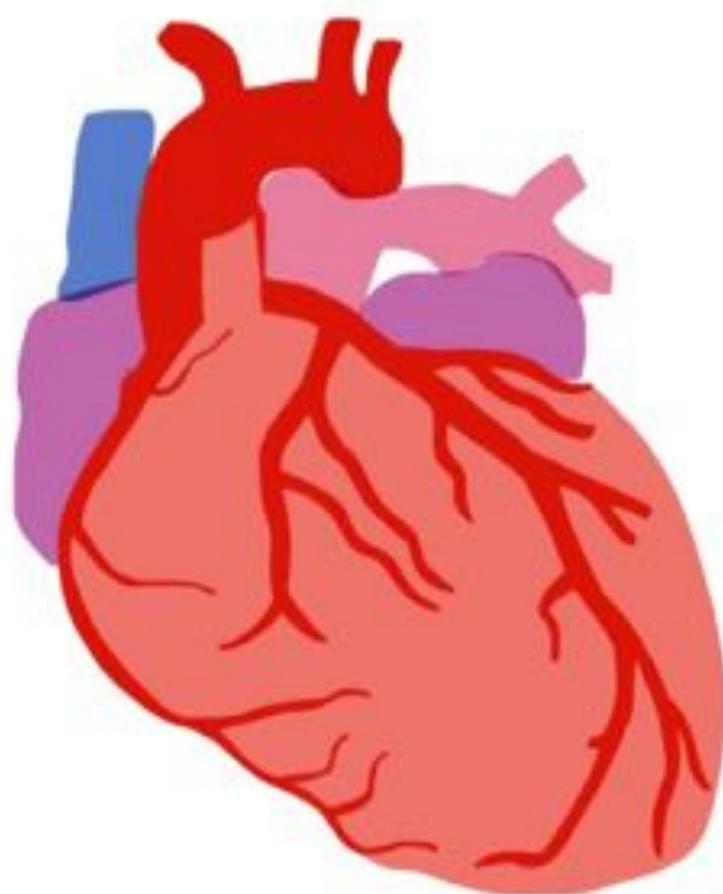




# Angio-TC coronario

Una breve guía para el Técnico Superior en Imagen para el Diagnóstico (TSID).

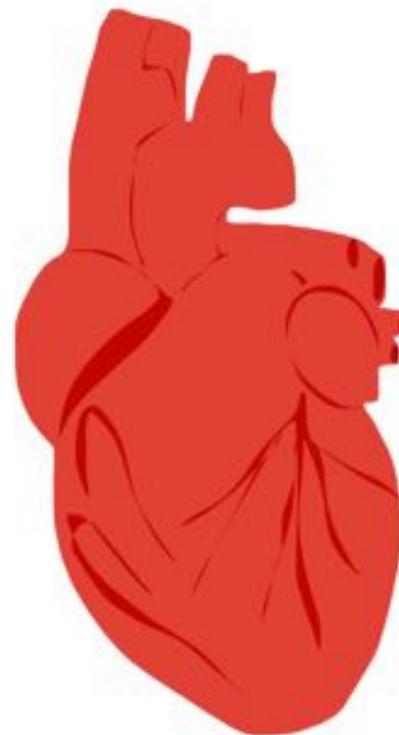


Manuel Alejandro Pérez Benítez <sup>1</sup>, Leire Romero López <sup>2</sup>, Cristina Osuna Otal <sup>3</sup>, Jesús García Serrano <sup>4</sup>, César Madrid López <sup>5</sup>, Ramón de la Torre Colmenero <sup>6</sup>, Ildefonso Hidalgo Hurtado <sup>7</sup>, María Del Camino Rodríguez Calvo <sup>8</sup>, Eva María García Gámez <sup>9</sup>

<sup>1-9</sup>Hospital Universitario de Puerto Real, Puerto Real.



