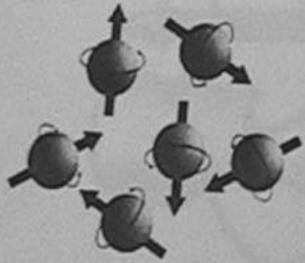
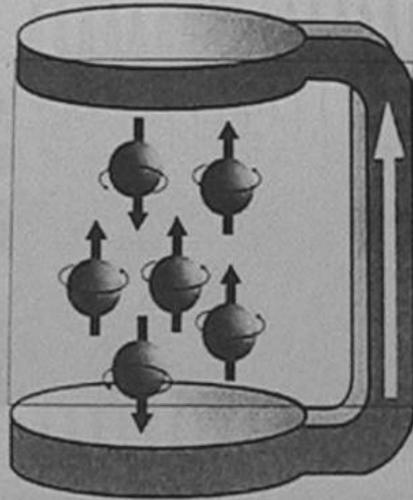


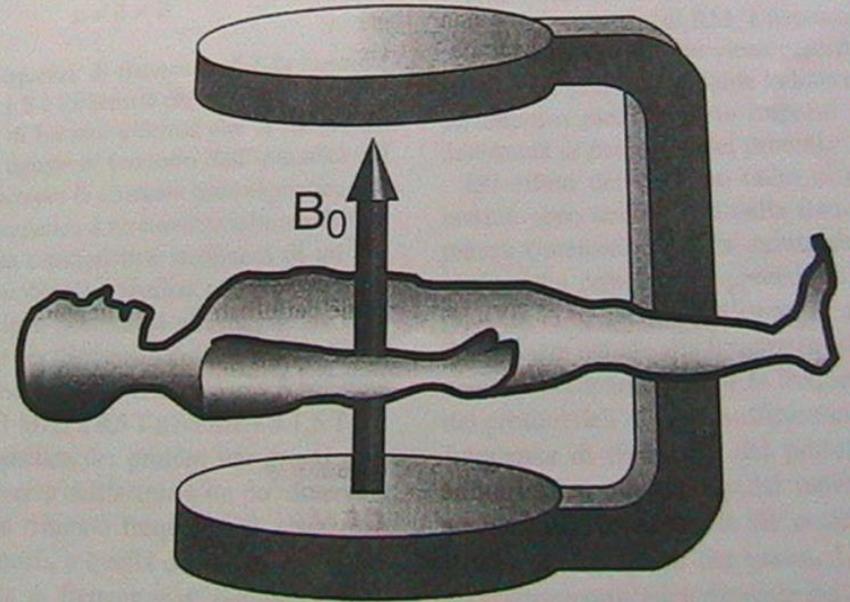
RISONANZA MAGNETICA



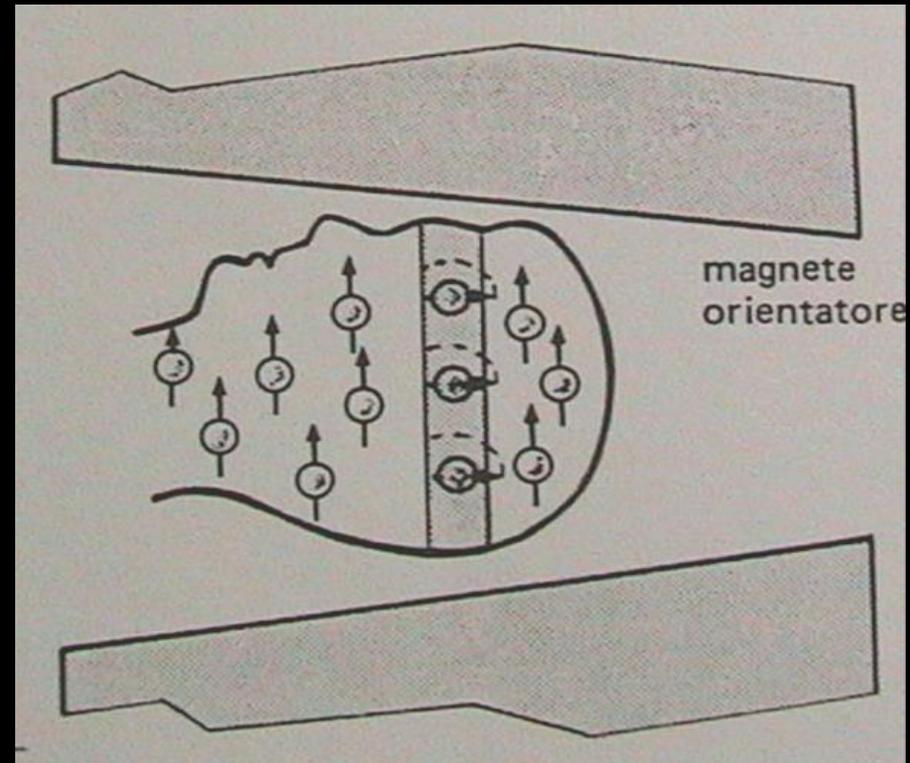
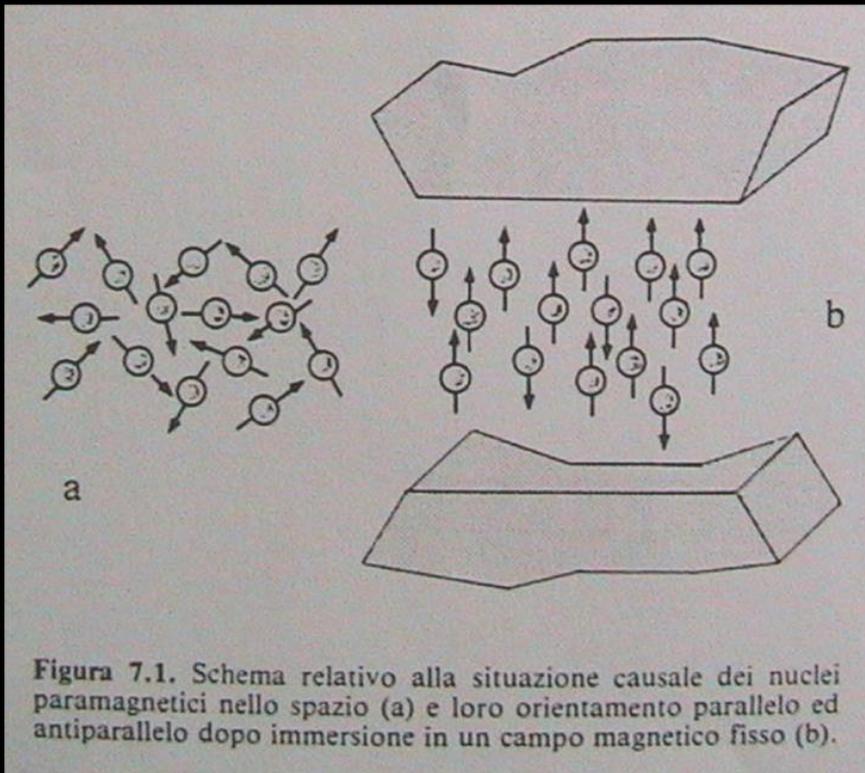
Assi di rotazione orientati casualmente



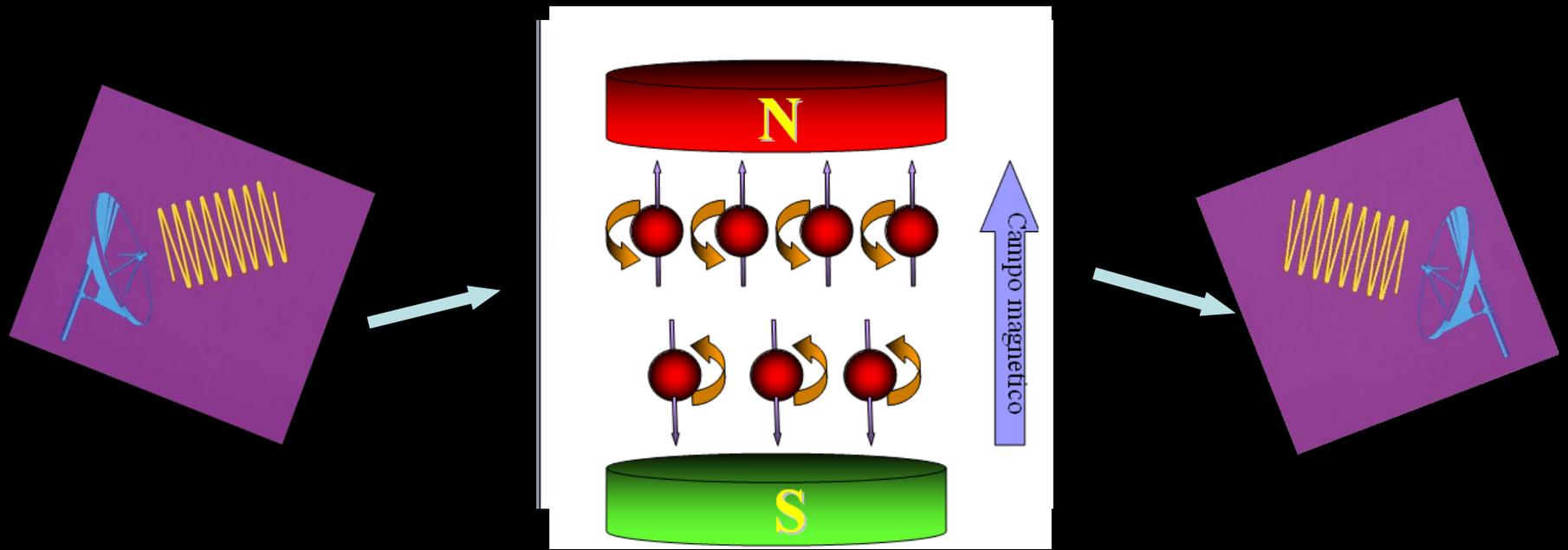
Spin dei protoni allineati al campo magnetico



RISONANZA MAGNETICA



RISONANZA MAGNETICA



RISONANZA

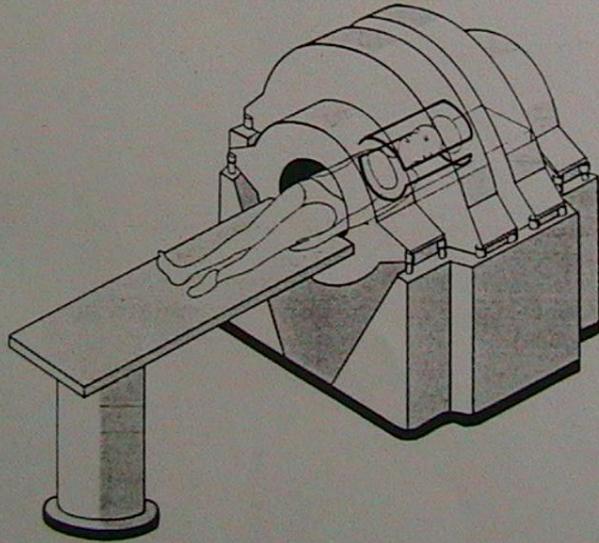
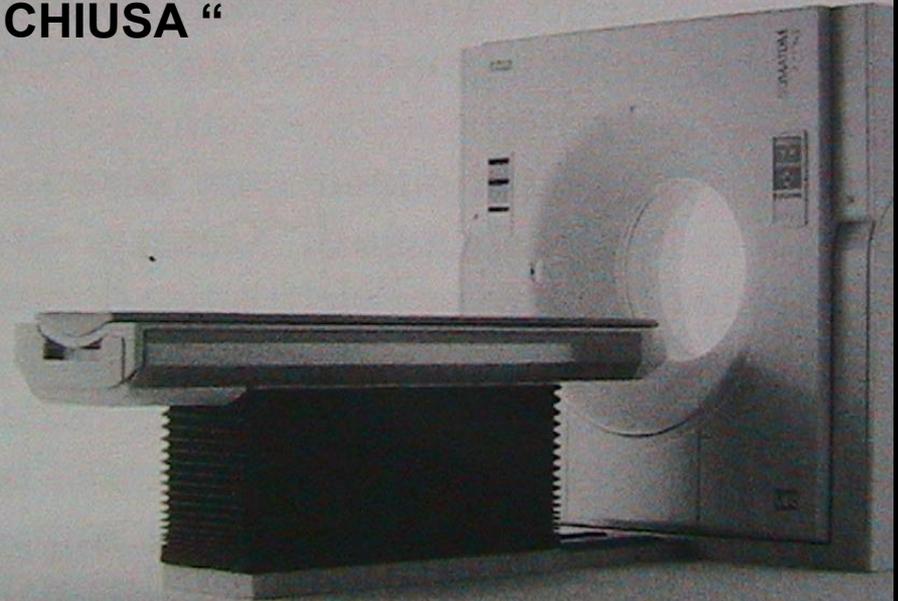


Figura 7.3 - Apparecchiatura per tomografia R.N.M.

“ CHIUSA ”



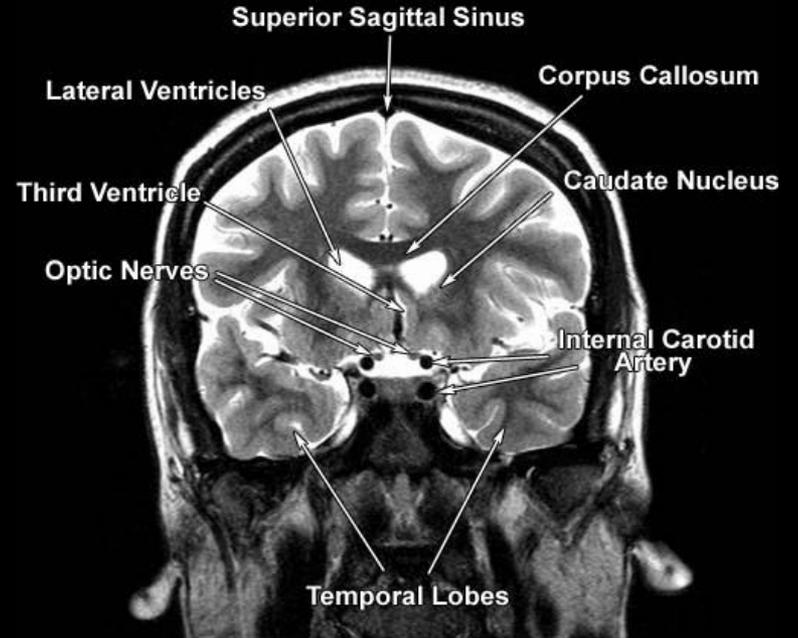
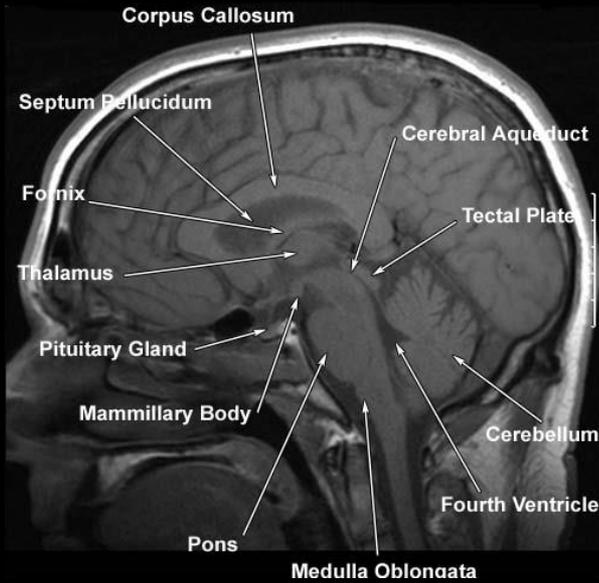
RISONANZA “APERTA”

BE 29.24 - Primo sistema dedicato a...

RISONANZA MAGNETICA

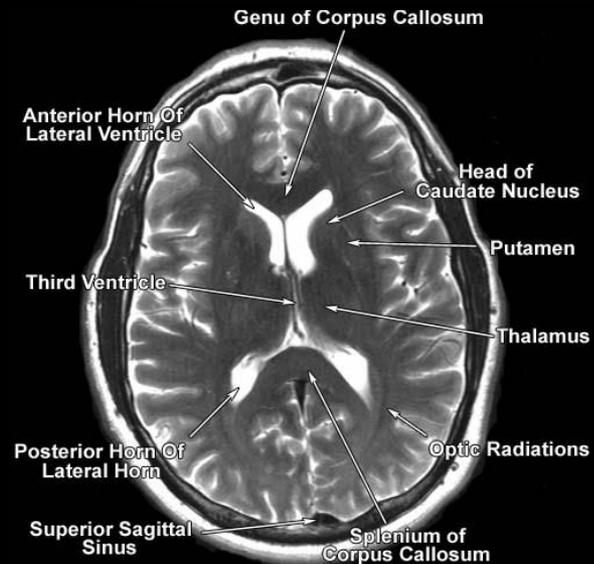
Vantaggi della RM rispetto alla TC:

- **Non impiega radiazioni** (nessun danno da radiazioni)
- **Multipianare**
- **Multiparametrica**



-Multiplanare sagittale
coronale
assiale

-Multiparametrica: immagini T1 pesate
immagini T2 pesate



RISONANZA MAGNETICA

INDICAZIONI

Patologia non in emergenza ma in elezione:

- I traumi in fase subacuta e cronica,
- le epilessie,
- lo studio dei processi infiammatori ed infettivi (pazienti HIV positivi),
- le emorragie in fase subacuta e cronica,
- lo studio della fossa cranica posteriore, (la TC non consente studio dettagliato)
- la patologia del midollo spinale, (la TC non evidenzia il midollo spinale)
- la patologia tumorale intra ed extradurale (ivi comprese le metastasi ossee vertebrali),
- la patologia pediatrica sono indicazioni ad eseguire in prima istanza uno studio RM.

I tumori evidenziati alla TC effettuati in emergenza possono richiedere uno studio RM ai fini di una migliore definizione topografica e della loro diagnosi differenziale.

N.B. *La fossa cranica posteriore, la regione sellare e il midollo spinale sono regioni in cui il contenuto informativo della RM è indubbiamente superiore a quello della TC.*

N.B. *Unica indicazione per RM in emergenza se si sospetta danno mielico da trauma vertebrospinale*

RISONANZA MAGNETICA

CONTROINDICAZIONI

Controindicazione assoluta all'esecuzione dell'esame è la presenza di pacemakers o di clips metalliche vascolari.

Le protesi metalliche fisse richiedono un preventivo accertamento della loro compatibilità con i campi magnetici (pericolo di surriscaldamento).

Le protesi metalliche sono sempre causa di artefatti, per cui la regione dove è stata impiantata la protesi è difficilmente studiabile (per esempio oro e titanio sono compatibili con campo magnetico ma causano comunque artefatti)

Controindicazioni relative sono la claustrofobia (risolvibile con sedazione o intubazione con anestesista), piccoli bambini e altri pazienti non collaboranti per gravi condizioni cliniche (risolvibile con sedazione o intubazione con anestesista), contraccettivi intrauterini (??), stato di gravidanza (prudenza nel primo trimestre)

Recentemente sarebbe stato dimostrato che alcuni mdc sono dannosi nei pazienti con insufficienza renale.

A: Istituto di Radiologia Servizio di Radiologia Servizio di Neuroradiologia **ESAME DI RISONANZA MAGNETICA**

QUESTIONARIO / CONSENSO PER IL PAZIENTE E PER L'EVENTUALE ACCOMPAGNATORE

Sig: _____ Tessera Sanitaria n: _____

Residente /Degente: _____ tel.del domicilio: _____

Nato il: _____ Altezza: _____ Peso: _____

Trasportabilità: Autonomo _____ Seggetta _____ Barella _____ Letto _____

Distretto corporeo o segmento scheletrico oggetto di indagine:

Quesito diagnostico:

N.B.: Si prega di rispondere a tutte le domande indicate e di firmare il modulo come consenso libero e informato all'esecuzione dell'esame. La mancata ottemperanza comporterà la nullità della richiesta.**A:** poiché le seguenti condizioni costituiscono divieto tassativo all'esecuzione di indagine RM si dichiara che il paziente non è:

- 1) portatore di Pace Maker o dispositivi endocorporei ad attivazione magnetica (es. elettrodi, neurostimolatori)
- 2) portatore di protesi ferromagnetiche o di non accertabile compatibilità con i campi magnetici posizionate in sede endocranica, endoorbitaria, endovascolare o suscettibili di mobilità passiva.

B: poiché in presenza di elementi endocorporei metallici l'indagine RM sarà eseguibile solo previa valutazione dei rischi che la stessa può comportare, se ne deve dichiarare l'eventuale presenza e la conseguente compatibilità con i campi magnetici di elevata intensitàPRESENZA: NO SI - Dichiarazione di compatibilità: _____**C:** Il richiedente deve contattare l'U.O di Radiologia o Neuroradiologia nelle condizioni seguenti

- 1) Claustrofobia
- 2) Stato di gravidanza
- 3) Epilessia (per indagini rivolte all'accertamento di altra patologia)
- 4) contraccettivi intrauterini (IUD)

D: Il paziente è allergico ai metalli ?SI NO

In caso affermativo l'esame sarà eseguito senza somministrazione di contrasto paramagnetico. Prescrizioni diverse dovranno essere concordate con i medici dell'U.O. di Radiologia

CONSENSO

Si prega di firmare questa dichiarazione di consenso all'esecuzione dell'esame (eventualmente anche mediante la somministrazione endovenosa di sostanze paramagnetiche in caso di necessità) confermando di aver letto il documento in ogni sua parte e compilato attentamente il questionario.

Data _____

Nome e Cognome del Medico _____ Nome e Cognome del Paziente e/o dell'eventuale accompagnatore _____

firma Medico _____

Firma del paziente _____

e/o dell'eventuale accompagnatore _____

ESAME DI RISONANZA MAGNETICA *SCHEDA INFORMATIVA*

La presente scheda deve essere consegnata al personale sanitario che provvederà all'esecuzione dell'indagine RM e costituisce parte integrante della proposta di indagine RM che potrà essere inoltrata tramite il modulo predisposto o attraverso il sistema informatico aziendale (paz. degenti o in DH).

DESCRIZIONE DELL'ESAME:

L'esame di Risonanza Magnetica (RM) viene effettuato senza impiego di raggi X o di sostanze radioattive. Vengono utilizzati solamente un forte campo magnetico ed onde di radiofrequenza analoghe a quelle delle trasmissioni radio-televisive e, per alcune patologie, sostanze paramagnetiche per via endovenosa.

L'esame non è doloroso né fastidioso e secondo le conoscenze attuali è esente da rischi.

Il paziente dovrà restare immobile sul lettino per il tempo dell'esame (20 - 30 minuti circa), per consentire informazioni diagnostiche della migliore qualità: anche il minimo movimento può pregiudicare il risultato finale.

In particolare negli esami del cranio, il paziente non deve muovere la testa, né i muscoli della faccia (ad es.: inumidire le labbra con la lingua) o del collo (ad es.: deglutizione)

Durante tutto l'esame, il paziente sentirà un rumore ritmico, provocato dal normale funzionamento dell'apparecchiatura. Le condizioni di illuminazione, ventilazione e temperatura sono regolate in modo da assicurare il massimo comfort. E' necessario rimanere tranquilli per tutta la durata dell'esame, senza impressionarsi se questo si protrarrà per qualche minuto più del previsto. Nella sala di comando è comunque presente il personale addetto, per tutta la durata dell'esame, che può essere chiamato in qualsiasi momento in caso di necessità.

La conformazione tubolare dell'apparecchio ed il tempo necessario all'esecuzione dell'esame, che potrebbe anche prolungarsi in rapporto alla valutazione dei vari parametri, possono indurre nel paziente sottoposto all'indagine RM una sensazione di "claustrofobia".

La presenza sul corpo di tatuaggi ed in particolare quelli eseguiti con pigmenti a base di metalli, può provocare irritazione cutanea.

L'esame può richiedere la somministrazione in vena di un prodotto farmaceutico che rende più evidenti alcune parti del corpo. Questa sostanza, di norma, non determina inconvenienti ma può provocare, seppur raramente, alcune reazioni (es. di tipo allergico).

Nei pazienti poco collaboranti vi può essere la necessità di sedazione più o meno profonda. Tali pazienti dovranno essere sottoposti agli accertamenti routinari preliminari ad una anestesia generale.

ISTRUZIONI

I pazienti da sottoporre ad indagine RM dovranno pervenire preferibilmente digiuni ed informati sul tipo di indagine cui saranno sottoposti.

Nel caso esistano dubbi sulla presenza nel corpo di parti metalliche (punti di sutura, clip, protesi) il paziente dovrà informare il medico affinché disponga per l'esecuzione dei radiogrammi ritenuti necessari.

IL PAZIENTE DOVRA' CONSEGNARE AL PERSONALE PRIMA DELLA ESECUZIONE DELL'ESAME TUTTI I SEGUENTI OGGETTI CHE SARANNO CUSTODITI IN ARMADIETTI PARTICOLARI:

Orologi, carte di credito, tessere magnetiche di qualsiasi tipo poiché possono deteriorarsi sotto l'azione del campo magnetico.

IL PAZIENTE DOVRA' LASCIARE NELLO SPOGLIATOIO tutti gli oggetti metallici (occhiali, forcine per capelli, spille, gioielli e anelli, monete, chiavi, fibbie cinture, bretelle, ganci, protesi dentarie mobili, etc) poiché sono attratte dal campo magnetico.

LENTI CORNEALI A CONTATTO dovranno essere tolte prima di essere sottoposti all'esame poiché possono deformarsi.

IL TRUCCO DOVRA' ESSERE TOLTO dal viso e dagli occhi poiché disturba l'esame.
OCCORRE cambiarsi d'abito ed indossare solamente il camice ospedaliero che si troverà nello spogliatoio.

