



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

---

---

**DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO  
E INVESTIGACION**

**FACULTAD DE MEDICINA**

**INSTITUTO DE SEGURIDAD Y SERVICIOS SOCIALES  
DE LOS TRABAJADORES DEL ESTADO**

EVALUACION HEMODINAMICA EN EL EMBARAZO  
NORMAL A TERMINO EN POSICION SUPINA CON  
BIOIMPEDANCIA ELECTRICA TORACICA

## **TRABAJO DE INVESTIGACION**

**P R E S E N T A**

**DRA. MARIA EUGENIA TEJEDA REAL**

**PARA OBTENER EL DIPLOMA DE  
LA ESPECIALIDAD DE:**

**MEDICINA DEL ENFERMO EN ESTADO CRITICO**



**ASESOR DE TESIS**

**DR. JOSE ANGEL RAMIREZ RAMIREZ**

**AÑO 2005**



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. Mauricio Di Silvio López

Subdirector de Enseñanza e Investigación

  
Dr. Víctor Pureco Reyes

Profesor Titular del Curso

  
Dr. Jose Ángel Ramírez Ramirez

Asesor de Tesis

**ÍNDICE**

<b>RESUMEN .....</b>	<b>4</b>
<b>ANTECEDENTES .....</b>	<b>5</b>
<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>8</b>
<b>JUSTIFICACIÓN .....</b>	<b>8</b>
<b>MATERIAL Y METODOS .....</b>	<b>9</b>
<b>RESULTADOS .....</b>	<b>12</b>
<b>DISCUSIÓN .....</b>	<b>13</b>
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>14</b>
<b>ESQUEMA .....</b>	<b>15</b>
<b>TABLAS .....</b>	<b>15</b>
<b>GRAFICOS .....</b>	<b>18</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>22</b>

## **EVALUACIÓN HEMODINAMICA EN EL EMBARAZO NORMAL A TERMINO EN POSICIÓN SUPINA CON BIOIMPEDANCIA ELECTRICA TORACICA.**

### **RESUMEN.-**

Las pacientes obstétricas tienen un pequeño pero significativo número de admisiones en las unidades de cuidados intensivos durante un embarazo complicado. Cambios adaptativos ocurren en las funciones fisiológicas durante el embarazo, los cambios hemodinámicos durante este periodo son bien tolerados por las mujeres sanas, pero pueden provocar una descompensación catastrófica durante un embarazo complicado. El aparato cardiovascular experimenta importantes cambios secundarios a la fístula arteriovenosa de la unidad útero-placentaria, el volumen minuto aumenta entre el 30 al 50%, el gasto cardíaco también se incrementa en una medida de 4.5 L a más de 6L/min. La frecuencia cardíaca sube en un 20% (10 a 15latidos/min) y la presión arterial media disminuye como efecto secundario a la caída de las resistencias vasculares sistémicas, si bien tienden a retornar a su línea basal al término del embarazo. Por lo que es importante estar familiarizado con dichos cambios. Un método no invasivo para monitorizar el estado hemodinámico es la bioimpedancia eléctrica torácica (BET). Siendo el objetivo de este estudio valorar los cambios hemodinámicos en la mujer con un embarazo normal a término en posición supina, a través de dicho procedimiento (BET), y comparar los resultados obtenidos con la literatura para así evaluar su utilidad.

### **Resultados y conclusiones:**

Se concluyó que el gasto cardíaco y el índice cardíaco fueron subestimados por este método, así como el volumen sistólico y el índice sistólico. No lográndose corroborar el estado hiperdinámico fisiológico referido. Si bien tanto la presión arterial media como las resistencias vasculares sistémicas si fueron acordes a los valores esperados.

Considerando que es un método no invasivo, fácilmente realizable, con mediciones de tiempo real y que diversos investigadores le dan una confiabilidad similar al método de termodilución, es probable que amerite nuevas evaluaciones con grupos de estudio mayores y evaluando diversos periodos del embarazo normal, así como patologías específicas.

## **ANTECEDENTES:**

Las pacientes obstétricas tienen un pequeño pero significativo número de admisiones en las unidades de cuidados intensivos (UCI), mujeres sanas pueden complicarse con enfermedades agudas potencialmente fatales en aproximadamente 1 a 9 de cada 1000 embarazos <sup>(1)</sup>. Diversos cambios ocurren en las funciones orgánicas durante el embarazo, incluyendo estos la hemodinámica, la disponibilidad de técnicas no invasivas para la evaluación hemodinámica en la paciente con embarazo normal permite el estudio de los cambios que presenta, evitando el peligro de las radiaciones y otras complicaciones asociadas con métodos invasivos <sup>(2)</sup>. La bioimpedancia eléctrica torácica (BET) es un método no invasivo desarrollado aproximadamente hace 25 años, diversos estudios han demostrado buena correlación y seguridad comparándolo con técnicas invasivas. Dicho dispositivo puede utilizarse cuando el monitoreo hemodinámico está contraindicado <sup>(3)</sup>.

La BET es una tecnología que permite cuantificar la actividad mecánica del corazón (flujo sanguíneo) en vez de su actividad eléctrica (ECG).

La base teórica fundamental de la BET implica la determinación directa de la impedancia base, los índices de velocidad y aceleración, el período de pre-eyección, el tiempo de eyección ventricular y la frecuencia cardíaca, empleándose estas determinaciones para el cálculo de parámetros hemodinámicos adicionales.

La aplicación de BET para determinar parámetros hemodinámicos se basa en los siguientes principios: los tejidos biológicos tales como el músculo, el hueso, las capas adiposas y la sangre, tienen todas propiedades eléctricas diferentes. Entre estos tejidos, la sangre es la que posee la mayor conductividad eléctrica. Debido a la naturaleza pulsátil el flujo de la sangre arterial y a la flexibilidad de las paredes de las arterias, se producen cambios pulsátiles en el volumen del sistema arterial torácico, principalmente en la aorta como consecuencia de la función ventricular.

