



Monitorización Hemodinámica

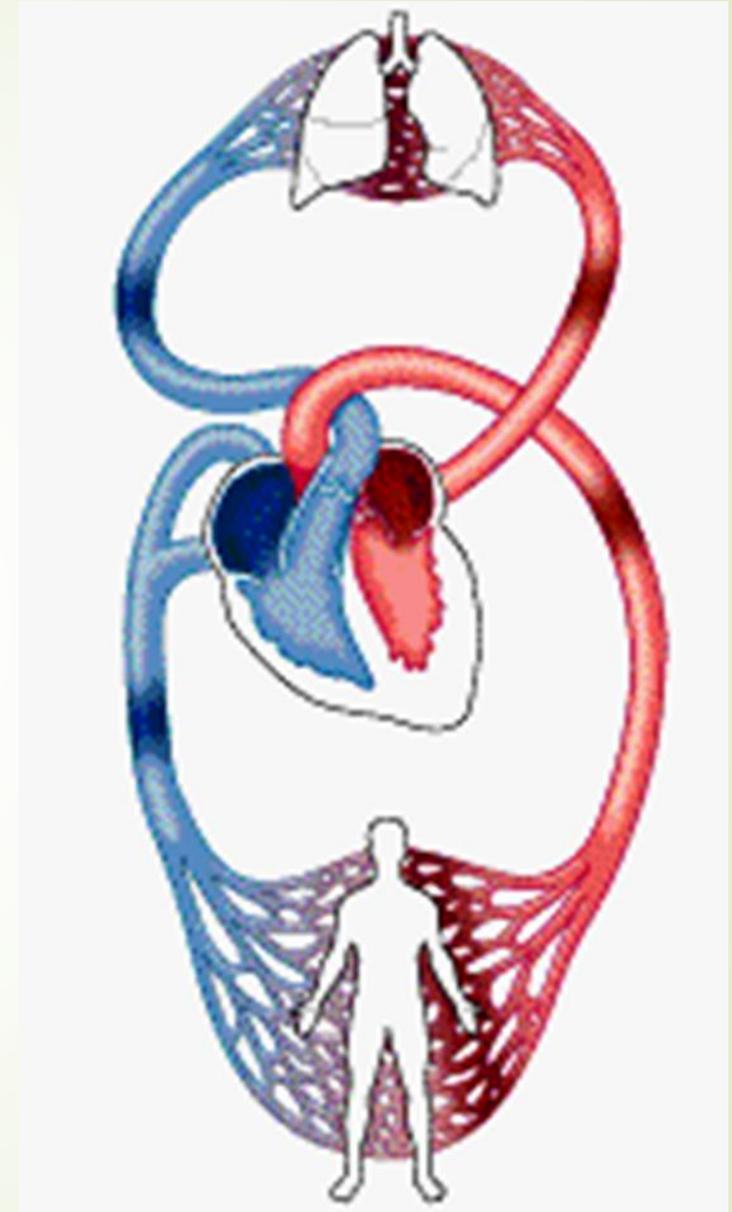
Marco E. Camacho Verdugo

Enfermero UCIM-HGGB

Octubre 2015

Concepto

- ▶ Monitor: Palabra latina, derivado de *monere*: *Aconsejar, advertir, alertar*.
- ▶ Hemodinamia: Dinámica de la sangre dentro de la red vascular y de la bomba propulsora. Presión y Flujo.



- 
- 
- ▶ La monitorización hemodinámica del paciente crítico tiene cuatro propósitos básicos:
 - ▶ Alertar: Según la condición del paciente y el nivel de monitorización, le avisa al clínico cualquier deterioro en la función medida.
 - ▶ Diagnóstico Continuo: Permite observar el comportamiento y cambios del paciente en una condición determinada.
 - ▶ Pronóstico: La observación de las tendencias en los parámetros observados en la evolución, ayuda a establecer pronóstico.
 - ▶ Guía terapéutica: Facilita la evaluación y corrección de las medidas terapéuticas implementadas.



Objetivos



- ▶ Conocer de una manera objetiva y constante el estado hemodinámico del paciente, sus alteraciones fisiológicas y ver la tendencia de las variables.
- ▶ Tomar medidas para anticiparnos y prevenir morbilidad y mortalidad al encontrar con rapidez cualquier cambio que indique empeoramiento del cuadro.
- ▶ Dirigir la conducta, ver resultados y cambios fisiológicos secundarios a las intervenciones realizadas
- ▶ Determinar la probabilidad de supervivencia y pronóstico en función de las tendencias de las variables.



Características de los sistemas de monitoreo

1. Sistemas de llenados de fluidos unido a manómetro de H₂O.
 2. Sistema de monitorización por fibra óptica y luz infrarroja
 3. Sistema de fluidos unido a un transductor, amplificador y monitor.
- Los sistemas de monitorización hemodinámica ampliamente utilizados en la UCI están basados en fluidos, catéteres y transductores.
 - El error en algunos factores de control puede alterar la medición exacta.



Consideraciones



- La selección e interpretación de los parámetros a monitorizar, son de utilidad solamente cuando van asociados a un razonamiento clínico de la condición del paciente, basado en los elementos de la historia clínica, examen físico y otros auxiliares diagnósticos.
- Las señales biológicas (fisiológicas, mecánicas, electrónicas ...) son las variables que queremos monitorizar empleando sensores biomédicos.
- Los sensores deben de ser fiables en la detección de la señal (sensor primario -> amplificador -> procesador -> pantalla).
- Los sensores pueden detectar/presentar la variable fisiológica de forma intermitente o continua. Deben de poder presentar tendencias.
- La monitorización nunca es terapéutica y solo ocasionalmente es diagnóstica (modificaciones). La información que ofrecen los sensores debe de ser integrada con otros aspectos del paciente.



Consideraciones

- Se debe valorar el riesgo/beneficio de cada tipo de monitorización.
- El mantenimiento de la monitorización es un proceso de equipo (médicos, enfermeras, técnicos...).
- Comparar resultados con valores normales: edad, sexo, línea de base del paciente
- La tendencia da más información que los datos puntuales y aislados
- Toda la información debe ser registrada en hojas de flujo diario para facilitar la valoración rápida del estado y la tendencia de las variables en el paciente.



Tipos de monitorización

- ▶ Monitorización no invasiva:
 - ▶ Oximetría de pulso.
 - ▶ ECG.
 - ▶ Presión arterial no invasiva (PANI).
 - ▶ Capnografía.
- ▶ Monitorización invasiva:
 - ▶ Presión arterial (línea arterial).
 - ▶ PVC.
 - ▶ Presión de la arteria pulmonar.
 - ▶ Presión de oclusión de la arteria pulmonar.
 - ▶ Gasto e índice cardiaco.



Variables Hemodinámicas

- ▶ Variables directas: medidas que se obtienen directamente del paciente
 - ▶ Frecuencia cardiaca.
 - ▶ Presión arterial.
 - ▶ Oximetría de pulso.
 - ▶ EtCO₂.
 - ▶ Presión de arteria pulmonar.
 - ▶ Presión de oclusión de la arteria pulmonar.
 - ▶ Presión venosa central.
 - ▶ Gasto cardiaco.



Variables Hemodinámicas

- ▶ Variables indirectas: Se obtienen a partir de las medidas directas y valoran el funcionamiento cardiaco.
 - ▶ Presión arterial media.
 - ▶ Índice cardiaco.
 - ▶ Volumen sistólico.
 - ▶ Resistencia vascular sistémica.
 - ▶ Resistencia vascular pulmonar.



