

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO



DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

FACULTAD DE MEDICINA

INSTITUTO NACIONAL DE CARDIOLOGÍA

“DR. IGNACIO CHÁVEZ”

**“VALOR DEL PODER CARDIACO COMO FACTOR PRONÓSTICO EN
PACIENTES POSTOPERADOS DE CIRUGIA DE REVASCULARIZACIÓN
CORONARIA”**

TESIS DE POSGRADO

PARA OBTENER EL TITULO DE:

ESPECIALISTA EN CARDIOLOGIA

PRESENTA:

DR. SERGIO ROBERTO FAUSTO OVANDO

DIRECTOR DE ENSEÑANZA

DR. JOSE FERNANDO GUADALAJARA BOO

ASESOR:

DR. EDUARDO BUCIO RETA

MEXICO D.F. 2008



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

FACULTAD DE MEDICINA

INSTITUTO NACIONAL DE CARDIOLOGÍA "DR. IGNACIO CHÁVEZ"

**"VALOR DEL PODER CARDIACO COMO FACTOR PRONÓSTICO EN
PACIENTES POSTOPERADOS DE CIRUGIA DE REVASCULARIZACIÓN
CORONARIA"**

TESIS DE POSGRADO

PARA OBTENER EL TITULO DE:

ESPECIALISTA EN CARDIOLOGIA

PRESENTA:

DR. SERGIO ROBERTO FAUSTO OVANDO

DIRECTOR DE ENSEÑANZA

DR. JOSE FERNANDO GUADALAJARA BOO

ASESOR:

DR. EDUARDO BUCIO RETA

MEXICO D.F. 2008

DR. JOSE FERNANDO GUADALAJARA BOO
DIRECTOR DE ENSEÑANZA

DR. EDUARDO BUCIO RETA
ASESOR DE TESIS

**Esta Tesis fue realizada con el apoyo de la
Secretaria de Relaciones Exteriores
de México**

AGRADECIMIENTOS

A Dios:

Por ser la fuerza suprema que me ha guiado cada día de mi vida.

A mi esposa:

Mayra Lisseth quien es mi alma gemela, porque ha sido mi apoyo en todo momento y ha cuidado sabiamente el fruto de nuestro amor. Mi amor disfruta este triunfo que es nuestro.

A mis hijos:

Sergio Jose y Mayra Lucia quienes son la luz de mis ojos, mi par de angelitos, Espero seguir siendo un ejemplo para ustedes.

A mis padres:

Rolando y Edna: Estoy infinitamente agradecido con ustedes, por su amor y comprensión y sobre todo por su esfuerzo incondicional para que llegara a ser un profesional.

A mis hermanos:

Jorge y Vivian: Por estar siempre pendientes de mí y por estar a mi lado en exitos y fracasos.

A mis abuelitas:

Gertrudis (Tuli), Amalia (QEPD) y Carmen, con mucho amor.

A mis suegros:

Doña. Yoli: Gracias por su cariño, confianza y por ser la segunda madre de mis hijos.

Don Gerardo: gracias por sus consejos.

A mis cuñados:

Marisol, Roberto, Iris, Gerardo y Alex: Por su apoyo a mi familia, en especial a mis hijos.

A mis tios:

En especial a Sonia y Santiago.

A mis compadres:

Manolo, Marisol, Andres y Monica a quienes mucho aprecio.

A mis sobrinos:

Melani, Melisa, Jorge Esteban, Gabriela y Teresita.

A mis amigos: Juan Carlos, Gustavo, Atala, Claudia, Alicia, Tacho, Viri, Pablo, Moises, Leos, Carlos, Celaya, Ricardo, Alonso. Pedro, Javier, Gerardo, Ariel y Memo.

Al Instituto Nacional de Cardiologia: Por haberme permitido formarme como cardiologo.

Al Doctor Eduardo Bucio: Gracias por su apoyo en la realización de esta Tesis.

INDICE

A. MARCO TEORICO.....	4
B. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	12
C. OBJETIVOS.....	12
D. MATERIAL Y METODOS.....	13
1. Diseño de estudio	13
2. Criterios de selección.....	13
3. Hipótesis.....	14
4. Población en estudio.....	14
5. Descripción de Procedimientos.....	15
6. Validación de los datos.....	16
E. ANALISIS ESTADISTICO.....	17
F. RESULTADOS.....	22
G. DISCUSION.....	26
H. CONCLUSIONES.....	32
I. TABLAS GRAFICOS Y ANEXOS.....	34
J. BIBLIOGRAFIA.....	38

A. MARCO TEORICO

La cardiopatía isquémica es la enfermedad del miocardio consecutiva del déficit de riego coronario. Esta es la principal causa de muerte cardíaca en todo el mundo. (12)

El tratamiento quirúrgico de la cardiopatía isquémica ha ido dirigido a solventar el déficit de flujo sanguíneo coronario; mediante la creación de puentes o conexiones entre el sistema arterial y el árbol coronario distal a la obstrucción coronaria.

A partir de 1964 Garret, Dennis y DeBakey utilizaron por primera vez la cirugía de revascularización coronaria como un procedimiento de rescate, técnica que fue ampliamente difundida por Favaloro, Jonhson y colaboradores a finales de la década de los setentas. (2)

Pese al advenimiento de revascularización por vía percutánea para el tratamiento de la cardiopatía isquémica, la cirugía de revascularización coronaria tiene sus indicaciones bien establecidas:

1.- Obstrucción mayor del 50% del tronco coronario izquierdo, 2.- lesiones obstructivas trivasculares en regiones proximales especialmente si se acompaña de mala función ventricular (Fracción de expulsión entre 25 y 45%) y antecedente de diabetes mellitus tipo 2. (1)

El análisis de los resultados en cirugía coronaria ha cobrado gran importancia debido al volumen de casos que representa este tipo de intervención dentro de la cirugía cardíaca en general y al tema de los costos por paciente.

