

ANESTESIA PARA LA CIRUGÍA CARDÍACA SIN BOMBA

Dr^a. Carmen Reina Gimenez

Servicio de Anestesia Reanimación y Tratamiento del Dolor

Consorcio Hospital general Universitario de Valencia

Valencia. España

La última década ha sido testigo de la mayor evolución de la cirugía cardíaca, gracias al desarrollo de técnicas laparoscópicas y mínimamente invasivas en otras especialidades quirúrgicas.

Los principales objetivos que persiguen estas técnicas son:

- Reducir el uso del bypass cardiopulmonar para la cirugía de revascularización coronario.
- Reducir la invasividad de los abordajes quirúrgicos.

Con ello, se pretende, preservar y mejorar la calidad de los procedimientos, facilitando una recuperación más rápida, una menor morbi-mortalidad y un menor coste.

Como consecuencia de estos cambios, tanto las técnicas anestésicas como la monitorización han evolucionado de manera espectacular en los últimos años. Además, el anestesiólogo ha aprendido a mantener la hemodinámica durante la manipulación cardíaca y los períodos de oclusión coronaria.

Las nuevas técnicas quirúrgicas en cirugía cardíaca son:

- Bypass coronario sin bypass cardiopulmonar (OPCABG)
- Bypass coronario con acceso directo mínimamente invasivo (MIDCAB)
- Cirugía valvular mínimamente invasiva (MIVS).
- Heartport.
- Revascularización transmiocárdica con láser (TMLR).

Al evitarse el bypass cardiopulmonar (BCP), se elimina la canulación y el clampaje aórtico, con lo que se espera disminuir la respuesta inflamatoria sistémica, los trastornos de la coagulación y la disfunción orgánica múltiple.

La cirugía coronaria sin bomba se ha desarrollado siguiendo dos abordajes diferentes. El bypass con acceso coronario mínimamente invasivo (MIDCAB) que consiste en realizar una anastomosis de la arteria mamaria izquierda con la arteria coronaria descendente anterior derecha a través de una toracotomía pequeña. Actualmente, esta técnica ha sido abandonada, porque sólo permite la cirugía de un único vaso, es técnicamente difícil y puede tener resultados subóptimos. Además, el dolor postoperatorio es habitualmente más severo que tras la estereotomía.

El segundo abordaje es el injerto múltiple sin bypass cardiopulmonar, realizado a través de una estereotomía media, que permite acceder a cualquiera de las arterias coronarias y además el uso de la mamaria interna. La reciente introducción de estabilizadores cardíacos y de técnicas de exposición nuevas, ha dado como resultado un aumento en la duración de los injertos, y su extensión a todos los territorios coronarios.

¿Por qué Evitar el Bypass Cardiopulmonar?:

Durante más de 30 años, la CEC ha sido el punto clave en la cirugía coronaria. A pesar de los excelentes resultados y de la baja mortalidad asociada, las complicaciones postoperatorias han continuado siendo la principal preocupación. La eliminación del bypass cardiopulmonar puede teóricamente, sino reducir al menos prevenir algunas de estas complicaciones.

El curso de los pacientes en el postoperatorio precoz ha mejorado en aquellos en los que se realizó la revascularización coronaria sin bomba. La duración del soporte ventilatorio, la estancia en UCI y hospitalaria se han visto reducidas de manera significativa, y por ende los costes de este tipo de cirugía.

La incidencia de infarto postoperatorio depende de diversos factores intraoperatorios, no encontrándose diferencias entre ambos procedimientos, aunque la liberación de enzimas miocárdicas y torponina I es menor en la cirugía sin bomba. La incidencia de fibrilación auricular no ha variado.

Los resultados sobre la alteración neurológica no han quedado bien definidos. El clampaje y la canulación de la aorta ascendente, así como el flujo turbulento de la cánula

arterial del BCP, son eliminados en este procedimiento, lo que debe de reducir la incidencia de episodios embólicos. La incidencia de apoplejía postoperatoria puede depender de la manipulación de la aorta ascendente en las anastomosis proximales, y la reducción en la tasa de aparición puede conseguirse con técnicas quirúrgicas que eviten el clampaje aórtico.

