



Tetralogía de Fallot: hallazgos tomográficos antes y después de la cirugía

RESUMEN

La tetralogía de Fallot es la cardiopatía congénita cianógena más común, sus manifestaciones clínicas varían según el grado de obstrucción del tracto de salida del ventrículo derecho y su repercusión hemodinámica. El tratamiento quirúrgico puede ser del tipo reparación completa o paliativo de acuerdo con las condiciones del paciente. El ecocardiograma Doppler color es el método de elección para su diagnóstico; sin embargo, recientemente la angiotomografía se ha convertido también en una herramienta útil para el diagnóstico y seguimiento posquirúrgico.

Objetivo: revisar de la literatura especializada acerca de los criterios diagnósticos de la tetralogía de Fallot y reseñar los principales hallazgos posquirúrgicos en la angiotomografía computada.

Material y métodos: revisión exhaustiva de la literatura especializada y selección de casos representativos de pacientes con diagnóstico de tetralogía de Fallot (con estudio de angiotomografía computada) del Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez.

Conclusión: la angiotomografía computada se ha convertido en una herramienta adicional en el diagnóstico y seguimiento posquirúrgico de los pacientes con tetralogía de Fallot, particularmente en pacientes con ecocardiografía no concluyente en los que se prefiere evitar la sedación requerida para la evaluación por resonancia magnética. El médico radiólogo debe estar familiarizado con los signos clave para el diagnóstico de la tetralogía de Fallot y para el seguimiento de su tratamiento quirúrgico paliativo o definitivo.

Palabras clave: tetralogía de Fallot, fístula de Blalock-Taussig-Thomas, fístula de Potts, cardiopatía cianógena, angiotomografía, reparación cardiaca completa.

Tetralogy of Fallot: tomographic findings before and after surgery

ABSTRACT

Tetralogy of Fallot is the most common form of cyanotic congenital heart disease; its clinical manifestations vary depending on the degree of obstruction of the right ventricular outflow tract and its hemodynamic repercussion. Surgical treatment may be complete repair or palliative depending on the patient's condition. Doppler color echocardiogram is the diagnostic method of choice; however, angiotomography has recently become a useful tool for diagnosis and postoperative monitoring.

Belalcázar-Bolaños EG¹
Burbano-Burbano HD²
Díaz-Zamudio M³
Criales-Vera SA⁴

¹ Médico residente de cuarto año, Imagenología diagnóstica y terapéutica.

² Médico residente de cuarto año, Imagenología diagnóstica y terapéutica.

³ Médico adscrito al Departamento de Imagenología.

⁴ Médico adscrito al Departamento de Imagenología. Jefe Del Departamento de Radiología e Imagen.

Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez. Juan Badiano 1, Sección XVI, Tlalpan, 14080, México, D.F.

Recibido: 1 de julio 2014

Aceptado: 18 de julio 2014

Correspondencia: Edwin Guillermo Belalcázar Bolaños
maloegbb@gmail.com

Este artículo debe citarse como

Belalcázar-Bolaños EG, Burbano-Burbano HD, Díaz-Zamudio M, Criales-Vera SA. Tetralogía de Fallot: hallazgos tomográficos antes y después de la cirugía. Anales de Radiología México 2014;13:306-318.



Objective: review the specialized literature on diagnostic criteria for Tetralogy of Fallot and discuss the principal postoperative findings in computed angiography.

Material and methods: exhaustive review of the specialized literature and selection of representative cases of patients with diagnosis of tetralogy of Fallot (with computed angiography) at Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chavez.

Conclusion: computed angiography has emerged as an additional tool for diagnosis and postoperative monitoring of patients with tetralogy of Fallot, especially in patients with inconclusive echocardiograms, in whom it is preferable to avoid the sedation required for evaluation by magnetic resonance. The radiologist must be familiar with the key signs for diagnosis of tetralogy of Fallot and for monitoring palliative or definitive surgical treatment.

Key words: tetralogy of Fallot, Blalock-Taussig-Thomas shunt, Potts shunt, cyanotic heart disease, angiography, complete cardiac repair.

ANTECEDENTES

La tetralogía de Fallot es el defecto cardiaco congénito cianótico más común, es una de las 5 patologías conocidas como las “Terribles T”: transposición de grandes arterias, atresia tricuspídea, retorno venoso anómalo total y tronco arterioso.¹

Los hallazgos clásicos consisten en **cuatro lesiones básicas:**^{2,3} (Figuras 1-4)

1. Defecto del septo ventricular (comunicación interventricular)
2. Obstrucción del tracto de salida del ventrículo derecho (estenosis de la arteria pulmonar: infundibular, valvular y supra valvular)
3. Aorta cabalgante
4. Hipertrofia del ventrículo derecho

El tiempo de presentación y el grado de cianosis se relacionan directamente con el grado de

obstrucción del tracto de salida del ventrículo derecho. Aquellos pacientes con obstrucción severa del tracto de salida del ventrículo derecho presentarán cianosis temprana en el periodo neonatal, mientras que los pacientes con adecuado flujo sanguíneo pulmonar al nacimiento desarrollarán cianosis gradualmente e incrementarán la severidad durante las primeras semanas o meses de vida.⁴

La amplitud del defecto del septo ventricular también será determinante en el grado de severidad.^{3,4} Cuando el defecto del septo ventricular es lo suficientemente amplio para igualar las presiones en los ventrículos y, dependiendo de la severidad de la obstrucción del tracto de salida, puede ocurrir:

1. Cortocircuito derecha–izquierda (cianosis y flujo pulmonar disminuido): *estenosis pulmonar severa.*
2. Cortocircuito izquierda–derecha (tetralogía de Fallot acianótica): *estenosis pulmonar moderada.*



Figura 1. Defecto del septo ventricular. Angiotomografía cardiaca que demuestra comunicación interventricular. **A)** Proyección cuatro cámaras. **B)** Proyección eje corto.

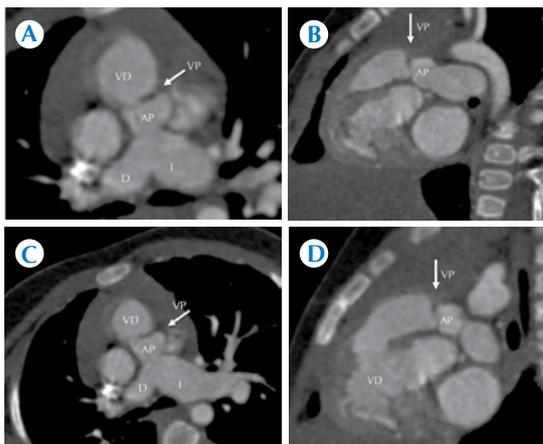


Figura 2. Obstrucción del tracto de salida del ventrículo derecho (estenosis de la arteria pulmonar). Estenosis valvular y supra valvular. **A-C)** Proyección axial. **B-D)** Proyección sagital. VD: ventrículo derecho; AP: arteria pulmonar principal; VP: válvula pulmonar.