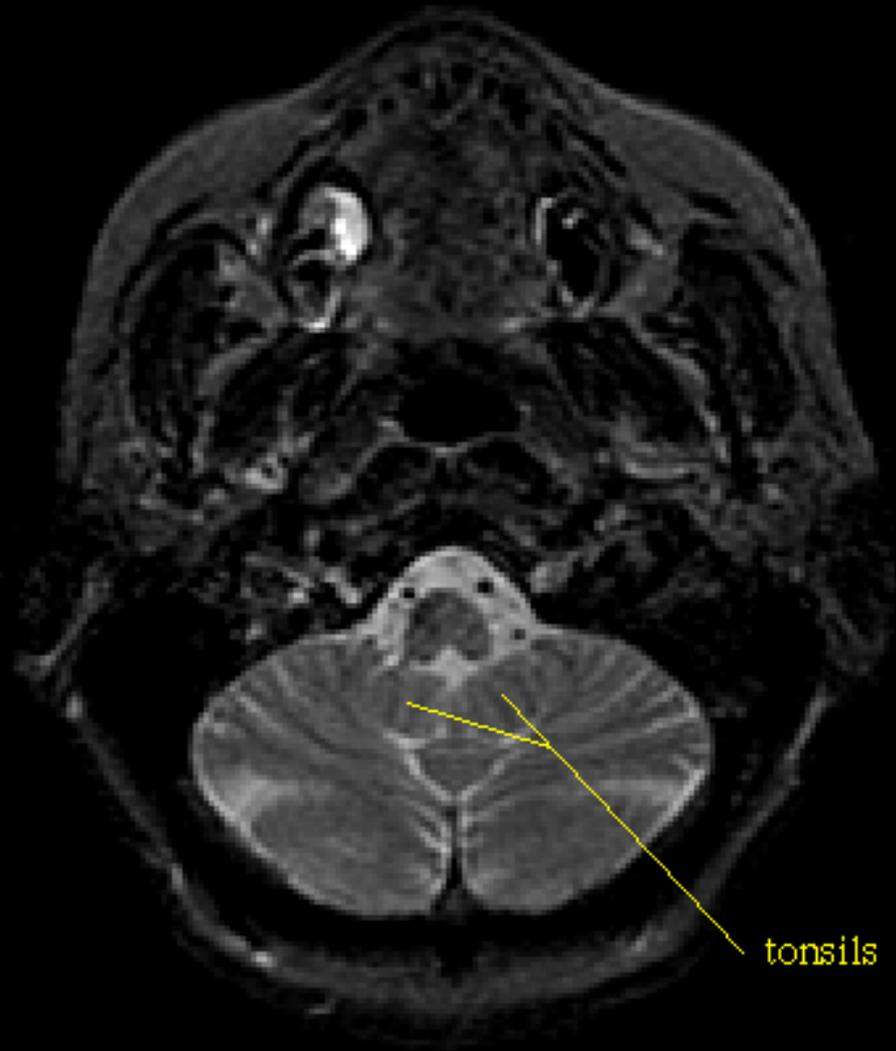
RISONANZA MAGNETICA

MDC IN RM

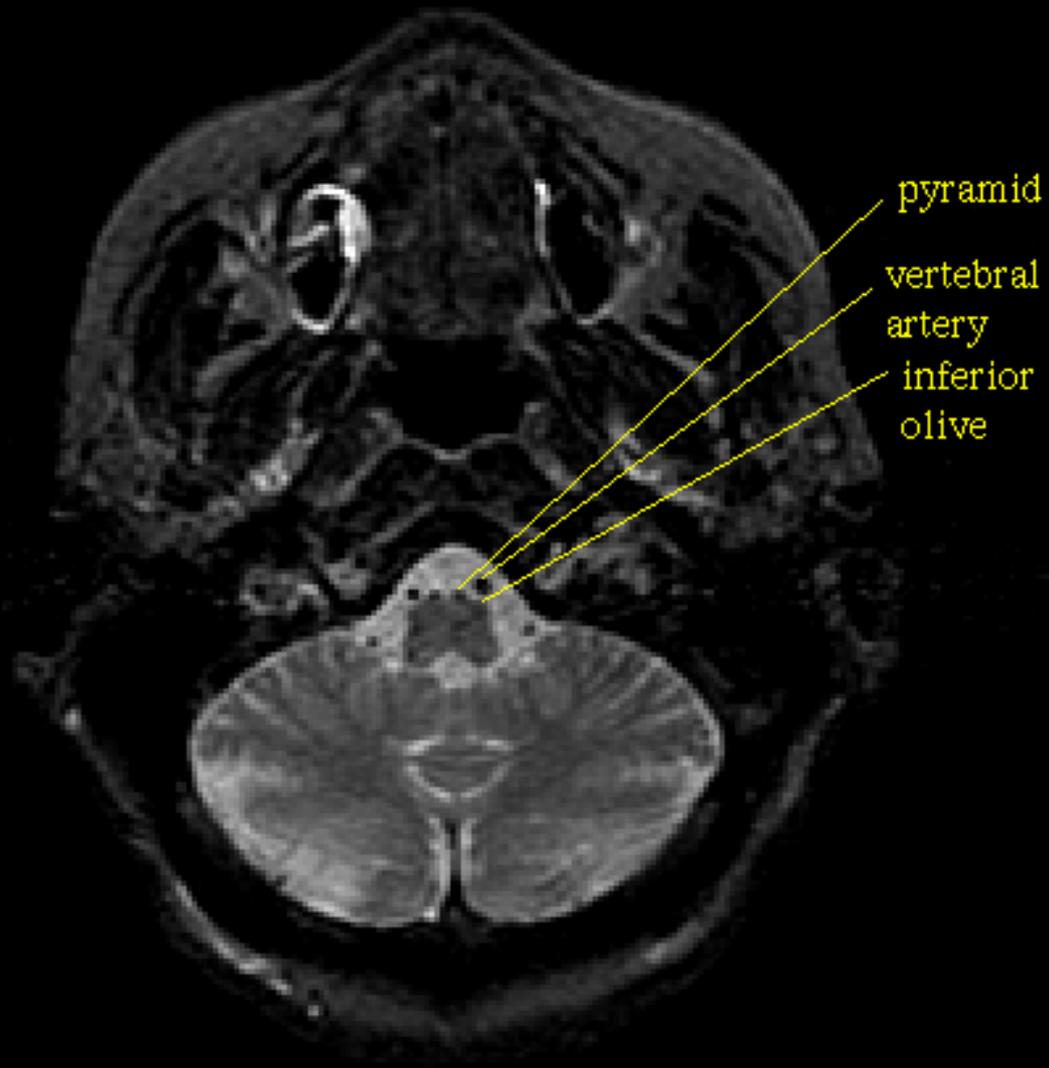
Il mezzo di contrasto paramagnetico attualmente di più frequente utilizzazione clinica è il gadolinio, il quale causa una riduzione del tempo di rilassamento T_1 , che si manifesta, a livello delle aree con alterata barriera emato-encefalica, con una iperintensità di segnale nelle sequenze pesate in T_1 ; l'effetto del gadolinio sul tempo di rilassamento T_2 è minimo, ma utilizzato negli studi di perfusione.

Le indicazioni per l'uso del mdc sono le stesse che in TC (neoplasie, processi infiammatori, studio dei vasi)

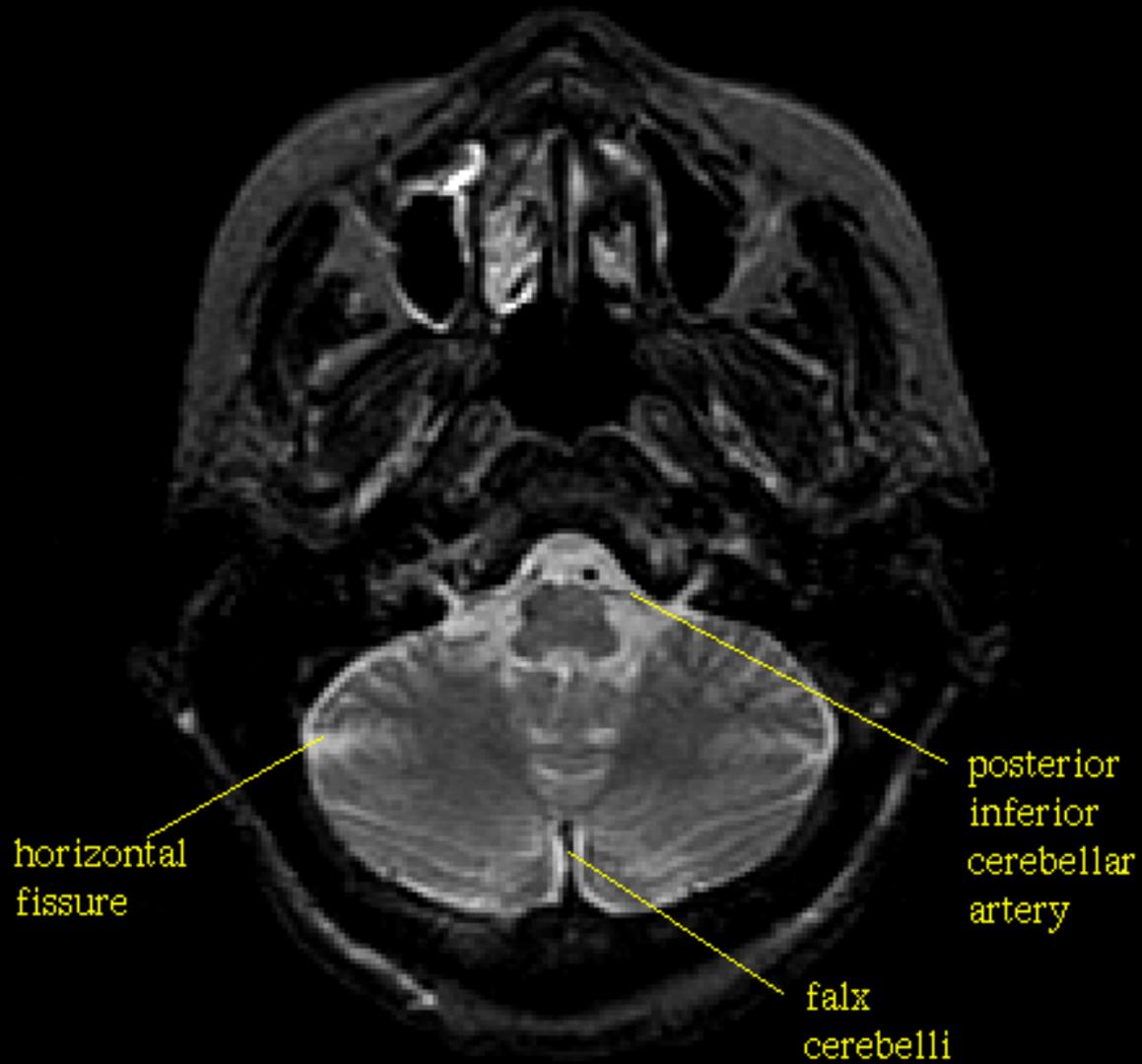
ANATOMIA ENCEFALO RM SEZIONI ASSIALI T2 PESATE



ANATOMIA ENCEFALO RM SEZIONI ASSIALI T2 PESATE



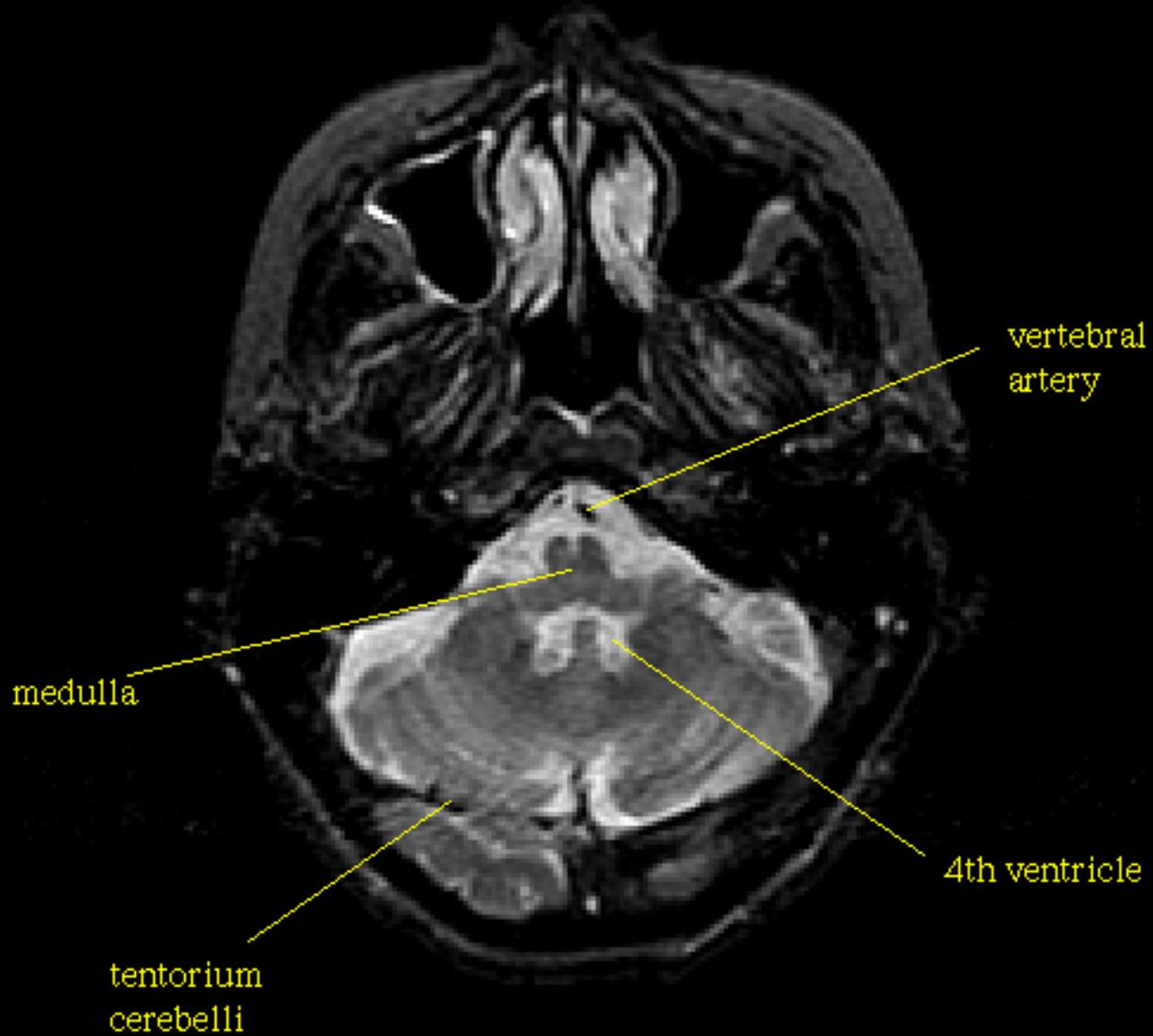
ANATOMIA ENCEFALO RM SEZIONI ASSIALI T2 PESATE



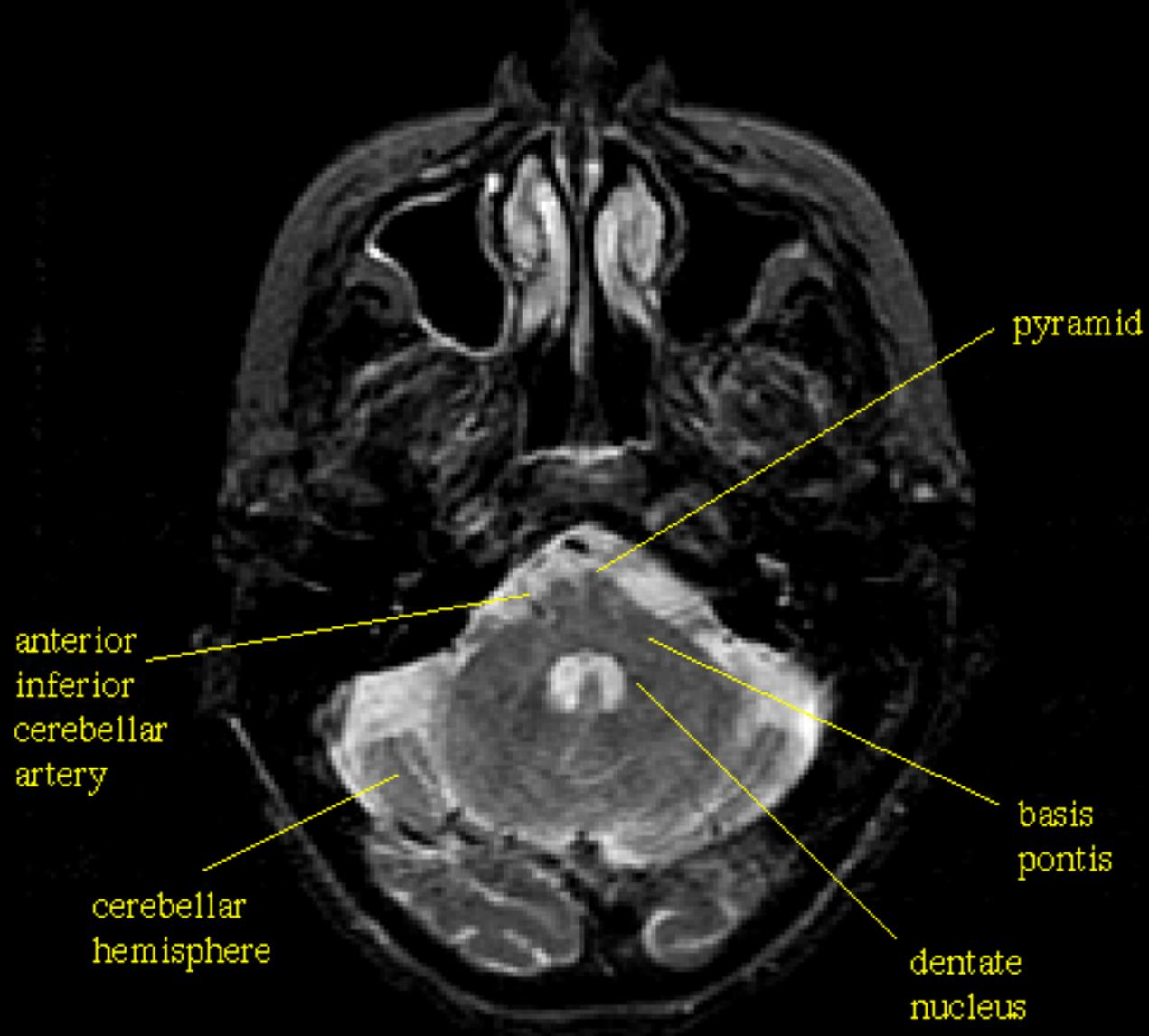
ANATOMIA ENCEFALO RM SEZIONI ASSIALI T2 PESATE



ANATOMIA ENCEFALO RM SEZIONI ASSIALI T2 PESATE



ANATOMIA ENCEFALO RM SEZIONI ASSIALI T2 PESATE



ANATOMIA ENCEFALO RM SEZIONI ASSIALI T2 PESATE

maxillary
sinus

basilar
artery

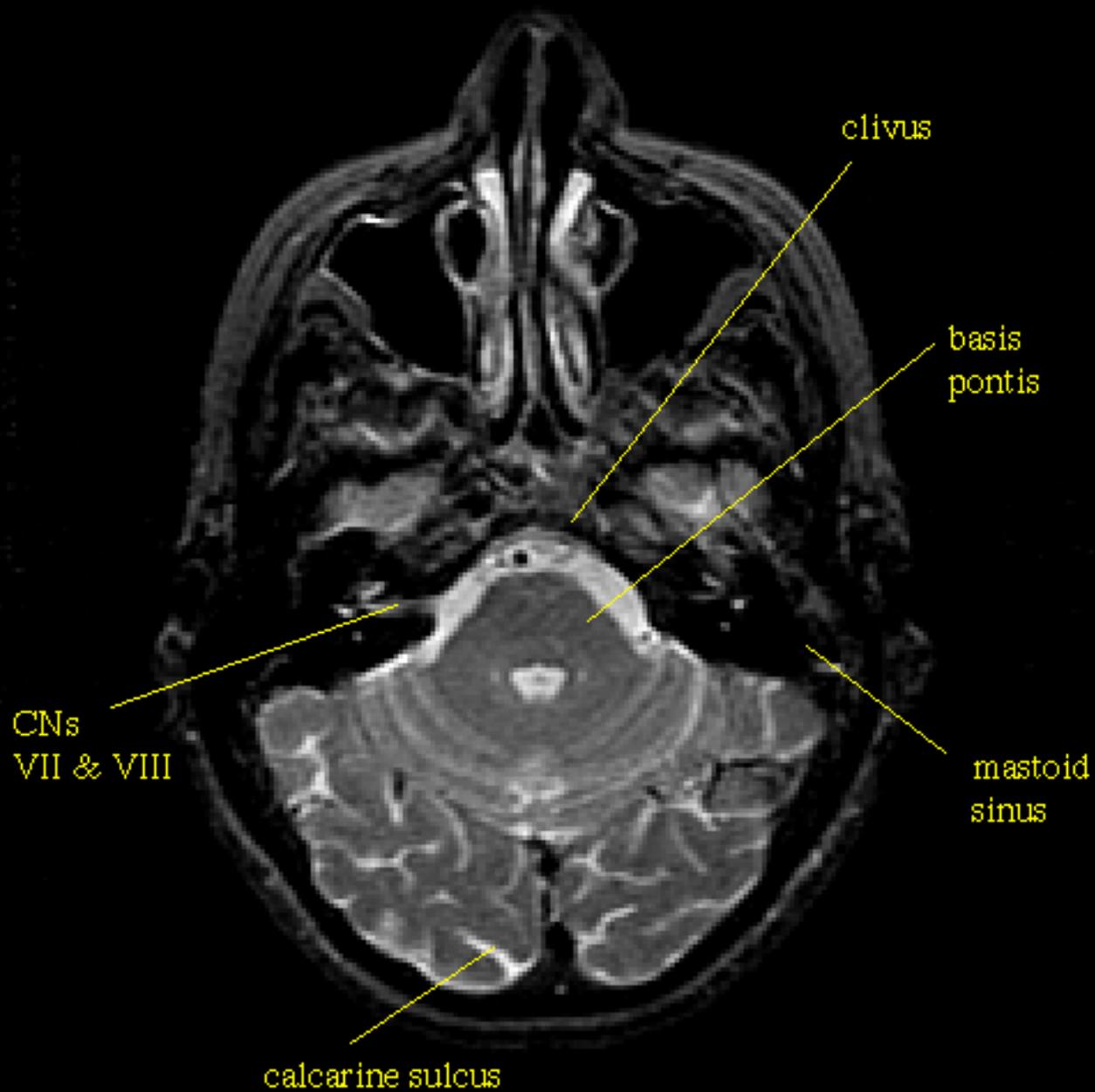
sigmoid
sinus

4th
ventricle

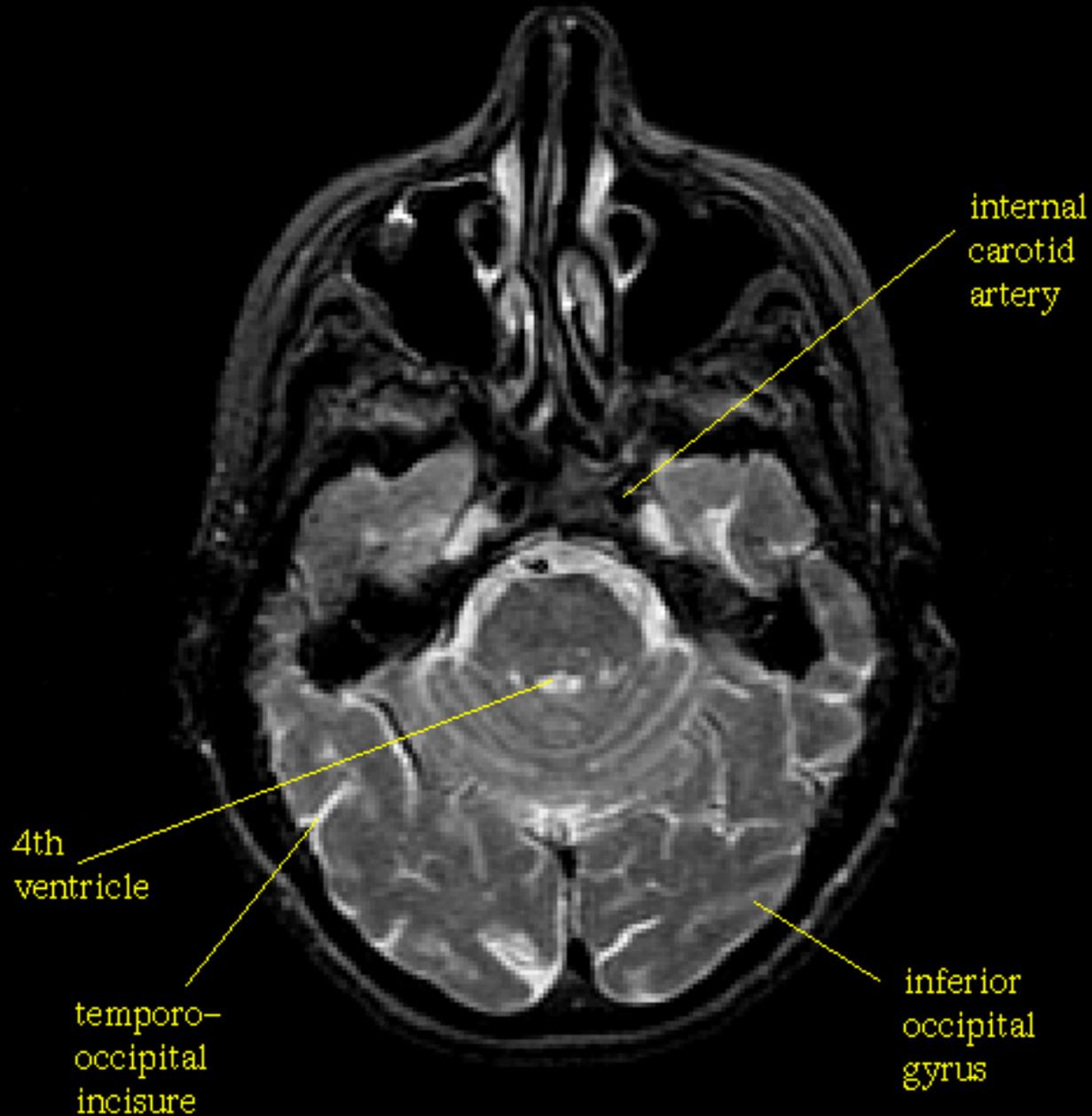
tentorium
cerebelli



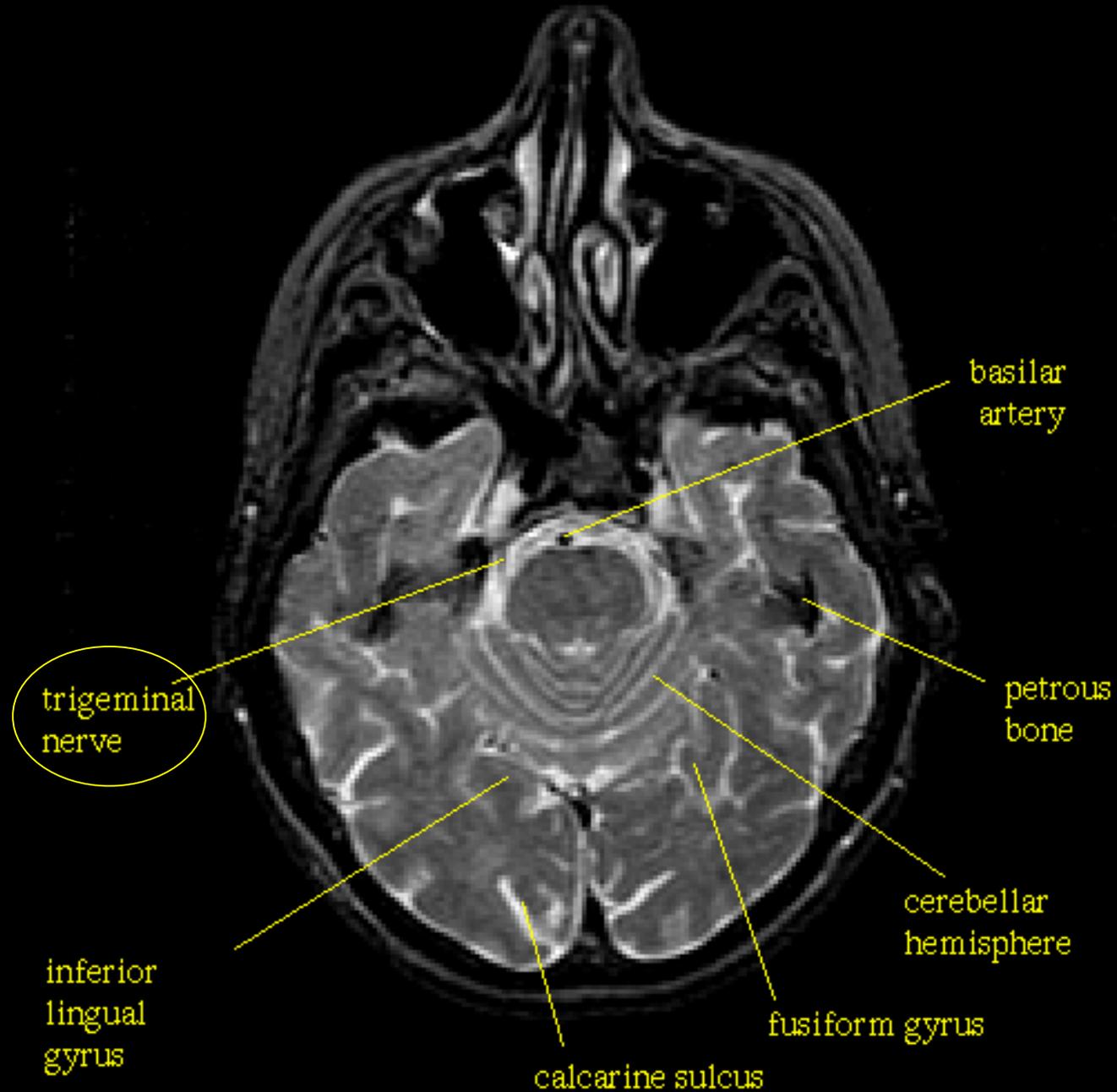
ANATOMIA ENCEFALO RM SEZIONI ASSIALI T2 PESATE



