 <p>DIRECCIÓN DE ENFERMERÍA</p>	<p>Procedimiento</p> <p>MEDICIÓN DEL GASTO CARDÍACO POR ANÁLISIS DEL CONTORNO DE LA ONDA DE PULSO (PICCO2®)</p>	
<p>DENF- UCI PE-36</p>	<p>VERSION: 1 Febrero 12</p>	<p>Página 1 de 13</p>

MEDICIÓN DEL GASTO CARDÍACO POR ANÁLISIS DEL CONTORNO DE LA ONDA DE PULSO (PICCO2®)


(DENF-UCI PE-36)

El presente documento es propiedad del Hospital Clínico San Carlos. Su difusión total o parcial al exterior de mismo, no puede efectuarse sin el consentimiento de la Dirección de Enfermería. Es responsabilidad de cada destinatario definir y asegurar la difusión interior de este documento en el área al que pertenezca.

REALIZADO	REVISADO	APROBADO
<p>Fecha: Febrero 2012 POR: ENFERMERAS UNIDAD DE CRÍTICOS 1</p>	<p>Fecha: Mayo 2012 POR: SUBCOMISIÓN DE PROCEDIMIENTOS DE ENFERMERÍA</p>	<p>Fecha: Marzo 2013 POR: COMISIÓN CLINICA DE CUIDADOS DE ENFERMERIA</p>

CAMBIOS RESPECTO A LA VERSION ANTERIOR	
REVISION	Modificación

Toda copia en papel de este documento, no firmada, es una copia no controlada. La persona que utilice este documento en papel tiene la responsabilidad de verificar el estado de revisión del mismo, antes de utilizarlo

 <p>DIRECCIÓN DE ENFERMERÍA</p>	<p>Procedimiento</p> <p>MEDICIÓN DEL GASTO CARDÍACO POR ANÁLISIS DEL CONTORNO DE LA ONDA DE PULSO (PiCCO2®)</p>	
<p>DENF- UCI PE-36</p>	<p>VERSION: 1 Febrero 12</p>	<p>Página 2 de 13</p>

INTRODUCCIÓN

El objetivo de la monitorización hemodinámica de los pacientes críticos es valorar la adecuada perfusión y oxigenación tisular.^{1,2}

Los sistemas de monitorización hemodinámica son necesarios en pacientes con gran inestabilidad hemodinámica, shock séptico, lesión pulmonar y daño orgánico. Resulta imprescindible monitorizar parámetros fisiológicos para conseguir un tratamiento dirigido a objetivos terapéuticos.

Entre los sistemas disponibles para la monitorización del paciente crítico se encuentra el sistema PiCCO® (Pulse-induced Contour Cardiac Output) para medición del gasto cardíaco.³

La tecnología PiCCO® monitoriza el “triángulo hemodinámico” de un paciente: gasto cardíaco, precarga cardíaca y agua pulmonar extravascular respondiendo a la pregunta clave: “Volumen o catecolaminas”. Es decir, valora el índice cardíaco para ver si estamos ante una situación de hipodinamia o hiperdinamia. Después, según el estado de la precarga cardíaca, nos orienta hacia la realización de un balance hídrico positivo o negativo o, por el contrario, iniciar tratamiento con fármacos vasoactivos.

Objetivos finales: mantener una precarga, un índice de función cardíaca y una situación pulmonar correctos.

El PiCCO® emplea cuatro tecnologías diferentes:^{2,4,5}

1. Medición discontinua de la termodilución transpulmonar para determinar el volumen minuto circulatorio y los volúmenes intra y extravasculares.

Este sistema PiCCO® determina el volumen del gasto cardiaco (GC) mediante la ecuación de Stewart-Hamilton del área bajo la curva de termodilución transpulmonar, la medición requiere un valor de referencia obtenido mediante termodilución arterial, para lo cual se inyecta un volumen determinado de solución fría, a una temperatura inferior a 4°C, por la vía central, recogiendo la diferencia de temperatura a través de un termistor situado en la línea arterial.

