

RADIODIAGNÓSTICO

Entendemos por Radiodiagnóstico, la utilización diagnóstica de los rayos X en todas sus variedades del diagnóstico por imagen.

El Radiodiagnóstico se basa en el aprovechamiento de las siguientes propiedades de los rayos X:

Su **Absorción**, ya que el haz incidente de rayos X sobre el organismo, se convierte a la salida del mismo en un haz de intensidad y calidad diferente, motivado por la absorción de la radiación al atravesar las diferentes estructuras orgánicas.

La **Fluorescencia**, ya que al incidir los rayos X sobre ciertas sustancias (platinocianuro de bario (Roëntgen) o pantallas de sulfuro de cinc y cadmio u otras), producen una emisión fluorescente de luz visible. La imagen que una pantalla fluorescente nos ofrece tras el paso de la radiación X por el organismo, nos da una idea de las estructuras atravesadas. Esta propiedad se aprovecha fundamentalmente en radioscopia.

El **Efecto fotoquímico**, ya que la radiación X produce reacciones químicas al ser absorbida por ciertas sustancias sensibles, como ocurre cuando precipita las sales de plata de las películas fotográficas y así se obtienen las radiografías.

-Los Rayos X: Bases de formación de la Imagen

Origen:

Los Rayos X fueron descubiertos por W. K Roentgen en 1.895, y a los pocos meses ya se usaban con fines de diagnóstico médico.

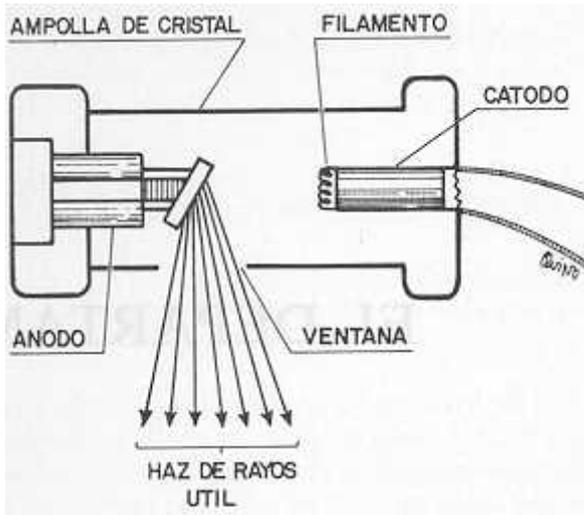
Los Rayos X forman parte del *espectro de radiaciones electromagnéticas*, al igual que las ondas eléctricas y las de radio,(éstos en un extremo), y los rayos infrarrojos, los visibles, y los ultravioleta (en la zona media), situándose, junto a los rayos cósmicos, al otro extremo del espectro.

Los Rayos X se originan cuando los electrones inciden con muy alta velocidad sobre la materia y son *frenados repentinamente*. Se produce así la **radiación X**, de muy distintas longitudes de onda ("*espectro continuo*"), debido a la diferente velocidad de los electrones al chocar. Si la energía del bombardeo de electrones es mayor todavía, se producirá otro tipo de radiación, cuyas características dependerán del material del blanco ("*radiación característica*"). La diferente longitud de onda de la radiación determina la calidad o **dureza** de los rayos X: *cuanto menor es la longitud de onda*, la radiación se dice **más dura**, que tiene *mayor poder de penetración*. A lo contrario se denomina "**radiación blanda**".

Propiedades de los rayos X:

1. **Poder de penetración:** los rayos X tienen la capacidad de penetrar en la materia.

2. **Efecto luminoso:** los rayos X tienen la capacidad de que al incidir sobre ciertas sustancias, éstas emitan luz.
3. **Efecto fotográfico:** los rayos X tienen la capacidad de producir el ennegrecimiento de las emulsiones fotográficas, una vez reveladas y fijadas éstas.
Esta es la base de la imagen radiológica
4. **Efecto ionizante:** los rayos X tienen la capacidad de ionizar los gases (*Ionización:* acción de eliminar o añadir electrones).
5. **Efecto biológico:** son los efectos más



importantes para el hombre, y se estudian desde el aspecto beneficioso para el ser humano en la **Radioterapia**, y desde el negativo, intentando conocer sus efectos perjudiciales, en la **Protección Radiológica**.



Formación de la imagen:

Para producir rayos X primeramente se necesita una fuente de electrones que choque contra una diana con suficiente energía: **el tubo de rayos X**.

