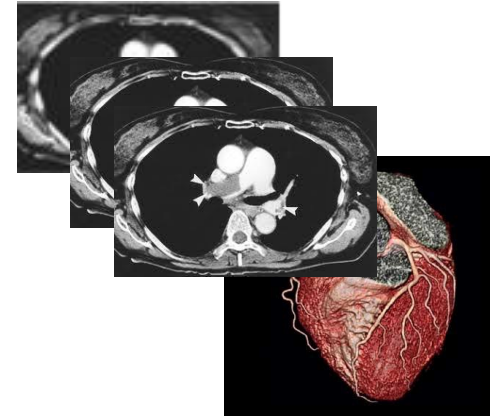
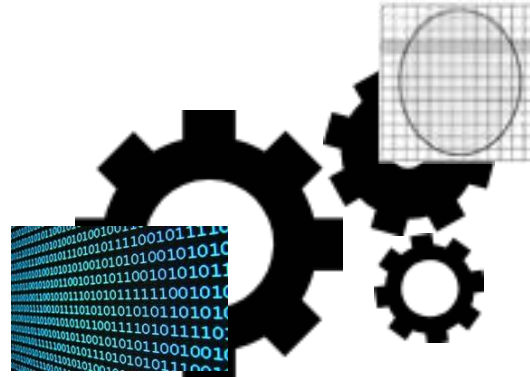
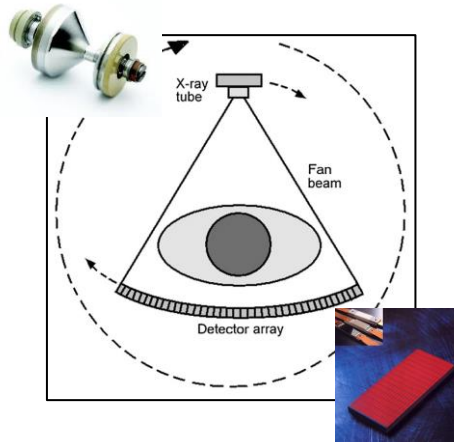


Reformaciones en Tomografía Computada

Acad. TM Sandra Araya L.

Dpto. de Tecnología Médica - Hospital Clínico
Universidad de Chile

Etapas en la producción de una imagen



Adquisición de
Información
(Data)

Reconstrucción de la
imagen

Despliegue,
Manipulación,
Transmisión y
almacenamiento de
Imagen



Preproceso

Sistema de adquisición
de imagen - CPU

- Raw data
- Interpolación
- Retroproyección
- Filtrada

Imagen
display

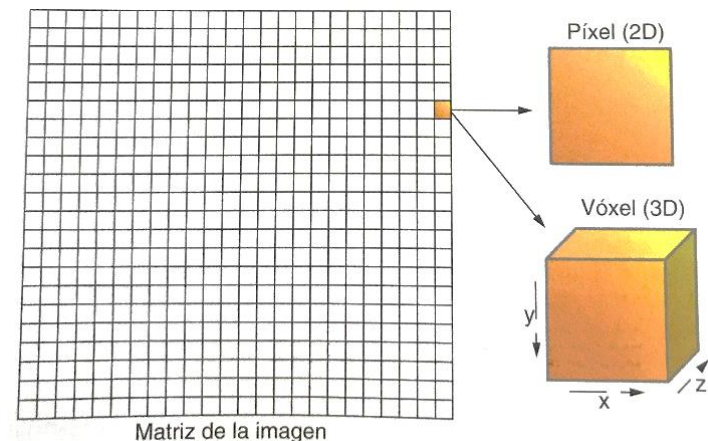
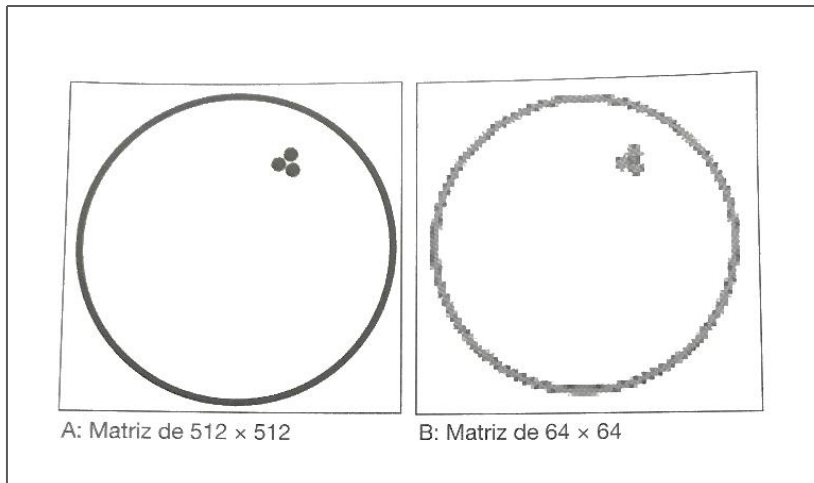
Sistema de
reconstrucción
de imagen - CPU

- Posprocesado
- Reconstrucción
3D / 2D

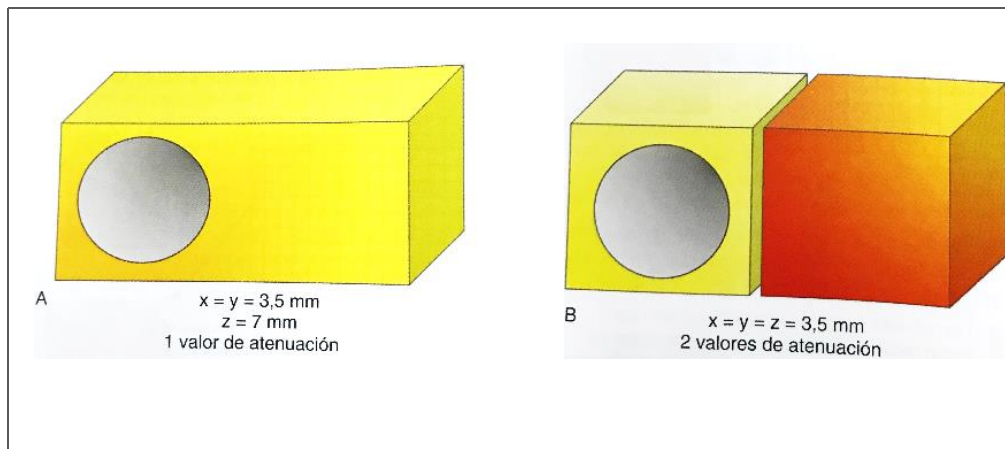
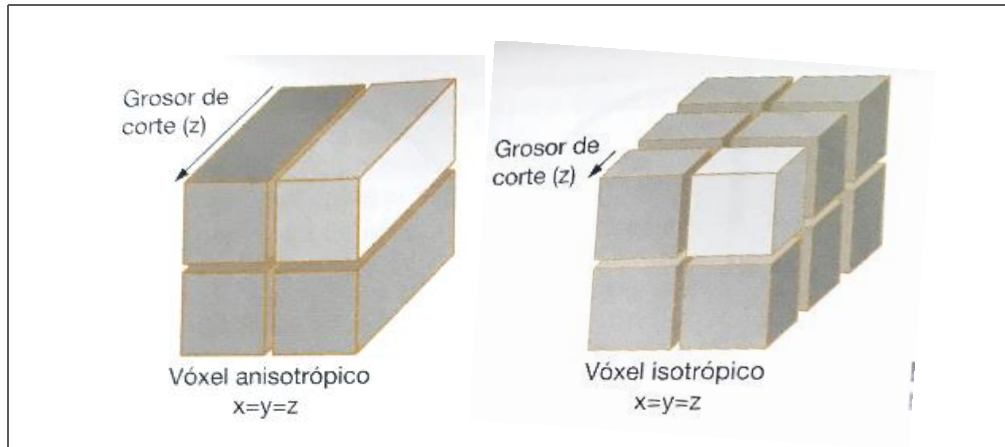
Definiciones Importantes

- **Matriz:** presentación bidimensional de una imagen digital. Compuesta por unidades básicas elementales (píxeles) ordenadas en filas y columnas
- **Pixel:** Unidad básica de la matriz de imagen. Cada pixel tiene asignado un valor numérico correspondiente a una UH que le confiere densidad óptica determinada
- **Campo de visión (FOV):** Área de la superficie del corte a estudiar que se puede ampliar o reducir en función de la zona de interés. Esta determinada por la colimación

FOV: Tamaño pixel x tamaño de matriz



- Si se usa matriz de tamaño fijo y se reduce el FOV el tamaño del pixel disminuirá proporcionalmente. La **resolución espacial** depende del tamaño del pixel

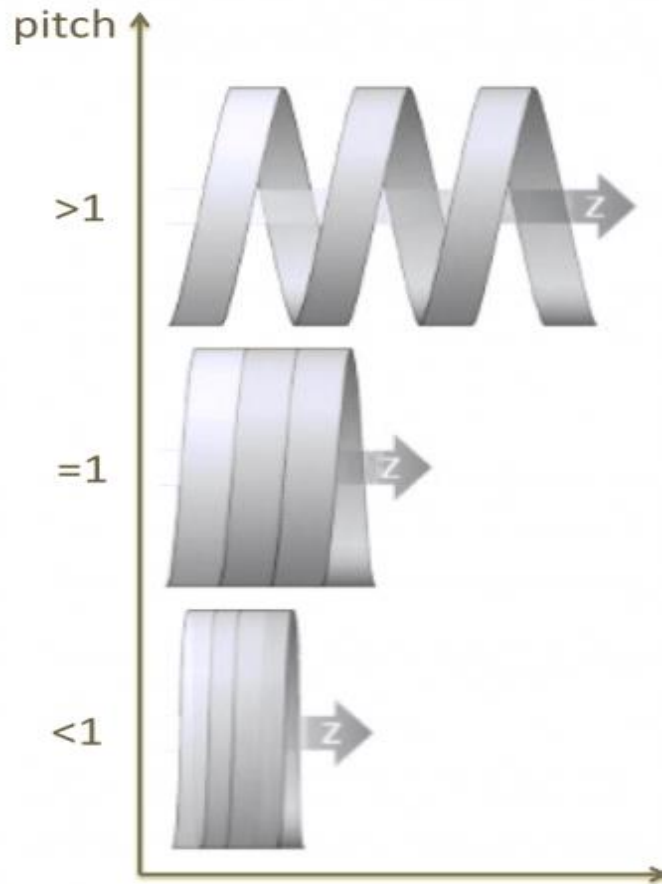


Resolución Isotrópica

- Para poder mantener la calidad de las imágenes axiales en otros planos, es requisito contar con un volumen de información con voxeles **ISOTRÓPICOS**, que permitan igual resolución en todos los sentidos.



Factor de desplazamiento pitch



Define la relación entre el movimiento de la mesa y la rotación del tubo de rayos X durante la exploración.

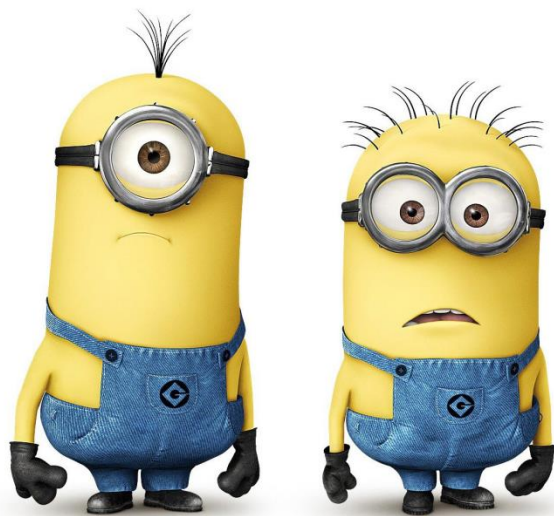
En equipo multicorte la colimación NO es igual al grosor de corte. La colimación es el volumen de adquisición del estudio y el grosor de corte es el volumen mínimo al que se pueden efectuar reconstrucciones de la imagen.

Factor pitch: movimiento de la mesa cada $360^\circ / (\text{número de filas de detectores activos}) \times \text{grosor de corte}$



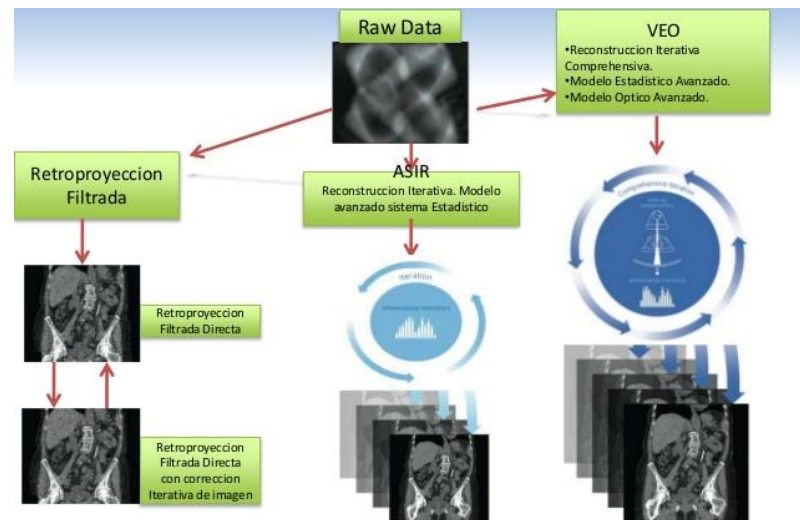
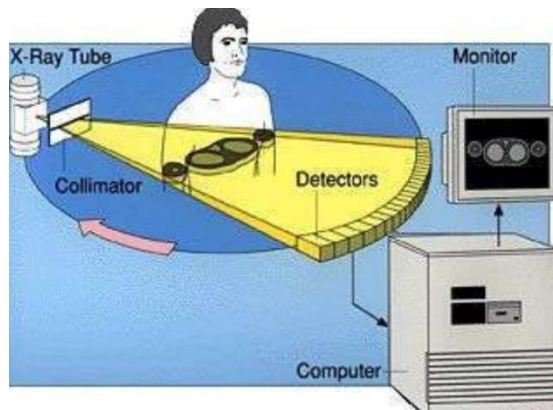
FACULTAD DE MEDICINA
UNIVERSIDAD DE CHILE

¿RECONSTRUCCIÓN O REFORMACIÓN?



Reconstrucción

- Proceso, que específicamente en TC, se refiere a la conversión de perfiles de data (proyecciones) en una imagen axial a través de un algoritmo matemático.



Reformación

- Presentación de un conjunto (pila) de imágenes producidas previamente en un proceso de reconstrucción, habitualmente en una orientación distinta a la original, **sin alterar** por lo general el voxel.