# ÍNDICE



## INTRODUCCIÓN

- REPASO ANATÓMICO CARDÍACO
- FISIOLOGÍA CARDÍACA

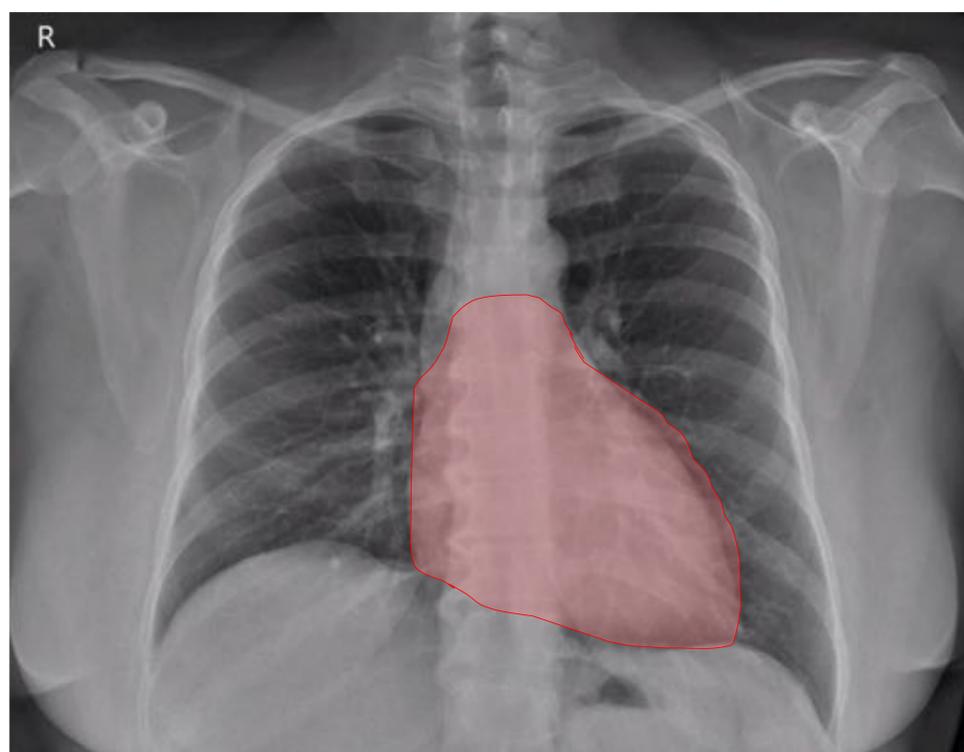
## ANGIO-TC CORONARIO

- INDICACIONES
- PREPARACIÓN PREVIA DEL PACIENTE
- PROTOCOLO DE ESTUDIO
- POSIBLES DIFICULTADES
- -HALLAZGOS FRECUENTES

# INTRODUCCIÓN

## - REPASO ANATÓMICO CARDÍACO

### EL CORAZÓN



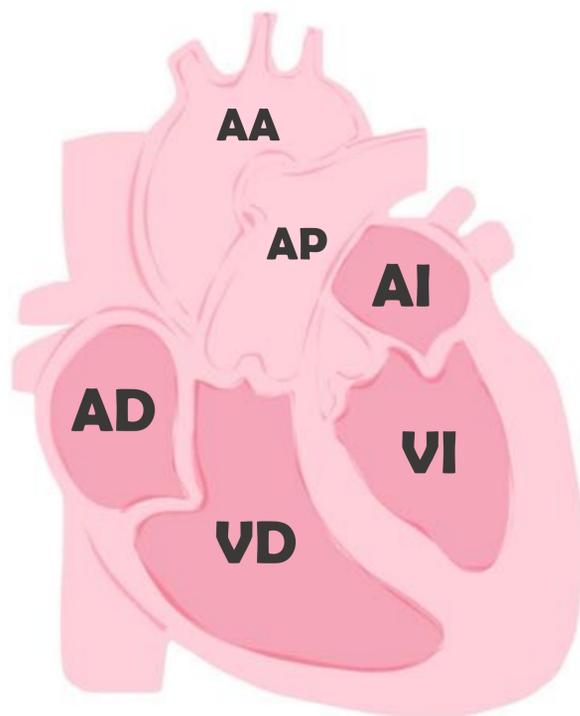
Localizado en el compartimento medio o visceral del mediastino, el corazón constituye el principal órgano del sistema cardiovascular y se encarga de distribuir la sangre por el organismo. Se localiza adyacente al esternón, entre ambos pulmones, y levemente lateralizado hacia la izquierda.



# INTRODUCCIÓN

## - REPASO ANATÓMICO CARDÍACO

### CÁMARAS CARDÍACAS



Mediante un sistema de cavidades y válvulas, el corazón constituye una bomba que recoge en la aurícula derecha la sangre de todo el organismo a través de las venas (pobre en O<sub>2</sub>) y la distribuye de la siguiente forma:

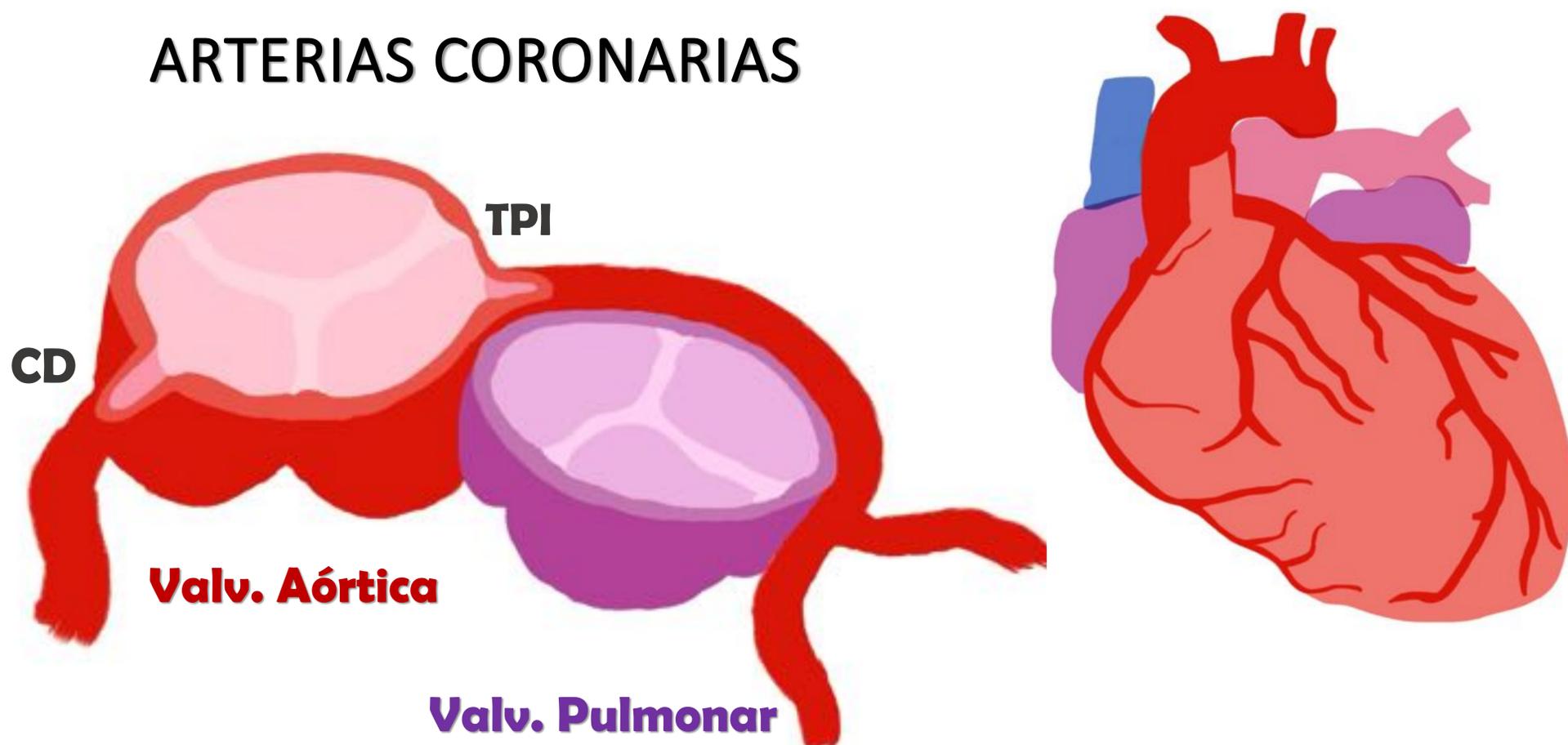
- **Circulación pulmonar.** AD → VD → Arterias pulmonares [AP] (La sangre se distribuye por el pulmón y recibe el O<sub>2</sub> inhalado).
- **Circulación sistémica.** AI → VI → Arteria aorta [AA]. (Una vez oxigenada, la sangre se distribuye por todos los tejidos del organismo para proporcionarles el O<sub>2</sub> necesario).



# INTRODUCCIÓN

## - REPASO ANATÓMICO CARDÍACO

### ARTERIAS CORONARIAS



La circulación coronaria constituye el sistema a través del cual recibe sangre oxigenada el tejido cardíaco. La válvula aórtica impide el reflujo de sangre oxigenada al ventrículo izquierdo tras la sístole y se compone de tres valvas con un seno valvular cada una de ellas.

