

Cardiorresonancia magnética 4D Flow e insuficiencia de las válvulas auriculoventriculares: Destinados a entenderse

^{1,2}Javier Urmeneta Ulloa
²Vicente Martínez de Vega
³Javier López Opitz
³Hugo Martínez Fernández
¹José Ángel Cabrera

Correspondencia

Javier Urmeneta Ulloa
javierurmeneta@hotmail.com

¹Departamento de Cardiología. Hospital Universitario Quirónsalud. Madrid, España

²Departamento de Radiología. Hospital Universitario Quirónsalud. Madrid, España.

³Servicio de Imágenes Cardíacas, Clínica Indisa, Chile

Enviado: 01/06/2022

Aceptado: 30/06/2022

En línea: 30/08/2022

Citar como: Urmeneta Ulloa J, Martínez de Vega V, López Opitz J, Martínez Fernández H, Cabrera JA. Cardiorresonancia magnética 4D Flow e insuficiencia de las válvulas auriculoventriculares: Destinados a entenderse. RETIC. 2022 (agosto); 5 (2): 37-40. doi: 10.37615/retic.v5n2a8

Cite this as: Urmeneta Ulloa J, Martínez de Vega V, López Opitz J, Martínez Fernández H, Cabrera JA. 4D Flow Magnetic Resonance Imaging and Atrioventricular Valve Insufficiency: Destined to meet. RETIC. 2022 (August); 5 (2): 37-40. doi: 10.37615/retic.v5n2a8

Palabras clave

- ▷ Insuficiencia mitral.
- ▷ Insuficiencia tricuspídea.
- ▷ 4DFlow.
- ▷ Cardiorresonancia magnética.

Keywords

- ▷ Mitral regurgitation.
- ▷ Tricuspid regurgitation.
- ▷ 4DFlow.
- ▷ Cardiac magnetic resonance.

RESUMEN

La cardiorresonancia magnética 4DFlow permite la valoración de flujos en las tres dimensiones del espacio dentro del volumen tridimensional adquirido. Con esta técnica, a través de método indirecto, así como el cálculo directo mediante el seguimiento valvular; "valve-tracking", y de flujo, "flow-tracking", es factible la evaluación cuali-cuantitativa de las insuficiencias aurículo-ventriculares. Se muestra la utilidad de esta novedosa tecnología en pacientes con insuficiencia mitral y tricuspídea como técnica de imagen diagnóstica complementaria.

ABSTRACT

Cardiac magnetic resonance-4DFlow allows the assessment of flows in the three dimensions of space within the acquired three-dimensional volume. With this technique, through the indirect method, as well as the direct calculation by valve-tracking and flow-tracking, it is feasible to evaluate in a quali-quantitative manner atrioventricular regurgitations. The usefulness of this novel technology in patients with mitral and tricuspid regurgitation as a complementary diagnostic imaging technique is shown.

Introducción

La insuficiencia significativa de alguna de las válvulas auriculoventriculares (AV) es una causa frecuente de morbi-mortalidad en nuestra población. Se hace más prevalente con la edad, y su evolución puede llevar a fallo ventricular, hipertensión pulmonar, fibrilación auricular y muerte cardiovascular¹. En estos pacientes es esencial la valoración precisa de la severidad de la lesión valvular para un correcto manejo, aproximación terapéutica, y derivación a cirugía/tratamiento percutáneo, en el momento y tiempo adecuado de su evolución.

La ecocardiografía es y seguirá siendo ("por ahora") la "piedra angular" para valorar la regurgitación en las válvulas AV, tanto por su inocuidad, accesibilidad y alta resolución temporal. Destacando siempre el gran papel, casi siempre determinante, de la ecocardiografía transesofágica 2D/3D para la valoración de la válvula mitral, gracias a su proximidad anatómica que permite una excelente valoración de la patología.

Realizada esta aclaratoria, como bien sabemos los que nos dedicamos a la imagen cardíaca y a la medicina en general, no siempre a través de un único método es factible llegar a diagnósticos fiables y definitivos. En la era actual, la multimodalidad en imagen cardíaca es necesaria poder abordar los casos "complejos" donde las características de la regurgitación, jets excéntricos, múltiples, duración variable o inclusive tras implante de clips, puedan resultar un reto diagnóstico.