Los componentes con mayor influencia en los costos hospitalarios son la mortalidad y la morbilidad perioperatoria no fatal. Esto prolonga la estadía y aumenta el consumo de recursos. (2)

El manejo efectivo de los pacientes posoperados cardíacos depende ampliamente del conocimiento del estado preoperatorio cardiovascular, estados co-mórbidos como la presencia de Diabetes mellitus 2, Hipertensión arterial sistémica de larga evolución u obesidad, los cuales juegan un papel significativo en el estado postoperatorio. La sobrevida de estos pacientes esta relacionada con los factores de riesgo preoperatorios intraoperatorios y postoperatorios. Los riesgos mas comunes son Fracción de expulsión del ventrículo izquierdo FEVI < 30%, enfermedad del tronco coronario, diabetes mellitus, coronariopatía aterosclerosa difusa, insuficiencia renal, enfermedad parenquimatosa pulmonar y edad avanzada. (1,2)

Se han creado escalas de riesgo las cuales son de mucha utilidad, pues caracterizan a las poblaciones que se están manejando en términos de severidad de la enfermedad cardíaca y de la morbilidad asociada. La única manera objetiva de hacer comparaciones es la de disponer de escalas que caractericen a los pacientes. Esto permite brindar información a los facultativos y tomar decisiones objetivas respecto de los procedimientos a seguir. Conocer cuáles son los pacientes de mayor riesgo permitirá una vigilancia y seguimientos más estrechos, así como tomar medidas adicionales y conductas terapéuticas más adecuadas. (12) Los modelos de riesgo quirúrgico preoperatorio están realizados sobre la base de la cirugía cardíaca con el uso

de *circulación extracorpórea* (CEC). Entre ellas tenemos la de Parsonnet en sus versiones de 1989, 1995 y 1997, el *Euroscore*, Cleveland, Ontario, entre otras. (2) Sin embargo la recuperación satisfactoria después de una cirugía cardíaca depende del estado miocárdico pre y posoperatorio, donde juega un papel importante a oferta y la demanda de oxígeno.

El corazón funciona como una bomba hidráulica que envía sangre hacia las arterias (Gasto Cardíaco) en contra de una resistencia a su vaciamiento impuesta por las arteriolas (resistencia periférica); la interacción entre ambas fuerzas genera la presión arterial. (7)

El Gasto Cardíaco constituye la resultante final de todos los mecanismos que determinan la función ventricular como lo son la frecuencia cardíaca, contractibilidad, sinergia de la contracción, precarga y postcarga.

Cuando el paciente sufre de disfunción ventricular aguda es de importancia la determinación de parámetros hemodinámicos que nos estratifiquen el riesgo de los enfermos especialmente en aquellos que sufren de choque cardiogénico. (1)

La mayoría de pacientes quienes son sometidos a cirugía cardíaca con el uso de circulación extracorpórea y cardioplejia tiene un tipo especial de fisiopatología en donde la respuesta inflamatoria sistémica favorece la liberación de radicales libres de oxígeno lo cual va a producir una depresión miocárdica en las primeras 6 a 8 horas post bomba. (1) Si persiste la disfunción ventricular los mecanismos compensadores como la actividad simpática, la

liberación de catecolaminas que van a aumentar la frecuencia cardíaca, contractibilidad, tono venoso y arterial, elevando la precarga y postcarga. Si estos no logran compensar las demandas sistémicas aparece un síndrome de bajo gasto acompañado de acidosis metabólica, que puede progresar hasta la muerte.

(2,3,4)

El soporte con inotrópicos al término de la cirugía cardíaca está indicado para optimizar el gasto cardíaco en donde el corazón ha sido sometido a el daño de la isquemia y la reperfusión y/o asociado a la cardioplejia. (1)

Cuando la condición basal funcional del corazón se encuentra deprimida pero existe suficiente reserva cardíaca es posible que el músculo cardíaco se recupere. (5)

Se han descrito tres determinantes para establecer el pronóstico cardiovascular 1.- estado inotrópico, 2.- inestabilidad eléctrica 3.- velocidad de progresión de la enfermedad. (6)

La introducción del monitoreo hemodinámico en la cabecera de los pacientes posoperados es de enorme contribución para la toma de decisiones terapéuticas. Existen múltiples variables que se han propuesto para estratificar el riesgo de los enfermos con falla ventricular tales como Fracción de eyección, Índice cardíaco, Índice de trabajo ventricular, sin embargo se han correlacionado de una manera pobre de forma individual para establecer el pronóstico. (2)

Desde un punto de vista físico la palabra "Poder" implica a una cantidad de energía por unidad de tiempo; traduciendo este término al contexto

cardiológico da origen a la naturaleza del Poder Cardiaco, el cual determina la fuerza con la que el corazón ejerce energía hidráulica, en el sistema circulatorio con el fin de mantener una presión optima.

El producto de flujo impulsado por el corazón y presión arterial media es la consecuencia del trabajo realizado o "Poder cardiaco".

Esta variable se expresa en Watts y se calcula así: $PC = (\text{Presión arterial sistémica media} - \text{Presión de la aurícula derecha}) \times \text{gasto cardiaco} \times 2.2167 \times 10^{-3}$

(6)

El poder cardiaco es el responsable de mantener un flujo sanguíneo constante en la circulación, por lo que un poder cardiaco máximo representará la función máxima miocárdica.

En el año de 1987 Tan LB, formuló la hipótesis en la que señalaba: " Cuando la función mecánica del corazón se ha deteriorado a tal grado que al ser estimulado este no llega a alcanzar su máximo poder considerado como normal en la situación en reposo ($> 1 \text{ watt}$) para un adulto normal) en este contexto el estado de la función contráctil de este órgano es habitualmente incompatible con la vida. De manera contraria si el corazón ejerce la capacidad de alcanzarla con facilidad $> \text{ de } 1 \text{ Watt}$, no serán los factores mecánicos contráctiles los que determinen la sobrevivencia.

Esta hipótesis fue avalada mediante un estudio en donde incluyó a 63 enfermos con insuficiencia cardiaca, 23 de 26 enfermos con Insuficiencia cardiaca congestiva y poder cardiaco menor de 1 Watt murieron y 41 de 44 pacientes con Insuficiencia cardiaca y Poder cardiaco mayor de 1 Watt sobrevivieron. (3,5,7)

En 1990 Tan y Little estudiaron la capacidad de la reserva del corazón en pacientes con choque cardiogénico y uso de dobutamina. Determinaron que los pacientes con choque cardiogénico que no superaron 1 Watt de poder cardiaco o un índice cardiaco de 0.25Jouls fallecieron. El poder cardiaco lo calcularon por el producto de la presión arterial media - la presión media de la aurícula derecha * gasto cardiaco * 2.2167 *10⁻³. De allí nace el concepto de poder cardiaco que se define como la capacidad del corazón para impartir energía hidráulica hacia el sistema arterial y así mantener la circulación.

El poder cardiaco ejemplifica el trabajo útil desarrollado. (16)

Aplicando el poder cardiaco máximo se puede separar a los pacientes con grave disfunción miocárdica quienes tienen reserva cardiaca y quienes carecen de ella, con miras a tomar decisiones terapéuticas oportunas.

El poder valorar la función del corazón como bomba impulsora y poder distinguir la calidad del trabajo desarrollado por este órgano y llegar poder percatarse si al hacer una maniobra terapéutica esta es capaz de mejorar la función cardiaca es hasta cierto punto de vital importancia principalmente en un estado de estrés postoperatorio.

El corazón gracias a su capacidad de bomba durante el máximo estímulo físico desarrolla un trabajo miocárdico útil que implica que la resultante de dicho trabajo se pueda cuantificar la reserva miocárdica. Durante la disfunción ventricular aguda los pacientes cursan con inestabilidad hemodinámica, reduciendo la reserva miocárdica de forma paralela.