Técnicas de Reformación

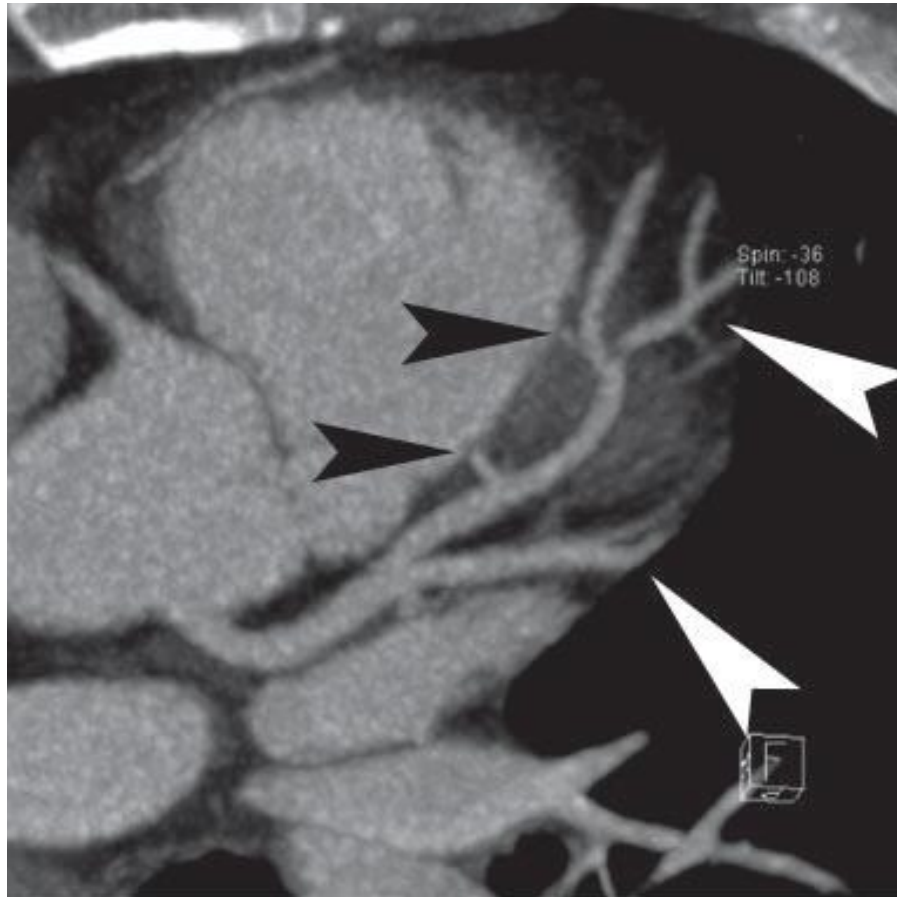


- Técnicas para la representación condensada de información relevante.
- Las imágenes pueden ser presentadas tanto en 2D como en 3D
- Deben ser consideradas como parte de un examen estándar.

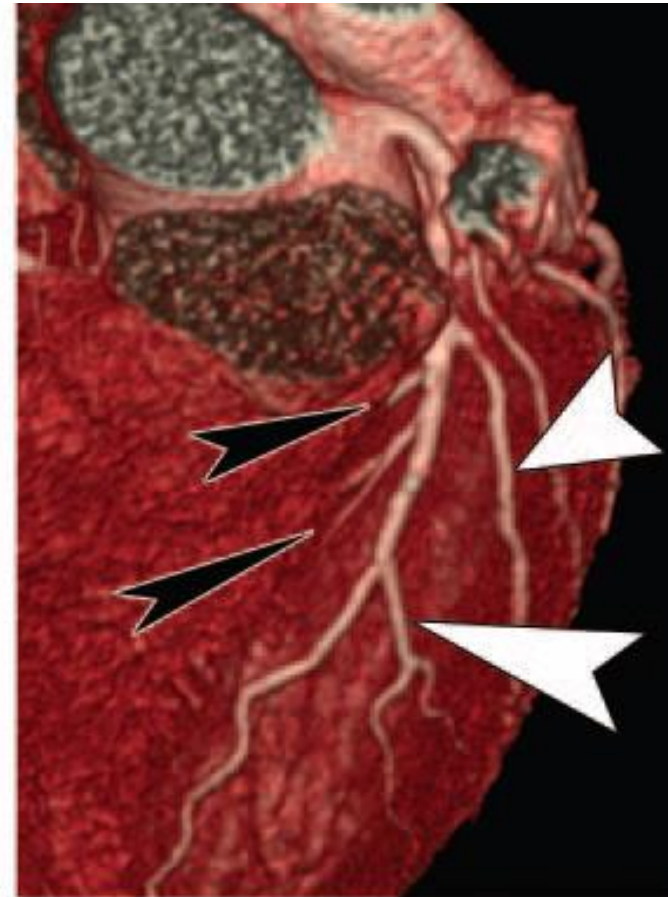
Técnicas de Reformación



FACULTAD DE MEDICINA
UNIVERSIDAD DE CHILE



a.



b.

Técnicas de Reformación

- Clasificación:
- Presentación 2D.
- Presentación 3D.
 - Proyecciones.
 - Superficies.
 - Volúmenes.
 - Endoscopía Virtual.

PRESENTACIÓN 2D



FACULTAD DE MEDICINA
UNIVERSIDAD DE CHILE



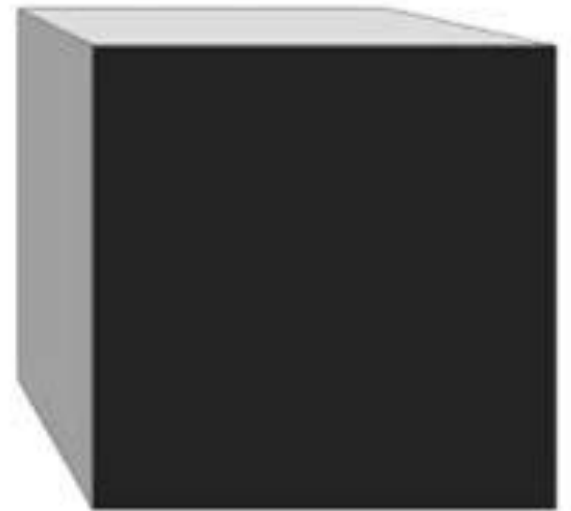
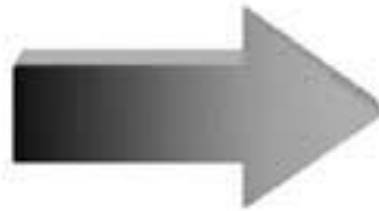
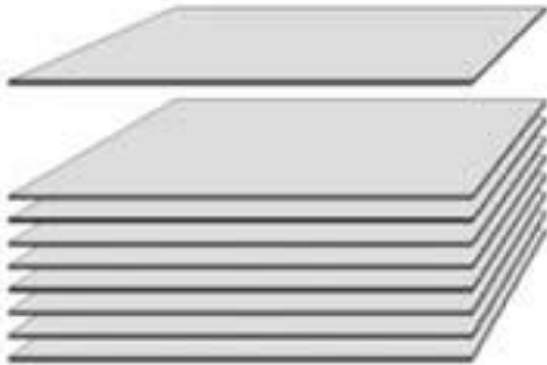
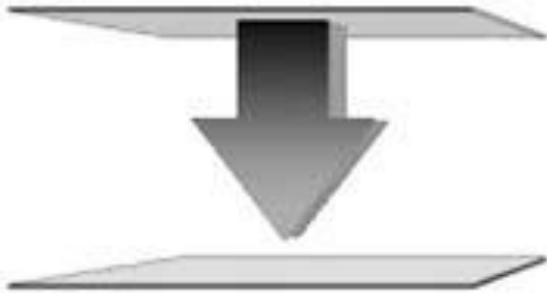
MPR

- **M**ulti**P**lanar **R**eformation.
- Proceso de utilizar la data de imágenes axiales para crear imágenes 2D.
- Permite crear imágenes coronales, sagitales, oblicuas o curvas.
- El set de imágenes para ello deben ser “apiladas” secuencialmente.

