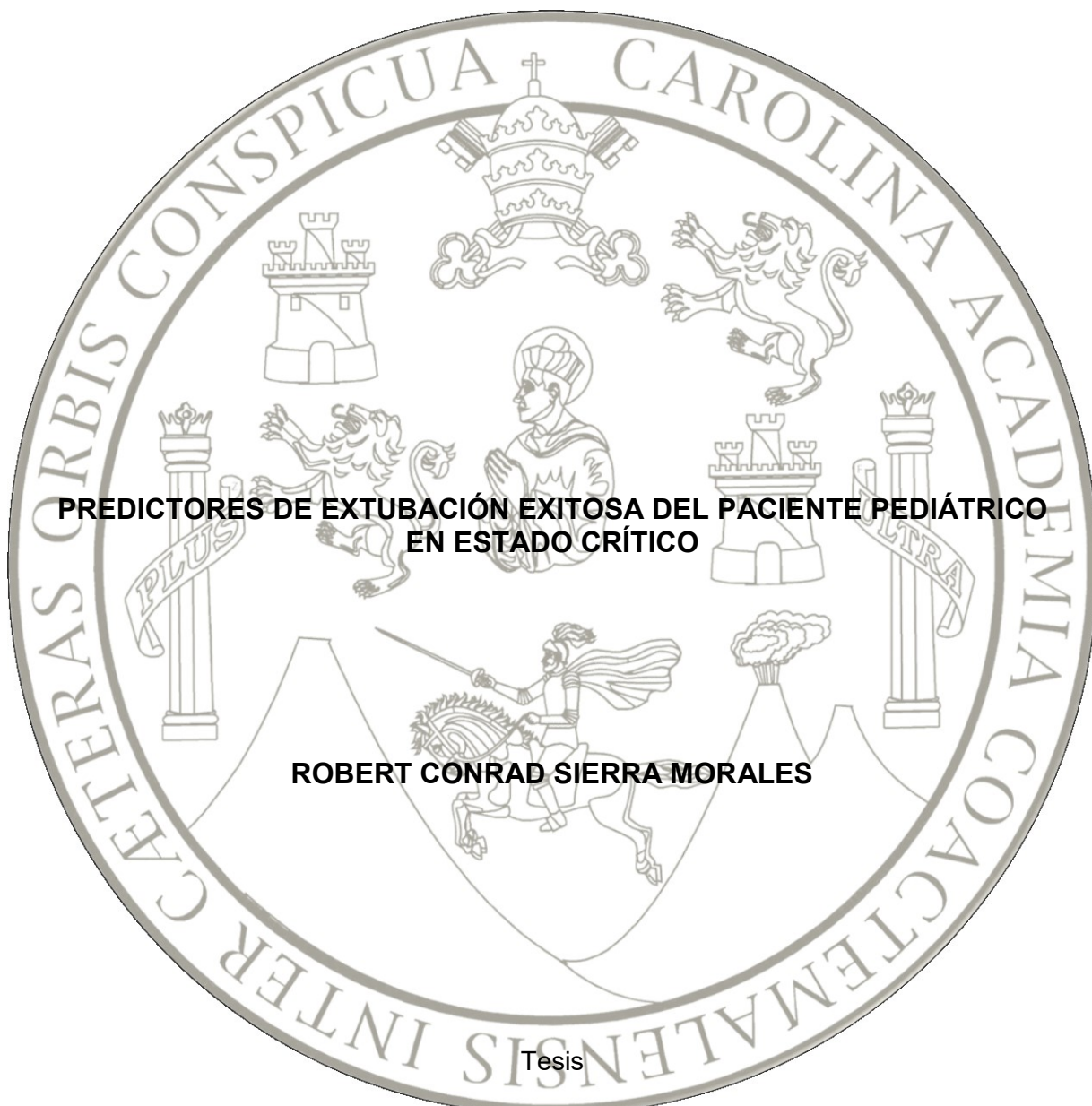


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



**PREDICTORES DE EXTUBACIÓN EXITOSA DEL PACIENTE PEDIÁTRICO
EN ESTADO CRÍTICO**

ROBERT CONRAD SIERRA MORALES

Tesis

Presentada ante las autoridades de la
Escuela de Estudios de Postgrado de la
Facultad de Ciencias Médicas
Maestría en Ciencias Médicas con especialidad en Medicina Crítica y Cuidado
Intensivo Pediátrico
Para obtener el grado de
Maestro en Ciencias Médicas con especialidad en Medicina Crítica y Cuidado
Intensivo Pediátrico

Enero 2018



ESCUELA DE
ESTUDIOS DE
POSTGRADO

Facultad de Ciencias Médicas Universidad de San Carlos de Guatemala

PME.OI.442.2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS

ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

HACE CONSTAR QUE:

El (la) Doctor(a): Robert Conrad Sierra Morales

Registro Académico No.: 100016476

Ha presentado, para su EXAMEN PÚBLICO DE TESIS, previo a otorgar el grado de Maestro(a) en Ciencias Médicas con Especialidad en **Medicina Crítica y Cuidado Intensivo Pediátrico**, el trabajo de TESIS **PREDICTORES DE EXTUBACIÓN EXITOSA DEL PACIENTE PEDIÁTRICO EN ESTADO CRÍTICO**

Que fue asesorado: D. Luis Augusto Moya Barquín MSc.

Y revisado por: Dr. Luis Augusto Moya Barquín MS.

