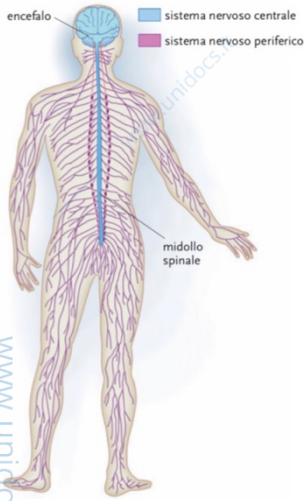


IL SISTEMA NERVOSO



Il sistema nervoso coordina l'intero organismo e fa funzionare tutti gli altri sistemi e apparati, è composto da 2 parti, ognuna con un compito specifico :

- Il **SISTEMA NERVOSO CENTRALE**: è la parte di sistema nervoso costituita dall'encefalo¹ e dal midollo spinale. Il cervello comunica con il resto del corpo attraverso un insieme di nervi chiamato midollo spinale. Di qui, i messaggi fluiscono tramite il sistema nervoso periferico (SNP). Una rete di *nervi* trasporta informazioni da e al SNC. 31 coppie di **nervi spinali** trasportano messaggi sensoriali e motori da/al midollo spinale e 12 coppie di **nervi cerebrali** lasciano il cervello senza passare dal midollo. Questi nervi mettono in comunicazione ogni parte del corpo con il cervello. I *nervi* sono grossi fasci di assoni. L'insieme dei *neuroni* è detto **nucleo** mentre i *fasci di assoni* sono i **tratti**.
- Il **SISTEMA NERVOSO PERIFERICO**: è formato dall'insieme delle fibre nervose e dei gangli (raggruppamenti dei corpi cellulari dei neuroni) del sistema nervoso somatico e del sistema nervoso autonomo. L'insieme dei *neuroni* è detto **ganglio** mentre i *fasci di assoni* sono i **nervi**. I nervi possono ricrescere se danneggiati.

Il SISTEMA NERVOSO PERIFERICO può essere diviso in 2 parti:

- **SISTEMA NERVOSO SOMATICO (SNS)**: attività volontarie. In questo sistema viaggiano i messaggi in ingresso e uscita da organi di senso e muscoli scheletrici;
- **SISTEMA NERVOSO AUTONOMO (SNA)**: attività involontarie o vegetative e automatiche. Questo sistema innerva gli organi interni e le ghiandole, e si divide a sua volta in:
 - **SISTEMA SIMPATICO**: addetto alle emergenze, prepara il corpo a una reazione *fight or flight* nel momento di pericolo o di grande emozione;
 - **SISTEMA PARASIMPATICO**: è associato alle attività dei periodi di calma e riporta il corpo a livelli di attivazione normali. Esso favorisce la conservazione di energia e le funzioni vegetative; contribuisce a mantenere i processi vitali. Le *fibre parasimpatiche* passano in molti nervi cranici.

Entrambi i sistemi sono sempre attivi.

I NEURONI

I NEURONI sono minuscole cellule nervose che convogliano informazioni dagli organi di senso al cervello, dove poi vengono elaborate dagli *interneuroni*. Un singolo neurone non è particolarmente efficiente, è necessario che si colleghino l'uno con l'altro a formare densi ammassi e lunghe catene. Un insieme di neuroni forma il NERVO.

Oltre ai neuroni nel SNC ci sono le CELLULE GLIALI, che hanno funzione nutritiva e di sostegno per i neuroni, assicurano l'isolamento dei tessuti nervosi e la protezione da corpi estranei in caso di lesioni.

Esse si distinguono in:

- **MICROGLIA**: costituite da macrofagi in grado di fagocitare i corpi estranei al SNC; hanno un *nucleo oblungo* e sono normalmente presenti in piccolo numero ma si moltiplicano in caso di danni cerebrali.
- **MACROGLIA**: si dividono in
 - CELLULE DI SCHWANN E CELLULE SATELLITI nel SNP;
 - ASTROCITI, OLIGODENROCITI e CELLULE EPENDIMIALI nel SNC.
 1. **ASTROCITI**: riforniscono i neuroni di sangue e regolano il loro ambiente chimico esterno; si dividono in *protoplasmatici* (presenti nella sostanza grigia e con prolungamenti corti) e *fibrosi* (presenti nella sostanza bianca e con prolungamenti lunghi);
 2. **OLIGODENROCITI**: si trovano nella sostanza grigia con funzione metabolica e nella sostanza bianca come facilitatori della trasmissione dei messaggi fra i neuroni;
 3. **CELLULE EPENDIMIALI**: delimitano le cavità del SNC e favoriscono la circolazione del *fluido cerebrospinale*. Sono strettamente connesse con gli astrociti.

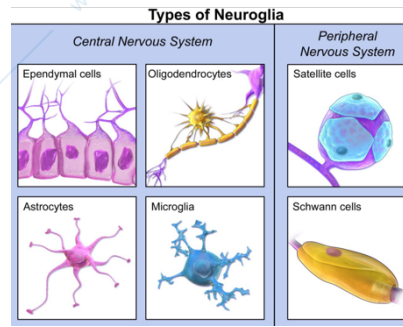
¹ ENCEFALO: costituito da cervello, cervelletto e tronco (o midollo allungato)

Funzioni:

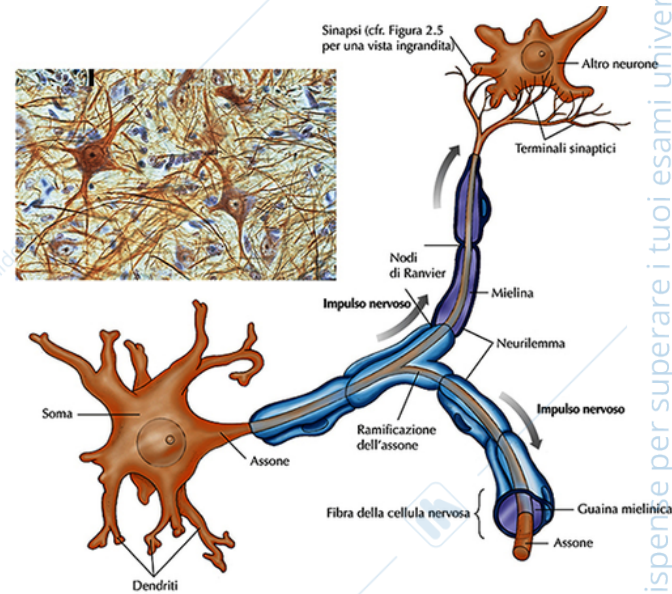
- Funzione fagocitaria e rimozioni dei frammenti cellulari che si formano in seguito alle lesioni o alla morte delle cellule nervose;
- Mantenimento della concentrazione dei K^+ negli spazi extracellulari e mantenimento dei neurotrasmettitori liberati dai neuroni nel corso della trasmissione sinaptica;
- Formazione barriera ematoencefalica (capillari);
- Formazione nutritiva;
- Formazione guaina mielinica.