Algunas indicaciones de monitorización hemodinámica.

- ▶ Aquellos pacientes que por su condición clínica desarrollan estados de bajo Débito Cardíaco.
- ▶ La magnitud e intensidad de la monitorización variará según la patología, sus antecedentes patológicos y factores de riesgo.
- ▶ Estados de bajo débito.
 - ▶ Hipovolemia: deshidratación, hemorragia, quemaduras, trauma.
 - ▶ Shock: Séptico, cardiogénico, neurogénico, distributivo o anafiláctico.
 - ▶ Alteraciones de la función cardíaca: Insuficiencia Cardíaca Congestiva, miocardiopatías o Infarto Miocárdico.



Algunas indicaciones de monitorización hemodinámica.

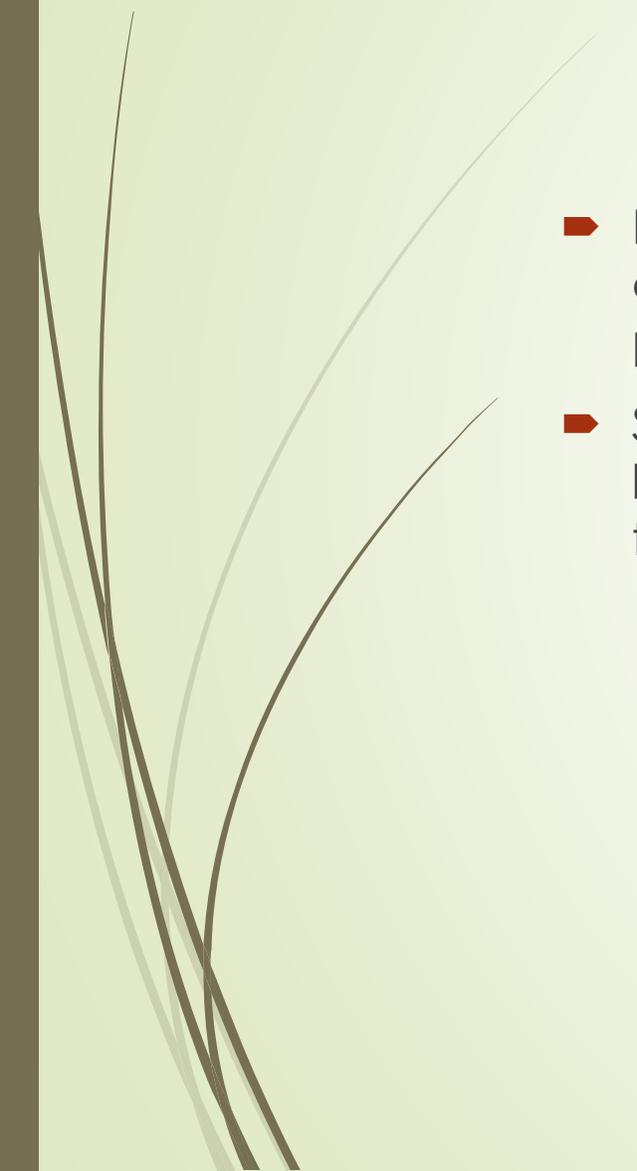
- ▶ Pacientes en riesgo de desarrollar bajo débito.
 - ▶ Pacientes con antecedentes cardio-pulmonares que van a ser sometidos a cirugía mayor.
 - ▶ Cirugía de revascularización coronaria o cirugía cardíaca.
 - ▶ Cirugía abdominal mayor.

Monitorización electrocardiográfica



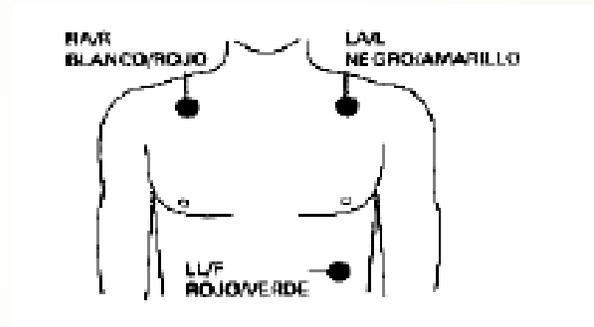


Monitorización electrocardiográfica.

- ▶ El electrocardiograma (ECG) es el registro de la actividad eléctrica del corazón, obtenida a través de los electrodos colocados sobre la piel del paciente.
 - ▶ Se pueden controlar (a través de la visualización del monitor y las alarmas) las arritmias o isquemias, además de poder valorar el efecto de los fármacos o las alteraciones hidroelectrolíticas.
- 

Monitorización electrocardiográfica.

- ▶ Monitorización con tres electrodos:



- ▶ Monitorización con cinco electrodos:





Monitorización electrocardiográfica.

- ▶ Gracias a la monitorización de la actividad eléctrica del corazón podremos valorar de forma continua:
 - ▶ Frecuencia Cardiaca. (número de ciclos cardíacos contados en 1 min).
 - ▶ El ritmo (secuencia de ciclos cardíacos).
 - ▶ Morfología y trazado del ECG (Ondas y segmentos).

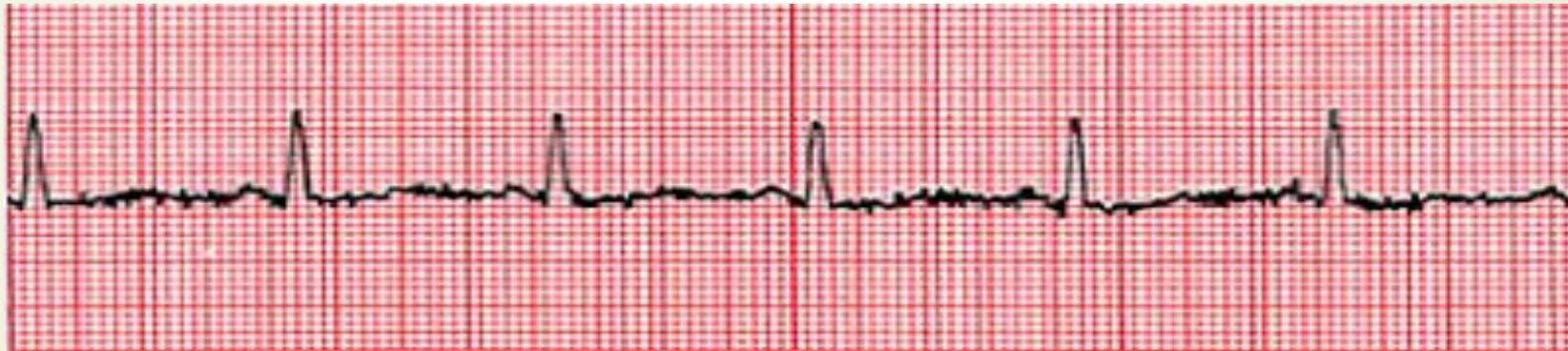
Alteraciones electrocardiográficas.

- Interferencia por corriente alterna: este artefacto se origina fuera del paciente y proviene de la interferencia de la línea eléctrica al lado de su cama.



Alteraciones electrocardiográficas.

- ▶ Artefacto de movimiento: este artefacto es creado por el paciente y habitualmente representa músculos tensos o movimientos musculares.



