

# Urgencias no traumáticas de cabeza y cuello

Carlota Andreu Arasa, MD, PhD

Assistant Professor

Department of Radiology

Boston Medical Center, Boston University School of Medicine



Boston University School of Medicine  
Department of Radiology



*No hay  
conflictos de  
interés que  
declarar*





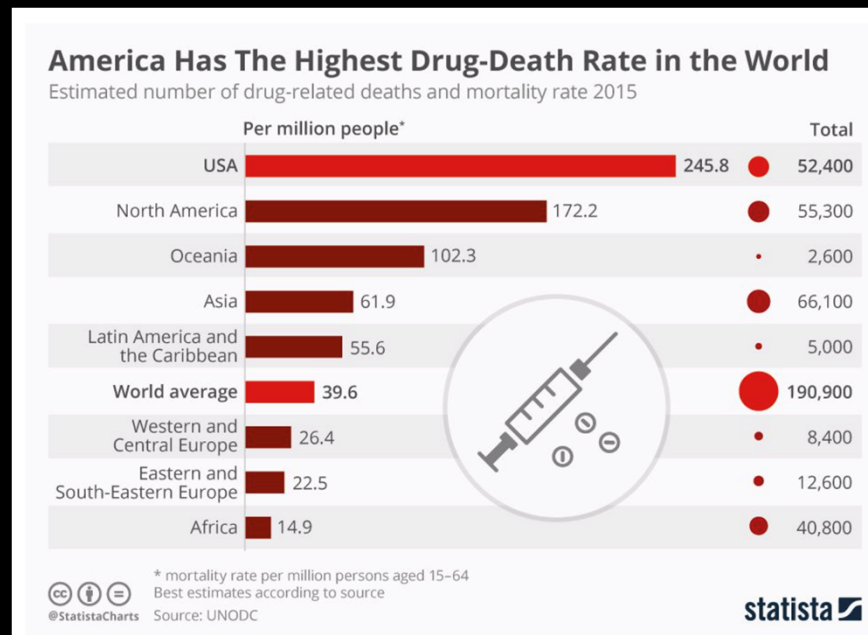
- BMC fusion de 2 centros
  - City Hospital (primer hospital municipal)
  - BU School of Medicine Medical Center
- Hospital con mayor #emergencias/trauma en New England
  - >140,000 pacientes/año
- Primer hospital NE categoria centro traumatico de nivel I (CSA)







- 2017: > 47,000 Muertos por sobredosis de opiaceos (opioids prescritos, heroína y fentanyl producido de forma ilegal)
- 1990-2000: Farmaceuticas aseguraban a la comunidad medica que la prescripcion de opiaceos (dolor) no adiccion
- 80% usuarios de heroína abusaron de farmacos (prescritos) contra el dolor

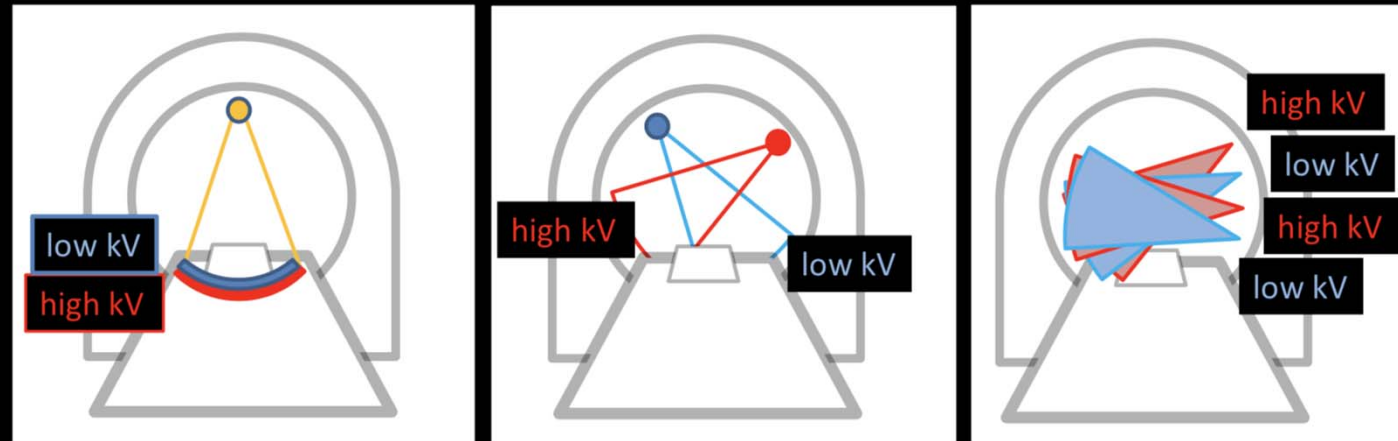


- CT cuello
- CT maxillofacial/orbitas
- CT columna cervical
- CTA cuello/cabeza

- MRI cuello
- MR maxillofacial/orbitas
- MRI columna cervical



## CT energia dual

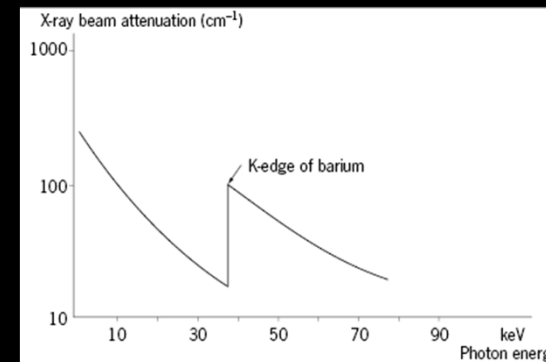
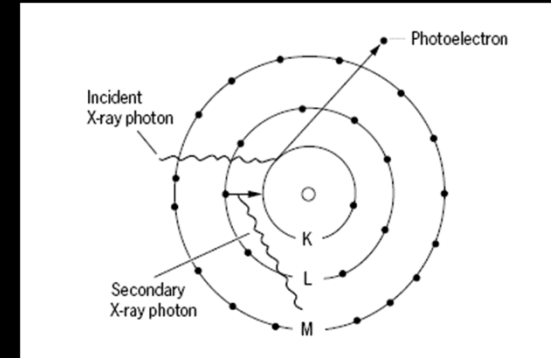


Type of acquisition	Dual layer acquisition	Dual source acquisition	Fast kV Switching
Dual energy reconstruction	Row data	Image data	Row data
Merit for dual energy	<b>Simultaneous</b> dual energy data acquisition <b>Always get dual energy data set</b>	Can change mAs parameters: for example, high mAs for low kV image for dual energy scan	High time resolution for dual energy CT scan (but not simultaneous)



## CT energia dual

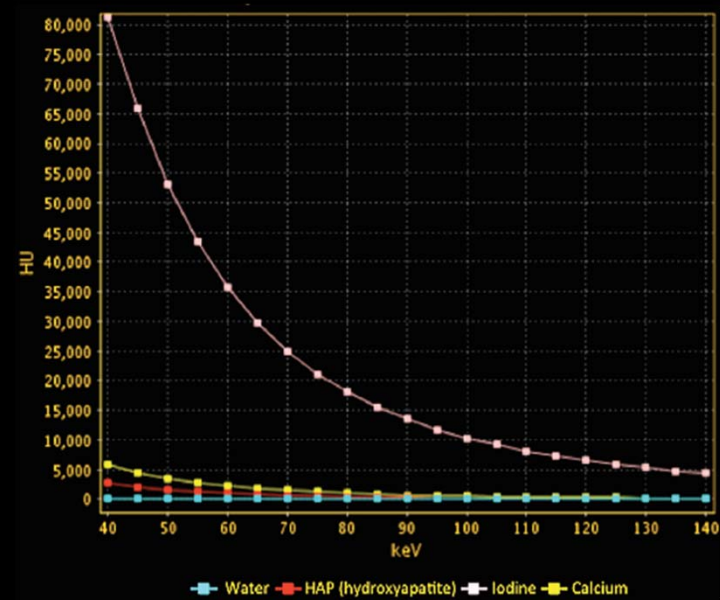
- La atenuacion de fotones por la materia depended de:
  - La energia de los fotones (E)
  - El numero atomico de la materia (Z)
- “Photoelectric interactions” es la forma de atenuacion mas comun (predomina en Kv bajos):
  - Es proporcional a  $Z^3$
  - Por encima del K-edge es  $1/E^3$



## CT energia dual

DOS energias de fotones diferentes a partir de las cuales se deduce (algoritmos matematicos):

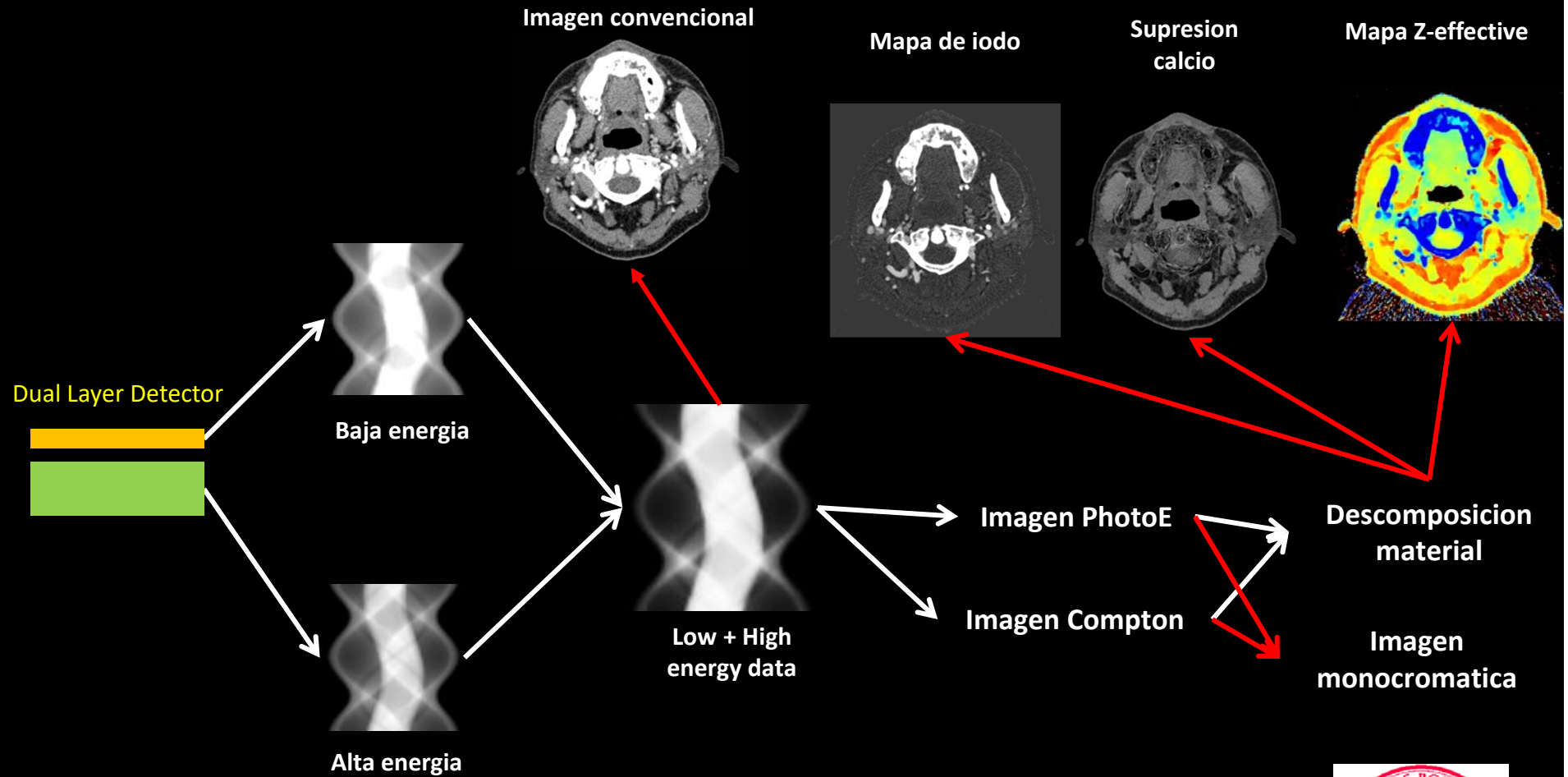
1. La atenuacion a determinados Kvp:  
Imagenes monocromaticas
2. La composicion del material absorbente: Mapas de descomposicion de la materia



(Patino et al. RadioGraphics 2016)



# CT energia dual





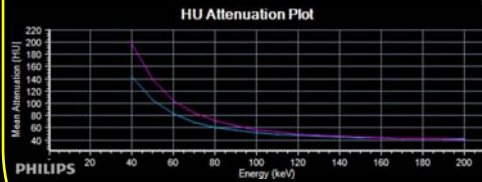
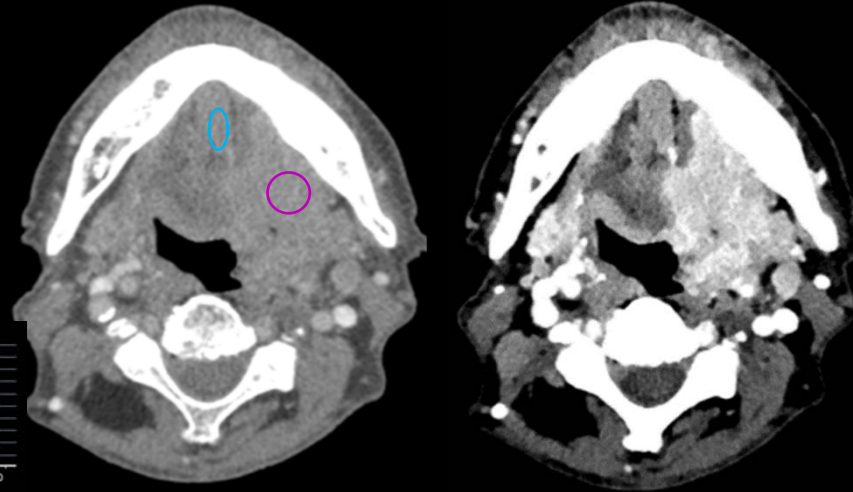
## CT energia dual

Imagenes monocromaticas virtuales

Low kVp

120 kVp

40 keV



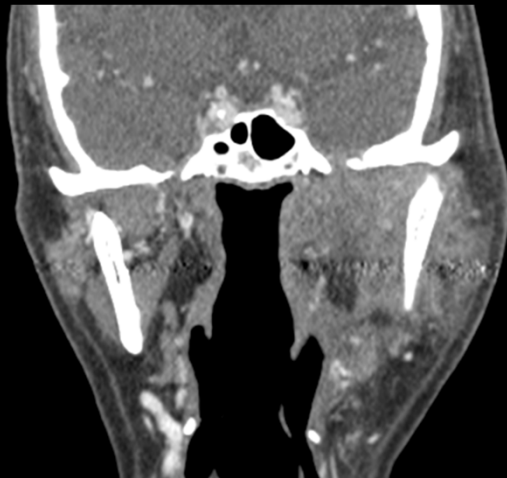
67 yo M con masa en suelo boca



## CT energia dual

Imagenes monocromaticas virtuales

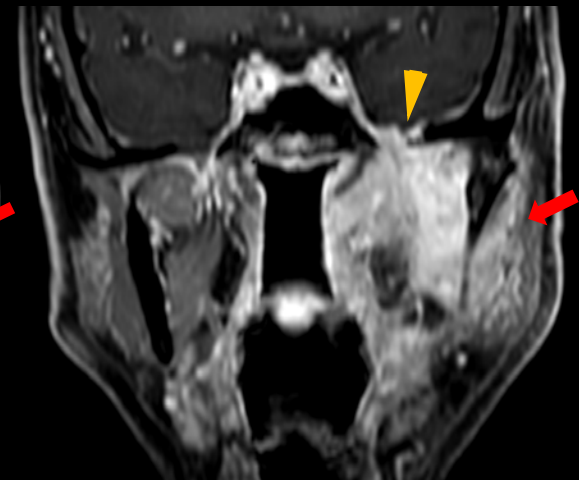
Low kVp



120 kVp



40 keV



Gd FS T1WI

83 yo M con linfoma maligno

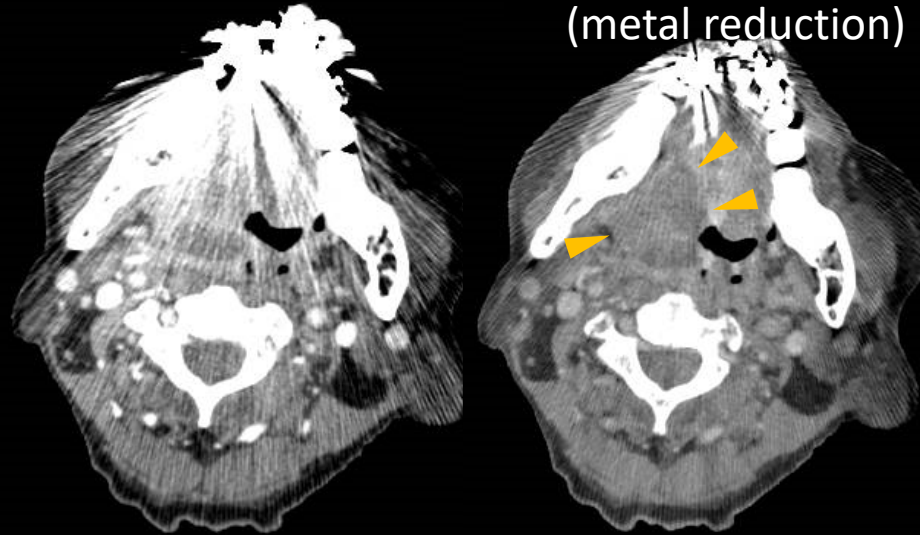


## CT energia dual

Imagenes monocromaticas virtuales

High kVp

Hight kVp  
(metal reduction)

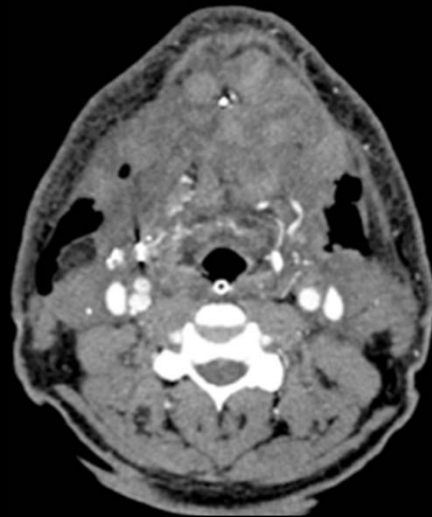


M con masa en suelo boca



## CT energia dual

Mapas de descomposicion de la materia



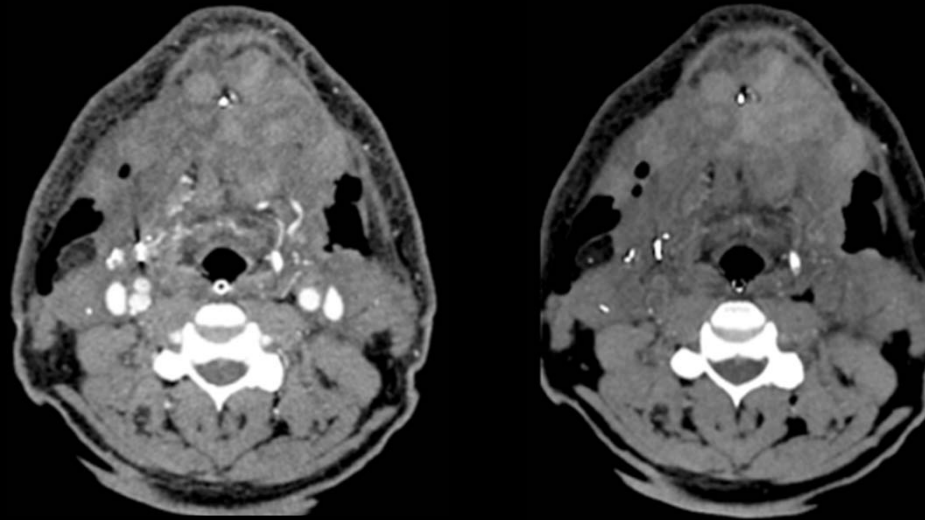
61 yo M 4 dias despues de cirugia (reseccion suelo boca)



## CT energia dual

Mapas de descomposicion de la materia

VNC



61 yo M 4 dias despues de cirugia (reseccion suelo boca)



