

## INTERVENCIÓN DE ENFERMERÍA EN CIRUGÍA CARDIACA

Alida Mireya Chaves Reyes\*

**E**l profesional de enfermería en salas de cirugía desarrolla una función primordial pues en sus manos está, no sólo ejercer una habilidad gerencial, entendiendo como tal el desarrollo de capacidades para tomar decisiones y resolver conflictos, sino también brindar un cuidado de enfermería como parte de la atención integral e interdisciplinaria al paciente sometido a un procedimiento quirúrgico, durante el pre, trans y posoperatorio inmediato.

Por lo anterior es importante, como parte de la docencia y la formación universitarias, resaltar que el cuidado de enfermería es la esencia del quehacer profesional, desde el desarrollo de habilidades técnico-instrumentales y la aplicación del conocimiento en cada una de las áreas del saber.

En este artículo se hace énfasis en el liderazgo del profesional de enfermería como parte del equipo de cirugía cardiovascular,<sup>1</sup> el cual requiere de fundamentos teóricos, administrativos y personales que facilitan la gestión del cuidado de enfermería, convirtiéndose en un reto con cada paciente programado, intervenido y posteriormente rehabilitado. Se mencionará la intervención de enfermería en el trans-

\* Docente Facultad de Enfermería, Universidad Javeriana, Departamento de Enfermería Clínica.

<sup>1</sup> El equipo cardiovascular está conformado por: cirujano cardiovascular, anestesiólogo, enfermera y perfusionista, de acuerdo con el protocolo de cada institución de salud que cuente con este servicio, altamente especializado.

operatorio con el paciente sometido a la cirugía cardiaca con circulación extracorpórea.<sup>2</sup>

## Cirugía cardiaca

La cirugía cardiovascular abarca el conjunto de trastornos clínicos que se relacionan con anomalías congénitas y enfermedades adquiridas del sistema circulatorio. Las intervenciones quirúrgicas, a menudo complejas, que se hacen en corazón y grandes vasos periféricos, hacen obligatorio los equipos quirúrgicos experimentados y con adiestramiento especial.

El objetivo de la cirugía cardiaca es corregir los defectos y mejorar el funcionamiento cardiaco, y el objetivo de los cirujanos cardiovasculares es restablecer o preservar el gasto cardiaco y la circulación sanguínea para el cerebro y los tejidos de todo el cuerpo.

Los adelantos técnicos en el diagnóstico, la anestesia, la vigilancia hemodinámica, la circulación extracorpórea, la preservación miocárdica, la prótesis y el transplante, han hecho posible la corrección de muchos defectos y el tratamiento de enfermedades cardiovasculares.

A medida que avanzan la medicina y la tecnología, la especificidad de las acciones del profesional de enfermería ha tenido que estar a la par con el progreso, lo cual repercute en el desempeño de roles mucho más delimitados que permiten intervenir con el paciente. Esta exigencia requiere que el desempeño del profesional de enfermería esté en estrecha interacción con el equipo quirúrgico, exigiendo unas características personales que le permitan llevar a cabo su función: un carácter estable (especialmente ecuanimidad y serenidad) y dinámico, salud y condiciones físicas compatibles con la responsabilidad del cargo, que le permitirán actuar con eficiencia en situaciones de emergencia.

### *Equipo especial*

#### Sistema de drenaje torácico (drenaje mediastinal)

Se compone de un catéter (tubo) y un recipiente colector que se emplea para drenar líquido y evacuar el aire de la cavidad torácica durante el posoperatorio. Es necesario eliminar aire y líquidos de la cavidad torácica para evitar el colapso pulmonar; por lo general se utiliza un sistema desechable (Pleur Evac). Este sistema debe mantenerse siempre por debajo del nivel del tórax para asegurar un adecuado

<sup>2</sup> La circulación extracorpórea implica "parar" el corazón durante un tiempo determinado, lo que lleva a una interrupción de la circulación sistémica y de la oxigenación pulmonar, que es conectada a un circuito externo, a través de la derivación cardiopulmonar, que sustituye de manera temporal la función del corazón y los pulmones del paciente durante la cirugía cardiaca.

drenaje y evitar la introducción del contenido del frasco en la cavidad torácica (3).

### Injertos protésicos

Se emplean para reemplazar un segmento de arteria patológica ya sea por enfermedad congénita o adquirida, como una coartación (estenosis de un vaso) o un aneurisma (dilatación de un vaso). Existen varias clases de prótesis, siendo las más comunes:

- “Knitted” o tejidas: son más porosas y blandas y, además, más fáciles de penetrar con la aguja de sutura. Se prefieren para anastomosis de arterias pequeñas o cuando se trabaja con una arteria muy friable.
- “Woven” o entrelazadas: se utilizan para reemplazar grandes arterias debido a que el entretejido compacto evita la pérdida de sangre a través de ellas. Esto ofrece ventajas toda vez que el paciente ha recibido una dosis sistémica de heparina; si el cirujano lo desea, puede precoagular la prótesis antes de realizar la anastomosis.

Estas prótesis se fabrican de teflón o dacrón, y se diseñan como un tubo recto o bifurcado.

### Materiales para parches

Son fabricados en dacrón o teflón, y se utilizan para fortalecer la línea de sutura o efectuar el cierre de un defecto.

### Segmentos de tubos de goma

Se emplean a modo de torniquetes con las suturas de las cánulas para sostener estas últimas en su lugar, también se utilizan cuando se deben ocluir grandes vasos como la vena cava, con un clip umbilical (3).