- ▶ No se deben colocar los electrodos en los músculos de las extremidades, ni en zonas óseas para evitar este tipo de artefacto.

Alteraciones electrocardiográficas.

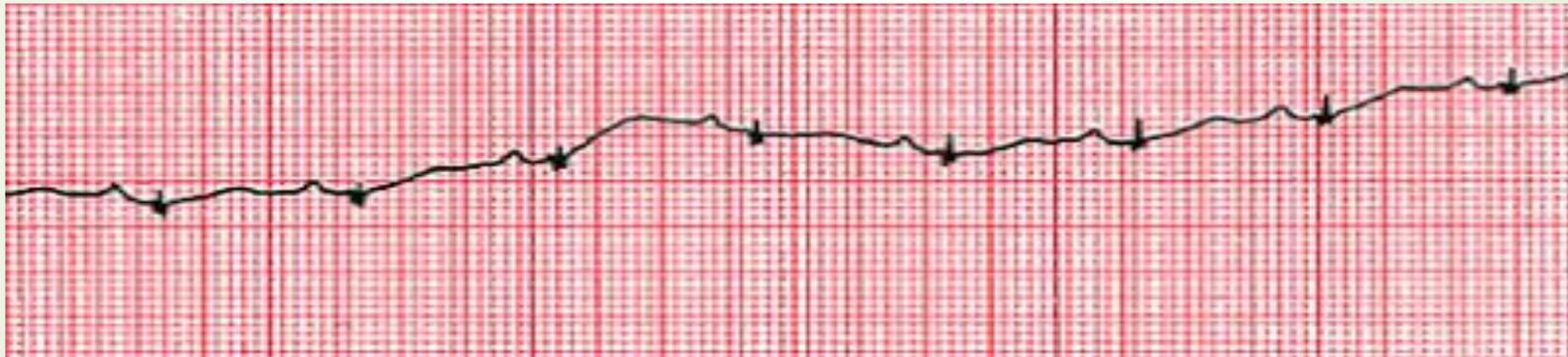
- ▶ Línea recta en el monitor: artefacto provocado por una mala conexión de las derivaciones con los cables, interferencias eléctricas con otros aparatos de la habitación o toma de tierra inadecuada.



- ▶ Se debe comprobar que ningún enchufe esté suelto, tras comprobar que el paciente está bien.

Alteraciones electrocardiográficas.

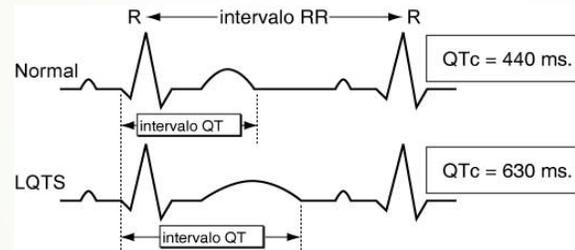
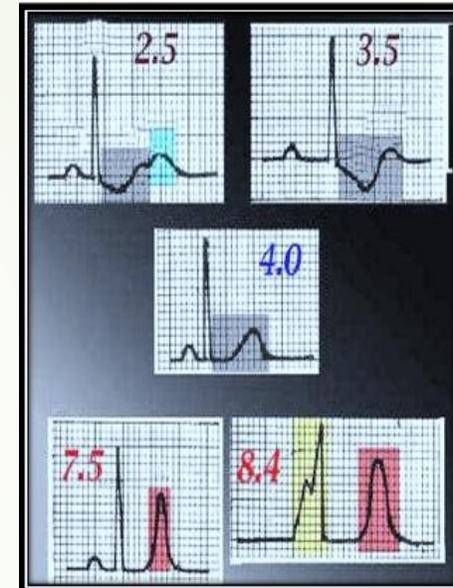
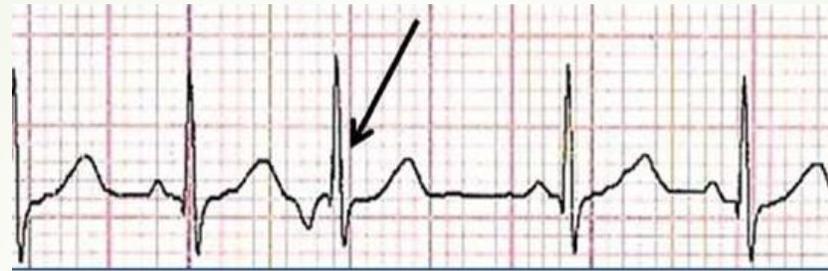
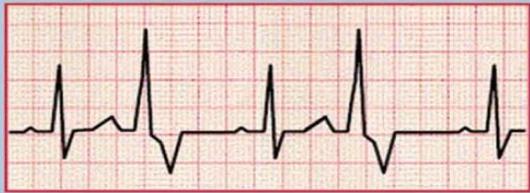
- ▶ Línea basal oscilante: artefacto provocado por el contacto defectuoso del electrodo con la piel del paciente.



- ▶ El contacto defectuoso puede deberse a electrodos sucios, en mal estado, piel grasa, sucia o con exceso de vello.

Alteraciones electrocardiográficas

Bigeminismo

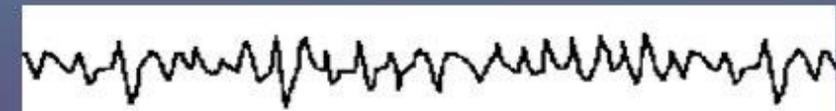


Ritmo de fibrilación auricular

TAQUICARDIA VENTRICULAR



FIBRILACIÓN VENTRICULAR





Presión arterial



Presión arterial

- ▶ Presión ejercida por la sangre contra la pared de las arterias.
- ▶ Puede ser obtenida a través de un manguito insuflable (método no invasivo) o por medio de un catéter introducido en el sistema vascular arterial (método invasivo).
- ▶ Las mediciones indirectas con manguito tienen una particular tendencia al error en pacientes con un estado hemodinámico comprometido, puede subestimar la presión sistólica real, en un promedio de 34 mmHg en pacientes hipotensos y en 64 mmHg en pacientes con insuficiencia cardíaca.



Línea arterial, sistema de monitoreo

- ▶ Las presiones pulsátiles captadas por el catéter intravascular son transmitidas a través del sistema de pequeñas tuberías llenas de líquido al diafragma de un transductor sensible a la presión. El movimiento inducido por la presión sobre el diafragma del transductor, que son parte del ciclo cardíaco, es convertida a señales eléctricas de bajo voltaje que son amplificadas por un amplificador y luego visualizadas a tiempo real en osciloscopio o monitor hemodinámico. La medición de las presiones sistólica, diastólica y media también son digitalizadas en mmHg o Torr (1 mmHg = 1 Torr)



Componentes del sistema de monitoreo

- ▶ Componentes del sistema de monitoreo electrónico “lleno de líquido”.
 1. El catéter propiamente tal de baja distensibilidad y sus conexiones: El catéter, los alargues arteriales (tiene un diámetro y distensibilidad adecuadas para no distorsionar la forma de las ondas), llaves de tres pasos y conectores.
 2. El transductor de presión: El transductor es un artefacto electromecánico con un diafragma sensible a presión, que logra convertir las presiones que se le aplican a señales eléctricas que son captadas y amplificadas por el monitor.

