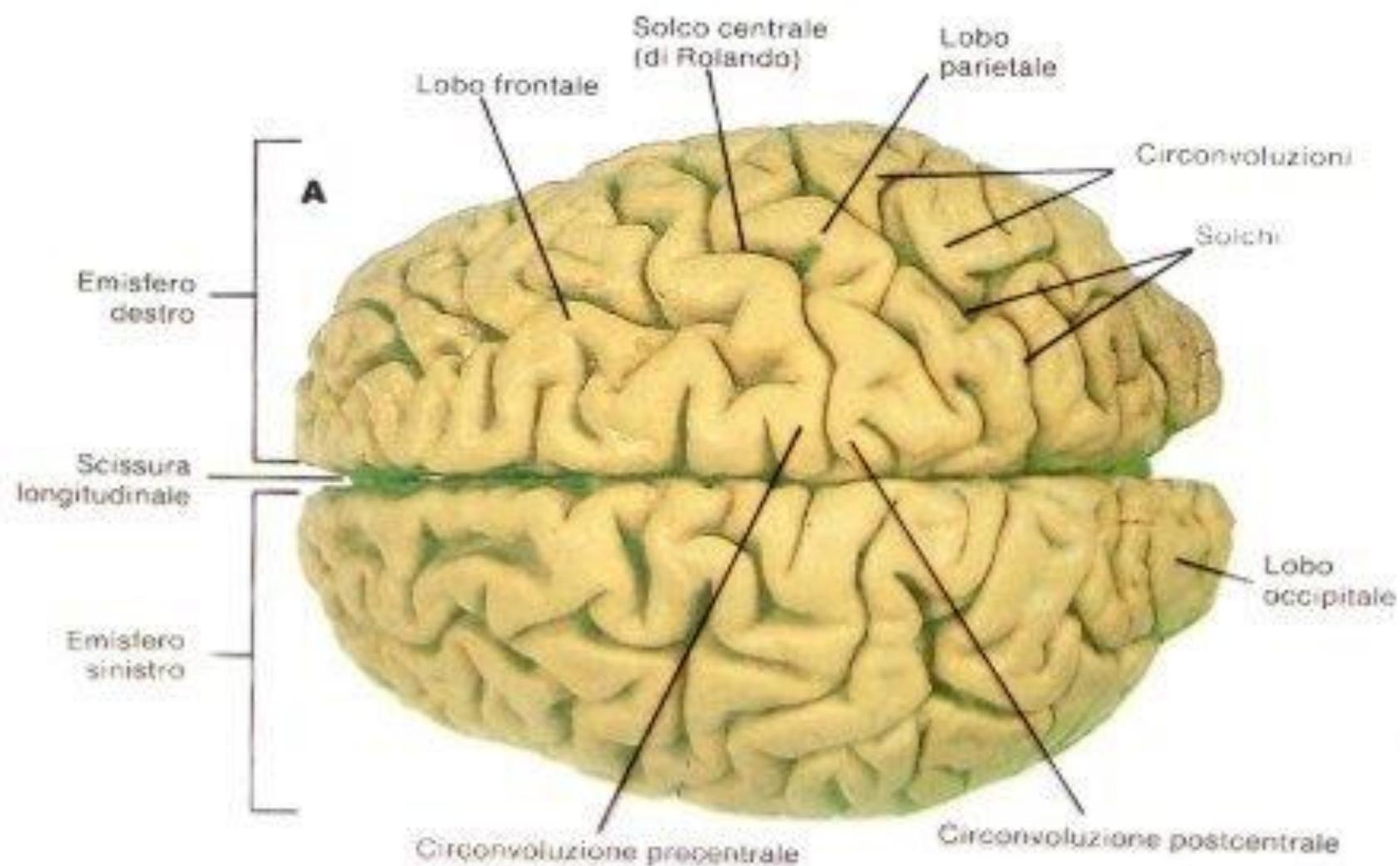
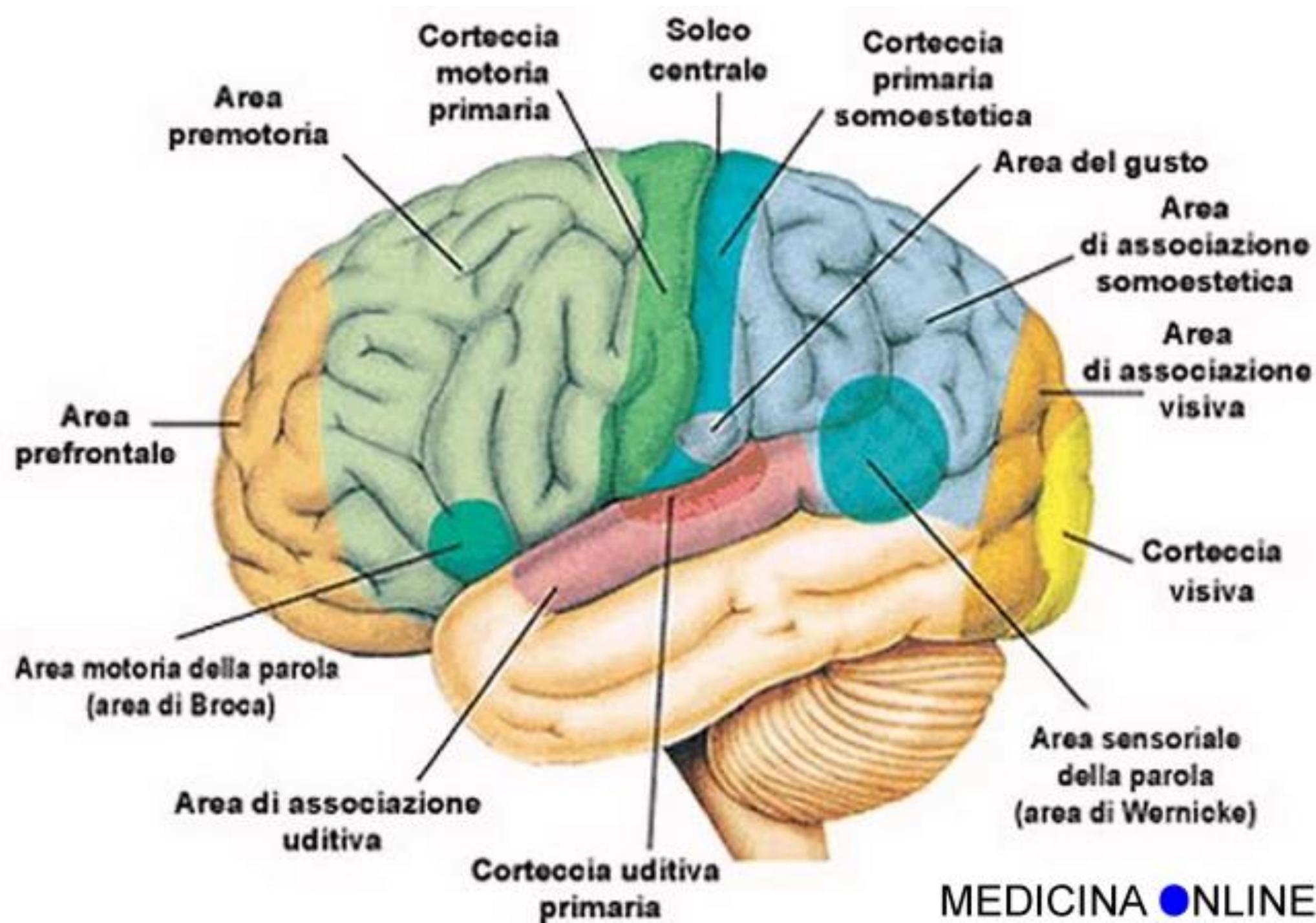
