



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

**Características del análisis de sangre  
umbilical arterial y venosa al nacer y al pinzar  
el cordón umbilical, en recién nacidos a  
término sin factores de riesgo, en Bogotá  
(Colombia)**

**Edson Erwin Bernal Pérez**

Residente de Perinatología y Neonatología

Universidad Nacional de Colombia  
Facultad de Medicina  
Departamento de Pediatría  
División Académica de Perinatología y Neonatología  
Bogotá, D.C.  
2013



# **Características del análisis de sangre umbilical arterial y venosa al nacer y al pinzar el cordón umbilical, en recién nacidos a término sin factores de riesgo, en Bogotá (Colombia)**

**Edson Erwin Bernal Pérez**

Residente de Perinatología y Neonatología

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:

Especialista en Perinatología y Neonatología

Director

Doctor Luis Carlos Méndez Córdoba

Perinatólogo y Neonatólogo

Profesor Universidad Nacional de Colombia

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Medicina

Departamento de Pediatría

División Académica de Perinatología y Neonatología

Bogotá, D.C.

2013

TUTOR: DOCTOR LUIS CARLOS MÉNDEZ CÓRDOBA  
PERINATOLÓGO Y NEONATOLÓGO  
PROFESOR UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA.

ASESORES: DOCTOR ARIEL IVÁN RUIZ PARRA  
GINECÓLOGO, OBSTETRA Y ENDOCRINÓLOGO  
PROFESOR UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

ANDRYU MENDOZA  
ESTADISTICO MATEMATICO  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

CORDINADOR DE LA DIVISIÓN ACADÉMICA DE PERINATOLOGÍA Y  
NEONATOLOGÍA: DOCTOR JUAN MANUEL ANZOLA GÍL  
PERINATÓLOGO Y NEONATÓLOGO  
PROFESOR UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

## **Agradecimientos**

A Dios, por guiar cada paso de mi vida

A mis padres, por su amor incondicional, y su fe en mis sueños.

A mi hermano por su existencia

A la Universidad Nacional, por darme la oportunidad de formarme.

Al espíritu vivo del Hospital Materno Infantil, que a pesar de las dificultades siempre será Escuela de vida.

Al Dr. Luis Carlos Méndez, por ser mi mano derecha en la elaboración de este proyecto, por ser un verdadero maestro, y mi ejemplo a seguir.

Al Maestro Santiago Currea por sus principios, conocimientos, consejos, y experiencias compartidas, brindándome siempre lecciones de vida con cada palabra y frase que pronuncia.

Al Dr. Ariel Iván Ruiz, por su colaboración incondicional para que este trabajo tenga dinamismo y proyección.

A la Dra. Yolanda Cifuentes, quien aportó su experiencia y dedicación para la revisión final de este trabajo.

A la división de Perinatología – Neonatología, así como Ginecología y Obstetricia, de la Universidad de Colombia, por permitir el escenario propicio para el desarrollo de mi formación médica.

A la vida, por tener personas maravillosas junto a mí



## Resumen

CARACTERÍSTICAS DEL ANÁLISIS DE SANGRE UMBILICAL ARTERIAL Y VENOSA AL NACER Y AL PINZAR EL CORDÓN UMBILICAL, EN RECIÉN NACIDOS A TÉRMINO SIN FACTORES DE RIESGO, EN BOGOTÁ (COLOMBIA)

La determinación del estado ácido base del Recién Nacido mediante los valores de gases arteriales y venosos en sangre de cordón luego del pinzamiento y corte, es un método rápido de evaluar objetivamente el estado del recién nacido; es importante conocer comportamiento de valores en gasometrías obtenidas mediante cordocentesis practicadas en pinzamientos habituales de cordón; donde se toma la decisión del pinzamiento con base en factores de riesgo y criterios clínicos y no por el tiempo transcurrido desde el nacimiento. Objetivos: Establecer si existen diferencias en comportamiento de gasometría pareada venosa y arterial, realizada en cordocentesis antes del primer minuto de nacimiento, en comparación con muestras pareadas venosas y arteriales de cordocentesis practicada en pinzamientos habituales de cordón. Materiales y Métodos. Se realizó un estudio no experimental analítico observacional, en gasometrías pareadas venosas y arteriales, de cordocentesis pre-pinzaamiento y pos-pinzaamiento; procesadas en equipo GEM PREMIER 3000. Resultados: Se incluyeron 120 muestras correspondientes a 30 Recién Nacidos registrándose, valores de gasometrías pre-pinzaamiento (menores un minuto), similares a los valores obtenidos en Plymouth (Inglaterra); y valores de gasometría venosas y arteriales pos-pinzaamiento, que no presenta valores de riesgo a pesar del tiempo del pinzaamiento, ofreciendo los beneficios de pinzamientos basados en criterios clínicos y no en tiempo predefinido.

**Palabras Clave:** Pinzamiento de cordón, Gasometría de sangre umbilical, Recién Nacidos, Bogotá.

ARTERIAL AND VENOUS UMBILICAL BLOOD ANALYSIS' FEATURES BOTH AT GIVING BIRTH AND CLAMPING THE UMBILICAL CORD IN COMPLETELY OUT OF RISK, FULL 9-MONTH NEWBORNS, BOGOTÁ (COLOMBIA).

## **Abstract**

The determination of the acid-base status of the fetus by gas values in arterial and venous cord blood after clamping and cutting, is a quick way to objectively assess the status of the newborn, it is important to know the behavior of blood gas values obtained by cordocentesis performed in protection cord clamping, where the decision is based clamping risk factors and clinical criteria rather than the time since the birth. **Goals:** Establish whether there are differences in behavior of venous and arterial blood gases paired, held in cordocentesis before the first minute of birth, compared with paired samples of arterial and venous cordocentesis practiced protected cord clamping.

**Tools (Equipment) and Methods:** A study non experimental observational analytic in venous and arterial blood gases paired, of cordocentesis pre clamping and post-clamping; computer processed GEM Premier 3000. **Results:** A total of 120 samples from 30 newborns recorded, blood gas values pre-clamping (under a minute), similar to the values obtained in Plymouth (England), and values of venous and arterial blood gas post-clamping, which is not risk values despite clamping time, offering the benefits of clamping based on clinical criteria and not on predefined time.

**Key Words:** Umbilical Cord clamping, level of gases from Umbilical arterial and venous blood, newborn population, Bogota.



# Contenido

	<b>Pág.</b>
Resumen y Abstract	VII
Lista de figuras	XII
Lista de tablas	XIII
Lista de gráficos	XIV
Introducción	1
1. Formulación y delimitación del problema	3
2. Importancia y justificación	7
Limitantes	8
3. Objetivos	9
3.1 Objetivo general	9
3.2 Objetivos específicos	9
4. Hipótesis	11
4.1 Hipótesis general	11
4.2 Hipótesis nula	11
5. MARCO TEORICO	12
5.1 Opciones para evaluar acidosis metabólica en el recién nacido.	18
5.2 Definición de términos básicos.	20

X Características del análisis de sangre umbilical arterial y venosa al nacer y al pinzar el cordón umbilical, en recién nacidos a término sin factores de riesgo, en Bogotá (Colombia)

---

6. Materiales y Métodos	24
6.1. Diseño metodológico del estudio	24
6.1.1 Tipo y modelo de investigación	24
6.2 Población y Muestra	25
6.2.1 Criterios de inclusión.	25
6.2.2 Criterios de Exclusión	26
6.3 Sistema de variables.	26
6.3.1 Medición de variable independientes	27
6.3.2 Medición de variables dependientes e interdependientes.	27
6.4 Material, Métodos, y Procedimientos.	27
6.4.1 Procedimiento y recolección de datos	28
6.4.2 Toma de la muestra	28
6.4.3 Análisis estadístico de los datos.	29
6.5 Elementos administrativos del proyecto	30
6.5.1 Talento humano	30
6.5.2 Equipo y materiales usados	30
6.5.3 Gastos y Presupuesto	31
7. Resultados	32
7.1 Resultados Descripción General	32
7.2 Resultados Específicos	33
7.2.1 Características de la muestra	33

---

7.2.2 Comparación de percentiles en muestras pareadas pre-pinzamientos (Plymouth-Bogotá).	34
7.2.3 Comparación muestreo pre-pinzamiento y pos-pinzamiento Bogotá.	35
7.2.4 Comparación de distribución en variables pH, PCO <sub>2</sub> , EB (Plymouth-Bogotá).	43
7.2.5 Comparación de comportamiento en gasometrías pareadas venosas y arteriales en pinzamientos; entre 2 a 4 minutos y 5 a 8 minutos.	48
8. Discusión	53
9. Conclusiones	57
Bibliografía	29

## Lista de figuras

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Comportamiento pH pre y pos-pinzamiento.	12
Figura 2. Comportamiento PCO <sub>2</sub> pre y pos-pinzamiento.	17
Figura 3. Comportamiento PO <sub>2</sub> pre y pos-pinzamiento.	18

## Lista de tablas

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Valores de pH en diferentes estudios.	13
Tabla 2. Valores normales promedio de gases de cordón umbilical tomados en arteria y vena.	13
Tabla 3. Valores normales promedio de gases de cordón umbilical tomados en arteria y vena	14
Tabla 4. Características de la muestra.	33
Tabla 5. Rangos de percentiles y mediana en valores gasométricos de muestras pareadas (Plymouth).	34
Tabla 6. Rangos de percentiles y mediana en valores gasométricos de muestras Pareadas (Bogotá).	35

## Lista de gráficos

Gráfico 1. Comportamiento pH pre y pos-pinzamiento.	36
Gráfico 2. Comportamiento PCO <sub>2</sub> pre y pos-pinzamiento.	37
Gráfico 3. Comportamiento PO <sub>2</sub> pre y pos-pinzamiento.	38
Gráfico 4. Comportamiento Lactato pre y pos-pinzamiento.	39
Gráfico 5. Comportamiento Bicarbonato pre y pos-pinzamiento.	40
Gráfico 6. Comportamiento Base Exceso pre y pos-pinzamiento.	41
Gráfico 7. Comportamiento SaO <sub>2</sub> pre y pos-pinzamiento	42
Gráfico 8. Comportamiento Hematocrito-Hemoglobina pre y pos-pinzamiento.	43
Gráfico 9. Distribución frecuencia pH vena y arteria (Bogotá-Plymouth).	44
Gráfico 10. Distribución frecuencia PCO <sub>2</sub> vena y arteria (Bogotá-Plymouth).	45
Gráfico 11. Distribución frecuencia Base Exceso vena y arteria (Bogotá-Plymouth).	46
Gráfico 12. Frecuencias acumuladas en tiempos de pinzamientos.	47
Gráfico 13. Comportamiento pH en cordocentesis pareadas (2-4 min) (5-8 min).	48
Gráfico 14. Comportamiento PCO <sub>2</sub> en cordocentesis pareadas (2-4 min) (5-8 min).	49
Gráfico 15. Comportamiento PO <sub>2</sub> en cordocentesis pareadas (2-4 min) (5-8 min).	49
Gráfico 16. Comportamiento Lactato en cordocentesis pareadas (2-4 min) (5-8 min).	50

---

Gráfico 17. Comportamiento $\text{HCO}_3$ en cordocentesis pareadas (2-4 min) (5-8 min).	50
Gráfico 18. Comportamiento BE en cordocentesis pareadas (2-4 min) (5-8 min).	51
Gráfico 19. Comportamiento HTO en cordocentesis pareadas (2-4 min) (5-8 min)	51
Gráfico 20. Comportamiento Hb en cordocentesis pareadas (2-4 min) (5-8 min).	52





## Introducción

En 1792 Erasmus Darwin, abuelo de Charles Darwin, afirmaba en su libro "Zoonomia": "Otra cosa muy lesiva para el niño es pinzar y cortar el cordón umbilical muy pronto, el cual debe dejarse intacto no solamente hasta que el niño haya respirado repetidamente, sino hasta que las pulsaciones cesen. De manera contraria, el niño será más débil de lo que debería ser y se dejaría en la placenta una parte de sangre que debería estar en el niño; al mismo tiempo no se colapsaría naturalmente la placenta y no sería removida del útero con tanta seguridad y certeza" (1).

La mayoría de las veces, el pinzamiento del cordón umbilical se realiza de forma mecánica y casi inmediata al nacimiento, sin detenerse a pensar en las posibles implicaciones que esta conducta puede tener para el recién nacido o la madre.

Luego a décadas de discusión, no hay acuerdo sobre el momento óptimo para el pinzamiento del cordón umbilical posterior al nacimiento. Hasta el año 2010 la Academia Americana de Pediatría y el Colegio Americano de Obstetras y Ginecólogos, recomendó protección de cordón umbilical hasta 1 minuto en recién nacidos sanos, pero no da recomendaciones concretas ante la falta de evidencia sobre los recién nacidos con necesidad de adaptaciones conducidas o inducidas (2), La sociedad de Obstetras y Ginecólogos de Canadá recomienda el pinzamiento inmediato del cordón umbilical para la obtención de sangre del mismo, para el análisis de gases sanguíneos (3).

En la mayoría de los estudios publicados, cuando se habla de ligadura tardía en recién nacidos a término significa no pinzar el cordón hasta pasados 3 minutos

tras el nacimiento (4,5), o el cese del latido de la arteria umbilical (4,6). Para los pretermino, el término “tardía” se refiere a no más de 30-45 segundos (7,8,9). En la literatura, se considera ligadura precoz cuando el pinzamiento del cordón umbilical se realiza antes del minuto (4,5), aunque en dos estudios se considera antes de 20 segundos tras el nacimiento (8,9).

La toma de gases de sangre en cordón umbilical, viene en los últimos años dejando de ser una conducta para ejecutar en casos específicos, en los que hay factores de riesgo para el feto-neonato, a ser una conducta que se realiza en todo recién nacido tenga o no factores de riesgo, ya que nos brinda una visión objetiva sobre el estado acido-base del recién nacido, oxigenación, lactato, y demás variables que tengamos a nuestro alcance realizar, las cuales pueden contribuir junto con la clínica a tomar decisiones más acertadas con respecto al plan de manejo que debe recibir ese recién nacido en los primeros minutos de vida; que son trascendentales en el pronóstico. Así mismo es importante, tener patrones de referencia de gasometría para cada población que puede tener diferencias una de otra dependiendo de la técnica de pinzamiento que se utilice, protocolo de toma de muestras, comportamiento hemodinámico en la transición de circulación feto-neonatal, equipo que se utilice en el procesamiento, variables geográficas, raciales, y en fin todas aquellas que son propias para cada población, que pueden o no tener un efecto sobre parámetros de análisis en este caso en gasometría de cordón.

# 1. Formulación y delimitación del problema

Ha llegado a ser ampliamente aceptado que el análisis de sangre del cordón umbilical puede proporcionar información importante sobre el pasado, presente y futuro, de la condición de los Recién nacidos. El análisis de sangre del cordón umbilical ahora se recomienda en todos los nacimientos de alto riesgo en consensos de los Colegios Estadounidense y británico de Obstetricia y Ginecología, y en algunos centros es practicado de forma rutinaria después de todos los nacimientos.

