

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE  
MEXICO**

**DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO  
FACULTAD DE MEDICINA**

**CENTRO MEDICO ABC**

**Parámetros hemodinámicos y el tratamiento de choque  
como determinantes de la presión de perfusión  
coronaria (PPC) en el paciente crítico.**

**T E S I S**

PARA OBTENER LA ESPECIALIDAD EN

**MEDICINA DE ENFERMO EN ESTADO CRÍTICO**

PRESENTA

*Dr. Héctor Rafael López Pérez*

ASESOR

**DR. MANUEL POBLANO MORALES**

**MEXICO DF**

**AGOSTO DE 2009**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

---

**DR JOSE HALABE CHEREM**  
**JEFE DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION DEL CENTRO**  
**MEDICO ABC**  
**MEXICO DF**

---

**DR JUVENAL FRANCO GRANILLO**  
**PROFESOR TITULAR DEL CURSO DE MEDICINA DEL ENFERMO EN**  
**ESTADP CRÍTICO**  
**CENTRO MEDICO ABC**  
**MÉXICO DF**

---

**DR MANUEL POBLANO MORALES**  
**ASESOR DE TESIS Y ESPECIALISTA EN MEDICINA DEL ENFERMO EN ESTADO**  
**CRITICO DL CENTRO MÉDICO ABC**  
**MÉXICO DF**

---

## AGRADECIMIENTOS

### *A ti mi Dios porque...*

*Reconozco y agradezco a:*

*Mis hermanos residentes, porque de ellos vinieron las más grandes enseñanzas que como médicos, personas y compañeros hicieron de mi residencia una experiencia única y con esto, les otorgo mi respeto y reconocimiento.*

*A la Dra. Janet Aguirre por seguir siendo un icono de la disciplina y respeto que identifica a la UTI ABC y a la Medicina Crítica.*

*Al Dr. Manuel Poblano por su asesoramiento día tras día en el manejo del paciente crítico, el compartir de sus ideas y orientación en el camino de la medicina crítica.*

*Al Dr. Gustavo Sánchez porque entre tubos, monitores, electrocardiogramas y pacientes cardiológicos encontré a un persona que considero un amigo, que me mostró el mundo de la terapia intensiva cardiológica.*

*A Julio Sandoval A. mi amigo y hermano, algo más que la UTI me concedió.*

*Al Dr. Juvenal Franco por su liderazgo, orientación y temple.*

*A la Cia. Red Bull y demás bebidas energéticas, porque probablemente de ellas obtuve riesgo cardiovascular, sin embargo tolerancia a las largas guardias de arduo trabajo.*

*A ti Elena por ser mi esposa, mi amiga y mi anesthesióloga, por ser tú, y permitirme ser yo, para posteriormente ser una familia.*

*A todos ustedes por esto y más.*

*Mil Gracias .*

**Héctor**

## INDICE

AGRADECIMIENTOS-----	2
RESUMEN -----	3
ABSTRACT -----	4
INTRODUCCION-----	6
OBJETIVOS -----	10
HIPOTESIS-----	11
MATERIAL Y METODOS-----	12
RESULTADOS-----	15
DISCUSION-----	28
CONCLUSIONES-----	19
ANEXOS-----	20
BIBLIOGRAFIA-----	24

## **RESUMEN**

### **Introducción**

La perfusión de la arteria coronaria con el ventrículo izquierdo se produce principalmente durante diástole. Mantener una adecuada perfusión coronaria debe ser un objetivo en la reanimación del paciente chocado.

### **Objetivo**

Determinar la correlación entre los parámetros hemodinámicos y el tratamiento de choque con la PPC en los pacientes críticos.

### **Métodos**

Un estudio retrospectivo. Se incluyeron todos los pacientes con catéter de Swan-Ganz durante seis meses. Se correlacionó la PPC con las distintas variables mediante prueba de Pearson. Mediante curva ROC se determinó la capacidad de la prueba para discriminar mortalidad.

### **Resultados.-**

Se estudiaron 28 pacientes, la APACHE II fue  $19.6 \pm 7.5$ ; a la admisión la PPC fue  $42.2 \pm 10.8$  mmHg, con correlación inversa con PAOP ( $p < 0.001$ ) y PVC ( $p = 0.001$ ), con mortalidad una correlación negativa con PPC al ingreso ( $P = 0.022$ ), el valor de corte para PPC para predecir mortalidad fue 42 mmHg con sensibilidad del 100% y especificidad de 58% ( $p = 0.026$ , AUC 0.854). A las 24 horas PVC y PAOP tuvieron correlación positiva con mortalidad. ( $p = 0.016$  y  $0.026$ ). A las 24 horas, la PPC tuvo correlación positiva con PAOP ( $p = 0.015$ ) Correlación negativa sin relevancia entre la PPC y el uso de inotrópicos y vasoactivos.

