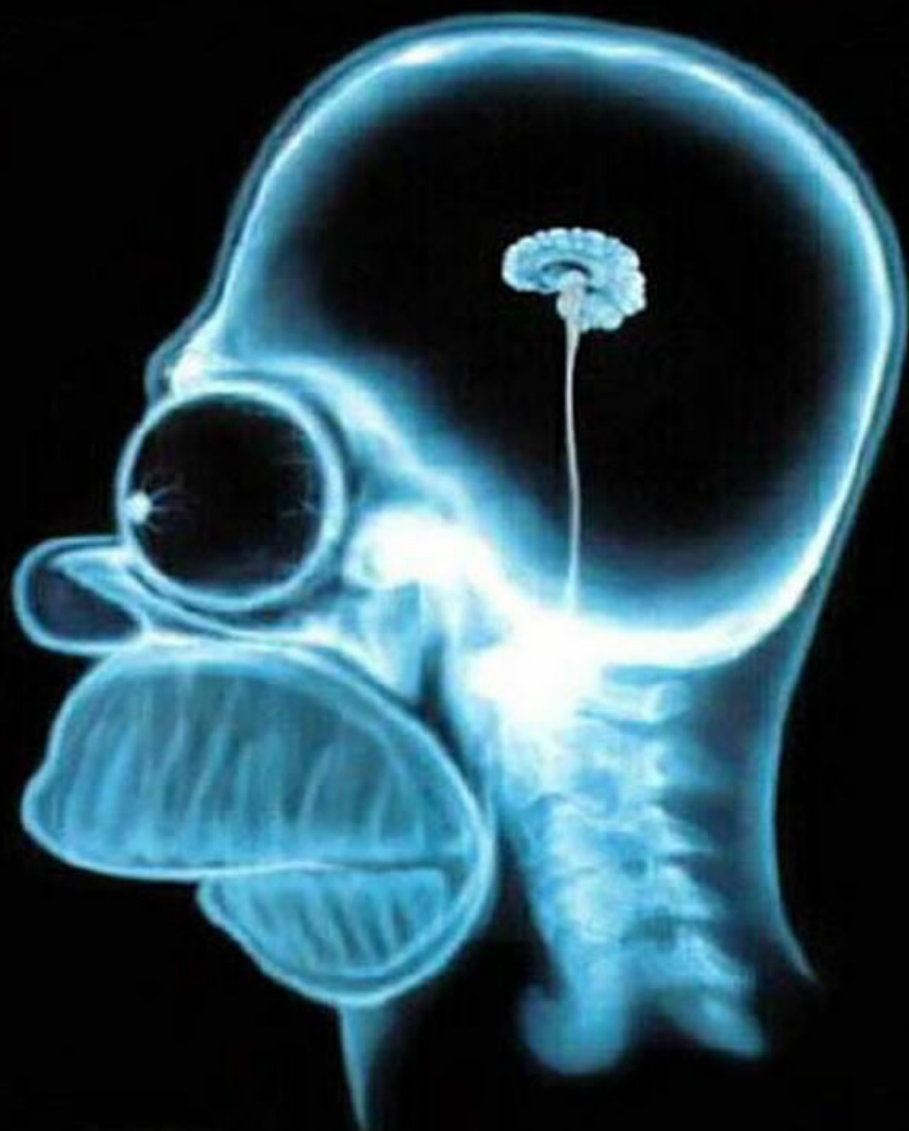
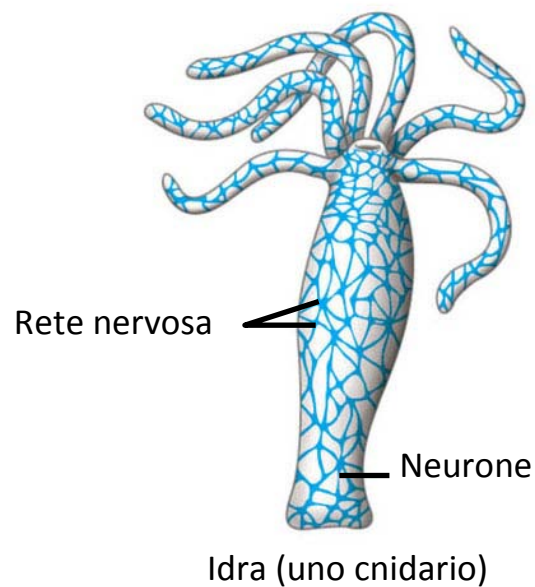




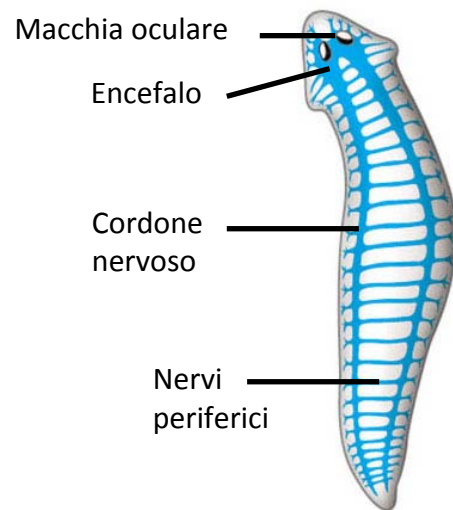
Organizzazione del sistema nervoso

www.fisiokinesiterapia.biz

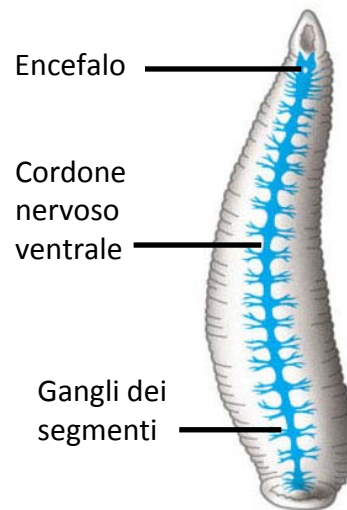
- Nel regno animale si sono evoluti diversi tipi di sistema nervoso. Gli organismi a simmetria radiale hanno uno dei modelli più semplice di sistema nervoso, costituito da una rete nervosa, ossia da un sistema a reticolo di neuroni che si estende per tutto il corpo.



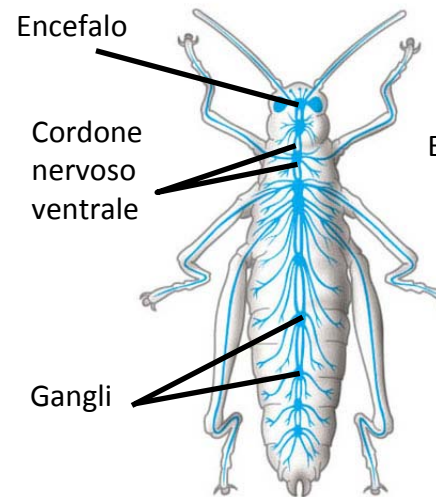
- La maggior parte degli animali presenta simmetria bilaterale, con due aspetti evolutivi caratteristici:
 - la **cefalizzazione**, cioè la concentrazione delle strutture nervose presso l'estremità anteriore;
 - la **centralizzazione**, ossia la presenza di un sistema nervoso centrale separato da quello periferico.



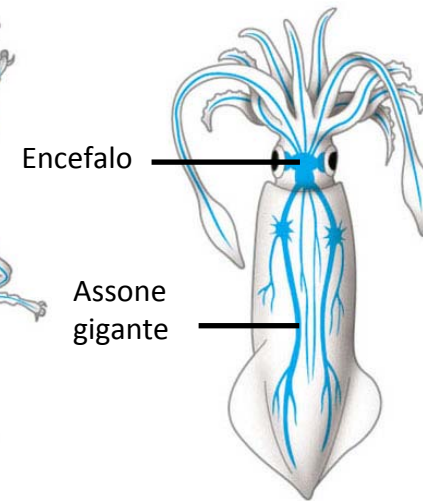
Planaria (un verme piatto)



Sanguisuga (un anellide)

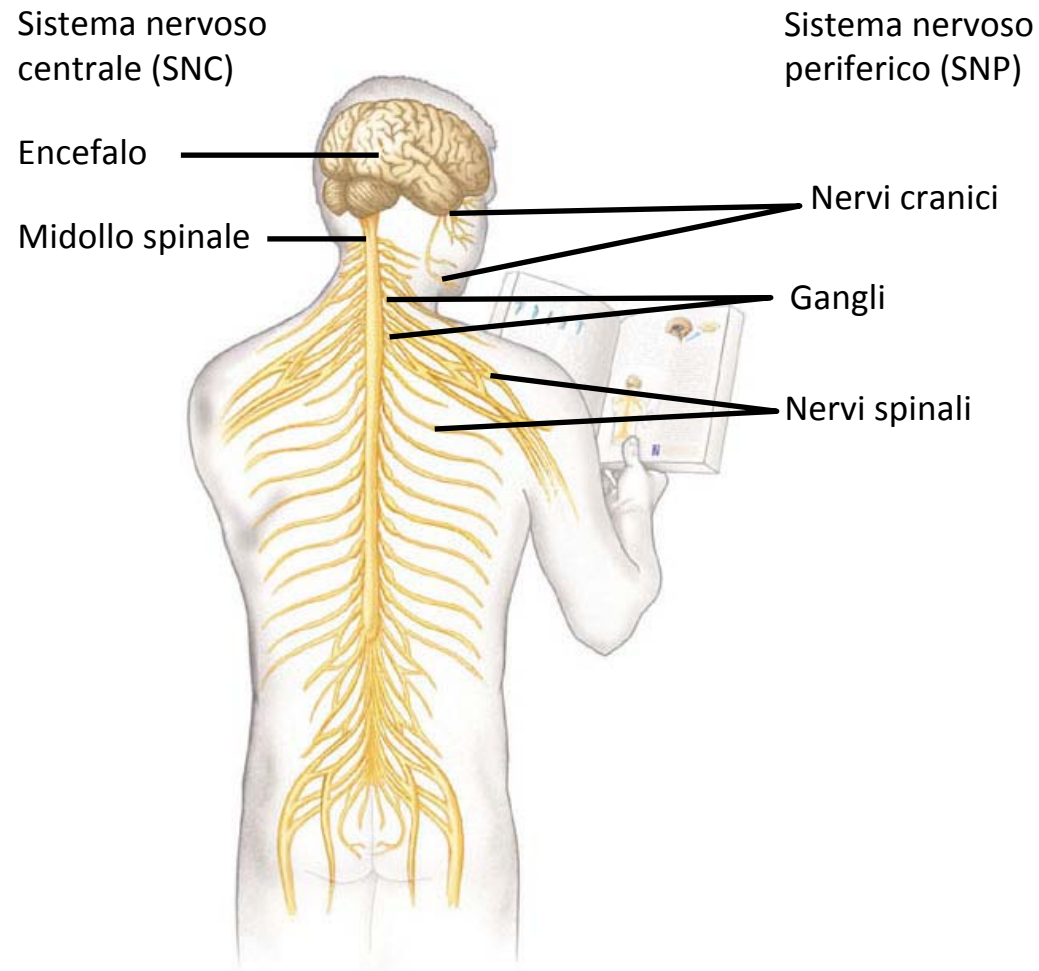


Insetto (un artropode)



Calamaro (un mollusco)

- Il sistema nervoso dei vertebrati presenta un alto livello di centralizzazione e di cefalizzazione

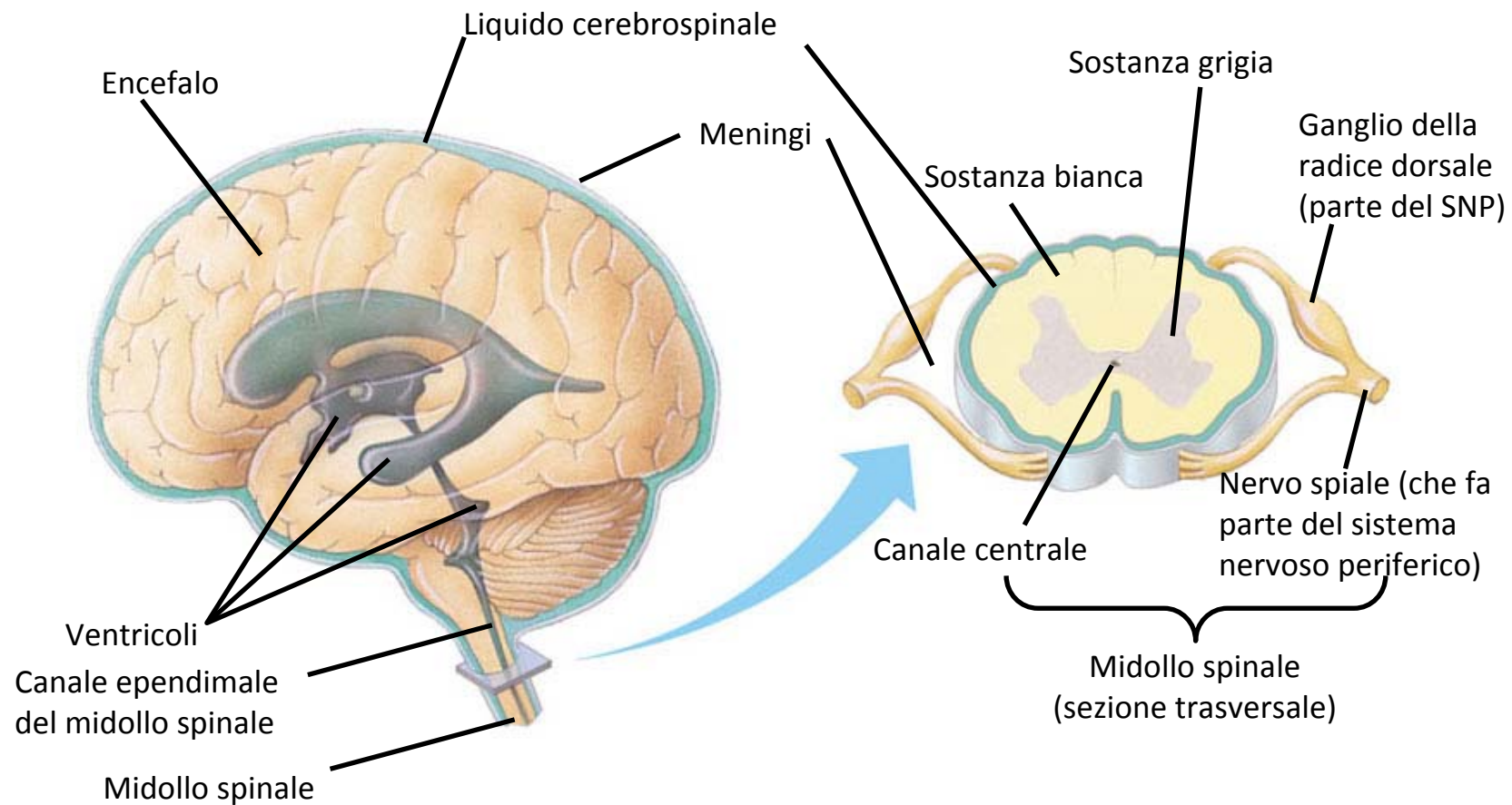


- Il sistema nervoso di tutti i vertebrati presenta alcune somiglianze fondamentali come:
 - la suddivisione in un sistema nervoso centrale (**encefalo e midollo spinale**) e periferico;
 - l'elevato grado di cefalizzazione.

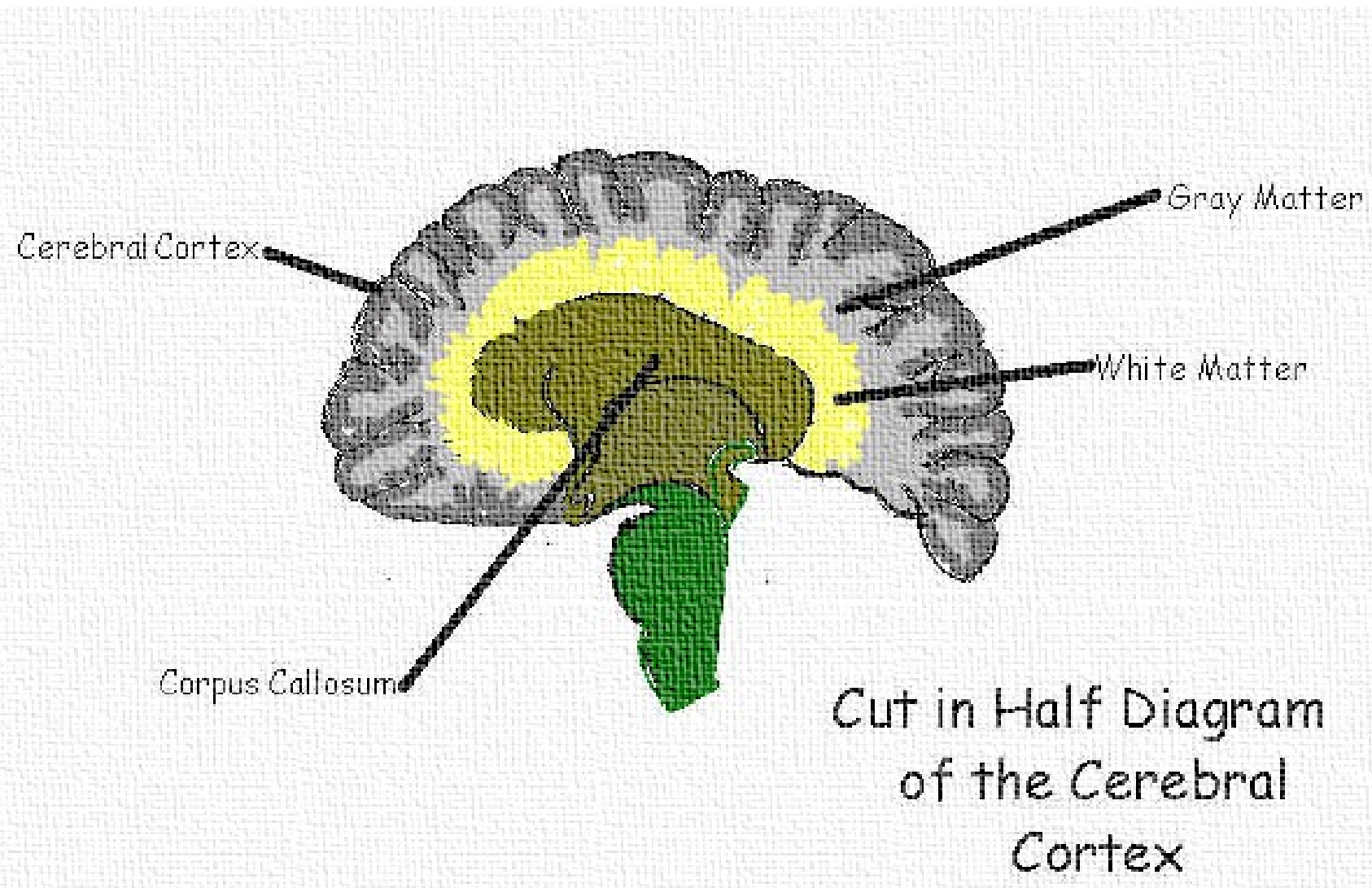
SNC

sistema nervoso centrale

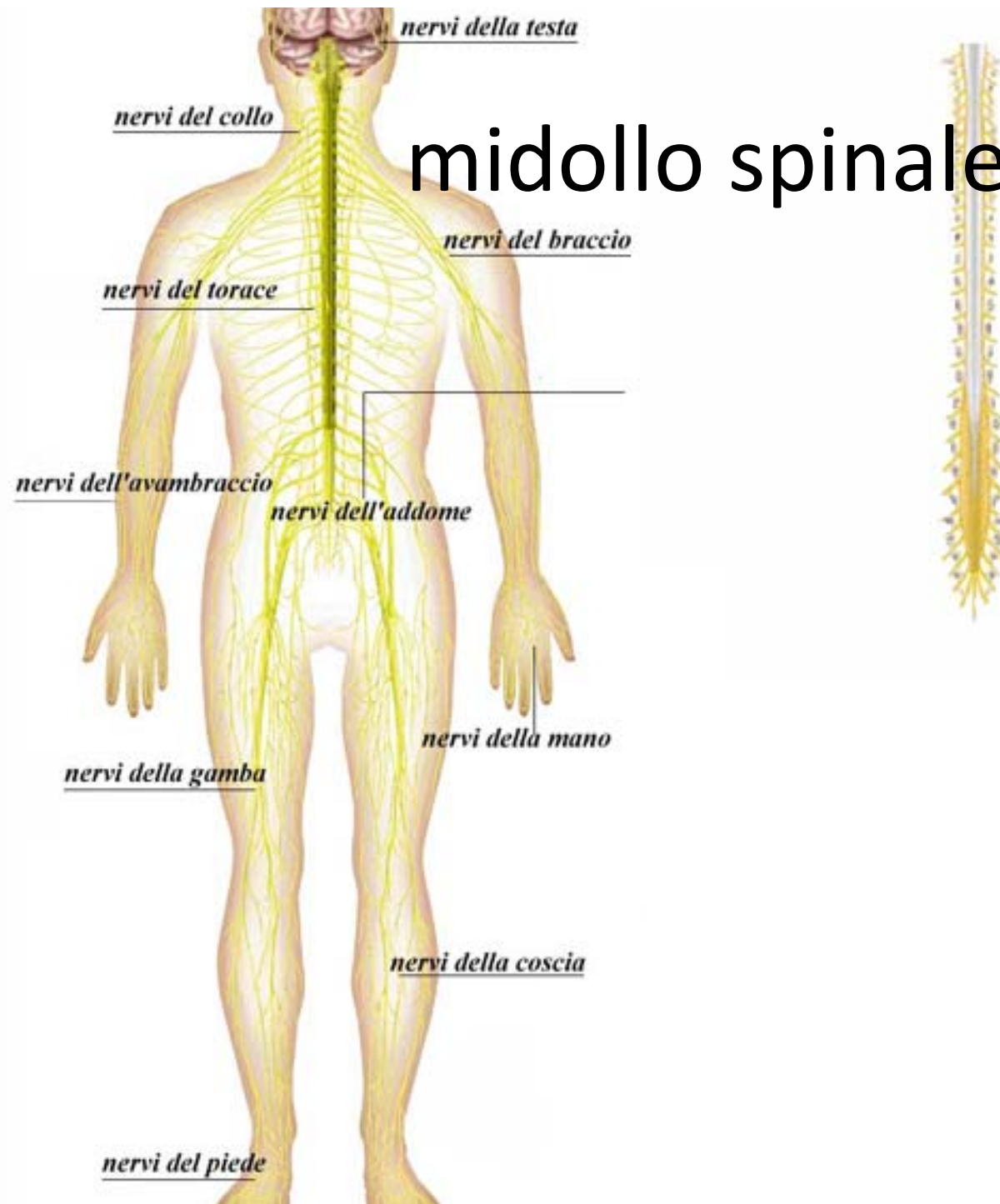
- Cavità interna del SNC e sezione trasversale del midollo spinale:



sostanza bianca/grigia

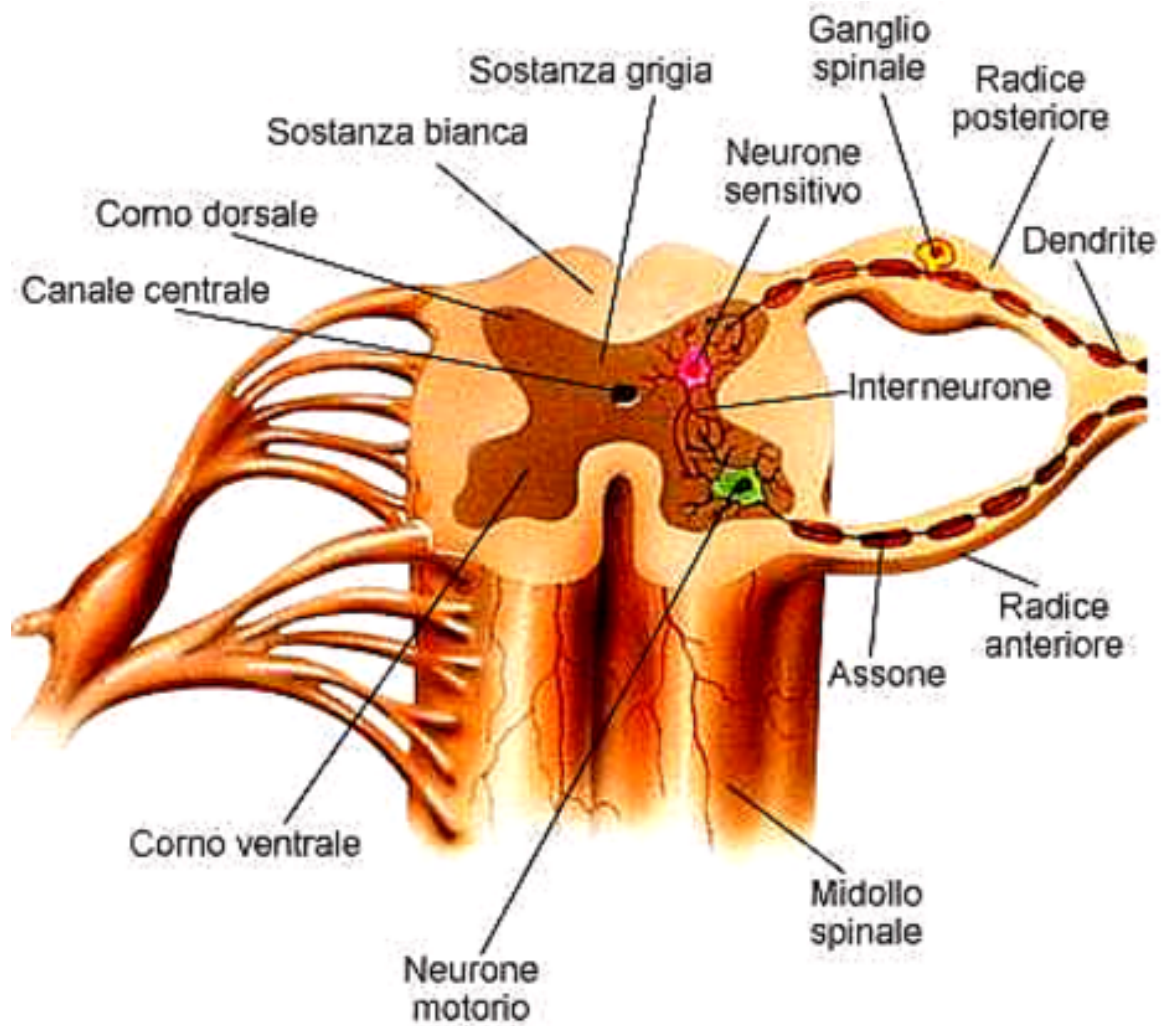


midollo spinale



- Il midollo spinale, lungo circa 45 cm nell'adulto e pesa circa 40 g, è costituito da un fascio di nervi che si estende dal cervello, e stabilisce delle connessioni tra questo e SNP.
- Il midollo spinale è protetto dalle 33 vertebre della **spina dorsale** lunga 70 cm.

midollo spinale



- Il midollo spinale è composto da una sezione interna di materia grigia (che assomiglia molto alla forma di una farfalla) circondata da materia bianca.
- Dai corpi cellulari dei neuroni dei corni anteriori della farfalla partono i motoneuroni del SNP. Nei corpi cellulari delle corna posteriori arrivano le fibre dei neuroni sensoriali del SNP.

midollo spinale



www.fisiokinesiterapia.biz

- **I percorsi sensoriali del midollo spinale:**

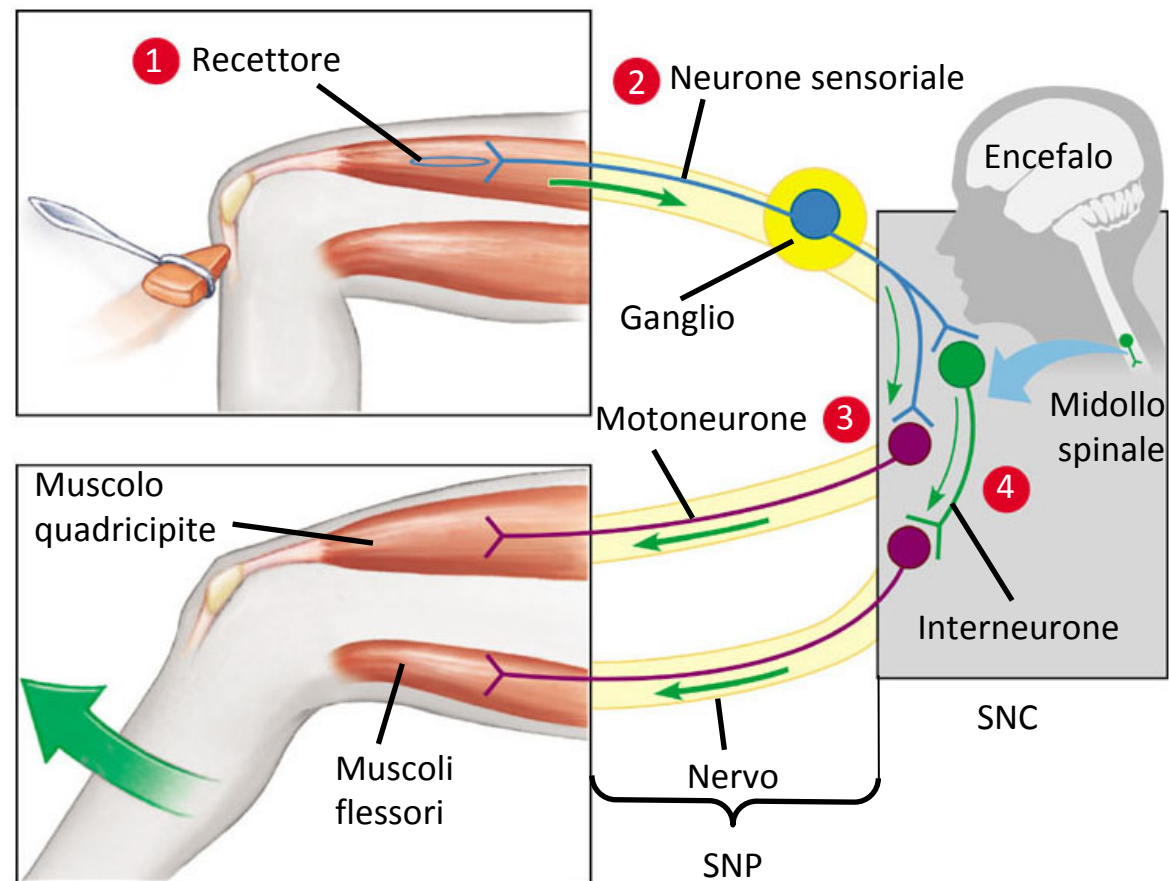
1) **percorso sensoriale ascendente** trasporta informazioni ricevute da tutto il corpo verso specifici livelli del midollo spinale e successivamente verso il cervello. L'informazione proviene da cellule specializzate, come i sensori nella pelle (che si occupano del tatto, del dolore o dei cambiamenti ambientali) e i sensori che monitorano gli organi interni (ad esempio cuore, polmoni, intestino ecc).

2) **percorso senso-motorio discendente**

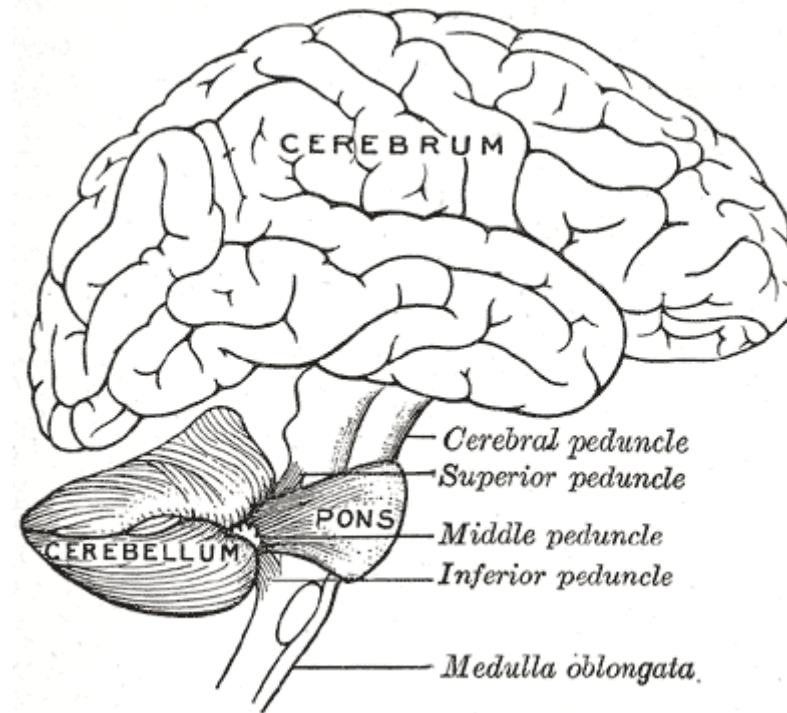
Questo percorso controlla sia i muscoli degli organi interni (es. cuore, stomaco, intestino, ecc.) sia i muscoli coinvolti nei movimenti. Il percorso discendente inizia dai nervi localizzati nel cervello i quali spediscono segnali elettrici al midollo a livelli specifici: qui poi i neuroni trasmettono gli impulsi a parti specifiche del corpo.

3) **riflessi spinali** Il midollo spinale contiene anche parti di circuiti neuronali che sono coinvolti nei **riflessi spinali**. Questi circuiti coinvolgono i messaggi che sono stati ricevuti dai nostri organi di senso, che sono arrivati al midollo spinale, e dal quale è partita una risposta diretta ai muscoli senza necessariamente che il cervello sia stato coinvolto con una decisione.

- Il midollo spinale è sede dei circuiti semplici che producono le risposte automatiche agli stimoli, o **riflessi**.