Cotter, ha propuesto un modelo bicompartamental y ha demostrado el comportamiento de índice de poder cardiaco (poder cardiaco entre la superficie

corporal) y la resistencia vascular periférica, determinando que el IPC durante los episodios de exacerbación de insuficiencia cardíaca nos puede revelar la profundidad de la falla contráctil del ventrículo izquierdo y la capacidad de reserva. (11)

En el estudio SHOCK el índice de poder cardíaco fue la determinación hemodinámica más importante establecida en condición basal para predecir la mortalidad intrahospitalaria. (3,4)

En el Instituto Nacional de Cardiología "Ignacio Chávez" se ha investigado en torno al poder cardíaco relacionado con choque cardiogénico por Síndrome coronario agudo, Lupi y cols. Demostraron que el punto de corte del poder cardíaco para predecir mortalidad es de 0.76 Watts. (6)

En conclusión la determinación del poder cardíaco es un adecuado parámetro para predecir la evolución inmediata de los enfermos con disfunción ventricular aguda en estado de choque por infarto del miocardio hasta la fecha.

El obtener cifras mayores de 1 Watt nos indica que existe la capacidad energética de la bomba es abatida y prácticamente sin reserva contráctil, aspectos hemodinámicos que son de enorme utilidad para poder clasificar a los pacientes y seleccionar conductas terapéuticas de manera inmediata.

Otro punto importante es el concepto de la reserva cardíaca, entendiéndose ésta como la diferencia entre el GC observado en reposo y el GC en el estado de mayor esfuerzo, que puede inferirse por el comportamiento del Poder cardíaco. En pacientes que fallecen por choque cardiogénico el Poder cardíaco disminuye, evidenciando una reserva cardíaca baja, independientemente de si

la causa del choque fue corregida, mientras que los pacientes en los que no disminuye el PC > 0.5 W el pronóstico es favorable si se corrige la causa del choque. (4,5,8,10)

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿El Poder Cardíaco tiene un impacto en la supervivencia en aquellos pacientes que son sometidos a cirugía de revascularización coronaria bajo circulación extracorpórea?

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Determinar si el poder cardiaco es un factor pronóstico de morbilidad, mortalidad y eventos cardiovasculares mayores en el posoperatorio inmediato de cirugía de revascularización coronaria bajo circulación extracorpórea.

OBJETIVOS SECUNDARIOS

- Conocer las variables demográficas asociadas a morbimortalidad del grupo de estudio.
- Determinar el punto de corte del valor del poder cardiaco que se asocia a mayor sobrevivencia en posoperados de cirugía de revascularización coronaria que fueron sometidos a bomba de circulación extracorpórea.
- Comparar el poder cardiaco con el índice cardiaco como variables predictivas de sobrevivencia en el posoperatorio inmediato de cirugía electiva de revascularización coronaria.

HIPOTESIS

- **Hipótesis nula: Ho**

- La variable “Poder Cardíaco” obtenida en el postoperatorio inmediato de cirugía de revascularización coronaria no pronostica complicaciones cardíacas y mayor estancia en la unidad de terapia postquirúrgica.

- **Hipótesis alterna H1**

- La variable “Poder Cardíaco” obtenida en el post operatorio inmediato de cirugía de revascularización coronaria pronostica complicaciones cardíacas y mayor estancia en la unidad de terapia postquirúrgica.

METODOLOGIA

1. Diseño del estudio

Se realizó estudio retrospectivo, descriptivo y transversal en una serie de casos.

2. Criterios de selección:

2.1. Criterios de Inclusión.

- Pacientes ambos sexos entre 35 a 75 años.
- Cardiopatía isquémica con Fracción de expulsión del ventrículo izquierdo >50%
- Pacientes post cirugía de revascularización coronaria.

2.2. Criterios de exclusión.

- Pacientes quienes no hayan sido monitorizados con catéter de flotación o este fuera disfuncional.
- Presencia de infarto al miocardio 48 horas previas a la intervención quirúrgica o con complicaciones mecánicas por el mismo.
- No hayan sido sometidos a circulación extracorpórea
- Complicaciones quirúrgicas transoperatorias.
- Hemorragia post operatoria de tipo quirúrgico.
- Choque séptico

3. Población en estudio

La población del estudio fue obtenida de aquellos pacientes quienes fueron sometidos a cirugía de revascularización coronaria bajo circulación extracorpórea ingresados a la terapia postquirúrgica entre los años 2005 al 2008.

4. Descripción de procedimientos

Se revisaron 82 expedientes clínicos de los pacientes que ingresaron a la terapia post quirúrgica del INC entre los años 2005 al 2008, con el diagnóstico de cardiopatía isquémica, post operados de cirugía de revascularización coronaria bajo circulación extracorpórea de carácter electivo, monitorizados con catéter de Swan-Ganz. Se determinó: Edad, género, índice de masa corporal, antecedentes cardiovasculares, días de estancia, mortalidad, tiempo de circulación extracorpórea, temperatura transoperatoria, presencia de infarto perioperatorio, uso de dispositivos de asistencia ventricular.

Para efectos de la presente investigación consideramos la obtención de las mediciones de presión arterial media en mmHg (PAM), frecuencia cardiaca (FC) Presión venosa central (PVC) en mmHg, presión de oclusión arteria pulmonar (POAP) en mmHg, Gasto cardiaco en Lts/minutos, índice cardiaco en Lts/m²/min, uso de vasopresores e inotrópicos preoperatorio.

El Poder cardiaco e Índice cardiaco fueron medidos en el pre operatorio, al ingreso a la terapia post quirúrgica a las 3 horas, 6 horas y 12 horas posteriores bajo la siguiente formula:

Poder cardiaco = Presión arterial media x gasto cardiaco x 0.0022

Se procedió a llenar la base de datos creada en el programa Access 2007 y posteriormente datos fueron exportados al programa SPSS-16 para el análisis estadístico.

5. Validación de Datos

Se utilizó estadística descriptiva de acuerdo a la distribución de la media; utilizándose estadística paramétrica para la distribución de la muestra normal y no paramétrica para la distribución de la muestra sesgada.

El análisis estadístico se realizó con el programa SPSS- 16

El análisis univariado del poder cardiaco se realizó con método lineal.

Se evaluó la asociación entre El poder cardiaco como variable predictiva y complicaciones cardiacas postoperatorias y días de estancia en la terapia postquirúrgica como variable desenlace.