Existe la evidencia creciente de que la cirugía sin bomba se asocia a una reducción postoperatoria del aumento de los niveles de los marcadores de respuesta inflamatoria sistémica. Sin embargo, la significación clínica de estos datos está aún por determinar. Los efectos del BCP sobre el sistema de respuesta inflamatoria sistémica dependen en gran parte del balance entre la liberación de sustancias pro y antiinflamatorias.

En una población de bajo riesgo, la cirugía de revascularización coronaria, con o sin bomba, tiene una morbilidad y mortalidad bajas. Las posibles ventajas de la cirugía sin bomba, por tanto, son más probables en pacientes de riesgo elevado con patología asociada y en los que mortalidad oscila entre el 6-10%.

En ancianos, los resultados han mejorado con esta técnica; la mortalidad y las complicaciones postoperatorias se han reducido, ha descendido la incidencia de episodios de bajo gasto, así como la tasa de apoplejía. De igual manera, la cirugía urgente o la cirugía en pacientes con mala función ventricular han mostrado resultados alentadores. Los datos disponibles muestran sólo cierta tendencia a una posible protección renal, pero es probable que no haya diferencias en los pacientes en diálisis. Con respecto a la DMID no se ha demostrado mejoría en comparación con la técnica convencional.

Las contraindicaciones para esta técnica son:

- Presencia de trombos intracavitarios.
- Existencia de arritmias malignas.
- Vasos intramiocárdicos profundos.
- Procedimientos combinados con recambio valvular o aneurismas ventriculares.

Problemas Asociados con la Cirugía sin Bomba:

En la cirugía con corazón latiendo, el cirujano se enfrenta con 2 problemas importantes: primero, obtener una exposición adecuada del lugar de anastomosis con una motilidad cardíaca conservada y segundo, proteger al miocardio de la isquemia durante la interrupción del flujo coronario. Para estos propósitos, debe desplazar el corazón, comprimir la pared ventricular y si es posible utilizar una técnica que permita la perfusión coronaria mientras realiza la anastomosis. Así, el anesthesiólogo debe estar preparado para manejar alteraciones hemodinámicas severas, deterioros transitorios de la función cardíaca y la isquemia miocárdica intraoperatoria.

El equipo debe estar preparado para la conversión a BCP en caso de fibrilación ventricular sostenida o colapso cardiovascular.

Alteraciones Hemodinámicas:

El acceso quirúrgico, a la arteria coronaria anterior descendente es relativamente fácil a través de una estereotomía media pero, el acceso a las paredes posterior y lateral requiere de la elevación e inclinación del corazón. Estos desplazamientos originan consecuencias hemodinámicas importantes, un aumento marcado de las presiones auriculares y un descenso significativo del Gc, que conduce a un descenso de la SvO₂, a menudo inferior al 70%. Las diferentes fases del proceso dan lugar a alteraciones hemodinámicas diferentes.

Primero, el corazón se eleva en posición vertical, llevando el ápex a la posición más alta; las aurículas quedan por debajo de los ventrículos, y la sangre debe fluir en sentido ascendente. Además, las presiones de llenado auriculares están más elevadas que las presiones telediastólicas (PTD) ventriculares y han de mantenerse elevadas para asegurar el llenado ventricular. El tamaño de la aurícula puede aumentar hasta un 50% y en ocasiones llegar a ser mayor que el ventrículo. Los flujos transvalvulares mitral y pulmonar muestra un patrón de llenado diastólico alterado y una disfunción diastólica moderada.

Segundo, los estabilizadores utilizados para inmovilizar el área de anastomosis, comprimen la pared ventricular, restringe la motilidad local y disminuye las dimensiones ventriculares. La localización del estabilizador, combinado con el grado de dislocación cardíaca, determina el efecto total sobre el Gc. La compresión de la pared anterior y lateral tiene, por tanto, consecuencias hemodinámicas más serias que la compresión de la pared posterior. Las alteraciones más importantes son vistas con la exposición de la pared lateral

para la anastomosis con la circunfleja, porque el corazón se eleva más que para la actuación sobre la coronaria anterior descendente.

