



LIV Jornadas SOLACI
Ciudad de Panamá



Intervencionismo en la Tetralogía de Fallot: más allá de la cirugía.

Dr. Roberto Dawson Perry
Cardiólogo Intervencionista Pediátrico
HPAC-CIDELAS
C.S.S.



LIV Jornadas SOLACI
Ciudad de Panamá



Sin conflictos de interés



Objetivos

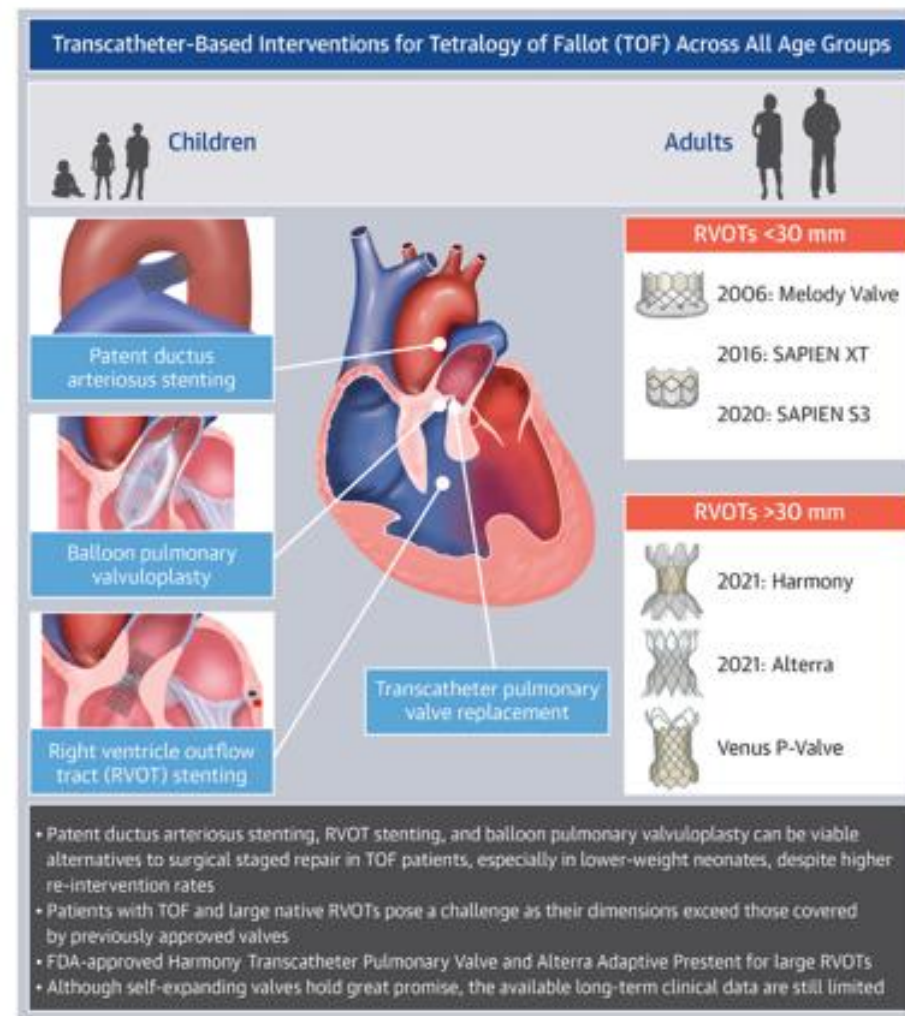
- Revisar el rol del intervencionismo en el manejo integral de la Tetralogía de Fallot.
- Analizar las estrategias de intervención por etapas: neonatal, preoperatoria, corrección y post-reparación.
- Comparar alternativas terapéuticas (stent ductal, stent en TSVD, BT shunt) con base en evidencia actualizada.
- Presentar criterios de toma de decisiones e indicaciones de reemplazo valvular pulmonar percutáneo.
- Discutir perspectivas futuras del intervencionismo en cardiopatías congénitas.



Contenido

- Tetralogía de Fallot (TOF)
- Evolución del manejo
- Etapas de intervención
 - Neonatal
 - Preoperatoria
 - Corrección Total
 - Postreparación
- Stent ductal
- Stent en TSVD
- Implante valvular percutáneo

CENTRAL ILLUSTRATION: Transcatheter Interventions Are Commonly Used in Patients With Tetralogy of Fallot, Both in Childhood and Adulthood, After Surgical Staged or Primary Repair



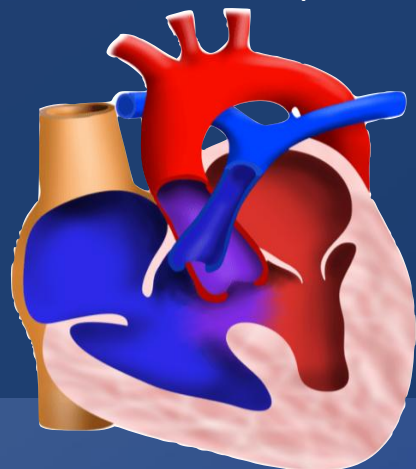


Tetralogía de Fallot

Cardiopatía congénita cianógena más frecuente | Incidencia: 3–5 por 10,000 nacidos vivos | ~10% de todas las cardiopatías congénitas

Componentes anatómicos

- 1. CIV:** comunicación interventricular por malalineamiento del septum infundibular.
- 2. Estenosis pulmonar infundibular:** obstrucción del TSVD con espectro variable de severidad.
- 3. Cabalgamiento aórtico:** la aorta se origina sobre el defecto septal.
- 4. Hipertrofia del VD:** consecuencia adaptativa a la sobrecarga de presión.



Relevancia clínica

Fisiopatología: shunt derecha-izquierda a través de la CIV con flujo pulmonar disminuido → cianosis.

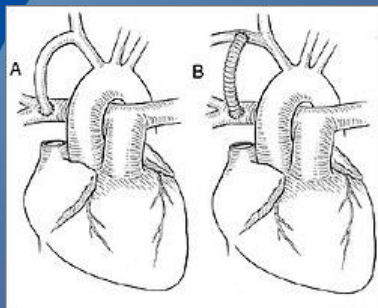
Tratamiento clásico: corrección quirúrgica total (cierre CIV + reconstrucción TSVD).

Supervivencia actual: >90% a 30 años post-reparación, pero con morbilidad residual significativa.