Se obtiene así, una curva de termodilución arterial.

$$GC = \frac{(T^a b - T^a i) * Vi * \kappa}{\int \Delta Tb * \delta t = \text{área bajo la curva}}$$


En la que: GC= gasto cardíaco

T^a basal (antes de la inyección de suero)

T^ai = T^a del suero inyectado

Vi= Volumen de suero inyectado

K= constante de corrección.

 <p>Hospital Clínico San Carlos SaludMadrid Comunidad de Madrid</p> <p>DIRECCIÓN DE ENFERMERÍA</p>	<p>Procedimiento</p> <p>MEDICIÓN DEL GASTO CARDÍACO POR ANÁLISIS DEL CONTORNO DE LA ONDA DE PULSO (PiCCO2®)</p>	
<p>DENF- UCI PE-36</p>	<p>VERSION: 1 Febrero 12</p>	<p>Página 3 de 13</p>

La curva de termodilución nos dará los tiempos de tránsito (MTt IGC y MTt THERM) parámetros básicos a partir de los cuales obtendremos el resto de los parámetros derivados que mide el PiCCO®.

El método asume que para un número de cámaras seriadas con idéntico flujo la pendiente de la curva de dilución (la mayor caída de Temperatura) estará determinada predominantemente por el compartimento más grande, en nuestro caso el volumen sanguíneo pulmonar.

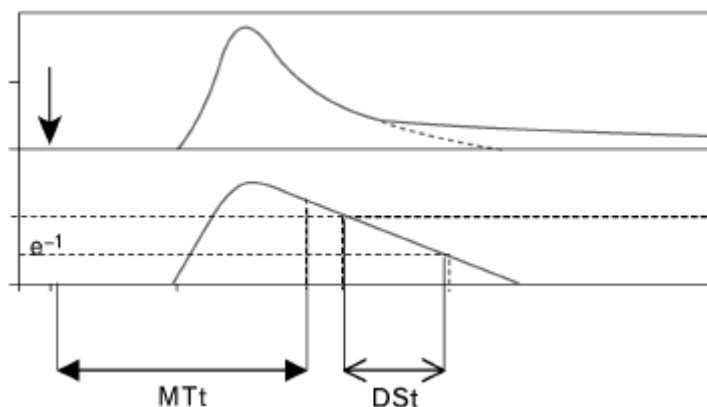


Fig.1. Curva de termodilución.

2. Técnica del Análisis del contorno de la onda de pulso.

El PiCCO® calcula el Gasto Cardíaco continuo, analizando cada 30 segundos la onda de pulso arterial.

La determinación simultánea del GC por termodilución transpulmonar, junto con la medición continua de la PA, son los métodos para calibrar el análisis de la curva de pulso con respecto a la función de distensibilidad aórtica de cada paciente. Así obtenemos de forma continua el volumen minuto circulatorio.

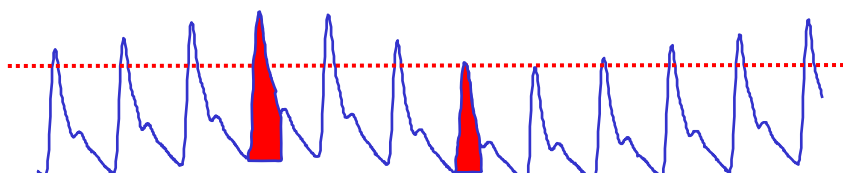


Fig.2. Onda de presión arterial.


 <p>Hospital Clínico San Carlos SaludMadrid Comunidad de Madrid DIRECCIÓN DE ENFERMERÍA</p>	<p>Procedimiento</p> <p>MEDICIÓN DEL GASTO CARDÍACO POR ANÁLISIS DEL CONTORNO DE LA ONDA DE PULSO (PiCCO2®)</p>	
<p>DENF- UCI PE-36</p>	<p>VERSION: 1 Febrero 12</p>	<p>Página 4 de 13</p>




Fig. 3. Determinación de gasto cardiaco por análisis del contorno de la onda de pulso.

