

REC: CardioClinics

www.reccardioclinics.org

Temas de actualidad

Selección de lo mejor del año 2022 en cardiopatías congénitas



Inmaculada Sánchez Pérez^{a,b,*}, Ricardo Sanz-Ruiz^{c,d,e,f,g}, Francisco Buendía Fuentes^h, Diana Salas Meraⁱ y Nuria Rivas Gándara^j

^a Servicio Cardiología Pediátrica y Cardiopatías Congénitas, Hospital Universitario Ramón y Cajal, Madrid, España

^b Unidad de Arritmias, Hospital Universitario Ramón y Cajal, Madrid, España

^c Servicio de Cardiología, Hospital General Universitario Gregorio Marañón, Madrid, España

^d Instituto de Investigación Sanitaria Gregorio Marañón (IiSGM), Madrid, España

^e Facultad de Medicina, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España

^f Centro de Investigación Biomédica en Red Enfermedades Cardiovasculares (CIBERCV), España

^g Instituto de Salud Carlos III, Madrid, España

^h Unidad Cardiopatías Congénitas del Adulto, Servicio de Cardiología, Hospital Universitario y Politécnico La Fe, Valencia, España

ⁱ Servicio Cardiología Pediátrica, Hospital Universitario La Paz, Madrid, España

^j Unidad Arritmias, Servicio Cardiología, Hospital Universitario Vall d'Hebron, Barcelona, España

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 21 de septiembre de 2022

Aceptado el 11 de octubre de 2022

On-line el 21 de noviembre de 2022

Palabras clave:

Cardiología pediátrica

Cardiopatías congénitas del adulto

Electrofisiología

Intervencionismo percutáneo

Cirugía cardíaca

RESUMEN

En este artículo se muestran las publicaciones que se han considerado más relevantes sobre cardiopatías congénitas en el último año.

En el campo del intervencionismo se comentarán las principales novedades publicadas en las últimas guías de 2021, así como algunos artículos interesantes sobre la implementación de materiales y técnicas en el tratamiento percutáneo de lesiones cardíacas congénitas.

En cuanto a la imagen se centrará en los artículos relacionados con el revolucionario avance de la 4D-RMN y el eco 3D en el estudio de las cardiopatías congénitas.

Existen estudios interesantes en cuanto al síndrome infamatorio multisistémico pediátrico vinculado al SARS-CoV-2 (MIS-C) y también en el ámbito de la miocardiopatía hipertrófica en edad infantil. En cuanto a la cirugía en esta franja de edad se ha considerado interesante comentar un estudio en relación con la técnica híbrida de tratamiento del ventrículo izquierdo hipoplásico.

Por último, en esta ocasión en lo referente a las arritmias en las cardiopatías congénitas, la atención se centra en la fibrilación auricular, por las peculiaridades existentes en este tipo de pacientes.

© 2022 Sociedad Española de Cardiología. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

Abreviaturas: CC, Cardiopatías congénitas; 4D-RMN, flujo 4 dimensiones resonancia magnética nuclear; MIS-C, síndrome infamatorio multisistémico pediátrico vinculado a SARS-CoV-2; SVP, sustitución valvular pulmonar.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: makusape@yahoo.es (I. Sánchez Pérez).



@InmaculadaSp75.

<https://doi.org/10.1016/j.rccl.2022.10.007>

2605-1532/© 2022 Sociedad Española de Cardiología. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

Selection of the best of 2022 in congenital heart disease

A B S T R A C T

Keywords:

Paediatric cardiology
Adult congenital heart disease
Electrophysiology
Percutaneous intervention
Cardiac surgery

This paper shows a selection of the most relevant articles in congenital heart diseases in the last year.

About interventional procedures, we comment the latest guidelines in 2021, as well as some interesting papers on the implementation of materials and techniques in the field of percutaneous treatment of congenital heart diseases.

In cardiac imaging, we focus on articles related to the revolutionary advance of 4D-NMR and 3D echo in the study of these congenital diseases.