Quienes lo avalan y han firmado conformes, por lo que se emite, la ORDEN DE IMPRESIÓN para **enero 2018**

Guatemala, 24 de noviembre de 2017


FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS
Escuela de Estudios de Postgrado
Dr. Carlos Humberto Vargas Reyes MSc.
DIRECTOR Director

Escuela de Estudios de Postgrado


FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS
Programa de Maestrías y Especialidades
Dr. Luis Alfredo Ruiz Cruz MSc.
Coordinador General
Programa de Maestrías y Especialidades

/mdvs

2ª. Avenida 12-40, Zona 1, Guatemala, Guatemala

Tels. 2251-5400 / 2251-5409

Correo Electrónico: especialidadesfacmed@gmail.com



ESCUELA DE
ESTUDIOS DE
POSTGRADO

Facultad de Ciencias Médicas Universidad de San Carlos de Guatemala

Ciudad de Guatemala, 1 de Junio de 2016

Doctor
Edgar Axel Oliva González MSc.
Coordinador Específico de Programas de Postgrado
Hospital General San Juan de Dios


Estimado doctor Oliva González:

Por este medio, le informo que asesoré el contenido del Informe Final de Tesis con el título: " Predictores de extubación exitosa del paciente pediátrico en estado crítico en la Unidad de Terapia Intensiva Pediátrica del Hospital General San Juan de Dios, Ciudad de Guatemala, 1 de Julio de 2012 a 30 de junio de 2013 ", presentado por el Doctor Robert Conrad Sierra Morales , el cual apruebo por llenar los requisitos solicitados por la Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Medicina Crítica y Cuidado Intensivo Pediátrico del Hospital General San Juan de Dios y de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Sin otro particular, me suscribo de usted.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


Dr. Luis Augusto Moya Barquín MSc.
Asesor de Tesis
Hospital General San Juan de Dios



Facultad de Ciencias Médicas Universidad de San Carlos de Guatemala

Ciudad de Guatemala, 1 de Junio de 2016

Doctor
Edgar Axel Oliva González MSc.
Coordinador Específico de Programas de Postgrado
Hospital General San Juan de Dios


Estimado doctor Oliva González:

Por este medio, le informo que revisé el contenido del Informe Final de Tesis con el título: “ Predictores de extubación exitosa del paciente pediátrico en estado crítico en la Unidad de Terapia Intensiva Pediátrica del Hospital General San Juan de Dios, Ciudad de Guatemala, 1 de Julio de 2012 a 30 de junio de 2013 ”, presentado por el Doctor Robert Conrad Sierra Morales , el cual apruebo por llenar los requisitos solicitados por la Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Medicina Crítica y Cuidado Intensivo Pediátrico del Hospital General San Juan de Dios y de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Sin otro particular, me suscribo de usted.

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Dr. Luis Augusto Moya Barquín MSc.
Revisor de Tesis
Hospital General San Juan de Dios

A: Dr. Luis Alfredo Ruiz Cruz, MSc.
Coordinador de maestrías y especialidades
Escuela de Estudios de Postgrado

De: Dr. Mynor Ivan Gudiel Morales
Unidad de Tesis Escuela de Estudios de Post-grado

Fecha de recepción del trabajo para revisión: 7 de Noviembre 2017

Fecha de dictamen: 8 de Octubre de 2017

Asunto: Revisión de Informe final de:


ROBERT CONRAD SIERRA MORALES

Título

PREDICTORES DE EXTUBACION EXITOSA DEL PACIENE PEDIATRICO EN ESTADO CRITICO

Sugerencias de la revisión:

- Completar el documento de informe final de acuerdo a la guía propuesta por el programa de maestrías y especialidades.
- Evidenciar con claridad con que estimador midió el éxito y sus respectivos parametros.
- Completar como minimo 25 referencias bibliograficas


Dr. Mynor Ivan Gudiel Morales
Unidad de Tesis Escuela de Estudios de Post-grado



I. Índice

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	ANTECEDENTES.....	2
III.	OBJETIVOS.....	9
IV.	MATERIALES Y METODOS.....	10
V.	RESULTADOS.....	11
VI.	DISCUSIÓN Y ANALISIS.....	22
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	24
VIII.	ANEXOS.....	27

Resumen

Se evaluaron 228 pacientes quienes fueron extubados en la unidad de cuidados intensivos pediátricos del Hospital General San Juan de Dios, en todos se cumplió el protocolo de destete y extubación de la unidad, y se verificó que cumplían con los criterios de ingreso al estudio. Se recolectaron los datos y se procesaron en el sistema estadístico SPSS versión 17. La edad promedio de los pacientes fue de 29 meses, de los cuales 99 fueron de sexo femenino y 129 masculino con una proporción 7:10. Los parámetros promedio fueron los propuestos por el protocolo de extubación del servicio. Los pacientes se encontraban normocapnicos y normoxigenados durante la extubación con un pH arterial medio de 7.43. Las variables de oxigenación medias fueron, el índice de Kirby de 318.6, Índice de Oxigenación de 1.97 y Gradiente alveolo-capilar de 47.23. Se encontró que no existe relación de la edad con los valores medios de los predictores de extubación, pudiéndose utilizar cualquiera de los 3 como predictor de extubación a cualquier edad pediátrica. Las patologías más comunes fueron problemas respiratorios, observándose 140 pacientes con patología pulmonar, de los cuales únicamente 27 desarrollaron Síndrome de Distres Respiratorio Agudo. Se analizaron igualmente los índices predictores de extubación en dichos pacientes, sin observarse variación en los valores, comparado con los pacientes que no poseían patología pulmonar. Sin embargo se observó un aumento significativo de 17 días de estancia y 17 días más de ventilación mecánica en pacientes que desarrollaron SDRA.

