



Tema 7.

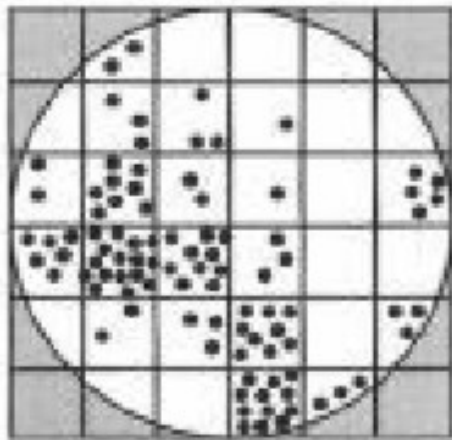
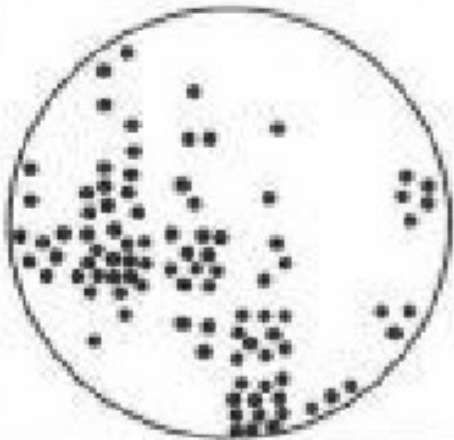
Imagen digital y equipos informáticos en medicina nuclear

7.1 DIGITALIZACIÓN:

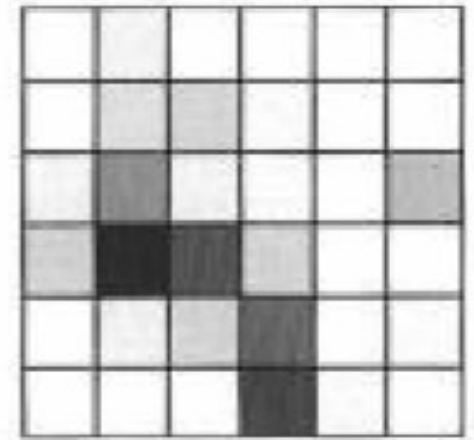
En las gammacámaras modernas, las señales procedentes de los tubos fotomultiplicadores son digitalizadas mediante una conversión analógico-digital (CAD).

Si la señal Z está entre el rango determinado por el filtro o ventana de detección, el evento se guardará con las coordenadas (x, y) correspondientes.

Sobre la imagen analógica se superpone una matriz que la divide en unidades elementales o píxeles. En función del número de eventos localizados en ese píxel se le asigna un número entero que cuantificará su valor en la escala de grises o de color elegida.



