

CBCT: Precisión ósea con mínima radiación

Pilar Cifrian Casuso^{1,2}, Angela Guitian Pinilla^{1,2}, Cesar Antonio López López^{1,2}, Álvaro Sánchez Mulas^{1,2},
Alejandra Somoano Marfull^{1,2}, Silvia Revuelta Gómez^{1,2}, Ana Wenting Hernández Pardos^{1,2}, David Castanedo
Vázquez^{1,2}

¹Hospital Universitario Marqués de Valdecilla, Santander

²Instituto de Investigación Sanitaria de Valdecilla IDIVAL, Santander

1. Revisar los **principios técnicos del cone-beam CT (CBCT)** con origen para uso maxilofacial, y las diferencias fundamentales respecto al TC convencional, incluyendo el tipo de haz, sistema detector y proceso de reconstrucción volumétrica.
 2. Describir las **principales ventajas del CBCT**, especialmente su elevada resolución espacial submilimétrica y la menor dosis de radiación en comparación con la tomografía computarizada convencional.
 3. Identificar las **principales limitaciones y artefactos del CBCT** (ruido, dispersión, endurecimiento del haz, solapamiento y movimiento) y comprender su impacto en la calidad de imagen.
 4. Ilustrar las **aplicaciones clínicas del CBCT** maxilofacial, incluyendo peñascos, senos paranasales, mandíbula-dentición y unión cráneo-cervical superior mediante **ejemplos radiológicos representativos**.
-

MÁQUINA CBCT

- Técnica basado en el uso de rayos X que permite obtener **imágenes en 3D**.
- Nació para el uso por la industria dental en 1988 y está diseñado para evaluar el **ESQUELETO MAXILOFACIAL**.
- Aunque hay otros tipos de CBCT que permiten la valoración de otras regiones anatómicas, nos enfocaremos en:

CBCT MAXILOFACIAL

PEQUEÑO TAMAÑO,
SIMILAR A UN EQUIPO DE
RADIOLOGÍA SIMPLE



COMPONENTES

1/ FUENTE DE RAYOS X

2/ DETECTOR PLANO 2D (FDP)

3/ PANEL DE CONTROL

4.1/ SOPORTE DE LA CABEZA

4.2/ SOPORTE DE LA BARBILLA

MÁS GRANDE
QUE EL DE UN TC
CONVENCIONAL

+CCD sensor
Transforma la
información obtenida
de analógica a digital



AVANCES IMPORTANTES

+ DETECTOR PLANO-FDP

Detector más grande que consigue menor distorsión y mayor escala de contraste.

+ VOXEL ISOTRÓPICO

UNIDADES QUE COMPONEN LA IMAGEN TRIDIMENSIONAL

CORTES CBCT

Resolución submilimétrica
(entre 0,4mm y 0,09mm)

VOXEL ISOTRÓPICO



Todos los ejes espaciales tienen
las mismas dimensiones.

CORTES CT CONVENCIONALES

0,625mm/profundidad
2mm

VOXEL ANISOTRÓPICO



El eje axial es más alargado
que el resto.

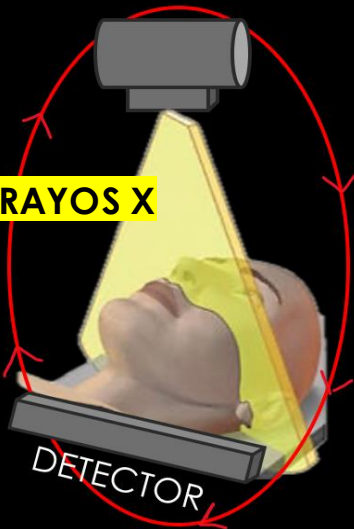
IMÁGENES SIN DISTORSIÓN NI MAGNIFICACIÓN
1:1

PRINCIPIOS BÁSICOS

TC CONVENCIONAL

HAZ DE RAYOS X

"LÁMINA" DE RAYOS X



Rotación 180-360° MÚLTIPLES veces

CBCT

HACES PARALELOS
ENTRE SÍ

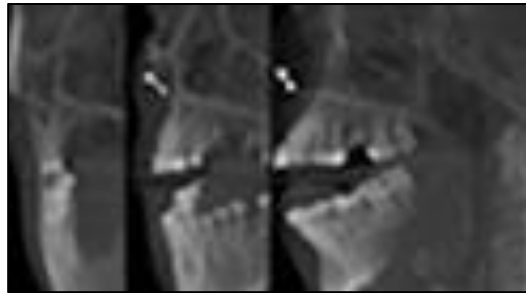
"CONO" DE RAYOS X



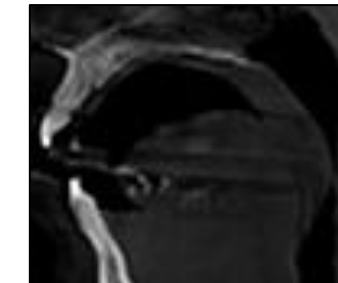
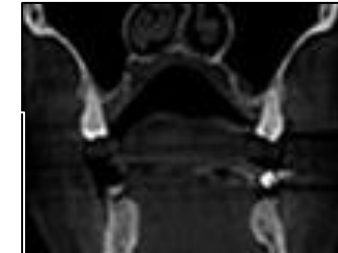
Rotación 180-360° UNA vez

PROCESO

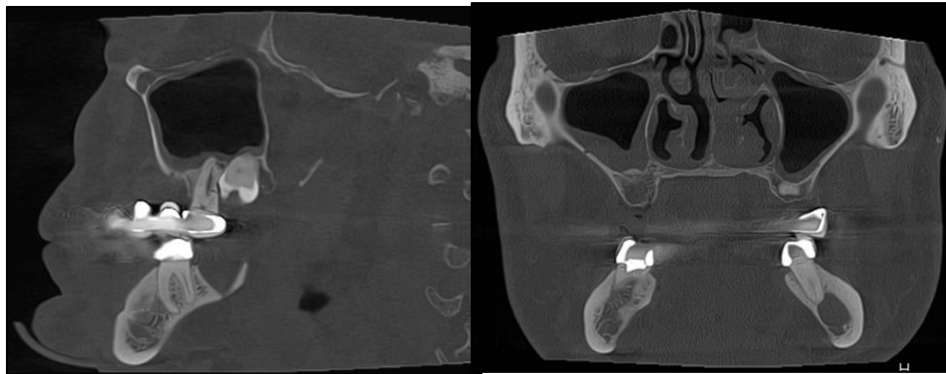
IMÁGENES BÁSICAS 2D



Son transmitidas al
ordenador
instantáneamente
**Algoritmo modificado
de Feldkamp**



RECONSTRUCCIONES
SECUNDARIAS: **IMÁGENES
ORTOGONALES
(AXIAL, SAGITAL AND
CORONAL)**



IMÁGENES VOLUMÉTRICAS

Datos en formato DICOM (Digital Imaging and
Communications in Medicine), que facilita la
telecomunicación y el uso de imágenes por
terceros.

