

Editorial

Cirugía valvular tricúspide: “be quick or be dead”

Tricuspid valve surgery: “be quick or be dead”

Manuel Pérez Guillén*

Servicio de Cirugía Cardíaca, Hospital Universitario y Politécnico La Fe, Valencia, España



La patología de la válvula tricúspide (VT) es frecuente en nuestro medio y sobre todo en aquellos pacientes con otras valvulopatías asociadas. La mayor prevalencia la encontramos principalmente asociada a la afectación mitral, donde hasta en un 30% de los casos aparece una insuficiencia tricúspide (IT) moderada o grave. Actualmente se estima que aproximadamente 1,6 millones de personas en Estados Unidos presenta una IT grave, y la prevalencia de esta patología alcanza hasta el 5,6% de las mujeres y el 1,5% de los varones mayores de 70 años^{1,2}. La IT tardía tras la corrección previa de lesiones valvulares izquierdas, generalmente valvulopatía mitral, es uno de los grandes retos a los que se enfrenta el cirujano cardíaco en la actualidad. Hasta el 90% de estas IT son funcionales por dilatación del anillo y/o del ventrículo derecho (VD), ya que la afectación reumática en nuestro entorno, y el resto de países del mundo occidental, ha ido desapareciendo^{3,4}.

Castro-Pinto et al.⁵ presentan en este número de *Cirugía Cardiovascular* su experiencia y resultados en 51 pacientes sometidos a cirugía sobre IT aislada. Sus resultados han sido satisfactorios en cuanto a la mortalidad quirúrgica del 7,8%, y además por haber conseguido obtener como factores predictivos de mortalidad precoz, la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (OR 10,75), la enfermedad hepática (OR 14,66) y la anemia (OR 11,1). También obtuvieron unos resultados adecuados en la evolución a medio plazo con una supervivencia a los cuatro años del 75,21%, similares a los descritos en la literatura^{6–8}. Los factores que mayor impacto tuvieron en la evolución a medio plazo fueron la clase funcional preoperatoria NYHA III–IV (HR 2,45), la anemia preoperatoria (HR 4,2) y la cirugía mitral previa (HR 2,22).

La válvula tricúspide se ha considerado durante muchos años como la “gran olvidada” dentro de la cirugía cardíaca y la cardiología. El hecho de que los pacientes se mantenían durante años asintomáticos, unido a la idea de que resolviendo la patología izquierda subyacente no era necesario actuar sobre la IT, mantuvieron la creencia de que se trataba de una patología benigna y, por tanto, su tratamiento ha sido clásicamente conservador^{9–11}. Estudios posteriores han demostrado que hasta en el 50% de estos pacientes a los que no se les realizaba ningún procedimiento sobre la válvula tricúspide, su IT residual progresaba hacia una IT moderada-severa¹². El grupo de la Cleveland Clinic¹³ analizó 1.724 pacientes sometidos a cirugía de valvulopatía degenerativa izquierda con IT grado II. La presencia de IT grado III a los tres años fue del 15% en los pacientes no tratados y del 7% en los reparados. Como se ha demostrado en trabajos clásicos como el de Nath et al.¹⁴, incluso IT ligeras-moderadas suponen un factor de riesgo inde-

pendiente de aumento de la morbimortalidad aún en ausencia de disfunción del ventrículo izquierdo (VI) o hipertensión pulmonar (HTP). Por otra parte, distintos estudios demuestran que la cirugía de reoperación tricúspide tras cirugía mitral previa, se asocia a una morbimortalidad excesivamente alta, que varía desde un 14% hasta un 32% según las series que analicemos^{15–17}. Esta mortalidad tan elevada ha conllevado que esta cirugía sea poco frecuente en nuestro medio. Por todo lo anterior, la mayoría de estudios sobre la cirugía en la IT aislada se basan en series observacionales, de pequeño tamaño muestral y en general no encontramos estudios con una robustez estadística importante para poder llegar a conclusiones sobre cuál es el momento óptimo de la indicación quirúrgica en estos pacientes. Otro de los grandes problemas de estos estudios, es que presentan una gran heterogeneidad de la población estudiada. El artículo que analizamos no es una excepción. Aunque un porcentaje alto de los pacientes presentaban un IT funcional (47%), aproximadamente en el 10% de los casos la indicación de la cirugía fue por una endocarditis nativa o protésica, un 7,84% por trombosis valvular y un 11,76% por enfermedad reumática. Además, el 50% se trataban de reoperaciones sobre una patología izquierda ya tratada, el 15,69% ya había sido intervenido de cirugía valvular tricúspide y un 6% fueron intervenidos de forma urgente.