Este cambio de volumen afecta la conductividad eléctrica y por ende la impedancia del tórax ante la corriente eléctrica. Los cambios de la impedancia eléctrica del tórax se deben principalmente a las fluctuaciones de velocidad y volumen en la sangre de la aorta.

Para medir este cambio de impedancia el Bioz.com aplica al tórax una corriente eléctrica alterna de alta frecuencia y de baja amplitud utilizando un par de electrodos en el cuello y otro par en la línea axilar media, a la altura del apéndice xifoideo. El uso de una corriente de alta frecuencia elimina la posibilidad de interferencias con la actividad bioeléctrica del corazón y del cerebro, adicionalmente, dado que la impedancia entre la piel y el electrodo es extremadamente baja a frecuencias elevadas, no se produce ningún efecto térmico en el tejido y por ende el paciente no percibe ninguna sensación.

Al detectar y medir el cambio de la impedancia torácica en función del tiempo, el Bioz.com es capaz de calcular, de forma no invasiva, el volumen sistólico, el gasto cardíaco y muchos otros parámetros hemodinámicos <sup>(4)</sup>.

Este método cuantifica cortos periodos en tiempo real y depende del diámetro torácico, así como del peso y talla <sup>(5)</sup>, calculando los datos hemodinámicos en cada ciclo cardiaco basándose en la independencia eléctrica. Sin embargo, la presencia de taquicardia mayor de 250 latidos por minuto, presión arterial media mayor de 130 mmHg, hipertermia, invalida dichas mediciones <sup>(6)</sup>.

Los tejidos biológicos contienen sales en ciertas proporciones las cuales son disociadas en cationes y aniones. Estos iones son responsables de la conductancia eléctrica. La conductancia de una corriente en el tejido biológico es dependiente del número de estos iones, el cual es relativamente fijado por la cantidad de agua, especialmente liquido extracelular, por lo tanto cualquier cambio de la conductancia refleja cambio de volumen. Esta puede ser expresada como resistencia por medio de la siguiente ecuación:  $C=1/R$ , pudiendo medirse cambios en el voltaje, siendo equivalentes resistencia e impedancia eléctrica <sup>(7)</sup>.

Cuando se aplica al tórax es denominada impedancia eléctrica torácica, relacionando los cambios de los valores con cambios en el contenido liquido de cualquier comportamiento del tórax. Se mide la impedancia por medio de una corriente no perceptible por la persona. <sup>(5)</sup>, colocándose electrodos sensores de voltaje a nivel cervical perpendicular al plano longitudinal del esternón, lateral al apéndice xifoides en la línea media de la base del cuello, a 5cm de distancia se colocan los electrodos conductores de corrientes alterna de 2.5mA a 70Khz, la cual se aplica al tórax <sup>(3)</sup>. El sistema tetrapolar de electrodos está hecha de aluminio <sup>(7)</sup>.

La presencia de adema en la pared torácica disminuye la impedancia, pudiendo variar también con los movimientos respiratorios, el uso del sistema de 4 electrodos disminuye el efecto polarizante al contacto con la piel y mejora la distribución de la corriente <sup>(3,7)</sup>. Otras limitaciones de este método son insuficiencia valvular aórtica, defecto septal ventricular y sepsis que subestima el GC, probablemente relacionado con aumento de flujo en la piel y musculatura esquelética secundaria a redistribución y vasodilatación periférica intensa <sup>(3,4)</sup>.

La paciente con embarazo presenta adaptaciones en el sistema cardiovascular, la inadecuada adaptación condiciona complicaciones como restricción en el crecimiento fetal e hipertensión inducida por el embarazo <sup>(2)</sup>.

Durante el embarazo el aparato cardiovascular experimenta importantes cambios secundarios a la fístula arteriovenosa de la unidad útero-placentaria, el volumen minuto (VM), producto de la frecuencia cardiaca por el volumen sistólico el cual aumenta en un 30 a 50% durante el embarazo, de una medida de 4.5 L a más de 6 L/minuto, incrementándose progresivamente hasta la semana 24 y luego se produce una meseta, la frecuencia cardiaca también aumenta entre 10 a 15 latidos / minuto (20%), si bien el aumento notable del volumen minuto es secundario principalmente a un incremento del volumen sistólico, la presión de enclavamiento capilar pulmonar y la presión diastólica de arteria pulmonar no se modifican, siendo el aumento del volumen sistólico secundario a un aumento de la precarga. La función ventricular izquierda se mantiene normal. La presión arterial (PA) sistólica disminuye aproximadamente 10 mm Hg y la diastólica alrededor de 20 mm Hg, secundario a la disminución de la resistencia vascular sistemática (RVS), si bien retorna a su línea basal hacia el termino del embarazo, en general la PA medida en decúbito dorsal es más baja que la medida en decúbito lateral debido a la compresión de la vena

cava, si la presión arterial es más elevada en decúbito dorsal puede estar relacionado a la compresión aórtica.

El embarazo no modifica la presión venosa central (PVC) que al final del embarazo es de aproximadamente 10cm H<sup>2</sup>O. Las RVS que es la oposición del flujo a la circulación (postcarga) se expresan como  $RVS: [(PAM-PVC)/VM] \times 80$ . Los estrógenos, progesterona y prostaglandinas producidos en la placenta, lecho renal, etc. contribuyen a la vasodilatación, y también en la caída de la presión arterial media (PAM), dicha caída combinada con el aumento del VM y la falta de cambio de la PVC producen la disminución esperada las RVS. Existiendo un retorno gradual a los valores de no embarazo (1240 dinas/segundo) hacia el termino del mismo.

En decúbito dorsal el útero grávido del tercer trimestre comprime a la vena cava inferior, dando como resultado una disminución del retorno venoso, una disminución de la precarga cardiaca y una significativa reducción del VM, al termino del embarazo los estudios han demostrado una caída del 25-30% del volumen minuto cuando la mujer embarazada adopta la posición de decúbito dorsal, y en la mayoría también se da una disminución de la PAM, un aumento de la frecuencia cardiaca y una disminución del índice cardiaco. Hacia el final del tercer trimestre hasta el 10% desarrollan el "Síndrome de hipotensión supina", resultado de la compresión que ejerce el útero grávido sobre la vena cava inferior y la aorta lo que lleva a una disminución súbita la presión venosa central, el volumen minuto, la presión arterial y la frecuencia cardiaca <sup>(1,8,9)</sup>.

