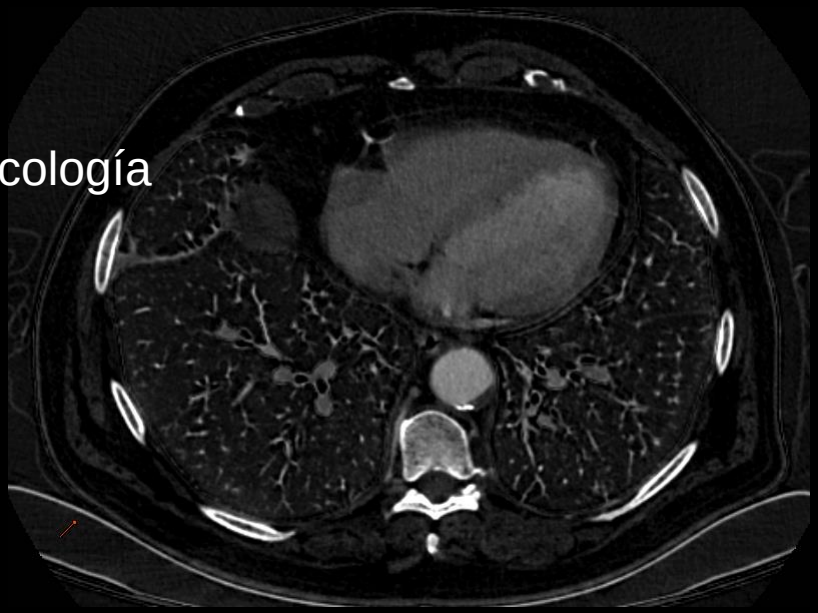
Cuantificación de la Imagen Médica en Tomografía Computerizada de Energía Dual en Cáncer de Pulmón

V. González-Pérez, E. Arana,J. Cruz, M. Barrios, A. Bartrés, B. Pellicer, S. Oliver, L. Rubio, V. Campo, L. Oliver, V. Crispín.

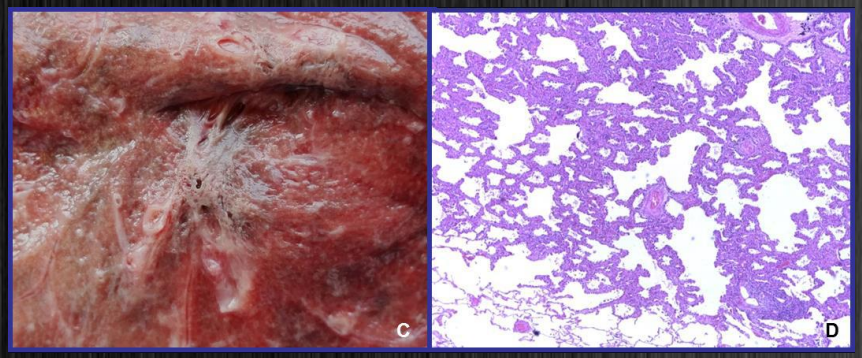
Víctor González Pérez
Radiofísico Hospitalario
Fundación Instituto Valenciano de Oncología
vgonzalezper@hotmail.com



- Objetivos
- Introducción a la TC de Energía Dual
- Estudios de Perfusión: Dimensión Fractal
- Resultados
- Conclusiones

Objetivos

Relacionar características de lesiones pulmonares confirmadas con análisis histológico con información obtenida tras análisis avanzado de imágenes en TC de energía dual



www.gehealthcare.com

Análisis inicial de un estudio prospectivo (126 lesiones correspondientes a 125 pacientes con sospechas de cáncer de pulmón) recogidas entre Mayo 2013 – Enero 2016.

Objetivos

Características de las masas pulmonares analizadas con análisis avanzado de imagen

→ A la hora del diagnóstico… ¿Masa pulmonar es benigna o maligna?

Comparación con resultados de Anatomía Patológica

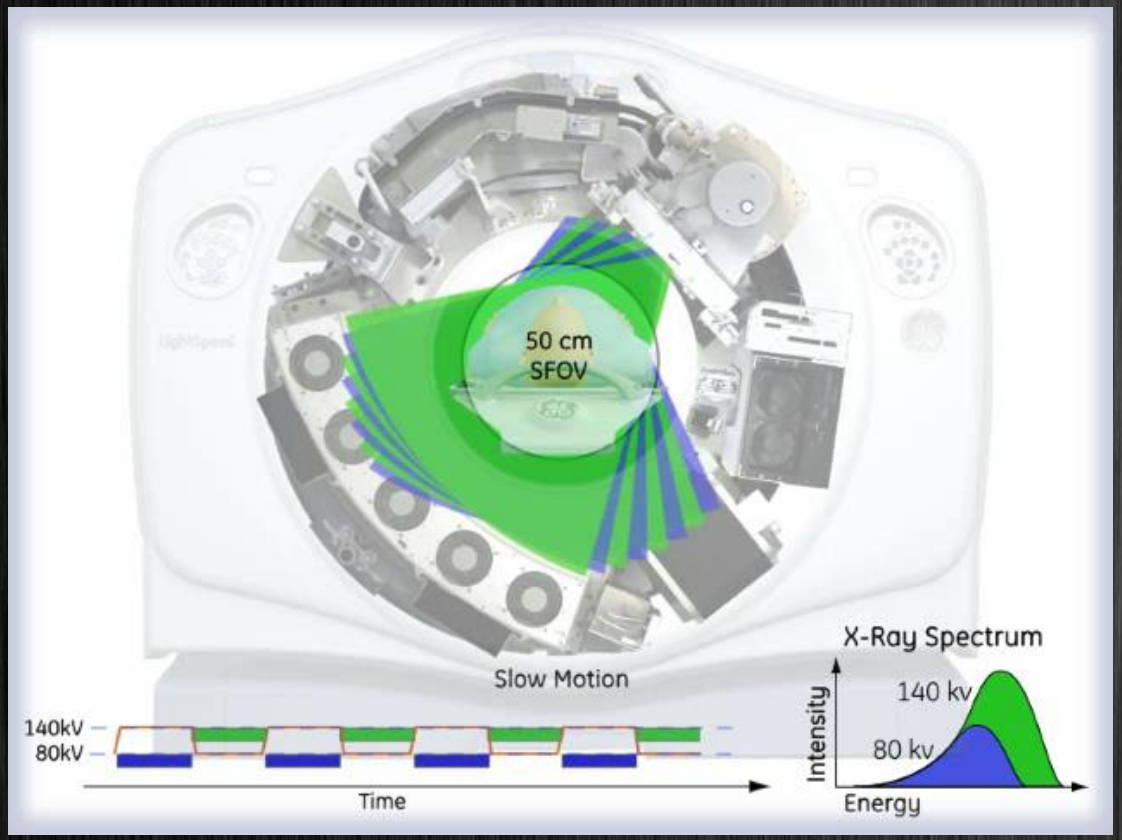
→ Marcadores tumorales en cáncer de pulmón. Para un correcto diagnóstico del tipo de cáncer de pulmón y poder dirigir una terapia adecuada.

Comparación con datos de Anatomía Patológica y de Laboratorio de Biología Molecular

- Objetivos
- Introducción a la TC de Energía Dual
- Estudios de Perfusión: Dimensión Fractal
- Resultados
- Conclusiones

