

11237

HOSPITAL DEL NIÑO  
"DR. RODOLFO NIETO PADRON"  
INSTITUCIÓN DE ASISTENCIA, ENSEÑANZA E  
INVESTIGACION  
SECRETARIA DE SALUD EN EL ESTADO  
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

---

---



TESIS DE POSGRADO  
PARA OBTENER EL TITULO DE:

**MEDICO ESPECIALISTA EN  
PEDIATRIA MEDICA**



**TITULO: VALORES DE CO<sub>2</sub> EXPIRADO POR  
CAPNOMETRIA COMPARADA CON LA PCO<sub>2</sub> POR  
GASOMETRÍA ARTERIAL EN PACIENTES  
PEDIATRICOS CRITICAMENTE ENFERMOS EN UNA  
SALA DE TERAPIA INTENSIVA**

ALUMNO: DR. JOAQUIN ARMANDO LIRA CANUL

ASESOR: DRA PRIMA E. GOMEZ HERNANDEZ  
JEFA DETERAPIA INTENSIVA



 0351196

Villahermosa, Tabasco. Septiembre de 2004



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.

**HOSPITAL DEL NIÑO  
"DR. RODOLFO NIETO PADRON"  
INSTITUCIÓN DE ASISTENCIA, ENSEÑANZA E  
INVESTIGACION  
SECRETARIA DE SALUD EN EL ESTADO  
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

---

---

**TESIS DE POSGRADO  
PARA OBTENER EL TITULO DE:**

**MEDICO ESPECIALISTA EN  
PEDIATRIA MEDICA**

**TITULO: VALORES DE CO<sub>2</sub> EXPIRADO POR MEDIO  
DE CAPNOMETRIA COMPARADA CON LA PCO<sub>2</sub>  
OBTENIDO POR GASOMETRÍA EN PACIENTES  
PEDIATRICOS CRITICAMENTE ENFERMOS EN UNA  
SALA DE TERAPIA INTENSIVA**

**ALUMNO: DR. JOQUIN ARMANDO LIRA CANUL**

**ASESOR: DRA. PRIMA E. GOMEZ HERNANDEZ  
JEFA DETEPIA INTENSIVA**

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo recepcional  
NOMBRE: DR. JOAQUIN ARMANDO LIRA CANUL  
FECHA: 23 SEPTIEMBRE 2004  
FIRMA \_\_\_\_\_

Villahermosa, Tabasco. Septiembre de 2004





SECRETARIA DE SALUD

**HOSPITAL DEL NIÑO "DR. RODOLFO NIETO PADRÓN"**  
INSTITUCIÓN DE ASISTENCIA, ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN  
GOBIERNO DEL ESTADO DE TABASCO  
Av. Gregorio Méndez Magaña # 2832 Col. Atasta C.P. 86100  
Tels. 3 51-10-90, 3 51-10-55 Ext. 1036 y 1018 Fax. 3 51-10-78  
ENSEÑANZA



Oficio No. HN/JE/1568/2004.

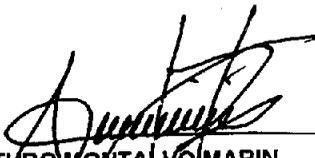
Villahermosa, Tabasco, Septiembre 23 de 2004.

**DR. LEOBARDO C. RUIZ PEREZ**  
JEFE DE LA SUBDIVISION DE ESPECIALIZACIONES MÉDICAS  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACION  
FACULTAD DE MEDICINA  
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Comunicamos a usted la conclusión de Tesis "VALORES DE CO<sub>2</sub> EXPIRADO POR MEDIO DE CAPNOMETRIA COMPARADA CON LA PCO<sub>2</sub> OBTENIDO POR GASOMETRIA EN PACIENTES PEDIATRICOS CRITICAMENTE ENFERMOS EN UNA SALA DE TERAPIA INTENSIVA", sustentada por el DR. JOAQUIN ARMANDO LIRA CANUL, por lo que se autoriza para los fines y trámites correspondientes para la titulación en la Especialidad de PEDIATRÍA MÉDICA, ante esa Universidad Nacional Autónoma de México.

Sin otro particular, nos despedimos de usted.

ATENTAMENTE

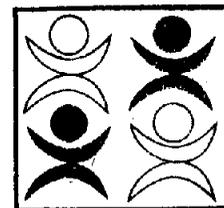
  
DR. ARTURO MONTALVO MARIN  
DIRECTOR GENERAL

  
DR. SERGIO DE JESUS ROMERO TAPIA  
JEFE DE ENSEÑANZA

  
DRA. PRIMA ESMERALDA GOMEZ HERNANDEZ  
ASESOR DE TESIS

HOSPITAL DEL NIÑO  
"DR. RODOLFO NIETO PADRÓN"  
JEFATURA DE ENSEÑANZA

  
SUBDIVISION DE ESPECIALIZACIONES  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
FACULTAD DE MEDICINA  
U.N.A.M.



AV GREGORIO MÉNDEZ  
MAGAÑA # 2832  
COL ATASTA  
VILLAHERMOSA TAB

DR. SJURT\*LICJLR\*

**La donación de órganos...**

*Una esperanza de vida*



## DEDICATORIA

**A MIS PADRES.** Quienes me han apoyado en todo momento en las decisiones mas importantes de mi vida y que han estado conmigo en las buenas y las malas para confortarme y continuar después de haber caído.

**A MI ESPOSA Y HIJA.** Quienes han compartido y aguantado mis ausencias así como mis logros y derrotas, gracias.

**A MI HOSPITAL DEL NIÑO RODOLFO NIETO PADRON.** En donde encontré una rica fuente de saber y en el que pase la mayor parte de estos 3 años, el cual ya siento como mi segunda casa y al que espero regresar.

**A MIS MAESTROS:** Quienes se encargaron de cultivar de diferentes maneras mi formación como pediatra ,y por lo cual estoy muy agradecido.

**EN ESPECIAL A LA DRA ESMERALDA:** Quien nos ha apoyado siempre y nos ha dado el valor que nos faltaba para llegar a nuestra meta tan ansiada ser pediatras.

**A MIS GRANDES COMPAÑEROS DE GENERACION.** Con quienes compartí estos años de mi vida, y que compartieron nuestras penas, apuros y dificultades, pero que al fin vemos cristalizarse nuestros anhelos.

## INDICE

I	RESUMEN	6
II	ANTECEDENTES	7
III	MARCO TEORICO	9
V	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	23
VI	OBJETIVOS	24
VII	METAS	24
VIII	METODOLOGIA	25
	Tipo de estudio	
	Unidad de observación	
	Universo de trabajo	
	Cálculo de muestra y sistema de muestreo	
	Definición de variables	
	Criterios y estrategias de trabajo clínico	
	Instrumentos de medición y técnicas	
	Criterios de inclusión	
	Criterios de exclusión	
	Métodos de recolección, base de datos	
	Análisis estadístico	
	Consideraciones éticas	
IX	RESULTADOS	29
X	DISCUSION	32
XI	CONCLUSIONES	34
XII	BIBLIOGRAFIA	35
XIII	ORGANIZACIÓN	37
XIV	EXTENSION	37
XV	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	38
XVI	ANEXOS	40

## RESUMEN

**ANTECEDENTES:** La medición de CO<sub>2</sub> en gases respiratorios fue por primera vez realizada en 1865 usando los principios de absorción infrarroja. La Capnografía se desarrolló en 1943 y se presentó a la práctica clínica en los inicios de 1950. Se han realizado diferentes estudios para validar su uso uno de ellos es el realizado de enero a abril de 1993 por THOMAS J. ABRAMO en el cual se estudiaron un total de 58 pacientes sin compromiso cardiopulmonar a los cuales se les midió el CO<sub>2</sub> por medio de capnometría de flujo lateral así como por medio de gasometría capilar encontrando una mínima diferencia en los valores obtenidos por los dos métodos (  $p > .001$  )

**OBJETIVO GENERAL:** Comparar los niveles de CO<sub>2</sub> expirado obtenido por capnometría y el PCO<sub>2</sub> obtenido por gasometría arterial central, como aplicación clínica en el manejo del paciente pediátrico críticamente enfermo.

**MATERIAL Y METODO:** 20 pacientes de la terapia intensiva pediátrica en un periodo comprendido de julio a septiembre de 2004. se midió la concentración de CO<sub>2</sub> por medio capnometría y de gasometría, se recolectaron los datos en una hoja diseñada para este fin en el programa de Word para windows, el procesamiento de los mismos se realizó en el programa Excell, para windows, obteniéndose datos estadísticos como frecuencia y porcentajes.

**RESULTADOS:** En los 20 pacientes estudiados se observó que la mayoría son del sexo masculino (60%) y que las edades mas frecuentes fueron los menores de 5 años (40%), se observaron diferencias no significativas en cuanto a los valores obtenidos por ambos métodos, solo se observa diferencia en los valores de ingreso, y en los pacientes con frecuencias respiratorias alta ( mayores de 35) que fue de 6 mmHg por arriba de la reportada en la bibliografía.

**CONCLUSIONES:** El método de medición de CO<sub>2</sub> por capnometría es un medio útil que nos podría apoyar en los casos en que no contemos con otro medios de medición, así como de que se debe de usar con reserva en aquellos pacientes con afección pulmonar grave o aquellos con ventilación mecánica excesiva pero en general se puede observar una buena relación entre los valores que se pueden obtener por métodos invasivos. Sin embargo no reemplaza a éstos en el manejo de los pacientes críticos

## ANTECEDENTES

La medición de  $\text{CO}_2$  en gases respiratorios fue por primera vez realizada en 1865 usando los principios de absorción infrarroja. La Capnografía se desarrolló en 1943 y se presentó a la práctica clínica en los inicios de 1950. <sup>(1,2)</sup>

La capnometría es considerada como el estándar en la monitorización en las salas de operaciones así como en las salas de cuidados intensivos en los pacientes con intubación endotraqueal <sup>(1,3)</sup>.

