

LEZIONI DI NEURORADIOLOGIA

Dott. Massimo Borrelli
U.O. di Neuroradiologia
Arcispedale S'Anna di Ferrara

STORIA E EVOLUZIONE DELLA NEURORADIOLOGIA

QUATTRO PERIODI:

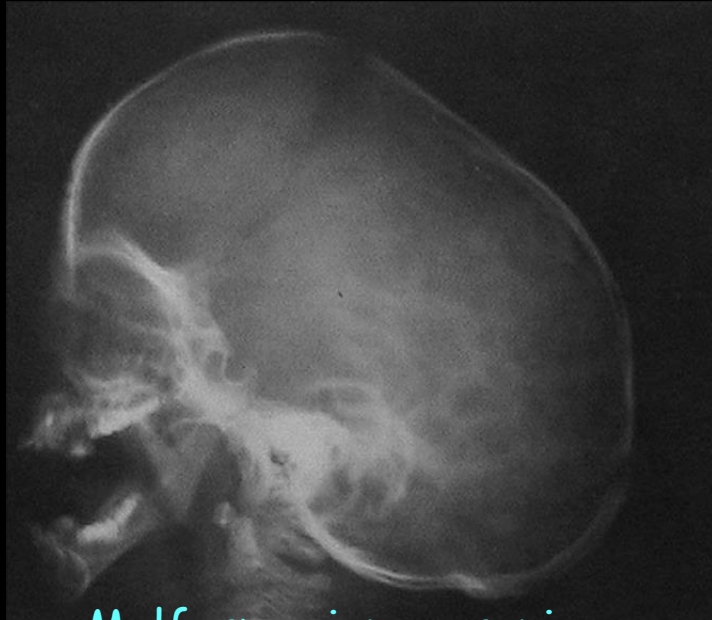
1895-1920: rx standard (1895 ROENTGEN SCOPRE RAGGI X)

1920-1971: mezzi di contrasto e tecniche rx cruenti (mielografia , ventricolografia, pneumoencefalografia, angiografia tradizionale)

1971- 2009 : avvento dell'informatica (TC , RM , ANGIOGRAFIA DIGITALE E RADIOLOGIA DIGITALE)

1980-2015: NEURORADIOLOGIA INTERVENTISTICA O TERAPEUTICA

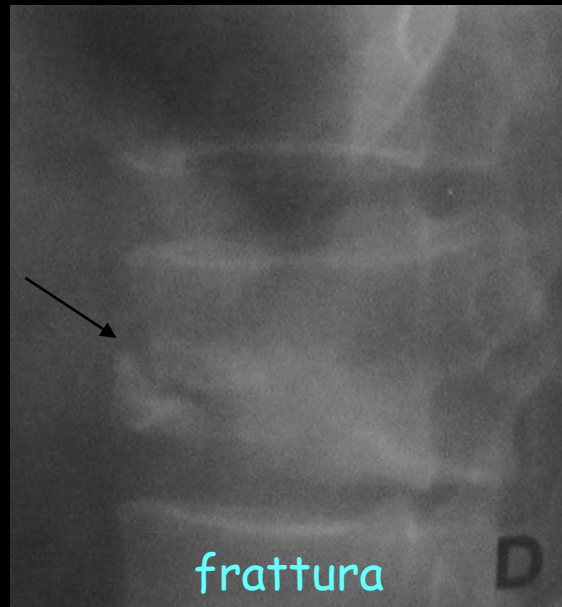
1895-1920: rx standard



Malformazione cranica



Malformazione vertebrale



frattura

- Fratture
- Malformazioni ossee
- Segni indiretti di neoplasie :
calcificazioni e osteolisi

1895-1920: rx standard

Segni indiretti di neoplasie :
calcificazioni e osteolisi



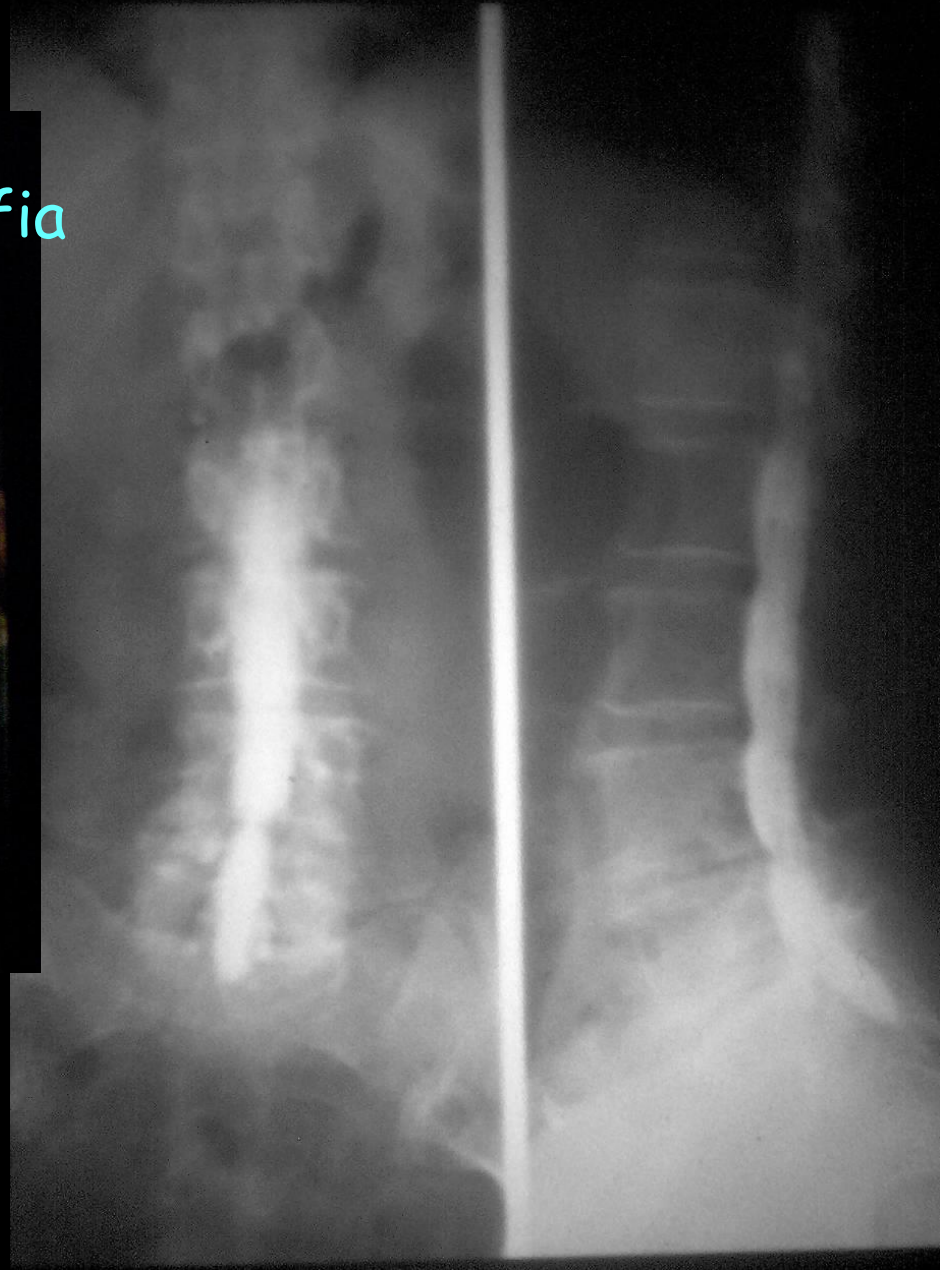
Metatasasi osteolitica



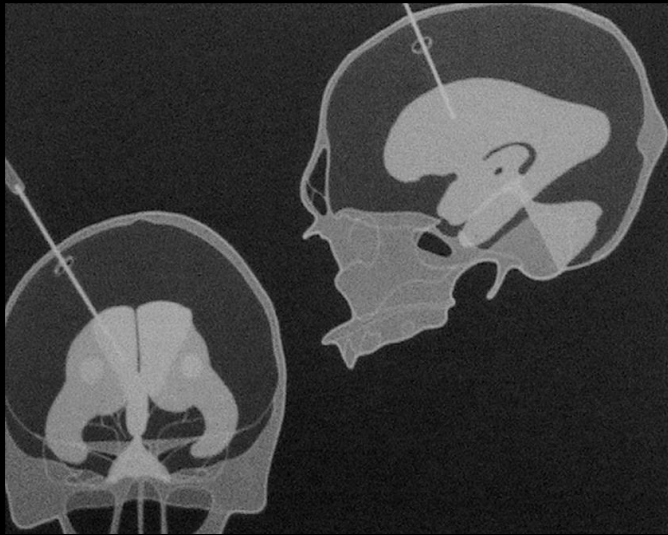
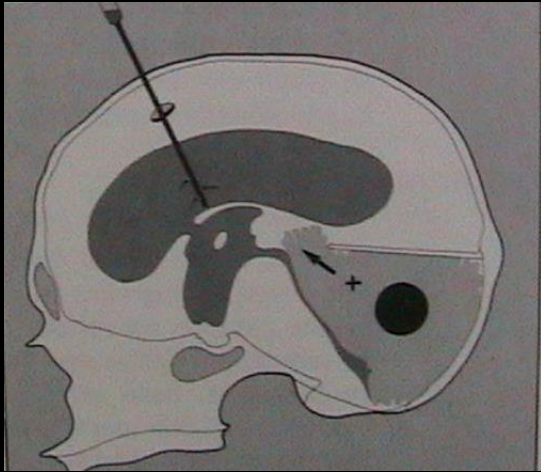
Tumore cerebrale calcificato

1920-1971: mezzi di contrasto e tecniche rx cruenti

Mielografia e saccoradicolografia

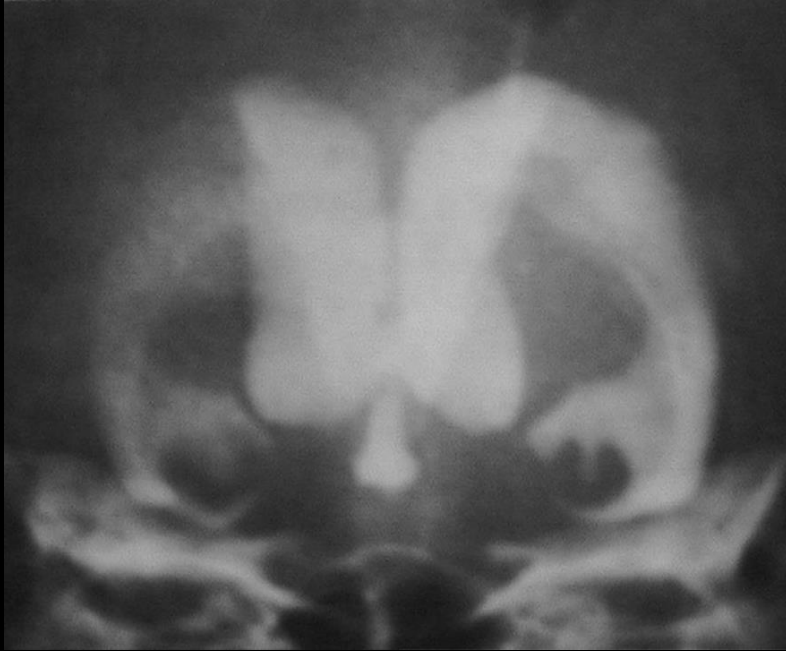


Ventricolografia

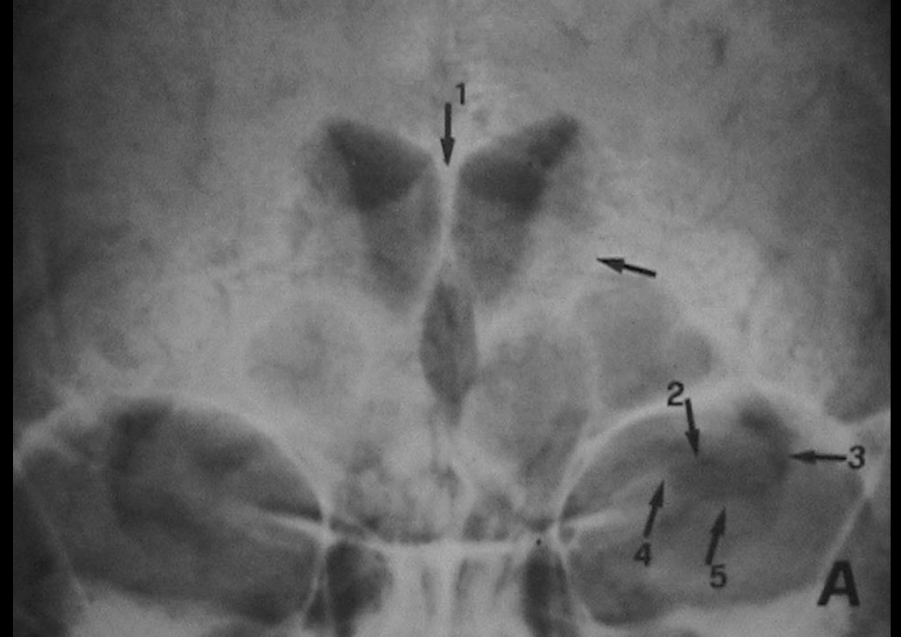


Sedia neuroradiologica rotante

Ventricolografia : risultato radiologico

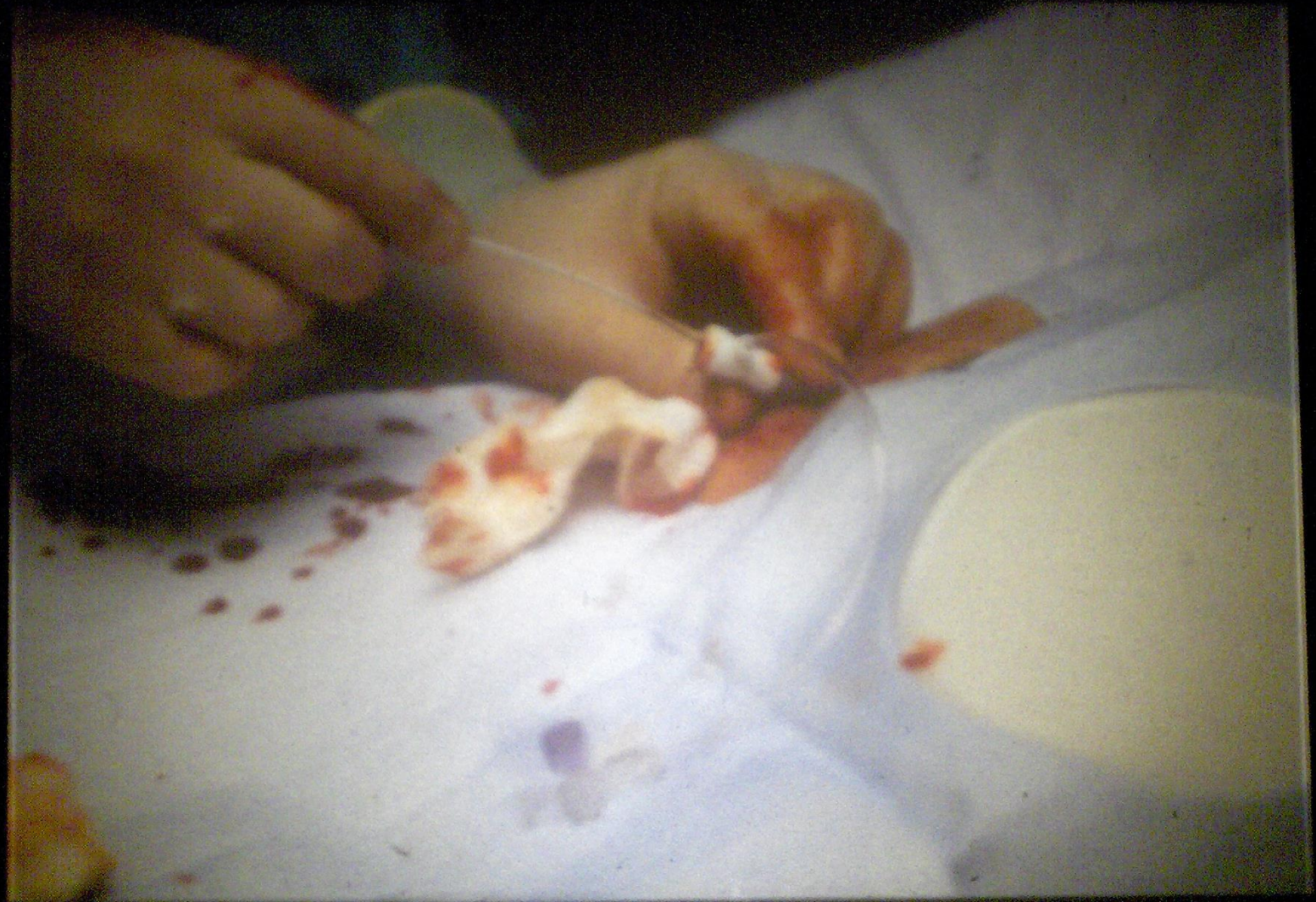


V. con mezzo di contrasto opaco (iodato)

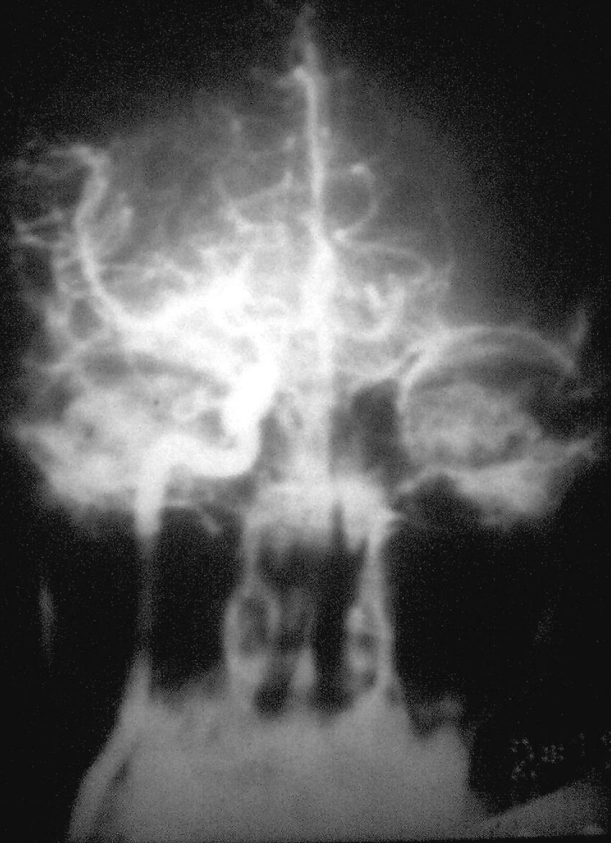


V. con mezzo di contrasto gassoso (aria)

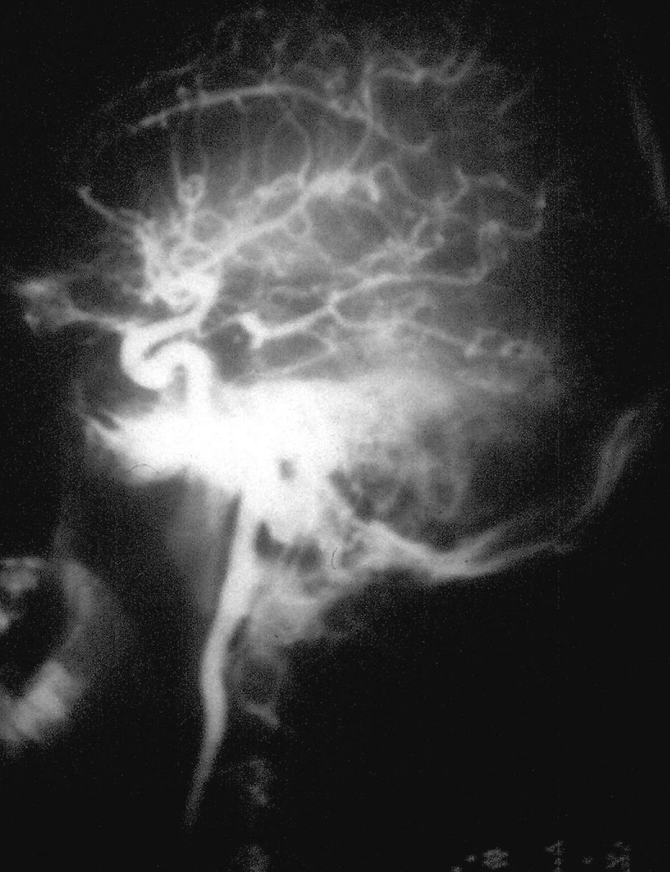
Angiografia mediante cateterismo transfemorale arterioso