MPR



FACULTAD DE MEDICINA
UNIVERSIDAD DE CHILE



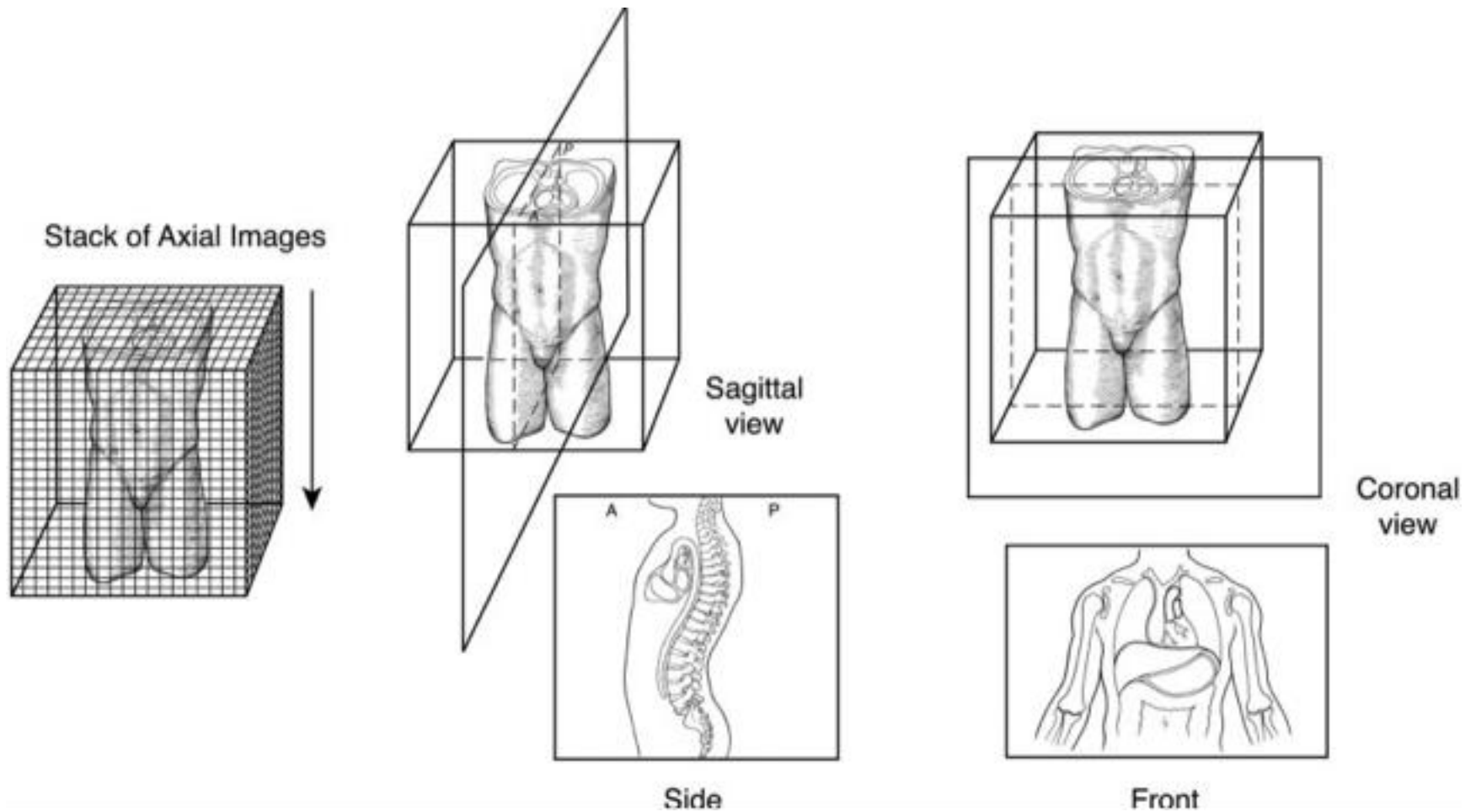
MPR

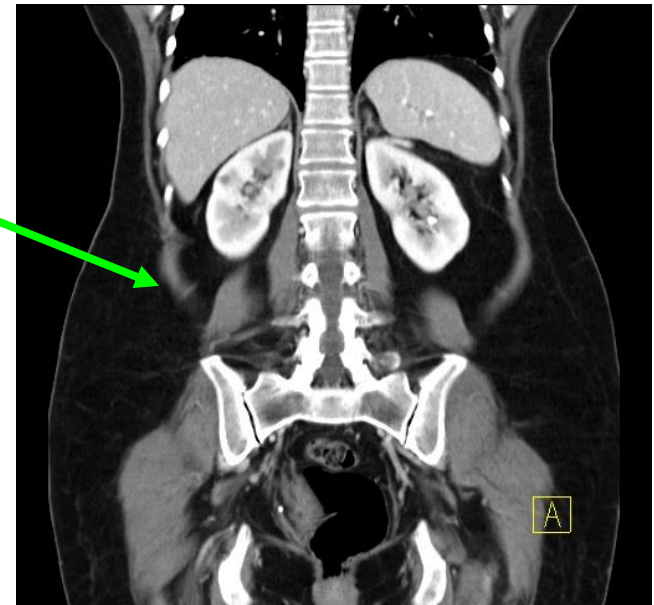
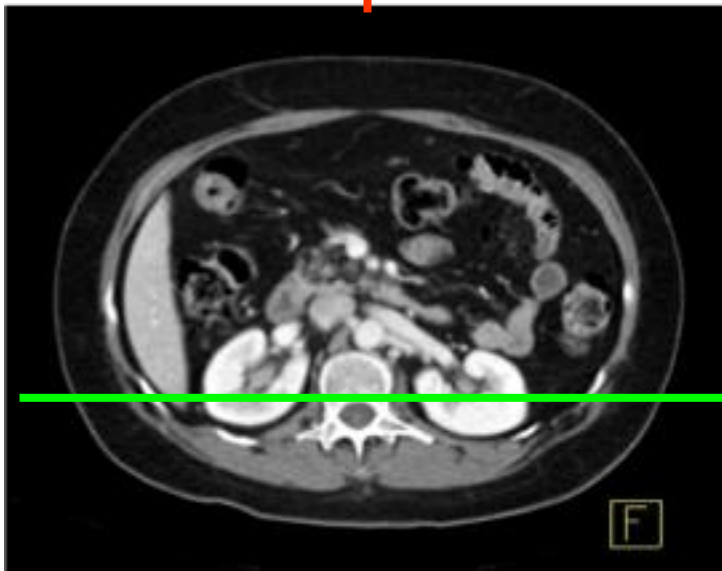
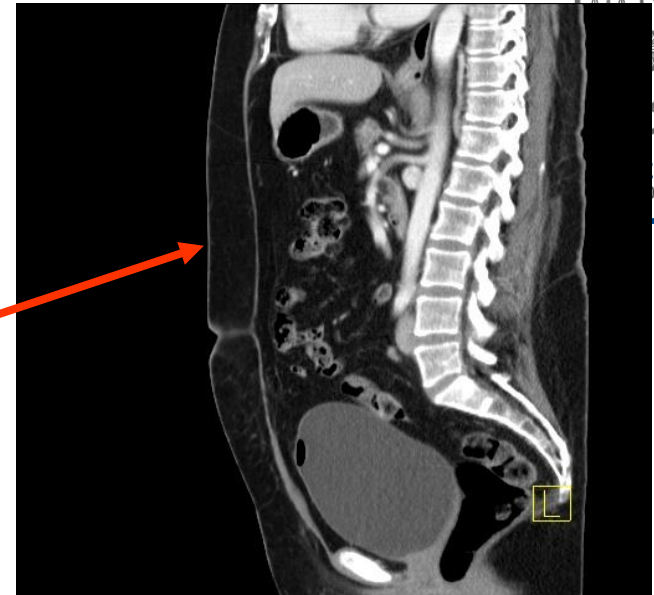
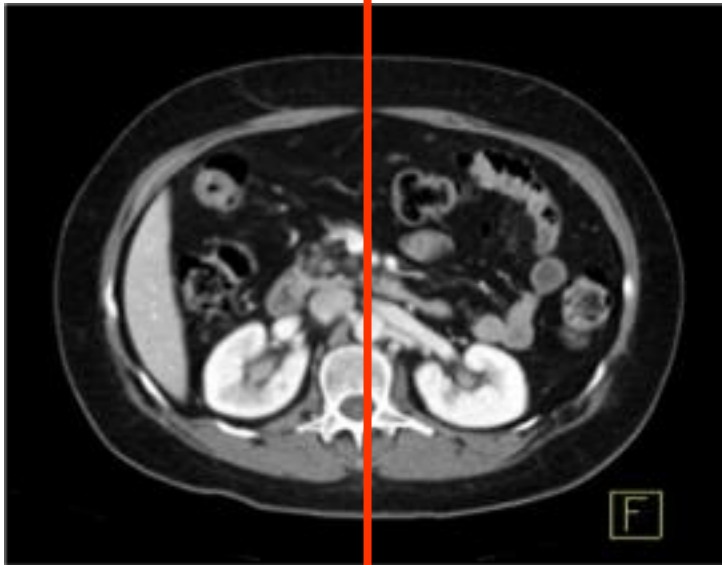
- Las imágenes son producidas por interpolación del volumen de información en diferentes orientaciones.
- La interpolación es más sencilla si no hay espacios entre la pila de imágenes.
- Existen algoritmos específicos para realizar la interpolación (Ej. Lineal, Lagrange).

MPR



FACULTAD DE MEDICINA
UNIVERSIDAD DE CHILE

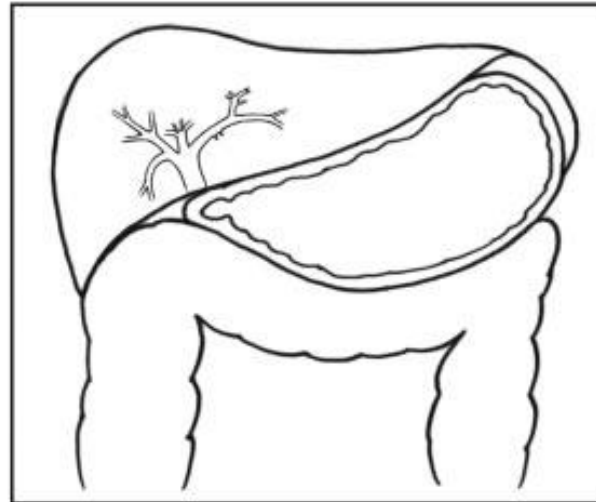
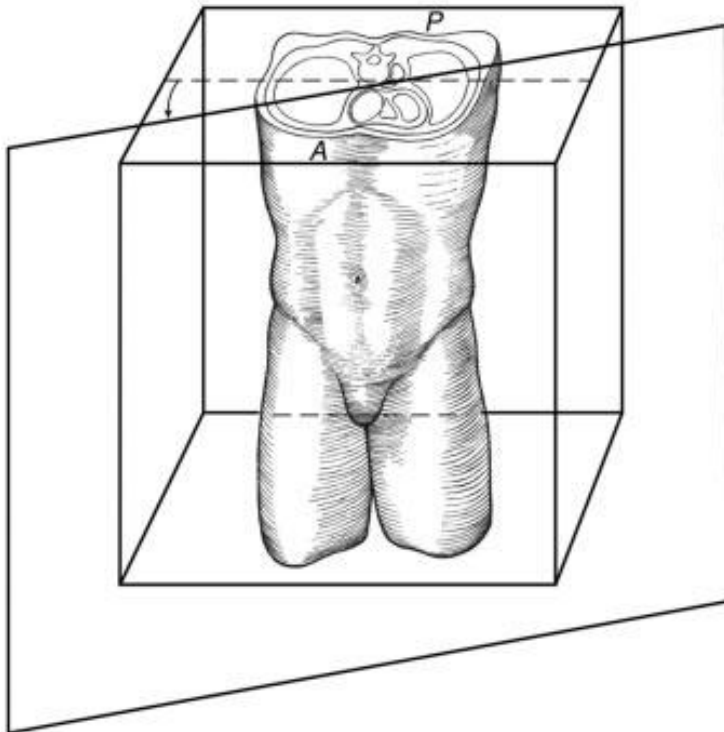




MPR



FACULTAD DE MEDICINA
UNIVERSIDAD DE CHILE

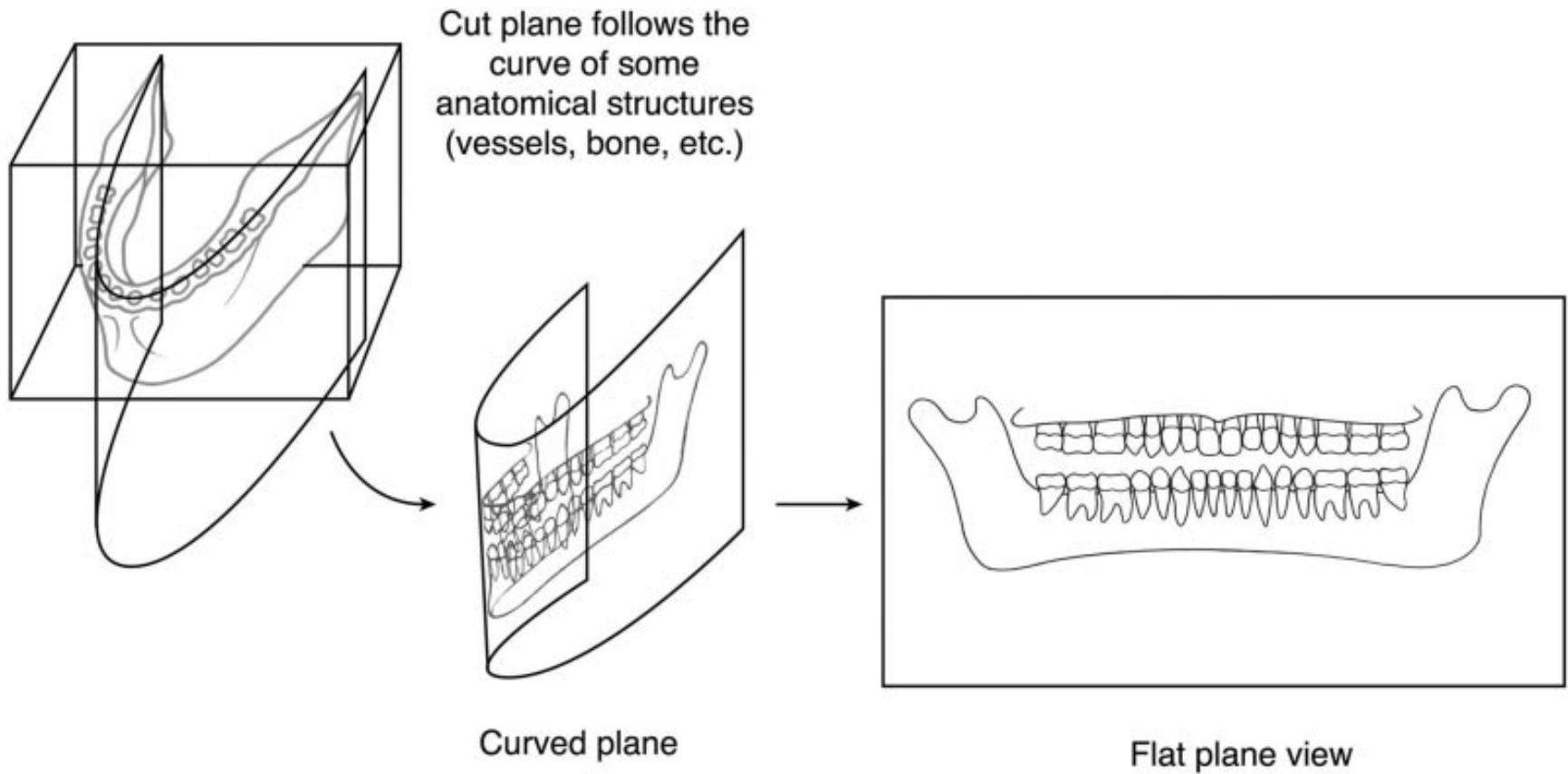


Tilted view plane-
Oblique view
(cholangiopan-
creatography)

MPR



FACULTAD DE MEDICINA
UNIVERSIDAD DE CHILE



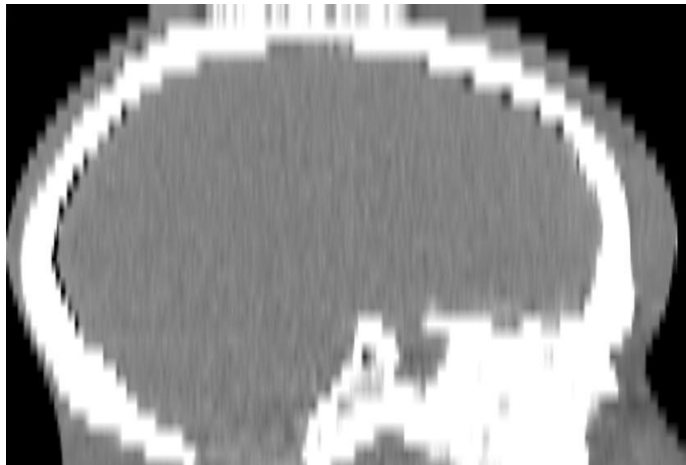


FACULTAD DE MEDICINA
UNIVERSIDAD DE CHILE

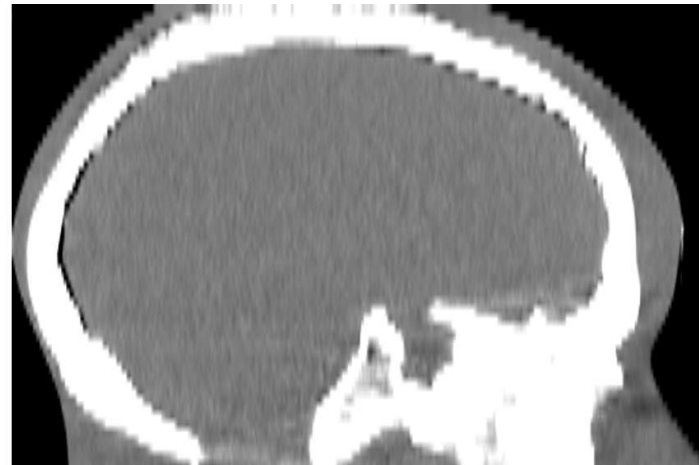


MPR

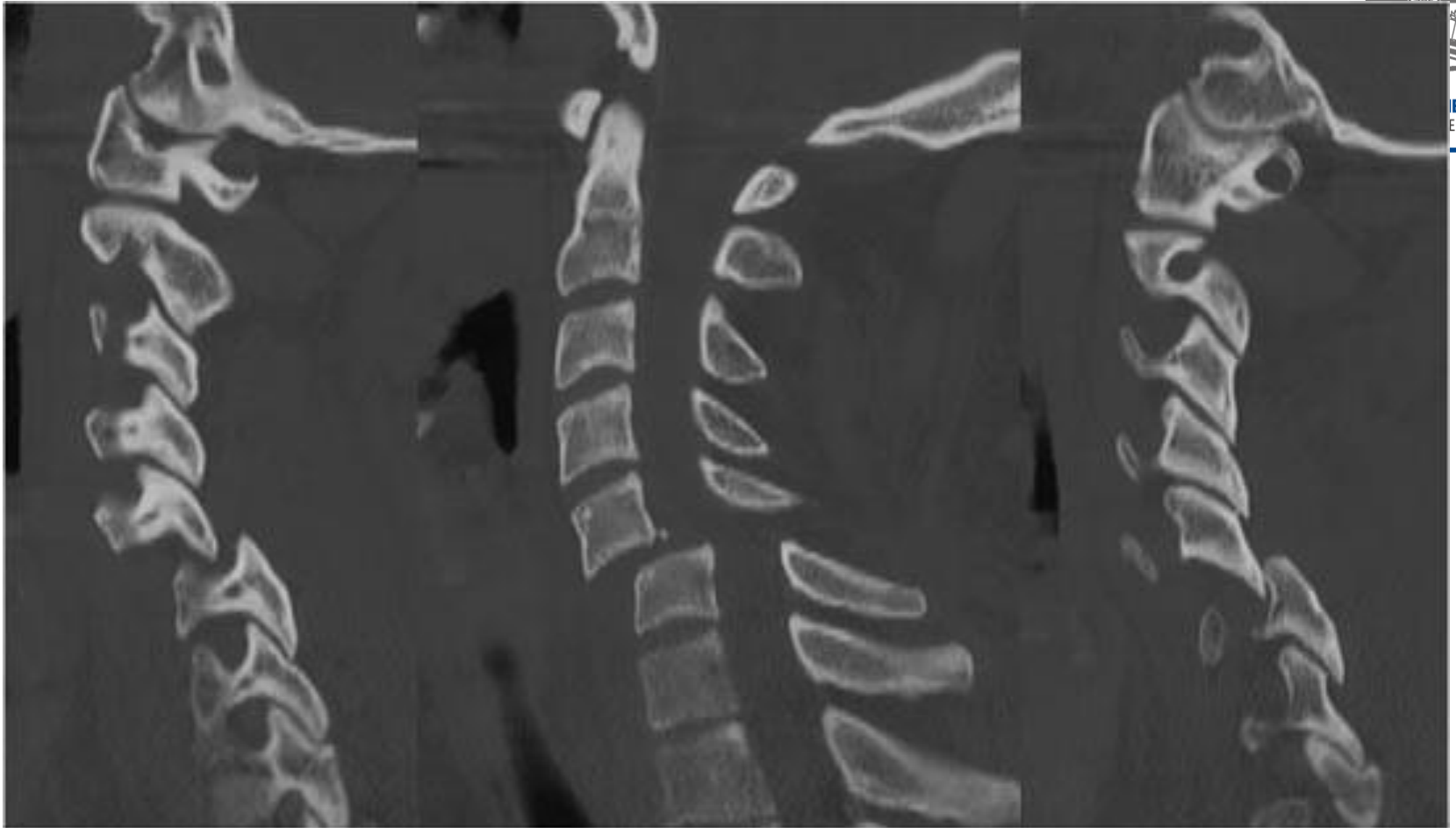
- Importante es trabajar con voxeles isotrópicos.
- La utilización de imágenes con espesores grandes provoca imágenes reformadas con artefacto en escalera (stair-step) o pixeladas.



a.



b.