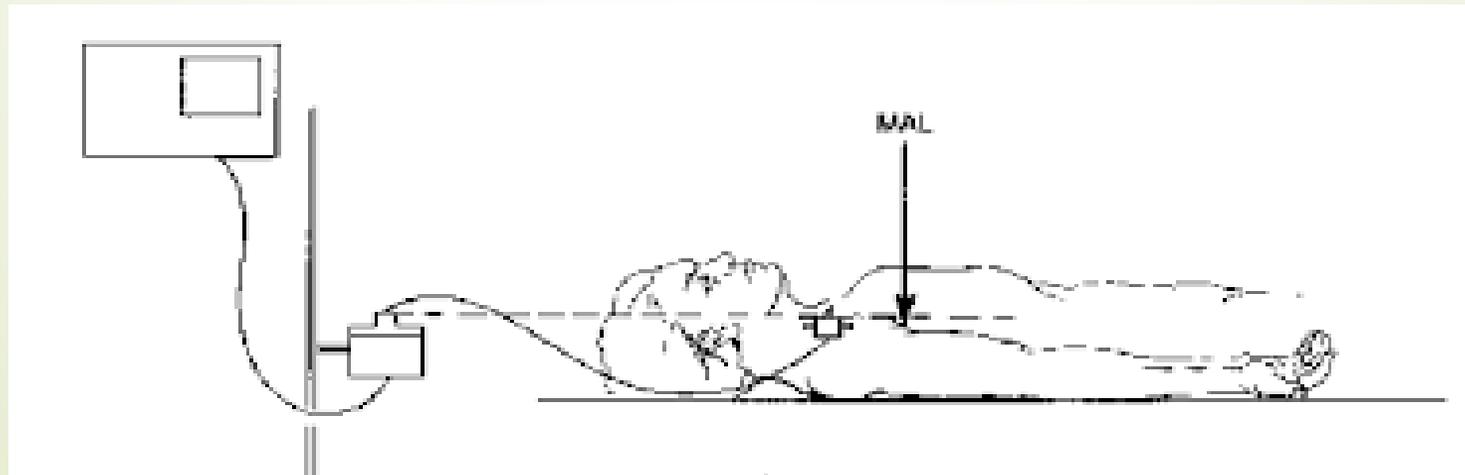


Componentes del sistema de monitoreo

3. El amplificador y osciloscopio: En la actualidad forman parte de un solo elemento, el monitor hemodinámico. Las señales enviadas por el transductor son captadas, amplificadas y visualizadas a través de la pantalla o también impresas en papel.
4. El sistema de lavado: Un matraz de cloruro de sodio al 0,9% (con o sin heparina) es conectado al catéter a través de llaves y conexiones. Esta solución debe estar sometida bajo una presión de 300 mmHg mantenida. Esta presión asegura un flujo continuo de 3 a 5 ml/hr de la solución para el lavado del catéter, lo que prevendría el reflujo de sangre por el catéter vascular evitando la formación de coágulos en el catéter.

Eje flebostatico

- ▶ Es un procedimiento en el que el traductor de presión y la punta del catéter intravascular están alineados en el mismo plano vertical, a la altura del cuarto espacio intercostal, nivel de la aurícula derecha.
- ▶ El término de presión hidrostática se refiere a la presión ejercida sobre el diafragma del transductor por el peso del fluido dentro del circuito.
 - ▶ - cada pulgada que catéter esté bajo pto 0 = 2 mmhg +
 - cada pulgada que catéter esté sobre pto 0 = 2 mmhg -

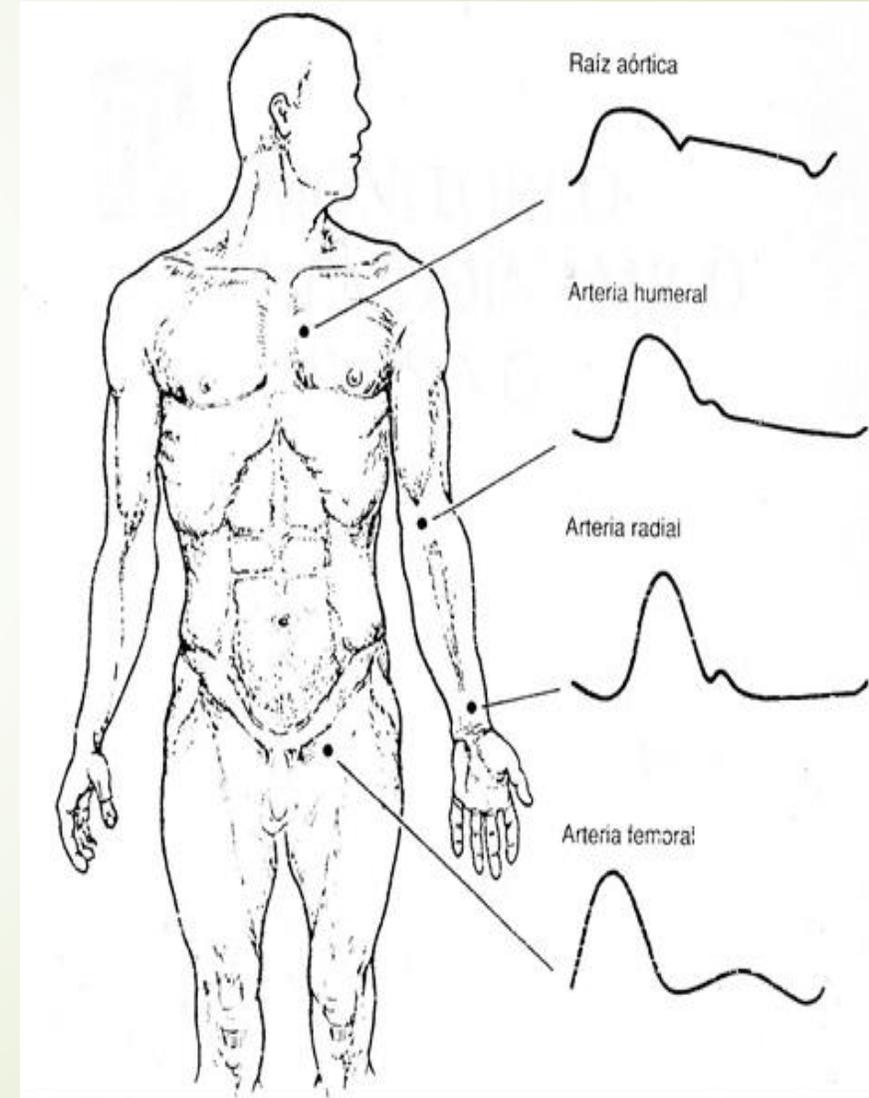
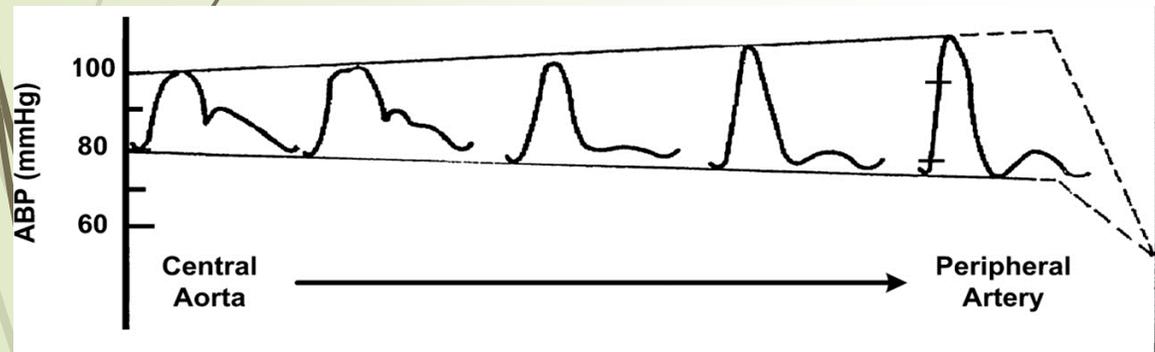
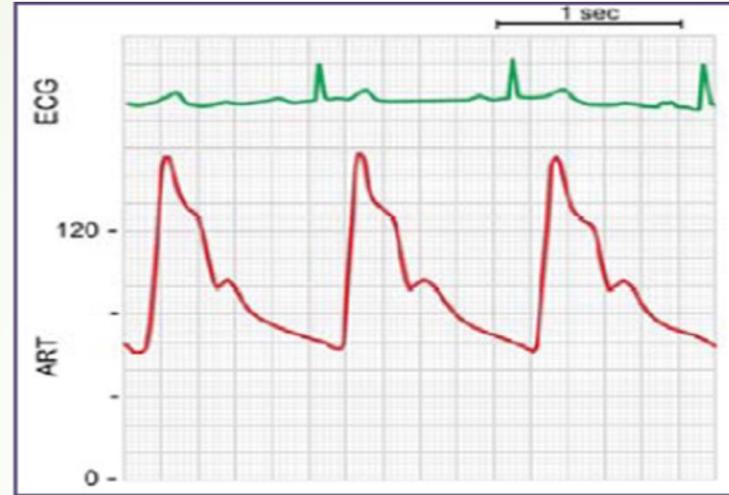
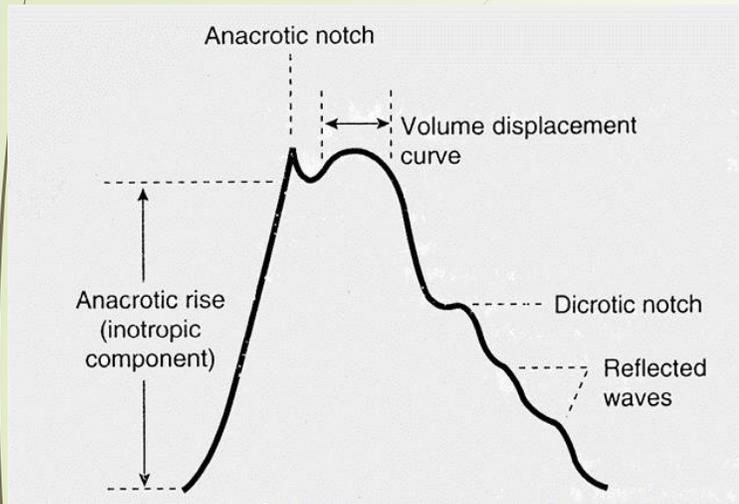