### **Conclusión**

Es posible utilizar la PPC como un índice de reanimación como lo son la PAOP, SVO<sub>2</sub> y PVC. Valores bajos de PPC podrían sugerir el uso de inotrópicos o vasoactivos para tratar de mantener una perfusión adecuada, constituyendo un índice de la eficacia y/o el impacto del tratamiento.

**Palabras Clave.- Presión de Perfusión Coronaria;**

## **ABSTRACT**

### **Introduction**

The perfusion of the coronary artery to the left ventricle occurs primarily during diastole. So there must be adequate diastolic pressure in the aortic root of both coronary arteries to be perfused. Maintaining an adequate coronary perfusion should be a primary goal in resuscitation of any patient in shock.

### **Aim**

Determinate the correlation between hemodynamic parameters and the treatment shock with the PPC in the critically ill patients.

### **Methods**

A retrospective study. We included all patients in a six month period with Swan-Ganz catheter. The statistical correlation of variables with PPC was assessed with a Pearson Test and ROC curve for discrimination of the test.

### **Results.-**

We studied 28 patients, the APACHE II score was  $19.6 \pm 7.5$ ; in the admission the PPC was  $42.2 \pm 10.8$  mmhg, and had a inverse correlation con PAOP ( $p < 0.001$ ) and CVP ( $p = 0.001$ ), regarding mortality it had a negative correlation with the PPC at admission ( $P = 0.022$ ), the cutoff value for PPC for mortality was 42 mmhg with a sen 100% and spec 58% ( $p = 0.026$  AUC .854). Also to the 24 hrs, the CVP and PAOP had a positive correlation with mortality. ( $p = 0.016$  and  $0.026$ ). To the 24 hrs, the PPC had a positive correlation with PAOP ( $p = 0.015$ ) There was negative correlation between PPC and the use of inotropics and vasoactives but without significance.

### **Conclusion**

It's possible to estimate the PPC as a determinant of Reanimation as the PAOP, SVO<sub>2</sub>, and CVP. We expect that a low value of PPC could guide the use of inotropic or vasoactives; this may also determine an index of the efficacy and/or impact of treatment on the management of critical care patient.

**Words Keys.-Coronary Perfusion Pressur**

## Introducción

Los objetivos de la monitorización hemodinámica son la valoración adecuada de la perfusión y oxigenación tisular, así como el diagnóstico de fallo ventricular derecho e izquierdo, disfunciones específicas pulmonares y cardíacas, y controlar los efectos de la sustitución de fluidos, y la administración de fármacos vasoactivos.

De forma práctica podemos considerar que el circuito coronario humano se compone de dos compartimentos, uno de conductancia constituido por las arterias coronaria epicárdicas y uno de resistencia representado por las arteriolas y vasos de hasta 400  $\mu\text{m}$  de diámetro. Los vasos de resistencia son responsables de la capacidad del corazón de regular su propio aporte sanguíneo de acuerdo a sus necesidades metabólicas.

A la capacidad para mantener un flujo sanguíneo constante a pesar de los cambios de la presión aórtica se le denomina autorregulación del flujo coronario. La existencia de dicho mecanismo autorregulatorio obedece a la alta dependencia de la función cardíaca respecto al aporte sanguíneo coronario, dado que el miocardio, y de manera particular el subendocardio, son tejidos con altos requerimientos aeróbicos. Así, el consumo miocárdico de oxígeno (MVO<sub>2</sub>) en reposo varía entre 8 y 10 mL/min. por cada 100 g de músculo cardíaco (12% del consumo de O<sub>2</sub> corporal) frente a un consumo de O<sub>2</sub> del músculo estriado de 0.5 mL min.<sup>2</sup>

En orden de importancia, los factores relacionados directamente con el MVO<sub>2</sub> son el inotropismo, cronotropismo y el estrés parietal.<sup>2</sup>

La relación entre flujo coronario y demanda metabólica es casi lineal. El flujo coronario basal en el hombre adulto en reposo es cercano a los 60 a 65 mL min. por cada 100 g de tejido, aproximadamente un 5-8% del gasto cardíaco. Bajo condiciones de alta demanda miocárdica, el flujo coronario basal puede incrementarse 5 a 6 veces.

Es interesante mencionar que también se ha descrito una relación entre flujo coronario e inotropismo conocido como efecto o fenómeno Gregg, el cual señala que un incremento en el flujo coronario tiene un efecto inotrópico positivo.<sup>3</sup>

Entre varios factores determinantes de la calidad de flujo a través de un vaso, son de mayor importancia la diferencia de presión sanguínea en los extremos arteriovenosos (gradiente de presión, o AP), y el grado de resistencia brindado por el vaso (R).

