

TOMOGRAFÍA COMPUTADA DE TORAX

PATOLOGIA VASCULAR

TM Iván Rañilao Elizondo
Centro de Imagenología HCUCH

Los cambios tecnológicos ocurridos en las últimas décadas en la adquisición de imágenes por TC y el consiguiente aumento en la rapidez para obtener mayores rangos de imagen en menor tiempo, han revolucionado la forma que tenemos de estudiar el sistema cardiovascular. En ese sentido el TC multicorte con contraste se ha convertido en una técnica muy extendida ya que es fácil de realizar, relativamente poco invasiva y menos operador dependiente. Por otro lado ofrece múltiples posibilidades de reconstrucción en diferentes planos y con diferentes algoritmos y mas aun, entrega la posibilidad de evaluar todo el tórax simultáneamente, con lo que aumenta la posibilidad de establecer otros diagnósticos, sobretodo en pacientes muy comprometidos físicamente o que no pueden seguir instrucciones de respiración.

Todo esto ha convertido a la técnica de AngioTC en la preferida para estudiar la morfología de los grandes vasos del tórax , ya que comparado con otras técnicas de estudio, es menos invasiva y entrega información de calidad. Sin embargo, uno de sus bemoles y que define el examen como tal, es el uso de medio de contraste y todas sus restricciones. En casos donde no se puede inyectar contraste, dependiendo la patología en estudio se deberá realizar otros exámenes como RNM o Angiografía Convencional para llegar a un diagnostico certero

TECNICA DE IMAGEN

Angiografía por TC

Es un concepto que engloba un conjunto de técnicas derivadas de la adquisición volumétrica de los datos de imagen. La optimización de la calidad de imagen en la AngioTC, exige una atención cuidadosa al método de obtención de los datos, ya que la capacidad para adquirir volumétricamente ha derivado y en buena hora, en protocolos de imagen para cada patología, dependiendo de la tecnología del equipo a utilizar, lo que hace mas fácil la practica clínica al abordar el examen y baja la proporción de errores en el proceso.

En ese sentido en nuestro centro, la AngioTC de tórax se divide en 2 exámenes; uno enfocado a la Aorta y otro enfocado a las Arterias Pulmonares, que difieren en cuanto a realización y numero de adquisiciones, para cada uno. Veremos en esta sección los parámetros comunes a ambos protocolos, y sus diferencias y el detalle de cada uno lo veremos mas adelante en el contexto de la patología en estudio.

Las variables que se seleccionan en cada protocolo incluyen el espesor de corte, el pitch, el tiempo de apnea, el tamaño del campo (FOV), el incremento de reconstrucción, la velocidad de inyección y el volumen de contraste endovenoso, el algoritmo de reconstrucción y las dosis de radiación.

Parámetros del estudio

En la práctica es necesario alcanzar un compromiso entre el mínimo espesor de corte posible, el menor intervalo de reconstrucción y el mayor Pitch disponible. En nuestro centro esto se realiza con cortes de 2mm en dirección craneocaudal con un solo periodo de apnea y con un pitch de 0,45. Cabe recordar que el equipo con el que se cuenta es un Siemens Somatom EDGE de 128 canales. Luego se realizan reconstrucciones de 2 cada 1mm en ambas ventanas y un volumen más fino de 0.75 cada 0,4mm para realizar imágenes en 3D y las reconstrucciones multiplanares en MIP.

El empleo rutinario de los cortes finos trae consigo el aumento del tiempo de procesamiento de imágenes, de los requisitos que tiene que tener el sistema para almacenarlas y del tiempo que se requiere para revisarlas, sin embargo los adelantos en la técnica hacen que estos inconvenientes producto del uso de cortes finos pasen a segundo plano con el fin de obtener exámenes de mayor calidad diagnóstica.

PARAMETROS DE ADQUISICION ANGIOTAC DE TORAX

	Sin Contraste	Contraste
Rango	Opérculo-Suprarrenales	Opérculo-Suprarrenales
Kv	120	120
mAs	200	200
Pitch	1.4	1.4
Retardo (delay)	4 seg.	12 seg.
Dirección	Caudocraneal	Caudocraneal
Colimación corte	0.6 mm	0.6 mm
Filtro de Recons.	Homogéneo	Homogéneo
Ventana	Mediastino-Parénquima	Mediastino
Reconstrucción Imágenes	2mm/1mm	2mm/1mm 0,75/0.4

***AngioTC Aorta:** Sin contraste, Fase Angiográfica, portal

***AngioTC Arterias Pulmonares:** Fase Angiográfica

***Los dos diferentes protocolos y sus detalles se verán más adelante en este documento.**

Administración de Contraste

Para obtener buenas imágenes en la AngioTC es fundamental una correcta administración del medio de contraste, los aspectos que se deben considerar para esto son; volumen, vía y velocidad de la inyección, concentración y osmolaridad del contraste, delay de la adquisición de imágenes y métodos para disminuir artefactos secundarios a la administración de contraste.

Aunque se ha demostrado que puede lograrse una opacificación vascular adecuada con solo 60 a 70 ml de contraste con una concentración de 300mg I/ml, como norma general, el examen se realiza con 125 a 150 ml de contraste, que dependen del peso del paciente y con una concentración de 300 a 320mg I/ml.

Se realiza una inyección en una vena antecubital usando un catéter 18G y un flujo igual o superior a 5ml/seg. Todo esto se realiza con inyectora automática y en el caso de AngioTC de Aorta se detecta la llegada del medio de contraste al sitio de interés con sensor de bolo (Bolus Tracking, Siemens) para comenzar la adquisición de las imágenes. Este sistema tiene la desventaja que se realiza in situ y por lo tanto se deben revisar muy bien todos los parámetros antes descritos para que no fallen.

El otro sistema es realizar una prueba de contraste que en Siemens es llamada Test Bolus y que veremos con más detalle más adelante.

Delay de la adquisición de imágenes

Como es bien sabido técnicamente el objetivo principal de la AngioTC; es hacer coincidir la adquisición de las imágenes con el peak de contraste en el vaso que queremos estudiar, para así poder estudiar mejor el lumen. Existen diferentes formas y según la marca del equipo, va cambiando el nombre, pero no la teoría de la técnica. En Siemens existen dos formas de poder censar o calcular el delay del contraste en el vaso de interés y así poder asegurar que el objetivo principal se cumpla.

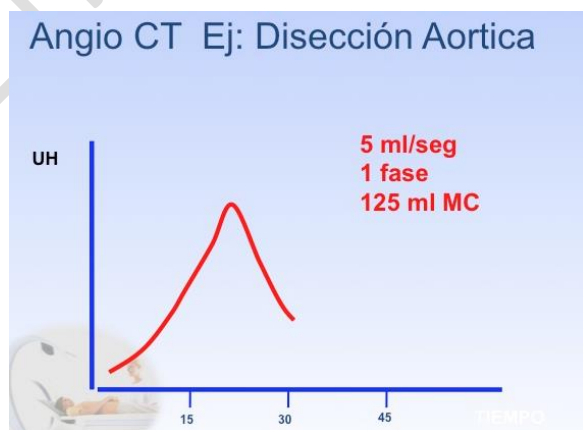


Figura 1. Curva de realce de medio de contraste; idealmente esta sería la curva de realce que se quiere obtener en una AngioTC, en este caso de aorta. el peak de contraste a este flujo dura 10 a 12 seg, y es en este tiempo que debemos

Uno es el sistema de Bolus Tracking que consiste en realizar un corte axial de prueba en el vaso que se desea censar; en nuestro centro se utiliza esta técnica en la AngioTC de aorta y el corte axial de prueba se realiza en la aorta ascendente. En la imagen resultante se realiza un ROI que permitirá ir evaluando la llegada del contraste e iniciar la adquisición una vez que se cumpla con cierto realce en el vaso, parámetro que nosotros podemos manejar y que en este caso se deja en un peak de 120 UH, y entonces cuando el sistema censa este valor se lanza la adquisición de las imágenes.

Este sistema permite utilizar toda la cantidad de contraste en el examen mismo, pero por otro lado necesita que se cumplan todos los parámetros de inyección, ya que si alguno falla, no se obtendrá el resultado deseado y se compromete al paciente a una extravasación de contraste importante. Se debe tener especial cuidado en probar bien la vía venosa y exigir en estos casos, siempre una vía 18G periférica o de mayor calibre, para minimizar el riesgo de extravasación, que es la complicación mas común en este método. Esto ocurre, ya que por lo general no se controla manualmente la llegada del contraste para no irradiar demás al personal técnico. En casos seleccionados y cuando se tenga sospechas de que la vía puede fallar se puede pedir control manual de la inyección.

El otro método es el Test de Bolus, que consiste en una prueba de contraste con los mismos parámetros técnicos de la inyección final, para así poder calcular cual va a ser el tiempo que demora en alcanzar el peak en el vaso deseado. En nuestro centro se realiza para la AngioTC de arterias pulmonares y consiste en realizar un corte de prueba en el tronco pulmonar y luego hacer una inyección de 20ml de contraste a 5ml/seg donde se van obteniendo imágenes secuenciales en la misma zona a medida que se va inyectando el contraste. Todas las imágenes obtenidas se cargan luego en un software que permite realizar un ROI en la zona de interés y nos entrega el tiempo peak de concentración de contraste para el vaso en cuestión. Luego este tiempo es el que se le da como delay a la adquisición de las imágenes totales de todo el tórax. Este es un método mucho menos riesgoso ya que de ocurrir extravasación o algún problema de flujo en el paciente, permite que esto no sea tan grave, ya que solo se extravasan una pequeña cantidad de contraste y en caso de problemas de flujo, se puede realizar otra prueba realizando la inyección del contraste por el brazo contrario.



Figura 2. Imagen de la pantalla de inyectora, que muestra el protocolo de inyección utilizado en AngioTC de Arterias Pulmonares, se observa la prueba de medio de contraste y la pausa que existe para analizar los datos.

