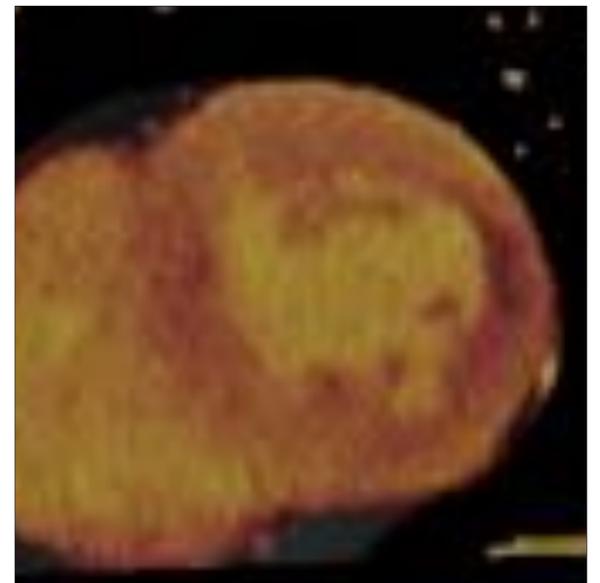
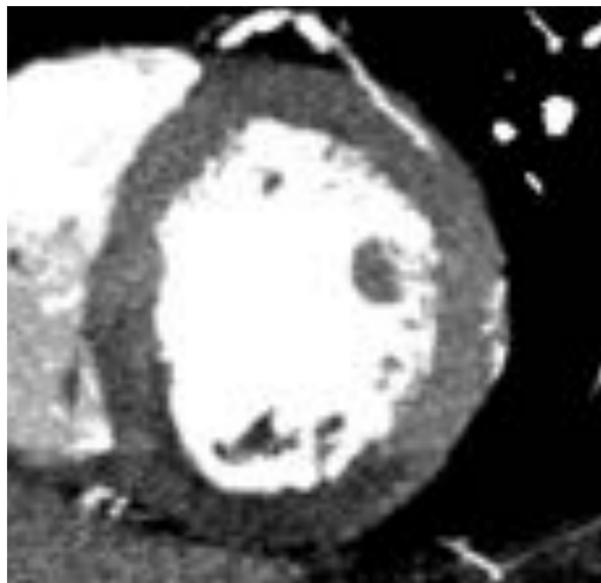
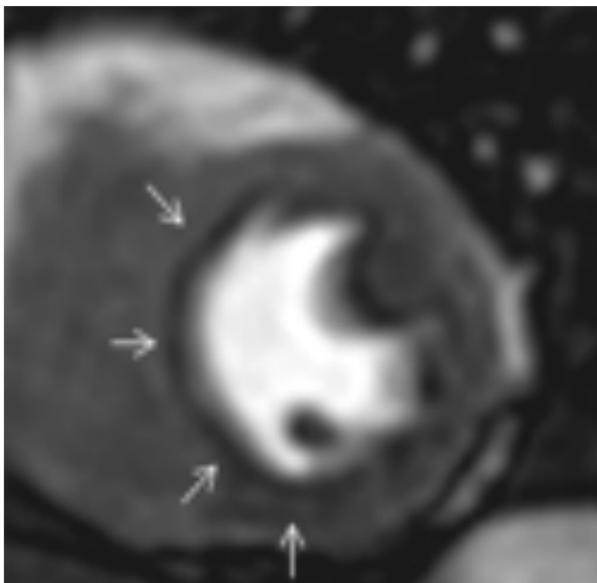


IMAGEN DE LA PERFUSIÓN MIOCÁRDICA

¿qué es, para qué sirve, cómo lo hago?



Claudia Jurado Basildo

Carlos Delgado Sánchez-Gracián

Carmen Trinidad López

Andrés Sepúlveda Villegas

Selma del Campo Estepar

Guillermo Salazar González

Hospital POVISA, Vigo.

cdelgado@povisa.es

- O B J E T I V O D O C E N T E -

La perfusión miocárdica es el flujo de sangre que llega al miocardio a través de las arterias coronarias

El avance tecnológico en la imagen cardíaca no invasiva ha hecho posible evaluar la arteroesclerosis de las arterias coronarias, así como las consecuencias de la estenosis y la repercusión funcional sobre la perfusión del miocardio.

La valoración conjunta de la anatomía coronaria y la perfusión miocárdica en determinadas ocasiones es necesaria, permitiendo mejorar la exactitud diagnóstica y efectuar una evaluación completa de la enfermedad coronaria.

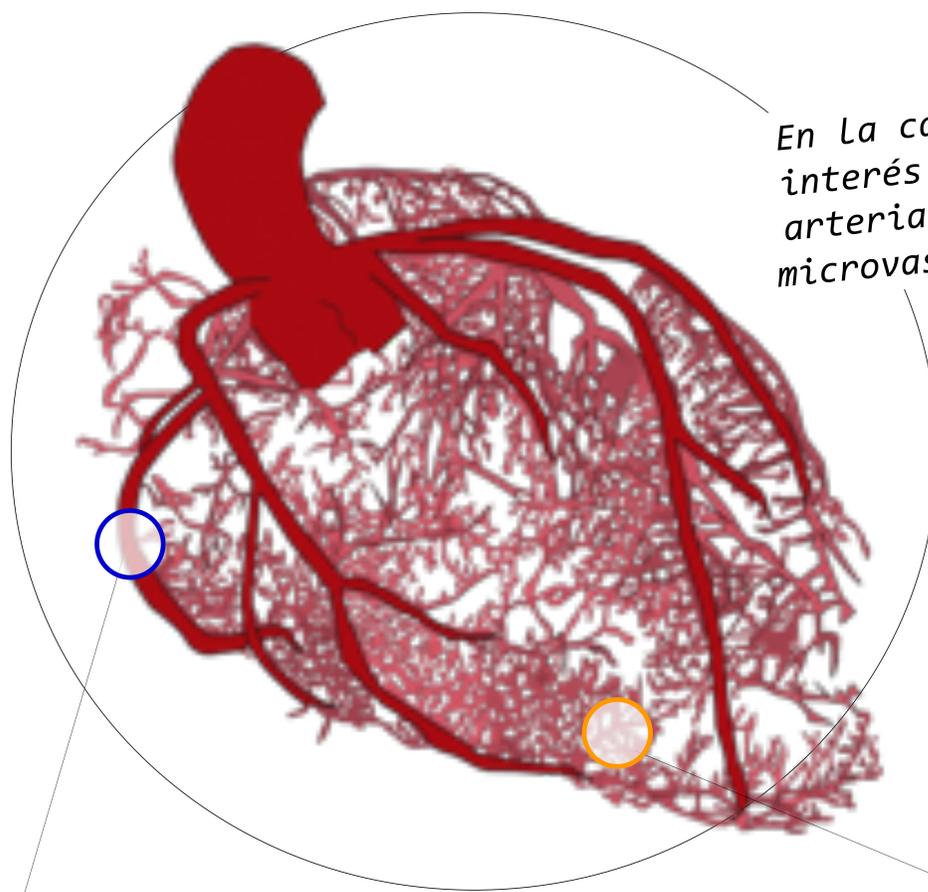
Con este motivo, los objetivos de la presentación son:

1. Explicar la ANATOMÍA y FISILOGÍA vascular miocárdica
2. Proporcionar los CONOCIMIENTOS FISIOLÓGICOS y FISIOPATOLÓGICOS acerca de la perfusión miocárdica
3. Aprender a REALIZAR e INTERPRETAR un estudio de PERFUSIÓN MIOCÁRDICA:
 - Técnicas de imagen
 - Protocolos
 - Informe estructurado

- R E V I S I Ó N D E L T E M A -

Anatomía y fisiología vascular miocárdica

El **CIRCUITO CORONARIO** está compuesto por 2 compartimentos:



Compartimento **EPICÁRDICO**
(arterias coronarias)

Compartimento **MICROVASCULAR**
(arteriolas y capilares)

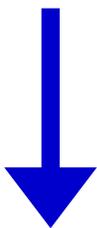


IMAGEN ANATÓMICA
(TC, CATETERISMO)

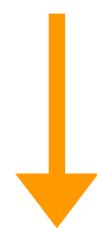


IMAGEN PERFUSIÓN
(SPECT, RM, TC)

En la valoración global de la enfermedad coronaria, además de estudiar la **anatomía coronaria**, es conveniente **establecer su significado funcional**

La cuantificación de la estenosis coronaria no predice de manera certera la isquemia miocárdica y la restauración del flujo coronario no tiene porque traducir una mejoría de la perfusión miocárdica

- R E V I S I Ó N D E L T E M A -

Anatomía y fisiología vascular miocárdica

Compartimento **EPICÁRDICO**

Sistema de CONDUCTANCIA

Responsable de transportar el flujo sanguíneo al miocardio

Arteria Epicárdica

Pre-arteriolas

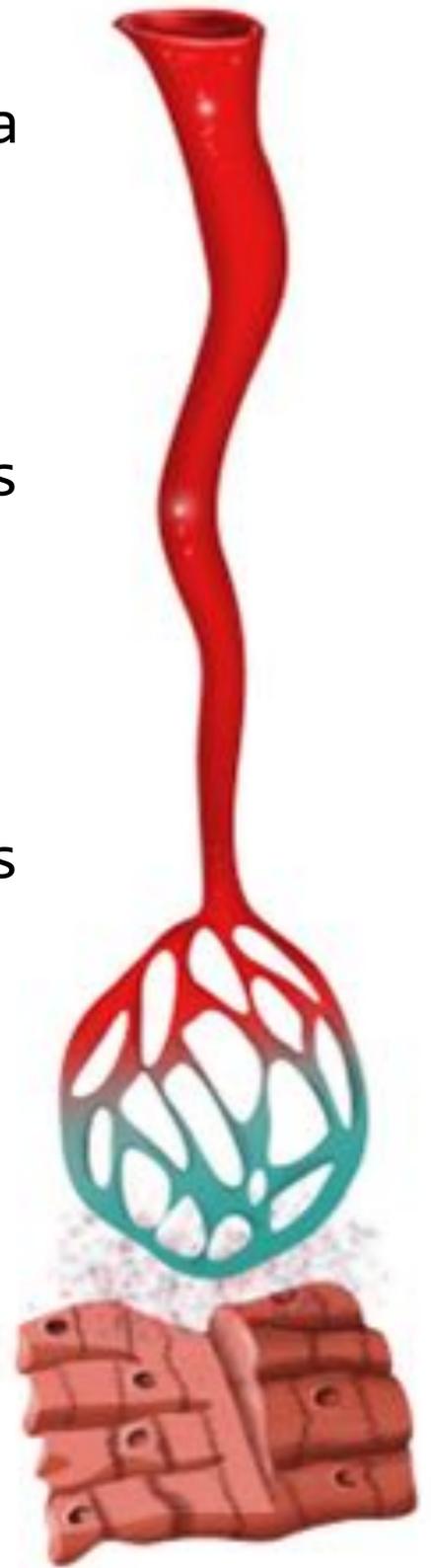
Compartimento **MICROVASCULAR**

Sistema de RESISTENCIA

Responsables de regular el aporte sanguíneo de acuerdo a las necesidades metabólicas del miocardio

Arteriolas

Capilares

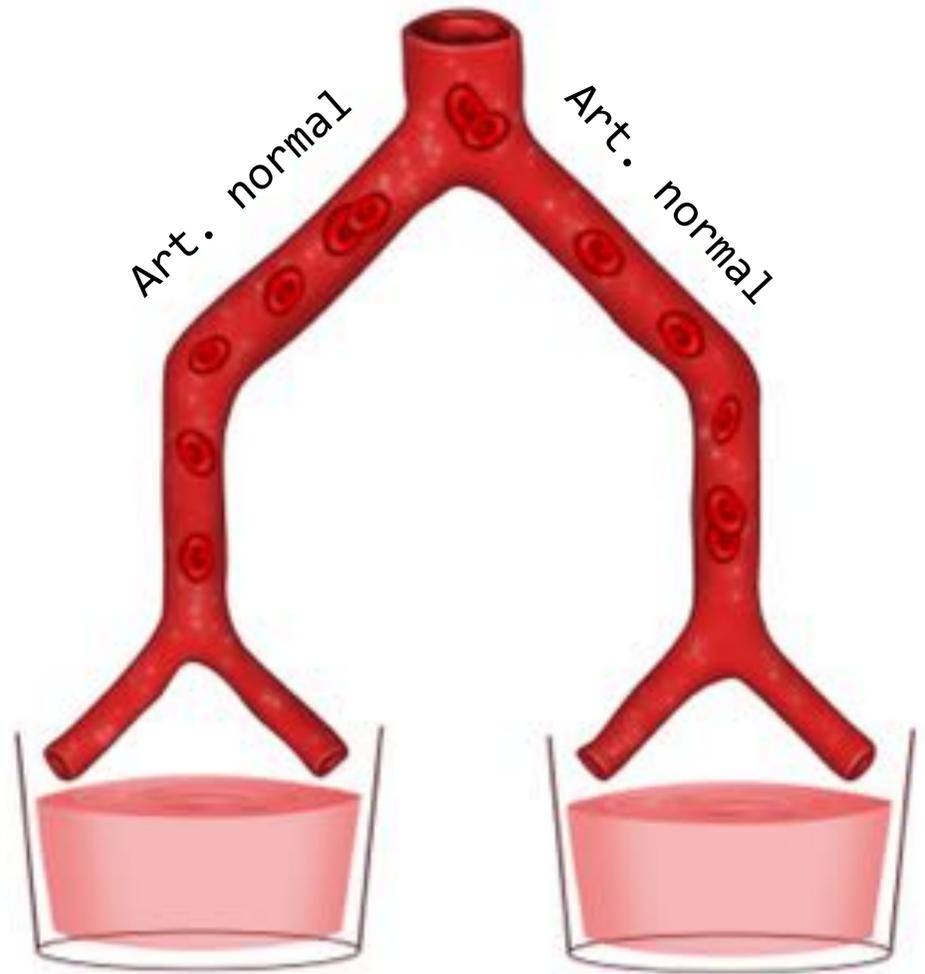


A la capacidad para mantener el flujo sanguíneo constante a pesar de los cambios de presión arterial se le denomina **AUTORREGULACIÓN DEL FLUJO CORONARIO**. Este mecanismo obedece a la alta dependencia de la función cardíaca respecto al aporte sanguíneo coronario, dado que el **miocardio** (particularmente el subendocardio) son **tejidos con alto requerimiento metabólico**

- R E V I S I Ó N D E L T E M A -

Anatomía y fisiología vascular miocárdica

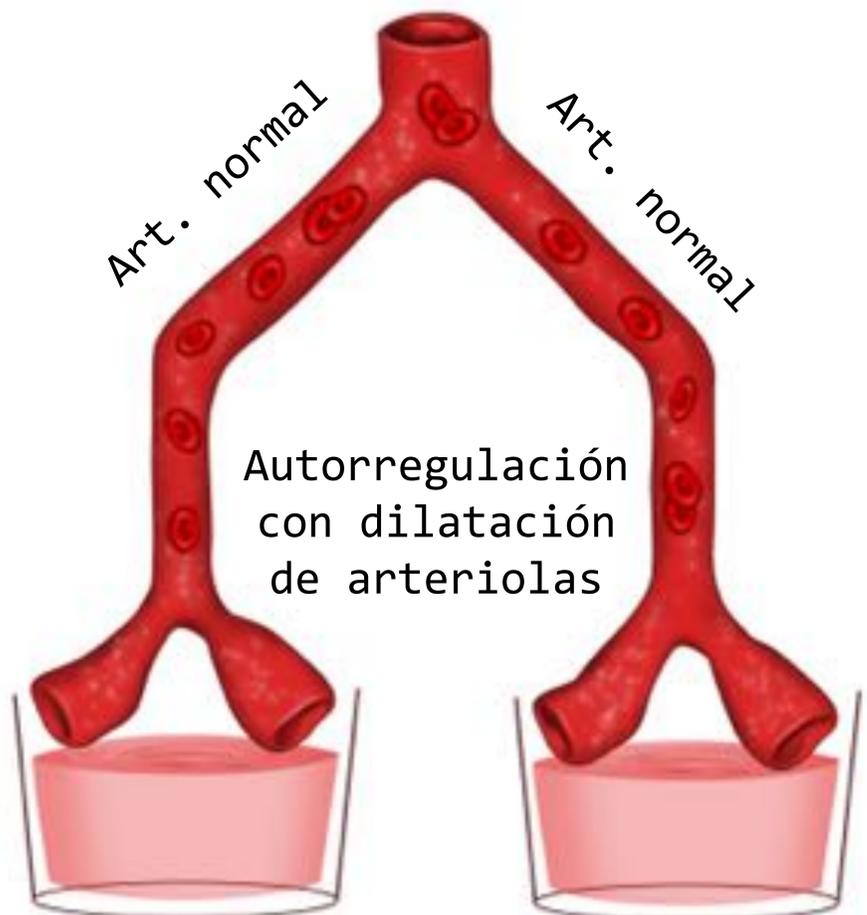
**CORAZÓN SANO
EN REPOSO**



Flujo sanguíneo al miocardio normal

La circulación coronaria tiene una autorregulación estupenda que permite aumentar el flujo cuando las necesidades metabólicas del corazón aumentan