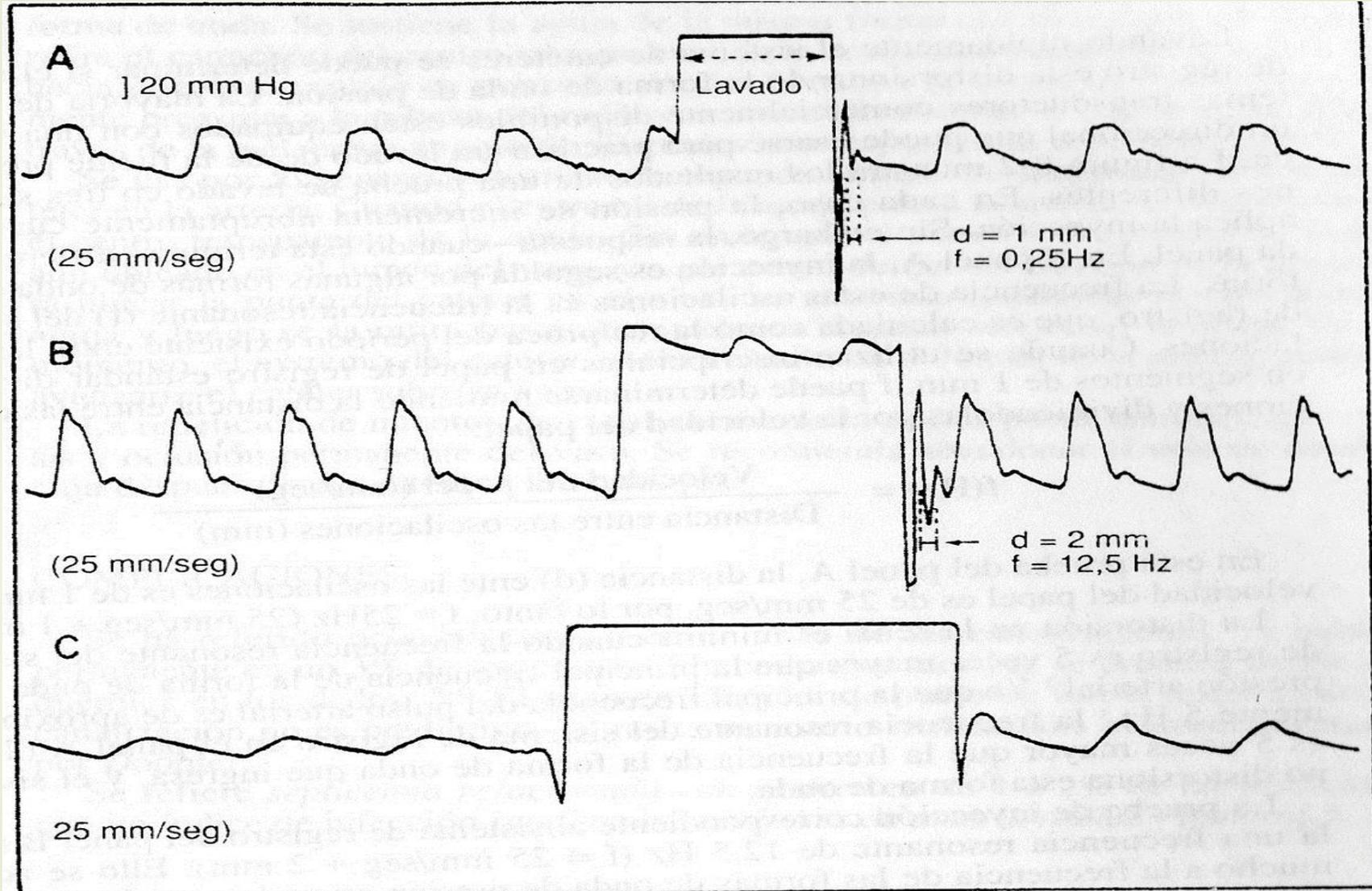


El cero

- ▶ Hacer el cero es un procedimiento que elimina los efectos de la presión atmosférica y da al sistema de monitoreo un punto presión neutral de 0 mmHg para comenzar la medición de la presión.
- 1. Asegurar que todo el circuito del sistema está libre de aire.
- 2. Colocar la llave de tres pasos ubicada en el transductor cerrada hacia el paciente y abierta hacia la atmosfera.
- 3. Activar la función de cero en el monitor.
- 4. Cuando el cero está hecho apropiadamente, se abre el sistema para el paciente cerrando el paso con el exterior.