Respect pediatrics, there are interesting studies about multisystem inflammatory syndrome linked to SARS-CoV-2 (MIS-C) and also in the field of hypertrophic cardiomyopathy. Related to surgery, we comment the hybrid technique for treating hypoplastic left ventricle.

Finally, regarding arrhythmias in congenital heart disease, we focus our attention on atrial fibrillation, due to the peculiarities that exist in this type of patients.

© 2022 Sociedad Española de Cardiología. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

Cardiología intervencionista

En primer lugar se destaca la actualización de las guías de la Sociedad Europea de Cardiología para las cardiopatías congénitas en la edad adulta, publicadas en 2021 con algunos cambios importantes¹:

- a) En la valoración de los cortocircuitos, el estudio hemodinámico invasivo fue recomendado con clase I en caso de existir sospecha de hipertensión pulmonar, cambiaron las cifras de unidades Wood (uW) y se dio más relevancia al test de oclusión de las comunicaciones interauriculares (CIA) en los casos con enfermedad del ventrículo izquierdo (clase I).
- b) Cobró más relevancia el tratamiento percutáneo de las comunicaciones interventriculares en determinados pacientes o en sometidos a cirugía y con shunt residual.
- c) Se definieron los casos en los que se debe valorar el cierre fenestrado de una CIA (resistencias pulmonares < 5 uW con tratamiento vasodilatador pulmonar y con Qp:Qs > 1,5, clase IIb), y se incluyó la desaturación con el esfuerzo como contraindicación para el cierre de defectos septales o de ductus arterioso persistente si existe hipertensión pulmonar grave (≥ 5 uW, clase III).
- d) Se dieron nuevas recomendaciones para el diagnóstico invasivo de la recoartación y la coartación de aorta, y para su tratamiento preferiblemente con stents si los gradientes invasivos eran > 20 mm Hg (en pacientes hipertensos con clase I, en normotensos IIa).
- e) En pacientes con tetralogía de Fallot (TF) y tractos de salida no nativos se recomendó la sustitución valvular pulmonar (SVP) transcáteter (clase I) y se definieron nuevos parámetros para indicar el momento del intervencionismo (volumen telesistólico de ventrículo derecho [VD] ≥ 80 ml/m², telediastólico ≥ 160 ml/m² o progresión de la insuficiencia tricúspide a un grado al menos moderado, clase IIa).
- f) En la enfermedad de Ebstein se puso atención sobre el cierre de CIA o foramen oval en pacientes con embolias paradójicas (clase IIa), o cianosis y desaturación en reposo (IIb), dependiendo de las presiones y de la repercusión sobre el gasto cardíaco.
- g) En pacientes con circulación de Fontan se rebajó el umbral para la indicación de cateterismo en pacientes con edemas no explicados, empeoramiento de la clase funcional o desarrollo de arritmias, cianosis o hemoptisis (clase I), y se recomendó una cuidadosa evaluación en el momento del cierre de comunicaciones (fenestras, colaterales) para no provocar elevaciones de la presión venosa sistémica o descensos del gasto cardíaco (clase IIb).
- h) En el apartado de «nuevos retos» se dedicó una sección específica a la importancia de la evaluación hemodinámica invasiva en los pacientes con cardiopatías congénitas.

Conviene destacar los resultados a largo plazo (5 años) de los estudios COAST y COAST II sobre el tratamiento percutáneo de la recoartación y coartación de aorta², en los que se demostró la eficacia de los stents (reducción importante de la presión arterial) y la preferencia de los cubiertos, ya que redujeron el riesgo de fracturas (incidencia de hasta 24,4% sin recubrimiento), pero no tanto así de la aparición tardía de pseudoaneurismas y aneurismas aórticos (6,3%). La necesidad de seguimiento estrecho de estos pacientes a largo plazo quedó demostrada. Un grupo español publicó sus resultados en un grupo de 102 pacientes con stent en la coartación de aorta en niños > 15 kg y adultos³. En un seguimiento de 8,3 años hubo una tasa de reestenosis del 40,7%, de fracturas del 20,4% y de aneurismas del 11,1%, lo que corrobora los resultados del estudio anteriormente mencionado, y los hace superponibles a los de < 20 kg incluso con stents diseñados para adultos, a costa de una mayor tasa de complicaciones vasculares (11% de oclusiones femorales)⁴.