**CORAZÓN SANO
EN ESTRÉS**



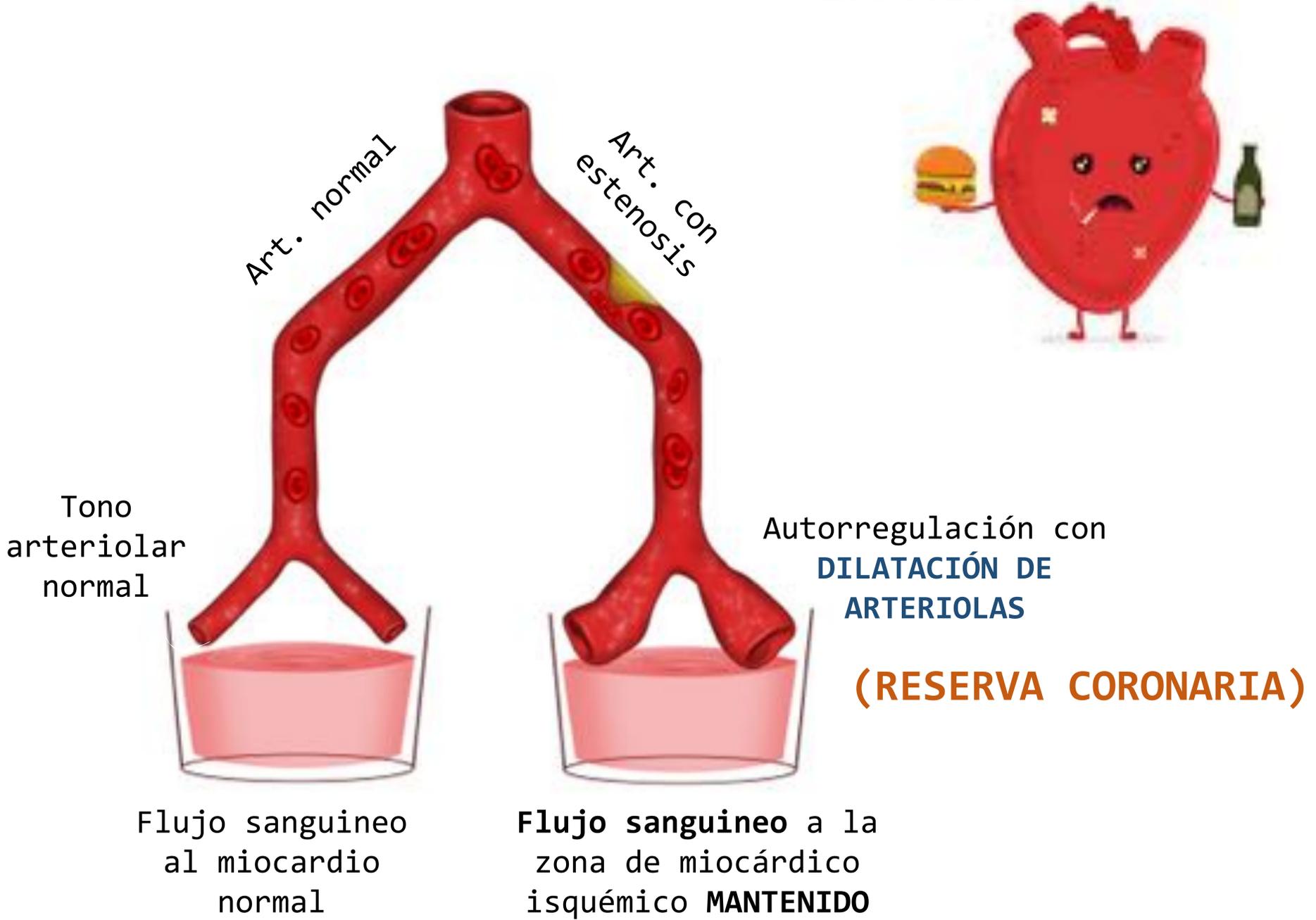
Flujo sanguíneo al miocardio normal

RESERVA CORONARIA

- R E V I S I Ó N D E L T E M A -

Anatomía y fisiología vascular miocárdica

CORAZÓN ENFERMO EN REPOSO



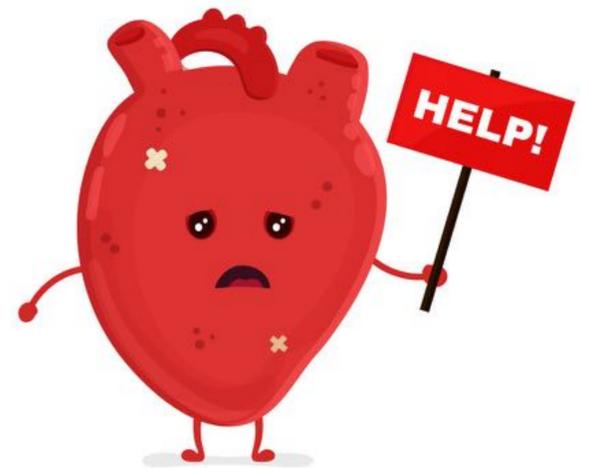
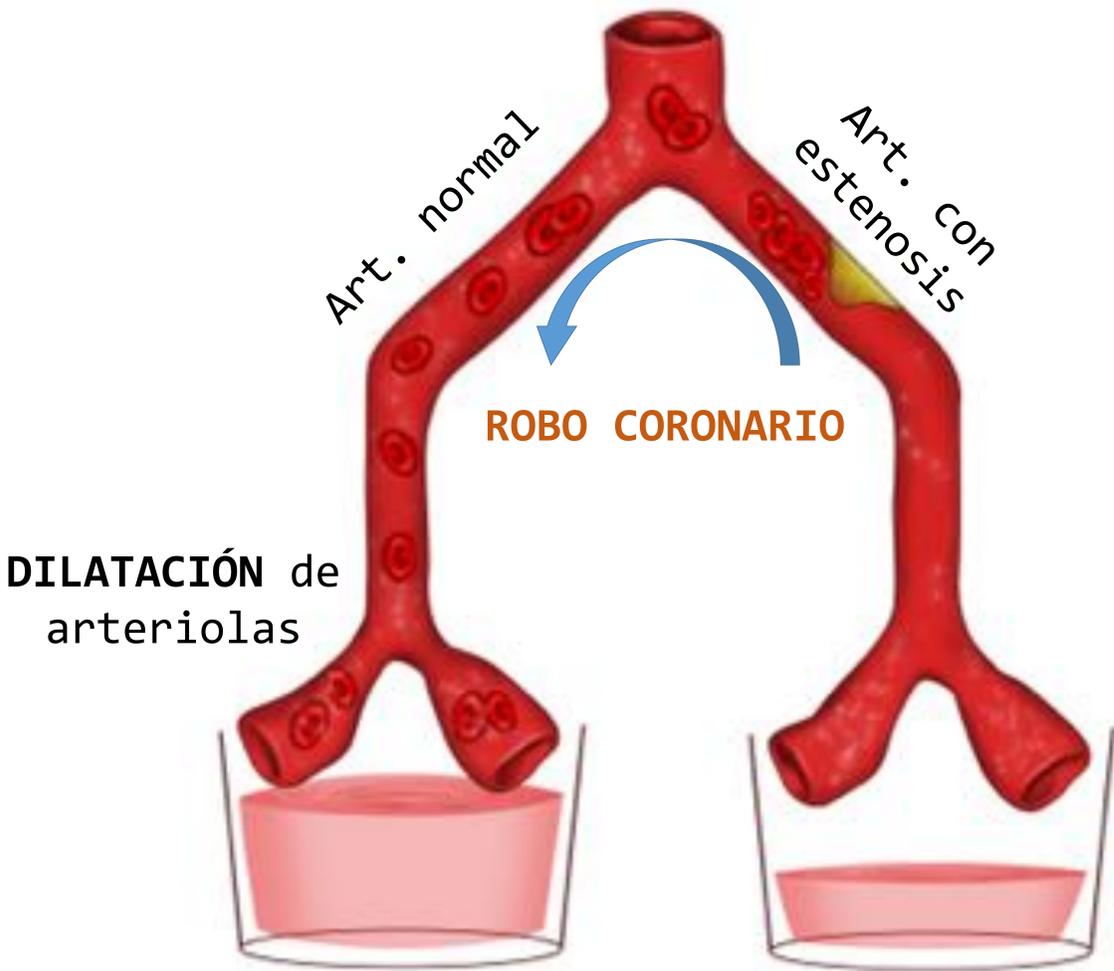
Quando existe una **ESTENOSIS SIGNIFICATIVA** en un vaso epicárdico, se genera una **resistencia al flujo**. Para mantener un flujo sanguíneo adecuado a las demandas metabólicas el LECHO VASCULAR DISTAL SE DILATA

Quando la estenosis llega al 70%, el flujo coronario no es capaz de aumentar con los esfuerzos y se produce angina

- R E V I S I Ó N D E L T E M A -

Anatomía y fisiología vascular miocárdica

CORAZÓN ENFERMO EN ESTRÉS



Imposibilidad de dilatar más las arteriolas

Flujo sanguíneo aumentado

Flujo sanguíneo DISMINUIDO
Miocárdico isquémico

Quando se produce un alto requerimiento metabólico (estrés):

Art. Sana
Vasodilatación EFECTIVA

Art. Enferma
vasodilatación AGOTADA

Robo de flujo hacia territorio sano

Disminución de flujo en territorio enfermo

Isquemia miocárdica

Imagen de hipoperfusión

- R E V I S I Ó N D E L T E M A -

Cascada isquémica

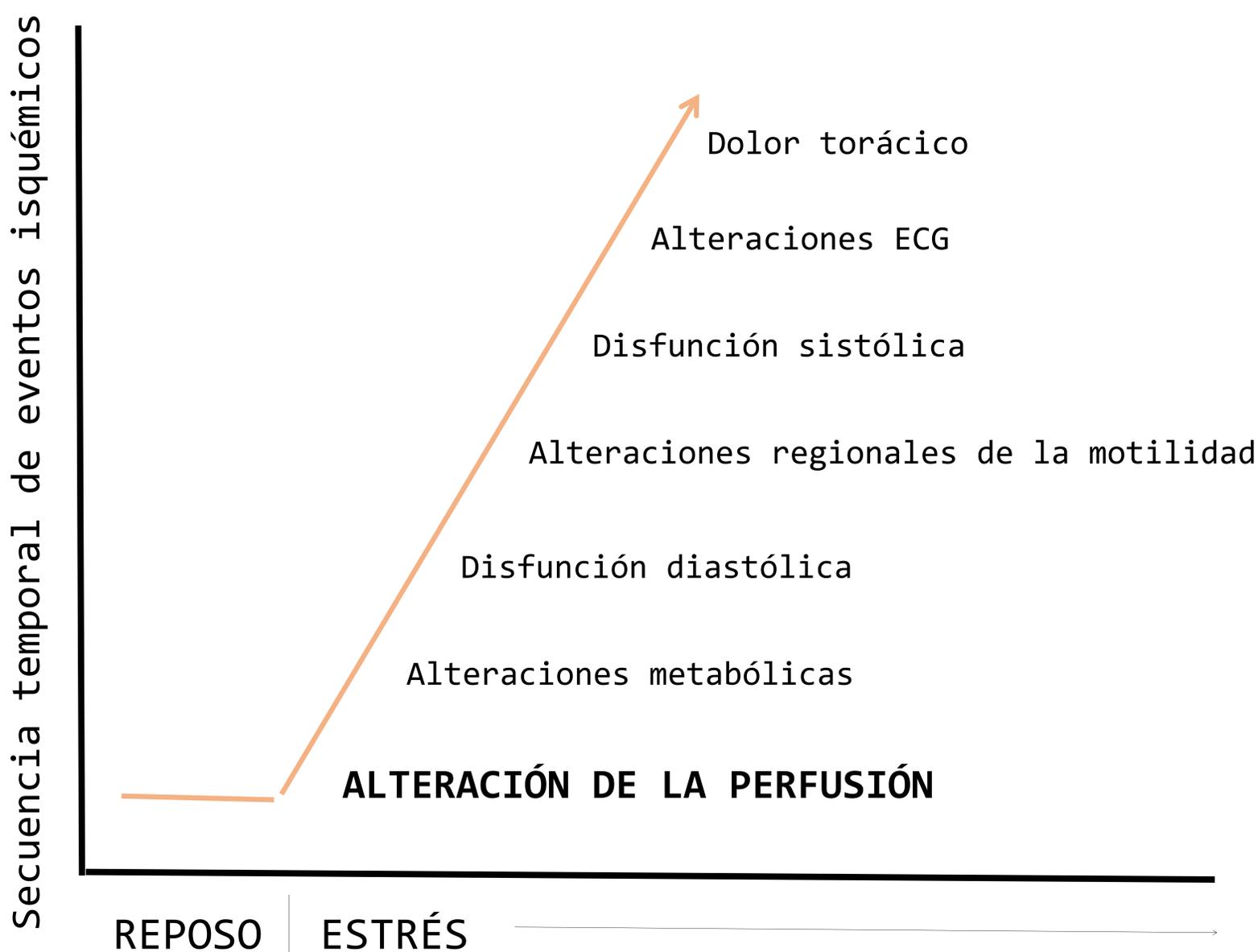
La **CASCADA ISQUÉMICA** comienza con alteraciones en la perfusión



La mayoría de las **estenosis** no se detectan en condiciones de REPOSO, pues la perfusión no se afecta hasta que la estenosis epicárdica es del 85-95%

Para valorar correctamente la perfusión miocárdica **SE NECESITA ESTRÉS**

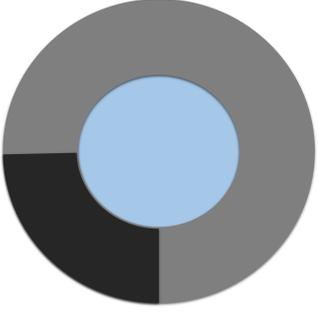
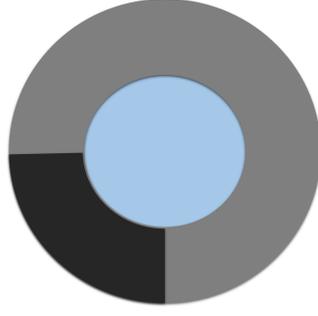
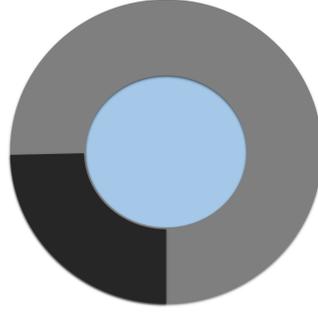
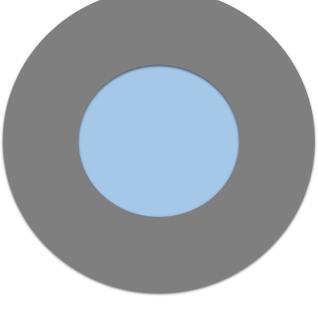
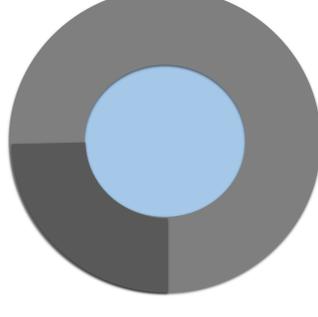
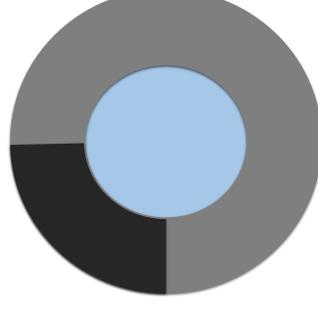
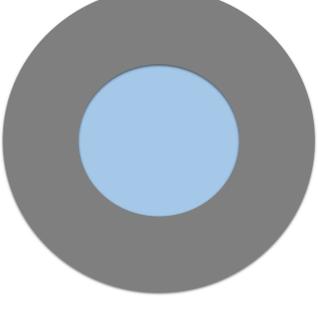
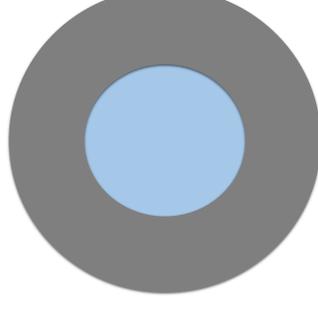
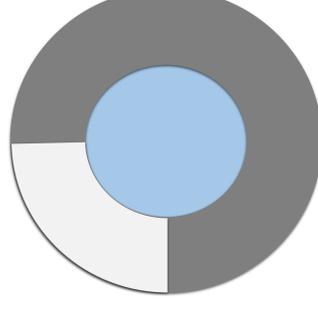
Las pruebas de ESTRÉS son las más sensibles para identificar los defectos de perfusión y demostrar de forma precoz que **estenosis son hemodinámicamente relevantes**, aún cuando la motilidad cardiaca, el ECG y la clínica son normales



- R E V I S I Ó N D E L T E M A -

ANÁLISIS de la IMAGEN de PERFUSIÓN MIOCÁRDICA

El estudio de la perfusión miocárdica para valoración de la isquemia miocárdica incluye: **perfusión en estrés**, **perfusión en reposo** y **realce tardío**

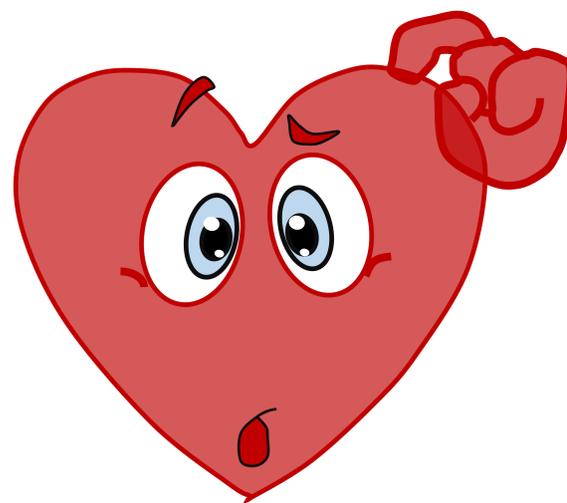
DEFECTO MIOCÁRDICO	Reversible	Parcialmente Reversible	Fijo
Perfusión Estrés			
Perfusión Reposo			
Realce tardío			
	ISQUEMIA		INFARTO

La **ISQUEMIA DEL MIOCARDIO** es la situación en la que existe una región del miocardio que tiene una necesidad de flujo miocárdico y oxígeno superior al aporte que se recibe.

