

MONITORIZACIÓN HEMODINÁMICA

1. Indicaciones de Monitorización Hemodinámica
2. Equipo de monitorización
3. Monitorización presión arterial sistémica
4. Monitorización con catéter en arterial pulmonar ó Swan Ganz: PVC / PAD, PAP, PEP ó PAPE, GC

1. Indicaciones de Monitorización Hemodinámica

Deben monitorizarse aquellos pacientes que por su condición clínica desarrollan estados de bajo gasto cardíaco o alteraciones hemodinámicas. La magnitud e intensidad de la monitorización variará según la patología, sus antecedentes patológicos y factores de riesgo.

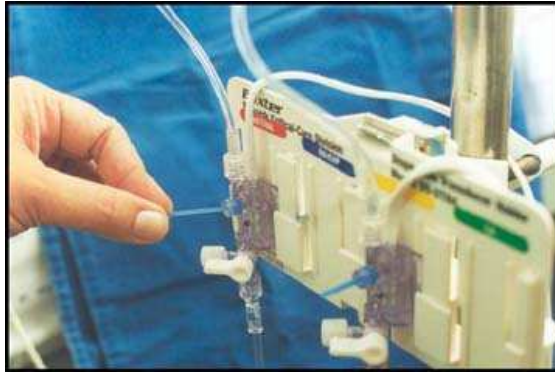
2. Equipo de monitorización hemodinámica

El equipo lo integran básicamente tres elementos que son el catéter, el transductor y el monitor.

- El catéter tiene como misión el transmitir presiones intravasculares y sus cambios, de una forma precisa y fiable desde el interior del vaso al exterior.
- Los transductores son instrumentos que transforman una señal mecánica (la presión ejercida sobre una membrana o diafragma por la columna de líquido que proviene del catéter intravascular) en una señal eléctrica, que se transmite por un cable hasta el monitor.
- El monitor amplía esta señal eléctrica que sale del transductor, pudiéndose visualizar en la pantalla las morfologías de las distintas ondas de presiones que estamos midiendo (presión arterial, presión venosa central....) así como los valores numéricos de presión.

Para mantener permeable la vía que hemos canalizado, solo es necesario un sistema de suero presurizado y heparinizado, con un dispositivo que asegure un flujo continuo y de lavado rápido e intermitente:

- Utilizaremos suero salino isotónico heparinizado. A este suero le conectaremos un sistema de microgoteo sin entrada de aire. A continuación colocaremos un dispositivo de lavado continuo que lleva un capilar, gracias al cual se consigue una velocidad de perfusión constante y solo la suficiente para mantener la vía permeable (3 ml/h). Este dispositivo también dispone de una válvula de lavado rápido.



- El sistema de suero debe estar presurizado. Esto lo conseguiremos utilizando suero salino en envase flexible al cual colocamos un manguito de presión que inflamos hasta aprox. 300 mmHg. Esta presurización nos asegura un flujo continuo y anterógrado, es decir, el flujo de sangre nunca entrará en el catéter ni en el sistema.



- El siguiente paso será conectar este sistema al transductor
- Una vez insertado todos los elementos que integran el sistema y antes de conectarlo al paciente, se llevan a cabo los siguientes pasos:
 - Hacer un purgado exhaustivo de todo el equipo de forma que no encontremos ninguna burbuja (esto provocaría distorsiones en la medida de la presión). Se debe purgar el sistema por gravedad y utilizando el sistema de lavado.
 - Presurización del equipo mediante un manguito o bolsa de presurización alrededor de la bolsa de suero.
 - El tercer paso es la determinación del "0". Este es un paso importante ya que el transductor mide presiones, a partir de una presión de referencia, y esta presión de referencia es la presión atmosférica. Lo que hacemos al ajustar el 0 es indicar al transductor que asignamos un valor "0" al valor que se detecta cuando abrimos el sistema a la atmósfera (es decir, cuando ponemos el transductor en contacto con la atmósfera), a la altura del 4º espacio intercostal en la línea media axilar, para que las presiones que mida a partir de entonces las referencie a dicho valor.

- Una vez que tenemos montado correctamente el equipo ya estamos preparado para conectarlo al catéter.