Sostanza grigia: insieme dei corpi dei neuroni presenti nel SNC.

Sostanza bianca: assoni dei neuroni, riuniti in fasci, che uniscono encefalo e midollo spinale.

**LE PARTI DI UN NEURONE**

- **DENDRITI:** ramificazioni/fibre nervose che ricevono messaggi da altri neuroni e li propagano in direzione centripeta;
- **SOMA:** è la parte centrale del neurone in cui risiedono nucleo e organelli deputati alle principali funzioni cellulari. Riceve i messaggi dai dendriti come *impulsi nervosi* e li invia tramite una sottile fibra, ovvero l'*assone*;
- **ASSONE:** fibra che trasporta le informazioni in uscita dal corpo cellulare di un neurone (soma) verso neuroni adiacenti;²
- **ASSONE TERMINALE** o **TERMINALE SINAPTICO:** è un prolungamento dell'assone che si collega con i dendriti e i soma di altri neuroni. Essi collegandosi con i dendriti formano contatti fra cellule nervose permettendo il passaggio di impulsi elettrici.



I neuroni possono essere distinti anche in base alla forma:

1. **CELLULE PIRAMIDALI:** si trovano nella corteccia cerebrale e hanno corpi cellulari molto grandi di forma piramidale; i *dendriti alla base* si distribuiscono in senso orizzontale alla corteccia mentre i *dendriti apicali* si sviluppano in altezza; l'assone si dirige verso l'interno.
2. **CELLULE STELLATE:** dette anche *granuli*, disposte con orientamenti casuali rispetto alla superficie della corteccia, sono a forma di stella e i dendriti si ramificano nelle immediate vicinanze del soma, l'assone può contattare cellule adiacenti oppure finire in uno strato inferiore o superiore della corteccia cerebrale.
3. **CELLULE FUSIFORMI:** si trovano nello strato più profondo della corteccia e sono a forma di fuso con alle estremità due ciuffi di dendriti; l'assone, in genere, è proiettato verso aree sottocorticali, ma in alcuni casi può salire in strati più superficiali della corteccia cerebrale.

L'IMPULSO NERVOSO

Sia internamente al neurone che esternamente (separati da una membrana) si trovano gli IONI, alcuni hanno carica elettrica positiva e altri negativa. Quando un neurone è *inattivo*, esternamente ci sono più ioni positivi e internamente più ioni negativi; la *differenza di potenziale* tra esterno e interno della membrana è quasi -70 millivolt. Il *potenziale di membrana* di un neurone inattivo è detto **POTENZIALE DI RIPOSO**; i messaggi in arrivo da altri neuroni innalzano e abbassano continuamente il potenziale di riposo. Se il potenziale sale a circa -50 millivolt, il neurone raggiunge la propria **SOGLIA**, o **livello di scarica**.

A questo punto viene generato un **POTENZIALE D'AZIONE**, un impulso elettrico/nervoso che si propaga lungo l'assone. Avviene quindi un cambiamento della carica ionica tra l'esterno e l'interno della membrana cellulare.

² Nei nervi esterni al cervello e al midollo spinale, la maggior parte degli assoni è rivestita dalle "cellule di Schwann", che internamente hanno strati composti da mielina e esternamente strati che formano il *neurilemma*.

Il potenziale d'azione comporta una rapida inversione della differenza di potenziale tra interno ed esterno della membrana cellulare (*depolarizzazione*), dovuta all'ingresso nella cellula di ioni positivi attraverso specifiche *proteine* che fungono da canali:

- Na⁺ esterno
- K⁺ interno

La membrana che riveste gli assoni è attraversata da minuscoli canali detti **CANALI IONICI**. Normalmente questi sono chiusi da molecole che agiscono come dei "cancelli", ma durante un potenziale d'azione i cancelli si aprono. Questo consente agli **ioni sodio** (Na⁺) di penetrare nell'assone e al **potassio** (K⁺) di uscire. I canali che si aprono per primi sono quelli in prossimità del soma, poi uno dopo l'altro si aprono lungo l'assone man mano che il potenziale d'azione procede lungo di esso.

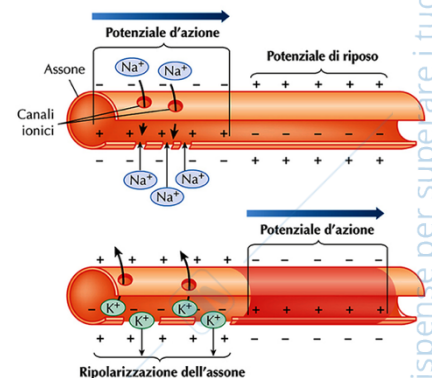
Ogni potenziale d'azione è un **FENOMENO TUTTO-O-NIENTE**: o l'impulso si propaga completamente o non si propaga affatto.

Dopo ogni impulso nervoso, la *polarità* della cellula nervosa scende brevemente al di sotto del livello di riposo e diventa **refrattaria** a lanciare impulsi. Questo **POTENZIALE DI RIPOSO NEGATIVO** si verifica perché gli ioni potassio (K⁺) fuoriescono dal neurone. In seguito a un impulso elettrico gli ioni fluiscono dentro e fuori la membrana che ricopre l'assone, ricaricandolo per una nuova azione.

Quindi alla fase di *depolarizzazione* segue la fase di *ripolarizzazione*, in cui viene prodotta energia.

POMPA SODIO-POTASSIO

Una volta che si è verificato l'impulso nervoso, la cellula ha bisogno di **ripolarizzarsi** per permettere un altro impulso nervoso, e per fare ciò entra in gioco la **POMPA SODIO-POTASSIO** che fa uscire 3 ioni K⁺ ogni 2 ioni Na⁺ che entrano. Ciò avviene *contro gradiente di concentrazione* e dunque grazie all'energia prodotta dall'ATP. La ripolarizzazione del neurone permette di regolare l'omeostasi cellulare e la costruzione del gradiente transmembrana degli ioni Na⁺.



CONDUZIONE SALTATORIA

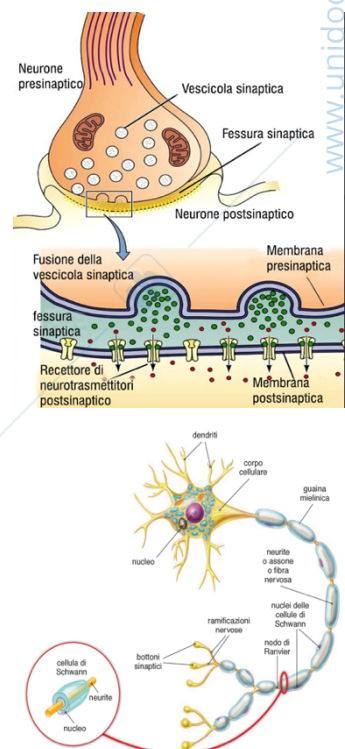
Gli assoni (fibre sottili) di alcuni neuroni sono rivestiti da **MIELINA (guaina mielinica)**. Piccole porzioni dell'assone prive di mielina sono dette **NODI DI RANVIER** e hanno la funzione di aumentare la velocità di trasmissione degli impulsi elettrici. Il potenziale d'azione salta da un nodo di Ranvier all'altro, generando il processo di **CONDUZIONE SALTATORIA**. Quando l'impulso si propaga su tutta la fibra si parla di **CONDUZIONE PUNTIFORME** ed è tipica dei nervi periferici non mielinizzati. Quando la guaina mielinica è danneggiata, può verificarsi un rallentamento dei riflessi, debolezza o paralisi.