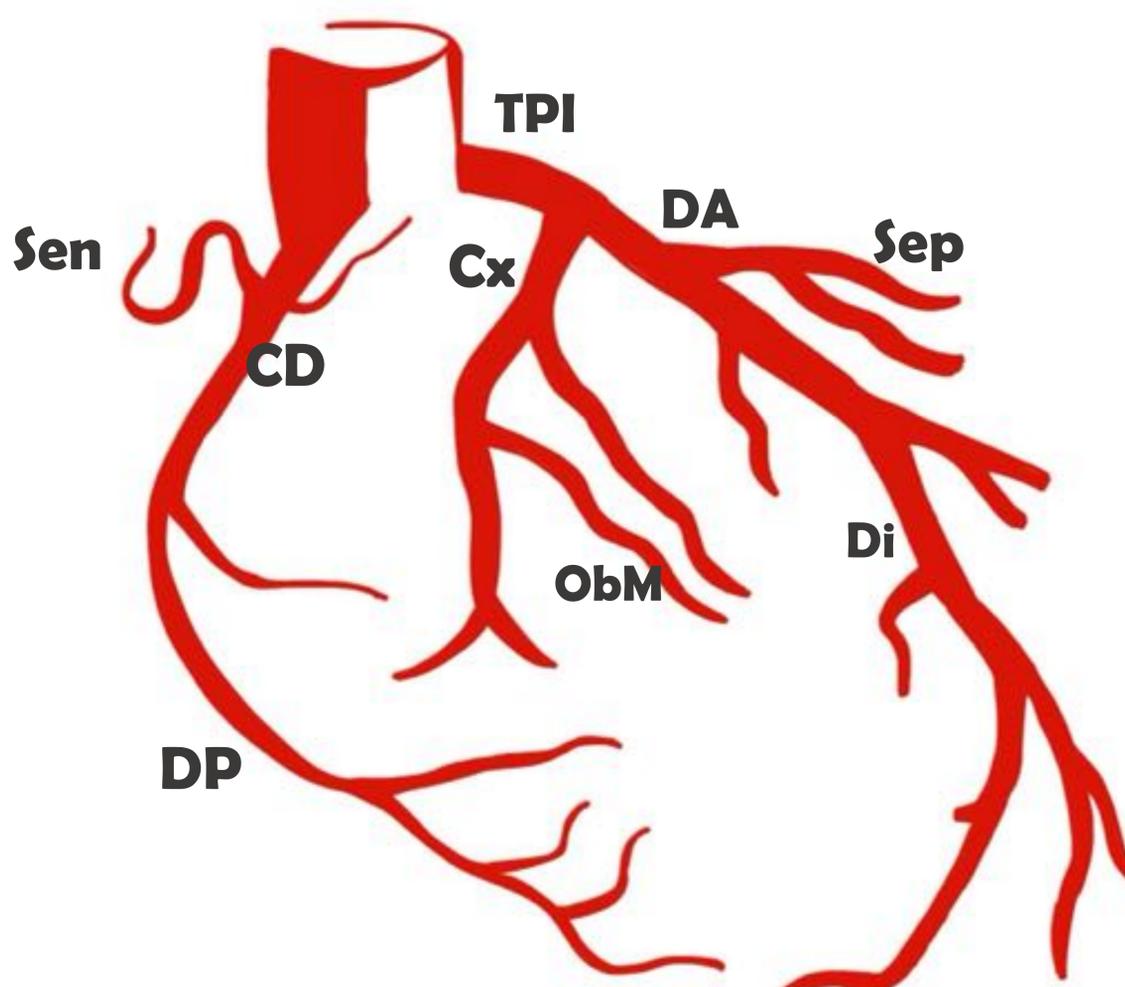
En relación con el **seno anterior derecho**, se identifica el origen de la *coronaria derecha* (que generalmente vasculariza el miocardio inferior e inferoseptal); y en relación con el **seno posterior izquierdo** se origina el *tronco principal izquierdo* (encargado de vascularizar el resto de los territorios miocárdicos). El tercer seno recibe el nombre de seno no coronario, dado que no surge de él ninguna rama coronaria.



# INTRODUCCIÓN

## - REPASO ANATÓMICO CARDÍACO

### ARTERIAS CORONARIAS



La **coronaria derecha (CD)** da origen a varias ramas arterias marginales de calibre mediano, a la arteria descendente posterior (**DP**) y, en el 58% de los pacientes, a la arteria del seno (**Sen**).

El **tronco principal izquierdo** se divide en la descendente anterior (**DA**) que da ramas diagonales (**Di**) y septales (**Sep**); y la arteria circunfleja (**Cx**), que da las obtusas marginales (**ObM**)

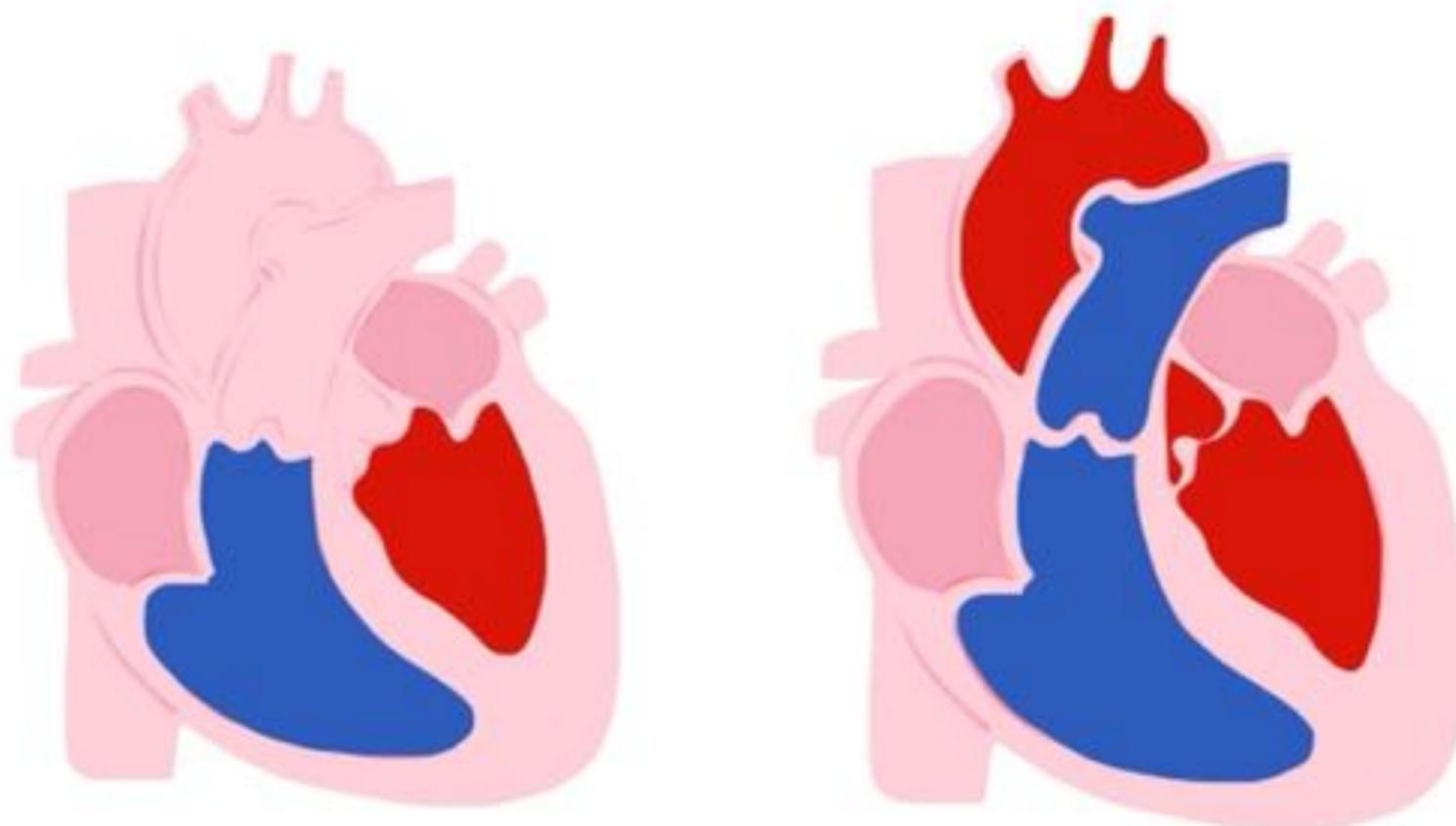
\* En el 85% de las personas la rama interventricular posterior tendrá su origen en la coronaria derecha presentando, por tanto, una **dominancia** de este lado. La dominancia izquierda (15%) vendrá dada por una circulación posterior con origen en la circunfleja.