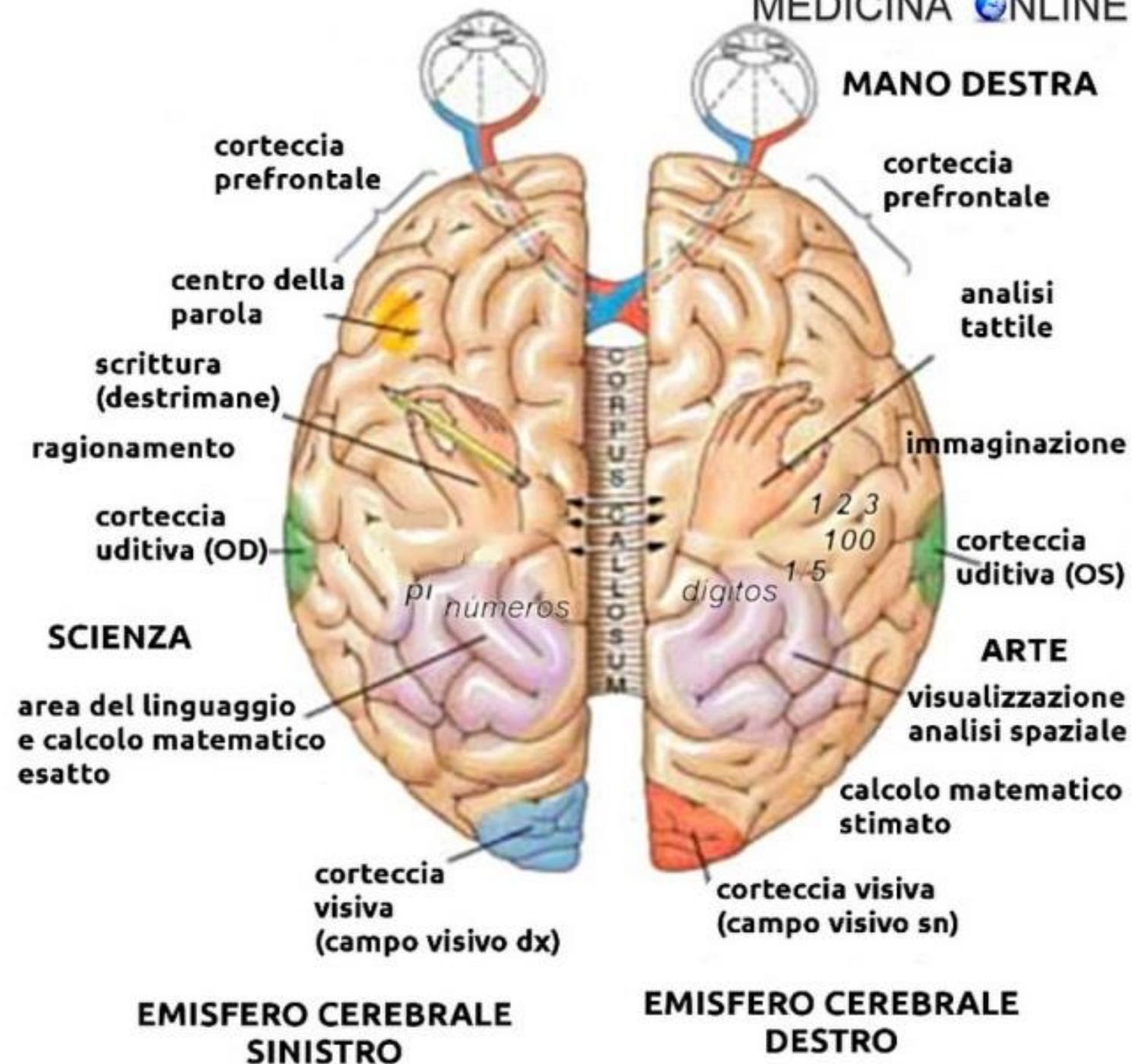