Clínica y métodos de diagnóstico

Actualmente cierto número de casos pueden ser diagnosticados *in utero* por ecocardiografía fetal, permitiendo un monitoreo del desarrollo del anillo de la válvula pulmonar, del tronco

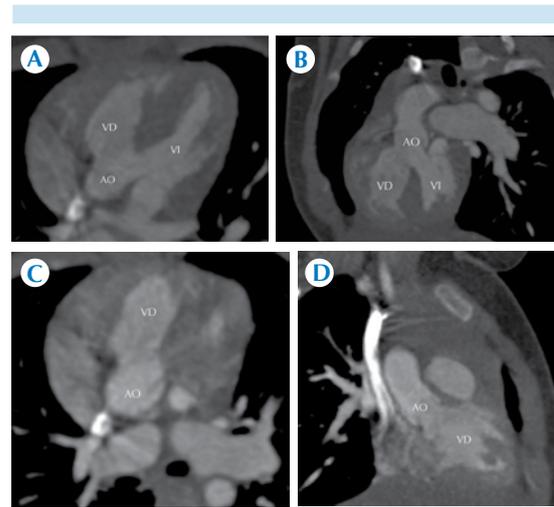


Figura 3. A-D) Aorta cabalgante. Se demuestra desplazamiento hacia la derecha de la aorta con un aparente origen desde ambos ventrículos que cabalga al defecto interventricular. AO: aorta; VD: ventrículo derecho; VI: ventrículo izquierdo.

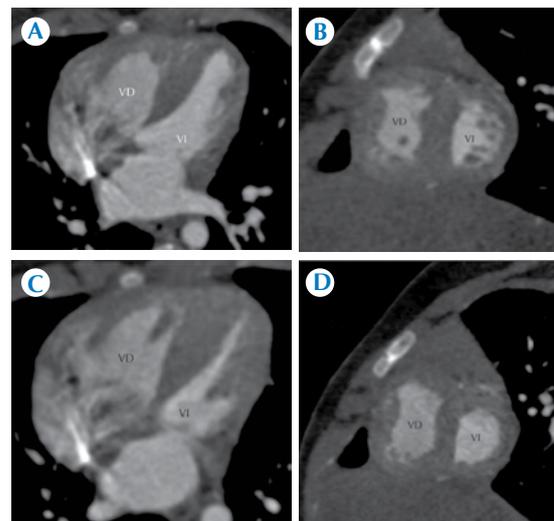


Figura 4. Hipertrofia ventricular derecha. Se demuestra hipertrofia ventricular de la pared muscular del ventrículo derecho con incremento de la relación ventrículo derecho/ventrículo izquierdo. **A-C)** Proyección cuatro cámaras. **B-D)** Eje corto.

principal y de las ramas de la arteria pulmonar, lo que permite detectar casos severos de Fallot. Sin embargo, en la mayoría de los pacientes el diagnóstico es posnatal.^{5,6}

Presentación clínica

Las manifestaciones pueden ser diversas dependiendo de la severidad: cianosis, dificultad respiratoria, estridor, irritabilidad y agitación. Los signos clásicos descritos por exploración física incluyen: frémito sistólico precordial en la base del corazón (borde esternal izquierdo superior) y segundo ruido único y fuerte con chasquido de apertura aórtica.^{7,8}

El *electrocardiograma* puede revelar hipertrofia ventricular derecha manifestada por desviación del eje eléctrico a la derecha.^{9,10}

En la *radiografía de tórax* (Figura 5) el hallazgo clásico es la silueta cardiaca con morfología

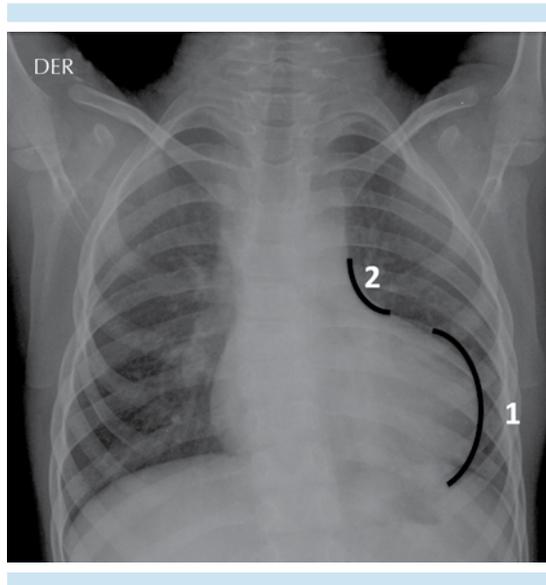


Figura 5. Corazón en forma de sueco. **1)** Hipertrofia del ventrículo derecho. **2)** Segmento cóncavo de la arteria pulmonar cóncavo.

de “zapato sueco” o “Coeur en sabot” por la hipoplasia o atresia de la arteria pulmonar.^{9,10}

El *ecocardiograma con Doppler color* es el método de elección en estos pacientes, los hallazgos por lo general son diagnósticos y es a menudo el único examen necesario previo a la cirugía. La evaluación ecocardiográfica incluye:^{9,10,11}

- La amplitud y flujo a nivel de la comunicación interventricular, el grado de cabalgamiento de la aorta, así como diagnósticos diferenciales
- Severidad y localización de la estenosis pulmonar, dimensiones del anillo pulmonar, tronco principal y ramas de la arteria pulmonar
- Anormalidades asociadas
- Complicaciones posquirúrgicas

Tratamiento de la tetralogía de Fallot

Tipos de cirugía

Cirugía temporal o paliativa (Figuras 6-8)

En casos específicos, cuando la edad del niño o la anatomía no son favorables y no se puede realizar de primera intención un reparación intracardiaca completa, está indicada la terapia paliativa.^{8,12}

- Fístula de Blalock–Taussig-Thomas: conexión entre la arteria innominada o arteria subclavia y la arteria pulmonar ipsilateral. Ésta se realiza cuando las arterias pulmonares son hipoplásicas y la oxigenación del recién nacido depende del *ductus*. También se puede realizar en algunos casos con anomalía coronaria.^{9,12}
- Corrección parcial: consiste en la conexión entre el ventrículo derecho y la arteria pulmonar (sin corrección de la