En síntesis el embarazo se asocia con un aumento significativo del volumen minuto, principalmente a partir del aumento del volumen sistólico. La presión arterial y las RVS disminuyen (final 2º. Trimestre) para después normalizarse a las basales. Si bien la mayoría de las mujeres tolera el embarazo, las que cursen con una cardiopatía subyacente, hipertensión u otros estados estresantes pueden descompensarse durante la gestación.



**OBJETIVOS:**

- **Valorar los cambios hemodinámicos:**  
Presión arterial media (PAM), frecuencia cardiaca (FC), gasto cardiaco (GC), índice cardiaco (IC), resistencia vascular sistémica (RVS), índice de resistencia vascular sistémica (IRVS), índice sistólico (IS) y volumen latido (VL) en pacientes con embarazo normal a término, monitorizadas por medio de bioimpedancia eléctrica torácica en posición supina (decúbito dorsal).
- **Analizar los resultados obtenidos en relación a lo reportado por la literatura medica.**
- **Evaluar si este método de monitoreo hemodinámico es fácilmente reproducible y de bajo en el grupo de población estudiado.**

**JUSTIFICACIÓN:**

Los médicos intensivistas deben conocer los conceptos básicos de la fisiología materna. Las pacientes embarazadas cursan con cambios hemodinámicos adaptativos los cuales son considerados como fisiológicos. Si la paciente no los presenta cursa con complicaciones durante el embarazo, ya sea retardo en el crecimiento uterino o hipertensión asociada al embarazo. Es importante conocer los rangos hemodinámicos de variabilidad que pueden considerarse normales en la paciente embarazada a termino con un método no invasivo (bioimpedancia eléctrica torácica). Considerando que una parte de la población que llega a requerir atención en unidades de terapia intensiva son las pacientes obstétricas es conveniente evaluar la utilidad de este procedimiento en la vigilancia hemodinámica y en otros trabajos posteriores evaluar su utilidad en patologías más específicas como son pre-eclampsia severa / eclampsia, hemorragias periparto, embolia de liquido amniótico, etc.

## **MATERIAL Y METODOS:**

El protocolo de estudio se realizo en el Hospital de Gineco-Obstetricia del IMSS no. 4 "Dr. Luis Castelazo Ayala" en el periodo comprendido del 1 de mayo al 31 de agosto del 2003.

Fue un estudio prospectivo, longitudinal y descriptivo.

### **Selección de pacientes:**

Se incluyeron pacientes embarazadas a termino tomando en cuenta su fecha de ultima menstruación y examen de ultrasonido obstétrico, las cuales se encontraban hospitalizadas sin presentar trabajo de parto. Se obtuvo el consentimiento de manera verbal en cada una de ellas, ya que es un procedimiento no invasivo y no modifica la evolución natural del embarazo. Ninguna ingirió medicamentos durante el embarazo, excepto suplemento de hierro, ácido fólico y vitaminas.

### **Grupo de estudio:**

Tamaño de la muestra 33 pacientes.

### **Criterios de exclusión:**

- Pacientes con embarazo a término que presenten hipertensión arterial.
- Complicación obstétrica (desprendimiento prematuro de placenta normoinsera, sufrimiento fetal agudo).
- Pacientes con enfermedad concomitante que por si misma ocasione alteraciones hemodinámicas.
- Hipertermia.
- Parto prematuro.
- Presencia de pre-eclampsia / eclampsia.
- Choque séptico.
- Ingesta de antihipertensivos.
- Aplicación de sulfato de magnesio.
- Taquicardia mayor de 250 latidos por minuto.
- Pacientes que miden menos de 120 cm o más de estatura.
- Pacientes que pesen menos de 30 kg o más de 155kg.
- Obesidad exógena mórbida.
- Uso de drogas u otras adicciones
- Negativa de las pacientes a realizarse el estudio.

- **Obesidad exógena mórbida.**
- **Uso de drogas u otras adicciones**
- **Negativa de las pacientes a realizarse el estudio.**

#### **Criterios de Inclusión:**

- **Pacientes con embarazo normal a término.**
- **Edad gestacional de >36 a 41 semanas.**
- **Edad materna mayor de 17 años.**
- **Líquido amniótico normal.**
- **No estar en trabajo de parto.**
- **No padecer enfermedades crónico-degenerativas.**

#### **Contraindicaciones:**

- **Pacientes con uso de marcapasos.**

#### **Descripción del estudio:**

La determinación del gasto cardiaco por bioimpedancia eléctrica torácica fue obtenida por el equipo BioZ.com de CardioDynamics. Algunos parámetros se indican de acuerdo a el área de superficie corporal.

La toma de presión arterial fue con el uso de un manguito de presión no invasivo que se colocó en el antebrazo del paciente, el manguito está hecho de un material no conductor el cual se adapta al monitor del BioZ.com.

El procedimiento se realizó en la cama de la paciente en posición supina, previo consentimiento verbal.

#### **En cada sesión se midió y / o calculó:**

- 1.- **Peso corporal en Kg (PC)**
- 2.- **Estatura en cm. (TALLA)**
- 3.- **Superficie corporal (SC)**
- 4.- **Presión arterial media (PAM)**
- 5.- **Frecuencia cardiaca (FC)**
- 6.- **Gasto cardiaco (IC)**
- 7.- **Índice cardiaco (GC)**
- 8.- **Resistencia vascular sistémica (RVS)**
- 9.- **Índice de resistencia vascular sistémica (IRVS)**
- 10.- **Volumen sistólico (VS)**
- 11.- **Índice sistólico (IS)**

### **Preparación del paciente:**

**1.- El primer para iniciar una sesión de monitorización a través de bioimpedancia consiste en conectar los sensores de bioimpedancia al paciente:**