VENTAJAS Y DESVENTAJAS

VENTAJAS

- CBCT ES UN EQUIPO CAPAZ DE OBTENER RESOLUCIÓN ESPACIAL SUBMILIMÉTRICA CON CORTES MUY FINOS.
- TIEMPO DE ESCÁNER CORTO (10-70s).
- DOSIS DE RADIACIÓN HASTA 15 VECES MENOR QUE UN TC CONVENCIONAL.
- PROBLEMAS DE CLAUSTROFOBIA ELIMINADOS
- CORTE MENOR (2-5 VECES MENOS QUE UN TC CONVENCIONAL).
- EQUIPO SUSTANCIALMENTE MÁS PEQUEÑO Y MENOS PESADO.
- MUY FÁCIL DE OPERAR CON EL Y MANTENER, ENTRENAMIENTO TÉCNICO NECESARIO MUY SENCILLO.



PRUEBA	DOSIS EFECTIVA (MSV)
ORTOPANTOMOGRAFÍA	0,025 mSv (3 días de radiación natural)
RADIOGRAFÍA DE TÓRAX	0,1 mSv (10 días)
TC CEREBRAL	1.6 mSv (7 meses)
TC CABEZA Y CUELLO	1.2 mSv (5 meses)
CBCT	0,18 mSv (22 días)

***3mSv**
Radiación media por año

VENTAJAS Y DESVENTAJAS

DESVENTAJAS



- MALA O NULA DIFERENCIACIÓN DE TEJIDOS DE PARTES BLANDAS.
- TRES TIPOS DE TEJIDOS: HUESO, DIENTES Y PARTES BLANDAS.
- NO SE PUEDEN REALIZAR ESTUDIOS POST-CONTRASTE → NO PODEMOS DIFERENCIAR ENTRE MASAS TUMORES, LESIONES MUY VASCULARIZADAS...
- LA REGIÓN ANATÓMICA ESTUDIADA O EL MAXIMO FIELD OF VIEW (FOV) PERMITIDO ES PEQUEÑO.
- MAYOR PREVALENCIA DE ARTEFACTOS.

ARTEFACTOS

1. RUIDO

Los equipos de CBCT por motivos de reducción de dosis funcionan a miliamperios que son aproximadamente un orden de magnitud inferiores a los de los equipos de TC convencional, por lo que **el ruido es mayor**.

Este artefacto genera rayas y líneas espiculadas al azar. Al aumentar el ruido los objetos con alta densidad se manifiestan con bajo contraste, mientras que los tejidos blandos tienen muy mala visualización.



ARTEFACTOS

2. DISPERSIÓN

Factor importante que causa artefactos en CBCT.

Solo los rayos X con trayecto lineal deben ser detectados por la imagen.

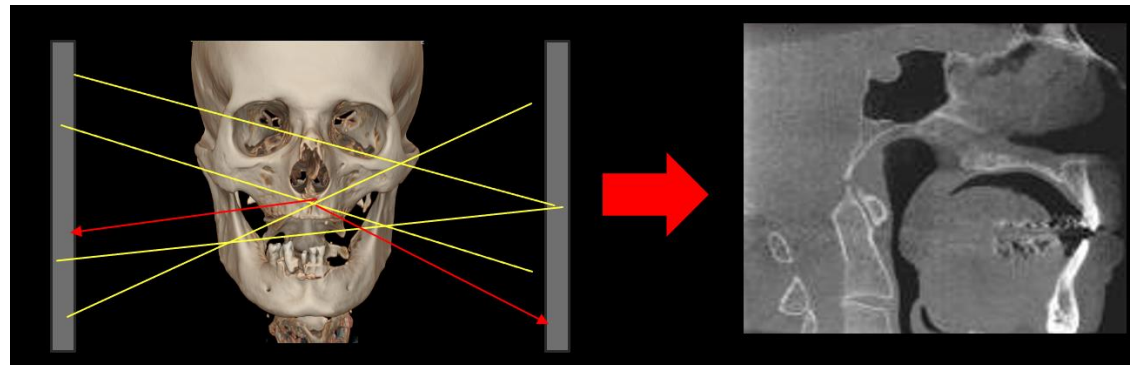
La dispersión está formada por los haces que se difractan de su trayectoria original tras la interacción con la materia. Esta parte adicional de rayos X se suman, generando una subestimación de la absorción en cada voxel.



Este efecto afectará en mayor medida el CBCT, cuyo receptor es más grande, que al TC convencional.



La dispersión reduce aún más el contraste de los tejidos blandos y también afectará a los valores de densidad de todos los demás tejidos.

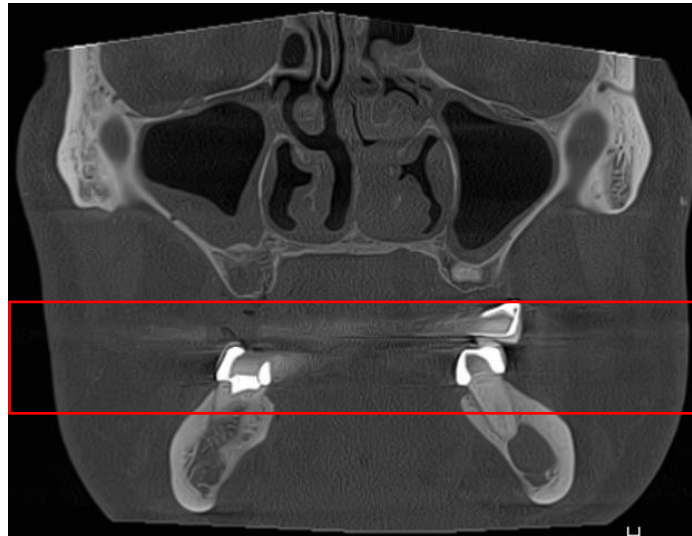


ARTEFACTOS

3. ENDURECIMIENTO DEL HAZ

Los rayos poco energéticos emitidos por la fuente de rayos X pueden sufrir una absorción al atravesar el objeto estudiado.