Tercero, las posiciones verticales inducen alteración de los anillos mitral y tricúspide, ya que las estructuras cardíacas se pliegan a nivel del surco AV. El plano anular de las valvas se modifica, pudiendo aparecer una regurgitación significativa. Con ecografía transesofágica (ETE) se observa un anillo mitral doblado y retorcido. La aparición de ondas v grandes en la curva de presión arterial pulmonar (PAP), sin signos de fallo ventricular izquierdo, ilustra el mismo mecanismo. La alteración de los anillos AV también puede generar una estenosis funcional. Estos efectos son más importantes cuando existe una patología valvular previa, ya que se produce un incremento de la anomalía. El mismo fenómeno puede observarse a nivel de la válvula aórtica; una IAO ligera puede llegar a ser severa con la enucleación cardíaca.

Técnica Quirúrgica:

Las estrategias realizadas por el cirujano al manipular el corazón influyen de manera importante en la respuesta hemodinámica del paciente. Las numerosas técnicas descritas pueden ser resumidas en 2 categorías:

- Inmovilización cardíaca con un estabilizador.
- Eucleación cardíaca a través de puntos pericárdicos.

La primera técnica consiste en desplazar el corazón con gasas y/o inmovilizarlo con un estabilizador. En esta situación el delgado VD es comprimido entre el pericardio y el VI, y apretado contra el hemiesternón derecho dando lugar a un compromiso hemodinámico severo. La ETE revela un desplazamiento del septo interauricular hacia la izquierda, un VI no dilatado, y parte de un VD minúsculo con una obstrucción al flujo de salida. La apertura de la pleura derecha puede reducir el compromiso hemodinámico. La posición de Tredelenburg restablece el estado circulatorio a expensas de aumentar la precarga del VD y VI, así como del aumento de la Fc.

La segunda técnica consiste en la enucleación del corazón por aspiración del ápex, o tirando del pericardio posterior mediante múltiples puntos de sutura. Este último abordaje parece más atractivo por su simplicidad y eficiencia. Los puntos actúan como un elevador situado en el seno pericardico oblicuo, y el corazón es expuesto por tracción de una banda de algodón colocada bajo el pericardio. Los extremos de esta banda nunca han de cruzarse sobre el corazón para evitar cualquier compresión que condicione un compromiso funcional.

El Gc puede disminuir transitoriamente, cuando el corazón es plegado para colocar los puntos pericárdicos. El estabilizador se utiliza únicamente para inmovilizar el área de anastomosis; no para posicionar el corazón, ni para exponer la pared miocárdica. Aunque la PTD del VD está elevada, el efecto predominante es sobre el VI, con una reducción de la fracción de eyección y un aumento de las presiones de llenado. La severidad de los cambios está relacionada con la localización de la anastomosis.

Generalmente, la velocidad con que se realiza el posicionamiento tiene unos efectos más dramáticos que el desplazamiento en sí mismo. Cirujano y anestesiólogo han de trabajar en estrecha colaboración para asegurar un desplazamiento progresivo y un ajuste de las presiones de llenado. Para mejorar el acceso quirúrgico a las paredes posterior y lateral, la mesa quirúrgica se inclina hacia la derecha y hacia la posición de Tredelenburg. La elevación de las piernas parece la técnica más eficiente para mejorar la precarga. En realidad, esta maniobra aumenta la presión transmural de la AD, mientras que la posición de Tredelenburg aumenta la presión intratorácica y la presión de la Ad de forma similar. El Gc aumenta con la primera y no con la segunda.

Isquemia Miocárdica Intraoperatoria:

En la cirugía sin bomba, el clampaje coronario para asegurar unas condiciones anastomóticas exangües, de lugar a breves períodos de isquemia miocárdica, que generalmente se manifiestan con elevaciones del segmento ST y nuevas anomalías de la motilidad de la pared en la imagen ecográfica.