Guías actuales sobre el manejo de la Insuficiencia Tricúspide

En las guías europeas actuales sobre el manejo de las valvulopatías¹⁸, encontramos una clara indicación en aquellas IT funcionales en las que se va a realizar concomitantemente una cirugía valvular izquierda. Sin embargo, existe menos evidencia a la hora de definir la indicación en las IT aisladas. En el primer caso existe una indicación clase I de actuación ante una IT funcional grave, y una indicación clase IIa cuando la IT es moderada y existe dilatación del anillo tricúspide (> 40 mm o > 21 mm/m²). En el segundo caso, aquellos pacientes con IT funcionales severas tardías o aisladas tras cirugía mitral previa, existen más dudas sobre el momento óptimo de la indicación quirúrgica. Las guías nos recomiendan que, en estos casos, la indicación de actuar sobre esta IT grave se debería realizar, con una indicación clase IIa, cuando el paciente presente síntomas o se documente una progresiva dilatación y/o disfunción del VD (IIb en las americanas¹⁹). Según estas recomendaciones (todas con nivel de evidencia C) deberíamos esperar a que el paciente se encuentre sintomático o que exista dilatación del VD, pero... ¿a partir de qué grado de disfunción o dilatación del VD nos planteamos la intervención? ¿Qué parámetro usamos y que punto de corte es el más adecuado para guiarnos en la indicación quirúrgica? y si esperamos a que el paciente presente síntomas... ¿habremos esperado demasiado y nos encontraremos en un escenario con un fallo mul-

* Autor para correspondencia.
Correo electrónico: manupegui@yahoo.es

tiorgánico incipiente y con una disfunción VD irreversible que nos condicione la evolución a medio plazo?

El momento óptimo de la indicación quirúrgica en la IT aislada

A pesar de que numerosos grupos han intentado hallar factores de riesgo para mortalidad o mala evolución postoperatoria en este grupo de pacientes, no se han conseguido obtener puntos de corte objetivos en valoraciones preoperatorias, que sirvan de apoyo para decidir el momento óptimo de la indicación quirúrgica. En cuanto a la presencia de sintomatología en estos pacientes, al igual que ocurre en el resto de patologías valvulares, es obvio que a peor clase funcional de los pacientes los resultados van a ser peores, pero en la IT aislada este concepto se acentúa tal vez más. Como reflejo del retraso de la indicación quirúrgica, por el temor a una alta mortalidad quirúrgica como ya hemos explicado, la mayoría de las series históricas publicadas presentan un alto porcentaje de pacientes en estadios avanzados (NYHA III-IV) que van desde el 63% o 66% de las series de Chen⁶ y Kim²⁰ respectivamente, hasta el 72% o el 81% de los trabajos de Hornick²¹ y King²². En el trabajo de Castro-Pinto et al., el 54% de los pacientes se encontraban en una clase funcional avanzada y, al igual que en el trabajo de Jeganathan et al.²³, estos pacientes con una clase NYHA III-IV presentaban mayor mortalidad perioperatoria y peor supervivencia a medio plazo que aquellos con clase funcional NYHA I-II, siendo esta diferencia, estadísticamente significativa.

Además, el retraso en la indicación quirúrgica, aumenta todavía más el riesgo de estos pacientes al mantener de forma prolongada un estado de insuficiencia cardíaca congestiva, empeorando la función ventricular derecha, y perpetuando una congestión venosa sistémica que, a la larga, genera o empeora una disfunción hepática y/o renal. De hecho, varios estudios^{6,20,24–26} han intentado establecer puntos de corte con factores de riesgo relacionados con la morbilidad en estos pacientes con datos analíticos de disfunción renal y/o hepática como el filtrado glomerular, bilirrubina, niveles de hemoglobina o la escala MELD²⁷. En el artículo de Castro-Pinto la anemia y la disfunción hepática previa también fueron identificados como factores de riesgo independientes de mortalidad y mala evolución a medio plazo. En la literatura encontramos estudios que ya demostraron que la anemia incrementa la mortalidad en pacientes con insuficiencia cardíaca^{28,29}. Se han propuesto muchos mecanismos para explicar la anemia que suele acompañar a los estadios más avanzados de la insuficiencia cardíaca. Entre ellos podríamos destacar la hipoperfusión, una mala absorción intestinal, deficiencias nutricionales o la hemodilución, pero el principal mecanismo en estos pacientes es probablemente un hiperesplenismo secundario a una congestión venosa sistémica mantenida de forma crónica.