Introducción a la TC de energía dual

GE Discovery CT750 HD



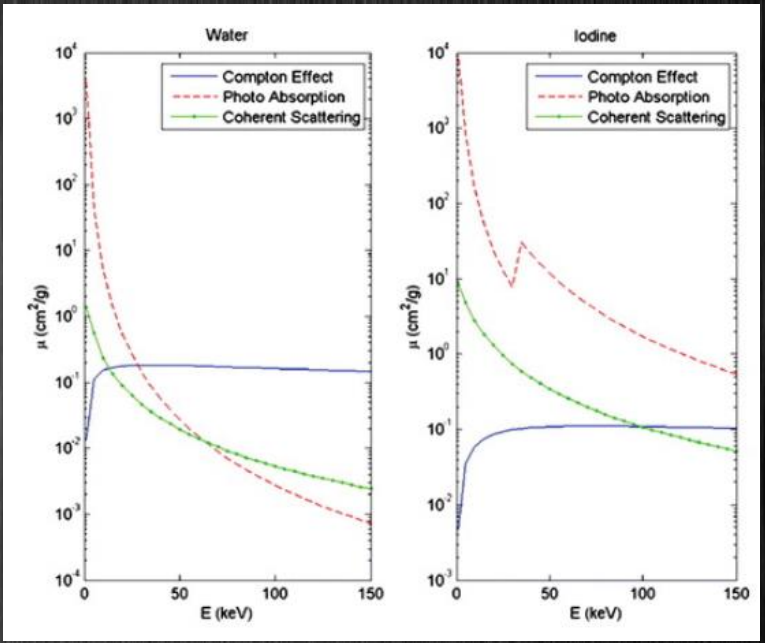
www.gehealthcare.com

Conmutación muy rápida entre energías

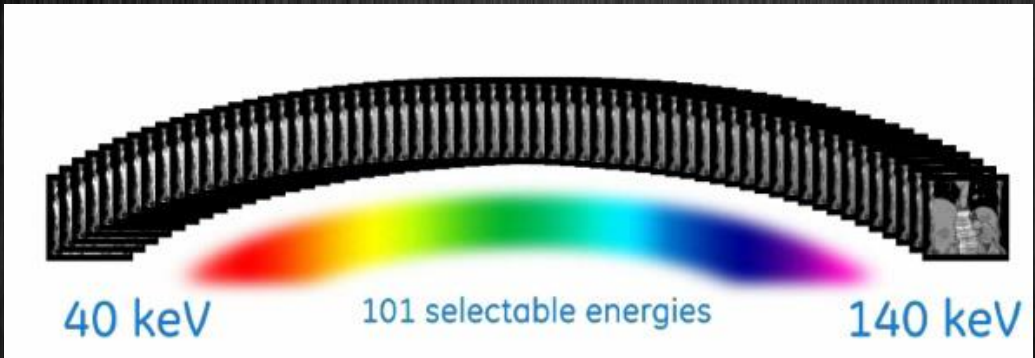
Gemstone detector

Introducción a la TC de energía dual

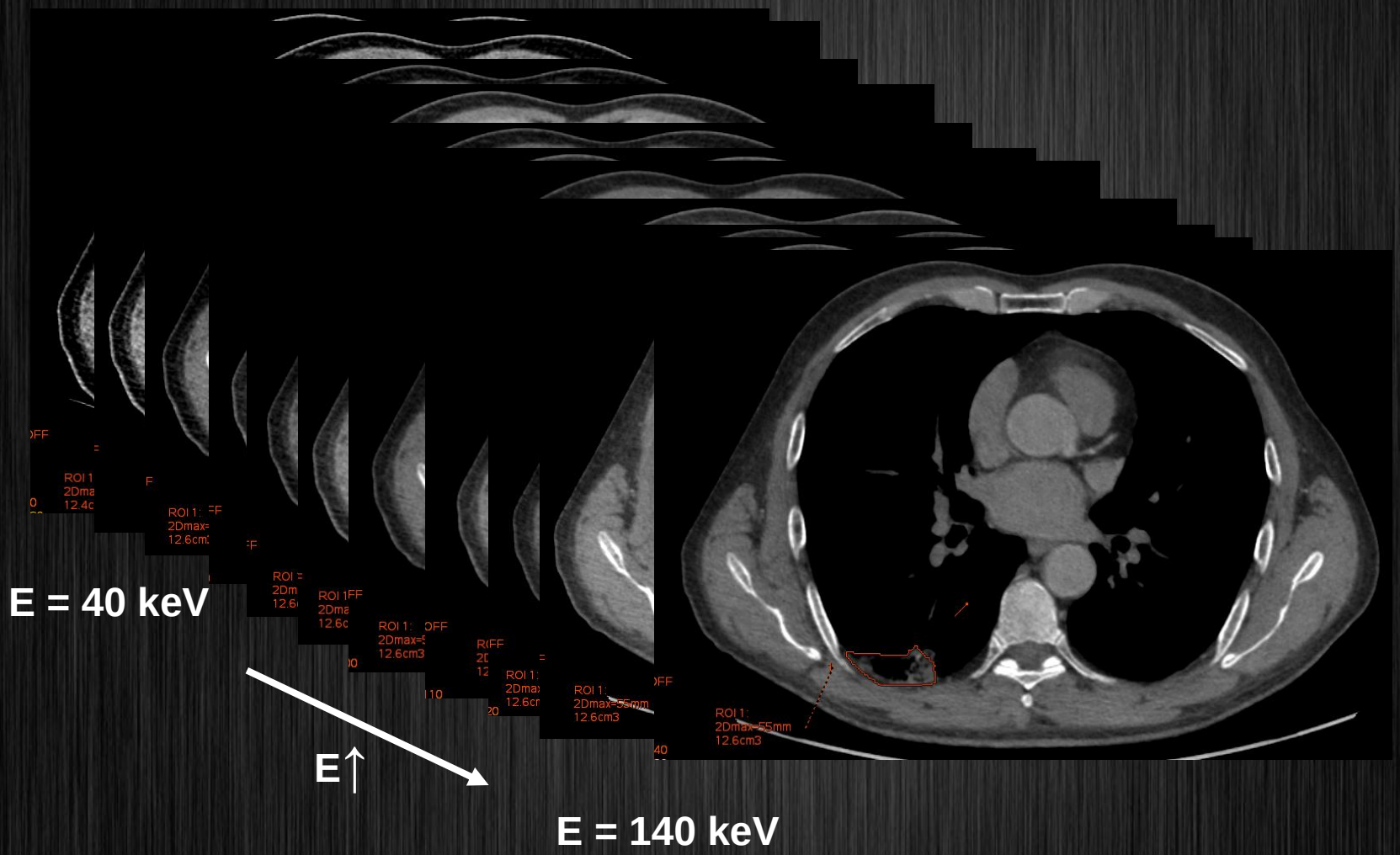
A partir de las proyecciones de baja / alta energía, el sistema reconstruye el número atómico efectivo de cada vóxel



Es posible reconstruir imágenes virtuales de energía monocromática

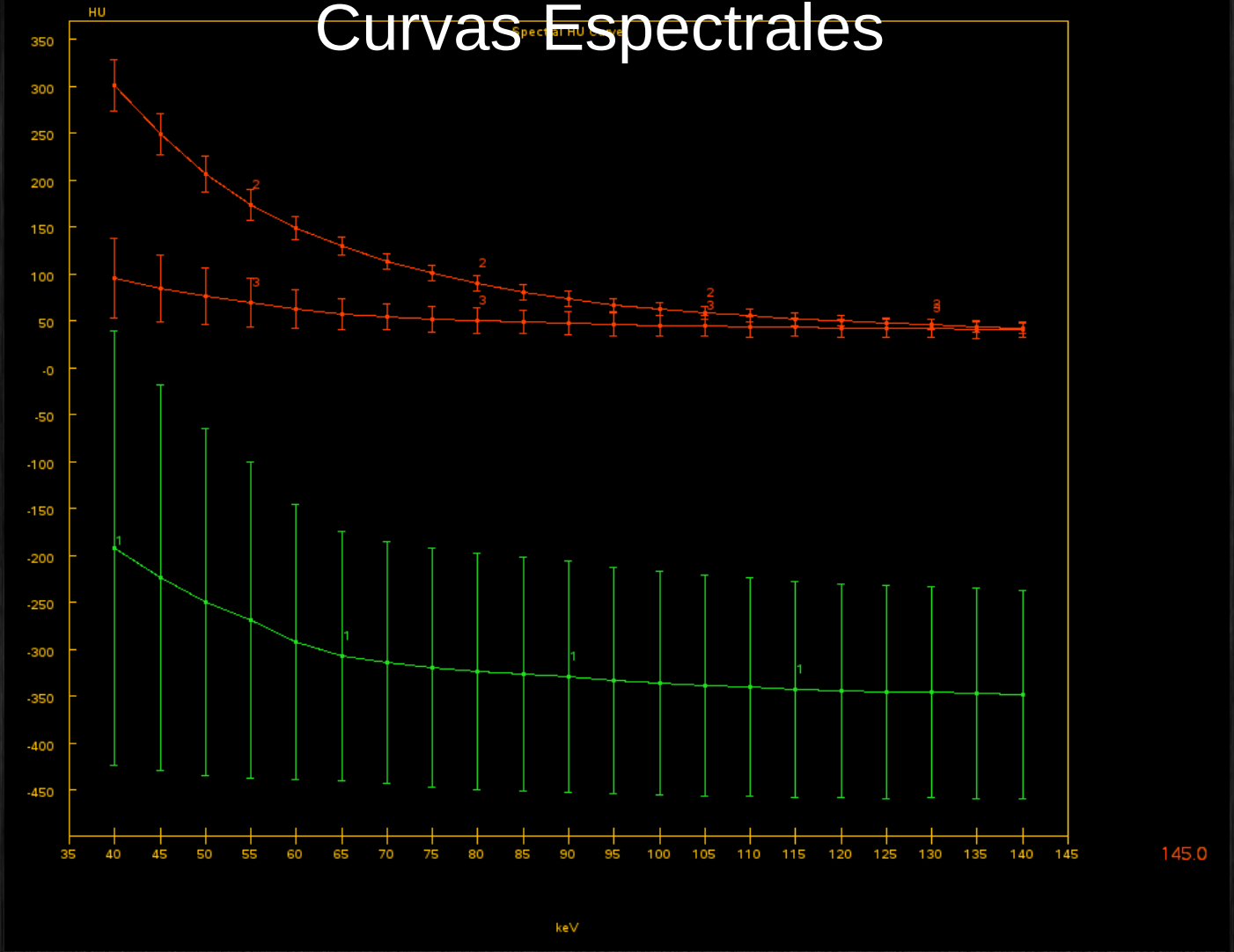


Introducción a la TC de energía dual



Introducción a la TC de energía dual

Curvas Espectrales



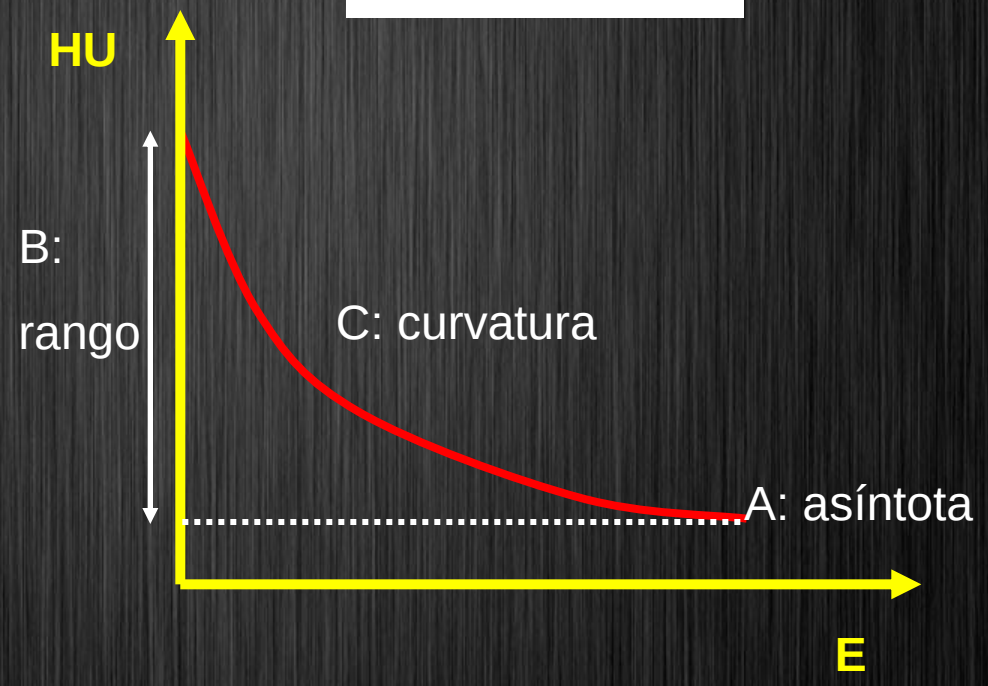
Introducción a la TC de energía dual

Curvas Espectrales

Evaluación de 3 estructuras:

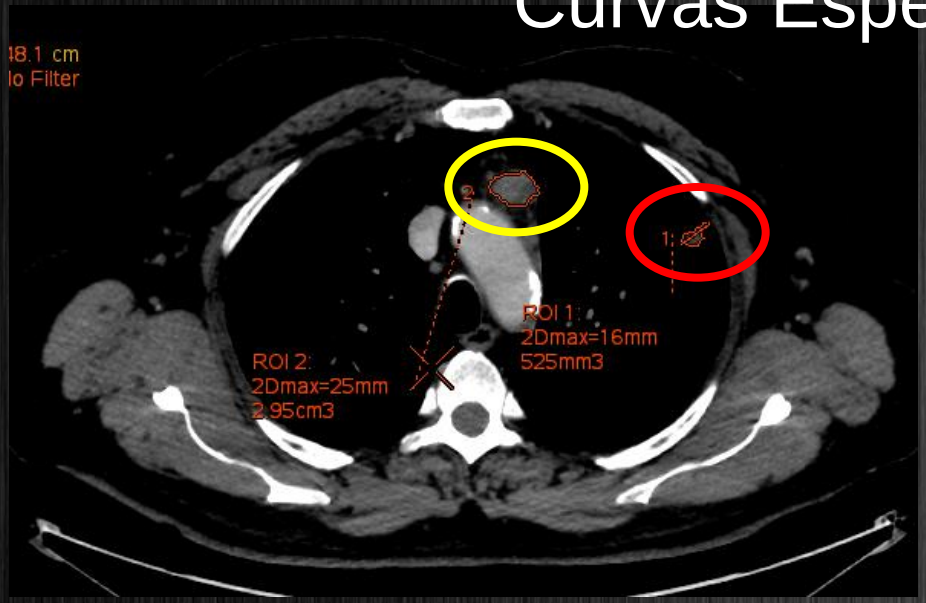
- Lesión
- Septo Cardíaco
- Musculatura Paravertebral

$$HU = A + Be^{-\frac{C(keV-40)}{100}}$$



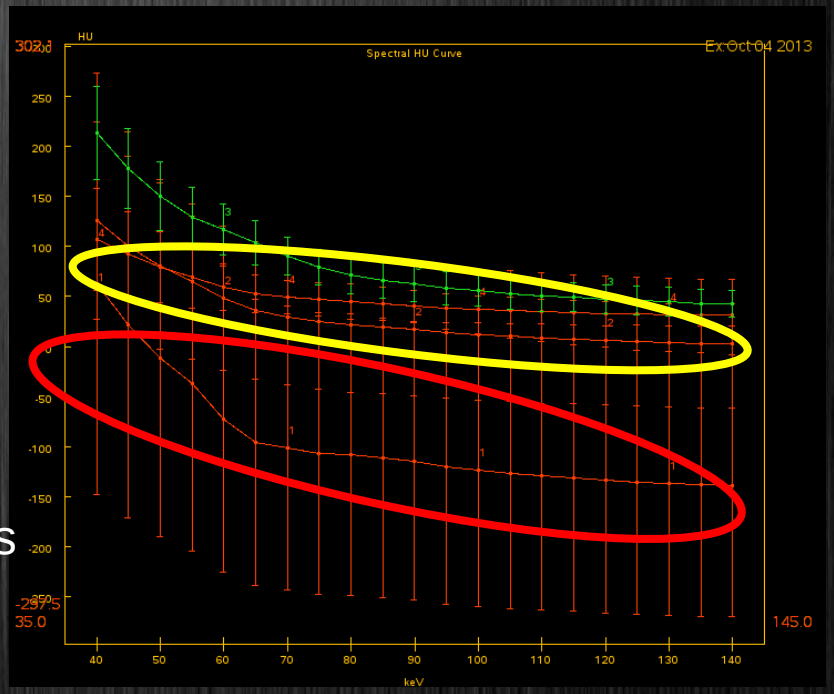
Introducción a la TC de energía dual

Curvas Espectrales



Lesión 1: Maligna

Lesión 2: Benigna



Distintos tipos de curvas asociadas a heterogeneidad de las masas pulmonares:

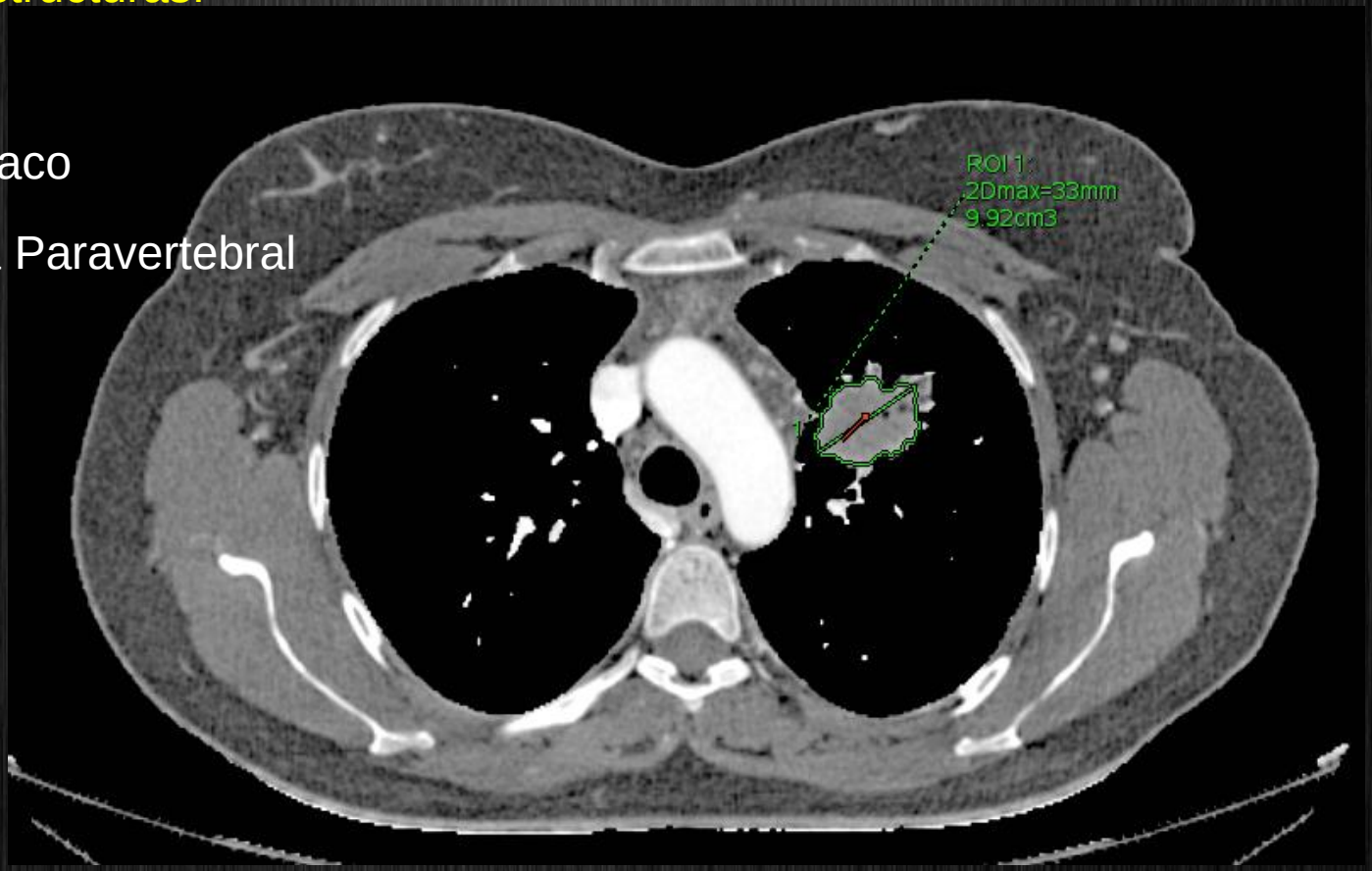
Absorción del contraste de yodo: angiogénesis

Introducción a la TC de energía dual

Reconstrucción Imágenes Z efectivo

Evaluación de 3 estructuras:

- Lesión
- Septo Cardíaco
- Musculatura Paravertebral

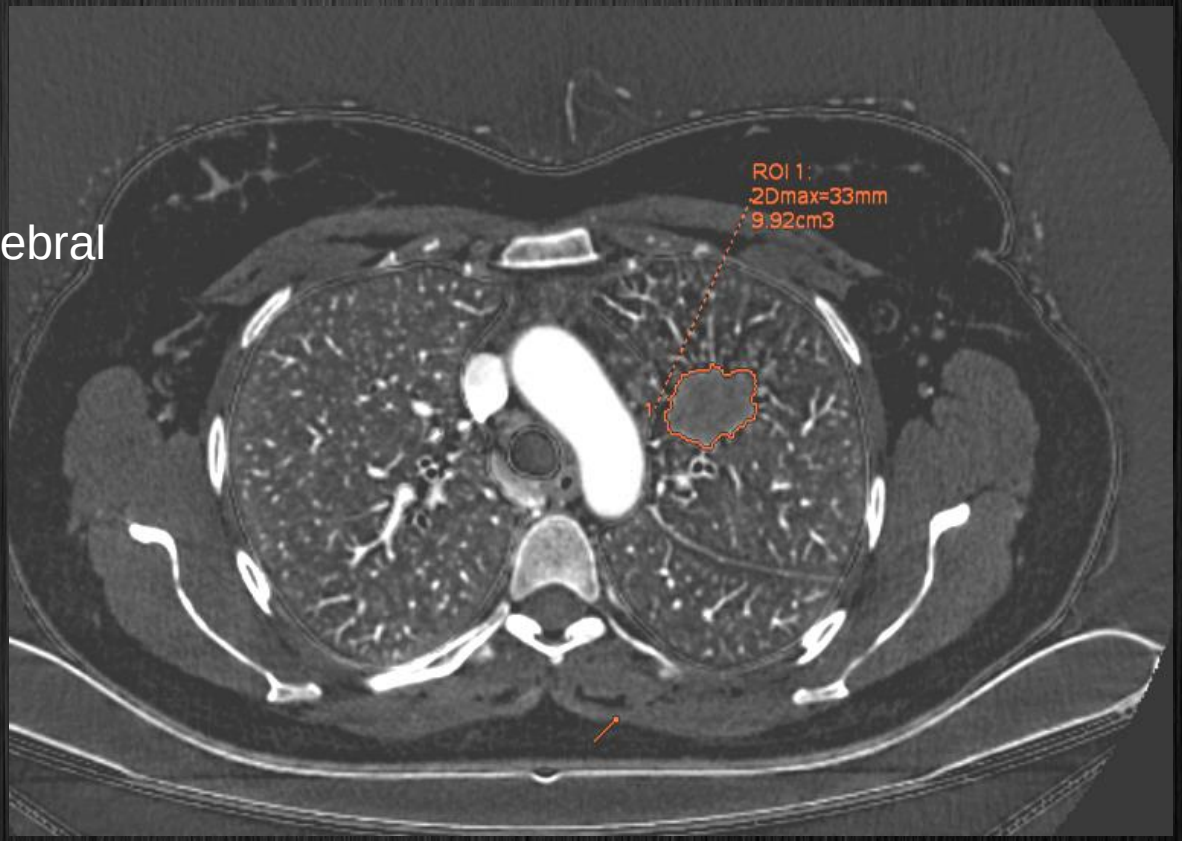


Introducción a la TC de energía dual

Reconstrucción Imágenes Captación Yodo

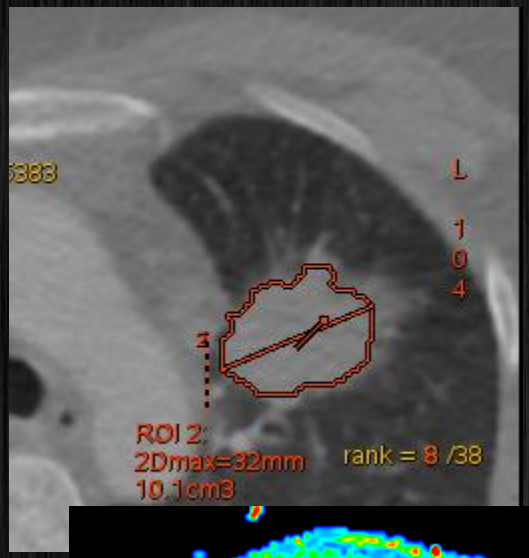
Evaluación de 3 estructuras:

- Lesión
- Septo Cardíaco
- Musculatura Paravertebral

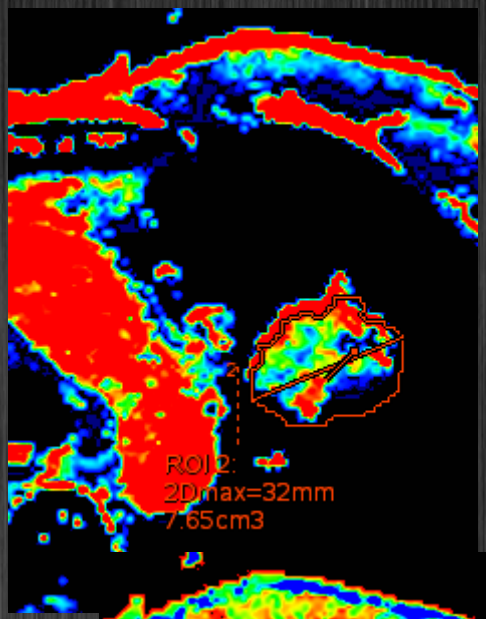


- Objetivos
- Introducción a la TC de Energía Dual
- Estudios de Perfusión: Dimensión Fractal
- Resultados
- Conclusiones

Estudios de Perfusión

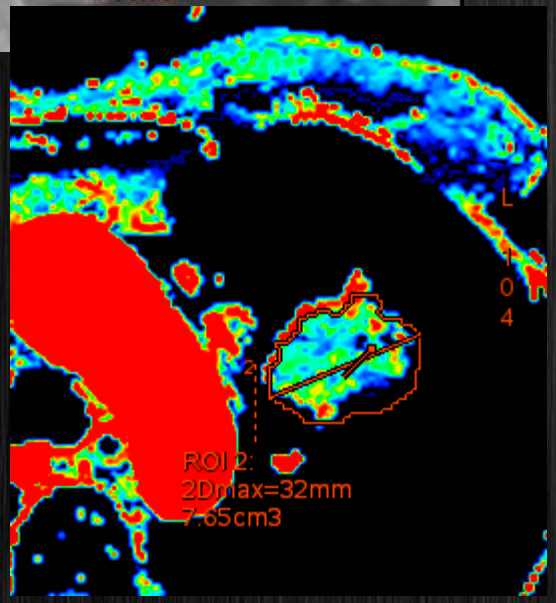


Estudio Convencional CT (HU)



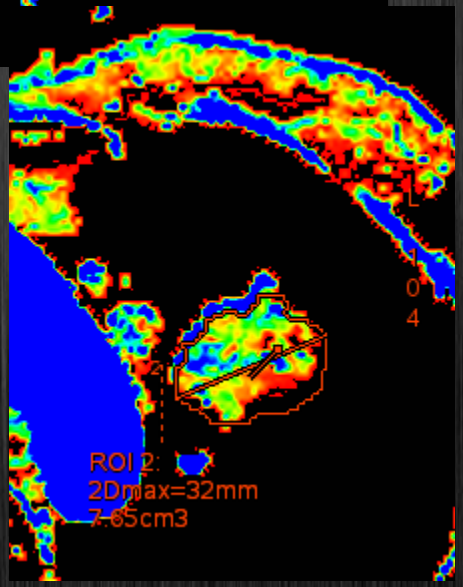
Perfusión: Volumen de Sangre

(ml / 100g tejido)



Perfusión: Flujo de Sangre

(ml/100g tejido por minuto)



Perfusión: Permeabilidad – Superficie

(ml / 100g de tejido)

Estudios de Perfusión

Dimensión Fractal

11.5 x 200 = 2300 km

28 x 100 = 2800 km

70 x 50 = 3500 km

$$N \propto \varepsilon^{-D}$$

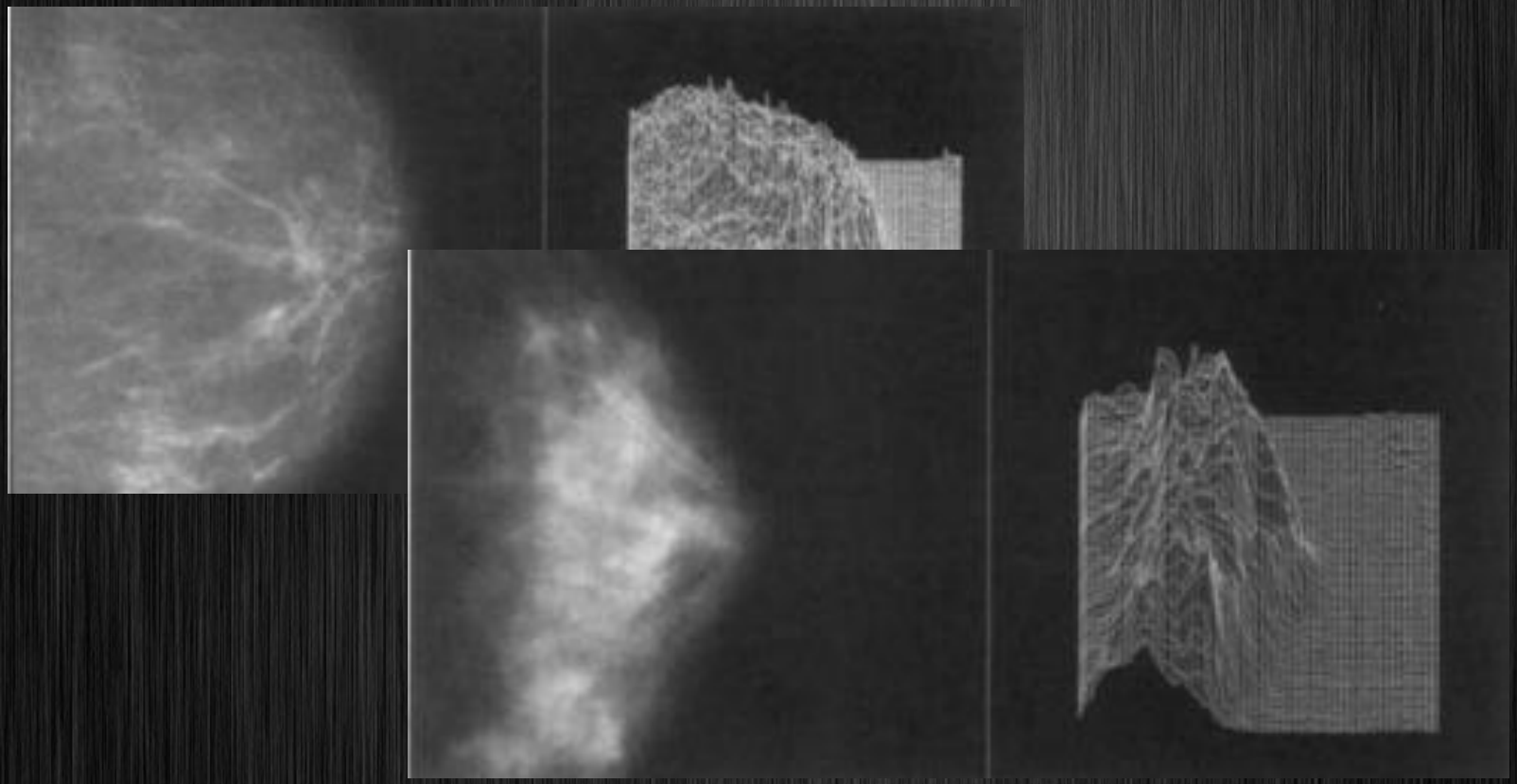
N: número de "reglas de medida"