ANALISIS ESTADISTICO

Relación del Poder Cardiaco con días de estancia en la unidad de Terapia postquirúrgica y complicaciones cardiovasculares

TABLA CRUZADA

Count

		Poder Cardiac		Total
		<0.7Watts	>0.7Watts	
Días de Estancia	Menor de 3 días	4	47	51
	Mayor de 3 días	5	3	8
Total		9	50	59

a Computado para una tabla de 2 x 2
(1 celda con < 5 elementos: cálculo de la prueba exacta de Fisher)

Test de Chi-Cuadrada

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Chi cuadrada	15,980	1	,000		
Corrección por continuidad	12,032	1	,001		
Razón de momios	11,770	1	,001		
Prueba Exacta de Fisher				,001	,001
No. de casos válidos	59				

Sensibilidad: 0.62 Especificidad: 0.94

*El 15% de los pacientes obtuvieron un índice cardiaco menor de 0.7Watts a las 12 horas, de ellos el 62% tuvieron una estancia en la terapia postquirúrgica mayor de 3 días asociado a complicaciones cardiacas.

*De los pacientes quienes obtuvieron un poder cardiaco mayor de 0.7Watts a las 12 horas, el 92% de ellos no tuvieron estancia prolongada en la unidad de terapia postquirúrgica.

*Esto es estadísticamente significativo al aplicar la prueba exacta de Fisher.

*Prevalencia de complicaciones cardiacas y prolongación de estancia en la terapia postquirúrgica en pacientes con poder cardiaco a las 12 horas < 0.7Watts: 83%

*Prevalencia de complicaciones cardiacas y prolongación de estancia en la terapia postquirúrgica en pacientes con poder cardiaco a las 12 horas >0.7 Watts: 5%

Valor Predictivo Negativo: 0.94.

ESTIMACIÓN DE RIESGO PARA PODER CARDIACO A LAS 12 HORAS POSTQUIRURGICAS

	Valor	95% Intervalo de confianza	
		Minimo	Maximo
Odds Ratio for de3 (0 / 1)	,051	,009	,296
For cohort pc.7 = 0	,125	,042	,371
For cohort pc.7 = 1	2,58	1,001	6,033
No. De casos validos	59		

pc: Poder Cardiaco

Aquellos pacientes quienes obtuvieron un poder cardiaco menor de 0.7Watts a las 12 horas tienen un riesgo 2.5 veces mayor de tener complicaciones cardiovasculares y prolongación de días de estancia en la unidad de terapia postquirúrgica.

Relación del Índice Cardíaco con días de estancia en la unidad de Terapia postquirúrgica y complicaciones cardiovasculares

TABLA CRUZADA

Count

		INDICE CARDIACO		Total
		< 2.8Lts/m2/min	> 2.8Lts/m2/min	
Dias de estancia	Menor de 3 dias	8	43	51
	Mayor de 3 dias	6	2	8
Total		14	45	59

a Computado para una tabla de 2 x 2
(1 celda con < de 5 elementos: cálculo de la prueba exacta de Fisher)

Test de Chi cuadrada

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Chi cuadrada	13,443	1	,000		
Correccion por continuidad	10,365	1	,001		
Razón de momios	11,347	1	,001		
Prueba Exacta de Fisher				,001	,001
No. de casos válidos	59				

Sensibilidad: 0.66 Especificidad: 0.73

*En relación al 23% de los pacientes con un índice cardíaco menor de 2.8Lts/m2/min a las 12 horas, el 75% tuvieron una estancia en la terapia postquirúrgica prolongada por presentar complicaciones cardiovasculares.

*De los pacientes con un índice cardíaco >2.8Lts/m2/min el 85% de ellos tuvieron estancia hospitalaria menor de 3 dias sin complicaciones cardiovasculares.

*Esto es estadísticamente significativo al utilizar la Prueba exacta de Fisher.

*Prevalencia de complicaciones cardiacas y prolongación de estancia en la terapia postquirúrgica en pacientes con índice cardiaco a las 12 horas < 2.8 lts/m²/min: 22%

*Prevalencia de complicaciones cardiacas y prolongación de estancia en la terapia postquirúrgica en pacientes con índice cardiaco a las 12 horas > 2.8 lts/m²/min: 5%.

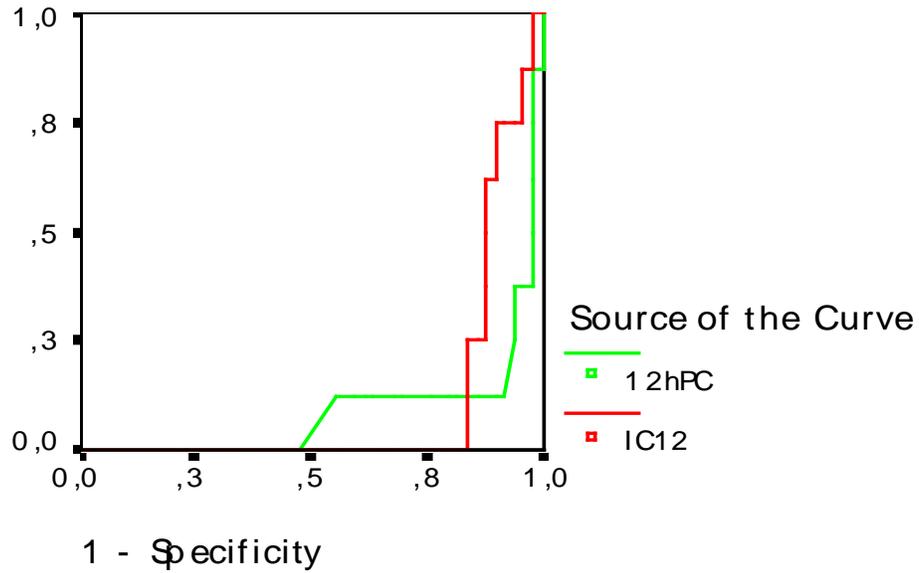
Valor Predictivo Negativo: 0.95.

ESTIMACIÓN DE RIESGO PARA INIDICE CARDIACO A LAS 12 HORAS POSTQUIRURGICAS

	Value	95% Intervalo de confianza	
		Mínino	Máximo
Odds Ratio for de3 (0 / 1)	,062	,011	,364
For cohort icnormal = 0	,209	,099	,443
For cohort icnormal = 1	3,373	1,010	11,265
No. De casos validos	59		

El riesgo de complicaciones cardiovasculares y mayor estancia en la terapia postquirúrgica es 3.3 veces mayor cuando un paciente a las 12 horas post quirúrgica no alcanza un valor de índice cardiaco de 2.8 lts/m²/min.

ROC Curve



Diagonal segments are produced by ties.

Área por debajo de la curva de ROC

Variables	Area
IC a las 12 horas	,105
PC a las 12 horas	,086

IC: Índice Cardíaco PC: Poder Cardíaco

No existe diferencia estadística entre el uso de poder cardiaco e índice cardiaco para predecir complicaciones cardiovasculares comprobado bajo una de curva de ROC comparativa entre el poder cardiaco e índice cardiaco.