El cateterismo intervencionista ha cambiado la historia natural: permite paliar, optimizar y tratar lesiones residuales sin cirugía abierta.



Evolución del manejo



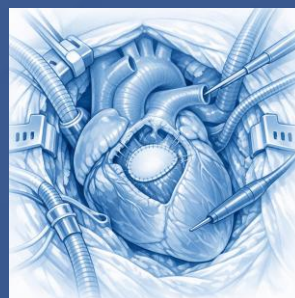
Paliativa
1940s-1950s

BTT shunt



Corrección total
quirúrgica
1950s-1980s

- C. Walton Lillehei -1954
- John W. Kirklin



Refinamiento
quirúrgico
(Preservación valvular)
1980s-2000s

- Cirugía más fisiológica
- Lactantes



Era híbrida
2000s-2015

Pacientes con
riesgo qx elevado



Intervencionismo
Integrado
2015-Actualidad

- Cirugía
- Intervencionismo
- Proc Híbridos
- Combinaciones de por vida



Etapas de Intervención en TOF

1. Etapa Neonatal — Paliación inicial

- **Prostaglandina E1:** infusión continua para mantener ductus permeable previo a intervención
- **Stent ductal:** mantiene flujo pulmonar en cianosis severa ($SpO_2 < 75\%$)
- **BT shunt modificado:** fístula sistémico-pulmonar, alternativa quirúrgica clásica
- **Indicaciones:** bajo peso (< 2.5 kg), prematurez, ramas pulmonares hipoplásicas

2. Etapa Preoperatoria — Optimización

- **Stent en TSVD:** dilata infundíbulo pulmonar, promueve crecimiento de ramas
- **Valvuloplastia con balón:** en estenosis valvular pulmonar predominante
- **Objetivo:** crecimiento del anillo pulmonar y ramas para facilitar corrección definitiva



Etapas de Intervención en TOF

3. Corrección Total — Reparación intracardiaca

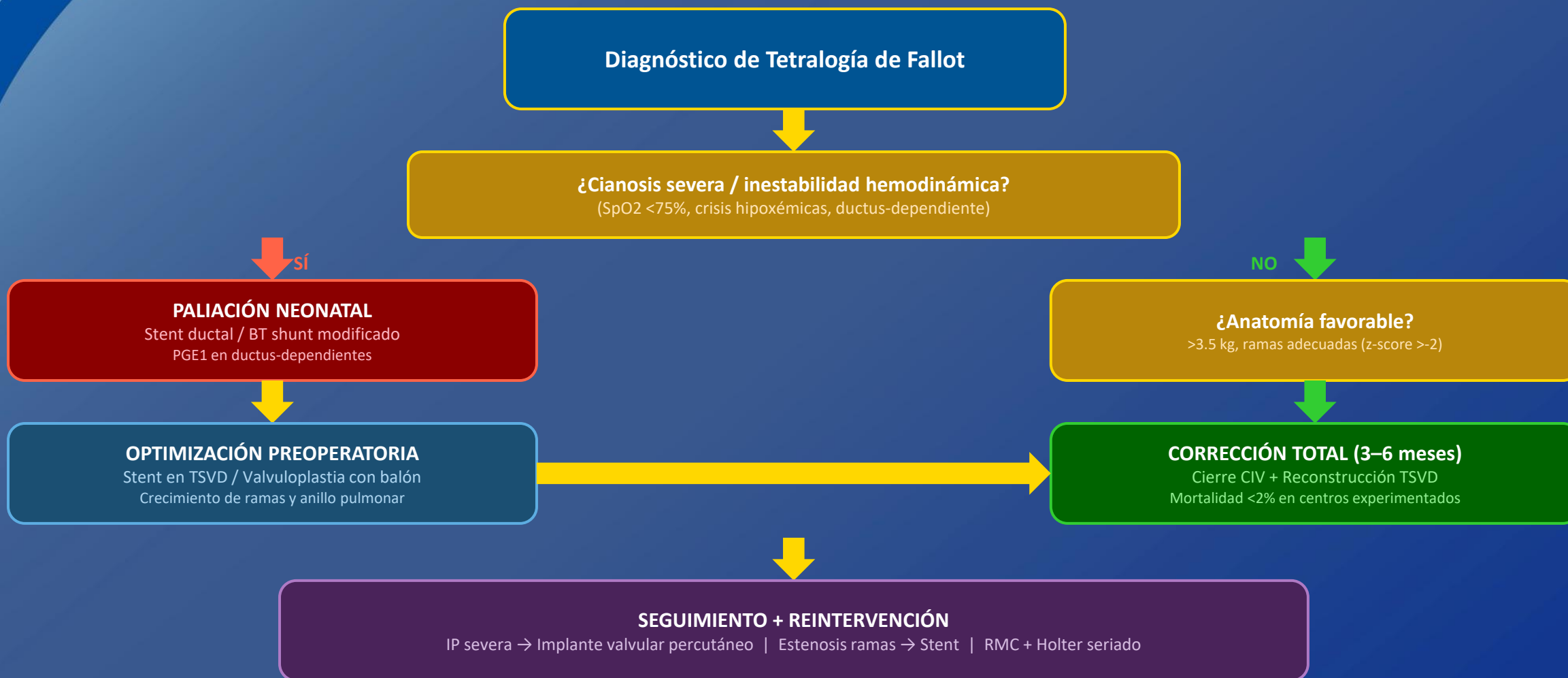
- **Cierre de CIV:** parche de pericardio o material sintético, vía transauricular o transventricular
- **Reconstrucción del TSVD:** parche transanular, conducto VD-AP, o preservación valvular
- **Timing óptimo:** 3–6 meses de edad, >3.5 kg, ramas pulmonares adecuadas (z-score >-2)
- **Mortalidad operatoria:** <2% en centros de experiencia (STS 2025)

4. Etapa Post-reparación — Reintervención

- **Stent en ramas pulmonares:** estenosis residual o adquirida post-cirugía
- **Implante valvular percutáneo:** Melody o SAPIEN para IP severa crónica con dilatación del VD
- **Indicaciones PVR:** VDVDi >150 ml/m², síntomas, arritmias, disfunción VD progresiva
- **Seguimiento:** RMC seriada, Holter, prueba de esfuerzo (guías ACC/AHA 2025)



