

Universidad de Zaragoza **Facultad de Ciencias de la Salud**

Grado en Enfermería

Curso Académico 2014 / 2015

TRABAJO FIN DE GRADO
Protocolo de Circulación Extracorpórea: el rol de la Enfermera
Perfusionista en Cirugía Cardiaca

Autor/a: Pablo Calavia Galé

Director: Ana María Gascón Catalán

Índice

Resumen y palabras clave.....	3
Abstract and keywords.....	4
Introducción.....	5
Objetivos	6
Objetivo general.	6
Objetivos específicos.	6
Metodología	7
Desarrollo	9
Titulo	9
Autor.....	9
Revisores externos:	9
Declaración de conflictos de intereses.....	9
Justificación	9
Objetivos.	9
Objetivo general	9
Objetivos específicos.	9
Profesionales a los que va dirigido.....	10
Población diana.	10
Metodología	10
Actividades o procedimientos.	10
Montaje de bomba, cebado y desburbujeo.....	10
Acogida del paciente.....	12
Anticoagulación y anestesia.....	12
Canulación y entrada en bomba.....	13
Cardioplejia y protección miocárdica.....	13
Monitorización y mantenimiento de CEC.....	15
Recalentamiento y salida de bomba.....	16
Algoritmo de actuación.	17
Indicadores de evaluación.....	18
Glosario.....	19
Bibliografía.....	19
Anexos	19
Conclusiones	20
Bibliografía.	21
Anexos	23

Anexo 1: Análisis estadístico de las encuestas.	23
Anexo 2: Checklist para el montaje.	27
Anexo 3: Conexiones a realizar para el montaje del circuito principal de la CEC.....	28
Anexo 4: composición de la cardioplejia.	28
Del Nido.....	28
Cardi-Braun.....	28
Celsior.	28
St Thomas 2.....	29
Anexo 5: Intervalos de referencia biológicos para la monitorización durante CEC.....	30
Anexo 6: Listado de parámetros a recoger.	31

Resumen y palabras clave.

La circulación extracorpórea resulta imprescindible en las intervenciones de cirugía cardiaca por la necesidad de detener la actividad del corazón y los pulmones. La perfusión del organismo se consigue mediante el uso de una bomba que oxigena e impulsa la sangre supliendo la función de corazón y pulmones. Es la enfermera la que se encarga de manejar esta bomba y en definitiva del mantener el cuerpo del paciente correctamente perfundido.

El objetivo principal de este trabajo fue el de elaborar un protocolo que sirva de base a las actuaciones enfermeras durante la circulación extracorpórea al mismo tiempo que ayude a difundir el papel de la enfermera perfusionista.

Se realizó una revisión bibliográfica en las bases de datos PubMed, ScienceDirect, Cuiden+ y Dialnet. También se consultaron los fondos de organismos nacionales (Asociación Española de Perfusionistas) e internacionales (Consorcio Internacional para la Perfusion Basada en la Evidencia). A partir de la evidencia encontrada se elaboró un protocolo siguiendo la guía para la elaboración de protocolos basados en la evidencia del Instituto Aragonés de la Salud.

En conclusión, es importante poner a disposición de los profesionales de enfermería implicados un protocolo que estandarice su labor, aplicando la mejor evidencia posible. Igualmente sería interesante añadir unas nociones sobre esta labor enfermera al currículo del Grado en Enfermería de manera que se dé a conocer el papel de la perfusionista.

Palabras clave: circulación extracorpórea, perfusionista, cirugía cardíaca, enfermería.

Abstract and keywords.

Cardiopulmonary bypass is essential in cardiac surgery by the need to stop the activity of the heart and lungs. The organism's perfusion is achieved by using a pump that pushes and oxygenates blood supplying the heart and lung function. Is the nurse who is in charge of handle this pump and ultimately maintain the patient's body well perfused.

The main goal of this end of degree project was to develop a protocol as a basis of the nurse intervention during cardiopulmonary bypass helping by the time to spread the role of the perfusionist nurse.

A literature review was performed the databases PubMed, ScienceDirect, Cuiden+ and Dialnet. The funds of national (Spanish Asociation of Perfusionists) and international (International Consortium for Evidence Based Perfusion) were also consulted. From the evidence found and following the guidance for protocol developing evidence-based of the Aragon Institute of Health protocols a protocol was made.

In conclusión, it is important to make available to professionals involved a protocol that standardize their work, applying the best evidence. In the same way it would be interesting to add some notions of this nurse task in the Nursing Degree curriculum to make known the role of the perfusionist.

Keywords: cardiopulmonary bypass, perfusionist, cardiac surgery, nursing.

Introducción.

La circulación extracorpórea (CEC) es una técnica utilizada en intervenciones de cirugía cardiaca mediante una derivación cardiopulmonar. Dicha técnica permite mantener el organismo correctamente perfundido y oxigenado con el corazón y los pulmones en reposo, manteniendo además el corazón exangüe, minimizando la distensión del miocardio y facilitando las maniobras quirúrgicas. (1)

Los antecedentes de esta técnica fueron sentados por John H. Gibbon, que la utilizó por primera vez en el año 1953 para cerrar una comunicación interauricular. Desde entonces las técnicas de perfusión han avanzado mucho hasta llegar a nuestros días en los cuales se utilizan materiales biocompatibles, circuitos más pequeños y demás avances que se encaminan a prodigar una perfusión más fisiológica, menos traumática y más segura.(2, 3)

Fundamentalmente durante una derivación cardiopulmonar se canula, bien la orejuela de la aurícula derecha, o bien ambas cavas que por gravedad drenan la sangre del organismo a un reservorio en el cual a través de una membrana la sangre es oxigenada y devuelta al organismo mediante una bomba y a través de una canula insertada en la aorta. Además de este circuito principal existen al menos otros dos, uno de ellos encargado de aspirar la sangre de las cavidades del corazón hacia el oxigenador y otro de ellos encargado de administrar solución cardiopléjica, bien de manera anterógrada (a través de las arterias coronarias pasando por la raíz de la aorta o por los ostium coronarios) o bien de manera retrograda por las venas coronarias a través del seno coronario. Esta solución cardiopléjica es la que permite detener la actividad del corazón facilitando la labor del cirujano al mismo tiempo que protege el miocardio de los daños causados por isquemia-reperfusión. La máquina de circulación extracorpórea también requiere de la presencia de un intercambiador de calor de manera que se pueda controlar la temperatura de la sangre que se envía a la circulación sistémica (para obtener un determinado de grado de hipotermia) y la temperatura de la cardioplejia que se inyecta directamente en el corazón. Igualmente es necesario que exista un sistema para medir el TCA (tiempo de coagulación activado) ya que durante toda la extracorpórea la coagulación debe ser monitorizada estrechamente. (2, 4-9)

La circulación extracorpórea se aplica fundamentalmente en las intervenciones de cirugía cardiaca, no obstante también se puede aplicar en trasplantes hepáticos e intervenciones de neurocirugía. Las intervenciones más relevantes a nivel cardiaco por su frecuencia y que utilizan CEC son: valvulopatías (principalmente de la válvula aórtica), disecciones aorticas, trasplante cardiaco, comunicación inter-auricular e interventricular y la cirugía de reperfusión miocárdica (bypass).(2, 9)

Por la severidad de estas intervenciones, su frecuencia y la complejidad técnica que entraña una derivación cardiopulmonar se manifiesta la necesidad de la elaboración de un protocolo.