RESULTADOS

Fase Pre-Quirúrgica:

Se revisaron un total de 82 expedientes de pacientes quienes fueron sometidos a cirugía de revascularización coronaria bajo circulación extracorpórea, durante el periodo comprendido entre el enero del 2005 a mayo del 2008.

El número de casos que cumplieron los criterios de inclusión fue de 59 pacientes.

Del total de pacientes la población masculina ocupó el 86% con un total de 51 casos, con una edad promedio de 61 años.

Los factores de riesgo asociados en la población fueron Hipertensión arterial sistémica con 59%, Dislipidemia 42%, Diabetes Mellitus 2 con 33%, Insuficiencia renal crónica 5% y la media del índice de masa corporal fue de 25kg/mt². Previo a la cirugía el 61% habían sufrido por lo menos 1 evento de infarto al miocardio siendo la localización más frecuente pared inferior con 35% seguido de la pared anterior 20%, El 30% de los pacientes habían sufrido un síndrome coronario agudo sin elevación del segmento ST y el 14% cursaba con angina inestable previo a la intervención quirúrgica. Pese a esto el 100% de los pacientes tenían fracción de expulsión del ventrículo izquierdo mayor del 50% cuantificado por ecocardiografía. (Tabla 1)

Únicamente 8 pacientes (13%) requirieron BIAC preoperatorio, todos con indicación profiláctica.

Fueron evaluados los parámetros hemodinámicos previo al procedimiento quirúrgico determinando el Gasto cardiaco bajo cuantificación por termodilución mediante catéter de Swan Ganz con una media de 4.5 Lts /min y presión arterial media bajo cuantificación invasiva en arteria radial con un media de 79mmHg.

Fue documentado un poder cardiaco pre quirúrgico obteniendo una media de 0.78 Watts con una desviación Standard de 0.25. Este valor tan bajo pudo haber estado influenciado al momento de su cuantificación, en donde los medicamentos anestésicos pueden alterar los parámetros hemodinámicos, siendo esta una de las limitaciones del estudio por su carácter retrospectivo.

Fase Trans Quirúrgica:

El tiempo promedio de circulación extracorpórea fue de 85 minutos con una desviación estándar de 30.17, el 54% de los pacientes fueron sometidos a cardioplejia a temperatura promedio de 30°C.. Solamente 3 pacientes requirieron mecanismo de asistencia ventricular tipo balón intraaortico de contrapulsación y fue documentado un 8% de infarto peri procedimiento.

Fase Post Quirúrgica:

Los parámetros hemodinámicos y el poder cardiaco fueron cuantificados en 4 momentos durante la etapa del postquirúrgico inmediato.

La primera cuantificación fue llevada a cabo en el momento en que el paciente ingresó a la Terapia postquirúrgica, (Ver Tabla 2) con una media de gasto cardiaco de 5.4lts/min, Presión arterial media 71mmHg, Presión venosa central de 10mmHg, El promedio del poder cardiaco de 0.84 Watts con valores que oscilan entre 1.90 Watts a 0.38 Watts. Debido a que esta

cuantificación es la primera obtenida en el post operatorio inmediato, nos sirvió de referencia para el estado basal del grupo de los pacientes, en donde se documentó que el 30% de ellos se encontraban con cifras menores de 0.7Watts, de los cuales el 45% requerían de soporte inotrópico del tipo dobutamina o milrinona, 18% vasopresores y el 13% de Balón intraortico de contrapulsación.

La obtención de los parámetros hemodinámicos a las 3 horas se evidenció con medias de gasto cardiaco de 6lts/min, Presión arterial media 74 mmHg, Presión venosa central de 12 mmHg, El promedio del poder cardiaco de 0.97 Watts, aumentando en relación al estado basal previamente descrito. (Tabla 3)

En el monitoreo hemodinamico a las 6 horas la media del poder cardiaco fue de 0.96 Watts. (Tabla 4)

La cuantificación del poder cardiaco a las 12 horas, pese a que el valor promedio no supera por mucho a los anteriores (media: 0.99 Watts) es de hacer notar que el 92% del total de los pacientes quienes alcanzaron cifras de poder cardiaco arriba de 0.70 Watts obtuvieron una evolución favorable, no se documentaron eventos cardiovasculares adversos y el promedio de días de estancia en terapia postquirúrgica se redujo a no mas de 3 días. (Tabla 5)

El 15% de los pacientes obtuvieron un Poder cardiaco menor de 0.7Watts a las 12 horas, de ellos el 62% tuvieron una estancia en la terapia posquirúrgica mayor de 3 días asociado a complicaciones cardiacas.

La especificidad alcanzada fue del 94% con una prevalencia de complicaciones en pacientes con poder cardiaco mayor de 0.7 Watts de 5%. Y un valor predictivo negativo del 94%.

Este resultado fue estadísticamente significativo al aplicar la prueba exacta de Fisher. (ver análisis estadístico)

El grupo de paciente que no lograron alcanzar esa cifra (12%) se observó que se prolongó su estancia en el servicio por mas de 3 días, con un promedio de estancia de 8 días, en donde se requirió mas días vasopresores, inotrópicos e incluso fue necesario el reinicio de estos últimos del tipo dobutamina y levosimendam por persistencia de bajo gasto cardiaco, mayor días de ventilación mecánica en algunos casos y favoreciendo la aparición de infecciones nosocomiales principalmente en vías respiratorias bajas. La sensibilidad para pronosticar complicaciones cardiacas fue solo del 62%, con una prevalencia de padecer una complicación y prolongar su estancia hospitalaria del 83%.

Se pudo documentar únicamente 2 defunciones en la población en estudio, ambas por choque cardiogenico, los cuales un nivel de poder cardiaco bajo al ingreso a la terapia post quirúrgica, uno sin poder alcanzar >0.70 watts a las 12 horas y el otro paciente falleció antes de de cumplir 12 horas.

En relación al Índice cardiaco el 23% de los pacientes que no superaron los 2.8Lts/m²/min a las 12 horas postquirurgicas, el 75% tuvieron una estancia en la terapia postquirúrgica prolongada por presentar complicaciones cardiovasculares.

De los pacientes con un índice cardiaco >2.8 lts/m²/min el 85% de ellos tuvieron estancia hospitalaria menor de 3 días sin complicaciones cardiovasculares.