Angiografia cerebrale : carotide interna dx



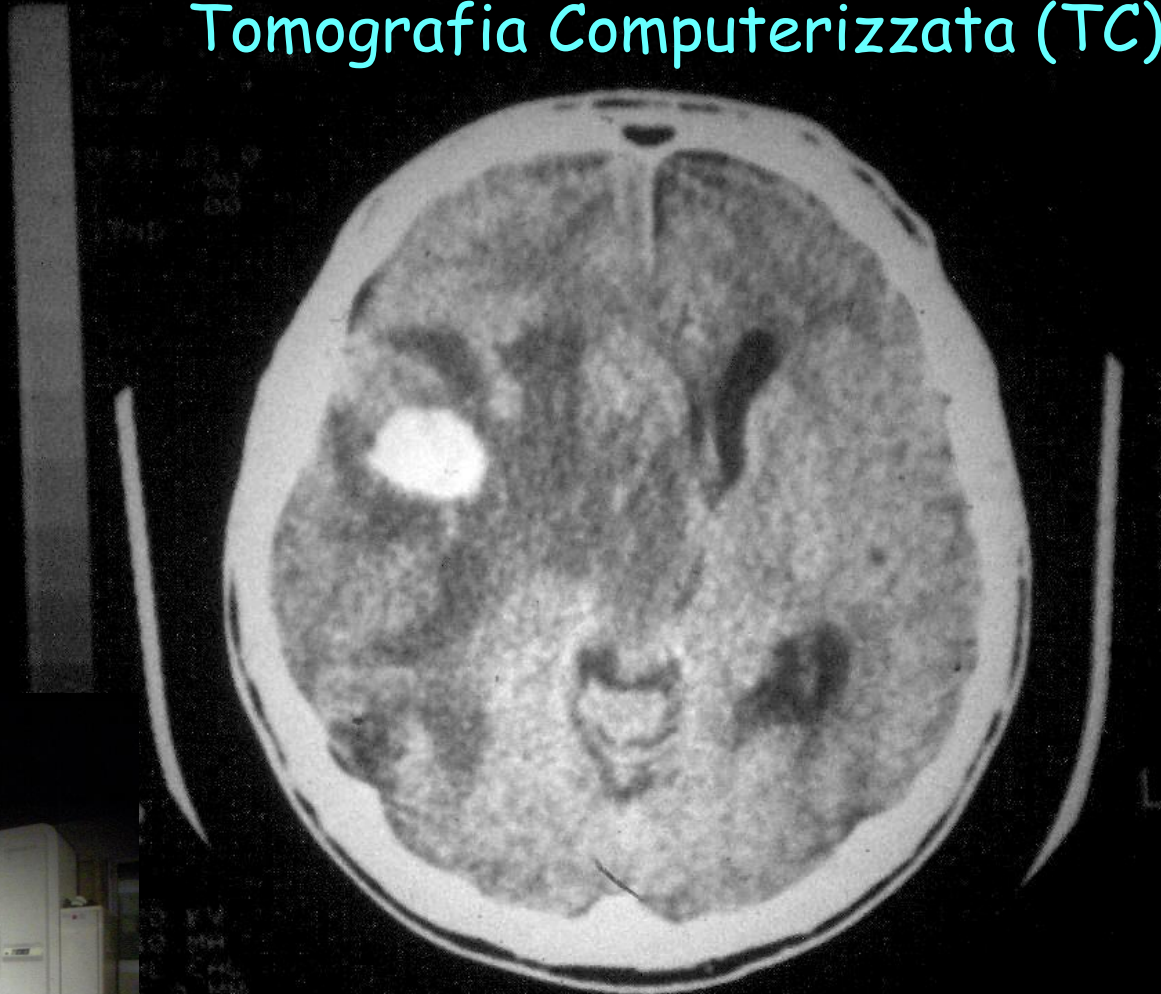
Proiezione frontale



Proiezione laterale

1971- 2007 : avvento dell'informatica
(1971 Hounsfield introduce prima apparecchiatura TAC)

Tomografia Computerizzata (TC)



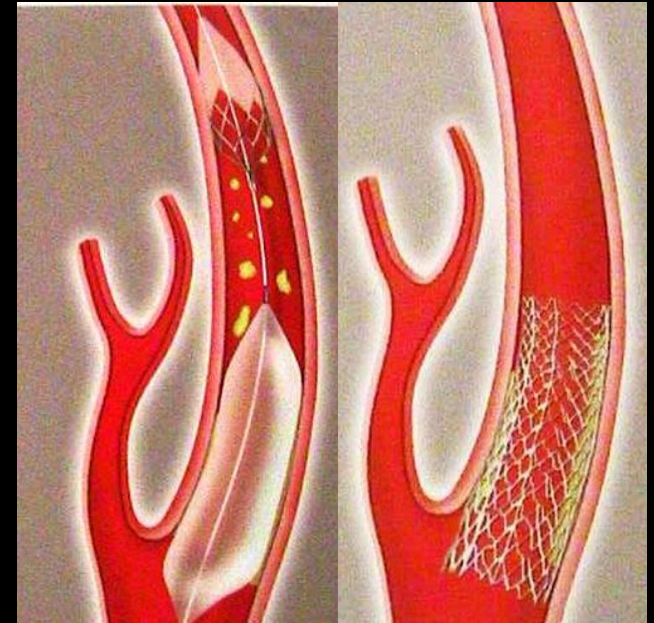
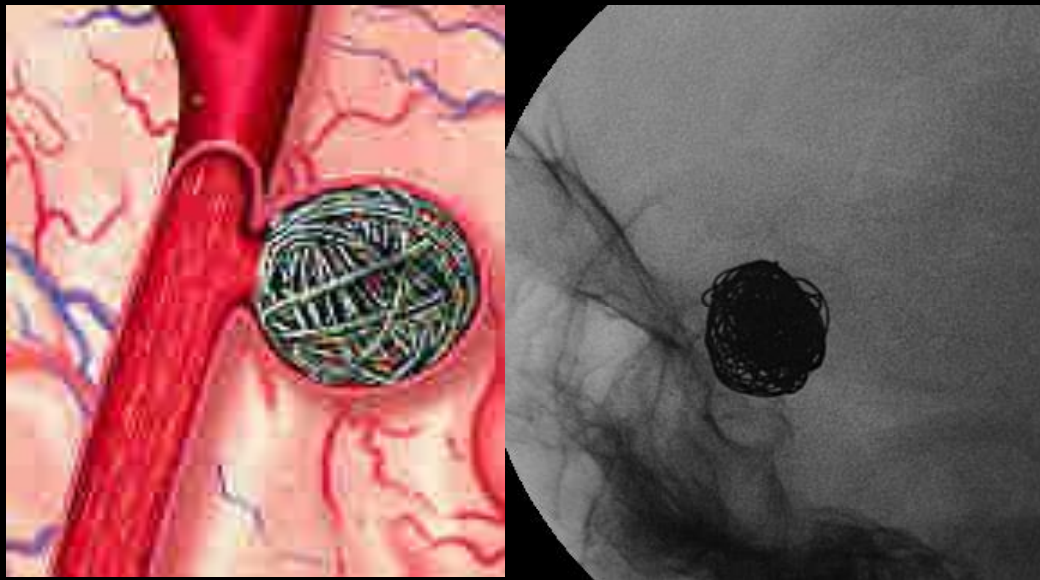
Risonanza Magnetica (RM)
Prima immagine RM diagnostica nel 1980



Neuroradiologia Interventistica o Terapeutica

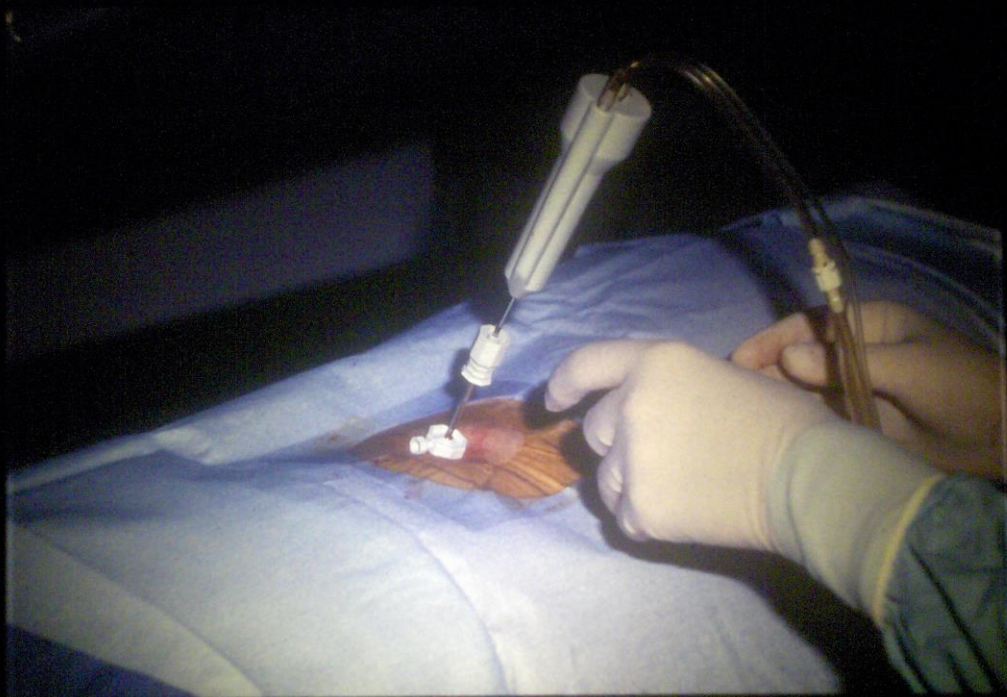
Angioplastica e stent carotidei

Embolizzazione aneurismi cerebrali

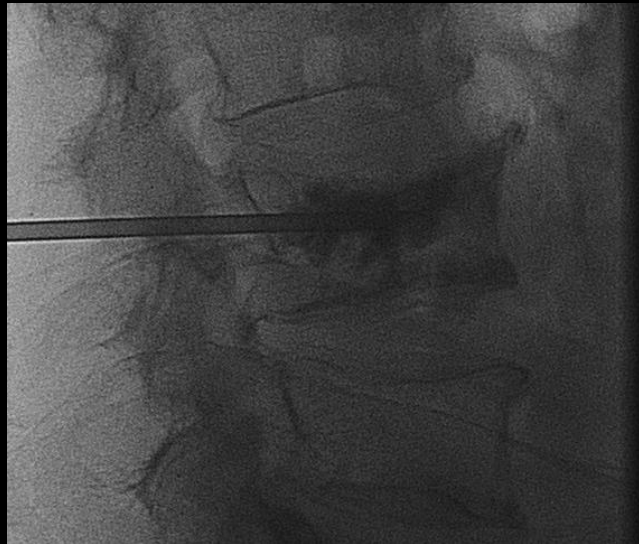
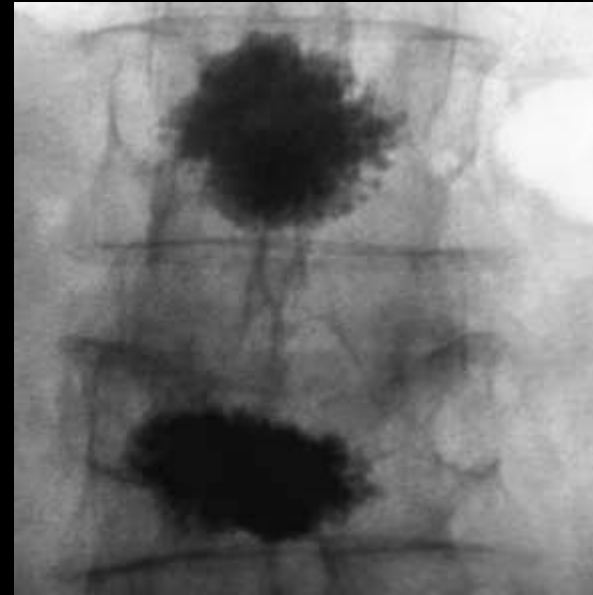
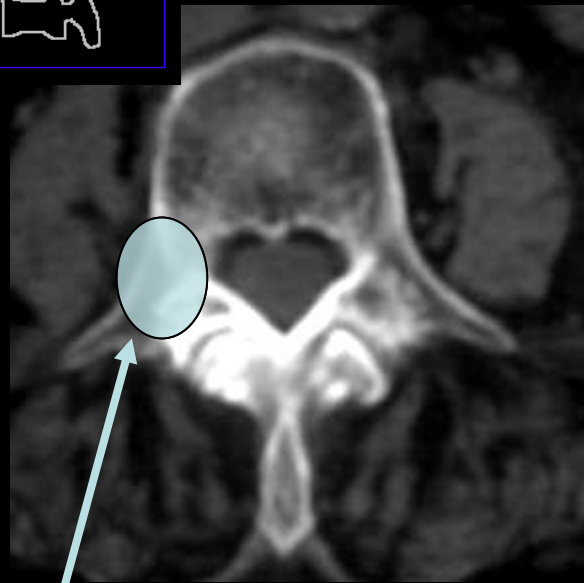


Neuroradiologia Interventistica o Terapeutica

Discectomia percutanea



VERTEBROPLASTICA E CIFOPLASTICA





RADIAZIONI IONIZZANTI

- definizione di radiazione: energia emessa e trasferita attraverso la materia
- radiazione ionizzante: qualsiasi tipo di radiazione capace di rimuovere un elettrone dall' atomo con il quale interagisce

SORGENTI DI RADIAZIONI IONIZZANTI

- tabella 1, 1
- possono essere dannose per l' uomo

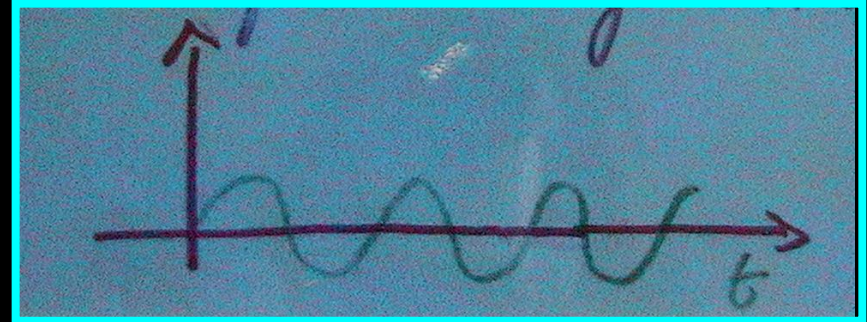
CLASSIFICAZIONE GENERALE DELLE RADIAZIONI IONIZZANTI (TABELLE 3,5 3,6)

CARATTERISTICHE DEI VARI TIPI DI RADIAZIONI IONIZZANTI (TABELLA 3, 6 FIGURA 3, 14)

RADIAZIONI ELETTROMAGNETICHE

- trasferimento di energia da un punto o in un altro in un mezzo

1) **teoria ondulatoria**: fenomeno di tipo sinusoidale che si ripete nel tempo costantemente



Le onde sinusoidali si differenziano per:

- ampiezza (A): intervallo fra la cresta e la valle dell' onda
- frequenza (ν): numero di oscillazioni o picchi per sec
- lunghezza d' onda (λ): distanza fra due picchi successivi

$$\text{velocità} = \nu \times \lambda$$

velocità = velocità della luce (c)

$$\text{da cui } c = \nu \times \lambda$$

$$\text{da cui } \nu = c:\lambda \quad \lambda = c:\nu$$

quindi λ e ν sono tra loro inversamente proporzionali

- spettro delle radiazioni elettromagnetiche (tabelle 3 e 4)



2) teoria corpuscolare:

- fotone: pacchetto di energia, chiamato quanto, che viaggia attraverso lo spazio alla velocità della luce
- l' energia del fotone è direttamente proporzionale alla frequenza

$$E = h \times \nu \quad (h \text{ costante di Plank})$$

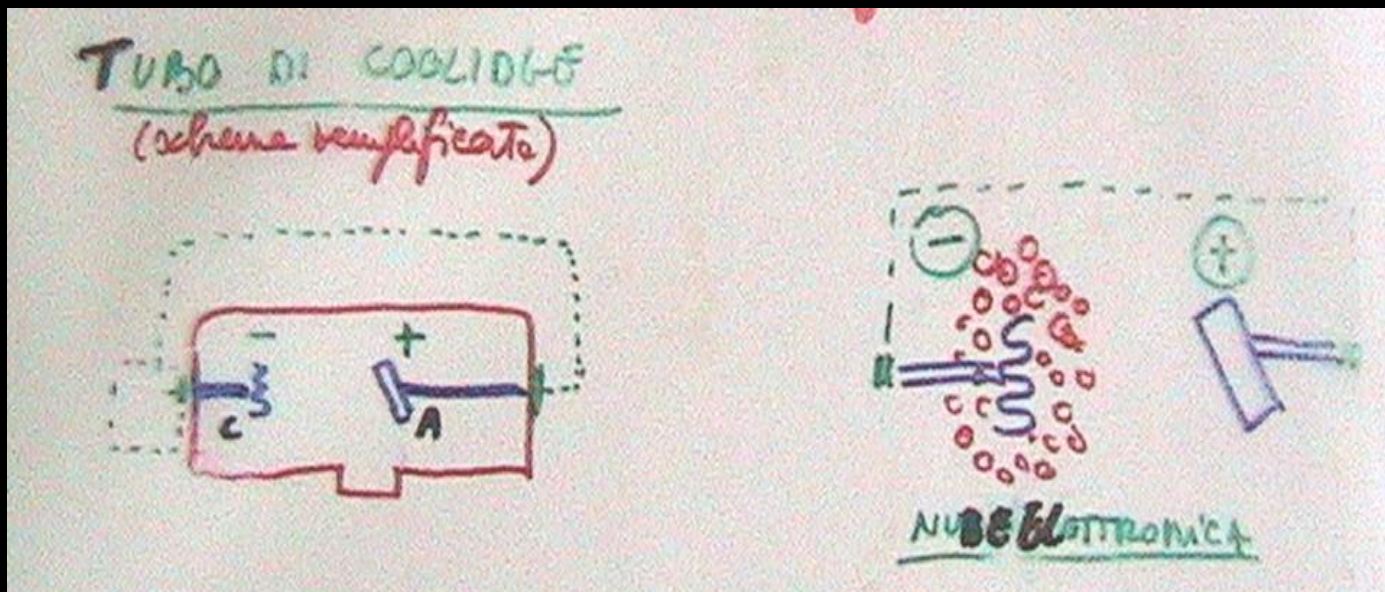
Poichè $\nu = c : \lambda$ avremo $E = h \frac{c}{\lambda}$

- l' energia del fotone risulta quindi inversamente proporzionale alla lunghezza d' onda

- Problema del dualismo ondo - corpuscolare

le radiazioni elettromagnetiche hanno proprietà che sono riconducibili sia al modello ondulatorio (riflessione, rifrazione, assorbimento) sia al modello corpuscolare (interazione con la materia).