SINAPSI e NEUROTRASMETTITORI

Sebbene l'impulso nervoso sia un'attività di tipo elettrico, la *comunicazione tra i neuroni* è un'attività di tipo chimico. Lo spazio tra due neuroni attraverso il quale passano i segnali chimici è detto **SINAPSI (o fessura sinaptica)**. Quando un potenziale d'azione raggiunge i **bottoni sinaptici** del neurone pre-sinaptico si ha un rilascio di **NEUROTRASMETTITORI**, ossia molecole in grado di modificare l'attività dei neuroni post-sinaptici.

Quando il potenziale d'azione raggiunge il **terminale sinaptico** ed il **neurotrasmettitore** viene rilasciato, questo va ad agganciarsi su particolari *aree recettive* del neurone adiacente; aree che prendono il nome di **SITI RECETTORIALI**, sensibili ai neurotrasmettitori. Quando i neurotrasmettitori hanno svolto la loro funzione avviene la **RICAPTAZIONE**, essi vengono rimossi dalla fessura sinaptica da specifiche proteine che risiedono nelle membrane dei neuroni e nelle cellule della glia. Senza la ricaptazione i neurotrasmettitori continuerebbero ad esercitare la loro azione sul neurone post-sinaptico.

I neurotrasmettitori non innescano sempre un potenziale d'azione nel neurone adiacente, ma influenzano la probabilità che esso avvenga in quel neurone. Alcuni neurotrasmettitori *eccitano* il neurone adiacente portandolo a distribuire l'impulso, mentre altri lo *inibiscono* rendendone l'azione meno probabile. Sulla base della dimensione i neurotrasmettitori sono distinti in **neuropeptidi** (dai 3 ai 36 amminoacidi) e **piccole molecole** (amminoacidi singoli).



NEUROREGOLATORI

I NEURO-REGOLATORI non trasportano direttamente messaggi, ma regolano l'attività di altri neuroni.

Encefaline: effetti simili agli oppiacei; riduce le sensazioni dolorifiche.

Endorfine: prodotte dall'*ipofisi*; con proprietà analgesiche che coordinano e controllano le attività nervose superiori.

RETI NEURALI

Le RETI NEURALI elaborano le informazioni a livello cerebrale. Ogni neurone riceve più messaggi (*eccitatori* o *inibitori*) da parte di altri neuroni, questi messaggi vengono sommati e a seconda del messaggio finale si verifica un potenziale d'azione o no nel neurone destinatario.

Se arriva un numero sufficiente di messaggi eccitatori tali da raggiungere la soglia, il neurone invierà l'impulso elettrico, ma solo se non riceve contemporaneamente troppi messaggi inibitori che lo allontanano dall'invio dell'impulso. Ogni singolo neurone in una rete neurale ascolta i neuroni con i quali forma delle sinapsi e combina quel messaggio d'ingresso in un messaggio d'uscita. Il potenziale d'azione dunque, dipende dalla somma dei messaggi in ingresso da parte di altri neuroni che formano la rete neurale.

NEUROPLASTICITÀ

Con NEUROPLASTICITÀ s'intende la capacità del cervello di modificarsi in risposta all'esperienza. Ogni nuova esperienza viene riflessa da cambiamenti a livello cerebrale.

IL MIDOLLO SPINALE

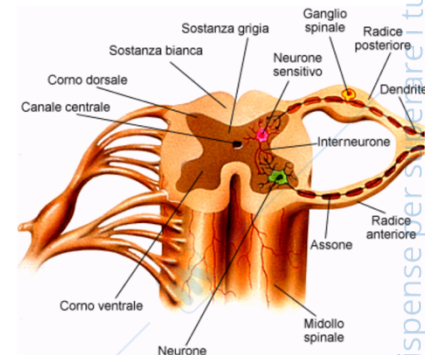
Il MIDOLLO SPINALE mette in collegamento il cervello con altre parti del corpo.

Esso è costituito da MATERIA BIANCA, ovvero fasci di assoni rivestiti di guaina mielinica. 31 paia di **nervi spinali** conducono messaggi sensoriali e motori dal e al midollo spinale, mentre 12 paia di **nervi cranici** partono direttamente dal cervello.

Tutti i nervi mantengono in comunicazione cervello e corpo.

Il midollo spinale è capace di compiere qualche azione in modo *autonomo*, senza l'intervento del cervello, e lo vediamo con gli ARCHI RIFLESSI, che si verificano quando uno stimolo provoca una risposta automatica. Ciò avviene perché, all'interno del midollo spinale, il **neurone sensoriale** crea una sinapsi con un **neurone connettore** o **interneurone**, che a sua volta attiva un **neurone motorio**.

La risposta è data dalle *cellule effettrici* (cellule in grado di produrre una risposta) che si trovano nelle fibre muscolari. Anche un *riflesso semplice* può avvenire nel midollo spinale, ma richiede più cellule e diversi nervi spinali. Ricordiamo che un grave danno al cervello o al midollo spinale è in genere permanente.



NEURONE SENSORIALE: cellula che trasmette messaggi dai sensi al SNC.

NEURONE CONNETTORE: cellule nervose, né sensoriali e né motorie, che ne collegano altre due.

NEURONE MOTORE: cellule nervose del SNC che trasferiscono segnali fuori dal SNC per controllare i muscoli e il loro movimento.

METODI DI INDAGINE

NEUROPSICOLOGIA: studio dei processi biologici, in particolare quelli del sistema nervoso, collegati al comportamento. I neuropsicologici cercano di capire dove siano localizzate le funzioni a livello cerebrale.

Il cervello è costituito da diverse aree o parti anatomicamente distinte.

Mappatura della struttura cerebrale

TAC (tomografia assiale computerizzata): è una diagnostica tramite *radiazioni ionizzanti* che consentono di vedere il cervello in modo più preciso. I raggi X emessi da angolazioni diverse vengono acquisiti da un computer per formare un'immagine del cervello.

RM (risonanza magnetica): viene usato un campo magnetico forte per produrre un'immagine dell'interno del corpo. Il paziente viene posto all'interno di un campo magnetico; l'elaborazione computerizzata produce un'immagine tridimensionale del corpo o del cervello. Questa scansione è più precisa di quella con la TAC.

