

**ESTUDIO DE CORRELACIÓN ENTRE LA PAO₂/FIO₂ Y LA
SO₂/FIO₂ EN NIÑOS EN VENTILACIÓN MECANICA DE LA
FUNDACIÓN CARDIOINFANTIL EN BOGOTÁ ENTRE ABRIL Y
JUNIO DE 2011.**

Hecmar Eduardo Murcia Sánchez

Universidad del Rosario
Facultad de Medicina

**Universidad del Rosario
Centro de estudios sociales
Facultad de Medicina
Especialización en Cuidado Intensivo Pediátrico
Fundación Cardioinfantil – Instituto de Corazón
Unidad de Cuidado Intensivo Pediátrico**

Bogotá D.C. Octubre de 2011

**ESTUDIO DE CORRELACIÓN ENTRE LA PAO₂/FIO₂ Y LA
SO₂/FIO₂ EN NIÑOS EN VENTILACIÓN MECANICA DE LA
FUNDACIÓN CARDIOINFANTIL EN BOGOTÁ ENTRE ABRIL Y
JUNIO DE 2011.**

Trabajo de Grado para optar al título de
Especialista en Cuidado Intensivo Pediátrico

Investigador Principal:

Hecmar Eduardo Murcia Sánchez

Investigador Secundario:

Dr. Jaime Fernández Sarmiento

Bogotá D.C. 2011

“La Universidad del Rosario no se hace responsable de los conceptos emitidos por los Investigadores en su trabajo, sólo velará por el rigor científico, metodológico y ético del mismo en aras de la búsqueda de la verdad y la justicia”.

Agradecimientos

A MI TUTOR: DR JAIME FERNANDEZ S.

Por su apoyo durante este trayecto, su orientación y sus valiosas sugerencias e ideas

A UCIP FUNDACION CARDIOINFANTIL

Por permitirme realizar dicha investigación en su unidad.

A MI PROFESORES

A todos ellos que conocí durante este proceso, por sus enseñanzas, ayudarme a crecer como persona y profesional y por formar parte de lo que soy ahora.

A todas las personas que hicieron posible que esta investigación llegara a su final, muchas gracias.

GUÍA DE CONTENIDO

Pág.

Agradecimientos

Resumen

Summary

1. Introducción.....	11
2. Marco teórico.....	12
2.1 Los gases en el aire y en la sangre	12
2.2 Gases arteriales.....	13
2.3 Fracción inspirada de oxígeno	14
2.4 Análisis de la presión arterial de oxígeno.....	15
2.5 Oximetría de pulso.....	16
2.6 Síndrome de dificultad respiratorio agudo.....	18
3. Justificación.....	20
4. Problema de estudio.....	21
4.1 Pregunta de investigación.....	23
5. Objetivos.....	24
5.1 Objetivo general	24
5.2 Objetivos específicos.....	24
6. Metodología.....	25
6.1 Tipo de estudio.....	25
6.2 Población objeto.....	25
6.3 Tipo de muestreo.....	25
6.4 Tamaño de la muestra.....	25
6.5 Criterios de inclusión.....	26

	Pág.
6.6 Criterios de exclusión.....	26
6.7 Recolección de datos.....	26
6.8 Definición de conceptos y variables.....	27
6.9 Hipótesis de investigación.....	28
6.10 Instrumentos y materiales.....	28
6.11 Procedimiento metodológico.....	29
6.12 Plan de análisis.....	29
6.13 Consideraciones éticas.....	29
7. Resultados.....	31
8. Discusión	44
9. Conclusiones.....	46
10. Bibliografía.....	47
11. Anexos.....	49

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1. Presión barométrica en ciudades de América Latina	13
Tabla 2. Valores normales de los gases arteriales en Bogotá.	14
Tabla 3. Compromiso de lesión pulmonar según la PaO ₂ /FiO ₂	19
Tabla 4. Descripción de variables.....	28
Tabla 5. Registro de mediciones SaO ₂ /FiO ₂ y PaO ₂ /FiO ₂	31
Tabla 6. Descriptiva del comportamiento de edad.	33
Tabla 7. Descriptiva de los registros para SO ₂ /FiO ₂	35
Tabla 8. Descriptiva de la mediana de los registros de la PaO ₂ /FIO ₂	36
Tablas 9 Estadísticos sobre la distribución de los datos.....	37
Tablas 10. Estadísticos sobre la distribución de los datos.	37
Tabla 11. Análisis de varianza (ANOVA) intergrupos de mediciones SaO ₂ /FIO ₂ y PaO ₂ /FIO ₂ a FIO ₂ a FIO ₂ entre el 35 y el 55%	38
Tabla 12. Análisis de varianza (ANOVA) intergrupos de mediciones SaO ₂ /FIO ₂ y PaO ₂ /FIO ₂ a FIO ₂ a FIO ₂ entre el 60 y el 80%	38
Tabla 13. Análisis de varianza (ANOVA) intergrupos de mediciones SaO ₂ /FIO ₂ y PaO ₂ /FIO ₂ a FIO ₂ a FIO ₂ entre el 81 y el 100 %	39
Tabla 14. Pruebas de correlación no paramétrica.....	40
Tabla 15. Pruebas de correlación no paramétrica.....	41
Tabla 16. Pruebas de correlación no paramétrica.....	42

Lista de figuras

	Pag.
Figura 1. Distribución por genero de la poblacion observada.....	32
Figura 2 de cajas y bigotes sobre la distribución de las edades.	33
Figura 3. Distribución de pacientes por grupos etareos.	34
Figura 4. Distribución de pacientes según etiologia del SDRA.	34
Figura 5. Histograma con curva de normalidad, sobre la distribución de los datos de la SO_2/FIO_2	35
Figura 6. Histograma con curva de normalidad, sobre la distribución de los datos de la PaO_2/FIO_2	36
Figura 7. Dispersión sobre la correlación entre las variables SaO_2/FIO_2 y PaO_2/FIO_2 entre 35 y 55 % de FIO_2	40
Figura 8. Dispersión sobre la correlación entre las variables SaO_2/FIO_2 y PaO_2/FIO_2 entre 60 y 80 % de FIO_2	41
Figura 9. Dispersión sobre la correlación entre las variables SaO_2/FIO_2 y PaO_2/FIO_2 entre 81 y 100 % de FIO_2	42

Objetivos: Determinar si existe correlación entre las variables SaFiO₂ y PaFiO₂ de pacientes con patología respiratoria aguda en la unidad de Cuidado Intensivo Pediátrico, en la Fundación Cardioinfantil en la ciudad de Bogotá D.C.

Materiales y métodos: Se analizaron las variables cuantitativas con medidas de tendencia central como la media y medidas de dispersión como la desviación estándar.

Se utilizó un nivel de confiabilidad del 95% y un poder estimado 80%, para prueba de hipótesis de una proporción.

Se realizó un análisis de correlación para medir la fuerza de la relación entre las variables PaO₂/FiO₂ y SO₂/FiO₂ a través del coeficiente de correlación.

Resultados: Se incluyeron 12 pacientes y se tomaron un total de 65 registros de SO₂/FiO₂ y PaO₂/FiO₂ encontrando que existe relación positiva entre las variables SaO₂/FIO₂ y PaO₂/FIO₂, la cual es variable dependiendo de la fracción inspirada de oxígeno con el cual se encuentre el paciente.

De acuerdo a las observaciones realizadas, la variable SaO₂/FIO₂ está moderadamente correlacionada ($r = 0,602$) con la PaO₂/FIO₂, cuando la FIO₂ está entre 0.35 y 0.55; un grado de correlación aceptable ($r = 0,319$) cuando la FIO₂ está entre 0.60 – 0.80 y 0.81 – 1 ($r = 0,318$).

Conclusiones: Los métodos no invasivos en la evaluación de la oxigenación podrían ser una alternativa para el seguimiento clínico en niños con lesión pulmonar aguda o síndrome de dificultad respiratorio agudo. Se requiere de estudios analíticos que brinden una mejor evidencia científica que pueda ser extrapolable a la población infantil objeto de este estudio.

PALABRAS CLAVE: Síndrome de dificultad Respiratoria Aguda, lesión pulmonar aguda, Ventilación mecánica, Saturación de oxígeno, Presión arterial de oxígeno.

Objectives: To determine if there is any correlation between SaFiO₂ and PaFiO₂ variables of patients with acute respiratory disease in the Pediatric Intensive Care Unit in Fundacion Cardioinfantil the city of Bogotá DC.

Materials and methods: The quantitative variables were analyzed with measures of central tendency like average and measures of dispersion such as standard deviation.

We used a confidence level of 95% and an estimated 80% power to test hypotheses of a proportion.

We performed a correlation analysis to measure the strength of the relation between PaO₂/FiO₂ and SO₂/FiO₂ variables through the coefficient of correlation.

Results: We included 12 patients and it took a total of 65 records of SO₂/FiO₂ and PaO₂/FiO₂ founding a positive relation between SaO₂/FIO₂ and PaO₂/FIO₂ variables, which is variable depending on the inspired fraction of oxygen to which is the patient.

According to the observations, the SaO₂/FIO₂ variable is moderately correlated ($r = 0.602$) with PaO₂/FIO₂ variable, when FIO₂ is between 0.35 and 0.55, one degree of acceptable correlation ($r = 0.319$), when the FIO₂ is between 0.60 to 0.80 and 0.81 - 1 ($r = 0.318$).

Conclusions: The noninvasive methods in the evaluation of oxygenation may be an alternative for clinical monitoring in children with acute lung injury or acute respiratory distress syndrome. It requires an analytical studies to provide a better scientific evidence which can be extrapolated to the children covered by this study.

KEY WORDS: Acute respiratory distress síndrome, acute lung injury, mechanical ventilation, saturation of Hb with O₂, partial pressure of O₂ in arterial blood.

1. Introducción

En la actualidad existen múltiples maneras de monitorizar la función pulmonar en las diferentes patologías de los pacientes ingresados a la unidad de cuidado intensivo pediátrico (UCIP), que llegan a requerir soporte ventilatorio mecánico, con la finalidad de mantener el control y hacer el seguimiento a la integridad de la función respiratoria y corregir, lo más pronto posible, la hipoxemia. (1)

La lesión pulmonar aguda (LPA) y su forma más severa, el síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA), son trastornos devastadores de la función pulmonar que conducen a hipoxemia e insuficiencia respiratoria, provocando un alto riesgo de muerte. (2).