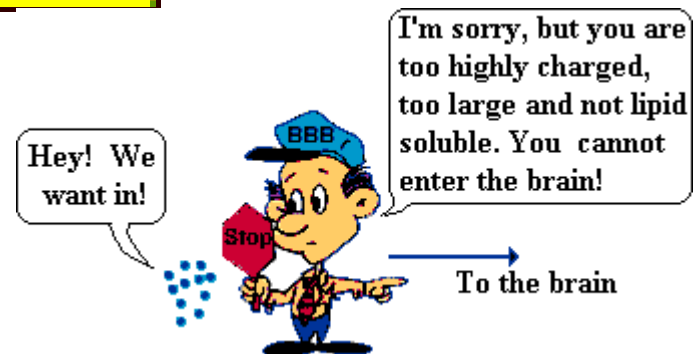


encefalo

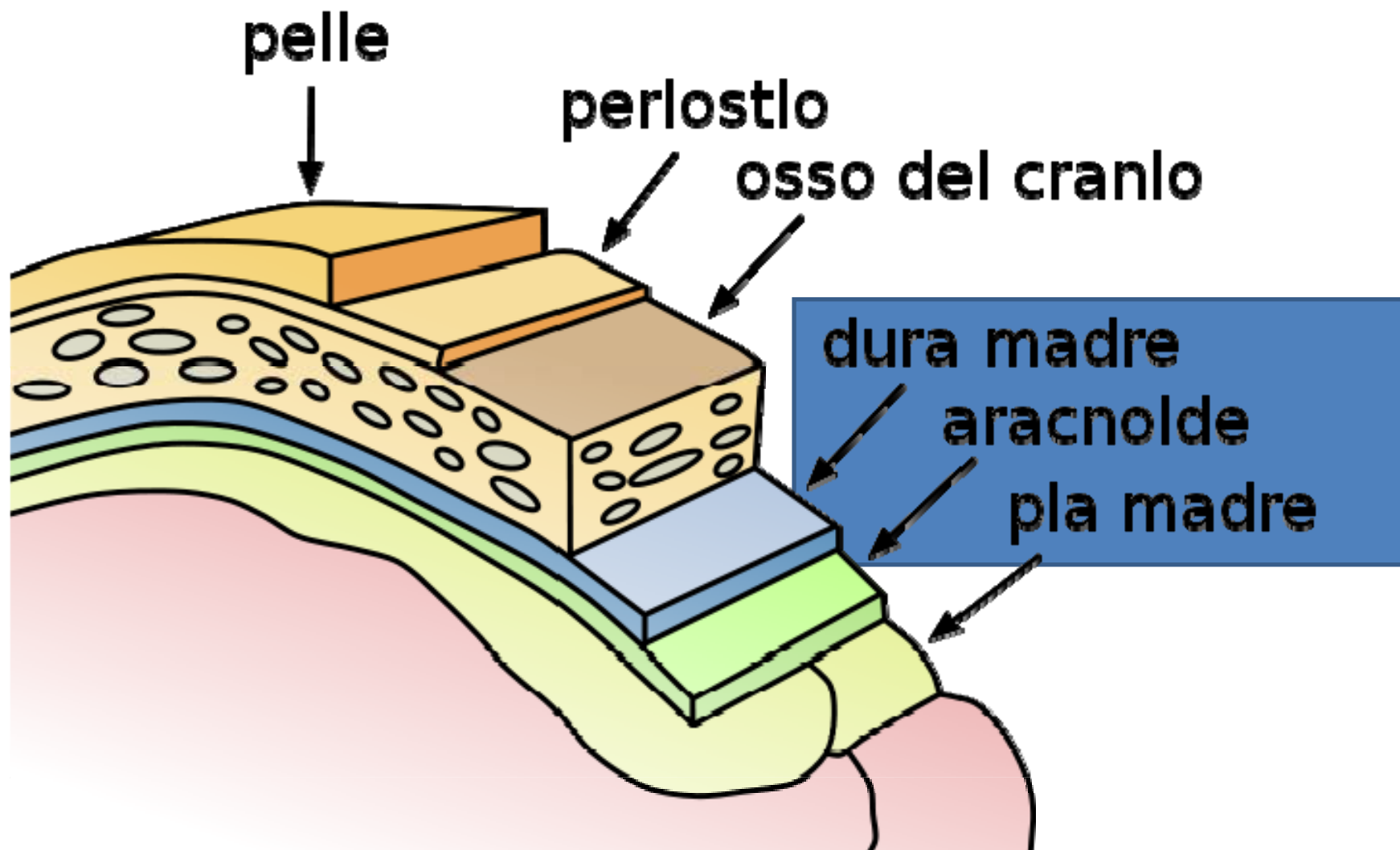


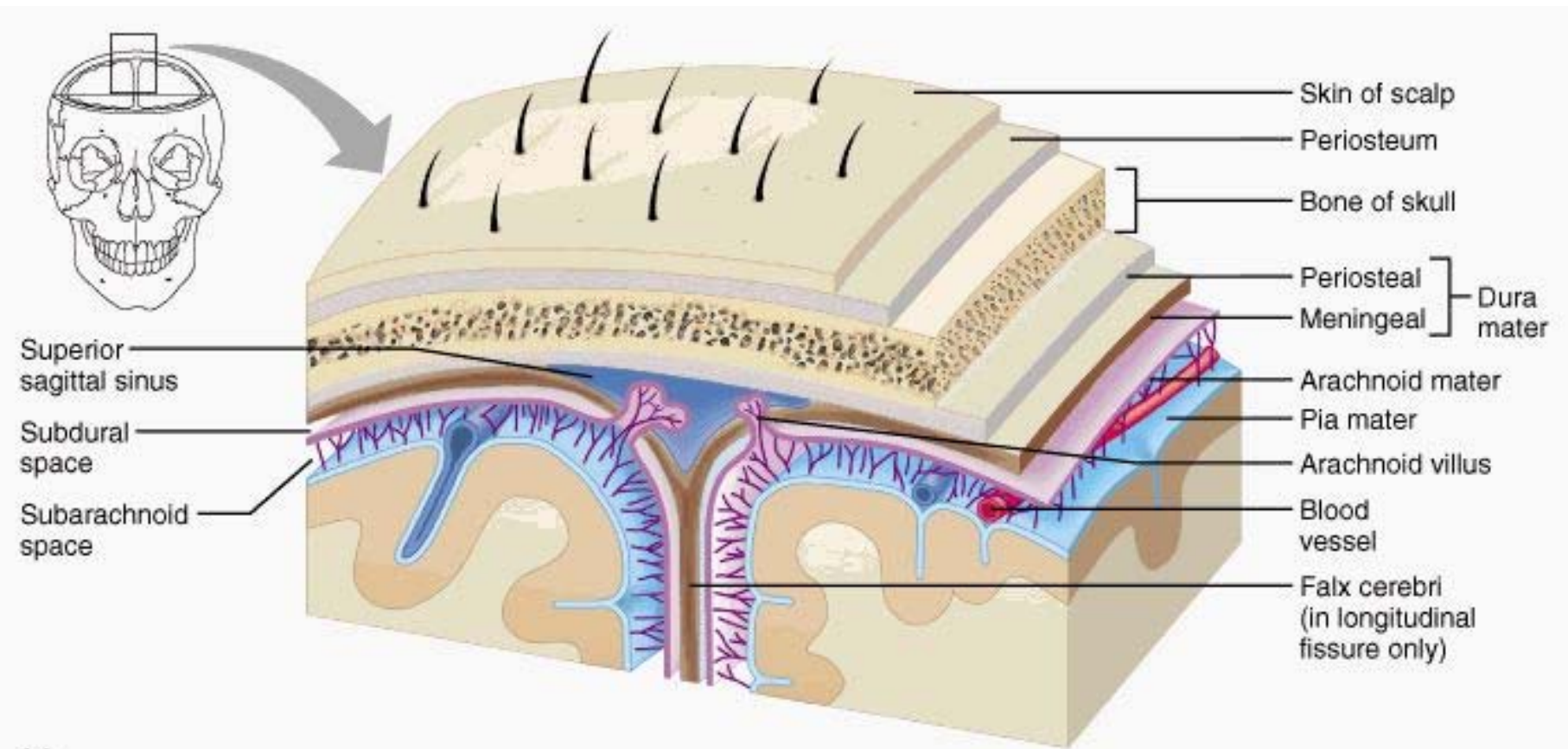
www.fisiokinesiterapia.biz

barriera emato-encefalica



Meningi del SNC

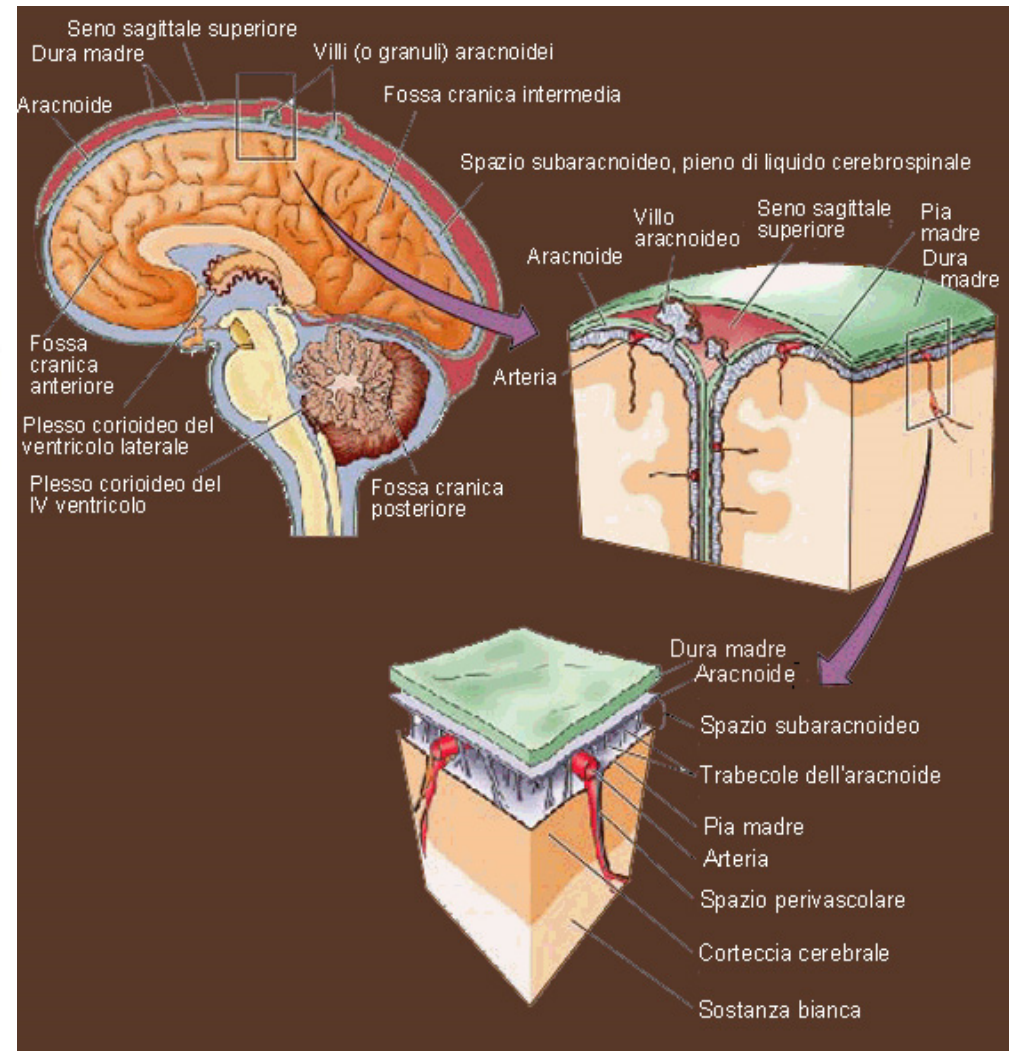
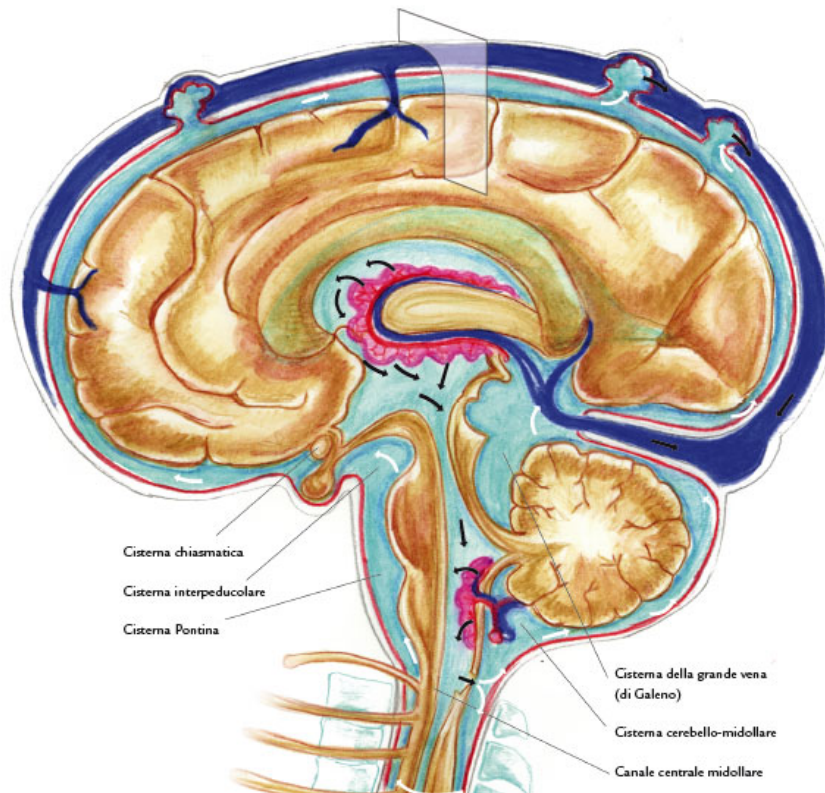




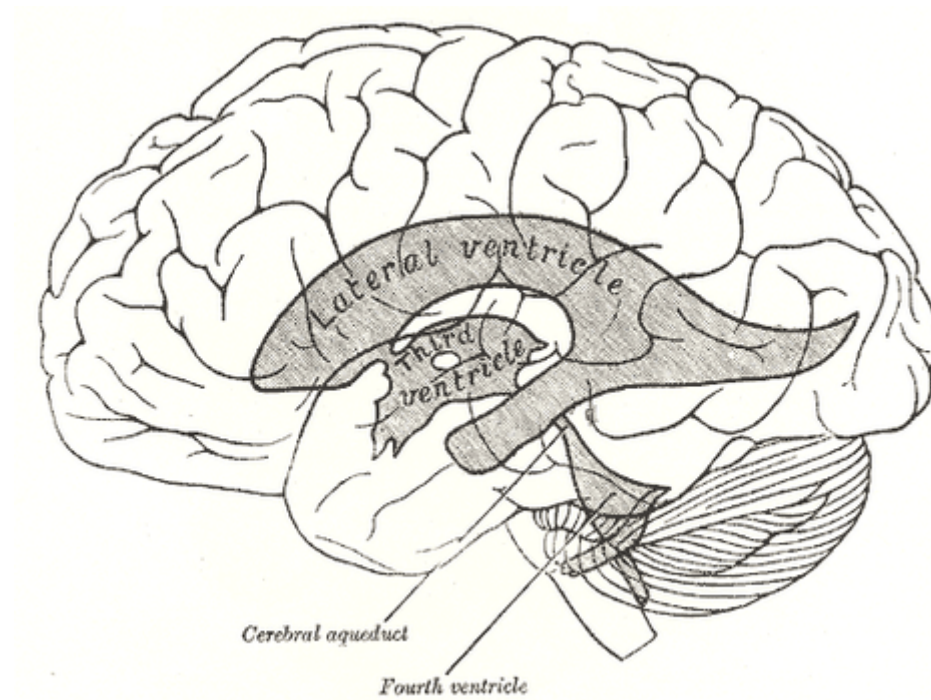
(a)

Copyright © 2001 Benjamin Cummings, an imprint of Addison Wesley Longman, Inc.

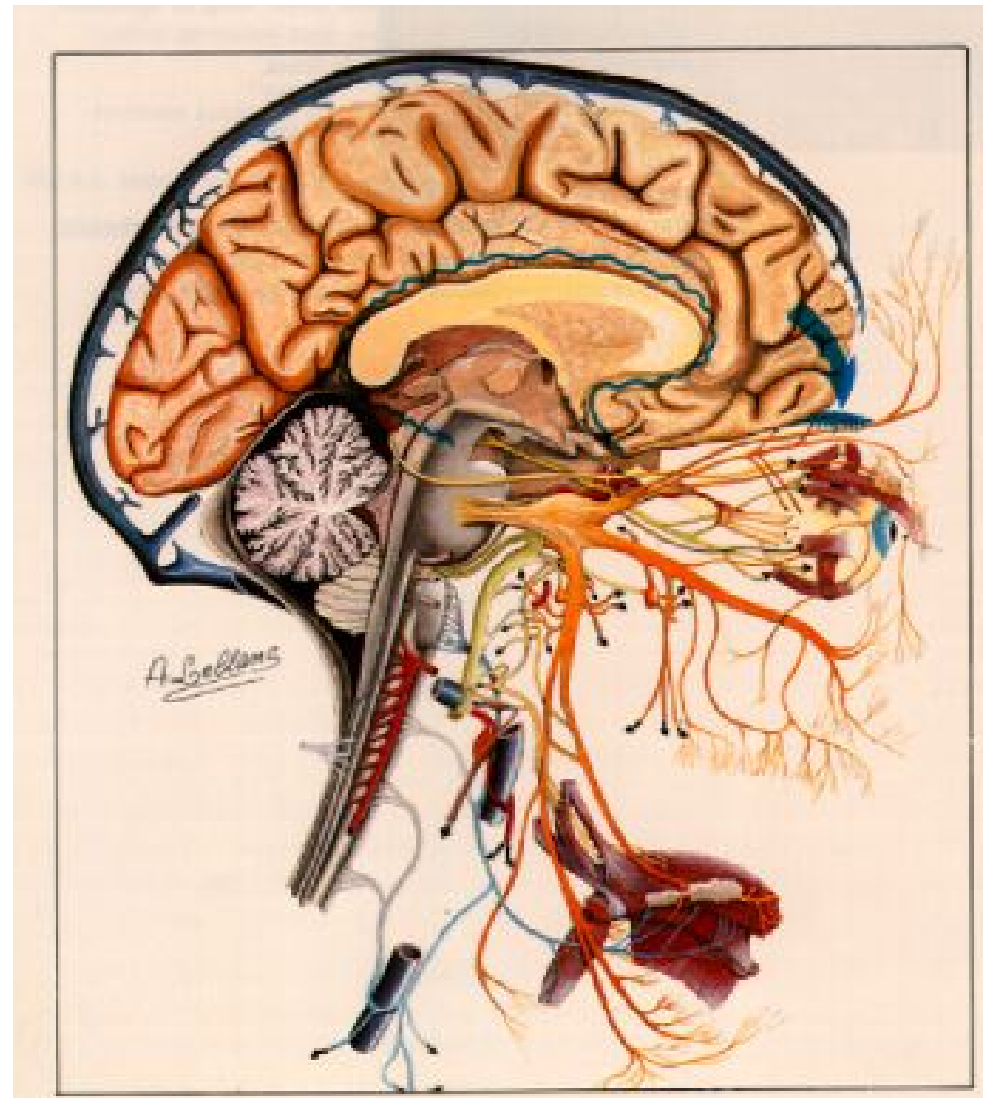
Liquido cefalo-rachidiano o cerebro-spinale



ventricoli

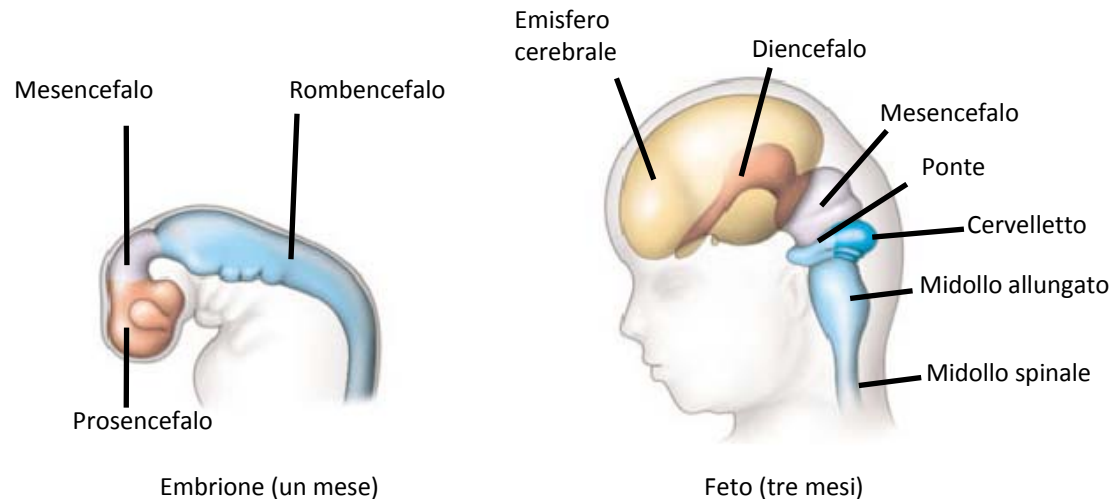
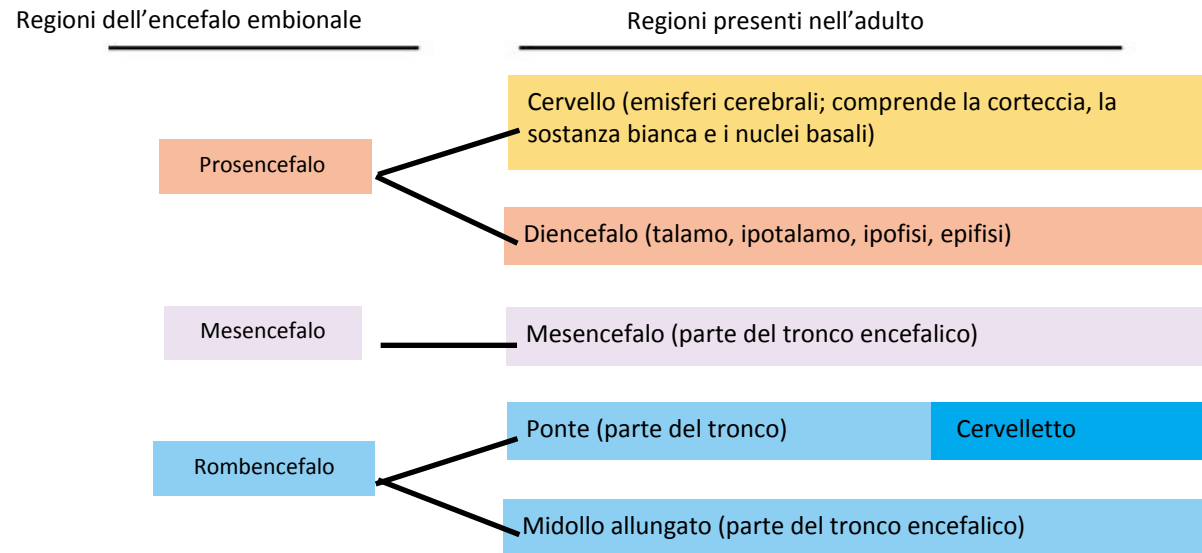


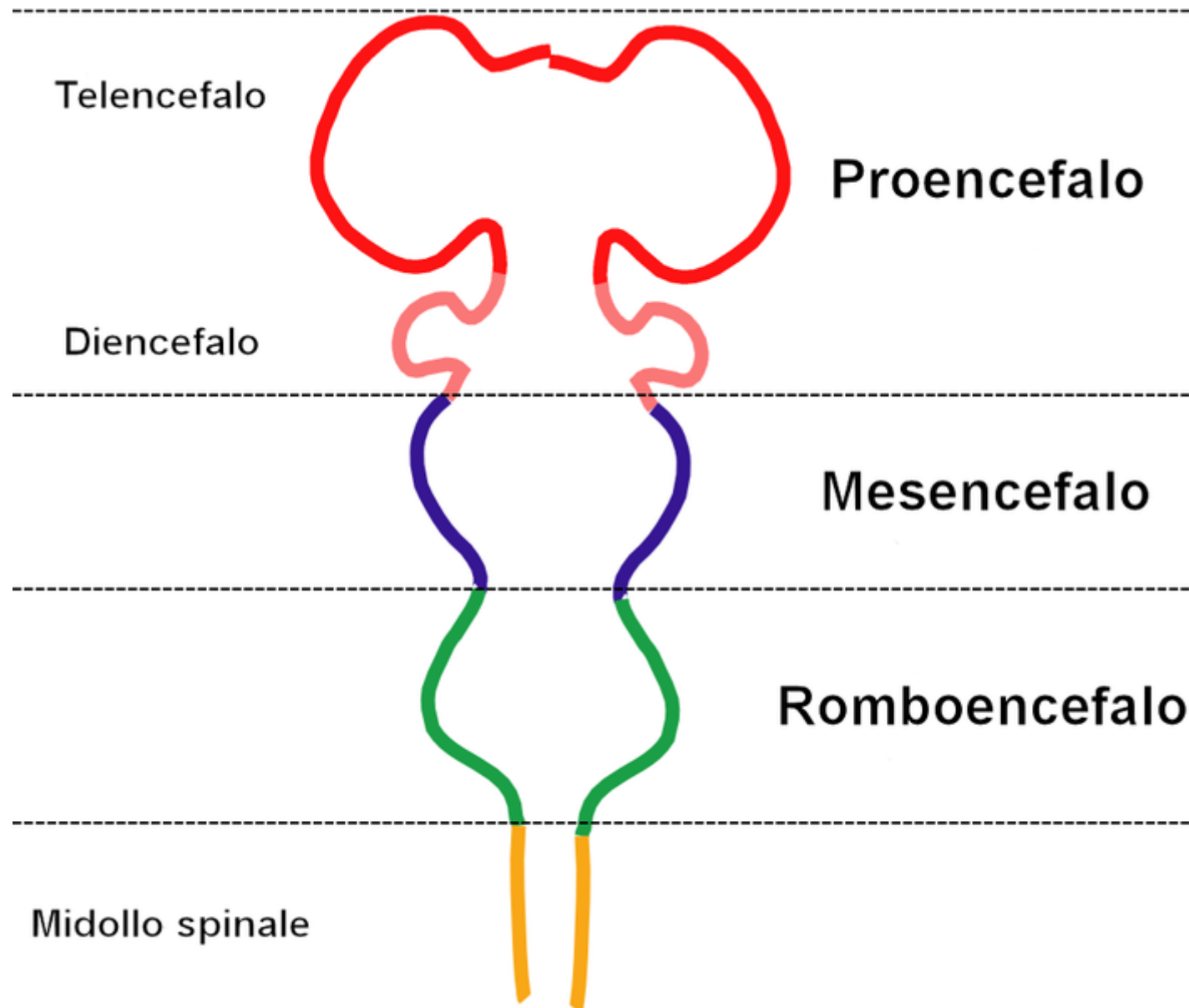
nervi cranici



- L'encefalo si sviluppa a partire da tre dilatazioni anteriori del tubo neurale

Nei vertebrati, durante i primi stadi dello sviluppo embrionale, all'estremità anteriore del tubo neurale compaiono tre rigonfiamenti: prosencefalo, mesencefalo e rombencefalo.