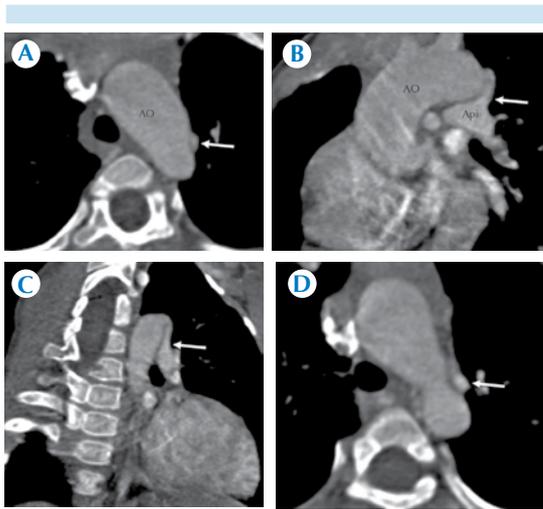


Figura 6. Fístula de Potts (flechas). **A-D)** Anastomosis entre la aorta descendente (AO) y la arteria pulmonar izquierda (Api). El estudio reveló integridad y permeabilidad de la fístula en este paciente.

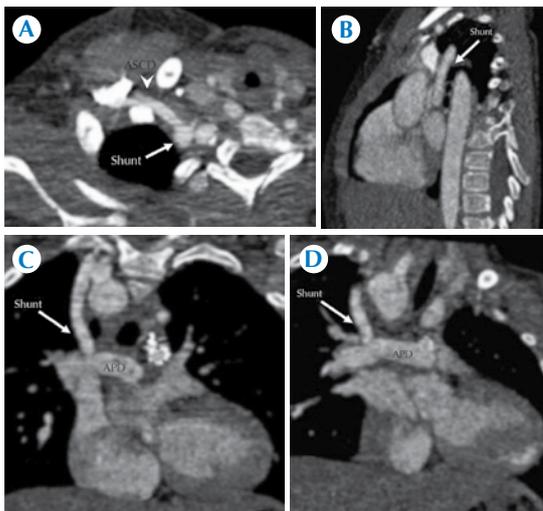


Figura 7. Fístula de Blalock-Thomas-Taussig (flechas). **A-D)** Anastomosis entre la arteria subclavia derecha (ASCD) (cabeza de flecha) y la arteria pulmonar derecha (APD). El estudio demostró adecuada permeabilidad de la fístula.

comunicación interventricular). Generalmente se usa en infantes no dependientes

del *ductus* pero con hipoplasia de las arterias pulmonares. Puede ser utilizada una variante cuando una arteria coronaria cruza el infundíbulo pulmonar y no es posible atravesar éste con un parche de ampliación, entonces es necesario el implante de un conducto entre el ventrículo derecho y la arteria pulmonar.¹⁰

- Dilatación de la válvula pulmonar por Balón.^{10,13}

Reparación intracardiaca completa^{9,10} (Figura 9)

Típicamente consiste en el cierre del defecto septal ventricular con un parche y reparación de la obstrucción del tracto de salida del ventrículo derecho.⁹ Primero se efectúa una infundibulotomía por medio de una disección de la bifurcación pulmonar; se continua con el cierre del *ductus* arterioso (si existe) y se evalúa si es necesaria o no la implantación de un parche de ampliación; si la relación entre el diámetro del anillo de la válvula pulmonar y el tronco de la arteria pulmonar está disminuida se realizará la implantación.^{14,15}

La banda moderadora en algunos casos es hipertrófica y contribuye al grado de obstrucción del tracto de salida del ventrículo derecho. En estos casos se realiza división de unas cuantas bandas musculares para disminuir el grado de obstrucción.^{14,15} El cierre del defecto septal se puede hacer mediante una sutura directa o con la implantación de un parche de pericardio.¹⁴ El parche de ampliación del tracto de salida del ventrículo derecho debe ser lo suficientemente ancho como para adaptarse a la salida de la arteria pulmonar.^{14,15}

En caso de que se presente atresia pulmonar, además de lo anteriormente descrito, hay que preparar las arterias pulmonares para la anastomosis con una válvula que puede ser alo-trasplante o Contegra[®] (vena yugular bovina).¹²

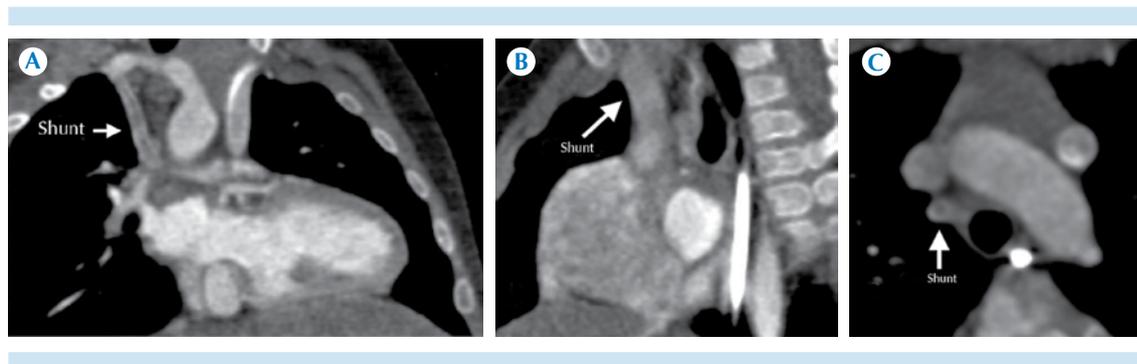


Figura 8. Fistula de Blalock-Thomas-Taussig (flechas). Anastomosis entre la arteria subclavia derecha (ASCD) y una arteria pulmonar derecha hipoplásica. El estudio reveló trombosis de la fistula.

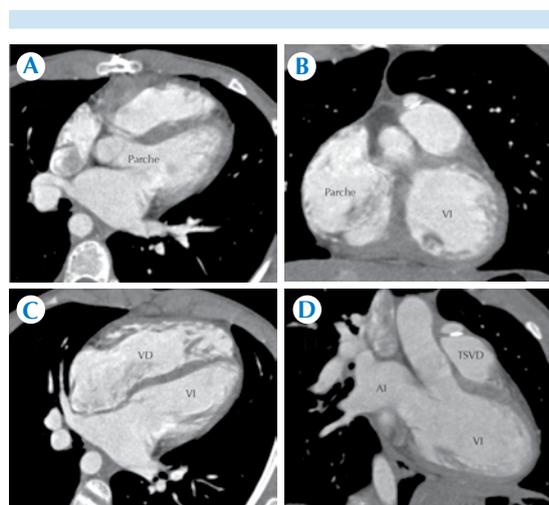


Figura 9. Estado posquirúrgico de cirugía correctiva. **A-B)** Cierre del defecto septal ventricular con implantación de un parche. **C-D)** Sin evidencia de cortocircuitos residuales y dilatación del tracto de salida del ventrículo derecho (TSVD).