### Marcapasos

Son dispositivos unidos a un electrodo con el propósito de estimular el músculo cardíaco para obtener una determinada frecuencia de latido.

### Paletas del desfibrilador

Se requieren para convertir la fibrilación (contracciones inefectivas del corazón) en un ritmo sinusal normal (latido cardíaco normal). La aplicación de corriente eléctrica al corazón hace que sus células experimenten un *shock* que le devuelve su ritmo normal. Es importante que el desfibrilador se encuentre disponible y listo en caso necesario. Mientras se utilice, el personal debe alejarse del paciente para evitar ser electrocutado.

## Equipo de Diethrich para arteria coronaria

Éste es un equipo que se compone de instrumentos delicados, especialmente tijeras, que se emplean cuando se opera sobre vasos sanguíneos pequeños como las arterias coronarias (3).

## Prótesis valvulares

Utilizadas durante la realización de un reemplazo valvular. Son juegos completos de prótesis valvulares junto con calibradores y soportes. Existen diferentes tipos; por su costo, éstas deben ser manipuladas lo menos posible.

Tanto las prótesis como los parches, injertos y catéteres deben ser biocompatibles, no trombógenos y no biodegradables (3).

## Medicaciones y soluciones especiales

- Heparina sódica: anticoagulante que se administra antes de la canulación para el *bypass* cardiopulmonar. Evita la formación de coágulos mientras el paciente se encuentra en la bomba de circulación extracorpórea. La dosis se calcula de acuerdo con el peso corporal y se denomina "dosis sistémica" ya que circula a través de todos los sistemas del organismo (1).
- Sulfato de protamina: es una proteína de bajo peso molecular que al combinarse con la heparina causa la pérdida de la actividad anticoagulante, en otras palabras, el mecanismo de coagulación de la sangre vuelve a su normalidad. Se administra por vía intravenosa una vez el procedimiento ha terminado y se han retirado las cánulas.
- Solución cardiopléjica: utilizada para detener el latido del corazón, es preparada y contiene cloruro de potasio, lidocaína, dextrosa, insulina, albúmina, trometamina (THAM) y plasmanate. Para obtener óptimos resultados la solución debe almacenarse a 40°C, y se administra por vía intravenosa (1).

Cada institución tiene su forma de preparación, composición y temperatura de la solución, así como las técnicas de administración. También pueden variar según la patología de cada paciente; cuando la solución se inyecta en el sistema de arterias coronarias, la hiperpotasemia, de inmediato, causa paro cardíaco electromecánico completo.

## Bomba extracorpórea

La cirugía cardíaca ha experimentado un enorme desarrollo en los últimos 30 años, lo que permite en la actualidad la resolución quirúrgica de casi todas las anomalías adquiridas o congénitas. Este avance se ha cimentado fundamentalmente en:

- Mejora permanente de la técnica quirúrgica.
- Diseño y construcción de prótesis valvulares muy avanzadas.
- Aplicación de técnicas eficientes de circulación extracorpórea.
- Importantísimos progresos en la protección del miocardio ante la isquemia provocada durante la circulación extracorpórea.
- Uso de técnicas futuristas en la exploración y el diagnóstico de las patologías cardíacas.
- Grandes progresos en el cuidado posoperatorio de estos pacientes en unidades de cuidados intensivos, con personal cualificado y equipos preparados para detectar precozmente y registrar cualquier posible alteración.

La derivación cardiopulmonar o circulación extracorpórea o *bypass* cardiovascular es la técnica para que la sangre se oxigene y circule por medio de un sistema mecánico de oxigenador y bomba. Sustituye de manera temporal la función del corazón y los pulmones del paciente durante la cirugía cardíaca; la sangre venosa se desvía del cuerpo a la máquina para oxigenarse (circulación extracorpórea) y se bombea hacia el paciente.

Durante la derivación los pulmones se mantienen expandidos e inmóviles. Se hepariniza al paciente para evitar la formación de coágulos. Para realizar esta derivación el paciente se une a un aparato que consiste en una bomba mecánica que simula la acción del ventrículo izquierdo y un oxigenador que sustituye a los pulmones en la función de intercambio de gases. La sangre sale de la circulación general por cánulas introducidas en la aurícula derecha o las venas cavas, y por medio de una bomba es llevada a un depósito venoso para filtrarla y pasarla por el oxigenador y el intercambiador calórico (4).

Antes de iniciar el procedimiento los catéteres se conectan a la máquina por medio de tubos estériles; esta técnica permite que el cirujano cuente con un campo quirúrgico exangüe y sin perturbaciones, así como conservar simultáneamente el riego y la viabilidad de tejidos y órganos. La sangre oxigenada llega a todos los tejidos del cuerpo por medio de una cánula en la aorta descendente; en algunas ocasiones se utiliza la arteria femoral cuando la operación abarca alguna maniobra en el cayado de la aorta, o la calcificación de ese gran vaso es extensa (2).

Después, esta sangre vuelve al aparato corazón-pulmón, en el que se repite la maniobra descrita. La derivación corazón-pulmón es un medio artificial para conservar la circulación por lo que es posible que surjan alteraciones en la hemodinámica sino se atienden aspectos como la hemodilución, hipotermia y anticoagulación.

La hemodilución es la práctica original de “cebar” con sangre completa la bomba; esta práctica ha sido sustituida por el empleo de sangre autóloga diluida con una solución isotónica de cristaloides (como la solución dextrosa al 5% AD y la solución lactato de Ringer). Esta hemodilución tiene como ventajas:

- Ocasiona desplazamientos menos profundos entre los compartimientos extravascular e intersticial.
- Menor viscosidad de la sangre y mayor riego capilar.
- Menor formación de micro trombos, y disminución de las posibilidades de incompatibilidades hemáticas y transmisión de enfermedades como hepatitis y síndrome de inmunodeficiencia adquirida.