La importancia de la isquemia depende del grado de estenosis del vaso en cuestión y del grado de colateralización vascular; la oclusión de un vaso con muchas colaterales induce menos isquemia que la oclusión de ramas terminales. Los eventos isquémicos más intensos aparecen cuando el flujo se interrumpe en un vaso con una estenosis ligera y una colateralización pobre. El clampaje de una coronaria derecha no estenótica puede condicionar una isquemia severa con arritmias peligrosas como un BAV completo por

interrupción del flujo al nodo AV. Generalmente, se recomienda comenzar las anastomosis por el vaso con mayor grado de estenosis y proseguir de forma secuencial.

Hay disponible diversas técnicas para reducir las consecuencias de la interrupción del flujo sanguíneo durante esta cirugía:

- Mejorar el balance miocárdico de oxígeno.
- Precondicionamiento isquémico o farmacológico.
- Profilaxis farmacológica
- Utilización de shunts quirúrgicos.

Mejorar el Balance Miocárdico de Oxígeno

La mejora del balance miocárdico de oxígeno, puede llevarse a cabo mediante la reducción de su consumo y/o el incremento de su suministro. La reducción en el consumo puede lograrse disminuyendo la frecuencia y contractilidad cardíacas. Para ello se utilizan generalmente β - bloqueantes o calcioantagonistas.

Con la verticalización del corazón, la tensión de la pared del VI permanece baja a pesar del aumento de las presiones de llenado auriculares, ya que éstas no reflejan la PTD actual del ventrículo. Además, esto no debe aumentar la demanda de oxígeno.

Una presión de perfusión adecuada es esencial para un aporte miocárdico de oxígeno correcto. Fisiológicamente, la presión diastólica aórtica es la determinante de la perfusión coronaria. Clínicamente, su medida más próxima es la presión arterial media (PAM), determinada en la arteria radial o femoral. Durante una anestesia con halogenados una PAM inferior a 65 mm Hg o una presión de perfusión (PP) menor de 50 mm Hg, están asociadas a isquemia intraoperatoria, estos datos concuerdan con la literatura que hay sobre la cirugía sin bomba, donde la PAM mínima aceptada oscila entre 60 y 80 mm Hg. Parece aconsejable mantener una PAM ≥ 70 mm Hg, ya que así se permite un margen de seguridad sobre la PP coronaria crítica. Para ello podemos administrar vasopresores como la fenilefrina o noradrenalina. Un valor inferior es aceptable siempre que no aparezcan signos de isquemia.

El objetivo es conseguir un equilibrio total, donde un Gc bajo es tolerado siempre que éste pueda hacer frente a las demandas del organismo, como se demuestra con una $SvO_2 > 60\%$, la PAM se mantiene sobre 70 mm Hg y se evita la dilatación del VI. Para prevenir un aumento de la demanda miocárdica de oxígeno cuando existe riesgo de isquemia, se han de evitar los β -agonistas hasta que la revascularización sea completa.

Precondicionamiento

El preconditionamiento isquémico, o la mejora de la tolerancia a la isquemia por períodos breves de isquemia seguidos de reperfusión, es una técnica atractiva para la protección miocárdica durante el período obligatorio de isquemia necesario para esta cirugía.

Este fenómeno también puede ser inducido de forma farmacológica, pareciendo más aconsejable en pacientes de riesgo elevado en los que el preconditionamiento de tipo isquémico puede poner en peligro un miocardio ya dañado.

Profilaxis Farmacológica

En los pacientes con cardiopatía isquémica el uso perioperatorio de β -bloqueantes ha demostrado ser la medida preventiva más efectiva de isquemia perioperatoria. También se han propuesto beneficios probables con la administración de α_2 -agonistas, como la clonidina.