Se han realizado diferentes estudios para validar su uso uno de ellos es el realizado de enero a abril de 1993 por **THOMAS J. ABRAMO** en el cual se estudiaron un total de 58 pacientes sin compromiso cardiopulmonar a los cuales se les midió el  $\text{CO}_2$  por medio de capnometría de flujo lateral así como por medio de gasometría capilar encontrando una mínima diferencia en los valores obtenidos por los dos métodos (  $p > .001$  ) <sup>(4)</sup>

En agosto de 1988 a abril del 1999, en el hospital Kosair Children's Hospital. En los cuales se midió el valor de  $\text{PCO}_2$  por capnometría así como el  $\text{PCO}_2$  por gasometría, en el cual los resultados no fueron como se esperaban ya que no se encontró una relación de afinidad entre la medición de los valores de  $\text{PCO}_2$  expirado y la  $\text{Pa CO}_2$ , <sup>(5)</sup> en otro estudio realizado en la sala de emergencias del centro medico del sureste de West Texas, en el cual se estudiaron un total de 58 pacientes con intubación endotraqueal de enero a abril de 1993 en los cuales se demostró la relación de valores similares entre los valores de  $\text{CO}_2$  arterial con los valores obtenidos por capnometría <sup>(6)</sup> en un estudio realizado por Thomas J. Abramo y col. En el mismo centro

asistencial en 165 pacientes con intubación endotraqueal de enero de 1993 a junio de 1995 demostraron una correlación significativa entre los valores obtenidos por capnometria y los obtenidos estudios de muestras sanguíneas <sup>(7)</sup>. En 1997 Tomas Abramo y robert A. Wiebe realizaron un estudio en 105 pacientes que acudieron a la sala de emergencias del centro médico infantil de Dallas con la presencia de crisis convulsivas o en periodo postictal, encontrando una correlación significativa ( $r^2 = 0.97$ ;  $p < .001$ ) entre el CO<sub>2</sub> espirado total y la presión parcial de CO<sub>2</sub> arterial <sup>(8)</sup>. En nuestro hospital con la introducción de nueva tecnología en la sala de cuidados intensivos es de interés de validar el uso rutinario de la misma para el mayor beneficio de nuestros pacientes ya que no se cuenta con experiencia propia en el Uso de la nueva tecnología.

## MARCO TEORICO

El bióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) es un producto final del metabolismo celular, por esta razón, se está produciendo constantemente en el interior de las células. Sin embargo, la presión de este gas dentro de ellas se mantiene constante, en 46 mm Hg, debido a que, con la misma velocidad con que se produce es eliminado de las células al espacio intersticial. La salida del  $\text{CO}_2$  de las células se debe a que, mientras la presión de este gas en el espacio intracelular es de 46 mm Hg, fuera de ellas es de 45 mm Hg, creándose un gradiente de presión de 1 mm Hg, por el cual el  $\text{CO}_2$  difunde hacia el exterior de las células. En tanto que, en las arteriolas la presión de  $\text{CO}_2$  ( $\text{Pa CO}_2$ ) es de 40 mm Hg, estableciéndose otro gradiente de presión entre el espacio intersticial y las arteriolas, haciendo que el  $\text{CO}_2$ , difunda desde el espacio intersticial hacia la sangre que recorre el vaso sanguíneo, dando como consecuencia que el  $\text{CO}_2$  en el capilar tisular alcance una presión de 45 mm Hg; con esta presión venosa de  $\text{CO}_2$  llega la sangre al corazón derecho. Posteriormente el ventrículo derecho la envía a las arterias pulmonares, para que, a nivel de la membrana alveolo-capilar el  $\text{CO}_2$  difunda hacia los alveolos, en donde la presión ( $\text{PA CO}_2$ ) es también de 40 mm Hg, produciéndose otro gradiente de presión entre la sangre del capilar pulmonar y el espacio alveolar. Inmediatamente el  $\text{CO}_2$  es expulsado de los alveolos a la atmósfera durante la espiración <sup>( 12,14 )</sup>

Existen diversos métodos para la medición del  $\text{CO}_2$  tanto invasivos como no invasivos, como son la medición de  $\text{CO}_2$  por capnometría, por medio de muestras sanguíneas ( gasometrías ) así como de la medición trans cutánea

del mismo, a continuación se hablará de la capnometría y la gasometría como métodos que nos interesan en este estudio <sup>(9,2)</sup>

La capnometría se fundamenta en el principio de que la concentración alta de CO<sub>2</sub> tomados del circuito respiratorio representa la concentración alveolar de CO<sub>2</sub> la cual debe ser también cercana a la concentración de CO<sub>2</sub> arterial.<sup>(2)</sup>

En los sujetos enfermos la presión de CO<sub>2</sub> por capnometría es menor en 1 mm HG que la presión de CO<sub>2</sub> obtenida por gasometría <sup>(13)</sup>

Se llama capnometría cuando esta se recoge de forma grafica, la medición se realiza por medio de los rayos infrarrojos. En las ultimas dos décadas se perfeccionó la tecnología para su medición, lo que genero una gran promoción de este método para la monitorización no invasiva del CO<sub>2</sub> en los gases espirados <sup>(7,9,10)</sup>

### **FUNDAMENTOS DE LA CAPNOGRAFIA.**

El aire que espiramos tiene unas concentraciones de CO<sub>2</sub> ínfimas, por lo que en la práctica su valor se considera de cero, por el contrario sus concentraciones en el aire espirado son mesurables y varia a lo largo de la espiración de acuerdo a diferentes circunstancias. <sup>(10)</sup>

La fisiología de la producción y eliminación del CO<sub>2</sub> nos facilita la interpretación de la capnografía <sup>(1,9,10)</sup>

Se genera a nivel tisular: como consecuencia de la actividad metabólica de la célula, variando su producción de acuerdo a la situación metabólica y a las variables que sobre ella actúan: actividad física, temperatura corporal, existencia de escalofríos o convulsiones, etc. <sup>(7,9,10)</sup>

Se transporta por la sangre venosa: desde los tejidos al pulmón, variando este transporte en función de la hemodinámica ( gasto cardiaco) <sup>(7)</sup>

Se elimina a nivel pulmonar: de acuerdo al intercambio de gases a ese nivel: relación AV/Qp, tiempo constante de las diferentes unidades alveolares, situación de la vía aérea y concentración del O<sub>2</sub> que se respire ( efecto Haldane). En la producción y eliminación del CO<sub>2</sub> también se deben de considerar otros tipos de circunstancias como pueden ser: aporte exógeno de CO<sub>2</sub>, de cualquier etiología como por ejemplo por perfusión intravenosa de bicarbonato Na, o en los pacientes críticos, la entrada de CO<sub>2</sub> por absorción desde la cavidad peritoneal, tras una laparotomía exploradora o la ventilación mecánica especial con niveles altos de CO<sub>2</sub>. las alteraciones que se produzcan a cualquier nivel de todo este conjunto de factores se traducirá en variaciones del capnograma, muchas de las cuales tienen unas características específicas que pueden ser reconocidas en el mismo con cierta facilidad. <sup>(7,11)</sup>

#### **METODOS DE MEDICION DEL CO<sub>2</sub>.**

Disponemos de dos métodos físicos de medición del CO<sub>2</sub> espectrometría por infrarrojo y espectrometría de masas. El método de infrarrojos identifica al CO<sub>2</sub> por sus características de absorción y, como hemos referido anteriormente, ha tenido en tiempos recientes tal desarrollo tecnológico, que ha permitido su fácil aplicación, clínica en la cabecera del paciente a un costo razonable, la espectrometría de masas identifica las moléculas de gas por su relación carga /masa , tiene grandes ventajas unas de las cuales es la posibilidad de poder medir simultáneamente los diferentes gases contenidos en el gas espirado, sin embargo su utilización clínica es muy laboriosa y su costo muy elevado. <sup>(7,9,12)</sup>

## TECNICA DE MEDICION DEL CAPNOGRAMA.

Hay dos técnicas para la medición del CO<sub>2</sub> por infrarrojo: la medición interna en el circuito ( tomada directamente en el circuito del respirador ) y la medición externa al mismo, extrayendo los gases desde el circuito respiratorio hasta el monitor de CO<sub>2</sub> exterior.<sup>(7,9)</sup>

En el primer sistema la cámara de medición se intercala dentro del circuito respirador- paciente, entre el tubo en T y el tubo endotraqueal al pasar los gases respiratorios a su través, los rayos infrarrojos analizan su contenido de CO<sub>2</sub>, tienen la ventaja de la medición directa "in situ" eliminando el decolaje de tiempo existente en el otro sistema el analizador debe de estar caliente para evitar la condensación del vapor de agua en el circuito respiratorio.<sup>(10)</sup>

Los capnógrafos de medición externa al circuito analizan los gases respiratorios tomándolos al mismo nivel del circuito respiratorio que en el modelo anterior mediante una toma lateral con una conexión en T y un sistema de aspiración constante que lleva parte del volumen tidal hasta el analizador.<sup>(10)</sup>