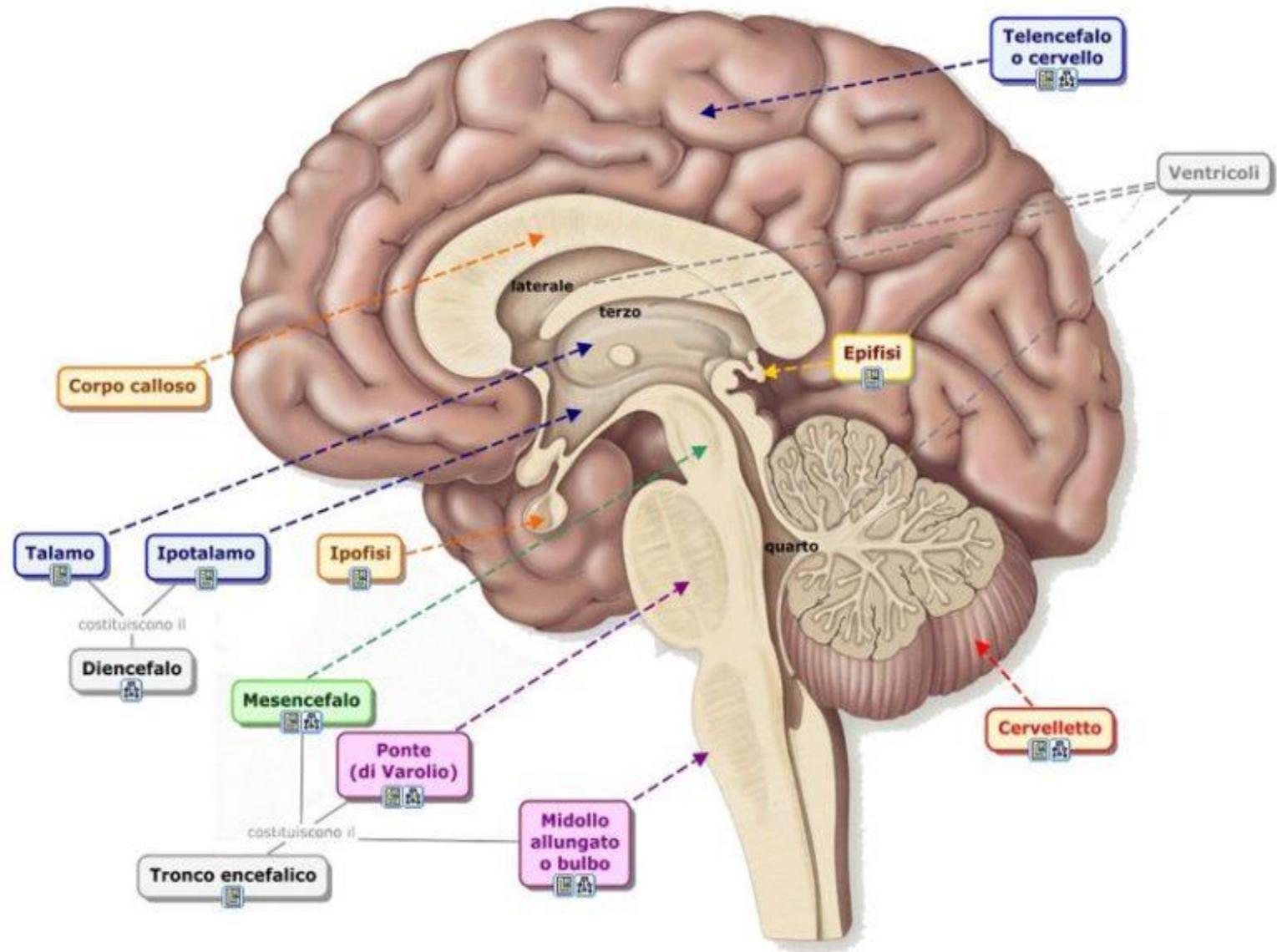
# IL CERVELLO



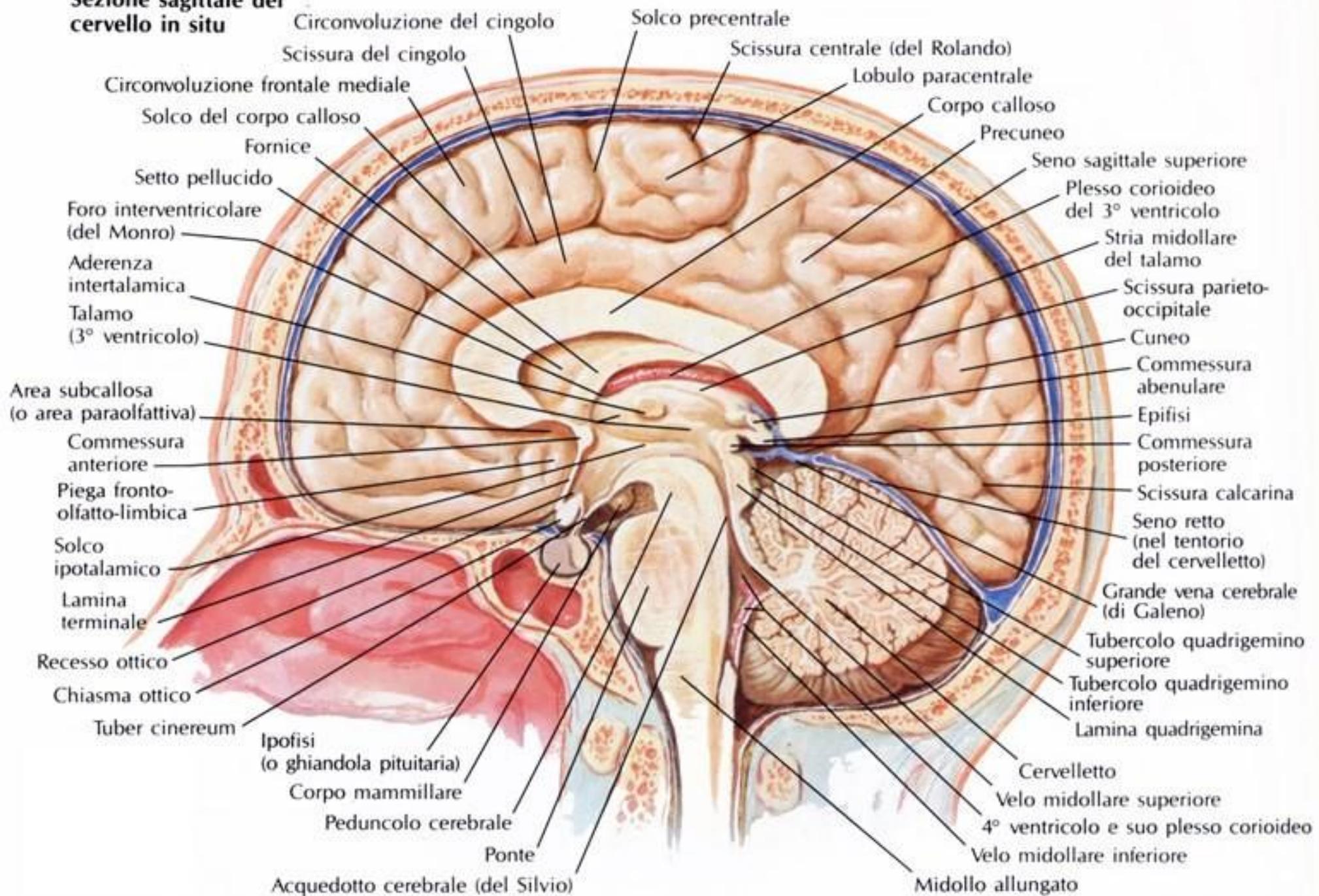
VISIONE DALL'ALTO







# Sezione sagittale del cervello in situ



## La composizione del cervello

Il cervello è composto del 78% di acqua, 12% di lipidi, 1% di carboidrati, 1% di sale. Ci sono cento miliardi di neuroni nel cervello umano, lo stesso numero di stelle nella nostra galassia.

Ogni minuto il cervello viene irrorato da 1.000 ml di sangue. In un minuto il cervello consuma 46 cm<sup>3</sup> di ossigeno che sono il 6% utilizzato dalla materia bianca ed il 94% dalla materia grigia.

Tempi: il cervello può rimanere vivo per 4-6 minuti senza ossigeno prima che le cellule inizino a morire. Le informazioni tra i neuroni viaggiano a 416 km/h, gli impulsi elettrici generati in un giorno da un cervello umano sono pari ai telefoni di tutto il mondo. In un giorno il cervello produce 70.000 pensieri.

**Le cellule più numerose in termini di sostanza solida sono le cellule gliali** (dalla parola glia = colla, queste cellule nel cervello svolgono un ruolo di sostegno, sia dal punto di vista strutturale, che funzionale.

Altre cellule oltre a quelle gliali sono i neuroni, queste sono le più specializzate e comunicano direttamente tra cervello e corpo, innescando specifiche azioni elettrochimiche.

## I neuroni

<https://www.msmanuals.com/it-it/professionale/malattie-neurologiche/esami-e-procedure-neurologiche/risonanza-magnetica-rm-nelle-malattie-neurologiche>

# Cervello umano e cervello elettronico a confronto

In ogni secondo nel sistema nervoso centrale avvengono milioni di reazioni chimiche a nostra insaputa. Esse sono il linguaggio con cui il cervello riceve, elabora e trasmette informazioni.

Il cervello non è esattamente un computer, ma vi sono varie analogie.