La hipotermia y el recalentamiento al terminar la circulación extracorpórea se realizan mediante un elemento de intercambio calórico en la bomba. Durante el procedimiento quirúrgico el paciente se enfría hasta llegar a una temperatura de 28-32° C; esta temperatura disminuye las necesidades de oxígeno en los tejidos hasta en un 50%, y protege a los grandes órganos contra lesiones isquémicas que resultarían si fuese necesario el riego lento durante la cirugía, o fallara la bomba. Aunque la hipotermia vuelve más viscosa la sangre, este efecto se compensa con la hemodilución (1).

Para la anticoagulación se utilizan los medicamentos para disminuir el riesgo de coagulación masiva en las porciones mecánicas del sistema de derivación; para este fin se utiliza la heparina, cuyos efectos se vigilan en forma minuciosa durante la intervención. Una vez se separa al paciente del sistema extracorpóreo se le inyecta sulfato de protamina con el fin de anular los efectos de la heparina.

Durante las primeras horas del posoperatorio se vigila al paciente muy de cerca para evitar que se presenten complicaciones que pueden aparecer cuando el paciente regresa a su temperatura corporal normal y el fármaco circulante en la sangre periférica queda atrapado en el tejido graso y vuelve poco a poco a la circulación central; por lo general, y con el fin de neutralizar el efecto de la heparina residual, en el posoperatorio se administra sulfato de protamina (2).

### *Componentes del Sistema de Derivación —circulación extracorpórea—*

**Oxigenador:** permite cumplir con la función pulmonar por la cual la sangre capta oxígeno y pierde dióxido de carbono. Los tipos de oxigenadores son:

1. De burbujas: se proporcionan burbujas de oxígeno a la sangre mediante un contacto directo entre ésta y el gas.

2. De membrana: el oxígeno y el dióxido de carbono se difunden a través de una membrana permeable de teflón o polietileno que contiene la sangre. Este método disminuye la interfase de sangre y gas. Se dispone de varios tipos de oxigenadores desechables de membrana.
3. Membrana microporosa: la película de sangre está separada del gas de ventilación por una membrana de polipropileno microporoso plegada como acordeón y que funciona como el oxigenador, rebasa la presión gaseosa en todo momento, lo que impide que pasen burbujas de gas a través de la membrana microporosa (4).

**Intercambiador de calor:** este dispositivo incorporado al circuito regula la temperatura de la sangre. A través del intercambiador circula el agua a temperatura regulada con un termostato, por lo cual éste puede producir, controlar y corregir la hipotermia general. Con frecuencia se induce hipotermia junto con la derivación para reducir la demanda de oxígeno de los tejidos y proteger al miocardio durante el paro.

**Bombas:** los rodillos que se golpean sobre los tubos de plástico estériles impulsan la sangre oxigenada recalentada en un flujo relativamente sin pulsaciones a través de un filtro de sangre y una burbuja atrapada en la cánula arterial para que recircule por todo el cuerpo. La velocidad del flujo puede variar. Se calcula de acuerdo con el peso del paciente o con la superficie corporal. Con la hipotermia se consigue un flujo reducido (4).

**Perfusión:** justo antes de la operación, el aparato se prepara (llena) con una solución salina equilibrada —con frecuencia con lactato o acetato— y una solución cardio-preservadora que incluye bicarbonato de sodio y un expansor del volumen plasmático heparinizado (solución cardiopléjica).

En la técnica de preparado con hemodilución, el sistema se llena con líquido que sustituye la sangre desviada hacia el sistema de bombeo y oxigenación, y que recircula a través del circuito para eliminar las burbujas de aire. Dicha solución debe ser de volumen suficiente y hematocrito adecuado para que cuando se mezcle con la sangre del paciente el plasma amortiguado que se produce en consecuencia sea capaz de lograr una perfusión apropiada y así prevenir la acidosis miocárdica. Se añade sangre según sea necesario para conservar una capacidad de transporte de oxígeno y una perfusión adecuadas (4).

La derivación cardiopulmonar puede ser parcial o total. En la parcial se deriva sólo parte del retorno venoso al corazón-pulmón artificial y el resto sigue a la circulación normal. En la derivación total se deriva a la máquina todo el retorno venoso para la perfusión total del organismo. Los cordones colocados alrededor de los catéteres de las cavas se aprietan para derivar toda la sangre hacia la máquina y se produce un paro cardíaco

Durante la perfusión el paciente se vigila de cerca a fin de estimar las presiones arterial y venosa, las temperaturas corporal y sanguínea, los gases y electrolitos sanguíneos y producción de orina.

La anestesia general se sostiene con un vaporizador de anestésico que agrega vapor a la mezcla oxigenante, o con anestesia intravenosa.

Al concluir la reparación del defecto se procede a:

- Extraer el aire del corazón.
- Restaurar la contracción cardíaca.
- Restablecer la ventilación pulmonar con un ventilador.
- Recalentar el paciente y disminuir en forma gradual la perfusión para liberarlo de la máquina.
- Una vez restituida la circulación y el ritmo cardíaco se suspende la derivación, se retiran las cánulas y se cierran los sitios de inserción con suturas en bolsa de tabaco.

