



**Universidad Abierta
Interamericana**

***LEAK PERIPROTÉSICO AÓRTICO Y MITRAL:
"DEHISCENCIA DE PRÓTESIS VALVULAR"***

Tutor: Salvaggio, Flavio

Alumna: Moisés Fernández, Brunilda Patricia

Título a Obtener: Especialista en Cardiología

Facultad: Medicina y Ciencias de la Salud

Octubre, 2017

Buenos Aires, Argentina

ÍNDICE

	Página
• Resumen-----	5
• Introducción-----	6
• Marco Teórico-----	7
• Definiciones para este estudio-----	7
○ <i>Imagen 1 (Referencia Reloj-Cara)</i> -----	8
• Etiología y Factores de Riesgo-----	8
○ <i>Figura 1: Prevalencia y Etiología</i> -----	11
• Prevalencia // Incidencia del Leak Periprotésico-----	11
• Diagnóstico-----	13
○ <i>Tabla 1: Recomendaciones de Imágenes para Disfunción de Prótesis Valvular</i> -----	14
• Criterios Ecocardiográficos para el Diagnóstico de Leak Periprotésico---	15
○ <i>Imagen 2 (a.- ETT, b.- ETE, c.- RT 3D, d.- Doppler Color)</i> -----	15
○ <i>Imagen 3 (Dehiscencia Perprotésica Mitral)</i> -----	17
• Parámetros Ecocardiográficos para Leak Periprotésico-----	19
• Parámetros Estructurales de las Prótesis-----	19
• Clasificación de Leak Periprotésico-----	20
○ <i>Tabla 2: Esquemas, Modos, Parámetros y Criterios para la Graduación de la Severidad del Leak Periprotésico</i> -----	21

○ <i>Tabla 3: Valoración de Severidad del Leak Periprotésico en Prótesis Valvulares Aórticas</i> -----	22
○ <i>Tabla 4: Valoración de Severidad del Leak Periprotésico en Prótesis Valvulares Mitrals</i> -----	23
○ <i>Figura 2: Resumen de los Criterios Ecocardiográficos para el Leak Periprotésico Aórtico</i> -----	24
○ <i>Figura 3: Resumen de los Criterios Ecocardiográficos para el Leak Periprotésico Mitral</i> -----	25
• Doppler de Onda Pulsada y Continua-----	25
• Doppler Color -----	26
• Ecocardiografía Doppler Análisis Cuantitativo-----	27
• Planimetría Directa de la Vena Contracta-----	27
• Dimensionamiento del Defecto del Leak Periprotésico-----	28
• Otras Medidas de la Estructura y Función Cardíaca-----	28
• Imágenes no Ecocardiográficas-----	29
• Resonancia Magnética-----	29
• Cineangiografía y Cinefluoroscopia-----	30
• Evaluación Hemodinámica Invasiva-----	30
• Tomografía Computarizada-----	31
• Estudios Nucleares-----	32
• Diagnóstico Clínico del Leak Periprotésico // Clínica del Leak Periprotésico-----	32
• Biomarcadores Sanguíneos en el Diagnóstico del Leak Periprotésico----	34

- Observaciones Anatómicas del Leak Periprotésico de Origen Aórtico y Mitral-----35
- Análisis Anatómico-Quirúrgico de la Válvula Aórtica-----36
 - *Imagen 4 (Válvula Aórtica)*-----36
- Análisis Anatómico-Quirúrgico de la Válvula Mitral-----39
 - *Imagen 5 (Válvula Mitral)*-----39
- Tratamiento Quirúrgico // Tratamiento Percutáneo-----42
 - *Imagen 6 (Real Time 3D TEE)*-----44
- Presentación de Caso Clínico-----47
- Discusión y Conclusión-----54
- Abreviaciones y Acrónimos-----58
- Bibliografía-----59
- Anexos-----69

RESUMEN

El leak periprotésico se conoce como una complicación de la cirugía de remplazo valvular consistente en la dehiscencia de la sutura protésica, que se puede presentar tanto en el postquirúrgico inmediato como a largo plazo. Su diagnóstico puede ser producto de un hallazgo del ecocardiograma de seguimiento rutinario o bien puede manifestarse con signos y síntomas claros de insuficiencia cardíaca de gravedad variable y/o anemia hemolítica.

Representa un problema para todo el *heart team* ya que, si bien tiene tratamiento y puede ser corregido, existen casos en los cuales dicha corrección no es suficiente, la calidad de vida del paciente se ve afectada y, sumado a esto, hay un aumento de la mortalidad que es directamente proporcional a las comorbilidades pre-existentes.

Este trabajo intenta actualizar conceptos diagnósticos y de tratamiento, así como también explicar la anatomía del anillo nativo tanto aórtico como mitral para obtener una mejor comprensión de la etiología con una visión anatomopatológica de esta complicación. Se realizó una extensa revisión de la literatura científica disponible y se incorporaron publicaciones actualizadas con criterios definidos por expertos.

INTRODUCCIÓN

La dehiscencia parcial de la sutura de una válvula protésica, la cual produce una fuga paravalvular, es una complicación de la cirugía de reemplazo valvular que puede diagnosticarse en el seguimiento de los pacientes. En algunas ocasiones, dichas fugas poseen un tamaño pequeño el cual no presenta repercusiones clínicas ni sintomatología, sin embargo, a veces puede producir hemólisis severa e Insuficiencia cardíaca si la dehiscencia protésica es mayor, con la consecuente descompensación del paciente. La reoperación es el gold estándar en el manejo de la fuga paravalvular, pero está asociada a una alta morbi-mortalidad ¹, especialmente cuando el paciente es añoso, tiene múltiples comorbilidades o fue operado más de una vez ^{3, 12}.

Sin embargo, el cierre percutáneo de dehiscencias perivalvulares en pacientes con alto riesgo quirúrgico es un procedimiento técnicamente posible y con una tasa de éxito clínico aceptable ³. A esta evidencia se agregan los pacientes de moderado riesgo quirúrgico y en la actualidad se está evaluando la posibilidad de correcciones endovasculares de dehiscencias periprotésicas en pacientes de bajo riesgo.

Las fugas paraprotésicas detectadas por los métodos diagnósticos disponibles hasta los años setenta fueron frecuentemente causados por endocarditis infecciosa de la válvula protésica y se asociaron con signos clínicos inequívocos¹⁰. Con el surgimiento y la amplia disponibilidad de la ecocardiografía transesofágica, el diagnóstico se ha visto favorecido, haciendo posible su temprana detección.

La etiología anatómo-patológica de esta complicación ha sido poco estudiada, enfocándose la mayoría de los trabajos de investigación en la corrección de la dehiscencia, razón por la cual este estudio tiene un enfoque

multidisciplinario respondiendo a las cuestionantes de porqué sucede, cómo sucede y cómo se podría evitar o disminuir aún más su incidencia, ofreciendo al paciente una mejor calidad de vida.

MARCO TEORICO

DEFINICIONES PARA ESTE ESTUDIO

La fuga periprotésica o Leak Periprotésico se define como un chorro regurgitante, demostrado por ecocardiografía Doppler, que se origina entre el margen externo del anillo de sutura protésica y los tejidos nativos alrededor de la válvula⁷. Es un flujo anormal retrógrado entre el anillo de sutura y el anillo de válvula nativa¹⁰. También es definida como una comunicación anormal entre el anillo de sutura de una prótesis quirúrgica y el anillo nativo¹¹.

Una fuga paravalvular es una aposición incompleta de una prótesis de válvula cardíaca en el anillo de válvula nativa. Esta complicación es la forma más común de disfunción valvular no estructural observada después de un reemplazo valvular cardíaco⁸.

La insuficiencia cardíaca congestiva se define como síntomas compatibles con una clase funcional de la Nueva York Heart Association (NYHA) mayor que II⁷.

La hemólisis sintomática se define como anemia hemolítica (hemoglobina ≤ 10 g/dl, lactato deshidrogenasa ≥ 600 mg/dl, haptoglobina ≤ 10 mg/dl) que requiere >2 U de transfusiones de sangre y / o eritropoyetina en un plazo de 90 días para mantener la hemoglobina ≥ 10 g/dl, sin ninguna otra fuente de pérdida de sangre⁷.

La localización anatómica de las fugas periprotésicas se basa en una adaptación de la nomenclatura quirúrgica aceptada usando la referencia del reloj-cara⁷ (*ver imagen 1*).

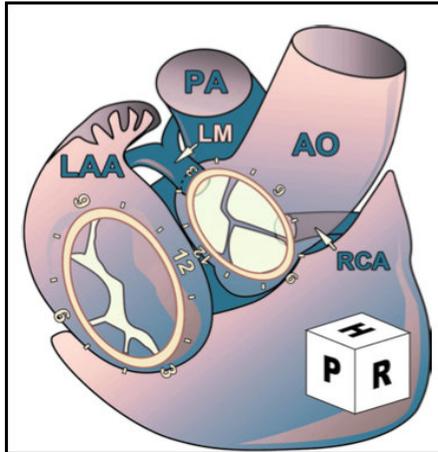


IMAGEN 1) Ruíz CE, Jelin V, Itzhak K, Dudiy Y, et al. Clinical outcomes in patients undergoing percutaneous closure of periprosthetic paravalvular leaks. JACC. 2011;58(21):2210-2217

Si bien se ha establecido que el reemplazo de una válvula cardíaca es un procedimiento seguro, éste se asocia a un elevado riesgo de complicaciones.

ETIOLOGÍA Y FACTORES DE RIESGO

La presencia de dehiscencias perivalvulares tras la cirugía de sustitución valvular es una complicación no infrecuente (un 2-17% según las series)^{10, 20} que depende de la técnica de sutura, y es más frecuente cuando hay calcificación anular severa o tras endocarditis^{1, 3}.

Varios factores se han asociado con el desarrollo de un leak periprotésico. Un anillo anular friable (calcificación, infección, enfermedad del tejido conjuntivo) es uno de los factores de riesgo más importantes de una dehiscencia periprotésica temprana, ya que se pueden extraer suturas durante la atadura de nudos²¹. Además, las suturas continuas se han asociado con una mayor incidencia de fugas perivalvulares tempranas y deben evitarse^{8, 22}. Las fugas periprotésicas tardías suelen ser secundarias a endocarditis protésica o desbridamiento incompleto de un anillo calcificado⁶. Es por esto que la adecuada y minuciosa decalcificación del anillo es tan importante a la hora de sumar acciones que prevengan o eviten la aparición de una fuga.

La disfunción de prótesis valvulares es una enfermedad adquirida que se presenta hasta en un 10% de los pacientes después de una primera intervención de recambio valvular mitral ^{12, 16}.

Expósito *et al.* en el 2009, analizaron 30 años de reintervenciones sobre la válvula mitral y concluyeron que la principal causa de reintervención (inicial) por disfunción protésica es el deterioro estructural de bioprótesis. En su experiencia hubo una elevada mortalidad asociada a los recambios reiterativos, con una precoz del 18.8% y tardía del 58.5% a lo largo de un seguimiento medio de 18 años. Respecto a la mortalidad hospitalaria, observaron que fue progresiva y que aumentaba con cada nueva reintervención.

En un estudio publicado por Bernal y colaboradores²³ en el 1995, se aprecia que la media de edad para cada grupo de pacientes según las sucesivas intervenciones es muy similar y probablemente se deba a que la durabilidad de las bioprótesis es menor en pacientes jóvenes y en posición mitral.

Otros factores que predisponen a la aparición de fugas perivalvulares o que están directamente relacionados con estas son, entre ellos el síndrome de Marfan y aorta bicúspide. La endocarditis de la válvula protésica, la miocardiopatía dilatada y la insuficiencia mitral isquémica son factores que contribuyen a la aparición de un leak periprotésico ^{24, 25, 26}. Además, el material de sutura y otros factores relacionados con la implantación de la prótesis valvular se ha demostrado que están implicados en el desarrollo del leak ^{22, 27}.

Existen características anatómicas, fisiológicas y procedimentales que se deben tomar en cuenta tanto en el prequirúrgico como a la hora del procedimiento y en el postquirúrgico, ya que cada una de ellas puede afectar de manera directa o indirecta la evolución del paciente. Entre las cuales se destaca: el grado de calcificación del anillo nativo y de la pared aórtica, el tamaño del anillo, el tamaño de la prótesis que será usada, el tipo de lesión anatómica (estenosis, Insuficiencia o enfermedad valvular), causa de la

valvulopatía (congénita, calcificación senil, reumática, degenerativa, mixomatosa), la configuración de la válvula aórtica (bicúspide o tricúspide), el tipo de sutura usado en el procedimiento, por ejemplo sutura continua, que representa mayor riesgo de fuga periprotésica^{8, 22, 10, 30}, o sutura interrumpida y la posición de la prótesis, ya sea intra-anular o supra-anular, teniendo en cuenta que esta última tiene mayor asociación con la presencia de un leak^{30,10}.

Otro factor que puede aumentar el riesgo es: el tipo de prótesis (*ver anexo 3*), ya que las prótesis mecánicas se asocian más a las fugas paravalvulares^{10, 30}

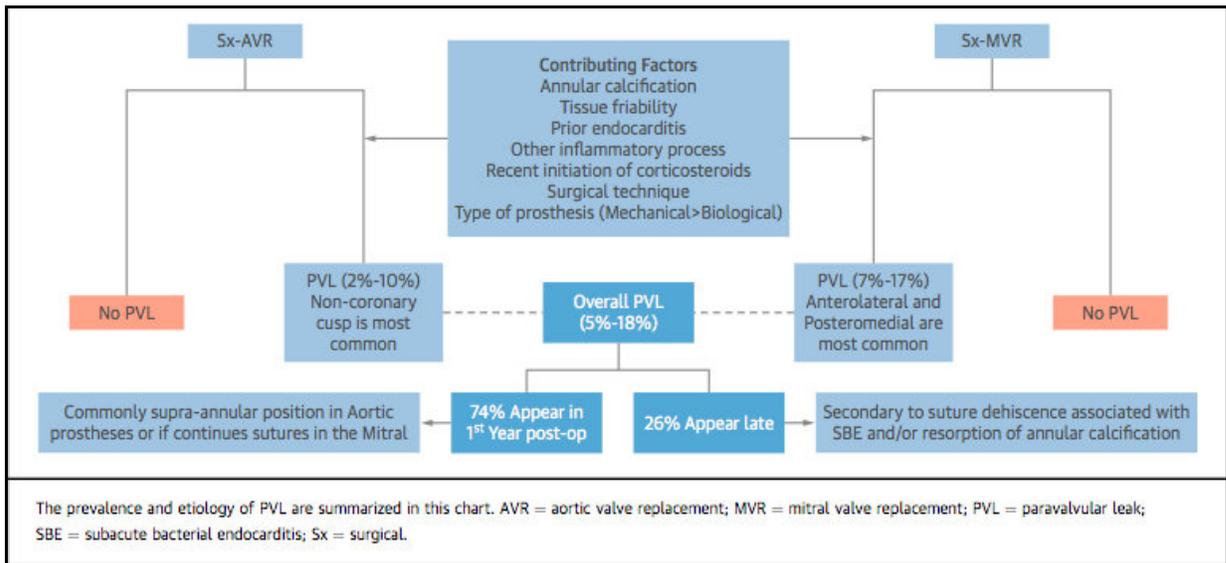
Se han estudiado otras causas para el desarrollo del leak periprotésico que incluyen: calcificación anular, friabilidad de tejidos, endocarditis previa u otros procesos inflamatorios e iniciación reciente de la terapia con corticosteroides^{28, 29, 21}.

En un artículo publicado en 2013 por Kumar R y colaboradores³¹, en el cual se estudió el leak periprotésico como complicación quirúrgica del reemplazo valvular y el desarrollo de las técnicas endovasculares, se observó que la mayoría (74%) de las fugas perivalvulares ocurre en el primer año de implantación de la válvula.

La fuga perivalvular tardía suele estar relacionada con la dehiscencia de la sutura asociada con la endocarditis infecciosa o la reabsorción gradual de las calcificaciones anulares que no están completamente desbridadas⁶, según concluyó Kliger en su estudio publicado en 2012.

En la figura 1 se resume la prevalencia y etiología de leak periprotésico.

FIGURA 1) PREVALENCIA Y ETIOLOGÍA DEL LEAK PERIPROTÉSICO.



Ruiz CE, Hahn R, Berrebi A, Borer J, Cutlip D, Fontana G, Gerosa G, et al. Clinical trial principles and endpoint definitions for paravalvular leaks in surgical prosthesis. 2017.

PREVALENCIA // INCIDENCIA DE LEAK PERIPROTÉSICO

La dehiscencia periprotésica, que causa una fuga perivalvular, es clínicamente significativa en 2 a 5% de los casos, en los que produce insuficiencia importante o hemólisis¹. También es una frecuente causa de reintervención luego de un reemplazo valvular, representando así la segunda causa más frecuente de indicación de repetir la cirugía, siendo la primera causa de reoperación la degeneración valvular de la prótesis biológica, mientras que para las prótesis mecánicas la fuga perivalvular es la primera causa de reintervención³³.

El leak periprotésico tiene una incidencia reportada del 2% al 10% para las válvulas protésicas en la posición aórtica^{30, 10} y del 7% al 17% para las válvulas protésicas en la posición mitral^{30, 10, 34, 36}. Quedando demostrado por varios estudios que dichas dehiscencias son más frecuentes en posición mitral.

La mayoría permanecen clínicamente silenciosas; sin embargo, entre el 1% y el 3% de los pacientes con fuga paravalvular requieren reoperaciones debido a que el paciente presenta síntomas³⁵.