La Gasometría de la sangre del cordón umbilical es útil en la investigación y resolución de conflictos Médico-Legales, son empleados en la auditoría de los resultados de procedimientos obstétricos, así como en la predicción del desarrollo del Recién nacido; en aquellos casos de limitación de una adecuada oxigenación durante el parto o nacimiento, como en la insuficiencia placentaria, se activa el metabolismo anaerobio generando disminución en el pH, aumento del déficit de base, y producción de ácido láctico; los Recién nacidos con limitadas reservas metabólicas en especial los prematuros y los casos de restricción de crecimiento fetal son más sensibles a la hipoxemia (10). Actualmente las guías de manejo perinatal de los Estados Unidos de Norteamérica, consideran situaciones especiales donde se debe realizar toma de gases de cordón umbilical, con doble pinzamiento en un segmento de veinte centímetros, teniendo referenciados los tiempos de toma de la muestra de forma inmediata para situaciones como: APGAR menor de 5 al primer minuto, RCIU, anomalías cardíacas, enfermedad tiroidea materna, fiebre intraparto, y nacimientos múltiples (10); y para trabajos de parto sin complicaciones con adaptación espontánea al minuto.

La determinación del estado ácido base del feto mediante los valores de gases arteriales y venosos en sangre de cordón luego del pinzamiento y corte, es un método rápido de evaluar objetivamente el estado del Recién nacido, destacando que la toma de muestra arterial puede llegar a tener limitaciones técnicas ocasionando resultados erróneos hasta en el 10% de los casos en manos expertas (10). La acidosis fetal, y su grado relativo puede ser establecida por la determinación de pH, presión de oxígeno (PaO<sub>2</sub>), presión de dióxido de carbono (PaCO<sub>2</sub>), el exceso de base (EB), y el bicarbonato (HCO<sub>3</sub>), permitiendo la diferenciación de alteración respiratoria, metabólica o mixta.

Las recomendaciones basadas en pruebas para medir el tiempo de pinzamiento del cordón umbilical después del nacimiento son insuficientes y después de décadas de debate el tema sigue siendo controvertido. El realizar, acorde con criterios clínicos específicos, el pinzamiento habitual de cordón permite tener un mayor volumen de sangre en el recién nacido, lo que facilita la transición cardiovascular, respiratoria y hemodinámica del Recién nacido, el intercambio de compuestos (materno – placenta – feto) y la adecuada culminación de la tercera etapa de trabajo de nacimiento. En otras Escuelas las definiciones de lo que constituye, para ellas, un pinzamiento temprano o tardío del cordón umbilical varían, pero el pinzamiento temprano es generalmente realizado antes de 30 segundos después del parto (11). El metabolismo aerobio o anaerobio intrauterino del Recién nacido, está reflejado por el estado ácido base en sangre arterial de cordón umbilical y es una medida objetiva retrospectiva de la exposición fetal y de la respuesta a la hipoxia durante el parto (11).

La determinación de pH y el exceso de base (BE o valor negativo del déficit de base) en la sangre arterial del cordón al nacer, se considera la medida más confiable del metabolismo anaeróbico del feto; la BE es una estimación calculada sobre la base de pH y valores de PaCO<sub>2</sub>; el pinzamiento tardío con los cambios temporales del pH y los valores de PaCO<sub>2</sub> puede incidir en el valor de BE, y por

lo tanto en el diagnóstico de acidosis metabólica. La PaCO<sub>2</sub> disminuye ya que el dióxido de carbono es expulsado con las primeras respiraciones del Recién nacido, lo que puede traducir en niveles continuamente bajos de EB (déficit de base continuamente altos). El momento de toma de la muestra en cordocentesis es importante para la interpretación de los gases, estudios pequeños han abordado el tema y los resultados son contradictorios. (11).



## 2.Importancia y Justificación

Quienes aún defienden el pinzamiento rápido o precoz de cordón argumentan prevención de la potencial hemorragia materna posparto, posibilidad de pronta intervención en tratamiento de los Recién nacidos, prevención de poliglobulia y recolección de células madre; quienes consideramos algo diferente con respecto a las numerosas ventajas del pinzamiento tardío, que proporciona un volumen sanguíneo adicional de 30%, evitando la presencia de anemia, sin aumentar el riesgo de ictericia o complicaciones relacionadas con hiperviscosidad y policitemia roja, y si tenemos en cuenta que la perfusión pulmonar in útero representa tan solo el 8% del gasto cardíaco, pero que aumenta a 45% de forma inmediata después del nacimiento, facilitándose así la expansión adicional y real del volumen intravascular pulmonar, permitiendo una mejor perfusión y transición cardiovascular y pulmonar.(11,12,13,14).

La medida de los valores de los gases de sangre y el lactato de cordón umbilical, son sensibles al retraso en los procedimientos de muestreo, y estando aun por demostrar la importancia clínica de estos cambios, se deben orientar estudios a este fin; en estudios anteriores se ha demostrado que otros factores metodológicos, como lo son las variaciones en la edad gestacional, el comportamiento fetal, y el algoritmo para del cálculo el EB, influyen profundamente en la valoración de los gases de sangre de cordón umbilical (11). Teniendo en cuenta los múltiples factores que modifican la gasometría de sangre de cordón umbilical, sobre todo el tiempo posterior al nacimiento y el vaso sanguíneo (arteria o vena) en que se realiza la toma de la muestra, es preciso comparar con parámetros de normalidad en las instituciones donde no se realiza protección de cordón.

## **Limitantes**

Las limitantes que se presentaron durante la realización del trabajo, fue la vida media corta (21 días) del cartucho del equipo de gasometría que supeditó el tiempo de la toma de muestras a este periodo, lo cual se convirtió, en una tarea imposible para la toma de muestras inicialmente proyectada.

El uso de analgesia neuroaxial, en el trabajo de parto tuvo efecto sobre la población que cumplía criterios de inclusión, ya que ocasionó disminución de APGAR, en el momento de nacimiento, ameritando algunos de estos Recién nacidos adaptación conducida.



## **3. Objetivos**

### **3.1 Objetivo General**

Establecer si existen diferencias en comportamiento de gasometría pareada venosa y arterial, realizada en cordocentesis antes del primer minuto de nacimiento, en comparación con muestras pareadas venosas y arteriales de cordocentesis practicada en pinzamientos habituales de cordón.

### **1.2 Objetivos Específicos**

- Obtener valores de gasometría en muestras sanguíneas pareadas venosas y arteriales tomadas en cordocentesis realizada antes del primer minuto de nacimiento, compararla con valores obtenidos por el Grupo de investigación Perinatal de Plymouth Inglaterra (© Plymouth Perinatal Research Group, 1994 – 2000); y posteriormente analizar el comportamiento de muestras pareadas venosa y arterial en cordocentesis practicada en pinzamientos habituales de cordón realizados según criterios clínicos.
- Establecer valores en percentiles 2,5 y 97,5 de gasometrías pareadas venosas y arteriales obtenidas de cordocentesis realizadas antes del primer minuto de nacimiento (pre-pinzaamiento).
- Describir el comportamiento de valores en gasometría pareada venosa y arterial, obtenidas en cordocentesis de pinzamientos menores y mayores a cuatro minutos.



## **4. Hipótesis**

### **4.1 Hipótesis general**

El comportamiento de gasometrías pareadas venosas y arteriales en cordocentesis obtenidas antes del primer minuto de nacimiento pre-pinzaamiento, en Recién nacidos a término obtenidos por parto eutócico con Adaptación neonatal espontánea en quienes se practica pinzaamiento habitual de cordón, es similar al comportamiento de gasometrías pareadas venosas y arteriales obtenidas en cordocentesis practicadas entre dos y ocho minutos pos-pinzaamiento.

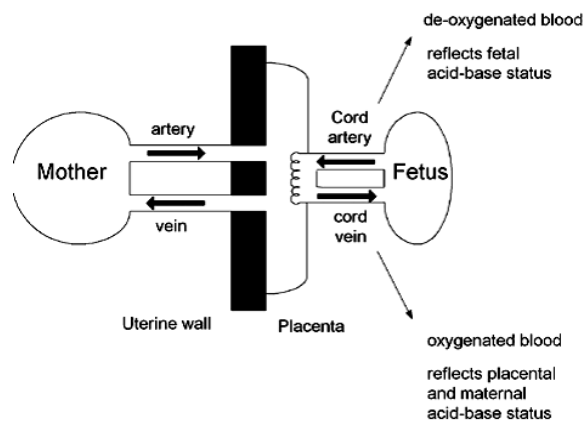
### **4.2 Hipótesis nula**

El comportamiento de gasometrías pareadas venosas y arteriales en cordocentesis obtenidas antes del primer minuto de nacimiento pre-pinzaamiento, difiere de manera significativa al comportamiento de gasometrías pareadas venosas y arteriales obtenidas en cordocentesis practicadas entre dos y ocho minutos pos-pinzaamiento en la misma población analizada.

## 5. Marco teórico

La hipoperfusión placentaria secundaria a hipoxia o isquemia, genera retención de dióxido de carbono ocasionando acidosis respiratoria, es importante la intervención temprana de la asfixia para evitar la producción de acidosis metabólica que sumado a la hipoperfusión, pueden generar secuelas de tipo encefalopatía hipóxico-isquémica y parálisis cerebral. Basado en estos principios los gases de cordón se han convertido en una herramienta valiosa para el diagnóstico temprano e intervención oportuna en el recién nacido que presente estas condiciones (15).

Figura 1: Circulación placentaria



Fuente: Plymouth Perinatal Research Group (2000).

Numerosos trabajos indicados a continuación reportan valores de pH en sangre de vasos umbilicales, obtenidos, al momento de nacer para conocer el estado bioquímico del feto o del neonato respectivamente; Los muestreos al nacer, utilizan la técnica del doble pinzamiento, con segmentos de cordón que van de 10 a 20 cm, y en estos ningún pinzamiento se realizó después del tercer minuto del nacimiento.

Tabla 1: Valores de pH en diferentes estudios

ESTUDIOS	pH
Huisjes and Aarnoudse, 1979 (n = 852)	7,20 ± 0,09 (7,02-7,38)
Sykes et al, 1982 (n = 899)	7,20 ± 0,08 (7,04-7,36)
Eskes et al, 1983 (n = 4667)	7,23 ± 0,07 (7,09-7,37)
Yeomans et al, 1985 (n = 146)	7,28 ± 0,05 (7,18-7,38)
Low, 1988 (n = 4500)	7,26 ± 0,07 (7,12-7,40)
Ruth and Raivio, 1988 (n = 106)	7,29 ± 0,07 (7,15-7,43)
Ramin et al, 1989 (n = 1292)	7,28 ± 0,07 (7,14-7,42)
Riley and Johnson, 1993 (n = 3522)	7,27 ± 0,07 (7,13-7,41)
Nagel et al, 1995 (n = 1614)	7,21 ± 0,09 (7,03-7,39)

Fuente: Alegría X, Cerda M. Gases en cordón umbilical. Rev Obstet Ginecol. 2009; vol. 4 (1): 78-8.

Tabla 2: Valores normales promedio de gases de cordón umbilical tomados en arteria y vena

Parámetro	Arteria Umbilical Promedio (DE)	Vena Umbilical Promedio (DE)
pH	7,28 (0,05)	7,35 (0,05)
PO <sub>2</sub>	18 mmHg (6,2)	29,2 mmHg (5,2)
PCO <sub>2</sub>	49,2 mmHg (8,4)	38,2mmHg (5,6)
BE	-3 mEq/L	-2 mEq/L
BICARBONATO	22,3 mEq/L (2,5)	21 mEq/L

Fuente: Plymouth Perinatal Research Group (2000).

Tabla 3: Valores normales promedio de gases de cordón umbilical tomados en arteria y vena

<b>ARTERIA UMBILICAL</b>				
AUTOR	PH (D.E.)	BASE EXCESO mmol/L	PCO2 (Kpa)	PO2 (KPa)
Victory et al 2004	7,24(0,07)	-5,6 (3,0)		
Helwing et al 1996	7,26(0,07)	-4,0 (3,0)	7,05(1,33)	2,26 (0,8)
Thorp et al 1989	7,24(0,07)	-3,6 (2,7)	7,49(1,14)	2,38 (0,92)
Riley and Johnson 1993	7,27(0,07)	-2,7 (2,8)	6,69(1,48)	2,45 (1,09)
Dickinson et al 1992	7,26(0,08)	-3,2 (2,9)	7,05(1,33)	2,53 (1,05)
<b>VENA UMBILICAL</b>				
AUTOR	pH (SD)	BASE EXCESO mmol/L	PCO2(Kpa)	PO2(KPa)
Victory et al 2004	7,33(0,06)	-4,5 (2,4)		
Helwing et al 1996	7,34(0,06)	-3,0 (3,0)	5,45(0,93)	3,86 (0,93)
Thorp et al 1989	7,32(0,06)	-2,9 (2,4)	5,83(0,89)	3,82 (0,97)
Riley and Johnson 1993	7,34(0,06)	-2,4 (2,0)	5,41(1,05)	3,79 (1,02)
Dickinson et al 1992	7,33(0,06)	-2,6 (2,5)	5,77 (1,1)	3,88 (1,29)
AUTOR		<b>Población Estudiada (Factores de Riesgo)</b>		
Victory et al 2004	20.456	RNAT sin alteraciones		
Helwing et al 1996	15.063	Todas las gestaciones, y tipos de parto, APGAR >7		
Thorp et al 1989	1694-A 1820-V	RNAT, Nulíparas, todos tipos de parto (espontáneos).		
Riley and Johnson 1993	3522	RNAT, Parto Vaginal		
Dickinson et al 1992	1393-A 1526-V	Preterminos (24-36 Semanas), CTG (cardiotocograma) normal		

Fuente: Armstrong L, Stenson BJ. Use of umbilical cord blood gas analysis in the assessment of the newborn. Arch Dis Child Fetal Neonatal. 2007; 92: 430-434.

La declaración del consenso internacional de los Colegios de obstetricia de Estados Unidos de Norteamérica, Reino Unido, Australia, Nueva Zelanda,

Canadá sugiere que el análisis de gases de sangre del cordón umbilical es esencial para evaluar el resultado de trabajo de parto (16). Aunque la medición del estado ácido-base del cordón proporciona una evaluación objetiva de la condición fetal durante el parto, existe en algunos estudios, en otros no, una falta de correlación con otras medidas de la condición neonatal (puntuaciones de Apgar, reanimación neonatal, morbilidad) y la evolución a largo plazo. Adicionalmente, no existe una definición en consenso de 'acidosis' y los valores de pH utilizados en diversos estudios que varían desde 7,20 a 7,00; la mayoría de los estudios se refieren a valores de pH arteriales, pero algunos han usado valores venosos debido a la dificultad en la obtención muestras de la arteria, mientras que otros no han especificado el tipo de vaso (17); además, no se define el vaso sanguíneo de donde se tomó la muestra (arteria o vena) como tampoco el tiempo transcurrido desde el nacimiento hasta la toma de la muestra (importante a la hora de la conversión de lo arterial y venoso fetal a lo venoso y arterial neonatal, porque son inversos al vaso mismo (feto) y luego directos (neonato). Sólo unos pocos estudios han tratado de distinguir acidosis respiratoria y metabólica (18), a pesar de las implicaciones fisiopatológicas importantes y diferentes de cada uno.