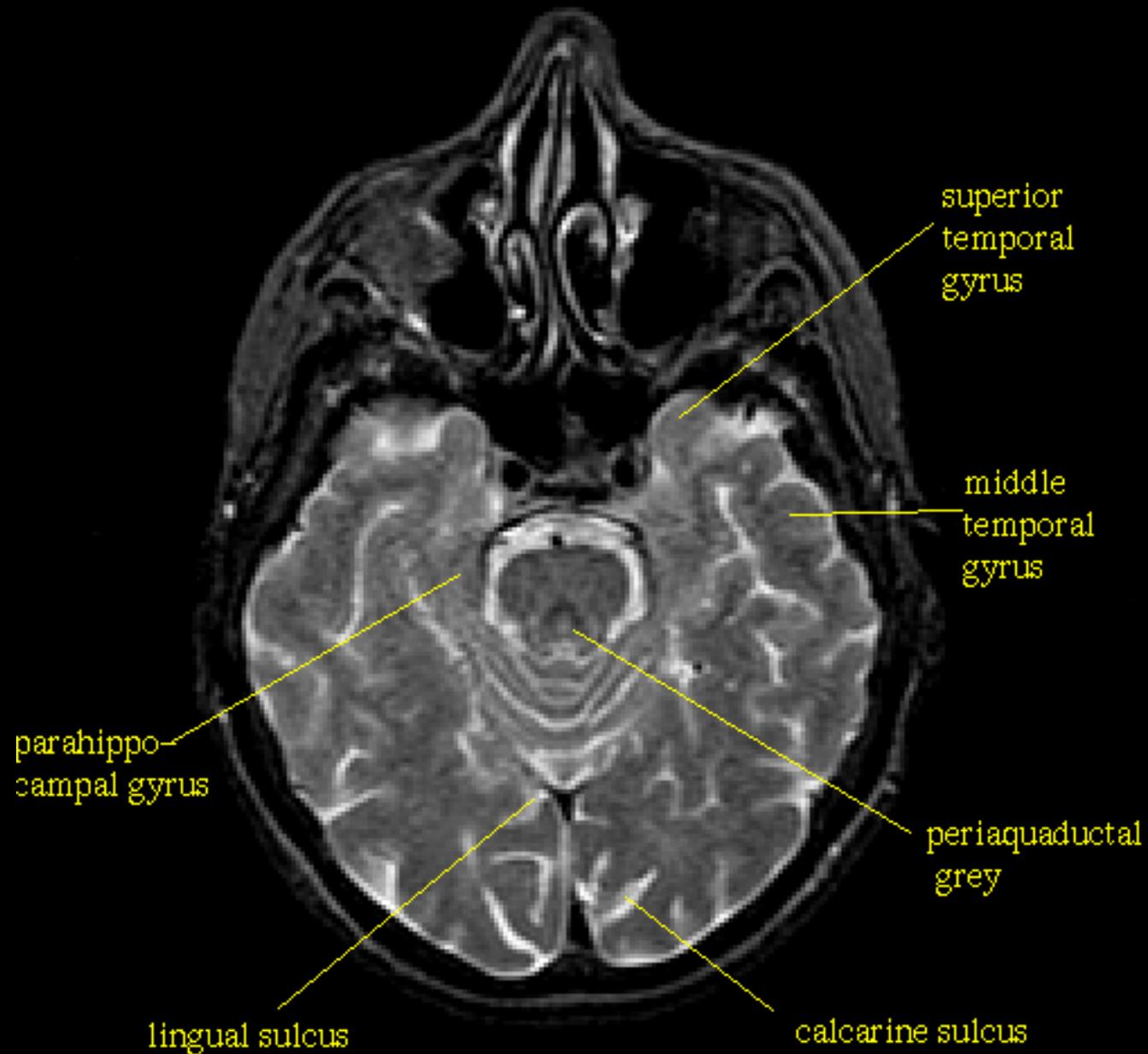
ANATOMIA ENCEFALO RM SEZIONI ASSIALI T2 PESATE



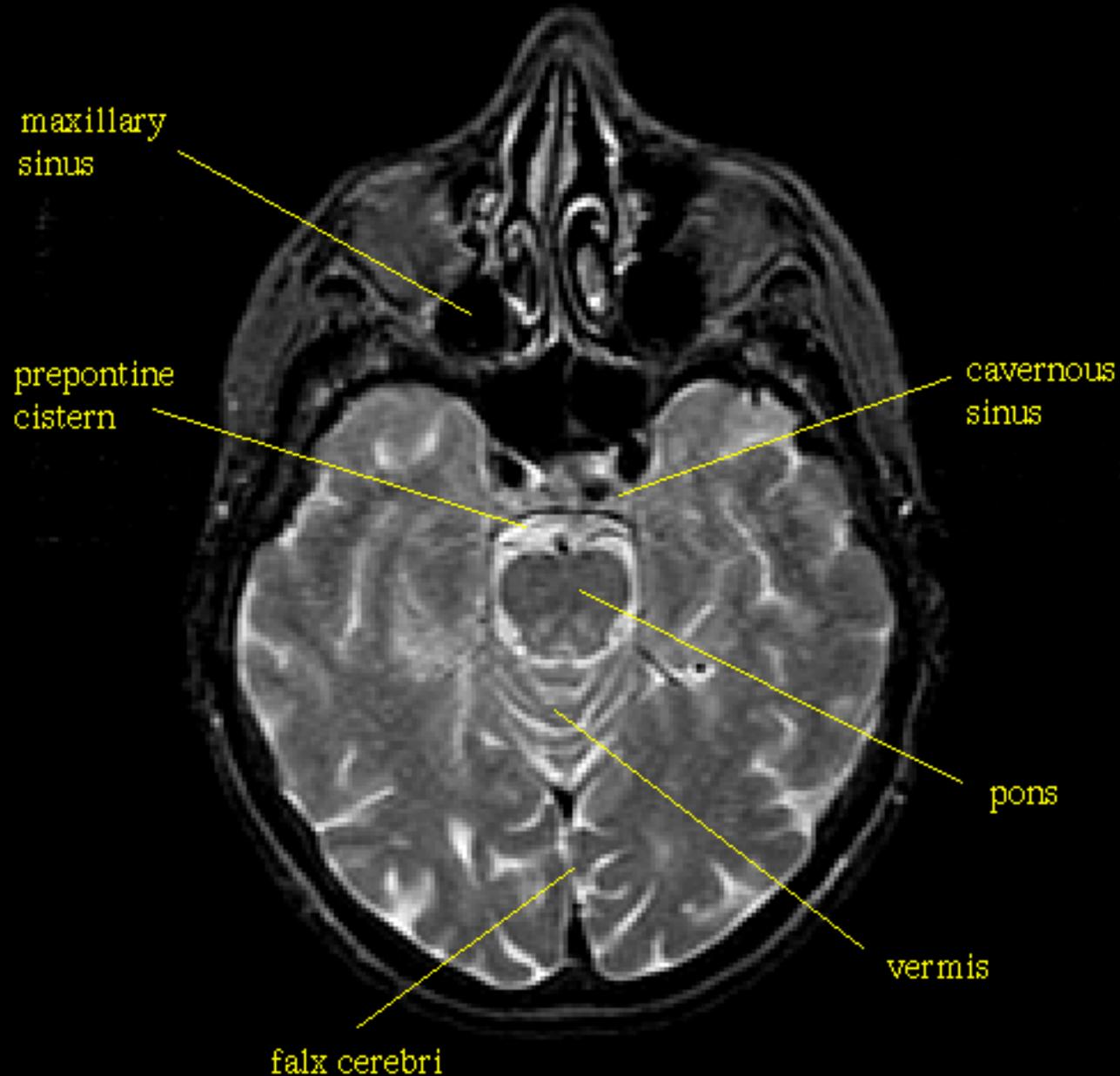
ANATOMIA ENCEFALO RM SEZIONI ASSIALI T2 PESATE



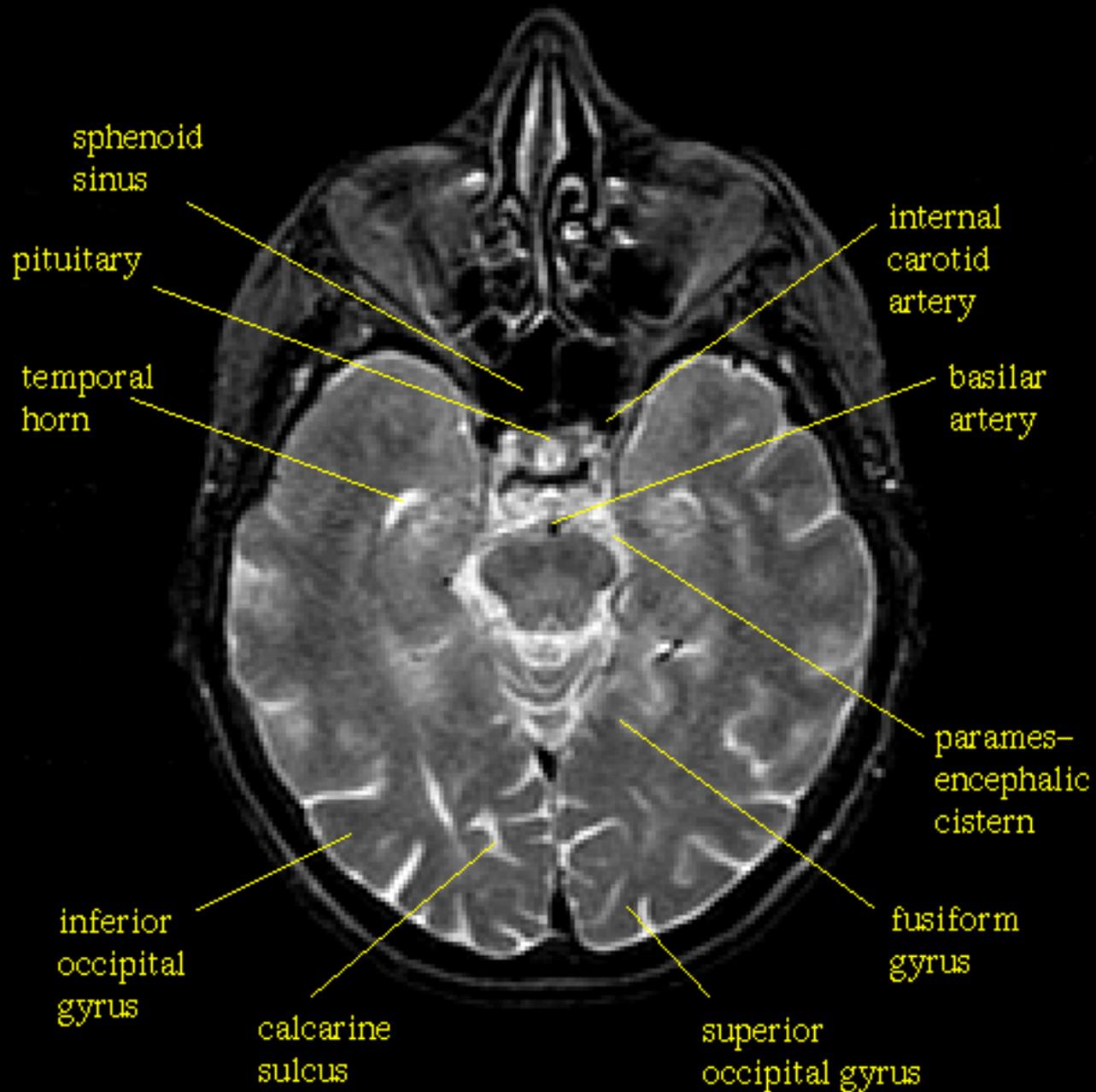
ANATOMIA ENCEFALO RM SEZIONI ASSIALI T2 PESATE



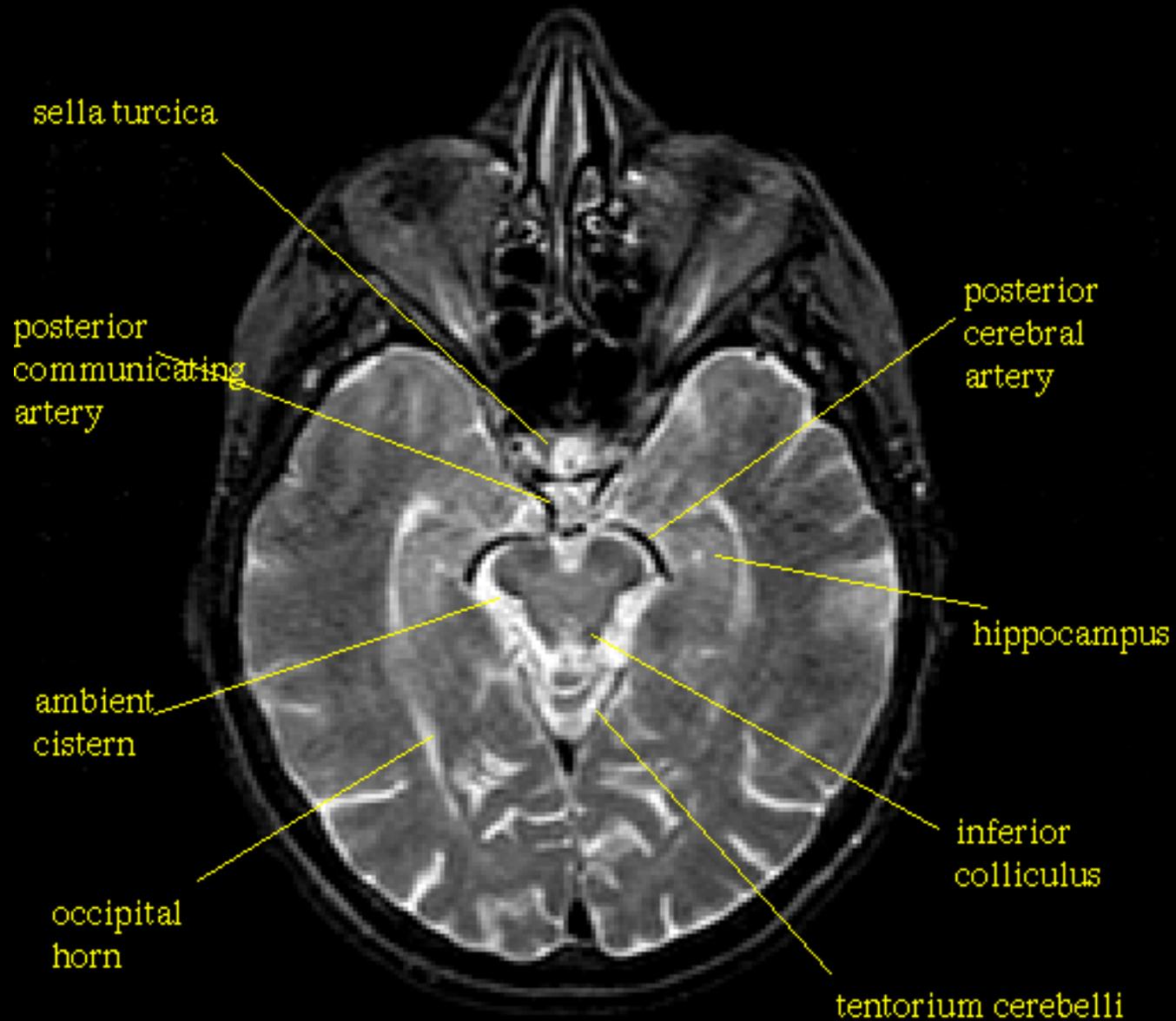
ANATOMIA ENCEFALO RM SEZIONI ASSIALI T2 PESATE



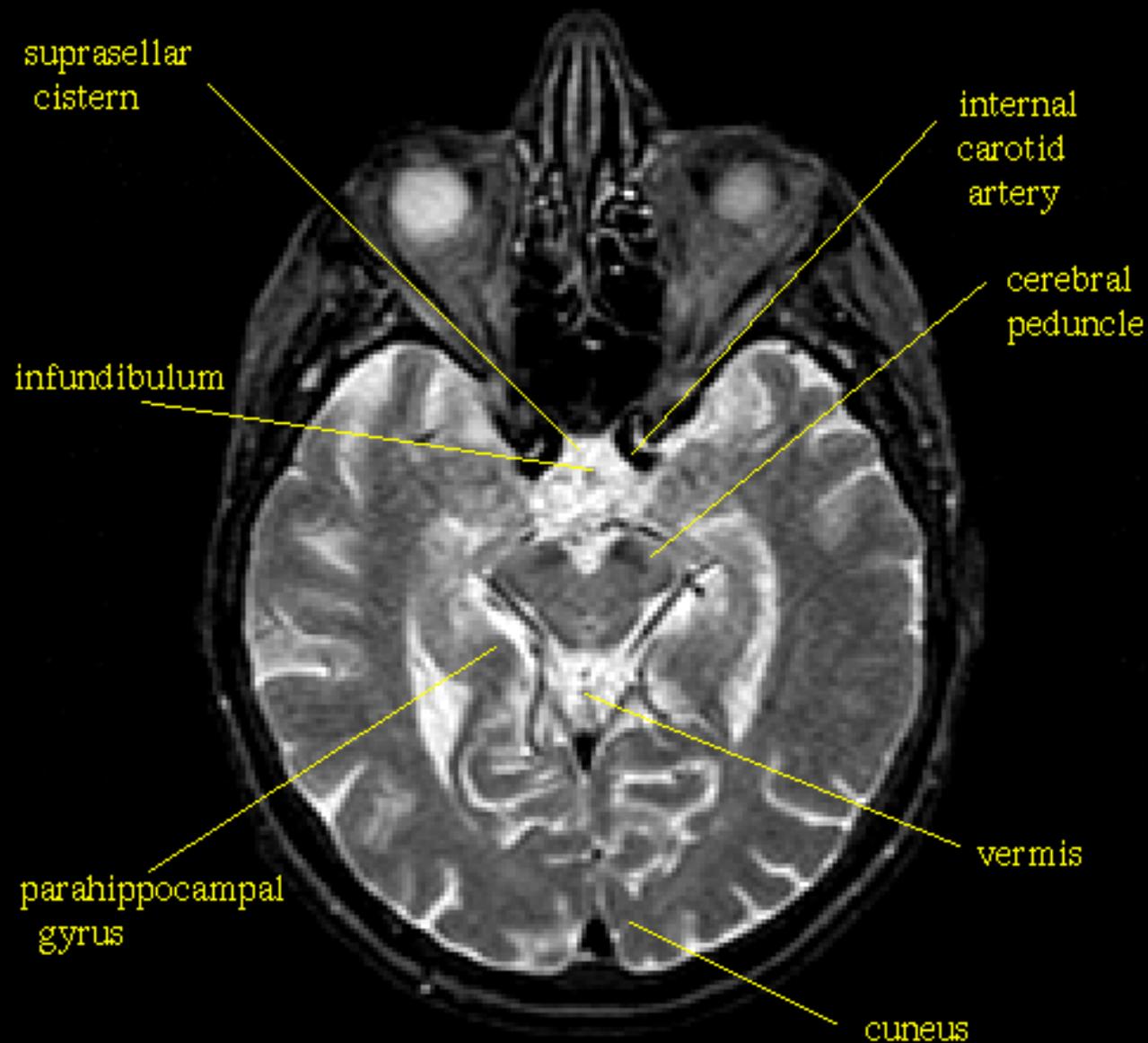
ANATOMIA ENCEFALO RM SEZIONI ASSIALI T2 PESATE



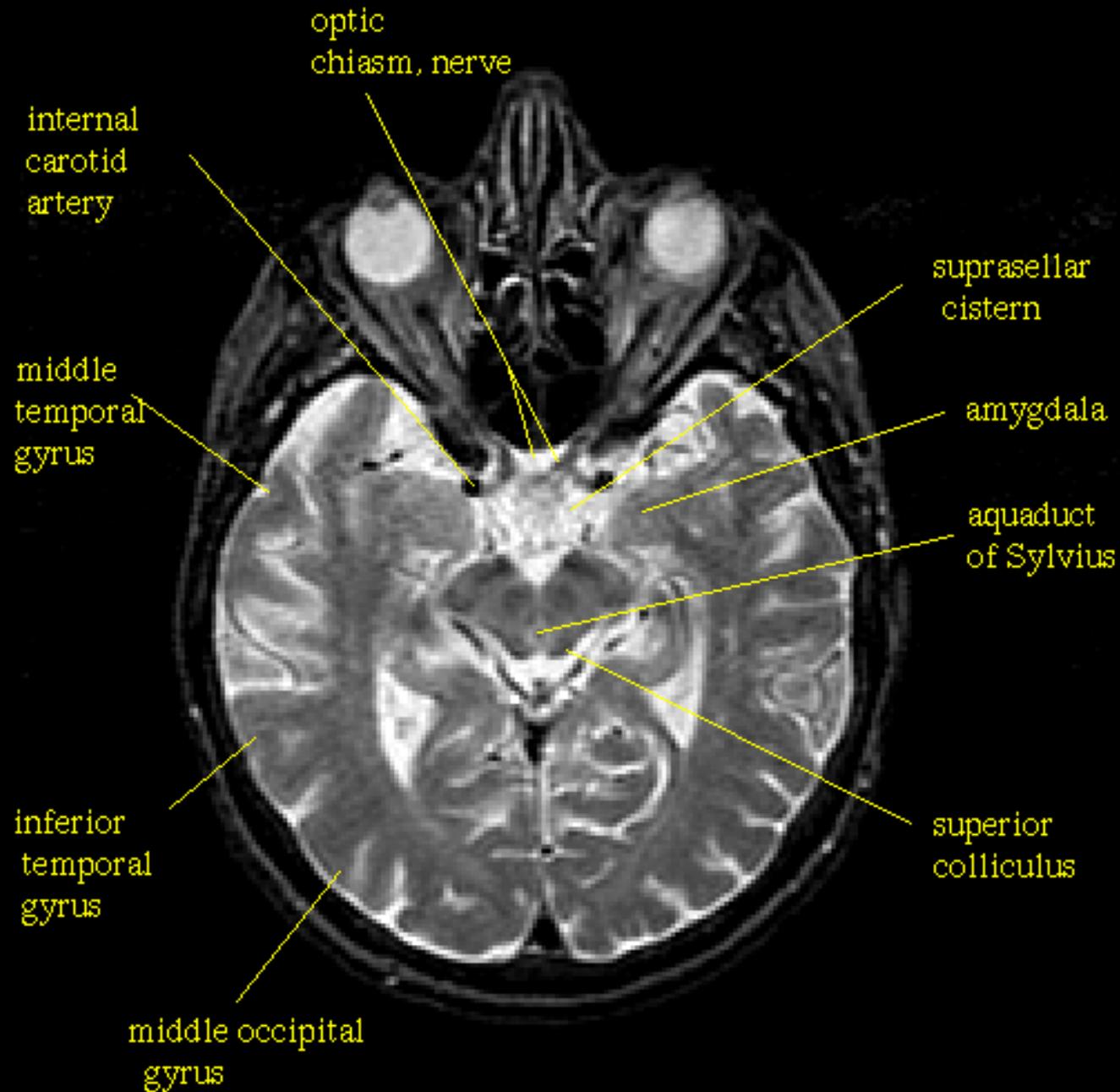
ANATOMIA ENCEFALO RM SEZIONI ASSIALI T2 PESATE



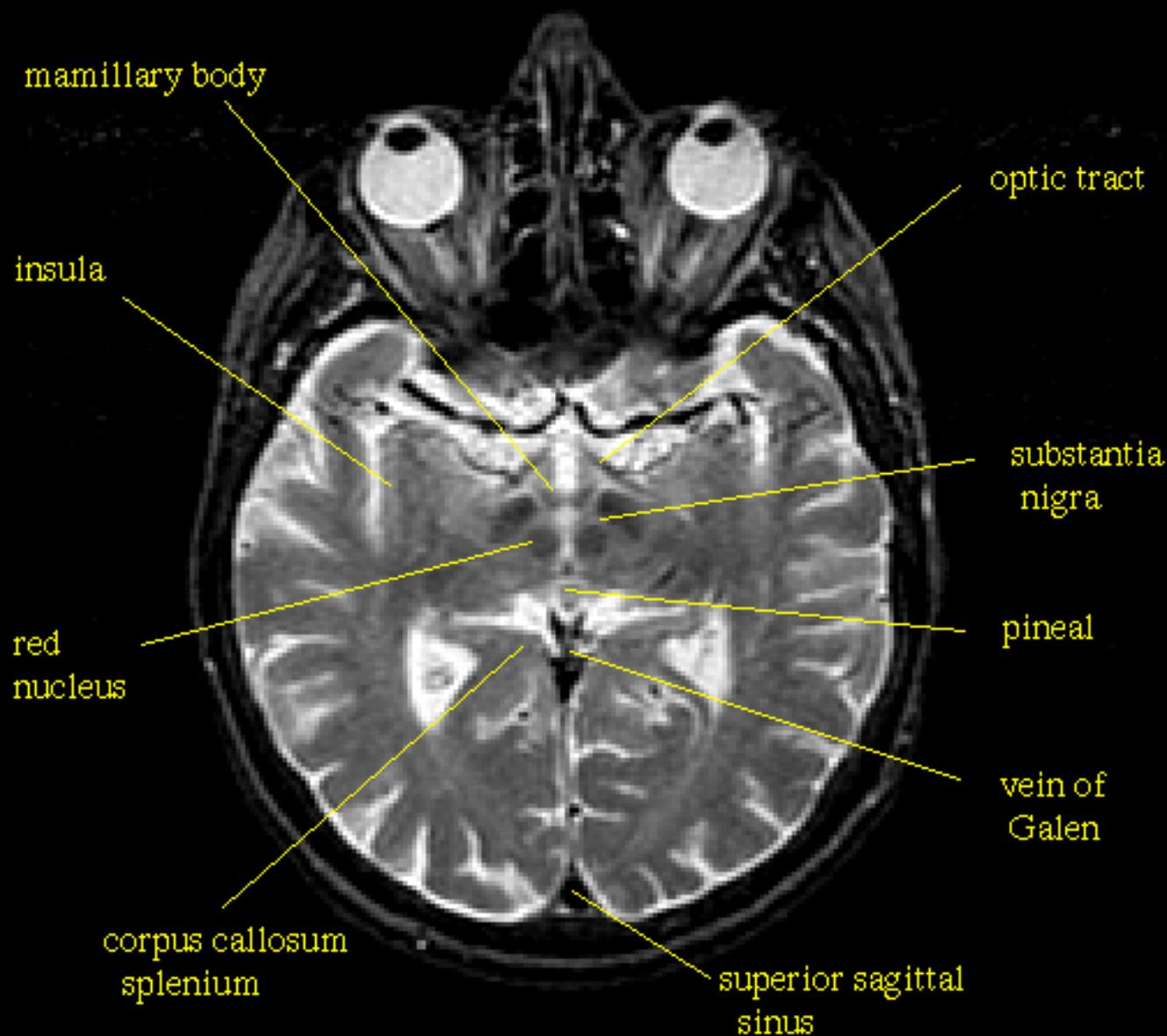
ANATOMIA ENCEFALO RM SEZIONI ASSIALI T2 PESATE