La capnografía se puede recoger de dos formas: en fase rápida es el registro continuo de CO<sub>2</sub> en los gases respiratorios, dibuja una curva característica. En la respiración normal, con la inspiración entra aire carente de CO<sub>2</sub> por lo que la grafica se mantiene en 0, al comenzar la espiración, la primera porción de gas exalado corresponde al espacio muerto anatómico que contiene mínima cantidad de CO<sub>2</sub> por lo que la curva inicia levemente su elevación, al progresar la expiración, comienza a salir el gas correspondiente al espacio muerto fisiológico y a los alvéolos de vaciamiento mas rápido provocando un ascenso muy vertical de la curva del capnograma, por ultimo se

produce la salida de la mezcla de gas alveolar, que representa el conjunto de todos los alvéolos, los de VA/QP, altas y bajas y los de diferentes tiempos constantes, que al mezclarse entre sí se autocompensan, dando una línea lenta y progresivamente ascendente o plana, al iniciar una nueva inspiración con la entrada de aire fresco, los valores del CO<sub>2</sub> vuelven a caer a su valor de cero. (7,10)

La curva del capnograma se puede representar también por las mismas letras que las del ECG, puestas en la misma secuencia. El punto R indica el valor más alto de la curva, representa la concentración del CO<sub>2</sub> al término de la espiración (al final del volumen tidal: PF/CO<sub>2</sub>), y expresa la concentración del CO<sub>2</sub> a nivel alveolar. Normalmente, la Pe-CO<sub>2</sub> tiene unos valores inferiores a los de la PaCO<sub>2</sub> debido a la contaminación del espacio muerto fisiológico (VD) pero otras veces puede coincidir o incluso ser superior. Para valorar esta relación se ha propuesto el gradiente entre la PaCO<sub>2</sub> y el P CO<sub>2</sub> máxima de la espiración. (6,10)

El valor medio de la PCO<sub>2</sub> en el gas espirado se representa por PECO<sub>2</sub> y tiene enorme interés en fisiología pulmonar, al constituir uno de los datos a considerar en el cálculo de la relación VD/VT, de tanta importancia en el estudio de la fisiopatología pulmonar. (10)

### **Morfología de la curva**

Como hemos comentado, los diferentes componentes de la curva del capnograma expresan las sucesivas fases de la espiración. Por lo tanto, la curva del capnograma es un reflejo fiel de la situación del pulmón. Existen diferentes patrones morfológicos específicos para los distintos síndromes pulmonares:

- Patología obstructiva: Al tener una espiración alargada, presenta una curva aplanada, en la que se diferencian mal las fases II y III. Si existe enfisema, el capnograma se ve recortado a un nivel bajo, y si forzamos la espiración, se prolongará hasta obtener un valor más alto, mas cercano a su equivalente de  $\text{PaCO}_2$ .<sup>(10,7,13)</sup>
- Patología restrictiva: Repercute fundamentalmente sobre la fase III, en la que se puede observar una meseta hendida.
- Principal característica del re-breathing: La línea basal nunca baja hasta el nivel cero, permaneciendo por encima de este valor.
- Oscilaciones cardiogénicas: Caracterizadas por pequeños movimientos ondulares sobre la línea del capnograma, expresan las contracciones del corazón y de los grandes vasos intratorácicos. Se pueden observar con cierta frecuencia.
- Capnograma con onda dicota: Se puede ver en cuadros en los que la ventilación no es sincrónica entre ambos pulmones o entre el paciente y el respirador; por ejemplo, cuando el paciente tiene una ventilación pulmonar asimétrica por obstrucción unilateral o durante la IMV, cuando paciente y respirador no van sincronizados.<sup>(14)</sup>

### **En fase lenta**

Al recoger el capnograma a muy baja velocidad, sus valores máximos y mínimos nos delimitan unos perfiles de gran interés, que expresan las tendencias de la ventilación. A esta velocidad, los datos respiratorios ceden parte de su interés en favor de los otros componentes implicados en la capnografía: los componentes metabólico, hemodinámico y exógeno. Tiene un

enorme interés en la monitorización específica de la hiperventilación, en los cuadros de shock, bajo gasto cardíaco, RCP, etc. <sup>(10)</sup>

#### Datos derivados de la capnografía

De los datos directos proporcionados por la capnografía se pueden obtener otros de indudable valor clínico; entre ellos destacamos:

##### Gradiente $\text{PaCO}_2\text{-PCO}_2$ espirada máxima (PE- $\text{CO}_2$ )

Expresa la diferencia entre la  $\text{PaCO}_2$  y el valor máximo de la  $\text{PCO}_2$  a nivel alveolar. Como hemos referido, en condiciones de normalidad pulmonar, es siempre positivo en 2-3 mmHg. Ello es debido a la relación global VA/QP inferior a uno (0,8), que, al contener un espacio muerto fisiológico, reduce el valor de la  $\text{PECO}_2$ . El gradiente  $\text{PaCO}_2\text{-PECO}_2$  constituye uno de los parámetros más significativos de una relación VA/QP inadecuada. No siempre es constante, variando de un paciente a otro, según su patología e incluso en un mismo paciente varía según evolucione la situación fisiopatológica de su pulmón. <sup>(7,10,14)</sup>

Los valores del gradiente  $\text{PaCO}_2\text{-PECO}_2$  se correlacionan muy bien con el VRVT. Por el contrario, el shunt derecha-izquierda intrapulmonar no le afecta hasta que no supera valores superiores al 20%. Es decir, el gradiente  $\text{PaCO}_2\text{-PECO}_2$  expresa fundamentalmente las variaciones del espacio muerto pulmonar. <sup>(7,14)</sup>

##### Índice PE- $\text{CO}_2$ / $\text{PaCO}_2$

El gradiente  $\text{PaCO}_2\text{-PE CO}_2$  nos informa sobre la diferencia cuantitativa entre estos dos valores: sin embargo, una diferencia determinada tiene distinta significación según el nivel de  $\text{PaCO}_2$  sobre el que se produzca; así no representa igual severidad un gradiente  $\text{PaCO}_2\text{-PE CO}_2$  de 4 mmHg sobre una

PaCO<sub>2</sub> de 42 mmHg. Para obviar esta diferencia se acudió al índice PE CO<sub>2</sub>/PaCO<sub>2</sub>. Su significación es similar a la del gradiente PaCO<sub>2</sub>-PE CO<sub>2</sub> antes comentado, del que no tiene en cuenta los niveles de PaCO<sub>2</sub> del paciente. (7,14)

### **VD/VT**

El cálculo de la relación entre el espacio muerto fisiológico y el volumen tidal precisa inexorablemente del conocimiento del valor de la mezcla espirada de PCO<sub>2</sub>. Es un parámetro de suma importancia en la patología pulmonar aguda que se obtiene mediante la capnografía. (14)

### **Aspectos metabólicos del CO<sub>2</sub> espirado**

Aparte de toda la información fisiopatológica respiratoria de la capnografía, el conocimiento de la eliminación global del CO<sub>2</sub> tiene una muy importante función metabólica en la calorimetría indirecta

### **Aplicación clínica en el niño críticamente enfermo**

La utilización clínica de la capnografía en los pacientes críticos tiene una utilidad progresiva que le viene de su doble carácter de: técnica no invasiva de registro continuo (en pantalla o sobre papel). Si bien la PaCO<sub>2</sub> tiene la virtud de darnos un dato global de la eficacia del pulmón en la ventilación alveolar, tiene también la doble limitación de su discontinuidad, mostrándonos valores puntuales, no continuos, separados en el tiempo, y de no informarnos nada sobre las características fisiopatológicas del pulmón. Por el contrario, la capnografía nos informa ininterrumpidamente sobre la evolución de la PE CO<sub>2</sub> y, a través de su morfología, de las características fisiopatológicas "globales" de los pulmones.

(4.7)

Sin embargo, no todo es tan sencillo; la capnografía, al ser expresión de tantos componentes, está limitada por los cambios que se puedan producir en cada uno de ellos; así, se ve influenciada por cambios en la producción endógena de  $\text{PCO}_2$  (hiper-hipotermia, convulsiones, etc.); en el transporte a los pulmones (PCR, shock, S. de bajo gasto, hipovolemia etc.); en su eliminación pulmonar (patología pulmonar); con el aporte exógeno al organismo de compuestos generadores de anhídrico carbónico (bicarbonato, etc.). Todo ello hace que su interpretación sea más compleja que, por ejemplo, la de la  $\text{PaCO}_2$ , no obstante, en muchas ocasiones, la información que aporta puede resultar muy útil y práctica. <sup>(11)</sup>

### **Utilidad clínica demostrada**

La capnografía ha demostrado su utilidad práctica en diferentes situaciones clínicas. <sup>(1,2,5)</sup>

### **Intubación esofágica**

Ante la sospecha de una intubación en el esófago, la capnografía es un método fácil y rápido para diagnosticarla. En el supuesto de que el tubo endotraqueal esté localizado en el esófago, la concentración de  $\text{PE CO}_2$  cae a valor cero en unas pocas respiraciones. Igualmente, la capnografía es útil para conseguir una posición correcta de los tubos endotraqueales de doble luz para la ventilación pulmonar diferencial.

Igualmente permite ahorrar la radiografía para el diagnóstico diferencial de defecto en la posición del tubo endotraqueal. <sup>(7,10,13)</sup>

## **Embolismo pulmonar**

En el embolismo pulmonar, el gradiente  $\text{PaCO}_2$ - $\text{PE-CO}_2$  aumenta rápidamente, al incrementarse el espacio muerto fisiológico. Esta indicación es especialmente importante durante la anestesia. <sup>(1,10)</sup>

## **Patología obstructiva pulmonar**

En esta patología, el gradiente  $\text{PaCO}_2$ - $\text{PE CO}_2$  aumenta y la curva del capnograma se aplana. Si en esta situación se prolonga al máximo la espiración, la  $\text{PE CO}_2$  se incrementa, reduciendo el gradiente  $\text{PaCO}_2$ - $\text{PE CO}_2$ .