3. Determinación de la saturación de oxígeno en la sangre mediante la reflexión óptica medida por una fibra óptica. (No contemplado en este protocolo).

4. Oximetría de pulso para la monitorización continua de la saturación de oxígeno de la hemoglobina arterial. (No contemplado en este protocolo).

Los parámetros que obtenemos con el sistema PiCCO® son^{1,5,8,9}:

- **CO (Cardiac output).Gasto Cardíaco:** Cantidad de sangre bombeada hacia la aorta desde ventrículo izquierdo. 4 - 6 l/m.
- **IC (Cardiac index). Índice Cardíaco:** Es el gasto cardiaco dividido por área de superficie corporal, da idea de la perfusión en órganos como riñón o cerebro. 3.0 - 5.0 l/m/m².
- **ITBV (Intrathoracic Blood Volume). Volumen de sangre intratorácica.** Cantidad de sangre en el sistema venoso central. 800 – 1000 ml /m².
- **EVLW (Extravascular Volume Lung Water). Volumen de agua extravascular pulmonar.** Cantidad de líquido extravasado desde los vasos pulmonares al intersticio y/o alvéolos, da idea del agua en los alvéolos. 3.0 -7.0 ml/Kg. (valor indexado).
- **SVR (Systemic Vascular Resistance). Resistencia vascular sistémica.** Indica la postcarga. 1700 – 2400 dyn/seg./cm./m² (valor indexado).
- **SV (Stroke Volume). Volumen sistólico.** Cantidad de sangre que el corazón bombea en cada latido. 40 – 60 ml/m².
- **GEDV (Global End-Diastolic Volume). Volumen Global al final de la diástole.** Corresponde a la suma de volúmenes diastólicos de aurículas y ventrículos, equivale al volumen de precarga total del corazón. 600 – 800 ml/m² (valor indexado).

 <p>DIRECCIÓN DE ENFERMERÍA</p>	<p>Procedimiento</p> <p align="center">MEDICIÓN DEL GASTO CARDÍACO POR ANÁLISIS DEL CONTORNO DE LA ONDA DE PULSO (PiCCO2®)</p>	
<p>DENF- UCI PE-36</p>	<p>VERSION: 1 Febrero 12</p>	<p>Página 5 de 13</p>

- **SVV (Stroke Volume Variation). Variación del volumen sistólico (porcentual).** Debido al valor medio calculado durante 30 segundos, permite una estimación aproximada de la volemia. < 10%.
- **GEF (Global Ejection Fraction). Fracción de eyección global.** La dilatación miocárdica disminuye el GEF, así puede ser usado para detectar insuficiencia miocárdica. 25-35%.
- **PVP (Pulmonary Vascular Permeability). Permeabilidad Vascular pulmonar.** Ayuda a distinguir entre edema pulmonar hidrostático o por alteración de la permeabilidad. 1.3 - 3.0.

OBJETIVO Y ALCANCE

- Diagnóstico y manejo hemodinámico del enfermo crítico a través de la monitorización del índice cardíaco (IC).
- Medir el volumen de sangre intratorácica (ITV).
- Medir el volumen de agua extravascular pulmonar (ELWI).
- Medir la resistencia vascular sistémica (SVR).
- Medir el volumen global al final de la diástole (GEDV).
- Medir la fracción de eyección global (GEF).
- Extracción de muestras sanguíneas.


INDICACIONES

El sistema PiCCO® está indicado para ^{4,6,7}

- Alertar, informando a tiempo real de cualquier cambio potencialmente serio que indique empeoramiento del paciente.
- Diagnóstico continuo, conociendo de forma objetiva y constante el estado hemodinámico del paciente, alteraciones fisiológicas, observando la tendencia de las variables utilizadas.
- Pronóstico, evaluando las mediciones y tendencia de las mismas.
- Guía terapéutica, facilitando la evaluación y corrección de las medidas terapéuticas implementadas.