La tecnología 4DFlow en cardiorresonancia magnética (CRM) es una técnica relativamente novedosa en práctica clínica, en la que se adquiere un volumen completo mediante una única adquisición en las tres dimensiones del espacio a lo largo del ciclo cardíaco, que nos permite a través de un análisis retrospectivo cuali-cuantitativo con reformateo multiplanar analizar los flujos con color, a cualquier nivel del volumen adquirido. De esta manera, el 4DFlow se posiciona como una potente herramienta diagnóstica complementaria a la ecocardiografía, incluido en la valoración de flujos a nivel de válvulas AV.

El método volumétrico

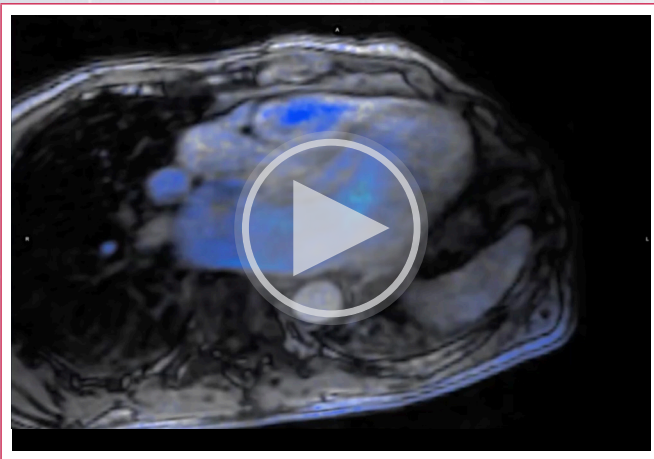
La cuantificación de la insuficiencia valvular mitral/tricuspídea mediante CRM, se ha llevado a cabo de forma clásica de forma indirecta con el método volumétrico, en vistas a la limitante en la cuantificación directa de la fracción/volumen regurgitante con secuencias de contraste de fase 2D por el amplio movimiento del anillo valvular durante la sístole, así como la presencia de jets excéntricos o que varían en posición durante la contracción ventricular.

Sin embargo, la cuantificación indirecta de la regurgitación, como todo aquello que requiere de más de una medición, puede conllevar a errores que generen variabilidad/inconsistencia en nuestros resultados. En el caso del método volumétrico indirecto (volumen latido (VL) ventricular mediante método de suma-ción de discos en secuencias cine 2D-SSFP – volumen eyectado hacia adelante (*forward*) a través de contraste de fase 2D, en la válvula semilunar aórtica) no está exenta de errores, principalmente en la valoración del VL por suma-ción de discos, en sus cortes más basales.

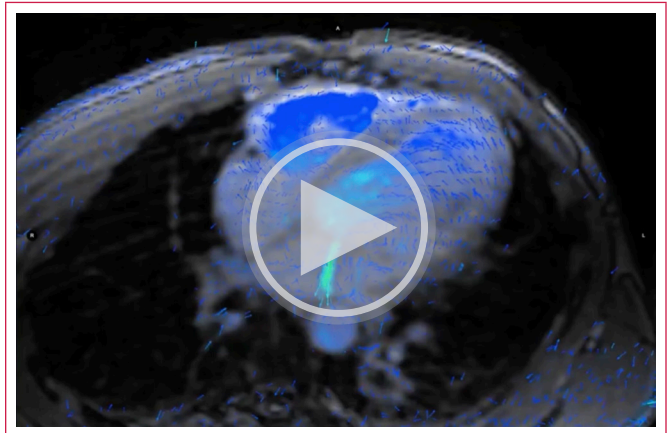
Por esta razón, la posibilidad de cuantificar directamente mediante CRM 4D Flow a través de única medición en el plano valvular AV, representa una teórica ventaja en este escenario, como así lo demuestran artículos recientes¹⁻⁵. El método de seguimiento "tracking" (método directo), ha demostrado una excelente variabilidad intra/interobservador en este escenario¹⁻⁵ y es la que utilizamos en nuestro centro para valoración de pacientes con insuficiencia mitral/tricus-pídea que son sometidos a una CRM.