Algoritmo de Toma de Decisiones en TF

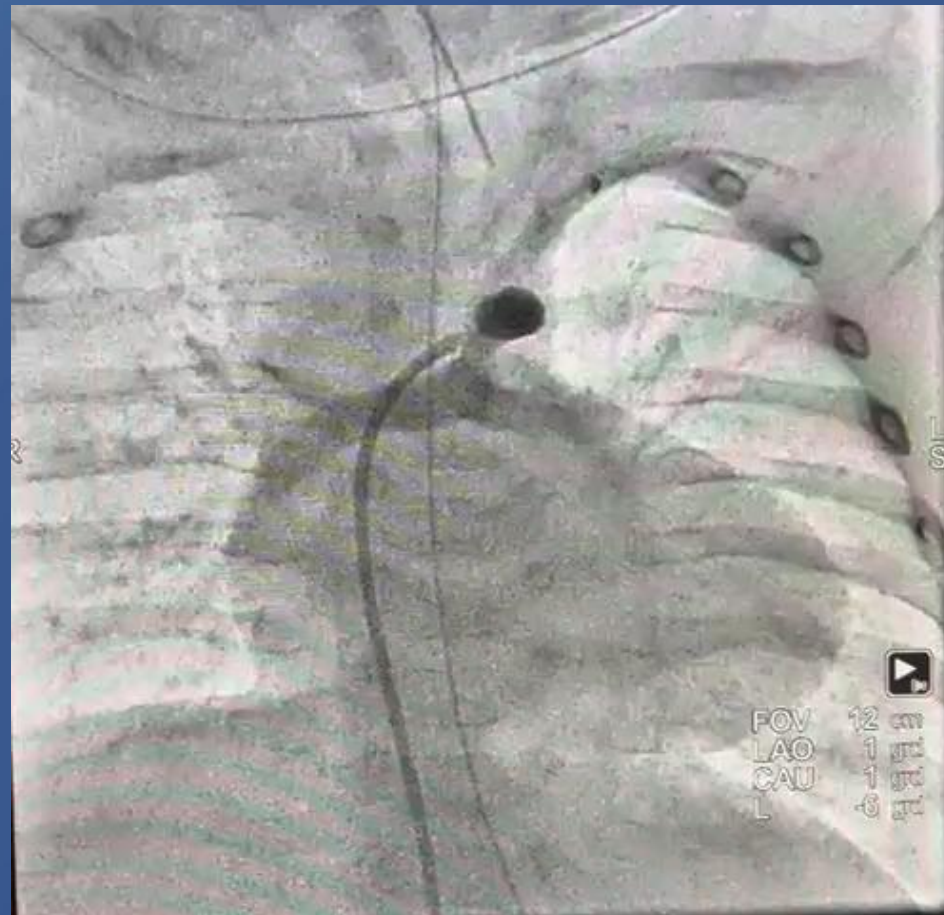




LIV Jornadas SOLACI
Ciudad de Panamá



Stent Ductal





STENT EN INFUNDÍBULO PULMONAR

- Experiencia quirúrgica ha demostrado mejores resultados en pacientes reparados > 3 meses de edad
- Corrección temprana es llevada a cabo en pacientes menores con anatomía favorable pero con **> riesgo !**
- Estrategia alternativa para pacientes considerados de alto riesgo para corrección total (ramas pulmonares pequeñas, bajo peso / prematurez, comorbilidad asociada) o FSP

Congenital heart disease

Stenting of the right ventricular outflow tract in the symptomatic infant with tetralogy of Fallot

G Dohlen, R R Chaturvedi, L N Benson, A Ozawa, G S Van Arsdell, D S Fruitman, K-J Lee

Right Ventricular Outflow Tract Stenting in Tetralogy of Fallot Infants With Risk Factors for Early Primary Repair

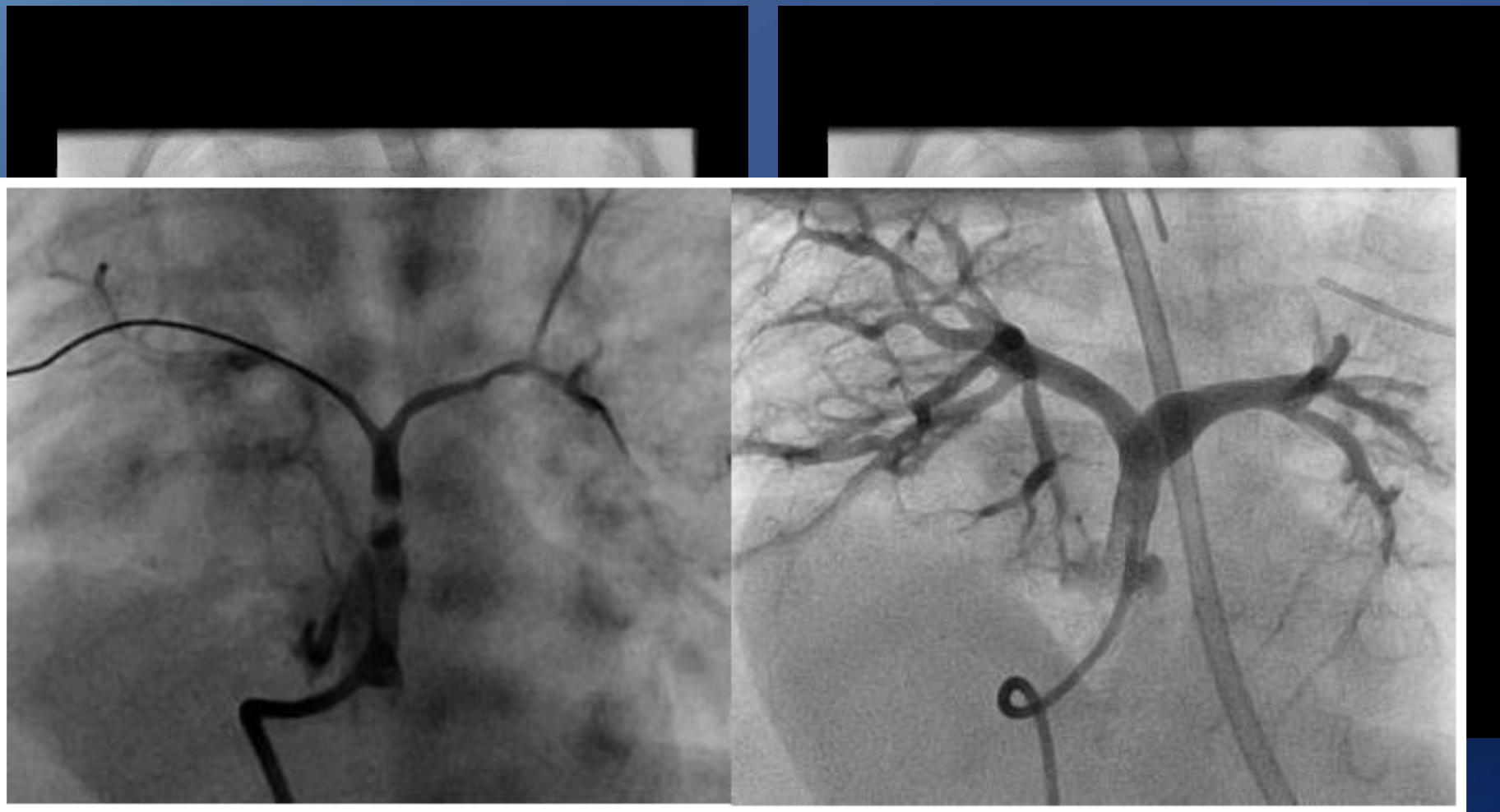
Juan Pablo Sandoval, MD*; Rajiv R. Chaturvedi, MB BChir, MD, PhD*; Lee Benson, MD; Gareth Morgan, MD; Glen Van Arsdell, MD; Osami Honjo, MD, PhD; Christopher Caldarone, MD; Kyong-Jin Lee, MD