Por lo tanto, el CBCT al emitir rayos de baja energía facilita que materiales altamente absorbentes den lugar a mucho artefacto de endurecimiento del haz, generando rayas.

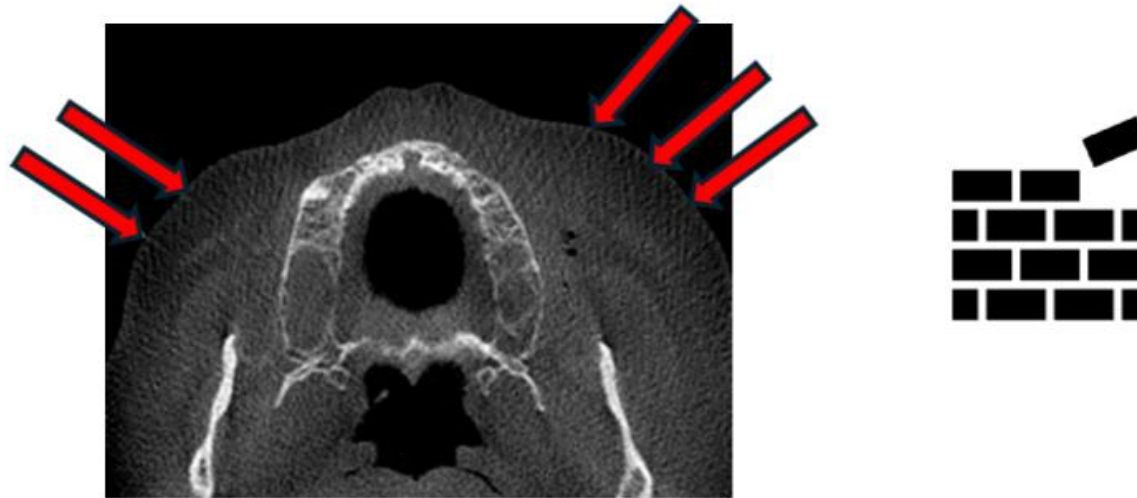


ARTEFACTOS

4. SOLAPAMIENTO

En cada proyección los vóxeles cercanos a la fuente serán atravesados por más "rayos" que los cercanos al detector.

Esto provoca un artefacto denominado de solapamiento, que se manifiesta en forma de **patrones de líneas (patrones de moiré)**, normalmente divergentes hacia la periferia del volumen reconstruido.



ARTEFACTOS

5. MOVIMIENTO

El tiempo de adquisición de las máquinas CBCT más modernas oscila aproximadamente entre 6 y 20 s, tiempo suficiente para que una cabeza humana realice algún movimiento menor.

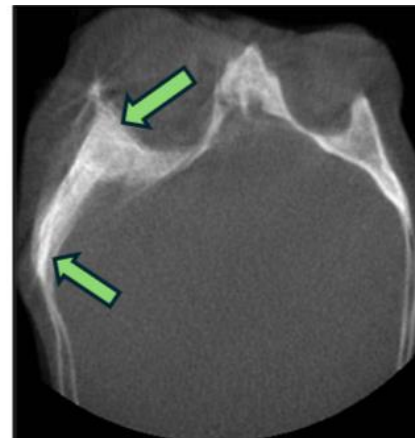
Cuanto menor sea el tamaño del vóxel (es decir, cuanto mayor sea la resolución espacial), menor será el movimiento necesario para desplazar las estructuras del paciente fuera de los vóxeles "correctos".



Mayor será la probabilidad de que aparezcan artefactos de movimiento.