Objetivos

Objetivo general.

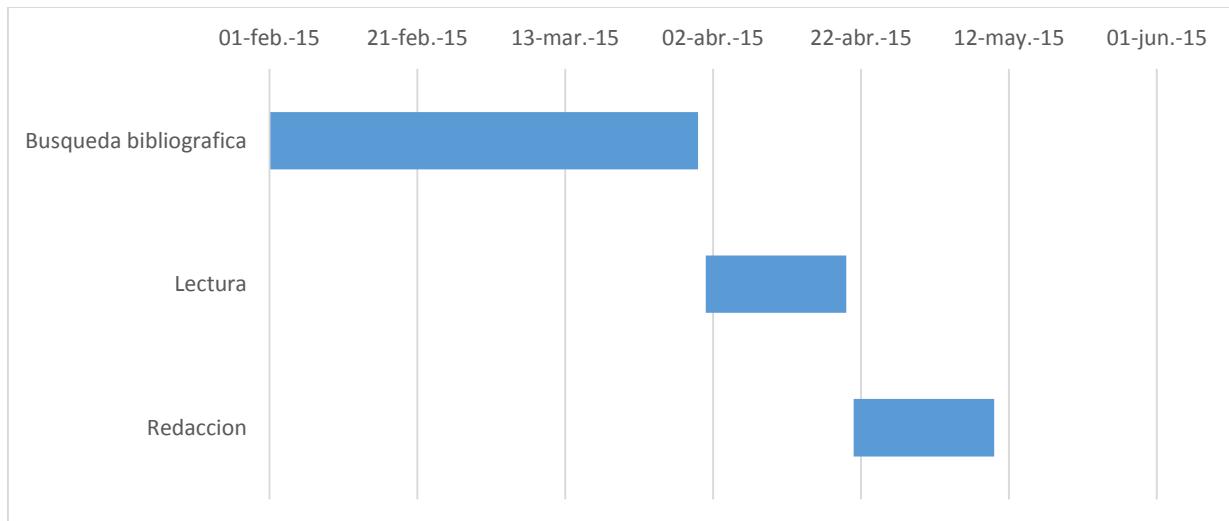
Elaborar un protocolo que sirva como base a las actuaciones enfermeras realizadas durante la circulación extracorpórea y al mismo tiempo ayude a difundir el papel de la enfermera perfusionista en las intervenciones de cirugía cardiaca.

Objetivos específicos.

- Difundir las acciones fundamentales que permiten llevar a cabo una derivación cardiopulmonar.
- Dar a conocer el papel de la enfermera perfusionista, encargada de mantener la CEC.
- Sentar las bases para la incorporación de los conocimientos derivados de la enfermería perfusionista al currículo del Grado en Enfermería.

Metodología

La realización de este trabajo se basó en el siguiente Diagrama de Gantt:



Se efectuó una búsqueda bibliográfica en las siguientes bases de datos: PubMed, ScienceDirect, Cuiden+, Dialnet utilizando como palabras clave “circulación extracorpórea” “perfusiónista” “cirugía cardiaca” “cardiopulmonary bypass” (término del MeSH), “cardioplegia” y “cardiac surgery”.

Igualmente se consultó el catálogo de la Biblioteca de la Universidad de Zaragoza, fondos privados y el repositorio digital de la Asociación Española de Perfusionistas (AEP). También se consultó la web Consorcio Internacional para la Perfusión Basada en la Evidencia (ICEBP).

Del total de artículos recuperados se realizó una primera selección en base a su título y/o resumen. Los artículos resultantes fueron leídos en su totalidad siendo incluidos o excluidos en función de su relevancia con el trabajo.

Igualmente se recabó información in-situ en los quirófanos de Cirugía Cardiaca del Hospital Universitario Miguel Servet gracias a la disposición y buen hacer de la profesora asociada del Grado en Enfermería Gloria Bara Machín y del equipo de perfusionistas de dicho hospital.

Para valorar el grado de conocimiento sobre estas técnicas entre la población de enfermeras y estudiantes de enfermería se realizó una encuesta que fue alojada en el portal Google Drive® en la que se preguntó por el sexo, el lugar de trabajo, el grado de conocimiento sobre las técnicas de CEC, quien cree que desempeña la labor de mantener la CEC y si querría saber más sobre la CEC. Del mismo modo se pidió valorar del 1 al 10 la necesidad de un protocolo sobre CEC, la posibilidad de que estos procedimientos constituyesen una especialidad propia en el EIR y la inclusión del estudio de estos procedimientos en el currículo del Grado en Enfermería. El análisis de las respuestas obtenidas se realizó mediante IBM SPSS Statistics v.22.

Se va a elaborar un protocolo siguiendo la guía para la elaboración de protocolos basados en la evidencia del Instituto Aragonés de la Salud.

Base de datos	Términos	Limites	Recuperados	Seleccionados	Utilizados
PubMed	Cardiopulmonary Bypass	5 años	157	34	8
	Cardioplegia	Texto completo			
	Cardiac Surgery	Inglés, Francés, Español			
Science direct	Cardiopulmonary Bypass	5 años	223	12	3
	Circulación extracorpórea				
AEP		5 años	19	13	12
Dialnet	circulación extracorpórea	5 años Texto completo	33	7	2
	cardiopulmonary bypass				
Cuiden	Perfusionista	5 años	68	1	0
	Circulación extracorpórea				
Catálogo de la Biblioteca de la Universidad de Zaragoza	circulación extracorpórea	Sin limitación	45	2	2
	Cirugía cardiaca				
	Cirugía torácica				

Desarrollo

Titulo

Protocolo: circulación extracorpórea

Autor

Pablo Calavia Galé

Revisores externos:

Ana María Gascón Catalán

Declaración de conflictos de intereses.

El autor declara no tener conflictos de intereses.

Justificación

La existencia de muchos profesionales que trabajan sobre un determinado ámbito con multitud de normas y costumbres ya de por si hace necesaria una guía en la forma de actuar para reducir la variabilidad clínica. En técnicas tan complejas y específicas como es la CEC, esta necesidad se hace todavía más manifiesta del mismo modo que se hace necesario el sustento de las actividades a realizar sobre una evidencia sólida. (10, 11)

Además de guiar la práctica clínica los protocolos documentan la asistencia, son un medio de comunicación y ayudan en el desarrollo de los planes de calidad.

Si bien las encuestas realizadas al inicio de este trabajo distan mucho de resultar representativas (37 respuestas) su análisis apunta a la necesidad sentida por la población enfermera de la realización de un protocolo. La valoración de la necesidad de un protocolo obtuvo una nota media de 7,16 sobre 10, con una desviación típica de 2,723. Del mismo modo, al 91,67% de los encuestados le gustaría saber más sobre la CEC. Igualmente se demuestra un cierto grado de desconocimiento sobre las técnicas, con solo un 24% que afirma conocerlas, del mismo modo que un 40,5% de los encuestados desconoce que es la enfermera la que se encarga de la CEC. (Análisis estadístico en anexo 1)

Todos estos datos avalan la necesidad de elaboración del presente protocolo.