I. Introducción

La ventilación mecánica, posee mas de 60 años de uso. Ha sido una piedra angular en el sostén de la respiración, cuando la misma no puede ser mantenida por el paciente. Todo proceso de ventilación asistida, debe de culminar en la extubación. Existen guías mundialmente reconocidas para realizar este proceso que transporta al paciente a una ventilación espontanea. Existen predictores de extubación, los cuales toman en cuenta situaciones y circunstancias propias del paciente para realizar el proceso de manera segura. Sin embargo ¿cual de todos los predictores es el indicado para utilizarse en los pacientes pediátricos, y mas aun en pacientes neonatales?. Esta interrogante ha llevado a pensar que pacientes con menor edad deberían de tener predictores con valores menores, debido a un nivel mas bajo de paO_2 . Sin embargo en este estudio se tomaron en cuenta 3 predictores fáciles de calcular y fáciles de interpretar, como lo son: el Índice de Kirby o $PaFi$, el índice de Oxigenación y el Gradiente alveolo –capilar. Estos se adaptaron al entorno de los pacientes en estudio, en base a la presión barométrica de la ciudad de Guatemala y a la presión parcial de Vapor de Agua en la vía aérea. Los resultados obtenidos se logran expresar a través del presente estudio, el cual tuvo como finalidad evaluar las variaciones de dichos índices en las diferentes edades pediátricas y mas aun, en los pacientes que poseían patología pulmonar y en los pacientes quienes desarrollaron SDRA.

II. Antecedentes

La ventilación mecánica toma sus inicios desde la década de los 50`s cuando se da la epidemia de la poliomielitis. Desde entonces se ha convertido en una técnica esencial en el soporte vital de muchos pacientes. Sin embargo el decidir colocar un paciente en ventilación mecánica, conlleva además retirarlo de la misma en el momento justo, en el cual el paciente pueda mantener una respiración espontánea, capaz de mantener un adecuado trabajo respiratorio. El periodo comprendido entre la retirada de la ventilación mecánica y la respiración espontánea se denomina destete, el cual finaliza con la extubación. El destete debe iniciarse por lo menos en un periodo no menor de 24 horas previas a la extubación, con el objetivo de que el paciente recupere la respiración espontánea previniendo las complicaciones de una ventilación mecánica prolongada o disminuir el riesgo de reintubación.

Mientras más temprano se logre la extubación, mejor será el pronóstico del paciente y menor la incidencia de complicaciones asociadas a la extubación. El proceso de destete debe preparar al paciente al acto de extubación, ya que el fracaso de la extubación trae consigo diferentes efectos pulmonares y cardiovasculares.

Dentro de los efectos cardiovasculares que causa el intento de extubación fallida debido al aumento del esfuerzo respiratorio, puede provocar en los pacientes un aumento de presión desde 27 % en las arterias sistémicas hasta el 35 % en la arteria pulmonar, esto debido a que las presiones intratorácicas están aumentadas.

Ventilatoriamente se produce un aumento de la frecuencia respiratoria, poco profunda y un descenso del volumen tidal. La resistencia respiratoria alcanza hasta 7 veces su valor normal, la medición del auto PEEP alcanza el doble de su valor normal y la rigidez del pulmón aumenta hasta 5 veces su valor normal.

Debido a este stress cardiopulmonar al que se somete el paciente con extubación fallida, es necesario identificar los pacientes que pueden iniciar el destete. Existen predictores del éxito o fallo en la extubación, los cuales deben ser medidos y calculados durante el periodo de destete.

Los niveles de oxigenación pueden ser satisfactorios para la extubación, sin embargo por sí solo no son predictores de éxito. Otros predictores tradicionales como la presión inspiratoria máxima, la capacidad vital y el volumen minuto pueden provocar falsos positivos o falsos negativos.

Un predictor más fiable es la relación de la frecuencia respiratoria y el volumen corriente, debiéndose calcular durante la respiración espontánea del paciente aun conectado al

ventilador. Un resultado de 80 o menos predice una extubación exitosa en un 95%, mientras que un valor entre 80 a 100 no puede ser un predictor confiable, y un valor mayor a 100 solamente predice un 5% de éxito.

El uso de protocolos y de predictores de extubación forma parte del manejo de la ventilación mecánica. Con el uso de protocolos no solo se ha logrado disminuir las complicaciones postextubación, sino también se han reducido los costos hospitalarios, las neumonías asociadas al ventilador, las interacciones cardiopulmonares secundarias a hipoxia, además de lograr una extubación temprana y oportuna. Recordando que la ventilación temprana puede terminar en fracaso y reintubación, si el paciente no ha logrado aun recuperar sus funciones pulmonares. Hay que tomar en cuenta que la extubación no es un proceso propiamente pulmonar, sino mas bien es un proceso sistémico en donde se debe tener un sistema en equilibrio, tanto, pulmonar, cardiovascular y neurológico.

A pesar de la existencia de diversos protocolos de extubación, la comparación entre los que involucran utilización en sistema en T, los que se da por medio de presión de soporte y los que se utilizan con ventilación sincronizada en base a sensibilidad no muestran variabilidad entre dichos métodos, pudiéndose utilizar cualquiera de ellos.