Las fugas perivalvulares han sido una complicación importante de las válvulas protésicas desde el principio de la cirugía cardíaca¹⁷. Fugas hemodinámicamente significativas, causadas por endocarditis infecciosa o por fallas técnicas en la cirugía³⁷, el diagnóstico se hacía generalmente por clínica, una angiografía las confirmaba para luego ser tratadas quirúrgicamente con el reemplazo de la prótesis.

En un estudio prospectivo, usando ecocardiografía transesofágica, Ionescu y colaboradores¹⁰ determinaron que la prevalencia de fugas perivalvulares era de 15% en pacientes con cirugía electiva de reemplazo valvular. Las fugas fueron más comunes en posición mitral que en posición aórtica (prevalencia de 33% vs 10%, $p < 0.05$). Todos los jets fueron pequeños y las válvulas normofuncionantes. En este mismo estudio se hace referencia a otra investigación realizada en el 1991 por Glisenti y otros en el que se detectaron fugas perivalvulares de reciente comienzo en el 10% de las posiciones mitrales y en el 5% de las aórticas, en un seguimiento de 5 meses. Todos estos pacientes fueron sometidos a reoperación ya que el leak periprotésico era severo.

La aparición, evolución y modernización de métodos diagnósticos de imágenes ecocardiográficas, ya sea vía transtorácica o transesofágica, ha aportado muchos beneficios, sobretodo en la acertada determinación de la prevalencia de estos casos. En algunas series grandes que fueron reportadas en la era pre-ecocardiográfica se observaba una prevalencia mucho más baja en comparación con los reportes actuales. Ejemplo de esto es un estudio publicado en el 1984 por Bloch *et al*³⁵, sobre la evaluación a largo plazo de 615 casos consecutivos de pacientes con válvulas bioprotésicas, en el cual se reportó una prevalencia de leak periprotésico del 1.7% de los casos y en donde casi todos los pacientes presentaron signos y síntomas claros de insuficiencia cardíaca, endocarditis o anemia hemolítica y todos tenían cirugías repetidas. Como puede verse en dicho control histórico, la fuga perivalvular sólo pudo ser detectada cuando el paciente presentaba síntomas

y esto responde la cuestionante de porqué las series antiguas reportan menor prevalencia que las series actuales.

Meloni y colaboradores³⁸ reportaron fugas periprostéticas en el 60% de los pacientes estudiados en el momento del reemplazo de la válvula mitral. Sus hallazgos fueron que dichas fugas estaban asociadas con suturas continuas (76% de suturas continuas versus 33% de suturas interrumpidas tenían fugas periprostéticas). Se encontró que los leaks mitrales eran más frecuentes en la cara medial de la válvula protésica y que estaban asociados con el uso de suturas continuas. Es posible que la técnica quirúrgica utilizada para suturar esta área del anillo sea la causante de dicha frecuencia.

Cuando el anillo del paciente es más grande que la prótesis, este es el área donde se debe corregir cualquier desajuste del tamaño restante y es posible que se produzca una pequeña fuga periprótésis a través de un pliegue de tejido anular arrugado, según explica Ionescu *et al*¹⁰.

Si existe preocupación por la integridad de la línea de sutura en tales casos de desajuste de tamaño, es preferible completar los últimos centímetros de la línea con suturas interrumpidas¹⁰. Tener siempre en cuenta que la historia prequirúrgica del paciente influye en la evolución postquirúrgica del mismo y existen casos en los que, basados en las comorbilidades, habría que elegir mejores técnicas de posicionamiento de la prótesis y perfeccionamiento de la sutura.

DIAGNÓSTICO

Como se ha mencionado anteriormente, el diagnóstico de un leak periprotésico se basa fundamentalmente en imágenes. La modernización de las técnicas de visualización ha aportado favorablemente al reconociendo temprano de esta complicación, ayudando así a que el paciente no evolucione a una insuficiencia cardíaca o hemólisis severa y, en algunos casos, pudiendo manejarlo de manera menos invasiva.

Se debe realizar una variedad de pruebas de diagnóstico para determinar si la regurgitación después del reemplazo de la válvula protésica es funcional o anormal y, si es anormal, si es central o paravalvular y el grado de regurgitación¹¹. La ecocardiografía es la prueba diagnóstica de elección para la evaluación de la función de la válvula protésica; Sin embargo, se pueden utilizar varias modalidades de imagen, cada una con sus propios méritos individuales (*Tabla 1*), para evaluar las dimensiones espaciales y anatómicas de una dehiscencia de sutura en válvulas protésicas^{39, 40}.

Tabla 1) Recomendaciones de Imágenes para Disfunción de Prótesis Valvulares Cardíacas

Modality	Key Points	Imaging Goals	Limitations	Caveats
TTE with Doppler	<ul style="list-style-type: none"> First-line imaging modality for diagnosis 	<ul style="list-style-type: none"> PHV structure and function Aortic root size LV and RV size and function LA size Concomitant valve disease (i.e., TR) Estimate of PA pressure 	<ul style="list-style-type: none"> Acoustic shadowing or noise limits imaging of LA as well as the posterior aortic annulus 	<ul style="list-style-type: none"> May be superior to TEE for imaging the anterior aortic PHV sewing ring
TEE with Doppler	<ul style="list-style-type: none"> Adjunctive imaging modality for diagnosis First-line imaging for intra-procedural guidance 	<ul style="list-style-type: none"> PHV structure and function Aortic root size LV and RV size and function LA size Concomitant valve disease (i.e., TR) Estimate of PA pressure 	<ul style="list-style-type: none"> Acoustic shadowing or noise limits imaging of the anterior aortic annulus 	<ul style="list-style-type: none"> Superior to TTE for mitral and tricuspid PHV May be superior to TTE for imaging the posterior aortic PHV sewing ring
3D echocardiography	<ul style="list-style-type: none"> Adjunctive imaging modality for TTE and TEE 	<ul style="list-style-type: none"> Size and location of the paravalvular regurgitant jet(s) 	<ul style="list-style-type: none"> May be limited by current equipment frame rates 	<ul style="list-style-type: none"> Real-time acquisition of 2D, 3D, and Doppler imaging TEE more accurate than TTE
Cinefluoroscopy	<ul style="list-style-type: none"> For suspected abnormality 	<ul style="list-style-type: none"> Mobility of the prosthetic discs for mechanical PHV 		
Cardiac CT	<ul style="list-style-type: none"> For suspected/confirmed abnormality 	<ul style="list-style-type: none"> Calcification, structural and nonstructural deterioration of bioprosthetic PHV† Mobility of discs for mechanical PHV Location/size of paravalvular leak (i.e., sewing ring incompetence) 	<ul style="list-style-type: none"> Artifacts from metallic structures Contrast Radiation exposure Poor temporal resolution 	<ul style="list-style-type: none"> Pannus may be more accurately diagnosed using this modality
CMR	<ul style="list-style-type: none"> For suspected/confirmed abnormality 	<ul style="list-style-type: none"> Quantification of ventricular volumes Quantification of regurgitant volume Quantitation of effective orifice area‡ 	<ul style="list-style-type: none"> Artifacts from metallic structures Requires patient compliance Pacemakers/defibrillators are relative contraindications Averaging of beats resulting in both difficulty imaging with arrhythmias and poor temporal resolution 	<ul style="list-style-type: none"> Limited utility for paravalvular regurgitation

Ruiz CE, Hahn R, Berrebi A, Borer J, Cutlip D, Fontana G, Gerosa G, et al. *Clinical trial principles and endpoint definitions for paravalvular leaks in surgical prosthesis*. 2017.

Teniendo en cuenta que el diagnóstico es mayormente basado en el ecocardiograma, se inicia con la descripción ecocardiográfica de este estudio para luego pasar a los criterios clínicos de diagnóstico.

CRITERIOS ECOCARDIOGRÁFICOS PARA EL DIAGNÓSTICO DE LEAK PERIPROTÉSICO

La ecocardiografía es la modalidad de imagen de elección para la evaluación integral de la función de la válvula protésica, el tamaño y función de la cámara cardíaca izquierda y derecha y las presiones de la arteria pulmonar^{32, 39, 40}. La evaluación ecocardiográfica de las medidas cualitativas y cuantitativas de un leak periprotésico requiere un proceso integrador que utilice modalidades ecocardiográficas bidimensionales (2D), 3D y Doppler, así como ecocardiografía transtorácica (TTE) y ecocardiografía transesofágica (TEE)^{32, 41}.

El ecocardiograma es una herramienta multifacética usada para el diagnóstico, cuantificación y guía de tratamiento de una dehiscencia periprotésica⁴. La ecocardiografía bi-dimensional con imágenes en doppler color es frecuentemente usada para hacer un diagnóstico no invasivo de un leak periprotésico⁴. La ecocardiografía transtorácica (TTE) en varios planos de imagen obtenidos de las ventanas paraesternal, apical, subxifoidea y supraesternal, ayudan a definir la ubicación del leak⁴. (ver imagen 2)

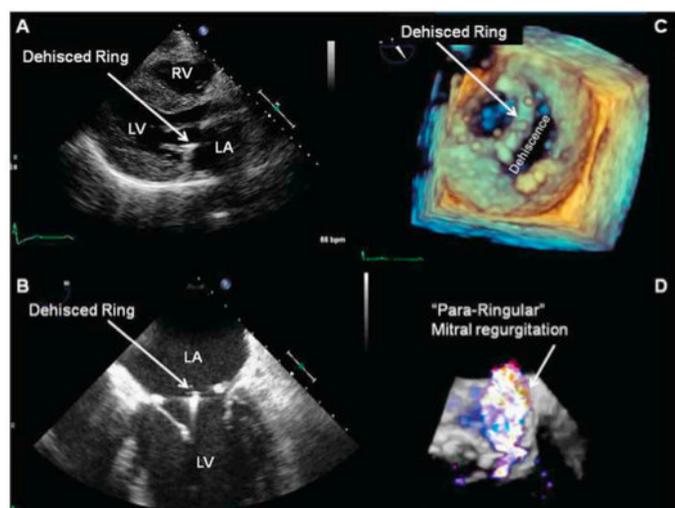


IMAGEN 2) Ruiz CE, Cohen H, Del Valle-Fernandez R, Jelnin V, Perk G, Kronzon I; Closure of prosthetic paravalvular leaks: a long way to go, EHJS. 2010;12: 52-62.

En la evaluación ecocardiográfica de una dehiscencia del anillo mitral se puede observar: A) Se observa un ecocardiograma transtorácico mostrando la vista del eje largo paraesternal en el que se aprecia la dehiscencia de una prótesis en posición mitral. La parte posterior del anillo de la prótesis mitral está aparentemente separada del tejido nativo. B) Imagen de un ecocardiograma transesofágico. Se puede ver claramente la dehiscencia de la sutura de la prótesis mitral. C) Imagen 3D en tiempo real (real-time 3D image) en modo zoom. El segmento de la dehiscencia es claramente visto. También se puede apreciar fácilmente su forma, tamaño y localización. D) Imagen obtenida usando Doppler Color. Se observa una regurgitación originada alrededor de la prótesis y que pasa a través de la dehiscencia de la sutura.

Sin embargo, el jet de una prótesis valvular y/o el leak paravalvular podría estar eclipsado por la misma prótesis valvular, desestimando así el grado de regurgitación u oscureciéndolo por completo. Por otra parte, el ecocardiograma transesofágico (ETE) provee una resolución y sensibilidad para el diagnóstico más alta, ayudando así a la determinación más certera del grado de regurgitación.

La severidad de la fuga puede ser definida con los mismos criterios usados para definir la severidad de la insuficiencia (regurgitación) valvular³². Esto incluye el área del doppler color del jet regurgitante en la cámara proximal, el diámetro más estrecho del jet de regurgitación (Vena Contracta), la magnitud de la superficie del área de isovelocidad y el volumen regurgitante y la fracción obtenida por métodos volumétricos de Doppler espectral⁴.

La modalidad 3D tiempo real (ETE 3D TR) del ecocardiograma transesofágico puede mostrar el sitio exacto de la dehiscencia, el tamaño, el número (ya que pueden ser varias fugas), y la forma; dejando de lado las deficiencias del ecocardiograma bidimensional. Con el uso de la modalidad de zoom tridimensional, se puede observar la prótesis en su totalidad y la fuga paravalvular se identifica y se logra analizar con más exactitud (*Figura*

2C). La modalidad de flujo completo (que no es en tiempo real), permite la demostración del flujo Doppler color a través del sitio de la fuga, así como patrones de flujo normales y anormales a través de la prótesis ^{4, 49} (Figura 2D). Hay que tener en cuenta que el material de la prótesis causa numerosos artefactos de ultrasonido que pueden reducir la sensibilidad diagnóstica ³², esta desventaja se observa más en el ecocardiograma transtorácico que en el transesofágico, es por esta razón que para determinar con mejor exactitud el grado de severidad del jet regurgitante el TEE es más específico.

La ecocardiografía, así como también la angiotomografía, permiten evaluar la longitud, el área y el ancho de la dehiscencia, lo que facilita en gran medida la correcta selección del dispositivo de corrección y que este sea el más adecuado, evitando la embolización o la interferencia con la función de la prótesis.

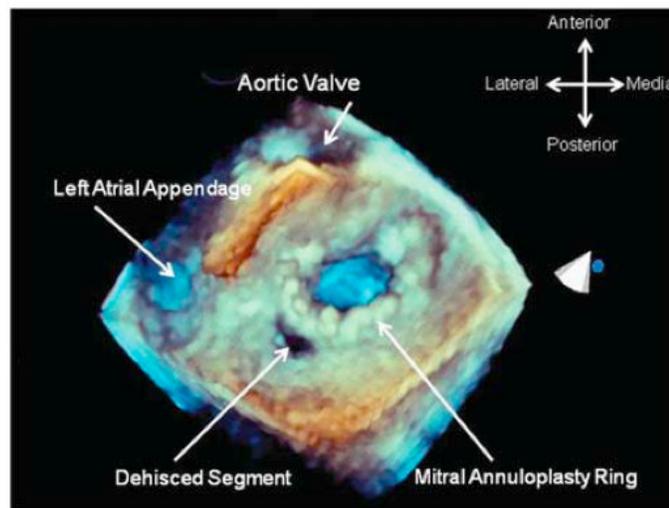


IMAGEN 3) Ruiz CE, Cohen H, Del Valle-Fernandez R, Jelnin V, Perk G, Kronzon I; Closure of prosthetic paravalvular leaks: a long way to go, EHJS. 2010;12: 52-62.

Es usualmente recomendado que las imágenes de la prótesis en posición mitral sean definidas en "vista quirúrgica". Por rotación de imagen, y asumiendo que el anillo mitral es en forma de reloj, la válvula aórtica se lleva a una posición en la parte superior del anillo mitral (por ejemplo, 12 en punto) y permitiendo así que la orejuela auricular asuma una posición a

aproximadamente las 9 en punto (*ver imagen 3*). La localización de la fuga es descrita acorde con su localización en ese reloj.

En un estudio publicado en 2010, Ruíz C y sus colaboradores⁴ observaron que la mayoría de las fugas perivalvulares de origen mitral suceden entre la hora 3 y la hora 9, es decir, más posterior que anterior. Las fugas perivalvulares de origen aórtico están más comúnmente situados en la parte posterior de la cúspide no coronariana y luego en la cúspide coronariana izquierda.

Las guías actuales sugieren que se debe realizar un ecocardiograma transtorácico inicial (TTE) de 6 semanas a 3 meses después de la implantación de la válvula para evaluar los efectos de la cirugía y servir como punto de referencia para la comparación³⁹. Para las prótesis biológicas, la vigilancia ecocardiográfica rutinaria se considera apropiada ≥ 3 años después de la implantación si no hay una disfunción valvular conocida o sospechada⁴².

Después del cierre del leak periprotésico, también se indica una evaluación anual de seguimiento para determinar la seguridad y eficacia de la corrección. Una evaluación completa incluiría la evaluación clínica y funcional (es decir, con ecocardiografía), así como la evaluación de laboratorio para descartar hemólisis. No se ha estudiado el papel de la evaluación rutinaria de biomarcadores.

El ecocardiograma transtorácico (TTE) proporciona una evaluación superior de los gradientes transvalvulares, el tamaño de las cámaras y la función en comparación con la ecocardiografía transesofágica (TEE). TEE es ideal para la evaluación mecánica de la regurgitación de la válvula protésica, y es superior al TTE para la obtención de imágenes de la regurgitación en posición mitral de la válvula protésica¹¹. Sin embargo, la TEE requiere sedación consciente o anestesia y está dirigida por expertos, tanto para la calidad de la adquisición de imágenes como para la interpretación⁴³.

Para la evaluación de las prótesis valvulares en posición aórtica, ambas modalidades podrían ser necesarias debido a que la imagen acústica de la prótesis impide la formación de la imagen posterior del anillo de sutura en el eje paraesternal largo de un ecocardiograma transtorácico (TTE), y en el ecocardiograma transesofágico (TEE) esta formación de imagen acústica impide la vista anterior de dicho anillo de sutura¹¹. El TEE es menos fiable para la evaluación pronóstica de un leak periprotésico de grado intermedio, ya que existe una considerable dificultad a la hora de determinar si este es leve o moderado¹¹.

Aunque la prueba diagnóstica de primera línea es la ecocardiografía 2D, la ecocardiografía 3D desempeña un papel importante en la determinación de la ubicación precisa y el tamaño de la PVL¹¹. Además, TEE 3D es una herramienta esencial para la guía intraprocedimiento. En el 2012, Lang y colaboradores⁴¹ realizaron una investigación en la cual determinaron las limitaciones del TEE 3D concluyendo que son los artefactos de la formación de imágenes por ultrasonido (es decir, deserción ecocardiográfica, sombreado acústico y artefactos de reverberación), y reducción de la resolución temporal y espacial. Este hallazgo coincide con lo observado por Ruíz y colaboradores en el 2011.