MPR

- Ventajas:
 - Rápido.
 - Permite diversos planos.
 - Permite realizar mediciones.
- Desventajas:
 - Solo visualización 2D (sin percepción de profundidad).

PRESENTACIÓN 3D



Presentación 3D

- La representación de un volumen en una imagen 2D puede obtenerse mediante la proyección de los voxeles que forman el volumen en su superficie.
- Al realizar este proceso puede que dichos voxeles no se correspondan con los pixeles de la pantalla.



Presentación 3D

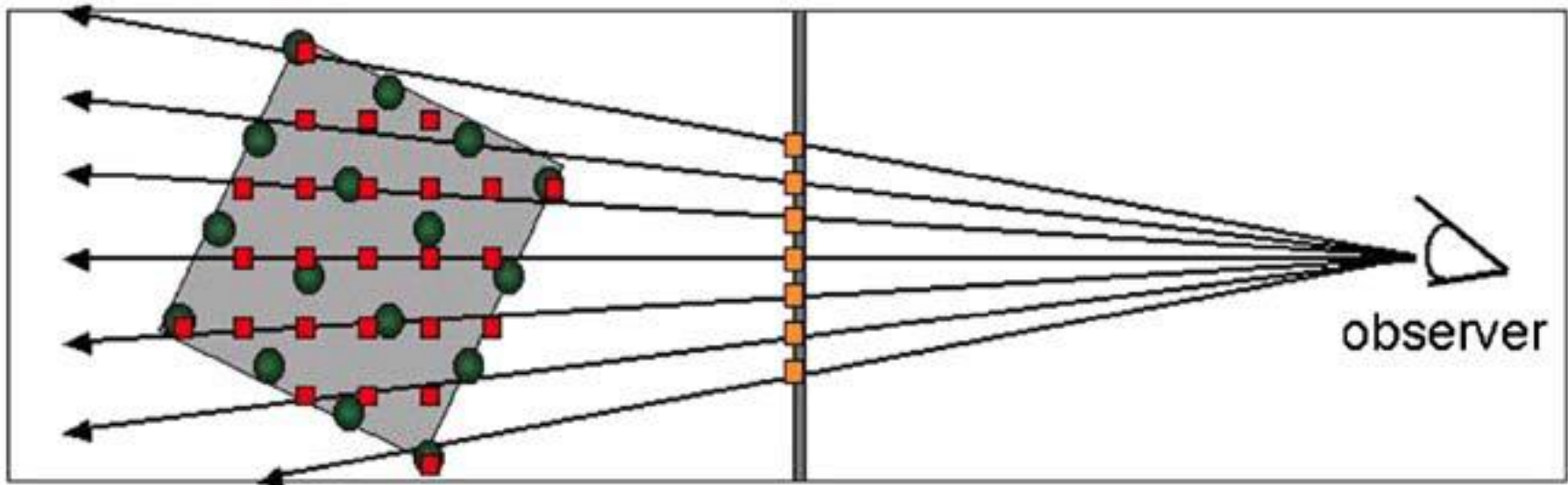


- Una forma de evitar esto es desarrollar **un muestreo de rayos** (ray casting).
- Se crea un rayo que va desde la pantalla hacia el volumen.
- Las no correspondencias que puedan existir se corrigen mediante interpolación.
- Si estos rayos se generan desde la hipotética posición de un observador, trae consigo la percepción de profundidad (3D).

Presentación 3D



FACULTAD DE MEDICINA
UNIVERSIDAD DE CHILE



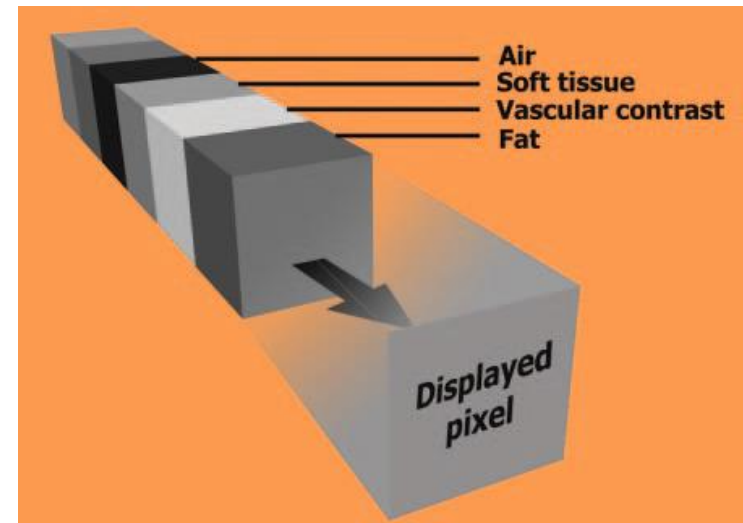
¿QUÉ VALOR SE ASIGNA ENTONCES AL PIXEL DE LA PANTALLA DE VISUALIZACIÓN?



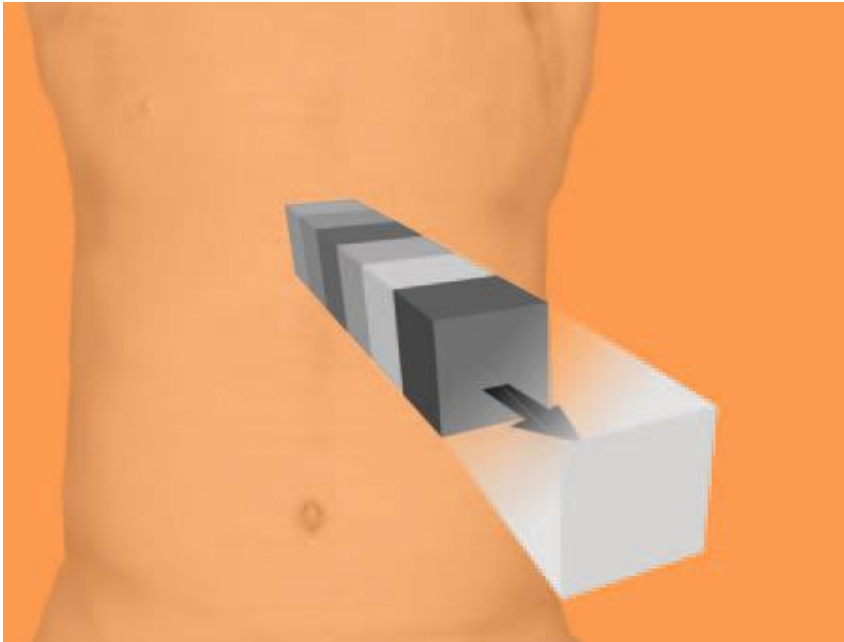
Valor resultante producto de las intersecciones de los rayos virtuales con la información del volumen y las interpolaciones realizadas

Proyecciones

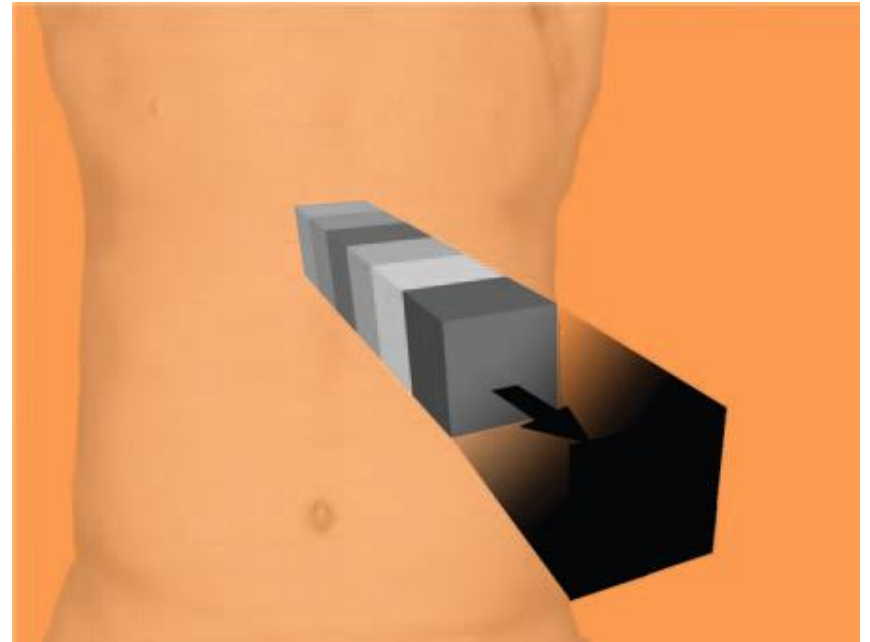
- El valor del pixel de la pantalla toma el valor de algún voxel que es atravesado por el rayo, y que posee una característica particular.
 - Maximum Intensity Projection (MIP).
 - Minimum Intensity Projection (MinIP).



Proyecciones



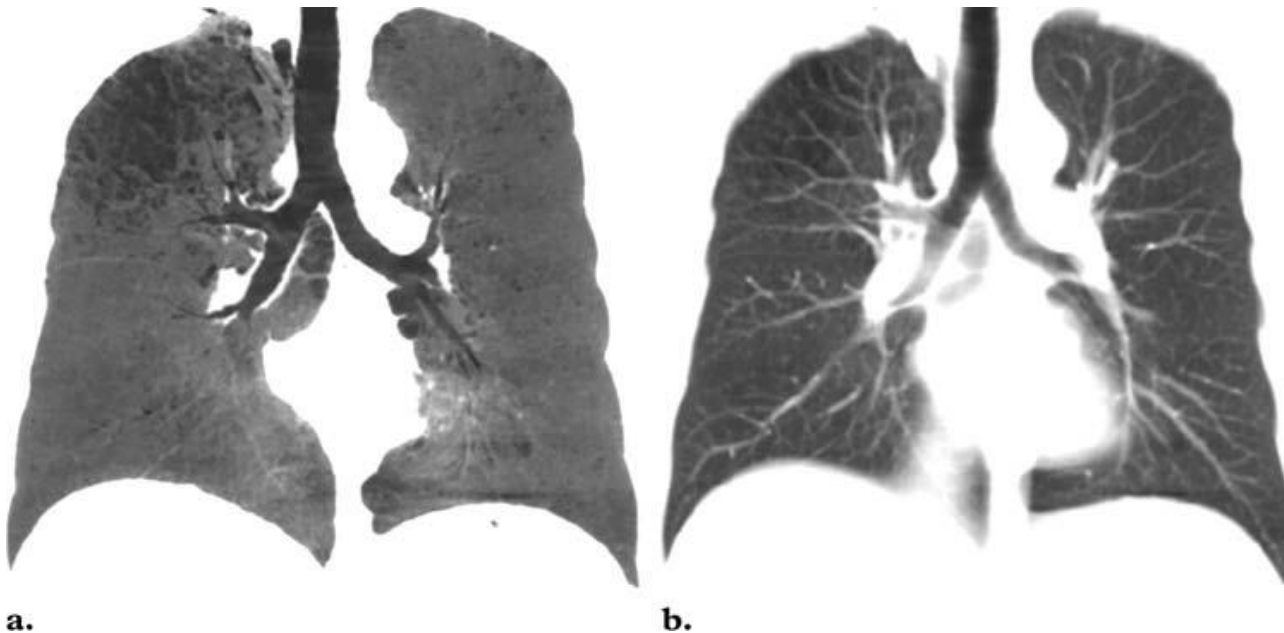
MIP



MinIP

Proyecciones

- Todo el resto de la información no es presentada en la imagen final.



MinIP



FACULTAD DE MEDICINA
UNIVERSIDAD DE CHILE



a.



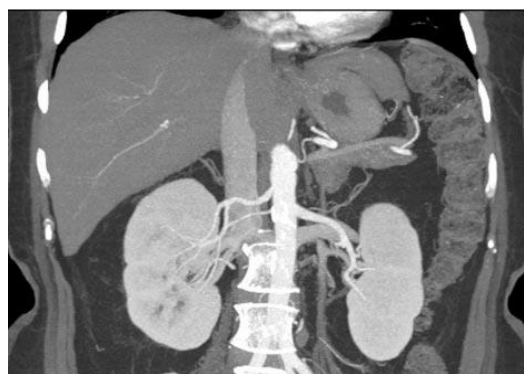
b.



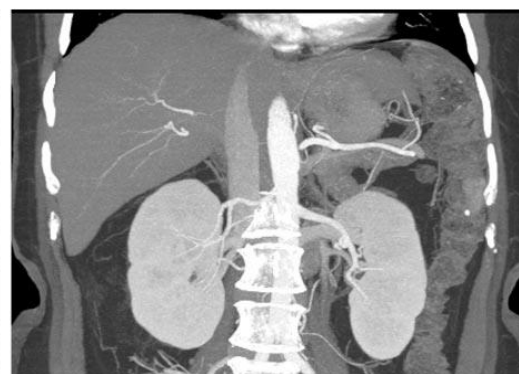
c.



d.



e.



f.

MIP

Proyecciones

■ Ventajas:

- Disponible de rutina
- Rápido
- Interactivo, manipulable
- Efecto angiográfico (MIP)

● Desventajas:

- Se representará únicamente el material con mayor o menor densidad a lo largo del “rayo”
- Sólo usa el 20% de los datos
- Dos estructuras hiperdensas separadas a través de la dirección del rayo pueden a parecer superpuestas
- Carece de efecto de profundidad.

