

# **CONCEPTOS BASICOS SOBRE EXAMENES EN IMAGENOLOGIA**

Autor:

**Dr. Guillermo Concha Sánchez**

Profesor de Imagenología

Facultad de Odontología

Universidad de los Andes

Correo: [gconcha@uandes.cl](mailto:gconcha@uandes.cl)

## **INTRODUCCION**

El descubrimiento de los rayos X, realizado por Roentgen en 1895, marca el nacimiento de la radiología, especialidad dedicada al diagnóstico por imágenes. Muchos avances tecnológicos han contribuido a generar distintos tipos de estudios, algunos de los cuáles incluso no utilizan rayos X.

Para interpretar apropiadamente los exámenes imagenológicos es indispensable dominar la anatomía normal. Esto permite ubicarse en la zona estudiada, diferenciar las estructuras anatómicas de las lesiones patológicas y evaluar la extensión del daño.

En esta revisión abarcaremos brevemente los exámenes más importantes que se indican en la actualidad; radiografías, tomografía computada, resonancia magnética, ecotomografía y exámenes de medicina nuclear.

Estos exámenes poseen diferente rendimiento en función de lo que se quiere estudiar y de la hipótesis diagnóstica. No obstante, en muchas situaciones clínicas su indicación no es excluyente, sino que más bien actúan como métodos de estudio complementarios.

### **1. RADIOGRAFÍAS**

El radiodiagnóstico se basa en la obtención de imágenes de las estructuras orgánicas al ser atravesadas por los rayos X. El haz de rayos sufre una mayor o menor atenuación en función de la dificultad con que atraviesa las diferentes estructuras que componen la zona examinada. Entonces, una radiografía es la representación gráfica bidimensional de las variaciones de intensidad o atenuación que sufre el haz de rayos X después de atravesar un conjunto de estructuras formadas por diferentes densidades o espesores. El mayor rendimiento de este examen se obtiene al estudiar tejidos de mayor mineralización, como el tejido óseo o los dientes.

La información se hace visible en una película radiográfica que debe ser procesada con químicos en un cuarto oscuro, o bien por medio de un sensor digital que permitirá la presentación de la imagen en el monitor del computador.

Las distintas las estructuras son representadas en escala de grises. Aquellas estructuras que poseen mayor densidad (radiopacas), por ejemplo los huesos, aparecen en la imagen con color blanco, mientras que aquellas de menor densidad (radiolúcidas), como los tejidos blandos, son reproducidas con color negro.

Existen distintos tipos de proyecciones radiográficas. Se pueden agrupar de acuerdo a la dirección espacial con que el haz de rayos X incide sobre el paciente o la zona a examinar. Entonces tenemos técnicas radiográficas: anteroposteriores o posteroanteriores, laterales, axiales y oblicuas.

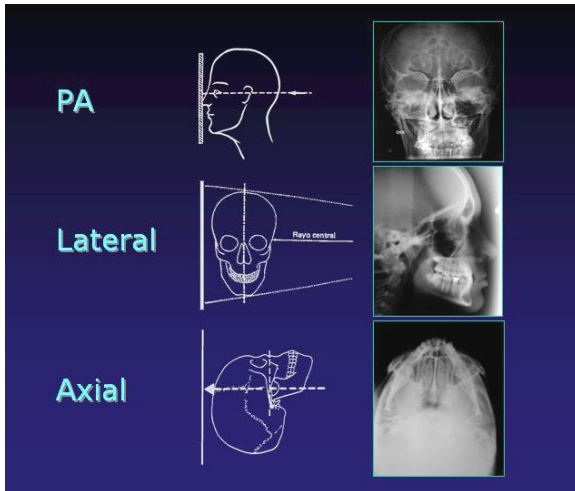


Figura 1. Representación de técnicas craneales; posteroanterior (o frontal), lateral y axial



Figura 2. Radiografía posteroanterior de cara.



Figura 3. Radiografía posteroanterior de tórax.



Figura 4. Radiografía lateral de tórax.



Figura 5. Radiografía posteroanterior de mano.



Figura 6. Radiografía anteroposterior de pelvis. Se aprecia fractura del fémur derecho.

En términos generales se utilizan las radiografías para el estudio del esqueleto, articulaciones, cráneo, columna vertebral y dientes. También para las cavidades contenidas dentro de paredes óseas, como las cavidades paranasales, y para tórax (costillas, pulmones, corazón, aorta). La mamografía es una técnica radiográfica específica para obtener información sobre los mínimos cambios que pueden producirse en los tejidos que constituyen la mama.