El AP y la R en el sistema coronario, según los principios teóricos plasmados en la ecuación de Poiseuille (ecuación de flujo a través de un sistema rígido), se encuentran no solo en la posición de numerador, sino se multiplican.

$$Q = \frac{P \cdot r^4}{\eta \cdot L}$$

*Q = flujo del líquido.*

*P = gradiente de presión.*

*L = longitud del vaso.*

También se tiene que considerar las cualidades de conductancia de los vasos sanguíneos cuales, debido a su elasticidad, no se rigen estrictamente bajo los principios de Poiseuille.

Sin embargo estas determinantes de flujo son difícil de determinar en un ámbito de situación crítica con uso de instrumentos tales como la angiografía, US y la colocación de catéteres intra coronarios;

La presión de perfusión coronaria (PFC) es calculada como el cambio de presión a través de la arteria coronaria durante el máximo flujo miocárdico (Diástole). La presión diastólica (PAD) y no la presión sistólica (PAS), es el más importante determinante en el mantenimiento de una adecuada perfusión miocárdica. Recordemos que la presión de oclusión de la arteria pulmonar (PAOP), estima la tensión de la pared miocárdica y la resistencia a la perfusión, aproximadamente como la presión diastólica final del ventrículo izquierdo (LVEDP).

$$PFC = PAD - PAOP$$

La perfusión de la arteria coronaria para el ventrículo izquierdo ocurre primariamente durante la diástole. Por lo que debe existir una adecuada presión diastolita en la raíz aórtica de ambas arterias coronarias para ser perfundidas.

La PFC debería ser mantenida por arriba de 50 mmHg como valor de referencia en pacientes sin alteraciones hemodinámicas. Debajo de este valor crítico, el miocardio podría no recibir adecuado flujo y el riesgo de isquemia miocárdica e infarto se incrementa.<sup>1,2</sup>.

Mantener una adecuada perfusión coronaria debería ser un objetivo primario en reanimación de cualquier paciente de cualquier paciente en choque. Pacientes con enfermedad coronaria pre-existente, quienes podrían tener flujo miocárdico marginal, pueden desarrollar isquemia o infarto, si la presión de perfusión coronaria cae por debajo del umbral crítico.

En muchos estados patológicos, es difícil incrementar y determinar el aporte de O<sub>2</sub>, tales situaciones como el infarto agudo al miocardio, falla cardiaca, trauma y sepsis, donde la demanda se encuentra ampliamente incrementada.

**Planteamiento del Problema.-**

En nuestro medio desconocemos si el mantener una PFC por arriba de 50 mmhg juega un rol importante en la evolución hemodinámica del paciente crítico.

De la misma manera desconocemos si el mantener un PFC por arriba de 50 mmhg repercute sobre el GC y sus determinantes así como de la necesidad de tratamiento hemodinámico adyuvante.

Con base a estas observaciones es posible establecer de manera sencilla la PFC como una determinante de la función cardiaca y hemodinámica, y con esto la determinación de un objetivo de tratamiento en pacientes críticamente enfermos-

**PREGUNTA.-**

¿Se correlaciona una PFC por arriba de 50 mmhg con los valores hemodinámicos óptimos tales como TAM, PAOP, PVC, IC, SvO<sub>2</sub> y Lactato en paciente en estado crítico.

**Objetivo Primario.-**

Determinar la correlación entre los parámetros hemodinámicos de reanimación y el tratamiento de choque con la PPC por arriba de 50 mmHg en los pacientes críticos.

**Objetivo Secundario.**

Evaluar la utilidad de la PPC como determinante de la función cardiaca y hemodinámica del paciente críticamente enfermo

## **Hipótesis.-**

### **Hipótesis alterna**

Los valores hemodinámicos de reanimación en el paciente en estado crítico tales como PVC, PAOP, IC, SvO<sub>2</sub> y Lactato se correlacionan con una adecuada PFC, de la misma manera el manejo con vasoactivos no son determinantes de alteraciones en la PPC

### **Hipótesis Nula**

Los valores hemodinámicos de reanimación en el paciente en estado crítico tales como PVC, PAOP, IC, SvO<sub>2</sub> y Lactato no se correlacionan con una adecuada PPC de la misma manera los vasoactivos son determinantes de la PPC.

## **MATERIAL Y METODOS**

**Tipo de estudio:** Estudio descriptivo, observacional, retrospectivo.

**Tipo de Investigación:** Clínica

**Lugar y fecha del estudio:** Se realizará en la Unidad de Cuidados Críticos y Terapia Intensiva “Dr. Mario Shapiro” del Centro Medico ABC.