Para realizar el diagnóstico de asfixia la Academia Estadounidense de Pediatría propone la utilización de los siguientes criterios: (15).

1. APGAR  $\leq$  a 3 a los 5 minutos.
2. pH de artéria umbilical  $<$  a 7.
3. Manifestaciones neurológicas: hipotonía, convulsiones o coma.
4. Evidencia de disfunción de 2 o más órganos.

Si sólo determinamos que existe acidemia, podemos saber que existe hipoxia/ isquemia, pero no el momento en que ésta se estableció, situación que cambia si encontramos además del componente metabólico un componente respiratorio donde podemos decir que el inicio de la hipoxia es de alrededor 20 a 30 minutos

antes de la toma de la muestra. En la arteria umbilical la acidemia está presente en un 38% de los Recién nacidos de término con APGAR bajo, y está asociado a enfermedad crónica vascular del útero; pero no están de forma significativa asociados las infecciones intrauterinas y los eventos agudos intraparto con acidemia en la arteria umbilical (15).

El Colegio Estadounidense de Obstetras y Ginecólogos, recomienda tomar gases de cordón en los siguientes casos (2).

- Nacimiento por Cesárea ante compromiso fetal
- APGAR bajo a los 5 minutos
- Restricción de crecimiento intrauterina severa.
- Seguimiento anormal de frecuencia cardiaca fetal
- Enfermedad tiroidea materna
- Fiebre intraparto
- Gestaciones múltiples.

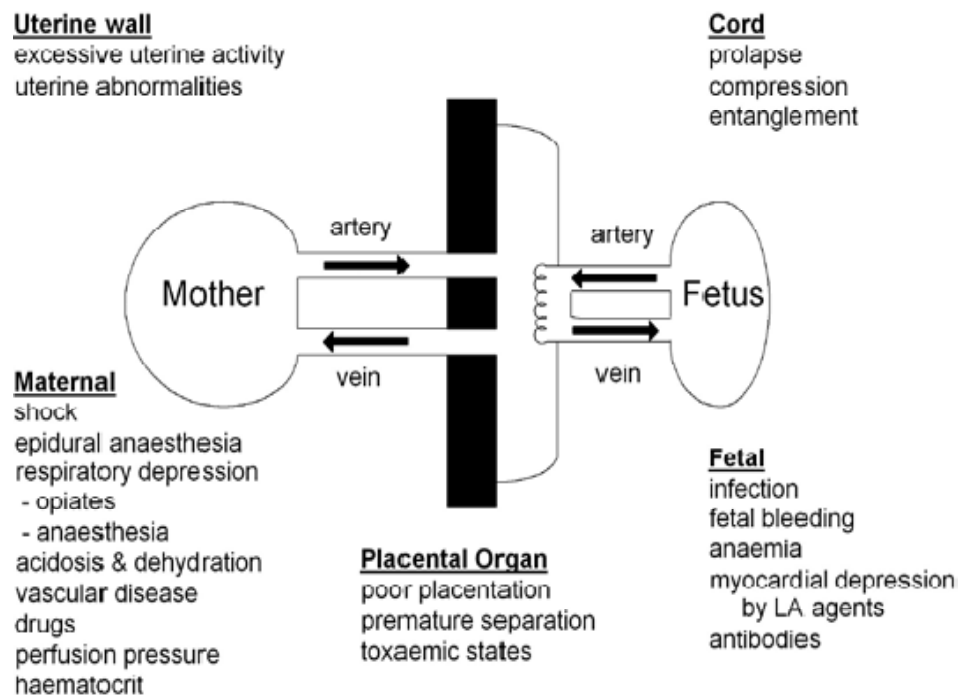
En general, la recomendación para la toma de muestra de sangre de cordón debe realizarse inmediatamente posterior al nacimiento, previo doble pinzamiento del cordón umbilical, dejando un segmento de 10 a 20 cm entre las pinzas. Aunque los cambios en el pH, pCO<sub>2</sub> y pO<sub>2</sub> de la sangre de cordón se producen con el tiempo como resultado del metabolismo celular, estos cambios se producen lentamente. Se ha demostrado que la sangre de cordón, mantenida en el cordón, se puede dejar a temperatura ambiente durante una hora sin afectar significativamente los resultados (19). Se puede mantener durante varias horas si se deja en hielo, aunque no está definido el tiempo específico entre las diferentes series (19). Las venas umbilicales transportan oxígeno y nutrientes al feto desde la Madre y la placenta, es decir son el sistema arterial fetal, mientras que las arterias transportan sangre con oxígeno disminuido, dióxido de carbono aumentado y nutrientes disminuidos, es decir es el sistema venoso fetal, direccionado desde el feto a la placenta y a la Madre, por lo tanto la vena refleja



la oxigenación y estado ácido-base materno, mientras que la sangre arterial refleja la oxigenación y el estado ácido-base fetal.

Se debe obtener muestras de vena y arteria en forma separada, lo cual permite diferenciar eventos agudos de crónicos; una gran diferencia entre el BE venoso y arterial indicaría un evento agudo, mientras que una diferencia menor indicaría un evento crónico (15).

Figura 2. Mecanismos que pueden afectar aporte de oxígeno fetal

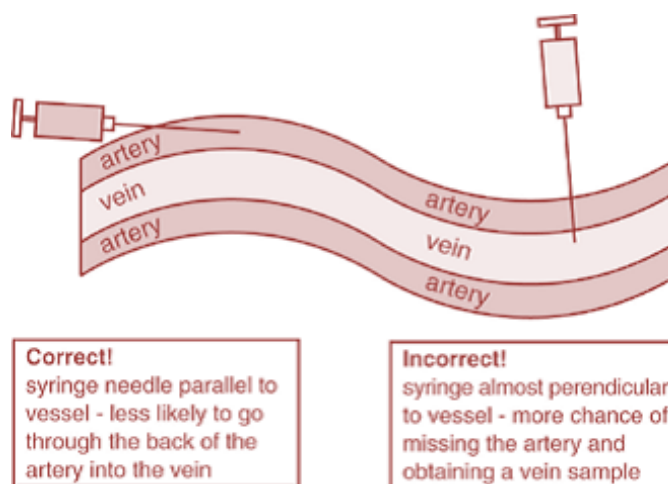


Fuente: Plymouth Perinatal Research Group (2000).

Existen diferencias en la literatura sobre el sitio de muestreo, aun así la mayoría concuerda con que la muestra debería ser tomada en la arteria umbilical y proximal al sitio de inserción del cordón umbilical en el Recién nacido (20).

Después de la toma de la muestra, se puede conservar a temperatura ambiente hasta 1 hora, luego debe ser refrigerada, aunque lo ideal es que el análisis se haga tan pronto como se tome la muestra. La heparina al ser ácida podría alterar los valores de pH y PCO<sub>2</sub>, si el volumen excede al 10% de la muestra, por lo tanto se recomienda utilizar jeringas impregnadas con heparina (15).

Figura 3. Angulo de la aguja para la toma de la muestra



Fuente: Plymouth Perinatal Research Group (2000).

## 5.1 Opciones en la evaluación de acidosis metabólica del Recién nacido

Determinaciones de pH y el Déficit de base de sangre arterial de cordón, son elementos claves en el diagnóstico de anoxia o hipoxia perinatal, sin embargo se ha comentado la necesidad de contar con otros índices bioquímicos para hablar de compromiso con mayor precisión. pH y Déficit de Base de la sangre del cordón umbilical cambian a medida que progresa la gestación; pH, Bicarbonato, PO<sub>2</sub> disminuyen, y PCO<sub>2</sub>, Déficit de Base aumentan. Las diferentes marcas de analizadores de gases en sangre utilizan diversos algoritmos de cálculo, lo cual

hay que tener en cuenta ya que el Déficit de Base se calcula basado en la relación de pH con PCO<sub>2</sub>. El cálculo de Déficit de Base en la sangre y líquido extracelular puede presentar valores diferentes (21).

El lactato se reconoce cada vez con mayor especificidad como medida útil de hipoxia tisular; el lactato obtenido en muestra arterial temprana de cordón se correlaciona con resultados neurológicos a corto y largo plazo. Pero no hay suficientes datos sobre valores venosos y arteriales en sangre de cordón, y si estos valores se pueden ver afectados por muestreos en pinzamientos retrasados, o en segmentos no sujetados (22). Lactato con valores de 8 mmol/L sería indicador de asfixia intranacimiento, y valores > a 9 mmol/L se asocian a encefalopatía moderada a severa (15,23).

Durante el metabolismo anaeróbico, hay una producción aumentada de lactato, que acentúa la persistencia de acidosis metabólica; la concentración de lactato en la sangre de cordón durante el nacimiento puede ser una herramienta precisa en la evaluación de acidosis metabólica; se ha establecido que el principal protagonista de aumento de lactato fetal es el mismo feto, y que el lactato materno o el generado a nivel útero placentario no influye en estos niveles (23).

Recomendaciones para muestreo mediante cordocentesis según Colegio Estadounidense de Obstetras y Ginecólogos (2):

- Doble pinzamiento de un segmento del cordón umbilical inmediatamente después del nacimiento (implica pinzamiento inmediato).
- Obtener muestra de sangre en jeringa impregnada con heparina.
- Obtener muestras separadas de arteria y vena (venoso inicial y arteria final) y vena (arterial inicial y venoso final).
- Si el Recién Nacido se ve vigoroso el segmento de cordón clampeado puede ser desechado.

- Se recomienda análisis de la muestra dentro de los 60 minutos posteriores a la obtención de ella.

## 5.2 Definición de términos básicos

**Pinzamiento habitual de cordón:** permitido por la transfusión placenta- feto- neonatal adecuada y específica a sus necesidades, se realiza cuando se tiene una perfusión pulmonar y tisular orgánico-sistémica satisfactoria, después de haber obtenido adecuada irrigación al territorio capilar pulmonar. Se realiza cuando se cumplen los siguientes parámetros 1. Interrupción de la palpación de las arterias umbilicales, que implica detención del eflujo del feto-neonato a la placenta. 2. Desingurgitación de la vena umbilical, que implica detención del aflujo de placenta al feto-neonato. 3. Satisfactoria perfusión de la piel, que implica adecuada perfusión en todo lo orgánico-sistémico. Como se nota, la decisión del pinzamiento se toma con base en parámetros clínicos y no por el tiempo transcurrido desde el nacimiento, lo que la hace específica para las características inherentes e individuales de cada Recién nacido (24).

**Asfixia perinatal:** La definición aceptada de asfixia involucra: hipoxia, entendida como la disminución de contenido de O<sub>2</sub> en la sangre; e Isquemia que es la disminución de flujo de sangre que perfunde un tejido, se realiza alusión a lo perinatal porque se puede presentar durante la gestación, en el nacimiento o después de nacer.

**Nacimiento:** Expulsión completa o extracción del cuerpo de la madre del fruto de la concepción, que puede o no estar con cordón umbilical indemne, debe ser mayor a 21 semanas de gestación, están involucrados los que nacen vivos y los mortinatos (25).

**Recién nacido:** 0 a 7 días; **Neonato:** 8 a 28 días

**Recién nacido vivo:** Fruto de la concepción proveniente de gestación de 21 semanas o más de gestación que posterior a finalizar su separación del cuerpo materno exhibe dinámica respiratoria, latidos cardíacos y movimientos musculares voluntarios (25).

De acuerdo con la edad gestacional y el peso corporal, el Recién nacido se clasifica en:

**Recién nacido inmaduro:** Fruto de la concepción de 21 semanas a 27 semanas de gestación o de 500 gramos a menos de 1.000 gramos (25).

**Recién nacido pretérmino:** Fruto de la concepción de 21 semanas a menos de 37 semanas de gestación (25).

**Recién nacido prematuro:** Fruto de la concepción de 28 semanas a 37 semanas de gestación (25).

**Recién nacido a término:** Fruto de la concepción de 37 semanas a 41 semanas de gestación (25).

**Recién nacido pos-término:** Fruto de la concepción de 42 semanas o más de gestación (25).

**Recién nacido con bajo peso:** Fruto de la concepción con peso corporal al nacimiento menor de 2,500 gramos, independientemente de su edad gestacional (25).

De acuerdo a la relación entre la edad gestacional y el peso corporal al nacimiento, el Recién nacido se clasifica en:

De **peso bajo** (hipotrófico): peso inferior del percentil 10 de la distribución de los pesos correspondientes a la edad gestacional (25).

De **peso adecuado** (eutrófico): Peso corporal se sitúa entre la percentil 10 y 90 de la distribución de los pesos correspondientes a la edad gestacional (25).

De **peso alto** (hipertrofico): Peso corporal mayor al percentil 90 de la distribución de los pesos correspondientes a la edad gestacional (25).

El **pH**: se define como el logaritmo negativo de base 10 de la concentración de  $H^+$ . La escala de valores del pH de una solución es opuesta a sus valores de acidez; cuanto más alta es la concentración de  $H^+$ , disminuye el valor del pH. Los valores normales oscilan entre 7,35 y 7,45 (26).

**Exceso Base** es la cantidad de bicarbonato o de ácido fuerte que hay que añadir a la sangre para que a 37°C, con  $PaCO_2$  de 40 mmHg se alcance un pH de 7,40. Valor normal es de -2 a +2 mEq/L (26).

**Bicarbonato** se obtiene a partir de la medición del pH y la  $PaCO_2$ . La concentración normal de  $HCO_3$  es de 22 mEq/L (18 a 24 mEq/L). Ante la presencia de bicarbonato menor de 22 mEq/L y un exceso de base menor de -2 mEq/L hay que contemplar la presencia de acidosis metabólica. Y con bicarbonato mayor de 26 mEq/L y un exceso de base mayor de +2 mEq/l se considera alcalosis metabólica (26).

1.- **Acidosis respiratoria**. Incapacidad de los pulmones para eliminar todo el  $CO_2$  producido por el recién nacido, la  $pCO_2$  aumenta y la existencia de un nivel normal de bicarbonato produce una disminución en la relación bicarbonato / ácido carbónico. Algunas causas son pulmonares, respiración asistida mal estimada y

asfixia. La compensación se genera por la eliminación de  $H^+$  en mayor proporción por el riñón aumentando el bicarbonato (26).