La capnografía puede ser un parámetro útil en el seguimiento de los procesos obstructivos agudos, como el estado asmático, orientándonos sobre la eficacia de la medicación broncodilatadora y/o de la ventilación mecánica del paciente, cuando ésta se aplica. <sup>(10)</sup>

## **Parada cardiorrespiratoria**

La PCR se acompaña de una caída brusca de la concentración del  $\text{CO}_2$  espirado. Se ha demostrado que, con las maniobras de RCP (el masaje cardíaco), al aumentar la perfusión pulmonar aumenta el aporte de  $\text{CO}_2$  a los pulmones; si consideramos que la ventilación pulmonar se mantiene constante, la eliminación de  $\text{CO}_2$  en la espiración durante la RCP expresará el grado de perfusión pulmonar y, por tanto, el grado de recuperación hemodinámica. Algunos autores consideran que ese método es más expresivo que la palpación de los pulsos arteriales, y actúa como predictor de la eficacia y del éxito de las maniobras de RCP.

Igualmente debemos recordar que, durante la parada cardíaca, el  $\text{CO}_2$  se acumula y aumenta su concentración en el lado venoso y dado que

mantenemos artificialmente la ventilación pulmonar, la PaCO<sub>2</sub> disminuye, enmascarando la auténtica situación, dándonos una visión errónea y optimista de la situación gasométrica del paciente. Al mejorar la hemodinámica con la RCP y llegar la sangre al pulmón, se produce la eliminación del CO<sub>2</sub> a su través, y como hemos referido sus niveles son más representativos de la situación ácido-base del paciente que los propios valores arteriales. <sup>(13)</sup>

### **Utilidad clínica en estudio**

#### **Ventilación mecánica**

La capnografía durante la ventilación mecánica tiene algunas limitaciones:

- El volumen tidal durante la ventilación mecánica es más elevado que durante la respiración espontánea, generando un incremento del espacio muerto fisiológico.
- El incremento de presión intratorácica media (PIM) al interferir con la hemodinámica también lo hace con la eliminación del CO<sub>2</sub>
- Las diferentes modalidades ventilatorias condicionan en sí mismas cambios en el capnograma acordes con sus propias características mecánicas, que hacen difícil su interpretación. <sup>(2)</sup>

Los parámetros de la ventiloterapia que tienen más influencia en el capnograma son: el volumen tidal, la PEEP, la presión máxima (presión pico) y la PIM, la existencia de soporte de presión y el componente de respiración espontánea, en las modalidades en las que ésta exista (IMV, MMV, etc.). En teoría, también tiene influencia la FiO<sub>2</sub> en valores altos (efectos Haldane), si bien pocos autores la comentan. <sup>(2,7,10)</sup>

A pesar de las limitaciones comentadas, la capnografía en fase lenta (tendencia) tiene utilidad para el control de la ventilación mecánica en el paciente con patología pulmonar estabilizada, en donde los perfiles del capnograma nos aseguran que la evolución respiratoria se mantiene estable.

Se ha propuesto la utilización del gradiente  $PaCO_2$ - $PECO_2$  para la cuantificación de los niveles de PEEP en el SDRA. Para algunos autores, este gradiente constituye un medio de gran valor para la consecución del nivel de PEEP óptimo. Parece ser que su utilidad máxima se centra en los pacientes con un punto de inflexión inicial en sus curvas de presión-volumen, indicativa de apertura alveolar en situaciones de volumen pulmonar bajo, en la fase inicial del SDRA. Igualmente la medición de la  $PaCO_2$  es muy útil durante el destete del respirador, principalmente cuando se asocia con la medición simultánea de la saturación cutánea del  $O_2$  (pulsioxímetro-capnógrafo).<sup>(10)</sup>

En todas estas situaciones podemos utilizar la capnografía en barrido rápido o lento (tendencia): de acuerdo a las características clínicas de cada indicación, daremos preferencia a una u otra forma de registro.

#### **Otros parámetros derivados: calorimetría indirecta**

La medición del consumo de  $O_2$  ( $VO_2$ ) y de la producción de  $CO_2$  ( $VCO_2$ ) por unidad de tiempo permite el cálculo del consumo energético del paciente por calorimetría indirecta. Aunque este cálculo utiliza la medición de los gases respiratorios, su contenido fisiológico es esencialmente metabólico con gran trascendencia sobre la nutrición adecuada del paciente.<sup>(1,7)</sup>

La gasometría es un método invasivo que consiste en la medición de los gases a partir de una muestra de sangre tomada con anticoagulante y procesada por medio de electrodos de gases, en realidad el electrodo de CO<sub>2</sub> es un minúsculo medidor de Ph en el que una solución reguladora de bicarbonato esta separada de la muestra de sangre por una delgada membrana. Cuando el anhídrido carbónico difunde a través de la membrana desde la sangre, el Ph de la solución reguladora se modifica de acuerdo a la ecuación de Henderson-Hasselbach y el medidor de Ph lee entonces la PCO<sub>2</sub>

(11)

## JUSTIFICACION

En estos días en los cuales se ha puesto de moda la mínima invasión, así como el desarrollo y el perfeccionamiento de nueva tecnología, con el fin de evitar el sufrimiento innecesario del paciente y evitar la puerta de entrada a múltiples agentes causantes de infecciones intra nosocomiales que aumentan la morbimortalidad de los mismos, así como el incremento en los días de hospitalización y de los costos de su estancia para la institución, debido a que en nuestro hospital esta tecnología es de reciente adquisición y de que no contamos con la experiencia de su uso, solo la que se reporta en la bibliografía, considero necesario hacer el intento de validar su uso de manera rutinaria como coadyuvante en el manejo de los pacientes pediátricos críticamente enfermos, y así disminuir los factores adversos para la presencia de infecciones y de mayor permanencia en el hospital con la consiguiente disminución de los costos para el hospital aceptante.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Alrededor de 10% de los pacientes críticamente enfermos sufren un episodio de bacteriemia, esto se ve incrementado por las maniobras invasivas que sufren los pacientes para la toma de productos sanguíneos y mediciones de gases sanguíneos, por lo que se hace necesario el adquirir experiencia en la tecnología no invasiva ya disponible en nuestro hospital para el mejor manejo de nuestros pacientes

Algo importante es el de obtener datos objetivos en cuanto a la nueva tecnología de no invasividad disponible en nuestro hospital con los datos obtenidos por medio de métodos invasivos con el fin de validar el uso de esta nueva técnica con mayor seguridad ya que existen pocos estudios a en pacientes pediátricos por lo que es de importancia saber si:

¿Existe una relación positiva entre los valores de  $\text{CO}_2$ , obtenidos por la toma de gasometría arterial con los valores de  $\text{CO}_2$  espirado obtenido por capnometria en los pacientes críticamente enfermos que ingresan a la terapia intensiva con intubación endotraqueal del hospital del Niño Rodolfo Nieto Padrón?

## **OBJETIVO GENERAL**

Comparar los niveles de CO<sub>2</sub> expirado obtenido por capnometria y el PCO<sub>2</sub> obtenido por gasometría arterial central, como aplicación clínica en el manejo del paciente pediátrico críticamente enfermo

## **META**

Conocer la relación que guardan los valores de CO<sub>2</sub> obtenidos por gasometría con respecto a los valores de CO<sub>2</sub> obtenido por capnometria en pacientes pediátricos críticamente enfermos con intubación endotraqueal, con lo cual se pretende validar su uso como método de apoyo no invasivo en la unidad de terapia intensiva de nuestro hospital

## **METODOLOGIA**

### **DISEÑO DE ESTUDIO**

Estudio prospectivo comparativo transversal

### **UNIDAD DE OBSERVACION:**

Niños de 1 mes a 14 años de edad que ingresen a la sala de terapia intensiva del hospital del niño Rodolfo Nieto Padrón

### **UNIVERSO DE TRABAJO**

Sala de terapia intensiva del hospital del Niño Rodolfo Nieto Padrón

## **DEFINICION DE VARIABLES**

### **DEPENDIENTES:**

Dx de ingreso

FiO<sub>2</sub> (%)

CO<sub>2</sub> (mmHg)

CO<sub>2</sub> (mmHg)

Frecuencia respiratoria (por minuto)

### **INDEPENDIENTES:**

Edad (meses)

Sexo ( ambos)

## **CRITERIOS Y ESTRATEGIAS DE TRABAJOCLINICO:**

Se realizó la toma de gasometrías arteriales así como la medición de CO<sub>2</sub> por capnometría en todos los pacientes que ingresen con intubación endotraqueal de la unidad de terapia intensiva del hospital del niño Rodolfo Nieto Padrón de Villahermosa Tabasco en el periodo comprendido de julio a septiembre del 2004, se recolectaran los datos en una hoja especialmente diseñada que incluyan las variables en estudio (patología, edad, sexo, CO<sub>2</sub> por gasometría, CO<sub>2</sub> expirado, Fio<sub>2</sub>, frecuencia respiratoria)

se comparan los resultados al final, sacando sus porcentajes así como la aplicación de medidas estadísticas como es el coeficiente de correlación aplicado a las diferentes variables, y desviación estándar

## **INSTRUMENTOS DE MEDICION Y TECNICAS:**

Se tomó una muestra sanguínea por punción de la arteria radial en pacientes eutérmicos (36 a 37 grados centígrados) así como hemodinámicamente estables con una jeringa de insulina de la marca Bidale®, previa impregnación con anticoagulante (heparina), con procesamiento inmediatamente en una máquina totalmente automatizada (gasómetro) de la marca Stat profile® calibrado para procesar las muestras diariamente, con la impresión de los resultados en papel térmico.