Tutti e due trasmettono informazioni mediante messaggi elettrici, digitali nel computer, analogici nel cervello (espressi in un arco variabile di millivolts). Se però la somma dei messaggi analogici supera un certo livello, il neurone “scarica” e trasmette un impulso elettrico ai neuroni collegati. Se invece il livello non viene superato, non succede nulla. È un messaggio binario : sì o no, acceso o spento. **Tutti e due calcolano**. Ma se il computer ha una struttura seriale, ovvero calcola secondo una sequenza preordinata, **il cervello elabora in modalità parallela**, eseguendo una grande mole di calcoli in contemporanea. Già vi sono microprocessori per le applicazioni grafiche (chiamati GPU) che adottano una tecnologia parallela.

## Cervello umano e cervello elettronico 2

**Tutti e due hanno bisogno di energia:** il computer sotto forma di elettroni, il cervello sotto forma di ossigeno e glucosio.

**Tutti e due hanno una memoria espandibile:** al primo basta aggiungere o sostituire banchi di memoria fatti di silicio, al secondo è sufficiente moltiplicare le connessioni sinaptiche attraverso lo studio, la meditazione, l'esercizio e la ripetizione.

**Tutti e due si sono evoluti nel tempo:** il computer a un ritmo esponenziale, raddoppiando ogni due anni la propria capacità di calcolo, mentre il cervello di Homo sapiens – originato dal primitivo cervello dei primitivi invertebrati – ci ha messo 500 milioni di anni e, negli ultimi 50mila, non è cambiato granché. Di fatto, si tratta dello stesso modello di base che abbiamo nella scatola cranica.

Per secoli e millenni si è creduto che il cervello umano – ad esclusione del periodo dell'infanzia, quando impariamo a parlare e a camminare – fosse sostanzialmente statico e immutabile. Che un danno fisico al cervello fosse irreparabile. Che un ragazzo indietro negli studi avesse «poco cervello».<sup>10</sup>

## Cervello umano e cervello elettronico 3

Si credeva che cattive abitudini e dipendenze fossero fardelli da portare a vita, o che una persona di ottant'anni non potesse mantenere la memoria di una di cinquanta. Invece, soltanto a partire dagli anni settanta del Novecento, abbiamo scoperto che è vero tutto il contrario: **il cervello è in costante cambiamento**. Il cambiamento è alla base stessa dei suoi meccanismi. Gli effetti di questa proprietà, anche chiamata plasticità cerebrale, vanno al di là dell'immaginabile. Il cervello è un potente computer, asincrono e parallelo ma che, per di più, è **capace di riadattare da solo il proprio hardware**.

L'hardware cerebrale, fondamentalmente composto da atomi e molecole arrangiati in maniera ingegnosa, impacchetta circa 86 miliardi di neuroni in un encefalo di un chilo e mezzo. Siccome ogni neurone può fare fuoco e inondare di segnali migliaia di neuroni adiacenti anche 200 volte al secondo, c'è chi ha stimato che il cervello possa eseguire fino a **38 milioni di miliardi di operazioni al secondo**. Quella storia che gli esseri umani usano soltanto il 10% del proprio cervello è una fandonia totale. Ma il bello è che riesce a fare tutto questo, consumando neppure 13 watt/ora.

## Cervello umano e cervello elettronico 4

Nessun supercomputer al mondo può battere per il momento la capacità di calcolo di un cervello umano (considerate che sono “calcoli” anche la vista, l’udito o l’immaginazione) tantomeno la sua straordinaria efficienza energetica.

Quasi tutte le cellule del corpo umano nascono e muoiono, incessantemente. Tutte fuorché le cellule neuronali, le uniche che la accompagnano lungo il cammino dell’esistenza, dal primo all’ultimo giorno della sua vita. A conti fatti sono loro a produrre quel che voi siete. La personalità, le capacità e il talento, l’erudizione e il vocabolario, le inclinazioni e i gusti, perfino i ricordi del passato sono in qualche modo scritti nella personale architettura neuronale. Talmente personale che non esiste al mondo un cervello uguale al vostro, neppure se voi aveste un gemello o una gemella.

Ebbene, la suddetta macchina è perfino in grado, entro certi limiti, di correggere i difetti del proprio hardware. Quando un’area cerebrale viene incidentalmente danneggiata, il cervello è spesso capace di riprogrammarsi, di spostare altrove i collegamenti mancanti e in sostanza di aggiustarsi da solo.

## Cervello umano e cervello elettronico 5

Se si verificano danni al cervello su grande scala (perdita della vista), le aree cerebrali inutilizzate si mettono al servizio di altri sensi acuendoli. La sostituzione avviene continuamente su piccola scala perché, con l'invecchiamento, molti neuroni muoiono. Così l'invecchiamento non ha conseguenze fatali. Quando si parla di riorganizzare le sinapsi (circa 150 mila miliardi di connessioni fra neuroni), il cervello non ha bisogno di fronteggiare un'emergenza. Lo fa da solo, spontaneamente. L'influenza di un neurone su ognuno delle centinaia di neuroni collegati può essere molto forte, molto debole o in qualsiasi grado intermedio, a seconda della solidità e della forza di ciascuna sinapsi. I neuroni che fanno fuoco insieme si accoppiano e rafforzano il reciproco legame. È in questo modo che il cervello si riorganizza continuamente: creando nuove sinapsi, rafforzando quelle vecchie, tagliando via quelle che non servono più. Un gran numero di funzioni cerebrali, a cominciare dall'apprendimento, dipende da questo costante aggiustamento delle connessioni sinaptiche e dalla loro forza, solidità.