2.- **Acidosis metabólica.** Se genera en situaciones donde el riñón no elimina el exceso de iones hidrógeno y no recupera una cantidad suficiente de bicarbonato. Al disminuir el bicarbonato con  $PCO_2$  normal produce una disminución de la relación entre el bicarbonato y el ácido carbónico (menos de 20:1), por lo que ocasiona una reducción del pH. Los pulmones tienden a compensar eliminando cantidades mayores de  $CO_2$ , hiperventilando. Al reducir la  $pCO_2$ , como el bicarbonato está bajo por la alteración primaria, se tiende a restablecer la relación 20:1 entre el bicarbonato y el ácido carbónico ocasionando normalización del pH se desplaza hacia la normalidad (26).

3.- **Alcalosis respiratoria.** Eliminación excesiva de  $CO_2$  por los pulmones. La disminución de  $pCO_2$  con niveles normales de bicarbonato aumenta la relación entre bases y ácidos, generando elevación del pH. La compensación está dada por los riñones que reducen la producción de bicarbonato (26).

4.- **Alcalosis metabólica:** Bicarbonato en exceso por agotamiento del ácido en el organismo o de la ingestión de un exceso de base. Niveles aumentados de bicarbonato se relacionan con  $pCO_2$  normal y el resultado es un aumento en la relación bicarbonato / ácido carbónico, aumentando pH sistémico. El sistema reaccionará para restablecer el equilibrio entre bases y ácidos y normalizar el pH. El centro respiratorio induce una hipoventilación con retención de  $CO_2$  que compensa el aumento del bicarbonato con aumento de la  $pCO_2$  (26).

## 6. Materiales y Métodos

### 6.1 Diseño metodológico del estudio

#### 6.1.1 Tipo y modelo de investigación

El presente estudio es una investigación de **campo** que maneja variables tanto cualitativas como cuantitativas, y que según el análisis que tendrán los resultados se presenta como un **estudio de tipo no experimental analítico observacional**. Analiza el comportamiento de los gases arteriales y venosos del cordón umbilical antes y después del pinzamiento, en Recién nacidos a término sin factores de riesgo obtenidos parto eutócico, a la altura de Bogotá. Según la evolución del fenómeno estudiado es una investigación de tipo longitudinal, dado que se miden las variables de un grupo de Recién nacidos en tiempos diferentes. De acuerdo con el periodo en que se capta la información es un estudio de tipo **prospectivo**, ya que el inicio del estudio es anterior a los hechos, y los datos se recogen a medida que van sucediendo. A través de observación y análisis se determinará el comportamiento de las variables gasométricas en los Recién nacidos a término obtenidos por parto eutócico a quienes se les practica pinzamiento habitual de cordón; dicha información servirá de punto de partida para describir comportamiento de gasometrías pareadas venosas y arteriales pre y post-pinzamiento de cordón, determinando si hay diferencias significativas; buscando demostrar que los pinzamientos de cordón basados en criterios clínicos no generan riesgos a la integridad del recién nacido, por lo que la investigación es un estudio que **evalúa un factor asociado con un desenlace**.



## 6.2 Población y muestra

Para el desarrollo de la presente investigación se seleccionó un conjunto finito de pacientes, representados en treinta (30) recién nacidos a término sin factores de riesgo con adaptación espontánea (APGAR >7), obtenidos por parto eutócico a quienes se les practicó pinzamiento habitual del cordón umbilical (1. Interrupción de la palpación de las arterias umbilicales 2. Disminución de la ingurgitación de la vena umbilical 3. Satisfactoria reperfusión de la piel), y un total de muestras de Gasometría de ciento veinte.

De la población seleccionada se registró la siguiente información:

- Identificación, edad materna, edad gestacional, paridad, vía parto o nacimiento, presentación, duración de trabajo de parto en horas, duración del expulsivo en minutos, O2 suplementario administrado, tiempo de ruptura de membranas en horas, características del líquido amniótico, tipo y análisis de monitoria fetal, presencia o no de circular de cordón, tiempo pre-pinzaamiento en minutos, peso al nacer, Score de APGAR a los 1-5-10 minutos, tipo de adaptación realizada, y la información que reporta el equipo de Gasometría, dado por pH, PCO<sub>2</sub>, PO<sub>2</sub>, Lactato, HCO<sub>3</sub>, BE, So<sub>2c</sub>, HCT, y Hb la cual registra para la vena como para la arteria antes y después del pinzamiento de cordón umbilical. **Dentro de la información recolectada se toma la variable tiempo de pinzamiento de corte del cordón en minutos.**

### 6.2.1 Criterios de inclusión

1. Recién nacido mayor de 37 semanas y menor a 42 semanas.
2. Adaptación neonatal espontánea (APGAR a los 1-5-10 minutos > 7)
3. Ausencia de factores de riesgo perinatales.
4. Cesárea electiva por desproporción, presentación distócica o iterativa.
5. Analgesia o anestesia materna mayor a 4 horas antes del parto o la cesárea.

## 6.2.2 Criterios de exclusión

1. Recién nacidos menores de 37 semanas o mayores a 42 semanas.
2. Adaptación neonatal inducida o conducida
3. Malformación congénita del SNC diagnosticada por ecografía.
4. Analgesia o anestesia materna menor a 4 horas antes del parto o cesárea.
5. Partos instrumentados, cesáreas por estado fetal insatisfactorio o por fracaso del trabajo de parto.
6. Ruptura prolongada de membranas (superior a 18 horas) antes del nacimiento.
7. Prolapso de cordón umbilical.
8. Ruptura uterina.
9. Hemorragia preparto.
10. Coriamnionitis.
11. Fiebre materna durante el trabajo de nacimiento.
12. Hipertensión materna, pre-eclampsia o eclampsia.
13. Diabetes materna.
14. Hipotiroidismo materno
15. Bradicardia o taquicardia fetal, disminución de la variabilidad fetal, o presencia de desaceleraciones prolongadas o recurrentes antes del nacimiento.

## 6.3 Sistema de variables

### Variable Independiente

Recién nacidos a término con adaptación inmediata espontánea, obtenidos por parto eutócico o cesárea electiva en quienes se practica pinzamiento habitual de cordón.

### **Variable Dependiente**

Gases umbilicales arteriales (vena umbilical) y venosos (arteria umbilical) al momento de nacer (antes del primer minuto) y antes del pinzamiento, y Gases umbilicales arteriales (arterial umbilical) y venosos (vena umbilical)) posterior al pinzamiento.

### **Variables intervinientes**

Tipo y tiempo del pinzamiento, técnica y tiempo en el procesamiento de la muestra, sitio de obtención de la muestra (vena o arteria umbilicales).

#### **6.3.1 Medición de la variable independiente**

Para tal fin se realizó la selección del grupo de Recién nacidos que cumplían criterios de inclusión, a quienes se les practico pinzamiento habitual de cordón, anterior y posterior toma de muestras con la técnica descrita previamente, técnica ejecutada por la misma persona en las 120 muestras correspondiente a los 30 recién nacidos incluidos.

#### **6.3.2 Medición de variables Dependientes e Interdependientes**

Mediante consignación de datos en formato de registro adaptado para tal fin; reporte de gases sanguíneos umbilicales anexados al final del formato para posterior análisis, graficación e interpretación. El periodo para recolección de muestras fue de 2 meses (Mayo y Junio de 2012) límite, dado al considerar la vida media del cartucho del equipo (21 días) para 300 muestras aunado al costo comercial del cartucho, el objetivo se centró en el máximo aprovechamiento del número de muestras en este periodo, logrando ubicar los Recién nacidos susceptibles de inclusión que cumplieron los criterios previamente establecidos.

### **6.4 Materiales, métodos y procedimientos**

**Instrumento de Recolección de Datos:** Ver Anexo.

### **6.4.1 Procedimiento y Recolección de Datos**

El lugar de trabajo fue el Instituto Materno Infantil, sede del Hospital La Victoria, en la ciudad de Bogotá a 2640 m sobre el nivel del mar, con una presión barométrica de 560 mmHg (Gomez 2003) que presenta un promedio de 300 nacimientos mensuales por vía genital (60%) y vía abdominal (40%). El Instituto Materno Infantil es una entidad de carácter público, catalogada con base en su complejidad de atención como grado III; en donde se atiende principalmente patologías de alto riesgo obstétrico, pero que de acuerdo a la contratación de servicios que tiene con algunas entidades se atienden partos en gestaciones controladas sin factores de riesgo.

### **6.4.2 Toma de la Muestra**

Se recolectaron 120 muestras en 30 Recién Nacidos sin factores de riesgo ni complicaciones en el pos-nacimiento temprano, obtenidos por parto eutócico simple, bajo los lineamientos indicados en el consenso de Plymouth Perinatal Research Group; en la sala de nacimientos del Instituto Materno Infantil (Bogotá-Colombia), en horario de 1 pm (13:00) a 7 pm (19:00), y en un periodo de 2 meses (Mayo y Junio 2012); todas las muestras fueron tomadas por la misma persona con la misma técnica de muestreo y procesadas dentro de los siguientes 15 minutos posterior a la obtención de la muestra, se realizó muestras pareadas venosa y arterial por cordocentesis, en dos tiempos (cuatro muestras por cada paciente), el primero en el primer minuto de vida con cordón indemne, y el segundo posterior al pinzamiento habitual del cordón al cumplir criterios de pinzamiento.

Posteriormente los datos de cada Gasometría fueron procesados, obteniendo Mediana y Percentiles 2,5 – 97,5; siguiendo recomendaciones del Grupo de Investigación Perinatal en Plymouth (Inglaterra), quienes sugieren reporte de valores en percentiles, y no en promedios considerando la dispersión de valores. Los datos obtenidos en muestra pareada en Vena y Arteria en el primer minuto, se utilizaron para realizar tabla de valores, la cual se comparó con los datos

obtenidos en Plymouth a 27 m sobre el nivel del mar, así mismo permitió comparación con los valores obtenidos en cordocentesis pos-pinzamiento, y análisis de comportamiento mediante Blox Plot, buscando demostrar que a pesar de la diferencia de valores presentados, los beneficios de la protección de cordón, no genera rangos de valores que ponen en riesgo la integridad del recién nacido.

Finalmente se realiza mediante gráficos de Blox Plot, descripción de comportamiento de gasometrías pareadas Venosas y Arteriales en cordocentesis realizadas antes y después de 4 minutos de pinzamiento, que es el tiempo de pinzamiento que puede generar mayor incertidumbre en rango de valores.

Previamente las historias clínicas maternas de ingreso a sala de partos fueron revisadas detalladamente, en las cuales se certificaba la presencia de monitoria fetal, ecografías de 1-2-3 trimestre, hemograma, funcionalismo hepático, renal, VDRL, VIH, uroanálisis, y se explicó de manera detallada a la madre del recién nacido el contenido del consentimiento informado, enfatizando en las características y objetivos del estudio; en el momento de muestreo se contaba con la presencia de pediatra a cargo de la adaptación neonatal, lo cual garantizaba la completa atención en la toma de la muestra.

Posterior al procesamiento de muestra se anexaba reporte impreso en ficha de recolección de datos, a todos los recién nacidos se les practicó examen físico completo a cargo del pediatra de la institución, quien descartaba presencia de alteraciones evidentes al examen, a los 30 Recién Nacidos se les realizó seguimiento durante 24 horas posterior al parto, descartando la presencia de complicaciones, establecido este periodo de seguimiento considerando que es el tiempo definido en el servicio de Ginecología y Obstetrica para los pos-nacimientos vía genital.

### **6.4.3 Análisis estadístico de los datos**

Es de interés observar la influencia de las variables medidas en la vena y la arteria sobre el tiempo de pinzamiento y corte del cordón, al hacer referencia a vena y arteria se precisa la condición anatómica del vaso, tanto pre-pinzamiento

como post-pinzamiento, (independientemente de la transición fisiológica que presentan).

Para la descripción de Variables Continuas se utilizó gráficos tipo Caja-Bigote (Box-Plot); que es un gráfico robusto que permite describir la distribución de los valores de la muestra, y compararla entre los grupos establecidos en las mismas unidades; como medida de centralidad se utiliza la mediana; adicionalmente permite visualizar, tres cuartiles que se corresponden con percentil 75-50-25, y los valores máximos y mínimos definidos por los extremos de los bigotes; si existen datos atípicos en la distribución de los valores los representa. Las Variables categóricas se expresaron como frecuencias absolutas y porcentajes.

## **6.5 Elementos Administrativos del Proyecto**

### **6.5.1 Talento Humano**

La recolección y procesamiento de muestras estuvo a cargo del Investigador principal con asesoría del tutor del trabajo, así como la revisión de historias clínicas maternas; la adaptación de los recién nacidos fue realizada por el pediatra de turno asignado a sala de partos. El análisis estadístico estuvo a cargo del asesor epidemiológico y de un Estadístico Matemático de la Universidad Nacional de Colombia. La colaboración del grupo enfermería y laboratorio clínico fue previamente autorizado por directivos del hospital la victoria.

### **6.5.2 Equipo y materiales usados**

El analizador usado fue el GEM PREMIER 3000 con IQM (sistema automatizado de control de calidad) que cumple protocolos ISO); provisto por laboratorios ROCHEM BIOCARA Ltda. Fue calibrado previamente al inicio de cada jornada, garantizando la precisión en el análisis de las muestras.



Las jeringas utilizadas para la extracción de las muestras, fueron jeringas desechables de 1 ml, aguja 25/11", con anticoagulación con heparina sódica como indica el protocolo mencionado; los resultados fueron registrados en un formato estandarizado para los pacientes. (Anexo 1).

### 6.5.3 Gastos y presupuesto

Los gastos de la investigación fueron asumidos por el investigador principal. Los dos cartuchos de la máquina de gasometría fueron financiados por laboratorios ROCHEM BIOCARA Ltda. La caducidad de cada cartucho es de 21 días posterior a inicio de procesamiento de muestras, lo que supedito el muestreo a dos meses, y por ende el número de Recién Nacidos incluidos en la muestra se vio disminuido.

## 7. Resultados

### 7.1 Resultados Descriptivos Generales

Se recolectaron 120 muestras en 30 Recién Nacidos sin factores de riesgo ni complicaciones en el pos-nacimiento temprano, obtenidos por parto eutócico simple, muestras obtenidas según lineamientos del grupo de investigación perinatal de Plymouth (Inglaterra); en la sala de nacimientos del Instituto Materno Infantil (Bogotá-Colombia), se obtuvieron percentiles 2,5 y 97,5 similares a Plymouth para la variable pH (arterial 7,00 – 7,34) (Venoso 7,05 – 7,41); Los percentiles de PCO<sub>2</sub> fueron menores a los de Plymouth en (arterial 26,73 – 60,75) y similar en (vena 24,03 – 65,43); niveles de presión de oxígeno inferiores a los datos de Plymouth (arteria 30 mmHg menos) y vena (20 mmHg menos), percentiles de Déficit de Base mayores a los encontrados en Plymouth (arteria -2,99 -15,01) (vena -1,76 -14,42), adicional a los valores publicados por el grupo de Plymouth se incluyeron percentiles para las variables, Lactato, SaO<sub>2</sub>, Hematocrito, Hemoglobina, los cuales se encuentran en rangos de normalidad. Se corrobora adicionalmente que no hay diferencias en comportamiento de valores al compararlos con los datos pos-pinzamiento, descartando que se genere riesgo en la integridad del recién nacido con pinzamientos habituales de cordón; adicionalmente la comparación de comportamiento de muestras pareadas en cordocentesis pos-pinzamiento (2-4 minutos) no presenta diferencias con las realizadas entre (5 -8 minutos) lo que confirma que los criterios clínicos de pinzamiento favorecen a la ganancia de volemia y no predisponen a rangos de gasometría que alteren el bienestar del recién nacido.