# INTRODUCCIÓN

## - FISIOLOGÍA CARDÍACA

### EL CICLO CARDÍACO I



### SÍSTOLE

El ciclo cardíaco refleja el paso de la sangre a través de las cavidades cardíacas dividiendo el proceso en diferentes eventos o fases: la sístole y la diástole. La frecuencia cardíaca (FC) constituye el número de ciclos cardíacos que se producen por minuto y se mide en latidos por minuto (lpm).

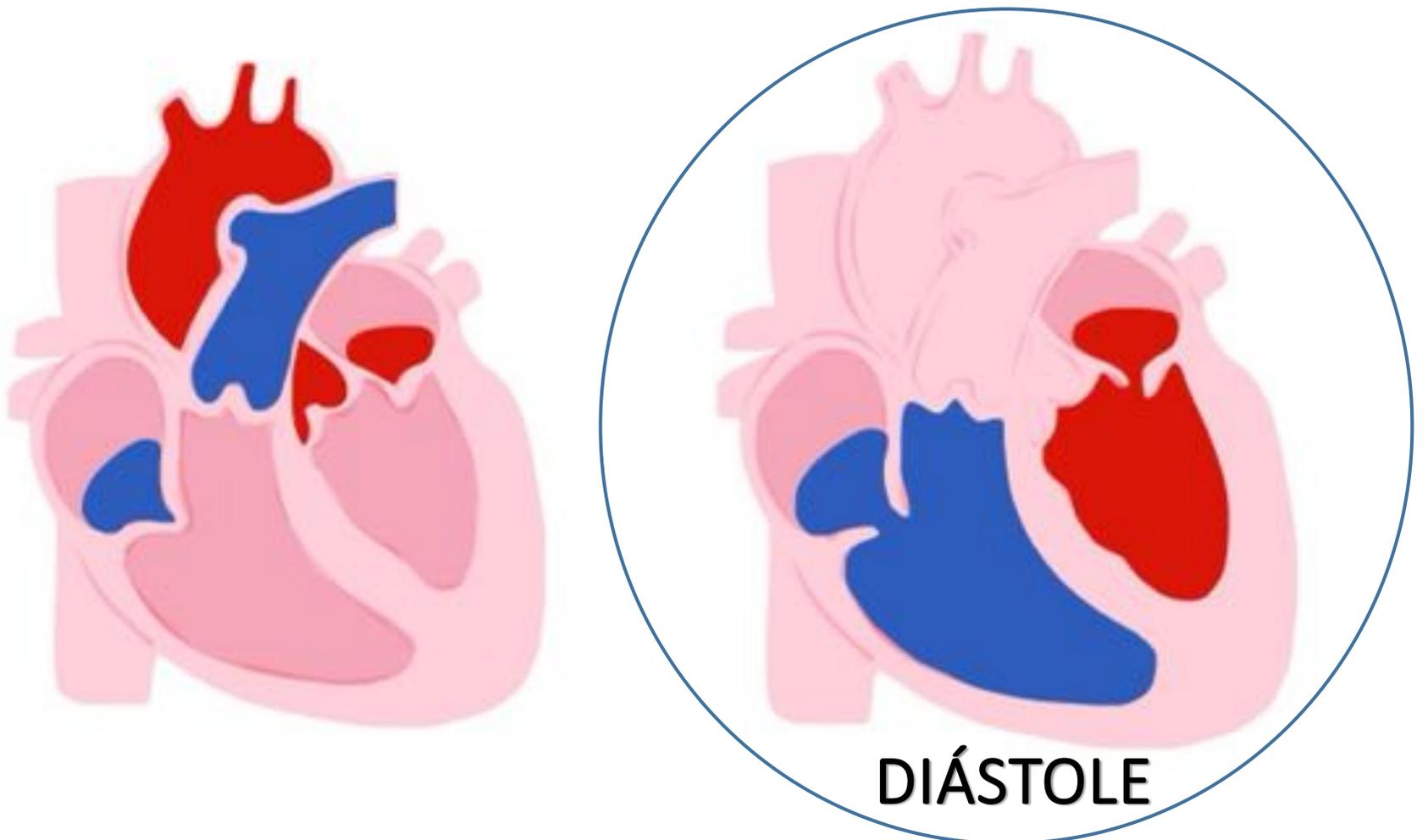
La **sístole** consiste en la contracción del músculo cardíaco asociado a una apertura de las válvulas aórtica y pulmonar; y tiene como objetivo de impulsar la sangre hacia las circulaciones sistémica y pulmonar respectivamente.