## Complicaciones

Las complicaciones son más frecuentes en lactantes o en adultos cuyas operaciones han sido prolongadas, éstas son:

- Alteraciones en la coagulación, que se presentan como resultado de la heparinización de la sangre, daño mecánico de las plaquetas y factores de la coagulación, así como por la exposición directa de la sangre al oxígeno.

Si los eritrocitos se hemolizan puede aumentar la viscosidad en los túbulos renales y causar necrosis tubular e insuficiencia renal.

- La perfusión y oxigenación inadecuadas o prolongadas promueven la anoxia tisular y acidosis metabólica; es importante observar de cerca el equilibrio hidroelectrolítico, en particular por la hipervolemia, pues los líquidos con los que se prepara la bomba pueden pasar al espacio intersticial y, debido a que este líquido regresa a la circulación en el posoperatorio, puede presentarse este desequilibrio, más aún cuando el estrés de la cirugía altera los niveles de aldosterona y hormona antidiurética causando retención de sodio y agua (5).

Durante el posoperatorio los líquidos se restringen por las primeras 24 horas.

- La psicosis posbomba consiste en alucinaciones visuales y auditivas, e ilusiones paranoides.
- La complicación más grave de la circulación extracorpórea es el síndrome de posperfusión pulmonar; su etiología no se conoce, pero cuando éste se presenta es mortal pues se desarrollan la atelectasia, el edema pulmonar y la hemorragia.



- La acidosis metabólica da lugar a gasto cardíaco bajo en el posoperatorio, que se presenta con más frecuencia en pacientes con antecedentes de enfermedad cardíaca.
- Por último, el taponamiento cardíaco es otra complicación potencial que se refleja por una caída de más de 10 mm de mercurio en la presión sistólica durante la inspección y presencia del pulso paradójico.

### *Etapas de la cirugía cardíaca*

La cirugía del corazón adquiere importancia dado que la cardiopatía —fundamentalmente la patología coronaria— es la causa aislada más importante de muerte en los países desarrollados. Antes de ser sometido a una cirugía el paciente cardíopata —que opcionalmente es quirúrgico— pasa por ciertas etapas que dependen de la institución donde se encuentre hospitalizado, pero que en resumen son las siguientes:

**Antes de la cirugía:** en esta primera etapa la enfermera debe conocer las condiciones generales, patologías asociadas de tipo vascular, pulmonar, cirugía de extremidades, tórax, reacciones alérgicas, tratamiento médico asociado y calidad de los conductos (arteria radial y vena safena) cuando el procedimiento es una revascularización miocárdica; también son importantes los exámenes de laboratorio (cuadro hemático, química, pruebas de coagulación, hemoclasificación y reserva de sangre), radiografía de tórax y ecocardiograma, además de otros exámenes complementarios, y el consentimiento informado.

Así mismo, la intervención con el paciente y su familia, respecto a la ansiedad y angustia que el procedimiento desencadena, hacen que la intervención de enfermería sea factor clave y decisivo en esta etapa. La preparación de la piel, el tracto digestivo y la premedicación siguen en orden para el éxito de la cirugía. Sin embargo, es importante aclarar que este depende de los protocolos establecidos en cada institución (2).

**En salas de cirugía:** en esta segunda etapa se consideran dos momentos, uno denominado el preoperatorio inmediato, allí ocurre la recepción del paciente, revisión de la preparación preoperatoria (piel, premedicación), registros, exámenes, rayos X y otros, y la valoración y el reconocimiento de las necesidades del paciente y del equipo quirúrgico antes de iniciar la cirugía; y un segundo momento cuando el paciente es trasladado a la sala, donde se realizan las acciones de instalación de equipos, monitoría del paciente, preparación de la piel y la posición del paciente, sin olvidar el apoyo emocional que éste requiere.

**Intraoperatorio:** conocido también como transoperatorio; se inicia desde que el paciente es trasladado a la mesa quirúrgica, hasta que sale a la unidad de cuidado intensivo. Una vez el paciente está en la

mesa quirúrgica, se debe tener en cuenta la posición y la protección para las zonas de apoyo.

También es importante mencionar la intervención activa del equipo de anestesia que participa tanto en la monitorización no invasiva (electrocardiograma, saturación de oxígeno y capniometría) como invasiva (línea arterial, catéter venoso central, Swan Gans), además de la inducción anestésica y el apoyo para armar la máquina corazón-pulmón.

En el acto quirúrgico se pueden observar dos etapas; en la primera, cuando el paciente está anestesiado y en posición, se procede a la preparación de la piel (rasurado y lavado), y a armar el campo quirúrgico que dependerá del tipo de cirugía a realizar y que consiste en colocar los campos para proteger al paciente.

A continuación se colocan los aspiradores, los cables de coagulación y las líneas de circulación extracorpórea que comprenden un aspirador, un vent, una línea arterial y una venosa, sujetos al campo quirúrgico.

Concluido esto nos acercamos al acto quirúrgico que comienza con la obtención de los conductos arteriales y venosos; a la vez se realiza la apertura del tórax (esternotomía), se procede con la disección del pericardio y la colocación de puntos de tracción, para luego continuar con la canulación, que es el paso previo para colocar la circulación extracorpórea y consiste en determinar el lugar de la canulación arterial (aorta, subclavia) y la canulación venosa (aurícula derecha, vena cava); la técnica consiste en hacer bolsillos que permitan por un lado producir el sello de la canulación y sujetar la cánula, y por otro lado al retirar la cánula permite ser reparado; se continúa con la disección de la mamaria interna, disección y preparación del injerto venoso y/o disección de la arteria radial. Mientras tanto el perfusionista purga y revisa de nuevo el equipo que previamente fue cebado (4).

