

Torino, 21 settembre 2021

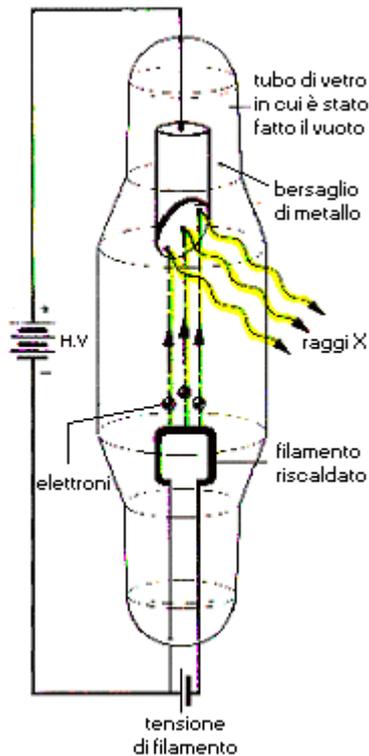
# Le neuroimmagini dalle origini alla contemporaneità



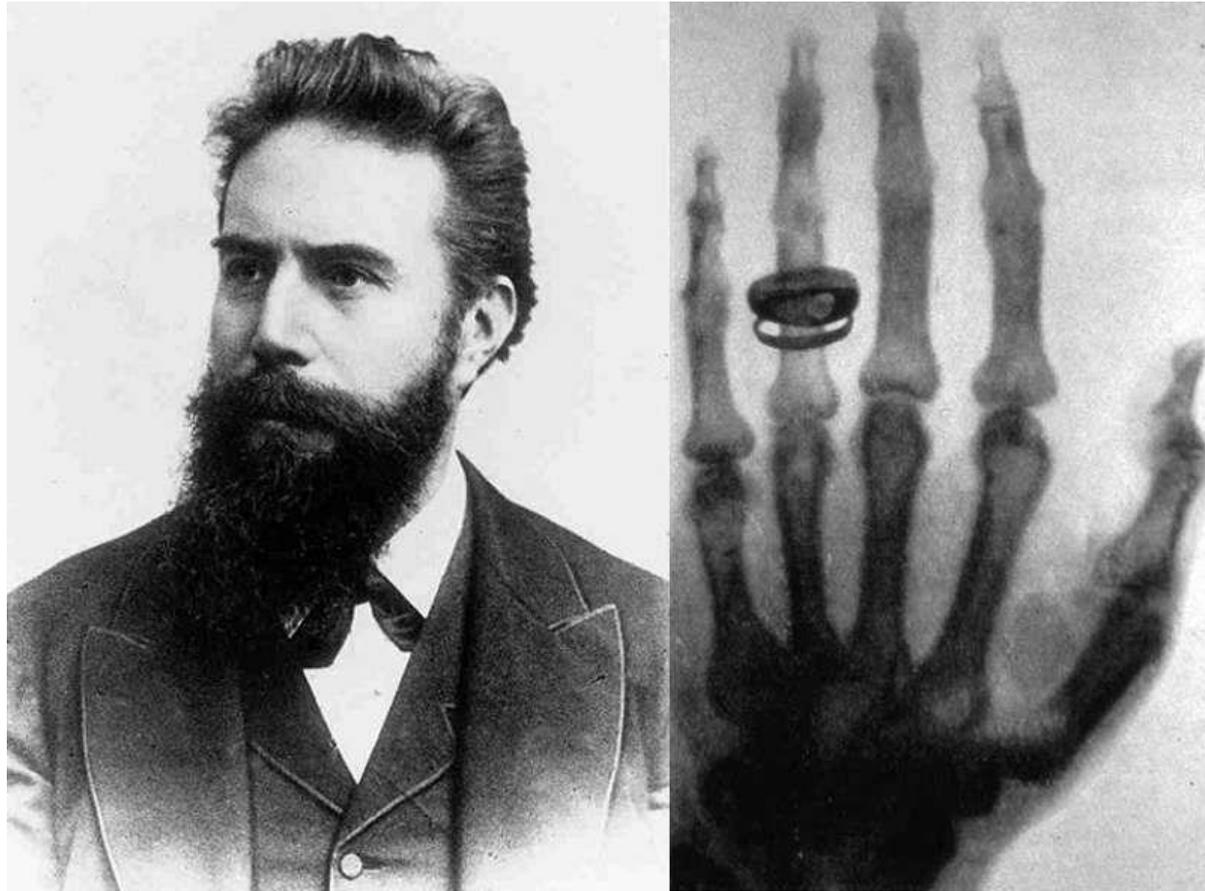
Maria Federica Ferrio  
Neuroradiologia – Città della Salute e della  
Scienza- Torino

## 1895 Roentgen scoprì i **RX**

«Radiazioni sconosciute» non visibili dall'occhio umano, generate da un tubo catodico in grado di attraversare un corpo e impressionare una pellicola fotografica



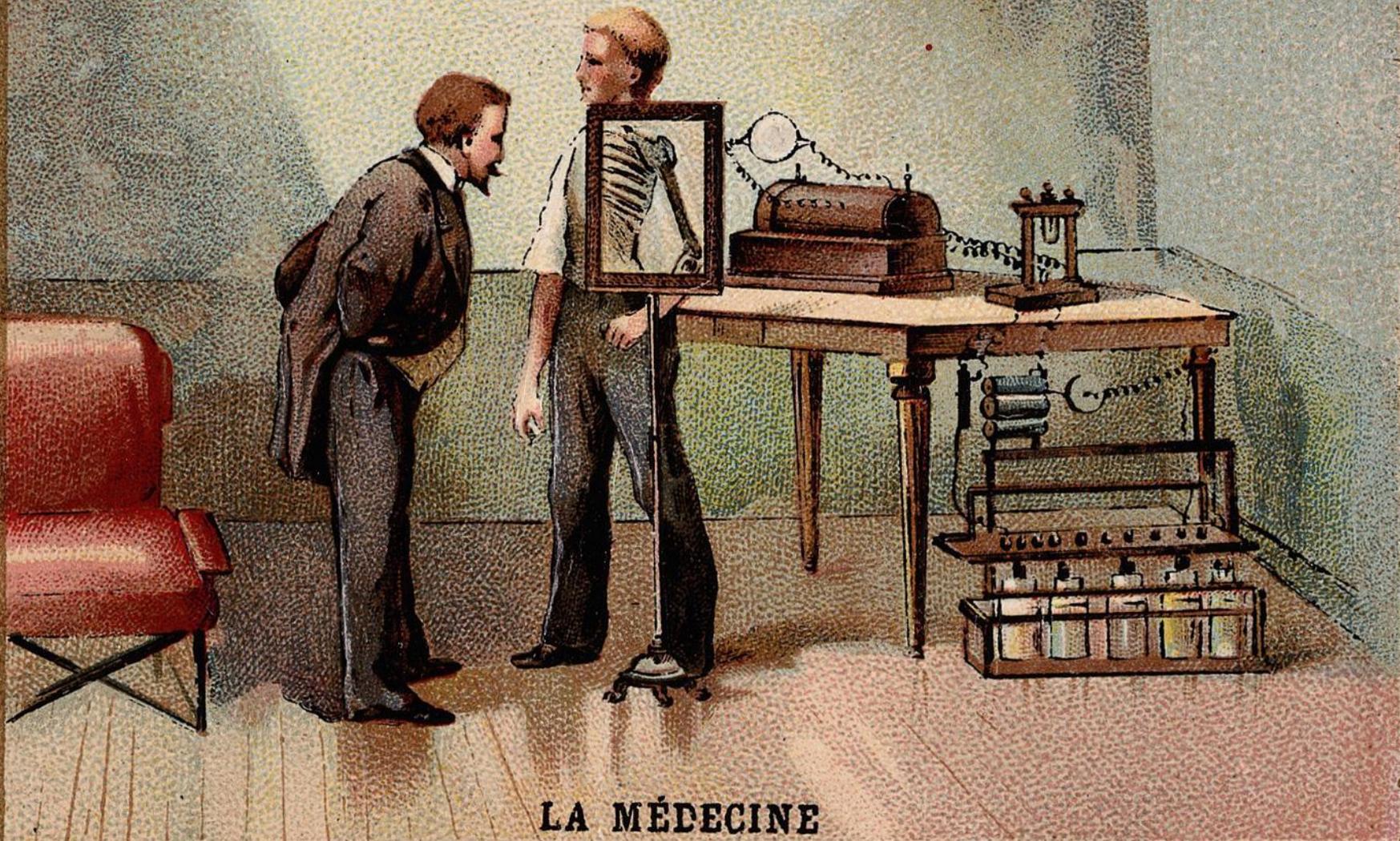
# Raggi X



**1896** la prima radiografia della storia rappresenta la mano di Anna Berthe, moglie di Röntgen e ha la curiosa caratteristica di riprodurre la mano con un anello al dito. Il tempo di esposizione fu di 15 min.

**1901** vinse il Premio Nobel per la fisica

CHOCOLAT CARPENTIER — THÉ ROYAL



LA MÉDECINE

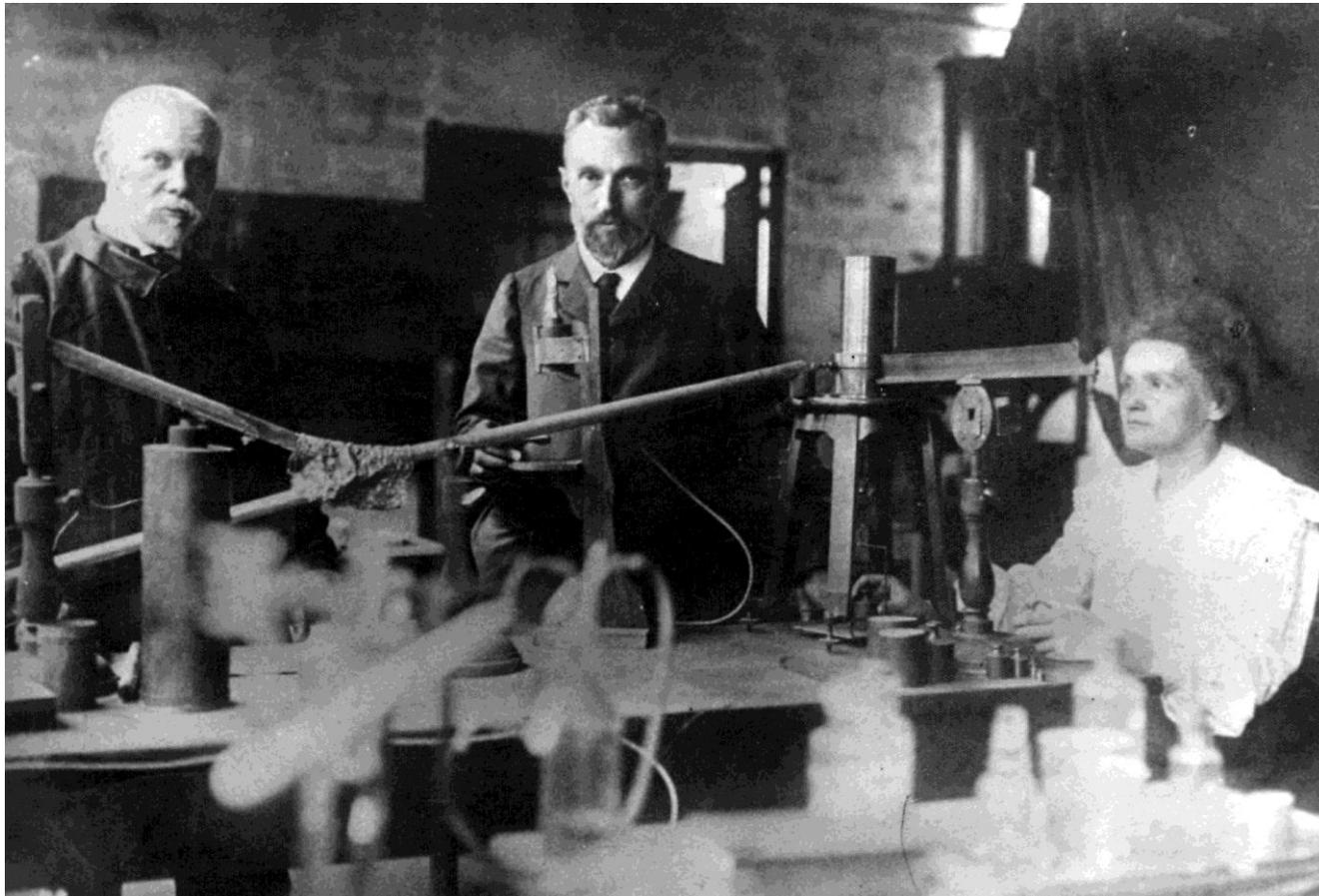
Dall'uso dei RX in medicina a scopo diagnostico nacque la **RADIOLOGIA**

# Radioattività.

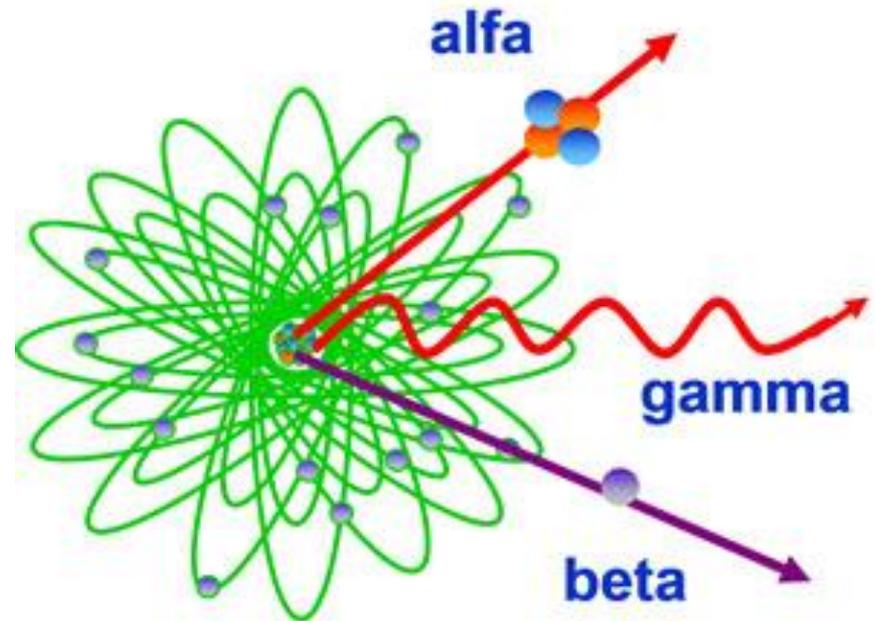
**1896** A.H. Becquerel scopre la radioattività dell'uranio.

**1898** i coniugi Marie e Pierre Curie isolano il Polonio e poi il Radio, dotati di attività radiante molto elevata (particelle alfa, beta e raggi Gamma)

**1903** Nobel per la fisica (Becquerel, Marie e Pierre Curie)



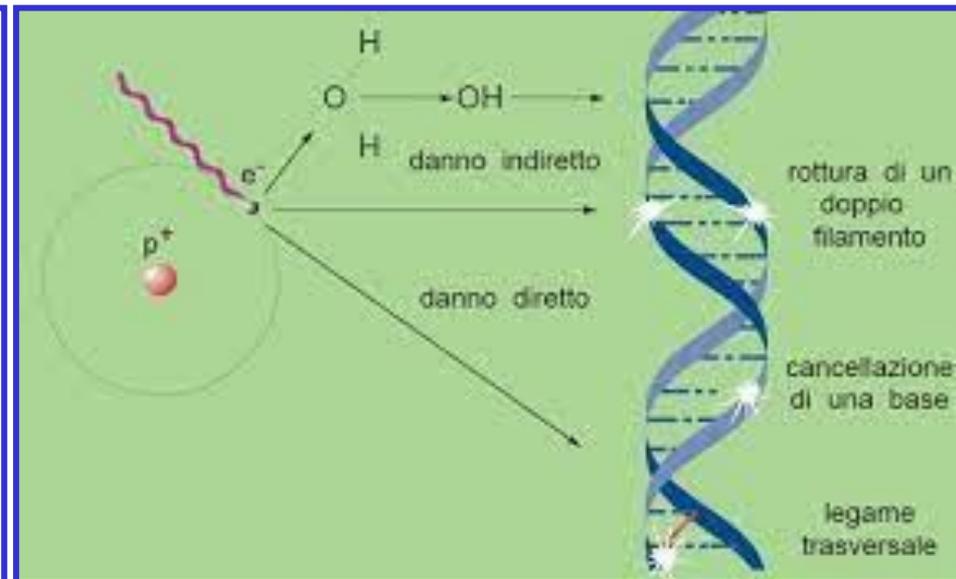
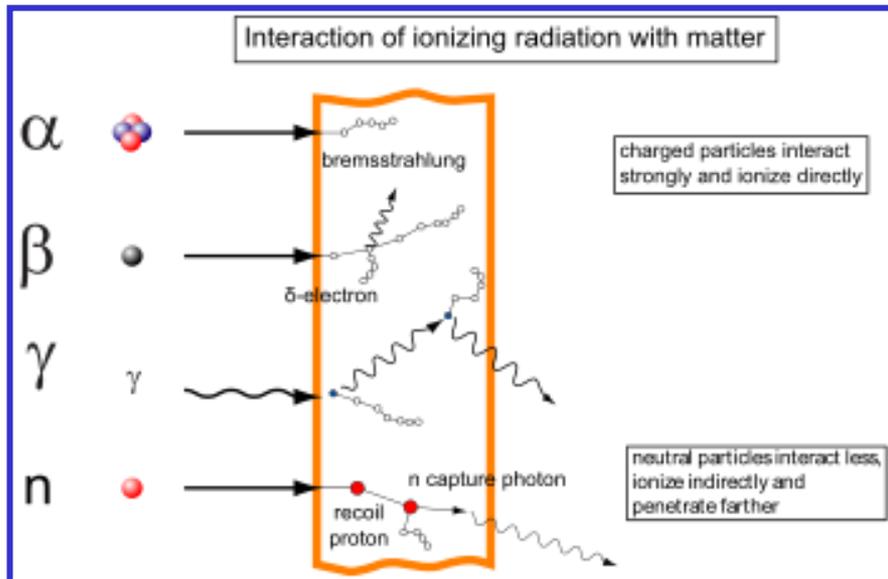
**1911** Nobel per la chimica (Marie Curie) per la scoperta del polonio e del radio



Dall'applicazione medica della radioattività nacque la **MEDICINA NUCLEARE**

- Poco dopo la scoperta dei Rx e della radioattività iniziarono a comparire i danni biologici da radiazioni
- L'uso dei raggi X per scopi medici fu iniziato in Inghilterra da Hall-Edwards che nel 1908 dovette farsi amputare il braccio sinistro a causa di una dermatite causata dai raggi
- Marie Curie morì per i danni riportati dalla prolungata esposizione alle radiazioni
- oltre agli scienziati stessi, più di 100 radiologi morirono per effetti delle radiazioni. I danni biologici sono stati osservati successivamente in ortopedici, odontoiatri, chirurghi per l'esposizione professionale

## RADIAZIONI IONIZZANTI



**1945.** Le esplosioni nucleari di Hiroshima e Nagasaki hanno dimostrato la gravità dell'effetto biologico con danni somatici diretti (graduati) relativi alle dosi dell'esposizione e gli effetti tardivi probabilistici (stocastici) con sviluppo di neoplasie o malformazioni sulla prole





## **RADIOPROTEZIONISTICA:**

### **PRINCIPIO DI**

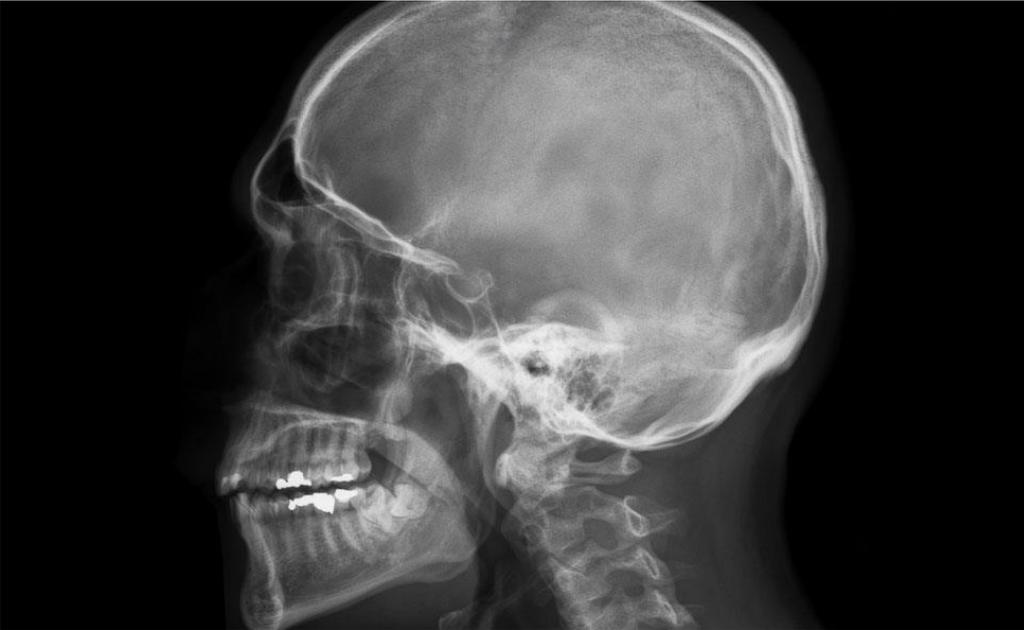
- **GIUSTIFICAZIONE:** valutare la indicazione all'esame RX (costo/beneficio)
- **OTTIMIZZAZIONE:** migliore qualità delle immagini per migliorare la diagnosi, con minima dose.

# BARRIERE E SCHERMATURE IN PIOMBO



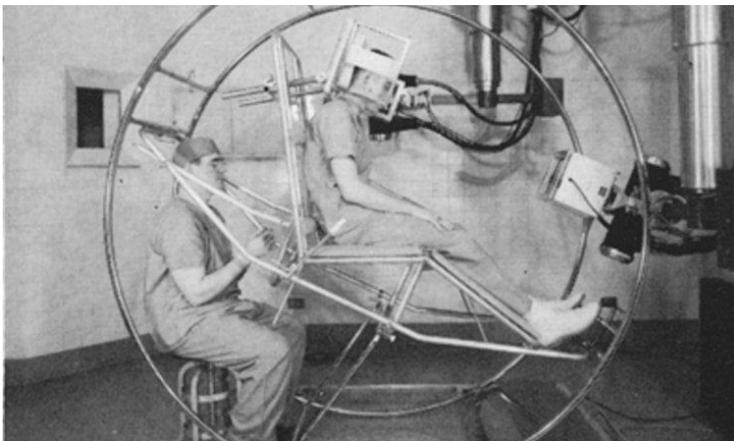
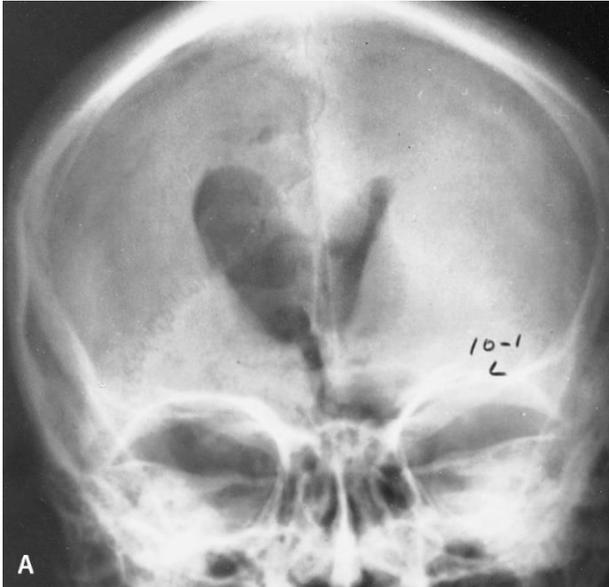
# La radiologia applicata allo studio delle **neuroscienze**

## RX Cranio: valutazione delle strutture ossee



Eventuali corpi estranei metallici

# 1919: **pneumoencefalografia**: visualizzazione dei ventricoli



Iniziata nel 1919 da Walter Dandy e continuata fino al 1970: inserimento di «aria» negli spazi liquorali. Molto doloroso, aumenta la pressione intracranica, rischio di infezioni.

# Dalla radiologia nasce la **Neuroradiologia**...

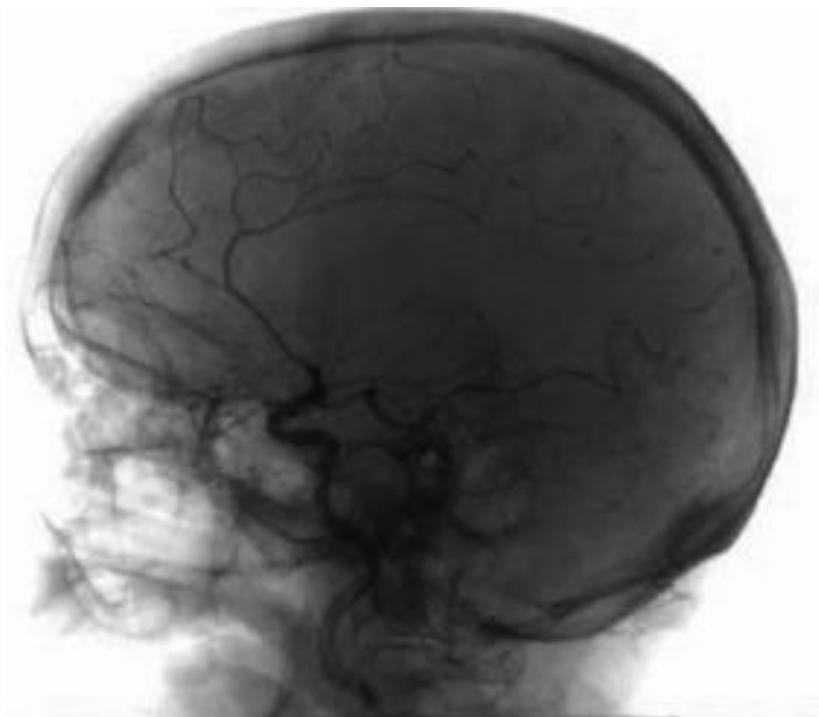
**1939** . Il primo congresso internazionale di Neuroradiologia fu ad Anversa.



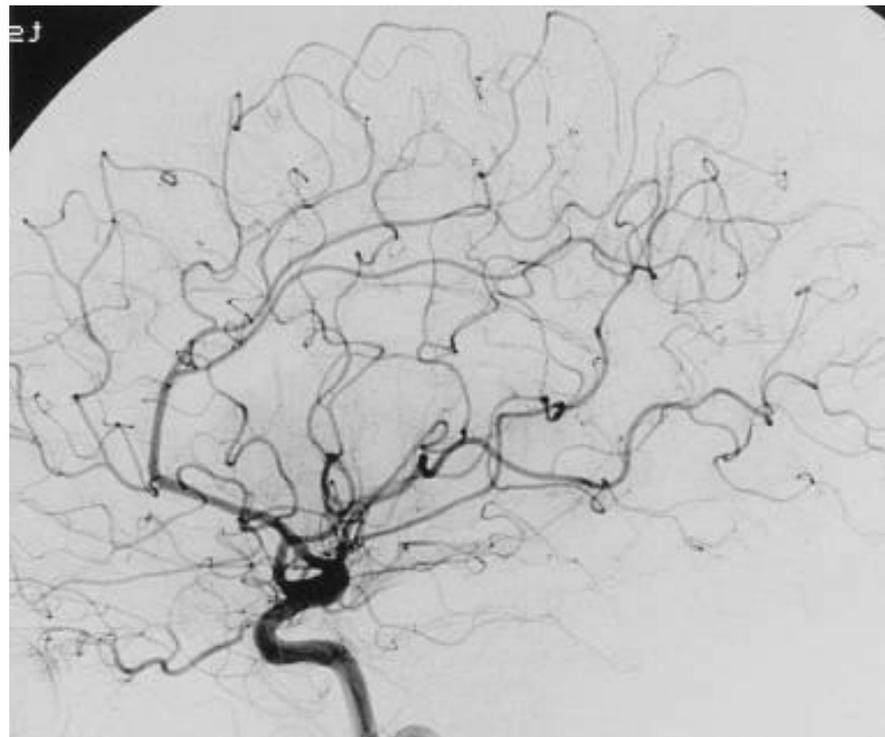
**1927.** Il neurologo portoghese Egas Moniz, vincitore del premio Nobel nel 1949, ideò nel 1927 la tecnica dell'angiografia cerebrale a raggi X con mezzo di contrasto per diagnosticare diversi tipi di disturbi nervosi, come tumori e malformazioni arterovenose. È generalmente riconosciuto come uno dei pionieri in questo campo.

**1953.** Con l'introduzione della tecnica Seldinger, la procedura divenne decisamente più sicura, in quanto non si iniziarono ad utilizzare guide flessibili e cateteri più morbidi introdotti per accesso dall'arteria femorale.

## Angiografia cerebrale



1979



2020

Ma come visualizzare il cervello ???

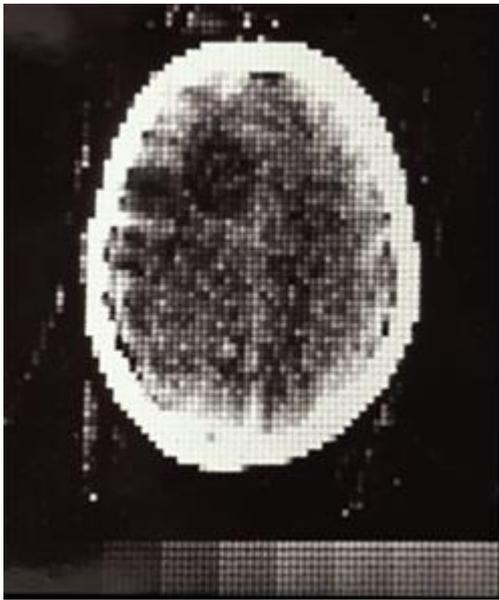


# 1971. **TAC** (Tomografia Assiale Computerizzata)

La prima *Tomografia Assiale Computerizzata* (TAC) cerebrale di un paziente fu eseguita il 1 ottobre 1971. Essa fu eseguita presso l'*Atkinson Morley Hospital* di Wimbledon, a Londra, e mise in evidenza una cisti cerebrale.

Un velo si squarciò quel giorno.

Il tomografo in questione era stato costruito dall'ingegnere britannico **Godfrey Hounsfield** quell'anno. Esso fu progettato per ottenere solo scansioni del cervello e rivelò già da subito un tumore al cervello in una paziente di 41 anni. Le tecniche tomografiche erano state utilizzate dagli anni trenta del novecento, ma Hounsfield fu il primo a combinare una macchina a raggi X ed un computer. Nel 1975 fu costruito il primo tomografo per tutto il corpo.