**Población participante:** Se identificaran a todos los pacientes mayores de 18 años a los cuales se colocó catéter de Swan Ganz, a la U.C.I. del Centro Medico ABC. Campus Observatorio en la ciudad de México en periodo que comprende del 1 de enero de 2008 al 30 agosto del 2008

### **Criterios de Inclusión**

- Pacientes mayores de 18 años.
- Genero indistinto.
- Con catéter de Swan Ganz indicado por medico tratante.
- Cuyo expediente se encuentre completo.
- Que tengan las variables hemodinámicas.

### **Criterios de No Inclusión**

- Pacientes de cirugía revascularización cardiaca.

### **Criterios de Eliminación.-**

Que no cumplan por lo menos 24 hrs. con catéter de Swan Ganz.

### **Descripción General del Estudio**

- Se obtendrán, expedientes tanto electrónicos como de archivo

**Se identificaran las siguientes variables:**

- Demográficas-Edad, Genero, Superficie Corporal Total.
- Signos Vitales.-FC, FR, Temperatura, Spo2.
- Escala APACHE II
- Laboratorio.-QS,BH,ES,
- Hemodinamia: Las siguientes variables TAM, PAOP, PVC, IC,SvO2 y Lactato

- Con los datos hemodinámicos se realizará el cálculo de la PFC:

- $PFC = PAD - PAOP$

### **Análisis Estadístico.-**

Análisis epidemiológico descriptivo con análisis de frecuencia. La correlación estadística de las variables se evaluó con análisis bivariado con prueba de Pearson, y se graficaron con curva ROC para la discriminación de la prueba. Un valor de  $p < 0,05$  se consideró estadísticamente significativa.

Definición de Variables.-Anexo 1

## **Aspectos Éticos**

Se trata de un estudio que cumple con los lineamientos de la

- Declaración de Helsinki.
- Ley General de Salud
- La Ley General de Salud en materia de investigación; título quinto/segundo.
  - Investigación sin riesgo.
  - La información será confidencial.
  - Requiere de consentimiento por comité del institutocional para revisión expediente.

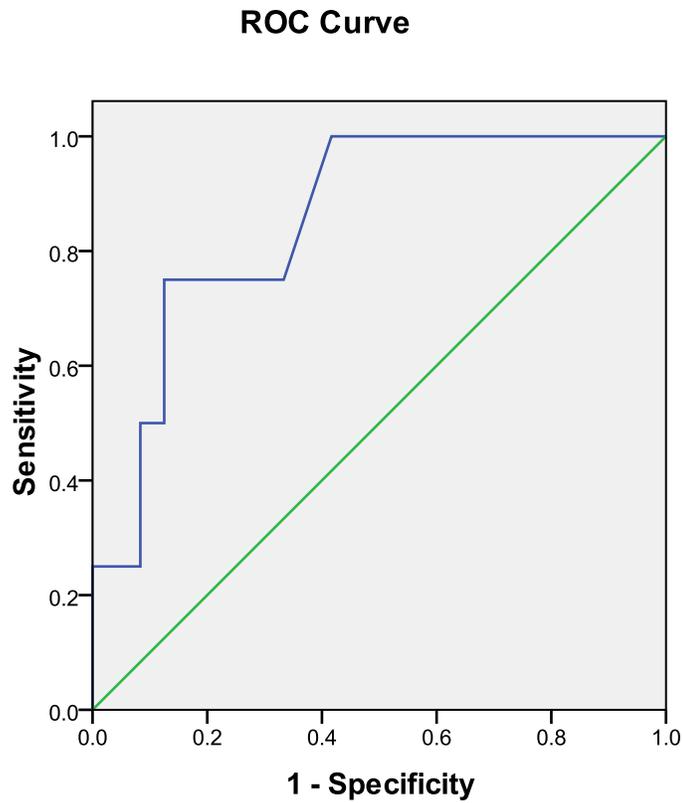
## Resultados .-

Se estudiaron 28 pacientes, 10 (64%) pacientes del sexo masculino y 18 (36%) mujeres, la media de puntuación APACHE II fue  $19,6 \pm 7,5$ , ver tabla I

VARIABLES N=28	Promedio	Desviación Std.
Edad	64.71	9.317
APACHE -II	19.50	7.530
PPC INGRESO	42.68	10.877
PPC a las 24 hrs.	49.04	9.735
TAM de Ingreso	78.07	7.055
TAM a las 24 hrs.	85.93	11.486
IC de Ingreso	2.761	.6651
IC a las 24hrs.	2.951	1.0897
PAOP de Ingreso	19.61	7.824
PAOP a las 24 hrs.	18.71	4.642
PVC de ingreso	14.75	5.475
PVC a las 24 hrs.	14.43	4.772
SvO2 de Ingreso	67.00	10.367
SVO2 a las 24 hrs.	73.64	5.717
Poder cardiaco Ingreso	.705	.2215
Poder Cardiaco 24 hrs.	.880	.3515
IVS de ingreso.	37.071	11.1087
IVS a las 24 hrs.	42.893	17.5485
Lactato de Ingreso	2.718	1.4137
Lac a las 24 hrs.	1.907	1.2184