Una vez derivada la circulación al exterior se interviene el corazón. Éste duraría poco tiempo en anoxia, y no sería posible realizar la operación sino se aplicara un tratamiento especial que consiste en someterlo a hipotermia con una solución especial a unos 4-6° C, que se perfunde intermitentemente a través de las coronarias. Con ello se consigue mantener el corazón vivo durante varias horas. Se disminuyen también los requerimientos energéticos del resto del organismo mediante una reducción de la temperatura corporal de unos 10 o 15° C; lo que se logra mediante el enfriamiento de la sangre cuando se encuentra en el circuito extracorpóreo.

La sangre se hepariniza a su llegada a la bomba de perfusión y, sólo cuando se va a terminar la intervención, se le va inyectando protamina para neutralizarla.

La asistolia del corazón se logra mediante la inyección, a través de las coronarias, de una solución especial rica en potasio. La recuperación del ritmo se produce en la mayoría de los casos cuando se elimina esta solución, mediante lavado coronario, y se desclampean los grandes vasos comenzando a llegar la sangre a las cavidades cardíacas. Cuando esto no es suficiente, se hace precisa una o varias descargas con el desfibrilador.

Hay dos hechos en el circuito de extracorpórea que significan un gran cambio respecto al normal funcionamiento de la circulación sanguínea, y que pueden causar desarreglos importantes: uno, que la sangre es bombeada al organismo de forma continua, no pulsátil, y dos, que la circulación menor o pulmonar no se produce.

Cuando se han terminado las anastomosis, y teniendo seguridad de ellas, de la temperatura del paciente, del apoyo hemodinámico y de la monitorización, se procede con la suspensión paulatina de la asistencia circulatoria de la máquina corazón-pulmón.

Concluido lo anterior, y con el paciente estable, se procede a la decanulación (previa administración de protamina). Se retiran primero las cánulas venosas y luego las arteriales, por si es necesario administrar volumen de líquidos; luego se colocan los tubos de drenaje mediastinal, y se procede al cierre esternal, curación de la herida operatoria y conexión de drenajes a sello hidráulico —este último se realiza cuando se ha terminado el cierre de la piel en el esternón— con el paciente en buenas condiciones de coagulabilidad se procede a su traslado a la unidad de cuidado intensivo.

Es importante que el profesional de enfermería posea un completo conocimiento de la anatomía y la fisiología cardíaca que le permitan comprender cada uno de los procedimientos quirúrgicos y de esta forma planear la intervención y las acciones que debe brindar al paciente con alguna alteración cardíaca en el pre, trans y posoperatorio, puesto que las anomalías de los grandes vasos, especialmente la aorta, se corrigen quirúrgicamente para mejorar la circulación sanguínea del organismo.

Dado que el propósito de la intervención de cirugía cardiovascular (corazón, grandes vasos asociados y estructuras pulmonares) varía de acuerdo con la anatomía específica involucrada, a continuación encontrará un breve repaso sobre el tema.

## Anatomía y fisiología del corazón (el corazón como bomba)

El corazón es un órgano muscular con la función de bombear la sangre hacia todos los tejidos. Esto lo hace continuamente, sin pausa. Durante la vida de una persona late aproximadamente unos tres mil millones de veces.

Anatómica y fisiológicamente se distingue un lado derecho que recoge sangre no oxigenada de las venas cavas superior e inferior y la bombea hacia la arteria pulmonar, y un lado izquierdo que recoge la sangre oxigenada a través de las venas pulmonares y la impulsa hacia la arteria aorta.

El desplazamiento de la sangre se produce mediante la sucesión continuada de contracciones (sístoles) que reducen el volumen de las cámaras cardíacas, y las relajaciones (diástoles) que lo aumentan. Actúa por tanto como una bomba aspirante-impelente que garantiza la dirección adecuada en la circulación de la sangre gracias a un sistema de válvulas que impide el retroceso.

La aurícula derecha (AD) recibe el flujo venoso de las cavas superior e inferior. También recibe la sangre procedente de la propia irrigación coronaria. Se comunica a través de la válvula tricúspide con el ventrículo derecho (VD). De éste, y cruzando la válvula pulmonar, pasa al tronco arterial pulmonar. Tras oxigenarse en los alvéolos regresa al corazón —esta vez a la aurícula izquierda (AI)— por las venas pulmonares pasando, posteriormente, al ventrículo izquierdo (VI) a través de la válvula mitral. El VI bombea la sangre hacia la aorta atravesando la válvula aórtica.

Las válvulas cardíacas son cuatro:

- dos sigmoideas: pulmonar y aórtica
- dos auriculoventriculares: tricúspide y mitral

Las sigmoideas insertan sus valvas (pantallas de cierre de la circulación) en la pared propia del vaso, sin presentar otras estructuras específicas.

Las auriculoventriculares las insertan sobre un anillo fibroso y, además, presentan lo que se podría denominar un aparato subvalvular. Éste se compone de músculos papilares, asentados en el ventrículo, y cuerdas tendinosas que parten de estos músculos y se insertan en el borde de las valvas, impidiendo que se abran hacia las aurículas.

Las paredes del corazón se componen de una capa interna o endocardio que se continúa con el endotelio vascular, una capa media o miocardio que es la responsable de las contracciones musculares, y una doble hoja serosa externa o epicardio. Hay una última capa, el pericardio, que es una especie de saco fibroso que envuelve al corazón. El epicardio tapiza externamente al miocardio e internamente al pericardio, formando una cavidad virtual con algo de líquido que permite el libre movimiento cardíaco (2).