El **INFARTO DE MIOCARDIO** es la necrosis de una región del miocardio por isquemia severa, habitualmente debida a la trombosis y oclusión de una arteria coronaria.

- R E V I S I Ó N D E L T E M A -

. . . Llegados a
este punto . . .



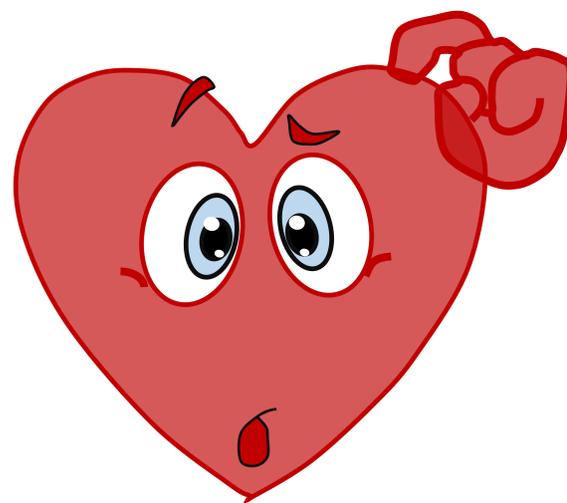
¿ Qué es una imagen de perfusión
miocárdica ?

Es una prueba de imagen **FUNCIONAL**, realizada en reposo y estrés, que permite estudiar la **microvasculatura miocárdica** y detectar precozmente las lesiones coronarias que únicamente condicionan isquemia en situaciones de estrés

Se recomienda su aplicación si el conocimiento de la presencia y la gravedad de la isquemia repercute en el tratamiento del paciente y si su realización es factible

- R E V I S I Ó N D E L T E M A -

. . . Llegados a
este punto . . .



¿ Para qué sirve ?

Para averiguar que lesiones coronarias condicionan
ISQUEMIA MIOCÁRDICA en situaciones de estrés

Se recomienda realizar estudio de perfusión **cuando** exista:

- Alta probabilidad de enfermedad cardíaca isquémica
- Enfermedad arterial coronaria significativa
- Intervención coronaria previa
- Calcificaciones coronarias significativas
- Estenosis conocida de importancia funcional indeterminada

Sirve de guía en la **TOMA DE DECISIONES** de pacientes con cardiopatía isquémica, ya que no todos los pacientes se benefician de la revascularización coronaria, y sí de un tratamiento médico más agresivo.

- R E V I S I Ó N D E L T E M A -

¿ Como lo hago?

1. *¿Como conseguir estrés en un Servicio de Radiodiagnóstico?*



2. *¿De qué pruebas de imagen dispongo?*

Ecocardiografía de estrés

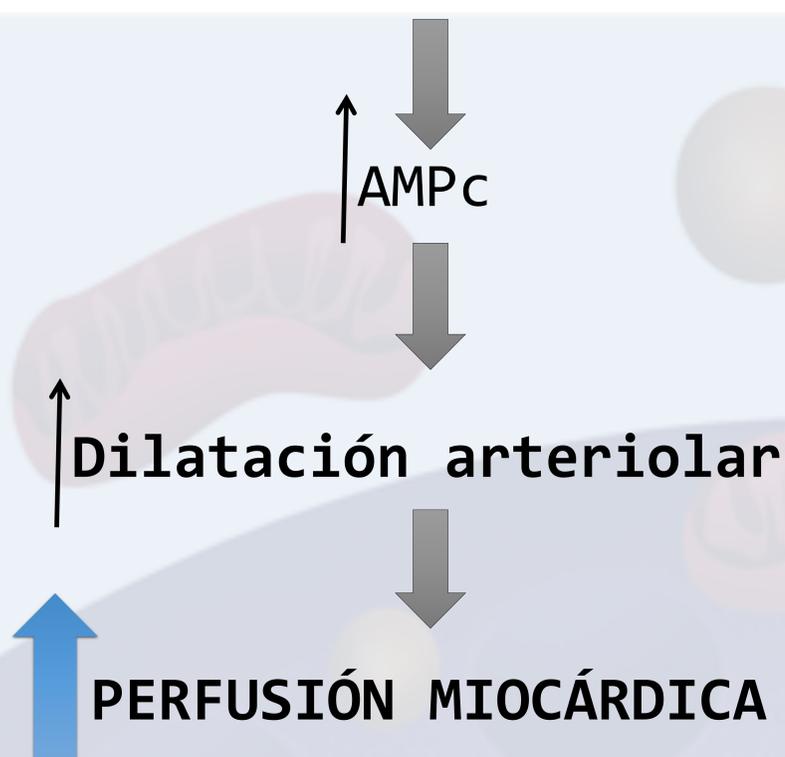
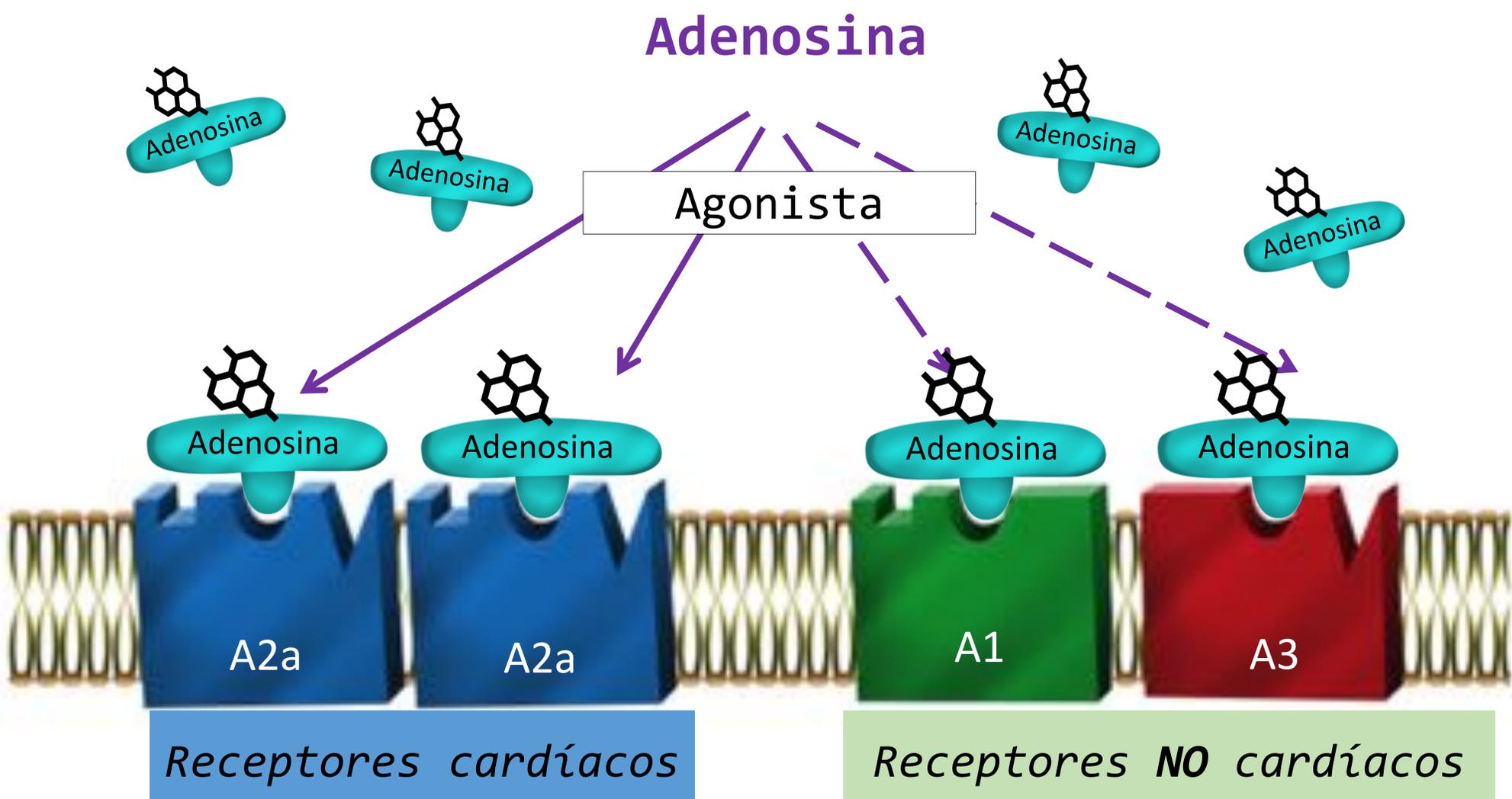
Medicina nuclear (SPECT / PET)

- **RESONANCIA MAGNÉTICA** -

- **TOMOGRAFÍA COMPUTERIZADA** -

3. *¿Cómo Lo informo?*

1. ¿Como conseguir estrés en un Servicio de RX?



Efectos SECUNDARIOS:

- Dolor torácico
- Bloqueo A-V
- Broncoespasmo
- Cefalea
- Enrojecimiento
- Náuseas, mareos

Vida media muy corta (4-6 s)

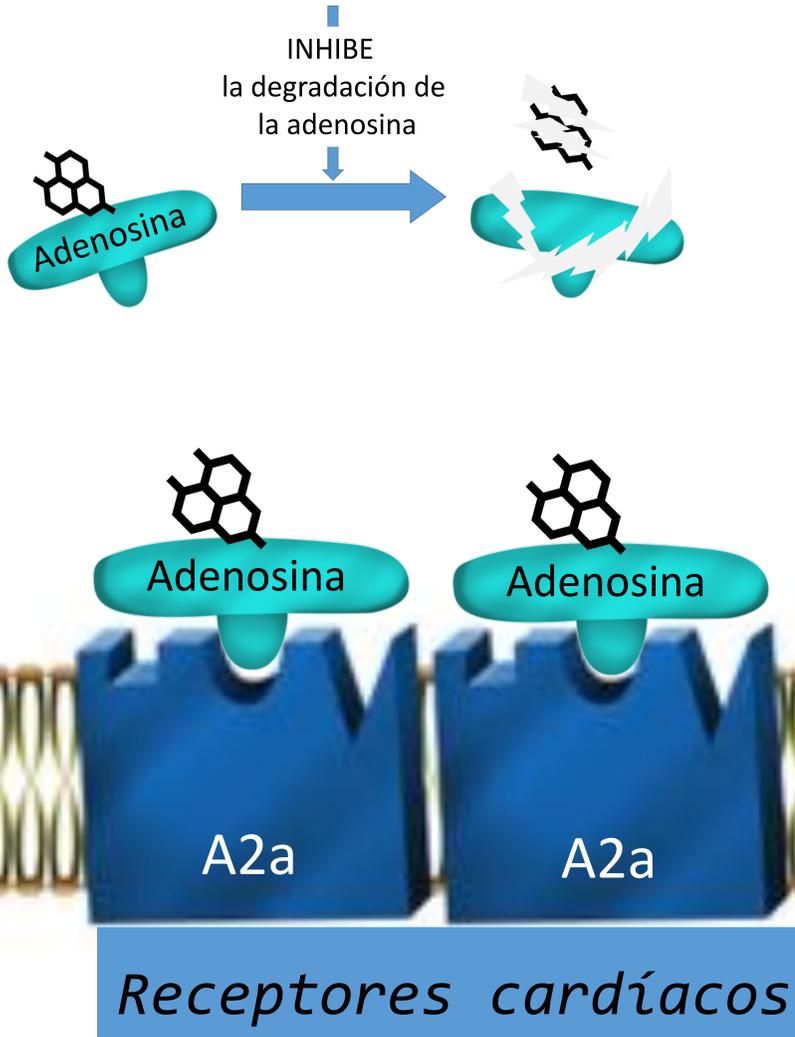
Debe administrarse EN PERFUSIÓN CONTÍNUA

Dosis: 0.14 mg /kg/min

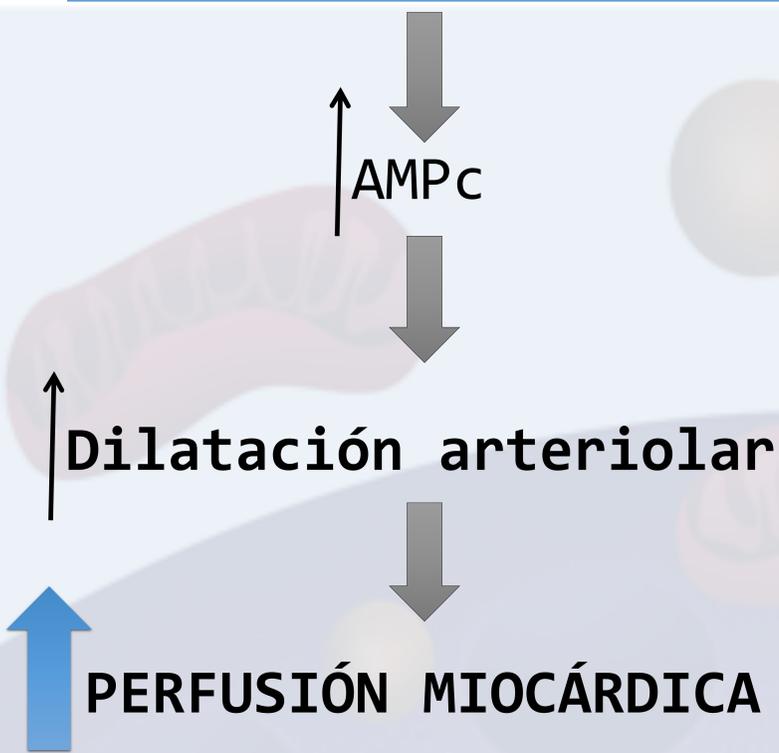
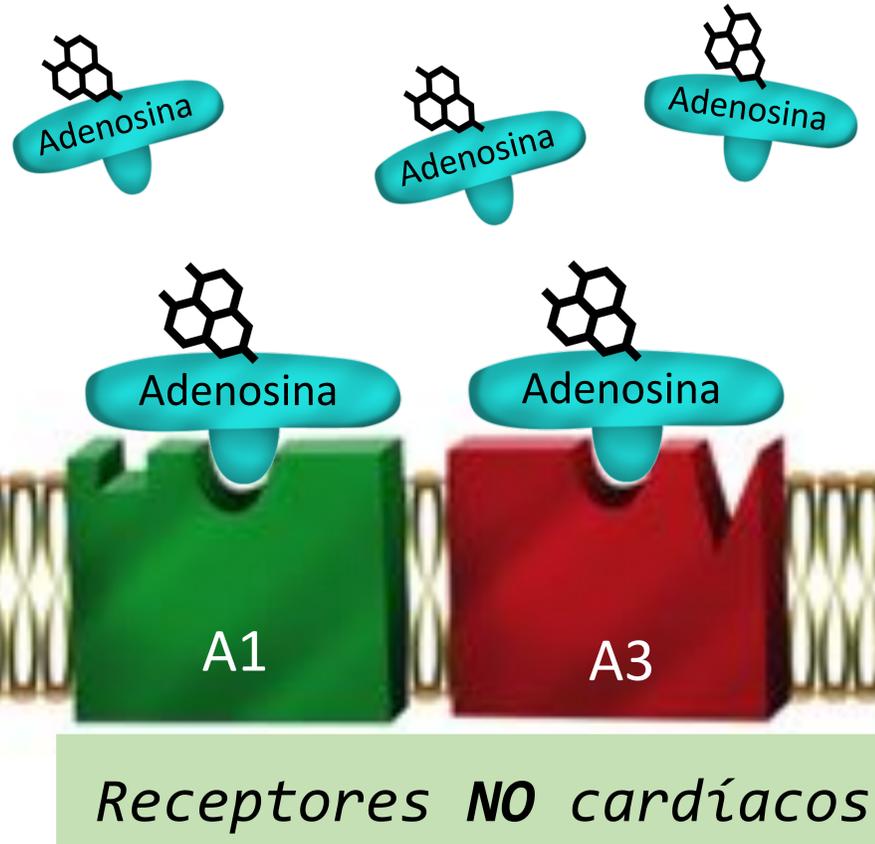
Vasodilatación máxima a los 80-90 s

1. ¿Como conseguir estrés en un Servicio de RX?