## CT energia dual

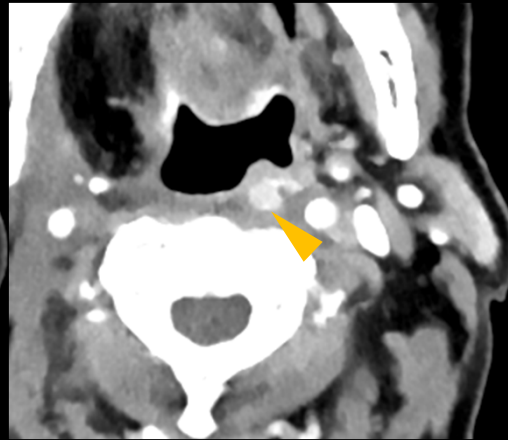
Mapas de descomposicion de la materia

Mapas de iodo

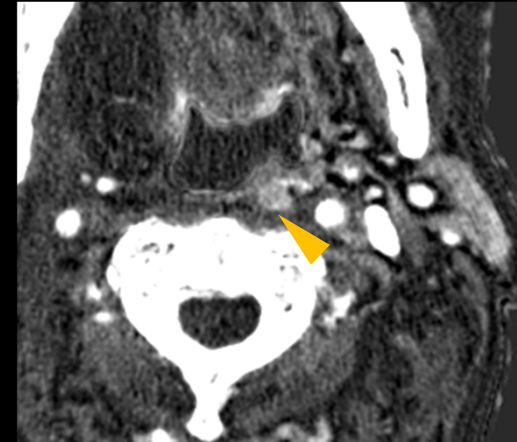
120 kVp



40 keV



Iodine map



Iodine concentration of the lesion is 1.7 mg/mL

47 yo M con carcinoma de orofaringe recurrente y metastasis nodal





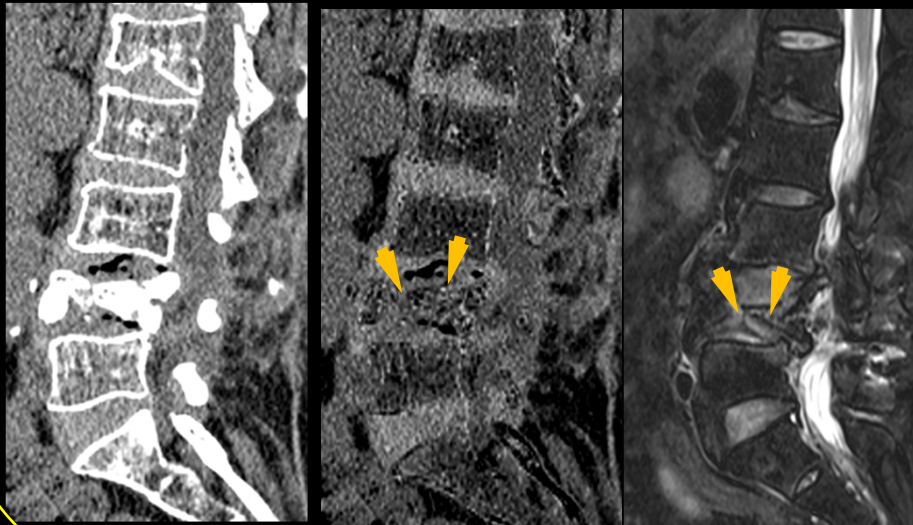
## CT energia dual

### Mapas de descomposicion de la materia

*Machida et al. RadioGraphics 2016; 36:1215-1232*



78 yo M con TIA  
recurrente

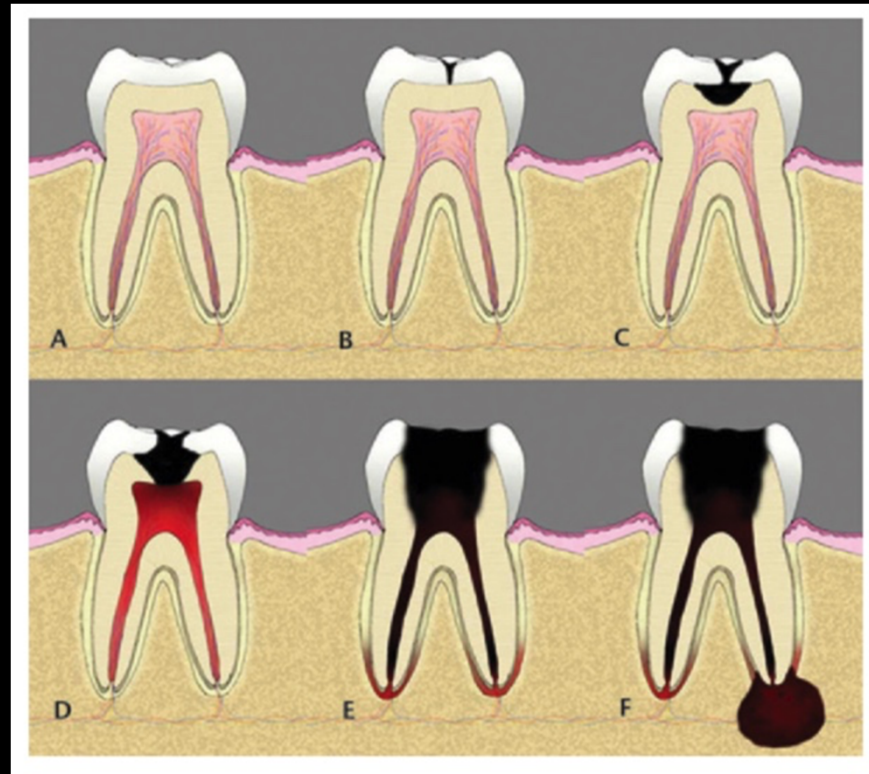
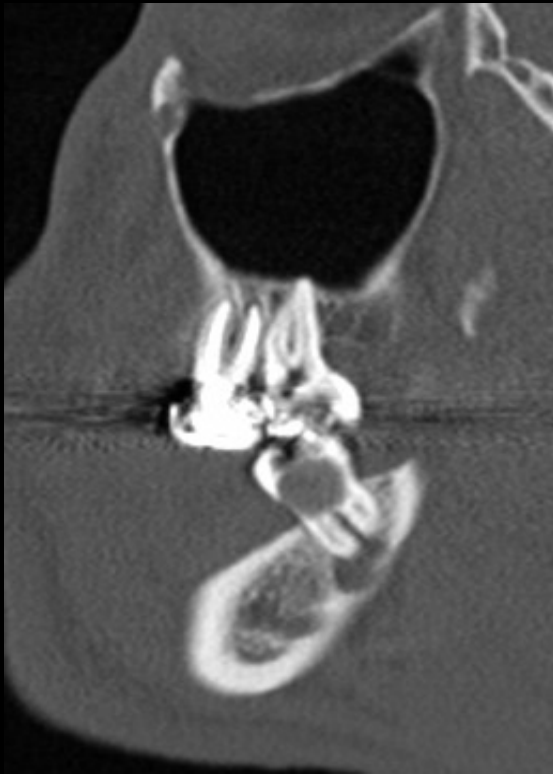


76-yo M con fractura  
con compression  
aguda



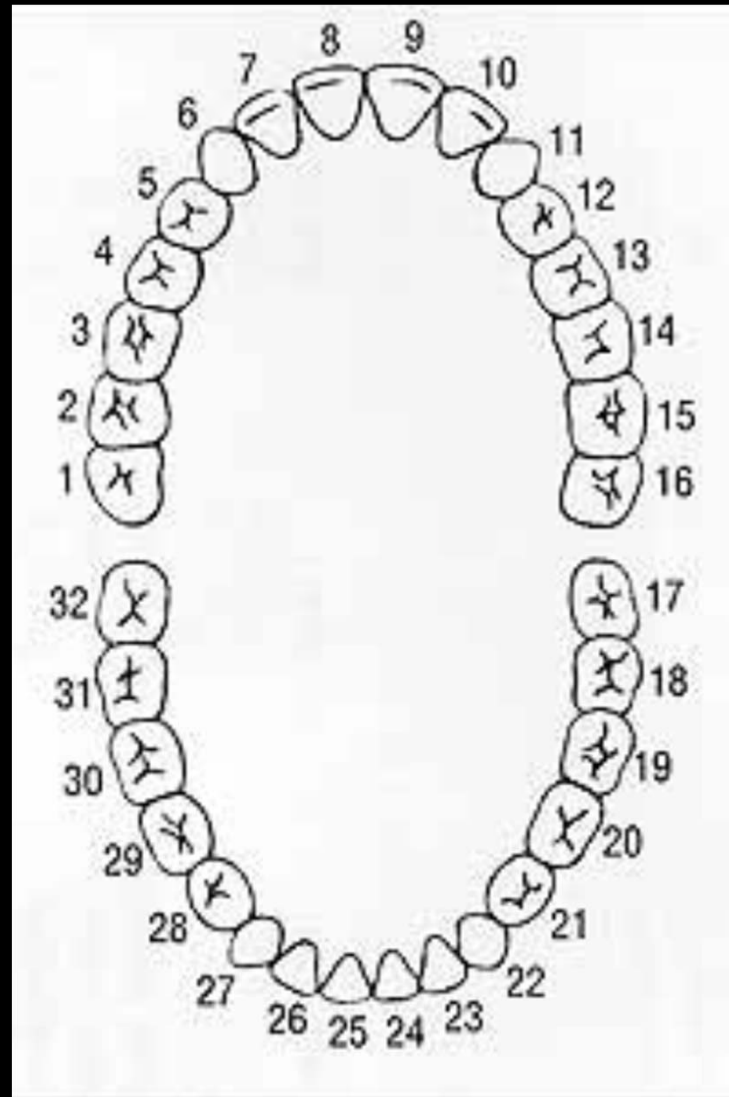
# I. Tracto aerodigestivo

## 1. Cavidad oral



# I. Tracto aerodigestivo

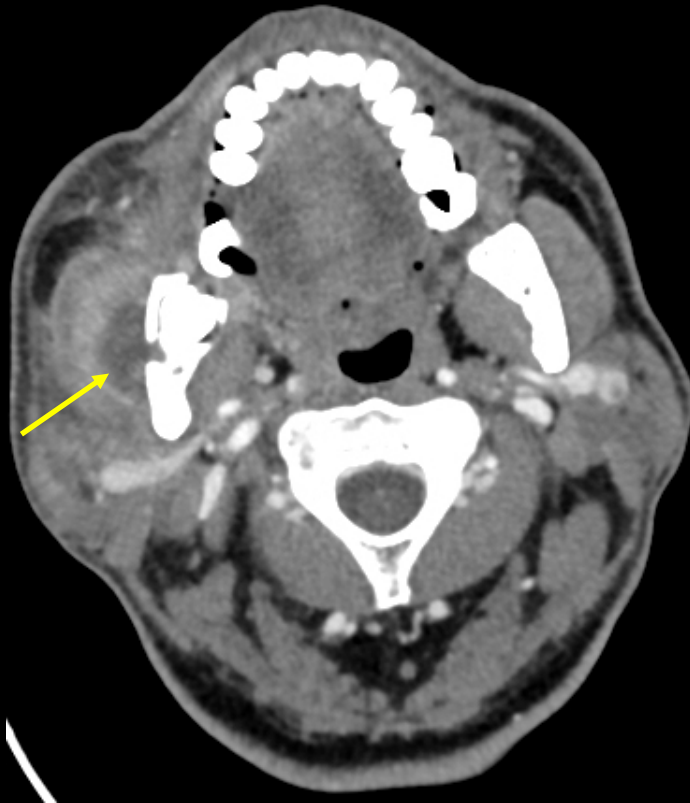
## 1. Cavidad oral



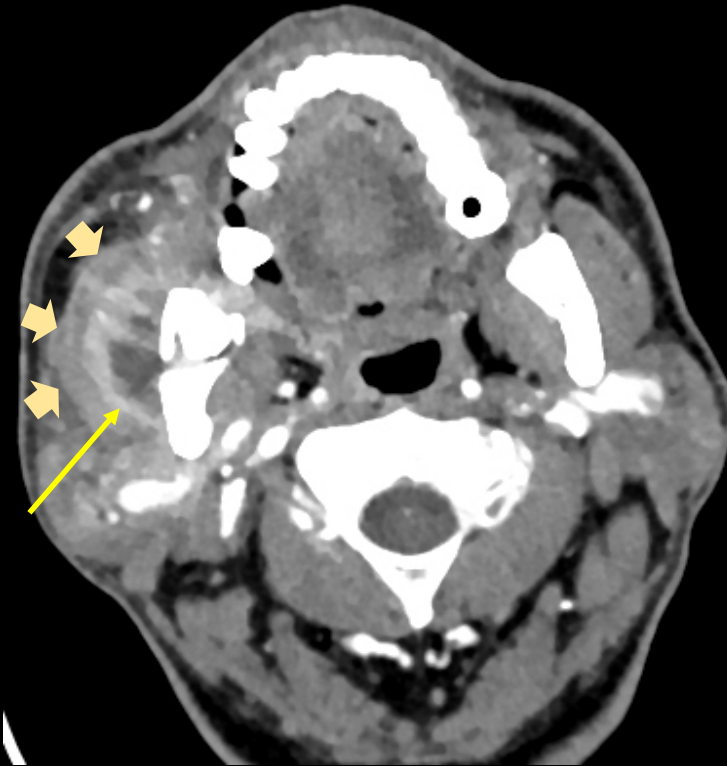
# I. Tracto aerodigestivo

## 1. Cavity oral

120 kVp



50 keV



63yo M con dolor en region mandibular



## I. Tracto aerodigestivo 1. Cavidad oral



58 yo M con dolor en la parte derecho del cuello



38 yo M con trismus





## I. Tracto aerodigestivo

### 1. Cavity oral



#### Absceso odontogenico

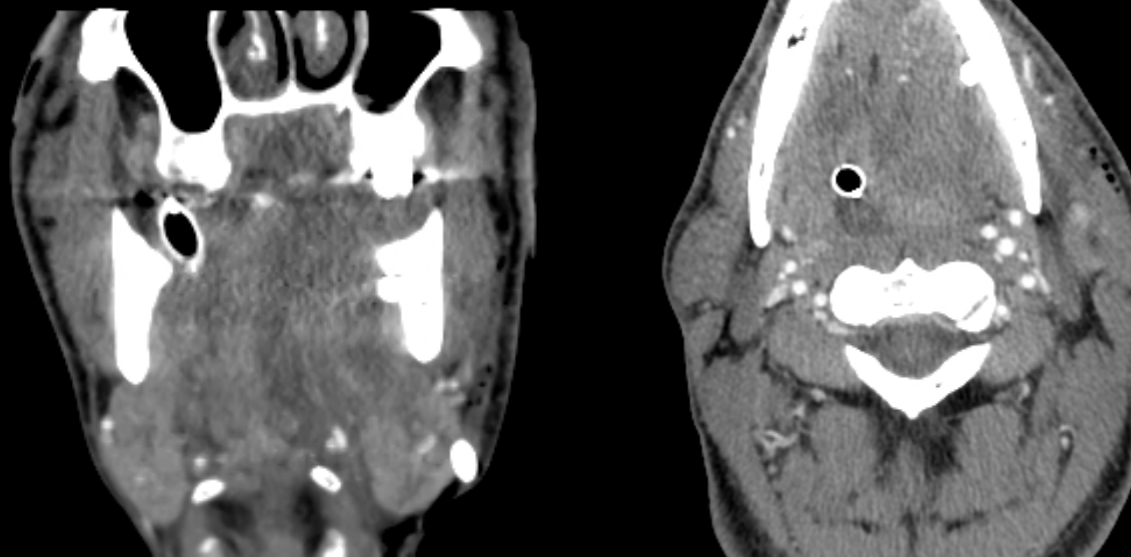
- Presentacion: dolor, fiebre, adenopatias
- CT
  - “Lucency” periapical + caries
  - “Empty socket” (diente extraido)
  - Hypodensidad con realce periferico
- Complicaciones:
  - Osteomielitis
  - Angina Ludwing
  - Extension de la infeccion espacio masticador o submandibular





# I. Tracto aerodigestivo

## 1. Cavidad oral

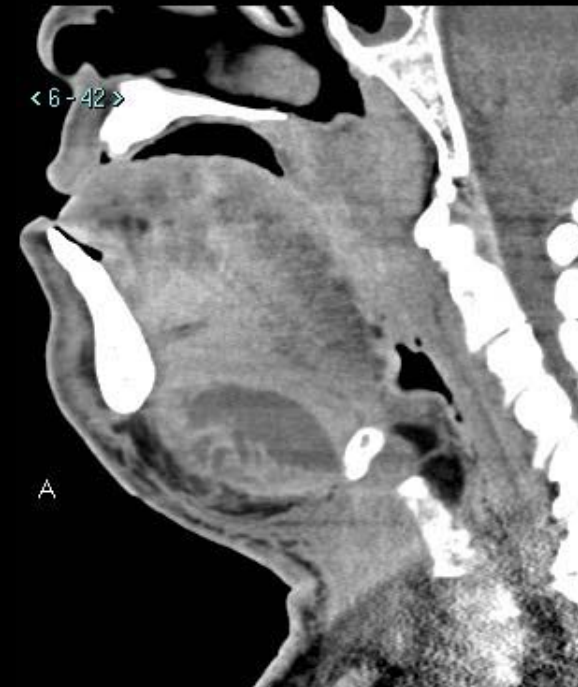
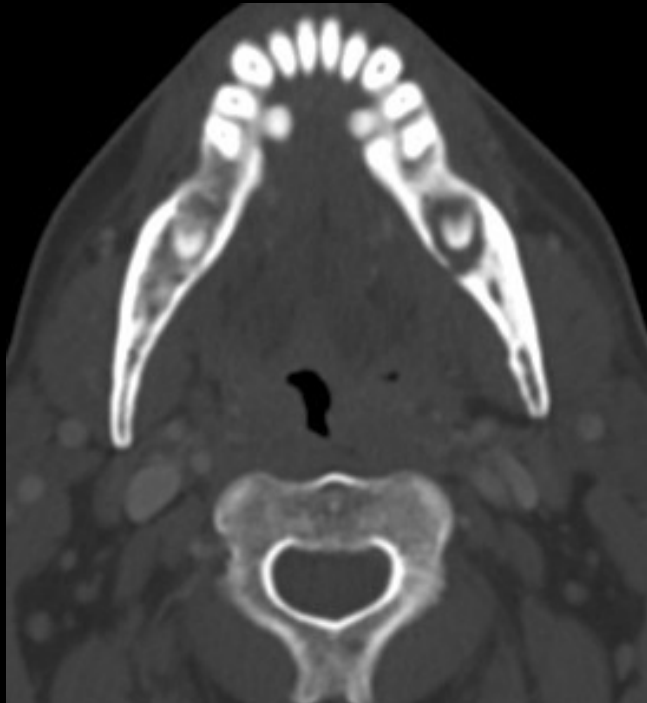


53 yo M despues de extraccion de pieza dentaria #17 y infeccion de origen odontogenico



# I. Tracto aerodigestivo

## 1. Cavity oral



47 yo M con infeccion de origen odontogenico



## I. Tracto aerodigestivo

### 1. Cavity oral



#### Angina de Ludwig

- Origen:
  - Odontogenico (85%), absceso peritonsillar, sialadenitis, epiglottitis
- CT
  - Edema difuso de espacio sublingual, submental o submandibular
  - Presencia de un absceso en cualquiera de estos espacios
- Complicaciones: Compromiso de la via aerea
- Tratamiento:
  - Traqueostomia, corticoids y drenaje (colection)



**I. Tracto aerodigestivo**  
**2. Orofaringe**



12 yo M con fiebre y odinofagia

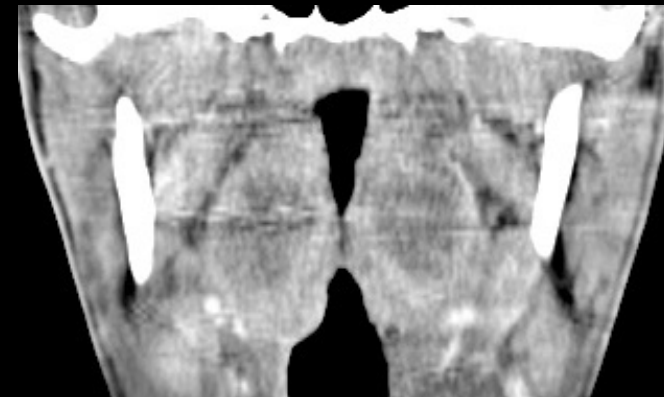


# I. Tracto aerodigestivo

## 2. Orofaringe

### Tonsilitis

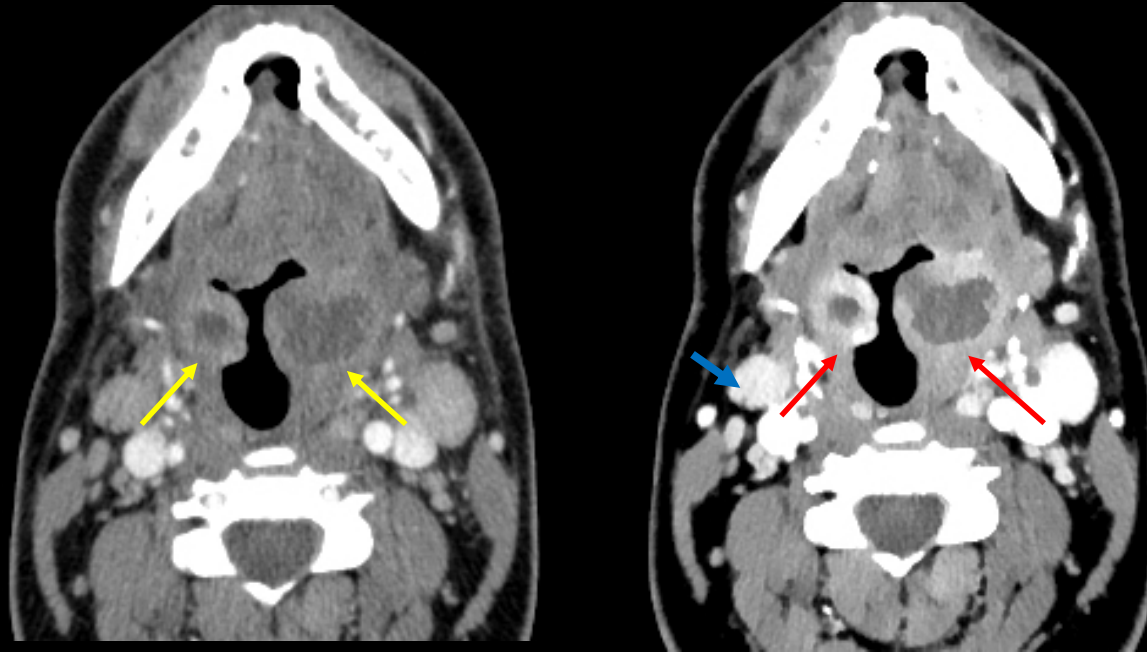
- Presentacion: dolor, trismus, aumento tamaño amigdalas y eritema
- CT:
  - “Kissing tonsils” con realce estriado
  - Fat stranding en el espacio parafaríngeo
- Imagen solo si se sospecha complicaciones
  - Absceso peritonsilar, absceso retrofaríngeo



**I. Tracto aerodigestivo**  
**2. Orofaringe**

Tonsilitis

Low kVp



Fiebre y odinofagia





**I. Tracto aerodigestivo**  
**2. Orofaringe**

120 kVp



40 keV

! Spectral CT - Mono Energetic 40 keV  
Select "Exam Summary Series" for more info



25 yo F con absceso peritonsillar



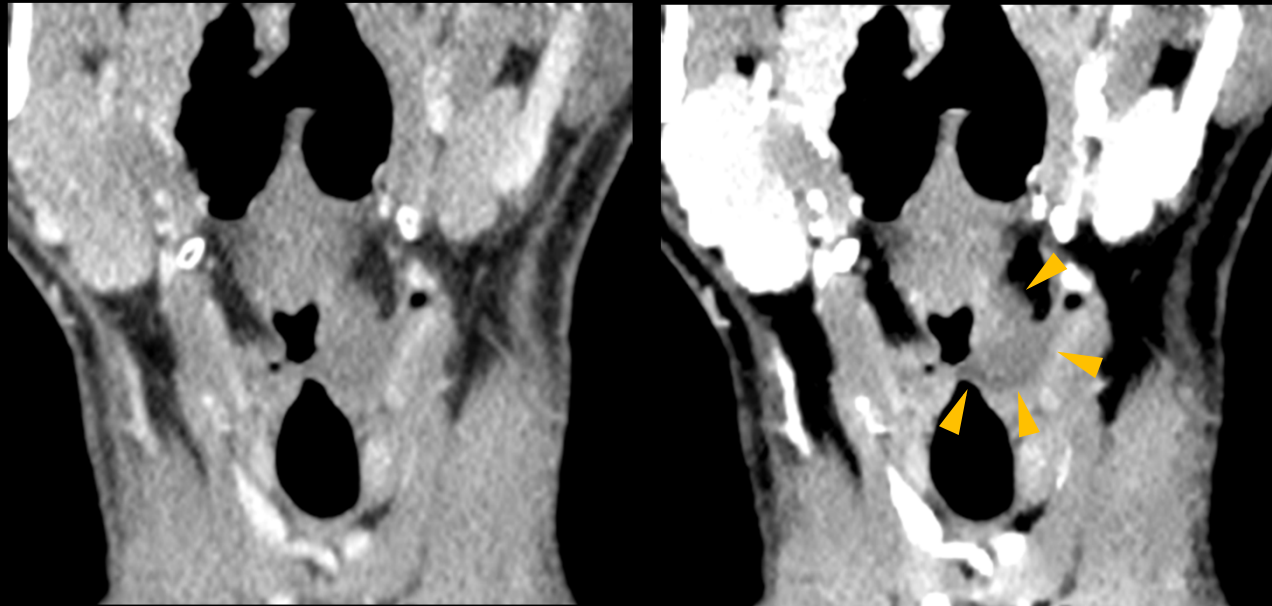
# I. Tracto aerodigestivo

## 2. Orofaringe

### Amyloidosis

120 kVp

40 keV



Odinofagia  
(hipodensidad submucosa)