LIV Jornadas SOLACI
Ciudad de Panamá



STENT EN TSVD



Comparación Estratégica: Stent Ductal vs BT Shunt vs Stent TSVD (1/2)

Criterio	Stent Ductal	BT Shunt Modificado	Stent en TSVD
Mecanismo	Stent en conducto arterioso para mantener flujo pulmonar	Anastomosis quirúrgica subclavia-AP para flujo sistémico-pulmonar	Stent en infundíbulo pulmonar para aliviar obstrucción del TSVD
Indicación principal	Ductus-dependiente, cianosis severa neonatal, peso <2.5 kg	Anatomía ductal desfavorable para stent, necesidad quirúrgica concomitante	TOF con estenosis infundibular, ramas pequeñas, crisis hipoxémicas recurrentes
Ventajas	Menor mortalidad temprana vs BT shunt. Menor estancia UCI/hospitalaria. Menor tasa de complicaciones. Flujo pulmonar más fisiológico	Mayor experiencia acumulada. Menor tasa de reintervención global. Efectivo en anatomía ductal compleja. Estándar histórico	Mayor crecimiento de ramas AP (Nakata 104→209 vs 107→169). Mayor preservación valvular (57-67%). Flujo anterógrado fisiológico
Complicaciones	Migración del stent. Trombosis. Mayor tasa de reintervención temprana vs BT shunt	Mayor mortalidad temprana (3-5%). Esternotomía/toracotomía. Distorsión de ramas pulmonares. Sobrecarga de volumen	IP iatrogénica si cruza válvula. Fractura de stent. Riesgo de arritmia. Complejidad en extracción quirúrgica



Comparación Estratégica: Stent Ductal vs BT Shunt vs Stent TSVD (2/2)

Criterio	Stent Ductal	BT Shunt Modificado	Stent en TSVD
Mortalidad temprana	1-2% (superior en meta-análisis)	3-5% (mayor en neonatos)	~5% (incluye sepsis tardía)
Crecimiento de ramas AP	Similar al BT shunt en crecimiento de anillo y ramas	Crecimiento moderado. Riesgo de distorsión unilateral	Superior (3x mayor tasa z-score/día)
Evidencia (2025)	Meta-análisis en red (n=4,441): superior en mortalidad y complicaciones vs BT shunt	60+ años de experiencia. Aún indicado en anatomía compleja y centros sin hemodinamia	RCT Voitov 2025: Nakata superior. Preservación valvular 67% con stent infravalvular



Problemas Post-Reparación TOF: Lesiones Residuales

1. Insuficiencia Pulmonar (IP)

- **Prevalencia:** casi universal tras parche transanular; principal causa de reintervención
- **Consecuencia:** sobrecarga de volumen del VD → dilatación progresiva y disfunción

2. Obstrucción Residual del TSVD

- **Gradiente residual >30 mmHg:** requiere vigilancia; >50 mmHg considerar reintervención
- **Niveles:** infundibular, valvular, supravalvular o en ramas pulmonares

3. CIV Residual

- **Shunt residual:** $Q_p:Q_s \geq 1.5$ es hemodinámicamente significativo
- **Manejo:** cierre percutáneo con dispositivo vs. reoperación según localización

4. Estenosis de Ramas Pulmonares

- **Frecuencia:** común en sitio de BT shunt previo o distorsión quirúrgica
- **Tratamiento:** angioplastia con balón ± stent; primera línea de intervencionismo

5. Aneurisma del TSVD e Insuficiencia Tricúspidea

- **Aneurisma:** zona aquinética post-parche transanular, sustrato arritmogénico
- **IT funcional:** secundaria a dilatación anular por sobrecarga crónica del VD



Complicaciones Tardías y Seguimiento Post-TOF

1. Dilatación y Disfunción del VD

- **Mecanismo:** IP crónica → remodelado adverso con fibrosis miocárdica progresiva
- **Umbral de PVR:** VD_{VDi} >150 ml/m² o VES_{Vi} >80 ml/m² (guías ACC/AHA 2025)

2. Arritmias y Muerte Súbita Cardíaca

- **Taquicardia auricular:** prevalencia ~30% a 20 años; marcador de deterioro hemodinámico
- **TV y MSC:** riesgo ~2%/década; QRS >180 ms como predictor independiente