Dipiridamol



Aumenta los niveles de **ADENOSINA ENDÓGENA** al bloquear su degradación



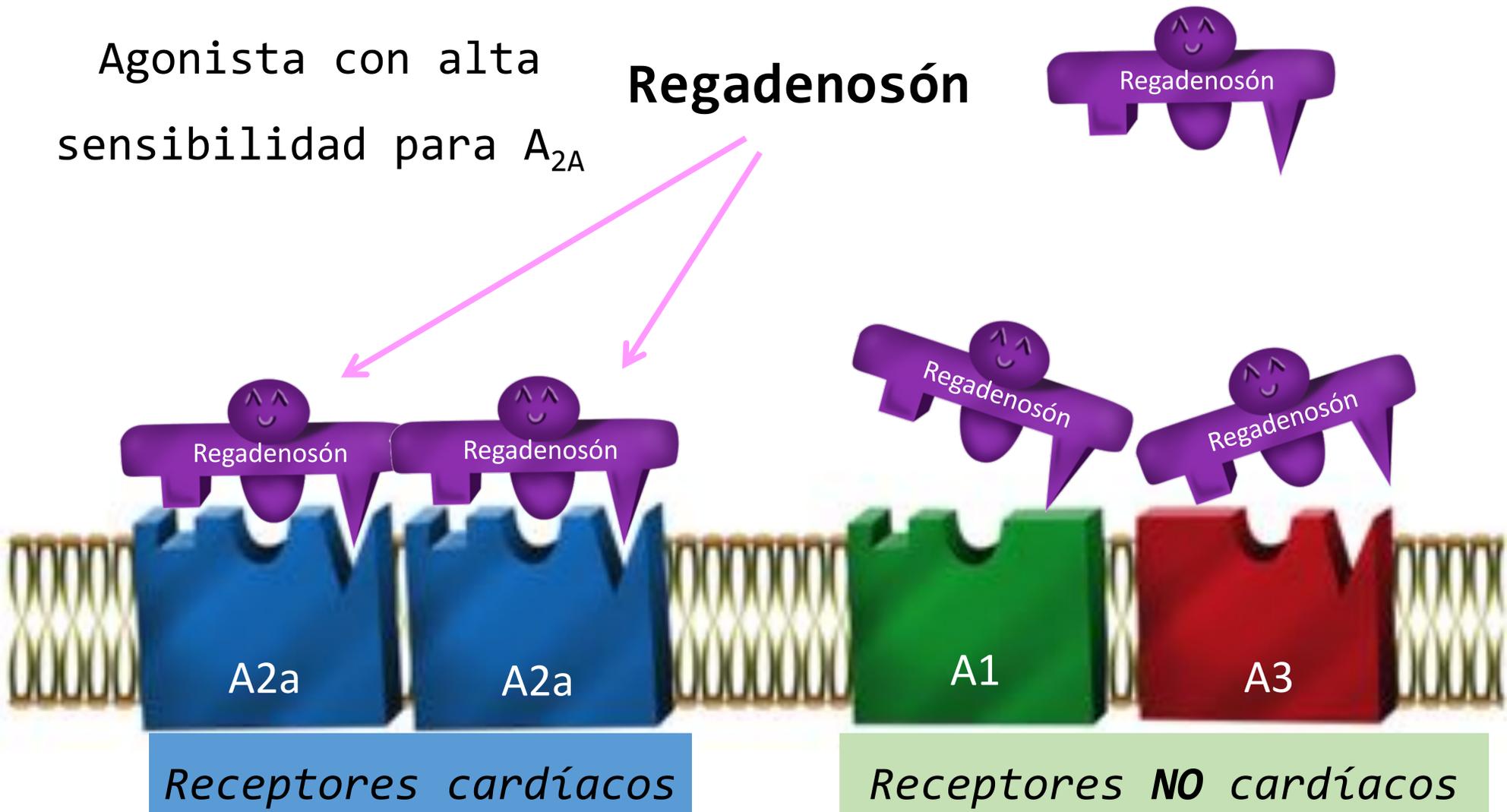
Menos efectos 2º que la adenosina, pero duran más tiempo, por lo que a menudo hay que administrar un antagonista para revertir su efecto

Inicio de acción más lento
 Debe administrarse EN PERFUSIÓN CONTÍNUA
 Dosis: 0.56 mg /kg/min
 Vasodilatación máxima a los 4-6 min

1. ¿Cómo conseguir estrés en un Servicio de RX?

Agonista con alta sensibilidad para A_{2A}

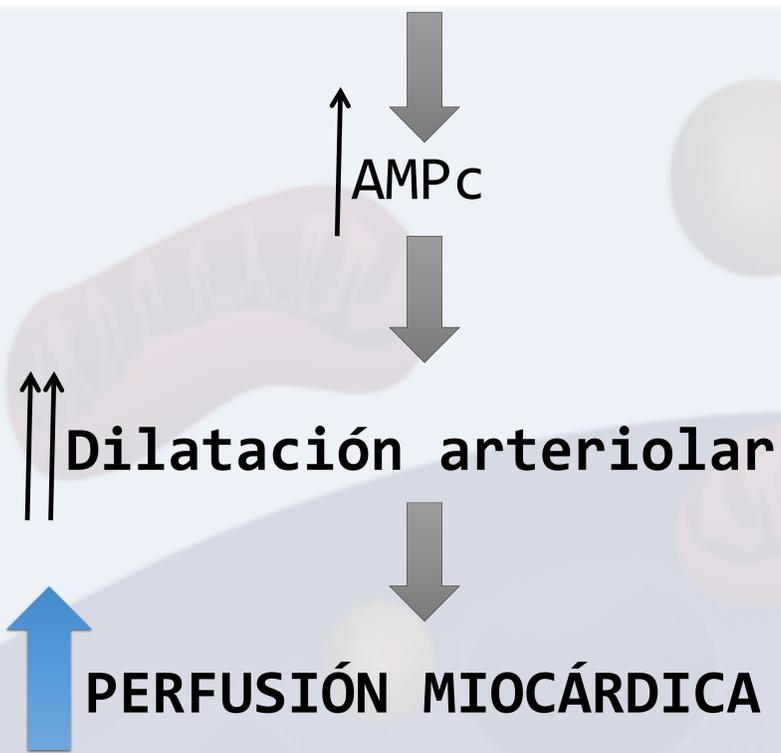
Regadenosón



Receptores cardíacos

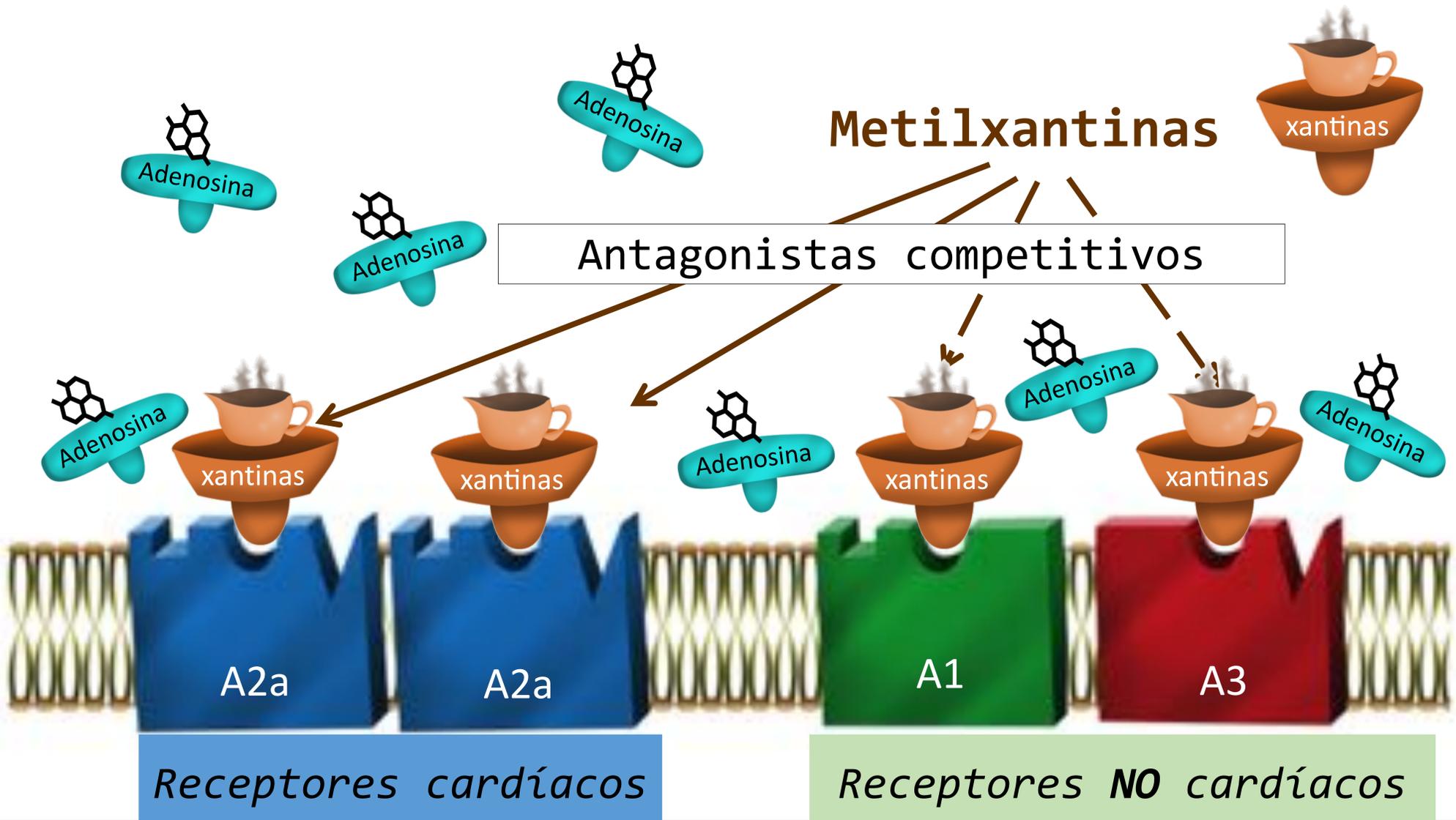
Receptores NO cardíacos

Mínima actividad para *receptores NO cardíacos*
lo que se traduce en menos efectos secundarios y más leves

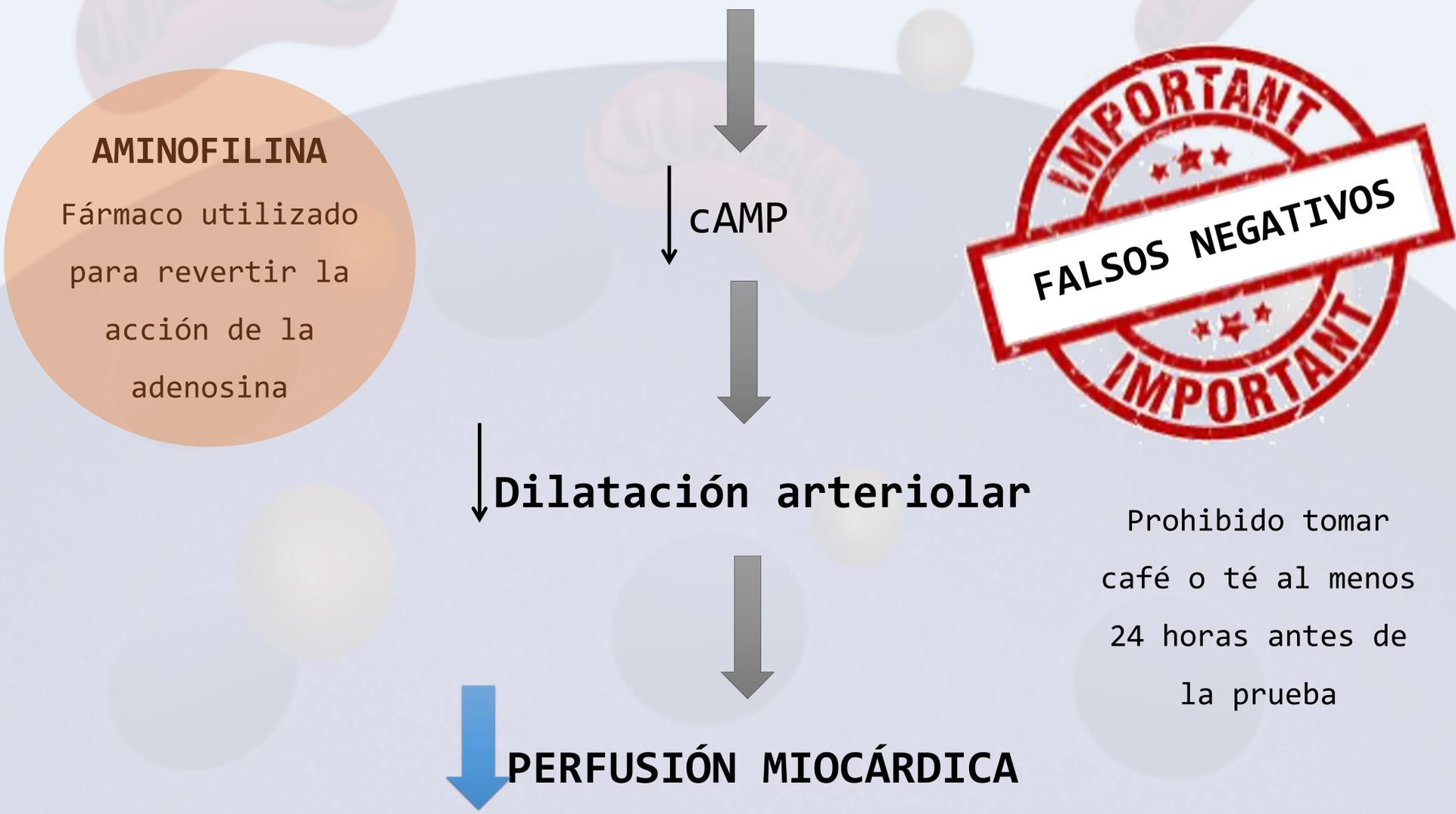


- Inicio de acción rápido
- Administración sencilla en inyección única
- Dosis: 0.14 mg /kg/min
- Vasodilatación máxima a los 60-90 s