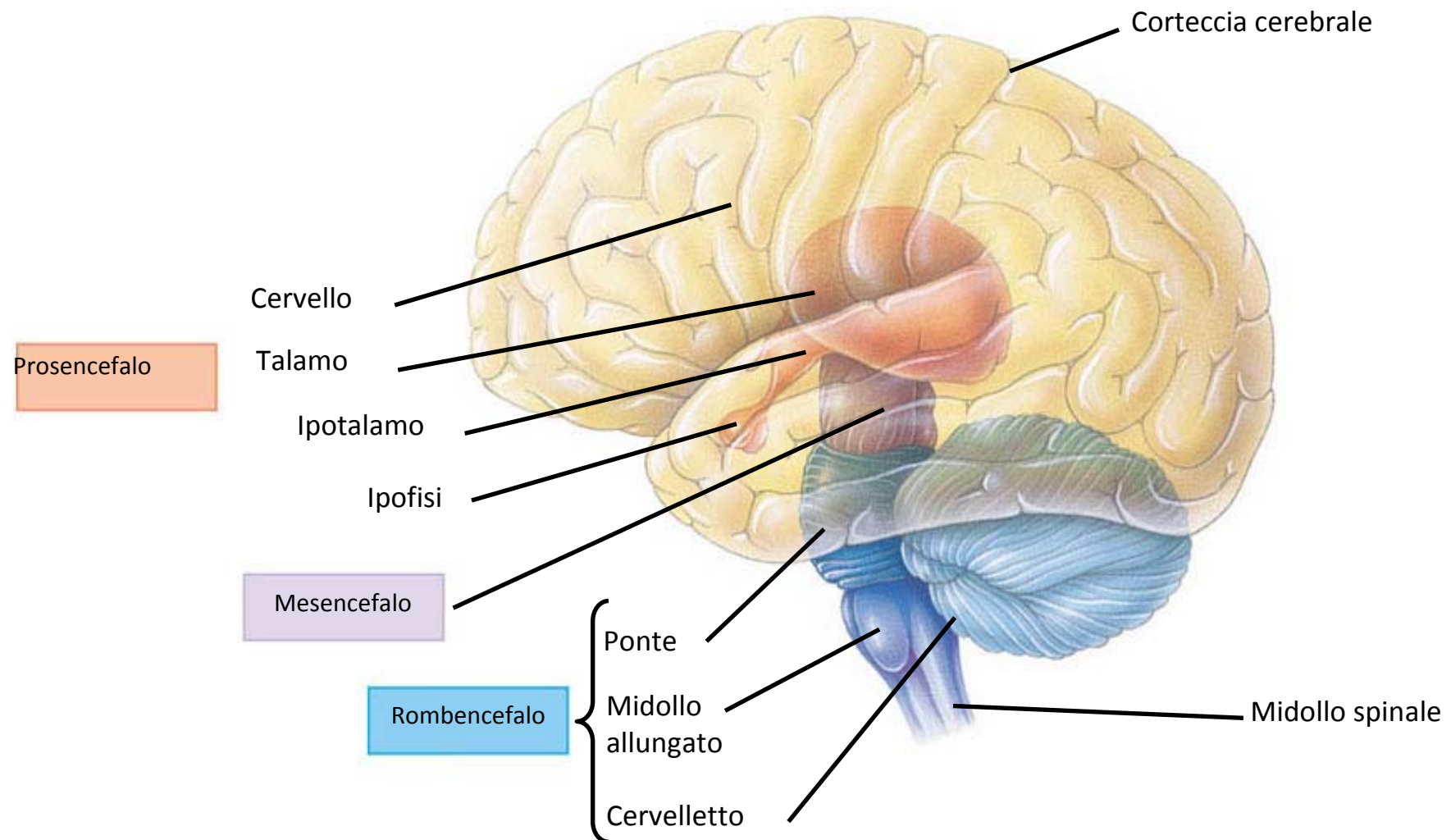




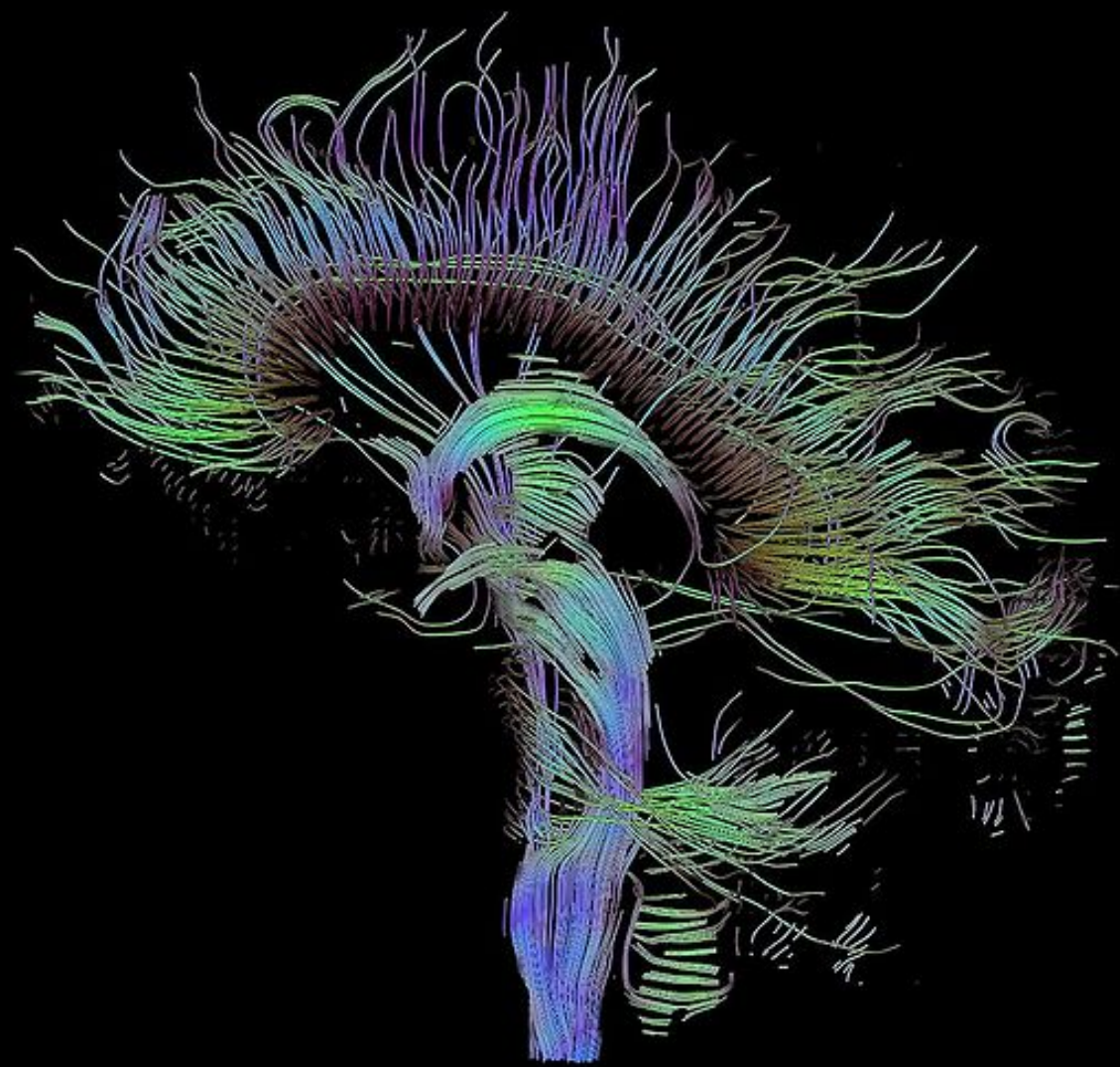
- Se confrontato a quello dei pesci, degli anfibi e dei rettili, il cervello degli uccelli e dei mammiferi è molto più grande, rispetto alle altre parti dell'encefalo.
- Un cervello più ampio è direttamente correlato con il comportamento più elaborato che caratterizza uccelli e mammiferi.

- La struttura di un supercomputer vivente:
l'encefalo umano
 - L'encefalo umano è più potente di qualsiasi computer.
 - È formato da tre regioni principali che si sono evolute considerevolmente rispetto alle forme originali ancestrali:
 - prosencefalo;
 - mesencefalo;
 - rombencefalo.

- Due parti del rombencefalo, chiamate **midollo allungato** e **ponte**, e il mesencefalo formano un'unità funzionale chiamata complessivamente **tronco encefalico**.

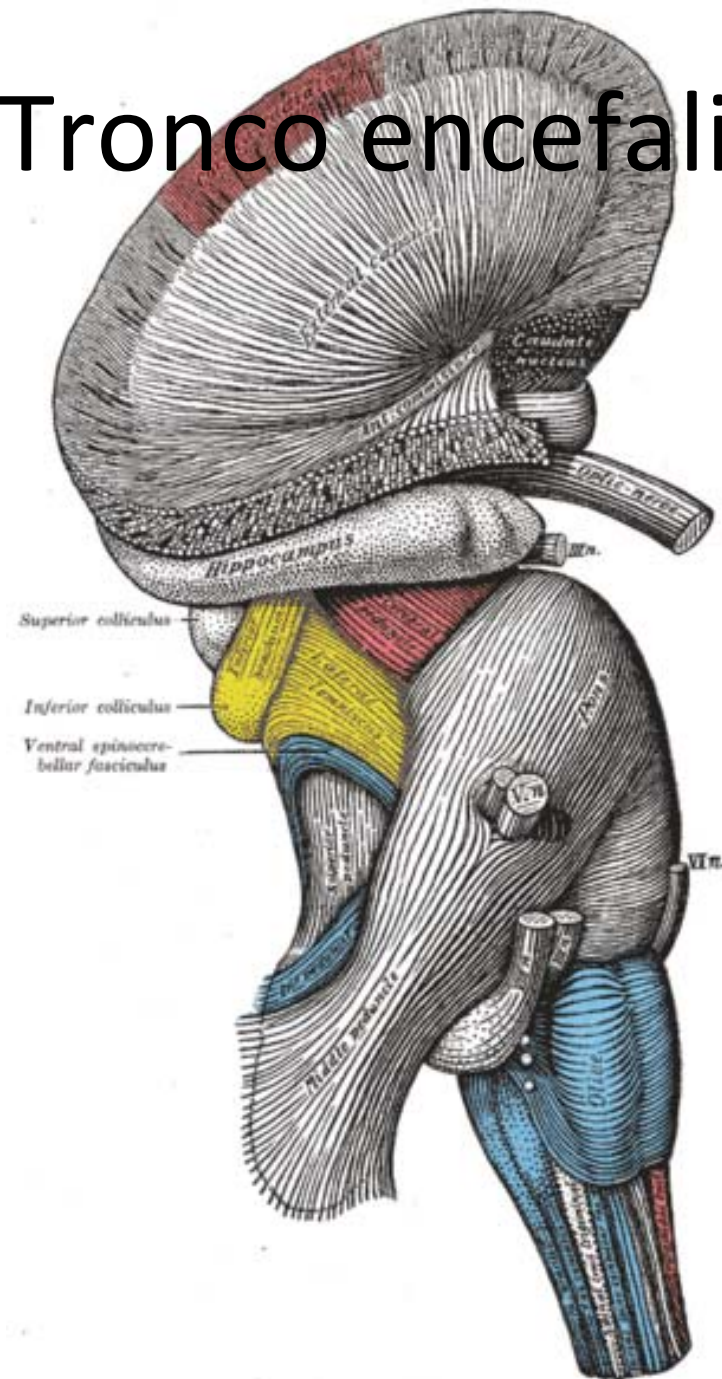


- Il **cervelletto**, un'altra componente del rombencefalo, è il centro operativo che coordina i movimenti.
- I più sofisticati centri di elaborazione nervosa sono quelli che derivano dal prosencefalo: il **talamo**, **l'ipotalamo** e il cervello.
- Il **cervello** è la porzione più grande e sofisticata dell'encefalo.



Struttura encefalica	Funzioni principali
Tronco encefalico	Trasmette gli impulsi da e per altri centri cerebrali; contribuisce al mantenimento dell'omeostasi; coordina i movimenti del corpo
- Midollo allungato - Ponte - Mesencefalo	Controlla la respirazione, la circolazione, l'ingestione e la digestione Controlla la respirazione Riceve e integra le sensazioni uditive; coordina i riflessi visivi; manda impulsi sensoriali ai centri superiori dell'encefalo
Cervelletto	Coordina i movimenti del corpo; svolge un ruolo primario nell'apprendimento e nella memoria delle risposte motorie
Talamo	È il centro di arrivo dei dati sensoriali diretti al cervello e anche il centro di trasmissione delle risposte motorie in partenza dal cervello; smista i dati
Ipotalamo	Funziona da centro della regolazione omeostatica; controlla l'ipofisi; funge da orologio biologico
Cervello	Sofisticato centro di integrazione, gioca il ruolo primario nelle funzioni della memoria, dell'apprendimento, del linguaggio e delle emozioni; formula risposte comportamentali complesse

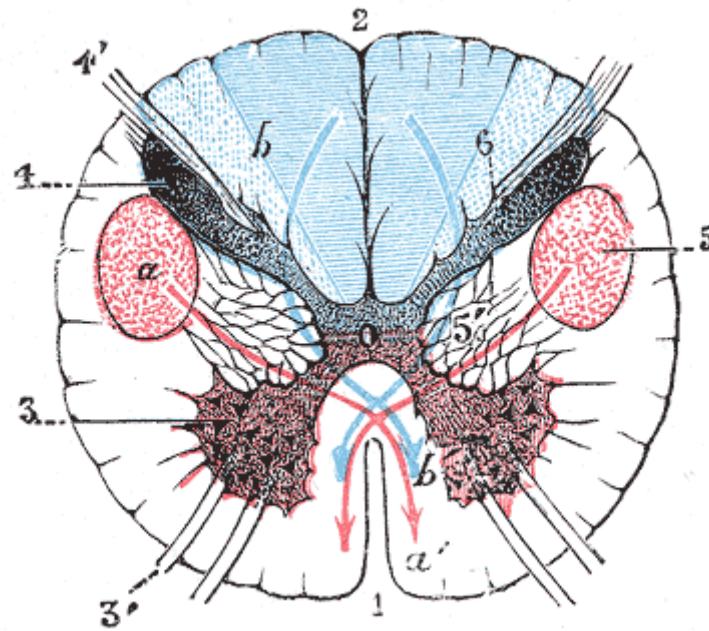
Tronco encefalico



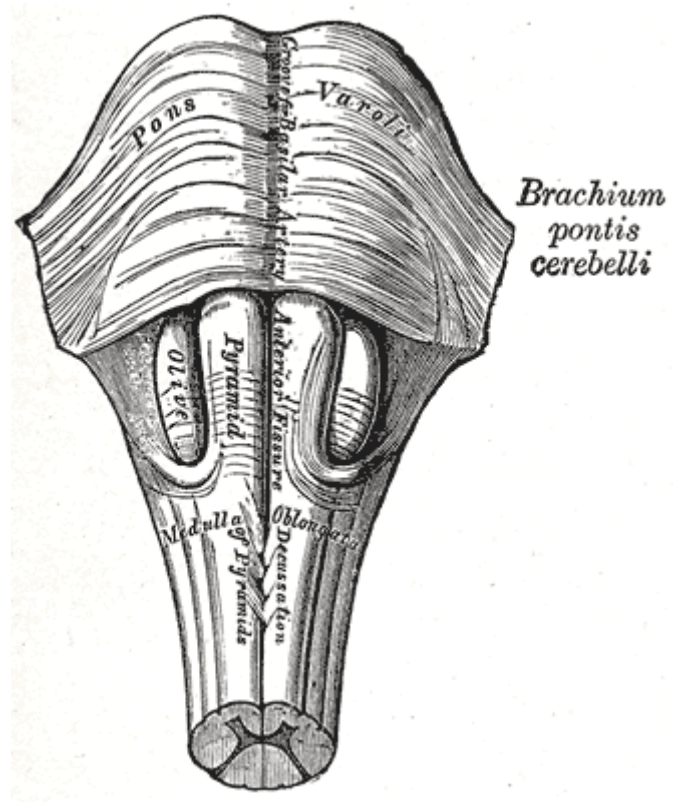
midollo allungato

- contiene reti di neuroni che costituiscono il centro di controllo delle funzioni vitali come la respirazione e la pressione sanguigna, frequenza cardiaca, digestione e riflessi complessi.

midollo allungato



midollo allungato e ponte

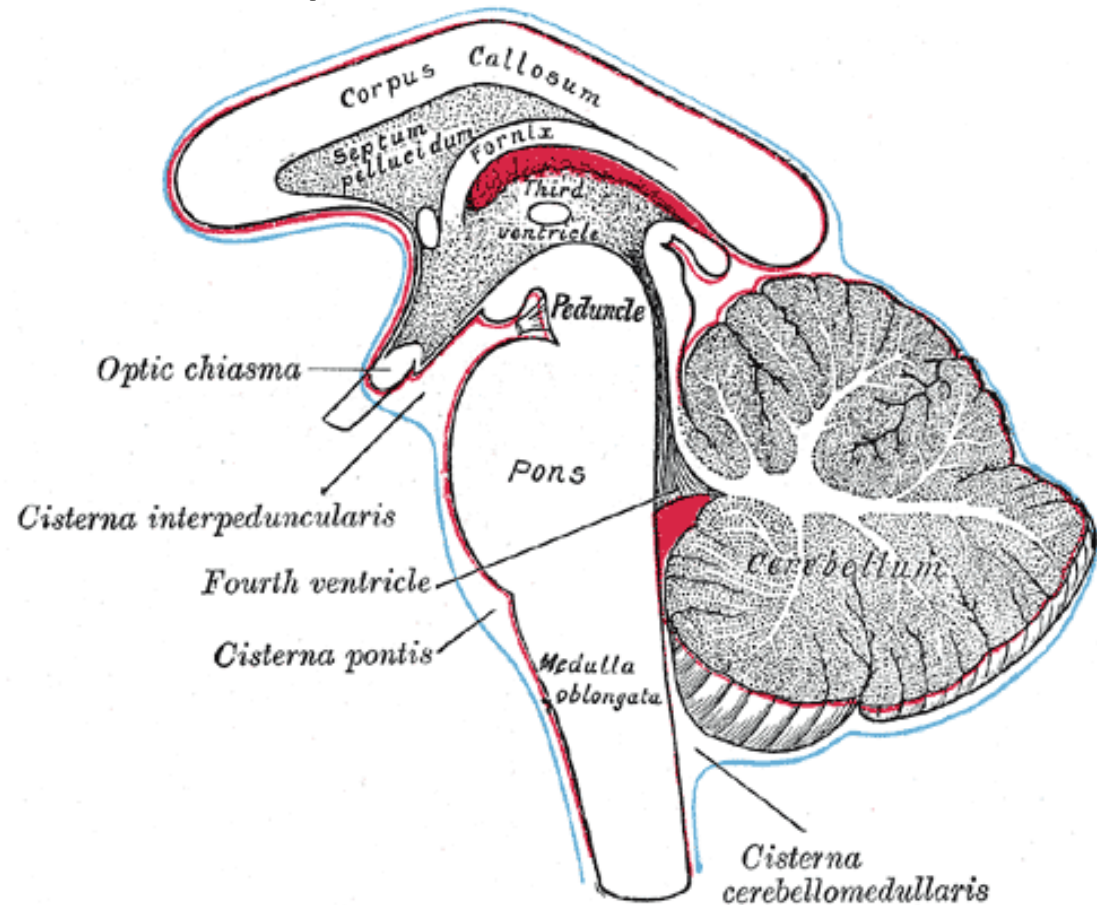


tronco encefalico: ponte

- Modulare l'attività dei neuroni nei centri superiori del cervello.
- Connessioni con il cervelletto.
- Controllo di funzioni come la **respirazione**.

cervelletto

- Ruolo centrale nel controllo, memoria e coordinazione spazio-temporale dei movimenti.
- Comportamenti automatici.



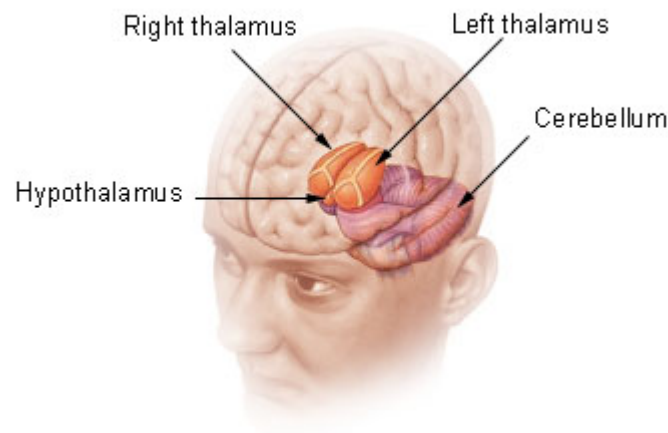
tronco encefalico: mesencefalo

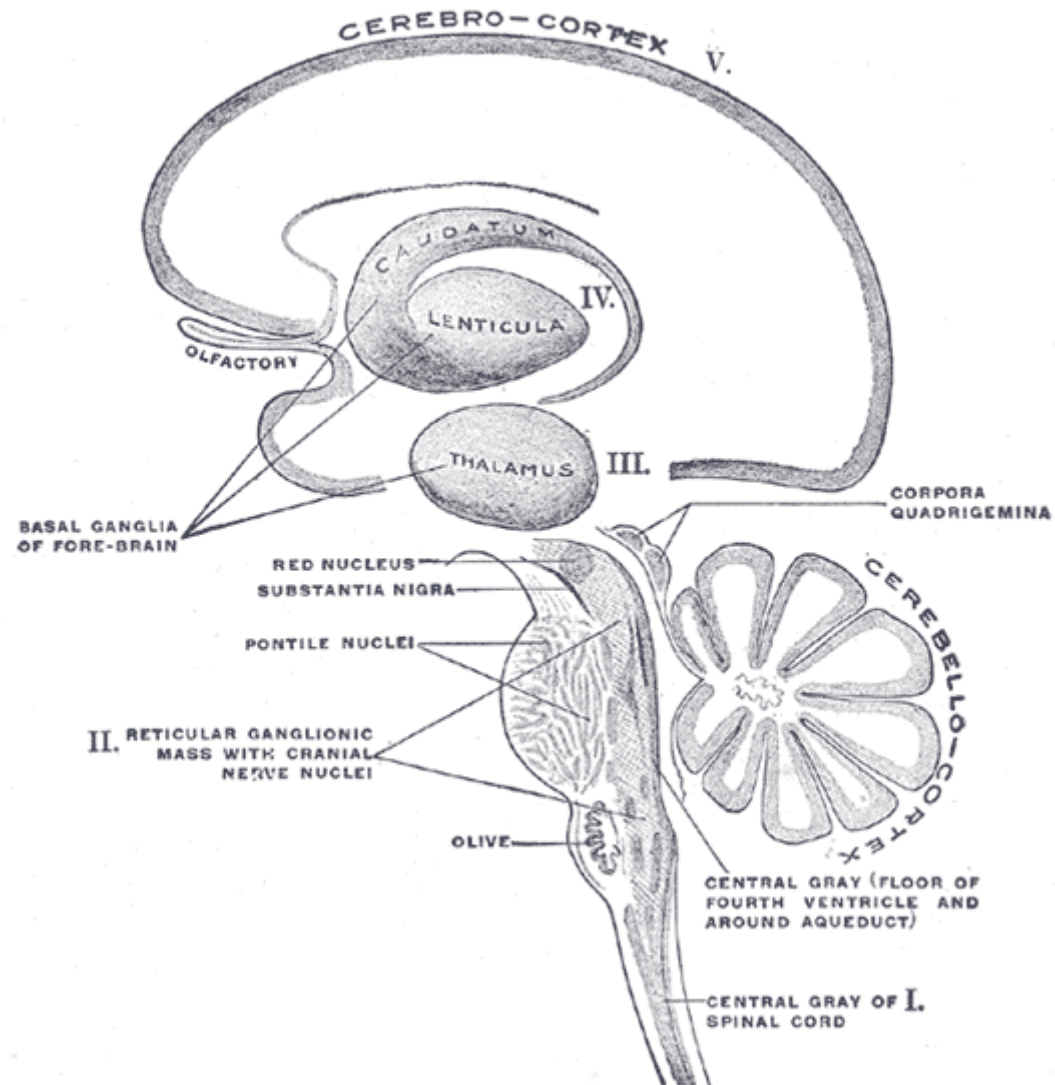
- Riceve e integra le sensazioni uditive e riflessi visivi (raphe nuclei)

talamo

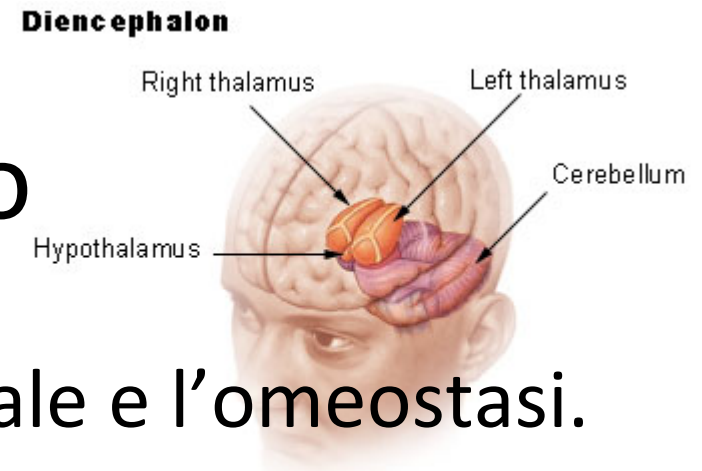
- Il talamo invia alla corteccia cerebrale gli impulsi sensoriali; riceve dalla corteccia cerebrale le risposte motorie. L'informazione non viaggia semplicemente in una sola direzione ma “avanti e indietro”.
- Centri della percezione del dolore e della percezione del “sé”.