# I. Tracto aerodigestivo

## 2. Orofaringe

### Amyloidosis



Odinofagia  
(hipodensidad submucosa)

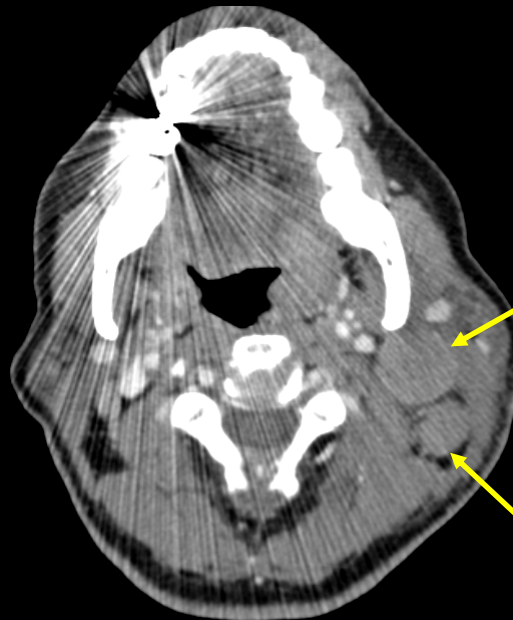


# I. Tracto aerodigestivo

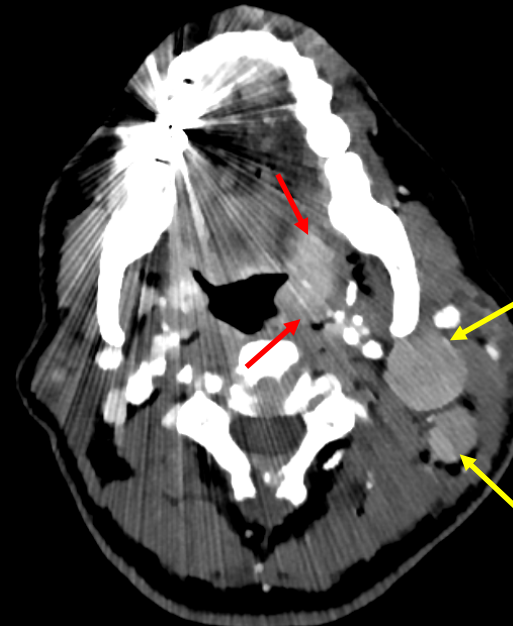
## 2. Orofaringe

Squamous cell carcinoma

120 kVp



40 keV



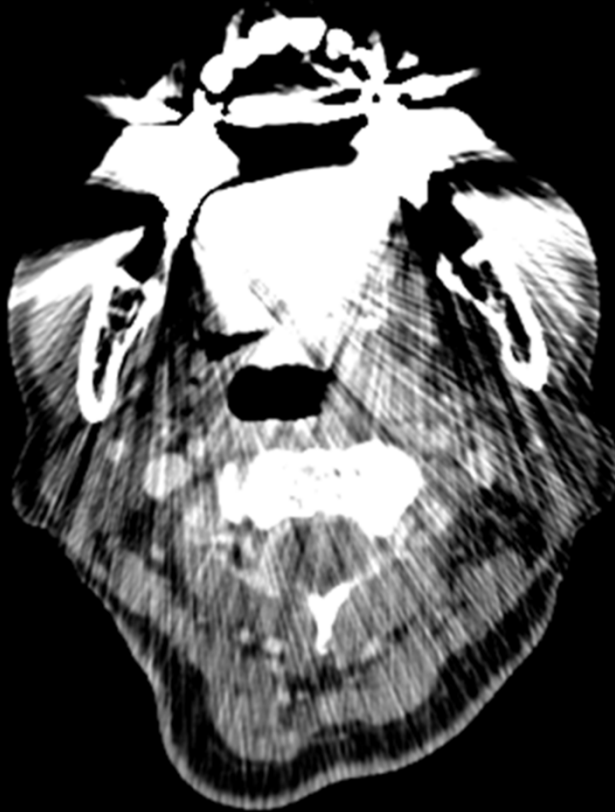
Odinofagia y TB  
(hiperdensidad mucosa)



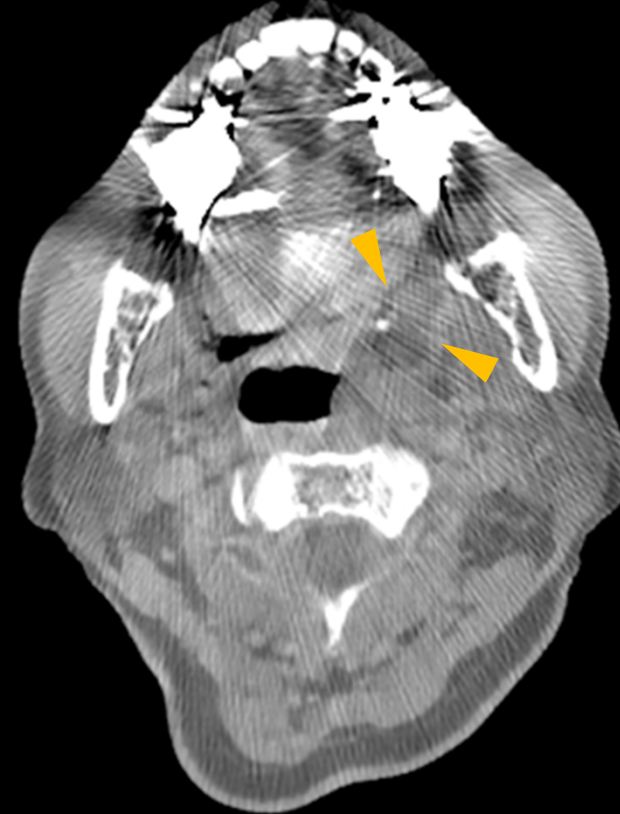
# I. Tracto aerodigestivo

## 2. Orofaringe

120 Kvp



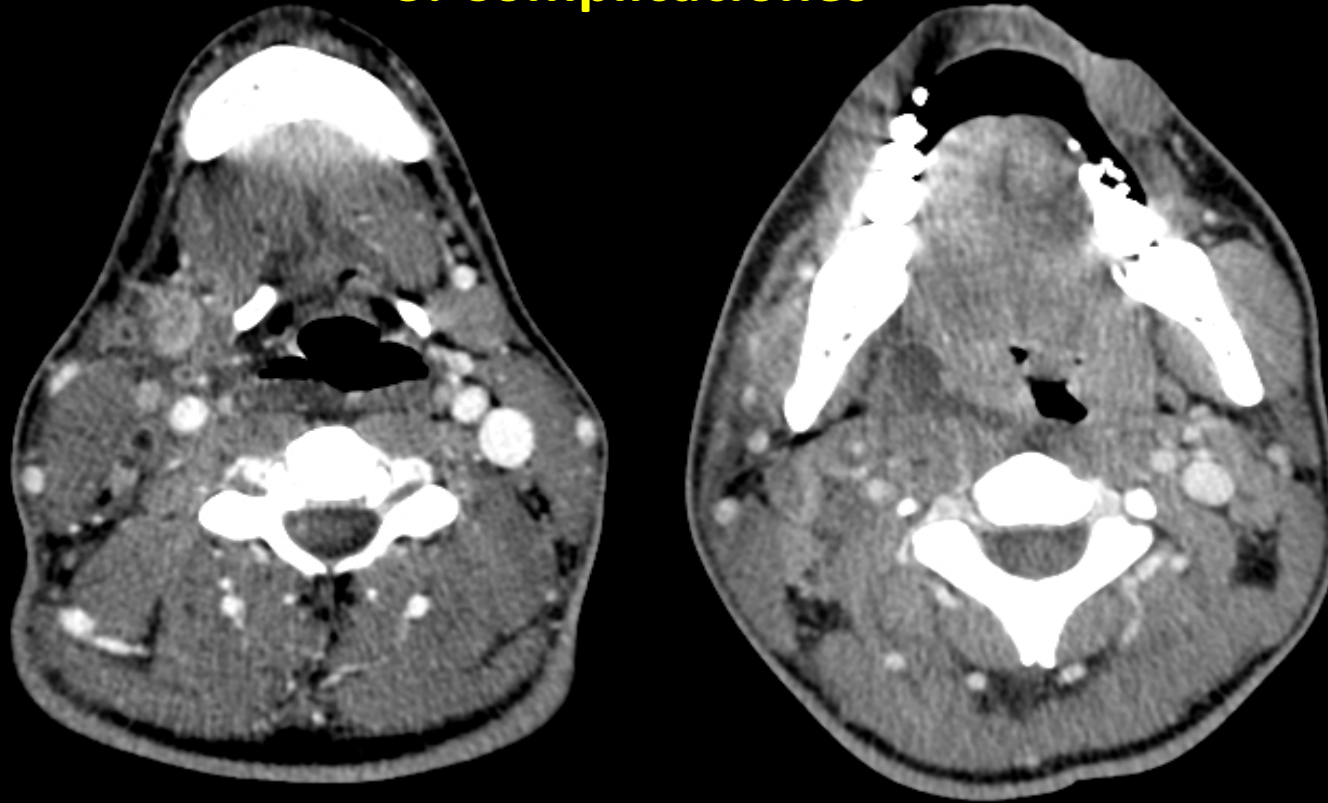
High kVp with metal artifact reduction



68yo M con tonsillitis y absceso peritonsillar



**I. Tracto aerodigestivo**  
**3. Complicaciones**



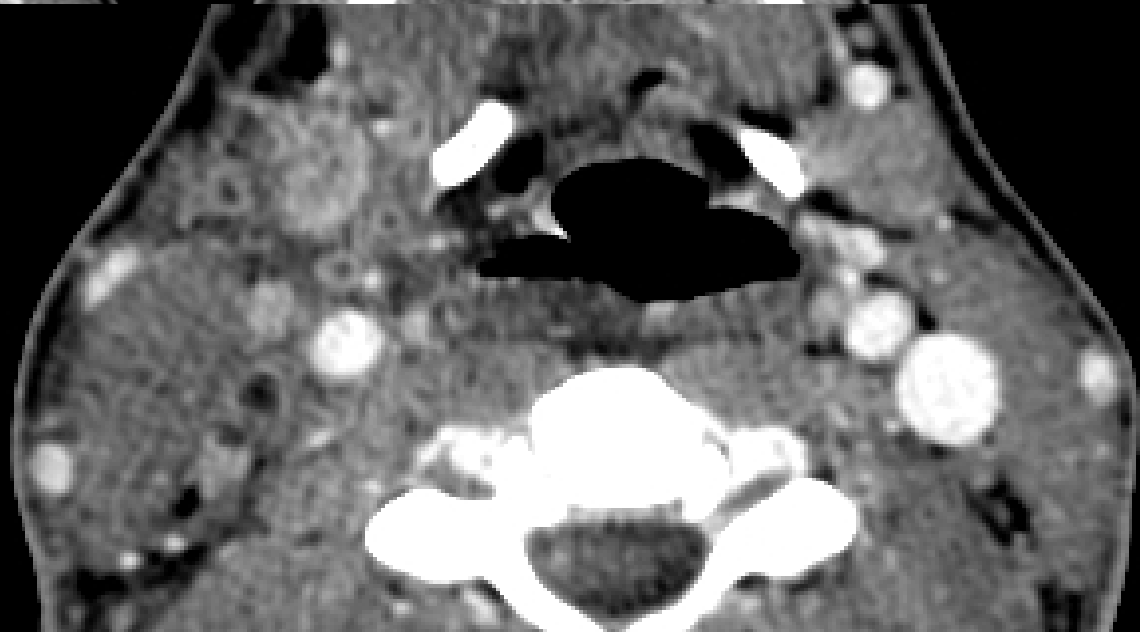
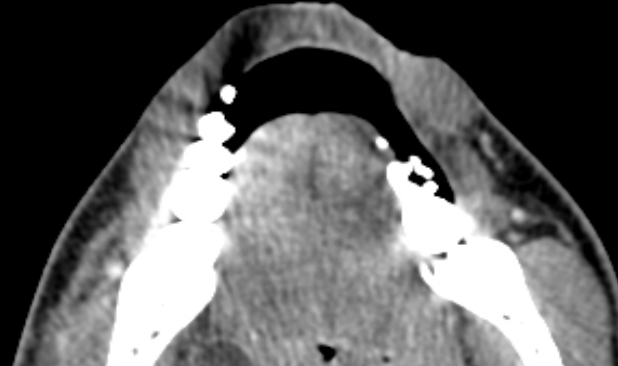
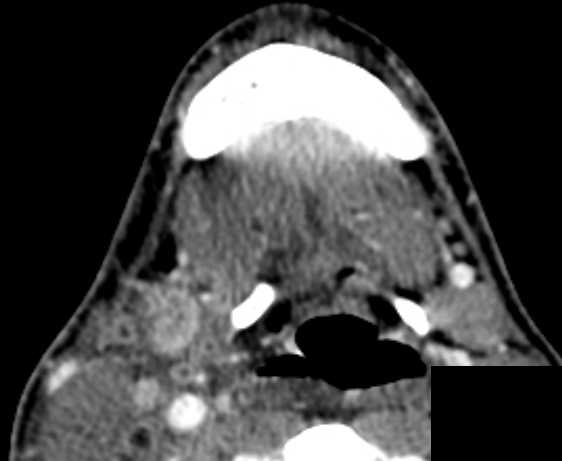
28 yo F con fiebre alta y odinofagia





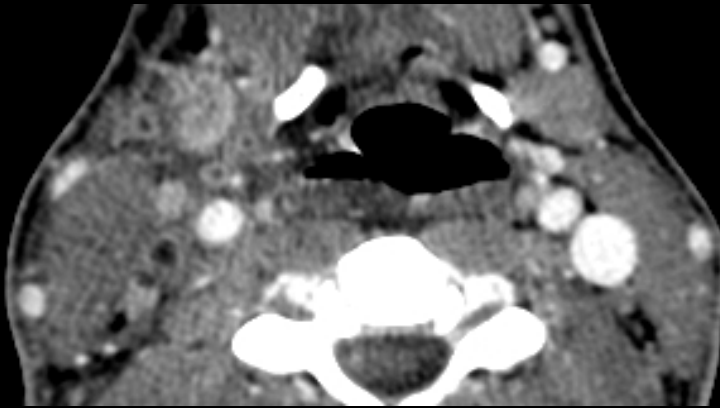
# I. Tracto aerodigestivo

## 3. Complicaciones



## I. Tracto aerodigestivo

### 3. Complicaciones

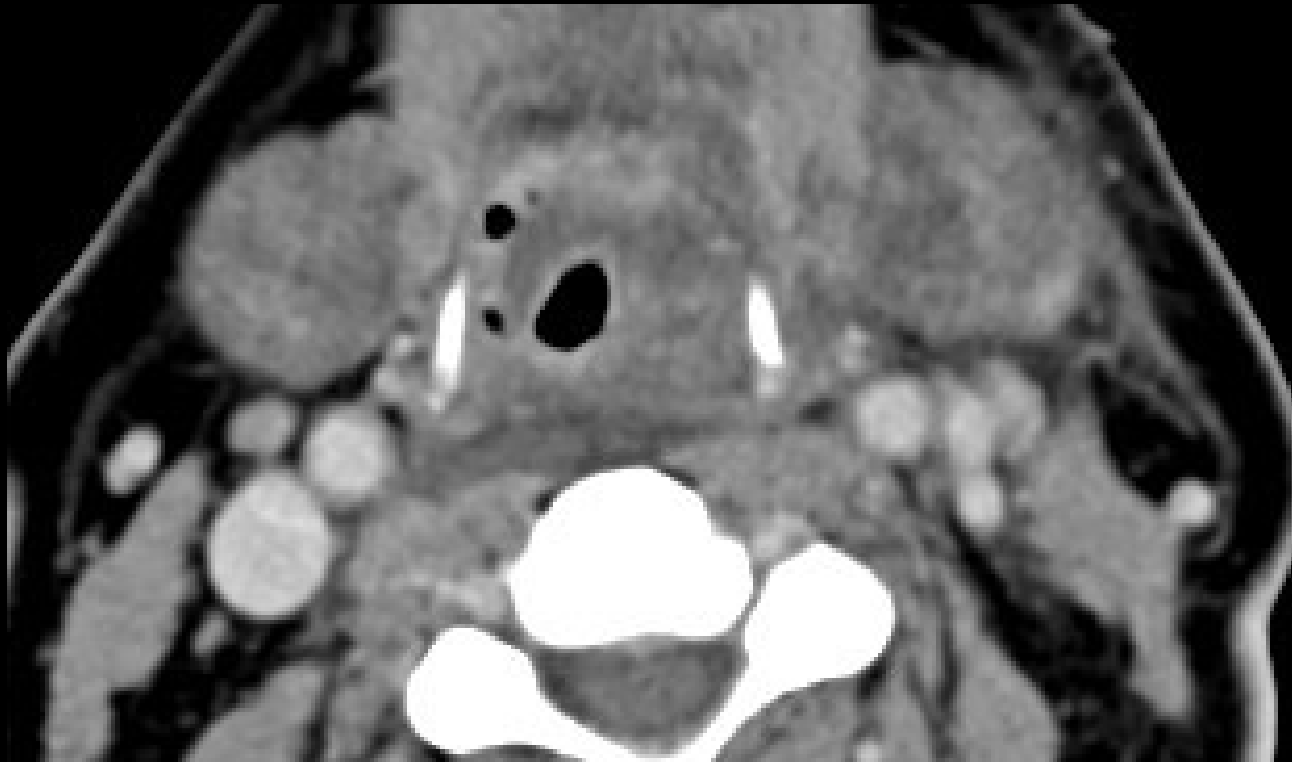


#### Sindrome de Lemierre

- Tromboflebitis de la vena jugular interna
- Presentacion: tonsillitis (con o sin absceso peritonsillar)
- Complicacion: Embolos septicos a distancia y extension senos duros venosos
- Germen: *Fusobacterium necrophorum* (80%), polimicrobiano (30%)



**I. Tracto aerodigestivo**  
**2. Orofaringe**

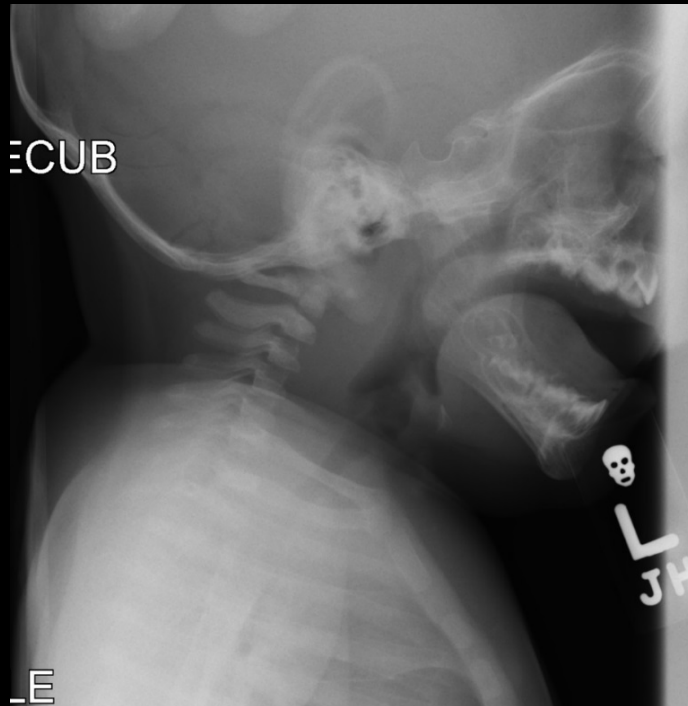


Tonsilitis en 37 yo F  
(effusion - espacio retrofaringeo)



# I. Tracto aerodigestivo

## 3. Complicaciones

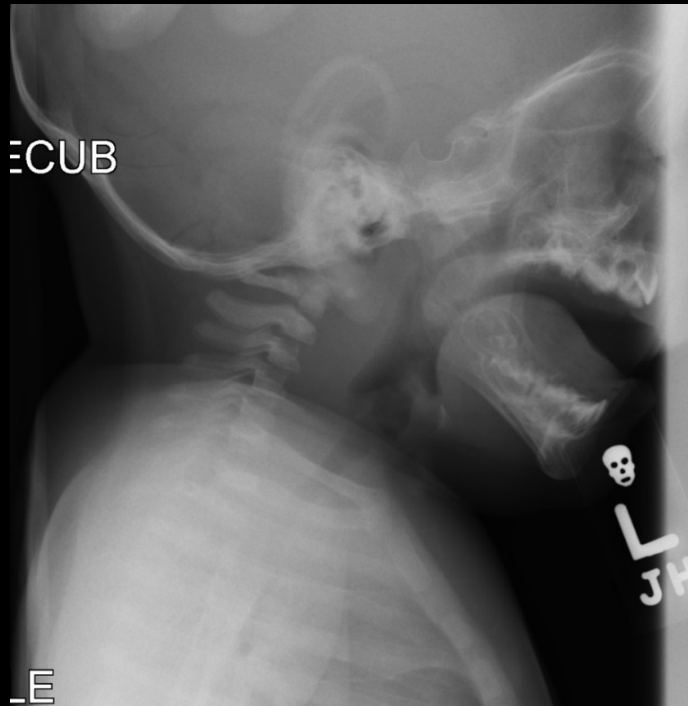


Aumento del tejidos blandos prevertebrales  
Absceso retrofaringeo y adenopatias no supurativas