0	2	0	0	0	0
0	3	3	1	0	0
2	8	2	1	0	5
6	16	10	3	0	0
0	2	3	9	0	3
0	0	0	12	3	0

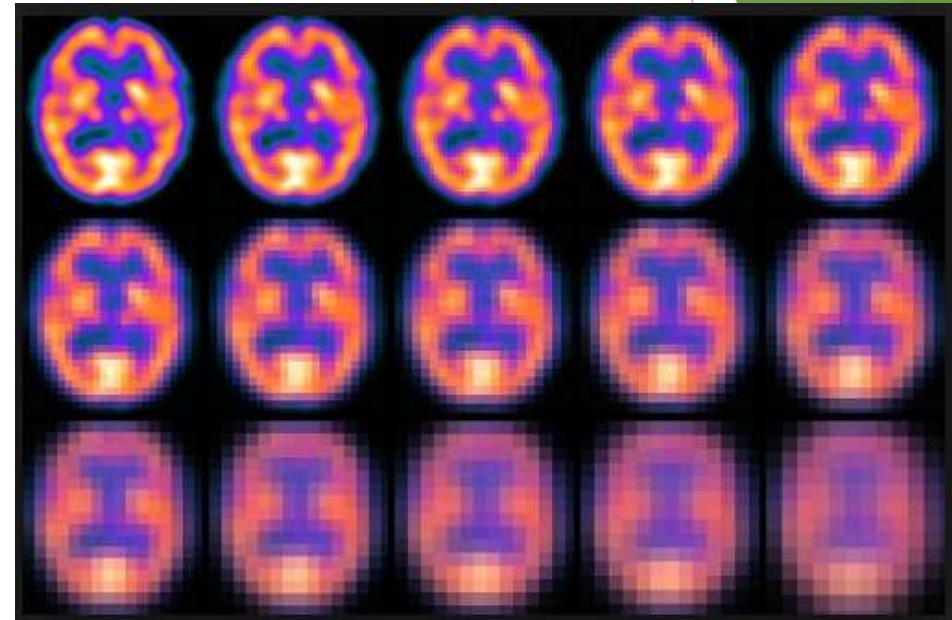
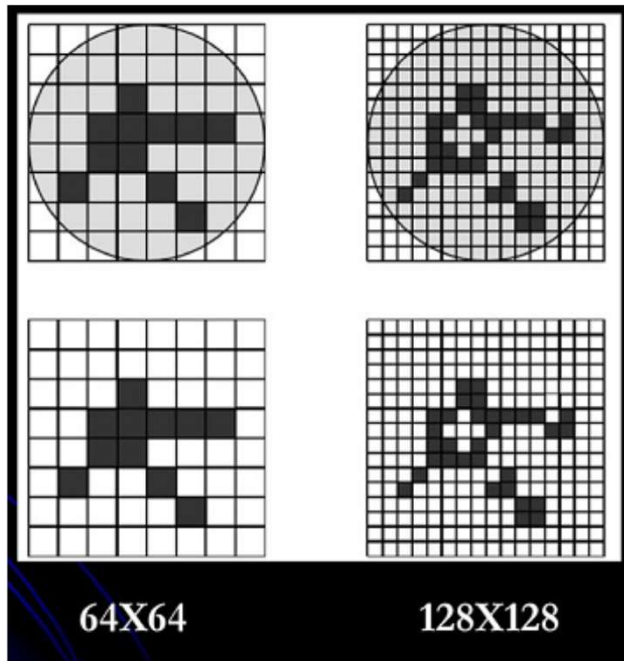


Una matriz digital más grande, con menor tamaño de píxel, aumenta la resolución.

A cambio el estudio requerirá más tiempo para completarse, ya que se detectarán menos cuentas por píxel. Se produce una pérdida de resolución de la imagen gammagráfica al aumentar el tamaño del píxel.

Ejemplos de matrices usadas en MN son:

- Para estudios dinámicos: 64x64.
- Para estudios estáticos planares: 128x128 y 256x256.
- Para rastreos: 256x1024 o 512x2048



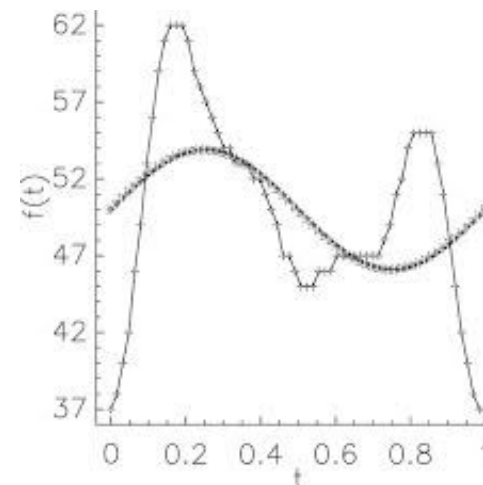
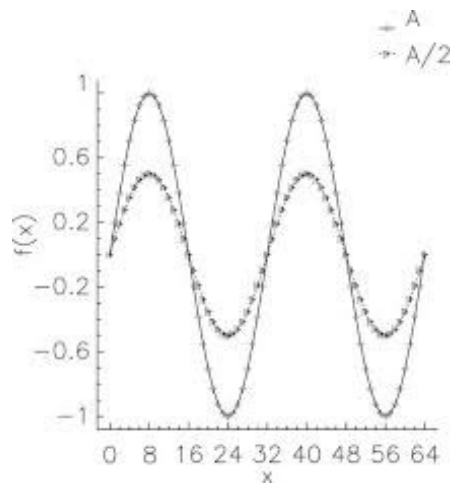
- ▶ Desde sus inicios, el software para procesamiento de imágenes se ha expandido incluyendo sofisticados algoritmos para:
 - resaltar características específicas de la imagen original,
 - manipular la presentación de la imagen,
 - corregir las distorsiones causadas por los equipos de adquisición.
 - realizar otros análisis matemáticos a fin de extraer información de utilidad diagnóstica.
- ▶ Esta variedad de operaciones es factible por el hecho de tener los datos de la imagen almacenados en forma numérica correspondientes a cada píxel (y su número de eventos correspondientes), lo que permite su manipulación matemática.



