

11224

33

24



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISION DE POSTGRADO  
INSTITUTO DE SEGURIDAD Y SERVICIOS  
SOCIALES PARA LOS TRABAJADORES DEL  
ESTADO  
HOSPITAL REGIONAL "10. DE OCTUBRE"

MEDICION DEL GASTO CARDIACO POR  
EL METODO DE TERMODILUCION  
CONTRA EL METODO DE FICK

**TESIS DE POSTGRADO**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
LA ESPECIALIDAD DE

**MEDICINA DEL ENFERMO ADULTO  
EN ESTADO CRITICO**

P R E S E N T A

**GERARDO ROJAS MAGAÑA**



MEXICO, D. F.

NOVIEMBRE 1994



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

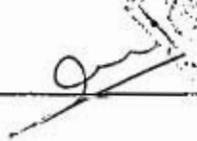
Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

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.

## INDICE

RESUMEN .....	1
SUMMARY .....	2
INTRODUCCION .....	3
JUSTIFICACION .....	8
MATERIAL Y METODO .....	9
RESULTADOS .....	18
DISCUSION .....	13
CONCLUSIONES .....	15
BIBLIOGRAFIA .....	16
ANEXOS .....	17

Dr. Asiselo de Jesús Villagómez Ortiz  
Jefe del Servicio de Terapia Intensiva  
H.Reg. "1o. de Octubre" ISSSTE  
Asesor de Tests



Dr. Ricardo Guzmán Gómez  
Coordinador de las Servicios de Urgencias  
y Terapia Intensiva  
H.Reg. "1o. de Octubre" ISSSTE  
Coasesor de Tests



Dr. Horacio Olvera  
Jefe del Departamento de Enseñanza e Investigación  
H. Reg. "1o. de Octubre" ISSSTE



## **DEDICATORIA**

**A DIOS:**

PDR OTORGARME LA VIDA Y JUNTO CON ELLO LA SATISFACCION DE CONSEGUIR OTRA META EN MI VIDA PROFESIONAL Y SUS INFINITAS BENDICIONES.

**A MI ESPOSA:**

POR SU APOYO INCONDICIONAL Y SU GRAN AMOR.

**A MIS HIJAS: ROXANA Y GUADALUPE RUBY**

POR OTORGARME SU TIEMPO PARA MI PREPARACION PROFESIONAL Y SU APOYO INCONDICIONAL.

**A MIS PADRES:**

POR OTORGARME LA VIDA ASI COMO SUS SABIOS CONSEJOS.

**A MIS HERMANOS:**

POR SU CONFIANZA DEPOSITADA EN MI PERSONA.

**A MIS MAESTROS, COMPAÑEROS RESIDENTES, PERSONAL DE ENFERMERIA Y PERSONAL PARAMEDICO DE LA UNIDAD:**

POR SU COLABORACION EN MI TRABAJO.

**A LOS PACIENTES:**

PORQUE SON EL INSTRUMENTO DE LA ENSEÑANZA DEL MEDICO.

## RESUMEN

Se realizó un estudio prospectivo, observacional y transversal en la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital Regional 1o de Octubre. En el periodo comprendido entre el 1 de marzo de 1994 al 30 de septiembre de 1994. Con el objeto de comparar el método de termodilución contra el método de Fick para determinar el gasto cardiaco.

Fueron incluidos en el estudio 36 pacientes, 19 del sexo masculino, (52.7%), 17 del sexo femenino (47.3%), en los cuales se realizaron mediciones de gasto cardiaco por fórmula de Fick así como por termodilución.

Así misma se realizaron determinaciones de resistencia vasculares sistémicas, pulmonares e índice de trabajo ventriculares a ambos grupos.

Se realizaron 296 determinaciones a cada grupo, posteriormente se calculó la media por cada paciente y por grupo estudiado, realizándose el análisis estadístico por medio de desviación estándar, T de student para pruebas pareadas y se compararon los resultados.

La desviación estándar para el gasto cardiaco fue de 0.63, con T de student 1.173, P de 0.245, la desviación estándar de resistencias vasculares sistémicas fue de 53.12, con T de student de 0.503, P de 0.425, la desviación estándar de las resistencias vasculares pulmonares fue de 49.8, T de student de 0.680, P de 0.499, la desviación estándar del índice de trabajo ventricular izquierdo fue de 4.73, T de student de 0.506, P de 0.615, la desviación estándar del índice de trabajo de ventriculo derecho, 1.24, T de student 0.783, P de 0.456.

En nuestro estudio no se correlacionaron los datos obtenidos por método de Fick y los de termodilución, lo que indica que no hay correlación entre ambos estudios.

El método de termodilución es superior al de Fick para la medición del gasto cardiaco en pacientes críticamente enfermos.

### SUMMARY

We make a clinic prospective transversal, observational study, at the Critical care Unit from hospital " Regional 1o. de Octubre", since March first to September 30th, 1994. With the object to compare thermodilution against Fick formula for determinate cardiac output.

There were included in the study 36 subjects, 19 men (52.7%) and 17 (47.3%) women. In all of them there were make measurements of cardiac output with Fick formula and thermodilution method.

Therefore it make measurements sistemics, pulmonary, vascular resistences and biventricular work index in both groups.

Were make 296 determinations to every group, later we did the media for every patient and for every group, making statistical analysis by standar deviation, student T for pair test and then we compared results.

The standar deviation of cardiac output, were 0.63, the student T 1.173 with P 0.245, the standar deviation of sistemic vascular resistences of 53.12, T 0.503, P 0.425. The standar deviation of pulmonary vascular resistences were of 49.8, student T 0.608, P 0.499. The standar deviation of index work of left ventricle were 4.73, student T 0.506, P 0.615 and standar deviation of right ventricle were 1.24, student T 0.783 and P 0.456.

In this study we didn't correlate the datas getted by Fick method against we get by thermodilution method. With Fick method the cardiac output were hight this indicate that there is not correlation in both but with the thermodilution method we find more precision correlation and we considered this one more sure trust.

## INTRODUCCION

### MARCO TEORICO:

El paciente críticamente enfermo se ve sometido a agresiones agudas que pueden afectar uno o varios sistemas de la economía. Es por lo anterior, que se requiere implementar técnicas que nos permitan mantener un monitoreo o vigilancia estrecha de los sistemas afectados, tal es el caso del monitoreo hemodinámico que incluye distintas variables, de las que el gasto cardiaco es de primordial importancia.

Debido a los avances tecnológicos ocurridos en las dos últimas décadas, es posible medir el gasto cardiaco al lado de la cama del paciente con relativa facilidad, y frecuentemente como el caso lo demande.

Considerando los métodos para medir el gasto cardiaco, podemos distinguir dos grupos principales. En el grupo I, se enumeran las técnicas catalogadas como invasivas y, en el grupo II, las técnicas no invasivas.<sup>3,4,11,12</sup> Cada una de estas técnicas presentan ventajas y desventajas cuando se comparan entre sí.<sup>1,2,6</sup>

En las siguientes líneas se trata de analizar en forma breve las técnicas más aceptadas para la medición del gasto cardiaco, considerando los principios en los cuales se basan, así como las ventajas que en determinado momento pueden ofrecer.

### TECNICAS INVASIVAS

#### 1.- TERMODILUCION:

La técnica de termodilución fue descrita inicialmente por George Felgle en 1954.<sup>12,13</sup> Pero fueron Ganz y colaboradores quienes en 1971 la introdujeron en la práctica clínica.<sup>12,13</sup> A partir de esa fecha se han realizado diferentes estudios que analizan los principios y propiedades de esta técnica.

