

Recebado Anterógrado Hemático: un procedimiento para empezar una circulación extracorpórea más segura.

Haematic Antegrade Repriming: a method for a safer cardiopulmonary bypass initiation.

BLANCO-MORILLO J¹, SORNICHERO-CABALLERO A¹, TORMOS RUIZ E¹, VERDÚ VERDÚ A¹, FARINA P², ARRIBAS-LEAL JM³, PUIS L⁴, ALILENY PÉREZ ALEMÁN⁵, SALMERÓN D⁶, RAMÍREZ P⁷, CÁNOVAS-LÓPEZ SJ³.+

1. Departamento de Cirugía Cardiovascular. Unidad de Perfusión. Hospital Universitario Virgen de la Arrixaca. Murcia, España.

2. Departamento de Cirugía Cardiovascular. Policlínica Universitaria Agostino Gemelli. Roma, Italia.

3. Departamento de Cirugía Cardiovascular. Hospital Universitario Virgen de la Arrixaca. Murcia, España.

4. Departamento de Cirugía Cardiovascular. Unidad de Perfusión. Hospital Universitario de Bruselas, Bélgica.

5. Perfusionista. Presidencia de la Asociación Latinoamericana de Perfusión.

6. Profesor. Facultad de Medicina. Universidad de Murcia, España.

7. Jefe de Servicio. Cirugía General. Hospital Universitario Virgen de la Arrixaca. Murcia, España.

RESUMEN

Introducción: El *bypass* cardiopulmonar es una técnica segura, frecuentemente requerida en cirugía cardiovascular. A pesar de ello, conlleva diversos efectos indeseados relativos a la hemodilución, fenómenos embólicos así como alteraciones de la coagulación y la microcirculación. El impacto de la circulación extracorpórea se ha tratado de reducir a través de los minicircuitos extracorpóreos o el purgado autólogo retrógrado pero existe cierta controversia respecto a sus beneficios como técnicas independientes debido a la heterogeneidad en su praxis. El recebado anterógrado hemático, por el contrario, describe detalladamente una metodología y unos materiales estandarizados que permiten ofrecer un método totalmente reproducible inspirado en la sinergia de medidas basadas en la evidencia.

Descripción de la técnica: El recebado anterógrado hemático se aplica en un minicircuito estandarizado de Clase IV. Dicho procedimiento se realiza con la propia sangre del paciente, que es obtenida a través de la canulación aórtica antes del comienzo de la circulación extracorpórea. Tras ello, se procede a su inicio mediante el apoyo de drenaje venoso facilitado por vacío.

Discusión: La aplicación estricta de recebado anterógrado hemático reduce el cebado a tan solo 300 ml, evitando la hemodilución brusca causada por el bolo cristalino entregado al inicio del *bypass* cardiopulmonar. El recebado anterógrado hemático puede exceder los beneficios descritos por la actual evidencia para el cebado autólogo retrógrado, los minicircuitos y el drenaje venoso asistido por vacío, lo que promete una mejora en términos transfusionales, de complicaciones postoperatorias, estancia y supervivencia.

Conclusiones: El recebado anterógrado hemático supone un nuevo enfoque con el que aumentar la bioseguridad de la circulación extracorpórea. Sus beneficios globales deberán ser auditados por los estudios que actualmente están en marcha y validados por estudios futuros.

Palabras clave: Circulación extracorpórea, minicircuitos, purgado autólogo retrógrado, técnicas de recebado, drenaje venoso activo, perfusión, cirugía cardiovascular.

SUMMARY

Introduction: Cardiopulmonary bypass is a safe technique frequently required in cardiac surgery. Despite that, it carries several undesired effects related to haemodilution, emboli and alterations on the coagulation and microcirculation. Different strategies like the minimized circuits (MiECC) or the retrograde autologous priming have attempted to reduce its impact, but finally lead to inconsistent results as independent measures due to the heterogeneity on its practice. The haematic antegrade repriming details a standardized materials and methodology that could offer a reproducible method inspired in evidence-based recommendations.