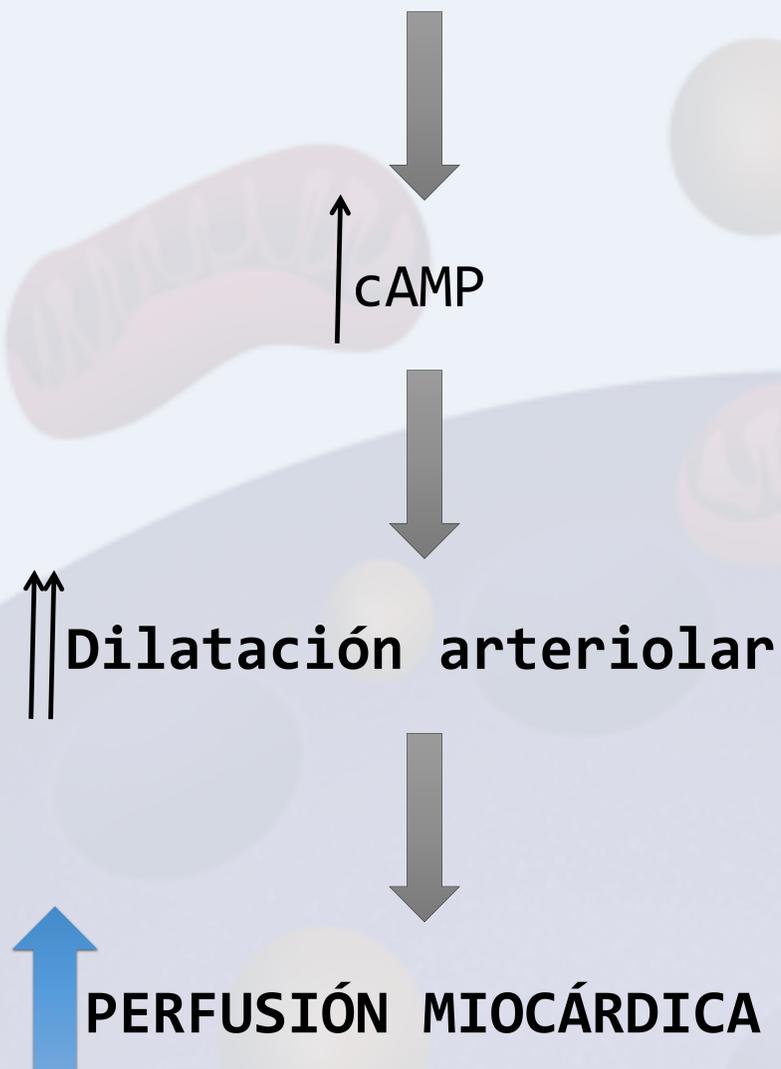
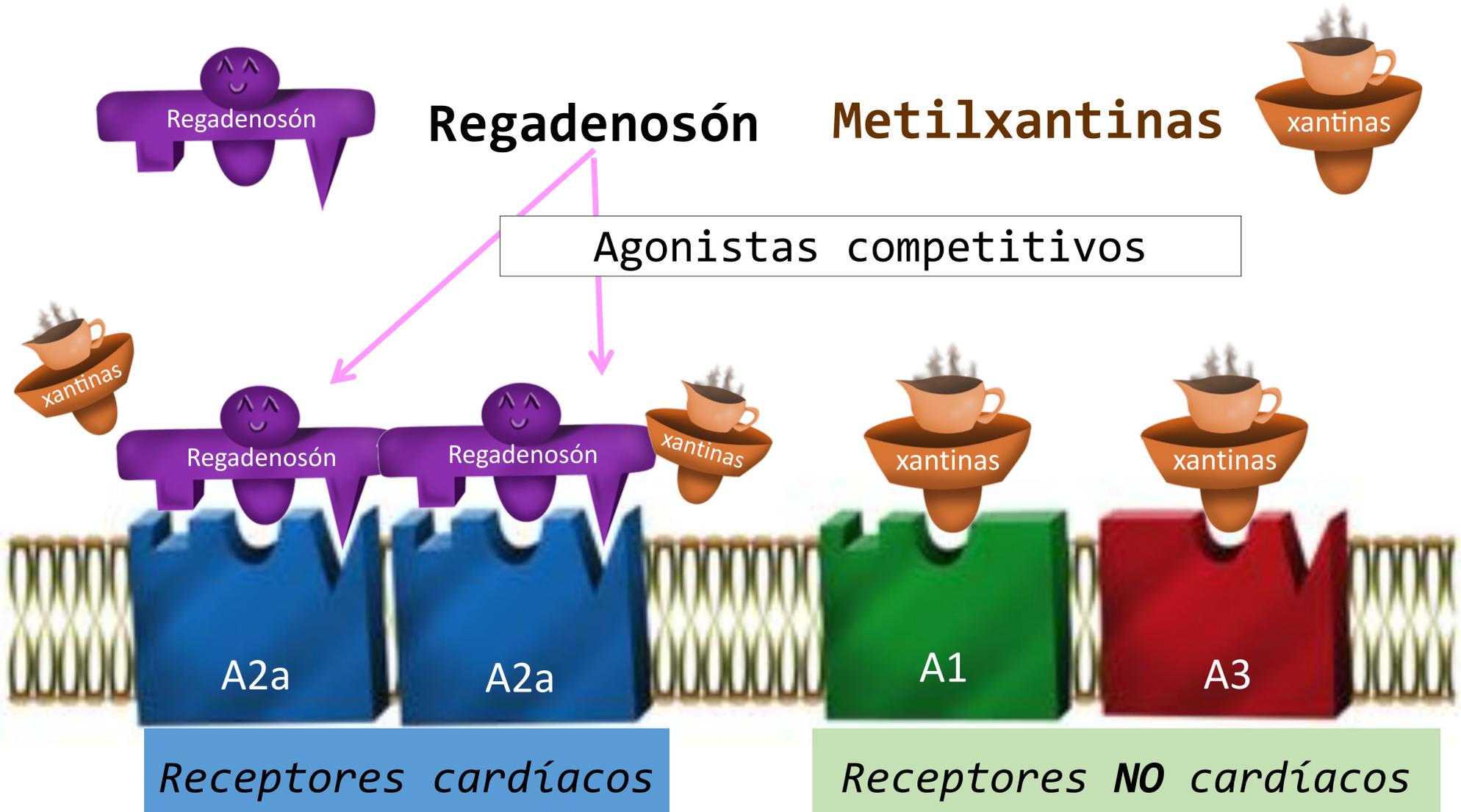
1. ¿Como conseguir estrés en un Servicio de RX?



Las metilxantinas (café y té) impiden la unión de la adenosina a sus receptores



1. ¿Como conseguir estrés en un Servicio de RX?



El Regadenosón está menos influenciado que la adenosina por las metilxantinas, debido a la mayor afinidad para el receptor

1. ¿Como conseguir estrés en un Servicio de RX?

Preparación del paciente **ANTES** de la prueba:



- Mínimo de 24 h antes de la prueba no tomar productos que contengan metilxantinas (café, té, cacao ...)
- Suspender el dipiridamol 48 h antes
- No es obligatorio interrumpir los betabloqueantes

Preparación del paciente **DURANTE** la prueba:

COLABORACIÓN DEL CARDIÓLOGO

- **Supervisión** por médico capacitado y con experiencia en la administración de agentes de farmacológicos para provocar estrés miocárdico y para hacer frente a las emergencias relacionadas con el contraste
- **Equipo de reanimación** adecuado preparado:
 - carro de parada, desfibrilador, aminofilina, broncodilatadores, betabloqueantes, nitroglicerina sublingual y epinefrina
- **Accesos intravenosos** adecuados:
 - Dos si se usa adenosina (uno para perfusión de adenosina y otro diferente para contraste intravenoso)
 - Uno si se usa dipiridamol o regadenosón
- **Monitorización** continua de la frecuencia cardíaca e intermitente de la presión arterial durante el estrés

1. ¿Como conseguir estrés en un Servicio de RX?

El paciente puede experimentar sensación de calor, opresión precordial ligera, disnea o palpitaciones.

Ninguno de estos síntomas debe suponer una alarma para detener el estudio.

Detener estrés si:

- Bloqueo AV
- Bradicardia importante o sintomática
- Disminución severa de la tensión arterial
- Aumento importante de la tensión arterial
- Disminución importante de la saturación de O₂
- Dolor torácico intenso o no soportable, detener y concluir como positiva clínicamente

Contraindicaciones:

- Enf. obstructiva de vías respiratorias grave o broncoespasmo en curso
- Bloqueo AV sin marcapasos
- Bradicardia sinusal (FC < 40 lat/min)
- Hipotensión sintomática
- Estenosis carotídea severa
- Angina inestable no estabilizada
- Infarto agudo de miocardio < 3 días
- Insuficiencia cardíaca descompensada

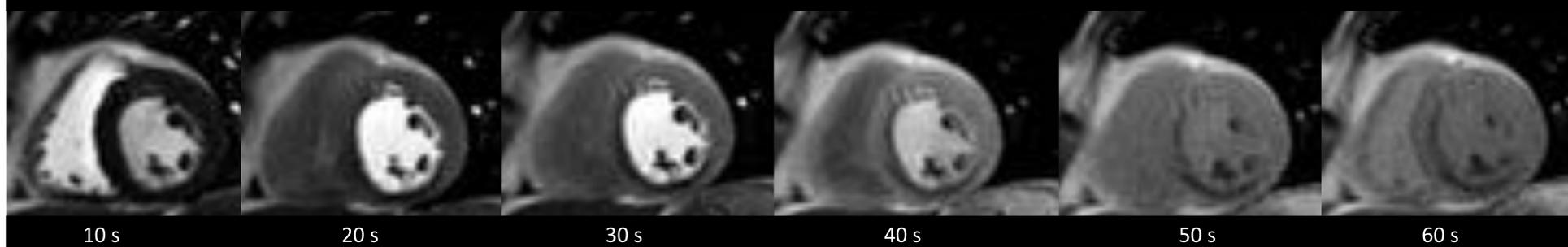
2. ¿ De que pruebas de imagen dispongo ?

RESONANCIA MAGNÉTICA

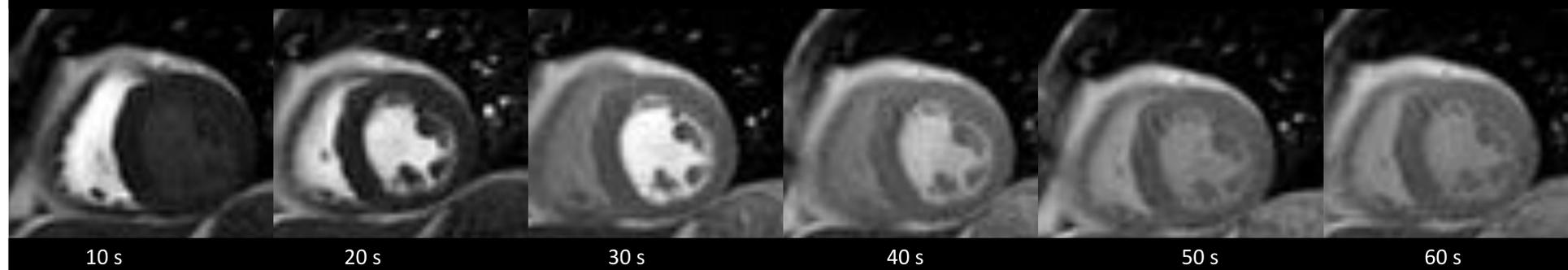
Secuencias de perfusión

Utiliza secuencias ultrarrápidas potenciadas en T1 con alta resolución temporal y espacial obtenidas antes, durante e inmediatamente después de la administración de contraste que nos permiten valorar como se perfunde el miocardio

PERFUSIÓN DE ESTRÉS



PERFUSIÓN DE REPOSO



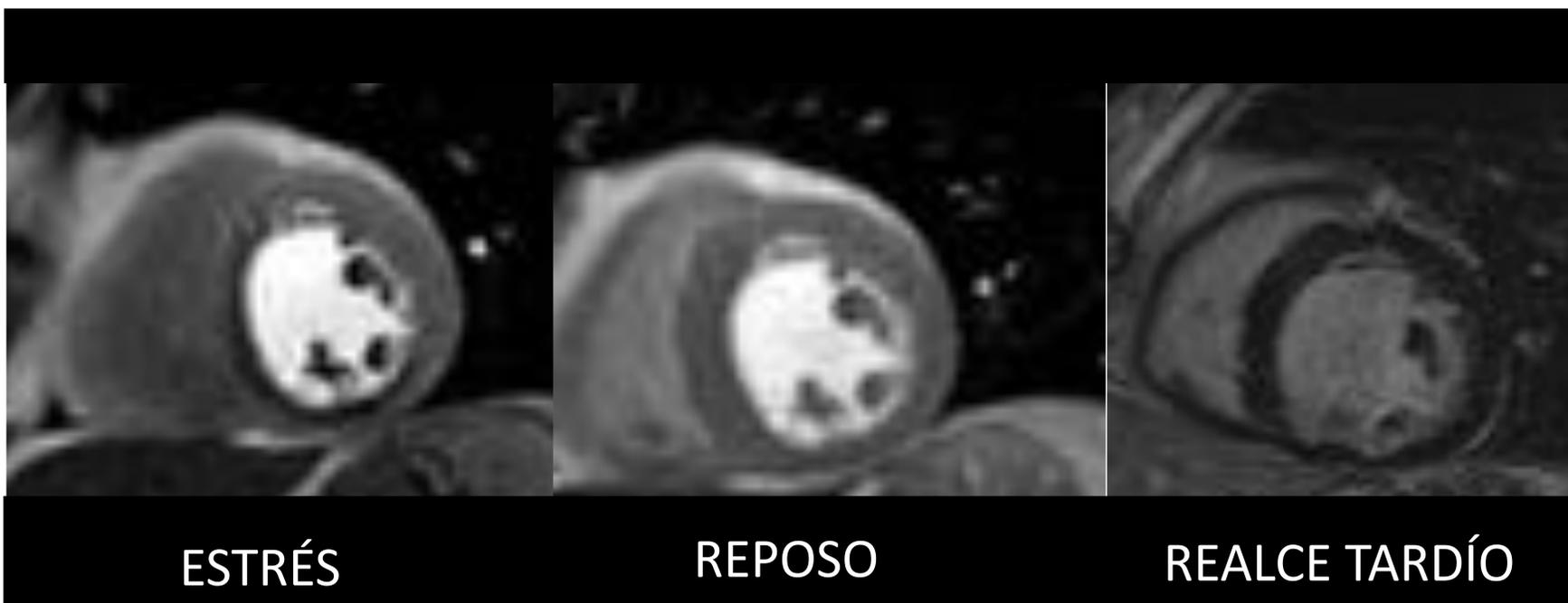
Evaluación VISUAL:

- ❖ El defecto debe estar presente durante las fases ascendente, descendente y de equilibrio tras el realce del contraste
- ❖ El tamaño del defecto debes ser continuo fotograma a fotograma
- ❖ El defecto debe observarse al menos en 2 segmentos miocárdicos

2. ¿ De que pruebas de imagen dispongo ?

RESONANCIA MAGNÉTICA

Valoración de la isquemia



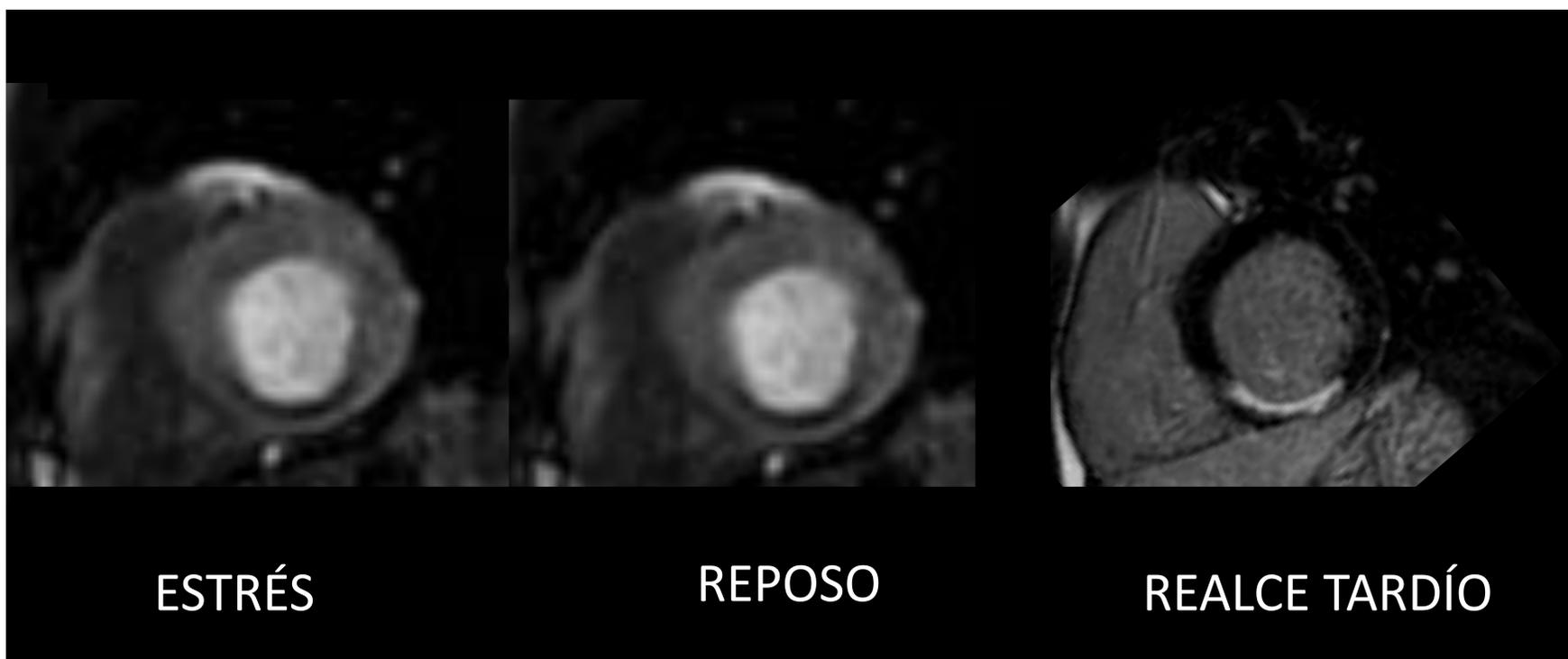
ESTRÉS

REPOSO

REALCE TARDÍO

Defecto de perfusión únicamente en estrés

ISQUEMIA REVERSIBLE



ESTRÉS

REPOSO

REALCE TARDÍO

Defecto de perfusión en estrés y reposo + r. tardío

INFARTO MIOCÁRDICO

La necrosis miocárdica se estudia mediante secuencias de realce tardío 10-15 minutos postcontraste