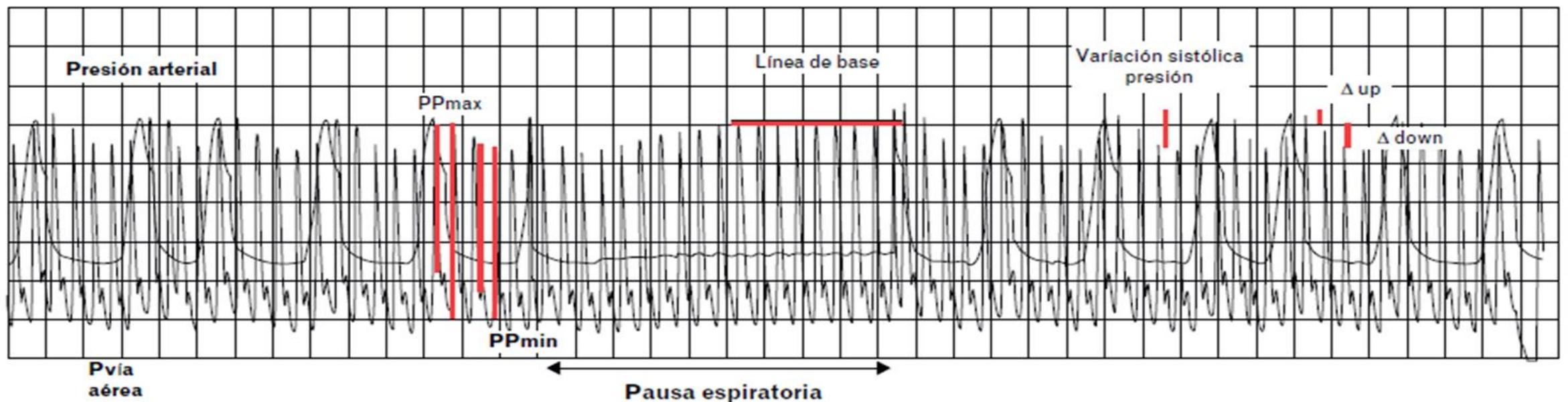
Onda arterial





Presión de pulso

- ▶ La diferencia entre presión sistólica y diastólica recibe el nombre de presión del pulso.
- ▶ En la actualidad hay varios estudios que señalan que la ventilación mecánica produce variaciones en la presión arterial, con mayor efecto en situaciones de hipovolemia, esto se debe principalmente porque durante la inspiración, el incremento en la presión intratorácica ocasionado por la insuflación mecánica disminuye la precarga del ventrículo derecho al dificultar el retorno venoso, originando una disminución en su volumen de eyección.





Indicaciones

- Múltiples extracciones
- Monitorización continua de la PA
- Arterias radial, cubital, humeral, femoral, y pedia dorsal
- Elección del punto de inserción:
 - Pulso palpable
 - Situación hemodinámica
 - Factores anatómicos y fisiológicos



Vigilar

- ▶ Identificar el circuito de un color distinto o con un sistema de identificación para evitar inyecciones intra-arteriales erróneas.
- ▶ Vigilar el hermetismo del circuito para evitar la entrada de aire en el sistema.
- ▶ Cambiar los sistemas cada 48-72 h o antes si fuera necesario.
- ▶ Curar cada 48 hrs. el punto de punción, o antes si se mancha el apósito.



Vigilar

- ▶ Comprobar que las distintas partes del sistema estén bien unidas, para evitar desconexiones que podrían provocar un sangrado abundante.
- ▶ Manipular lo menos posible el catéter y el sistema.
- ▶ Identificar precozmente los signos de infección (enrojecimiento, aumento de la temperatura local, etc.).
- ▶
- ▶ Cuando se observan signos de isquemia como la marmorización de la zona irrigada por la arteria, la cánula debe retirarse inmediatamente y dar aviso al médico



Complicaciones

- ▶ Las complicaciones tienen una incidencia del 15 al 40 % aunque las clínicamente relevantes son el 5 % del total o incluso menos. Las más importantes y comunes son:
 - ▶ a) Trombosis.
 - ▶ b) Necrosis isquémica de la piel circundante.
 - ▶ c) Insuficiencia vascular. El riesgo de insuficiencia vascular aumenta con la canulación de pequeñas arterias. Otros factores de riesgo son:
 - ▶ Condiciones asociada a bajo gasto cardiaco.
 - ▶ Múltiple punción en la arteria de la misma extremidad.
 - ▶ Vasoconstricción, especialmente cuando el paciente está recibiendo vasoconstrictores.
 - ▶ Ateroesclerosis severa, diabetes, o insuficiencia vascular periférica.
 - ▶ Mantención prolongada del catéter.
 - ▶ d) Embolia cerebral.
 - ▶ e) Infección.
 - ▶ f) Hemorragias.

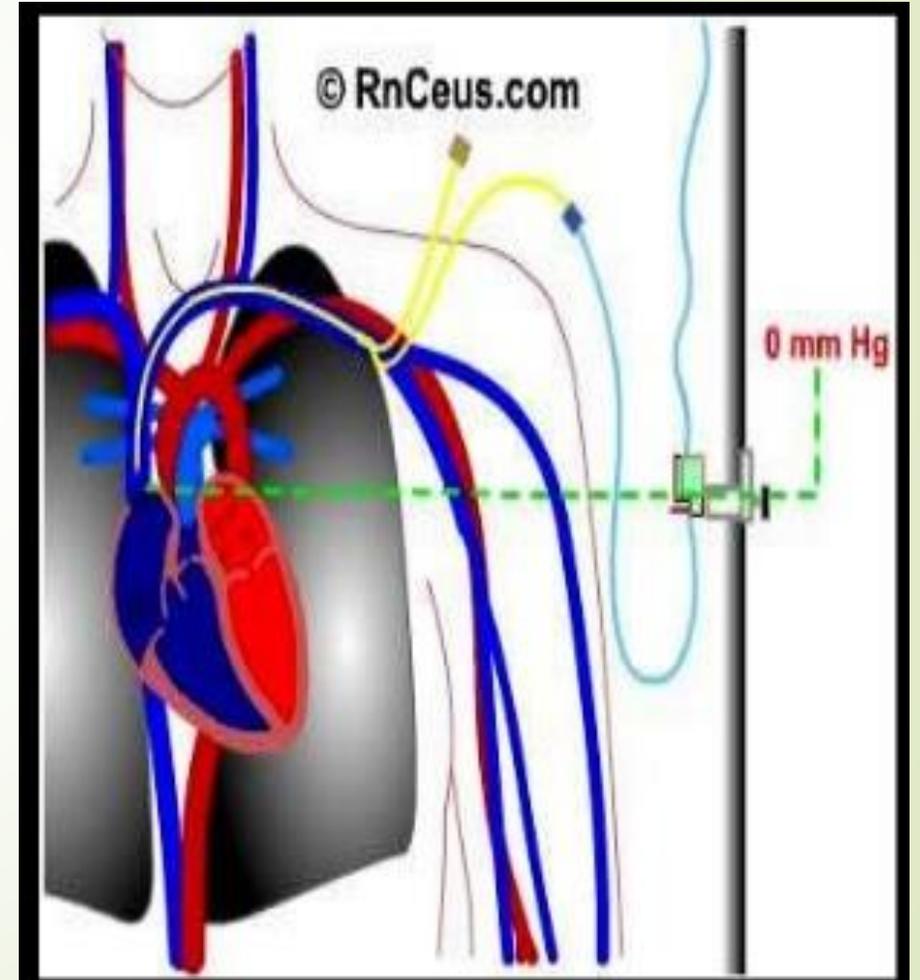


Monitorización de Presión Venosa Central



Presión venosa central (PVC)