En el campo de las comunicaciones septales se publicaron los resultados de una serie de 407 pacientes menores de 6 años con CIA cerrada percutáneamente. Se demostró una

tasa de éxito del 98%, con una muy baja tasa de complicaciones, y como predictores de fracaso el tamaño grande de la CIA (> 38 mm) y las anatomías complejas⁵. Además, se publicaron los resultados de nuevos diseños para el tratamiento percutáneo de CIA (dispositivos clásicos con sistema de liberación flexible) también en edades pediátricas (8 años), con éxito en todos y sin complicaciones inmediatas⁶.

En el campo de la SVP percutánea, uno de los de mayor expansión en los últimos años, se publicaron varios estudios. En casos de estenosis pulmonar aislada tratada con valvulotomía quirúrgica o percutánea, un estudio retrospectivo con 215 pacientes demostró que la evolución a largo plazo (38,6 años) fue buena y que únicamente un 18% precisó de SVP⁷. La presencia de intervención previa sobre el tracto de salida del VD de un defecto asociado o una mayor edad en el momento de la primera intervención fueron predictores independientes de reintervenciones o de complicaciones. Además, sugirió que los parámetros normalizados del VD, utilizados en TF para indicar el momento de la reparación de la válvula pulmonar, no deberían ser extrapolables a otros casos de estenosis pulmonar. En lesiones obstructivas de la válvula pulmonar nativa o sobre conductos degenerados los beneficios de la SVP se siguieron demostrando, por ejemplo, con el remodelado favorable del VD (también de la aurícula derecha) con implicaciones clínicas y funcionales. En este sentido se han publicado series de más de 100 pacientes con edades medias de alrededor de 20 años y estudiados con resonancia magnética nuclear y ergoespirometría⁸.

Otro estudio multicéntrico de endocarditis infecciosa en 2.476 pacientes tratados con SVP demostró una incidencia del 9,5% a los 5 años y del 16,9% a los 8 años⁹. Los predictores de infección valvular fueron la edad más joven (implante antes de los 15 años), la historia previa de endocarditis infecciosa y la presencia de gradientes elevados tras la SVP (por cada 10 mmHg de gradiente), pero no así el tipo de prótesis empleada. Las tasas de mortalidad fueron del 6,6% y el microorganismo más letal fue el *Staphylococcus aureus*.

Con diseños ya conocidos (Edwards SAPIEN XT, Edwards Lifesciences Corporation, Estados Unidos) se publicaron resultados a 5 años de la SVP en 62 pacientes con tasas de necesidad de reintervención del 11% y de endocarditis infecciosa del 1,6%¹⁰. Las edades más jóvenes, los conductos más pequeños y los gradientes elevados tras el implante se asociaron a peores resultados. Durante 2021 aparecieron los primeros resultados de nuevas válvulas como Myval (Meril Life Sciences Pvt. Ltd., India), utilizadas incluso en edades tempranas (29 años) sobre conductos protésicos¹¹.

En el campo del tratamiento percutáneo con nuevos materiales, innovaciones o en enfermedades tradicionalmente quirúrgicas, debemos mencionar las siguientes novedades:

a) El tratamiento percutáneo de las CIA tipo seno venoso superior (incluso inferior) con stents recubiertos ya se considera una opción segura y factible en determinados casos en los que la anatomía de la CIA, y sobre todo del drenaje venoso pulmonar, lo permitan. La utilización de la imagen multimodal y de las impresiones tridimensionales y los simuladores virtuales para la planificación del caso son esenciales¹².

b) El implante de prótesis Melody (Medtronic, Estados Unidos) se puede optimizar para troncos pulmonares grandes o anatomías complejas mediante la técnica de *folded Melody*, creando una doble capa en la falda de la válvula¹³ o implantando stents crimpados (hasta 3) sobre la prótesis en un único procedimiento (*one-step*)¹⁴.

c) La reparación borde a borde mediante clips de las válvulas auriculoventriculares está ganando relevancia y será una alternativa terapéutica real en el futuro cercano, incluso en casos de VD sistémico¹⁵.