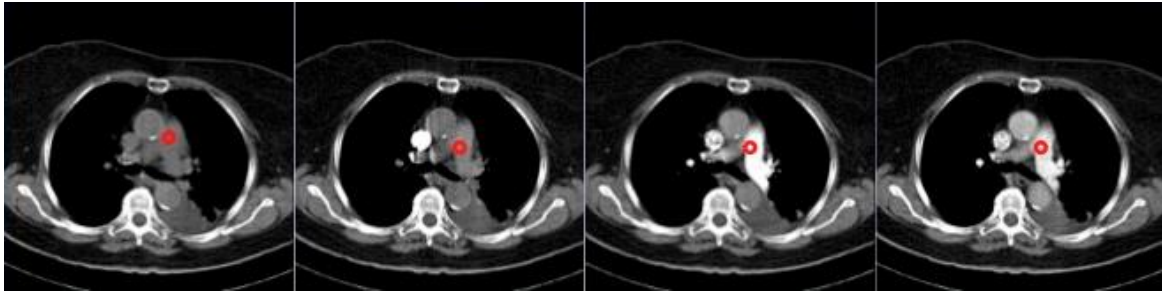


Figura 3. Imágenes secuenciales obtenidas en la prueba de contraste, donde se observa el aumento de realce de las arterias pulmonares, luego en el programa de análisis de contraste se realiza un ROI en cada uno de los cortes para evaluar se tiempo de peak de Contraste.

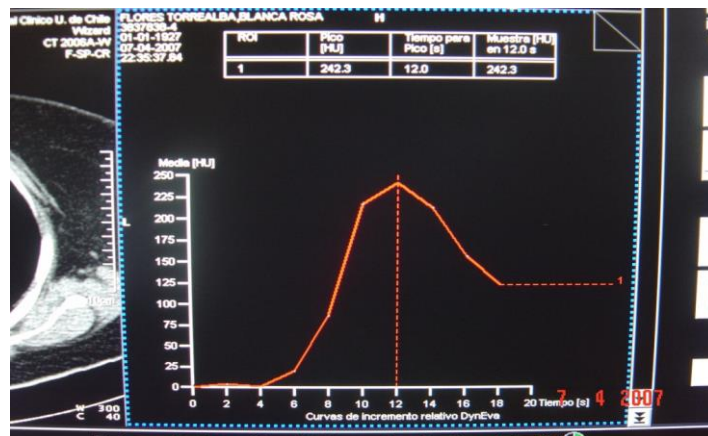


Figura 4. Curva de realce de medio de contraste obtenida luego de realizar el ROI en tronco pulmonar, se observa un peak de contraste a los 12 seg.

Reconstrucciones

Con los datos obtenidos se deben realizar en el caso de la AngioTC de aorta, reconstrucciones multiplanares en MIP que permitan visualizar mejor el volumen de los vasos y sus relaciones con el entorno en general. Se realizan en todos los planos; axial, coronal, sagital, y en casos especiales en algún plano oblicuo que demuestre algún defecto o alteración anatómica. También en este caso, con el volumen de información y en un software especial que lo permita, se debe realizar una reconstrucción volumétrica en 3D y hacerla girar radialmente para ver la aorta y sus vasos, en toda sus extensión.

Por ultimo siempre antes de comenzar el examen y al igual que en todos los exámenes de TC de tórax, se debe hacer toser al paciente para limpiar la vía aérea de alguna mucosidad que pueda llevar a error en el diagnostico. Pero si bien se realiza esto, al menos en nuestro centro, de encontrarse hallazgos como imágenes hipoventilatorias o en perfusión de mosaico, no se le realizan cortes extras ya que el examen es netamente para ver los grandes vasos, y si bien el parénquima se visualiza, no es la finalidad del mismo. Con esto se cuida la dosis de este tipo de pacientes, que generalmente se realizan mas exámenes con radiación ionizante por su condición patológica.

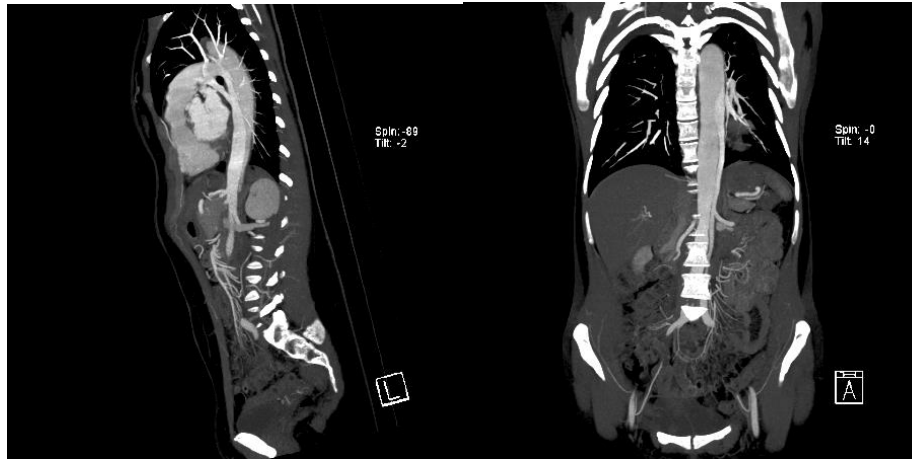


Figura 5. Reconstrucciones multiplanares MIP; se observan en planos sagital y coronal mostrando un extenso aneurisma de la aorta toracoabdominal.

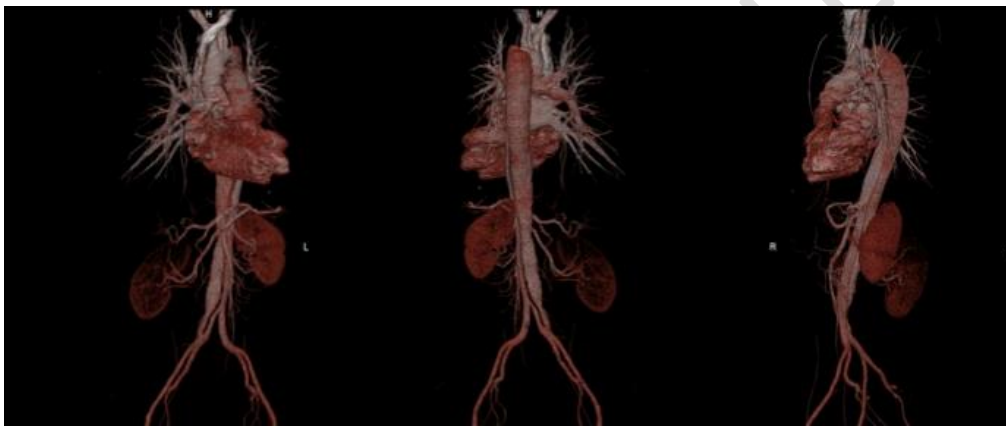


Figura 6. Reconstrucciones volumétricas en 3D que en diferentes planos muestran la lesión de la aorta toracoabdominal.

LA AORTA Y SUS RAMAS

El aspecto de la aorta es característico, aunque su forma y tamaño pueden presentar diferencias individuales, la aorta se suele considerar dividida en un segmento ascendente, uno transversal o cayado y uno descendente. La porción proximal de la aorta ascendente se denomina raíz aortica y consta de la válvula aortica, el anillo valvular y los senos de Valsalva. Las arterias coronarias derecha e izquierda se originan en los senos de Valsalva, por arriba de la raíz aortica, la aorta ascendente continua unos 4 a 5 cm, este segmento se visualiza bien bajo TC, no así la raíz por el movimiento cardiaco implícito. Esto con los equipos de última tecnología se puede mejorar al realizar la adquisición de manera gatillada, sincronizada con la frecuencia cardiaca a través de la señal ECG del paciente, que en este caso y no en AngioTC coronario, sí puede estar un poco más alta y no necesita de manejo farmacológico para disminuirla. Lo que es un obstáculo para realizar de esta manera la adquisición es una arritmia importante.

Siguiendo con la anatomía, el cayado aórtico se inicia en el tronco braquiocefálico y consta de dos segmentos, el proximal más largo y de él surgen el tronco braquiocefálico derecho, la carótida izquierda y la subclavia izquierda. La parte distal, entre el origen de la subclavia izquierda y el ligamento arterioso se conoce como istmo aórtico. La aorta descendente es la porción distal al cayado de aórtico, su parte más proximal aparece levemente dilatada y se le conoce como huso aórtico, por otro lado es importante tener en cuenta que la orientación de los cortes puede dar una impresión falsa del diámetro aórtico sobretodo a nivel del cayado.

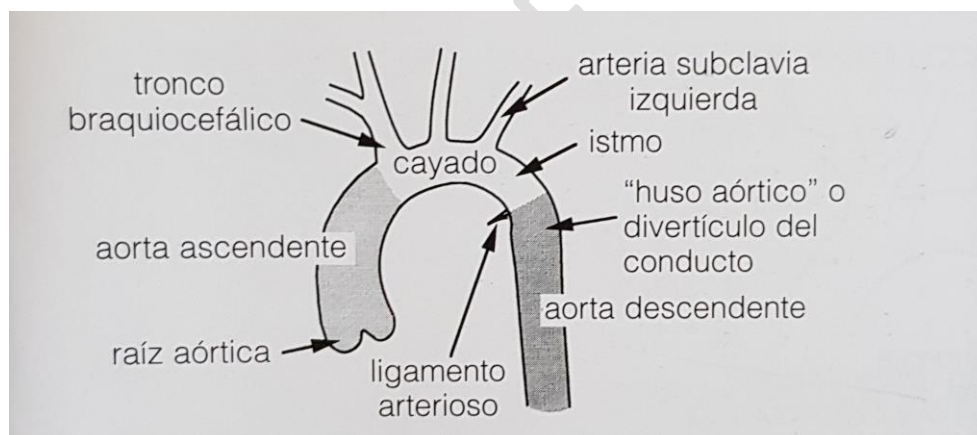


Figura 7. Anatomía de la aorta torácica y referencias importantes. La aorta ascendente se extiende desde la válvula aortica hasta el origen del tronco braquiocefálico, su porción proximal, que se relaciona con la válvula y los senos de Valsalva se denomina raíz aortica. El cayado se inicia en el tronco braquiocefálico y acaba en el ligamento arterioso. Su parte más distal que a menudo se estrecha se llama istmo aórtico. La aorta descendente empieza a partir del ligamento arterioso, su porción más proximal puede estar algo dilatada y se llama huso aórtico.

La aorta torácica va disminuyendo progresivamente de calibre desde su origen y por lo tanto su diámetro varía a diferentes alturas, siendo la aorta ascendente y el cayado anterior cerca de 1 cm más anchos que la parte posterior del cayado y la aorta descendente, en casos raros la aorta descendente es más ancha que la ascendente. Por otro lado el diámetro aórtico aumenta con la edad, se correlaciona con el tamaño vertebral y es mayor en los hombres que en las mujeres. Es importante tener en cuenta que el diámetro aórtico puede variar mucho entre pacientes, sin embargo en cada individuo la aorta debe ir disminuyendo su diámetro

gradualmente y cualquier desviación de esta norma debe hacer sospechar de un aneurisma. El grosor de la pared aortica en sujetos normales es de varios milímetros y va aumentado con la edad, en los cortes sin contraste de TC su atenuación es igual al de la sangre en la luz aortica y no puede distinguirse de esta.