PRODUZIONE DEI RAGGI X



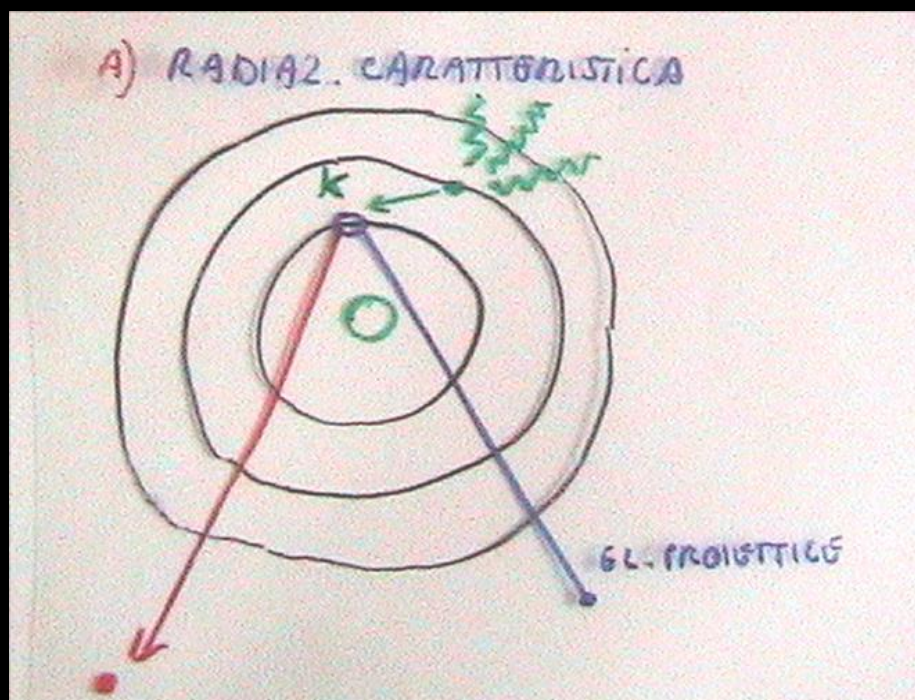
- **effetto termoionico**: produzione di una nube elettronica attorno a catodo
- chiusura del circuito: elettroni proiettili - contro l'anodo +.
- L'effetto della interazione degli elettroni proiettile con gli elettroni orbitali e col nucleo degli atomi del bersaglio (anodo) è la conversione della loro energia cinetica in energia termica ed energia elettromagnetica (raggi x).



PRODUZIONE DEI RAGGI X

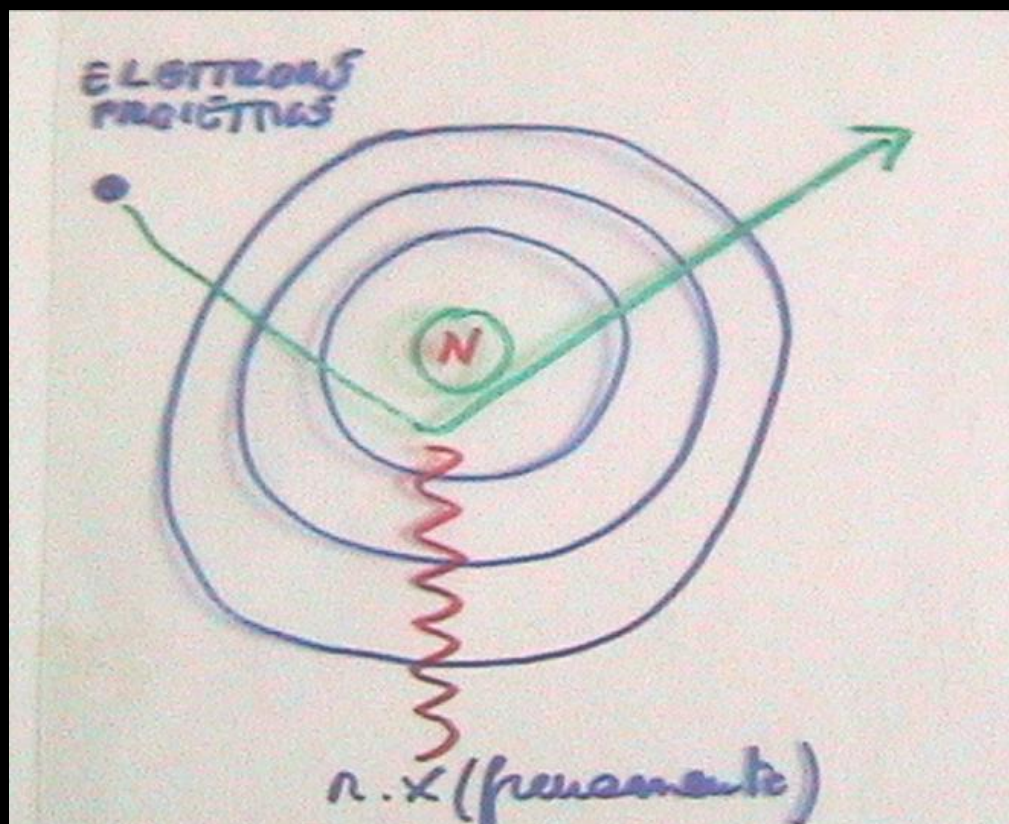
- 1) Calore : il 95 % della loro energia è trasformato in energia termica
- 2) Raggi x: a) radiazione caratteristica
b) radiazione di frenamento

A) Radiazione caratteristica (schema).



- Gli elettroni proiettile interagiscono con gli elettroni dell' orbitale interno degli atomi del bersaglio
- solo i raggi caratteristici k, con un' energia media di 70 keV sono utili in radio -diagnostica
- questa radiazione è " caratteristica" dell' elemento bersaglio (perché l' energia di legame degli elettroni è differente per ogni elemento)

B) Radiazione di frenamento



- gli elettroni interagiscono col nucleo degli atomi bersaglio
- i raggi x di frenamento possono essere prodotti per una qualsiasi energia degli elettroni proiettile
- la maggior parte dei raggi x sono prodotti per frenamento in radiodiagnostica



L' emissione dei raggi x è regolata da :

- 1) corrente del filamento (mA)
- 2) tensione (kv)
- 3) natura del bersaglio (numero atomico)

PROPRIETÀ DEI RAGGI X

- LUNGHEZZA D' ONDA UTILE IN RADIODIAGNOSTICA
- LA LORO BREVISSIMA LUNGHEZZA D' ONDA PERMETTE AI RAGGI X DI ATTRAVERSARE I MATERIALI CHE ASSORBONO O RIFLETTONO LA LUCE VISIBILE
- PROVOCANO LA FLUORESCENZA DI ALCUNE SOSTANZE (schermi di rinforzo e schermi per radioscopia)
- IMPRESSIONANO LE PELLICOLE FOTOGRAFICHE, PERCHÉ RIDUCONO I SALI DI ARGENTO
- CAUSANO CAMBIAMENTI BIOLOGICI (SOMATICI E GENETICI) IL CHE PERMETTE IL LORO IMPIEGO ANCHE IN TERAPIA MA NELLO STESSO TEMPO SI RICHIEDE UNA NECESSARIA CAUTELA NEL LORO USO

Immagine Analogica

RADIOLOGIA TRADIZIONALE

Immagine digitale

-RADIOLOGIA DIGITALE

-TOMOGRAFIA COMPUTERIZZATA

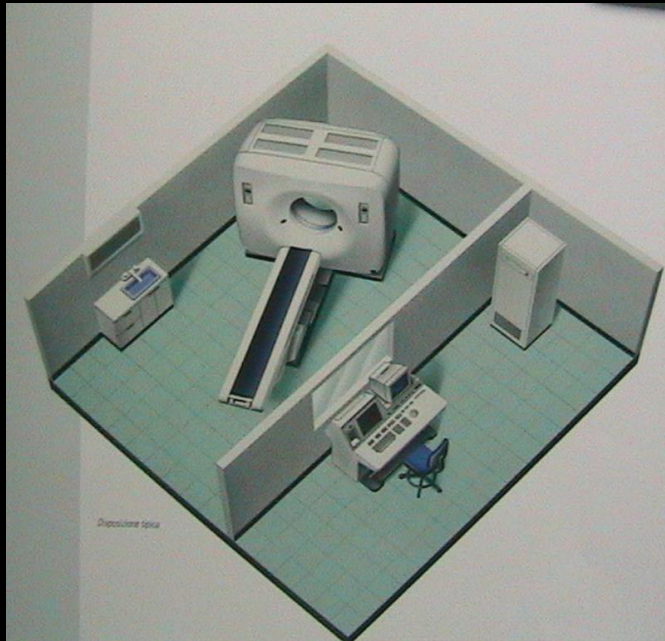
-RISONANZA MAGNETICA

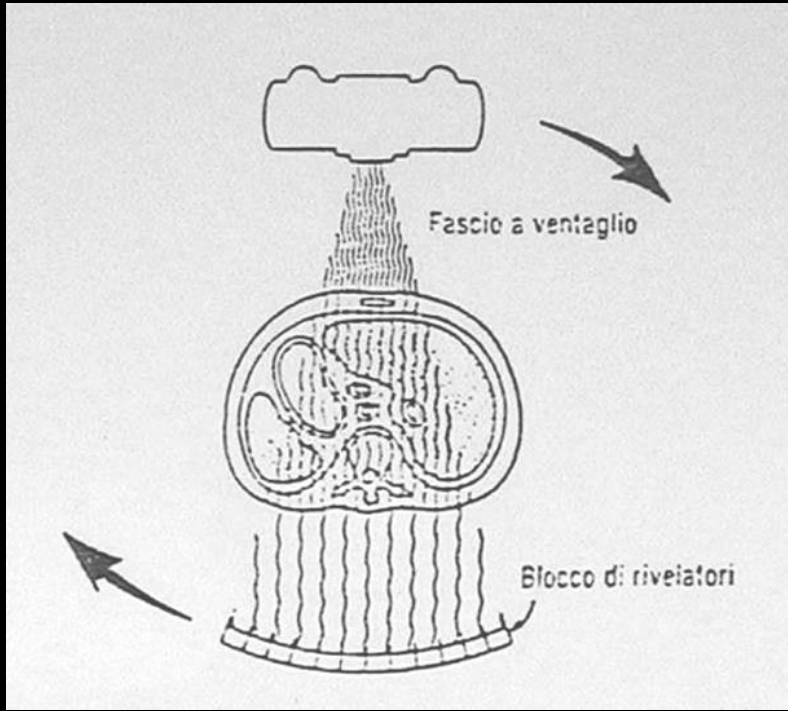
-ANGIOGRAFIA DIGITALE

Immagine RADIOLOGICA ?



TOMOGRAFIA COMPUTERIZZATA





Trasformazione numerica dei dati tramite convertitore analogico -digitale

NUMERO DI COLONNA

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

A



Trasformazione dei numeri in tonalita' di grigio tramite convertitore digitale- analogico



Rappresentazione su monitor delle tonalita' di grigio

Normal tissue

TERMINOLOGIA



dense bone

xray-CT

bright

I_{PER}DENSO

air

dark

I_{PO}DENSO

fat

dark

I_{PO}DENSO

water

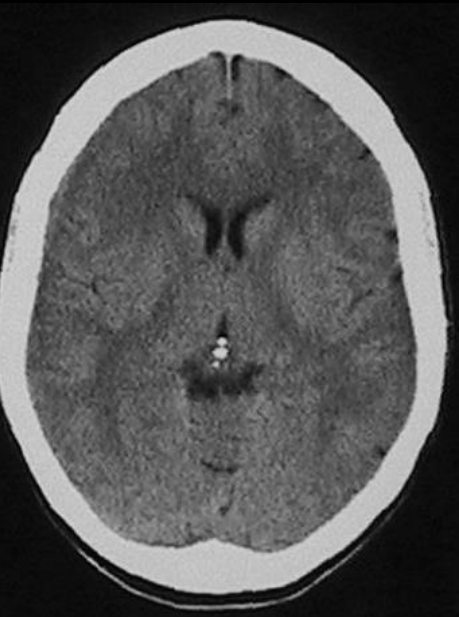
dark

I_{PO}DENSO

brain

interm.

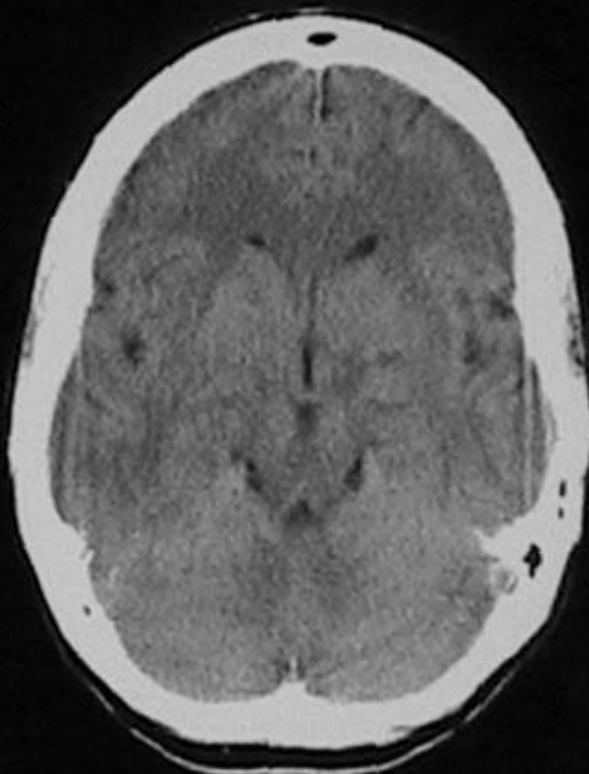
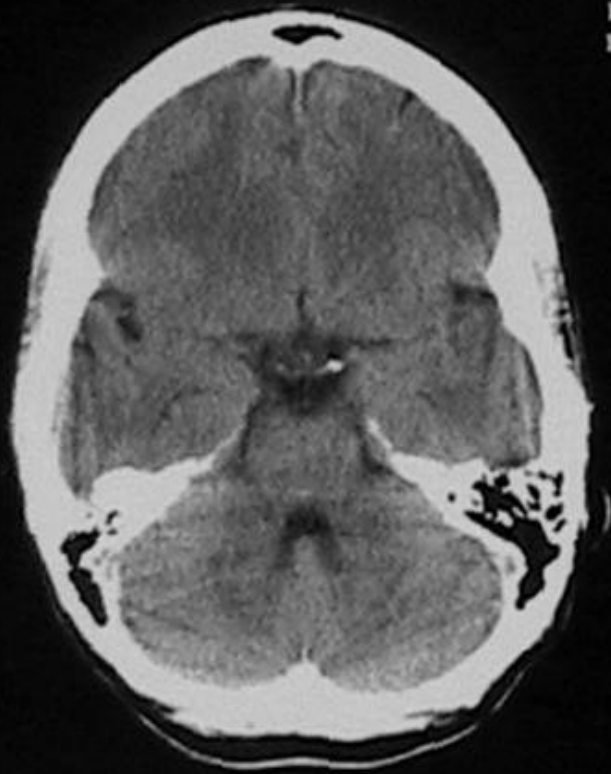
DENSITA'
INTERMEDIA



TC CEREBRALE

F 30 2002275029 OM S30.50
DOB: 27 Nov 1971 Im: 8
02 Oct 2002
512 DFOV 25.0cm
STD*

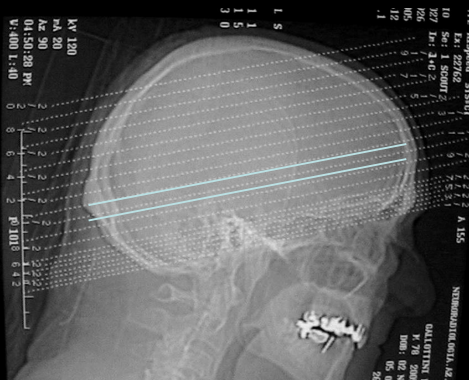
F 30
DOB:



L R
1 1
2 2
5 5

kV 120
mA 160

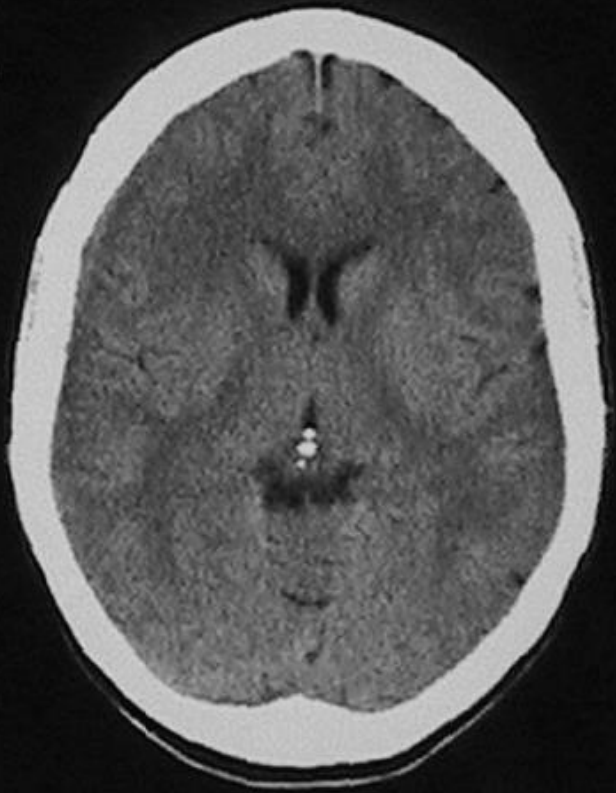
Head



TC CEREBRALE

DOB: 27 Nov 1971 Im: 10
02 Oct 2002
512 DFOV 25.0cm
STD

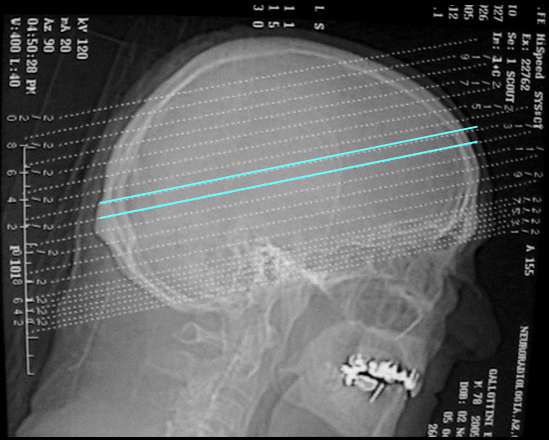
DOB: 27
02



L R
1 1
2 2
5 5

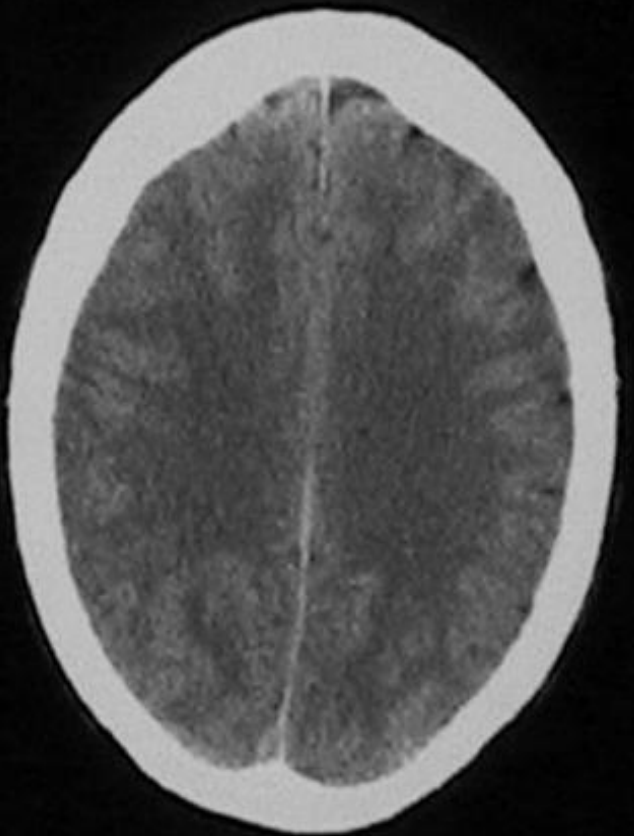
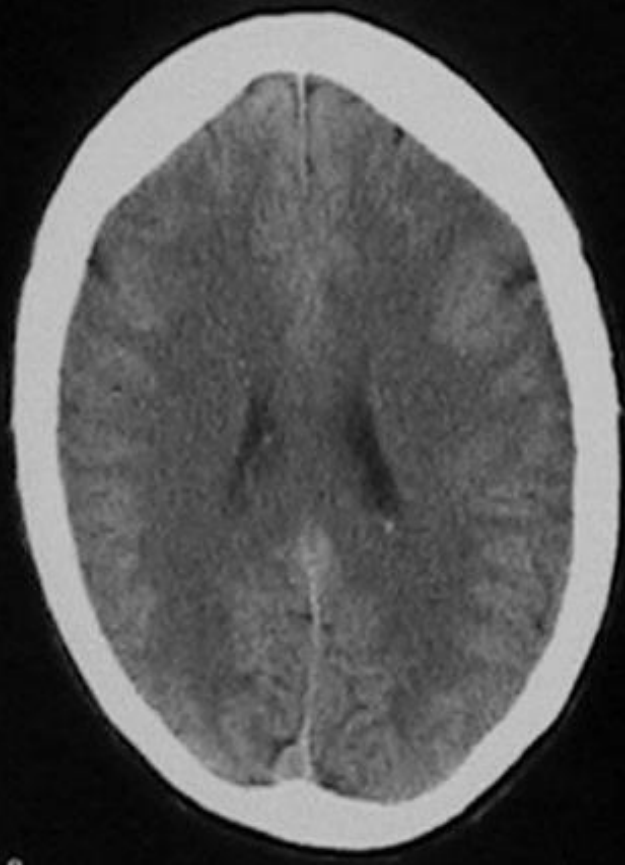
kV 120
mA 160