Diencephalon



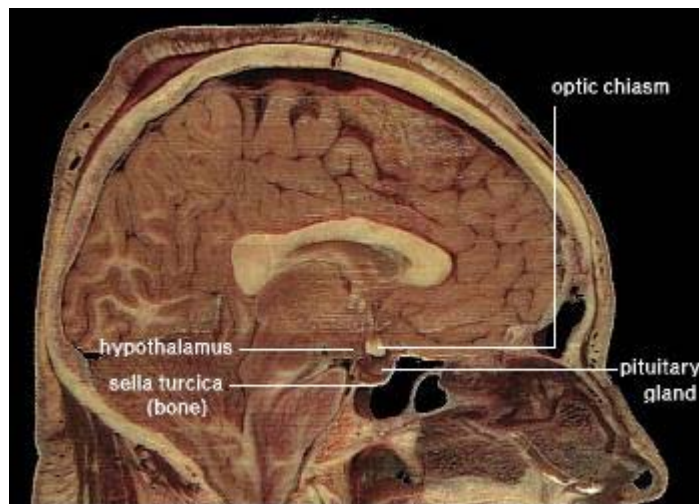


ipotalamo

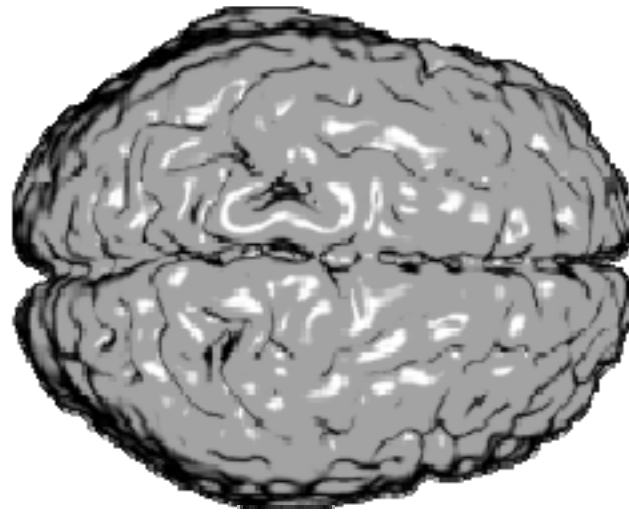


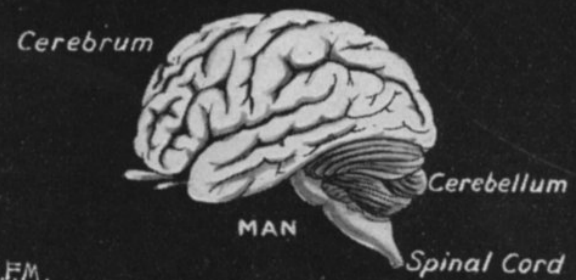
Controlla la secrezione ormonale e l'omeostasi.

Vi sono localizzati i centri motivazionale, del piacere, della collera, del desiderio sia del cibo che sessuale, della risposta “fight or flight”.



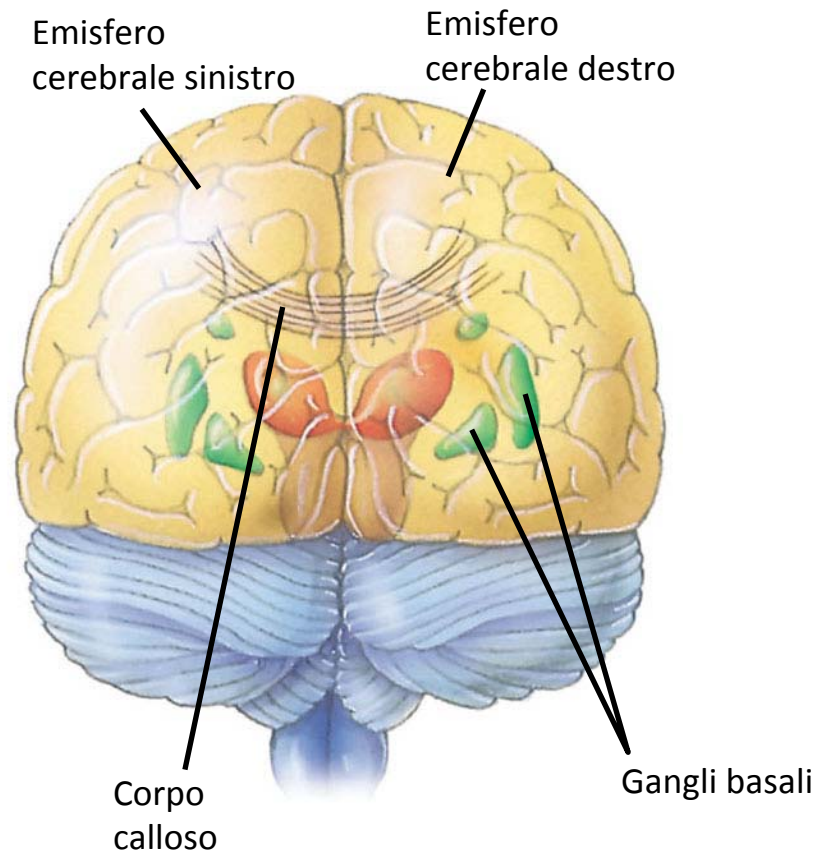
cervello





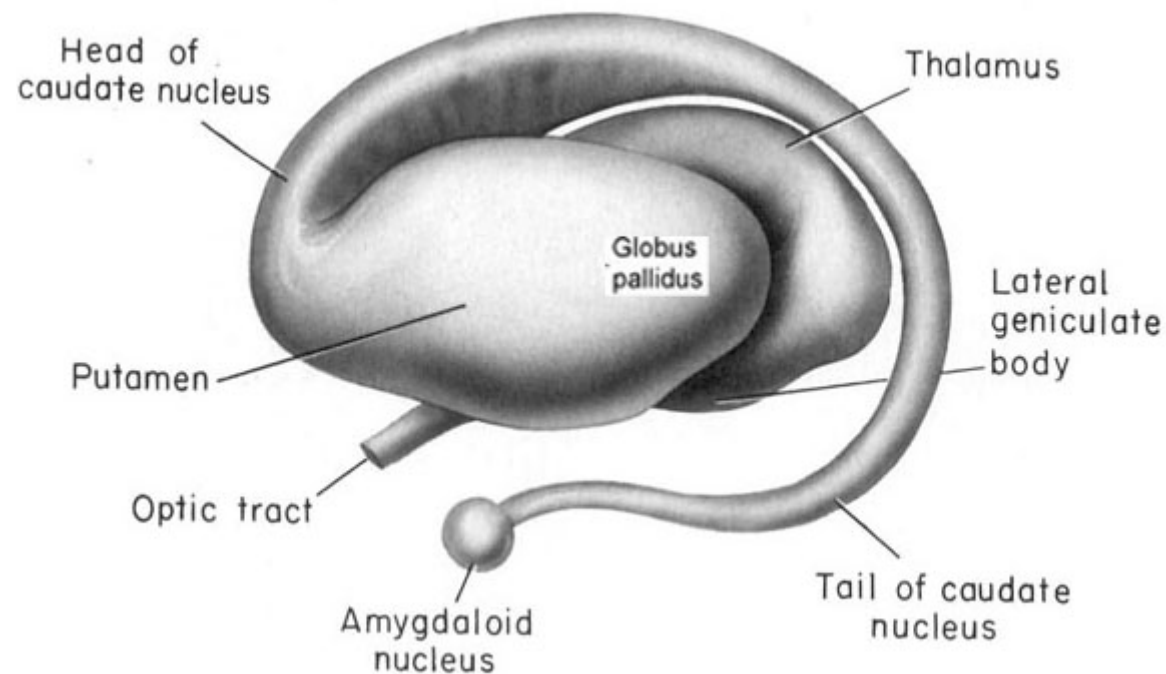
G.F.M.

- Il cervello è costituito dagli **emisferi cerebrali** destro e sinistro, ognuno dei quali è responsabile dell'attività della parte opposta del corpo.

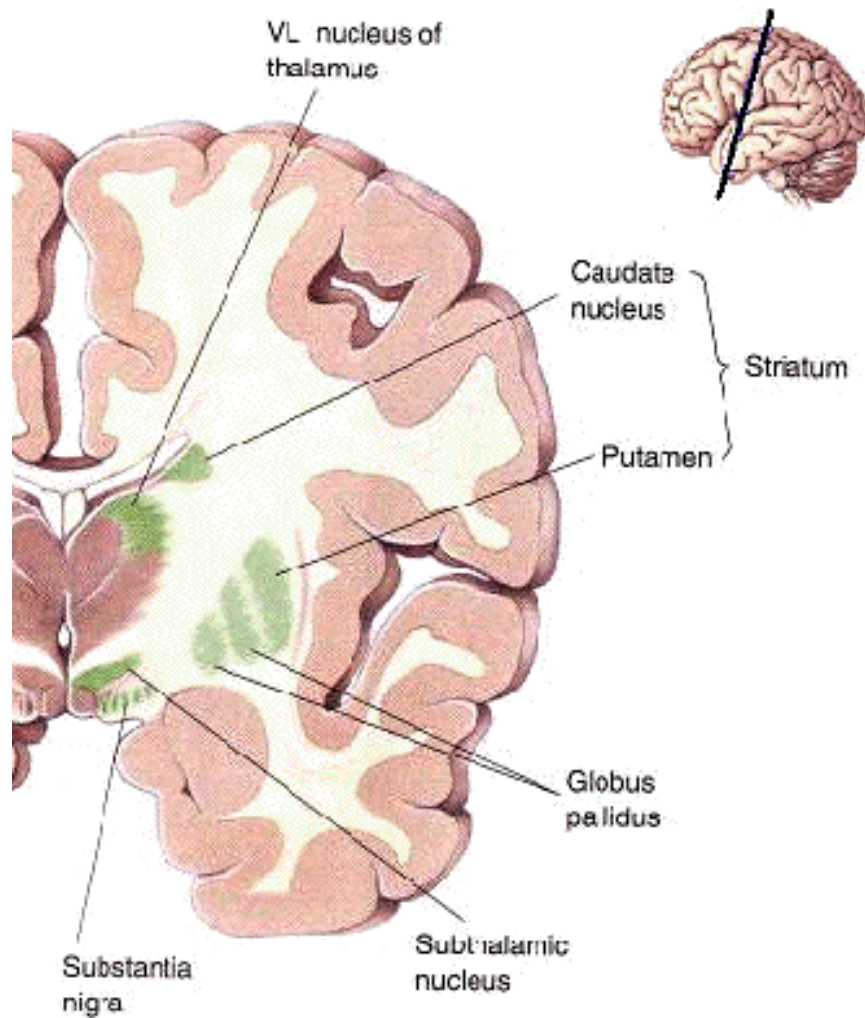


- Gli **emisferi cerebrali** sono costituiti da una parte centrale, nota come **gangli della base**, ed un foglio sottile ma esteso di neuroni che costituiscono la materia grigia della corteccia cerebrale.

gangli della base

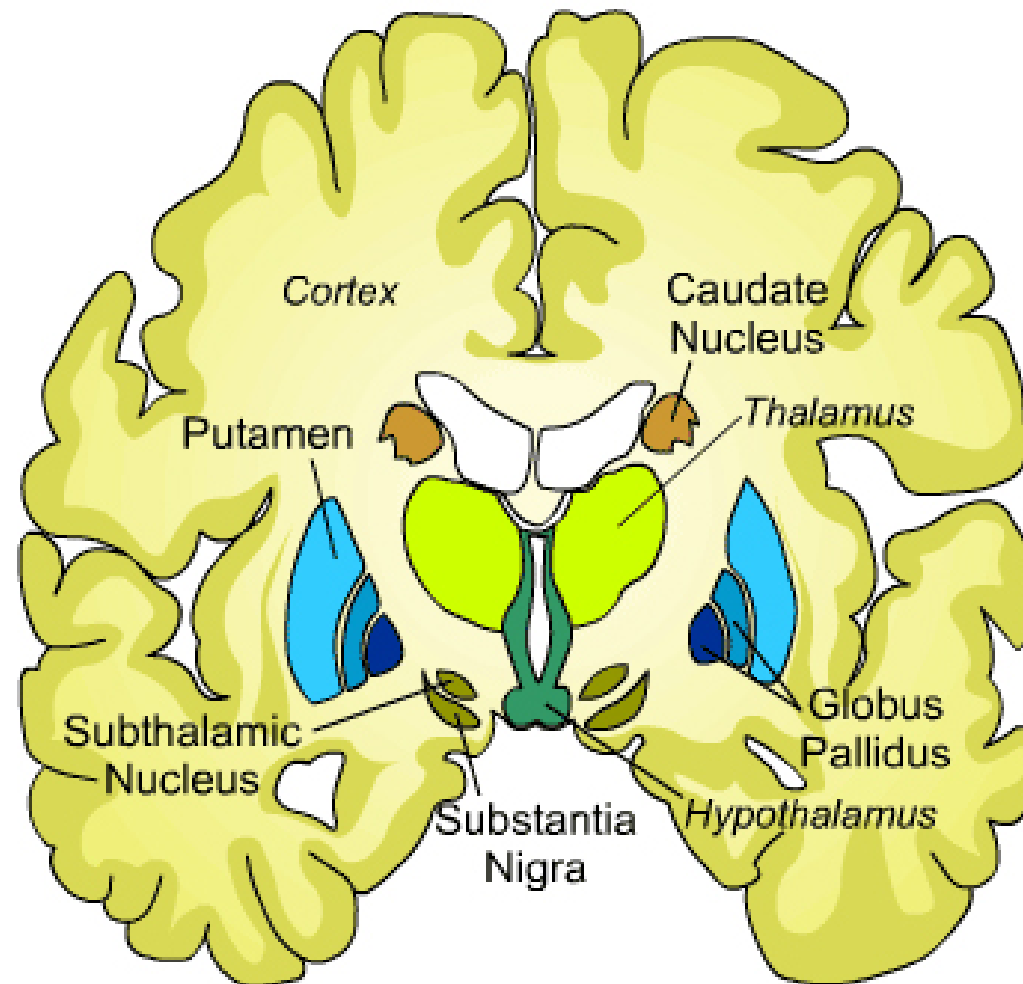


www.fisiokinesiterapia.biz



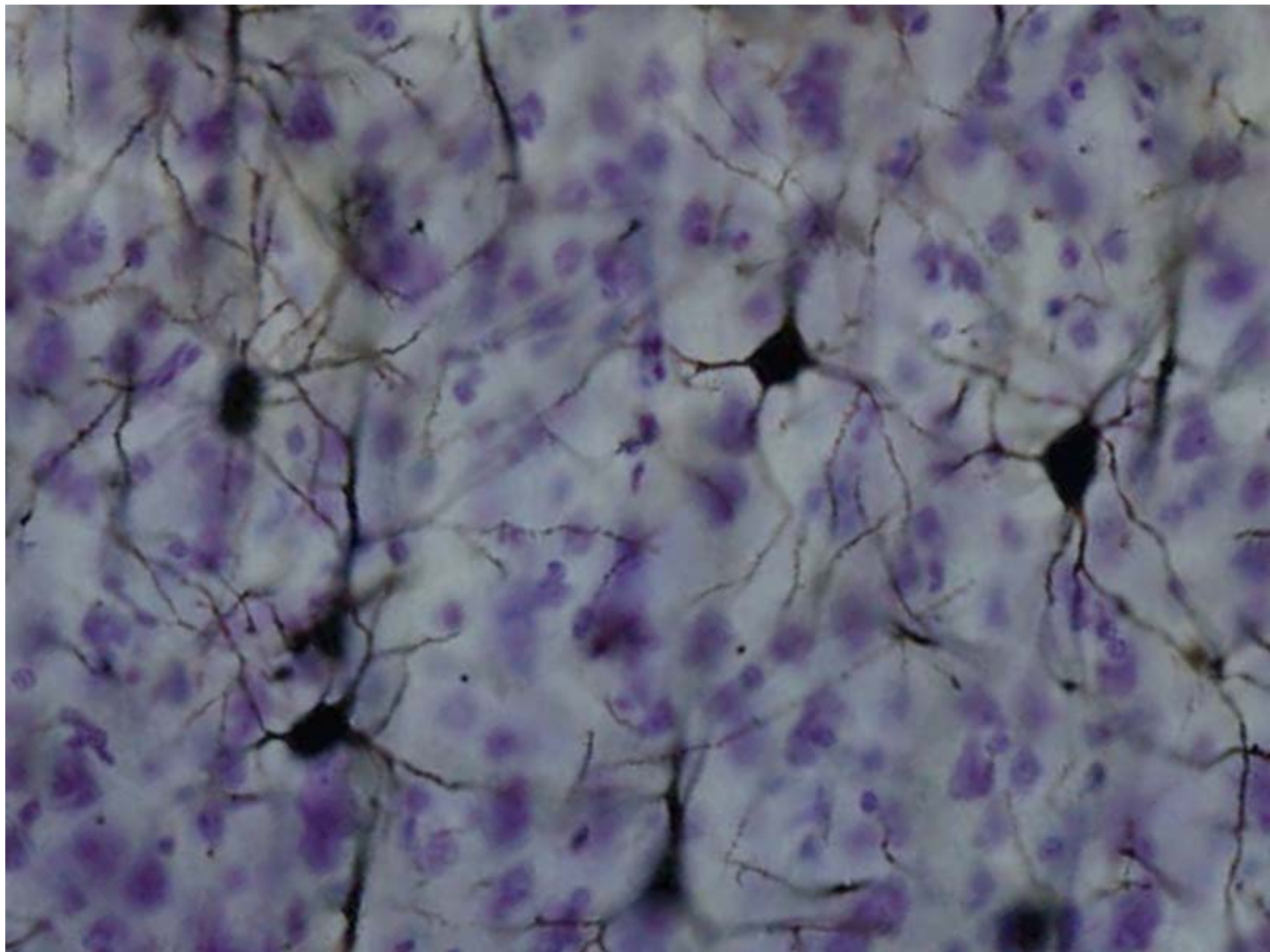
I gangli della base giocano un ruolo di primo piano nella capacità di iniziare e controllare un movimento.

Figure AB-18: Basal Ganglia



corteccia cerebrale

- Impacchettata nello spazio limitato del cranio, la corteccia cerebrale è accartocciata con pieghe verso l'interno e verso l'esterno, consentendo di avere una superficie disponibile molto maggiore di quanto altrimenti possibile per il foglio di neuroni che la compone.

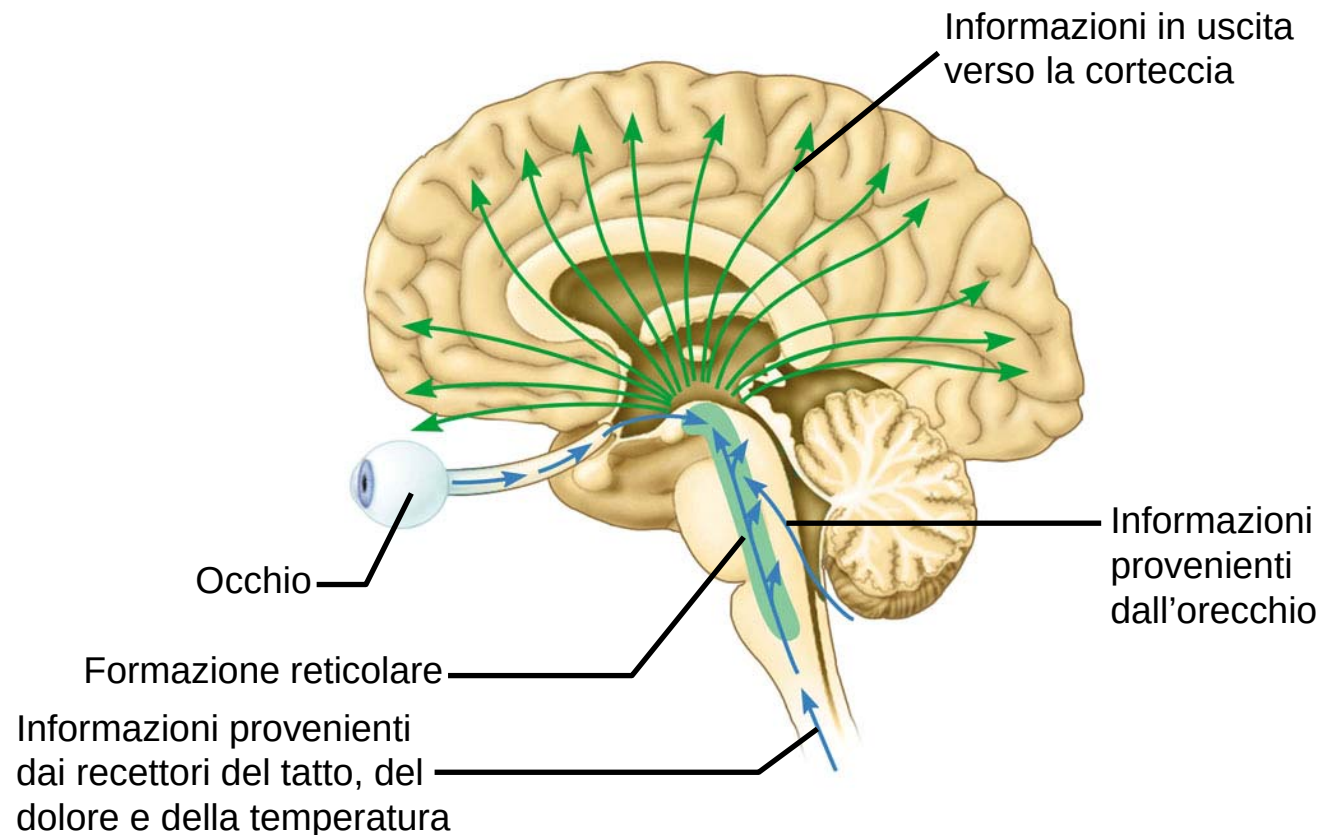


- È suddivisa in un gran numero di aree separate, ciascuna distinguibile in base ad una propria struttura stratiforme e specifiche connessioni.
- Le funzioni di molte di queste aree sono ben note, come le aree visiva, uditiva ed olfattiva, le aree che ricevono i segnali sensoriali dalla pelle (dette aree somatosensoriali) e numerose aree specializzate nel controllo del movimento.