ESC (elettrostimolazione cerebrale): la corteccia cerebrale viene stimolata tramite una debole corrente elettrica somministrata con un cavo isolato, l'*elettrodo*. Anche le strutture profonde del cervello possono essere stimolate da elettrodi posti in specifiche aree sottocorticali. La ESC è in grado di rievocare un comportamento in modo preciso, ma le emozioni e i comportamenti sono influenzati dalla personalità e dalle circostanze.

Esplorazione delle funzioni cerebrali

ABLAZIONE (o rimozione chirurgica): serve per localizzare la funzione cerebrale. Vengono rimosse parti del cervello, e quando ciò provoca cambiamenti nel comportamento o nella capacità sensoriale, si comprende la funzione che aveva quella parte ora mancante.

INTERVENTI DI LESIONE PROFONDA: si rimuovono strutture sottostanti alla superficie encefalica tramite una forte corrente elettrica, che viene somministrata con un elettrodo inserito all'interno del cervello. Questa corrente va a distruggere una piccola quantità di tessuto cerebrale.

REGISTRAZIONE CON MICROELETTRODO: serve per osservare il comportamento dei singoli neuroni. L'osservazione dei potenziali di azione dei singoli neuroni fornisce un'immagine della vera origine del comportamento.

EEG (elettroencefalografia): misura l'attività elettrica prodotta in prossimità della superficie encefalica. Sul cuoio capelluto vengono applicati diversi elettrodi che rilevano gli impulsi elettrici cerebrali e li inviano a un elettroencefalografo. L'EEG amplifica questi debolissimi segnali e li registra su una striscia di carta o sullo schermo di un computer.

PET (tomografia a emissione di positroni): fornisce immagini più dettagliate sia delle attività in prossimità della superficie sia di quelle a livello *sottocorticale*. La scansione tramite PET rileva i *positroni*, particelle emesse dal glucosio a bassa radioattività mentre viene consumato dal cervello. La scansione PET mostra in quali aree si sta consumando più energia. Se si posizionano i *detettori di positroni* attorno alla testa e si inviano i dati a un computer, è possibile creare una *bioimmagine* a colori dell'attività cerebrale.

Un cervello brillante consuma meno di un cervello meno efficiente, il quale lavora di più e ottiene risultati minori.

RMF (risonanza magnetica funzionale): rileva le variazioni del livello di ossigenazione dei tessuti cerebrali tramite l'immersione in un campo magnetico. La RMF fornisce immagini di tutto il cervello poiché viene utilizzato un *liquido di contrasto* che rileva le variazioni, a livello cerebrale, del flusso sanguigno e del livello di ossigeno.

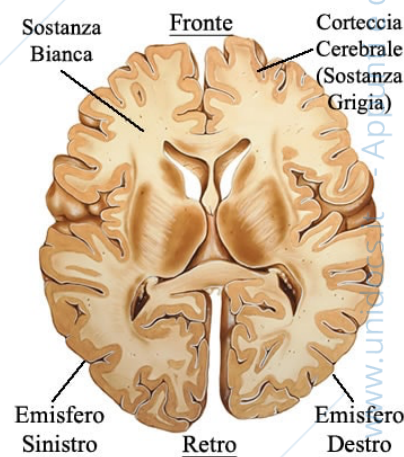
LA CORTECCIA CEREBRALE

La CORTECCIA CEREBRALE è costituita da 2 grandi EMISFERI che ricoprono la parte superiore del cervello; essi sono collegati da uno spesso *fascio di fibre* detto CORPO CALLOSO; il lato sinistro del cervello controlla il lato destro del corpo e viceversa. Un danno a livello dell'emisfero può causare il disturbo detto *negligenza spaziale* o *neglect*; in questo caso chi ha riportato una lesione all'emisfero destro non può percepire ciò che si trova alla sinistra del proprio campo visivo e viceversa. Gli emisferi sono a loro volta suddivisi in aree più piccole, i LOBI.

La corteccia cerebrale riveste la maggior parte dell'encefalo con uno strato di *materia grigia* (tessuto spugnoso costituito da corpi cellulari). È corrugata e forma delle pieghe; questa *corticalizzazione* permette all'uomo di avere un'intelligenza superiore agli animali.

La corteccia, con spessore di soli 3 millimetri, è in gran parte responsabile della nostra capacità di parlare, acquisire abilità complesse e vivere in gruppi sociali complessi.

Nel 1981 Roger Sperry scopre che i due emisferi si comportano in maniera differente:



EMISFERO SINISTRO

- abilità di linguaggio (parlare, scrivere e comprendere), matematica, giudizio sul tempo e sul ritmo, coordinazione di movimenti complessi;
- implicato nell'*analisi*, nella suddivisione in parti delle informazioni;
- elabora le informazioni in modo *sequenziale*, seguendo un ordine;
- riconosce i particolari, isola i dettagli;
- centro dell'attenzione: *locale*.

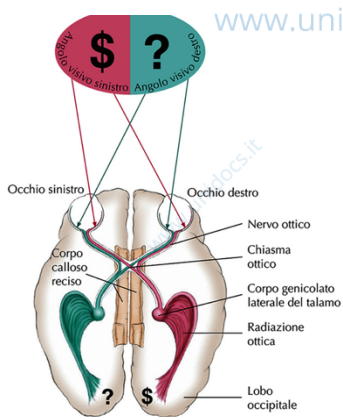
EMISFERO DESTRO

- abile in capacità percettive (riconoscimento dei volti, figure e melodie), nell'espressione e riconoscimento delle emozioni e di stimoli complessi;
- produce un livello molto limitato di linguaggio e numeri; è utile per comprendere ironia, sarcasmo e altre sfumature di linguaggio; comprende contesto generale;
- elabora le informazioni *simultaneamente*, in modo *olistico*, tutte insieme contemporaneamente;
- visione generale delle cose;
- centro dell'attenzione: *globale*.

Usiamo entrambi gli emisferi contemporaneamente tranne che per alcune attività in cui uno è usato più dell'altro.

SPLIT BRAIN

La **CALLOSOTOMIA** o **split brain** è un raro tipo di operazione chirurgica in cui il *corpo calloso* viene rescisso longitudinalmente per controllare un caso di epilessia non trattabile farmacologicamente. Una persona che subisce questa operazione entra in *condizione split brain*, ovvero in una condizione medica nella quale l'emisfero destro e sinistro non comunicano pienamente; un emisfero può non sapere cosa accade nell'altro. Ne risulta una persona con due cervelli con funzioni separate.