Superficies

- Shaded Surface Display (SSD).
 - Shade: sombra.
- Representa la superficie de una estructura.
- En esta imagen el pixel de la pantalla corresponde al valor del punto del volumen **más cercano** a ella, sobre un cierto valor umbral.
- Este umbral permite determinar cuanto de la imagen resultante se refiere a la anatomía real.



FACULTAD DE MEDICINA
UNIVERSIDAD DE CHILE

Paciente Aplicaciones Transferir Edición Ver Configuración Orientación Tipo Imagen Opciones Sistema Ayuda

SALAZAR CASTILLO, MARIA
16-17014-15 45A
*1/09/59
3/11/04
17:11:24.97
9 IMA
SSD

CLINICA ALEMANA

Spine: -90
Tilt: 0

W 3800
C 2200

CONTRASTE E.V.

SALAZAR CASTILLO, MARIA
16-17014-15 45A
*1/09/59
3/11/04
17:11:24.97
9 IMA
SSD

CLINICA ALEMANA

Spine: 0
Tilt: 0

W 3800
C 2200

CONTRASTE E.V.

SALAZAR CASTILLO, MARIA
16-17014-15 45A
*1/09/59
3/11/04
17:11:24.97
9 IMA
SSD

CLINICA ALEMANA

Spine: 0
Tilt: -90

W 3800
C 2200

CONTRASTE E.V.

Definición SSD

Preconf: Default CT

-1024 ||||| 3071

Valor bajo 930 Valor alto 3071

Ver Cerrar Ayuda

SALAZAR CASTILLO

Visor

Exposición

3D

InSpace

Tipo Orien... Imagen

Config Editor



FACULTAD DE MEDICINA
UNIVERSIDAD DE CHILE

Paciente Aplicaciones Transferir Edición Ver Configuración Orientación Tipo Imagen Opciones Sistema Ayuda

SALAZAR CASTILLO, MARIA
16-17014-15 45A
*1/09/59
3/11/04
17:11:24.97
9 IMA
SSD

CLINICA ALEMANA

Spin: -90
Tilt: 0

W 3800
C 2200

CONTRASTE E.V.

SALAZAR CASTILLO, MARIA
16-17014-15 45A
*1/09/59
3/11/04
17:11:24.97
9 IMA
SSD

CLINICA ALEMANA

Spin: 0
Tilt: 0

W 3800
C 2200

CONTRASTE E.V.

SALAZAR CASTILLO, MARIA
16-17014-15 45A
*1/09/59
3/11/04
17:11:24.97
9 IMA
SSD

CLINICA ALEMANA

Spin: 0
Tilt: -90

W 3800
C 2200

CONTRASTE E.V.

Definición SSD

Preconf. Default CT

-1024 ||||| 3071

Valor bajo -700 3071 Valor alto

Ver Cerrar Ayuda

SALAZAR CASTILI

Visor

Exposición

3D

InSpace

Tipo Orien... Imagen

Config Editor



FACULTAD DE MEDICINA
UNIVERSIDAD DE CHILE

Paciente Aplicaciones Transferir Edición Ver Configuración Orientación Tipo Imagen Opciones Sistema Ayuda

SALAZAR CASTILLO, MARIA
16-17014-15 45A
*10/09/59
3/11/04
17:11:24.97
9 IMA
SSD

H CLINICA ALEMANA
Sort: -90
Tilt: 0

A

CONTRASTE E.V. W 3800 C 2200

SALAZAR CASTILLO, MARIA
16-17014-15 45A
*10/09/59
3/11/04
17:11:24.97
9 IMA
SSD

H CLINICA ALEMANA
Sort: 0
Tilt: 0

R

CONTRASTE E.V. W 3800 C 2200

SALAZAR CASTILLO, MARIA
16-17014-15 45A
*10/09/59
3/11/04
17:11:24.97
9 IMA
SSD

A CLINICA ALEMANA
Sort: -90
Tilt: 0

R

CONTRASTE E.V. W 3800 C 2200

Definición SSD

Preconf. Default CT

-1024 3071

Valor bajo 40 3071 Valor alto

Ver Cerrar Ayuda

SALAZAR CASTILI

Visor

Exposición

3D

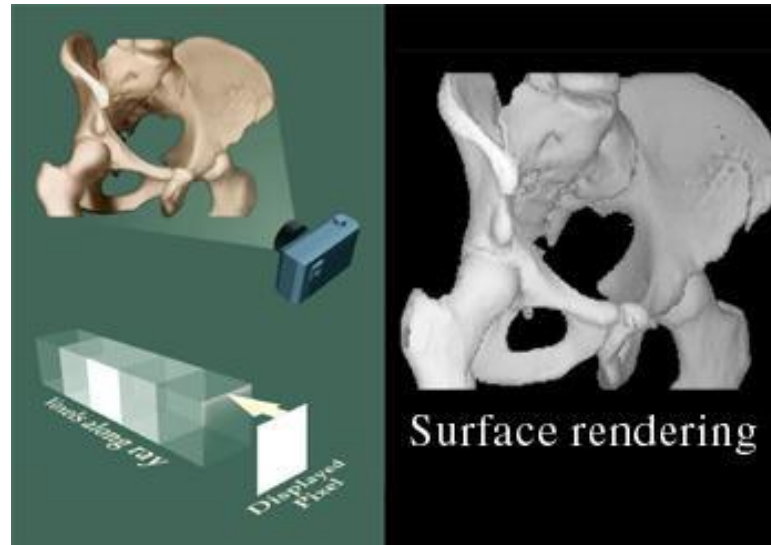
InSpace

Tipo Orien... Imagen

Config Editor

Superficies

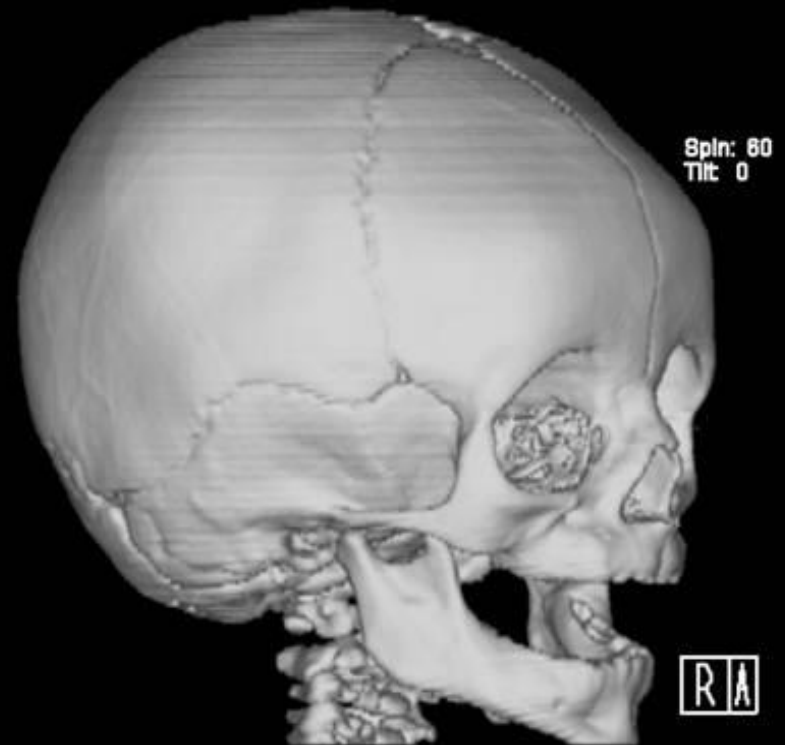
- Para dar el aspecto “3D” se utiliza un sombreado (shaded) a través de una escala que permite que los voxeles más cercanos a la pantalla aparezcan más brillantes que el resto.



Superficies



FACULTAD DE MEDICINA
UNIVERSIDAD DE CHILE



Superficies

- Ventajas:

- Rapidez
- Fácil manipulación
- Buena sensación de profundidad
- Flexibilidad en evaluación de imágenes (giros).

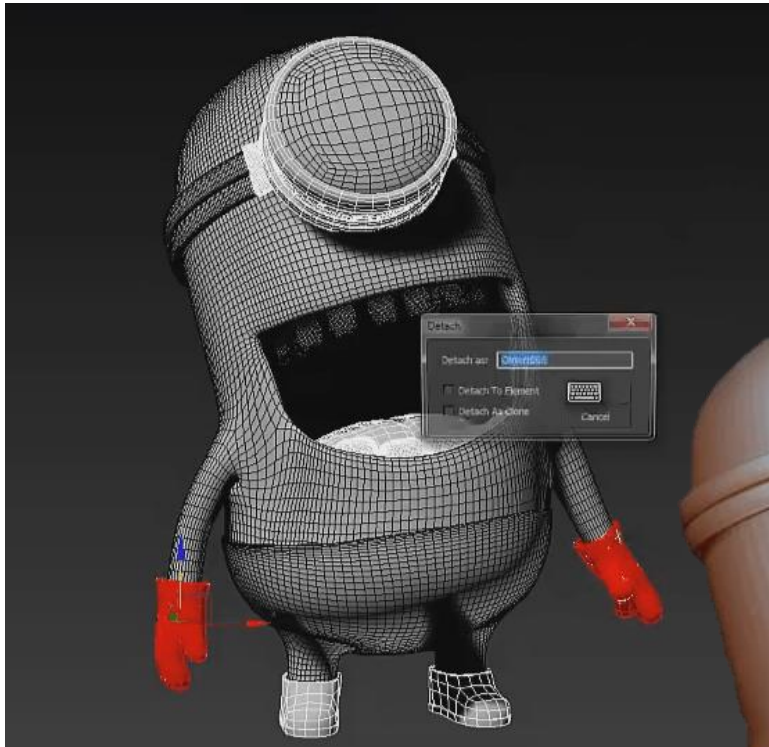
- Desventajas:

- Utiliza el 10% o menos de la data.
- No provee información densitométrica.
- Calcificaciones y medio de contraste se visualizan de igual manera.
- Solo representa superficies

Volúmenes



FACULTAD DE MEDICINA
UNIVERSIDAD DE CHILE



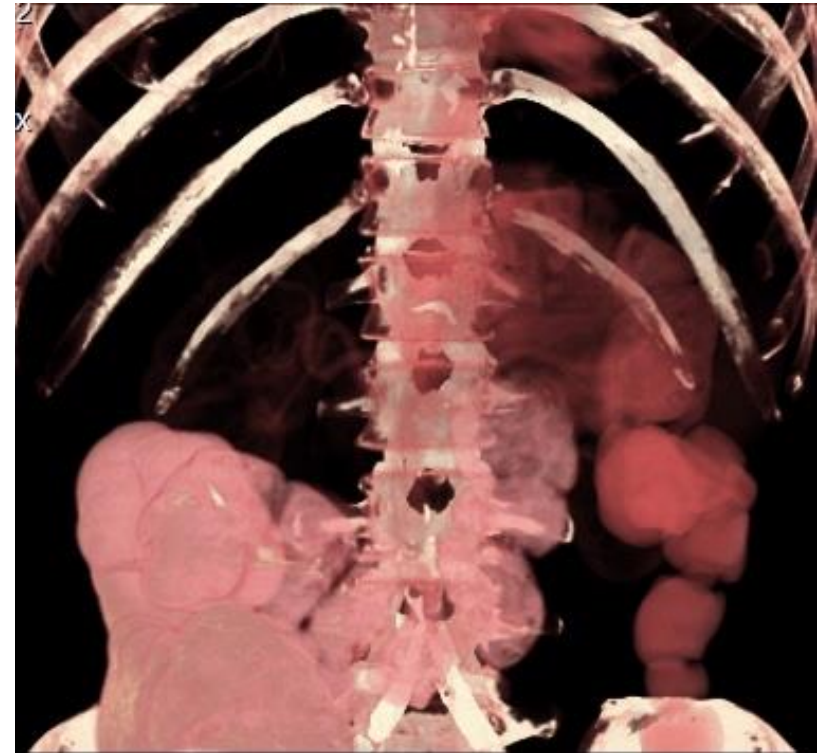
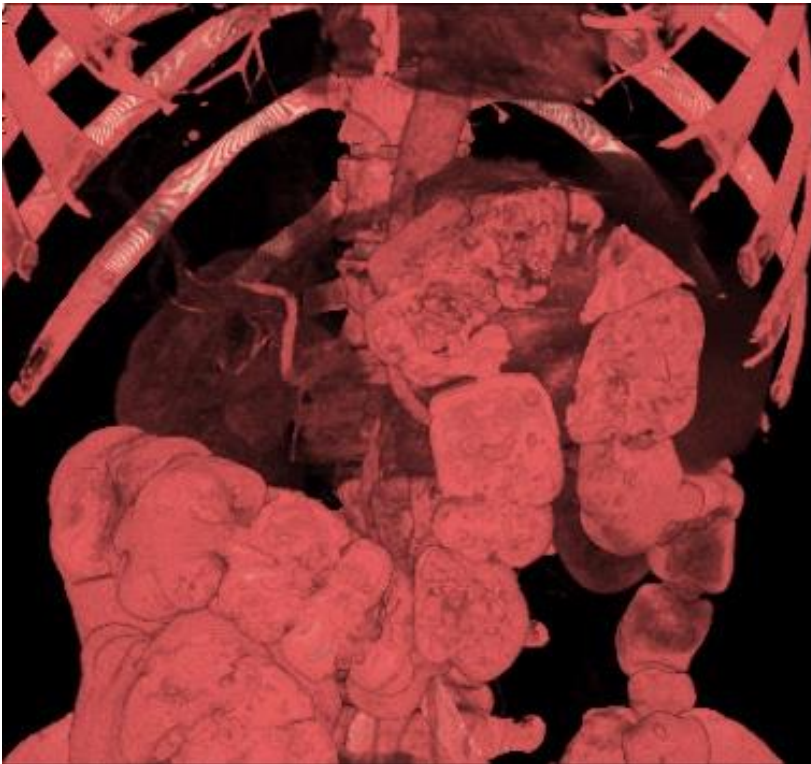
Volúmenes

- Volume Rendering Thresholding (VRT).
 - Rendering: representación.
 - Thresholding: umbral.
- Cada punto a lo largo del rayo contribuye al valor final del pixel en la pantalla.
- La contribución puede oscilar entre 100% a 0% de opacidad.
- La opacidad se correlaciona con el valor del voxel a través de una función.