El tratamiento preoperatorio de los pacientes programados para revascularización coronaria, se ha de mantener e incluir en la premedicación. Durante la intervención, un β_1 -bloqueante selectivo de corta duración, como el esmolol, en forma de bolos o como infusión continua, es muy efectivo para disminuir una Fc excesiva. Sin embargo, puede reducir significativamente la función del VI y provocar un descenso del Gc, dando lugar a una caída de la SvO_2 . Esta depresión del VI conduce a un aumento de la PAP, mientras que la presión intraventricular derecha puede estar también elevada bien por una obstrucción al flujo de salida o por el establecimiento de una IMi inesperada.

Un calcioantagonista, como el diltiazem, puede presentar alguna ventaja teórica sobre los β -Bloqueantes en el intraoperatorio. Se ha demostrado que para la misma reducción de la Fc, el diltiazem disminuye la PAP, mientras que el esmolol tiende a aumentarla. Además de reducir la conducción AV y la Fc como los β -bloqueantes, los calcioantagonistas ofrecen la ventaja de inducir una vasodilatación arterial. Por otro lado, como el aumento de calcio libre intracelular es una de las causas primarias de la lesión por reperfusión y la disfunción

miocárdica postisquemia, los calcioantagonistas pueden prevenir alguna de estas lesiones postisquemia.

Sin embargo, no existe una evidencia objetiva de que los calcioantagonistas puedan mejorar los resultados de esta cirugía.

El magnesio, hasta 20 mmol en forma de cloruro o de sulfato, actúa de manera similar en las células miocárdicas; el único efecto secundario es una vasodilatación arterial ligera. Además, su utilización durante la cirugía cardíaca tiende a reducir la incidencia de taquicardia supraventricular. Por ello algunos centros recomiendan su administración antes de la apertura del pericardio.

Aunque la nitroglicerina previene el espasmo arterial en segmentos aislados de arteria radial humana mejor que el diltiazem, los nitratos nunca han mostrado ser eficientes en la prevención de la isquemia miocárdica durante la cirugía no cardíaca o en procedimientos cardíacos convencionales.

El descenso de la precarga inducido por la nitroglicerina durante la verticalización del corazón es perjudicial, puesto que las presiones de llenado precisan estar aumentadas para asegurar un óptimo llenado ventricular.

El soporte metabólico con una solución intravenosa de glucosa-insulina-potasio (GIK) no ofrece beneficio clínico significativo para la protección cardíaca en esta cirugía.

Técnica Quirúrgica

Para reducir el tiempo de isquemia durante las anastomosis el cirujano puede colocar un pequeño shunt en el interior de la coronaria, que permite cierto flujo sanguíneo, suficiente para prevenir las anomalías regionales de la motilidad de la pared y para normalizar o estabilizar elevaciones del segmento ST.

Manejo Anestésico

Valoración Preoperatoria

Se debe revisar el informe del cateterismo y discutirlo con el cirujano. Esto permitirá predecir el efecto de cada oclusión coronaria y discutir la secuencia planeada de los injertos, así como la utilización de adyuvantes específicos. Por este motivo se ha de tener conocimiento de la anatomía coronaria y de su nomenclatura habitual.

Si se van a utilizar incisiones distintas a la estereotomía media para acceder a regiones específicas, la posición de los brazos y el cuerpo, la necesidad de accesos venosos y de ventilación unipulmonar deben ser tenidos en cuenta.

Monitorización

Uno de los principales determinantes de la necesidad de una monitorización amplia es la función ventricular preoperatoria. No obstante, esta cirugía requiere la monitorización mínima obligatoria de cualquier procedimiento de cirugía cardíaca.

La observación continua de las derivaciones II y V₅, así como el análisis del segmento ST, facilitan el diagnóstico de isquemia y de las alteraciones del ritmo. Sin embargo, la manipulación modifica las relaciones posicionales del corazón con los electrodos, y restringe su contacto con los tejidos de alrededor. Por ello, el trazado se ve alterado y se observa una reducción de la amplitud de la señal. Para una monitorización adecuada de la isquemia, tras cada cambio de posición ha de establecerse una nueva línea basal para interpretar correctamente los cambios observados en el ECG. No obstante, cuando el corazón es enucleado completamente, la precisión diagnóstica del ECG se ve reducida.