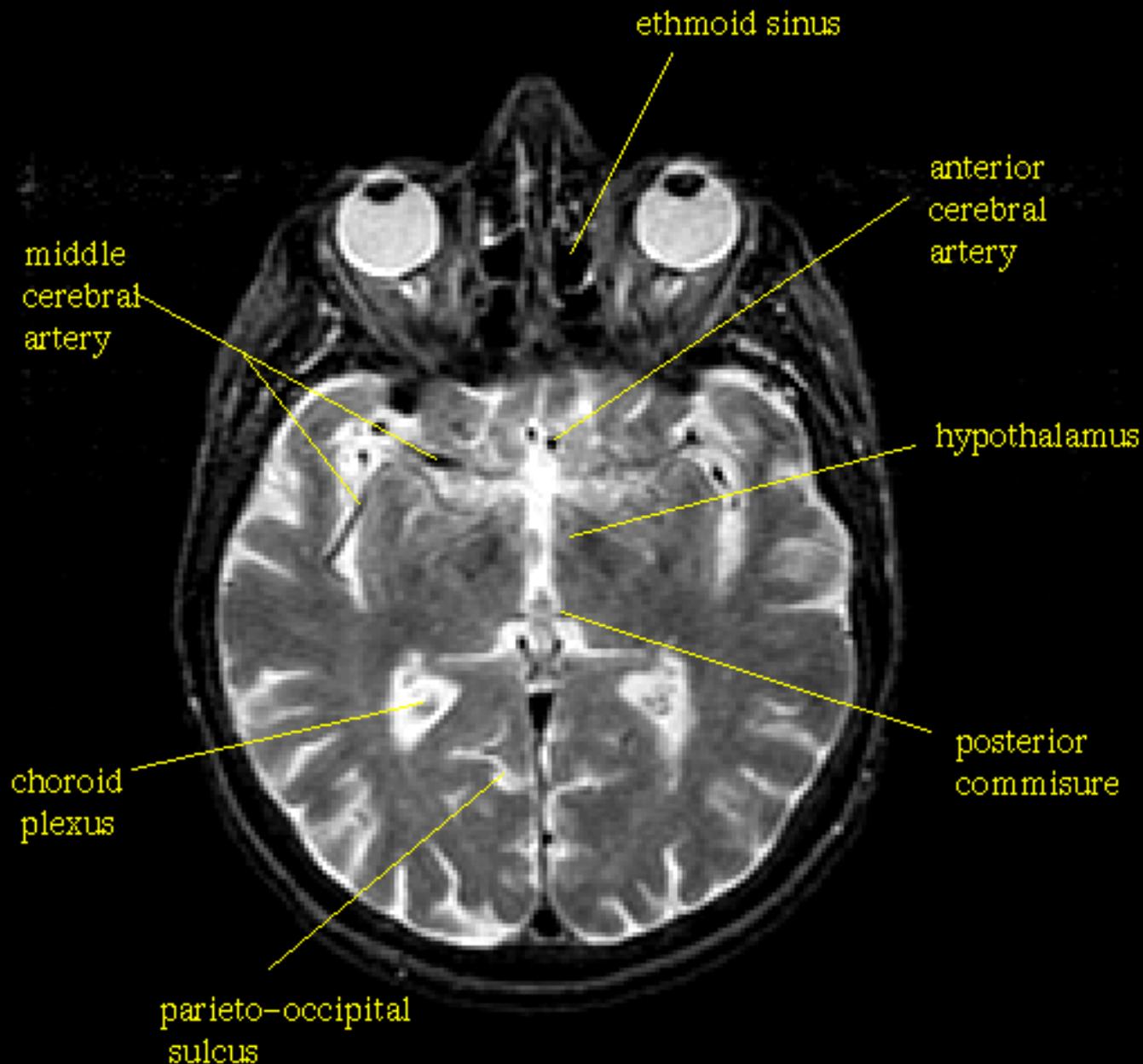
ANATOMIA ENCEFALO RM SEZIONI ASSIALI T2 PESATE



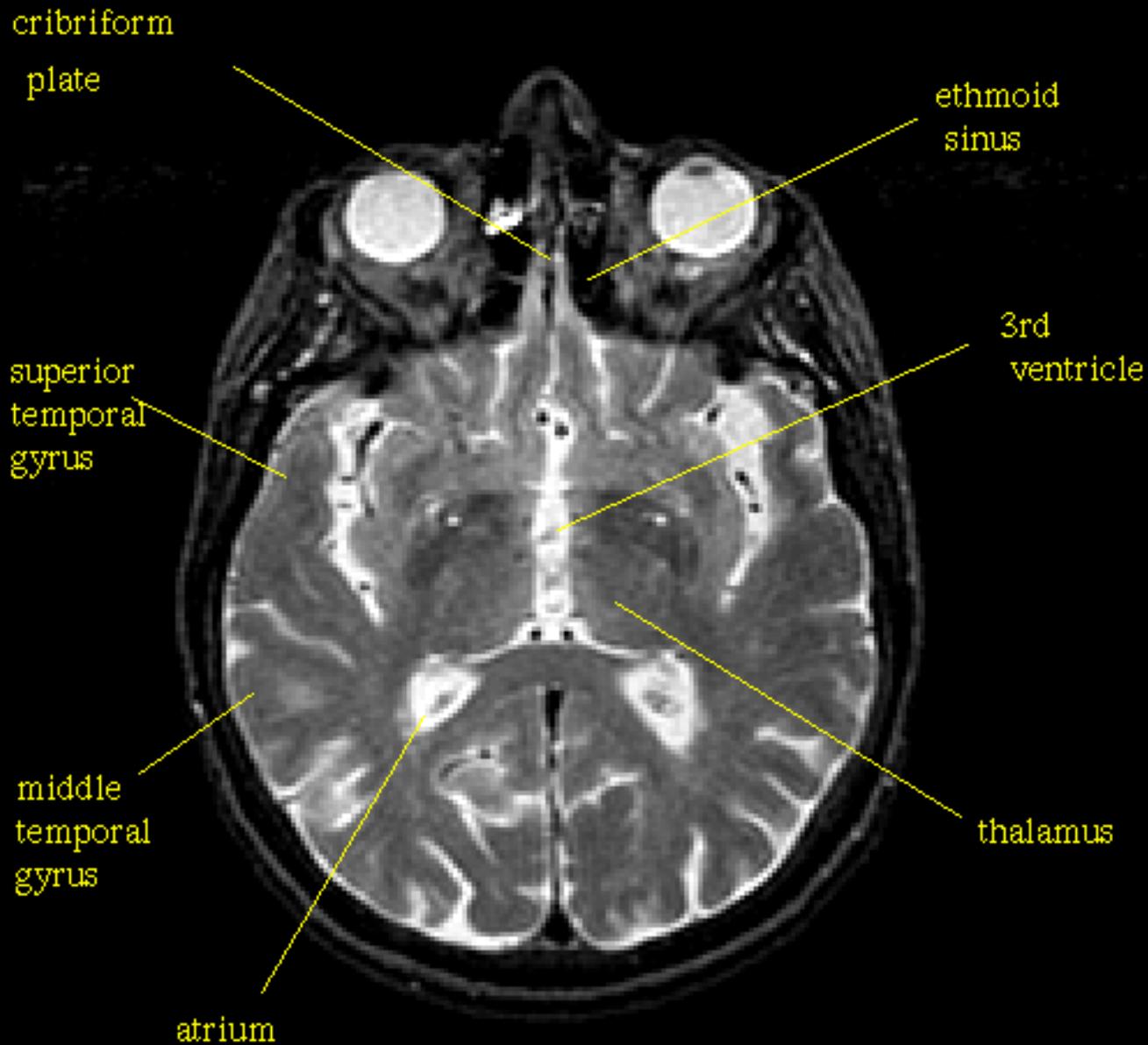
ANATOMIA ENCEFALO RM SEZIONI ASSIALI T2 PESATE



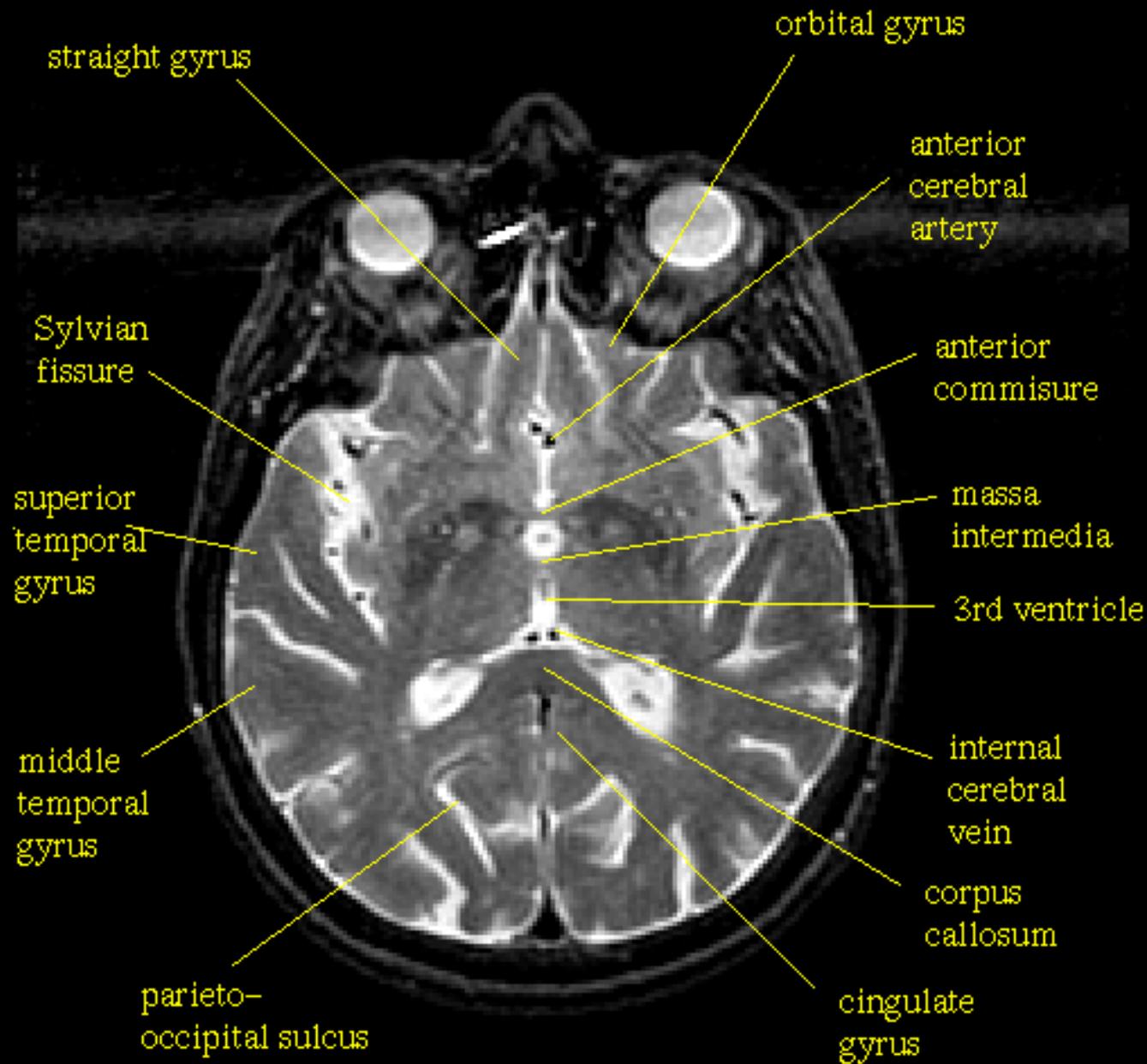
ANATOMIA ENCEFALO RM SEZIONI ASSIALI T2 PESATE



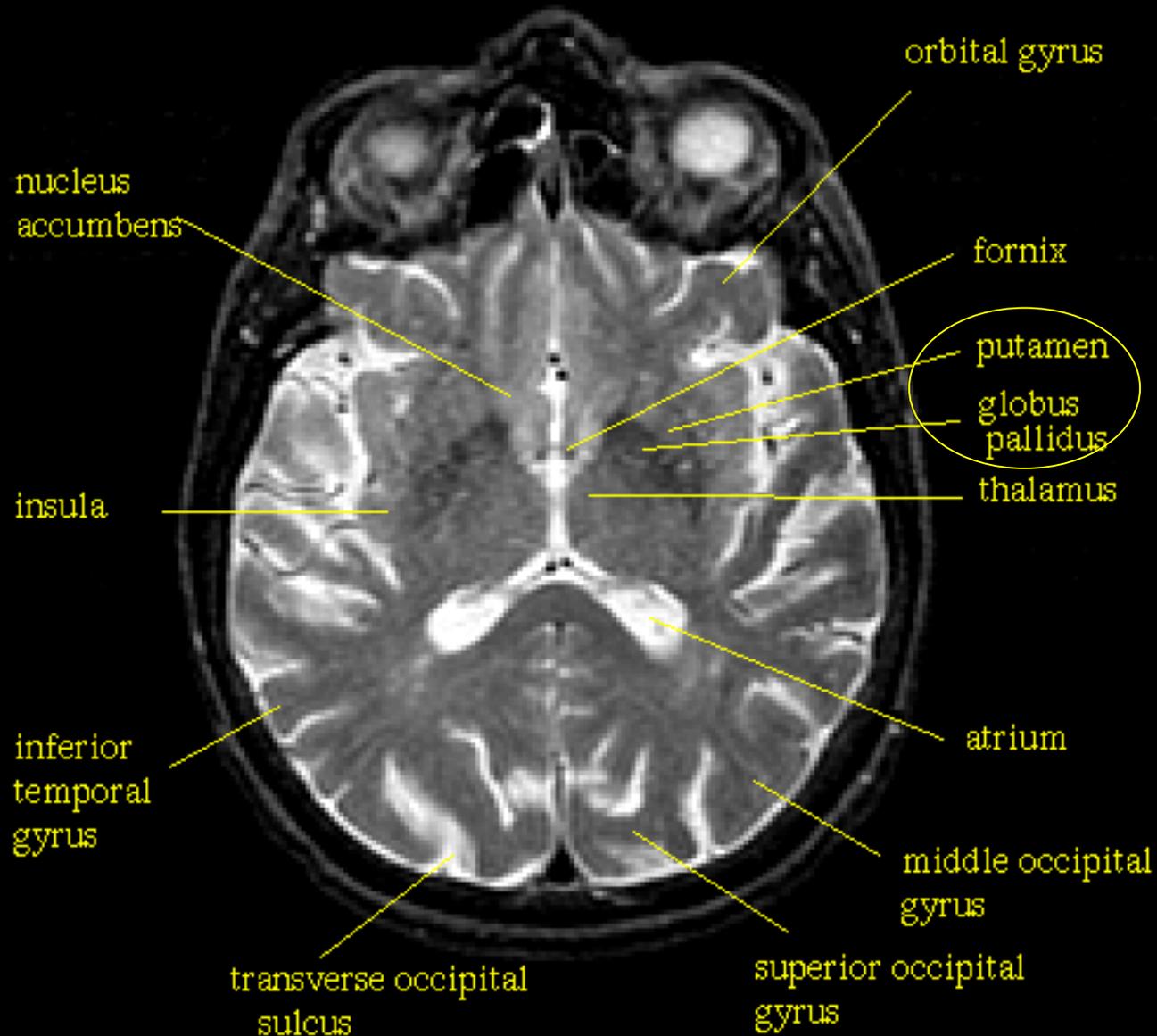
ANATOMIA ENCEFALO RM SEZIONI ASSIALI T2 PESATE



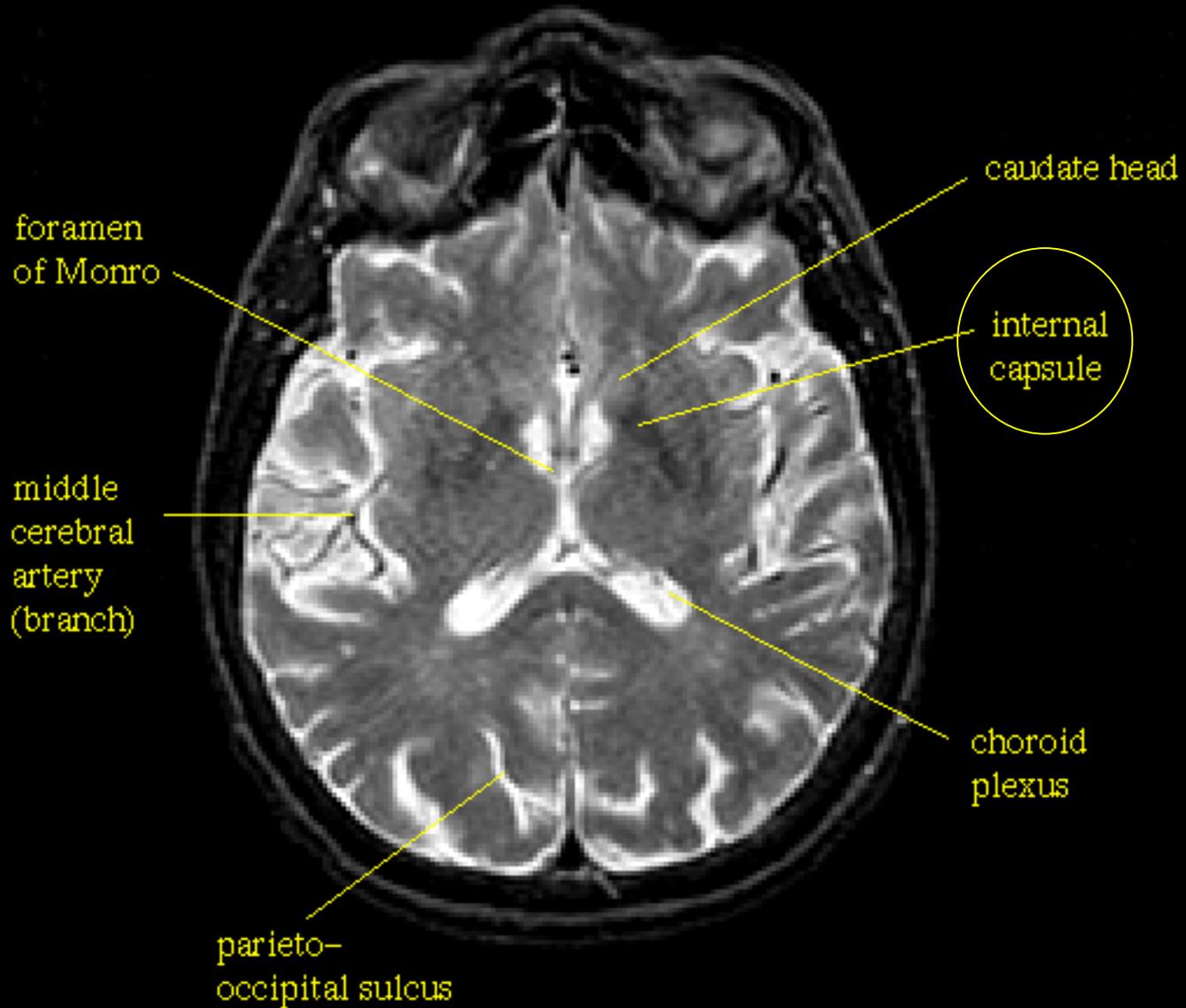
ANATOMIA ENCEFALO RM SEZIONI ASSIALI T2 PESATE



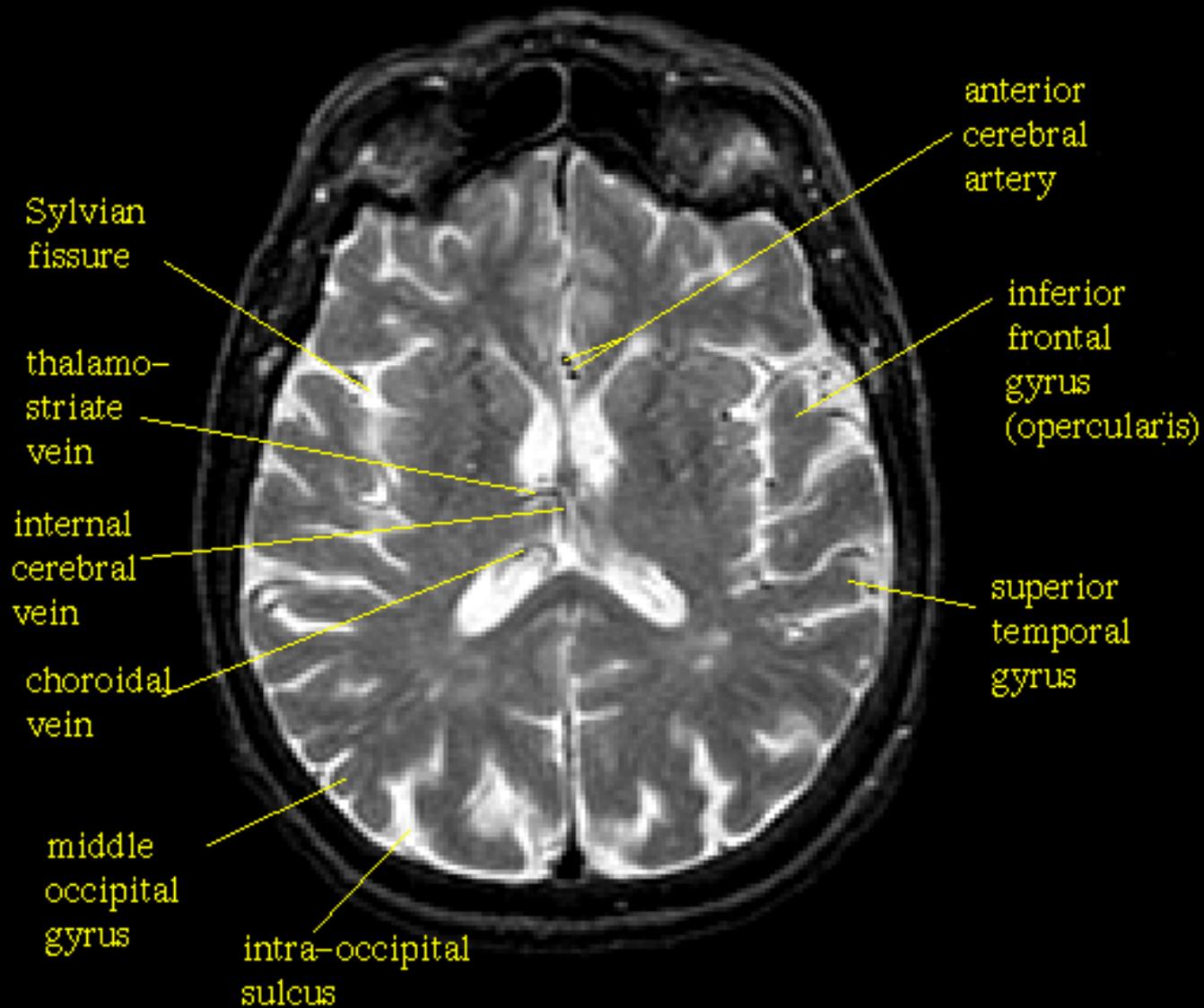
ANATOMIA ENCEFALO RM SEZIONI ASSIALI T2 PESATE



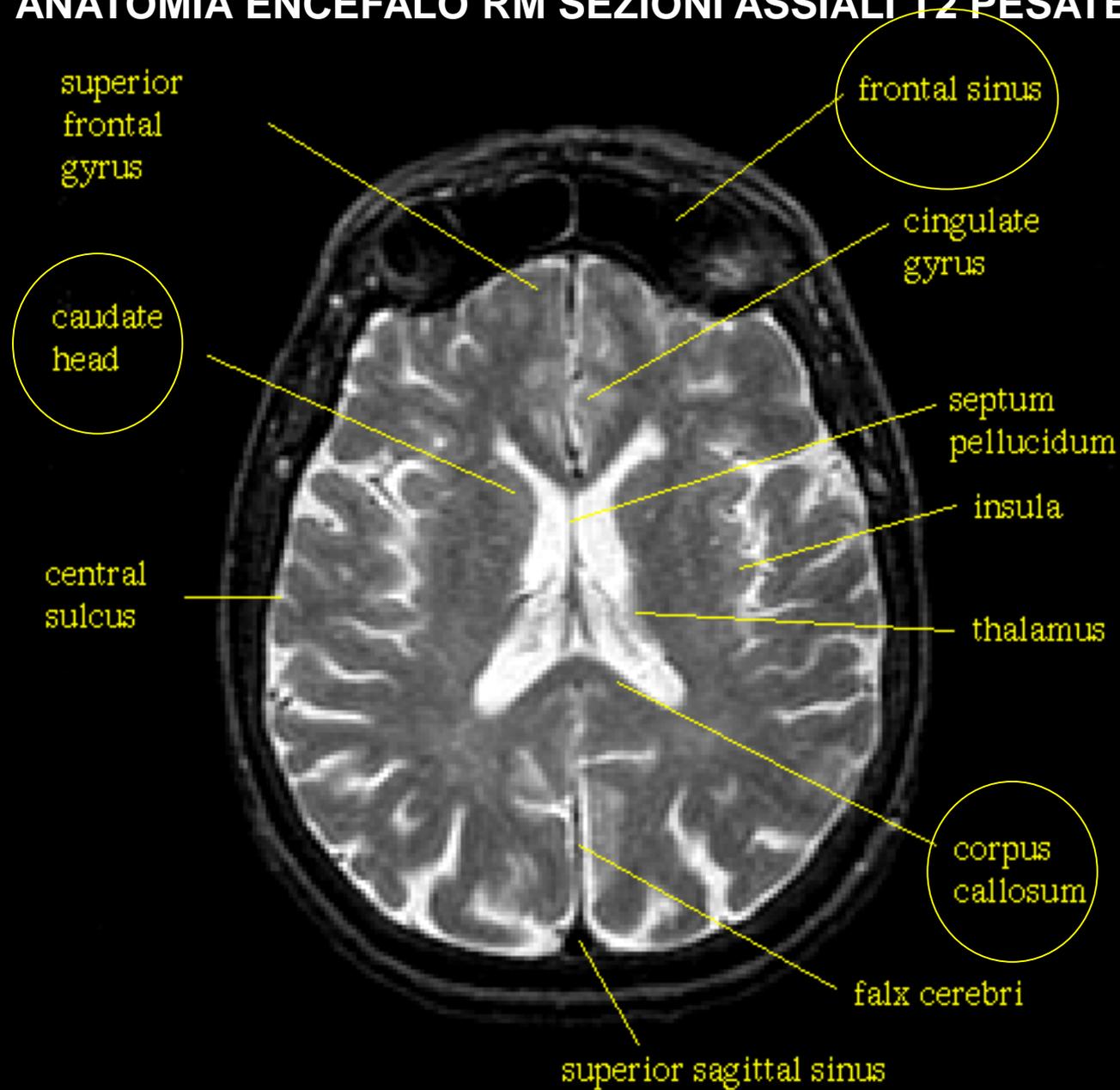
ANATOMIA ENCEFALO RM SEZIONI ASSIALI T2 PESATE