No se documentó diferencia estadística entre el uso de poder cardiaco e índice cardiaco para predecir complicaciones cardiovasculares. (Ver análisis estadístico)

G. DISCUSION

La cardiopatía isquémica es la principal causa de muerte cardíaca en todo el mundo. ⁽¹²⁾ Desde hace varias décadas se han estudiado diferentes formas de intervención con miras a mejorar el flujo coronario al miocardio. ⁽⁹⁾ Entre estas la cirugía de revascularización coronaria ha cobrado gran importancia debido al volumen de casos que representa este tipo de intervención dentro de la cirugía cardíaca en general y al tema de los costos por paciente. ⁽³⁾

Los componentes con mayor influencia en los costos hospitalarios son la mortalidad y la morbilidad perioperatoria no fatal. Esto prolonga la estadía y aumenta el consumo de recursos. ⁽⁹⁾

El manejo efectivo de los pacientes postoperados cardiacos depende ampliamente del conocimiento del estado preoperatorio cardiovascular y la sobrevida de estos pacientes esta relacionada con los factores de riesgo preoperatorios intraoperatorios y postoperatorios. ⁽¹⁾ Los riesgos mas comunes son Fracción de expulsión del ventrículo izquierdo FEVI < 30%, enfermedad del tronco coronario izquierdo, diabetes mellitus, coronariopatía aterosclerosa difusa, insuficiencia renal, enfermedad parenquimatosa pulmonar y edad avanzada. ^(1,2)

En el presente estudio se documentaron en los pacientes estados co-morbidos, como la presencia de diabetes mellitus tipo 2, hipertensión arterial sistémica y antecedente de síndromes coronarios previos a la cirugía los cuales influyen en el estado postoperatorio inmediato.

Como ya es bien sabido el sistema circulatorio depende de tres componentes fundamentales que son: 1. La presión arterial, 2. El gasto cardiaco 3. Resistencias vasculares periféricas, y la interrelación entre ellos permite mantener la perfusión tisular. (1)

El gasto cardiaco se define como la cantidad de sangre que sale del corazón por minuto y constituye la resultante final de todos los mecanismos que se ponen en juego para determinar la función ventricular como lo son la frecuencia cardiaca, contractibilidad, precarga y postcarga. (7)

Debido a que el gasto cardiaco varia según el la superficie corporal de cada paciente, es mas adecuado expresar el índice cardiaco que se obtiene dividiendo al gasto cardiaco por la superficie corporal (normal >2.8 lts/m²/min).

La determinación de parámetros hemodinámicos es de vital importancia en los casos de pacientes con grave afección cardiaca y la terapéutica va dirigida esencialmente a las cifras de resistencias periféricas, presiones de llenado y del volumen sistólico. (1)

Los parámetros hemodinámicos primarios constituyen aquellos que se obtienen en la cabecera del paciente bajo el uso de monitoreo continuo, como son frecuencia cardiaca, presión arterial media, presión venosa central, saturación de oxígeno, presión de la arterial pulmonar entre otros. Los parámetros hemodinámicos secundarios son aquellos que requieren de cálculos y se incluyen el índice latido, resistencias vasculares periféricas, gasto cardiaco, índice cardiaco, poder cardiaco, etc. (14)

El poder cardiaco se determina mediante el producto de flujo (para el caso del corazón: el gasto cardiaco [GC]) y de presión del sistema al que se expelle dicho flujo (la presión de la aorta o la presión arterial media). El poder cardiaco es una variable hemodinámica que se empleo desde hace 2 décadas en el estudio de pacientes con choque cardiogénico por cardiopatía isquémica. (4) Para obtener este valor se requiere de la presión arterial sistémica media, la presión de la aurícula derecha y el gasto cardiaco obtenido por técnica de termodilución. Esto nos permite una mejor percepción del estado hemodinámico de un paciente gravemente enfermo. Siendo esta una poderosa variable para el estudio de pacientes con choque cardiogénico por cardiopatía isquémica como fue demostrado en estudios previos realizados por Lupi y cols. en el Instituto Nacional de Cardiología "Ignacio Chávez" (11,13,15) resulta atractivo determinar la variable Poder cardiaco como predictiva de una evolución satisfactoria en los pacientes quienes sufren de disfunción cardiaca post cirugía de revascularización y a su vez compararla con el índice cardiaco. Inicialmente los pacientes que ingresaron a la terapia posquirúrgica fueron monitorizados determinándose el valor de poder cardiaco. Este sirvió para conocer el estado basal del grupo de los pacientes, en donde se documentó que el 30% de ellos se encontraban con cifras menores de 0.7Watts. con una media de 0.87Watts. Esto es debido a los al estado de disfunción contráctil descrito en las primeras horas del estado post cirugía cardiaca sin pasar por alto también que en la mayoría de pacientes ingresan a la terapia postquirúrgica con depleción de volumen circulante post bomba de

CEC (2) siendo necesario el aporte de cristaloides e incluso coloides por via

intravenosa. El soporte inotrópico fue documentado hasta en el 45% de los pacientes con dobutamina o milrinona, 18% vasopresores y 14 continuaron con BIAC. Contrariamente a lo que se esperaba el gasto cardiaco e índice cardiaco no se encontraban en cifras tan bajas, obteniendo medias de 5.8 Lts/min y 3.01Lts/m²/min respectivamente, en comparación con los valores medios de poder cardiaco 0.8Watts.

En el monitoreo hemodinámico a las 3 y 6 horas posquirúrgica se documentó un aumento sensible del poder cardiaco, gasto cardiaco e índice cardiaco, esto muy seguro a que se optimizan las maniobras terapéutica empleadas en las primeras horas postquirúrgicas. El valor de poder cardiaco aumentó de 0.84 a 0.97 Watts. El cambio en el valor del poder cardiaco ya ha sido descrito previamente denominado delta del poder cardiaco que se relaciona con disminución de mortalidad por choque cardiogénico. (14)

En el monitoreo hemodinámico a las 12 horas se documentó que el 92% de los pacientes quienes habían obtenido un nivel de poder cardiaco mayor de 0.7 Watts a las 12 horas del postoperatorio su evolución era satisfactoria, no presentando eventos cardiacos adversos, por lo mismo su estancia en la unidad de terapia posquirúrgica fue corta (menor de 3 días) con una prevalencia de complicaciones de 5% en pacientes con poder cardiaco mayor de 0.7 Watts y un valor predictivo negativo del 94%. Además con mortalidad en 0. Esto fue estadísticamente significativo al aplicar la prueba exacta de Fisher.

En contraparte los pacientes con un índice cardiaco >2.8lts/m²/min el 85% de ellos tuvieron estancia hospitalaria menor de 3 dias sin complicaciones

cardiovasculares.

Esto es estadísticamente significativo al utilizar la Prueba exacta de Fisher.

Por otro lado del 15% de los pacientes obtuvieron un índice cardíaco menor de 0.7Watts a las 12 horas, el 62% tuvieron una estancia en la terapia postquirúrgica mayor de 3 días asociado a complicaciones cardíacas.

Se documentó un 23% de pacientes con un índice cardíaco menor de 2.8Lts/m²/min a las 12 horas, de estos el 75% tuvieron una estancia en la terapia postquirúrgica prolongada por presentar complicaciones cardiovasculares.