Head
7.00mm



02 Oct 2002
512 DFOV 25.0cm
STD

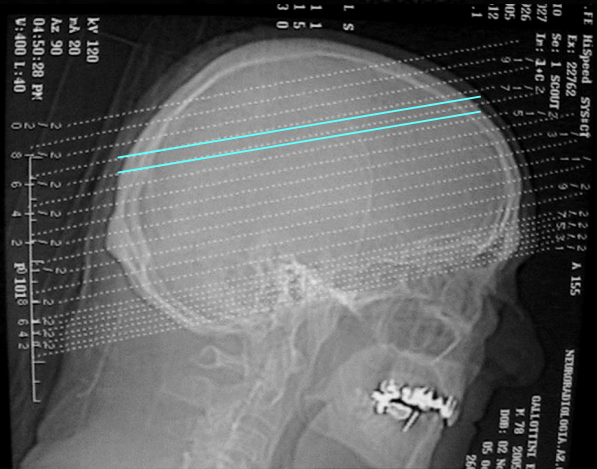
TC CEREBRALE



L R
1 1
2 2
5 5

kV 120
mA 160

Head
7.00mm



INDICAZIONI TC

-La TC è un esame veloce, affidabile, dotato di buona sensibilità, scarsamente invasivo, senza altre controindicazioni che quelle dovute all'utilizzazione di raggi X (gravidanza).

-L'assistenza rianimatoria di un paziente con alterazione dello stato di coscienza sottoposto alla TC è relativamente agevole.

INDICAZIONI TC

La TC è spesso il primo esame richiesto :

In particolare in **tutti in casi di emergenza**:

- nella patologia traumatica,
- nella valutazione di pazienti in cui si sospetti una ischemia, emorragia o un tumore cerebrale,
- nei controlli postoperatori (ricerca delle complicanze immediate),
- nell'iter diagnostico nell'epilessia dell'adulto in fase post.acuta

ma anche

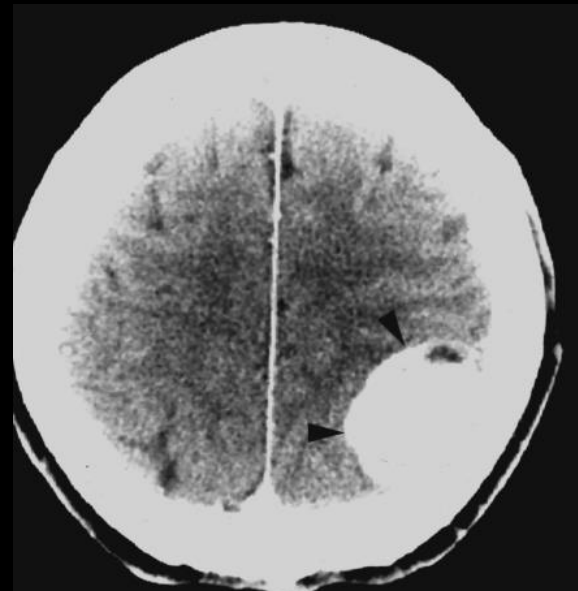
- nello studio delle malformazioni craniche
- patologia degenerativa (anche discale) e malformativa ossea del rachide;
- anche la ricerca di calcificazioni in lesioni evidenziate alla RM è indicazione ad uno studio TC (NB : la RM non evidenzia le calcificazioni);
- è anche possibile, utilizzando particolari strumentazioni, lo studio del rachide sotto carico (patologia degenerativa, specie discale). Lo studio della patologia malformativa richiede l'esecuzione di ricostruzioni tridimensionali.

N.B. : spesso la maggiore diffusione dei sistemi TC ne influenza l'uso a sfavore della risonanza magnetica.

Limiti importanti della metodica sono l'impossibilità di studiare il midollo spinale e la limitata capacità di studio delle strutture della fossa cranica posteriore dovuta agli artefatti ossei.

MEZZO DI CONTRASTO

Generalmente la somministrazione di mezzo di contrasto (in TC come in RM) è decisa dal Neuroradiologo sulla base della positività dell'esame in bianco, qualora esso evidenzi reperti sospetti per rottura della barriera emato-encefalica (tumori, processi infiammatori).



MDC IODATI

I mezzi di contrasto esercitano effetti tossici, legati alle caratteristiche chimico-fisiche e osmolari delle molecole e possono causare reazioni allergiche imprevedibili anche gravi (shock anafilattico);

Controindicazioni :

- paraproteinemia di Waldenstroem,
- mieloma multiplo,
- insufficienza epatica e renale grave,
- insufficienza cardiaca,
- ipertireosi



ARCISPEDALE S. ANNA - AZIENDA OSPEDALIERA DI FERRARA
- DIAGNOSTICA PER IMMAGINI -

Unità Operative di Radiodiagnostica e di Neuroradiologia
DIRIGENTI RESPONSABILI: Dott. Stefano Bigli, Dott. Riccardo Tamarozzi

DA COMPILARE DA PARTE DEL MEDICO CURANTE

Il paziente..... ha necessità di essere sottoposto a per la seguente indicazione:

Non risulta, all'esame clinico, l'esistenza delle controindicazioni previste dalla **Circolare n. 81 del 9-9-1975 del Ministero della Sanità** ed in particolare:

- a) Paraproteinemia di Waldenstrom
- b) Insufficienza epatica o renale grave
- c) Mieloma multiplo
- d) Stati di grave sofferenza del miocardio o di insufficienza cardiocircolatoria
- e) Ipertireosi.

Non risulta, in base ai dati anamnestici, né una ipersensibilità allo Iodio, né stato di gravidanza.

N.B. E' comunque consigliabile l'astensione dalla somministrazione di principi attivi della classe dei biguanidi e dei benzodiazepinici nelle 48 ore precedenti e successive all'assunzione di mezzo di contrasto per via endovasale.

Il Medico richiedente è tenuto a segnalare la presenza di rilievi anamnestici di natura allergica ed in particolare precedenti reazioni di tipo anafilattoide, asma, reazione agli allergeni cutanei, alla penicillina, ai crostacei, in quanto causa potenziale di aumentato rischio alla luce della recente letteratura; in tali evenienze è necessario preavvertire il Radiologo e richiedere una valutazione anestesiológica.

Rilievi anamnestici di cui sopra:.....

E' altresì necessario che il Medico Richiedente specifichi l'eventuale terapia farmacologica in corso e il relativo dosaggio (con particolare riguardo agli anti-ipertensivi).

Il paziente è stato informato dei rischi che l'indagine comporta.

Data.....

IL MEDICO (firma leggibile per esteso)



- DIAGNOSTICA PER IMMAGINI -

Unità Operative di Radiodiagnostica e di Neuroradiologia
DIRIGENTI RESPONSABILI: Dott. Stefano Bigli, Dott. Riccardo Tamarozzi



MODULO DI CONSENSO CONSIGLIATO

ALL'ATTENZIONE DEL PAZIENTE

COGNOME
NOME.....
TIPO DI INDAGINE.....
DATA

AVVERTENZE RELATIVE AGLI ESAMI CONTRASTOGRAFICI
(leggere attentamente)

E' necessaria l'iniezione per via endovenosa di un farmaco contenente Iodio. Esso può provocare effetti secondari e **imprevedibili**, anche se molto rari, che possono variare da semplici eruzioni cutanee (tipo orticaria), sino a reazioni più gravi a carico dell'apparato cardiovascolare e respiratorio, le quali possono richiedere misure terapeutiche di emergenza. Del tutto eccezionale, ma ugualmente imprevedibile, l'esito letale. Tali effetti indesiderati possono verificarsi anche se sono stati presi tutti i provvedimenti, e messi in atto tutti i presidi necessari.

Alla S.V. è richiesto un **volontario e specifico assenso** a sottoporsi all'indagine radiologica proposta.

Per ogni chiarimento Ella potrà rivolgersi, prima dell'esecuzione dell'esame, sia al Medico Curante che al Medico Radiologo.

DICHIARAZIONE DEL PAZIENTE

Io sottoscritto dichiaro di essere stato informato dal Medico Curante Dott. e dal Medico Specialista Radiologo Dott..... sulla necessità di eseguire l'esame di cui sopra, sulle sue finalità e modalità di esecuzione, e sui rischi connessi.

Tenuto conto di quanto sopra esposto, avendo avuto la possibilità di chiedere ulteriori informazioni ed avendo ricevuto una esauriente e comprensibile risposta,

(1) Accetto il rischio che l'espletamento dell'esame comporta e le decisioni che possano essere prese per una sua migliore riuscita, libero comunque di revocare in qualunque momento il mio consenso.

(2) Rifiuto di sottopormi all'espletamento dell'indagine.

FIRMA PER ESTESO DEL PAZIENTE

Patologia cerebro-vascolare:

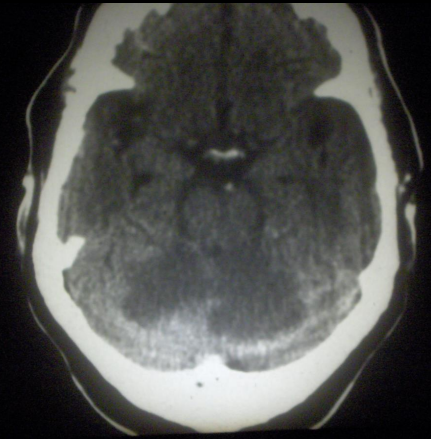
Importantissimo ruolo della TC (ai fini terapeutici) nelle emergenze cerebrovascolari perché consente di differenziare subito l'ictus emorragico da quello ischemico.



Emorragia cerebrale :
lesione "iperdensa"

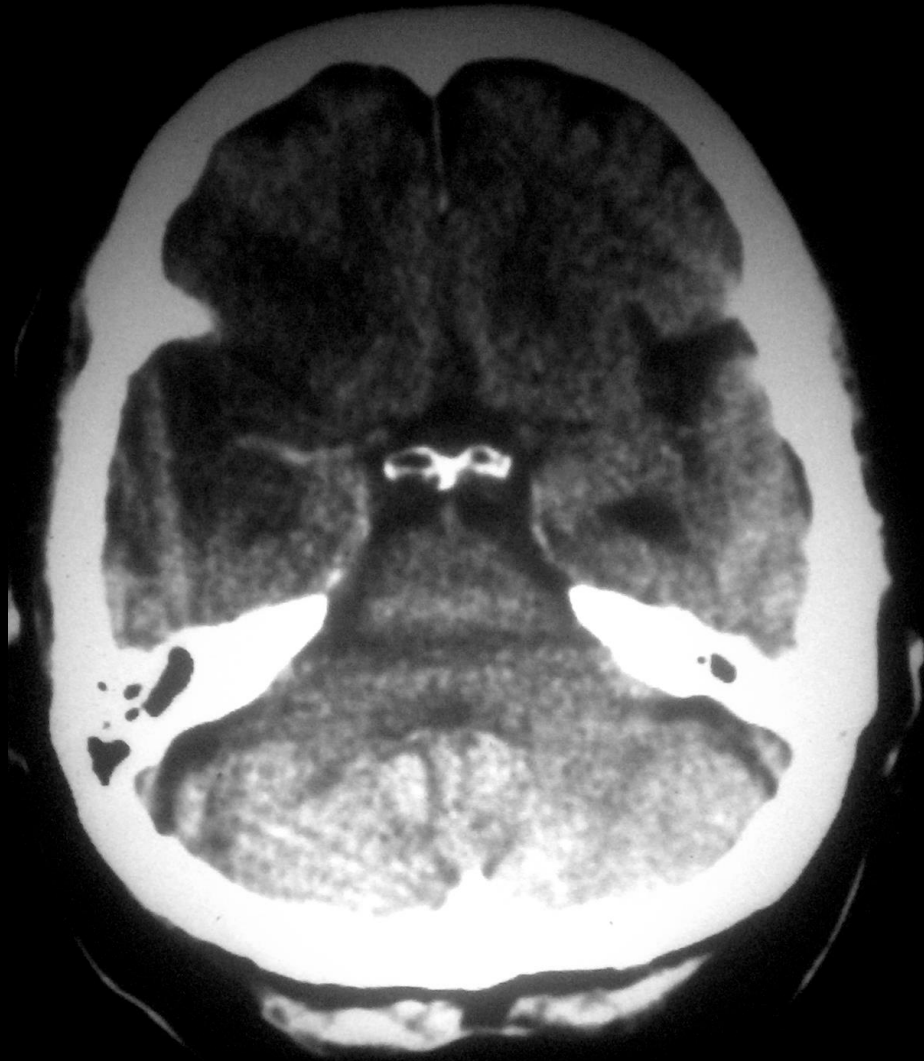


Infarto cerebrale in
fase acuta entro 6 ore
dall'esordio dei sintomi :
quadro TC negativo



Infarto dopo 6-12 ore
comparsa di lesione
"ipodensa"

Patologia vascolare cerebrale
INFARTO CEREBRALE

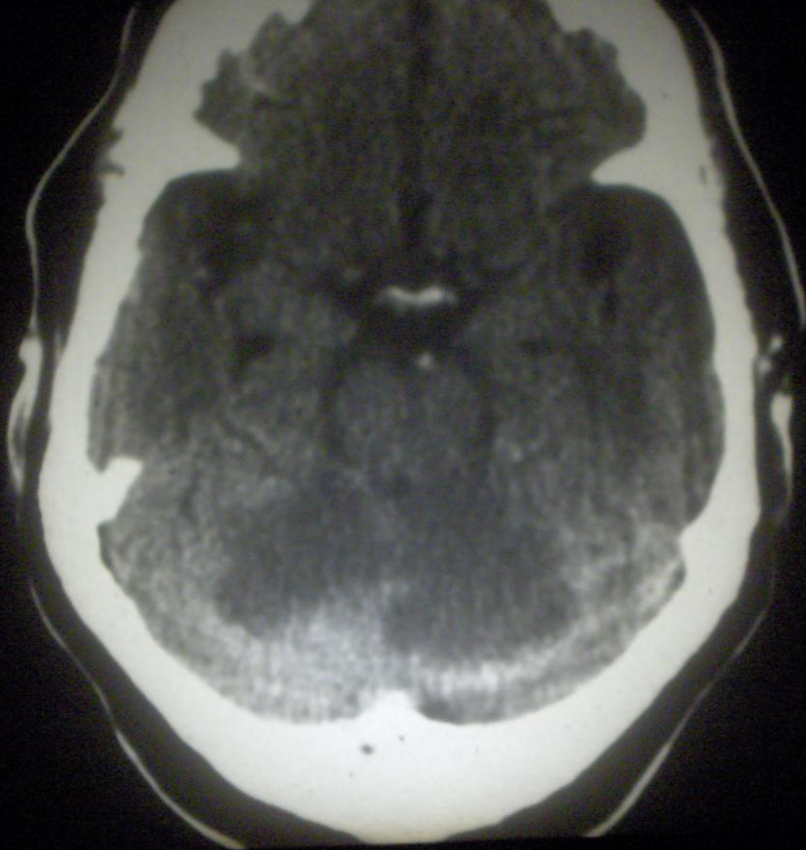


Infarto arteria cerebrale media dx:
-iperdensità arteria cerebarle media dx
-ipodensità parenchimale fronto -temporale dx