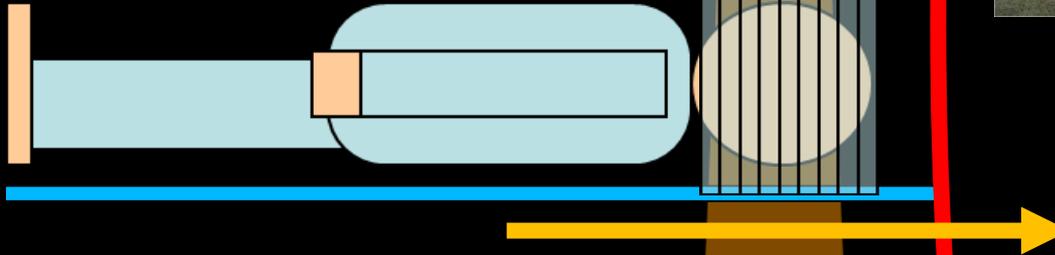


# TC

tubo radiogeno



**Tomografia** perché riproduce l'immagine di uno strato **Computerizzata** perché il calcolo è necessario nell'acquisizione e nell'elaborazione dei dati



detettore

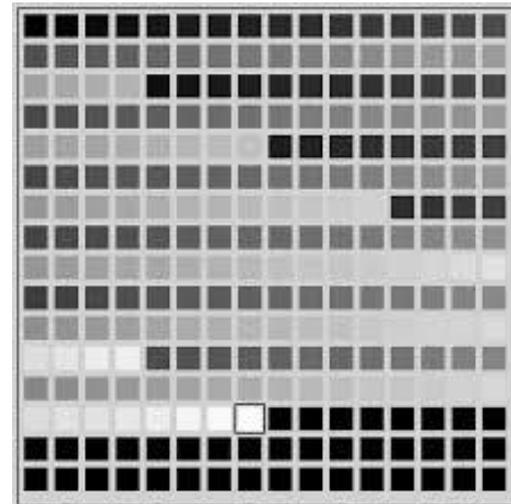
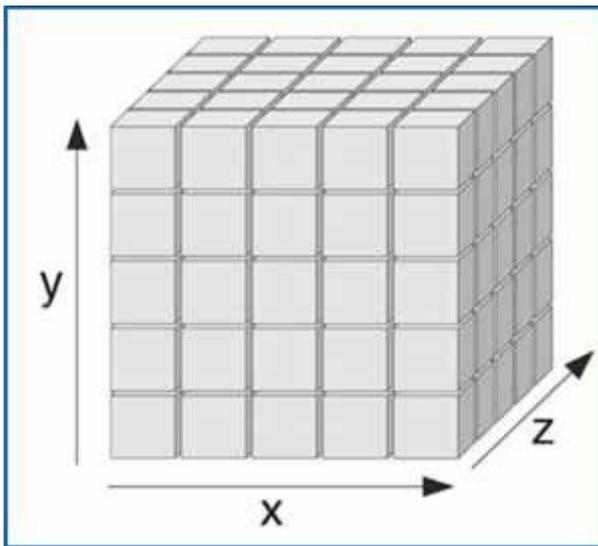
Il tubo radiogeno e il detettore (rilevatore di rx attenuato) si muovono contemporaneamente, nello stesso senso e nello stesso strato.

# Tomografia computerizzata (TC)

Il **tubo radiogeno** e il **detettore** (rilevatore di rx attenuato) si muovono contemporaneamente, nello stesso senso e **nello stesso strato**.

Il **detettore** misura la dose emergente e il computer la elabora come coefficiente di assorbimento in microvolumi (VOXEL) che vengono elaborati in PIXEL che compongono una matrice digitale.

Più pixel compongono la matrice, più è accurata l'immagine (da 80x80 a 1200x1200)

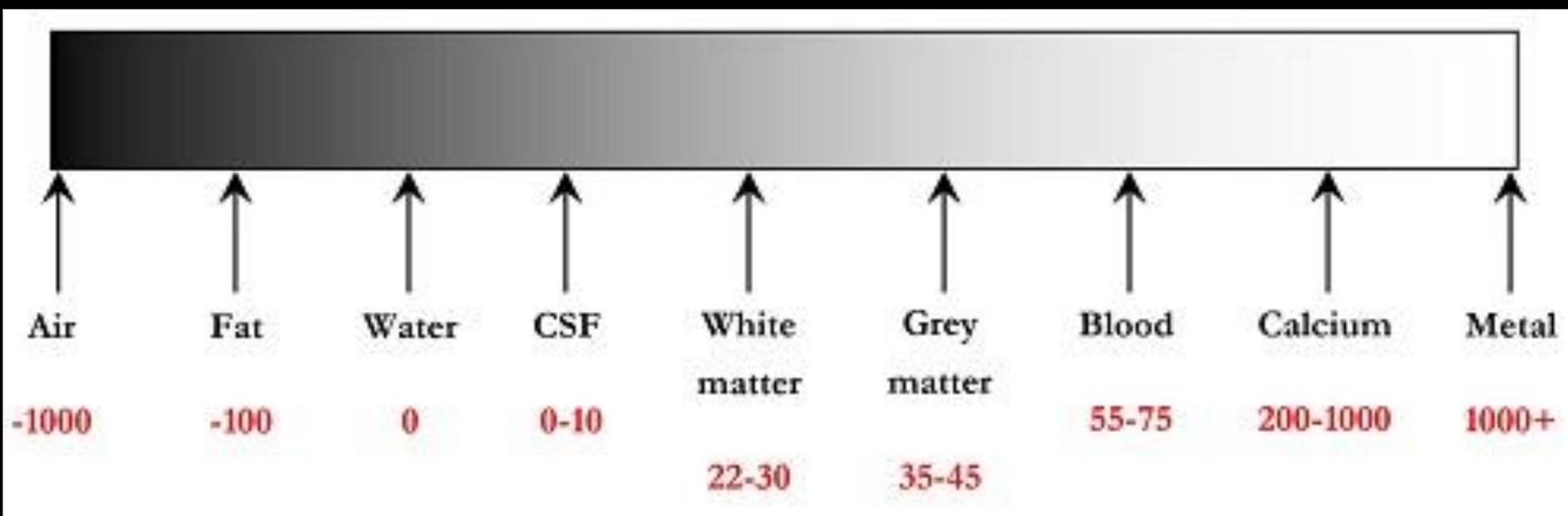


I coefficienti di assorbimento vengono rapportati come **valori densitometrici** ad una scala di grigi (unità Hounsfield) in cui

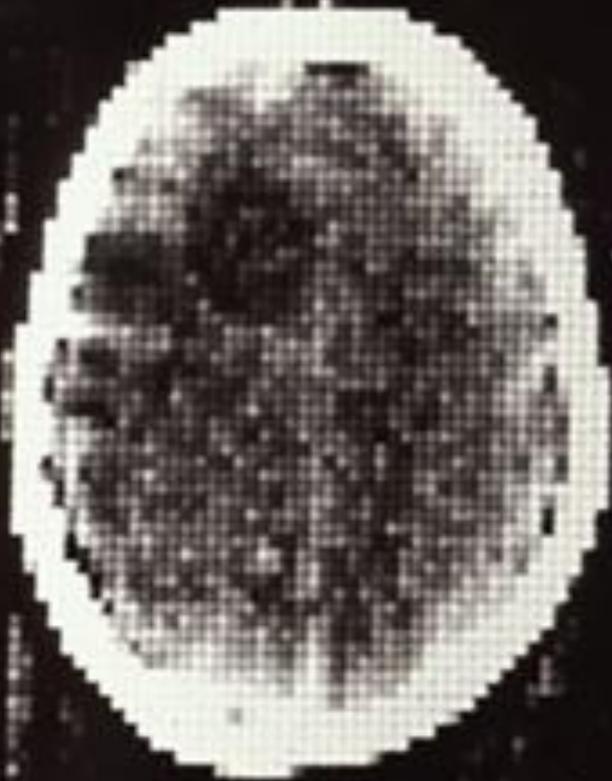
0 : H<sub>2</sub>O

- 1000: aria

+ 1000: osso



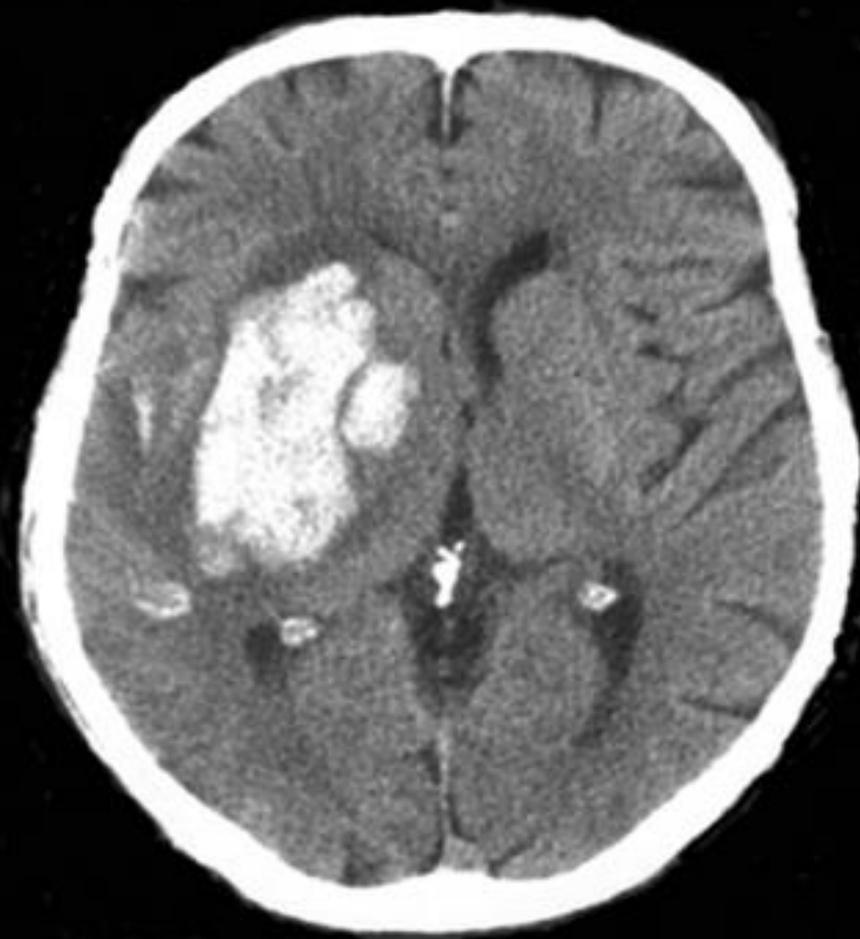
**TAC**



**1971**

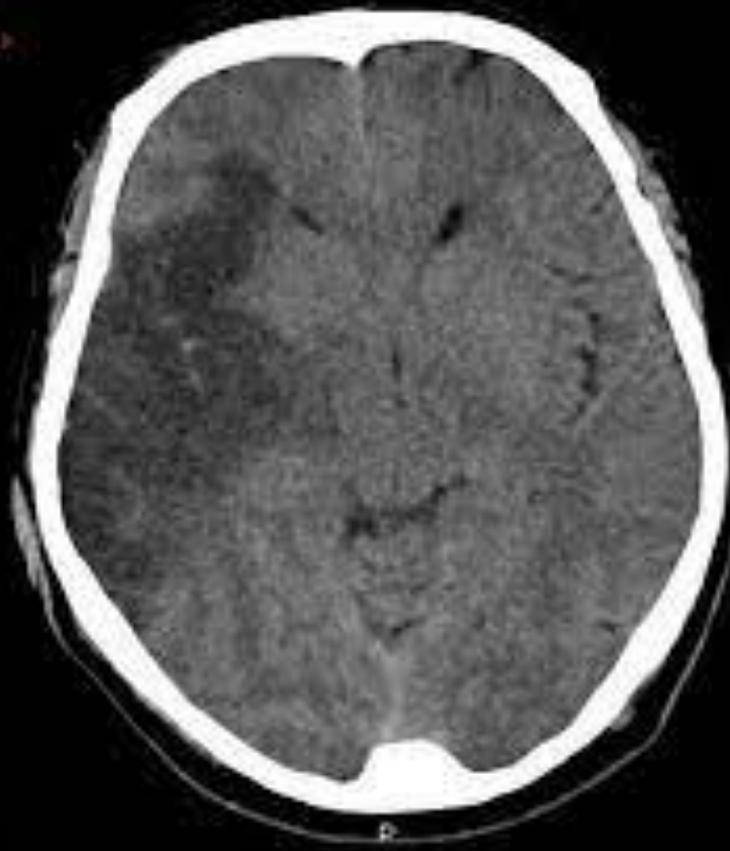


**2020**



emorragia

(2-12)



ischemia

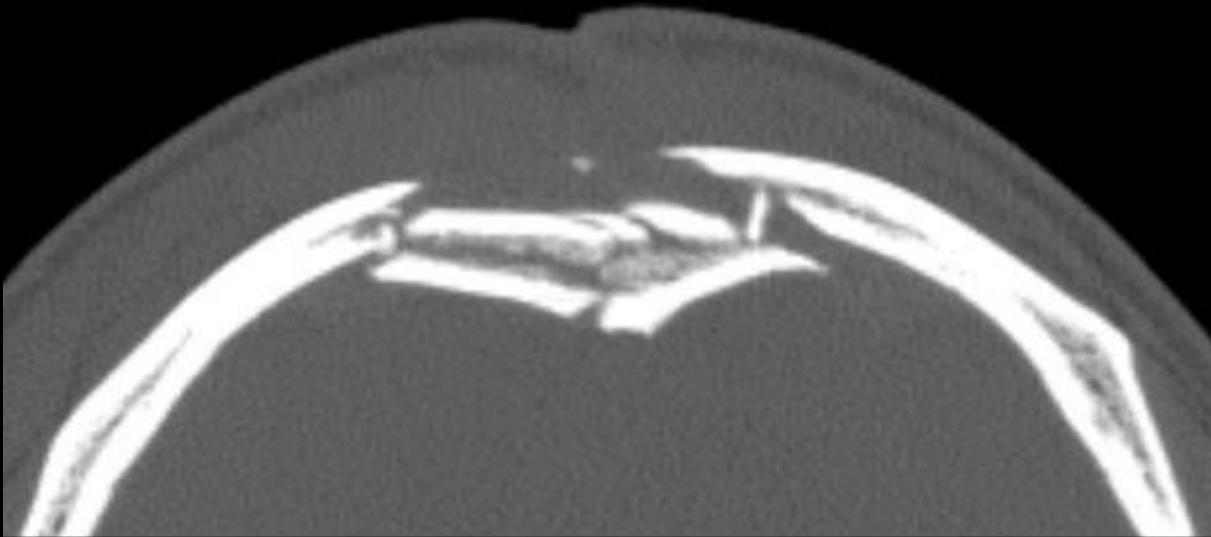


idrocefalo



Ematoma extradurale

TC ad alta definizione:  
studio dell'osso

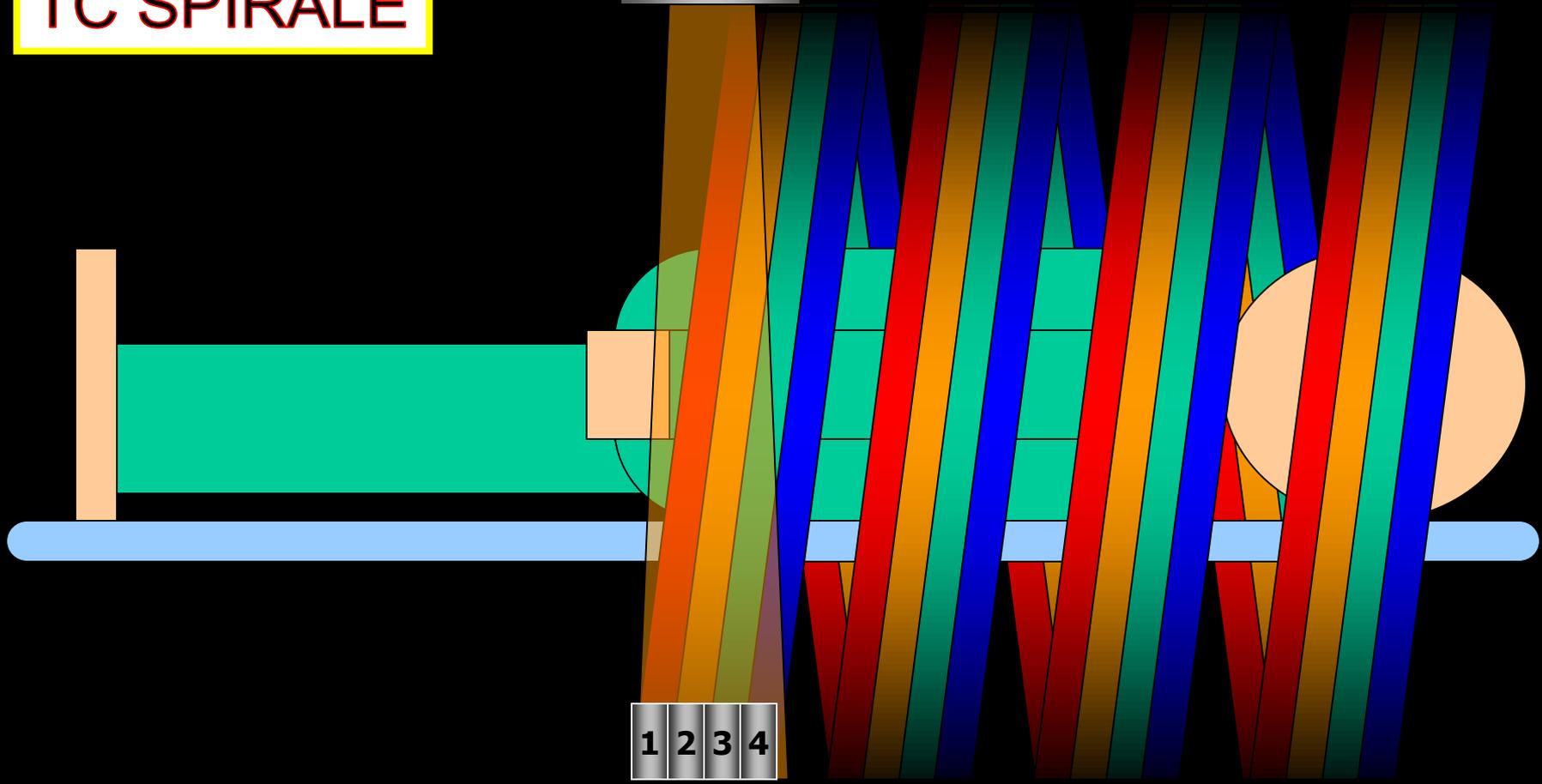


Frattura scomposta con  
affondamento

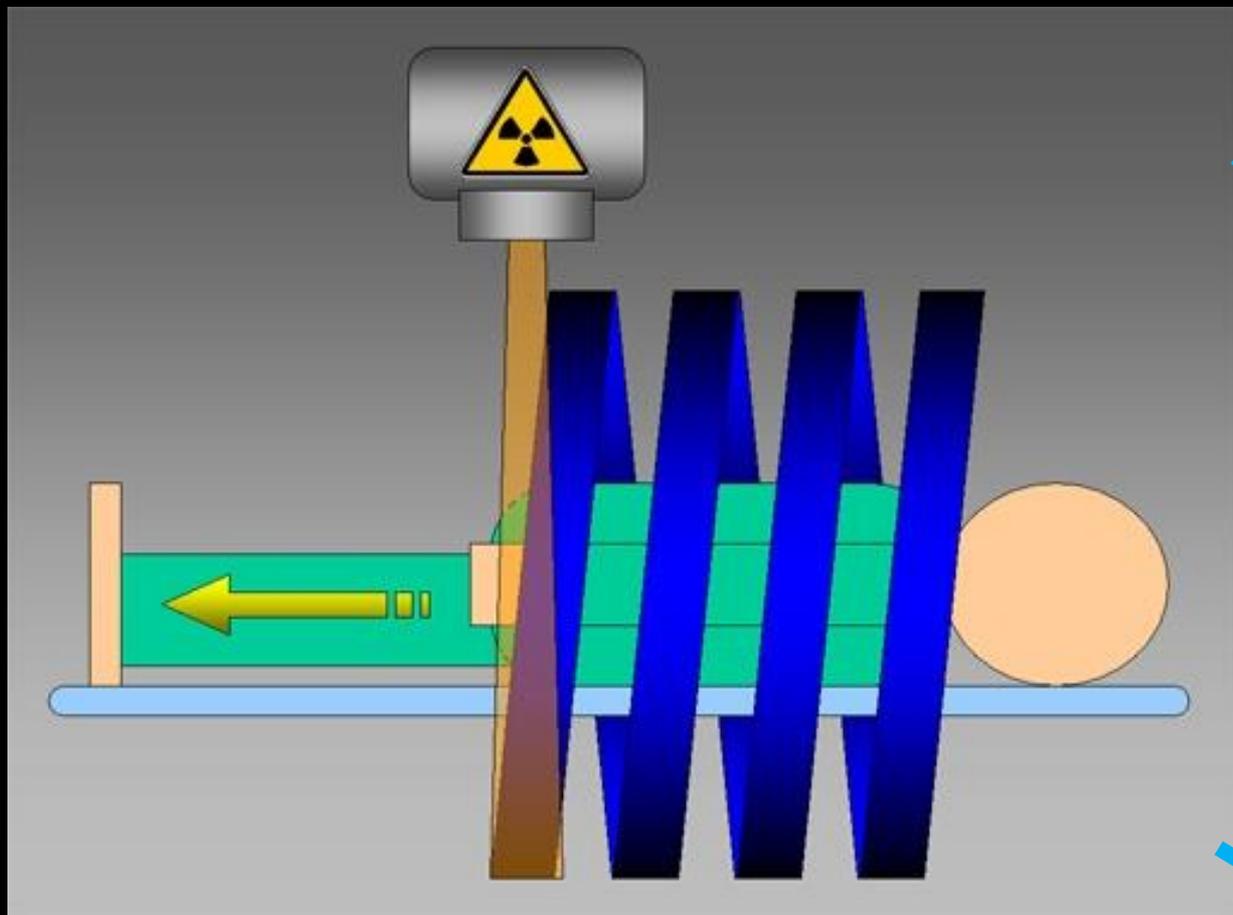
il percorso elicoidale del fascio radiogeno:  
acquisizione volumetrica con ricostruzioni 3D



**TC SPIRALE**



1 2 3 4

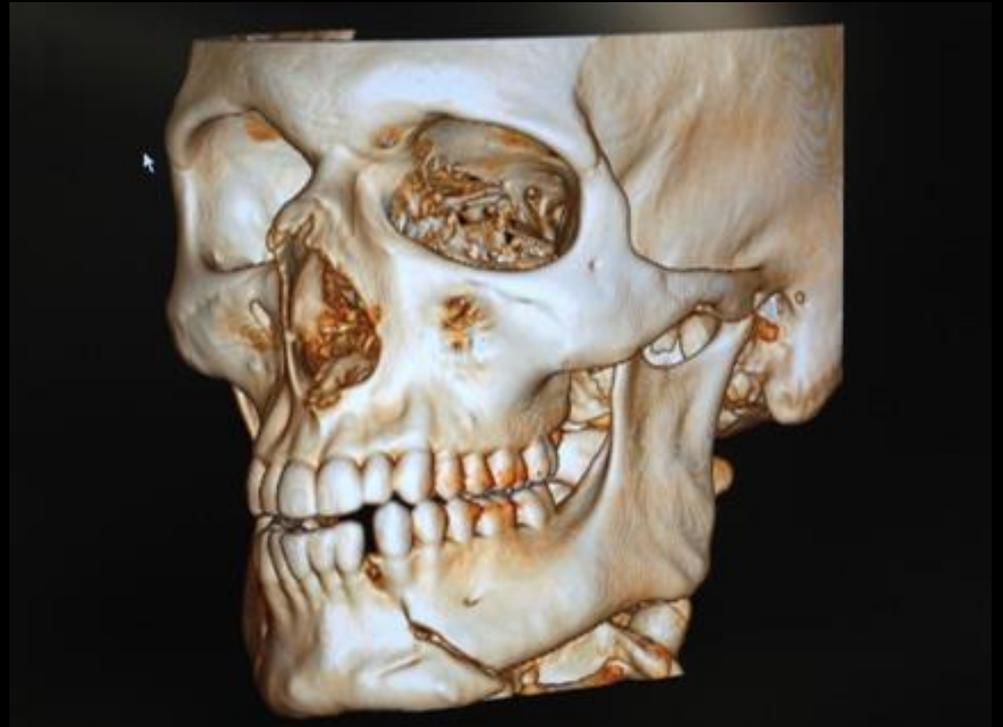
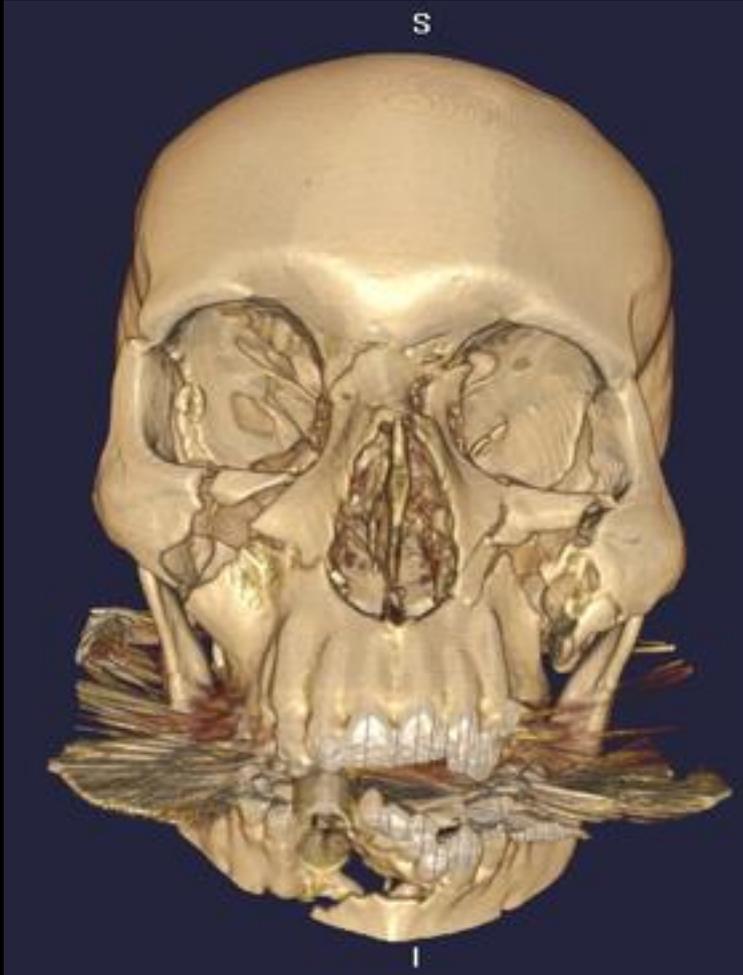


**Ricostruzioni  
3D**

**angioTC (CTA)**

**Ricostruzioni  
sui 3 piani**

# Fratture cranio-facciali , TC con ricostruzioni 3D



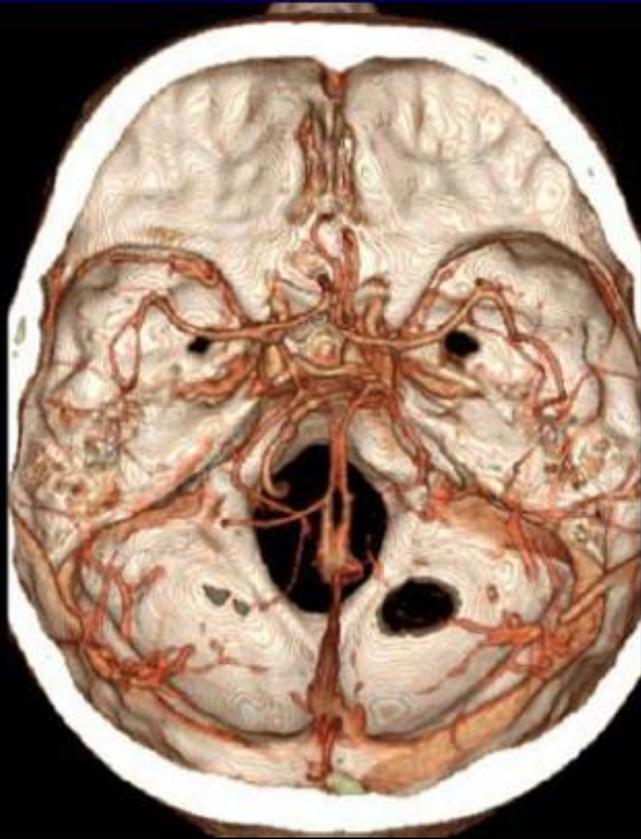
# TC Cone Beame 3 D: in particolare per lo studio delle arcate dentarie



In **ambito odontoiatrico** è quindi uno strumento molto importante, soprattutto nella valutazione e programmazione di interventi di implantologia dentale, per valutare le caratteristiche strutturali, l'altezza e lo spessore dell'osso, nelle zone interessate all'inserimento di impianti.

Il **Cone Beam 3D** utilizza un fascio di raggi di forma conica, che consente di acquisire un ampio volume. Il vero vantaggio, però, è la notevole riduzione di dose di radiazioni a cui il paziente viene esposto, rispetto alle **TAC** convenzionali. In particolare questo sistema consente una riduzione di raggi di circa 50 volte rispetto ad un classica **TC Dentalscan**.