Se tomará los valores del CO<sub>2</sub> expirado directamente del tubo del ventilador mecánico por medio de un sensor de infrarrojos de la marca Stat profile conectado a un monitor de la marca Sony.

Todos los pacientes serán conectados a un ventilador mecánico marca Nelcor Puritan Bennett® manejados con PEEP dentro de los límites normales (4-6 mm.H<sub>2</sub>O) así como volúmenes tidales calculados en base al peso del paciente

#### **CRITERIOS DE INCLUSION**

1. Edad de 1 mes a 14 años , de ambos sexos que ingresaron a terapia intensiva del hospital del niño Rodolfo Nieto Padrón.
2. Se incluyeron a todos los pacientes que ingresen a la sala de terapia intensiva .
3. Pacientes con ventilación mecánica que ingresaron a la sala de terapia intensiva del hospital del niño Rodolfo Nieto Padrón.
4. Pacientes con intubación endotraqueal hemodinámicamente estable
5. Pacientes eutérmicos considerando la temperatura corporal de 36 a 37 grados centígrados.

#### **CRITERIOS DE EXCLUSION:**

1. Pacientes con inestabilidad hemodinámica
2. Pacientes con aporte exógeno de bicarbonato para alguna corrección
3. Pacientes manejados con valores altos de PEEP ( mayor de 4 cm. de agua)
4. Pacientes con la presencia de sepsis

## **METODOS DE RECOLECCION:**

- Hoja de captura elaborada en programa de hoja de calculo excell de Microsoft
- Hoja de recolección de datos de campo elaborada en el programa Word de Microsoft.

## **ANALISIS ESTADISTICO**

En base al estudio que se considera prospectivo, clínico comparativo, se utilizara datos de estadística como porcentaje, media, para comparar los resultados de los datos obtenidos.

## **CONSIDERACIONES ETICAS.**

El siguiente estudio de investigación utiliza métodos invasivos para la obtención de muestras sanguíneas, por lo que se le solicitara la autorización del paciente o del familiar responsable para tal evento sin embargo los resultados que se intentan validar será de gran ayuda para eliminar en lo posible las múltiples agresiones que sufren los pacientes en las salas de terapia intensiva debido a su manejo.

## RESULTADOS

Se valoraron un total de 20 pacientes que ingresaron a la terapia intensiva del hospital del niño Rodolfo Nieto Padrón en un período comprendido de julio a septiembre del 2004, con intubación endotraqueal sometidos a ventilación mecánica y a los cuales se les tomaron la medición de gases sanguíneos por gasometría arterial así como la medición del CO<sub>2</sub> expirado por capnometría.

Del total de ingreso del sexo masculino 12 (60%), 8 femenino lo que representa un 40% del total de ingresos. (tabla 1, grafica 1)

En cuanto a patología las de mayor importancia fueron: bronconeumonía 9 pacientes (45%), Traumatismo Craneoencefalico (TCE) más edema cerebral y hemorragia intracraneana 4 casos (20%), Pospooperado (PO) de persistencia del conducto arterioso 4 (20%), estatus asmático 1 (5%), PO de resección tumoral intracraneana 2 (10%). (Tabla 3, gráfica 3)

En cuanto a la distribución por edades 8 pacientes de 1 mes a 11 meses (40%), de 1 año a 4 años 11 meses 8 (40%), de 5 años a 9 años 11 meses 2 pacientes (10%), de 10 años a 15 años 2 pacientes (10%) (tabla 2 grafica 2)

En cuanto a los valores comparativos de CO<sub>2</sub> por gasometría y capnografía se observa en la tabla 4, que se obtuvo un promedios de los valores de CO<sub>2</sub> al ingreso ( basal) en masculinos con 34.8 mmHg. por gasometría y 35 mmHg por capnometría, en las siguientes 8 hrs. 35.2 mmHg por gasometría y 34.3 mmHg por capnometría, a las 16 hrs. 35.4 mmHg por gasometría y 34.6 mmHg por capnometría, en el sexo femenino a su ingreso se obtuvo una media de 34.9 mmHg por gasometría y 31 mm Hg por capnometría, a las 8 hrs. 34.5

mmHg por gasometría y 34.5 mmHg por capnometría y a las 16 hrs. 37.3 mmHg por gasometría contra 35 mmHg por capnometría.

En la grafica 5 se pueden observar los valores comparativos de CO<sub>2</sub> obtenidos por gasometría y capnografía, por rango de edad teniendo en pacientes de 1 mes a 11 meses se encontró una media al ingreso de 36.9 por gasometria y 35.3 por capnografía a las 8 hrs. 35.6 por gasometria contra 34.7 por capnografía, a las 16 hrs 34.9mmHg por gasometría y 34.2 mmHg por capnografía en pacientes de 12 a 59 m a su ingreso se observo valores basales de 34.6 mmHg obtenidos por gasometría y 34.3mmHg por capnografía a la s 8hrs 34.8 mmHg por gasometría y 34.3mmHg por capnografía a las 16hrs 36 mmHg por gasometría y 36 mmHg por capnografía, en los pacientes de 60m a 120m se observa una media basal de 35.8 mmHg por gasometría y 33.5mm hg por capnometría a las 8 hrs 35.3mm Hg por gasometría contra 34 mm Hg por capnografía, y a las 16 hrs. 35.2 mmHg por gasometría y 34 mmHg por capnografía en los pacientes mayores de >120m a su ingreso se encontró valores por gasometria de 34.9 mmHg contra 32.5mm Hg por capnometria a las 8 hrs. 31 mmHg por gasometría y 30 mmHg por capnografía a las 16 hrs 35.1 mmHg por gasometría y 34 por capnometria en la grafica 5 se puede observar su distribución

Según patología ( tabla 6 y grafica6) en los pacientes con bronconeumonia se obtuvo un valor basal de 36.9 mmHg por gasometria 35.7 por capnometria, a las 8 hrs 35.6 mmHg por gasometría y 35 mmHg por capnometria a las 16 hrs 34.7 mmHg por gasometria contra 34.3 mmHg por capnometría, en los pacientes PO de reseccion de tumorintracraneano se observa valores basales den 37 mmHg por gasometria y 34.5 por capnometria a las 8 hrs 35.3 mmHg

por gasometria y 34.5 por capnometria a las 16 hrs 35.9 mmHg por gasometria y 35 mmHg por capnometria, en los pacientes con TCE+edema cerebral+ HIC al ingreso se obtuvieron valores de 34.8 mmHg por gasometria y 33 mmHg por capnometria, a las 8hrs. 33.6 mmHg por gsometria y 31.2 mmHg por capnografia, a las 16 hrs 24.7 mmHg por gasometria y 33.7 mmHg por capnometria , en los pacientes PO de cierre de PCA a su ingreso con 37.2 mmHg por gasometria y 35 por capnometria, a las 8 hrs 37.5 mmHg por gasometria y 36.5 mmHg por capnometria a las 16 hrs 36.5 mmHg por gasometria y 37.2 mmHg por capnografia, en los pacientes con crisis asmática los valores no son relevantes

Con lo que respecta a la frecuencia respiratoria tenemos que en los pacientes con frecuencias comprendidas de 15 a 25 respiraciones por minuto se observó valores de 34.8mmHg por gasometria y 33.7 mmHg por capnometria , con frecuencias de 26 a 35, se obtuvo valores de 35.4 mmHg por gasometria y 35.1mmHg por capnometria , en los mayores de 35 respiraciones por minuto los valores de CO2 por gasometria fueron de 35.4 y 34.5 por capnometria.

## DISCUSION

En los resultados del presente estudio se observo similitud a lo reportado en la literatura es mayormente afectado por ingreso el sexo masculino (60%).

Se observa un mayor porcentaje de pacientes en las edades de 1 mes a los 11 meses de acuerdo a lo reportado en otros estudio, probablemente se debe a que en estas edades el sistema inmunológico se encuentra en desarrollo y los pacientes son más susceptibles, de ser colonizados por los agentes infecciosos. Se observó un bajo porcentaje de pacientes ingresados en edades comprendidas de 5 años a 15 años ya que los diagnósticos de ingreso son menos frecuentes ( accidentes).

La mayor frecuencia de ingresos fue por procesos infecciosos como la bronconeumonía (bronconeumonía) con 45% esto concuerda con las edades de presentación y que dentro las causas de ingreso y morbilidad en este hospital representan el mayor porcentajes de pacientes menores de 5 años que conformaron este estudio, con el resto de los datos se observa en segundo lugar los pacientes con patología por accidentes y en mayores de 5 años de edad como son los traumatismos craneoencefálicos con edema cerebral y hemorragia intracraneana seguido de cardiopatías ( post operados de cierre de conducto arterioso) que es la cardiopatía congénita mas frecuente en nuestro hospital.

En cuanto a la comparación de CO<sub>2</sub> por gasometría y capnografía de acuerdo a edad y sexo no se observan diferencias significativas ya que la diferencia que existente dentro los valores de ingreso y durante su estancia hospitalaria fue de 1 a 1.5 mm. Hg. Sin ninguna variación a lo encontrado por

otros autores. No encontrándose diferencias significativas.

