

**DETERMINACIÓN DE VALORES DE PULSO OXIMETRIA EN RECIEN
NACIDOS SANOS EN EL HOSPITAL UNIVERSITARIO RAMON
GONZALEZ VALENCIA (H.U.R.G.V.) DE BUCARAMANGA**

HECTOR GARRIDO VECINO

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE SALUD
ESCUELA DE MEDICINA
ESPECIALIZACIÓN DE PEDIATRÍA
BUCARAMANGA**

2004

**DETERMINACIÓN DE VALORES DE PULSO OXIMETRIA EN RECIEN
NACIDOS SANOS EN EL HOSPITAL UNIVERSITARIO RAMON
GONZALEZ VALENCIA (H.U.R.G.V.) DE BUCARAMANGA**

HECTOR GARRIDO VECINO

Trabajo de grado presentado para optar al título de
ESPECIALISTA EN PEDIATRIA

Director
JURG NIEDERBACHER VELÁSQUEZ
Especialista en Neumología y Pediatría

Asesor
FIDEL LATORRE LATORRE
Especialista en Pediatría y Epidemiología

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE SALUD
ESCUELA DE MEDICINA
ESPECIALIZACIÓN DE PEDIATRÍA
BUCARAMANGA
2004**

TABLA DE CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	1
1. JUSTIFICACIÓN	3
2. OBJETIVOS	4
2.1 OBJETIVO GENERAL	4
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
3. MARCO TEÓRICO	5
3.1 OXÍGENO	5
3.2 PRESIÓN ALVEOLAR DE OXÍGENO	6
3.3 HEMOGLOBINA	7
3.3.1 Curva de disociación de la hemoglobina	10
3.3.2 Contenido de oxígeno en la sangre	12
3.3.3 Afinidad por el oxígeno	12
3.4 OXIMETRIA	13
3.4.1 Ventajas de la pulso – oximetría	15
3.4.2 Limitaciones de la pulso – oximetría	16
4. MATERIALES Y MÉTODOS	17
4.1 TIPO DE ESTUDIO	17
4.2 UNIVERSO	17
4.3 POBLACIÓN EN BLANCO	17
4.4 POBLACIÓN DE ESTUDIO	17
4.5 TAMAÑO DE LA MUESTRA	18
4.6 METODOLOGÍA	19

4.7 TIPO DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO	20
4.8 CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN	20
4.8.1 Criterios de Inclusión	20
4.8.2 Criterios de Exclusión	21
4.9 VARIABLES	21
4.9.1 Variables Dependientes	21
4.9.2 Variables Independientes	21
4.10 ASPECTOS ADMINISTRATIVOS	22
4.10.1 Recurso Humano	22
4.10.2 Recurso Físico	22
4.10.3 Recursos Económicos	22
5. ASPECTOS ÉTICOS	23
6. RESULTADOS	24
6.1 DESCRIPCIÓN DE VARIABLES	26
6.2 ASOCIACIÓN DE VARIABLES	41
7. DISCUSIÓN	42
8. CONCLUSIONES	46
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48
BIBLIOGRAFÍA	53
ANEXOS	58

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Composición de las hemoglobinas humanas más comunes	8
Tabla 2. Presión parcial de los gases más importantes en el aire	9
Tabla 3. Distribución según pulso-oximetría en R.N. menor de 6 horas	26
Tabla 4. Distribución según pulso-oximetría en R.N. entre 6 y 12 horas	27
Tabla 5. Distribución según edad materna	28
Tabla 6. Distribución según control prenatal	29
Tabla 7. Distribución según vía de parto	30
Tabla 8. Distribución según peso del R.N.	31
Tabla 9. Distribución según genero del R.N.	31
Tabla 10. Distribución según edad gestacional por amenorrea	32
Tabla 11. Distribución según edad gestacional por método de Ballard	33
Tabla 12. Distribución según frecuencia cardiaca del R.N. menor de 6 horas	35
Tabla 13. Distribución según frecuencia respiratoria del R.N. menor de 6 horas	36
Tabla 14. Distribución según frecuencia cardíaca del R.N. entre 6 y 12 horas	38
Tabla 15. Distribución según frecuencia respiratoria del R.N. entre 6 y 12 horas	39
Tabla 16. Pulso-oximetría en R.N. menor de 6 horas de vida	41
Tabla 17. Pulso-oximetría en R.N. entre 6 y 12 horas de vida	41

LISTA DE GRÁFICAS

	pág.
Gráfica 1. Curva de disociación de la hemoglobina	11
Gráfica 2. Distribución según pulso- oximetría en R.N. menores de 6 horas	26
Gráfica 3. Distribución según pulso – oximetría en R.N. entre 6 y 12 horas de vida	27
Gráfica 4. Distribución según edad materna	29
Gráfica 5. Distribución según control prenatal	30
Gráfica 6. Distribución según vía de parto	31
Gráfica 7. Distribución según género del R.N.	32
Gráfica 8. Distribución según edad gestacional por amenorrea	33
Gráfica 9. Distribución según edad gestacional por método de Ballard	34
Gráfica 10. Distribución según frecuencia cardíaca del R.N. menor de 6 horas	36
Gráfica 11. Distribución según frecuencia respiratoria del R.N. menor de 6 horas	37
Gráfica 12. Distribución según frecuencia cardíaca del R.N. de 6 a 12 horas	39
Gráfica 13. Distribución según frecuencia respiratoria del R.N. de 6 a 12 horas	40

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Cálculo del tamaño de muestra	58
Anexo B. Características de variables	59
Anexo C. Formulario para recolección de datos	60

RESUMEN

TITULO: DETERMINACION DE VALORES DE PULSO-OXIMETRIA EN RECIEN NACIDOS SANOS (R.N.S.) EN EL HOSPITAL UNIVERSITARIO *RAMON GONZALEZ VALENCIA* (H.U.R.G.V.) DE BUCARAMANGA*

AUTOR: GARRIDO VECINO, Héctor**

PALABRAS CLAVES: Niño sano, pulso-oximetría, hemoglobina, saturación arterial de oxígeno

DESCRIPCIÓN:

La pulso-oximetría, es un método rápido, sencillo, económico, no-invasivo y eficaz para determinar indirectamente la saturación arterial de oxígeno. Su valor está influenciado por factores como altitud, hallándose cifras diferentes según la distancia sobre nivel del mar a la cual se haga la determinación. Bucaramanga está localizada a 960 m.s.n.m. No se conocen valores promedios para R.N.S. a ésta altitud. Determinar valores de referencia propia conduce a optimizar el manejo de R.N. que necesiten o reciban oxigenoterapia, tomándolos como referencia para otras investigaciones.

El propósito del trabajo fue determinar valores de pulso-oximetría en una población de R.N.S. en las primeras doce horas de vida, residentes en Bucaramanga. Se realizó una muestra de 150 maternas con sus R.N., escogidos por conveniencia de acuerdo a criterios de inclusión predeterminados, en el H.U.R.G.V., creando dos grupos según edad del R.N. (< 6 y de 6-12 horas de vida). Se utilizó un pulso-oxímetro marca Palco, modelo 305A, con sensor pediátrico, colocado en el dorso del segundo dedo del pie derecho; se tomaron 3 mediciones y eligiendo como cifra hallada el promedio de las tres. Se analizaron los datos con Epiinfo-6.04 y Stata-6.

Se encontró una saturación promedio de 96,50% (D.S. 1,50) con valores mínimo de 92% y máximo de 100% en las primeras 6 horas de vida y de 96,56% (D.S. 1,58) con valores mínimo de 92% y máximo de 100% entre las 6-12 horas de vida, con diferencias estadísticamente significativas según edad de gestación por amenorrea o por método de Ballard ($p < 0.05$). Estos hallazgos nos plantean que un R.N.S. puede estar desaturado cuando presente valores de saturación < 92% y las cifras de saturación de oxígeno puedan descender dependiente de la edad gestacional. Además de la discusión de resultados se hace una revisión de los usos y limitaciones de la pulso-oximetría.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Salud, Escuela de Medicina, Especialización en Pediatría, NIEDERBACHER V., Jurg, LATORRE L., Fidel.

ABSTRACT

TITLE: DETERMINATION OF PULSO-OXIMETRY VALUES IN HEALTHY NEWBORN BABIES AT THE *RAMON GONZALEZ VALENCIA* UNIVERSITY HOSPITAL (H.U.R.G.V.) OF BUCARAMANGA*

AUTHOR: GARRIDO VECINO, Héctor**

KEYWORDS: Healthy baby, Pulse oximetry, Hemoglobin, Arterial saturation of oxygen

DESCRIPTION:

Pulse oximetry is a fast, simple, economic, non-invasive, and efficient method to determine the arterial saturation of oxygen indirectly. Its value is influenced by altitude, among other factors. Different values according to the distance above the sea level at which the determination is made. Bucaramanga is located at 960 meters above the sea level. Average values for newborn babies are unknown at this altitude. The determination of characteristic reference values leads to the optimization of newborn babies management, who require or receive oxygen therapy. These values, then, will be considered as reference points for future research.

The objective of this research paper is to determine the pulse oximetry values in a population of healthy newborn babies living in Bucaramanga, during their first twelve hours of life. A sample of 150 mothers with their newborn babies at the *Ramon Gonzalez Valencia* University Hospital was selected according to pre-determined inclusion criteria. Two groups of newborn babies were established (less than 6 hours old and from 6 to 12 hours old). A Palco-brand, 305A Model, Pulse oximeter with pediatric sensor was used. This device was placed on the dorsal surface of the second toe, in the right foot. Three measurements were taken and averaged. Data were analyzed using Epiinfo-6.4 and Stata-6 software.

An average saturation of 96.50% (SD = 1.50) was found during the first six hours of life, with a minimum value of 92% and a maximum value of 100%; An average saturation value of 96.56% (SD = 1.58) was found in the group aging from 6-12 hours of life, with a minimum value of 92% and a maximum value of 100%. Statistically significant differences were found according to the gestation age that was determined by amenorrhea or by the Ballard's Method ($p < 0.05$). These findings suggest that a newborn baby can be considered as de-saturated when the saturation values are $< 92\%$. Saturation figures can decrease depending on the gestational age. In addition to the discussion of results, a review of the uses and limitations of pulse oximetry is made.

* Research Work

** Faculty of Health, School of Medicine, Specialization Program in Pediatrics, NIEDERBACHER V., Jurg, LATORRE L., Fidel.

INTRODUCCIÓN

El paso de feto a recién nacido es un periodo de adaptación total de los diferentes sistemas orgánicos, durante el cual se van a presentar una serie de modificaciones fisiológicas que son de importancia en el desarrollo armónico del recién nacido. El sistema cardiorrespiratorio presenta la mayor adaptación durante el parto, pasando de una circulación compartida a una circulación propia. Este evento puede ocurrir con alteraciones, como la hipoxia, las cuales deben ser detectadas tempranamente para poder ofrecer las soluciones más convenientes al recién nacido.

La detección de la hipoxia e hiperoxia en el recién nacido puede estar sujeta a errores humanos, lo que puede conducir a una mala interpretación, provocando un mal manejo y catastrófico desenlace ⁽¹⁾.

Dentro de los métodos para la vigilancia del recién nacido, contamos con la oximetría de pulsos o pulso-oximetría, considerado como un método exacto, simple, no invasivo y por lo tanto, casi libre de riesgos, para medir la saturación de oxígeno arterial (SaO_2) en forma continua y confiable, porque puede descubrir alteraciones en la saturación de oxígeno arterial ante una variedad de condiciones en el recién nacido, lo cual permite mejorar nuestra habilidad de evaluar el estado cardiorrespiratorio y poder decidir oportunamente una conducta médica que vaya en beneficio de estos pacientes ⁽²⁾.

En los últimos años, el adelanto tecnológico ha permitido la producción de pulso-oxímetros con mayor exactitud, menor tamaño y menos costos, por lo cual se ha alcanzado una mayor versatilidad en su uso, llegando a convertirse en un método de utilización frecuente en la práctica médica, siendo calificado como “el quinto signo vital en pediatría” ^(2, 3).

En nuestro medio no contamos con parámetros de referencia para una adecuada interpretación de la pulso-oximetría en los recién nacidos, por eso hemos considerado continuar con los trabajos que promueve la Sociedad Colombiana de Neumología Pediátrica para lograr establecer valores de referencias para la saturación de oxígeno arterial (SaO₂) en los diferentes grupos de pacientes pediátricos. Buscamos precisar las cifras más óptimas de pulso-oximetría en los recién nacidos sanos de Bucaramanga, que puedan ser aplicadas para otros sitios con similares características a la nuestra, como por ejemplo la altitud, la cual puede ser un factor determinante en los valores obtenidos.

Todos estos datos serán de vital importancia en el momento de realizar una intervención en pacientes con patologías cardiopulmonares, para lograr un adecuado manejo clínico y una oportuna terapia con oxígeno.

1. JUSTIFICACIÓN

En Bucaramanga no contamos con información sobre los valores normales de saturación de oxígeno arterial (SaO_2) en recién nacidos sanos. Frecuentemente se toma como valores de referencia, cifras obtenidas en otros lugares, como es el caso de Bogotá, ciudad con características diferentes a la nuestra, con altitud de 2.640 metros sobre el nivel del mar, el cual es un parámetro que pueda variar los resultados de pulso-oximetría.

Para Bucaramanga, ciudad situada a 960 metros sobre el nivel del mar, podría no ser de utilidad clínica los valores obtenidos en la pulso-oximetría en otros lugares con características geográficas diferentes a la nuestra, lo cual nos llevará a una falsa y/o errónea interpretación de la saturación de oxígeno arterial, considerando valores mínimos o máximos inadecuados, que ocasionarán un inapropiado manejo del paciente.

Nuestro estudio nos permite comparar los valores obtenidos en los recién nacidos sanos con otros valores de saturación de oxígeno arterial (SaO_2) en lugares con similitudes geográficas a las nuestras.