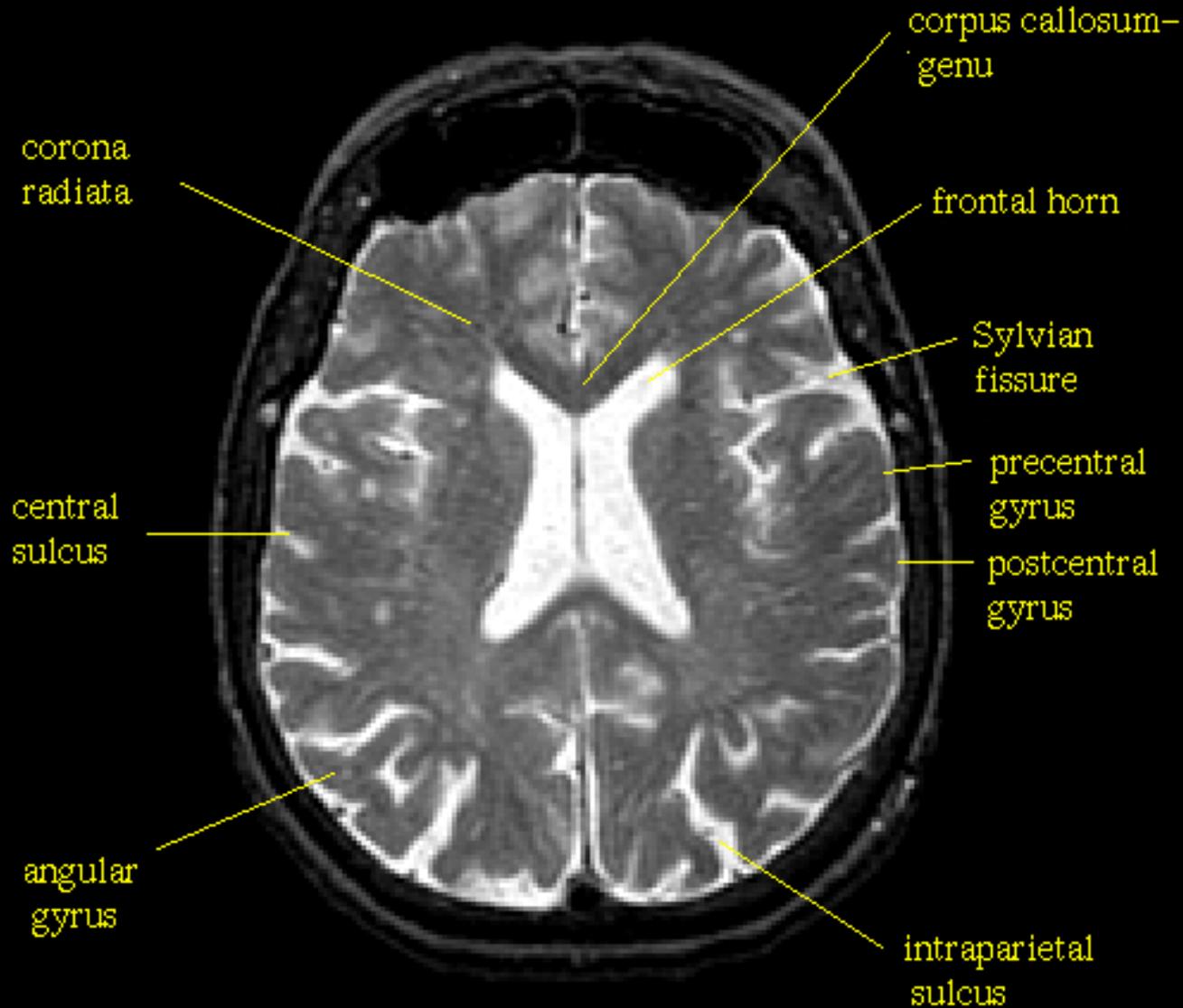
ANATOMIA ENCEFALO RM SEZIONI ASSIALI T2 PESATE



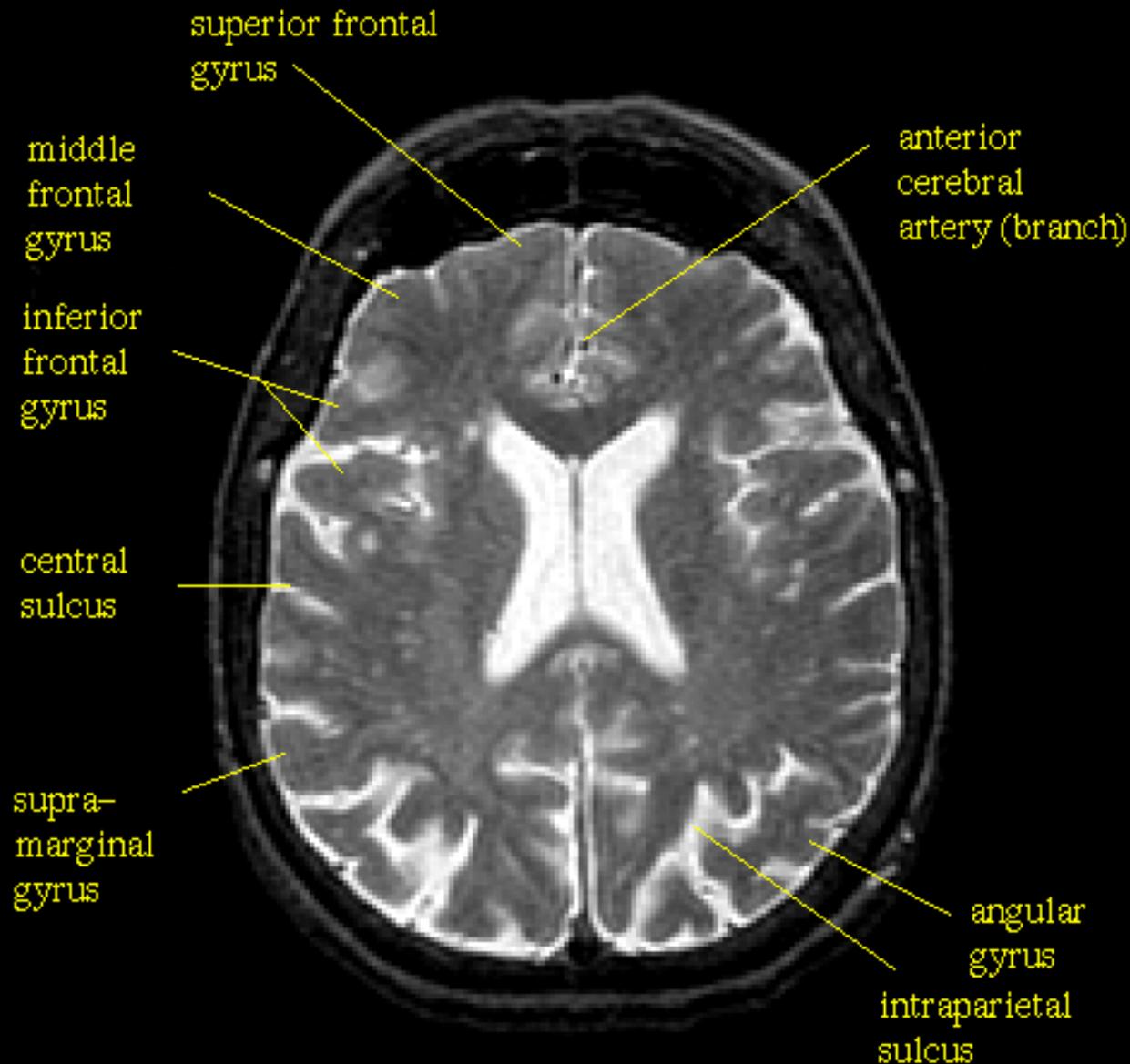
ANATOMIA ENCEFALO RM SEZIONI ASSIALI T2 PESATE



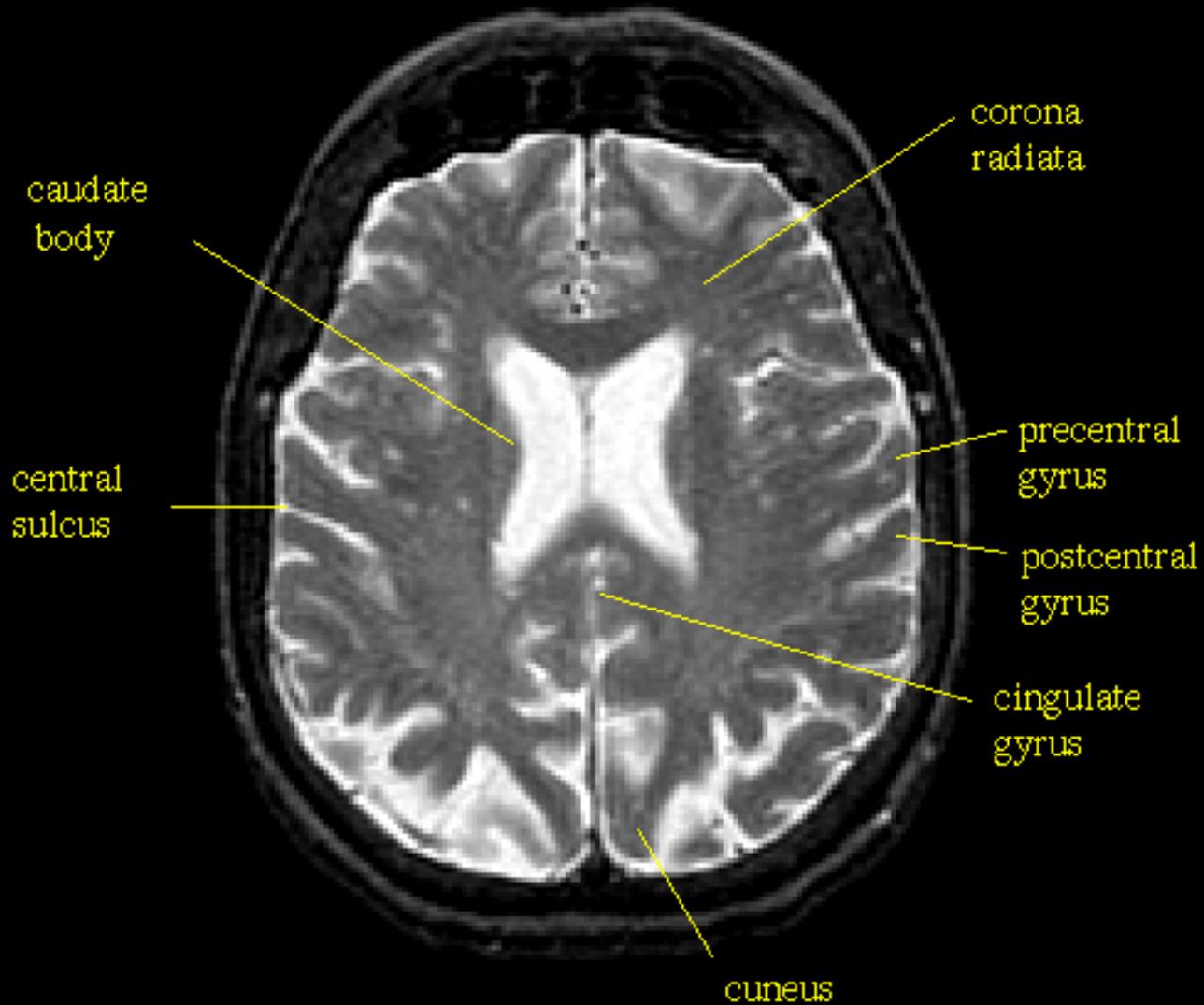
ANATOMIA ENCEFALO RM SEZIONI ASSIALI T2 PESATE



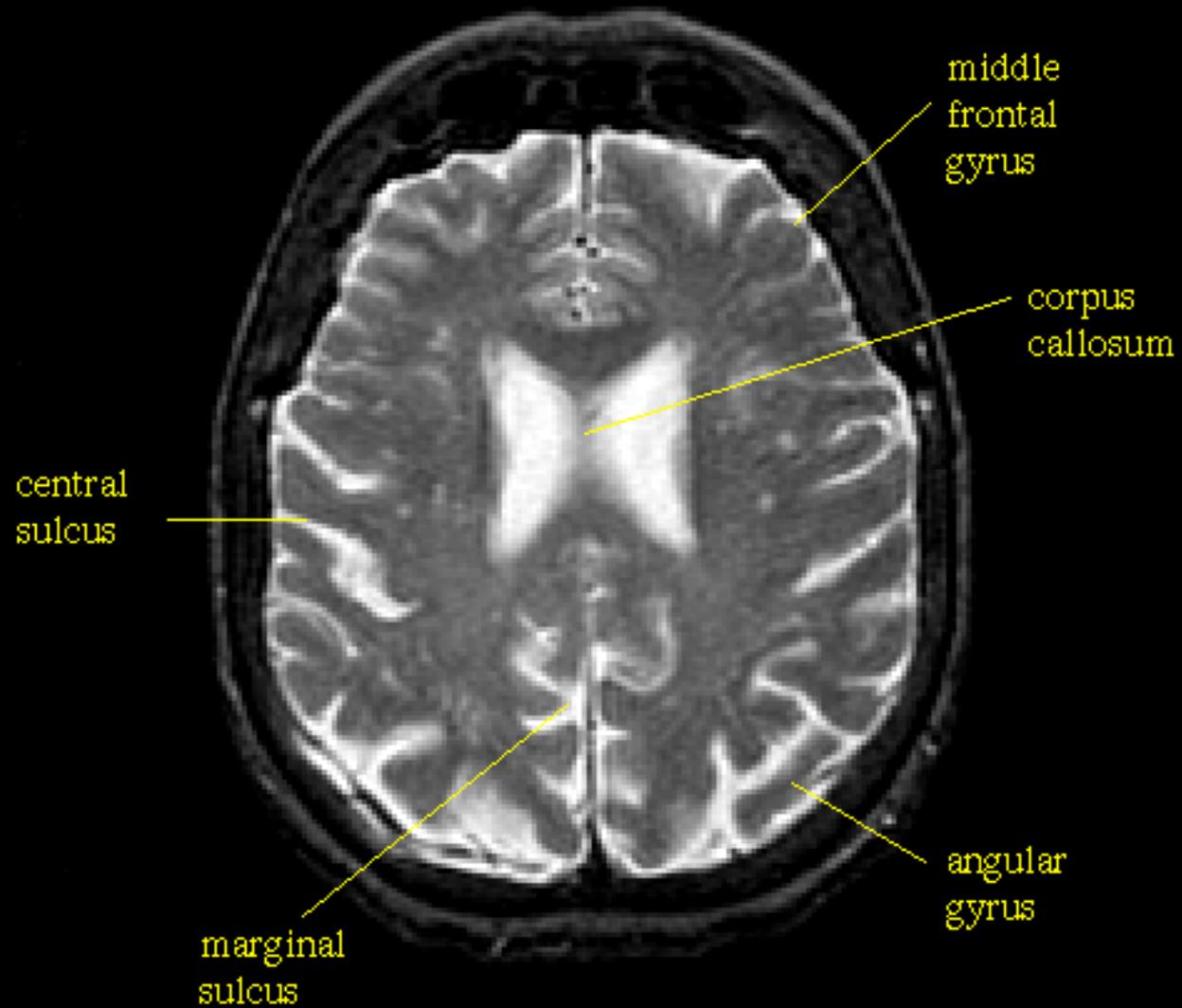
ANATOMIA ENCEFALO RM SEZIONI ASSIALI T2 PESATE



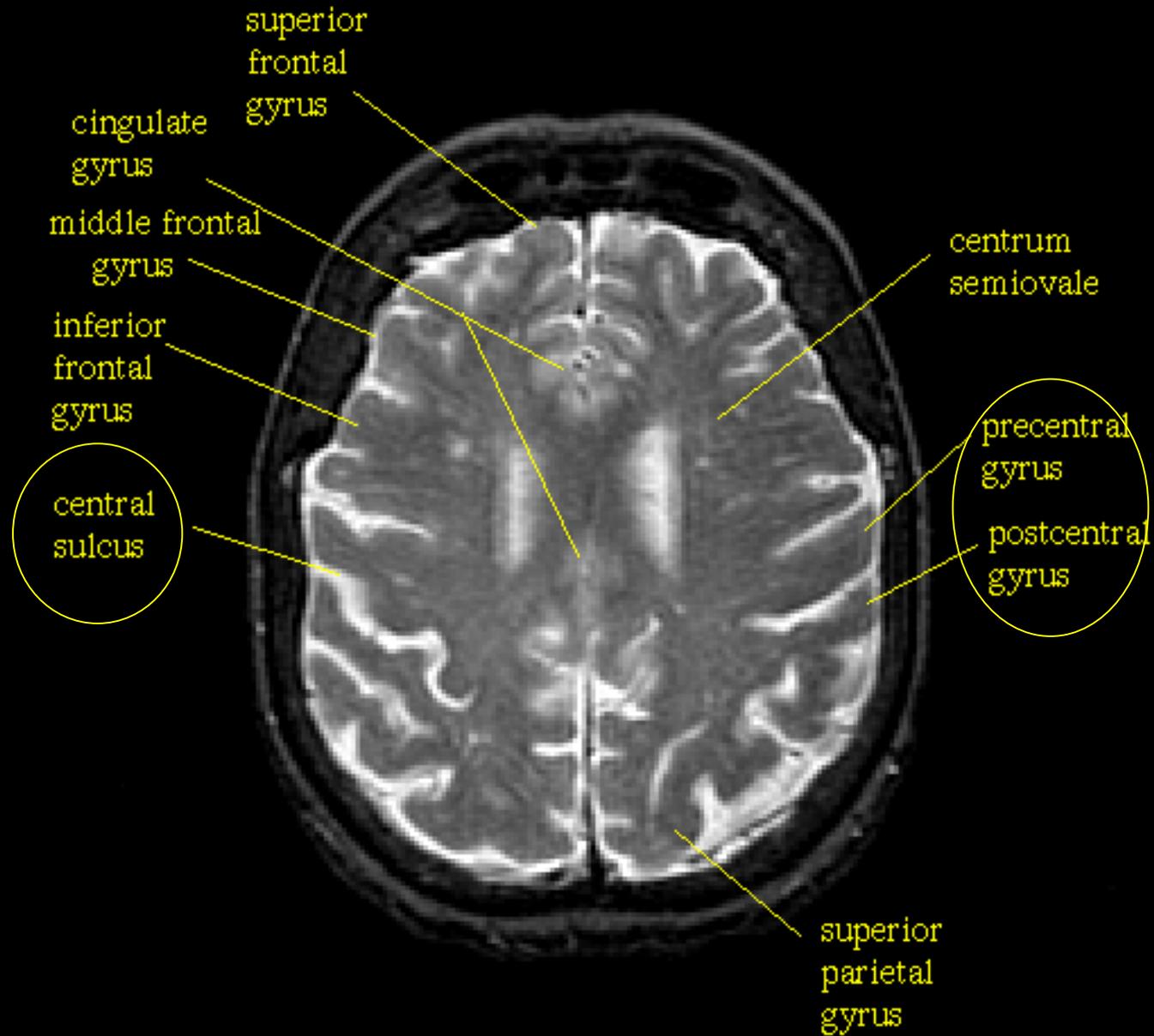
ANATOMIA ENCEFALO RM SEZIONI ASSIALI T2 PESATE