PARÁMETROS ECOCARDIOGRÁFICOS PARA LEAK PERIPROTÉSICO

Parámetros Estructurales de la Prótesis

La evaluación inicial de un leak periprotésico incluye una observación de la integridad estructural de la válvula protésica. La estabilidad y movimiento del anillo de sutura, ya que cualquier espacio anormal entre el anillo de sutura y el anillo nativo, puede ser la primera indicación de una fuga perivalvular ¹¹.

Para la prótesis aórtica, el movimiento es restringido porque el espacio aórtico es más pequeño; Por lo tanto, el movimiento discordante con el movimiento de la raíz aórtica adyacente y el anillo nativo usualmente indica una dehiscencia significativa (40% a 90% de la circunferencia anular) ⁴⁴.

Para la prótesis mitral, la deformación del anillo nativo puede dar como resultado la aparición de una movilidad aumentada de la válvula¹¹. En la ecocardiografía (así como en la cinefluoroscopia), la dehiscencia significativa se sugiere por el movimiento de balanceo excesivo de la prótesis mitral > 15° en comparación con el anillo ⁴³.

Clasificación del Leak Periprotésico

La evaluación de una fuga perivalvular puede ser un desafío y requiere un enfoque integrador³². La evaluación ecocardiográfica precisa de una insuficiencia valvular protésica debe incluir una evaluación de la localización, es decir, determinar si la regurgitación es de origen central o perivalvular y la cuantificación de la gravedad regurgitante¹¹. Aunque las pautas, las declaraciones de consenso y los estudios han utilizado un esquema de calificación de 3 clases (leve, moderado, severo) y el esquema angiográfico de 4 clases para reportar la severidad de la regurgitación protésica, estos esquemas tienen muchos fallos y los grados intermedios pueden no ser estimados de manera fiable ^{45, 46, 11}.

Pibarot y colaboradores⁴⁷ propusieron recientemente un esquema unificador de 5 clases para la determinación de severidad del leak periprotésico después de un reemplazo valvular en posición aórtica vía transcáteter (TAVR) para mejorar la comunicación entre los miembros del heart team, resolver las diferencias entre los esquemas de clasificación y alinear los parámetros ecocardiográficos con la terminología clínicamente utilizada (*ver tabla 2*). Este nuevo esquema propuesto, aunque facilita la determinación de la gravedad y permite hacer un diagnóstico más detallado y certero, debe ser

validado y comparado con otras publicaciones sobre la severidad de una fuga perivalvular diagnosticada por las demás modalidades de imágenes diagnósticas existentes, como por ejemplo la resonancia magnética computarizada.

TABLA 2) Esquema, Modos, Parámetros y Criterios para la Graduación de la Severidad del Leak Periprotésico

3-Class Grading Scheme 4-Class Grading Scheme Unifying 5-Class Grading Scheme	Trace 1	Mild 1	Mild 2	Moderate 2	Moderate 3	Severe 4
	Trace	Mild	Mild-to-Moderate	Moderate	Moderate-to-Severe	Severe
	Grade 1	Grade 1	Grade 1	Grade 2	Grade 3	Grade 4
Cineangiography	Grade 1	Grade 1	Grade 1	Grade 2	Grade 3	Grade 4
Invasive hemodynamics						
Aortic regurgitation index*	>25	>25	>25	10-25	10-25	<10
Doppler echocardiography						
Structural parameters						
● Valve stent	Usually normal	Usually normal	Normal/abnormal†	Normal/abnormal†	Usually abnormal†	Usually abnormal†
○ LV size‡	Normal	Normal	Normal	Normal/mildly dilated	Mildly/moderately dilated	Moderately/severely dilated
Doppler parameters (qualitative or semiquantitative)						
● Jet features§						
Extensive/wide jet origin	Absent	Absent	Absent	Present	Present	Present
Multiple jets	Possible	Possible	Often present	Often present	Usually present	Usually present
Jet path visible along the stent	Absent	Absent	Possible	Often present	Usually present	Present
Proximal flow convergence visible	Absent	Absent	Absent	Possible	Often present	Often present
○ Vena contracta width (mm): color Doppler	<2	<2	2-4	4-5	5-6	>6
○ Vena contracta area (mm ²): 2D/3D color Doppler¶	<5	5-10	10-20	20-30	30-40	>40
● Jet width at its origin (%LVOT diameter): color Doppler	Narrow (<5)	Narrow (5-15)	Intermediate (15-30)	Intermediate (30-45)	Large (45-60)	Large (>60)
○ Jet density: CW Doppler	Incomplete or faint	Incomplete or faint	Variable	Dense	Dense	Dense
○ Jet deceleration rate (PHT, ms): CW Doppler**‡	Slow (>500)	Slow (>500)	Slow (>500)	Variable (200-500)	Variable (200-500)	Steep (<200)
○ Diastolic flow reversal in the descending aorta: PW Doppler**‡	Absent	Absent or brief early diastolic	Intermediate	Intermediate	Holodiastolic (end-diast. vel. >20 cm/s)	Holodiastolic (end-diast. vel. >25 cm/s)
● Circumferential extent of PVR (%): color Doppler	<10	<10	10-20	20-30	>30	>30
Doppler parameters (quantitative)						
○ Regurgitant volume (ml/beat)#	<15	<15	15-30	30-45	45-60	>60
○ Regurgitant fraction (%)	<15	<15	15-30	30-40	40-50	>50
○ Effective regurgitant orifice area (mm ²)**	<5	<5	5-10	10-20	20-30	>30
Cardiac magnetic resonance imaging						
Regurgitant fraction (%)††	<10	<10	10-20	20-30	20-30	>30
	<15	<15	15-25	15-25	25-50	>50

Pibarot P, Hahn RT, Weissman NJ, et al. Assessment of paravalvular regurgitation following TAVR: a proposal of unifying grading scheme. *J Am Coll Cardiol Img* 2015;8:340-60.

Los esquemas propuestos de 5 clases para las fugas perivalvulares aórticas (ver tabla 3) y mitrales (ver tabla 4) proporcionan un mecanismo para el estudio sistemático de los leaks periprotésicos y un medio para correlacionar los resultados con los esquemas de clasificación previa. Es importante destacar que esta nueva propuesta de esquema de clasificación no está destinada a reemplazar las directrices existentes, sino que podría utilizarse como el esquema de clasificación inicial.

TABLA 3) Valoración de Severidad del Leak Periprotésico en Prótesis Valvulares Aórticas

3-Class Grading Scheme	None/Trace	Mild		Moderate		Severe
4-Class Grading Scheme	1	1	2	2	3	4
Unifying 5-Class Grading Scheme	Trace	Mild	Mild to Moderate	Moderate	Moderate to Severe	Severe
Doppler echocardiography						
Structural parameters						
Sewing ring motion*	Usually normal	Usually normal	Normal/abnormal†	Normal/abnormal†	Usually abnormal†	Usually abnormal†
LV size‡§	Normal	Normal	Normal	Normal/mildly dilated	Mildly/moderately dilated	Moderately/severely dilated
Doppler parameters (qualitative or semiquantitative)						
Jet features*						
Extensive/wide jet origin	Absent	Absent	Absent	Present	Present	Present
Multiple jets	Possible	Possible	Often present	Often present	Usually present	Usually present
Proximal flow convergence visible	Absent	Absent	Absent	Possible	Often present	Often present
Vena contracta width, mm (color Doppler)‡	Not quantifiable	<2	2 to <4	4 to <5	5 to <6	≥6
Jet width at its origin, % LVOT diameter (color Doppler)*¶	Narrow (<5)	Narrow (5 to <15)	Intermediate (15 to <30)	Intermediate (30 to <45)	Large (45 to <60)	Large (≥60)
Jet density (CW Doppler)††	Incomplete or faint	Incomplete or faint	Variable	Dense	Dense	Dense
Jet deceleration rate (PHT), ms (CW Doppler)‡§¶	Slow (>500)	Slow (>500)	Variable (200-500)	Variable (200-500)	Variable (200-500)	Steep (<200)
Diastolic flow reversal in the descending aorta (PW Doppler)‡§¶	Absent	Absent or brief early diastolic	Intermediate	Intermediate	Holodiastolic (end-diastolic velocity >20 to <30 cm/s)	Holodiastolic (end-diastolic velocity ≥30 cm/s)
Circumferential extent of PVL, % (color Doppler)*	Not quantifiable	<5	5 to <10	10 to <20	20 to <30	≥30
Doppler parameters (quantitative)						
Regurgitant volume, ml/beat‡#	<10	<15	15 to <30	30 to <45	45 to <60	≥60
Regurgitant fraction, %‡	<15	<15	15 to <30	30 to <40	40 to <50	≥50
Effective regurgitant orifice area, mm ² ‡**	<5	<5	5 to <10	10 to <20	20 to <30	≥30
CMR						
Regurgitant fraction, %††	<15	<15	15 to <30	30 to <40	40 to <50	≥50

Ruiz CE, Hahn R, Berrebi A, Borer J, Cutlip D, Fontana G, Gerosa G, et al. Clinical trial principles and endpoint definitions for paravalvular leaks in surgical prosthesis. 2017.

TABLA 4) Valoración de Severidad del Leak Periprotésico en Prótesis Valvulares Mitrales

3-Class Grading Scheme	Trace	Mild	Moderate	Severe		
4-Class Grading Scheme	1	2	3	4		
Unifying 5-Class Grading Scheme	Trace	Mild	Mild-to-Moderate	Moderate	Moderate to Severe	Severe
Doppler echocardiography						
Structural parameters						
Sewing ring motion*	Usually normal	Usually normal	Normal/abnormal†	Normal/abnormal†	Normal/abnormal†	Normal/abnormal†
LA and LV size†§	Normal	Normal	Normal	Normal/mildly dilated	Mildly/moderately dilated	Moderately/severely dilated
RV size and function†§	Normal	Normal	Normal	Normal/mildly dilated	Mildly/moderately dilated	Moderately/severely dilated
Estimation of pulmonary artery pressure‡	Normal	Normal	Normal	Variable	Increased	Increased (TR velocity >3 m/s, SPAP ≥50 mm Hg at rest and ≥50 mm Hg with exercise)
Doppler parameters (qualitative or semiquantitative)						
Proximal flow convergence visible*	Absent	Absent/minimal	Absent/minimal	Intermediate	Intermediate	Large
Color Doppler jet area (Nyquist 50-60 cm/s)†	Absent	Small, central jet (usually <4 cm ² or <20% of LA area)	Small, central jet (usually <4 cm ² or <20% of LA area)	Variable	Variable	Large central jet (usually >8 cm ² or >40% of LA area) or variable when wall impinging
Mean gradient (CW)†	Normal	Normal	Normal	Increased	Increased	≥5 mm Hg
Diastolic PHT (CW)†	Normal (<130 ms)	Normal (<130 ms)	Normal (<130 ms)	Normal (<130 ms)	Normal (<130 ms)	Normal (<130 ms)
Vena contracta width, mm (color Doppler)‡	Not measurable	<2	2 to <3	3 to <5	5 to <7	≥7
Jet density (CW Doppler)†¶	Incomplete or faint	Incomplete or faint	Variable	Dense	Dense	Dense
Jet profile (CW Doppler)‡	Parabolic	Parabolic	Variable (partial or parabolic)	Variable (partial or parabolic)	Variable (partial or parabolic)	Holosystolic/triangular
Pulmonary vein flow (PW Doppler)*¶	Systolic dominance	Systolic dominance	Systolic dominance	Systolic blunting	Systolic blunting	Systolic flow reversal
MV _{reg} flow:LVOT flow (PW Doppler)‡	Equal (1:1)	Slightly increased	Slightly increased	Intermediate	Intermediate	≥2.5
Circumferential extent of PVL, % (color Doppler)*	Not quantifiable	<5	5 to <10	10 to <20	20 to <30	≥30
Doppler parameters (quantitative)						
RVol, ml/beat†**	<10	<15	15 to <30	30 to <45	45 to <60	≥60
RF, %†	<15	<15	15 to <30	30 to <40	40 to <50	≥50
EROA, mm ² ††	<5	<5	5 to <20	20 to <30	30 to <40	≥40
CMR imaging						
Regurgitant fraction, %††	<15	<15	15 to <30	30 to <40	40 to <50	≥50

Ruíz CE, Hahn R, Berrebi A, Borer J, Cutlip D, Fontana G, Gerosa G, et al. Clinical trial principles and endpoint definitions for paravalvular leaks in surgical prosthesis. 2017.

Ruíz y sus colaboradores¹¹ han sugerido, muy recientemente, un esquema de los parámetros, lo cuales se resumen en la *figura 2* para leak periprotésico en posición aórtica y en la *figura 3* para leak periprotésico en posición mitral.

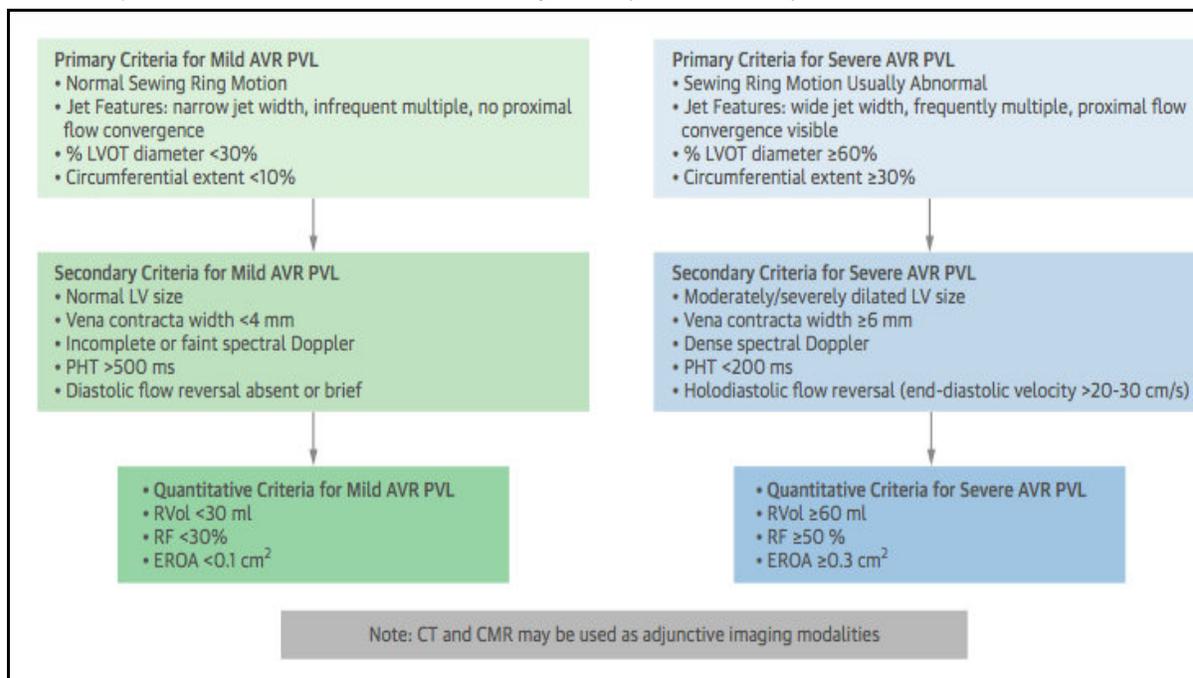
En el 2016, Ribeiro *et al*⁸. publicaron un estudio multicéntrico con resonancia magnética cardíaca (CMR) para cuantificar las fugas periprotésicas después de la sustitución de la válvula aórtica vía transcáteter (TAVR), en el cual se utilizaron los puntos de corte de la fracción regurgitante (RF) recomendados por los criterios VARC-2 (*Valve Academic Research Consortium*) :

- ❖ Ninguno / Rastro (RF \leq 15%),
- ❖ Leve (16% a 29%)
- ❖ Moderada / Grave (\geq 30%).

Según el análisis de ROC, una fracción regurgitante de \geq 30% identificó mejor a los pacientes con mayor riesgo de mortalidad a los 2 años post-TAVR y rehospitalización por insuficiencia cardíaca.

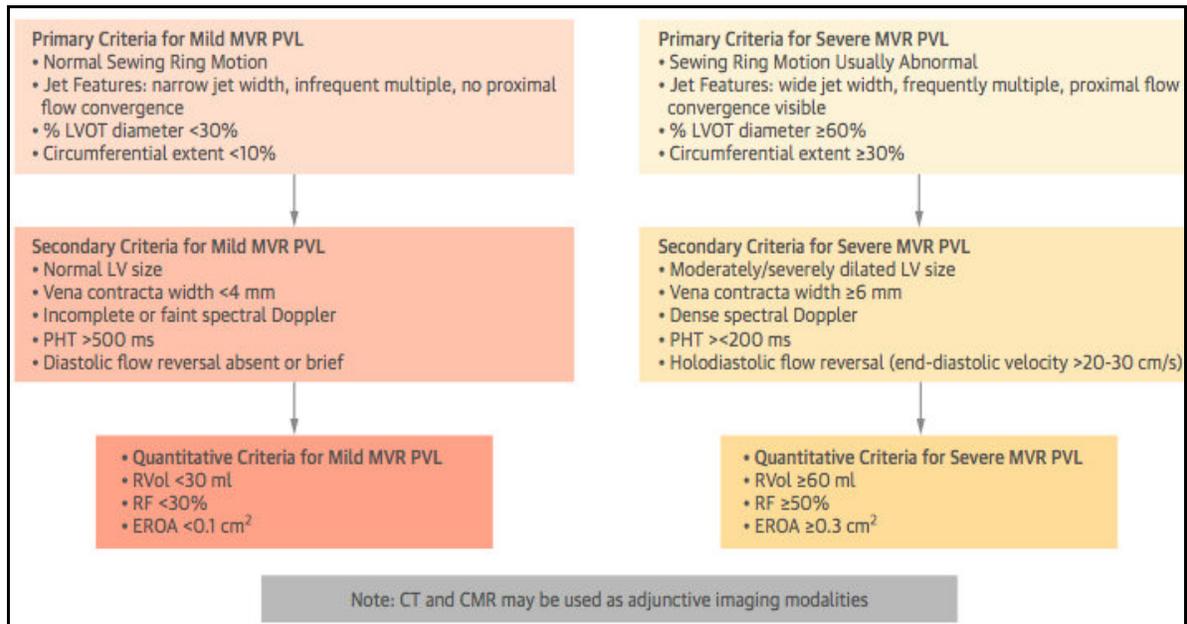
Estos hallazgos, junto con los resultados ecocardiográficos del ensayo PARTNER II SAPIEN 3 ⁴⁹, utilizando el esquema más reciente de clasificación, muestra un aumento de la mortalidad que está directamente asociado con el leak periprotésico de grado moderado o severo y no sólo ayudan a validar los puntos de corte para la determinación de la severidad de una fuga perivalvular, sino que también apoyan la utilización de la nomenclatura del sistema de clasificación unificadora ⁴⁷.