También es obligatorio monitorizar la PA invasiva, para asegurar una adecuada presión sanguínea. La PVC y la PAPO deben ser interpretadas en el contexto de la verticalización cardíaca, ya que deben incrementarse significativamente, para asegurar el bombeo de sangre hacia los ventrículos. La SvO₂ es una herramienta útil para evaluar la oxigenación tisular: una reducción de ésta por debajo del 50% se ha relacionado con la aparición de isquemia intestinal. Es esencial mantener la punta del catéter pulmonar en la corriente de una de las ramas principales, puesto que su desplazamiento hacia vasos de menor calibre puede provocar la lesión de los mismos con el inflado del balón.

Durante la manipulación cardíaca, el flujo de ambos ventrículos puede ser momentáneamente asimétrico. La curva de Gc continuo, que proporciona una medida latido a latido del Gc mediante la curva de PA, puede completar los datos de las presiones cardíacas

con la información del gasto del VI. Sin embargo, los datos proporcionados por el catéter pulmonar y la curva de Gc continuo han mostrado estar en íntima relación.

La presencia de aire alrededor del corazón, así como la utilización de puntos pericárdicos posteriores y las bandas de algodón próximas al esófago, limitan considerablemente la realización de la ETE. La ETE es un monitor útil para evaluar la función ventricular, el VTD ventricular efectivo y para el diagnóstico de nuevas anomalías regionales de la motilidad de la pared. Durante la interrupción del flujo coronario aparecen nuevas anomalías en el 64% de los pacientes, la resolución de las mismas con la restauración del flujo no es preocupante, pero no garantiza una buena calidad del injerto.

Los flujos mitral y pulmonar cambian, siendo típico un empeoramiento diastólico moderado, que puede ser observado durante la verticalización junto con una reducción del tamaño del VI y una variación cuantitativa de la regurgitación mitral.

La ETE permite identificar un foramen oval permeable, que explicaría la aparición de una hipoxemia refractaria al aumento de la FiO_2 . También es útil para excluir la presencia de trombos intracavitarios, que son una contraindicación para esta cirugía. Como la morbimortalidad asociada a ETE es baja, su relación riesgo-beneficio la hace una herramienta valiosa para la monitorización en estas intervenciones.

Tras los primeros 30 minutos post-revascularización, el ECG muestra frecuentemente ondas T invertidas grandes que parecen estar relacionadas con la lesión por reperfusión.

La medida cuantitativa del flujo sanguíneo a través del injerto, mediante un medidor de flujo por ultrasonidos es conveniente. El flujo medido debe ser pulsátil y bifásico, con dos componentes anterogrados, uno breve protosistólico y otro largo diastólico, y un pequeño flujo retrogrado telesistólico. La velocidad del flujo diastólico debe ser > 15 cm/s, y el flujo medio de al menos 20 ml/min. Si la anastomosis es estenótica, la curva presenta múltiples picos y es principalmente sistólica. Los valores de flujo absolutos son menos significativos que el índice de pulsatilidad; que se obtiene de dividir la diferencia entre el flujo máximo y mínimo por el flujo medio; el índice de pulsatilidad óptimo oscila entre 1 y 5.

Una tasa de flujo baja y un índice de pulsatilidad aumentado tiene un alto valor pronóstico en la valoración de oclusión del injerto a medio plazo, y deben llevar a la inmediata reconstrucción del mismo.

La ETE es útil para evaluar la contractilidad regional post-anastomosis. Las anomalías de la motilidad persistentes tienen un valor pronóstico certero en la aparición de complicaciones cardíacas postoperatorias.