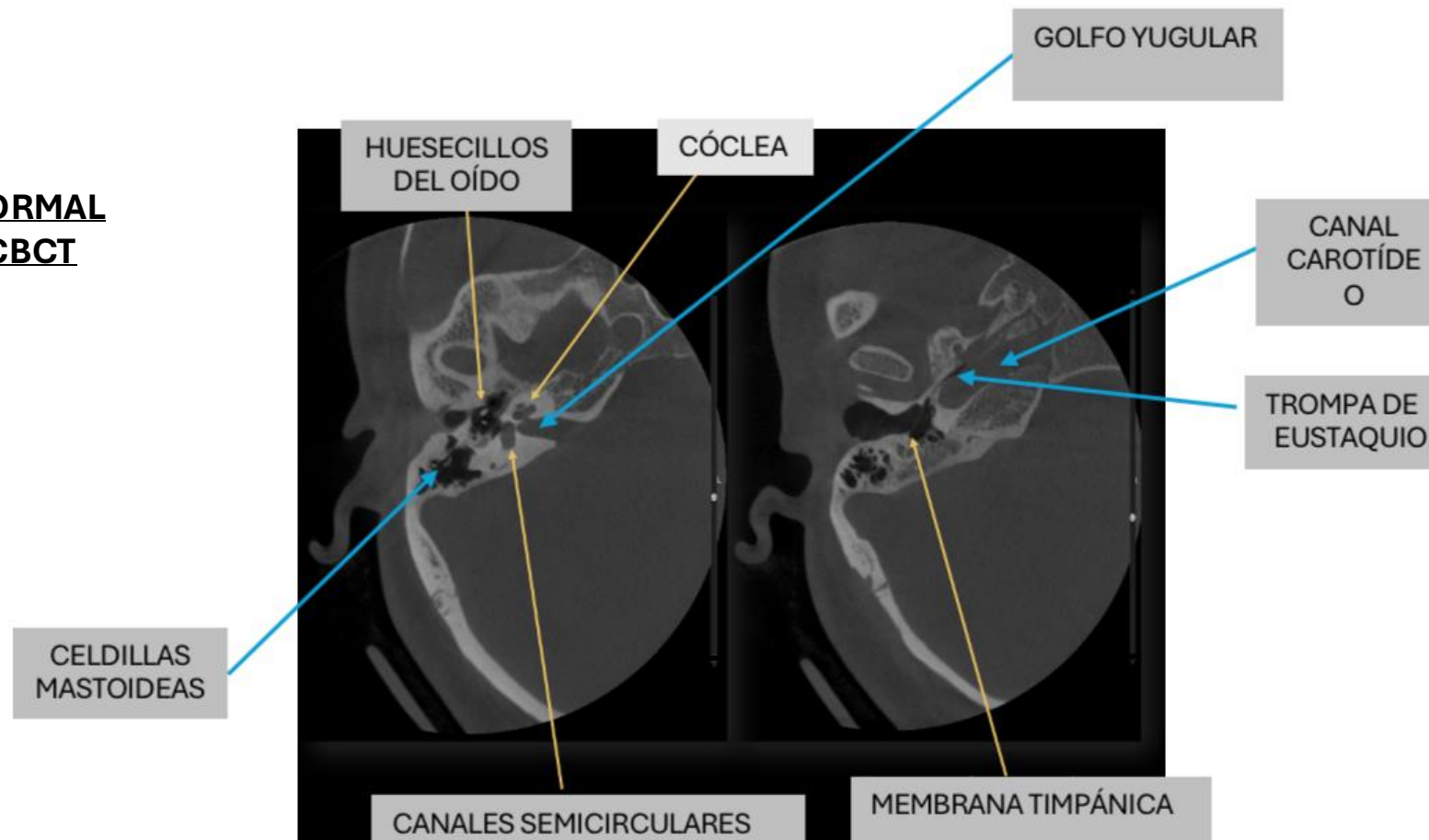
CONTORNOS DOBLES



PRINCIPALES REGIONES QUE PERMITE VALORAR

1. Peñascos, mastoides y CAEs

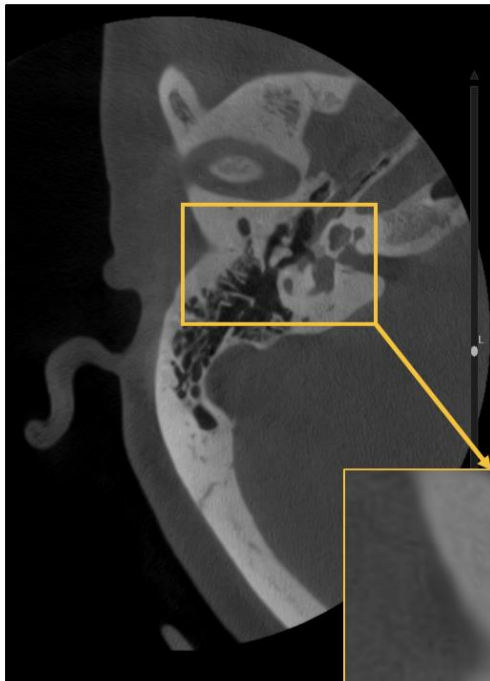
ANATOMÍA NORMAL MEDIANTE CBCT



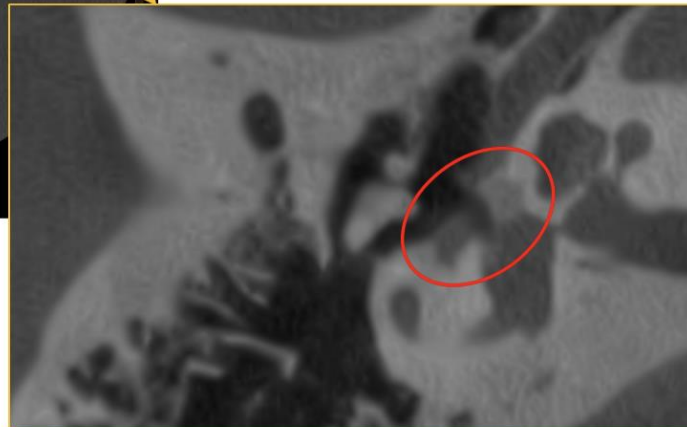
CASOS

CASO 1: OTOESCLEROSIS

Lesión radiolúcida en la cápsula ótica, inmediatamente delante de la ventana oval, asociada a signos de otosclerosis (ante fenestram).



AXIAL



CORONAL



RIGHT EAR

CASOS

CASO 2: EXOSTOSIS DEL CANAL AUDITIVO EXTERNO

Formaciones óseas benignas en el conducto auditivo externo de ambos oídos en un paciente con otitis externas frecuentes.

Alta definición ósea con muy baja dosis de radiación.

OÍDO DERECHO

CORONAL



AXIAL

OÍDO IZQUIERDO

CORONAL



CASOS

CASO 3: DIVERTÍCULO YUGULAR

Evaginación del bulbo yugular alto ubicado en la porción superior y medial de la pirámide petrosa y posterior al conducto auditivo interno.

