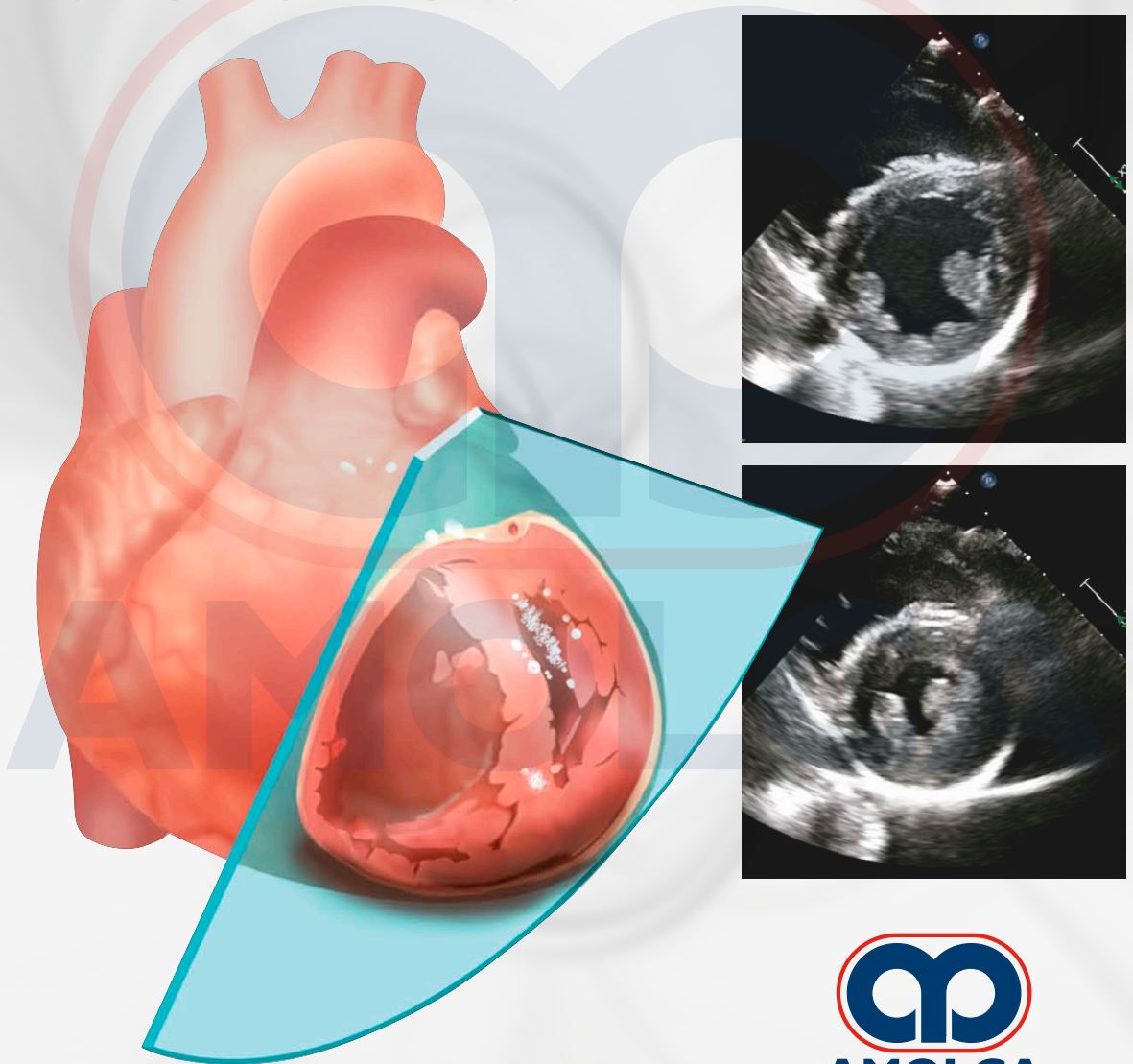


Manual de

Ecocardiografía Clínica

Catherine M. Otto

Sexta edición



SEXTA EDICIÓN

MANUAL DE ECOCARDIOGRAFÍA CLÍNICA

Catherine M. Otto, MD

J. Ward Kennedy-Hamilton, cátedra subvencionada en cardiología

Profesora de medicina

University of Washington School of Medicine;

Directora, Heart Valve Disease Clinic;

Directora asociada, laboratorio de ecocardiografía

University of Washington Medical Center

Seattle, Washington

2020



TABLA DE CONTENIDO

Glosario, *xi*

Ecuaciones clave, *xiv*

1. Principios de adquisición de imagen ecocardiográfica y análisis Doppler, 1

- Ondas de ultrasonido, 1
- Interacción de tejidos por ultrasonografía, 4
- Transductores, 6
- Modalidades de imagen de ultrasonografía, 10
- Ecocardiografía Doppler, 16
- Bioefectos y seguridad, 27
- El examen eco, 30
- Lecturas sugeridas, 31

2. Anatomía normal y patrones de flujo en la ecocardiografía transtorácica, 33

- Principios básicos de imagen, 33
- Vistas tomográficas transtorácicas, 36
- Registros en modo M, 49
- Patrones normales de flujo intracardiaco, 52
- Cambios en la ecocardiografía según la edad, 61
- El ecocardiograma diagnóstico, 61
- El examen eco, 64
- Lecturas sugeridas, 65

3. Ecocardiografía transesofágica, 67

- Protocolo y riesgos, 67
- Vistas tomográficas, 68
- Anatomía y funcionamiento de la válvula, 80
- Anatomía de la cámara y patrones de llenado, 87
- Secuencia de imagen, 90
- El examen eco, 92
- Lecturas sugeridas, 94

4. Aplicaciones de la ecocardiografía especializada, 96

- Ecocardiografía tridimensional, 96
- Mecánicas miocárdicas, 106
- Ecocardiografía de contraste, 112
- Ecocardiografía intracardiaca, 115
- El examen eco, 118
- Lecturas sugeridas, 118

5. Indicaciones clínicas y garantía de calidad, 120

- Tipos de estudios ecocardiográficos, 120
- Principios del examen diagnóstico, 122
- Indicaciones y criterio de apropiación, 126
- Indicaciones para el diagnóstico ecocardiográfico, 127

Estudios de ultrasonografía cardiaca en el punto de atención, 133

Garantía de calidad en la ecocardiografía, 135

El examen eco, 139

Lecturas sugeridas, 141

6. Función sistólica ventricular izquierda y derecha, 144

- Principios básicos, 144
- Imágenes del ventrículo izquierdo, 147
- Evaluación Doppler de la función sistólica ventricular izquierda, 158
- Abordaje eco a la función sistólica ventricular derecha, 163
- Vasculatura pulmonar, 168
- El examen eco, 175
- Lecturas sugeridas, 176

7. Llenado y función ventricular diastólica, 178

- Principios básicos, 179
- Parámetros anatómicos, 182
- Evaluación Doppler del llenado de LV, 183
- Imágenes miocárdicas de Doppler tisular, 185
- Llenado auricular izquierdo, 187
- Otros abordajes, 189
- Factores confusos, 190
- Clasificación clínica de la disfunción diastólica, 194
- Función diastólica del ventrículo derecho, 198
- Abordajes alternos, 200
- Reporte de la función diastólica, 200
- El examen eco, 202
- Lecturas sugeridas, 202

8. Enfermedad de la arteria coronaria, 204

- Principios básicos, 204
- Isquemia miocárdica, 211
- Infarto miocárdico, 221
- Etapas finales de la cardiopatía isquémica, 228
- El examen eco, 230
- Lecturas sugeridas, 232

9. Miocardiopatías, cardiopatías hipertensivas y pulmonares, 235

- Miocardiopatía dilatada, 236
- Miocardiopatía hipertrófica, 245
- Miocardiopatía restrictiva, 252
- Otras miocardiopatías, 256
- Terapias avanzadas para falla cardiaca, 257
- Cardiopatía hipertensiva, 260

- Cardiopatía pulmonar, 262
- El examen eco, 265
- Lecturas sugeridas, 266
- 10. Enfermedad pericárdica, 268**
 - Anatomía y fisiología pericárdica, 268
 - Pericarditis, 268
 - Derrame pericárdico, 271
 - Taponamiento pericárdico, 275
 - Constricción pericárdica, 278
 - El examen eco, 285
 - Lecturas sugeridas, 285
- 11. Estenosis valvular, 288**
 - Principios básicos, 288
 - Estenosis aórtica, 291
 - Estenosis mitral, 305
 - Estenosis tricúspide, 315
 - Estenosis pulmonar, 316
 - El examen eco, 320
 - Lecturas sugeridas, 322
- 12. Regurgitación valvular, 324**
 - Principios básicos, 324
 - Abordajes a la cuantificación de la gravedad regurgitante, 327
 - Regurgitación aórtica, 336
 - Regurgitación mitral, 345
 - Regurgitación tricúspide, 359
 - Regurgitación pulmonar, 363
 - El examen eco: regurgitación valvular, 365
 - Lecturas sugeridas, 367
- 13. Válvulas protésicas, 370**
 - Principios básicos, 370
 - Abordaje ecocardiográfico, 375
 - Limitaciones y abordajes alternos, 387
 - Utilidad clínica, 387
 - El examen eco, 397
 - Lecturas sugeridas, 398
- 14. Endocarditis, 400**
 - Principios básicos, 400
 - Abordaje ecocardiográfico, 402
 - Limitaciones y consideraciones técnicas, 413
 - Utilidad clínica, 415
 - El examen eco, 419
 - Lecturas sugeridas, 419
- 15. Masas cardíacas y potencial fuente cardíaca de émbolos, 422**
 - Principios básicos, 422
 - Vegetaciones valvulares, 425
 - Tumores cardíacos, 425
 - Trombos en el ventrículo izquierdo, 431
 - Trombos en la aurícula izquierda, 434
 - Trombos en el corazón derecho, 436
 - Fuente cardíaca de émbolos, 437
 - El examen eco, 444
 - Lecturas sugeridas, 445
- 16. Enfermedades de las arterias grandes, 447**
 - Principios básicos, 447
 - Abordaje ecocardiográfico, 449
 - Dilatación aórtica y aneurisma, 455
 - Diseccción aórtica, 458
 - Hematoma intramural aórtico, 463
 - Seudoaneurisma aórtico, 463
 - Enfermedad aórtica traumática, 464
 - Aneurisma de los senos de Valsalva, 464
 - Enfermedad aórtica aterosclerótica, 465
 - Anomalías de la arteria pulmonar, 465
 - Abordajes alternos, 466
 - El examen eco, 469
 - Lecturas sugeridas, 470
- 17. El adulto con cardiopatía congénita, 473**
 - Principios básicos, 474
 - Lesiones estenóticas congénitas, 480
 - Anomalías congénitas de las arterias aorta y coronarias, 482
 - Lesiones regurgitantes congénitas, 483
 - Derivaciones intracardiacas, 484
 - Otras condiciones que se manifiestan en la adultez, 491
 - Tipos comunes de cardiopatía paliativa congénita en adultos, 494
 - Limitaciones de la ecocardiografía y abordajes alternos, 500
 - El abordaje de diagnóstico integrado, 503
 - El examen eco, 504
 - Lecturas sugeridas, 505
- 18. Ecocardiografía intraoperatoria e intervencionista, 507**
 - Principios básicos, 508
 - Abordaje ecocardiográfico, 512
 - Limitaciones y consideraciones técnicas, 516
 - Utilidad clínica de la TEE intraoperatoria, 519
 - Utilidad clínica en procedimientos transcáteter e híbridos, 530
 - El examen eco, 538
 - Lecturas sugeridas, 539
- Apéndice A: Valores normales para las medidas ecocardiográficas, 542**
- Apéndice B: Tablas de evidencia, 549**

8

Enfermedad de la arteria coronaria

PRINCIPIOS BÁSICOS

Anatomía de la arteria coronaria
Evaluación del movimiento de pared del ventrículo izquierdo
Imagen transtorácica
Imagen transesofágica
Secuencia de eventos en la isquemia
Evaluación de la función ventricular global y regional

ISQUEMIA MIOCÁRDICA

Principios básicos de la ecocardiografía de estrés
Ecocardiografía de ejercicio
Ecocardiografía de estrés con dobutamina
Evaluación por isquemia
Evaluación por viabilidad miocárdica
Otras modalidades de estrés
Limitaciones y aspectos técnicos
Abordajes alternos
Utilidad clínica

Diagnóstico de la enfermedad de la arteria coronaria
Ubicación y extensión de las áreas isquémicas
Implicaciones del pronóstico

INFARTO MIOCÁRDICO

Principios básicos
Imágenes ecocardiográficas
Limitaciones y abordajes alternos
Utilidad clínica
Diagnóstico en el servicio de urgencias
Evaluación de la terapia intervencionista
Viabilidad miocárdica
Complicaciones mecánicas del infarto miocárdico

ETAPA FINAL DE LA CARDIOPATÍA ISQUÉMICA

Diferenciación de otras causas de disfunción sistólica del ventrículo izquierdo
Abordaje ecocardiográfico
Limitaciones y abordaje alternos

EL EXAMEN ECO

LECTURAS SUGERIDAS

La evaluación de pacientes con sospecha o certeza de enfermedad coronaria es una de las indicaciones más comunes para la ecocardiografía. Por lo común, la evaluación se centra en los cambios funcionales debidos al estrechamiento u oclusión de la arteria coronaria, en especial engrosamiento de la pared sistólica y movimiento endocárdico, en lugar de imágenes directas de las arterias coronarias. Aunque con frecuencia se pueden identificar las arterias coronarias derecha e izquierda proximales, incluso en las imágenes transtorácicas, las imágenes de ultrasonografía en la actualidad no proporcionan el conocimiento detallado de la anatomía del vaso distal o la ubicación y gravedad del estrechamiento de la arteria coronaria que se necesita para el manejo del paciente. La angiografía coronaria invasiva es aún el procedimiento de elección para la evaluación directa de la anatomía arterial coronaria debido a que el diagnóstico con frecuencia se combina con el tratamiento intervencionista. La angiografía coronaria por tomografía computarizada (CT por sus siglas en inglés) brinda un abordaje alternativo en algunas situaciones clínicas.

Sin embargo, la ecocardiografía ofrece una evaluación funcional detallada de la función sistólica del ventrículo izquierdo (LV por sus siglas en inglés) segmentaria y global, tanto en reposo como con

factores estresantes para inducir isquemia. La evaluación funcional proporciona datos críticos para el manejo del paciente. Por ejemplo, la ecocardiografía de esfuerzo es un abordaje confiable para el diagnóstico inicial de la enfermedad arterial coronaria, en especial en pacientes con un electrocardiograma (ECG por sus siglas en inglés) de estrés no diagnosticado. Otro ejemplo es el uso de la ecocardiografía en el servicio de urgencias para el diagnóstico temprano del infarto agudo de miocardio en pacientes con cambios equívocos en el ECG. Además, el papel central de la ecocardiografía en la evaluación de las complicaciones del infarto agudo de miocardio ha sido reconocido durante mucho tiempo. Finalmente, la ecocardiografía con regularidad proporciona datos de pronóstico importantes en pacientes con enfermedad arterial coronaria.

PRINCIPIOS BÁSICOS

Anatomía de la arteria coronaria

La anatomía coronaria varía en cierta medida de un paciente a otro, pero el patrón general de la ramificación arterial coronaria es uniforme (figura 8.1). La arteria coronaria principal izquierda surge de la cara superior del seno coronario izquierdo de Valsalva y

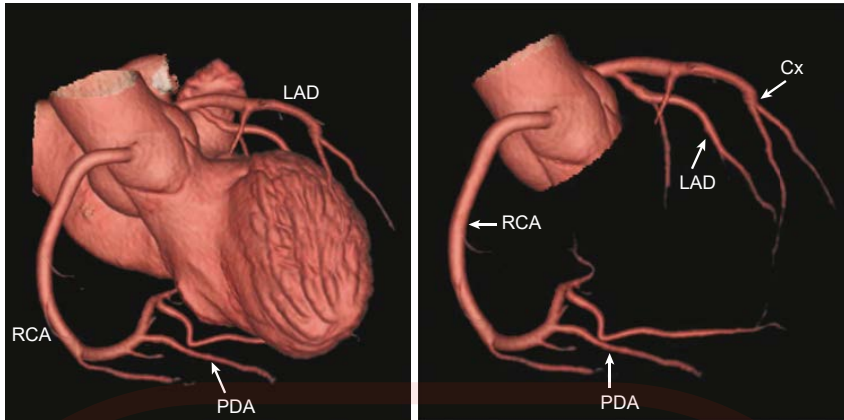


Fig. 8.1 Anatomía coronaria normal. Una reconstrucción tomográfica computarizada de las arterias coronarias muestra (izquierda) el origen de las arterias coronarias derecha e izquierda de la aorta con la cámara ventricular izquierda mostrada para la orientación. La arteria coronaria derecha (RCA) da lugar a la arteria descendente posterior (PDA) en la mayoría de las personas, aunque algunas tienen la PDA que surge de la arteria coronaria circunfleja distal (Cx). Con las cámaras del corazón retiradas y la imagen girada (derecha), la arteria coronaria principal izquierda se bifurca en la arteria coronaria descendente anterior izquierda (LAD) (con una rama septal) y la arteria coronaria circunfleja, que se ramifica en ramas marginales obtusas. (Imágenes cortesía del Dr. Kelley Branch).

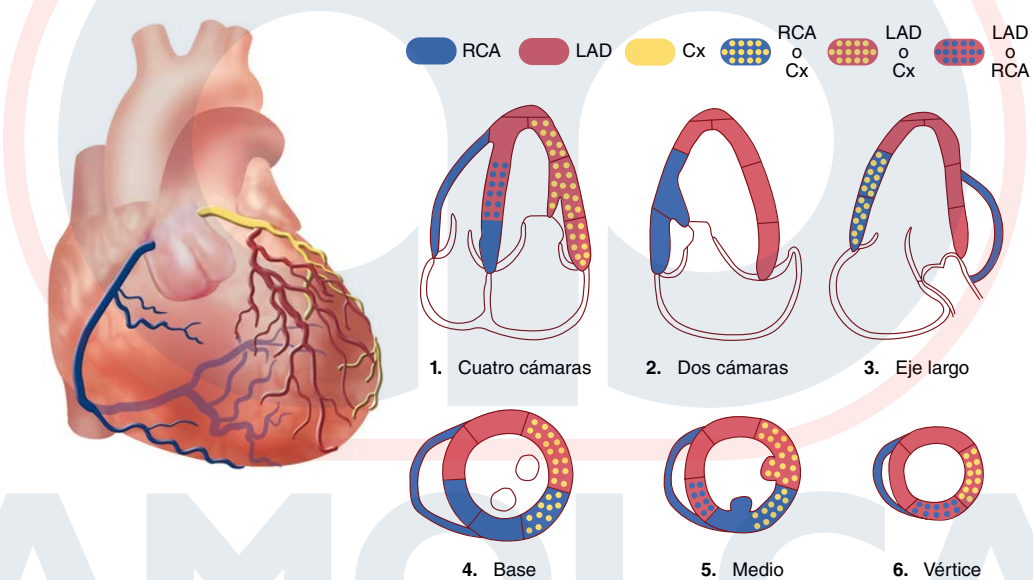


Fig. 8.2 Segmentos miocárdicos típicos suministrados por la arteria coronaria derecha, la arteria descendente anterior izquierda y las arterias coronarias circunflejas. La anatomía coronaria se muestra a la izquierda, con los segmentos de pared correspondientes en vistas ecocardiográficas estándar a la derecha. La distribución arterial varía entre los pacientes. Algunos segmentos tienen perfusión coronaria variable, según lo indicado por las regiones sombreadas. Cx, arteria coronaria circunfleja; LAD, arteria coronaria descendente anterior izquierda; RCA, arteria coronaria derecha. (De Lang RM, Bierig M, Devereux RB, et al: Recommendations for chamber quantification: a report from the American Society of Echocardiography's Guidelines and Standards Committee and the Chamber Quantification Writing Group, developed in conjunction with the European Association of Echocardiography, a branch of the European Society of Cardiology. *J Am Soc Echocardiogr* 18:1440–1463, 2005).