El gasto cardiaco puede ser medido fácilmente al lado de la cama del paciente por medio de esta técnica. Se utiliza un catéter con múltiple lumen que se instala en la arteria pulmonar. El lumen termistor del catéter consiste de dos finos cables aislados que se extienden a lo largo del catéter, terminando en un termistor que se encuentra empotrado en la pared del catéter a unos 4 cm de su extremo.

Este lumen conecta a un cable de computadora de gasto cardiaco. El termistor registra continuamente la temperatura de la sangre de la arteria pulmonar siendo capaz de detectar cambios pequeños en dicha temperatura.

Injectando una cantidad conocida de solución a una temperatura más fría que la del cuerpo, a través del lumen proximal que llega a la aurícula derecha se produce un descenso en la temperatura de la sangre, el cual es registrado por el termistor. El descenso en la temperatura disminuye la resistencia eléctrica del termistor, describiendo en forma eléctrica, una curva de termodilución. El área que se encuentra debajo de esta curva es integrada, calculada como gasto y exhibida por la computadora en litros/ minuto.

El gasto cardiaco así corresponde al ventrículo derecho, en ausencia de cortos circuitos intracardiacos el gasto del ventrículo derecho es similar al del ventrículo izquierdo.

En cuanto a la solución que se inyecta a través del lumen proximal, que llega a la aurícula derecha, se recomienda utilizar solución salina o solución glucosada al 5% requiriéndose en forma generalmente de bolos de 10 cc en cada determinación. En pacientes pediátricos o en pacientes que requieren un control estricto de líquidos o que en su defecto necesitan de múltiples determinaciones se pueden emplear bolos de 3 ó 5 cc. Los bolos pueden ser inyectados por medio de jeringas previamente cargadas y enfriadas, o por mecanismos automatizados comerciales disponibles en la actualidad.<sup>11,12</sup>

Se han descrito por otro lado, factores que pueden interferir en la determinación del gasto cardíaco por termodilución. Dichos factores pueden estar relacionados a la técnica, al catéter o al paciente. A continuación se describen brevemente estos factores.

#### *FACTORES ASOCIADOS A LA TÉCNICA*

##### *a) Temperatura de la solución inyectada.*

Siempre que la temperatura de la solución inyectada es diferente a la que la computadora registra como constante, se presentan errores en la determinación del gasto cardíaco.

El error que se presenta con mayor frecuencia se relaciona a el agua helada que sufre calentamiento en la mano del operador una vez que es sacada del depósito del hielo. Se ha observado que las muestras sufren calentamiento de 0.6 a 1 grado centígrado por cada 30 segundos después de ser sacada del depósito de hielo. El aplicar un bala de 10 cc que se ha calentado, ocasiona al entrar en la circulación un margen de error de 2 a 3% por cada grado de calentamiento, así el incremento en la temperatura por 7 grados centígrados condicionará un margen de error del 20%.<sup>5,6</sup>

##### *b) Volumen inyectado.*

Cuando se elige determinada volumen para cada bolo a inyectar, este deberá ser medido con exactitud. Si se pasa un volumen menor al elegido, este ocasionará que se lea un gasto cardíaco mayor al real. Ya que el termistor detectará menos frío y falsamente lo interpretará como hiperflujo.

Este tipo de error se puede interpretar cuando se están administrando infusiones intravenosas por el flujo proximal inmediatamente antes o después de la inyección, dada que por lo general, estas infusiones se encuentran a temperatura ambiente. Al mezclarse el bolo inyectado y la solución de infusión se produce una modificación de la temperatura que dará una lectura errónea, en este caso se recomienda suspender la infusión unos segundos antes de la inyección del bolo. Si se usan drogas vasoactivas difíciles de retirar, se recomienda pasarlos por otra vía.<sup>5,6</sup>

#### *FACTORES ASOCIADOS AL CATETER*

##### *a) Posición del catéter.*

Para que la determinación del gasto cardíaco sea exacta, se requiere que el catéter tenga una colocación correcta. Se ha observado por completo, que en ocasiones el termistor choca contra la pared de los vasos provocando que no haya una exposición correcta del

termistor al indicador o solución inyectada dando como resultado, un gasto cardiaco fáltsamente alto.

Antes de hacer las mediciones se deberá corroborar la posición del catéter, por ondas de presión pulmonar así como por radiología.<sup>3,4,8</sup>

#### *FACTORES ASOCIADOS AL PACIENTE*

##### a) Ventilación Mecánica.

Se han observado cambios en la temperatura de la arteria pulmonar en pacientes que se encuentran con apoyo mecánico ventilatorio. Esas variantes en la temperatura probablemente sean debidas a las variaciones en el flujo venoso, y pueden afectar las mediciones de gasto cardiaco.<sup>9,12</sup>

En este caso se recomienda aplicar la inyección del indicador en una fase del ciclo respiratorio, siendo preferentemente la aplicación en la fase expiratoria.<sup>9</sup>

##### b) Hipotermia.

En pacientes hipotérmicos, bolos de 5 ó 10 cc, pueden usarse con seguridad con temperaturas corporales de 30 a 34.8 grados centígrados, sin embargo, si no hay complicaciones o contraindicaciones (restricción de líquidos) es preferible usar bolos de 10 cc.<sup>4,7</sup>

##### c) Posición del paciente.

La termodilución deberá aportar los mismos resultados en cualquier posición del paciente, sin embargo se recomienda que cada medición se realice con el paciente en una misma posición.<sup>4</sup>

##### d) Cortos circuitos intracardiacos

En caso de cortos circuitos de izquierda a derecha, puede ocurrir recirculación de la sustancia fría, ya que existe un flujo del lado izquierdo hacia el corazón derecho pasando por así decirlo, varias veces a través del termistor, ocasionando que no se pueda interpretar un gasto cardiaco adecuado por la computadora.<sup>8,10</sup>

En caso de cortos circuitos de derecha a izquierda, el indicador inyectado escapará en parte al ventrículo izquierdo disminuyendo la cantidad que llega al termistor, ocasionando que el gasto cardiaco resulte fáltsamente elevado.

En la mayoría de las situaciones, las inyecciones a nivel central deberán ser contraindicadas cuando existan cortos circuitos intracardiacos.<sup>4</sup>

##### e) Disfunción valvular en cavidades derechas.

Debido a que el indicador puede tener flujo retrógrado, en caso de disfunción valvular pulmonar o tricúspida, no se recomienda en estos casos utilizar termodilución para medir el gasto cardiaco.<sup>8,12</sup>

## 2.- TECNICA DE FICK

Esta técnica fue expuesta en 1870 por Adalph Flek, quien propuso la siguiente teoría: "El gasto a liberación total de una sustancia por un órgano es el producto del flujo del órgano y la concentración arteriovenosa de esa sustancia".

En esta técnica, el oxígeno que entra a la circulación pulmonar es el indicador que mide el flujo sanguíneo pulmonar. De acuerdo a este principio el gasto cardíaco en litros/minuta, es igual al consumo de oxígeno dividido por la diferencia arteriovenosa de oxígeno.<sup>12,13</sup>

Para llevar a cabo la técnica se requiere por la tanto la obtención de muestras de sangre arterial y venosa mezclada para determinar el contenido de oxígeno en cada una de esas muestras y así sacar la diferencia entre ambas. Por otro lado, se requiere de medir el consumo de oxígeno para poder efectuar toda la operación.<sup>12</sup>

Cuando no se puede medir el consumo de oxígeno en forma directa, se puede en su lugar utilizar un valor constante, en este caso se ha calculado un índice de consumo de oxígeno, para poder efectuarlo es un basal de ello a 150 ml/minuto/metros cuadrados de superficie corporal.