7.2 Métodos de procesamiento de la imagen (filtros de convolución).

Uno de los primeros intentos para mejorar la calidad de las imágenes radioisotópicas consistió en la utilización de filtros de suavizado con la finalidad de reducir el "ruido" de la imagen.

- ▶ Filtro de promedio no ponderado. Método que consiste en remover el ruido aplicando un filtro de suavizado, promediando las cuentas por pixel en la imagen. Da imágenes más homogéneas y borrosas.
- ▶ El algoritmo de promediado ponderado del píxel lleva a las cuentas del píxel central a aproximarse a las de sus vecinos, pero no tanto como en el caso del promedio no ponderado. La imagen obtenida se verá menos "borrosa".

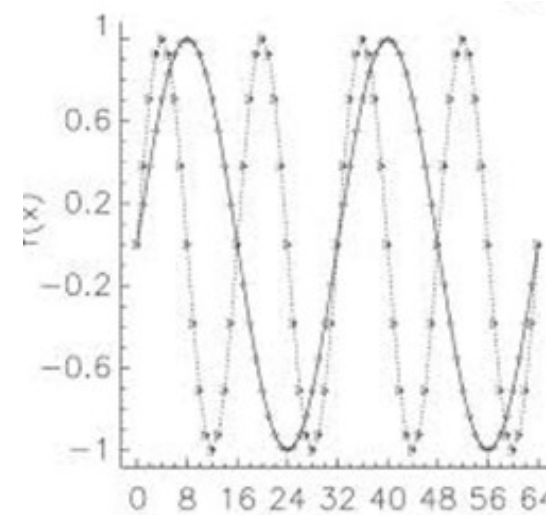


- ▶ El "suavizado mediano" es un tipo de filtro en el cual al pixel central se asigna el valor central (mediano) de los pixeles de la matriz. El filtro mediano es útil para eliminar la contribución de los pixeles que contienen valores extremos, y resulta en una imagen más homogénea pero con menos detalles.
- ▶ El "resalto de bordes" es la operación opuesta al suavizado de la imagen, pretendiendo acentuar el contraste. Al pixel central de la matriz se le asigna un valor positivo y a los pixeles circundantes valores negativos produciendo una nueva imagen que acentuará los bordes y los detalles de la imagen.



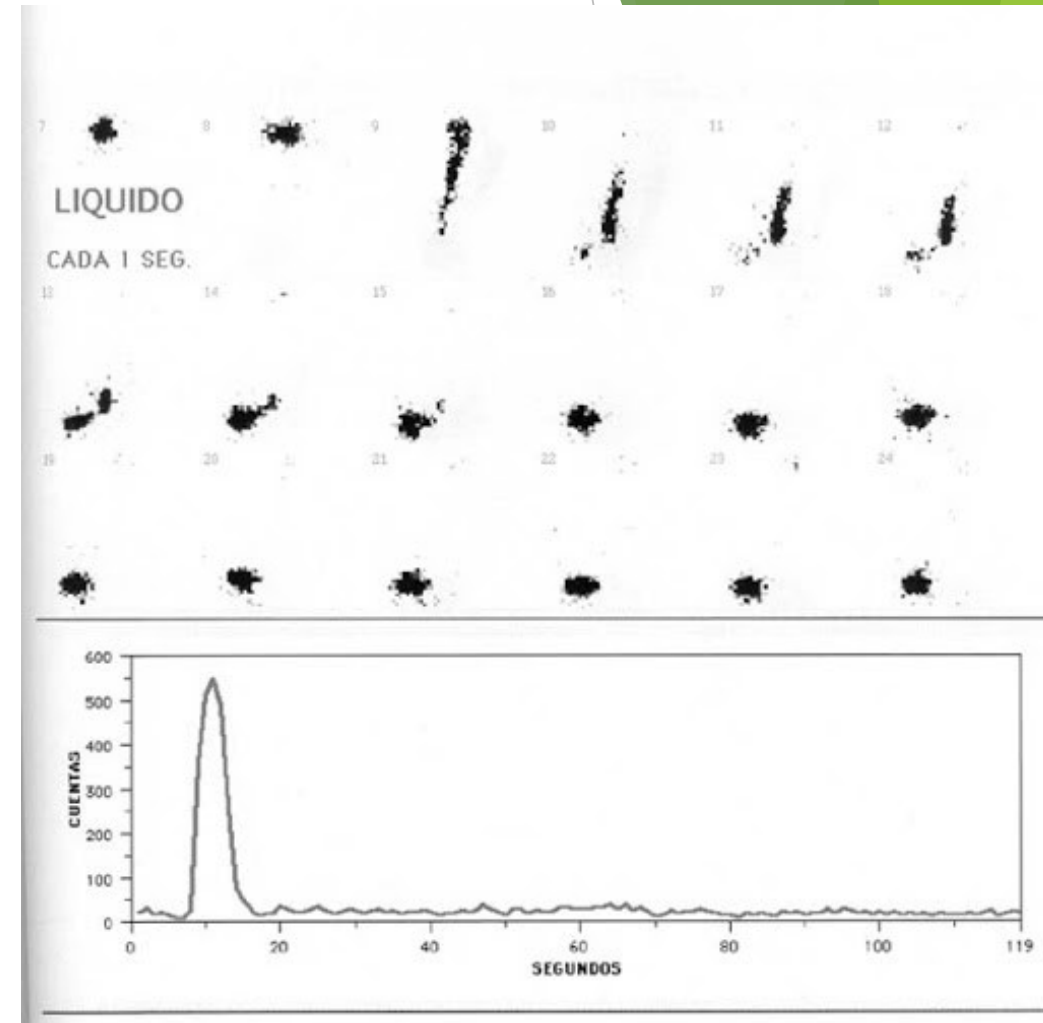
7.3 Métodos de Fourier para manipulación de imágenes.