se divide en (1) la arteria descendente anterior izquierda (LAD por sus siglas en inglés), que se extiende por el surco interventricular que baja por la pared anterior hasta (y a veces alrededor) el apéndice de LV; y (2) la arteria circunfleja (Cx) que continúa de manera lateral en el surco auriculoventricular. La arteria coronaria derecha (RCA por sus siglas en

inglés) se origina en el aspecto superior del seno coronario derecho de Valsalva; se extiende en dirección inferomedial y sigue así el surco auriculoventricular. Alrededor del 80% de los pacientes tienen una circulación coronaria *dominante hacia la derecha*; la arteria coronaria derecha da lugar a la arteria descendente posterior (PDA por sus siglas en inglés) que se

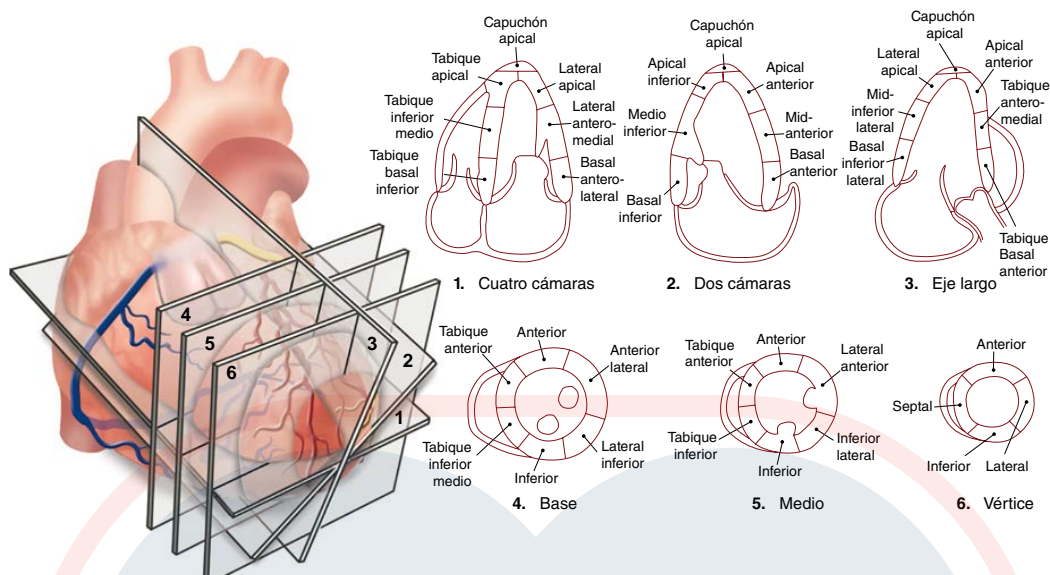


Fig. 8.3 Análisis segmentario del movimiento endocárdico ventricular izquierdo y engrosamiento de la pared. El LV se divide en tres niveles desde la base hasta el vértice, con la nomenclatura del segmento de pared como se muestra. Los segmentos de vértice suelen visualizarse desde las vistas apical de cuatro cámaras, apical de dos cámaras y apical de tres cámaras. El capuchón apical solo se puede apreciar en estudios de contraste en algunos pacientes. (De Lang RM, Bierig M, Devereux RB, et al: Recommendations for chamber quantification: a report from the American Society of Echocardiography's Guidelines and Standards Committee and the Chamber Quantification Writing Group, developed in conjunction with the European Association of Echocardiography, a branch of the European Society of Cardiology. *J Am Soc Echocardiogr* 18:1440–1463, 2005).

encuentra en el surco interventricular inferior. En alrededor del 20% de los pacientes, la circulación coronaria es *dominante hacia la izquierda*; la circunferencia de la arteria da origen a la arteria descendente posterior.

Las anomalías del movimiento de la pared segmentaria observadas por ecocardiografía se corresponden de cerca con el suministro de sangre de la arteria coronaria al miocardio (figura 8.2). La arteria descendente anterior izquierda suministra la porción anterior del tabique interventricular a través de las ramas perforadas septales y la pared anterior a través de las ramas diagonales. La arteria descendente posterior suministra el aspecto inferior del tabique ventricular y la pared libre inferior. La pared lateral es alimentada por ramas marginales obtusas de la arteria circunfleja. La pared LV inferolateral (o posterior) puede suministrarse por ramas de extensión arterial coronaria derecha o por ramas marginales obtusas de las arterias circunflejas. Se observa una marcada variabilidad individual en el suministro de sangre al vértice del LV. En algunos casos, la arteria descendente anterior izquierda se extiende alrededor del vértice para suministrar el segmento apical de la pared inferior. En otros casos, la arteria descendente posterior se extiende alrededor del vértice para suministrar el segmento apical de la pared anterior. Más comúnmente, el suministro de sangre al vértice surge tanto de la arteria coronaria descendente anterior izquierda como de la posterior.

La nomenclatura estandarizada para la imagen tomográfica del corazón permite la consistencia de los términos, se correlaciona entre diferentes técnicas de

imagen y una relación conocida de cada segmento con la anatomía coronaria. Los planos tomográficos estándar en ecocardiografía son ejes cortos, ejes largos, cuatro cámaras y dos cámaras. En cada plano de la imagen, el LV se divide en tres segmentos desde la base hasta el vértice (basal, cavidad media y apical) que corresponden a lesiones proximales, medias y apicales de las arterias coronarias (figura 8.3). En una vista de eje corto, tanto a nivel basal (válvula mitral) como a media cavidad (o músculo papilar), el ventrículo se divide en el sentido de las agujas del reloj, con inicio en el surco interventricular, en seis segmentos: la pared anterior, la pared anterolateral, la pared inferolateral (o posterior), la pared inferior, la pared del tabique inferior y la pared del tabique anterior. La región apical se divide en cuatro segmentos debido al estrechamiento normal del ventrículo hacia el vértice: anterior, lateral, inferior y septal, con un segmento adicional para la punta del vértice. Esto da como resultado un total de 17 segmentos de miocardio. En las imágenes ecocardiográficas estándar, el capuchón apical es difícil de visualizar, por lo que casi siempre se utiliza un modelo de 16 segmentos en la práctica clínica. La ubicación de las anomalías en el movimiento de la pared se puede informar en formatos bidimensionales (2D) o tridimensionales (3D) de manera descriptiva, con ayuda de colores para indicar anomalías del movimiento de la pared o de formatos de visualización más cuantitativos.

Las anomalías del movimiento de la pared segmentaria observadas con isquemia o infarto corresponden a la anatomía coronaria de la siguiente manera:

1. Enfermedad de la arteria coronaria anterior izquierda.

- Septum anterior.
- Pared libre anterior, en la base y en el nivel medio de la cavidad.
- Segmentos apicales del tabique y pared anterior, más el capuchón apical.

Según el grado en que las ramas diagonales abastecen la pared lateral, la pared anterolateral también puede verse afectada. Si la arteria descendente anterior se extiende alrededor del vértice, el área afectada incluye segmentos apicales de las paredes inferior e inferolateral. La ubicación de la lesión a lo largo de la arteria coronaria afecta el patrón de movimiento de la pared. Una lesión en el tercio distal del vaso afecta solo el vértice, y una lesión en el segmento medio del vaso afecta la cavidad media y los segmentos apicales, mientras que una lesión proximal afecta a toda la pared, incluidos los segmentos basales.

2. Enfermedad de la arteria coronaria circunfleja.

- Pared anterolateral.
- Pared inferolateral (posterior).

De nuevo, la extensión del movimiento de la pared segmentaria se relaciona con la anatomía coronaria exacta en un paciente individual. La ecocardiografía es útil en pacientes con enfermedad de la arteria circunfleja porque esta región miocárdica con frecuencia es electrocardiográfica “silenciosa” y no se observa bien en un angiograma de LV oblicuo anterior derecho de un solo plano.

3. Enfermedad de la arteria coronaria descendente posterior.

- Tabique inferior.
- Pared libre inferior.

Si la arteria descendente posterior es un vaso corto, el vértice no se verá afectado, mientras que la arteria descendente posterior se extenderá para abastecer el vértice ventricular y no se verán afectadas las anomalías del movimiento de la pared.

Se observan otros patrones de movimiento anormal de la pared con lesiones de las ramas de las tres arterias coronarias principales. Por ejemplo, la enfermedad aislada en una rama diagonal de la arteria descendente anterior da como resultado una anomalía discreta del movimiento de la pared en la porción de la pared anterolateral suministrada por ese vaso. La enfermedad de la arteria coronaria derecha proximal puede provocar isquemia o infarto de la pared libre del ventrículo derecho (RV).

Los vasos colaterales y la colocación previa de stent coronario o cirugía de bypass también afectan el patrón de movimiento de la pared. Si un segmento de miocardio tiene una relación equilibrada entre la demanda y el suministro de oxígeno, el movimiento de la pared será normal, ya sea que el flujo de sangre se suministre anterógrado por el vaso nativo, por los vasos colaterales o por un injerto de bypass.

Evaluación del movimiento de pared del ventrículo izquierdo

Imagen transtorácica

La función sistólica regional para cada segmento del LV puede evaluarse en imágenes transtorácicas al combinar datos de planos de imágenes múltiples o con ecocardiografía 3D.

Con las imágenes en 2D, las vistas estándar para la evaluación del movimiento de la pared son (figura 8.4):

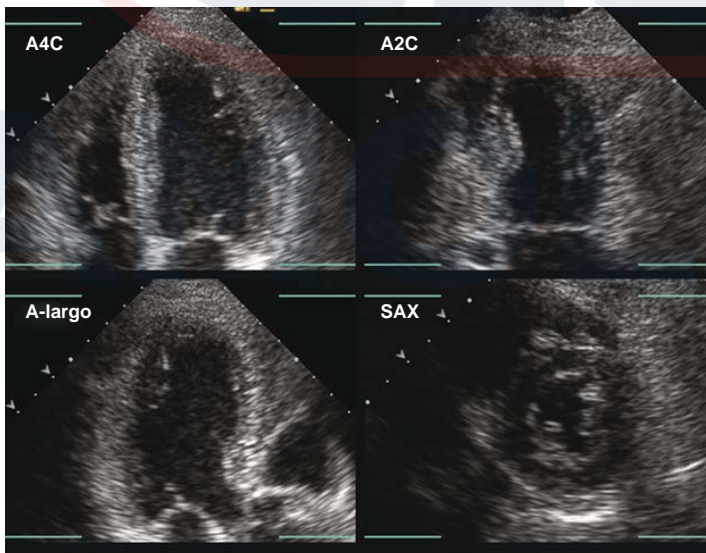


Fig. 8.4 Ejemplo de los planos de imagen estándar utilizados para la ecocardiografía de estrés. Estos planos son apicales de cuatro cámaras (A4C), apicales de dos cámaras (A2C), ejes largos apicales (*largos A*) y ejes cortos paraesternales (SAX). Las imágenes se adquieren en un formato de cine digital en cada etapa de tensión y luego se vuelven a clasificar para mostrar las imágenes de línea de base y de tensión máxima una al lado de la otra para cada vista. Las imágenes están sincronizadas para mostrar solo la sístole, por lo que el movimiento endocárdico y el engrosamiento de la pared parecen ocurrir en el mismo marco de tiempo, aunque existe una diferencia sustancial en la frecuencia cardíaca entre la línea base y la tensión máxima. La profundidad de la imagen se ajusta para mostrar solo el LV.

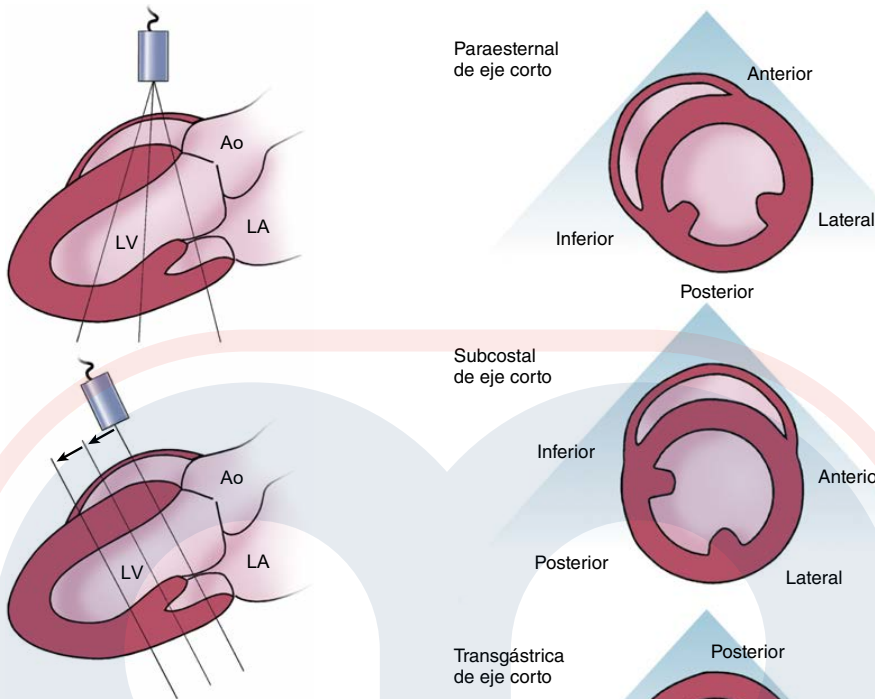


Fig. 8.5 Efecto de la angulación del transductor en la imagen del ventrículo izquierdo. La angulación del transductor desde una posición paraesternal fija produce vistas en el eje corto que intersectan segmentos similares del tabique, pero segmentos poco a poco más apicales de la pared posterior. Al mover el transductor de forma apical, se pueden obtener más planos de imagen paralelos. Ao, aorta.

- Vista de eje corto (base, LV medio y vértice).
- Vista de cuatro cámaras.
- Vista de dos cámaras.
- Vista de eje largo.

En la vista del eje largo paraesternal, se ven los segmentos basal y medioventricular del tabique anterior y las paredes posteriores del LV. En la vista paraesternal de eje corto, se obtienen imágenes circunferenciales del LV en los niveles de la base y medio ventricular. Tenga en cuenta que, si el transductor está angulado hacia el vértice desde una posición paraesternal fija, se forman imágenes de segmentos de manera progresiva más apicales de la pared posterior, mientras que el *mismo* segmento del tabique se incluye en el plano de la imagen de ultrasonografía. Una alineación más paralela entre los planos de imagen se obtiene al mover el transductor de forma apical para obtener una cavidad media en el eje corto y (a veces) vistas apicales del LV (figura 8.5) o con imágenes en 3D. Los segmentos apicales rara vez se visualizan de manera adecuada desde la ventana paraesternal o en imágenes transesofágicas (TEE).

Desde la ventana apical, la evaluación del movimiento de la pared del LV se realiza en vistas de cuatro cámaras, dos cámaras y ejes largos. Es posible realizar una evaluación detallada de la extensión del miocardio anormal en imágenes 2D mediante la

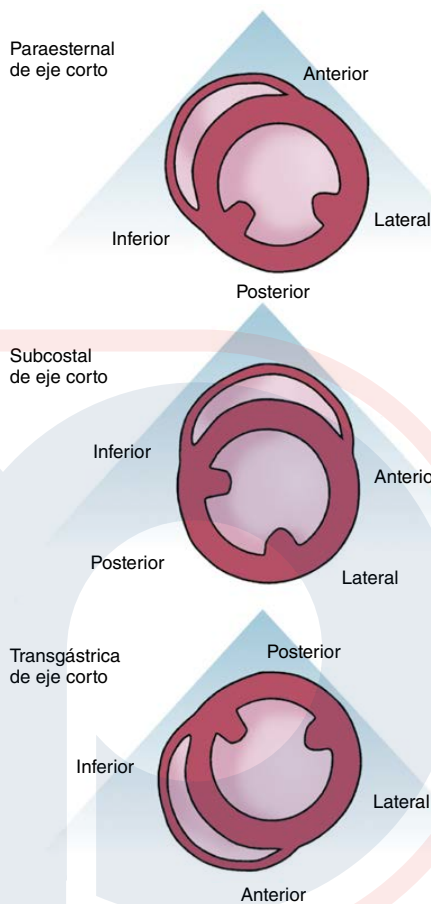


Fig. 8.6 Comparación de la ecocardiografía en las vistas transgástricas paraesternal, subcostal y transesofágica del eje corto del ventrículo izquierdo. La identificación correcta de los segmentos de la pared se facilita al observar la posición del tabique y los músculos papilares.

rotación lenta del plano de imagen entre las vistas estándar. En la vista de cuatro cámaras, se ven el tabique inferior y la pared anterolateral. La angulación anterior para incluir la válvula aórtica permite la visualización de partes del tabique anterior. En la vista de dos cámaras, se ven las paredes libres anteriores e inferiores. La definición endocárdica y epicárdica de la pared anterior por lo usual es difícil debido a la atenuación del tejido adyacente del pulmón. Este problema se puede aliviar con una colocación cuidadosa del paciente y con imágenes durante la respiración retenida. En la vista de eje largo apical, se ven el tabique anterior y la pared inferolateral (posterior) (análoga a la vista de eje largo paraesternal). Es necesario tener cuidado al colocar el transductor en el vértice para evitar el acortamiento del ventrículo desde este abordaje. La integración de datos de los abordajes paraesternales y apicales, al tiempo que toma en cuenta la calidad de imagen en cada vista, permite la evaluación de cada segmento

miocárdico en al menos dos vistas. La evaluación desde un abordaje subcostal también es útil. En la vista subcostal de cuatro cámaras, el tabique inferior y la pared anterolateral están formados por imágenes. En la vista subcostal del eje corto, las paredes inferior e inferolateral (posterior) están más cerca del transductor y las paredes anterior y anterolateral son las más distales (figura 8.6).

Las imágenes en multiplano o volumétricas 3D en tiempo real desde un abordaje apical tienen el potencial de proporcionar una evaluación más rápida y completa del movimiento de la pared.

Con la ecocardiografía 3D, el movimiento de la pared se evalúa mediante:

- Múltiples vistas simultáneas en 2D o,
- Imagen volumétrica 3D de LV.

Se pueden generar vistas apicales simultáneas en ángulos de rotación establecidos o múltiples vistas paralelas de eje corto desde el conjunto de volúmenes 3D, lo que permite una evaluación rápida del movimiento de la pared en múltiples segmentos del miocardio en los mismos ciclos cardíacos. Una limitación de las exploraciones volumétricas apicales es que la imagen del endocardio se realiza mediante una resolución lateral, en lugar de axial, del haz de ultrasonido, y esto limita la identificación de los bordes endocárdicos para el análisis cuantitativo. La imagen volumétrica 3D se puede mostrar en movimiento en un formato de cine-bucle, con rotación de la imagen para mostrar diferentes segmentos de pared. Además de las medidas cualitativas del movimiento de la pared, las medidas semicuantitativas del tiempo y la magnitud del movimiento de la pared se pueden mostrar en un “diagrama de objetivos” con el vértice en el centro y la base alrededor de los bordes de la pantalla circular (figura 8.7).

Cuando la definición endocárdica es subóptima con imágenes 2D o 3D, se recomienda la opacificación del LV con contraste izquierdo para la evaluación o función regional (figura 8.8). Se recomienda el contraste para mejorar la definición del borde endocárdico cuando dos o más segmentos se visualizan sin mucha

claridad con imágenes estándar y es muy importante para la ecocardiografía de estrés para asegurar la detección de segmentos isquémicos. La mayoría de los laboratorios encuentran que el contraste es necesario para el 30% al 50% de los estudios ecocardiográficos de estrés, lo cual depende de la población de pacientes.

Imagen transesofágica

Cuando las imágenes transtorácicas son inadecuadas, o en ciertas situaciones de monitorización (por ejemplo,

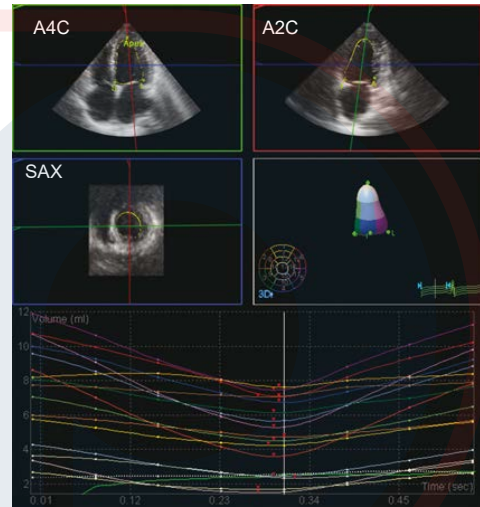


Fig. 8.7 Evaluación ecocardiográfica 3D del movimiento de la pared. El movimiento de la pared se puede evaluar basándose en planos de imagen de adquisición de volumen 3D correspondientes a imágenes de cuatro cámaras (A4C), dos cámaras (A2C) y ejes cortos (SAX). Luego, el movimiento de la pared se muestra de manera gráfica en una película o imagen fija codificada por color en la reconstrucción 3D de LV (*centro derecha*), como un gráfico de movimiento contra tiempo con cada segmento mostrado en un color diferente (*parte inferior*).