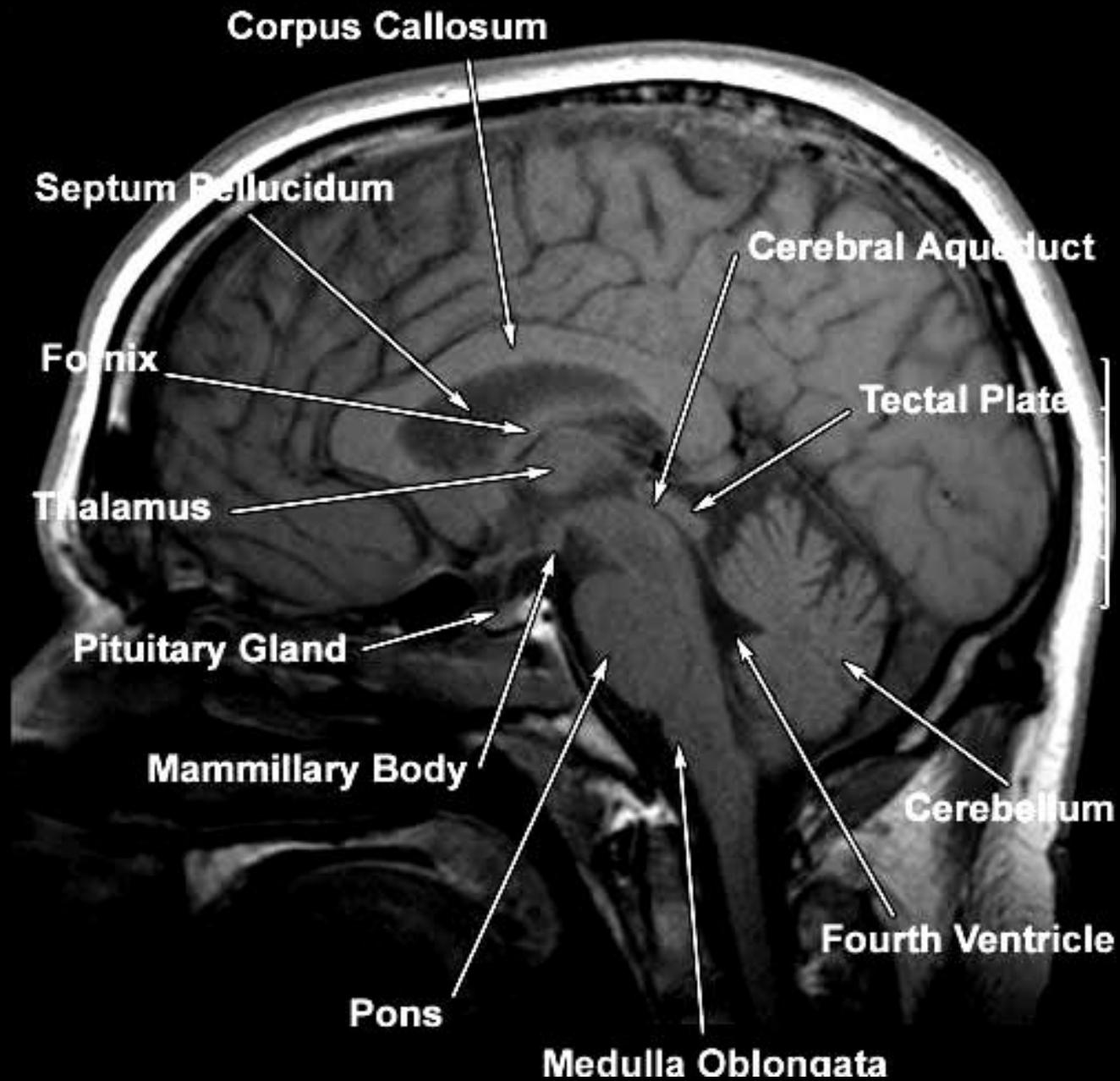


ANATOMIA ENCEFALO RM SEZIONI ASSIALI T2 PESATE

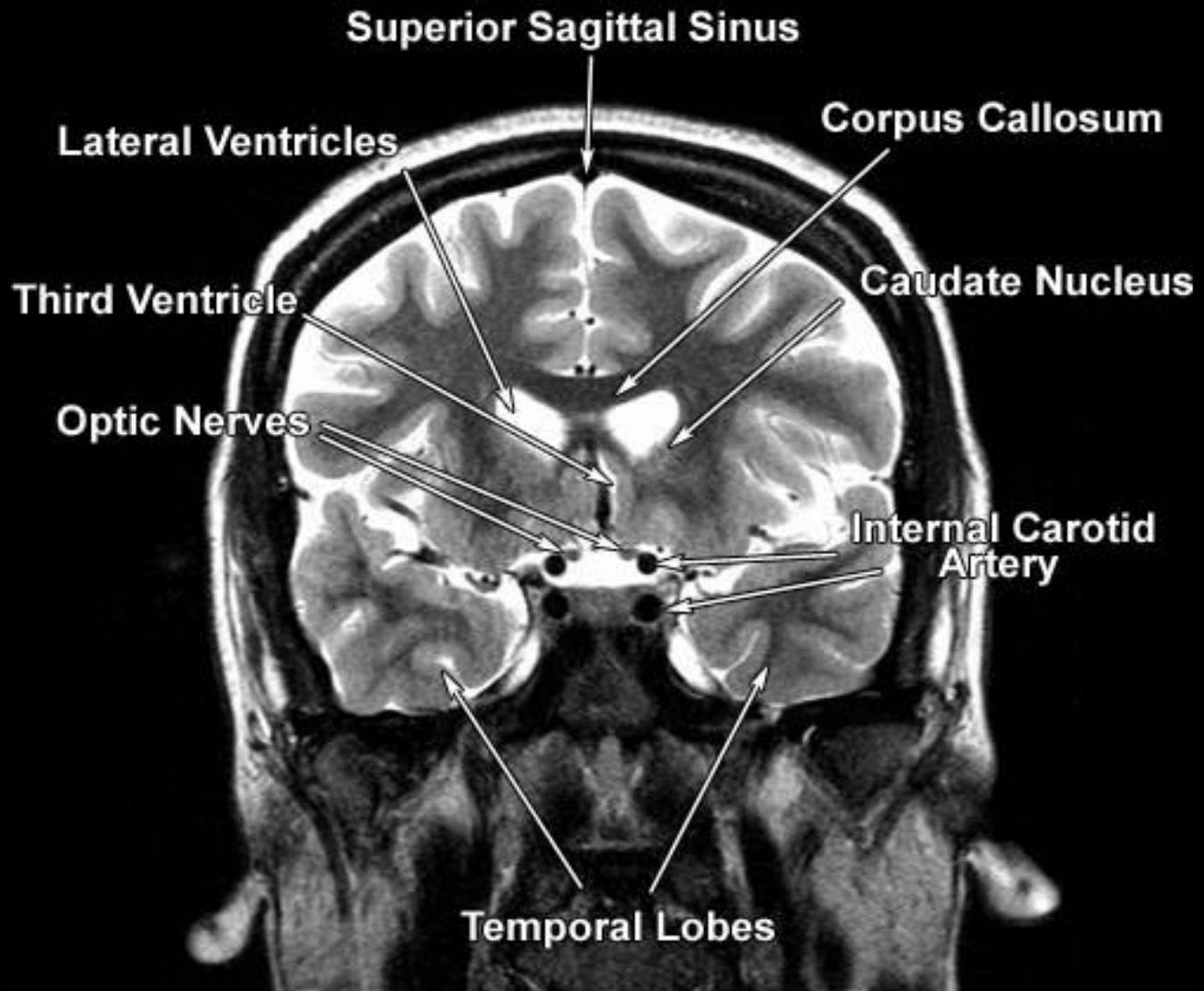


ANATOMIA ENCEFALO RM SEZIONI ASSIALI T2 PESATE



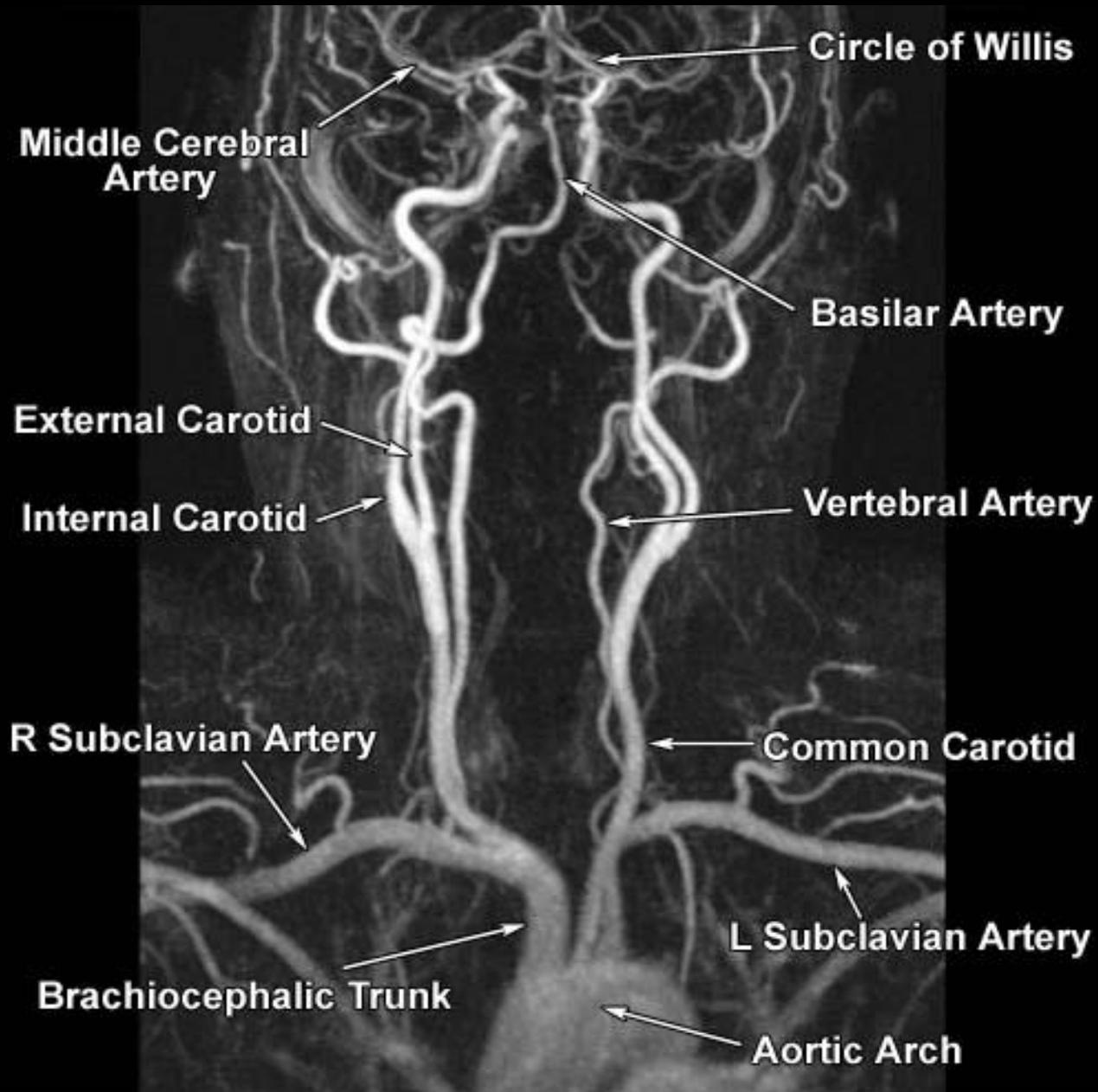


ANATOMIA ENCEFALO RM SAGITTALI ASSIALI TI PESATE

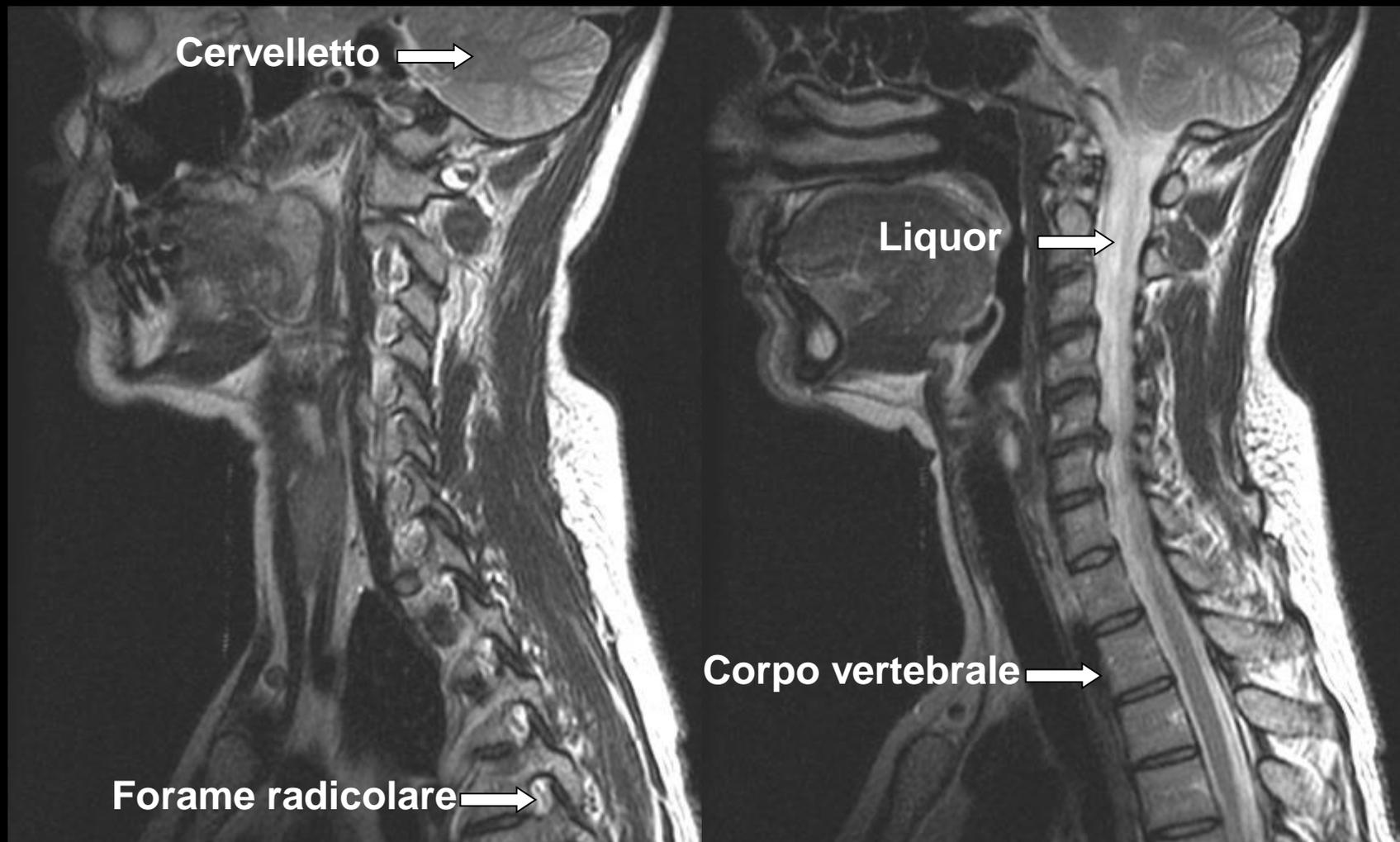


ANATOMIA ENCEFALO RM SEZIONI CORONALI T2 PESATE

ANGIORM VASI DEL COLLO E ENDOCRANICI

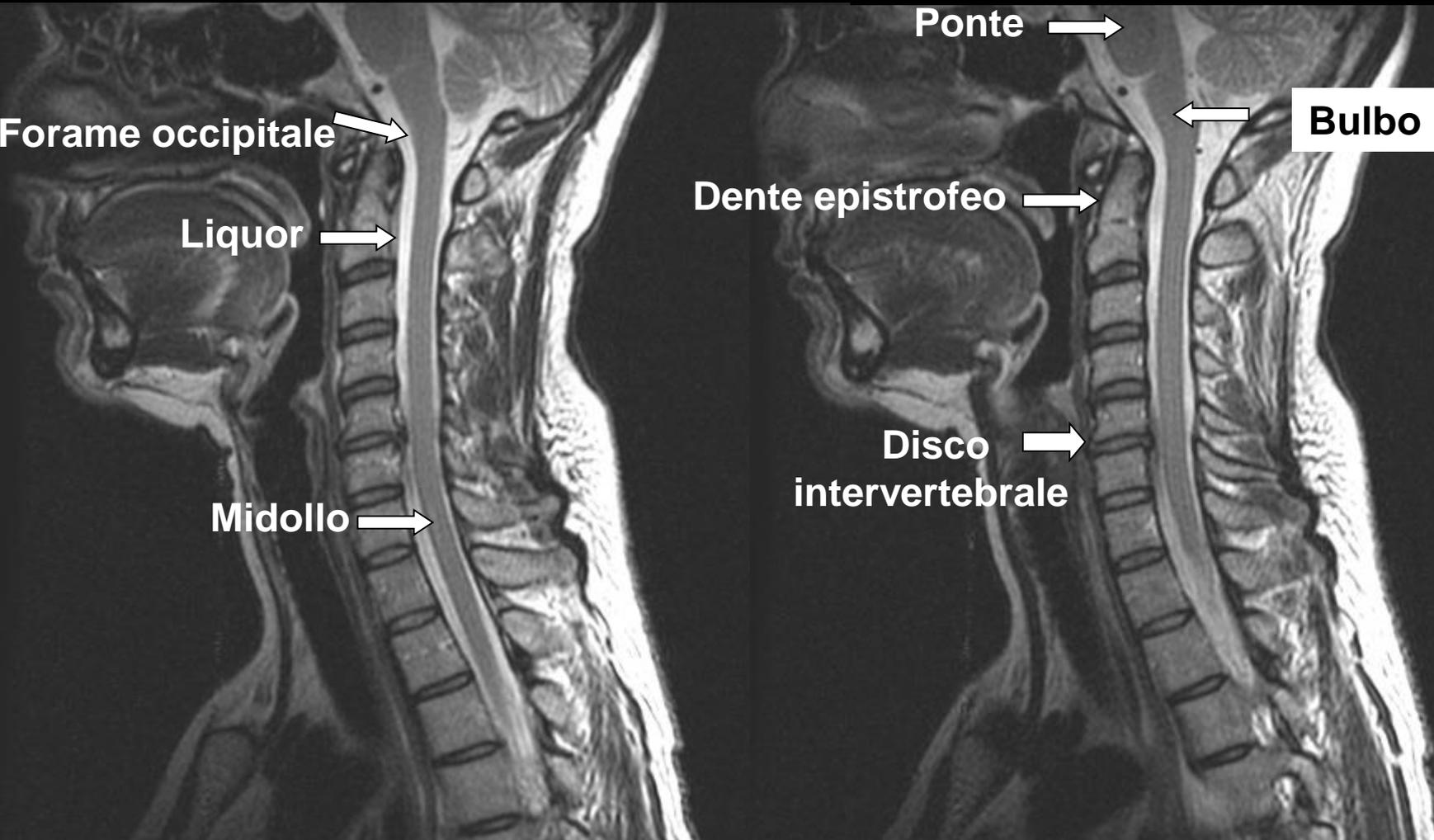


RM CERVICALE



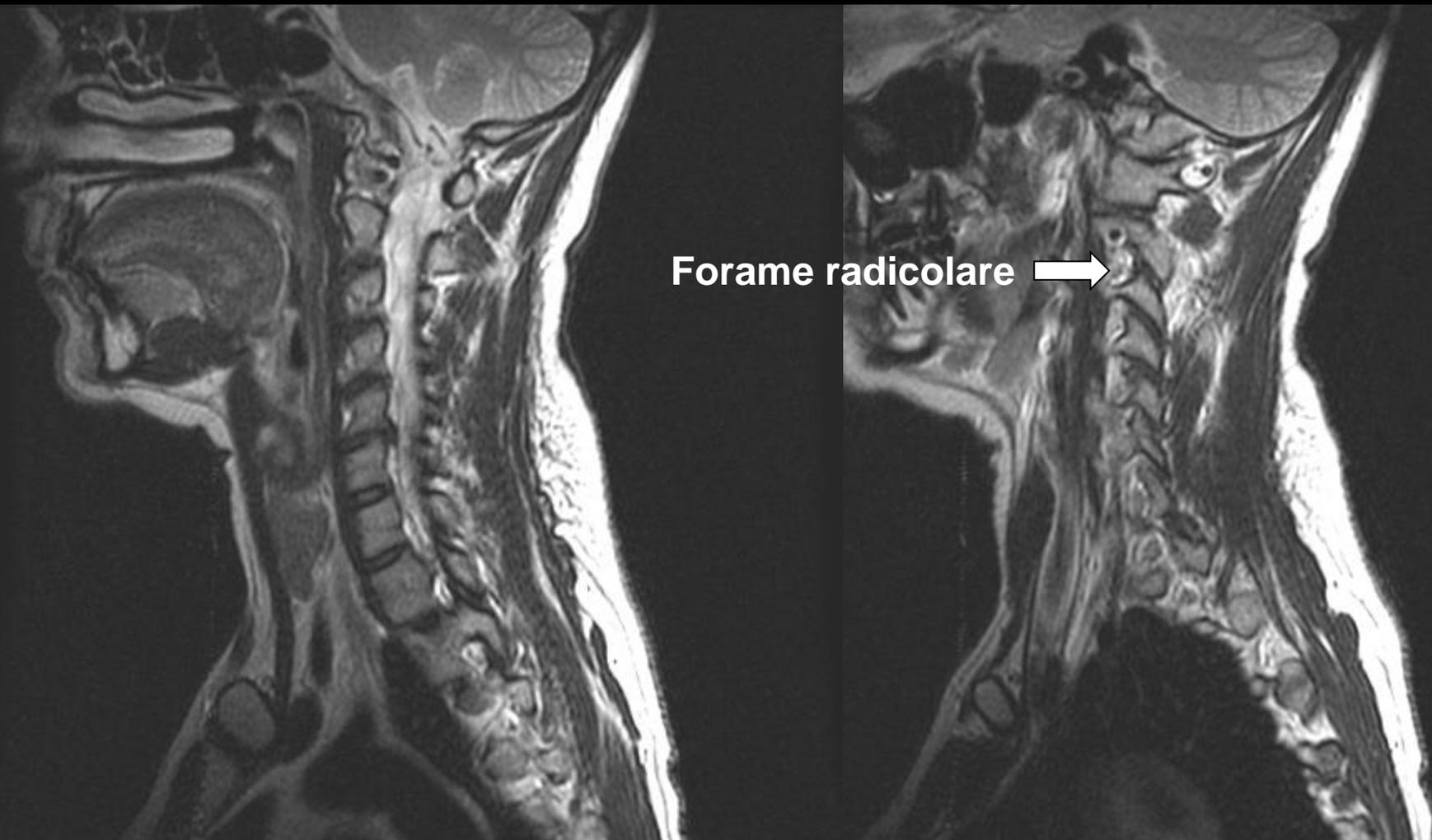
SEZIONI SAGITTALI PESATE IN T2

RM CERVICALE



SEZIONI SAGITTALI PESATE IN T2

RM CERVICALE



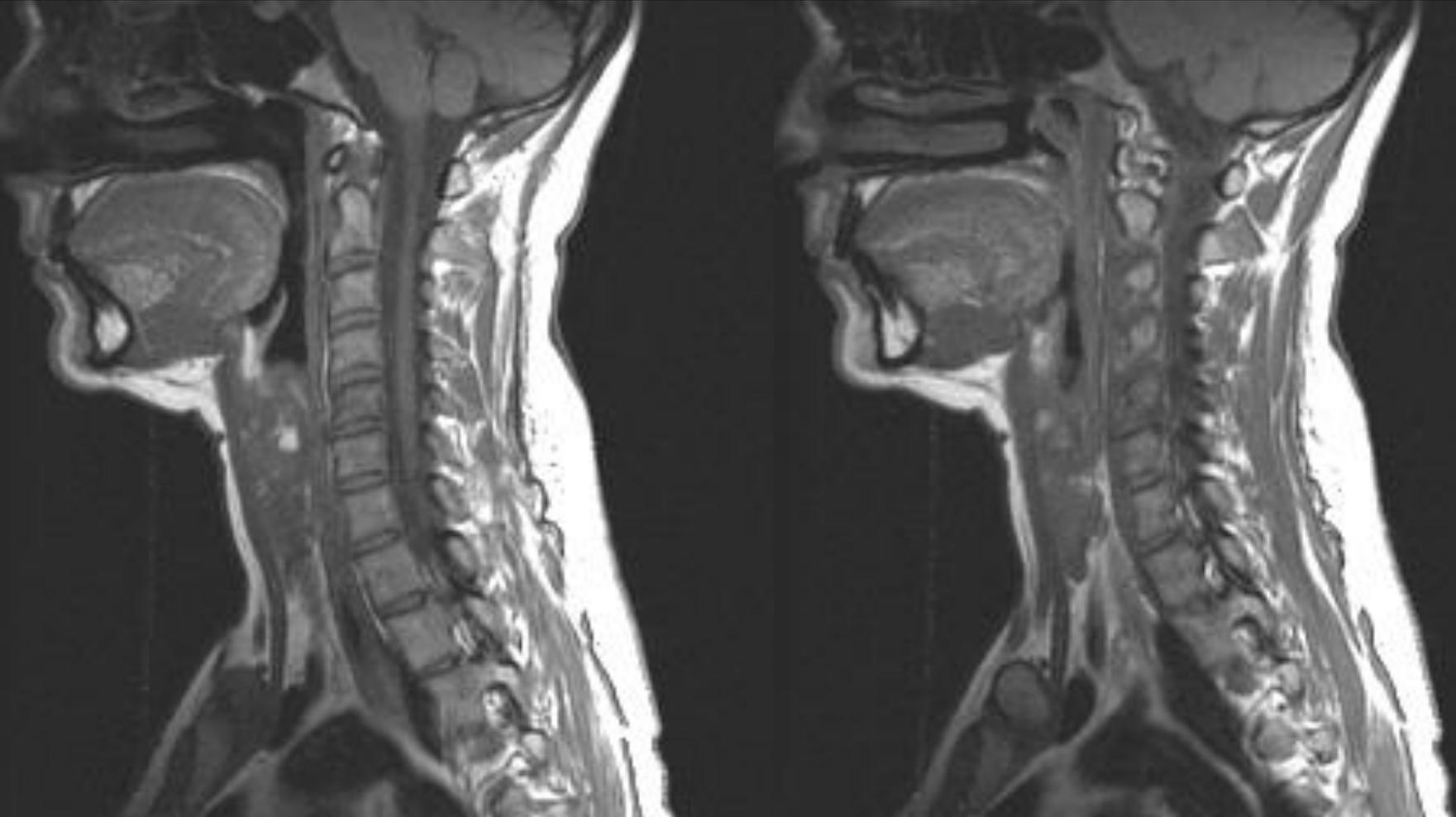
SEZIONI SAGITTALI PESATE IN T2

RM CERVICALE



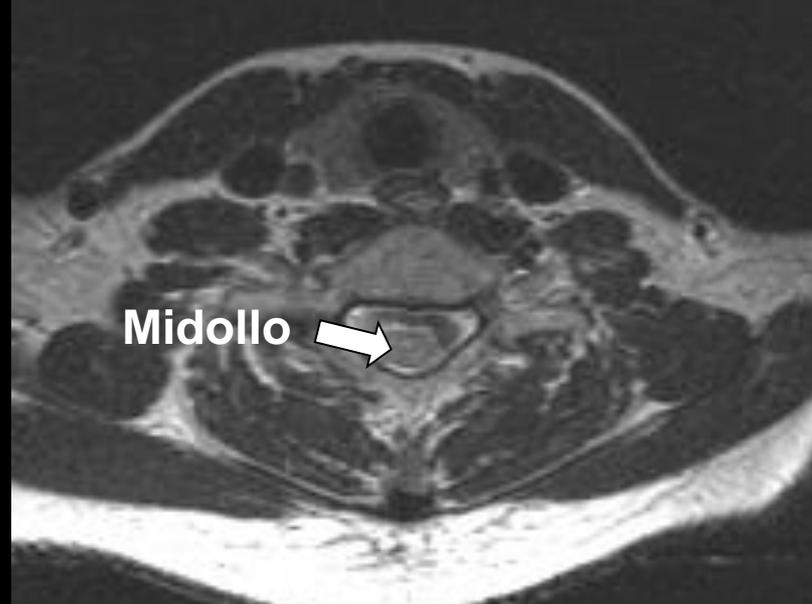
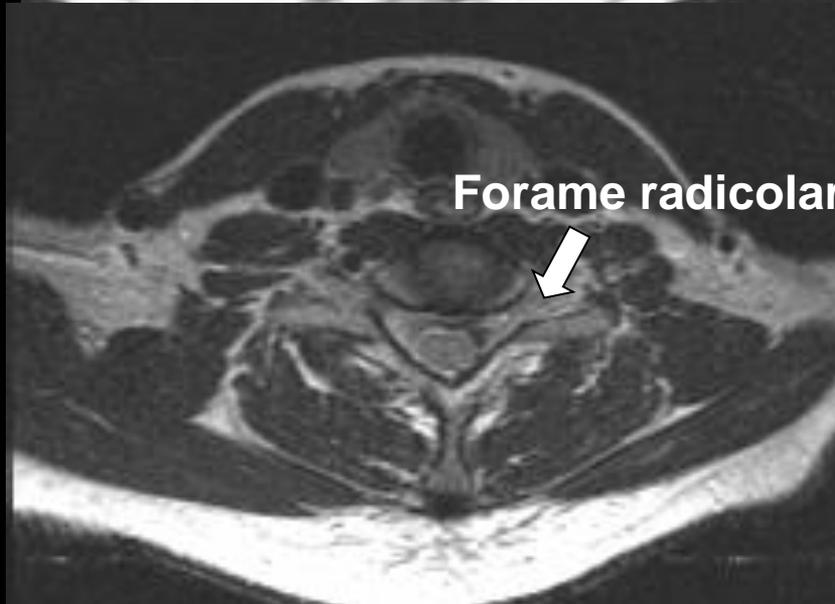
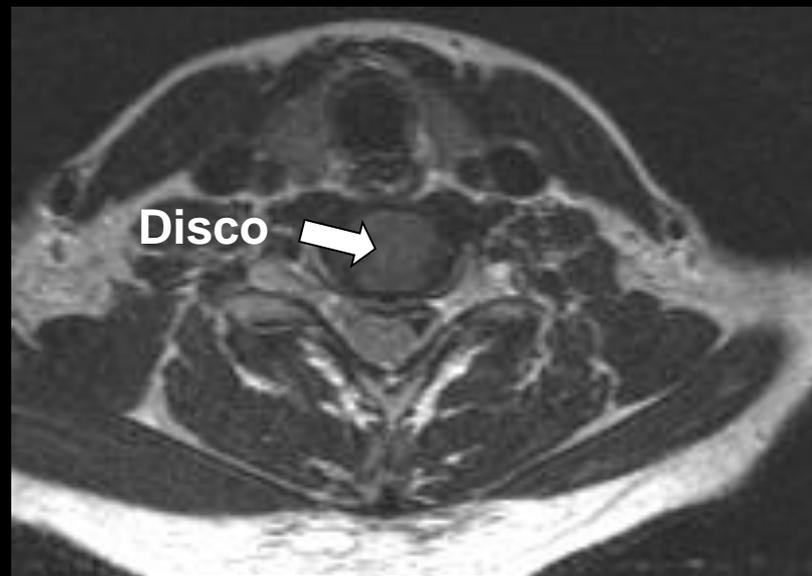
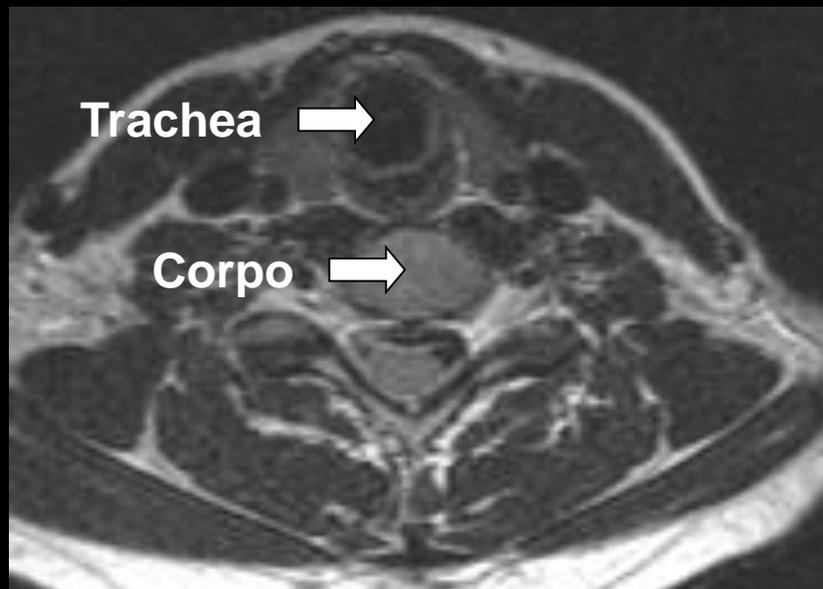
SEZIONI SAGITTALI PESATE IN T1