- ▶ Es la fuerza ejercida por la sangre en las grandes venas torácicas cuando ésta retorna al corazón.
- ▶ Se mide a través de un catéter introducido en una central hasta anclarse en la vena cava superior.
- ▶ Catéter se relaciona con sistema de monitoreo electrónico con transductor o con manómetro calibrado



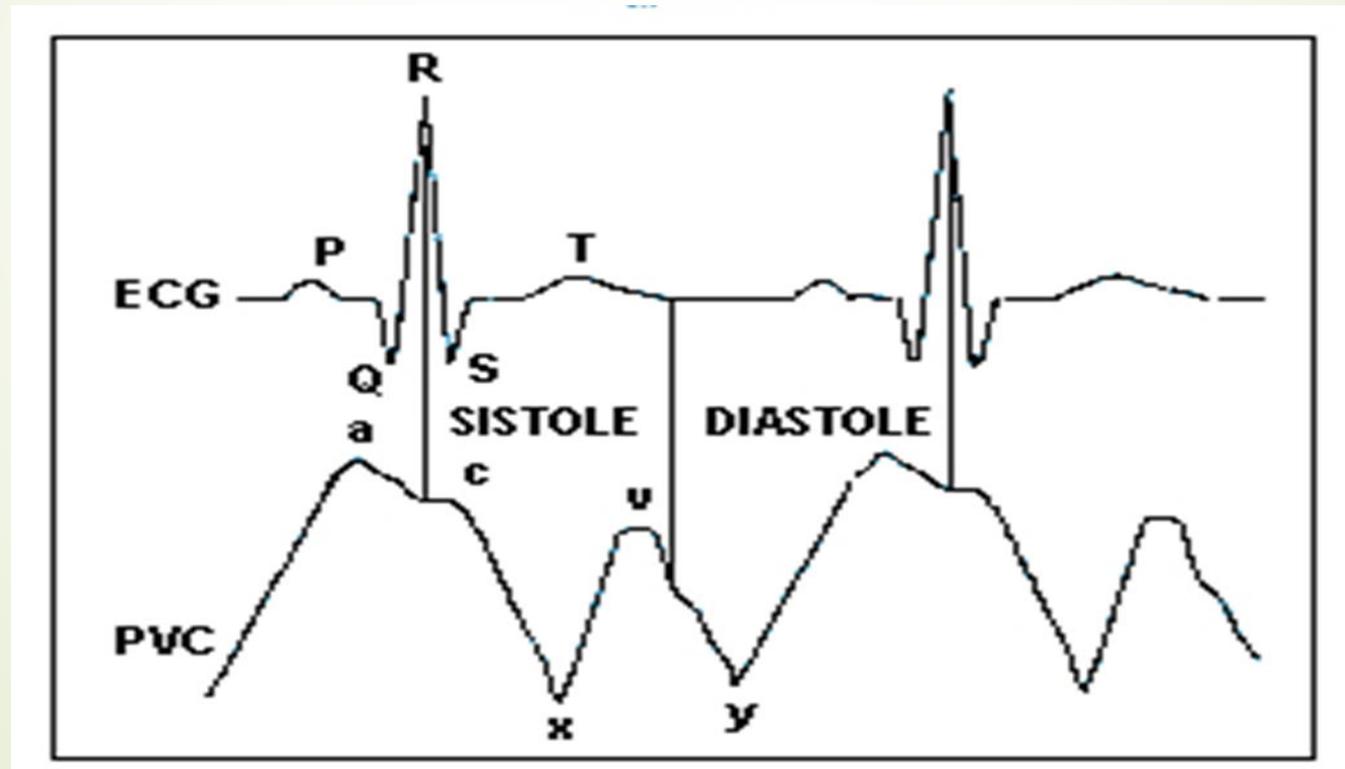


Presión venosa central (PVC)

- ▶ 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 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.

Ondas

Las ondas de la PVC normal son cinco:
tres ascendentes: a c v - dos descendentes x y.





Ondas



- ▶ a. Onda más prominente, **contracción auricular**, se acompaña de un sonido (apertura válvula tricúspide), sigue a onda P.
- ▶ c. Inicio de sístole, se produce por contracción isovolumétrica del VD después del **cierre de la Válvula Tricúspide**, debe seguir al comienzo del QRS
- ▶ x. La presión auricular continúa para disminuir en la mitad de la sístole cuando cambia la geometría de la aurícula producida por la contracción ventricular y la eyección. Este es el **descenso x o colapso sistólico de la presión auricular**.
- ▶ v. El último pico de la presión auricular, es producida por el **llenado venoso de la aurícula derecha** a través de la vena cava durante el final de la sístole mientras la válvula tricúspide permanece cerrada. Aparece justo después de la onda T en el ECG. La presión auricular entonces desciende cuando la válvula tricúspide se abre y la sangre pasa de la aurícula al ventrículo. Este es el descenso y o colapso diastólico de la presión auricular.



Catéter venoso central

- ▶ La colocación de catéteres venosos centrales no solamente cumple con una función de monitorización (Presión Venosa Central)
- ▶ Además nos permite según el diámetro y la longitud del mismo, aportar volumen, administrar drogas irritativas ya sea por su osmolaridad o ph, alimentación parenteral, hemodiálisis o bien la inserción de catéteres por su lumen como el catéter de Swan Ganz o marcapasos endocavitarios.



Catéter venoso central

- ▶ Las vías de elección son las yugulares internas y externas, el abordaje subclavicular de la subclavia y las venas femorales.
- ▶ La punta del catéter debe quedar alojada en la vena cava superior, confirmándose su ubicación mediante una RX de tórax.



Complicaciones instalación cvc

- Sepsis
- Trombosis
- Hemotórax
- Neumotórax
- Ruptura y Migración de catéter
- Sangrado
- Hematoma
- Embolismo gaseoso
- Perforación cardíaca