El valor obtenido según la presencia de la patología existe diferencia entre los valores obtenidos por gasometría con los valores obtenidos por capnografía al ingreso, esto probablemente debido a que son pacientes que se encuentran en fase de estabilización y de adaptación a la ventilación mecánica, en el caso de aquellos con bronconeumonía fueron manejados con frecuencias respiratorias por arriba de lo normal, con la disminución paulatina de estas se observa una similitud de los valores obtenidos por ambos medios, con diferencias no significativas ( de 0.6 a 1.2 mm. Hg.), en el resto de los pacientes no se observa una diferencia significativa esto debido probablemente a que se trata de pacientes con pulmones sanos.

En los valores obtenidos según frecuencia respiratoria, se puede observar una diferencia de aproximadamente 6 mm. Hg. En aquellos pacientes con frecuencias respiratorias mayores de 35 por minuto, esto probablemente se deba a que al ventilar a los pacientes con frecuencias respiratorias elevadas se disminuya en tiempo de intercambio gaseosos a nivel pulmonar, así como a la reducción del espacio muerto total , con el consiguiente decremento en la eliminación de CO<sub>2</sub>.

## CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos en el presente estudio podemos concluir que el método de medición de CO<sub>2</sub> por capnometría es un medio útil que nos podría apoyar en los casos en que no contemos con otros medios de medición, así como de que se debe de usar con reserva en aquellos pacientes con afección pulmonar grave o aquellos con ventilación mecánica excesiva pero en general se puede observar una buena relación entre los valores que se pueden obtener por métodos invasivos. Sin embargo no reemplaza a éstos en el manejo de los pacientes críticos

## BIBLIOGRAFIA

1. Shapiro BA, Harrison RA, Cane RD, et al: Clinical Application of Blood Gases cuarta edición. Chicago, Year Book Medical Publishers Inc, 1989
2. Aman Jubran MB, Martin J.T. recent advances in mechanical ventilation, clinics in chest medicine, Illinois, septiembre de 1996
3. Lucian K. De Nicola. Niranjana K. non invasive monitoring in the pediatric intensive care unit. University of Florida Health Sciences center, pediatric Clinic of north America, junio del 2001.
4. Michael P. Fink. Tissue Capnometry as a monitoring Strategy for critically ill patients Just about Ready for prime time. Chest. Boston Massachusetts
5. Mark J. McDonald, Vicki L.M. Patricia B.C. Comparison of end tidal CO<sub>2</sub> and PaCO<sub>2</sub> in children receiving mechanical ventilation, Louisville Kentucky, Pediatric Critical care Medicine Julio del 2002
6. Michael P. Fink. Tissue Capnometry as a monitoring Strategy for critically ill patients Just about Ready for prime time. Chest. Boston Massachusetts
7. Richard E. Behrman MD/Robert M Kliegman MD. Nelson. Text Book of pediatric. 17 edición Ed. USA. Editorial Saunders 2004. 273-276
8. Thomas J. Abramo, Robert A.W, Susan S. Non invasive capnometry monitoring for respiratory status during pediatric seizures. Critical Care Medicine. The university of Texas southwestern medical Center at Dallas Julio de 1997.
9. Murray & Nadel: Textbook of Respiratory Medicine, 3rd ed., ed.USA. 2000 editorial W. B. Saunders Company 836-837.-

10. Ruza Tarrío Francisco. Tratado de cuidados intensivos pediátricos. 3ª edición. Ed. Barcelona España. Editorial Norma - Capitel. 2003. 561-567.
11. Ayman o. Soubani MD, non invasive monitoring of oxygen and carbon dioxide, American Journal of emergency Medicine, Detroit, marzo del 2001.
12. west J. B. fisiología respiratoria 3a edición, editado en Argentina, editorial panamericana 1990 pag. 138-139
13. Carlos E. Araujo P., Mauricion E.M. Use of capnometry to verify feeding tube place, Critical Care Medicine, New york. Octubre del 2002
14. J.A.F. tresguerres. Fisiología Humana, 1ª edición, España, editorial McGraw- Hill- Interamericana. Pág. 701-717

## **ORGANIZACIÓN**

**RECURSOS HUMANOS: 3 INVESTIGADORES**

### **RECURSOS MATERIALES**

- Una computadora
- Hojas blancas marca bond
- Disco de computadora de  $\frac{3}{4}$
- Ventilador mecánico de marca Nelcor Puritan Benett
- Monitor de capnometría de la marca Stat Profile
- Jeringas de insulina de 1 cm. de la marca Bidale
- Una maquina de foto copiado
- Un sensor externo de capnometria de la marca Stat profile
- Lápices de grafito
- Un gasómetro de la marca Stat profile
- Un monitor de capnografia marca Sony

## CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
Planeación del protocolo				
	Busqueda De bibliografía			
		Recolección de resultados	Recolección de resultados	
				Aprobación del protocolo

# **ANEXOS**

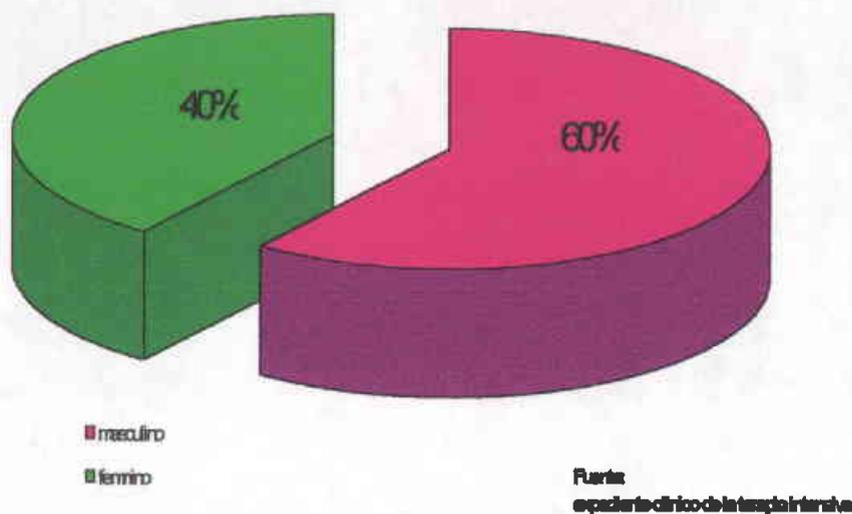
**TABLA 1**

**DISTRIBUCION DE PACIENTES POR SEXO**

<b>Sexo</b>	<b>Número</b>	<b>%</b>
Masculino	12	60
Femenino	8	40
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>100</b>

Fuente: Hospital del Niño Dr. Rodolfo Nieto Padron. 2004

**GRAFICO1**  
**DISTRIBUCION DE PACIENTES POR SEXO**



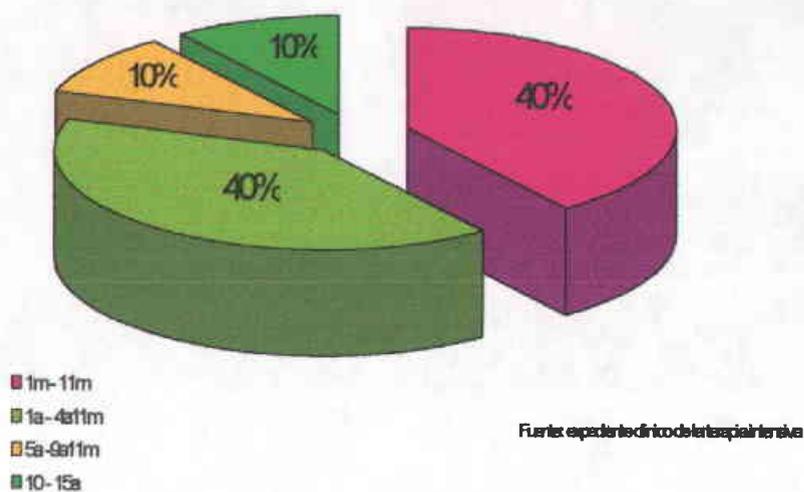
Fuente: Hospital del Niño Dr. Rodolfo Nieto Padron. 2004

**TABLA 2**  
**PACIENTES POR RANGO DE EDAD**

Rango de edad	Número	%
1m - 11m	8	40
1a - 4a11m	8	40
5a - 9a11m	2	10
10 - 15a	2	10

Fuente: Hospital del Niño Dr. Rodolfo Nieto Padron. 2004

**GRAFICO 2**  
**DISTRIBUCION DE PACIENTES POR RANGO DE EDAD**



Fuente: Hospital del Niño Dr. Rodolfo Nieto Padron. 2004

**TABLA3**

**PACIENTES POR FRECUENCIA DE PATOLOGIA**

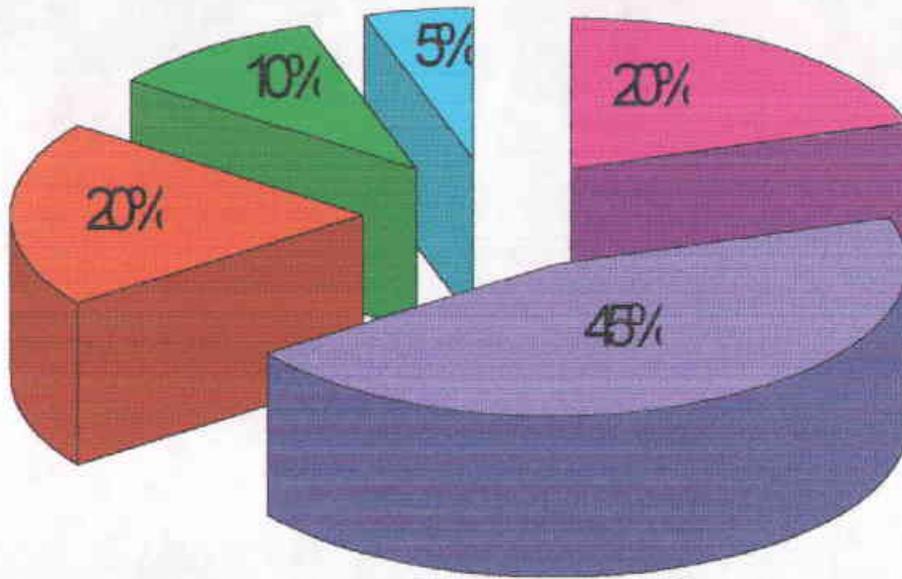
<b>Patología</b>	<b>Numero</b>	<b>%</b>
*TCE+Edema cerebral+ hemorragia intracraneana	4	20
Bronconeumonía	9	45
Postoperado de cierre de persistencia del conducto arterioso	4	20
Resección de Tumor intracraneano	2	10
estatus asmático	1	5