## Sistema de conducción del corazón

Este sistema permite la contracción sincrónica de las aurículas, seguida por la de los ventrículos. Las mitades derecha e izquierda del

corazón funcionan de manera simultánea aunque en forma independiente.

Las contracciones musculares de las aurículas y los ventrículos están controladas por un impulso eléctrico que se origina en el nodo sinoauricular o de Keith y Flack. Este marcapaso está constituido por una densa red de fibras especializadas situada en la unión de la aurícula derecha con la vena cava superior. Estas fibras se continúan con las fibras musculares de la aurícula en la periferia del nodo. El estímulo así generado en el nodo auriculoventricular está por debajo del endocardio en el tabique interauricular.

Una masa del tejido conductor entretejido forma el nodo de fibras musculares de la aurícula, y el haz de Hiss auriculoventricular proporciona la conducción entre las aurículas y los ventrículos. La banda de tejido conductor que se origina en el nodo auriculoventricular pasa a ambos lados del tabique interventricular, y se ramifica dividiéndose y subdividiéndose para penetrar cada área del músculo ventricular y transmitir los impulsos de contracción a los ventrículos. En esta forma, la expansión del tejido de conducción logra la estimulación coordinada de las zonas musculares que se distribuyen por aurículas y ventrículos.

Cada contracción auricular (despolarización) es seguida por un periodo de recarga (repolarización) durante el cual los ventrículos se contraen. La contracción ventricular va seguida de un periodo de recuperación mientras las cavidades cardíacas se llenan de sangre hasta que la aurículas se contraen debido a una mayor presión.

### *Ciclo cardíaco. Circulación*

La contracción miocárdica se conoce como sístole, y su relajamiento como diástole.

La sangre procedente de todo el cuerpo entra en la aurícula derecha por medio de las venas cavas y pasa al ventrículo derecho a través de la válvula tricúspide, de donde es impulsada a la válvula pulmonar hacia el tronco de la arteria pulmonar. Las arterias pulmonares derecha e izquierda que se originan en este tramo llevan sangre a los pulmones donde ésta capta oxígeno y elimina dióxido de carbono.

La sangre oxigenada es transportada desde los pulmones a la aurícula izquierda por las venas pulmonares y penetra en el ventrículo izquierdo por la válvula mitral.

La concentración del ventrículo izquierdo impulsa la sangre a la aorta a través de la válvula aórtica, de donde se distribuye a todo el organismo por medio de las ramificaciones arteriales.

La presión más elevada que se alcanza durante la sístole ventricular izquierda recibe el nombre de sistólica. Después de contraerse el

ventrículo se relaja, con lo cual la presión arterial cae a su nivel más bajo y constituye la presión diastólica.

Cada contracción del ventrículo derecho impulsa la sangre por la válvula pulmonar hacia los pulmones. En resumen hay dos tipos de circulación.

1. **Circulación pulmonar:** del ventrículo derecho a los pulmones con retorno a la aurícula izquierda.
2. **Circulación general:** del ventrículo izquierdo a la aorta, a los tejidos y órganos, con retorno a la aurícula derecha (2).

Una vez revisada la anatomía y fisiología del corazón, entramos a revisar brevemente las patologías valvulares

## Patología valvular

La principal función del corazón es aportar a los tejidos y órganos del cuerpo un flujo de sangre oxigenada capaz de abastecer sus necesidades metabólicas. En el adulto esto corresponde a un gasto cardiaco de 5 l/m aprox., con capacidad para superar los 15 l/m durante el ejercicio físico.

Cuando un corazón no es capaz de cumplir estas funciones hablamos de insuficiencia cardiaca. También debe estar preparado para adaptarse a las variaciones de la resistencia periférica y el retorno venoso, sin que se produzcan alteraciones importantes de la presión arterial, venosa e intracardiaca. En este marco se encuadran las patologías valvulares, a saber:

### *Valvulopatía mitral*

La válvula mitral está formada por un anillo con dos valvas desiguales, cuerdas tendinosas y músculos papilares. La patología se presenta en forma de estenosis, insuficiencia o una asociación de ambas.

La estenosis provoca un aumento de presión en la aurícula izquierda que, en los casos graves, puede ser de 25 mmHg o más. La presión intraventricular izquierda no aumenta, pero el gasto cardiaco se ve reducido debido a la disminución del flujo hacia el VI.

El aumento de presión en la aurícula izquierda provoca un remanso de sangre, generalmente con hipertensión, en venas pulmonares, capilares y arteria pulmonar. Si se produce de forma brusca puede desencadenar un edema agudo de pulmón; si es un proceso crónico, la hipertensión en la circulación menor origina una rigidez pulmonar que dificulta la respiración.

Se asocia más tarde o más temprano con una fibrilación auricular que viene a complicar el cuadro. Una vez instaurado el cuadro de HTP (hipertensión pulmonar) el pronóstico es malo si no se recurre a la cirugía cardiaca. Ésta presenta dos posibilidades:

- Comisurotomía mitral: consiste en ensanchar el diámetro de la válvula mitral. Suele reestenosarse al cabo de 5-10 años. La mortalidad preoperatoria está entre el 1% y el 2% cuando se reúnen las mejores condiciones, pero si el paciente llega con HTP grave o insuficiencia cardíaca derecha puede elevarse hasta el 10% o más. Se puede realizar a "corazón cerrado" (está en desuso), o ha "corazón abierto".
- Sustitución mitral: requiere obligatoriamente circulación extracorpórea. Se coloca una válvula que puede ser mecánica o biológica (2).