- **Se utilizaron sensores de bioimpedancia de cloruro de plata de alta calidad, con baja impedancia entre la piel y el electrodo y buenas propiedades adhesivas (los electrodos de CardioDynamics cumplen con dichos requisitos).**
- **Preparación de la piel: área cutánea limpia con alcohol y seca, antes de aplicar los sensores.**
- **Conectar los electrodos a los sensores antes de retirar la película protectora.**
- **Aplicar con el adhesivo hacia el paciente en las zonas indicadas en el diagrama (Esquema 1). Colocándose 2 electrodos a 180º uno del otro en la parte lateral del cuello y dos electrodos sensores a nivel del apéndice xifoides en la línea axilar media de lado derecho e izquierdo a 180º uno del otro. Los electrodos transmisores se colocaron adyacentes a los electrodos sensores en el mismo plano con una distancia de 5 cm. Los electrodos transmisores aplican 70MHz y 2.5mA.**
- **El gasto cardiaco por bioimpedancia eléctrica torácica se determina en cada latido cardiaco con intervalos de 30 latidos, el cual es analizado por un microprocesador integrado al equipo Bioz.com., obteniéndose las determinaciones hemodinámicas antes mencionadas.**

### **Recolección y análisis de datos:**

**Los datos recolectaron en la hoja de datos hemodinámicos que proporciona la impresora que se conecta al equipo BioZ.com. para después ser analizados.**

**El análisis de datos se hizo con medidas de tendencia central (promedio, mediana, desviación estándar)**

### **Recursos materiales:**

**Equipo de bioimpedancia eléctrica torácica Bioz.com.  
Impresora portátil.**

## RESULTADOS:

En un periodo de 3 meses se reclutaron 33 mujeres que cumplían los criterios anteriormente descritos.

Calculándose promedio, mediana y la desviación media estándar +- de: edad, semanas de embarazo, peso, talla, superficie corporal.

Así como las constantes hemodinámicas (obtenidas a través del procesador BioZ.com CardioDynamics): frecuencia cardiaca (FC), presión arterial media (PAM), gasto cardiaco (GC), índice cardiaco (IC), resistencia vascular sistémica (RVS), índice de resistencia vascular sistémica (IRVS), índice sistólico (IS) y volumen sistólico (VS).

En la tabla 1 se muestran las características de las 33 pacientes estudiadas, con un promedio en: la edad de 26.06 años (desviación estándar +- 5.2), semanas de gestación de 39 (desviación estándar +- 1.5), peso de 72,960 kg. (derivación estándar +- de 9.004), estatura de 1.56 m (derivación estándar +- 5.52) y Superficie Corporal de 1.72m<sup>2</sup> (desviación estándar 0.105)

En la tabla 2 se condensaron los resultados de las 33 pacientes de los diferentes parámetros hemodinámicos estudiados, en los cuales se observo una PAM promedio de 83.09 mmHg (desviación estándar +- 9.22). Encontrándose solo 2 pacientes que representan el 6% ligeramente por arriba de lo referido por la literatura <sup>(9)</sup>. En la grafica I se muestra el comportamiento de cada uno de las pacientes con respecto a la PS, PD y PAM.

El gasto cardiaco promedio encontrado fue de 4.74 L/min (desviación estándar +- de 0.95), así como el índice cardiaco promedio de 2.769 L/min/m<sup>2</sup> (desviación estándar de 0.525). El promedio en ambos parámetros se encontró discretamente por debajo de los estándares normales para ese tipo de pacientes (GC: 5.0-7.5L/min, IC: 3.0-4.6 L/min/m<sup>2</sup>). El 66% de las pacientes mostraron un GC bajo y el 72.7% coincidieron con un IC también bajo. La grafica II señala el GC e IC de cada una de los pacientes.

El 78 % de las RVS se encontraron en parámetros normales solo un 3% por debajo y un 18.2% ligeramente por arriba. El IRVS también se encontró en un mayor porcentaje (70%) dentro de límites normales, con un 3% bajo y un 27% aumentado. La mediana de las RVS y el IRVS fue de 1269 dinas/seg/cm<sup>3</sup> y 2225 dinas/seg/cm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> respectivamente. En la grafica III se aprecia el comportamiento de las RVS e IRVS.

La Grafica IV muestra el VS y el IS de cada mujer monitorizada. El trabajo del ventrículo izquierdo determinado por el IS y VS revelo un promedio respectivamente de 35.5ml/m<sup>2</sup> y 60.74 MI (desviación estándar +- 17 .47) con un 51.5% dentro de valores normales y un 48.5% por debajo de estos en relación al VS. Los hallazgos respecto al IS fueron muy similares.

## **DISCUSIÓN.-**

La bioimpedancia eléctrica torácica es una tecnología no invasiva que usa cambios en la conductancia eléctrica de la cavidad torácica asociada con la contracción ventricular para estimar el trabajo cardiaco latido a latido, los cambios en la bioimpedancia son usados para calcular varios parámetros hemodinámicos usando la ecuación de Sramek-Bernstein. Esta técnica a sido validada por diversos estudios con el método de termodilución, si bien algunos de estos estudios consideran que la bioimpedancia infraestima los parámetros cardiacos comparada con la termodilución, otros estudios con aparatos mas modernos han mostrado una excelente correlación <sup>(10,11)</sup>.

La PAM se encontró en un 94% normal y solo un 6% con discreta elevación. Recordando que la literatura refiere que hasta un 10% de las pacientes con embarazo a termino colocadas en decúbito supino pueden presentar el “Síndrome de hipotensión supina”, prácticamente ninguna de nuestras pacientes lo presento.

En este estudio tanto el índice cardiaco como el gasto cardiaco mostraron parámetros por debajo a lo referido en la literatura en más de la mitad de los casos (72.7% y 66% respectivamente). Coincidiendo con algunos reportes que refieren que este método subestima tanto el índice cardiaco como sus valores indexados.

Las resistencias vasculares sistémicas e indexadas tuvieron una mejor correlación con lo reportado con la literatura, al encontrarse 70% (RVS) y el 78.8% (IRVS) dentro de lo esperado, y solo un 27% y 18.2% respectivamente con ligero ascenso.