Esto es estadísticamente significativo al utilizar la Prueba exacta de Fisher

Aquellos pacientes quienes obtuvieron un poder cardíaco menor de 0.7Watts a las 12 horas tienen un riesgo 2.5 veces mayor de tener complicaciones cardiovasculares y prolongación de días de estancia en la unidad de terapia postquirúrgica. Igualmente los pacientes que no alcanzaron un valor de índice cardíaco de 2.8 Lts/m²/min a las 12 horas postquirúrgicas tienen un riesgo 3.3 veces mayor de tener complicaciones cardiovasculares y prolongación de días de estancia en la unidad de terapia postquirúrgica.

Podemos asegurar entonces que el Poder Cardíaco y el índice cardíaco permitió separar mejor a aquellos pacientes quienes desde las primeras 12 horas del post operatorio cursaron hacia una evolución satisfactoria, esto significativamente estadístico. Esto puede deberse a que ambas variables el nos permite una mejor percepción del paciente posoperado, Sabemos bien que cada corazón tiene su propia capacidad de ejercer su función impulsora al territorio sistémico y que el manejo intensivo es individualizado.

Así pues aplicar la formula de poder cardiaco o cuantificar el índice cardiaco en la cabecera de los pacientes postoperados es una enorme contribución para la toma de decisiones terapéutica desde las primeras horas postquirúrgicas.

CONCLUSIONES

1.- El cálculo del poder cardiaco es un factor pronóstico asociado a sobrevida de los pacientes sometidos a cirugía de revascularización coronaria.

2.- El obtener un valor de poder cardiaco mayor o igual de 0.7 Watts a las 12 del post quirúrgico inmediato predice una evolución favorable a corto plazo con una alta especificidad (94%), sin presentar eventos cardiacos adversos y el promedio de días de estancia en terapia postquirúrgica se redujo a menos de 3 días.

3.- Los pacientes quienes obtuvieron un poder cardiaco menor de 0.7Watts a las 12 horas tienen un riesgo 2.5 veces mayor de tener complicaciones cardiovasculares y prolongación de días de estancia en la unidad de terapia postquirúrgica.

4. Las complicaciones cardiacas asociadas al grupo de pacientes fueron disfunción ventricular, persistencia de bajo gasto cardiaco, mayor requerimiento de vasopresores e inotrópicos, mayor días de ventilación mecánica y choque cardiogénico.

5.- Únicamente fueron documentados 2 fallecimientos a causa de choque cardiogénico ambos con un poder cardiaco menor de 0.7 Watts y un índice

cardiaco menor de 2.8Lts/m²/min al ingreso a la terapia post quirúrgica y con evolución tórpida en las primeras horas postoperatorias. No podemos inferir sobre la asociación del poder cardiaco y mortalidad.

6.- El Poder Cardiaco y el índice cardiaco son variables predictivas de sobrevida permitiendo separar mejor a aquellos pacientes quienes desde las primeras 12 horas del post operatorio cursaron hacia una evolución satisfactoria, no existiendo entre estas dos variables diferencia estadísticamente significativa.

TABLAS GRAFICOS Y ANEXOS

Tabla No.1
CARACTERISTICAS GENERALES DE LA POBLACION

	Media
Edad	61 años
Masculino	86%
Femenino	14%
IMC	25
Infarto Previo	61%
Diabetes Mellitus 2	33%
Hipertensión arterial sistémica	59%
Angina inestable	14%
Infarto sin elevación del segmento ST	30%

Tabla No. 2

<i>Valores Hemodinamicos al ingreso de la terapia post quirúrgica</i>					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
PAM	59	50	105	79.20	12.486
GC	59	3.0	10.2	5.453	1.7459
PVC	59	2	19	10.08	4.074
PC	59	.38	1.90	.8424	.33195
Valid N (listwise)	59				

PAM: Presión arterial media mmHg, GC: Gasto Cardíaco Lts/min PVC: Presión venosa central, Poder Cardíaco: PC: Watts

Tabla No.3

Valores Hemodinámicos a las 3 horas					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
PAM	54	38	110	74.39	12.220
PVC	54	3	107	12.02	13.601
GC	54	2.3	10.3	6.052	1.5670
PC	54	.34	1.62	.9761	.29083
Valid N (listwise)	54				

PAM: Presión arterial media mmHg, GC: Gasto Cardíaco Lts/min PVC: Presión venosa central, Poder Cardíaco: PC: Watts

Tabla No.4

Valores Hemodinámicos a las 6 horas					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
PAM	50	60	98	76.20	9.223
PVC	50	4	18	11.06	3.722
GC	50	3.4	8.6	5.824	1.2135
PC	54	.34	1.62	.9761	.29083
Valid N (listwise)	45				

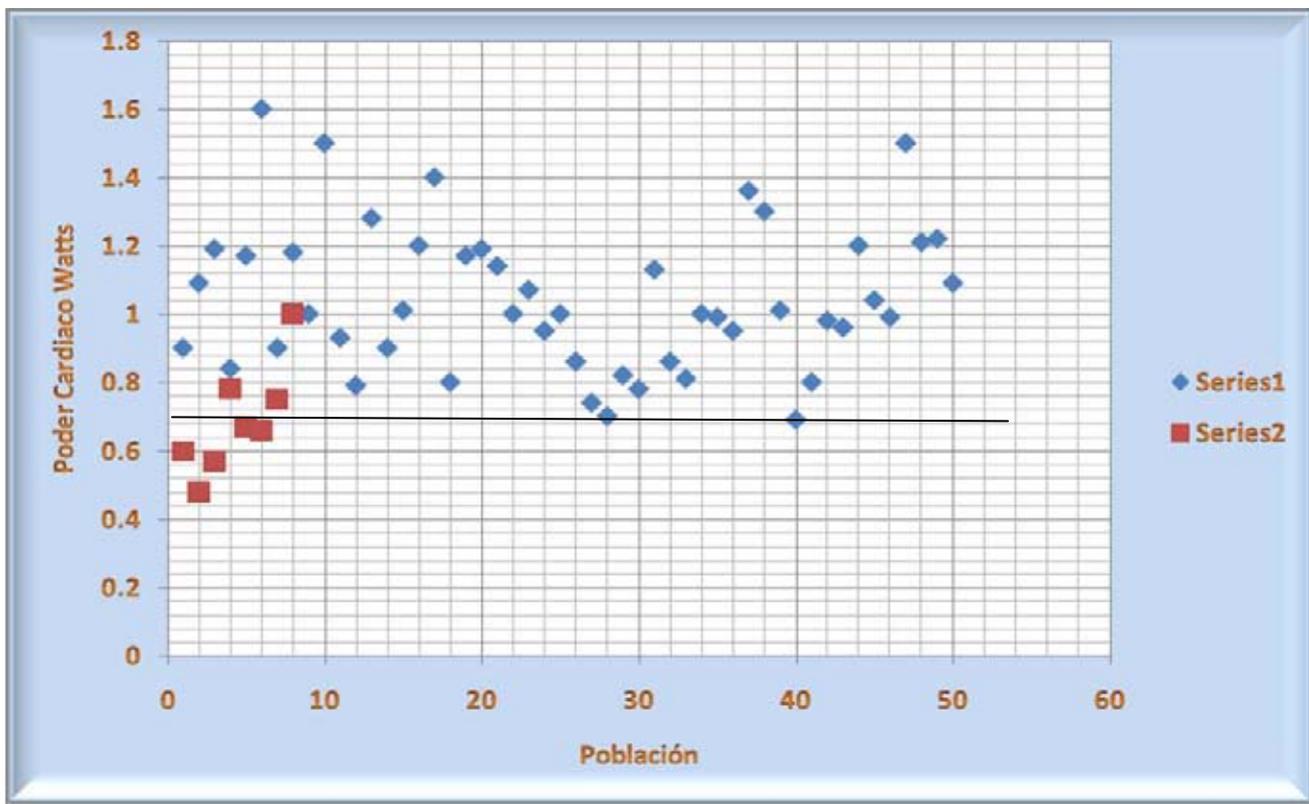
PAM: Presión arterial media mmHg, GC: Gasto Cardíaco Lts/min PVC: Presión venosa central, Poder Cardíaco: PC: Watts

