



Universitat
de les Illes B



Universitat



Procedimientos en Cardiología Intervencionista y Hemodinámica Cardíaca



Universitat
de les Illes Balears

Vicente Peral Disdier
Profesor Asociado de Cardiología
Universidad de les Illes Balears
Servicio de Cardiología
Hospital Universitario Son Espases
Palma de Mallorca



Cateterismo cardiaco y angiografía coronaria diagnósticos



El cateterismo cardíaco consiste en la introducción de catéteres dentro de los vasos y cavidades cardíacas con el objeto: **DIAGNÓSTICO**

- registrar y analizar sus presiones,
- calcular el gasto cardíaco,
- estudiar la anatomía de las arterias coronarias,
- evaluar el funcionalismo ventricular y de las válvulas cardíacas y
- estudiar la presencia de defectos congénitos intracardíacos.

• También puede tener una finalidad **TERAPÉUTICO**.

- Intervencionismo coronario (infarto agudo de miocardio, angina estable, angina inestable)
- Intervencionismo estructural (defectos congénitos, y adquiridos)

Los catéteres se pueden introducir a través de una vía arterial o de una venosa mediante un complejo equipo radiológico en el laboratorio de hemodinámica cardíaca





TÉCNICAS DIAGNÓSTICAS HEMODINÁMICA

Comprende:

- la medición de las presiones en las cavidades derechas e izquierdas del corazón y del sistema arterial periférico,**
- cuantificación del gasto cardiaco**
- Resistencia vascular**
- Área valvular**
- Cortocircuitos intracardiacos**
- ventriculografía y aortografía**
- coronariografía**
- Biopsia cardiaca**

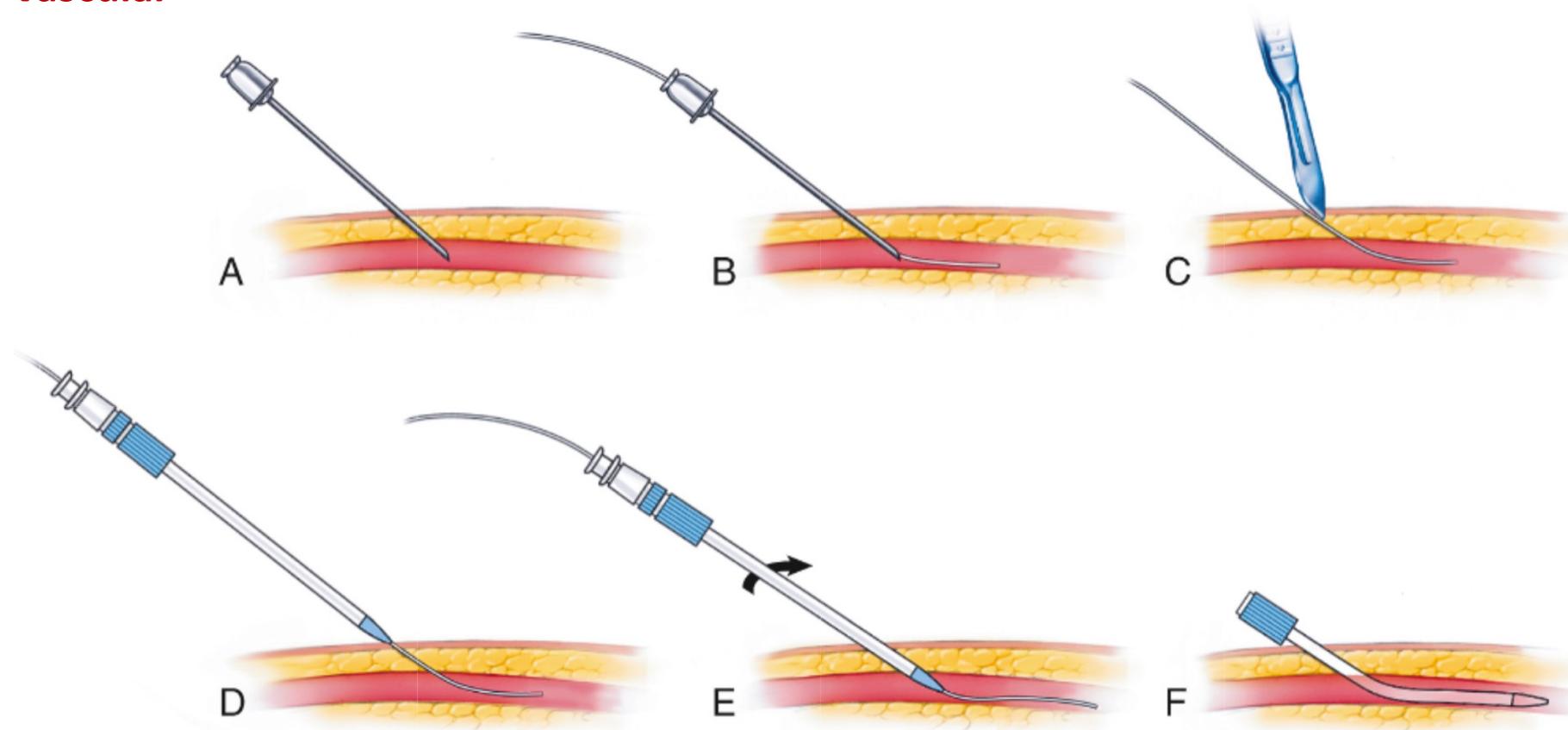


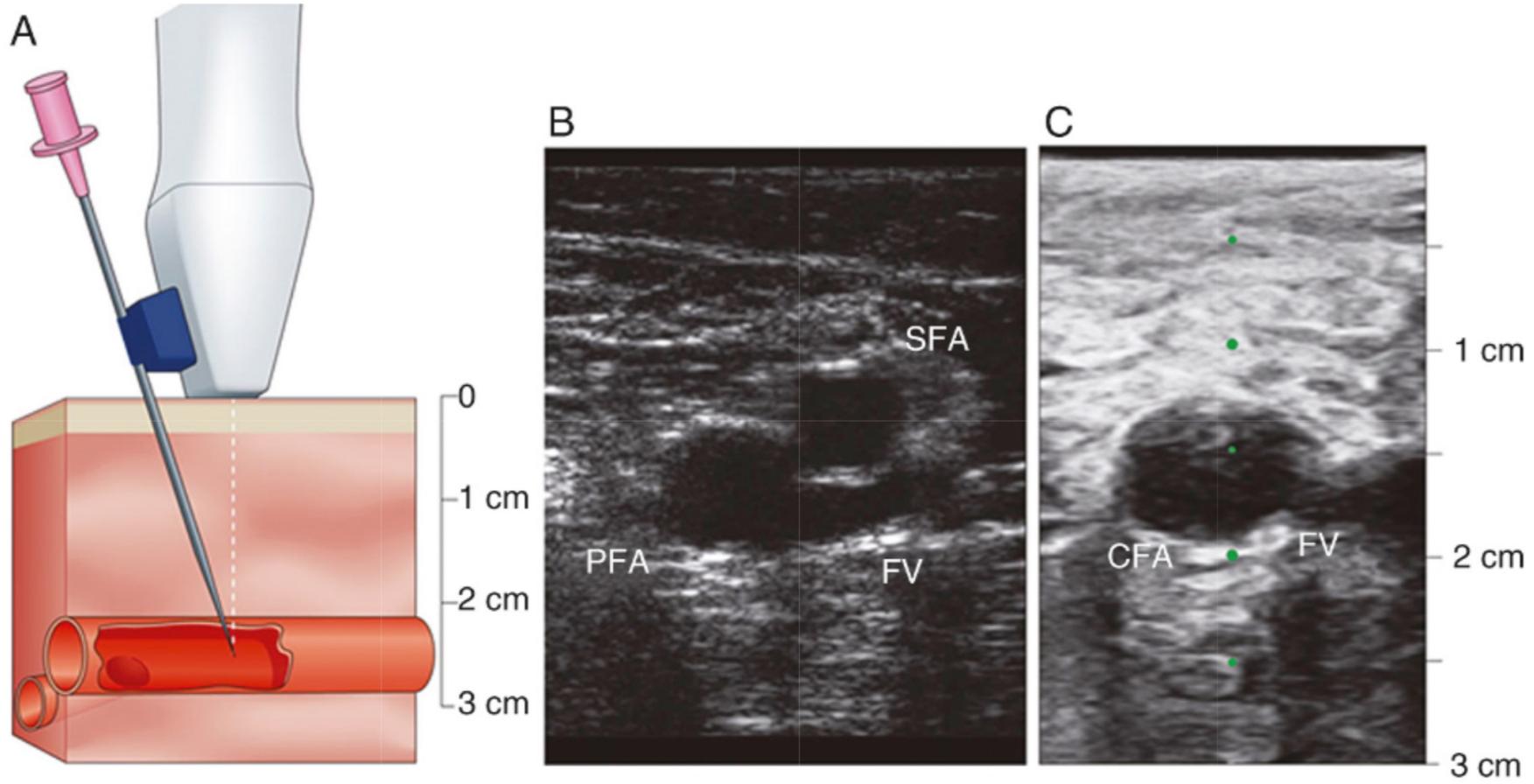
TÉCNICA

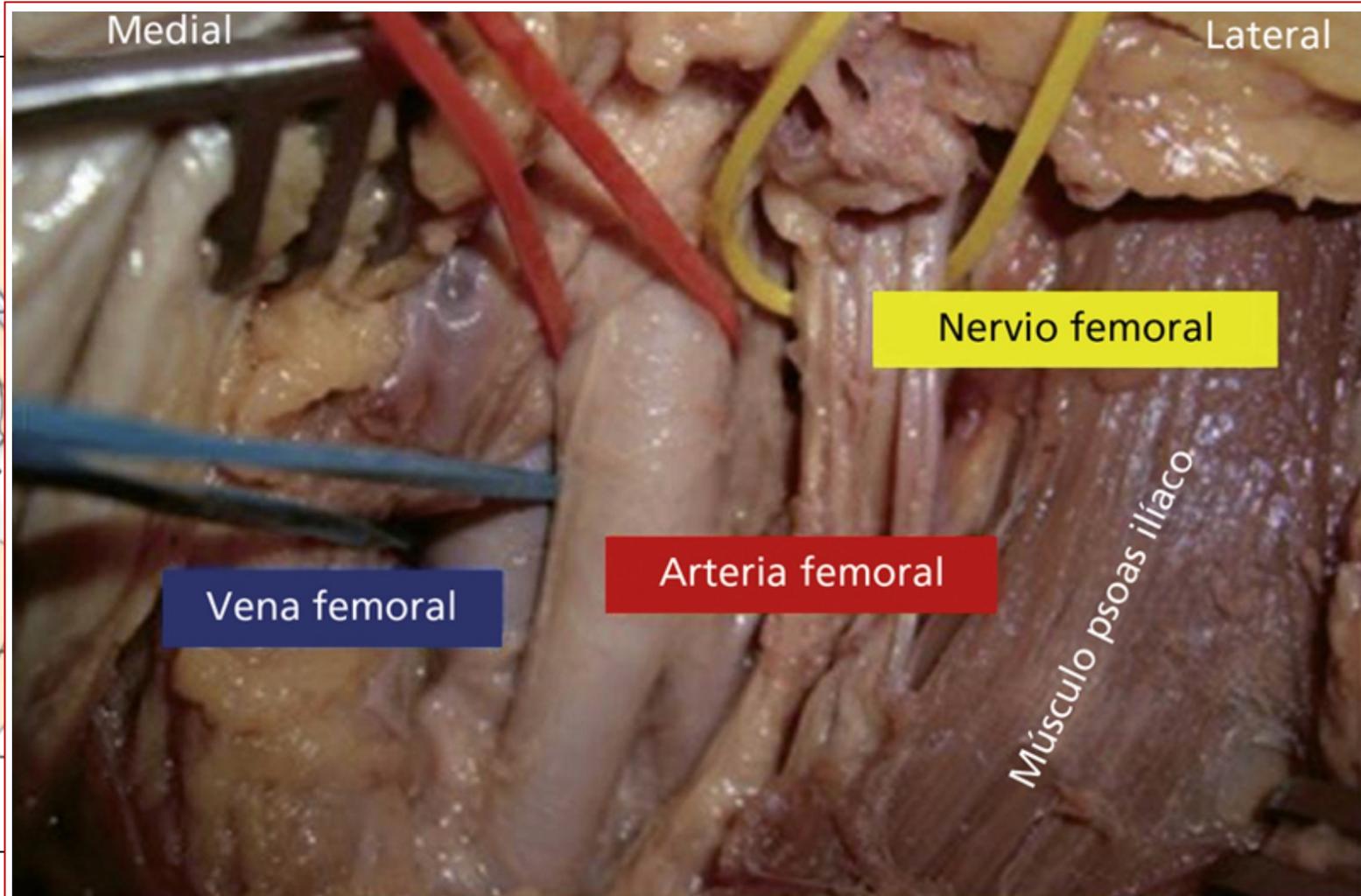
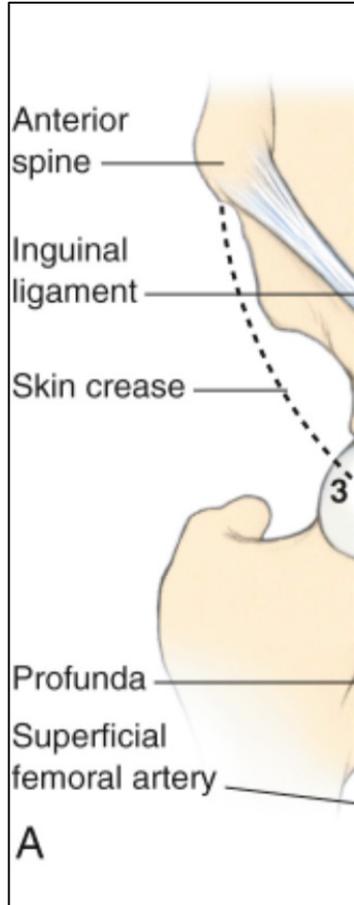
ACCESOS EN CATETERISMOS

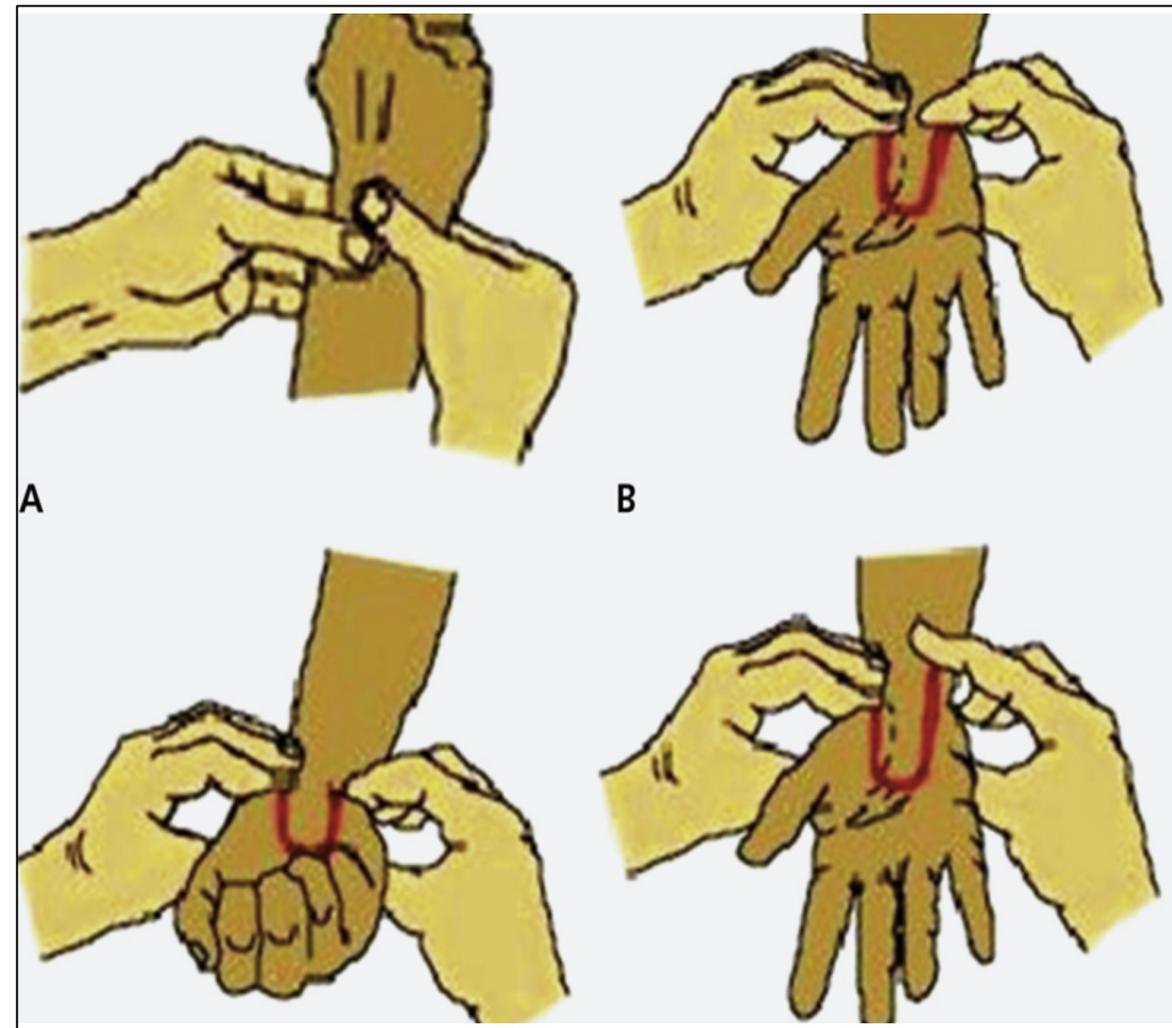
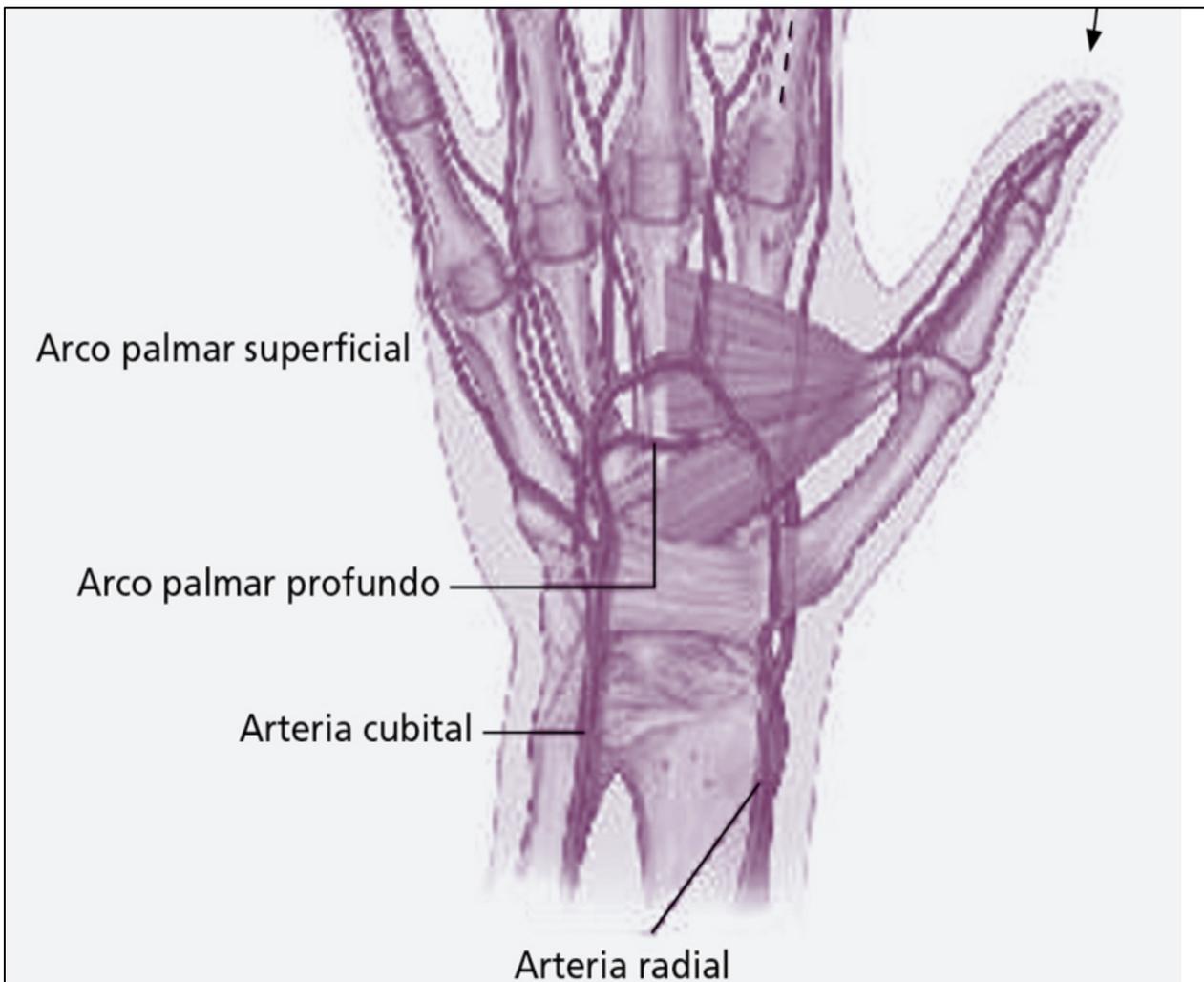
Valoración *hemodinámica* y *anatómica* detallada del corazón y de las arterias coronarias.

Acceso vascular











”**Estándar de oro**” en la valoración de la **anatomía** y la **fisiología** del corazón y sus vasos.

En 1929, **Forssmann** demostró la posibilidad de realizar el cateterismo cardiaco en seres humanos cuando introdujo una sonda vesical en una vena de su propio brazo y de ahí a la aurícula derecha, corroborando su posición en el corazón por una radiografía.

En la década de 1940, **Cournand y Richards** aplicaron dicha técnica a pacientes con enfermedad cardiovascular para valorar la función cardiaca. En 1956 estos tres médicos mencionados recibieron el Premio Nobel.

En 1958, **Sones** practicó de manera inadvertida la primera angiografía coronaria selectiva pasó a desarrollar catéteres coronarios selectivos que fueron modificados por **Judkins**, quien elaboró catéteres preformados y permitió que la angiografía de arteria coronaria tuviera una aceptación amplia como método diagnóstico.