Las tres grandes ramas de la aorta nacen una detrás de la otra y pueden verse en distintos niveles, la primera rama que nace del cayado es el tronco braquiocefálico derecho, que suele verse mas caudal que las otras ramas y suele ser la rama aortica de mayor calibre. La arteria carótida común izquierda es la segunda en aparecer y lo hace a un nivel mas craneal y suele ser la de menor diámetro de las tres, por ultimo la arteria subclavia izquierda es la ultima en aparecer y suele verse en la TC en la parte mas craneal. Por encima del nivel del tronco braquiocefálico se identifican por separado la arteria carótida derecha y la subclavia derecha.

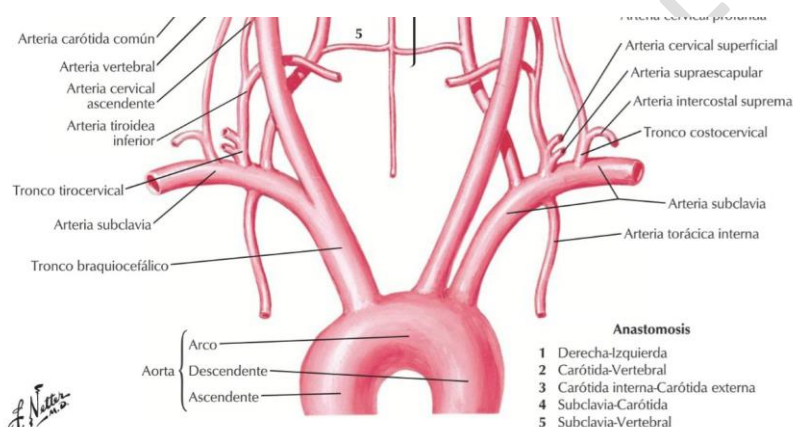


Figura 8. Aorta y sus ramas principales. Tronco braquiocefálico, Arteria carótida común izquierda y arteria subclavia izquierda.

Aunque los grandes vasos pueden reconocerse por su aspecto y localización característicos, siempre para su estudio debe utilizarse contraste endovenoso, mas aun si son tortuosos o están elongados con lo que pueden confundirse con patología. Además del contraste el empleo de reconstrucciones multiplanares es de rutina y permite resolver este tipo de problemas y entregar una visión en conjunto de los vasos. Por ultimo el uso del volumen de información, para mediante software especiales realizar imágenes en 3D es de rutina y aporta información tanto al clínico como las radiólogo del aspecto general y las relaciones de los vasos.

Realización del Estudio

Como hemos dicho anteriormente para el estudio de AngioTC de tórax existen dos protocolos diferentes dependiendo la patología en estudio, para la patología de aorta que es nuestro objeto de interés en esta sección, el protocolo consiste en:

- Realizar una fase sin contraste a todo el tórax desde el opérculo torácico hasta las glándulas suprarrenales. Siempre revisar estas imágenes una vez reconstruidas, para asegurarnos que la lesión (sobre todo aneurisma y disección) en estudio no llega mas caudalmente, de ser así, se debe seguir mas abajo hasta que se adquieran imágenes de toda la lesión.

- Realizar corte de prueba a nivel del cayado aórtico, donde se realizara el censaje del contraste con el sistema de Bolus Tracking.
- Una vez obtenido el peak de contraste que generalmente es de 120UH el sistema automáticamente comienza la adquisición cráneo-caudal de las imágenes en una sola apnea del paciente.
- Luego se realiza una adquisición de todo el tórax en fase portal.
- De existir sospecha de sangramiento; sobretodo en aneurisma roto, se realiza una fase tardía a los 3min.
- Una vez finalizado el examen realizar reconstrucciones multiplanares en MIP en los 3 planos y una imagen en 3D con diferentes imágenes en un giro de 360 grados.

PATOLOGIA

Aneurismas Aórticos

Un aneurisma aórtico es una dilatación irreversible de la aorta, que alcanza un diámetro como mínimo dos veces superior al normal. En un **Aneurisma verdadero** todos los componentes de la pared vascular (intima, media y adventicia) están presentes, mientras que en el **Pseudoaneurisma**, la pared es incompleta. La morfología de esta lesión puede ser fusiforme; abarcando todo el perímetro de la pared aortica, o sacular; afectando solo a parte de la pared. Como se ha mencionado previamente el diámetro de la aorta varia con la edad y una aorta ascendente de 4cm es claramente aneurismática en una persona de 30 años, no así, en un octogenario.

La etiología de los aneurismas es diversa e incluye la enfermedad degenerativa, conectivopatias, traumatismos, aortitis (infecciosa e inflamatoria), cirugía previa, alteraciones hemodinámicas (por estenosis e insuficiencia aortica) y enfermedades congénitas. Los pseudoaneurismas por su parte suelen asociarse a ulceras arterioescleróticas penetrantes previas, cirugía aortica, traumatismos e infecciones.

A menudo la patología aneurismática es multifocal o difusa, hasta un 28% de los pacientes con aneurismas de la aorta torácica tienen también aneurisma de la aorta abdominal infrarrenal, por lo que es obligatorio estudiar toda la aorta en pacientes con aneurismas no traumáticos. Por otro lado la mayoría de los pacientes son asintomáticos, detectándose de forma casual en una Rx simple de tórax. Cuando aparecen síntomas, estos pueden ser por compresión de estructuras adyacentes, como por ejemplo; disfagia por compresión esofágica, disneas por compresión vascular o de la vía aérea, ronquera por afectación del nervio laríngeo recurrente. También puede manifestarse con fiebre si es de origen micotico y en casos extremos solo presentar síntomas en caso de rotura.

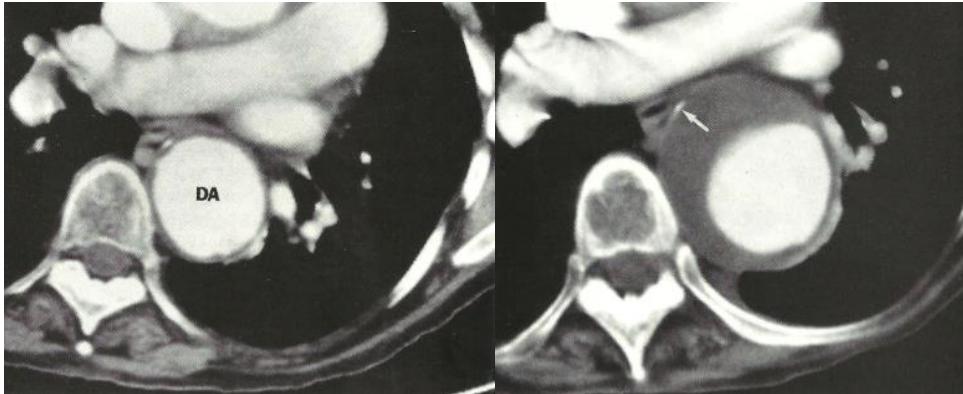


Figura 9. Aneurisma aórtico. **(a)** se muestra una aorta ascendente claramente aumentada de tamaño, con un diámetro de 3cm. **(b)** Un AngioTC realizada 2 años mas tarde muestra un aneurisma de 5,5cm con una gran cantidad de trombos en la luz. Nótese la calcificación periférica dentro del aneurisma.

La complicación mas seria de los aneurismas de la aorta torácica es la muerte debido a su rotura, este riesgo de rotura es muy real en pacientes con un diámetro cercano o mayor a 6cm, en la mayoría de los centros se intervienen quirúrgicamente los aneurismas de 5 a 5,5 cm en la ascendente, y de 5,5 a 6,5 en el cayado y descendente. La técnica quirúrgica va a depender de la extensión de los mismos, igual que ocurre en las disecciones de la aorta y es en este punto donde el AngioTC tiene relevancia, ya que antes se requería de angiografía convencional para evaluar estas lesiones, y ahora se realiza por TC, un medio mucho menos invasivo que entrega mucha información acerca de el tamaño, la alteración de la pared, el trombo y la extensión proximal y distal del aneurisma, este ultimo punto es muy importante ya que determina el abordaje y la técnica quirúrgica a utilizar.

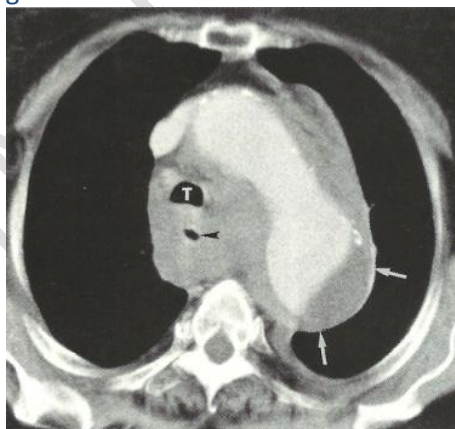


Figura 10. Aneurisma aórtico roto. Acumulo de una gran hemorragia mediastinica tras la ruptura de un aneurisma del arco aórtico. Existe desplazamiento hacia la derecha de la tráquea y el esófago.

Tipos de aneurisma

El **Aneurisma Arterioesclerótico**, la mayoría de los aneurismas torácicos verdaderos son debidos a arterioesclerosis, suelen ser fusiformes, aunque ocasionalmente pueden ser saculares, la principal localización de estos aneurismas es la aorta torácica descendente proximal. Aunque todos los segmentos pueden ser alterados es infrecuente en la aorta ascendente. Los aneurismas

de la porción distal de la aorta descendente pueden extenderse al abdomen pudiendo localizarse en posición infrarrenal.



Figura 11. Aneurisma Aterosclerótico. Imagen axial de AngioTC que muestra un gran trombo mural en la periferia del aneurisma. Imagen de reconstrucción sagital en MIP, que entrega la relación del aneurisma con los demás vasos, de gran utilidad en la planificación quirúrgica.

El **Aneurisma Degenerativo**, la degeneración quística de la media es la primera causa de aneurisma de la aorta ascendente, aunque puede asociarse al síndrome de Marfan, su origen es desconocido. Los cambios que aparecen pueden aparecer con la edad y en la hipertensión. Se produce un típico aumento fusiforme de tamaño en la aorta ascendente, que disminuye a medida que se aproxima al arco aórtico, que habitualmente no está afectado. La combinación de dilatación de los senos de Valsalva y el anillo aórtico que da lugar a una insuficiencia aórtica es típico del síndrome de Marfan, aunque no exclusivo.