Volúmenes



FACULTAD DE MEDICINA
UNIVERSIDAD DE CHILE



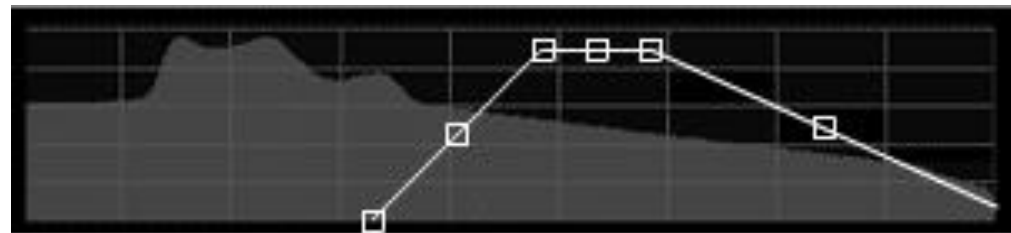
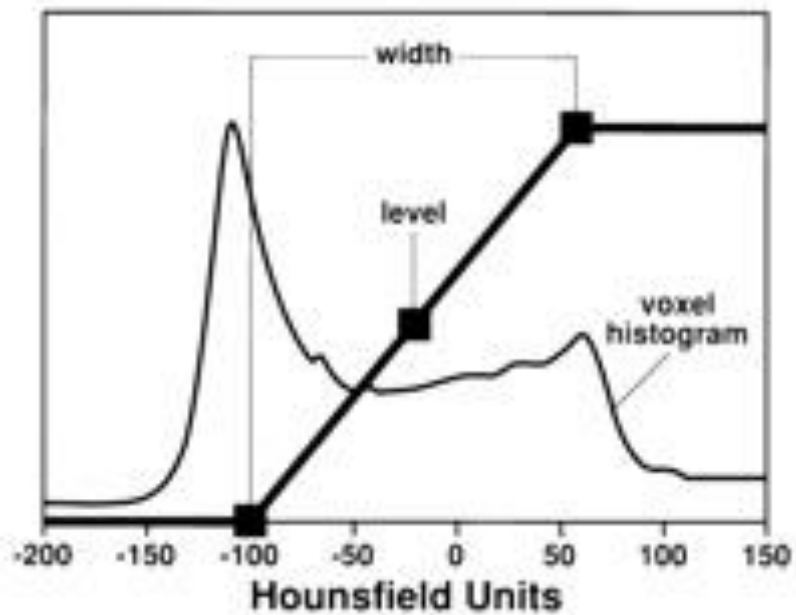
Volúmenes

- El valor del pixel de la pantalla se obtendrá de **la contribución de las opacidades** de los puntos a lo largo del rayo.
- Solo se presentarán los voxeles que se encuentre en un intervalo asignado (threshold).
- Los voxeles fuera del rango serán transparentes.

Volúmenes



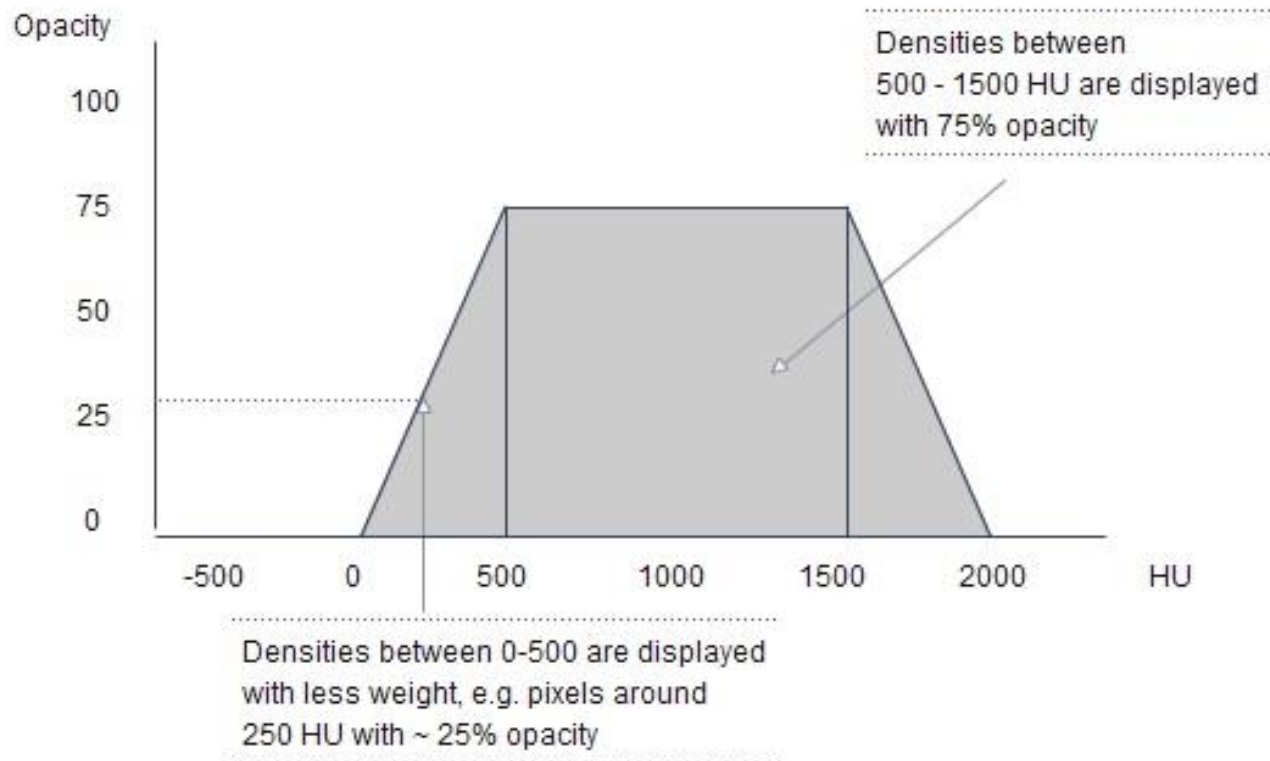
FACULTAD DE MEDICINA
UNIVERSIDAD DE CHILE



Volúmenes



FACULTAD DE MEDICINA
UNIVERSIDAD DE CHILE



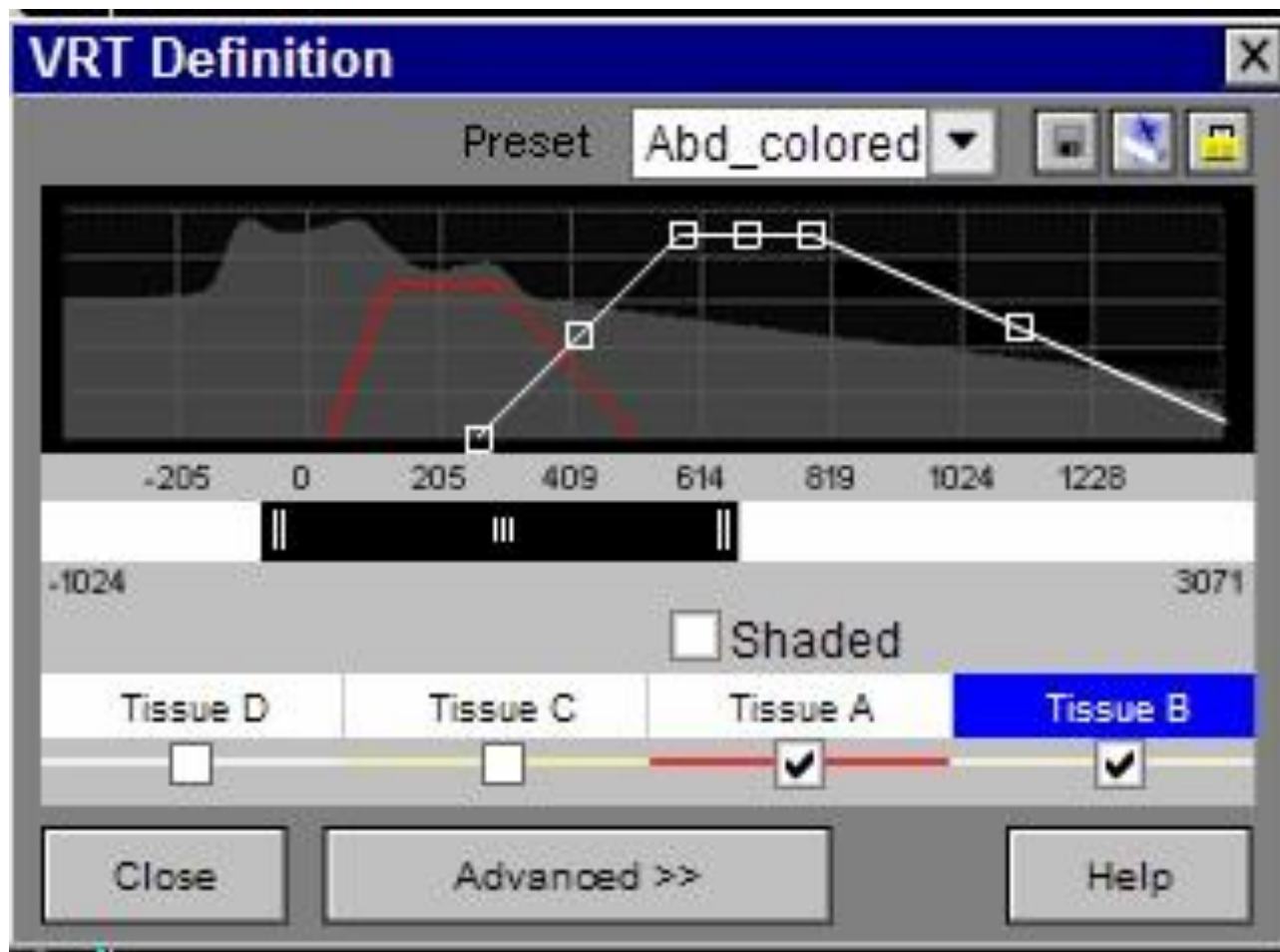
Volúmenes

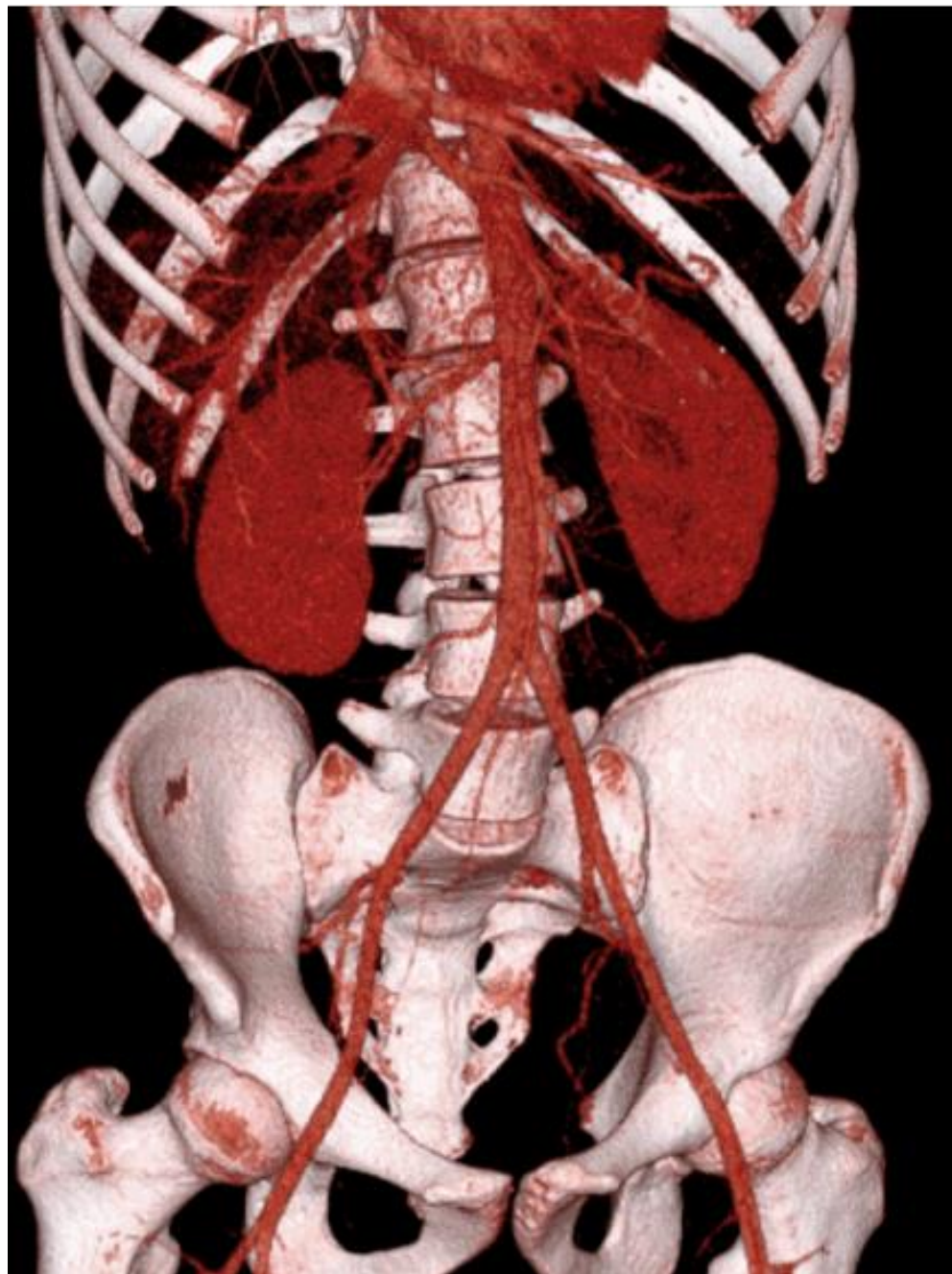
- El valor del pixel puede presentarse en escala de grises o colores.
- Esto permite mejorar la percepción de profundidad y aporta información densitométrica.