Valoración con CRM 4D Flow

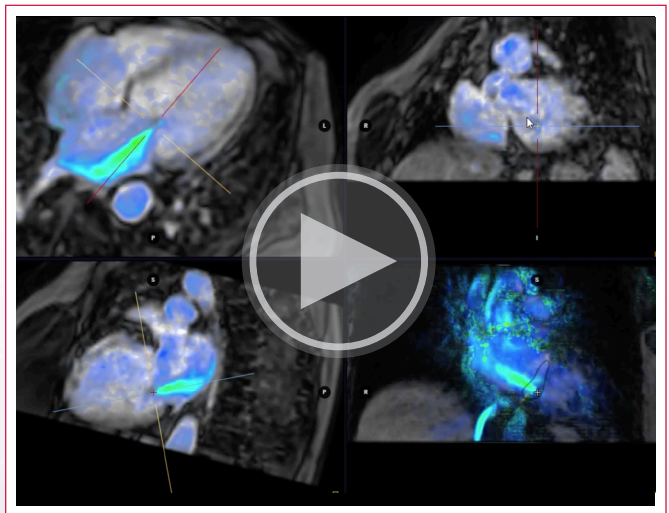
Mostramos los resultados de 8 estudios de CRM-4DFlow en pacientes con insuficiencia mitral (caso 1-4) e insuficiencia tricuspídea (caso 5-8), todos ellos realizados bajo infusión de gadolinio, gating cardíaco y "self-gating" en respiración libre, para compensación de movimiento respiratorio. El tiempo de adquisición varía según varios parámetros como la frecuencia cardíaca/respiratoria del paciente, la región anatómica volumétrica abarcada, el número de fases adquiridas y la resolución espacial, con una media de 7-10 minutos de adquisición.



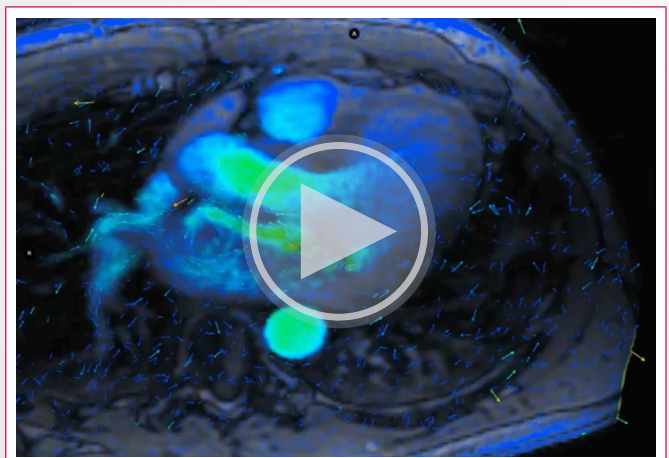
Vídeo 1. Paciente con insuficiencia mitral primaria, secundario a prolapso de velo posterior mitral. Insuficiencia mitral significativa con una fracción regurgitante (FR) del 41%. "Pathlines" flechas que indican dirección de flujo.



Vídeo 2. Paciente con insuficiencia mitral iatrogénica tras intervención quirúrgica, Insuficiencia mitral con una FR del 28%, con jet que se origina en el cuerpo medio del velo anterior mitral



Vídeo 3. Reconstrucción volumétrica en paciente con insuficiencia mitral significativa. "Streamlines" líneas que muestran el camino del flujo regurgitante. Valoración de insuficiencia mitral mediante método directo "tracking". Análisis de flujo en venas pulmonares.



Vídeo 4. Insuficiencia mitral significativa, valoración con "pathlines" y cuantificación mediante método directo "valve-tracking".