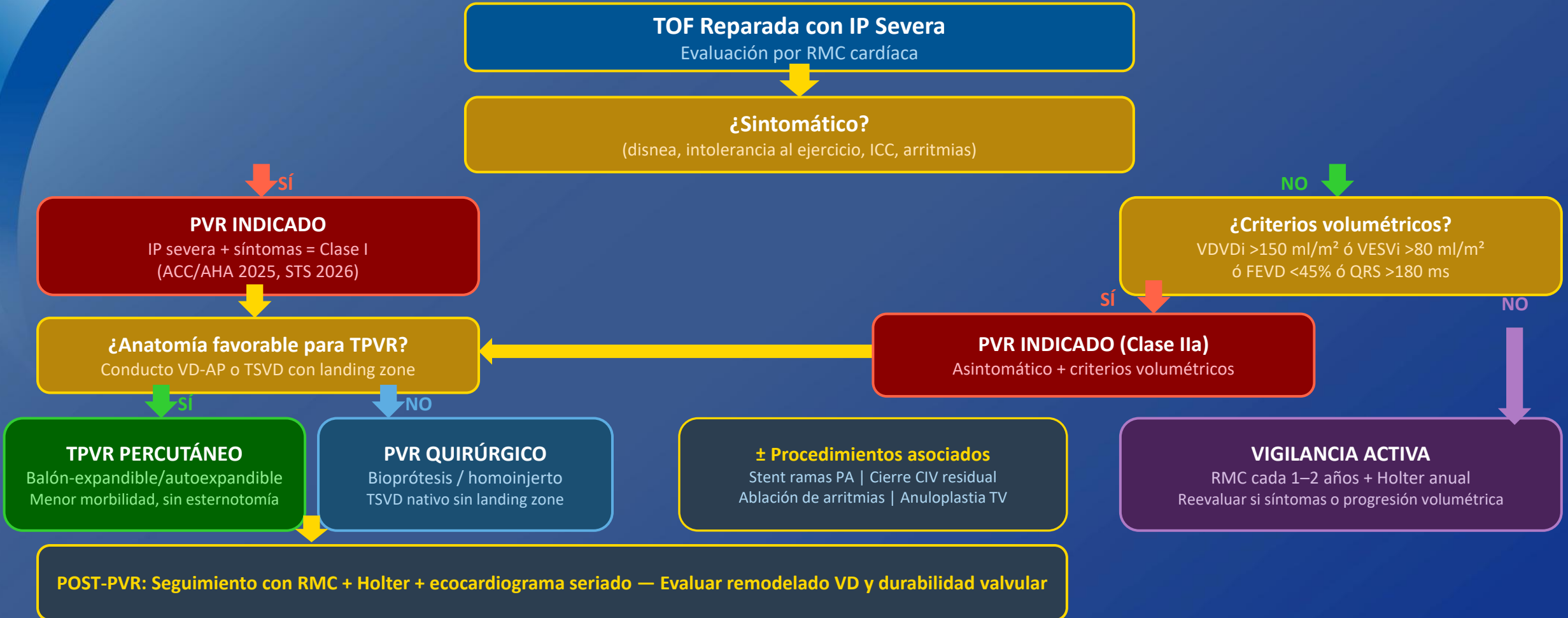
3. Reemplazo Valvular Pulmonar (PVR)

- **Percutáneo:** Melody® o SAPIEN® en conductos o TSVD con anatomía favorable
- **Indicaciones:** IP severa + síntomas, arritmias, disfunción VD o intolerancia al ejercicio

4. Protocolo de Vigilancia (ACC/AHA 2025)

- **RMC seriada:** cada 1–3 años para volúmenes VD, fracción de regurgitación y fibrosis
- **Holter + prueba de esfuerzo:** anual; evaluación de arritmias y capacidad funcional
- **Seguimiento de por vida:** en centro especializado en cardiopatías congénitas del adulto (ACHD)