## 7.2 Resultados Específicos

### 7.2.1 Características de la muestra

Para realizar análisis de población se describe en la tabla N° 1, las características de la muestra, se describen variables categóricas y cuantitativas por lo cual se establecen promedios y valores absolutos.

Tabla 4: Características de la muestra

Edad Materna	24 años (promedio)
Edad Gestacional	39 Semanas (promedio)
Paridad	Nulíparas 18 (60%) Multíparas 12 (40%)
Vía de Parto	Genital
Presentación	Cefálica
Duración Trabajo de Nacimiento	7,4 Horas (Promedio)
Duración Expulsivo	25 Minutos (Promedio)
Ruptura de Membranas	3,9 Horas (Promedio)
Característica Líquido Amniótico	Claro
Monitoria	ACOG 1
Circulares Cordón	1 Caso (reductible)
Sexo	Masculino 13 (43,3%) Femenino 17 (56,6%)
Peso	3287 g (Promedio)
APGAR	1 minuto > 7 5 minuto > 8 10 minuto >9
Adaptación	Espontanea en los 30 casos
Tiempo Pre-pinzamiento	< 1 Minuto en los 30 casos
Tiempos Pos-pinzamiento	2 A 8 Minutos

### 7.2.2 Comparación de percentiles en muestras pareadas pre-pinjamientos (Plymouth-Bogotá)

Considerando que la distribución de valores obtenidos son dispersos, el grupo de investigación perinatal de Plymouth recomienda que la interpretación de datos se debe realizar en percentiles, y no con promedios ni desviación estándar; a continuación se realiza tabla comparativa con resultados obtenidos en población de recién nacidos que presentan criterios de inclusión y exclusión similares a los realizados en este trabajo; es de resaltar que la altura de Plymouth es de 27 m sobre el nivel del mar, y Bogotá a 2640 m sobre el nivel del mar.

Tabla 5. Rangos de Percentiles y Mediana en valores gasométricos validados en 1448 muestras pareadas de vena y arteria. (Plymouth Perinatal Research Group, 1994 - 2000).

	ARTERIA n= 1448	VENA n= 1448
pH mediana	7,26	7,35
percentil 2,5-97,5	7,05 - 7,38	7,17-7,48
pCO <sub>2</sub> mediana (mmHg)	55,0	40
percentil (2,5-97,5)	37- 80	26 - 59
pO <sub>2</sub> mediana (kPa)	7,3	5,3
percentil (2,5-97,5)	4,9 -10,9	3,5 -7,9
BE (mmol/L)	2,4	3,0
Percentil (2,5-97,5)	-2,5-9,7	-1,0-8,9

Tabla 6. Rangos de Percentiles y Mediana en valores gasométricos validados en 60 muestras pareadas de vena y arteria. (Bernal E, et al; Bogotá 2012)

	ARTERIA n= 60	VENA n= 60
pH mediana percentil 2,5-97,5	7,21 7,00 – 7,34	7,31 7,05 – 7,41
pCO2 mediana (mmHg) percentil (2,5-97,5)	49,5 26,73 – 60,75	38,0 24,03 – 65,43
pO2 mediana (mmHg) percentil (2,5-97,5)	22,5 5,3 – 36,2	17,4 8,5 – 41,0
BE (mmol/L) Percentil (2,5-97,5)	-9,5 -2,99 – -15,01	- 7,9 -1,76 – -14,42
Lactato (mmol/L) Percentil (2,5-97,5)	4,3 2,42 – 8,06	3,4 2,03 – 8,78
Bicarbonato (mmol/L) Percentil (2,5-97,5)	18,3 15,29 – 23,87	18,5 15,22 – 23,56
SO2 % Percentil (2,5-97,5)	16,0 3,15 – 50, 68	29,0 5,45 – 69,05
HTO % Percentil (2,5-97,5)	51 43,0 – 58,8	50 41,7 – 58,0
Hb (g/dL) Percentil (2,5-97,5)	16,5 13,3 -18,2	15,5 13,2 – 18,0

### 7.2.3 Comparación de muestreos Pre-pinzamiento y Pos-Pinzamiento (Bogotá)

A continuación se realiza descripción de valores mediante graficas de Box-Plot; en las cuales se incluyen muestras pareadas venosas y arteriales pre-pinzamiento (cordocentesis practicada antes del primer minuto de nacimiento en cordón indemne), y muestras pareadas venoso y arterial posterior al pinzamiento (cordocentesis practicadas entre dos y ocho minutos posterior al nacimiento al haber realizado pinzamiento basados en criterios clínicos).

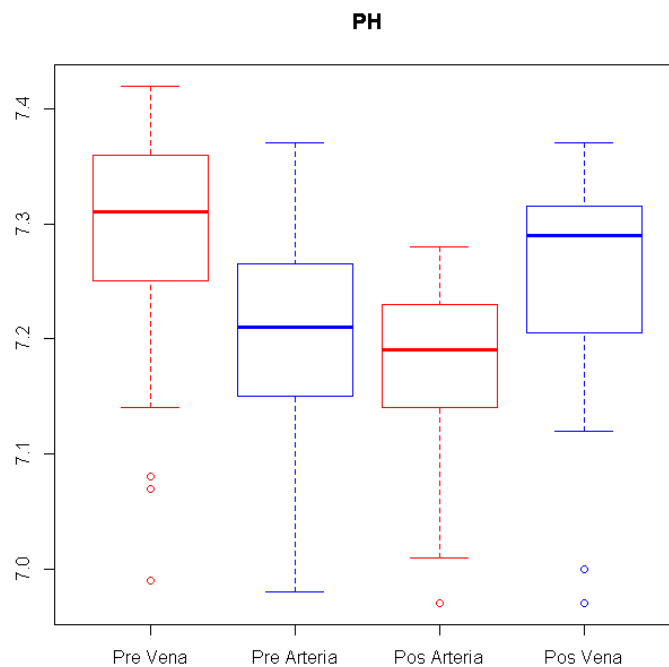
**En la gráfica número 1**, observamos una distribución homogénea de valores en las cuatro variables analizadas ya que él 50% de los datos concentrados en las cajas son cercanos, independientemente del tiempo de pinzamiento y tipo de

vaso; así mismo se observa simetría de datos; hay ascenso en los valores de pH, sugiriendo mejoría en lo funcional venoso (azul); con discreto descenso de lo funcional arterial (rojo), pero que no se aleja del percentil 25 realizando la comparación con la muestra pre-vena (funcional arterial) este descenso se puede deber al tipo de muestra ya que es el vaso que menor volumen sanguíneo permite extraer, con una vasoconstricción y presencia de detritos celulares que favorecen a la anaerobiosis.

### 1. pH

Grafica 1. Comportamiento ph, pre y pos-pinzamiento

(Bernal E, et al; Bogotá 2012).



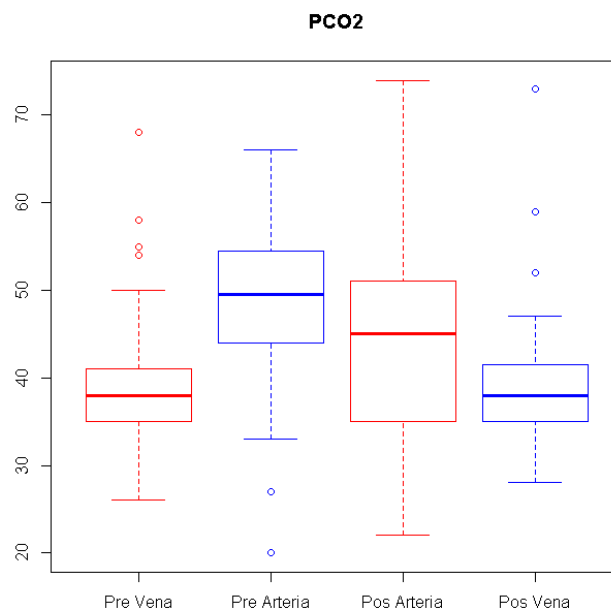
**En la gráfica número 2**, se observa distribución simétrica de valores, en muestras pre y pos-pinzamiento, mayor dispersión en la muestra pos-arteria, se evidencia descenso de PCO<sub>2</sub>, en lo funcional venoso (azul), con datos atípicos en pre y pos-vena, discreto ascenso de PCO<sub>2</sub> en la muestra pos-arteria, sin que el

75% de los valores sobrepasen los 50 mmHg, este comportamiento se puede deber a las características de la muestra, ya que es el vaso que menor volumen sanguíneo permite extraer, con una vasoconstricción y presencia de detritos celulares que favorecen a la anaerobiosis, pero se puede definir que el pinzamiento habitual no predispone a hipercapnia, lo cual es claramente reflejado en lo funcional venoso (azul).

## 2. PCO<sub>2</sub>

Gráfica 2. Comportamiento pco<sub>2</sub>, pre y pos-pinzamiento

(Bernal E, et al; Bogotá 2012).



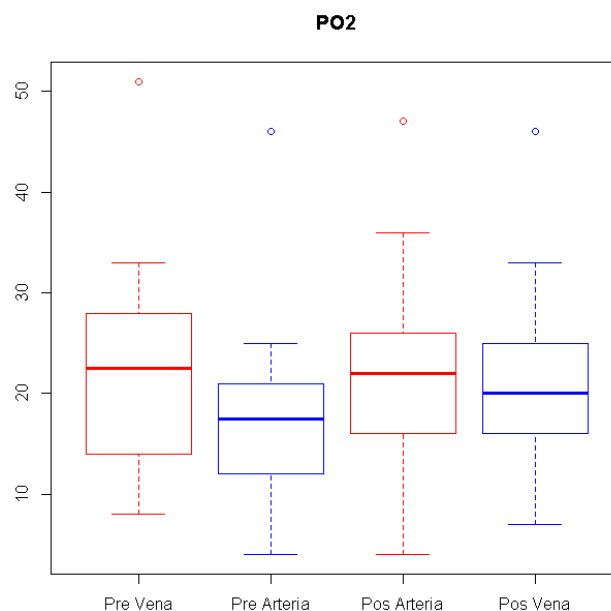
**En la gráfica número 3**, se observa distribución simétrica de valores, con un dato atípico en cada muestra, en lo arterial funcional (rojo) mayores niveles de pO<sub>2</sub>; en lo funcional venoso (azul), se observa ascenso de po<sub>2</sub> en la muestra pos-pinzamiento. El ascenso en la muestra pos-pinzamiento arterial funcional (rojo)

no es tan significativo probablemente a las características de la muestra, no reflejando la  $pO_2$  que en ese momento presente el Recién Nacido.

$pO_2$

Gráfica 3. Comportamiento  $pO_2$  pre y pos-pinзамiento

3. (Bernal E, et al; Bogotá 2012).

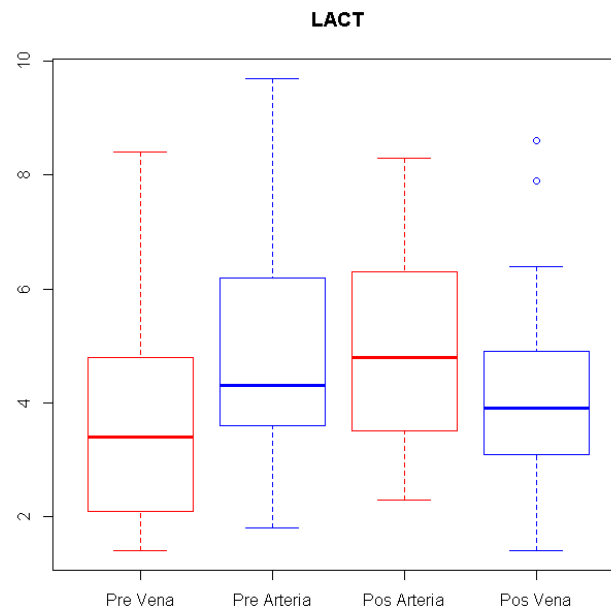


**En la gráfica número 4**, presenta distribución homogénea de valores en las muestras pos-pinзамiento, con asimetría de valores en muestras pre-pinзамiento, pero dimensión de la caja demuestra que el 50% de los valores son simétricos; dos datos atípicos en la muestra vena pos-pinзамiento. En lo funcional venoso (azul) evidente descenso de lactato; en lo funcional arterial no hay aumento significativo, con distribución del 50% de valores similar a la muestra pre-arteria, se concluye que el pinзамiento habitual no genera aumento de lactato principalmente evidenciado en la muestra venosa pos-pinзамiento.

#### 4. LACTATO

Gráfica 4. comportamiento lactato pre y pos-pinzamiento

(Bernal E, et al; Bogotá 2012).

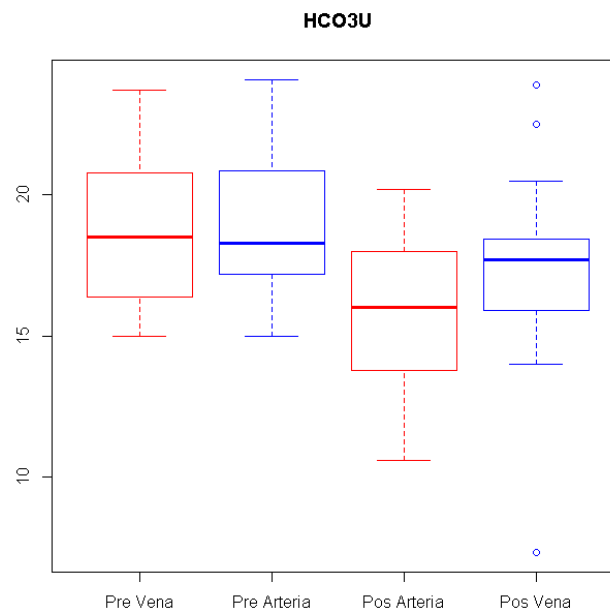


**En la gráfica 5,** demuestra comportamiento simétrico de valores pre y pos-pinzamiento, tres valores atípicos en la muestra venosa pos-pinzamiento pero sin dispersión de valores en las cuatro muestras. Se evidencia descenso no significativo en la muestra pos-arterial recordar que la muestra arterial pos-pinzamiento debido a sus características predispone a estado de anaerobiosis, y que no refleja el bicarbonato que pueda presentar el recién nacido en ese momento; equilibrio y similitud mejor evidenciado en lo funcional venoso.