Con este valor de consumo de oxígeno se ha propuesto la siguiente fórmula:

$$GC = 125 \times SC / D_{a-v} O_2 \times 8.5$$

donde: GC= gasto cardíaco

SC= superficie corporal

D<sub>a-v</sub>O<sub>2</sub>= diferencia arteriovenosa de oxígeno

El margen de error propuesto para esta técnica va de 10 a 17%, según distintos estudios. Se menciona que esta técnica es más confiable cuando se aplica a pacientes que cursan con estados de bajo flujo.<sup>11,12,13</sup>

## TECNICAS NO INVASIVAS

### 1.- TECNICA DOPPLER

En los inicios del siglo XIX, Christian Doppler describió el principio ahora conocido como efecto Doppler. El notó que el sonido reflejado de un objeto en movimiento cambia en frecuencia en relación a la velocidad con la que el objeto se mueve. De acuerdo al principio Doppler, cuando una onda ultrasónica emitida es reflejada por un objeto en movimiento, la frecuencia a la cual esa onda es reflejada es alterada, la diferencia en frecuencia entre el ultrasonido emitido y el que recibe dependerá de la velocidad del movimiento reflejado y el ángulo al cual el ultrasonido chaca contra el objeto. Este cambio en la frecuencia es comúnmente referido como desplazamiento Doppler.<sup>11,12,14</sup>

El ultrasonido Doppler es generalmente usado para evaluar la velocidad del flujo sanguíneo siendo en este caso los eritrocitos las que reflejan la energía ultrasónica. Como el ultrasonido chaca contra las células rojas este es reflejado, ocurriendo así un cambio en frecuencia, proporcional a la velocidad de reflejo por los eritrocitos. Este cambio resultante es un sonido de alto tono.

La medición del flujo sanguíneo aórtico a través de un diámetro aórtico conocido, permite cuantificar el gasto cardíaco. La medición de velocidad del flujo sanguíneo en la aorta ascendente se puede obtener al colocar el transductor doppler en la escotadura suprasternal y dirigiendo este al ultrasonido en sentido inferior hacia la aorta ascendente y hacia la base de la aorta hasta que la velocidad de flujo sea detectada.

Esta técnica no puede ser aplicada para la medición del gasto cardíaco en todos las pacientes, así por ejemplo, no es confiable en los pacientes con estenosis aórtica debido a una alta velocidad de flujo a través de un orificio reducido no representativo del diámetro aórtico real.<sup>11,12,14</sup>

## **2.- BIOIMPEDANCIA ELECTRICA TRANSTORACICA**

Este es un método no invasivo que provee una medición en tiempo real del volumen latido ventricular. El cardiógrafo de impedancia utilizará 4 electrodos conectados al paciente, así como al mismo cardiógrafo de impedancia. Dos electrodos son colocadas alrededor del cuello con aproximadamente 3 a 4 cm. de distancia entre ellos. El tercero es colocado a nivel del apéndice xifoides del esternón y el cuarto se coloca 3 a 4 cm. en sentido caudal. Para definir el campo eléctrico una corriente constante es pasada entre los electrodos externos y la tasa de cambios en la impedancia eléctrica del tórax durante la sístole es medida entre el par de internos.

Durante la sístole las variaciones pulsátiles en el flujo sanguíneo de la aorta torácica, causa un cambio negativo en la impedancia y el valor máximo de la tasa de cambio en la impedancia durante la sístole en Ohms/segundo, es proporcional al pico ascendente del flujo sanguíneo aórtico. Multiplicando estas términoas por el tiempo de expulsión del ventrículo izquierdo en un segundo se obtendrá el volumen latido.

Comparando la bioimpedancia eléctrica contra la termodilución, Bemstein encontró un coeficiente de correlación de 0.88 en 17 pacientes críticamente enfermas y Tremper reportó una correlación de 0.84 en perros anestesiados cuando la presión volumen y flujo sanguíneo fueron manipulados por hemorragia e infusión de drogas.<sup>10,11,12,13</sup>

El objetivo del presente trabajo fue comparar los valores de gasto cardíaco calculados por la fórmula de Fick con el medida con la técnica de termodilución en pacientes críticamente enfermos que requirieron monitoreo hemodinámico invasivo, durante su estancia en la unidad de cuidados intensivos.

## JUSTIFICACION

El paciente críticamente enfermo requiere de intervenciones tanto de diagnóstico como terapéuticas que permitan mantener una relación de aporte y consumo de oxígeno. Para asegurar un aporte adecuado, es necesario que los factores condicionantes del mismo sean también adecuados. Así se requiere de una vigilancia estrecha de dichos factores, uno de los cuales es el gasto cardiaco.

Existen en la actualidad métodos que permiten determinar en forma relativamente fácil el gasto cardiaco, siendo algunos de estos métodos invasivos y otros no invasivos.

De los métodos más aceptados en la actualidad, podemos mencionar la termodilución. Este proceso implica la instalación de un catéter que se instala en la arteria pulmonar y que cuenta con un aditamento especial o termistor, que conectado a una computadora es capaz de emitir el gasto cardiaco.

A pesar de ser considerado como un método confiable no se encuentra disponible en todas las unidades de Terapia Intensiva dado el costo que implica el contar con todo el equipo necesario para determinar el gasto cardiaco. Es por ello, que se tiene que recurrir a métodos menos costosos.

Por otro lado, la termodilución no es un método inocuo ya que se han descrito complicaciones graves en el manejo del catéter de Swan Ganz, de ahí que se buscarán alternativas menos invasivas e igual de confiables.

Una forma alternativo para calcular el gasto cardiaco es el método propuesto por Fick. Dicho método es menos invasivo y puede estar en mayor número de Unidades de Terapia Intensiva, ya que solo se requiere contar con un gasómetro para analizar muestras venosas mezcladas y arteriales.

El presente estudio se llevó a cabo con el fin de determinar si la fórmula de Fick puede ser confiable en el cálculo del gasto cardiaco cuando se comparó con termodilución, considerando en este caso como el ideal a seguir.

### MATERIAL Y METODOS

Se llevó a cabo un estudio prospectivo, observacional y transversal en la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital Regional "1a. de Octubre" ISSSTE en México, D.F., durante el periodo comprendida entre el 1o. de marzo de 1994 al 30 de septiembre de 1994. Los pacientes reunieron los siguientes criterios: \*A todos los pacientes que requirieron manitearea hemodinámico invasivo con catéter de Swan-Ganz, con lo que se midió el gasto cardiaco durante su estancia en la unidad de cuidados intensivos.

Las pacientes que ingresaron a la unidad de cuidados intensivos las cuales no requirieron la colocación del catéter fueran excluidos del estudio, así como aquellas en los que no fué posible la determinación simultánea del gasto cardiaco por fórmula de Fick y por Termodilución.

Una vez seleccionados los pacientes, se instaló un catéter de Swan-Ganz de 5F a 7F con termistor, para la determinación del gasto cardiaco.

Cuando se determinó el gasto cardiaco por el método de termodilución se utilizó la computadora de gasto cardiaco. El método de determinación consistió en inyectar en tres sesiones bolus de 10 cc. de solución salina al 0.9% helada por el lumen proximal del catéter. De estas tres determinaciones se obtuvo un valor promedio el cual fué considerada como el valor del gasto cardiaco para las tres determinaciones.