# INTRODUCCIÓN

## - FISIOLÓGÍA CARDÍACA

### EL CICLO CARDÍACO II



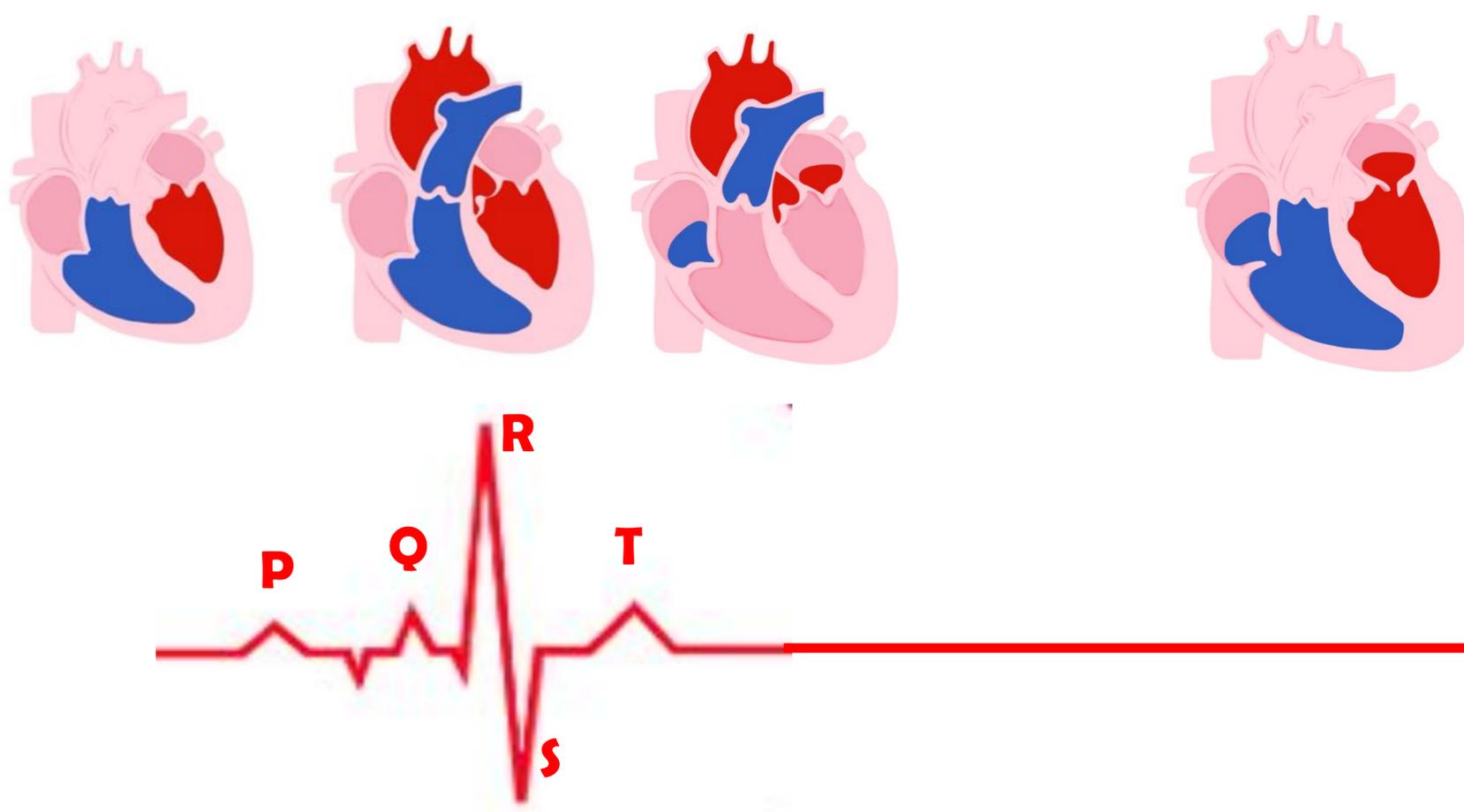
Durante la **diástole** el miocardio no se encuentra contraído, por lo que la relajación cardíaca permite que las cavidades cardíacas se llenen de sangre. Durante esta fase se produce también la repleción de las arterias coronarias junto con una disminución en la motilidad cardíaca, lo que la convierte en una fase de interés en el estudio de Angio-TC coronario. Al final de la diástole (telediástole) se produce una contracción de las aurículas que permiten que se complete el llenado ventricular.



# INTRODUCCIÓN

## - FISIOLOGÍA CARDÍACA

### EL ELECTROCARDIOGRAMA



El **electrocardiograma (ECG)** permite conocer de forma indirecta la actividad eléctrica del corazón. En la representación básica de un ECG normal se identifican diferentes ondas que reflejan cada momento del ciclo cardíaco.

Onda **P**- se corresponde con la actividad eléctrica de las aurículas (contracción en tele-diástole)

Complejo **QRS**- contracción del miocardio ventricular que permite que la sangre se distribuya por todo el organismo.

Onda **T**- se correspondería con la “relajación” o repolarización del miocardio ventricular.



# ANGIO-TC CORONARIO

## INDICACIONES

El estudio de Angio-TC coronario permite conocer la anatomía de las arterias coronarias e identificar la existencia de placas de ateroma, caracterizarlas y determinar el grado de estenosis que provocan. También permite, entre otras cosas, conocer la existencia de patología cardíaca estructural.

### INDICACIONES

Detección de la enfermedad arterial coronaria en:

- Pacientes asintomáticos con elevado riesgo cardiovascular.
- Sintomáticos con riesgo cardiovascular intermedio/bajo y ECG normal o no interpretable/troponinas negativas o equívocas.
- Previo a cirugía cardíaca no coronaria en pacientes con riesgo intermedio de enfermedad coronaria.

Sustituye a la coronariografía en:

- Miocardiopatía dilatada de origen incierto
- Paciente pendiente de cirugía vascular
- Transplante cardíaco

\* Ha de considerarse la existencia de **contraindicaciones** para su realización: *alergias, embarazo, arritmias, intolerancia del paciente para su realización o que la realización del estudio no repercuta en el manejo o pronóstico del paciente, por lo que no sería útil su realización.*



# ANGIO-TC CORONARIO

## PREPARACIÓN DEL PACIENTE

### PREPARACIÓN PREVIA

- Ayuno de 4 h.
- Evitar sustancias taquicardizantes (café, té, bebidas energéticas,...)
- Cumplimiento con la medicación habitual (habría que valorarse la suspensión de la Metformina 48 h después del procedimiento).
- Firma del Consentimiento Informado





# ANGIO-TC CORONARIO

## PREPARACIÓN DEL PACIENTE

### UNA VEZ EN SALA



- Monitorización del paciente
- O2 nasal
- Vía venosa periférica 18 G (según la fuente bibliográfica consultada se propone un acceso antecubital derecho o izquierdo. Debe evitarse el acceso en el dorso de la mano porque requiere de un catéter de menor calibre que no soportaría las presiones de inyección necesarias)
- Faja ortopédica (en nuestro centro no se suele emplear)
- Práctica de la apnea. El estudio requiere que el paciente deje de respirar durante un tiempo moderado (aprox. 25 s) para evitar los artefactos por movimiento respiratorio; por lo que resulta interesante practicar antes. Ensayarlo permite asegurar la calidad de la apnea intentando evitar la maniobra de Valsalva, asegurar el tiempo que aguanta el paciente en apnea, y observar si existen fluctuaciones de la FC con la misma.