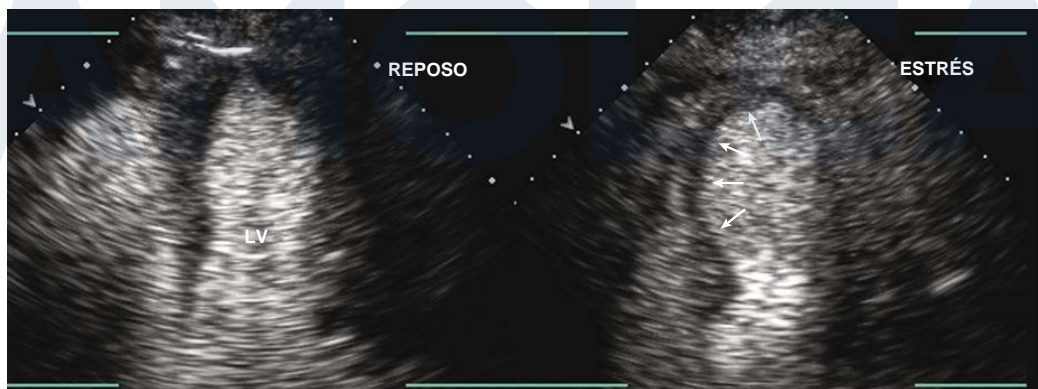


Fig. 8.8 Mejora del contraste de los bordes endocárdicos del ventrículo izquierdo. Este paciente tenía una definición de endocardio subóptima incluso con imágenes armónicas y una cuidadosa posición del paciente. Después de la inyección intravenosa de un agente de contraste del corazón izquierdo, se observa una opacificación de la cámara del LV con una definición clara del borde endocárdico, en reposo (*izquierda*) y con estrés (*derecha*) en la vista apical de cuatro cámaras, lo que demuestra una isquemia inducible en el tabique medio e inferior apical (*flechas*).

monitoreo intraoperatorio de la función del LV), se puede evaluar la función del LV desde un abordaje de TEE. Desde la posición auricular izquierda alta se obtiene una vista de cuatro cámaras del LV (en el plano de 0° de la sonda TEE), lo que muestra el tabique inferior y la pared lateral. Rotar el plano de la imagen a casi 60° proporciona una vista de dos cámaras con visualización de las paredes anterior e inferior, mientras que la rotación adicional de casi 120° resulta en una vista de eje largo con imágenes del tabique anterior y la pared inferolateral (posterior), aunque el grado de rotación exacto para obtener estas vistas varía un poco de un paciente a otro. La posición y la angulación del transductor requieren un ajuste a medida que el plano de la imagen gira utilizando puntos de referencia anatómicos para garantizar una alineación correcta. Incluso con una técnica óptima, estas vistas suelen estar acortadas, es decir, el vértice aparente representa un plano oblicuo a través de la pared anterolateral, mientras que el vértice del LV real no se ve.

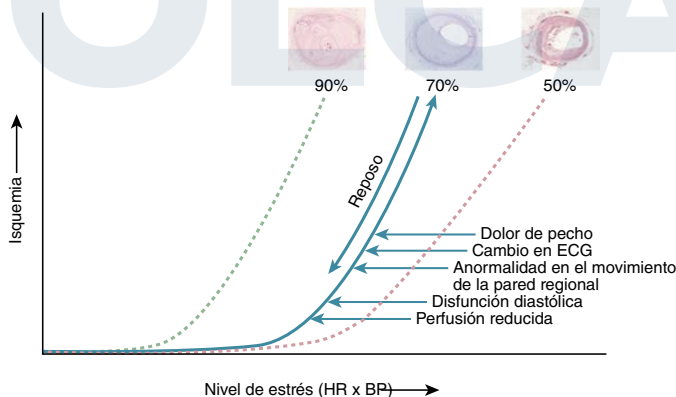
Desde la posición transgástrica, el plano transversal de la imagen proporciona vistas en el eje corto del LV en los niveles de la base (válvula mitral) y de la cavidad media (músculo papilar). La rotación del plano de la imagen en esta posición proporciona una vista de dos cámaras, aunque el vértice con frecuencia está acortado. El avance adicional de la sonda permite la adquisición de una vista de cuatro cámaras "apical" (en el plano de 0°) al flexionar la punta de la sonda. Habitualmente, el verdadero vértice se pierde en esta vista porque el vértice de LV no se encuentra en el diafragma sin intervenir el tejido pulmonar en una posición accesible desde el abordaje transgástrico.

Con todos los estudios de TEE, se recomienda una adquisición de imágenes volumétricas en 3D para medir los volúmenes de LV y la fracción de eyección, así como la evaluación del movimiento regional de la pared.

Se indica la imagen TEE del movimiento de la pared del LV:

- Para la evaluación intraoperatoria de la función del LV global y segmentaria.
- En pacientes críticos, cuando las vistas trans-torácicas son inadecuadas.

Fig. 8.9 Diagrama esquemático de la secuencia de eventos en isquemia miocárdica. El nivel estrés se muestra en el eje horizontal, por lo usual estimado por el producto de la frecuencia cardiaca (HR) x la presión arterial (BP), con el grado de isquemia que se muestra en el eje vertical. Con un 70% de estrechamiento de la arteria coronaria (azul), la isquemia comienza cuando el nivel de estrés produce un flujo inadecuado de sangre coronaria a esa región del miocardio. A medida que aumenta la isquemia, se muestra la secuencia de eventos. Con el reposo (flecha azul hacia abajo), estos eventos se revierten a menos que la duración de la isquemia sea tan larga como sea necesaria para causar un infarto. El inicio y la pendiente de la respuesta isquémica son más tempranos y más pronunciados, con una estenosis coronaria más grave (como se muestra para una lesión del 90%), y son más tardíos y menos pronunciados con una enfermedad coronaria más leve (como se muestra para una estenosis del 50%).



Las imágenes TEE también pueden usarse con protocolos de estrés, aunque este no es un abordaje de rutina.

Secuencia de eventos en la isquemia

El daño irreversible del miocardio (por ejemplo, un infarto) produce anomalías en el movimiento de la pared que están presentes en reposo. Con un infarto agudo, el grosor de la pared es normal, pero el engrosamiento de la pared sistólica y el movimiento endocárdico están reducidos o ausentes. Un antiguo infarto de miocardio se caracteriza por adelgazamiento y aumento de la ecogenicidad de los segmentos afectados debido a cicatrización y fibrosis, además de movimiento anormal y ausencia de engrosamiento de la pared.

En contraste, la isquemia es un desequilibrio reversible en la relación demanda/suministro de oxígeno del miocardio. Incluso con un estrechamiento sustancial de la arteria coronaria, el flujo de sangre es adecuado para las demandas de oxígeno del miocardio en reposo. Sin embargo, cuando el estrechamiento excede alrededor del 70% del área de la sección transversal luminal, el flujo sanguíneo se vuelve inadecuado para satisfacer las demandas aumentadas de oxígeno del miocardio con ejercicio, intervenciones farmacológicas o estrés mental, con la isquemia resultante. Cuando la demanda de oxígeno vuelve a la línea de base, el flujo de sangre otra vez es adecuado, la isquemia se resuelve y el movimiento de la pared vuelve a la normalidad. Por lo tanto, el movimiento de la pared *en reposo* es normal en pacientes con enfermedad coronaria si no se produjo un infarto de miocardio previo.

La secuencia de cambios a medida que una región del miocardio se vuelve isquémica es la siguiente (figura 8.9). Los primeros cambios detectables asociados con la heterogeneidad del flujo al LV son bioquímicos, seguidos de un defecto de perfusión significativo (detectable por radionúclidos y técnicas de resonancia magnética). Luego, la disfunción miocárdica regional, caracterizada por una función diastólica anormal y un engrosamiento de la pared sistólica alterada, ocurre en una sucesión rápida (dentro de unos pocos ciclos cardiacos). La depresión isquémica del segmento ST en la ECG y la angina clínica son manifestaciones algo tardías de la isquemia y no se observan de manera

consistente. La ecocardiografía, al detectar un movimiento anormal de la pared regional, proporciona un método no invasivo útil para evaluar la isquemia que es más sensible que la ECG dada esta secuencia de eventos. La ecocardiografía difiere de las técnicas de radionúclidos en que se evalúan las consecuencias funcionales de la isquemia, en lugar del patrón de perfusión miocárdica.

Evaluación de la función ventricular global y regional

La función sistólica del LV global se puede evaluar de forma cualitativa o cuantitativa en pacientes con enfermedad arterial coronaria con ayuda de los métodos descritos en el capítulo 6. Debido a que el patrón de disfunción de LV por lo usual *no* es uniforme, es importante que la evaluación cualitativa y cuantitativa se base en vistas tomográficas múltiples o imágenes en 3D. En pacientes con enfermedad arterial coronaria, la medición de la fracción de eyección del LV proporciona datos clínicos esenciales porque es una variable esencial en la toma de decisiones clínicas.

La función sistólica del LV segmentaria (o regional) se evalúa con mayor frecuencia mediante un sistema de puntuación semicuantitativo basado en imágenes 2D o 3D. El movimiento endocárdico para cada segmento miocárdico definido se clasifica como normal, hipocinético, aquinético, disquinético o aneurismático (tabla 8.1). Algunos médicos prefieren subclasificar el grado de hipocinesia como leve, moderada o grave, pero esta subclasificación por lo habitual tiene una variabilidad interobservador e intraobservador significativa. La isquemia resulta tanto en una disminución en la amplitud total como en la velocidad del movimiento endocárdico y en el engrosamiento de la pared y en un retraso en el inicio de la contracción y la relajación. Algunos centros utilizan un sistema de puntuación numérico para el movimiento de la pared

de 1 (normal) a 4 (discinético) para cada segmento. Se puede derivar un índice de puntaje de movimiento de pared general al dividir la suma de puntajes para cada segmento por el número de segmentos evaluados:

$$\text{Puntuación del movimiento de pared} = \frac{\text{Suma de las puntuaciones de los segmentos individuales}}{\text{Número de segmentos visualizados}} \quad (\text{Ec. 8.1})$$

Se han propuesto varios abordajes más sofisticados para la cuantificación del movimiento de la pared en función de la amplitud total del movimiento endocárdico, la extensión del engrosamiento de la pared, la velocidad del movimiento miocárdico o el momento del inicio de la contracción. La evaluación cuantitativa de la función regional basada en la obtención de imágenes del miocardio requiere:

- Identificación del borde endocárdico en diástole final y sístole final.
- Evaluación del movimiento de la pared para todos los segmentos del miocardio.
- Conocimiento del grado de variabilidad del movimiento normal de la pared.
- Corrección de los efectos de traslación, rotación y torsión del LV.
- Alta resolución temporal para el análisis de la aparición y velocidad del engrosamiento del miocardio.

Los abordajes que incorporan la reconstrucción 3D del LV mejoran los tiempos de adquisición de datos y disminuyen los efectos del movimiento cardíaco que muchas veces dan como resultado la obtención de imágenes de diferentes regiones de miocardio en sístole versus diástole para un plano tomográfico determinado. Aunque el engrosamiento de la pared o el tiempo y la velocidad de movimiento pueden ser métodos más sensibles para la evaluación de la función ventricular regional, la mayoría de los abordajes actuales dependen aún del movimiento endocárdico.

El contraste ahora se usa en cotidiano para mejorar la definición del endocardio con una confiabilidad mejorada para la detección de movimientos anormales de la pared; el contraste típico es necesario en más o menos la mitad de los estudios de eco de estrés. Otras técnicas prometedoras incluyen (1) la ecocardiografía de contraste para la evaluación de la perfusión miocárdica y (2) la técnica de Doppler tisular o de rastreo de moteado y la tasa de tensión (figura 8.10). Sin embargo, estos abordajes más nuevos no se usan con regularidad en la práctica clínica porque la evidencia para mostrar una precisión diagnóstica mejorada o una mejor predicción de los resultados clínicos es inadecuada (ver Lecturas sugeridas y capítulo 4).

ISQUEMIA MIOCÁRDICA

Debido a que el movimiento ecocardiográfico de la pared en reposo es normal en un paciente con enfermedad coronaria significativa y sin infarto de miocardio previo, se necesitan imágenes *durante* la isquemia para

TABLA 8.1 Escala cualitativa de la evaluación del movimiento de la pared segmentaria

Grado de movimiento de la pared	Definición
Normal	Movimiento endocárdico normal hacia adentro y engrosamiento de la pared en la sístole.
Hipoquinesia	Reducción de la amplitud (<5 mm) y velocidad del movimiento endocárdico y engrosamiento de la pared en la sístole; retraso en el inicio de la contracción y relajación.
Aquinesia	Ausencia de movimiento endocárdico hacia adentro (<2 mm) o engrosamiento de la pared en la sístole.
Discinesia	Movimiento hacia afuera o "abultamiento" del segmento en la sístole, por lo regular asociado con miocardio delgado y con cicatrices.
Aneurisma	Anomalía del contorno diastólico con discinesia.

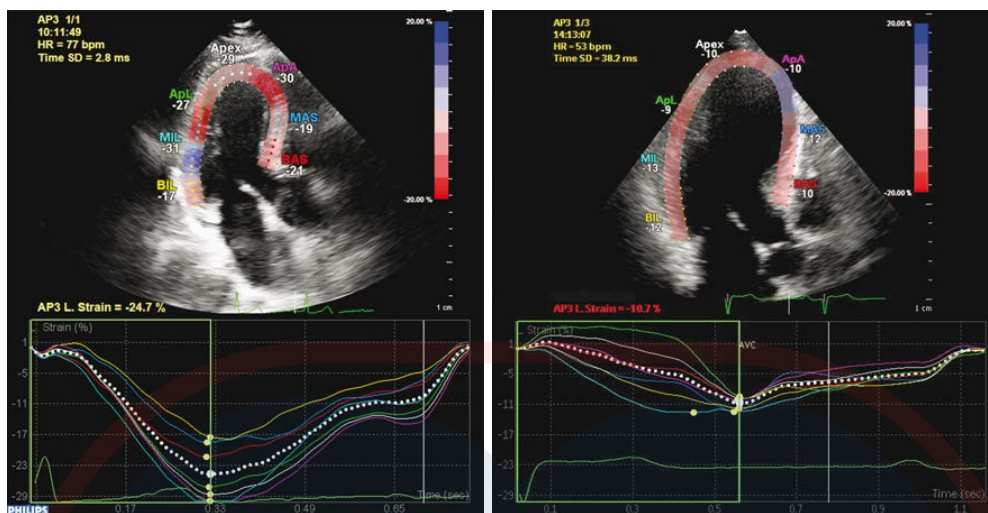


Fig. 8.10 Tensión 3D para el movimiento de pared regional. Vista de eje largo apical con tensión de seguimiento de moteado en un paciente con movimiento normal de la pared y tensión longitudinal normal (*tensión L.*) del -24,7% (izquierda) y en un paciente un infarto de miocardio apical anterior que produce diferentes grados y tasas de tensión durante la sistólica con una tensión total reducida en el eje largo del -10,7% (derecha).

TABLA 8.2 Ecocardiografía de estrés

Tipo estrés	Ventajas	Desventajas
Ejercicio en caminadora	Ampliamente disponible. Alta carga de trabajo. Datos validados en la duración del ejercicio y la recuperación del ritmo cardiaco.	Imágenes solo después del ejercicio en caminadora.
Ergometría en bicicleta	Imágenes durante el ejercicio.	Las imágenes pueden ser técnicamente difíciles. Carga de trabajo más baja. Datos menos validados en la duración del ejercicio y pronóstico.
Dobutamina + atropina	Imágenes continuas. No requiere de la actividad física del paciente.	Potenciales efectos adversos de la dobutamina. Nivel de estrés alcanzado.
Vasodilatador	Imágenes continuas. No requiere de la actividad física del paciente.	Potenciales efectos adversos del agente vasodilatador. Inducción de la desigualdad de flujo relativa en lugar de la isquemia per se.
Estimulación auricular	Imágenes continuas. No requiere de la actividad física del paciente.	Requiere estimulación permanente. No simula el ejercicio.

el diagnóstico. La inducción de isquemia durante la ecocardiografía se denomina *ecocardiografía de estrés*. La isquemia se puede inducir al aumentar la demanda de oxígeno del miocardio con ejercicio o mediante intervenciones farmacológicas (tabla 8.2).

Principios básicos de la ecocardiografía de estrés

La ecocardiografía de estrés se basa en el concepto de que se necesita una mayor carga de trabajo cardiaca para provocar signos de disfunción fisiológica en muchos tipos de enfermedades cardiacas. Por ejemplo, en pacientes con enfermedad coronaria, el flujo sanguíneo miocárdico en reposo es adecuado, por lo que la función miocárdica, observada en la

ecocardiografía como engrosamiento de la pared y movimiento endocárdico, es normal en reposo. No obstante, cuando aumenta la carga de trabajo cardiaca, la mayor demanda de oxígeno del miocardio no se puede equilibrar con un aumento del flujo en la arteria coronaria, con la consiguiente isquemia con deterioro del engrosamiento del miocardio y el movimiento endocárdico (figura 8.11). Un aumento en la carga de trabajo cardiaco por lo regular se logra al hacer que el paciente haga ejercicio, ya sea en una bicicleta supina o en una cinta ergométrica vertical, o mediante la infusión de un agente farmacológico, como la dobutamina, que aumenta la frecuencia cardiaca y la presión arterial. Además de las imágenes ecocardiográficas, los elementos clave en la interpretación de los resultados de las pruebas de estrés incluyen:

- Duración del ejercicio.
- Carga de trabajo máxima: aproximada al multiplicar la frecuencia cardíaca por la presión arterial sistólica.
- Síntomas.
- Respuesta de la presión arterial.
- Arritmias.
- Cambios del segmento ST en la ECG.

Los principios básicos de la adquisición de imágenes para la ecocardiografía de estrés son utilizar planos de imagen estándar, garantizar que todos los segmentos de miocardio se visualicen en al menos una vista (y mucho mejor en dos), usar vistas comparables en reposo y estrés, y registrar imágenes en un formato de bucle de cine digital con visualización en paralelo de las imágenes de reposo y estrés. El formato de bucle de cine es esencial porque, de lo contrario, el cambio en la frecuencia cardíaca entre el descanso

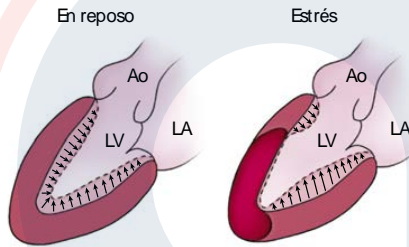


Fig. 8.11 Concepto de ecocardiografía de estrés. Este esquema ilustra a un paciente con una estenosis del 70% en el tercio proximal de la arteria coronaria descendente anterior izquierda (LAD). En reposo (*izquierda*), el movimiento endocárdico y el engrosamiento de la pared son normales. Después del estrés (*derecha*), ya sea ejercicio o farmacológico, los segmentos medio y apical de la pared anterior se vuelven isquémicos, lo cual muestra un movimiento reducido de la pared endocárdica y engrosamiento de la pared. Si la LAD se extiende alrededor del vértice, el segmento apical de la pared posterior también se verá afectado, como se muestra aquí. El segmento normal de la pared posterior muestra hipertrofia compensatoria. Ao, aorta.

y el estrés dificulta la interpretación del movimiento de la pared.

Para la evaluación de la función ventricular regional, es esencial la definición óptima del endocardio. Cuando la definición endocárdica permanece subóptima a pesar del posicionamiento cuidadoso del paciente, se debe considerar el uso de imágenes armónicas y otros ajustes de imagen, ecocardiografía de contraste o un abordaje de imagen no ecocardiográfica.

La sensibilidad de la ecocardiografía de estrés para la detección de enfermedad coronaria depende de la adquisición de imágenes de estrés en la carga de trabajo cardíaca máxima. Con las pruebas de estrés farmacológico, esto rara vez es un problema porque el nivel estrés se puede mantener hasta que se complete la adquisición de la imagen. Sin embargo, con el estrés por ejercicio, la carga de trabajo disminuye rápido al cesar el ejercicio, por lo que las imágenes deben adquirirse lo más rápido posible después del ejercicio. Tanto el tiempo desde la interrupción del ejercicio como la frecuencia cardíaca en el momento de la adquisición de la imagen en comparación con la frecuencia cardíaca máxima se registran como indicadores de la carga de trabajo. Los sistemas de adquisición ecocardiográfica 3D que permiten obtener imágenes simultáneas en tiempo real en múltiples planos de imagen ofrecen la promesa de tiempos de adquisición más rápidos en el momento de mayor tensión, con el potencial de mejorar la sensibilidad de diagnóstico (figura 8.12).