El tubo de rayos X es básicamente un vidrio (una ampolla de cristal) conteniendo en su interior, al vacío, un electrodo negativo llamado *cátodo*, y uno positivo llamado *ánodo*. En el cátodo hay un filamento (generalmente un alambre de tungsteno) que emite electrones cuando se calienta, los cuales son enfocados para chocar contra el ánodo en una zona llamada *foco*. De esta zona surge **el haz de rayos X** (radiación incidente), que se dirige al objeto en estudio (el cuerpo humano en nuestro caso), y éste absorbe una cantidad de rayos X, y otra cantidad lo atraviesa. Esta cantidad de rayos que atraviesa al objeto se puede visualizar como imagen permanente en una **placa radiográfica**, o bien como imagen transitoria en una **pantalla fluoroscópica**.

La absorción de los rayos X por el organismo humano, depende a su vez :

1. Del **tipo de radiación utilizada:** Con tensiones de 40-60 Kv en el tubo de rayos X, se produce una radiación blanda que es fácilmente detenida por el

organismo, con lo que se requieren dosis más altas de radiación para el ennegrecimiento de la película o para producir luminiscencia en la pantalla radioscópica. Con tensiones de 80-100 Kv (radiación dura), se consigue una mayor penetración en el organismo y por lo tanto se precisan menos dosis de radiación X para conseguir el ennegrecimiento de la película radiográfica.

2. Del **espesor y densidad del medio atravesado**, ya que cuanto mayor es el espesor y/o la densidad del medio atravesado, más resistencia presenta a dejarse atravesar por los rayos X, factor que puede ser solventado aplicando una radiación más dura o más blanda, según las circunstancias de cada tipo de radiografía.

3. Del **número atómico del absorbente**, puesto que según el número atómico Z que tengan las estructuras o grupos de estructuras orgánicas atravesadas, así corresponderán al “aire orgánico” o “partes blandas” del organismo” (elementos como el hidrógeno (Z=1), el carbono (Z=6), el nitrógeno (Z=7), o el oxígeno (Z=8), que darán en la placa radiográfica densidades radiológicas de “aire” o “agua”.

Los elementos con número atómico más alto, como el fósforo (Z=15) o el calcio (Z=20), corresponden a estructuras orgánicas óseas y darán una densidad radiográfica ósea o cálcica.

Y por fin, los elementos con número atómico muy alto, como el yodo (Z=53) o el bario (Z=56), se utilizan para fabricar sustancias de contraste y darán una densidad radiológica mucho más alta en la radiografía, ya que son opacas totalmente al paso de los rayos X, y se verán blancas en la placa radiográfica.

TÉCNICAS RADIOLÓGICAS

-La Radiografía simple

1. **La radiografía simple es la técnica inicial de imagen por excelencia, llegando a ser el primer examen diagnóstico que se realiza después de la historia clínica de la mayoría de pacientes. Sus indicaciones son múltiples, y no es misión de estas páginas enumerarlas todas: la Rx de tórax ante cualquier síntoma cardiorrespiratorio, la Rx simple de cualquier parte del cuerpo accidentada, la placa simple de abdomen ante molestias del aparato digestivo, la radiografía simple de cráneo en traumatismos craneoencefálicos, hipertensión intracraneal, y ciertos tipos de tumores, etc.**

La radiografía del tórax es uno de los estudios que se practica con más frecuencia en los departamentos de radiología debido a que es posible ver muchas estructuras como son: pulmones, vasos venosos y arteriales, bronquios, tráquea, corazón, mediastino y el tórax óseo.

Pulmón y Pleura

Los pulmones debido a su gran vascularidad y a su relación con el medio ambiente son susceptibles de sufrir cambios de diversa naturaleza. Dentro de los procesos inflamatorios más frecuentes está la neumonía, la que puede demostrarse como consolidación pulmonar, lo que representa líquido intraalveolar comunicado a través de

los poros de Conn. La neumonía en general se diagnostica clínicamente; sin embargo, la radiografía permite demostrar con exactitud su localización, extensión y la presencia de complicaciones como pueden ser focos múltiples o derrame pleural. La neumonía ha demostrado ser fatal cuando no se diagnostica o cuando el tratamiento es inadecuado; las radiografías de control son necesarias para evaluar la remisión y la resolución del cuadro. La neumonía casi siempre afecta un segmento y menos frecuentemente todo un lóbulo. Las imágenes radiolúcidas lineares que se ven sobre la zona de consolidación representan los bronquios distales; a este signo se le ha denominado del broncograma aéreo.