- ▶ El resultado final de los filtros de Fourier es el mismo que un filtro de convolución. El filtro de Fourier manipula los datos en el dominio de las frecuencias y no en el del espacio. En realidad, el filtro de Fourier es una equivalencia matemática exacta de un filtro de convolución.
- ▶ Con los filtros de Fourier, los datos de la imagen figuran como una serie de ondas (seno-coseno) con una diferente frecuencia espacial, fase y amplitud. El suavizado de la imagen o bien el resalte de los bordes se logra al eliminar o suprimir los componentes de ondas de alta y baja frecuencia según se precise.
- ▶ El proceso de remover frecuencias indeseables en la imagen involucra tres pasos diferentes:
 - ▶ 1º transformar la imagen del dominio del espacio al de las frecuencias.
 - ▶ 2º atenuar selectivamente la amplitud de las frecuencias indeseables
 - ▶ 3º transformar la imagen modificada en el dominio de la frecuencia al dominio del espacio nuevamente.



7.4 ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LOS ESTUDIOS.

- ▶ Una ventaja de la MN frente a otras técnicas de imagen es la capacidad de evaluar cuantitativamente los datos fisiológicos obtenidos.
- ▶ El procedimiento de cuantificación de un estudio dinámico implica la construcción de una región de interés (ROI) en la imagen de un órgano.
- ▶ Se calcula el número de cuentas dentro de dicho ROI y se genera una curva de actividad/tiempo que permite observar las variaciones de cuentas en dichos órganos.



7.4 ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LOS ESTUDIOS.

► Creación de ROIs.

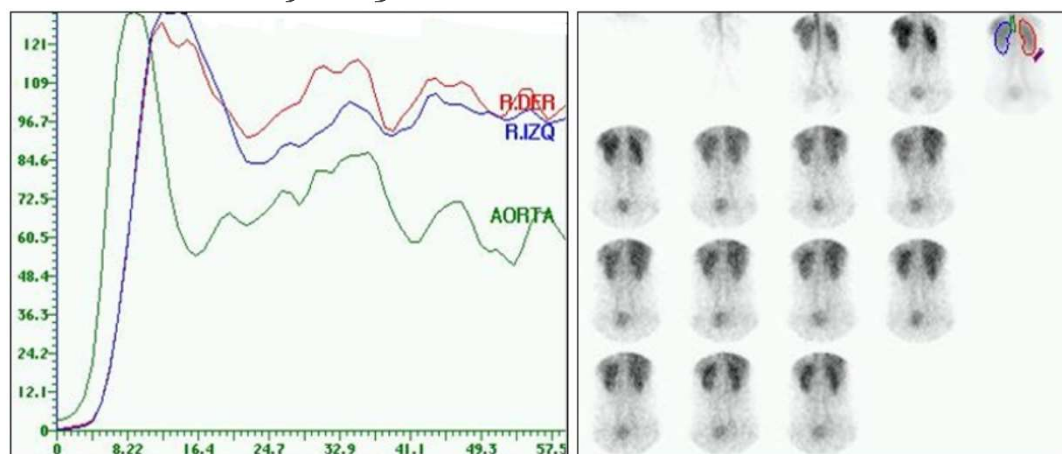
El ROI constituye el contorno de un órgano cuya función fisiológica se desea evaluar.