# I. Tracto aerodigestivo

## 3. Complicaciones

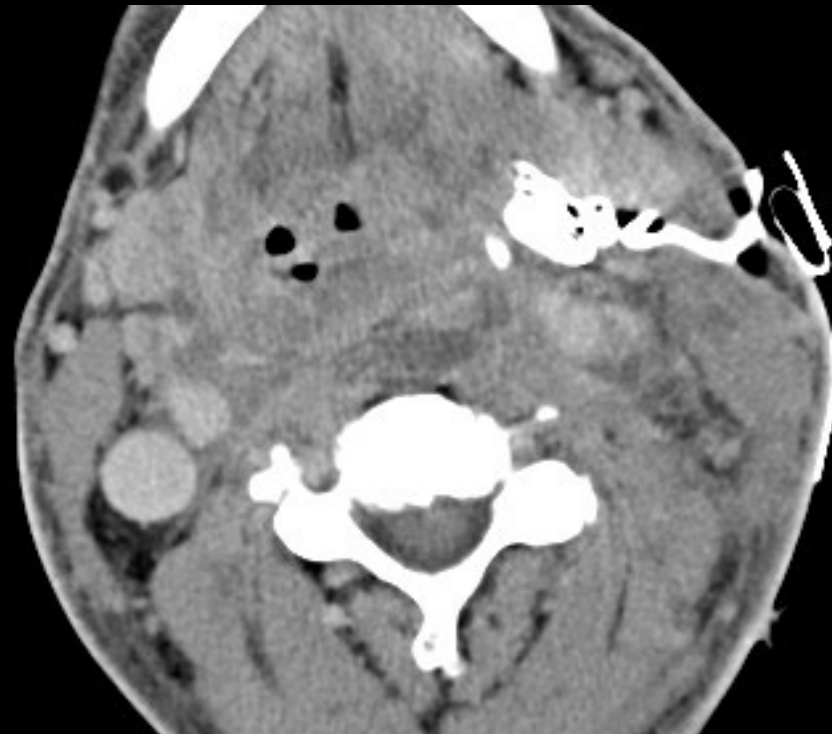


C2 < 6 mm  
C6 < 22 mm



# I. Tracto aerodigestivo

## 3. Complicaciones

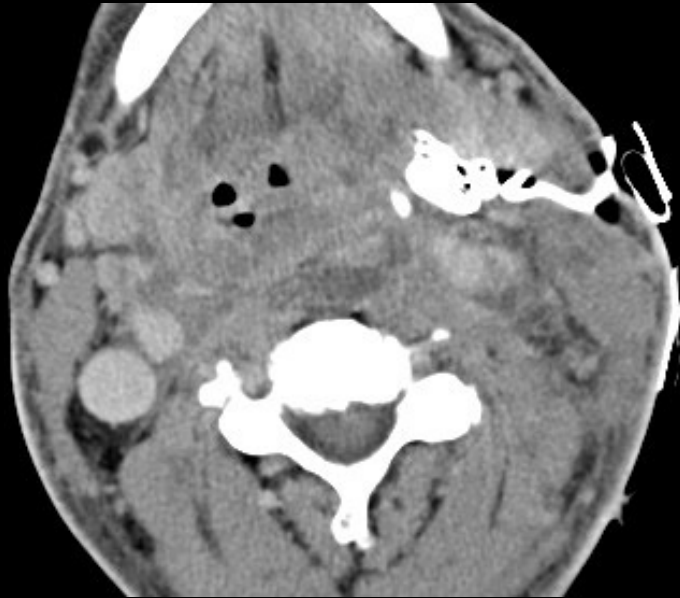


56 yo F con masa en cuello



## I. Tracto aerodigestivo

### 3. Complicaciones



#### Absceso retrofaringeo

- Anteriormente: Fascia bucofaringea (membrana q cubre la parte posterior del musculo consticor faringeo)
- Posteriormente: Fascia alar
- Superiormente: Adherido a la base del craneo
- Inferiorment: Termina en el margen posteriordel esofago al nivel de T1-T2





# I. Tracto aerodigestivo

## 3. Complicaciones

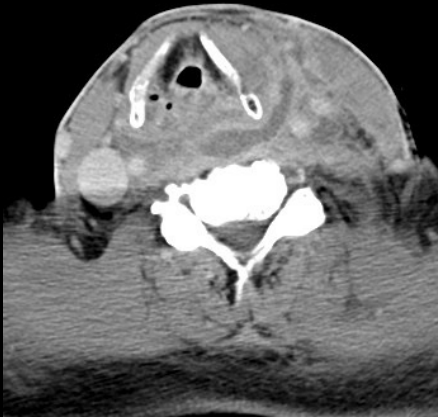


38 yo M con fiebre alta



# I. Tracto aerodigestivo

## 3. Complicaciones

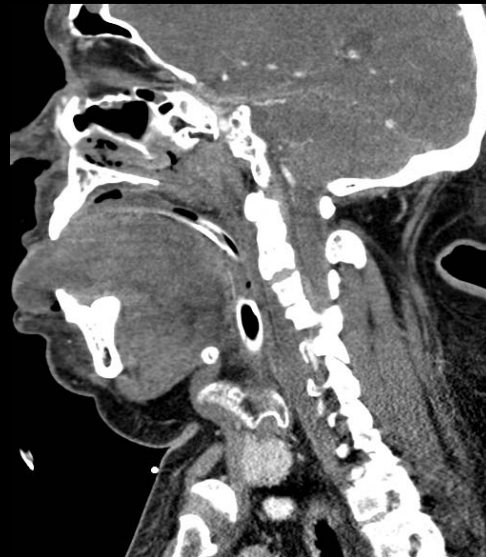


### Mediastinitis

- Espacio “potential” desde la base del craneo hasta el mediastino retroesofagico
- Anteriormente lo forma la fascia alar y posteriormente la fascia prevertebral



## I. Tracto aerodigestivo 4. Via aerea



57 yo M con alergia a benadryl



## I. Tracto aerodigestivo

### 4. Via aerea

#### Angioedema

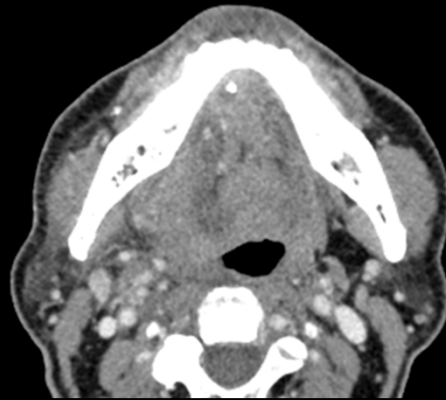
- Etiologia
  - Idiopatica
  - Medicacion (alergica o no-alergica)
  - Inducida por agentes fisicos (frio, presion)
  - Deficiencia C1-INH
- CT:
  - Fat stranding– subcut (asimetrico)
  - Edema via aereo digestive difuso/focal
  - Lengua (glosomegalia aislada en ACE-I)



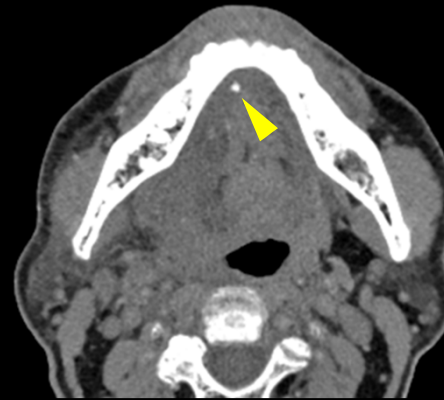
## II. Glandulas/Ganglios

### 1. Glandulas

120 kVp



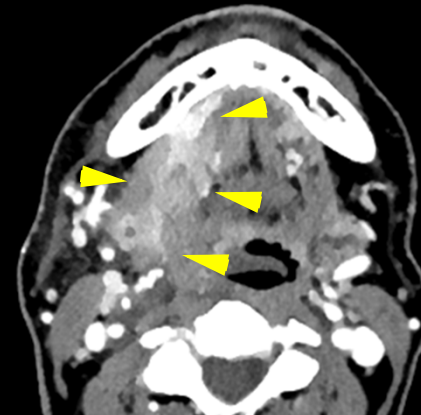
Virtual non contrast



120 kVp



40 keV



76yo M sialoadenitis obstructive y inflamacion extensa



## II. Glandulas/Ganglios

### 1. Glandulas

#### Sialoadenitis

- G. Submandibular (+)
- Causa:
  - Obstructiva: Sialolitos, Sjogren, Mikulicz
  - No obstructiva: Infecciosa
- CT:
  - Calculo
  - Glandula aumentada de tamano/realce
  - Colecciones





## II. Glandulas/Ganglios

### 1. Glandulas



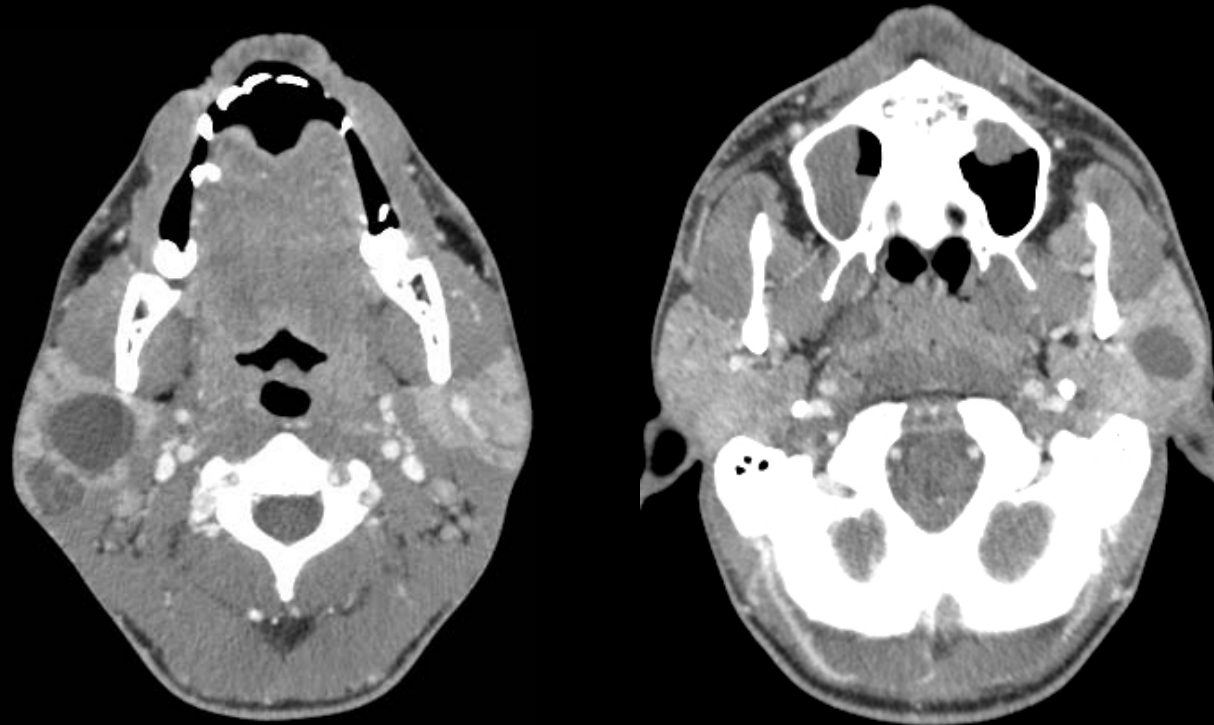
Parotiditis aguda con absceso intraparotideo  
inflamacion y linfadenopatas





## II. Glandulas/Ganglios

### 1. Glandulas



35 yo M I.V.D.U



## II. Glandulas/Ganglios

### 1. Glandulas



#### Lesion linfoepitelial benigna

- Bilateral (20%)
- Parotidas (raro en sublingual/submandibular)
- Dilatacion ductal por obstruction (hipertrofia linfoidea)
- Imagen:
  - Lesiones quisticas bien definidas
  - Septos y nodulos murales
  - Asociado a adenopatias e hipertrofia adenoidea



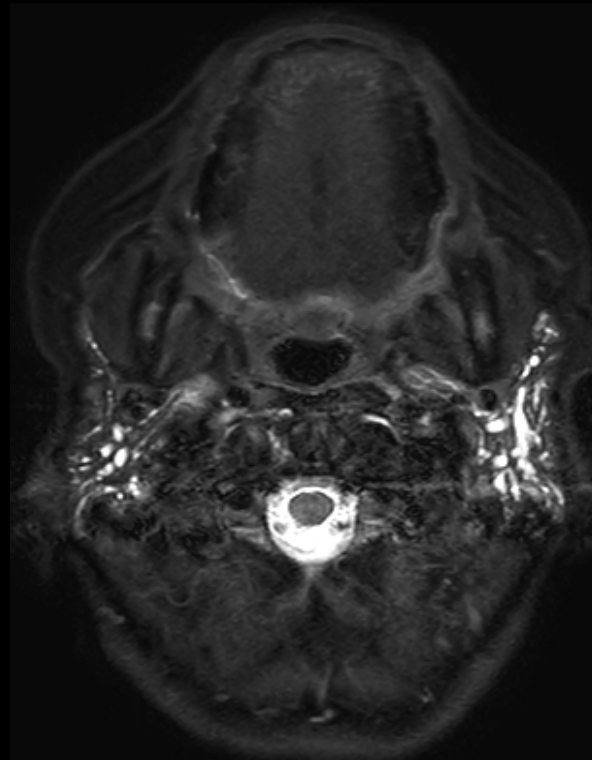
## II. Glandulas/Ganglios

### 1. Glandulas



Benign lymphoepithelial lesions

L Large



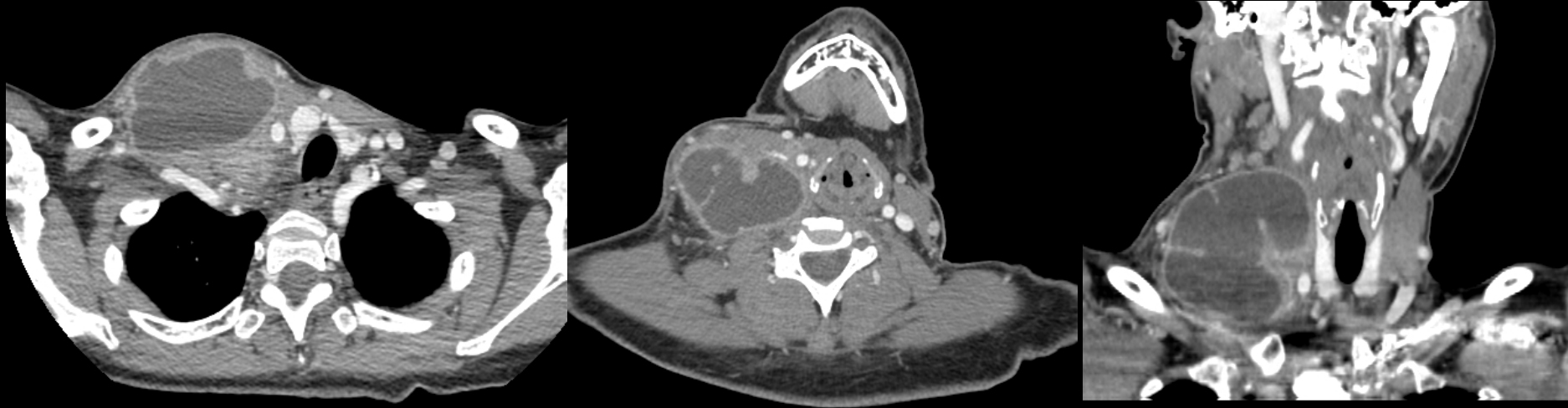
Sjogren's

S Small



## II. Glandulas/Ganglios

### 2. Ganglios



43 yo F con masa en cuello

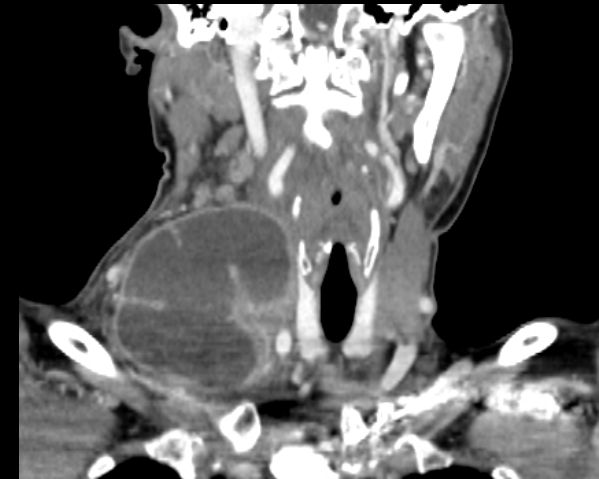


## II. Glandulas/Ganglios

### 2. Ganglios

#### Adenitis/absceso TB

- Manifestacion extrapulmonary mas frecuente de TB
- Presentacion: Multiples, duros, no muy dolorosos, pocos cambios inflamatorios en piel
- CT:
  - Grado variable de necrosis (incluso quisticos)
  - Pocos cambios inflamatorios alrededor
- Tto: Medico, excision quirurgica de nodal residual (no drenaje antes de tto medico para evitar fistulas)

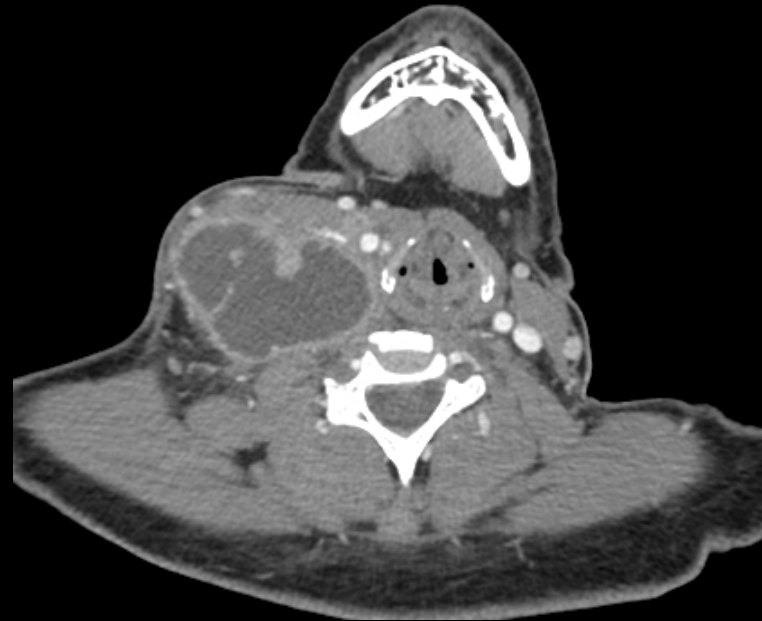


## II. Glandulas/Ganglios

### 2. Ganglios



Metastasis nodal SCCa

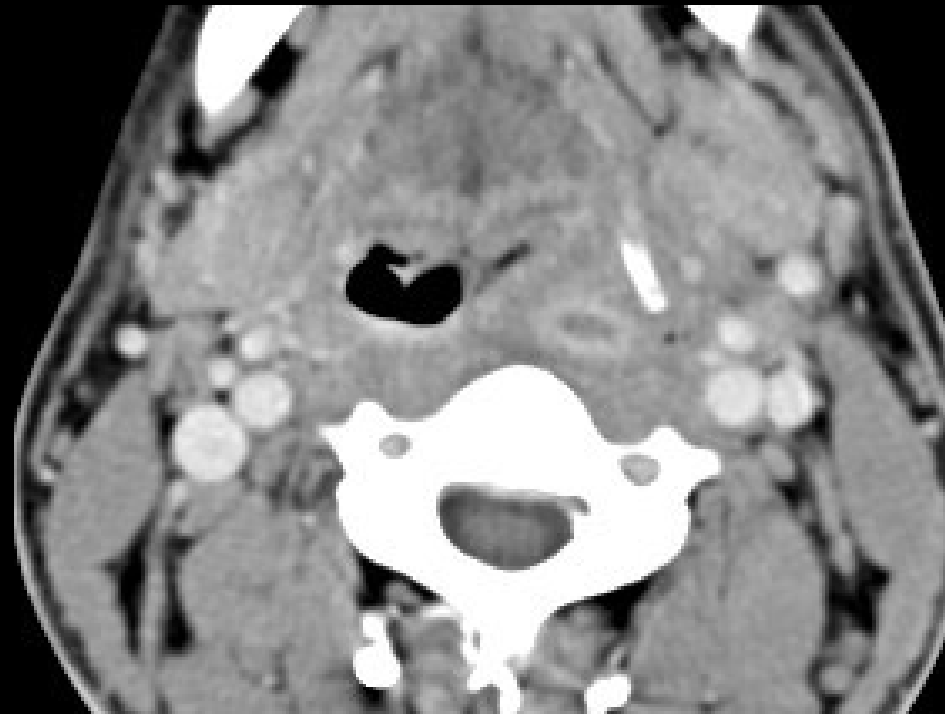


Adenitis tuberculosa



## II. Glandulas/Ganglios

### 2. Ganglios



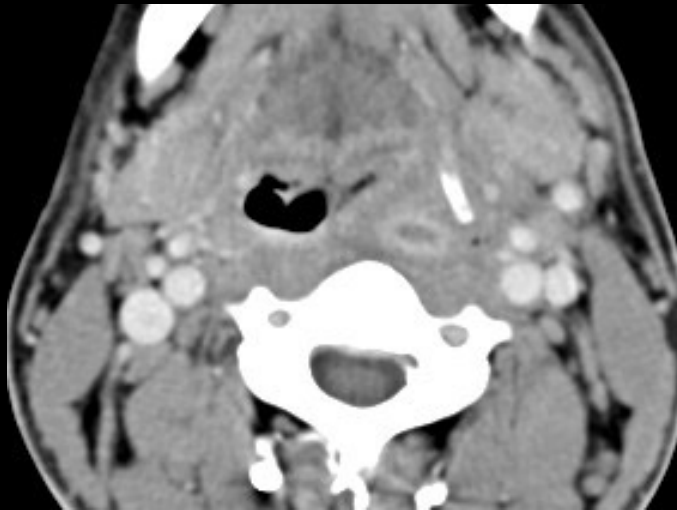
9 yo F con infeccion de vias respiratorias altas





## II. Glandulas/Ganglios

### 2. Ganglios



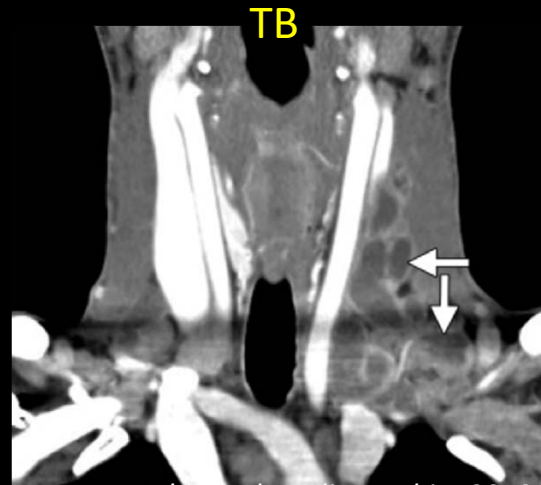
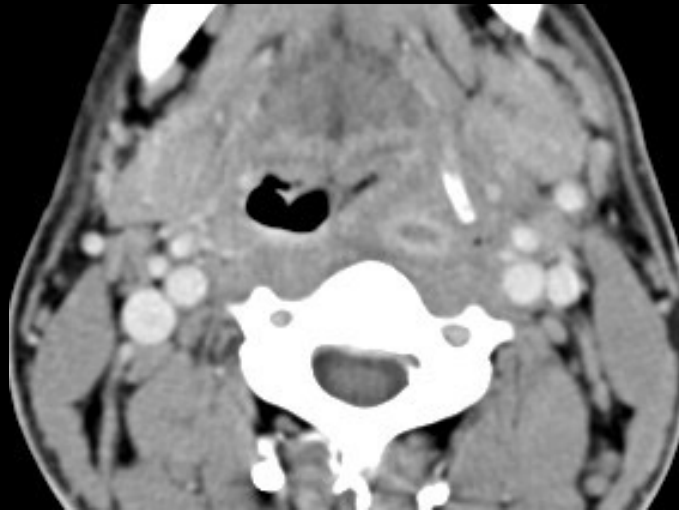
#### Adenitis supurativa/Absceso

- Adenitis reactiva:
  - Estructura normal
  - LN prominente
- Adenitis supurativa:
  - Centro necrotico
  - Vascularizacion disminuida
  - Edema perilesional (LN)
- Absceso:
  - Paredes gruesas/irregulares
  - Aumento de la vascularizacion periferica