INDICACIONES, RIESGOS Y MEDIDAS ANTES DE SU REALIZACIÓN

Valorar:

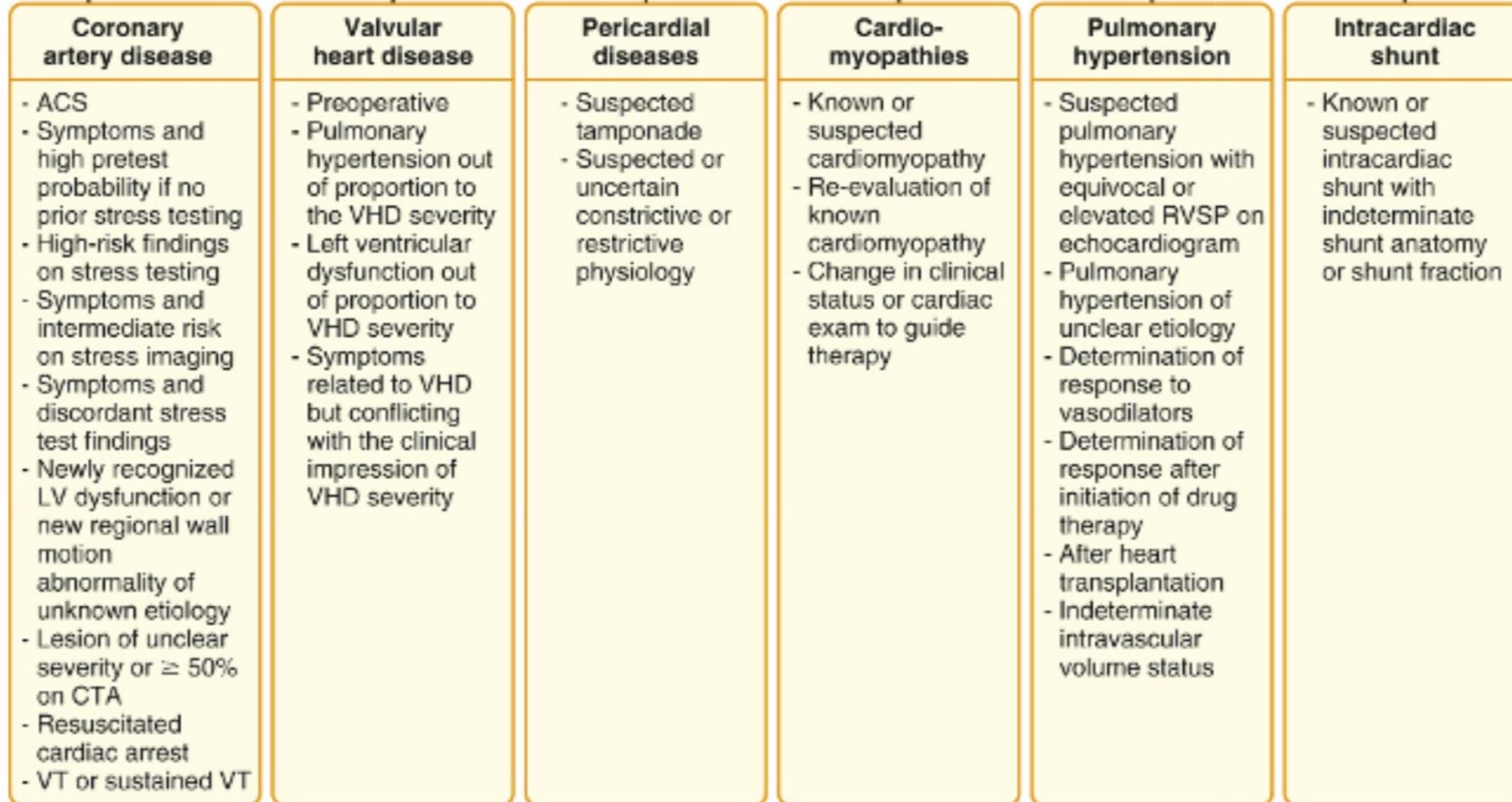
- la **extensión y gravedad** de la **cardiopatía en sujetos sintomáticos** y
- para determinar **si están justificadas las intervenciones** de tipo médico, quirúrgico o a través de un catéter

También se utiliza para:

- descartar enfermedad grave en pacientes sintomáticos con hallazgos ambiguos en estudios no invasivos** y
- en pacientes con dolor torácico de origen indeterminado** en quienes se necesita un diagnóstico definitivo para el tratamiento.



Diagnostic cardiac catheterization





Los riesgos asociados con el cateterismo cardiaco:

-programado son relativamente pequeños: <0.1% de infarto de miocardio, 0.01% de accidente cerebrovascular y 0.1% de muerte.

-Estos riesgos aumentan de forma sustancial si el cateterismo es urgente durante un infarto agudo de miocardio o en sujetos hemodinámicamente inestables.

Otros riesgos :

- la aparición de taquiarritmias o bradiarritmias;
- insuficiencia renal aguda por el contraste empleado,
- complicaciones vasculares que exigen reparación quirúrgica o intervención percutánea, y
- hemorragia significativa en el punto de acceso.

De todos los riesgos mencionados, **la hemorragia es la complicación más frecuente** y se observa en un 1.5-2.0% de los pacientes, y las complicaciones hemorrágicas graves conllevan un peor pronóstico a corto y largo plazos.



No existen **contraindicaciones absolutas** cuando la técnica se realiza en anticipación de una intervención que salvará la vida.

Existen **contraindicaciones relativas** que como:

- la insuficiencia cardiaca congestiva descompensada,
- insuficiencia renal aguda,
- insuficiencia renal crónica grave (salvo que se planifique la realización de diálisis),
- bacteriemia,
- accidente cerebrovascular agudo,
- hemorragia activa de tubo digestivo; anticoagulación excesiva,
- administración reciente de líticos,
- alteraciones electrolíticas graves no corregidas,
- antecedente de reacción anafiláctica/anafilactoide a medios de contraste yodados, y
- el antecedente de alergia/anafilaxia/broncospasmo al ácido acetilsalicílico en sujetos en quienes es esperable la necesidad de una intervención coronaria percutánea y no se haya desensibilizado previamente al ácido acetilsalicílico.



Es importante tener en cuenta **la alergia al contraste** y la **insuficiencia renal inducida por éste**.

Las reacciones alérgicas a los medios de contraste aparecen en <5% de los casos con reacciones anafilactoides graves (clínicamente indistinguible de la anafilaxia, pero sin estar mediada por IgE), que afectan a un 0.1-0.2% de los pacientes.

Las reacciones leves las reacciones anafilactoides graves culminan en choque por hipotensión, edema pulmonar y paro cardiorrespiratorio.

Los pacientes con antecedente de alergia significativa al contraste deben recibir premedicación con corticoides y antihistamínicos (bloqueadores H₁ y H₂) al menos durante 24 h antes de la angiografía coronaria programada, y los estudios deben realizarse con medios de contraste no iónicos de baja osmolaridad que tengan una menor tasa de reacciones alérgicas documentadas.

La nefropatía aguda inducida por contraste, definida como el incremento en el aclaramiento de creatinina >0.5 mg/100 mL o 25% por encima del valor inicial, que ocurre en las 48 a 72 h después de la administración del contraste, se observa en aproximadamente un 2-7% de pacientes, con tasas 20-30% en pacientes de riesgo, incluidos aquellos con diabetes mellitus, insuficiencia cardiaca congestiva, nefropatía crónica, anemia y edad avanzada.



Los pacientes con diabetes tratados con [metformina](#) deben suspender el fármaco 24 h antes del procedimiento y no deben reiniciarlo hasta 48 h después de la administración del medio de contraste para reducir el **riesgo de acidosis láctica**.

Ayuno las 6 h previas y haya recibido por vía IV sedación consciente, para que permanezca despierto pero sedado durante el procedimiento.

La [warfarina](#) se suspende hasta dos a tres días antes del cateterismo para permitir que el índice internacional normalizado (INR, *international normalized ratio*) descienda por debajo de 1.7 y evitar complicaciones hemorrágicas en el punto de acceso.

Los nuevos anticoagulantes orales deben suspenderse 24-48 h antes de la prueba.

El cateterismo cardiaco es un procedimiento estéril, por lo que **no es necesario administrar profilaxis antimicrobiana**.



Cateterismo de las cavidades derechas

Mide las presiones del corazón derecho, la arteria pulmonar y capilar pulmonar (como un elemento "sustitutivo" de la presión auricular izquierda).

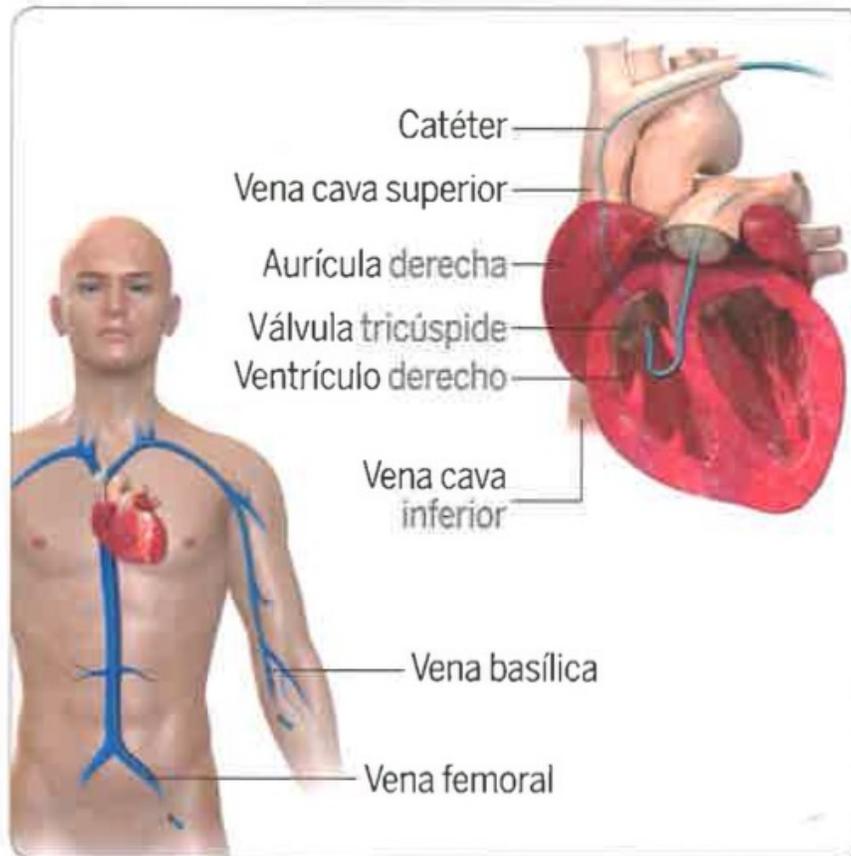
No es una parte rutinaria del cateterismo cardiaco diagnóstico, pero es razonable:

- en pacientes con disnea inexplicable,
- hipertensión pulmonar, cardiopatía valvular,
- enfermedad pericárdica,
- disfunción ventricular derecha o izquierda,
- cardiopatía congénita y
- sospecha de cortocircuitos intracardiacos.

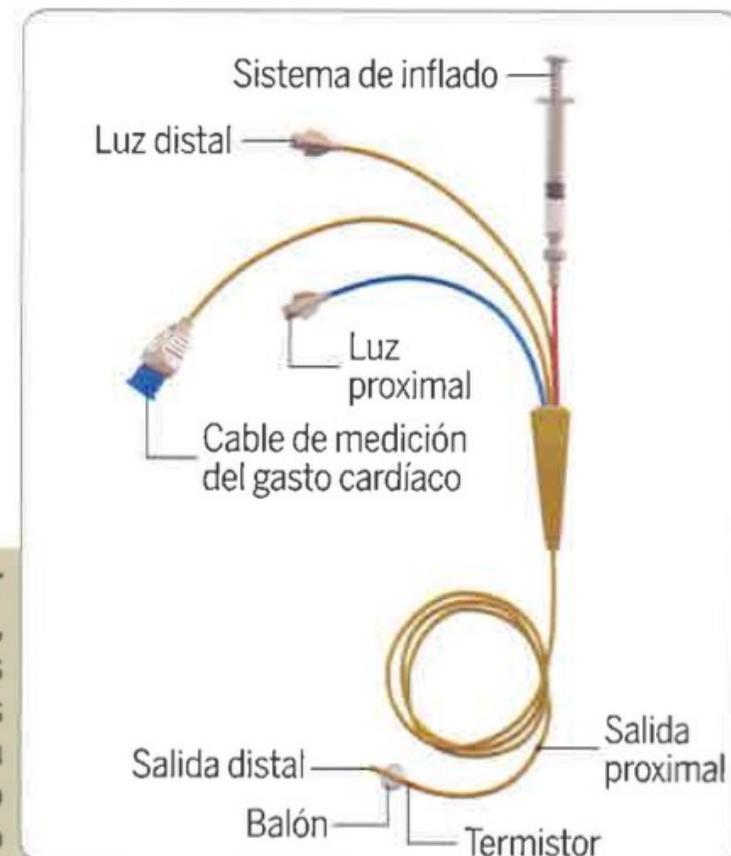
Se mide la presión y se obtienen muestras de sangre para medir la saturación de [oxígeno](#) para detectar derivaciones intracardiacas y calcular el gasto cardiaco.



El **cateterismo cardíaco derecho** es un procedimiento en el que, mediante un catéter, se monitorizan diferentes parámetros de la sangre como la presión en la aurícula derecha, ventrículo derecho, arteria pulmonar y valor de capilar pulmonar. Además, permite obtener sangre venosa mixta (justo antes de oxigenarse), medir el gasto cardíaco o realizar biopsias de tejido cardíaco⁷.

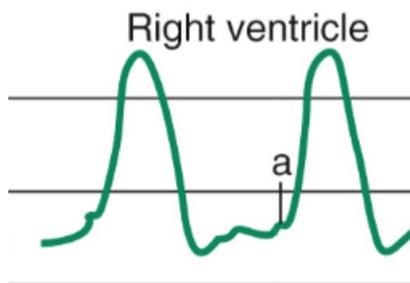
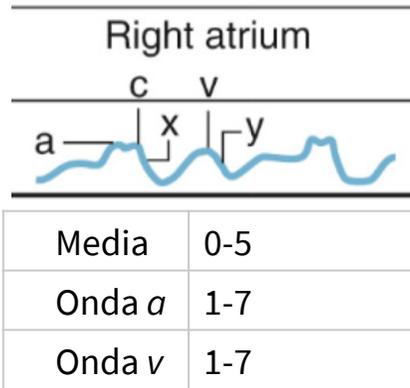


Catéter Swan Ganz, uno de los catéteres más utilizados en cateterismo derecho

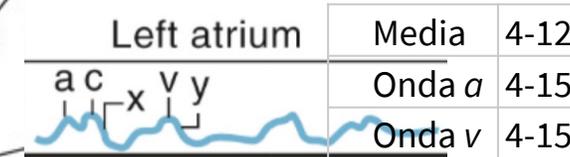
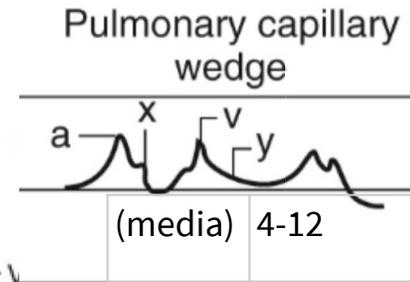
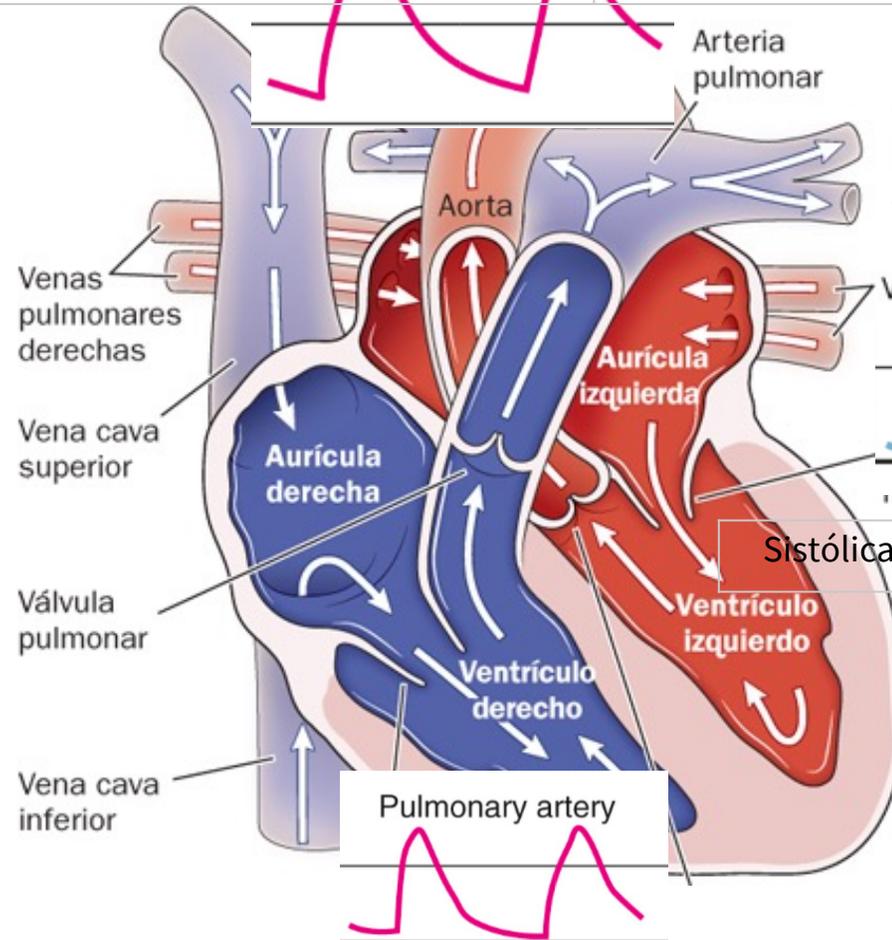




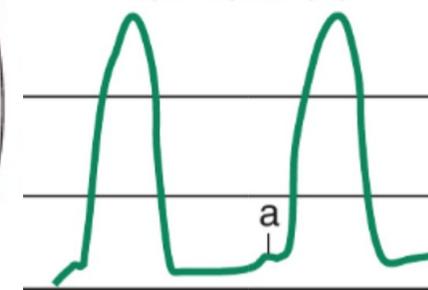
Sistólica máxima/telediastólica Aorta	90-130/60-85
Media	70-100



Sistólica máxima/telediastólica	17-32/1-7
---------------------------------	-----------



Sistólica máxima/telediastólica Left ventricle	90-130/5-12
--	-------------

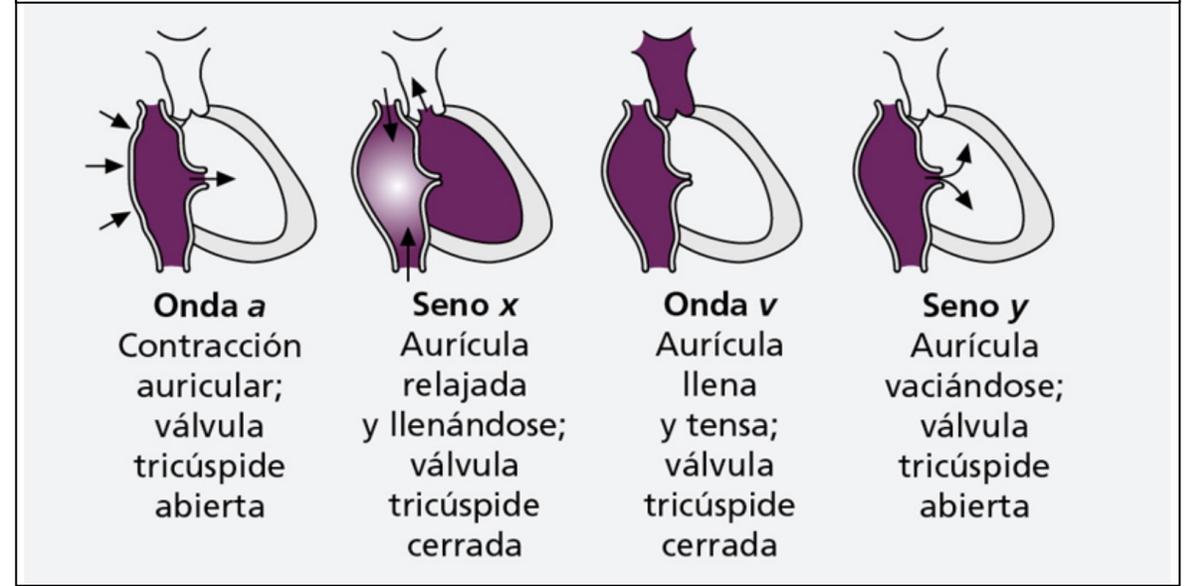
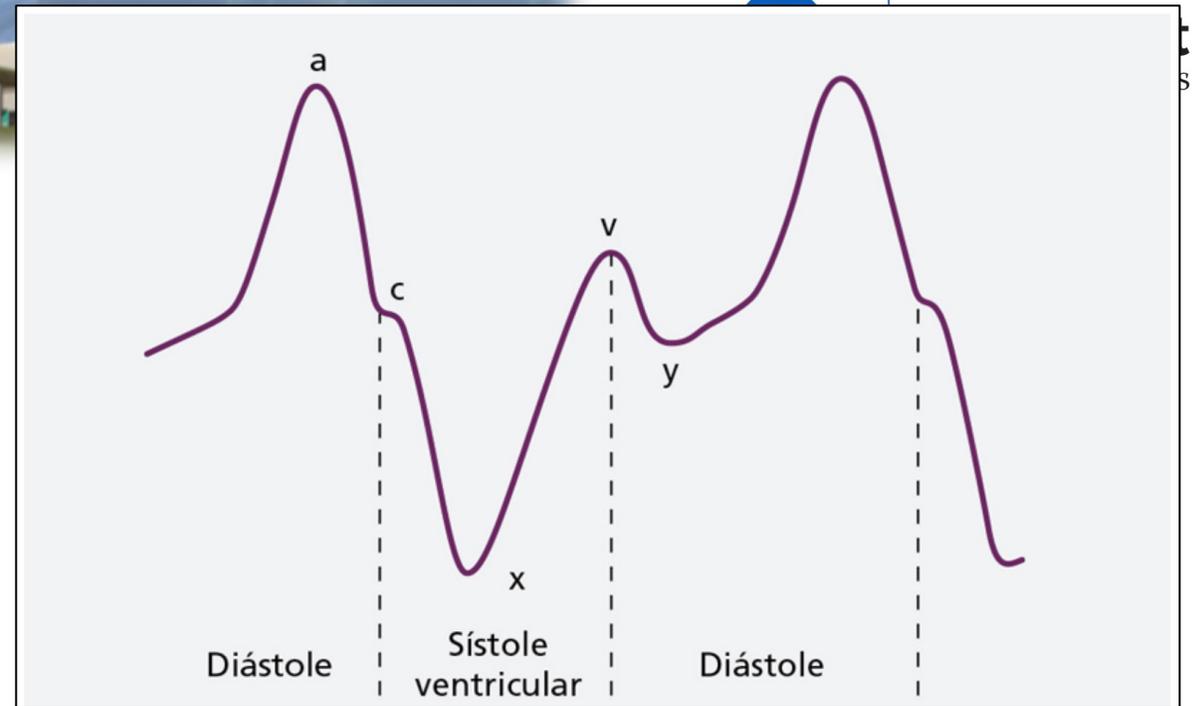
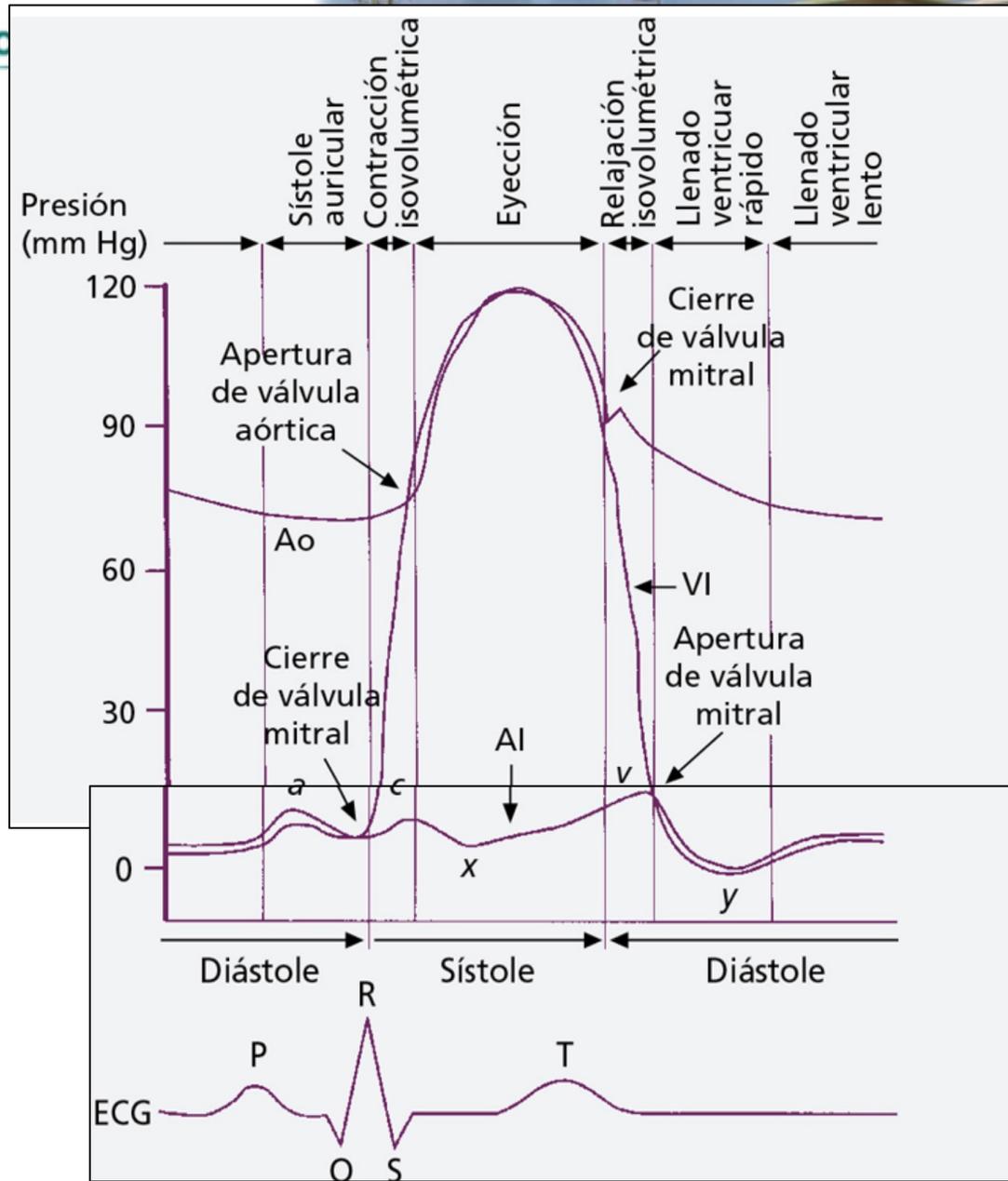