Entre las patologías concretas en las que está indicado su uso se encuentran:^{1,5,8}

- Shock séptico.
- Shock cardiogénico.
- Quemados.
- Politraumatizados.
- Lesión pulmonar: Síndrome de Distres del adulto (SDRA) y edema pulmonar.
- Cirugía Mayor.
- Cirugía cardíaca.
- Neurocirugía.

 <p>DIRECCIÓN DE ENFERMERÍA</p>	<p>Procedimiento</p> <p>MEDICIÓN DEL GASTO CARDÍACO POR ANÁLISIS DEL CONTORNO DE LA ONDA DE PULSO (PiCCO2®)</p>	
<p>DENF- UCI PE-36</p>	<p>VERSION: 1 Febrero 12</p>	<p>Página 6 de 13</p>

CONTRAINDICACIONES Y LIMITACIONES ^{1,5,8}

- Pacientes en los que no esté indicado la cateterización arterial.
- Pacientes con isquemia previa o presente de MMII.
- Pacientes con alteraciones estructurales (prótesis, aneurismas, etc.) de la aorta abdominal o arterias femorales.
- Pacientes con balón de contrapulsación intraórtico.

EQUIPO HUMANO

- Médico.
- Enfermera.
- Auxiliar de enfermería.

EQUIPO MATERIAL

- Set de catéter venoso central multilumen.
- Catéter PiCCO® (catéter arterial especial con termistor) ⁵.

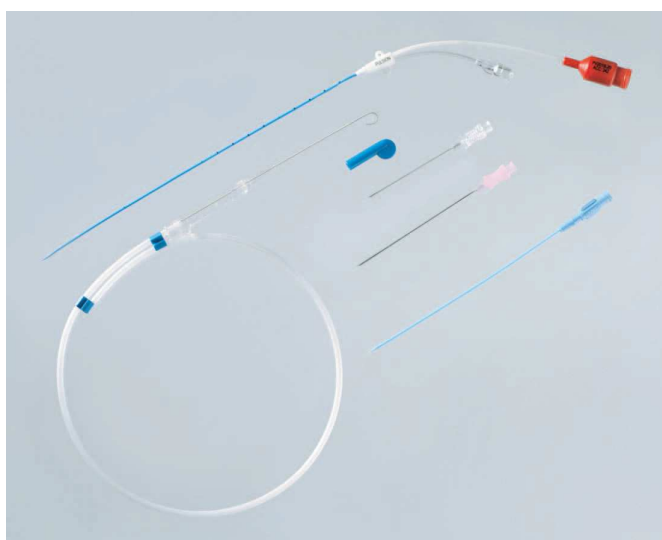


Fig. 4. Catéter PiCCO®

- Kit de monitorización PiCCO®: sensor de temperatura que permite la monitorización de la temperatura de la solución inyectada, transductor y equipo para monitorización de presión.

MEDICIÓN DEL GASTO CARDÍACO POR ANÁLISIS DEL CONTORNO DE LA ONDA DE PULSO (PiCCO2®)




Fig. 5. Kit de monitorización de PiCCO®

- Monitor PiCCO® con cableado.