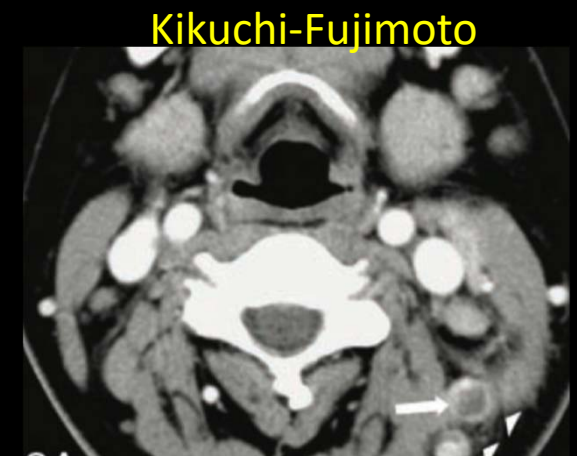
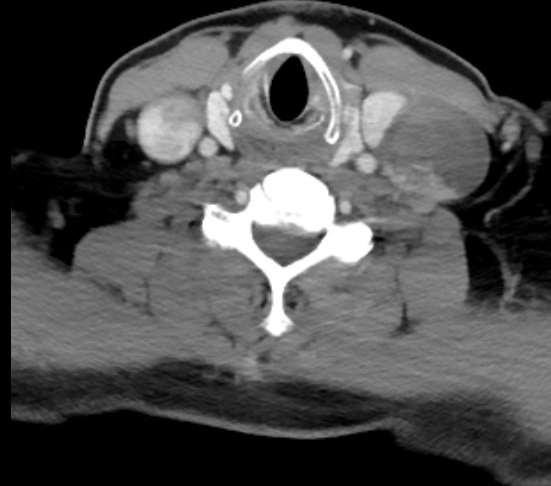
## II. Glandulas/Ganglios

### 2. Ganglios



*Nwawka et al. Radiographics 2010*

### Ca papilar tiroides

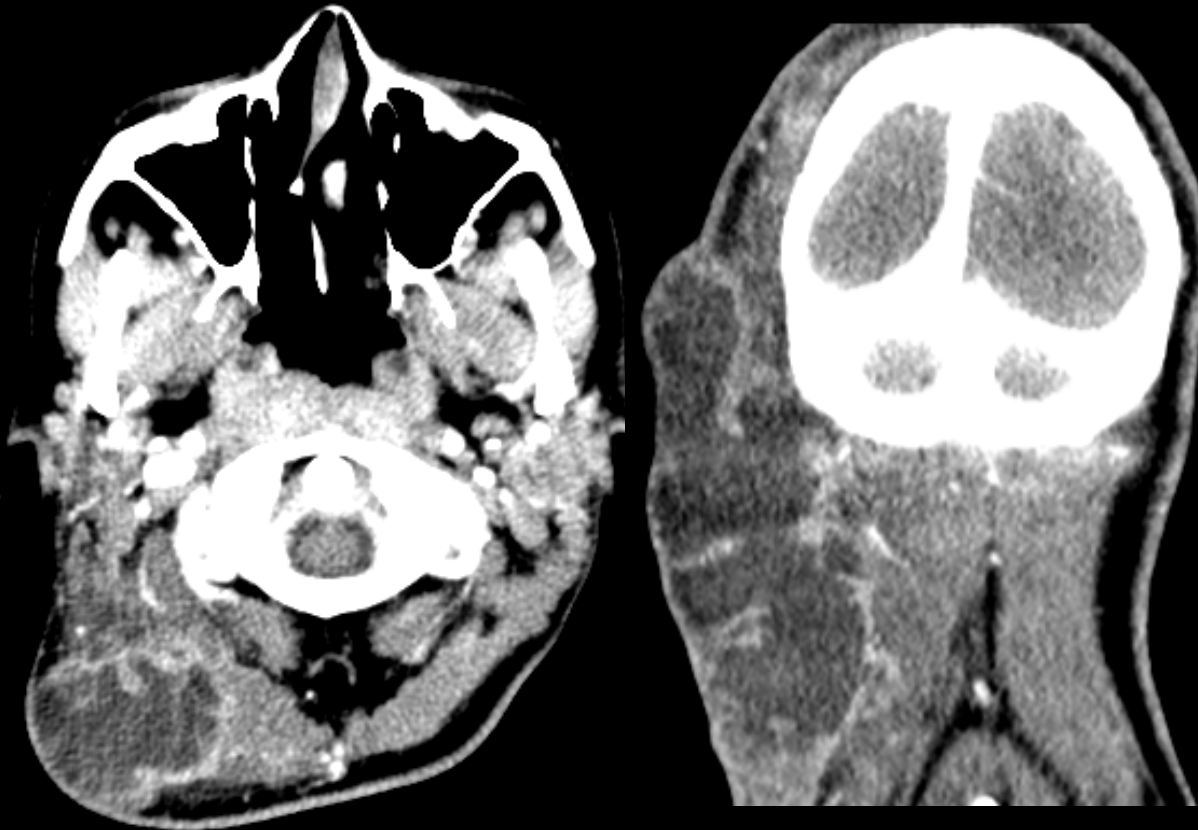


*Kwon et al. Am Journal of Neurorad 2004*



## II. Glandulas/Ganglios

### 2. Ganglios



52 yo M con fiebre y masa en cuello



## II. Glandulas/Ganglios

### 2. Ganglios



Absceso en cuello, hemitorax y epidural posterior (T9-L3)



## II. Glandulas/Ganglios

### 2. Ganglios

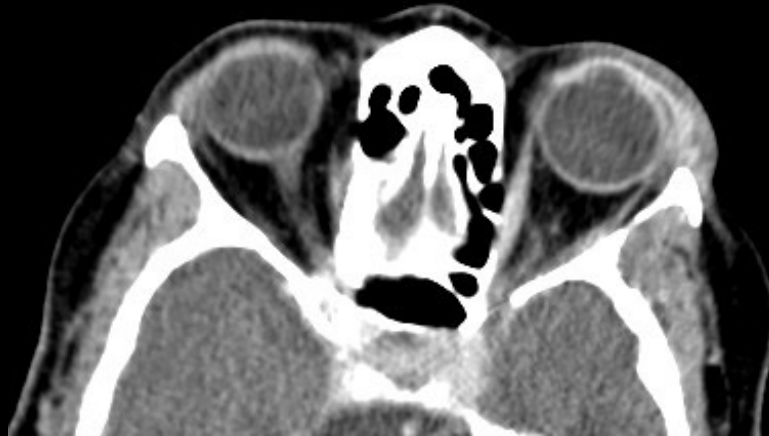


Laminectomia  
decompresiva (T9-L3)  
Drenaje en OR  
Infeccion por MRSA  
Tto: Vancomicina.  
Resolucion de abscesos

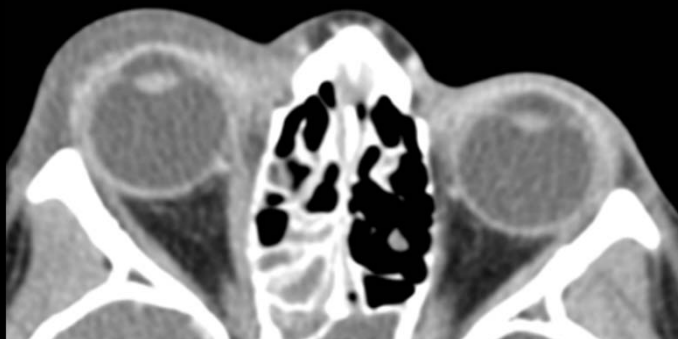




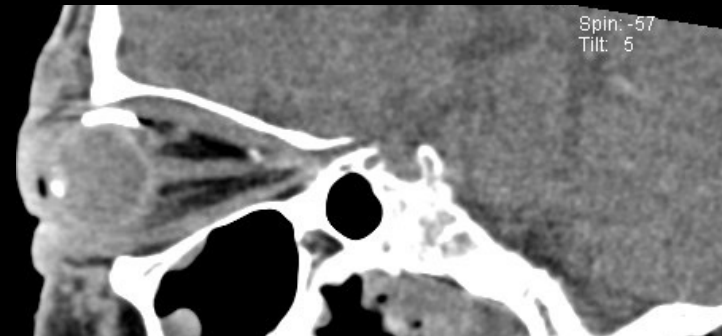
### III. Orbitas



43 yo F con eritema y dolor



5 yo con inflamacion de parpado



61 yo M con valvula

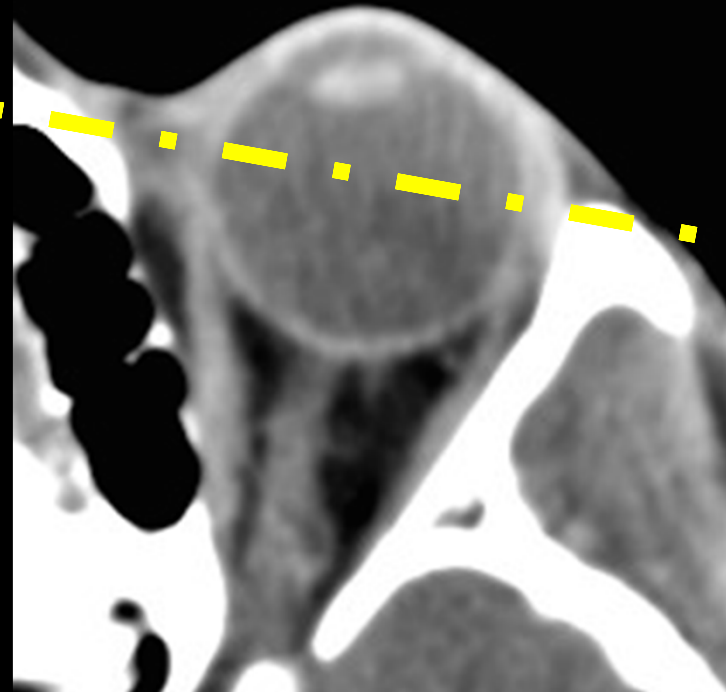




### III. Orbitas

#### Septo orbitario

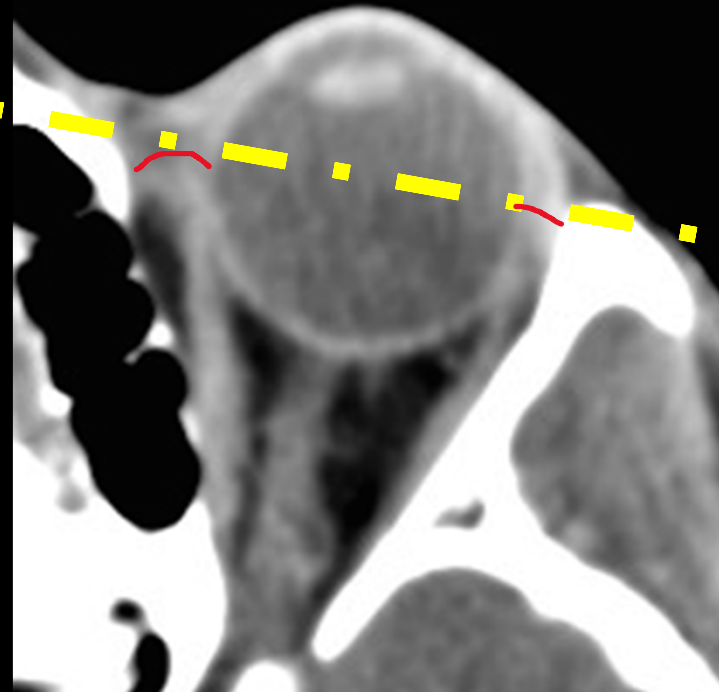
- Lamina de tejido fibroso
- Del periostio del anillo orbitario al levator palabrae superior
- Limita:
  - Espacio pre septal
  - Espacio post septal



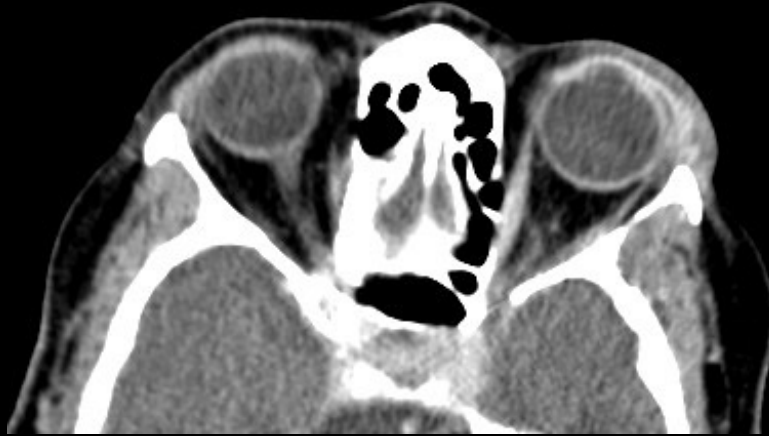
### III. Orbitas

#### Septo orbitario

- Lamina de tejido fibroso
- Del periostio del anillo orbitario al levator palabrae superior
- Limita:
  - Espacio pre septal
  - Espacio post septal

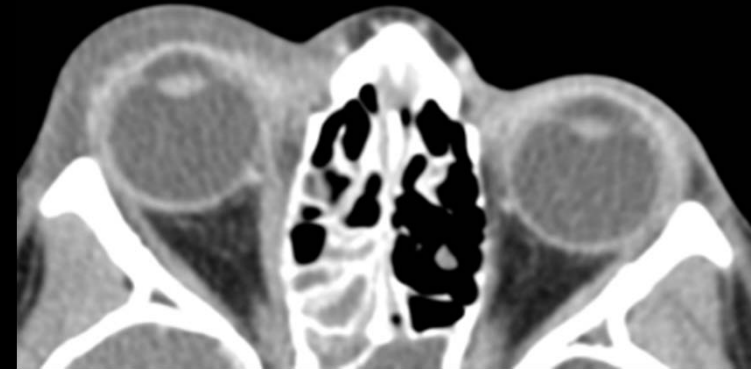


### III. Orbitas



#### Celulitis preseptal

- Tejidos blandos anteriores al septum
- Tto: AB oral

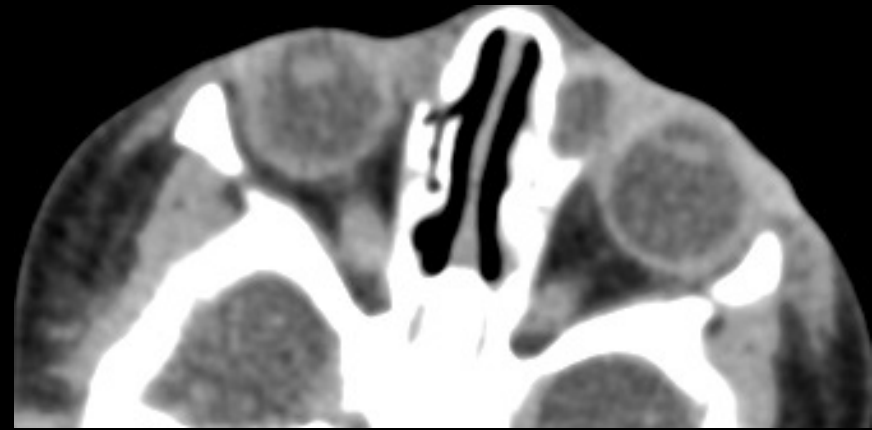
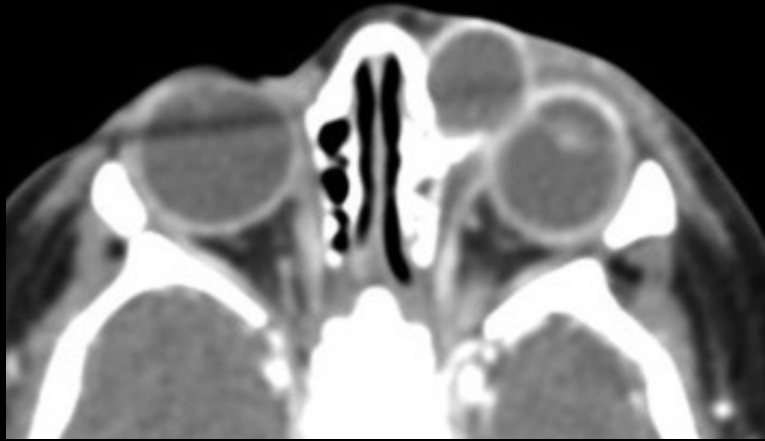


#### Celulitis orbitaria

- Tejidos blandos posteriors al septum
- Tto: hospitalizacion AB i.v., si absceso drenaje quirurgico



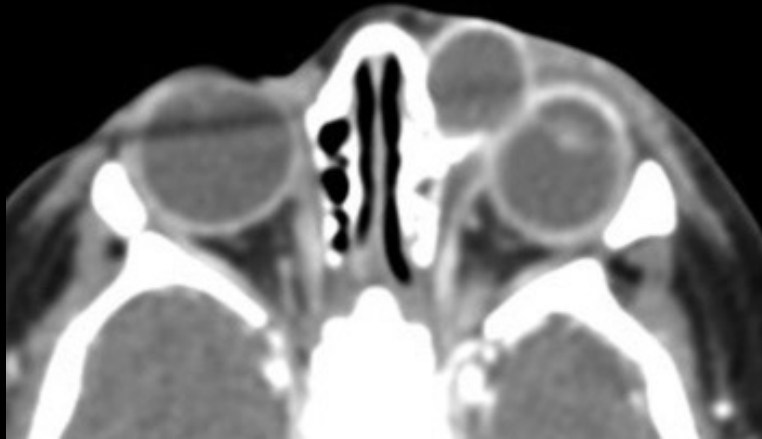
### III. Orbitas



4 yo F con eritema y bulto en ojo izquierdo



## III. Orbitas

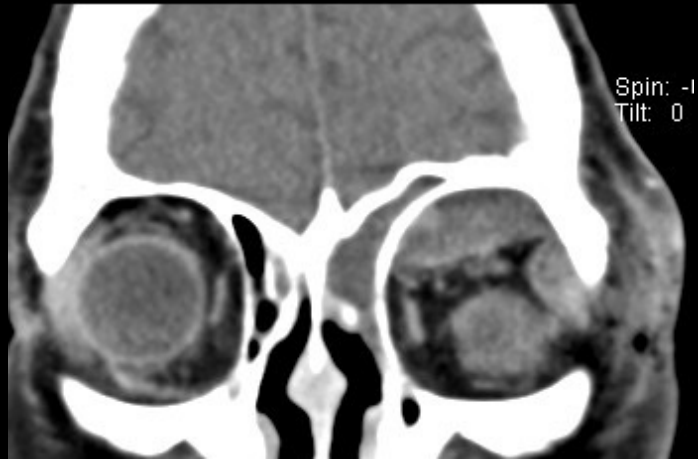


### Dacriocistitis

- Inflamacion del saco nasolacrimal
- Obstruccion del drenaje nasolacrimal  
rinitis/sinusitis, variantes anatomicas,  
cuerpo extrano...
- CT/MR
  - Descartar masa/tumor
  - Complicaciones: Celulitis, abscesos



### III. Orbitas



F con sinusitis etmoidal



58 yo M con sinusitis



### III. Orbitas

#### Absceso subperiostico

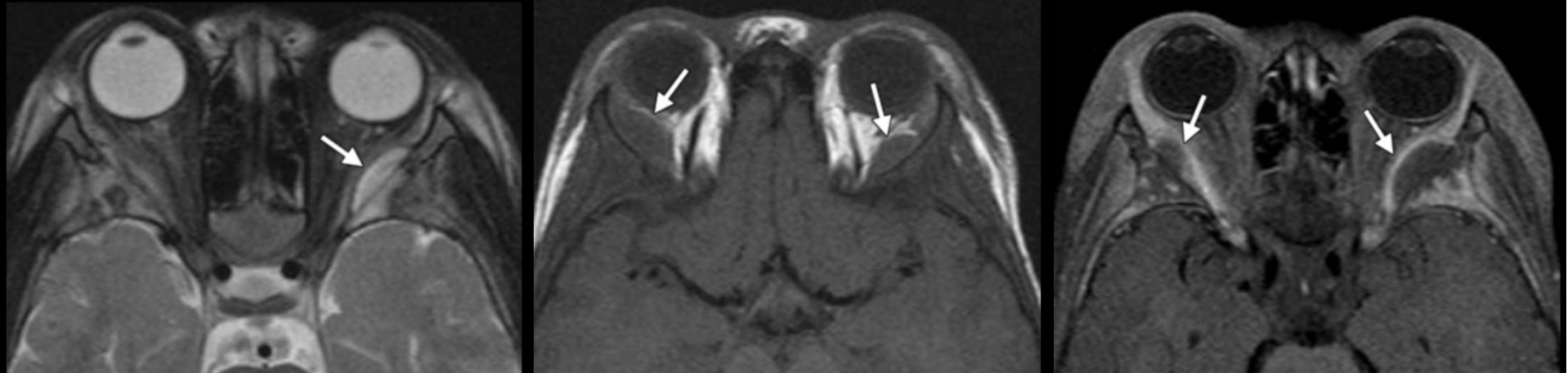
- Presentacion: proptosis, quemosis, alteraciones visuales
- Etiologia:
  - Sinusitis etmoidal: Extension a traves de la lamina papiracea
  - Sinusitis frontal
- CT:
- Hipodensidad juxtacortical adyacente al seno
  - Realce variable (a veces sin realce)
- Complicaciones: celulitis orbitaria, a/v trombosis





### III. Orbitas

#### Infarto oseo

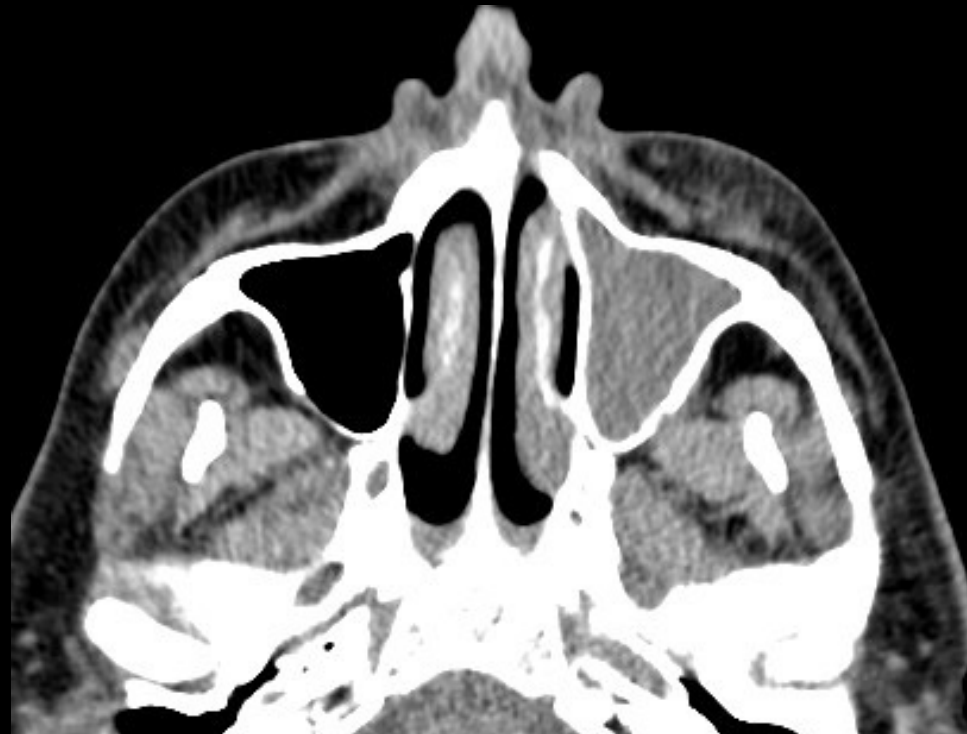


*Saito et al. Radiographics 2010*

2 yo M (Hb SS) con dolor periorbitario bilateral



## IV. Senos paranasales

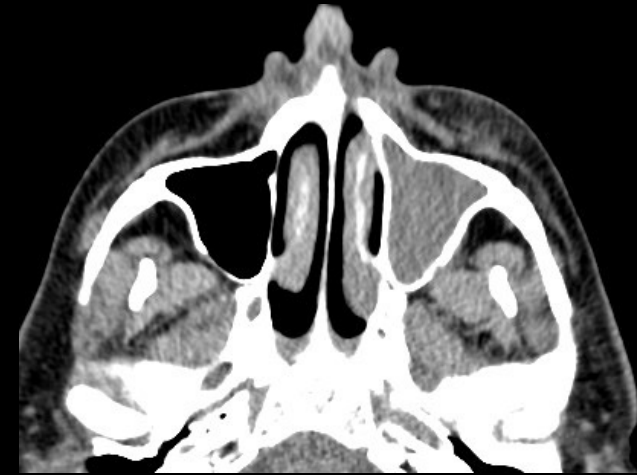


37 yo F con cefalea izquierda



## IV. Senos paranasales

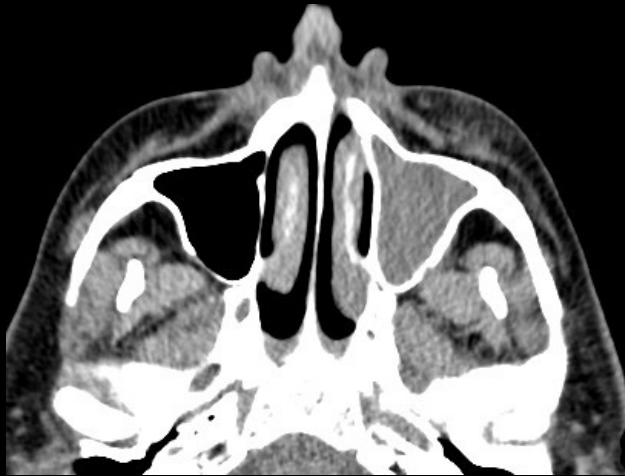
- Duracion de los sintomas de mas de 10 dias despues de tto
- Sospecha de complicacion
- Inmunodeprimidos
- Sinusitis cronica o recurrente