## AngioTC (CTA)



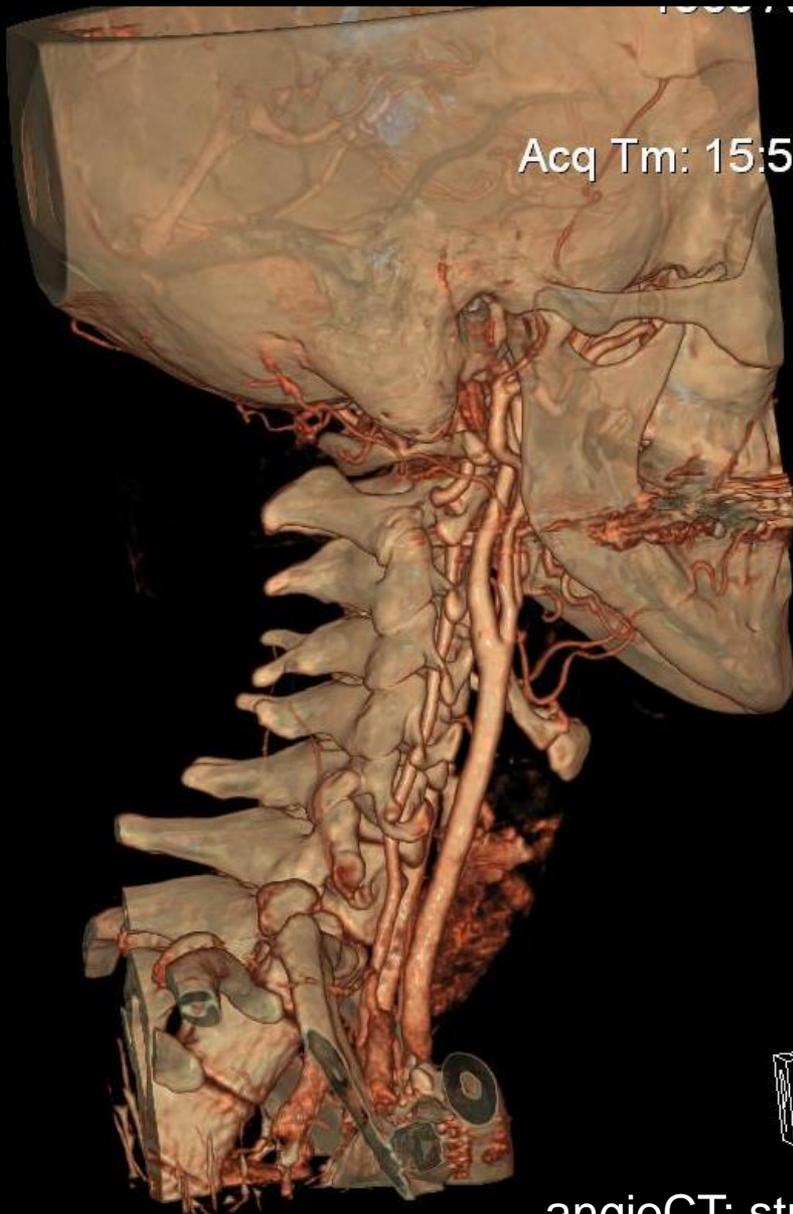
AngioTC del circolo di Willis

## Aneurisma della MCA





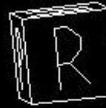
angioCT: stenosi della a. carotide



Acq Tm: 15:50:51

200

Spin:  
Tilt: 9



DCM / Id:ID



angiografiche

Acc:

2007 Jun 04

Acq Tm: 09:58:50.681513

Spin: -112

Tilt: -17

968 x 968



DCM / Id:ID

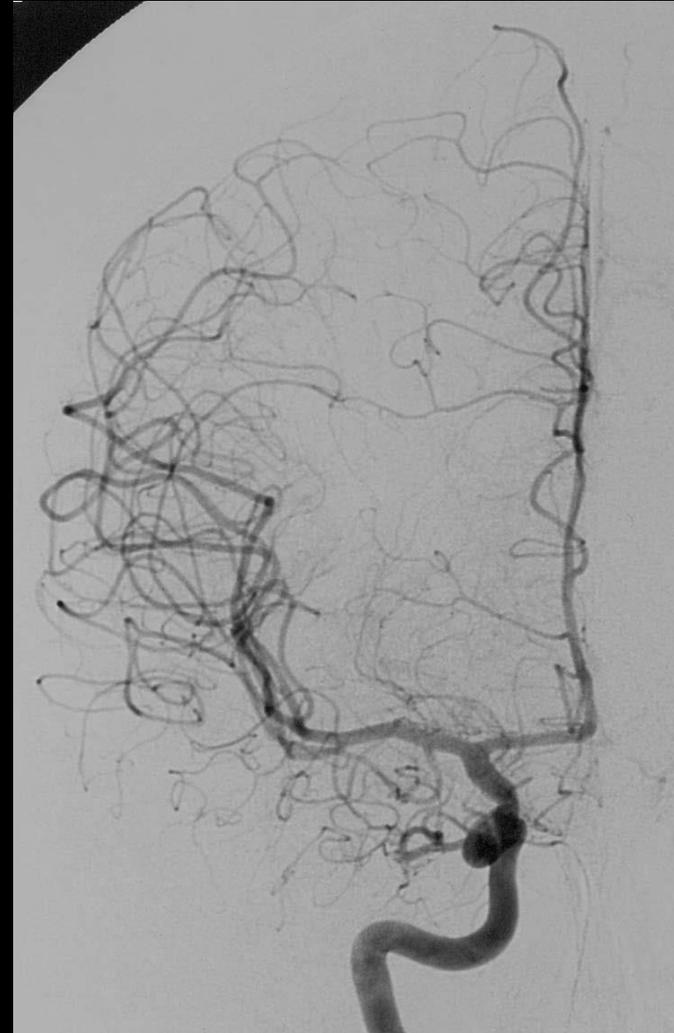
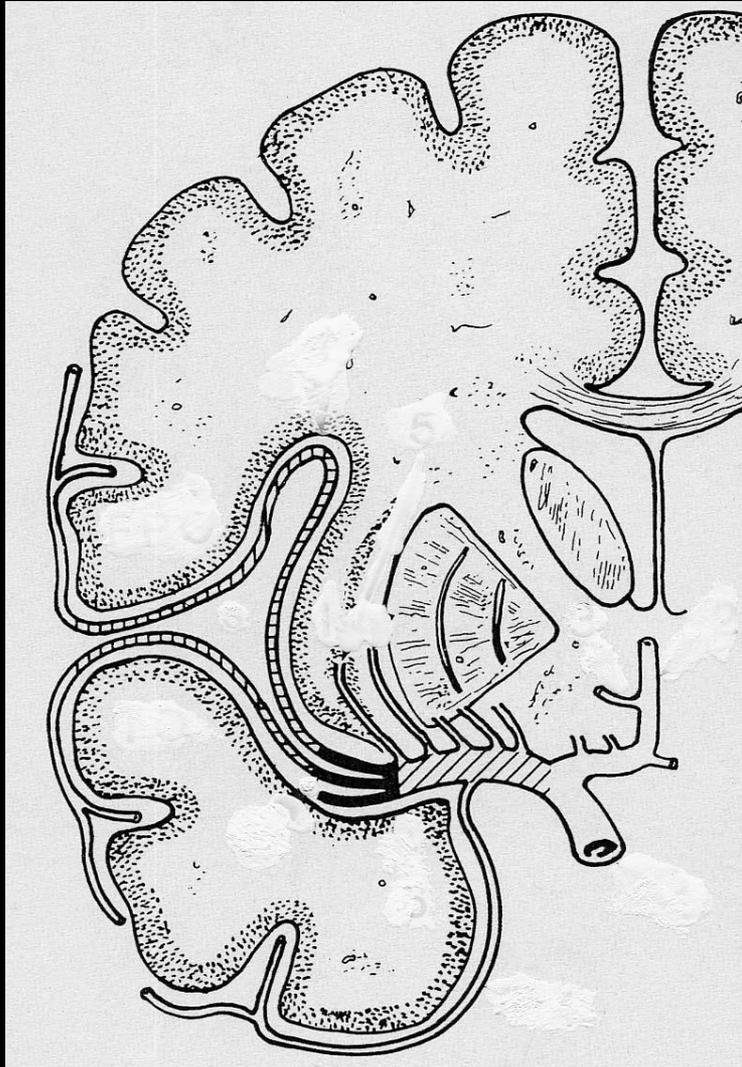
DFOV: 0.0 x 0.0cm

angioCT: studio delle arterie cerebroafferenti al collo

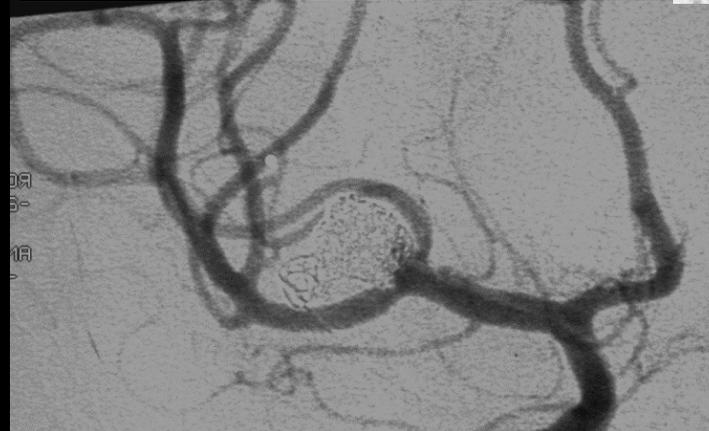
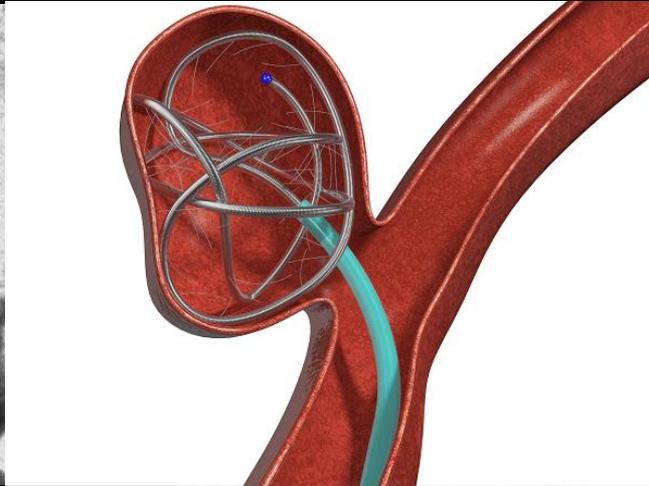
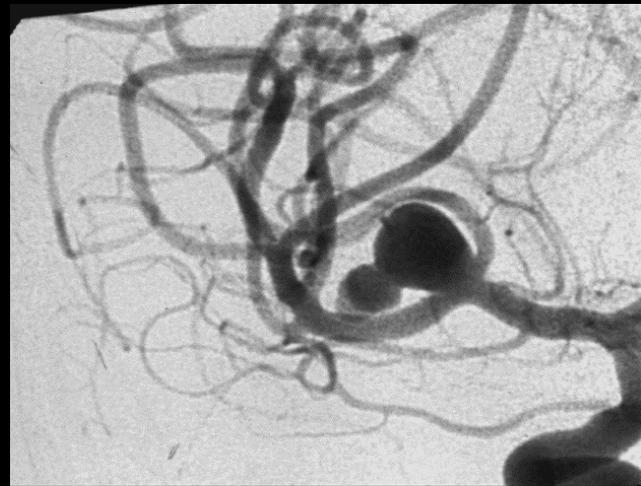
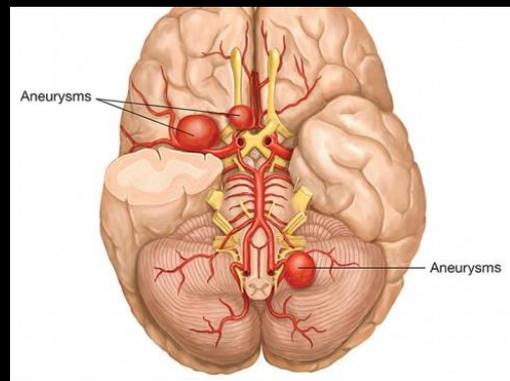
Angiografia DSA



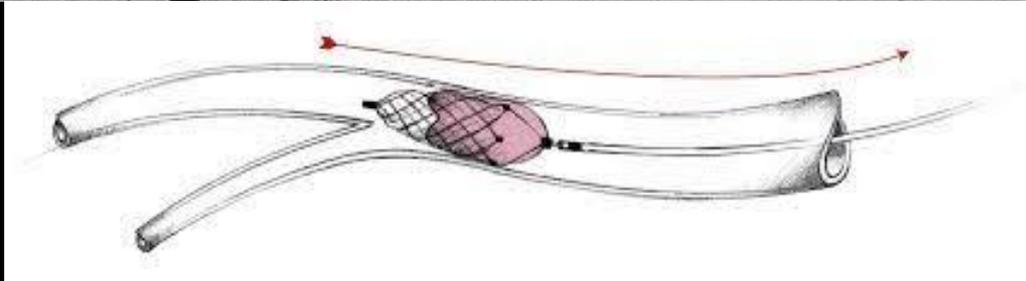
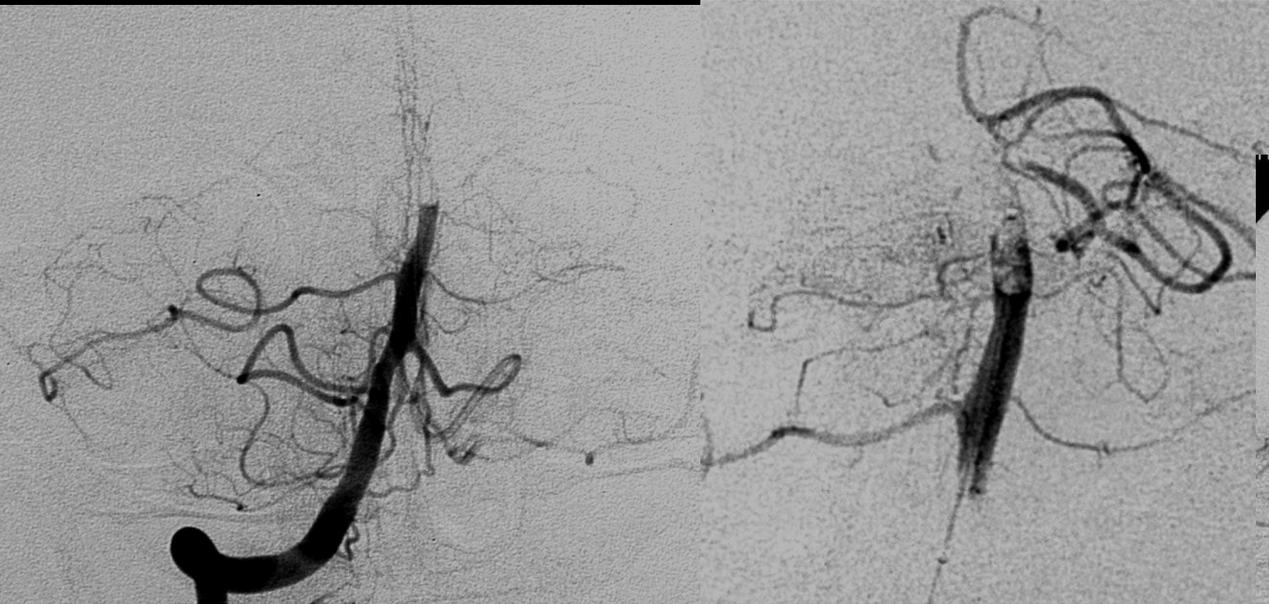
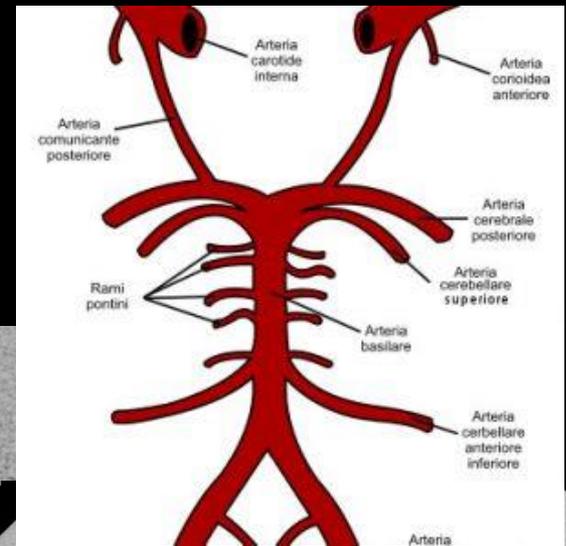
Interventistica



# Emorragia subaracnoidea: trattamento endovascolare di aneurismi cerebrali: occlusione con microspirali di platino



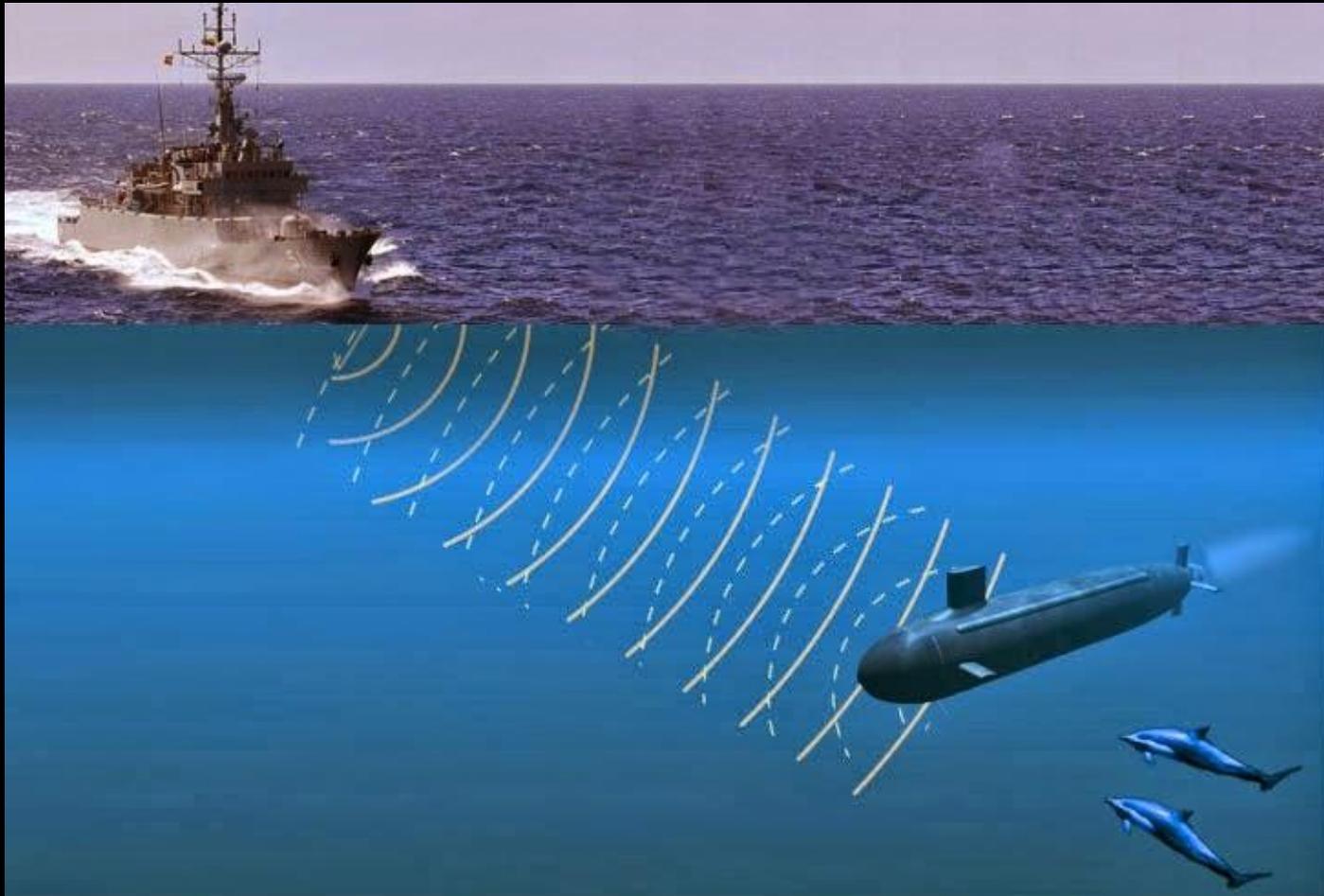
# Ricanalizzazione di occlusione arteriosa nel trattamento dell'ischemia in fase acuta



Trombolisi intra-arteriosa  
(occlusione embolica Art basilare)

Lo studio del suono e delle leggi dell'acustica iniziò nell'antichità, ma lo studio e la produzione degli Ultrasuoni iniziò nella I e II guerra mondiale  
Nel **1949** ci fu il 1° congresso di **Ultrasonologia** e iniziò la sua applicazione in medicina

US

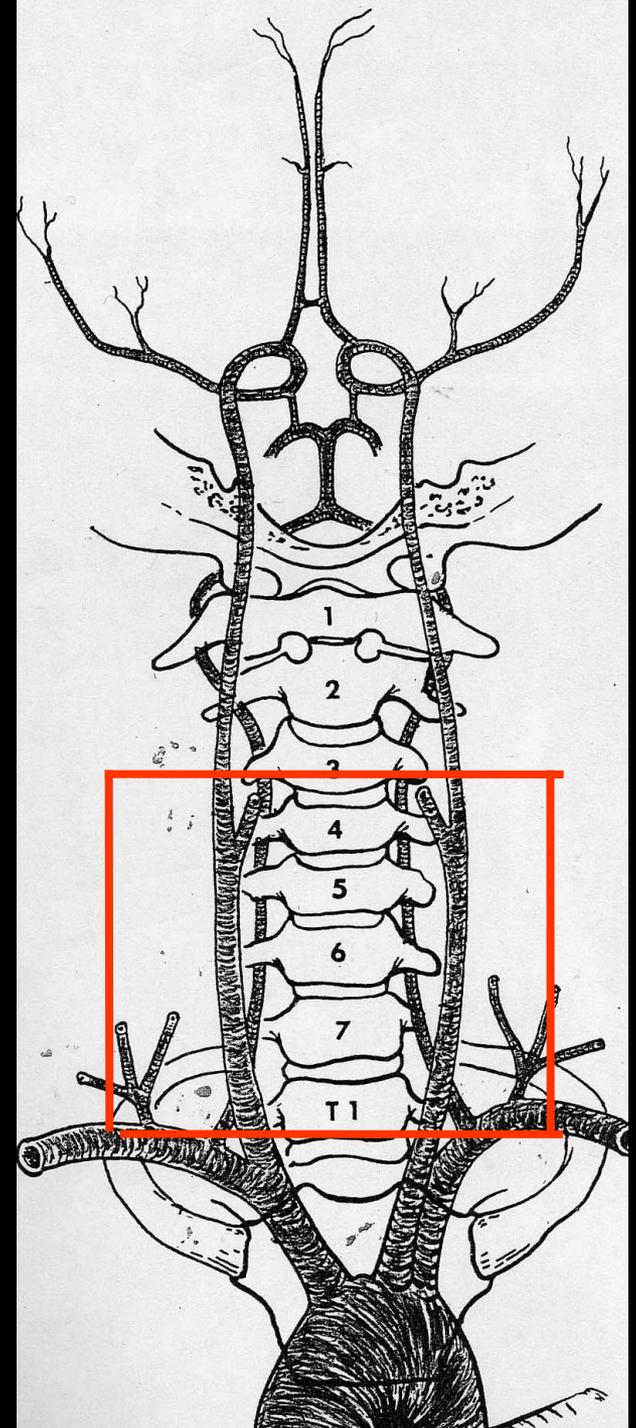
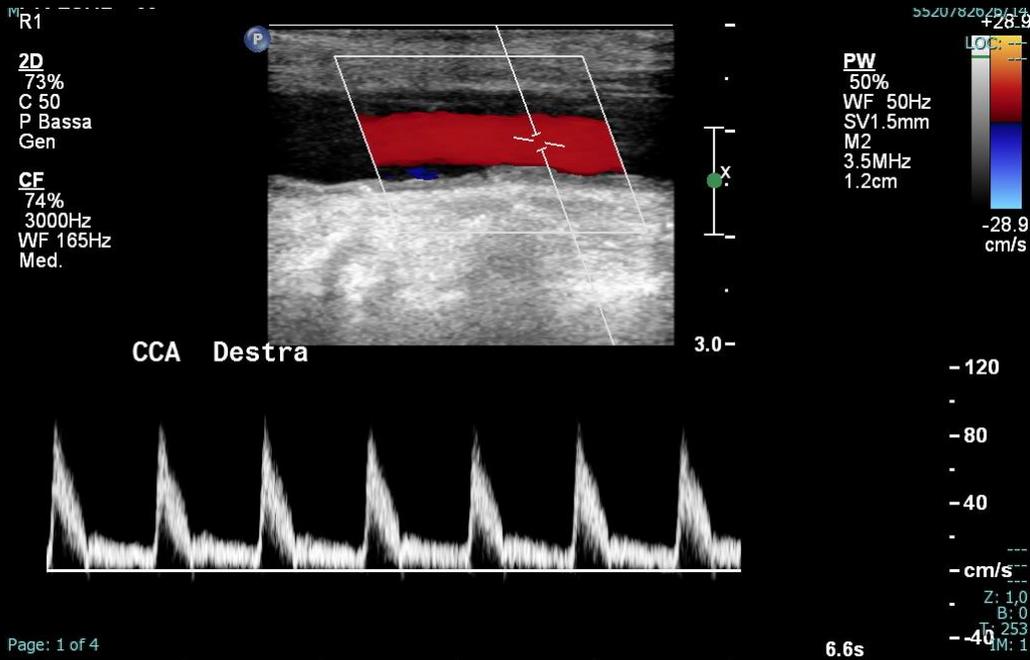


# Ecodoppler TSA

in neuroscienze ha l'uso limitato per l'ostacolo della teca cranica:

Nel bambino è importante l'ecografia transfontanellare

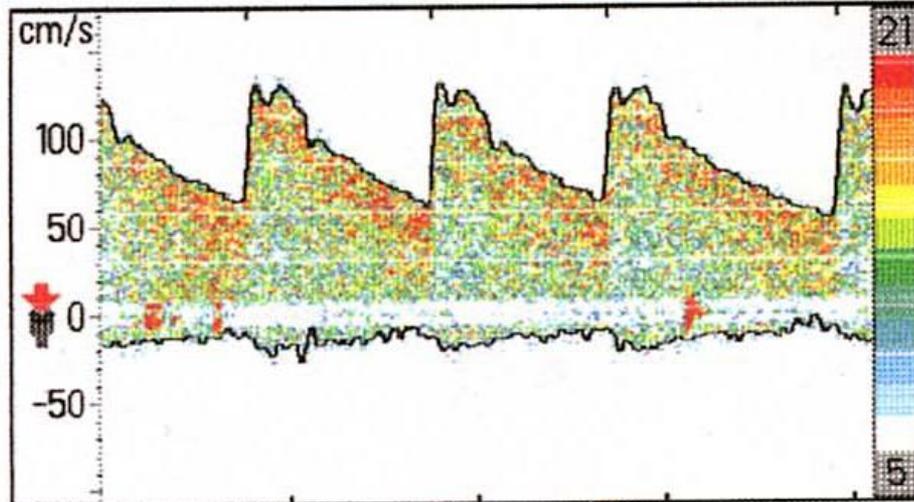
Nell'adulto si utilizza per lo studio del flusso ematico con doppler trans-cranico e ecodoppler vasi del collo



# Ecodoppler Transcranico (TCD)

Studio della velocità di flusso delle grosse arterie della base cranica:

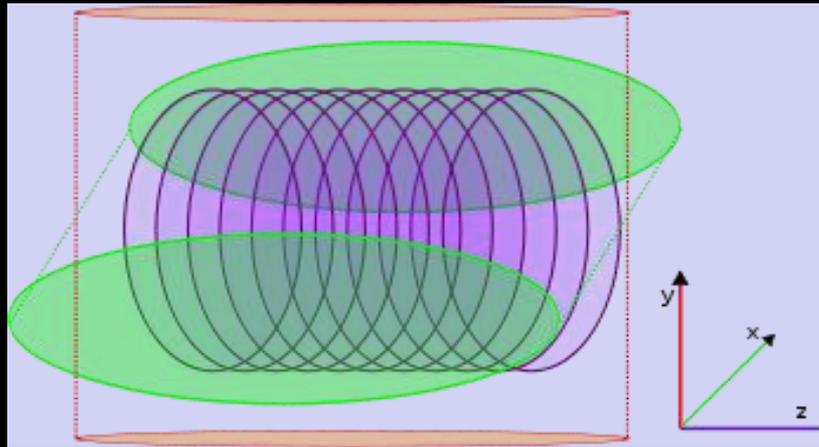
stenosi, vasospasmo, ipertensione endocranica, FOP



# Risonanza magnetica (MRI)

**1946.** Il fenomeno della RMN fu scoperto da due gruppi operanti separatamente negli Stati Uniti, uno a Stanford (Bloch, Hansen e Packard), l'altro al MIT di Boston ( Purcell, Toney e Pound);

**1952.** Felix Bloch e Edward Purcell furono insigniti del premio Nobel



**1973.** La possibilità di separare i segnali di RMN provenienti da differenti regioni spaziali, come base per la formazione delle immagini, fu realizzata ad opera di Lauterbur.

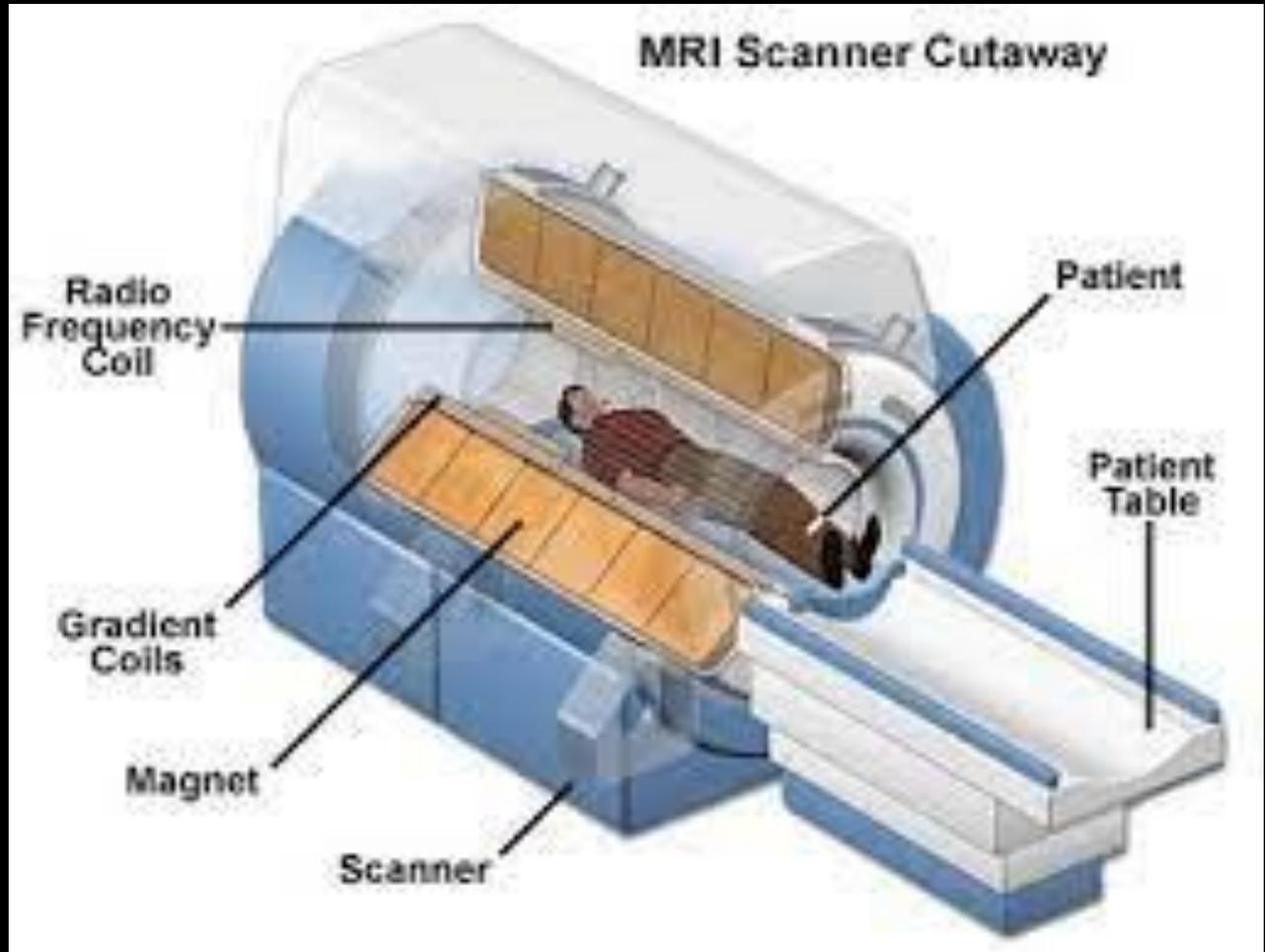
**1976** fu pubblicata una immagine della sezione di un dito

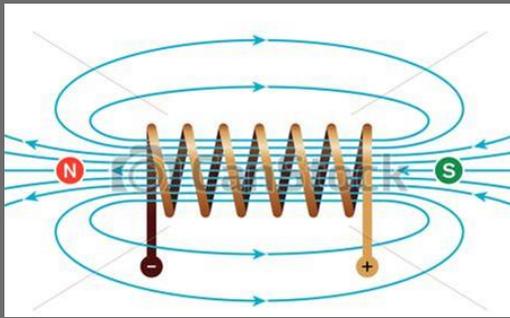
**1977** comparvero le primi immagini della testa e del collo

**1980** hanno avuto inizio le applicazioni cliniche e con queste la diffusione commerciale degli apparecchi.

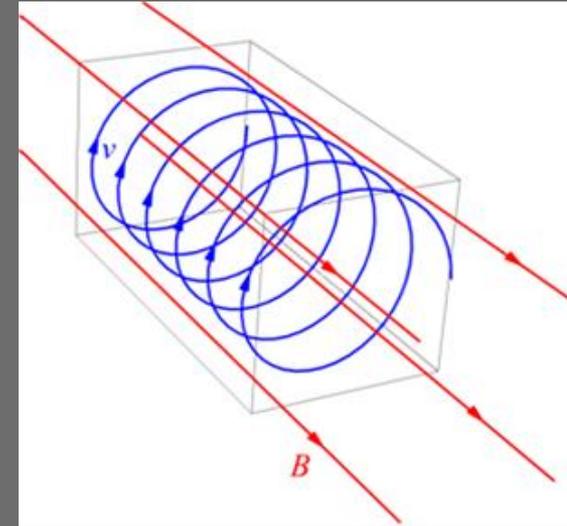


# Risonanza magnetica (MRI)





# Risonanza magnetica (MRI)



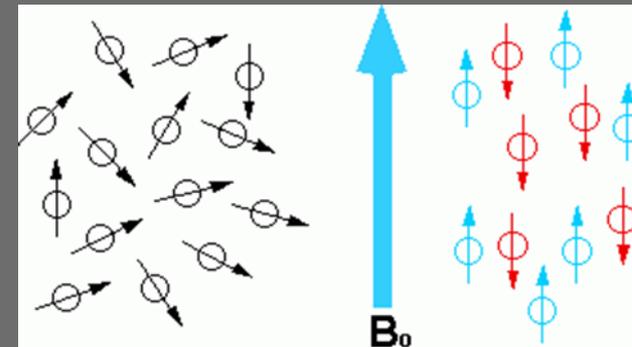
ATOMI DI H ALL'INTERNO DI UN CAMPO MAGNETICO SI COMPORTANO COME DIPOLI, ORIENTANDOSI LUNGO LE LINEE DI FORZA DEL CAMPO



SOMMINISTRANDO ENERGIA AL SISTEMA (radiofrequenza con TE e TR) SI OTTIENE UNA PERTURBAZIONE