Sistólica máxima/telediastólica	17-32/1-7
Media	9-19



Presiones (mm Hg)	
Aurícula derecha	
Media	0-5
Onda <i>a</i>	1-7
Onda <i>v</i>	1-7
Ventrículo derecho	
Sistólica máxima/telediastólica	17-32/1-7
Arteria pulmonar	
Sistólica máxima/telediastólica	17-32/1-7
Media	9-19

Capilar pulmonar cuneiforme (media)	4-12
Aurícula izquierda	
Media	4-12
Onda <i>a</i>	4-15
Onda <i>v</i>	4-15
Ventrículo izquierdo	
Sistólica máxima/telediastólica	90-130/5-12
Aorta	
Sistólica máxima/telediastólica	90-130/60-85
Media	70-100
(Resistencias(din-s)/cm⁵)	
Resistencia vascular sistémica	900-1 400
Resistencia vascular pulmonar	40-120
Índice de consumo de oxígeno [(L-min)/m²]	115-140
Diferencia de oxígeno arteriovenosa (vol%)	3.5-4.8
Índice cardiaco [(L-min)/m ²]	2.8-4.2





	TAPONAMIENTO PERICÁRDICO	PERICARDITIS CONSTRICTIVA	PERICARDITIS CONSTRICTIVA CON DERRAME	MIOCARDIOPATÍA RESTRICTIVA
Presión pericárdica	↑	↑	↑	Normal
Presión auricular derecha	↑	↑	↑ (no disminuye en 50% o <10 mm Hg después de la pericardiocentesis)	↑
Onda de presión auricular derecha	Descenso "x" prominente Disminución o ausencia del descenso "y"	Descenso "x" prominente Descenso "y" prominente	Descenso "x" prominente Descenso "y" menos prominente de lo esperado	Descenso "y" prominente
Presión sistólica ventricular derecha	<50 mm Hg	<50 mm Hg	<50 mm Hg	>60 mm Hg
Presión telediastólica ventricular derecha		>1/3 de la presión sistólica ventricular derecha	>1/3 de la presión sistólica ventricular derecha	<1/3 de la presión sistólica ventricular derecha
	Diferencia de 5 mm Hg o menos con la presión telediastólica ventricular izquierda	Diferencia de 5 mm Hg o menos con la presión telediastólica ventricular izquierda	Diferencia de 5 mm Hg o menos con la presión telediastólica ventricular izquierda	Menor que la presión telediastólica ventricular izquierda por ≥ 5 mm Hg
Onda de presión ventricular derecha		Caída y meseta o signo de la "raíz cuadrada"	Caída y meseta o signo de la "raíz cuadrada"	Caída y meseta o signo de la "raíz cuadrada"
Relación con la inspiración de la presión sistólica del ventrículo derecho-LV	Discordante	Discordante	Discordante	Concordante

Las mediciones hemodinámicas también se usan para diferenciar entre el taponamiento cardíaco, la pericarditis obstructiva y la miocardiopatía restrictiva

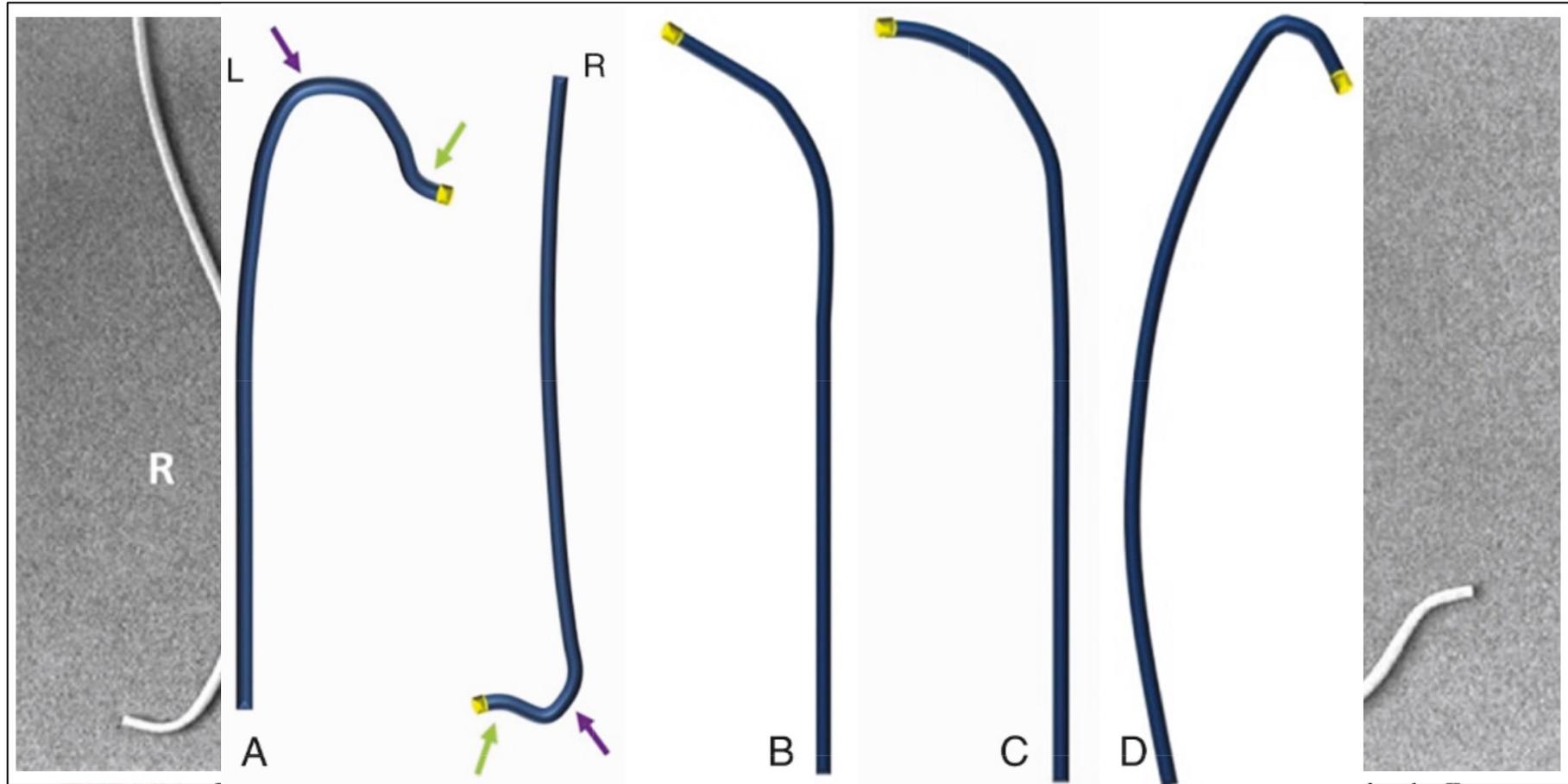


Cateterismo de las cavidades izquierdas

-Mide las presiones en las cavidades izquierdas del corazón como un factor determinante de la capacidad funcional del LV.

-En sujetos con una prótesis valvular aórtica por un disco "móvil" o inclinado, está contraindicada la penetración de la válvula con un catéter y se puede llegar a la cavidad izquierda del corazón por vía transeptal desde la aurícula derecha por medio de un catéter con punta aguda para perforar el tabique interauricular a nivel de la fosa oval.

-**Angiografía coronaria** se utiliza para definir la anatomía coronaria y valorar la magnitud y extensión de la arteria coronaria epicárdica y la enfermedad del injerto por derivación en dicha arteria.





TÉCNICAS DIAGNÓSTICAS

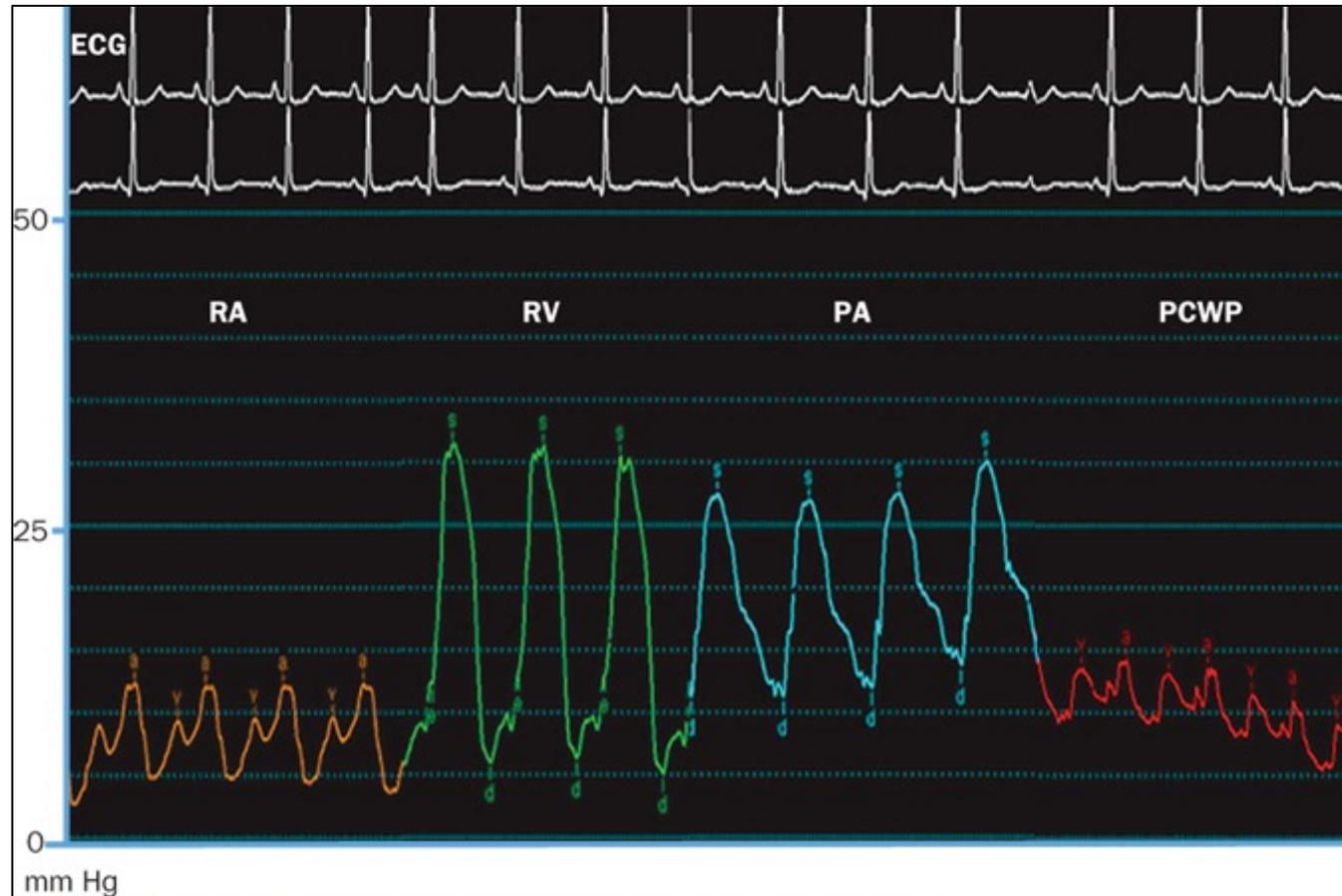
HEMODINÁMICA

Comprende:

- la medición de las presiones en las cavidades derechas e izquierdas del corazón y del sistema arterial periférico,
- cuantificación del gasto cardiaco
- Resistencia vascular
- Área valvular
- Cortocircuitos intracardiacos
- ventriculografía y aortografía
- coronariografía
- Biopsia cardiaca



-la medición de las presiones en las cavidades derechas e izquierdas del corazón y del sistema arterial periférico,





Gasto cardiaco

Se mide con el método de Fick o la técnica de termodilución.

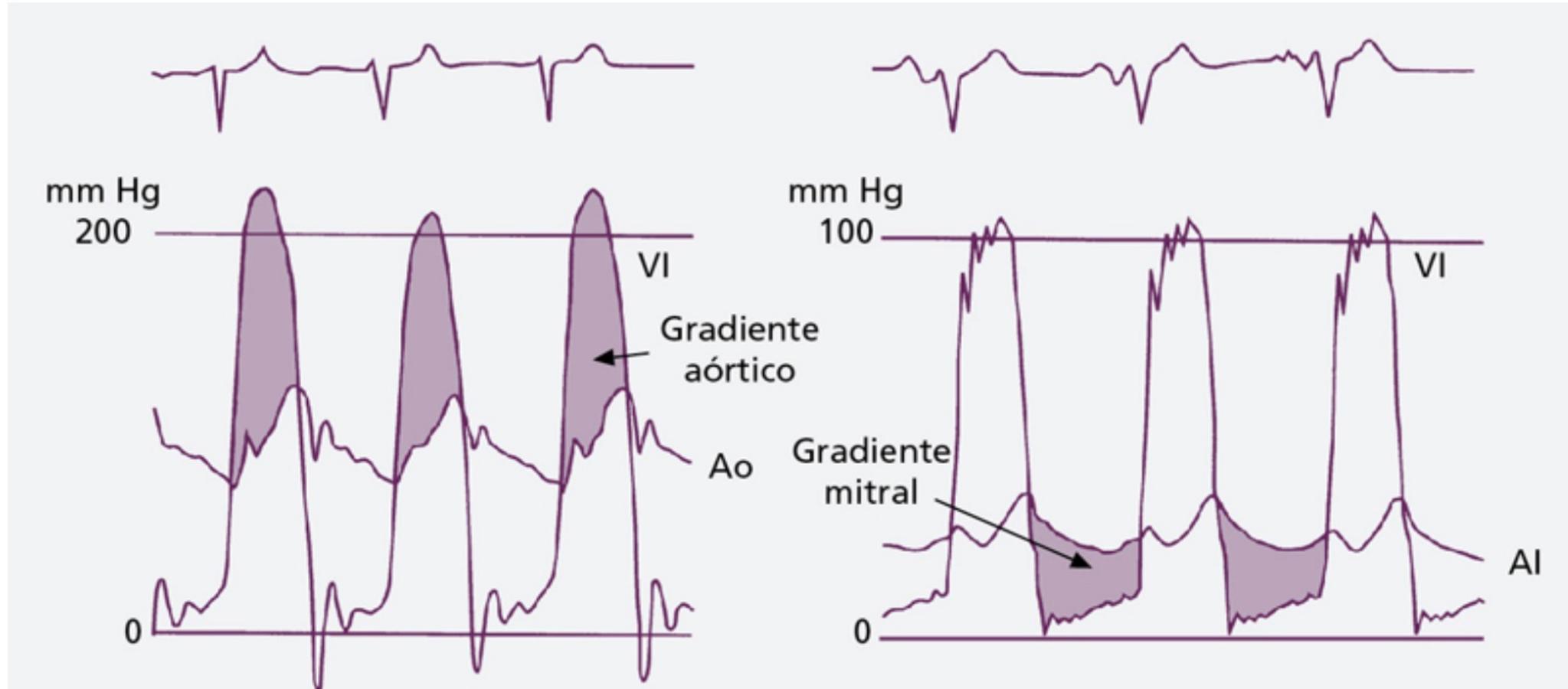
Resistencia vascular

La resistencia entre las circulaciones sistémica y pulmonar se calcula extrapolándola a la ley de resistencia eléctrica de Ohm y es igual al valor de la media de los gradientes de presiones dividido entre la media del flujo (gasto cardiaco).

Área valvular

Fórmula de Gorlin que iguala el área al flujo a través de la válvula, dividida entre el gradiente tensional entre las cavidades cardiacas que rodean la válvula.

La **fórmula de Hakki** modificada el gasto cardiaco (L/min) / la raíz cuadrada del gradiente tensional.





Cortocircuitos intracardiacos

En pacientes con cardiopatías congénitas son necesarias la detección, ubicación y valoración cuantitativa del "cortocircuito" intracardiaco.

Desaturación arterial inexplicable o cuando aumenta la saturación de oxígeno en la sangre venosa.

El incremento en el contenido de oxígeno indica la presencia de un cortocircuito de izquierda a derecha, mientras que la "disminución" es característica de los cortocircuitos de derecha a izquierda. (SO₂ de 5-7% entre las cavidades cardiacas adyacentes.)

La gravedad $(Q_p/Q_s) = [(\text{contenido de } \underline{\text{oxígeno}} \text{ en sangre arterial sistémica} - \text{contenido de } \underline{\text{oxígeno}} \text{ en sangre venosa mixta}) / \text{contenido de } \underline{\text{oxígeno}} \text{ en sangre de vena pulmonar} - \text{contenido de } \underline{\text{oxígeno}} \text{ en arteria pulmonar}]$. Cortocircuito de 1.5. Cuando existe comunicación interventricular congénita, la proporción de cortocircuito ≥ 2.0 , con manifestaciones clínicas de sobrecarga de volumen del LV, constituye una indicación de clase I para su corrección quirúrgica.



VENTRICULOGRAFÍA Y AORTOGRAFÍA

La ventriculografía explorar la *cinética parietal* y la *función de la válvula mitral*.

El *movimiento normal de la pared* (cinética parietal normal) se observa en la forma de contracción simétrica de todos los segmentos; los segmentos hipocinéticos tienen menor contracción; los segmentos acinéticos no se contraen y los discinéticos al parecer aumentan de volumen paradójicamente durante la sístole

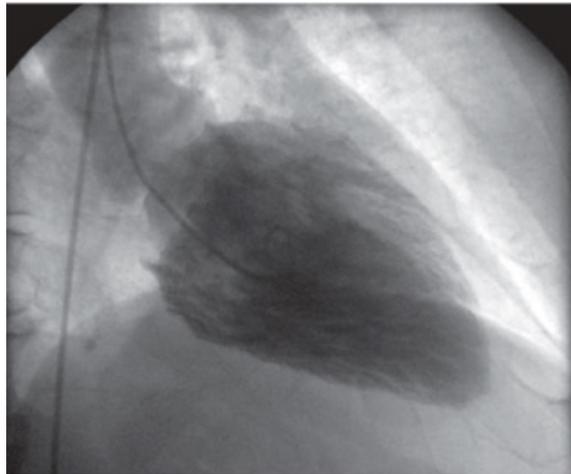
En la ventriculografía también se identifican alteraciones como aneurisma, pseudoaneurisma o divertículo del LV; asimismo se utiliza para valorar el prolapso de la válvula mitral y la gravedad de la insuficiencia mitral.