La preparación y el acto de transición de la ventilación mecánica a la respiración espontanea, puede llevarse a cabo por personal no medico, el cual tenga conocimiento sobre los protocolos de destete y extubación. Además hay que tomar en cuenta que la persona que realiza el acto de extubación debe tener los conocimientos necesarios en la extubación, logrando evitar eventos desafortunados debido a extubaciones fallidas.

Los protocolo de extubación y destete deben ser estructurados de manera clara, sencilla y practica, a manera que el personal tanto medico como no medico, sea capaz de entenderlos. El objetivo es lograr un empoderamiento del personal sobre acciones básicas y sencillas.

Lo antes mencionado es un ejemplo de cómo la creación y aplicación de protocolos en el destete y extubación pueden tener un impacto en la evolución del paciente, no importando quien lo aplique, sino la capacidad del personal de aplicarlo.

La decisión de iniciar el destete debe ser multidisciplinaria durante las visita y evaluación matinal de los pacientes, en la cual se debe incorporar todo el personal involucrado en el cuidado del paciente, desde el personal de enfermería, nutricionista, terapias respiratorios, pediatras e intensivistas. Con la finalidad de que el equipo multidisciplinario pueda aportar

ideas sobre la mejor opción para el paciente. Por lo tanto la extubación se convertirá en un proceso programado y objetivo y no un proceso aislado de una conducta al azar.

Es importante informar a la familia el día que se extubará el paciente, los riesgos que corre luego de la extubación y la manera en que se realizará.

La adecuada aplicación incluye una serie de procedimientos en el destete que mejoran el pronóstico, dentro de las acciones tomadas dentro de las 24 horas previas a la extubación se encuentra el uso de esteroide sistémico, utilizando dexametasona 24 horas previas a la extubación como principal antiinflamatorio, sin embargo en pacientes con ventilación prolongada se puede aceptar el uso de Metilprednisolona por un periodo de 96 horas previas a la extubación.

El riesgo de broncoaspiración se disminuye en pacientes que permanecen en nada por vía oral durante al menos 8 horas, sin embargo el ayuno puede provocar hipoglicemia y deshidratación, motivo por el cual es necesario administrar soluciones de mantenimiento a requerimientos basales.

Luego de realizada la extubación es necesario continuar con un aporte de oxígeno exógeno, para lo cual se cuentan con diversos dispositivos, siendo los más sugeridos la cánula binasal, mascarilla de alto flujo y CPAP.

Todo paciente sometido a extubación debe tener previamente predictores de éxito de la extubación. Dichos parámetros pueden representar aisladamente tanto oxigenación como de ventilación. La oxigenación depende tanto de el aporte de oxígeno que se brinde al paciente como del flujo sanguíneo. Es posible conocer la concentración de oxígeno en la sangre arterial, lo cual se denomina como "CaO₂".

La fórmula para el cálculo de la misma es la siguiente:

$$\text{CaO}_2 = (1.34 \times \text{Hb} \times \text{SaO}_2) + (0.003 \times \text{PaO}_2)$$

Esta fórmula ejemplifica la suma tanto del O₂ transportado unido a la hemoglobina como el O₂ disuelto en el plasma. En la primera parte de dicha fórmula Hb representa la Hemoglobina que posee el paciente. El valor 1.34 representa los ml de O₂ que se unen a la hemoglobina por cada gramo de la misma, sin embargo no toda la hemoglobina se encuentra saturada, por lo que es importante multiplicarla por la saturación de la misma expresada en decimales, lo cual está representado en la gráfica por la SaO₂.

En la segunda parte de la ecuación se cuantifica la pequeña cantidad de oxígeno disuelto en el plasma, ya que por cada aumento de 1mm de Hg de la PaO₂, el contenido de oxígeno disuelto aumentará 0.003 ml, en 100 ml.

La suma de la porción unida a la Hb y la disuelta en el plasma proporcionan la concentración de oxígeno medida. Debido a que la hemoglobina es un elemento importante para la concentración de oxígeno, esto se puede ver modificado por ciertos factores que afectan la curva de disociación oxígeno-hemoglobina. Los principales factores son: la cantidad de 2,3 difosfoglicerato, el porcentaje de hemoglobina presente en la sangre del paciente, el pH, la PCO₂ y la temperatura. Algunos cambios en la curva de disociación de la oxihemoglobina promueven la captación de O₂ en los pulmones, liberación de O₂ a nivel tisular o ambos.

Cuando la sangre arterial pulmonar rica en CO₂ y pobre en O₂ pasa por los capilares pulmonares, libera su CO₂; lo cual aumenta el pH local, lo que incrementa la afinidad de O₂. Esto permite que la mayoría del O₂ que ingresa sea unido a la hemoglobina mientras la PaO₂ es mantenida baja, maximizando así el gradiente de concentración a favor del cual el oxígeno difunde del alvéolo hacia el plasma capilar pulmonar.

Presión Parcial de un gas en el aire

Cuando se utiliza el término presión parcial de un gas, nos referimos a la presión de un determinado gas dentro de una mezcla o solución, sin haber variación en la temperatura, ya que la presión parcial de un gas es la medida de actividad termodinámica de las moléculas de dicho gas, por lo tanto se puede decir que es directamente proporcional a la temperatura y concentración del mismo.

El oxígeno ejerce presión parcial en el aire desde el atmosférico hasta la mitocondria. Dicha presión es variable dependiendo el sitio de su medición. El libro de la Fisiología de Guyton ejemplifica las presiones parciales de los gases respiratorios cuando entran y salen de los pulmones a nivel del mar; en un día promedio, fresco y despejado.