Description of the technique: The haematic antegrade repriming is performed in a standardized Class IV minimized circuit that is reprimed antegradely with autologous blood obtained from the aorta of the patient, before the cardiopulmonary bypass initiation. Then, cardiopulmonary bypass is started with the support of vacuum assisted venous drainage.

Discussion: The strict application of haematic antegrade repriming results in a fix haemodilution of 300 ml of crystalloid priming, avoiding the sudden haemodilution and the crystalloid embolism at cardiopulmonary bypass initiation. The synergic effect that converges in haematic antegrade repriming could exceed the evidence-based benefits of retrograde autologous priming, minimized circuit and vacuum assisted venous drainage promising to improve the outcomes in terms of transfusion, complications, stay and survival.

Conclusions: Haematic antegrade repriming is proposed as a new approach to increase the safety of the cardiopulmonary bypass. Its overall benefits should be properly assessed and validated by current and further studies.

Key words: Extracorporeal circulation, MiECC, RAP, repriming techniques, VAVD, perfusion, cardiovascular surgery

INTRODUCCIÓN

El *bypass* cardiopulmonar (BCP) ofrece un soporte extracorpóreo que es requerido durante la mayoría de procedimientos quirúrgicos de cirugía cardíaca pero, desafortunadamente, también conlleva efectos indeseados. A pesar de la destacable evolución en su práctica, la circulación extracorpórea (CEC) aún contribuye a la agresión quirúrgica mediante la hemodilución, la liberación de émbolos, alteraciones en la coagulación y empeoramiento de la microcirculación, lo cual interfiere en la recuperación postoperatoria de los pacientes cardíacos.¹⁻³

Durante el inicio de la CEC, de manera convencional, la sangre del paciente es reemplazada por el volumen de cebado de manera instantánea y brusca, siendo luego mezclada con la volemia del paciente, lo que resulta en una gran hemodilución. Además de ello, resulta frecuente que la administración de solución cardioplégica acrecente dicho efecto hemodilucional.

La hemodilución ha sido identificada como un mecanismo que desencadena coagulopatía postoperatoria, respuesta inflamatoria, hipoxia tisular e incrementa el consumo de hemoderivados hasta el alta.^{4,5} La exposición a anemia y la subsecuente transfusión aumentan el riesgo de disfunción glomerular, elevan los niveles de troponinas, incrementan el tiempo de ventilación mecánica, de estancia hospitalaria y la mortalidad, cuando el paciente se expone a alguna de ellas de manera individual. Dicho efecto se ve amplificado cuando la aparición de ambas ocurre de manera combinada.⁶

Adicionalmente, varios autores advierten de que cierta cantidad de microémbolos gaseosos permanecen en el oxigenador aún tras el cebado cristaloiide. Dichos émbolos son liberados al torrente circulatorio durante diferentes fases de la CEC, como el inicio y en aquellos en que se produce presurización de la cámara de oxigenación, suponiendo un importante potencial de mejora.⁷⁻⁹

Se realizó una revisión sistemática con el empleo de Pubmed, Cochrane y Embase bajo los siguientes descriptores: (cardiopulmonary bypass) AND ((minimally invasive) OR (minimize impact)). Se obtuvo un total de 1835 resultados. En un segundo paso, fueron excluidos todos los artículos que no cumplieran con la metodología de ensayo clínico, estudio prospectivo aleatorizado, metaanálisis o revisión sistemática.

Esto redujo el recuento a 78 artículos que se estudiaron en profundidad.

Teniendo en cuenta que las estrategias que se identificaron para paliar los problemas derivados de la CEC solamente ofrecen soluciones parciales, o implican prácticas heterogéneas, lo que resulta en una falta de beneficios para el paciente a nivel global, se propone el Recebado Anterógrado Hemático (HAR) como una medida estandarizada con que implementar la praxis hacia un mayor nivel de seguridad con resultado reproducible.^{7,8,10-16}

Este nuevo enfoque, basado en la reducción de la superficie de contacto y el recebado del sistema ha sido desarrollado por nuestro equipo de perfusión. Posteriormente, el protocolo se presentó y validó por el departamento de Cirugía Cardiovascular para su aplicación en cada paciente sometido a CEC.

DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA

Tras la aplicación de HAR sobre el circuito estandarizado MiECC Clase IV, bajo la metodología propuesta, el impacto hemodilucional se reduce a 300 ml de volumen de cebado.¹⁷

Para garantizar su replicabilidad, el siguiente procedimiento queda definido por 6 posiciones y simples maniobras que garantizan su exitoso cumplimiento (Fig.1).

Paso 1: Recuperación de línea venosa: Empezando en la posición 1, iniciar VAVD a -30 mmHg. Retirar pinza A, recuperando 300 ± 50 ml de volumen cristaloide en el reservorio. Recolocar la pinza A al terminar y desactivar VAVD dejando la línea venosa sin ningún contenido.

Paso 2: Recuperación de línea arterial: Iniciando en la posición 2, retirar pinza B tras la conexión de la línea arterial a la cánula aórtica. A continuación, retirar la pinza D, dejando que la

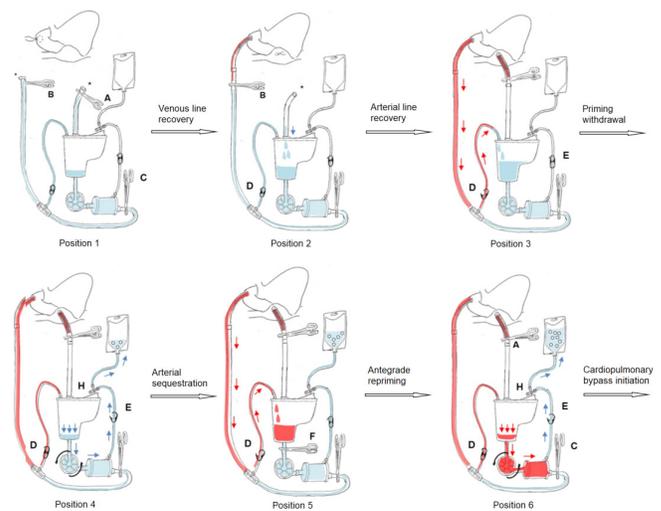


Figura 1. HAR: el procedimiento de 6 pasos que resulta en 300 ml de hemodilución. Obtenido de: 18.

sangre fluya retrógradamente desde la aorta desplazando el suero contenido en ella hacia el reservorio, incluyendo la línea de recirculación, y cerrar la pinza D, de nuevo, para evitar que entre sangre en el reservorio. Durante dicha maniobra, la presión arterial media debe ser mantenida por encima de 60 mmHg suponiendo una colecta de 50-80 ml adicionales de cristaloide.

Paso 3*: Descarte del cebado: Si se emplea una bomba centrífuga (CP), incrementar la rotación hasta 2000 rpm y después abrir la pinza E. Si se emplea una bomba de rodillo (RP), abrir primero la pinza E, posteriormente programar un flujo de 250-500 ml/min. Ello debe desplazar el volumen de solución cristaloide contenida en el reservorio hacia la bolsa colectora hasta eliminar todo el volumen del reservorio (nivel cero).

Paso 4*: Secuestro arterial: Colocar la pinza F en la salida del reservorio para prevenir la precipitación de sangre hacia el circuito durante dicha maniobra. Tras ello, abrir la pinza D suavemente (manteniendo un flujo retrogrado por línea arterial ente 100 y 300 ml/min y una presión arterial media superior a 60 mmHg) hasta obtener 300-400 ml de sangre en el reservorio. Cerrar, tras ello, la pinza D.