## **Técnicas Radiográficas Especiales**

### **Radiografías con Contraste**

Permiten la visualización de partes del cuerpo que no presentan diferencias de absorción con las estructuras vecinas y que por lo tanto no se aprecian en una radiografía simple. El reconocimiento radiológico de estas zonas orgánicas es posible mediante la introducción de un medio de contraste radiopaco en el interior o alrededor de ellas. Esta sustancia debe ser inocua para el organismo y eliminada una vez finalizado el estudio. Determina mayor absorción de los rayos X que las partes blandas en condiciones normales, entonces las estructuras que rellena aparecen radiopacas en la imagen.



Figura 7. Radiografía anteroposterior contrastada del tracto gastrointestinal.

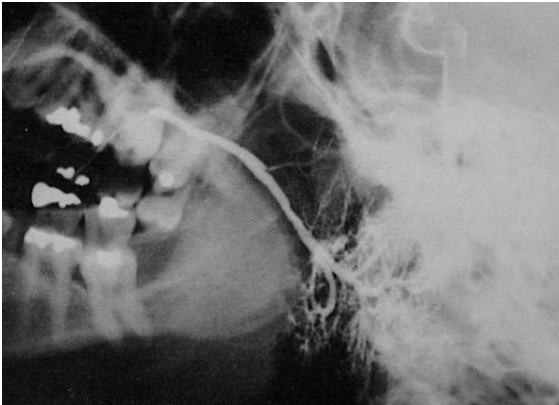


Figura 8. Radiografía lateral contrastada de la glándula parótida (sialografía de parótida).



Figura 9. Urografía intravenosa.

### **Angiografía Digital**

Se basa en la sustracción o resta de determinados componentes de la imagen que dificultan la visualización de estructuras de interés. Se obtienen imágenes previas de zonas anatómicas donde se encuentra parte del sistema vascular e imágenes con un medio de contraste que permite visualizar los vasos. Posteriormente, las estructuras circundantes son eliminadas (sustracción) mediante procesamiento digital dejando únicamente el registro del sistema vascular.

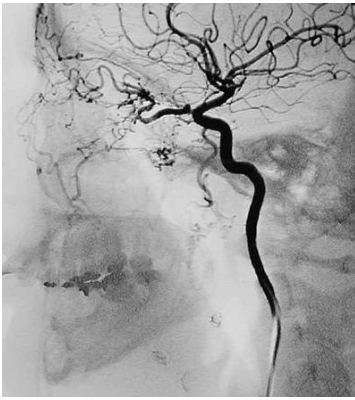


Figura 10. Angiografía digital lateral de arteria carótida interna izquierda.

### Tomografía Convencional

La tomografía convencional es una técnica que proporciona la imagen de las estructuras contenidas en un plano determinado de una región corporal examinada. Esto se logra mediante el movimiento coordinado del tubo de rayos X y del receptor de la imagen, en direcciones opuestas. Entonces se obtendrá una imagen nítida de las estructuras de interés, mientras que las situadas en otros planos aparecerán borrosas y distorsionadas, de manera de no interferir en el diagnóstico. En medicina esta técnica ha sido desplazada por la introducción de la tomografía computada, no así en odontología, donde se utiliza la *radiografía panorámica*: una excelente tomografía diseñada para registrar las arcadas dentarias y sus estructuras de sostén.



Figura 11. Radiografía panorámica.

## 2. TOMOGRAFÍA COMPUTADA (TC)

Es una técnica que permite la visualización de cortes del organismo a partir de múltiples determinaciones de absorción de rayos X. Se realiza la adquisición de la información mediante un barrido con un haz de rayos X perpendicular al eje longitudinal del cuerpo, aunque posteriormente se pueden reconstruir imágenes en cualquier sentido del espacio. Los cortes de TC se presentan como imágenes en los planos axial, coronal, sagital, oblicuos y reconstrucciones 3D.

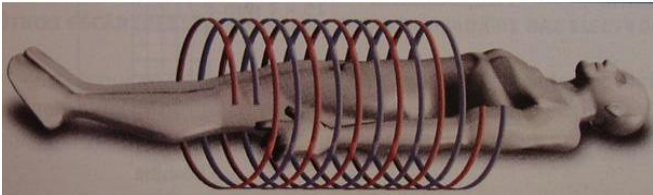


Figura 12. Representación de la dirección de adquisición mediante TC, obtenida por el giro del tubo de rayos X alrededor del eje longitudinal del paciente.