Simultáneamente se tomó una muestra de sangre arterial y venosa mezclada, con los valores obtenidas se calculó el gasto cardiaco por la fórmula de Fick:

$$GC = 125 \times SC / D_{a-v} O_2 \times 8.5$$

donde GC = gasto cardiaco

SC = superficie corporal

$D_{a-v} O_2$  = diferencia arteriovenosa de oxígeno.

Una vez obtenidas las determinaciones del gasto cardiaco por los dos métodos se procedió a registrarlas y a compararlos entre sus valores, posteriormente se realizó el análisis estadístico con T de Student y Desviación Standar para pruebas pariadas el cual se consideró como significativa con P mayor de 0.05.

## RESULTADOS

Durante el periodo de marzo a septiembre de 1994, ingresaron a la unidad de cuidados intensivos un total de 218 pacientes, 124 del sexo femenino, 93 del sexo masculino, de los cuales 36 pacientes se incluyeron en el estudio, Gráfica 1, 17 del sexo femenino y 19 del sexo masculino, con un rango de edad entre 15 años a 82 años, con una media de 46.6 años, Gráfica 2, 3.

A los 36 pacientes se les realizaron 296 determinaciones de gasto cardiaco, tanto por termodilución como por fórmula de Fick, así mismo se realizaron mediciones simultáneas de resistencias vasculares sistémicas (RVS), pulmonares (RVP) e índices de trabajo ventricular derecho (ITVD) e izquierdo (ITVI). Posteriormente se realizó una media de las mediciones de cada paciente y se dividieron en dos grupos: grupo I Fick y grupo II Termodilución.

### Gasto Cardiaco. Gráfica 4

Grupo I = 296 determinaciones, 36 media, Gráfica 5

Media = 84

Desviación Standar =  $2.65 \pm 0.44$

Grupo II = 296 determinaciones, 36 media, Gráfica 6

Media = 8.10

Desviación Standar =  $2.66 \pm 0.44$

Diferencia de media para ambos grupos = 0.73

T de Student = 1.173

P = 0.045

### ITVI

Grupo I = 296 determinaciones, 36 media

Media = 52.63

Desviación Standar =  $23.10 \pm 3.85$

### ITVD

296 determinaciones, 36 media.

Media = 8.35

Desviación Standar = 5.77

Grupo II = 296 determinaciones, 36 media

Media = 50.24

Desviación Standar =  $16.69 \pm 2.75$

Diferencia de media para ambos grupos = 2.39

296 determinaciones, 36 media

Media = 7.38

Desviación Standar = 4.72

Diferencia de media para ambos grupos = 2.30

### RVS

Grupo I = 296 determinaciones, 36 media

Media = 733.94

Desviación Standar = 185.67

### RVP

296 determinaciones, 36 media

Media = 155.28

Desviación Standar = 60.25

Grupo II = 296 determinaciones, 36 media

Media = 776.61

Desviación Standar = 288.25

296 determinaciones, 36 media

Media = 188.64

Desviación Standar = 30.95

Diferencia media para ambas  
grupos = 42,67  
T de Student = 0,503  
P = 0,425

Diferencia media para ambos  
grupos = 33,36  
T de Student = 0,680  
P = 0,499

## DIAGNOSTICO DE INGRESO A LA UNIDAD

1.- Femenino	54 años	Choque cardiogénico
2.- Masculino	58 años	Sepsis
3.- Femenino	34 años	Pancreatitis aguda edematosa
4.- Masculino	15 años	Sepsis, Falla Orgánica Múltiple
5.- Masculino	62 años	Sepsis, Falla Orgánica Múltiple
6.- Femenino	45 años	Pancreatitis Aguda
7.- Masculino	59 años	Choque séptico
8.- Masculino	56 años	Choque séptico
9.- Masculino	70 años	Pancreatitis necrótico hemorrágica
10.- Femenino	48 años	PO Colectomía, Sepsis
11.- Masculino	20 años	Politraumatizado, Embolia grasa
12.- Femenino	67 años	Angor Inestable, IAM
13.- Femenino	64 años	Insuficiencia cardíaca congestiva
14.- Masculino	38 años	Politraumatizado, TCE
15.- Masculino	57 años	Crisis Miasténica
16.- Femenino	39 años	PO Colectomía, Sepsis abd.
17.- Masculino	28 años	Intoxicación medicamentosa
18.- Femenino	29 años	Neumonía de focos múltiples
19.- Femenino	54 años	Estado hiperosmolar
20.- Femenino	52 años	Pancreatitis necrótico hemorrágica
21.- Femenino	75 años	Cardiopatía isquémica
22.- Masculino	68 años	Sepsis abdominal
23.- Masculino	57 años	Neumonía
24.- Femenino	48 años	Sepsis abdominal, PO Lap Exp
25.- Femenino	43 años	Choque mixto
26.- Femenino	60 años	Laparotomía Exploradora, sepsis
27.- Femenino	15 años	PO Colectomía, Choque sep.
28.- Masculino	27 años	Quemadura eléctrica, 3er grado
29.- Femenino	64 años	Oclusión intestinal
30.- Masculino	42 años	Politraumatizado, embolia grasa
31.- Masculino	75 años	Cetoacidosis diabética, neumonía
32.- Femenino	18 años	Politraumatizado, embolia grasa
33.- Masculino	56 años	Pancreatitis necrótico hemorrágica
34.- Masculino	16 años	Pancreatitis necrótica hemorrágica
35.- Femenino	58 años	Estado hiperosmolar
36.- Masculino	82 años	Sepsis abdominal

Gráficas, 7 y 8. La mortalidad general de los 36 pacientes que se incluyeron fue del 50 . 18 pacientes , 8 del sexo femenino y 10 masculino, Gráficas, 9 y 10.

## DISCUSION

En el paciente críticamente enfermo, el gasto cardiaco es una de las variables hemodinámicas que requiere de monitoreo continuo ya que es uno de los factores que influyen en el aporte de oxígeno a los tejidos y que en el paciente críticamente enfermo se ven incrementados los requerimientos del mismo por lo que requiere de una vigilancia adecuada.

La termodilución es el método de medición de gasto cardiaco considerado como estándar en la mayoría de los centros que cuentan con atención a pacientes críticos. Existen en la actualidad nuevas investigaciones que analizan métodos alternativos de monitoreo del gasto cardiaco, los cuales pueden ser igualmente confiables. Uno de estos métodos es el propuesto por Fick.

En la unidad de cuidados intensivos del Hospital Regional "10. de Octubre" ISSSTE, realizamos la comparación de gasto cardiaco por el método de termodilución contra la fórmula propuesta por Fick con el fin de conocer si ésta puede ser un método confiable cuando no se dispone del equipo necesario para el monitoreo en forma más estrecha a nuestros pacientes en estado crítico.

Los resultados registrados en nuestro estudio fueron los siguientes: Grupo I, una media de 8.84 con desviación estándar de  $2.65 \pm 0.44$ , con una *t* de 1.173, con un 95% de intervalo de confianza por diferencia de -0.51 a 1.98, con *P* de 0.245, lo cual significa que no existe correlación adecuada entre ambos métodos ya que lo mismo ocurrió cuando se compararon otros parámetros como fueron: resistencias vasculares sistémicas, pulmonares, así como los índices de trabajo de ambos ventrículos, en los cuales tampoco hubo una correlación adecuada entre las mediciones por termodilución y por la fórmula de Fick.

Por otro lado se observó que cuando los pacientes cursaron con estado de bajo flujo, es decir, con gasto cardiaco por debajo de 5 litros en las determinaciones de termodilución, el cálculo por Fick sobreestimó el gasto cardiaco; por el contrario, cuando por termodilución se observaron gastos elevados, Fick fue menor en sus determinaciones.