RM CERVICALE



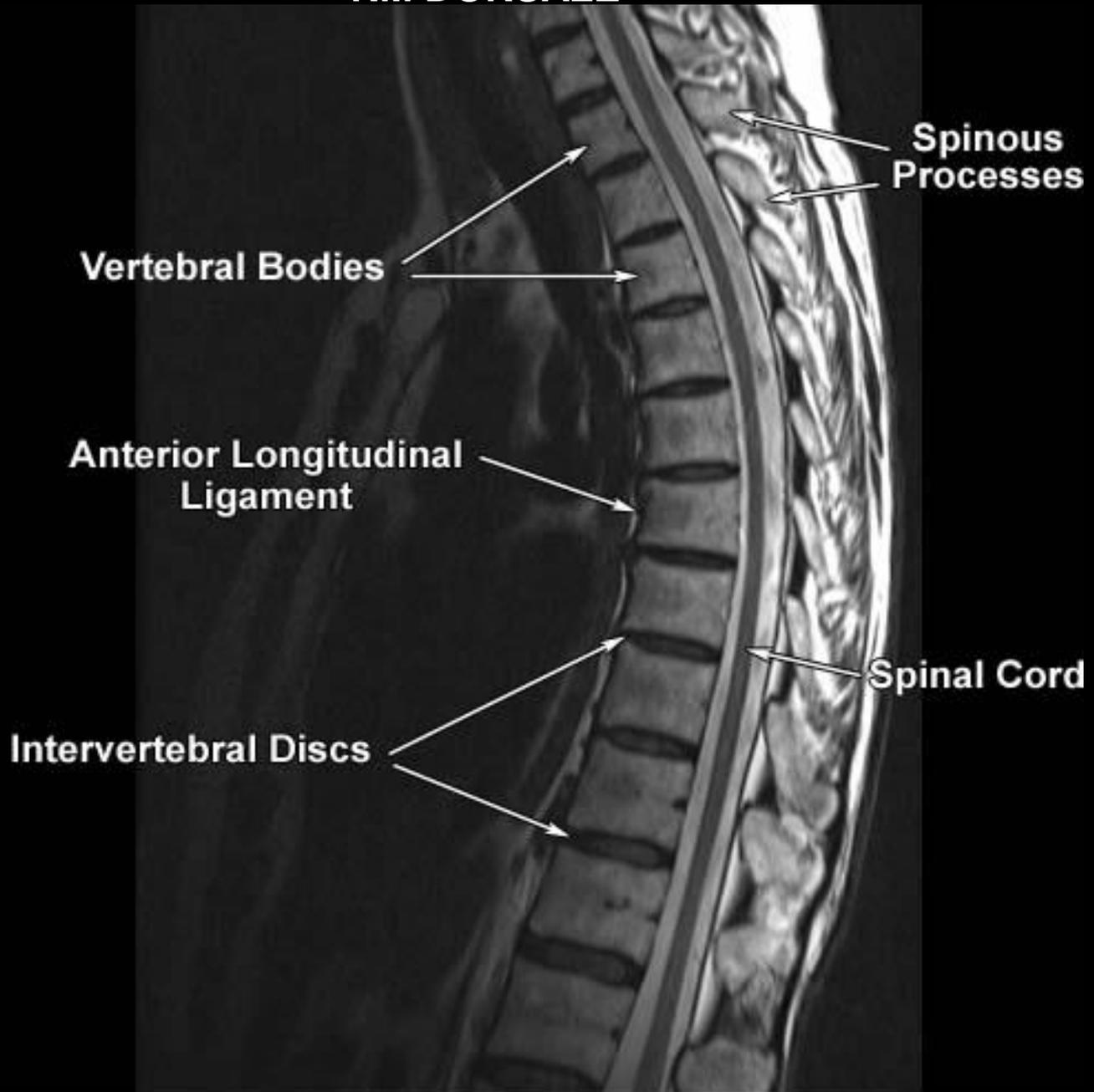
SEZIONI SAGITTALI PESATE IN T1

RM CERVICALE



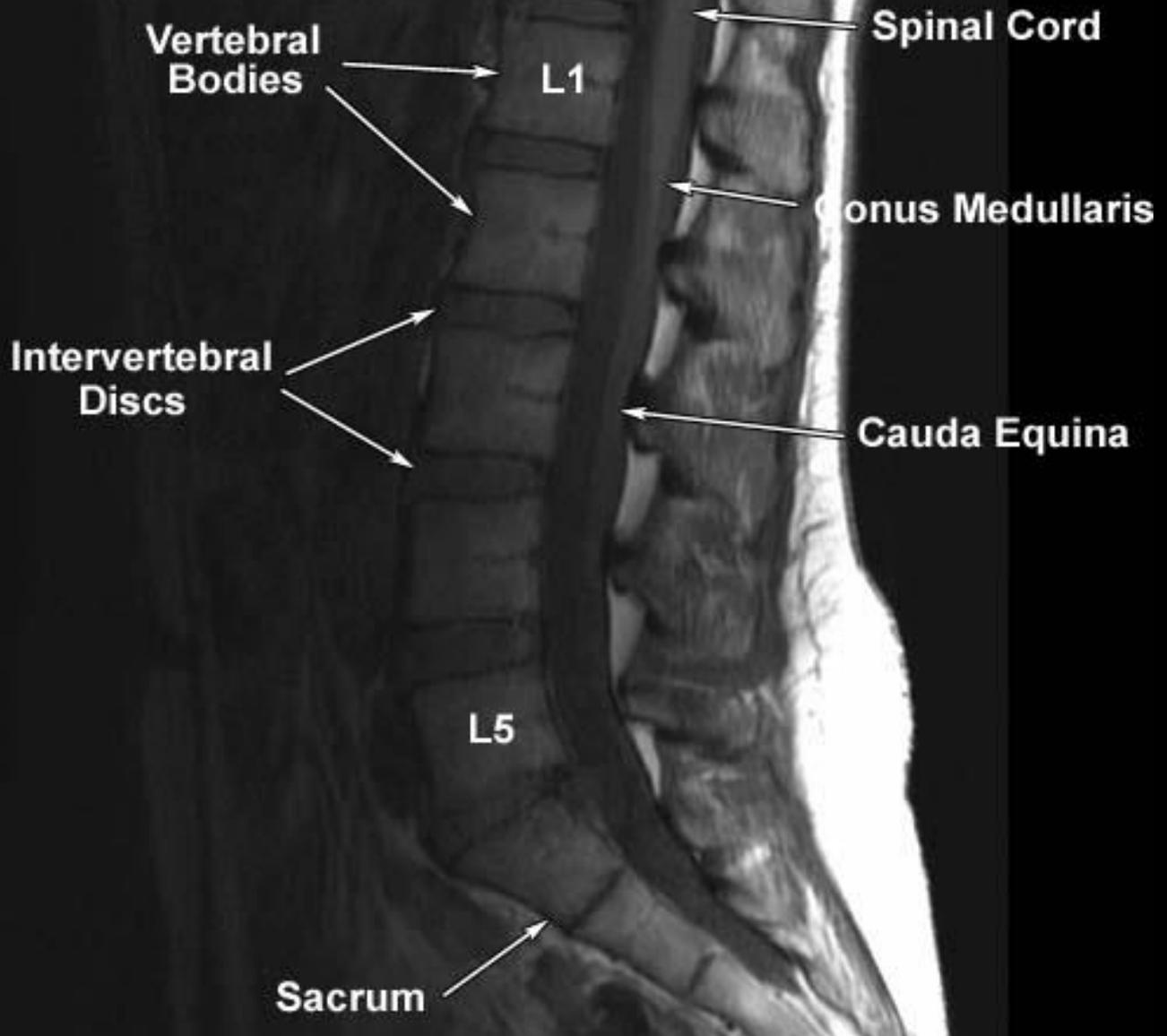
SEZIONI ASSIALI PESATE IN T2

RM DORSALE



SEZIONE SAGITTALE PESATA IN T2

RM LOMBOSACRALE

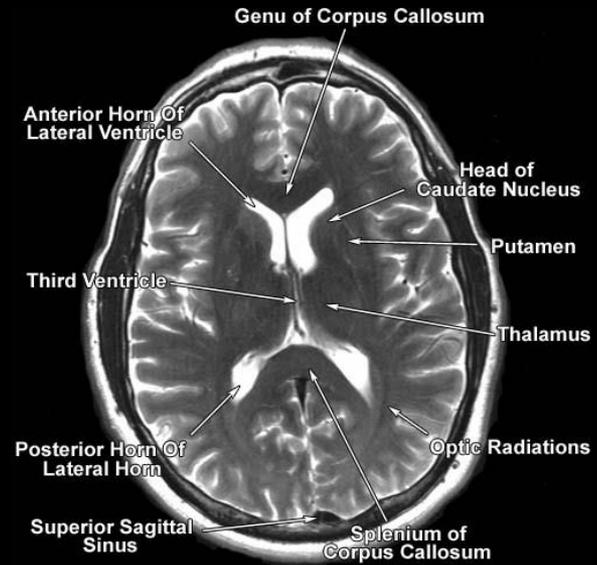
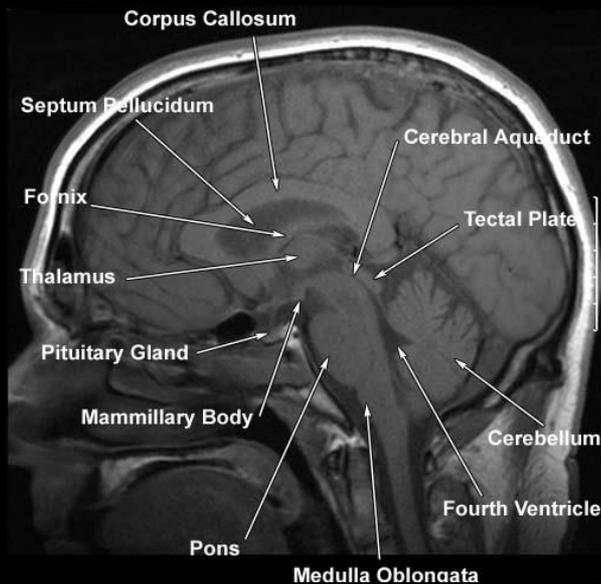


SEZIONE SAGITTALE PESATA IN T1

RISONANZA MAGNETICA

Terminologia RM

Ci si riferisce all'intensità del segnale ottenuto dalle varie strutture anatomiche che quindi verranno definite con termini come "iperintense" o "ipointense".



INDICAZIONI ALLA RM CEREBRALE

(indagine multiparametrica e multiplanare)

-Tutta la patologia in elezione

In particolare

Esiti di traumi e interventi nch

Patologia ipofisaria

Patologia orbitaria

Patologia neoplastica :

T. extracerebrali per es meningiomi (isodensi in T1 e T2, assunti intensamente MDC e adiacenti alle meningi)

T. intraassiali : per es tumori gliali e metastasi (disomogenei in T1 e T2, spesso con aree necrotiche contestuali iperintense inT2, assunti gadolinio disomogeneamente e intensamente dopo mdc, con edema perilesionale che si presenta come digitazioni periferiche iperintense in T2)

INDICAZIONI ALLA RM SPINALE

-In emergenza

Traumi vertebromidollari con sospette lesioni mieliche (valutazione del midollo non studiabile con tc ; le contusioni e lacerazioni midollari appaiono come areole o bande iperintense in T2).

Infarti ed emorragie midollari (areole o bande iperintense in T2)

Mieliti e spondilodisciti

-In elezione

Patologia degenerativa, infiammatoria, malformativa, neoplastica vertebromidollare, controlli postchirurgici, controlli per esiti traumatici.

APPLICAZIONI AVANZATE DELLA RISONANZA MAGNETICA IN CAMPO NEURORADIOLOGICO

- **RISONANZA MAGNETICA FUNZIONALE**
 - Rm di diffusione (DWI)
 - Rm di perfusione (PWI)
 - Attivazione

- **SPETTROSCOPIA RM**

RISONANZA MAGNETICA FUNZIONALE

L'introduzione nell'uso clinico di sequenze veloci ed ultraveloci, reso possibile dal miglioramento tecnologico degli apparecchi di RM, ha permesso di studiare in vivo alcuni fenomeni fisiologici che hanno luogo a livello del SNC.

Anche se questi studi devono essere a tutt'oggi considerati sperimentali, da sottoporre a costante verifica facendo ricorso alle metodiche, più invasive, della Medicina nucleare (PET, SPECT), verosimilmente essi avranno un impatto enorme sulla attività neurologica, neurochirurgica e neuroradiologica

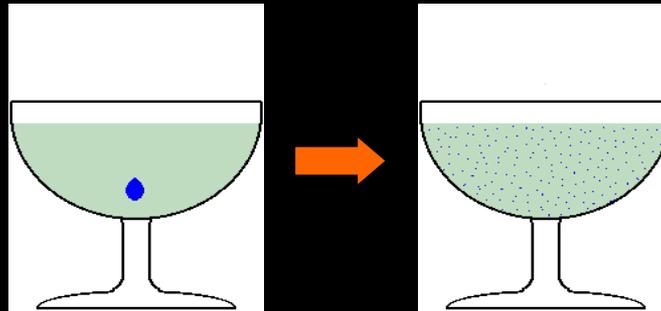
Al momento attuale è possibile studiare, grazie a queste tecniche:

- La **diffusione delle molecole d'acqua** nel tessuto cerebrale (RM DI DIFFUSIONE)
- Il **flusso ematico cerebrale** a livello capillare (RM DI PERFUSIONE)
- L'**attivazione** :lo stato di ossigenazione ematica in aree corticali attivate tramite stimolazione delle medesime

Diffusione

Dal punto di vista della fisica la diffusione è il movimento casuale delle molecole di acqua, nei tessuti, dipendente dall'energia termica.

Leggi di FICK : differenze locali nella concentrazione di un soluto danno origine ad un flusso netto (diffusione) di molecole del soluto da regioni in cui la concentrazione è maggiore a regioni in cui la concentrazione è minore.



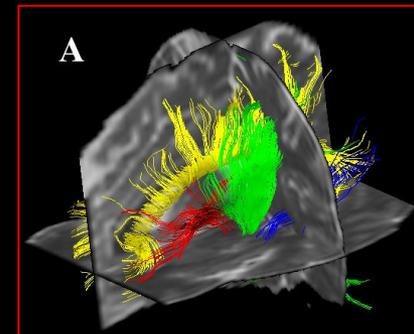
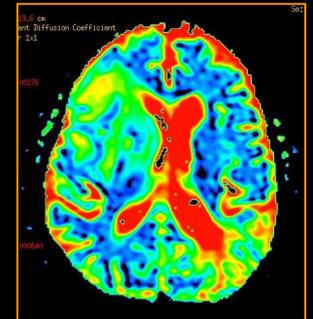
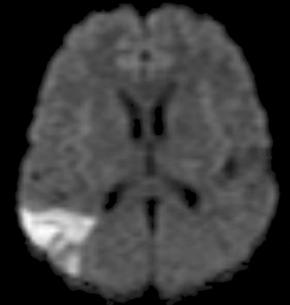
Il principio fisico grazie al quale è possibile studiare **la diffusione con RM** è la perdita della coerenza di fase degli spin in movimento casuale, che determina una riduzione del segnale RM proporzionale all'entità del movimento delle molecole d'acqua

L'imaging RM di diffusione comprende

– **Immagini pesate in diffusione** (*Diffusion-Weighted Imaging, DWI*), in cui l'intensità di ogni pixel è dipendente dalla entità della riduzione di segnale (le aree dove è ridotto il movimento delle molecole d'acqua sono iperintense);

– **Mappe del coefficiente di diffusione apparente (ADC)**, dove l'intensità di ogni pixel è proporzionale al valore assoluto del coefficiente di diffusione apparente misurato (le aree a più basso coefficiente di diffusione sono ipointense).

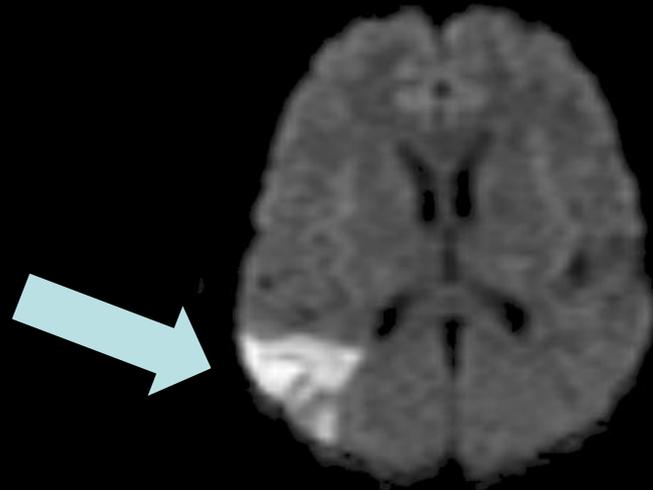
- **Trattografia** : mappe anatomiche delle vie nervose



Immagini pesate in diffusione :

(**Diffusion-Weighted Imaging, DWI**), in cui l'intensità di ogni pixel è dipendente dalla entità della riduzione di segnale (le aree a ridotta diffusione delle molecole d'acqua sono iperintense)

Area infartuale in fase acuta dopo 30 min dall'esordio dei sintomi iperintensa per ridotta diffusione delle molecole d'acqua



E' l'unica tecnica di imaging in grado di evidenziare il danno irreversibile di **infarto cerebrale** già' dopo pochi minuti dall'esordio dei sintomi mentre TC e RM standard in genere rendono manifesto infarto solo dopo alcune ore.

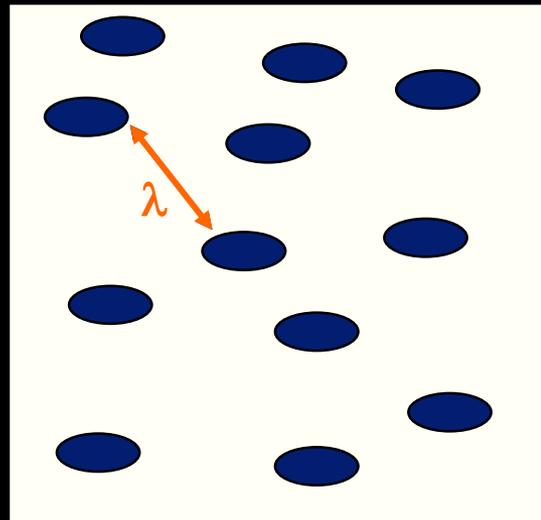
IPOSTESI DELLA RIDOTTA DIFFUSIONE

NELL'INFARTO CEREBRALE ACUTO

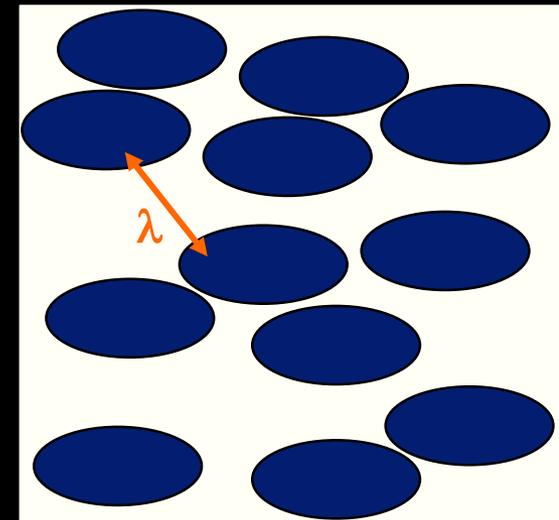
L'interruzione del flusso cerebrale provoca, nel giro di pochi minuti, una inattivazione del metabolismo energetico e delle pompe di scambio ionico. Ciò dà origine ad un massivo spostamento d'acqua dal compartimento extracellulare a quello intracellulare (edema citotossico), con risultante ridotta mobilità dell'acqua.

**Danno
ischemico
cellulare**

Normale



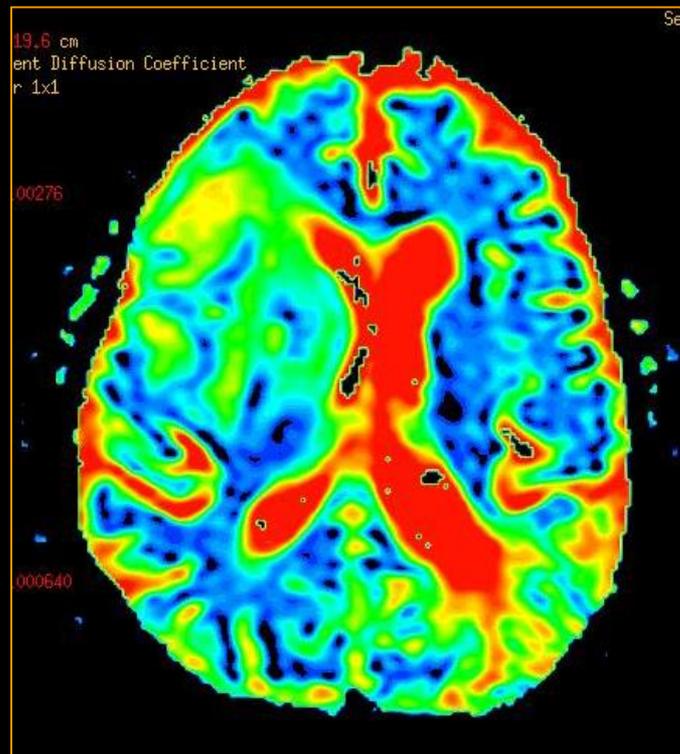
"Ischemico"



Mappe del coefficiente di diffusione apparente (ADC)

Oltre alle immagini di diffusione è possibile ottenere anche le mappe di coefficiente di diffusione apparente (ADC) che permettono di eliminare l'influenza degli altri parametri tissutali T1, T2, DP sulla diffusione. Le mappe ADC esprimono quantitativamente, pixel per pixel, i valori dei coefficienti di diffusione e quindi quantizzano l'entità del movimento delle molecole d'acqua.

**Mappa
ADC**



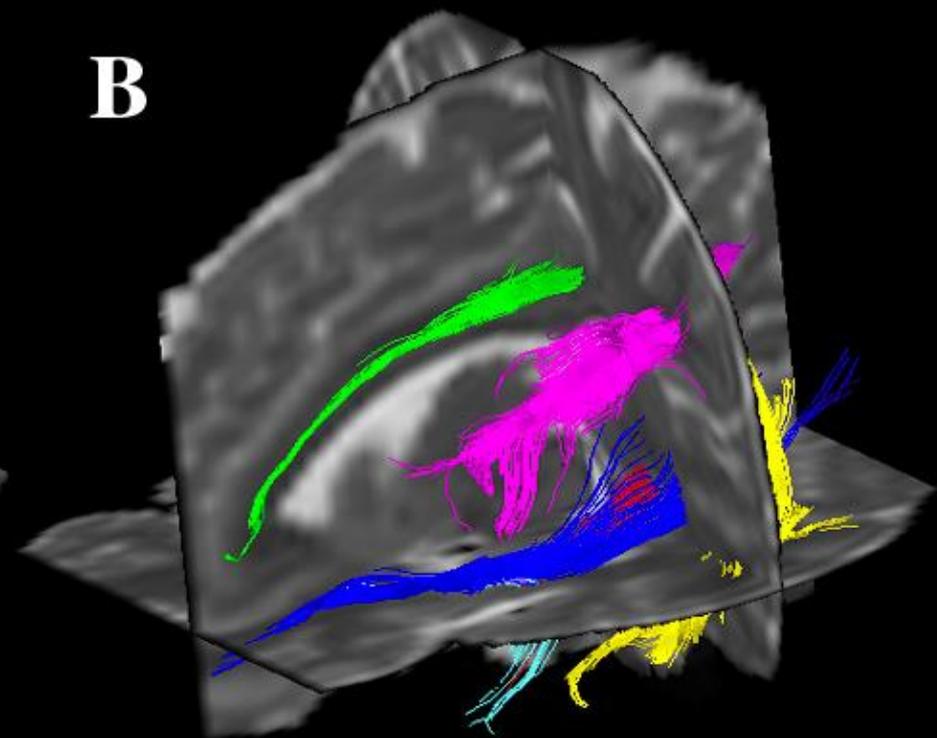
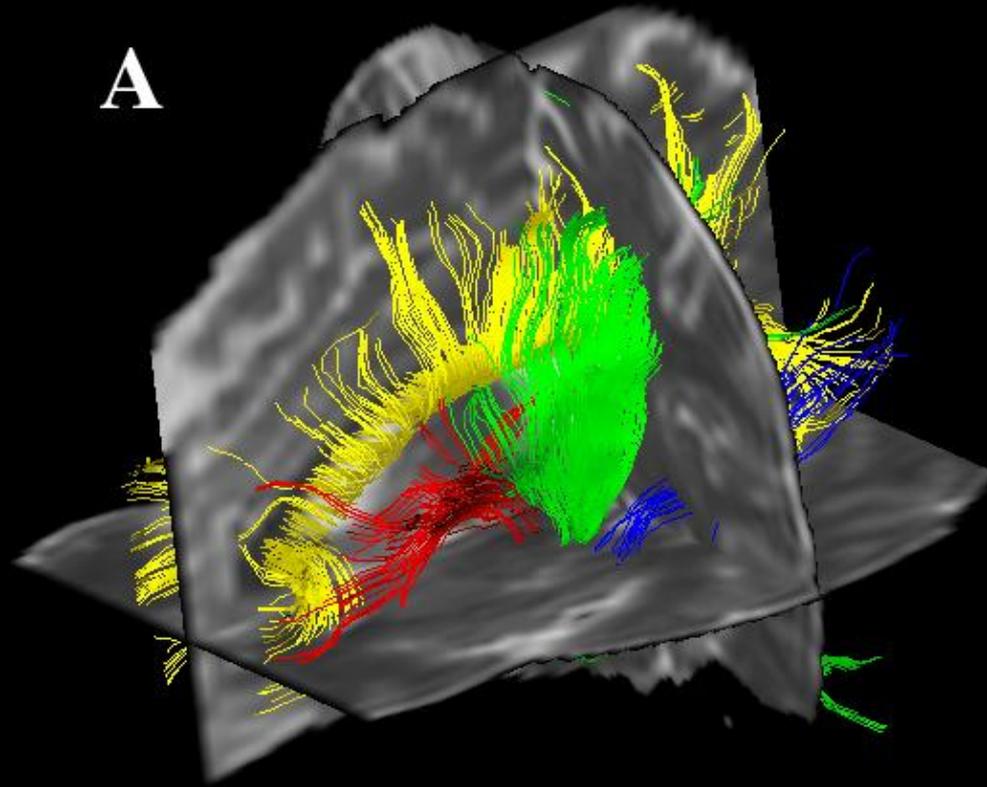
Trattografia

Trattografia dei fasci della
sostanza bianca

Trattografia dei fasci di
associazione e del sistema
limbico

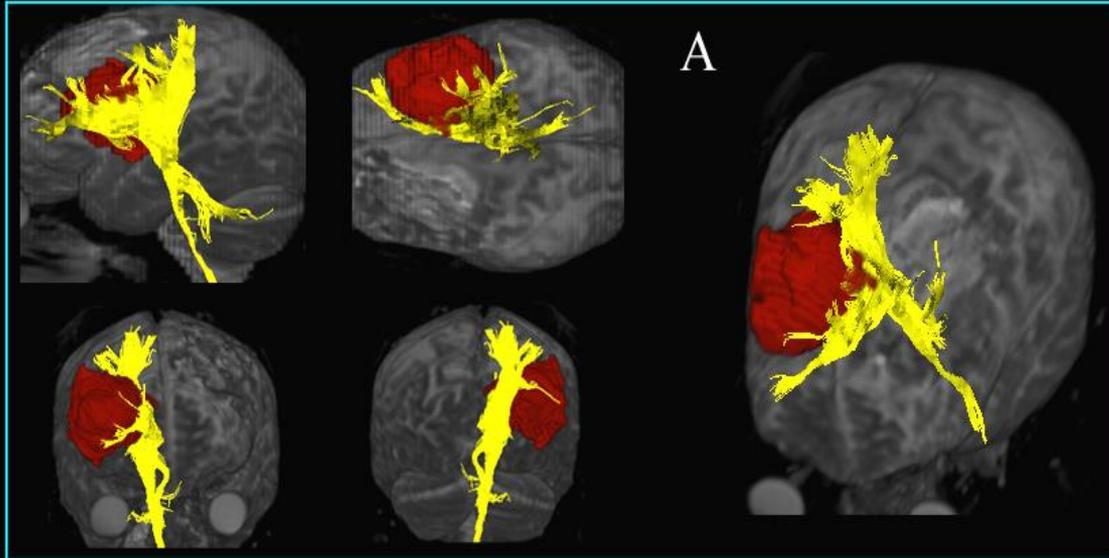
A

B

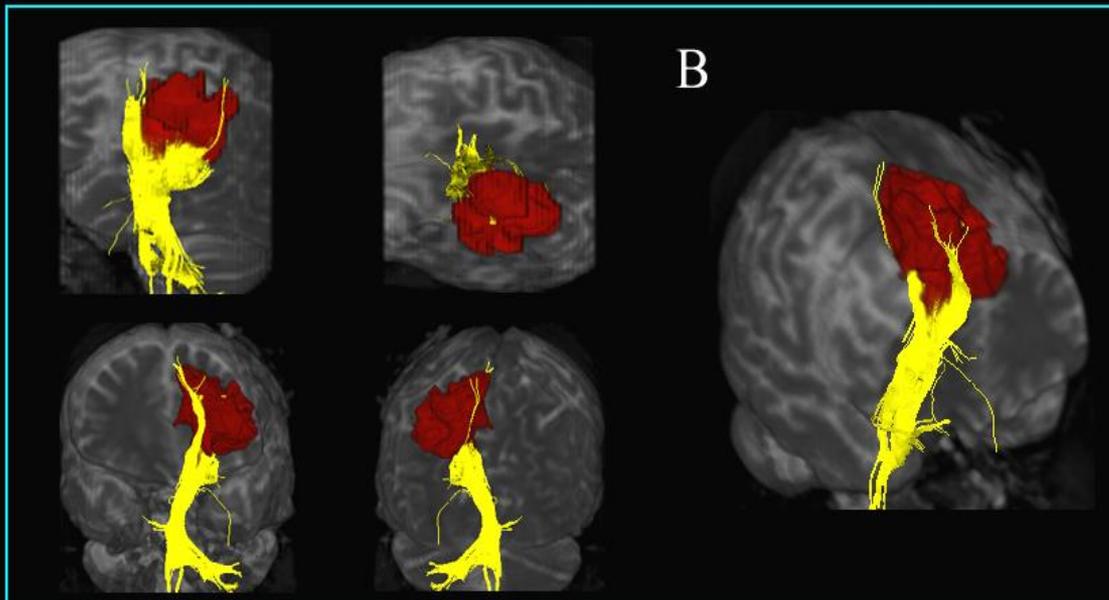


Importanza clinica nella valutazione preoperatoria dei tumori cerebrali in particolare per i loro rapporti anatomici con le strutture adiacenti