### *Insuficiencia mitral*

Puede aparecer fundamentalmente por:

- Endocarditis reumática: generalmente afecta a las cuerdas tendinosas y a las valvas, pero también puede respetar a éstas y dañar únicamente el anillo valvular dilatándolo, con lo que se agranda el orificio auriculoventricular. Tiene una evolución lenta, de varios años.
- Endocarditis infecciosa: puede perforar las valvas y romper las cuerdas tendinosas.
- IAM: suele lesionar el músculo papilar (generalmente el posterior).
- Insuficiencia mitral congénita

En las formas agudas de instauración, por rotura de cuerdas tendinosas, por ejemplo, no hay tiempo para que se establezcan mecanismos compensadores. La aurícula izquierda es pequeña, y el aumento de volumen sanguíneo provoca una hiperpresión que se transmite al lecho pulmonar. El inicio de los síntomas es brusco y son los derivados de la hipertensión pulmonar, llegando al edema agudo de pulmón. Su evolución suele ser rápidamente fatal si no se interviene quirúrgicamente.

La intervención quirúrgica es obligatoriamente a "corazón abierto". Se puede intentar la anuloplastia (cerrando el diámetro del anillo valvular) o la colocación de una prótesis.

### *Valvulopatía aórtica*

La válvula aórtica está formada por tres valvas semilunares unidas a un anillo fibroso. Inmediatamente por encima están los senos de Valsalva. La patología se presenta en forma de estenosis, insuficiencia o una combinación de las dos.

#### **Estenosis aórtica**

La enfermedad afecta generalmente a las valvas, pero también puede incidir sobre el infundíbulo denominándose estenosis subvalvular, o sobre la raíz de la aorta denominándose estenosis supravalvular.

Sólo cuando el orificio valvular disminuye por debajo de un cuarto de su tamaño normal aparecen los síntomas graves.

Para mantener adecuadamente el gasto cardiaco, el ventrículo izquierdo tiene que aumentar la presión de salida. Esto acaba provocando una hipertrofia ventricular que tiene dos connotaciones negativas:

- El aumento de grosor del miocardio disminuye su distensibilidad y con ello la capacidad de llenado durante la diástole.
  - Las arterias coronarias van siendo progresivamente insuficientes para abastecer el incremento de la masa muscular.
- Con la evolución de la enfermedad, el paciente presentará cuadros de disnea, síncope y angina de pecho. El angor y el síncope son mucho más frecuentes que en otras valvulopatías. Éste último síntoma, en relación con esfuerzos, tiene valor diagnóstico.

Existe un riesgo importante de muerte súbita, aunque la causa más importante de fallecimiento es la insuficiencia cardiaca.

La evolución suele ser lenta, pero una vez que aparecen los síntomas reseñados anteriormente, puede sobrevenir la muerte súbita en cualquier momento. Si no, la muerte puede producirse durante los cinco años posteriores al inicio de la insuficiencia cardiaca.

La intervención quirúrgica se realiza bajo CEC (circulación extracorpórea). Las posibilidades son:

- Comisurotomía: sólo usada en las patologías de etiología congénita.
- Sustitución valvular: mediante la implantación de una prótesis biológica o mecánica.

### Insuficiencia aórtica

Su etiología es frecuentemente reumática. También puede tener un origen congénito. Otras causas pueden ser hipertensión arterial, endocarditis infecciosa, espondilitis anquilosante, aneurisma disecante.

Hay que distinguir claramente las formas crónicas de las de instauración brusca.

Como consecuencia de esta patología, cada diástole del ventrículo izquierdo provoca un importante reflujo de sangre proveniente de la aorta, que se suma a la que vierte la aurícula izquierda. Si esto ocurre progresivamente el ventrículo tiene tiempo de dilatarse para adaptarse a la nueva situación. En este caso, cada eyección provoca una importante elevación de la presión sistólica intraaórtica. Sin embargo, ésta se ve muy disminuida durante la diástole, debido a la regurgitación de sangre hacia el ventrículo. El pronóstico es peor en las formas de instauración brusca que en las crónicas y la muerte se



produce, casi invariablemente, en cuestión de días o semanas si no se acude a la cirugía (2).

Generalmente, en la intervención quirúrgica se sustituye la válvula por una prótesis mecánica o biológica.

### *Valvulopatía tricúspide*

La válvula tricúspide tiene una estructura similar a la mitral, con un anillo fibroso sobre el que se asientan las válvulas, y un aparato subvalvular. Se diferencia, sin embargo, en que tiene tres valvas en lugar de dos.

Puede verse afectada por estenosis e insuficiencia.

### Estenosis tricúspide

Casi siempre tiene un origen reumático y casi nunca es la lesión cardíaca predominante.

La dificultad de paso ocasiona una disminución del gasto cardíaco y un aumento de la presión en la aurícula derecha. Esto provoca la dilatación de dicha cavidad así como de las venas cavas. La evolución continúa hacia hepatomegalia, edemas periféricos y ascitis. Si tiene algo de positivo es que la disminución del flujo hacia territorio pulmonar alivia la hipertensión provocada por la estenosis mitral, patología con la que normalmente se asocia.

El pronóstico es relativamente bueno, y sólo si la lesión es grave la insuficiencia cardíaca se expresa con síntomas bastante claros.

Generalmente no se justifica la intervención quirúrgica. Sólo en una minoría de los casos, en los que la gravedad de la lesión lo requiere, se lleva a cabo. Se puede realizar: valvulotomía y sustitución valvular.