Volúmenes



FACULTAD DE MEDICINA
UNIVERSIDAD DE CHILE

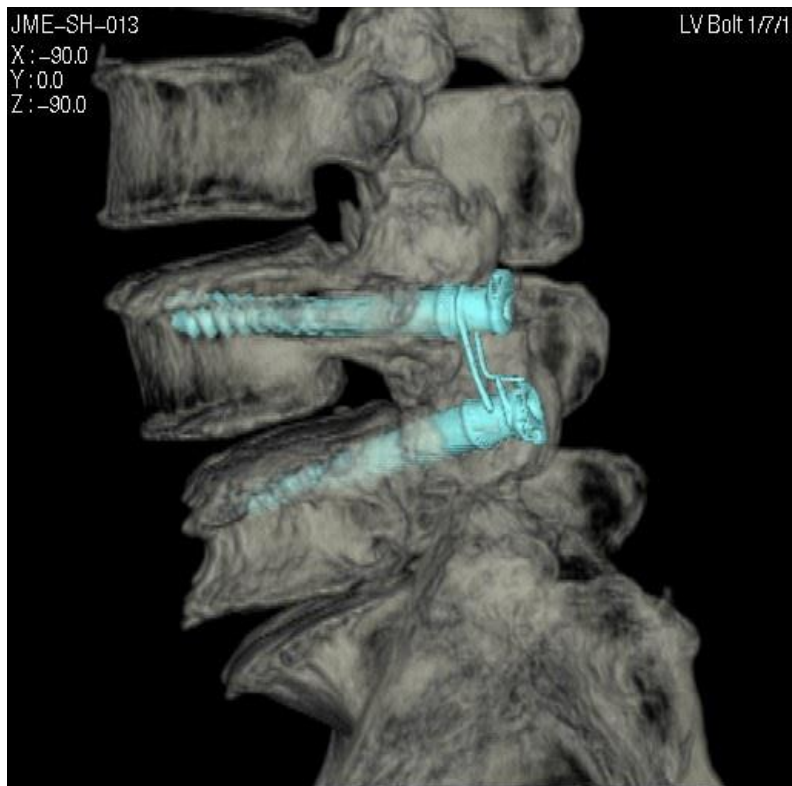




Volúmenes



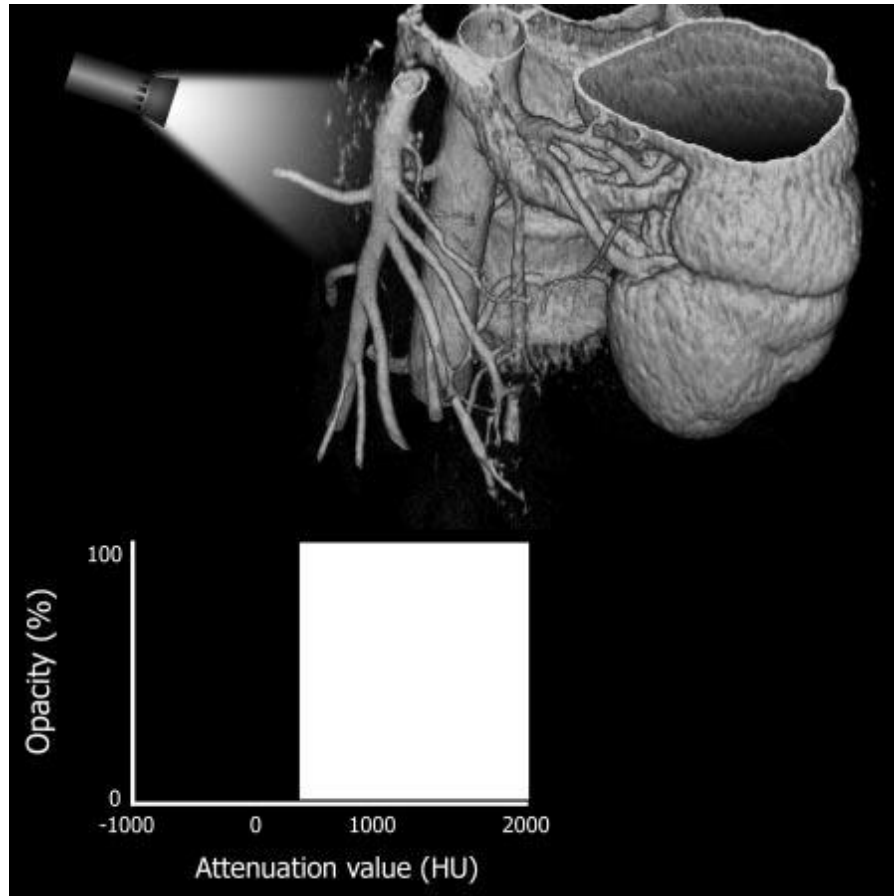
FACULTAD DE MEDICINA
UNIVERSIDAD DE CHILE



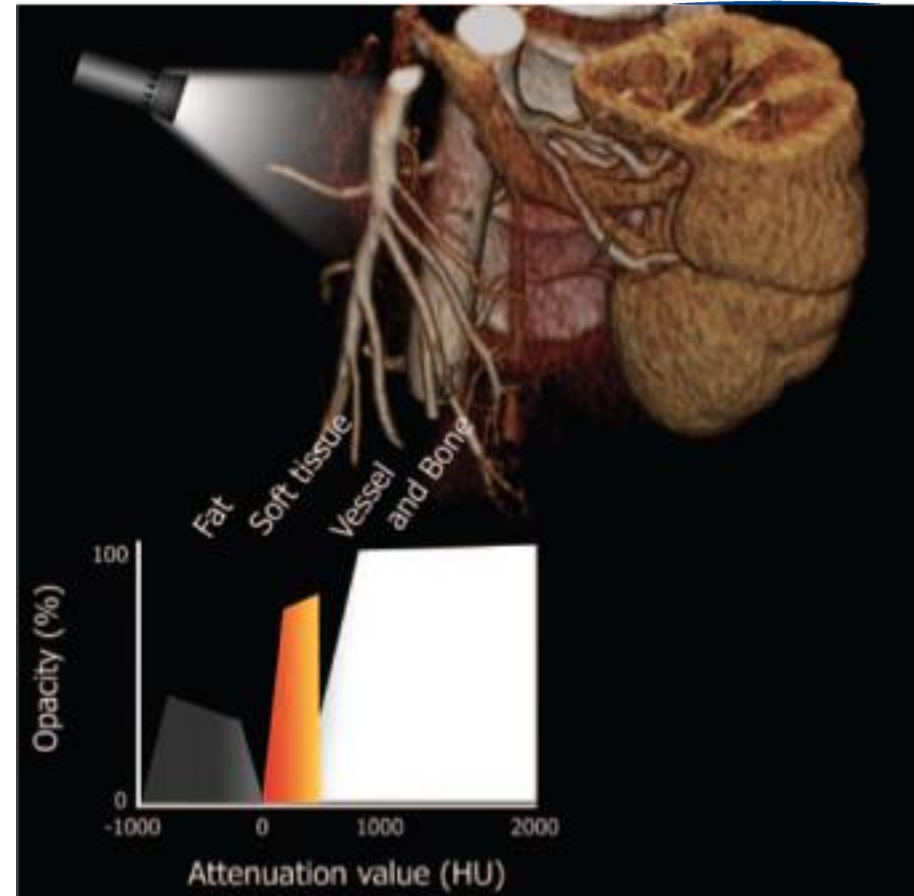
Volúmenes



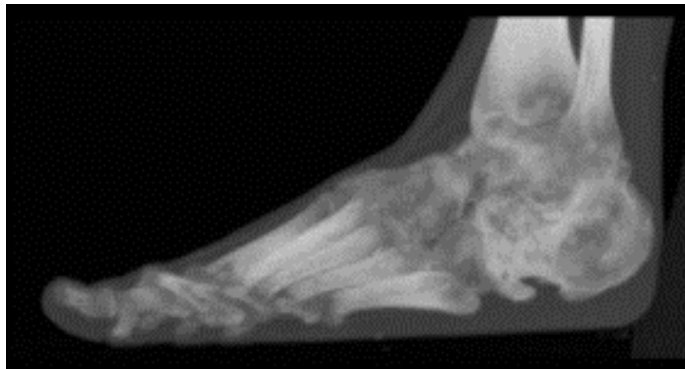
FACULTAD DE MEDICINA
UNIVERSIDAD DE CHILE



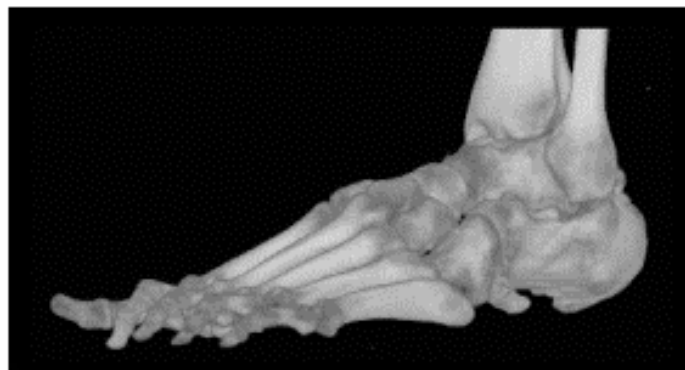
SSD



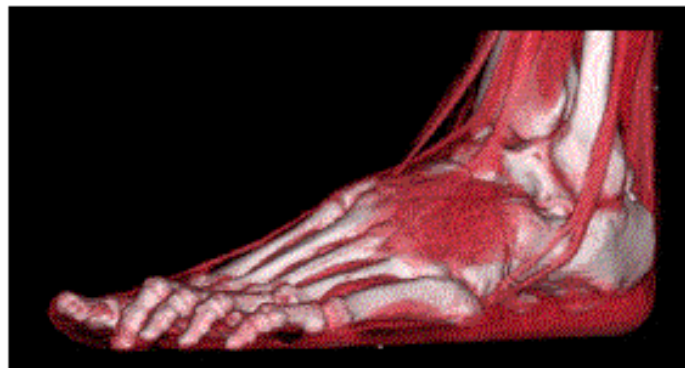
VRT



MIP



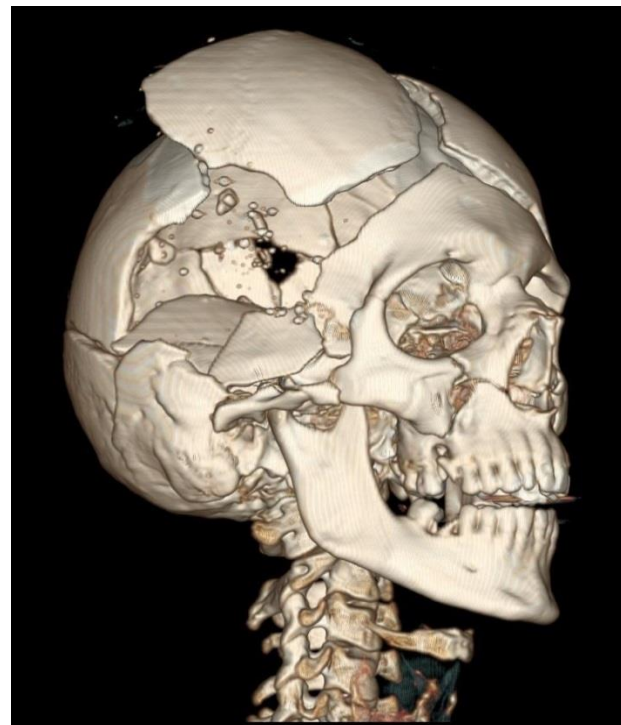
SSD



VRT



FACULTAD DE MEDICINA
UNIVERSIDAD DE CHILE



Volúmenes

- Ventajas:

- Emplea toda la data.
- Combina las ventajas de presentación de superficies y proyecciones.
- Imágenes con mejor percepción 3D.
- Aportan información anatómica y densitométrica.

- Desventajas:

- Requiere mayor recursos computacionales.
- Mayor grado entrenamiento del operador.

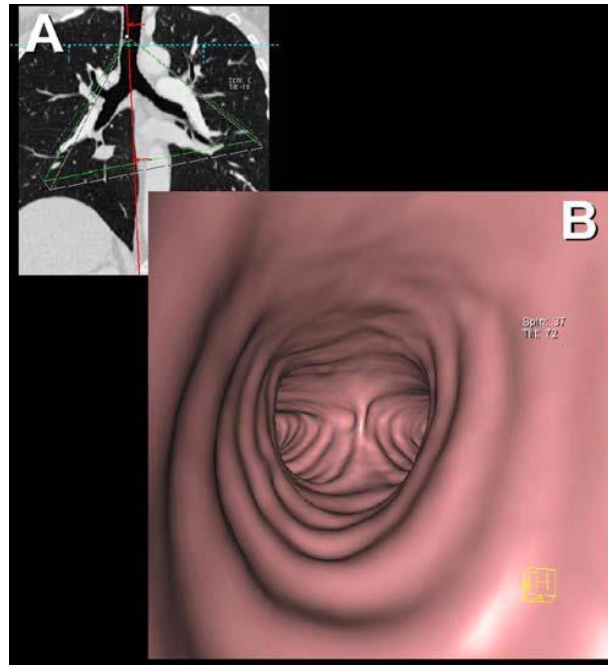
Endoscopía Virtual



- Es una aplicación especial de VRT (también se puede utilizar SSD).
- Se denomina **Perspective Volume Rendering**.
- Permite navegación simulando un endoscopio del árbol bronquial, grandes vasos y colón principalmente.
- Las funciones de opacidad y color son seleccionadas para representar la transición de paredes y el resto del tejido circundante.

Endoscopía Virtual

- Permite la navegación virtual de lúmenes (**fly throughs**), lo que provoca la percepción de vuelo virtual sobre una región del cuerpo.