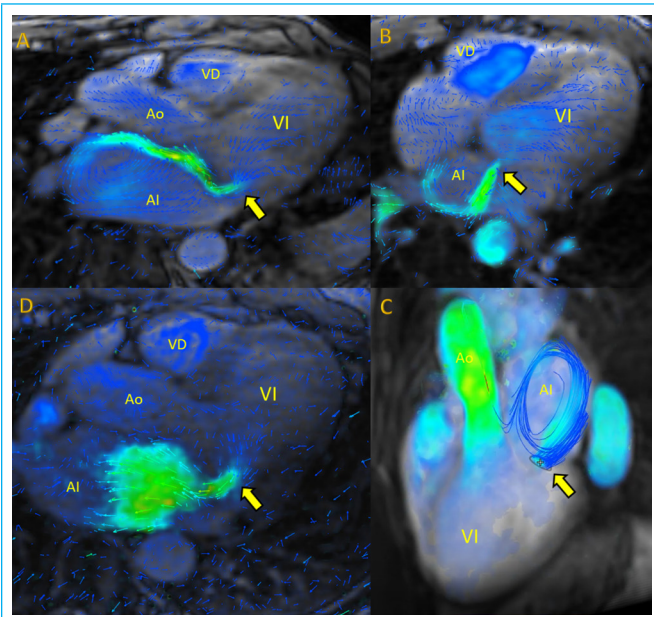
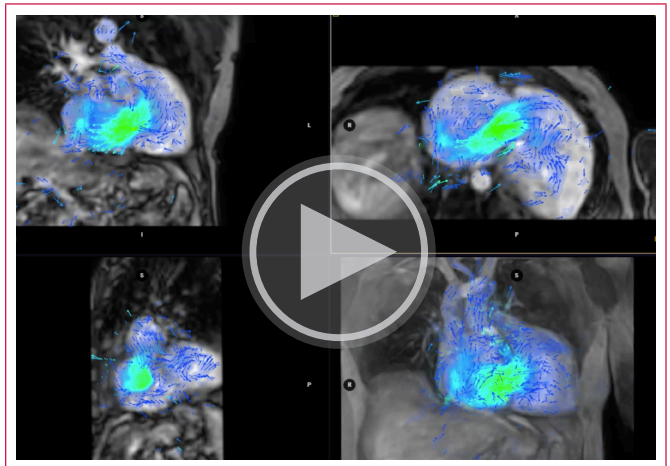
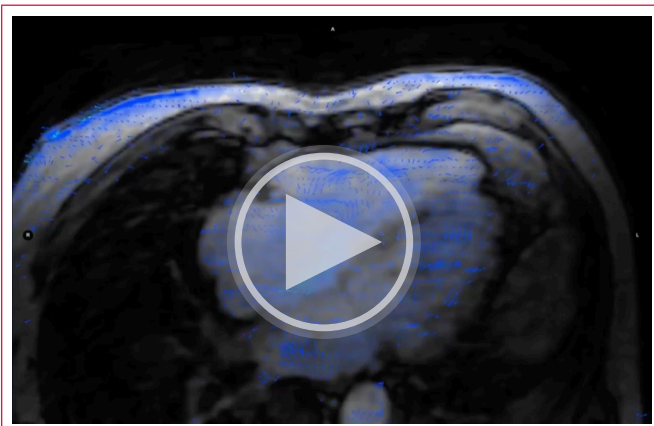


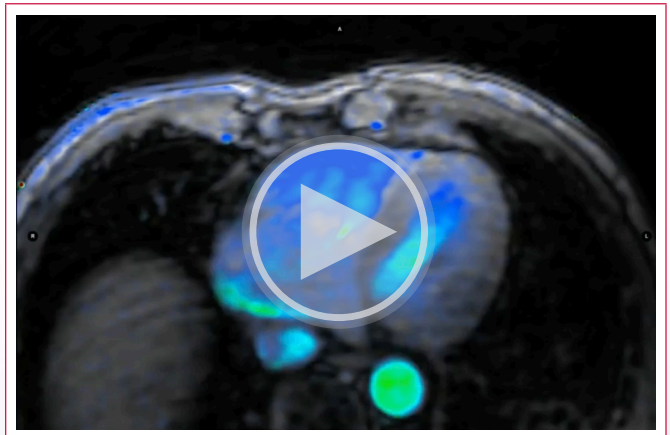
Figura 1. Resumen de los cuatro casos de insuficiencia mitral (*flechas*). Reconstrucción MPR mediante CRM-4DFlow. VI: ventrículo izquierdo. VD: ventrículo derecho. AI: aurícula izquierda. Ao: Aorta.



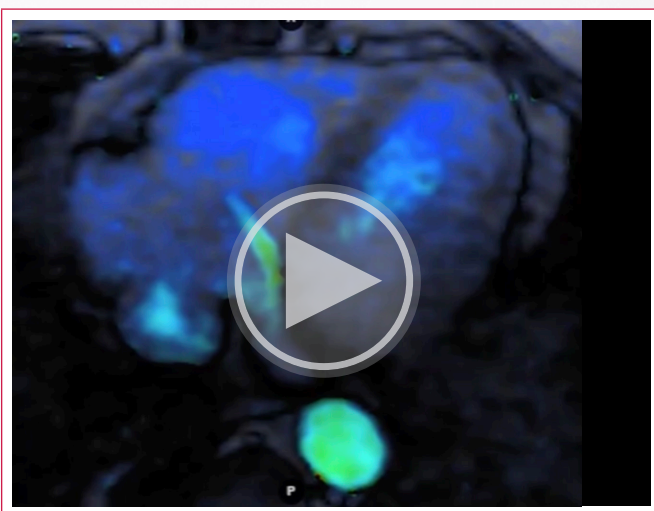
Video 7. Insuficiencia tricuspídea moderada, FR del 26%.



Video 5. Insuficiencia tricuspídea moderada, FR del 28% mediante método directo "valve-tracking".