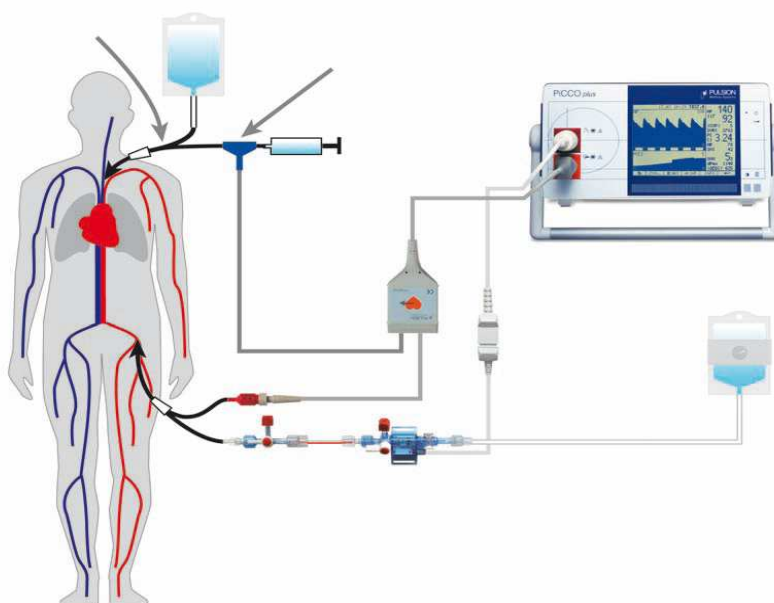
Fig. 6. Monitor PiCCO® con cableado

- Presurizador y suero fisiológico.
- Kit de Bacteriemia Zero: bata estéril, paños estériles, sábana estéril.
- Gorro y mascarilla.
- Guantes estériles.
- Gasas estériles.
- Jeringuillas de 10cc.
- Aguja IM e IV.
- Hoja de bisturí.
- Seda con aguja recta de "0".
- Anestésico local: (Mepivacaína 2%).
- Antiséptico: clorhexidina alcohol al 1%.
- Jabón antiséptico.
- Apósito estéril transparente o de gasa.

 <p>DIRECCIÓN DE ENFERMERÍA</p>	<p>Procedimiento</p> <p>MEDICIÓN DEL GASTO CARDÍACO POR ANÁLISIS DEL CONTORNO DE LA ONDA DE PULSO (PiCCO2®)</p>	
<p>DENF- UCI PE-36</p>	<p>VERSION: 1 Febrero 12</p>	<p>Página 8 de 13</p>

PROCEDIMIENTO^{3,5,8}

1. Informar al paciente del procedimiento a realizar.
 2. Lavado antiséptico de manos.
 3. Montaje y purgado del kit de monitorización (llenar los transductores cuidadosamente utilizando el broche de purgado, asegurándose de evacuar todo el aire de los tubos de la presión y los transductores, ya que las burbujas afectarán la transmisión y pueden provocar errores de medición).
 4. Disponer del monitor PiCCO® con sus cables correspondientes (Fig.6). Tras encender el monitor es necesario introducir en el menú los datos correspondientes al peso y altura del paciente y presionar Admitir. Si se realiza la termodilución sin haber introducido previamente estos datos, no se notificará ningún valor y se deberá realizar una nueva termodilución para obtener los valores del índice. Es posible seleccionar en el monitor, distintos parámetros según se esté trabajando con parámetros de termodilución transpulmonar o con parámetros de contorno de la onda de pulso.
 5. Es necesario disponer de una línea venosa central. Si no se dispone de ella, se procederá a su canalización, de acuerdo al protocolo general "Canalización y mantenimiento de vías centrales"
- Colocar el sensor de la temperatura de inyección, que se incluye en el kit de monitorización (Figura 2), en el lumen distal del catéter venoso central. (Pieza azul en fig.7) .




 <p>Hospital Clínico San Carlos SaludMadrid Comunidad de Madrid</p> <p>DIRECCIÓN DE ENFERMERÍA</p>	<p>Procedimiento</p> <p>MEDICIÓN DEL GASTO CARDÍACO POR ANÁLISIS DEL CONTORNO DE LA ONDA DE PULSO (PiCCO2®)</p>	
<p>DENF- UCI PE-36</p>	<p>VERSION: 1 Febrero 12</p>	<p>Página 9 de 13</p>

Fig. 7. Montaje de los catéteres arterial y venoso a los cables del monitor.

- Colaborar en la canalización una vía arterial, preferiblemente arteria femoral, utilizando el catéter PiCCO® (mediante la técnica de Sheldinger y de acuerdo al protocolo específico “Canalización y mantenimiento de catéter arterial” existente en la Unidad). Una vez colocado el catéter se realizarán las diferentes conexiones al monitor según se indica en las figuras 7 y 8. Conexión del transductor de la presión arterial al lumen del catéter arterial de la termodilución y los distintos cables al monitor tal como indica la figura 8.