Ecocardiografía de ejercicio

La ecocardiografía de ejercicio se realiza casi siempre con ayuda de protocolos de prueba de ejercicio estándar. Los protocolos de ejercicio en bicicleta en posición supina o vertical tienen la ventaja de que se pueden realizar imágenes ecocardiográficas durante el ejercicio en cada nivel progresivo de esfuerzo,

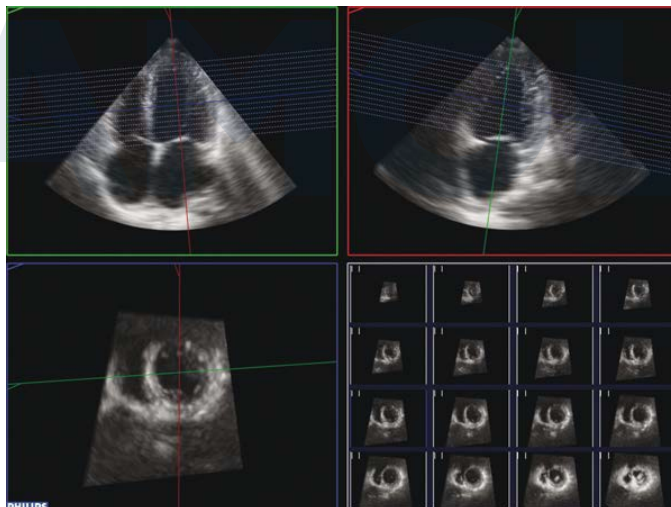


Fig. 8.12 Imagen multipanorámica para la evaluación de la función regional. Ejemplo de una pantalla multipanorámica derivada de un ecocardiograma de estrés 3D de volumen completo. El panel inferior derecho muestra vistas simultáneas del eje corto desde el vértice (*parte superior izquierda*) hasta la base (*parte inferior derecha*) del ventrículo izquierdo. La distancia entre cada imagen de eje corto mostrada de forma adyacente es igual, y las posiciones de estos planos de recorte transversales se muestran como líneas blancas en los cortes coronal y sagital.

incluido el ejercicio máximo. Los protocolos de ejercicio en cinta rodante tienen la ventaja de que se puede lograr una mayor carga de trabajo total, pero la desventaja de que la imagen solo se puede realizar después del ejercicio. Las anomalías en el movimiento de la pared que se resuelven muy rápido después del ejercicio pueden pasarse por alto.

Las imágenes en reposo se adquieren en formato de cine digital para vistas estándar del LV. Los protocolos de ejercicio estándar se utilizan con la supervisión de ECG de 12 derivaciones, la presión arterial y los síntomas por parte de un profesional médico calificado durante y después del protocolo de ejercicio. Los riesgos de la ecocardiografía de ejercicio son los riesgos de la prueba de ejercicio en sí. Ya sea durante el ejercicio máximo (bicicleta supina o sentada) o justo después del ejercicio (cinta de correr), se repite la adquisición de imágenes de cine digital. El paciente se ejercita al máximo de la capacidad en lugar de un ritmo cardíaco objetivo porque la precisión es máxima con una alta

carga de trabajo. La frecuencia cardíaca comienza a disminuir justo al interrumpir el ejercicio; por lo tanto, las cuatro imágenes estándar después del estrés deben adquirirse lo más rápido posible (dentro de los 90 segundos) después del ejercicio, y la frecuencia cardíaca en el momento de la adquisición de la imagen debe mostrarse en la pantalla. Por lo general, se registran digitalmente cuatro o más ciclos secuenciales, y el examinador elige luego la mejor imagen para compararla con las vistas de la línea de base (figura 8.13). Esto permite la eliminación de imágenes de baja calidad debido al movimiento respiratorio. A continuación, las imágenes digitales de bucle de cine de reposo y ejercicio se muestran una al lado de la otra para poder comparar el movimiento endocárdico y el engrosamiento de la pared para cada región miocárdica.

La interpretación de un ecocardiograma de estrés con ejercicio incluye la incorporación de datos sobre la carga de trabajo máxima alcanzada (duración del ejercicio), la respuesta de la frecuencia cardíaca y la presión arterial al ejercicio, la presencia de arritmias y los síntomas clínicos, así como la evaluación de las imágenes ecocardiográficas. Se necesita un abordaje sistemático, que compare cada segmento a su vez, para la detección de anomalías sutiles (figura 8.14).

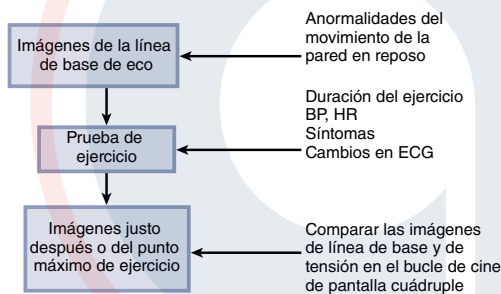


Fig. 8.13 Diagrama de flujo de un protocolo de ecocardiografía de ejercicio. BP, presión arterial; ECG, electrocardiograma; HR, frecuencia cardíaca.

Ecocardiografía de estrés con dobutamina

Evaluación por isquemia

Las pruebas de estrés farmacológico con dobutamina intravenosa se basan en el aumento de la frecuencia cardíaca y la contractilidad inducidas por este potente agonista beta. La dobutamina se inicia a una dosis baja (5 µg/kg/min) y se incrementa poco a poco cada 3 minutos con una bomba de infusión intravenosa calibrada a (10, 20, 30 y 40 µg/kg/



Fig. 8.14 Ecocardiograma de ejercicio anormal. Comparado con las imágenes de reposo, este estudio muestra el desarrollo de la aquinesia apical (flechas) con el ejercicio. Las imágenes sistólicas finales se muestran en reposo a la izquierda y justo después del ejercicio a la derecha en la vista apical de cuatro cámaras (A4C) (arriba) y la vista apical de dos cámaras (A2C) (abajo). La función regional fue normal en reposo, con movimiento endocárdico normal y engrosamiento de la pared en todos los segmentos. Con el estrés, el tabique inferior apical y la pared inferior se vuelven aquinéticos, lo que es compatible con isquemia inducible en el territorio distal anterior de la arteria coronaria descendente anterior.

min) hasta la dosis máxima o haya alcanzado un criterio de valoración. La atropina se usa según sea necesario, en dosis divididas de 0,25 a 0,5 mg (máximo total de 2,0 mg), para alcanzar el objetivo del 85% de la frecuencia cardíaca máxima predicha del paciente. Para minimizar la probabilidad de efectos adversos significativos y para optimizar la calidad de los datos obtenidos, un examen de ecocardiografía de estrés con dobutamina requiere un protocolo de estudio bien definido realizado en el entorno clínico apropiado.

La monitorización del paciente durante la ecocardiografía de estrés con dobutamina incluye:

- Presiones sanguíneas periódicas (por lo usual cada 2 a 3 minutos).
- Monitorización continua de ECG.
- Observación cuidadosa de síntomas o signos clínicos.

El equipo adecuado, los medicamentos y el personal capacitado deben estar disponibles de inmediato en caso de un efecto adverso, incluido un desfibrilador cardíaco, medicamentos cardíacos de emergencia, esmolol intravenoso (un beta bloqueador que contrarresta los efectos de la dobutamina) y un médico calificado.

Después de colocar una línea intravenosa para la administración de dobutamina, el paciente se ubica en una posición de decúbito lateral izquierdo en un extensor de eco con un corte apical para permitir la adquisición óptima de la imagen a lo largo del protocolo de estudio. Inicialmente, la línea intravenosa se llena solo con solución salina mientras se obtienen los datos de reposo. La recolección de datos al inicio del estudio, a cada nivel de dosis y durante la recuperación incluye frecuencia cardíaca, presión arterial, síntomas, un ECG de 12 derivaciones e imágenes ecocardiográficas (figura 8.15). Las vistas estándar incluyen imágenes paraesternales de eje corto en los

niveles de la base y la cavidad media e imágenes apicales de cuatro cámaras, dos cámaras y ejes largos con adquisición de imagen digital en cada vista o con adquisición de imagen 3D en cada etapa. Algunos centros también registran las velocidades de llenado y expulsión del LV en Doppler en cada etapa del protocolo estrés.

Los criterios de valoración para detener la prueba son:

- Alcanzar la dosis máxima de protocolo.
- Malestar del paciente.
- Una anomalía definida del movimiento de la pared que involucra dos o más segmentos adyacentes.
- Elevación del segmento ST en ECG.
- Alcanzar el 85% de la frecuencia cardíaca máxima predicha para la edad.
- Una presión arterial sistólica >200 o <100 mmHg o una presión arterial diastólica >120 mmHg, o
- Arritmias ventriculares significativas.

Aunque las complicaciones graves son poco frecuentes cuando se observan las precauciones adecuadas, los efectos adversos informados incluyen ansiedad, temblores, palpitaciones, arritmias, parestesias y dolor de pecho. Alrededor del 10% de los pacientes tienen latidos auriculares o ventriculares prematuros, y hasta el 4% de los pacientes experimentan taquicardia supraventricular o ventricular no sostenida. Debido a que el propósito de la prueba es inducir isquemia, algunos pacientes presentan cambios ecocardiográficos o evidencia de isquemia en el ECG y pueden experimentar angina. Sin embargo, la frecuencia de la angina puede ser menor que con la prueba de esfuerzo con ECG estándar porque el protocolo se puede detener tan pronto como se observen anomalías en el movimiento de la pared (que con frecuencia es antes de que ocurra la angina). La hipotensión ocurre en hasta el 10% de los pacientes debido a la vasodilatación mediada por el receptor β_2 periférico, pero a diferencia de la hipotensión con la prueba de ejercicio, *no* es un predictor de enfermedad coronaria grave o un peor pronóstico. En general, el riesgo de infarto de miocardio o fibrilación ventricular es alrededor de 1 en 2.000 estudios. Las contraindicaciones para la ecocardiografía de estrés con dobutamina incluyen angina inestable, hipertensión no controlada o sensibilidad a la dobutamina.

Las imágenes ecocardiográficas se interpretan después de reformatear las imágenes digitales, y cada cuadrante de la pantalla muestra una etapa de estrés diferente (figura 8.16). Para cada segmento miocárdico, el movimiento de la pared se compara en imágenes emparejadas de una manera sistemática. Debido a que el engrosamiento de la pared y el movimiento endocárdico normalmente aumentan con la dobutamina, un resultado anormal de la prueba se define como la observación de hipocinesia o aquinesia en una región que tenía un movimiento normal de la pared en reposo (figura 8.17).

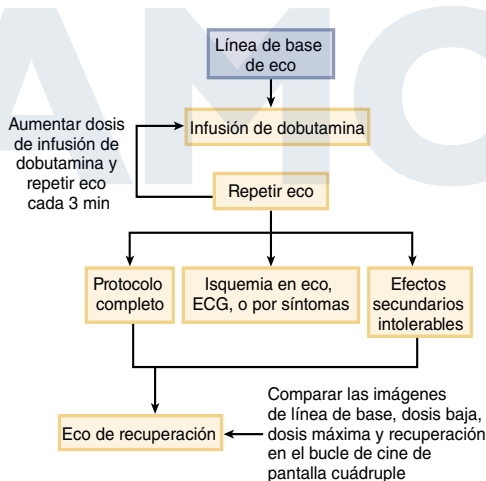


Fig. 8.15 Diagrama de flujo del protocolo de eco de estrés con dobutamina.

Fig. 8.16 Ecocardiografía estrés con dobutamina normal. El formato de visualización estándar muestra la vista apical de cuatro cámaras al final de la sístole al inicio del estudio, dobutamina en dosis bajas (5 µg/kg/min), dobutamina en dosis altas (40 µg/kg/min) e imágenes de recuperación. Este ejemplo muestra las imágenes sistólicas finales en la vista apical de cuatro cámaras (A4C) (arriba) y la vista apical de dos cámaras (A2C) (parte inferior) al inicio y en la dosis máxima de dobutamina.

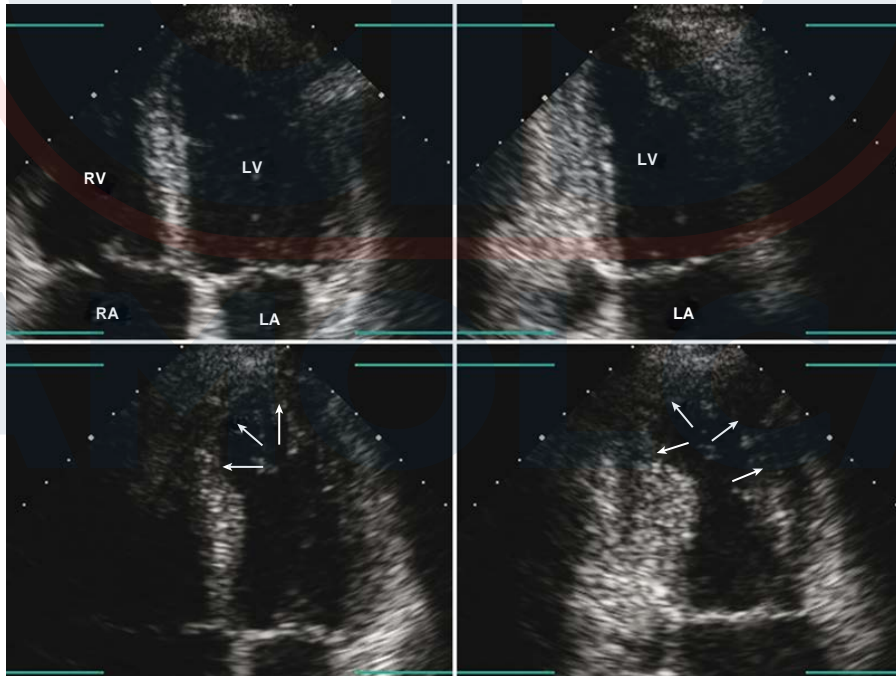
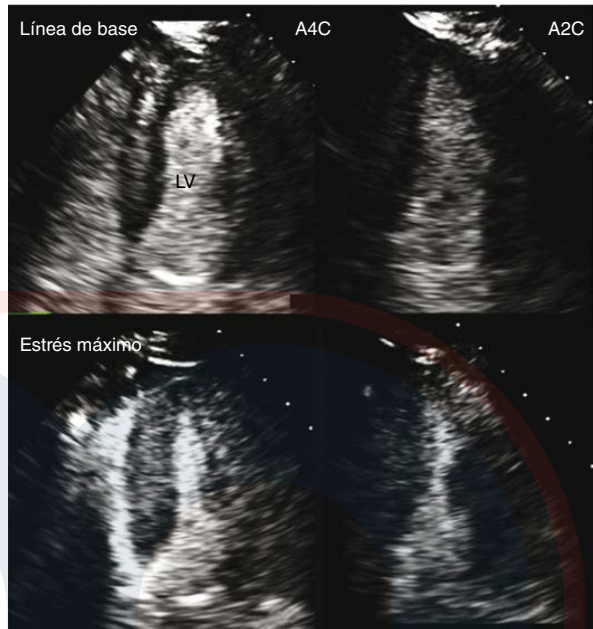


Fig. 8.17 Estudio ecocardiográfico de estrés con dobutamina anormal. Las imágenes de referencia (arriba) en la sístole final en una vista apical de cuatro cámaras (izquierda) y una vista apical de dos cámaras (derecha) se comparan con la dosis máxima (40 µg/kg/min de dobutamina más 0,5 mg de atropina), imágenes de sístole final en la parte inferior. Los segmentos apicales del tabique, las paredes anterior e inferior se volvieron aquinéticos con la dosis máxima de dobutamina (flechas), lo que indica una enfermedad arterial coronaria significativa en la distribución de la arteria coronaria descendente anterior izquierda.

Evaluación por viabilidad miocárdica

Además de la detección de miocardio isquémico, se ha propuesto la ecocardiografía de estrés con dobutamina como un método para evaluar la viabilidad miocárdica en regiones que están “aturdidas” o “en hibernación”. Por ejemplo, después del tratamiento del infarto de miocardio con terapia trombolítica, la extensión del miocardio viable en el área de riesgo puede no estar claro temprano después del evento debido al “aturdimiento” miocárdico. Alternativamente, un paciente con enfermedad coronaria crónica puede tener hipocinesia o aquinesia al inicio debido a la “hibernación” del miocardio, que puede recuperarse con la revascularización. En estas dos configuraciones, se ha informado que la infusión de dobutamina en dosis bajas (de 5 a 10 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$) de dosis ecocardiográficas muestra un mejor engrosamiento de la pared y movimiento endocárdico en segmentos viables del miocardio. Por supuesto, con dosis más altas de dobutamina, puede empeorar la función regional debido a la inducción de isquemia. Este patrón de mejoría inicial a dosis bajas, con el empeoramiento posterior de la función miocárdica a dosis más altas de dobutamina, se denomina *respuesta bifásica*.

Otras modalidades de estrés

Algunos investigadores han propuesto vasodilatadores (dipiridamol o adenosina) para la prueba de esfuerzo ecocardiográfica en función del patrón diferencial del flujo sanguíneo coronario inducido por estos agentes: aumento del flujo sanguíneo en las arterias coronarias normales con una disminución relativa en el flujo sanguíneo en los vasos enfermos. El éxito general con este abordaje ha sido mayor con las imágenes de perfusión nuclear debido a que la diferencia en el flujo sanguíneo entre las regiones abastecidas por arterias coronarias normales y anormales se puede ver en las imágenes de radionúclidos. Los resultados con las imágenes ecocardiográficas han sido menos consistentes porque se necesita isquemia real (no solo una diferencia relativa en el flujo sanguíneo) para discernir una anomalía en el movimiento de la pared. En pacientes con un marcapasos permanente, la estimulación auricular para alcanzar la frecuencia cardíaca objetivo es otra opción.

Limitaciones y aspectos técnicos

La ecocardiografía de estrés tiene una alta sensibilidad y especificidad para el diagnóstico de enfermedad coronaria significativa. Además, permite una definición confiable de la ubicación anatómica y la extensión del miocardio isquémico. Empero, la ecocardiografía de estrés tiene limitaciones técnicas y fisiológicas potenciales:

- Definición endocárdica.
- Movimiento cardíaco y respiratorio.
- Estrés inadecuado o carga de trabajo.
- Función de LV en reposo anormal.

La evaluación del movimiento de la pared endocárdica y el engrosamiento de la pared requiere una

delineación adecuada del endocardio para cada segmento miocárdico. La atención cuidadosa al posicionamiento del paciente, la orientación del transductor y los parámetros de procesamiento de imágenes pueden mejorar la calidad de la imagen, pero la definición de ciertos segmentos, en particular la pared anterior, es difícil en algunos individuos debido al tejido pulmonar adyacente. Los agentes de contraste que opacifican el LV después de la administración intravenosa deben usarse para mejorar la detección de anomalías del movimiento de la pared regional cuando la definición endocárdica es subóptima.

Las imágenes en ejercicio y posteriores al ejercicio pueden estar limitadas por la interferencia respiratoria debido a una frecuencia respiratoria rápida. La adquisición digital en formato de bucle de cine de varios ciclos, seguida de la selección de las mejores imágenes, es necesaria para la correcta interpretación. Los posibles efectos de la traslación y rotación cardíaca, tanto entre la sístole y la diástole como entre la línea de base y el estrés, deben considerarse en las comparaciones del movimiento de la pared. La interpretación de un estudio ecocardiográfico de estrés incluye una descripción de la calidad de la imagen como un indicador de la fiabilidad de estos resultados. Las imágenes subóptimas deben interpretarse con cautela.