Manejo Hemodinámico

El conocimiento de los patrones hemodinámicos de la cirugía sin bomba, permite adoptar estrategias para conseguir y mantener un balance de oxígeno óptimo. Esto, a menudo, se alcanza manteniendo un consumo miocárdico de oxígeno lo más bajo posible, y preservando una PP coronaria relativamente alta, con infusión de vasopresores y aumento de la precarga. Se acepta un descenso del Gc siempre que la SvO_2 permanezca por encima de 60% y no se desarrolle acidosis metabólica. El "ratio de Buffington" es un índice útil. Este indica que los pacientes que presentan estenosis coronaria tienen riesgo de desarrollar isquemia miocárdica cuando la PAM es menor que la Fc ($PAM/Fc < 1$).

El paciente presentará hipotensión con las diferentes posiciones del corazón. Por ello, se ha de aumentar la precarga, bien elevando las piernas o con la administración de fluidos. El aporte total de líquidos es similar al de la cirugía convencional. Los agentes α -agonistas estarán indicados cuando la PAM permanezca baja, a pesar de la optimización del volumen, con el fin de evitar una sobrecarga excesiva y prevenir la aparición de un edema pulmonar.

La posible dilatación del VI ha de ser monitorizada con ETE. Tras excluir hipovolemia o una profundidad anestésica inadecuada, los aumentos de la Fc se resuelven generalmente con β -bloqueantes. En los casos en los que la Fc no disminuya puede ser útil la utilización de un α_2 -agonista, como la dexmetomidina. Si aparece un bradicardia importante han de conectarse unos cables de marcapaso en el AD. Para algunas anastomosis sobre la coronaria derecha, se debe colocar un cable ventricular para evitar la aparición de un BAV completo. Parece recomendable evitar los agentes β -agonistas antes de la revascularización, puesto que aumentan la demanda de oxígeno y se incrementa el riesgo de isquemia. Aunque teóricamente esto es así, no ha sido probado clínicamente.

En este tipo de cirugía la anticoagulación es obligatoria, si bien, como no existe contacto con superficies externas el TCA generalmente se mantiene entre 250-300 seg como para una cirugía vascular mayor. Para ello se administra heparina a razón de 1-2 mg/kg antes

de la sección de la mamaria interna. El TCA se repite cada 30 minutos, ajustando la dosis de heparina si es necesario. Este menor grado de anticoagulación y la menor activación plaquetaria con respecto al BCP, disminuye significativamente el riesgo de hemorragia y la tasa transfusional. La reversión con protamina es opcional.

Algunos centros comienzan el tratamiento con aspirina y/o clopidogrel al finalizar la cirugía.

Las indicaciones para convertir este procedimiento en una cirugía convencional permanecen sin definirse claramente. Aunque, se han establecido unos límites de ciertos valores, si estos persisten más de 15 minutos a pesar de una terapia agresiva:

- Índice cardíaca $< 1.5 \text{ l/min/m}^2$.
- $\text{SvO}_2 < 60\%$.
- PAM $< 50 \text{ mm Hg}$.
- Arritmias malignas.
- Modificaciones del ST $> 2 \text{ mm}$.
- Colapso cardiovascular.

Una buena comunicación entre el cirujano y el anestesiólogo es esencial, y la recolocación del corazón a su posición habitual, es probablemente el primer escalón terapéutico antes de la conversión. La presencia de un perfusionista con un equipo preparado es una práctica habitual.

Los principales factores asociados a inestabilidad hemodinámica que conducen a la conversión son la cardiomegalia, la compresión de la pared lateral en la anastomosis a la marginal obtusa o rama intermedia y la isquemia en el injerto de la coronaria derecha.

En situaciones de disfunción severa del VI, la cirugía puede realizarse con un BCIA, para evitar la conversión a una técnica convencional.

Las centrífugas controladoras de flujo o las minibombas axiales pueden ofrecer un soporte derecho o izquierdo de 1-3 l/min. Con la experiencia, sin embargo, la cirugía sin bomba ha llegado a ser un procedimiento que puede realizarse sin soporte, y estos aparatos son utilizados principalmente para el soporte circulatorio a corto plazo en casos de fallo cardíaco agudo.