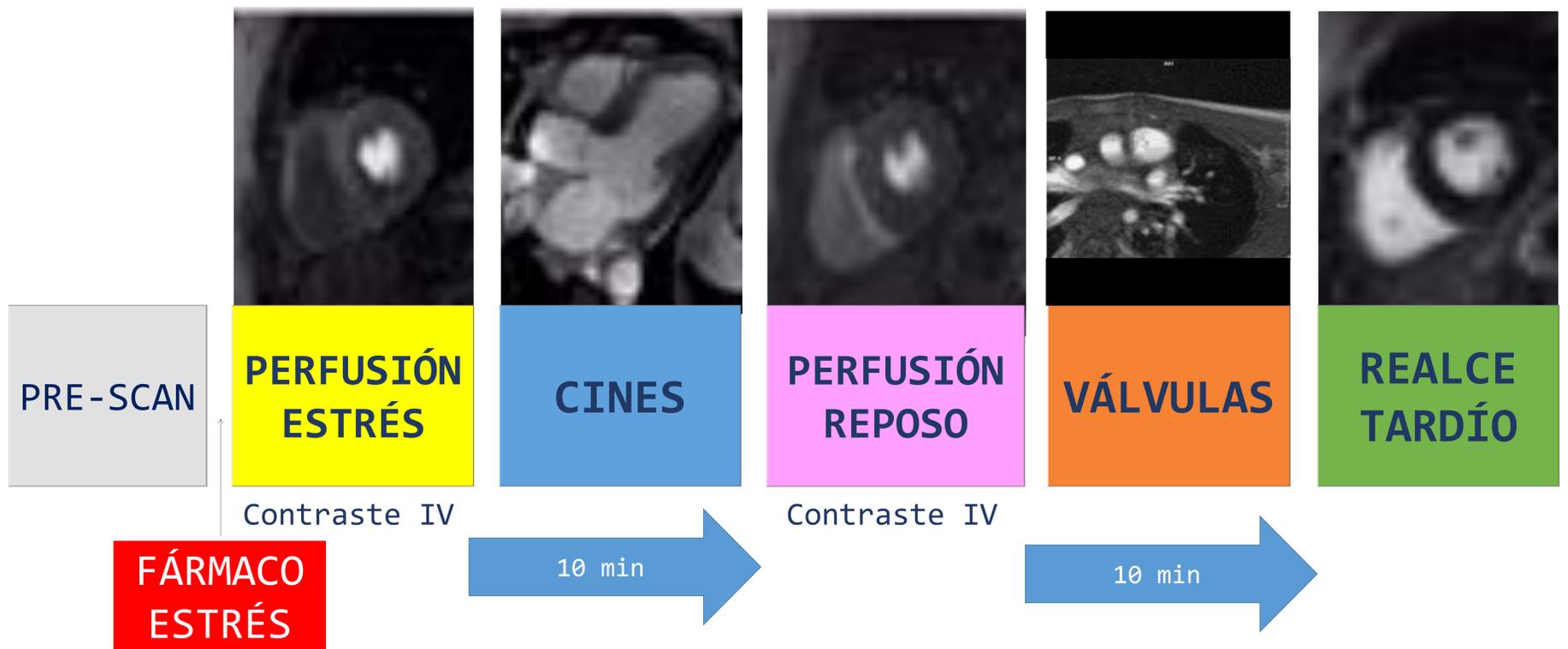
Si la necrosis es transmural o afecta a más del 75% del espesor miocárdico se asume que no es viable y no recuperable

La presencia y extensión del realce tardío es un factor predictor de eventos cardíacos futuros

2. ¿ De que pruebas de imagen dispongo ?

RESONANCIA MAGNÉTICA

Planificación del estudio



- Entre los dos estudios de perfusión deben transcurrir 10 minutos
- El realce tardío debe realizarse 10 minutos después de administrar el segundo bolo de contraste
- Entre estos estudios “aprovechar” para hacer las secuencias de cine y válvulas

INDICACIONES

- Pacientes que refieren dolor torácico y tienen una probabilidad intermedia o alta para enfermedad coronaria
- Pacientes con ECG no interpretable o que no pueden hacer ejercicio
- Pacientes con lesiones coronarias, en angiografía coronaria invasiva o TC-coronariografía, cuya trascendencia funcional no está clara

2. ¿ De que pruebas de imagen dispongo ?

TOMOGRAFÍA COMPUTERIZADA

Los estudios TCMD de perfusión están todavía en fase experimental

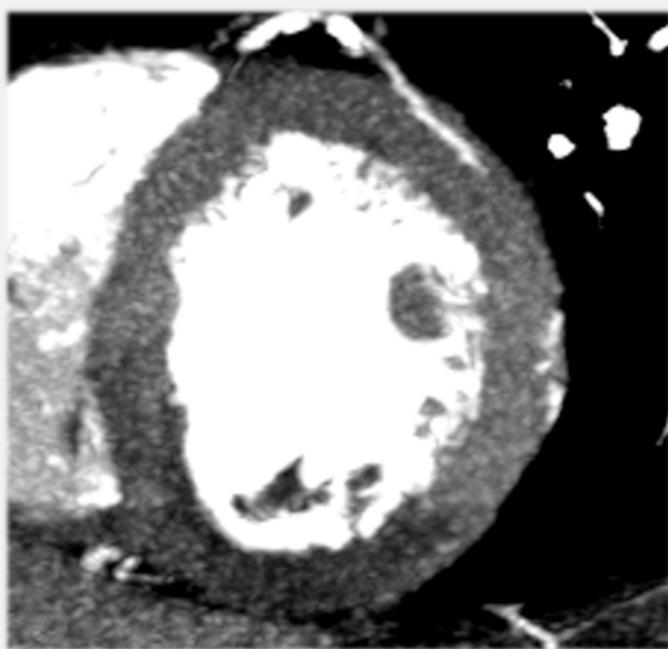
Pero cada vez hay más evidencia científica que respaldan su uso y recientemente un documento de consenso emitidos por expertos de la Society of Cardiovascular Computed Tomography

La idea es poder realizar un estudio que permita analizar la anatomía de las coronarias y a la vez una prueba de detección de isquemia

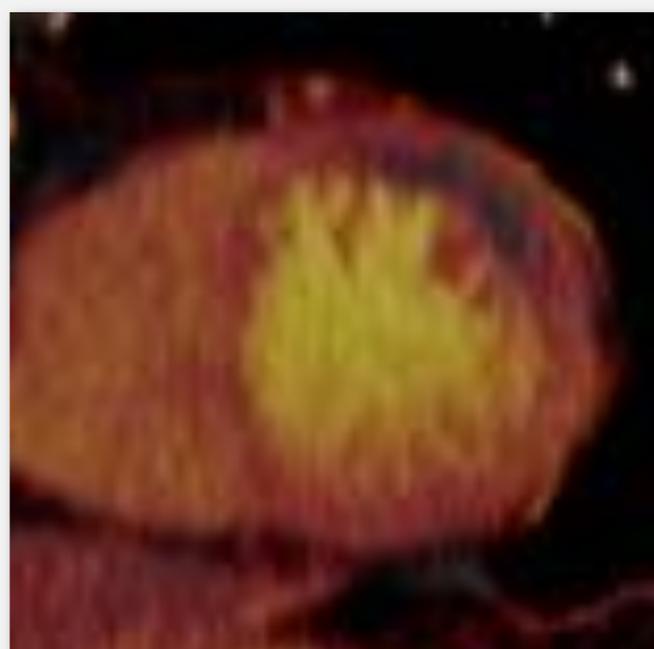
Se utilizan diferentes protocolos:

TC ESTÁTICO Adquisición de las imágenes en una sola fase arterial durante el primer paso arterial del contraste. Se puede realizar de dos modalidades:

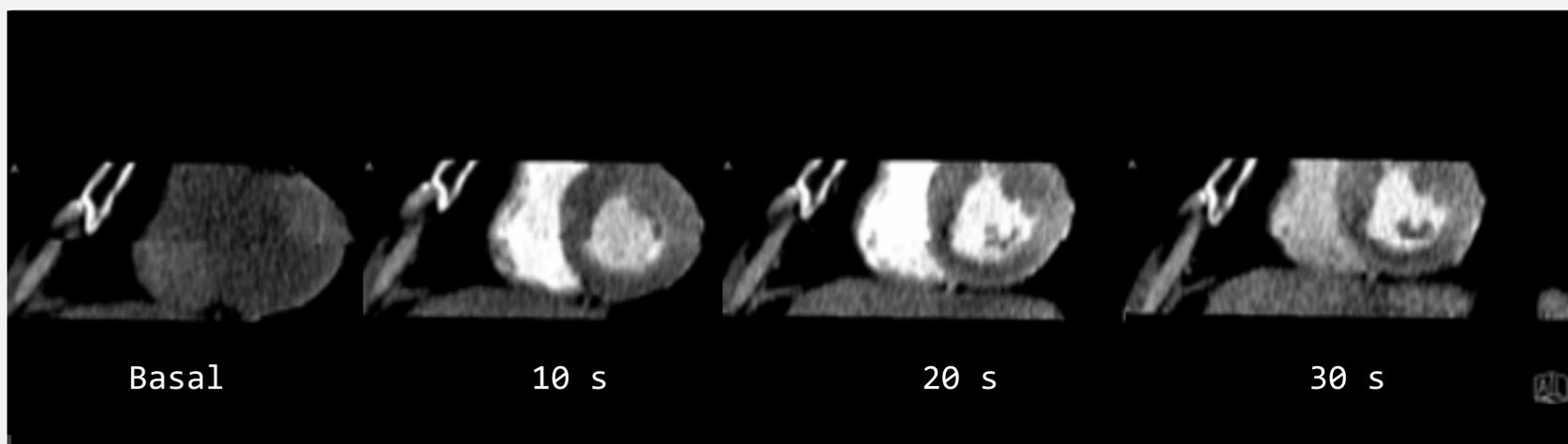
CONVENCIONAL



ENERGÍA DUAL



TC DINÁMICO Adquisición de las imágenes en múltiples fases consecutivas con contraste a medida que el bolo transita por el miocardio, de manera similar a lo que se hace en la RM de estrés



2. ¿ De que pruebas de imagen dispongo ?

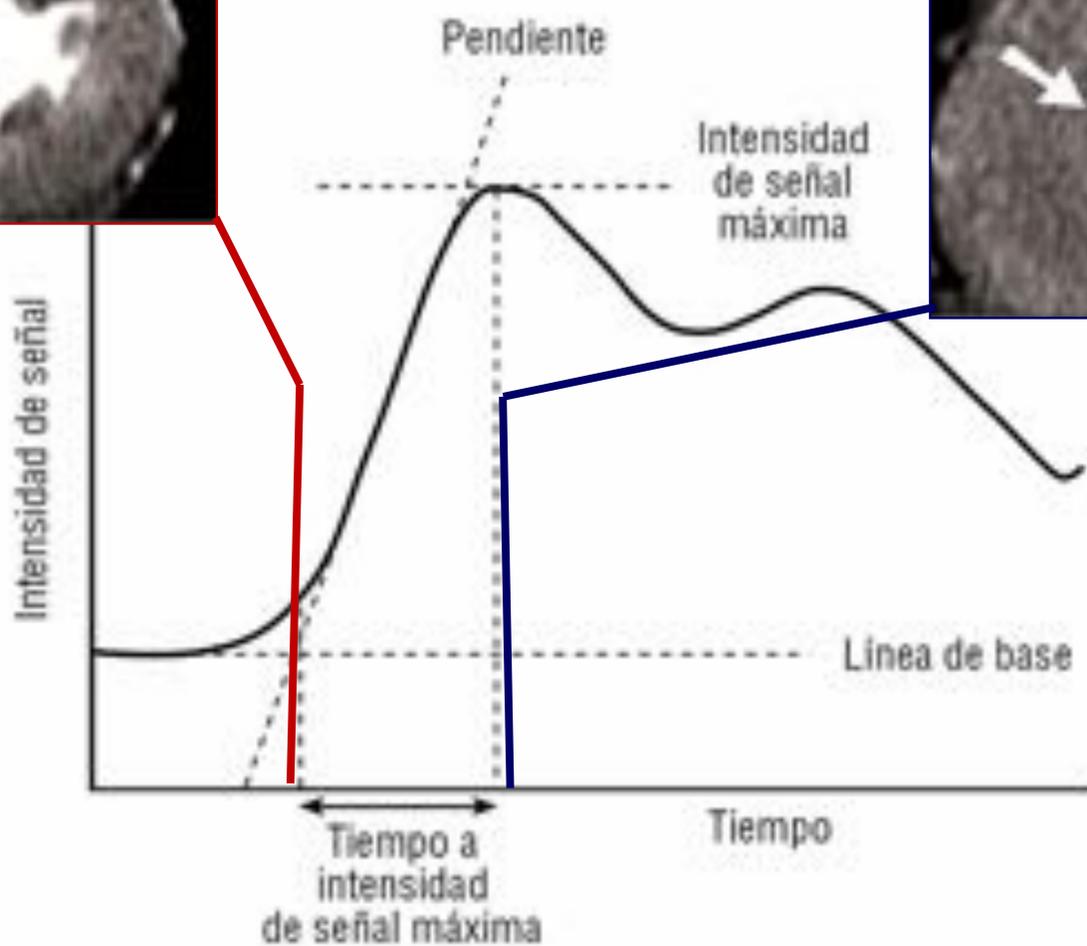
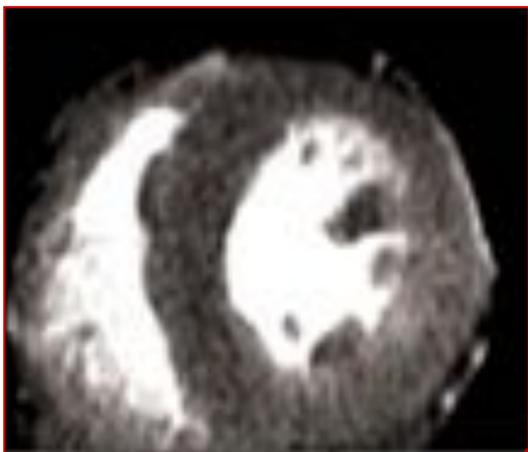
TOMOGRAFÍA COMPUTERIZADA ESTÁTICA

Obtención de imágenes del miocardio del VI durante un momento de tiempo determinado, mientras el contraste transita por el miocardio

TIEMPO DE ADQUISICIÓN CRUCIAL para conseguir una correcta perfusión del miocardio



***8-16 s después de alcanzar un umbral de 100 UH en la aorta ascendente**



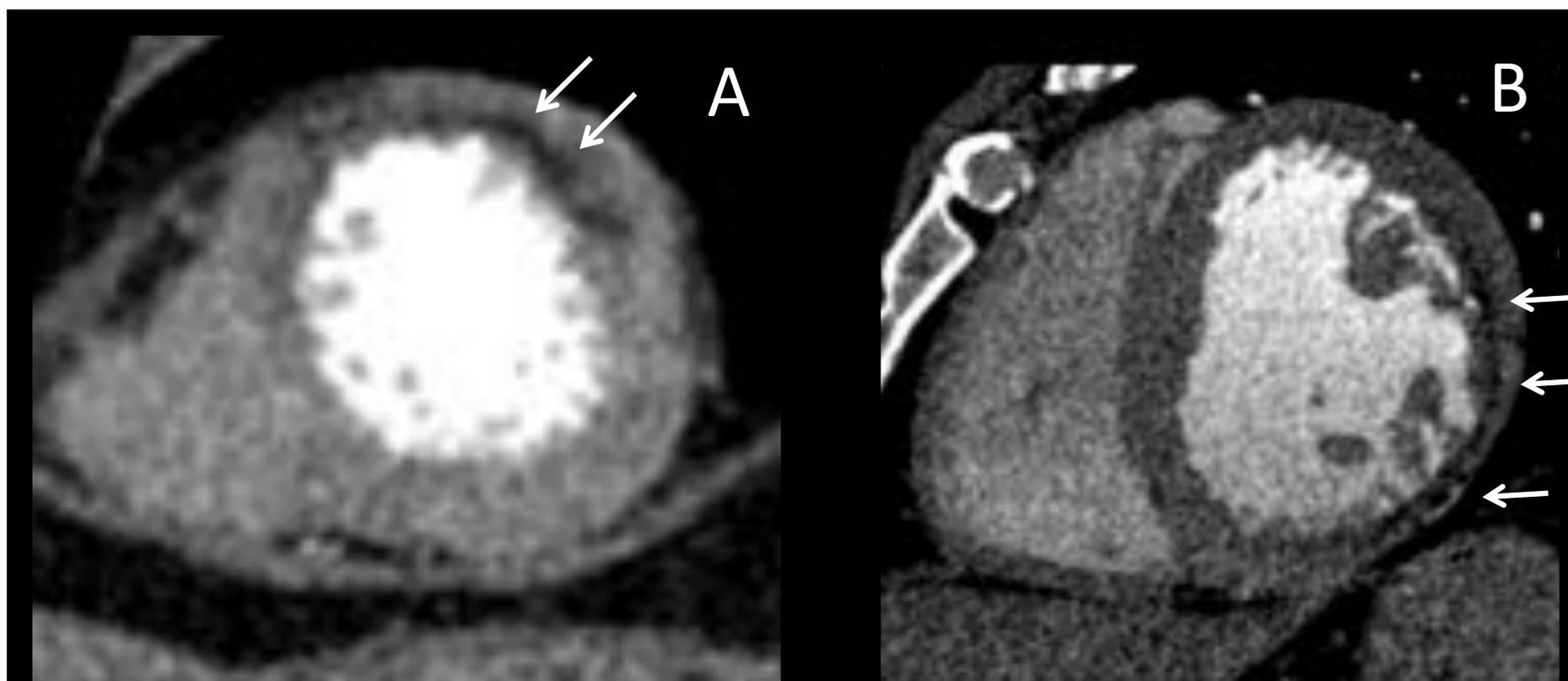
2. ¿ De que pruebas de imagen dispongo ?