# ANGIO-TC CORONARIO

## PREPARACIÓN DEL PACIENTE

### FÁRMACOS EMPLEADOS PARA EL ESTUDIO

Se hace necesario que el paciente mantenga una FC de en torno a 60-65 lpm para evitar, de esta forma, los artefactos de movimiento por el latido cardíaco. El manejo farmacológico de la FC se basa principalmente en el uso de **Beta-bloqueantes**. Por lo general, una coordinación con el servicio de Cardiología hace posible que los pacientes acudan premedicados y con la frecuencia cardíaca relativamente controlada:

- \* Premedicación una hora antes del estudio: Metoprolol 50-100 mg oral.
- \* Una vez en sala: Se administran 5 mg de metoprolol iv un minuto antes de la prueba. Si no se controla la FC es posible administrar otros 5 mg a los 5 min y así hasta un máximo de 20 mg). En nuestro centro se administran 2,5mg en cada bolo hasta como máximo 7,5 mg. Si no se controla la FC una vez alcanzada esta dosis se avisa a Cardiología que completaría la pauta en sala.





# ANGIO-TC CORONARIO

## PREPARACIÓN DEL PACIENTE

### FÁRMACOS EMPLEADOS PARA EL ESTUDIO

El empleo de **Nitratos** tiene como objetivo una dilatación de los vasos coronarios que permita su correcta repleción con contraste durante la fase de adquisición de las imágenes. Se emplean:

\* 400-800 microgramos de nitroglicerina sublingual en pastilla o spray  
Dado que su efecto máximo se da a los 5 min tras su administración, debe administrarse 5 min antes de la adquisición de imágenes de angio-TC.



\*\* Dada las posibles **reacciones adversas** se hace necesario identificar la existencia de **contraindicaciones** absolutas o relativas para la administración de estos fármacos. En el caso de los *Beta-bloqueantes*, por ejemplo, la existencia de broncoespasmo; o en el caso de los *Nitratos* la administración precisa de inhibidores de la fosfodiesterasa, empleados en el tratamiento de la disfunción eréctil o de la hipertensión pulmonar.



# ANGIO-TC CORONARIO

## PROTOCOLO DE ESTUDIO

**1 Ca-Score sin contraste iv.** Constituye una adquisición prospectiva (2-3 mm de corte según el centro) que permite al radiólogo cuantificar el calcio que presentan las arterias coronarias del paciente. Para ello se emplea el índice de Agatston que se cuantifica de forma semiautomática por los softwares de post-procesado. Existen unos percentiles para este índice según edad y sexo del paciente, de forma que un paciente joven es raro que presenta un índice elevado mientras que es normal encontrar algunas placas de ateroma calcificadas en el paciente de mayor edad.





# ANGIO-TC CORONARIO

## PROTOCOLO DE ESTUDIO

**2 Estudio de Angio-TC coronario.** Es necesario un TC de 64 detectores o más.

2.1 ) **Scout PA y lateral** que incluya el corazón y las arterias coronarias por completo.

2.2 ) **SmartPrep.** Suele adquirirse 2 cm por encima de la carina en el plano AP y permite colocar un detector del bolo de contraste que, de forma automática, nos permite adquirir las imágenes cuando el contraste se localiza en el vaso de interés según el estudio; en el caso del Angio-TC coronario la aorta ascendente.

2.3) **Adquisición de las imágenes de Angio-TC.** Para la valoración exhaustiva de las arterias coronarias se hace necesario adquirir imágenes de alta resolución con un grosor de corte fino (aproximadamente 0,6-0,75 mm). Suele adquirirse con una técnica de sincronización cardíaca que permite coordinar la adquisición con el momento del ciclo cardíaco estimado a través del ECG. Previo a su realización y según la FC, las condiciones físicas o la edad del paciente debemos elegir el tipo de adquisición, representadas en la figura (**continúa en la siguiente diapositiva**):

# ANGIO-TC CORONARIO

## PROTOCOLO DE ESTUDIO

**2.3) Adquisición de las imágenes de Angio-TC.** Existen dos tipos principales de adquisición:

- **Retrospectiva**. La corriente de irradiación se mantiene constante durante todo el ciclo cardíaco, lo que permite estudiar los vasos en cualquier fase del ciclo cardíaco. \* Existe un subtipo retrospectivo con modulación de la corriente según la fase del ciclo que se basa en la irradiación constante durante el ciclo con una mayor corriente y, por tanto, resolución/capacidad diagnóstica de las imágenes durante la fase del ciclo cardíaco de interés.

- **Prospectiva**. Dado que en el estudio prospectivo únicamente se irradia y por tanto se adquiere la imagen durante la fase de interés del ciclo cardíaco, se requiere que el paciente cumpla rigurosamente con la frecuencia y ritmo cardíaco requeridos para la realización del estudio correctamente.

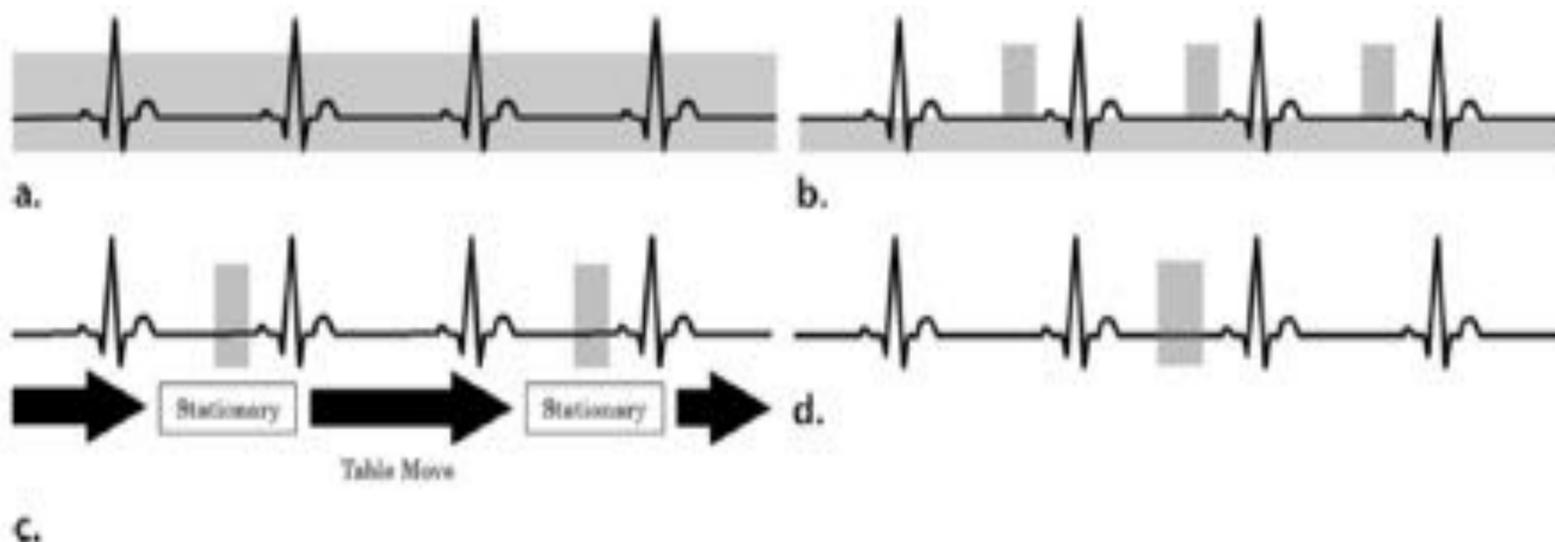


Imagen tomada de: Machida H, Tanaka I, Fukui R, et al. *Current and Novel Imaging Techniques in Coronary CT. Radiographics.* 2015;35(4):991-1010. doi:10.1148/rg.2015140181