El conocer valores de pulso-oximetría en los recién nacidos sanos de Bucaramanga, será de utilidad para proponer pautas de manejo en los pacientes sanos y con patologías respiratorias, que sean objetivas y precisas para estandarizarlas, como son las de oxigenoterapia. Igualmente provocar la masificación de su uso, teniendo en cuenta el gran valor diagnóstico como signo de patología en los recién nacidos.

Teniendo valores de referencia de saturación de oxígeno arterial (SaO_2) en recién nacidos sanos, se puede continuar con posteriores estudios que nos den más orientación acerca de otras patologías que puedan modificar los valores de referencia de la pulso-oximetría.

2. OBJETIVO

2.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar los valores de pulso-oximetría en los recién nacidos sanos a término en el Hospital Universitario Ramón González Valencia de Bucaramanga.

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Conocer los valores de pulso-oximetría en los recién nacidos sanos a término, del Hospital Universitario Ramón González Valencia, en las primeras 12 horas de vida.
- Comparar los valores de pulso-oximetría en los recién nacidos sanos a término encontrados en este estudio, con valores similares reportados en otros estudios.
- Establecer valores normales de pulso-oximetría para los recién nacidos sanos a términos, que puedan ser utilizados de referencia para el manejo de estos pacientes.
- Detectar variables que puedan modificar los valores de referencia de pulso-oximetría en los recién nacidos sanos a término en Bucaramanga.

3. MARCO TEORICO

3.1 . OXIGENO

Cuando la atmósfera terrestre evolucionó, y su componente fundamental cambió de hidrógeno (atmósfera reducida) a oxígeno (atmósfera oxigenada), pudo disponerse del oxígeno como fuente de energía para el desarrollo de la vida celular, porque era abundante y accesible y poseía un alto potencial energético.

La atmósfera de la Tierra es una mezcla de gases, compuesta, más o menos, de un 78% de nitrógeno, de un 21% de oxígeno y de 1% de otros gases que incluyen el bióxido de carbono, el vapor de agua y el argón. ⁽⁴⁾.

El oxígeno es un elemento gaseoso bivalente, incoloro, que existe libre en la atmósfera, con un peso específico de 1, 105, y un peso atómico de 15,999.

El oxígeno siendo elemento fundamental para la vida de la mayoría de los seres vivos, es tóxico en ciertas condiciones, lo cual ha provocado la adaptación a través del desarrollo de un sistema especializado, que permite sea tomado del medio ambiente y llevado a todas las células del organismo. Desde los pulmones llega hacia los tejidos por la sangre en dos formas: unido a la molécula de hemoglobina en su mayor parte (98%) y el resto (2%) como gas libre disuelto en la sangre. ^(5, 6).

El oxígeno es un gas, por lo cual su comportamiento obedece a las leyes físicas de los gases: ocupa un volumen, ejerce una presión y posee una temperatura que es reflejo de su movimiento molecular.

La atmósfera terrestre está compuesta, principalmente por moléculas de gas, las cuales tienen masa y son atraídas al centro de la tierra por la gravedad. A nivel del mar este peso

ejerce una presión capaz de mantener una columna de mercurio a una altura de 760 mm, esta presión es llamada atmosférica o barométrica y afecta todas las cosas sobre la superficie terrestre. ⁽⁷⁾

La atmósfera terrestre es una mezcla de gases: oxígeno, nitrógeno, dióxido de carbono y otros, los cuales ejercen una presión; según la “ley de Dalton”, la presión total es igual a la suma de las presiones parciales ejercidas por los diferentes gases.

El agua a ciertas condiciones ambientales puede existir en forma gaseosa, denominándose vapor de agua, el cual a la temperatura corporal de 37 grados centígrados, ejerce una presión parcial de 47 mm de Hg.

El oxígeno se disuelve en el plasma y se liga a la hemoglobina y el contenido de dicho elemento es la suma del oxígeno disuelto y el ligado a dicho pigmento. De ahí la importancia de la cantidad y la calidad de la hemoglobina como transportador de oxígeno.

Cuando está afectado el suministro de oxígeno a las mitocondrias, no se puede disponer de la energía contenida dentro del ciclo de Krebs. La tensión de oxígeno celular a la cual comienza a disminuir el índice respiratorio mitocondrial se denomina tensión de oxígeno crítica. Varios estudios demuestran que, mientras otros factores se mantengan normales, las mitocondrias pueden funcionar adecuadamente con una tensión de oxígeno celular tan baja como 5 mm de Hg. Sin embargo, en la actualidad no es posible delinear tensiones de oxígeno críticas para sistemas orgánicos vitales en distintas condiciones. ⁽⁶⁾

3.2 . PRESION ALVEOLAR DE OXIGENO

El oxígeno penetra en la sangre por difusión a través del epitelio pulmonar / endotelio pulmonar vascular, existiendo un gradiente de presión entre los alvéolos (PAO_2) y el plasma (PaO_2), que favorece su entrega.

La PAO_2 es menor que la presión atmosférica debido a la presencia del CO_2 y el vapor de agua.

La siguiente ecuación es utilizada para determinar la presión alveolar de oxígeno:

$$(PAO_2) = (\text{Presión barométrica} - \text{Presión de vapor de } H_2O) \times (\text{Fracción inspirada de } O_2) - \text{Presión Arterial de } CO_2/0.8$$

$$(PAO_2) = (760 - PH_2O) \times (FiO_2) - (PACO_2/0.8)$$

Podemos observar la importancia que tiene el valor de la altura sobre el nivel del mar en la saturación de oxígeno, pues la presión barométrica que es de 760 mm de Hg a nivel del mar disminuye a medida que esta aumenta. Bucaramanga con una altura menor de 1000 metros tiene aproximadamente una presión barométrica de 649 mm de Hg.

Esta variación influye en la concentración de oxígeno alveolar, la cual repercute en la concentración arterial de oxígeno. ⁽⁸⁾

3.3 . HEMOGLOBINA

Obedeciendo la “Ley de Henry” la cual dice que la cantidad de oxígeno disuelto en el plasma es proporcional a la presión ejercida sobre dicha sustancia, tenemos, con una presión de O_2 de 100 mm Hg, que la sangre únicamente contendría 0,3 ml de oxígeno disuelto por cada 100 ml de sangre, lo que es claramente una cantidad insuficiente para suplir las demandas metabólicas del organismo, por lo cual se requiere otro mecanismo más eficiente, la hemoglobina. ⁽⁹⁾

La hemoglobina es la proteína transportadora de oxígeno en los animales superiores. Es el componente principal de los eritrocitos y es responsable del color rojo de la sangre. Un solo eritrocito contiene aproximadamente 280 millones de moléculas de hemoglobina. El peso de cada molécula es 64,5 kDa, alrededor de 64.500 veces mayor que el de un átomo de hidrógeno y está compuesto por más de 10.000 átomos de hidrógeno, carbono, nitrógeno, oxígeno y azufre. Puede transportar aproximadamente 200 ml de oxígeno por litro de sangre. ^(9, 10)

La estructura de la hemoglobina está constituida por cuatro grupos pirrólicos unidos por un ión ferroso y una proteína llamada globina, la cual consta de cuatro cadenas de aminoácidos: 2 alfa y 2 beta, en el caso de la hemoglobina A1. (Véase Tabla 1).

Tabla 1. Composición de las Hemoglobinas Humanas más comunes

HEMOGLOBINA	COMPOSICIÓN
A1	2 alfa, 2 beta
A2	2 alfa, 2 delta
Embrionaria	2 alfa, 2 épsilon
Fetal	2 alfa, 2 gamma

En cada caso se señala cuál es la composición correspondiente a las cuatro cadenas polipeptídicas de globina.

La hemoglobina como acarreadora de oxígeno, tiene que ser capaz de unirse al oxígeno cuando éste se encuentre a una tensión de aproximadamente 100 mm Hg o 13.3 Kpa (1mm Hg = 1 torr = 0.133 Kpa), de la presión parcial de oxígeno en el alvéolo pulmonar. ^(9, 11). (Véase Tabla 2.)

Tabla 2. Presión parcial de los gases más importantes en el aire

Gas	ATMOSFÉRICO		ALVEOLAR	
	mm Hg	Kpa	mm Hg	Kpa
O ₂	159	21.2	100	13.3
N ₂	601	80.1	573	76.4
CO ₂	0.2	0.027	40	5.33
H ₂ O	0	0	17	6.27
TOTAL	760	101	760	101

La capacidad de la hemoglobina de combinarse en forma reversible con los átomos de oxígeno aumenta mucho la capacidad de transporte de oxígeno de la sangre, desde los pulmones hacia los tejidos. Así, la entrega de oxígeno a la célula depende en gran medida de la afinidad con la que la hemoglobina se une al oxígeno y lo libera a los eritrocitos.

Se sabe que tres factores importantes tiene un efecto significativo sobre la afinidad hemoglobina-oxígeno en el hombre: 1) Las interacciones hemo- hemo. 2) Las interacciones alostéricas y 3) Los sistemas enzimáticos intraeritrocitáricos. Estos tres factores, son relaciones fisicoquímicas principales que afectan los equilibrios normales.

En la clínica, se encuentran numerosas condiciones que alteran estos equilibrios. Las hemoglobinopatias, en donde hay alteración de la secuencia de aminoácidos, altera la afinidad por el oxígeno. Además merecen mención especial:

1) Monóxido de carbono, (CO) gas que posee una avidez muy alta (210 veces mayor que el oxígeno) por la hemoglobina desplazándolo de su sitio de unión.

2) Metahemoglobina, consiste en la oxidación del ión ferroso a ión férrico, que puede ser por una alteración de origen genético o inducido por algunas drogas como nitritos, sulfamidas, etc.

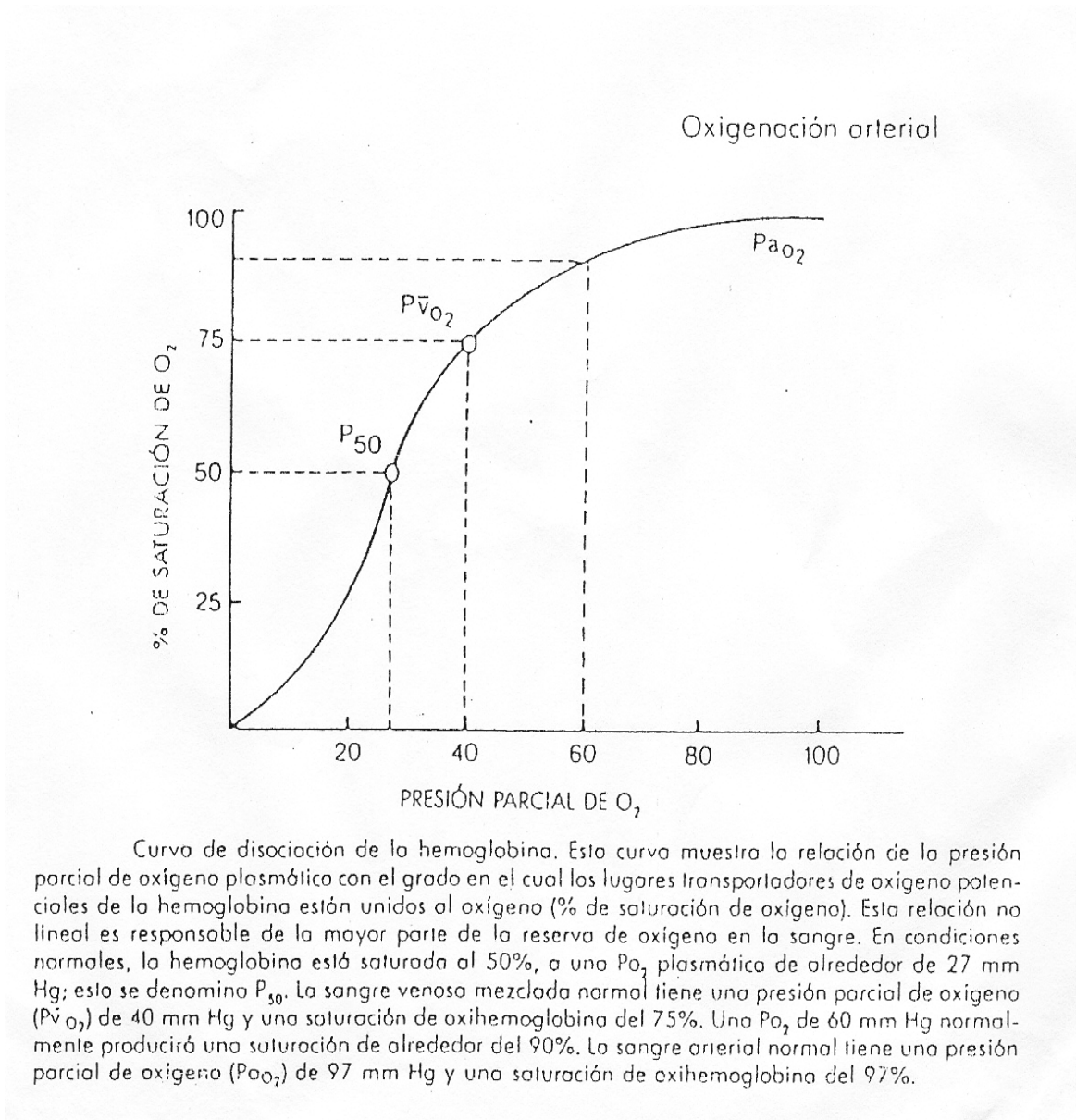
3) Hemoglobina fetal, constituye el 85% de la hemoglobina del recién nacido a término, pero disminuye al 5% a los 140 días aproximadamente, desapareciendo casi totalmente al año de edad. Esta hemoglobina tiene una alta afinidad por el oxígeno disminuyendo la entrega de éste a los tejidos. ^(7, 11, 12)

3.3.1 Curva de disociación de la hemoglobina. En condiciones normales, la hemoglobina existe primariamente, en dos formas: Oxihemoglobina (HbO_2) y hemoglobina reducida (Hb).