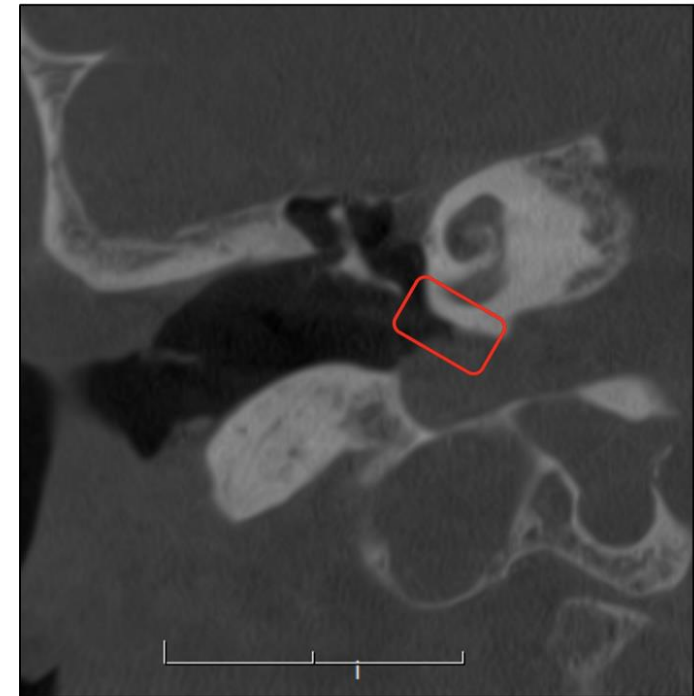


AXIAL

**BULBO DE LA YUGULAR
PROMINENTE CON LÁMINA
DE HUESO MUY FINA**



OÍDO DERECHO



OBLICUO

CASOS

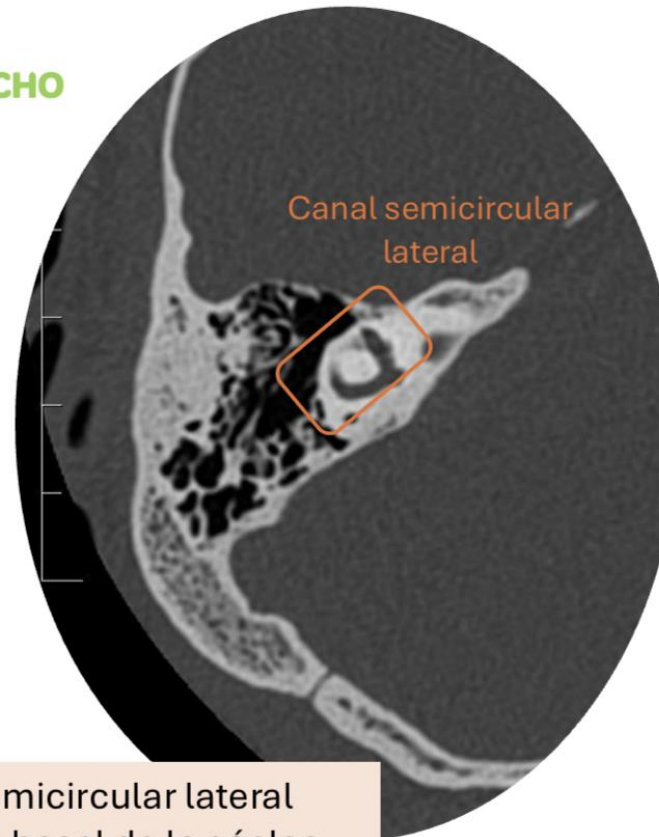
CASO 4: LABERINTITIS OSIFICANTE

Paciente de 28 años con historia de **meningitis**

OÍDO DERECHO



Osificación del canal semicircular lateral derecho, así como del giro basal de la cóclea.



• **Enfermedad leve:** aumento difuso y tenue de la densidad dentro de los espacios de líquido del laberinto membranoso.

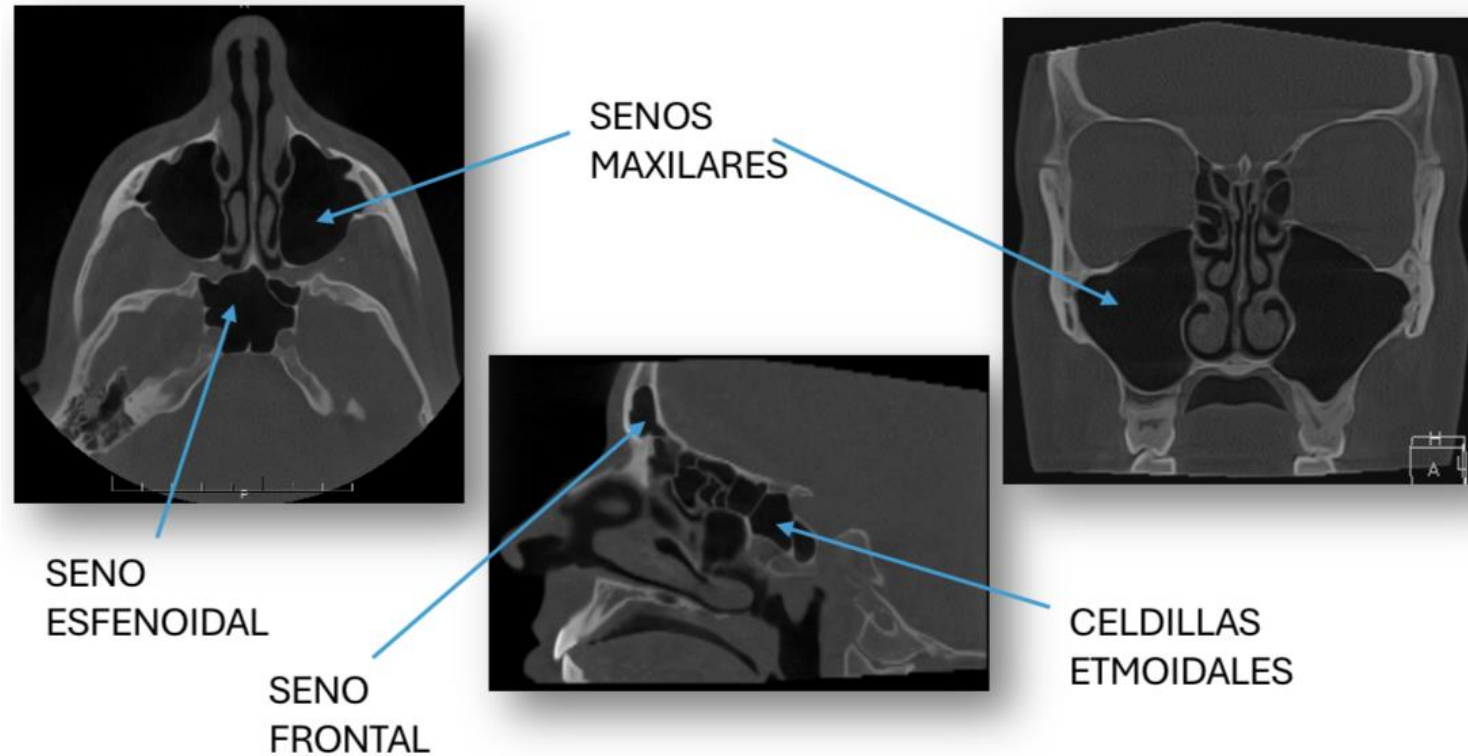
• **Enfermedad moderada:** áreas focales de invasión ósea sobre los espacios de líquido del laberinto membranoso.

• **Enfermedad grave:** laberinto membranoso completamente obliterado por hueso que reemplaza los espacios de líquido.