Indicaciones de Reemplazo Valvular Pulmonar

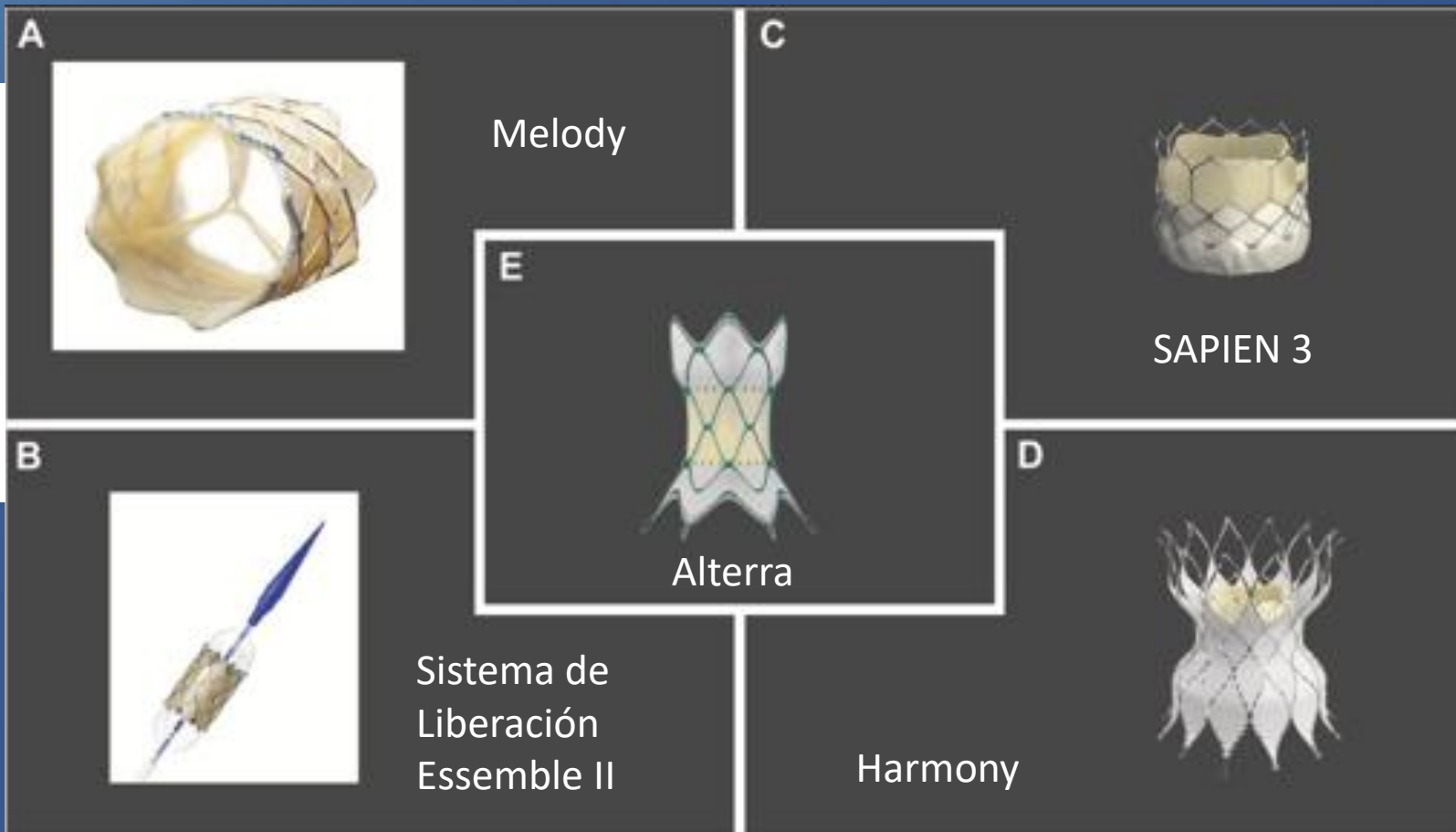




Implante valvular percutáneo



Myval



Pulsta



Venus P

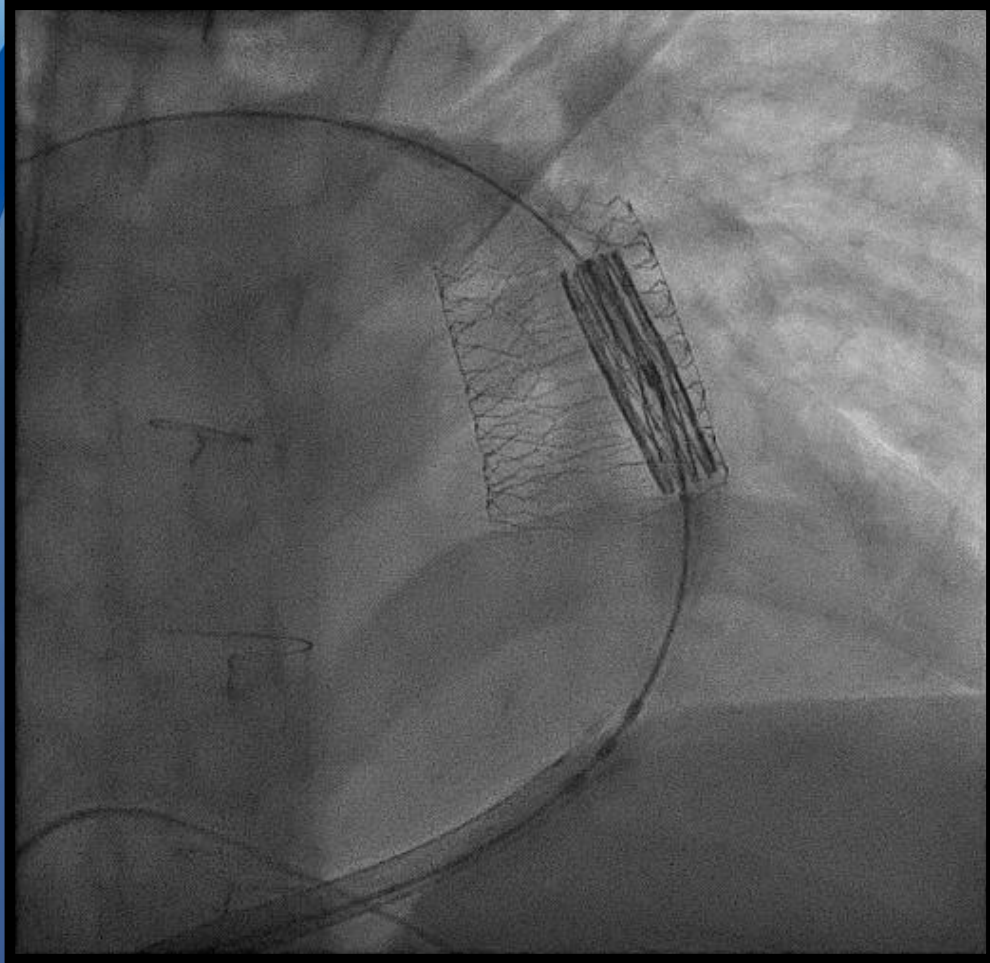
Tabla comparativa balón expandibles vs autoexpandibles (1/2)

Criterio	Melody® (balón-expandible)	SAPIEN® 3 / XT (balón-expandible)	Autoexpandibles (Harmony / Pulsta / Venus-P)	MyVal® PDV (balón-expandible, Meril)
Anatomía objetivo	Conductos VD-AP (16–22 mm). Requiere landing zone circunscrita	Conductos y TSVD nativos con Alterra prestant (23–29 mm)	TSVD nativo dilatado sin conducto (≥ 27 mm). Para TSVD amplio	Conductos y TSVD nativos (20–29 mm). Versatilidad en ambas anatomías
Éxito del implante	96–99% (IDE Trial, n=150)	95–98% (EUROPULMS3, COMPASSION)	93–97% (Harmony pivotal, Pulsta)	96–100% (series multicen. India/Asia)
Libertad de reintervención	76% a 10 años Fractura stent: causa principal	89% a 5 años (COMPASSION S3 pooled)	95% a 3 años (Harmony pooled, 2025)	94% a 2 años (seguimiento en curso)
Endocarditis infecciosa	7–11% Mayor riesgo (vena yugular bov.)	2–4% Menor riesgo (pericardio bov.)	1–3% Datos tempranos aún	<2% reportada Pericardio porcino tratado