Recientemente, la reparación transventricular era habitual en todos los tipos de Fallot, la corrección de la estenosis pulmonar se realizaba con la implantación de parches de expansión muy grandes para evitar futuras reestenosis. Sin embargo, los pacientes desarrollaban insuficiencia pulmonar progresiva y grandes regiones acinéticas en el tracto de salida del ventrículo derecho con el subsecuente empeoramiento

de la afección valvular pulmonar y el riesgo de alteraciones de la conducción.¹⁶

La tendencia actual es preservar hasta donde sea posible la función valvular pulmonar, limitando al máximo la posibilidad de un parche transanular y la extensión del mismo al tracto de salida del ventrículo derecho.¹⁶

Actualmente la mayoría de grupos quirúrgicos realizan la cirugía de manera electiva (niños asintomáticos) de 3–6 meses. Hay grupos que prefieren una corrección temprana de Fallot incluyendo el periodo neonatal. Una corrección temprana favorece el adecuado desarrollo de la vascularidad pulmonar periférica y disminuye el riesgo de desarrollar insuficiencia pulmonar severa.¹¹

Evaluación de la tetralogía de Fallot con angiotomografía computada multidetector

Técnica de adquisición

Gracias a la implementación y acelerada evolución de la tomografía multidetector actualmente se obtienen imágenes de una gran calidad y detalle anatómico con dosis de radiación relativamente bajas; se han reportado estudios con dosis de hasta 0.51 milisieverts (mSV).¹⁷ El

protocolo de adquisición se debe individualizar de acuerdo con la indicación clínica y a las características del paciente. Sin embargo, existen algunas recomendaciones generales para la adquisición.^{18,19} Se debe realizar un protocolo bifásico para lograr una adecuada opacificación tanto de las cámaras derechas como de las izquierdas, debido a la rapidez en la adquisición de los equipos multidetector la sedación no se incluye de manera rutinaria en los protocolos actuales,^{11,18,19} los parámetros de adquisición se enlistan detalladamente en el Cuadro 1.^{18,19}

Diagnóstico, evaluación pre- y posquirúrgica

Los objetivos de la evaluación por angiotomografía computada son:

1. Evaluar los cuatro componentes básicos de la tetralogía de Fallot.¹⁹
2. Evaluar afecciones asociadas:⁸

Cuadro 1. Protocolo de adquisición recomendado para la realización de angiotomografía cardiaca en pacientes con tetralogía de Fallot

| Sincronización cardiaca | Ninguna |
|-------------------------|--|
| | Prospectivo en un 45% del intervalo RR (cuando está indicada la evaluación coronaria) |
| mAs | 1-7 kg = 10 mAs/kg 8-12 kg = 5 mAs/kg |
| kV | < 40 kg = 80 kV 41-70 kg = 100 kV > 70 kg = 120 kV |
| Protocolo FLASH | + (factor de paso [pitch] 2.8) |
| Colimación | 1 × 128 × 0.6 |
| Dosis contraste | 1 mL/kg |
| Caudal | 1.5-3 mL/s |
| Disparador (triggering) | Manual |
| | Cámaras izquierdas: adquisición después del final de la inyección + 2 segundos Cámaras derechas: adquisición al paso de la ¾ parte de la inyección + 2 segundos |

- Foramen oval permeable o defecto septal interatrial (pentalogía de Fallot) (Figura 10)
- Arco aórtico derecho (Figura 11)
- Atresia de la arteria pulmonar (Figura 12)
- Anomalías de las arterias coronarias (que pueden complicar un manejo quirúrgico). Se puede presentar que la descendente anterior se origine de la coronaria derecha, que la descendente anterior se origine directamente del seno de Valsalva, que la coronaria derecha se origine de la izquierda o de la descendente anterior y, en algunos casos, puede haber una arteria coronaria única (Figura 13).
- Agenesia o hipoplasia de la válvula pulmonar con insuficiencia pulmonar
- Persistencia del conducto arterioso (Figura 14)
- Insuficiencia valvular aórtica
- Drenaje venoso pulmonar anómalo
- Persistencia de la vena cava superior izquierda (Figura 15)
- Arteria subclavia aberrante (Figura 14)
- Circulación colateral en la ventana aortopulmonar (Figura 16)
- Otras alteraciones menos frecuentes: fistula traqueoesofágica, anomalías costales y escoliosis.

3. Evaluar complicaciones posquirúrgicas:^{4,9}

La mayoría de los pacientes a quienes se les realiza una cirugía de reparación cardiaca completa no presenta complicaciones.

Hasta 85% de los niños con cirugía correctiva llegarán a la edad adulta y frecuentemente permanecerán asintomáticos por 10-30 años.