Las limitaciones fisiológicas potenciales están relacionadas con el hecho de que el movimiento anormal de la pared se produce solo *durante* la isquemia. Primero, si el “estrés” utilizado *no* induce isquemia, no se observará ninguna anomalía en el movimiento de la pared, incluso si existe una enfermedad coronaria significativa. Por ejemplo, un paciente con una duración limitada del ejercicio debido al dolor de cadera no logrará un nivel de esfuerzo que resulte en isquemia. De manera similar, un “estrés” farmacológico que no induce isquemia no inducirá una anomalía en el movimiento de la pared. En segundo lugar, la duración de la isquemia es importante. Si la isquemia se ha resuelto en el momento en que se realiza la imagen, la anomalía de movimiento de la pared no se detectará. Esto es en especial preocupante con el ejercicio en cinta rodante porque la imagen ecocardiográfica se realiza después del esfuerzo, aunque esta posible limitación se ve contrarrestada por la mayor carga de trabajo máxima alcanzada antes del período de recuperación en comparación con los protocolos de ejercicio en bicicleta.

La ecocardiografía de estrés en pacientes con función global o regional anormal en reposo es más difícil de interpretar que en sujetos con función sistólica del LV normal en reposo. La presencia de una anomalía del movimiento segmentario en reposo implica la presencia de una enfermedad de la arteria coronaria, con un infarto de miocardio previo. Con las imágenes de estrés, las nuevas anomalías en el movimiento de la pared en regiones alejadas del lugar del movimiento anormal de la pared en reposo indican áreas adicionales de isquemia. La evaluación de áreas adyacentes a la anomalía de movimiento de la pared en reposo es problemática debido a un posible efecto de anclaje por la región anormal. En pacientes con

TABLA 8.3 Abordajes para la evaluación de la isquemia miocárdica

Abordaje diagnóstico	Metodología	Ventajas	Desventajas
ECG de estrés	Pruebas de ejercicio en una cinta rodante o bicicleta con registro continuo de ECG de 12 derivaciones.	<ul style="list-style-type: none"> Bajo costo; ampliamente disponible; apropiado para el diagnóstico inicial en muchos pacientes. Las pruebas de ejercicio proporcionan datos sobre la capacidad de ejercicio, la presión arterial y la respuesta de la frecuencia cardíaca y los posibles síntomas provocados. 	<ul style="list-style-type: none"> Baja sensibilidad y especificidad, en particular en mujeres; requiere habilidad para ejercitarse a carga de trabajo adecuada.
Eco de estrés	Ejercicio o estrés farmacológico con ultrasonografía del movimiento de la pared.	<ul style="list-style-type: none"> Mayor sensibilidad y especificidad en comparación con ECG de estrés; identifica la distribución coronaria afectada y el área de miocardio en riesgo; no invasivo, sin radiación ionizante. 	<ul style="list-style-type: none"> La calidad de imagen puede ser subóptima en pacientes más grandes, pero, puede mejorarse con contraste.
Imágenes de perfusión nuclear de SPECT de estrés	Ejercicio o prueba de estrés farmacológico con visualización de radiotrazadores de perfusión miocárdica.	<p>Pruebas de ECG no invasivas, más sensibles y específicas que el estrés; identifica la distribución coronaria afectada y el área de miocardio en riesgo. Es pronóstico de los resultados.</p> <ul style="list-style-type: none"> La imagen de reperfusión tardía permite evaluar la viabilidad miocárdica. 	<ul style="list-style-type: none"> Radiación ionizante. Mala calidad de imagen en pacientes muy obesos. La corrección de atenuación con SPECT mejora esto.
Imágenes PET de estrés	Ejercicio o prueba de estrés farmacológico con visualización de radiotrazadores de perfusión miocárdica.	<ul style="list-style-type: none"> No invasivo, sensible y específico para el diagnóstico de enfermedad coronaria. Mejora de la calidad de la imagen en pacientes más grandes proporciona pronóstico. Cuantificación del flujo sanguíneo miocárdico absoluto y reserva de flujo coronario. 	<ul style="list-style-type: none"> Pequeña cantidad de radiación ionizante; no ampliamente disponible; costo. Solo estrés farmacológico (sin ejercicio).
Angiografía coronaria	Inyección de medio de contraste en las arterias coronarias en el cateterismo cardíaco.	<ul style="list-style-type: none"> Visualización directa y detallada de la anatomía coronaria. Se puede combinar con ultrasonografías intravasculares y mediciones de reserva de flujo fraccional. Permite una rápida intervención terapéutica después del diagnóstico. 	<ul style="list-style-type: none"> Invasivo, uso de colorante de contraste, exposición a la radiación ionizante, costo. Pobre correlación entre la severidad de la estenosis y la fisiología.
Angiografía coronaria CT	Imágenes de CT con ECG de alta resolución con administración de contraste IV.	<ul style="list-style-type: none"> Imágenes detalladas no invasivas de la anatomía coronaria para caracterizar la placa intracoronaria. 	<ul style="list-style-type: none"> Uso de medio de contraste, exposición a radiación ionizada, costo.
Imagen CMR	Imágenes en reposo para la evaluación de la anatomía de la arteria coronaria y para la evaluación del infarto de miocardio y la fibrosis; posibles imágenes de perfusión por estrés.	<ul style="list-style-type: none"> Permite la identificación de las anomalías coronarias. El miocardio viable se puede distinguir de forma fiable del tejido infartado. El movimiento de la pared en reposo, el estrés y la perfusión miocárdica se pueden evaluar con imágenes de cine CMR con una prueba estrés farmacológico. 	<ul style="list-style-type: none"> Costo, complejidad; no ampliamente disponible.

CMR, resonancia magnética cardíaca; *CT*, tomografía computarizada; *ECG*, electrocardiograma; *IV*, intravenoso; *PET*, tomografía por emisión de positrones; *SPECT*, tomografía computarizada por emisión de fotón único.

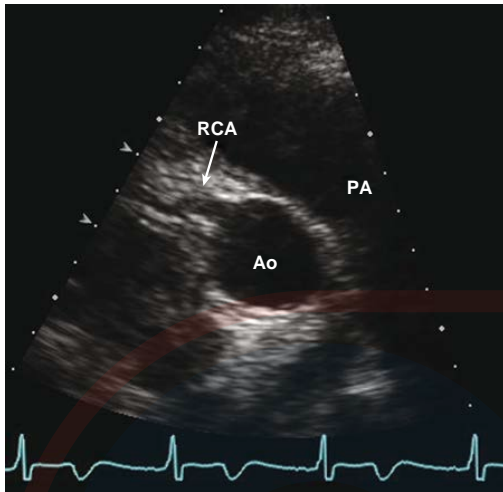


Fig. 8.18 Arteria coronaria derecha vista en una ecocardiografía transtorácica, paraesternal, vista de eje corto. Ao, aorta; PA, arteria pulmonar.

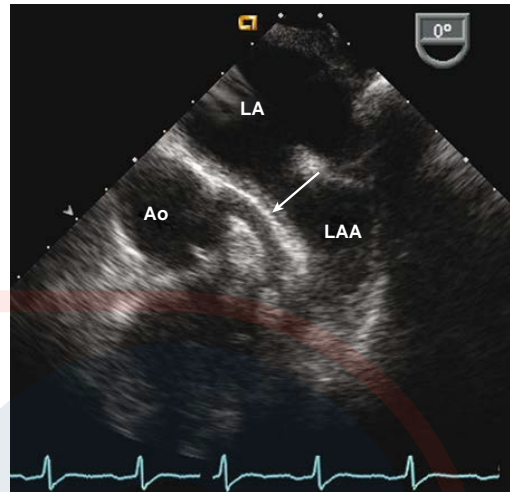


Fig. 8.20 Arteria coronaria descendente anterior izquierda en ecocardiografía transesofágica. En el mismo paciente que en la figura 8.18, la ligera extracción de la sonda con angulación hacia el vértice muestra la arteria coronaria principal izquierda que continúa hacia la arteria coronaria descendente anterior izquierda (flecha). La circunferencia de la arteria coronaria se extiende fuera del plano de la imagen. Ao, aorta; LAA, apéndice auricular izquierdo.

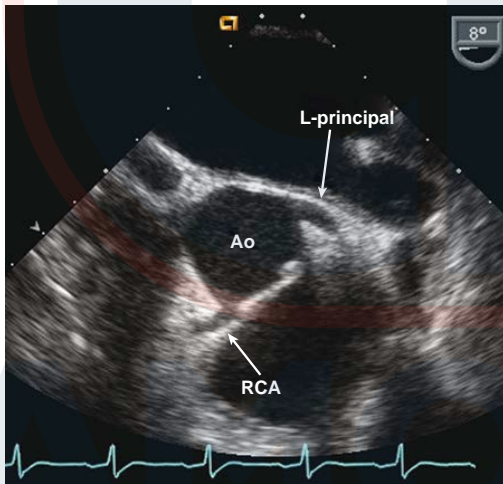


Fig. 8.19 Ecocardiografía transesofágica vista de eje corto que muestra los orígenes de las arterias coronarias izquierda y derecha. Ao, aorta; L-principal, arteria coronaria principal izquierda; RCA, arteria coronaria derecha.

disfunción sistólica global en reposo, que puede deberse a enfermedad isquémica terminal, miocardiopatía o enfermedad valvular crónica, la ecocardiografía de estrés es menos específica para el diagnóstico de enfermedad coronaria.

Abordajes alternos

En pacientes con enfermedad coronaria presunta o conocida, la elección del estrés y la modalidad de imagen depende de los factores relacionados con el

paciente y de la pregunta clínica específica. De manera óptima, el método de estrés se elige para permitir una carga de trabajo adecuada en ese paciente, con pruebas farmacológicas utilizadas en pacientes que no pueden ejercer una carga de trabajo máxima debido a condiciones ortopédicas, neurológicas, pulmonares u otras. La elección de la modalidad de imagen se basa en la calidad de la imagen en cada paciente y el tipo de información necesaria (tabla 8.3).

Los orígenes de las arterias coronarias derecha e izquierda con frecuencia se pueden identificar en las imágenes transtorácicas (figura 8.18). En las imágenes de TEE, la coronaria izquierda proximal se puede seguir hasta su bifurcación hacia las arterias circunfleja y descendente anterior izquierda (figuras 8.19 y 8.20), y con frecuencia se pueden obtener imágenes de estas ramas en una porción de su longitud, al igual que la arteria coronaria derecha. Sin embargo, la toma de decisiones clínicas con frecuencia requiere un conocimiento detallado de toda la extensión de la anatomía coronaria. Las imágenes por ultrasonografía son un método subóptimo para evaluar los vasos coronarios algo pequeños que se mueven con la superficie epicárdica del corazón.

Utilidad clínica

La utilidad de la ecocardiografía de estrés en pacientes con enfermedad arterial coronaria conocida o sospechada incluye (tabla 8.4):

- Detección de enfermedad arterial coronaria.
- Valoración del área de miocardio en riesgo.
- Estratificación del riesgo tras infarto de miocardio.

TABLA 8.4 Enfermedad de la arteria coronaria: correlación clínica-ecocardiográfica

	Anatomía coronaria	Presentación clínica	Hallazgos ecocardiográficos
Enfermedad coronaria asintomática	El estrechamiento de la arteria coronaria <70% no causa síntomas o isquemia de miocardio.	El eco de estrés se puede solicitar en pacientes asintomáticos con alto riesgo de enfermedad coronaria (por ejemplo, para evaluar el riesgo antes de la cirugía no cardiaca).	Un eco de estrés normal no excluye la enfermedad coronaria aterosclerótica, pero indica una baja probabilidad de isquemia significativa.
Angina estable crónica	Estenosis coronaria >70% de estrechamiento, por lo usual es asintomática, pero causa síntomas con el ejercicio.	Angina típica en ejercicio.	LV regional en reposo normal y función sistólica global. El eco de estrés muestra anomalías de movimiento de pared inducibles en la distribución de la arteria coronaria afectada.
Síndrome coronario agudo	Oclusión coronaria o estenosis grave con rotura de una placa aterosclerótica y trombo luminal.	Dolor torácico agudo. El diagnóstico diferencial incluye disección aórtica, pericarditis, AS, HCM.	Aquiesia o hipoaquiesia del miocardio irrigado por el vaso ocluido con espesor de pared normal. Con angina inestable, la movilidad de la pared puede ser normal entre episodios de dolor.
Infarto antiguo de miocardio	Arteria coronaria ocluida con vaso distal atenuado. Los vasos colaterales a menudo están presentes.	Asintomático si no están estenosadas otros vasos coronarios. Insuficiencia cardíaca si hay disfunción significativa del LV.	Reducción de la ecogenicidad y aquiesia aumentadas en la distribución de la arteria coronaria afectada. MR isquémica puede estar presente.
Enfermedad isquémica terminal	Múltiples oclusiones coronarias antiguas, pequeños vasos distales.	Insuficiencia cardíaca.	LV dilatado con fracción de eyección muy reducida. Áreas de aquiesia y áreas de función normal del LV están presentes. Disfunción diastólica del LV. Función sistólica del RV es normal, a menos que haya presencia de un infarto de RV. MR isquémica puede estar presente.

AS, estenosis aórtica; HCM, miocardiopatía hipertrófica; MR, regurgitación mitral.

- Evaluación después de la revascularización.
- Detección de viabilidad miocárdica.

La ecocardiografía de estrés es muy útil para la detección de enfermedad arterial coronaria en grupos específicos de pacientes, que incluyen:

- Mujeres con síntomas de dolor torácico o factores de riesgo cardíaco, o ambos.
- Pacientes tras trasplante de corazón.
- Pacientes considerados para trasplante renal.
- Pacientes sometidos a cirugía vascular.

La ecocardiografía de estrés también se puede usar para evaluar los cambios en la hemodinámica cardíaca, incluidos los gradientes y áreas de las válvulas, la gravedad del regurgitante y las presiones pulmonares. Como se discute en los capítulos 11 y 17, la ecocardiografía se usa en pacientes con cardiopatía valvular o congénita para evaluar los cambios con estrés en:

- Gradiente de la válvula aórtica y área en la estenosis aórtica calcificada.
- Gravedad regurgitante mitral en la valvulopatía mitral mixomatosa.

- Presiones pulmonares en estenosis mitral o regurgitación.
- Gradientes de presión de coartación aórtica.
- Obstrucción del flujo dinámico en la miocardiopatía hipertrófica.

Diagnóstico de la enfermedad de la arteria coronaria

La precisión de la ecocardiografía de estrés para el diagnóstico de enfermedad coronaria significativa depende en gran medida de la calidad de la imagen, en específico de la definición del endocardio, y la mayoría de los investigadores reportan tasas de éxito para obtener imágenes de diagnóstico después de un ejercicio en cinta rodante del 85% al 100% en sus pacientes. La tasa de éxito para la adquisición de imágenes y la calidad de las imágenes obtenidas tienden a ser mayores con el ejercicio supino (con el cual el paciente puede posicionarse de manera óptima) y con el estrés farmacológico (que tiene la ventaja adicional de un pequeño aumento de la interferencia respiratoria).

En comparación con la angiografía coronaria, con una enfermedad significativa definida como un 50%

de estrechamiento de una arteria coronaria epicárdica, la ecocardiografía de estrés tiene una sensibilidad general del 74% al 97% y una especificidad del 64% al 100% para diagnosticar la presencia de enfermedad coronaria (ver apéndice B, tablas B.6 y B.7). La sensibilidad es más alta para la enfermedad de múltiples vasos (>90%) y más baja para la enfermedad de un solo vaso (del 60% al 80%) en estos estudios. En comparación, la ECG con ejercicios tuvo una sensibilidad mucho más baja entre el 51% y el 63% y la especificidad entre el 62% y el 74%, mientras que las imágenes de perfusión con talio-201 en el ejercicio tienden a tener una precisión similar a la de la ecocardiografía, con una sensibilidad del 61% al 94% y una especificidad del 81%.

Ubicación y extensión de las áreas isquémicas

Cuando la calidad de imagen es adecuada, la ecocardiografía de estrés también permite una evaluación precisa de la ubicación y extensión del área del miocardio isquémico. Al integrar los datos de múltiples vistas o usar imágenes en 3D, se puede hacer una estimación razonable de la ubicación de las lesiones coronarias significativas. Las estimaciones ecocardiográficas de qué y cuántas arterias coronarias se ven afectadas se correlacionan bien con los hallazgos angiográficos.

Implicaciones del pronóstico

La relación entre los resultados ecocardiográficos de estrés y el resultado clínico se ha evaluado en varios estudios y en un metanálisis (apéndice B, tablas B.8 y B.9). En pacientes con enfermedad coronaria conocida o sospechada, un ecocardiograma de estrés normal tiene un valor predictivo negativo del 98% para el infarto de miocardio o la muerte cardiovascular en los próximos 3 años. La interpretación de una prueba de esfuerzo depende de la probabilidad de la enfermedad antes de la prueba, incluidos los factores de riesgo clínico como la edad, el sexo, la diabetes, el tabaquismo, la hipertensión y la hipercolesterolemia. Además, los indicadores de una mayor probabilidad de un resultado adverso con la ecocardiografía de ejercicio, al igual que con todas las pruebas de esfuerzo, incluyen la capacidad de ejercicio, la angina inducida por el ejercicio y la respuesta de la presión arterial al ejercicio. Sin embargo, las imágenes ecocardiográficas proporcionan información pronóstica adicional, con los factores predictivos clave del resultado clínico, incluidas las anomalías del movimiento de la pared en reposo, la fracción de eyección y la extensión de la isquemia. De manera similar, con el estrés con dobutamina, la ecocardiografía proporciona un valor incremental con el movimiento de la pared en reposo y la evidencia de isquemia inducible que predice eventos cardiovasculares.

INFARTO MIOCÁRDICO

Principios básicos

El síndrome coronario agudo incluye pacientes que presentan dolor torácico agudo debido a isquemia

transitoria en reposo (angina inestable), pacientes con infarto de miocardio sin elevación del segmento ST y pacientes con infarto de miocardio con elevación del segmento ST (o transmural). De manera patológica, el infarto de miocardio se define como una lesión irreversible del miocardio debido a una isquemia prolongada, por lo usual secundaria a una oclusión trombótica aguda de una arteria coronaria epicárdica en el sitio de una placa aterosclerótica. Inicialmente, el miocardio afectado se vuelve aquinético, con un grosor normal de la pared. A lo largo del tiempo (4 a 6 semanas), un infarto miocárdico con elevación del ST no reperfundido da como resultado un área definida de aquinesia y adelgazamiento de la pared. Un infarto de miocardio sin elevación del segmento ST produce un menor grado de adelgazamiento de la pared e hipocinesia en lugar de aquinesia. Pese a ello, en la era actual, la magnitud del daño miocárdico en pacientes con síndrome coronario agudo depende de la velocidad y el éxito de la terapia de reperfusión. En la ecocardiografía se observa una serie de hallazgos correspondientes, con el grado de anomalías en el movimiento de la pared que van desde un infarto transmural grande hasta un LV casi normal.

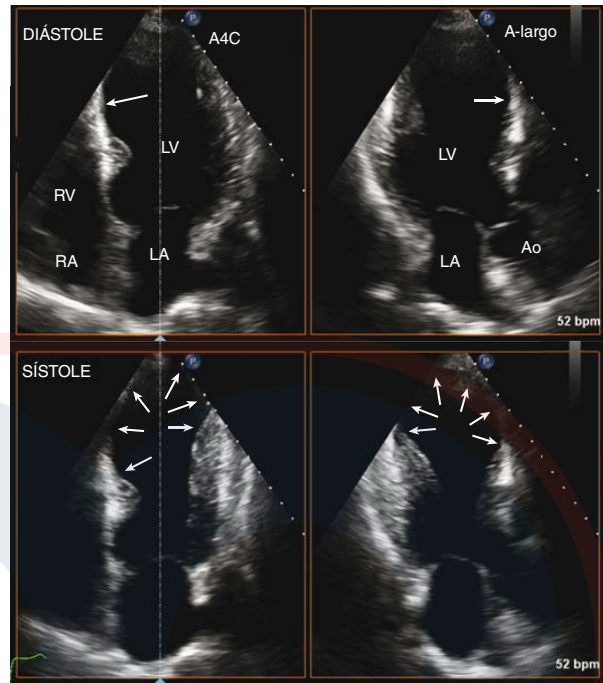
Imágenes ecocardiográficas

Los segmentos miocárdicos afectados y las vistas ecocardiográficas para la evaluación del infarto de miocardio son las mismas que las descritas para la isquemia miocárdica. Una oclusión de la arteria descendente anterior izquierda da lugar a una aquinesia del tabique anterior, la pared libre anterior y el vértice (figura 8.21). Las imágenes en las vistas del eje largo y corto paraesternales y en las vistas apicales demuestran estas anomalías del movimiento de la pared segmentaria. En el contexto agudo (figura 8.22), las paredes no afectadas son hipericinéticas. En general, la función sistólica del LV suele estar moderadamente deprimida, con una fracción de eyección promedio del $41 \pm 11\%$ después de un infarto de miocardio anterior no reperfundido debido a una oclusión de la arteria descendente anterior proximal.