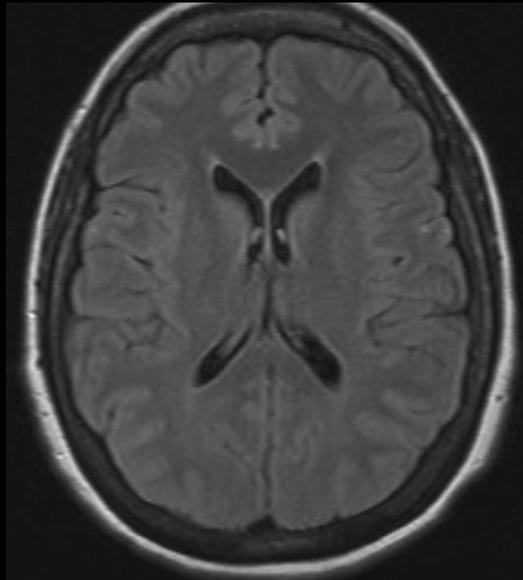
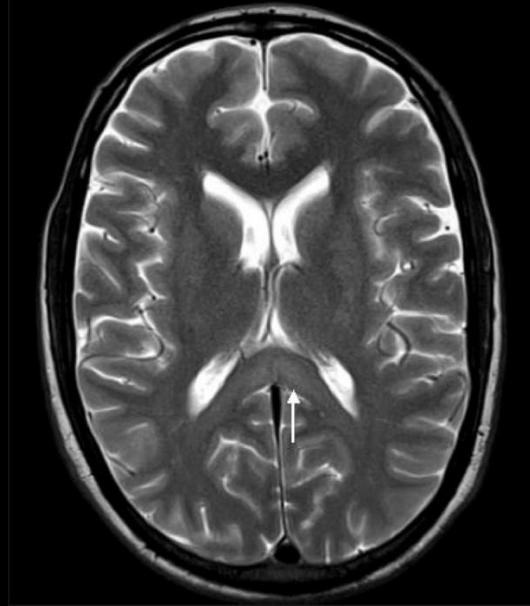
I TEMPI IN CUI IL SISTEMA RITORNA IN EQUILIBRIO SONO **CARATTERISTICI PER OGNI TESSUTO : TEMPI DI RILASSAMENTO T1 E T2**



RM: T1



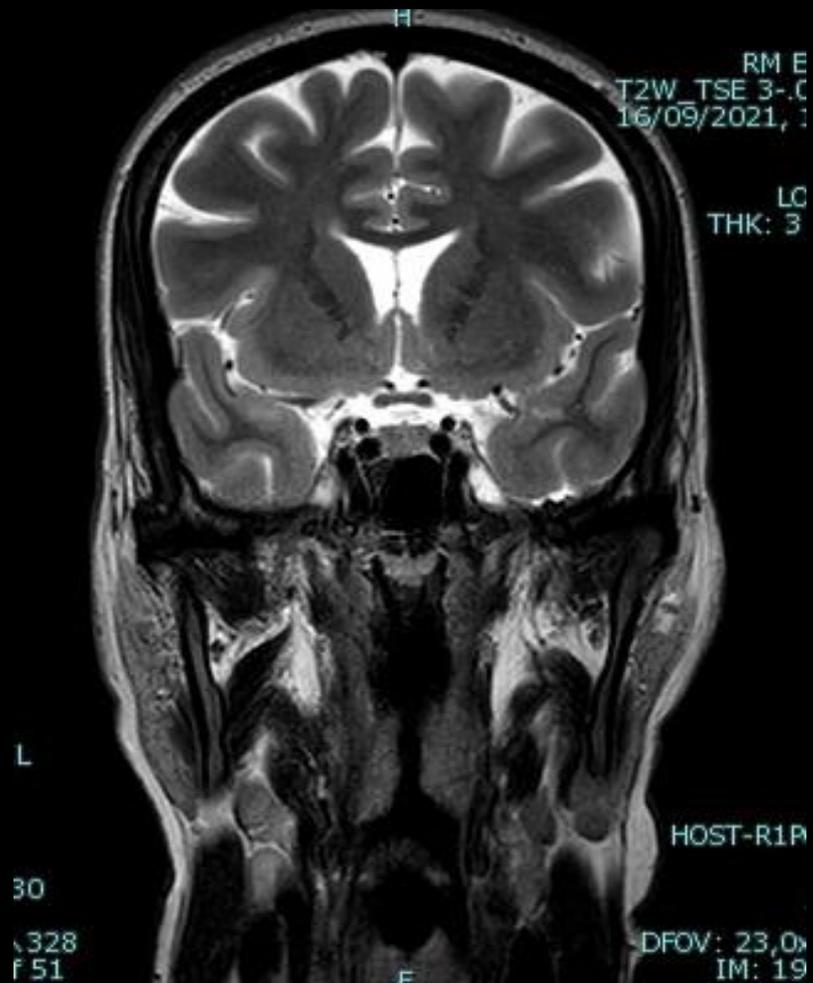
RM: T2



Sostanza bianca, grigia, liquor: ben  
visibili e differenziabili  
Osso, calcificazioni: non visibili

RM: FLAIR

# Multiplanare: valutazione sui 3 piani

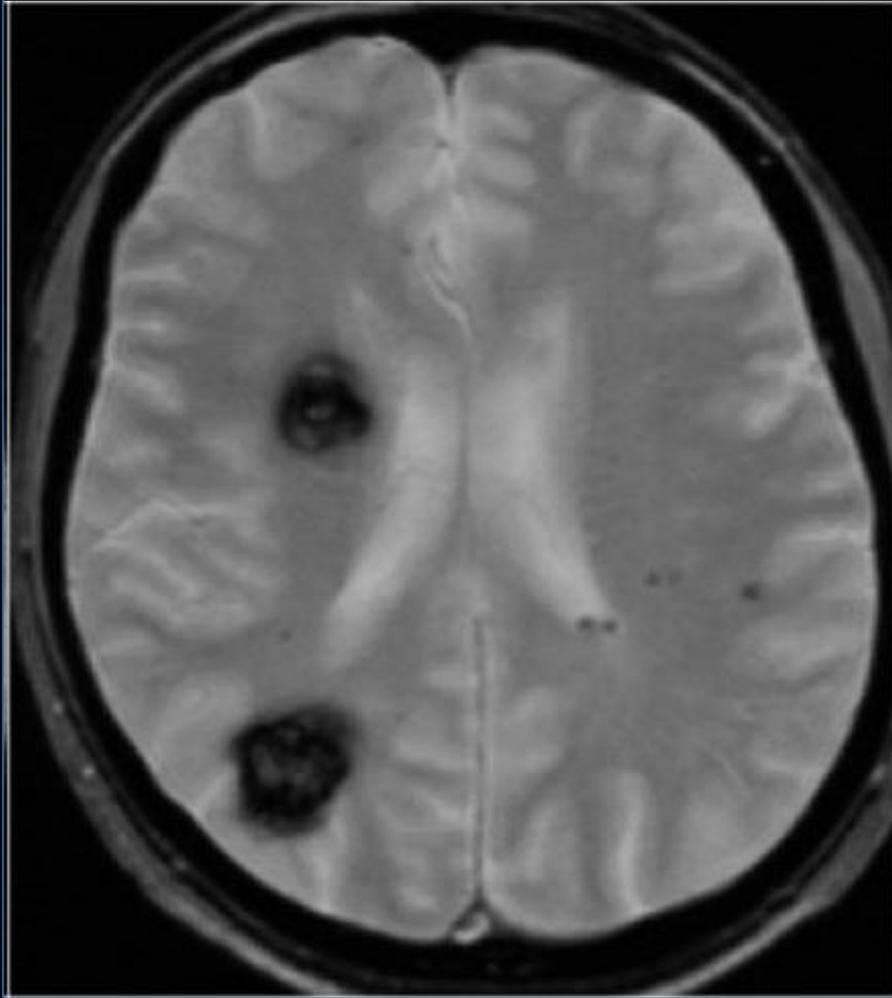


T2 coronale



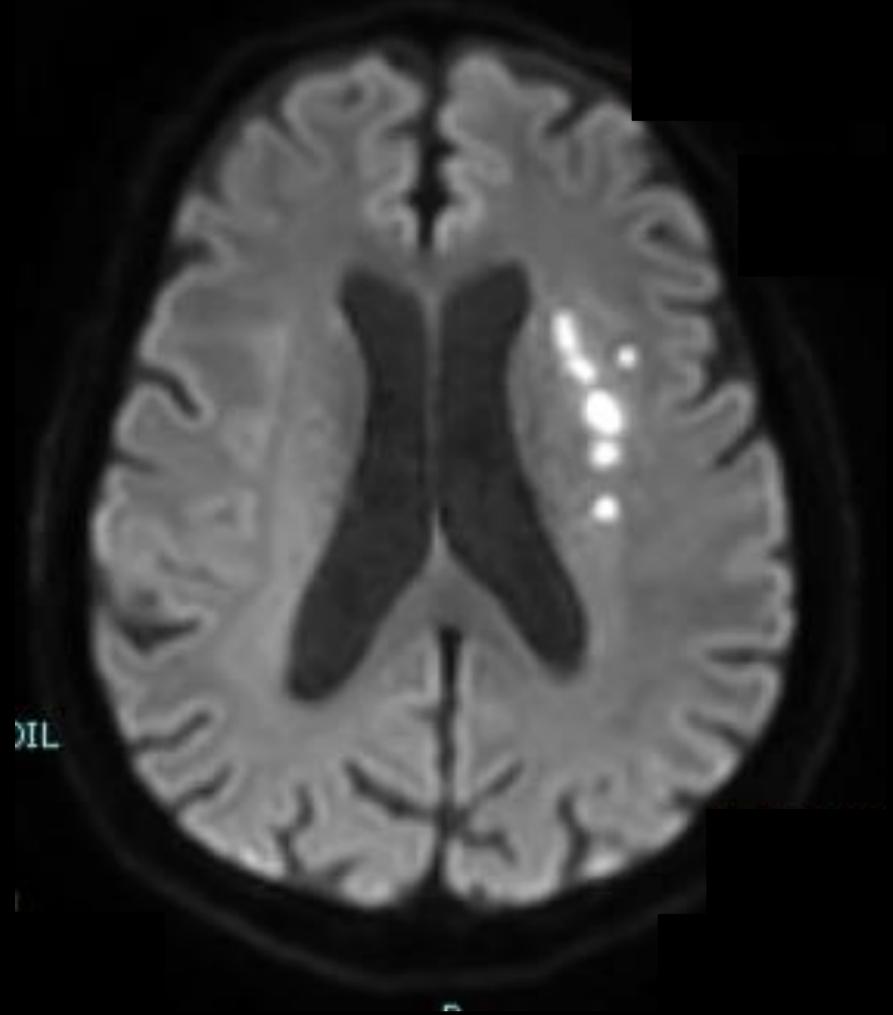
T1 sagittale

## Angiomi cavernosi

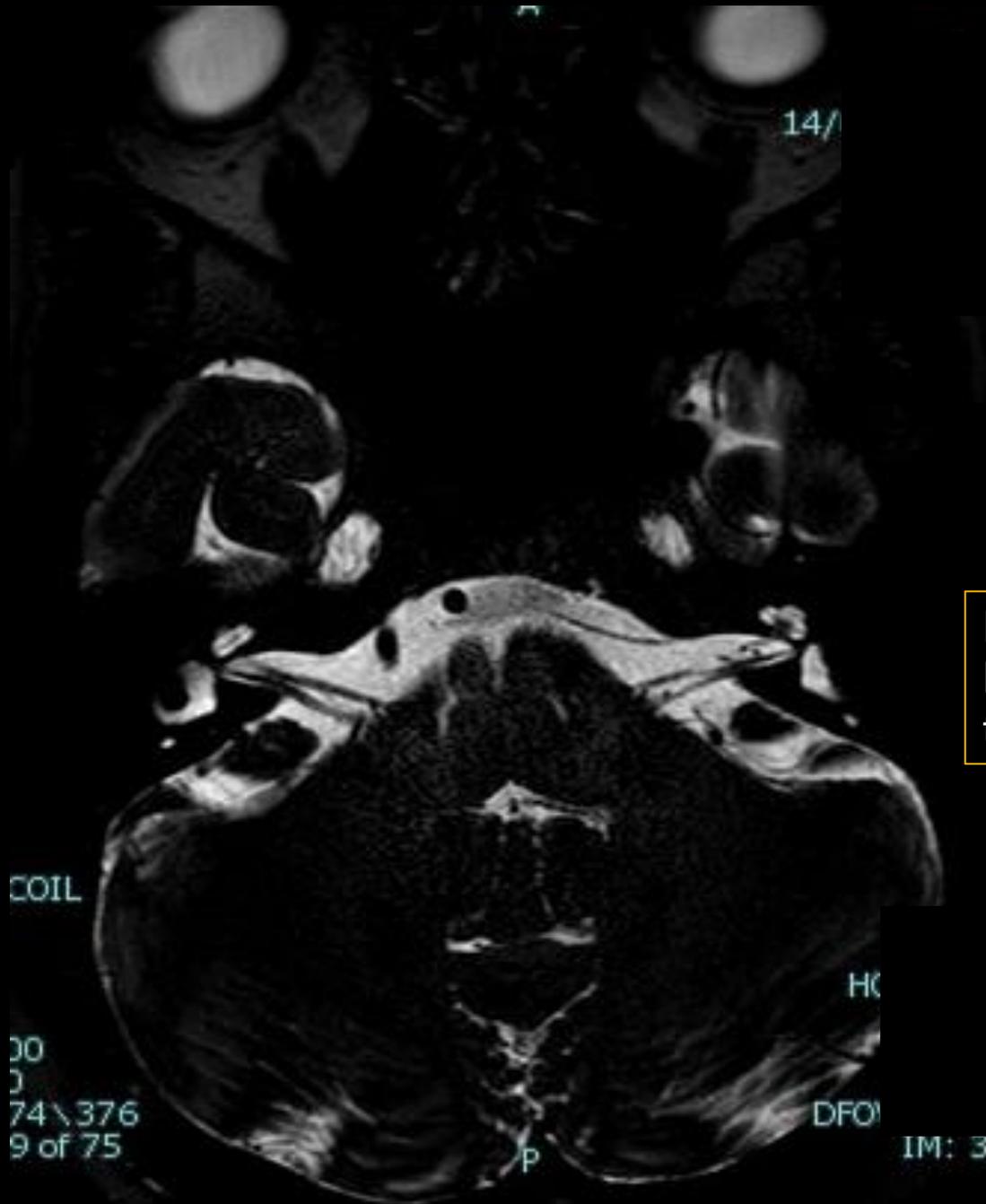


GE T2: depositi di emosiderina

## Ischemia cerebrale acuta

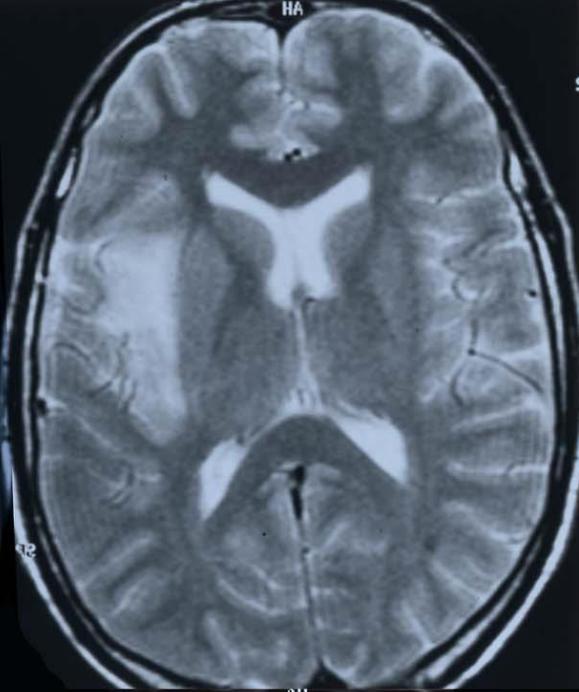


DWI: restrizione, edema citotossico



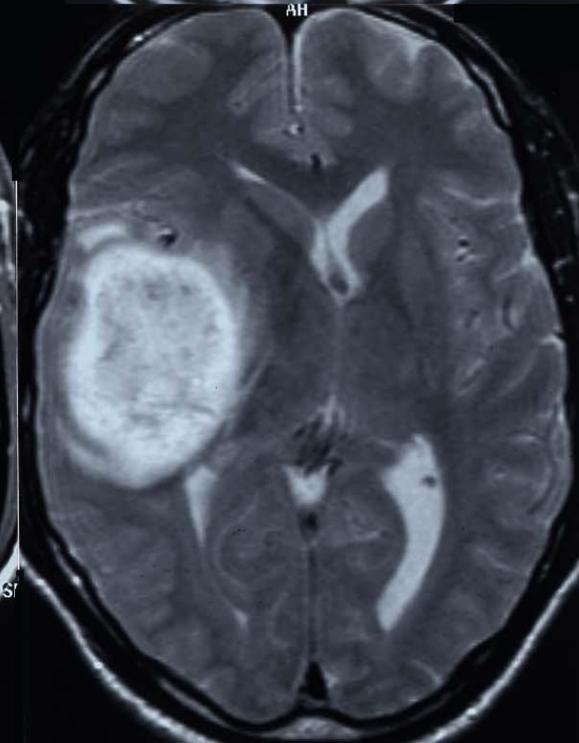
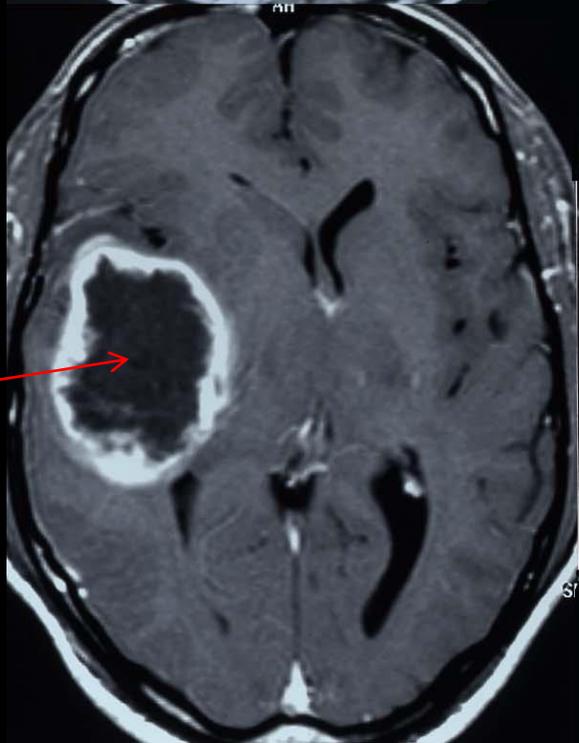
DRIVE.  
Nervi cranici nei  
tratti cisternali

glioma



basso grado

MRI



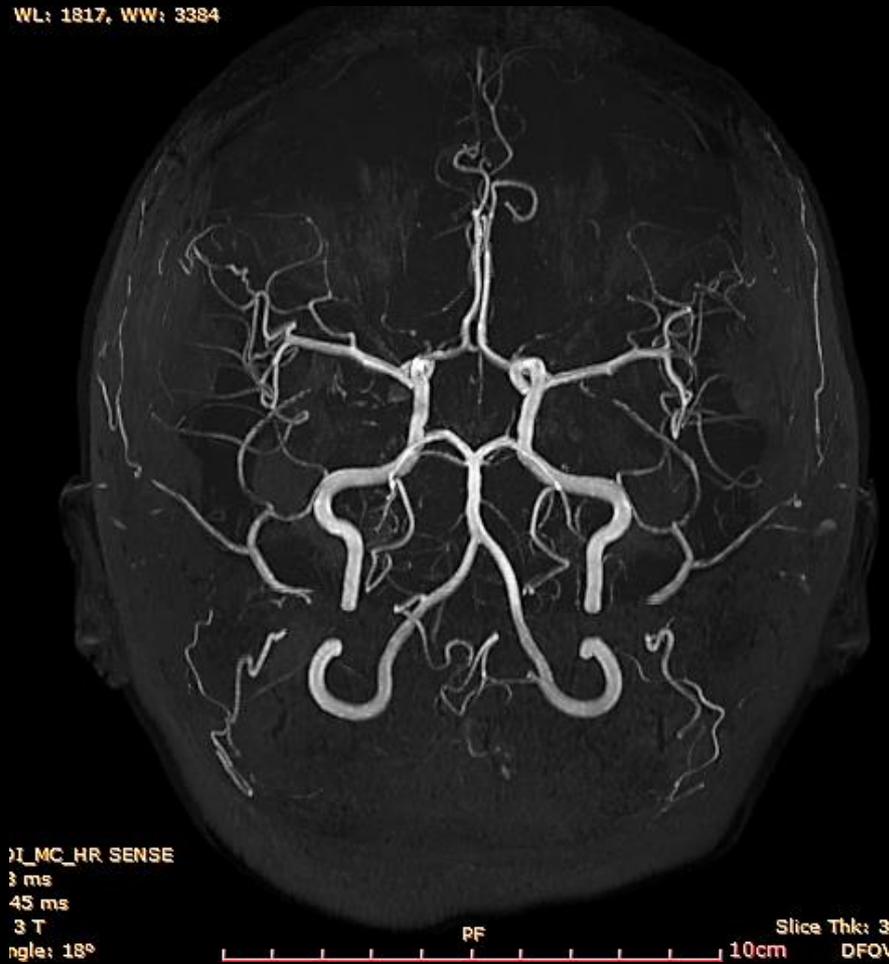
anaplastico

# VASCOLARE angiRM 3D TOF

WL: 1817, WW: 3384

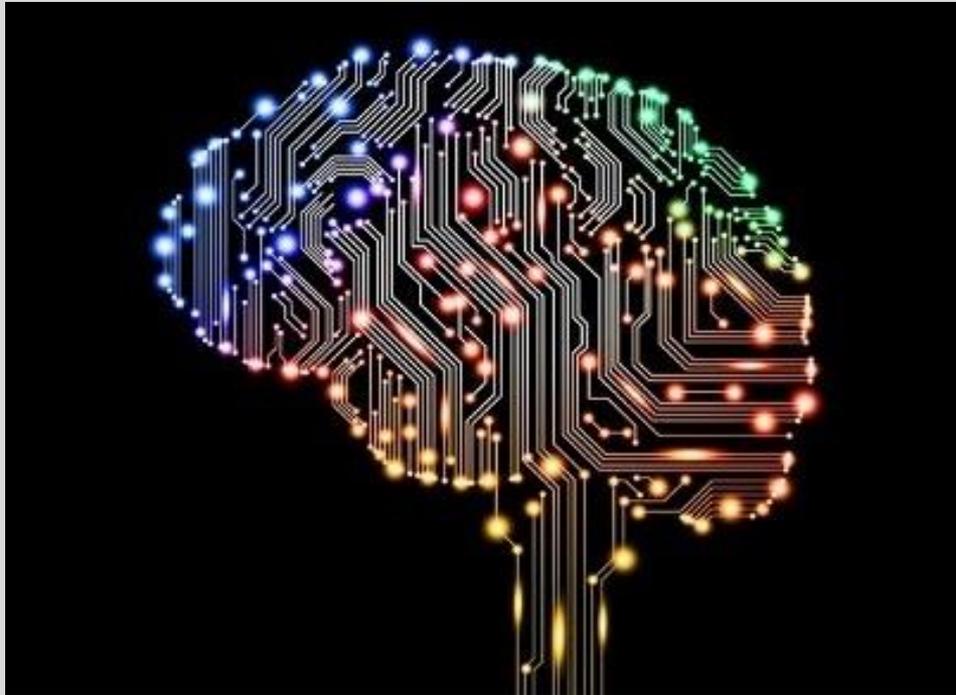
New 2, 17/05/2018  
Fr: 0, WL: 127, WW: 256

Philips Medical Systems EW



Patologia vascolare e tutti i controlli di aneurismi trattati per via endovascolare

# Risonanza Magnetica:TECNICHE AVANZATE



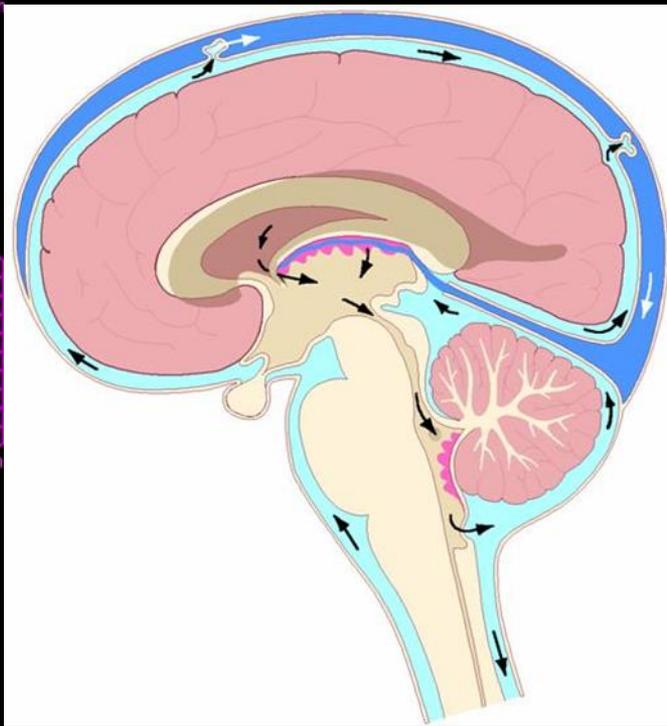
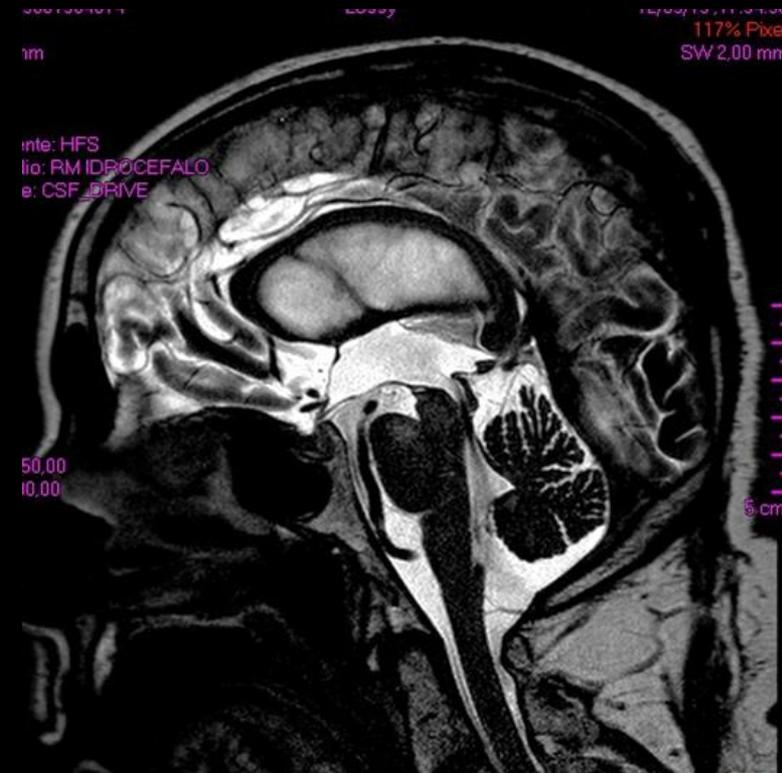
**DINAMICA LIQUORALE:** studio del flusso liquorale

**PERFUSIONE:** studio del flusso ematico cerebrale

**SPETTROSCOPIA:** studio del metabolismo

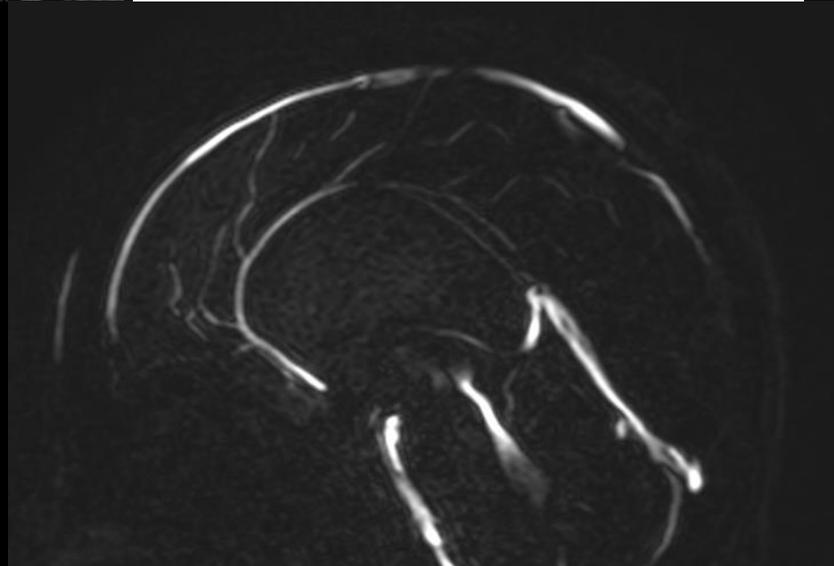
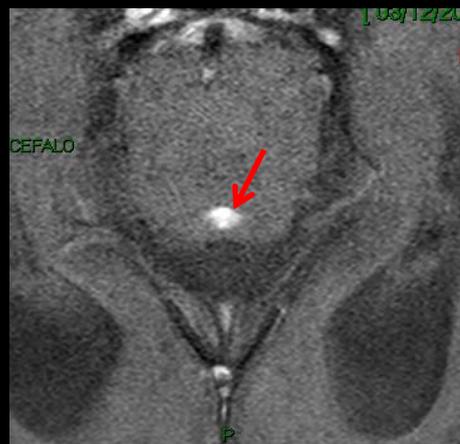
**TRATTOGRAFIA (DTI):** rappresentazione dei fasci di sostanza bianca

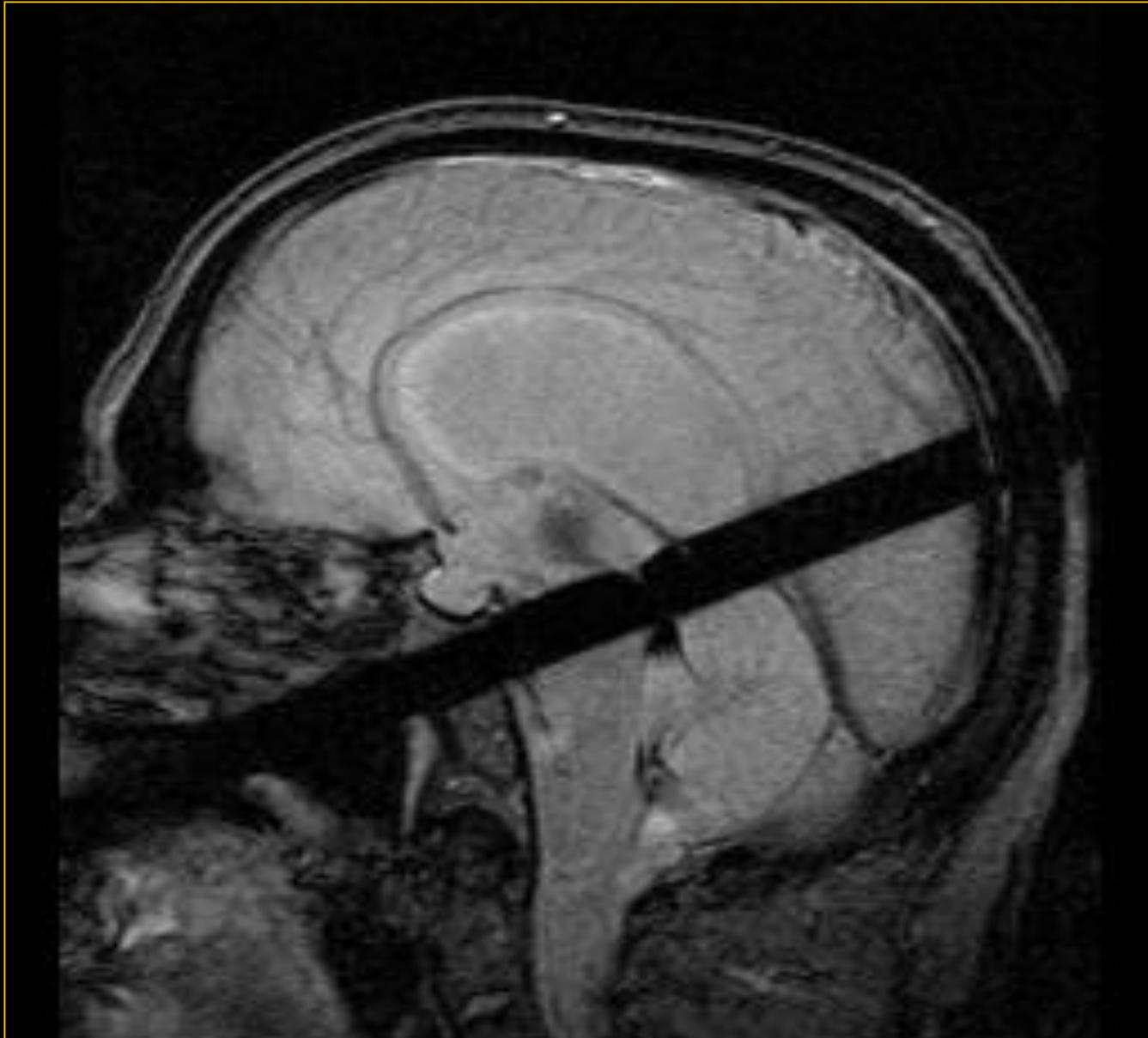
**RM FUNZIONALE:** studio dell'attivazione corticale



## DINAMICA LIQUORALE

Idrocefalo normoteso, Chiari, controlli di III ventricolostomia, idrocefalo ostruttivo...