Gas	Aire atmosférico (mmHg)		Aire humidificado (mmHg)		Aire alveolar (mmHg)		Aire espirado (mmHg)	
N ₂	597.0	78.62	563.4	74.09	569.0	74.9	566.0	74.5
O ₂	159.0	20.84	149.3	19.67	104.0	13.6	120.0	15.7
CO ₂	0.3	0.04	0.3	0.04	40.0	5.3	27.0	3.6
H ₂ O	3.7	0.50	47.0	6.20	47.0	6.2	47.0	6.2
total	760	100%	760	100%	760	100%	760	100%

Esto demuestra que las presiones parciales de oxígeno se van diluyendo conforme más penetra el sistema respiratorio. Estos datos representan las presiones parciales de los gases

que componen el aire a diferentes niveles; sin embargo esta representación es basada en una altura a nivel del mar.

A nivel mundial existen diferentes altitudes que afectan la presión barométrica, por lo que los valores parciales de los diferentes gases se verán afectados en valor, mas no en porcentaje; con lo cual podemos inferir los diferentes valores que obtendremos según la altitud donde se tome la muestra de gasometría arterial.

Para el Guatemala, es importante conocer la altura y los valores que representa cada presión parcial de los diferentes gases aéreos, tomando en cuenta los porcentajes mencionados anteriormente. Existen muchas publicaciones a nivel mundial sobre la presión parcial de oxígeno a distintos niveles sobre el mar. Sin embargo no se toma en cuenta que el aire esta compuesto por demás gases que también se ven afectados en su valor real a diferentes alturas. LuccianoGattinoni demuestra claramente en el libro *IntensiveCare Medicine* la afectación del Oxígeno a diferentes alturas, y menciona que la presión de vapor de Agua en el aire alveolar es de 47mmHg a la temperatura corporal, sin embargo dicho valor no toma en cuenta la altura a la que se encuentra el paciente. De igual manera existen muchas publicaciones tanto en libros de texto como en revistas medicas en donde se da mayor valor a los cambios que se produce sobre el oxígeno sobre el nitrógeno, CO₂ o Vapor de Agua.

Guatemala es un país que cuenta con departamentos en extremo de alturas, las cuales van desde 69 metros hasta 2,495 metros sobre el nivel del mar.

No solo la altura afecta la presión barométrica, existen condiciones climatológicas que generan gradientes de baja y de alta presión, principalmente modificados por la humidificación, la velocidad del viento y la temperatura del aire.

Se puede inferir los valores de presiones en los diferentes departamentos utilizando los porcentajes en la composición del aire a diferentes niveles.

La utilización de dichos valores cambia la visión del manejo de los pacientes en ventilación mecánica. El destete y la extubación deben de adaptarse a la altura y condiciones climatológicas.

El Concepto de Pa/Fi se universalizó en 1994 en la conferencia de consenso de Síndrome de Distres Respiratorio Agudo (SDRA) y Lesión Pulmonar Aguda (ALI). Como una representación del daño pulmonar y formando parte de una serie de variables que clasificaban la gravedad. Sin embargo dicho parámetro se ha utilizado actualmente en los protocolos de extubación en diversos hospitales a nivel mundial.

Así el Índice de Kirby conocido como Índice Pa/Fi, debe adaptarse a un valor brindado por las condiciones anteriormente mencionadas.

Una persona promedio, a quien se le tome una gasometría arterial a nivel del mar con un valor de paO₂ de 104 mmHg, con FiO₂ de 0.21, tendrá un Pa/Fi de 495.2 debido a que el valor de paO₂ a nivel del mar en el aire alveolar es de 104. Sin embargo un paciente que se encuentra a 1,800 metros sobre el nivel del mar, el valor de paO₂ sería de 78.88 mHg. Realizando el calculo con FiO₂ de 0.21, tendrá un Pa/Fi de 375.6. La diferencia de PaFi es de 119.6, sin embargo ambos representan personas con adecuados niveles de paO₂ para la altura en la que se encuentran.

Lo mismo sucede con el Gradiente Alveolo-arterial de Oxigeno. Este parámetro esta dado por la siguiente ecuación:

$$[(\text{Presión Barométrica} - \text{Presión de Vapor de Agua}) \times \text{FiO}_2] - (\text{PaCO}_2/0.8) - \text{PaO}_2$$

En donde la presión barométrica y la presión de vapor de Agua deben calcularse en base a la altura y condiciones meteorológicas en el momento de la toma de los gases arteriales. El FiO₂ se expresa en términos de relación al porcentaje de Oxigeno que se encuentra en el aire inspirado. A esto se resta la presión parcial de CO₂ dividida dentro del cociente de difusión del mismo, el cual es un valor estándar de 0.8, y por ultimo se resta la presión parcial de Oxigeno. Por lo tanto expresando la ecuación anteriormente mencionada, un individuo a quien se le realiza una gasometría arterial a nivel del mar tendrá los siguientes valores en el gradiente Alveolo-arterial:

$$[(760\text{mmHg} - 47\text{mmHg}) \times 0.21] - (40 \text{ mmHg} / 0.8) - 104 \text{ mmHg} = - 4.27$$

Mientras que otra persona bajo las mismas condiciones pero a 1,800 metros sobre el nivel del mar tendrá los siguientes resultados:

$$[(580\text{mmHg} - 35.96) \times 0.21] - (30.74 \text{ mmHg} / 0.8) - 78.88\text{mmHg} = - 3.05$$

Al realizar la diferencia entre ambos valores podemos observar que la diferencia entre ambos es de 1.22, debido a que en la ecuación están involucradas todas las presiones parciales contenidas en el aire alveolar; y obteniéndose en ambos valores normales.

