DIFFUSI

✓ SISTEMA SEROTONINERGICO

➤ Le vie **serotoninergiche** prendono origine **nei nuclei del rafe** (rostrale e caudale) del TdE



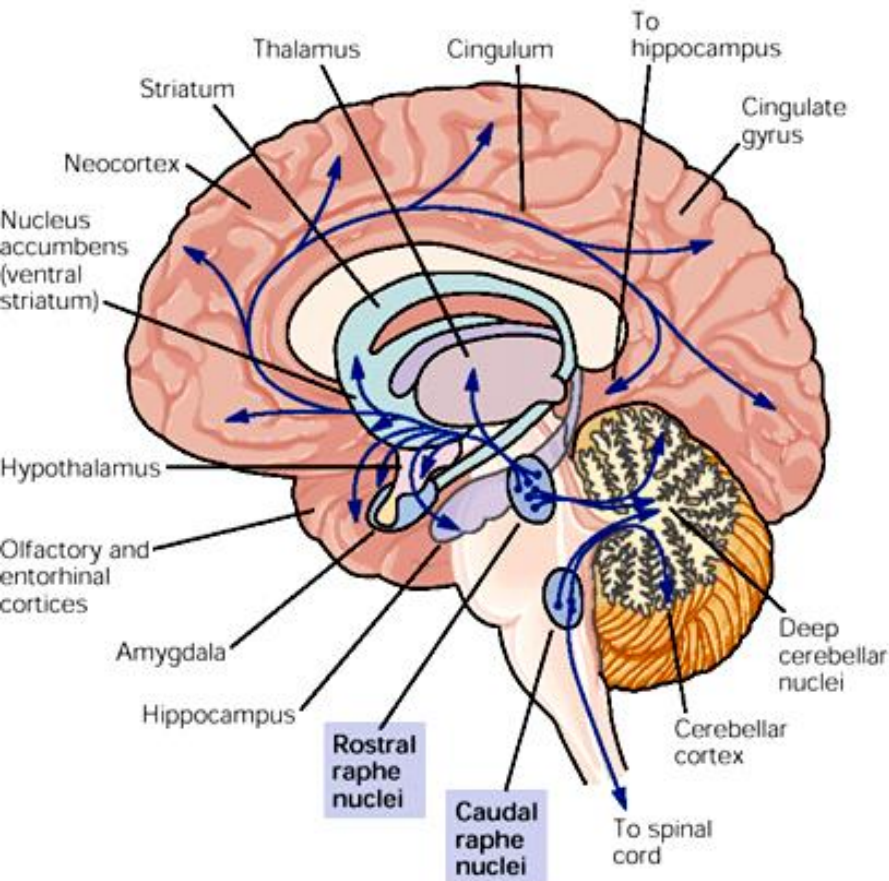
➤ Sistema ascendente di vigilanza

➤ Le cellule più dorsali o rostrali proiettano diffusamente al proencefalo contribuendo a regolare il ciclo sonno-veglia, presentando massima attività durante la veglia e minima attività durante sonno non-REM e assente attività nel REM.

➤ Regola molte funzioni del SNA come peristalsi intestinale, termoregolazione, controllo cardiovascolare e respirazione (chemocettori centrali)

SISTEMI NEUROMODULATORI DIFFUSI

✓ SISTEMA SEROTONINERGICO



➤ Neuron serotoninergici importante ruolo funzionale nell'avvio di programmi motori (assunzione cibo o locomozione)

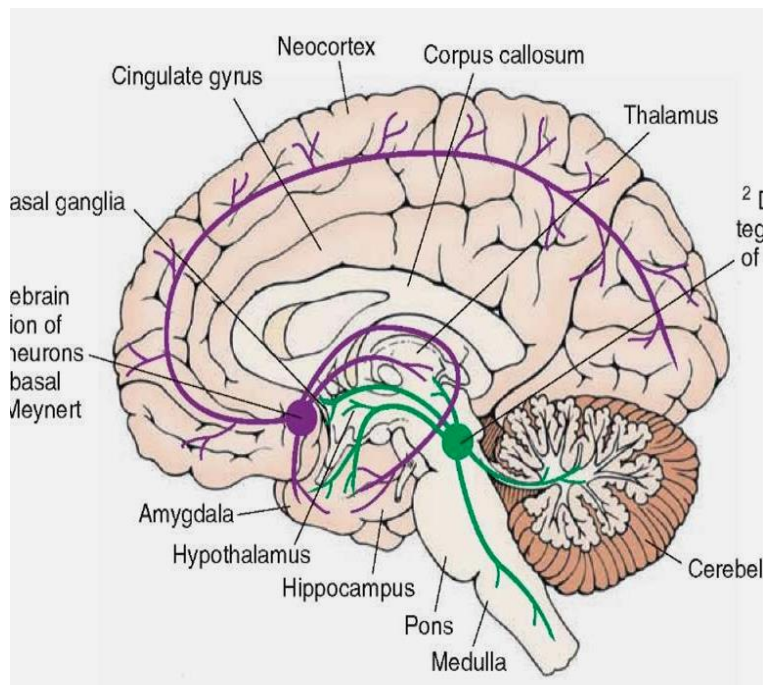
➤ Le cellule della parte caudale proiettano al midollo spinale contribuendo alla regolazione della percezione del dolore (precursori della serotonina 5-HT utilizzati per il trattamento dell'emicrania, ma anche antidepressivi e SSRI)