FIGURA 2) Resumen de los Criterios Ecocardiográficos para Leak Periprotésico Aórtico



Ruíz CE, Hahn R, Berrebi A, Borer J, Cutlip D, Fontana G, Gerosa G, et al. Clinical trial principles and endpoint definitions for paravalvular leaks in surgical prosthesis. 2017.

FIGURA 3) Resumen de los Criterios Ecocardiográficos para Leak Periprotésico Mitral



Ruíz CE, Hahn R, Berrebi A, Borer J, Cutlip D, Fontana G, Gerosa G, et al. Clinical trial principles and endpoint definitions for paravalvular leaks in surgical prosthesis. 2017.

Doppler de Onda Pulsada y Continua

Para la evaluación de un leak periprotésico en posición aórtica, los parámetros de densidad y tiempo de hemopresión del flujo regurgitante pueden ser medidas de soporte cualitativas o semicuantitativas para determinar la severidad de la dehiscencia ¹¹, así como también la velocidad de la inversión del flujo diastólico en la aorta descendente es otro parámetro Doppler que puede corroborar la gravedad del leak ⁴⁷, sin embargo resultan poco fiables a la hora de determinar la gravedad de la regurgitación aórtica por el simple hecho de que dependen de la presión arterial que el paciente presente en ese momento.

En el caso del leak periprotésico en posición mitral, los signos de aumento significativo del flujo a través de la válvula (gradientes medios aumentados y flujo transmitral elevado en comparación con el flujo del tracto de salida del ventrículo izquierdo) en el ajuste de un tiempo medio de presión normal, pueden usarse para indicar disfunción de la válvula protésica secundaria a la

regurgitación ¹¹. La reversión sistólica del flujo de la vena pulmonar es un signo específico de regurgitación significativa, a menos que un chorro estrecho sea dirigido hacia la vena. La ausencia de reversión sistólica después de la intervención es una prueba de apoyo importante que determina el éxito del tratamiento ¹¹.

Doppler Color

Tanto para la regurgitación protésica mitral como aórtica, las características cualitativas del Doppler color son el modo primario utilizado para evaluar la gravedad del leak periprotésico ¹¹.

Los parámetros más útiles (*ver tabla 3 y 4*), incluyen características de la imagen regurgitante que se pueden observar con el Doppler color tales como, el ancho de la fuga en su origen (vena contracta) o dentro del tracto de salida del ventrículo izquierdo, el número de fugas, la presencia de un área visible de la convergencia del flujo y la extensión circunferencial de la fuga.

La convergencia del flujo proximal (Método de Pisa) puede usarse para cuantificar la regurgitación aórtica ⁵⁰; sin embargo, para un leak periprotésico este método se ve limitado no sólo por la formación de imágenes acústicas inadecuadas, sino también porque puede existir restricción de la visibilidad de la fuga causada por el anillo de sutura y las estructuras nativas adyacentes. Es importante destacar que la longitud y el área del leak no deben usarse para cuantificar la regurgitación aórtica ^{32, 51}.

Para el leak periprotésico en posición mitral, la anchura de la vena contracta y el tamaño de la fuga descendente son más difíciles de evaluar; sin embargo, la presencia de convergencia de flujo proximal es un parámetro del Doppler color que se observa en el ecocardiograma transtorácico (TTE) y que es útil para iniciar una evaluación adicional por ecocardiografía transesofágica (TEE). La extensión circunferencial de la fuga puede usarse para clasificar la gravedad del leak periprotésico, ya que con una implicación

extensa ($\geq 25\%$ a 30%) sería una posible indicación para la reparación quirúrgica en lugar de un enfoque transcatóter ¹¹.

Ecocardiografía Doppler Análisis Cuantitativo

Las altas velocidades transvalvulares o gradientes con parámetros sugestivos de un área valvular normal son las claves iniciales para el aumento del flujo transvalvular y posible regurgitación no fisiológica ¹¹. La onda pulsada y el Doppler de onda continua deben utilizarse para evaluar los volúmenes relativos a través tanto del tracto de salida del ventrículo izquierdo como del tracto de salida del ventrículo derecho, y así cuantificar el volumen de regurgitación aórtica, la fracción regurgitante y el área del orificio regurgitante efectivo (ORE). La cuantificación del volumen diastólico a través de la válvula mitral protésica está limitado por la aceleración del flujo a nivel del anillo de sutura ¹¹.

Planimetría Directa de la Vena Contracta

El análisis en línea de los volúmenes Doppler color 3D puede usarse para planimetrar el área de la vena contracta del leak periprotésico y medir con precisión las dimensiones del flujo regurgitante.

Un diámetro ≥ 0.65 cm consiste en una fuga perivalvular de gravedad mayor que moderada ⁵². Sin embargo hay que tomar en cuenta que los estudios científicos más recientes recomiendan que los resultados basados en estos parámetros sean reforzados con estudios adicionales.

Dimensionamiento del Defecto del Leak Periprotésico

La localización exacta y el tamaño de los defectos ayudan a determinar el enfoque óptimo (trans-septal, trans-apical, o aorta retrógrada) y el tipo y / o tamaño del dispositivo.

Las mediciones del leak periprotésico incluyen ¹¹:

- ❖ Localización precisa del (de los) defecto (s);
- ❖ Las dimensiones precisas radiales y circunferenciales de los defectos, así como la zona de la vena contracta;
- ❖ Orientación del defecto en relación con el anillo de sutura y los ocluidores de la válvula protésica;
- ❖ Ubicación y orientación de las estructuras subvalvulares.

La medición directa del área y dimensiones de la vena contracta con Doppler color por volúmenes 3D se correlaciona mejor con las medidas estándar de severidad regurgitante comparada con la obtención de imágenes en 3D sin Doppler color ⁵², y por lo tanto puede ser superior para localizar y dimensionar los leaks regurgitantes, especialmente cuando se contempla la corrección del mismo vía transcateter ⁵³.

La ecocardiografía intracardiaca también se ha utilizado para la guía intraprocedural ⁵⁴.

Otras Medidas de la Estructura y Función Cardíaca

Es posible obtener información clínica relevante de la evaluación del tamaño y función tanto ventricular como auricular. Esto es especialmente importante para la regurgitación mitral; sin embargo, las anomalías preexistentes del tamaño y la función de la cámara se deben considerar al interpretar los cambios en estos parámetros después de realizado el reemplazo quirúrgico de la válvula ¹¹. Por ejemplo, debemos tomar en cuenta que los diámetros del ventrículo izquierdo en modo M o 2D, así como los volúmenes de la aurícula

izquierda (preferiblemente por el método de Simpson) al ser medidos con regurgitación severa crónica resultan en una severa dilatación de ambas cámaras izquierdas y esto se debe considerar a la hora de repetir el estudio después del procedimiento.

En el contexto de una regurgitación paravalvular mitral severa y sintomática, también se observa un aumento en la presión arterial pulmonar (velocidad de regurgitación tricúspide $>3\text{m/s}$, presión sistólica de la arteria pulmonar ≥ 50 mm Hg), con la consiguiente dilatación auricular y ventricular derecha ¹¹.

Para la prótesis aórtica, las pautas actuales recomiendan la evaluación de la raíz aórtica y de la aorta ascendente en el seguimiento ³². La medida del tamaño y la función del ventrículo izquierdo debe realizarse, ya que un leak periprotésico aórtico severo puede producir una dilatación de dicha cámara similar a la regurgitación aórtica nativa ³⁹.

Finalmente, la imagen ecocardiográfica puede detectar burbujas de cavitación, que se ven con frecuencia con la función de la válvula protésica normal ⁵⁵. Un gran número de burbujas puede ser una indicación de hemólisis y correlacionarse con los niveles de lactato deshidrogenasa (LDH) ⁵⁶.

IMÁGENES NO ECOCARDIOGRÁFICAS

Resonancia Magnética Computarizada

La resonancia magnética se puede utilizar no sólo para cuantificar un leak periprotésico después de la sustitución de una válvula aórtica vía transcatéter, sino también para predecir los resultados⁵⁵. Las ventajas de la resonancia para la valoración de una fuga perivalvular incluyen la capacidad de medir los volúmenes de regurgitación para múltiples tipos de válvulas, independientemente del número de fugas regurgitantes o de su morfología y

alta reproducibilidad de las mediciones⁸³. Puede ser particularmente útil para corroborar la gravedad de la regurgitación en casos en los que la ecocardiografía no proporciona conclusiones significativas o cuando existe discordancia entre la clasificación ecocardiográfica de la gravedad del leak periprotésico y el estado sintomático del paciente o el grado de dilatación / disfunción del VI¹¹. Cabe resaltar que la exactitud de la resonancia magnética para clasificar una fuga perivalvular podría estar alterada por la presencia de turbulencias del flujo, artefactos producidos especialmente por válvulas protésicas mecánicas, así como también por la presencia de arritmias.

Cineangiografía y Cinefluoroscopia

La cineangiografía no puede determinar la localización o el mecanismo de un leak periprotésico, más bien se considera un método de confirmación para distinguir la presencia de una fuga menor que leve o mayor que moderada. Durante un procedimiento, la cineangiografía retrógrada puede ser útil para evaluar el cierre adecuado de una fuga periprotésica en posición aórtica, particularmente cuando el defecto está en el anillo de sutura anterior y, por lo tanto, está mal determinado por un ecocardiograma transesofágico^{45,46}.

La cinefluoroscopia es un método no invasivo, fácilmente disponible para detectar y evaluar el movimiento mecánico del ocluser cuando se sospecha estenosis de la válvula protésica; sin embargo, esta modalidad tiene utilidad limitada para el diagnóstico de la localización y gravedad de una fuga periprotésica, a menos que una dehiscencia significativa dé lugar a un movimiento excesivo del anillo de sutura⁴⁰.

Evaluación Hemodinámica Invasiva

También se han propuesto medidas hemodinámicas como medio de cuantificar la gravedad de la regurgitación. Aunque las presiones de llenado

elevadas reflejan las consecuencias hemodinámicas de la regurgitación y, por lo tanto, indican compromiso clínico, existen limitaciones a la evaluación hemodinámica invasiva¹¹. Se cree que la pendiente dícrota de la onda de presión arterial representa un ligero flujo hacia atrás en la aorta al cierre de la válvula aórtica; la ausencia de dicha pendiente se podría asociar con regurgitación aórtica severa, pero no se puede utilizar para definir grados inferiores. En 2012 Sinning *et al*⁸⁴. propusieron un índice de regurgitación aórtica para evaluar la regurgitación intraprocedimiento durante la implantación de una prótesis valvular aórtica vía transcatéter, pero no se ha validado en el establecimiento de leaks periprotésicos crónicos después de la implantación de la válvula quirúrgica.

La evaluación hemodinámica en el contexto de insuficiencia mitral severa se limita típicamente a la medición inespecífica de las presiones del corazón derecho y de la presión capilar pulmonar, así como la evidencia indirecta del flujo regurgitante. Las mediciones directas de la presión de la aurícula derecha o la evaluación de los gradientes de presión de aurícula derecha a ventrículo izquierdo rara vez se justifican¹¹. Ningún método puede delinear el mecanismo de la insuficiencia valvular.

Tomografía Computarizada en la Evaluación del Leak Periprotésico

La tomografía computarizada puede proporcionar imágenes con mejor resolución espacial, lo que permite la evaluación anatómica de la localización del leak periprotésico y puede utilizarse para planificar intervenciones^{35, 7}. Un estudio reciente, realizado por Suh y colaboradores⁸⁵, mostró que la tomografía y el ecocardiograma transesofágico 2D presentaron un diagnóstico similar (sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo, valor predictivo negativo y precisión diagnóstica) en la detección del leak periprotésico. La tomografía puede identificar la localización de las fugas y el tamaño del defecto, la trayectoria del tracto, la calcificación dentro de la vía y el tejido anular adyacente, así como las estructuras cardíacas circundantes

importantes y definir los ángulos fluoroscópicos óptimos para cruzar el defecto. Sin embargo, tiene limitaciones significativas para la valoración del leak periprotésico, como por ejemplo, no puede mostrar flujo sanguíneo, requiere medios de contraste yodados y radiación ionizante, y requiere experiencia en tomografía post-procesamiento y en reconstrucción. No obstante, es especialmente fuerte en la caracterización anatómica de un área de dehiscencia valvular y su fuga resultante, especialmente en el establecimiento de válvulas mecánicas con sombreado significativo durante la evaluación ecográfica.

Estudios Nucleares

Debido a que la implantación de dispositivos vía transcatéter está contraindicada en el establecimiento de endocarditis activa, los estudios nucleares, como la gammagrafía con leucocitos marcados y la tomografía por emisión de positrones (PET) con 18F-fluorodesoxiglucosa, pueden ayudar con el diagnóstico de endocarditis en el contexto de las válvulas protésicas. 18F-fluorodeoxiglucosa PET / CT y PET / CT angiografía puede mejorar la precisión diagnóstica de los Criterios de Duke en pacientes con sospecha de endocarditis infecciosa y válvulas protésicas¹¹.

DIAGNÓSTICO CLÍNICO DEL LEAK PERIPROTÉSICO // CLÍNICA DEL LEAK PERIPROTÉSICO

La presencia de hemólisis solía considerarse una inevitable consecuencia de la fuga perivalvular. Esta noción data de la era pre-ecocardiográfica, cuando los únicos defectos periprotésicos que llegaron a atención médica fueron graves y hemodinámicamente significativos, y puede que no se aplique a fugas pequeñas detectadas incidentalmente por la asignación de Doppler color ¹⁰.

Hasta los años 70, la mayoría de los estudios publicados se basaban en la medición de la concentración de lactato deshidrogenasa (LDH) para diagnosticar la hemólisis ⁵⁷, pero la LDH puede aumentar por otras causas y su concentración puede ser alta en el preoperatorio.

Es de conocimiento general que un paciente con un leak periprotésico leve a moderado puede permanecer totalmente asintomático, sin embargo, los pacientes con leak periprotésico severo pueden presentar signos y síntomas claros de insuficiencia cardíaca y hemólisis, lo que perjudica la capacidad funcional y la supervivencia a largo plazo ³⁴. Estos pacientes manifiestan síntomas de insuficiencia cardíaca, hemólisis y, en algunos casos, la combinación de ambas ⁷.

Cuando los pacientes desarrollan empeoramiento de insuficiencia cardíaca o hemólisis severa que requiere múltiples transfusiones sanguíneas, todo esto causado o como consecuencia de una regurgitación paravalvular protésica, es mandatorio el cierre de la dehiscencia ⁴.

El efecto clínico de la fuga paravalvular después del reemplazo quirúrgico de la válvula cardíaca suturada circunferencialmente, varía significativamente según el tipo de prótesis valvular y la ubicación del implante ¹¹.

Varios estudios coinciden en que aproximadamente del 2% al 5% de los leaks periprotésicos son clínicamente relevantes y están asociados con complicaciones de insuficiencia cardíaca congestiva, anemia hemolítica y endocarditis infecciosa ^{36, 21, 58}. La mayoría de las fugas perivalvulares son pequeñas y asintomáticas; sin embargo, aproximadamente el 90% de los pacientes con escapes sintomáticos se presentan típicamente con insuficiencia cardíaca congestiva ^{6, 59}, que puede ser precipitada o empeorada por la anemia ⁶.

La anemia hemolítica, resultante del mecanismo de corte sobre los glóbulos rojos, es la segunda presentación más frecuente del leak periprotésico que afecta de un tercio a tres cuartas partes de los pacientes con fugas

sintomáticas ⁶. Los síntomas de anemia pueden ser graves y pueden requerir transfusión, y los pacientes pueden experimentar mala calidad de vida (QOL)^{60, 34}.

Nietlispach y colaboradores⁶¹, en su trabajo de investigación sobre cierre percutáneo de leak perivalvular, observaron que estos también pueden aumentar el riesgo de endocarditis infecciosa.

Biomarcadores Sanguíneos en el Diagnóstico del Leak Periprotésico

Estudios recientes sugieren que el patrón multimérico de alto peso molecular de von Willebrand puede usarse como un sensor de PVL después del procedimiento de la válvula ^{62, 63}. Un dispositivo analizador de la función plaquetaria que mide el tiempo de la agregación plaquetaria en ocluir una membrana recubierta de colágeno y adenosina difosfato (ADP), es un ensayo muy sensible a los cambios de multímeros de alto peso molecular ^{11, 63}. Se ha discutido la posibilidad de usarlo para el monitoreo en tiempo real del rendimiento hemodinámico de la prótesis luego de un reemplazo vía transcateter ⁶³.