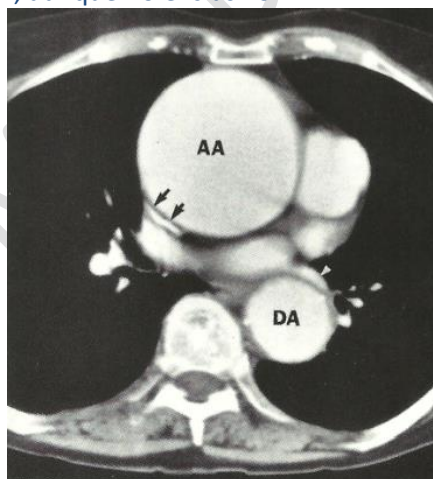


Figura 12. Aneurisma aorta ascendente. Se observa un aneurisma de 7cm en la aorta ascendente que comprime la vena cava superior. La interfaz entre la vena pulmonar inferior izquierda y la aorta descendente no debe confundirse con una disección de la intima.

El **Aneurisma Micótico**, la adicción a drogas por vía endovenosa, la endocarditis bacteriana y la lesión aórtica, son factores que predisponen a un aneurisma micótico, son típicamente saculares y suelen aparecer en la aorta ascendente, probablemente como reflejo de una infección valvular en la proximidad.

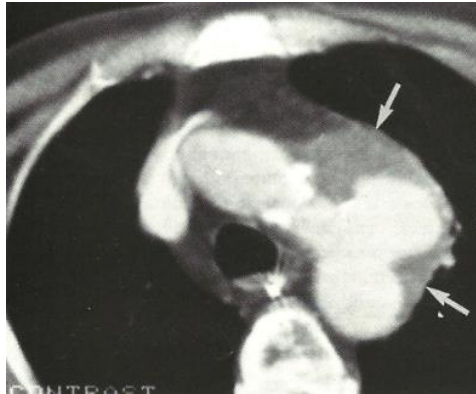


Figura 13. Aneurisma micótico. Aparición de un gran aneurisma sacular en el arco aórtico, en un paciente con septicemia estafilocócica. Las flechas indican un gran trombo periférico dentro del aneurisma.

El **Aneurisma Postraumático**, los aneurismas de este tipo suelen ser el resultado de un traumatismo contuso, siendo la principal causa en pacientes jóvenes. Se trata de pseudoaneurismas formados únicamente por adventicia, la mayoría aparecen cerca del istmo aórtico, son saculares, pueden calcificarse con el tiempo y aumentan de forma progresiva. Este tipo de aneurisma puede aparecer también como una complicación precoz o tardía a una cirugía cardíaca, por ejemplo recambio valvular. Si se produce una ruptura en la línea de sutura, por infección o suturación defectuosa, puede aparecer un falso aneurisma.

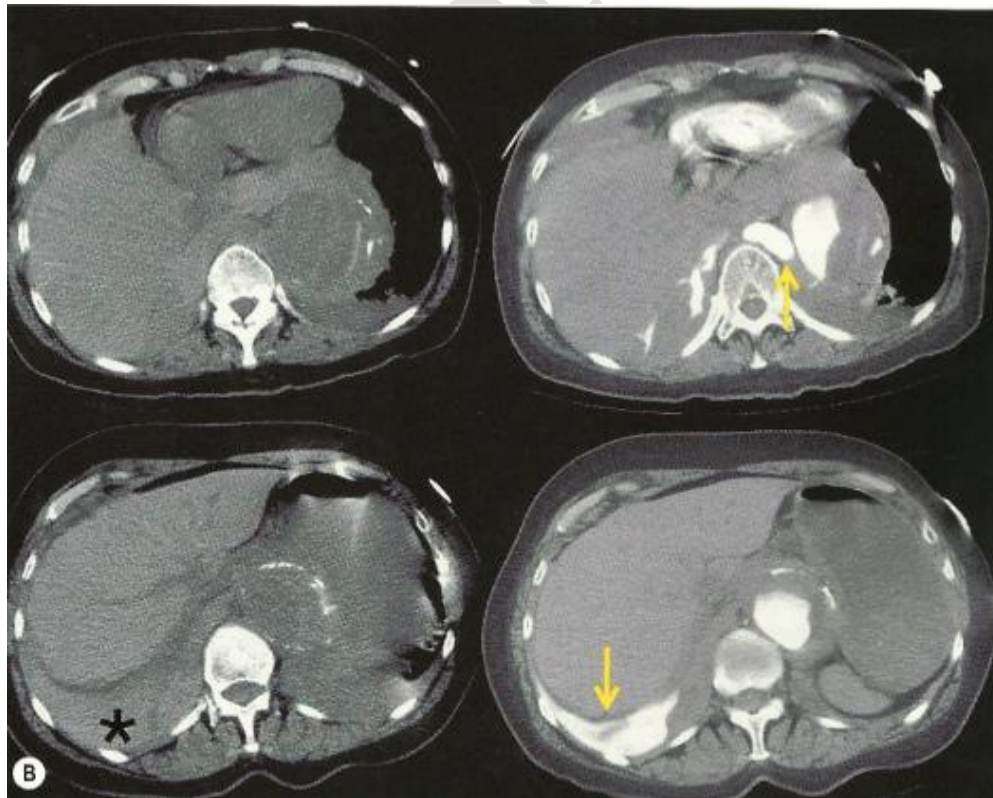


Figura 14. Aneurisma roto en aorta torácica. Imágenes sin contraste en diferentes niveles muestran signos de hemotorax, con la utilización de contraste se confirma la extravasación hacia el mediastino y el espacio pleural derecho.

Síndromes Aórticos Agudos

Disección Aortica

La disección aortica suele tener una presentación clínica catastrófica, algunas veces difícil de distinguir de un infarto de miocardio o un tromboembolismo pulmonar. Es la principal emergencia aguda, siendo dos o tres veces mas frecuente que la rotura de un aneurisma abdominal, suele ser fatal de no ser tratada, sin embargo los avances en el tratamiento quirúrgico y medico han mejorado de manera significativa la supervivencia de los pacientes.

El peak de incidencia de la disección ocurre entre la sexta y séptima década de vida, con mayor frecuencia en los varones. El factor predisponente mas importante es la hipertensión arterial, presente en el 90% de los casos, otros factores predisponentes pueden ser la degeneración quística de la media, la coartación aortica, aortitis y embarazo.

Se postula como la patogénesis de la disección aortica un desgarro inicial de la intima, que permite que la sangre entre y se extienda longitudinalmente por la pared de la aorta, originándose una luz verdadera y un falsa. El punto de entrada habitualmente surge en la aorta ascendente a varios centímetros del origen aórtico, o en la aorta descendente entre el origen de la arteria subclavia izquierda y el ligamento, arterioso. Estos dos segmentos están relativamente fijos y se cree que soportan un mayor stress mecánico durante la diástole.

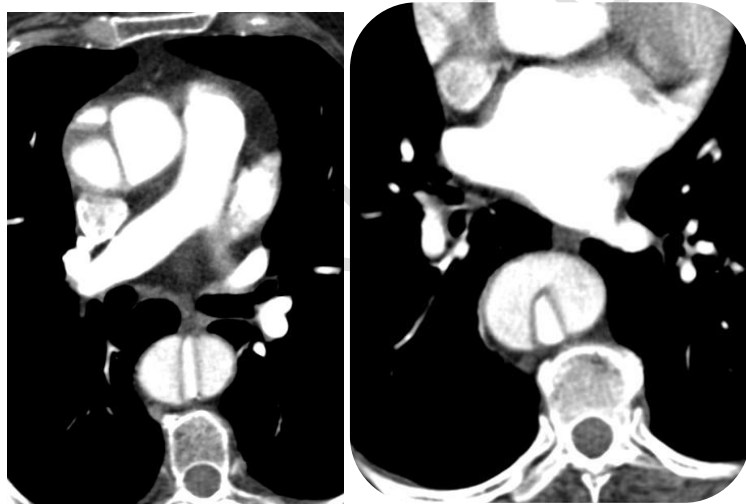


Figura 15. Imágenes de Disección Aortica en AngioTC. Se observa una imagen en el tronco pulmonar, donde esta comprometida con una disección tanto la aorta ascendente como descendente, disección tipo A. Disección aortica tipo B solo se compromete la aorta descendente.

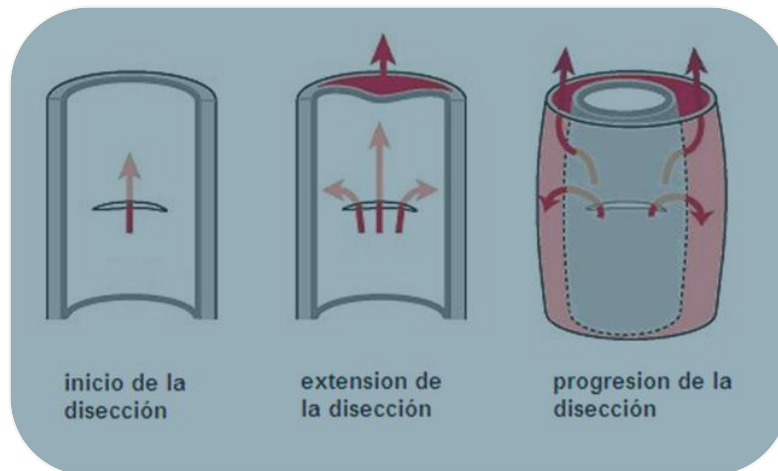


Figura 16. Ilustración del inicio y progreso de una disección aórtica tipo I, se observa el desgarro inicial de la íntima y la extensión que se produce al comenzar a circular sangre en su interior, para finalizar con la disección final.

Según la clasificación de Stanford las disecciones se dividen de acuerdo a la porción de la aorta involucrada en:

- Tipo A, que afecta la porción proximal de la aorta hasta el origen de la subclavia izquierda.
- Tipo B, son las que afectan la aorta descendente.