La mitad de las pacientes (51.5%) presentaron un volumen sistólico dentro de la normalidad para embarazos a termino, y la otra mitad (48.5%) por debajo. Datos que se correlacionan con la subestimación del GC e IC encontrados. Aunque una posible explicación a estos valores bajos reportados podría ser la compresión de la vena cava, también se debería haber encontrado la misma correlación con presiones arteriales con tendencia a la hipotensión (los valores reportados fueron normales >90%) por lo que no se apoya esta teoría.

## **CONCLUSIONES.-**

- **En este estudio el Gasto Cardíaco y el índice Cardíaco fueron bajos, (probablemente subestimados) en más de dos terceras partes.**
- **El volumen sistólico y el índice sistólico también mostraron una pobre correlación con lo reportado con la literatura médica, encontrándose apenas un 51.5% en parámetros esperados y en un 48.5% disminuidos (¿subestimados?).**
  
- **No se logró corroborar el estado hemodinámico fisiológico adaptativo referido en el embarazo normal a término.**
  
- **La presión arterial media mostró una mejor correlación (94% dentro de lo esperado). Ninguna de las pacientes presentó el “Síndrome de hipotensión supina”, con lo que se podría considerar que dicha posición no es deletérea como se ha argumentado.**
  
- **Las resistencias vasculares sistémicas y sus valores indexados también mostraron una buena correlación (70 y 78.8% respectivamente), a los valores reportados como normales.**
  
- **Tentativamente la técnica de bioimpedancia eléctrica torácica es un método alternativo para la valoración hemodinámica de las pacientes embarazadas, sin embargo en este estudio pareció subestimar en forma importante algunos parámetros.**
  
- **Ya que es un método no invasivo, fácilmente reproducible, que no necesita de persona experimentado y de mediciones en tiempo real, es necesario una evaluación con un grupo de estudio significativamente más importante, así como su evaluación en patologías específicas dentro del ámbito obstétrico.**

ESQUEMA 1.-

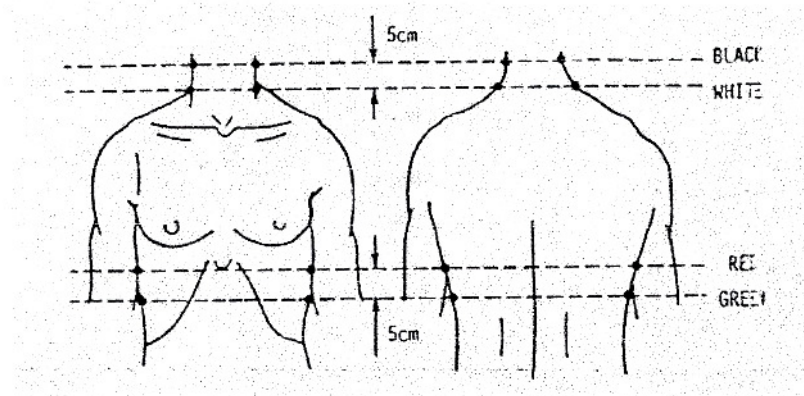


TABLA 1.-

	Promedio	Derivación estándar
EDAD .....	26.03 años	(+- 5.2)
SEMANAS GESTA .....	39 semanas	(+- 1.5)
PESO .....	72.96 kg	(+- 9.004)
ESTATURA .....	156.15 cm	(+- 5.52)
SUPERFICIE CORPORAL ....	1.72 m <sup>2</sup>	(+- 0.105)