Maraj, *et al* ⁶⁰, determinaron que el flujo turbulento causado por la fuga alrededor de la válvula protésica genera fuerzas de corte excesivas sobre los glóbulos rojos, dando como resultado una hemólisis mecánica intravascular. Los factores que aumentan el estrés de cizallamiento, como por ejemplo, importantes fluctuaciones de la presión durante la actividad física extenuante, pueden agravar la hemólisis. La hemodiálisis y la máquina de derivación corazón-pulmón son otras causas de anemia hemolítica mecánica que pueden observarse en pacientes con fuga perivalvular significativa ¹¹.

Estudios de laboratorio específicos podrían ayudar a confirmar el diagnóstico de anemia hemolítica. Hemoglobina y hematocrito son un primer paso obvio, pero puede haber una hemólisis significativa a pesar de un recuento de hemoglobina/hematocrito normal o casi normal si la médula ósea es capaz de

compensar la destrucción periférica de glóbulos rojos ¹¹. En tal caso, el cálculo de un índice de producción de reticulocitos (o recuento corregido de reticulocitos) puede ayudar a confirmar el diagnóstico ⁶⁴.

El estudio de hemólisis también debe incluir LDH en suero, haptoglobina, niveles de hierro y ácido fólico y examen de sangre periférica para los esquistocitos. (*ver anexo 1. Abordaje Diagnóstico del Leak Periprotésico*). En estos casos en los que no queda claro el diagnóstico de hemólisis, la interconsulta con un hematólogo es recomendada.

OBSERVACIONES ANATÓMICAS DEL LEAK PERIPROTÉSICO DE ORIGEN AÓRTICO Y MITRAL

En un estudio sobre la anatomía del tracto de salida subaórtico, realizado por Anderson y colaboradores⁶⁵ se determinó que el anillo de la válvula aórtica no es una estructura anular que soporta las láminas de la válvula. En efecto, las láminas están unidas en una forma semilunar que permite que las copas abran correctamente durante la sístole ventricular. La diferencia entre el anillo quirúrgico y el anillo anatómico es importante, ya que la implantación de la prótesis valvular aórtica modifica la línea semilunar de la valva hacia una forma circular monoplanar. La forma y anatomía de la raíz aórtica y su interacción con el tracto de salida del ventrículo izquierdo, son factores bien establecidos para el flujo hemodinámico efectivo. Sin embargo, los cambios anatómicos, inducidos por la cirugía, de estos factores pueden exponer las estructuras anatómicas débiles a fuerzas de presión excesivas o anormales, con las subsecuentes tracciones no protegidas o intolerables. Estas condiciones anatómicas y hemodinámicas pueden finalmente conducir a un leak periprotésico luego de un reemplazo valvular aórtico, también potenciado por la pulsatilidad o rigidez del anillo protésico y su relación con la pared aórtica ⁶⁶.

Análisis Anátomo-Quirúrgico de la Válvula Aórtica

El estudio anátomo-quirúrgico es realizado analizando el anillo aórtico en un formato horario, indicando el sitio de fuga por medio de la hora correspondiente. La hora 1 es asignada a la comisura entre el seno coronario izquierdo y el seno coronario derecho, la hora 5 fue asignada a la comisura entre el seno coronario derecho y el seno no coronario y la hora 9 a la comisura entre el seno no coronario y el seno coronario izquierdo.

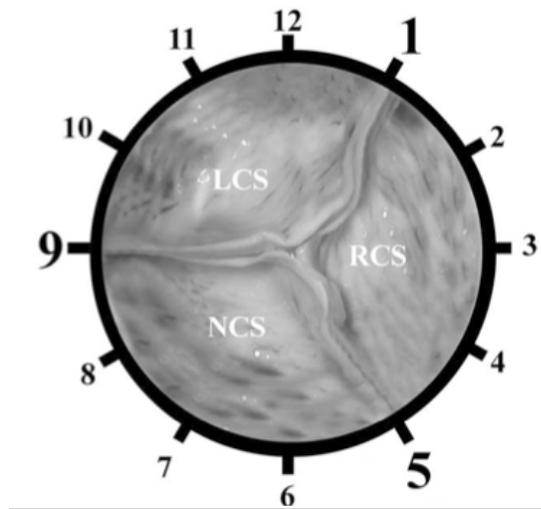


IMAGEN 4) Giuseppe De Cicco, M. D., et al. "Aortic Valve Periprosthetic Leakage: Anatomic Observations and Surgical Results." *Ann Thorac Surg* 79 (2005): 1480-5.

De Cicco y colaboradores ⁵, realizaron un estudio en el que observaron que la mayor tasa de fuga perivalvular había sido detectada entre la hora 4 y la hora 8 del anillo aórtico analizado en formato horario, esto es entre el centro del seno coronario derecho y el centro del seno no coronario. La porción anular entre la hora 4 y la hora 8 corresponde al área por encima de la parte membranosa del septum interventricular y el triángulo fibroso derecho del esqueleto cardíaco y básicamente incluye el área de fijación de la cúspide no

coronariana ⁶⁷. El origen embriológico de ésta porción del anillo aórtico puede ser la razón de su debilidad intrínseca.

La cúspide derecha y la izquierda se originan de la almohadilla troncoconal superior derecha y de la almohadilla troncoconal anterior izquierda respectivamente y son la especialización de los tubérculos laterales divididos de la pared troncoconal derecha e izquierda. En contraste, la cúspide no coronariana se deriva de la almohadilla endocárdica intercalada que cubre el tubérculo menor de la pared troncoconal posterior ⁶⁶.

La base de la valva derecha e izquierda está abarcada por miocardio, mientras que la base de la no coronariana no parece estar incrustada por músculo ventricular y su base parece estar más alta en el plano de la raíz aórtica. Esto hace la base de la válvula aórtica capaz de cambios dimensionales cíclicos. Su perímetro es máximo en la sístole temprana (contracción isovolumétrica), desciende durante la eyección (sístole) para aumentar otra vez durante la diástole ⁶⁶. La incompatibilidad entre el anillo de sutura de las prótesis aórticas y la base normalmente expansiva de la válvula puede ser causante de fugas periprotésicas aórticas ⁶⁶. La ausencia de tejido muscular en la base de la valva no coronariana, presume que ésta área tiene propiedades hipodinámicas, transformándolo en un punto de anclaje debido a la mayor energía dinámica desarrollada por las otras dos bases. esto puede incrementar el estrés en la base de la valva no coronariana, haciendo de éste un sitio propenso al desarrollo de fugas periprotésicas ⁵.

Otro estudio que coincide con los hallazgos de De Cicco y sus colegas es el realizado por Lansac *et al.* ⁶⁸, en el que se estudiaron los cambios mecánicos durante el ciclo cardíaco, dividiendo la base de la raíz aórtica en tres sectores comenzando por el punto más bajo de cada uno de los senos derecho, izquierdo y no coronario en el seno de Valsalva. Hallaron diferentes características dinámicas entre las tres longitudes, con el segmento entre el punto más bajo del seno coronario derecho y el seno no coronario teniendo la menor expansión. Este segmento anular es el correspondiente al área

entre la hora 4 y la hora 8 del anillo aórtico analizado en formato horario. Varios autores sugieren que estos hallazgos podrían resultar de la debilidad anatómica y vulnerabilidad al estrés mecánico del septum membranoso y del anillo mitral posterior ^{5, 9, 8}.

Ionescu *et. al.*¹⁰, en su estudio realizado en el 2003, se analizaron 360 casos consecutivos de primer reemplazo valvular por cirugía electiva, de los cuales 243 eran aórticos y 27 doble reemplazo. Observaron que hubo 16 fugas de origen aórtico en el primer estudio postoperatorio (6% de todas las válvulas aórticas). Los leaks periprotésicos se localizaron predominantemente en el cuadrante posterior o mediano de la válvula (69%). La longitud media de las fugas aórticas en el mapa de flujo de color fue de 1,5 (0,9) cm y la anchura media de la vena contracta de fue 0,3 (0,2) cm. No hubo diferencias en la proporción de válvulas con o sin suturas ensambladas que tuvieran regurgitación periprotésica. Las fugas periprotésicas fueron más frecuentes en las válvulas aórticas en una posición supra-anular (12 de 88, 14%) que en una posición intra-anular (4 de 182, 2%; p, 0,005). Este hallazgo se explica probablemente por la mayor dificultad en asegurar un buen contacto entre el anillo de sutura y el tejido supra-anular, particularmente en el área de comisura o en áreas de irregularidad residual después de la descalcificación¹⁰.

En su estudio con ecocardiografía transtorácica, Rallidis y colaboradores²¹ informaron una prevalencia de 48% para las fugas periprotésicas aórticas una semana después de la sustitución de la válvula, 90% de los cuales eran pequeños. No hubo diferencias en la prevalencia de fugas entre las válvulas mecánicas o biológicas. Chambers y colaboradores⁶⁹, informaron de fugas periprotésicas en el 28-73% de las válvulas aórticas, según el tipo de válvula, con la mayor prevalencia en las válvulas Starr-Edwards.

Análisis Anátomo-Quirúrgico de la Válvula Mitral

El estudio anatómico-quirúrgico se realiza analizando el anillo mitral en un formato de reloj desde la vista de un cirujano, indicando la localización de la fuga con la hora correspondiente. A las 12 se le asigna el punto medio del anillo anterior y la hora 6 al punto medio del anillo posterior, visto desde la aurícula. La hora 2 fue asignada a la comisura postero-medial, la hora 10 fue asignada a la comisura antero-lateral ⁹.

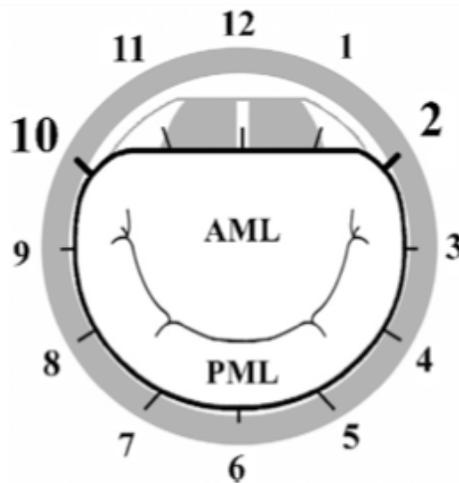


IMAGEN 5) De Cicco G, Russo C, Moreo A, Beghi C, Fucci C, Gerometta P, et al. Mitral valve periprosthetic leakage: anatomical observations in 135 patients from a multicentre study. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2006;30:887-91.

En otra investigación científica, De Cicco y sus colegas⁹, analizaron las observaciones anatómicas del leak periprotésico de origen mitral en 135 pacientes. Realizaron un estudio multicéntrico en el que concluyeron que los sectores del anillo valvular mitral con mayor incidencia de fuga son entre la hora 5 y la hora 6, y la hora 10 y la hora 11, correspondientes a los sectores postero-medial y antero-lateral, respectivamente.

La fuga perivalvular se produce en hasta el 12,5% de los pacientes sometidos a reemplazo valvular mitral, según concluye Genoni y colaboradores³⁴. La interacción entre la prótesis valvular y el aparato mitral-ventricular u otros factores cardíacos peculiares, también podría intervenir y, en última instancia, afectar la eficiencia hemodinámica de la prótesis, inducir tensiones

mecánicas indebidas en el anillo protésico y, por lo tanto, influir en su rendimiento a largo plazo y su durabilidad.

Histológicamente la distribución de las fibras de colágeno en el anillo valvular mitral no es homogénea, ya sea cuantitativa o cualitativamente. Desde la aurícula hasta el ventrículo, el anillo mitral y las valvas se componen de tres capas: atrialis / esponjosa, fibrosa y ventricularis, respectivamente. La fibrosa es la capa central del tejido valvular mitral y este está disminuido en la región posterior del anillo. Estos factores anatómicos indican que el anillo posterior puede constituir potencialmente un área de menor resistencia a las tensiones mecánicas aplicadas a lo largo de sitios anulares inusuales, por ejemplo, por el anillo de una prótesis que es rígido, y por lo tanto, predispone a la aparición de un leak periprotésico ⁹.

Los factores anatómicos, junto con el movimiento anti-fisiológico del anillo anular mitral después del reemplazo valvular, interactúan y contribuyen a la aparición de una fuga perivalvular en los sectores postero-medial y antero-lateral de la válvula mitral. De Cicco y sus colegas⁹ observaron que la fuga perivalvular se produjo con mayor frecuencia no sólo en zonas limitadas del anillo posterior, sino también en porciones inusuales de la anterior, y este hallazgo los incentivó a cuestionarse si los factores anatómicos justifican por sí solos esta complicación postoperatoria, llevándolos a analizar mecánicamente el anillo valvular mitral buscando mecanismos complementarios que sean responsables de ocasionar una dehiscencia de la prótesis.

El anillo valvular mitral no es una estructura monoplanar y estática, tiene características mecánicas peculiares, que han demostrado desempeñar un papel crítico en la función valvular global y su eficiencia ⁹. Dichas características mecánicas podrían explicarse por la interacción entre los vectores contráctiles de las fibras ventriculares, especialmente la torsión de la base, y las estructuras fibróticas de las válvulas cardíacas izquierdas.

Lunkenheimer y sus colegas⁷⁰ analizaron la arquitectura de la masa ventricular y su implicación funcional por medio de la resonancia magnética. Encontraron que la cantidad de espesamiento mural era mayor en las paredes ventriculares posterior y superior / anterior, cerca de la localización del anillo mitral en la base cardíaca, y que el miocardio ventricular muestra un movimiento de torsión de la porción basal y el ápex principalmente debido a la distribución anatómica helicoidal de las fibras musculares del miocardio. Concepto que fue confirmado y revisado por Torrent-Guasp y colaboradores⁷¹. La contracción y consecuente torsión del ventrículo izquierdo y la mecánica de movimiento de la válvula mitral podrían interactuar de forma variable y, en última instancia, influir en el impacto de las tensiones mecánicas a lo largo del tejido nativo y el anillo de la prótesis⁹.

La manera en que una prótesis mitral puede modificar la dinámica del anillo valvular nativo, predisponiendo así a un leak periprotésico, queda explicado por Komoda y sus colegas⁷² los cuales han demostrado que, luego de un reemplazo valvular mitral con una prótesis rígida, el anillo valvular nativo consecuentemente se vuelve rígido y tiende a presentar una inclinación anti-fisiológica de la porción anterior de la válvula hacia la base ventricular izquierda durante la sístole, mientras que la porción posterior muestra un movimiento de ángulo normal.

Además, el anillo mitral con una prótesis rígida no exhibe ninguna contracción, y muestra una invasión no natural del tracto de salida del ventrículo izquierdo durante la sístole⁷². Esta dinámica alterada del anillo valvular mitral puede aumentar la tensión mecánica no sólo en el segmento anular postero-medial, sino también en el antero-lateral, transformando estos sectores en puntos de mayor estrés y en última instancia predisponer al desarrollo de fugas periprotésicas en estas áreas⁹.

La presencia del leak periprotésico podría ser más una enfermedad del anillo que un problema quirúrgico ya que el riesgo de recurrencia continua siendo elevado a pesar de lo pequeña que resulte una fuga al momento del alta.

Aunque, no se puede subestimar que la fuga también podría ser debida a causas técnicas o relacionadas con el cirujano, ya sea por visión limitada de los sitios del trígono, particularmente del antero-lateral, como se muestra en algunos estudios ^{27, 22}.

En el 2003, Ionescu *et. al* ¹⁰, realizaron un estudio en el cual se encontraron 38 fugas periprotésicas mitrales (32% de todas las válvulas mitrales). 76% de las fugas fueron postero-mediales y hubo una tendencia a fugas perivalvulares mitrales en las prótesis de mayor tamaño. La longitud media y la anchura de la vena contracta fueron 2,4 (1,2) cm y 0,5 (0,6) cm, respectivamente, significativamente más que para las fugas en posición aórtica. 41% de las válvulas implantadas con suturas continuas presentaban fugas, en comparación con el 7% de las suturas interrumpidas, pero el uso de "pledgets" no hizo ninguna diferencia en la prevalencia. Una vez más queda demostrado que la frecuencia de leaks periprotésicos es más frecuente en la posición mitral que en la posición aórtica.

TRATAMIENTO QUIRÚRGICO // TRATAMIENTO PERCUTÁNEO

El cierre quirúrgico de las fugas perivalvulares es el tratamiento más común para estos defectos; sin embargo, la cirugía de recambio valvular tiene algunas limitaciones, dependiendo del número de comorbilidades del paciente, incluyendo una alta tasa de recurrencia, así como altas tasas de morbilidad y mortalidad ^{2, 73, 20}. Con la cirugía, la mortalidad aumenta con el número de intervenciones previas, y es del 13, el 15 y el 37% después de la primera, la segunda y la tercera intervención, respectivamente, por lo que las clasificaciones de riesgo quirúrgico actuales tienden a subestimar el riesgo en estos pacientes ²⁰.

La Society of Thoracic Surgeons risk score y el EuroSCORE II system se utilizan ampliamente para la evaluación del riesgo quirúrgico en la cirugía cardíaca; sin embargo, estas puntuaciones se han validado sólo en pacientes

con riesgo quirúrgico estándar ⁷⁶, y pueden fallar en la captura adecuada de factores de riesgo para los pacientes que se someten a un cierre de un leak periprotésico. Estos factores deben ser considerados por el heart team al decidir sobre la conveniencia de intervenir ¹¹. (*ver anexo 2. Recomendaciones para la Evaluación*)

En el año 1992 se reportó el cierre exitoso de dehiscencias periprotésicas aórticas con el sistema de doble paraguas Rashkind ¹³. Posteriormente surgieron reportes de cierre tanto para defectos aórticos como mitrales con coils, ocluidores vasculares de Gianturco- Grifka, y en la actualidad dispositivos Amplatz, en sus diferentes diseños ^{14, 15}.