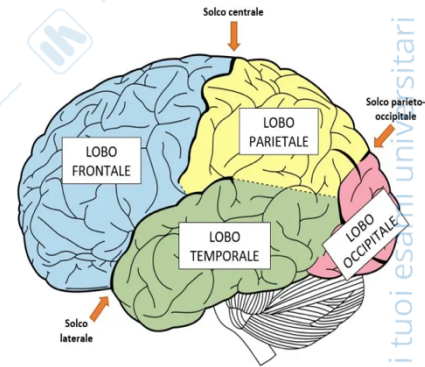


I LOBI DELLA CORTECCIA CEREBRALE

I due emisferi della corteccia cerebrale sono suddivisi in diversi **LOBI**; alcuni lobi sono definiti da profondi solchi sulla superficie della corteccia, mentre altri sono considerati aree separate, avendo funzioni diverse. Ogni lobo, a sua volta, è percorso da un insieme di solchi meno profondi che delimitano le *circonvoluzioni cerebrali*.

Questi lobi hanno un'estensione più o meno uguale su entrambi gli emisferi: ma, talvolta, essi possono presentare particolari circonvoluzioni su un solo emisfero e non sull'altro. Si parla di **DOMINANZA EMISFERICA** quando un solo emisfero svolge alcune tra le più importanti funzioni mentali.

Secondo la **classificazione di Brodmann** ci sono 52 aree sulla superficie della corteccia, dette **aree di Brodmann**, che hanno caratteristiche e funzioni diverse.



I LOBI FRONTALI

I **LOBI FRONTALI** sono il centro delle abilità mentali superiori e sede del movimento. La zona posteriore dei lobi frontali, detta **CORTECCIA MOTORIA PRIMARIA** (M1 o area 4) controlla il movimento delle varie aree del corpo. La rappresentazione dell'estensione delle aree motorie è detta **HOMUNCULUS MOTORIO**, ed è sproporzionata rispetto alla realtà in quanto riflette la mobilità delle aree e non le loro dimensioni. A causa della **neuroplasticità** questa mappa motoria può essere modificata da esperienze e apprendimento.

Sulla superficie esterna del lobo frontale, davanti alla CMP, abbiamo la **CORTECCIA PREMOTORIA**, deputata all'organizzazione e al controllo dei movimenti dei *muscoli prossimali* (più vicini al centro del corpo) e del *tronco*.

L'**AREA SUPPLEMENTARE MOTORIA** guida la coordinazione dei movimenti e la pianificazione dei movimenti complessi, quelli che coinvolgono una *sequenza di movimenti*. Le cortecce motorie contengono **neuroni specchio**.

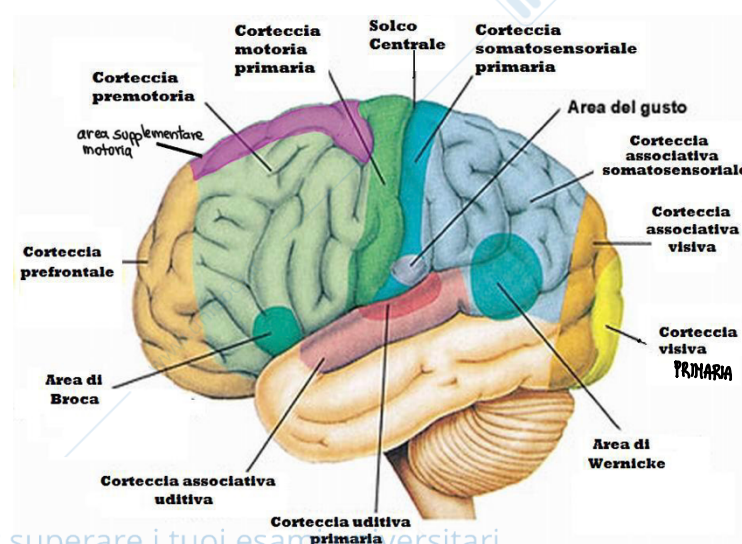
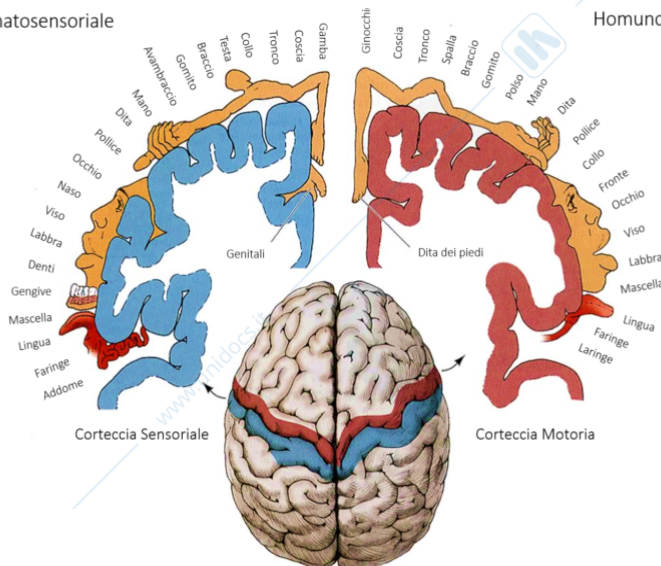
Il resto dei lobi frontali viene spesso definito nel suo insieme **aree associative frontali**. Queste **AREE ASSOCIATIVE** riuniscono ed elaborano informazioni. Alcune di esse sono implicate anche in attività mentali superiori (linguaggio). Una persona con una lesione alle aree associative dell'emisfero destro può soffrire di **afasia** (difficoltà o impossibilità di usare il linguaggio).

Un tipo di afasia è collegata all'**area di Broca**, centro dell'elaborazione del linguaggio, che fa parte dell'area associativa frontale sinistra. Una lesione dell'area di Broca provoca **afasia motoria** (o *espressiva*), una grave difficoltà nell'eloquio o nella scrittura.

La porzione anteriore della regione associativa frontale è detta **CORTECCIA PREFRONTALE** e ha il compito di controllare i comportamenti più complessi. Inoltre genera il senso di sé e la consapevolezza del proprio stato emotivo.

Homunculus Somatosensoriale

Homunculus Motorio



I LOBI PARIETALI

I LOBI PARIETALI raccolgono le *afferenze somatosensoriali* (cutanee) di tutte le aree del corpo. Le sensazioni somatiche sono rappresentate nella CORTECCIA SOMATOSENSORIALE PRIMARIA (S1).

La corteccia somatosensoriale è costituita da almeno 3 aree diverse, ognuna con una specifica funzione; queste aree sono, in ordine antero-posteriore, le aree 3/1/2 di Brodmann, che vanno a rappresentare un HOMUNCULUS SOMATO-SENSORIALE.

- AREA 3: riconoscimento globale di un oggetto;
- AREA 1: rilevamento della ruvidità di una superficie;
- AREA 2: rilevamento della forma.

I LOBI TEMPORALI

I LOBI TEMPORALI sono collocati sotto ai lobi frontali e parietali del cervello. Lateralmente al lobo temporale troviamo l'AREA UDITIVA PRIMARIA (area 41 di Brodmann), in cui vengono registrati i suoni in arrivo dalla via acustica centrale. Sul lobo temporale sinistro si trova un'area associativa detta AREA DI WERNICKE, coinvolta nella comprensione del linguaggio; se quest'area viene danneggiata ne deriva un'*afasia fluente* detta *afasia di Wernicke*. Quest'area è collegata a quella di Broca da un percorso neurale detto **fascicolo arcuato**.