Generalmente se dibuja una ROI con ayuda de un ratón, llevando el cursor a diferentes posiciones de la pantalla, trazando una línea hasta completar el ROI.

El objetivo del ROI es aislar la actividad dentro del órgano para ser cuantificada por lo que su trazado debe ser un reflejo lo más aproximado posible a los contornos del órgano.

El operador puede utilizar un juicio subjetivo para crear el ROI deseado pero, como regla general, los bordes del órgano no están bien definidos y en ocasiones el juicio visual para definir el contorno del órgano puede resultar dificultoso.

La aplicación de filtros de Fourier o la sustracción de cuentas del fondo ayuda a incrementar el contraste y mejorar la definición.



7.4 ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LOS ESTUDIOS.

► Generación y procesamiento de curvas.

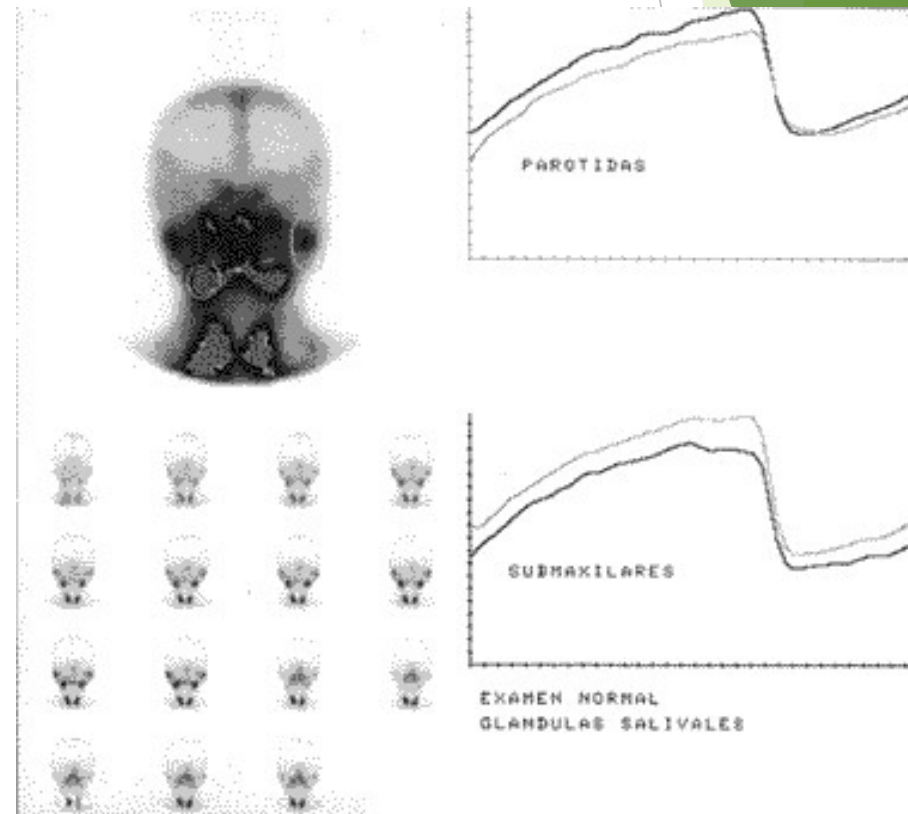
Para analizar cuantitativamente el flujo construimos una curva de actividad vs tiempo. Será ésta una gráfica del número de cuentas dentro del ROI en función del tiempo.

La curva resultante sirve para extraer uno o más índices numéricos a fin de poder valorar la función fisiológica del órgano.

A veces los análisis cuantitativos de las curvas pueden ser difíciles si se dan grandes fluctuaciones en los datos debidos a problemas en la definición del ROI, pobre estadística de conteo u otras variables.

Es el denominado “ruido”.

Un método para corregir el ruido es realizar una operación de suavizado de la curva.