Objetivos.

Objetivo general

Estandarizar la práctica enfermera en el ámbito de la perfusión.

Objetivos específicos.

- Disminuir la incidencia de errores durante la perfusión que derivan en aumento de la estancia hospitalaria, costes y peores resultados post-operatorios.
- Constituir una base general para el aprendizaje de alumnos del Grado en enfermería y perfusionistas en formación.

Profesionales a los que va dirigido.

Enfermeras perfusionistas y alumnos del grado de Enfermería.

Población diana.

Toda aquella que vaya a ser sometida a una intervención quirúrgica que requiera de circulación extracorpórea.

Metodología

Revisión bibliográfica

Actividades o procedimientos.

Montaje de bomba, cebado y desburbujeo.

Montaje de la bomba.

Los equipos de circulación extracorpórea, además de la propia máquina de CEC se componen de un oxigenador y un set de tubos arterio-venosos y de aspiración además de un intercambiador de calor y del equipo propio de la cardioplejia. La complejidad del montaje hace que sea recomendable realizarlo entre dos perfusionistas, una encargada del montaje propiamente dicho y la otra encargada de revisar y validar el montaje mediante un checklist (Anexo 2). Las actividades a realizar sobre las diferentes partes del circuito son las siguientes:

1. Máquina de CEC.

Propulsa la sangre a través del circuito. Habrá que comprobar que se encuentre conectada a la red, que los rodillos giren libremente y sin ruidos, que las tomas de aire y oxígeno estén correctamente conectadas y el vaporizador de sevoflurano lleno. Del total de los cabezales de la bomba se dejará uno sin utilizar como reserva para posibles problemas o averías.

2. Oxigenador y set de tubos arterio-venosos.

Seleccionar el oxigenador y set de tubos que se va a utilizar en función de las características físicas del paciente, en general para pacientes adultos se utilizan líneas arteriales de 3/8 y de retorno venoso de 1/2. Es conveniente usar tanto el set de tubos como el oxigenador más pequeño posible para minimizar el volumen necesario para su cebado, y con él la hemodilución del paciente, ya que una hemodilución demasiado intensa puede aumentar el sangrado postoperatorio. (2, 8)

Tras colocar el oxigenador en su soporte habrá que realizar las correspondientes conexiones de manera aséptica (Anexo 3):

3. Equipo de cardioplejia.

Envía la solución cardioplégica directamente al corazón. En este protocolo se va a utilizar una miniplejia por lo que para el montaje del sistema será necesario, además de los tubos, dos bombas de infusión, una contendrá cloruro potásico y la otra sulfato de magnesio. El montaje del sistema de cardioplejia se realizará de manera aséptica; consta de las siguientes fases:

- Cargado, rotulado y purgado de las jeringas y sus sistemas de infusión.

- Colocación del intercambiador de calor de la cardioplejia en su soporte.
- Conexión de la línea de la cardioplejia por donde tomará la sangre a la línea arterial.
- Inserción del equipo de cardioplejia en el cabezal correspondiente de la bomba. En el caso de querer administrar cardioplejia cristaloide el propio equipo cuenta con una entrada para las bolsas de solución.
- Conexión de las bombas de infusión al sistema. Se realizará mediante alargadera con dos llaves de 3 vías reservando una luz para administración de bolos. La alargadera se conectará al equipo de cardioplejia tras la salida de la bomba mediante otra llave de tres vías.
- Conexión de línea de presión y puesta a 0, trampa de aire y manómetro.
- Conexión de aliviadero de presión entre el intercambiador de calor de la cardioplejia y el reservorio de cardiotomía.
- Conexión de las mangueras del intercambiador de calor en sus tomas y apertura de las llaves de paso.
- Inserción de sonda de temperatura en su puerto.

4. Intercambiador de temperatura

Calienta o enfriá la sangre del paciente y de la cardioplejia.

- Comprobar su conexión a la red eléctrica.
- Comprobar el volumen de los depósitos y rellenarnos de agua destilada si fuese preciso.
- Adición de pastillas desinfectantes a los depósitos.

5. Líneas de aspirado

Dos cabezales de la bomba estarán destinados a aspirar la sangre del campo quirúrgico y mantener el corazón exangüe. Al inicio de la intervención se introducirán en sus cabezales y se conectarán al reservorio.

6. Filtros y sistemas de hemofiltración.

La posibilidad de intercalar un filtro o un sistema de hemofiltración continua en el circuito de la extracorpórea es una posibilidad que podría tener un efecto muy positivo en los pacientes con una función renal alterada y a nivel del control de la respuesta inflamatoria post-operatoria, no obstante en ambos casos es necesaria más investigación. (12, 13)

Cebado y desburbujeo.

El cebado y desburbujeo del sistema es imprescindible para eliminar el aire del circuito y evitar eventos embólicos. Igualmente es necesario para hemodiluir al paciente y facilitar la perfusión evitando que la viscosidad de la sangre dificulte el flujo a través de la bomba y afecte la membrana del oxigenador.

El cebado se puede realizar mediante cristaloïdes o coloides, no habiendo una diferencia significativa entre ellos (Ringer lactato vs gelatina) en los resultados post-operatorios (14).

La Asociación Española de Perfusionistas (A.E.P.) recomienda el cebado con una mezcla de 1200 mL de cristaloïde (Plasmalyte®), 500mL de coloide (Hidroxietil-almidón 6%) y 250mL de manitol al 20% para evitar la caída de la presión oncótica. (2)

Igualmente se recomienda añadir 1g de ácido tranexámico al cebado así como otro gramo por vía endovenosa al paciente para reducir el sangrado post-operatorio. Otros autores recomiendan administrar 0.3µg/kg de desmopresina para el mismo fin. (15, 16)

Tras el cebado se claman todas las líneas.

Acogida del paciente.

- Antes de entrar al quirófano.

Confirmar la identidad del paciente y realizar valoración. Comprobar a que intervención va a ser sometido, así como recoger y anotar el peso y la talla, que se utilizaran para calcular la superficie corporal y con ella los flujos de la bomba. También se recogerán los datos analíticos más recientes (fundamentalmente hematocrito, hemoglobina, sodio, potasio y glucosa) (10).

- Quirófano.

Volver a comprobar la identidad del paciente y colocación de una sonda vesical con termómetro. Monitorización del paciente de manera estrecha incluyendo además de ECG y pulsioximetría la presión arterial invasiva, PVC, gasto cardiaco, índice biespectral y oximetría cerebral transcraneal.

La oximetría cerebral mide la saturación de hemoglobina cerebral de manera no invasiva mediante dos parches pegados en la región frontal del paciente. Esta técnica ofrece mucha información y ayuda a que disminuyan los efectos adversos neurológicos de la circulación extracorpórea. (17)

Anticoagulación y anestesia.

Igual que la hemodilución es fundamental para el buen desarrollo de la extracorpórea también lo es la anticoagulación del paciente, esta permite que la sangre fluya con más facilidad perfundiendo mejor el organismo.