Insomma, al contrario di quel che si è creduto per secoli, il cervello umano è tutt'altro che statico e immutabile:

## Cervello umano e cervello elettronico 6

L'utente di un cervello funzionante può scoprire che, quasi sempre attraverso una volizione, è in grado di modificare, aggiustare, sintonizzare almeno in parte la propria configurazione sinaptica. In attesa di fare la conoscenza di qualche alieno di un'intelligenza superiore, il cervello di Homo sapiens resta la cosa più complessa, stupefacente e fantastica dell'universo.

È la complessità che rende quei neuroni capaci di produrre il pensiero, l'intelligenza e la memoria, tutte fatte su misura per ciascun utente. È stupefacente che una simile macchina biologica superi ancora largamente, per capacità di calcolo ed efficienza, tutte le macchine del mondo. È fantastico farci un giro.

# Tecniche di neuroimmagine

Le principali tecniche di neuroimmagine comprendono:

la Risonanza Magnetica (RM)

la Tomografia Assiale Computerizzata (TAC)

la Tomografia a Emissione di Positroni (PET)

l'Elettroencefalografia (EEG)

Doppler transcranico

Esse rivelano diversi aspetti della struttura o del funzionamento del cervello, dalla conoscenza dell'anatomia alla composizione biochimica del cervello, dai processi fisiologici e funzionali all'attività dei neurotrasmettitori, fino alla distribuzione e cinetica delle diverse sostanze nel tessuto nervoso. Tutte insieme, e associate ad altre metodiche di ricerca, tali tecniche consentono una comprensione multidimensionale di una complessa malattia quale l'uso e la dipendenza da droghe.

# La fMRI

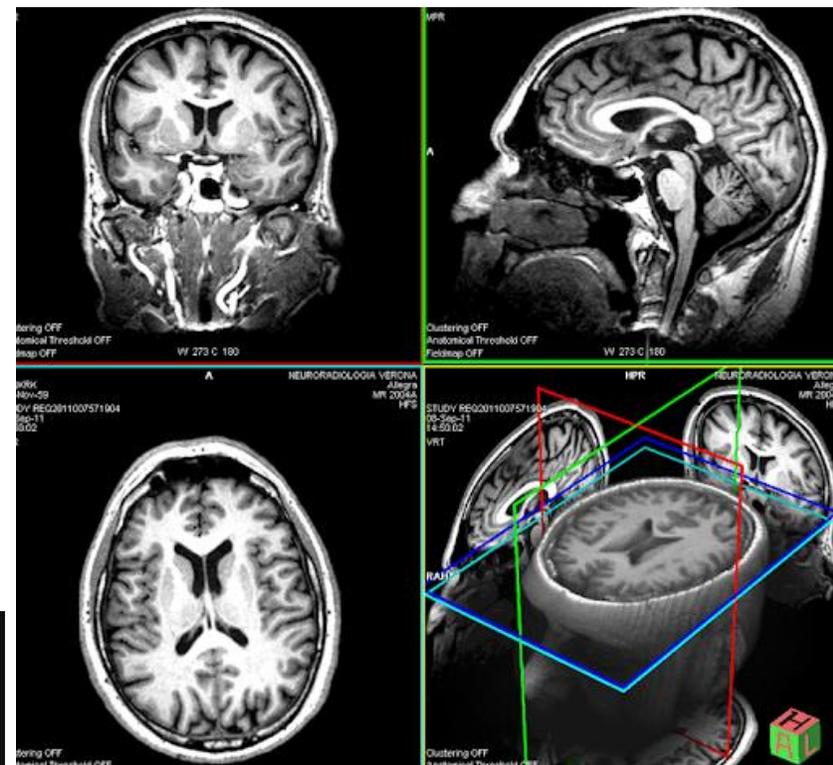
La Risonanza Magnetica funzionale (fMRI) consiste nell'uso dell'imaging a risonanza magnetica (MRI) per valutare la funzionalità di un organo o un apparato, in maniera complementare all'imaging morfologico. Questa tecnica è in grado di visualizzare la **risposta emodinamica** (cambiamenti nel contenuto di ossigeno del parenchima e dei capillari) correlata all'attività neuronale del cervello. La modificazione dello stato di ossigenazione dell'emoglobina nei globuli rossi è il principio teorico dell'effetto BOLD (Blood Oxygen Level Dependent), sul quale la fMRI si basa e che viene utilizzata come mezzo di contrasto endogeno.

**La fMRI permette di rilevare i collegamenti tra l'attivazione del cervello e i compiti che il soggetto esegue durante la scansione.**