Hasta 40% de los adultos asintomaticos tiene anomalias en los senos paranasales (polipos, mucosa engrosada)



## IV. Senos paranasales

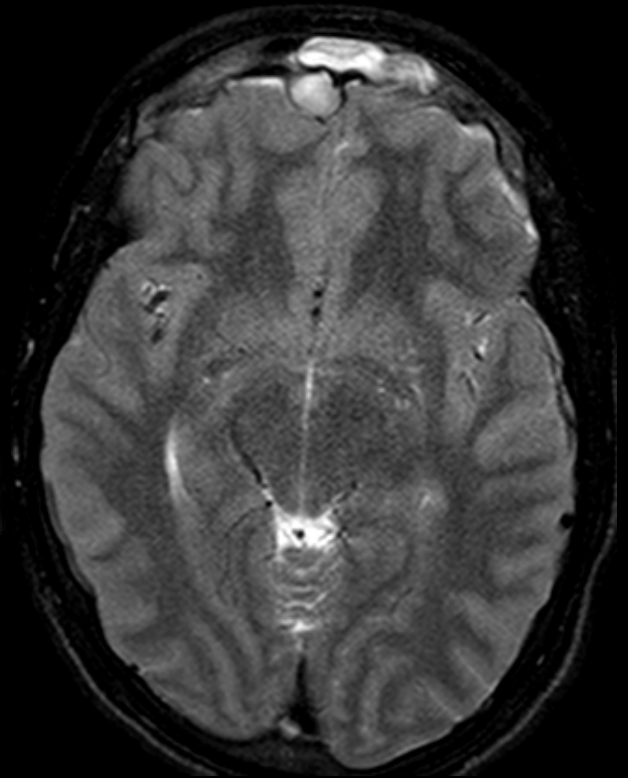
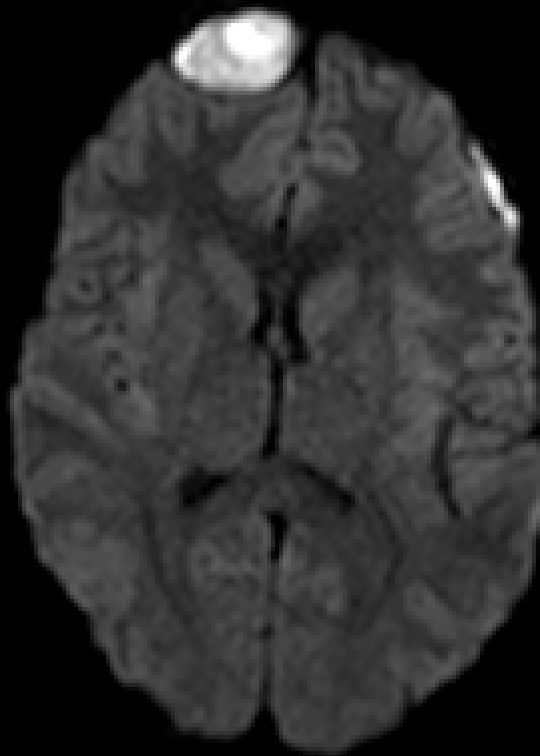
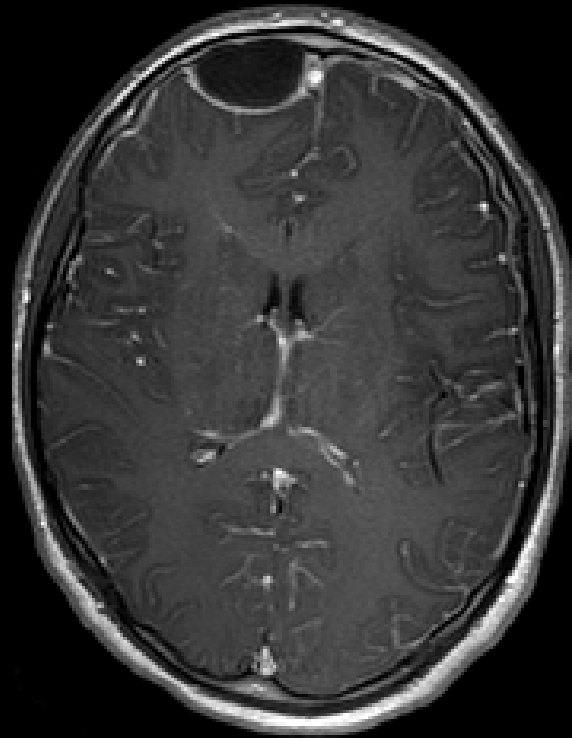


### Sinusitis aguda

- CT: (Don't call it! Describe it!)
  - Nivel liquid es hallazo tipico (solo en 30-35% casos)
  - Burbujas en las secreciones
  - Obstrucion de OMC/ obstruction anatomica
  - Importante: Grasa retroantral y premaxillar
- MR:
  - T1: Mucosa iso/ Fluido hipo
  - T2: Mucos hiper/ Fluido hiper
  - T1 + C: Mucosa realza, fluido no
  - Ojo! Secreciones desecadas son hipo/hipo



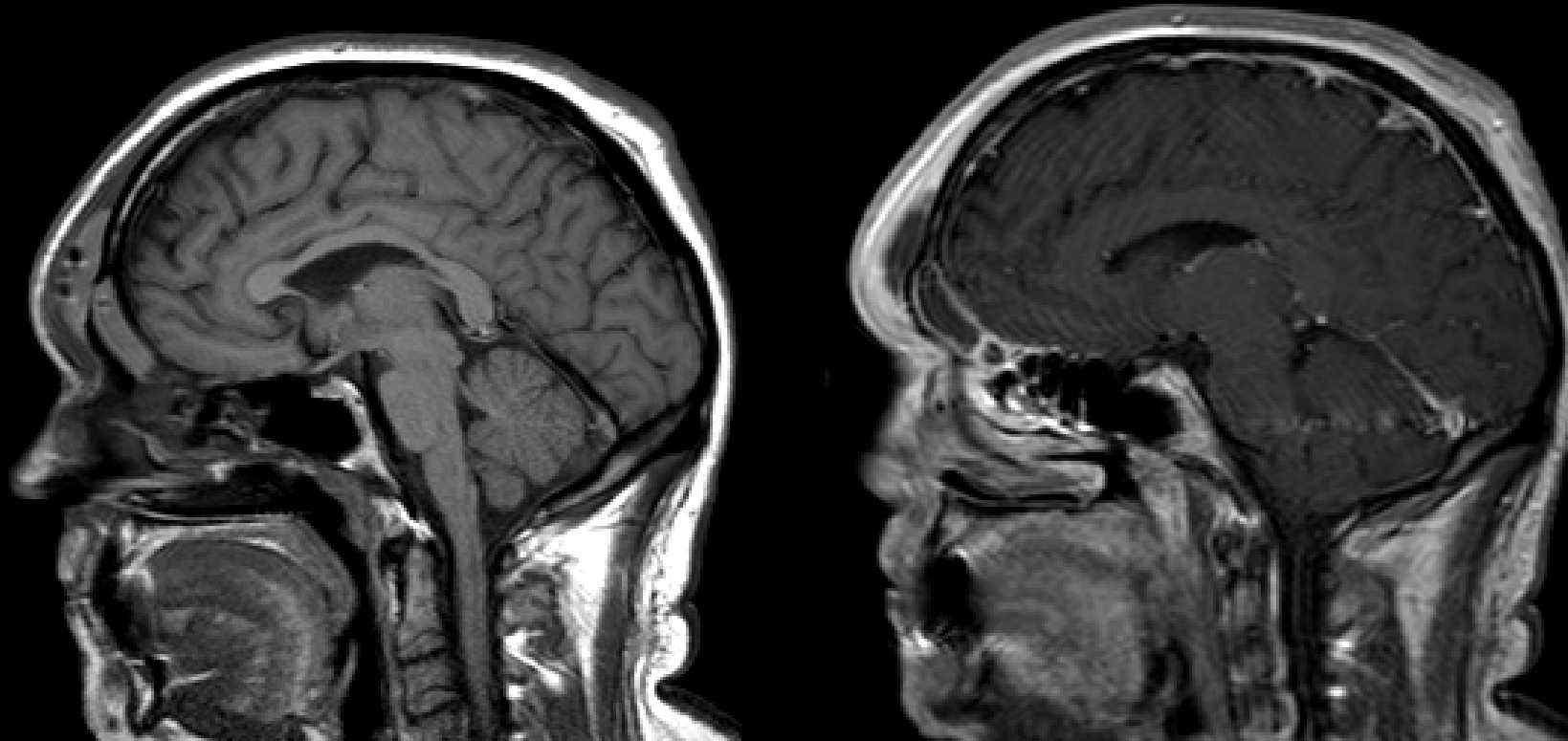
## IV. Senos paranasales



7 yo F con sinusitis frontal



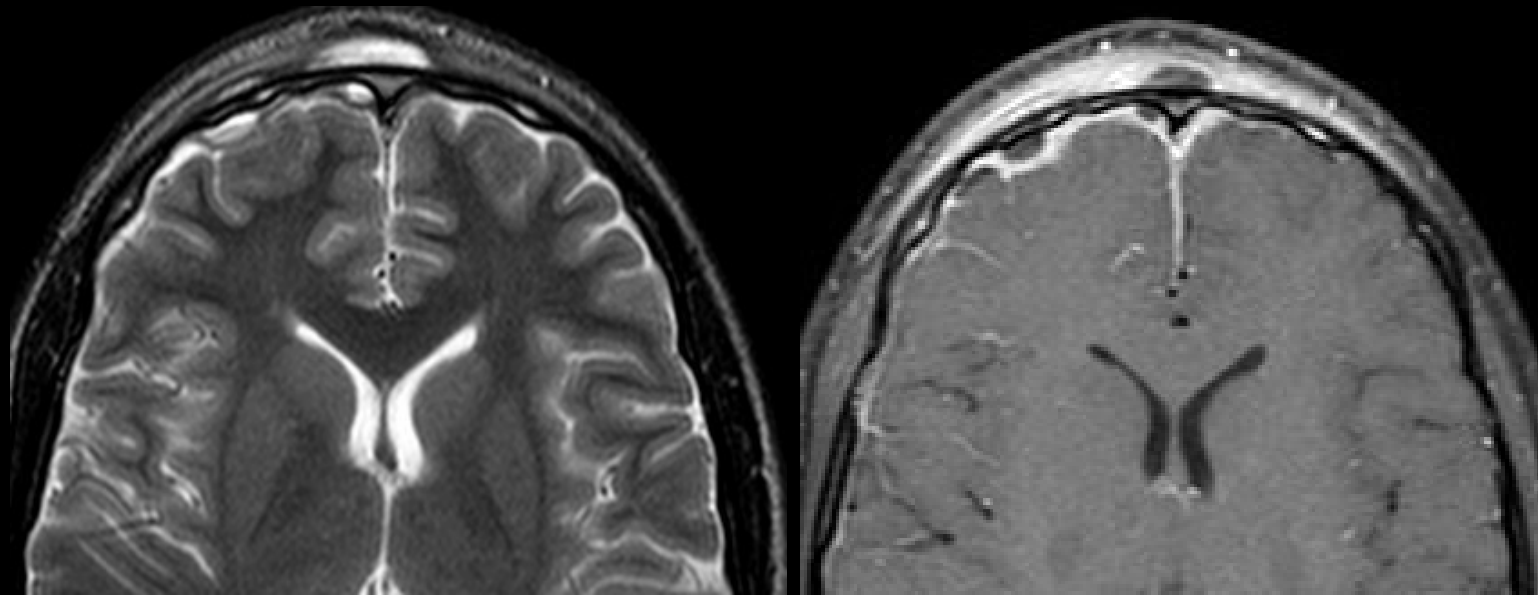
## IV. Senos paranasales



52 yo M con sinusitis frontal



## IV. Senos paranasales

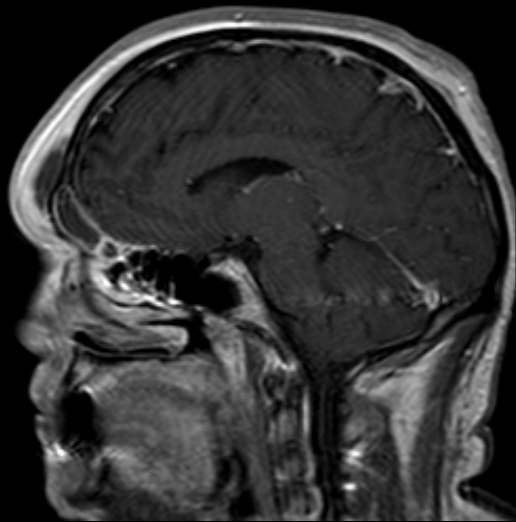
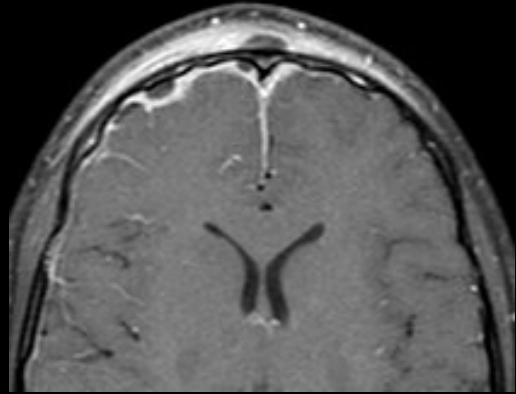


19 yo M con sinusitis frontal





## IV. Senos paranasales

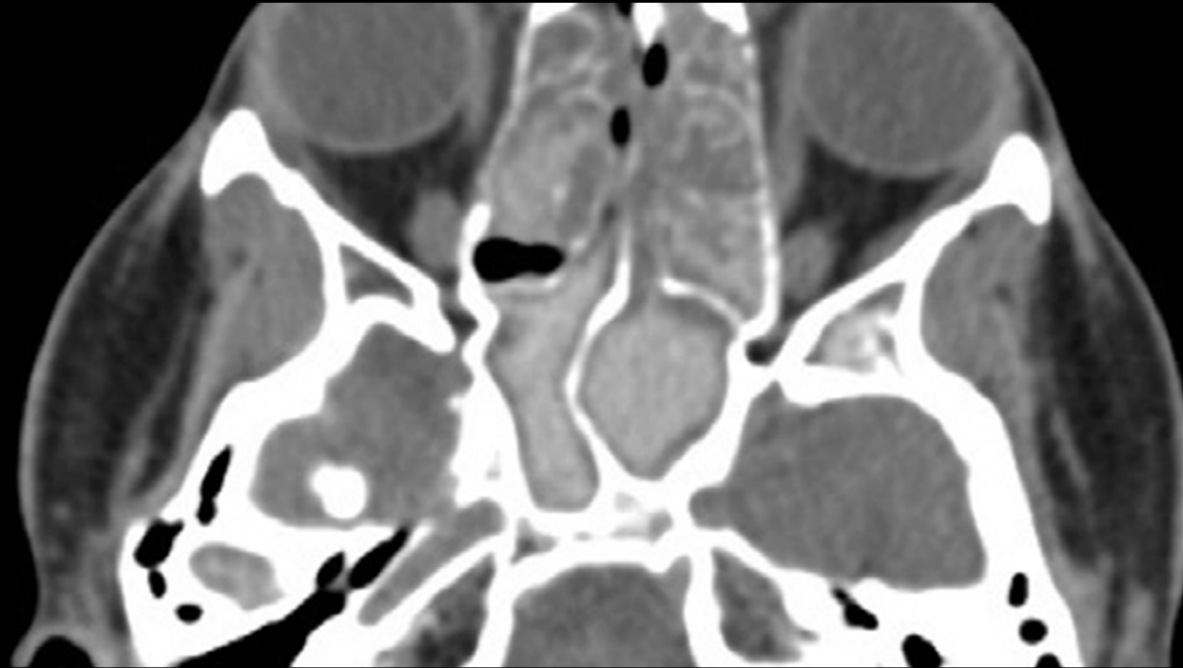


### Pott's Puffy Tumor

- Coleccion subgaleal + absceso subperiostico + osteomyelitis
- Imagen:
  - Opacificacion de seno frontal
  - Defecto en la pared anterior del seno (bone window)
  - Coleccion con realce periferico en tejidos blandos
  - MR: Afectacion intracranial



## IV. Senos paranasales



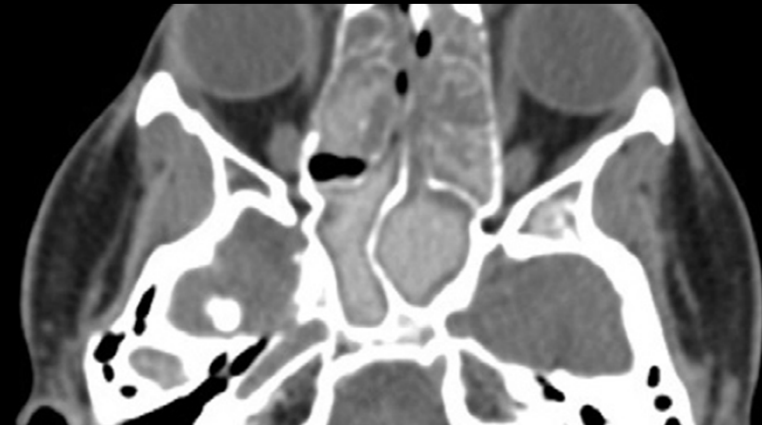
34 yo M con cefalea cronica



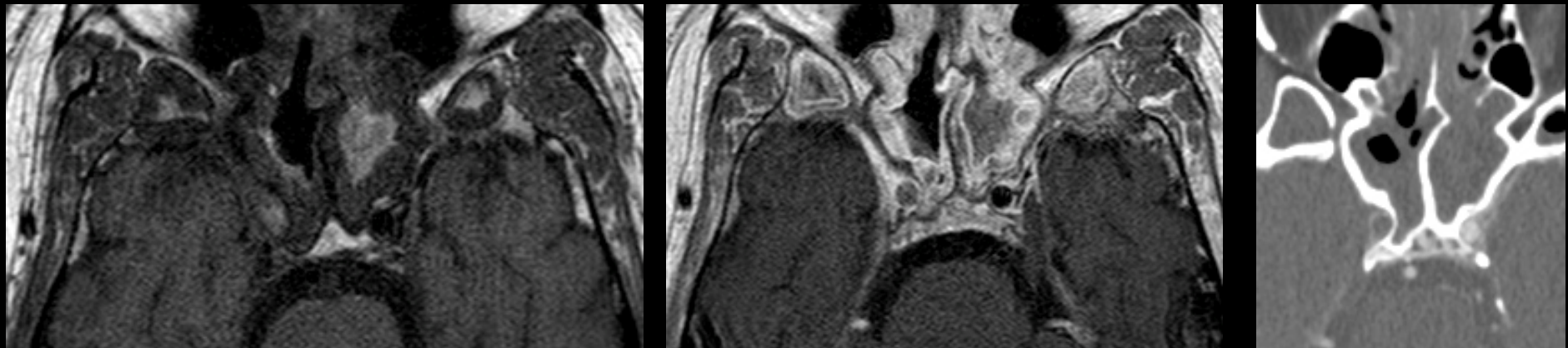
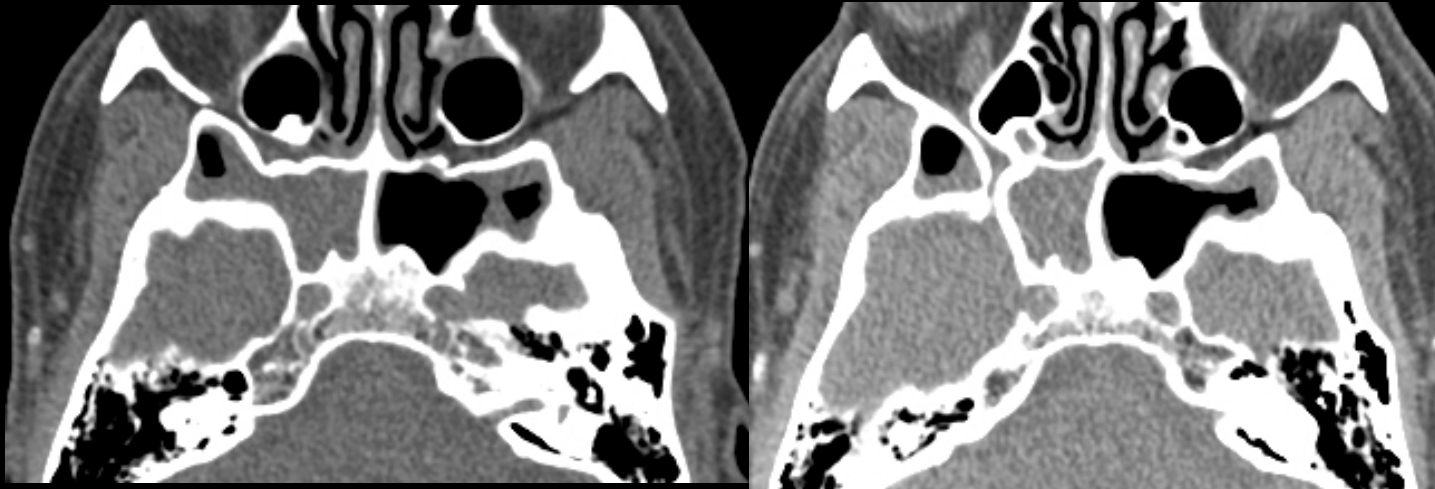
## IV. Senos paranasales