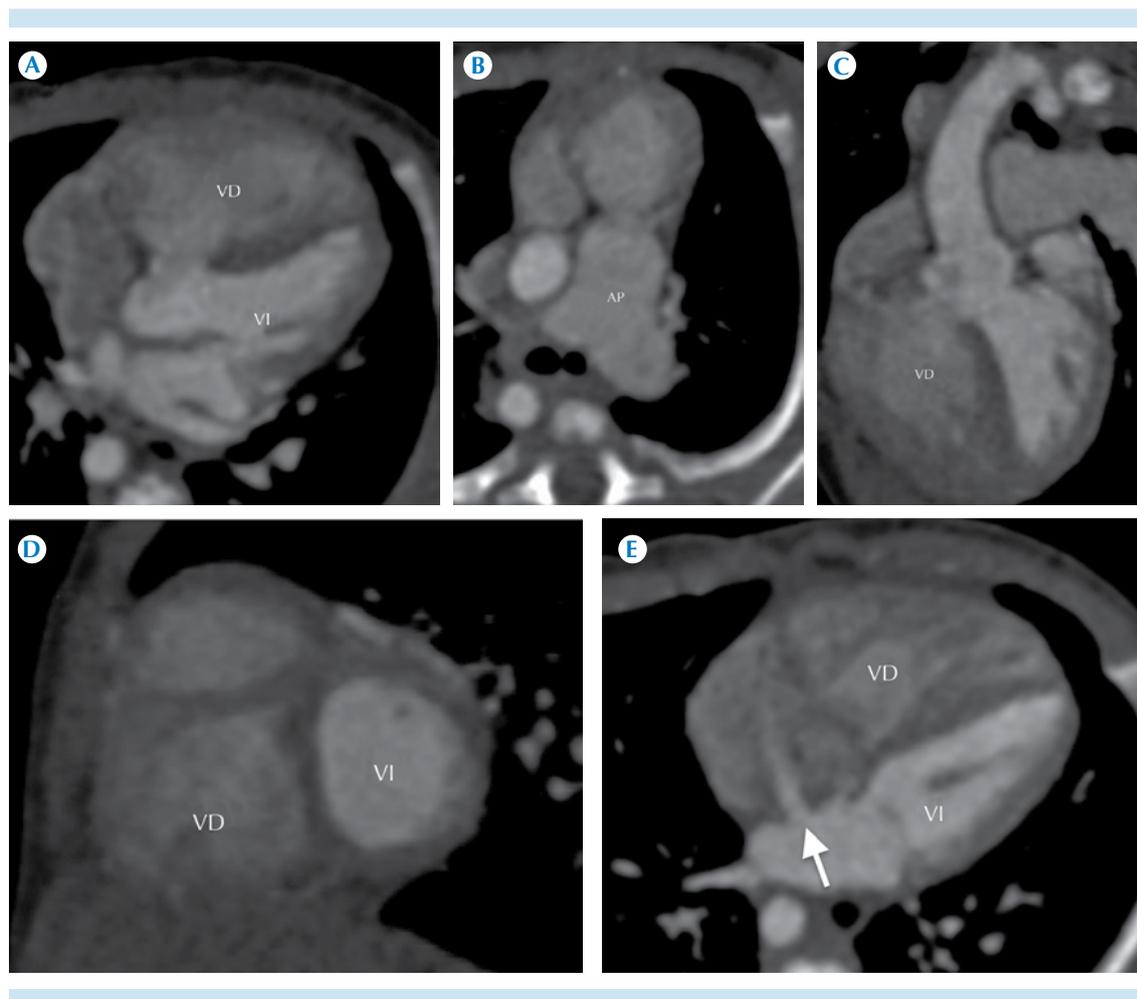


Figura 10. Foramen oval permeable o defecto en el septo atrial (flecha). **A)** Comunicación interventricular. **B)** Obstrucción del tracto de salida del ventrículo derecho. **C)** Aorta cabalgante. **D)** Hipertrofia del ventrículo derecho. **E)** Comunicación interatrial (flecha). Estos hallazgos en conjunto constituyen la entidad conocida como pentalogía de Fallot. AP: arteria pulmonar; VD: ventrículo derecho; VI: ventrículo izquierdo.

Como complicaciones tardías los pacientes pueden presentar, eventualmente, intolerancia progresiva al ejercicio, falla cardiaca derecha, alteraciones del ritmo asintomáticas o muerte súbita.

La morbilidad y la mortalidad asociadas con la cirugía correctiva en la tetralogía de Fallot usualmente están asociadas con anomalías hemodinámicas del ventrículo

derecho. La insuficiencia y estenosis pulmonar son complicaciones comunes que eventualmente condicionan sobrecarga de volumen o presión del ventrículo derecho con la consecuente dilatación y falla ventricular.

A manera de resumen, podemos hablar de dos estadios de complicaciones a largo plazo:^{4,9}

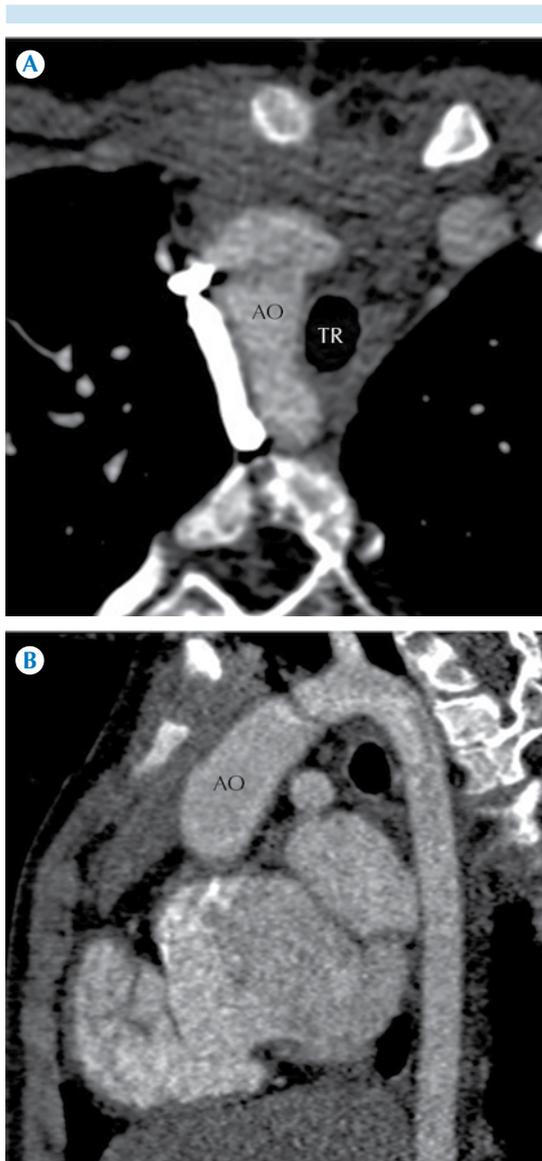


Figura 11. A-B) Arco aórtico derecho. TR: tráquea.

1. Estadio temprano (compensado): consiste en un incremento asintomático del volumen telediastólico e hipertrofia del ventrículo derecho.
2. Estadio tardío (descompensado): disminución en el índice masa/volumen,