\*traumatismo craneoencefálico

Fuente: Hospital del Niño Dr. Rodolfo Nieto Padron. 2004

### GRAFICO3

#### PACIENTES POR FRECUENCIA DE PATOLOGIA



- 1 TCE+etna cerebral
- 2 bronconeumonia
- 3 cardiopatia
- 4 tumor intracerebro
- 5 estatus epileptico

Fuente: Hospital del Niño Dr. Rodolfo Nieto Padron. 2004

**TABLA 4**

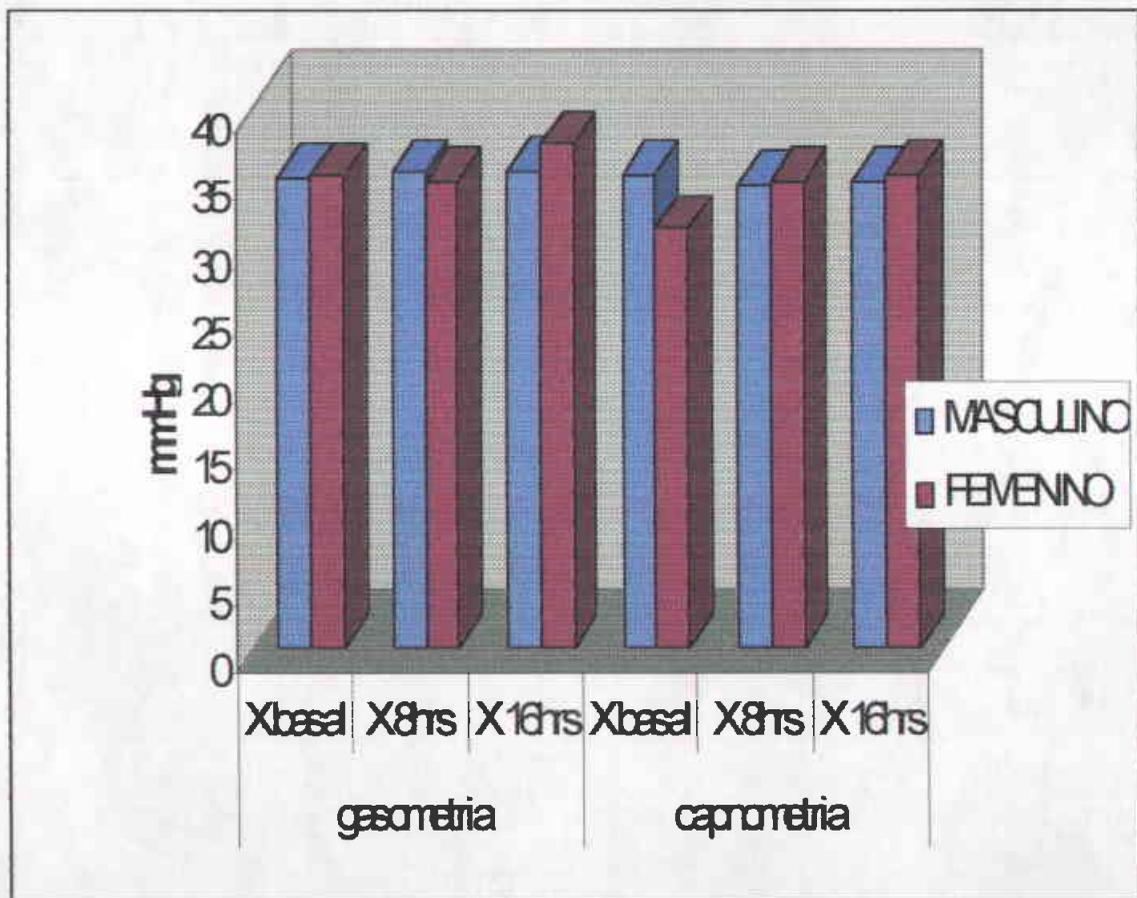
**VALORES COMPARATIVOS DE CO2 SEGÚN SEXO**

SEXO	N	GASOMETRIA			CAPNOMETRIA		
		Valores nprmales			Valores normales		
		35 A 45 mmHg			35 A 45mmhG ±1		
		X basal	X 8hrs	X 16hrs	X basal	X 8hrs	X 16hrs
masculino	12	34.8	35.2	35.4	35	34.3	34.6
femenino	8	34.9	34.5	37.3	31	34.5	35

FUENTE: Hospital del Niño Dr. Rodolfo Nieto Padron. 2004

### GRAFICA 4

#### VALORES COMPARATIVOS DE CO2 SEGÚN SEXO



FUENTE: Hospital del Niño Dr. Rodolfo Nieto Padron. 2004

**TABLA 5**

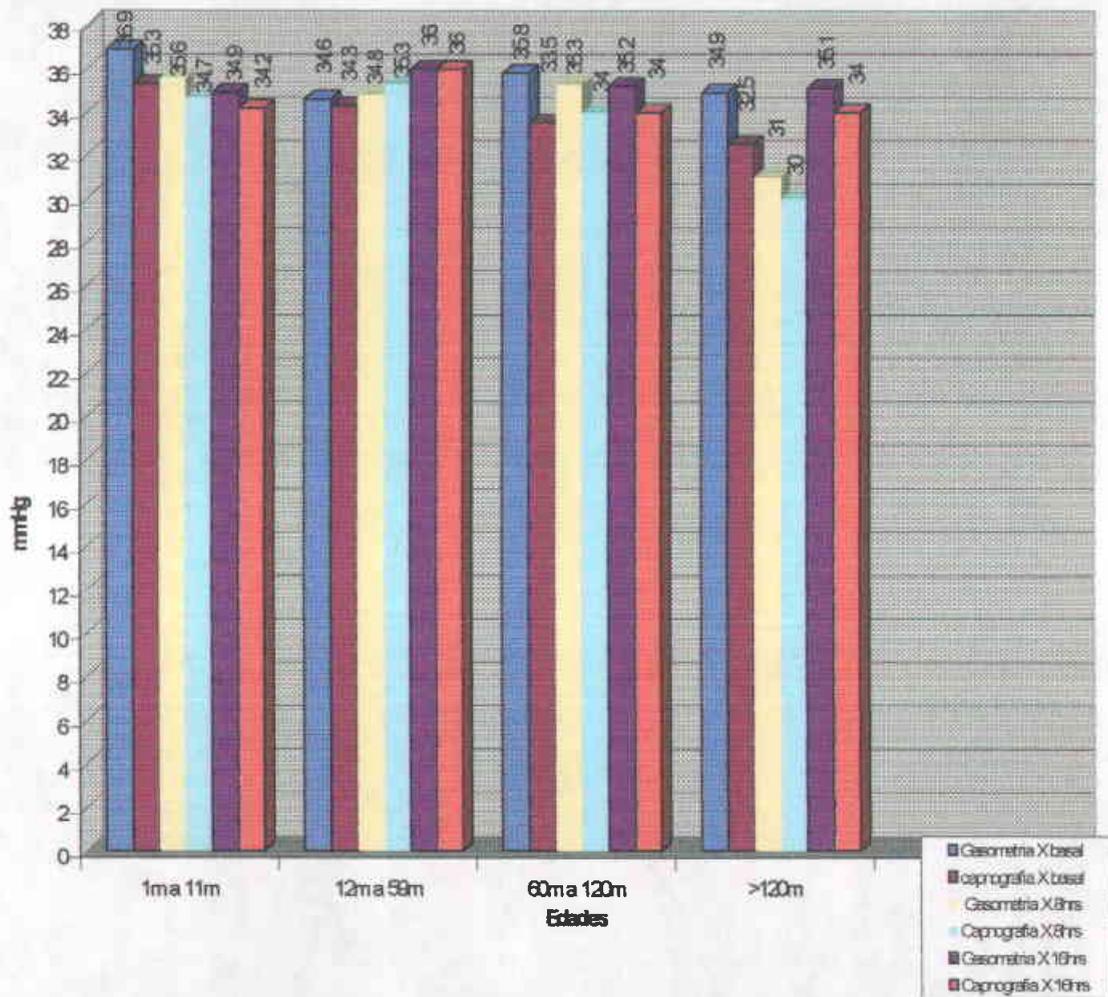
**VALORES COMPARATIVOS DE CO2 SEGÚN EDAD**

EDAD MESES	N	GASOMETRIA 35 a 45 mmHg			CAPNOMETRIA 35 a 45 mmHg $\pm$ 1		
		X basal	X 8hrs	X 16hrs	X basal	X 8hrs	X 16hrs
		1 a 11	8	36.9	35.6	34.9	35.3
12 a 59	8	34.6	34.8	36	34.3	35.3	36
60 a 120	2	35.8	35.3	35.2	33.5	34	34
>120	2	34.9	31	35.1	32.5	30	34