PRINCIPALES REGIONES QUE PERMITE VALORAR

2. SENOS PARANASALES

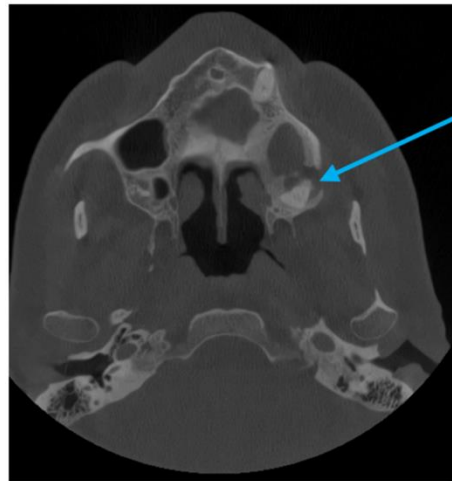
ANATOMÍA NORMAL MEDIANTE CBCT



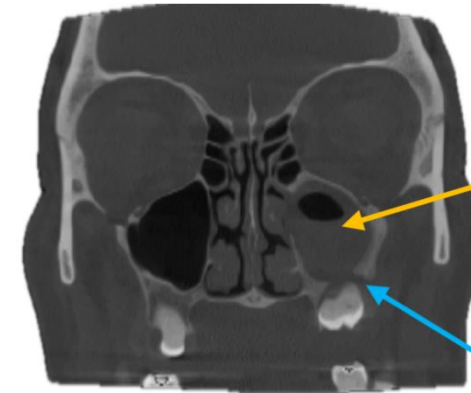
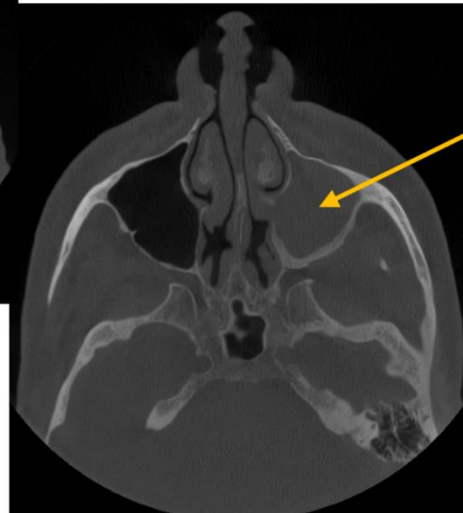
CASOS

CASO 5: SINUSITIS ODONTOGÉNICA

AXIAL

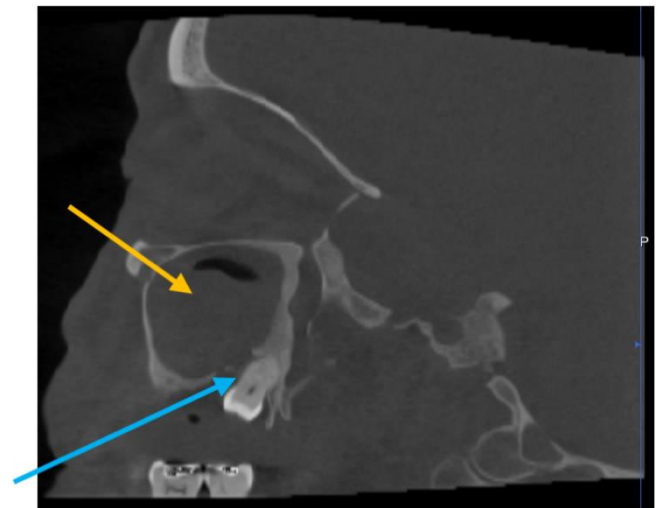


DIENTE
HORIZONTALIZADO (27)
CON SIGNOS DE
ENDODONTITIS



CORONAL

Ocupación del seno maxilar izquierdo con nivel de aire. Hiperostosis de las paredes como signo reactivo de largo tiempo de evolución de la ocupación del seno.

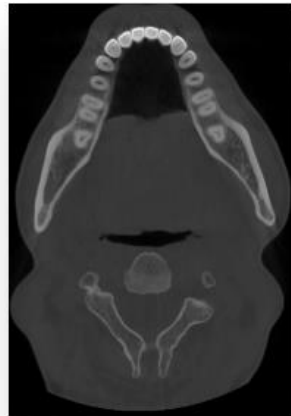


SAGITAL

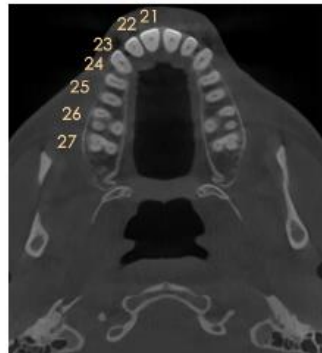
PRINCIPALES REGIONES QUE PERMITE VALORAR

3. MANDÍBULA Y DIENTES

ANATOMÍA NORMAL MEDIANTE CBCT



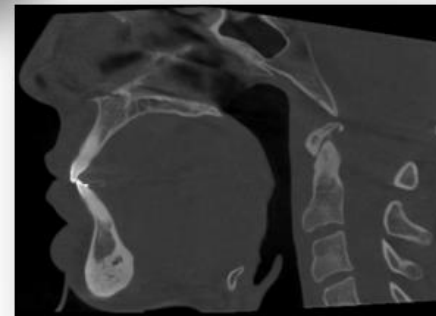
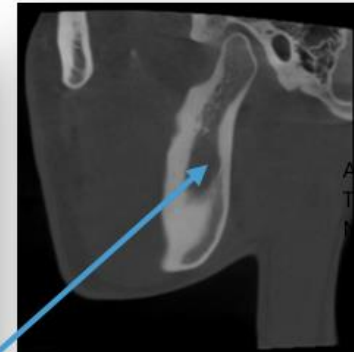
MANDÍBULA INFERIOR