Técnicas de imagen

El estudio mediante flujo 4 dimensiones con resonancia magnética nuclear (4D-RMN) permite evaluar de forma cualitativa y cuantitativa el flujo en válvulas cardíacas, estructuras vasculares y conductos implantados en los 3 planos y en el tiempo. La caracterización del estrés de pared aórtico en pacientes con válvula aórtica bicúspide podría ser útil para identificar pacientes con mayor progresión en la dilatación aórtica.

Con un planteamiento retrospectivo, Soulat et al.¹⁶ mostraron los resultados evolutivos de 72 pacientes con válvula aórtica bicúspide y 2 estudios con 4D-RMN separadas una media de 6 años, utilizando mapas de estrés de pared. El grupo con crecimiento aórtico superior al promedio (>0,24 ± 0,20 mm/año) presentó valores más elevados de estrés de pared y áreas aórticas más grandes con valores altos de estrés de pared.

Por otro lado, con un protocolo prospectivo, Guala et al.¹⁷ realizaron un estudio basal de 4D-RMN. Posteriormente, la dilatación aórtica se cuantificó mediante 2 exploraciones de tomografía computarizada, con la peculiaridad de utilizar un método semiautomático para describir el crecimiento aórtico local en un modelo de 64 segmentos de la aorta ascendente. La magnitud del estrés de pared, y más concretamente su componente circunferencial, se asociaron con el crecimiento aórtico local. Además, se observó que el crecimiento aórtico es heterogéneo a lo largo de la aorta ascendente y los segmentos aórticos más dilatados de forma basal presentaron un mayor crecimiento durante el seguimiento.

A falta de estandarizar el método de análisis de estrés de pared identificando puntos de corte y valores de normalidad, la 4D-RMN se presenta como una realidad para el seguimiento y estimación de riesgo en pacientes con aortopatía y válvula aórtica bicúspide.

La estratificación de riesgo en pacientes adultos tras la corrección de TF continúa siendo un reto en la práctica clínica diaria. Ghonim et al.¹⁸ presentaron un estudio que incluía el realce tardío de gadolinio en VD como posible factor de riesgo para muerte o arritmia ventricular. Los autores propusieron una clasificación en 4 grados del realce tardío de gadolinio en cada paciente (n=550) con un seguimiento medio de 6,4 ± 5,8 años. Los resultados mostraron como variables predictoras de mortalidad el realce tardío de gadolinio ventricular izquierdo y derecho, la fracción de eyección ventricular izquierda y derecha, el consumo máximo de O₂ en ergoespirometría, niveles elevados de péptidos natriuréticos, presencia de arritmias auriculares y edad mayor de 50 años.

Destaca que otros factores de riesgo previamente descritos con duración del complejo QRS > 180 ms o antecedente de taquicardia ventricular no sostenida quedaron fuera del modelo propuesto.

En la evaluación integral de todas las cámaras cardíacas, el *strain* auricular se presenta con un parámetro robusto y con posible relevancia clínica en múltiples escenarios. Dos artículos han destacado la utilidad de determinar el *strain* auricular en 2 poblaciones muy diferentes de pacientes con cardiopatía congénita. Por un lado, Egbe et al.¹⁹ publicaron un estudio retrospectivo incluyendo las medidas ecocardiográficas clásica de función diastólica y el estudio de *strain* longitudinal de aurícula izquierda en pacientes adultos con coartación de aorta. Los resultados mostraron cómo el *strain* auricular (fase de reservorio) presentó una mejor correlación con la aparición durante el seguimiento de muerte o trasplante cardíaco. Probablemente, la influencia de la edad en el punto de corte de los parámetros de Doppler tisular utilizados para definir disfunción diastólica suponga una limitación en su utilidad.