I LOBI OCCIPITALI

I LOBI OCCIPITALI si trovano nella parte posteriore del cervello e si estendono su tutte e 3 le facce dell'emisfero, laterale/mediale e inferiore. Nella faccia mediale si trovano le aree della corteccia implicate nella ricezione ed elaborazione delle *afferenze retiniche*. L'AREA VISIVA PRIMARIA è la parte di corteccia che riceve per prima i messaggi in arrivo dagli occhi. Le immagini che arrivano sono mappate sulla corteccia, ma la mappa è molto allungata e distorta. L'informazione visiva crea una rete complessa di attività nelle cellule nervose, ma non crea un'immagine di tipo televisivo.

AGNOSIA VISIVA: incapacità di identificare gli oggetti che vengono visti; non si formano le associazioni necessarie a percepire il significato degli oggetti. Questo disturbo è causato da una lesione delle aree associative nei lobi occipitali.

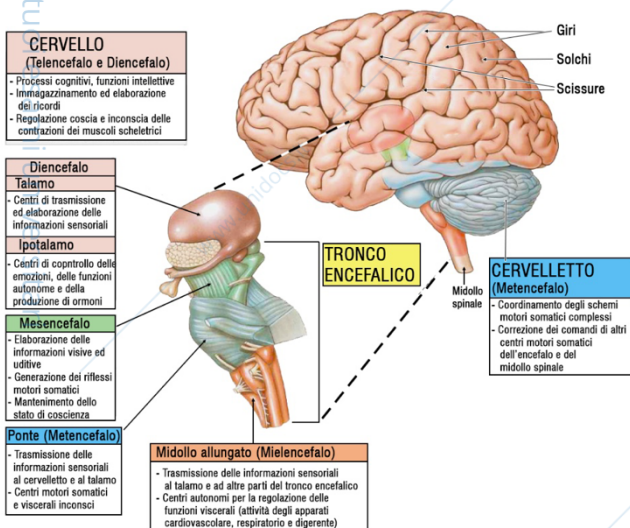
PROSOPAGNOSIA: incapacità di riconoscere i volti. Disturbo causato da una lesione delle aree associative sulla faccia inferiore dei lobi occipitali.

LE STRUTTURE SOTTOCORTICALI

ENCEFALO: cervello+tronco encefalico+cervelletto.

STRUTTURE SOTTOCORTICALI: si trovano immediatamente sotto la corteccia cerebrale. Tali strutture sono deputate al controllo di fame, sete, sonno, attenzione, desiderio sessuale, respirazione e altre funzioni vitali.

- Il CERVELLO, detto **proencefalo**, è formato dal TELEENCEFALO (corteccia, ippocampo e strutture di connessione fra gli emisferi) e dal DIENCEFALO (ipotalamo, ipofisi, talamo e epitalamo).
- Il TRONCO DELL'ENCEFALO comprende il MESENFALO, CERVELLETTO, PONTE e BULBO. Il bulbo si collega direttamente al midollo spinale. Il mesencefalo può essere considerato un collegamento tra proencefalo e tronco encefalico.



IL TRONCO ENCEFALICO

Nel punto in cui il midollo spinale si unisce al tronco dell'encefalo, esso si allarga nel BULBO o MIDOLLO ALLUNGATO, in cui si trovano centri importanti per il controllo riflesso di numerose funzioni vitali. Al suo interno troviamo il *centro vasomotore* responsabile del controllo del tono muscolare dei vasi, della frequenza cardiaca, del volume delle sistole e quindi della pressione sanguigna. Il midollo allungato, assieme al *ponte di Varolio*, controlla il pH del sangue. Inoltre dal bulbo passano le informazioni inerenti al gusto, al tatto e all'udito.

Il bulbo può subire gli effetti negativi di numeri farmaci e sostanze stupefacenti; anche lesioni o malattie al midollo allungato possono essere fatali.

Nel midollo allungato si trova un *reticolo di fibre e corpi cellulari*, detto FORMAZIONE RETICOLARE. Quando nel cervello fluiscono messaggi, la **formazione reticolare** (FR) dà priorità ad alcuni e ne mette da parte altri, influenzando l'ATTENZIONE. La formazione reticolare non è del tutto formata fino all'adolescenza.

La FR modifica i comandi inviati al corpo riguardo a tono muscolare, postura e movimenti degli occhi, volto, testa, corpo e arti; inoltre controlla i riflessi implicati nella respirazione, nello starnuto, nella tosse e nel vomito. Essa ha anche la funzione di tenerci vigili, attenti e svegli. I messaggi in arrivo dagli organi di senso si diramano in una parte della FR detta SISTEMA DI ATTIVAZIONE RETICOLARE (SAR). Il sistema SAR bombarda di stimoli la corteccia e la mantiene vigile e attiva.

Il PONTE DI VAROLIO, detto *ponte*, è una piccola protuberanza sul midollo allungato; esso agisce come un vero e proprio passaggio tra midollo allungato e altri distretti, inoltre controlla il ritmo sonno-veglia e il livello di vigilanza.

Il CERVELLETTO, posto alla base del proencefalo, ha principalmente funzione di controllo della postura, del tono muscolare e della coordinazione muscolare. Si ritiene che il cervelletto riceva dalla corteccia cerebrale una copia del comando motorio che un soggetto intende eseguire volontariamente, e che riceva dagli arti informazioni relative all'effettivo svolgimento dello schema motorio impartito dalla corteccia cerebrale. Se sussistono delle differenze tra il movimento programmato e quello effettivamente realizzato, il cervelletto è in grado di correggerle, con un meccanismo di *feedback negativo*. Nel cervelletto sono conservati anche i *ricordi procedurali*, sequenze di azioni abituali diventate automatiche. Senza il cervelletto diventa impossibile compiere azioni come camminare, mantenere l'equilibrio e muovere gli occhi.

IL MESENCEFALO

Il MESENCEFALO, struttura meno sviluppata, si unisce inferiormente al tronco encefalico e superiormente al diencefalo. Nel mesencefalo si trovano i NUCLEI o GANGLI DELLA BASE, strutture che elaborano le informazioni ricevute da gran parte della corteccia e inviano i risultati per lo più alla corteccia frontale.

I gangli sono costituiti:

- dallo *striato dorsale* (nuclei putamen e nuclei caudato);
- dallo *striato ventrale* (tubercolo olfattorio e nucleo accumbens);
- *globo pallido* (interno ed esterno);
- *sostanza nera*;
- *nucleo subtalamico di Luys*.