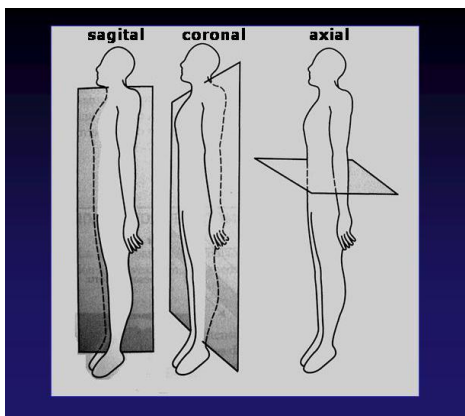


Figura 13. Esquema de los planos de corte en tomografía computada.

Las imágenes en TC son presentadas en escala de grises, que al igual que en las radiografías representan valores de densidad o atenuación de las estructuras corporales respecto del paso del haz de rayos X. La gama de grises se puede manipular para obtener imágenes con mayor rendimiento diagnóstico para distintas estructuras, esto permite generar imágenes con ventana ósea, ventana de tejidos blandos, ventana de cerebro, ventana de pulmón, etc. En ocasiones es apropiado inyectar un medio de contraste por vía intravenosa para ver el realce de las estructuras en estudio cuando llega la sangre con el contraste yodado hidrosoluble. Esto permite identificar vasos sanguíneos y también delimitar masas o tumores.

Las aplicaciones de la TC son muy amplias; destacan los estudios de cerebro, columna, cuello, maxilofacial, mediastino, abdomen (en especial hígado y páncreas), riñón, pelvis y otros. También han alcanzado gran importancia los estudios de angiografía por TC.



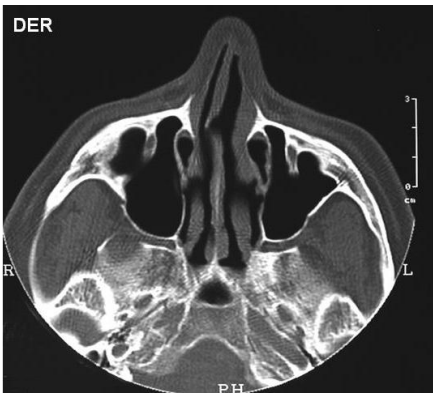


Figura 14. Corte axial a nivel de senos maxilares, con ventana ósea.

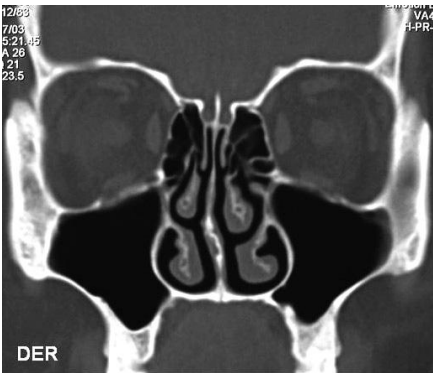


Figura 15. Corte coronal a nivel de senos maxilares, cavidad nasal y celdillas etmoidales, con ventana ósea.



Figura 16. Reconstrucción 3D de tercios medio y superior de la cara.



Figura 17. Corte axial con ventana de cerebro.

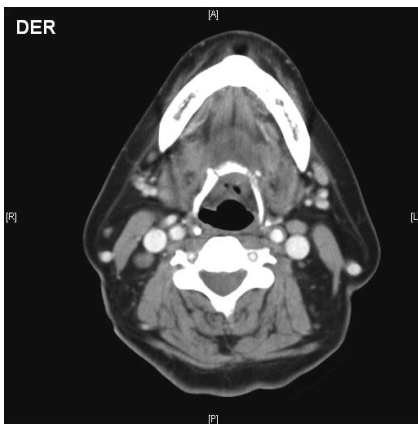


Figura 18. Corte axial contrastado en cuello, a nivel de hueso hioides y mandíbula, con ventana de tejidos blandos.