En otro contexto muy diferente, los mismos autores realizaron una valoración integral de todas las cámaras cardíacas en pacientes con cardiopatías congénitas con transposición congénitamente corregida, con el fin de estudiar su relación con la aparición de eventos cardiovasculares (ingreso por insuficiencia cardíaca, trasplante cardíaco y muerte por causa cardiovascular). Los parámetros de disfunción ventricular derecha (ventrículo sistémico) fueron frecuentes y tuvieron implicación pronóstica, pero fue el *strain* auricular izquierdo (aurícula sistémica) el parámetro alterado en un mayor número de pacientes y también se asoció con la aparición del evento cardiovascular. El estudio mostró cómo la afectación biauricular es frecuente y puede tener implicaciones pronósticas en pacientes con cardiopatías congénitas con transposición congénitamente corregida²⁰.

Con un objetivo menos clínico, es interesante reflejar los avances de la ecocardiografía 3D en pacientes con cardiopatía congénita. Mocerí et al.²¹ publicaron un trabajo sobre la caracterización del VD mediante ecocardiografía en un paciente con sobrecarga de volumen por *shunt* izquierda-derecha debido a CIA o por insuficiencia valvular pulmonar tras reparación de TF.

La sobrecarga crónica de volumen afecta de forma similar al cambio de forma del VD en ambas etiologías, salvando las diferencias anatómicas posquirúrgicas al nivel del septo interventricular e infundíbulo ventricular derecho. Sin embargo, la deformación del VD (determinada por *strain* calculado por *speckle tracking* 3D) es diferente entre pacientes con CIA y pacientes tras reparación de TF. Los pacientes con TF tienen una importante reducción de *strain* de área, longitudinal y circunferencial.

Cardiología pediátrica

En este año se han publicado resultados positivos en relación con el síndrome infamatorio multisistémico pediátrico vinculado a SARS-CoV-2 (MIS-C). En un estudio multicéntrico de casos y controles²² la vacuna de Pfizer-BioNTech tuvo una efectividad del 91% (intervalo de confianza del 95% [IC95%]: 78-97) para prevenir el MIS-C en niños entre 12 y 18 años, no habiendo recibido ninguno de los 38 pacientes que

requirieron algún tipo de soporte vital (ventilación mecánica, fármacos vasoactivos u oxigenador extracorpóreo de membrana) la pauta vacunal completa. Aunque con limitaciones, como un periodo de análisis corto que impide evaluar la duración de la protección, y el hecho de no incluir al grupo de 5 a 11 años, estos datos apoyan la efectividad de las vacunas de ARN mensajero en la prevención del MIS-C, uno de los pilares en los que se han basado las recomendaciones para la vacunación pediátrica universal. Otro estudio de los centros de control y prevención²³ que compara 2.116 casos de MIS-C del periodo julio 2021-enero 2022 (con predominancia de las variantes delta y posteriormente ómicron) con 3.554 casos de la ola anterior (octubre 2020-julio 2021) comunica una disminución significativa de complicaciones cardiovasculares (*shock*, necesidad de soporte vasoactivo, afectación coronaria y miocarditis) en la segunda etapa, aunque la proporción de disfunción miocárdica y necesidad de oxigenador extracorpóreo de membrana se mantienen. También disminuye la afectación grave de otros órganos y la necesidad de ingreso en UCI pediátrica. Solo el 3% de los pacientes que eran subsidiarios de recibir la vacunación por edad en el momento del diagnóstico tenían una pauta vacunal completa.