Antes de comenzar la extracorpórea se administrarán al paciente 3 mg/kg de heparina sódica. La heparina sódica es el *gold standard* para la anticoagulación en CEC, no obstante existen casos en los que tras una administración anterior de heparina se produce una trombocitopenia inducida por heparina, en esos casos la anticoagulación con bivalirudina se plantea como una opción prometedora. (18)

Antes y después de la administración de heparina se medirá el tiempo de coagulación activado (TCA) debiendo encontrarse antes de la heparina

aproximadamente entre 110-120 segundos y después de la administración de esta por encima de 480 segundos.

Si bien la anestesia escapa a las competencias de la perfusionista, al detener la función de los pulmones se hace imposible poder administrar gases anestésicos, es por ello que será la perfusionista la que administre dichos gases directamente al oxigenador. Se ha demostrado que el uso de una anestesia balanceada con sevoflurano frente a una anestesia únicamente intravenosa tiene un efecto protector a nivel cerebral, presentando saturaciones de oxígeno mayor durante la CEC. (19)

[Canulación y entrada en bomba.](#)

Tras realizar una esternotomía media y exponer el corazón el cirujano insertará las cánulas, una vez están correctamente colocadas conecta los tubos del circuito a estas, se desclampan las líneas y comienza la extracorpórea. En primer lugar se va drenando la sangre del organismo para a continuación ir aumentando paulatinamente el flujo de la bomba hasta llegar a los flujos máximos (2-2,5 L/m²/min) (2, 4).

[Cardioplejia y protección miocárdica.](#)

Una vez que se ha instaurado la extracorpórea es el momento de detener la actividad del corazón mediante la administración de solución cardiopléjica que además de parar el corazón protege las células miocárdicas del daño por isquemia-reperfusión.

Existen diferentes tipos de cardioplejia que se puede clasificar atendiendo a diferentes características:

			Ventajas	Inconvenientes	
Composición	Cristaloide:	Solución Cardi-Braun®.	Más barata	Mayor hemodilución	
		Cardioplejia Del Nido	Más sencilla		
		Solución de St Thomas 1 (en desuso) y 2.	Más fácil de administrar		
		Solución Celsior®			
	Hemática:	Cardioplejia de Buckberg	Más fisiológica	Administración más compleja	
		Miniplejia	Transporta oxígeno		
			Minimiza la hemodilución		
Temperatura	Caliente		Más fisiológica	Necesidad de admón. continua.	
			Se evita la isquemia-reperfusión		
	Templada				
	Fría		Minimiza el consumo miocárdico	Puede ocasionar edema miocárdico y otras alteraciones	
Ritmo de admón.	Intermitente		Buena visibilidad	Necesidad dosis cada 20 minutos	
	Continua		Más fisiológica	Peor visibilidad del campo	
Vía de admón.	Anterógrada		Más fisiológica		
			Parada más rápida.		
	Retrograda		No interrumpe la técnica quirúrgica	Peor distribución	

Tradicionalmente la cardioplejia Del Nido se ha utilizado en pacientes pediátricos, no obstante también se puede aplicar a la población adulta con resultados similares a otras cardioplejias y con las ventajas de presentar menor concentración de calcio y requerir menor volumen total. (5, 20, 21) (Composición en anexos)

La cardioplejia hemática utiliza la propia sangre oxigenada del paciente como vehículo de una solución cristaloide rica en potasio pudiendo variar la cantidad de cristaloide y sangre utilizada (4:1 o 8:1 (Buckberg) o miniplejia). (5).

Considerando las ventajas y desventajas de cada tipo en este protocolo se propone el uso de una miniplejia intermitente fría en la cual se añade a la sangre cloruro potásico, sulfato de magnesio y de forma puntual bolos de esmolol, un β -bloqueante cardioselectivo de acción ultracorta que ayuda a detener el corazón rápidamente proporcionando además una buena protección miocárdica.(22)

Según el momento de la CEC cambiará la manera de administrar la cardioplejia.

- Inducción.
 - o Bolo de 40mEq/L de ClK y 200mg de esmolol.
 - o Cardioplejia a 4°C con una infusión de potasio y magnesio de 100mL/h continua durante 4 minutos o hasta que el corazón se haya detenido.
 - o Vía anterógrada o retrograda según elija el cirujano. (23)
- Mantenimiento.
 - o Cardioplejia a 4°C.
 - o Cada 20 minutos o cuando el corazón fibrile
 - o Vía anterógrada o retrograda según elija el cirujano.
 - o 200mg de esmolol y potasio y magnesio en función de los resultados analíticos. Si la situación lo precisa por la imposibilidad de añadir más potasio o por fibrilación se añadirá más esmolol.
 - o Duración mínima de la administración: 2 minutos, pudiendo aumentarse si lo permite el momento quirúrgico. (23)
- Reperfusión
Se administrará cardioplejia caliente con contenido variable de potasio según la analítica y magnesio sobre 150mL/h y bolos de esmolol si el corazón fibrilase. (23)

En todos los casos la presión de administración de la cardioplejia será de entre 150-200mmHg por vía anterógrada y 25-50mmHg por vía retrograda y el flujo de entre 0.25-0.30L/min. (23)

[Monitorización y mantenimiento de CEC.](#)

Durante toda la derivación pulmonar se mantendrá un equilibrio entre la sangre drenada del paciente y el flujo de la bomba de manera que el reservorio siempre contenga al menos 250mL de sangre. En el caso de tener un volumen tan pequeño de sangre en el reservorio que obligue a mantener flujos menores a 2L/m²/min se actuará de la siguiente manera:

1. Solicitar al cirujano que aspire el interior del corazón.
2. Si el corazón está completamente vacío:
 - a. Hematócrito > 24% se añadirá líquido al reservorio (suero fisiológico) en pequeñas cantidades.

- b. Hematocrito < 24% descenso de temperatura corporal hasta los 33°C para disminuir el metabolismo.
- c. Hematocrito < 22% se trasfundirá al paciente.

La oxigenación del paciente se realizará mediante flujos de aire inicialmente de 12 L/min a una FiO₂ del 50-60% para posteriormente ajustarla en base a las gasometrías.

Durante todo el tiempo quirúrgico y especialmente durante la CEC será necesario una monitorización estrecha del paciente con toma de constantes y parámetros de la bomba cada 20 minutos y en 5 momentos críticos (Inicio del acto, entrada en CEC, clampaje aórtico, desclampaje aórtico y salida de CEC). Con la misma frecuencia se tomarán muestras de sangre para:

- Gasometría (arterial y venosa alternativamente), informa sobre la oxigenación y equilibrio ácido base.
- Bioquímica/iones (asociación de bajos niveles de sodio (<130 mEq/L) con la aparición de ACV en el postoperatorio (24))
- Hematocrito y hemoglobina
- TCA

Si los resultados están alterados (valores de referencia: Anexo 5) se actuará en consecuencia para corregir la alteración.

Además de éstos, la AEP recomienda recoger 75 parámetros a lo largo del todo el tiempo quirúrgico (Anexo 6).

Recalentamiento y salida de bomba.