# ANGIO-TC CORONARIO

## PROTOCOLO DE ESTUDIO



### **3 Administración del bolo de contraste iv.**

Por lo general se emplea una técnica bifásica con administración de 50-80 mL de medio de contraste con alta concentración de yodo (270-400 mg/mL) seguida de 40-50 mL de suero salino fisiológico.

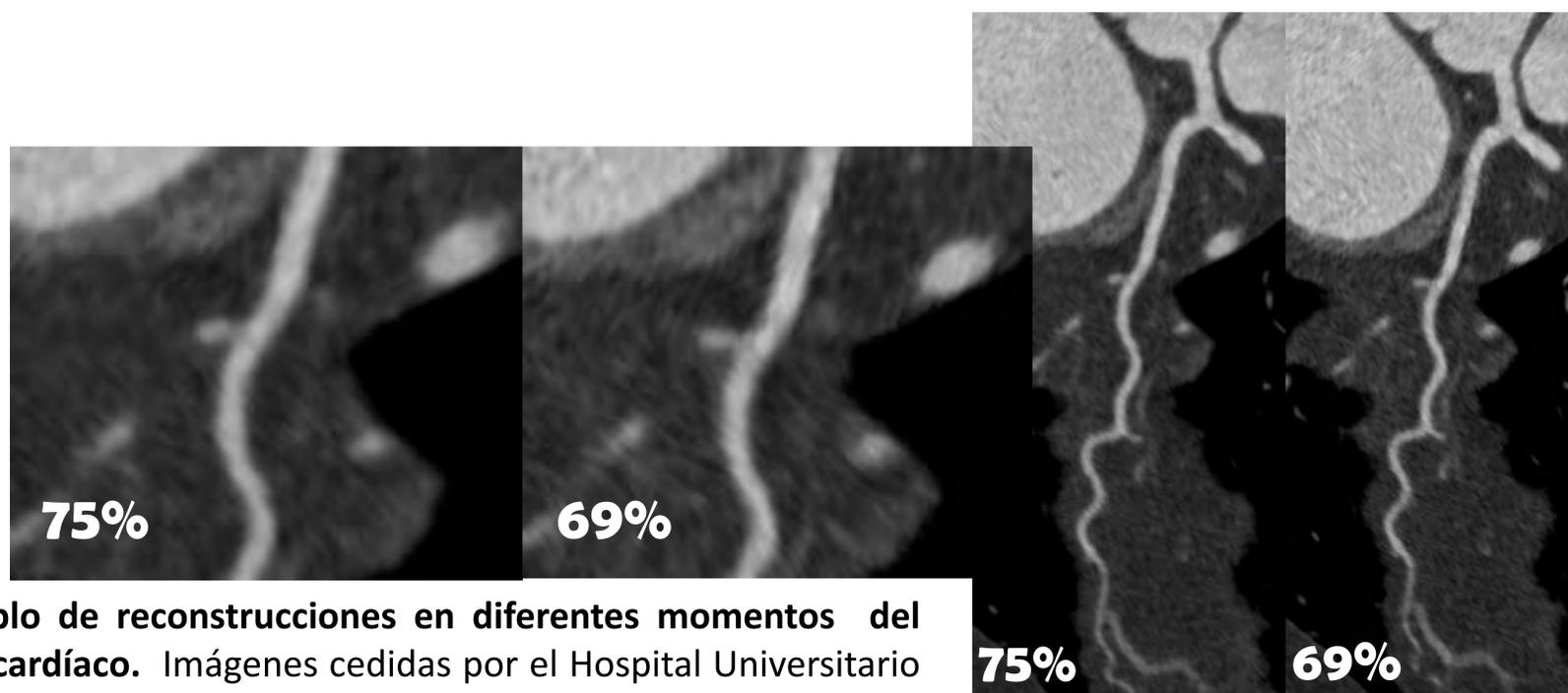


# ANGIO-TC CORONARIO

## PROTOCOLO DE ESTUDIO

### 4 Reconstrucciones en diferentes momentos del ciclo cardíaco (%)

En el post-procesado de las imágenes y según el tipo de adquisición realizada, el software nos permite valorar los vasos coronarios según el momento del ciclo cardíaco. Por lo general se mide el ciclo cardíaco desde una onda R a la siguiente dividiéndose el intervalo entre ambas como un porcentaje. De esta forma, se ha demostrado que es en torno al 75% del ciclo cardíaco (coincidiendo con la diástole) que se produce una mejor valoración global de los vasos coronarios; no obstante, según el segmento que se esté valorando han de valorarse las diferentes reconstrucciones del ciclo. Esto tiene como objetivo la elección de aquella reconstrucción (%) en la que el segmento de interés sea más valorable; por lo general, por no presentar artefactos de movimiento.



Ejemplo de reconstrucciones en diferentes momentos del ciclo cardíaco. Imágenes cedidas por el Hospital Universitario Basurto.



# ANGIO-TC CORONARIO

## POSIBLES DIFICULTADES



Dada la baja FC que se requiere para la realización del estudio no es infrecuente que los artefactos por movimiento cardíaco impidan la valoración total o parcial de alguno de los vasos coronarios ya sea por mala preparación del paciente o porque está nervioso durante la realización del estudio. Igualmente la incapacidad de algunos pacientes para mantener la apnea durante la adquisición de las imágenes condiciona la aparición de artefactos respiratorios en algunos casos. Las condiciones físicas del paciente, las intervenciones cardíacas previas o los dispositivos o prótesis cardíacas también suponen una limitación del estudio.

Teniendo en cuenta que para realizar la prueba correctamente se han de cumplir numerosos aspectos también es frecuente encontrarnos con que de cara a la citación son pocos los Angio-TC coronarios que se pueden realizar por turno además de que constituye una prueba muy radiólogo-dependiente.



# ANGIO-TC CORONARIO

## HALLAZGOS FRECUENTES

El principal hallazgo y por el cual se indican los estudio de angio-TC coronario lo constituyen las **placas de ateroma** en las arterias cardíacas. Resulta de interés describir su localización, características morfológicas y de composición y determinar el grado de estenosis que condicionan. La clasificación **CA-RADS** valora aspectos como los descritos y constituye la principal referencia en la que tienden a basarse los informes radiológicos.