El grado de *insuficiencia mitral* se calcula comparando la densidad de la opacificación por medio de contraste en la aurícula izquierda, con la del LV. E

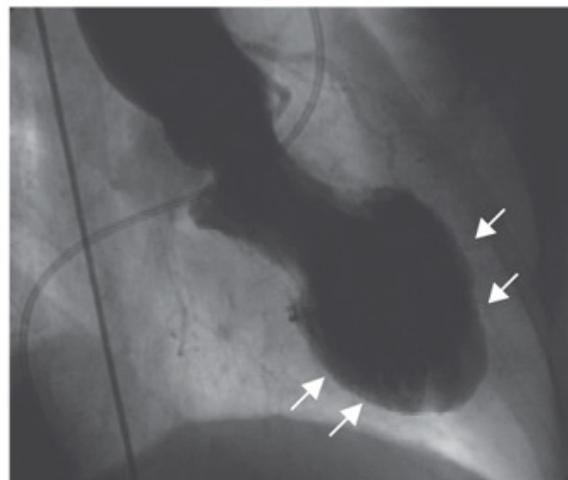
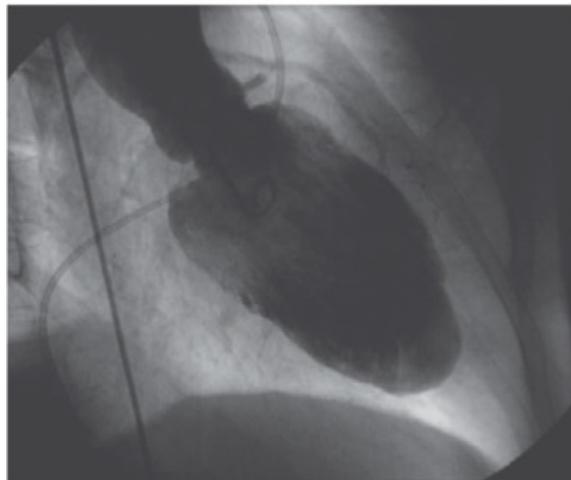
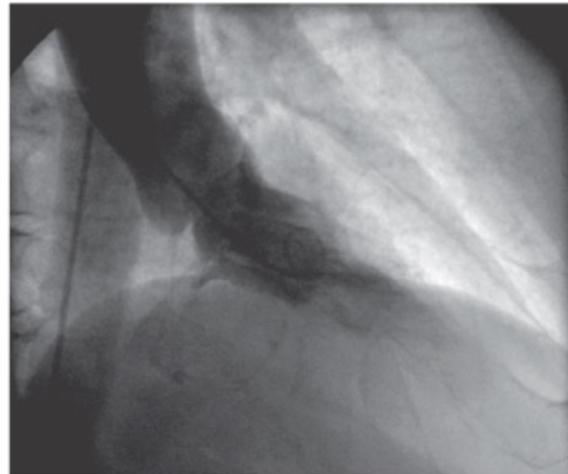
Para identificar una comunicación interventricular se puede realizar una ventriculografía en proyección oblicua izquierda anterior. Si se calculan los volúmenes ventriculares durante la sístole y diástole es posible calcular el volumen por latido y el gasto cardiaco.



SÍSTOLE



DIÁSTOLE



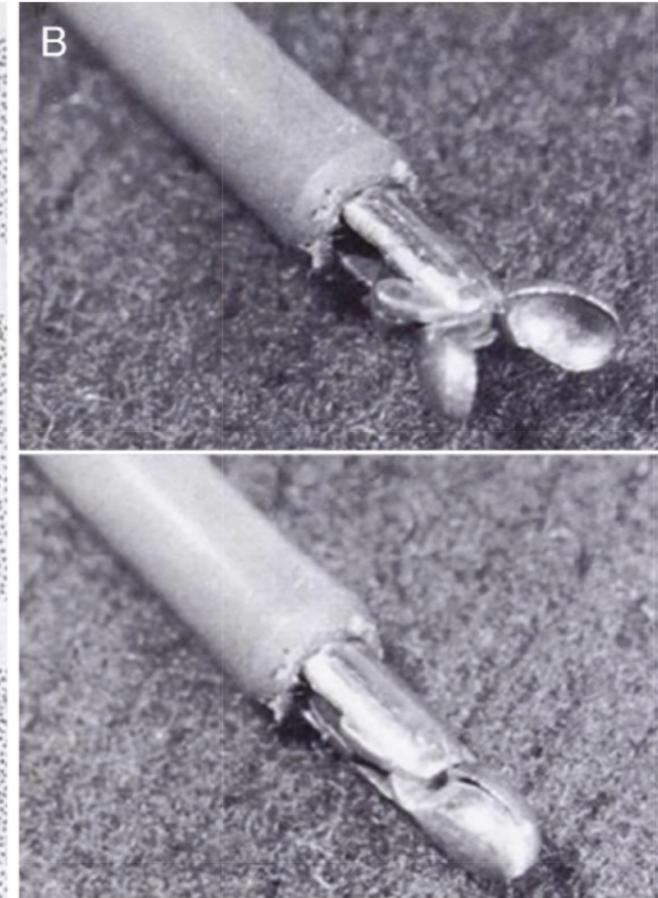
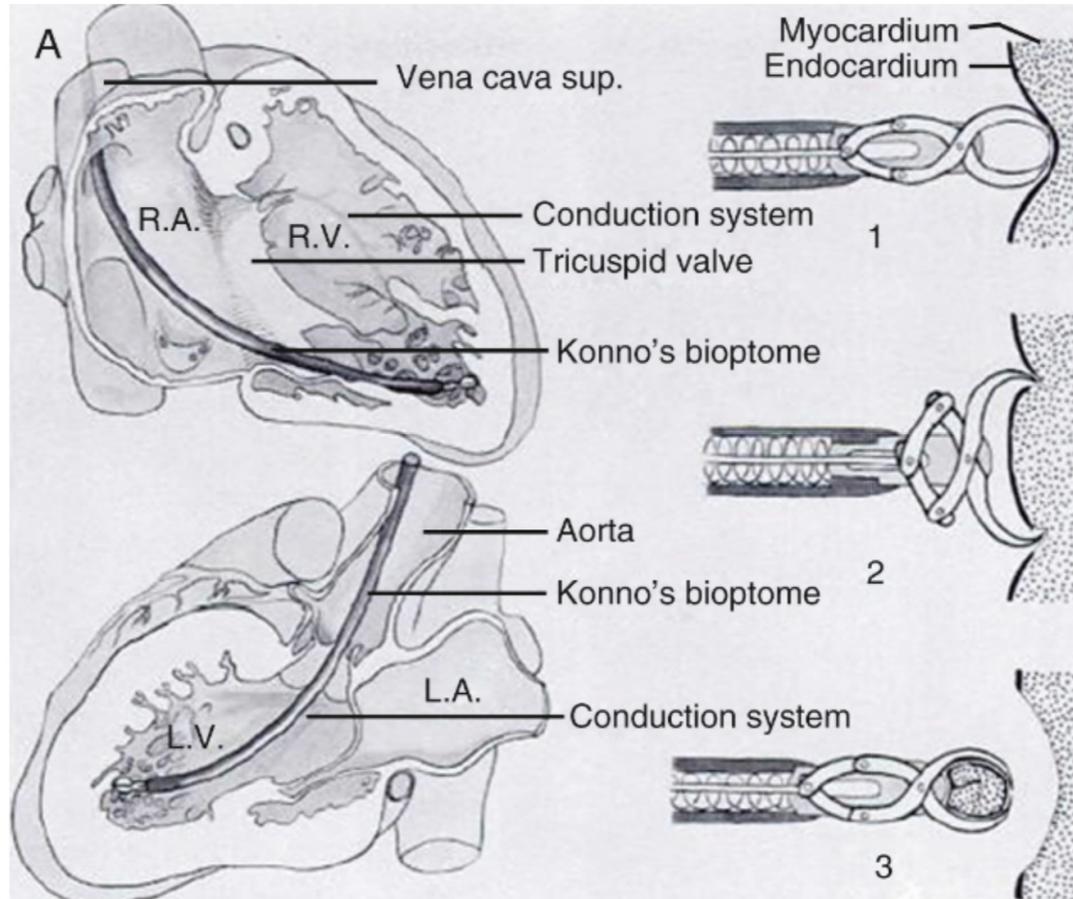
La **insuficiencia valvular** aumenta el volumen y la presión en la cavidad cardiaca "receptora".
incremento en la onda v (dos veces mayor que la presión media).

La **insuficiencia aórtica grave** provoca una disminución de la presión diastólica aórtica y al mismo tiempo un incremento de la presión telediastólica del LV, lo que resulta en un equilibrio de presiones entre las dos cavidades al final de la diástole.

Fuente: J. Larry Jameson, Anthony S. Fauci, Dennis L. Kasper, Stephen L. Hauser, Dan L. Longo, Joseph Loscalzo: Harrison. Principios de Medicina Interna, 20e
Copyright © McGraw-Hill Education. Todos los derechos reservados.



Biopsia cardiaca





ANGIOGRAFÍA CORONARIA

Se utiliza para definir la anatomía coronaria y valorar la magnitud y extensión de la arteria coronaria epicárdica y la enfermedad del injerto por derivación en dicha arteria.

La **anatomía coronaria normal** es muy variable de una persona a otra, pero, en términos generales, existen dos orificios coronarios y tres grandes vasos coronarios que son la arteria descendente anterior izquierda, circunfleja izquierda (ambas derivan de la coronaria izquierda) y coronaria derecha

Si la rama del nódulo A-V, la arteria descendente posterior y los vasos laterales posteriores, nacen de la arteria coronaria derecha, se define a la circulación como **dominante derecha**, que es la situación que prevalece en casi el 85% de las personas.

Cuando las tres ramas mencionadas nacen de la arteria circunfleja izquierda, como se observa en el 5% de la población, la circulación se define como **dominante izquierda**. Alrededor del 10% de los enfermos restantes tienen una circulación "**codominante**" en la que los vasos nacen de la circulación coronaria derecha e izquierda.



La **angiografía** es una técnica de imagen que utiliza rayos X para proyectar una imagen mediante el uso de un líquido opaco (contraste yodado) dentro de las cavidades cardíacas o las arterias coronarias en tiempo real. Para llegar hasta el corazón se utiliza un catéter (tubo hueco de plástico) que libera el contraste en el punto de interés para el hemodinamista.

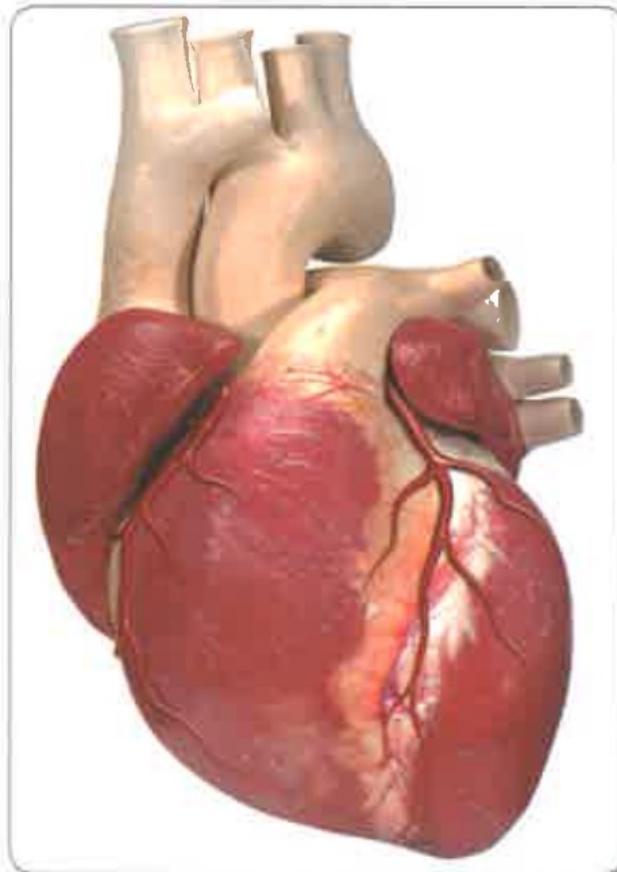


Ilustración
anatómica
del corazón
y sus
arterias

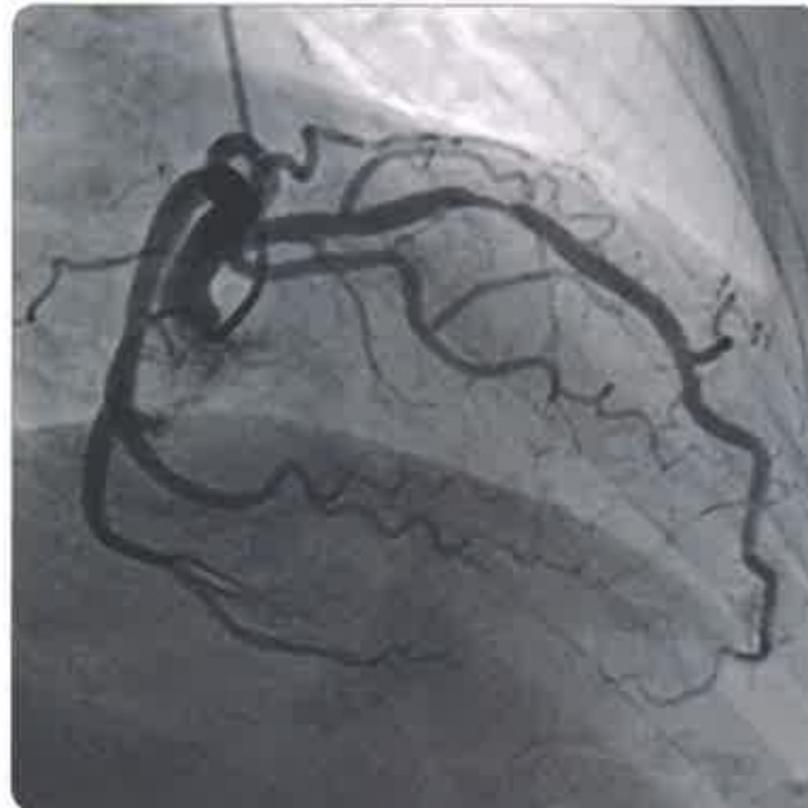


Imagen del
corazón y
sus arterias
mediante
angiografía



TÉCNICAS DE IMAGEN O ESTUDIOS FUNCIONALES EN HEMODINÁMICA

ECOGRAFÍA INTRAVASCULAR, TOMOGRAFÍA DE COHERENCIA ÓPTICA Y RESERVA DEL FLUJO CORONARIO

Estenosis intermedias (40-70%), hallazgos indeterminados o manifestaciones anatómicas incongruentes con los síntomas del enfermo.

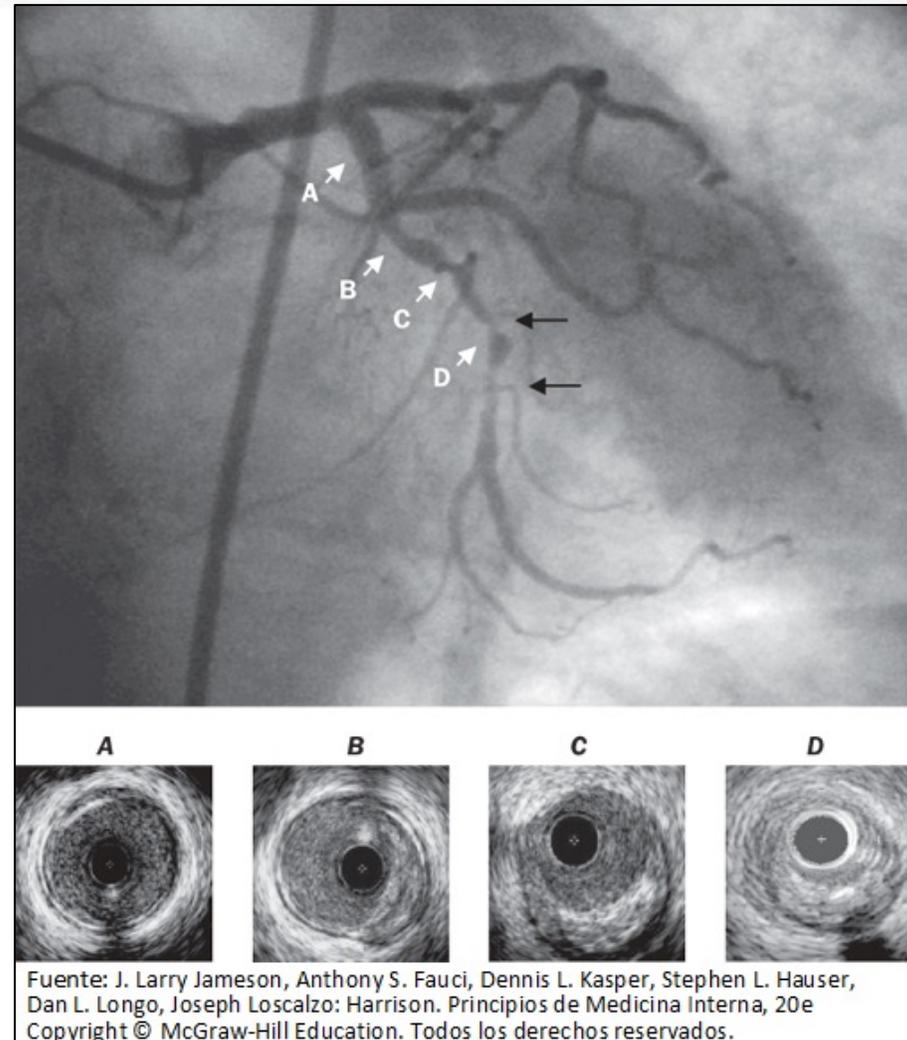
Valoración anatómica más precisa de la arteria coronaria y el grado de aterosclerosis por medio de la ecografía intravascular (**IVUS, intravascular ultrasound**).

Los datos obtenidos de estudios de ecografía intravascular se pueden utilizar para definir la imagen de una placa aterosclerótica con mayor precisión; conocer el área transversal luminal y medir el calibre del vaso; también es útil durante la intervención coronaria percutánea o después la misma, para valorar la estenosis y establecer la idoneidad de la colocación de una endoprótesis.

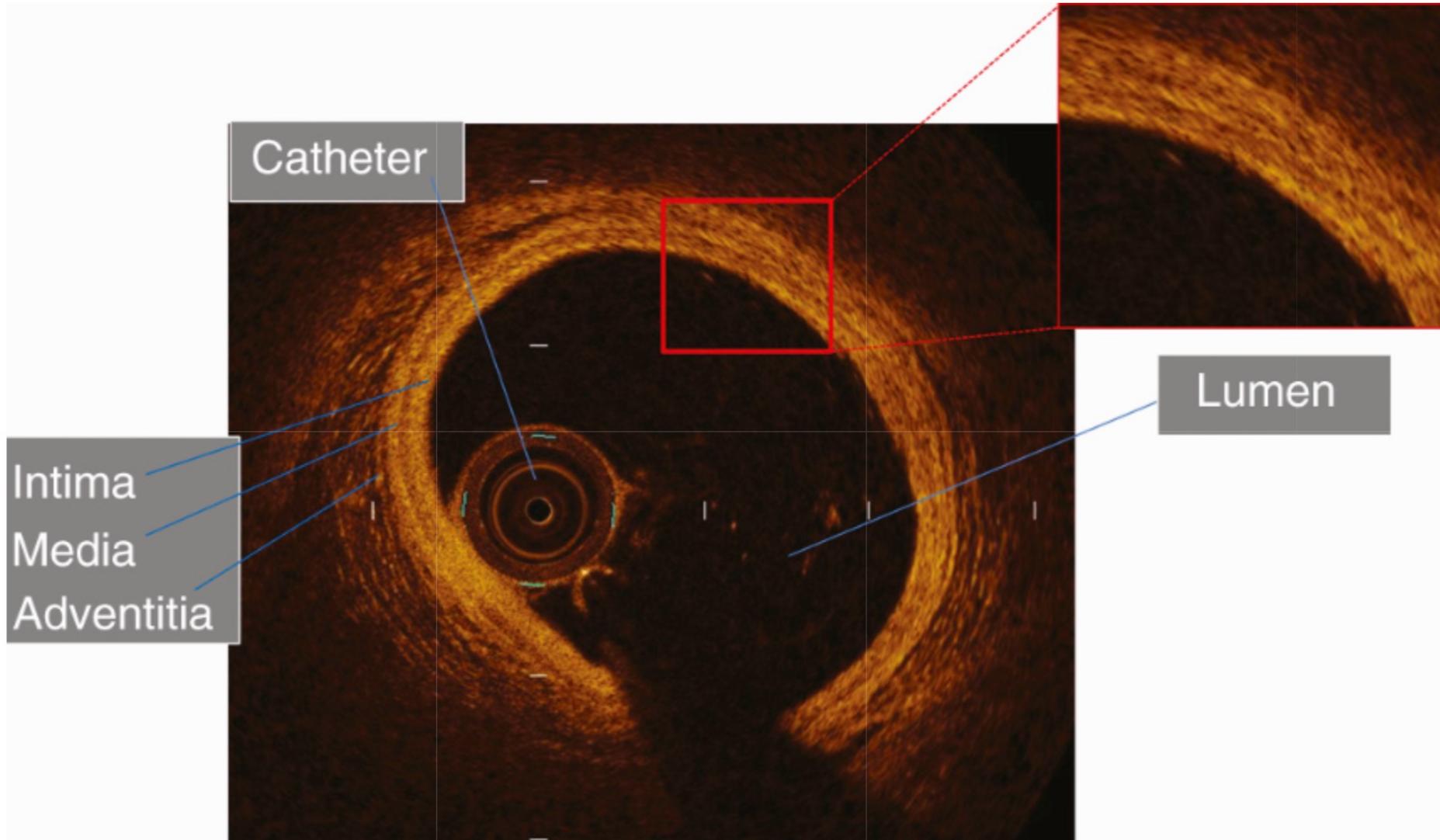
.



ECOGRAFÍA INTRAVASCULAR



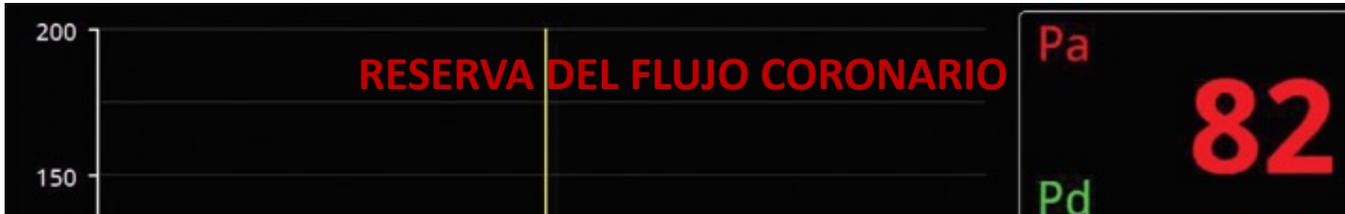
Fuente: J. Larry Jameson, Anthony S. Fauci, Dennis L. Kasper, Stephen L. Hauser, Dan L. Longo, Joseph Loscalzo: Harrison. Principios de Medicina Interna, 20e
Copyright © McGraw-Hill Education. Todos los derechos reservados.



Catheter

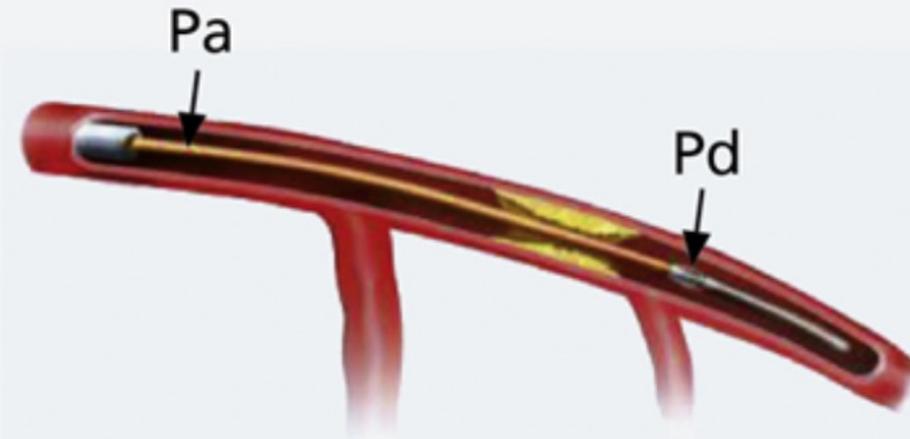
Intima
Media
Adventitia

Lumen



$$\text{FRF} = \frac{\text{Presión coronaria distal (Pd)}}{\text{Presión proximal aórtica (Pa)}}$$

(Durante hiperemia máxima)



Fuente: J. Larry Jameson, Anthony S. Fauci, Dennis L. Kasper, Stephen L. Hauser, Dan L. Longo, Joseph Loscalzo: Harrison. Principios de Medicina Interna, 20e Copyright © McGraw-Hill Education. Todos los derechos reservados.