La oxigenación de la sangre de un paciente grave, con un proceso patológico respiratorio, suele evaluarse mediante la observación de la presión arterial de oxígeno (PaO_2), la saturación de la sangre arterial (SO_2) y el índice PaO_2/FiO_2 , el cual es considerado un parámetro útil para medir el intercambio gaseoso en entidades como el síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA) y la lesión pulmonar aguda (LPA), para corregir los parámetros de inducción de oxígeno como tratamiento por medio de la fracción inspirada de oxígeno (FiO_2) y también para modificar paulatinamente la conducta del apoyo ventilatorio (3).

Otra de las formas actualmente más utilizada y confiable es la saturación de pulso siendo un método de monitoreo no invasivo para medir la saturación de oxígeno de la hemoglobina. Su uso permite la detección temprana de hipoxia y así mismo puede reducir la frecuencia de punciones arteriales y el análisis de gases sanguíneos en el laboratorio. (4) Diferentes estudios han mostrado una correlación entre la oximetría de pulso y la PaO_2 para determinar valores en relación al grado de hipoxemia en LPA y SDRA (5,6,7).

A través del estudio que se presenta a continuación, se pretende mostrar si se mantiene la misma relación de los resultados entre la PaO_2 / FIO_2 y SO_2 / FIO_2 , en los pacientes pediátricos de la Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos de la Fundación Cardioinfantil en la ciudad de Bogotá a una altura sobre el nivel del mar de 2500 metros.

2. Marco Teórico

2.1 Los gases en el aire y en la sangre

El efecto de un gas en solución depende de su presión parcial. La presión depende de su concentración, independiente de la concentración de otros gases en la mezcla. Por consiguiente, se entiende por presión parcial o tensión de un gas, la presión que las moléculas de este gas ejercerían sobre las paredes de un recipiente o de un vaso si éste se hallara en forma independiente. Según la ley de Dalton, la presión total de una mezcla de gases resulta de la suma de las presiones de los gases individuales.

La atmosfera ejerce presión barométrica (PB) de 760mmHg al nivel del mar. P es la presión en atmosferas, y se expresa en milímetros de mercurio (mmHg). El oxígeno constituye el 21% (20.93%) del aire atmosférico. (10).

El oxígeno es un elemento fundamental para la mayoría de los seres vivos. Es transportado desde los pulmones hasta los tejidos en dos formas. En su mayor parte (98%) unido a la molécula de hemoglobina y el resto como gas libre disuelto en la sangre. En ambas circunstancias es posible medir el grado de oxigenación. Existe una ecuación para determinar la presión alveolar de oxígeno, en la cual se observa la influencia de la altura (a diferente altura, distinta presión barométrica); por lo tanto, cambia la presión alveolar y por ende se modificaría la saturación arterial de O₂ (SaO₂). La presión atmosférica desciende cuando aumenta la altitud. Se ha observado que si la altura sobre el nivel del mar crece en progresión aritmética, la presión disminuye en progresión geométrica. Con lo anterior podemos empezar a determinar la importancia que la altitud ejerce sobre la saturación de oxígeno de la hemoglobina, pues la presión barométrica que es de 760mmHg a nivel del mar disminuye a medida que la altura aumenta.

Por ejemplo, la ciudad de Bogotá, localizada a una altitud promedio de 2.600 metros sobre el nivel del mar, alcanza una presión barométrica de 560 mm de Hg. Todo esto influye en la concentración de oxígeno alveolar y a su vez en la concentración arterial de oxígeno (que es la suma del O₂ disuelto en el plasma y el unido a la hemoglobina). (11)

La presión parcial de oxígeno en el aire inspirado (PIO₂), o sea la del aire ambiente, puede ser calculada aplicando la siguiente fórmula **PIO₂ = PB x FIO₂/100**; ej. En Caracas a 1000 metros de altitud sería PIO₂ = 674*21/100 = 142mmHg.

La PB del aire ambiente (que es el aire inspirado) a nivel del mar está compuesta por la suma de las presiones parciales de los gases del aire que constituyen la atmosfera, y que pueden ser calculados aplicando la misma fórmula. (10).

La PB y los valores normales de la presión parcial de los gases en diferentes ciudades de Suramérica están compuestos así:

Ciudad	PO₂	PCO₂	PiO₂	Nivel del mar	PB
BOGOTA	117mmHg	0.17mmHg	117mmHg	2600mt	560mmHg
MEXICO	125.5mmHg	0.17mmHg	122mmHg	2224mt	585mmHg
CARACAS	141mmHg	0.2mmHg	142mmHg	1000mt	674mmHg
LA OROYA PERU	101mmHg	0.15mmHg	101mmHg	3700mt	483mmHg
NIVEL DEL MAR	159mmHg	0.3mmHg	159mmHg	-	760mmHg

Tabla 1. Presión barométrica en ciudades de América Latina

2.2 Gases Arteriales

La toma de gases arteriales es una medida útil en la evaluación de la función respiratoria y del equilibrio ácido básico. Es un elemento valioso para seguir la evolución del paciente y tomar importantes decisiones como pueden ser la intubación endotraqueal, la asistencia ventilatoria y el manejo adecuado de los problemas metabólicos.

Este método permite medir directamente la presión parcial del oxígeno (PaO₂), el dióxido de carbono (PaCO₂) y el pH, así como calcular el bicarbonato actual (HCO₃) y la saturación de la oxihemoglobina (SaO₂).

Están indicados en la evaluación de la ventilación alveolar (PaCO₂), el equilibrio ácido base (PaCO₂ y pH) y la oxigenación (PaO₂ y Saturación de O₂). Además para cuantificar la respuesta del paciente a las intervenciones terapéuticas como (oxigenoterapia,

ventilación mecánica) y /o evaluación de diagnósticos y para realizar el seguimiento de la severidad y evolución de la enfermedad pulmonar.

Se debe tener en cuenta los rangos de normalidad de cada una de las mediciones, los cuales dependen de la edad y la altitud (para Bogotá altitud de 2600mt y presión atmosférica de 560mmHg). (4).

En la ciudad de Bogotá se encuentran 4 estudios desarrollados durante los últimos 24 años que reportan datos similares, estos estudios han adicionando el dato de la espirometria a los pacientes incluidos. (12).

En la tabla 2 se muestran los valores normales para la altura de Bogotá en sujetos sanos.

	<30 años	>60 años
pH	7.38 ± 0.03	7.44± 0.01
PaCO2mmHg	29.5± 2.1	29.2 ± 2.2
PaO2mmHg	66.7± 2.32	56.7 ± 3.9
SaO2 %	92.9 ± 1.59	90

Tabla 2. Valores normales de los gases arteriales en Bogotá.

2.3 La Fracción oxígeno de gas inspirado (FIO2)

Se denomina FIO2 al porcentaje de oxígeno que entra a la vía aérea, o sea a la concentración fraccional del oxígeno en el gas inspirado.

Un individuo que respira aire ambiente al nivel del mar, respira un porcentaje de O2 de 21% o sea una FIO2 de 0.21. Si respira aire ambiente a la altitud de Santafé de Bogotá, respira también una FIO2 de 0.21. Con esta FIO2 se produce una PAO2 de 100mmHg a nivel del mar, y de 72mmHg a la altitud de Santafé de Bogotá. Por consiguiente, con el cambio de altitud es la presión parcial del oxígeno alveolar, o sea la PAO2 lo que determina la oxigenación arterial, y no el porcentaje de oxígeno inspirado (FIO2), que es el mismo aire ambiente a nivel del mar que a la altura de una diferente ciudad, por ello los pacientes

con severa enfermedad pulmonar pueden vivir más cómodamente a nivel del mar.

Solo se necesita de una PaO₂ de 60mmHg para mantener la saturación de la hemoglobina por encima de 90%. Esto quiere decir que en Bogotá, con FiO₂ de 0.21 la saturación es de 92%. Al aumentar la FiO₂ a 0.50 (50% de oxígeno) la PaO₂ en Bogotá será de 280mmHg.

Se puede aumentar entonces la PAO₂ para acelerar y aumentar la difusión y así elevar la PaO₂ por los siguientes mecanismos

1. Aumento de la FiO₂
2. Aumento de la presión atmosférica (vida a nivel del mar)
3. hiperventilación que disminuye la PACO₂ y causa aumento automático de la PAO₂
4. PEEP (presión positiva espiratoria). (10)

2.4 Análisis de la Presión arterial de Oxígeno (PaO₂)

La PaO₂ es el índice de oxigenación de la sangre, un indicador de la intensidad de la presencia de oxígeno molecular en solución en el plasma, es la expresión de la eficiencia de la ventilación/perfusión alveolar y de la difusión alveolo/capilar, para lograr la normal transferencia del oxígeno desde el interior del alveolo hasta la sangre de capilar pulmonar.

La PaO₂ está afectada por las siguientes variables

- a. La presión barométrica, la cual determina la presión parcial del oxígeno en el aire ambiente, o sea en el gas que es inspirado (PIO₂) y, por ende, en el alveolo (PAO₂)
- b. La concentración de oxígeno en el aire o gas inspirado, o sea la fracción inspiratoria de oxígeno, FIO₂, cuyo valor determina la presión parcial del oxígeno en el interior del alveolo (PAO₂)
- c. La difusión del oxígeno a través de la membrana alveolo-capilar, la cual obedece al gradiente o diferencia entre la PAO₂ y la PaO₂, gradiente que normalmente es de 5 a 10mmHg y hasta 20mmHg en individuos mayores de 60 años.
- d. La relación entre la ventilación alveolar y la perfusión capilar o V/Q. La disminución o abolición de la ventilación en alveolos atelectasicos o colapsados resulta en la mezcla veno-arterial o "shunt", la principal causa de hipoxemia en pacientes con insuficiencia respiratoria aguda, la disminución de la perfusión con mantenimiento de la ventilación

alveolar, como sucede en el infarto pulmonar, resulta en aumento del espacio muerto intrapulmonar.

Para lograr la estimación del valor predecible se calcula la PAO₂ y de su valor se deduce el gradiente o diferencia alveolo-arterial (AaDO₂), cuyo valor normal es de 5 a 10 mmHg (10,13)

2.5 La oximetría de pulso

La oximetría de pulso se ha convertido en una modalidad de control estándar para muchos aspectos de la atención médica y de los avances en la supervisión médica durante las últimas décadas y ha tenido sin duda el mayor impacto positivo en la atención clínica de los pacientes hospitalizados. En las unidades de cuidado intensivo, la oximetría de pulso es medida de manera continua y con frecuencia ha sido denominada "el quinto signo vital". A pesar del amplio uso de la oximetría de pulso en todo el hospital, muchos proveedores de atención de salud, incluyendo enfermeras y médicos, tienen una comprensión deficiente de los principios subyacentes y las limitaciones de la oximetría de pulso.

Takuo Aoyagi, trabajando para la Corporación de Nihon Kohden en Japón, fue el primero en proponer la teoría de la oximetría de pulso en 1972. Su idea se plasmó en un oxímetro de trabajo, que posteriormente fue patentado en Japón en 1974 y comercializado como el primer oxímetro de pulso comercial del mundo. En 1977, un oxímetro de pulso de fibra óptica basado en una mayor precisión fue comercializado por Minolta, y en 1982 comenzó a comercializar Nellcor un oxímetro de pulso que finalmente se convirtió en un estándar de la industria. Desde entonces, numerosas empresas han producido y comercializado oxímetros de pulso, y los avances en la tecnología continuarán mejorando la exactitud y fiabilidad de estos dispositivos. (14).

Los oxímetros de pulso monitorean de forma no invasiva la saturación de oxígeno (expresada como porcentaje o decimales) de la hemoglobina arterial midiendo cambios de absorción de luz que resultan de las pulsaciones del flujo de la sangre arterial. Los oxímetros de pulso proporcionan una evaluación espectrofotométrica de la oxigenación de la hemoglobina (SpO₂) al medir la luz transmitida a través de un lecho capilar, sincronizada con el pulso. El sistema de detección consta de diodos emisores de luz de una

sola longitud de onda, fotodetectores y microprocesadores. Los oxímetros se basan en el principio de absorción diferencial de la luz para determinar el porcentaje de saturación de oxígeno de la hemoglobina en la sangre arterial (cuando se determina de un muestra arterial se describe como SaO₂) basados en la ley de Berr-lambert (también llamada ley de Beer-Lambert-Bouguer o simplemente la ley de Beer) que describe la absorción teórica de la luz y consiste en la relación lineal entre la absorbancia y la concentración de un absorbente de radiación electromagnética y se suele describir como $A = a \times b \times c$, donde A es la absorbancia medida, a es un coeficiente de absorción dependiente de la longitud de onda, b es la longitud del camino, y c es la concentración del analito.

El oxímetro de pulso se aplica a una región del cuerpo, por ejemplo un dedo de mano o pie. La sonda transmite 2 longitudes de onda de luz, roja (luz visible) 660nm e infrarroja 930nm; estas longitudes son absorbidas diferencialmente por la oxihemoglobina, que absorbe la luz infrarroja y la desoxihemoglobina que absorbe la luz roja. La razón entre la luz roja y la infrarroja se usa para derivar la saturación de oxígeno. El fotodetector al otro lado del tejido transforma la luz transmitida en señales eléctricas proporcionales a la absorción. La señal es procesada por el microprocesador del equipo que presenta una lectura y activa una alarma si las condiciones no satisfacen los parámetros normales.

Cada pulso de sangre arterial hace que el lecho capilar se expanda y se relaje, las variaciones cíclicas resultantes en la longitud de la trayectoria de la luz transmitida permiten distinguir al dispositivo entre la saturación de la hemoglobina de la sangre arterial y la sangre venosa. (14)

Aunque la oximetría de pulso es ampliamente aceptada como un monitor clínico válido y proporciona una valiosa información clínica minuto a minuto, los oxímetros de pulso están sujetos a múltiples fuentes de error. La fuente más clínicamente significativa de error generalmente resulta del movimiento o "artefactos de movimiento", que, como la mayoría de los médicos reconocen, da lugar a falsas alarmas frecuentes y molestias. Las pruebas clínicas han sido bastante extensas, y una serie de estudios han demostrado la fiabilidad de los oxímetros de pulso de diferentes situaciones clínicas específicas en general, los registros en los oxímetros de pulso son más exactos a mayor número de saturaciones y por lo general con saturación de pulso por encima del 75%.

Otras fuentes de error que pueden limitar la capacidad de los oxímetros de pulso para detectar adecuadamente la señal pulsátil y puede afectar negativamente los valores reportados de saturación son las dishemoglobinopatias (metahemoglobinemia), la luz ambiental y la hipoperfusión tisular.

2.6 El síndrome de dificultad respiratorio agudo (SDRA)

La lesión pulmonar aguda (LPA) o ALI por sus siglas en inglés, y su forma más severa, el síndrome de dificultad respiratoria agudo (SDRA), son trastornos devastadores de la función pulmonar entendidos como una alteración a nivel del epitelio vascular y el endotelio alveolar secundario a un proceso inflamatorio que resulta en aumento de la permeabilidad y la disfunción del surfactante seguido por edema y colapso alveolar que conducen a hipoxemia e insuficiencia respiratoria y son responsables de una elevada morbilidad - mortalidad y alto costo financiero tanto en pacientes adultos como pediátricos. (7,15).

En 1967, Ashbaugh et al reportaron 12 pacientes adultos con taquipnea de aparición aguda y cianosis refractaria a la terapia con oxígeno, asociado a infiltrados difusos en la radiografía de tórax y disminución de la distensibilidad pulmonar, esta patología inicialmente se conoció como síndrome de dificultad respiratoria del adulto y hoy en día se conoce como síndrome de dificultad respiratoria agudo ya que se produce también en pacientes pediátricos incluidos los recién nacidos. (14)

La AECC (The American European Consensus Conference) en 1994 determinó los actuales criterios comúnmente utilizados para LPA y SDRA en adultos y pacientes pediátricos, utilizando 4 parámetros clínicos: a) comienzo agudo), b) hipoxemia arterial grave resistente al tratamiento con oxígeno, relación PaO_2 / FiO_2 menor o igual a 200 torr (26,6 kPa) para SDRA y relación PaO_2 / FiO_2 menor o igual a 300 torr (40 kPa) para LPA, c) Inflamación pulmonar difusa (infiltrados bilaterales en la radiografía de tórax), y d) Presión de oclusión de la arteria pulmonar menor a 18mmHg o ausencia de hipertensión auricular izquierda. (3,16).

PaO₂/FiO₂: De 200 a 300 se define como Injuria Pulmonar Aguda
PaO₂/FiO₂: Menor de 200 indica SDRA.

Tabla 3. Compromiso de lesión pulmonar según la PaO₂/FiO₂

3. Justificación

Al determinar si existe correlación entre la presión arterial de oxígeno (PaO_2/FiO_2) y la oximetría de pulso (SO_2/FiO_2), en los pacientes con síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA) que se encuentran en ventilación mecánica en la Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos de la Fundación Cardioinfantil, se le permitiría al médico tratante hacer un seguimiento clínico de la función pulmonar al paciente mucho más efectiva, permanente y no invasiva.

Es por esto que, el hallar esta relación y poderla generalizar, conllevaría a que se hiciera la monitorización del estado de oxigenación de la sangre arterial del paciente, a través de la implementación de métodos no invasivos, como la oximetría de pulso, lo que se vería reflejado, seguramente, en la reducción de infecciones locales, de los sitios de punción del paciente para las tomas de muestras de gases arteriales, traumatismos secundarios, dolor, mejoría en la calidad de vida del paciente, obtención de resultados inmediatos y permanentes, además, obviamente, de la reducción de costos en la atención del paciente, durante el proceso de corrección de la hipoxemia.

4. Problema de estudio

La incidencia reportada del Síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA) y la lesión pulmonar aguda (LPA), no es homogénea y difiere considerablemente dependiendo de la metodología y la población estudiada, estudios recientes y en diferentes países pueden mostrar una prevalencia que varía entre 1.5 a 8.4 casos por cada 100.000 habitantes con una incidencia del 7% (8), lo que conlleva a una alta tasa de mortalidad, tal como lo demuestra el estudio del college de Pensilvania en Mayo del 2010, donde se indica que la incidencia de lesión Pulmonar aguda descrita recientemente en población adulta, fue estimada en más de 190.000 casos por año en Estados Unidos, con una tasa de mortalidad de al menos un 40%, sugiriendo en niños una tasa de mortalidad de 12,8 por cada 100.000 niños. (7)

Los factores de riesgo y la fisiopatología de la lesión pulmonar aguda (LPA) y el síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA) son similares en adultos y niños. El desencadenante más común es la infección en vías respiratorias inferiores. Teniendo estos, una frecuencia menor en niños que en adultos.

La incidencia para LPA en la población pediátrica se estima en 2,2 a 12 por 100.000 habitantes. Cada año 2500 a 9000 niños en los Estados Unidos presentan Lesión Pulmonar Aguda, con una mortalidad que asciende de 500 a 2000 muertes por año. (2,7).

El índice respiratorio PaO_2/FiO_2 es uno de los principales y más populares índices para determinar y clasificar el grado de hipoxemia por medio de gases sanguíneos arteriales (3). Con el fin de realizar una aproximación diagnóstica más pronta en el abordaje del paciente respiratorio surge la pregunta si podría ser efectivo medir el índice respiratorio reemplazando la variable original de PaO_2 por SO_2 en una ciudad a una altura mayor de 2500mts sobre el nivel del mar. De este cuestionamiento se inicia un proceso de investigación donde al realizar una revisión del tema se encuentra que diferentes estudios han mostrado una relación entre la oximetría de pulso y la PaO_2 para determinar valores en relación al grado de hipoxemia en LPA y SDRA.

En 2 unidades de cuidado intensivo de tercer nivel de la ciudad de los Angeles situada a 340 metros sobre el nivel del mar en donde se analizaron un total de 1298 observaciones concluyendo una concordancia de 263 y 201 para LPA y SDRA respectivamente con una

sensibilidad de 93% y especificidad del 43% para LPA y una sensibilidad del 74% y especificidad del 88% para SDRA, concluyendo la relación SpO_2/FiO_2 como un marcador confiable no invasivo en el diagnóstico de los mismos. (5)

Un segundo estudio multicentrico realizado por la NHLBI (siglas en ingles del instituto nacional del corazón, pulmón y sangre) en los Estados Unidos, en donde se analizaron más de 2000 observaciones, previamente descartando pacientes en unidades localizadas a más de 1000 metros sobre el nivel del mar en base a que la relación PaO_2/FiO_2 para el diagnóstico de LPA o SDRA difiere a bajas presiones barométricas, concluyo con una sensibilidad y especificidad del 85% y una sensibilidad de 91% con especificidad del 56% para valores de 315 y 235 respectivamente en LPA y SDRA.(6)

Por último un tercer y reciente estudio realizado por la universidad de Pensilvania a una altura promedio de 335 metros sobre el nivel del mar, en donde es de resaltar la inclusión de un grupo de pacientes que requirieron surfactante pulmonar y además la inclusión de establecer la correlación del índice de oxigenación al cambiar igualmente la PaO_2 por la SpO_2 , determino un valor para LPA de 212 y para SDRA de 253 en el diagnóstico del paciente con patología respiratoria. (7).

Vale aclarar que no hay reportados estudios aun en pacientes a 2600mts de altura, de esta manera observaremos, qué papel juega la presión barométrica en la relación PaO_2/FiO_2 para SDRA y si los resultados son similares a los estudios anteriores o si definitivamente cambian con respecto a la altura.

Un estudio en la ciudad de Bogotá, utilizo la importancia del seguimiento de la relación PaO_2/FiO_2 para SDRA, en pacientes pediátricos que fallecieron y fueron llevados a autopsia indicando un punto de corte más bajo al establecido por el consenso para SDRA en un valor de 150 (9), de allí nos preguntamos si ¿la altura a nivel del mar influye en esta relación?

En este punto es donde cobra valor este estudio, al tratar de determinar si la altura a nivel del mar interfiere en esta relación y poder clasificar prontamente el grado de hipoxemia, reemplazando la toma de gases arteriales por la SO_2 , lo cual sería muy beneficioso tanto para paciente de UCIP, como para el abordaje inicial en urgencias para el médico tratante, al permitirle realizar intervenciones oportunas en pacientes con afecciones respiratorias.

En lo últimos años la SO_2 ha tomado importancia como método indirecto para evaluar la

oxigenación sanguínea (% de la saturación de la hemoglobina). La SO_2 es un método no invasivo que brinda información rápida y confiable al personal médico sobre el estado de oxigenación arterial de un individuo. La información que se obtenga del estudio podría apoyar las teorías de los diferentes estudios que han pensado en sustituir PaO_2 por SO_2 donde esta relación es muy similar y podría aplicarse; lo que se espera aportar a este cuestionamiento es, si la razón SO_2/FiO_2 no cambia con respecto a la altura de la ciudad de Bogotá (2500 mts sobre el nivel del mar) y si se podría aplicar satisfactoriamente a otras alturas sobre el nivel del mar.

Así mismo se podría sugerir un nuevo estudio o una hipótesis nueva sobre los niveles que están actualmente descritos en la razón P/F (PaO_2 / FiO_2) para hipoxemia.

4.1 Pregunta de investigación

¿Existe correlación entre la presión arterial de oxígeno (PaO_2/FiO_2) y la oximetría de pulso (SO_2/FiO_2), para determinar el nivel de compromiso pulmonar en pacientes pediátricos que se encuentran en ventilación mecánica en la Unidad de Cuidado Intensivos Pediátricos de la Fundación Cardioinfantil en la ciudad de Bogotá D.C., a una altura de 2500 metros sobre el nivel del mar?

5. Objetivos

5.1 General

Determinar si existe correlación entre la presión arterial de oxígeno (PaO_2/FiO_2) y la oximetría de pulso (SO_2/FiO_2), de los pacientes pediátricos con patología respiratoria en la unidad de Cuidado Intensivo Pediátrica, en la Fundación CardioInfantil en la ciudad de Bogotá, a los 2600 mts de altura sobre el nivel del mar.

5.2 Específicos

- Explorar la relación PaO_2/ FiO_2 y la SO_2/FiO_2 , observando semejanzas y diferencias en una ciudad a 2500 metros de altura sobre el nivel del mar.
- Describir las características socio demográficas de la población evaluada tales como edad, género y patología.
- Proponer una nueva forma no invasiva de medir hipoxia pulmonar remplazando la razón P/F por la razón S/F y tener una rápida aproximación al enfoque diagnóstico y terapéutico en la lesión pulmonar aguda.

6. Metodología

6.1 Tipo de estudio

Estudio de prueba diagnóstica (correlación) de tipo transversal.

6.2 Población objeto

Pacientes pediátricos con síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA) que requirieron soporte ventilatorio mecánico en la Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos de la Fundación CardioInfantil, Bogotá D.C., entre abril y junio de 2011.

6.3 Tipo de muestreo

No probabilístico.

6.4 Tamaño de la muestra

Para el cálculo del tamaño de la muestra se planteó la hipótesis nula: No existe correlación entre los valores de la SaFIO₂ y la PaFIO₂ en los pacientes con dificultad respiratoria aguda en la UCIP.

La hipótesis alterna: Existe correlación entre los valores de la SaFIO₂ y la PaFIO₂ en los pacientes con dificultad respiratoria aguda en la UCIP.

Se asumió un nivel de significancia estadística (error alfa) 0.05, una proporción de la hipótesis nula (error beta) 0.10, un poder estimado 0.80 y por tanto, serán necesarios 12 pacientes. Se uso la tabla de tamaño total de la muestra requerido cuando se usa el coeficiente de correlación (r).

Para lo cual se aplicó la siguiente formula:

r = coeficiente de correlación esperado

$C = 0,5 \times \ln [1(1+r)/(1-r)]$

N = Número total de individuos requerido

Entonces:

$$N = [(Z_{\alpha} + Z_{\beta}) / C]^2 + 3$$

6.5 Criterios de inclusión

Se incluyeron en el estudio todos los pacientes pediátricos mayores de 1 mes y menores de 18 años que ingresaron a la unidad de cuidado intensivo pediátrico de la Fundación CardioInfantil en Bogotá, por síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA) y que requirieron soporte ventilatorio mecánico, durante el periodo establecido.

6.6 Criterios de exclusión

- Cardiopatía congénita conocida o diagnosticada durante la estancia hospitalaria.
- Otros cortocircuitos que pudieran alterar resultados.
- Falla hepática.
- Post operatorio de cirugía cardiovascular.
- Intoxicados.
- Pacientes con hemoglobinopatías.

6.7 Recolección de datos y sistematización

La recolección de datos de la presión arterial de oxígeno en sangre fue obtenida de la toma de muestra de los gases arteriales de los pacientes en la Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos de la Fundación CardioInfantil y los datos obtenidos en el oxímetro de pulso para estimar la saturación de oxígeno de los pacientes pediátricos.

6.8 Definición de conceptos y variables

Dimensión	Variable	Definición operativa	Codificación/ Unidad de Medida	Naturaleza y nivel de medición
Variable Independiente	1. Edad: Tiempo transcurrido desde el nacimiento de una persona hasta la actualidad	Número de años cumplidos en el momento de ingresar al estudio	Cuantitativa	1m-12m 1año-8años Mayor 8años
Variable Independiente	2. Sexo Genero del paciente		Cualitativa	Femenino Masculino
Variable Independiente	3. Saturación de oxígeno (SO₂) es la medición del oxígeno transportado por la hemoglobina en el interior de los vasos sanguíneos	SO ₂ ideal para Bogotá 92.9% ± 1.59	Cuantitativa	<80 80-90 >90
Variable Independiente	4. Presión arterial de Oxígeno (PaO₂) es un indicador de la captación de oxígeno en los pulmones	Rango de referencia utilizado: 83 – 108 mm Hg (para FiO ₂ = 0,21)	Cuantitativa	<60 60-79 80-100
Variable Independiente	5. Fracción inspirado de oxígeno (FiO₂) Constituye la fracción que ocupa el gas O ₂ en la mezcla de aire ambiental	Es aproximadamente 21 % (0,21)	Cuantitativa	0.21 – 1.0

Dimensión	Variable	Definición operativa	Codificación/ Unidad de Medida	Naturaleza y nivel de medición
Variable Independiente	6. Índice PAO₂/FiO₂	Se calcula a partir de la fórmula: presión arterial de oxígeno arterial entre fracción inspirada de oxígeno (PaO ₂ / FiO ₂).	Cuantitativa	<200
	es un parámetro que se utiliza para medir el intercambio gaseoso y la gravedad de la insuficiencia respiratoria.	Normal:>300 Anormal: <300		200-300 >300
Variable Independiente	7.Índice SO₂/ FiO₂	Normal:>?? Anormal: ¿?	Cuantitativa	<200 200-300 >300

Tabla 4. Descripción de variables

6.9 Hipótesis de investigación

Hipótesis Nula: No existe correlación entre la presión arterial de oxígeno (PaO₂/FIO₂) y la oximetría de pulso (SO₂/FiO₂), de los pacientes pediátricos con patología respiratoria en ventilación mecánica, de la unidad de Cuidado Intensivo Pediátrica.

Hipótesis Alterna: Existe correlación entre la presión arterial de oxígeno (PaO₂/FIO₂) y la oximetría de pulso (SO₂/FiO₂), de los pacientes pediátricos con patología respiratoria en ventilación mecánica, de la unidad de Cuidado Intensivo Pediátrica.

6.10 Instrumentos y materiales

Se utilizaron los datos registrados en la historia clínica provenientes tanto de los resultados de laboratorio de los gases arteriales como de las notas de enfermería y de las evoluciones médicas donde se registraban los datos arrojados de la oximetría de pulso de la Fundación CardioInfantil de Bogotá D.C.

Los datos obtenidos fueron consignados en una tabla de Excel de la que se procesaron para obtener los resultados.

6.11 Procedimiento metodológico

Para la realización de este estudio se tomaron los datos obtenidos de las mediciones de los gases arteriales, específicamente la PaO_2 , obtenidas en la sangre arterial de los pacientes que se encontraban en la Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos de la Fundación CardioInfantil en ventilación mecánica en el periodo comprendido entre abril y julio de 2011. Estos fueron procesados en máquinas analizadoras de gases arteriales con electrodos para PaO_2 , PaCO_2 y pH. Estas máquinas son sometidas a mantenimiento preventivo cada 6 meses y calibración diaria por parte del laboratorio clínico.

A la vez, se tomaban los registros que se obtenían de la saturación de oxígeno reportada en los oxímetros de pulso, para este fin, se emplearon monitores de pantalla marca Phillips modelo MP20 con dispositivo digital para la recolección del tipo de pinza.

Se hicieron la toma de las pruebas de laboratorio bajo las mismas condiciones técnicas establecidas y estandarizadas para este tipo de procedimiento, por parte de personal entrenado y capacitado.

La información recolectada y que se emplea en este estudio corresponde a datos tomados de las historias clínicas de los pacientes y de los reportes del laboratorio clínico de la Fundación CardioInfantil de Bogotá D.C.

6.12 Plan de análisis

Para la parte descriptiva se analizarán las variables cuantitativas con medidas de tendencia central como la media y medidas de dispersión como la desviación estándar.

Para el cálculo del tamaño de la muestra $_{\beta}$ se utilizará un nivel de confiabilidad del 95% y un poder estimado 80%, para prueba de hipótesis de una proporción.

Se realizará un análisis de correlación para medir la fuerza de la relación entre las variables índice de $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ y el índice de SO_2/FiO_2 a través del coeficiente de correlación.

6.13 Consideraciones éticas

La confidencialidad entendida como un derecho de los pacientes o clientes que acuden a una institución de salud, contempla un profundo respeto por la privacidad e intimidad. Por ello, en este trabajo de prueba diagnóstica, uno de los pilares éticos fundamentales ha sido la conservación de la confidencialidad, lo cual se realizó a través de la codificación y

asignación de un número a cada historia clínica, garantizándose el anonimato de los pacientes y respetándose el principio de beneficencia.

La investigación científica ha dado en la historia resultados muy beneficiosos para el progreso de las diferentes disciplinas, por lo que se debe estimular. Los datos de este estudio, servirán como base para el desarrollo de nuevas formas de medir hipoxemia de manera no invasiva, que busquen minimizar el alto impacto en la salud y calidad de vida de pacientes que ingresan a las unidades de cuidado intensivo pediátrico.

Conscientes que se debe avanzar en la búsqueda de nuevos conocimientos para ponerlos al servicio del ser humano, también se defiende a ese ser humano de no ser un objeto de investigación sino el fin y el sentido de la misma.

Para este estudio se solicitó autorización a la Fundación CardioInfantil, para obtener información de las historias clínicas, ya que ella es la garante de la información confidencial consignada en las mismas.

Con respecto a los resultados obtenidos estos se ciñen a la verdad, con conciencia a la transitoriedad del conocimiento y conscientes de que no se llegó a la verdad absoluta.

El comité de Ética de la Fundación Cardioinfantil consideró que por tratarse de un estudio en donde los datos se extraían de parámetros diarios en el monitoreo del paciente en la unidad de cuidado intensivo pediátrico, no se requería de consentimiento informado.

7 Resultados

El número de pacientes recolectados en la unidad de cuidado intensivo pediátrico de la Fundación Cardioinfantil en el periodo de Abril a Julio de 2011, en la línea de investigación “*Correlación de la SO_2/FiO_2 con la PaO_2/FiO_2 en niños en ventilación mecánica a 2600mts sobre el nivel del mar*”, fue de 12 pacientes. De los cuales se obtuvieron un total de 65 registros de la saturación de pulso de Oxígeno y 65 registros de la PaO_2 (Tabla 5), reportado en los resultados de la máquina de gases arteriales y estos fueron transformados a través de las constantes, ya definidas, en los índices de PaO_2/FiO_2 y SO_2/FiO_2 .

	FiO2	Sat Pulso	PaO2	SaFiO2	PaFiO2
Registro 1	1	93	97	93	97
Registro 2	1	100	73	100	73
Registro 3	1	93	97	93	97
Registro 4	1	96	71	96	71
Registro 5	0,65	96	78	147,7	120
Registro 6	0,65	95	74	146,2	113,8
Registro 7	0,65	98	93	150,8	143,1
Registro 8	0,6	94	88	156,7	146,7
Registro 9	1	92	75	92	75
Registro 10	0,85	91	67	107,1	78,8
Registro 11	0,7	96	72	137,1	102,9
Registro 12	0,8	84	50	105	62,5
Registro 13	1	88	77	88	77
Registro 14	0,8	97	95	121,3	118,8
Registro 15	0,95	95	60	100	63,2
Registro 16	0,9	93	199	103,3	221,1
Registro 17	0,8	100	158	125	197,5
Registro 18	0,8	96	103	120	128,8
Registro 19	0,4	100	112	250	280
Registro 20	0,4	97	116	242,5	290
Registro 21	1	96	147	96	147
Registro 22	0,8	100	193	125	241,3
Registro 23	0,5	99	109	198	218
Registro 24	0,5	100	67	200	134
Registro 25	0,4	91	69	227,5	172,5
Registro 27	1	92	91	92	91
Registro 28	0,65	94	85	144,6	130,8
Registro 29	0,6	92	87	153,3	145
Registro 30	0,7	88	78	125,7	111,4
Registro 31	0,7	90	93	128,6	132,9
Registro 32	0,95	90	88	94,7	92,6
Registro 33	0,7	98	90	140	128,6
Registro 34	0,55	94	81	170,9	147,3
Registro 35	0,55	97	76	176,4	138,2
Registro 36	0,5	96	75	192	150
Registro 37	0,45	95	54	211,1	120
Registro 38	1	83	65	83	65
Registro 39	1	77	45	77	45
Registro 40	1	88	51	88	51
Registro 41	1	91	67	91	67
Registro 42	1	96	47	96	47
Registro 43	1	95	46	95	46
Registro 44	1	99	46	99	46
Registro 45	1	100	73	100	73
Registro 46	0,8	86	94	107,5	117,5
Registro 47	0,97	100	200	103,1	206,2
Registro 48	0,79	100	180	126,6	227,8
Registro 49	0,6	100	94	166,7	156,7
Registro 50	0,55	96	107	174,5	194,5
Registro 51	0,46	98	168	213	365,2

	FiO2	Sat Pulso	PaO2	SaFiO2	PaFiO2
Registro 53	0,35	97	108	277,1	308,6
Registro 54	0,35	96	93	274,3	265,7
Registro 55	0,35	98	115	280	328,6
Registro 56	0,4	100	81	250	202,5
Registro 57	0,4	100	95	250	237,5
Registro 58	0,4	100	96	250	240
Registro 59	0,35	100	90	285,7	257,1
Registro 60	0,35	95	95	271,4	271,4
Registro 61	0,35	95	94	271,4	268,6
Registro 62	0,35	92	78	262,9	222,9
Registro 63	0,35	96	98	274,3	280
Registro 64	0,35	96	83	274,3	237,1
Registro 65	0,35	96	77	274,3	220

Tabla 5. Registro de mediciones SaO2/FiO2 y PaO2/FiO2

El sexo predominante fue el masculino con un 75% de la muestra (n=9) y el sexo femenino con el 25% (n=3) (figura 1).

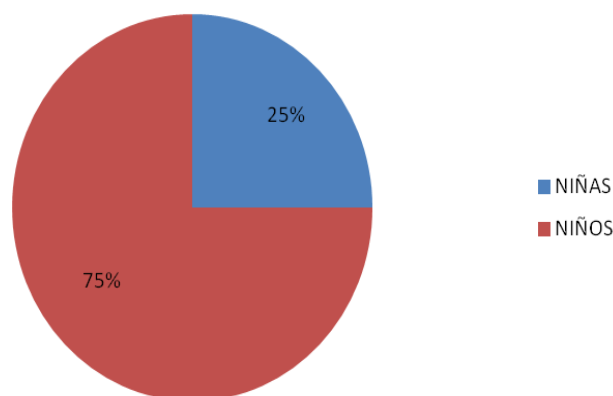


Figura 1. Distribución por genero de la poblacion observada.

La edad promedio de los pacientes fue de 3 años con un IC (5,5 – 1,5). La edad mínima en años fue de 0 y la máxima de 12 años. La figura 2 y tabla 6 nos muestra que el 50% de la población infantil observada para este estudio (P50) se encuentra entre los 2 – 4,25 años. El 25% de la población (P25 0,25) se encuentra entre los 0 – 0,25 años. Con una mediana ubicada en 2 años; P75 se encuentra de 4,2 - 6 años con mayor variabilidad que P25, siendo valores extremos únicamente los de 12 años.

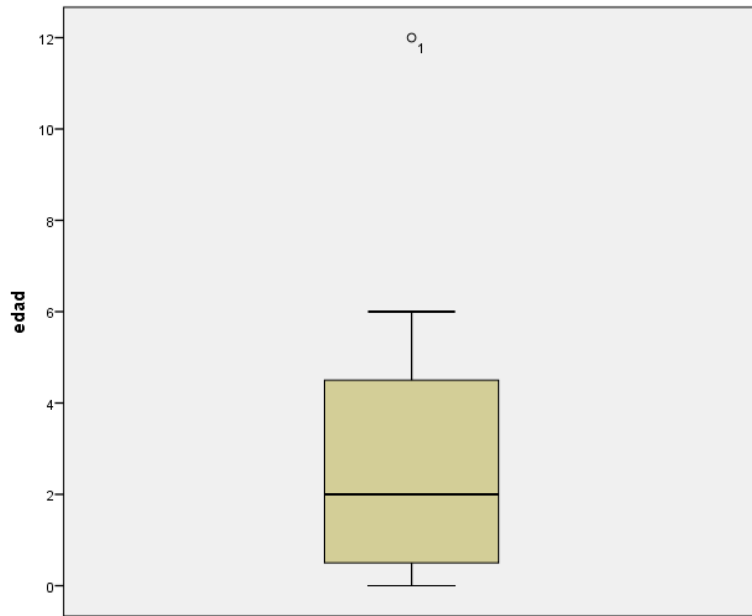


Figura 2 de cajas y bigotes sobre la distribución de las edades.

Estadísticos

Edad		
N	Válidos	12
	Perdidos	0
Media		3,0000
Mediana		2,0000
Desv. típ.		3,51620
Varianza		12,364
Asimetría		1,716
Error típ. de asimetría		,637
Rango		12,00
Mínimo		,00
Máximo		12,00
Percentiles	25	,2500
	50	2,0000

Tabla 6. Descriptiva del comportamiento de edad.

El grupo etario que predominó fue de los pacientes entre un año y 5 años (figura 3).

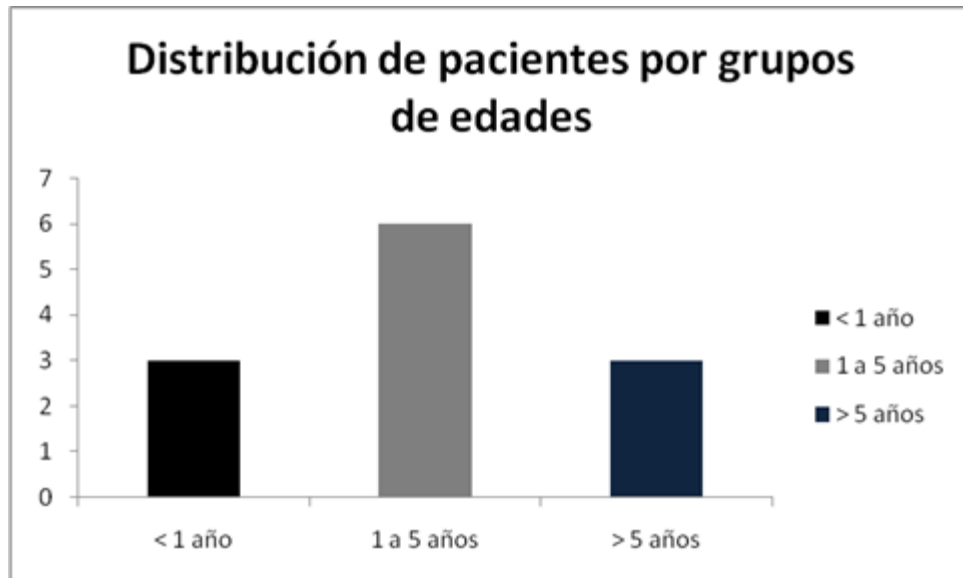


Figura 3. Distribución de pacientes por grupos etareos.

De los pacientes que ingresaron a la unidad de cuidados intensivos con Síndrome de Dificultad Respiratoria Aguda (SDRA) que requirieron soporte ventilatorio mecánico, ocho fueron por causa de patología respiratoria y cuatro de otras causas. (Figura 4)

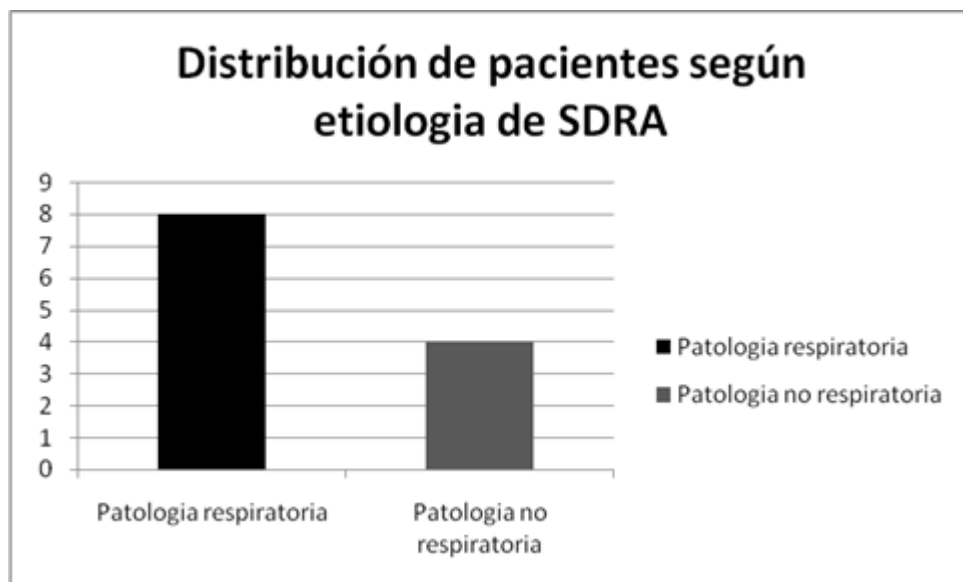


Figura 4. Distribución de pacientes según etiología del SDRA.

Con respecto a la distribución de los datos obtenidos de la saturación de oxígeno a través del pulso-oxímetro y de la presión arterial de oxígeno en sangre, por medio de la gasometría arterial, a diferentes niveles de fracción inspirada de oxígeno (FIO_2) y de estos transformados por la constante en SaO_2/FIO_2 y PaO_2/FIO_2 , tienen una distribución no normal o asimétrico, tal como se puede observar en el gráfico de histograma (Figura 5 y Tabla 7). Lo cual llevo, a que se trabajara con la mediana.

Adicionalmente a la parte gráfica se corrió la prueba estadística de hipótesis para determinar si los datos de SaO_2/FIO_2 y PaO_2/FIO_2 se distribuyen normalmente.

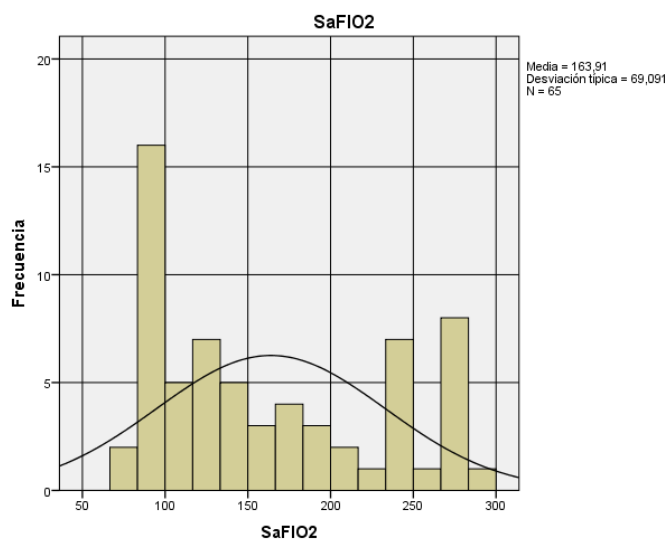


Figura 5. Histograma con curva de normalidad, sobre la distribución de los datos de la SO_2/FIO_2

Estadísticos

SO_2/FiO_2

N	Válidos	65
	Perdidos	0
Mediana		144,6
Desv. típ.		69,091
Varianza		4773,57
Asimetría		0,501
Error típ. de asimetría		0,297
Rango		209
Mínimo		77
Máximo		286

Tabla 7. Descriptiva de los registros para SO_2/FiO_2

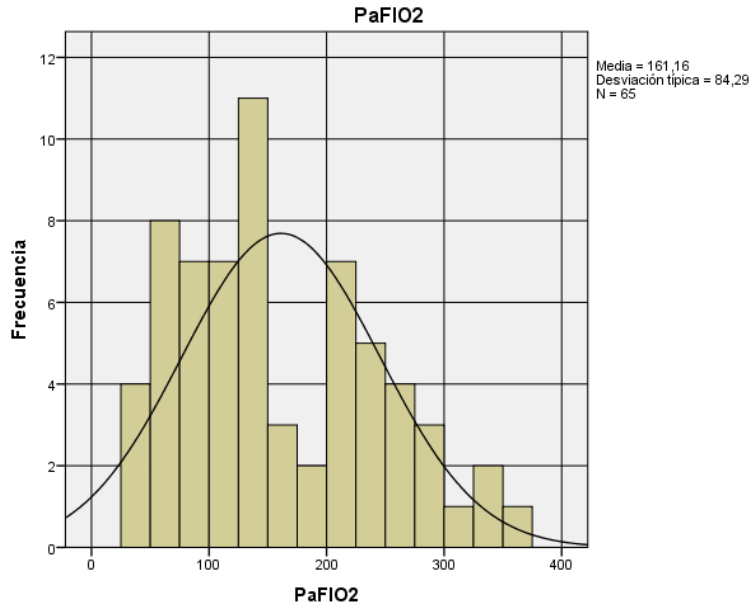


Figura 6. Histograma con curva de normalidad, sobre la distribución de los datos de la PaO₂/FIO₂

Estadísticos

PaO₂/FIO₂

N	Válidos	65
	Perdidos	0
Mediana		143,1
Desv. típ.		84,29
Varianza		7104,86
Asimetría		0,522
Error típ. de asimetría		0,297
Rango		320
Mínimo		45
Máximo		365

Tabla 8. Descriptiva de la mediana de los registros de la PaO₂/FIO₂

De esta manera, Hipotesis Nula: los datos se distribuyen normalmente.
 Hipotesis Alterna : Los datos no se distribuyen normalmente. (Tablas 9 y 10)

Estadísticos para una muestra

	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
SAFIO2	65	163,91	69,091	8,57
PAFIO2	65	161,16	84,29	10,455

Prueba para una muestra

	Valor de prueba = 0					
	T	Gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
					Inferior	Superior
SAFIO2	19,127	64	0	163,909	146,79	181,03
PAFIO2	15,415	64	0	161,165	140,28	182,05

Tablas 9 y 10. Estadísticos sobre la distribución de los datos.

Lo que nos lleva a concluir que con los datos que provee la muestra, existe evidencia estadísticamente significativa para decir que las medias de los datos no se distribuyen normalmente con un α 0,05.

De tal manera y para tratar de homogenizar los datos obtenidos, ya que las mediciones de las SaO_2/FIO_2 y PaO_2/FIO_2 se realizaron en los mismos pacientes pero a diferentes FIO_2 y los valores iban desde 0,35 hasta 1, se conformaron varios grupos de mediciones de la fracción inspirada de oxígeno y también se les realizaron las pruebas de análisis de varianza (ANOVA) para comparar las medias de los datos.

Se establecieron grupos de mediciones de la SaO_2/FIO_2 y PaO_2/FIO_2 a FIO_2 entre los 0,35 y 0,55. (Tabla 11)

ANOVA de un factor

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	
SAFIO2	Inter-grupos	32418,556	5	6483,711	160,174	0
	Intra-grupos	809,583	20	40,479		
	Total	33228,139	25			
PAFIO2	Inter-grupos	71976,786	5	14395,357	7,59	0
	Intra-grupos	37933,225	20	1896,661		
	Total	109910,011	25			

Tabla 11. Análisis de varianza (ANOVA) intergrupos de mediciones SaO₂/FIO₂ y PaO₂/FIO₂ a FIO₂ a FIO₂ entre el 35 y el 55%.

Con los datos que provee la muestra, existen diferencias estadísticamente significativa entre los valores promedios de los datos, cuando las FIO₂ se encuentra entre 0,35 y 0,55, con un α 0,05.

En el grupo de mediciones de la SaO₂/FIO₂ y PaO₂/FIO₂ a FIO₂ entre los 0,60 y 0,80. (Tabla 12)

ANOVA de un factor

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	
SAFIO2	Inter-grupos	4289,774	4	1072,443	21,598	0
	Intra-grupos	645,517	13	49,655		
	Total	4935,291	17			
PAFIO2	Inter-grupos	10548,019	4	2637,005	1,578	0,238
	Intra-grupos	21718,284	13	1670,637		
	Total	32266,303	17			

Tabla 12. Análisis de varianza (ANOVA) intergrupos de mediciones SaO₂/FIO₂ y PaO₂/FIO₂ a FIO₂ a FIO₂ entre el 60 y el 80%.

Con los datos que provee la muestra, existen diferencias estadísticamente significativa entre los valores promedios de los datos, cuando las FIO_2 se encuentra entre 0,60 y 0,80, con un α 0,05.

Y un tercer grupo de mediciones de la SaO_2/FIO_2 y PaO_2/FIO_2 a FIO_2 entre los 0,81 y 1. (Tabla 13)

ANOVA de un factor

		Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
SAFIO2	Inter-grupos	394,12	4	98,53	2,69	0,069
	Intra-grupos	585,983	16	36,624		
	Total	980,103	20			
PAFIO2	Inter-grupos	35559,91	4	8889,977	13,037	0
	Intra-grupos	10910,18	16	681,886		
	Total	46470,09	20			

Tabla 13. Análisis de varianza (ANOVA) intergrupos de mediciones SaO_2/FIO_2 y PaO_2/FIO_2 a FIO_2 entre el 81 y el 100 %.

Finalmente, también se concluye que con los datos que provee la muestra, existen diferencias estadísticamente significativa entre los valores promedios de los datos, cuando las FIO_2 se encuentra entre 0,60 y 0,80, con un α 0,05.

Por otro lado, considerando que los datos de la SO_2/FIO_2 y PaO_2/FIO_2 a las diferentes fracciones inspiradas de oxígeno (FIO_2) no se distribuyen normalmente, que existen, de acuerdo al análisis de varianza diferencias entre los valores promedio, se procedió a aplicar a las variables cuantitativas las pruebas estadísticas no paramétricas (Kendall y Spearman) para comparar si hay relación entre las variables a estudio (SaO_2/FIO_2 y PaO_2/FIO_2).

Encontrando que existe relación positiva entre las variables SaO_2/FIO_2 y PaO_2/FIO_2 , la cual es variable dependiendo de la fracción inspirada de oxígeno con el cual se encuentre el paciente.

Por tanto, se puede decir que de acuerdo a las observaciones aquí realizadas, la variable SaO₂/FIO₂ está moderadamente correlacionada ($r = 0,602$) con la PaO₂/FIO₂, cuando la FIO₂ está entre 0.35 y 0.55; un grado de correlación aceptable ($r = 0,319$) cuando la FIO₂ está entre 0.60 – 0.80 y 0.81 – 1 ($r = 0,318$). (Figuras 7, 8, 9 y Tablas 14, 15, 16)

Correlaciones

			SAFIO2	PAFIO2
Tau_b de Kendall	SAFIO2	Coefficiente de correlación	1	,418**
		Sig. (bilateral)	.	0,003
		N	26	26
	PAFIO2	Coefficiente de correlación	,418**	1
		Sig. (bilateral)	0,003	.
		N	26	26
Rho de Spearman	SAFIO2	Coefficiente de correlación	1	,602**
		Sig. (bilateral)	.	0,001
		N	26	26
	PAFIO2	Coefficiente de correlación	,602**	1
		Sig. (bilateral)	0,001	.
		N	26	26

** . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Tabla 14. Pruebas de correlación no paramétrica

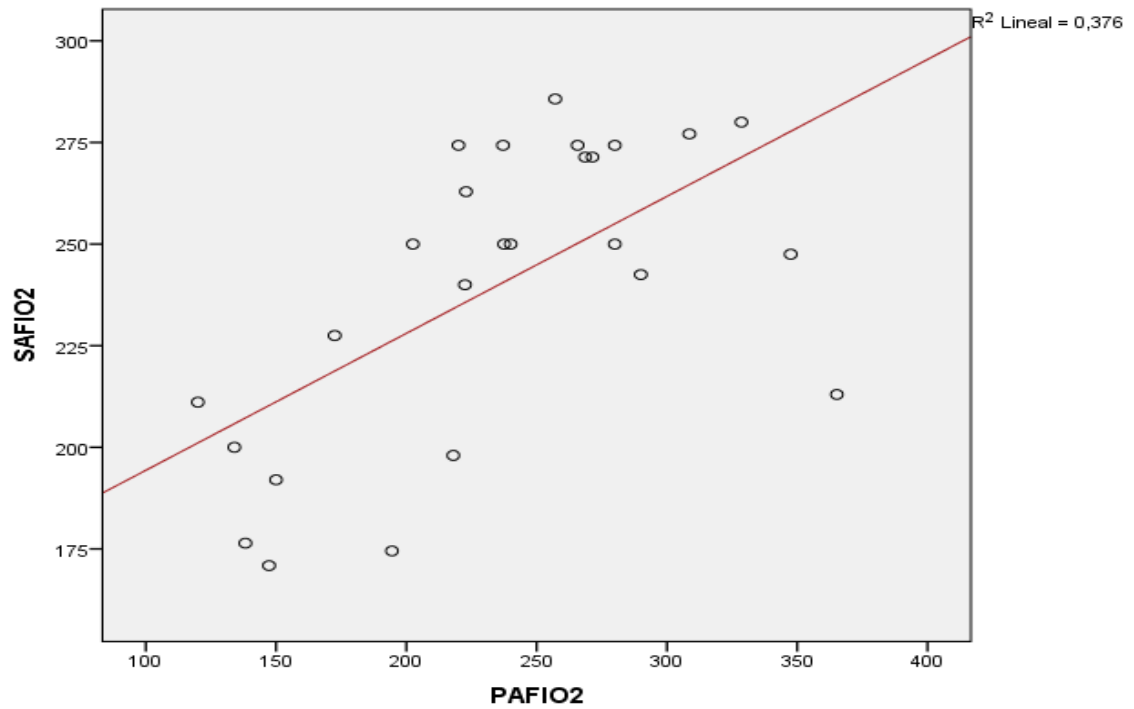


Figura 7. Dispersión sobre la correlación entre las variables SaO_2/FIO_2 y PaO_2/FIO_2 entre 35 y 55 % de FIO_2

Correlaciones

			SAFIO2	PAFIO2	
Tau_b de Kendall	SAFIO2	Coefficiente de correlación	1	0,275	
		Sig. (bilateral)	.	0,111	
	PAFIO2	Coefficiente de correlación	0,275	1	
		Sig. (bilateral)	0,111	.	
			N	18	18
	Rho de Spearman	SAFIO2	Coefficiente de correlación	1	0,319
Sig. (bilateral)			.	0,197	
PAFIO2		Coefficiente de correlación	0,319	1	
		Sig. (bilateral)	0,197	.	
		N	18	18	

Tabla 15. Pruebas de correlación no paramétrica

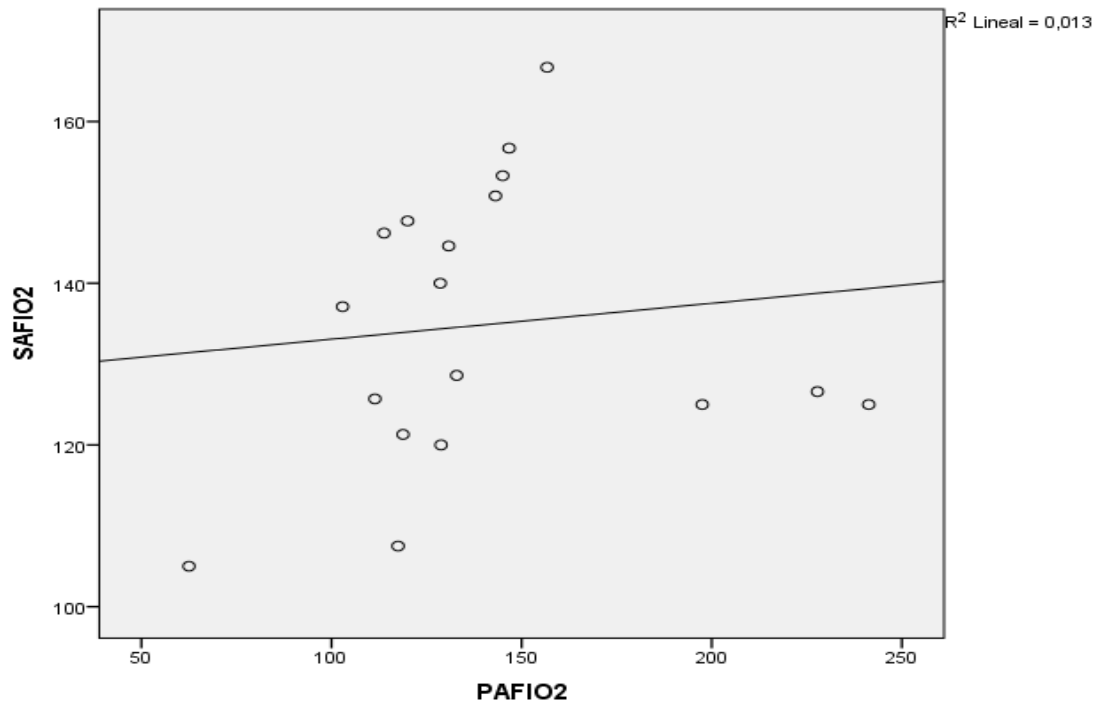


Figura 8. Dispersión sobre la correlación entre las variables SaO_2/FIO_2 y PaO_2/FIO_2 entre 60 y 80 % de FIO_2

Correlaciones

		SAFIO2	PAFIO2
Tau_b de Kendall	SAFIO2	1	0,275
			0,089
	N	21	21
Rho de Spearman	PAFIO2	0,275	1
		0,089	
	N	21	21
Tau_b de Kendall	SAFIO2	1	0,318
			0,16
	N	21	21
Rho de Spearman	PAFIO2	0,318	1
		0,16	
	N	21	21

Tabla 16. Pruebas de correlación no paramétrica

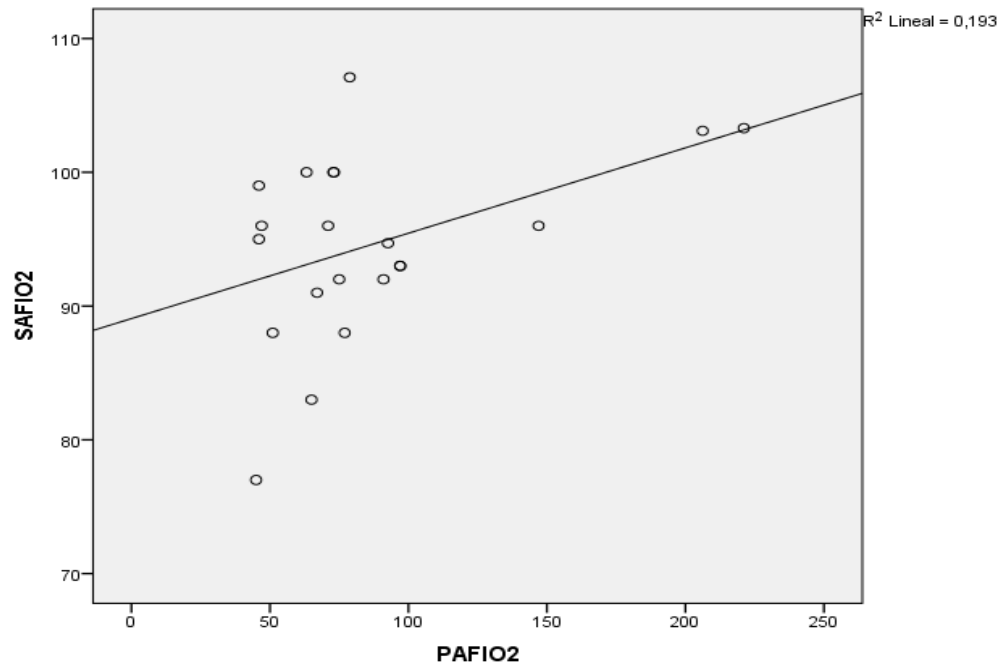


Figura 9. Dispersión sobre la correlación entre las variables SaO_2/FIO_2 y PaO_2/FIO_2 entre 81 y 100 % de FIO_2

8 Discusión

La lesión pulmonar aguda (LPA) y su forma más severa, el síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA), son trastornos devastadores de la función pulmonar que conducen a hipoxemia e insuficiencia respiratoria que pueden llevar a la muerte.

El índice PaO₂ / FiO₂ es considerado un parámetro útil para medir el intercambio gaseoso en estas entidades, que es empleado para corregir los parámetros de inducción de oxígeno como tratamiento por medio de la fracción inspirada de oxígeno (FiO₂) y también para modificar paulatinamente la conducta del apoyo ventilatorio.

Otra de las formas actualmente más utilizada y confiable es la saturación de pulso siendo un método de monitoreo no invasivo que permite la detección temprana de hipoxia y así mismo puede reducir la frecuencia de punciones arteriales y el análisis de gases sanguíneos en el laboratorio.

Diferentes estudios han mostrado una relación entre la relación SO₂/PaFiO₂ y PaO₂/FiO₂ para determinar valores en relación al grado de hipoxemia, los cuales muestran una variabilidad en sus resultados con puntos de corte de 253 a 315 para LPA y 201 a 235 para SDRA e igualmente ecuaciones para determinar la SO₂/FiO₂ con base a la PaO₂/FiO₂ (SO₂/FiO₂= 76 + (0,62 x PaO₂/FiO₂) y SO₂/FiO₂= 64 + (0,84 x PaO₂/FiO₂)), estudios realizados a alturas cercanas al nivel del mar.

De acuerdo a los resultados obtenidos de los 65 registros tomados de las presiones arteriales de oxígeno en sangre arterial y de la saturación de oxígeno obtenido por pulso-oximetría en los 12 pacientes de la muestra, a diferentes fracciones inspiradas de oxígeno, se encuentra cierto grado de correlación mayor entre la SaO₂/FIO₂ y PaO₂/FIO₂, cuando la fracción inspirada de oxígeno se ubica entre el 35 y 55 % a los 2600mts sobre el nivel del mar. No se pudo establecer si el grado de correlación entre estas variables se ve afectado por la FIO₂.

Aunque por el tipo de estudio y la muestra empleada, solo se pretende hacer una descripción de los hallazgos y determinar si existe algún tipo de relación entre estas variables y de ninguna manera se busca inferir sobre la población con síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA); si es un punto de partida bastante interesante para el médico pediatra intensivista en la búsqueda de alternativas no invasivas para el seguimiento

y control de la función ventilatoria en los pacientes con soporte de oxígeno suplementario y en ventilación mecánica. En el momento debe ser claro indicar que el estudio no busca reemplazar el “Gold Standar”, que son los gases arteriales para la determinación de la presión arterial de oxígeno en sangre.

Por lo anterior, se debe continuar en la búsqueda de datos, variables y constantes más precisas, a través de estudios analíticos, con numero de un número de pacientes mayor y un número superior de observaciones, para que los datos se comporten dentro de límites normales (normalidad) y describan mejor el comportamiento en la población, que permitan definir si la pulso-oximetría puede llegar a ser el método de seguimiento de la función ventilatoria no invasiva alternativa.

9 Conclusiones

1. De acuerdo a los hallazgos que muestra el estudio, se puede determinar que existe un grado de correlación adecuado a moderado entre el índice de saturación de oxígeno conseguido en la pulso-oximetría ($SaFIO_2$) y la presión arterial de oxígeno ($PaFIO_2$) obtenido en la prueba de gases arteriales de los pacientes que ingresan a una unidad de cuidado intensivo pediátrico con diagnóstico de lesión pulmonar aguda (LPA) y síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA) y requieran soporte ventilatorio mecánico.
2. Se debe determinar con certeza y a través de otros estudios si los grados de correlación entre estas variables de $SaFIO_2$ y $PaFIO_2$ se ve afectado por la fracción inspirada de oxígeno (FIO_2) y por la presión atmosférica.
3. Se sugiere que, se deben continuar realizando estudios de tipo analítico sobre este tema, en las unidades de cuidados intensivos en las instituciones prestadoras de servicios de salud de nuestro país, en diferentes ciudades, a distintas alturas sobre el nivel del mar, para mejorar los resultados obtenidos, aumentar los tamaños de las poblaciones estudiadas, de las muestras, conseguir la normalidad en los datos y poder de esta manera, con mucha más certeza, extrapolar e inferir los resultados sobre la población objeto de estudio.
4. Sin embargo, se puede perfilar el índice de $SaFIO_2$ como una alternativa ideal no invasiva para el monitoreo de la función ventilatoria en estos pacientes.

10 Bibliografía

1. Hammer J, Newth CJ. Infant lung function testing in the intensive care unit. *Intensive care medicine*. 1995 sep;21(9):744-52.
2. Randolph AG. Management of acute lung injury and acute respiratory distress syndrome in children. *Crit. Care Med*. 2009 Aug 37(8):2448-54.
3. Randolph AG, Meert KL, O'Neil ME, Hanson JH, Luckett PM, Arnold JH et al. The feasibility of conducting clinical trials in infants and children with acute respiratory failure. *Am J Respir Crit Care Med* 2003; 167: 1334–1340.
4. Acevedo LE, Solarte I. Gasimetría arterial en adultos sanos a nivel de Bogotá. *Acta Med Colomb*. 1984; 9: 7-14.
5. Khemani RG, Patel NR, Bart RD, Newth CJ. Comparison of the Pulse Oximetric Saturation/Fraction of Inspired Oxygen Ratio and the PaO₂/Fraction of Inspired Oxygen Ratio in Children. *Chest* 2009;135;662-668.
6. Nichols, David G. *Roger's Textbook of Pediatric Intensive Care*, 4th Edition Copyright 2008 Lippincott Williams & Wilkins. Software médico.
7. Thomas NJ, Shaffer ML, Willson DF, Shih M, Curley MA. Defining acute lung disease in children with the oxygenation saturation index. *Pediatr Crit Care Med* 2010 Vol. 11, No. 1; 12-17.
8. Martínez Parada Y, Lince Varela R, Quevedo Vélez A, Duque Martelo JI. El niño en estado crítico. En: Mullet Hoyos H. *Síndrome de dificultad respiratoria aguda – lesión pulmonar*. 2 ed. Editorial Médica Panamericana; 2011. p. 92-101
9. Rodríguez Martínez C, Guzmán MC, Castillo JM, Sossa M. Validación de la definición del Síndrome de Dificultad respiratoria aguda en pacientes pediátricos. *Revista colombiana de neumología* 2004 Marzo, Vol. 16 No.1. <http://encolombia.com/medicina/neumologia/neumologia16104-validacion.htm>
10. Patiño JF. *Gases sanguíneos, Fisiología de la respiración e insuficiencia respiratoria aguda*. 7ed. Panamericana. 2005.
11. Velásquez J, García M, Moya G. Valores de referencia de saturación arterial de oxígeno mediante pulso-oximetría en niños sanos de Bucaramanga. *Med UNAB* 2003; 6(17): 63-69

12. Hurtado JC, Salazar T, De la Peña M. Valores normales gases arteriales en Bogotá. Umbral científico Bogotá Colombia. 2007;Num10;93-101.
13. Guyton AC, Hall JE. Text Book of medical physiology. 11ed. Elsevier Saunders; 2006. p471-480.
14. Fuhrman & Zimmerman: Pediatric Critical Care, 3rd ed. Copyright 2006 Mosby, Inc. MOSBY ELSEVIER. Software médico.
15. Nichols, David G. Roger's Textbook of Pediatric Intensive Care, 4th Edition Copyright 2008 Lippincott Williams & Wilkins. Software médico.
16. Bernard GR, Artigas A, Brigham, Carlet J, Falke K, Hudson L et al. Report of the American-European consensus conference on ARDS: definitions, mechanisms, relevant outcomes and clinical trial coordination; the Consensus Committee. Intensive Care Med 1994; 20:225–32.

11 Anexos

Formato recolección de datos estudio índice so2/fio2

Ficha N°		HC:		Fecha diligenciamiento:	DD/MM/AAAA	Género:	F	M
Edad:	Años - Meses - Días			Fecha de nacimiento:	DD/MM/AAAA	Ingreso UCIP	DD/MM/AAAA	
Inicio VM:	DD/MM/AA	Días VM:		MODO VENTILATORIO:	CONTROLADO	ASISTIDO	A/C	
					Presión	PS	APRV	
Indicación	ALI	Otra (cuál?)			Volumen	CIPAP	PRVC	
	SDRA				VAFO	ASV	BiLEVEL	
DIAGNOSTICO (actual):					ANTECEDENTES:			
Neumonía		Trauma		DBP		Dependencia de O2		
Bronquiolitis		Cirugía		Asma		Corticoides crónicos		
Sepsis		Shock		Cardiopatía		VM previa		
Encefalopatía		Hepatopatía		Inmunodeficiencia		* Cuando y que tiempo:		
Enf Neuromuscular		Enf. Renal		IRC				
*Otro (Cuál?)				*Otro (Cuál?)				
USO DE GASES MEDICINALES				SOPORTE HEMODINAMICO			SI	NO
OXIDO NITRICO		HELIOX		Vasopresor		Cuál?		
ANTIBIOTICOS				Inotrópico		Cuál?		
Nombre:		Dosis (mg/kg/día)		Vasodilatador		Cuál?		
				Lusitrópico		Cuál?		
				Otro(s)		Cuál?		
				*Dosis:				
FALLA ORGÁNICA NO PULMONAR								
Miocárdica		Renal		Hepática		Coagulopatía		
SNC		Intestinal		Otra (*Cuál?)				
MUESTRAS								
Fecha:	DD/MM/AAAA	N° Muestra	A	V	Línea arterial	Central	Perif.	Cateter venoso/localización
Hora:								
MEDICIONES								
FiO2:	Arteriales			Venosos		Cálculos		
Sat pulso	pH			Ph		C Alv O2		
T°	PaO2			PaO2		C art O2		
Hb	PaCO2			PaCO2		C ven O2		
TAM	Sat Hb			Sat Hb		C cap O2		
PVC	HCO3			HCO3		Dif a-v O2		
CO2 espir.	Extracción			Shunt		Delta CO2		
SaFiO2				Pa/FiO2				
PARAMETROS VENTILATORIOS								
FR		I:E	Vol. Cte		Vol minuto			
PEEP		PIP	Resistencias		Distensibilidad			