Otros hallazgos posibles son las variantes de la normalidad en la localización o ramificación de las arterias coronarias, las alteraciones cardíacas o los hallazgos pulmonares o torácicos incidentales.

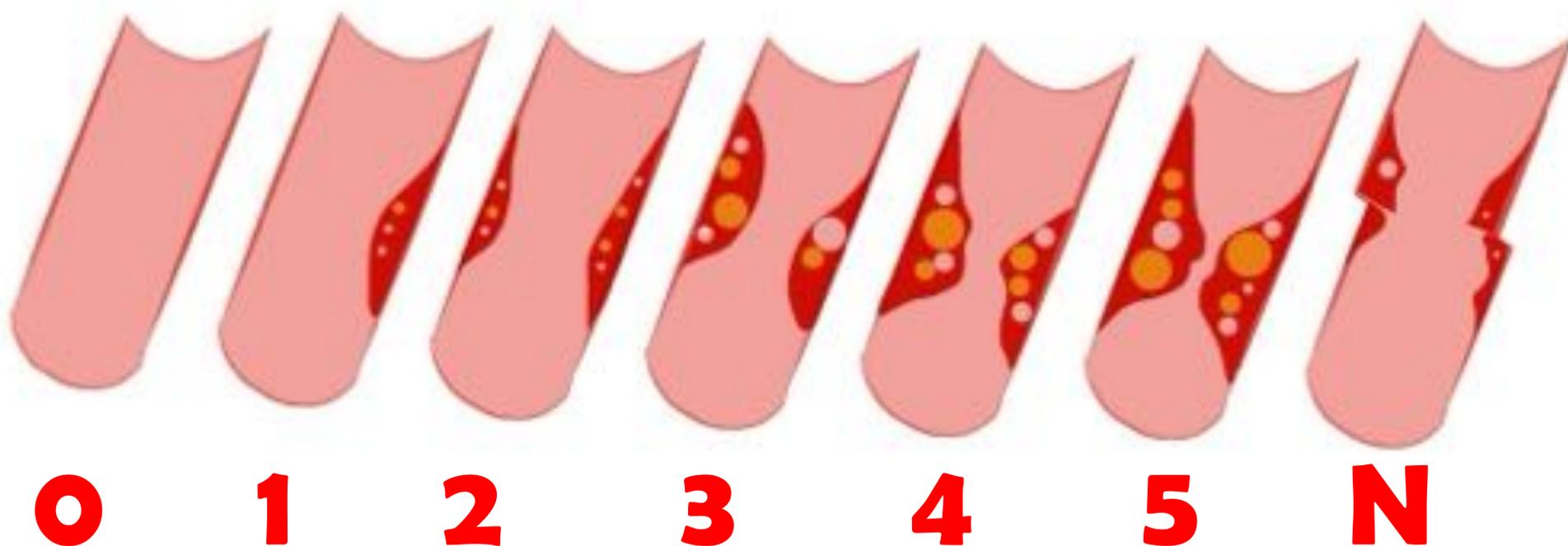




# ANGIO-TC CORONARIO

## HALLAZGOS FRECUENTES

### CA-RADS



**Representación gráfica simplificada de la clasificación CA-RADS:** CARADS 0 (ausencia de enfermedad coronaria), CARADS 1 (mínima afectación no obstructiva, estenosis 1-24%), CARADS 2 (afectación leve o no obstructiva, estenosis 25-49%); CARADS 3 (estenosis moderada, 50-69%), CARADS 4 (estenosis severa, >70% o >50% en el TPI) y CARADS 5 (oclusión total, 100%). También se aplican unos modificadores según la existencia o no de stents (S), injertos (G) o placas de aspecto vulnerable (V). A los estudios no valorables se les añade el modificador N.



# BIBLIOGRAFÍA

- Abbara S, Blanke P, Maroules CD, et al. SCCT guidelines for the performance and acquisition of coronary computed tomographic angiography: A report of the society of Cardiovascular Computed Tomography Guidelines Committee: Endorsed by the North American Society for Cardiovascular Imaging (NASCI). J Cardiovasc Comput Tomogr. 2016;10(6):435-449. doi:10.1016/j.jcct.2016.10.002
- Cury RC, Abbara S, Achenbach S, et al. CAD-RADS(TM) Coronary Artery Disease - Reporting and Data System. An expert consensus document of the Society of Cardiovascular Computed Tomography (SCCT), the American College of Radiology (ACR) and the North American Society for Cardiovascular Imaging (NASCI). Endorsed by the American College of Cardiology. J Cardiovasc Comput Tomogr. 2016;10(4):269-281. doi:10.1016/j.jcct.2016.04.005
- <https://secardiologia.es/>. n.d. Aspectos básicos sobre Cardio-TC. Sociedad española de cardiología.. [online] Disponible en: <https://secardiologia.es/imagen/la-asociacion/196-imagen-cardiaca/formacion/1074-aspectos-basicos-sobre-cardio-tc.com>
- Isma'eel H, Hamirani YS, Mehrinfar R, et al. Optimal phase for coronary interpretations and correlation of ejection fraction using late-diastole and end-diastole imaging in cardiac computed tomography angiography: implications for prospective triggering. Int J Cardiovasc Imaging. 2009;25(7):739-749. doi:10.1007/s10554-009-9481-y
- Leipsic, J., 2019. Acquisition and reconstruction techniques for coronary CT angiography. GE Healthcare Scanne Platforms. [online] Cdn-corpweb.heartflow.com. Disponible en: [https://cdn-corpweb.heartflow.com/assets/img/GE-Cardiac-CCTA-Protocol\\_042617.pdf](https://cdn-corpweb.heartflow.com/assets/img/GE-Cardiac-CCTA-Protocol_042617.pdf).
- Machida H, Tanaka I, Fukui R, et al. Current and Novel Imaging Techniques in Coronary CT. Radiographics. 2015;35(4):991-1010. doi:10.1148/rg.2015140181
- O'Brien JP, Srichai MB, Hecht EM, Kim DC, Jacobs JE. Anatomy of the heart at multidetector CT: what the radiologist needs to know. Radiographics. 2007;27(6):1569-1582. doi:10.1148/rg.276065747
- Seifarth H, Wienbeck S, Püsken M, et al. Optimal systolic and diastolic reconstruction windows for coronary CT angiography using dual-source CT. AJR Am J Roentgenol. 2007;189(6):1317-1323. doi:10.2214/AJR.07.2711
- Sundaram B, Patel S, Bogot N, Kazerooni EA. Anatomy and terminology for the interpretation and reporting of cardiac MDCT: part 1, Structured report, coronary calcium screening, and coronary artery anatomy. AJR Am J Roentgenol. 2009;192(3):574-583. doi:10.2214/AJR.08.1177