Paso 5*: Recebado anterógrado: Si se emplea una CP, retirar pinza F e incrementar la rotación hasta 2000 rpm, después abrir

pinza E para repurgar el circuito. Si se emplea una RP, primero abrir pinzas F y E para evitar sobrepresurización del sistema, después, iniciar un flujo de 250-500 ml/min. El recebado anterógrado debe realizarse hasta que la sangre alcance la bolsa colectora para maximizar los beneficios del procedimiento. Una vez terminada dicha maniobra, asegurarse de que las pinzas D y E están cerradas, así como la llave de tres pasos H, que bloqueará el flujo de la bolsa colectora.

Paso 6: inicio de la CEC: programar VAVD a -30 mmHg y retirar pinza A hasta rellenar de sangre la línea venosa y rebasar el nivel mínimo de seguridad del reservorio. Se emplea una CP: aumentar la velocidad de bomba hasta 1500 rpm, retirar pinza C y continuar aumentando la velocidad de la CP hasta el flujo objetivo según retorno venoso. Si se emplea una RP: retirar pinza C y después iniciar la perfusión progresivamente hasta alcanzar flujo objetivo según retorno venoso.

*Los pasos 3, 4 y 5 son realizados durante la canulación venosa. Los aspiradores podrán ser activados a partir del paso 4.

Durante la aplicación de dicho procedimiento resulta imprescindible una estrecha coordinación y comunicación entre el anestesiólogo, el cirujano y el perfusionista. Durante el secuestro, la presión arterial media debe mantenerse superior a 60 mmHg. Si se cuenta con espectroscopía de infrarrojo para medir la oximetría cerebral (NIRS), deben evitarse disminuciones mayores de 15%. Si se observase hipotensión, la aplicación de la maniobra de Trendelenburg y/o la administración de pulsos de alfa agonistas como la fenilefrina (0,01-0,03 mg en bolo IV) podrían aplicarse para contrarrestar dicha situación.

Mientras se realiza HAR, resulta conveniente comprobar la colocación adecuada de la cánula venosa para garantizar un adecuado drenaje al iniciar el BCP.

DISCUSIÓN

La estricta aplicación del protocolo HAR permite obtener un resultado fijo, reproducible y seguro a través de la combinación de medidas como los minicircuitos, el purgado hemático del circuito y el drenaje facilitado por vacío. Los beneficios potenciales de dicha sinergia potencialmente excederán los referidos a cada una de las medidas de manera aislada en

términos de ahorro sanguíneo, complicaciones, estancia y supervivencia.^{19,20}

La minimización de la superficie del circuito (MiECC Clase IV) supone una reducción de la respuesta inflamatoria, de la exposición a la transfusión de hemoderivados y de la coagulopatía tras la cirugía.^{4,21,22}

El RAP y sus múltiples variaciones han llegado a ofrecer una reducción significativa de la hemodilución, mientras que algunos estudios no han logrado unos resultados tan homogéneos a este respecto.^{14,19,23} Teniendo todo ello en consideración, la estricta aplicación de HAR sobre el circuito estandarizado que hemos descrito, por contra, se ofrece una hemodilución fija y reproducible de tan solo 300 ml; que es inferior a la referida por cualquier otra técnica de recebado aplicada en circuitos de adultos.¹⁷

Además de ello, debe considerarse que durante el inicio de la CEC bajo un enfoque clásico, los microémbolos que puedan persistir en la cámara de oxigenación son desplazados por la entrada de sangre, con su subsecuente liberación al torrente circulatorio.^{7,8}

La aplicación de HAR presenta un importante potencial para reducir esa cantidad de burbujas al ser desplazadas por la sangre hacia la bolsa colectora durante las maniobras mencionadas. Por ello se esperan beneficios a nivel orgánico y microcirculatorio derivados de la disminución de dicha agresión embólica.^{3,5,24}

La inclusión de VAVD se ha asociado a una reducción de los requerimientos transfusionales postoperatorios sin vincularse a una aparición de complicaciones, sí la presión de succión no excede los -40 mmHg. Presiones de succión más negativas deben evitarse por no ofrecer un mayor drenaje y suponer un importante riesgo embólico y hemolítico.^{25,26}

HAR representa algo más que una técnica de perfusión aislada; que requiere la coordinación completa del equipo quirúrgico, por un objetivo común, durante un breve periodo de tiempo. Tras la superación de la curva de aprendizaje, HAR puede ofrecer importantes beneficios para la recuperación del paciente que deben ser auditados en posteriores estudios.

Del mismo modo que ocurre en la implementación de cualquier

procedimiento clínico, el entrenamiento multimedia y el proctorizado pueden reducir el tiempo de aprendizaje así como sus riesgos y errores asociados.²⁷

LIMITACIONES Y CONSIDERACIONES ESPECIALES DURANTE EL PROCEDIMIENTO.

Sólo es considerada como una limitación absoluta a su aplicación si el paciente se encontrase en un estado de inestabilidad hemodinámica no controlable durante el proceso de canulación, que requiriera la instantánea iniciación de la CEC a pesar de que no se hubiera completado el HAR.

Tras la finalización de HAR, si resultase imposible alcanzar el flujo objetivo durante el inicio de la CEC por problemas de drenaje y se ha garantizado el correcto posicionamiento de la cánula venosa, debe considerarse la posibilidad de un síndrome vasoplégico asociado al BCP.²⁸ Si la vasoplegia es confirmada, se recomienda priorizar la optimización de las resistencias vasculares periféricas sobre la administración de volumen cristaloides, lo que se consideraría como último recurso a fin de maximizar el beneficio de HAR. Los beneficios derivados de HAR en términos globales deberán de ser auditados a través de estudios como el ensayo clínico en curso²⁹ y posteriormente validados por otros autores.

CONCLUSIÓN

HAR representa un método estandarizado para reducir el impacto de la hemodilución brusca y la liberación de émbolos relativa al inicio de la CEC de forma convencional, gracias al recibido anterógrado con sangre del propio paciente. Posteriores estudios deberán llevarse a cabo para profundizar en los beneficios derivados de la reducción del impacto hemodilucional a tan sólo 300 ml, derivado del efecto sinérgico de aplicar MiECC, VAVD y el propio procedimiento de recibido anterógrado, que reducen el impacto hemodilucional de 300 ml.

Declaración de conflictos de interés:

En la construcción de este artículo no ha habido ningún patrocinio ni conflicto de interés.

AGRADECIMIENTOS

A D. Vicente Alambiaga†, D^a. M^a. Ángeles Bruño, D. Gustavo Llobet, D. Francisco Mena D^a. Catalina Bravo y D^a M^a. Teresa Mata como mis mentores, así como a todos los profesionales desde Mary y John Gibbon, que contribuyeron y contribuyen de manera sustancial a la evolución de la ciencia de la perfusión, con mención especial a la perfusionista D^a Cecilia Álvarez Arcuri.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ranucci M, Baryshnikova E, Ciotti E, Ranucci M, Silveti S, Surgical and Clinical Outcome REsearch (SCORE) Group. Hemodilution on Cardiopulmonary Bypass: Thromboelastography Patterns and Coagulation-Related Outcomes. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2017;31(5):1588-94.
2. Giacinto O, Satriano U, Nenna A, Spadaccio C, Lusini M, Mastroianni C, et al. Inflammatory Response and Endothelial Dysfunction Following Cardiopulmonary Bypass: Pathophysiology and Pharmacological Targets. *Recent Pat Inflamm Allergy Drug Discov.* 2019;13(2):158-73.
3. Myers GJ, Wegner J. Endothelial Glycocalyx and Cardiopulmonary Bypass. *J Extra Corpor Technol.* 2017;49(3):174-81.
4. Ranucci M, Baryshnikova E. Inflammation and coagulation following minimally invasive extracorporeal circulation technologies. *J Thorac Dis.* 2019;11(Suppl 10):S1480-8.
5. Hare GMT, Han K, Leshchyshyn Y, Mistry N, Kei T, Dai SY, et al. Potential biomarkers of tissue hypoxia during acute hemodilutional anemia in cardiac surgery: A prospective study to assess tissue hypoxia as a mechanism of organ injury. *Can J Anaesth.* 2018;65(8):901-13.
6. Loor G, Rajeswaran J, Li L, Sabik JF, Blackstone EH, McCrae KR, et al. The least of 3 evils: Exposure to red blood cell transfusion, anemia, or both? *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery.* 2013;146(6):1480-1487.e6.
7. Husebråten IM, Fiane AE, Ringdal M-AIL, Thiara APS. Measurement of gaseous microemboli in the prime before the initiation of cardiopulmonary bypass. *Perfusion.* 2018;33(1):30-5.
8. Stehouwer MC, de Vroege R, Hoohenkerk GJF, Hofman FN, Kelder JC, Buchner B, et al. Carbon Dioxide Flush of an Integrated Minimized Perfusion Circuit Prior to Priming Prevents Spontaneous Air Release Into the Arterial Line During Clinical Use. *Artif Organs.* 2017;41(11):997-1003.
9. Blanco-Morillo JB, López SC, Ruiz ET, Verdú AV, Caballero AS, Molina MM, et al. Embolia: el enemigo silent Estudio multicéntrico anónimo para la descripción de eventos embólicos evitables en circulación extracorpórea. *Revista de la Asociación Española de Enfermería Quirúrgica.* 2018;(41 (Julio)):55-63.

10. Panico FG, Neptune WB. A mechanism to eliminate the donor blood prime from the pump-oxygenator. *Surg Forum*. 1960;10:605-9.
11. Rosengart TK, DeBois W, O'Hara M, Helm R, Gomez M, Lang SJ, et al. Retrograde Autologous Priming For Cardiopulmonary Bypass: A Safe And Effective Means Of Decreasing Hemodilution And Transfusion Requirements. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. 1998;115(2):426-39.
12. Balachandran S, Cross MH, Karthikeyan S, Mulpur A, Hansbro SD, Hobson P. Retrograde autologous priming of the cardiopulmonary bypass circuit reduces blood transfusion after coronary artery surgery. *The Annals of Thoracic Surgery*. 2002;73(6):1912-8.
13. Hagedorn C, Glogowski K, Valleley M, McQuiston L, Consbruck K. Retrograde Autologous Priming Technique to Reduce Hemodilution during Cardiopulmonary Bypass in the Pediatric Cardiac Patient. *J Extra Corpor Technol*. 2019;51(2):100-3.
14. Murphy GS, Szokol JW, Nitsun M, Alspach DA, Avram MJ, Vender JS, et al. The failure of retrograde autologous priming of the cardiopulmonary bypass circuit to reduce blood use after cardiac surgical procedures. *Anesth Analg*. 2004;98(5):1201-7.
15. Starinieri P, Declercq PE, Robic B, Yilmaz A, Van Tornout M, Dubois J, et al. A comparison between minimized extracorporeal circuits and conventional extracorporeal circuits in patients undergoing aortic valve surgery: is «minimally invasive extracorporeal circulation» just low prime or closed loop perfusion? *Perfusion*. 2017;32(5):403-8.
16. Vranken NP, Babar ZU, Montoya JA, Weerwind PW. Retrograde autologous priming to reduce allogeneic blood transfusion requirements: a systematic review. *Perfusion*. 2020;35(7):574-86.
17. Blanco-Morillo J, Sornichero-Caballero A, Arribas Leal JM, Farina P, Sergio Cánovas-López. Description of the Minimized Extracorporeal Circuit to perform Haematic Antegrade Repriming in Cardiopulmonary Bypass. Puis L, editor. 14 de noviembre de 2020 [citado 14 de noviembre de 2020]; [Internet], Disponible en: <https://zenodo.org/record/4273689#.X6-0hchKgRk>
18. Blanco-Morillo J, Sornichero-Caballero A, Farina P, Arribas-Leal JM, Puis L, Tormos-Ruiz E, et al. Haematic Antegrade Repriming procedure to initiate a safer cardiopulmonary bypass. 14 de noviembre de 2020 [citado 16 de noviembre de 2020]; [Internet], Disponible en: <https://zenodo.org/record/4276132#.X7K8AchKgRk>
19. Puis L, Milojevic M, Boer C, De Somer FMJJ, Gudbjartsson T, van den Goor J, et al. 2019 EACTS/EACTA/EBCCP guidelines on cardiopulmonary bypass in adult cardiac surgery. *Interact CardioVasc Thorac Surg*. [Internet]. 2020 [citado 20 de noviembre de 2019];30(2): Disponible en: <https://academic.oup.com/icvts/advance-article/doi/10.1093/icvts/ivz251/5579824>
20. Menkis AH, Martin J, Cheng DCH, Fitzgerald DC, Freedman JJ, Gao C, et al. Drug, devices, technologies, and techniques for blood management in minimally invasive and conventional cardiothoracic surgery: a consensus statement from the International Society for Minimally Invasive Cardiothoracic Surgery (ISMICS) 2011. *Innovations (Phila)*. 2012;7(4):229-41.
21. Anastasiadis K, Murkin J, Antonitsis P, Bauer A, Ranucci M, Gyga E, et al. Use of minimal invasive extracorporeal circulation in cardiac surgery: principles, definitions and potential benefits. A position paper from the Minimal invasive Extra-Corporeal Technologies international Society (MiECTiS). *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2016;22(5):647-62.
22. Society of Thoracic Surgeons Blood Conservation Guideline Task Force, Ferraris VA, Brown JR, Despotis GJ, Hammon JW, Reece TB, et al. 2011 update to the Society of Thoracic Surgeons and the Society of Cardiovascular Anesthesiologists blood conservation clinical practice guidelines. *Ann Thorac Surg*. 2011;91(3):944-82.
23. Hensley NB, Gyi R, Zorrilla-Vaca A, Choi CW, Lawton JS, Brown CH, et al. Retrograde Autologous Priming in Cardiac Surgery: Results From a Systematic Review and Meta-analysis. *Anesth Analg*. 2020 sep 16. Epub 2020 sep 16.
24. Wu Q, Gao W, Zhou J, He G, Ye J, Fang F, et al. Correlation between acute degradation of the endothelial glycocalyx and microcirculation dysfunction during cardiopulmonary bypass in cardiac surgery. *Microvasc Res*. 2019;124:37-42.
25. Gao S, Li Y, Diao X, Yan S, Liu G, Liu M, et al. Vacuum-assisted venous drainage in adult cardiac surgery: a propensity-matched study. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2020;30(2):236-42.
26. Carvalho Filho EB de, Marson FA de L, Costa LNG da, Antunes N. Vacuum-assisted drainage in cardiopulmonary bypass: advantages and disadvantages. *Rev Bras Cir Cardiovasc*. 2014;29(2):266-71.
27. Shim JS, Kim JY, Pyun JH, Cho S, Oh MM, Kang SH, et al. Comparison of effective teaching methods to achieve skill acquisition using a robotic virtual reality simulator: Expert proctoring versus an educational video versus independent training. *Medicine (Baltimore)*. 2018;97(51):e13569.
28. Busse LW, Barker N, Petersen C. Vasoplegic syndrome following cardiothoracic surgery—review of pathophysiology and update of treatment options. *Crit Care [Internet]*. 2020 [citado 2 de marzo de 2020];24. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7001322/>
29. Blanco-Morillo J. Haemo-autologous Antegrade Repriming (HAR) as Minimum Impact Perfusion Strategy for Cardiopulmonary Bypass. *ClinicalTrials.gov [Internet]*. 25 de octubre de 2018; Disponible en: <https://clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT03720184>
- Fecha de recepción: 18 de noviembre de 2020.
Fecha de aceptación: 2 de diciembre de 2020.