TOMOGRAFÍA COMPUTERIZADA ESTÁTICA

Adquisición CONVENCIONAL

Evaluación **CUALITATIVA** visual del defecto de perfusión, valorando las diferencias de atenuación del miocárdico hipoperfundido y nomoperfundido

Hipodensidad subendocárdica en reposo en relación con infarto de miocardio, en el territorio de la arteria DA (A) y arteria Cx (B)



“Toda angio-TC coronaria es un estudio de perfusión estático en reposo”

Alta sensibilidad (77-91 %) y especificidad (79-97 %) para la detección de un infarto de miocardio previo [en comparación con RM](#)

Ampliamente validada para valoración de isquemia miocárdica en estrés [en comparación con cateterismo, SPECT y RM](#)

2. ¿ De que pruebas de imagen dispongo ?

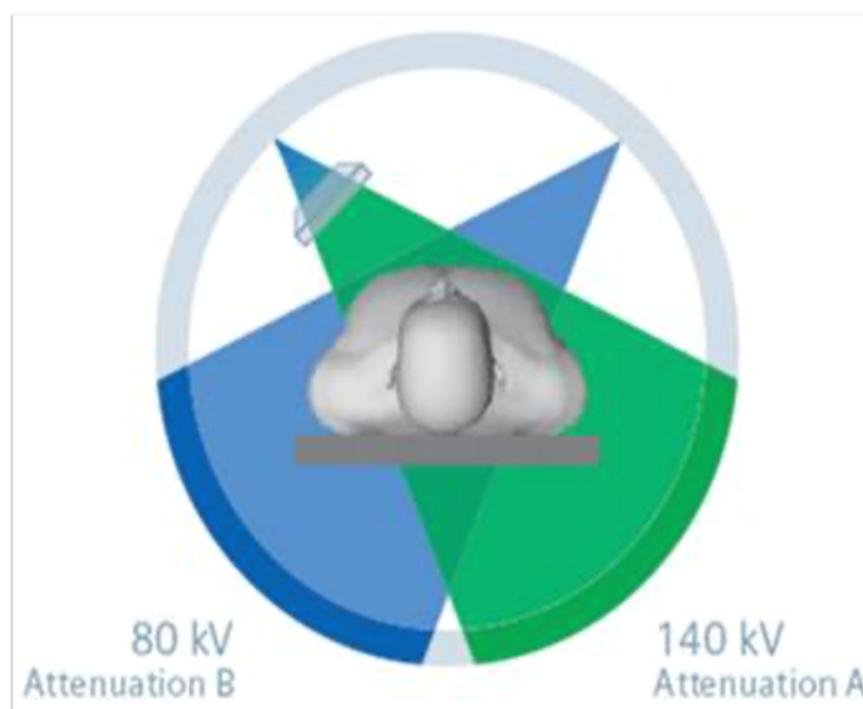
TOMOGRAFÍA COMPUTERIZADA ESTÁTICA

Adquisición ENERGÍA DUAL

Se basa en la capacidad de identificar los defectos de perfusión miocárdicos según la **diferente atenuación del yodo** con **diferentes espectros de energía**

Existen 4 formas de realizar este tipo de estudios, en función del fabricante del equipo

La más pionera y de la que ya existen estudios clínicos en la literatura científica es la que se obtiene mediante **2 TUBOS INTEGRADOS** en el mismo equipo, cada uno funcionando a dos energías diferentes (**140 kV y 100kV**)



Con la información obtenida de la energía dual puede obtenerse un

MAPA DE YODO

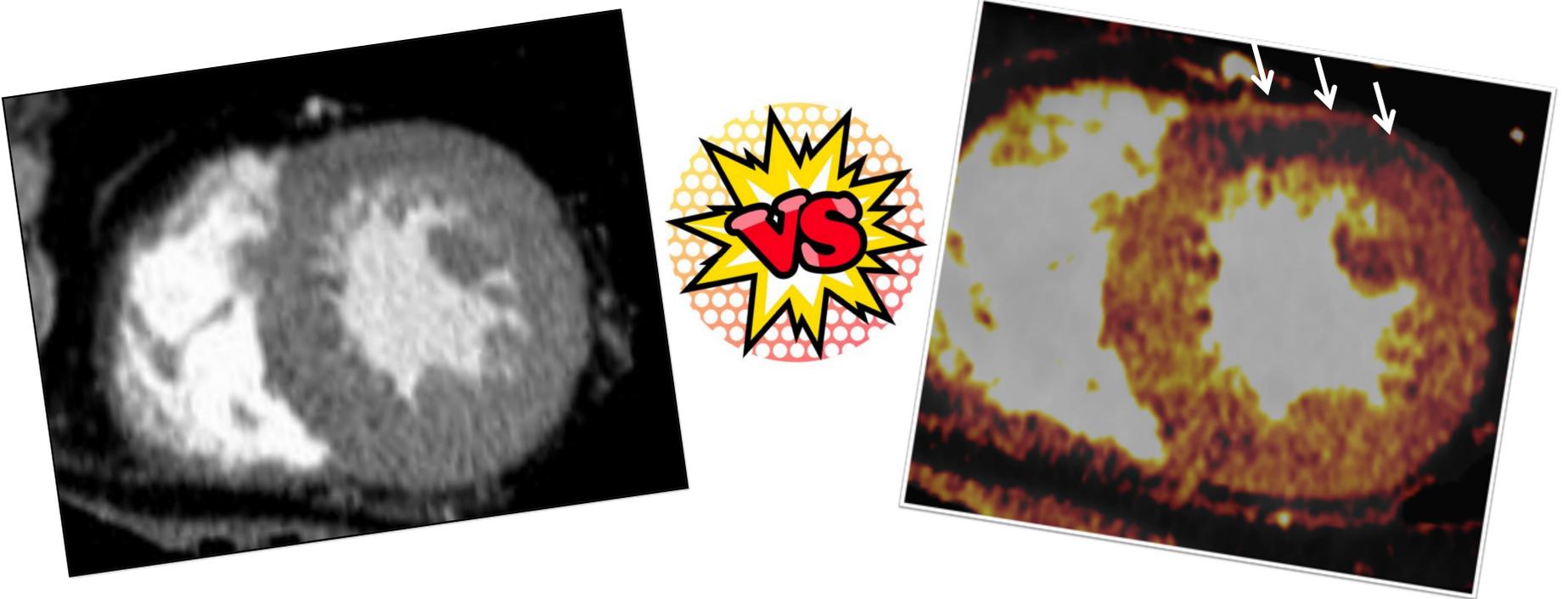
con código de colores que representan únicamente los vóxeles con yodo, superpuesto a la reconstrucción virtual sin contraste

2. ¿ De que pruebas de imagen dispongo ?

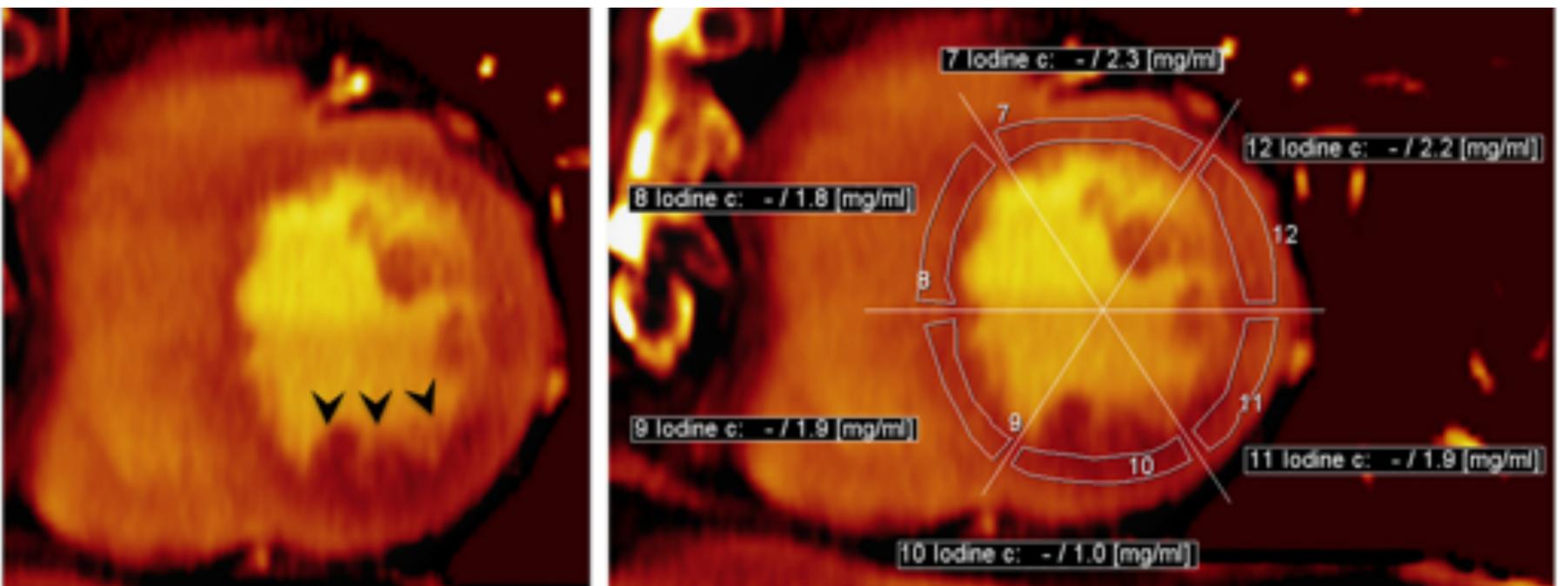
TOMOGRAFÍA COMPUTERIZADA ESTÁTICA

Adquisición ENERGÍA DUAL

Evaluación **CUALITATIVA** visual del defecto de perfusión, pero pueden utilizarse **MAPAS DE YODO** que facilita la identificación de las zonas hipoperfundidas



Evaluación **CUANTITATIVA** del yodo que existe en el miocardio



Hay estudios que proponen el valor de **2.1 mg/mL** como umbral para diferenciar el miocardio sano del patológico

2. ¿ De que pruebas de imagen dispongo ?

TOMOGRAFÍA COMPUTERIZADA DINÁMICA

Obtención **SERIADA** de imágenes en **DISTINTOS** momentos del paso de contraste a través del miocardio (similar a RM cardiaca)

♥ Equipos CONVENCIONALES:

Mesa **FIJA** permitiendo amplia cobertura en el eje z que abarca todo el corazón (8 cm en TC de 256 detectores y 12-14 cm en TC de 320 detectores)

Deben tener una amplia cobertura en el eje z

♥ Equipos de DOBLE FUENTE:

Shuttle mode:

Movimiento alternante de la mesa que avanza y retrocede en dos posiciones alternas, consiguiendo coberturas **amplias** (7.3 cm en los de 128 detectores y 10.5 los de 192 detectores)

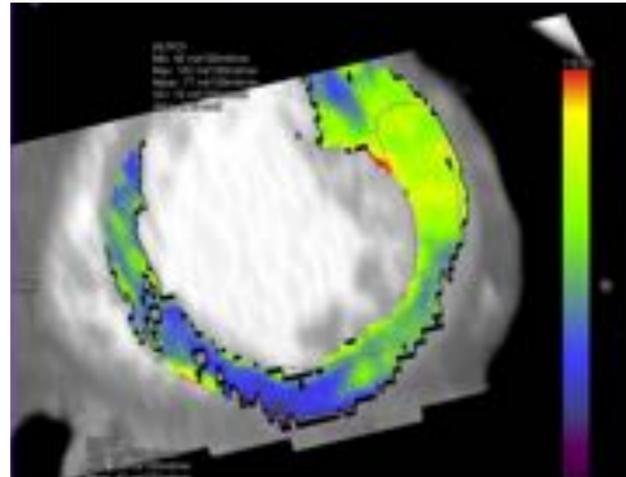
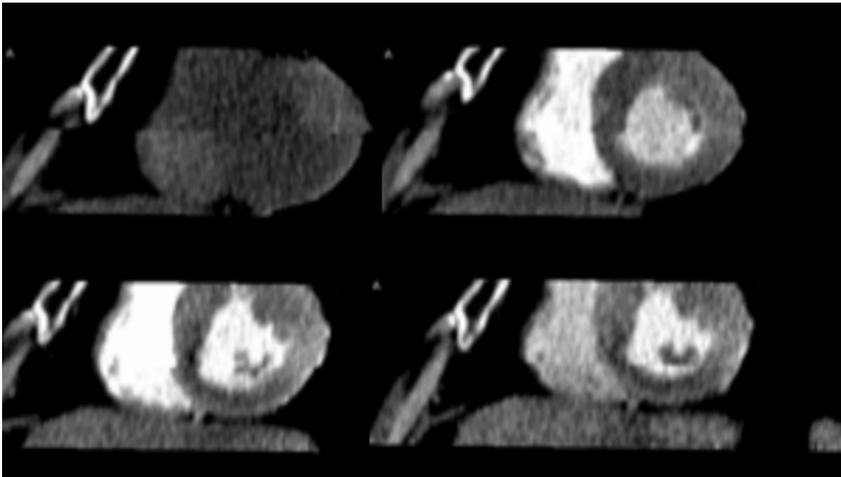


*Los datos se adquieren durante 30 sg, preferiblemente en **sístole**

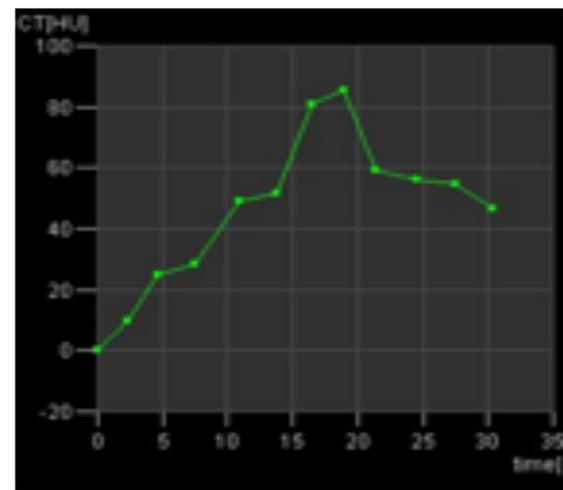
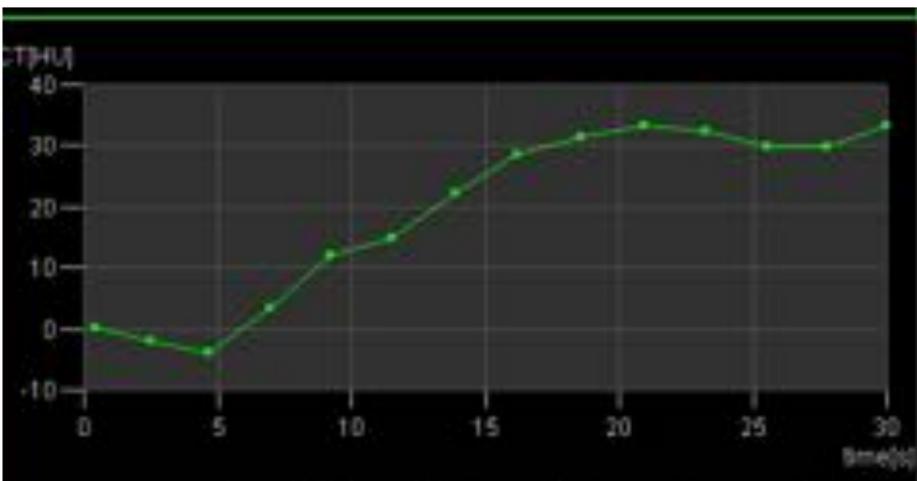
2. ¿ De que pruebas de imagen dispongo ?