Infarto cerebellare

INFARTO CEREBRALE



Infarto cerebellare



Infarto del tronco cerebrale

Esiti infartuali

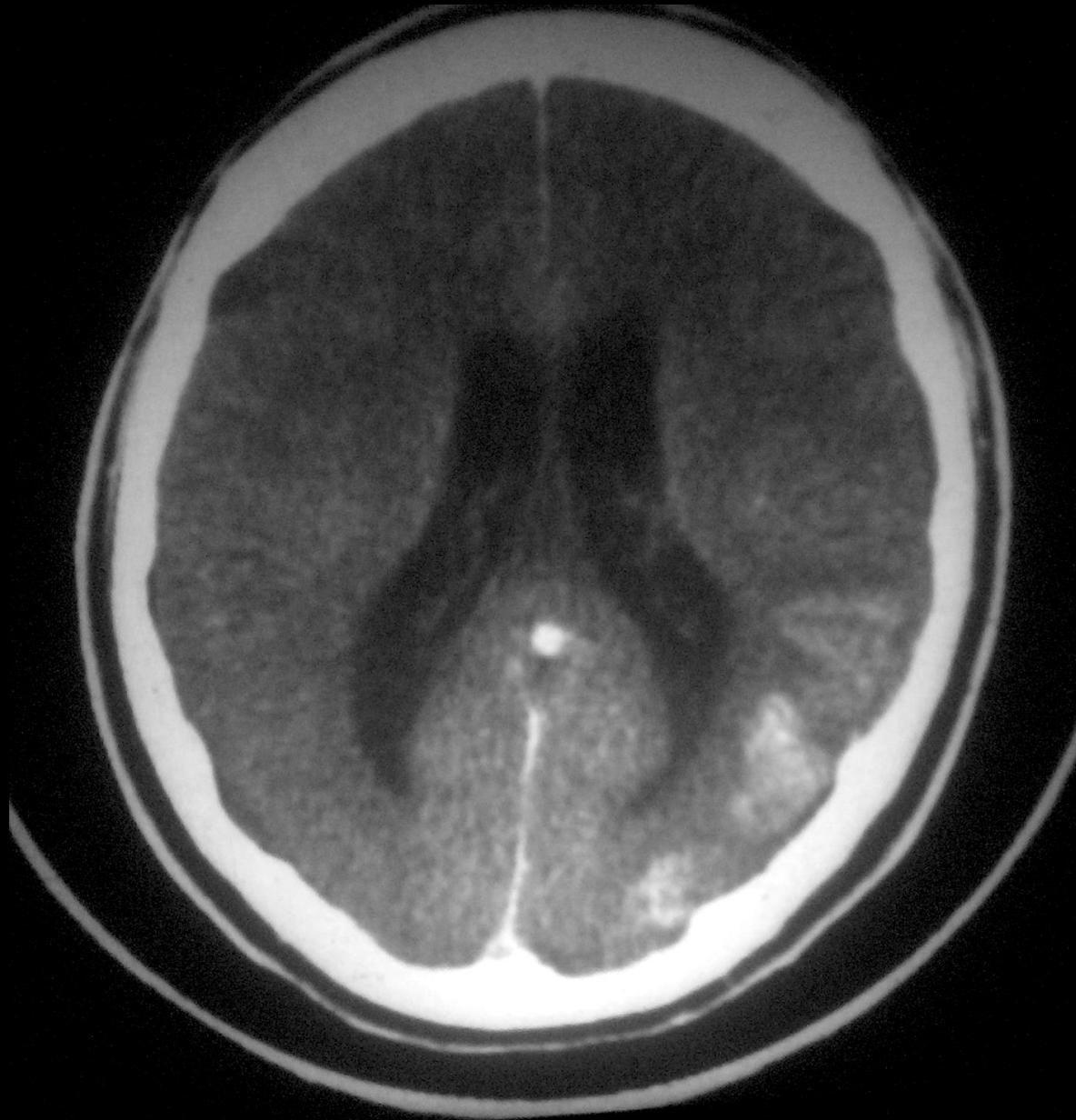


Lesioni ipodense per gliosi

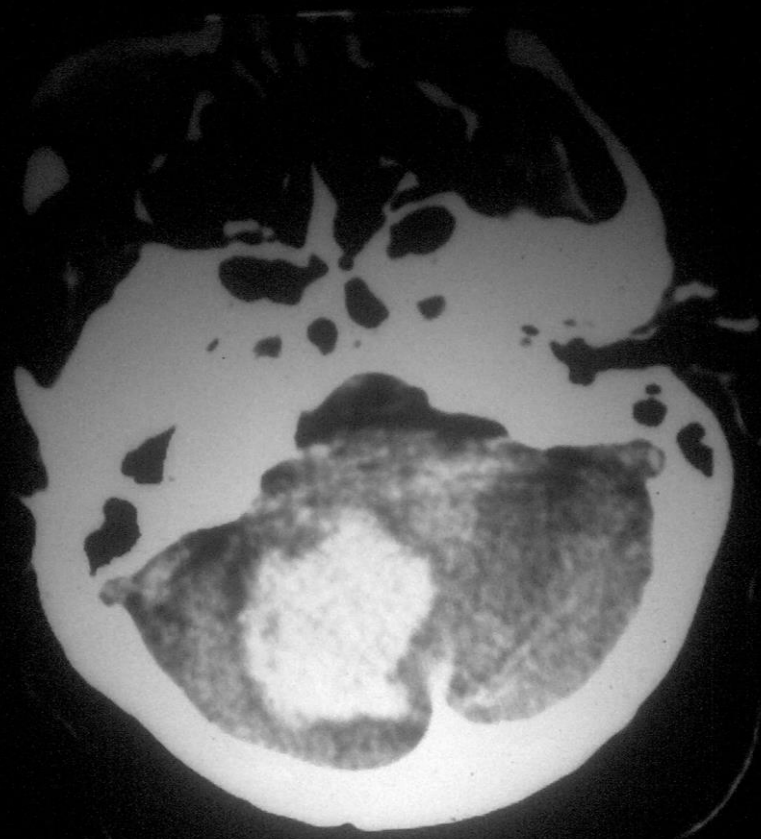


Cavità lacunari e a contenuto liquorale

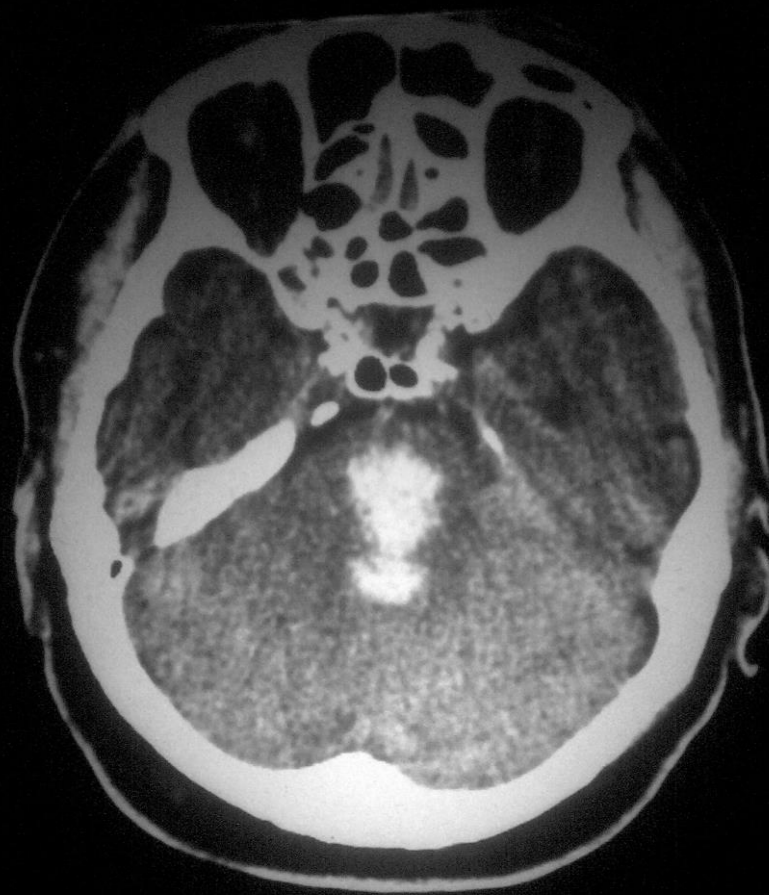
Infarto emorragico o infarto rosso



Emorragia parenchimale

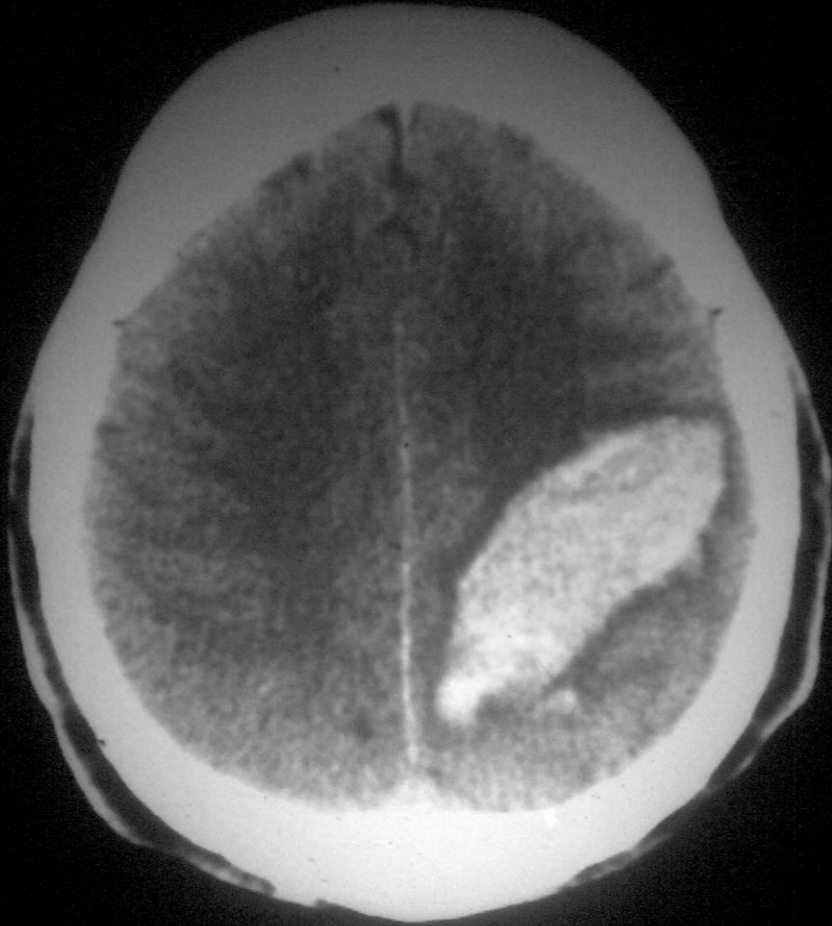


Emorragia cerebellare

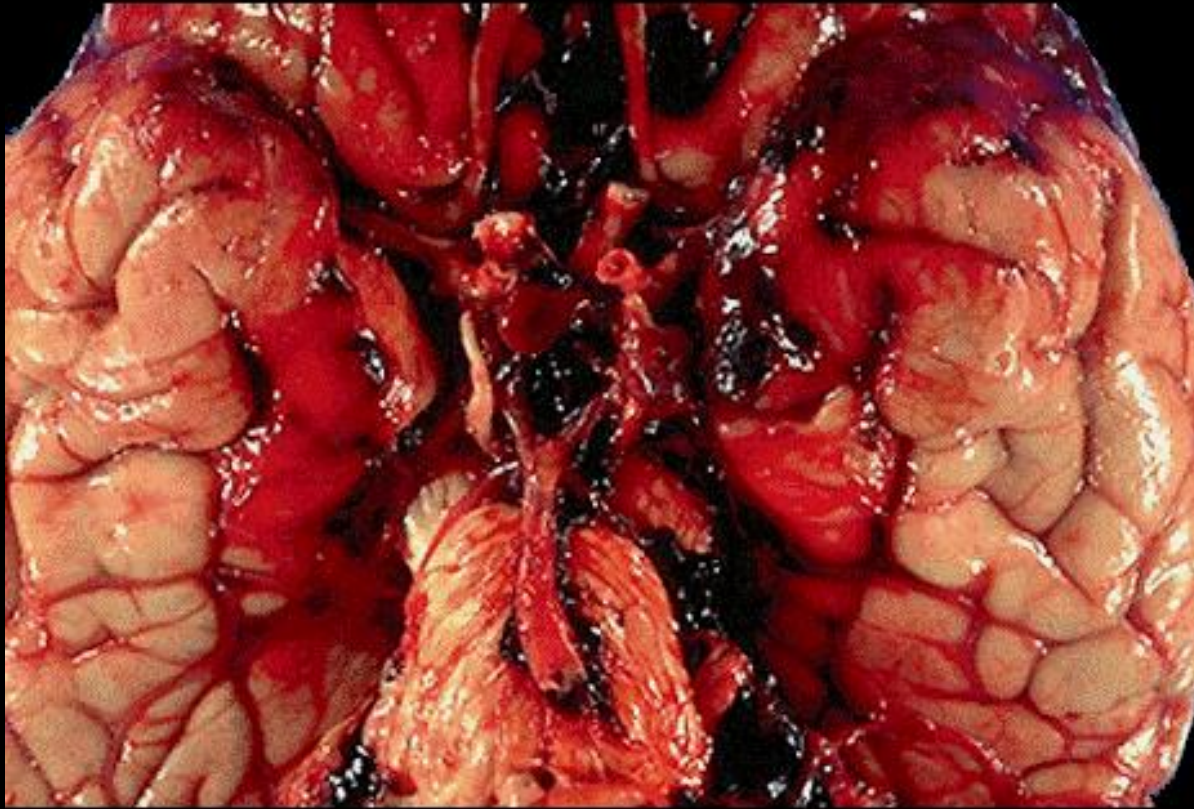


Emorragia del tronco cerebrale

Emorragia parenchimale



Emorragia subaracnoidea (ESA)