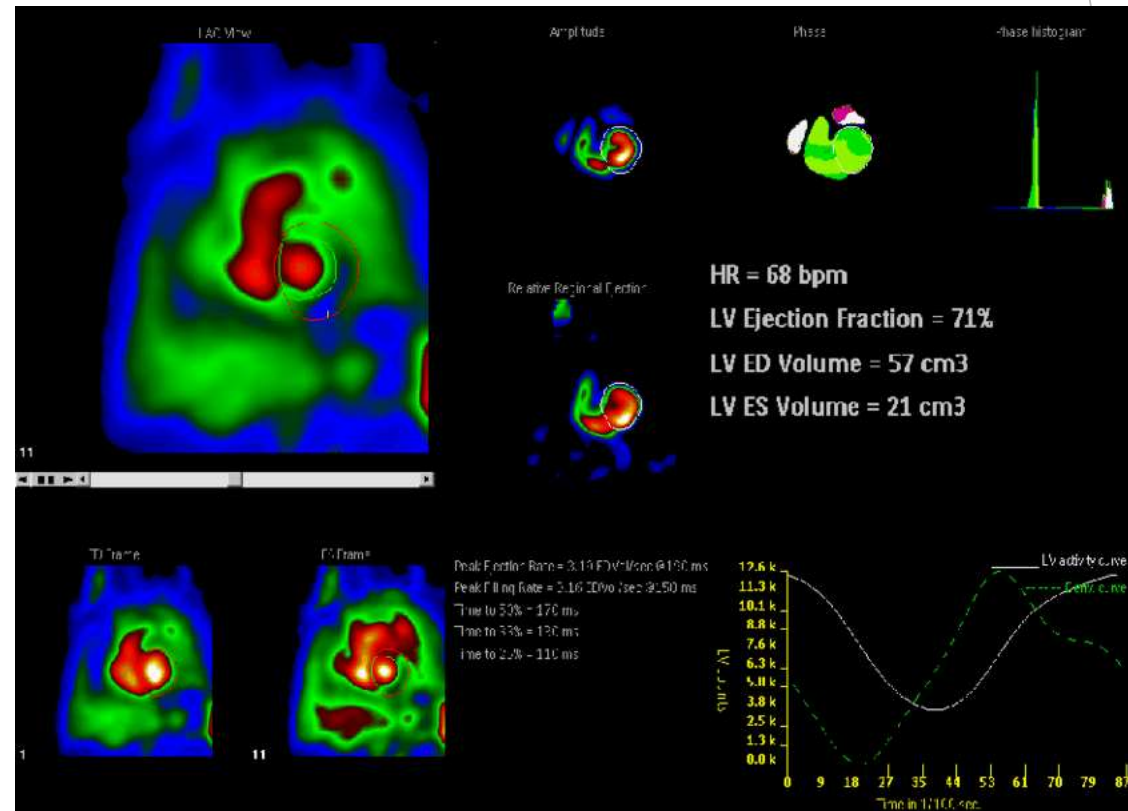


7.4 ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LOS ESTUDIOS.

► Procesamiento de imágenes de PCV multigated.