Con respecto a los resultados obtenidos consideramos que hubo factores que influyeron en la determinación para que no existiera una correlación adecuada entre ambos métodos.

Davis y colaboradores, realizaron un estudio donde se comparó el gasto cardiaco por método de Fick y Termodilución, dicho estudio incluyó a 21 pacientes que fueron admitidos en la unidad de cuidados intensivos postquirúrgicos después de cirugía coronaria o valvular. En los 21 pacientes se monitorizaron en forma continua los componentes de la fórmula de Fick, utilizando un analizador de gases, además de un catéter pulmonar con oximetría de fibra óptica en su punta para medir SvO<sub>2</sub> y oxímetro de pulso para medir SaO<sub>2</sub>.

En 237 determinaciones simultáneas de gasto cardiaco por el método de Termodilución y por fórmula de Fick encontraron un valor promedio de  $5.6 \pm 2.2$  para termodilución y de  $4.8 \pm 2.1$  para Fick con índice de correlación de 0.86.

Ellos observaron también que en estados de bajo flujo Fick, fue inferior a Termodilución disminuyendo en esta diferencia a medida que los valores del gasto cardiaco fueron cercanos a los 5 litros/minuto y siendo idénticos cuando fueron cercanos a los 10 litros/minuto.

Comparando nuestro estudio con la literatura podemos mencionar que lo obtenido por Fick sobrestima los valores del gasto cardiaco en pacientes con bajo flujo al compararlo con el de termodilución.

Existen otros estudios, como las investigaciones realizadas por Carpenter y colaboradores donde se encontró que el gasto cardiaco obtenido por el método de Fick es menor a los obtenidos por el método de termodilución.

En base a lo antes señalado podemos decir que la fórmula de Fick no fué un método adecuada para la determinación del gasto cardiaco al compararlo con las determinaciones realizadas por el método de termodilución.

Es importante señalar que sin embargo, el principio de Fick sigue siendo válido puesto que, cuando no se cuenta con la tecnología necesaria para la medición por Termodilución es un método adecuada para el monitoreo en el paciente críticamente enfermo y donde las demandas metabólicas del  $VO_2$  se encuentran incrementadas ya que nos da resultados significativos de otras constantes hemodinámicas más exactas que las obtenidas por Termodilución.

## **CONCLUSIONES**

- 1.- El método de termodilución es superior al de Fick para la medición del gasto cardíaco en pacientes críticamente enfermos.
- 2.- El método de Fick puede ser una alternativa útil, cuando no se cuenta con computadora de gasto cardíaco en las unidades de cuidados intensivos.

## BIBLIOGRAFIA

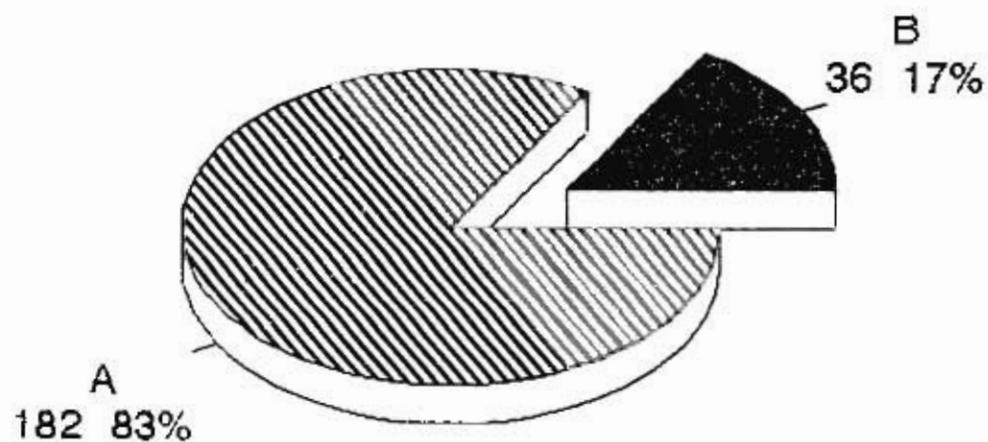
- 1.- Davies GC, Jebson PJ, Glasgow BM. Continuous Fick cardiac output compared to Thermodilution cardiac output. *Crit Care Med* 1986; 14:881
- 2.- Carpenter JP, Nair S, Staw I. Cardiac output determination: Thermodilution Vs A new computerized Fick method. *Crit. Care Med* 1985; 13:576
- 3.- Wiedman H. Cardiovascular-pulmonary monitoring in the intensive care unit. *Chest* 1984; 85:537-636
- 4.- Skin B, Ayella R. Pitfalls of Swan-Ganz catheterization. *Crit. Care Med* 1977; 5:125.
- 5.- Ganz W, Swan HJC. Measurement of blood flow by Thermodilution *Am J. of Cardiol* 1972; 29:241
- 6.- Elkayan V, Berkley R, Azen S. Cardiac output by Thermodilution technique: Effect of injectate's volume and temperature on accuracy and reproducibility in the critically ill patient. *Chest* 1983; 84:418
- 7.- Merrick SH, Hessel EA, Dillard DH. Determination of cardiac output by thermodilution during hypothermia. *Am J. Cardiol* 1980; 46:419
- 8.- Nelson LD, Houtchens BA. Automatic Vs Manual injections for thermodilution cardiac output determinations *Crit. Care Med* 1982; 10:190
- 9.- Snyder J, Pawner D. Effects of mechanical ventilation on the measurement of the cardiac output by thermodilution. *Crit. Care Med* 1982; 10:682
- 10.- Stevens J., Raiffen T., Thermodilution cardiac output measurement. *JAMA* 1985; 253:2240.
- 11.- Hurts JW, El Carazón, 6a. ed. Pags.: 424-436 Salvat Editores, México 1986
- 12.- Civeta JM. *Critical Care*, Pags.: 365-376, J.B. Lippincott Company Philadelphia USA, 1988.
- 13.- Shumeikar. *Medicina Crítica y Terapia Intensiva* 2a. ed 1991 Pags, 355-370 Edit. Panamericana.
- 14.- Bronwald E. *Tratado de Cardiología*. 1994 Pags.: 865-894 Edit. Interamericana.