Si se ha realizado hipotermia en los últimos momentos de la intervención se recalentará al paciente colocando la temperatura de intercambiador de la siguiente manera:

- 38-39°C mientras el paciente esté por debajo de 35°C
- 36-37°C cuando el paciente haya superado los 35°C

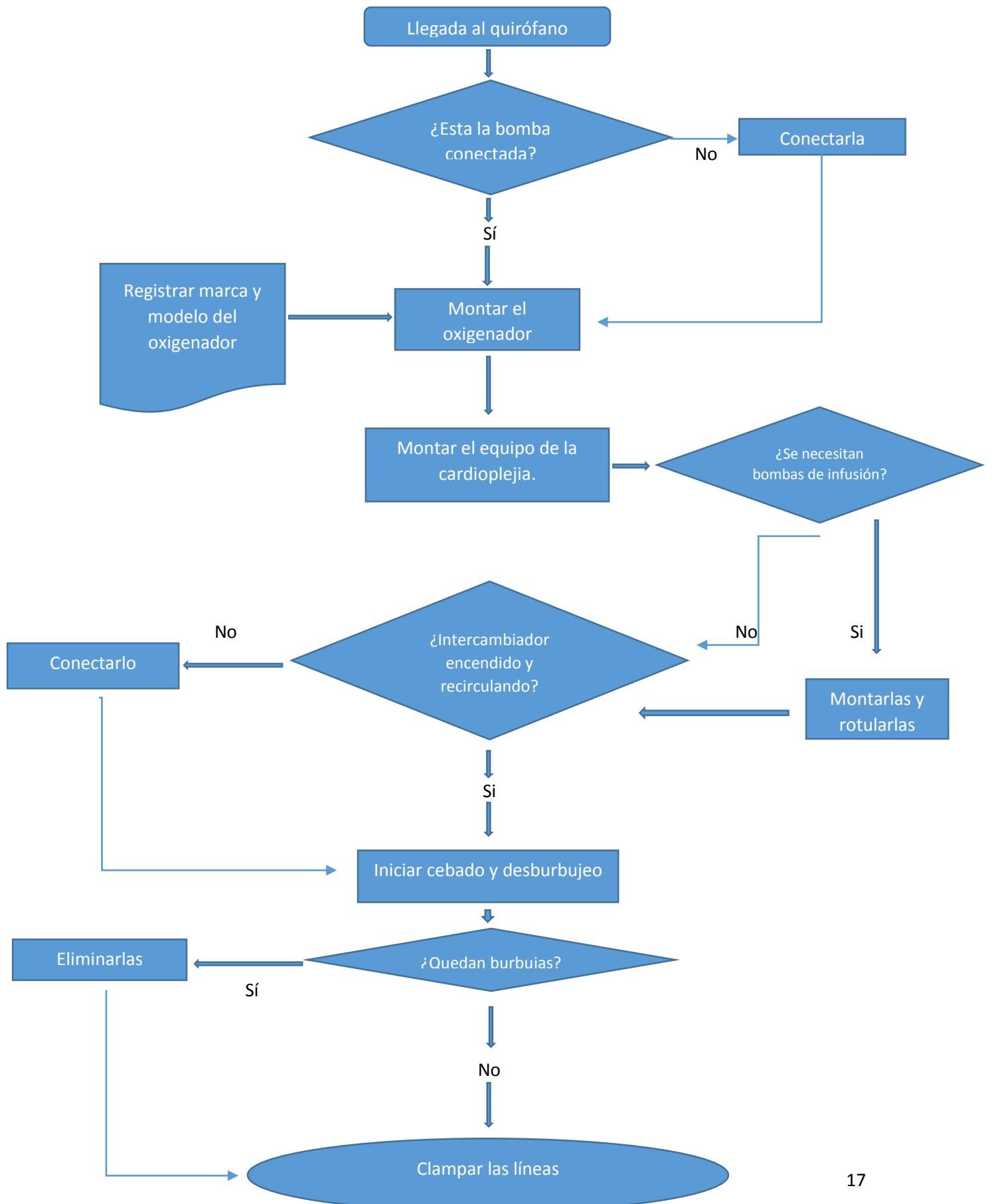
Una vez haya concluido la intervención se comenzará a administrar cardioplejia caliente mientras se estimula al corazón mediante un marcapasos para que el corazón recupere su actividad, si durante este proceso el corazón fibrilase se añadirán bolos de 200mg de esmolol o de potasio o magnesio.

En los primeros 15 minutos de recuperación del latido se realizará un soporte circulatorio primero a flujo total para paulatinamente detener la bomba. Conforme se reduzca el flujo de la bomba se irá clampando la línea venosa para reducir el drenaje venoso.

Tras la salida de bomba se revierte el efecto de la heparina administrando la misma dosis de sulfato de protamina. Tras la administración de la protamina se medirá el TCA para comprobar que se encuentra en cifras de normalidad. (25)

En último lugar la sangre que quede en el circuito se enviará al recuperador celular en el cual se lavará y concentrará, tras este proceso se devolverá la sangre al paciente.

Algoritmo de actuación.



Indicadores de evaluación.

Nombre	Aparición de ACV en el postoperatorio inmediato.
Dimensión	Seguridad del paciente
Justificación	Una perfusión inadecuada puede limitar el aporte de oxígeno al cerebro ocasionando daños neurológicos graves.
Formula	$\frac{\text{Casos de ACV en el postoperatorio inmediato}}{\text{Pacientes intervenidos con CEC}} \times 100$
Tipo	Indicador de resultado
Fuente de datos	
Estándar	0%

Nombre	Aparición de IAM en el postoperatorio inmediato.
Dimensión	Seguridad del paciente
Justificación	Una mala protección miocárdica o un tiempo de isquemia excesivo puede provocar un IAM
Formula	$\frac{\text{Casos de IAM en el postoperatorio inmediato}}{\text{Pacientes intervenidos con CEC}} \times 100$
Tipo	Indicador de resultado
Fuente de datos	
Estándar	0%

Glosario.

Oxigenador: Componente del circuito formado por un reservorio que contiene la sangre del paciente y una membrana de fibra sintética en la que tiene lugar el intercambio gaseoso.

Línea de muestras: Parte del circuito a través del cual fluye continuamente la sangre, está provisto de 3 llaves de 3 vías desde las cuales se pueden extraer muestras de sangre o administrar fármacos.

Línea de gases: Línea que une el mezclador de gases (aire, oxígeno y sevoflurano) al oxigenador.

Miniplejia: tipo de cardioplejia hemática en la que a la sangre oxigenada del paciente se le añaden dosis variables de potasio y magnesio.

Bibliografía.

La misma que para realizar este trabajo.

Anexos

Los mismos que para realizar este trabajo.

Conclusiones

La circulación extracorpórea continúa siendo una técnica arriesgada, no obstante gracias al desarrollo de sistemas más modernos y a la investigación llevada a cabo por entre otros, profesionales enfermeros, podemos decir que hoy en día estas técnicas son más seguras que nunca.

La complejidad de la técnica y los resultados que se pueden derivar de una mala praxis hacen que sea necesario conocer la manera de actuar ante diferentes situaciones que se pueden dar durante el periodo de derivación.

Si bien este protocolo es un primer acercamiento a la ejecución de estas técnicas se hace fundamental la investigación y realización de protocolos basados en la mejor evidencia posible y sometidos a continua evaluación y mejora para proporcionar una perfusión estandarizada y de calidad.