Pulsioximetria



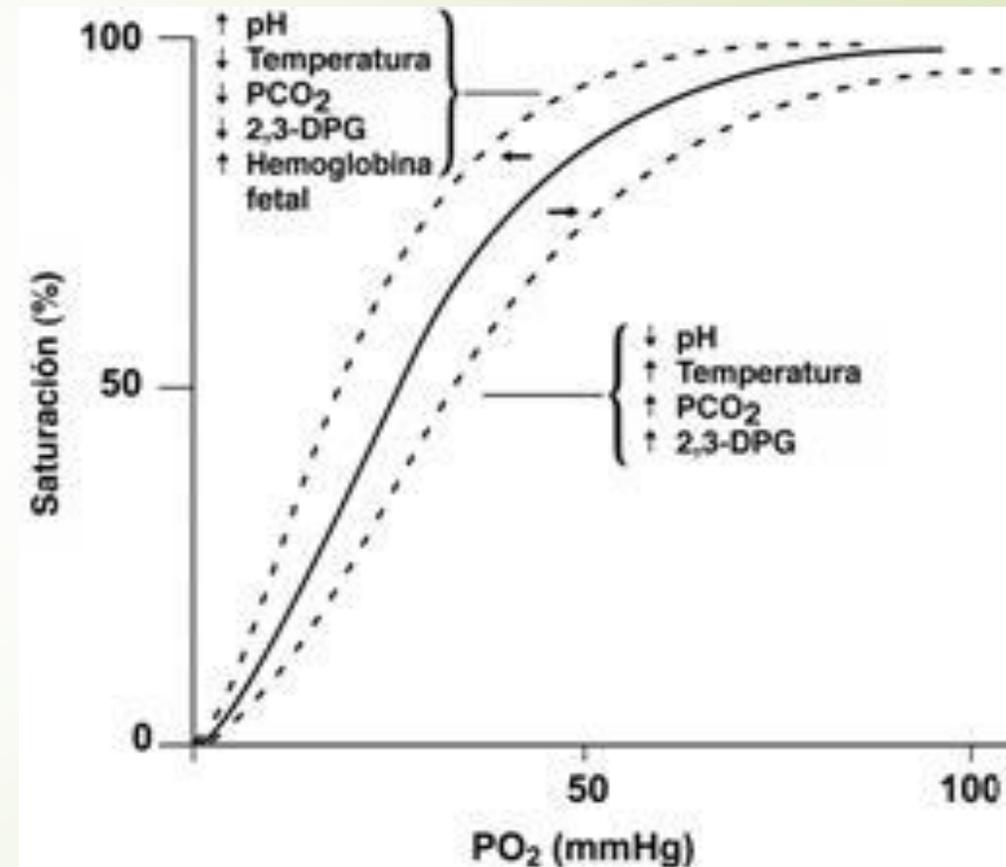


Principios e Indicaciones

- ▶ Método simple y no invasor que estima la saturación funcional de la oxihemoglobina
- ▶ Se asocia con escasas complicaciones y se emplea habitualmente
- ▶ La transmisión de los rayos rojos e infrarojos a través del lecho capilar crea señales durante el ciclo cardiaco pulsátil. Estas señales miden la absorción de la luz transmitida por los tejidos o por la sangre arterial y venosa
- ▶ Diferentes cálculos estiman la cantidad de Hb oxigenada y el % de SaO₂

Principios e Indicaciones

- ▶ $SaO_2 \neq PaO_2$ (curva de disociación de la Hb); la SaO_2 refleja la reserva de O_2 , mientras que la PaO_2 refleja el oxígeno disuelto en el plasma.
- ▶ La pulsioximetría (SpO_2) estima la SaO_2 con un 2 % de confianza.
- ▶ Dedo, pabellón auricular, puente de la nariz, labios, lengua ...
- ▶ Para mantener una PaO_2 de 60 torr (8.0 kPa) la SpO_2 debe de ser de 92 % a 94 % dependiendo del color de la piel (clara-oscuro)



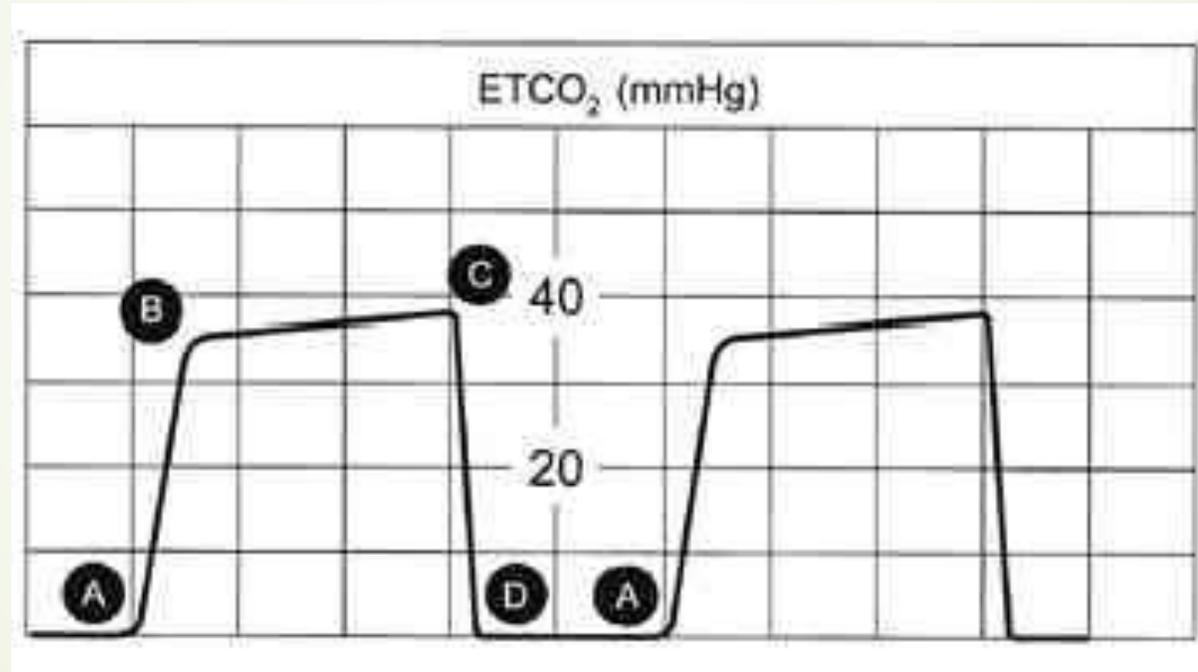


Fuentes de error

- ▶ Factores anatómicos o fisiológicos que interfieren con la detección de la señal: piel oscura, uñas falsas o pintadas, vasoconstricción x hipotermia local o sistémica, hipotensión, mala perfusión regional e, hiperlipidemia. La anemia solo si el Hto < de 15 %.
- ▶ Factores externos: luz brillante, movilidad y mal ajuste.
- ▶ “Control de calidad” Las frecuencias cardiacas (monitor y SpO2) deben de ser iguales.
- ▶ Falsa elevación en presencia de carboxihemoglobina.
- ▶ Manguito de PANI.

No olvidar rotar la ubicación del receptor.

PetCO₂





Principios

- Método simple y “no invasivo” que valora la eliminación de CO₂.
- Se mide en cada ciclo respiratorio.
- Utiliza rayos infrarojos y determina la concentración de CO₂.
- El valor de CO₂ en la meseta espiratoria o PetCO₂ refleja su concentración en el aire alveolar o PACO₂, e indirectamente la concentración arterial de CO₂.
- La PaCO₂ es entre 1 a 5 mmHg superior a la PetCO₂ ; un gradiente PaCO₂ - PetCO₂ superior a 10-20 mmHg refleja que el intercambio gaseoso es ineficaz.
- Principal uso en pacientes neurocritico.



Aumento

- ▶ Actividad metabólica aumentada:
 - ▶ Convulsiones.
 - ▶ Quemado crítico.
 - ▶ Hipertirpoidismo.
 - ▶ Aporte excesivo de H de C.
- ▶ Alteraciones hemodinámicas:
 - ▶ Aumento del GC.
 - ▶ Vasodilatación marcada.
- ▶ Insuflación de CO (laparoscopia).
- ▶ Aporte de bicarbonato.
- ▶ Neumotórax.



Disminución

- ▶ Actividad metabólica disminuida:
 - ▶ Sedación.
 - ▶ Relajación muscular.
 - ▶ Hipotiroidismo.
- ▶ Alteraciones hemodinámicas:
 - ▶ IC aguda.
 - ▶ Hipovolemia.
 - ▶ Vasoconstrcción periférica.
- ▶ Alteración del intercambio gaseoso:
 - ▶ Atelectasia/Obstrucción.
- ▶ Disminución de la perfusión pulmonar (TEP).