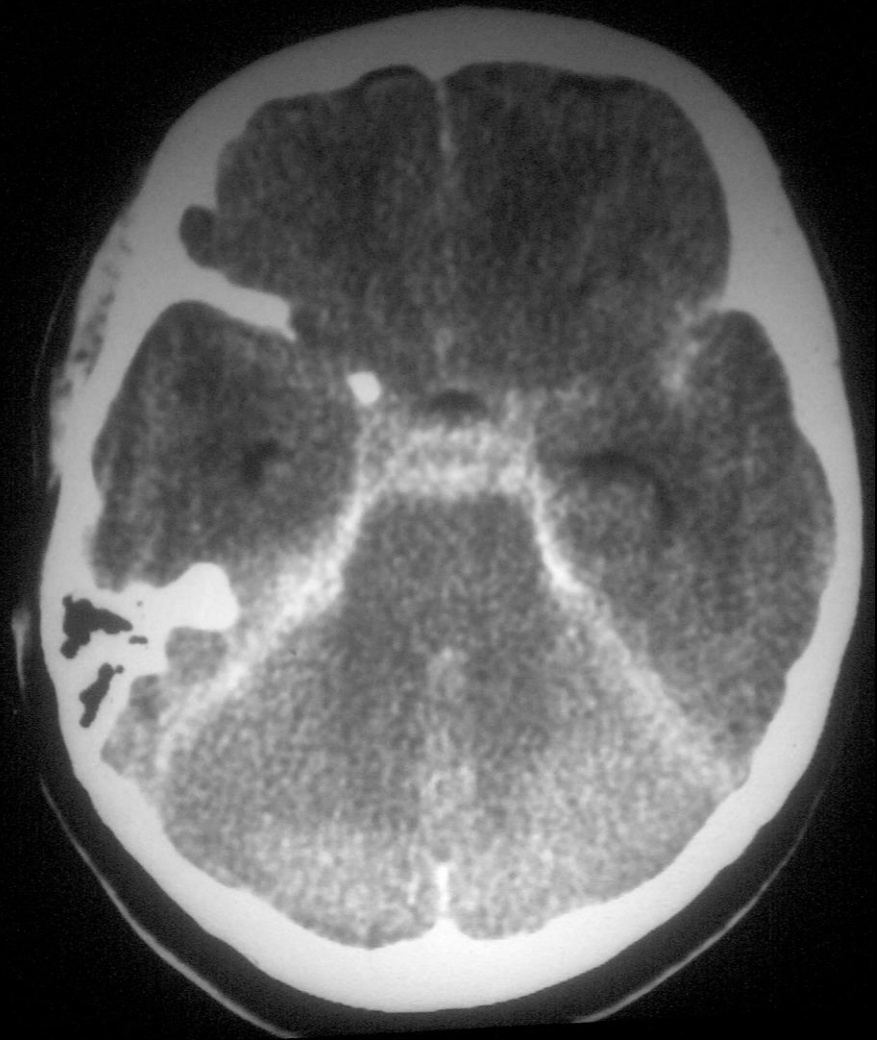


Reperto anatomopatológico

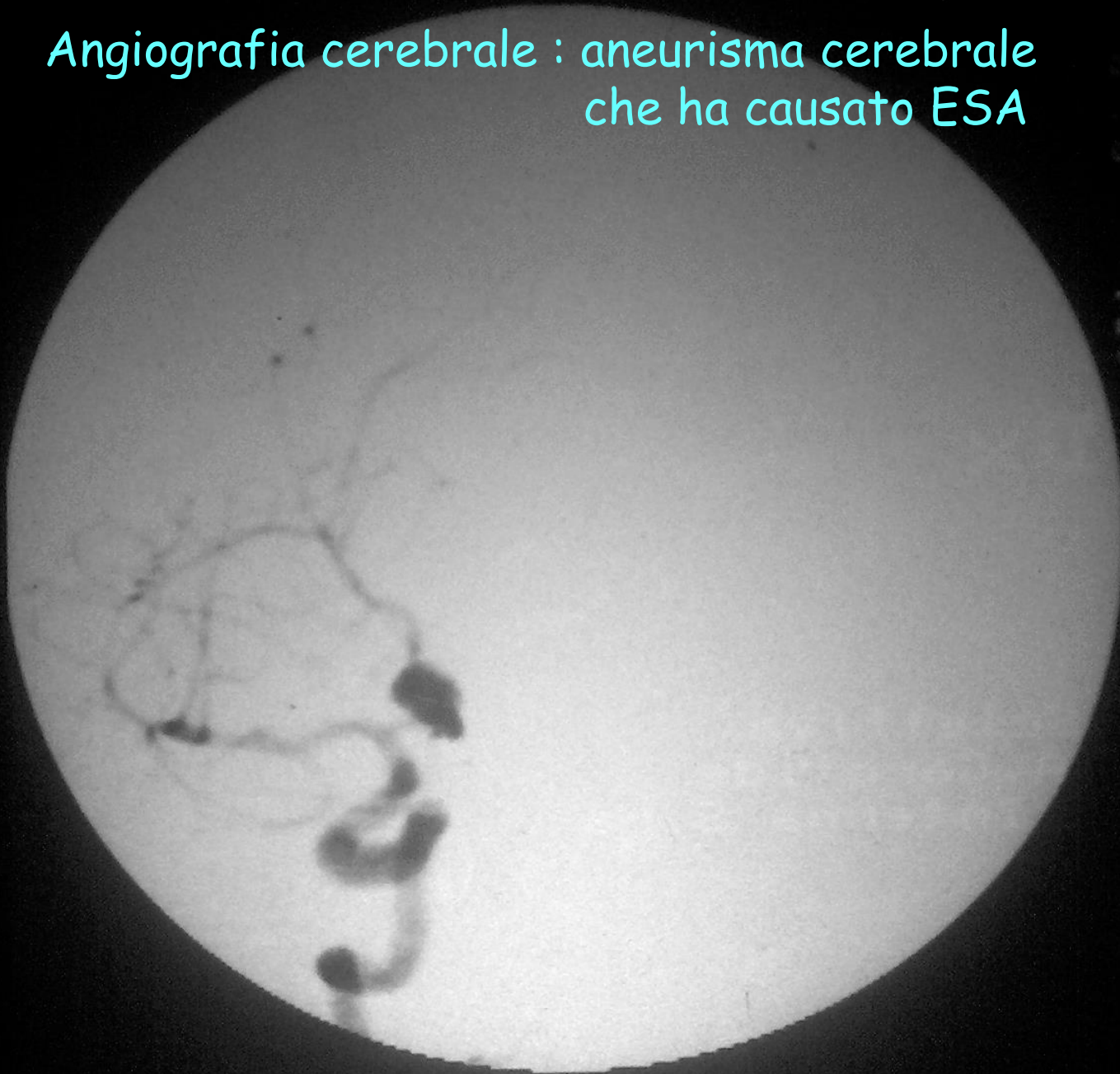


Quadro tc

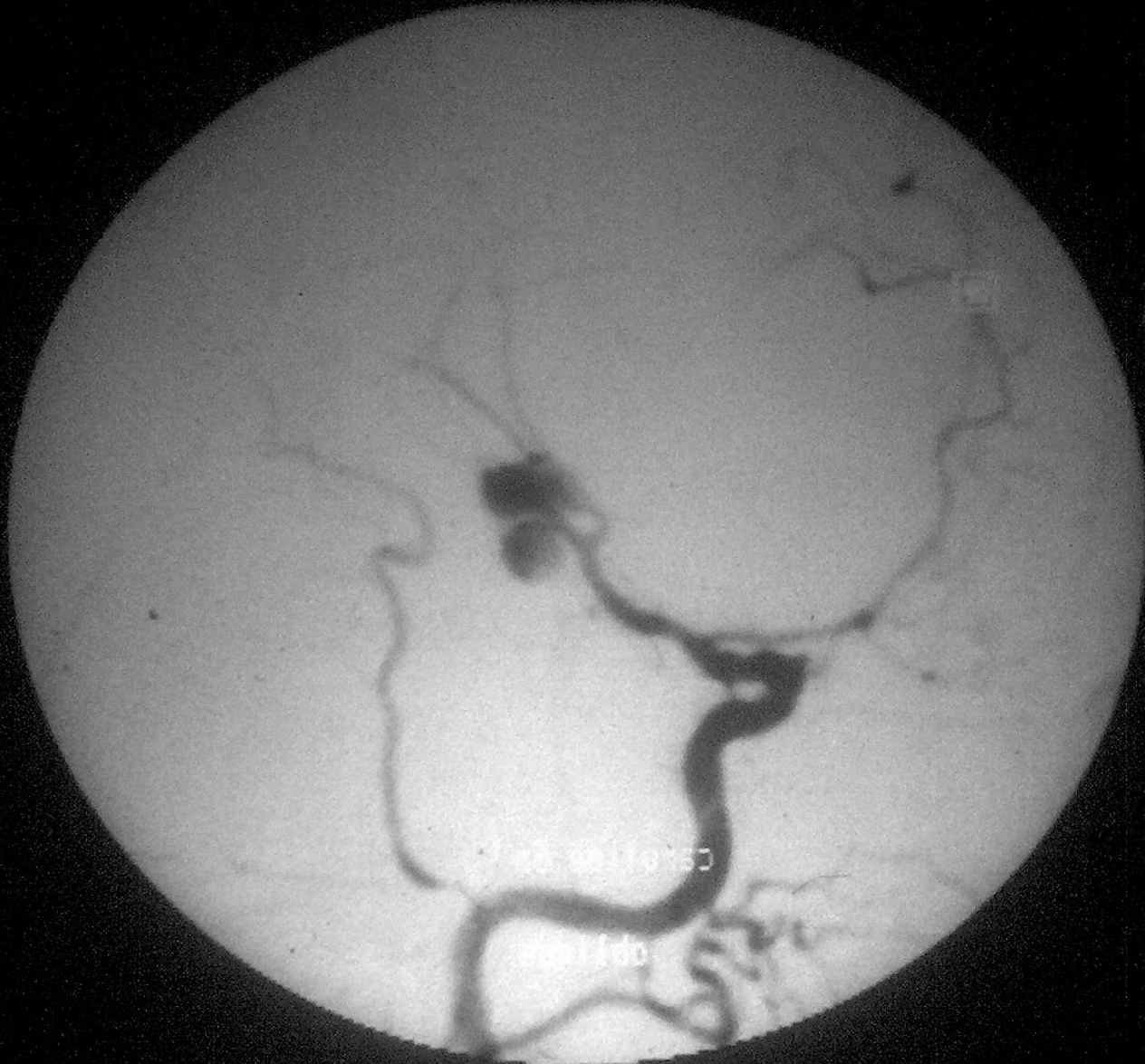
Emorragia subaracnoidea (ESA) : TC



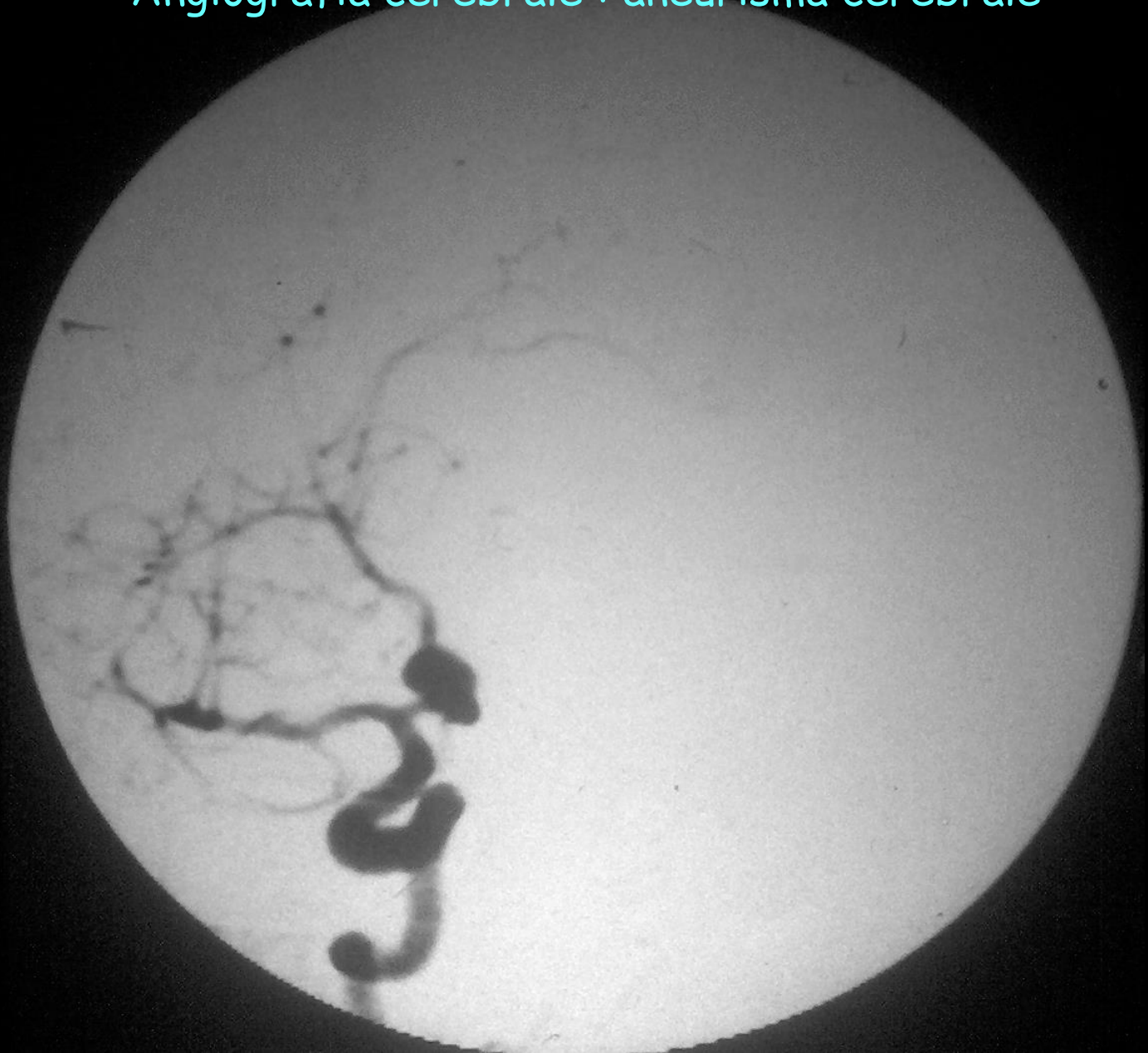
Angiografia cerebrale : aneurisma cerebrale
che ha causato ESA



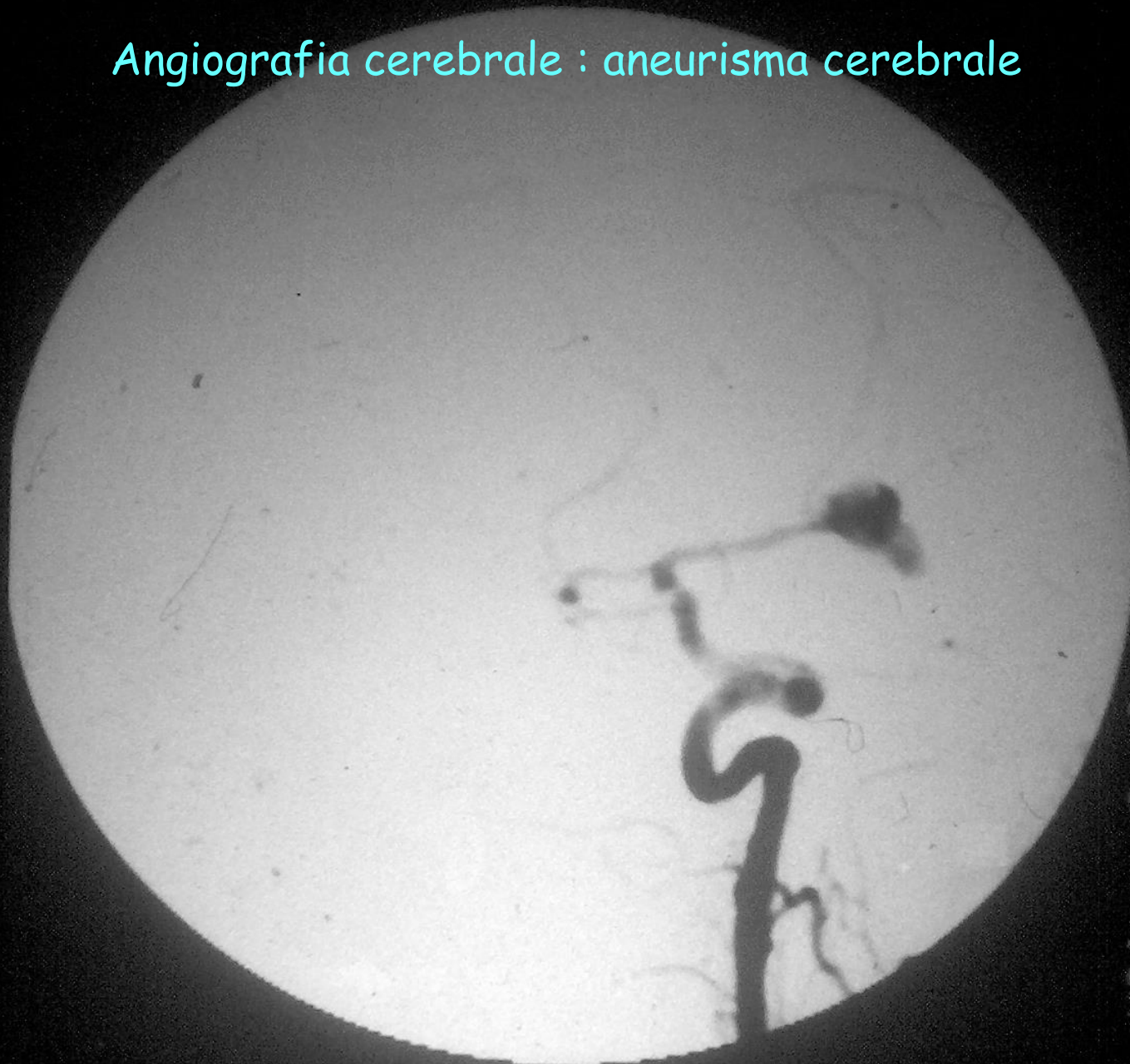
Angiografia cerebrale : aneurisma cerebrale



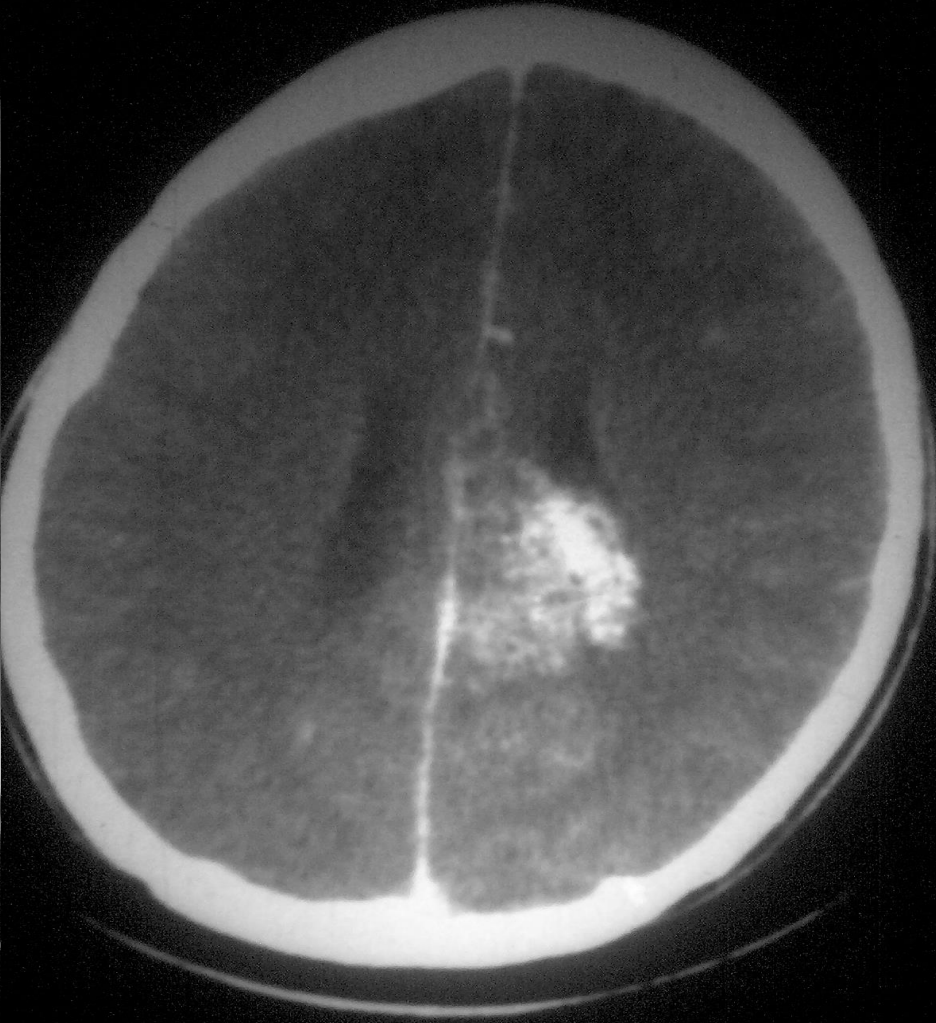
Angiografia cerebrale : aneurisma cerebrale



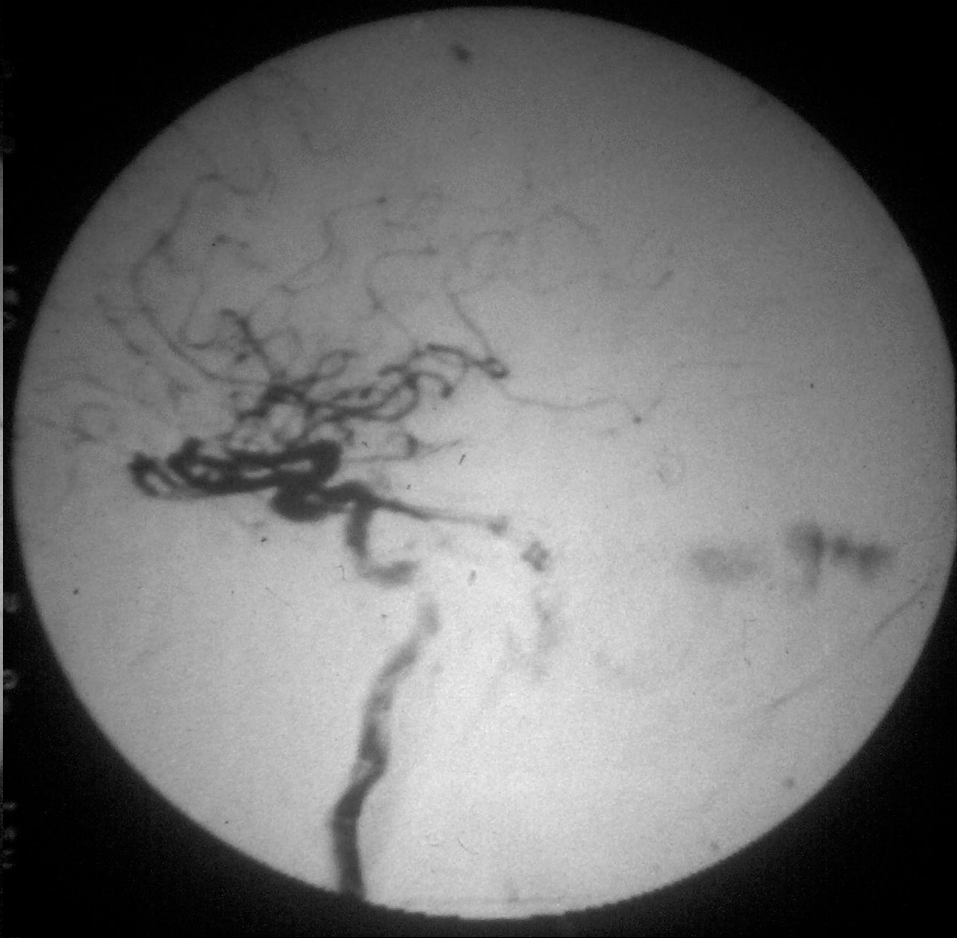
Angiografia cerebrale : aneurisma cerebrale



Emorragia parenchimale da malformazione vascolare arterovenosa : MAV



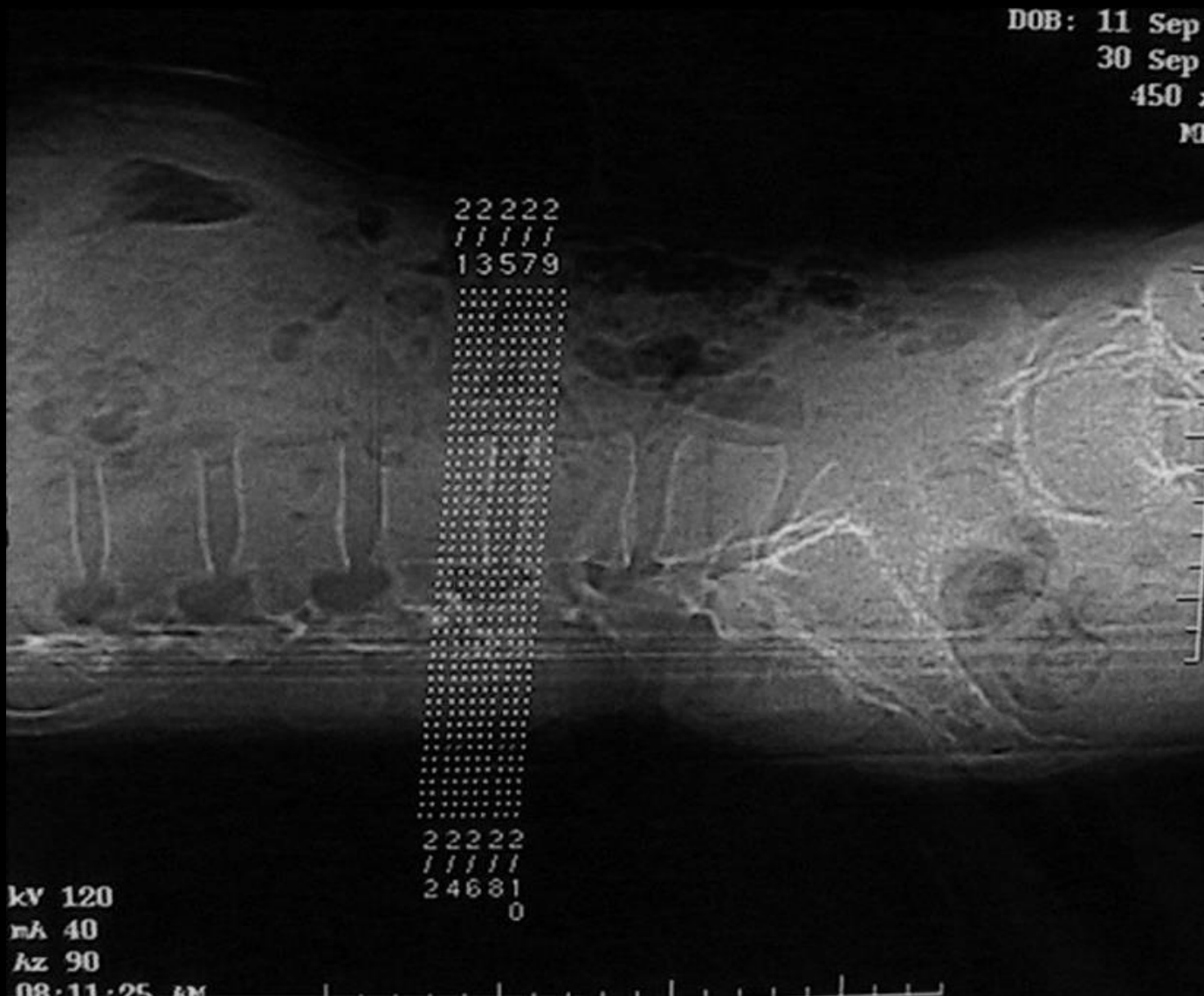
Angiografia cerebrale : malformazione vascolare (MAV)