Un reciente estudio multicéntrico sobre miocardiopatía hipertrófica en preadolescentes²⁴ compara 639 pacientes menores de 12 años con 568 entre 12 y 18 años, sin encontrar diferencias significativas en cuanto a carga de síntomas, fenotipo cardíaco ni resultados a largo plazo (incluyendo mortalidad), aunque los menores de 12 años experimentaron eventos adversos a una edad más temprana. Con incidencias de arritmias potencialmente letales, la proporción de menores de 12 años que recibió un desfibrilador automático implantable en prevención primaria fue significativamente menor (18,9% frente a 30,1%, $p=0,041$). Estos resultados se suman a la evidencia creciente de que la miocardiopatía hipertrófica infantil no debe considerarse una entidad diferente, por lo que estratificación de riesgo y el tratamiento deben ser similares a los de los pacientes mayores.

En el ámbito de la cirugía cardíaca infantil el grupo de Newcastle ha publicado su experiencia con los procedimientos de descompresión auricular izquierda en neonatos con síndrome de corazón izquierdo hipoplásico y tabique interauricular íntegro, o con una comunicación restrictiva en el periodo 2005-2019²⁵. Tras abandonar la septostomía percutánea por sus malos resultados, y dado el balance desfavorable de riesgo para la septectomía quirúrgica con necesidad de parada circulatoria, desde 2014 han optado por un abordaje híbrido con implante de *stent* en el tabique interauricular mediante esternotomía media asociando *bibanding* pulmonar. Con una supervivencia global del 67% concluyen que este procedimiento se puede lograr de manera segura con una planificación multidisciplinar cuidadosa y un diagnóstico prenatal preciso.

Arritmología y electrofisiología

Las arritmias auriculares continúan siendo una de las principales complicaciones en los pacientes con cardiopatía congénitas que alcanzan la edad adulta. Mientras que la ablación es el tratamiento de elección en el caso de las arritmias macrorretrantes y las focales, los resultados de la ablación

de fibrilación auricular (FA) son menos ilusionantes, aunque existe poca información al respecto. Este año Griffiths et al. aportan nuevos datos sobre los resultados de la ablación de la FA en pacientes con cardiopatía congénita²⁶. Se trata de un registro retrospectivo multicéntrico e internacional en el que se incluyen 240 pacientes, de los que un 61,3% presentan una cardiopatía simple (CIA como la más frecuente) y un 53,4% FA persistente. La mayor parte de los pacientes (71,3%) habían recibido tratamiento antiarrítmico antes de la ablación. Desde el punto de vista hemodinámico un 22,1% presentaba disfunción ventricular sistémica (definida como fracción de eyección <50%) y el diámetro medio de aurícula izquierda era de $44,1 \pm 0,7$ mm.

El aislamiento de venas pulmonares fue la técnica elegida en la gran mayoría de los casos (94,6%), aunque destaca que en un 44,6% se hicieron líneas adicionales de ablación (25,4%) o se eliminaron los electrogramas fraccionados (19,2%). Esto sugiere que el sustrato es complejo y el mero aislamiento de las venas pulmonares no es suficiente en todos los casos. Los autores comunican al año una tasa de éxito completa (ausencia de arritmia) del 45%, con un 20,5% adicional con éxito parcial, definido como ausencia de arritmia con tratamiento farmacológico antiarrítmico. No se observaron diferencias significativas en la eficacia completa (ausencia de arritmia sin tratamiento farmacológico) en función de la gravedad de la cardiopatía. La tasa de complicaciones fue reducida, con un 1,3% de complicaciones mayores y un 5,4% de menores. Se concluye, por tanto, que la ablación de FA es segura y logra la mejoría de la mayor parte de pacientes independientemente de la gravedad de su cardiopatía. Aunque la tasa de éxito es inferior a la observada en otras poblaciones, este estudio plantea que la ablación de FA podría ser una alternativa en aquellos pacientes en los que el tratamiento farmacológico no sea eficaz.