El papel de la enfermera perfusionista continua siendo desconocido por lo que la inclusión de unas breves nociones sobre su figura en el currículo del Grado de Enfermería resultaría muy positivo.

Bibliografía.

1. Castellano Camacho M, Cucurull Freixas AM, Sobré Lacaya C, Canales Gutiérrez MT, Sánchez Perdomo J, Gracia Argachal MD. Alteraciones de la función renal y la hemostasia relacionadas con la temperatura durante la CEC. *Rev Asoc Esp Perfus.* 2011 Primer semestre;50:37-44.
2. Tocón Ale C, Solís Clavijo D, Caballero Gálvez S, López Sánchez S, Tocón Pastor G. Parámetros imprescindibles para una recogida de datos de calidad en perfusión. *Rev Asoc Esp Perfus.* 2011 Segundo semestre;51:23-53.
3. Arteaga Santiago J, Arteaga Soto JL, Jaime Borrego JM, Páez Herrera R. ¿Nuevo concepto de perfusión? *Rev Asoc Esp Perfus.* 2012 Segundo semestre;53:14-7.
4. Kirklin JW, Lell WA, Baxley JG, Appelbaum A. Circulación extracorpórea en la cirugía cardiaca. En: Sabiston DC, Gibbon JH, Spencer FC, editores. *Cirugía torácica.* 2^a ed. Barcelona; Madrid etc.: Salvat; 1981. p. 889-912.
5. Vazquez Alarcón B. Aplicación de distintas técnicas de protección miocárdica. *Rev Asoc Esp Perfus.* 2013 Segundo semestre;55:5-10.
6. Combest S, Bracken CA, Garkowski MA. Circulación extracorpórea (CEC). En: Noorly LLBDH, editor. *Toma de Decisiones en Anestesiología (Cuarta edición).* Barcelona: Elsevier España; 2008. p. 280-1.
7. Rubio Álvarez J, Universidad de Santiago de Compostela. *Manual de cirugía cardíaca para enfermería.* Santiago de Compostela: Universidad de Santiago de Compostela, Servicio de Publicacions e Intercambio Científico; 1998.
8. Rubia Martín MC, Lema Hernández LE, Martins Bravo M, Muñoz Sánchez L, Urbina Hernández I, López Gámez S. Relación del grado de hemodilución con el sangrado postoperatorio. *Rev Asoc Esp Perfus.* 2011 Primer semestre;50:9-13.
9. Herranz Sanz P, Nido Rodriguez G. *Cirugía Cardiaca.* En: García García MA, Hernandez Hernandez V, Montero Arroyo R, Ranz Gonzalez R, editores. *Enfermería de Quirófano.* Primera ed. Madrid, España: Difusion Avances de Enfermería; 2007. p. 497-533.
10. García Nicolás M, Vázquez Alarcón B. Análisis de los diferentes protocolos y su utilización en las unidades de perfusión. *Rev Asoc Esp Perfus.* 2011 Segundo semestre;51:5-16.
11. García Nicolás M, Vazquez Alarcón B, Trujillo Oñoro J, Beltrame Tomatis S, Heredero Jung A, Aldamiz-Echevarría G y cols. Realización de protocolos clínicos. *Perfusión durante el embarazo.* *Rev Asoc Esp Perfus.* 2010 Segundo semestre;49:35-43.
12. Matata B, Mediratta N, Morgan M, Shirley S, Scawn N, Kemp I y cols. The impact of continuous haemofiltration with high-volume fluid exchange during cardiopulmonary bypass surgery on the recovery of patients with impaired renal function: a pilot randomised trial. *Health Technol Assess.* 2013 Oct;17(49):i,xiv, 1-84.

13. García Camacho C, García Hernández R, Caballero Gálvez S, Pérez López A, Bendicho López MJ, Guillén Romero G y cols. Hemofiltración continua durante la circulación extracorpórea en el control de la respuesta inflamatoria sistémica. *Rev Asoc Esp Perfus.* 2013 Segundo semestre;55:35-41.
14. Tamayo E, Alonso O, Rosa Bustamante R, Álvarez González FJ, Flórez S, Soria S y cols. Efecto del purgado de la bomba de circulación extracorpórea con coloides o cristaloides sobre la concentración de las proteínas de fase aguda después de la cirugía cardíaca. *Revista española de investigaciones quirúrgicas.* 2008;11(1):26-32.
15. González Alfonso O, Hidalgo Menéndez PA, Hernández Ortega R, Méndez Martínez J, Rodríguez Álvarez JM, Fuentes Herrera L y cols. Efecto de dos dosis bajas de ácido tranexámico en el sangrado postoperatorio de cirugía cardíaca. *CorSalud.* 2010;2(4):231-40.
16. Jin L, Ji HW. Effect of desmopressin on platelet aggregation and blood loss in patients undergoing valvular heart surgery. *Chin Med J (Engl).* 2015;128(5):644-7.
17. Cuenca Zamorano R. Aplicación de la oximetría cerebral transcraneal (NIRS) durante CEC. *Rev Asoc Esp Perfus.* 2012 Segundo semestre;53:5-13.
18. Pericleous A, Sadek M, Fitzmaurice M, Caldwell C, Natividad K, Plestis KA. Anticoagulation with Bivalirudin during Deep Hypothermic Circulatory Arrest in a Patient with Heparin-Induced Thrombocytopenia. *Tex Heart Inst J.* 2014 Dec 1;41(6):645-8.
19. Guclu CY, Unver S, Aydinli B, Kazancı D, Dilber E, Ozgok A. The Effect of Sevoflurane vs. TIVA on Cerebral Oxygen Saturation During Cardiopulmonary Bypass - Randomized Trial. *Adv Clin Exp Med.* 2014 Nov-Dec;23(6):919-24.
20. Gunday M, Bingol H. Is crystalloid cardioplegia a strong predictor of intra-operative hemodilution? *J Cardiothorac Surg.* 2014 Jan 27;9:23,8090-9-23.
21. Sorabella RA, Akashi H, Yerebakan H, Najjar M, Mannan A, Williams MR y cols. Myocardial protection using del nido cardioplegia solution in adult reoperative aortic valve surgery. *J Card Surg.* 2014 Jul;29(4):445-9.
22. Maruyama Y, Chambers DJ, Ochi M. Future perspective of cardioplegic protection in cardiac surgery. *J Nippon Med Sch.* 2013;80(5):328-41.
23. Ejarque Prado JE, Hermoso Alonso M, Melcon de la Calzada, L., Gil Álvarez R, Suárez Cuenca J, Castro Pérez I y cols. Análisis multicéntrico de los protocolos de protección miocárdica en CEC. *Rev Asoc Esp Perfus.* 2011 Primer semestre;50:15-24.
24. Muñoz III E, Briggs H, Tolpin DA, Lee V, Crane T, Elayda MA y cols. Low serum sodium level during cardiopulmonary bypass predicts increased risk of postoperative stroke after coronary artery bypass graft surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2014 4;147(4):1351-5.
25. Alabot Cuenca A, Monfort Drago V, Soto Viudez MJ, Puig Sánchez MJ. Análisis de los tiempos de Tiempo de Coagulación Activado postprotamina en base a diferentes protocolos de cálculo de reacción Heparina/Protamina en Cirugía Extracorpórea. *Rev Asoc Esp Perfus.* 2011 Primer semestre;50:29-35.