Abnormal Tissue

	xray-CT	enhancement
<u>infarct</u>	<u>dark</u>	subacute
bleed	<u>bright</u>	no

TC COLONNA

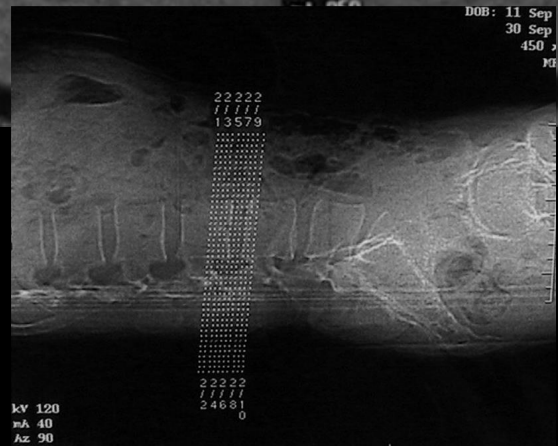
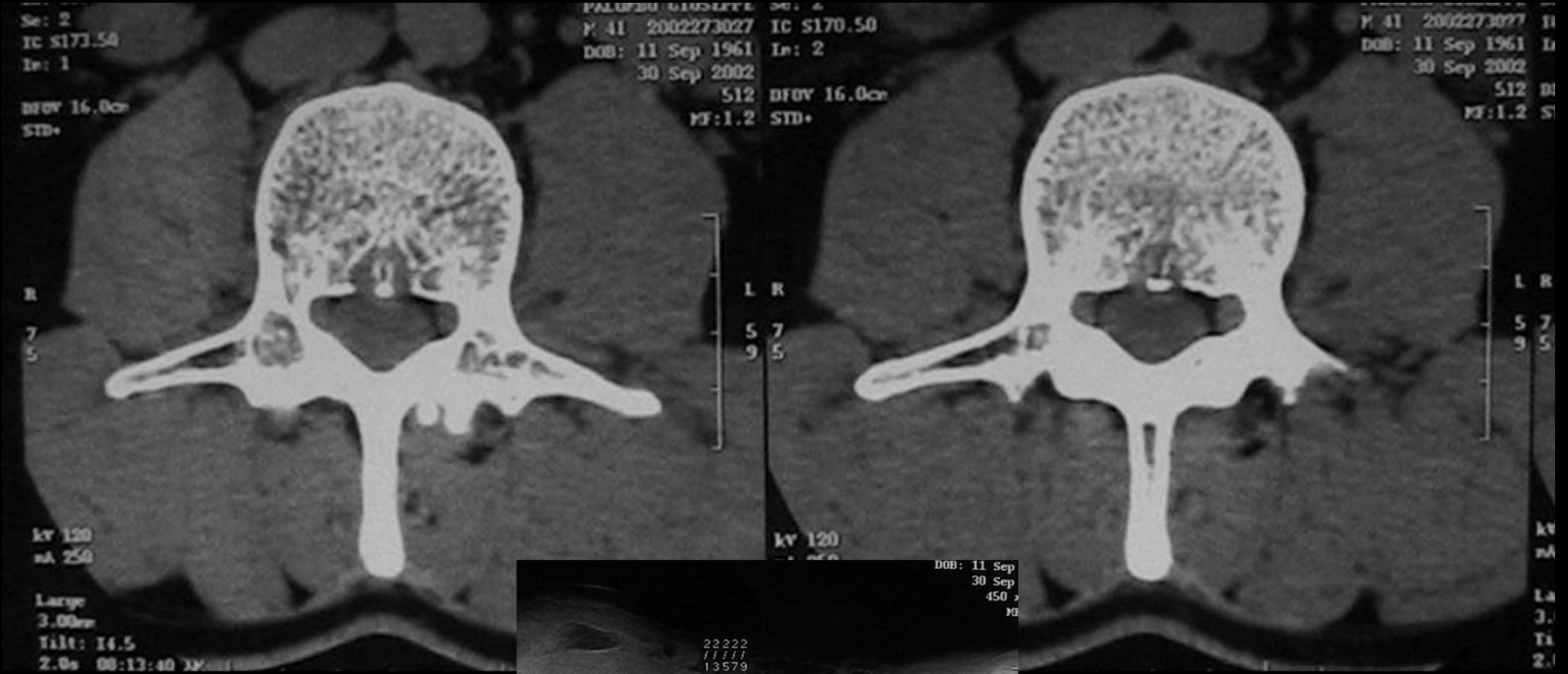


Topogramma sagittale

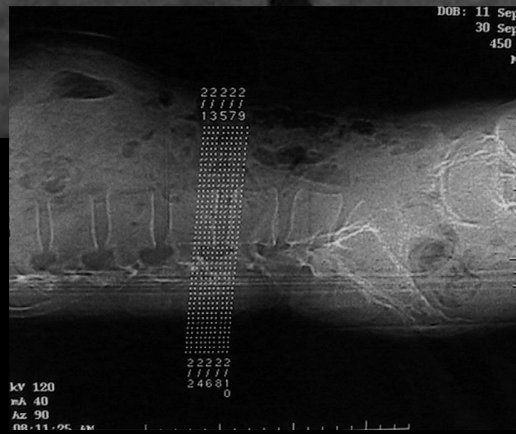


TC COLONNA

TC COLONNA



TC COLONNA



TC COLONNA



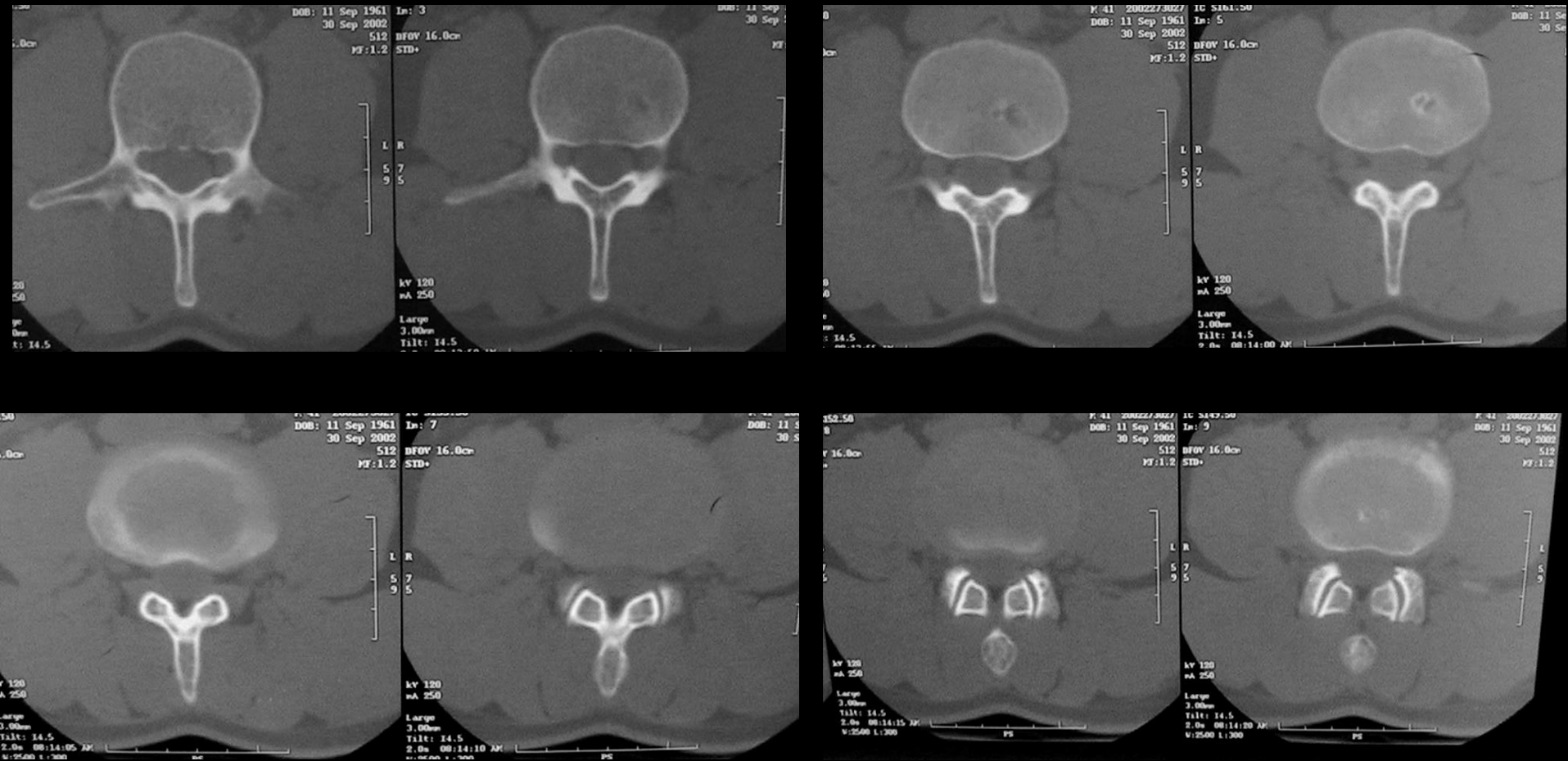
TC COLONNA



TC COLONNA



TC COLONNA



Valutazione con "finestra" del tessuto osseo

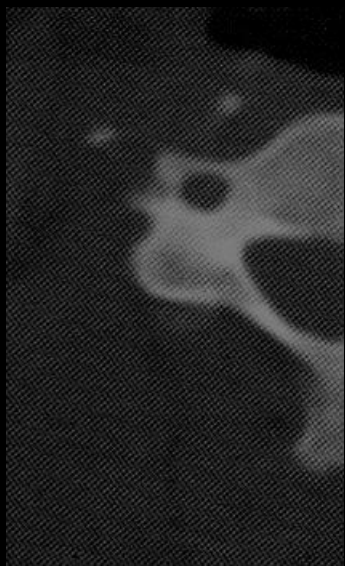
La forma del processo trasverso caratterizza la vertebra