**Tabla I.-Resultados**

En la admisión de la media del CBP del  $42,2 \pm 10,8$  mmHg, y se tuvo una correlación inversa con la PAOP ( $p < .001$ ) y CVP ( $p = 0,001$ ), en relación con la mortalidad se tuvo una correlación negativa con la PPC en la admisión ( $P = 0,022$ ) en un análisis de la curva de ROC el valor de corte para la PPC para la mortalidad fue de 42 mmHg con una 100% de sensibilidad y especificidad de 58% ( $p = 0,026$  AUC .854). Tabla 2



**Tabla 2.-Sensibilidad y Especificidad de la PPC**

También a las 24 horas, la PVC y la PAOP tuvieron una correlación positiva con la mortalidad. (p = 0,016 y 0,026). A las 24 horas, la PPC tuvo una correlación positiva con la PAOP (p = 0,015) pero no con la mortalidad. Hubo correlación negativa entre la PPC y el uso de inotropicos y vasoactivos pero sin relevancia.

Tabla 3

VARIABLES	PPC al Ingreso.		PPC a la 24 hrs.	
	Correlación Pearson	Sig.	Correlación Pearson	Sig.
TAM	.246	.208	.113	.568
TAM las 24 hrs.	.320	.097	.469 <sup>†</sup>	.012
IC de Ingreso	-.140	.477	.004	.983
IC 24 hrs.	-.023	.907	-.099	.618
PAOP de ingreso	-.780 <sup>**</sup>	.000	-.568 <sup>**</sup>	.002
PAOP a las 24 hrs	-.463 <sup>†</sup>	.013	-.456 <sup>†</sup>	.015
PVC de ingreso.	-.603 <sup>**</sup>	.001	-.607 <sup>**</sup>	.001
PVC a las 24 hrs.	-.228	.242	-.287	.139
SvO2	.270	.165	.074	.709
SVO2 a las 24 hrs.	.023	.907	-.255	.191
Poder cardiaco Ingreso	.001	.996	.063	.750
Poder Cardíaco a las 24 hr.s	.033	.866	.048	.810
IVS de ingreso.	-.001	.996	.254	.191
IVS a las 24 hrs.	-.011	.955	-.114	.562
Lactato	.095	.630	.098	.618
Lac a las 24 hrs.	-.041	.836	.160	.417
Sobrevida	-.446 <sup>†</sup>	.017	-.130	.511
Escala APACHE II	-.420 <sup>†</sup>	.026	-.063	.751
Uso de Inotrópicos	-.157	.424	-.310	.108
Inotropicos al as 24 hrs.	-.257	.187	-.042	.833

Tabla 3.-Correlaciones

## Discusion

A través del monitoreo hemodinámico, los factores como precarga, postcarga, contractilidad y frecuencia cardiaca pueden ser determinadas y alteradas por medio de variadas intervenciones tales como determinación de índice cardiaco (IC), presión venosa central (PVC) ; variabilidad del volumen diastólico (VVS) y variabilidad de presión del pulso (VPP), Svo<sub>2</sub>, Lactato y poder cardiaco, sin embargo mucho de estos son aun cuestionados en situaciones tales como sepsis, trauma y falla cardiaca, como lo han comentado varios autores.<sup>8,9,10,11</sup>

Sin embargo es posible estimar la PFC como una determinante de aporte, y de esta manera valorar la repercusiones de la terapia de reanimación en este valor hemodinámico; y/o el efecto del uso de inotrópicos a dosis en los valores por demás inferiores de PFC; con esto se podría determinar un índice de la eficacia y/o repercusión del tratamiento sobre la PFC y por ende de compromiso miocárdico.