El cierre percutáneo de dehiscencias periprotésicas fue descrito por primera vez en 1992 por Hourihan *et al* ¹³, quienes cerraron con éxito dos fugas perivalvulares en posición aórtica usando dispositivos de doble paraguas de Rashkind y, luego propusieron que el cierre percutáneo de fugas periprotésicas podría ser una alternativa atractiva al cierre quirúrgico; también observaron que alivia los síntomas y complicaciones de las fugas perivalvulares en pacientes de alto riesgo ³.

Luego de esto se han publicado varios estudios de casos de cierre percutáneo quedando demostrado que los resultados de la implantación del dispositivo es factible en un alto porcentaje de pacientes y, aunque raramente cierra por completo el defecto, produce una disminución significativa del grado de insuficiencia mitral y mejoría de los síntomas ^{3, 4, 13, 14, 15, 31, 52, 54, 58, 77, 78, 81}.

Se debe tomar en cuenta que existen casos en los que la hemólisis empeora luego del cierre percutáneo ⁷. Esto se deba probablemente al cierre incompleto de la fuga perivalvular.

La forma y el tamaño del orificio de la fuga guían la selección del dispositivo de cierre. Dicho dispositivo puede ser evaluado por RT 3D TEE y, cuando se despliega, su localización y forma exacta se puede apreciar ⁴. (*ver imagen 6*)

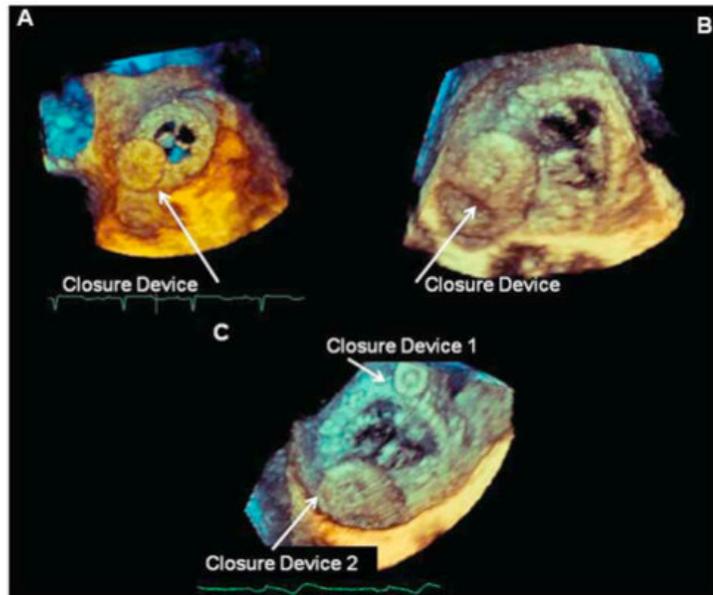


IMAGEN 6) Ruiz CE, Cohen H, Del Valle-Fernandez R, Jelnin V, Perk G, Kronzon I; Closure of prosthetic paravalvular leaks: a long way to go, EHJS. 2010;12: 52–62.

La reparación de una fuga perivalvular mitral es más compleja que la reparación de una fuga perivalvular aórtica, ya que estas pueden ser más difíciles de alcanzar y cruzar. Está claro que la reparación de fugas periprotésicas vía transcáteter es una intervención compleja y técnicamente demandante. La anatomía complicada del defecto impide el cruce exitoso en algunos pacientes y, la interferencia del dispositivo de cierre con la prótesis valvular, prohíbe el despliegue en otros ⁴.

La posibilidad de interferencia con la función protésica es también evaluada con el Doppler color (para un leak protésico de nueva instauración) y Doppler espectral, el cual puede determinar cualquier posible estenosis inducida por el dispositivo. Una vez que estos parámetros de despliegue se consideran exitosos, el dispositivo puede ser liberado y los catéteres removidos ⁴. Al final del procedimiento, el ecocardiograma transesofágico es usado para determinar la motilidad global y segmentaria, la presencia de fugas periprotésicas residuales y cualquier posibilidad de coágulo intracardíaco y/o efusión pericárdica ⁴.

Existen algunos puntos a tomar en cuenta a la hora de evaluar la posibilidad de corregir el leak periprotésico vía transcateter: 1) Los defectos de sutura o dehiscencias pueden ser difíciles de cruzar debido a su posición y / o debido a la configuración anatómica de dichos defectos, que pueden ser serpiginosos y / o rígidos, y también debido a la calcificación anular o al anillo de la válvula per se. 2) El defecto puede ser cruzado y cerrado pero el dispositivo de cierre podría interferir con la función de la válvula protésica, prohibiendo así la liberación del dispositivo.

El cierre percutáneo de las filtraciones perivalvulares sintomáticas requiere múltiples modalidades de imagen y la capacidad de visualizar las relaciones 3D de las estructuras intracardiacas ⁷.

La reparación percutánea de un leak periprotésico ofrece una alternativa a la cirugía tradicional, especialmente para pacientes que se consideran de alto riesgo quirúrgico ³⁹. Dos grandes estudios de un solo centro con 57 y 141 pacientes con fuga perivalvular, informaron tasas de éxito global de cierre percutáneo de la dehiscencia de 77% a 86,5% y éxito clínico de 67% a 77%, respectivamente ^{7, 77}. Un metaanálisis reciente, que utilizó la mortalidad cardíaca como criterio de valoración primario, evaluó 12 estudios clínicos en los que participaron 362 pacientes ⁷⁸. En comparación con la reducción fallida de la fuga, el cierre satisfactorio vía transcatéter, definido como el suministro de un dispositivo de reducción libre de interferencia de la prótesis mecánica y que resulta en una reducción inmediata de la regurgitación, se traduce en una menor mortalidad cardíaca, un mejoramiento de la clase funcional o hemólisis, con menor número de reoperaciones ¹¹.

Sorajja y colaboradores ⁷⁹ determinaron que tras el cierre de la dehiscencia perivalvular, la mejoría de los síntomas de insuficiencia cardíaca suele limitarse a los pacientes sin regurgitación residual o con regurgitación leve. Los pacientes con anemia hemolítica pueden no mejorar después del cierre vía percutánea de un leak periprotésico ¹¹. La anemia hemolítica persistente

después del intento de cierre predice una disminuida supervivencia y la necesidad de cirugía cardíaca ⁸⁰.

Las indicaciones actuales de la ACC/AHA para la reparación percutánea de un leak periprotésico incluye a pacientes con válvulas protésicas que presentan signos y síntomas de insuficiencia cardíaca y anemia hemolítica persistente, dichas características son adecuadas para la corrección vía percutánea en centros de especialización ³⁹. El cierre de una dehiscencia menos grave sigue siendo controvertido. La reparación percutánea está contraindicada en pacientes con endocarditis activa o dehiscencia significativa que involucran más de un cuarto a un tercio del anillo valvular ⁸¹.

Presentación de Caso Clínico

Masculino de 31 años de edad con antecedentes mórbidos conocidos de amigdalitis a repetición desde su niñez. Estable hasta 1 mes previo cuando presenta cuadro agudo de palpitations, disnea y debilidad general, por lo que acude vía emergencias a un centro de su comunidad en donde le evalúan y le diagnostican fibrilación auricular aguda que revierte farmacológicamente. Acto seguido le refieren para realización de ecocardiograma el cual revela Cardiopatía Reumática con Insuficiencia Mitral Severa por lo que es referido a consulta de cirugía cardiovascular para valoración de cirugía de remplazo valvular mitral.

Antecedentes Personales Patológicos: Amigdalitis a repetición. Alergias: negadas.

Antecedentes Quirúrgicos y Transfusionales: Quirúrgicos: negados. Transfusionales: negados.

Ingresos previos: 1 ingreso por accidente de 4 días de internamiento hace más de 15 años. 1 ingreso por arritmia cardíaca de 24 horas de internación.

Antecedentes Personales no Patológicos: Tabaquismo: negado. Consumo de Alcohol: Social. Consumo de Café: 1 taza al día. Drogas Ilícitas: negadas en su totalidad.

Antecedentes Familiares: Padre vivo, hipertenso. Madre viva, aparentemente sana. Hermanos: aparentemente sanos. Hijos: 1 aparentemente sano.

Medicamentos: Meprolol 25 mg / día VO.

Examen Físico: Paciente consciente, orientado en tres esferas superiores.

Cuello: Móvil, simétrico y sin ingurgitación yugular. No soplo carotídeo. No masas palpables.

Tórax: Simétrico, normodinámico, normoexpandible, sin retracciones intercostales ni deformaciones.

Corazón: Ruidos cardíacos de ritmo regular, 1er ruido de adecuado tono, presencia de soplo sistólico auscultable en todo el precordio con epicentro en foco mitral, de intensidad VI/VI, irradiado a axila. 2do ruido de adecuado tono, no se auscultan soplos.

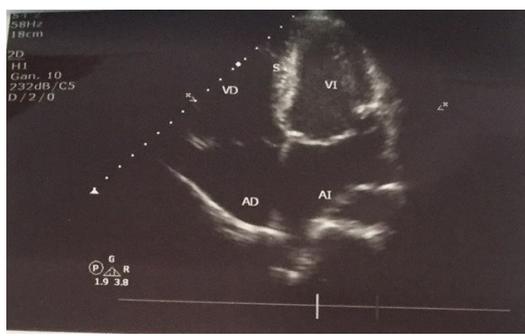
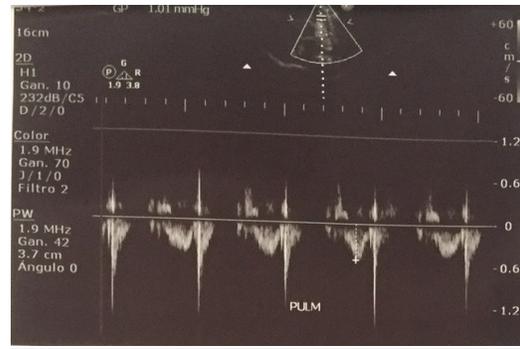
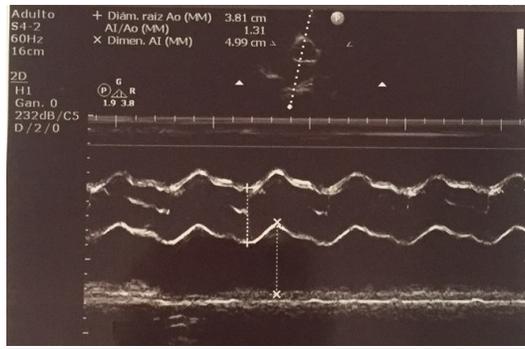
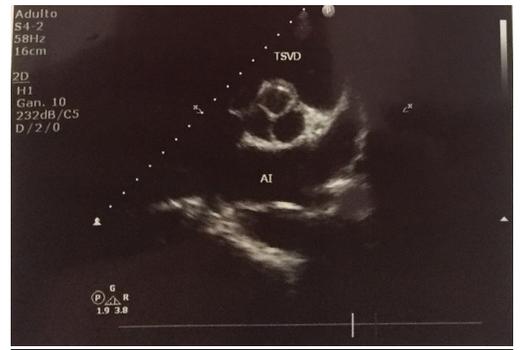
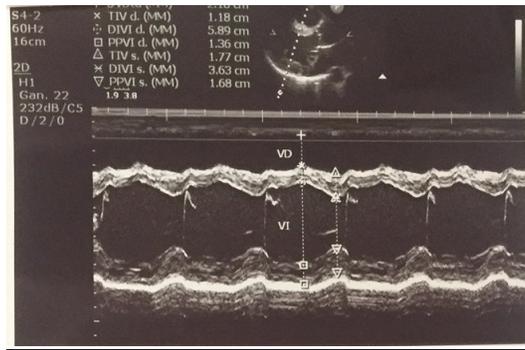
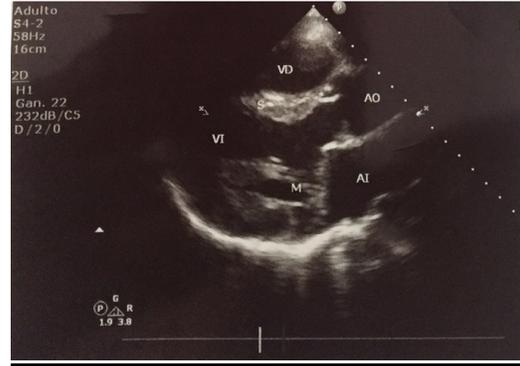
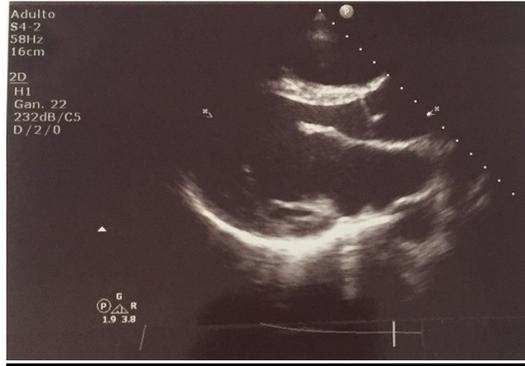
Pulmones: Murmullo vesicular presente, sin estertores crepitantes, roncus o sibilancias, con resonancia a la percusión.

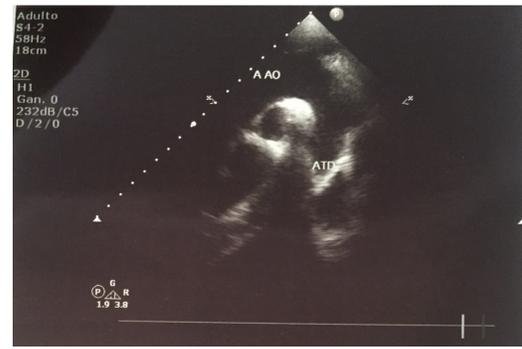
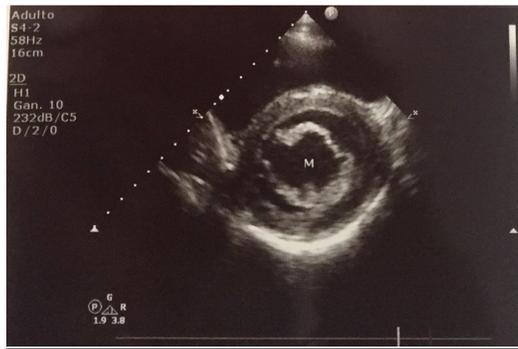
Abdomen: Plano, peristalsis presente, depresible, no doloroso a la palpación profunda ni superficial, sin masas palpables.

Extremidades: Simétricas, móviles, sin datos sugestivos de edema, no cianosis o deformidades. Pulsos periféricos normales.

Ecocardiograma Pre-Quirúrgico:

DVDtd: 22mm	DIVI d. : 59mm	AF: 38.5%
TIV d. : 18mm	DIVI s. : 36mm	FE (Teich): 68%
TIV s. : 17mm	PPVI d. : 13mm	
	PPVI s. : 16mm	
VE (Teich): 117ml	Díam. RAo: 38mm	AI/Ao: 1.31
	Dimen. AI: 49mm	
Punto E VM: 112cm/s		
Punto A VM: 70.7cm/s		
E/A VM: 1.58		





Conclusión: Válvula Mitral muy engrosada y elongada de aspecto mixomatoso con prolapso de ambas valvas que produce Insuficiencia de grado severo. Dilatación leve de cavidades izquierdas. La función sistólica está conservada con una fracción de expulsión de un 68%.

Laboratorio Pre-Quirúrgico:

WBC: 6.53	ALT (SGPT TGP): 16.50 U / L
RBC: 4.70	Urea: 23.00 mg / mL
Hgb: 13.5	Creatinina en suero: 0.73 mg / dl
Hto: 40.4	PCR: 0.08 mg / l
Plt: 180,000	Magnesio: 1.90 mg / dl
TSH: 3.39 μ IU / ml	Glucosa: 88.00 mg / dl

ASO (Antiestreptolisina): 200.00 mg / l	Colesterol Total: 119.0 mg / dl
Tipificación: B Rho: Positivo	Urea: 27.00 mg / mL
Eritrosedimentación: 12.00 mm / h	Creatinina en suero: 0.80 mg / dl
Acido Urico: 4.20 mg / dl	Tiempo de Sangría: 1.00 Min
Triglicéridos: 59 mg / mL	Fibrinógeno: 222.00, <u>INR:</u> 1.28
Potasio: 4.60 mmol / l	TP: 10.40 Seg, TTP: 32.20 Seg

Electrocardiograma: Onda P: 0.10, PR: 0.20, QRS: 0.08, FC: 60 l/min. R-R: Regulares. Datos de sobrecarga.

Se realiza recambio valvular mitral por prótesis mecánica ONX 31/ 33 mm, usando sutura continua.

Diagnóstico Pre-Quirúrgico: Insuficiencia Mitral Severa - Prolapso Valvular Mitral.