MAXILAR
SUPERIOR



CUERPO
MANDIBULAR



CASOS

CASO 6: QUERATOQUISTE MANDIBULAR

ORTOPANTOMOGRAFÍA

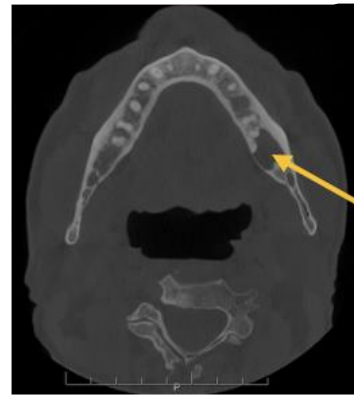
DIAGNÓSTICO



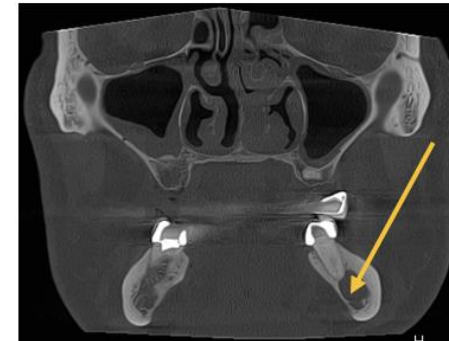
DESPUÉS DE LA CIRUGÍA



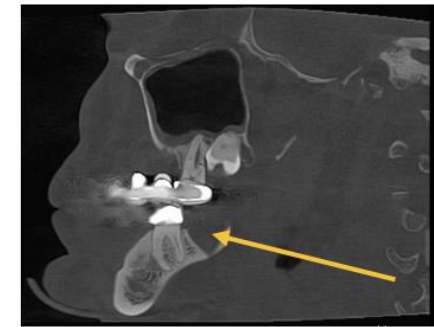
CBCT



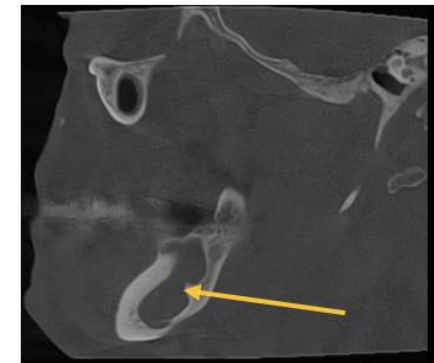
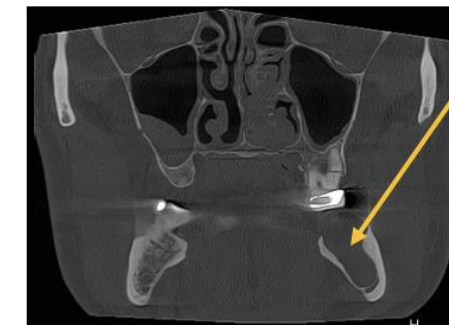
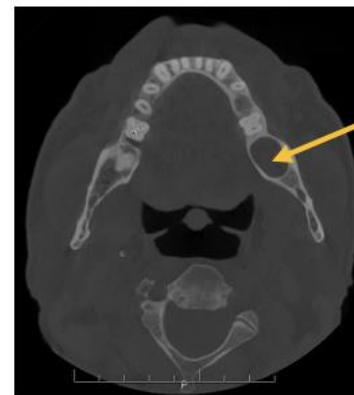
AXIAL



CORONAL



SAGITAL



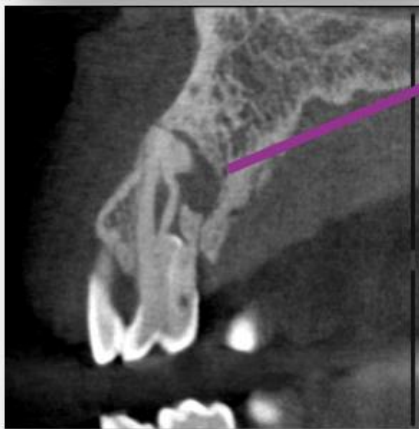
EVALUACIÓN DE LA RECURRENCIA
POSTQUIRÚRGICA CON CBCT

CASOS

CASO 7: DENTIS INVAGINATUS



Morfología anormal y engrosada del 13 con dentina y esmalte dentro del canal pulpar que refleja el dens invaginatus.

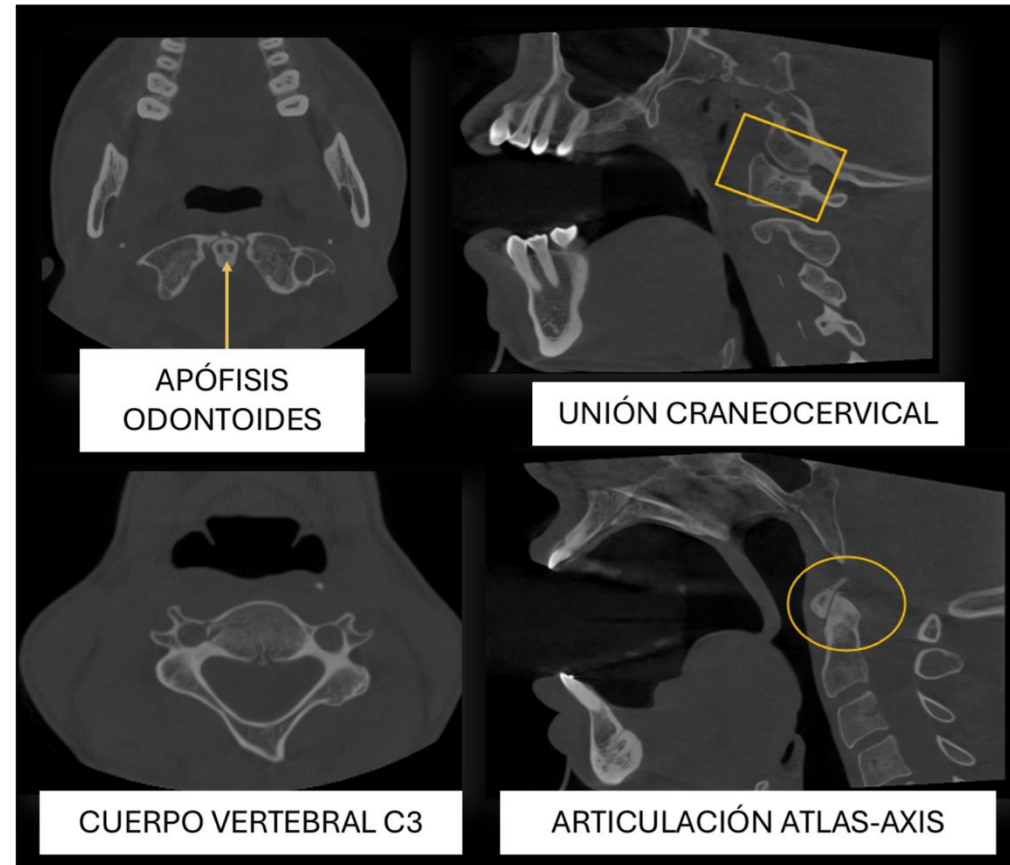


Gran lucencia centrada entre 13 y 14 con dehiscencia de la placa ósea vestibular.