ε: factor de escala

D: dimensión fractal

Estudios de Perfusión

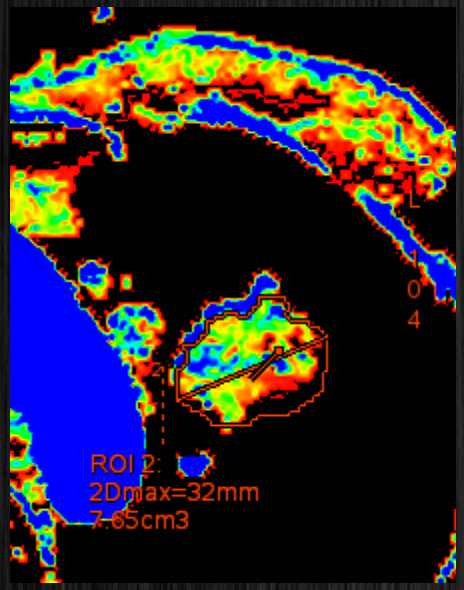
Dimensión Fractal

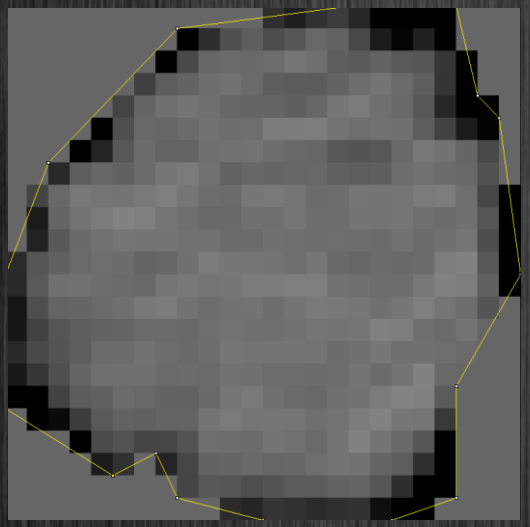


Byng et al. *Automated analysis of mammographic densities*. Phys Med Biol (1996)

Estudios de Perfusión

Dimensión Fractal

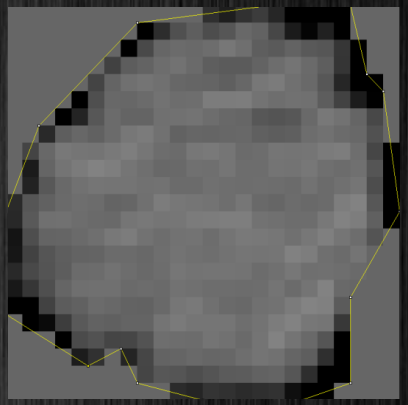




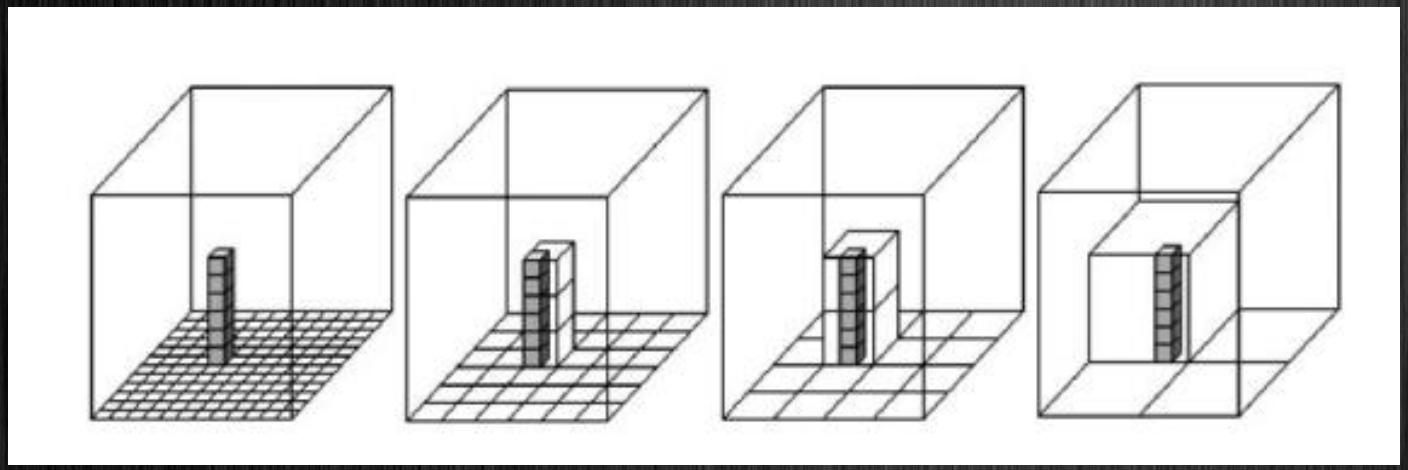
Medida objetiva de la heterogeidad del patrón de perfusión mediante cálculo de la Dimensión Fractal

Estudios de Perfusión

Dimensión Fractal



Método del Box – Counting para el cálculo de la dimensión fractal



$$D_0 = \lim_{\epsilon \to 0} \frac{\log N(\epsilon)}{\log \frac{1}{\epsilon}}.$$

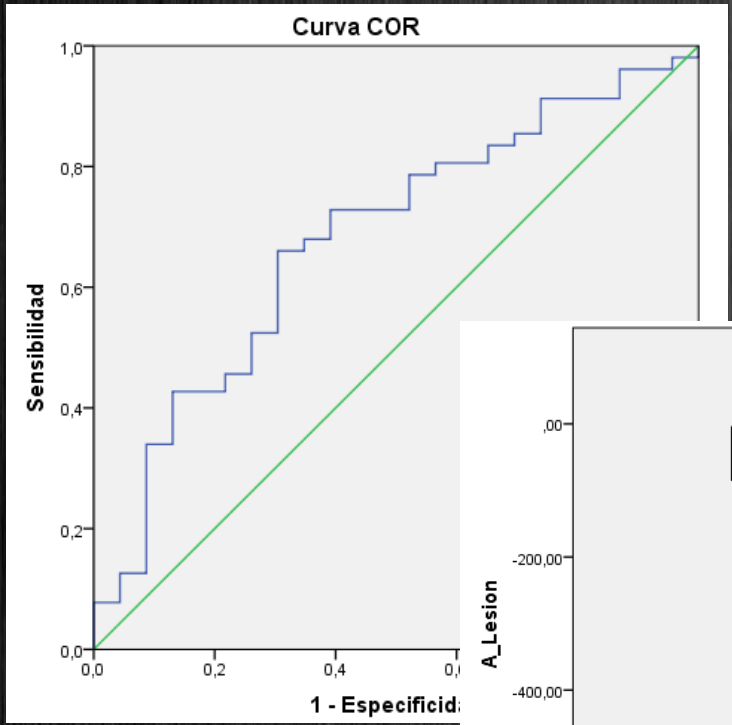
- Objetivos
- Introducción a la TC de Energía Dual
- Estudios de Perfusión: Dimensión Fractal
- Resultados
- Conclusiones

Resultados:

Distinción benigno – maligno: Curvas Espectrales

Parámetro

A lesión

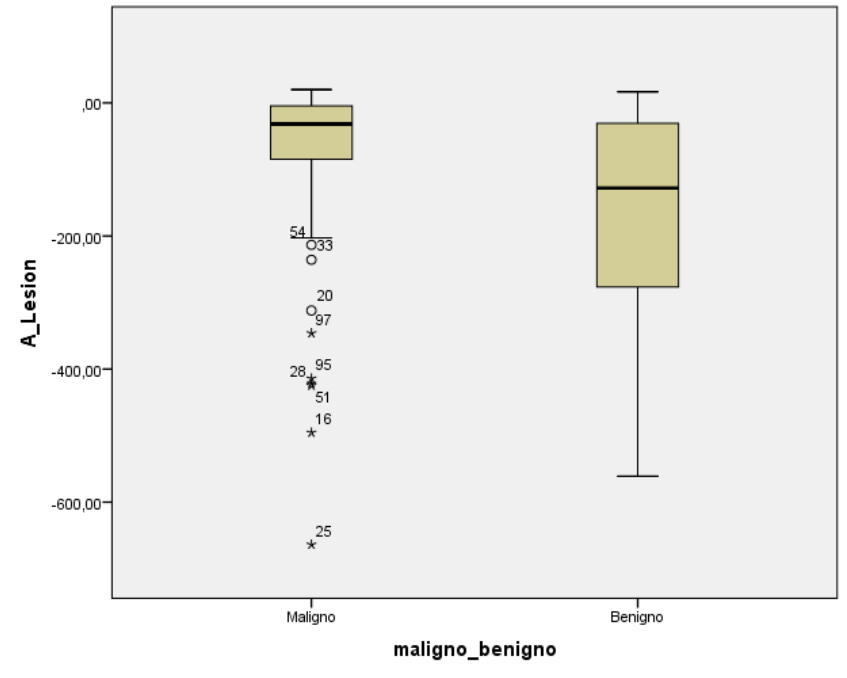


AUC = 0,68 ± 0,06

N.C. 95%: 0.561-0.798

Sensibilidad = 73%

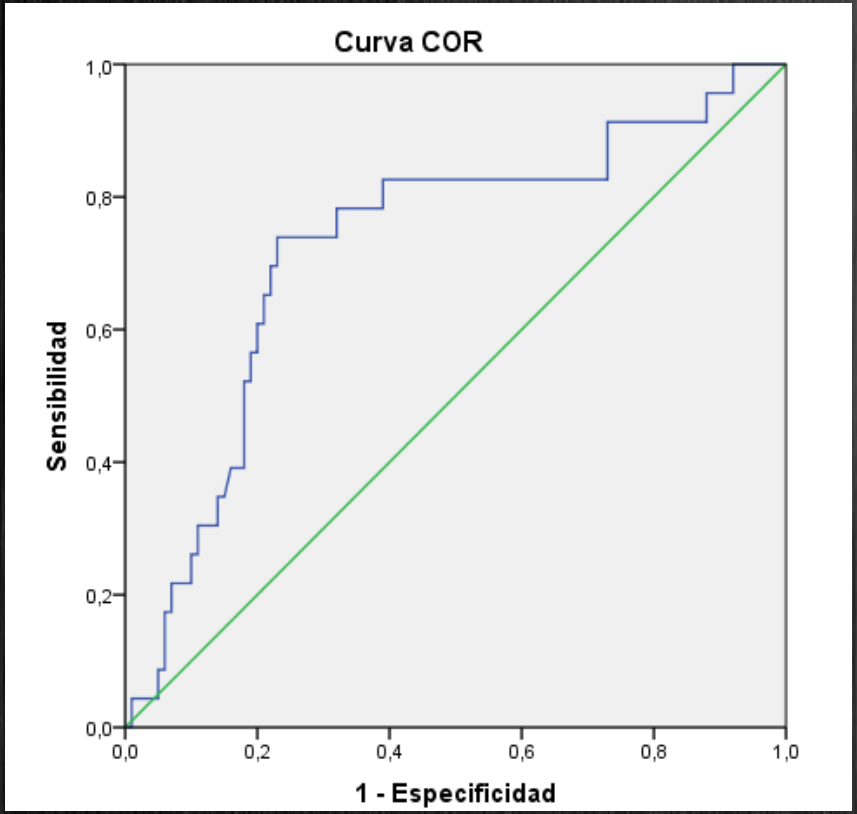
Especificidad = 61%



126 pacientes (103 malignos, 23 benignos)

Resultados

Distinción benigno – maligno: Zeff lesión – Zeff musculatura paravertebral



123 pacientes (100 malignos, 23 benignos)

AUC = 0.73 ± 0,06

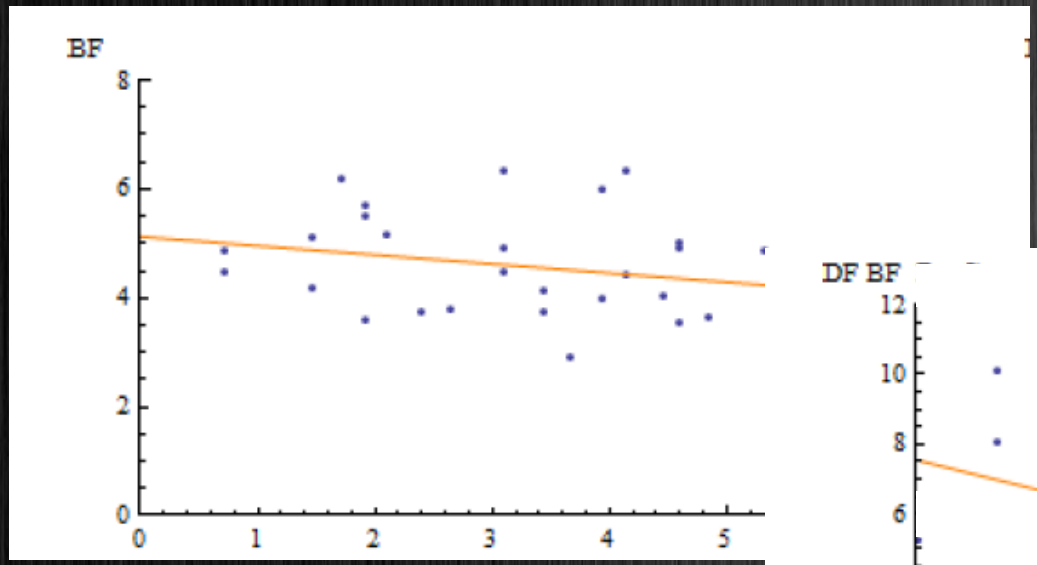
N.C. 95%: 0.605 – 0.846

Sensibilidad = 77%

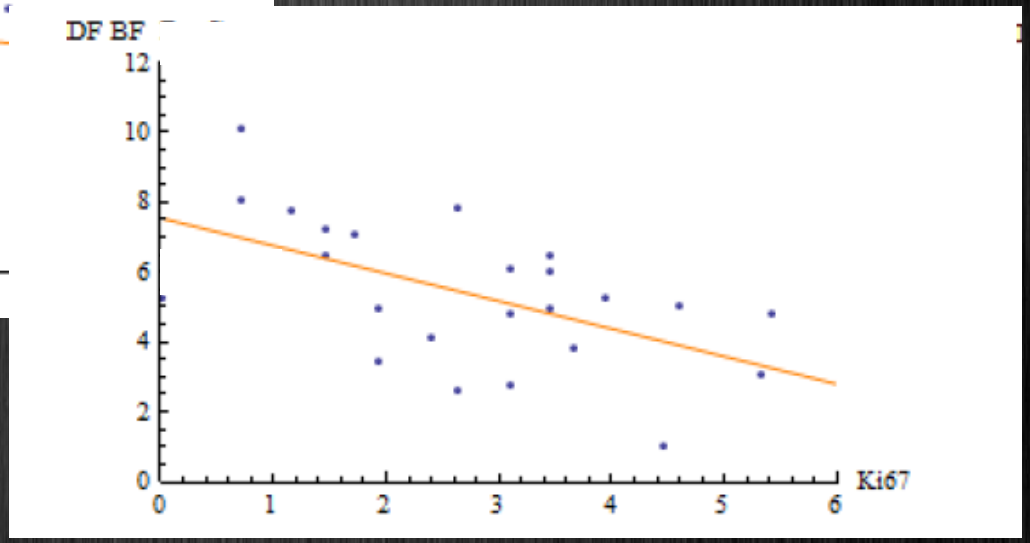
Especificidad = 78%

Resultados

Dimensión Fractal Lesión: Relación con Ki-67



Flujo de sangre (ml/100g de tejido por minuto): no existe relación con Ki-67 ($p > 0.05$)

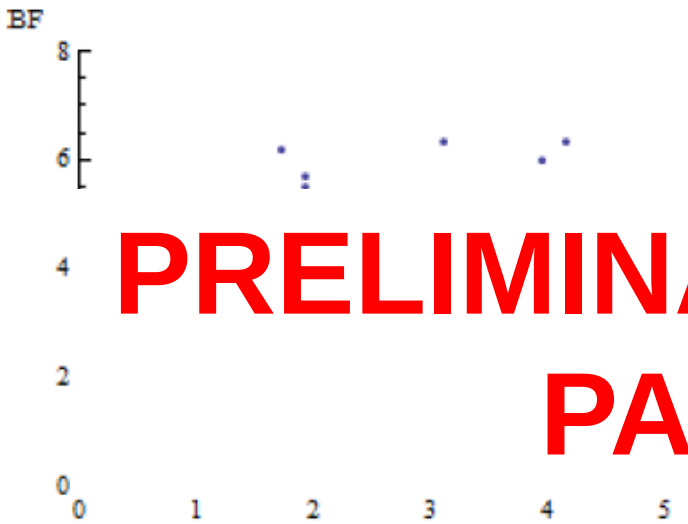


Dimensión Fractal del flujo de sangre SÍ existe relación con Ki-67 ($p < 0.05$)

LA HETEROGEIDAD DEL PATRÓN DE PERFUSIÓN MEDIDA POR LA DIMENSIÓN FRACTAL ESTÁ RELACIONADA CON BIOMARCADORES DE CÁNCER

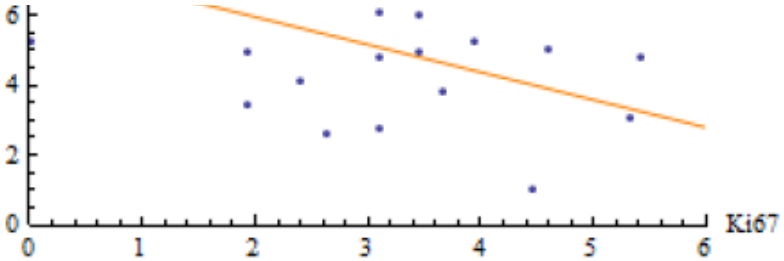
Resultados

Dimensión Fractal Lesión: Relación con Ki-67



Flujo de sangre (ml/100g de tejido por minuto): no existe relación con Ki-67 ($p > 0.05$)