Varios investigadores han intentado cuantificar en términos funcionales la severidad de una estenosis coronaria mediante mediciones de dimensiones geométricas (ultrasonido intravascular), relaciones entre flujo y presión (DP), resistencia al flujo y reserva de flujo coronario (CFR).<sup>5</sup> Sin embargo, estos métodos no nos permiten una cuantificación precisa de la severidad funcional de una estenosis coronaria y afectación en el flujo coronario.<sup>4</sup> Esto llevó al desarrollo de la técnica de determinación de la reserva de flujo fraccional coronario (FFR), sin embargo requieren métodos de instrumentación: tales como Alambre de presión, mediciones de estimulación hiperémica con uso de Adenosina intracoronaria e intravenosa, todos estos de limitado uso en paciente crítico.<sup>5</sup>

De la misma manera a pesar de contar con pruebas de isquemia como el ECG durante ejercicio, estudios nucleares de perfusión y ecocardiografía de esfuerzo, estos estudios incrementan el costo y en general se realizan fuera de la UCI. Por lo que el cálculo de la PPC es una variable útil y fácil de determinar en la cececera del paciente.

## **Conclusión**

Es posible estimar la PPC como factor determinante de Reanimación como la PAOP, SVO<sub>2</sub>, pero no con la PVC. De la misma forma, podemos evaluar el impacto de la terapia en la PPC, esperamos que el bajo valor de la PPC podría orientar el uso de inotrópicos o vasoactivos a valores necesarios para tratar de mantener una perfusión coronaria adecuada en nuestro estudio una PPC menor de 42 mmHg es el valor de corte para índice pronóstico y de reanimación; también la PPC puede determinar un índice de la eficacia y / o el impacto del tratamiento sobre la evolución de los cuidados del paciente en estado crítico.

## Anexo 1 .-Definición de Variables

### Variables Independientes

Variables	def. Conceptual	Def. Operacional	Instrumento Medición	Escala de Medición																		
<b>Edad</b>	Tiempo que ha vivido una persona, a contar desde que nació	Fecha de Nacimiento a al momento del diagnóstico de Sepsis	Fecha de Nacimiento	Años																		
<b>Genero.-</b>	Genero al que pertenecen las especies pudiendo ser este masculino o Femenino.	Constitución Física	Fenotipo	Hombre Mujer																		
<b>APACHEii</b>	El APACHE II (Acute Physiology and Chronic Health Evaluation) es uno de los sistemas más frecuentemente utilizados para cuantificar la gravedad de un paciente con independencia del diagnóstico	El APACHE II (Acute Physiology and Chronic Health Evaluation) es uno de los sistemas más frecuentemente utilizados para cuantificar la gravedad de un paciente con independencia del diagnóstico	Ver anexo tabla I	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Puntuación</th> <th>Mortalidad (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0-4</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>5-9</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>10-14</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>15-19</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>20-24</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>25-29</td> <td>55</td> </tr> <tr> <td>30-34</td> <td>75</td> </tr> <tr> <td>&gt;34</td> <td>85</td> </tr> </tbody> </table>	Puntuación	Mortalidad (%)	0-4	4	5-9	8	10-14	15	15-19	25	20-24	40	25-29	55	30-34	75	>34	85
Puntuación	Mortalidad (%)																					
0-4	4																					
5-9	8																					
10-14	15																					
15-19	25																					
20-24	40																					
25-29	55																					
30-34	75																					
>34	85																					
<b>Gasto Cardíaco</b>	El gasto cardíaco o volumen minuto (VM) es la cantidad de sangre que bombea el corazón hacia la arteria aorta cada minuto.	La medición del gasto cardíaco o volumen minuto mediante este catéter se basa en el principio de termodilución.	Catéter Swan GANZ marca Edwards Descripción: catéter <b>semirrígido, radiopaco</b> , cuya longitud, según el número, oscila entre <b>40-110cm</b> , estando <b>señalizado cada 10cm</b> . Posee <b>cinco luces</b> : una distal para <b>PAP</b> y para <b>PCP</b> con el balón inflado; una proximal para <b>PVC</b> y para <b>inyección de líquido frío</b> ; otra para inflar el <b>balón</b> ; la cuarta, añade el <b>cable sensor de temperatura</b> para evaluación del gasto cardíaco; y la quinta, contiene <b>haces de fibra óptica</b> para medición continua de saturación venosa mixta.	5-8 l/min.																		
<b>Índice Cardíaco</b>	El (IC) es el gasto cardíaco por superficie corporal: $IC = \frac{VM}{SA}$ (l/min./m <sup>2</sup> ).	Gasto Cardíaco entre Area superficie Corporal en Kg.	El catéter de arteria pulmón (Swan-Ganz) y báscula de resorte en UTI.	3-4 l/min./m <sup>2</sup>																		
<b>Volumen Sistólico</b>	Cantidad de <b>sangre</b> eyectada por el <b>ventrículo</b> durante una contracción. También denominado volumen de eyección	$VS = GC/FC$	Medición derivada de Monitor Vigilance De la Mrca Edwards.	60-90ml/latido																		
<b>Lactato</b>	El ácido láctico es el metabolito final que se obtiene en la glicólisis anaerobia por la acción de la enzima deshidrogenasa láctica a partir del ácido pirúvico.	En los enfermos en estado crítico se ha considerado como moderadamente elevados los valores de lactato entre 2 y 4 mmol/l, mientras que valores mayores de 4 mmol/l son notablemente elevados, indicando un mal pronóstico .	Gasometro GEM 4000	Su valor normal en muestra de plasma es de 0.5 a 1.5 mmol/l.																		
<b>Presión oclusión de la arteria pulmonar.</b>	Representa de forma análoga de la presión tele diastólica final de VI.	Medición Directa; para ello se ha introducido un filamento térmico de 10cm localizado a 15-25 cm de la punta del catéter (quedando situado a nivel de la aurícula derecha). Este filamento genera pulsos térmicos de baja energía calórica, que se transmite a la sangre circulante, y que genera un cambio de temperatura que se va registrando por el termistor del catéter localizado a nivel de la arteria pulmonar.	Catéter Swan GANZ marca Edwards ya descrito.	6-12 mmHg																		
<b>Tensión Arterial Media</b>	Es el resultado de multiplicar por 2 la presión diastólica y sumar el producto a la presión sistólica y dividirlo entre 3.	$TAM = (TAS + (TAD \times 2))/3$	Determinado de manera directa por monitor ttenional continuo.	Normal 70-105 mmhg																		
<b>Presión Venosa Central</b>	Representa de forma análoga de la presión telediastolica final del ventrículo derecho.	Medición Directa	Derivado del Catéter Swanz , previamente descrito.	<b>PVC</b> 0-8 mmHg																		