# Total de Ingresos en la Unidad de Cuidados Intensivos

Total de pacientes con monitoreo

---

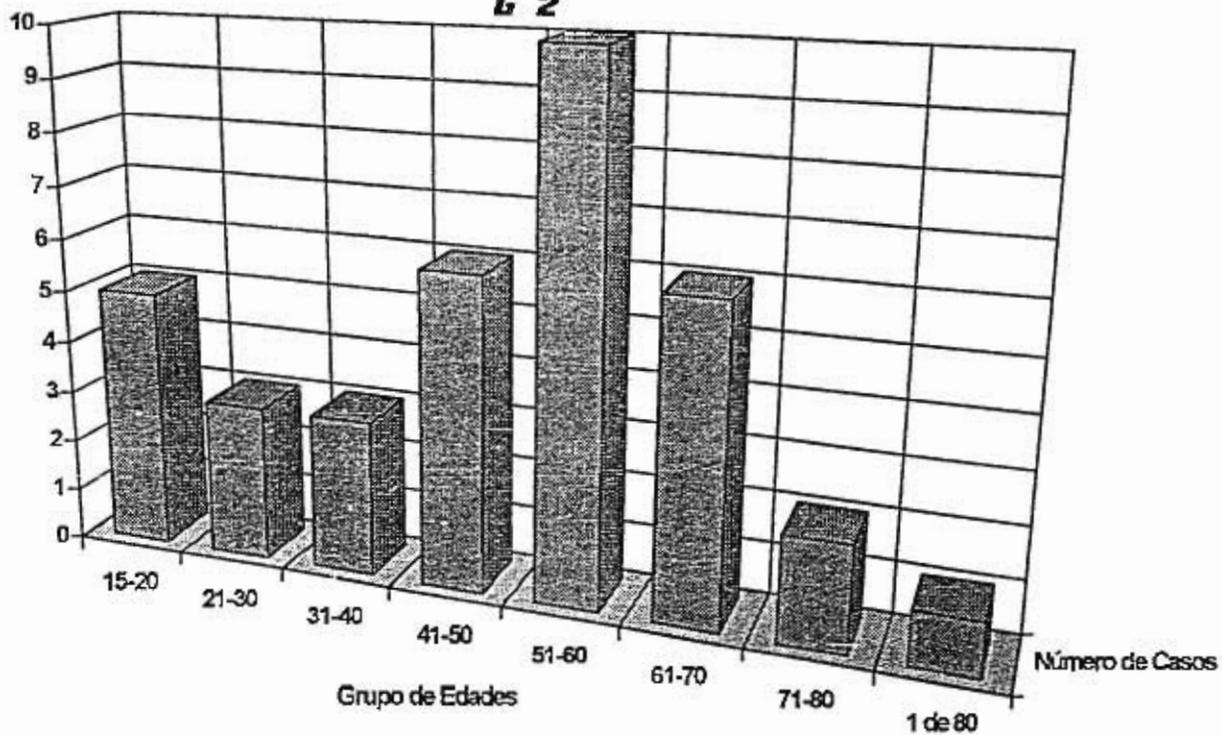
**6 1**



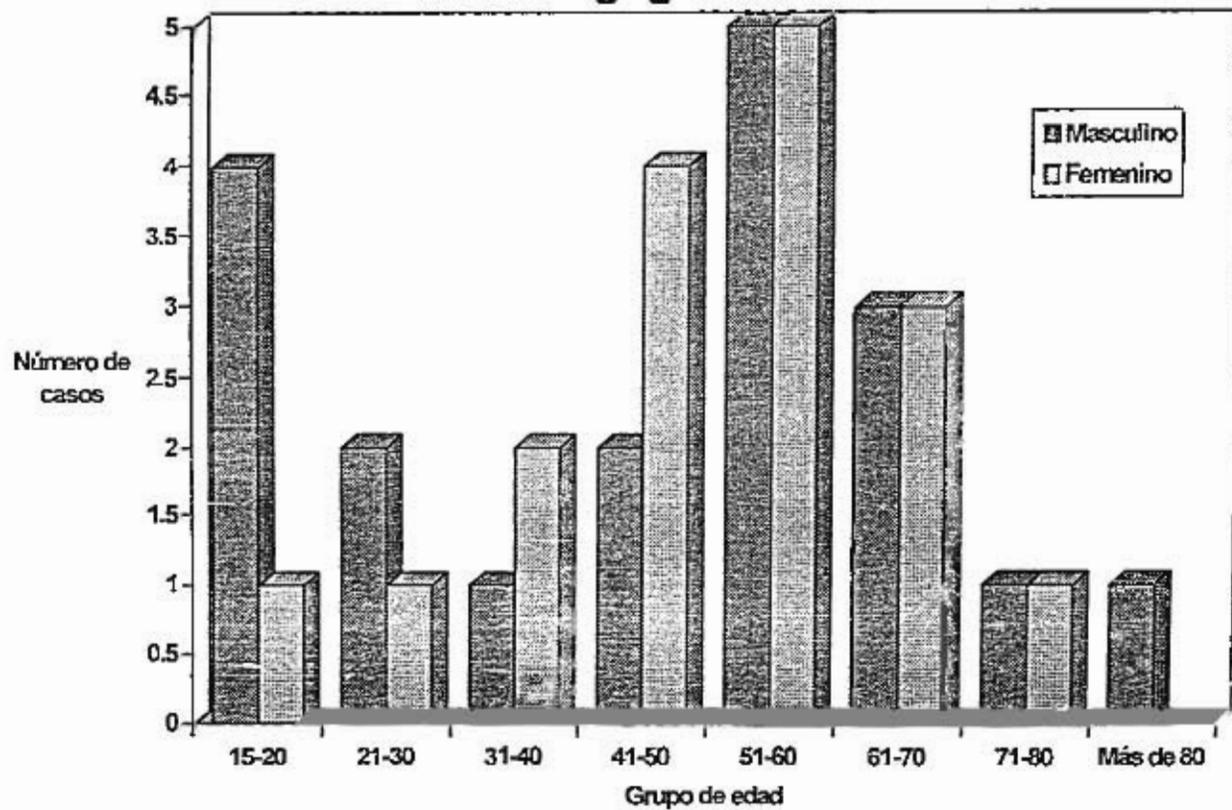
218 casos

---

**G 2**



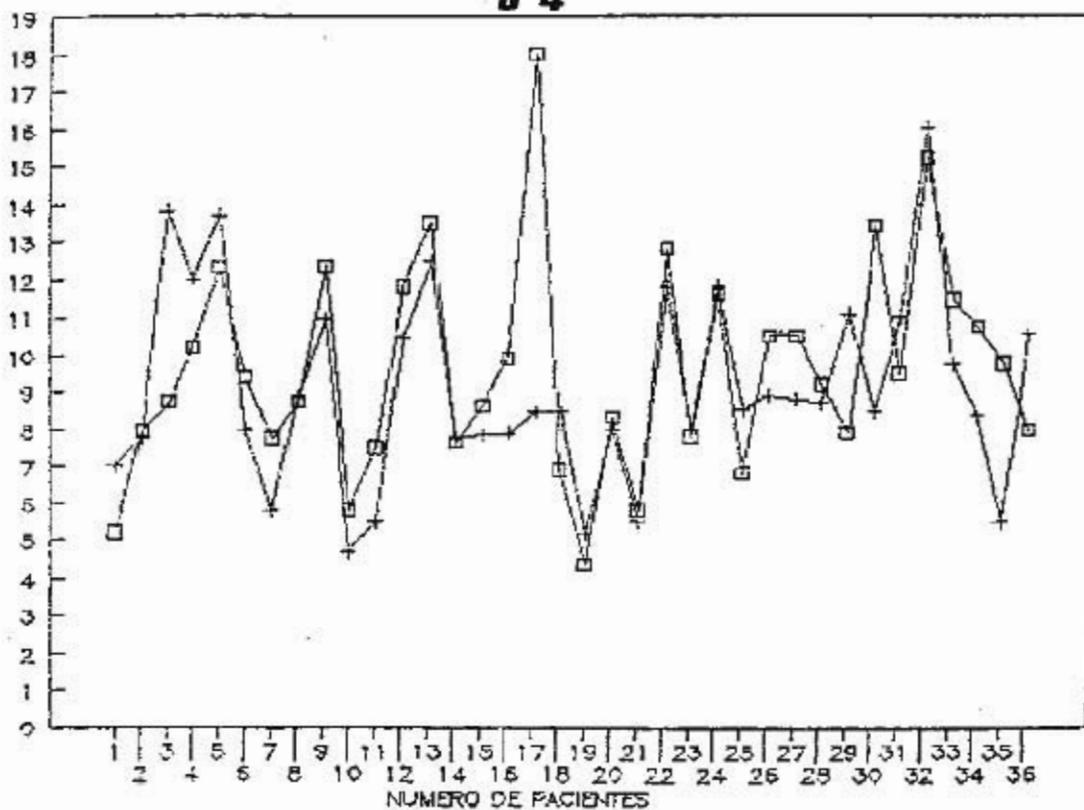