El índice de oxigenación que se mide obteniendo una gasometría arterial e involucrando la presión media de la vía aérea esta representado por la ecuación:

$$\text{IO}_2 = [(\text{Presión media de la vía aérea} \times \text{FiO}_2) / \text{PaO}_2] \times 100$$

El valor de esta ecuación depende de las presiones que se tengan programadas en el ventilador, por lo tanto no es posible hacer una representación en un individuo con respiración espontanea.

Este índice es mas complejo que los mencionados previamente, ya que es el resultado de la medición de las fuerzas mecánicas necesarias para realizar el paso de los diferentes gases y un nivel de concentración de oxígeno, obteniendo así un paso a través de la membrana alveolo capilar representado por la PaO₂.

Suponiendo que un paciente posee una presión media de la vía aérea previa a la extubación de 5 cmH₂O, con una fracción de oxígeno inspirado de 0.3, y que mantiene una PaO₂ normal a nivel del mar tendríamos lo siguiente:

$$IO_2 = [(5 \text{ cmH}_2\text{O} \times 0.3) / 228 \text{ mmHg}] \times 100 = 0.65$$

Mientras que un paciente con las mismas condiciones excepto la altitud en la cual se encuentra, 1,800 metros sobre el nivel del mar, el resultado sería:

$$IO_2 = [(5 \text{ cmH}_2\text{O} \times 0.3) / 174 \text{ mmHg}] \times 100 = 0.86$$

En ambas ecuaciones se utilizo la PaO₂ correspondiente al 30% de la presión barométrica según la altura, así a 580 metros sobre el nivel del mar el 30% de presión es 174 mmHg, representada en este caso por el oxígeno.

La diferencia entre ambos es de 0.21, observándose ambos valores dentro del límite normal, esto es debido a que a pesar que se encuentran a diferentes alturas, este parámetro involucra únicamente la presión parcial de Oxígeno asociado al parámetro mas fiable de oxigenación como lo es la presión media de la vía aérea.

La utilidad de los tres parámetros de oxigenación en la terapia intensiva como utilidad para predecir el éxito de la extubación es amplia, ya que para obtener dichos resultados es necesario únicamente la medición de una gasometría arterial y observar los parámetros que se programan en el ventilador.

III. Objetivos

3.1 General

Correlacionar el comportamiento del Índice de Kirby, Índice de Oxigenación y Gradiente alveolo capilar en las diferentes edades pediátricas y la patología pulmonar.

3.2 Especifico

3.2.1 Describir el valor medio del Índice de Kirby, Índice de Oxigenación y Gradiente alveolo capilar para las diversas edades pediátricas, al momento de su extubación.

3.2.2 Describir el valor medio del Índice de Kirby, Índice de Oxigenación y Gradiente alveolo capilar para los pacientes con lesión pulmonar y SDRA, al momento de su extubación.

IV. Materiales y métodos

El presente es un estudio : Correlacional, No experimental, longitudinal, de evolución de grupo (cohort), realizado en el servicio de Intensivo Pediátrico del Hospital General San Juan de Dios, Guatemala, durante el periodo del 1 de Julio del 2012 al 30 de Junio del 2013, incluyendo a todos los pacientes que se encontraran dentro de la unidad, y que se les realizará el proceso de extubación, cumpliendo con el protocolo de extubación y destete de la Unidad, excluyendo los pacientes que tuvieron una extubación fallida y los que no cumplieron el protocolo. La gasometría arterial fue analizada en gasómetro marca roche, modelo cobas b 121, con las medidas pre analíticas descritas en el manual de gasómetro. El estudio incluyo variables cualitativas y cuantitativas, las principales variables calculadas fueron el Índice de Kirby, índice de oxigenación y gradiente alveolo capilar. Los cálculos de los índices predictores de éxito fueron realizados por los residentes de medicina crítica y cuidado intensivo pediátrico. La extubación fue llevada a cabo por personal de terapia respiratoria del hospital. Los datos fueron anotados en la boleta de recolección de datos y tabulados en Excel y trasladados a una base de datos en el sistema estadístico SPSS versión 17 donde se procesaron los resultados de los mismos. Se realizaron correlaciones estadísticas y valores de medida de tendencia central. Se realizaron las gráficas con el sistema SPSS y Excel. Dicho trabajo fue presentado ante la junta directiva de Investigación del Hospital General San Juan de Dios y así mismo al comité de ética del mismo hospital.

V. Resultados

Tabla No. 1

Datos generales de las variables estudiadas

Variable	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Edad	228	0	278	29.42	45.109
FR	228	15	45	32.12	6.080
FiO2	228	.3000	.5000	.356579	.0442824
PIM	228	9	24	15.28	2.736
PEEP	228	2	7	3.63	.832
Ti	228	.3500	.9000	.496272	.1121345
PMVA	228	4	9	5.82	.932
pH	228	7.3300	7.7200	7.432443	.0683934
paO2	228	59	207	112.53	31.361
paCO2	228	22	322	40.21	19.456
Kirby	228	157.7778	676.6667	318.632554	91.2657597
I O2	228	1	4	1.97	.634
Gradiente	228	-301.8000	174.7500	47.236623	44.0119243
Días VM	228	1	132	8.63	10.908
Estancia	228	2	140	10.70	11.550

Fuente: Boleta de recolección de datos.