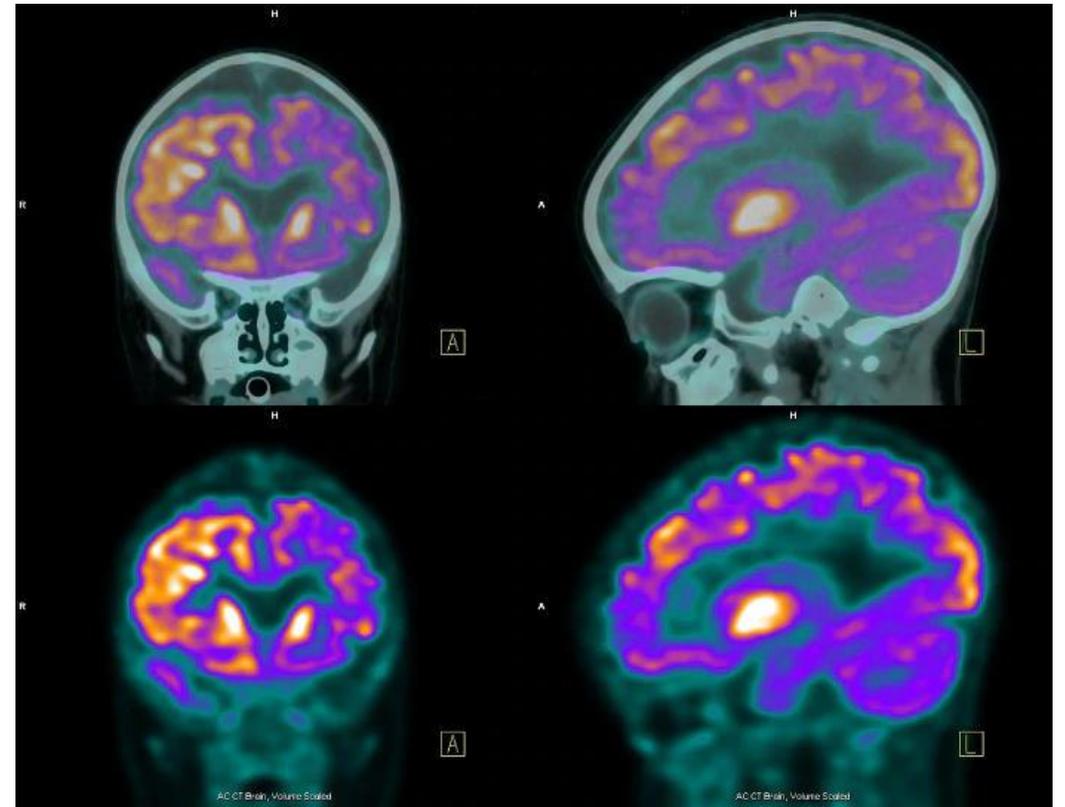
Prima della scansione, il paziente è istruito sul compito che dovrà eseguire nello scanner. Gli è chiesto di simulare il movimento da compiere o il compito mentale da eseguire. Un'apparecchiatura RM compatibile costituita da un monitor e occhiali montati sopra alla bobina d'acquisizione delle immagini permette al paziente di visualizzare i compiti visivi da eseguire durante la scansione di fMRI. **La collaborazione del soggetto è particolarmente necessaria**, richiesta non solo per mantenere un'assoluta immobilità per tutta la durata dell'esame ma anche per la partecipazione attiva durante l'esecuzione dei paradigmi e dei compiti funzionali richiesti.

## fMRI risonanza magnetica funzionale:

Il neuroimaging funzionale è l'impiego di tecnologie di neuroimmagine in grado di misurare il metabolismo cerebrale, al fine di analizzare e studiare la relazione tra l'attività di determinate aree cerebrali e specifiche funzioni cerebrali.

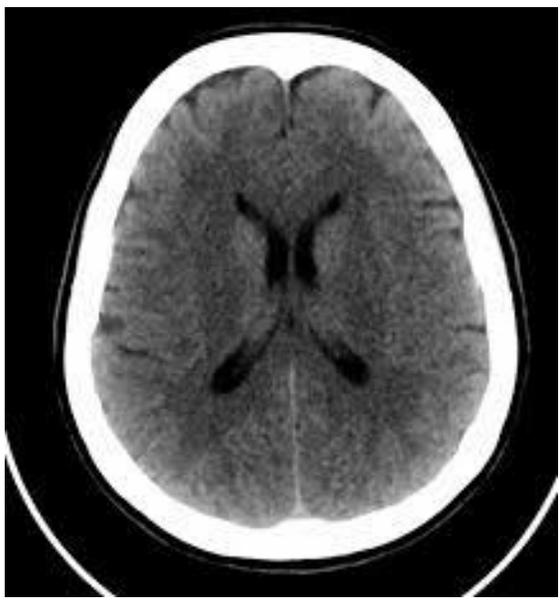
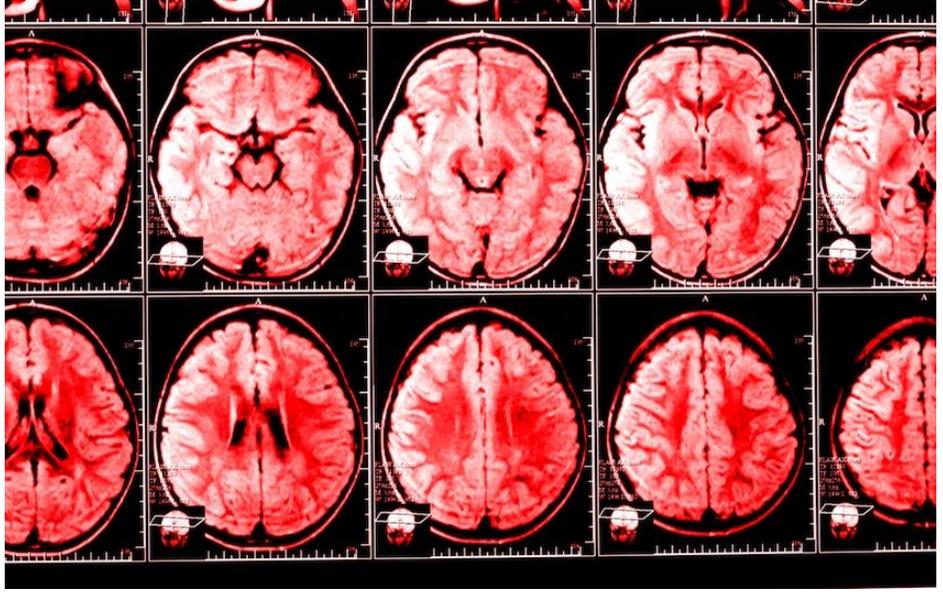