La importancia de la valoración del ventrículo derecho en la patología Tricúspide

Tal y como indican las guías actuales, la valoración del VD es crucial a la hora de definir el momento de la indicación quirúrgica. De hecho, la disfunción VD preoperatoria suele ser la principal causa de muerte, y de mala evolución a largo plazo en estos pacientes³⁰. Al contrario de lo que ocurre con las valvulopatías izquierdas, donde tenemos claramente unos parámetros ecocardiográficos bien definidos con unos puntos de corte de dilatación y/o función VI que marcan la indicación quirúrgica, en la patología tricúspide no encontramos la misma correlación con parámetros ecocardiográficos del VD. Existen publicaciones donde se han establecido ciertos criterios ecocardiográficos que podrían ser útiles^{15,24,31},

pero no han llegado a obtener la relevancia clínica como para incorporarse a los criterios de indicaciones en las guías.

Entre todas las técnicas de las que disponemos en la actualidad, la resonancia magnética nuclear (RMN) se ha erigido como la técnica *gold standard* para la medición de la función y tamaño del VD^{32–34}. Su utilización en la valoración preoperatoria de estos pacientes con IT podría establecer grupos de riesgo con implicaciones en el manejo terapéutico de los pacientes. Kim et al.³⁵ estudiaron 31 pacientes sometidos a cirugía valvular tricúspide y realizaron una RMN preoperatoria y otra postoperatoria para valorar los cambios en los volúmenes y fracción de eyección del VD. Únicamente el volumen telediastólico del VD indexado (VTDVDi) demostró ser un factor independiente de una FE postoperatoria del VD normal. Un punto de corte de 164 ml/m² de VTDVDi discriminaba de forma efectiva pacientes con una FEVD normal de aquellos con FEVD deprimida en el seguimiento. Rodríguez-Palomares et al.³⁶ publicaron recientemente su experiencia con 43 pacientes sometidos a cirugía tricúspide y nuevamente el VTDVDi calculado por RMN, constituyó el mejor predictor de muerte cardiovascular (HR = 1.1; IC95% 1,05–1,15; p = 0,045) por encima del resto de parámetros clínicos, ecocardiográficos y analíticos. En este caso el valor que se estableció como punto de corte fue de 104 ml/m². En nuestra propia experiencia (pendiente de publicación), en 65 pacientes sometidos a cirugía tricúspide por IT tardía, un VTDVDi > 133 ml/m², se asoció con mayor mortalidad quirúrgica (OR 8.6) y peor supervivencia a medio plazo (45.63 ± 8.2 meses vs 91.1 ± 6 meses, Log Rank <0.001).

Paradójicamente, en el artículo de Castro-Pinto, la disfunción del VD no se asoció a una mayor mortalidad perioperatoria en su serie, pero esto puede ser debido en primer lugar, al tamaño muestral del estudio y en segundo lugar a que se tomó como referencia para definir disfunción VD un TAPSE < 16 mm. Aunque el TAPSE es uno de los parámetros más utilizados para valorar la función VD, la RMN en este contexto parece de más utilidad a la hora de discriminar la disfunción VD.

Tal y como señalan correctamente los autores, las escalas de estimación de riesgo más habituales no consiguen discriminar adecuadamente la morbilidad de estos pacientes. Esto podría explicarse por dos motivos principalmente. En primer lugar, porque la escala más habitualmente utilizada en nuestro medio, el Euroscore, no es una escala de riesgo diseñada específicamente para cirugía valvular. Esto es debido en parte, a que solamente el 30% de los pacientes incluidos en la base de datos que se utilizó para realizar el modelo predictivo de esta escala fueron pacientes valvulares³⁷. Tal vez el uso de escalas diseñadas más específicamente para cirugía valvular como la de Hannan et al.³⁸ o la de Rankin et al.³⁹ entre otras, podrían ser de más utilidad. En relación a esto es de destacar el trabajo de Lapar et al.⁴⁰ donde se desarrolla una escala específica para los pacientes sometidos a una cirugía de IT aislada a partir de una base de datos con más de 2.000 pacientes intervenidos en 50 hospitales de EEUU. En segundo lugar, ni el Euroscore, ni las anteriores escalas de riesgo mencionadas, incluyen en su valoración parámetros de dilatación y/o disfunción VD, que como ya hemos explicado, es uno de los factores más determinantes para la morbilidad en estos pacientes.