La oclusión de la arteria descendente posterior da como resultado un infarto de miocardio inferior con aquinesia del tabique inferior, la pared libre inferior y (en un grado variable) la pared inferolateral (posterior). De nuevo se utilizan vistas parasternales y apicales. El abordaje subcostal es de manera particular útil en pacientes con mala calidad de imagen de ventanas paraesternales y apicales. Por lo general, la función sistólica del LV en general está solo un poco deprimida, con una fracción de eyección media posterior al infarto del $53 \pm 10\%$ después de un infarto inferior no reperfundido. Con infarto inferior, el ecocardiógrafo también debe evaluar un posible infarto concurrente de RV.

La oclusión de la arteria circunfleja, que resulta en un infarto de miocardio lateral, es menos frecuente y con frecuencia es “silenciosa” en la electrocardiografía. Se observa aquinesia de las paredes anterolateral y posterolateral, con una fracción de eyección leve a moderada, según la extensión del miocardio suministrada por la arteria circunfleja en ese individuo.

Fig. 8.21 Antiguo infarto de miocardio anterior. Las imágenes de biplano en una cámara apical de cuatro cámaras (A4C) y de eje largo apical (A-largo) en la diástole final (parte superior) muestran adelgazamiento y aumento de la ecogenicidad del tabique anterior y tabique posterior (flechas). En la sístole (parte inferior), se observa una aquinesia de la mitad apical del tabique anterior e inferior, así como la totalidad del capuchón apical y los segmentos apicales de las paredes laterales y posteriores, como indican las flechas. Estos hallazgos son consistentes con un infarto previo en el territorio de la arteria coronaria descendente anterior izquierda. Ao, aorta.



Tenga en cuenta que estos patrones “clásicos” de anomalías en el movimiento de la pared se modifican con la variación individual en la anatomía coronaria y la ubicación de la oclusión a lo largo de la arteria coronaria. Además, estos patrones son alterados por el uso de la terapia de reperfusión.

En el infarto agudo de miocardio, la función diastólica, así como la función sistólica, es anormal. En forma aguda, la relajación diastólica se altera con la normalización durante las siguientes 1 a 2 semanas cuando la reperfusión es exitosa. Con una reperfusión tardía o ineficaz que resulta en un infarto grande, a un patrón inicial de relajación alterada le sigue unaseudonormalización del llenado diastólico con una alta velocidad E que refleja un aumento de la presión diastólica final del LV. En pacientes con función sistólica de moderada a severamente reducida, la relación E/A se correlaciona de manera positiva con las presiones diastólicas finales y de la LA (es decir, una relación mayor E/A indica una mayor presión diastólica final del LV) debido al efecto dominante de la presión de LA sobre la velocidad de llenado diastólica temprana. Es muy útil interpretar los patrones de llenado diastólico del LV en pacientes con enfermedad coronaria a lo largo del tiempo con comparaciones de lado a lado de los hallazgos ecocardiográficos y la integración con otros datos clínicos (ver capítulo 7).

Limitaciones y abordajes alternos

En cuanto a otras aplicaciones de la ecocardiografía, la calidad de imagen puede ser un factor limitante

en pacientes con escasa penetración tisular por ultrasonografía. Sin embargo, con un posicionamiento óptimo del paciente, un sonografista experimentado y un instrumento de vanguardia, se pueden obtener imágenes de diagnóstico en casi todos los pacientes. El abordaje estándar para el diagnóstico de infarto agudo de miocardio incluye dos de los siguientes tres hallazgos:

- Una presentación clínica típica.
- Diagnóstico de cambios en la ECG.
- Un patrón consistente de elevación en los niveles séricos de enzimas cardíacas.

Cuando se encuentran hallazgos típicos de infarto agudo de miocardio, el diagnóstico rara vez se pone en duda. Por desgracia, muchos pacientes tienen una presentación clínica atípica y los cambios en la ECG a menudo no son diagnósticos.

Las imágenes de radionúclidos para el infarto agudo de miocardio se basan en el principio de detección de áreas de hipoperfusión. El hallazgo de un patrón de perfusión de radionúclido normal en pacientes con dolor torácico tiene una alta especificidad por la ausencia de infarto agudo de miocardio. La sensibilidad para el infarto agudo es menor porque un infarto antiguo no se puede distinguir de un infarto agudo con este abordaje.

La imagen tomográfica computarizada no invasiva de las arterias coronarias es útil para la detección de la enfermedad coronaria en pacientes que se someten a otra cirugía cardíaca o con una probabilidad previa baja de enfermedad.

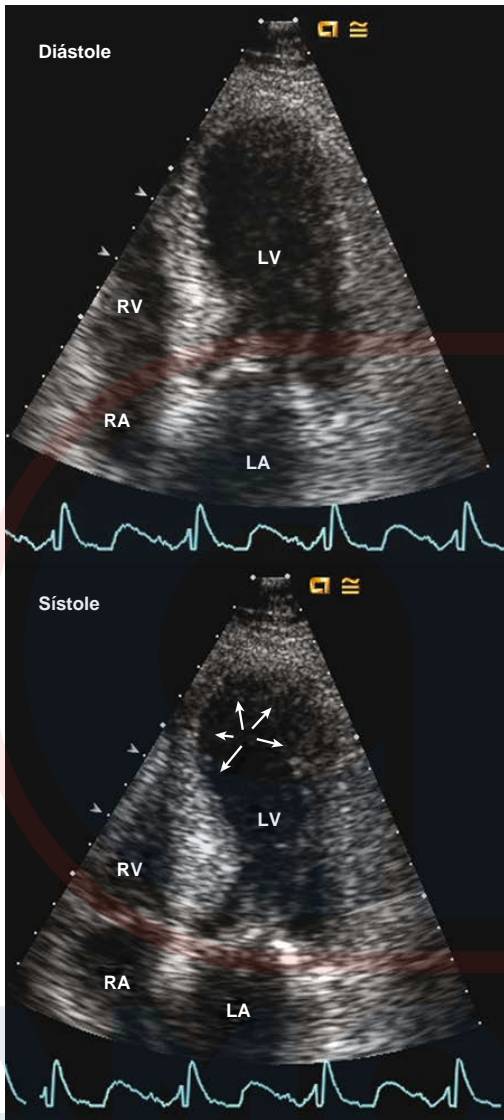


Fig. 8.22 Infarto agudo de miocardio anterior. La comparación de la vista apical de cuatro cámaras en diástole (*parte superior*) y sístole (*parte inferior*) muestra el tabique aquinético (*flechas*), aunque el miocardio aún no está adelgazado ni cicatrizado, como en el antiguo infarto que se muestra en la figura 8.21.

La angiografía coronaria invasiva aún es el estándar de referencia para la identificación de una arteria coronaria ocluida. La ventriculografía izquierda concurrente puede identificar anomalías en el movimiento de la pared. El estándar actual de atención para el infarto agudo de miocardio incluye la revascularización coronaria percutánea, por lo que la mayoría de los pacientes acuden directo al laboratorio de cateterización en el momento de la presentación.

Utilidad clínica

Diagnóstico en el servicio de urgencias

En un paciente que se presenta en el servicio de urgencias con dolor torácico y ECG sin diagnóstico, la evaluación ecocardiográfica del movimiento global y segmentario de la pared puede ser útil para la toma de decisiones clínicas. La presencia de una anomalía en el movimiento de la pared segmentaria indica que existe una enfermedad de la arteria coronaria, que puede ser un infarto agudo, una angina inestable o un infarto antiguo. La hipercinesia asociada de segmentos no involucrados sugiere un evento agudo. Muchos departamentos de emergencia ahora usan dispositivos de ultrasonografía en el punto de atención para esta indicación.

Debido a que el miocardio isquémico también es aquinético en un paciente con dolor torácico, la ecocardiografía no puede distinguir el infarto agudo de la isquemia en curso. El movimiento normal de la pared implica que no hubo isquemia *en el momento* en que se adquirieron las imágenes. Por lo tanto, el movimiento normal de la pared *entre* los episodios de dolor torácico no excluye el diagnóstico de angina inestable. En los pacientes que presentan dolor torácico, una ECG sin diagnóstico y enzimas cardíacas normales, algunos centros clínicos ahora usan la ecocardiografía de ejercicio para permitir la clasificación de pacientes hospitalizados en comparación con pacientes ambulatorios.

Evaluación de la terapia intervencionista

En un paciente con un infarto de miocardio definido por criterios clínicos y de ECG, la ecocardiografía permite evaluar la ubicación y la extensión del "miocardio en riesgo". Una vez que se ha iniciado la terapia de reperfusión, se puede usar la ecocardiografía para evaluar sus efectos. No obstante, con frecuencia ocurre un retraso de varios días entre la reperfusión exitosa y la normalización del movimiento de la pared (miocardio "aturdido"), por lo que la evaluación es más significativa justo antes del alta hospitalaria o en el seguimiento ambulatorio. También puede ocurrir una persistencia prolongada de anomalías en el movimiento de la pared que pueden revertirse mediante la reperfusión, lo que se denomina *hibernación del miocardio*. La imagen ecocardiográfica en reposo no puede distinguir entre estas condiciones porque muestra la función miocárdica regional en el momento en que se realiza la imagen. En los pacientes con dolor torácico posterior al infarto, la ecocardiografía ayuda a separar a los pacientes con isquemia recurrente y anomalías en el movimiento de la pared nueva, de aquellos con pericarditis posterior al infarto o dolor torácico no cardíaco. En el seguimiento a largo plazo después del infarto de miocardio, la ecocardiografía permite la evaluación de la función ventricular global y la dilatación ventricular a largo plazo debido a la expansión del infarto.

Viabilidad miocárdica

Distinguir el miocardio infartado irreversiblemente del miocardio viable que podría beneficiarse de la

terapia de reperfusión es importante en la toma de decisiones clínicas. La aquinesia o la hipocinesia en reposo pueden deberse a aturdimiento o hibernación miocárdica y no a un daño miocárdico irreversible. El miocardio viable muestra un aumento del engrosamiento de la pared y del movimiento endocárdico en respuesta a la dobutamina en dosis bajas (5 a 10 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$). A dosis más altas de dobutamina, el miocardio suministrado por una arteria coronaria permeable muestra una mejora adicional del engrosamiento miocárdico, mientras que se observa isquemia con hipocinesia o aquinesia cuando hay una estenosis coronaria significativa. Esta respuesta bifásica (mejoría del movimiento de la pared con dosis bajas y empeoramiento con dobutamina en dosis altas) identifica áreas del miocardio que tal vez se beneficien de la reperfusión percutánea o quirúrgica, incluso después del infarto de miocardio, con una sensibilidad del 80% y una especificidad del 78%. Los factores que afectan la respuesta a la dobutamina incluyen:

- Extensión del tejido viable.
- Grado de estenosis coronaria residual.
- Extensión del flujo sanguíneo coronario colateral.
- Atadura de segmentos adyacentes.
- Terapia médica.

Una respuesta unifásica (mejoría a dosis bajas sin cambio o mejora adicional a dosis más altas de dobutamina) es menos específica para la viabilidad miocárdica. Los abordajes alternativos para la evaluación de la viabilidad miocárdica incluyen la perfusión nuclear, la tomografía por emisión de positrones (PET por sus siglas en inglés) y la resonancia magnética cardíaca (CMR por sus siglas en inglés).

Complicaciones mecánicas del infarto miocárdico

La ecocardiografía es el procedimiento de elección para la evaluación inicial del paciente con infarto de miocardio con un nuevo soplo sistólico (tabla 8.5) con un diagnóstico diferencial de:

- Regurgitación mitral.
- Defecto septal ventricular.
- Ruptura ventricular con formación de pseudoaneurisma.

Más comúnmente, la etiología del soplo es *regurgitación mitral* debido a disfunción del músculo papilar, movimiento anormal de la pared del segmento subyacente al músculo papilar o ruptura del músculo papilar. La

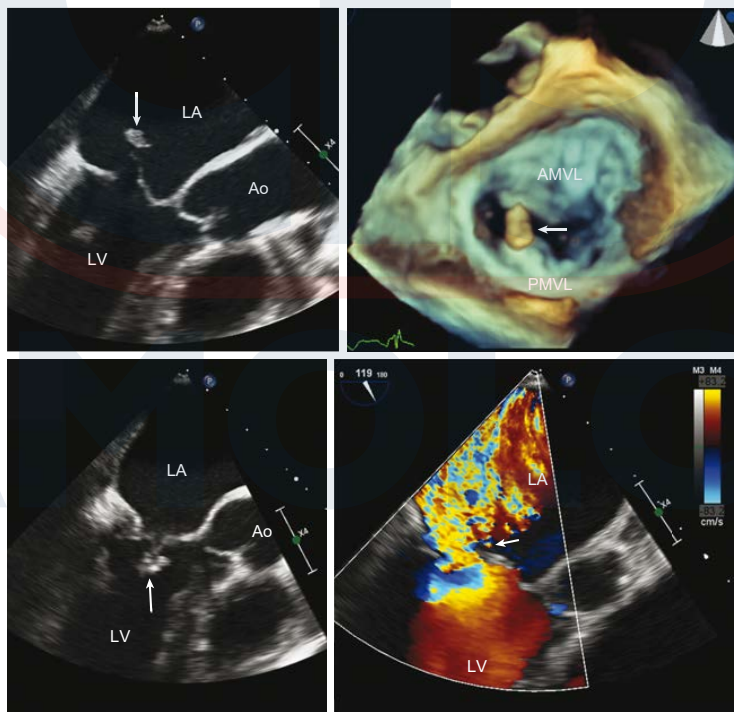


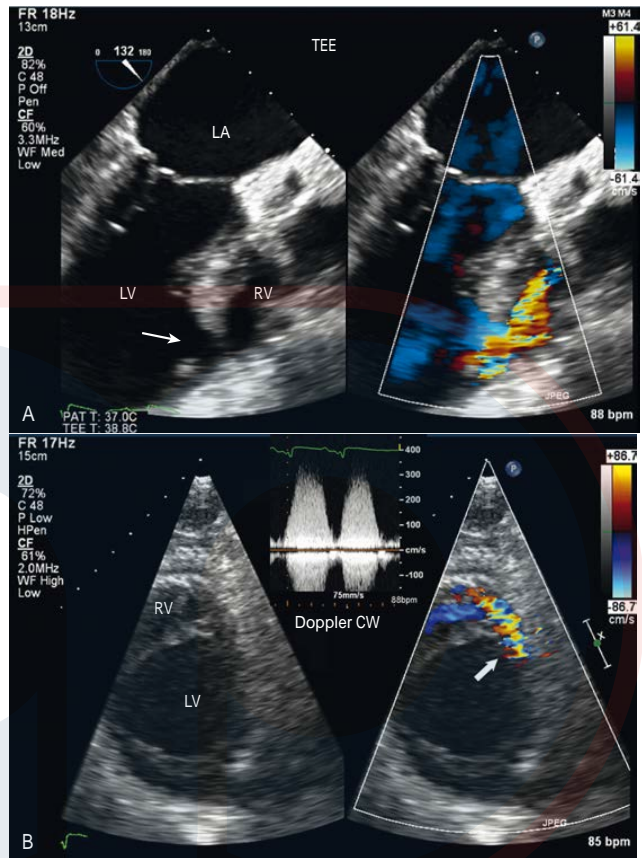
Fig. 8.23 Ruptura del músculo papilar. En una imagen TEE en la vista de cuatro cámaras (arriba a la izquierda), se observa una ruptura del músculo papilar con un prolapso de la cabeza del músculo papilar (flecha) hacia la LA en la sístole (arriba a la izquierda) y de regreso a la cámara del LV en la diástole (abajo a la izquierda). Las imágenes en 3D desde la perspectiva de LA (arriba a la derecha) muestran la cabeza del músculo papilar desprendida, y las imágenes con Doppler color muestran un jet excéntrico dirigido hacia la parte posterior de regurgitación mitral grave (abajo a la derecha) con una vena contracta amplia (flecha). El paciente se sometió a reparación de emergencia de la válvula mitral. AMVL, valva valvular mitral anterior; Ao, aorta; PMVL, valva valvular mitral posterior.

TABLA 8.5 Complicaciones del infarto agudo de miocardio: correlaciones clínicas ecocardiográficas

	Incidencia	Fisiopatología	Hallazgos ecocardiográficos
Pericarditis y derrame pericárdico	5%	<ul style="list-style-type: none"> Ocurre en los primeros 4 días después de un MI agudo reperfundido. 	<ul style="list-style-type: none"> Derrame pericárdico circunferencial pequeño. El derrame mayor aumenta la preocupación por la rotura del LV.
Infarto de RV	Del 30% al 50% de los pacientes con MI inferior.	<ul style="list-style-type: none"> Oclusión de la rama marginal aguda de la RCA; con frecuencia se asocia con infarto del miocardio LV inferior. 	<ul style="list-style-type: none"> RV hipocinético o aquinético dilatado. Infarto de pared LV inferior adyacente.
MR isquémica	25%	<ul style="list-style-type: none"> El infarto o isquemia del músculo papilar da como resultado la MR. No hay soplo audible en el 50%. Más común con MI inferior-posterior. La rotura del músculo papilar es poco frecuente, pero la MR isquémica se observa en alrededor de 1/4 de los pacientes con MI. 	<ul style="list-style-type: none"> Regurgitación mitral de moderada a grave. La TEE por lo habitual es necesaria para identificar la causa de la MR.
Defecto septal ventricular	<0,5%	<ul style="list-style-type: none"> Infarto transmural con hemorragia en la zona necrótica. Ocurre con mayor frecuencia 24 h después de la reperusión en mujeres mayores con enfermedad de un solo vaso. 	<ul style="list-style-type: none"> Defecto septal discreto en el área de aquinesia con flujo de izquierda a derecha en Doppler color y CW.
Ruptura y taponamiento de la pared libre	0,8%	<ul style="list-style-type: none"> Infarto transmural con hemorragia en la zona necrótica. Lo más probable es que se trate de una pared inferolateral con oclusión circunfleja o de LAD. 	<ul style="list-style-type: none"> Derrame pericárdico grande con taponamiento. Evento fatal agudo, a menos que esté temporalmente sellado por adherencias pericárdicas fibrinosas.
Seudoaneurisma de LV	Raro	<ul style="list-style-type: none"> Rotura de la pared libre contenida por el trombo organizado y el pericardio. Ocurre con mayor frecuencia con la circunflexión y la oclusión de RCA en las paredes basales inferior-posterior. 	<ul style="list-style-type: none"> Área dilatada aquinética discreta con un cuello estrecho entre el LV y la cavidad de pseudoaneurisma. Está recubierta por un trombo, que puede confundirse con una pared gruesa.
Aneurisma de LV	8%-15%	<ul style="list-style-type: none"> Adelgazamiento del miocardio y dilatación debido a la expansión del infarto de 24 a 72 h después de un MI agudo. Las paredes delgadas del aneurisma están compuestas de miocardio fibrótico. Ocurre con mayor frecuencia en el vértice de LV con oclusión de LAD. 	<ul style="list-style-type: none"> Segmento LV delgado, brillante y disínctico con una anomalía del contorno diastólico. A menudo con trombo asociado.
Trombo en LV	5%-10%	<ul style="list-style-type: none"> La incidencia máxima es 3 días después del MI, pero puede ocurrir dentro de las horas en áreas de infarto y aquinesia, con más frecuencia en el vértice. 	<ul style="list-style-type: none"> Masa ecogénica, distinta del miocardio, que con regularidad sobresale en la cámara, con aquinesia subyacente, más que todo en el vértice.
Función sistólica de LV	Variable	<ul style="list-style-type: none"> La extensión de la disfunción sistólica global y regional del LV depende del tamaño del infarto, el momento y el éxito de la reperusión y la terapia médica. 	<ul style="list-style-type: none"> La ubicación y el tamaño de las anomalías de movimiento de la pared regional corresponden al tamaño del infarto. La fracción de eyección general también refleja una remodelación adversa del LV.

LAD, arteria coronaria descendente anterior izquierda; MI, infarto de miocardio; MR, regurgitación mitral; RCA, arteria coronaria derecha.