Desde otra perspectiva las arritmias auriculares son uno de los principales motivos para el inicio de tratamiento anticoagulante en pacientes con cardiopatía congénita. Basmaji et al. han publicado un estudio multicéntrico sobre los antagonistas de la vitamina K, en concreto sobre el tiempo en rango terapéutico y su asociación con eventos tromboembólicos y hemorrágicos²⁷. Se estudiaron un total de 567 pacientes, de los cuales un 63% estaban anticoagulados por arritmias auriculares (58% por paliación tipo Fontan con o sin arritmias). Aunque la mayor parte de los pacientes (85,6%) no tenían problemas con la adherencia al tratamiento la media de tiempo en rango terapéutico fue de 41,9%. Un 8,3% de los pacientes presentó eventos tromboembólicos y un 6% eventos hemorrágicos. Dichos eventos se asociaron a una mayor proporción de tiempo fuera de rango terapéutico (por debajo o por encima respectivamente). Se concluye, por tanto, que el tiempo en rango terapéutico tiene repercusión sobre la proporción de eventos tromboembólicos y hemorrágicos.

Financiación

Sin financiación.

Contribución de los autores

En la redacción de este artículo han participado: I. Sánchez Pérez en la elaboración del resumen y revisión, R. Sanz-Ruiz en la parte dedicada a la hemodinámica, F. Buendía Fuentes en lo concerniente a la imagen cardiaca, D. Salas Mera con las novedades en cardiología pediátrica y N. Rivas Gándara ha desarrollado la actualidad en las arritmias en cardiopatías congénitas.

Conflicto de intereses

No existe conflicto de intereses relacionado con este artículo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Baumgartner H, de Backer J, Babu-Narayan SV, et al. 2020 ESC Guidelines for the management of adult congenital heart disease. *Eur Heart J*. 2021;42:563–645.
2. Holzer RJ, Gauvreau K, McEnaney K, et al. Long-term outcomes of the coarctation of the aorta stent trials. *Circ Cardiovasc Interv*. 2021;14:e010308, <http://dx.doi.org/10.1161/CIRCINTERVENTIONS.120.010308>.
3. Alvarez-Fuente M, Ayala A, Garrido-Lestache E, et al. Long-term complications after aortic coarctation stenting. *J Am Coll Cardiol*. 2021;77:2448–2450.
4. Boe BA, Armstrong AK, Janse SA, et al. Percutaneous implantation of adult sized stents for coarctation of the aorta in children < 20 kg. *Circ Cardiovasc Interv*. 2021, <http://dx.doi.org/10.1161/CIRCINTERVENTIONS.120.009399>.
5. Cha SG, Kim MJ, Baek JS, et al. Procedural predictors and outcomes of percutaneous secundum atrial septal defect closure in children aged < 6 years. *Circ J*. 2021;85:1527–1534.
6. Haddad RN, Khraiche D, Bonnet D, et al. Preliminary experience with the new Amplatzer™ Trevisio™ delivery system in transcatheter atrial septal defect closures in children. *Front Pediatr*. 2021;9:125.
7. Laflamme E, Wald RM, Roche SL, et al. Outcome and right ventricle remodelling after valve replacement for pulmonic stenosis. *Heart*. 2022;108:1290–1295.
8. Latus H, Born D, Shehu N, et al. Favorable atrial remodeling after percutaneous pulmonary valve implantation and its association with changes in exercise capacity and right ventricular function. *J Am Heart Assoc*. 2021;10:e021416, <http://dx.doi.org/10.1161/JAHA.121.021416>.
9. McElhinney DB, Zhang Y, Aboulhosn JA, et al. Multicenter study of endocarditis after transcatheter pulmonary valve replacement. *J Am Coll Cardiol*. 2021;78:575–589.
10. Le Ruz R, Plessis J, Houeijeh A, et al. Edwards SAPIEN XT transcatheter pulmonary valve implantation: 5-year follow-up in a French Registry. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2021;98:990–999.
11. Sivaprakasam MC, Reddy RV, Gunasekaran S, et al. Early multicenter experience of a new balloon expandable MyVal transcatheter heart valve in dysfunctional stenosed right ventricular outflow tract conduits. *Ann Pediatr Cardiol*. 2021;14:293–301.
12. Batteux C, Azarine A, Karsenty C, et al. Sinus venosus ASDs: Imaging and percutaneous closure. *Curr Cardiol Rep*. 2021;23:138.
13. Jalal Z, Valdeolmillos E, Malekzadeh-Milani S, et al. Mid-term outcomes following percutaneous pulmonary valve