La neumonía de focos múltiples o con una zona de absceso o cavitación se debe casi siempre a gérmenes Gram negativos; el tratamiento es diferente y las posibilidades de complicación son mayores por lo que la vigilancia clínica y radiológica es esencial. El SIDA con frecuencia compromete el pulmón con infecciones casi siempre por gérmenes oportunistas como el *Pneumocystis carinii* y por diferentes tipos de hongos como puede ser la aspergilosis; menos frecuente es la complicación de Sarcoma de Kaposi también presente en pacientes con esta enfermedad que en la radiografía se demostraría con las características de cualquier otro tumor. Consideraciones especiales deben hacerse con la tuberculosis pulmonar que aún es frecuente; ha aumentado su incidencia en los últimos años como una complicación del SIDA. La radiografía del tórax es de mucha importancia para el estudio integral del paciente con esta enfermedad, y muestra como signos más frecuentes la infiltración del pulmón como zonas de consolidación pulmonar heterogénea que con frecuencia se localiza en los lóbulos superiores y pueden haber cavidades de diferente tamaño que a veces requieren demostrarse con tomografía lineal. Puede existir derrame pleural y crecimiento ganglionar en las regiones hiliares; cuando existen, los hilios se ven aumentados de tamaño y en casos de evolución larga hay calcificaciones de los ganglios y en los pulmones como manifestación de cicatrización. También en los casos de evolución larga hay trazos de fibrosis de tipo cicatricial que pueden retraer diferentes estructuras inclusive el mediastino; una fase muy avanzada puede inclusive producir fibrotórax.

En los niños, la tuberculosis puede pasar desapercibida aun en radiografías. El cuadro de primoinfección cuando ocurren alteraciones en las radiografías se manifiesta como un pequeño foco neumónico y tal vez adenopatía. Calcificaciones pequeñas en la regiones hiliares, pueden ser la única secuela de una primoinfección y es muy común verlas en el paciente adulto.

En casos de tuberculosis pulmonar es recomendable el estudio general del esqueleto y de otros órganos por medio de la radiografías, gamagrafía o inclusive tomografía computada, estudios que permiten demostrar cambios por tuberculosis extrapulmonar.

Otra enfermedad del pulmón que ha demostrado ser grave es el enfisema; las radiografías muestran hiperdistensión, descenso de los diafragmas y separación amplia de los espacios intercostales, y existen casi siempre antecedentes de tabaquismo. Complicaciones de esta enfermedad son las bulas que también pueden tener otro origen, pueden en ocasiones sufrir ruptura y por ello haber colapso pulmonar; deben diferenciarse estas bulas de cavidades por absceso o por tuberculosis.



La enfermedad enfisematosa se asocia con frecuencia con cardiopatía hipertensiva pulmonar.

Los tumores del pulmón pueden ser benignos o malignos. El tumor benigno es poco frecuente y cuando existe casi siempre son adenomas bronquiales que pueden obstruir el bronquio y producir atelectasia. El tumor más frecuente del pulmón es la metástasis de diferentes órganos como: mama, próstata, tiroides, riñón y hueso entre los más comunes; casi siempre se ven como: imágenes nodulares de diferente tamaño y de contornos relativamente nítidos. Puede o no haber además crecimiento ganglionar y derrame pleural.

El carcinoma del pulmón es una de las complicaciones graves del tabaquismo. La variedad más frecuente es el adenocarcinoma que se ve en las radiografías como una zona densa, variable de tamaño, de contornos irregulares con crecimiento ganglionar asociado y muchas veces presencia de derrame pleural. Algunas variedades como el tumor apical llamado de Pancoast es poco frecuente; el cuadro clínico de estos enfermos se asocia con ingurgitación de los vasos del cuello debida al proceso infiltrativo.

Todo paciente con tumor pulmonar debe ser estudiado con tomografía computada para su estadificación.

La broncografía ha quedado en desuso debido a que es más recomendable el estudio de los bronquios por endoscopia.

La pleura es una cavidad virtual que solamente se ve en casos de enfermedad cuando hay líquido que puede ser de tipo seroso, hemático o quiloso. El líquido se acumula en las zonas de más declive como son los senos costodiafragmáticos, aunque puede haber verdaderas inundaciones del pulmón lo que opacifica todo el hemitórax. El derrame pleural puede tener origen inflamatorio o tumoral que cuando es escaso es difícil de demostrar y para ello se requieren radiografías en decúbito lateral con el rayo horizontal.

Muchos otros padecimientos tienen origen pleuropulmonar pero son menos frecuentes, en ocasiones se manifiestan como atelectasia y es necesario investigar la causa de esta alteración por medio de los diferentes procedimientos de radiología e imagen.