**TABLA 2.-  
HOJA DE RECOLECCION DE DATOS HEMODINAMICOS**

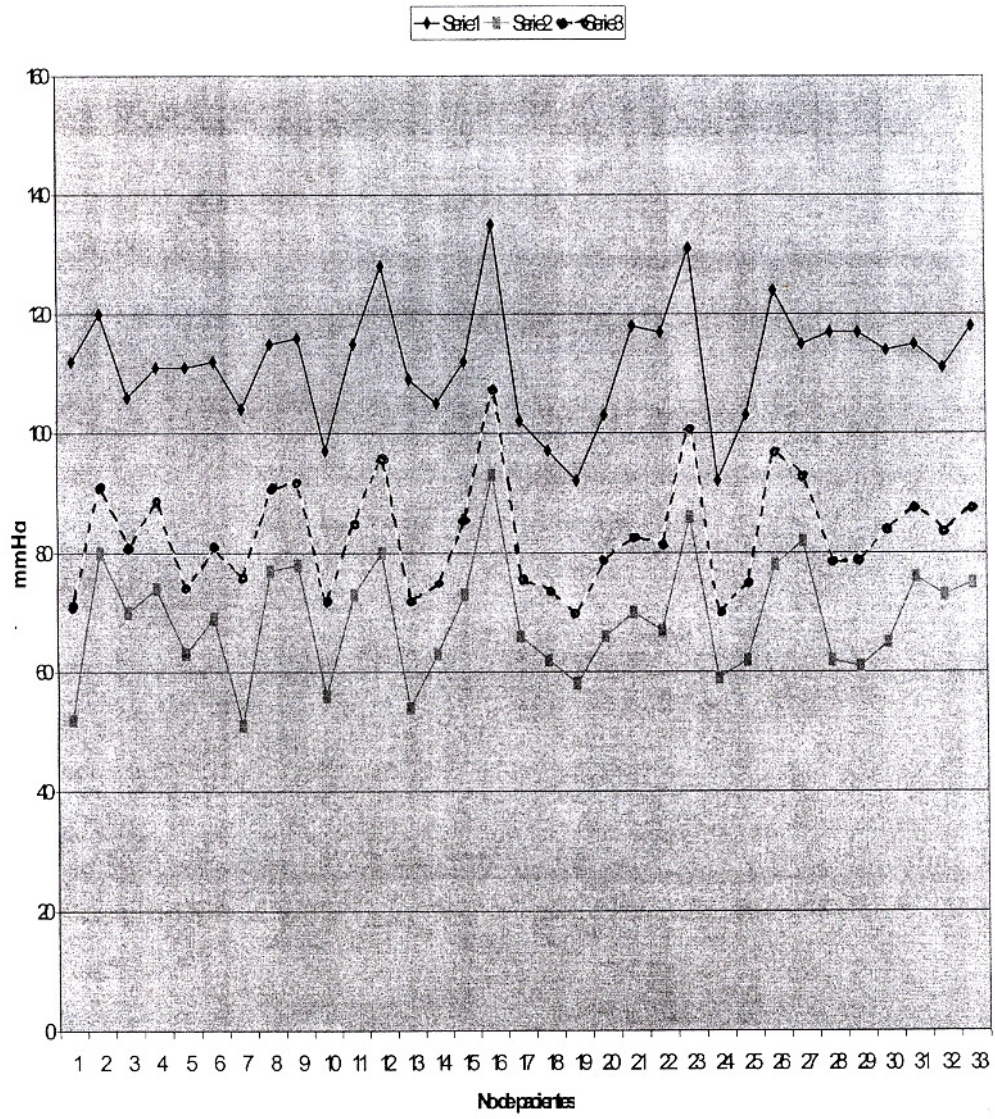
No. Paciente	EDAD	SEM.GESTA	PESO	ESTATURA	SUP. CORP:
1.-	21	40	73	163	1.79
2.-	24	38	57	148	1.5
3.-	34	40	61	150	1.56
4.-	36	41	64	143	1.54
5.-	29	39	73	154	1.71
6.-	24	37	69	160	1.72
7.-	31	39	61	155	1.6
8.-	25	42	80	153	1.77
9.-	25	40	79	152	1.76
10.-	28	37	74	150	1.69
11.-	24	36	78	158	1.8
12.-	23	40	65	156	1.65
13.-	24	40	68	153	1.66
14.-	32	38	70	158	1.72
15.-	19	40	72	160	1.75
16.-	21	37	89	150	1.83
17.-	27	38	73	165	1.8
18.-	22	38	77	152	1.74
19.-	31	36	85	149	1.59
20.-	32	39	56	150	1.5
21.-	23	41	63	157	1.63
22.-	33	38	96	155	1.94
23.-	20	37	71	165	1.78
24.-	26	40	67	160	1.7
25.-	32	39	78	158	1.8
26.-	17	41	69	153	1.67
27.-	29	39	77	164	1.84
28.-	38	37	78	155	1.77
29.-	20	38	76	165	1.83
30.-	19	36	63	164	1.69
31.-	22	38	89	155	1.87
32.-	26	39	75	163	1.81
33.-	22	40	82	160	1.85
PROMEDIO	26.03030303	38.72727273	72.969697	156.151515	1.7230303
MEDIANA	25	39	73	155.5	1.73151515
DESVIACION	5.213108173	1.53984061	9.0048526	5.5270851	0.10535192

## HOJADERECOLECCIONDEDATOSHIDINAMICOS

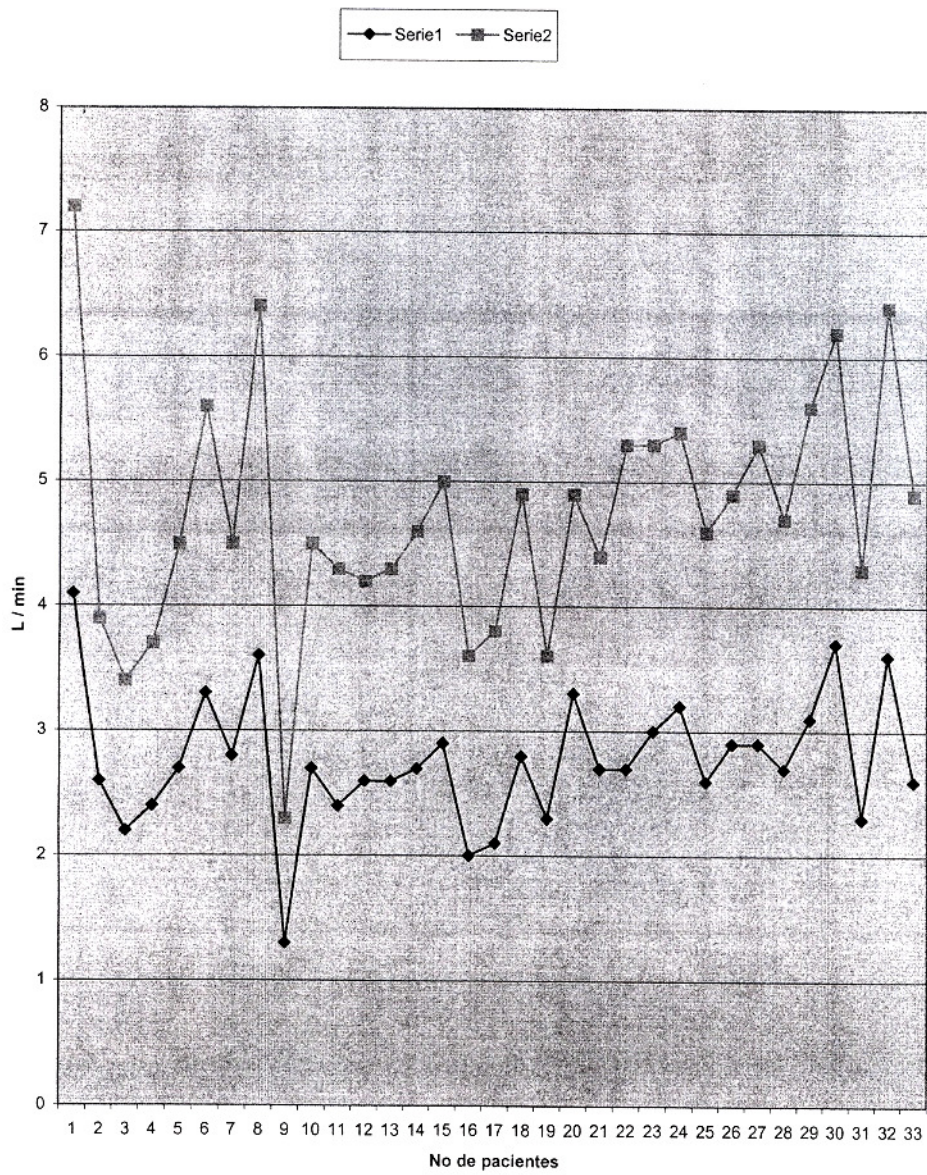
Nº Paciente	PAS	PAD	RAM	FC	I.C	GC	I.RVS	RVS	IS	VS
1-	112	52	71	76	41	72	180	719	53	95
2-	120	80	91	74	26	39	264	1760	35	52
3-	106	70	81	73	22	34	2700	1741	30	47
4-	111	74	89	66	24	37	2747	1795	36	54
5-	111	63	74	77	27	45	2051	1199	34	59
6-	112	69	81	74	33	56	1835	1086	44	76
7-	104	51	76	70	28	45	1975	1242	40	64
8-	115	77	91	54	36	64	1890	1088	67	118
9-	116	78	92	88	13	23	5349	3035	15	26
10-	97	55	72	66	27	45	1982	1161	41	69
11-	115	73	85	75	24	43	2666	1483	32	57
12-	128	80	96	55	26	42	2796	1704	47	77
13-	109	54	72	82	26	43	2032	1231	32	52
14-	105	63	75	84	27	46	2051	1199	32	55
15-	112	73	86	88	29	5	2236	1278	32	57
16-	105	98	108	65	2	36	4408	2408	23	42
17-	102	66	76	66	21	38	2663	1490	24	44
18-	97	62	74	77	28	49	1940	1121	36	63
19-	92	58	70	82	23	36	2267	1425	28	44
20-	103	66	79	75	33	49	1775	1183	44	66
21-	118	70	88	54	27	44	2259	1366	50	82
22-	117	67	82	92	27	53	2214	1147	30	58
23-	131	66	101	79	3	53	2564	1440	38	67
24-	92	59	70	98	32	54	1618	951	32	55
25-	103	62	75	72	26	46	2144	1197	36	64
26-	124	78	97	75	29	49	2487	1497	39	65
27-	115	82	98	84	29	53	2403	1313	34	63
28-	117	62	79	130	27	47	2180	1237	20	36
29-	117	61	79	78	31	56	1908	1042	39	72
30-	114	65	84	80	37	62	1888	1005	46	78
31-	115	76	88	81	23	43	2662	1525	28	53
32-	111	73	84	68	36	64	1745	970	52	95
33-	118	75	88	85	26	49	2500	1361	31	57
FROMEDIO	111.98889	68.98889	83.00000	76.33333	27.66667	47.22222	2359	1375.2222	36.33333	62.44444
MEDIANA	112	69.55556	82.5	77.5	27	46	2225	1280	35.5	60.72222
DES/ESTANDAR	97.661883	97.765315	92.240416	132.757297	0.525665	0.954066	741.51569	421.001073	10.010374	17.4755584