Video 8. Insuficiencia tricuspídea no significativa, FR del 18%, jet muy excéntrico dirigido hacia seno coronario.



Video 6. Insuficiencia tricuspídea torrencial tras traumatismo torácico. FR del 79%.

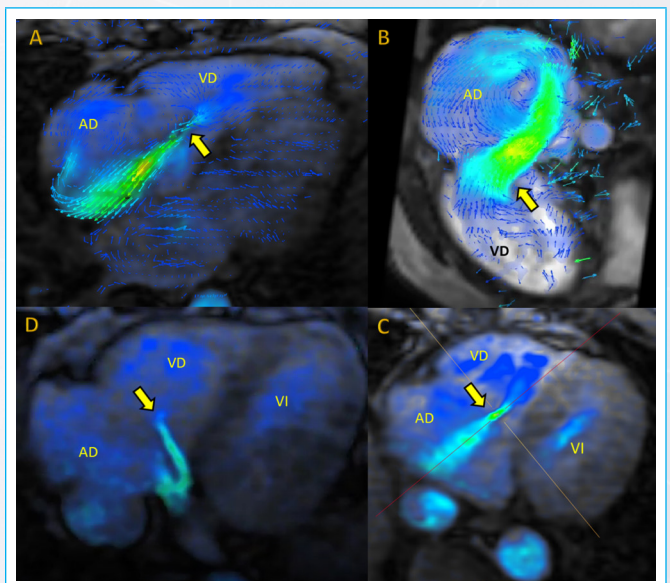


Figura 2. Resumen de los cuatro casos de insuficiencia tricuspídea (*flechas*). Reconstrucción MPR mediante CRM 4D Flow. VI: ventrículo izquierdo. VD: ventrículo derecho. AD: aurícula derecha.

Existen otras formas de calcular el volumen regurgitante y con ello la severidad de la regurgitación mediante CRM 4D Flow: indirectos como el método de llenado anular ("annular inflow method") correspondiente con la

substracción del volumen de llenado hacia adelante en válvula AV ("inflow forward flow") al volumen neto en tracto de salida/válvula aórtica o válvula pulmonar en caso de insuficiencia tricuspídea (el cual según Spampinato *et al*⁶ se correlaciona mejor con ecocardiografía que el método directo en pacientes con insuficiencia mitral primaria por prolapso valvular, sin embargo, se invalida en casos con múltiples valvulopatías concomitantes³) o métodos directos alternativos, como el seguimiento del flujo de regurgitación (*flow tracking*), el cual según Blanken *et al*⁷ tiene mayor correlación con los resultados obtenidos por método clásico volumétrico indirecto que el método directo "valve-tracking".

Finalmente, es importante tener en mente cuales son los puntos de corte o "números mágicos" para hablar de una insuficiencia mitral/tricuspídea significativa en CRM. En el caso de 4D Flow, en el momento actual se extrapolan los que ya conocemos en un estudio clásico de resonancia, donde como en todo, puede existir debate según la bibliografía revisada. Myerson *et al*⁸, demuestran que, en pacientes asintomáticos con insuficiencia mitral, una fracción regurgitante mayor o igual al 40%, y/o volumen regurgitante mayor o igual a 55 ml estaba asociado a una peor supervivencia a 5 años de seguimiento. Sin embargo, la concordancia con los resultados de ecocardiografía ha sido puestos en duda a lo largo de estos años, Gelfand *et al*⁹ hablan de puntos de corte de ligera (FR \leq 15%), moderada (FR 16-25 %), moderada a severa (FR 26 – 48%) y severa (FR \geq 48%). En líneas generales, nuestro grupo, en práctica clínica, hace uso de FR \geq 40% para hablar de insuficiencia mitral/tricuspídea significativa. Es probable que, en los siguientes años, tengamos estudios con CRM 4D Flow que nos hagan debatir nuevamente este último aspecto, no valorado hasta el momento con la técnica, tomando en consideración un seguimiento a largo plazo y desarrollo de eventos durante el mismo.

Conclusiones

El 4D Flow, es una técnica en CRM que nos aporta una valoración no sólo cuantitativa de la regurgitación de válvula AV, sino también una excelente aproximación cualitativa visual, tan importante en el mundo actual de los "non-believers". La tan sola aproximación inicial cualitativa, nos permite descartar una valvulopatía AV significativa. Por otro lado, las secuencias cine SSFP, utilizadas en ocasiones para este fin, en casos donde el flujo es más laminar (no tan infrecuente, especialmente en casos de insuficiencia tricuspídea) puede pasar totalmente desapercibida. Por tanto, la tecnología 4DFlow, es una secuencia que viene a ayudar, a complementar a los métodos clásicos de cuantificación de la regurgitación, de manera que, mediante una doble o triple comprobación de análisis, seamos capaces de emitir un diagnóstico fiable y preciso del grado de la severidad de la valvulopatía AV.