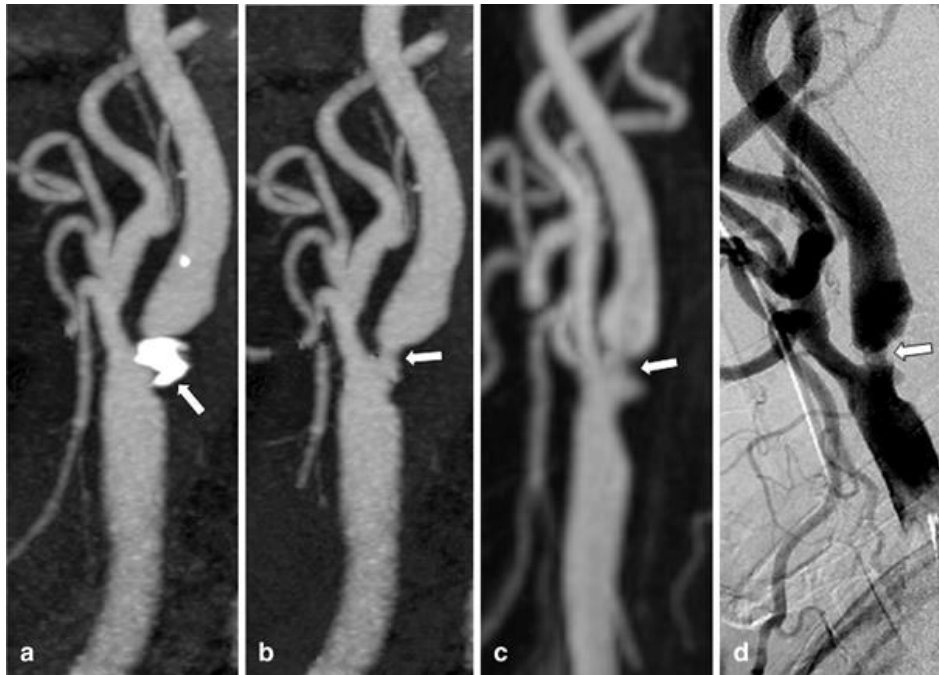
<https://www.youtube.com/watch?v=EQ2Tzxqq3DY>

Aplicaciones en TC doble energía



FACULTAD DE MEDICINA
UNIVERSIDAD DE CHILE

- Permite diferenciar materiales de diferente numero atomico
- Permite “restar” automaticamente



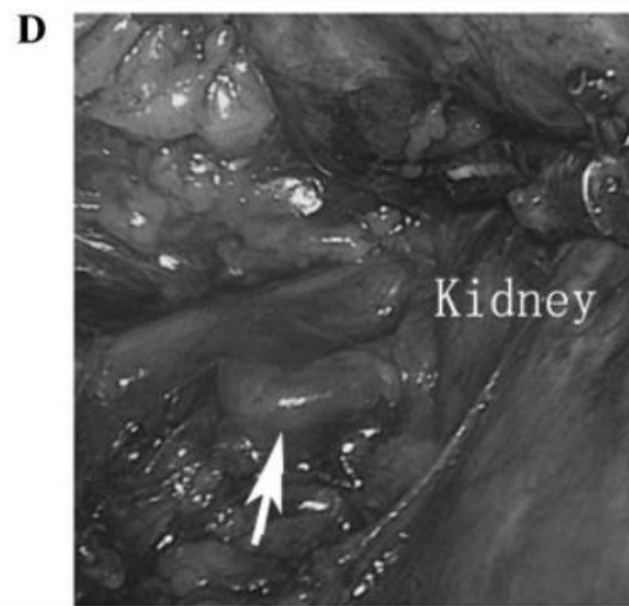
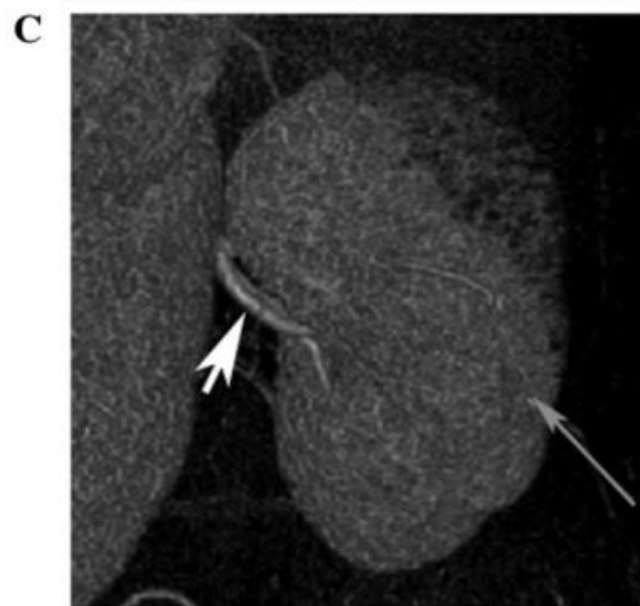
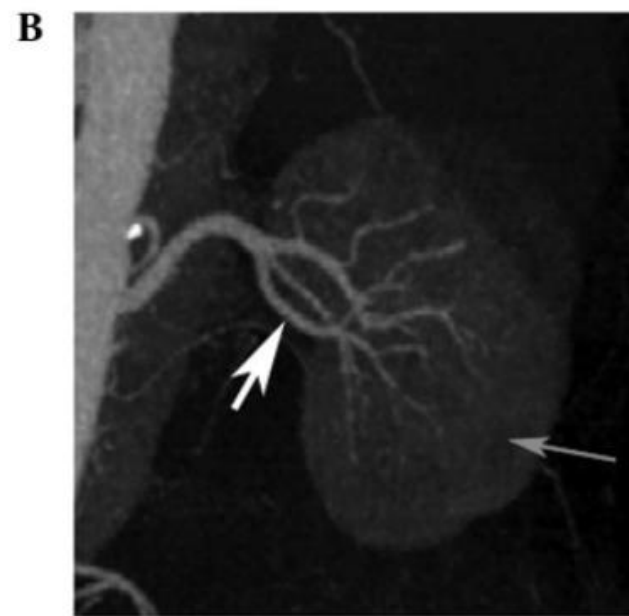
CTA-MIP before (a) and after (b) plaque removal; MRA (c) and DSA (d) of the same patient. After plaque removal, the stenosis can be evaluated. Stenosis evaluation yielded the same results in all three image modalities

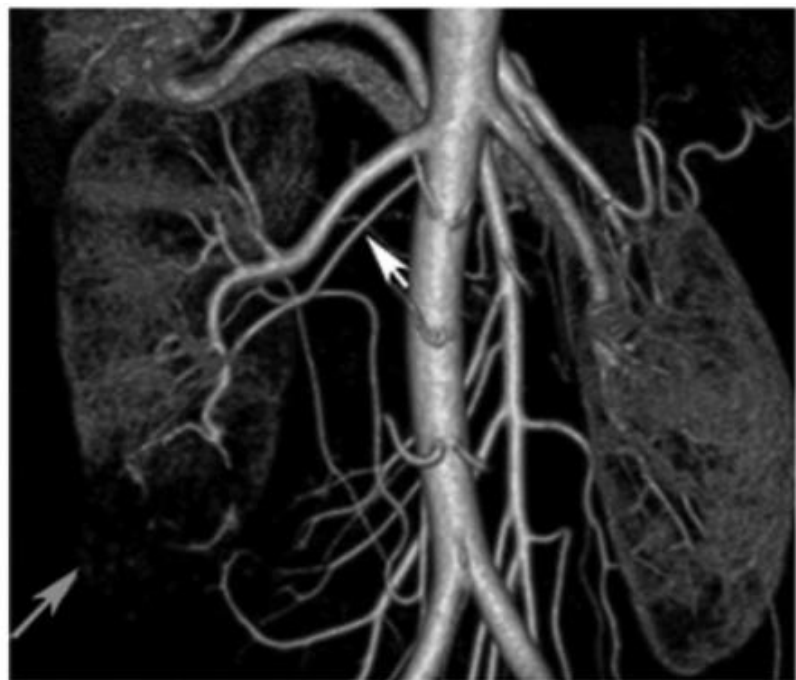
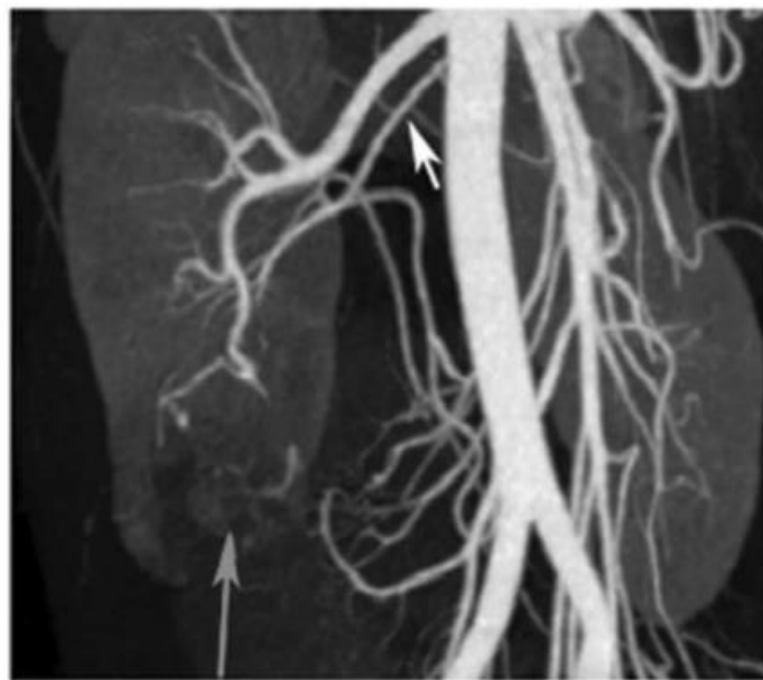
Veamos algunos ejemplos:



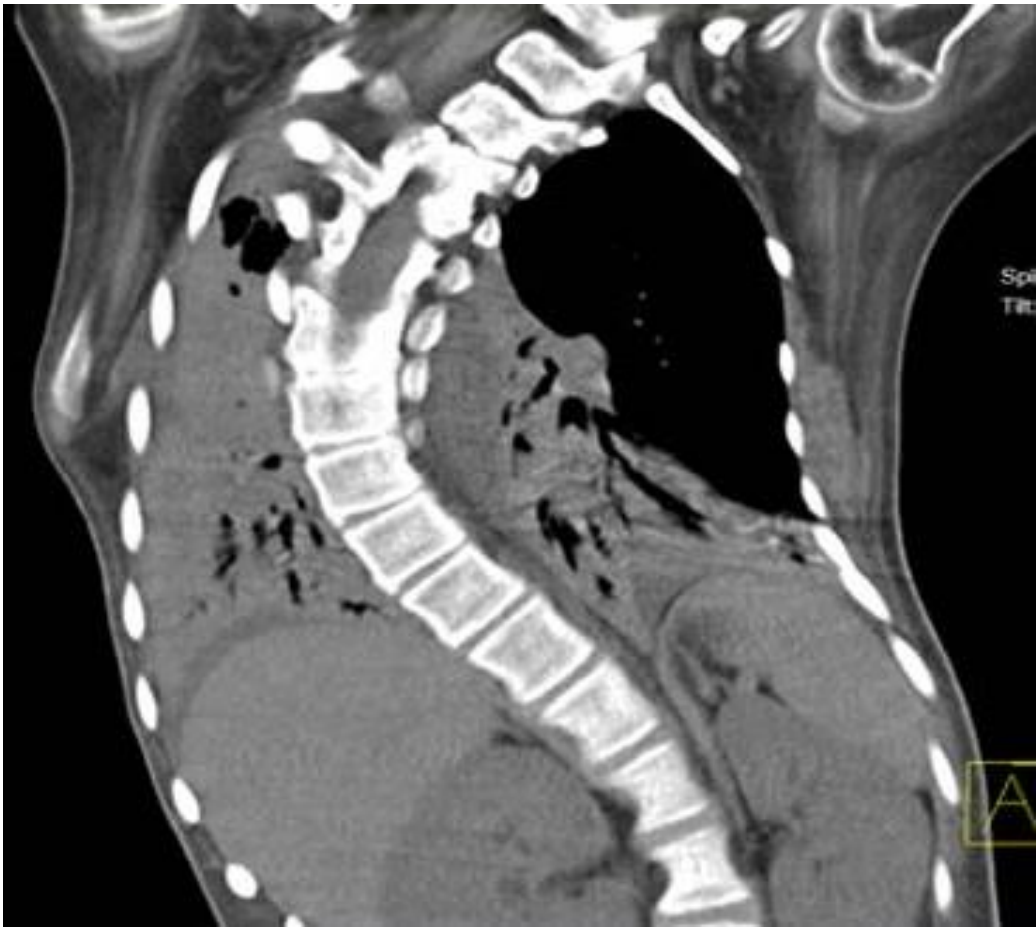
B



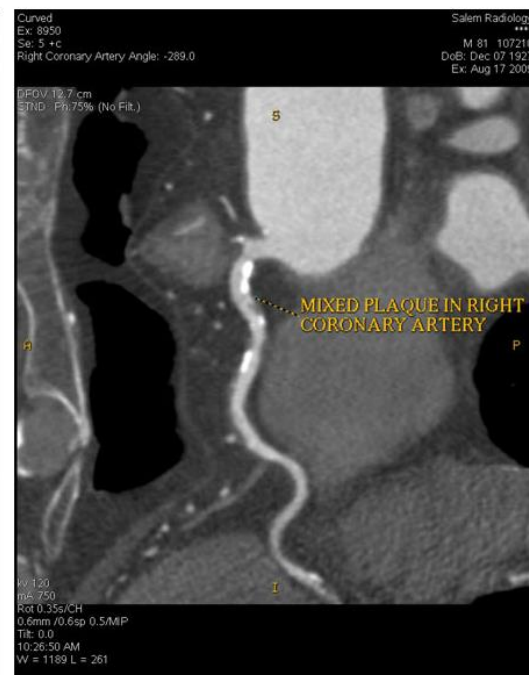
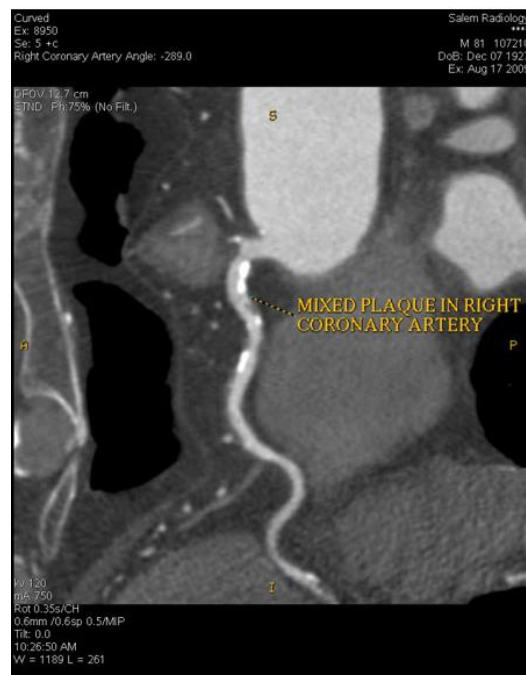
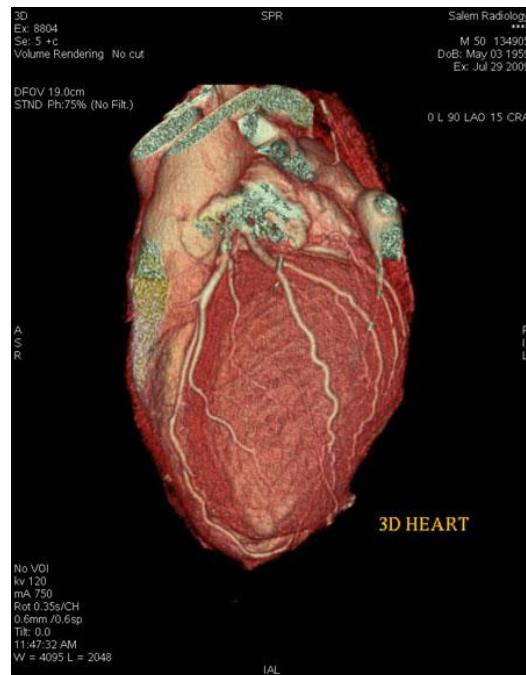


A**B**











FACULTAD DE MEDICINA
UNIVERSIDAD DE CHILE

Gracias por su atención!