MEDIASTINO



El mediastino es un compartimiento dividido en tres espacios: anterior, medio y posterior y cada uno de ellos se asocia a diferentes tipos de alteración. Los tumores más frecuentes del compartimiento anterior son el timoma y el tumor de tiroides. En el mediastino central debe considerarse lo más frecuente el crecimiento ganglionar, los linfomas o los teratomas; en la parte superior también puede haber extensión de tumores de tiroides. En el mediastino posterior los tumores más frecuentes tienen origen neurogénico. La evaluación de todos estos espacios siempre debe estar hecha con radiografías AP y lateral y posteriormente el análisis del tumor por medio de tomografía computada y/o resonancia magnética. Es necesario conocer hasta donde sea posible si el tumor es benigno o maligno, su extensión y la afectación de órganos vecinos; en caso de tumores malignos siempre deberán ser estadificados de acuerdo con la clasificación de todos los tumores T N M (Tumor Nodo (ganglio) Metástasis).

CORAZÓN Y GRANDES VASOS

El corazón está situado en el mediastino, se demuestra con nitidez en las radiografías del tórax y puede sufrir numerosas enfermedades. Deben evaluarse en su inicio por medio de radiografías simples. Las enfermedades congénitas más comunes son la comunicación septal y la persistencia de conducto arterioso. En las dos hay crecimiento del corazón y alteración del flujo vascular casi siempre con tendencia a redistribución arterial. La ecocardiografía y la angiografía son de mucha utilidad para el diagnóstico definitivo.

De las cardiopatías adquiridas más comunes, está la valvulopatía mitral de la fiebre reumática y que da como complicación insuficiencia cardíaca que en caso de no ser tratada puede ser fatal. Estos enfermos casi siempre muestran en la radiografía AP: cardiomegalia a expensas principalmente de la aurícula izquierda, del ventrículo izquierdo y con hipertensión pulmonar; se pueden ver cuatro arcos en el perfil izquierdo del corazón, además aumenta el tamaño de las arterias pulmonares centrales y también hay redistribución de los vasos hacia las regiones superiores de los pulmones.

Cuando hay insuficiencia cardíaca, el corazón puede crecer en forma importante, las arterias pulmonares están muy ingurgitadas y hay diferentes grados de derrame pleural.

Estos cambios de insuficiencia cardíaca pueden verse también en enfermos de hipertensión arterial crónica u otro tipo de cardiopatías como son la arteriosclerosis o miocardiopatías.

Es importante estudiar la aorta con cuidado puesto que su crecimiento o su calcificación pueden indicarnos cambios hipertensivos o de arteriosclerosis. En estos casos es frecuente que haya también crecimiento ventricular izquierdo.

Alteraciones poco frecuentes de la aorta son los aneurismas torácicos y abdominales. El estudio de ultrasonido es muy útil en estos casos. La coronariopatía obstructiva solamente puede ser demostrable por estudio angiográfico que permite además del

diagnóstico el manejo intervencionista como puede ser la angioplastia o la introducción de prótesis arterial. Se ha logrado en muchas ocasiones evitar el tratamiento quirúrgico de derivación arterial.

La resonancia magnética se está utilizando con mucha frecuencia en padecimientos del corazón casi siempre de origen congénito de mucha complejidad como es la tetralogía de Fallot.

Es necesario mencionar otro procedimiento muy útil de diagnóstico por imagen que se utiliza en enfermedades cardíacas: la gammagrafía del corazón. Se realiza con talio radioactivo, radionúclido que tiene la característica de perfundir el miocardio de manera que con pruebas de esfuerzo es un recurso invaluable para el estudio de las arterias coronarias y conocer si hay o no estenosis por arterioesclerosis.

Radiografías con contraste: Las radiografías contrastadas con derivados del bario o del yodo, se suelen hacer para ver órganos internos como el tubo digestivo, el aparato urinario, las vías biliares, el aparato genital femenino, las arterias y las venas, etc, órganos todos ellos que no se ven con las radiografías simples y precisan la introducción de un contraste radiológico en su interior para que así puedan hacerse visibles con los rayos X.

Tomografías: La tomografía es la radiografía de un “corte” del organismo, entendiéndose por tal un plano de dos dimensiones del organismo que está a una determinada profundidad. La tomografía de una región orgánica, se ha venido utilizando en radiodiagnóstico mediante el “enfoco” de una parte del organismo ajustando la distancia focal del sistema a una determinada profundidad, despreciando o desenfocando el resto de las estructuras orgánicas adyacentes, para la visualización correcta de esa parte del organismo, mediante un dispositivo que tiene un fundamento parecido al enfoque de las cámaras fotográficas convencionales.

TC: La tomografía computada es una técnica de rayos X que utiliza la radiografía de un corte o varios del organismo y que emplea la computación (ordenadores) para “organizar” las imágenes que el tubo de rayos X ha ido elaborando a lo largo del estudio. Esta técnica nace en 1972 con Housfield y consiste en la representación de las distintas densidades luminosas de un corte del organismo.