### Sinusitis alergica fungica

- Multiples senos, uni/bilateral
- Asociado a asma
- CT:
  - Opacificacion de senos con material hiperdenso central y mucosa hipodensa
  - Expansion, remodelamiento, erosion de las paredes
- Tto: Steroides, excision quirurgica

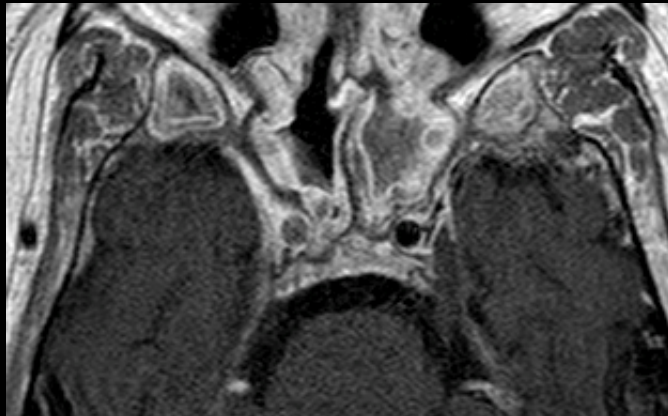


## IV. Senos paranasales



45 yo M neutropenico

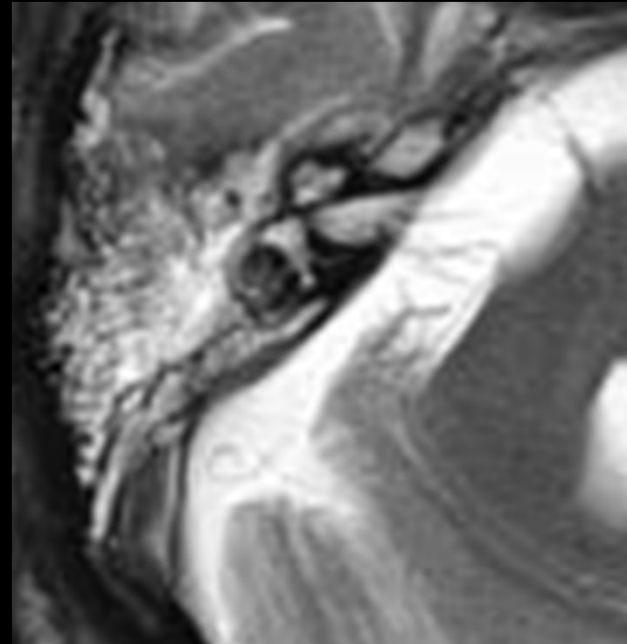
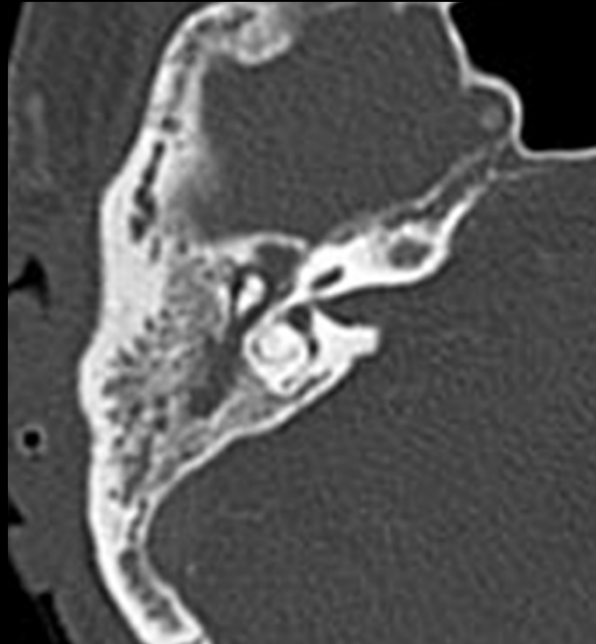
## IV. Senos paranasales



### Sinusitis invasiva fungica

- Inmunodeprimido (DM, neutropenia, HIV)
- Evolucion rapida: fiebre, dolor, congestion
- Germen: Aspergillus (+), mucor, rhizopus
- CT:
  - Mucosa gruesa
  - Opacificacion senos
  - Destruccion osea
  - Fat stranding (fuera de los limites seno)
- MR:
  - Falta de realce mucosa = necrosis
  - Realce fuera del seno

## V. Temporal bone



41 yo M con dolor auricular derecho

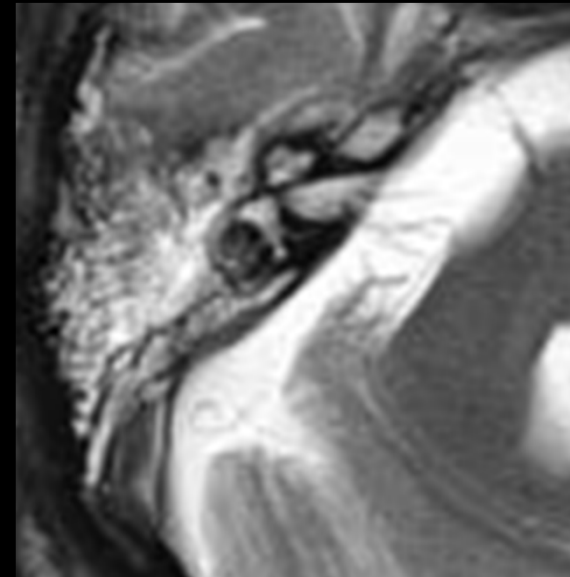




## V. Temporal bone

### Otomastoiditis aguda

- Infeccion supurativa de las celdas mastoideas
- Complicacion mas frecuente de OMA (mayoria de casos OMA tienen fluido en celdas M)
- Complicaciones:
  - Absceso subperiostico
  - Bezold (ECM)/ Citelli (extracranial, occipital or tip mastoid)
  - Laberintitis
  - Petrous apicitis
  - Extension intracranial (absceso, thrombosis)





## V. Temporal bone



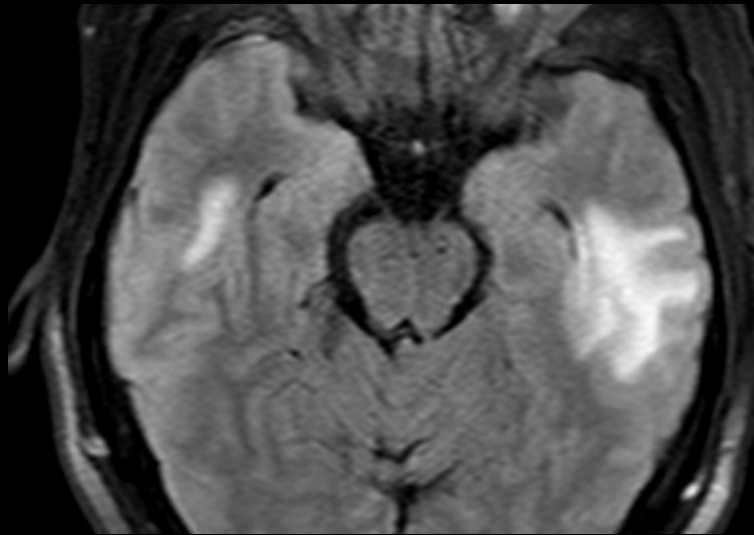
17 yo M con AOM derecha

### OMA - Otomastoiditis coalescente

- Complicacion OMA
- Destruccion/reabsorcion de los septos que separan las celdas entre si
- CT
  - Bone algorithm
  - Comparar con contralateral (asimetrias)



## V. Temporal bone



### OMA – Cerebritis

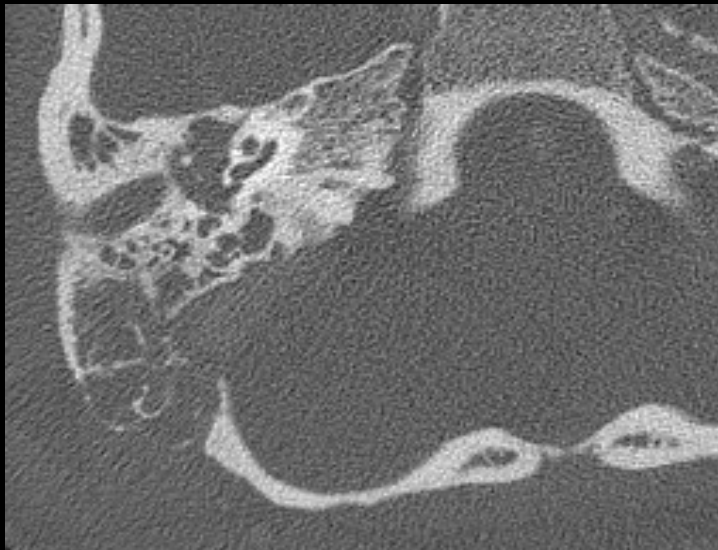
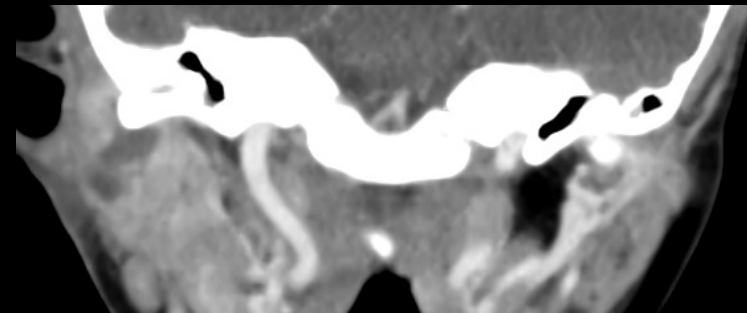
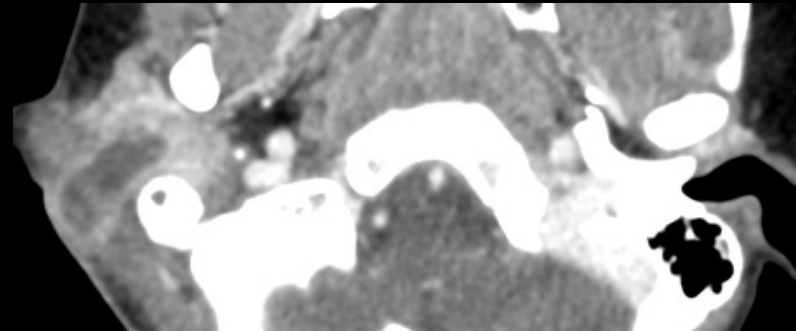
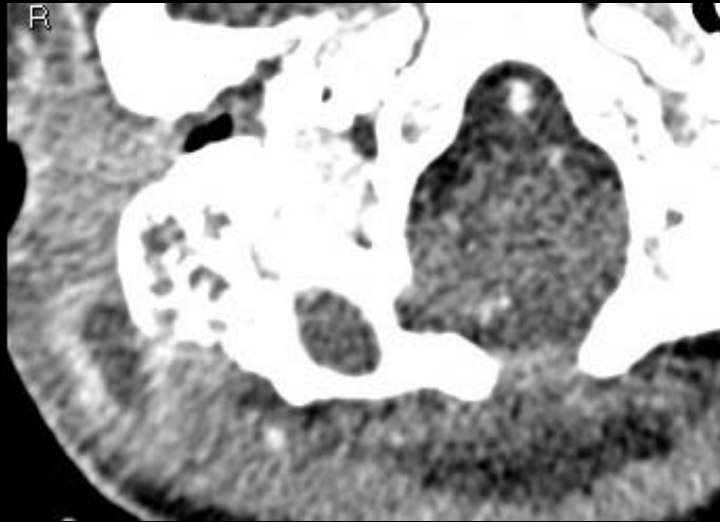
- Cerebritis temprana y tardia
- Absceso cerebral temprano /tardio

### OMA – Trombosis senos durales

- Seno denso
- Signo de la cuerda
- Edema cerebral (secundario a hipertension venosa)
- Infartos hemorragicos



## V. Temporal bone

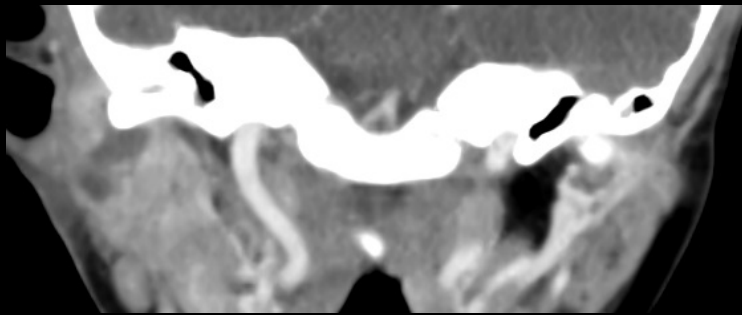


21 yo F con AOM derecha

AOM derecha



## V. Temporal bone

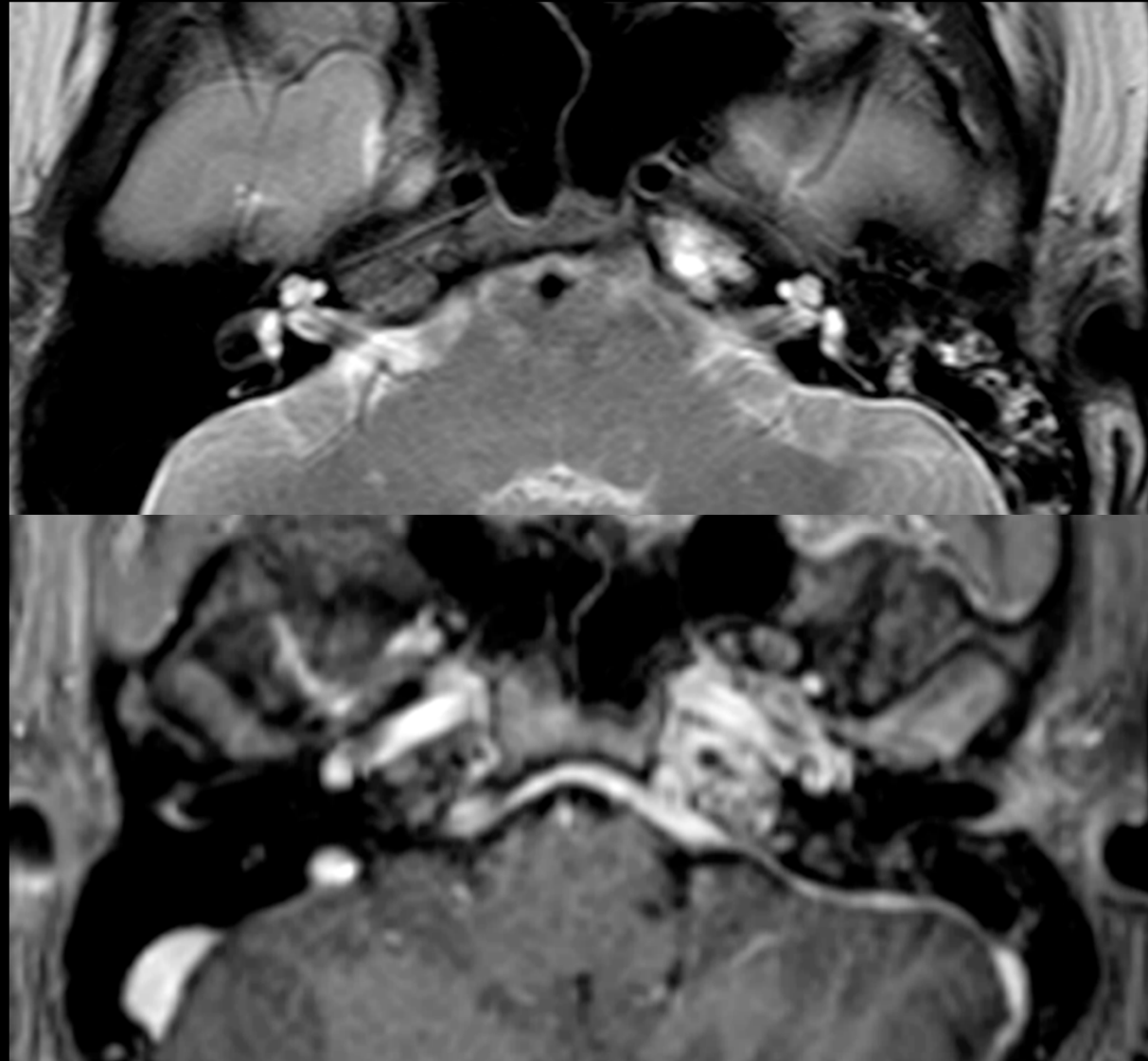


### OMA - Absceso de Bezol

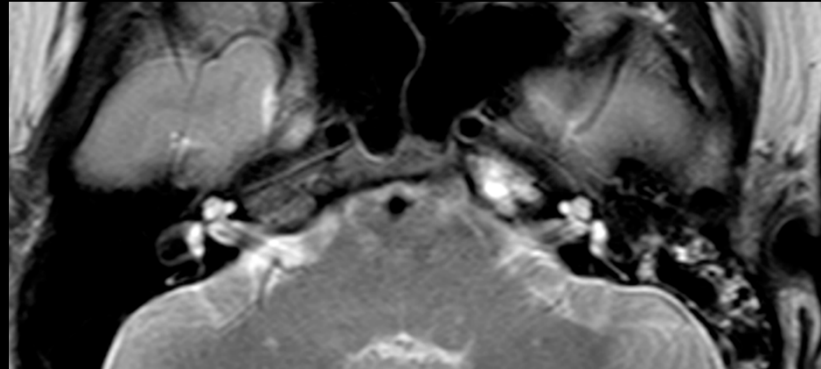
- Erosion del cortex
  - Medial al insercion del SMC
  - En la zona de insercion con el vientre posterior del digastrico
- No palpable (investing layer of the DCF)
- En adultos (Mastoid poco pneumatizadas en ninos)



## V. Temporal bone



## V. Temporal bone



### Apicitis petrosa

- Complicacion of AOM
- Clinica: AOM + deep facial pain (V) + abducens palsy (VI)
- MR:
  - Fluid signal
  - Realce periferico





## V. Temporal bone

120 kVp



40 keV



62yo M con DM

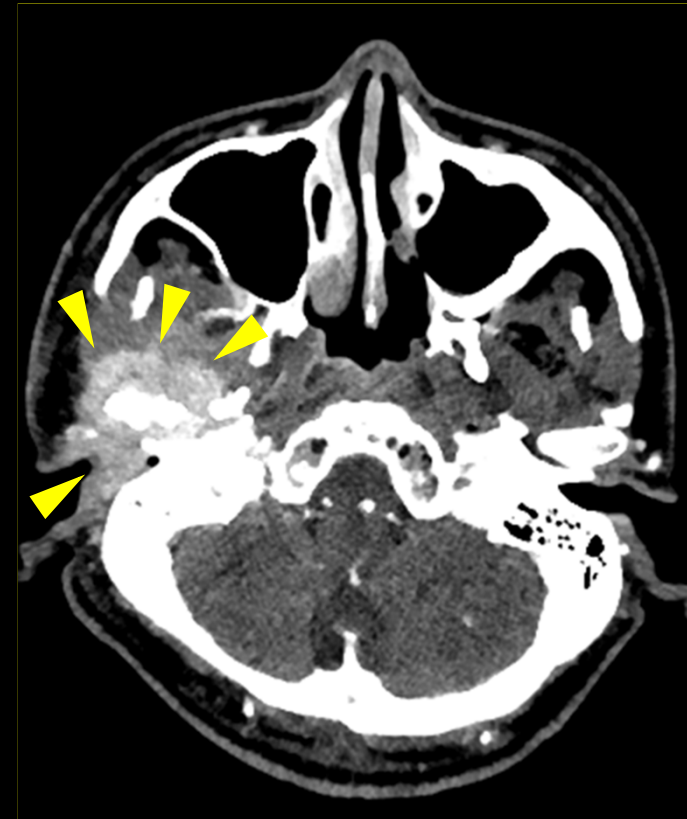




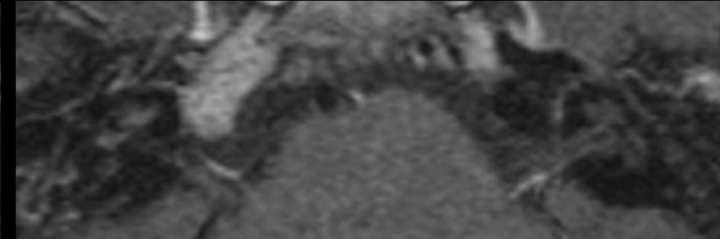
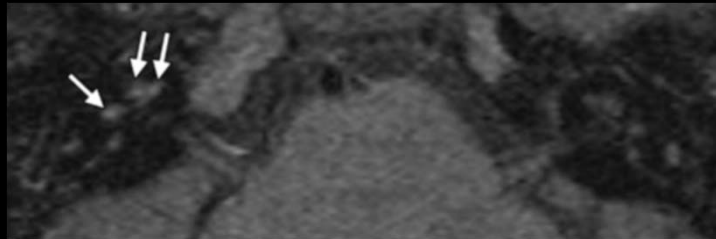
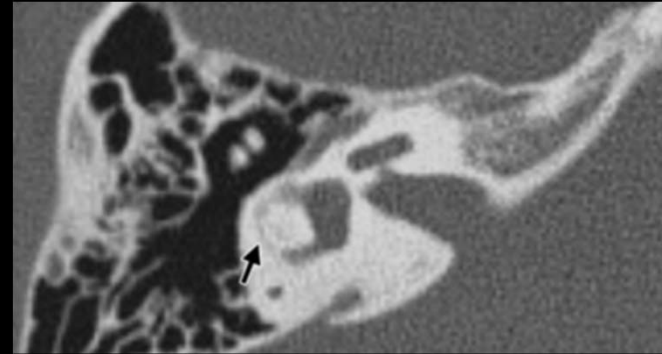
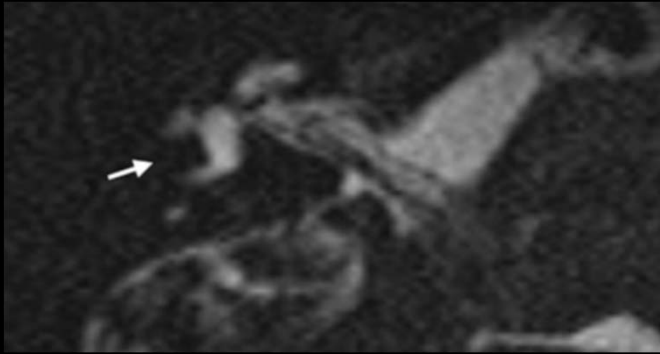
## V. Temporal bone

### Otitis externa maligna (otitis externa necrotizante)

- Germen: Pseudomonas (98%)
- Lesion de partes blandas que realza en en CAE
- Extension de la infeccion a:
  - Parotid space
  - Masticator space
- Extension con erosion cartilago del CAE y diseminacion cerebral



## V. Temporal bone



10 yo F (Hb SS)

*Saito et al. Radiographics 2010*

### Laberintitis osificante

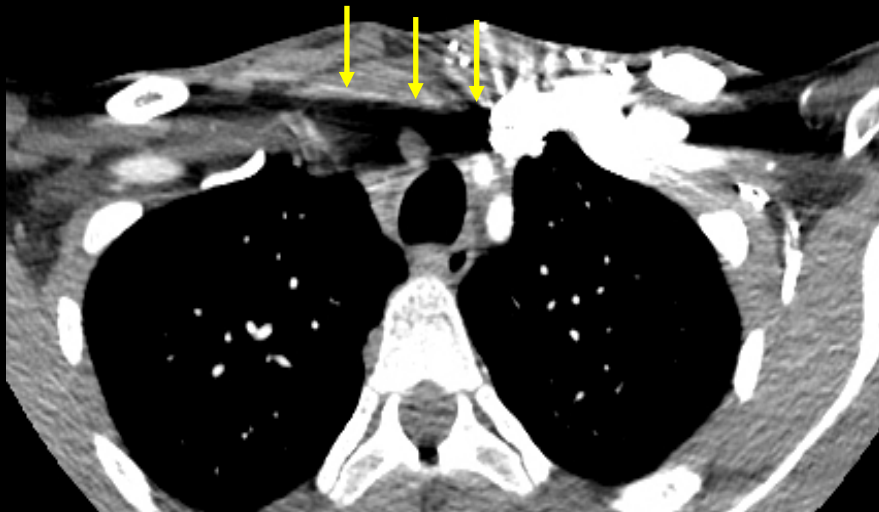
- Osificacion patologica del laberinto membranoso
- Perdida de senal en T2-DRIVE
- Causas: Meningitis, OMA ...