La media de todos los valores representa el promedio del procesamiento de los datos obtenidos, observando una situación general de las variables en estudio podemos observar que es una población joven, que los parámetros medios de extubación en la unidad de cuidados intensivos pediátricos son descritos en la grafica, observando que la frecuencia media es de 32, si olvidar que la población es joven lo cual puede ser tolerado para pacientes que poseen frecuencia respiratoria espontanea mayor a la programada en el ventilador. Gasométricamente en promedio los pacientes mantienen un nivel parcial de CO2 normal al igual que de paO2 al momento de la extubación, lo cual conlleva a la representación de

adecuados índices predictores de extubación. Los días promedios de ventilación son 2 días menores a los días de estancia.

Tabla No. 2

Datos estadísticos de la edad de los pacientes extubados en la unidad de cuidados intensivos pediátricos del Hospital General San Juan de Dios, expresado en meses de vida.

Edad		
N	Válidos	228
	Perdidos	0
Media		29.42
Mediana		7.00
Moda		0
Desviación típica		45.109
Coeficiente de asimetría		0.65219
Percentiles	25	2.00
	50	7.00
	75	36.50

Fuente: Boleta recolectora de datos.

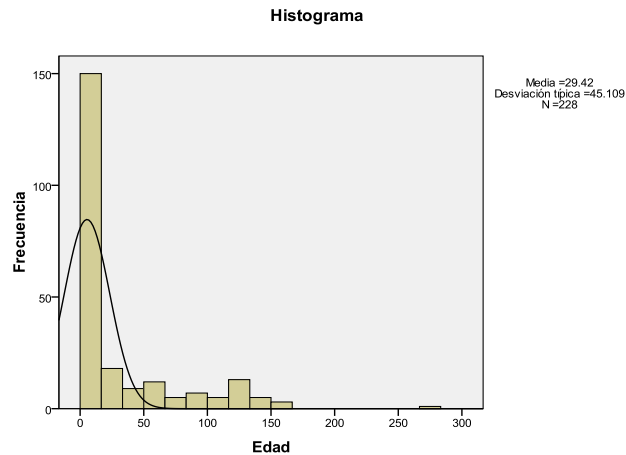
Tabla No. 3

Edad en meses	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
< 12	136	59.6	59.6
12 - 23	22	9.6	69.3
24 - 35	13	5.7	75.0
36 - 47	6	2.6	77.6
48 - 59	4	1.8	79.4
60 - 71	10	4.4	83.8
72 - 83	3	1.3	85.1
84 - 95	5	2.2	87.3
96 - 107	5	2.2	89.5
108 - 119	3	1.3	90.8
120 - 131	11	4.8	95.6
132 - 143	4	1.8	97.4
144 - 155	4	1.8	99.1
156 - 167	1	.4	99.6
167+	1	.4	100.0
Total	228	100.0	

Fuente: Boleta recolectora de datos.

Grafica No. 1

Histograma de la distribución etaria de los pacientes extubados en el servicio de cuidados intensivos pediátricos del hospital General San Juan de Dios, distribución en meses.



Fuente: Boleta recolectora de datos.

Tanto en la tabla 2 y 3 así como en la grafica 1, se puede observar que la población estudiada es de corta edad. A pesar de que la media de edad en meses es de 29.42, la mediana se encuentra en 7 meses, lo que indica que el 50% de la población estudiada se encuentra por debajo de esta edad, y que el 25% de la población es menor a 2 meses. Observándose una distribución asimétrica hacia la derecha, con un coeficiente de asimetría de Pearson en 0.65219.