Tabla No.5

Valores Hemodinamicos a las 12 horas						
	N	Range	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
PAM	58	43	54	97	75.59	9.768
PVC	57	19	3	22	11.47	3.887
GC	58	6.2	3.7	9.9	6.057	1.2340
PC	58	1.1	.5	1.6	.995	.2393
Valid N (listwise)	57					

PAM: Presión arterial media mmHg, GC: Gasto Cardíaco Lt/min PVC: Presión venosa central, Poder Cardíaco: PC: Watts

Grafica No. 1
Distribución del Poder cardiaco 12 horas Post quirúrgicas / Días estancia
Terapia post quirúrgica.



 de 3 días.

Pacientes con estancia en la unidad de terapia postquirúrgica mayor



Pacientes con estancia en la unidad de terapia postquirúrgica menor de 3 días.

BIBLIOGRAFIA

- 1.-Molina Méndez Francisco Javier, Dr. Alteraciones hemodinámicas cardiovasculares en el postoperatorio de cirugía de corazón. Urgencias Cardiovasculares, Editorial Intersistemas, 2008 Pags. 170-177
- 2.-Vázquez Roque, Francisco Javier, Salvador Pita Fernández, Raúl Dueñas Fernández. El EUROSCORE como predictor de mortalidad precoz y complicaciones mayores en la cirugía coronaria a corazón latiendo Revista Argentina de Cirugía Cardiovascular, Vol. III - N° 3 / Setiembre - Octubre - Noviembre 2005
- 3.-Antonelli Massimo, Mitchell Levy, Peter J.D. Andrews: Hemodynamic monitoring in shock and implications for management, Intensive Care Med DOI 10.1007/s00134-007-0531-4
- 4.-Fincke, Rupert MD,* Judith S. Hochman, MD, FACC: Cardiac Power Is the Strongest Hemodynamic Correlate of Mortality in Cardiogenic Shock: A Report From the SHOCK Trial Registry. Journal of American College of Cardiology, Vol 44, No 2, 2004.
- 5.-Lasse A. Lehtonen, Salla Antila, Pertti J. Pentikäinen, Pharmacokinetics and Pharmacodynamics of Intravenous Inotropic Agents, Clin. Pharmacokinet 2004; 43 (3): 187-203
- 6.-Lupi Herrera Eulo, Eduardo Chuquiure Valenzuela, Héctor González Pacheco, "El poder cardíaco" un instrumento del pasado, posiblemente una herramienta moderna en la valoración: clínica, terapéutica y pronóstica del choque cardiogénico por síndrome isquémico coronario agudo. Archivos de Cardiología de México, Enero-Marzo 2006 Volumen 76, Número 1.
- 7.-Martínez Sánchez Carlos Rodolfo, Jesús Octavio Martínez-Reding G, Eulo Lupi Herrera, Estratificación clínica del enfermo con estado de choque cardiogénico, el valor agregado del poder cardíaco y del índice de las resistencias periféricas. Archivos de Cardiología de Vol. 76 Supl. 2/Abril-Junio 2006:S2, 261-268, Mexico.
- 8.-Albright, Tracy N., RN, CCRN, Michael A. Zimmerman, MD, and Craig H. Selzman, Vasopressin in the cardiac surgery, American Journal of Critical Care. July 2002, Volume 11, No. 4.

9.-Fernández Alberto, Daniel Ferrante, Adrian Grabar, Papel de la determinación del poder cardíaco como factor pronóstico en pacientes con insuficiencia cardíaca crónica Revista Argentina de Cardiología / Vol 73 N° 4 / Julio-Agosto 2005.

38

10.-Hochman, Judith S. MD; Jean Boland, MD; Lynn A. Sleeper, ScD; Mark Porway, MD Current Spectrum of Cardiogenic Shock and Effect of Early Revascularization on Mortality, *Circulation*. 1995;91:873-881.

11.-Januzzi, James L. JR, MD,* Kent Lewandrowski, MD,† Thomas E. MacGillivray, MD, A Comparison of Cardiac Troponin T and Creatine Kinase-MB for Patient Evaluation After Cardiac Surgery, Journal of the American College of Cardiology Vol. 39, No. 9, 2002.

12.-Kim, Lauren J., MPH; Elizabeth A. Martinez, MD; Nauder Faraday, MD; Todd Dorman, MD; Cardiac Troponin I Predicts Short-Term Mortality in Vascular Surgery Patients, *Circulation*. 2002;106:2366-2371.

13.-Mendoza Dorinna MD, Howard A. Cooper, MD, and Julio A. Panza, Cardiac power output predicts mortality across a broad spectrum of patients with acute cardiac disease. *American Heart Journal*, Vol. 153, No. 3, March 2007

14.-Monares Zepeda Enrique Dr.* Dra. Magally Arcos Zamora,* Delta de poder cardíaco en choque séptico, Revista de la Asociación Mexicana e Medicina Critica, Vol. XXII, Núm. 1 / Ene.-Mar. 2008, pp 15-19

14.-Pinsky Michael R., MD, Hemodynamic Evaluation and Monitoring in the ICU**Chest* 2007;132:2020-2029.

16.-Tan LB, Littler WWA: Mesasurement of cardiac reserve in cardiogenic shock; Implications for prognosis and managment. *Br. Heart Journal* 1990; 64: 121-128

17.-Tu, Jack V. MD, MSc, FRCPC; Susan B. Jaglal, PhD; C. David Naylor, MD, Multicenter Validation of a Risk Index for Mortality, Intensive Care Unit Stay, and Overall Hospital Length of Stay After Cardiac Surgery *Circulation*. 1995;91:677-684.