Conclusiones

La conclusión más importante a la que llegan Castro-Pinto et al., y que está en la línea de las publicaciones más recientes al respecto, es que no debemos retrasar la indicación quirúrgica en estos pacientes. Esperar a que el paciente presente una clase funcional muy avanzada, o a que existan manifestaciones analíticas de una disfunción multiorgánica incipiente, no hacen más que empeorar el pronóstico y aumentar el riesgo quirúrgico.

La disfunción del VD (TAPSE <16 mm) no resultó ser factor de riesgo para mortalidad precoz en su serie. La valoración del VD mediante RMN podría ser de gran utilidad en estos pacientes. En especial parece que el VTDVDi, podría ser el marcador más adecuado para ello. Además de proporcionarnos gran información pronóstica, podría ser de gran utilidad para establecer el momento adecuado en que debería indicarse la cirugía. Así se evitaría un exceso de mortalidad quirúrgica, mejorando el pronóstico a medio plazo y evitando la disfunción irreversible del VD. Por otra parte, tal y como reconocen los autores, y al igual que la mayoría de los estudios sobre cirugía TRC, el carácter retrospectivo, de pequeño tamaño muestral y cierta heterogeneidad en la muestra, pueden suponer una limitación a la hora de extraer conclusiones. En definitiva, parece que ser precoz en la indicación, y una correcta valoración del VD, son la clave para obtener mejores resultados y evitar una mortalidad excesiva en estos pacientes. *Be Quick or Be Dead.*