Cuidados del equipo de monitorización:

- Evitar riesgo de infecciones derivadas de la manipulación del sistema, así como mantener en todo momento la integridad del sistema, con el fin de obtener datos precisos y fiables.
- Utilización de técnica estéril en la preparación del equipo. Asepsia en el manejo de llaves de tres vías
- Inspeccionar el equipo en busca de burbujas
- Realizar ajuste a "0" aproximadamente cada 8 horas y siempre que el paciente se movilice o se extraigan muestras sanguíneas de la vía.
- Vigilar la presión de la bolsa de presurización

3. Monitorización presión arterial sistémica

La presión arterial sistémica en la mayoría de los casos se puede medir utilizando un esfigmomanómetro, pero en el paciente inestable y con tratamientos vasoactivos está indicado canalizar una vía arterial y medir la presión arterial de forma directa ya que esta forma se obtiene datos de forma continua y mas precisa que con la medición indirecta.

Otra razón es que canalizando una arteria contamos con una vía para la extracción de sangre arterial para recogida de muestras para analíticas sin la necesidad de provocar dolor o incomodidad al paciente.



Se canaliza preferiblemente la arteria radial, ya que es de fácil acceso y además tiene circulación colateral a través del arco palmar con la arteria cubital. Previo a la inserción del catéter realizaremos el Test de Allen.

Una vez canalizada la arteria conectamos el catéter a un equipo de monitorización previamente montado y calibrado.

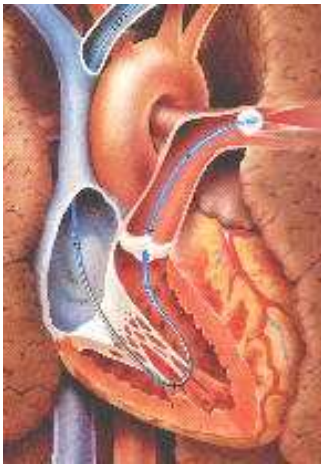
La monitorización arterial es un procedimiento frecuente en cuidados intensivos. El personal de enfermería normalmente es el responsable de la preparación de los equipos para la inserción arterial, de calibrar los equipos para que den lecturas exactas e incluso de canalizar la arteria seleccionada (siempre que se tengan los conocimientos y las habilidades suficientes para tal fin).

Una vez se ha colocado el catéter el personal de enfermería es responsable de la seguridad y comodidad del paciente, así como del mantenimiento del sistema.

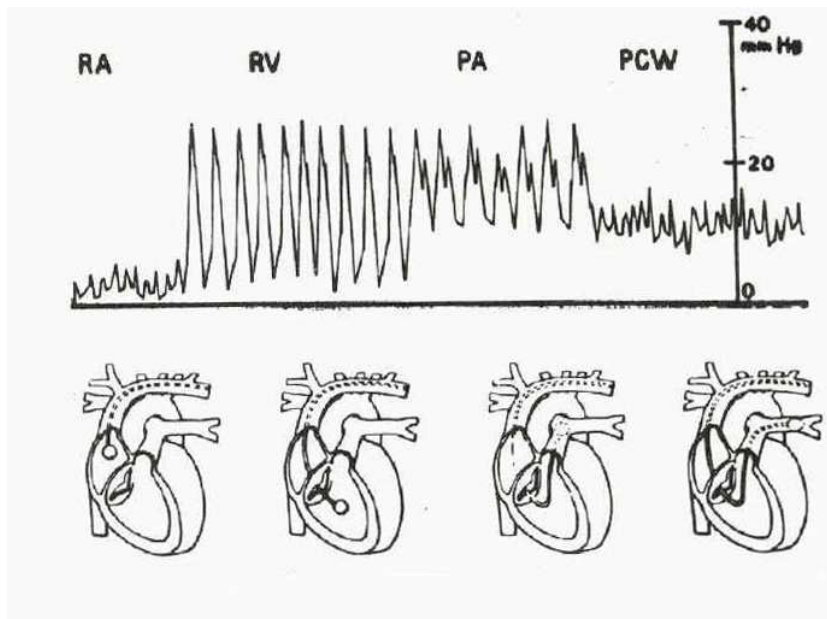
El control de la circulación distal al lugar de la inserción del catéter constituye otra importante función de los cuidados de enfermería. A intervalos regulares se debe registrar y documentar el color y la temperatura de la piel distal en el punto de inserción, junto con el pulso. También debe observarse el punto de punción en busca de signos de infección (enrojecimiento, edema, calor, supuración).