A livello dei gangli della base sono stati evidenziati 5 sistemi paralleli e separati con funzioni diverse:

1. Motorio
2. Oculomotorio
3. Prefrontale dorsolaterale
4. Orbito-frontale laterale
5. Limbico

Questi 5 sistemi costituiscono 3 diverse divisioni funzionali dei gangli della base:

1. **Funzioni sensori-motorie:** svolte soprattutto dal putamen collegato alle aree corticali motorie e sensoriali;
2. **Funzioni cognitive:** svolte dallo striato associativo, collegato alla corteccia prefrontale, che con il nucleo caudato dorsale riceve informazioni dalla corteccia frontale, parietale, temporale e occipitale;
3. **Funzioni comportamentali/motivazionali:** svolte dallo striato associativo collegato alla corteccia del cingolo, a quella temporale, alla orbito frontale, all'ippocampo e all'amigdala, formando il *sistema limbico*.

La funzione principale dei gangli della base è di tipo motorio ed è effettuata per 2 vie:

- Diretta: facilita l'attività motoria desiderata (la facilitazione è data dall'inibizione del globo pallido)
- Indiretta: inibisce le attività motorie interferenti

Le due vie funzionano in parallelo e sono controllate da diversi sistemi che coinvolgono principalmente la *sostanza nera*. La SOSTANZA NERA è una formazione nervosa laminare che unisce mesencefalo e diencefalo. Il nome è dovuto alla presenza di neuroni con elevate quantità di pigmento melanico che conferisce un colore scuro. Nella sostanza nera viene prodotta la **dopamina**, che svolge un ruolo fondamentale nello sviluppo di motivazione e abitudini.

IL DIENCEFALO

Il DIENCEFALO è formato da: **ipofisi, epitalamo, talamo e ipotalamo**.

- **TALAMO:** agisce come “stazione di smistamento” per i messaggi sensoriali in viaggio verso il cervello; una minima lesione al talamo può provocare sordità, cecità o perdita di altri sensi, tranne l’olfatto. Gli stimoli in arrivo attraversano il talamo e subiscono un’azione di *integrazione, modulazione e selezione* (che per gli stimoli dolorifici è connessa con l’elaborazione cosciente del dolore). Il talamo regola anche i movimenti provocati da sensazioni dolorose o da emozioni, ovvero gli *psico-riflessi*.
L’intervento del talamo nella regolazione dell’attività motoria si svolge grazie alle sue connessioni con corteccia motoria e **sistema extrapiramidale**, un insieme di vie e centri nervosi che agiscono sulla corretta azione motoria andando a controllare i movimenti automatici, la coordinazione e il tono muscolare. Il movimento volontario è invece controllato dal **sistema piramidale**.
- **IPOTALAMO:** è una specie di centro di controllo superiore dell’emozione e di varie motivazioni di base. Esso regola *comportamenti eterogenei* (desiderio sessuale, emozioni, veglia, rilascio di ormoni, collera...). Rappresenta un “crocevia” che collega varie aree del cervello. Inoltre, costituisce il percorso finale per molti tipi di comportamento, poiché qui essi vengono organizzati prima che i messaggi lascino il cervello, causando una reazione a livello corporeo.

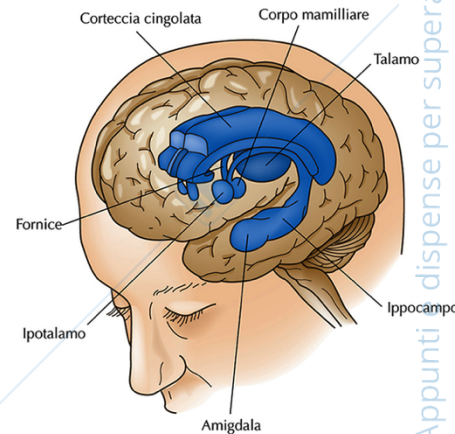
IL SISTEMA LIMBICO

Il SISTEMA LIMBICO, situato nel diencefalo, è formato da una serie di strutture cerebrali sottocorticali e un insieme di circuiti neuronali. Esso ha un ruolo fondamentale nella produzione di emozioni e comportamento motivato ed è strettamente collegato al *sistema endocrino e nervoso autonomo*.

Il sistema limbico è una struttura molto antica, è stato il primo strato del proencefalo a svilupparsi. È alla base dei *processi neurologici superiori*, come le emozioni, ed è coinvolto nei *sistemi di memoria emozionale*. L’**AMIGDALA**, soprattutto, è strettamente connessa alla paura; stimola il rilascio di adrenalina, noradrenalina e dopamina. Lesioni all’amigdala possono provocare l’incapacità di riconoscere gli stimoli di paura e le espressioni facciali che veicolano emozioni.

L’**IPPOCAMPO**, che ricorda un cavalluccio marino, è situato nella zona mediale dei lobi temporali, e ha un ruolo importante nella formazione dei ricordi duraturi, nella memoria e nell’orientamento nello spazio (ad esempio il lato destro dell’ippocampo si attiva durante la pianificazione mentale di un tragitto in auto). Lesioni all’ippocampo possono portare ad **amnesia**, incapacità a formare e mantenere in memoria dei ricordi. L’amnesia può essere *anterograda* (difficoltà nella formazione di nuovi ricordi) o *retrograda* (difficoltà ad accedere ai ricordi precedenti al danno). Nel **morbo di Alzheimer**, l’ippocampo è una delle prime strutture a subire danni, i primi sintomi che si riscontrano nei pazienti sono deficit di memoria e disorientamento nello spazio.

Diverse aree del sistema limbico agiscono come vie della ricompensa o del piacere, mentre altre fungono da stimolo punitivo o avversivo (quando vengono attivate).



IL SISTEMA ENDOCRINO

Il SISTEMA ENDOCRINO è formato da ghiandole che secernono sostanze chimiche nel flusso sanguigno o nel *sistema linfatico*. Queste sostanze proteiniche o lipidiche, dette **ORMONI**, vengono trasportate in tutto il corpo, dove agiscono sia su attività interne che sul comportamento visibile. Essi sono rilasciati a distanza dal loro obiettivo, e quando raggiungono i siti recettoriali in grado di captarli attivano le cellule innescando una reazione a catena.

ATTIVITÀ PARACRINA: gli ormoni vengono rilasciati direttamente in un organo o tessuto adiacente e agiscono sulle *cellule bersaglio*.

ATTIVITÀ AUTOCRINA: gli ormoni agiscono sulle stesse cellule che li hanno prodotti e rilasciati, permettendo la regolazione della produzione ormonale tramite un meccanismo di feedback.