La exposición de la hemoglobina a tensiones de oxígeno creciente produce un aumento en la saturación de la oxihemoglobina, hasta que casi toda la hemoglobina está saturada con oxígeno. Con tensiones de oxígeno entre 0 y 100 mm de Hg, se produce una curva sigmoide; ésta es la **curva de disociación de la hemoglobina** (Véase Gráfica 1). Con tensiones de oxígeno entre 20 y 60 mm de Hg, la sangre puede transportar y liberar mayor cantidad de oxígeno, con relativamente pequeños cambios en las tensiones de oxígeno sanguíneo. ⁽¹³⁾

Cuando los valores de saturación de oxígeno arterial están entre 85 y 94%, la pulso-oximetría es de mucha confiabilidad, porque los valores de la presión arterial de oxígeno (PaO_2) corresponden entre 50 y 70 mmHg. Cuando la saturación es mayor del 95% se pierde la correlación con el valor de PaO_2 , ya que ésta puede oscilar entre 80 y 400 mmHg. ⁽¹⁴⁾ Existe un valor crítico: $PaO_2 = 60$ mmHg que se corresponde con una saturación del 90%, por debajo de la cual, pequeñas disminuciones de la PaO_2 ocasiona desaturaciones importantes; Valores por encima de 95%, grandes aumentos de la PaO_2 no suponen incrementos significativos de la saturación de oxígeno ⁽¹⁵⁾

Gráfica 1. Curva de disociación de la hemoglobina



Fuente: Tomado de Sociedad Española de cuidados intensivos pediátricos. Monitorización de la ventilación mecánica: gasometría y equilibrio acidobásico. En: Anales de Pediatría.

La cantidad de oxígeno que entra o sale de la sangre depende de tres factores: la cantidad de oxígeno disuelto, la cantidad de oxígeno que es transportado por la hemoglobina y el grado con que la hemoglobina atrae al oxígeno.

3.3.2 Contenido de oxígeno en la sangre. El contenido de oxígeno en la sangre representa la suma de oxígeno unido a la hemoglobina y el oxígeno disuelto en el plasma.

Un gramo de hemoglobina totalmente saturada con oxígeno puede transportar entre 1.34 a 1.39 ml de oxígeno (Tradicionalmente se asume el valor de 1.34 ml de oxígeno.)

En estados patológicos, como las anemias, donde se disminuye la hemoglobina por ml de sangre, el contenido de oxígeno va a estar disminuido. ⁽¹⁶⁾

3.3.3 Afinidad por el oxígeno. La hemoglobina tiene una gran afinidad por el oxígeno. Esta propiedad es la que permite a la sangre oxigenada en forma deficiente oxigenarse con rapidez en el lecho capilar pulmonar. Por otra parte, esta afinidad puede hacerla menos capaz de liberar el oxígeno a nivel tisular. Ciertos factores en la sangre alteran la afinidad, cambiando la relación normal entre la saturación de hemoglobina y la tensión de oxígeno, modificando la posición de la curva de disociación de la hemoglobina. ⁽⁹⁾

La afinidad de la hemoglobina por el oxígeno es afectada por varios factores fisiológicos: concentración de hidrogeniones, tensión de dióxido de carbono y temperatura. Al aumentarse cualquiera de estos factores produce una desviación hacia la derecha de la curva de disociación. En forma inversa, una disminución en estos factores desviará la curva hacia la izquierda. ⁽¹³⁾

3.4 . PULSO-OXIMETRIA

Pulso-oximetría es un término general relativo a las varias tecnologías capaces de medir la saturación de la oxihemoglobina, las cuales se han venido perfeccionando en las últimas décadas del siglo XX, siendo uno de los avances tecnológicos más importantes.

Existen diferentes técnicas:

1. Espectrofotometría para el análisis de la hemoglobina in Vitro,
2. Oximetría del pulso para medición no invasora de saturación de hemoglobina
3. Oximetría fibra-óptica para medición de saturación de la oxihemoglobina in vivo.

La pulso-oximetría está basada sobre los principios espectrofotométricos que miden las proporciones de luz transmitida y/o absorbidas por parte de la hemoglobina.

En el siglo XVII, Isaac Newton observó un “espectro” de color saliendo de un prisma colocado a la luz del sol. En el siglo XIX se notó una relación entre los espectros luminosos y la electricidad, en la que el potencial entre dos electrodos en solución cambiaba cuando uno era luminoso. A comienzos del siglo XX se originó la práctica de la celda fotoeléctrica para la medición de la luz absorbida.

Los principios fotoeléctricos permiten trasladar la intensidad de la luz a una corriente eléctrica, base de los espectrofotómetros modernos. En la década de 1960, la tecnología de estado-sólido hizo posible los espectrofotómetros actuales con base en estos principios físicos: una luz de intensidad dada que pasa a través de una sustancia específica producirá alguna fracción de luz transmitida a una superficie metálica cubierta con óxido y la corriente resultante será directamente proporcional a la intensidad de la luz transmitida.

La oximetría no invasora data desde la década de 1930, donde un instrumento fotométrico que transmitía luz roja midió la saturación de oxígeno sobre el flujo sanguíneo en vasos

intactos. En 1964 se introdujo un oxímetro del pabellón de la oreja que controlaba la intensidad de la incidencia luminosa mediante la división del rayo de luz, dirigiendo una parte a un detector para medición continua.

El moderno oxímetro de pulso es un triunfo tecnológico envidiable, hecho posible solo por la disponibilidad de microprocesadores. Son espectrofotómetros de longitud de onda dual, con capacidad pulsátil entre una fuente de luz de dos longitudes de onda y un detector luminoso. El grado de cambio en la luz transmitida es proporcional al del cambio del pulso arterial, las longitudes de onda de la luz utilizada y las saturaciones de oxihemoglobina. En el supuesto de que la onda pulsátil se deba, enteramente, al pasaje de la sangre arterial, la utilización de las longitudes de onda de la luz apropiadas permite al microprocesador el cálculo continuo de la SaO₂.^(1, 17, 18)

La tecnología básica está descrita en la LEY DE BEER-LAMBERT, la cual establece que la concentración de un soluto desconocido, en un solvente, puede ser determinada por la absorción de luz así:

$$L(\text{afuera})=L(\text{dentro})-(Dca)$$

Donde **L** es la intensidad de la luz, **D** es la distancia que la luz viaja a través de la solución, **C** es la concentración del soluto y **a** es el coeficiente de absorción del soluto.⁽¹⁸⁾

Los solutos importantes en este caso son la hemoglobina reducida y la oxihemoglobina, con sus respectivos coeficientes de absorción. Se utiliza haces luminosos con longitudes de ondas de 660 mm y 940mm, porque corresponde a las características absorptivas de las dos hemoglobinas.

Una fuente de luz es aplicada a un área del cuerpo que es lo suficientemente delgada (el lóbulo de la oreja, dedo y pies en adultos, la palma de la mano en infantes y el arco del pie en recién nacidos; el septum nasal puede ser usado en estados de bajo flujo), para permitir que la luz atraviese un lecho capilar y sea captada por un foto detector.

Cada latido cardiaco produce fisiológicamente sangre arterial oxigenada (saturada); el incremento en la saturación de oxígeno de la hemoglobina aumenta su absorción de luz.

Un microprocesador programado capta la saturación de oxígeno por comparación de la absorbancia de la línea de base y el pico de un pulso transmitido en las ondas de 660 a 940 nm.

El pulso-oxímetro determina la saturación funcional, la cual es la relación entre la oxihemoglobina y la suma de esta con toda la hemoglobina capaz de transportar oxígeno.

Ha sido demostrada que la saturación de oxígeno de la hemoglobina normal se relaciona muy de cerca con la saturación de oxígeno medida por cooximetría, cuando está entre el 70 y el 100%, en una persona normo térmica y bien perfundida. ^(18, 19, 20, 21)

3.4.1 Ventajas de la pulso-oximetría. Es un método cómodo, no invasivo, de fácil aplicación e interpretación, además los pulso-oxímetros actuales son fáciles de transportar, no necesitan calibración especializada o preparación del sitio del sensor.

El deterioro agudo de la circulación periférica es detectado en forma inmediata, siendo algo más cualitativo que cuantitativo.

Uno de los factores más importantes a tener en cuenta al considerar la exactitud de la pulsoximetría es que ofrece una estimación continua de la SaO₂, en función del tiempo real; sin embargo su exactitud para cuantificar en forma confiable la SaO₂ está en discusión, por lo cual las recomendaciones actuales lo señalan como un reflejo no invasor de cambios de importancia clínica en la SaO₂. ^(10, 20, 22)

3.4.2 Limitaciones de la pulso-oximetría. Las limitaciones se consideran con respecto a la espectrofotometría, flujo pulsátil e instrumentos de interferencia. ⁽²⁰⁾

- **Limitaciones de la espectrofotometría**

Los diodos emisores de luz utilizados detectan formas de hemoglobina reducida (RHb) y oxidada (O₂Hb). La presencia de partes de hemoglobina, como carboxihemoglobina (COHb), metahemoglobina de oxihemoglobina (METHb) y hemoglobina fetal (FHb) puede alterar la exactitud de la medición de oxihemoglobina. La anemia grave (hemoglobina menor de 5 gr%) produce lecturas oximétricas poco confiables ^(8, 23)

Otra fuente de error es la luz ambiente de las lámparas infrarrojas de calentamiento en los recién nacidos. ^(17, 23)

- **Flujo pulsátil**

Condiciones como hipotensión, paro cardiaco, bypass cardiopulmonar e hipotermia significativa disminuye la perfusión digital y alteran la capacidad de los oxímetros para medir la SaO₂.

Condiciones que produzcan pulsación venosa significativa puede volver incierta la oximetría; se observa en insuficiencia ventricular derecha grave, regurgitación tricuspídea, obstrucción del retorno venoso, aumento acentuado de la presión intratorácica. ^(17, 20)

- **Interferencia del instrumento**

El movimiento del dedo sobre el cual se coloca la unidad puede ser interpretado por el instrumento como un movimiento pulsátil. ^(17, 20)

4. MATERIALES Y METODOS

4.1 TIPO DE ESTUDIO

Se trata de un estudio observacional, descriptivo, de tipo prospectivo.

4.2 UNIVERSO

El universo está constituido por todos los recién nacidos, en el Hospital Universitario Ramón González Valencia de Bucaramanga, a quienes se les realizó oximetría de pulso durante las primeras 12 horas de vida, en el periodo de Junio de 2002 a Febrero de 2003.

4.3 POBLACIÓN BLANCO

La constituye todos los recién nacidos en sus primeras 12 horas de vida, sanos a término, considerados como tal los recién nacidos sin problemas cardiopulmonares o asfícticos, ni alteraciones metabólicas, infecciosas o genéticas, de ambos sexos, de todos los estratos socioeconómicos, que nacen en el Hospital Universitario Ramón González Valencia.

4.4 POBLACIÓN DE ESTUDIO

Formada por los recién nacidos de ambos sexos, sanos, a quienes se les realizó la pulso-oximetría.

4.5 TAMAÑO DE LA MUESTRA

Bucaramanga, sin incluir el área metropolitana, tenía una población proyectada para el año 2000 de 530.320 habitantes.

Conformaban el grupo etario de mujeres en edad de procrear (entre los 10 años y 49 años de edad) 178.862 mujeres. ⁽²⁴⁾.

Las mujeres embarazadas para Bucaramanga en el año 2000 se establecieron en 16.970 mujeres. ⁽²⁴⁾

De las mujeres embarazadas en Bucaramanga, 5.419 madres gestantes fueron atendidas en el Hospital Universitario Ramón González Valencia durante el año 2000. ⁽²⁵⁾

Los recién nacidos vivos en el Hospital Universitario Ramón González Valencia en el año 2000 fueron 5.341 niños que corresponden al 98,56 % de los embarazos atendidos ⁽²⁵⁾

Los nacimientos por ocurrencia en Bucaramanga para el año 2000 correspondieron a 31.661 ⁽²⁴⁾

Con estas cifras buscamos la muestra a estudiar.

Teniendo en cuenta que en los embarazos de alto riesgo, el 9% necesitan atención especializada, se calculó la población real a estudiar y tomando un intervalo de confianza mayor del 95%, aplicando la Ecuación del Stat Cal de Epiinfo 6.04, versión 1993, se obtuvo la muestra (Ver Anexo A) ⁽²⁶⁾.

Se tomó como muestra a 150 recién nacidos sanos, de ambos géneros, en la sala de puerperio del Hospital Universitario Ramón González Valencia de Bucaramanga.

4.6 METODOLOGIA

Se utilizó un pulso-oxímetro marca Palco, modelo 305A, con sensor pediátrico.

Se tomaron mediciones de pulso-oximetría en las primeras doce horas de vida del recién nacido.

Cada medición se realizó con dos rangos según la edad del recién nacido: Menores de seis horas de vida y entre seis a doce horas de vida.

En cada rango se monitorizó por tres minutos al recién nacido y se registró el valor promedio de las mediciones.

Cada medición se obtuvo del recién nacido en reposo, evitando al máximo los movimientos, el llanto y cualquier otro tipo de situación que pueda alterar el registro.

En caso de no lograr reposo, se anotó dentro de las planillas de recolección de datos, el estado del recién nacido cuando se hizo las mediciones de pulso-oximetría.

Las monitorizaciones de pulso-oximetría las realizó el investigador principal.

El sensor para las mediciones de las pulso-oximetría se le colocó en el segundo dedo del pie derecho del recién nacido.

Se realizó una prueba piloto en la monitorización de pulso-oximetría a 15 recién nacidos sanos, detectando dificultades, sesgos e interferencias que pudieran presentarse durante la recolección de datos del estudio.

4.7 TIPO DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Las variables en escalas de medición continua o discretas se describieron con medidas de tendencia central (promedios, media, mediana, desviación estándar y valores mínimos y máximos) y medidas de dispersión.

Las variables en escala de medición nominal se describieron como porcentajes.