A. BASADO EN EL EXAMEN CLÍNICO		B. BASADO EN MONITOREO INVASIVO	
Clase	Definición	Subconjunto	Definición
I	Rales y S ₃ ausentes	I	Hemodinámica normal PCWP <18, CI > 2.2
II	Crujidos, galope S ₃ , presión venosa yugular elevada	II	Congestión pulmonar PCWP > 18, CI > 2.2
III	edema pulmonar	III	Hipoperfusión periférica PCWP <18, CI <2.2
IV	Shock	IV	Congestión pulmonar e hipoperfusión periférica PCWP > 18, CI <2.2

IC, índice cardíaco; *PCWP*, presión de cuña capilar pulmonar.

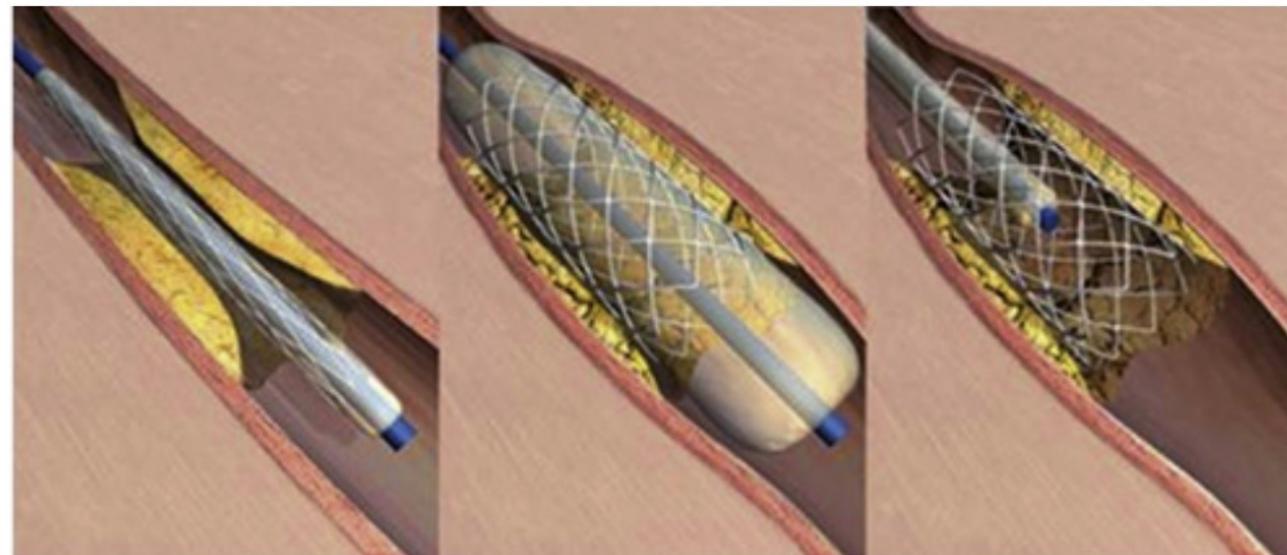
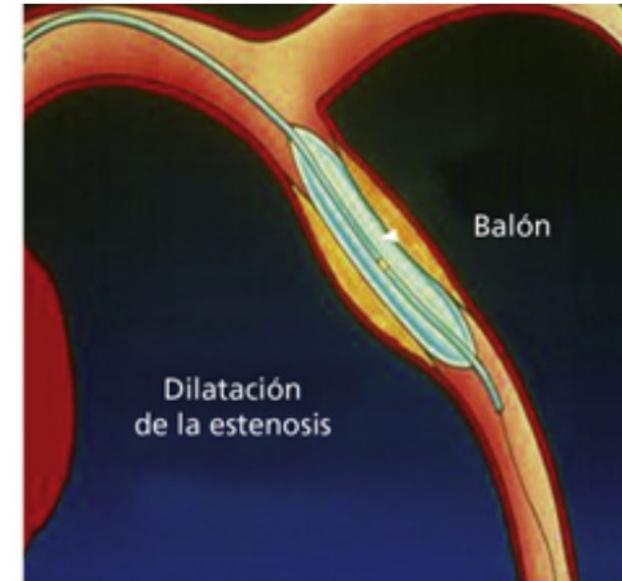


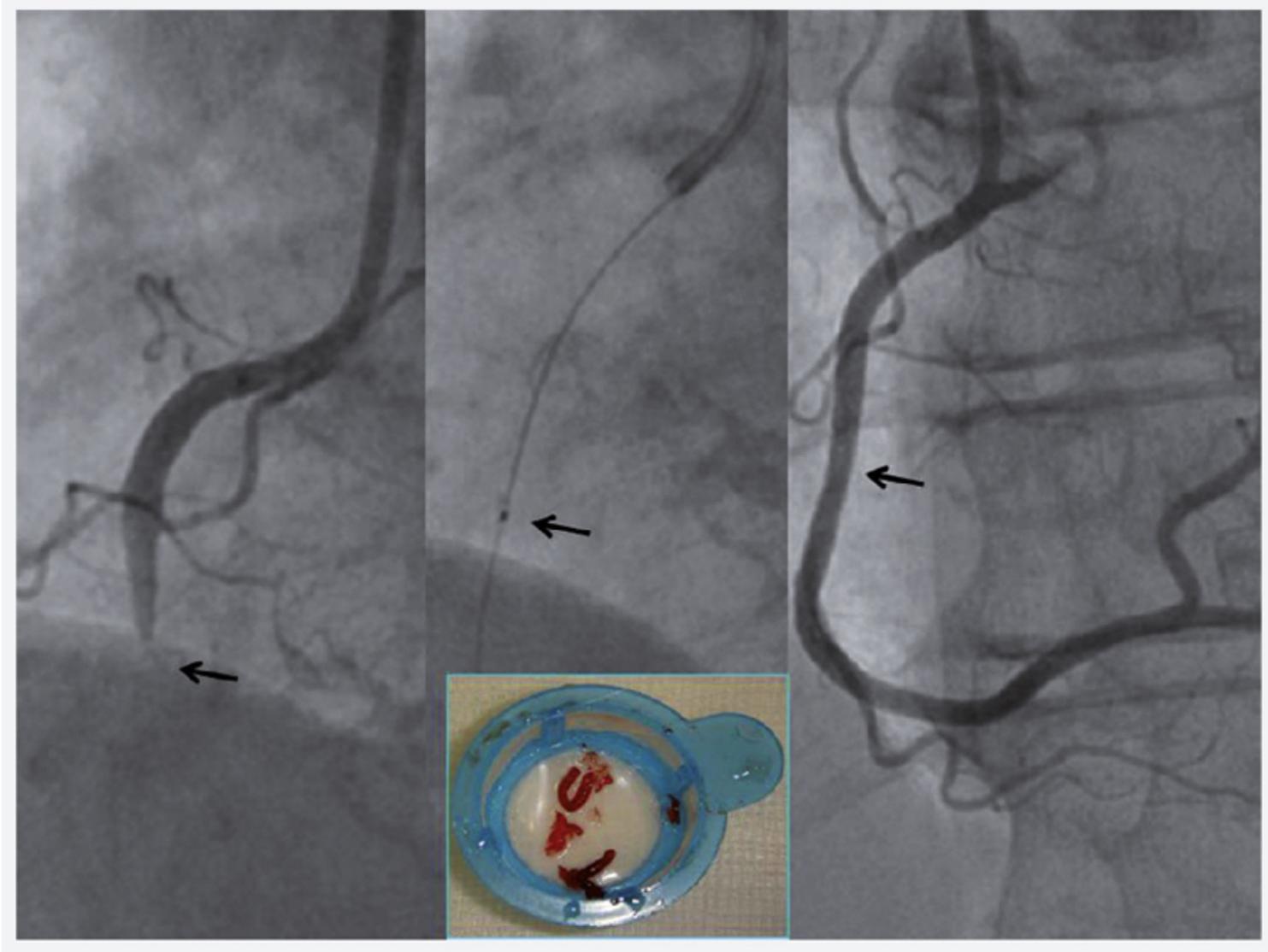
Intervenciones coronarias percutáneas y otros métodos intervencionistas en cardiopatías estructural

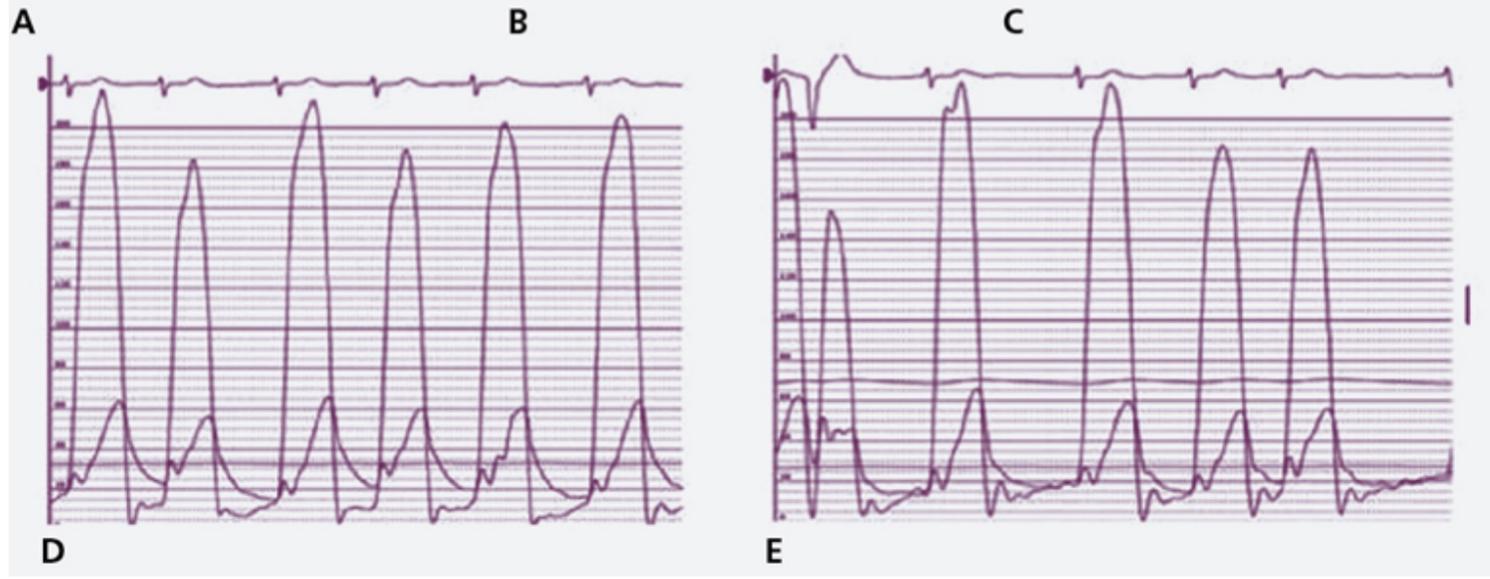
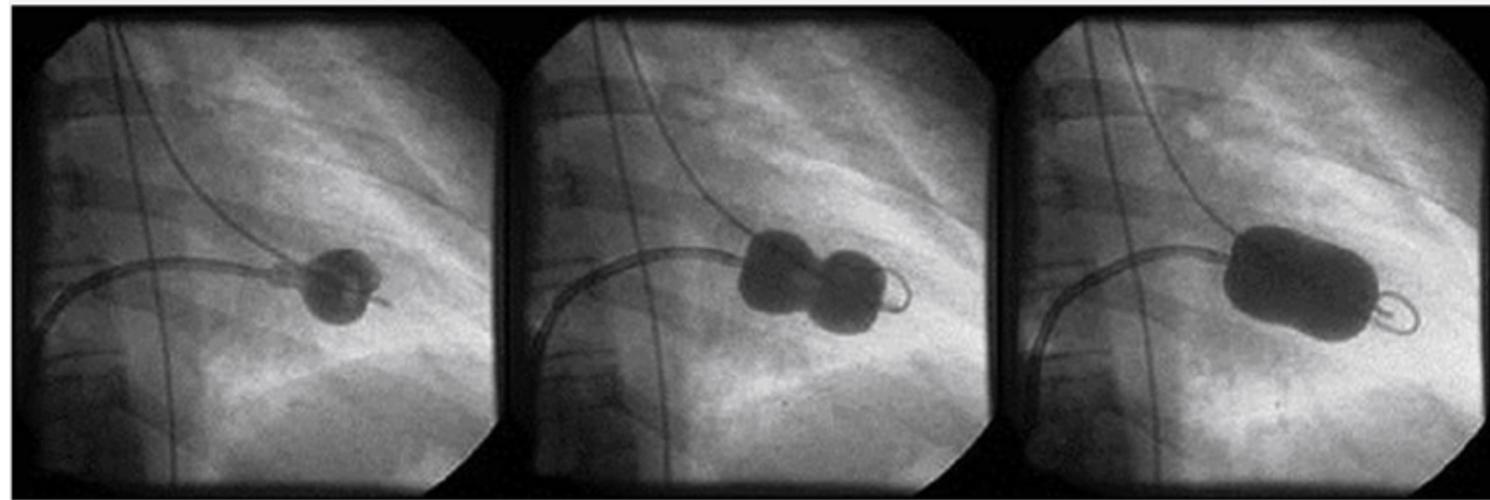


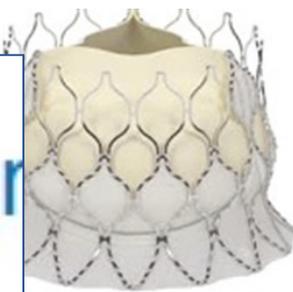
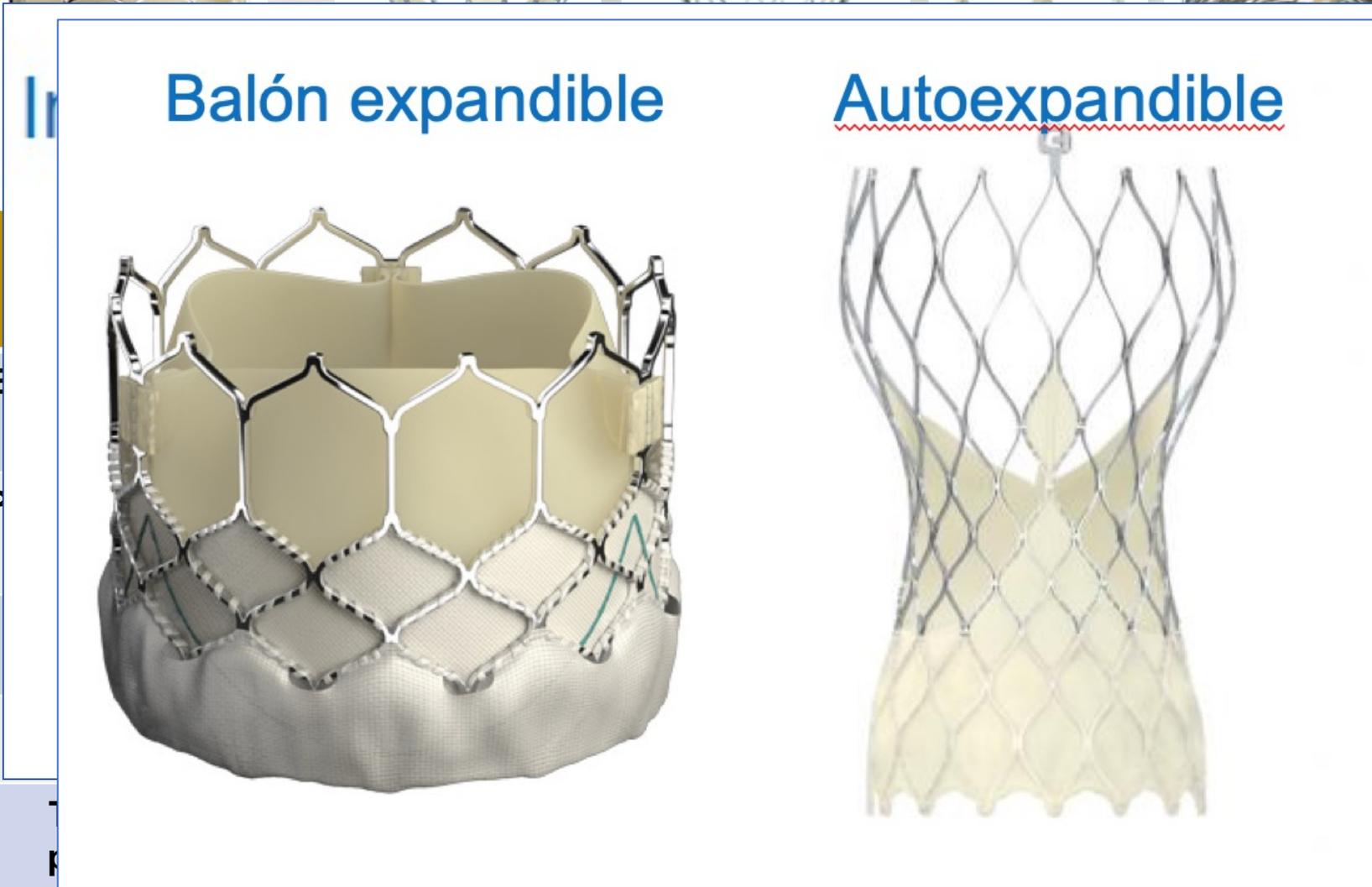
- En 1964, **Charles Dotter** demostró originalmente el concepto de dilatación percutánea de los vasos periféricos.
- **Década de lo setenta**, Andreas Gruentzig abrió el camino de una nueva era de la medicina cardiovascular intervencionista, mediante la realización del primer procedimiento de angioplastia coronaria (ACTP) en 1977.
- Inició el camino de la inventiva percutánea y con ello dio pie a otros «revolucionarios» como Amplatz, Lock, Bonhoeffer o Cribier que ampliaron el campo del intervencionismo cardiaco **más allá del territorio de la circulación coronaria.**











Centra Edwards

Autoexpandible

Pericardio bovino

Nitinol

anular

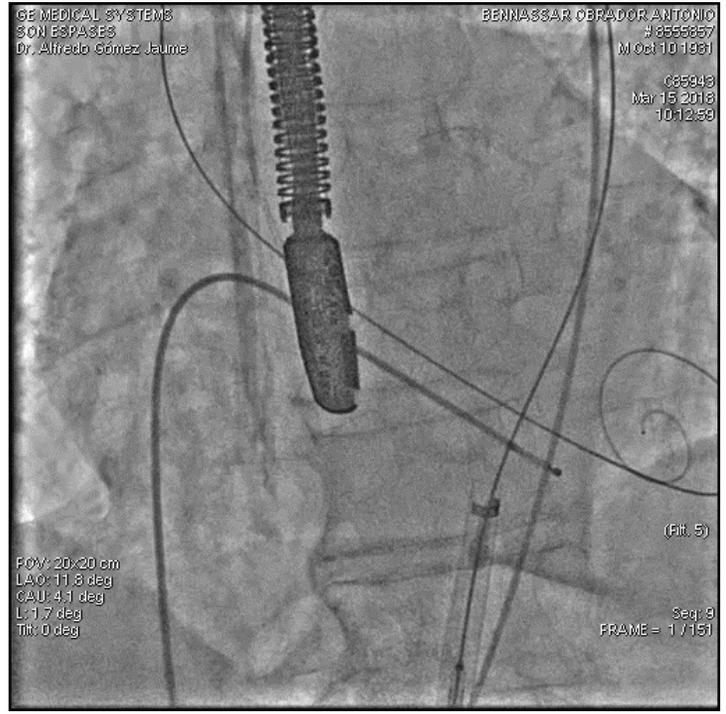
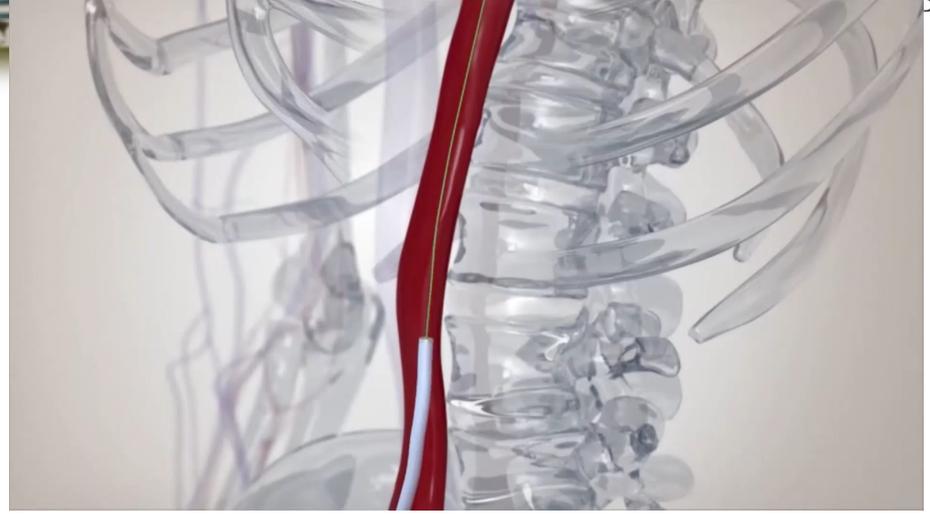
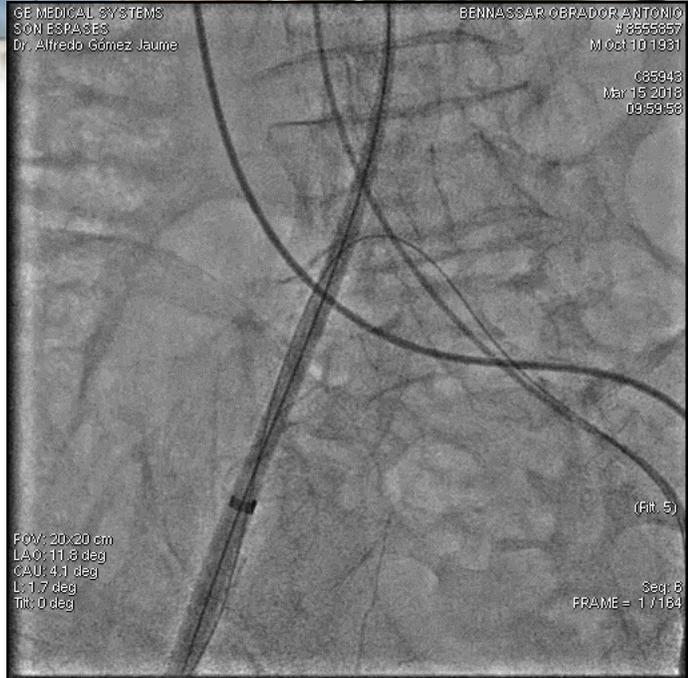
Telaftelato polietileno