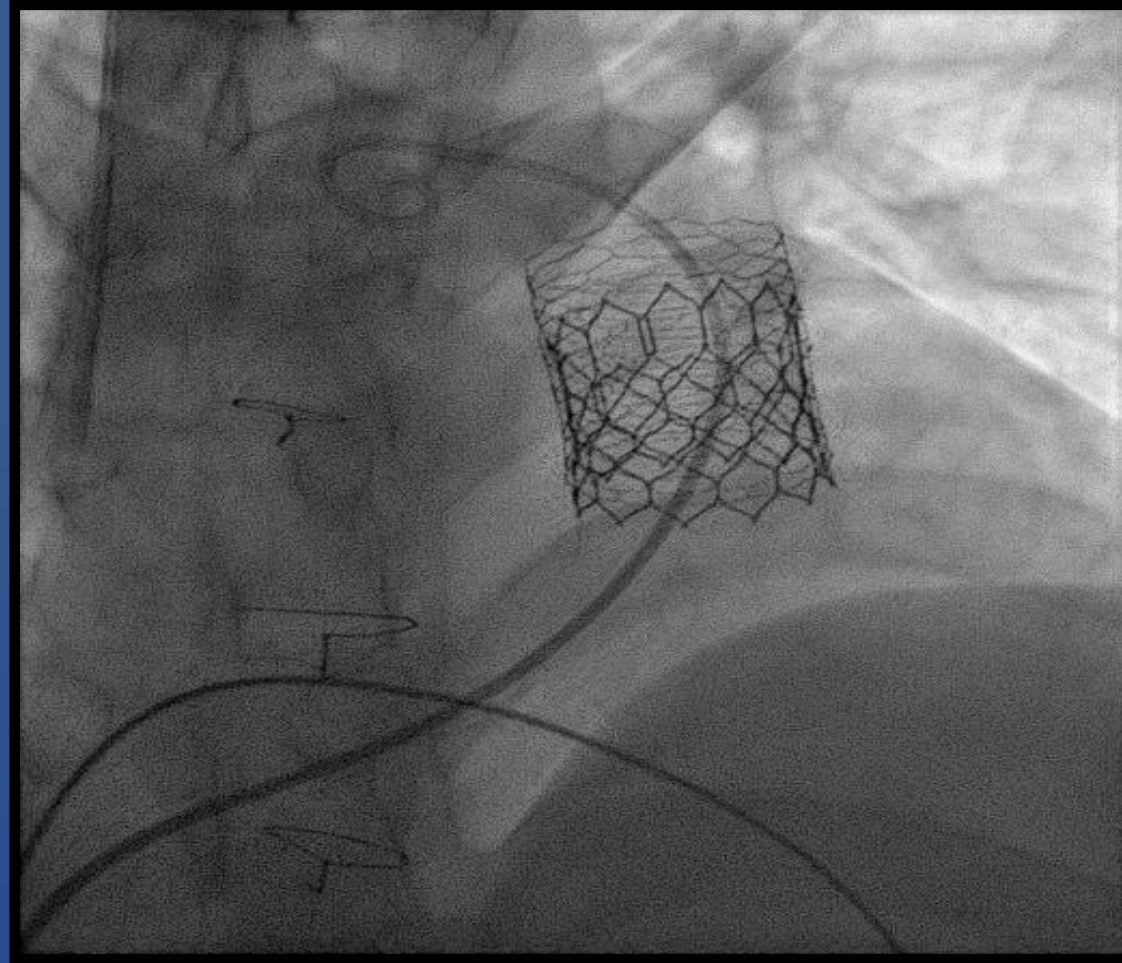
Tabla comparativa balón expandibles vs autoexpandibles (2/2)

Criterio	Melody® (balón-expandible)	SAPIEN® 3 / XT (balón-expandible)	Autoexpandibles (Harmony / Pulsta / Venus-P)	MyVal® PDV (balón-expandible, Meril)
Fractura stent / comp. mecánica	16–25% a 10 años PreStent reduce incidencia	Rara (<2%) Embolización como riesgo ppal.	Mínima (<1%) Embolización 2–4% inicial	No reportada Frame de CoCr robusto
Gradiente medio residual	15–20 mmHg Estable a largo plazo	10–16 mmHg Mayor área valvular efectiva	8–14 mmHg Excelente hemodinámica	10–18 mmHg Comparable a SAPIEN
Nivel de evidencia	>10 años seguimiento. IDE Trial + registros. Mayor experiencia global	5 años. COMPASSION S3, EUROPULMS3. Uso off-label creciente	3 años. Harmony FDA 2021. Pulsta CE mark. Venus-P en ensayos	2 años. CE mark + India. Costo significativamente menor. Ensayos expandidos