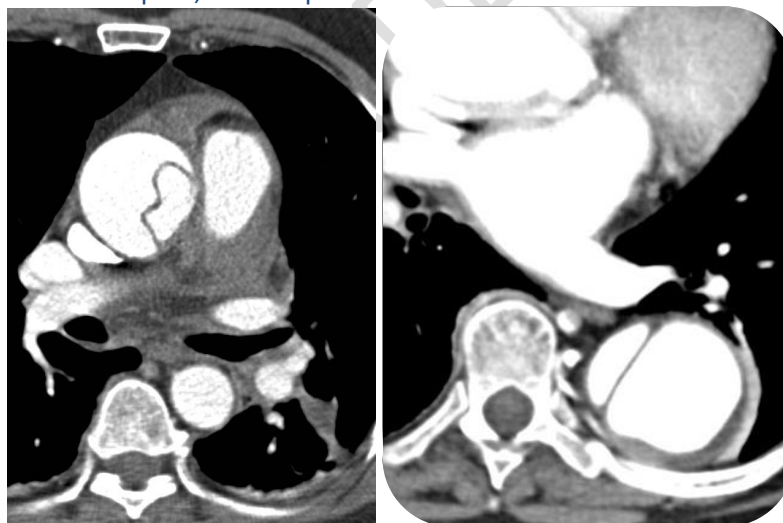


Figura 17. Disección Aórtica. **(a)** Imagen con contraste de TC que muestra una disección aórtica tipo A. **(b)** Se muestra una disección aórtica tipo B.

La clasificación de la disección tiene implicaciones pronósticas y terapéuticas. El factor más importante en su manejo, es la presencia o no de compromiso de la aorta ascendente (tipo A), estos pacientes suelen requerir cirugía urgente por el elevado riesgo de ruptura del saco pericárdico ocasionando tamponamiento pericárdico, oclusión de las coronarias o de las ramas del arco aórtico, ruptura de la válvula aórtica que origina una insuficiencia aórtica. El objetivo de la cirugía es evitar la extensión proximal de la disección.

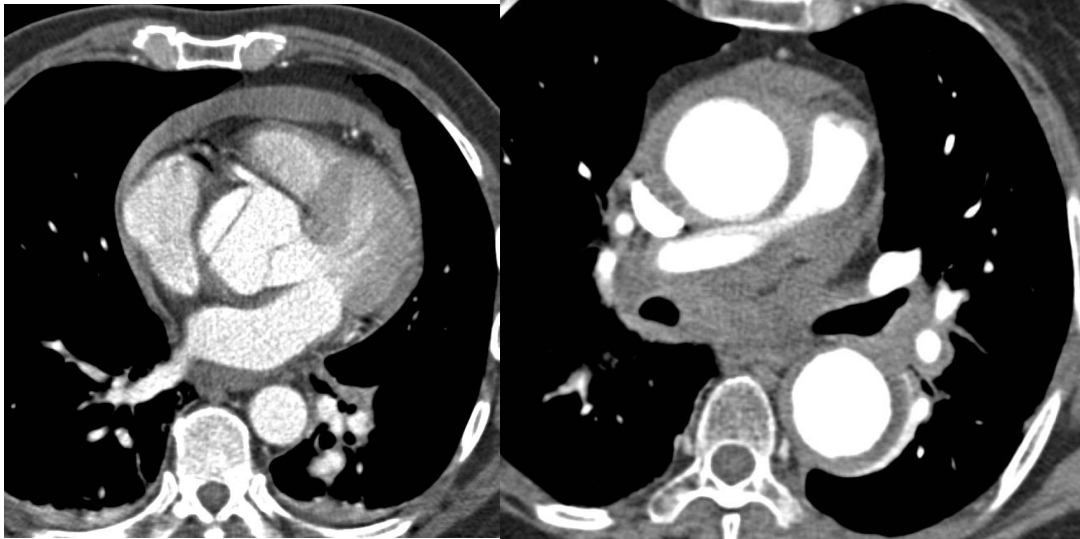


Figura 18. Complicaciones graves de la Disección aortica tipo A. Se observa derrame pericárdico y una posible suboclusión de la arteria coronaria derecha. En la 2da imagen se observa un extenso taponamiento cardiaco y una oclusión importante de la arteria pulmonar.

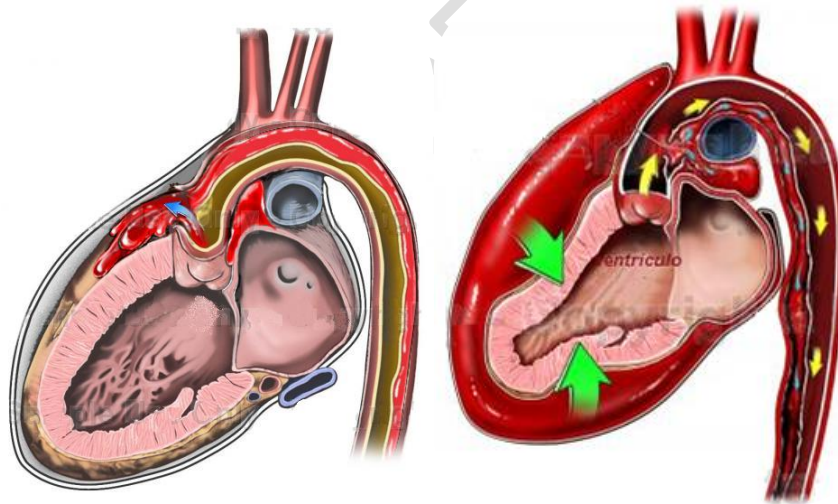


Figura 19. Esquema que muestra el inicio del Taponamiento Cardiaco y de la compresión grave que puede ocurrir en el ventrículo a causa de esto.

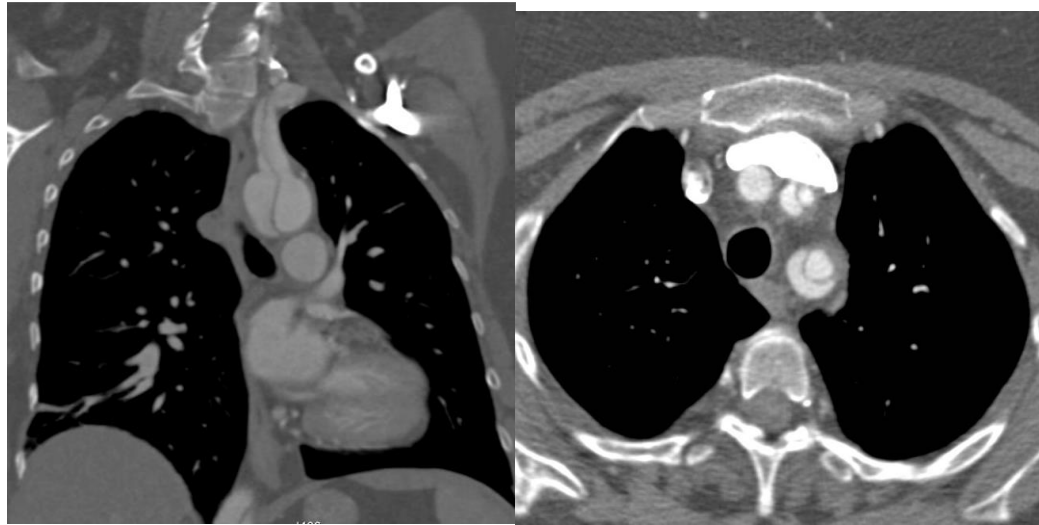


Figura 20. Otra de las complicaciones de la disección aortica tipo A es el compromiso de los vasos supra aórticos como el tronco braquiocefálico y las arterias carótidas. Que puede producir isquemia cerebral.

Por otro lado si bien los equipos con los que realizaremos la AngioTC son muy rápidos y permiten en el caso de un multislice de 64 canales realizar una adquisición promedio de torax en 8 a 10 seg. con la apnea, el movimiento debido al artefacto de respiración es casi nulo, sin embargo el movimiento del latido cardiaco no se puede ocultar, y en casos de disección aortica tipo A donde se sospeche alteración de la porción proximal valvular, este movimiento del corazón nos puede inducir a errores en el diagnostico. En estos casos para realizar una buena evaluación se debe gatillar el estudio, es decir realizar la adquisición de las imágenes sincronizadas con el ciclo cardiaco.

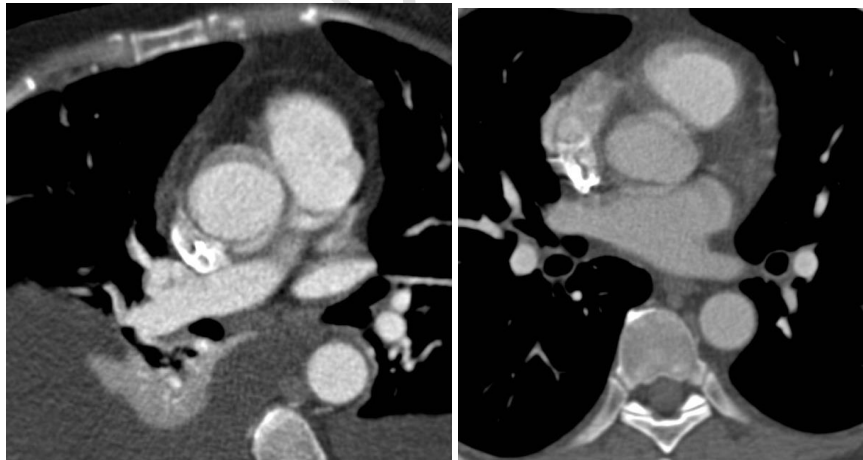


Figura 21. Imágenes de movimiento de la aorta ascendente que pueden llevar a un falso positivo en el diagnostico de disección tipo A.

Los pacientes con disección tipo B suelen tratarse medicamente mediante una elevación controlada de la presión arterial sistólica, aunque en algunos se puede requerir cirugía cuando presentan sintomatología de extensión de la disección, signos de isquemia organica o desarrollo de aneurismas que potencialmente pueden romperse.