Mecanismo liberación
Material valvas
Material stent
Posición
Recubrimiento exterior
Tamaño

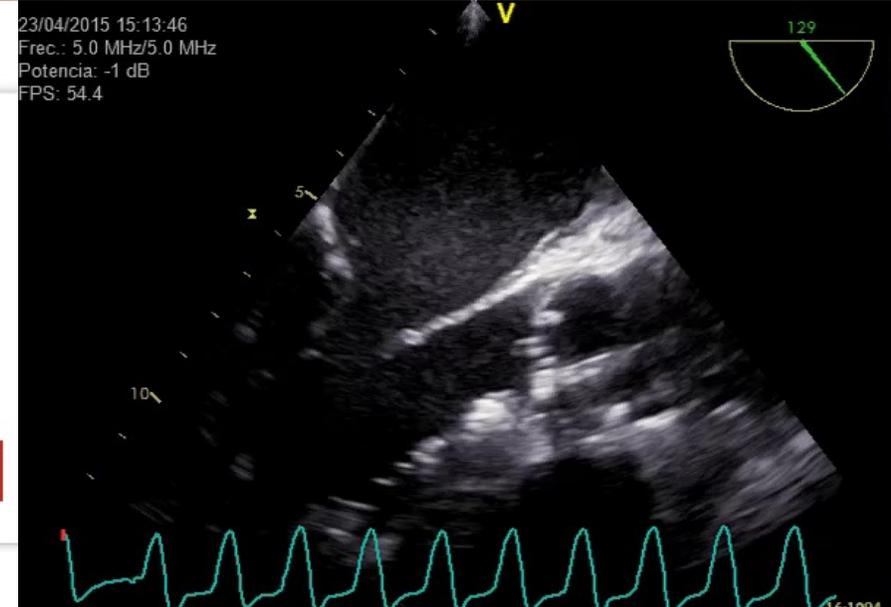
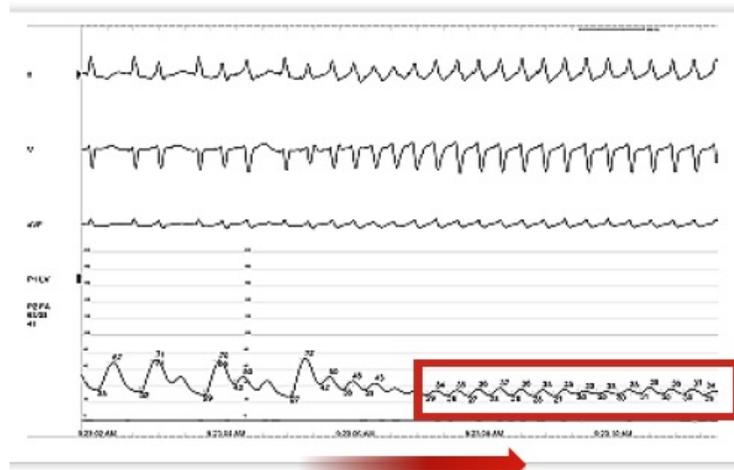
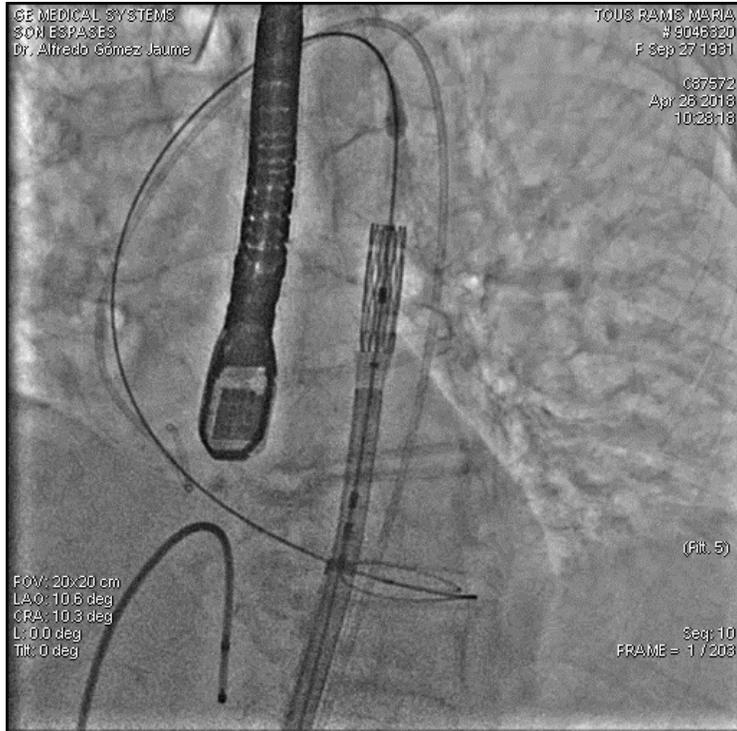
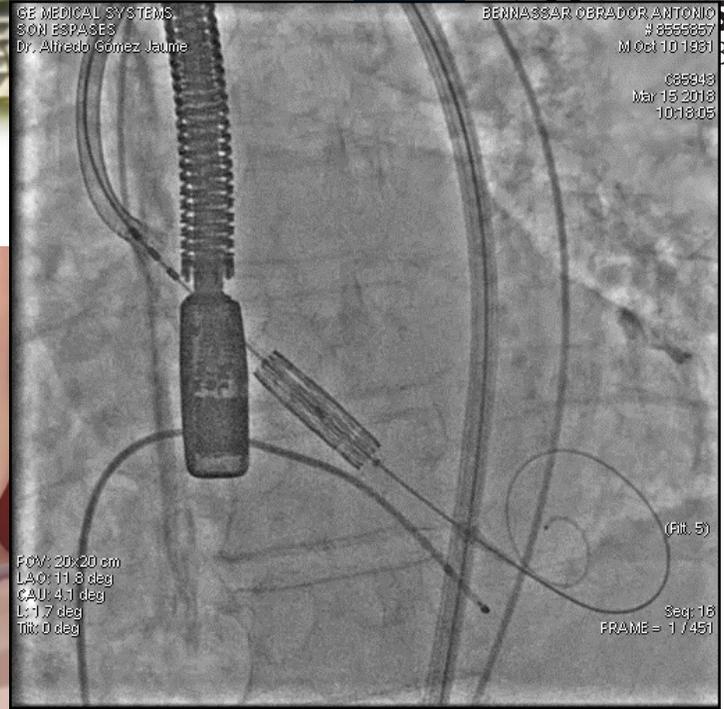
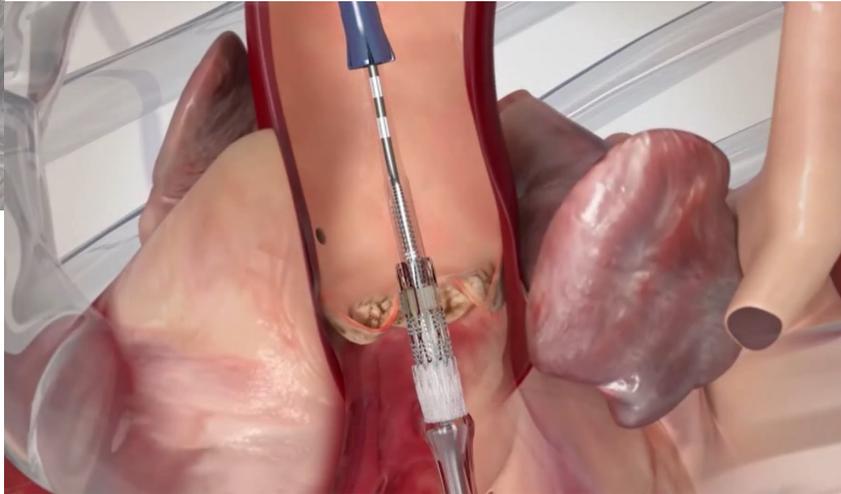
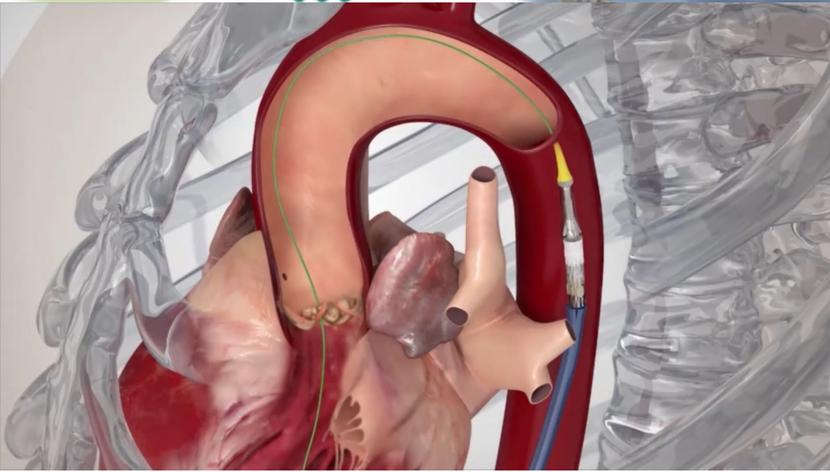
14-16F	14 F	14F	18F	20F
--------	------	-----	-----	-----

18F

Acceso femoral y subida de prótesis



Implante TAVI





ISQUEMIA E INFARTO DEL MIOCARDIO

El ECG representa la base para el diagnóstico de la cardiopatía isquémica aguda y crónica.

La isquemia ejerce un efecto complejo y dependiente del tiempo sobre las propiedades eléctricas de las células miocárdicas.

La isquemia aguda y grave reduce el *potencial de reposo* de la membrana y reduce la *duración del potencial de acción*. Estos cambios establecen un **gradiente de voltaje** entre las zonas normal e isquémica.

En consecuencia, la corriente fluye entre estas regiones.



ISQUEMIA E INFARTO DEL MIOCARDIO

Imágenes electrocardiográficas de:

- isquemia (alteraciones de la onda T),**
- lesión (ascenso o descenso del segmento ST) y**
- necrosis (presencia de onda Q. patológica)**

Se observan en los distintos estadios. evolutivos y situaciones clínicas de la cardiopatía isquémica.



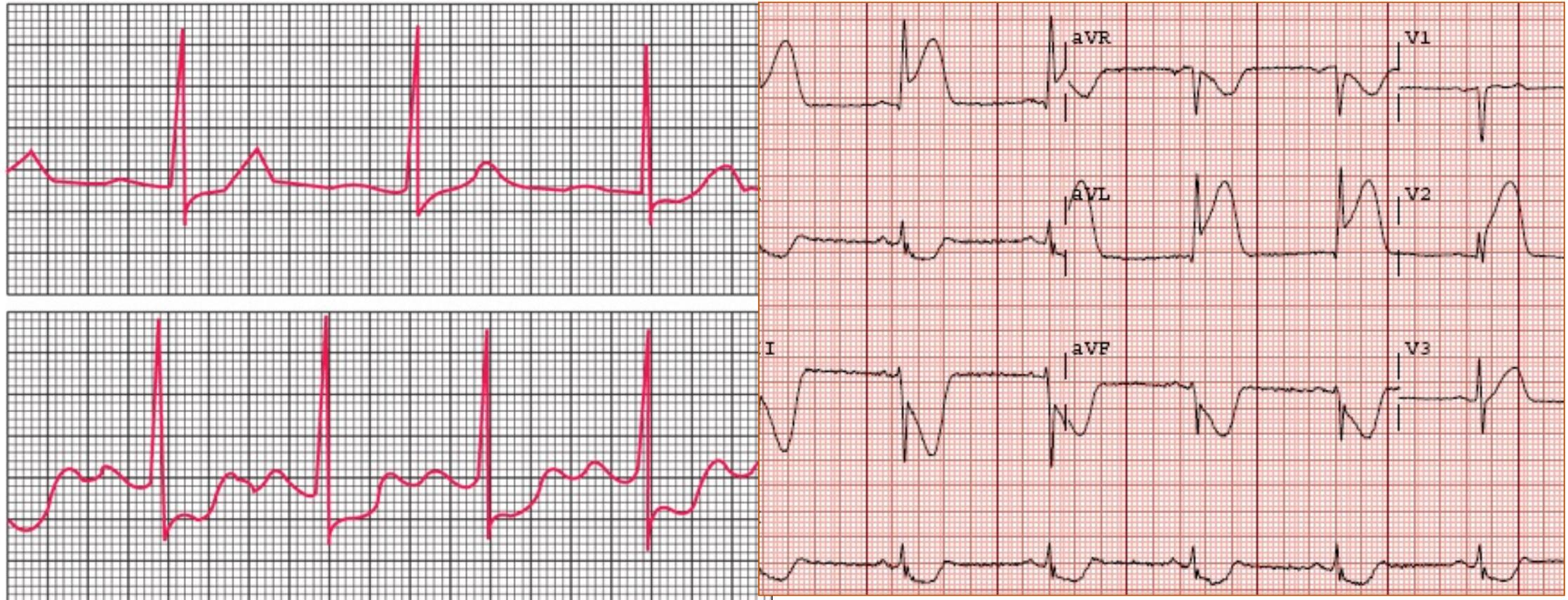
-isquemia (alteraciones de la onda T),



Fuente: J. Larry Jameson, Anthony S. Fauci, Dennis L. Kasper, Stephen L. Hauser, Dan L. Longo, Joseph Loscalzo: Harrison. Principios de Medicina Interna, 20e
Copyright © McGraw-Hill Education. Todos los derechos reservados.

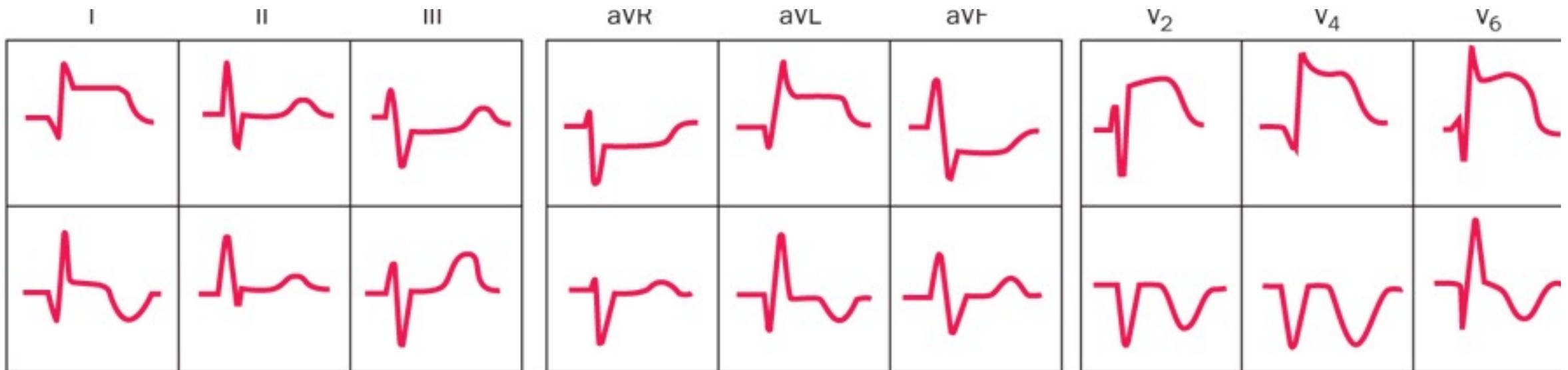


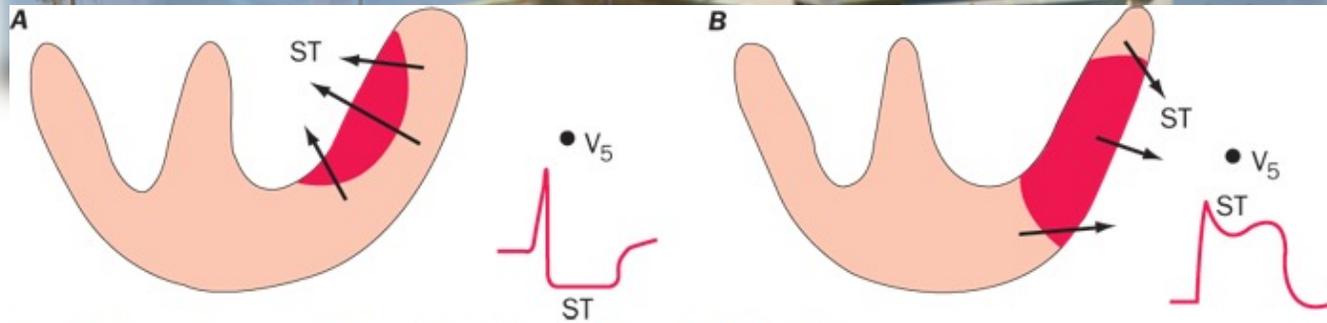
-lesión (ascenso o descenso del segmento ST)





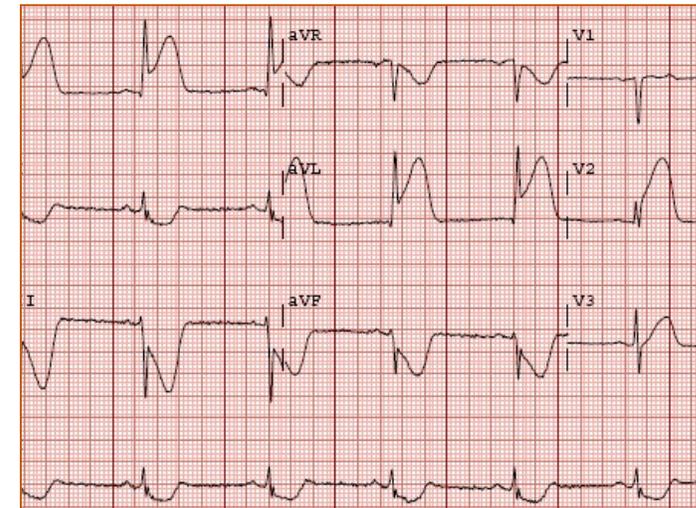
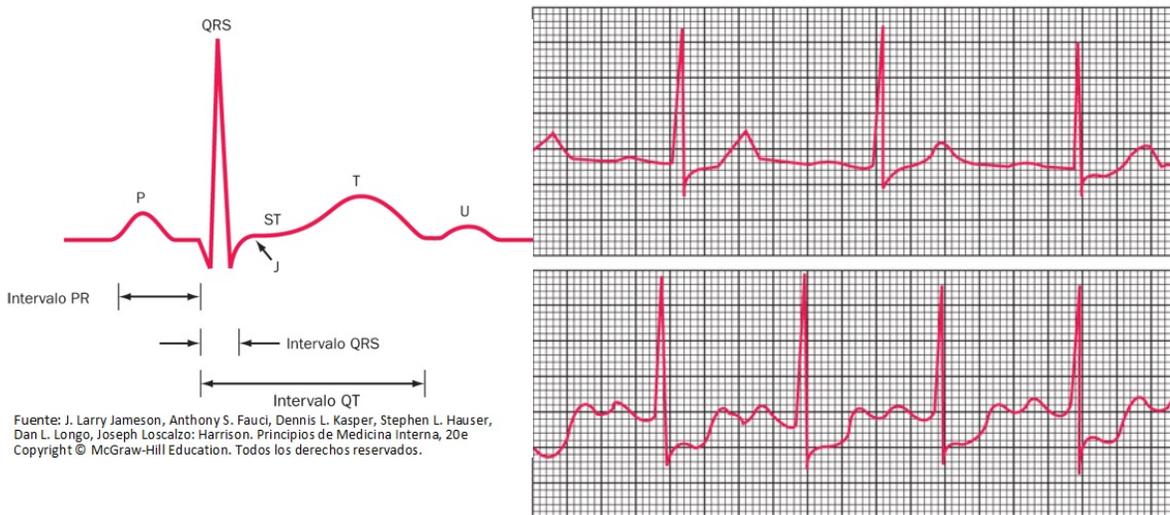
-necrosis (presencia de onda Q. patológica)





Fuente: J. Larry Jameson, Anthony S. Fauci, Dennis L. Kasper, Stephen L. Hauser, Dan L. Longo, Joseph Loscalzo: Harrison. Principios de Medicina Interna, 20e
Copyright © McGraw-Hill Education. Todos los derechos reservados.

Electrocardiografía



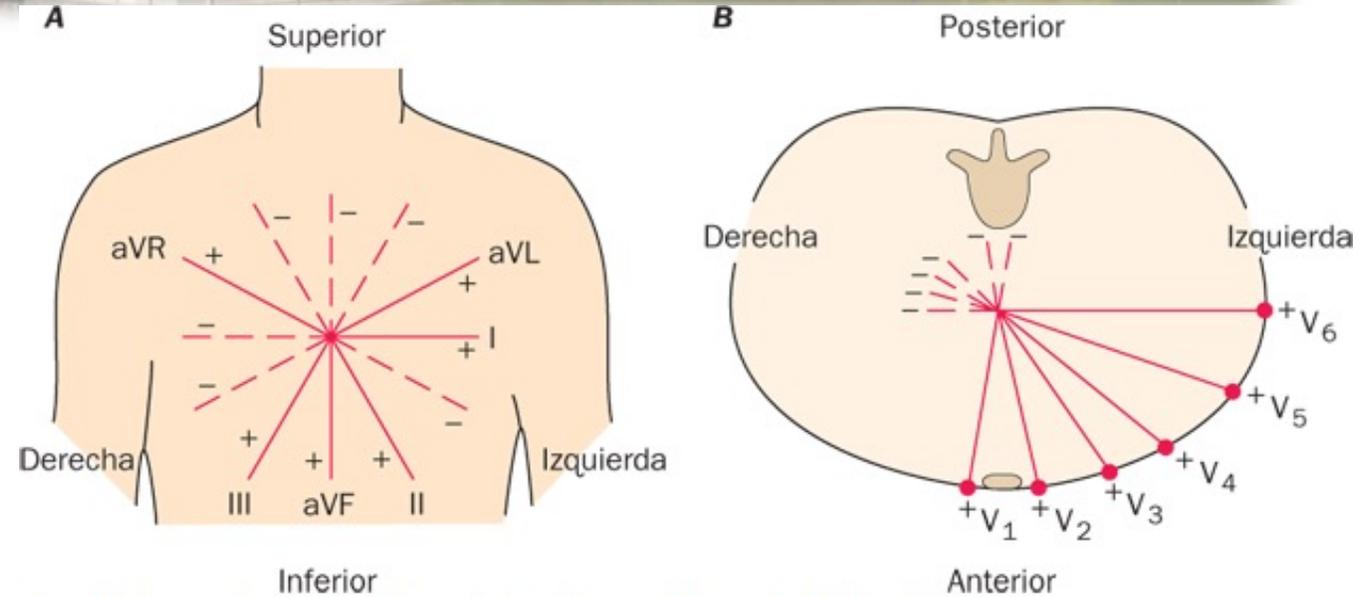
La isquemia aguda produce una corriente de lesión. Cuando predomina la isquemia subendocárdica (A) el vector ST resultante se dirige hacia la cara interna del ventrículo afectado y la cavidad ventricular. Por eso, las derivaciones situadas por encima registran una depresión de ST. Cuando la isquemia afecta a la capa ventricular externa (B) (lesión transmural o epicárdica), el vector ST se dirige hacia fuera. Las derivaciones situadas por encima registran una elevación de ST.