El análisis Bivariado se realizó buscando la asociación de las diferentes variables con la variable saturación de oxígeno arterial (SaO_2), utilizando la prueba de T de Student y regresión lineal.

Los datos estadísticos se analizaron con Epiinfo 6.04 y Stata 6.

4.8 CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN

Se consideró como recién nacido sano, aquel recién nacido que haya presentado un apgar mayor o igual a 7 al minuto y a los 5 minutos de nacer, que no presente procesos cardiorrespiratorios, metabólicos, genéticos o infeccioso en las primeras 12 horas de vida.

4.8.1 Criterios de inclusión.

1. Edad: 0 a 12 horas de vida.
2. Peso al nacer: De 2.500 gramos a 3999 gramos
3. Edad gestacional al nacer por fecha de última menstruación: 37 semanas a 40 semanas.
4. Edad gestacional al nacer por método de Ballard: 37 a 40 semanas.
5. Consentimiento informado de los padres.

4.8.2 Criterios de exclusión

1. Recién nacidos con sufrimiento fetal agudo.
2. Recién nacidos meconiados.
3. Recién nacidos con alteraciones metabólicas.
4. Recién nacidos con malformaciones congénitas
5. Recién nacidos con antecedentes de ruptura prematura de membrana mayor de 12 horas o con riesgos de infecciones prenatales o intraparto.
6. Recién nacidos que hayan necesitado reanimación neonatal mecánica o farmacológica.
7. Recién nacidos que necesiten Fototerapia.
8. Recién nacidos que necesiten termorregulación con incubadora.

4.9 VARIABLES

4.9.1 Variables dependientes o de salida.

- Saturación de oxígeno arterial (SaO₂).

4.9.2 Variables independientes

- ◆ Género
- ◆ Edad del recién nacido
- ◆ Control prenatal
- ◆ Vía de parto
- ◆ Frecuencia cardiaca

- ◆ Frecuencia respiratoria
- ◆ Edad materna

Las variables las calificamos como variables continuas o numéricas y variables nominales. Un análisis descriptivo de cada variable se presenta en el Anexo B.

4.10 ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

4.10.1 Recurso humano. En el estudio participó un Investigador, un Asesor Clínico y un Asesor Epidemiólogo, cada uno con funciones específicas. Además se contó con una secretaria con funciones administrativas.

4.10.2 Recurso físico. Se utilizó un pulso-oxímetro marca Palco, modelo 305A, con sensor pediátrico, de propiedad del Departamento de Pediatría del Hospital Universitario Ramón González Valencia.

4.10.3 Recursos económicos. Los gastos generados en la realización y presentación del presente trabajo fueron asumidos por el investigador principal.

5. ASPECTO ETICO

El protocolo “DETERMINACION DE VALORES DE PULSO-OXIMETRIA EN RECIEN NACIDOS SANOS EN EL HOSPITAL UNIVERSITARIO RAMON GONZALEZ VALENCIA DE BUCARAMANGA”, es un estudio observacional, descriptivo, de tipo prospectivo, que busca dar información a cerca de parámetros fisiológicos en los recién nacidos de nuestra región.

De acuerdo al establecimiento de las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud, emanadas del Ministerio de Salud de Colombia, en la Resolución NC 008430 de 1993, Titulo II, DE LA INVESTIGACIÓN EN SERES HUMANOS, Capitulo 1, DE LOS ASPECTOS ETICOS DE LA INVESTIGACIÓN EN SERES HUMANOS, según el Artículo 11, se considera al protocolo “DETERMINACIÓN DE VALORES DE PULSOXIMETRIA EN RECIEN NACIDOS SANOS EN EL HURGV DE BUCARAMANGA”, como una “INVESTIGACIÓN CON RIESGO MINIMO”, porque este estudio es de tipo prospectivo, que emplea registro de datos a través de procedimientos comunes, como es la pulso-oximetría.

Según el Artículo 15, Titulo II, Capítulo 1, de la Resolución No 008430 de 1993, a cerca del CONSENTIMIENTO INFORMADO, en el Parágrafo Primero, se considera que las INVESTIGACIONES CON RIESGO MINIMO, el COMITÉ DE ETICA en Investigación de la Institución Investigadora, pueden autorizar que este CONSENTIMIENTO INFORMADO no sea aplicado. Teniendo en cuenta las características del protocolo, se propone al COMITÉ DE ETICA de la Universidad Industrial de Santander, que dicho estudio no realice el CONSENTIMIENTO INFORMADO por escrito y se dispense al investigador de la obtención del mismo.

6. RESULTADOS

Se incluyeron 150 mujeres con sus recién nacidos de ambos géneros, distribuidos en dos grupos, con una primera medición de pulso-oximetría en las primeras seis horas de vida y una segunda medición de pulso-oximetría entre las seis y doce horas de vida.

Las edades maternas oscilaron entre 14 años y 44 años, con una media de 23,52 años, una mediana de 22 años y una desviación estándar de 6,43 años.

Las maternas que realizaron control prenatal fueron 108 pacientes (72%), y las maternas que no realizaron control prenatal fueron 42 pacientes (28%).

La vía del parto vaginal se dio en 109 pacientes (72%), y la cesárea se practicó a 41 pacientes (27%).

La edad gestacional por amenorrea tuvo un límite inferior de 37 semanas y un límite superior de 40 semanas, con una media de 38,9 semanas y una desviación estándar de 1,07.

La edad gestacional según la escala de Ballard en el recién nacido tuvo un límite inferior de 37 semanas y un límite superior de 40 semanas, con una media de 38,7 semanas y una desviación estándar de 1,21.

En los pesos de los recién nacidos se encontró un límite inferior 2.500 gramos y un límite superior 3.950 gramos, una media de 3.141 gramos, una mediana de 3.080 gramos y una desviación estándar de 381,10.

72 recién nacidos (48%) eran de género femenino y 78 recién nacidos (52%) eran de género masculino.

Las pulso-oximetrías en los recién nacidos menores de seis horas de vida, mostraron una media de 96,50 % de saturación de oxígeno, un límite inferior de 92% y un límite superior de 100%, con una desviación estándar de 1,50%.

Las pulso-oximetrías en los recién nacidos entre seis y doce horas de vida, mostraron una media de 96,56% de saturación de oxígeno, un límite inferior de 92% y un límite superior de 100%, con una desviación estándar de 1,58%.

El análisis bivariado de pulso-oximetrías de los recién nacidos sanos con las diferentes variables planteadas, mostró una p significativa ($p < 0,05$) para:

1. Pulso-oximetría en menores de seis horas de vida versus edad gestacional por amenorrea (p 0,00)
2. Pulso-oximetría en menores de seis horas de vida versus edad gestacional por escala de Ballard (p 0,025)
3. Pulso-oximetría entre las seis y doce horas de vida versus edad por amenorrea (p 0,018)
4. Pulso-oximetría entre las seis y doce horas de vida versus edad gestacional por escala de Ballard (p 0,039).

En las variables frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria, control prenatal, vía del parto, peso del recién nacido y sexo del recién nacido, en el análisis bivariado, no encontró significación estadística.

6.1 DESCRIPCION DE VARIABLES

Tabla 3. Distribución de oximetría en recién nacidos menores de seis horas

% SATURACION	# PACIENTES	PORCENTAJE	ACUMULADO
92	1	0.7%	0.7%
93	6	4.0%	4.7%
94	12	8.0%	12.7%
95	16	10.7%	23.3%
96	29	19.3%	42.7%
97	34	22.7%	65.3%
98 ó más	52	34.7%	100.0%
TOTAL	150	100.0%	

TOTAL R. N.	MEDIA	DESVIACION ESTANDAR	VALOR MINIMO	VALOR MAXIMO
150	96,50 %	1,50 %	92 %	98 %

Gráfica 2. Distribución según oximetría en recién nacidos menores de seis horas de vida

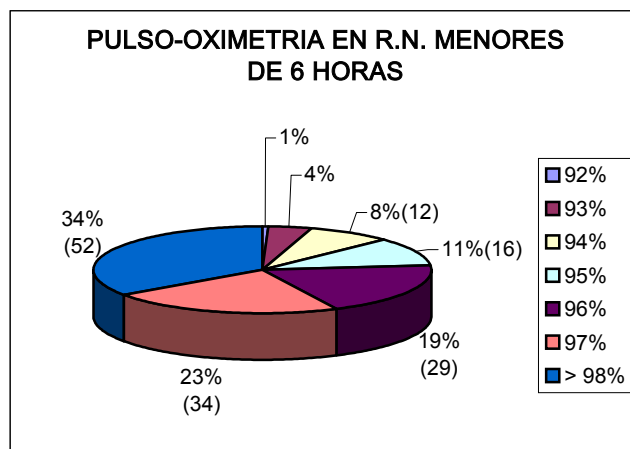


Tabla 4. Distribución según oximetría en recién nacidos entre seis y doce horas

% SATURACION	# PACIENTES	PORCENTAJE	ACUMULADO
92	3	2.0%	2.0%
93	4	2.7%	4.7%
94	12	8.0%	12.7%
95	18	12.0%	24.7%
96	23	15.3%	40.0%
97	29	19.3%	59.3%
98 ó más	61	40.7%	100.0%
TOTAL	150	100.0%	

TOTAL R. N.	MEDIA	DESVIACION ESTANDAR	VALOR MINIMO	VALOR MAXIMO
150	96,56 %	1,58%	92 %	98 %

Gráfica 3. Distribución según oximetría en recién nacidos entre seis y doce horas

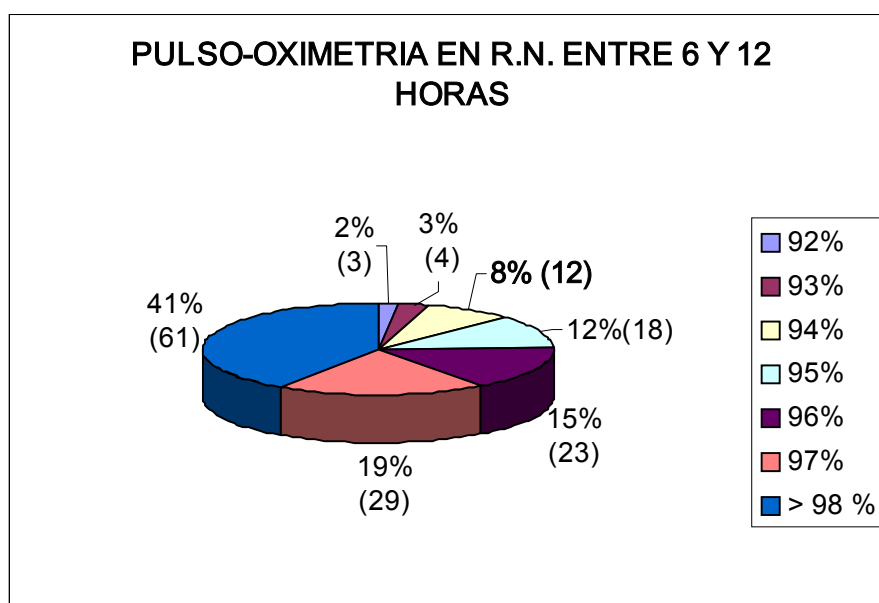


Tabla 5. Distribución según edad materna

EDAD (AÑOS)	# PACIENTES	PORCENTAJE	ACUMULADO
14	1	0.7%	0.7%
15	6	4.0%	4.7%
16	4	2.7%	7.3%
17	9	6.0%	13.3%
18	11	7.3%	20.7%
19	15	10.0%	30.7%
20	19	12.7%	43.3%
21	8	5.3%	48.7%
22	13	8.7%	57.3%
23	10	6.7%	64.0%
24	3	2.0%	66.0%
25	3	2.0%	68.0%
26	4	2.7%	70.7%
27	6	4.0%	74.7%
28	3	2.0%	76.7%
29	9	6.0%	82.7%
30	5	3.3%	86.0%
31	2	1.3%	87.3%
32	1	0.7%	88.0%
33	3	2.0%	90.0%
34	1	0.7%	90.7%
35	4	2.7%	93.3%
36	3	2.0%	95.3%
37	1	0.7%	96.0%
38	1	0.7%	96.7%
39	2	1.3%	98.0%
40	1	0.7%	98.7%
41	1	0.7%	99.3%
44	1	0.7%	100.0%
TOTAL	150	100.0%	

TOTAL R. N.	MEDIA	DESVIACION ESTANDAR	VALOR MINIMO	VALOR MAXIMO
150	23,5 años	6.4 años	14 años	44 años