Fig. 8.24 Defecto del septo ventricular posoperatorio (VSD). (A) En las imágenes transtorácicas, las vistas de eje corto no muestran un defecto evidente, pero el Doppler color muestra el flujo desde el LV al RV (flecha). (B) El Doppler CW confirma el flujo de alta velocidad, aunque la velocidad con seguridad se subestima debido a un ángulo de intercepción no paralelo. Las imágenes TEE en una vista oblicua de eje largo muestran de manera más clara el defecto septal (flecha) con el flujo de color a través del tabique.



presencia y la gravedad de la regurgitación mitral se evalúan mediante técnicas Doppler (ver capítulo 12), y la etiología se infiere a partir de imágenes en 2D o 3D. La regurgitación mitral isquémica suele deberse a una falla de la coaptación adecuada de la lámina anterior y contra una lámina posterior atada que resulta en un jet regurgitante dirigido posteriormente. La ruptura parcial o completa del músculo papilar es una complicación catastrófica que puede reconocerse como una valva abultada (la cabeza del músculo papilar) que se extiende hacia LA en la sístole (figura 8.23). Las imágenes de TEE se indican cuando se sospecha este diagnóstico, a menos que este sea claro en las imágenes transtorácicas.

Otra causa de un nuevo soplo sistólico después de un infarto de miocardio es un *defecto del tabique ventricular* debido a la necrosis y rotura de un área focal del tabique interventricular (figura 8.24). La identificación del sitio de ruptura es difícil con las imágenes en 2D, en especial porque esta complicación tiende a ocurrir con pequeños infartos, por lo que la anomalía del movimiento de la pared puede ser sutil. La evaluación con ultrasonografía Doppler establece el diagnóstico, con un jet sistólico de izquierda a derecha de alta velocidad registrado con ultrasonografía Doppler de

onda continua y turbulencia sistólica en el lado del RV del tabique registrado con Doppler pulsado convencional o imagen de flujo de color.

Cuando se produce una *ruptura ventricular* en la pared libre del LV (en lugar de en el tabique), la tasa de mortalidad es demasiado alta debido a la extravasación de sangre en el espacio pericárdico y el taponamiento pericárdico agudo. Empero, algunos pacientes tienen un respiro temporal debido a la contención de la ruptura por adherencias pericárdicas o por trombosis en el lugar de la ruptura. En estos pacientes, la ecocardiografía puede establecer el diagnóstico, lo que provoca una cirugía de emergencia (figura 8.25). Las pistas ecocardiográficas de rotura ventricular (en el contexto clínico apropiado) incluyen un derrame pericárdico difuso o localizado y una anomalía discreta del movimiento de la pared segmentaria. En ocasiones, el sitio de ruptura se puede visualizar en imágenes en 2D y, rara vez, el flujo desde el ventrículo hacia el espacio pericárdico se puede demostrar con técnicas Doppler.

Una ruptura ventricular crónica y contenida se llama *seudoaneurisma* (figura 8.26). Un pseudoaneurisma de LV tiene una pared compuesta de pericardio (sin fibras miocárdicas). Los rasgos característicos son:

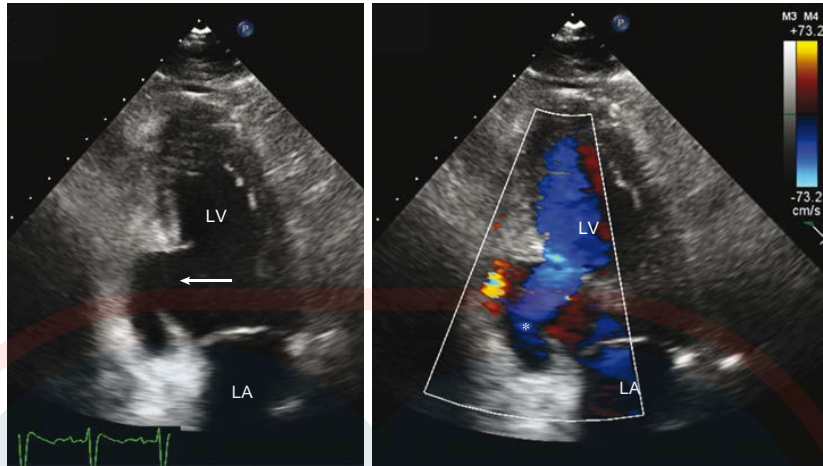


Fig. 8.25 **Seudoaneurisma ventricular izquierdo.** La vista apical de dos cámaras muestra una ruptura aguda de la pared inferior del LV inferior después de un infarto de miocardio. Se observa una discontinuidad abrupta en la pared del LV (flecha), con flujo dentro y fuera de una sección del pericardio forrada de trombo. El diagnóstico rápido permitió la intervención quirúrgica en este paciente.

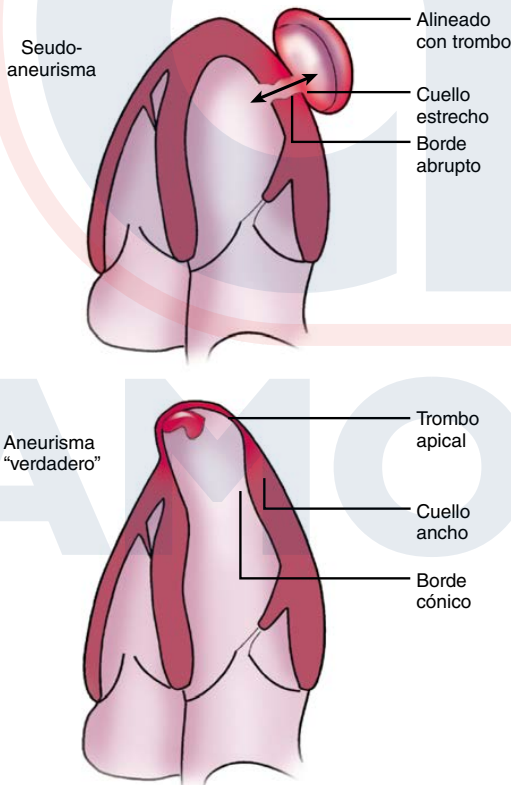


Fig. 8.26 **Diagrama esquemático de un pseudoaneurisma versus un aneurisma verdadero.**

- Transición abrupta del miocardio normal al aneurisma.

- Un ángulo agudo entre el miocardio normal y el aneurisma.
- Un “cuello” estrecho en el sitio de ruptura.
- Una relación del diámetro del “cuello” al diámetro máximo <0,5.
- Llenado parcial del aneurisma con trombo.

A menudo, se ve flujo dentro y fuera del pseudoaneurisma, y clínicamente, se puede apreciar un soplo apical correspondiente en la auscultación. Aunque la supervivencia a largo plazo se ha descrito de manera ocasional en pacientes con un pseudoaneurisma, el diagnóstico ecocardiográfico correcto es esencial. La reparación quirúrgica por lo usual se recomienda dada una alta probabilidad de ruptura espontánea.

Otras complicaciones del infarto agudo de miocardio incluyen:

- Derrame pericárdico.
- Infarto de RV.
- Aneurisma del ventrículo izquierdo.
- Trombo del ventrículo izquierdo.

También se puede ver un *derrame pericárdico* después del infarto de miocardio como una respuesta no específica al infarto transmural. Este derrame puede ser asintomático o estar asociado con síntomas clínicos (dolor de pecho) y signos (cambios en ECG) de la pericarditis aguda. Aunque con frecuencia es benigno, un derrame puede complicarse con la fisiología del taponamiento.

El infarto del RV puede acompañar a un infarto inferior del LV. Los hallazgos ecocardiográficos incluyen hipocinesia o aquinesia del RV con grados variables de dilatación del RV. Con las derivaciones de ECG colocadas en el tórax derecho (en un patrón de imagen de espejo en las posiciones normales), se puede observar la elevación del segmento ST, pero este hallazgo no es tan sensible o específico como las características ecocardiográficas.

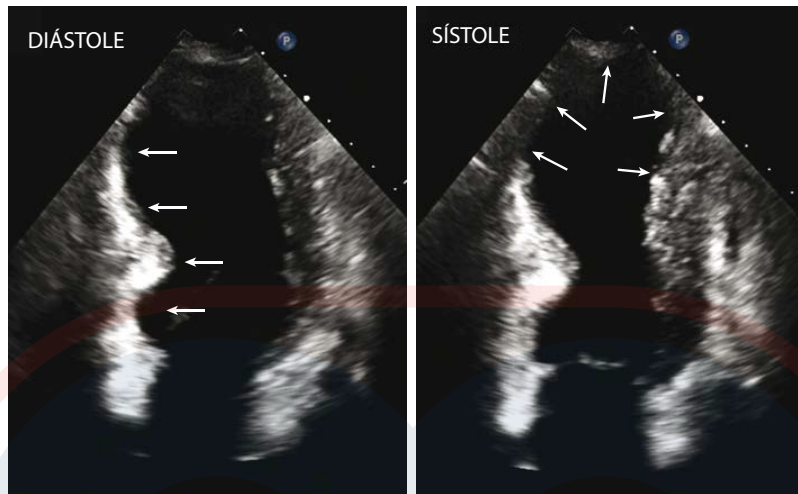


Fig. 8.27 Aneurisma apical. La imagen diastólica final (izquierda) muestra un aumento de la ecogenicidad y adelgazamiento de los dos tercios basales del septo con dilatación (por ejemplo, una anomalía del contorno diastólico; flechas) del vértice. La imagen sistólica final (derecha) muestra discinesia apical persistente (flechetas). No se observa ningún trombo obvio, pero se necesita una evaluación con un transductor de mayor frecuencia y vistas oblicuas.

Las complicaciones a largo plazo del infarto agudo de miocardio incluyen la formación de aneurismas, los trombos del ventrículo izquierdo y las secuelas de la disminución irreversible de la función sistólica del ventrículo izquierdo. Un aneurisma del LV se define ecocardiográficamente como una región disquinética con una anomalía del contorno diastólico (figura 8.27). Los aneurismas apicales son los más comunes, pero también se observan aneurismas basales inferiores. Tenga en cuenta que un aneurisma LV “verdadero”, a diferencia de un aneurisma “falso” o pseudoaneurisma, está recubierto por un miocardio (adelgazado). Se observa una transición suave desde el miocardio normal al área adelgazada, con un ángulo obtuso entre el aneurisma y el cuerpo del LV. La relación del diámetro de la unión entre el aneurisma y el resto del LV al diámetro máximo del aneurisma es $>0,5$.

Los trombos del LV se forman en regiones de estasis del flujo sanguíneo, como en un aneurisma apical o sobre un área de aquinesia en otras regiones del LV. La evidencia de una función ventricular global severamente reducida, un aneurisma, un área aquinética y la aparición de un efecto de contraste espontáneo en el LV aumentan la probabilidad de formación de trombos del LV. Solo en raras ocasiones (como en el síndrome hipereosinofílico) se producen trombos ventriculares en ausencia de una anomalía subyacente del movimiento de la pared.

Un trombo se identifica como un área de ecogenicidad incrementada dentro de la cámara ventricular, distinta del endocardio (ver figura 15.18). Por lo usual, el trombo sobresale dentro de la cámara con un contorno convexo, pero también puede verse un trombo laminado con un contorno cóncavo que sigue la curva endocárdica. Es necesario tener cuidado para distinguir un trombo de una trabeculación apical prominente con un tendón falso o “membrana” que atraviesa el vértice de la cámara del LV (ver figura 15.1).

El diagnóstico de los trombos apicales se mejora mediante el uso de un transductor de 5 MHz (resolución de campo cercano mejorada), se desliza del transductor en lateral desde la ventana apical y luego se angula medial y superiormente para obtener una vista de eje corto del vértice. Estos procedimientos permiten una definición clara del endocardio apical en la mayoría de los individuos. Sin embargo, si las imágenes son subóptimas, la interpretación apropiada debe indicar que un trombo “no puede ser excluido”, en especial si el paciente tiene un alto riesgo de formación de trombo LV. Tenga en cuenta que las imágenes de TEE son menos útiles para este diagnóstico porque el vértice por lo habitual no se visualiza del todo y se encuentra en el extremo más alejado del plano de la imagen.

ETAPA FINAL DE LA CARDIOPATÍA ISQUÉMICA

Diferenciación de otras causas de disfunción sistólica del ventrículo izquierdo

El diagnóstico de enfermedad arterial coronaria es claro en pacientes con anomalías definidas del movimiento de la pared segmentaria que corresponden a la distribución del flujo sanguíneo coronario. En la enfermedad isquémica terminal, los infartos transmurales y subendocárdicos repetidos dan como resultado un patrón difuso de engrosamiento anormal de la pared y movimiento endocárdico. Por lo tanto, cuando existe disfunción sistólica global, es difícil diferenciar entre enfermedad isquémica terminal y disfunción sistólica debido a enfermedad valvular de larga evolución o miocardiopatía dilatada (figura 8.28).

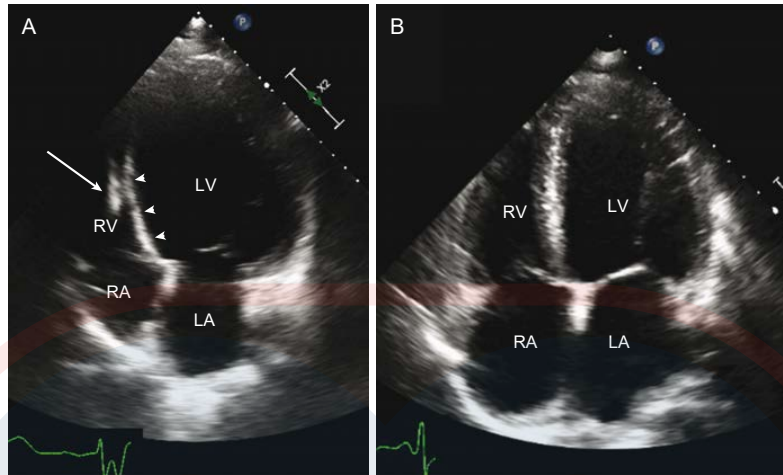


Fig. 8.28 Cardiopatía isquémica en etapa terminal versus miocardiopatía dilatada. Aunque las imágenes 2D son en principio similares, el paciente con enfermedad isquémica (A) tiene dilatación apical y discinesia, adelgazamiento y brillo del tabique debido a un infarto previo (*puntas de flecha*) y un dispositivo electrónico cardíaco implantado en el corazón derecho considerado normal. (B) El paciente con miocardiopatía dilatada tiene agrandamiento de cuatro cámaras más difuso y grave y disfunción biventricular.

Abordaje ecocardiográfico

Varias características del examen ecocardiográfico ayudan en esta diferenciación. El patrón segmentario del movimiento de la pared del LV se examina con sumo cuidado en cada plano tomográfico. Aunque los pacientes con miocardiopatía dilatada con frecuencia tienen un patrón algo asimétrico de movimiento de la pared con preservación relativa en la base ventricular, áreas definidas de aquinesia o adelgazamiento de la pared sugieren enfermedad isquémica. El grado de reducción en la función ventricular general (fracción de eyección) es importante en el manejo del paciente, pero no ayuda a determinar la etiología de la enfermedad.

El tamaño y la función sistólica del RV son normales en pacientes con enfermedad isquémica, a menos que hayan tenido un infarto de RV anterior. La miocardiopatía dilatada afecta de manera ocasional a los dos ventrículos en diferentes grados, pero la mayoría de las veces resulta en un patrón simétrico de dilatación del RV y del LV y una función sistólica reducida.

La regurgitación de la válvula mitral suele acompañar tanto a la miocardiopatía dilatada como a la enfermedad isquémica en etapa terminal debido a uno de varios mecanismos, incluida la dilatación del anillo mitral, la reducción de la función sistólica del músculo papilar o la mala alineación de los músculos papilares. La dilatación del LV y la disfunción sistólica debida a la regurgitación mitral crónica, en contraste con la regurgitación mitral debida a la dilatación y disfunción ventricular, por lo común se asocian con anomalías anatómicas de las valvas mitrales (por ejemplo, enfermedad mixomatosa o reumática).

Las presiones de la arteria pulmonar se elevan a grados variables en pacientes con disfunción del LV de cualquier etiología, debido a la elevación crónica de la presión diastólica final del LV. Las presiones

pulmonares se pueden estimar a partir de la velocidad del jet regurgitante tricúspide o de la curva de velocidad sistólica de la arteria pulmonar, como se describe en el capítulo 6. Los grados leves de regurgitación de la válvula tricúspide son comunes en la enfermedad isquémica, pero la regurgitación moderada o grave con frecuencia es una respuesta a la hipertensión pulmonar crónica o la dilatación crónica del RV y la disfunción sistólica.

Tenga en cuenta que la regurgitación aórtica no es una consecuencia de la dilatación del LV o la disfunción sistólica. La dilatación del LV por lo usual no produce un aumento del diámetro del anillo aórtico o del tracto de salida adyacente. El hallazgo de regurgitación aórtica moderada o grave implica enfermedad valvular primaria o dilatación de la raíz aórtica.

Los trombos del LV son posibles con disfunción grave del ventrículo izquierdo de cualquier etiología. La observación de la función sistólica reducida debe inducir una búsqueda de trombos apicales, pero este hallazgo no ayuda en el diagnóstico diferencial.

Limitaciones y abordaje alternos

Si un diagnóstico de enfermedad isquémica en etapa terminal versus una miocardiopatía primaria alteraría el manejo del paciente, se necesitará una angiografía coronaria para un diagnóstico definitivo, para documentar el sitio exacto y la gravedad de las lesiones coronarias y para evaluar la anatomía del vaso distal. Otros abordajes útiles incluyen la angiografía coronaria por tomografía computarizada o la resonancia magnética cardíaca para la visualización de la anatomía coronaria y la identificación de la cicatriz del miocardio.

EL EXAMEN ECO

Diagnóstico ecocardiográfico de la enfermedad coronaria				
Modalidad	Utilidad clínica	Hallazgos ecocardiográficos	Registro	Interpretación
Movimiento de la pared regional en reposo	<ul style="list-style-type: none"> Síndrome coronario agudo. CAD crónica. 	<ul style="list-style-type: none"> Aquinesia o hipoquinesia de regiones infartadas o isquémicas agudas. 	<ul style="list-style-type: none"> Imagen 2D o 3D del LV. Optimizar definición endocárdica. Usar contraste si las imágenes son subóptimas. 	<ul style="list-style-type: none"> Usar la nomenclatura de segmento de pared estándar para la ubicación. Clasificar el movimiento de la pared como normal, hipoquinético o aquinético. Usar la pantalla 3D cuando sea posible.
Ecocardiograma de estrés con ejercicio	<ul style="list-style-type: none"> Diagnóstico de CAD. Evaluación para isquemia con CAD conocida. 	<ul style="list-style-type: none"> Movimiento normal de la pared en reposo. Hipoquinesia o aquinesia con estrés en segmentos isquémicos. Retorno del movimiento normal de pared con el reposo. 	<ul style="list-style-type: none"> Profundidad que incluye solo LV; optimizar la definición endocárdica, usar contraste si es necesario. Misma profundidad para las imágenes de referencia y estrés. Seleccionar las imágenes óptimas de una serie de bucles digitales. 	<ul style="list-style-type: none"> Incluir en el informe la duración del ejercicio, la presión arterial y la respuesta de la frecuencia cardiaca, los síntomas y los cambios en la ECG. Comparar en la misma vista la imagen base y el estrés. La carga de trabajo máxima afecta la precisión de los resultados del eco para la detección de isquemia.
Ecocardiograma de estrés con dobutamina	<ul style="list-style-type: none"> Diagnóstico y evaluación de CAD en pacientes que no pueden hacer ejercicio. 	<ul style="list-style-type: none"> Movimiento normal de la pared en reposo. Hipoquinesia o aquinesia con estrés en segmentos isquémicos. Retorno del movimiento normal de pared con el reposo. 	<ul style="list-style-type: none"> Profundidad que incluye solo LV; optimizar la definición endocárdica, usar contraste si es necesario. Misma profundidad para las imágenes de referencia y estrés. Seleccionar las imágenes óptimas de una serie de bucles digitales. 	<ul style="list-style-type: none"> Incluir los síntomas y la frecuencia cardiaca máxima como porcentaje del máximo previsto en el informe. La respuesta de la presión arterial y los cambios en la ECG no son diagnósticos para la CAD. Comparar en la misma vista la imagen base y el estrés. La carga de trabajo máxima afecta la precisión de los resultados del eco para la detección de isquemia.
Viabilidad miocárdica	<ul style="list-style-type: none"> Diagnóstico de miocardio hibernado o aturdido. 	<ul style="list-style-type: none"> Respuesta bifásica en DSE. 	<ul style="list-style-type: none"> Protocolo DSE estándar con etapas adicionales de baja dosis. 	<ul style="list-style-type: none"> La mejoría en el engrosamiento de la pared a dosis bajas, seguida de isquemia a dosis altas de DSE, es compatible con el miocardio viable suministrado por un vaso estenosado.
Función sistólica general del LV	<ul style="list-style-type: none"> Todos los pacientes con CAD. 	<ul style="list-style-type: none"> Fracción de eyección con imágenes 2D y 3D. dP/dt. 	<ul style="list-style-type: none"> Fracción de eyección apical del biplano 3D. Jet mitral regurgitante con Doppler CW. 	<ul style="list-style-type: none"> El grado de reducción de la EF después del MI agudo depende del tamaño del infarto y del éxito de la reperfusión.
Función diastólica de LV	<ul style="list-style-type: none"> Todos los pacientes con CAD. 	<ul style="list-style-type: none"> La disfunción diastólica y las elevadas presiones de llenado dependen del tipo y la gravedad de la CAD. 	<ul style="list-style-type: none"> Abordajes estándar para la evaluación de la función diastólica del LV y las presiones de llenado (ver capítulo 7). 	<ul style="list-style-type: none"> Disfunción diastólica transitoria con isquemia. La CAD en etapa terminal se asocia con disfunción diastólica grave.