5. HCO<sub>3</sub>

Gráfica 5. Comportamiento hco3 pre y pos-pinзамiento

(Bernal E, et al; Bogotá 2012).



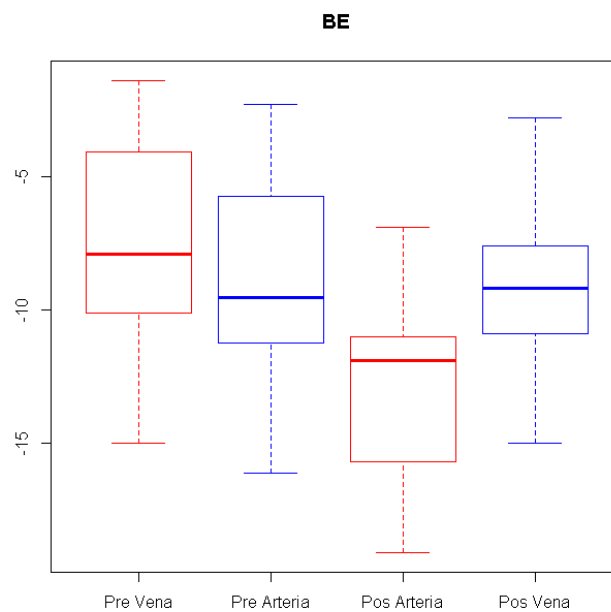
**En la gráfica 6**, no se observa cambios en lo funcional venoso (azul), independientemente del tiempo de pinзамiento, con percentil 50 (mediana) en el mismo rango. En lo funcional arterial (rojo), hay descenso en la muestra arterial pos-pinзамiento que es la constante en todas las variables analizadas para esta muestra por las características de la misma. La distribución de valores en percentil 50, son similares en las muestras pre-vena, pre-arteria, pos-vena; lo cual demuestra que el tiempo de pinзамiento no genera cambios significativos en la Base Exceso.



## 6. BASE EXCESO

### Gráfica 6. Comportamiento be pre y pos-pinzamiento

(Bernal E, et al; Bogotá 2012).

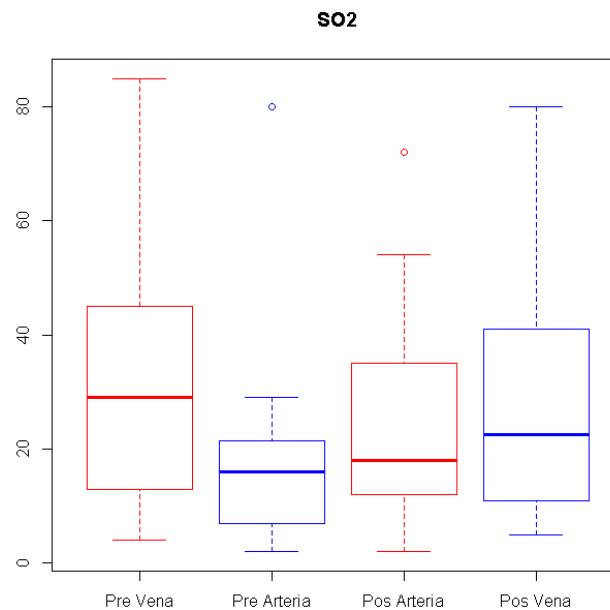


**En la gráfica 7**, se representa el comportamiento de Saturación Oxígeno, ascenso de presión de oxígeno en lo funcional venoso (azul); distribución asimétrica de valores venosos pos-pinzamiento y pre-pinzamiento. El descenso no significativo en la muestra funcional arterial pos-pinzamiento no refleja la verdadera saturación de oxígeno del Recién Nacido en ese momento, y se debe más a las características de la muestra que predispone a estado de anaerobiosis.

## 7. Saturación Oxígeno

Gráfica 7. comportamiento so2 pre y pos-pinzamiento

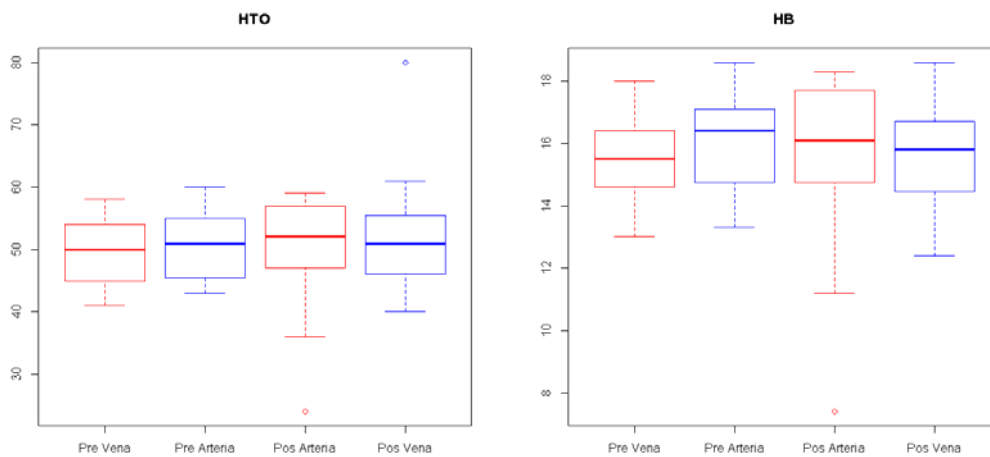
(Bernal E, et al; Bogotá 2012).



**Gráfica 8**, demuestra comportamiento homogéneo de valores de Hematocrito y Hemoglobina tanto en lo funcional arterial (rojo) y en lo funcional venoso (azul), independientemente del tiempo de pinzamiento, lo que ratifica lo ya descrito, el pinzamiento habitual no aumenta riesgo de poliglobulia roja.

## 8. Hematocrito y Hemoglobina.

Gráfica 8. comportamiento de hematocrito pre y pos-pinzamiento  
(Bernal E, et al; Bogotá 2012).



### 7.2.4 Comparación de Distribución en las variables pH, PCO<sub>2</sub>, Déficit de Base (Plymouth- Bogotá)

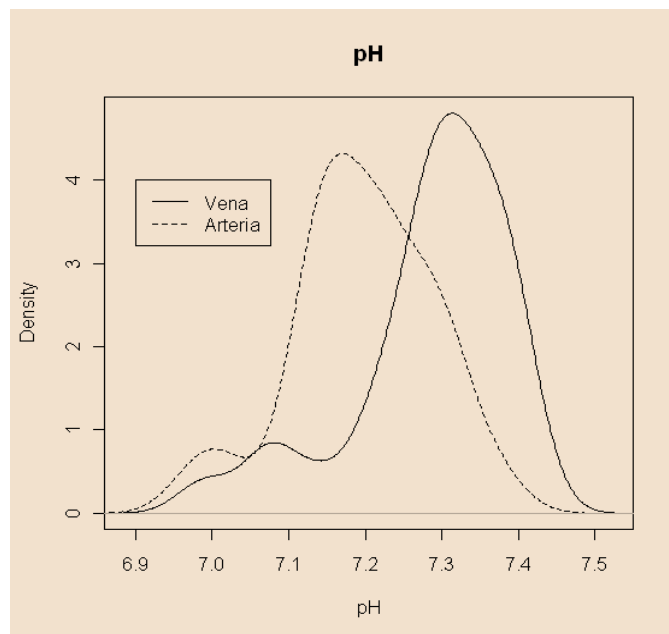
Mediante gráficas de distribución de frecuencia, se realiza comparación de comportamiento en las variables, pH, PCO<sub>2</sub>, Déficit de Base; las cuales fueron analizadas por el grupo de investigación perinatal en Plymouth, y publicadas en la guía que se utilizó para la elaboración de este trabajo.

Es importante resaltar que Plymouth (Inglaterra) se encuentra a 27 m sobre el nivel del mar, y que Bogotá está a 2640 m, a pesar que la muestra obtenida durante 6 años (1448); difiere de manera importante con las 60 recolectadas en

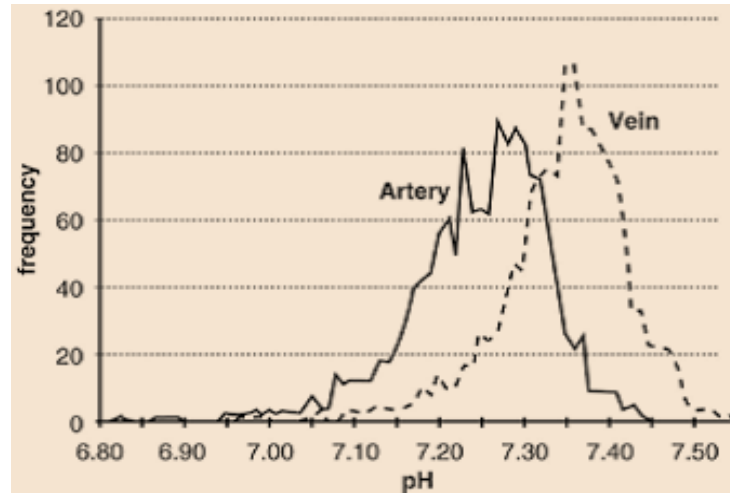
dos meses en el instituto materno infantil, se demuestra que el comportamiento es similar, lo cual confirma la confiabilidad de las muestras.

En la **gráfica 9** demuestra niveles más bajos de pH en arteria, y rangos de valores similares a los encontrados por el grupo de investigación perinatal en Plymouth; en el **gráfico 10** se evidencia valores de PCO<sub>2</sub> mayores en muestras arteriales, con los mismo comportamiento presentado en Plymouth.

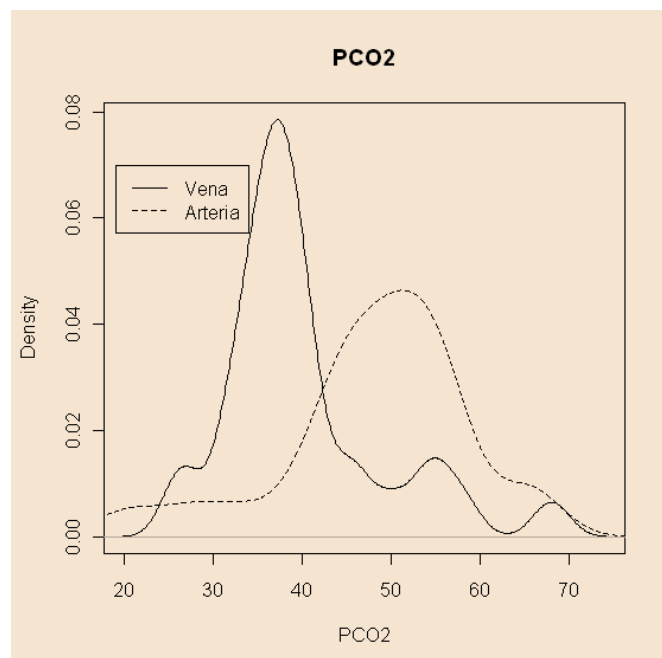
Gráfica 9. Distribución de Frecuencia de pH en Vena y arteria de cordón, n= 60 (Bernal E, et al; Bogotá 2012).



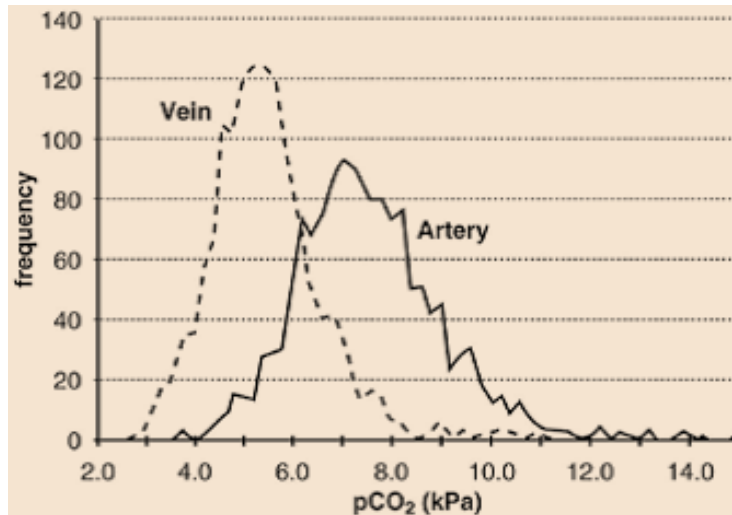
Distribución de Frecuencia de pH en Vena y arteria de cordón, n=1448  
(Plymouth Perinatal Research Group, 2000).



Grafica 10. Distribución de Frecuencia de PCO2 en Vena y arteria de cordón, n= 60 (Bernal E, et al; Bogotá 2012).

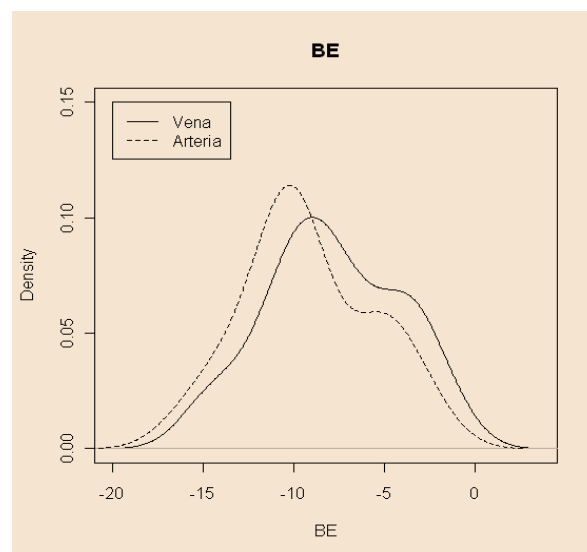


Distribución de Frecuencia de  $\text{PCO}_2$  en Vena y arteria de cordón,  $n=1448$  (Plymouth Perinatal Research Group, 2000).



En la gráfica 11, se representa la distribución de frecuencia de Exceso Base, la gráfica del grupo de Plymouth utiliza el Déficit de Base, que significa el déficit de bicarbonato por cada litro de líquido extracelular; el comportamiento es similar tanto en las muestras venosas como arteriales.

Gráfica 11. Distribución de Frecuencia de BE en Vena y arteria de cordón,  $n= 60$  (Bernal E, et al; Bogotá 2012).