Gráfica 4. Distribución según edad materna

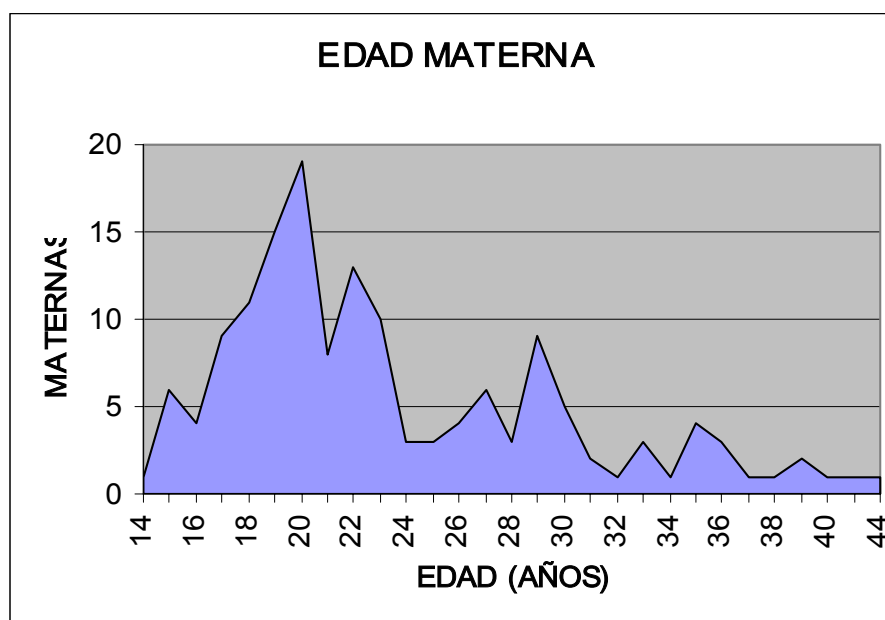


Tabla 6. Distribución según control prenatal

CONTROL	# PACIENTES	PORCENTAJE	ACUMULADO
NO	42	28.0%	28.0%
SI	108	72.0%	100.0%
TOTAL	150	100.0%	

Gráfica 5. Distribución según control prenatal

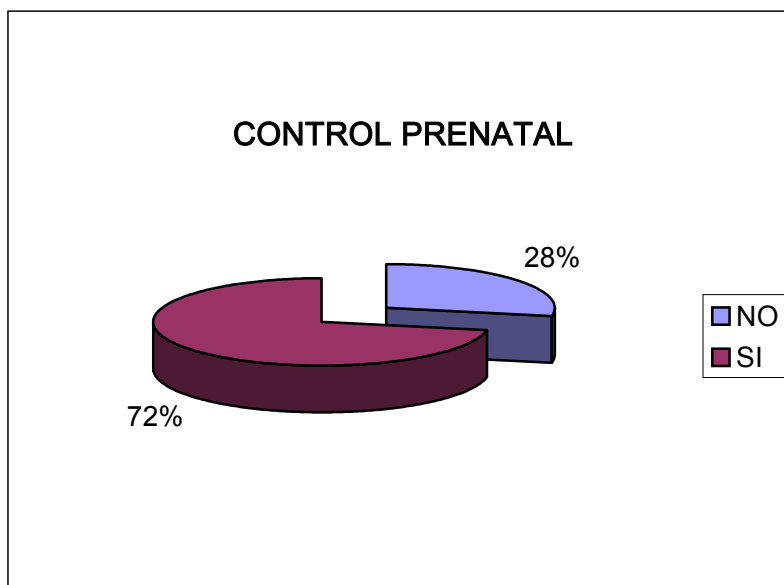


Tabla 7. Distribución según vía de parto

VIA DE PARTO	# PACIENTES	PORCENTAJE	ACUMULADO
VAGINAL	109	72.7%	72.7%
CESAREA	41	27.3%	100.0%
TOTAL	150	100.0%	

Gráfica 6. Distribución según vía de parto

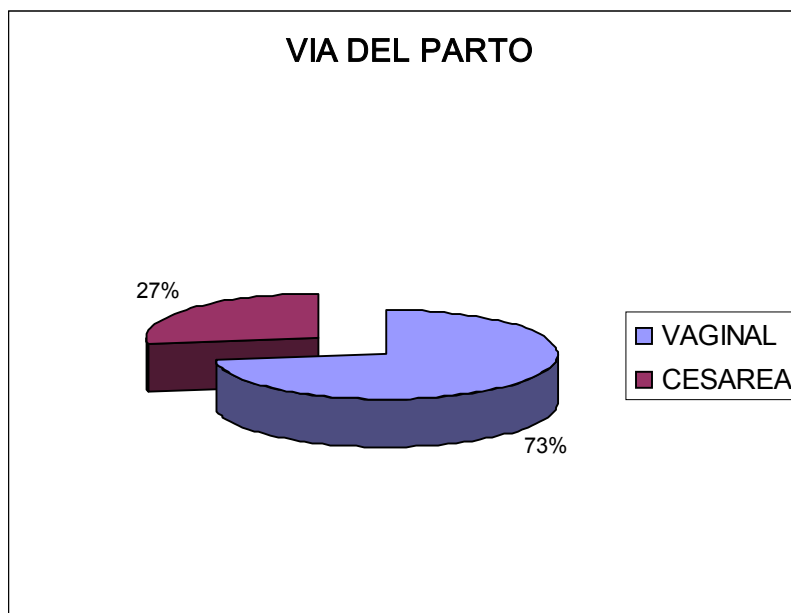


Tabla 8. Distribución por peso del recién nacido

TOTAL R. N.	MEDIA	DESVIACION ESTANDAR	VALOR MINIMO	VALOR MAXIMO
150	3.141,74 grs	381,10 grs	2.500 grs	3.950 grs

Tabla 9. Distribución según género del recién nacido

GENERO	# PACIENTES	PORCENTAJE	ACUMULADO
FEMENINO	72	48%	48%
MASCULINO	78	52%	100%
TOTAL	150	100.0%	

Gráfica 7. Distribución según género del recién nacido

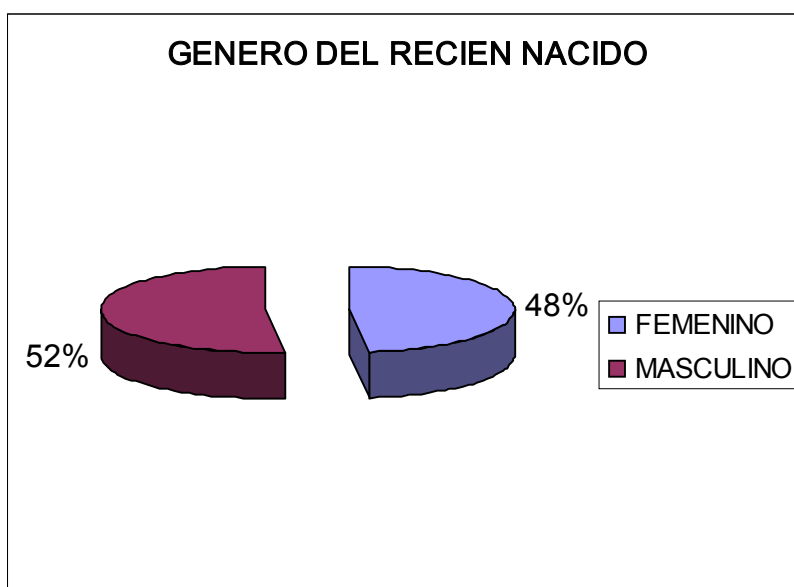


Tabla 10. Distribución según amenorrea

SEMANAS	# PACIENTES	PORCENTAJE	ACUMULADO
37	21	14.00%	14.00%
38	30	20.00%	34.00%
39	41	27.33%	61.33%
40	58	38.67%	100.00%
TOTAL	150	100.00%	

TOTAL MATERNAS	MEDIA	DESVIACION ESTANDAR	VALOR MINIMO	VALOR MAXIMO
150	38,90 semanas	1,07 semanas	37 semanas	40 semanas

Gráfica 8. Distribución según amenorrea

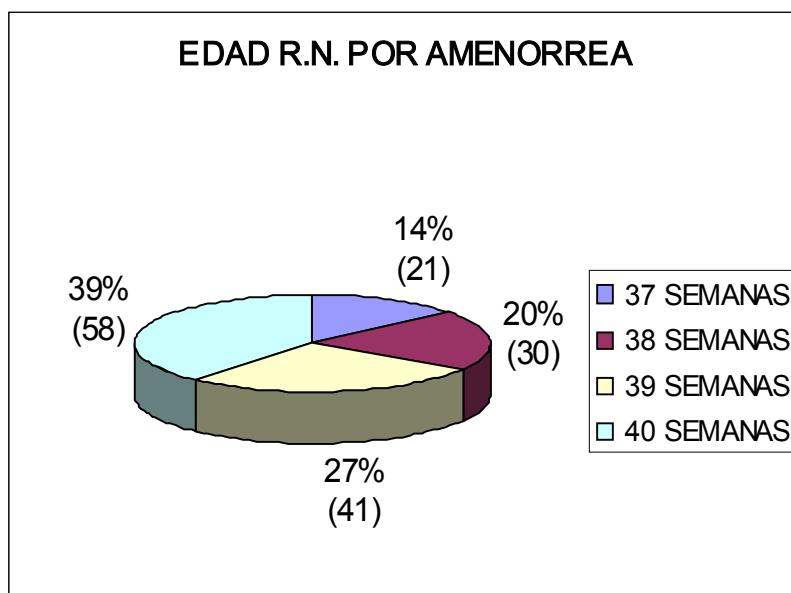


Tabla 11. Distribución según edad gestacional por Ballard

SEMANAS	# PACIENTES	PORCENTAJE	ACUMULADO
37	38	25.3%	25.3%
38	23	15.3%	40.7%
39	33	22.0%	62.7%
40	56	37.3%	100.0%
TOTAL	150	100.0%	

TOTAL MATERNAS	MEDIA	DESVIACION ESTANDAR	VALOR MINIMO	VALOR MAXIMO
150	38,71 semanas	1,2 semanas	37 semanas	40 semanas

Gráfica 9. Distribución según edad del recién nacido por método de Ballard

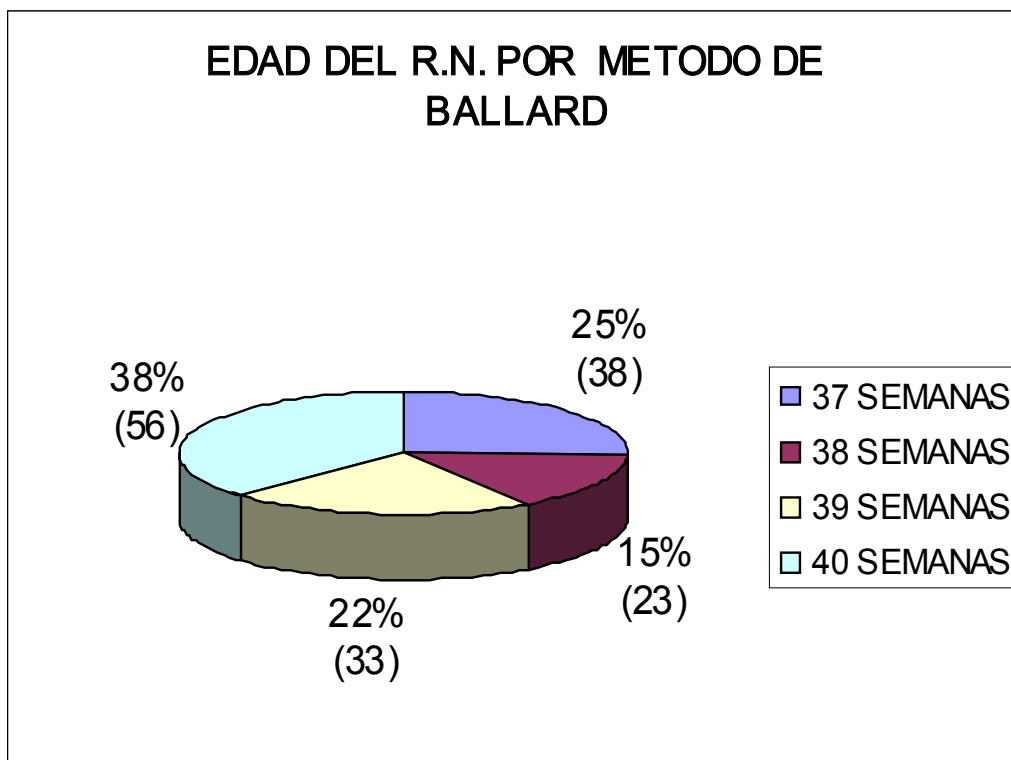


Tabla 12. Distribución frecuencia cardiaca recién nacidos menores de seis horas

FRECUENCIA CARDIACA	# PACIENTES	PORCENTAJE	ACUMULADO
110	1	0.7%	0.7%
112	2	1.3%	2.0%
114	10	6.7%	8.7%
116	12	8.0%	16.7%
118	6	4.0%	20.7%
122	2	1.3%	22.0%
124	1	0.7%	22.7%
126	2	1.3%	24.0%
128	2	1.3%	25.3%
132	2	1.3%	26.7%
134	4	2.7%	29.3%
136	6	4.0%	33.3%
138	5	3.3%	36.7%
140	2	1.3%	38.0%
142	2	1.3%	39.3%
144	4	2.7%	42.0%
146	10	6.7%	48.7%
148	12	8.0%	56.7%
150	8	5.3%	62.0%
152	12	8.0%	70.0%
154	15	10.0%	80.0%
156	11	7.3%	87.3%
158	13	8.7%	96.0%
160	1	0.7%	96.7%
162	2	1.3%	98.0%
164	2	1.3%	99.3%
166	1	0.7%	100.0%
TOTAL	150	100.0%	

TOTAL R. N.	MEDIA	DESVIACION ESTANDAR	VALOR MINIMO	VALOR MAXIMO
150	141,4 l/m	15,8 l/m	110 l/m	166 l/m

Gráfica 10. Distribución según frecuencia cardiaca en recién nacidos menores de seis horas

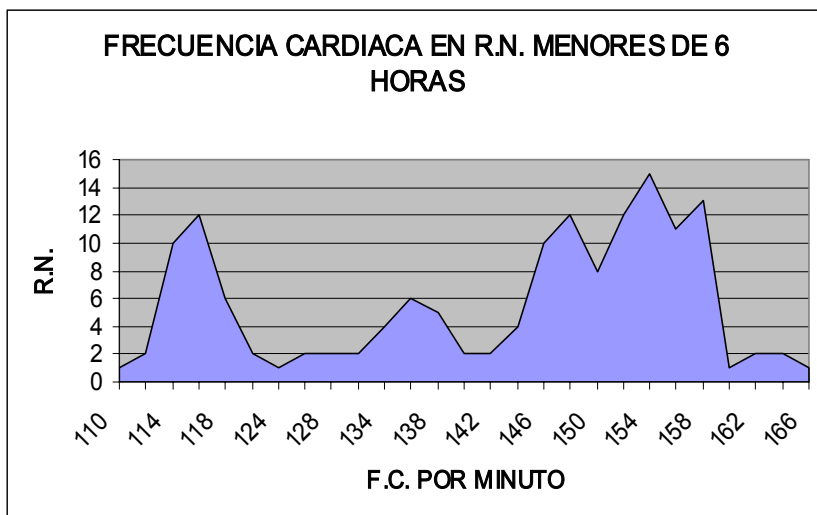


Tabla 13. Distribución frecuencia respiratoria en recién nacidos menores de seis horas