CAD, enfermedad coronaria; DSE, ecocardiografía de estrés con dobutamina; EF, fracción de eyección; MI, infarto de miocardio.

Anatomía coronaria y eco de los segmentos de la pared

Arteria coronaria	Eco de los segmentos de pared	Variaciones
Descendente anterior izquierda (LAD)	Tabique anterior. Pared anterior. Vértice.	Las ramas diagonales de la LAD pueden suministrar algunos segmentos de la pared lateral. La extensión de la LAD alrededor del vértice de LV es variable.
Circunfleja (Cx)	Pared anterolateral. Pared posterolateral.	El número y la distribución de las ramas marginales obtusas que suministran a la pared lateral son variables.
Arteria descendente posterior (PAD)	Pared inferior. Tabique inferior.	La PDA surge de la arteria coronaria derecha en alrededor del 80% de los pacientes. La longitud de la PDA es variable y se extiende hasta el vértice en algunos pacientes. Una rama de extensión de LV de la PDA puede suministrar partes de la pared lateral.

Complicaciones del infarto agudo de miocardio

Complicación	Hallazgos ecocardiográficos	Abordaje de imagen
Derrame pericárdico	<ul style="list-style-type: none"> Derrame pericárdico circunferencial pequeño. 	<ul style="list-style-type: none"> Vistas estándar para la evaluación del derrame. Un derrame mayor aumenta la preocupación por la ruptura del LV.
Infarto del RV	<ul style="list-style-type: none"> RV hipoquinético o aquinético dilatado. Infarto de pared LV inferior adyacente. 	<ul style="list-style-type: none"> Vistas apicales y subcostales para evaluar el movimiento de la pared libre del RV. Medir la TAPSE, DTI de velocidad S y cambio de área fraccional.
MR isquémica	<ul style="list-style-type: none"> Atadura de la valva posterior con MR dirigida posteriormente. Ruptura del músculo papilar (rara vez) con masa adherida a la valva abultada. Regurgitación mitral moderada a grave (puede ser intermitente, presente solo durante los episodios isquémicos). 	<ul style="list-style-type: none"> Evaluar la anatomía de la válvula mitral en vistas estándar. Evaluar y cuantificar la gravedad del regurgitante mitral (ver capítulo 12). Con regularidad se necesitan imágenes de TEE y 3D para identificar la causa de la MR.
Defecto ventricular septal	<ul style="list-style-type: none"> Defecto septal discreto en el área de aquinesia con flujo de izquierda a derecha en Doppler color y CW. 	<ul style="list-style-type: none"> Usar Doppler color para detectar la VSD en la región focal de la aquinesia o cuando las imágenes sugieran discontinuidad en el tabique. El Doppler CW confirma la velocidad y la dirección del flujo sanguíneo.
Ruptura y taponamiento de pared libre	<ul style="list-style-type: none"> Derrame pericárdico grande con taponamiento. Evento fatal agudo, a menos que esté sellado de manera temporal por adherencias pericárdicas fibrinosas. 	<ul style="list-style-type: none"> El hematoma pericárdico o el derrame localizado después de un infarto de miocardio deben informarse con prontitud al MD referente. Usar Doppler color para buscar la comunicación desde el LV al espacio pericárdico; las vistas subcostales son útiles.
Seudoaneurisma de LV	<ul style="list-style-type: none"> Transición abrupta del miocardio normal al aneurisma. Ángulo agudo entre el miocardio y el aneurisma. Cuello angosto. Relación entre el diámetro del cuello y el diámetro del aneurisma <0,5. Por lo regular recubierto con trombo. 	<ul style="list-style-type: none"> La mayoría de las veces se localizan en la base inferior del LV. Las vistas parasternales y las vistas apicales de 2 cámaras son útiles. Las imágenes de TEE por lo usual son necesarias para el diagnóstico.
Aneurisma de LV	<ul style="list-style-type: none"> Segmento LV delgado, brillante y discinético con una anomalía del contorno diastólico, con frecuencia con trombo asociado. 	<ul style="list-style-type: none"> La mayoría de las veces se localiza en el vértice del LV. Se ve mejor en vistas apicales o con imágenes en 3D desde el vértice.

Continúa

Complicaciones del infarto agudo de miocardio—continuación

Complicación	Hallazgos ecocardiográficos	Abordaje de imagen
Trombos en LV	<ul style="list-style-type: none"> Masa ecogénica, distinta del miocardio, que por lo general sobresale en la cámara, con agüinesia subyacente, por lo regular en el vértice. 	<ul style="list-style-type: none"> Usar el transductor de alta frecuencia, el modo de zoom, ajustar la ganancia y la configuración del instrumento; las vistas apicales laterales fuera del eje son útiles. El contraste para opacificar el LV demuestra mejor el trombo. Los trombos apicales se pueden perder en la TEE.
Disfunción sistólica de LV	<ul style="list-style-type: none"> La ubicación y el tamaño de las anomalías de movimiento de la pared regional corresponden al tamaño del infarto. La fracción de eyección global también refleja una remodelación adversa del LV. 	<ul style="list-style-type: none"> Cálculos de fracción de eyección de biplano 3D o 2D.

DTI, imagen Doppler tisular; MI, infarto de miocardio; MR, regurgitación mitral; TAPSE, excursión sistólica del plano anular tricúspide; VSD, defecto septal ventricular.

Diferenciación de la disfunción sistólica del ventrículo izquierdo debido a enfermedad isquémica en etapa terminal por miocardiopatía dilatada o enfermedad valvular crónica

Hallazgos	Enfermedad isquémica en etapa terminal	Miocardiopatía dilatada	Enfermedad valvular crónica
Fracción de eyección del LV	Deprimida moderada-severamente.	Deprimida moderada-severamente.	Deprimida moderada-severamente.
Anomalías de movimiento de pared segmentaria	Puede estar presente.	Ausente.	Ausente.
Función sistólica del RV	Normal.	Disminuida.	Variable.
Presiones de arteria pulmonar <ul style="list-style-type: none"> Regurgitación mitral Regurgitación aórtica 	Elevada. Moderada. No significativa.	Elevada. Moderada. No significativa.	Elevada. Moderada-severa. Moderada-severa.

LECTURAS SUGERIDAS

General

1. Lang RM, Badano LP, Mor-Avi V, et al: Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging, *J Am Soc Echocardiogr* 28 (1): 1–39.e14, 2015.

Este documento de normas integrales incluye una sección sobre nomenclatura para describir el movimiento de la pared regional. Estas definiciones no han sido modificadas como en los documentos anteriores. La referencia estándar para las pantallas cardiacas se define como el eje largo del LV. Los nombres utilizados para los planos de imagen son eje corto (90° a eje largo), eje largo vertical (plano apical de dos cámaras) y eje horizontal largo (plano de cuatro cámaras). Los segmentos miocárdicos se definen a nivel basal y medioventricular como (en el sentido de las agujas del reloj desde la inserción septal anterior) como anterior, anterolateral, inferolateral, inferior, inferoseptal y anterosseptal. Hay cuatro segmentos apicales (anterior, septal, inferior y lateral).

2. Porter TR, Abdelmoneim S, Belcik JT, et al: Guidelines for the cardiac sonographer in the performance of contrast echocardiography: a focused update from the American Society of Echocardiography, *J Am Soc Echocardiogr* 27 (8): 797–810, 2014.

Este documento guía proporciona detalles sobre cuándo y cómo usar la ecocardiografía de contraste. Los detalles técnicos de la preparación e inyección de contraste y la configuración del instrumento se pueden utilizar en los protocolos de imágenes de laboratorio. Se proporciona asesoramiento práctico para tratar los artefactos comunes vistos con contraste, que incluyen remolinos, sombras y opacificación inadecuada de la cámara.

Ecocardiografía de ejercicio

3. Siegel R, Rader F: Stress echocardiography for diagnosis of coronary disease. In Otto CM, editor: *The Practice of Clinical Echocardiography*, 5th ed, Philadelphia, 2017, Elsevier.

La aplicación clínica de la ecocardiografía de ejercicio se discute en detalle, incluido el equipo y el

personal necesarios, la interpretación de las imágenes de estrés, una comparación de la prueba de esfuerzo en la caminadora con la bicicleta, y las ventajas y desventajas relativas de la ecocardiografía de ejercicio en comparación con otros abordajes diagnósticos. 68 referencias.

4. Fihn SD, Gardin JM, Abrams J, et al: American College of Cardiology Foundation: 2012 ACCF/AHA/ACP/AATS/PCNA/SCAI/STS guideline for the diagnosis and management of patients with stable ischemic heart disease: executive summary: a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association task force on practice guidelines, and the American College of Physicians, American Association for Thoracic Surgery, Preventive Cardiovascular Nurses Association, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, and Society of Thoracic Surgeons, *Circulation* 126: 3097–3137, 2012.

Este documento guía proporciona una discusión detallada y un resumen de la evidencia para seleccionar la prueba diagnóstica más adecuada

para la evaluación de pacientes con posible enfermedad coronaria. La ecocardiografía de esfuerzo con ejercicio se recomienda cuando los cambios en la ECG no se pueden interpretar debido a una ECG en reposo anormal, con pruebas de estrés farmacológico en pacientes que no pueden hacer ejercicio.

- Banerjee A, Newman DR, Van den Briel A, et al: Diagnostic accuracy of exercise stress testing for coronary artery disease: a systematic review and meta-analysis of prospective studies, *Int J Clin Pract* 66: 477–492, 2012.

Esta revisión sistemática identificó 34 estudios con 3.352 participantes en estudios publicados entre 1996 y 2009 que evaluaron la precisión diagnóstica de la ecocardiografía de esfuerzo con ejercicio para el diagnóstico de enfermedad coronaria en la angiografía. Como se esperaba, la precisión diagnóstica dependía de la edad, el sexo, las características clínicas y la prevalencia de enfermedad coronaria en el grupo de estudio. La ecocardiografía de ejercicio fue más útil para excluir la enfermedad coronaria que para confirmar el diagnóstico. Este hallazgo es consistente con los de otros estudios que muestran una alta sensibilidad del eco del estrés y la baja probabilidad de resultados cardíacos adversos en pacientes con un ecocardiograma de estrés normal.

- Danad I, Szymonifka J, Twisk JW, et al: Diagnostic performance of cardiac imaging methods to diagnose ischaemia-causing coronary artery disease when directly compared with fractional flow reserve as a reference standard: a meta-analysis, *Eur Heart J* 38 (13): 991–998, 2017.

Utilizando la reserva de flujo fraccional medida en el cateterismo cardíaco como el estándar de referencia para el diagnóstico de enfermedad coronaria, este metaanálisis mostró que la ecocardiografía de esfuerzo tenía una sensibilidad del 77% (intervalo de confianza del 95%: 61 a 88) y una especificidad del 75% (95% intervalo de confianza: 63 a 85). Sin embargo, el número de pacientes con ecocardiografía de esfuerzo fue bajo ($n = 115$), y este grupo de sujetos sometidos a mediciones de reserva de flujo fraccional invasivo puede no ser representativo de la mayoría de los pacientes remitidos para estudios de estrés.

Ecocardiografía estrés con dobutamina

- Delgado V, Bax JJ: Non-exercise stress echocardiography for diagnosis of coronary disease. In Otto CM, editor: *The Practice of Clinical Echocardiography*, 5th ed, Philadelphia, 2017, Elsevier.

Resumen conciso de los principios, aspectos técnicos y utilidad clínica de la ecocardiografía farmacológica de esfuerzo. Las tablas integrales resumen los estudios clínicos que evalúan la sensibilidad y

la especificidad de la ecocardiografía de esfuerzo con dobutamina, así como una discusión sobre el uso de contraste, imágenes en 3D, Doppler tisular y la imagen de tensión de intercambio de motas. 72 referencias.

- Geleijnse ML, Krenning BJ, Nemes A, et al: Incidence, pathophysiology, and treatment of complications during dobutamine-atropine stress echocardiography, *Circulation* 121: 1756–1767, 2010.

Metaanálisis de complicaciones con ecocardiografía de estrés farmacológico basado en 26 estudios con más de 400 pacientes cada uno, para un total de 55.071 pacientes. Las complicaciones mayores totales ocurrieron en 1 de 475 pacientes. Las complicaciones poco frecuentes (<0,01%) incluyeron muerte, rotura cardíaca, asistolia y eventos cerebrovasculares. El riesgo de infarto de miocardio fue del 0,02% y el riesgo de fibrilación ventricular fue de aproximadamente del 0,04%. Este metaanálisis tiene una lista completa de referencias.

- Uusitalo V, Luotolahti M, Pietilä M, et al: Two-dimensional speckle-tracking during dobutamine stress echocardiography in the detection of myocardial ischemia in patients with suspected coronary artery disease, *J Am Soc Echocardiogr* 29 (5): 470–479.e3, 2016.

En una serie de 50 pacientes con una probabilidad intermedia de prueba de enfermedad arterial coronaria, la combinación de un aumento del índice de esfuerzo postsistólico y la tensión reducida durante la recuperación temprana fue mejor que el análisis cualitativo del movimiento de la pared regional para el diagnóstico de estenosis coronaria significativa en la angiografía.

- Joyce E, Delgado V, Bax JJ, et al: Advanced techniques in dobutamine stress echocardiography: focus on myocardial deformation analysis, *Heart* 101: 72–81, 2015.

El uso de ecocardiografía Doppler tisular y de rastreo de motas, tipos específicos de análisis de deformación miocárdica, pueden mejorar la precisión de la ecocardiografía de estrés con dobutamina para el diagnóstico de la enfermedad de la arteria coronaria. La imagen Doppler tisular proporciona una resolución temporal alta y la evaluación de todos los segmentos miocárdicos, pero depende del ángulo, y se usa principalmente para el acortamiento longitudinal. La tensión de rastreo de motas es independiente del ángulo, lo que permite la medición de la torsión y el arqueamiento, así como la tensión para cada segmento miocárdico.

- Joyce E, Debonnaire P, Leong DP, et al: Differential response of LV sublayer twist during dobutamine stress echocardiography as a novel marker of contractile reserve after acute myocardial infarction: relationship with follow-up

LVEF improvement, *Eur Heart J Cardiovasc Imaging* 17 (6): 652–659, 2016.

En 61 pacientes con un primer infarto de miocardio con elevación del segmento ST, la respuesta del giro subepicárdico en la ecocardiografía con estrés con dobutamina realizada 3 meses después fue predictiva de una mejoría posterior en la función sistólica del ventrículo izquierdo. Este nuevo abordaje es prometedor, pero requiere más validación.

Dolor en el pecho en el servicio de urgencias

- Fleischmann KE, Weeks SG: Echocardiography in the emergency department: role in patients with acute chest pain. In Otto CM, editor: *The Practice of Clinical Echocardiography*, 5th ed, Philadelphia, 2017, Elsevier.

Revisión de la utilidad potencial de la ecocardiografía para la clasificación, la estratificación del riesgo y la detección de otras causas de dolor torácico en pacientes con sospecha de infarto de miocardio. Se discute el concepto de un centro de dolor torácico y la rentabilidad de varios abordajes.

- Wei K, Peters D, Belcik T, et al: A predictive instrument using contrast echocardiography in patients presenting to the emergency department with chest pain and without ST-segment elevation, *J Am Soc Echocardiogr* 23: 636–642, 2010.

Se desarrolló un modelo de riesgo en 1.166 pacientes que presentaban dolor torácico y una ECG sin diagnóstico y luego se validó en un grupo posterior de 720 pacientes. Se puede calcular un puntaje de riesgo simple de 0 a 4 agregando un punto para cada uno de los siguientes:

- Cambios no específicos de ST-T en la ECG
- Cualquier anomalía en la ECG.
- Función regional anormal en la ecocardiografía.
- Perfusión miocárdica anormal en ecocardiografía de contraste

El riesgo de eventos cardíacos durante las próximas 48 horas aumenta con este puntaje: 0.4% con un puntaje de 0 a tan alto como el 55,3% con un puntaje de 4.

- Rybicki FJ, Udelson JE, Peacock WF, et al: 2015 ACR/ACC/AHA/AATS/ACEP/ASNC/NASCI/SAEM/SCCT/SCMR/SCPC/SNMMI/STR/STS appropriate utilization of cardiovascular imaging in emergency department patients with chest pain: a joint document of the American College of Radiology Appropriateness Criteria Committee and the American College of Cardiology Appropriate Use Criteria Task Force, *J Am Coll Cardiol* 67 (7): 853–879, 2016.

Este documento de consenso sobre uso apropiado sugiere que la ecocardiografía en reposo puede ser apropiada en pacientes con dolor torácico y sospecha de infarto de miocardio sin elevación

del segmento ST cuando los niveles de troponina en serie y los hallazgos de ECG son límite o positivos para el infarto. La ecocardiografía de ejercicio es apropiada cuando los niveles de troponina en serie y los resultados de la ECG son negativos para un síndrome coronario agudo. También se discuten otros abordajes de imágenes, incluyendo imágenes de perfusión nuclear, angiografía coronaria tomográfica computarizada e imágenes de resonancia magnética cardíaca.

Complicaciones del infarto agudo de miocardio

15. Gerber IL, Foster E: Echocardiography in the coronary care unit: management of acute myocardial infarction, detection of complications, and prognostic implications. In Otto CM, editor: *The Practice of Clinical Echocardiography*, 5th ed, Philadelphia, 2017, Elsevier.

Este capítulo resume los correlatos fisiopatológicos

de los hallazgos ecocardiográficos en el infarto agudo de miocardio, el papel de la ecocardiografía en el manejo del paciente y la utilidad de la ecocardiografía para detectar complicaciones del infarto agudo de miocardio. Se revisan las complicaciones posinfarto de miocardio y la estratificación del riesgo. 100 referencias.

16. Moreyra A, Huang M, Wilson A, et al: Trends in incidence and mortality rates of ventricular septal rupture during acute myocardial infarction, *Am J Cardiol* 106: 1095–1100, 2010.

En esta base de datos de 148.881 pacientes con primer infarto agudo de miocardio, los 408 pacientes con un defecto del tabique ventricular posinfarto de infarto de miocardio (0,3%) eran más propensos a ser mayores, mujeres, y tenían tasas más altas de enfermedad renal crónica, insuficiencia cardíaca y shock cardiogénico. La tasa de mortalidad hospitalaria con un defecto del septo ventricular posinfarto de miocardio fue del 41%, con una tasa de mortalidad de

1 año del 60%, sin cambios significativos en las tasas de mortalidad entre 1990 y 2007.

17. Solheim S, Seljeflot I, Lunde K, et al: Frequency of left ventricular thrombus in patients with anterior wall acute myocardial infarction treated with percutaneous coronary intervention and dual antiplatelet therapy, *Am J Cardiol* 106: 1197–1200, 2010.

En 100 pacientes con infarto de miocardio anterior con elevación del segmento ST que se sometieron a revascularización con intervención coronaria percutánea aguda y tratamiento antiplaquetario, se detectaron trombos del LV en 15 pacientes mediante ecocardiografía, dos tercios dentro de la primera semana después del infarto. Los pacientes con un trombo de LV tenían niveles más altos de enzimas cardíacas, tamaños de infarto más grandes y fracciones de eyección más bajas en comparación con pacientes sin trombo LV.

AMOLCA

Otros títulos de su interés



CARDIOLOGÍA