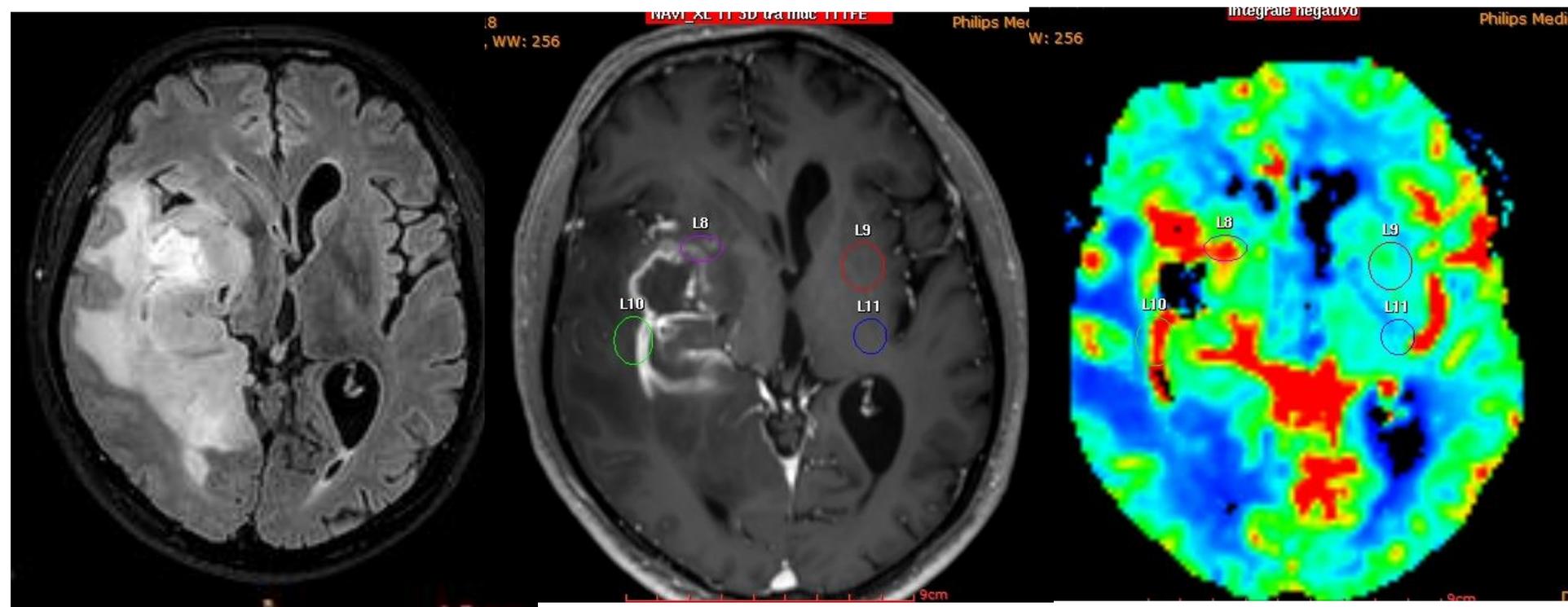


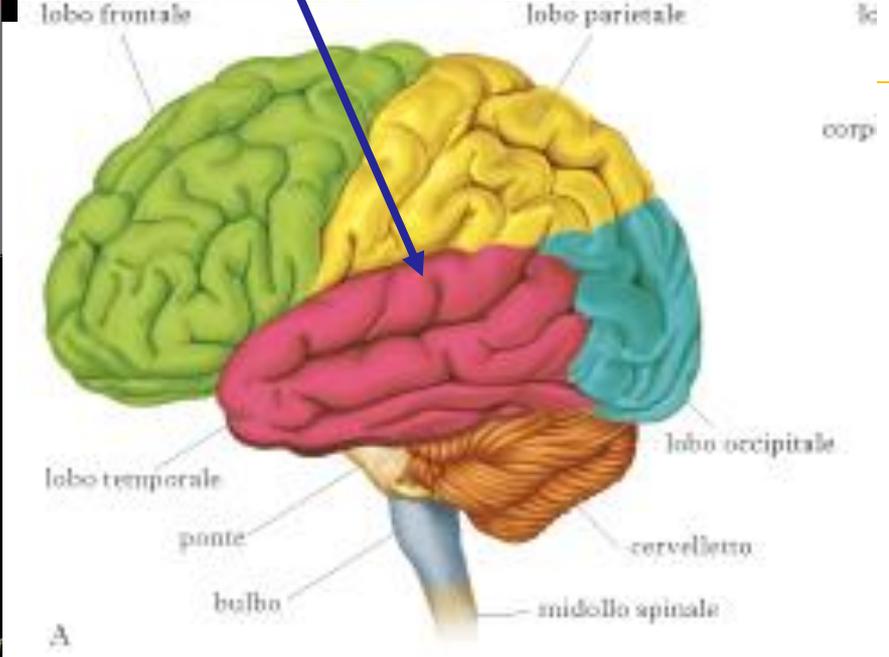
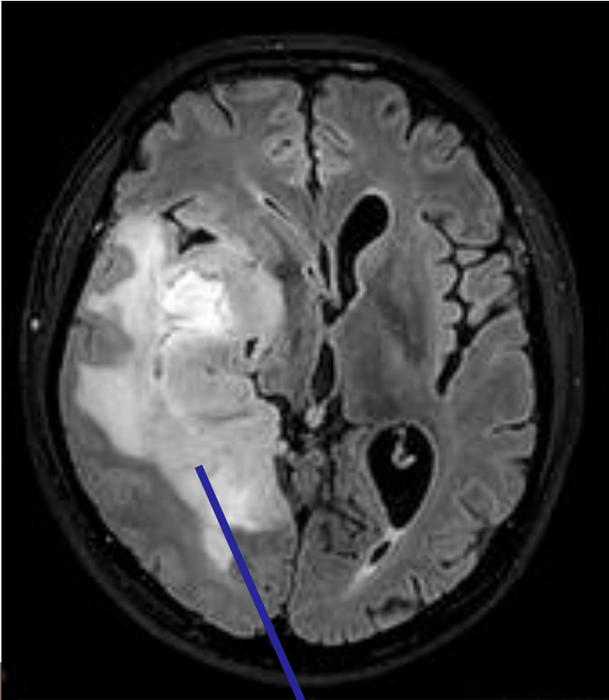
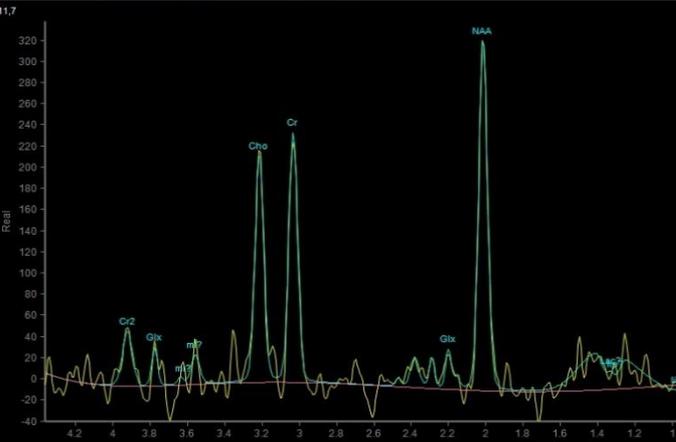
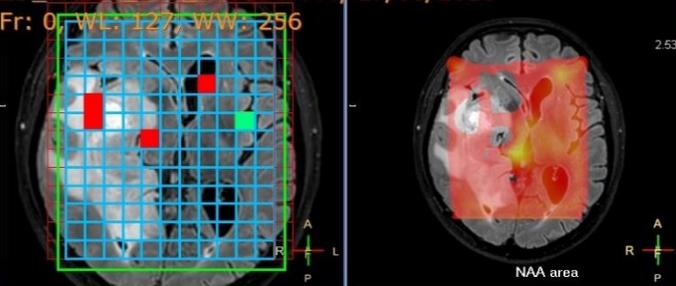
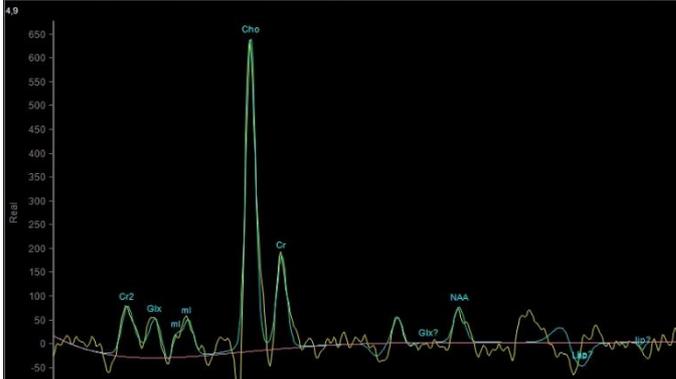
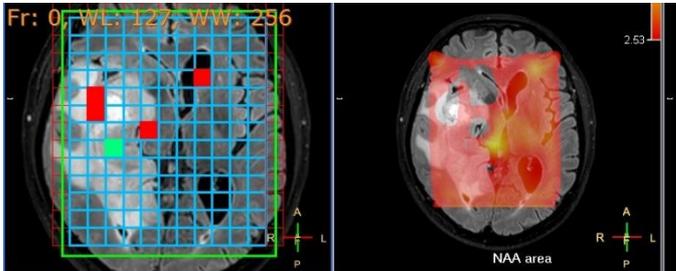
**Idrocefalo e accelerazione del flusso liquorale nell'acquedotto di Silvio.**

Nella diagnosi differenziale tra tumori di alto grado e lesioni espansive infiammatorie o di altra natura ha un ruolo **determinante la perfusione che permette di valutare la neoangiogenesi.**

La maggioranza delle tecniche di perfusione il mezzo di contrasto e.v. (Gadolinio) con caduta di segnale in T2 (DSCE) o aumento di segnale in T1 (DRCE)

Ci sono anche tecniche che non utilizzano mdc ev, ma la saturazione del sangue in una determinata arteria attraverso la magnetizzazione longitudinale (Arterial spin labeling-ASL)

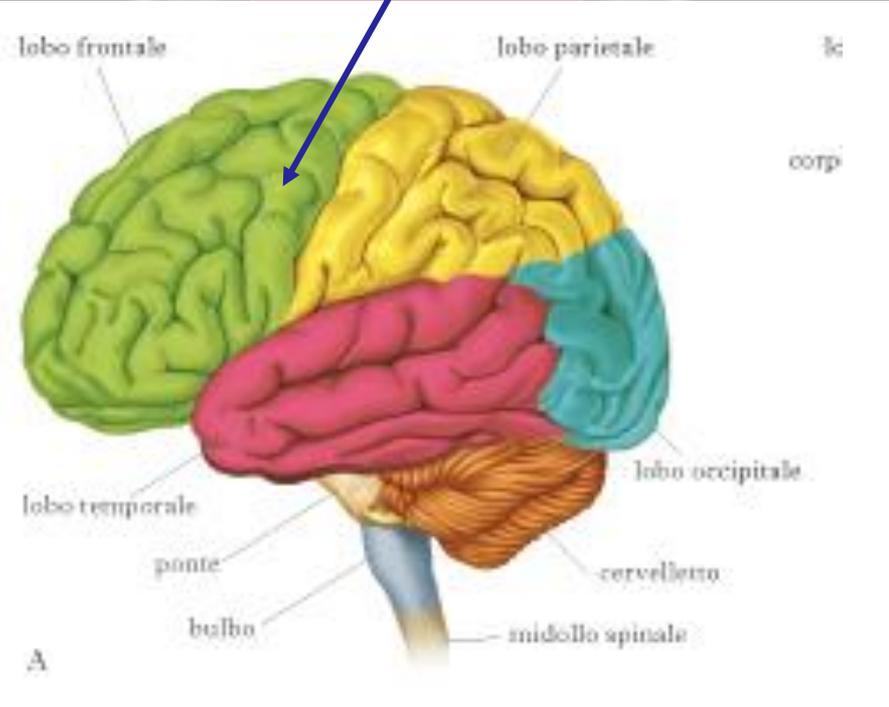
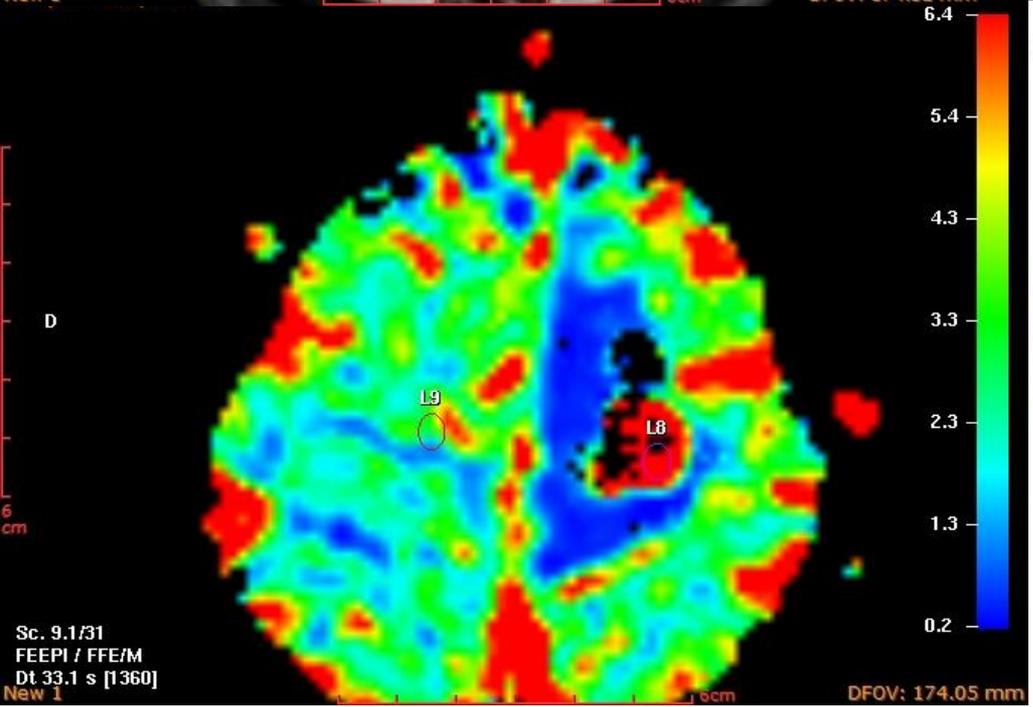
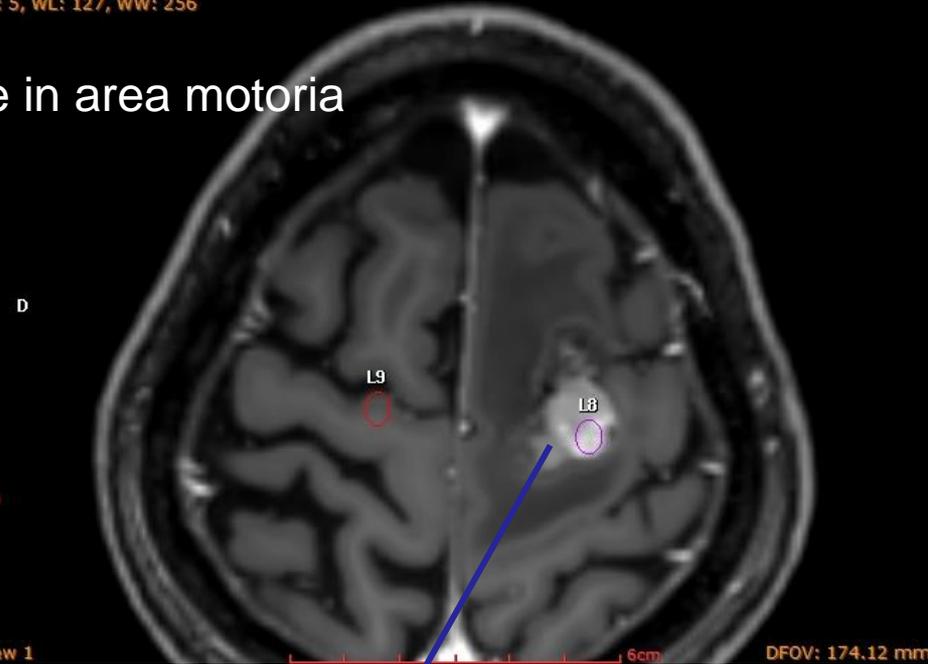
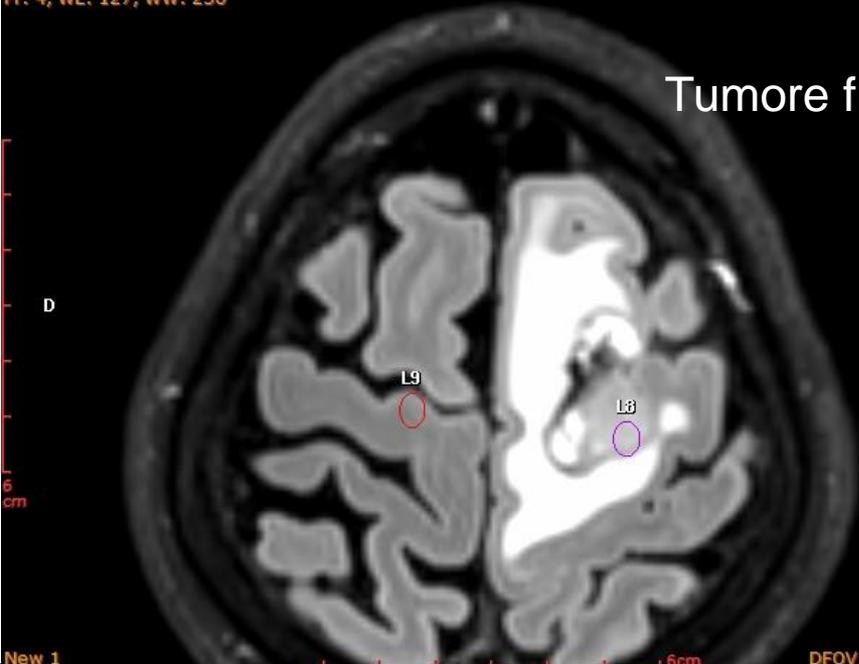




**SPETTROSCOPIA:**  
 PROFILO METABOLICO  
 DI UN VOLUME DI  
 TESSUTO

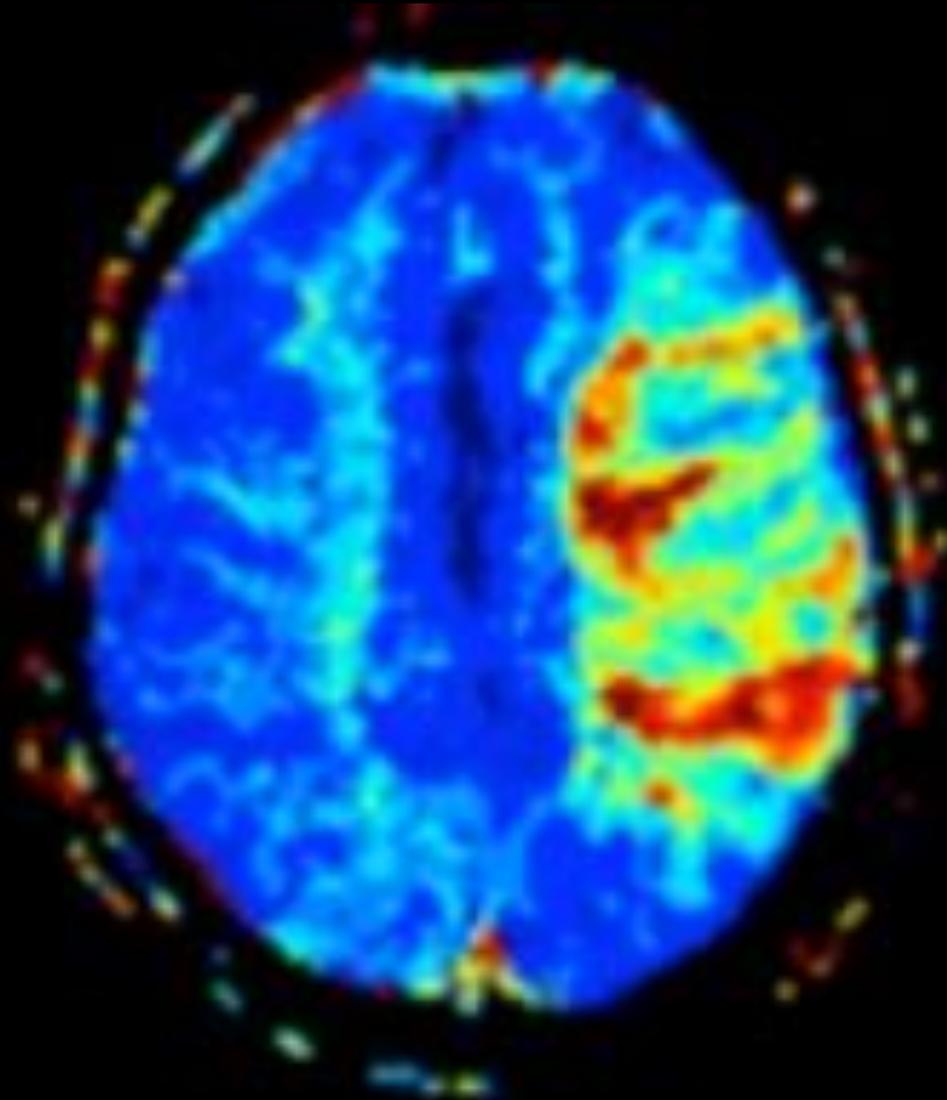
Nello studio dei tumori  
 di alto grado si osserva  
 un aumento di colina  
 per aumentata  
 proliferazione cellulare  
 e una riduzione del  
 NAA indice di una  
 riduzione delle cellule

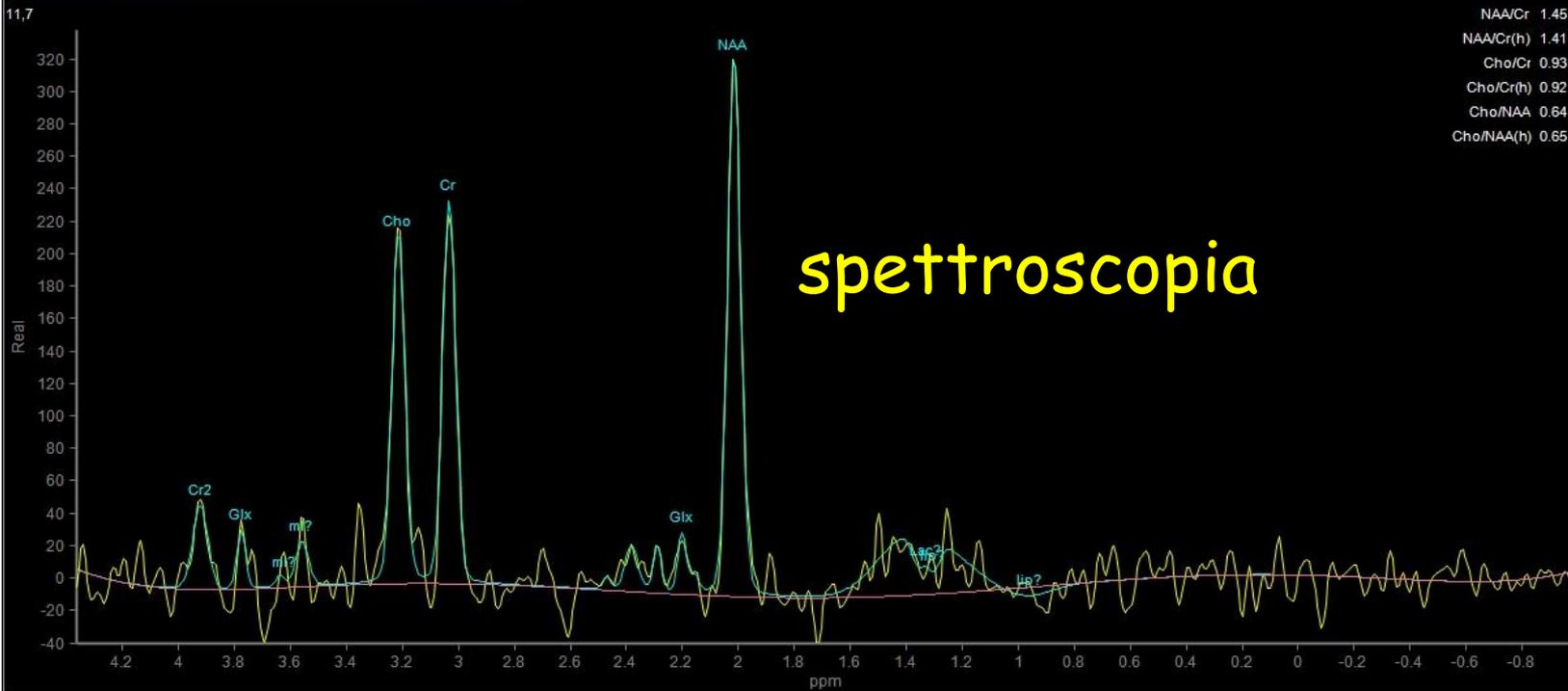
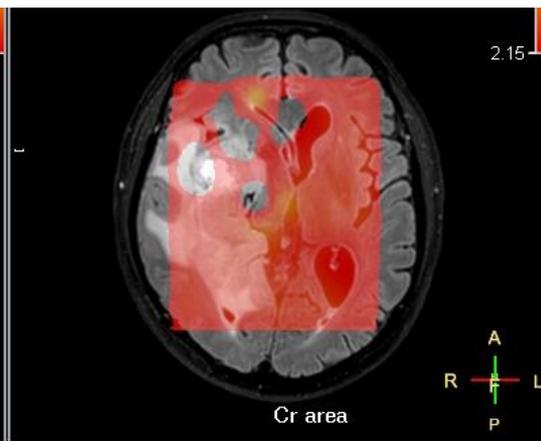
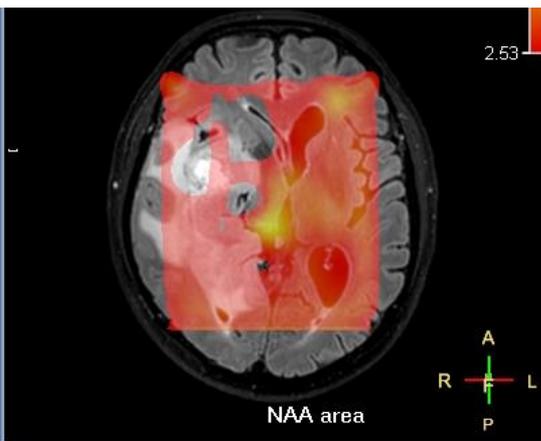
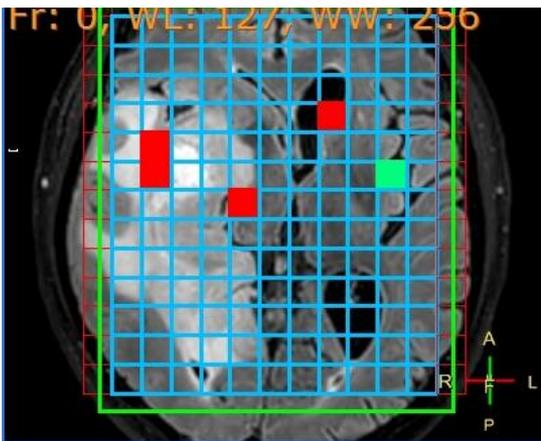
# Tumore frontale in area motoria



## MR Perfusion

**(PWI):** rallentamento del flusso ematico cerebrale in fase precoce per occlusione di arteria cerebrale media, prima che si renda visibile il danno anatomico ischemico



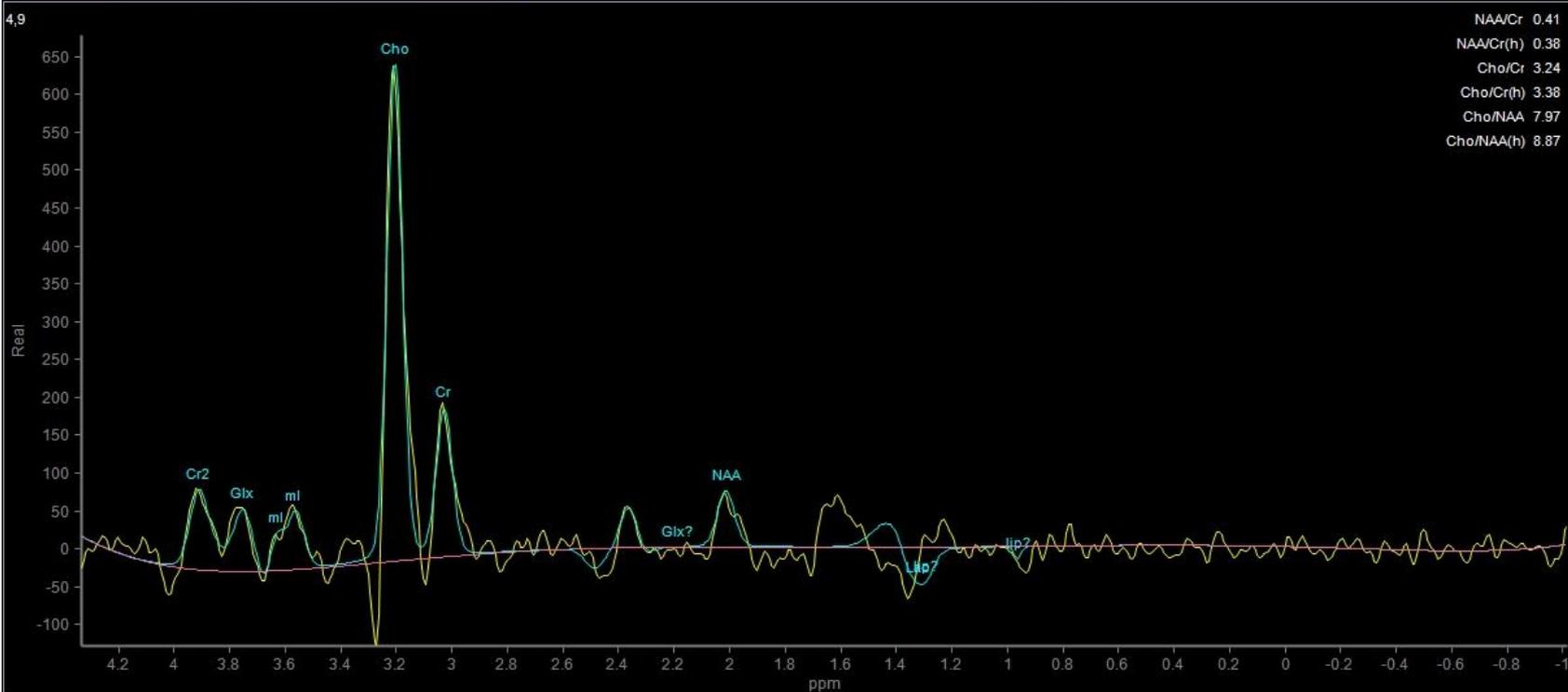
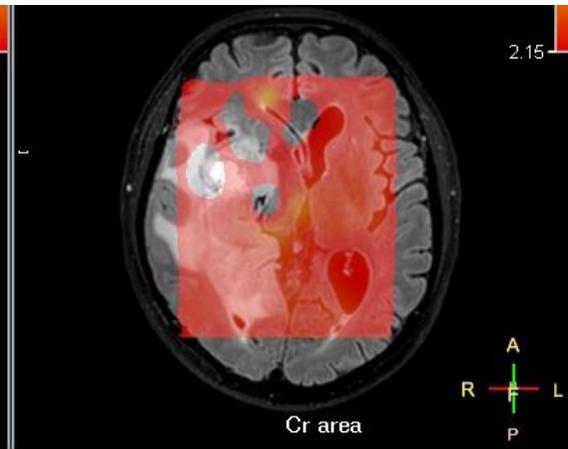
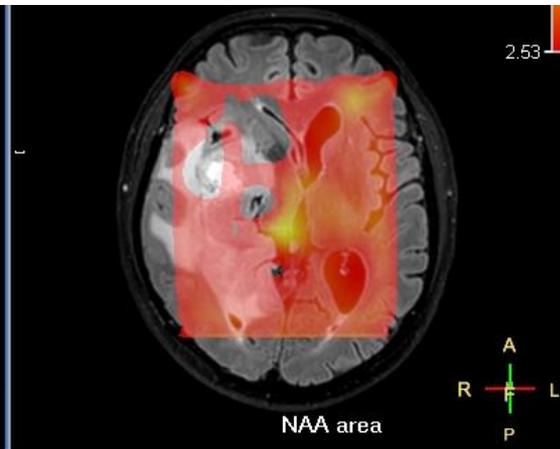
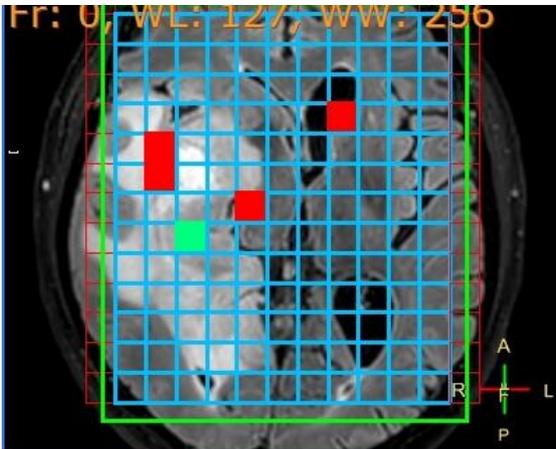


NAA/Cr 1.45  
 NAA/Cr(h) 1.41  
 Cho/Cr 0.93  
 Cho/Cr(h) 0.92  
 Cho/NAA 0.64  
 Cho/NAA(h) 0.65

Metab	Position	SNR	Width	Height	Ht/Cr	Area	Ar/Cr	Metab	Position	SNR	Width	Height	Ht/Cr	Area	Ar/Cr
NAA	2.015	19.4	0.055	332.5	1.412	20.5	1.447	Cr	3.034	13.7	0.054	235.5	1.000	14.2	1.000
Cho	3.214	12.6	0.054	216.0	0.918	13.2	0.930	m?	3.558?	1.6?	0.055?	27.5?	0.117?	1.7?	0.120?
m?	3.624?	0.0?	0.055?	-0.1?	0.000?	0.0?	0.000?	Cr2	3.922	3.0	0.065	51.9	0.220	3.7	0.265
Glx?	3.880?	-0.1?	0.036?	-1.8?	-0.008?	-0.1?	-0.005?	Glx	3.776	2.1	0.036	36.1	0.153	1.5	0.103
Glx?	3.638?	0.4?	0.036?	7.3?	0.031?	0.3?	0.021?	Glx?	2.469?	0.5?	0.036?	8.1?	0.034?	0.3?	0.023?
lip?	0.965?	-0.4?	0.188?	-6.3?	-0.021?	-9.3?	-0.093?	Lip?	1.330?	-7.2?	0.095?	-20.0?	-0.085?	-2.9?	-0.774?