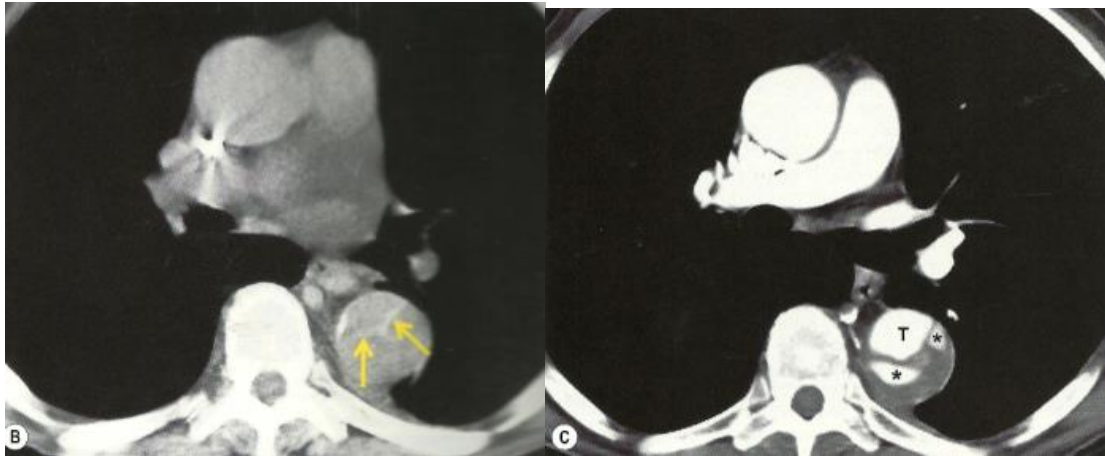


Figura 22. Disección aortica tipo B. **(a)** Imagen sin contraste muestra calcificaciones en el lumen de la aorta descendente. **(b)** Imagen con contraste confirma la disección tipo B con sus lúmenes verdadero y falso.

ARTERIAS PULMONARES

La interpretación correcta de los estudios de AngioTC de arterias pulmonares requiere tener un conocimiento detallado de la anatomía normal, además de prestar una atención cuidadosa a los aspectos técnicos en la realización del examen.

La arteria pulmonar principal nace en la base del ventrículo derecho y se dirige cranealmente unos 5cm antes de dividirse en las arterias pulmonares derecha e izquierda. La arteria pulmonar principal, la derecha y la izquierda son intrapericardicas por otro lado las arterias pulmonares son elásticas y sus paredes son finas comparadas con las de las arterias sistémicas. La arteria pulmonar principal se reconoce como la estructura mas anterior que sale del corazón y en su origen esta justo detrás del esternón. Esta arteria tiene un diámetro de hasta 30mm en los sujetos normales.

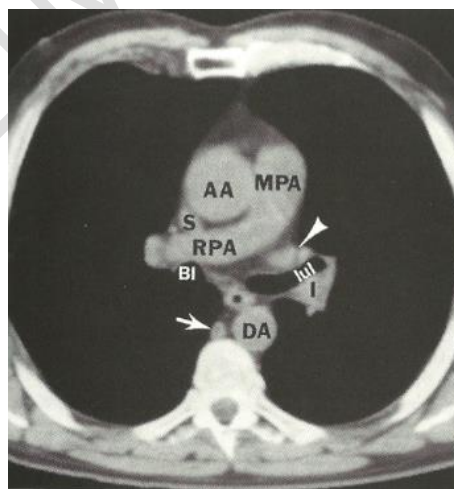


Figura 23. Arteria pulmonar principal y derecha. La arteria pulmonar derecha se extiende posteriormente y a la derecha de la arteria pulmonar principal, siguiendo un curso posterior a la vena cava superior y anterior al bronquio intermedio.

La arteria principal se divide en las arterias pulmonares derecha e izquierda lateralmente a la aorta ascendente. La arteria pulmonar derecha nace casi en angulo recto y al cruzar al mediastino pasa por detrás de la aorta ascendente y por delante del bronquio principal derecho. Esta arteria se dispone casi en el plano de corte, por lo que se ve en toda su longitud bajo TC. La arteria pulmonar izquierda parece una continuación directa de la arteria pulmonar principal y no es posible distinguirla sin ver el origen de la arteria pulmonar derecha, desde su origen se dirige cranealmente a la izquierda y se arquea por encima del bronquio principal izquierdo. El tamaño de la arteria pulmonar derecha e izquierda debe ser aproximadamente igual, aunque la mayoría de las personas tiene la izquierda ligeramente mayor. Las arterias pulmonares se dividen según un patrón dicotómico; las dos ramas pueden tener un tamaño aproximadamente igual o una puede ser bastante mas grande que la otra. Desde su bifurcación hasta llegar a las ramas con un calibre de 10 a 15mm, la arteria pulmonar se divide unas 17 veces. Los patrones de ramificación de las arterias lobulares, segmentarias y subsegmentarias muestran una gran variedad y aunque es típico que los bronquios lobulares, segmentarios y subsegmentarios vayan paralelos a las ramas arteriales, los orígenes de las ramas arteriales son variables y a menudo hay ramas arteriales supernumerarias o accesorias que irrigan un lóbulo o un segmento.

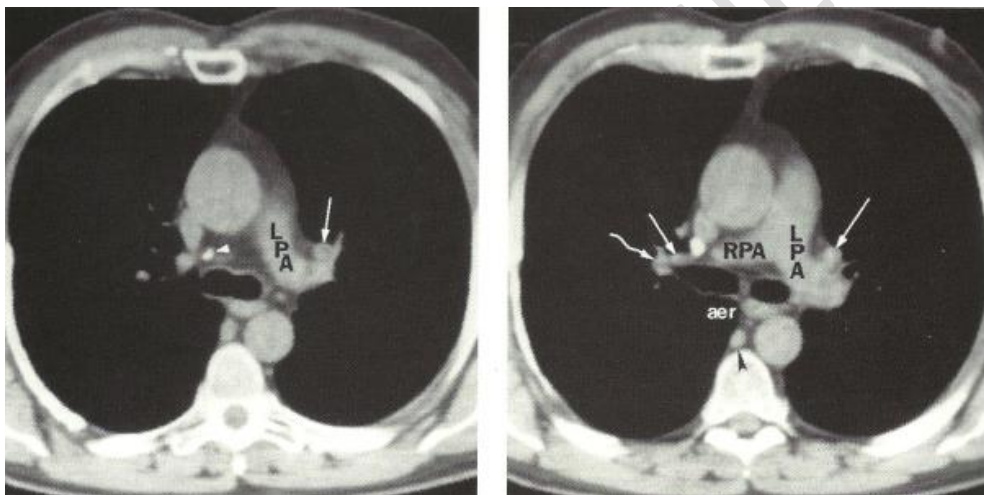


Figura 24. Arteria pulmonar izquierda. Se muestra la arteria pulmonar izquierda en dos cortes mas caudales, se ve además el origen de la arteria pulmonar derecha (RPA).

Realización del estudio

Para la realización del estudio de AngioTC de tórax, ya vimos en la sección anterior, el protocolo que sirve para visualizar la aorta y sus vasos derivados, ahora nos corresponde revisar el protocolo para el estudio de las arterias pulmonares, examen solicitado casi siempre por el diagnostico de Tromboembolismo Pulmonar.

- Realizar Topograma de planificación.
- No se Realiza fase sin contraste.
- Realizar un corte de prueba a la altura del tronco pulmonar, que en la imagen del Topograma se encuentra justo por debajo de la silueta que forma la Carina llena de aire.
- Si el corte de prueba muestra bien el tronco pulmonar, se coloca en la misma posición el Test de Bolus y se realiza la prueba de contraste, para esto se utilizan 20ml que se inyectan generalmente a 5 o 5,5 ml/seg dependiendo el peso del paciente.

- El Test de Bolus nos entrega imágenes secuenciales en una misma posición (tronco pulmonar) y con esto se puede visualizar la dinámica del contraste en la zona de interés. Para objetivar el tiempo; estos cortes secuenciales se envían a un programa, que en Siemens es DynEva, el cual permite realizar un ROI en la zona del Tronco pulmonar y así poder saber objetivamente el tiempo de Peak del vaso.
- Una vez obtenido este tiempo de Peak se le agregan 2 segundos para asegurar la correcta opacificación de los vasos y se obtiene el delay que tendrá la exploración, de este modo se lanzan juntos el contraste y la adquisición.
- La adquisición de las imágenes se realiza caudo-craneal y en una sola apnea, y no se realizan imágenes tardías excepto en caso especiales; como cuando se signos de sangramiento o en el hallazgo de una masa o derrame complicado.

PATOLOGIA

TROMBOEMBOLISMO PULMONAR

Se define como una situación clínico- patológica desencadenada por la obstrucción arterial pulmonar por causa de un trombo desarrollado in situ o de otro material procedente del sistema venoso. De ello resulta un defecto de oxígeno en los pulmones siendo una de las principales emergencias médicas, siendo una enfermedad potencialmente mortal que requiere tratamiento inmediato.

Hasta la aparición de la TC multidetector, el diagnóstico de Tromboembolismo pulmonar (TEP) se realizaba con gammagrafía de ventilación/perfusión (V/Q) además de una ecografía de los miembros inferiores para la evaluación de trombosis profunda. Hoy en día, el diagnóstico de TEP agudo se realiza casi en todos los centros por AngioTC de arterias pulmonares y se reserva los otros exámenes para casos mas crónicos. Cuando se realiza correctamente, la AngioTC permite una opacificación uniforme y de alta calidad de todas las arterias pulmonares centrales, con lo que es posible detectar embolismos pulmonares no sospechados, esto requiere una técnica al momento de realizar el examen minuciosa.

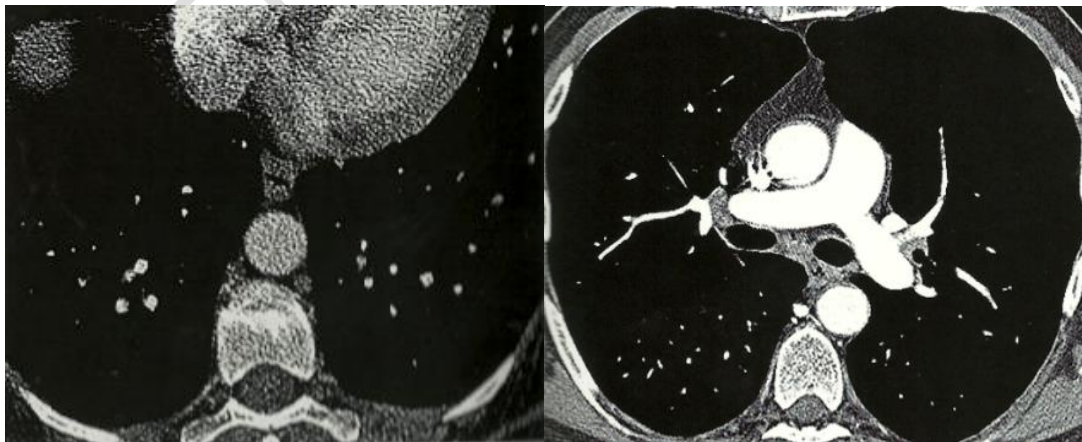


Figura 25. Opacificación de contraste. Se observa una subóptima opacificación en el lóbulo inferior de las arterias segmentarias y subsegmentarias, lo que no permite su diagnóstico

certero. En cambio, se observa una óptima opacificación en otro paciente, lo que permite descartar TEP.