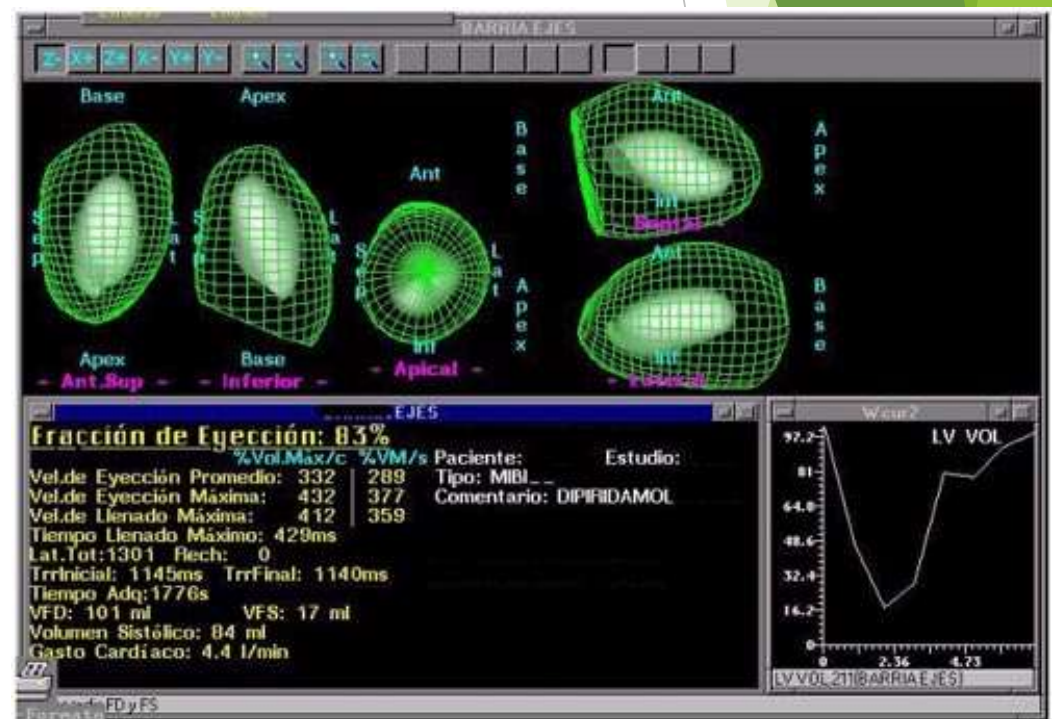
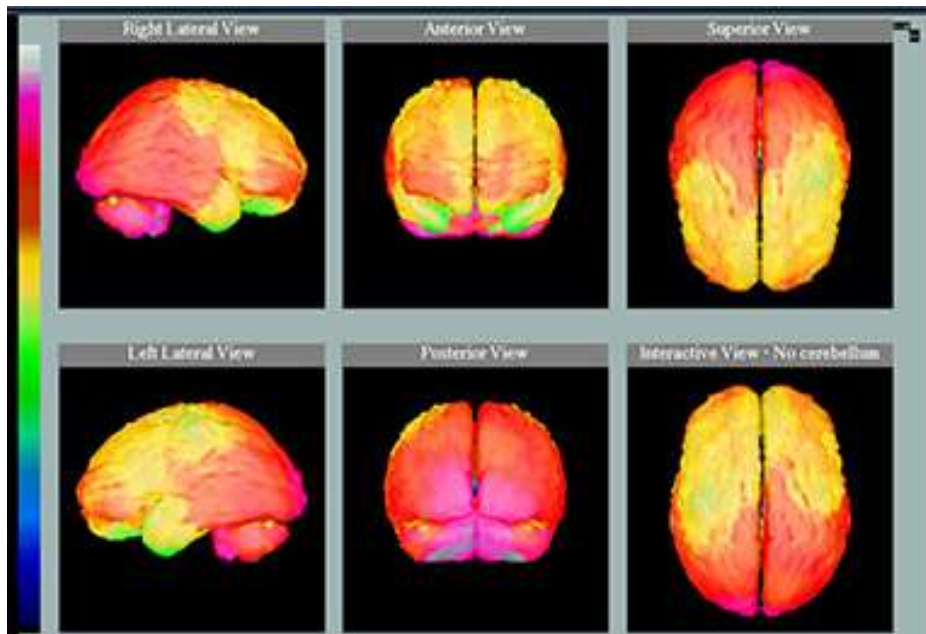
Los estudios de pool sanguíneo cardíaco multi-gatillado son frecuentemente usados en medicina nuclear para el cálculo de la FEVI y el análisis de la motilidad parietal ventricular.

En estos casos las imágenes, adquiridas en modo cine, deben suavizarse espacial y temporalmente.



7.5 RECONSTRUCCIÓN DE IMÁGENES TOMOGRÁFICAS.

- ▶ El objetivo es obtener información tridimensional a partir de una imagen bidimensional.
- ▶ Se emplean algoritmos de reconstrucción para generar estas imágenes tridimensionales, de las cuales se podrán obtener cortes tomográficos.
- ▶ Existen dos métodos de reconstrucción tomográfica: las técnicas de retroproyección y las iterativas.



7.5 RECONSTRUCCIÓN DE IMÁGENES TOMOGRÁFICAS.

- ▶ Técnicas de reconstrucción por retroproyección.
- ▶ *Retroproyección simple.* Se hace una traslación de los datos planares adquiridos a una matriz de reconstrucción perpendicular a la imagen planar. Habrá tantas matrices de reconstrucción como líneas en las matrices de adquisición. La suma de las matrices de reconstrucción darán lugar a un volumen. Cada unidad de esta matriz cúbica final se denomina “voxel”. Suelen dar imagen en estrella lo cual dificulta el diagnóstico.
- ▶ *Retroproyección filtrada.* La técnica más comúnmente utilizada. Es igual que la anterior pero además añadiendo un filtro para evitar el patrón en estrella

7.5 RECONSTRUCCIÓN DE IMÁGENES TOMOGRÁFICAS.

- ▶ Técnicas de reconstrucción iterativa.
- ▶ La técnica iterativa, también llamada algebraica, fue una de las primeras aplicadas para reconstruir imágenes tomográficas.
- ▶ Fue casi totalmente reemplazada por las técnicas de retroproyección ya que requería demasiado tiempo computacional, pero actualmente con la disponibilidad de equipos potentes está regresando dado que brinda mejor calidad de imagen y la cuantificación es más exacta.
- ▶ Ofrece un método de reconstrucción muy eficaz sabiendo que los datos son proyecciones simples de suma de rayos, y corrigiendo efectos como la atenuación, scatter y ruido estadístico que podrían crear artefactos.