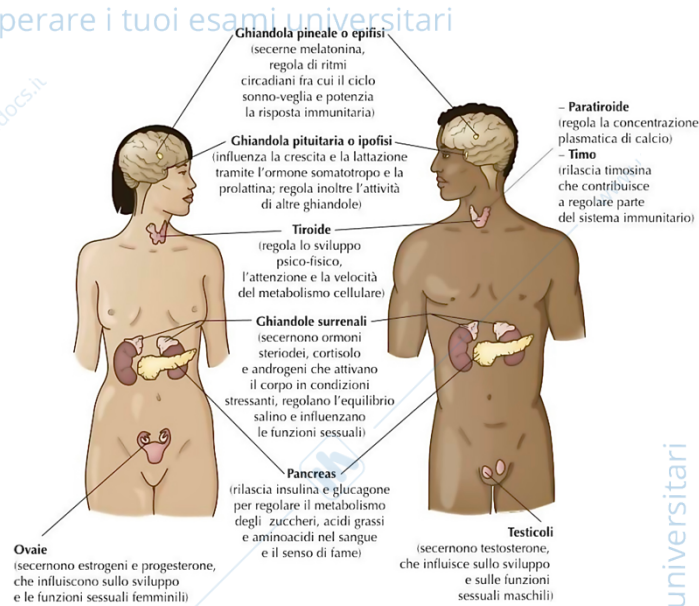
ANDROGENI: - **testosterone** negli uomini / - **estrogeni e progesterone** nelle donne, sono prodotti dalle GONADI, ovvero testicoli e ovaie. Gli androgeni sono responsabili dello sviluppo dell’apparato riproduttivo e delle caratteristiche sessuali secondarie, del desiderio sessuale e dell’aggressività sia nei maschi che nelle femmine.

IPOFISI (o ghiandola pituitaria): piccola ghiandola situata alla base del cranio, sotto all'ipotalamo. Tra le funzioni principali vi è la **regolazione della crescita**, tramite la produzione di un **ormone detto somatotropo** (ormone della crescita). L'ipofisi governa anche su altre ghiandole, che a loro volta regolano vari processi corporei.

- nella donna l'ipofisi controlla la produzione di *prolattina*, che regola lo sviluppo mammario e la produzione di latte.

NANISMO IPOFISARIO: produzione insufficiente dell'ormone della crescita; una terapia di iniezioni regolari di ormone può far aumentare la statura di parecchi cm.

GIGANTISMO: produzione eccessiva dell'ormone della crescita; può portare all'*acromegalia*, in cui braccia, mani, piedi e ossa facciali crescono in modo anomalo.



EPIFISI (o ghiandola pineale): ghiandola situata nell'epitalamo. La ghiandola pineale secerne un ormone, la **melatonina**, in risposta alle variazioni circadiane della luce.³ Il ciclo veglia-sonno è regolato dalla melatonina (ci si sente stanchi quando i livelli di melatonina aumentano). L'epifisi, inoltre, agisce potenziando le *risposte immunitarie*.

TIROIDE: ghiandola situata alla base del collo. Essa ha una funzione regolatoria sul **metabolismo**, cioè sulla velocità con cui il corpo produce e consuma energia. Gli ormoni tiroidei (T3 e T4) regolano il metabolismo cellulare, influiscono sullo sviluppo psico-fisico del soggetto, sul comportamento (attenzione e reattività mentale) e sulla gittata cardiaca.

IPERTIROIDISMO: iperattività della tiroide; chi ne è affetto tende a essere magro, teso, nervoso e irritabile.

IPOTIROIDISMO: insufficienza funzionale della tiroide. Negli adulti può portare svogliatezza, sonnolenza, lentezza, obesità e depressione, nei bambini invece limita lo sviluppo del sistema nervoso e produce grave ritardo mentale.

PARATIROIDE: piccola ghiandola addossata alla tiroide. L'ormone paratiroideo regola la **concentrazione plasmatica di calcio**; una bassa concentrazione di calcio nel sangue favorisce un maggiore assorbimento di questo da parte dell'intestino, un riassorbimento di calcio nei reni e un aumento dell'assorbimento a livello osseo.

TIMO: ghiandola che secerne **timosina**, un ormone che regola la produzione e la funzione dei linfociti T del sistema immunitario.

GHIANDOLE SURRENALI: ghiandole che rilasciano vari ormoni, tra cui l'*epinefrina* e la *norepinefrina*.⁴ Queste ghiandole sono situate appena sotto il margine posteriore della gabbia toracica, sopra i reni.

Nel **midollo surrenale**, al centro della ghiandola, vengono prodotte epinefrina e norepinefrina; la **corteccia surrenale**, lo strato esterno del surrene, produce vari ormoni detti *corticoidi* che regolano l'equilibrio salino corporeo, l'adattamento allo stress e altre funzioni, e sono anche una fonte secondaria di ormoni sessuali.

- **cortisolo:** influisce sulla soppressione dei processi immunitari, sulla modulazione del sistema nervoso, sulla sensibilità vascolare all'adrenalina-noradrenalina e ha proprietà antinfiammatorie. Inoltre, sembra potenziare la formazione dei ricordi.

VIRILISMO: dato da un'ipersecrezione di ormoni sessuali surrenalici; accentua le caratteristiche secondarie maschili. Nel bambino può causare una *pubertà prematura*, uno sviluppo sessuale anticipato.

(Il testosterone è prodotto in piccole quantità anche dalle ghiandole surrenali).

PANCREAS: ghiandola annessa all'apparato digerente.

- **Parte esocrina:** produce *succo pancreatico*, importante per la digestione di varie sostanze che passano nell'intestino;
- **Parte endocrina:** costituita dalle *cellule di Langerhans*, secerne 2 ormoni, **insulina** e **glucagone**, che hanno la funzione di controllare i livelli di glucosio nel sangue. Questi ormoni sono antagonisti, il **glucagone** rilascia gli zuccheri e grassi nel sangue durante lo stato di digiuno; l'**insulina** permette il metabolismo degli zuccheri, favorendo la glicolisi, l'accumulo di zuccheri nel fegato e l'immagazzinamento dei grassi.

- **Diabete:** alterazione dei normali livelli di insulina; porta all'instabilità dei livelli glicemici nel sangue.

³ I livelli di **melatonina** nel sangue aumentano al tramonto, con un picco vicino alla mezzanotte, e calano vicino all'aurora.

⁴ **Epinefrina:** chiamata adrenalina, è innescata dalla paura e attiva il corpo. / **Norepinefrina:** è attivata dalla collera e attiva anche lei il corpo.

Nelle forme più grazie, senza il controllo degli zuccheri, si può arrivare all'*ipoglicemia* o all'*iperglicemia*.

- Ipoglicemia: caratterizzata da debolezza, pallore, incapacità di concentrazione, sedazione, tremore e sudorazione;
- Iperglicemia: caratterizzata da sete intensa, nausea, vomito, pelle secca e arrossata, perdita di appetito e alito acetoneo.

GHIANDOLE ENDOCRINE SECONDARIE: alcuni organi che immettono ormoni nel flusso sanguigno, per esempio il cuore (*peptide natriuretico*) o i reni (producono l'*eritropoietina*, che stimola la produzione di globuli rossi, la *renina* e il *calcitriolo*, o vitamina D, che regola i livelli plasmatici di calcio).