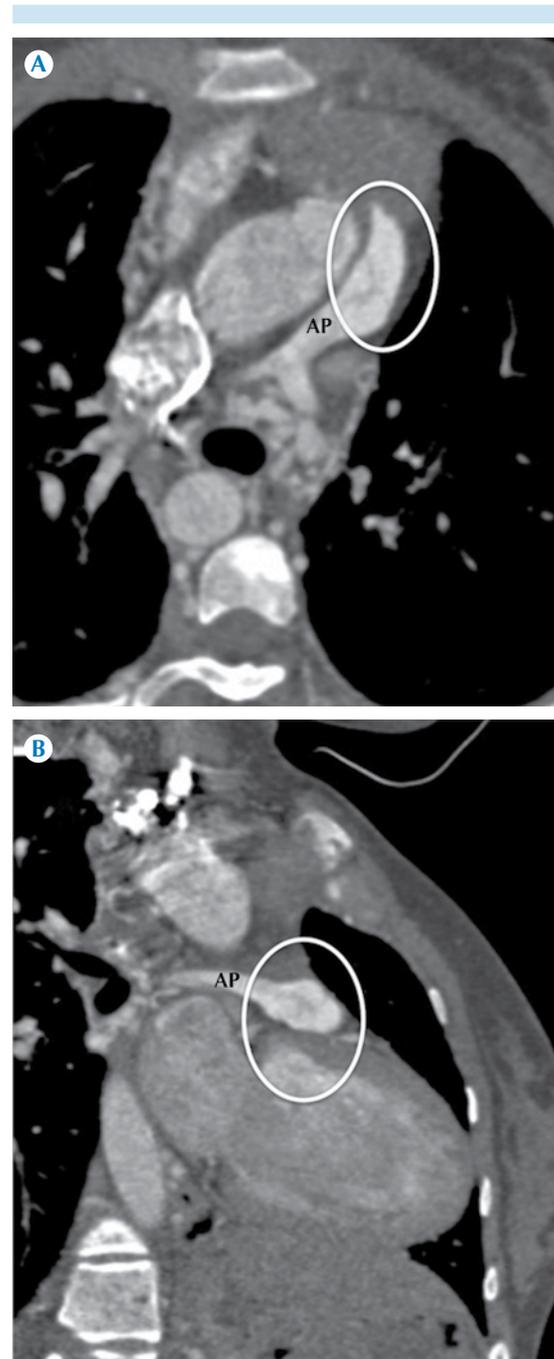


Figura 12. A-B) Estenosis pulmonar severa. Paciente con diagnóstico de tetralogía de Fallot con estenosis pulmonar severa (círculos).

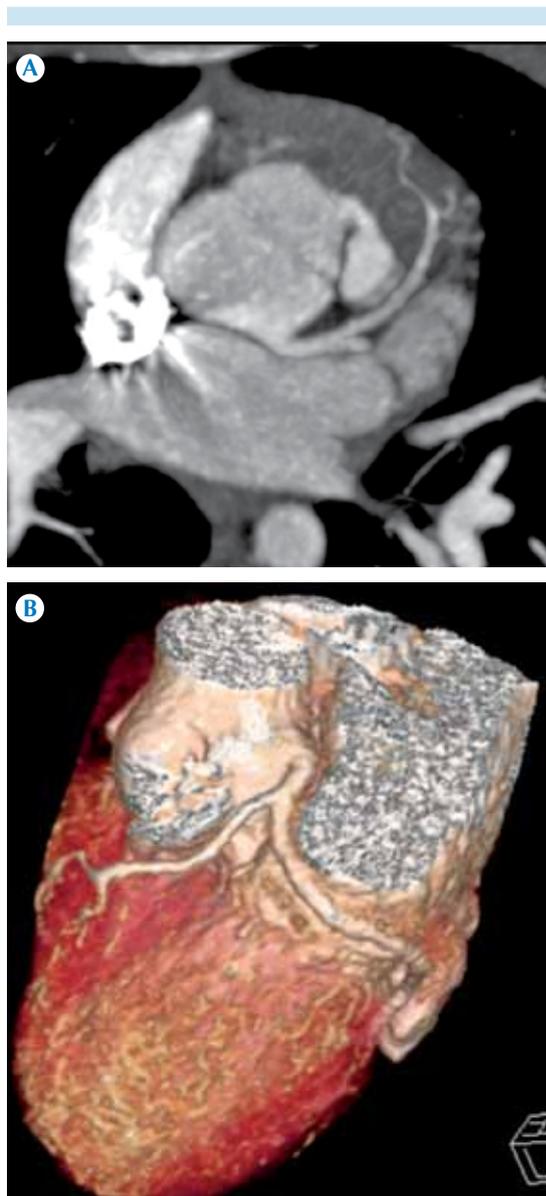


Figura 13. A-B) Arteria coronaria única. Paciente con diagnóstico de tetralogía de Fallot. Arteria coronaria izquierda única con curso retroaórtico de la coronaria derecha (Lipton LII-P).

incremento en el volumen telesistólico del ventrículo derecho, compromiso del volumen de llenado ventricular izquierdo a consecuencia de una marcada

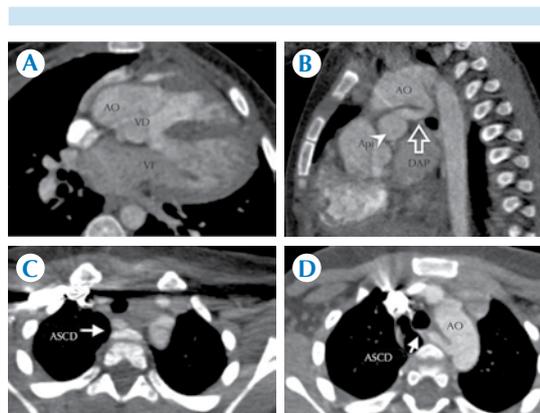


Figura 14. A) Paciente con tetralogía de Fallot. **B)** *Ductus* arterioso persistente. **C-D)** Arteria subclavia aberrante asociada. Arteria subclavia derecha aberrante (flecha ASCD) que cruza el mediastino posterior por detrás del esófago en su trayectoria hacia el brazo derecho. Persistencia del *ductus* arterioso (flecha DAP), comunicación entre la aorta torácica descendente (Ao) y la arteria pulmonar izquierda (cabeza de flecha Api).

dilatación del ventrículo derecho y disminución en las fracciones de eyección de los ventrículos derecho e izquierdo.

Hallazgos posquirúrgicos por tomografía^{4,18,19}

- **Insuficiencia pulmonar y dilatación ventricular derecha** (Figura 17): la insuficiencia pulmonar es una de las complicaciones que más comúnmente se encuentran en la cirugía de reparación.
- **Hipertrofia ventricular derecha:** la insuficiencia pulmonar eventualmente progresará a la dilatación del ventrículo derecho y, por lo tanto, a una falla cardíaca derecha, que también pueden asociarse con arritmias de tratamiento de por vida.
- **Insuficiencia pulmonar:** vista en seguimientos a largo plazo tiene relación con el método de reconstrucción del tracto de salida del ventrículo derecho. La tomografía multidetector representa

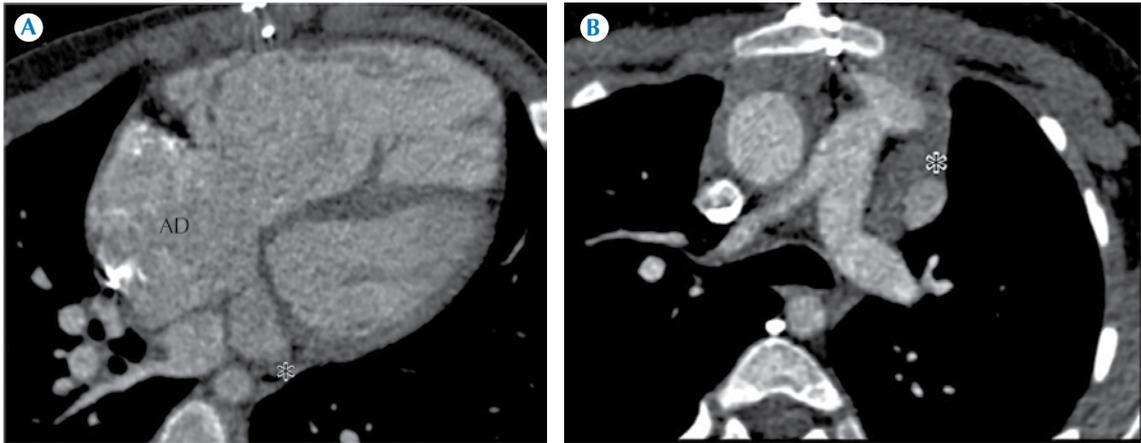


Figura 15. A-B) Estado posquirúrgico de cirugía correctiva: vena cava superior izquierda (*).