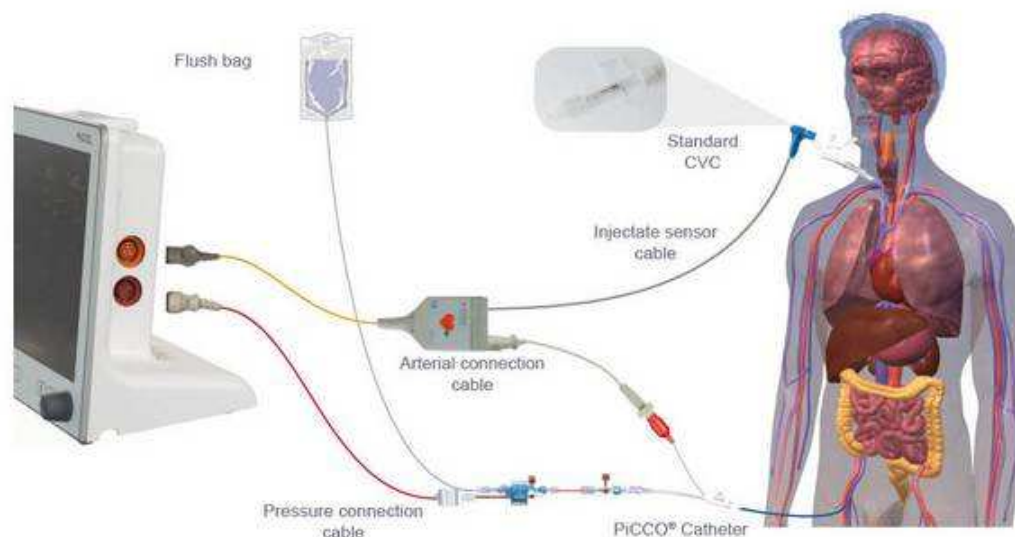


Fig. 8. Conexión de cables al monitor.

- Ajustar la puesta a cero de los transductores de presión. El monitor determina cuáles de los transductores del módulo están abiertos a la atmósfera y luego los pone a cero. Si la operación de puesta a cero se completa con éxito, el monitor muestra el mensaje: <PSI> se aceptó la puesta a cero.
- Medición del gasto cardíaco o calibración de la curva de termodilución, para lo cual se tendrán preparadas 3 jeringas con 15- 20 cc de suero fisiológico frío.
Presionar la tecla fija Iniciar G.C. en la parte frontal del receptáculo PiCCO o iniciar p-CO en la selección principal de PiCCO. Cuando en la pantalla indique la situación de estable, se procederá a la inyección de la solución salina fría por el lumen distal de la vía central previo a la pieza azul y de forma rápida, no debiendo sobrepasar los 5 segundos en la inyección. Se

recomiendan tres mediciones, el propio sistema calculará la media y guardará los resultados, si alguno de los valores medidos se encuentra muy dispar, se puede eliminar. Es conveniente realizar una calibración a través de la inyección de termodilución cada 8 horas o siempre que se produzcan variaciones hemodinámicas importantes.

9. Registrar la fecha y hora de la técnica y posibles incidencias.

El monitor dispone de un algoritmo de decisión que se muestra en la figura 9 y los datos mostrados en él son meramente orientativos.