Las **corrientes denominadas de lesión** aparecen en el ECG superficial como una desviación del segmento ST .

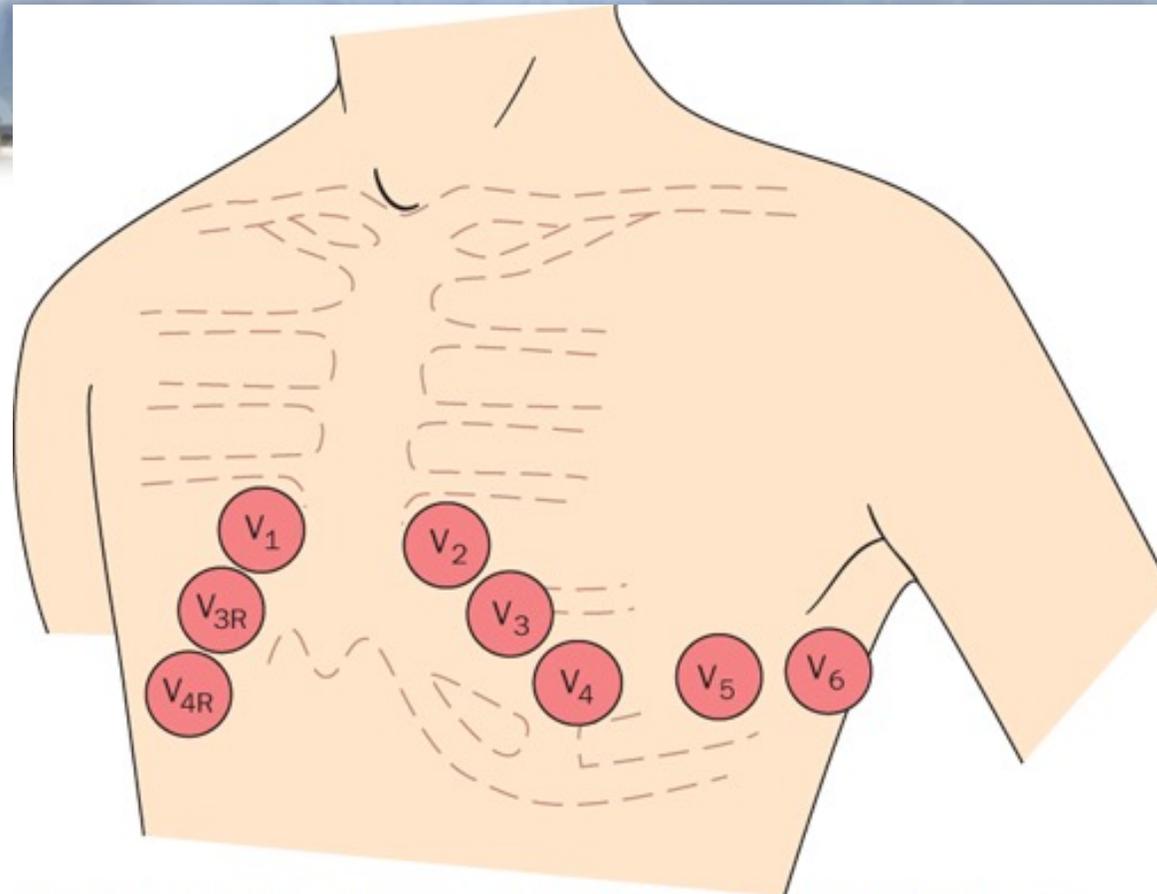
Si la isquemia aguda es *transmural*, el vector ST suele desviarse en la dirección de las capas externas (epicárdicas), lo que provoca elevación del segmento ST y, a veces en las primeras fases de la isquemia, ondas T agudas y positivas sobre la zona isquémica.

Si la isquemia queda confinada principalmente al *subendocardio*, el vector ST se desvía de forma característica hacia el tejido subendocárdico y la cavidad ventricular, de modo que las derivaciones situadas por encima (p. ej., precordiales anteriores) muestran depresión del segmento ST (con elevación de ST en aVR).



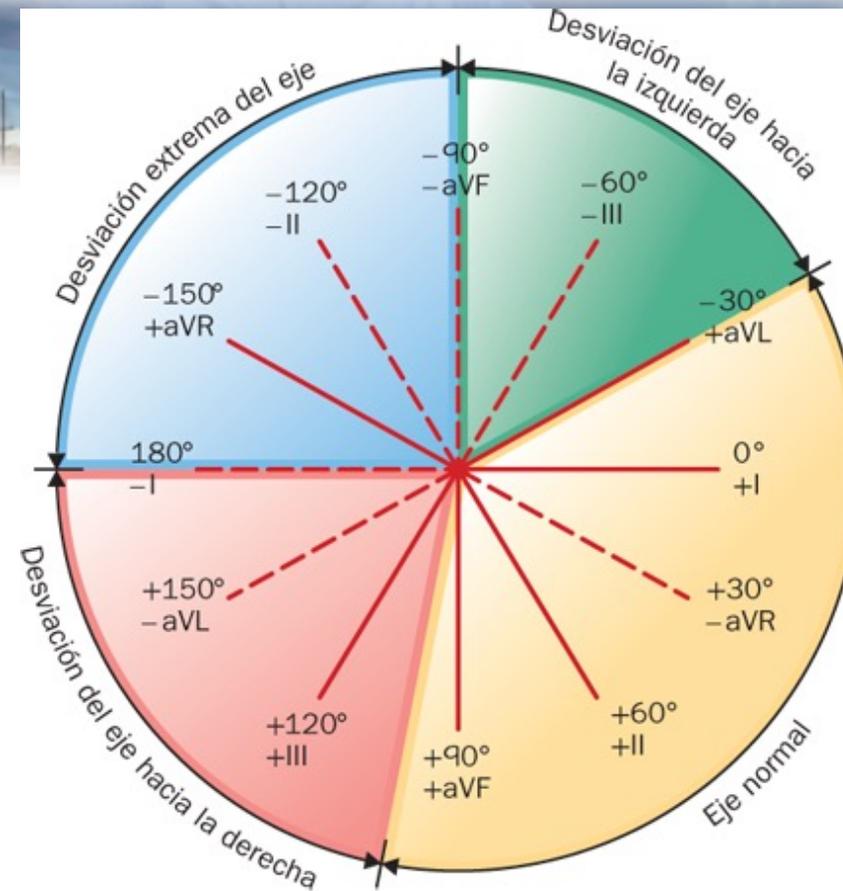
Fuente: J. Larry Jameson, Anthony S. Fauci, Dennis L. Kasper, Stephen L. Hauser, Dan L. Longo, Joseph Loscalzo: Harrison. Principios de Medicina Interna, 20e Copyright © McGraw-Hill Education. Todos los derechos reservados.

Las seis derivaciones del plano frontal (A) y las seis del plano horizontal (B) proporcionan una representación tridimensional de la actividad eléctrica del corazón.



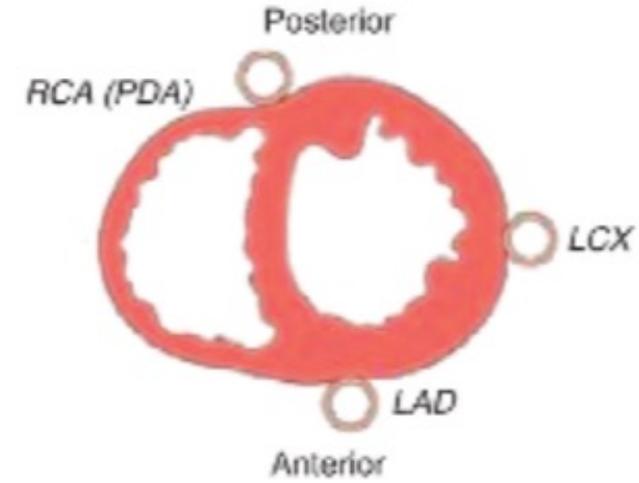
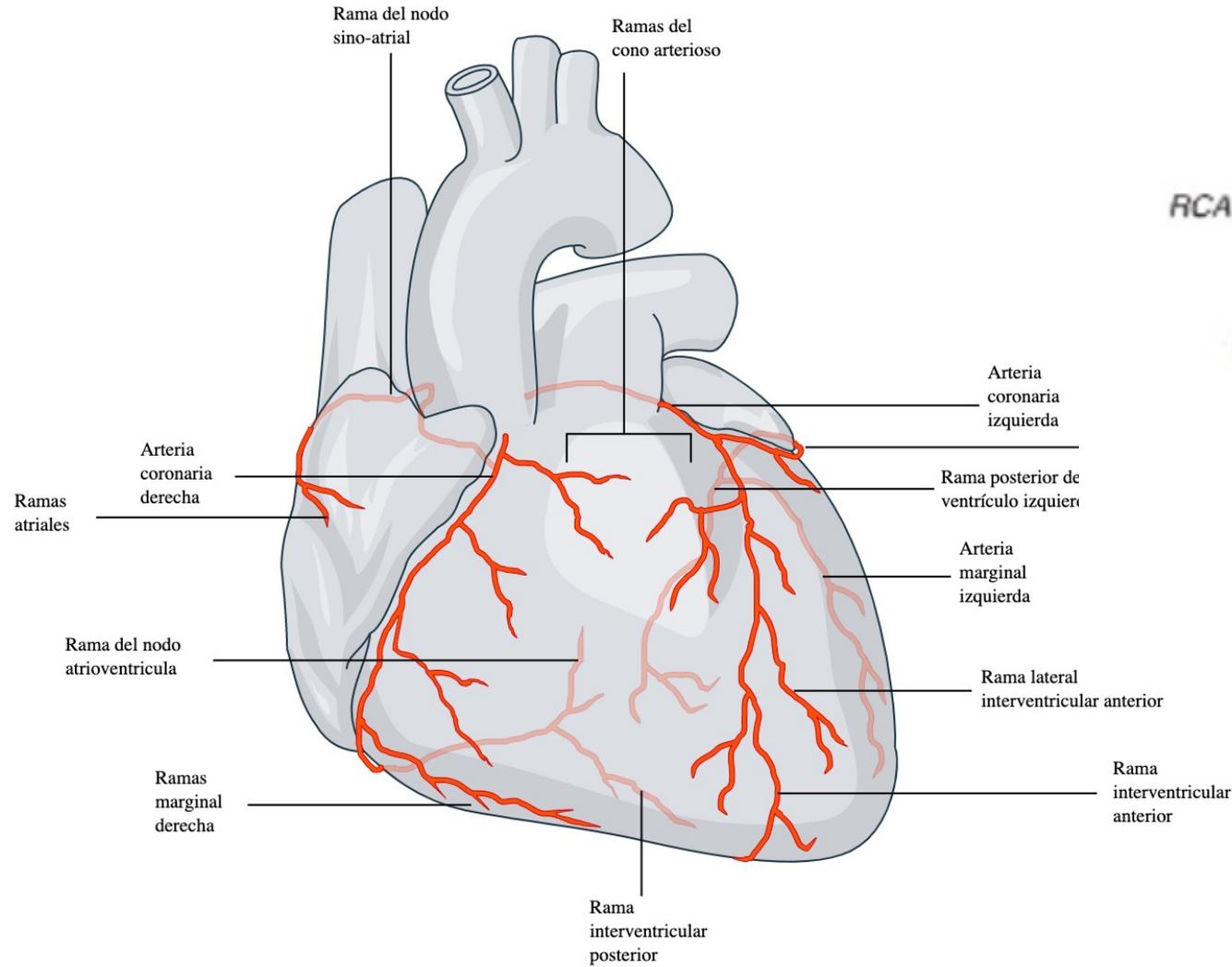
Fuente: J. Larry Jameson, Anthony S. Fauci, Dennis L. Kasper, Stephen L. Hauser, Dan L. Longo, Joseph Loscalzo: Harrison. Principios de Medicina Interna, 20e
Copyright © McGraw-Hill Education. Todos los derechos reservados.

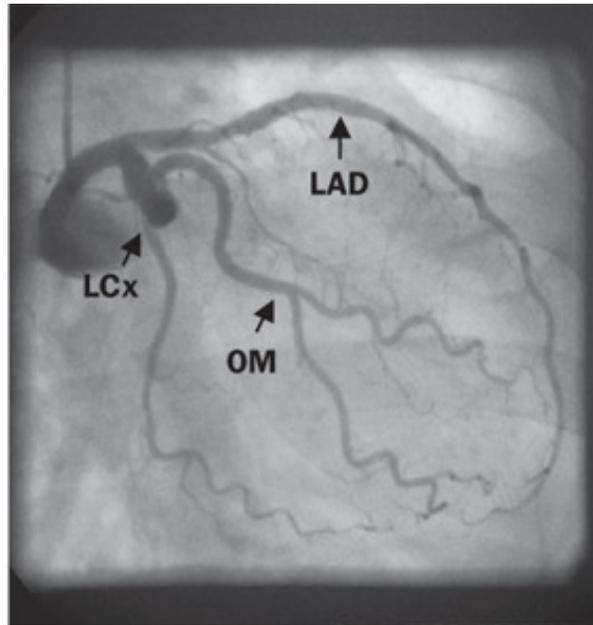
Las derivaciones del plano horizontal (torácicas o precordiales) se obtienen colocando los electrodos en la posición indicada. A veces se colocan derivaciones posteriores adicionales en el mismo plano horizontal que V₄ para facilitar la detección del infarto agudo posterolateral (V₇, línea media axilar; V₈, línea axilar posterior, y V₉, línea escapular posterior). Las derivaciones torácicas derechas (V_{3R}-V_{6R}) pueden mejorar la detección del compromiso ventricular derecho en el contexto de un infarto inferior.



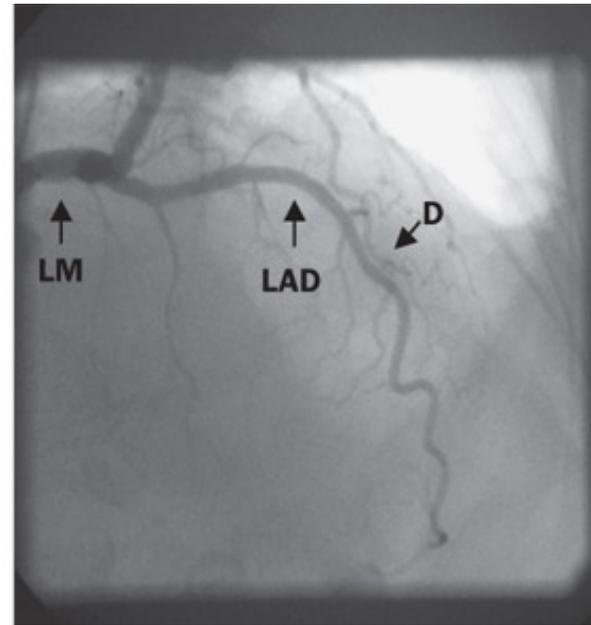
Fuente: J. Larry Jameson, Anthony S. Fauci, Dennis L. Kasper, Stephen L. Hauser, Dan L. Longo, Joseph Loscalzo: Harrison. Principios de Medicina Interna, 20e Copyright © McGraw-Hill Education. Todos los derechos reservados.

Las derivaciones del plano frontal (de las extremidades) se representan en un diagrama hexaxial. Cada derivación del ECG tiene una orientación espacial y una polaridad específicas. El polo positivo de cada eje de la derivación (línea continua) y el polo negativo (línea de trazos) se designan según su posición angular con relación al polo positivo de la derivación I (0°). El eje eléctrico medio del complejo QRS se mide con respecto a este esquema.

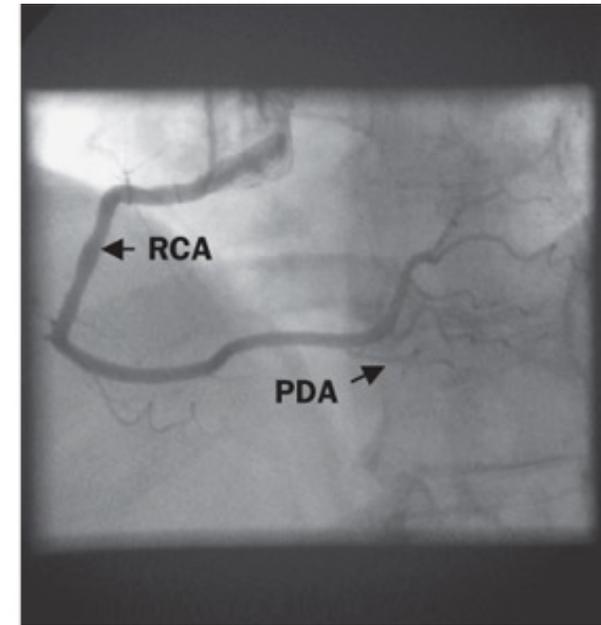




A



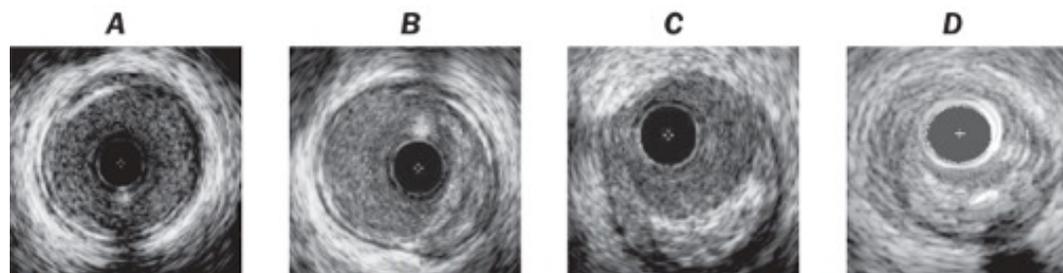
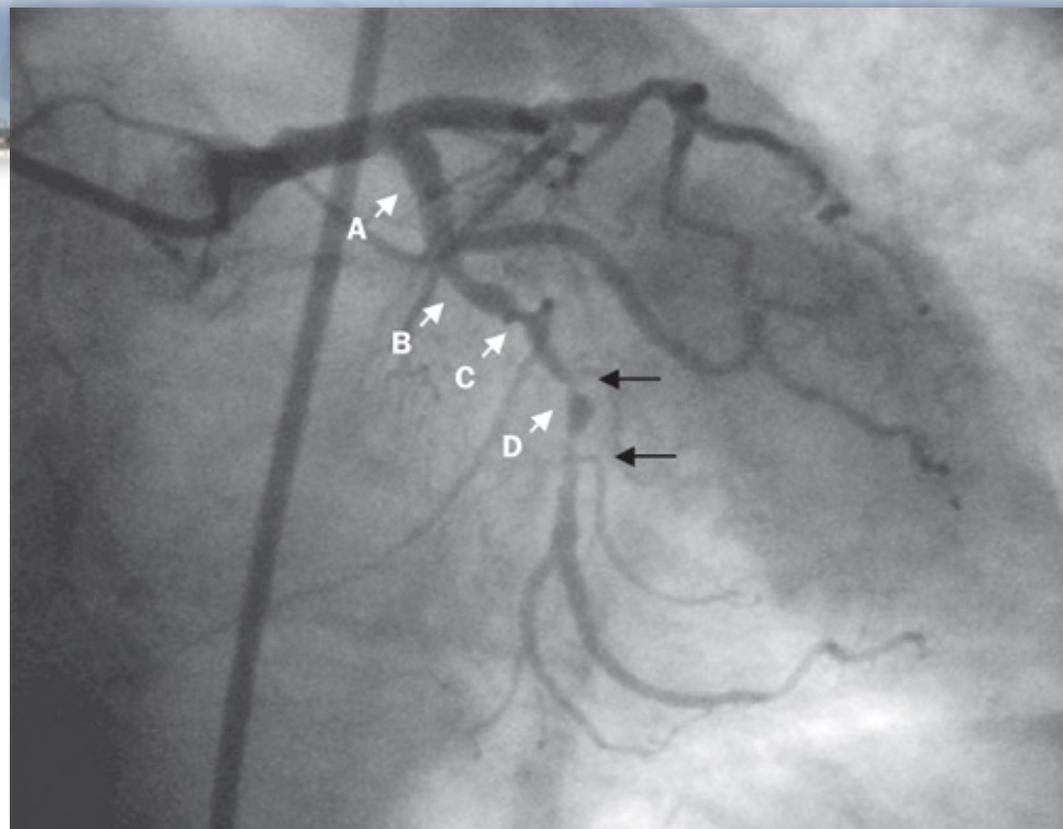
B



C

Fuente: J. Larry Jameson, Anthony S. Fauci, Dennis L. Kasper, Stephen L. Hauser, Dan L. Longo, Joseph Loscalzo: Harrison. Principios de Medicina Interna, 20e
Copyright © McGraw-Hill Education. Todos los derechos reservados.

Anatomía normal de arterias coronarias. A. Angiograma coronario en que se observa la arteria circunfleja izquierda (LCx) y sus ramas marginales obtusas (OM); también se identifica la arteria descendente anterior izquierda (LAD), pero en esta proyección puede tener un efecto de acortamiento. B. LAD y sus ramas diagonales (D) se identifican mejor en las proyecciones craneales. En este angiograma también se observa a la arteria coronaria izquierda (LM). C. La arteria coronaria derecha (RCA) emite la rama que es la arteria descendente posterior (PDA), por lo que la circulación es dominante derecha.



Fuente: J. Larry Jameson, Anthony S. Fauci, Dennis L. Kasper, Stephen L. Hauser, Dan L. Longo, Joseph Loscalzo: Harrison. Principios de Medicina Interna, 20e
Copyright © McGraw-Hill Education. Todos los derechos reservados.