Implante valvular percutáneo

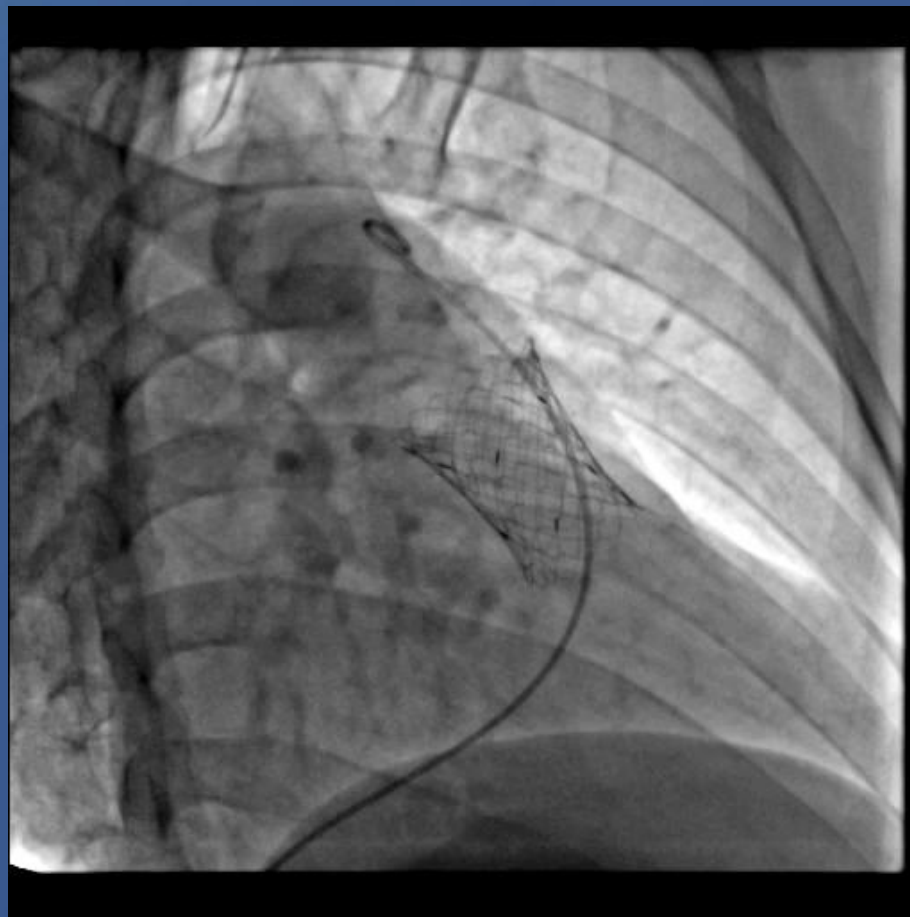


Entrega de válvula Sapien 29



Control de válvula

Implante valvular percutáneo



CONTROL DE VÁLVULA PULSTA



Conclusiones

- **El intervencionismo ha transformado el manejo de la TF:** de una enfermedad exclusivamente quirúrgica a un abordaje multidisciplinario por etapas.
- **El stent ductal y el stent en TSVD** ofrecen alternativas menos invasivas con menor mortalidad temprana y mejor crecimiento de ramas pulmonares.
- **El implante valvular percutáneo** ha revolucionado el manejo post-reparación, evitando reoperaciones en pacientes con IP severa.
- **La toma de decisiones individualizada** y el seguimiento de por vida son esenciales para optimizar resultados a largo plazo.
- **Perspectivas futuras:** nuevas válvulas autoexpandibles para TSVD nativo, procedimientos híbridos personalizados e integración de imagen avanzada en la planificación terapéutica.



Referencias

1. Chee QZ, Buvanewarran S, Chen CK, et al. Systematic review and network meta-analysis of outcomes of transcatheter strategies and surgical shunts for treatment of duct-dependent cyanotic congenital heart disease. *Front Cardiovasc Med.* 2025;12:1594779. doi:10.3389/fcvm.2025.1594779
2. Voitov AV, Morsina MG, Manukian SN, et al. Comparative study on the outcomes of right ventricular outflow tract stenting vs. modified Blalock-Taussig shunt in patients with tetralogy of Fallot: a prospective randomized trial. *Braz J Cardiovasc Surg.* 2025;40(2):e20230478. doi:10.21470/1678-9741-2023-0478
3. Ho YL, Haranal M, Che Mood M, et al. Is arterial ductal stent as effective as surgical shunt for palliation in staged repair of tetralogy of Fallot with pulmonary stenosis? *Interdiscip Cardiovasc Thorac Surg.* 2025;ivaf088. doi:10.1093/icvts/ivaf088
4. Selvam N, Sasikumar N, Kumar RK. Outcomes after stenting of right ventricular outflow tract for tetralogy of Fallot and its variants. *Pediatr Cardiol.* 2025. doi:10.1007/s00246-025-03700-5
5. Moore J, Trivedi M, Mohsin SS, et al. Clinical practice algorithm for the follow-up of unrepaired and repaired tetralogy of Fallot. *J Am Coll Cardiol.* 2026. Expert Analysis, ACC.org
6. Gurvitz M, Krieger EV, Fuller SM, et al. 2025 ACC/AHA/HRS/ISACHD/SCAI Guideline for the management of adults with congenital heart disease. *Circulation.* 2025. doi:10.1161/CIR.0000000000001280
7. Ortiz-Garrido A, Juraszek MR, Gabbert DD, et al. Pulmonary valve replacement: update on timing and ventricular remodelling. *J Clin Med.* 2026;15(3):1295. doi:10.3390/jcm15031295
8. Geva T, Wald RM, Bucholz E, et al. Long-term management of right ventricular outflow tract dysfunction in repaired tetralogy of Fallot: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation.* 2024;150(24):e277–e310. doi:10.1161/CIR.0000000000001291



Referencias

1. Krieger EV, Zeppenfeld K, DeGroat C, et al. Arrhythmias in repaired tetralogy of Fallot: a scientific statement from the American Heart Association. *Circ Arrhythm Electrophysiol.* 2024;17(1):e000084. doi:10.1161/HAE.0000000000000084
2. Flores-Umanzor E, Alshehri B, Keshvara R, et al. Transcatheter-based interventions for tetralogy of Fallot across all age groups. *JACC Cardiovasc Interv.* 2024;17(9):1079–1090. doi:10.1016/j.jcin.2024.02.009
3. Hickey EJ, Piekarski BL, Salmasi MY, et al. STS/WSPCHS/ECHSA 2026 clinical practice guidelines on indications and timing of pulmonary valve replacement in repaired tetralogy of Fallot. *Ann Thorac Surg.* 2026. doi:10.1016/j.athoracsur.2025.12.014
4. Jones TK, McElhinney DB, Vincent JA, et al. Long-term outcomes after Melody transcatheter pulmonary valve replacement in the US investigational device exemption trial. *Circ Cardiovasc Interv.* 2022;15(1):e010852. doi:10.1161/CIRCINTERVENTIONS.121.010852
5. Hascoët S, Bentham JR, Giugno L, et al. Outcomes of transcatheter pulmonary SAPIEN 3 valve implantation: an international registry (EUROPULMS3). *Eur Heart J.* 2024;45(3):211–222. doi:10.1093/eurheartj/ehad742
6. Morray BH, Gillespie MJ, Cheatham JP, et al. Midterm outcomes in a pooled cohort of Harmony transcatheter pulmonary valve recipients. *Circ Cardiovasc Interv.* 2025. doi:10.1161/CIRCINTERVENTIONS.125.015196
7. Kim GB, Song MK, Kim SH, et al. Successful feasibility human trial of a new self-expandable percutaneous pulmonary valve (Pulsta valve) implantation using knitted nitinol wire backbone. *JACC Cardiovasc Interv.* 2018;11(14):1397–1399.
8. Morgan G, Prachasilchai P, Promphan W, et al. Medium-term results of percutaneous pulmonary valve implantation using the Venus P-valve: international experience. *EuroIntervention.* 2019;14(13):1363–1370. doi:10.4244/EIJ-D-18-00299
9. Shahanavaz S, Jone PN, Justino H, et al. Multicenter experience for early and mid-term outcome of MyVal transcatheter pulmonary valve implantation. *Pediatr Cardiol.* 2024;45(3):570–579. doi:10.1007/s00246-023-03398-1
10. Aboulhosn J. Sapien S3 transcatheter pulmonary valve replacement: an excellent option but not a panacea (Editorial). *Eur Heart J.* 2024;45(3):223–225. doi:10.1093/eurheartj/ehad814



LIV Jornadas SOLACI
Ciudad de Panamá



¡Gracias!

Dr. Roberto Dawson Perry

Cardiólogo Intervencionista Pediátrico

HPAC-CIDELAS | C.S.S.

rrdp02@gmail.com