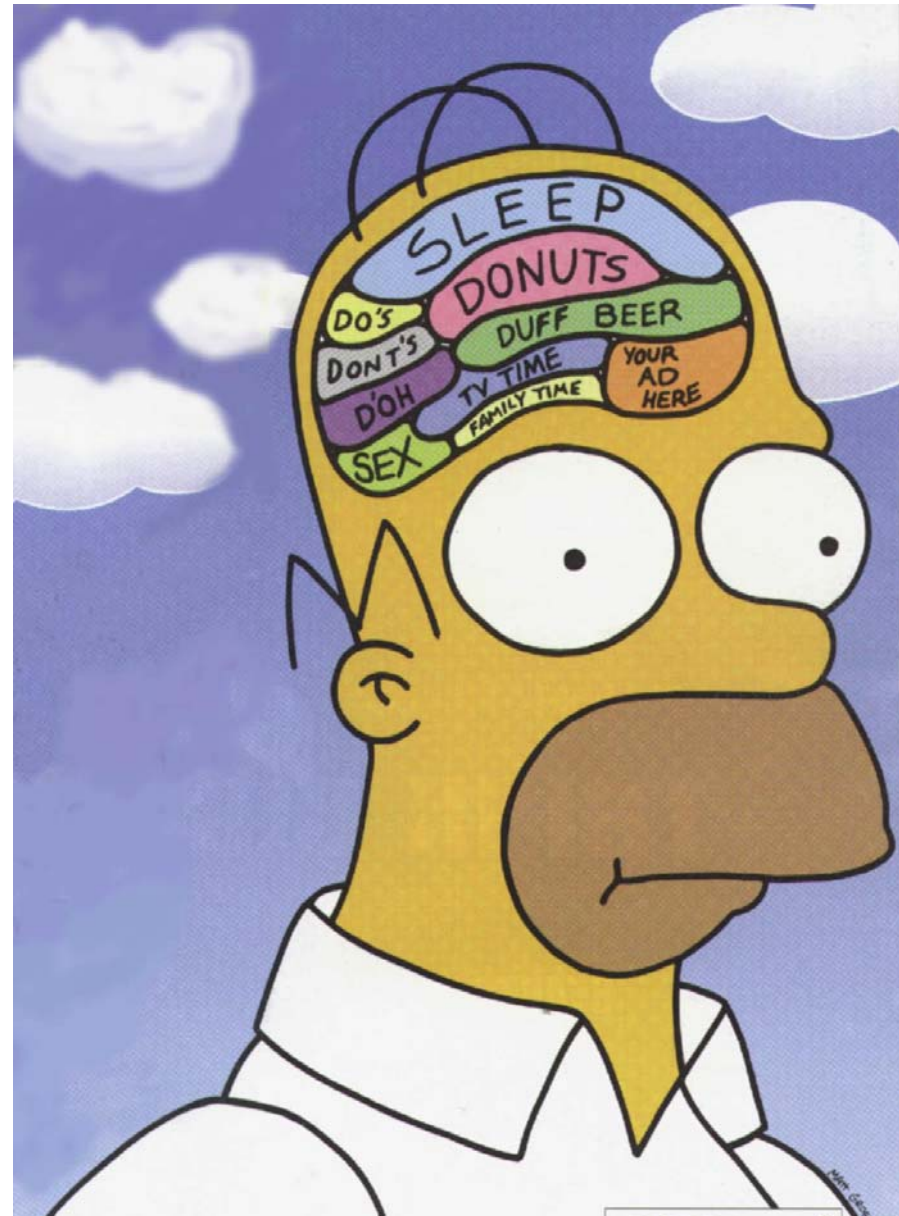
corteccia

www.fisiokinesiterapia.biz

- La formazione reticolare attraversa il centro del tronco encefalico e riceve informazioni dai recettori sensoriali, le filtra rimuovendo quelle che arrivano costantemente al sistema nervoso, e invia i dati utili alla **corteccia cerebrale**.



- La corteccia cerebrale è un mosaico di regioni specializzate che interagiscono
- L'intricato circuito neuronale della corteccia cerebrale dà origine alle caratteristiche umane più peculiari: la logica e le capacità matematiche, l'abilità linguistica, l'immaginazione, il talento artistico e la personalità.



Lobo frontale

Lobo parietale

Area di associazione
Frontale (logica, giudizio)

Corteccia motoria

Corteccia somatosensoriale

Area di associazione
somatosensoriale

Linguaggio: area di Wernicke
Senso logico e comprensione

Percezione del gusto

Linguaggio: area di Broca
Sintassi del linguaggio

Percezione dell'udito

Percezione dell'olfatto

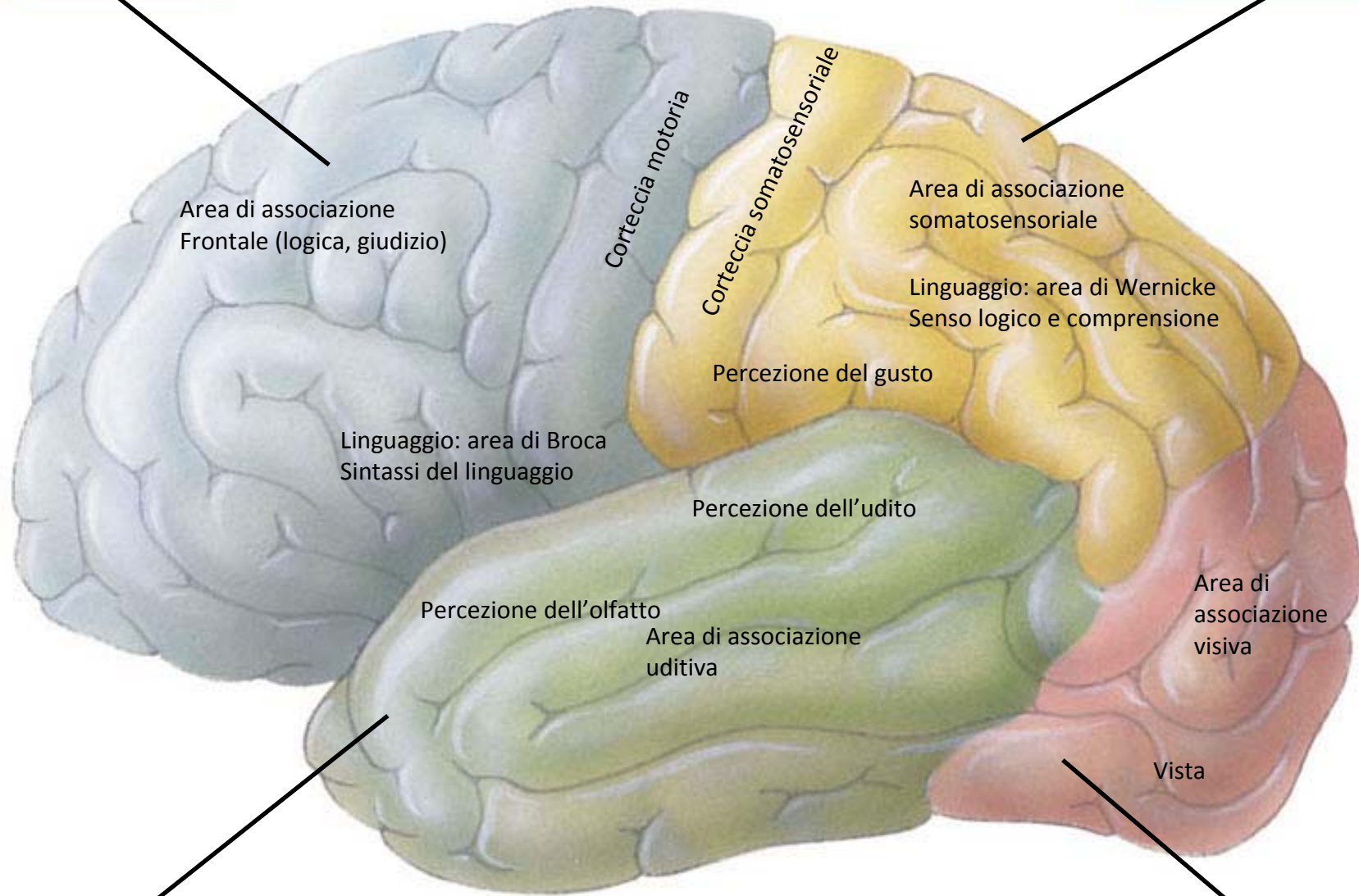
Area di associazione
uditiva

Area di
associazione
visiva

Vista

Lobo temporale

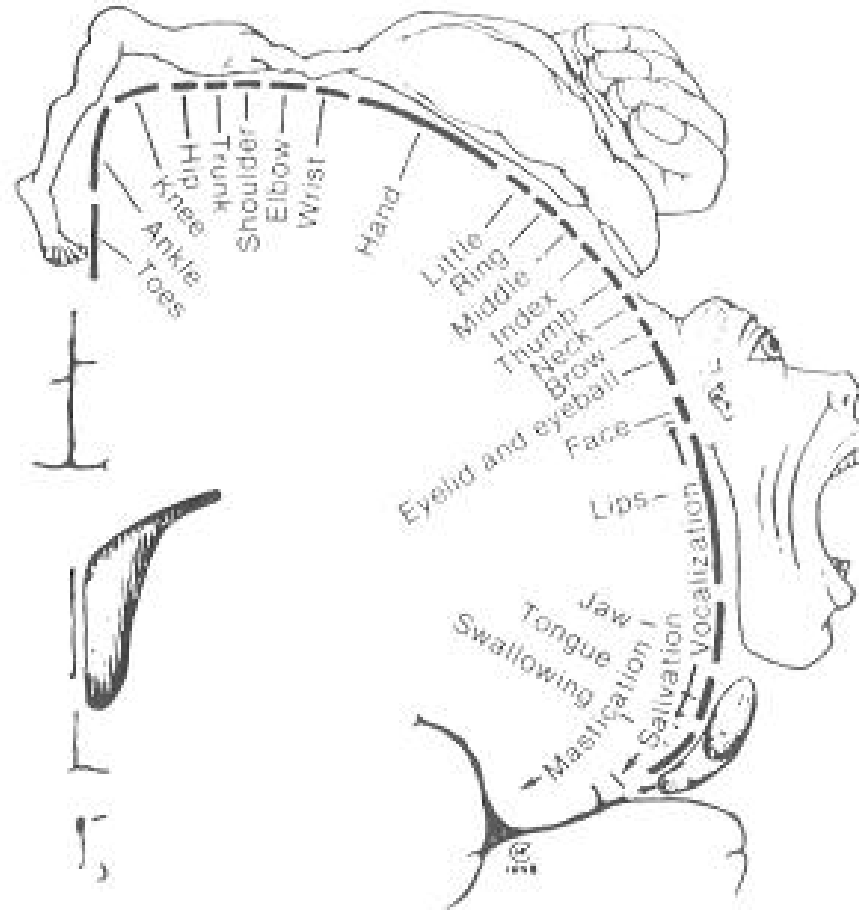
Lobo occipitale



- La maggior parte della nostra corteccia cerebrale è costituita dalle **aree di associazione**, che sono i siti delle attività mentali più sofisticate, ossia di ciò che noi chiamiamo semplicemente pensiero.
- Gli emisferi cerebrali destro e sinistro tendono a specializzarsi a svolgere funzioni differenti.

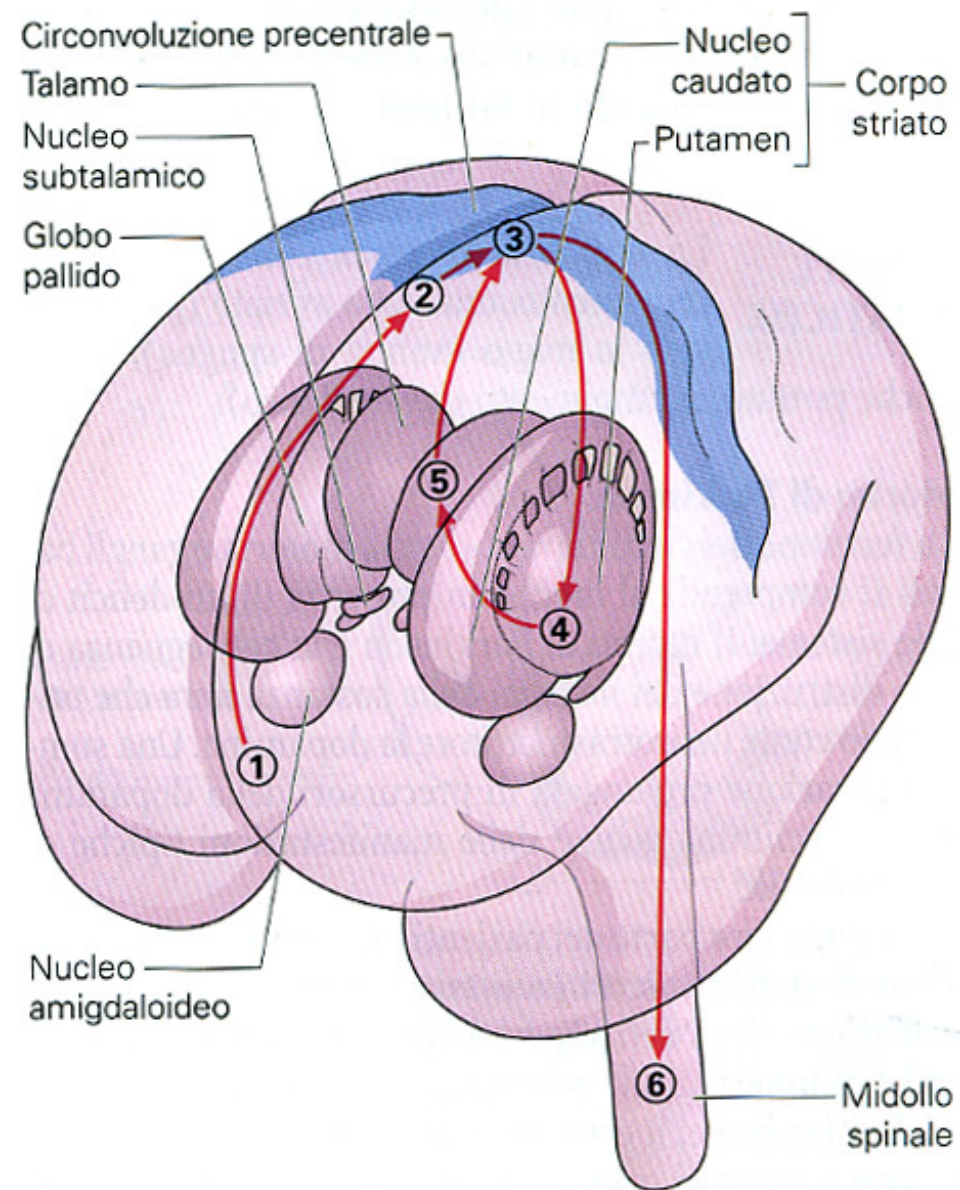
- L'area funzionale chiamata *corteccia motoria* ha soprattutto la funzione di inviare comandi ai muscoli scheletrici, fornendo risposte appropriate agli stimoli sensoriali.

area motoria



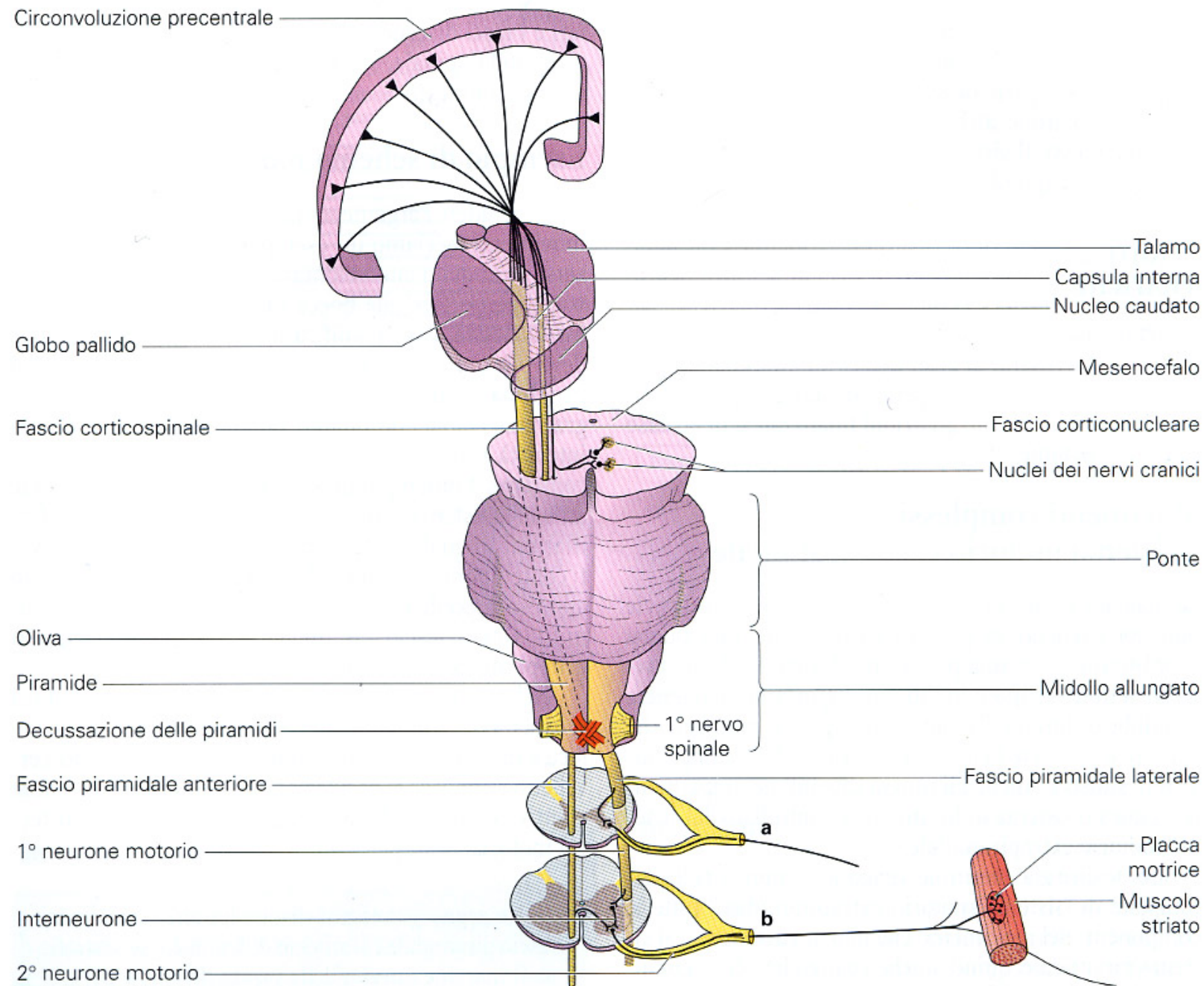
www.fisiokinesiterapia.biz

Conessioni dei gangli basali



- Le vie nervose che connettono i recettorisensoriali alla corteccia e la corteccia ai muscoli si incrociano da un emisfero all'altro. Ciò significa che i movimenti della parte destra del corpo sono controllati dalla parte sinistra della corteccia cerebrale (e vice versa).

Fascio piramidale



neuroni specchio



- “... i neuroni specchio faranno per la psicologia quello che il DNA ha fatto per la biologia: forniranno una visione unificata e aiuteranno a spiegare una quantità di capacità mentali che sono ancora misteriose e inaccessibili alla sperimentazione”

V.S. Ramachandran



Action recognition in the premotor cortex

Vittorio Gallese, Luciano Fadiga, Leonardo Fogassi and Giacomo Rizzolatti

Istituto di Fisiologia Umana, Università di Parma, Italy

Correspondence to: Giacomo Rizzolatti, Istituto di Fisiologia Umana dell'Università di Parma, via Gramsci 14, I-43100, Parma, Italy

Summary

We recorded electrical activity from 532 neurons in the rostral part of inferior area 6 (area F5) of two macaque monkeys. Previous data had shown that neurons of this area discharge during goal-directed hand and mouth movements. We describe here the properties of a newly discovered set of F5 neurons ('mirror neurons', $n = 92$) all of which became active both when the monkey performed a given action and when it observed a similar action performed by the experimenter. Mirror neurons, in order to be visually triggered, required an interaction between the agent of the action and the object of it. The sight of the agent alone or of the object alone (three-dimensional objects, food) were ineffective. Hand and the mouth were by far the most effective agents. The actions most represented among those activating mirror neurons were grasping, manipulating and placing. In

most mirror neurons (92%) there was a clear relation between the visual action they responded to and the motor response they coded. In ~30% of mirror neurons the congruence was very strict and the effective observed and executed actions corresponded both in terms of general action (e.g. grasping) and in terms of the way in which that action was executed (e.g. precision grip). We conclude by proposing that mirror neurons form a system for matching observation and execution of motor actions. We discuss the possible role of this system in action recognition and, given the proposed homology between F5 and human Broca's region, we posit that a matching system, similar to that of mirror neurons exists in humans and could be involved in recognition of actions as well as phonetic gestures.