**6 3**



# FRICK vs. TERMODILUCION

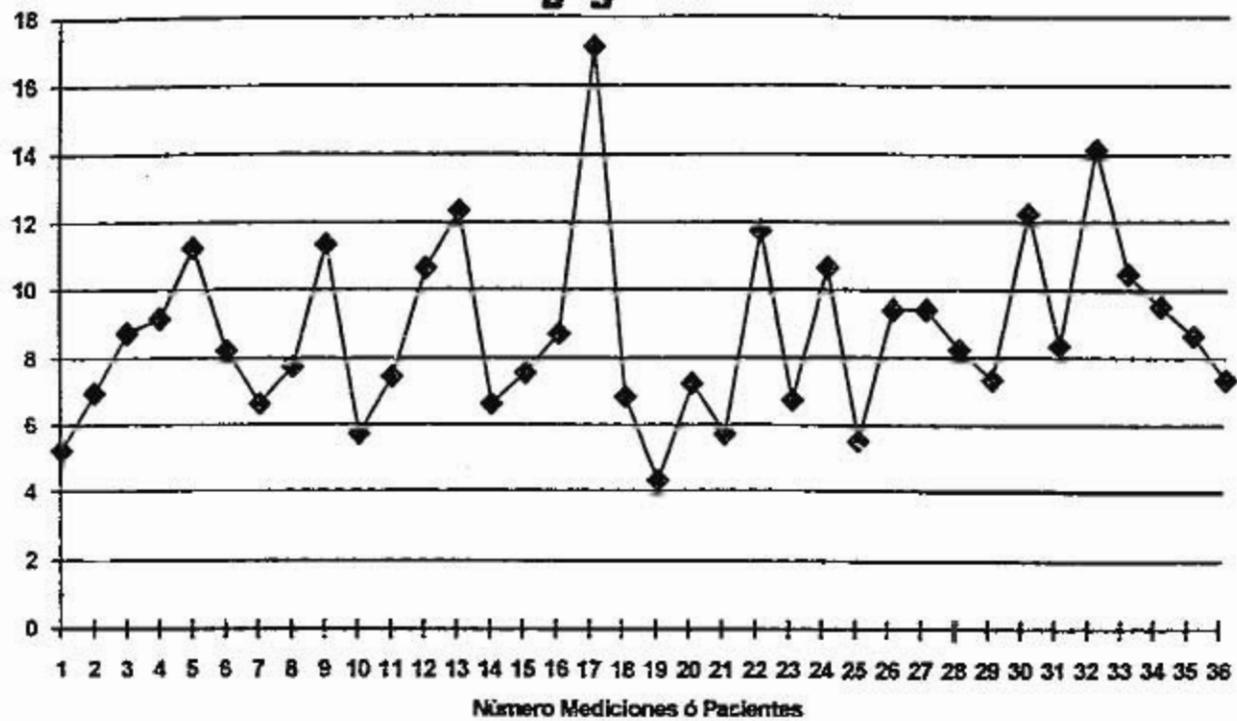
**G 4**

GASTO CARDIACO



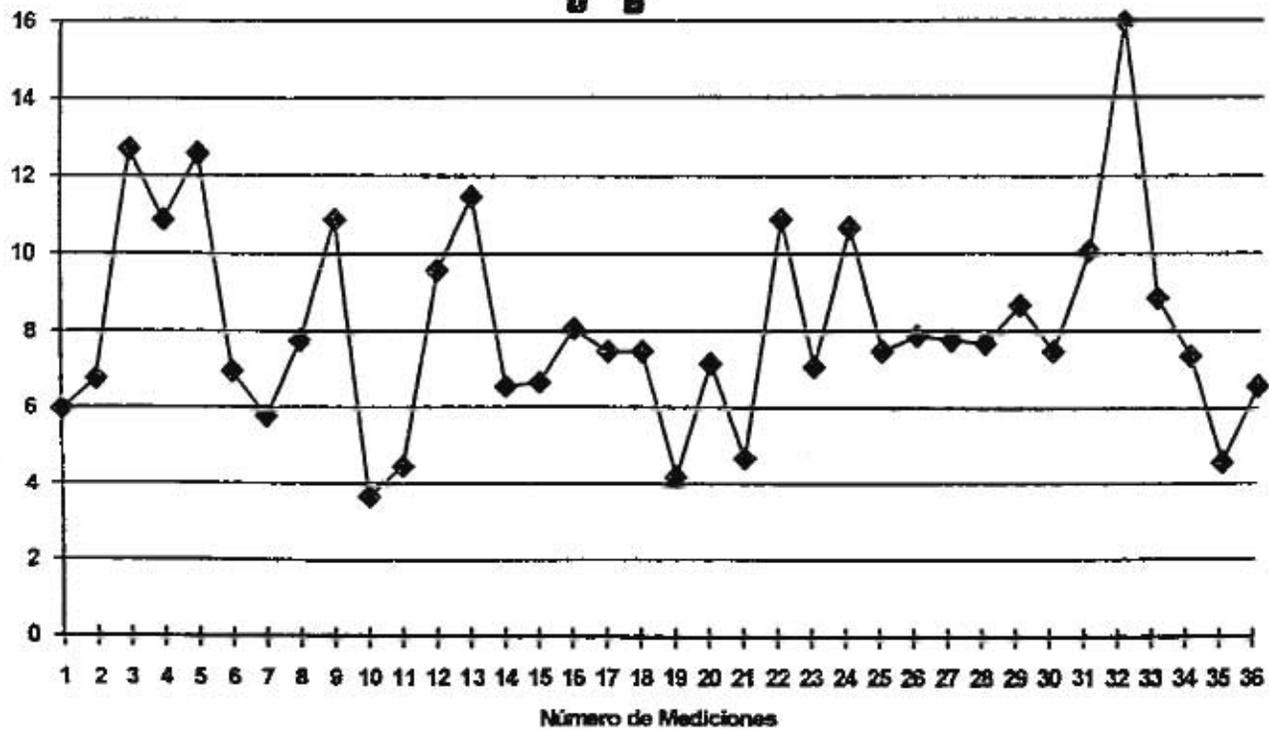
*Gasto Cardíaco FICK*

**G 5**



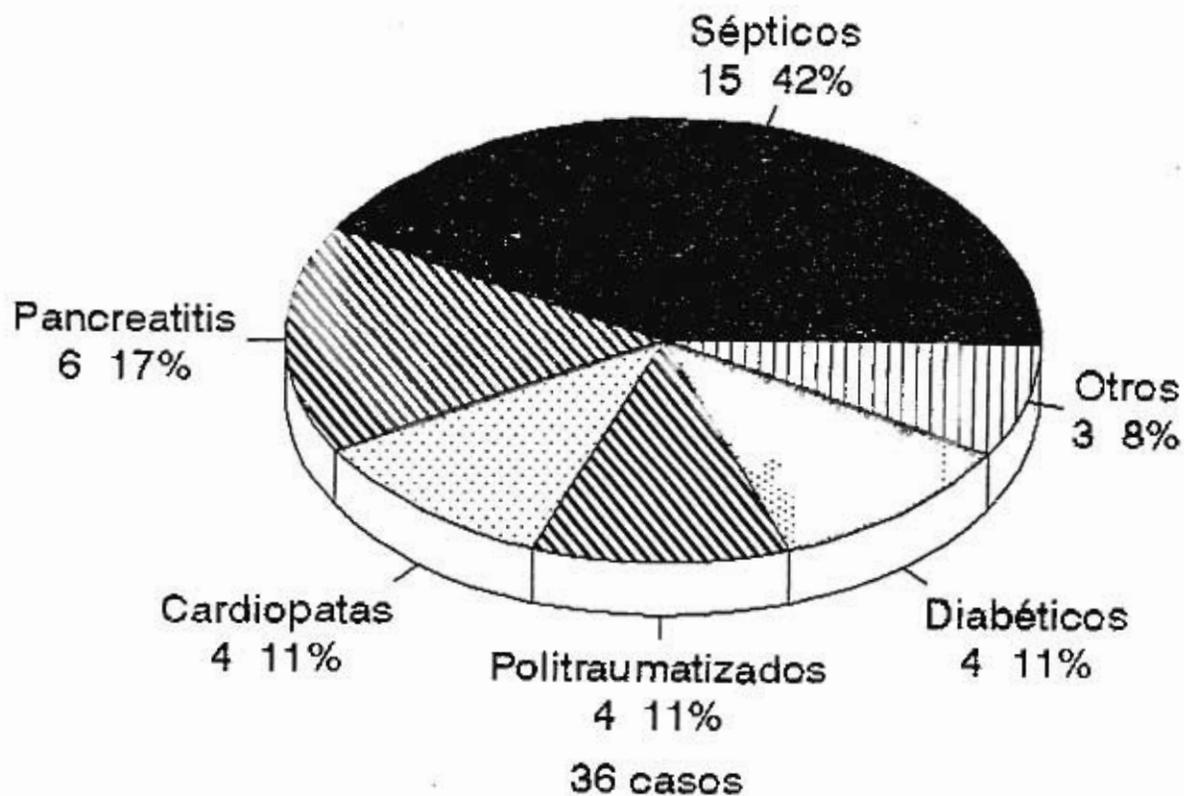