7.6 FUSIÓN DE IMÁGENES.

- ▶ Es crucial contar con información anatómica y fisiológica así como estructural y funcional.
- ▶ En equipos híbridos de PET/CT y SPECT/CT, la fusión de imágenes de diferentes modalidades está cobrando gran interés para el diagnóstico médico no invasivo y para guiar en terapias.
- ▶ Existen numerosos algoritmos para el registro.



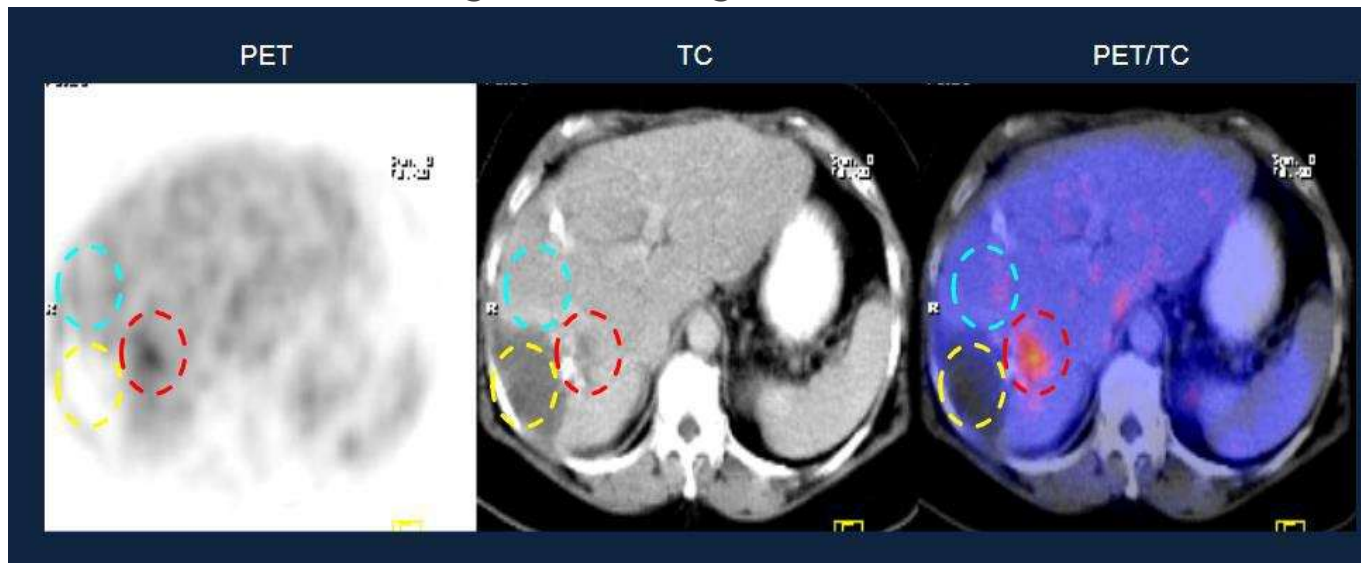
7.6 FUSIÓN DE IMÁGENES.

- ▶ A partir de dos juegos de imágenes en 3D, queremos transformar una imagen (conocida como flotante) alineándola con la segunda imagen (conocida como imagen de referencia).
- ▶ Esto se logra usando un algoritmo de optimización automático.
- ▶ En cuanto a su aplicación práctica, se distinguen 3 clases de registro de imágenes:

1º Intra-modalidad, intra-sujeto: comparación de estudios seriados de la misma modalidad,

2º Intra-modalidad, inter-sujeto: la alineación de estudios de múltiples pacientes es bastante común para el establecimiento de un rango normal.

3º Inter-modalidad, intra-sujeto: consiste en el registro de imágenes de un mismo paciente provenientes de distintas modalidades. El registro de imágenes PET o SPECT con CT o MRI caen en esta categoría.



7.6 FUSIÓN DE IMÁGENES.



7.6 FUSIÓN DE IMÁGENES.



7.6 FUSIÓN DE IMÁGENES.