Keywords: action encoding; visual responses; premotor cortex; macaque monkey

Introduction

Classically, the agranular cortex of the primate frontal lobe was subdivided into two large cytoarchitectonic areas: area 4, containing giant pyramidal cells, and area 6, almost

cytoarchitectonic areas, is formed by a mosaic of areas with distinctive differences in structure and connectivity. Physiological studies (Gentilucci *et al.*, 1988; Rizzolatti *et al.*,

Downloaded from <http://brain.oxfordjournals.org> by on June 7, 2

PDF version of:
Gallese *et al.* 119 (2): 593. (1996)

- ▶ [Abstract](#) **FREE**
- ▶ [Alert me when this article is cited](#)
- ▶ [Alert me if a correction is posted](#)

Services

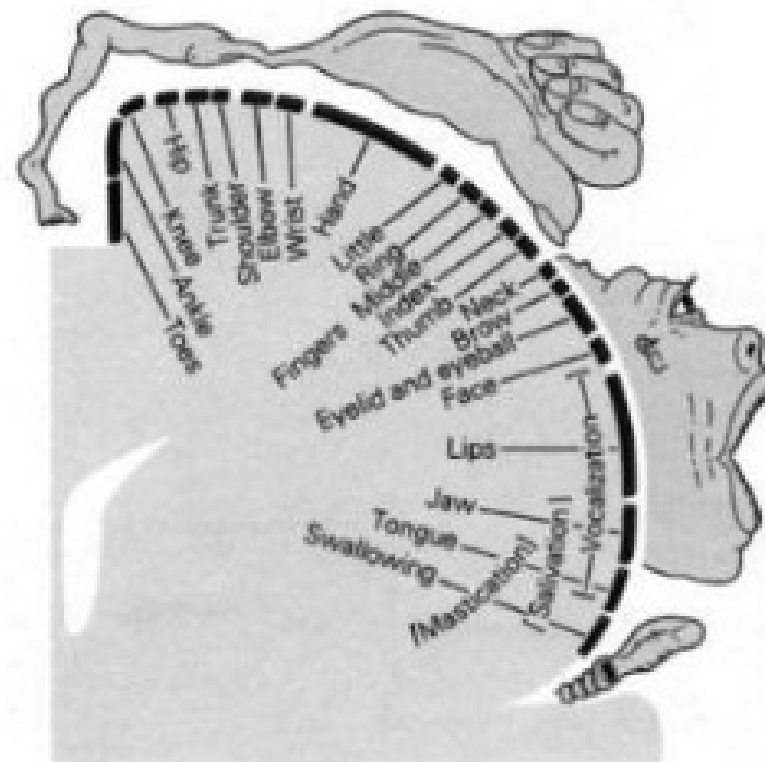
- ▶ [Email this article to a friend](#)
- ▶ [Related articles in Brain](#)
- ▶ [Similar articles in this journal](#)
- ▶ [Similar articles in PubMed](#)
- ▶ [Alert me to new issues of the journal](#)
- ▶ [Add to My Personal Archive](#)
- ▶ [Download to citation manager](#)
- ▶ [Search for citing articles in: ISI Web of Science \(1037\)](#)
- ▶ [Request Permissions](#)
- ▶ [Disclaimer](#)

Citing Articles

- ▶ [Scopus Links](#)
- ▶ [Citing Articles via CrossRef](#)

Google Scholar

area somatosensoriale

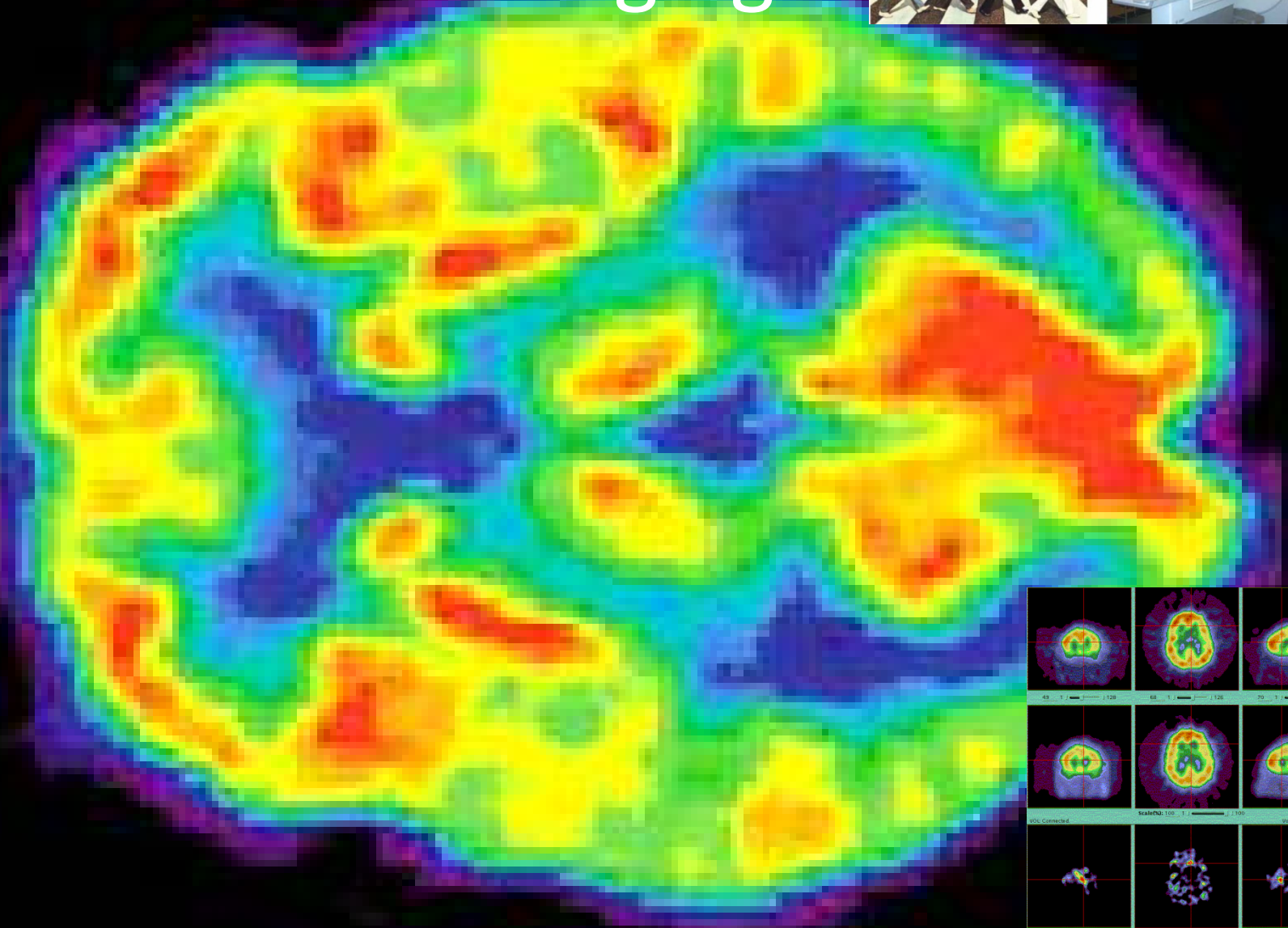


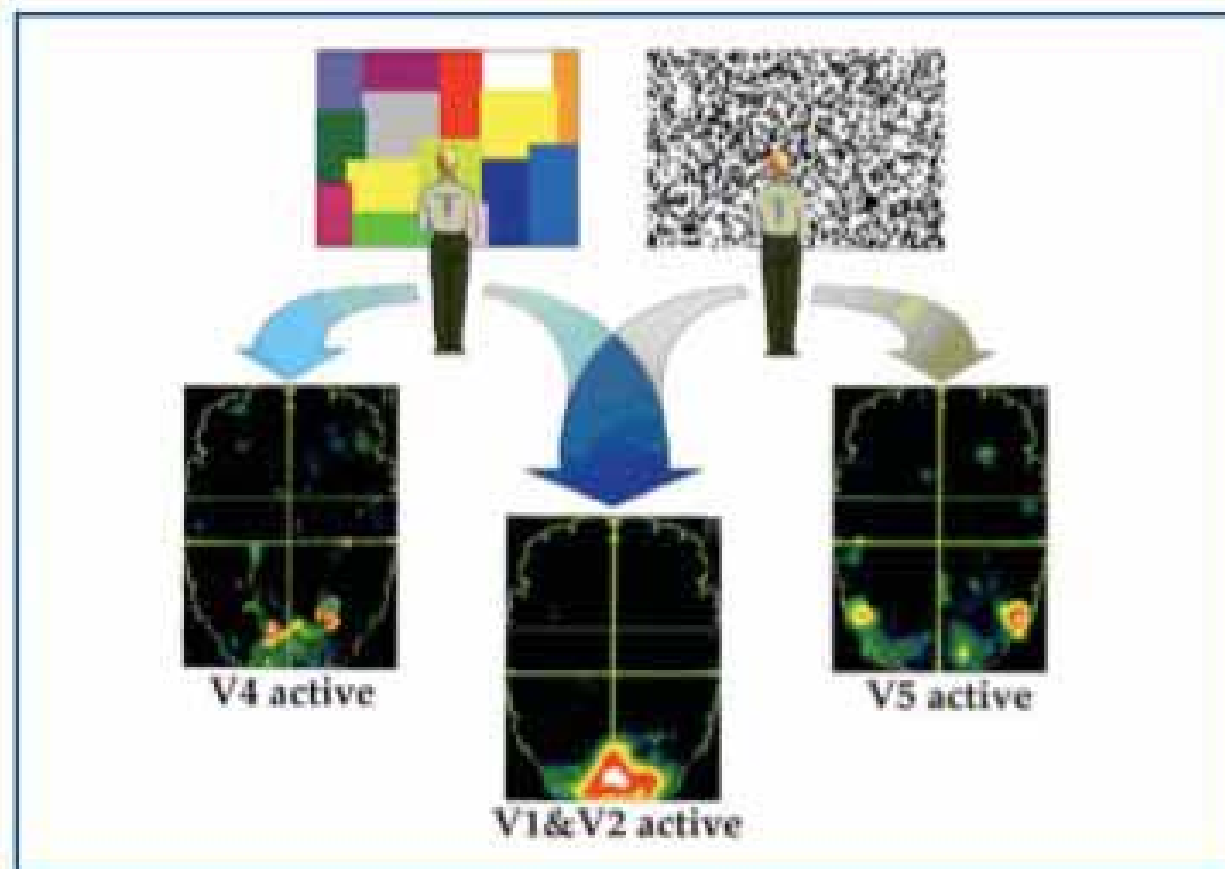
www.fisiokinesiterapia.biz

lateralizzazione

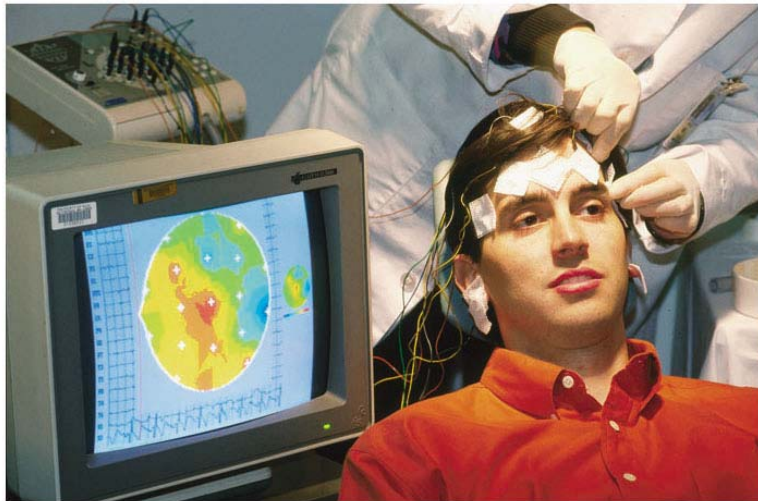
- Nella maggior parte delle persone l'emisfero sinistro è responsabile del linguaggio e della logica matematica.
- L'emisfero destro responsabile della percezione spaziale, dei volti e nell'elaborazione delle emozioni in generale.

brain imaging





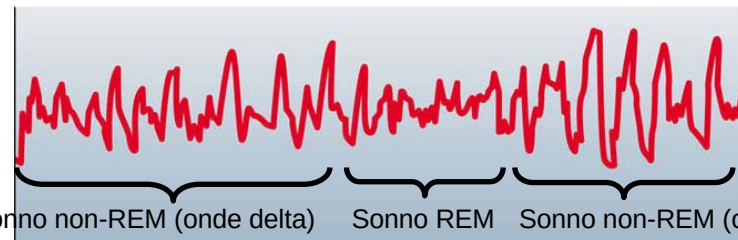
- I ricercatori studiano il tipo di attività elettrica del cervello durante la veglia e il sonno mediante una tecnica detta *elettroencefalografia*: un dispositivo trasforma i segnali elettrici, chiamati *onde cerebrali*, in un tracciato detto **elettroencefalogramma** o **EEG**.



Paziente sveglio, a riposo, con gli occhi chiusi (onde alfa)



Paziente sveglio, con intensa attività mentale (onde beta)

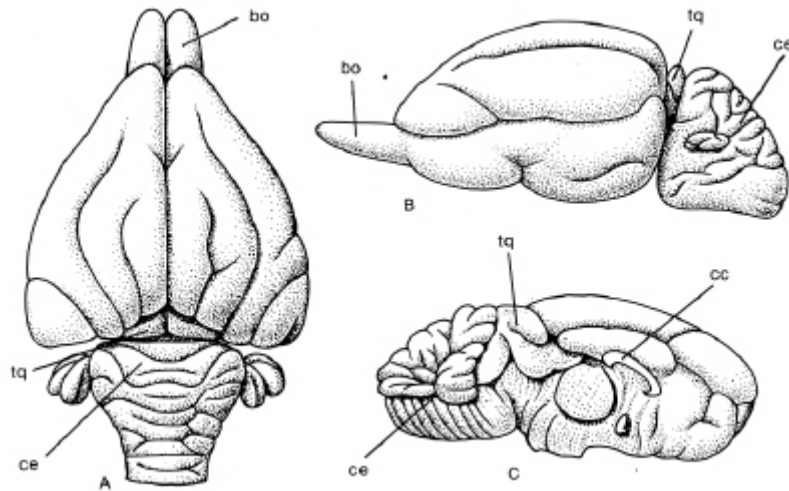


Sonno non-REM (onde delta) Sonno REM Sonno non-REM (onde delta)

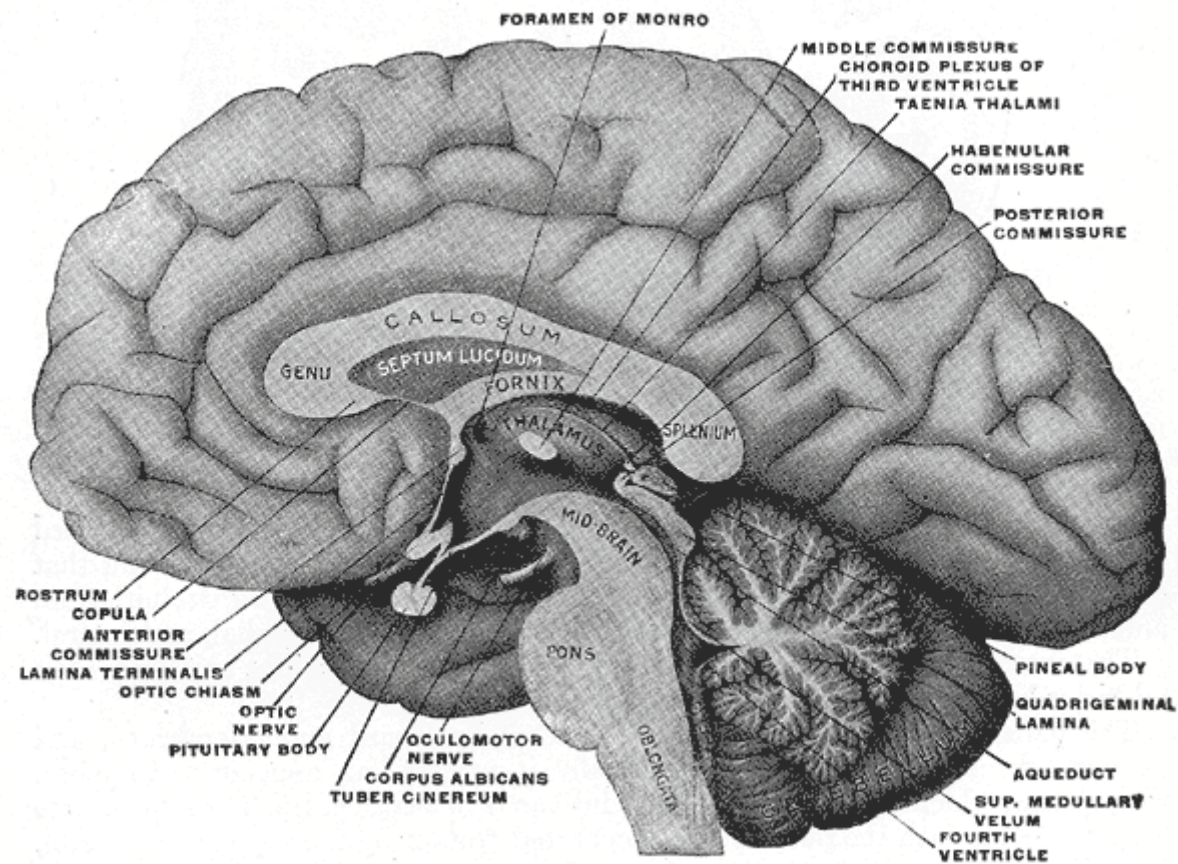
Paziente addormentato

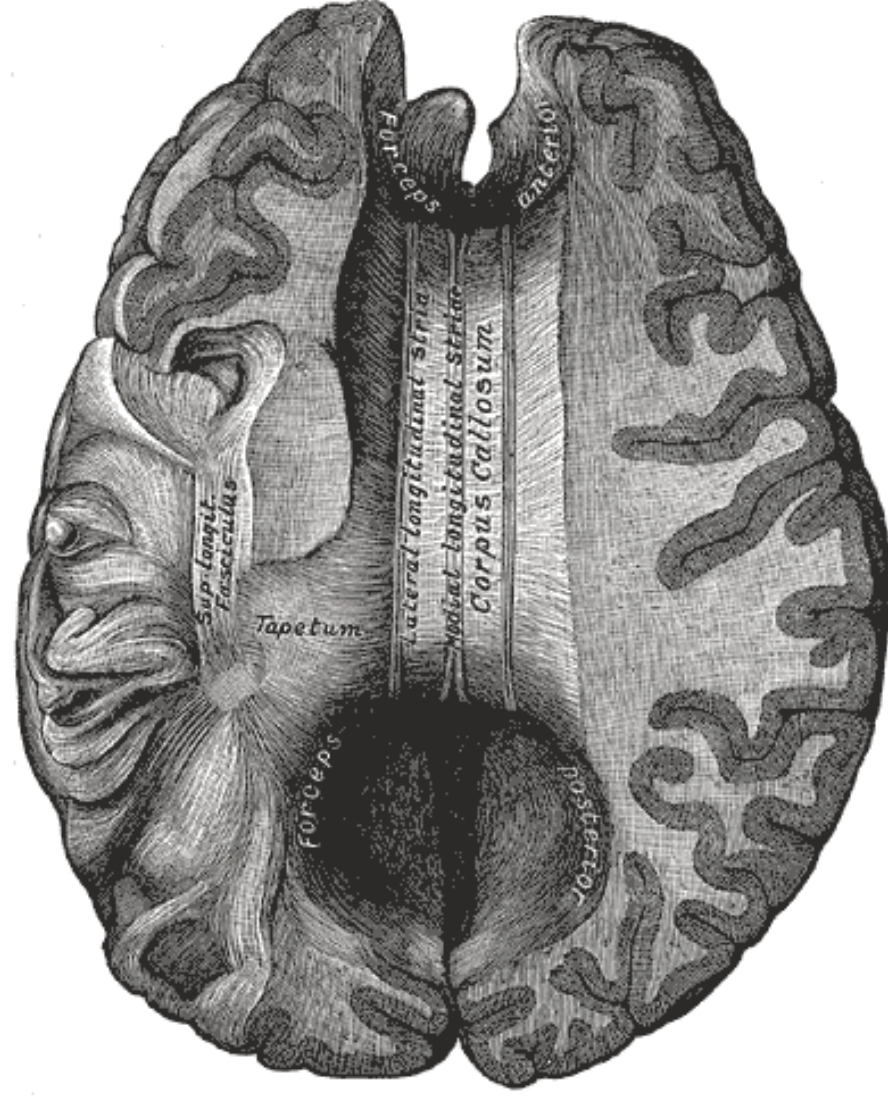
corpo calloso

Le due metà del cervello non lavorano in maniera isolata, poiché la corteccia cerebrale destra e sinistra sono connesse da un largo tratto di fibre detto **corpo calloso**



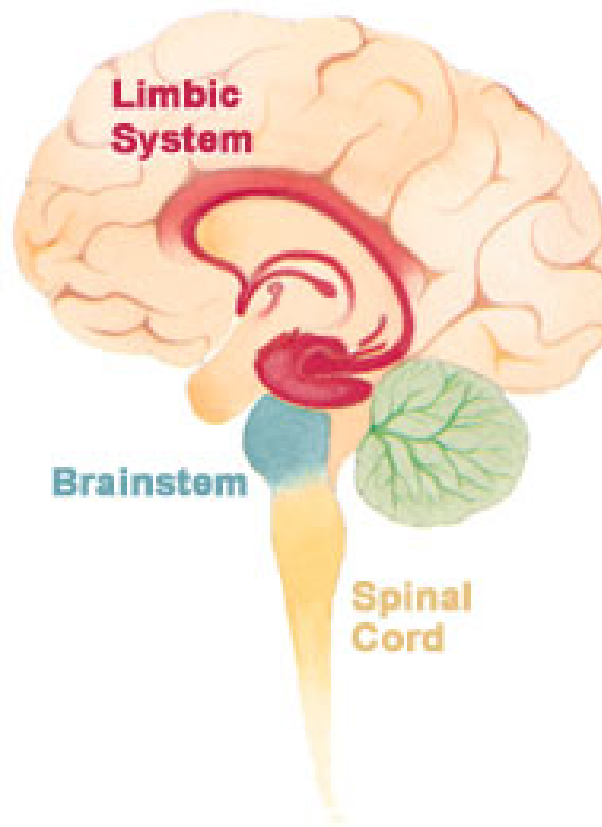
sezione mediale



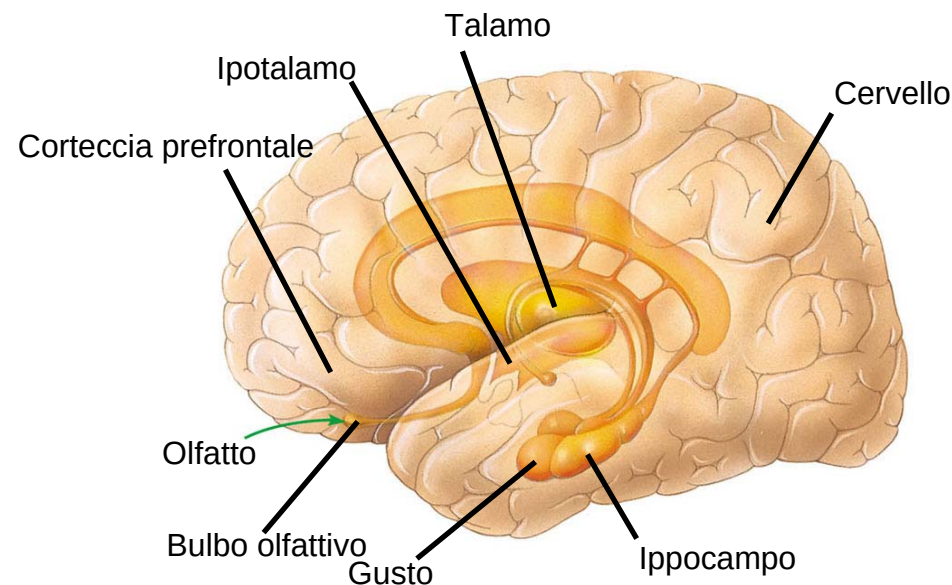


sistema limbico

RABBIA GIOIA RISO PIANTO ODIO AMORE MEMORIA



- Il sistema limbico è coinvolto nelle emozioni, nella memoria e nell'apprendimento
- Gran parte delle emozioni, della memoria e dell'apprendimento umani dipende dal nostro **sistema limbico**, un'unità funzionale del prosencefalo, costituita da numerosi centri di integrazione e da aree neuronali interconnesse, che include parti del talamo e dell'ipotalamo.