Fr: 0, WL: 127, WW: 256

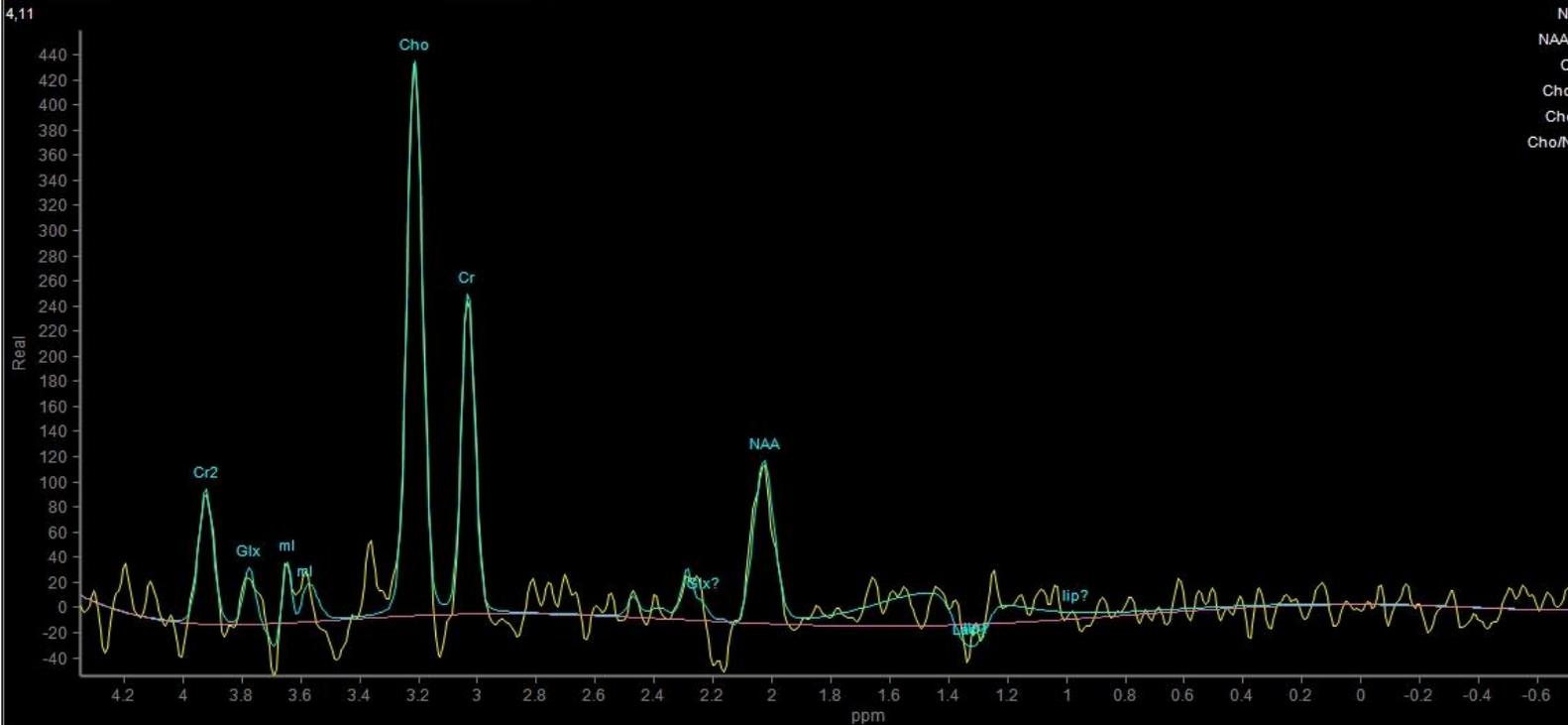
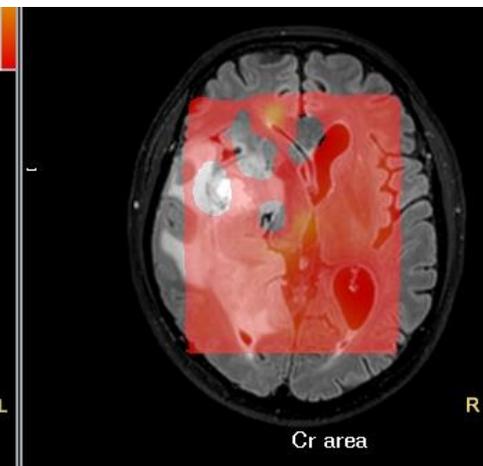
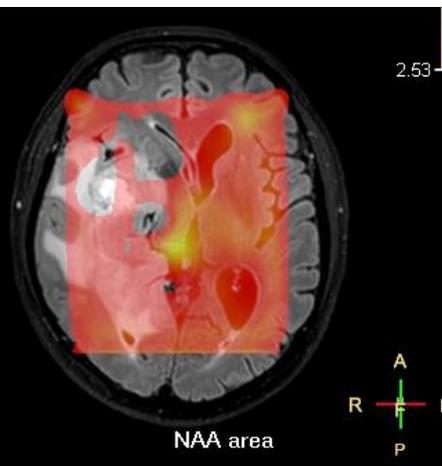
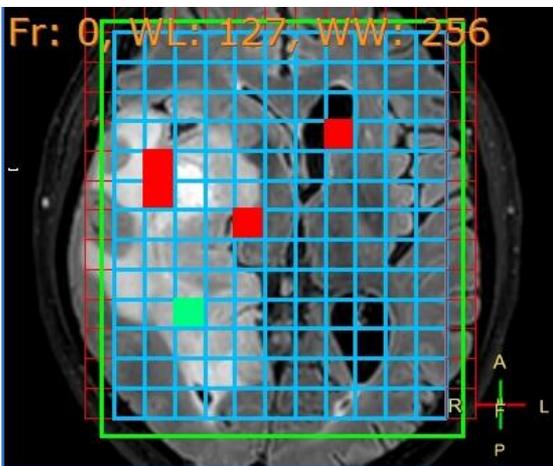


Spectro Results

Metab	Position	SNR	Width	Height	Ht/Cr	Area	Ar/Cr	Metab	Position	SNR	Width	Height	Ht/Cr	Area	Ar/Cr
NAA	2.014	4.1	0.072	74.3	0.381	6.0	0.407	Cr	3.028	10.8	0.067	195.2	1.000	14.7	1.000
Cho	3.205	36.6	0.065	659.5	3.379	47.8	3.244	ml	3.567	5.1	0.072	92.2	0.473	7.4	0.505
ml	3.630	14.1	0.072	254.7	1.305	20.5	1.394	Cr2	3.912	5.5	0.076	99.3	0.509	8.5	0.575
Glx?	2.200	0.085	0.085	23.0	0.085	0.085	0.455	Glx	3.752	4.5	0.085	80.7	0.414	7.7	0.521
Glx	3.630	-12.2	0.085	-219.1	-1.123	-20.8	-1.414	Glx?	2.4892	-1.52	0.0852	-26.72	-0.1372	-2.52	-0.1722

2D PRESS 144 150638.825

Fr: 0, WL: 127, WW: 256

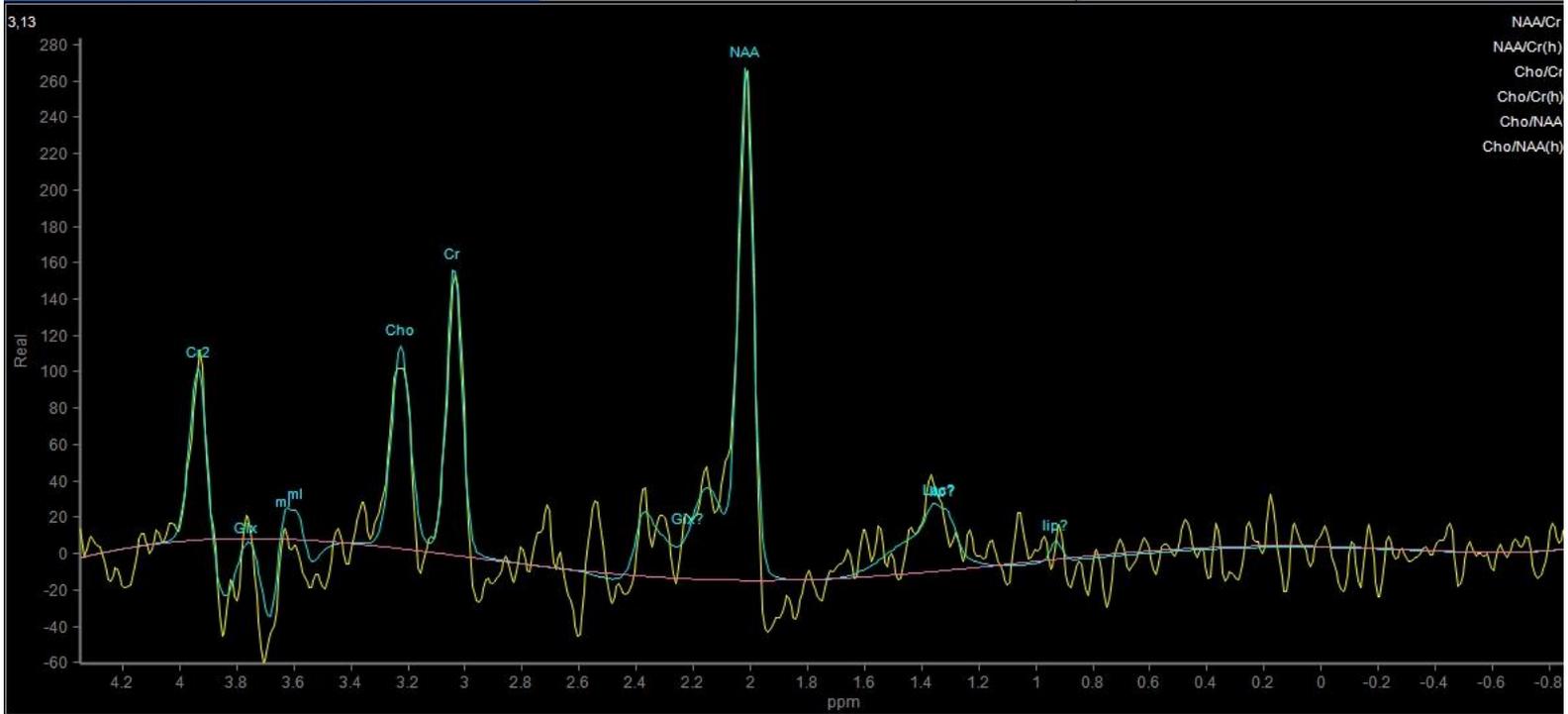
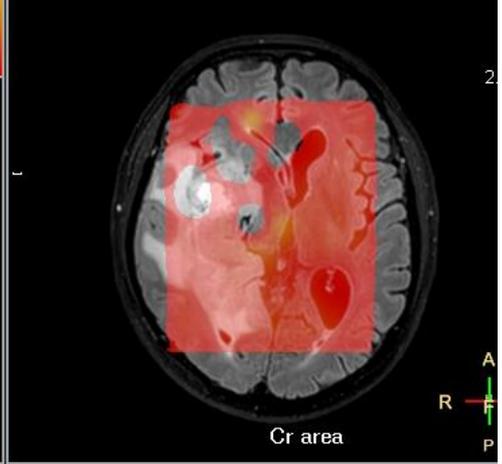
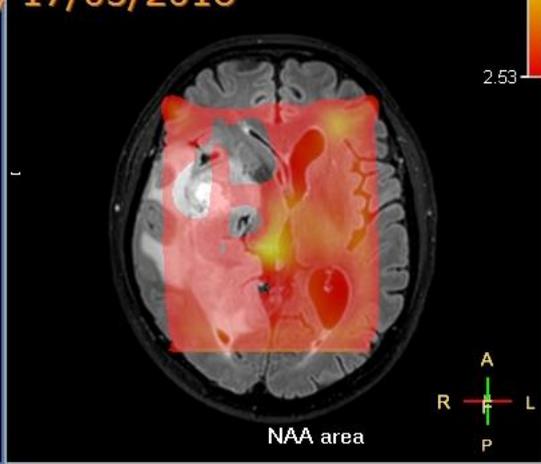
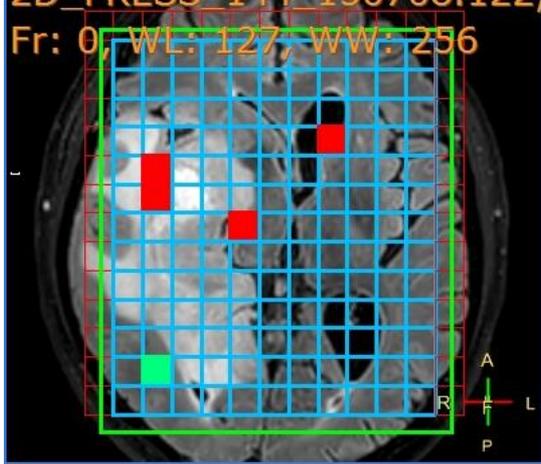


Spectro Results

Metab	Position	SNR	Width	Height	Ht/Cr	Area	Ar/Cr	Metab	Position	SNR	Width	Height	Ht/Cr	Area	Ar/Cr
NAA	2.027	7.2	0.080	128.2	0.503	11.4	0.766	Cr	3.032	14.3	0.052	254.7	1.000	14.9	1.000
Cho	3.213	24.9	0.061	444.4	1.745	30.4	2.033	ml	3.582	2.0	0.080	36.2	0.142	3.2	0.216
ml	3.649	-3.7	0.080	-65.3	-0.256	-5.8	-0.390	Cr2	3.922	6.0	0.058	107.3	0.421	6.9	0.464
Stx?	2.212	0.045	0.045	16.02	0.045	1.0	0.045	Glx	3.775	2.5	0.045	44.5	0.175	2.2	0.151
lip?	1.312	0.02	0.045	16.02	0.02	0.02	0.05	Cho	3.213	24.9	0.061	444.4	1.745	30.4	2.033

2D PRESS 144 150644 925

2D PRESS 144 150708122 17/05/2016  
Fr: 0, WL: 127, WW: 256



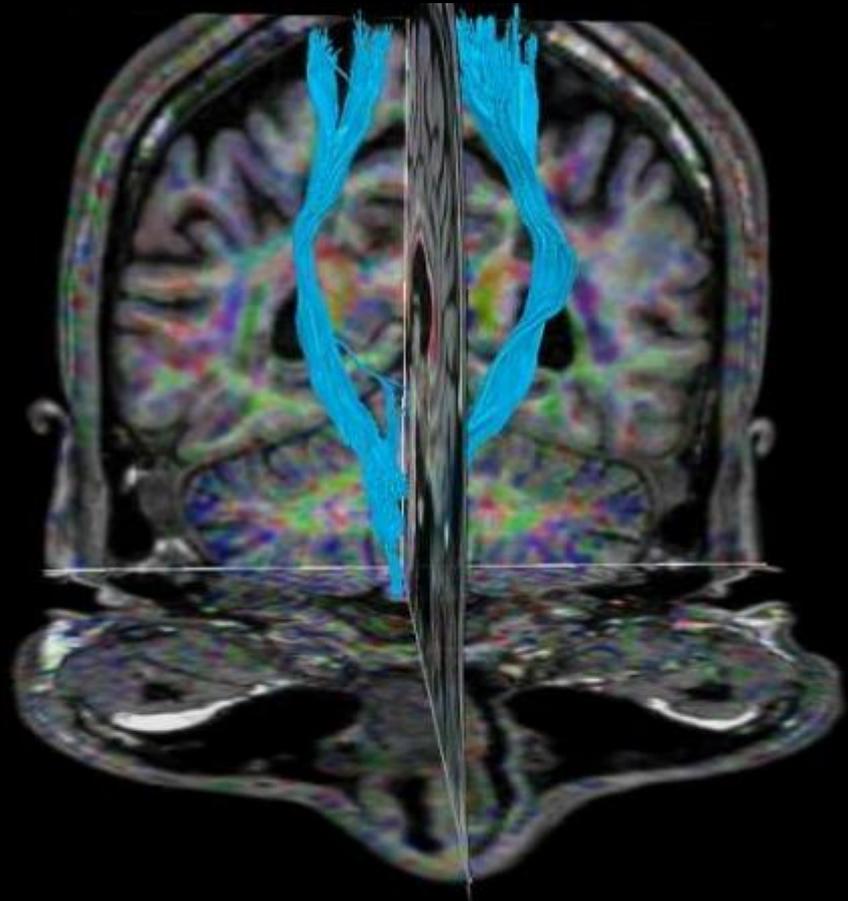
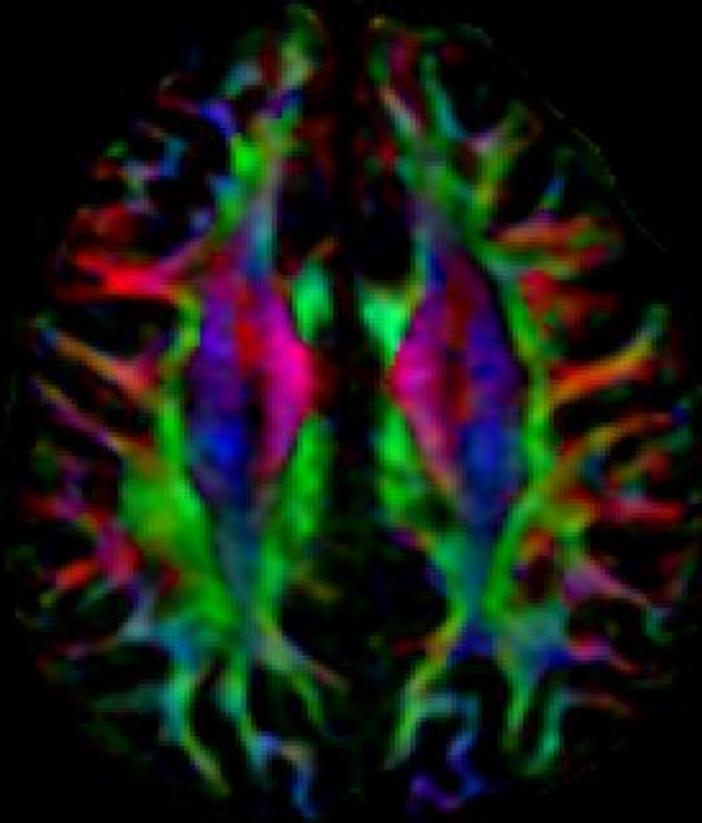
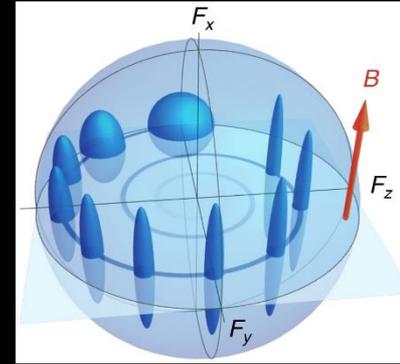
**Spectro Results**

Metab	Position	SNR	Width	Height	Ht/Cr	Area	Ar/Cr	Metab	Position	SNR	Width	Height	Ht/Cr	Area	Ar/Cr
NAA	2.017	15.3	0.062	279.0	1.766	19.2	1.740	Cr	3.038	8.6	0.062	158.0	1.000	11.0	1.000
Cho	3.226	6.1	0.076	110.8	0.701	9.4	0.855	ml	3.589	3.4	0.062	61.4	0.388	4.2	0.383
ml	3.637	5.0	0.062	91.9	0.582	6.3	0.573	Cr2	3.933	5.7	0.074	105.1	0.685	8.7	0.783
Glx	3.769	2.5	0.144	44.8	0.284	7.2	0.653	Glx?	2.4667	-0.22	0.1442	-4.02	-0.0252	-0.67	-0.0582

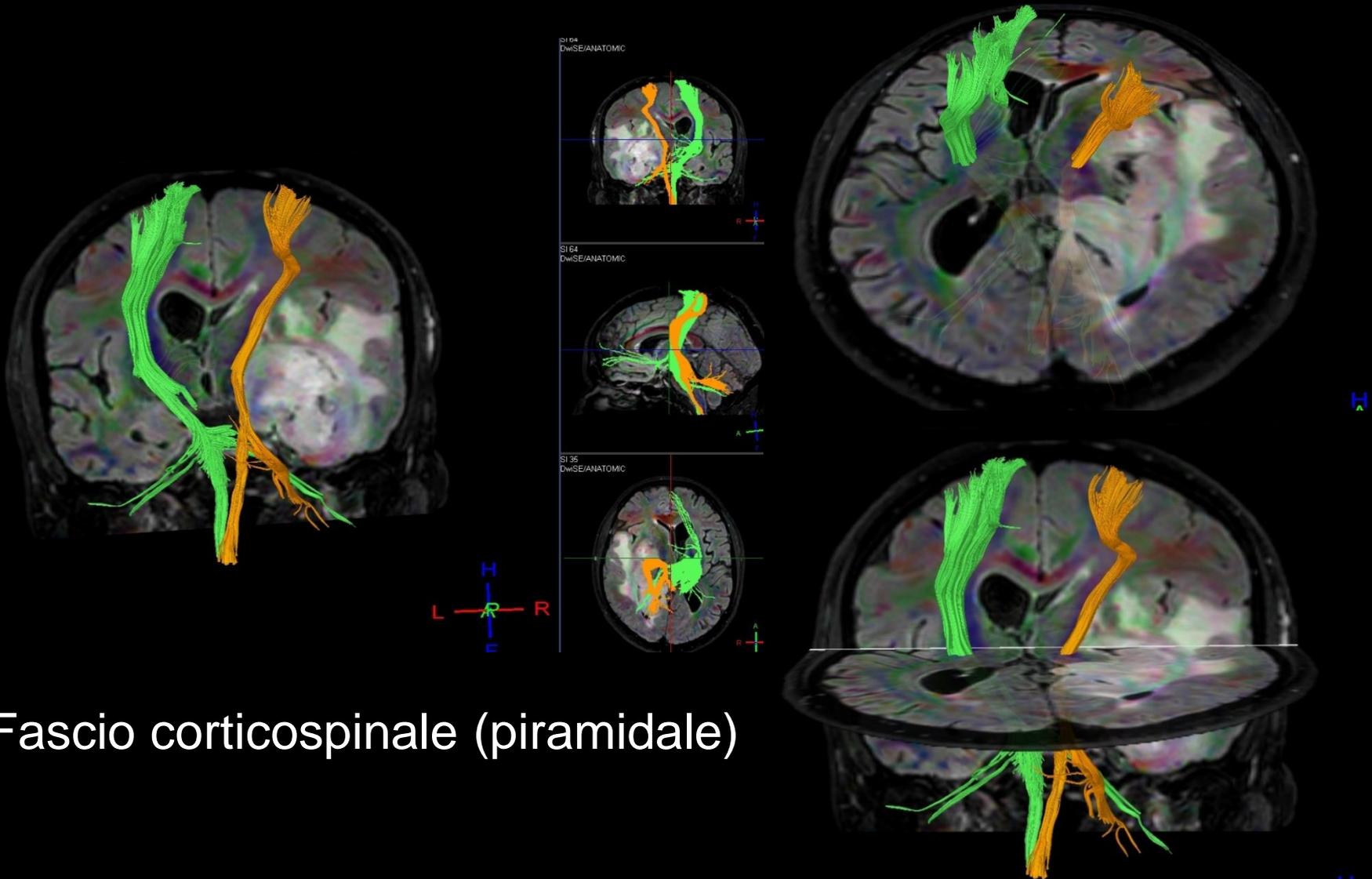
2D PRESS 144 150708122

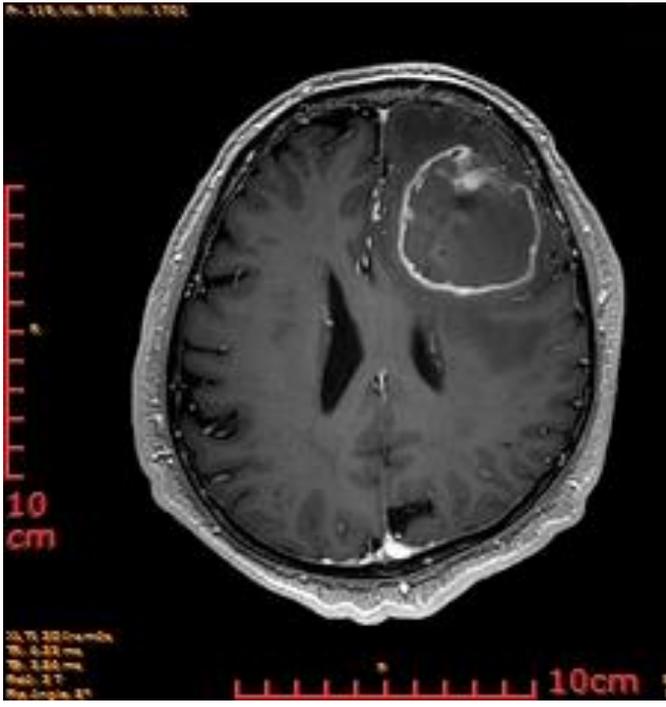
# MR TRATTOGRAFIA

Ricostruzione dei fasci di sostanza bianca con tensore di diffusione (DTI)



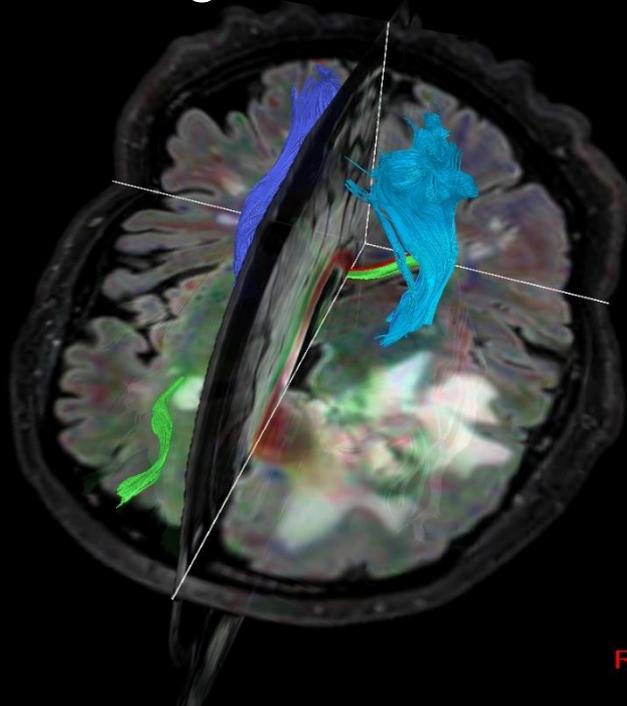
# DTI: TRATTOGRAFIA: planning chirurgico



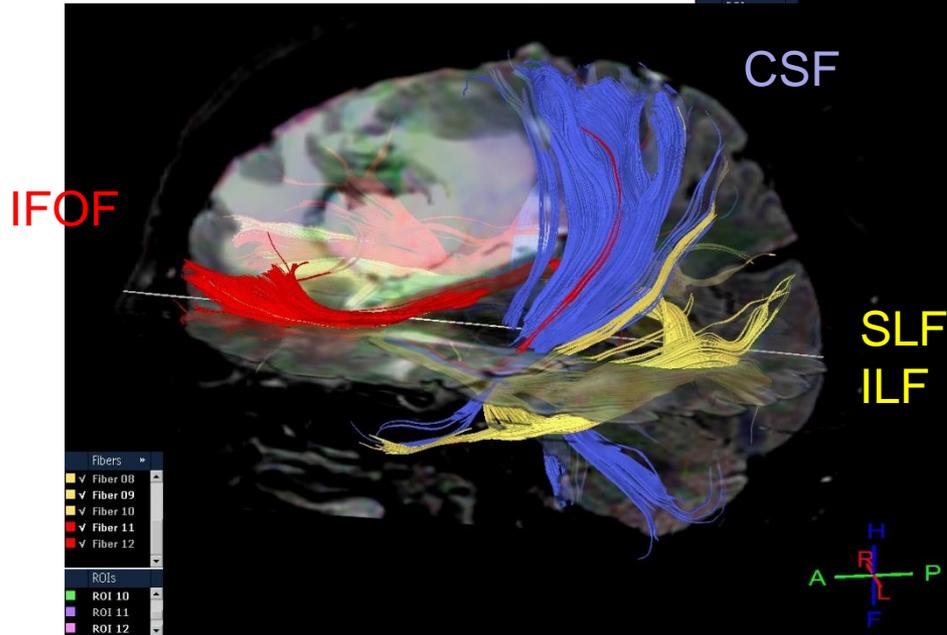
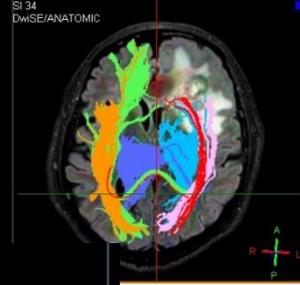
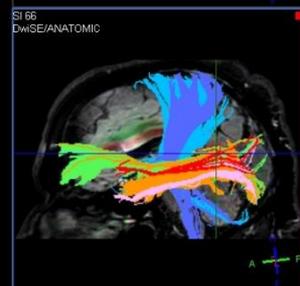
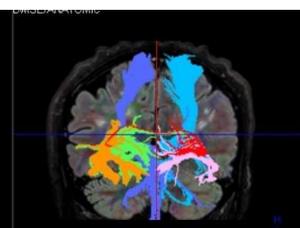