Ya hemos revisado la forma de realizar el examen para nuestro centro y puede servir de guía, pero no existe un protocolo universal para realizar el examen, por esto es muy importante que en cada lugar exista un protocolo de acuerdo al equipo a utilizar y los factores técnicos, tales como colimación, pitch, algoritmos de reconstrucción, volumen de contraste a utilizar, flujo de contraste, concentración de yodo y delay en la adquisición de los datos; se adecuen para que el examen resulte exitoso.

Los criterios diagnósticos en general de la AngioTC por TEP incluyen:

- Defecto de relleno parcial; área de bajo coeficiente de atenuación central o marginal rodeado de una cantidad variable de medio de contraste.
- Defecto completo de relleno.
- Signo de “railes de tren”; tromboémbolos flotando libremente en la luz.
- Defecto mural; áreas periféricas de bajo coeficiente de atenuación dentro de la arteria.

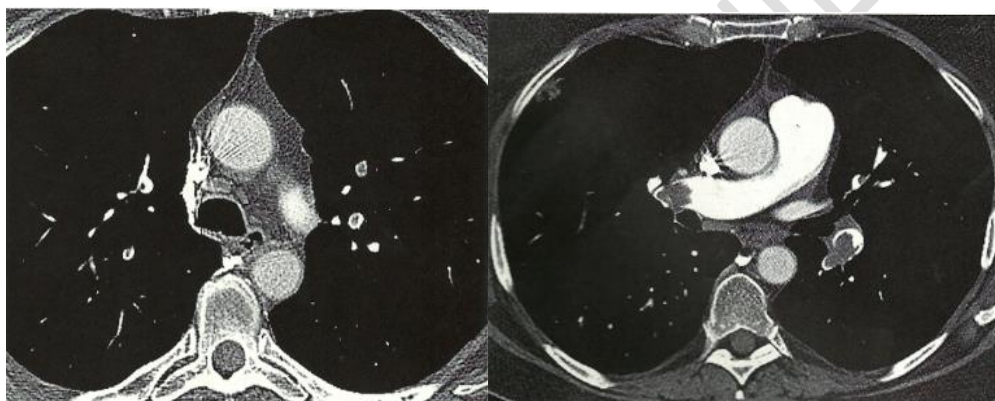


Figura 26. Signos diagnósticos. Se observa defectos de llene parcial en arterias pulmonares segmentarias y subsegmentarias de lóbulos superiores. También se observa émbolos pulmonares importantes; en la arteria pulmonar principal derecha y lingular izquierda. Son émbolos rodeados de contraste lo que se identifica como TEP.

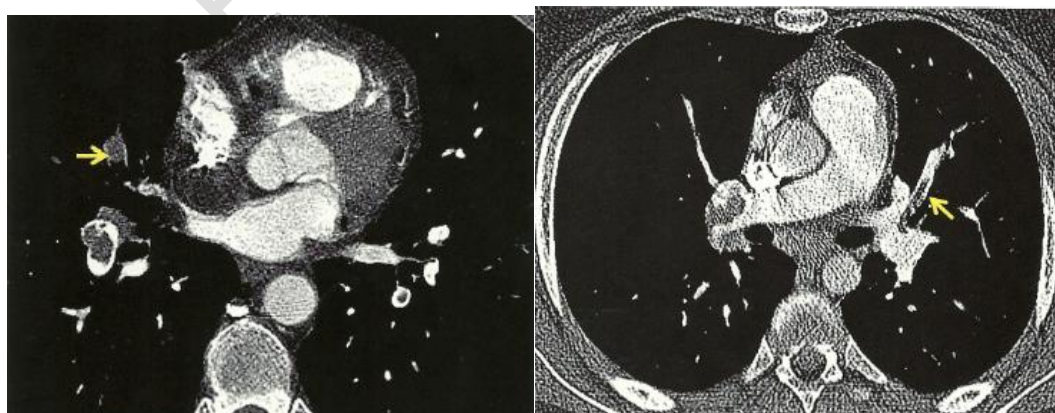


Figura 27. Signos diagnósticos. Se observan defectos de llene parcial bilaterales y un defecto de llene total de la arteria del lóbulo superior derecho. En la siguiente imagen además del embolo

en la arteria principal derecha, se observa el signo de railes de tren en una arteria segmentaria izquierda.

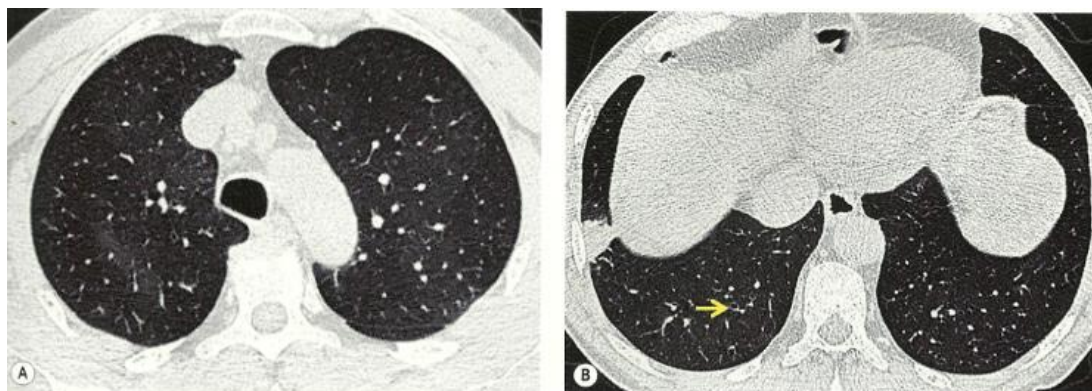


Figura 28. Paciente con episodios de TEP. Se observa patrón de atenuación de mosaico en los lóbulos superiores. En cortes mas caudales se observa infartos pulmonares en la periferia del pulmón derecho. Además se observa dilatación de bronquios subsegmentarios, signo ocasional de embolia pulmonar, sobretodo crónica.

Tromboembolismo Pulmonar Agudo

Para identificar correctamente los TEP hay que estar familiarizado con la anatomía vascular hiliar, como ya hemos señalado esta identificación se ve facilitada tomando la anatomía bronquial como referencia. Con la excepción de la arteria subsegmentaria posterior del lóbulo superior izquierdo y de la parte proximal de la arteria lingular, todas las arterias lobulares, segmentarias y subsegmentarias están al lado del bronquio correspondiente. Por ello, siempre hay que ver los cortes con ventana estrecha como también ancha. Como regla, las arterias de los lobulos inferiores, la lingula y el lóbulo medio son laterales a los bronquios correspondientes y, al igual que ocurre en estos, su aspecto cambia con su orientación. Veremos a continuación con mas detalle algunos de los hallazgos bajo TC en los pacientes con TEP.

Alteraciones Vasculares; el criterio mas fiable para diagnosticar un TEP agudo es el hallazgo de un defecto de repleción intraluminal. Normalmente estos defectos están rodeados, al menos parcialmente, por un halo delgado de contraste y son circulares en las arterias orientadas verticalmente (o masas flotantes libremente en las arterias pulmonares centrales) o defectos serpinginosos en las arterias orientadas horizontalmente (signo de rail). En las arterias de orientación oblicua con respecto al plano de corte, lo TEP pueden parecer como defectos de repleción excéntricos que con frecuencia forman angulos agudos con la luz llena de contraste, con menos frecuencia el embolo ocupa totalmente la luz, y en estos casos el diagnostico se facilita por que los TEP agudos normalmente distienden la luz arterial, lo que se aprecia mejor con ventana de pulmón.

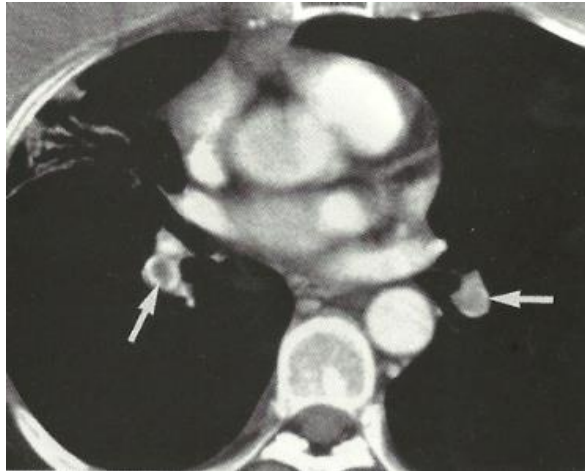


Figura 29. Tromboembolismo pulmonar agudo. Se observan trombos en el interior de la arteria pulmonar derecha e izquierda, en la derecha se aprecia el signo común de defecto de llene de la pastilla de menta. Además se observan bronquiectasias focales en el lóbulo medio derecho.

Cambios Parenquimatosos y pleurales; además de las alteraciones vasculares, en los pacientes con TEP agudo pueden verse cambios parenquimatosos secundarios, que incluyen áreas de atenuación aumentada o disminuida, así como consolidaciones triangulares de base pleural, bandas lineales y atelectasias. En algunos casos estas densidades periféricas en forma de cuña pueden ser signos sugerentes de infarto pulmonar, este hallazgo se encuentra en casi un 10% de los pacientes con TEP agudo. A este respecto aunque la mayoría de las áreas triangulares de consolidación corresponden a embolos segmentarios, la asociación tampoco es constante. Si bien los derrames pleurales se ven con frecuencia en la mayoría de los pacientes con TEP probado, este hallazgo por si solo tiene escaso valor diagnóstico.

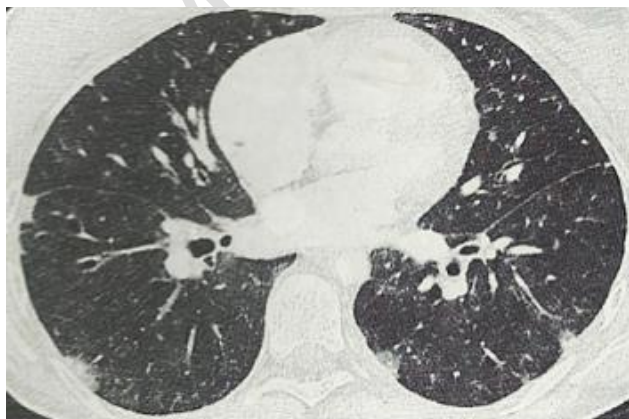


Figura 30. Imagen de AngioTC con ventana de pulmón. Se muestran diversos infartos pulmonares subpleurales, de diferentes formas y tamaños.