Técnica Anestésica

El evitar el BCP no acorta la duración de la cirugía. Esta depende principalmente del número de anastomosis a realizar y de la pericia del equipo quirúrgico. Sin embargo, la cirugía sin bomba acelera la recuperación postoperatoria inmediata. Esta tendencia hacia una duración menor de la estancia en UCI y hospitalaria, ha llevado al anestesiólogo a adaptar su técnica a un proceso de fast-track con una extubación precoz.

La hipotermia constituye un factor predictor independiente de eventos cardíacos mórbidos, debiendo ser evitada por todos los medios posibles tanto antes como durante la intervención: minimizar los tiempos de los procedimientos preoperatorios y de preparación del campo quirúrgico, uso de calentadores de líquidos, intercambiadores de calos en el FGF, colchones calentadores, etc. Como la mayor parte del torso y las piernas están expuestas durante la cirugía, los aparatos de aire caliente son parcialmente eficaces, por lo que se recomienda mantener una temperatura en quirófano superior a 24°C .

La anestesia epidural torácica ha mostrado incrementar el diámetro de las arterias epicárdicas, el flujo sanguíneo colateral, la disminución de la demanda de oxígeno, la incidencia de arritmias y de la tasa de infección pulmonar, así como asegurar una adecuada analgesia postoperatoria. A pesar de las ventajas de la simpaticolisis cardíaca para esta cirugía, estudios randomizados comparando la anestesia general con técnicas combinadas, no han mostrado diferencias significativas en el resultado global del paciente, salvo por una tendencia a la extubación precoz. Una técnica ultra-fast con extubación en el quirófano, no parece proporcionar beneficios adicionales para el paciente o en la relación coste-beneficio. Como este tipo de cirugía requiere un menor grado de anticoagulación el riesgo de hematoma epidural está reducido respecto de la técnica convencional, y debe ser el mismo que en la cirugía vascular mayor. Se debe recordar que existe una tendencia a mantener el tratamiento con aspirina y antiagregantes plaquetarios hasta la cirugía.

Aunque la técnica anestésica no ha mostrado influir en la morbi-mortalidad postoperatoria de esta cirugía, existe la evidencia experimental creciente de que algunos agentes anestésicos pueden ser más deseables que otros. Los anestésicos volátiles como el

isoflurano y el sevoflurano han demostrado inducir un acondicionamiento farmacológico significativo, que representa una protección frente a la isquemia.

Como la estabilidad hemodinámica puede conseguirse con diversos agentes anestésicos, se recomienda elegir aquellos que potencien este tipo de fenómenos.

Con cualquiera de las técnicas anestésicas empleadas, el primer objetivo del anestesiólogo es controlar las alteraciones hemodinámicas asociadas a la manipulación cardíaca y tratar los eventos isquémicos causados por la oclusión coronaria. Como las diferencias en los resultados de ambas técnicas quirúrgicas aparecen principalmente en los pacientes de riesgo elevado, es de mayor importancia para el anestesiólogo dominar los procesos patofisiológicos involucrados, ya que un manejo adecuado de los pacientes comprometidos puede marcar diferencias significativas en la morbi-mortalidad.

Conclusiones:

La cirugía sin bomba es una alternativa atractiva a la cirugía cardíaca convencional, especialmente en pacientes con función cardíaca alterada y una comorbilidad severa, incluyendo la edad avanzada y los trastornos de la coagulación.

El anestesiólogo involucrado en la cirugía cardíaca debe conocer este procedimiento y sus necesidades hemodinámicas. Los principales objetivos del manejo anestésico son el mantenimiento de una hemodinámica adecuada durante la enucleación del corazón y de una protección miocárdica óptima durante los eventos isquémicos.

Estudios clínicos y experimentales sugieren que los agentes halogenados tienen un efecto protector frente a la isquemia en las células miocárdicas, haciéndolos el agente de elección. El lugar de la analgesia epidural torácica o intratecal lumbar, aunque prometedor, aún está por definir.

El anestesiólogo juega un papel integral e impulsor en el éxito del curso operatorio y del resultado de la cirugía, por su capacidad para manejar los trastornos circulatorios e isquémicos.