4. Monitorización de PVC, PAP, PEP y GC

Se realiza mediante un catéter de arteria pulmonar, mas conocido como Swan-Ganz. Este catéter dispone de un balón en su extremo distal, que una vez inflado permite ser dirigido por el flujo sanguíneo a través de las cavidades cardiacas derechas hasta la arteria pulmonar.



Su paso por las distintas cavidades se reconoce por la morfología típica de las curvas de presión en cada una de ellas.



De manera que la inserción del catéter se puede realizar en la cabecera de la cama del paciente. Con este tipo de catéter podemos monitorizar PVC/ PAD, PAP, PEP o PAPE, el gasto cardiaco y la temperatura central.

Descripción del catéter

Es un catéter radiopaco de 110 cm de longitud que consta de:

- Una luz proximal (color azul) que tiene su salida a 30 cm del extremo del catéter. Tras colocarse el Swan-Ganz, la salida de la luz proximal debe quedar ubicada en aurícula derecha. Por ella captamos la presión de esta cavidad y, además, es por ella por donde introducimos el suero frío para medir el gasto cardiaco.

Puede usarse para administrar medicación, si bien no es aconsejable para evitar su manipulación.

- Una luz distal (color amarillo) que vierte en el extremo del catéter. Su ubicación correcta, una vez colocado el catéter, es en una gran ramificación de la arteria pulmonar. Por ella recibimos la presión arterial pulmonar.

No debe usarse para la administración de medicación, y la extracción de sangre a su través solo debe realizarse por indicación específica.

- Luz para inflado del balón. En su extremo externo presenta una válvula que tiene una jeringa de 1,5 cm incorporada. A unos 2 cm del final del catéter se encuentra el balón el cual, al hincharse, posibilita el enclavamiento y, con ello, la medición de la presión de enclavamiento pulmonar (PEP) o presión arterial pulmonar enclavada (PAPE).

Se introducirá por su través únicamente aire, nunca líquidos.

- Cable del termistor. A 4 cm. del final del catéter, hay un sensor de temperatura (termistor). En su extremo externo presenta una conexión que le permite adaptarse a un monitor para el registro de temperatura y para el cálculo del gasto cardiaco.

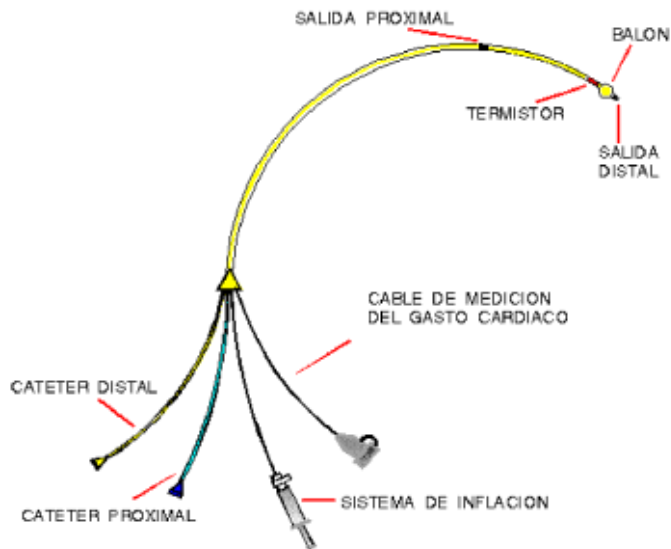


GRAFICO.SWAN-GANZ

Colocación del catéter

Su colocación se realiza con técnica estéril. Una vez preparado el campo estéril, y montado los dos equipos de monitorización necesario (una para la luz distal y otro para la luz proximal del catéter, para medir las presiones correspondientes) se introduce el catéter por vía yugular o subclavia. Una vez en la vena cava se infla el balón y se va introduciendo el catéter hasta que el balón encaje en un capilar de la arteria pulmonar.

En la mayoría de los hospitales el personal de enfermería es el responsable de preparar al paciente, el equipo y todos sus accesorios. Antes de colocarse un catéter de arteria pulmonar debe verificarse la integridad del balón, se deben calibrar los equipos de presión y deben conectarse los cables al monitor.

Durante la inserción del catéter el personal de enfermería es responsable de la vigilancia, seguridad y comodidad del paciente.