Distribución de Frecuencia de DB en Vena y arteria de cordón, n=1448  
 (© Plymouth Perinatal Research Group, 1994 – 2000)

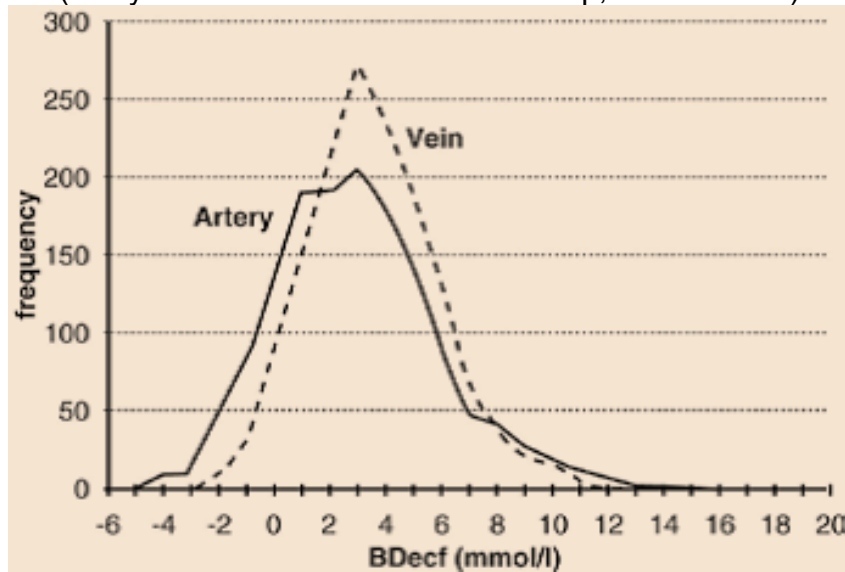
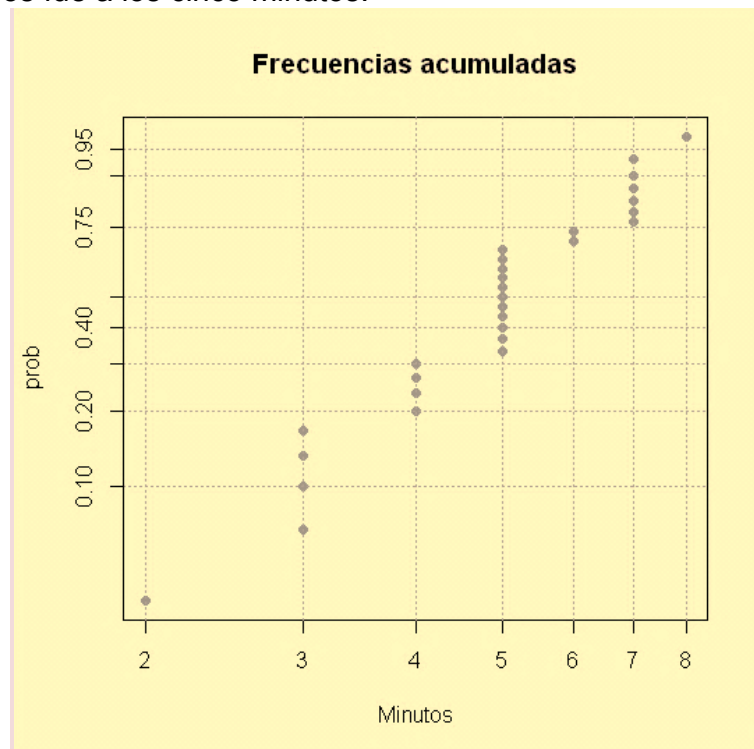


Gráfico 12 Frecuencias Acumuladas de Tiempos de Pinzamiento.

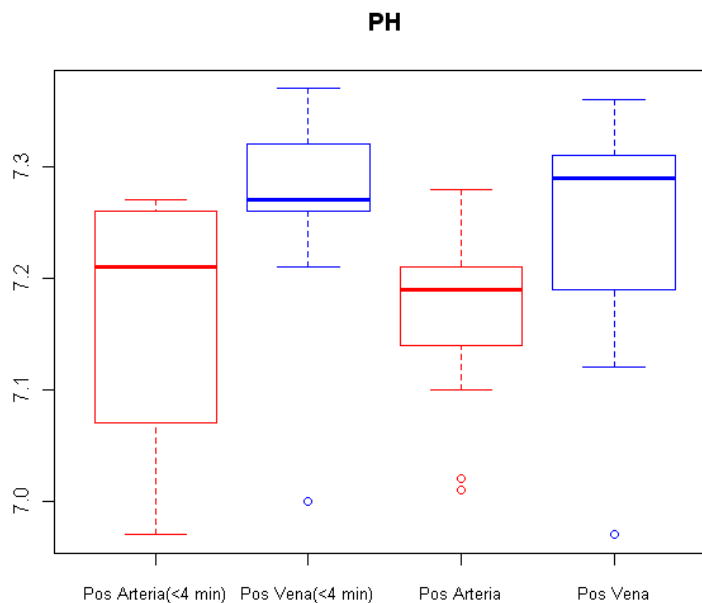
**El grafico 12,** Muestra las frecuencias acumuladas de pinzamiento, donde se observa que el tiempo de mayor número de pinzamientos, realizados según criterios clínicos fue a los cinco minutos.



## 7.25 Comparación de comportamiento en gasometrías pareadas venosas y arteriales, en pinzamientos entre 2 a 4 minutos y 5 a 8 minutos (Bogotá).

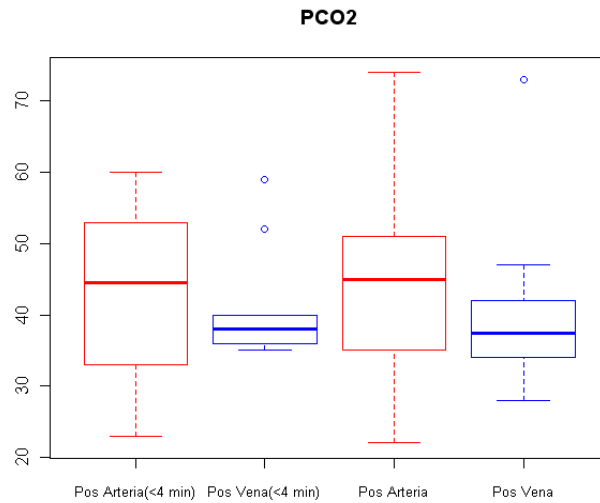
A continuación se gráfica mediante Box-Plot, resultados de gasometría pos-pinzamientos, muestras pareadas en cordocentesis practicadas entre dos y cuatro minutos, y las practicadas entre cinco y ocho minutos, con el fin de corroborar que no existen diferencias significativas entre los dos tiempos de pinzamientos; demostrando que los pinzamientos habituales y el clampeo basado en criterios fisiológicos no ponen en riesgo la integridad del recién nacido, y por el contrario le brinda el beneficio de volemia adicional, muy importante en la adaptación neonatal. Se observa con claridad todas las gráficas de las variables, pH, PCO<sub>2</sub>, pO<sub>2</sub>, Lactato, Bicarbonato, SaO<sub>2</sub>, Hematocrito y Hemoglobina.

Grafica 13. Comportamiento ph en cordocentesis pareadas (2-4 minutos) (5-8 minutos)

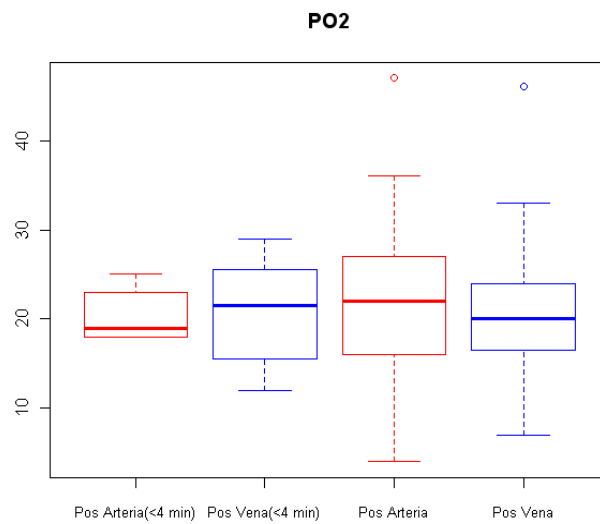




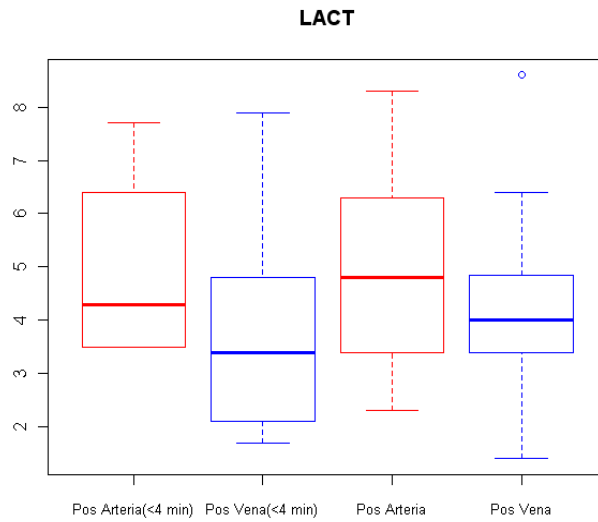
Grafica 14. Comportamiento pco2 en cordocentesis pareadas (2-4 minutos) (5-8 minutos)



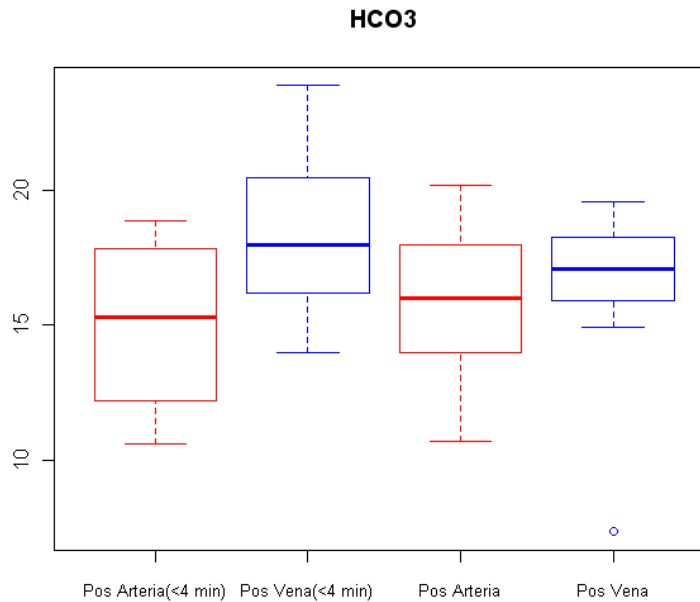
Grafica 15. Comportamiento po2 en cordocentesis pareadas (2-4 minutos) (5-8 minutos)



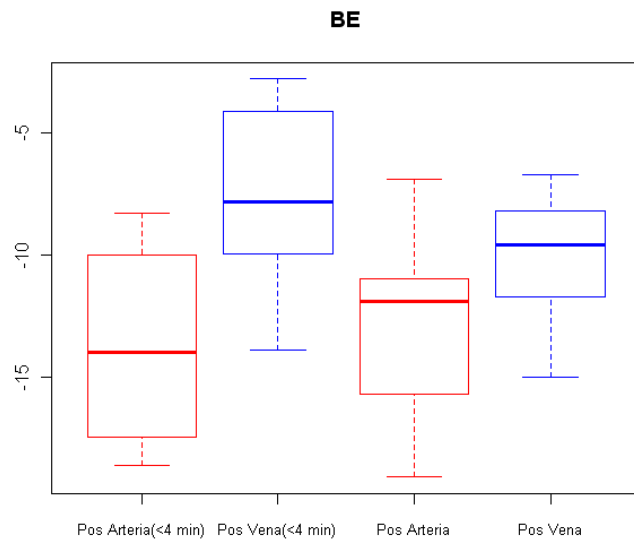
Grafica 16. Comportamiento lactato en cordocentesis pareadas  
(2-4 minutos) (5-8 minutos)



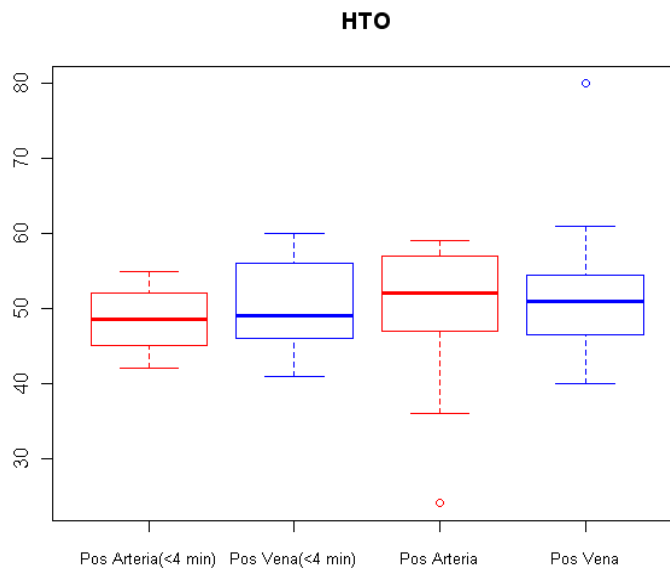
Grafica 17. Comportamiento hco3 en cordocentesis pareadas  
(2-4 minutos) (5-8 minutos)



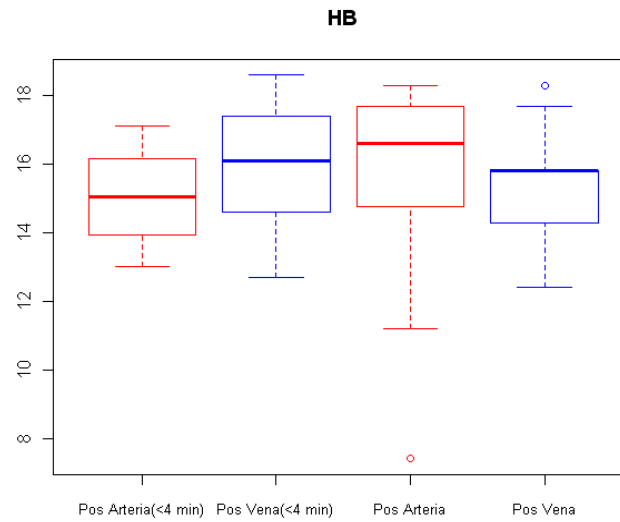
Grafica 18. Comportamiento be en cordocentesis pareadas  
(2-4 minutos) (5-8 minutos)



Grafica 19. Comportamiento hematocrito en cordocentesis pareadas  
(2-4 minutos) (5-8 minutos)



Grafica 20. Comportamiento hemoglobina en cordocentesis pareadas (2-4 minutos) (5-8 minutos)



## 8. Discusión

La importancia de la gasometría pareada de cordón umbilical en la actualidad es indiscutible, considerando la relevante información que le ofrece al clínico en el abordaje inicial del recién nacido; la Sociedad Canadiense de Ginecología y Obstetricia, el grupo de investigación perinatal de Plymouth (Inglaterra), y el Colegio Americano de Ginecología y Obstetricia (2, 3, 31) recomiendan esta práctica en todo recién nacido que presente estado fetal insatisfactorio, inclusive ya se ejecuta en algunos centros en todos los recién nacidos así no presenten factores de riesgo. La decisión de realizar este trabajo se fundamenta en la poca información suministrada sobre valores de gasometrías en poblaciones donde se practica el pinzamiento habitual de cordón; la poca información de series realizadas en pinzamientos mayores a un minuto presenta resultados contradictorios. Es de vital importancia conocer si adicional a la técnica de pinzamiento, las variables geográficas y poblacionales facilitan que los rangos de valores de gasometrías pareadas en cordón, encontrados en otras latitudes sean diferentes a las que pudiéramos encontrar en nuestra población objeto.