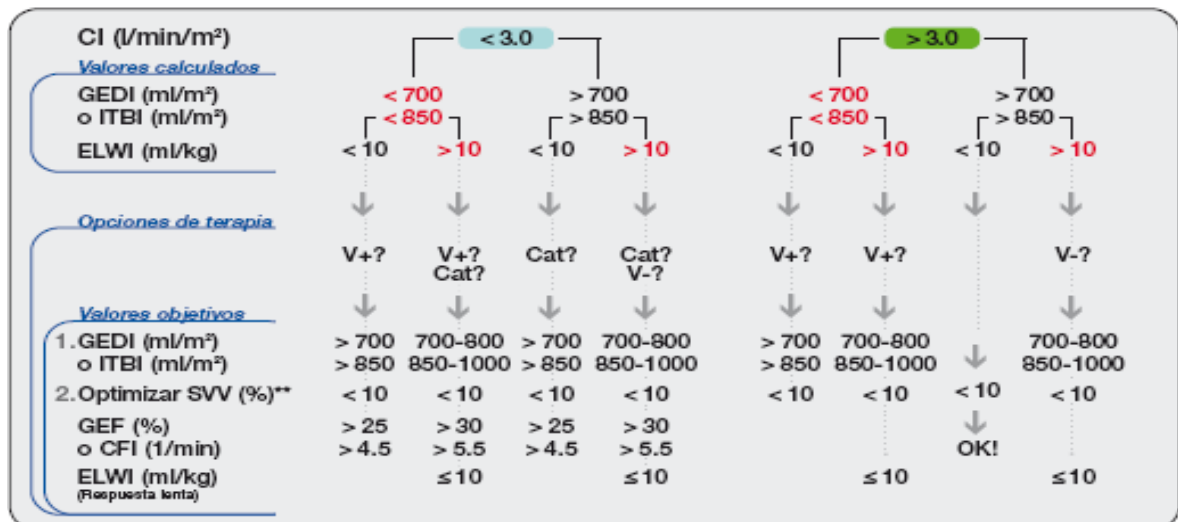



Fig.9. Algoritmo de decisión.

COMPLICACIONES

- Infección de los puntos de punción.
- Hemorragia en los puntos de punción.
- Obstrucción de los catéteres.
- Dolor.
- Trombosis arterial.
- Espasmo arterial.
- Embolia gaseosa.
- Lesión nervios periféricos.
- Arteritis.
- Aneurisma.
- Fístula arteriovenosa.

 <p>DIRECCIÓN DE ENFERMERÍA</p>	<p>Procedimiento</p> <p align="center">MEDICIÓN DEL GASTO CARDÍACO POR ANÁLISIS DEL CONTORNO DE LA ONDA DE PULSO(PiCCO2®)</p>	
<p>DENF- UCI PE-36</p>	<p>VERSION: 1 Febrero 12</p>	<p>Página 11 de 13</p>


- Neumotórax y/o hemotórax derivados de la canalización venosa central.
- Arritmias derivadas de la canalización venosa central.

MANTENIMIENTO^{2,7}

- Realizar cuidados y mantenimiento del catéter venoso y arterial según indicaciones de los respectivos protocolos.
- Comprobar la permeabilidad del catéter central, aspirando previamente, antes de introducir las inyecciones de termodilución.
- Calibración del transductor una vez por turno, haciendo el “0” a nivel del eje flebostático.
- Calibración del G.C. a través de las inyecciones de termodilución cada 8 horas y siempre que existan cambios hemodinámicos relevantes.
- Valorar la permeabilidad de los catéteres, una vez por turno.
- Vigilar curva de presión evitando posibles amortiguaciones que provoquen un análisis erróneo del contorno de la onda de pulso.
- Fijar adecuadamente todo el cableado para evitar desplazamientos accidentales, así como algún acodamiento que dificulte la estructura y medición del sistema.
- Controlar y registrar parámetros cada 4 horas de I.C, ITBI, ELWI, SVR, GEDI, GEF.
- Revisar alarmas por turno y registrar.
- Si se procede a la retirada del catéter arterial, se seguirán las indicaciones del procedimiento específico.
- Si se procede a la retirada del catéter venoso central, se seguirán las indicaciones del procedimiento específico.

ACTUALIZACIÓN SOBRE EL PROCEDIMIENTO

El procedimiento de “MEDICIÓN DEL GASTO CARDÍACO POR ANÁLISIS DEL CONTORNO DE LA ONDA DE PULSO” realizado en febrero de 2012, será revisado en un plazo de dos años o con anterioridad si se dieran las circunstancias que indicaran la necesidad.