Medición de presiones

Como ya se ha dicho anteriormente, a través de la vía proximal medimos la presión en aurícula derecha, y a través de la distal medimos la presión en arteria pulmonar; por esta misma vía podemos medir la presión en arteria pulmonar inflando el balón distal del catéter.

La cápsula tiene que estar siempre a la altura de la línea media axilar, y debe calibrarse al comenzar cada turno de trabajo y cada vez que sospechemos unos valores o curvas poco fiables.

Presión venosa central (PVC)/ Presión Aurícula Derecha (PAD)

La presión en la AD es similar a la PVC. Se obtiene por el orificio proximal del catéter de arteria pulmonar o catéter Swan Ganz.

La presión venosa central y la presión de aurícula derecha expresan el retorno de sangre al lado derecho del corazón.

Valores normales: 2-8 mmHg aprox.

La importancia de esta presión está en que determina la precarga* ventricular derecha.

***Precarga:** Presión o extensión ejercida sobre las paredes del ventrículo por el volumen de sangre que llena el corazón al final de la diástole.

Procesos que conducen a una elevada PAD:

- La sobrecarga de líquidos
- En la Insuficiencia del corazón derecho. El ventrículo derecho que falla simplemente no puede vaciarse bien. Por lo tanto cuando se eyecta menos sangre del VD y se ve reflejado por un aumento de la presión en la AD
- Hipertensión pulmonar (por enfermedad pulmonar crónica)
- La insuficiencia crónica y grave del corazón izquierdo puede conducir a la elevación de la PAD

Procesos que conducen a una baja PAD

- Hipovolemia
- Mal retorno venoso al corazón por otras causas

En pacientes en los que se sospecha una pérdida de volumen la monitorización de la PVC es una guía útil para la reposición de volumen. La PVC por si sola no es un indicador de hipovolemia, pudiendo estar normal o incluso elevada (a pesar de existir hipovolemia) en pacientes con mala función ventricular izquierda.

La PVC por lo tanto no refleja el estado de volumen circulante, mas bien indica la relación entre el volumen que ingresa al corazón y la efectividad con que este lo eyecta. Aunque la medición aislada puede no tener ningún valor, las mediciones seriadas en pacientes con buena función ventricular izquierda pueden guiar la reposición de volumen.

Presión arterial Pulmonar (PAP)

La PAP se obtiene por el orificio distal del catéter en arteria pulmonar o catéter Swan Ganz.

Valores normales: Durante la sístole ventricular: 20-30 mmHg, durante diástole ventricular: 8-15 mmHg.

En condiciones normales se puede considerar que la PAP refleja presiones tanto del corazón derecho (ya que recibe el bombeo de sangre del corazón derecho) como del izquierdo. Esto es posible porque no hay ninguna válvula que impida la transmisión de la presión de la aurícula izquierda a la arteria pulmonar, por lo que la presión durante la diástole en la arteria pulmonar, puede utilizarse para valorar la precarga del ventrículo izquierdo.

Presión arterial pulmonar elevada

- Cualquier proceso que eleve la presión sistólica del VD: sobrecarga líquidos, insuficiencia del VD, hipertensión pulmonar
- Procesos que afectan al corazón izquierdo: Infarto de miocardio, estenosis mitral.

Presión arterial pulmonar baja:

- Hipovolemia

PEP ó PAPE

Para obtener la presión de enclavamiento pulmonar (PEP) o Presión Arterial Pulmonar Enclavada (PAPE), se infla lentamente el balón del catéter de arteria pulmonar, hasta obstruir el paso de sangre. El balón inflado detiene el flujo de sangre hacia delante.

La punta del catéter percibe la presión que hay delante del balón. Puesto que no hay ninguna válvula en la circulación pulmonar, el catéter puede percibir la presión de la AI. Es mas, la válvula mitral permanece abierta durante la diástole, esto permite a la Aurícula y al ventrículo izquierdo funcionar como una sola cámara. De esta forma la PEP refleja la presión ventricular izquierda al final de la diástole, o lo que es lo mismo, la precarga ventricular izquierda.