Bibliografía

- Antunes MJ, Rodríguez-Palomares J, Prendergast B, De Bonis M, Rosenhek R, Al-Attar N, et al. Management of tricuspid valve regurgitation: Position statement of the European Society of Cardiology Working Groups of Cardiovascular Surgery and Valvular Heart Disease. *Eur J Cardio-thoracic Surg.* 2017;52:1022–30.
- Singh SK, Tang GHL, Maganti MD, Armstrong S, Williams WG, David TE, et al. Midterm Outcomes of Tricuspid Valve Repair Versus Replacement for Organic Tricuspid Disease. *Ann Thorac Surg [Internet].* 2006 Nov;82:1735–41 [cited 2017 Dec 2]. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17062239>.
- Kim J, Yoo D, Kim G, Ye Y. Mild-to-moderate functional tricuspid regurgitation in patients undergoing valve replacement for rheumatic mitral disease: the influence of tricuspid valve repair on clinical and echocardiographic outcomes. *Heart.* 2012;98:24–30.
- Mutlak D, Lessick J, Reisner SA, Aronson D, Dabbah S, Agmon Y. Echocardiography-based Spectrum of Severe Tricuspid Regurgitation: The Frequency of Apparently Idiopathic Tricuspid Regurgitation. *J Am Soc Echocardiogr.* 2007;20:405–8.
- Castro-Pinto ML, López-Menéndez J, Fajardo-Rodríguez E, Miguelena J, Martín M, Muñoz RJR. Cirugía valvular tricúspide aislada. Resultados perioperatorios y supervivencia a medio plazo. *Cir Cardio.* 2021.
- Chen SW, Tsai FC, Tsai FC, Chao YK, Huang YK, Chu JJ, et al. Surgical risk and outcome of repair versus replacement for late tricuspid regurgitation in redo operation. *Ann Thorac Surg [Internet].* 2012;93:770–5, <http://dx.doi.org/10.1016/j.athoracsur.2011.11.057>.
- Fukunaga N, Okada Y, Konishi Y, Murashita T, Kanemitsu H, Koyama T. Impact of tricuspid regurgitation after redo valvular surgery on survival in patients with previous mitral valve replacement. *J Thorac Cardiovasc Surg [Internet].* 2014;148:1983–8, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtcvs.2013.08.089>.
- Pfannmüller B, Misfeld M, Borger Ma, Etz CD, Funkat AK, Garbade J. Isolated reoperative minimally invasive tricuspid valve operations. *Ann Thorac Surg [Internet].* 2012;94:2005–10, <http://dx.doi.org/10.1016/j.athoracsur.2012.06.064>.
- Tornos Mas P, Rodríguez-Palomares JF, Antunes MJ. Secondary tricuspid valve regurgitation: a forgotten entity. *Heart [Internet].* 2015;101:1840–8. Available from: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=4680164&tool=pmcentrez&rendertype=Abstract>.
- Duran CMG, Pomar JL, Colman T, Figueroa A, Revuelta JM, Ubago JL. Is tricuspid valve repair necessary? *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1980;80:849–60.
- Braunwald NS, Ross J, Morrow AG. Conservative management of tricuspid regurgitation in patients undergoing mitral valve replacement. *Circulation.* 1967;35:4 Suppl.
- Dreyfus GD, Corbi PJ, Chan KMJ, Bahrami T, Surgery C, Brompton R, et al. Secondary Tricuspid Regurgitation or Dilatation: Which Should Be the Criteria for Surgical Repair? *Ann Thorac Surg.* 2005;79:127–32.
- Navia JL, Brozzi Na, Klein AL. Moderate tricuspid regurgitation with left-sided degenerative heart valve disease: to repair or not to repair? *Ann Thorac Surg.* 2012;93:59–67.
- Nath J, Foster E, Heidenreich Pa. Impact of Tricuspid Regurgitation on Long-Term Survival. *J Am Coll Cardiol.* 2004;43:405–9.
- Kwon D-A, Park J-S, Chang H-J, Kim Y-J, Sohn D-W, Kim K-B, et al. Prediction of outcome in patients undergoing surgery for severe tricuspid regurgitation following mitral valve surgery and role of tricuspid annular systolic velocity. *Am J Cardiol.* 2006;98:659–61.
- Pfannmüller B, Moz M, Misfeld M, Borger Ma, Funkat A-K, Garbade J, et al. Isolated tricuspid valve surgery in patients with previous cardiac surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2012;146(4).
- McCarthy PM, Bhudia SK, Rajeswaran J, Hoercher KJ, Lytle BW, Cosgrove DM, et al. Tricuspid valve repair: durability and risk factors for failure. *J Thorac Cardiovasc Surg [Internet].* 2004 Mar;127:674–85 [cited 2017 Nov 3]. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15001895>.
- Baumgartner H, Falk V, Bax JJ, Bonis M, De, Hamm CW. ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease. *Eur Heart J [Internet].* <D>2017 September<D> :. 2017:1–53. Available from: http://www.escardio.org/guidelines-surveys/esc-guidelines/guidelinesdocuments/guidelines_valvular_heart_dis.ft.pdf.
- Otto CM, Nishimura RA, Bonow RO, Carabello BA, Erwin JP, Gentile F, et al. 2020 ACC/AHA Guideline for the Management of Patients with Valvular Heart Disease: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. *Circulation.* 2021:72–227.