## Variables Dependientes

<b>Presión de Perfusion Coronaria</b>	La presión de perfusión coronaria (PFC) es calculada como el cambio de presión a través de la arterial coronaria durante el máximo flujo miocárdico (Diástole).	Se determinara como el producto de la presión arterial diastólica(PAD) y la presión de oclusión de la arterial pulmonar presión (PAOP)  $PFC = PAD - PAOP$	Catéter de Swan Ganz	70-100 mmhg
---------------------------------------	---	--	----------------------	-------------

## ANEXO 2

**TABLE I: MEASURED HEMODYNAMIC VARIABLES**

<u>Variable (abbreviation)</u>	<u>Unit</u>	<u>Normal Range</u>
Systolic Blood Pressure (SBP)	mmHg	100-140
Diastolic Blood Pressure (DBP)	mmHg	60-90
Pulmonary Artery Systolic Pressure (PAS)	mmHg	15-30
Diastolic Pulmonary Artery Pressure (PAD)	mmHg	4-12
Pulmonary Artery Occlusion Pressure (PAOP)	mmHg	5-12
Central Venous Pressure (CVP)	mmHg	0-8
Heart Rate (HR)	beats/min	varies by patient
Cardiac Output (CO)	L/min	varies by patient
Right Ventricular Ejection Fraction (RVEF)	fraction	0.40-0.60

**TABLE II: CALCULATED HEMODYNAMIC VARIABLES**

<u>Variable (abbreviation)</u>	<u>Unit</u>	<u>Normal Range</u>
Mean Arterial Pressure (MAP) MAP = (SBP + 2*DBP)/3	mmHg	70-105
Mean Pulmonary Arterial Pressure (MPAP) MPAP = (PAS + 2*PAD)/3	mmHg	9-16
Cardiac Index (CI) CI = SVI * HR	L/min/m <sup>2</sup>	2.5-4.0TR>
Stroke Volume (SV) SV = CO/HR	ml/beat	varies by patient
Stroke Volume Index (SVI) SVI = CI/HR	ml/beat/m <sup>2</sup>	30-65
Systemic Vascular Resistance Index (SVRI) SVRI = (MAP - CVP) * 80/CI	dynes sec cm <sup>-5</sup> m <sup>2</sup>	1800-2800
Pulmonary Vascular Resistance Index (PVRI) PVRI = (MPAP - PAOP) * 80/CI	dynes sec cm <sup>-5</sup> m <sup>2</sup>	200-350
Left Ventricular Stroke Work Index (LVSWI) LVSWI = SVI * (MAP-PAOP) * 0.0136	g.M/m <sup>2</sup>	43-61
Right Ventricular Stroke Volume Index (RVSWI) RVSWI = SVI * (MPAP-CVP) * 0.0136	g.M/m <sup>2</sup>	7-12
Coronary Perfusion Pressure (Coronary PP) Coronary PP = DBP - PAOP	mmHg	>50