Anexos

Anexo 1: Análisis estadístico de las encuestas.

Análisis de las puntuaciones obtenidas en respuesta a las preguntas ¿debería estar incluida la enfermería perfusiónista en el grado en enfermería?, ¿La enfermería perfusiónista deberías constituir una especialidad propia? y ¿se debería realizar un protocolo sobre circulación extracorpórea? respectivamente. El 0 indica total desacuerdo y el 10 total acuerdo.

		Estadístico
Grado	Media	6,81
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior Límite superior
		5,91 7,71
	Media recortada al 5%	6,91
	Desviación estándar	2,696
	Mínimo	1
	Máximo	10
	Rango	9
	Media	4,59
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior Límite superior
Especialidad		3,61 5,57
	Media recortada al 5%	4,49
	Desviación estándar	2,939
	Mínimo	1
	Máximo	10
	Rango	9
	Media	7,16
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior Límite superior
		6,25 8,07
	Media recortada al 5%	7,24
Protocolo	Desviación estándar	2,723
	Mínimo	3
	Máximo	10

Lugar de trabajo de los encuestados

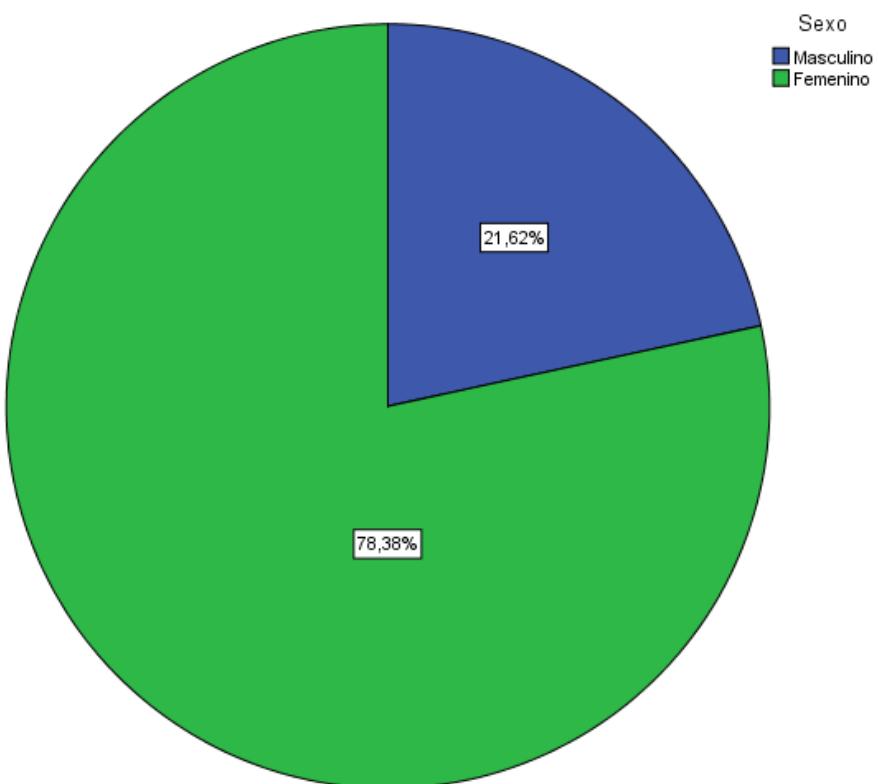
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Hospitalización médica	3	8,1	8,1	8,1
	Hospitalización quirúrgica	3	8,1	8,1	16,2
	UCI	3	8,1	8,1	24,3
	Urgencias	3	8,1	8,1	32,4
	Bloque quirúrgico	1	2,7	2,7	35,1
	Atención Primaria	7	18,9	18,9	54,1
	Estudiante	10	27,0	27,0	81,1
	En paro	4	10,8	10,8	91,9
	Otro	3	8,1	8,1	100,0
	Total	37	100,0	100,0	

Conocimiento de las técnicas de CEC por parte de los encuestados

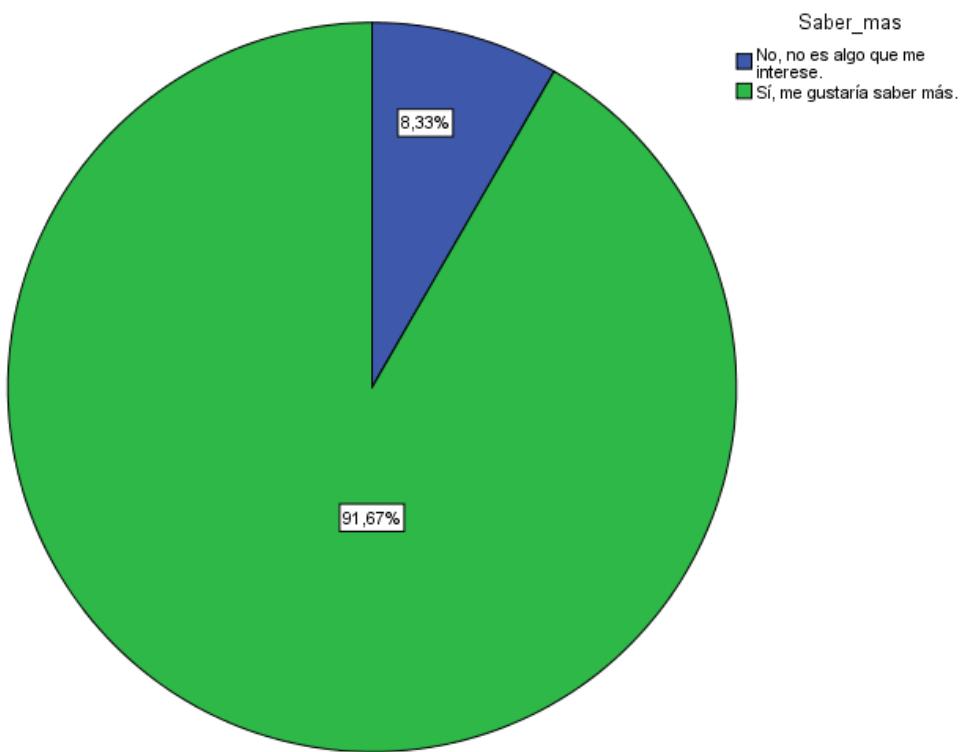
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Conocidas	9	24,3	24,3	24,3
	Conocida vagamente	19	51,4	51,4	75,7
	Desconocidas	9	24,3	24,3	100,0
	Total	37	100,0	100,0	

Respuestas a la pregunta ¿Quién cree que se encarga de mantener la CEC?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Cirujano cardíaco	3	8,1	8,1	8,1
	Enfermera	22	59,5	59,5	67,6
	Enfermera especialista	1	2,7	2,7	70,3
	Enfermera especializada	1	2,7	2,7	73,0
	Médico especialista en Anestesiología y Reanimación	7	18,9	18,9	91,9
	Médico especialista en Cardiología.	2	5,4	5,4	97,3
	Médico especialista en Medicina Intensiva	1	2,7	2,7	100,0
	Total	37	100,0	100,0	



Distribución por sexo de los encuestados



Respuestas a la pregunta ¿le gustaría saber más sobre CEC?