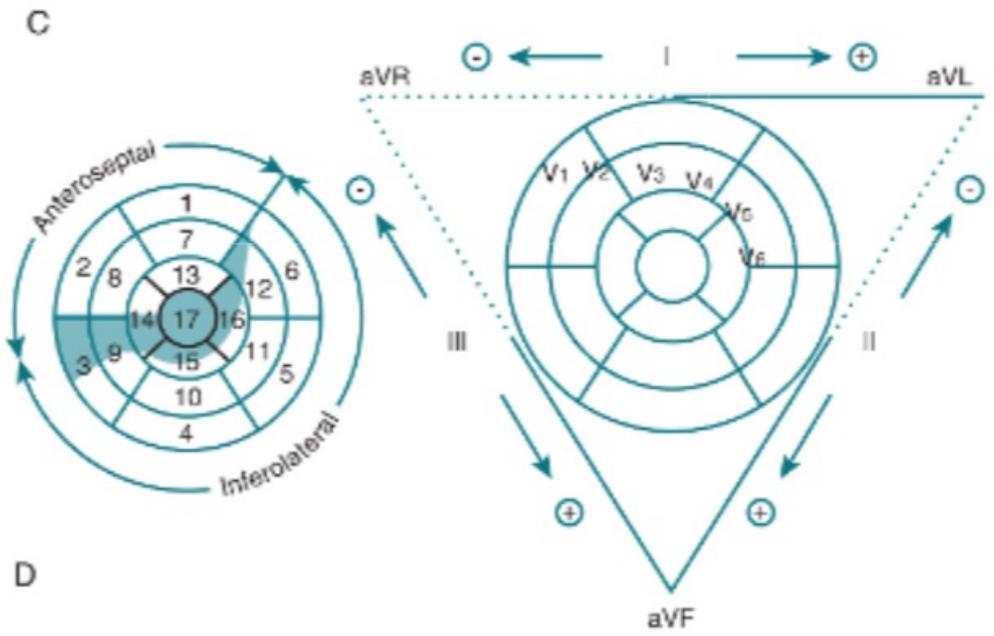
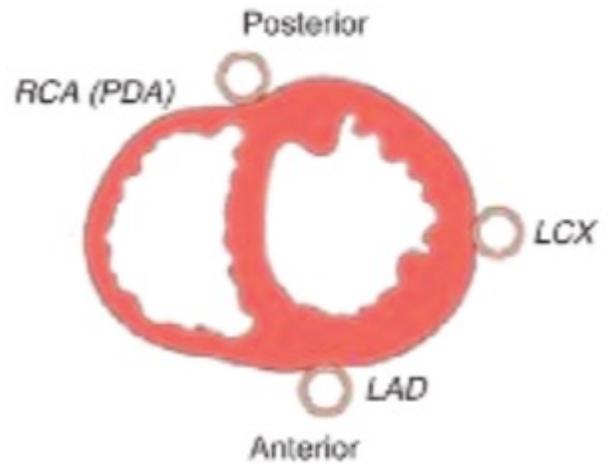
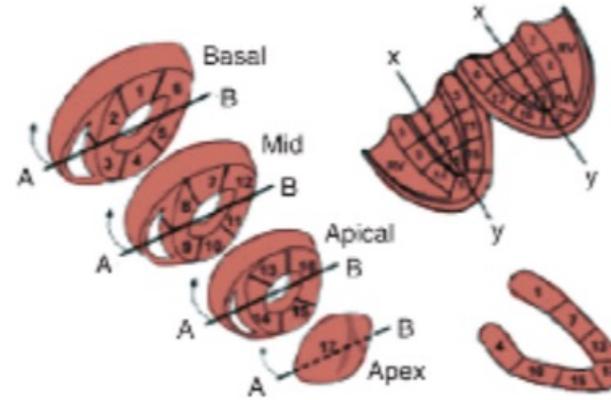
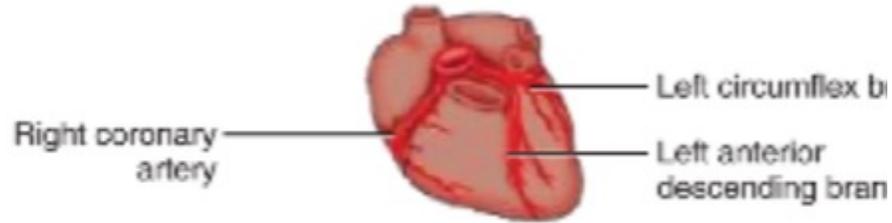


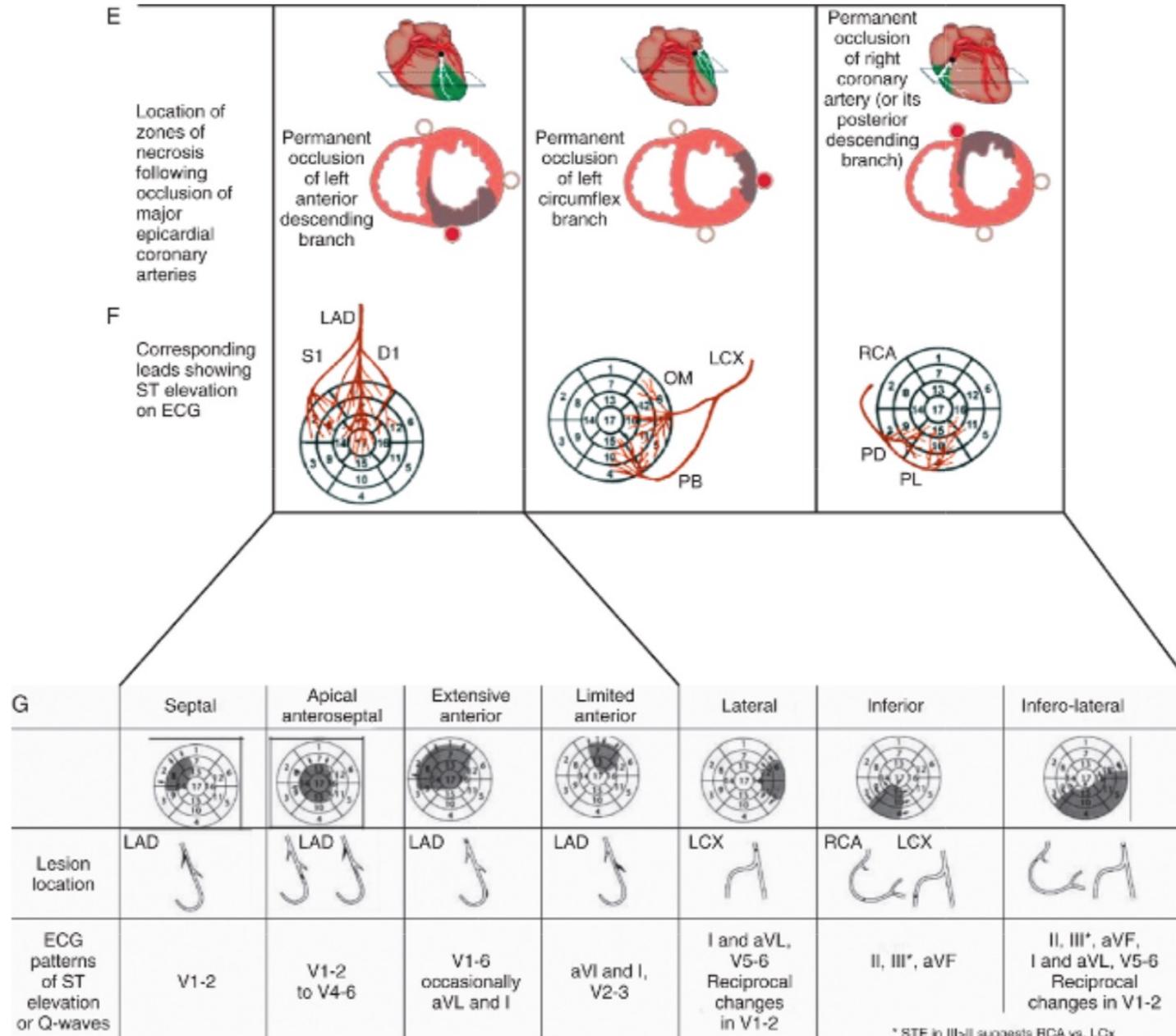
Las derivaciones ECG son de mayor utilidad para ubicar las regiones de isquemia con elevación de ST que sin elevación de ST.

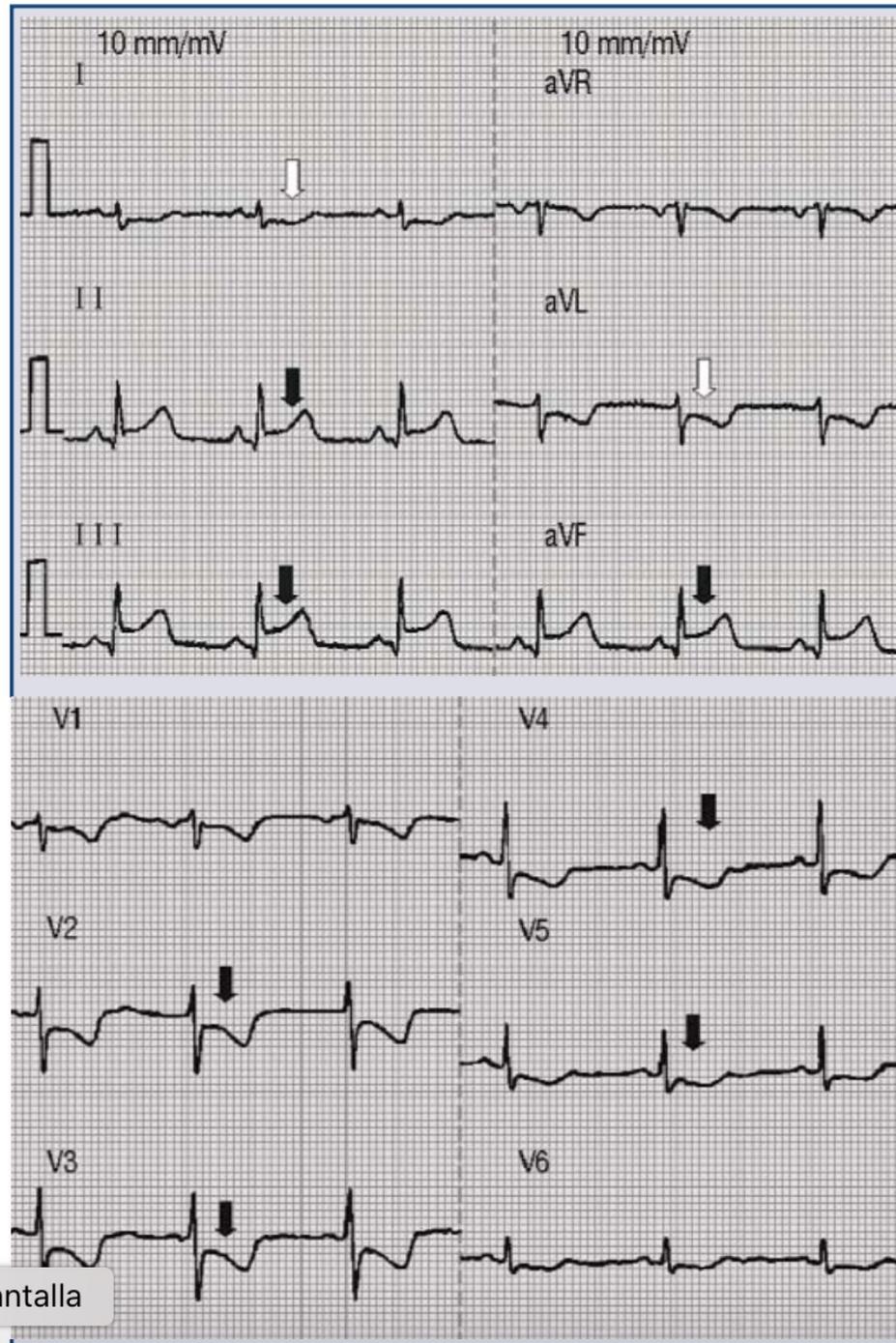
LOCALIZACIÓN	DERIVACIONES
Anterior, septal	V_1 y V_2
Anterior, apical	V_3 y V_4
Anterior, anteroseptal	V_1 - V_4
Anterior, lateral	DI, VL, V_5 y V_6
Anterior, extensa	DI, VL, V_1 - V_6
Inferior	DII, DIII, VF
Ventrículo derecho	V_4R , V_3R , V_1
Lateral («posterior»)	V_1 y V_2



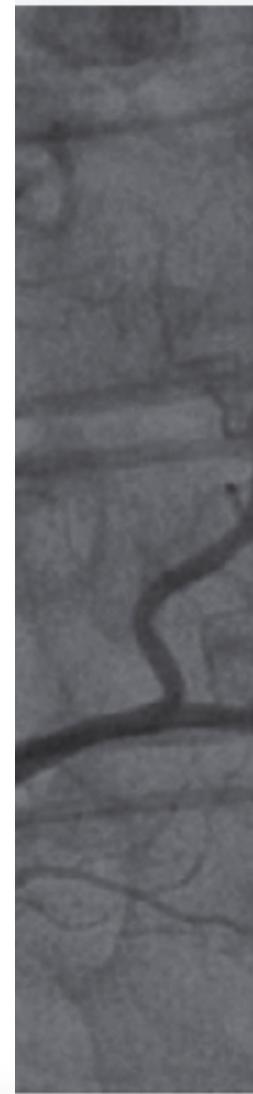
Localización del IAMCEST (STEMI)

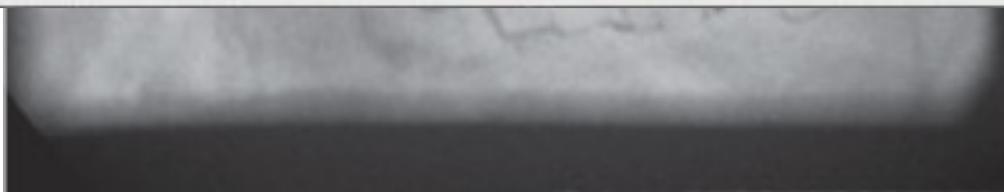
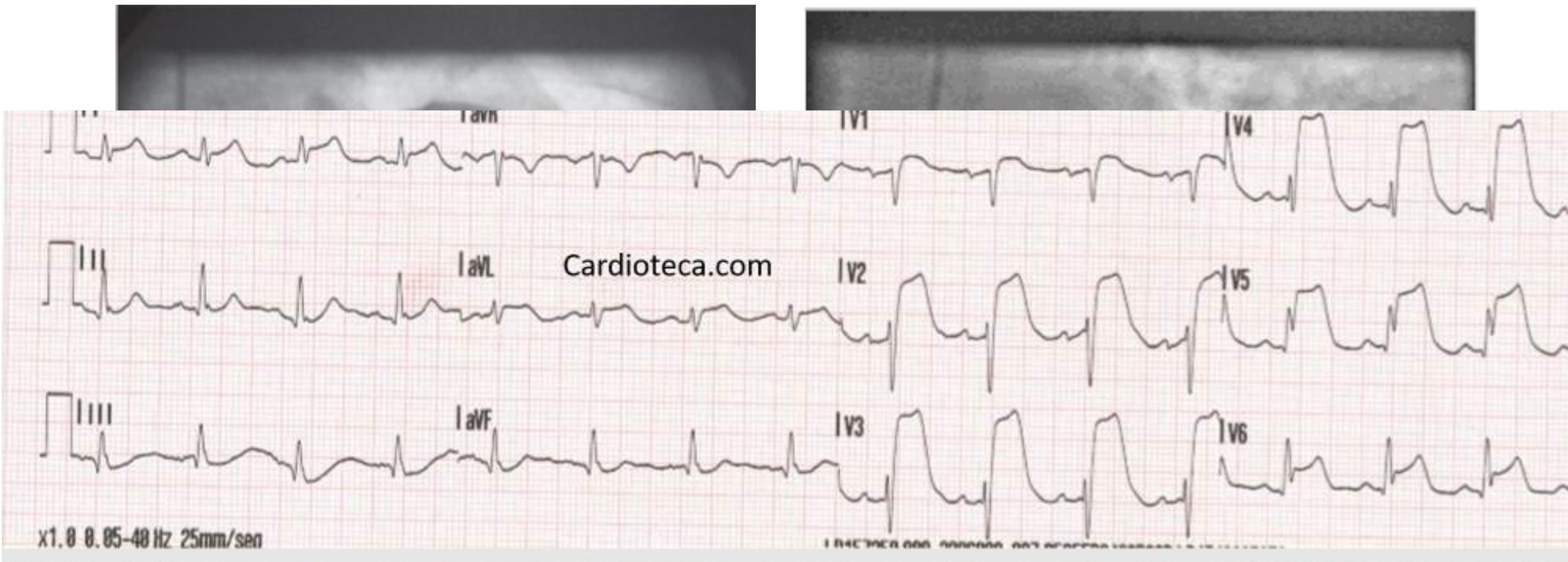


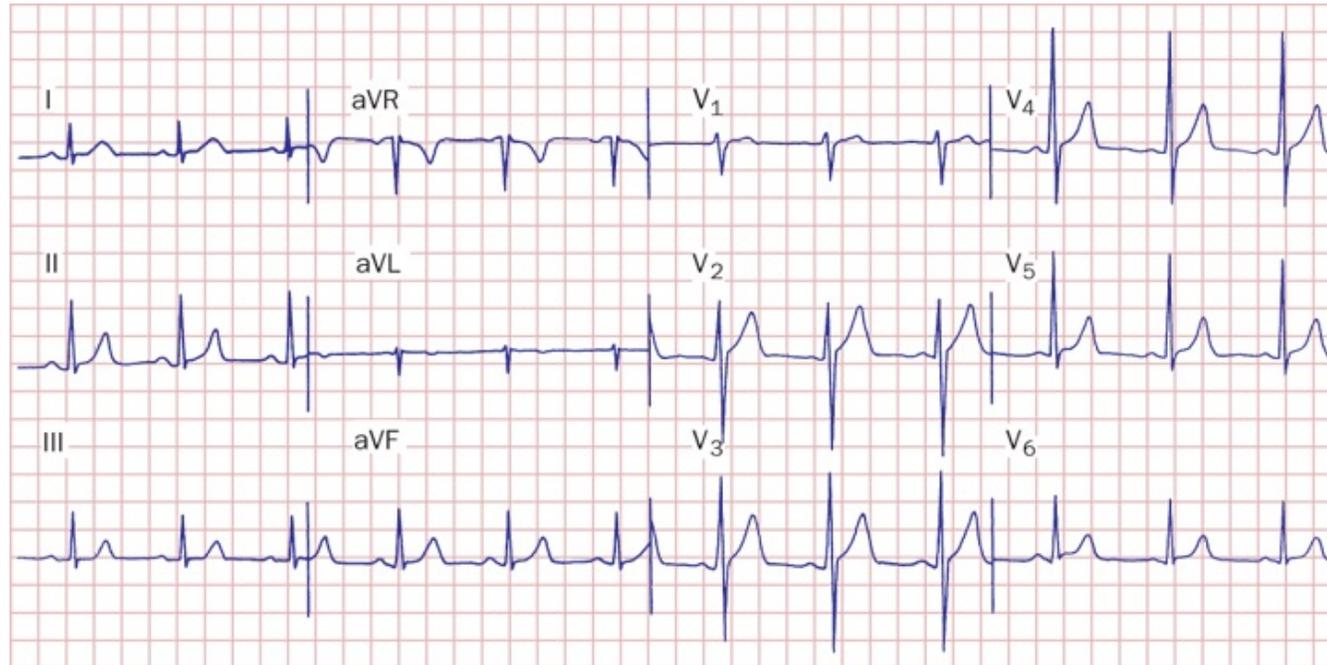




antalla







Fuente: J. Larry Jameson, Anthony S. Fauci, Dennis L. Kasper, Stephen L. Hauser, Dan L. Longo, Joseph Loscalzo: Harrison. Principios de Medicina Interna, 20e Copyright © McGraw-Hill Education. Todos los derechos reservados.

Electrocardiograma normal de una persona sana. Se aprecia un ritmo sinusal con frecuencia cardiaca de 75 latidos por minuto (lpm). El intervalo PR mide 0.16 s; el intervalo QRS (duración), 0.08 s; el intervalo QT, 0.36 s; QT_c es de 0.40 s; el eje medio QRS es aproximadamente $+70^\circ$. Las derivaciones precordiales muestran una propagación normal de la onda R con la zona de transición (onda R = onda S) en la derivación V_3 .



Diagnóstico diferencial de la elevación del segmento ST

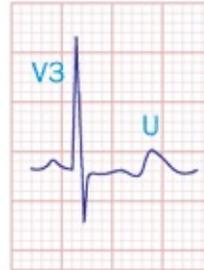
Isquemia/infarto del miocardio
Isquemia transmural que no constituye infarto (angina de Prinzmetal y probablemente síndrome de takotsubo, que simulan con toda exactitud el infarto agudo clásico)
Infarto agudo del miocardio
Estado posterior al infarto miocárdico (perfil de aneurisma ventricular)
Pericarditis aguda
Variante normal (patrón de "repolarización temprana")
Hipertrofia ventricular izquierda/bloqueo de la rama izquierda del haz de His ^a
Otras (raras)
Embolismo pulmonar agudo ^a
Patrón de Brugada (perfil similar a bloqueo de la rama derecha del haz de His con elevaciones ST en las derivaciones precordiales derechas) ^a
Antiarrítmicos de clase 1C ^a
Cardioversión con DC
Hipercalcemia ^a
Hiperpotasemia ^a
Hipotermia (onda J/onda de Osborn)
Lesión del miocardio, no isquémica
Miocarditis
Tumor que invade el LV
Traumatismo ventricular



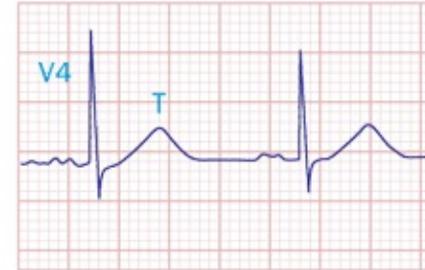
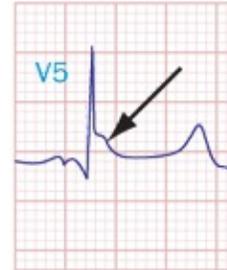
Hipopotasemia



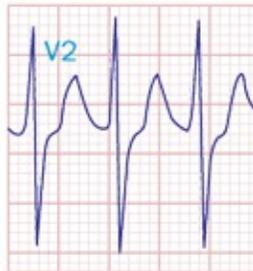
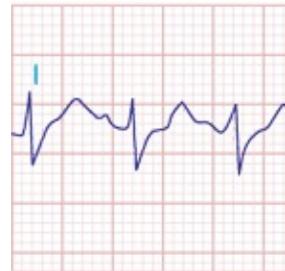
Hipotermia



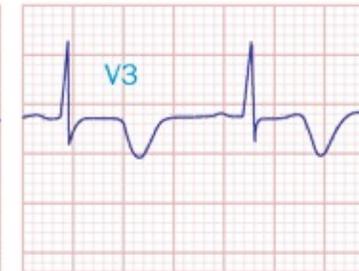
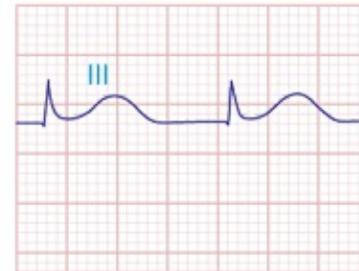
Amiodarona



Sobredosis de tricíclico



Hemorragia subaracnoidea



Fuente: J. Larry Jameson, Anthony S. Fauci, Dennis L. Kasper, Stephen L. Hauser, Dan L. Longo, Joseph Loscalzo: Harrison. Principios de Medicina Interna, 20e
Copyright © McGraw-Hill Education. Todos los derechos reservados.

Diversos trastornos metabólicos, efectos de fármacos y otros factores prolongan la repolarización ventricular con prolongación de QT y ondas U prominentes. La prolongación excesiva de la repolarización, en particular por hipopotasemia, "canalopatía" hereditaria o determinados fármacos, indica una mayor susceptibilidad a taquicardia ventricular en entorchado (torsade des pointes) (cap. 249). La hipotermia general pronunciada se acompaña de una giba distintiva en el punto J (onda de Osborn, flecha) por alteraciones en el potencial de acción ventricular. Adviértase la prolongación de QRS y QT junto con la taquicardia sinusal en caso de sobredosis de un antidepresivo tricíclico.