GRAFICA-1

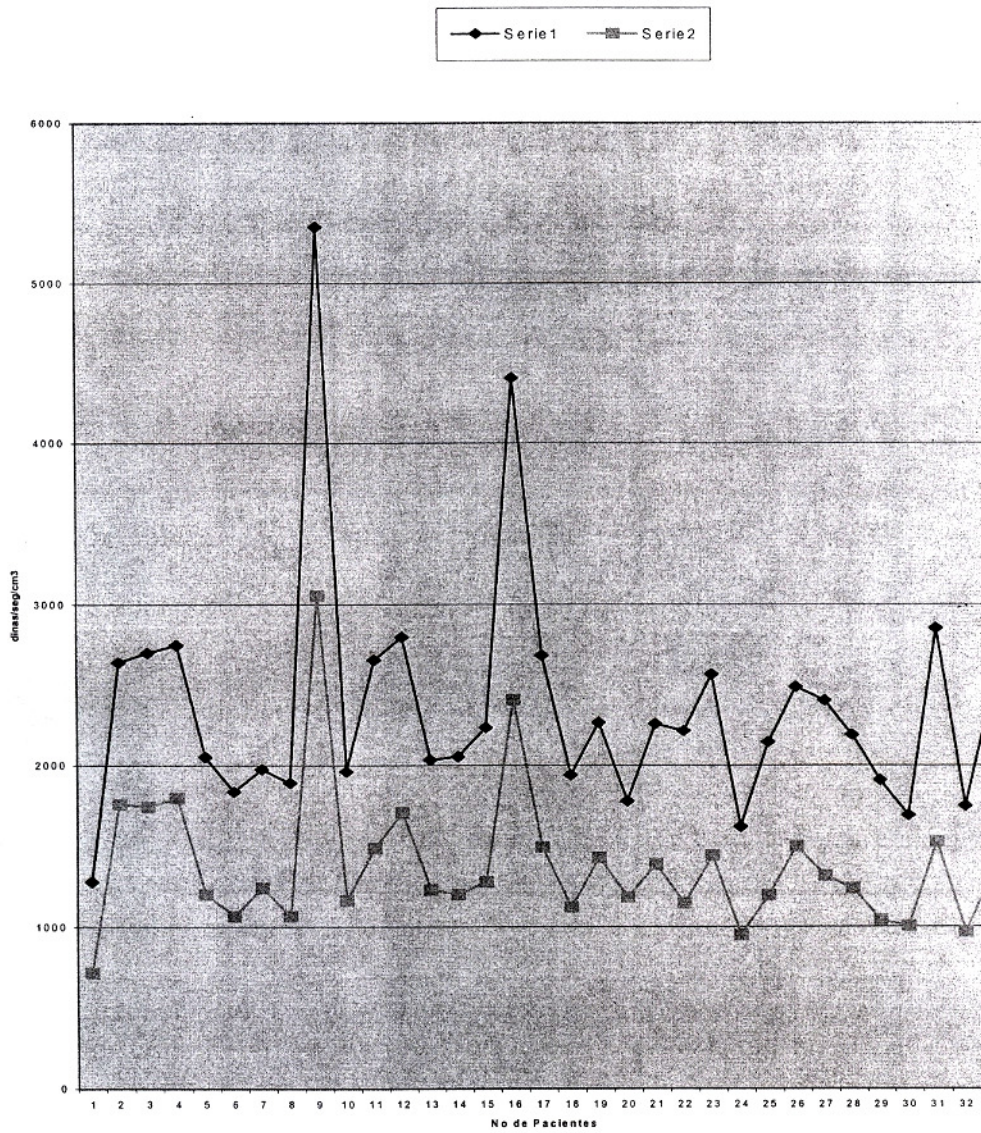
ResionSstolica(1)/Resionclatdica(2)/ResionMida(3)