TOMOGRAFÍA COMPUTERIZADA DINÁMICA

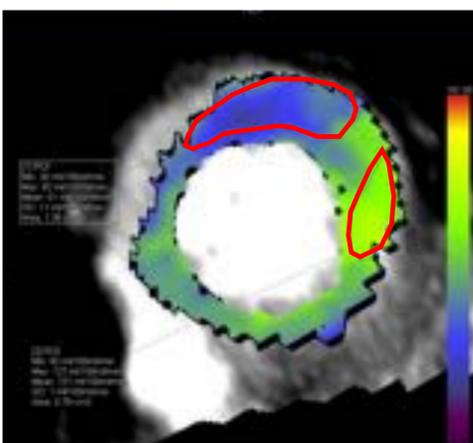
EVALUACIÓN CUALITATIVA: Imágenes fuente y mapas de color



EVALUACIÓN SEMICUANTITATIVA : Curva de atenuación / tiempo



EVALUACIÓN CUANTITATIVA: Volumen y flujo sanguíneo del miocardio



FLUJO MIOCARDICO
(ml/100ml/min)

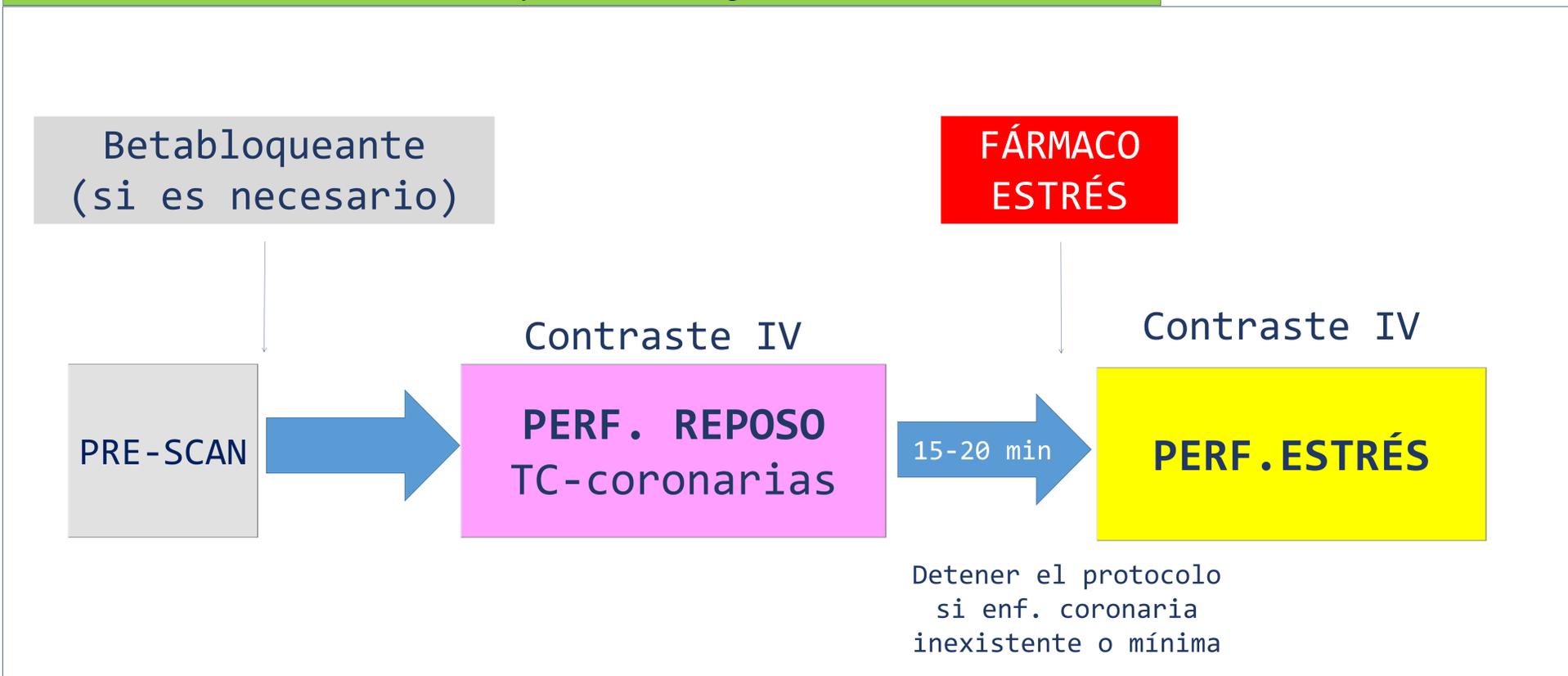
Segmentos con DEFECTO DE PERFUSIÓN	Segmentos SANOS
82.4 ± 26.2	125.3 ± 43.6

Punto de corte: 75-80 mL/100 mL/min

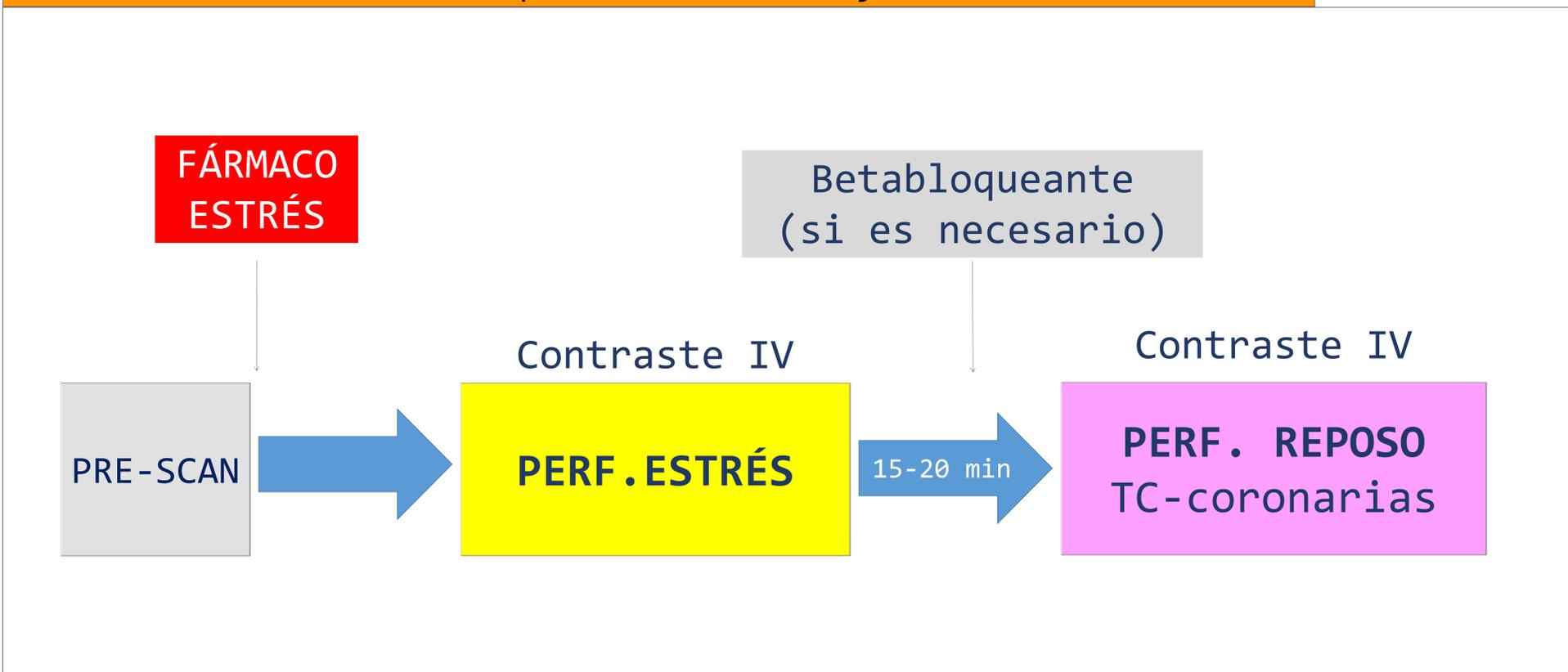
2. ¿ De que pruebas de imagen dispongo ?

Independiente de la adquisición el protocolo debe ser:

PACIENTES CON Probabilidad pre-test baja - intermedia:



PACIENTES CON Probabilidad pre-test alta o enf. Coronaria conocida:



3. ¿ Como Lo informo ?

Valorar conjuntamente la perfusión en reposo y estrés, en el caso de RM-perfusión también el realce tardío:

DEFECTO MIOCARDICO	Reversible	Parcialmente Reversible	Fijo
Perfusión Estrés			
Perfusión Reposo			
Realce tardío			
	ISQUEMIA		INFARTO

¡ATENCIÓN!

En los defectos de perfusión debe describirse:

- **Tamaño:** leve, moderado, severo
- **Transmuralidad:** transmural (>50%), no transmural (<50%)
- **Reversibilidad:** reversible, parcialmente reversible, fijo

Si se dispone aportar:

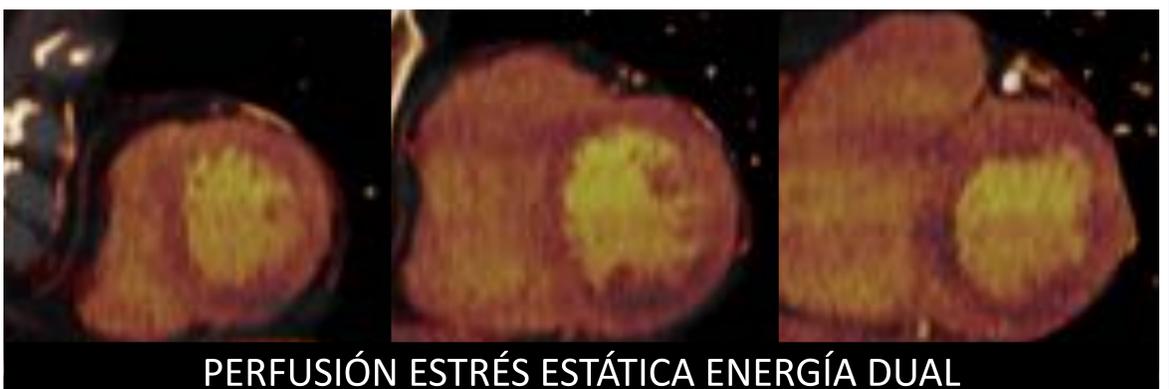
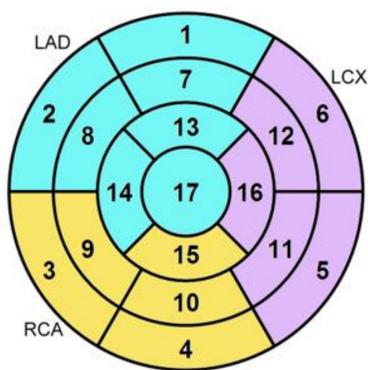
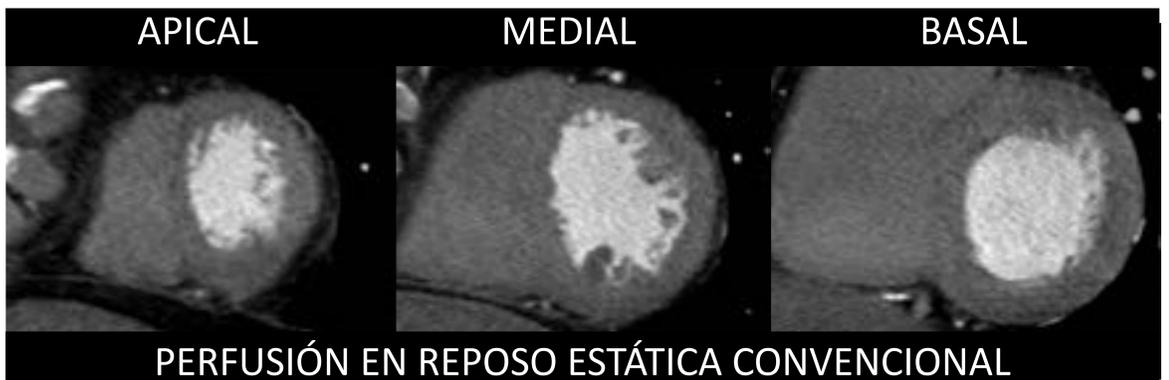
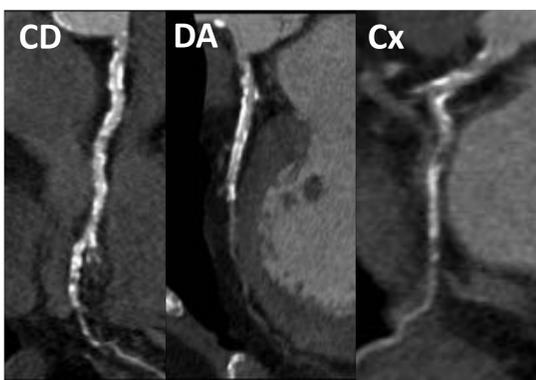
- Datos cuantitativos de la perfusión
- Datos de la función del Ventrículo Izquierdo

SIEMPRE CORRELACIONAR con el grado de **ESTENOSIS** de la arteria coronaria de la que dependen

3. ¿ Como Lo informo ?

- Varón de 79 años que desde hace un mes al caminar rápido o subir cuesta nota un dolor precordial opresivo que le obliga a detenerse. Este dolor no lo presenta en reposo
- Antecedentes personales: hipertensión arterial, dislipemia

Se realiza angio-TC y se decide completar con TCP-estrés con E.Dual



- Calcificación difusa y en las tres arterias coronarias
- Defectos de perfusión subendocárdicos y reversibles indicando isquemia miocárdica. Están afectados los segmentos basales 3,4,5 y 6; medios 8,9,10 y 11; y apicales 14 y 15. Esto se correlaciona con lesiones significativas en a. descendente anterior, a. coronaria derecha y a. circunfleja

Se realiza RM con perfusión y realce tardío



- Se confirma isquemia reversible sin realce tardío que indique necrosis

El paciente se trató quirúrgicamente con triple by-pass

LECTURAS RECOMENDADAS

1. Patel A, Bamberg F, Branch K, Carrascosa P, Chen M, Cury R et al. Society of cardiovascular computed tomography expert consensus document on myocardial computed tomography perfusion imaging. *Journal of Cardiovascular Computed Tomography* 2020;14:87-100.
2. Gordi T, Frohna P, Sun HL, Wolff A, Belardinelli L, Lieu H. A population pharmacokinetic/ pharmacodynamic analysis of regadenoson, an adenosine A2A-receptor agonist, in healthy male volunteers. *Clin Pharmacokinet* 2006; 45:1201-12.
3. Chiribiri A, Bettencourt N, Nagel E. Cardiac magnetic resonance stress testing: results and prognosis. *Curr Cardiol Rep.* 2009; 11:54-60.
4. Hundley W, Bluemke D, Finn J, Flamm S, Fogel M, Friedrich M et al. ACCF/ACR/AHA/NASCI/SCMR 2010 expert consensus document on cardiovascular magnetic resonance: a report of the American College of Cardiology Foundation Task Force on Expert Consensus Documents. *J Am Coll Cardiol.* 2010; 55:2614-62.
5. Hendel RC, Patel MR, Kramer CM, Poon M, Carr JC, Gerstad NA, et al. ACCF/ACR/SCCT/SCMR/ASNC/NASCI/ SCAI/SIR 2006 appropriateness criteria for cardiac computed tomography and cardiac magnetic resonance imaging: a report of the ACCF/ACR/SCCT/SCMR/ASNC/NASCI/ SCAI/SIR. *J Am Coll Cardiol.* 2006; 48:1475-97.
6. Delgado C, Oca R, Trinidad C, Santos E, Vaamonde A, Vázquez M et al. Quantitative myocardial perfusion with stress dual energy CT: iodine concentration differences between normal and ischemic or necrotic myocardium. Initial experience. *Eur Radiol.* 2015 Dec 23. [Epub ahead of print]
7. Bastarrika G, Ramos-Duran L, Rosenblum MA, Kang DK, Rowe GW, Schoepf UJ, et al. Adenosine-stress dynamic myocardial CT perfusion imaging: initial clinical experience. *Invest Radiol.* 2010; 45:306-13.
8. Seitun S, Morelli MC, Budaj I, Boccalini S, Pregliasco AG, Valbusa A et al. Técnica de imagen de perfusión miocárdica con tomografía computarizada de estrés: un nuevo tema en cardiología. *Rev Esp Cardiol.* 2016; 69:188-200.