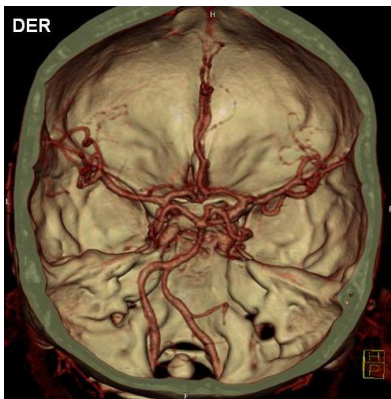


Figura 19. Angiografía intracraneal mediante TC. Aquí se realizó sustracción de estructuras que rodean los vasos.

### 3. RESONANCIA MAGNETICA (RM)

Uno de los avances tecnológicos más importantes alcanzados en el campo de la imagenología ha sido la obtención de imágenes basadas en el fenómeno de resonancia magnética, sin necesidad de rayos X, sino que empleando campos magnéticos. La RM, que ha sido llamada la “radiografía de las partes blandas”, se basa en la interacción con la materia de campos magnéticos y ondas de radiofrecuencia, resultando una señal de relajación emitida por los tejidos (específicamente por los protones de hidrógeno) a partir de la cual se generan imágenes volumétricas. Estas imágenes son presentadas en cortes semejantes a los de TC.

El elemento base de las técnicas de diagnóstico por imagen de RM es el hidrógeno, porque es el más abundante en el organismo, al constituir entre el 60 a 90% de la estructura de los tejidos y es el núcleo más fácil de tratar técnicamente con campos magnéticos.

Existen distintos tipos de secuencias de RM, todas presentadas en escala de grises, que permiten diferenciar con buen contraste las alteraciones de las partes blandas. Utilizando las posibilidades que ofrecen imágenes potenciadas en densidad protónica, T1 o T2 pueden conseguirse excelentes diagnósticos.

El mayor rendimiento de la RM se obtiene en exámenes de tejidos blandos: sistema nervioso central, orbita, sistema músculo-esquelético (especialmente articulaciones, donde pueden verse ligamentos y disco articular), tórax, abdomen y estudios de flujo vascular. Aquellas sustancias que aparecen más blancas en la imagen se denominan de alta señal o hiperintensas, por el contrario las que aparecen con tendencia al negro son hipointensas o de baja señal. El color con que se presentan los tejidos varía de acuerdo a la secuencia utilizada, por ejemplo, en términos generales podemos decir que la grasa brilla (color blanco) en T1 y el agua brilla en T2.

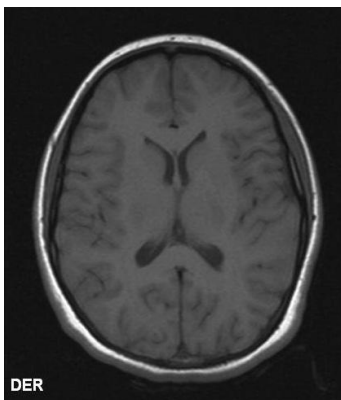


Figura 20. Corte axial de cerebro, potenciado en T1.

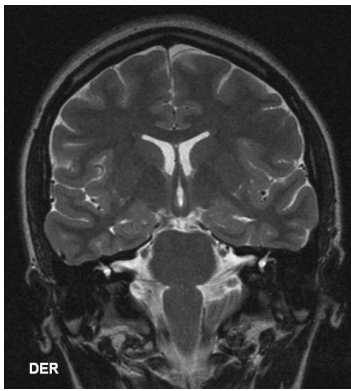


Figura 21. Corte coronal de cerebro, potenciado en T2.

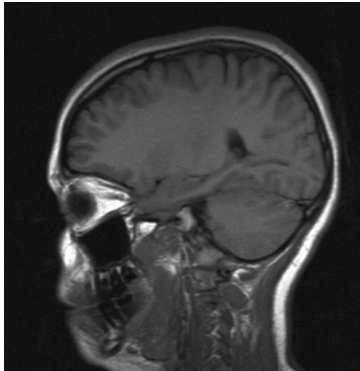


Figura 22. Corte sagital de cerebro, potenciado en T1.



Figura 23. Corte sagital de rodilla, potenciado en densidad protónica.



Figura 24. RM de articulación temporomandibular. Son dos cortes sagitales oblicuos en secuencia de densidad protónica a boca abierta y boca cerrada respectivamente.

En RM se emplean una sustancia paramagnética que es el gadolínico, como medio de contraste intravenoso. El efecto es un cambio en la intensidad de la señal que mejora el contraste de los tejidos en las secuencias de T1. Su utilización mejora la capacidad para detectar lesiones y la precisión diagnóstica para su estudio.