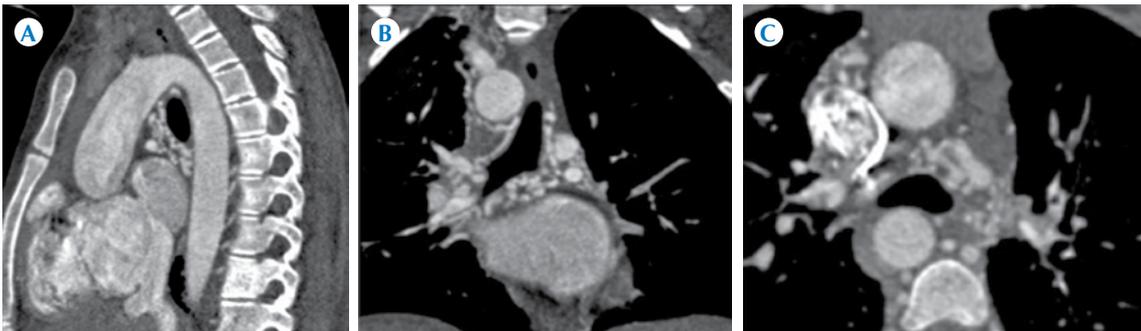


Figura 16. A-C) Arterias colaterales de la mamaria interna derecha, la subclavia izquierda y ventana aortopulmonar.

de manera adecuada la morfología del tracto de salida del ventrículo derecho y las anomalías asociadas con la insuficiencia pulmonar. El incremento del volumen ventricular es un criterio mayor para remplazo de la válvula pulmonar.

- **Tamaño y función del ventrículo derecho** (Figura 9): realizar una evaluación funcional y volumétrica de los ventrículos derecho e izquierdo al final de la sístole y de la diástole, lo que permitirá obtener el volumen latido y la fracción de eyección.
- **Alteraciones de la movilidad de las paredes:** son resultado de la alteración en los mecanismos ventriculares por sobrecarga de volumen.
- **Estenosis arterial pulmonar residual:** ocurre aproximadamente en 10 a 15% de los casos y puede ser una complicación de una fistula paliativa previa.
- **Aneurismas del tracto de salida del ventrículo derecho** (discinesia): movimiento expansivo local, paradójico sistólico, de la pared ventricular o del tracto de salida reparado. Una miectomía infundibular

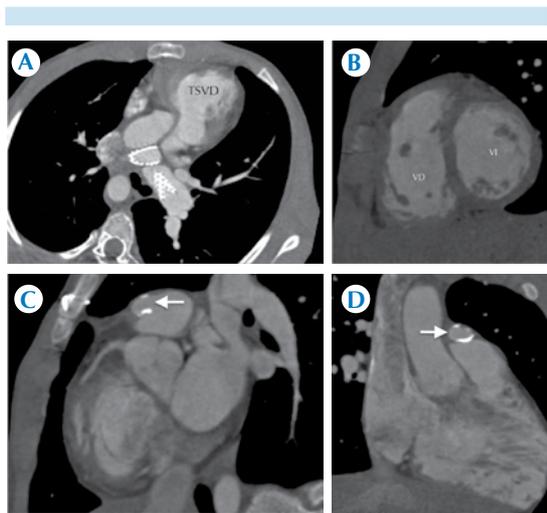


Figura 17. Estado posquirúrgico de la cirugía correctiva. **A)** Dilatación del tracto de salida ventricular derecho (TSVD). **B)** Ventrículo derecho dilatado con paredes hipertróficas. **C-D)** Cono arterioso dilatado y calcificado (flechas).

amplia puede ser la causa principal.

- **Defectos recurrentes del septo ventricular:** hallazgo que puede requerir re intervención (Figura 18).
- Las **endoprótesis vasculares** y las válvulas montadas en una endoprótesis son una de las indicaciones más claras para seleccionar la tomografía como método de evaluación; se debe evaluar su posición y permeabilidad (Figura 19).
- **Dispositivos implantados:** pacientes con marcapasos, desfibrilador-cardioversor implantable, espirales u otros dispositivos (Figura 20).

CONCLUSIÓN

La angiortomografía computada multidetector es un método adecuado para la evaluación diagnóstica, planeación quirúrgica y para el seguimiento posquirúrgico en pacientes con diagnóstico de tetralogía de Fallot.

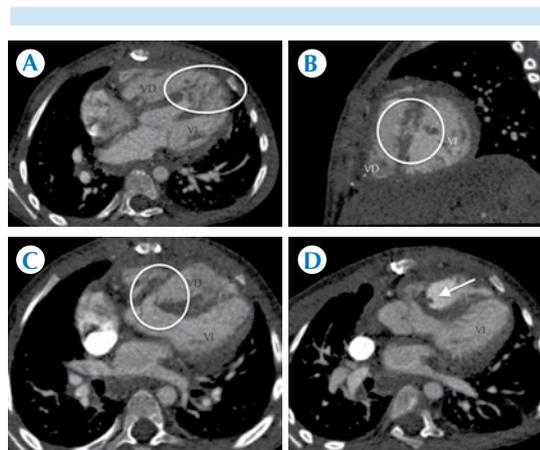


Figura 18. Estado posquirúrgico de cirugía correctiva. **A-B)** Múltiples defectos del septo interventricular (círculos). **C)** Cierre del defecto septal interventricular con parche y cortocircuito residual (círculo). **D)** Imagen polipoidea en cavidad derecha (flecha) que sigue vegetación.