Valores normales: 4-12 mmHg

PEP o PAPE elevada

- Sobrecarga de líquido
- Aumento de la precarga por vaciamiento inadecuado del ventrículo izquierdo
- Estenosis válvula mitral
- Alta presión sanguínea sistémica (aumento postcarga*)

*Postcarga: Es la resistencia a la eyección o sístole ventricular. Presión que el V tiene que superar para expulsar volumen sistólico. En el ventrículo izquierdo se expresa como la resistencia vascular sistémica y para el VD como la resistencia vascular pulmonar

PEP o PAPE baja

- Una PEP baja está íntimamente relacionada con un volumen sanguíneo circulante inadecuado.

Gasto cardiaco

El gasto cardiaco es la cantidad de sangre expulsada desde el corazón a la circulación sistémica en un minuto. Es el producto de la frecuencia cardiaca por el volumen sistólico.

Es un parámetro genérico y la decisión de medir el GC está dada por la sospecha de un déficit en la oxigenación tisular por alteraciones de la función cardiaca.

El valor normal: 4-8 l/m

Se mide a partir del principio de termodilución.

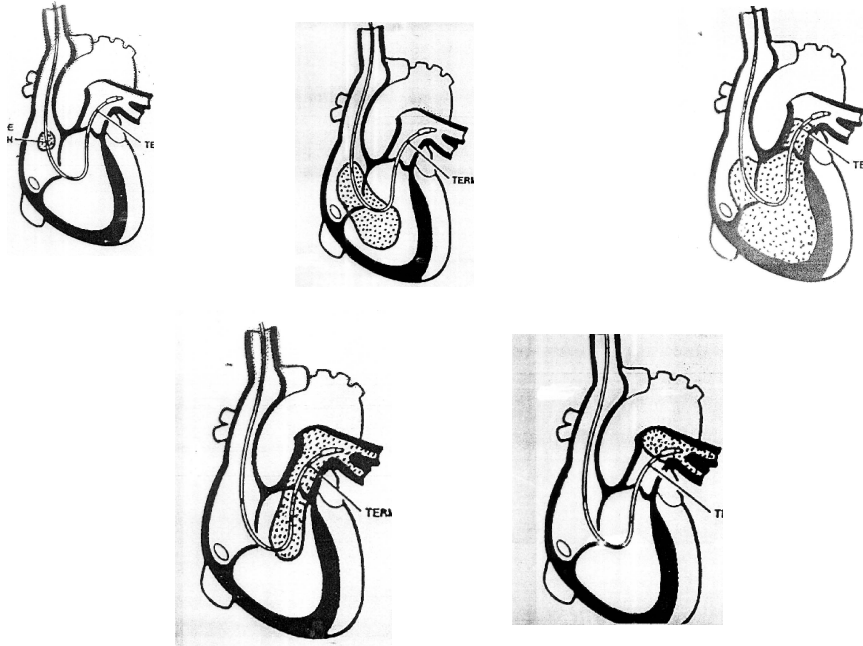
Medición gasto cardiaco

La medición del gasto cardiaco con el catéter de Swan-Ganz se fundamenta en el método de la termodilución. El método de la termodilución emplea la teoría del cambio de temperatura.

Se conecta el extremo del cable del termistor del catéter al monitor mediante un cable.

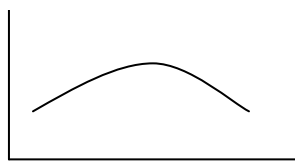
Este termistor está en contacto con la sangre a nivel de la arteria pulmonar, por lo tanto es capaz de detectar cualquier cambio de temperatura que se produzca a este nivel.

Para determinar el GC por termodilución se inyecta un bolo de líquido de 10 ml aproximadamente (suero a temperatura inferior a la sangre) a través de la luz proximal del catéter, es decir, la que coincide con la aurícula derecha. Esta inyección debe ser suave, pero a la vez rápida (no mas de 4 segundos) y continua. Este bolo se mezcla con la sangre y es bombeado a través del ventrículo derecho a la arteria pulmonar. El bolo de líquido hace caer transitoriamente la temperatura de la sangre. Este cambio de temperatura, así como la duración en el tiempo, es percibida por el sensor de temperatura y a su vez por el monitor de Gasto Cardiaco, y es representada como una curva de tiempo /temperatura.



Cuando la curva es pequeña, indica que el GC es elevado, ya que significa un rápido retorno de la sangre a su temperatura normal. Una curva amplia indica un retorno lento de la sangre a su temperatura normal y por lo tanto un GC bajo

Temperatura



Tiempo

Gasto cardiaco bajo

Temperatura



Tiempo

Gasto cardiaco elevado