Es posible obtener imágenes de los vasos sanguíneos mediante RM (angiografía por RM) como zonas de ausencia de señal (en negro) sin necesidad de utilizar medios de contraste. Otra posibilidad es representar un vaso cuando hay “aumento de señal” (en blanco).

El campo magnético ejerce una fuerza de atracción sobre objetos ferromagnéticos que justifica las prohibiciones que se indican en la puerta de acceso a la sala donde se encuentra la unidad. Los objetos metálicos en las proximidades del imán pueden convertirse en proyectiles y la información almacenada en soportes magnéticos puede ser borrada. Los pacientes portadores de marcapasos cardíacos y aquellos que posean determinados implantes metálicos que puedan moverse durante el procedimiento no deben ser examinados mediante RM. Sin embargo, las válvulas cardíacas y los materiales odontológicos no suelen ser ferromagnéticos, entonces el campo magnético no tiene efecto sobre ellos. Por último, existen algunos pacientes que sufren de claustrofobia dentro del aparato de RM, lo que puede determinar la imposibilidad de realizarles el examen.



Figura 25. Advertencia ubicada en la puerta de acceso de la unidad de RM.

## 4. ECOTOMOGRAFÍA o ULTRASONIDO

La aplicación de los ultrasonidos en el diagnóstico se basa en la detección y representación de la energía acústica reflejada en las distintas interfases corporales. *Interfase* se refiere a la superficie de separación de dos medios de impedancia acústica distinta.

La ecotomografía es la técnica que permite la visualización de imágenes tomográficas (cortes) del organismo mediante la utilización de ultrasonidos. El término ultrasonido describe la zona de frecuencias por encima del nivel de sonido audible, es decir superior a 20.000 Hz.

La ecotomografía tiene limitada utilidad en el estudio de zonas corporales que tengan relación con el hueso y el aire (ej: pulmón). Pero sí puede ocuparse para estudiar los tejidos blandos, siendo un gran aporte en obstetricia y ginecología, digestivo, cardiología, urología, cirugía vascular, etc. Respecto de cabeza y cuello se puede indicar para estudio de cuello, tiroides y glándulas salivales.

Las imágenes se obtienen en tiempo real y se presentan en escala de grises. También se obtienen reconstrucciones 3D / 4D (estas últimas son imágenes tridimensionales en tiempo real). Durante la adquisición del examen se realizan múltiples cortes en distintas proyecciones para asegurar una adecuada visualización de toda la zona. Los tejidos son representados como zonas hiperecogénicas (tendencia al blanco), hipocogénica (tendencia al negro) o anecogénica (negro por ausencia de señal).

El modo doppler color permite explorar vasos sanguíneos para obtener información relativa a la dirección y velocidad media del flujo dentro de ellos.



Figura 26. Corte longitudinal de feto a la semana 13.

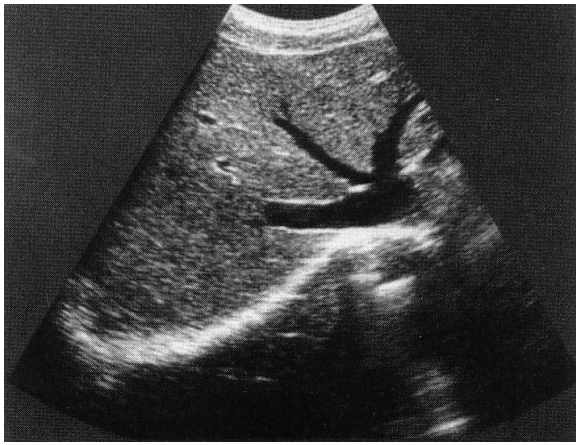


Figura 27. Corte axial de hígado.

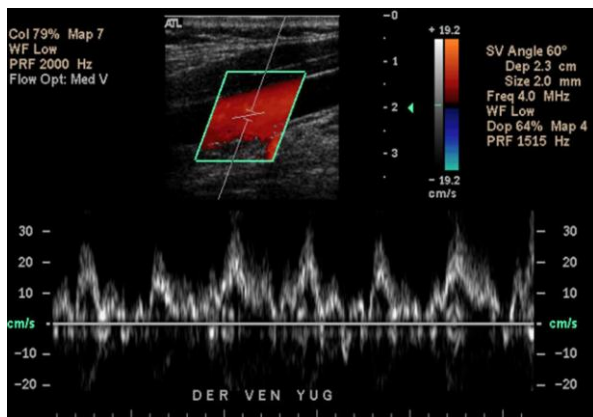


Figura 28. Doppler color en proyección longitudinal de la vena yugular interna.