La **PET** (acronimo di tomografia a emissione di positroni) è una tecnica diagnostica di medicina nucleare che comporta la somministrazione di una sostanza normalmente presente nell'organismo (per lo più glucosio, ma anche metionina o dopamina). La sostanza è marcata con una molecola radioattiva (nel caso del glucosio, il Fluoro 18) e il tomografo PET rileva la distribuzione di queste sostanze. Poiché i tumori sono particolarmente avidi di glucosio, la PET mostrando l'accumulo di questo zucchero, è molto utile per confermare una diagnosi di tumore, per verificare la presenza di metastasi o per verificare una diminuzione della massa tumorale. È inoltre un esame importante per valutare l'efficacia di una terapia oncologica. Infatti l'assenza di accumulo di glucosio radiomarcato in una sede in cui era stato identificato in precedenza indica che il trattamento in corso è efficace.



# TAC tomografia assiale computerizza

ta è una tecnica di indagine radiodiagnostica (diagnostica per immagini), grazie a cui è possibile riprodurre immagini in sezione (tomografia) e tridimensionali dell'anatomia, create da un'analisi generata al computer, dell'attenuazione di un fascio di raggi X mentre passa attraverso una sezione corporea.



**L'elettroencefalogramma** è una registrazione dell'attività elettrica dell'encefalo, che viene riprodotta graficamente in un tracciato contraddistinto da diversi tratti denominati onde.

L'acquisizione di un elettroencefalogramma avviene durante un esame chiamato elettroencefalografia (EEG), che prevede l'applicazione sulla testa del paziente di una ventina di elettrodi, collegati a uno strumento chiamato elettroencefalografo.

I medici fanno ricorso all'elettroencefalografia di fronte alla presenza o al sospetto di malattie neurologiche, capaci di alterare la conduzione dei segnali elettrici all'interno dell'encefalo.

La procedura non richiede una particolare preparazione ed è abbastanza semplice dal punto di vista pratico. Dura in genere un'ora, ma se viene svolta mentre il paziente dorme può protrarsi anche per più di 3 ore.

L'interpretazione di un elettroencefalogramma spetta a un medico esperto in neurofisiologia.

#### ATTIVITÀ ELETTRICA DELL'ENCEFALO

L'encefalo può essere suddiviso in tre parti: il cervello (costituito dal telencefalo che sovrasta il diencefalo), il cervelletto e il tronco encefalico. Queste regioni comunicano con il resto del corpo tramite cellule nervose chiamate neuroni.

Per comunicare tra loro e con altri tipi di cellule (per esempio con quelle muscolari), **i neuroni utilizzano gli ioni presenti al loro interno o sulla loro superficie esterna**. Gli ioni, infatti, sono particelle di carica positiva o negativa che, nel momento in cui subiscono una variazione quantitativa, generano una corrente di tipo elettrico (corrente ionica). L'encefalo invia dei segnali elettrici e ne riceve altri. Ad esempio, può inviare segnali agli arti e ai muscoli, per il loro movimento, mentre può ricevere input dagli organi sensoriali per creare "immagini" del mondo percepito. Sia l'invio che la ricezione dei segnali hanno luogo grazie a una variazione delle quantità ioniche presenti all'interno dei neuroni.

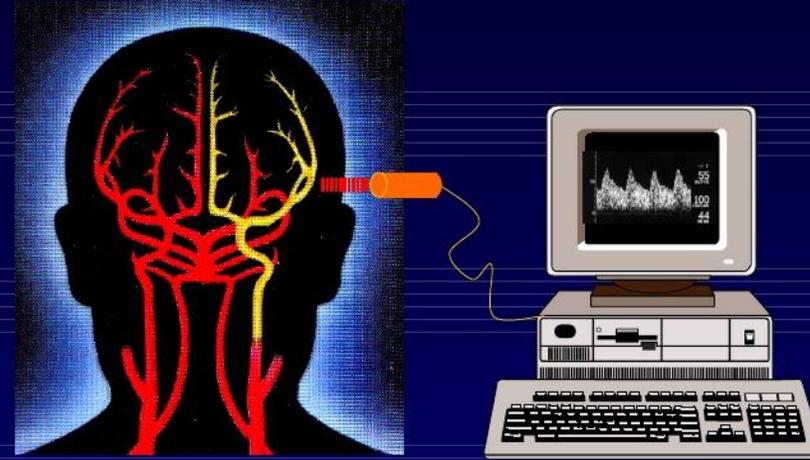


## Doppler transcranico

E' un esame che, in analogia all'esame Doppler e Color Doppler utilizza una sonda che emette ultrasuoni. La sonda viene appoggiata sul capo del paziente in alcuni punti specifici che permettono l'esplorazione della circolazione cerebrale.

Il Doppler transcranico permette di valutare la circolazione del sangue all'interno del cervello e, a differenza degli esami Doppler e Color Doppler dei vasi extracranici, che permettono di valutare il flusso del sangue verso il cervello, il Doppler transcranico valuta la circolazione nel cervello

## DOPPLER TRANSCRANICO



## Doppler transcranico (TCD)