Sin lugar a dudas, existen todavía cuestiones a debatir en esta arena, como cuál será el método semiautomático directo (valve-tracking o flow tracking) que mayor información aporte respecto al desarrollo de eventos en el seguimiento, así como información técnica relacionada con los casos donde la presencia de "aliasing" pueda conllevar a errores, y el papel que disponer de más de un velocity encoding, VENC (codificación de velocidad) dentro de la misma adquisición pueda aportar al respecto, entre otros aspectos.

Aun así, el 4D Flow; como hemos podido observar, es una secuencia imparables e ilusionante, que ha llegado para quedarse, destinada a entenderse con otras técnicas como la ecocardiografía, y a ayudarnos a resolver muchos problemas en nuestra práctica clínica diaria, incluido en la determinación de la severidad de la valvulopatía aurículoventricular.

Ideas para recordar

- La CRM 4D Flow permite la cuantificación directa e indirecta de la regurgitación mitral y tricuspídea.
- La valoración con RMN permite valorar de forma más precisa los casos complejos de insuficiencia mitral y tricúspide en los que pueda haber dudas con el ecocardiograma

Bibliografía

1. Feneis J, Kyubwa E, Atianzar K, Cheng JY, Alley MT, Vasanawala S *et al*. 4D Flow MRI quantification of mitral and tricuspid regurgitation: reproducibility and consistency relative to conventional MRI. *J Magn Reson Imaging*. 2018; 48:1147-1158. doi: 10.1002/jmri.26040.
2. Jacobs K, Rigdon J, Chan F, Chen JY, Alley MT, Vasanawala S *et al*. Direct measurement of atrioventricular valve regurgitant jets using 4D flow cardiovascular magnetic resonance is accurate and reliable for children with congenital heart disease: a retrospective cohort study. *J Cardiovasc Magn Reson*. 2020; 22:33. doi: 10.1186/s12968-020-00612-4.
3. Fidock B, Barker N, Balasubramanian N, Archer G, Fent G, Al-Mohammad A *et al*. A systematic review of 4D-Flow MRI derived mitral regurgitation quantification methods. *Front Cardiovasc Med*. 2019;6:103. doi: 10.3389/fcvm.2019.00103.
4. Hsiao A, Tariq U, Alley M, Lustig M, Vasanawala S. Inlet and outlet valve flow and regurgitant volume may be directly and reliably quantified with accelerated, volumetric phase-contrast MRI. *J Magn Reson Imaging*. 2015; 41:376-85. doi: 10.1002/jmri.24578
5. Jacobs K, Hahn L, Horowitz M, Kligerman S, Vasanawala S, Hsiao A. Hemodynamic assessment of structural heart disease using 4D Flow MRI: How we do it. *AJR Am J Roentgenol*. 2021;217:1322-1332. doi: 10.2214/AJR.21.25978.
6. Spampinato RA, Jahnke C, Crelier G, Lindermann F, Fahr F, Czaja-Ziolkowska M *et al*. Quantification of regurgitation in mitral valve prolapse with four-dimensional flow cardiovascular magnetic resonance. *J Cardiovasc Magn Reson*. 2021; 23:87. doi: 10.1186/s12968-021-00783-8
7. Blanken C, Westernberg JJ, Aben JP, Bijvoet GP, Chamuleau SL, Boekholdt SM *et al*. Quantification of mitral valve regurgitation from 4D Flow MRI using semiautomated flow tracking. *Radiol Cardiothorac Imaging*. 2020; 2:e200004. doi: 10.1148/ryct.2020200004.
8. Myerson SG, D'Arcy J, Christiansen JP, *et al*. Determination of clinical outcome in mitral regurgitation with cardiovascular magnetic resonance quantification. *Circulation* 2016;133:2287–2296. 10.1161/CIRCULATIONAHA.115.017888.
9. Gelfand EV, Hughes S, Hauser TH, *et al*. Severity of mitral and aortic regurgitation as assessed by cardiovascular magnetic resonance: optimizing correlation with Doppler echocardiography. *J Cardiovasc Magn Reson* 2006;8:503–507. doi: 10.1080/10976640600604856.