Corona Radiata in two Anaplastic Astrocytoma cases



**Non-
infiltrating**

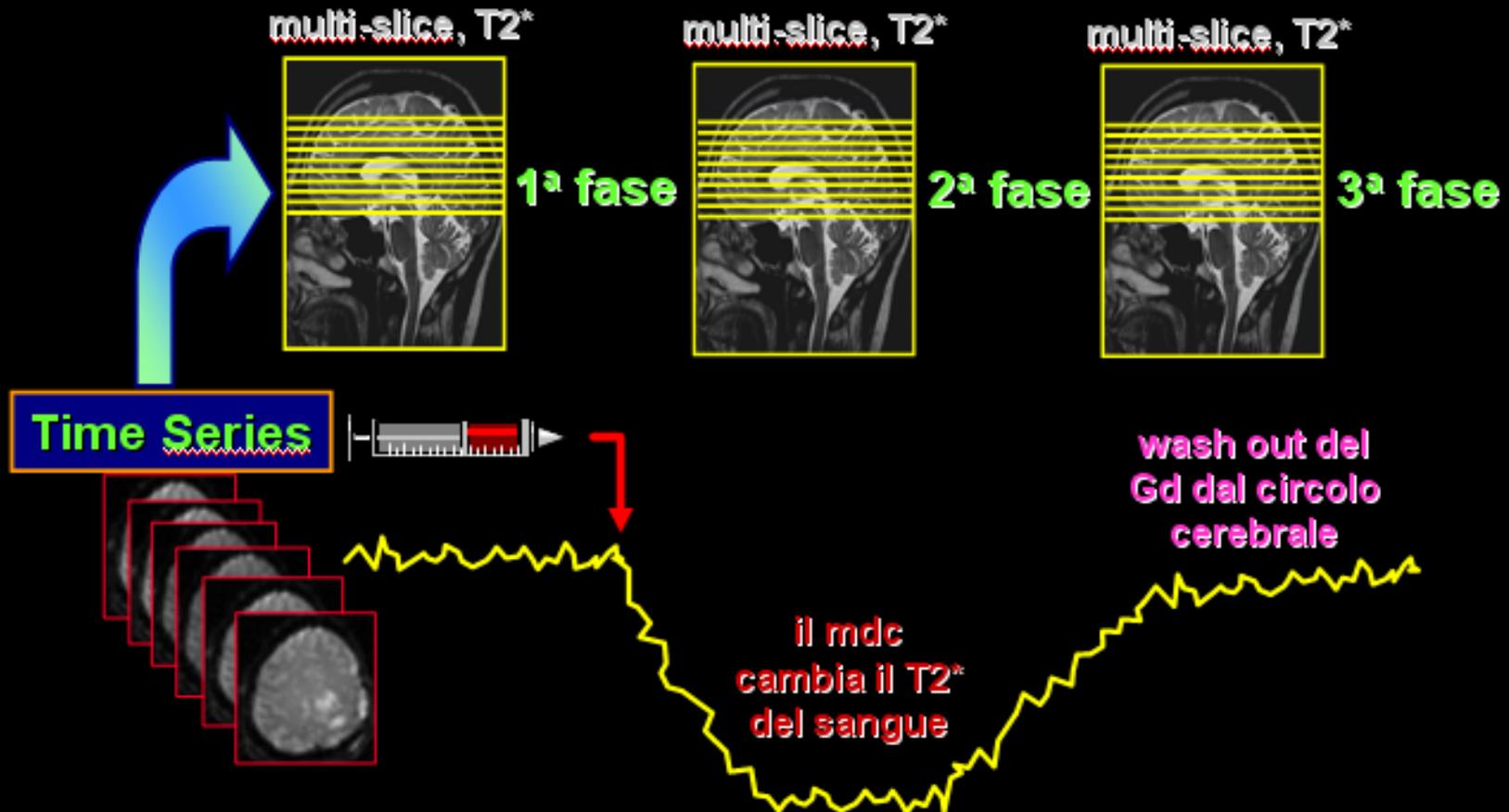


Infiltrating

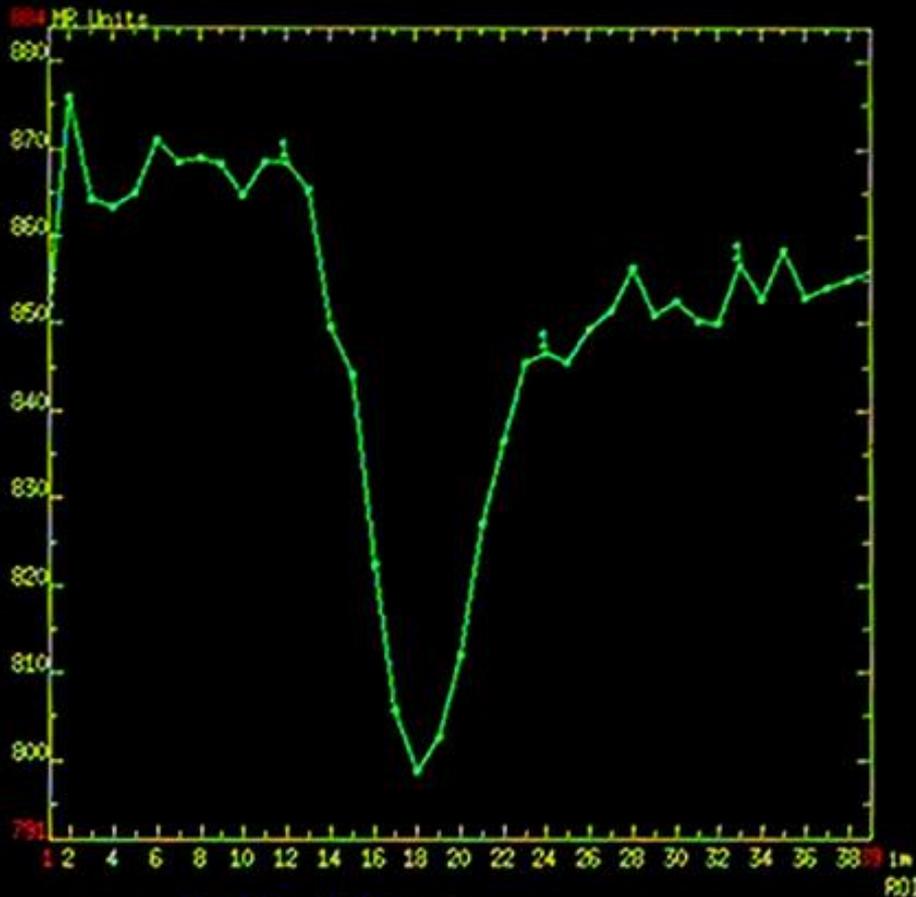
Mori, Pomper

RM di Perfusione : Perfusion Weighted Imaging (PWI)

Il flusso ematico cerebrale a livello capillare può essere quantificato valutando la riduzione dell'intensità di segnale del tessuto cerebrale sulle immagini pesate in T2, a seguito del primo passaggio nei capillari del mezzo di contrasto



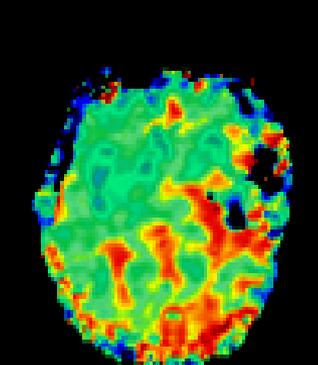
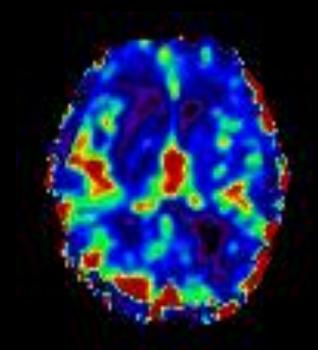
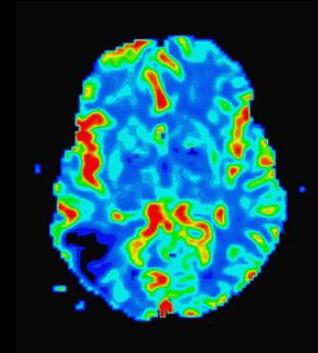
LE CURVE INTENSITÀ/TEMPO



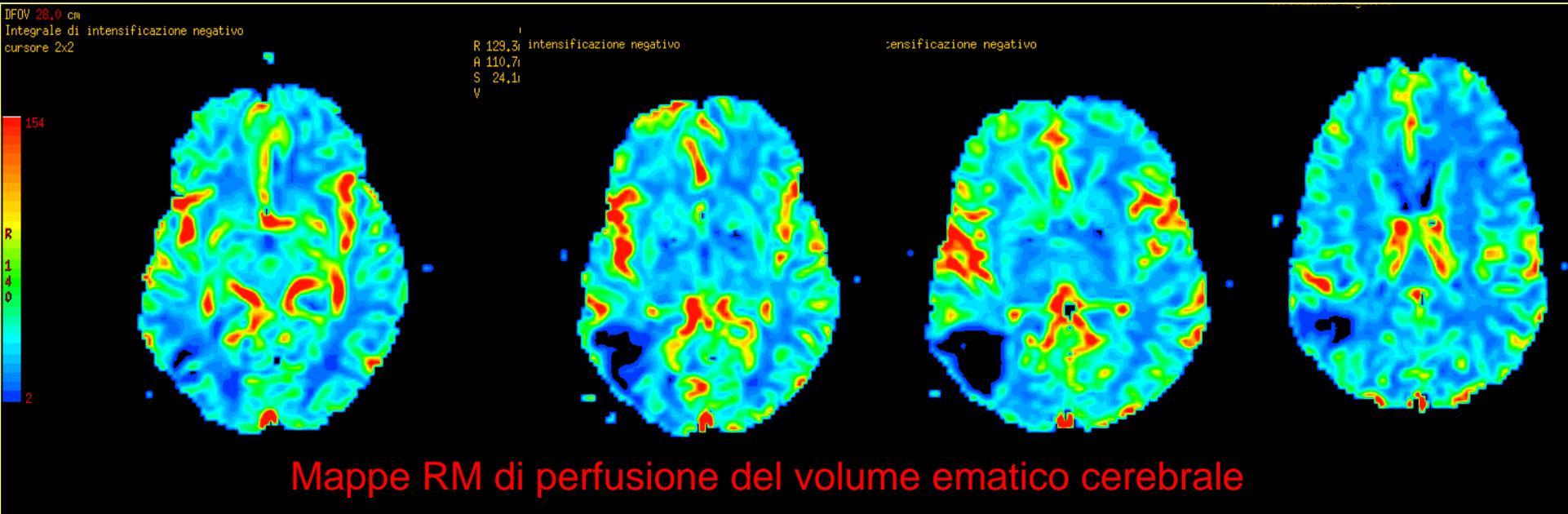
Analizzando la variazione di segnale che si verifica al succedersi delle scansioni dinamiche al passaggio del mdc , è possibile costruire una curva intensità / tempo. Da questa curva possiamo calcolare le Mappe dei vari parametri di Perfusion.

MAPPE DEI PARAMETRI PERFUSIONALI

- **CBV** (Cerebral Blood Volume): volume di sangue in capillari e venule. La mappa si calcola con l'integrale della curva concentrazione/tempo.
- **CBF** (Cerebral Blood Flow): flusso di sangue nel letto capillare.
- **MTT** (Mean Transit Time): tempo medio impiegato dal sangue per passare dal distretto arterioso a quello venoso. La mappa si calcola con il "teorema del volume centrale" : $CBV = CBF/MTT$.



La principale applicazione clinica della RM di perfusione e' la dimostrazione dell'estensione dell'area ipoperfusa nell'ictus ischemico in fase acuta

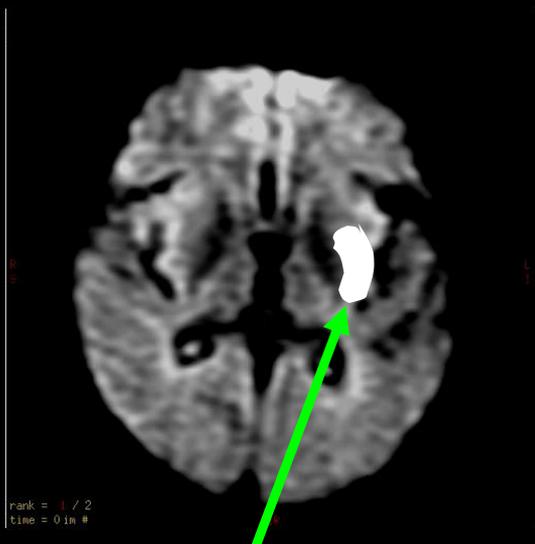


Le aree meno colorate corrispondono alle aree ipoperfuse.

USO COMBINATO DI DIFFUSIONE E PERFUSIONE NEI PAZIENTI CON INFARTO CEREBRALE

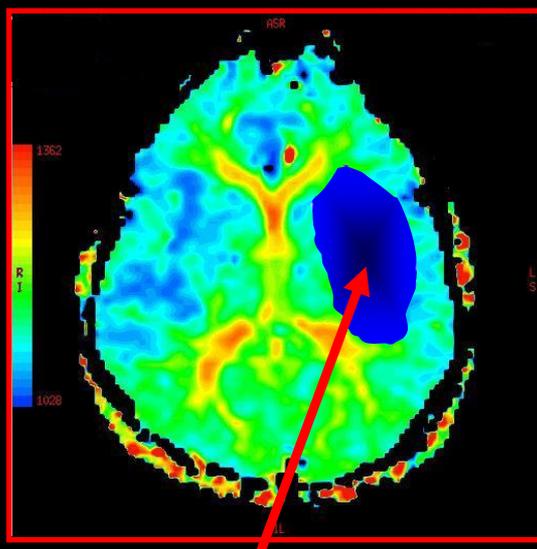
In caso di ischemia cerebrale acuta si può effettuare studio combinato DWI-PWI per la valutazione della penombra ischemica per trattamento terapeutico di **TROMBOLISI**

DIFFUSION



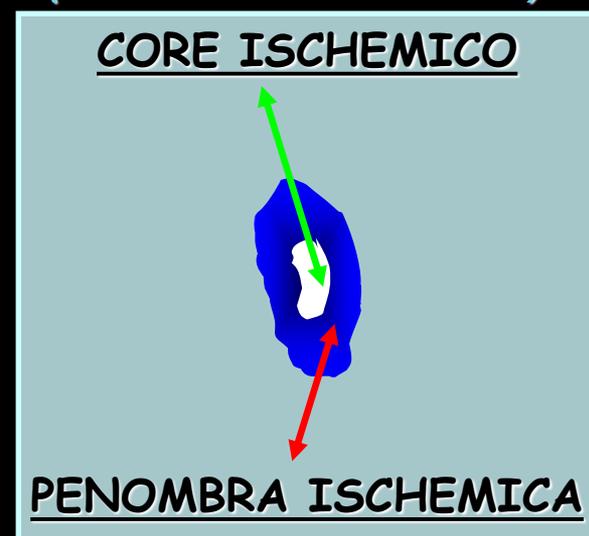
CORE ISCHEMICO

PERFUSION



AREA IPOPERFUSA

**DISACCOPPIAMENTO DWI-PWI
(" MISMATCH DWI-PWI ")**



La penombra ischemica è l'area di tessuto ipoperfuso nell'infarto in fase acuta che non è ancora danneggiato irrimediabilmente e che può ancora essere "salvata" se vengono attuati meccanismi di riperfusione del circolo cerebrale o spontanei o con presidi terapeutici, come trombolisi per via venosa o arteriosa

La trombolisi consiste nell'iniezione di farmaci che permettono lo scioglimento del coagulo che ha causato l'ostruzione vasale che ha provocato l'infarto:

-trombolisi sistemica o venosa (iniezione del farmaco per via endovenosa) da effettuare entro 3 ore dall'esordio dei sintomi

-trombolisi locoregionale o arteriosa (con iniezione del farmaco tramite catetere angiografico posizionato all'interno del coagulo).

ATTIVAZIONE

Consiste nella localizzazione di aree funzionali corticali attraverso esperimenti di attivazione eseguiti sottoponendo il paziente a stimoli specifici.



Essendo la deossiemoglobina (al contrario dell'emoglobina) dotata di capacità paramagnetiche, qualitativamente comparabili a quelle tipiche dei mezzi di contrasto paramagnetici, anche se di minore entità, è possibile studiarne la distribuzione nel versante venoso del circolo; più specificamente, una attivazione neuronale causa un aumento del flusso ematico locale con riduzione della quantità di deossiemoglobina presente nei capillari venosi, e conseguente aumento della intensità del segnale proveniente dalle aree corticali attivate.

ATTIVAZIONE

Lo studio viene condotto acquisendo diverse serie di immagini in condizioni di riposo e di attivazione, calcolando successivamente una mappa delle aree di attivazione tramite procedure statistiche, che fondamentalmente si basano sul calcolo della differenza tra il valore di intensità di pixel corrispondenti delle immagini acquisite in condizioni di riposo e di attivazione.



Attualmente sono state sviluppate metodiche che permettono lo studio dell'attivazione della corteccia motoria e somatosensoriale, della corteccia visiva primaria, uditiva e delle aree del linguaggio, al fine di studiare anche la dominanza emisferica.

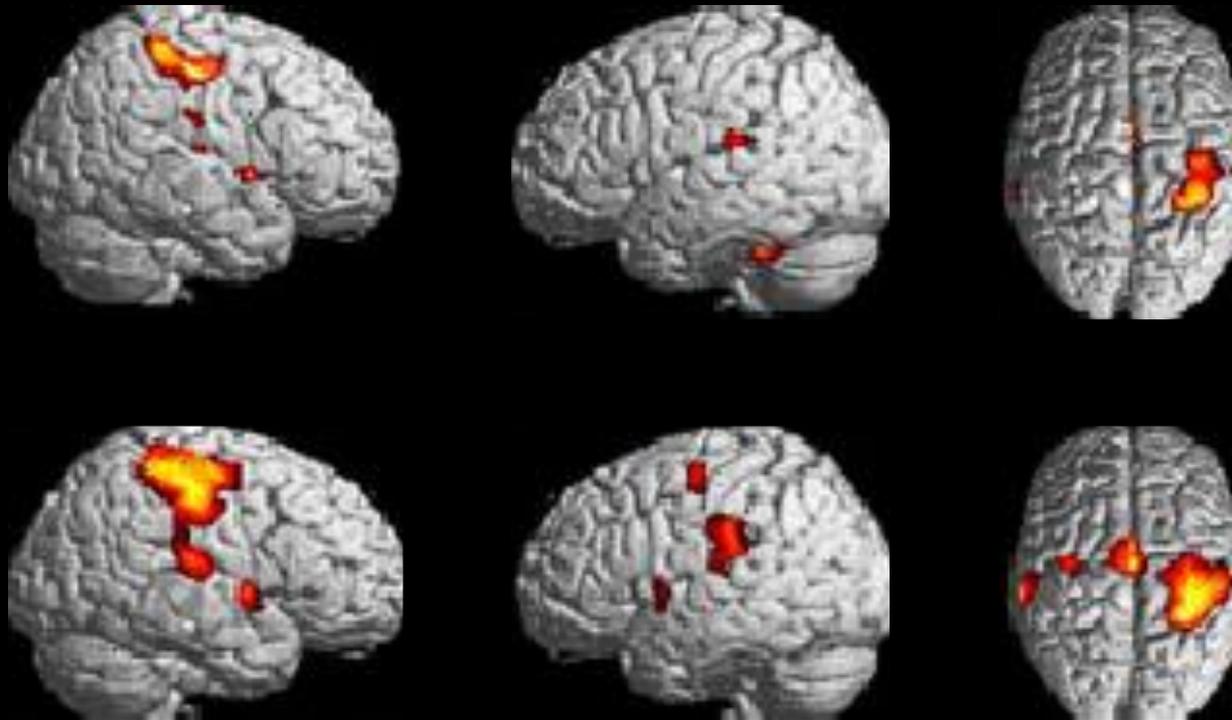


Immagine tridimensionali di risonanza magnetica funzionale in un gruppo di soggetti normali (fila superiore) e di pazienti con sclerosi multipla (fila inferiore).

Tutti i soggetti erano destrimani ed eseguivano un semplice compito motorio con la loro mano destra. E' visibile una maggiore attivazione corticale nei pazienti con sclerosi multipla, molto probabilmente risultato del tentativo di compensare funzionalmente al danno strutturale sottocorticale.



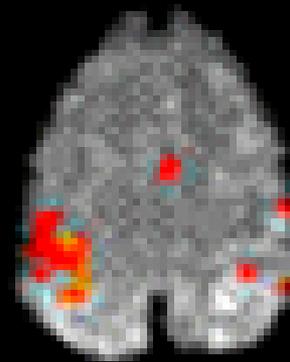
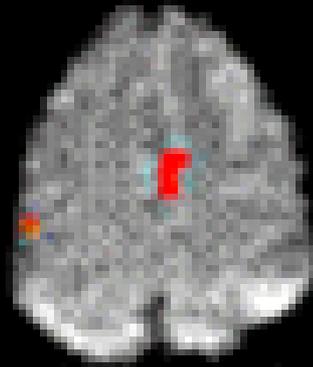
Attivazione della corteccia visiva

EMIPLEGIA SIN PER ICTUS

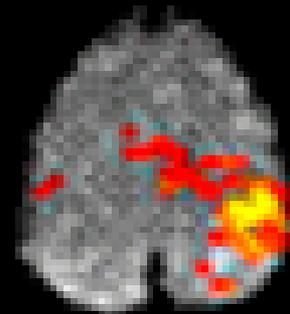
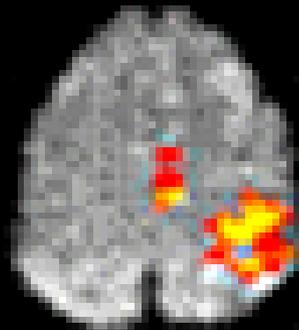
7gg DALL'ICTUS

12 MESI DALL'ICTUS DOPO
TERAPIA RIABILITATIVA

STIMOLAZIONE
MANO SIN

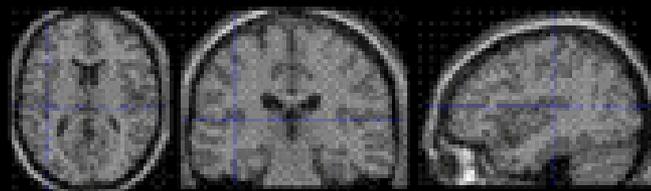


STIMOLAZIONE
MANO DX NON
SOFFERENTE

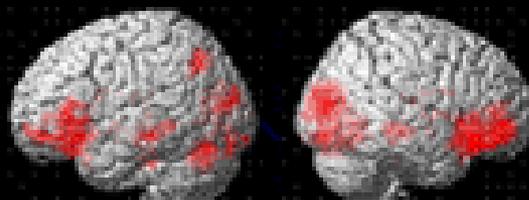


La RMN funzionale è in grado di localizzare la comparsa di nuove zone di attività cerebrale operanti per comprendere parole dopo una lesione

1. Paziente sano -



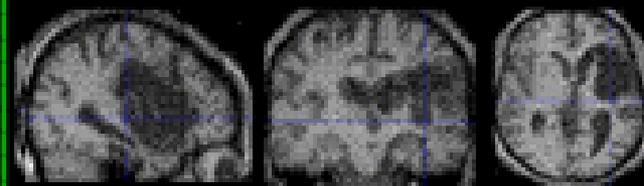
MRI evidenzia tessuto sano



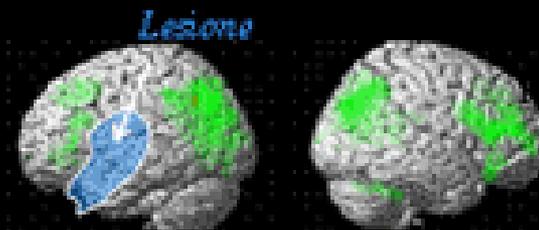
Rosso = Zona attivata si per comprendere il significato di una parola

Devlin et al.

2. Paz colpito da ictus cerebrale -



MRI evidenzia lesione nell'emisfero sinistro



Verde = Zona attivata si per comprendere il significato della stessa parola

INDICAZIONI DELLA RMN FUNZIONALE DI ATTIVAZIONE

- PREVALENTEMENTE STUDI SPERIMENTALI

-PRINCIPALE INDICAZIONE NELLA PRATICA CLINICA

Questa tecnica viene impiegata nei casi di **NEOPLASIA CEREBRALE**. Permette al neurochirurgo di individuare l'**area del cervello** vicino al tumore, così da permettergli di intervenire con precisione direttamente nella zona da trattare, preservando le parti deputate al controllo di funzioni importanti.

SPETTROSCOPIA IN RISONANZA MAGNETICA

La spettroscopia in risonanza magnetica permette di misurare in vivo differenti metaboliti presenti nel tessuto esaminato; deve essere considerata ancora oggi uno strumento di ricerca, di occasionale impiego clinico.

La metodica si fonda sul principio fisico detto *chemical shift*: ogni nucleo atomico è circondato da una “nuvola” elettronica formata dagli elettroni degli altri nuclei atomici che formano la molecola, che modifica leggermente la frequenza di risonanza del nucleo atomico in questione, quando sottoposto al fenomeno della risonanza magnetica.

Essendo lo spostamento della frequenza di risonanza caratteristico di uno specifico nucleo atomico in uno specifico composto, è possibile ottenere informazioni relative alle specie atomiche presenti nel volume in esame, analizzando il segnale in radiofrequenza ottenuto con una procedura matematica conosciuta come *Fast Fourier Transform* che permette di ottenere delle *curve (spettri)* in cui le frequenze presenti nel segnale ricevuto sono visualizzate in funzione della loro ampiezza; ogni picco presente nello spettro rappresenta il nucleo atomico esaminato in un particolare composto presente nel volume in esame; l'altezza del picco è correlata al numero di atomi presenti.

Nello spettro dell' ^1H è possibile identificare:

- la **colina** (Cho) a 3,2 ppm, componente della membrana cellulare; un suo aumento si osserva in condizioni di crescita cellulare (mielinizzazione, gliosi, tumori);
- **creatina** (Cr) e fosfocreatina (PCr) a 3 ppm, molecole coinvolte nei processi metabolici cellulari; dato che il rapporto tra i due metaboliti tende ad essere stabile, anche in presenza di fenomeni patologici, l'area sottesa da questo picco viene utilizzata come riferimento nel calcolo dei rapporti quantitativi dei diversi metaboliti;
- **N-acetil-aspartato** (NAA) a 2 ppm, picco di maggiore ampiezza nel normale, presente esclusivamente nella popolazione neuronale e dunque marker specifico di danno neuronale, se ridotto;
- **lipidi mobili e trigliceridi** (Lip) tra 0 e 2 ppm, che sono identificabili solo in condizioni patologiche;
- **acido lattico** (Lac) a 1,3 ppm, metabolita terminale dei processi di glicolisi anaerobica, identificabile solo in condizioni patologiche, quali l'ischemia.

Nello spettro del P31 è possibile identificare:

- fosforomonoesteri (PME) a 6,5 ppm, implicati nella sintesi dei fosfolipidi di membrana, aumentati in situazioni di rapida crescita cellulare;
- fosforodiesteri (PDE) a 4,9 ppm, cataboliti del metabolismo lipidico di membrana;
- fosfati inorganici (Pi) a 2,6 ppm, un prodotto del consumo di ATP;
- fosfocreatina (PCr) a 0 ppm, molecola che reagisce con l'ADP per formare ATP, agendo come una riserva di energia per mantenere costante il livello di ATP anche in presenza di un aumento transitorio delle richieste energetiche; il rapporto PCr/Pi è usato come indice dell'attività energetica del tessuto cerebrale;
- i gruppi *g*, *a*, e *b* dell'adenosina trifosfato (ATP) rispettivamente a – 2, 6, –8 e –16,5 ppm, metaboliti chiave del metabolismo energetico. La P31 spettroscopia permette inoltre di misurare il pH intracellulare in base alla posizione relativa dei picchi del Pi e della PCr.

APPLICAZIONI DELLA SPETTROSCOPIA RM

- STUDI PERIMENTALI

- PRINCIPALE INDICAZIONE NELLA PRATICA CLINICA :
DIAGNOSI DIFFERENZIALE DI PROCESSI ESPANSIVI ENDOCRANICI