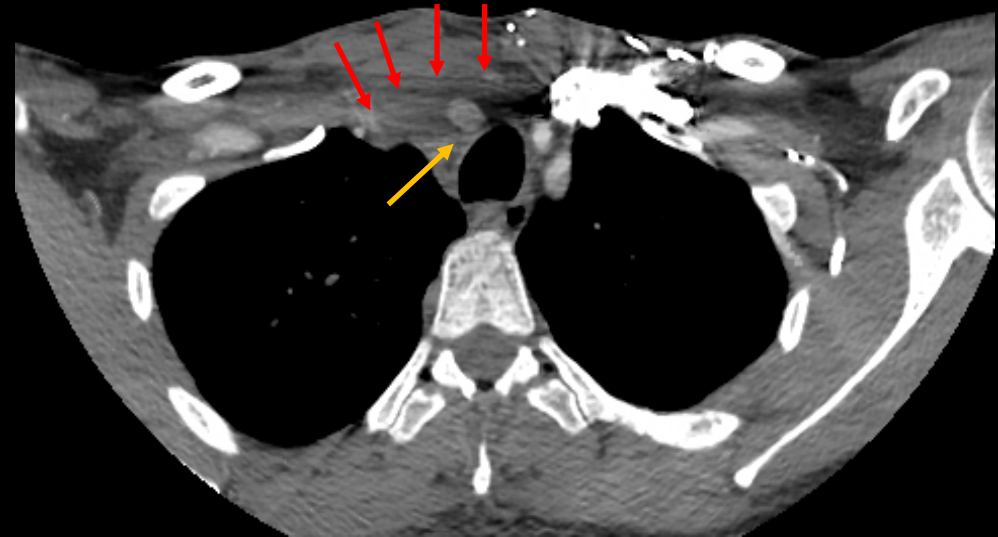
## V. Otros

### 1. Iatrogenia

Imagen convencional



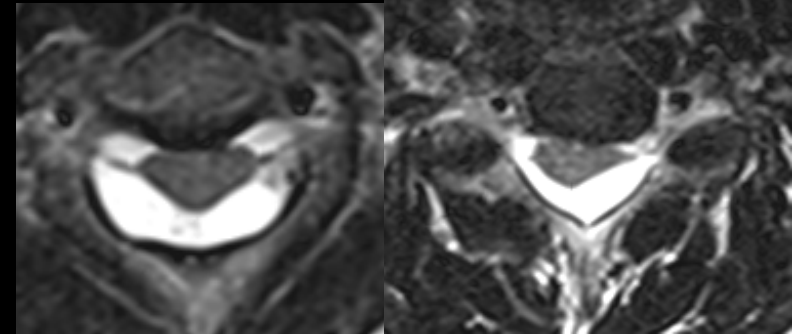
High kVp with  
metal artifact reduction



25yo M intento de canulizar una via central y colocacion de cateter en R CCA  
Hematoma alrededor de la arteria braquiocefalica



## V. Otros 2. Spine



43yo M con cefalea y dolor de cuello  
Sospecha de quistes  
aracnoideos/aracnoiditis



## V. Otros

### 2. Spine



#### Neurocysticercosis

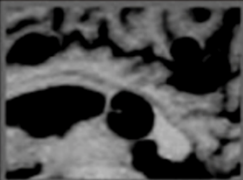
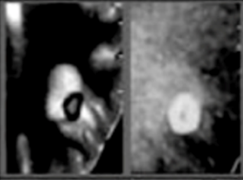
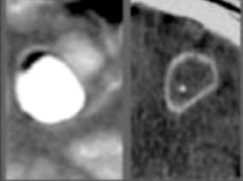
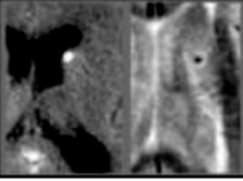
- Neurocysticercosis espinal es infrecuente: Cisticercos no atraviesan al espacio subaracnoideo a nivel cervical ("sierve effect")
- Estadios:
  - Vesicular: CSF intensity, cyst wall thin (no/poco realce), scolex
  - Colloidal: T1/T2 hyper, pared gruesa realza, edema periquistico
  - Granular: similar a colloidal, pared mas gruesa y mas edema
  - Nodular: No edema, no realce, calcificaciones



## V. Otros 2. Spine

### Neurocisticercosis



<b>First stage</b>	Vesicular	Cyst + Scolex Non enhancement	
<b>Second stage</b>	Coloidal	Ring enhancement Edema	
<b>Third stage</b>	Granular nodular degeneration	Decreased enhancement and edema Begins calcification	
<b>Fourth stage</b>	Involution	Obvious calcification on CT and MRI (T2*WI)	

*Amaral et al. Arq Neuropsiquiatr. 2003 Sep;61(3A):533-41*



## V. Otros 2. Spine



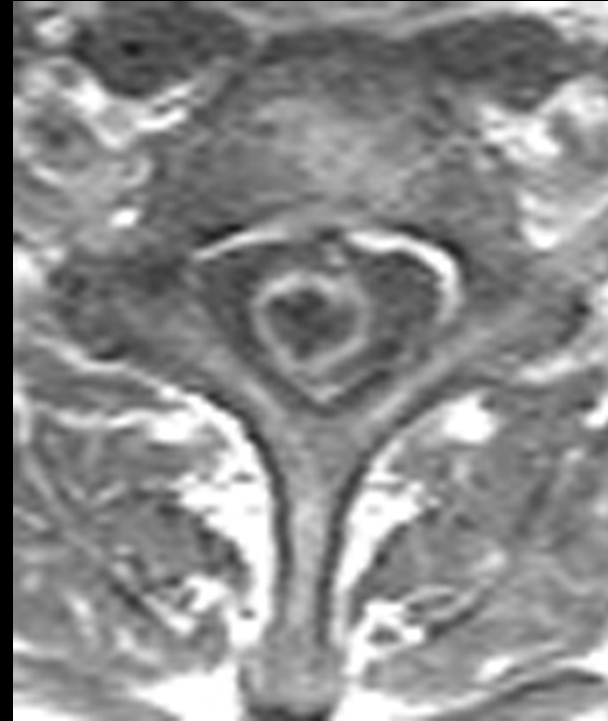
LP: Neurocisticercosis  
Tto: VPS, corticoids,  
antiparasitario (medico)  
Mejora de sintomas





## V. Otros

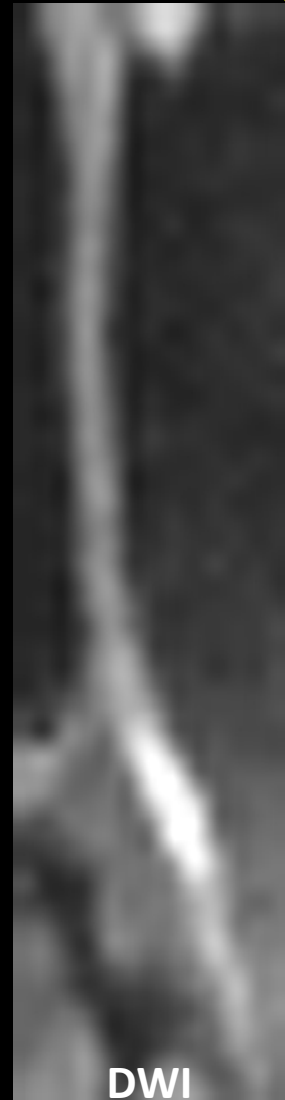
### 2. Spine



57 yo M IVDU con dolor de  
cuello de 1 semana de  
evolucion y debilidad de  
RUE/RLE



## V. Otros 2. Spine



DWI

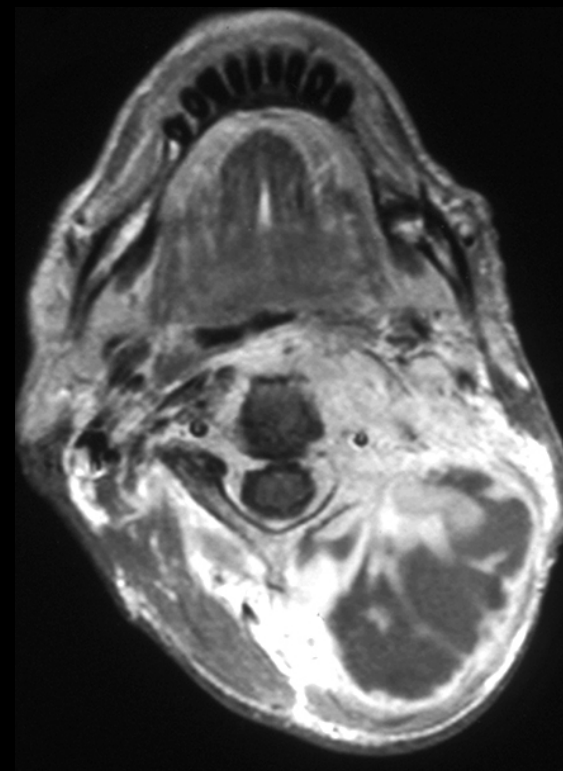
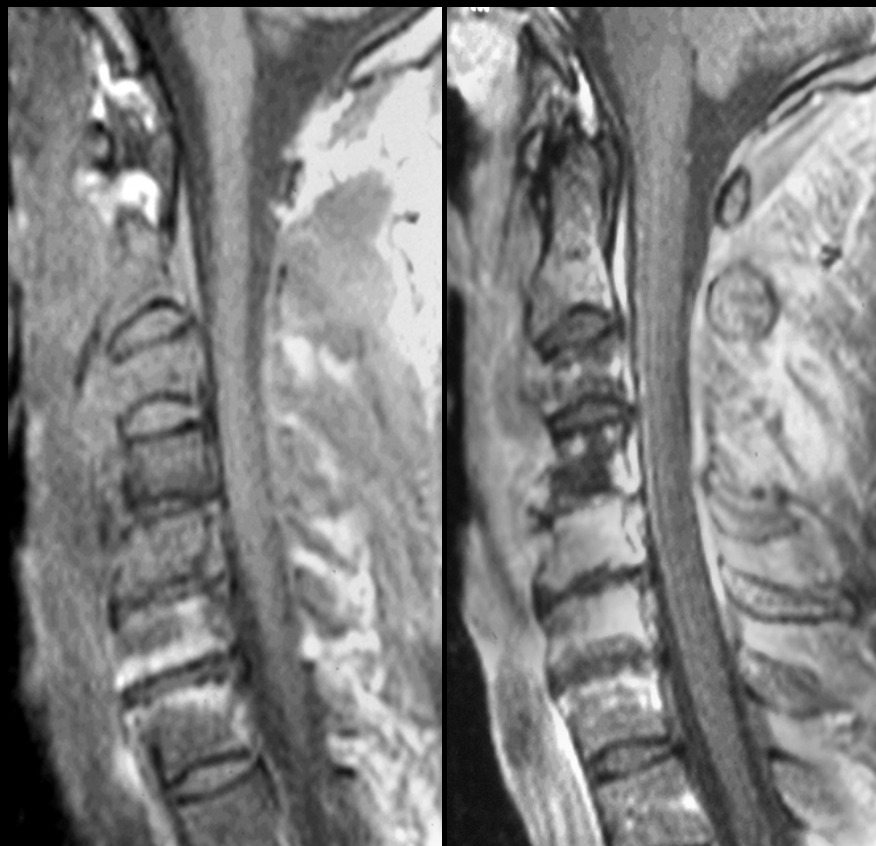


ADC

Sospecha de  
tumor  
OP: Absceso  
Streptococo



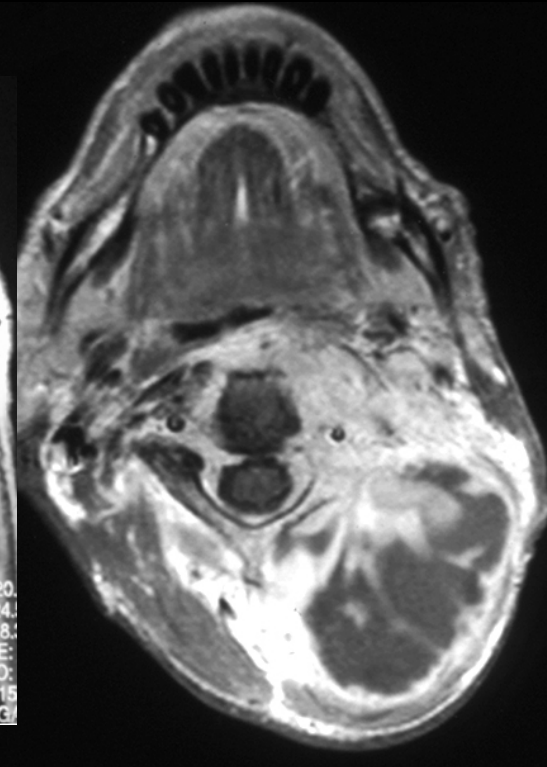
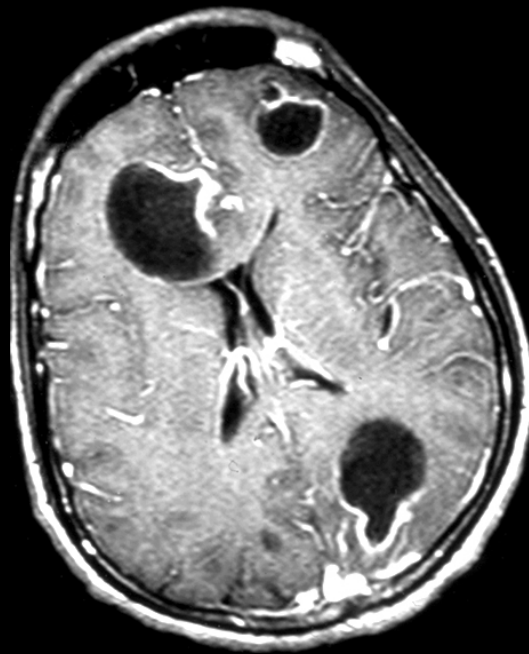
**V. Otros**  
**2. Spine**



38 yo M HIV con dolor cervical y fiebre



**V. Otros**  
**2. Spine**

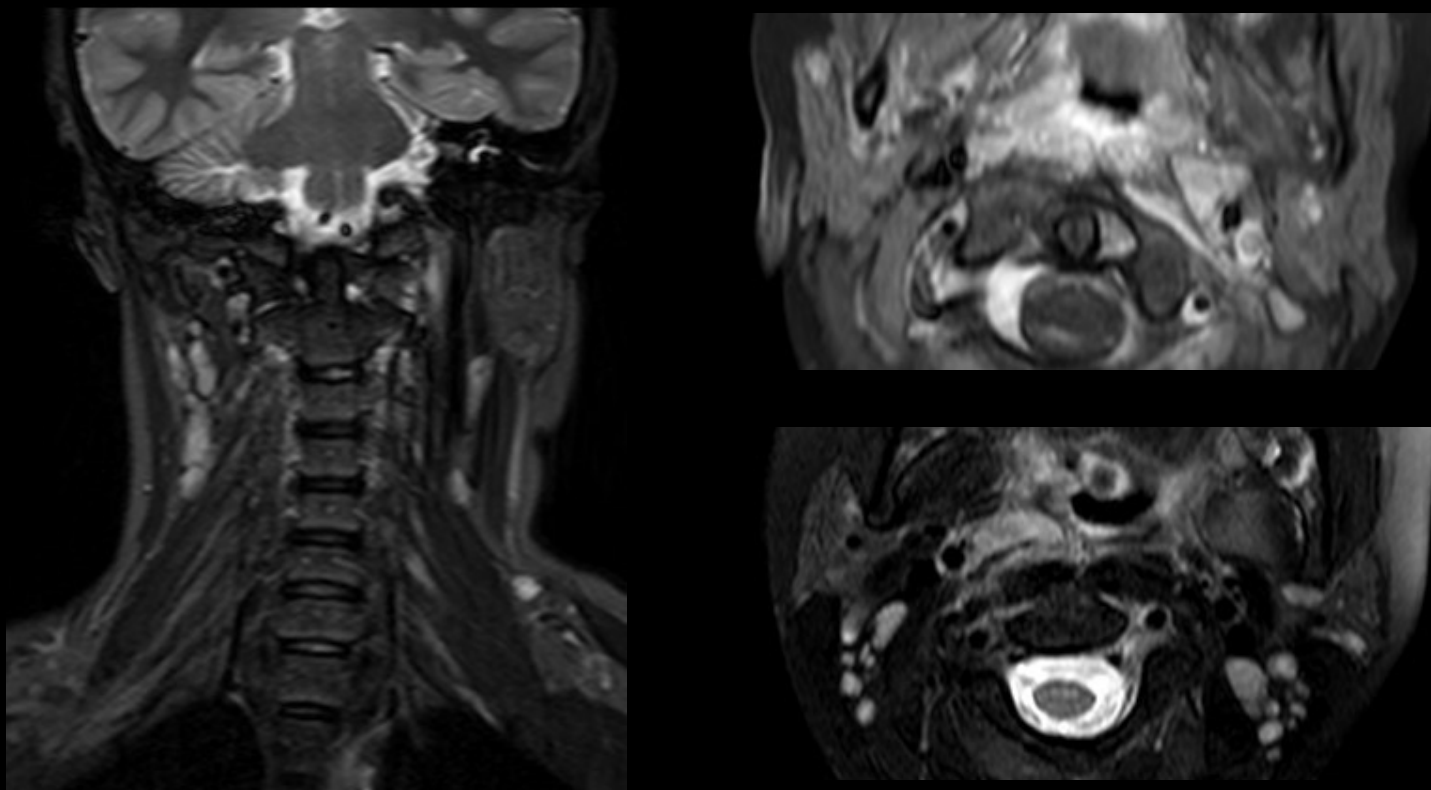


Drenaje. Patogeno: Nocardia





**V. Otros**  
**2. Spine**



12yo M con torticollis y antecedente de infeccion  
de vias altas respiratorias

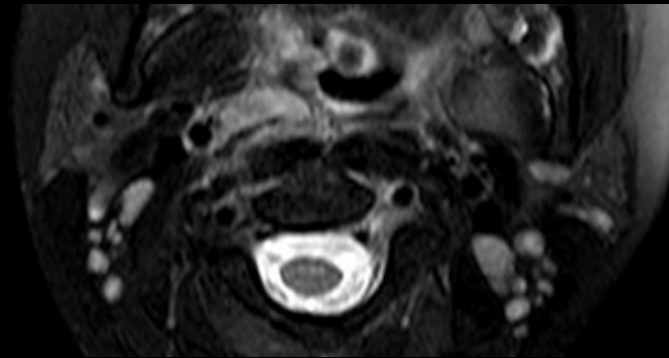
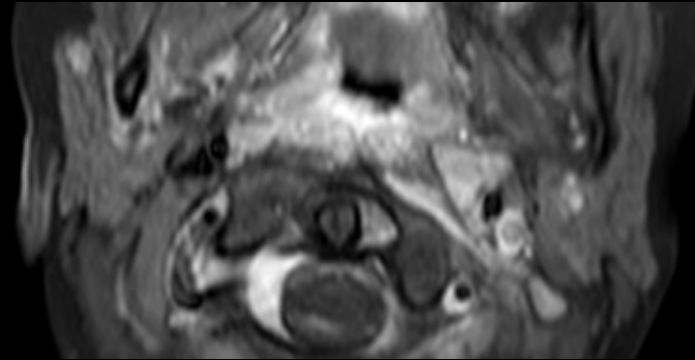


## V. Otros

### 2. Spine

#### Sindrome Grisel

- Subluxacion atlanto-axial despues the proceso infeccioso con absceso retrofaringeo
- Desplazamiento lateral de C1 sobre C2 y facetas occipital sobre C1
- MR para valorar lesiones ligamentosas y inflamacion



1. Tan LA, Kasliwal MK, Traynelis VC. Comparison of CT and MRI findings for cervical spine clearance in obtunded patients without high impact trauma. *Clin Neurol Neurosurg* 2014;120:23-26.
2. Dreizin D, Letzing M, Sliker CW, et al. Multidetector CT of blunt cervical spine trauma in adults. *RadioGraphics*. 2014;34(7):1842-1865.
3. Patino M, Prochowski A, Agarwal MD, et al. Material separation using dual-energy CT: Current and emerging applications. *RadioGraphics*. 2016;36(4):1087-105.
4. Mileto A, Sofue K, Marin D. Imaging the renal lesion with dual-energy multidetector Ctand multi-energy applications in clinical practice: What can it truly do for you? *Eur Radiol*. 2016;26(10):3677-90.
5. Diekhoff T, Hermann KG, Pumberger M, et al. Dual-energy CT virtual non-calcium technique for detection of bone marrow edema in patients with vertebral fractures: A prospective feasibility study on a single-source volume CT scanner. *Eur J Radiol*. 2017;87:59-65.
6. Kaup M, Wichmann JL, Scholtz JE, et al. Dual-energy CT-based display of bone marrow edema in osteoporotic vertebral compression fractures: Impact on diagnostic accuracy of radiologists with varying levels of experience in correlation to MR imaging. *Radiology*. 2016; 280(2): 510-9.
7. Karaca L, Yuceler Z, Kantarci M, et al. The feasibility of dual-energy CT in differentiation of vertebral compression fractures. *Br J Radiol*. 2016;89(1057):20150300.
8. Suh CH, Yun SJ, Jin W, et al. Diagnostic performance of dual-energy CT for the detection of bone marrow oedema: A systematic review and meta-analysis. *Eur Radiol*. 2018;28(10):4182-4194.
9. Ananthakrishnan L, Rajiah P, Ahn R, et al. Spectral detector CT-derived virtual non-contrast images: Comparison of attenuation values with unenhanced CT. *Abdom Radiol*. 2017;42(3)702-709.