PRINCIPALES REGIONES QUE PERMITE VALORAR

4. UNIÓN CRÁNEO-CERVICAL Y COLUMNA CERVICAL SUPERIOR

ANATOMÍA NORMAL MEDIANTE CBCT



-SOLO HASTA C2-C3

-**CONTROLES**, NO EN EL
MOMENTO AGUDO

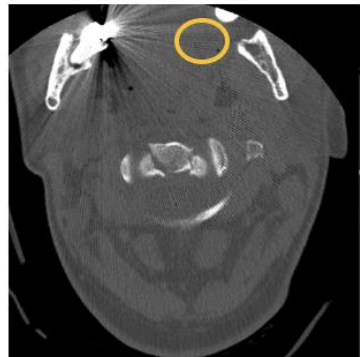
CASOS

CASO 8: FRACTURA DE ODONTOIDES

CBCT permite una correcta
valoración de la consolidación

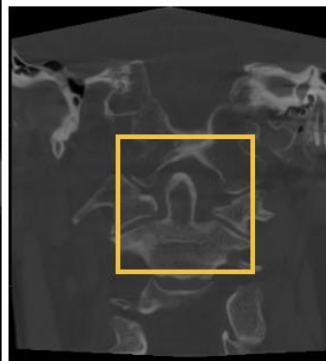
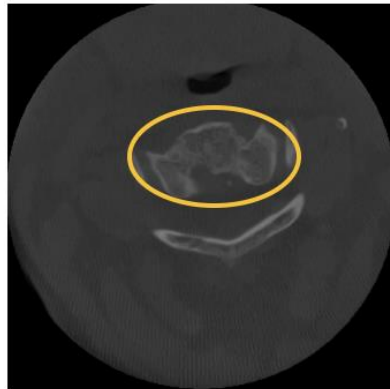
AXIAL

CORONAL



IMÁGENES CON
TC
CONVENCIONAL
(FRACTURA
AGUDA)

vs.

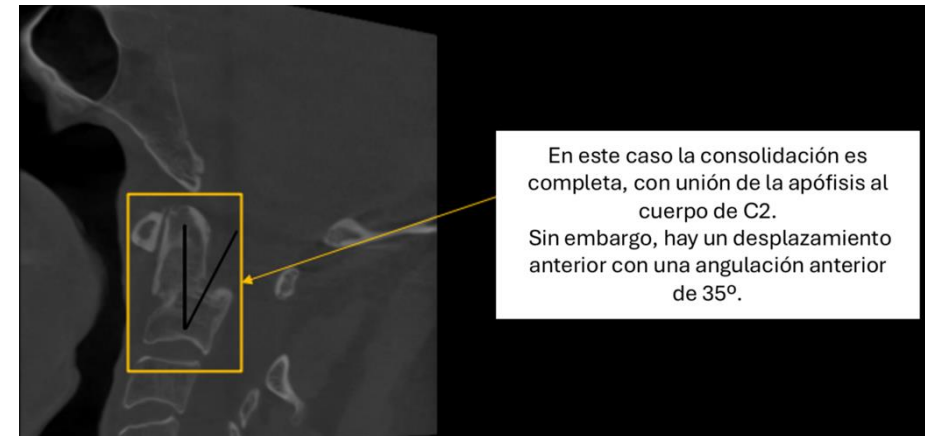


IMÁGENES
CON CBCT
(CONTROL A
LOS 5 MESES)

SAGITAL



IMÁGENES CON CBCT (CONTROL A LOS 5 MESES)



En este caso la consolidación es completa, con unión de la apófisis al cuerpo de C2.
Sin embargo, hay un desplazamiento anterior con una angulación anterior de 35°.

1. El CBCT constituye una técnica de imagen de **alta resolución espacial y baja dosis**, especialmente útil para la evaluación detallada de estructuras óseas del territorio maxilofacial y del oído.
 2. Sus principales indicaciones radiológicas se centran en la valoración de **peñascos, senos paranasales, mandíbula y región cráneo-cervical superior**, donde proporciona reconstrucciones multiplanares precisas.
 3. La **limitada diferenciación de partes blandas** y la presencia de **artefactos** específicos constituyen sus principales limitaciones, por lo que debe seleccionarse adecuadamente frente al TC convencional según la indicación clínica.
 4. Con un conocimiento adecuado de sus principios técnicos, artefactos e indicaciones, el CBCT se consolida como una **herramienta diagnóstica eficaz** en la evaluación de patología ósea del territorio maxilofacial con **menor carga de radiación** para el paciente.
-

1. De Vos W, Casselman J, Swennen GRJ. Cone-beam computerized tomography (CBCT) imaging of the oral and maxillofacial region: a systematic review of the literature. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2009;38(6):609-625. doi:10.1016/j.ijom.2009.02.028
 2. Schulze R, Heil U, Groß D, Bruellmann DD, Dranischnikow E, Schwanecke U, et al. Artefacts in CBCT: a review. *Dentomaxillofac Radiol*. 2011;40(5):265-273. doi:10.1259/dmfr/30642039
 3. Pauwels R, Araki K, Siewerdsen JH, Thongvigitmanee SS. Technical aspects of dental CBCT: state of the art. *Dentomaxillofac Radiol*. 2015;44(1):20140224. doi:10.1259/dmfr.20140224
 4. Horner K, O'Malley L, Taylor K, Glenny AM. Guidelines for clinical use of cone beam computed tomography: a review. *Dentomaxillofac Radiol*. 2015;44(1):20140225. doi:10.1259/dmfr.20140225
 5. Kau CH, Richmond S, Palomo JM, Hans MG. Current products and practice: cone-beam computed tomography in orthodontics. *J Orthod*. 2009;36(1):S1-S5. doi:10.1179/14653120723147
 6. Venkatesh E, Elluru SV. Cone beam computed tomography: basics and applications in dentistry. *J Istanbul Univ Fac Dent*. 2017;51(3 Suppl 1):S102-S121. doi:10.17096/jiufd.00289
 7. Kaasalainen T, Ekholm M, Siiskonen T, Kortenesniemi M. Dental cone-beam CT: an updated review. *Phys Med*. 2021;88:193-217. doi:10.1016/j.ejmp.2021.07.006
 8. Friedrich RE, Bruhn M, Lohse C. Cone-beam computed tomography of the orbit and optic canal volumes. *Ophthalmic Plast Reconstr Surg*. 2012;28(5):363-367. doi:10.1097/IOP.0b013e31824b63b4
-