Fuentes de error diagnóstico; las principales causas de error diagnóstico de TEP agudo, pueden deberse a Factores técnicos y a otros Relacionados con el Paciente. A pesar que se ha demostrado el valor de la AngioTC para diagnosticar el TEP agudo, en un 5-10% de los casos los

estudios no son diagnósticos debido a factores técnicos. Entre estos, los más importantes son los debidos a artefactos respiratorios y a un realce insuficiente con el contraste. Las variaciones respiratorias pueden ocurrir en los estudios con respiración tranquila como en aquellos con apnea. El resultado son defectos de volumen parcial, sobretodo en las arterias pequeñas que están en el mismo plano de corte de TC, que causan cambio brusco en la atenuación de las arterias en dos cortes contiguos. Suele ser posible evitar esta fuente de error si se estudian las arterias sospechosas con ventana de pulmón para confirmar la presencia de artefactos respiratorios.

También son problemáticos los errores debidos a una opacificación insuficiente de los vasos. Una sincronización temporal inadecuada tras la administración del contraste puede conducir a una opacificación vascular incompleta, bien porque el contraste llega demasiado pronto (con lo que no se opacifican las arterias de los lobulillos inferiores) o demasiado tarde (con seudodefectos de repleción en las arterias de los lobulillos superiores). Además la sincronización temporal incorrecta puede hacer que se confundan arterias con venas. Como es de imaginarse y por eso en nuestro centro se hace de esta manera, estos problemas pueden evitarse realizando una prueba de contraste y analizando los datos mediante software para así dar con el delay correcto para la adquisición de los datos.

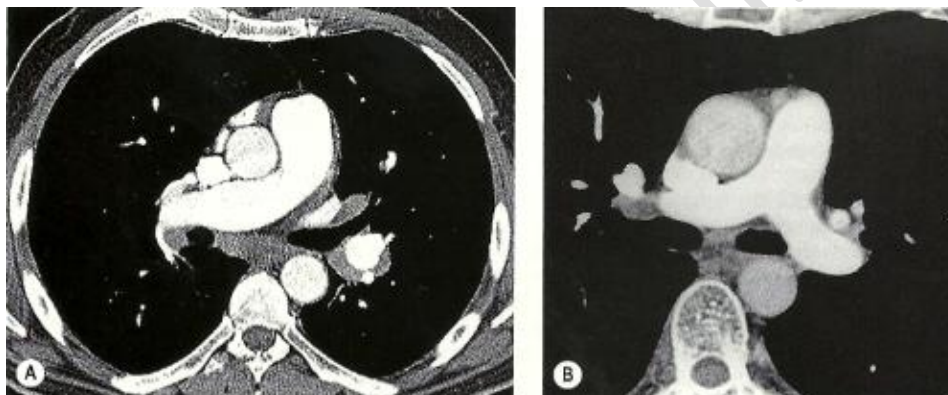


Figura 31. Linfonodos hiliares que simulan una embolia pulmonar. Se observa un collar de linfonodos que rodea la arteria pulmonar media izquierda. En la siguiente imagen se observa como los linfonodos simulan un defecto de llene en la arteria pulmonar derecha. Esto se soluciona observando bien los cortes contiguos para descartar TEP

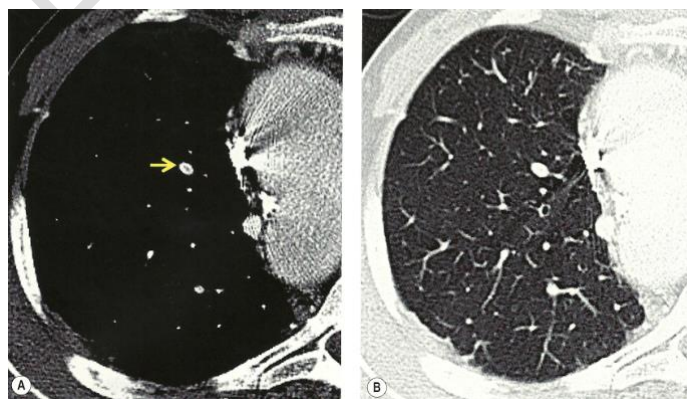


Figura 32. Defecto de llene aparente en vaso del lóbulo superior derecho sugerente de embolia pulmonar, en paciente con atresia pulmonar y defecto septal ventricular. Al observar cortes contiguos en ventana de pulmón, el vaso en cuestión sugiere ser una vena.

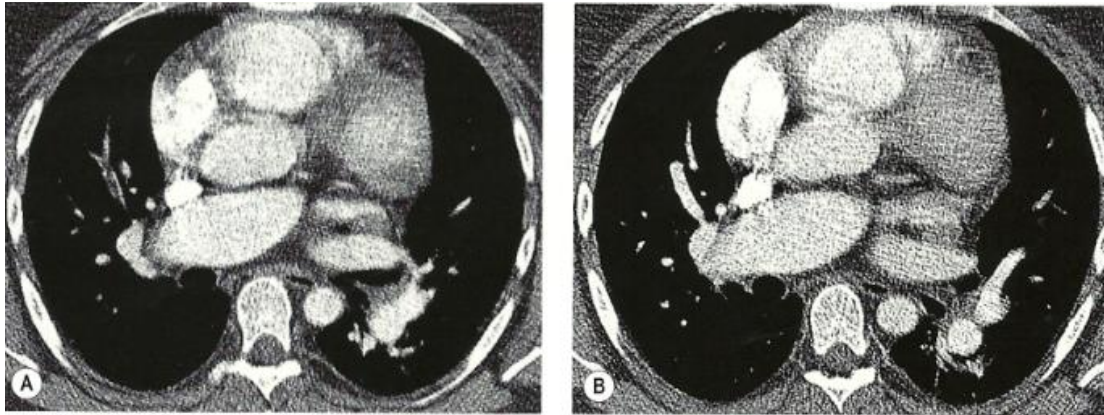


Figura 3.3 AngioTC con cortes de 3mm. Se muestra un defecto de llene en rail de tren en una arteria pulmonar derecha, al revisar el corte inmediatamente superior se demuestra que es un efecto de volumen parcial.

Tromboembolismo Pulmonar Crónico

En la mayoría de los casos los TEP agudos se resuelven sin secuelas. Sin embargo, en cerca del 5% de los casos, el proceso de lisis falla y la resolución del trombo es incompleta. Al organizarse este, las arterias quedan estrechadas u ocluidas. En casos poco frecuentes se desarrolla una hipertensión pulmonar crónica. Diferentes estudios han descrito los hallazgos en la AngioTC en pacientes con TEP crónico y al igual que en los pacientes con TEP agudo, estos se pueden clasificar en dos grupos: vasculares y parenquimatosos.

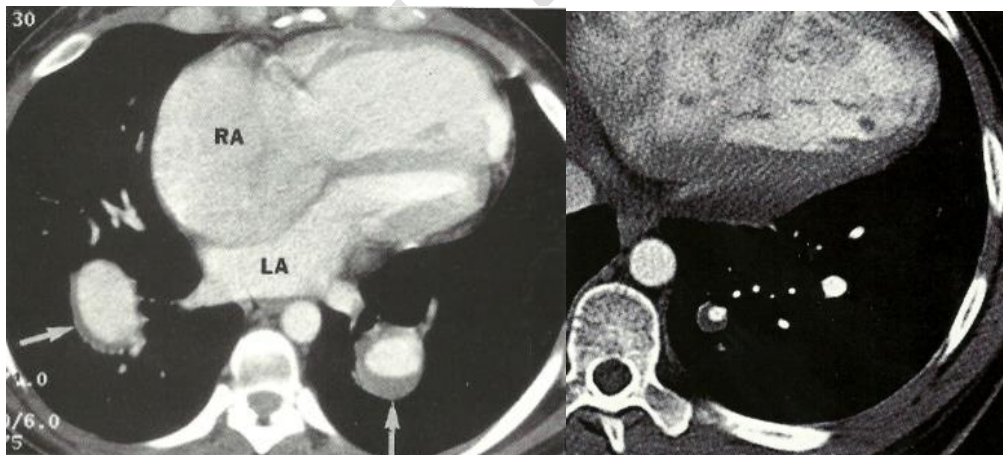


Figura 34. Embolia pulmonar crónica. Se visualizan trombos que se adhieren a la pared de las arterias pulmonares derecha e izquierda, además estas se muestran dilatadas.

Alteraciones Vasculares; el dato distintivo del TEP crónico consiste en la presencia de trombos organizados, que se ven como defectos de repleción mural excéntricos de bordes lisos o irregulares. A menudo se asocian a una marcada diferencia en el tamaño de las arterias pulmonares centrales. Signos indirectos que pueden también estar presentes son el estrechamiento abrupto del vaso, membranas y estenosis, defectos saculares e irregularidad de las paredes vasculares. En cerca de un 10% de los casos se ven calcificaciones en la TC, entre las

alteraciones vasculares secundarias están la dilatación de la aurícula derecha y de las arterias bronquiales en pacientes con hipertensión pulmonar crónica secundaria. Comparada con otras técnicas, como por ejemplo la angiografía, la AngioTC es más sensible para detectar el TEP crónico central, independiente de cual sea la antigüedad exacta del trombo. La AngioTC no solo permite ver las arterias no opacificadas, sino que es más sensible para detectar trombos excéntricos de bordes lisos en las arterias pulmonares centrales.

Alteraciones Parenquimatosas; se han descrito varios hallazgos en los pacientes con TEP crónico, sobre todo en los que tienen hipertensión pulmonar crónica. El más característico es un patrón de perfusión en mosaico, definido como áreas geográficas bien delimitadas de atenuación en vidrio esmerilado, que se adaptan a lobulillos pulmonares secundarios individuales o a un grupo de ellos, normalmente asociado a una asimetría marcada en el calibre de los vasos segmentarios. Otros hallazgos menos específicos son densidades parenquimatosas y lineales, probablemente correspondiente a infartos pulmonares previos. A diferencia de los que ocurre en el TEP agudo, el reconocimiento de estas lesiones puede representar un papel muy importante para identificar a los pacientes con TEP crónico, sobre todo los que tienen hipertensión pulmonar crónica secundaria.

ETM U. DE CHILE