FRECUENCIA RESPIRATORIA	NUMERO DE PACIENTES	PORCENTAJE	ACUMULADO
38	1	0.7%	0.7%
40	1	0.7%	1.3%
42	3	2.0%	3.3%
44	7	4.7%	8.0%
46	11	7.3%	15.3%
48	35	23.3%	38.7%
50	22	14.7%	53.3%
52	32	21.3%	74.7%
54	25	16.7%	91.3%
56	9	6.0%	97.3%
58	4	2.7%	100.0%
TOTAL	150	100.0%	

TOTAL R. N.	MEDIA	DESVIACION ESTANDAR	VALOR MINIMO	VALOR MAXIMO
150	50,3 r/m	3,7 r/m	38 r/m	58 r/m

Gráfica 11. Distribución frecuencia respiratoria en recién nacidos menores de seis horas

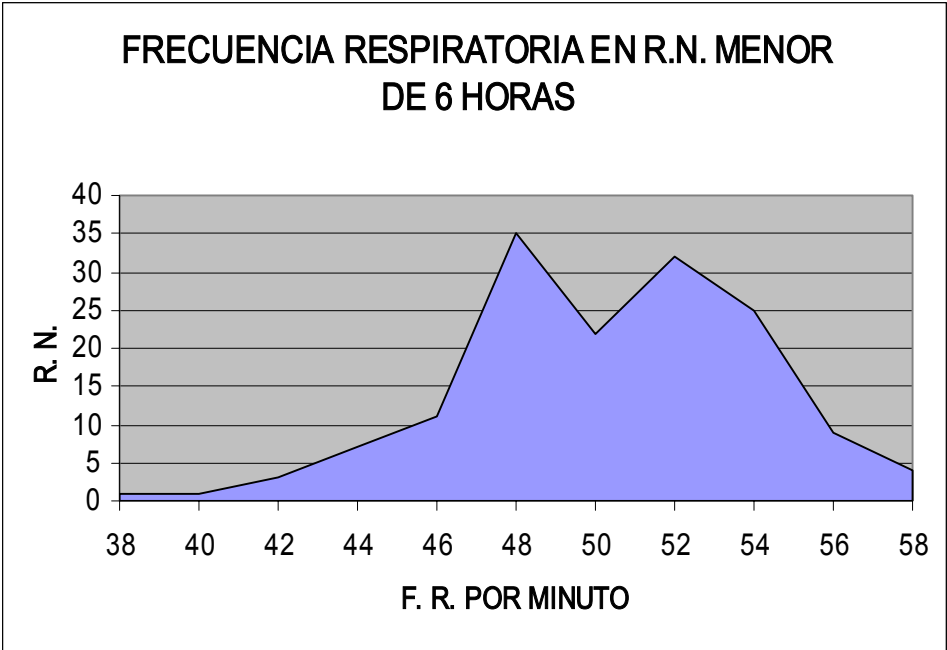


Tabla 14. Distribución de frecuencia respiratoria en recién nacidos entre seis horas y doce horas

FRECUENCIA CARDIACA	NUMERO DE PACIENTES	PORCENTAJE	ACUMULADO
120	1	0.7%	0.7%
122	4	2.7%	3.3%
124	3	2.0%	5.3%
126	6	4.0%	9.3%
128	10	6.7%	16.0%
132	2	1.3%	17.3%
134	7	4.7%	22.0%
136	7	4.7%	26.7%
138	12	8.0%	34.7%
140	5	3.3%	38.0%
142	11	7.3%	45.3%
144	6	4.0%	49.3%
146	8	5.3%	54.7%
148	10	6.7%	61.3%
150	9	6.0%	67.3%
152	15	10.0%	77.3%
154	12	8.0%	85.3%
156	6	4.0%	89.3%
158	4	2.7%	92.0%
160	1	0.7%	92.7%
162	5	3.3%	96.0%
164	4	2.7%	98.7%
166	1	0.7%	99.3%
168	1	0.7%	100.0%
TOTAL	150	100.0%	

TOTAL R. N.	MEDIA	DESVIACION ESTANDAR	VALOR MINIMO	VALOR MAXIMO
150	144,04 l/m	11,3 l/m	120 l/m	168 l/m

Gráfica 12. Distribución por frecuencia cardiaca en recién nacidos entre seis y doce horas de vida

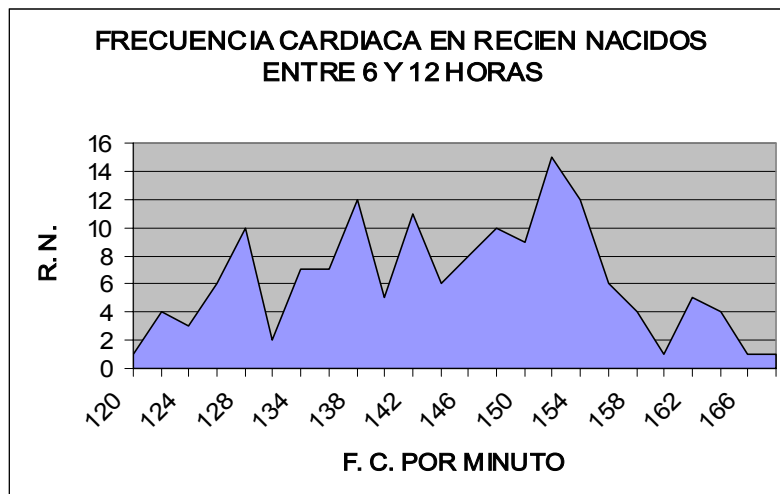
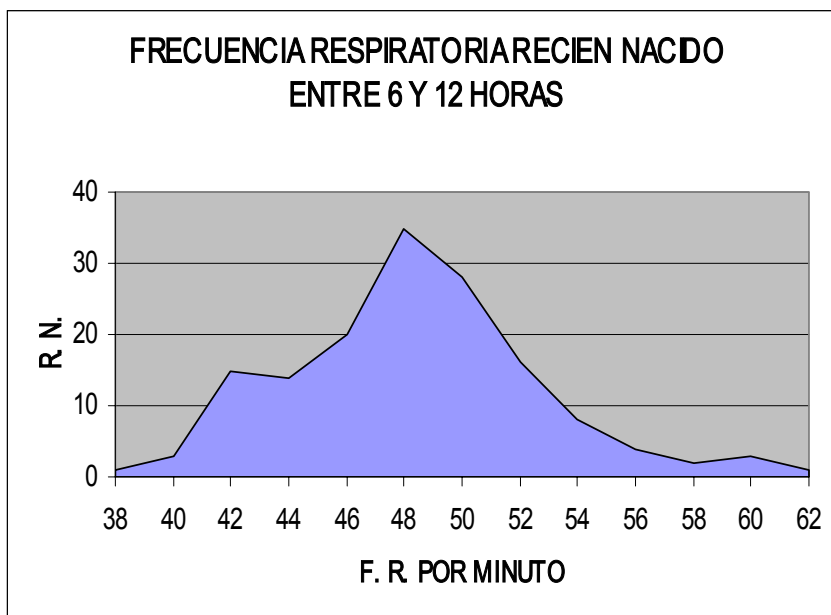


Tabla 15. Distribución según frecuencia respiratoria en recién nacidos entre las seis y doce horas

FRECUENCIA RESPIRATORIA	NUMERO DE PACIENTES	PORCENTAJE	ACUMULADO
38	1	0.7%	0.7%
40	3	2.0%	2.7%
42	15	10.0%	12.7%
44	14	9.3%	22.0%
46	20	13.3%	35.2%
48	35	23.3%	58.7%
50	28	18.7%	77.3%
52	16	10.7%	88.0%
54	8	5.3%	93.3%
56	4	2.7%	96.0%
58	2	1.3%	97.3%
60	3	2.0%	99.3%
62	1	0.7%	100.0%
TOTAL	150	100.0%	

TOTAL R. N.	MEDIA	DESVIACION ESTANDAR	VALOR MINIMO	VALOR MAXIMO
150	48,3 r/m	4,3 r/m	38 r/m	62 r/m

Gráfica 13. Distribución por frecuencia respiratoria en recién nacidos entre seis y doce horas de vida



6.2 ASOCIACION DE VARIABLES

Tabla 16. Pulso-oximetría en recién nacidos menores de seis horas

VARIABLE	VALOR DE P	RESULTADO
CONTROL PRENATAL	0.6933	NO SIGNIFICATIVA
VIA DE PARTO	0.7943	NO SIGNIFICATIVA
PESO RECIEN NACIDO	0.269	NO SIGNIFICATIVA
SEXO RECIEN NACIDO	0.5207	NO SIGNIFICATIVA
E. G. POR AMENORREA	0.000	SIGNIFICATIVA
E.G. POR BALLARD	0.025	SIGNIFICATIVA
F.C. RECIEN NACIDO	0.0806	NO SIGNIFICATIVA
F.R. RECIEN NACIDO	0.323	NO SIGNIFICATIVA

Tabla 17. Pulso-oximetría en recién nacidos entre seis y doce horas

VARIABLE	VALOR DE P	RESULTADO
CONTROL PRENATAL	0.8916	NO SIGNIFICATIVA
VIA DE PARTO	0.8284	NO SIGNIFICATIVA
PESO RECIEN NACIDO	0.317	NO SIGNIFICATIVA
SEXO RECIEN NACIDO	0.4510	NO SIGNIFICATIVA
E.G. POR AMENORREA	0.018	SIGNIFICATIVO
E.G. POR BALLARD	0.039	SIGNIFICATIVO
F.C. RECIEN NACIDO	0.164	NO SIGNIFICATIVO
F.R. RECIEN NACIDO	0.603	NO SIGNIFICATIVO

7. DISCUSION

En Bucaramanga, ciudad con una altura sobre el nivel del mar de 960 metros, los valores de pulso-oximetría determinados en los recién nacidos sanos con edad menor de seis hora, mostraron una media de 96,50%, con límites mínimos de 92% y valores máximos de 100%; en los recién nacidos sanos con edad de seis a doce horas, se halló una media de 96,56%, con valores mínimos de 92% y valores máximos de 100%. Comparando los anteriores resultados con otros estudios, observamos: El trabajo de Levesque y colaboradores realizados en Boston, ciudad a nivel del mar, con recién nacidos en las primeras 24 horas mostró valores medios de saturación arterial de oxígeno (SaO₂) de 97,2%, valores mínimos de 94% y valores máximos de 100%. Los trabajos de Reedy y colaboradores en Nueva York, en las primeras 6 horas de vida en recién nacidos normales, informaron rangos de saturación arterial de oxígeno (SaO₂) entre 91% y 100%. Nuestros resultados son muy similares a estos dos estudios. En cuanto a la diferencia altimétrica de estas ciudades con Bucaramanga, la similitud de resultados es debido a la consideración en que alturas menores a 1.600 metros tienden a tener un similar comportamiento respecto a ésta característica. ^{(27, 28, 29, 30, 31).}

Tener en cuenta los valores de pulso-oximetría de los recién nacidos en los primeros 20 minutos de vida, es muy importante, porque éste es un período crítico en donde el recién nacido está tratando de lograr la máxima estabilización de sus sistemas. El alcanzar valores de saturación de oxígeno arterial (SaO₂) cercanos al 96%, en éste lapso, es significativo, siendo una señal de adecuada adaptación. Generalmente los valores de pulso-oximetría en ésta primera etapa son inferiores a los datos esperados. Luego de los 20 minutos iniciales de vida, los valores de saturación arterial de oxígeno (SaO₂) permanecerán estables durante el primer mes de vida. Nosotros consideramos no incluir a los recién nacidos menores de 20 a 30 minutos de vida, teniendo en cuenta las variaciones que se podían presentar y que no son motivo de interés en nuestro trabajo. ^(27, 32)

Los valores de pulso-oximetría entre las 6 y 12 horas de vida, comparados con los valores de pulso-oximetría encontrados en las primeras 6 horas de vida, muestran un incremento en los valores medio de 0,05%, lo cual al compararlo con lo informado por Levesque y colaboradores, muestra igual tendencia. Consideramos que al lograr un mejor equilibrio orgánico, el recién nacido va alcanzando los valores óptimos de saturación arterial de oxígeno (SaO₂) ^(28, 33).

Encontramos entre las variables saturación de oxígeno arterial (SaO₂) y la edad del recién nacido por método de Ballard o por amenorrea, valores estadísticamente significativos, por lo cual concluimos que la edad de gestación del recién nacido es básica en los valores obtenidos de la saturación de oxígeno arterial. ⁽²⁸⁾

La pulso-oximetría es considerada el “Gol Standard” como indicador sensible de los niveles de oxígeno arterial, catalogándola como el “quinto signo”, el cual permite descubrir tempranamente estados hipóxicos que nos lleven a introducir conductas que nos mejorarán el diagnóstico y el estado del recién nacido. Signos como la frecuencia cardiaca y la frecuencia respiratoria no son parámetros fidedignos de hipoxia; además de esto, en nuestro análisis no fueron significativos para influenciar en los valores de saturación de oxígeno ^(34, 35, 36, 37).

Respecto a la influencia de la altura sobre los valores de saturación de oxígeno arterial (SaO₂), los valores obtenidos son similares a los reportados por otros estudios con alturas inferiores a 1.600 metros sobre el nivel del mar: En Toronto, Canadá, informan valores de 96,4%. Lozano y colaboradores informaron para Bogotá, ciudad a 2640 metros sobre el nivel del mar, valores de 93,6%. Zubieta, en sus estudios realizados en La Paz, Bolivia, (3570 metros sobre el nivel del mar) y en El Alto, Bolivia, (4.100 metros sobre el nivel del mar), considera que el mecanismo de adaptación a la altura está en función del tiempo, donde en la etapa aguda hay un gran gasto de energía, el cual tendría repercusiones importantes en recién nacidos con patologías congénitas o neonatales; además debe tenerse en cuenta las grandes variaciones de respuesta individual frente a la hipoxia que presentan a

la altitud: una buena adaptación lleva al organismo a estabilizar la tensión arterial de oxígeno (PaO₂) en 60 mmHg, y la saturación en 92% ^(29, 30, 31, 38, 39).