 <p>DIRECCIÓN DE ENFERMERÍA</p>	<p>Procedimiento</p> <p>MEDICIÓN DEL GASTO CARDÍACO POR ANÁLISIS DEL CONTORNO DE LA ONDA DE PULSO(PiCCO2®)</p>	
<p>DENF- UCI PE-36</p>	<p>VERSION: 1 Febrero 12</p>	<p>Página 12 de 13</p>

INDICADORES DE CALIDAD.

Indicador de proceso:

Nº de pacientes en los que se realiza la calibración del monitor cada 8 horas/ Nº de pacientes con monitorización PiCCO® X100

Nº de pacientes con registro de inicio de monitorización PiCCO® / Nº de pacientes con monitorización PiCCO® X 100

Nº de pacientes en los que se registra el I.C. cada 4 horas/ Nº de pacientes con monitorización PiCCO® X100

Indicadores de resultado:


Nº de pacientes con retirada accidental de los catéter PiCCO® / Nº de pacientes con monitorización PiCCO® X 100

GRUPO COLABORADOR

- Servicio de Medicina Intensiva FEA Alejandro Moneo González.

AUTORES

- M^a Cristina Pontón Soriano. Enfermera Críticos II.
- Miguel García Hernando. Enfermero Críticos II.

 <p>DIRECCIÓN DE ENFERMERÍA</p>	<p>Procedimiento</p> <p>MEDICIÓN DEL GASTO CARDÍACO POR ANÁLISIS DEL CONTORNO DE LA ONDA DE PULSO (PiCCO2®)</p>	
<p>DENF- UCI PE-36</p>	<p>VERSION: 1 Febrero 12</p>	<p>Página 13 de 13</p>

BIBLIOGRAFÍA.

1. Martín A, Saboya S, Patiño M, Silva JA, Gómez S, Blanco JJ. Monitorización hemodinámica: sistema PiCCO. *Enferm Intensiva*. 2008; 19 (3):132-40.
2. Suriana R, Oliva A, Rodríguez R. Cuidados de Enfermería a pacientes con monitorización PiCCO. *Nure Inv [Revista en Internet]*. 2009 Mar-Abr.[Citado 26 Feb 2012]; 6 (39): [aprox 6 p]. Disponible en: http://www.fuden.es/FICHEROS_ADMINISTRADOR/PROTOCOLO.
3. García-Velasco S. Método de Termodilución Transpulmonar (PiCCO) para la monitorización hemodinámica del paciente crítico. *Metas de Enfermería*. 2007; 10 (7): 57-64.
4. Tratado de Enfermería en Cuidados Críticos Pediátricos y Neonatales [Internet]. Madrid: Grupo de Enfermería Cuidados Críticos Pediátricos y Neonatales; c 2006-2011 [actualizado 25 Abr 2009; citado 26 Feb 2012]. Disponible en: <http://www.eccpn.aibarra.org/>
5. Pulsion Medical Systems [Internet]. Alemania: The life-Science Company; c 2009-11 [actualizado 23 Ag 2010; citado 26 Feb 2012]. [aprox. 24p]. Disponible en: <http://www.pulsion.de/>
6. Tejada M. El paciente Agudo Grave: Instrumentos diagnósticos y terapéuticos. 1ª ed. Madrid: Masson; 2005.
7. De la Quintana FB, López E. Compendio de Anestesiología para Enfermería. 2ª ed. Barcelona: Elsevier España; 2007.
8. Cobos E, Anuncibay V, Arribas M, Expósito L, Gil C, Utrilla C, editors. Procedimiento de inserción y mantenimiento del catéter PiCCO [Internet]. Barcelona: Hospital Universitario Vall d´Hebron; 2009 [citado 26 Feb 2012]. Disponible en: <http://www.menycep.com/congresos/XXI> .
9. Godge O, Hoke K, Gotees AE. Reliability of a new algorithm for continuous cardiac output determination by pulse-contour analysis during hemodynamic instability. *Crit Care Med*. 2002; 30: 52-8.