### Gasto Cardíaco Termodilución

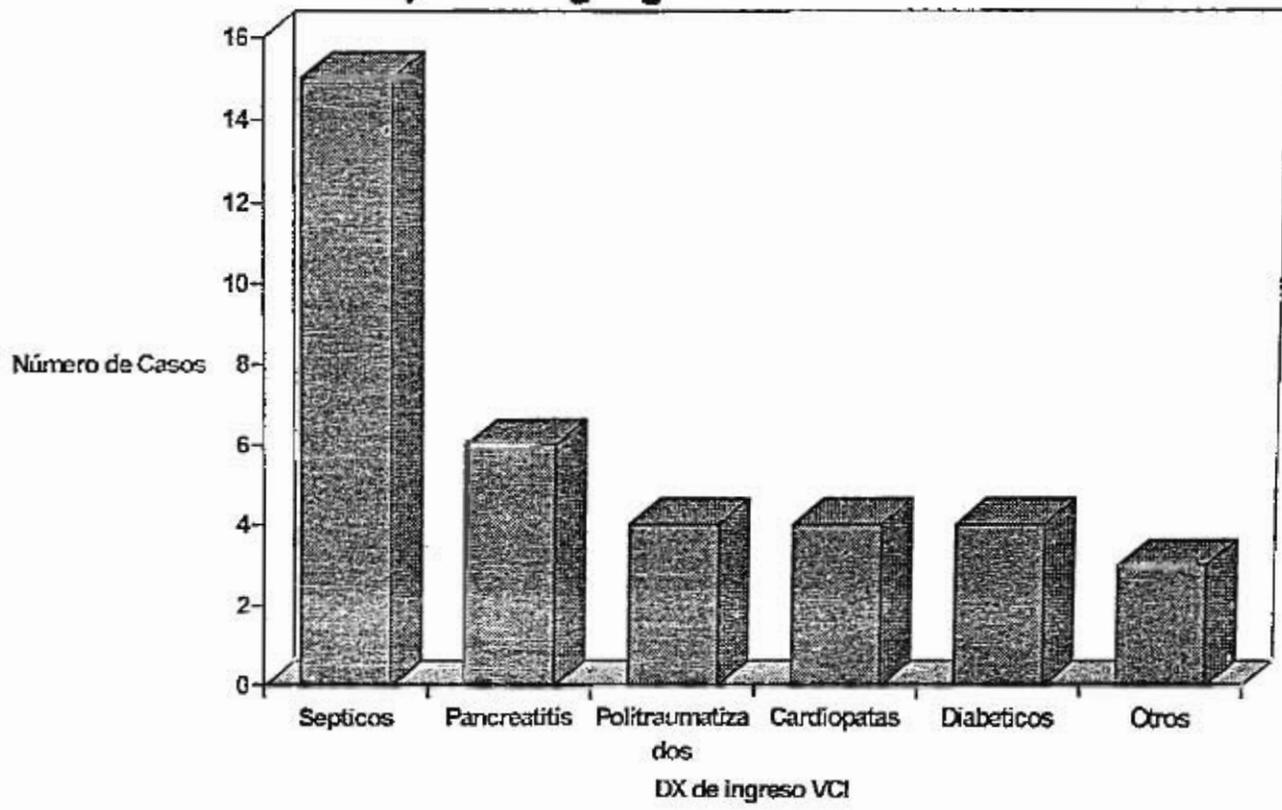
**65**



# Diagnóstico de Ingreso a la Unidad de Cuidados Intensivos

67

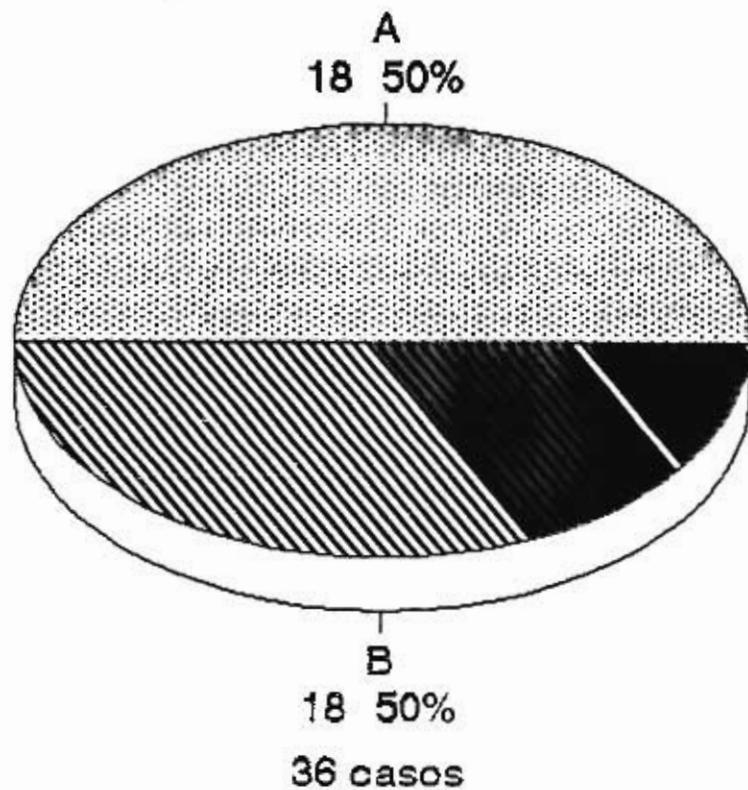




# Mortalidad General de los 36 pacientes

---

G 9



# Mortalidad por Sexo

G 10