## 5. IMÁGENES EN MEDICINA NUCLEAR

La medicina nuclear es una especialidad médica que utiliza isótopos radiactivos no encapsulados en las vertientes diagnóstica, terapéutica, preventiva y de investigación médica. El diagnóstico por imagen se basa en el análisis de la morfología y función de los órganos estudiados gracias a la detección de la radiación gamma emitida por un radiofármaco previamente administrado al paciente y que es captada desde el exterior mediante un sistema de detección (la mayoría son detectores de centelleo). Esta señal es transformada y amplificada para ser presentada en un computador.

Los estudios que se pueden realizar son: cintigrafía o gammagrafía, tomografía computada por emisión de fotón único (SPECT) y tomografía por emisión de positrones (PET).

Los estudios de cintigrafía, que son bidimensionales, más habituales son: tiroides, pulmón, riñón, huesos y ventrículos cardíacos. La SPECT permite obtener imágenes que representan cortes tomográficos, obtenidos con una tecnología semejante a la TC. La PET proporciona imágenes que corresponden a distintas funciones biológicas, en definitiva, imágenes funcionales en vivo del metabolismo celular. Detecta la enfermedad en un estado muy precoz, siendo sus principales campos de aplicación la cardiología, la neurología y, fundamentalmente, la oncología.

Recientemente se dispone de equipos que para obtener imágenes de PET y TC, entregando las ventajas de ambos sistemas; la información metabólica de la PET y la mayor resolución de la TC para reconocer las estructuras anatómicas.

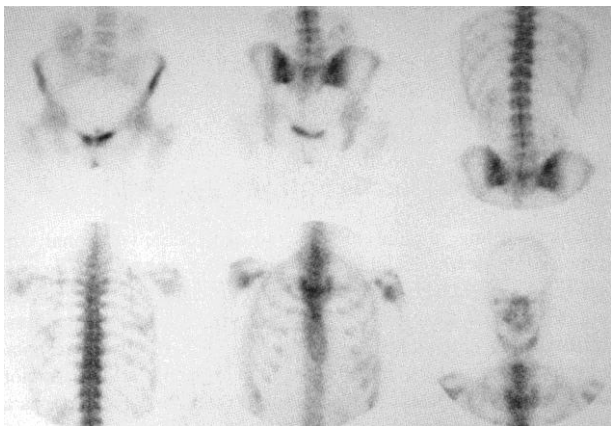


Figura 29. Cintigrafía ósea.



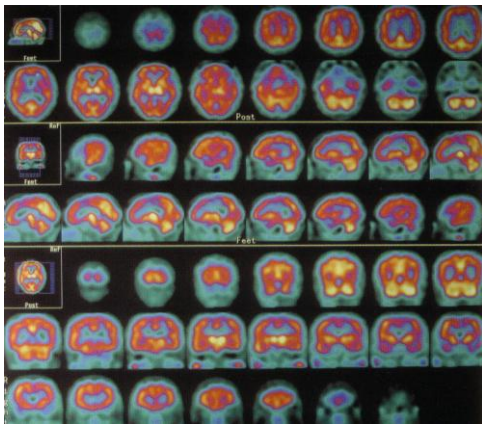


Figura 30. Cortes axiales, sagitales y coronales de SPECT cerebral.

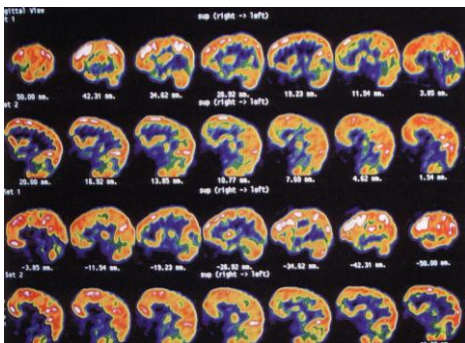


Figura 31. PET cerebral. Son cortes sagitales en un paciente con demencia multiinfarto.



Figura 32. Imágenes fusión PET/TC. Paciente con cáncer gastroesofágico.