Polvikoski T y colaboradores en sus estudios con recién nacidos en Lhasa, Tibet, a 3.658 metros sobre el nivel del mar, encontraron valores de 92% (+/- 3) en los no nativos y 94% (+/-2) en los nativos, considerando el factor de adaptación genético como un importante medio de resistencia en la adaptación a las grandes alturas ⁽⁴⁰⁾.

Nosotros no tuvimos en cuenta el nivel de PaO₂ el cual es proporcional a la saturación de hemoglobina, según la curva de disociación de la hemoglobina; pero esta puede verse alterada por la hemoglobina fetal. Por esto sería importante ver la proporción de hemoglobina fetal en los recién nacidos y determinar su impacto en los valores de saturación de oxígeno arterial, aunque se plantea que los cambios en las proporciones de la hemoglobina en el recién nacido, fetal (en promedio, el 80%) y adulta, en los primeros meses de vida no introduce cambios importantes ^(41, 42).

Los valores de pulso-oximetría estaban disminuidos cuando los recién nacidos lloraban o se movían, o aumentaban los valores con el sueño; luego son factores que pueden variar los resultados de la pulso-oximetría. En nuestro estudio, estas variantes no se tuvieron en cuenta, ya que todos nuestros recién nacidos estaban despiertos, sin llanto o sin movimientos bruscos ^(28, 29).

En 60 recién nacidos a término en México, se estudió las variaciones de saturación de oxígeno respecto a la vía del parto, encontrando en el grupo de los recién nacidos por cesárea un mayor tiempo para alcanzar los valores de saturación de oxígeno estándares. En nuestro estudio la vía del parto no mostró diferencias significativas entre ambas vías ⁽⁴³⁾.

El estudio de García y colaboradores, realizado en Bucaramanga, con el grupo de niños entre los 0 y 28 días de vida, muestra valores normales de Saturación de oxígeno arterial que oscilaron entre 93 -100%, con un promedio de 97,2 %. Nuestro rango es muy similar al informado, pero el promedio es menor, 96,5%, el cual tendríamos que analizar si son datos

por lo temprano de nuestra medición, por los equipos de medición utilizados o que en algún momento tengan un significado estadístico verdadero, por lo cual sería válido establecer el progreso de la saturación arterial de oxígeno en el período 1-30 días. ⁽⁴⁴⁾.

Finalmente planteamos como una debilidad en nuestro análisis de los valores de saturación arterial de oxígeno en recién nacidos sanos, el haber obtenido recolectado la muestra por conveniencia.

8. CONCLUSIONES

- ◆ El valor medio de saturación de oxígeno arterial determinados por pulso-oximetría en los recién nacidos sanos en Bucaramanga durante las primeras seis horas de vida fue de 96,5 %, con valores mínimos de 92 % y valores máximos de 100%. El valor medio en el recién nacido con edad de seis a 12 horas fue de 96,56%, con valores mínimos de 92% y valores máximos de 100%.
- ◆ Al comparar los valores de saturación de oxígeno arterial por pulso-oximetría en los recién nacidos sanos en Bucaramanga, con variables como edad materna, vía del parto, peso del recién nacido, frecuencia cardiaca y frecuencia respiratoria, no se encontró diferencias estadísticas significativas.
- ◆ Los valores de saturación de oxígeno arterial por pulso-oximetría en los recién nacidos sanos de Bucaramanga, relacionados con la edad gestacional por fecha de amenorrea o por el método de Ballard, muestra un $p < 0,05$, significando que la edad gestacional es una variable que se relaciona con los valores de saturación de oxígeno arterial. A menor edad gestacional, menores cifras de saturación arterial de oxígeno (SaO_2).
- ◆ Los valores promedios encontrados de saturación de oxígeno arterial por pulso-oximetría en los recién nacidos sanos de Bucaramanga, difieren de los valores promedio encontrados en niños de ciudades con niveles sobre el nivel del mar por encima de 1.600 metros sobre el nivel del mar, como lo demuestran otros estudios, (Por ejemplo, Bogotá, situada a 2.640 metros), lo que indica que la altitud influye sobre los valores de saturación arterial de oxígeno (SaO_2)

- ◆ La pulso-oximetría es un método rápido, sencillo, económico y no invasivo, que nos da una estimación continua e inmediata de la saturación de oxígeno arterial (SaO_2), lo que nos puede evidenciar diversas causas de alteración respiratoria que interfiere con la buena oxigenación corporal, siendo de utilidad práctica para el diagnóstico, seguimiento y control de los recién nacidos

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) RUZ, V. H. Oximetría de pulso pre-operatoria. Servicio de Anestesia. Hospital de Urgencia Asistencia Pública. España. 2002.
- (2) MOWER, W. R., et al. Pulse oximetry as a Fifth Pediatric Vital Sign. *Pediatrics*. May 1997. V. 99. 681-686 p.
- (3) JENNIS, M. S., PEABODY, J. L. Pulse oximetry: an alternative method for the assessment of oxygenation in newborn infants. *The American Academy of Pediatrics*. Enero 4 de 1987. V.79, Issue 4. 524-528 p.
- (4) SUTHERLAND, B. El aire. La ciencia de la Tierra y el espacio. Merrill Publishing Co. Columbo, Ohio. 1985. 143 p.
- (5) GWINNUTT, C., DRISCOLL, P. Understanding oxygenation. En: A simple guide to blood gas analysis. BMJ, Publishing Group. London, 1997. 47-64 p.
- (6) SAAVEDRA, A. R. SÁNCHEZ, E. A. Toxicidad de oxígeno. En: Ventilación mecánica, aplicación en el paciente crítico. Distribuna Ltda., Bogotá, 2003. 107-113 p.
- (7) ARISTIZABAL, R. Fisiología Pulmonar básica. En: Neumología pediátrica. Editorial Panamericana
- (8) VALENCIA, A., DÍAZ, D. Monitoreo y soporte cardiovascular y respiratorio en cuidados intensivos. En: Guías de pediatría práctica basadas en la evidencia. Editorial Médica Panamericana, Bogotá. 2003. 397-409 p.
- (9) MACARULLA, J. M., GOÑI, F. M. Bioquímica Humana. 1 ed. Editorial Reverté, S.A. Madrid, 1994. 401-434. p

- (10) GANDARIAS, J. M, SABINO, E., y CASIS, L. Alteración metabolismo del hierro. En: Bioquímica Clínica. Editorial McGrawHill. 1998. 445-454 p.
- (11) LISA CATON, V., CARPINTERO, J. M., y OCHOA, F. J. Utilidad del pulsioxímetro en un centro de salud. FMC, 1999. 157 p.
- (12) MILLAR, D. R., BAEHNER, R. L. Blood diseases of infancy and childhood. 6 ed. St Louis CV Mosby Co, 1990.
- (13) SOCIEDAD ESPAÑOLA DE CUIDADOS INTENSIVOS PEDIÁTRICOS. Monitorización de la ventilación mecánica: Gasometría y equilibrio acidobásico. En: Anales de Pediatría. V. 59. 252-285 p.
- (14) SOCIEDAD ARGENTINA DE PEDIATRÍA. Recomendaciones para el control de la saturación de oxígeno en prematuros. Comité de Estudios Feto Neonatales.
- (15) NOGUEROL, M. J., SECO, A. Pulsioximetría. Técnicas en atención primaria.
- (16) ARILLA, E., GONZALEZ, J. M., y RODRIGUEZ M. Bioquímica Clínica. Hemoglobinas anormales. 1 ed. Editorial McGraw-Hill Interamericana. 1998. 455-481 p.
- (17) WILMOTT, R. W., KAPLAN, E. B., y PEREZ, C.A. Neumología En: Secretos de la Pediatría. Editorial McGraw –Hill Interamericana. México. 550-554 p.
- (18) MELIONES, J. N., et al. Respiratory Monitoring. En: Hadbook of Pediatric Intensive Care. 3 ed. 1997. 331-362 p.
- (19) COTE, C. J., ROL, N., y LIV, L. M. A single blind study of combined pulse oximetry and capnography in children. Anesthesiology. 1991. 980-987 p.
- (20) SHAPIRO, B. A. Oximetría continua. En: Manejo clínico de los gases sanguíneos. 5 ed. Editorial Panamericana. 1996. 233-243 p.

- (21) GÓMEZ, M., HANSEN, T., y CORBET, A. Fundamentos de la monitorización y el tratamiento respiratorios. En: Tratado de Neonatología de Avery. 7 ed. Harcourt y Saunders. Tomo I. 576-584 p.
- (22) RUZA, F., SENOVILLA, P. Conceptos actuales de monitorización invasiva y no invasiva. En: Terapia Invasiva. Asociación Mexicana de Pediatría. Editorial McGraw-Hill Interamericana. Mexico, 1998. 33-67 p.
- (23) JAY, G. D., HUGHES, L., y RENZI, F. P. Pulse oximetry is accurate in acute anemia from hemorrhage. *Ann Emerg Med.* 1994. 32-35 p.
- (24) DANE, Seccional Bucaramanga. Informe Verbal, 2000.
- (25) CACERES, F. M. El Hospital en cifras. EpiNotas, Unidad de Epidemiología Hospital Universitario Ramón González Valencia. V. 5. Febrero de 2001.
- (26) HOSPITAL UNIVERSITARIO RAMÓN GONZÁLEZ VALENCIA. Archivo de Recién Nacidos. Sala de Partos. 2003.
- (27) HOLZMAN, I. R., REDDY, V. K., y WEDGWOOD, J. F. Pulse oximetry saturation in the first 6 hours of life in normal term infants. *Clin Pediatr (Phila)* 1999. Feb; 38(2). 87-92 p.
- (28) LEVESQUE, B. M., et al. Pulse oximetry: What's normal in the newborn nursery? *Pediatr Pulmonol* 2000 Nov; 30(5). 406-412 p.
- (29) LOZANO, J. M., et al. Pulse oximetry reference values at high altitude. *Arch Dis Child* 1992 Mar; 67(3). 299-301 p.
- (30) GAMPONIA, M. J., et al. Reference values for pulse oximetry at high altitude. *Arch Dis Child.* May 1998. 461-465 p.
- (31) THILO, E. H., et al. Oxygen saturation by pulse oximetry in healthy infants at an altitude of 1610 meter. What is normal? *Am J Dis Child* 1991; 145:1137-1140 p.

- (32) O'BRIEN, L. M., et al. Oxygen saturation during the first 24 hours of life. Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed 2000 Jul; 83(1). F35-38 p.
- (33) POETS, C. F. SaO₂ in healthy term neonates. Eur J Pediatr, 1996
- (34) MOWER, W. R., et al. Pulse Oximetry as a Fifth pediatric vital sign. Pediatrics. V.99. May 1997. 681-686 p.
- (35) RALSTON, A. C., WEBB, R. K., y RUNCIMAN, W. B. Potencial errors in pulse oximetry. I. Pulse oximeter evaluation. Anaesthesia. Mar; 46(3), 1991. 202-206 p.
- (36) BUCHER, H. U, et al. Hyperoxemia in newborn infants: detection by pulse oximetry. The American Academy of Pediatrics 1989; v.84 (2). 226-230 p.
- (37) JENNIS, M. S, PEABODY, J. L. Pulse oximetry: an alternative method for the assessment of oxygenation in newborn infants. The American Academy of Pediatrics 1987; V.79(4). 524-528 p.
- (38) REULAND, D. S., et al. Prevalence and prediction of hypoxemia in children with respiratory in the PERUVIAN Andes. J Pediatr 1991; 119:900-906 p.
- (39) ZUBIETA, G. Pulmones y altura: Función respiratoria y adaptación.
- (40) POLVIKOSKI, T., et al. Arterial oxygen saturation in Tibetan and HAN infants born in Lhasa, Tibet. Magazine: N Engl J M, November 9, 1995. 333:1248-1252 p.
- (41) FIGUERAS, A. Cianosis en el recién nacido.
- (42) POLOGE, J. A., RALEY, D. M. Effects of fetal hemoglobin on pulse oximetry. J. Perinatol 1987. 324-326 p.
- (43) UGALDE, F. J. H, et al. Utilidad de la oximetría de pulso en los recién nacidos en la sala de expulsión. Rev Mex Pediatr 1993; 60(6). 205-209 p.

- (44) GARCÍA, M., NIEDERBACHER, J., y GÓMEZ, G. Valores de referencia de saturación arterial de oxígeno mediante pulso-oximetría en niños sanos de Bucaramanga. MedUNAB, 2003. 63-69 p.

BIBLIOGRAFÍA

ARILLA, E., GONZALEZ, J. M., y RODRIGUEZ M. Bioquímica Clínica. Hemoglobinas anormales. 1 ed. Editorial McGraw-Hill Interamericana. 1998. 455-481 p.

ARISTIZABAL, R. Fisiología Pulmonar básica. En: Neumología pediátrica. Editorial Panamericana.

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE PEDIATRÍA. Recomendaciones en reanimación neonatal. En: Anales de Pediatría. V.60. 65-74 p.

BEEBE, S. A; et al. Pulse oximetry at moderate altitude. Healthy children and children with upper respiratory infection. Clin Pediatr (Phila). Jun, 1994. 33(6): 329-332 p.

BROCKWAY, J. M., HAY, W. W. Ability of pulse oximetry saturation's to accurately determines blood oxygenation. Clin Resp, 1988. 36: 227 p.

BUCHER, H. U, et al. Hyperoxemia in newborn infants: detection by pulse oximetry. The American Academy of Pediatric. v.84 (2). 1989. 226-230 p.

CACERES, F. M. El Hospital en cifras. Epinotas, Unidad de Epidemiología Hospital Universitario Ramón González Valencia. V. 5. Febrero de 2001.

COTE, C. J., ROL, N., y LIV, L. M. A single blind study of combined pulse oximetry and capnography in children. Anesthesiology. 1991. 980-987 p.

DANE, Seccional Bucaramanga. Informe Verbal, 2000.

FIGUERAS, A. Cianosis en el recién nacido.

GAMPONIA, M. J., et al. Referente values for pulse oximetry at high altitude. Arch Dis Child. May 1998. 461-465 p.

GANDARIAS, J. M, SABINO, E., y CASIS, L. Alteración metabolismo del hierro. En: Bioquímica Clínica. Editorial McGrawHill. 1998. 445-454 p.

GARCÍA, M., NIEDERBACHER, J., y GÓMEZ, G. Valores de referencia de saturación arterial de oxígeno mediante pulso-oximetría en niños sanos de Bucaramanga. MedUNAB, 2003. 63-69 p.

GOMELLA, T. L, et al. Neonatología. 4 ed., Editorial Médica Panamericana. Buenos Aires, 2002. 50-77 p.

GÓMEZ, M., HANSEN, T., y CORBET, A. Fundamentos de la monitorización y el tratamiento respiratorios. En: Tratado de Neonatología de Avery. 7 ed. Harcourt y Saunders. Tomo I. 576-584 p.

GWINNUTT, C., DRISCOLL, P. Understanding oxygenation. En: A simple guide to blood gas analysis. BMJ, Publishing Group. London, 1997. 47-64 p.

HOLZMAN, I. R., REDDY, V. K., y WEDGWOOD, J. F. Pulse oximetry saturation in the first 6 hours of life in normal term infants. Clin Pediatr (Phila) 1999. Feb; 38(2). 87-92 p.

HOSPITAL UNIVERSITARIO RAMÓN GONZÁLEZ VALENCIA. Archivo de Recién Nacidos. Sala de Partos. 2003.

JAY, G. D., HUGHES, L., y RENZI, F. P. Pulse oximetry is accurate in acute anemia from hemorrhage. Ann Emerg Med. 1994. 32-35 p.

JENNIS, M. S, PEABODY, J. L. Pulse oximetry: an alternative method for the assessment of oxygenation in newborn infants. The American Academy of Pediatrics 1987; V.79(4). 524-528 p.

KATTWINKEL, J., et al. Resuscitation of the newly born infant: An advisory statement from the pediatric working Group of the International Liaison Committee on Resuscitation Circulation. 1999. 1927-1938 p.

- KLIEGMAN, Robert. Enfermedades del aparato respiratorio. En: Tratado de pediatría. 15 ed., McGraw-Hill Interamericana. Madrid, 1997. 597-614 p.
- LEVESQUE, B. M., et al. Pulse oximetry: What's normal in the newborn nursery? *Pediatr Pulmonol* 2000 Nov; 30(5). 406-412 p.
- LISA CATON, V., CARPINTERO, J. M., y OCHOA, F. J. Utilidad del pulsioxímetro en un centro de salud. FMC, 1999. 157 p.
- LOZANO, J. M., et al. Pulse oximetry reference values at high altitude. *Arch Dis Child* 1992 Mar; 67(3). 299-301 p.
- MACARULLA, J. M., GOÑI, F. M. Bioquímica Humana. 1 ed. Editorial Reverté, S.A. Madrid, 1994. 401-434. p
- MELIONES, J. N., et al. Respiratory Monitoring. En: Hadbook of Pediatric Intensive Care. 3 ed. 1997. 331-362 p.
- MILLAR, D. R., BAEHNER, R. L. Blood diseases of infancy and childhood. 6 ed. St Louis CV Mosby Co, 1990.
- MOWER, W. R., et al. Pulse Oximetry as a Fifth pediatric vital sign. *Pediatrics*. V.99. May 1997. 681-686 p.
- NOGUEROL, M. J., SECO, A. Pulsioximetría. Técnicas en atención primaria.
- O'BRIEN, L. M., et al. Oxygen saturation during the first 24 hours of life. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2000 Jul; 1983. F35-38 p.
- ORTIZ, G., SAENZ, E. A. Toxicidad de oxígeno. En: Ventilación Mecánica. Aplicación en el paciente crítico. Distribuna Ltda., Bogotá. 2003. 11-16 p.
- PEREZ, J. Apnea en el período neonatal. En: Protocolos diagnósticos y terapéuticos en pediatría, Neonatología.v.6, 2002. 37-42 p.

PERKINS, G. D., et al. Do change in pulse oximeter oxygen saturation predict equivalent changes in arterial oxygen saturation? *Critical Care*. 2003. 7:R67-R71 p.

POETS, C. F. SaO₂ in healthy term neonates. *Eur J Pediatr*, 1996

POLOGE, J. A., RALEY, D. M. Effects of fetal hemoglobin on pulse oximetry. *J. Perinatol* 1987. 324-326 p.

POLVIKOSKI, T., et al. Arterial oxygen saturation in Tibetan and HAN infants born in Lhasa, Tibet. *Magazine: N Engl J M*, November 9, 1995. 333:1248-1252 p.

RALSTON, A. C., WEBB, R. K., y RUNCIMAN, W. B. Potencial errors in pulse oximetry. I. Pulse oximeter evaluation. *Anaesthesia*. Mar; 46(3), 1991. 202-206 p.

REULAND, D. S., et al. Prevalence and prediction of hypoxemia in children with respiratory in the PERUVIAN Andes. *J Pediatr* 1991; 119:900-906 p.

RUZ, V. H. Oximetría de pulso pre-operatoria. Servicio de Anestesia. Hospital de Urgencia Asistencia Pública. España. 2002.

RUZA, F., SENOVILLA, P. Conceptos actuales de monitorización invasiva y no invasiva. En: *Terapia Invasiva*. Asociación Mexicana de Pediatría. Editorial McGraw-Hill Interamericana. Mexico, 1998. 33-67 p.

SAAVEDRA, A. R. SÁNCHEZ, E. A. Toxicidad de oxígeno. En: *Ventilación mecánica, aplicación en el paciente crítico*. Distribuna Ltda., Bogotá, 2003. 107-113 p.

SHAPIRO, B. A. Oximetría continua. En: *Manejo clínico de los gases sanguíneos*. 5 ed. Editorial Panamericana. 1996. 233-243 p.

SINEX, J. E. Pulse Oximetry: Principles and Limitations. *American Journal of Emergency Medicine* 1999, v.17. 59-67 p.

SOCIEDAD ARGENTINA DE PEDIATRÍA. Recomendaciones para el control de la saturación de oxígeno en prematuros. Comité de Estudios Feto Neonatales.

SOCIEDAD ESPAÑOLA DE CUIDADOS INTENSIVOS PEDIÁTRICOS.
Monitorización de la ventilación mecánica: Gasometría y equilibrio acidobásico. En:
Anales de Pediatría. V. 59. 252-285 p.

SUTHERLAND, B. El aire. La ciencia de la Tierra y el espacio. Merrill Publishing Co.
Columbo, Ohio. 1985. 143 p.

THILO, E. H., et al. Oxygen saturation by pulse oximetry in healthy infants at an altitude of
1610 meter. Wath is normal? Am J Dis Child 1991; 145:1137-1140 p.

UGALDE, F. J. H, et al. Utilidad de la oximetría de pulso en los recién nacidos en la sala
de expulsión. Rev Mex Pediatr 1993; 60(6). 205-209 p.

VALENCIA, A., DÍAZ, D. Monitoreo y soporte cardiovascular y respiratorio en cuidados
intensivos. En: Guías de pediatría práctica basadas en la evidencia. Editorial Médica
Panamericana, Bogotá. 2003. 397-409 p.

WILMOTT, R. W., KAPLAN, E. B., y PEREZ, C.A. Neumología En: Secretos de la
Pediatría. Editorial McGraw –Hill Interamericana. México. 550-554 p.

ZUBIETA, G. Pulmones y altura: Función respiratoria y adaptación.

ANEXOS

ANEXO A

CALCULO DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA

POBLACIÓN	4.941 Recién nacidos
FRECUENCIAS ESPERADAS	95%
VALOR ACEPTADO	91%

NIVEL DE CONFIANZA	EJEMPLO DE LA MUESTRA
80%	48 recién nacidos
90%	79 recién nacidos
95%	111 recién nacidos
99%	189 recién nacidos

ANEXO B
ANALISIS DE VARIABLES

VARIABLE	DEFINICION	NIVEL DE MEDICIÓN DE VARIABLE	REFERENCIAS	CODIFICACION
SaO2	Valor pulso-oximetría segundo dedo pie derecho	Continua o Numérica	Historia Clínica	
EDAD MATERNA	10 años a 49 años	Continua o Numérica	Historia Clínica	
C.P.N	Más de 3 controles	Nominal	Historia Clínica	0 = NO 1 = SI
VÍA DE PARTO	Vaginal o cesárea	Nominal	Historia Clínica	0 = CESAREA 1 = VAGINAL
E.G. POR AMENORRREA	Fecha Última menstruación	Nominal	Historia Clínica	0 = 37 S. 1 = 38 S. 2 = 39 S. 3 = 40 S.
E.G. METODO BALLARD	Método Ballard	Nominal	Historia Clínica	0 = 37 S. 1 = 38 S. 2 = 39 S. 3 = 40 S.
EDAD R.N.	0 a 6 horas y 6 a 12 horas	Continua o numérica	Historia Clínica	
SEXO	Género	Nominal	Historia Clínica	0=FEMENINO 1=MASCULIN
PESO R.N.	De 2.500 grs a 4000 grs.	Continua o numérica	Historia Clínica	
F.R. R.N.	30 a 60 por minutos	Continua o numérica	Historia Clínica	
F.C. R.N.	110 a 166 por minuto	Continua o numérica	Historia Clínica	

ANEXO C

FORMULARIO PARA RECOLECCION DE DATOS

1. ANTECEDENTES MATERNOS

1.1. HISTORIA CLINICA #: _____

1.2. EDAD: _____ años

1.3. PROCEDENCIA:

1.3.1. Urbana.. _____

1.3.2. Rural..... _____

1.4. PARIDAD:

1.4.1. Gestación.... _____

1.4.2. Paridad..... _____

1.4.3. Abortos..... _____

1.4.4. Cesárea..... _____

1.4.5. Mortinatos.. _____

1.5. CONTROL PRENATAL:

1.5.1. SI... _____

1.5.2. NO.. _____

1.6. AMENAZA PARTO PREMATURO:

1.6.1. SI... _____

1.6.2. NO.. _____

1.7. TRATAMIENTO PARA AMENAZA DE PARTO PREMATURO:

1.7.1. SI... _____

1.7.2. NO.. _____

1.8. TORCH:

1.8.1. SI... _____

1.8.2. NO.. _____

1.9. TRATAMIENTO PARA TORCH:

1.9.1. SI... _____

1.9.2. NO.. _____

1.10 HIPERTENSION:

1.10.1. SI... _____

1.10.2. NO.. _____

1.11 TRATAMIENTO PARA HIPERTENSION:

1.11.1. SI..... _____

1.11.2. NO.. _____

- 1.12 TABAQUISMO:
1.12.1. SI.... ____
1.12.2. NO... ____

2 RECIEN NACIDO

- 2.1. VIA DE PARTO:
2.1.1. VAGINAL... ____
2.1.2. CESAREA... ____
- 2.2. HORA DE NACIMIENTO: ____ - ____ (0-24 horas)
- 2.3. PESO DEL RECIEN NACIDO:
2.3.1. 2500-2999 grs ____
2.3.2. 3000-3499 grs ____
2.3.3. 3500-3999 grs ____
- 2.4. SEXO DEL RECIEN NACIDO:
2.4.1. MASCULINO. ____
2.4.2. FEMENINO..... ____
- 2.5. PERÍMETRO CEFALICO DEL RECIEN NACIDO:
2.5.1. < 34 cms.... ____
2.5.2. 35-36 cms.. ____
2.5.3. > 37 cms.... ____
- 2.6. EDAD GESTACIONAL POR AMENORREA:
2.6.1. 37-38 semanas.. ____
2.6.2. 39-40 semanas. ____
- 2.7. EDAD GESTACIONAL POR BALLARD:
2.7.1. 37-38 semanas.. ____
2.7.2. 39-40 semanas. ____
- 2.8. FRECUENCIA CARDIACA DEL RECIEN NACIDO:
2.8.1. < 119 por minuto..... ____
2.8.2. 120-159 por minuto. ____
2.8.3. >160 por minuto..... ____
- 2.9. FRECUENCIA RESPIRATORIA DEL RECIEN NACIDO:
2.9.1. <39 por minuto.... ____
2.9.2. 40-59 por minuto. ____
2.9.3. >60 por minuto.... ____
- 2.10. PULSOXIMETRIA A LAS 0-6 HORAS DE NACIDO: (Porcentaje-%)
2.10.1. < 89 %.. ____ 2.10.7. 94%..... ____
2.10.2. 89%..... ____ 2.10.8. 95%..... ____
2.10.3. 90%..... ____ 2.10.9. 96%..... ____

2.10.4. **91%**..... ____ 2.10.10. **97%**..... ____
2.10.5. **92%**..... ____ 2.10.11. **98 %**.... ____
2.10.6. **93%**..... ____ 2.10.12. **99%**..... ____

2.11. PULSOXIMETRIA A LAS 6-12 HORAS DE NACIDO: (Porcentaje-%)

2.11.1. **< 89 %**. ____ 2.11.7. **94%**..... ____
2.11.2. **89%**..... ____ 2.11.8. **95%**..... ____
2.11.3. **90%**..... ____ 2.11.9. **96%**..... ____
2.11.4. **91%**..... ____ 2.11.10. **97%**..... ____
2.11.5. **92%**..... ____ 2.11.11. **98 %**.... ____
2.11.6. **93%**..... ____ 2.11.12. **99 %**.... ____

ELABORO: _____ Fecha: _____