➤ Ipotesi monoaminergica (noradrenalina e serotonina) nei disturbi dell'umore.

SISTEMI NEUROMODULATORI DIFFUSI

✓ SISTEMA ACETILCOLINERGICO

➤ Il numero maggiore di neuroni **colinergici** (escludendo i motoneuroni) si trovano nel **mesencefalo e proencefalo basale**



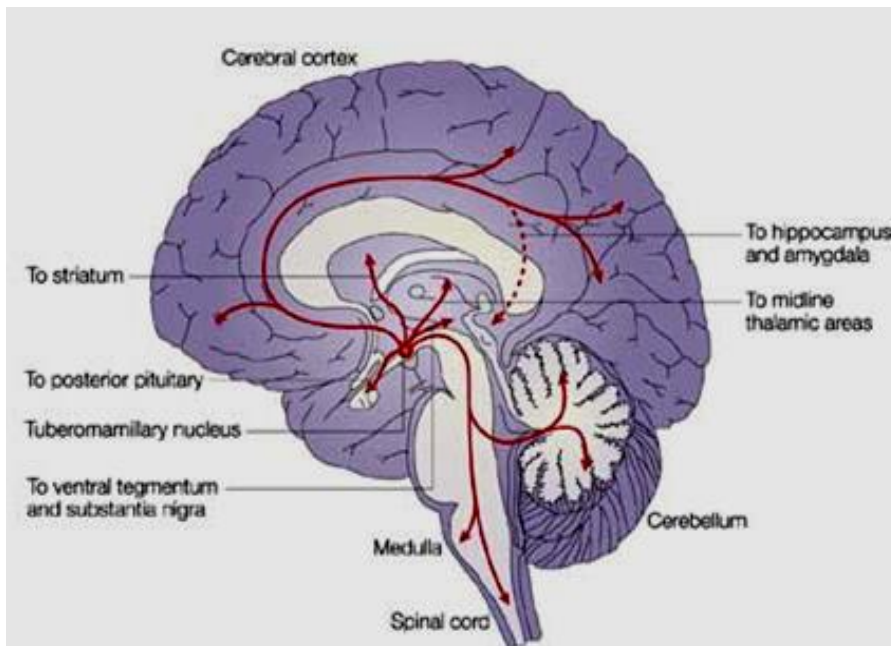
➤ Sistema ascendente di vigilanza. Le cellule mesencefaliche proiettano al talamo (ramo dorsale). Le cellule del proencefalo basale (nucleo di Meynert) proiettano a tutta la corteccia cerebrale (ramo ventrale), all'ippocampo e all'amigdala.

➤ *Neuroni colinergici implicati nel ciclo sonno-veglia* diminuiscono attività durante fase non-REM, mentre massima attività durante fase REM del sonno.

SISTEMI NEUROMODULATORI DIFFUSI

✓ SISTEMA ISTAMINERGICO

➤ Il numero maggiore di neuroni **istaminergici** si trovano nel **nucleo tuberomammillare** dell'IPOTALAMO



➤ Sistema ascendente di vigilanza. I rami ascendenti salgono ad innervare talamo (ramo dorsale) e proencefalo basale (ramo ventrale) che a sua volta proietteranno ad altre regioni cerebrali influenzando lo stato di vigilanza

➤ Massima attività durante la veglia e minima attività durante sonno non-REM e assente attività nel REM (antistaminici inducono sonnolenza).

- <https://www.youtube.com/watch?v=p0NkhqRd5YI>