PRELIMINAR: MUY POCOS PACIENTES



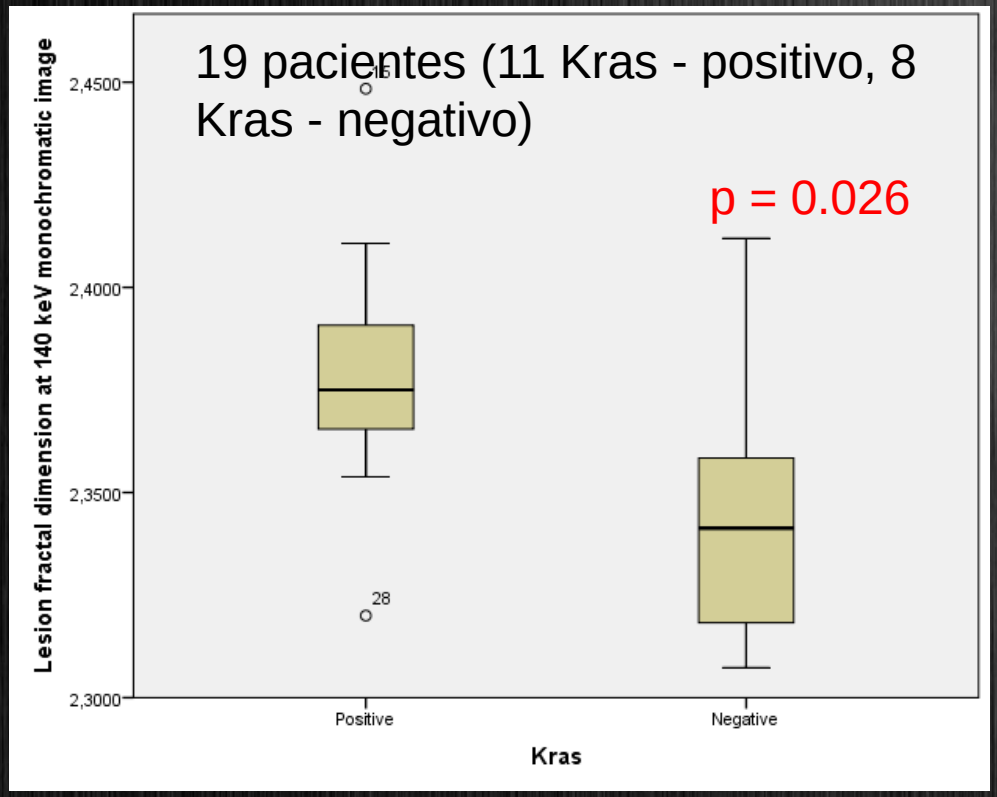
Dimensión Fractal del flujo de sangre SÍ existe relación con Ki-67 ($p < 0.05$)

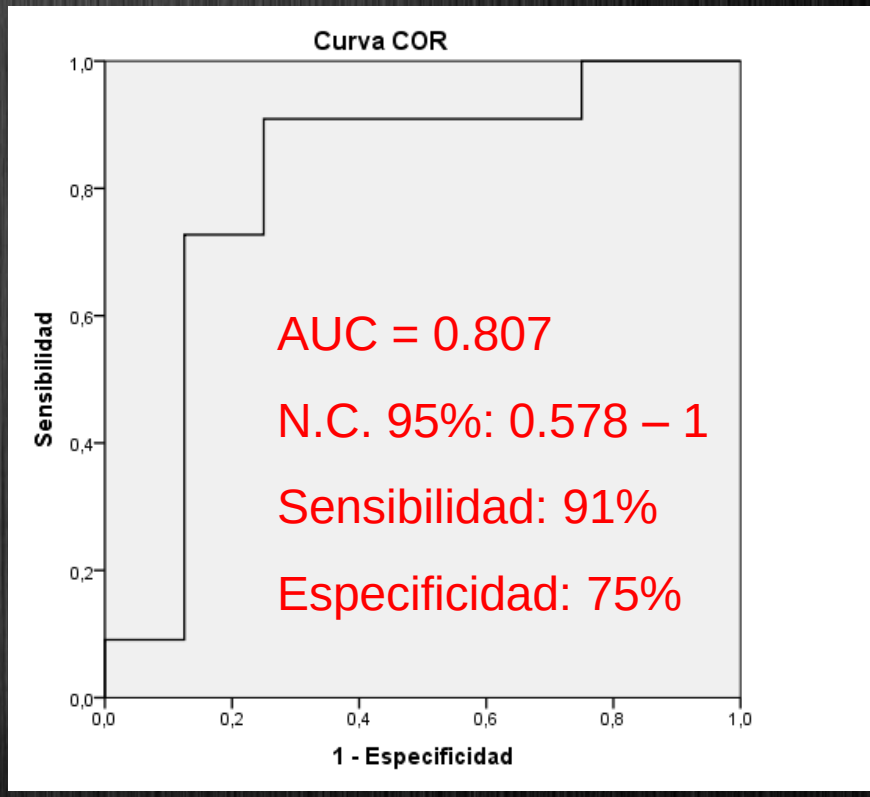
LA HETEROGEIDAD DEL PATRÓN DE PERFUSIÓN MEDIDA POR LA DIMENSIÓN FRACTAL ESTÁ RELACIONADA CON BIOMARCADORES DE CÁNCER