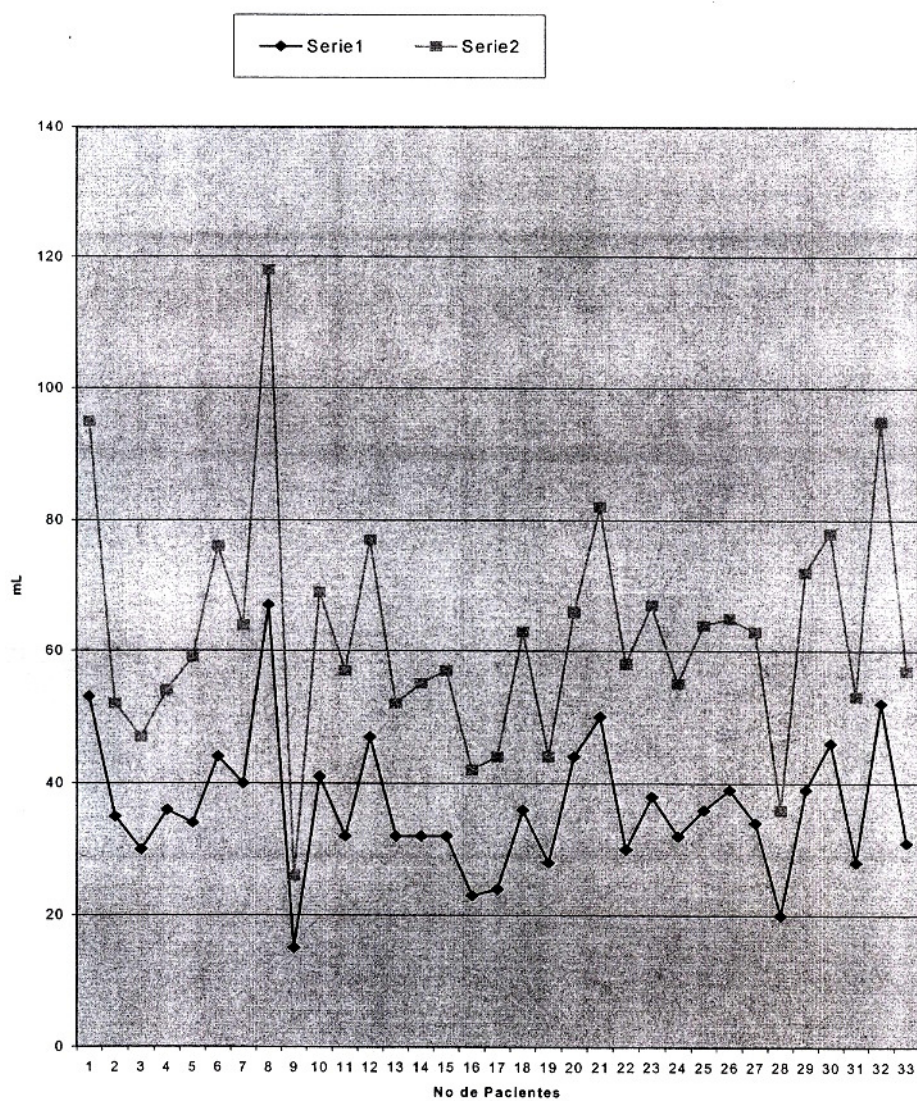


GRAFICA II.-Indice Cardiaco(L/min/m2)(1) V.S. Gasto Cardiaco (L/min) (2)



GRAFICA III.- Indice Resistencias Vasculares Sistemicas (1) V.S.  
Resistencias Vasculares Sistemicas (2)



GRAFICA IV.- Indice Sistolico (mL/m<sup>2</sup>)(1) V.S. Volumen Sistolico (mL) (2)

**BIBLIOGRAFIA.-**

- 1.- Kalpalatha K. Guntupalli MD. Critical Care Clinical. Ed. Panamericana 2004;20:4:609-616.
- 2.- Ibraim S. Mashini, MD. Serial noninvasive evaluation of cardiovascular hemodynamics during pregnancy. Am J Obstet Gynecol 1987;156:120-33.
- 3.- Donald P,MD. Continuous noninvasive real-time monitoring of stroke volume and cardiac output by thoracic electrical bioimpedance. Critical Care Medicine 1986;14:898-901.
- 4.- Valentinuzzi M.E. Bioelectrical impedance techniques in medicine. Part I: Bioimpedance measurement. First section: general concepts. Crit. Rev. Biomed Eng. 1996;24 (4-6):223-225.
- 5.- Robert M. Adriana C, Van Oppen. Thoracic electrical bioimpedance: suitable for monitoring stroke volume during pregnancy?. European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology. 1995;58:183-190.
- 6.- Carlas A, Van Oppen. A Longitudinal Study of Maternal Hemodynamics During Normal Pregnancy. Obstet Gynecol. 1996;88:40-46.
- 7.- Hirschi M Michael MD, Simultaneous comparison of thoracic bioimpedance pulse waveform-derived cardiac output with thermodilution measurement. Critical Care Medecine;28 (6);2000.
- 8.- Foley R. Michael MD. Cuidados Intensivos en Obstetricia. Panamericana; 1999:1-20.
- 9.- Gleischer Norbert MD: Tratamiento de las complicaciones clínicas del embarazo. Panamericana;2000:1061-1066.
- 10.- Clark L. Steven MD. A Comparison of Cardiac Index Normal Term Prfegancy Using Thoracic Electrical Bio-Impedance and Oxygen Extraction (Fick) Techniques. Obstet Gynecol 1994;83:669-672.