**Calculo de Variables Hemodinámicas.**

## Anexo 3

Variables fisiológicas	Rango elevado					Rango Bajo			
	+4	+3	+2	+1	0	+1	+2	+3	+4
Temperatura rectal (Axial +0,5°C)	≥ 41°	39–40,9°		38,5–38,9°	36–38,4°	34–35,9°	32–33,9°	30–31,9°	≤ 29,9°
Presión arterial media (mmHg)	≥ 160	130–159	110–129		70–109		50–69		≤ 49
Frecuencia cardíaca (respuesta ventricular)	≥ 180	140–179	110–139		70–109		55–69	40–54	≤ 39
Frecuencia respiratoria (no ventilado o ventilado)	≥ 50	35–49		25–34	12–24	10–11	6–9		≤ 5
Oxigenación : Elegir a o b a. Si FiO2 ≥ 0,5 anotar P A-aO2 b. Si FiO2 < 0,5 anotar PaO2	≥ 500	350–499	200–349		< 200 > 70	61–70		55–60	<55
pH arterial (Preferido)	≥ 7,7	7,6–7,59		7,5–7,59	7,33–7,49		7,25–7,32	7,15–7,24	<7,15
HCO3 sérico (venoso mEq/l)	≥ 52	41–51,9		32–40,9	22–31,9		18–21,9	15–17,9	<15
Sodio Sérico (mEq/l)	≥ 180	160–179	155–159	150–154	130–149		120–129	111–119	≤ 110
Potasio Sérico (mEq/l)	≥ 7	6–6,9		5,5–5,9	3,5–5,4	3–3,4	2,5–2,9		<2,5
Creatinina sérica (mg/dl) Doble puntuación en caso de fallo renal agudo	≥ 3,5	2–3,4	1,5–1,9		0,6–1,4		<0,6		
Hematocrito (%)	≥ 60		50–59,9	46–49,9	30–45,9		20–29,9		<20
Leucocitos (Total/mm3 en miles)	≥ 40		20–39,9	15–19,9	3–14,9		1–2,9		<1
Escala de Glasgow Puntuación=15-Glasgow actual									
A. APS (Acute Physiology Score) Total: Suma de las 12 variables individuales									
B. Puntuación por edad (≤44 = 0 punto; 45-54 = 2 puntos; 55-64 = 3 puntos; 65-74 = 5 puntos; >75 = 6 puntos)									
C. Puntuación por enfermedad crónica (ver más abajo)									
Puntuación APACHE II (Suma de A+B+C)									

### Escala APACHE II

## REFERENCIAS

- 1.-Cheatham M.; Cálculos Hemodinámicos en [www.surgicalcriticalcare.net/Lectures/hemodynamic\\_calculations.pdf](http://www.surgicalcriticalcare.net/Lectures/hemodynamic_calculations.pdf)
- 2.-CF Barrera-Ramírez y col.; Fisiología coronaria y su utilidad para el cardiólogo intervencionista: Medición invasiva de la presión y flujo coronarios Arch Cardiol Mex 2005; 75: 335-349
- 3.-Salavastru C.;Carmaciu R.; The role of the Gregg phenomenon in cardiac performance. Rom J Physiol 1998; 35: 253-7.
- 4.-Feigl EO: Coronary autoregulation. J Hypertens 1989; 7(Suppl): S55-8.
- 5.- B.Treisman, A.Mesa, J.C. Rozo, E. Anaya; Medicion De La Reserva De Flujo Fraccional Coronario: Principios Generales Y Aplicacion Clinica. Revista Peruana de Cardiología, Enero - Abril 2002.
- 6.-Hoffman MJ, Greenfield LJ, Sugerman HJ, Tatum JL. Unsuspected right ventricular dysfunction in shock and sepsis. Ann Surg 1983; 198:307-319.
- 7.-Calvin JE, Driedger AA, Sibbald WJ. The hemodynamic effect of rapid fluid infusion in critically ill patients. Surgery 1981; 90:61-76.
- 8.-Calvin JE, Driedger AA, Sibbald WJ. Does the pulmonary capillary wedge pressure predict left ventricular preload in critically ill patients? Crit Care Med 1981; 9:437-443.
- 9.-Baek SM, Makabali GG, Bryan-Brown CW, Kusek JM, Shoemaker WC. Plasma expansion in surgical patients with high central venous pressure (CVP); the relationship of blood volume to hematocrit, CVP, pulmonary wedge pressure, and cardiorespiratory changes. Surgery 1975;78:304-315.
- 10.-Packman MI, Rackow EC. Optimum left heart filling pressure during fluid resuscitation of patients with hypovolemic and septic shock. Crit Care Med 1983; 11:165-169.
- 11.-Nelson LD, Rutherford EJ. Principles of hemodynamic monitoring. In: Pinsky MR, Dhainaut JF (Eds): Pathophysiologic foundations of critical care. Baltimore: Williams and Wilkins, 1993:3-22.