Con el objetivo de dar validez a los datos obtenidos de las muestras pareadas pre-pinzaamiento y pos-pinzaamiento, se utilizó la guía del grupo de investigación perinatal en la ciudad de Plymouth (Inglaterra) considerando que las características de la población analizada es similar a la realizada en este trabajo, adicionalmente se aprovecha las grandes diferencias geográficas especialmente lo referente a altitud sobre el nivel del mar, considerando que Plymouth se encuentra a 27 m, y Bogotá presenta 2640 m sobre el nivel del mar, con valores de presión barométrica que difieren en 200 mmHg. Diferentes series han publicado valores de gasometría con medidas estadísticas principalmente,

desviación estándar y mediana (15,17); considerando la dispersión presentada en los valores de gasometría de cordón el grupo de Plymouth recomienda presentar estos valores en percentiles, ya que es una medida de posición no central, permitiendo ubicar el valor respecto a la muestra.

Los percentiles obtenidos en este trabajo son similares a los presentados por el grupo de Plymouth, con diferencia importante en la oxigenación ya que los valores en la población estudiada en el Instituto materno infantil presenta PO<sub>2</sub> 30 mmHg menos en valores arteriales y 20 mmHg en valores venosos con percentil 2,5 y 97,5 (arterial 5,3 – 36,2) (venoso 8,5 – 41,0), lo que permite sugerir que las adaptaciones neonatales a mayor altitud sobre el nivel del mar pueden demorar mayor tiempo en alcanzar saturaciones de oxígeno consideradas como normales, sin que estos valores impliquen una hipoxia tisular en el recién nacido.

Otro valor que presenta diferencias con respecto al grupo de Plymouth es el Déficit de base, con percentiles 2,5 y 97,5 en Plymouth (arterial -2,5 -9,5) (venoso -1,0 -8,9) en Bogotá (arterial -2,99 -15,01) (venoso -1,76 -14,4), en este análisis hay que recordar lo mencionado por Wiberg y Olofssona en la revista británica de Ginecología y Obstetricia, donde mencionan la precaución en la interpretación de gasometrías de cordón, ya que el tiempo de pinzamiento puede interferir en los valores de Déficit de Base dado que a mayor tiempo de pinzamiento, se instauran las respiraciones espontáneas, barriendo CO<sub>2</sub>, con disminución de PCO<sub>2</sub> y aumento erróneo de Déficit de Base, que es lo observado en los valores encontrados en este trabajo menores niveles de PCO<sub>2</sub> y mayores niveles de Déficit de Base, lo cual se ratifica en las muestras pos-pinzaamiento donde la tendencia es al aumento a mayor tiempo de pinzamiento, sin que hayan alteraciones simultáneas de pH ni lactato (11). Los pinzamientos realizados en Plymouth no describen a cuantos segundos realizan el pinzamiento.

En general los valores pre-pinzamiento encontrados son similares a los del grupo de Plymouth en las variables analizadas, pH, PCO<sub>2</sub>, Déficit de Base, lo cual es corroborado en las gráficas 9-10-11 de distribución de frecuencia; donde se compara comportamiento arterial y venoso.

Al realizar el análisis de comportamiento de valores pre-pinzamiento de este trabajo con los valores pos-pinzamiento, mediante graficas de caja y bigote, se observa mínima dispersión de valores, así como el comportamiento homogéneo en lo funcional venoso, en las diferentes variables analizadas, con un común denominador en la muestra pos-arterial, la cual tiende a presentar valores inferiores sin que sean significativos, esto puede estar dado a que el volumen de muestra que se recoge es menor, aunado a que el eflujo ha cesado, con vasoconstricción y presencia de detritos celulares que se presentan, puede predisponer a glicolisis anaeróbica y esto interferir en los valores reales que puede presentar el recién nacido en ese momento.

Se demuestra que el tiempo de pinzamiento no genera cambios significativos en los valores analizados, al comparar valores pre-pinzamiento con valores pos-pinzamiento; adicionalmente el comportamiento en el análisis realizado en muestras pareadas pos-pinzamiento diferenciando tiempos de 2 a 4 minutos y 5 a 8 minutos descarta que haya comportamientos diferentes entre unos y otros, permitiendo ratificar la conducta de pinzamientos basados en criterios clínicos, sin que esto predisponga a alteraciones acido-bases que atenten contra la integridad del recién nacido. Basado en los criterios clínicos de pinzamiento el tiempo que presento mayor frecuencia de pinzamiento fue a los cinco minutos (Gráfica 12).

Al existir pocos trabajos de gasometría en muestras pareadas de cordón a la altura de Bogotá, se convierte en una fortaleza la obtención de estos valores, así como la ejecución de un pinzamiento guiado por comportamiento clínico, adicionalmente la obtención de las muestras estandarizadas de acuerdo a indicaciones publicadas en la guía de Plymouth. Dentro de las debilidades que se

presentan están el tiempo corto (24 horas) de observación de los recién nacidos, ya que esto no descarta que puedan presentar complicaciones, así como el número de pacientes a pesar que se presenta correspondencia con los datos del grupo de Plymouth; adicionalmente se corresponden los datos obtenidos en Chile en el año 1990, donde presenta una muestra de 19 recién nacidos con similares criterios de inclusión, presentando valores de gasometría de cordón menores a un minuto muy similares a los encontrados en este trabajo, incluyendo niveles de Déficit de Base (28).



## 9. Conclusiones

La obtención, procesamiento e interpretación de gasometrías pareadas de cordón en la actualidad, ameritan una especial atención por el clínico dedicado a la evaluación inicial del recién nacido, ya que la información que aporta es valiosa para la toma de decisiones en búsqueda de más y mejores resultados en la atención del recién nacido. En los últimos años ha despertado gran interés de sociedades científicas el perfeccionamiento de métodos automatizados de lectura en gasometrías de cordón umbilical como es demostrado en el grupo de Plymouth; la elaboración del presente trabajo permitió abordar tres temas de interés en quienes practican pinzamientos cada vez más habituales, conociendo las bondades y beneficios que brinda, y el impacto que tiene en la circulación pulmonar durante la transición de la circulación feto-neonatal. En primer lugar se logra demostrar que los valores de gasometría en muestras pareadas de cordón, presentan tendencia similar independientemente de la altura sobre el nivel del mar a la que se tomen, teniendo precaución durante la adaptación neonatal por conseguir saturaciones de oxígeno adoptadas como normales, sabiendo de antemano que a la altura de Bogotá los recién nacidos presentan menores valores de Presión de oxígeno comparados con los recién nacidos adaptados a nivel del mar. En segundo lugar los criterios clínicos de pinzamiento habitual no generan desequilibrio ácido base en el neonato. En tercer lugar los valores de gases son similares en las muestras pre y post, los valores de Hb y Hto descartan la presencia de poliglobulia; y las diferencias de Lactato y EB no son estadísticamente significativas.

Lo más frecuente en la temporalidad al pinzar habitualmente el cordón umbilical está dentro del rango ya definido (24) entre 3 a 5 minutos; incluso la tendencia en

este trabajo fue a los cinco minutos, sugiriendo que en algunos casos puede ser mayor el tiempo necesario para el logro de criterios clínicos de pinzamiento.

Los criterios para el pinzamiento habitual del cordón umbilical, seguirán siendo los clínicos descritos (24) para racionalizar el mismo y evitar que una temporalidad más frecuente del pinzamiento se convierta y adopte como criterio único, en su inespecificidad, al tomar la decisión inevitable, trascendente e irreversible del pinzamiento y corte del cordón umbilical.

La recomendación de la Academia Americana de Pediatría, y el Colegio Americano de Ginecología y Obstetricia, indica realizar pinzamiento al minuto en recién nacidos sin factores de riesgo. Lo encontrado en este trabajo es que las condiciones fisiológicas para el pinzamiento se presentaron al quinto minuto, estando más acorde con las conductas que sugiere la escuela de Perinatología y Neonatología de la Universidad Nacional de Colombia.

## Bibliografía

1. Ceriani JM. Tiempo de clampeo del cordón umbilical. Un regreso a lo natural. Arch Argent Pediatric. 2007; 105 (4): 289-290.  
<http://www.scielo.org.ar/pdf/aap/v105n4/v105n4a01.pdf>
2. American College of Obstetricians and Gynecologists. Umbilical Cord Blood Gas and Acid-Base Analysis. ACOG. 2006; 118: 1319- 22.  
<http://www.acog.org/~media/Committee%20Opinions/Committee%20on%20Obstetric%20Practice/co348.pdf?dmc=1&ts=20130111T2307212491>
3. The Society of Obstetricians and Gynecologist of Canada. Fetal Health Surveillance: Antepartum and Intrapartum Consensus Guideline. JOGC 2007; 29 (9): S3-S50.  
<http://www.sogc.org/guidelines/documents/gui197CPG0709r.pdf>
4. Oxford Midwives Research Group. A study of the relationship between the delivery to cord clamping interval and the time of cord separation. Midwifery. 1991; 7: 167-176.
5. Nelle M, Zillow EP, Kraus M, Bastert G, Linderkamp O. The effect of Leboyer delivery on blood viscosity and other hemorheologic parameters in term neonates. Am J Obstet Gynecol 1993; 169: 189-193.
6. Grajeda R, Pérez R, Dewey KG. Delayed clamping of the umbilical cord improves hematologic status of Guatemalan infant at 2 mo of age. Am Clin Nutr 1997; 65: 425 – 431.

7. Ibrahim HM, Krouskop RW, Lewis DF, Dhanireddy R. Placental transfusion: umbilical cord clamping and preterm infants. *J Perinatol* 2000; 20: 351-354.
8. Rabe H, Wacker A, Hulskamp G, Hornig-Franz I, Schulze-Everding A, Harms E, et al. A randomized controlled trial of delayed cord clamping in very low birth weight preterm infants. *Eur J Pediatr* 2000; 159: 775-777.
9. Rabe H, Wacker A, Hulskamp G, Hornig-Franz I, Jorch G. Late cord clamping benefits extrauterine adaptation. *Pediatr Res* 1998, 44: 454-456.
10. James N. Umbilical cord blood gas analysis, Paired samples should be analyzed in selected circumstances. *BMJ*. 2010; 340: c1720.
11. Wiberg N, Kallen K, Olofsson P. Delayed umbilical cord clamping at birth has effects on arterial and venous blood gases and lactate concentrations. *BJOG*. 2008; 115:697-703.
12. Currea S. Adaptación Neonatal Inmediata. Memorias primer Curso Internacional de Medicina Fetal y Neonatal. Fundación VIVIR. Bogotá 1983.
13. Currea S. Reanimación Neonatal. *Revista Colombiana De Anestesiología*. 1984; 12 (2).
14. Currea S. Adaptación Neonatal Inmediata, Apoyo, Conducción e Inducción. En: Rojas E. Sarmiento F, editores. *Pediatría Diagnóstico y Tratamiento*. 2a Edición Bogotá: Editorial Celsus; 2003. p. 203-213.
15. Alegría X, Cerda M. Gases en cordón umbilical. *Rev Obstet Ginecol*. 2009; vol. 4 (1): 78-8.

16. Riley RJ, Johnson JWC. Collecting and analyzing cord blood gases. *Clin Obstet Gynecol.* 1993; 36: 13-23.
17. Armstrong L, Stenson BJ. Use of umbilical cord blood gas analysis in the assessment of the newborn. *Arch Dis Child Fetal Neonatal.* 2007; 92: 430-434.
18. MacLennan A. A template for defining a causal relation between acute intrapartum events and cerebral palsy: international consensus statement. *BMJ.* 1999; 319: 1054-1059.
19. Sykes GS, Johnson P, Ashworth F, Molloy PM, Gu W, Stirrat GM, Turnbull AC. Do Apgar scores indicate asphyxia?. *Lancet.* 1982; i: 494-496.
20. Blickstein I, Green T. Umbilical Cord Blood Gases. *Clin Perinatol.* 2007; 37: 451-459.
21. Winberg N, Kallén K, Olofsson P. Base deficit estimation in umbilical cord blood is influenced by gestational age, choice of fetal fluid compartment, and algorithm for calculation. *American Journal of Obstetrics and Gynecology.* 2006; 195: 1651-6.
22. Armstrong L, Stenson B. Effect of delayed sampling on umbilical cord arterial and venous lactate and blood gases in clamped and unclamped vessels. *Arch Dis Child Fetal Neonatal.* 2006; 91: F342-F345.
23. Gjerris AC, Staer-Jensen J, Jorgensen JS, Bergholt T, Nickelsen C. Umbilical cord blood lactate: A valuable tool in the assessment of fetal metabolic acidosis. *European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology.* 2008 Jul; 139 (1):16-20.

24. Currea S. “La adaptación neonatal inmediata, la reanimación neonatal”, 1ª ed. Bogotá: Unibiblos, 2004).
25. Gómez M, Danglot C, Aceves M. Clasificación de los niños recién nacidos. Revista Mexicana de Pediatría. 2012; 79: 32-39.  
<http://www.medigraphic.com/pdfs/pediat/sp-2012/sp121g.pdf>
26. Ruiz MJ, Ortiz C, Sánchez JJ. Trastornos del Equilibrio Ácido-Base [Internet]. Málaga: Laboratorio del Hospital Clínico Universitario “Virgen de la Victoria”. Disponible en:  
<http://www.medynet.com/usuarios/jraguilar/Manual%20de%20urgencias%20y%20Emergencias/acidbase.pdf>
27. James L.S, Weisbrot I.M, Prince C.E. The Acid-Base Status of human infants in relation to birth asphyxia and the onset of respiration. J Pediatr 1958; 52: 379-393.
28. González H, Fernandez C, Herrera B. Effect of Labor on the acid base status of the normal newborn infant. Rev. Chil Pediatr. 1990; (61): 91-94.  
<http://www.scielo.cl/pdf/rcp/v61n2/art06.pdf>
29. Reynolds F. Labour analgesia and the baby: good news is no news. International Journal of Obstetric Anesthesia. 2011; 20: 38-50.
30. Reynolds F. The effects of maternal labour analgesia on the fetus. Best Practice & Research Clinical Obstetrics and Gynecology. 2010; 24: 289–302.
31. Plymouth Perinatal Research Group. Umbilical Cord Blood Sampling and Expert Data Care. K2 Medical Systems. 2000; 2-13.  
<http://www.k2ms.com/documents/UmbilicalCordBloodSamplingEDCIndepth.pdf>