- Kim Y-J, Kwon D-A, Kim H-K, Park J-S, Hahn S, Kim K-H, et al. Determinants of surgical outcome in patients with isolated tricuspid regurgitation. *Circulation.* 2009;120:1672–8.
- Hornick P. Tricuspid valve replacement subsequent to previous open heart surgery. *J Heart Valve Dis.* 1996;5:20–5.
- King RM, Schaff HV, Danielson GK, Gersh BJ, Orszulak TA, Piehler JM, et al. Surgery for tricuspid regurgitation late after mitral valve replacement. *Circulation.* 1984;70(3 II).
- Jeganathan R, Armstrong S, Al-Alao B, David T. The risk and outcomes of reoperative tricuspid valve surgery. *Ann Thorac Surg [Internet].* 2013;95:119–24, <http://dx.doi.org/10.1016/j.athoracsur.2012.08.058>.
- Kim JB, Jung SH, Choo SJ, Chung CH, Lee JW. Clinical and echocardiographic outcomes after surgery for severe isolated tricuspid regurgitation. *J Thorac Cardiovasc Surg [Internet].* 2013;146:278–84, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtcvs.2012.04.019>.
- Topilsky Y, Khanna AD, Oh JK, Nishimura RA, Enriquez-Sarano M, Jeon YB, et al. Preoperative factors associated with adverse outcome after tricuspid valve replacement. *Circulation.* 2011;123:1929–39.
- Jeong DS, Park PW, Mwambu TP, Sung K, Kim WS, Lee YT, et al. Tricuspid reoperation after left-sided rheumatic valve operations. *Ann Thorac Surg [Internet].* 2013;95:2007–13, <http://dx.doi.org/10.1016/j.athoracsur.2013.03.007>.
- Ailawadi G, LaPar DJ, Swenson BR, Siefert SA, Lau C, Kern JA, et al. Model for End-Stage Liver Disease Predicts Mortality for Tricuspid Valve Surgery. *Ann Thorac Surg [Internet].* 2009;87:1460–8. Available from: <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=s-2.0-64649095953&partnerId=40&md5=44f534d40ba36845b4aa5165931d40a3>.
- Anand IS, Kuskowski MA, Rector TS. Anemia and Change in Hemoglobin Over Time Related to Mortality and Morbidity in Patients With Chronic Heart Failure: Results From Val-HeFT. *ACC Curr J Rev.* 2005;14:25–6.
- Go AS, Yang J, Ackerson LM, Lepper K, Robbins S, Massie BM, et al. Hemoglobin level, chronic kidney disease, and the risks of death and hospitalization in adults with chronic heart failure - The anemia in chronic heart failure: Outcomes and Resource Utilization (ANCHOR) Study. *Circulation.* 2006;113:2713–23.
- Mangieri A, Montalto C, Pagnesi M, Jabbour RJ, Rodés-Cabau J, Moat N, et al. Mechanism and Implications of the Tricuspid Regurgitation. *Circ Cardiovasc Interv.* 2017;10(7).
- Park K, Kim HK, Kim YJ, Cho GY, Kim KH, Kim KB, et al. Incremental prognostic value of early postoperative right ventricular systolic function in patients undergoing surgery for isolated severe tricuspid regurgitation. *Heart.* 2011;97:1319–25.
- Koskenvuo JW, Järvinen V, Pärkkä JP, Kiviniemi TOHJ. Cardiac magnetic resonance imaging in valvular heart disease. *Clin Physiol Funct Imaging.* 2009;29:229–40.
- Masci PG, Dymarkowski SB. Valvular heart disease: what does cardiovascular MRI add? *Eur Radiol.* 2008;18:197–208.
- Grothues F, Moon JC, Bellenger NG, Smith GS, Klein HUPD. Interstudy reproducibility of right ventricular volumes, function, and mass with cardiovascular magnetic resonance. *Am Heart J.* 2004;147:218–23.
- Kim H-K, Kim Y-J, Park E-A, Bae J-S, Lee W, Kim K-H, et al. Assessment of haemodynamic effects of surgical correction for severe functional tricuspid regurgitation: cardiac magnetic resonance imaging study. *Eur Heart J.* 2010;31:1520–8.
- Rodríguez-Palomares JF, Lozano-Torres J, Dentamaro I, Valente F, Aviles AS, Gutierrez Garcia-Moreno L, et al. Predictores de eventos cardiovasculares tras cirugía por insuficiencia tricúspide grave: estudio prospectivo con datos clínicos, de imagen y hemodinámicos. *Rev Esp Cardiol.* 2020, <http://dx.doi.org/10.1016/j.recesp.2020.09.009>.
- Roques F, Nashef SAM, Michel P, Gauducheau E, De Vincentis C, Baudet E, et al. Risk factors and outcome in European cardiac surgery: Analysis of the EuroSCORE multinational database of 19030 patients. *Eur J Cardio-thoracic Surg.* 1999;15:816–23.
- Hannan EL, Wu C, Bennett EV, Carlson RE, Culliford AT, Gold JP, et al. Risk Index for Predicting In-Hospital Mortality for Cardiac Valve Surgery. *Ann Thorac Surg.* 2007;83:921–9.
- Rankin JS, Hammill BG, Ferguson TB, Glower DD, O'Brien SM, DeLong ER, et al. Determinants of operative mortality in valvular heart surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2006;131:547–57.
- LaPar DJ, Likosky DS, Zhang M, Theurer P, Fonner CE, Kern JA, et al. Development of a Risk Prediction Model and Clinical Risk Score for Isolated Tricuspid Valve Surgery. *Ann Thorac Surg [Internet].* 2018;106:129–36, <http://dx.doi.org/10.1016/j.athoracsur.2017.11.077>.