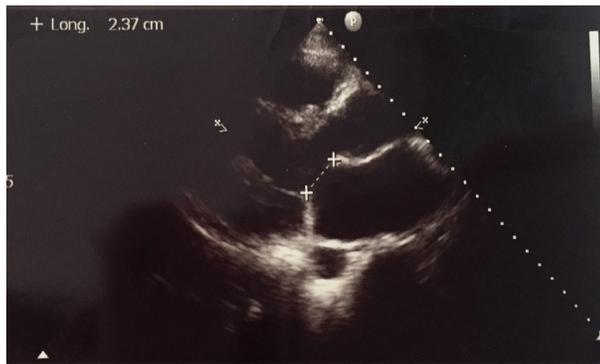
Hallazgos Intra-Operatorios: Dilatación de cavidades izquierdas y derechas. Válvula mitral con insuficiencia severa. Prolapso valvular mitral central por falta de coaptación.

Tiempo de CEC: 48min. Tiempo de Clampeo: 26min. Tiempo Quirúrgico: 3:00hrs.

Informe anatomopatológico: Válvula mitral con fibrosis y cambios degenerativos moderados.

Ecocardiograma Post-Quirúrgico: Prótesis valvular mecánica en posición mitral normofuncionante. Gradiente Medio 3 mmHg. Derrame pleural leve. La función ventricular está conservada con una Fracción de Expulsión del 95%.

Luego de 24 horas del post-quirúrgico, paciente presenta progresiva descompensación hemodinámica, razón por lo cual se decide repetir ecocardiograma encontrándose que la prótesis mecánica presenta defecto en la continuidad mitro-aórtica en relación con anillo valvular. Flujo transmitral presenta insuficiencia severa perivalvular.



Se decide llevar el paciente a quirófano para reintervención de emergencia para recolocación de prótesis valvular mitral disfuncionante. En quirófano se observa Dehiscencia valvular protésica a nivel del anillo en valva posterior en anillo calcificado y fondo de aspecto necrótico. cavidades izquierdas y derechas dilatadas. Se procede a retirar y recolocar prótesis mecánica.

Tiempo de CEC: 144 min. Tiempo de clampeo: 59 min. Tiempo quirúrgico: 2:40 hrs.

Ecocardiograma Post-Reintervención: **DDVI:** 45mm. **DSVI:** 30mm. **Aorta:** 35mm. **AI:** 41mm. **Septum:** 12mm. **PP:** 12mm. **FEy:** 63%. **FA:** 34%. Prótesis mecánica normofuncionante con gradiente máximo de 6mmHg y gradiente medio de 3mmHg.

DISCUSION Y CONCLUSION

El leak periprotésico se conoce como una complicación de la cirugía de reemplazo valvular ya sea aórtico o mitral y que se origina por una dehiscencia parcial de la sutura entre el anillo protésico y el tejido nativo, lo cual puede ser asintomático o llevar al paciente a una insuficiencia cardíaca y/o hemólisis severa. La insuficiencia cardíaca congestiva se define como síntomas compatibles con una clase funcional de la Nueva York Heart Association (NYHA) mayor que II ⁷. La hemólisis sintomática se define como anemia hemolítica (hemoglobina ≤ 10 g/dl, lactato deshidrogenasa ≥ 600 mg/dl, haptoglobina ≤ 10 mg/dl) que requiere >2 U de transfusiones de sangre y / o eritropoyetina en un plazo de 90 días para mantener la hemoglobina ≥ 10 g/dl, sin ninguna otra fuente de pérdida de sangre ⁷.

La presencia de dehiscencias perivalvulares tras la cirugía de sustitución valvular es una complicación no infrecuente (un 2-17% según las series) ^{10, 20} que depende de la técnica de sutura, y es más frecuente cuando hay calcificación anular severa o tras endocarditis ^{1, 3}. La endocarditis de la válvula protésica, la miocardiopatía dilatada y la insuficiencia mitral isquémica son factores que contribuyen a la aparición de un leak periprotésico ^{24, 25, 26}.

Nuestro caso intercurrió con un leak periprotésico severo y agudo, en posición mitral, el cual tuvo una sutura continua y se utilizó una prótesis mecánica. En el análisis prequirúrgico se le realizó un ecocardiografía transtorácico que evidenció calcificación moderada de la válvula nativa con engrosamiento severo e insuficiencia severa por dilatación del anillo. Varios autores coinciden en que estas mismas características conllevan a la dehiscencia de la sutura protésica. Como concluyen Ionescu *et al* ¹⁰ y Hammermeister *et al* ³⁰, que uno de los factores que puede aumentar el riesgo es el tipo de prótesis, ya que las prótesis mecánicas se asocian más a las fugas paravalvulares.

Se han estudiado otras causas para el desarrollo del leak periprotésico que incluyen: calcificación anular, friabilidad de tejidos, endocarditis previa u otros procesos inflamatorios e iniciación reciente de la terapia con corticosteroides ^{28, 29, 21}. El leak periprotésico tiene una incidencia reportada del 2% al 10% para las válvulas protésicas en la posición aórtica ^{30, 10} y del 7% al 17% para las válvulas protésicas en la posición mitral ^{30, 10, 34, 36}. Quedando demostrado por varios estudios que dichas dehiscencias son más frecuentes en posición mitral. Meloni y cols. ³⁸ reportaron fugas periprostéticas en el 60% de los pacientes estudiados en el momento del reemplazo de la válvula mitral. Sus hallazgos fueron que dichas fugas estaban asociadas con suturas continuas (76% de suturas continuas versus 33% de suturas interrumpidas tenían fugas periprostéticas). Se encontró que los leaks mitrales eran más frecuentes en la cara medial de la válvula protésica y que estaban asociados con el uso de suturas continuas. Es posible que la técnica quirúrgica utilizada para suturar esta área del anillo sea la causante de dicha frecuencia.

El ecocardiograma es una herramienta multifacética usada para el diagnóstico, cuantificación y guía de tratamiento de una dehiscencia periprotésica. La ecocardiografía bi-dimensional con imágenes en doppler color es frecuentemente usada para hacer un diagnóstico no invasivo de un leak periprotésico. En un estudio publicado en 2010, Ruíz C y sus colaboradores⁴ observaron que la mayoría de las fugas perivalvulares de origen mitral suceden entre la hora 3 y la hora 9, es decir, más posterior que anterior.

Después del cierre del leak periprotésico, también se indica una evaluación anual de seguimiento para determinar la seguridad y eficacia de la corrección. Este paciente se le realizó un ecocardiograma transtorácico en el post-quirúrgico inmediato el cual reportó que la prótesis (mecánica) en posición mitral se encontraba normofuncionante y que la función ventricular estaba conservada. Casi 24 horas más tarde nuestro paciente presenta descompensación hemodinámica (hipotensión, taquicardia, disminución del ritmo diurético), esto llevó al equipo médico a realizar una evaluación

exhaustiva del paciente y descartar la posibilidad de una dehiscencia periprotésica, lo cual se confirmó con un ecocardiograma que evidenció dicha sospecha. Se evidenció que la prótesis estaba disfuncionante por una Insuficiencia Severa Perivalvular.

Queda la cuestionante de porqué este paciente intercorre con una dehiscencia perivalvular luego de haberle realizado una evaluación ecocardiográfica post-quirúrgica que reportó que "todo estaba en orden"? Se sabe que en el post-quirúrgico inmediato los pacientes presentan taquicardia, y según el análisis de De Cicco *et al*⁹, La contracción y consecuente torsión del ventrículo izquierdo y la mecánica de movimiento de la válvula mitral podrían interactuar de forma variable y, en última instancia, influir en el impacto de las tensiones mecánicas a lo largo del tejido nativo y el anillo de la prótesis. Aunado a esto, pudimos determinar que este paciente cumplía con varios factores de riesgo ya descritos anteriormente. Otra posible razón sería que la misma deformación del anillo nativo (elongación/dilatación) que reportó el ecocardiograma pre-quirúrgico influyera en el tamaño de la prótesis y que a la hora de hacer la sutura, quedara algún espacio con fallos de unión. Por otro lado, el hecho de utilizar sutura continua aumenta el riesgo como lo pudo determinar Ionescu *et. al*¹⁰, en su estudio en el cual se encontraron que 41% de las válvulas implantadas con suturas continuas presentaban fugas, en comparación con el 7% de las suturas interrumpidas.

Antunes²⁷ y Dhasmana *et al*²², muestran que no se puede subestimar que la fuga también podría ser debida a causas técnicas o relacionadas con el cirujano, ya sea por visión limitada de los sitios del triángulo, particularmente del antero-lateral.

Ante la sospecha de un leak periprotésico, una evaluación completa es mandatoria, la cual incluiría la evaluación clínica y funcional (es decir, con ecocardiografía), así como la evaluación de laboratorio para descartar hemólisis. No se ha estudiado el papel de la evaluación rutinaria de biomarcadores¹¹.

La reintervención quirúrgica de emergencia fue el tratamiento elegido para este paciente ya que la dehiscencia era severa y este presentó inestabilidad hemodinámica. Aunque la mortalidad aumenta progresivamente con el número de reoperaciones: 13% después de la primera, 15% después de la segunda y 37% después de la tercera, según concluyó Echeverría y sus colaboradores ²⁰; en nuestro paciente la emergencia del momento ameritaba y justifica la reintervención quirúrgica. Es bueno tener en cuenta que en los pacientes que presentan síntomas graves y que estos se acompañan de comorbilidades significativas, el riesgo quirúrgico de una reintervención es especialmente alto, así como también en pacientes en los cuales la dehiscencia de la sutura involucra una gran área del anillo. Es por esto que después de la evaluación postoperatoria inicial, que incluye imágenes y analíticas sanguíneas, se hace necesario el seguimiento anual para así determinar de una mejor manera la verdadera prevalencia de un leak periprotésico y sus consecuencias.

Sorajja *et al* ⁸². en su análisis de 200 casos observaron que el mecanismo predominante de la falla del dispositivo en este estudio fue el pinzamiento de la valva de la bioprótesis, destacando la necesidad de dispositivos defecto específico. Si la fuga residual luego de un intento de cierre por vía percutánea es de grado moderado o mayor, aumenta la necesidad de reintervención quirúrgica e incrementa el riesgo de muerte.

Es importante tener en cuenta que la obtención de imágenes 2D y 3D durante un procedimiento de reparación de una fuga vía transcatéter debe ser cuidadosa para determinar¹¹:

- 1.- El correcto posicionamiento del catéter y del dispositivo
- 2.- La apertura total del dispositivo en la posición deseada
- 3.- Descartar si hay interferencia entre el dispositivo y la función de la prótesis o la anatomía nativa adyacente
- 4.- Que exista estabilidad del dispositivo al desplegarlo

5.- Alguna fuga residual y posterior necesidad de reintervención

6.- Extracción segura de los catéteres.

Debido a que los resultados a largo plazo de esta complicación, así como las intervenciones quirúrgicas o transcatóter para su corrección, son en gran parte desconocidos, hay una necesidad fundamental de estos estudios.

ABREVIACIONES Y ACRÓNIMOS

TEE = Ecocardiografía TransEsofágica

ETT = Ecocardiografía TransTorácica

PVL = Paravalvular Leak

RT = Real Time (Tiempo Real)

CTA = Tomographic Angiography

BIBLIOGRAFIA

1. Lindefjeld D, Martínez A, Heusser F, Zalaquett R, Córdova S, Méndez M, et al. Cierre de leak periprotésico mitral con Amplatzer Vascular Plug III, vía transapical y toracotomía mínima. *Rev Chil Cardiol* 2012; 31(2): 154-158.
2. Expósito, V; García-Camarero, T; Bernal, JM; Arnáiz, E; Sarralde, A; García, I; Berrazueta, JR; Revuelta, JM. Reintervenciones múltiples sobre la válvula mitral: 30 años de experiencia. *Rev Esp Cardiol*; 2009; 62(8): 929-932.
3. Garcia-Borbolla Fernandez R, Sancho Jaldon M, Calle Perez G, et al. Percutaneous treatment of mitral valve periprosthetic leakage. An alternative to high-risk surgery? *Rev Esp Cardiol* 2009;62:438–41.
4. Ruiz CE, Jelnin V, Kronzon I, et al. Clinical outcomes in patients undergoing percutaneous closure of periprosthetic paravalvular leaks. *J Am Coll Cardiol* 2011;58:2210–7.
5. De Cicco G, Lorusso R, Colli A, Nicolini F, Fragnito C, Grimaldi T, et al. Aortic valve periprosthetic leakage: anatomic observations and surgical results. *Ann Thorac Surg*. 2005;79:1480-5.
6. Kliger C, Eiros R, Isasti G, et al. Review of surgical prosthetic paravalvular leaks: diagnosis and catheter-based closure. *Eur Heart J* 2013;34: 638–49.
7. Ruiz CE, Jelnin V, Kronzon I, et al. Clinical outcomes in patients undergoing percutaneous closure of periprosthetic paravalvular leaks. *J Am Coll Cardiol* 2011;58:2210–7.
8. Bouhout I, Mazine A, Gholeim A, et al. Long-term results after surgical treatment of paravalvular leak in the aortic and mitral position. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2016 May;151(5):1260-6.e1
9. De Cicco G, Russo C, Moreo A, Beghi C, Fucci C, Gerometta P, et al.

Mitral valve periprosthetic leakage: anatomical observations in 135 patients from a mul- ticentre study. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2006;30:887-91.

10. Ionescu A, et al. Prevalence and clinical significance of incidental paraprosthetic valvar regurgitation: a prospective study using transesophageal echocardiography. 2003; 89: 1316-1321.

11. Carlos E. Ruiz, Rebecca T. Hahn, Alain Berrebi, Jeffrey S. Borer, Donald E. et al. Clinical Trial Principles and Endpoint Definitions for Paravalvular Leaks in Surgical Prosthesis. *JACC Apr 2017, 69 (16) 2067-2087*; DOI: 10.1016/j.jacc.2017.02.038

12. Potter DD, Sundt TM, Zehr KJ, Dearani JA, Daly RC, Mullany CJ, et al. Risk of repeat mitral valve replacement for failed mitral valve prostheses. *Ann Thorac Surg* 2004; 78: 67-72.

13. Hourihan M, Perry SB, Mandell VS, et al. Transcatheter umbrella closure of valvular and paravalvular leaks. *J Am Coll Cardiol* 1992;20: 1371-1377.

14. Eisenhauer AC, Piemonte TC, Watson PS. Closure of prosthetic paravalvular mitral regurgitation with the Gianturco-Grifka vascular occlusion device. *Catheter Cardiovasc Interv* 2001; 54: 234-238.

15. Kort HW, Sharkey AM, Balzer DT. Novel use of the Amplatzer duct occluder to close perivalvular leak involving a prosthetic mitral valve. *Catheter Cardiovasc Interv* 2004; 61: 548-551.

16. Akins CW, Buckley MJ, Daggett WM, Hilgenberg AD, Vlahakes GJ, Torchiana DF, et al. Risk of reoperative valve replacement for failed mitral and aortic bioprostheses. *Ann Thorac Surg.* 1998; 65: 1545-51.

17. Kloster FE. Diagnosis and management of complications of prosthetic heart valves. *Am J Cardiol* 1975;35:872–5.

18. Kapur KK, Fan P, Nanda NC, et al. Doppler color flow mapping in the evaluation of prosthetic mitral and aortic valve function. *J Am Coll Cardiol*

1989;13:1561–71.

19. Khanderia BK, Seward JB, Oh JK, et al. Value and limitations of transesophageal echocardiography in assessment of mitral valve prostheses. *Circulation* 1991;83:1956–68.

20. Echevarría JR, Bernal JM, Rabasa JM, Morales D, Revilla Y, Revuelta JM. Reoperation for bioprosthetic valve dysfunction. A decade of clinical experience. *Eur J Cardiothorac Surg*. 1991;5:523-6.

21. Rallidis LS, Moysakis IE, Ikonomidis I, Nihoyannopoulos P. Natural history of early aortic paraprosthetic regurgitation: a five-year follow-up. *Am Heart J*. 1999;138:351-7.

22. Dhasmana JP, Blackstone EH, Kirklin JW, Kouchoukos NT. Factors associated with periprosthetic leakage following primary mitral valve replacement: with special consideration of the suture technique. *Ann Thorac Surg*. 1983;35:170-8.

23. Bernal JM, Rabasa JM, López R, Niscal F, Muñiz R, Revuelta JM. Durability of the Carpentier-Edwards porcine bioprosthesis. Role of age and valve position. *Ann Thorac Surg*. 1995;60 Suppl I:248-52.

24. Orszulak TA, Schaff HV, Danielson GK, Pluth JR, Puga FJ, Piehler JM. Result of reoperation for periprosthetic leakage. *Ann Thorac Surg* 1983;35:584—9.

25. Keren G, Sonnenblick EH, Le Jemtel TH. Mitral annulus motion: relation to pulmonary venous and transmitral flows in normal subjects and in patients with dilated cardiomyopathy. *Circulation* 1988;78:621—9.

26. Ahmad RM, Gillinov AM, McCarthy PM, Blackstone EH, Apperson-Hansen C, Qin JX, Agler D, Shiota T, Cosgrove DM. Annular geometry and motion in human ischemic mitral regurgitation: novel assessment with three-dimensional echocardiography and computer reconstruction. *Ann Thorac Surg* 2004;78:2063—8.