Il cervicale da passaggio all'arteria vertebrale

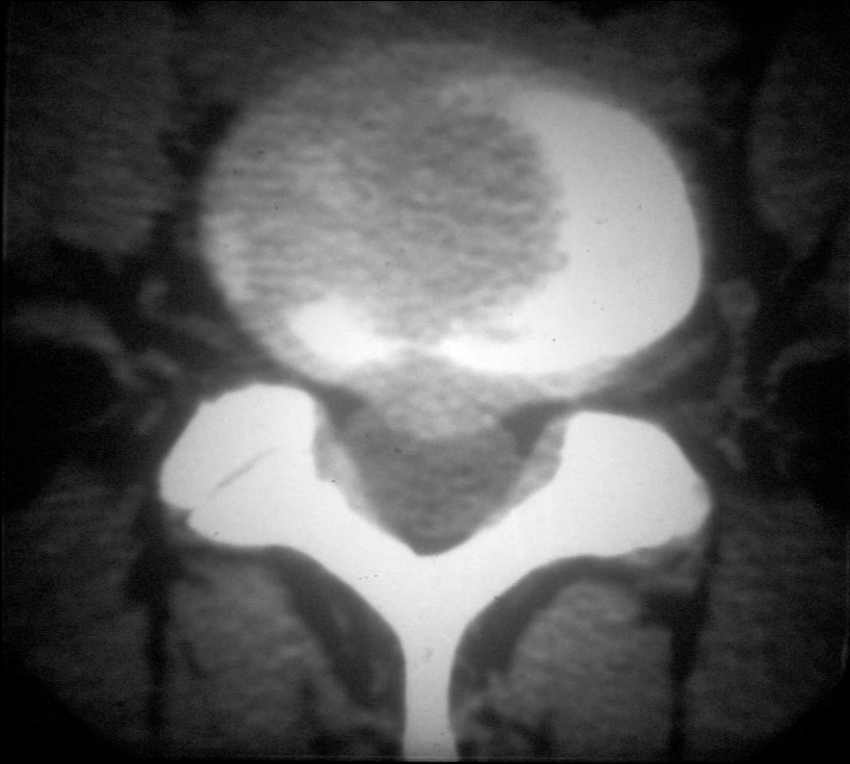
Il dorsale si articola con la costa

Il lombare da attacco allo psoas

Il sacrale si articola con l'osso iliaco



Ernie discali lombari

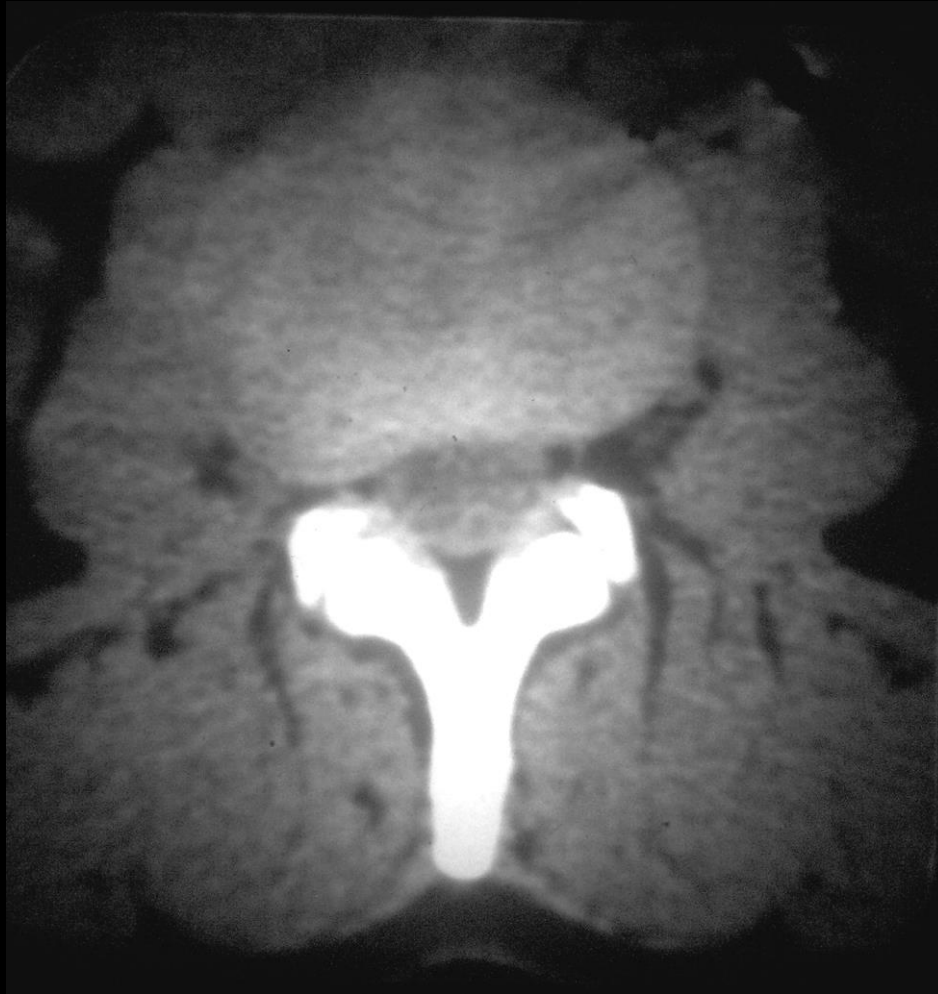


E.D. mediana

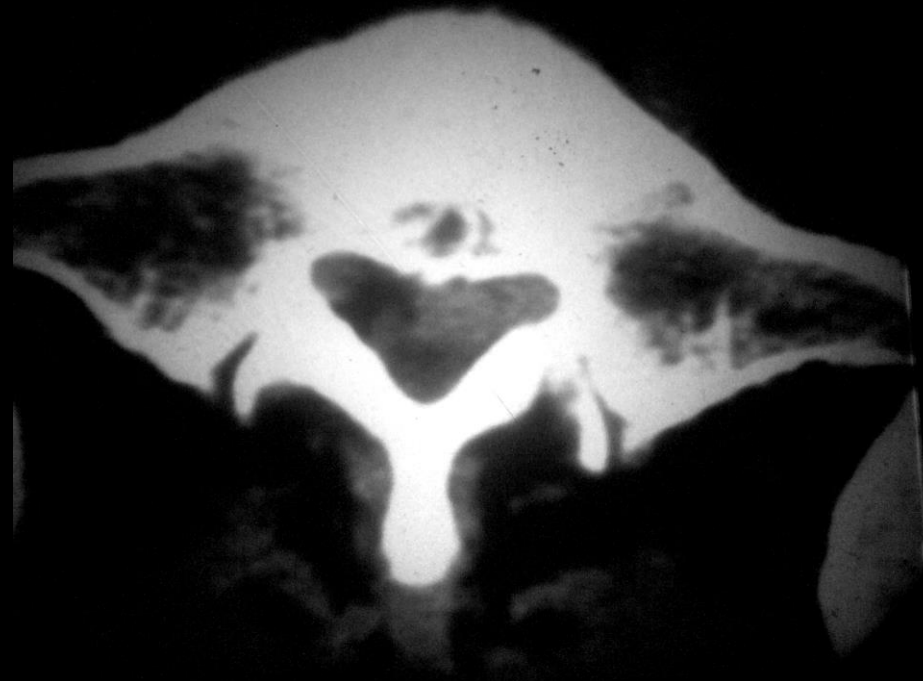


E.D. paramediana dx

Ernie discali lombari



E.D. intraforaminale dx



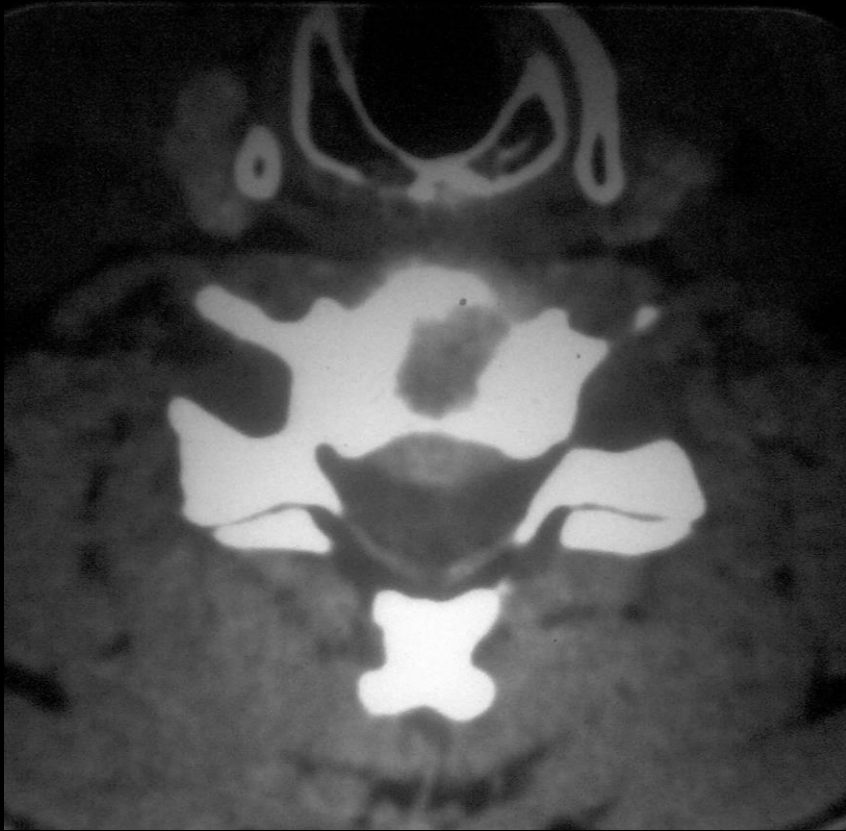
E.D. posterolaterale sin

Ernie discali lombari



E.D. calcificata

Ernie discali cervicali

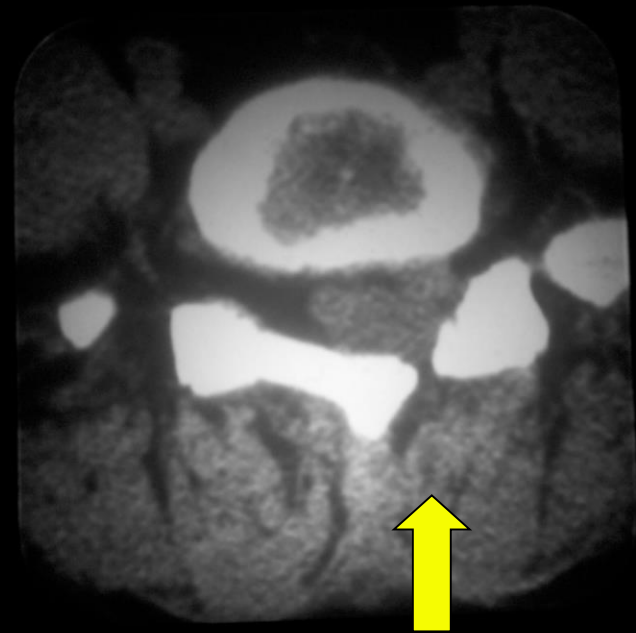
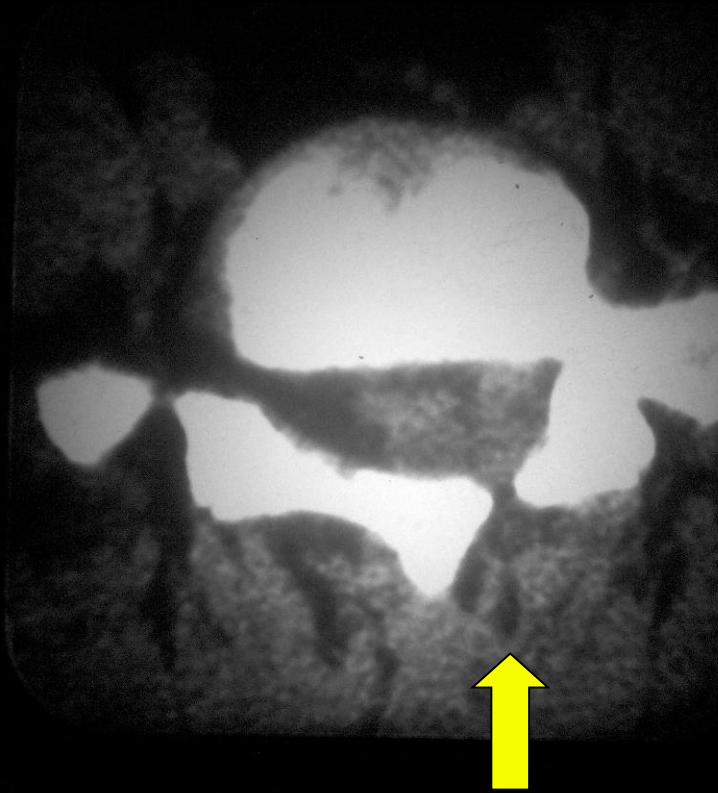


E.D. mediana

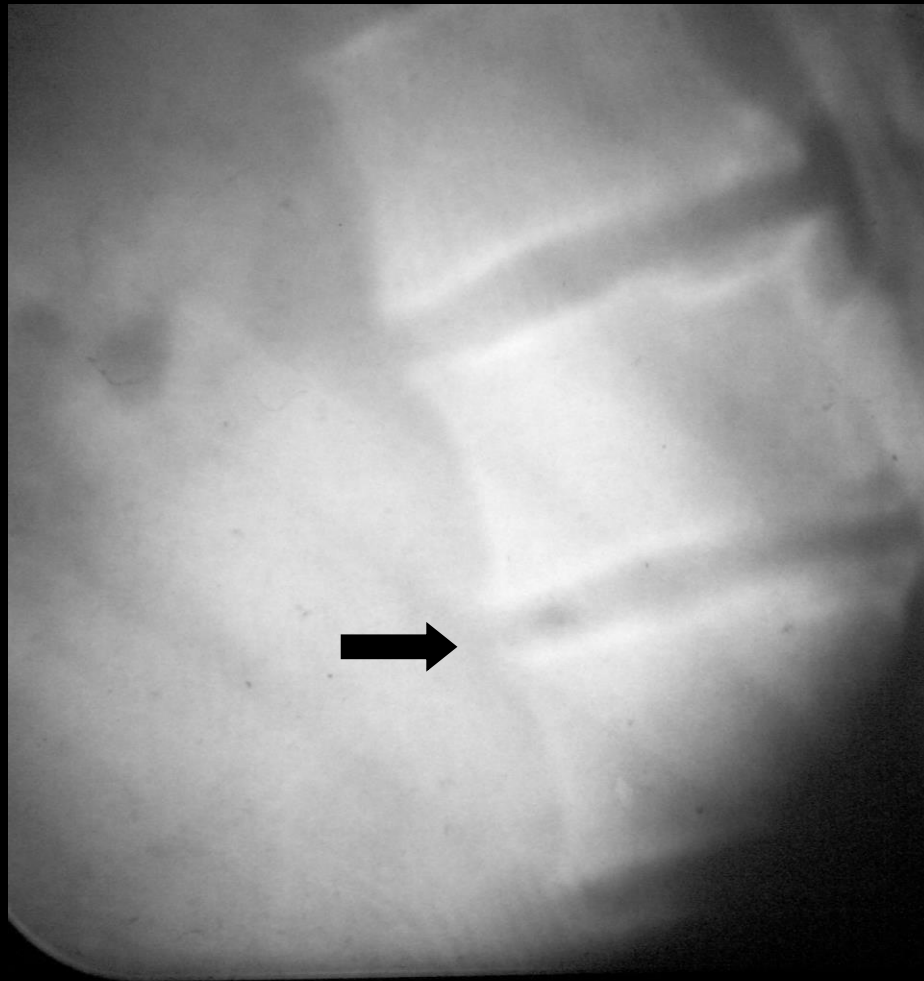


E.D. posterolaterale dx

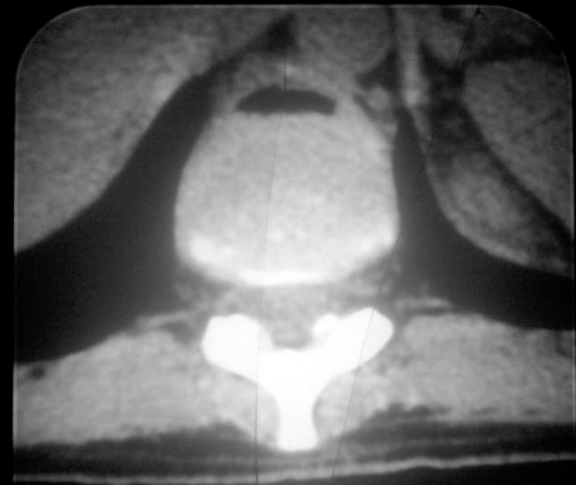
Esiti di discectomia e laminectomia



Degenerazione gassosa del disco



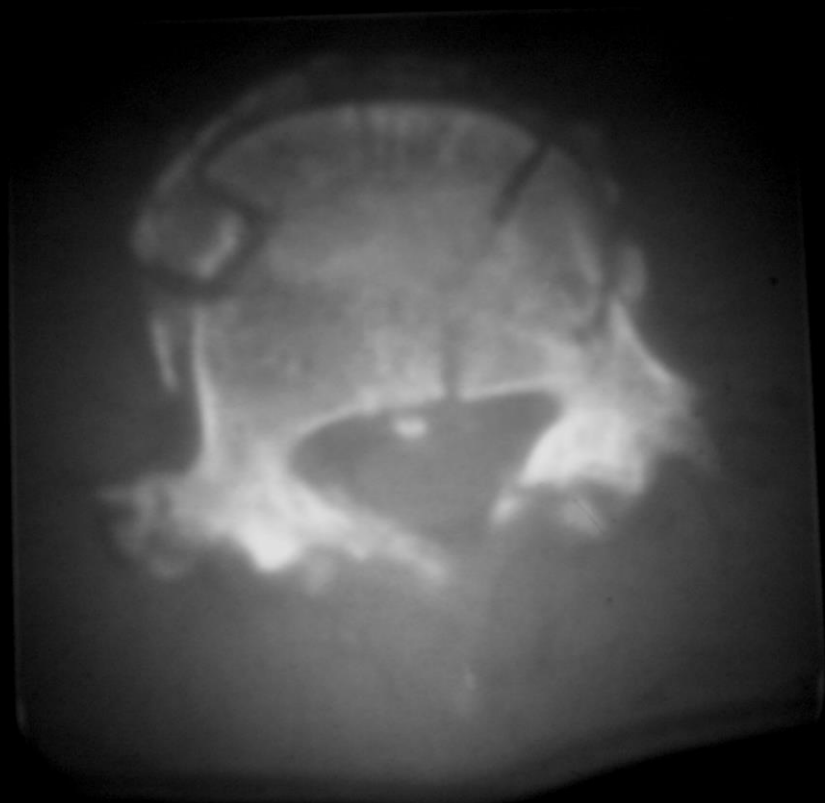
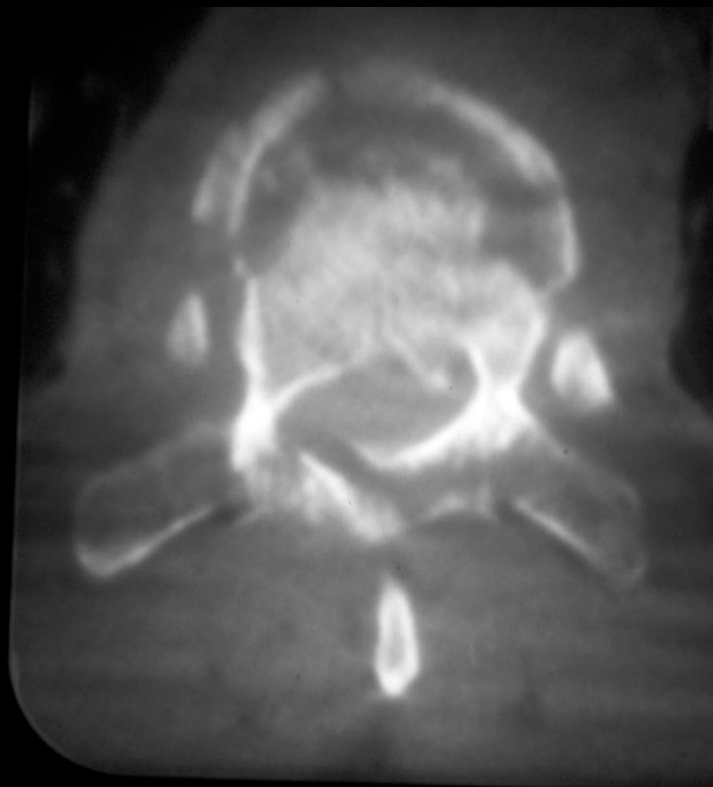
RX



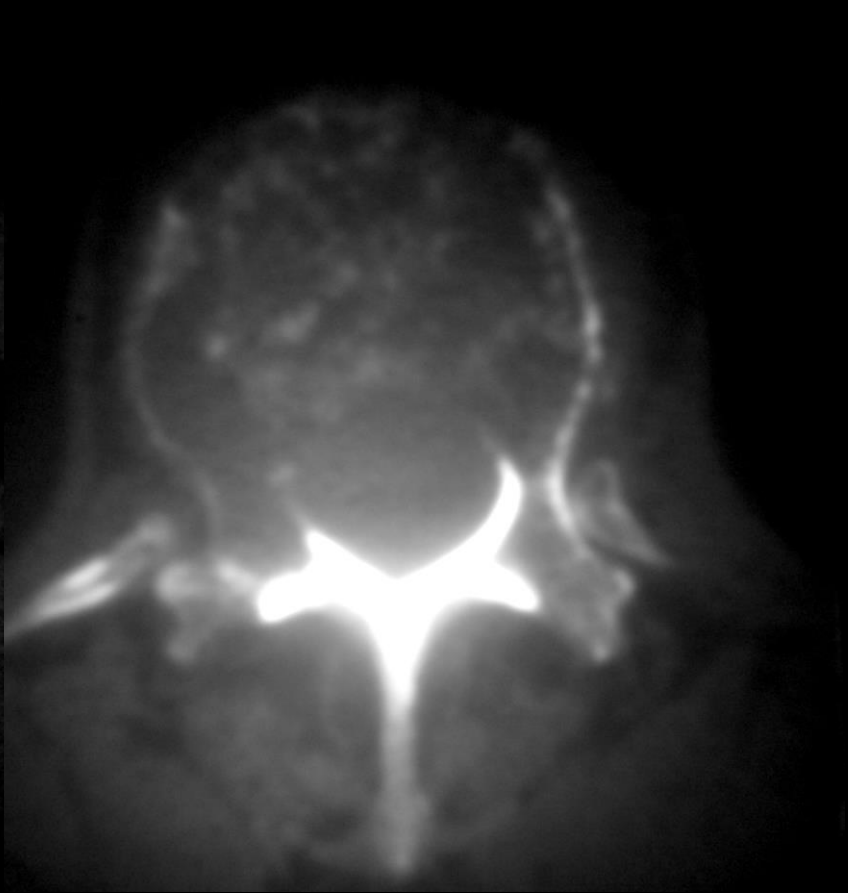
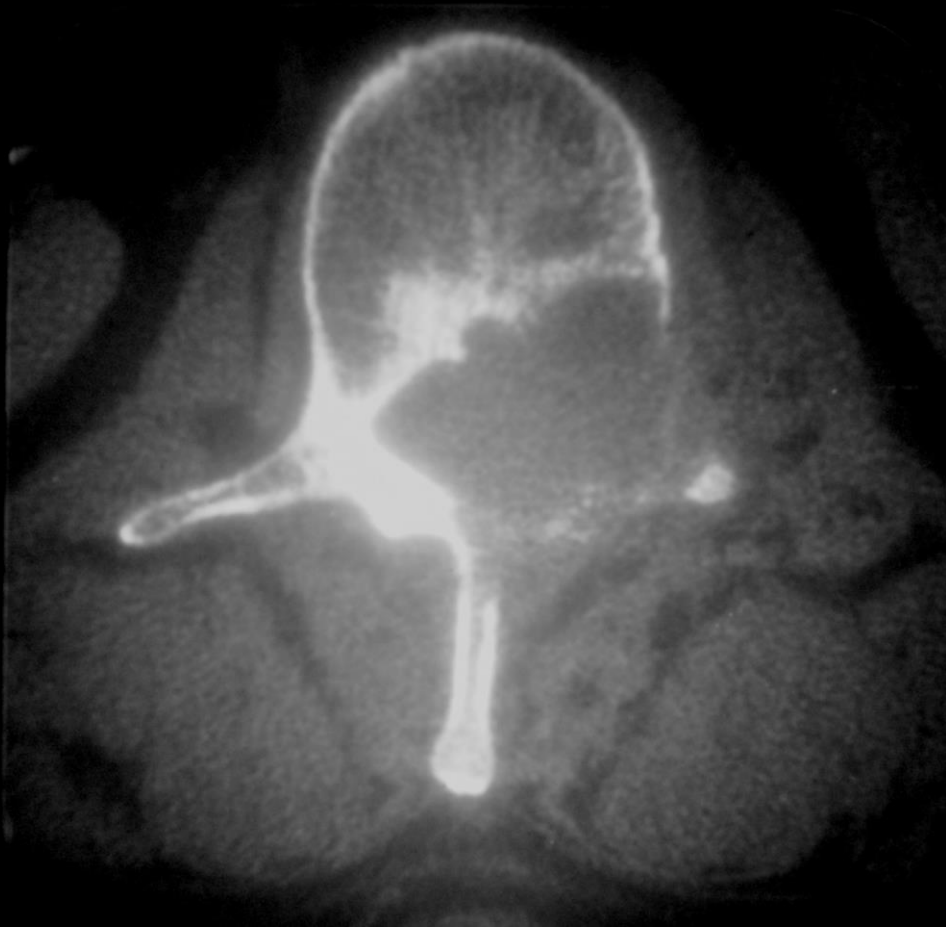
TC



Fratture



Metastasi ossee osteolitiche



INDICAZIONI TC CEREBRALE

-Tutte le patologie in emergenza (per rapidità e semplicità di esecuzione)

In particolare:

Traumi

Infarti e Emorragie cerebrali in fase acuta

Emorragie subaracnoidee

Iperensione endocranica (per es. idrocefalo)

Patologia infiammatoria in fase acuta (abbinata alla RM)

Otomastoiditi acute

Traumi

.Ematomi extracerebrali acuti (intra ed extradurali)

Segni TC: falde sottotecali iperdense (per contenuto ematico)

.Ematomi e lacerazioni parenchimali

Segni TC: aree ed areole iperdense

.Contusioni parenchimali

Segni TC: aree ed areole ipodense (per edema vasogenico)

.Fratture craniche e del massiccio facciale da trattare chirurgicamente

Infarti cerebrali

Segni TC: aree ed areole ipodense a margini sfumati (per edema vasogenico).

Se esiti di infarti aree nettamente ipodense a margini netti

Emorragie cerebrali parenchimali

Segni TC: aree ed areole iperdense (per contenuto ematico)

Se esiti di emorragie aree nettamente ipodense cicatriziali a margini netti

Emorragie subaracnoidee:

spandimenti ematici nei ventricoli e negli spazi liquorali per rottura di malformazione vasale generalmente del poligono di

Willis denominato *aneurisma* (iperdensità diffuse nei ventricoli e negli altri spazi liquorali)

Idrocefalo: dilatazione dei ventricoli su base congenita o acquisita
Da trattare chirurgicamente mediante catetere di derivazione liquorale

Segni TC : notevole aumento dimensionale dei ventricoli

-In elezione

Controlli dopo interventi NCH

Ematomi extracerebrali cronici (segni TC: falde ipodense sottotecali)

Pazienti con controindicazioni alla RM (es. claustrofobici)

INDICAZIONI TC NELLA PATOLOGIA

VERTEBROSPINALE (rapidità d'esame e ottima valutazione della struttura ossea)

-In emergenza

Traumi (migliore valutazione della struttura ossea e quindi delle fratture e lussazioni rispetto alla RM)

Ernie discali espulse con gravi sintomi sensitivi e motorii.

-In elezione

Malformazioni ossee

Ernie discali

Patologia neoplastica (per migliore valutazione ossea) ma abbinata alla RM