### Insuficiencia tricúspide

La insuficiencia orgánica de esta válvula es muy infrecuente y su etiología suele ser reumática. En la actualidad es cada vez más frecuente la endocarditis bacteriana aguda.

La insuficiencia tricúspide funcional se presenta como consecuencia de la elevación de la presión intraventricular derecha, la cual suele venir precedida por una hipertensión pulmonar secundaria a una valvulopatía mitral.

La insuficiencia tricúspide puede aminorar la congestión pulmonar debida a la patología mitral. Sus síntomas propios son edemas, hepatomegalia y ascitis.

Suele tolerarse durante mucho tiempo pero, en algún momento, los síntomas llegan a ser incapacitantes y rebeldes a la medicación.

Si su etiología es funcional, el tratamiento es solucionar la causa que la provoca —generalmente valvulopatía mitral—, con ello suele desaparecer la insuficiencia tricúspide. Si no se soluciona el cuadro, o si su etiología es orgánica, se requiere la intervención quirúrgica para reconstruir la válvula o sustituirla por una prótesis mecánica o biológica.

### *Valvulopatía pulmonar*

Es relativamente infrecuente y se presenta en forma de estenosis o insuficiencia.

## Anatomía y fisiología coronaria

El corazón requiere su propio abastecimiento de sangre para su metabolismo celular. Lo consigue gracias a una red de arterias, las coronarias, que tienen la particularidad de que sólo pueden vehicular la sangre cuando el corazón está en reposo, es decir en diástole, porque en sístole hay una resistencia muy alta que dificulta la circulación.

Esta red arterial parte de la raíz aórtica, más concretamente de dos senos de Valsalva, y en su inicio se compone de:

- **Arteria coronaria izquierda.** Nace en el seno de Valsalva coronario izquierdo. Se divide en dos grandes ramas:
  - ✓ **Descendente anterior:** circula por la cara anterior, entre ambos ventrículos, irrigando el tabique interventricular y la cara anterior del ventrículo izquierdo.
  - ✓ **Circunfleja:** transcurre por el surco auriculoventricular izquierdo irrigando las paredes lateral y posterior del ventrículo izquierdo.
- **Arteria coronaria derecha.** Nace en el seno de Valsalva coronario derecho y discurre por el surco auriculoventricular derecho. Se continúa en una gran rama, la descendente posterior, que circula por el tabique interventricular posterior. Generalmente irriga el nodo sinusal, el nodo auriculoventricular, el ventrículo derecho y la parte inferior del ventrículo izquierdo.

Los grandes vasos son superficiales y van dando ramas perpendiculares que se introducen en el miocardio.

## Patología coronaria

La red vascular coronaria abastece de oxígeno y nutrientes a las células cardíacas y está preparada para realizarlo así durante toda la vida. Sin embargo, hay ocasiones en que el paso de sangre es dificultado y, a veces, obstruido por diversas causas. El corazón se puede resentir gravemente, e incluso sobrevenir la muerte. Este proceso pato-

lógico (obstrucción parcial o completa más enfermedad cardíaca) recibe el nombre de cardiopatía isquémica.

El factor que más frecuentemente la desencadena es la aterosclerosis. Según la OMS, es una "combinación variable de modificaciones en la capa íntima de las arterias (diferenciándolas de las arteriolas), que consiste en la acumulación focal de lípidos, hidratos de carbono complejos, sangre y productos sanguíneos, tejido fibroso y depósitos de calcio, asociada a alteraciones en la capa media". No es un sinónimo de arteriosclerosis porque éste es un término más inespecífico que hace alusión al endurecimiento de las arterias y arteriolas.

La aterosclerosis viene propiciada por una serie de factores como el tabaquismo, la hiperlipidemia, la hipertensión arterial, el estrés, el sedentarismo, la diabetes y la obesidad.

En algunas ocasiones hay causas ajenas a la aterosclerosis que precipitan una cardiopatía isquémica, como son las anomalías congénitas, la emigración de émbolos provenientes de aurícula o ventrículo izquierdo, la aortitis sifilítica, los aneurismas disecantes, la poliarteritis y el espasmo arterial coronario, entre otros.

Cuando tras una angina de pecho rebelde al tratamiento médico subyace una estenosis coronaria de un 50-70% (según la arteria afectada), debe plantearse dilatar la estenosis mediante cateterismo, disolver el trombo *in situ* con fibrinolíticos del tipo estreptoquinasa, o realizar un *bypass*.

Antes de intervenir es necesario realizar al paciente una coronariografía para identificar escrupulosamente las zonas y el grado de isquemia que presentan todas las arterias cardíacas. Con esta información se puede decidir qué tipo de intervención se va a realizar. La mortalidad de esta prueba está entre el 0,1 y el 0,5 % (2).

## Referencias

1. Brunner, Suddart. Enfermería médico quirúrgica. 8ª ed., Editorial Interamericana; 1998.
2. Torné Pérez E. Sociedad de Enfermería Cardiológica. Enfermería y cirugía cardíaca. <http://www.enferpro.com/cirurgiacurso.htm>
3. Fuller, J. Instrumentación quirúrgica. Principios y práctica. Bogotá: Editorial Panamericana; 1998.
4. Hessel, EA. Cardiopulmonary Bypass Principles and Practice. Glenn P. Graylee. Edit. Baltimore: Williams & Wilkins; 1983.
5. López Rodríguez y cols. Cirugía cardíaca. N. Perabs. Complicaciones frecuentes en el posoperatorio de cirugía extracorpórea. Servicio de Medicina Intensiva H. Regional Universitario Infanta Cristina. Badajoz - España. Cap. 7: 99-105.