27. Antunes MJ. Reoperation on cardiac valves. *J Heart Valve Dis* 1992;1: 15–27.
28. Vongpatanasin W, Hillis LD, Lange RA. Prosthetic heart valves. *N Engl J Med* 1996;335: 407–16.
29. O'Rourke DJ, Palac RT, Malenka DJ, et al. Outcome of mild periprosthetic regurgitation detected by intraoperative transesophageal echocardiography. *J Am Coll Cardiol* 2001;38: 163–6.
30. Hammermeister K, Sethi GK, Henderson WG, et al. Outcomes 15 years after valve replacement with a mechanical versus a bioprosthetic valve: final report of the Veterans Affairs randomized trial. *J Am Coll Cardiol* 2000;36:1152–8.
31. Kumar R, Jelnin V, Kliger C, et al. Percutaneous paravalvular leak closure. *Cardiol Clin* 2013;31: 431–40.
32. Zoghbi WA, Chambers JB, Dumesnil JG, et al, American Society of Echocardiography's Guidelines and Standards Committee, Task Force on Prosthetic Valves, American College of Cardiology Cardiovascular Imaging Committee, Cardiac Imaging Committee of the American Heart Association, European Association of Echocardiography, European Society of Cardiology, Japanese Society of Echocardiography, Canadian Society of Echocardiography, American College of Cardiology Foundation, American Heart Association, European Association of Echocardiography, European Society of Cardiology, Japanese Society of Echocardiography, Canadian Society of Echocardiography. *Cardiology Cardiovascular Imaging Committee, Cardiac Imaging Committee of the American Heart Association, the European Association of Echocardiography. J Am Soc Echocardiogr* 2009;22:975–1014.
33. Bouhout I, Stevens LM, Mazine A, Poirier N, Cartier R, Demers P, et al. Long-term outcomes after elective isolated mechanical aortic valve replacement in young adults. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2014;148:1341-6.e1.

34. Genoni M, Franzen D, Vogt P, et al. Paravalvular leakage after mitral valve replacement: improved long-term survival with aggressive surgery? *Eur J Cardiothorac Surg* 2000;17:14–9.
35. Bloch G, Vouhe PR, Menu P, et al. Long-term evaluation of bioprosthetic valves: 615 consecutive cases. *Eur Heart J* 1984;5 Suppl D:73– 80.
36. Dávila-Román VG, Waggoner AD, Kennard ED, et al. Prevalence and severity of paravalvular regurgitation in the Artificial Valve Endocarditis Reduction Trial (AVERT) echocardiography study. *J Am Coll Cardiol* 2004;44:1467–72.
37. Ivert TSA, Dismukes WE, Cobbs CG, et al. Prosthetic valve endocarditis. *Circulation* 1984;69:223–32.
38. Meloni L, Aru GM, Abbruzesse PA, et al. Regurgitant flow of mitral valve prostheses: an intraoperative transesophageal echocardiographic study. *J Am Soc Echocardiogr* 1994;7:36–46.
39. Nishimura RA, Otto CM, Bonow RO, et al. 2014 AHA/ACC guideline for the management of patients with valvular heart disease: executive summary: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines [Published correction in *J Am Coll Cardiol* 2014;63:2489]. *J Am Coll Cardiol* 2014;63:2438–88.
40. Lancellotti P, Pibarot P, Chambers J, et al. Recommendations for the imaging assessment of prosthetic heart valves: a report from the European Association of Cardiovascular Imaging. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging* 2016;17:589–90.
41. Lang RM, Badano LP, Tsang W, et al. EAE/ASE recommendations for image acquisition and display using three-dimensional echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr* 2012;25:3–46.
42. Douglas PS, Garcia MJ, Haines DE, et al. ACCF/ASE/AHA/ASNC/HFSA/HRS/SCAI/SCCM/SCCT/SCMR 2011 appropriate use

criteria for echocardiography: a report of the American College of Cardiology Foundation Appropriate Use Criteria Task Force, American Society of Echocardiography, American Heart Association, American Society of Nuclear Cardiology, Heart Failure Society of America, Heart Rhythm Society, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, Society of Critical Care Medicine, Society of Cardiovascular Computed Tomography, and Society for Cardiovascular Magnetic Resonance Endorsed by the American College of Chest Physicians. *J Am Coll Cardiol* 2011;57: 1126–66.

43. Hahn RT. Mitral prosthetic valve assessment by echocardiographic guidelines. *Cardiol Clin* 2013;31:287–309.

44. Efron MK, Popp RL. Two-dimensional echocardiographic assessment of bioprosthetic valve dysfunction and infective endocarditis. *J Am Coll Cardiol* 1983;2:597–606.

45. Michel PL, Vahanian A, Besnainou F, et al. Value of qualitative angiographic grading in aortic regurgitation. *Eur Heart J* 1987;8 Suppl C:11–4.

46. Croft CH, Lipscomb K, Mathis K, et al. Limitations of qualitative angiographic grading in aortic or mitral regurgitation. *Am J Cardiol* 1984;53: 1593–8.

47. Pibarot P, Hahn RT, Weissman NJ, et al. Assessment of paravalvular regurgitation following TAVR: a proposal of unifying grading scheme. *J Am Coll Cardiol Img* 2015;8:340–60.

48. Ribeiro HB, Orwat S, Hayek SS, et al. Cardiovascular magnetic resonance to evaluate aortic regurgitation after transcatheter aortic valve replacement. *J Am Coll Cardiol* 2016;68:577–85.

49. Kodali S, Thourani VH, White J, et al. Early clinical and echocardiographic outcomes after SAPIEN 3 transcatheter aortic valve replacement in inoperable, high-risk and intermediate-risk patients with aortic stenosis. *Eur Heart J* 2016;37: 2252–62.

50. Pirat B, Little SH, Igo SR, et al. Direct measurement of proximal isovelocity surface area by real-time three-dimensional color Doppler for quantitation of aortic regurgitant volume: an in vitro validation. *J Am Soc Echocardiogr* 2009; 22:306–13.
51. Zoghbi WA, Enriquez-Sarano M, Foster E, et al. Recommendations for evaluation of the severity of native valvular regurgitation with two-dimensional and Doppler echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr* 2003;16:777–802.
52. Franco E, Almeria C, De Agustin JA, et al. Three-dimensional color Doppler transesophageal echocardiography for mitral paravalvular leak quantification and evaluation of percutaneous closure success. *J Am Soc Echocardiogr* 2014;27: 1153–63.
53. Singh P, Manda J, Hsiung MC, et al. Live/real time three-dimensional transesophageal echocardiographic evaluation of mitral and aortic valve prosthetic paravalvular regurgitation. *Echocardiography* 2009;26:980–7.
54. Ikhoul M, Sarraf M, Maor E, et al. Techniques and outcomes of percutaneous aortic paravalvular leak closure. *J Am Coll Cardiol Interv* 2016;9:2416–26.
55. Kaymaz C, Ozkan M, Ozdemir N, et al. Spontaneous echocardiographic microbubbles associated with prosthetic mitral valves: mechanistic insights from thrombolytic treatment results. *J Am Soc Echocardiogr* 2002;15:323–7.
56. Gencbay M, Degertekin M, Basaran Y, et al. Microbubbles associated with mechanical heart valves: their relation with serum lactic dehydrogenase levels. *Am Heart J* 1999;137:463–8.
57. Myhre E, Rasmussen K, Andersen A. Serum lactic dehydrogenase activity in patients with prosthetic heart valves: a parameter of intravascular hemolysis. *Am Heart J* 1970;80:463–8. □
58. Cruz-Gonzalez I, Rama-Merchan JC, Arribas- Jimenez A, et al. Paravalvular leak closure with the Amplatzer Vascular Plug III device:

immediate and short-term results. *Rev Esp Cardiol* 2014;67: 608–14.

59. Rihal CS, Sorajja P, Booker JD, et al. Principles of percutaneous paravalvular leak closure. *J Am Coll Cardiol Intv* 2012;5:121–30.

60. Maraj R, Jacobs LE, Ioli A, Kotler MN. Evaluation of hemolysis in patients with prosthetic heart valves. *Clin Cardiol* 1998;21:387–92.

61. Nietlispach F, Maisano F, Sorajja P, et al. Percutaneous paravalvular leak closure: chasing the chameleon. *Eur Heart J* 2016;37:[3495–502](#).

62. Van Belle E, Rauch A, Vincentelli A, et al. Von Willebrand factor as a biological sensor of blood flow to monitor percutaneous aortic valve interventions. *Circ Res* 2015;116:[1193–201](#).

63. Van Belle E, Rauch A, Vincent F, et al. Von Willebrand factor multimers during transcatheter aortic-valve replacement. *N Engl J Med* 2016;375: 335–44.

64. Thomas C, Kirschbaum A, Boehm D, et al. The diagnostic plot: a concept for identifying different states of iron deficiency and monitoring the response to epoetin therapy. *Med Oncol* 2006;23: 23–36.

65. Anderson RH, Devine WA, Ho SY, Smith A, McKay R. The myth of the aortic annulus: the anatomy of the subaortic outflow tract. *Ann Thorac Surg* 1991;51:640–6. □

66. Thubrikar M, Nolan SP, Boshier LP, Deck JD. The cyclic changes and structure of the base of the aortic valve. *Am Heart J* 1980;99:217–24. □

67. Sud A, Parker F, Magilligan DJ Jr. Anatomy of the aortic root. *Ann Thorac Surg* 1984;38:76–9.

68. Lansac E, Lim KH, Shomura Y, et al. Dynamic balance of the aortomitral junction. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2002;123: 911–7.

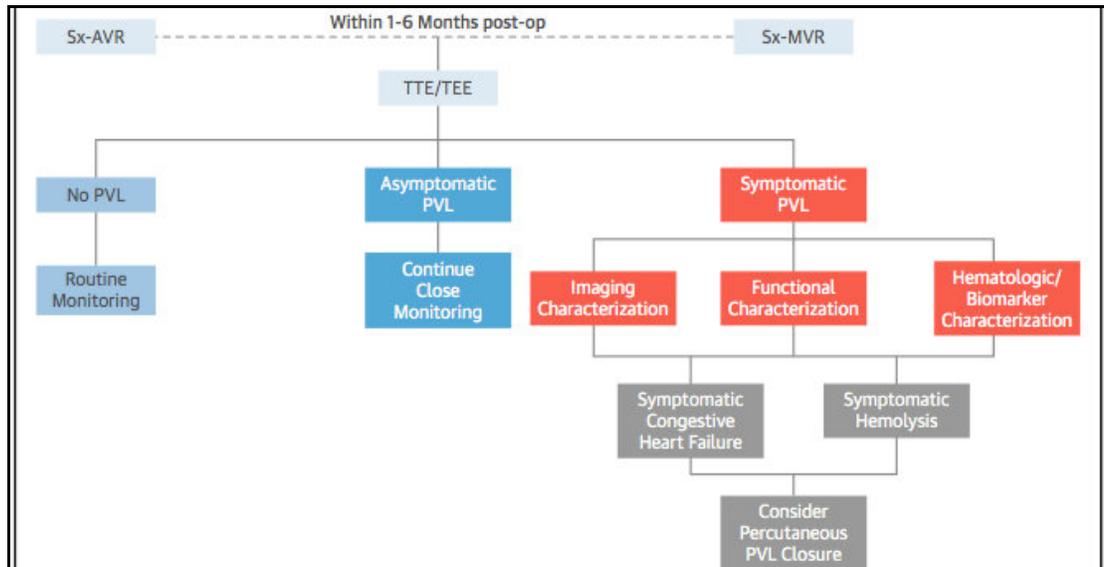
69. Chambers J, Monaghan M, Jackson G. Colour flow Doppler mapping in the assessment of prosthetic valve regurgitation. *Br Heart J* 1989;62:1–8.

70. Lunkenheimer PP, Redmann K, Anderson RH. The architecture of the ventricular mass and its functional implication for organ-preserving surgery. *Eur J Cardio-Thorac Surg* 2005;27:183—90.
71. Torrent-Guasp F, Kocica MJ, Corno AF, Komeda M, Carreras-Costa F, Flotats A, Cosin-Aguillar J, Wen H. Towards new understanding of the heart structure and function. *Eur J Cardio-Thorac Surg* 2005;27: 191—201.
72. Komoda T, Hetzer R, Siniawski H, Oellinger J, Felix R, Uyama C, Maeta H. Effects of prosthetic valve placement on mitral annular dynamics and the left ventricular base. *ASAIO J* 2001;47:60—5.
73. De Almeida Brandao CM, Pomerantzeff PM, Souza LR, et al. Multivariate analysis of risk factors for hospital mortality in valvular reoperations for prosthetic valve dysfunction. *Eur J Cardiothorac Surg* 2002;22:922– 6.
74. Boudjemline Y, Abdel-Massih T, Bonhoeffer P, et al. Percutaneous closure of a paravalvular mitral regurgitation with Amplatzer and coil prostheses. *2002 May;95(5):483-6.*
75. Moscucci M, Deeb GM, Bach D, Eagle KA, Williams DM. Coil embolization of a periprosthetic mitral valve leak associated with severe hemolytic anemia. *Circulation*. 2001;104:E85-6
76. Kappetein AP, Head SJ, Génèreux P, et al. Updated standardized endpoint definitions for transcatheter aortic valve implantation: the Valve Academic Research Consortium-2 consensus document. *Eur Heart J* 2012;33:2403–18.
77. Sorajja P, Cabalka AK, Hagler DJ, et al. Percutaneous repair of paravalvular prosthetic regurgitation: acute and 30-day outcomes in 115 patients. *Circ Cardiovasc Interv* 2011;4:314–21.
78. Millán X, Skaf S, Joseph L, et al. Transcatheter reduction of paravalvular leaks: a systematic review and meta-analysis. *Can J Cardiol* 2015;31: 260–9.

79. Sorajja P, Cabalka AK, Hagler DJ, et al. Long-term follow-up of percutaneous repair of paravalvular prosthetic regurgitation. *J Am Coll Cardiol* 2011;58:2218–24.
80. Kim MS, Casserly IP, Garcia JA, et al. Percutaneous transcatheter closure of prosthetic mitral paravalvular leaks: are we there yet? *J Am Coll Cardiol Intv* 2009;2:81–90.
81. Rihal CS, Sorajja P, Booker JD, et al. Principles of percutaneous paravalvular leak closure. *J Am Coll Cardiol Intv* 2012;5:121–30.
82. Sorajja P, Cabalka AK, Hagler DJ, et al. The learning curve in percutaneous repair of paravalvular prosthetic regurgitation: an analysis of 200 cases. *J Am Coll Cardiol Intv* 2014;7:521–9.
83. Merten C, Beurich HW, Zachow D, et al. Aortic regurgitation and left ventricular remodeling after transcatheter aortic valve implantation: a serial cardiac magnetic resonance imaging study. *Circ Cardiovasc Interv* 2013;6:476–83.
84. Sinning JM, Hammerstingl C, Vasa-Nicotera M, et al. Aortic regurgitation index defines severity of periprosthetic regurgitation and predicts outcome in patients after transcatheter aortic valve implantation. *J Am Coll Cardiol* 2012;59: 1134–41.
85. Suh YJ, Hong GR, Han K, et al. Assessment of mitral paravalvular leakage after mitral valve replacement using cardiac computed tomography: comparison with surgical findings. *Circ Cardiovasc Imaging* 2016;9:e004153.

ANEXOS (Imágenes, Tablas y Figuras de Interés)

1.- Abordaje Diagnóstico del Leak Periprotésico



Ruíz CE, Hahn R, Berrebi A, Borer J, Cutlip D, Fontana G, Gerosa G, et al. Clinical trial principles and endpoint definitions for paravalvular leaks in surgical prosthesis. 2017.

2.- Recomendaciones para la Evaluación

Pre-procedural evaluation	
Demographics	<ul style="list-style-type: none"> • Age, sex, • Date of prior surgery, surgical intervention (AVR, MVR) with type/size valve
Clinical history	<ul style="list-style-type: none"> • History of endocarditis • NYHA functional class • STS score and/or logistic EuroSCORE • Hemolysis evaluation (with transfusion requirement) • BNP, NT-proBNP • Medications
Imaging	<ul style="list-style-type: none"> • Prosthetic valve function • Location and number of PVL • Severity of PVL • Ventricular and atrial size/function • Pulmonary artery pressures
Intraprocedural evaluation	
Approach	<ul style="list-style-type: none"> • Transapical, transfemoral, retrograde aortic
Closure devices	<ul style="list-style-type: none"> • Type, number, location
Imaging (echo/CT)	<ul style="list-style-type: none"> • Prosthetic valve function • Location and number of residual PVL • Severity of residual PVL • Ventricular and atrial size/function • Pulmonary artery pressures
Procedure data	<ul style="list-style-type: none"> • Contrast use, fluoroscopic time
Adverse events	<ul style="list-style-type: none"> • Death, stroke, bleeding, AKI, vascular complications, device complication (i.e., unplanned surgery or intervention, prosthetic valve interference, coronary obstruction, embolization)
Discharge evaluation	
Clinical	<ul style="list-style-type: none"> • NYHA functional class • Hemolysis evaluation (with transfusion requirement) • BNP, NT-proBNP • Medications
Imaging (echo)	<ul style="list-style-type: none"> • Prosthetic valve function • Location and number of residual PVL • Severity of residual PVL • Ventricular and atrial size/function • Pulmonary artery pressures
Follow-up evaluation (30-day and 1-yr)	
Clinical	<ul style="list-style-type: none"> • NYHA functional class • Hemolysis evaluation (with transfusion requirement) • BNP, NT-proBNP • Medications

Ruíz CE, Hahn R, Berrebi A, Borer J, Cutlip D, Fontana G, Gerosa G, et al. Clinical trial principles and endpoint definitions for paravalvular leaks in surgical prosthesis. 2017.

3.- Tipos de Prótesis Valvulares Cardíacas

Biological
Stented
Porcine bioprosthesis
Pericardial bioprosthesis
Stentless
Porcine bioprosthesis
Pericardial bioprosthesis
Aortic homograft
Pulmonary autograft (Ross procedure)
Sutureless
Transcatheter
Mechanical
Bileaflet
Single tilting disk
Caged ball

Lancellotti P, Pibarot P, Chambers J, et al. Recommendations for the imaging assessment of prosthetic heart valves: a report from the European Association of Cardiovascular Imaging. Eur Heart J Cardiovasc Imaging 2016;17:589–90.