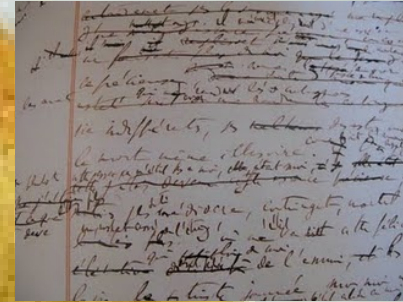
- Il sistema limbico comprende regioni che “coordinano le afferenze sensoriali con le reazioni corporee e le necessità viscerali” e che “rappresentano il luogo di origine delle emozioni”.

Il concetto di Sistema Limbico non è tanto morfologico, quanto fisiologico e psicologico. Tale porzione del Sistema Nervoso Centrale interviene nell'elaborazione di tutto l'insieme dei comportamenti correlati con la sopravvivenza della specie, elabora le emozioni e le manifestazioni vegetative che ad esse si accompagnano ed è coinvolto nei processi di memorizzazione.

- Il Sistema Limbico è una formazione filogeneticamente antica. Tali osservazioni fanno ritenere che le basi fisiologiche dell'emotività e del comportamento siano simili in tutti i mammiferi.

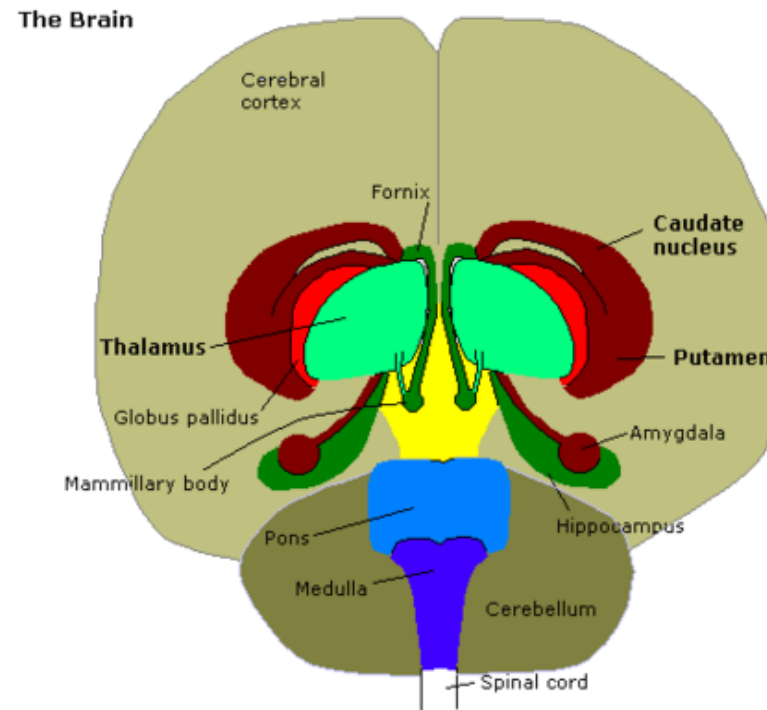
Le formazioni grigie del sistema limbico sono la corteccia del cingolo, il giro ippocampale, l'ippocampo, parte del nucleo amigdaloido, i nuclei del setto pellucido, i nuclei mammillari dell'ipotalamo, il complesso nucleare anteriore del talamo.

madeleine



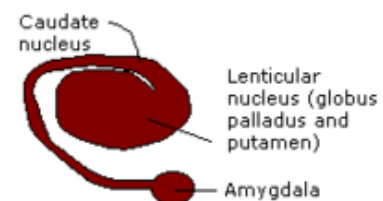
amidgala

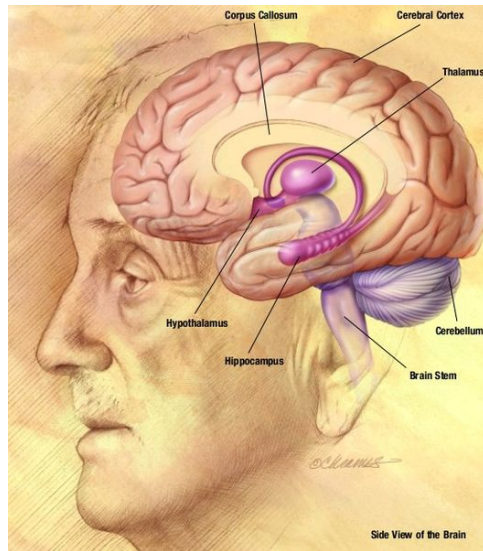
- Organo deputato all'associazione emozionale ed affettiva tra le percezioni e la memoria.



The brain as viewed from the underside and front. The thalamus and Corpus Striatum (Putamen, caudate and amygdala) have been splayed out to show detail.

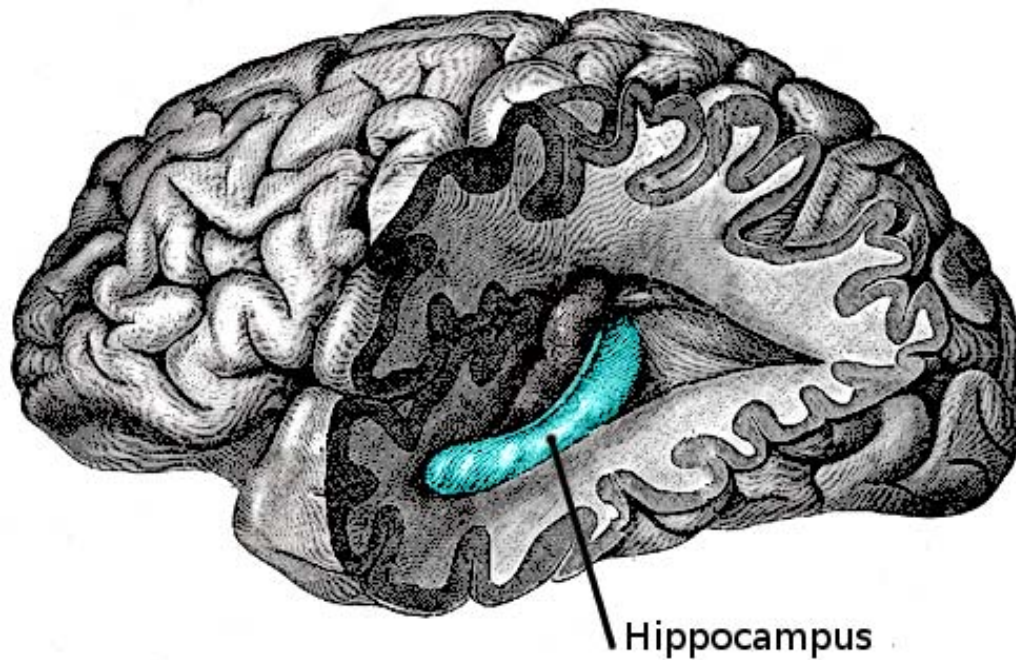
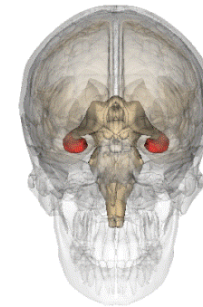
Corpus Striatum





ippocampo

- Struttura indispensabile alla fissazione della traccia di memoria



memorie

- **La memoria a breve termine**
- **La memoria a lungo termine dichiarativa**
 - Memoria episodica
 - Memoria semantica
- **La memoria a lungo termine procedurale**
- **Memoria prospettica**
- **Memoria spaziale** (cellule di posizione)
- **Memoria genetica**

L'ESPERIMENTO

Falsi ricordi indotti nei moscerini

Attraverso la stimolazione dell'attività neuronale, gli scienziati hanno manipolato la memoria di alcuni insetti

MILANO - Viene subito da pensare ai falsi ricordi dei replicanti di Blade Runner o alle mini-cassette con cui i protagonisti di Strange Days si «iniettavano» nel cervello esperienze mai vissute. Si tratta invece di pura scienza da laboratorio, quella di cui ci parla un articolo pubblicato sull'ultimo numero di Cell, prestigiosa rivista di biologia cellulare.

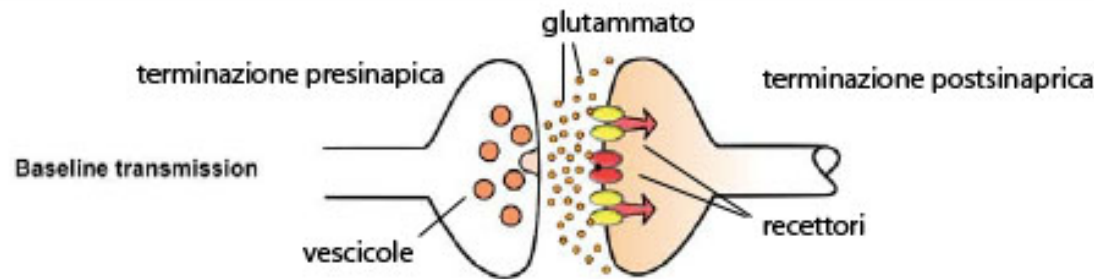
BRUTTI RICORDI - Attraverso la manipolazione dell'attività neuronale dei moscerini della frutta, ricercatori dell'Università Oxford sono riusciti a trasmettere ricordi di eventi dolorosi mai accaduti nella realtà. Per fare questo è stato prima necessario individuare i neuroni che fanno scattare l'associazione tra un'esperienza sensoriale (come, ad esempio, un particolare odore) e un brutto ricordo (nel caso dell'esperimento, l'elettroshock). I moscerini, infatti, tendono ad evitare in futuro quegli odori che ricordano esperienze negative vissute in passato. «Sapevamo che questi insetti avevano capacità di apprendimento, ma come questo avveniva era ancora del tutto sconosciuto», ha spiegato Gero Miesenboeck, a capo del team di ricerca.

SCRIVERE SUL CERVELLO - Grazie ad una tecnologia di optogenetica, gli studiosi di Oxford sono riusciti non solo a individuare il gruppo di 12 neuroni responsabili della memoria olfattiva nei moscerini, ma anche a manipolarli attraverso fasci di luce laser incaricati di «trascrivere» il ricordo di un elettroshock mai avvenuto. Dopo questa stimolazione neuronale, i moscerini tendevano a evitare quell'odore dal momento che lo associavano ad una brutta esperienza. Insomma, nel loro cervello è stato inserito un vero e proprio "falso ricordo" in grado per di più di alterare i loro comportamenti futuri.

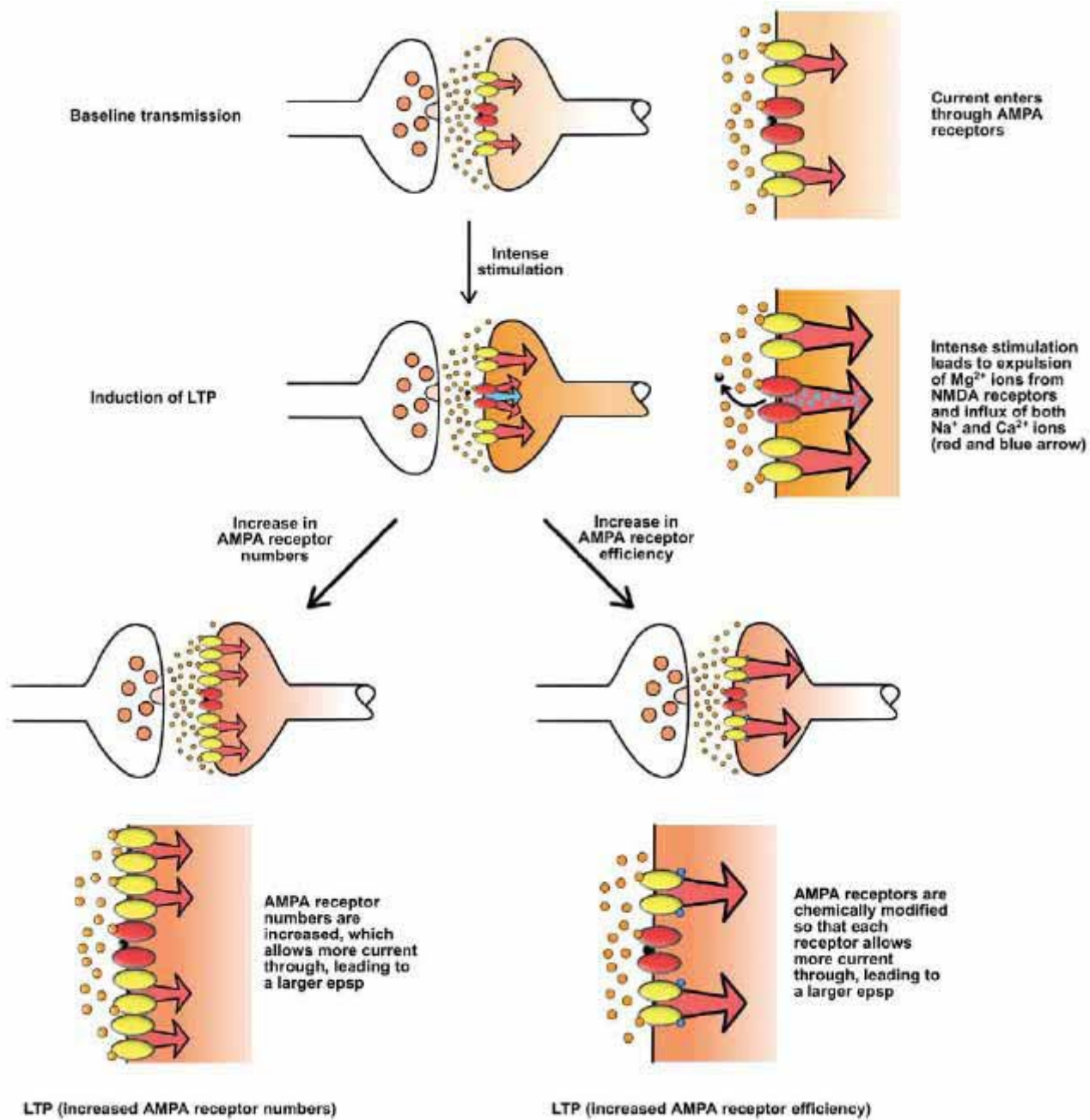
plasticità

- **Il nostro cervello cambia continuamente durante la nostra vita. Questa capacità del cervello di cambiare è detta plasticità.**
- **Non è il cervello nella sua totalità a cambiare bensì i singoli neuroni, in particolare durante lo sviluppo nella fase giovanile, durante l'apprendimento, o in seguito ad un trauma.**

plasticità sinaptica



Esistono vari meccanismi di plasticità, il più importante dei quali è la plasticità sinaptica - la scienza che studia come i neuroni modifichino le loro capacità di comunicare l'uno con l'altro.





plasticità sinaptica e memoria

Esercitare il cervello!

Quando le memorie diventano più permanenti, avvengono dei cambiamenti strutturali. Le sinapsi cambiano forma o dimensioni, nuove sinapsi possono comparire.

All'opposto, le sinapsi non utilizzate possono rimpicciolirsi e morire.

La materia di cui il nostro cervello è composto si modifica in risposta all'attività cerebrale.

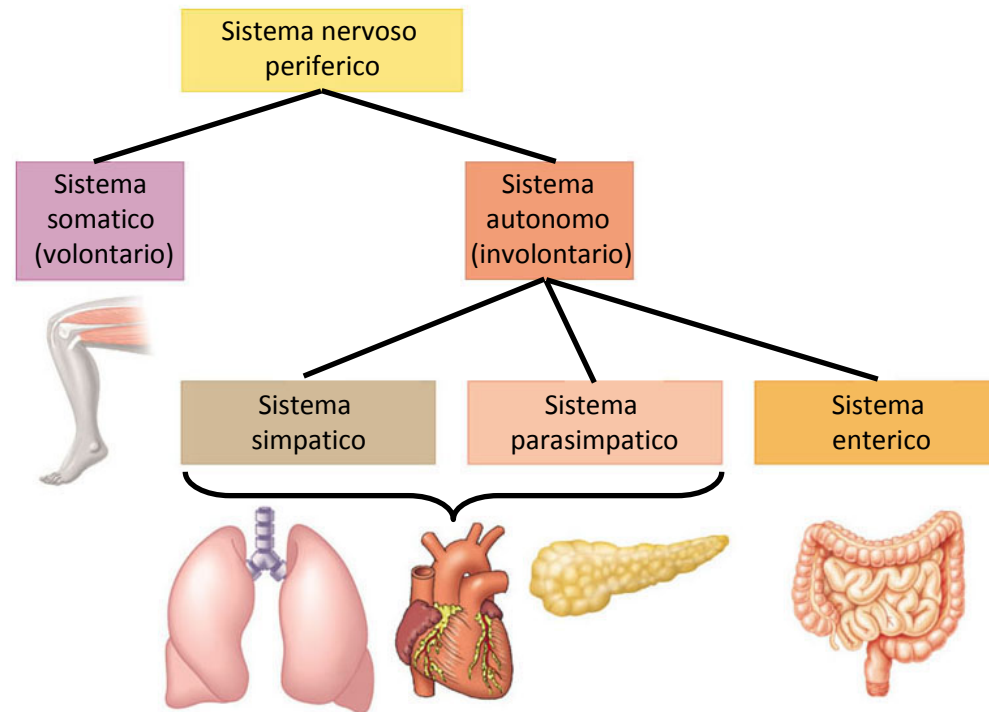
Ai cervelli piace esercitarsi come ai nostri muscoli!

snp

www.fisiokinesiterapia.biz

Il sistema nervoso periferico ha una struttura funzionale gerarchica

- Il sistema nervoso periferico dei vertebrati può essere suddiviso in due componenti funzionalmente diverse: il sistema nervoso somatico e il sistema nervoso autonomo.



- Il **sistema nervoso somatico** trasporta i segnali da e verso i muscoli scheletrici, principalmente in risposta a stimoli *esterni*. Viene detto *volontario* perché gran parte delle sue azioni è sotto il controllo della volontà.
- Il **sistema nervoso autonomo** regola l'ambiente *interno*, controllando la muscolatura liscia, il miocardio e gli organi dei sistemi digerente, cardiovascolare, escretore ed endocrino. Questo controllo è generalmente di tipo *involontario*.

- Gli effetti contrapposti dei neuroni dei sistemi simpatico e parasimpatico regolano l'ambiente interno
 - Un gruppo di neuroni, che costituisce il **sistema parasimpatico**, induce nell'organismo le attività legate all'acquisizione e alla conservazione dell'energia.
 - L'altro gruppo di neuroni, appartenenti al **sistema simpatico**, tende a svolgere il compito opposto, preparando il corpo alle attività che consumano energia.

Il sistema nervoso autonomo:

