

Análisis de la conducta de perfusión en relación al manejo de los pacientes obesos sometidos a cirugía cardíaca con circulación extracorpórea. Revisión sistemática.

Analysis of perfusion behavior in relation to the management of obese patients undergoing cardiac surgery with extracorporeal circulation. A systematic review.

**AUTORES: BRENDA GABRIELA BARRERAS SOTO¹,
BRÍGIDA AGUERREVERE BRANGER².**

¹ISSS TECALI. Baja California, México.

²CEDIMAT. Santo Domingo, República Dominicana.

RESUMEN

Introducción: Con el incremento de la población con obesidad a nivel mundial también ha incrementado la aparición de enfermedades cardiovasculares. Como consecuencia, cada vez hay más pacientes con obesidad que requieren cirugía cardíaca con circulación extracorpórea. Por lo que surge la interrogante: ¿Es la conducta de perfusión en el manejo de los pacientes obesos sometidos a cirugía cardíaca con circulación extracorpórea igual o diferente a los pacientes no obesos?

Métodos: Se realizó una revisión sistemática de los artículos publicados en las bases de datos de Pubmed, Google académico, Cochrane, Prospero y Medline, se siguieron los criterios PRISMA para identificar los artículos. La búsqueda se realizó utilizando los términos: “obesity and cardiopulmonary bypass and/or cardiac surgery”, “body mass index and cardiopulmonary bypass”, “morbid obesity and cardiopulmonary bypass” y “large patients and cardiopulmonary bypass” incluyéndose un total de 12 artículos.

Resultados y Conclusiones: No existe suficiente evidencia y hay falta de consenso en la estrategia del diseño de circuitos y aditivos para lograr una adecuada oxigenación y evitar la hemodilución en pacientes obesos. Se recomienda manejar a los pacientes obesos con flujos inferiores al ideal 2,4 l/min/m² de área de superficie corporal, como se hace en pacientes no obesos, siempre y cuando no se comprometa la entrega de oxígeno a los tejidos. 3- Es altamente recomendado que la heparinización de los pacientes obesos sometidos a circulación extracorpórea sea realizada de forma diferente a los pacientes no obesos.

Palabras clave: Circulación extracorpórea, obesidad, pacientes obesos, obesidad mórbida, pacientes grandes.

ABSTRACT

Introduction: With the increase in the obese population worldwide, the appearance of cardiovascular diseases has also increased. As a consequence, more and more obese patients require cardiac surgery with extracorporeal circulation. Therefore, the question arises: Is the perfusion behavior in the management of obese patients undergoing cardiac surgery with extracorporeal circulation the same or different from that of non-obese patients?

Methods: A systematic review of the articles published in the databases of Pubmed, Google Scholar, Cochrane, Prospero and Medline was carried out, PRISMA criteria were followed to identify the articles. The search was carried out using the terms: “obesity and cardiopulmonary bypass and/or cardiac surgery”, “body mass index and cardiopulmonary bypass”, “morbid obesity and cardiopulmonary bypass” and “large patients and cardiopulmonary bypass” including a total of 12 articles.

Results and Conclusions: There is not enough evidence and there is a lack of consensus on the strategy of circuit design and additives to achieve adequate oxygenation and avoid hemodilution in obese patients. It is recommended to manage obese patients with flows lower than the ideal 2.4 l/min/m² of body surface area, as is done in non-obese patients, as long as the delivery of oxygen to the tissues is not compromised. 3- It is highly recommended that heparinization of obese patients undergoing extracorporeal circulation be performed differently than non-obese patients.

Keywords: Extracorporeal circulation, obesity, obese patients, morbid obesity, large patients.

INTRODUCCIÓN

La obesidad es una condición patológica, común en el ser humano y presente desde hace siglos, que persiste y se ha incrementado a través del tiempo por factores genéticos y ambientales, hasta convertirse actualmente en una pandemia con consecuencias fatales para la salud.¹ La prevalencia de sobrepeso y de obesidad aumenta día a día en todo el mundo y está presente a cualquier edad. La obesidad es considerada un importante problema de salud pública y genera un elevado gasto sanitario.² El sobrepeso y obesidad se relacionan de manera directa con la incidencia de enfermedades cardiovasculares, hipertensión arterial, dislipidemia, etc.³ Los Institutos Nacionales de Salud estiman que un tercio de la población en Estados Unidos es obesa, mientras que el seis por ciento es considerada extremadamente obesa. El índice de masa corporal (IMC) es frecuentemente utilizado como indicador de obesidad ($>30 \text{ kg/m}^2$) y obesidad mórbida ($>40 \text{ kg/m}^2$) indicando una proporción alta de grasa en relación con la masa corporal magra.⁴

Con el incremento de la población con obesidad se ha incrementado también la presencia de enfermedades cardiovasculares y la necesidad de tratarlas quirúrgicamente, gran porcentaje de estas cirugías requieren el empleo de la máquina de circulación extracorpórea (CEC) y los perfusionistas, profesionales de la salud encargados de su operación deben mantenerse a la vanguardia para brindar a los usuarios la mayor calidad y seguridad posible.

La conducta del perfusionista ante el manejo de un paciente obeso debe tener sus diferencias en relación con un paciente no obeso, ya que, gran proporción del peso corporal total es derivado del incremento de la grasa que tiene un metabolismo basal inferior a diferencia del resto de los componentes corporales.

Sin embargo, no existe literatura en abundancia que indique si el manejo de los pacientes con sobrepeso y obesidad en CEC debiera ser distinto al manejo de los pacientes con normopeso. Algunos estudios demuestran que las reducciones en flujos, circuitos y dosis de medicamentos en este tipo de pacientes son seguros, pero no han sido suficientes como para alcanzar su estandarización.

MATERIAL Y MÉTODO

PICOR

Población: Artículos publicados con información referente a pacientes obesos en CEC.

Intervención: Conducta de perfusión en el paciente obeso en CEC.

Control: Pacientes no obesos.

Resultado: Dar a conocer las diferencias en la conducta de perfusión de los pacientes obesos sometidos a cirugía cardíaca con CEC en relación a modificación de circuitos y flujos de perfusión así como el manejo de la anticoagulación y su reversión.

ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA:

Entre enero y mayo del 2023 se realizó una revisión por dos investigadores de manera independiente de los artículos encontrados en las bases de datos de Pubmed, Google académico, Cochrane, Prospero y Medline sin límite temporal ya que se buscaba incluir toda la información publicada referente al manejo de los pacientes con obesidad en cirugía cardíaca con CEC. Se siguieron los criterios PRISMA para identificar los artículos. La búsqueda se realizó utilizando los términos: “obesity and cardiopulmonary bypass and/or cardiac surgery”, “body mass index and cardiopulmonary bypass”, “morbid obesity and cardiopulmonary bypass” y “large patients and cardiopulmonary bypass”

CRITERIOS DE INCLUSIÓN:

La selección de los artículos se realizó en función de criterios de estudios con metodología cualitativa y cuantitativa, estudios randomizados, prospectivos, retrospectivos, comparativos y reportes de casos en inglés y español.

CRITERIOS DE EXCLUSIÓN:

Se excluyeron los artículos duplicados, aquellos en los que no había relación entre obesidad y CEC, y en los que no incluían el manejo en CEC de los pacientes obesos.

EXTRACCIÓN DE LA DATA:

Los datos extraídos de los artículos fueron los siguientes: nombre del artículo (I), autores (II), año de publicación

(III), doi (IV), lugar de publicación (V) tipo de estudio (VI), objetivos (VII), número de pacientes (VIII), metodología de estudio (IX), análisis estadístico empleado (X), resultado 1 (XI), resultado 2 (XII), comentarios (XIII), conclusiones (XIV), conflictos de interés (XV), limitaciones (XVI).

ANÁLISIS ESTADÍSTICO:

Debido a la heterogeneidad de los resultados reportados, la escasa literatura con relación al tema y la falta de uniformidad en el control de los datos, se decidió realizar una revisión sistemática descriptiva cualitativa en lugar de un meta análisis, mediante asignación de niveles de evidencia y grados de recomendación.

RESULTADOS

SELECCIÓN DE ESTUDIOS:

Se encontraron 70 estudios en las bases de datos, después de eliminar los artículos duplicados y aquellos que estudiaban aspectos sin relación entre obesidad y CEC, restaron 22 estudios. De estos posteriormente se eliminaron los que no incluían el manejo de los pacientes obesos en CEC y aquellos a los que no se tenía acceso quedando finalmente 12 artículos para la revisión. (Figura 1.)

Después de realizar la depuración se decide clasificar por

resultados evaluados en los trabajos de investigación los cuales se analizaron de la siguiente manera:

Modificación en los circuitos: En dos estudios evaluaron la implementación de circuitos reducidos y en cuatro incorporaron aditamentos especiales para el manejo del paciente obeso en CEC.

Flujos de CEC: En un estudio realizaron el cálculo del flujo de perfusión con base en el IMC, en otro estudio de acuerdo con el peso corporal magro (PCM).

Heparinización y reversión de la anticoagulación: En un estudio realizaron el cálculo de la dosis de heparina de acuerdo al peso corporal total (PCT), en otro estudio lo realizaron de acuerdo al peso corporal ideal (PCI) y en los otros dos estudios lo hicieron de acuerdo al PCM.

CARACTERÍSTICAS DE LOS ESTUDIOS:

El tamaño de la muestra de los estudios prospectivos, retrospectivos, randomizados y comparativos varió desde 27 hasta 1 187 pacientes, se incluyeron 4 reportes de casos y una revisión de la literatura que incluyó a 9 pacientes (tablas 1-3). Las variables reportadas en estos estudios fueron utilizar: el peso magro, peso ideal y peso real para calcular dosis de heparina y flujos de perfusión, además de la modificación de los circuitos de CEC.

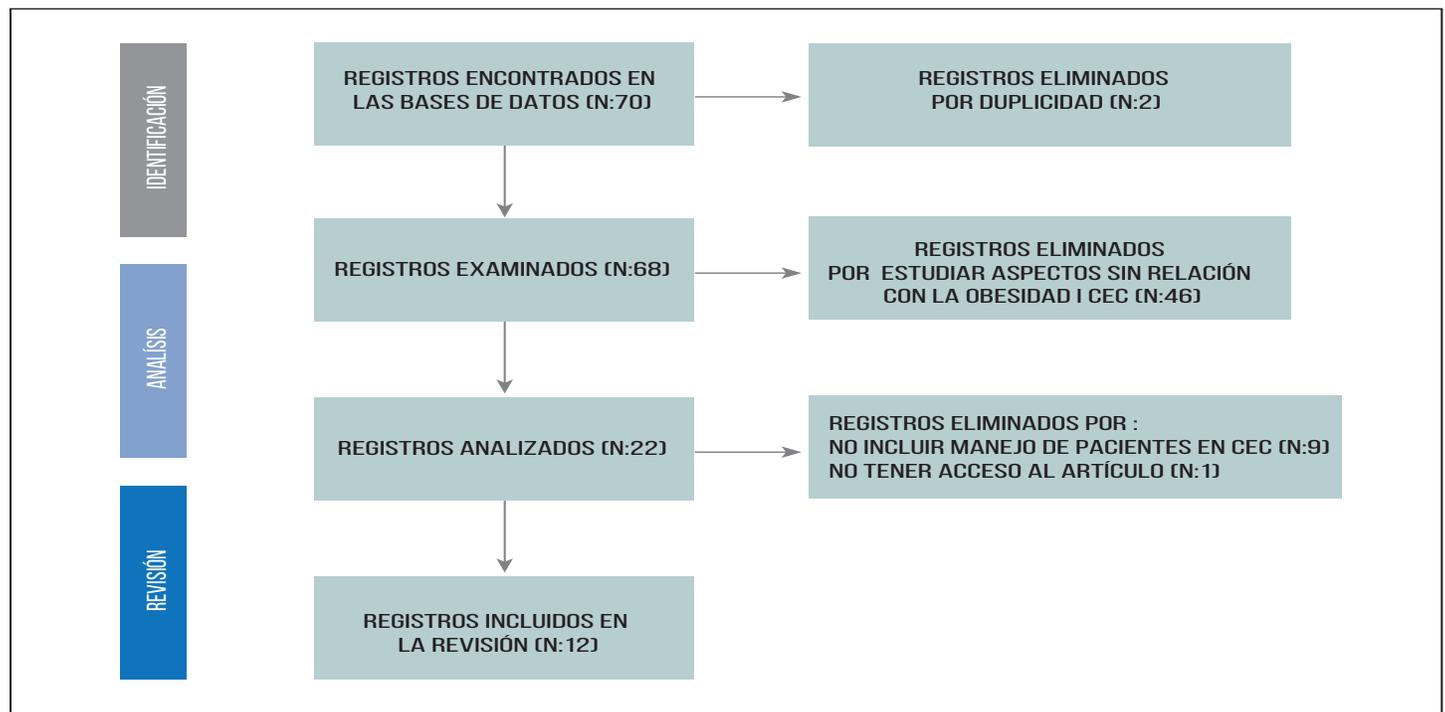


Figura 1. Distribución de artículos revisados.

TABLA 1. CARACTERÍSTICAS DE LOS ESTUDIOS RELACIONADOS CON EL MANEJO DE PACIENTES OBESOS EN CEC.

TÍTULO, AUTOR, AÑO	TIPO DE ESTUDIO	OBJETIVO	N	METODOLOGÍA DEL ESTUDIO	RESULTADO 1	RESULTADO 2	CONCLUSIONES
Literature Review of Large Patients Undergoing Cardiopulmonary Bypass: Concerns, Management and Future Considerations. Autor: C. Hamilton (2020)	Revisión de la literatura	Analizar las publicaciones sobre los pacientes grandes que requirieron CEC en cuanto a tipos de sistemas de perfusión, inquietudes sobre el manejo y problemas encontrados.	9	Descripción breve de cada reporte de caso, dividido en los que utilizaron dos oxigenadores en paralelo y los que reportaron el uso de un solo oxigenador, además de la descripción de un caso detallado.	--	--	Es aceptable utilizar un solo oxigenador en pacientes de hasta 2,9 m ² ASC, dependiendo del estatus metabólico del paciente y las características del oxigenador. Si se tienen dudas, preparar desde el inicio oxigenadores en paralelo.
Lean Flow: Optimizing Cardiopulmonary Bypass Equipment and Flow for Obese Patients-A Technique Article. Autor: Joshua M. Blessing (2017)	Retrospectivo	Investigar el uso de circuitos de CEC de tamaño reducido para pacientes obesos.	1187	Periodo de 2 años. Inclusión: Pacientes adultos con CEC no congénita. en 226 pacientes se redujo el tamaño de reservorio, oxigenador y tubería de FX25 W40 y 3/8 - 1/2 a FX15 W30 y 3/8 - 3/8.	Aumento en los valores de hemoglobina y disminución de productos sanguíneos en el grupo de circuito y flujos reducidos.	Sin diferencia en el porcentaje de lesión renal aguda al utilizar flujos sanguíneos menores.	Se proporcionaron datos para respaldar la eficacia del uso del flujo reducido en pacientes obesos aunado a la utilización de circuitos de CEC más pequeños para satisfacer las necesidades metabólicas del paciente.
Determination of pump flow rate during cardiopulmonary bypass in obese patients avoiding hemodilution. Autor: Luisa Santambrogio (2009)	Randomizado, Controlado	Evaluar la modificación del flujo sanguíneo en CEC calculado sobre un IMC de 25 en pacientes obesos.	50	Periodo de 1 año. Consentimiento informado firmado y aprobado por comité de ética institucional. Inclusión: pacientes adultos con IMC > 30 sometido a Cx cardíaca con CEC. Exclusión: pacientes con riesgo de complicaciones neurológicas.	Los parámetros de perfusión de órganos, SVO ₂ y diuresis fueron comparables en ambos grupos.	La única diferencia que se observó en el manejo perioperatorio fue que el grupo control requirió más productos sanguíneos.	Demostró que es adecuado utilizar el peso ideal del paciente obeso para calcular el flujo sanguíneo en CEC.
Is body surface area still the best way to determine pump flow rate during cardiopulmonary bypass? Autor: R Peter Alston (2006)	Comparativo	Determinar cual de los factores incluido ASC, IMC y MCM predicen mejor la SVO ₂ durante la CEC	48	Periodo de 2 meses. Consentimiento informado firmado y aprobado por comité de ética Institucional. Inclusión: Cx cardíaca electiva con CEC. Exclusión: Cx sin CEC, Cx compleja sin tiempo para toma de muestras. Las correlaciones fueron llevadas a un modelo univariado para establecer relaciones en tres periodos: Hipotermia, calentamiento y normotermia; y establecer si los cálculos de flujos por ASC, IMC y MCM tienen algún impacto en la SVO ₂ en esos tres periodos.	La temperatura y la masa magra son predictores de la SVO ₂ .	--	Los pacientes obesos se encuentran hiperperfundidos en hipotermia al perfundir con IC de 2.4 L/min/m ² . Se sugiere hacer cálculos por Peso Magro.

ASC, Area de Superficie Corporal; CEC, Circulación Extracorpórea; Cx, Cirugía; IC, Índice Cardíaco; IMC, Índice de Masa Corporal; L/min/m², Litro x minuto x metro cuadrado; MCM, Masa Corporal Magra; SVO₂, Saturación Venosa de Oxígeno.

TABLA 2. CARACTERÍSTICAS DE LOS ESTUDIOS RELACIONADOS CON EL MANEJO DE PACIENTES OBESOS EN CEC.

TÍTULO, AUTOR, AÑO	TIPO DE ESTUDIO	OBJETIVO	N	METODOLOGÍA DEL ESTUDIO	RESULTADO 1	RESULTADO 2	CONCLUSIONES
Identifying optimal heparin management during cardiopulmonary bypass in obese patients: A prospective observational comparative study. Autor: Emmanuel Hass (2016)	Prospectivo Observacional Comparativo	Evaluar los cambios en las concentraciones de heparina y TCA durante la CEC comparando pacientes obesos y no obesos ante una dosis estándar de heparina inicial.	100	Periodo de 9 meses, consentimiento informado firmado, aprobado por la Institución de Salud. Inclusión: Pacientes adultos, programados para Cx coronaria o reemplazo valvular con CEC. Exclusión: Niños, Cx de urgencia, reoperación, trasplante, pacientes con dispositivos de asistencia ventricular, alergia a heparina.	Dosis inicial y total de heparina y protamina mayores en el grupo de PCT.	La diferencia entre el hematocrito pre y post operatorio fue mayor en el grupo de obesos, la estancia en UCI, la incidencia de complicaciones postoperatorias y la tasa de reoperación fueron similares en los dos grupos.	Administrar heparina basado en PCT total lleva a una sobredosis en pacientes obesos comparado con los no obesos y no existe relación con los resultados de TCA y la concentración plasmática de heparina.
Adjusted calculation model of heparin management during cardiopulmonary bypass in obese patients: A randomised controlled trial. Autor: Matthias Vienne (2018)	Randomizado Controlado	Validar un ajuste en la dosis inicial de heparina en pacientes obesos de acuerdo PCI en lugar del PCT alcanzando una concentración plasmática de heparina de 4.5 UI/ml.	60	Periodo de 6 meses, consentimiento informado firmado, aprobado por la Institución de Salud. Inclusión: Pacientes adultos con IMC > 30, programados para Cx valvular o coronario. Exclusión: Tratamiento preoperatorio con heparina, Cx de urgencia, reintervención, trasplante cardíaco, Cx para asistencia circulatoria y alergia a la heparina.	Se alcanzó la concentración objetivo de heparina en el grupo experimental de 4.5 UI/ml al inicio de la CEC y se mantuvo en todos los puntos durante el procedimiento. Las concentraciones de heparina fueron mayores en el grupo control.	El número de bolos adicionales para mantener TCA por encima de 400 s fueron similares en ambos grupos, la media de TCA fue significativamente menor en el grupo de PCI pero superando los 400 s.	El modelo ajustado de heparina a 340 mg/kg de PCI logró alcanzar la concentración de heparina de 4.5 UI/ml evitando con esto la sobredosis de heparina en la población obesa.
Heparin dose calculated according to lean body weight during on-pump heart surgery. Autor: Aslihan Aykut (2018)	Prospectivo Simple ciego Aleatorizado	Investigar la factibilidad de conseguir una anticoagulación adecuada con una dosis de heparina calculada de acuerdo al PCM y evaluar el sangrado postoperatorio, necesidad de transfusiones y reoperaciones por sangrado relacionado con sobredosis de heparina.	100	Periodo de 7 meses, consentimiento informado firmado, aprobado por la Institución de Salud. Inclusión: Pacientes adultos clase II - III ASA, programados para reemplazo valvular aórtico, mitral o ambos con CEC. Exclusión: Niños, coronarios, trasplantes, Cx de urgencia, pacientes con dispositivos de asistencia ventricular, pacientes con desórdenes hematológicos	Los valores de TCA después de administrada la heparina sistémica fueron mayores en el grupo PCT y los valores medidos una vez iniciada la CEC fueron similares en ambos grupos. El grupo de PCM requirió más dosis adicionales de heparina en CEC para mantener niveles de TCA objetivo.	El número de pacientes que requirieron dosis adicionales de protamina en UCI fue mayor en el grupo de PCT, los valores de hematocrito y plaquetas similares en ambos grupos. La pérdida de sangre postoperatoria, necesidad de transfusiones hemáticas, tiempo de VM y estancia en UCI fueron mayores en el grupo de PCT.	En los pacientes que se administró heparina de acuerdo al PCM se obtuvo una adecuada anticoagulación sin hacer distinción entre los pacientes con normopeso, sobrepeso u obesidad, así mismo disminuyó la dosis de protamina, sangrado postoperatorio, uso de productos sanguíneos y la estancia intrahospitalaria.
Can Lean Body Mass Be Used to Reduce the Dose of Heparin and Protamine for Obese Patients Undergoing Cardiopulmonary Bypass? Autor: R. Peter Alston (2006)	Prospectivo Comparativo	Determinar si los pacientes con sobrepeso y obesidad reciben una sobredosis de heparina y consecuentemente de protamina al recibir la dosis convencional de 300 UI de heparina por kg de peso.	27	Aprobado por el comité de ética Institucional, consentimiento informado firmado por los pacientes con IMC > 27. Inclusión: Pacientes programados para cirugía electiva de CABG por primera vez. Exclusión: Pacientes con exposición previa a heparina y a los que probablemente se les administraría protamina. Después de la inducción anestésica se realizó el cálculo de PCM por bioimpedancia eléctrica.	Niveles en TCA basales similares en ambos grupos.	Después de administrada la heparina sistémica, niveles de TCA mayores en el grupo de PCT con 667 s ± 47 vs 473s ± 25 en el grupo de PCM.	Las estimaciones de PCM pueden ser utilizadas para reducir hasta en un 25% las dosis de heparina y protamina administradas en pacientes con sobrepeso y obesidad sometidos a Cx cardíaca con CEC.

ASA, American Society of Anesthesiologists; CEC, Circulación Extracorpórea; Cx, Cirugía; IMC, Índice de Masa Corporal; PCI, Peso Corporal Ideal; PCM, Peso Corporal Magro; PCT, Peso Corporal Total; s, segundos; TCA, Tiempo de Coagulación Activado; UCI, Unidad de Cuidados Intensivos; UI/ml Unidades Internacionales x mililitro; VM, Ventilación Mecánica.

TABLA 3. CARACTERÍSTICAS DE LOS ESTUDIOS RELACIONADOS CON EL MANEJO DE PACIENTES OBESOS EN CEC.

TÍTULO, AUTOR, AÑO	TIPO DE ESTUDIO	OBJETIVO	N	CONCLUSIONES
Emergent cardiopulmonary bypass for a 180 kilogram patient: support with a single oxygenator. Autor: Kyler T. Hunter (2013)	Reporte de caso	Someter a CEC a un paciente con ASC de 2.73m ² bajo hipotermia moderada con un solo oxigenador para cambio valvular aórtico por endocarditis.	1	Se debe considerar la capacidad de transferencia de O ₂ y CO ₂ del oxigenador para utilizar en pacientes con ASC muy grandes ya sean casos emergentes o electivos.
The successful introduction of an adapted form of the mini extra corporeal circulation used for cardiac surgery in an obese patient. Autor: Patrizio Sartini (2012)	Reporte de caso	Proponer un abordaje progresivo de un minicircuito de CEC, demostrando su uso exitoso en un paciente obeso.	1	La integración de un oxigenador más pequeño en un mini circuito de CEC podría ser una contribución positiva en el esfuerzo continuo de incrementar la optimización de la perfusión.
Thoracoabdominal aortic repair in a 190-kg patient: optimized perfusion with two oxygenators. Autor: Erich Gyax (2001)	Reporte de caso	Brindar soporte extracorpóreo con doble oxigenador a un paciente con obesidad mórbida para reparación de aorta toraco-abdominal bajo hipotermia profunda, paro circulatorio y circulación cerebral.	1	El uso de dos oxigenadores en paralelo permitió un adecuado aporte de oxígeno durante todas las fases de la intervención además del beneficio de acelerar el periodo de recalentamiento.
Cardiopulmonary bypass and deep hypothermic circulatory arrest in a massively obese patient. Autor: J Molnar (2008)	Reporte de caso	Brindar soporte extracorpóreo a un paciente con obesidad mórbida para reemplazo de raíz y arco aórtico bajo hipotermia profunda y paro circulatorio.	1	Se requiere hacer combinaciones de productos para lograr el rendimiento adecuado. No existe en el mercado un equipo diseñado para satisfacer las demandas de este grupo de pacientes.

ASC, Área de Superficie Corporal; CEC, Circulación Extracorpórea; CO₂, Dióxido de Carbono; m², metro cuadrado; O₂, Oxígeno.

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS ESTUDIOS.

Los profesionales de la salud frecuentemente tienen experiencia limitada con la búsqueda y evaluación de la evidencia además de la escasez de tiempo para dedicar a esa actividad. El lenguaje específico de esa disciplina, la tarea metodológica y la falta de estudios publicados para responder muchas preguntas clínicas, se suman a las barreras que enfrentan los profesionales de la salud para mejorar la toma de decisiones basadas en evidencia dentro de sus áreas de trabajo.⁵

Con el objetivo de mejorar el acceso a la evaluación de la evidencia para los profesionales de la salud, un grupo de médicos y metodólogos del Cincinnati Children's Hospital Medical Center desarrollaron un conjunto de herramientas, para guiar los procesos de calidad de manera estandarizada utilizando un lenguaje amigable, que fueron diseñadas para ser flexibles, tanto para satisfacer las necesidades de los usuarios con diferentes niveles de habilidad, como para ser útiles en proyectos de evaluación de evidencia derivados de una amplia gama de preguntas clínicas. Denominaron a la

colección de herramientas LEGEND (*Let Evidence Guide Every New Decision*).⁵

Con esta herramienta se le asigna un número y una letra al estudio otorgado por el peso de la investigación; los números van desde el uno al cinco dependiendo del tipo de investigación, así, el número uno está destinado a revisiones sistemáticas, metanálisis y metasíntesis. El número dos para estudios randomizados controlados. El número tres para estudios prospectivos. El número cuatro para estudios retrospectivos, casos y controles, longitudinales, transversales, descriptivos, etc. y el número cinco para reportes de casos, publicación de opiniones de expertos, directrices, etc. Las letras "a" o "b" se utilizan para definir si el estudio es de buena calidad (a) o menor calidad (b) (Tabla 4).

Los investigadores de esta revisión utilizaron los recursos y herramientas de Cincinnati Children's LEGEND para evaluar la calidad de los estudios, siguieron un algoritmo para ubicar cada estudio y aplicaron un formato específico de evaluación a cada tipo de estudio, lo que permitió calificar así el nivel de evidencia y el grado de recomendación (Tabla 5).



LEGEND
 Let Evidence Guide Every New Decision
Table of Evidence Levels

TABLE OF EVIDENCE LEVELS: Levels of Individual Studies by Domain, Study Design, & Quality

DOMAIN OF CLINICAL QUESTION	TYPE OF STUDY / STUDY DESIGN																			
	Systematic Review Meta-Analysis	Meta-Synthesis	RCT ⁺	CCT ⁺	Psychometric Study	Qualitative Study	Cohort - Prospective	Cohort - Retrospective	Case - Control	Longitudinal (Before/After, Time Series)	Cross - Sectional	Descriptive Study Epidemiology Case Series	Quality Improvement (PDSA)	Mixed Methods Study	Decision Analysis Economic Analysis Computer Simulation	Guidelines	Case Reports N-of-1 Study	Bench Study	Published Expert Opinion	Local Consensus Published Abstracts
Intervention <i>Treatment, Therapy, Prevention, Harm, Quality Improvement</i>	1a* 1b*		2a 2b	3a 3b		4a 4b	3a 3b	4a 4b	4a 4b	4a 4b	4a 4b	4a 4b	4a 4b	2a/2b 3a/3b 4a/4b	5a 5b	5a 5b	5a 5b	5a 5b	5a 5b	5
Diagnosis / Assessment	1a 1b			2a 2b	2a 2b		3a 3b	4a 4b			4a 4b	4a 4b		2a/2b 3a/3b 4a/4b	5a 5b	5a 5b	5a 5b	5a 5b	5a 5b	5
Prognosis	1a 1b						2a 2b	3a 3b	4a 4b		4a 4b	4a 4b		2/3/4 a/b	5a 5b	5a 5b	5a 5b	5a 5b	5a 5b	5
Etiology / Risk Factors	1a 1b		2a 2b	3a 3b			3a 3b	4a 4b	4a 4b		4a 4b	4a 4b		2/3/4 a/b	5a 5b	5a 5b	5a 5b	5a 5b	5a 5b	5
Incidence	1a 1b						2a 2b	3a 3b				4a 4b				5a 5b	5a 5b	5a 5b	5a 5b	5
Prevalence	1a 1b								2a 2b		3a 3b	4a 4b				5a 5b	5a 5b	5a 5b	5a 5b	5
Meaning / KAB⁺		1a 1b			2a 2b									2/3/4 a/b		5a 5b	5a 5b	5a 5b	5a 5b	5

* a = good quality study b = lesser quality study

⁺ CCT = Controlled Clinical Trial KAB = Knowledge, Attitudes, and Beliefs RCT = Randomized Controlled Trial

Shaded boxes indicate study design may not be appropriate or commonly used for the domain of the clinical question.

TÍTULO	TIPO DE ESTUDIO	NIVEL DE EVIDENCIA
Literature Review of Large Patients Undergoing Cardiopulmonary Bypass: Concerns, Management and Future Considerations	Revisión de la literatura	1b
Lean Flow: Optimizing Cardiopulmonary Bypass Equipment and Flow for Obese Patients-A Technique Article	Retrospectivo	3b
Determination of pump flow rate during cardiopulmonary bypass in obese patients avoiding hemodilution	Randomizado, Controlado	2b
Is body surface area still the best way to determine pump flow rate during cardiopulmonary bypass?	Comparativo	4a
Identifying optimal heparin management during cardiopulmonary bypass in obese patients: A prospective observational comparative study	Prospectivo, Observacional, Comparativo	3a
Adjusted calculation model of heparin management during cardiopulmonary bypass in obese patients: A randomised controlled trial	Randomizado, Controlado	2a
Heparin dose calculated according to lean body weight during on-pump heart surgery.	Prospectivo, Simple ciego, Aleatorizado	2a
Can Lean Body Mass Be Used to Reduce the Dose of Heparin and Protamine for Obese Patients Undergoing Cardiopulmonary Bypass?	Prospectivo, Comparativo	2a
Emergent cardiopulmonary bypass for a 180 kilogram patient: support with a single oxygenator	Reporte de caso	5a
The successful introduction of an adapted form of the mini extra corporeal circulation used for cardiac surgery in an obese patient	Reporte de caso	5a
Thoracoabdominal aortic repair in a 190-kg patient: optimized perfusion with two oxygenators	Reporte de caso	5a
Cardiopulmonary bypass and deep hypothermic circulatory arrest in a massively obese patient	Reporte de caso	5a

Resultados clínicos de la conducta de perfusión en el manejo de los pacientes obesos en CEC:

Resultados de estudios para modificación de circuitos de CEC en pacientes obesos.

Los siguientes estudios tienen relación con las modificaciones en el circuito de CEC, el primero se trata de un estudio retrospectivo, en el que investigó el uso de circuitos de CEC de tamaño reducido para pacientes obesos, revisaron 2 816 expedientes, el 42% de ellos correspondía a pacientes con IMC >30. Se obtuvo como resultado un aumento en los valores de hemoglobina y disminución en la transfusión de productos sanguíneos en el grupo de circuitos y flujos reducidos.³ El siguiente estudio es una revisión de la literatura en la que se analizan los diferentes reportes de casos publicados de pacientes con ASC por encima de 2,68 m² en los que describen el uso exitoso de oxigenadores en paralelo, reservorios de cardiomotía extras, utilización de tubería de 1/2" del lado arterial, doble línea de drenaje venoso, etc.⁶ Los estudios restantes son reportes de casos, en uno de ellos se registra el uso de un mini circuito de CEC en un paciente con 2,46 m² de ASC. En otro se reporta el uso exitoso de dos oxigenadores en paralelo en un paciente de 190 kg con hipotermia profunda y paro circulatorio, y resaltan la necesidad de un menor tiempo de recalentamiento.⁷ Otro reporte de un paciente con 3,2 m² de ASC en el que se utilizaron dos reservorios de cardiomotía y bolsas vacías adicionales al circuito de CEC, para acomodar el elevado volumen sanguíneo del paciente al momento de realizar el paro circulatorio.⁸ El último reporte es de un paciente con ASC de 2,73 m² en el que no se realizan modificaciones en el circuito de CEC por la emergencia de la preparación pero sugieren la incorporación de doble membrana de oxigenación para casos futuros.⁹

Resultados de estudios para cálculo de flujos de CEC en pacientes obesos.

De los dos estudios reportados para calcular el flujo sanguíneo en CEC, en esta población de pacientes, el primero de ellos fue un estudio randomizado y controlado con un total de 50 pacientes. En el grupo control, conformado por 25 pacientes, emplearon un flujo de CEC de 2,4 l/min/m² de ASC real, en el grupo de estudio conformado por 25 pacientes, usaron un flujo de CEC de 2,4 l/min/m² de ASC ajustado a un IMC de 25 en pacientes obesos y de 28 en pacientes con obesidad mórbida. Se obtuvieron como resultados parámetros de

perfusión de órganos, saturación venosa de oxígeno y diuresis comparables en ambos grupos.¹⁰ En el siguiente estudio realizaron el cálculo del flujo sanguíneo en CEC con base en el PCM y hallaron que la perfusión con flujos fijados a 2,4 l/mim/m² basados en cálculos de ASC no son adecuados ya que podrían incurrir en una perfusión excesiva.¹¹

Resultados de estudios para anticoagulación en CEC de pacientes obesos.

En relación con la conducta de perfusión para el manejo de la heparina y protamina en pacientes obesos sometidos a CEC están publicados 4 estudios. El primero fue un estudio prospectivo, observacional y comparativo en 50 pacientes obesos y 50 pacientes no obesos a los que se les administró 300 UI de heparina de acuerdo al PCT. El estudio concluyó que administrar heparina basado en el PCT lleva a una sobredosis en pacientes obesos comparado con los no obesos.¹² En el siguiente estudio los autores quisieron validar un ajuste en la dosis inicial de heparina en pacientes obesos de acuerdo al PCI en lugar del PCT. Fue un estudio randomizado y controlado conformado por 60 pacientes obesos: el grupo experimental conformado por 33 pacientes (340 UI de heparina ajustado a PCI), y el grupo control conformado por 27 pacientes (300 UI de heparina por PCT). Observaron que los pacientes del grupo experimental lograron alcanzar la concentración de heparina plasmática deseada con lo que se evitó la sobredosis de heparina en la población obesa.¹³ El siguiente estudio utilizó el PCM para realizar el cálculo de heparina, fue un estudio prospectivo, simple ciego y aleatorizado conformado por 100 pacientes dividido en dos grupos: El grupo 1 con 50 pacientes recibió la dosis de heparina de acuerdo al PCT y al grupo 2 con 50 pacientes se le administró la dosis de heparina ajustada al PCM. Concluyeron que en los pacientes a los que se administró heparina de acuerdo al PCM se obtuvo una adecuada anticoagulación sin hacer distinción entre los pacientes con normopeso, sobrepeso u obesidad.¹⁴ El siguiente estudio fue de tipo prospectivo y comparativo en el que estudiaron dos grupos de pacientes con IMC > 30, el primer grupo conformado por 13 pacientes recibió la dosis de 300 UI de heparina por PCT. El segundo grupo conformado por 14 pacientes recibió la dosis de 300 UI de heparina ajustado al PCM. Se obtuvieron niveles en TCA basales similares en ambos grupos, después de administrada la heparina sistémica, se registraron cifras mayores de TCA en el grupo de PCT con 667 s ± 47 vs 473 s ± 25 en el grupo de PCM. Los autores concluyeron que se pueden reducir las dosis de heparina y protamina hasta en un 25%.¹⁵

DISCUSIÓN

Los perfusionistas día a día se esfuerzan por mantenerse actualizados y poder brindar a los usuarios los últimos avances en la ciencia de la perfusión con la mayor tecnología al alcance sin dejar de lado la seguridad de los pacientes. En los tópicos con relación a la conducta de perfusión para el manejo de los pacientes obesos resalta lo siguiente:

CIRCUITOS

El análisis de los estudios con relación a las modificaciones de los circuitos de CEC van desde realizar reducciones utilizando minicircuitos hasta colocar aditamentos especiales para lograr acomodar el elevado volumen sanguíneo de estos pacientes, por lo tanto no se logra conseguir un consenso sobre qué actuación es la ideal y dependerá siempre de las particularidades y de la complejidad de cada caso. Por un lado, algunos autores de estudios defienden que la integración de un oxigenador más pequeño en un mini circuito de CEC podría ser una contribución positiva en el esfuerzo continuo de incrementar la optimización de la perfusión.¹⁶ Que los circuitos minimizados de CEC proveen perfusión suficiente en todos los rangos de IMC siendo equivalente a los equipos convencionales y que el uso de circuitos más pequeños reducen el volumen de cebado y como consecuencia se puede alcanzar un mayor porcentaje de volumen reemplazado al realizar el llenado autólogo retrógrado. Se hace notar que los perfusionistas hacen esfuerzos continuamente por minimizar la hemodilución y evitar el uso de productos sanguíneos.⁴

Por otro lado algunos estudios sugieren considerar la capacidad de transferencia de O₂ y CO₂ del oxigenador para utilizar en pacientes con ASC muy grandes, ya sean casos emergentes o electivos.⁹ Diferentes estudios sugieren agregar una línea extra de llegada al reservorio de cardiectomía para mejorar el retorno venoso, adicionar reservorios venosos o bolsas extras para acomodar el volumen sanguíneo del paciente.^{6,17} En algunos incluso utilizan una tubería de 1/2 " del lado arterial y oxigenadores en paralelo para alcanzar los requerimientos metabólicos del paciente.^{6,7}

FLUJOS DE PERFUSIÓN

En relación con los flujos de perfusión, aún se realizan los cálculos en los pacientes obesos de igual forma que en los pacientes no obesos o al menos no se ha documentado lo contrario. Hasta este momento no hay estudios suficientes

que permitan reducir los flujos de manera segura en esta población y los perfusionistas no toman el riesgo de las consecuencias derivadas de la hipoperfusión que pueden ocasionar dichas reducciones. En el estudio realizado por Luisa Santambrogio et al demostraron que es adecuado utilizar el peso ideal del paciente obeso para calcular el flujo sanguíneo en CEC, manteniendo parámetros de perfusión en cifras ideales y se debate la utilización de la fórmula que se ha empleado desde los inicios de la perfusión para el cálculo del flujo sanguíneo en pacientes obesos.¹⁰

Joshua M. Blessing *et al*, en su estudio, resaltan que utilizando flujos de perfusión de acuerdo al peso magro se pueden utilizar circuitos de CEC más pequeños, para satisfacer las necesidades metabólicas del paciente. Sugieren que guiándose a través de algoritmos para la selección de los pacientes candidatos a dichas reducciones, se pueden utilizar también cánulas de menor diámetro y hacen mención de que las mujeres son manejadas de modo similar a los hombres a pesar de las diferencias en las necesidades fisiológicas. Plantean que en una mujer y un hombre con un ASC igual, la mujer tiene más riesgo de requerir concentrados de eritrocitos por mayor hemodilución, por lo que iniciaron su proyecto reduciendo los circuitos de CEC en mujeres.⁴

ANTICOAGULACIÓN

Las desviaciones fisiopatológicas en los pacientes obesos influyen también en la farmacocinética y farmacodinamia de algunas drogas y en el manejo por parte de anestesia y cirugía usualmente lo toman en cuenta, para disminuir o evitar dificultades potenciales. A pesar de esos descubrimientos, no hay diferencias reportadas en el manejo de los fármacos utilizados por los perfusionistas en los pacientes obesos, especialmente lo relacionado con el manejo de la anticoagulación y su reversión.¹⁰ El manejo de la anticoagulación en CEC para pacientes obesos aún es incierto, la mayoría de los perfusionistas no hacen distinción al momento de administrar la heparina sistémica, previo al inicio de la CEC. En una encuesta realizada en Latinoamérica en el año 2022 el 68 por ciento de los perfusionistas encuestados administra 3 mg/kg de peso tal como se hace en los pacientes no obesos. Sin embargo, por los resultados obtenidos en esa encuesta se demuestra que existe un elevado interés en la optimización e individualización de la heparinización de pacientes obesos.¹⁸

Las altas dosis de heparina administradas en CEC pueden producir sangrado en el periodo postoperatorio y causar hemorragias no quirúrgicas como la intracraneal, gastrointestinal o del sistema urinario e incrementar la necesidad de transfusiones sanguíneas postoperatorias y de reintervenciones. La vida media de la heparina en el plasma es entre una y dos horas dependiendo de la dosis. Cuando son utilizadas dosis altas de heparina, ésta se une a receptores en las células endoteliales, a macrófagos y a proteínas plasmáticas lo que hace que su eliminación a través de los riñones sea más lenta y prolonga su vida media.¹⁴ La farmacocinética de la heparina incluye un proceso periférico por el cual la heparina es convertida del estado libre al estado unido. En el periodo postoperatorio la heparina se une a los tejidos periféricos y se redistribuye al compartimiento central, este fenómeno es conocido como rebote de heparina y puede incrementar el volumen de sangrado después de la CEC.¹⁴

La vida media del sulfato de protamina es más corta que la vida media de la heparina, por lo tanto, al momento de neutralizar el efecto del anticoagulante, que es inmediato, este solamente causará ese efecto en la heparina circulante, no así en la heparina que está unida a los tejidos. La administración excesiva de sulfato de protamina en ausencia de suficiente concentración de heparina está asociada con el sangrado postoperatorio e incrementa la tasa de transfusiones.¹⁴

La dosis de sulfato de protamina es regularmente calculada con base en la dosis inicial de la heparina o de la dosis total empleada durante todo el procedimiento. Administrar una dosis inadecuada puede influir en la hemostasia del paciente y aumentar el riesgo de presentar hemorragia postoperatoria.¹⁹

Uno de los estudios analizados demuestra que administrar heparina basado en PCT total lleva a una sobredosis en pacientes obesos comparado con los no obesos y no existe relación con los resultados de TCA y la concentración plasmática de heparina.¹² En otro estudio sugieren calcular la dosis de heparina ajustado a 340 mg/kg de PCI en pacientes obesos y sus resultados mostraron que se logró alcanzar la concentración de heparina de 4,5 U/ml evitando con esto la sobredosis de heparina en esa población.¹³

Los estudios en los que utilizaron el PCM para realizar el cálculo de heparina demostraron que se puede alcanzar un adecuado nivel de anticoagulación en los pacientes obesos y de esta manera se logra reducir hasta en un 25% las dosis

de heparina y protamina administradas en pacientes con sobrepeso y obesidad sometidos a cirugía cardíaca con CEC.¹⁵

CONCLUSIONES

El incremento de la población con obesidad es cada vez mayor y esto se ve reflejado en el día a día de los perfusionistas, los estudios publicados son insuficientes para lograr una estandarización en relación a modificación de circuitos y flujos de CEC así como al manejo de la anticoagulación y su reversión.

De acuerdo con lo analizado en esta revisión sistemática los investigadores concluyen:

1. No existe suficiente evidencia y hay falta de consenso en la estrategia del diseño de circuitos y aditivos como oxigenados y reservorios de cardiología extras para lograr una adecuada oxigenación y evitar la hemodilución en esta población de pacientes.
2. Se recomienda manejar a los pacientes obesos con flujos inferiores al ideal 2,4 l/min/m² de ASC como se hace en pacientes no obesos, siempre y cuando no se comprometa la entrega de oxígeno a los tejidos.
3. Es altamente recomendado que la heparinización de los pacientes obesos sometidos a circulación extracorpórea sea realizada de forma diferente a los pacientes no obesos, aún faltan estudios para determinar si el cálculo debe hacerse por PCI, PCM o a través de una dosis modificada estándar para este tipo de pacientes.

Por lo que la conducta de perfusión en el manejo de los pacientes obesos sometidos a cirugía cardíaca con CEC es y debe ser diferente a los pacientes no obesos.

LIMITACIONES

Los investigadores se encontraron con la limitante de la escasez de artículos publicados relacionando obesidad y CEC en las diferentes plataformas a las que se tiene acceso aunado a las restricciones para poder descargar algunos de ellos.

CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

FINANCIAMIENTO

Los autores no recibieron ningún tipo de financiamiento para realizar esta investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Rodríguez LE. Obesidad: fisiología, etiopatogenia y fisiopatología. *Rev Cubana Endocrinol* [Internet]. 2003[citado 2023 Ago 05];14(2):. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-29532003000200006&lng=es.

2. Duelo MM, Escribano CE, Muñoz F. Obesidad. *Rev Pediatr Aten Primaria*. 2009;11 Supl 16:s239-s257.

3. Frigolet ME., Dong-Hoon K, Cañizales-Quinteros S, Gutiérrez-Aguilar R. Obesidad, tejido adiposo y cirugía bariátrica. *Bol. Med. Hosp. Infant. Mex* [Internet]. 2020 [citado 2023 Ago 05];77(1):3-14. Disponible en: <https://doi.org/10.24875/bmhim.19000115>.

4. Blessing J, Riley J. Lean Flow: Optimizing Cardiopulmonary Bypass Equipment and Flow for Obese Patients - A Technique Article. *J Extra Corpor Technol*. 2017; 49:30-5.

5. Clark E, Burkett K, Stanko-Loop D. Let evidence guide every new decision (LEGEND): an evidence evaluation system for point-of-care clinicians and guideline development teams. *Journal of evaluation in clinical practice*. 2009;15(6):1054-60.

6. Hamilton C. Literature Review of large patients undergoing cardiopulmonary bypass, management and future considerations. *Kardiotechnik*. 2020;029(4):124-30.

7. Gyax E, Schupbach P, Carrel T. Thoracoabdominal aortic repair in a 190 kg patient: Optimized perfusion with two oxygenators. *Ann Thorac Surg*. 2001;71:347-49.

8. Lopez J, Esteve F, Manez R, Torrado H, Carrio M, Rodríguez D, et al. The influence of body mass index on outcomes in patients undergoing cardiac surgery: does the obesity paradox really exist? *PLoS One*. 2015;17;10(3):e0118858.

9. Hunter K, Lopez A, Yun K. Emergent cardiopulmonary bypass for a 180 kilogram patient: Support with a single oxygenator. *JECT*. 2013;45:178-82.

10. Santambrogio L, Leva C, Musazzi G, Bruno P, Vailati A, Zecchillo F, et al. Determination of pump flow rate during

cardiopulmonary bypass in obese patients avoiding hemodilution. *J Card Surg*. 2009;24:245-49.

11. Alston P, Anderson A, Sanger K. Is body surface area the best way to determine pump flow rate during cardiopulmonary bypass? *Perfusion*. 2006;21(3):139-47.

12. Hass E, Fischer F, Levy F, Degirmenci S, Grunebaum L, Kindo M, et al. Identifying optimal heparin management during cardiopulmonary bypass in obese patients: A prospective observational comparative study. *Eur J Anesthesiol*. 2016;33: 408-16.

13. Vienne M, Hass E, Thibaut W, Grunebaum L, Levy F, Sattler L, et al. Adjusted calculation model of heparin management during cardiopulmonary bypass in obese patients. *Eur J Anesthesiol*. 2018;35:613-20.

14. Aykut A, Sabuncu U, Demir Z, Balci E, Turkan B, Unal U, et al. Heparine dose calculated according to lean body weight during on-pump heart surgery. *Turk Gogus Kalp Dama*. 2018; 26(4):528-35.

15. Baker M, Skoyles J, Shajar M, Skinner H, Richens D, Mitchell I. Can lean body mass be used to reduce the dose of heparin and protamine for obese patients undergoing cardiopulmonary bypass? *JECT*. 2005; 37:153-56.

16. Sartini P, Winfield A, Bizzarri F. The successful introduction of an adapted form of the mini extracorporeal circulation used for cardiac surgery in an obese patient. *JCTS*. 2012;7(20).

17. Molnar J, Colah S, Larobina M, Large S, Arrowsmith J, Klein A. Cardiopulmonary Bypass and deep hypothermic circulatory arrest in a massively obese patient. *Perfusion*. 2008;23(4): 243-45.

18. Rivera K. Estado actual de la heparinización y monitoreo de la anti-coagulación durante circulación extracorpórea en pacientes adultos: tendencias en latinoamérica. *En Bomba*. 2022; 6(1):17-31.

19. Wahba A, Milojevic M, Boer C, De Somer FMJJ, Gudbjartsson T, van den Goor J, Jones TJ, Lomivorotov V, Merkle F, Ranucci M, Kunst G, Puis L; EACTS/EACTA/EBCP Committee Reviewers. 2019 EACTS/EACTA/EBCP guidelines on cardiopulmonary bypass in adult cardiac surgery. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2020;57(2):210-51.