- implantation using the “Folded Melody Valve” Technique. *Circ Cardiovasc Interv.* 2021;14:e009707, <http://dx.doi.org/10.1161/CIRCINTERVENTIONS.120.009707>.
14. Guyon PW, Nijres BM, Justino H, et al. Expanded use of the one-step technique for simultaneous landing zone stenting and placement of the melody transcatheter pulmonary valve. *J Invasive Cardiol.* 2021;33:E954–E959.
 15. Iriart X, Guérin P, Jalal Z, et al. Edge to edge repair using a MitraClip for severe tricuspid valve regurgitation after a Mustard operation. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2021;98:E108–E114.
 16. Soulat G, Scott MB, Allen BD, et al. Association of regional wall shear stress and progressive ascending aorta dilation in bicuspid aortic valve. *JACC Cardiovasc Imaging.* 2022;15:33–42.
 17. Guala A, Dux-Santoy L, Teixido-Tura G, et al. Wall shear stress predicts aortic dilation in patients with bicuspid aortic valve. *JACC Cardiovasc Imaging.* 2022;15:46–56.
 18. Ghonim S, Gatzoulis MA, Ernst S, et al. Predicting survival in repaired tetralogy of Fallot: A lesion-specific and personalized approach. *JACC Cardiovasc Imaging.* 2022;15:257–268.
 19. Egbe AC, Miranda WR, Oh JK, Connolly MH. Prognostic implications of left heart diastolic dysfunction in adults with coarctation of aorta. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging.* 2021;22:1332–1340.
 20. Egbe AC, Miranda WR, Connolly HM. Role of Echocardiography for Assessment of Cardiac Remodeling in Congenitally Corrected Transposition of Great Arteries. *Circ Cardiovasc Imaging.* 2022;15:e014308, <http://dx.doi.org/10.1161/CIRCIMAGING.121.013477>.
 21. Mocerì P, Duchateau N, Gillon S, et al. Three-dimensional right ventricular shape and strain in congenital heart disease patients with right ventricular chronic volume loading. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging.* 2021;22:1174–1181.
 22. Zambrano LD, Newhams MM, Olson SM, et al. Effectiveness of BNT162b2 (Pfizer-BioNTech) mRNA vaccination against multisystem inflammatory syndrome in children among persons aged 12–18 years - United States July–December 2021. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep.* 2022;71:52–58.
 23. Miller AD, Yousaf AR, Bornstein E, et al. Multisystem inflammatory syndrome in children during severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) delta and omicron variant circulation—United States, July 2021–January 2022. *Clin Infect Dis.* 2022;75:S303–S307.
 24. Norrish G, Cleary A, Field E, et al. Clinical features and natural history of preadolescent nonsyndromic hypertrophic cardiomyopathy. *J Am Coll Cardiol.* 2022;79:1986–1997.
 25. Generali T, Hermuzi A, Sajnach-Menke M, et al. Evolving approach in hypoplastic left heart syndrome with restrictive and intact septum. *World J Pediatr Congenit Heart Surg.* 2022;13:311–320.
 26. Griffiths JR, Nussinovitch U, Liang JJ, et al. Catheter ablation for atrial fibrillation in adult congenital heart disease: An international multicenter registry study. *Circ Arrhythm Electrophysiol.* 2022;15:e010954, <http://dx.doi.org/10.1161/CIRCEP.122.010954>.
 27. Basmaji S, Samuel M, Shohoudi A, et al. Time in therapeutic range with vitamin K antagonists in congenital heart disease: A multicenter study. *Can J Cardiol.* 2022;38:1751–1758, <http://dx.doi.org/10.1016/j.cjca.2022.08.004>.