Anexo 2: Checklist para el montaje.

Limpieza y esterilidad	Comprobada la caducidad/integridad de los equipos	
	Aparataje limpio.	
Conexión eléctrica y encendido	Maquina CEC	
	Intercambiadores temperatura	
	Bombas de infusión	
	Medidor TCA	
Intercambiadores de temperatura	Depósitos llenos	
	Mangueras conectadas	
Gases	Líneas de aire y oxígeno conectadas y abiertas	
	Línea de oxígeno conectada al oxigenador	
	Vaporizador conectado y lleno	
Líneas de presión	Cero atmosférico	
	Comprobación de alarmas	
Cardioplejia	Comprobar bombas y purgar el sistema	
	Solución de CLK	
	Solución de sulfato magnésico	
	Cabezal correcto	
	Sensor de presión conectado	
Oxigenador	Conexiones correctas	
	Sensor de presión conectado	
	Línea de toma de muestras correcta	
Cabezales bomba	Rotación libre y silenciosa	
	Controles de velocidad operativos	
	Dirección correcta	
	Oclusión	
Alarmas/seguridad	Sensor de nivel	
	Sensor de burbujas	
	Trampa de burbujas	
Clamps de tubo	Clampajes correctos.	

Anexo 3: Conexiones a realizar para el montaje del circuito principal de la CEC.

- Tubo de drenaje venoso al reservorio de cardiotomía.
- Equipos de gotero con dos llaves de tres vías para el cebado del circuito al reservorio de cardiotomía.
- Salida del reservorio a la entrada de la membrana del oxigenador. El tubo de esta conexión deberá pasar por el cabezal de la primera bomba, que será la encargada de enviar sangre a la circulación sistémica.
- Línea arterial a la salida de la membrana del oxigenador (hasta el momento de la canulación la línea arterial y la de retorno venoso están unidas y contenidas en un envoltorio estéril).
- Una línea de muestras con salida en la membrana del oxigenador y retorno.
- Línea de presión entre la línea de retorno venoso y la arterial y puesta a 0.
- Línea de gases a la membrana del oxigenador.
- Conexión de las mangueras del intercambiador de calor a sus tomas (a nivel de la membrana del oxigenador) y apertura de sus llaves de paso.
- Colocación de sensor de nivel del reservorio.
- Inserción de sonda de temperatura en su puerto.

Anexo 4: composición de la cardioplejia.

Del Nido.

- Vehículo: Plasmalyte® 500mL
- CIK: 26mEq
- Bicarbonato: 13 mEq
- Manitol: 3.3g
- Lidocaína: 130 mg
- Magnesio: 2g

Cardi-Braun.

- Trometamol: 8,756mg/mL
- Citrato sódico: 1,5840 mg/mL
- Ácido cítrico: 0,1976 mg/mL
- Dihidrogenofosfato de sodio: 0,1512mg/mL
- CIK: 1,7960 mg/mL
- NaCl: 9,8600 mg/mL
- Glucosa: 34,66 mg/mL

Celsior.

- Sodio: 100mmol/L
- Potasio: 15 mmol/L
- Magnesio: 13mmol/L
- Calcio: 0,25 mmol/L
- Cloro: 41,5 mmol/L
- Lactobionato: 80 mmol/L
- Manitol: 60 mmol/L

- Histidina: 30 mmol/L
- Glutamato: 20 mmol/L
- Glutatión: 3 mmol/L
- pH: 7,3
- Osmolaridad: 320 mOsm/L

St Thomas 2.

- Potasio: 16 mmol/L
- Magnesio: 16 mmol/L
- Calcio: 1,2 mmol/L

Anexo 5: Intervalos de referencia biológicos para la monitorización durante CEC

- Gasometría arterial:
 - pH: 7,35-7,45
 - PaCO₂: 35-45 mmHg
 - PaO₂: 80-100 mmHg
 - HCO₃⁻: 22-26 mEq/L
 - SatO₂: 85-100
- Gasometría venosa.
 - pH: 7,32-7,43
 - PaCO₂: 41-51 mmHg
 - PaO₂: 30-50 mmHg
 - HCO₃⁻: 22-26 mEq/L
 - SatO₂: 40-70
- Hematócrito y hemoglobina (reducidos por la hemodilución)
 - 20-26%
 - Hb: 7-12mg/dL
- Bioquímica.
 - Sodio: 135-145 mEq/L
 - Potasio: 3,5-5 mEq/L
 - Calcio: 4,5-5,5 mEq/L
 - Creatinina: 0,5-1,5mg/dL

Anexo 6: Listado de parámetros a recoger.

1. Nombre	2. Historia clínica	3. Numero de CEC
4. Edad	5. Sexo	6. Peso
7. Talla	8. Superficie corporal	9. Flujos de bomba
10. Alergias	11. Diabetes	12. HTA
13. Insuficiencia renal	14. Enfermedad pulmonar	15. Antecedentes de ACV
16. Antecedentes de enfermedad carotidea	17. Antecedente de enfermedad infecciosa	18. Antecedente de hipertrofia ventricular
19. Fracción de eyección previa	20. Antecedentes de disfunción ventricular	21. Antecedentes de IAM
22. Antecedentes de FA	23. TTO con anticoagulantes	24. TTO con antiagregantes
25. TTO con diuréticos	26. Analítica más reciente	27. Diagnóstico de indicación quirúrgica
28. Intervención	29. Reintervención	30. Personal que participa
31. Tipo de CEC	32. Modelo del oxigenador	33. Set de tubos
34. Canula aortica	35. Canula/s venosas	36. Canula de venteo
37. Reservorio colapsable	38. Modelo de reservorio de cardiotomía	39. Modelo de filtro arterial
40. Modelo de hemoconcentrador	41. Cantidad de cristaloide empleado en el cebado	42. Cantidad de coloide empleado en el cebado
43. Fármacos empleados en el cebado	44. Heparina administrada	45. Tiempo de CEC
46. Tiempo de isquemia	47. Tiempo de asistencia tras desclampaje	48. Tiempo de parada circulatoria
49. Vía de admón. de la cardioplejia	50. Tiempo de admón. de la cardioplejia	51. Hora de infusión de la cardioplejia
52. Presión de infusión de la cardioplejia	53. Temperatura de la cardioplejia	54. reperfusión miocárdica
55. Temperatura central del paciente	56. PAM y PVC	57. Hematocrito
58. Valores gasométricos	59. Saturación venosa	60. Oximetría cerebral
61. Profundidad anestésica y uso de gases	62. TCA	63. Heparina administrada durante la CEC
64. Protamina administrada	65. Diuresis	66. Hemofiltración
67. Glucemia	68. Uso de líquidos adicionales	69. Uso de fármacos
70. Uso de hemoderivados	71. Latido espontaneo a la salida de CEC	72. Fibrilación a la salida de CEC

73. Desfibrilación	74. Balón de contrapulsación intraaórtico	75. Dispositivo de asistencia circulatoria.
--------------------	---	---