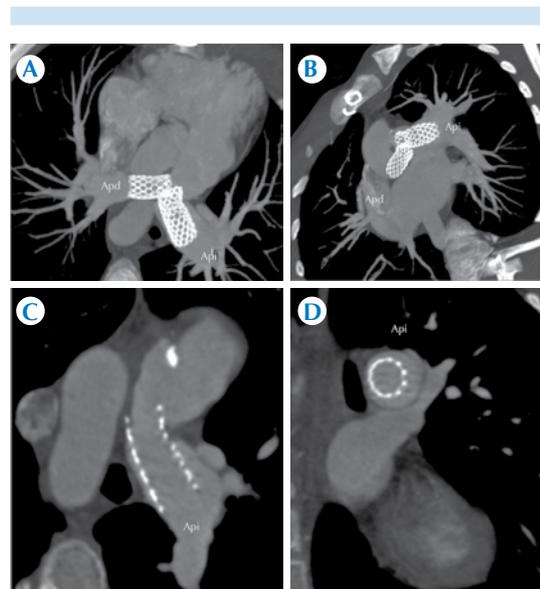


Figura 19. Estado posquirúrgico de cirugía correctiva. **A-B)** Endoprótesis en la confluencia de las arterias pulmonares. **C-D)** Sin evidencia de trombos, estenosis o fractura. Aposición incompleta de la endoprótesis de la arteria pulmonar izquierda (Api).

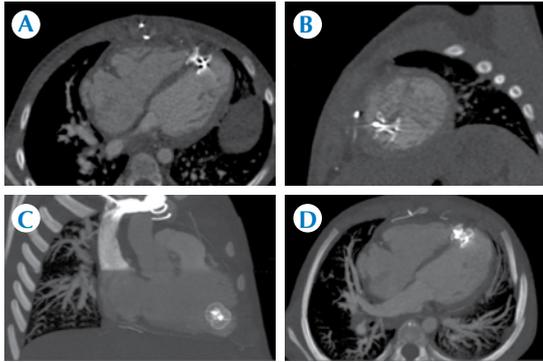


Figura 20. Estado posquirúrgico de cirugía correctiva. **A-D)** Amplatzer® a nivel apical en adecuada posición que ocluye un defecto septal interventricular.

En los pacientes pediátricos la angiotomografía es una alternativa muy útil debido a que los nuevos protocolos de ultrabaja radiación, con tiempos de adquisición cortos, permiten adquirir estudios completos y diagnósticos sin sedación en la mayoría de los casos.^{18,19,11} También es una alternativa en pacientes en quienes la resonancia está contraindicada por los dispositivos implantados (marcapasos).

Es necesario un conocimiento adecuado de hallazgos diagnósticos, comorbilidades, cambios posquirúrgicos y posibles complicaciones.

REFERENCIAS

1. Linton Yee. Cardiac Emergencies in the First Year fo Life. *Emerg Med Clin N Am* 2007;25:981-1008.
2. Araujo Barata I. Cardiac Emergencies. *Emerg Med Clin N Am* 2013;31:677-704.
3. Dolbec K, Mick N. Congenital Heart Disease. *Emerg Med Clin N Am* 2011;29:811-827.
4. Apitz C, Webb G, Redington A. Tetralogy of Fallot. *Lancet* 2009;374:1462-71.
5. Escribano D, Herraiz I, Granados MA, Arbues J, Mendoza A, Galindo A. Tetralogy of Fallot: prediction of outcome in the mid-second trimester of pregnancy. *Prenat Diagn* 2011;31:1126-1133.
6. Bhat A, Kehl D, Tacy T, Moon-Grady A, Hornberger L. Diagnosis of Tetralogy of Fallot and Its Variants in the Late First and Early Second Trimester: Details of Initial Assessment and Comparison with Later Fetal Diagnosis. *Echocardiography* 2013;30(1):81-87.
7. Shinebourne E, Babu-Narayan S, Carvalho. Congenital heart disease, Tetralogy of Fallot: from fetus to adult. *Heart* 2006;92:1353-1359.
8. Bailliard F, Anderson R. Review Tetralogy of Fallot. *Orphanet Journal of Rare Diseases* 2009;13;4:2.
9. Warnes CA, Williams RG, Bashore TM, et al. ACC/AHA 2008 Guidelines for the Management of Adults with Congenital Heart Disease: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (writing committee to develop guidelines on the management of adults with congenital heart disease). *Journal of the American College of Cardiology* 2008;52(23):e143-263.
10. Villafañe J, Feinstein JA, Jenkins KJ, et al. Hot Topics in Tetralogy of Fallot. *Journal of the American College of Cardiology* 2013;62(23):2155-56.
11. Valente AM, Cook S, Festa P, Ko HH, Krishnamurthy R, Taylor AM, et al. Multimodality Imaging Guidelines for Patients with Repaired Tetralogy of Fallot: A Report from the American Society of Echocardiography Developed in Collaboration with the Society for Cardiovascular Magnetic Resonance and the Society for Pediatric Radiology. *J Am Soc Echocardiogr* 2014;27(2):111-41.
12. Rajagopal SK, Thiagarajan RR. Perioperative Care of Children with Tetralogy of Fallot. *Current Treatment Options in Cardiovascular Medicine* 2011;13(5):464-474.
13. Sluysmans T, Neven B, et al. Early balloon dilatation of the pulmonary valve in infants with tetralogy of Fallot. Risks and benefits. *Circulation* 1995;91(05):1506-11.
14. Fuller S. Tetralogy of Fallot and Pulmonary Valve Replacement: Timing and Techniques in the Asymptomatic Patient. *Semin Thorac Cardiovasc Surg Pediatr Card Surg Annu* 2014;17(1):30-7.
15. Ordovas KG, Muzzarelli S, et al. Cardiovascular MR imaging after surgical correction of tetralogy of Fallot: approach based on understanding of surgical procedures. *Radiographics* 2013;33(4):1037-52.
16. Bouzas B, Chang AC, Gatzoulis MA. Pulmonary insufficiency: preparing the patient with ventricular dysfunction for surgery. *Cardiol Young* 2005;15(1):51-7.
17. Bardo DM, Asamato J, Mackay CS, Minette M. Low-Dose Coronary Artery Computed Tomography Angiogram of an Infant with Tetralogy of Fallot Using a 256-Slice Multidetector Computed Tomography Scanner. *Pediatr Cardiol* 2009;30:824-826.
18. Ahmed S, Johnson PT, Fishman EK, Zimmerman SL. Role of multidetector CT in assessment of repaired tetralogy of Fallot. *Radiographics* 2013;33(4):1023-36.
19. Han BK, Lesser JR. CT imaging in congenital heart disease: an approach to imaging and interpreting complex lesions after surgical intervention for tetralogy of Fallot, transposition of the great arteries, and single ventricle heart disease. *J Cardiovasc Comput Tomogr* 2013;7(6):338-53.