Resultados

Dimensión Fractal Lesión: Relación con KRAS positivo – negativo

Imágenes Reconstruidas Monocromáticas 140 keV

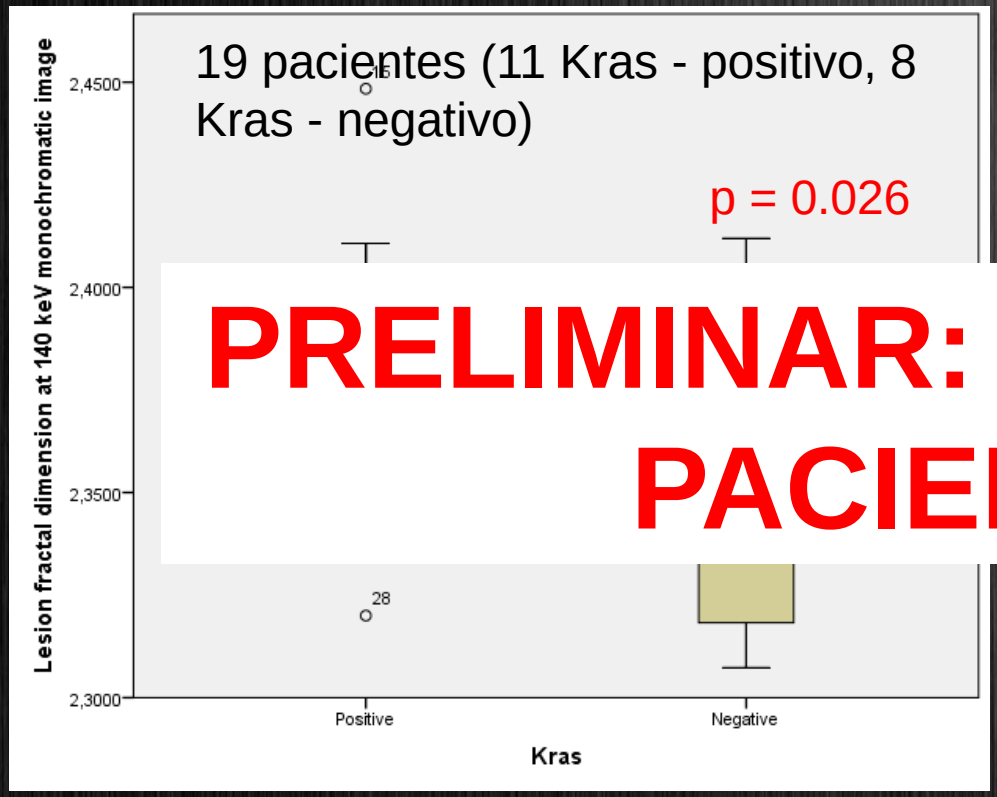


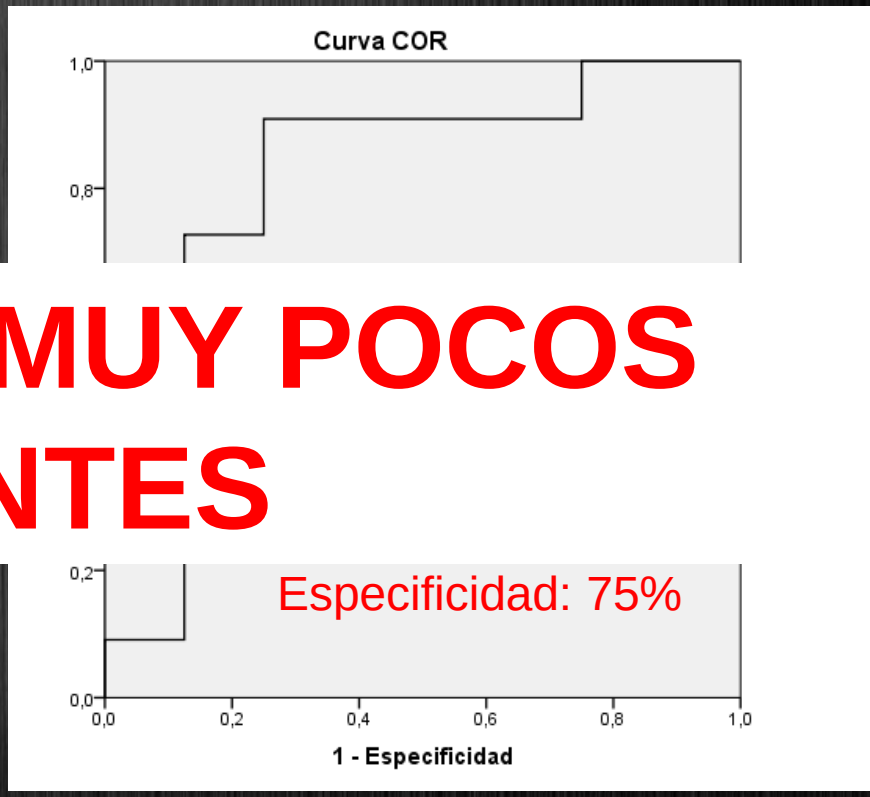


Resultados

Dimensión Fractal Lesión: Relación con KRAS positivo – negativo

Imágenes Reconstruidas Monocromáticas 140 keV



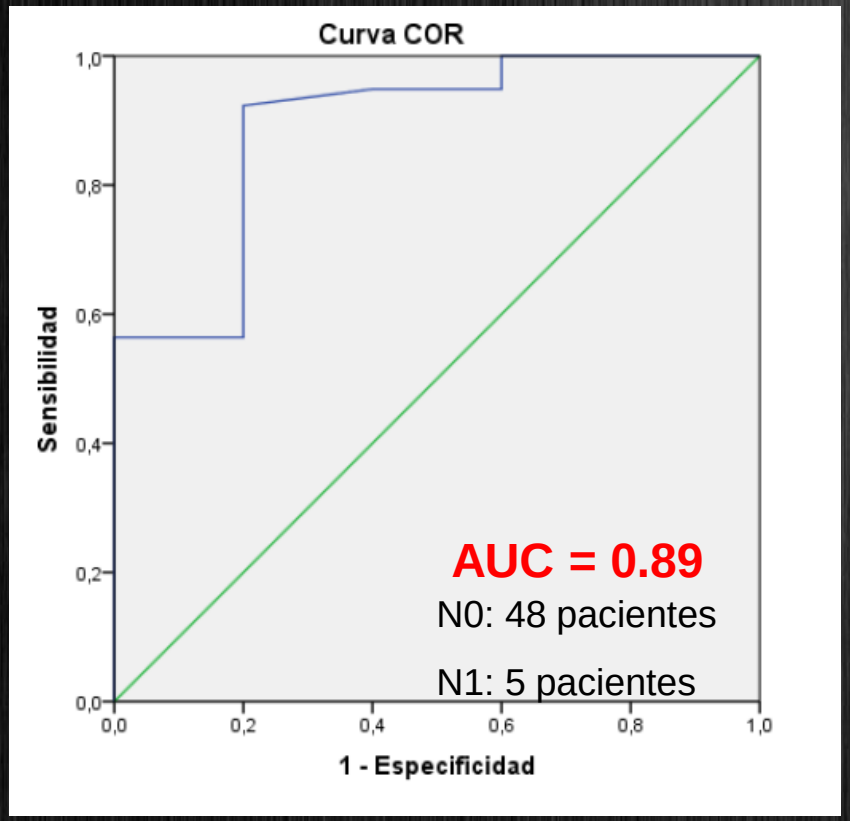


PRELIMINAR: MUY POCOS PACIENTES

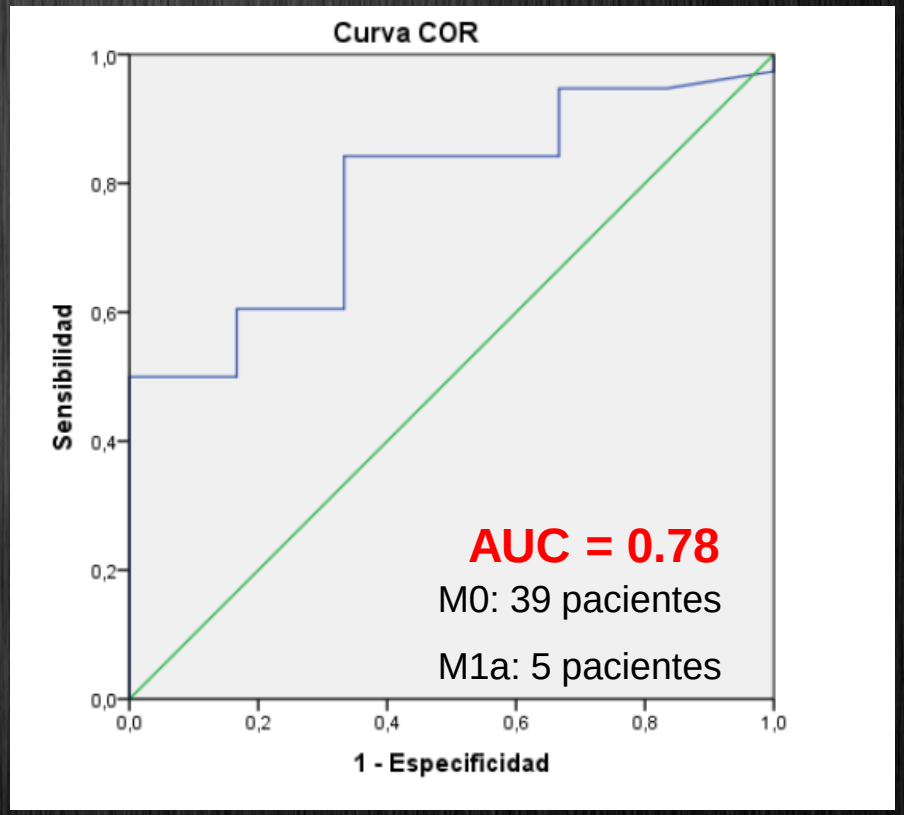
Resultados

Dimensión Fractal Perfusión: Diseminación linfática y Metastásica

N0 – N1 Dimensión Fractal
Lesión CT convencional



M0 – M1a Dimensión Fractal
Lesión Perfusión PS

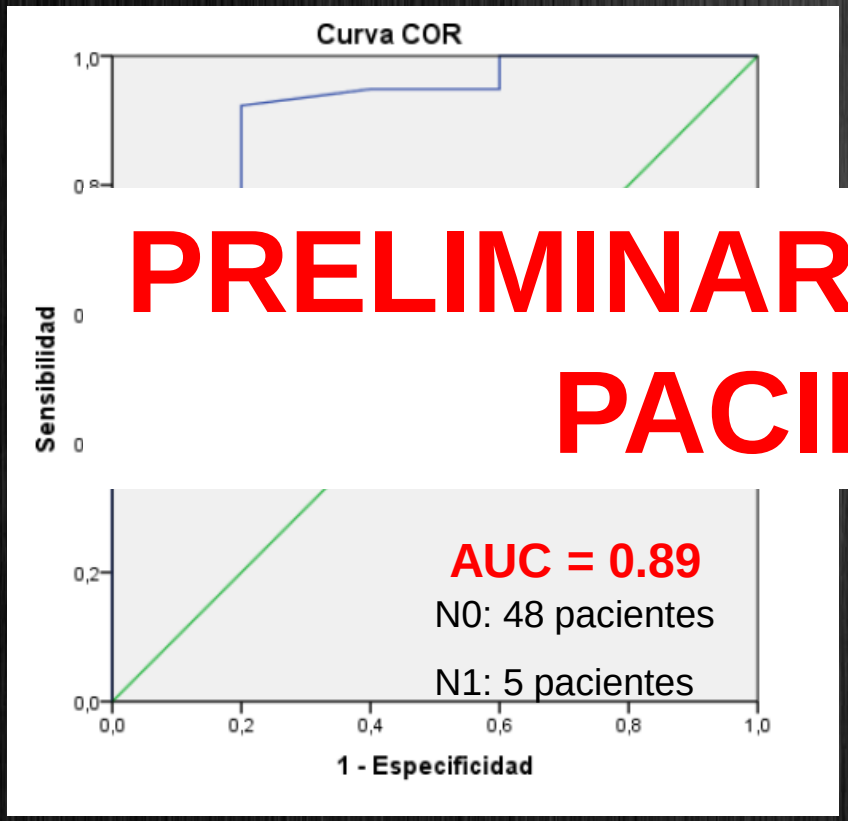


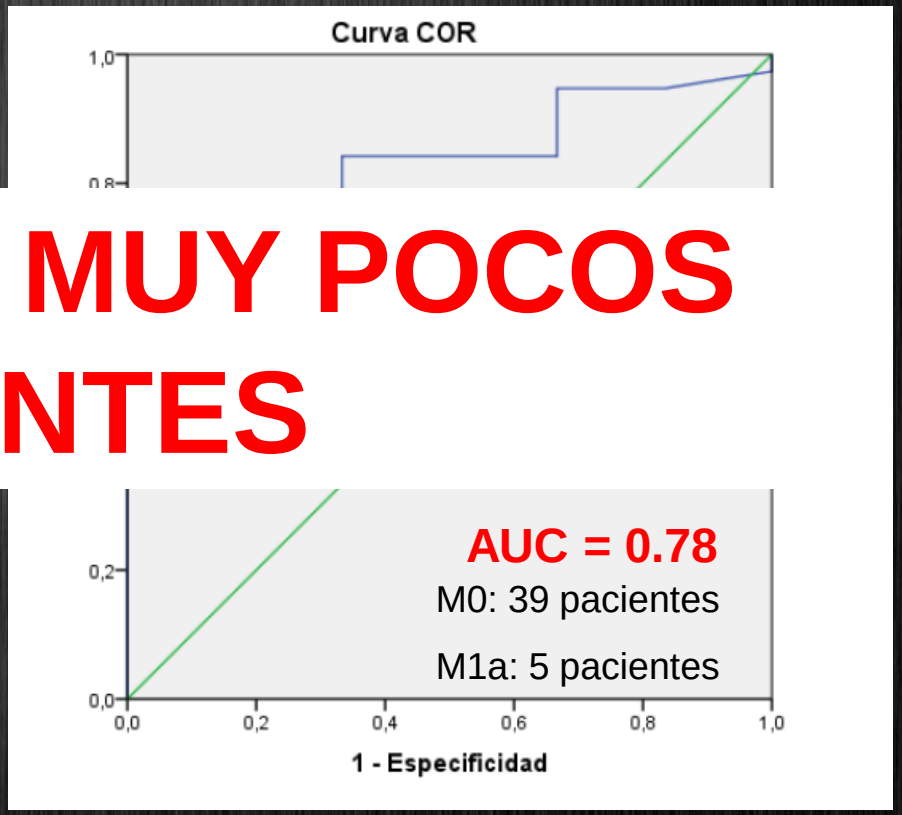
Resultados

Dimensión Fractal Perfusión: Diseminación linfática y Metastásica

N0 – N1 Dimensión Fractal
Lesión CT convencional

M0 – M1a Dimensión Fractal
Lesión Perfusión PS





PRELIMINAR: MUY POCOS PACIENTES

- Objetivos
- Introducción a la TC de Energía Dual
- Estudios de Perfusión: Dimensión Fractal
- Resultados
- Conclusiones

Conclusiones

La evaluación de imágenes reconstruidas con TCED (Zeff, curvas espectrales) permite distinguir con significación estadística entre masas tumorales y benignas.

La evaluación de la Dimensión Fractal (en patrones de perfusión o imagen convencional) nos permiten relacionarla con marcadores de cáncer de pulmón y con la con la extensión de la enfermedad (diseminación linfática o metastásica)