Opacity: 90  
Threshold B0: 85

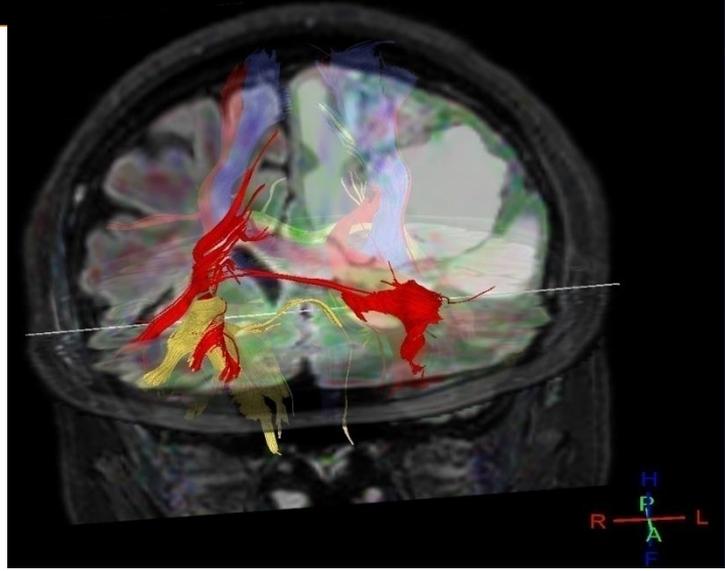
# trattografia

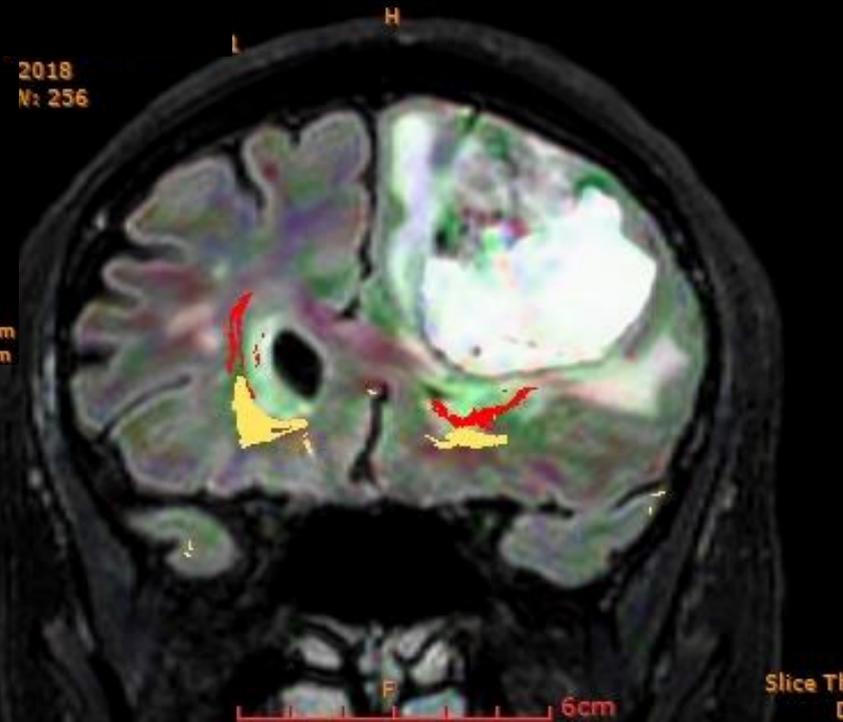
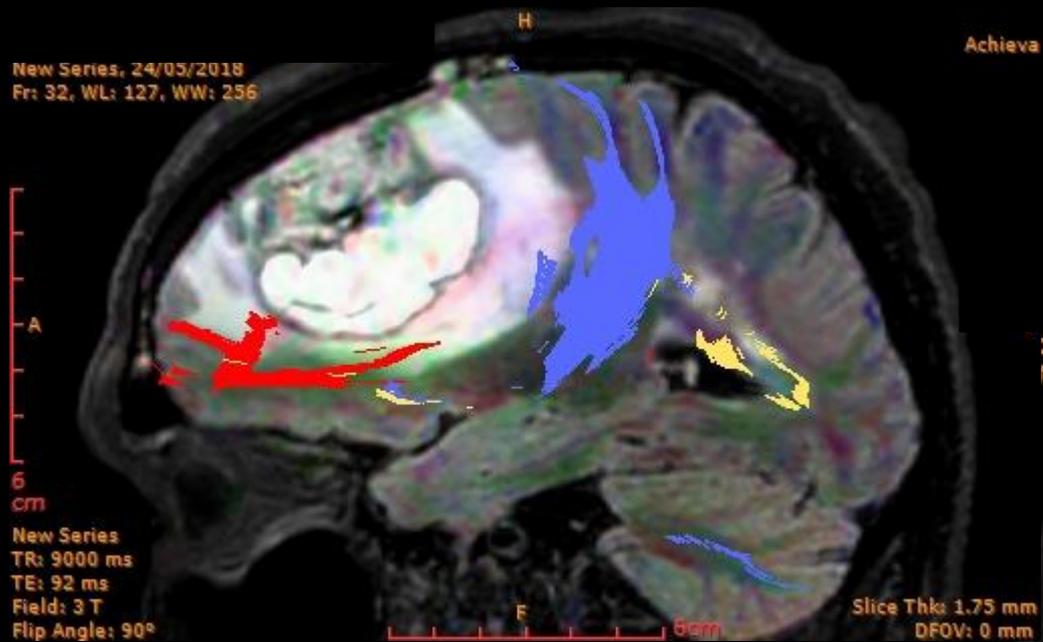


- Fibers
- ✓ Fiber 01
- ✓ Fiber 02
- ✓ Fiber 03
- ✓ Fiber 04
- ✓ Fiber 05
- ✓ Fiber 06



- Fibers
  - ✓ Fiber 08
  - ✓ Fiber 09
  - ✓ Fiber 10
  - ✓ Fiber 11
  - ✓ Fiber 12
- ROIs
  - ROI 10
  - ROI 11
  - ROI 12

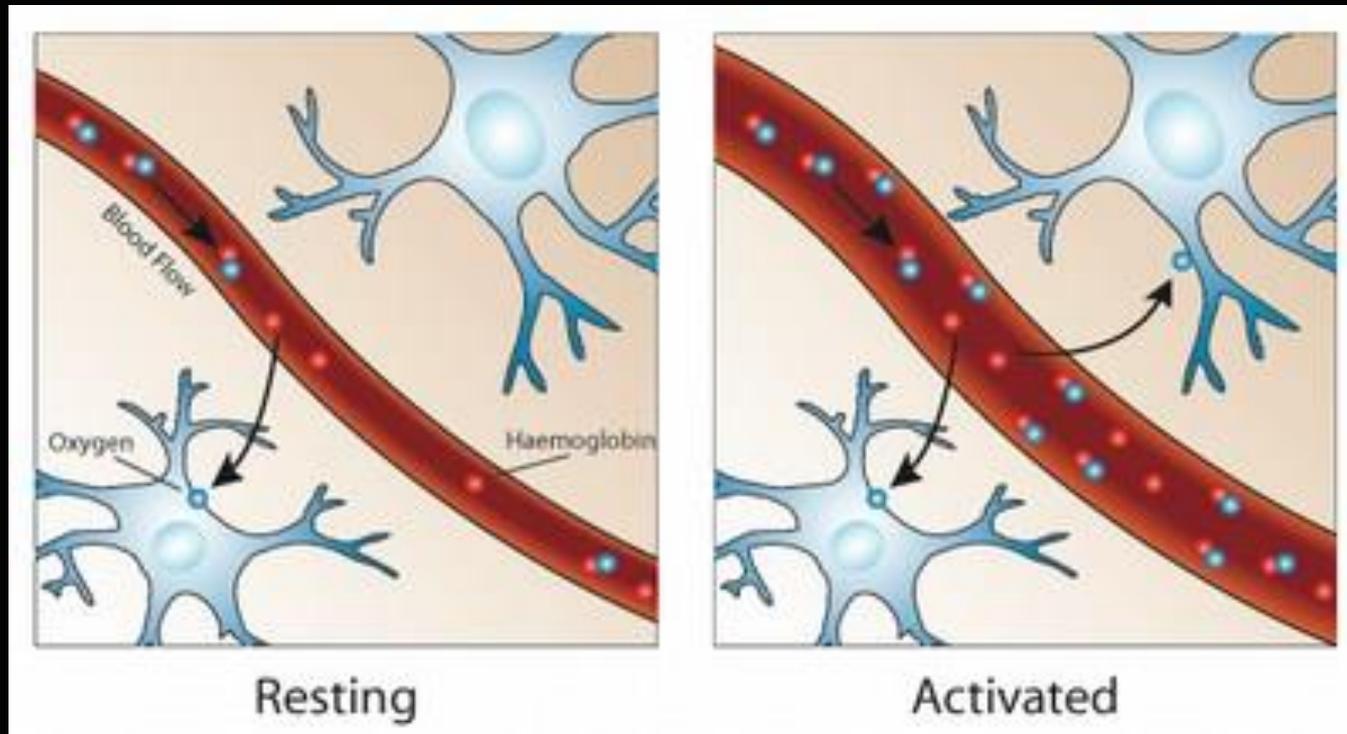




- Fascio corticospinale (piramidale) ■
- Fascicolo fronto-occipitale inferiore (IFOF) ■
- Fascicolo longitudinale inferiore, superiore (ILF, SLF) ■
- Fascicolo arcuato (AF)
- Fascicolo uncinato (UF)

# Risonanza funzionale (RM-f)

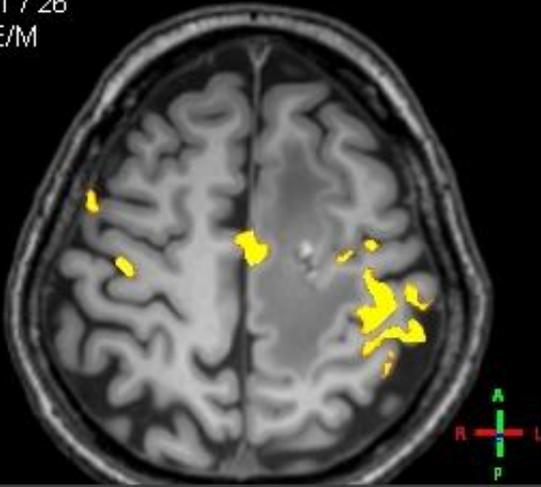
Utilizza il segnale **BOLD** (Blood Oxygen Level Dependent) determinato dalla modificazione dell'ossigenazione dell'emoglobina nell'area cerebrale attivata dalla ripetizione di un particolare stimolo. Aumenta l'ossi-emoglobina e diminuisce la desossi-emoglobina nella regione attivata dallo stimolo (task) con aumento di segnale rispetto alle aree silenziose vicine



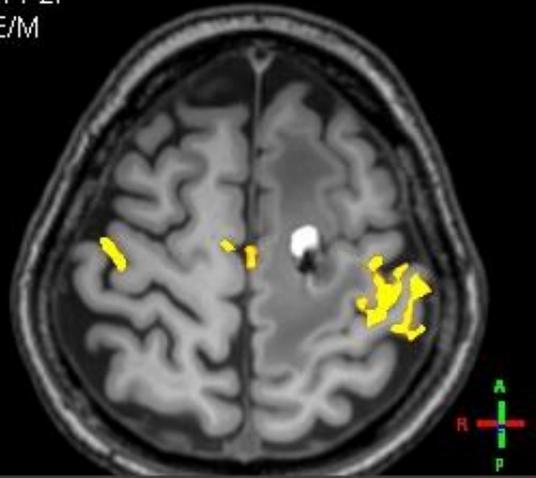
# Lesione in area motoria sinistra

# RM funzionale motoria mano destra

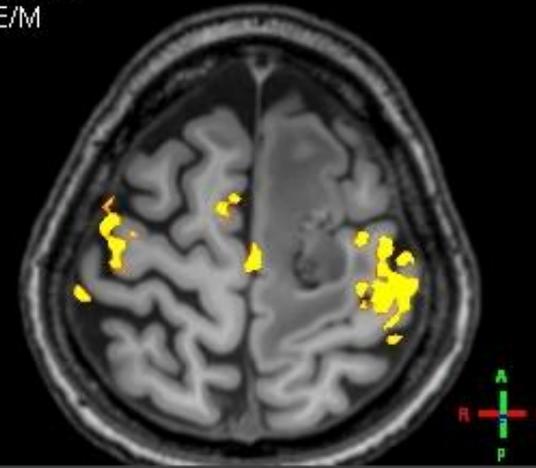
5, 1 / 26  
TFE/M



Sc 5, 1 / 27  
T1TFE/M



Sc 5, 1 / 28  
T1TFE/M



10

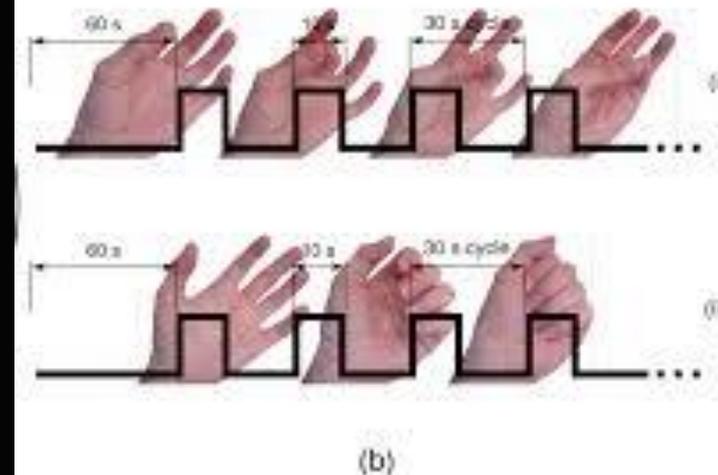
20

30

40

## Task: FINGER TAPPING

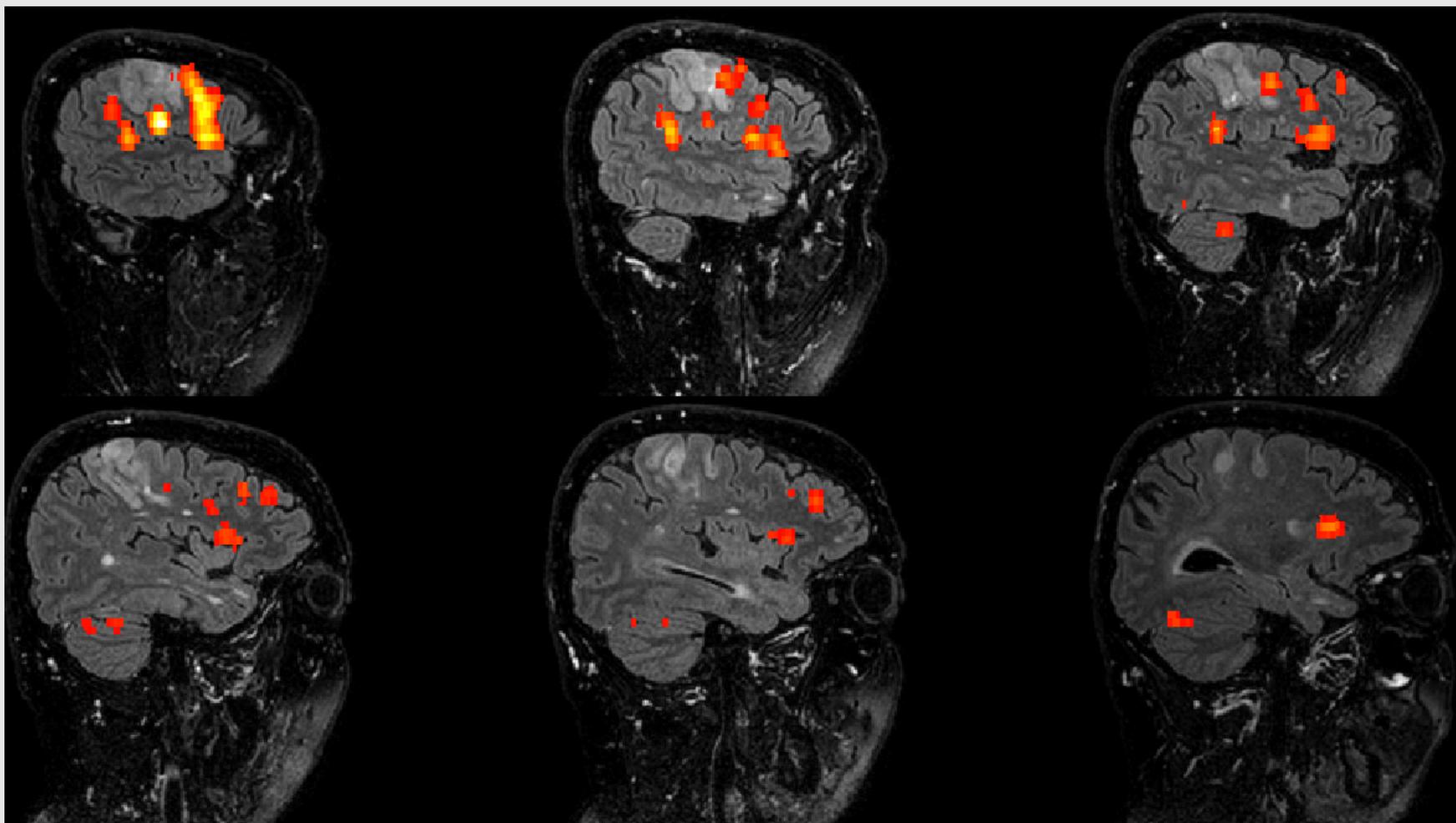
E' utilizzata per lo studio di neurofisiologia e ha permesso un grande arricchimento nelle conoscenze del cervello (aree motorie, del linguaggio, memoria, empatia...)



# RM funzionale linguaggio:

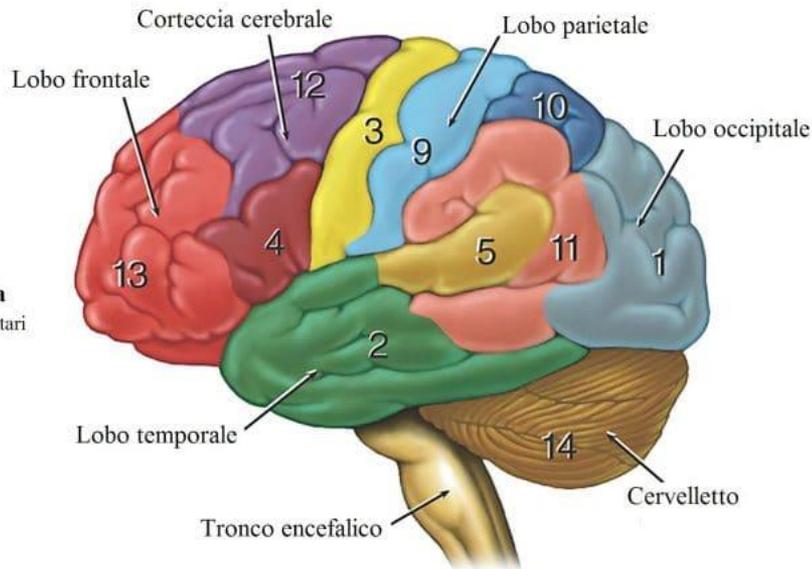
TASK: recitazione mentale  
dell'alfabeto

A B C D E  
F G H I J K  
L M N O P  
Q R S T U  
V W X Y Z

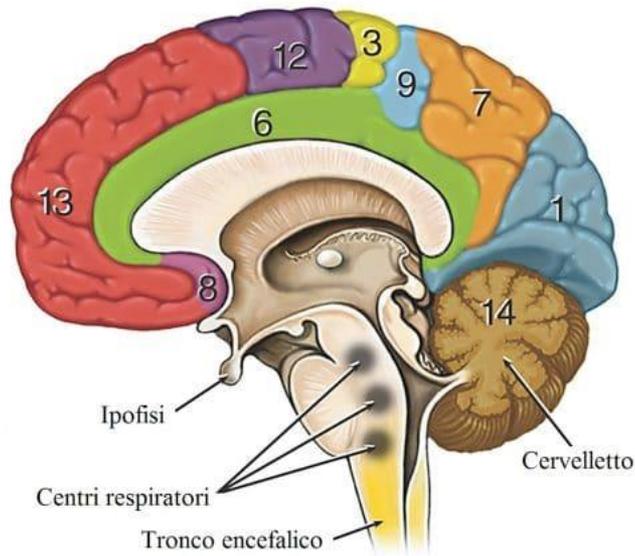


## Aree funzionali della corteccia cerebrale

- 1 **Area visiva**  
Vista  
Riconoscimento e percezione dell'immagine
- 2 **Lobo temporale**  
Memoria a breve termine  
Equilibrio  
Emozioni
- 3 **Corteccia motoria primaria**  
Esecuzione dei movimenti volontari
- 4 **Area di Broca**  
Produzione del linguaggio
- 5 **Corteccia uditiva**  
Udito
- 6 **Corteccia cingolata**  
Dolore  
Reazione di "attacco-fuga"
- 7 **Area associativa sensoriale**
- 8 **Corteccia olfattiva**  
Odore
- 9 **Corteccia somatosensoriale primaria**  
Sensibilità dalla pelle e dai muscoli
- 10 **Corteccia associativa somatosensoriale**  
Riconoscimento degli oggetti
- 11 **Area di Wernicke**  
Comprensione del linguaggio
- 12 **Corteccia premotoria**  
Orientamento e movimenti oculari
- 13 **Funzioni mentali superiori**  
Concentrazione  
Pianificazione  
Giudizio e inibizione  
Espressione emotiva  
Creatività



Vista laterale



Vista sagittale

## Aree funzionali del cervelletto

- 14 **Funzioni motorie**  
Coordinazione dei movimenti  
Equilibrio  
Postura

# MR-f

Modalità di studio più usata in neurofisiologia e ha permesso uno straordinario progresso nella conoscenza del cervello:

**Motorio:** ideazione, programmazione ed esecuzione

**Linguaggio:** comprensione, ideazione, espressione, lettura, scrittura

**Visivo:** riconoscimento oggetti, forme, colori, significato, lettura

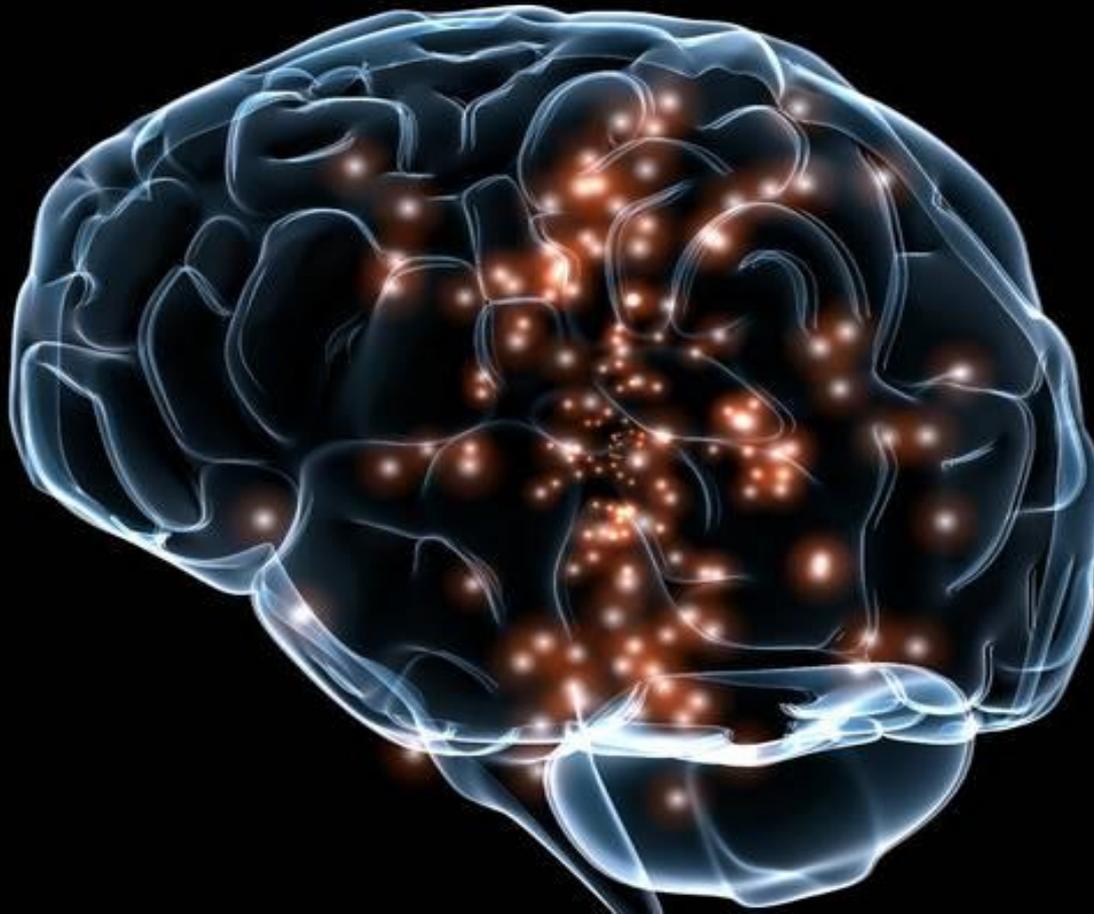
**Attenzione:** sistema fronto-parietale dorsale bilaterale e ventrale destro: identificazione degli stimoli e risposta comportamentale

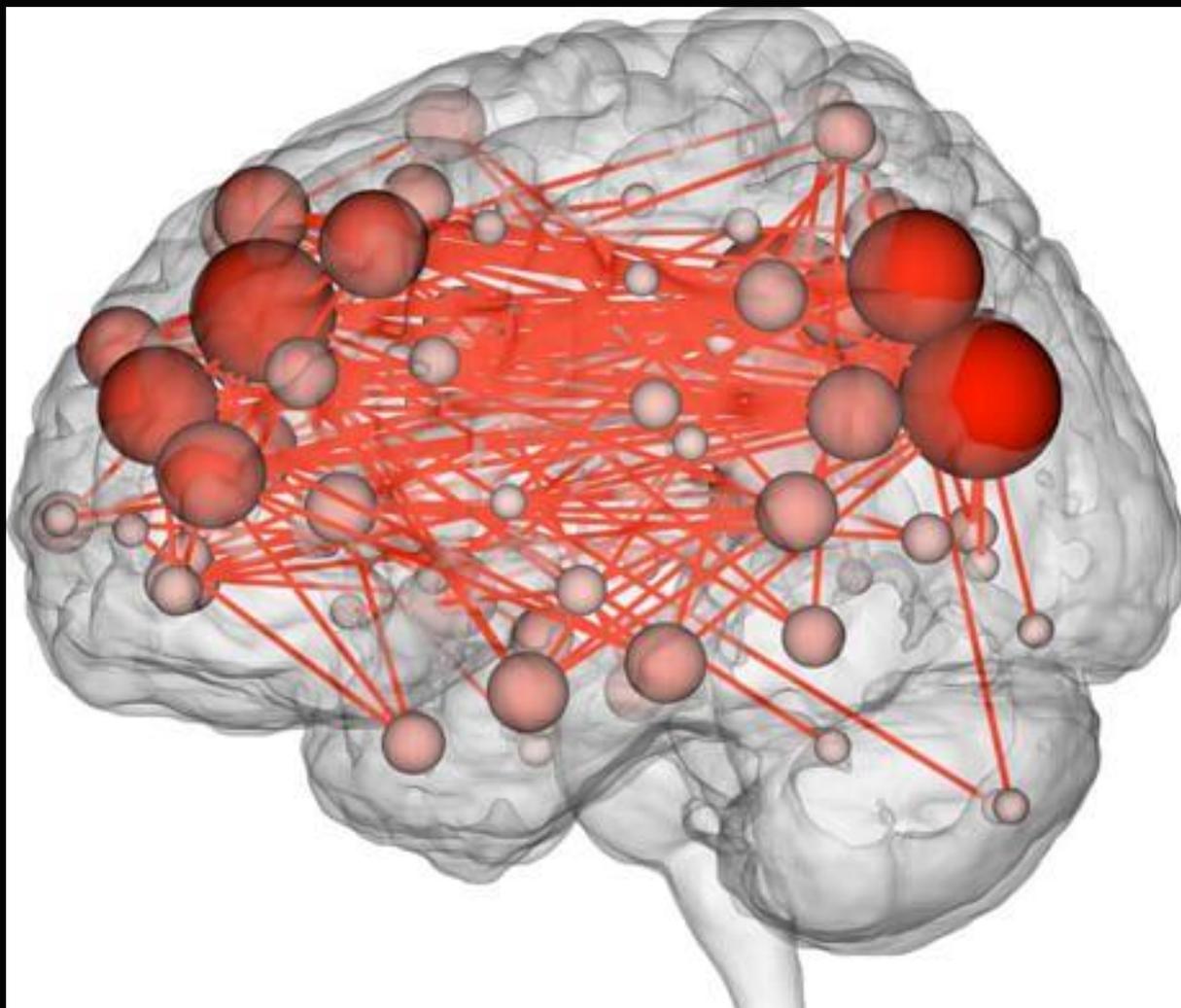
**Memoria:** sistema limbico, ippocampo, amigdala( componente emozionale)



Le aree corticali attivate con la medesima fluttuazione temporale sono connesse tra loro