FUENTE: Hospital del Niño Dr. Rodolfo Nieto Padron. 2004

## GRAFICA 5

### VALORES COMPARATIVOS DE CO2 SEGÚN EDAD



FUENTE: Hospital del Niño Dr. Rodolfo Nieto Padron. 2004

**TABLA 6**

**VALORES COMPARATIVOS SEGÚN PATOLOGIA**

PATOLOGIA	N	GASOMETRIA VALOR PROMEDIO			CAPNOMETRIA VALOR PROMEDIO		
		basal	8hrs	16hrs	basal	8hrs	16hrs
*BNM	9	36.9	35.6	34.7	35.7	35	34.3
**PO. RTEC	2	37	35.3	35.9	34.5	34.5	35
***PO DE CPCA	4	37.2	37.5	37.8	35	36.5	37.2
**** TCE+EDEMA	4	34.8	33.6	24.7	33	312.2	33.7
CRISIS ASMATICA	1	19.7	21	33	27	30	35

\*BRONCONEUMONIA

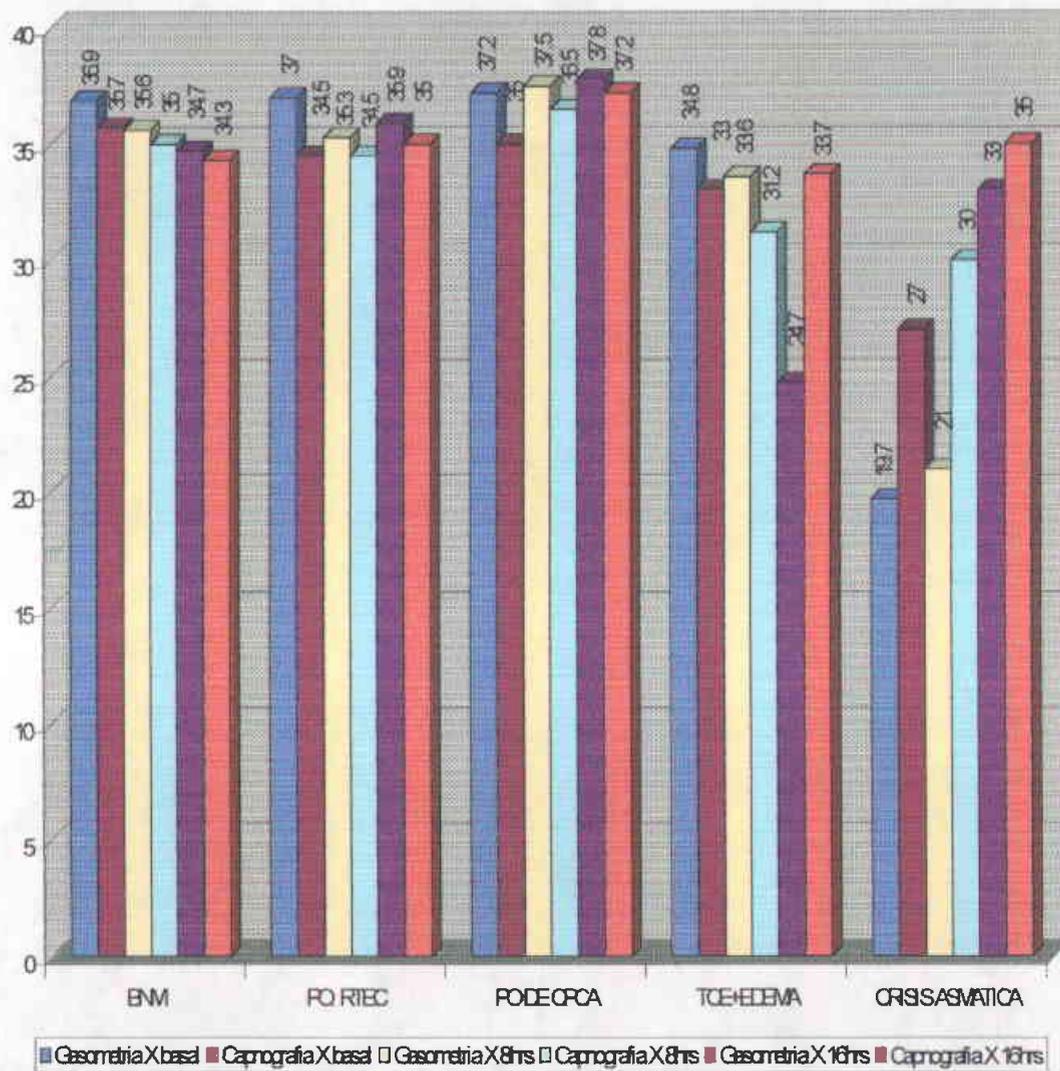
\*\*POSTOPERADO DE RESECCION DE TUMOR INTRACRANEANO

\*\*\*PO DE CIERRE DE PERSISTENCIA DE CONDUCTO ARTERIOSO

\*\*\*\*TRAUMATISMO CRANEOENCEFALICO + EDEMA CEREBRAL

FUENTE: Hospital del Niño Dr. Rodolfo Nieto Padron. 2004

**GRAFICA 6**  
**VALORES COMPARATIVOS DE CO2 SEGÚN PATOLOGIA**



FUENTE Hospital del Niño Dr. Rodolfo Nieto Padron. 2004

**TABLA 7**

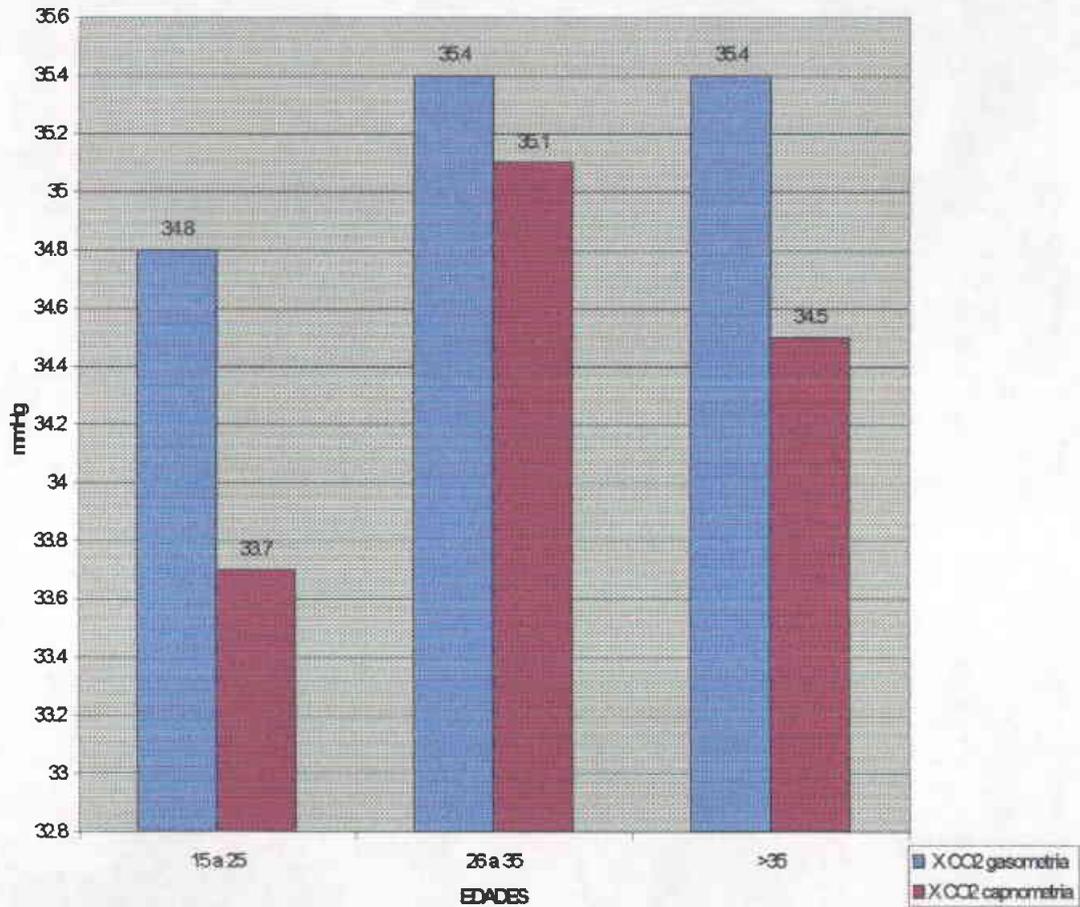
**VALORES COMPARATIVOS DE CO SEGÚN FRECUENCIA  
RESPIRATORIA**

<b>FREC RESP X'</b>	<b>N</b>	<b>X CO2 Gasometria</b>	<b>X CO2 Capnometria</b>
<b>15 a 25</b>	<b>14</b>	<b>34.8</b>	<b>33.7</b>
<b>26 a 35</b>	<b>28</b>	<b>35.4</b>	<b>35.1</b>
<b>&gt;35</b>	<b>18</b>	<b>36.4</b>	<b>30.5</b>

FUENTE: Hospital del Niño Dr. Rodolfo Nieto Padron. 2004

## GRAFICA 7

### VALORES COMPARATIVOS DE CO2 SEGÚN FRECUENCIA RESPIRATORIA



FUENTE: Hospital del Niño Dr. Rodolfo Nieto Padron. 2004