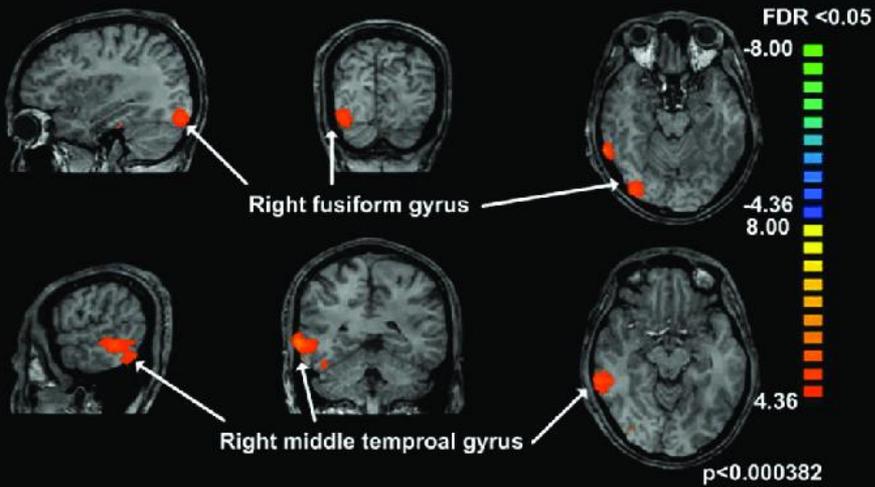
# Connettività funzionale



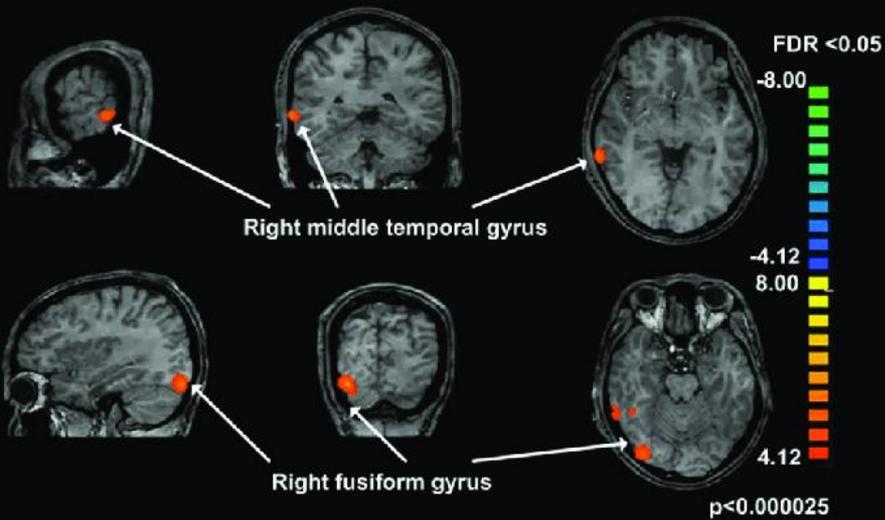


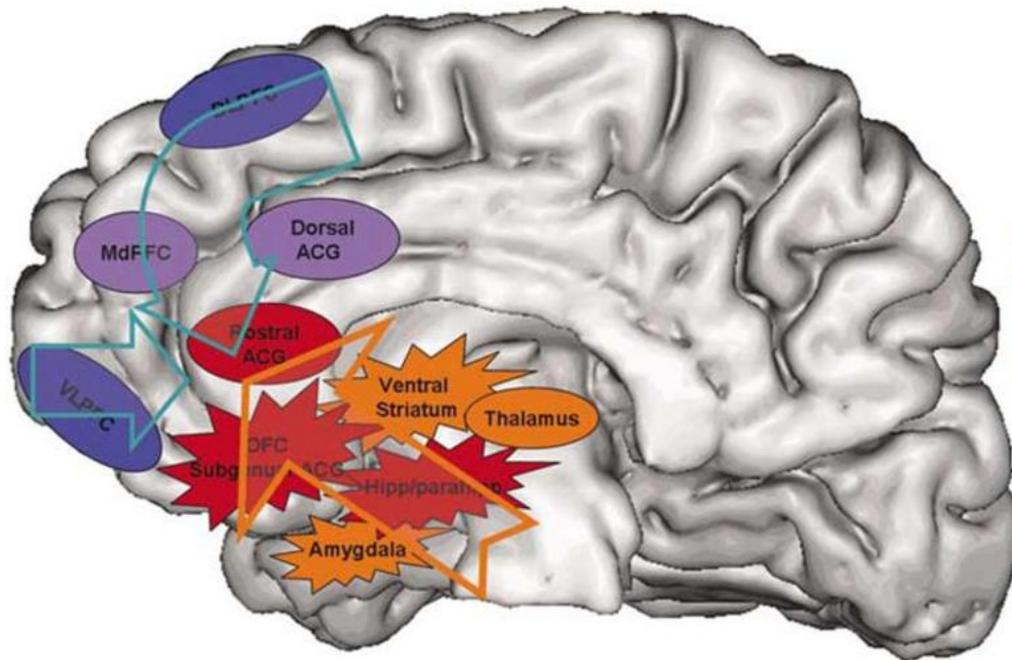
# Studio delle emozioni

## Emotional Words (ASD > HC)



## Emoticons (ASD < HC)

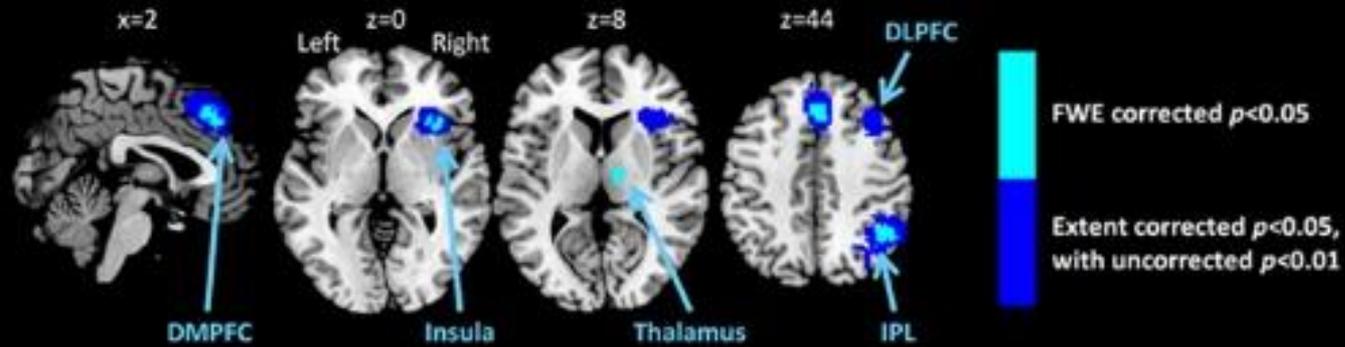




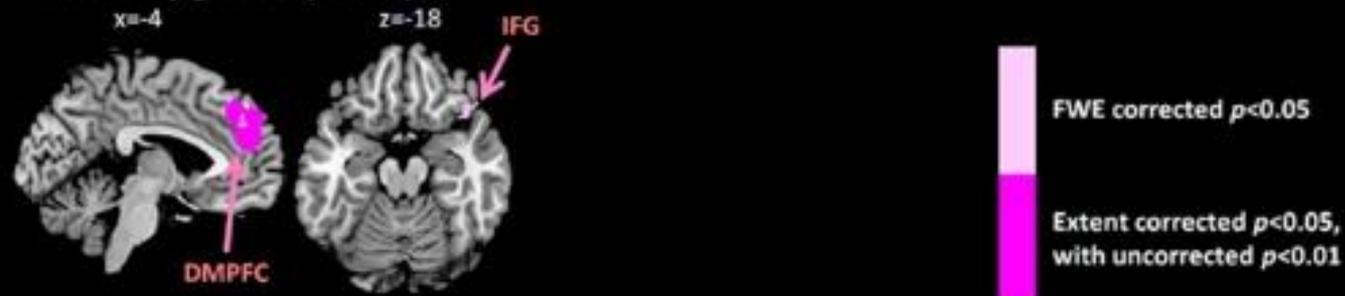
**Orienting/Emotion Identification**  
**Automatic Emotion Regulation**  
**Voluntary Emotion Regulation**  
**Regions Implicated in Both Automatic  
And Voluntary Emotion Regulation**

Controllo volontario

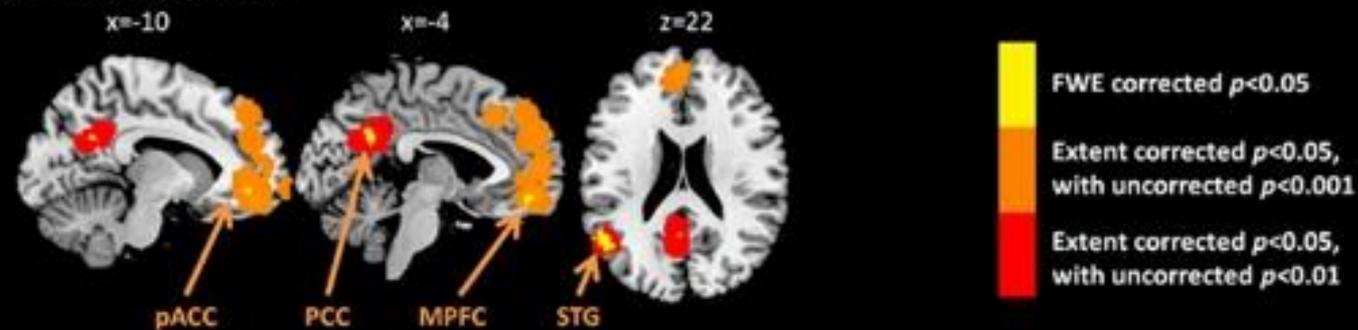
### A Externally guided (Uncertainty)



### B Externally guided (Social)

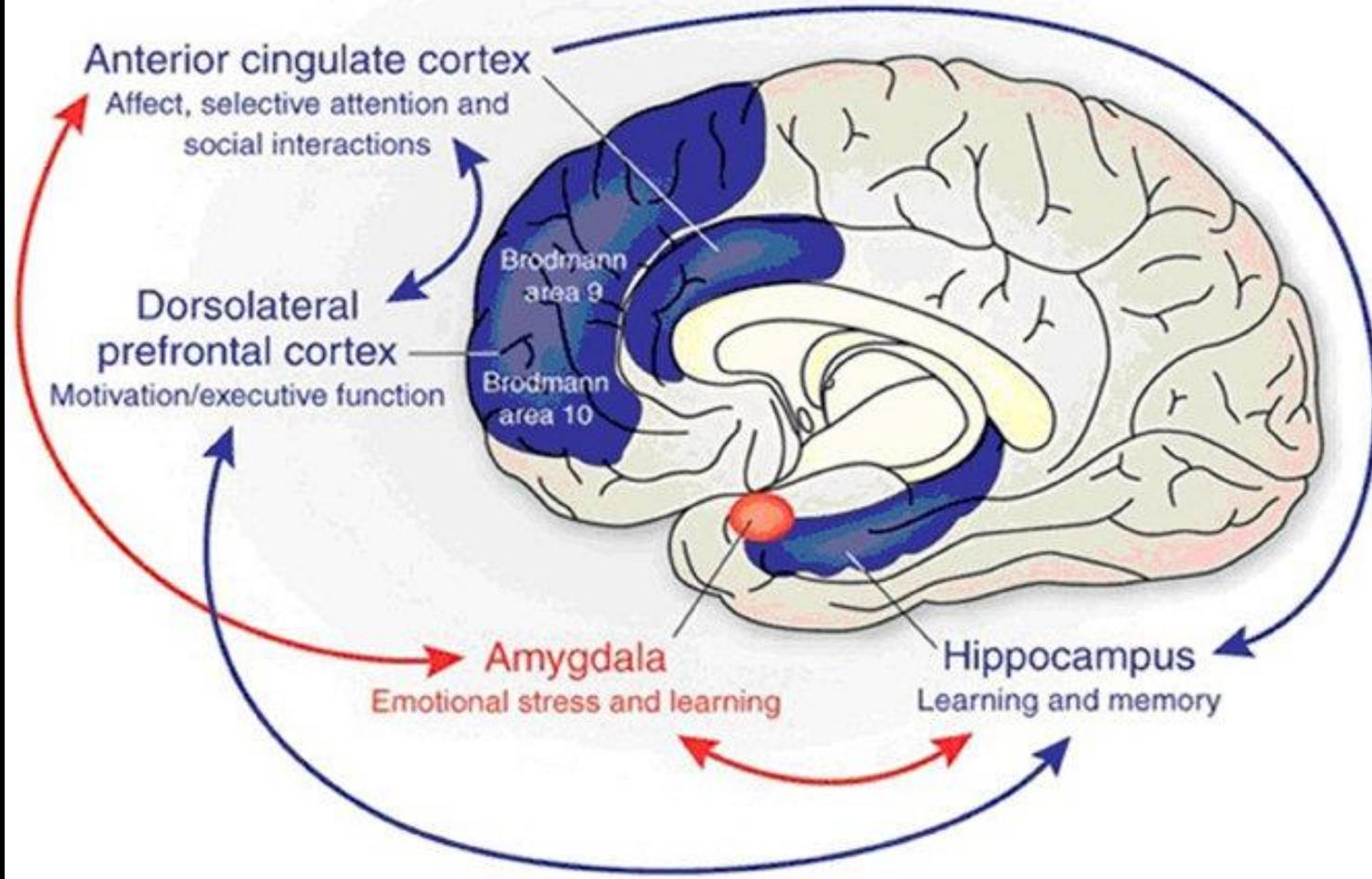


### C Internally guided

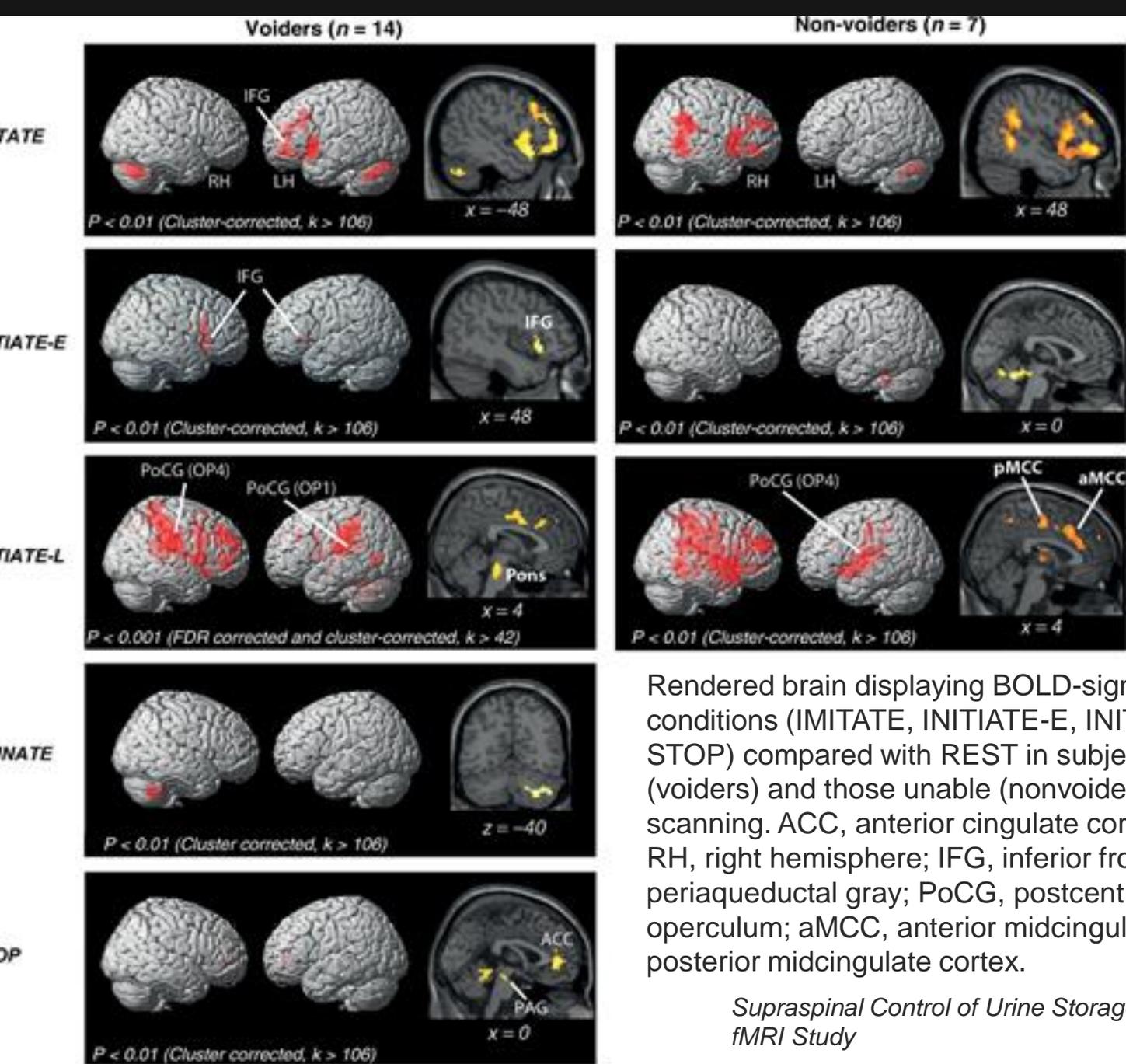


Capacità decisionale

## The corticolimbic system



Empatia e controllo del comportamento



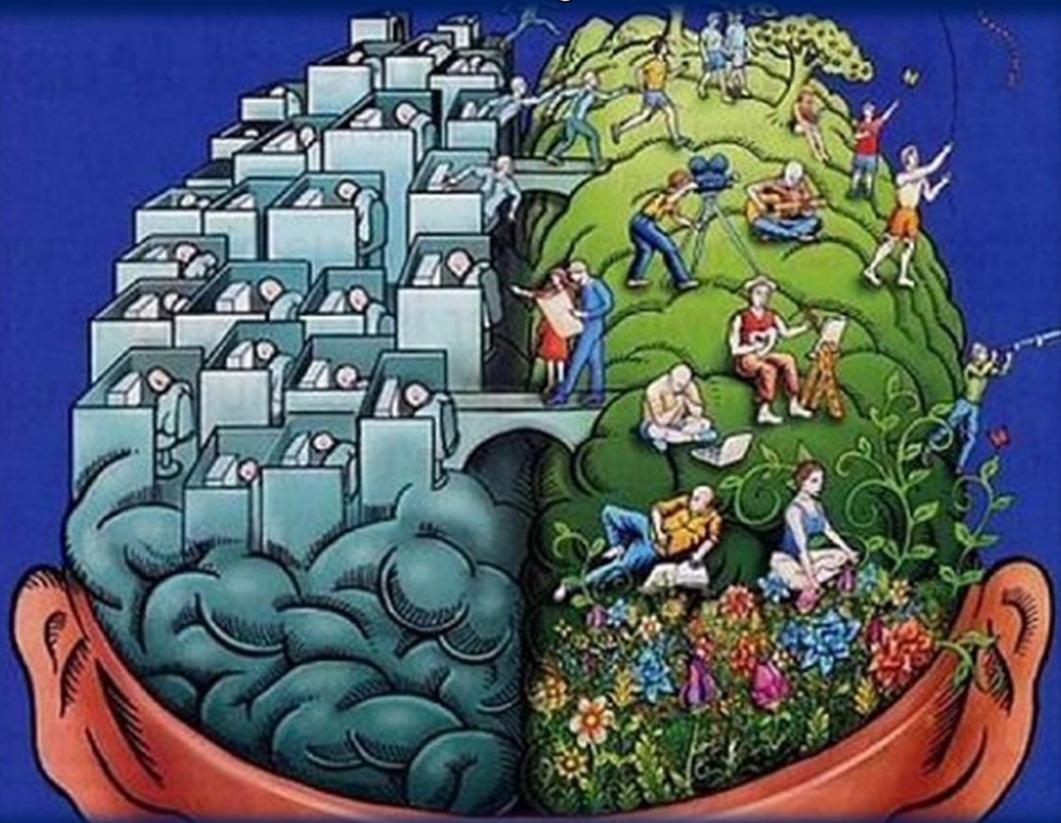
Rendered brain displaying BOLD-signal peaks during different conditions (IMITATE, INITIATE-E, INITIATE-L, URINATE, and STOP) compared with REST in subjects who were able (voiders) and those unable (nonvoiders) to void during scanning. ACC, anterior cingulate cortex; LH, left hemisphere; RH, right hemisphere; IFG, inferior frontal gyrus; PAG, periaqueductal gray; PoCG, postcentral gyrus; OP, parietal operculum; aMCC, anterior midcingulate cortex; pMCC, posterior midcingulate cortex.

*Supraspinal Control of Urine Storage and Micturition in Men—An fMRI Study*

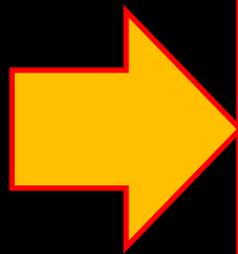
## Studio del cervello

RM funzionale e connettività

Neuropsicologia, funzioni cognitive,  
emotive, comportamentali, relazionali del  
pensiero...



# Relazione tra il «mondo interno» e l'ambiente esterno



Io sono io il mio cervello?

Io sono io la mia memoria?

Io sono in relazione agli altri?

Dalla scoperta della radioattività nasce la

## MEDICINA NUCLEARE

Per la diagnosi e il trattamento di alcune malattie utilizzando piccole quantità di radiofarmaci (radioattivi)



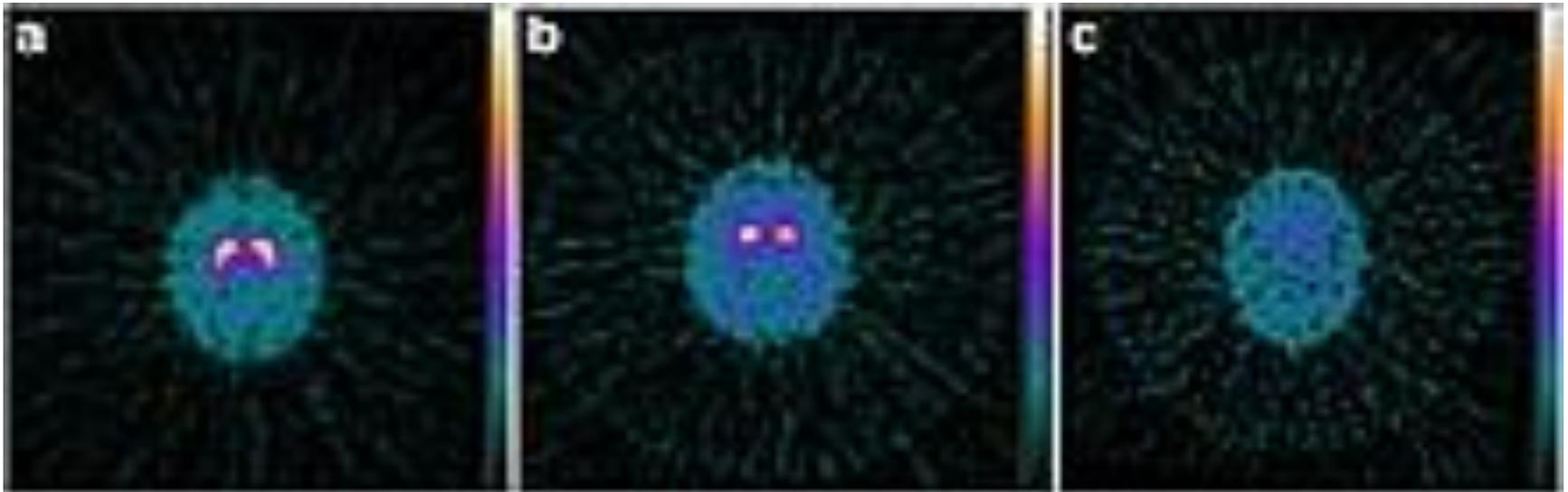
## Imaging del trasportatore dopaminergico (DAT)

I recettori per questo neurotrasmettitore (sia pre sia post-sinaptici), il suo ricaptatore, la sua sintesi o il suo trasporto nelle vescicole sinaptiche, per funzionamento e distribuzione delle sinapsi dopaminergiche a livello encefalico, utilizzate soprattutto per lo studio dei disturbi del movimento (Parkinson e "parkinsonismi"). La sinapsi di solito studiata con queste tecniche è quella fra i neuroni della *pars compacta* della sostanza nera e il nucleo striato (diviso nei nuclei *caudato* e *putamen*).

Tremore essenziale

Parkinson

Demenza a corpi di Lewy



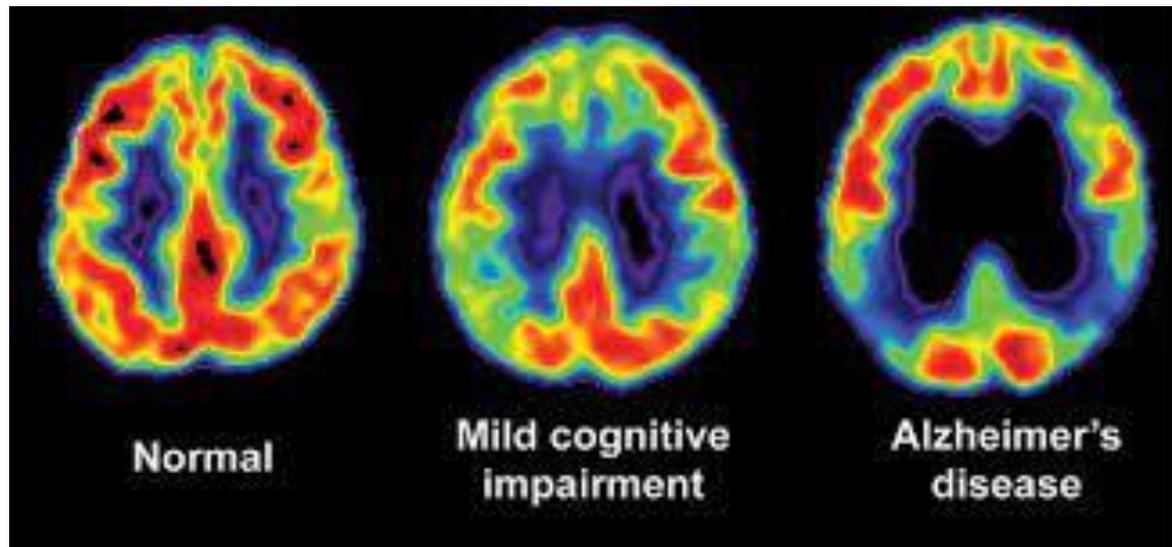
La **PET cerebrale** con 18 F- FDG (fluoro-desossi-glucosio) permette di valutare il metabolismo glicidico a livello cerebrale ed è utilizzata nella diagnosi delle demenze e nella valutazione del deterioramento cognitivo lieve (**MCI** *Mild Cognitive Impairment*).

Mediante ulteriori radiofarmaci è possibile anche eseguire l'imaging, mirato alla ricerca di depositi e placche di beta amiloide nel sospetto di Malattia di Alzheimer.

Sono in studio inoltre dei traccianti specifici per la Proteina Tau (sostanza spesso associata a molte patologie neurodegenerative).

In questa voce sono discusse le applicazioni della PET per lo studio delle malattie neurodegenerative

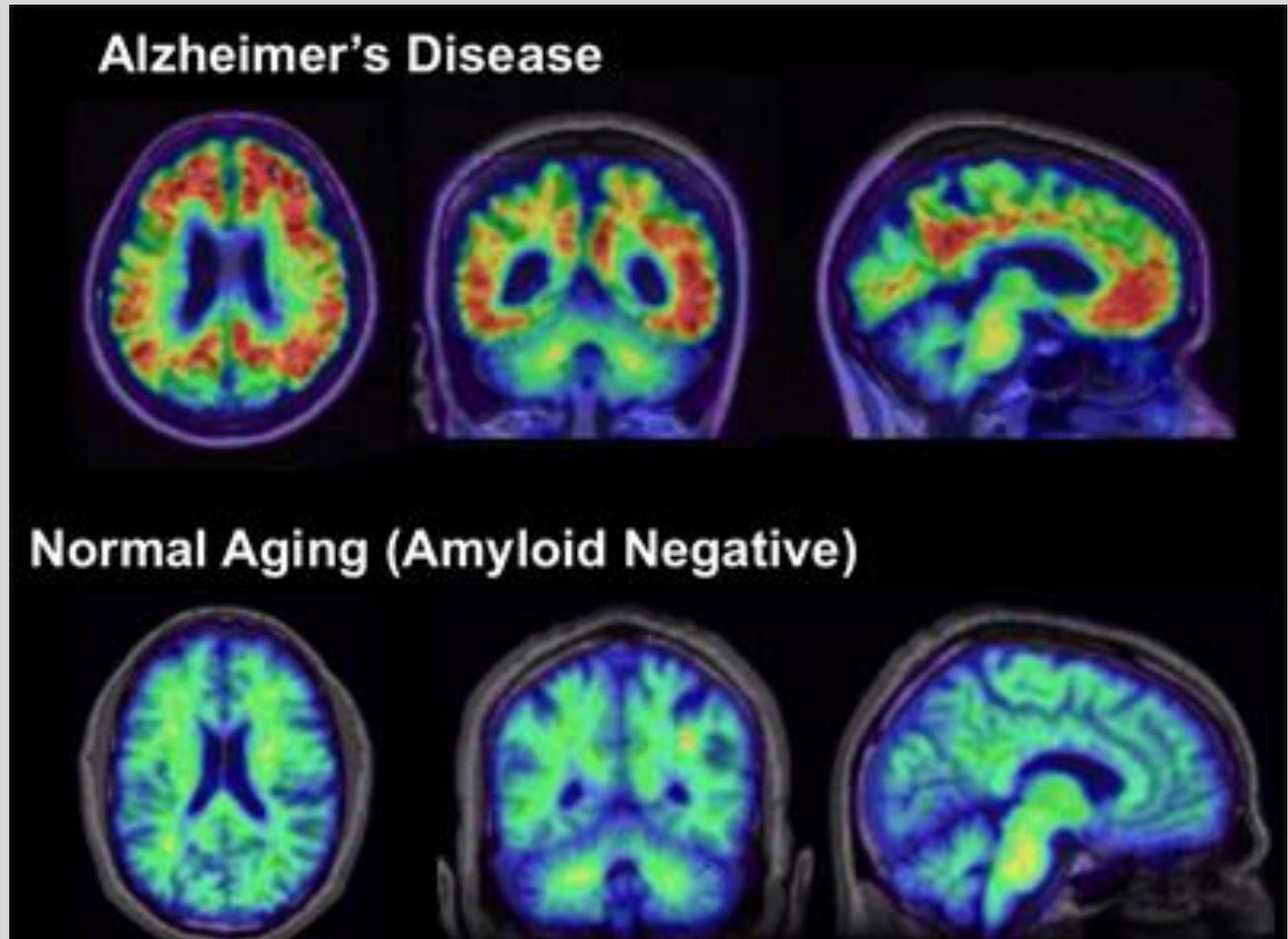
PET



La diagnosi, anche differenziale, delle demenze e delle malattie neurodegenerative in generale è la principale indicazione della **PET cerebrale con FDG** (le cui alterazioni precedono quelle rilevabili con le analisi morfologiche come TC o RM). Qui sotto è mostrata una sintesi delle aree più spesso ipometaboliche nelle patologie più spesso studiate. È bene tener comunque presente che, col progredire di queste, il processo morboso può arrivare spesso ad interessare l'intero ambito corticale

Patologia Neurodegenerativa	Pattern di Ipometabolismo
demenza di Alzheimer (AD)	corteccia temporale, cingolato posteriore e parietale
demenza frontotemporale (FTD)	corteccia frontale, insulare e temporale anteriore
demenza a corpi di Lewy (DLB)/Parkinson demenza	come AD più la corteccia occipitale
demenza vascolare	disomogeneo e diffuso; a "macchia di leopardo" (in corrispondenza delle aree che hanno subito danno anossico)
Malattia di Parkinson	controlateralmente al lato coi sintomi in sede parieto-occipitale e frontale
Atrofia multisistemica (MSA)	putamen bilateralmente e cervelletto
Paralisi sopranucleare progressiva (PSP)	corteccia prefrontale, caudato, talamo e mesencefalo
Degenerazione cortico-basale (DCB)	Tutta la corteccia ed i nuclei della base controlateralmente al lato coi sintomi
Sclerosi Laterale Amiotrofica (SLA)	corteccia frontale (specie motoria). Associato ipermetabolismo in sede mesencefalica

Utilizzando i traccianti specifici per la beta amiloide è possibile osservare in vivo i depositi di questa sostanza a livello cerebrale, permettendo così di rendere più affidabile la diagnosi di malattia di Alzheimer



Questa immagine mostra una scansione PiB-PET di un paziente con malattia di Alzheimer a sinistra, e di una persona anziana con memoria normale sulla destra. Le aree di rosso e giallo mostrano alte concentrazioni di PiB, per quantità maggiori di depositi di Betamiloide.

In occasione della conferenza per il primo premio Nobel, Pierre Curie pronunciò queste parole:

«Si può ritenere che, in mani criminali, il radio possa diventare molto pericoloso; ci si può chiedere se l'umanità saprà trarre vantaggi dalla conoscenza dei segreti della Natura, se è matura per approfittarne o se questa conoscenza potrà invece essere nociva. L'esempio della scoperta di **Nobel** è significativo: i potenti esplosivi hanno permesso all'uomo di fare opere ammirevoli, ma sono stati anche usati come mezzo terribile di distruzione dai grandi criminali che trascinano i popoli verso la guerra. Sono uno di quelli che pensano, come Nobel, che l'umanità saprà trarre più benefici che danni dalle nuove scoperte»