Tabla No. 4

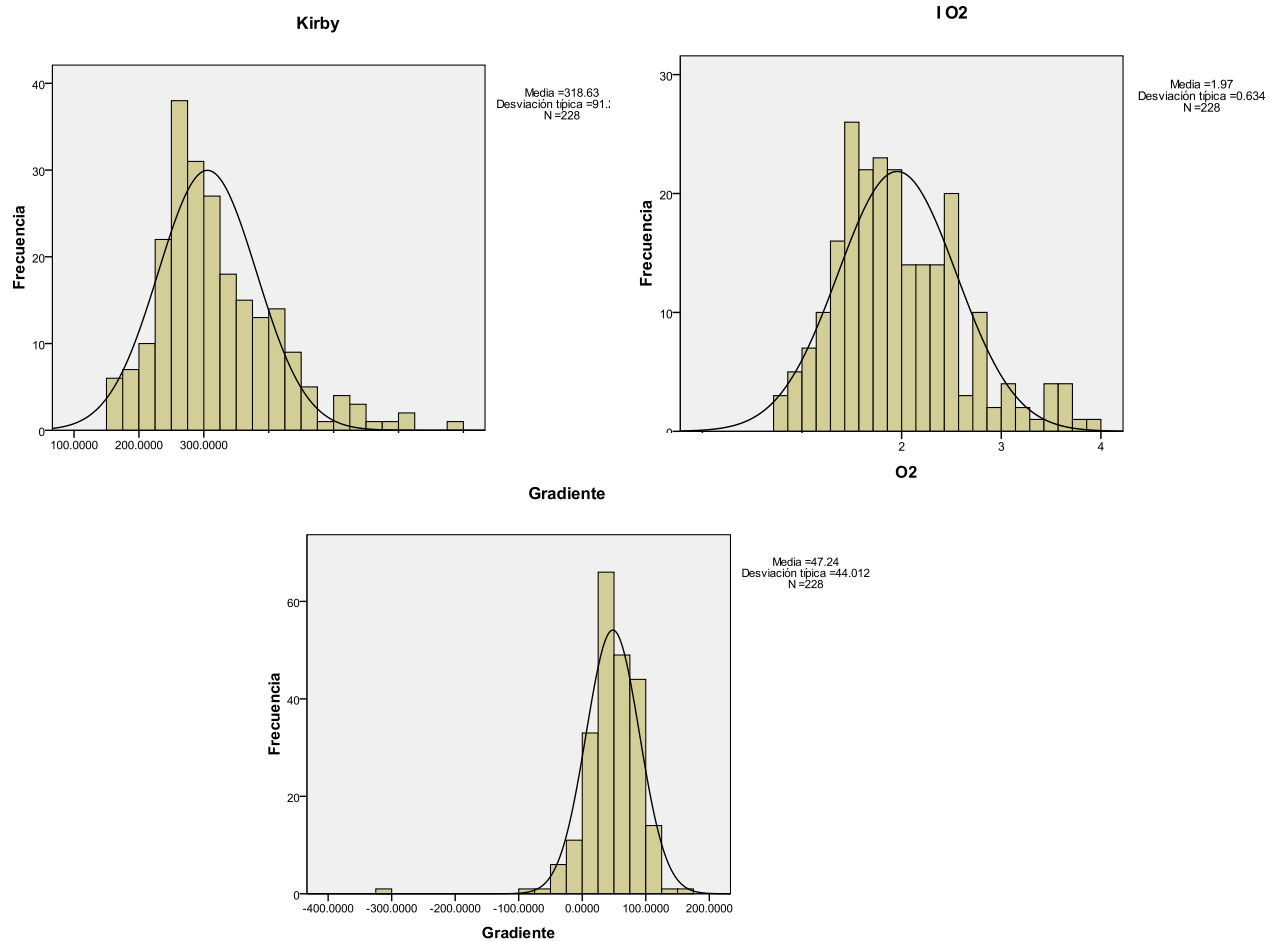
Medidas de Tendencia central de la variables Índice de Kirby, Índice de Oxigenación y Gradiente en los pacientes del servicio de Intensivo Pediátrico del Hospital San Juan de Dios

Estadístico	Variable	Kirby	I O2	Gradiente
N		228	228	228
Media		318.632554	1.97	47.236623
Mediana		300.000000	1.86	47.050000
Moda		277.1429	2	25.7000 ^a
Desv. Típ.		91.2657597	.634	44.0119243
Percentiles	25	256.875000	1.53	25.812500
	50	300.000000	1.86	47.050000
	75	368.928571	2.39	77.537500
a. Existen varias modas. Se mostrará el menor de los valores.				

Fuente: Boleta recolectora de datos.

Grafica No. 2

Distribución histografica de los valores de Índice de Kirby, Índice de Oxigenación y Gradiente alveolo capilar según su frecuencia.

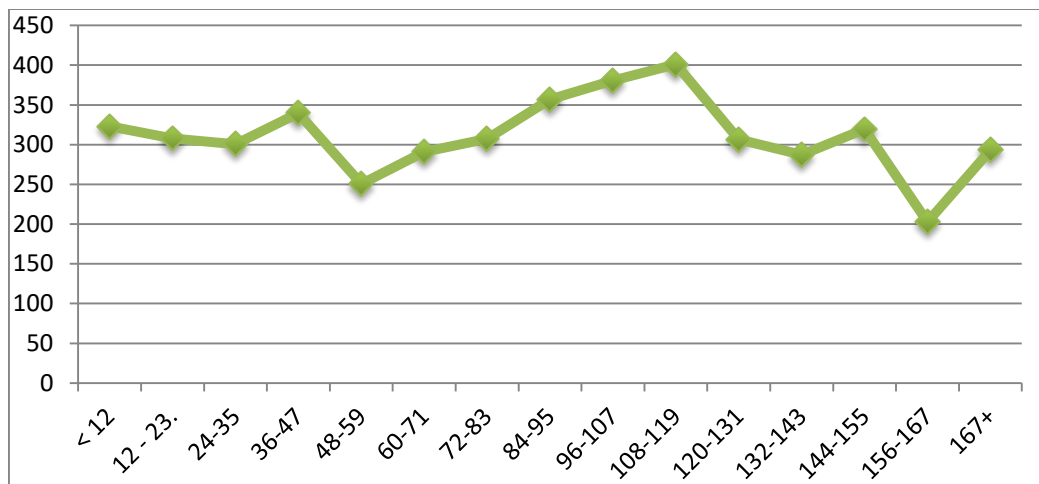


Fuente: Boleta recolectora de datos.

Lo observado en la tabla No. 4 y en la grafica No. 2 son los valores de tendencia central de la variables predictores de extubación; las tres variables, Índice de Kirby, Índice de Oxigenación y Gradiente alveolo-capilar, muestran una distribución normal. El índice de Kirby muestra que el 75% de los pacientes obtienen un valor superior a 256 en el momento de la extubación, de la misma manera 75% de los pacientes tienen un puntaje menor a 2.39 con lo que respecta al índice de oxigenación. El gradiente alveolo-capilar posee un 50% por debajo de 47 mmHg.

Grafica No. 3

Distribución de los valores medios del índice de Kirby distribuidos por grupos etarios de 12 meses, al momento de la extubación de los pacientes extubados en el servicio de cuidado intensivo pediátrico de Hospital General San Juan de Dios

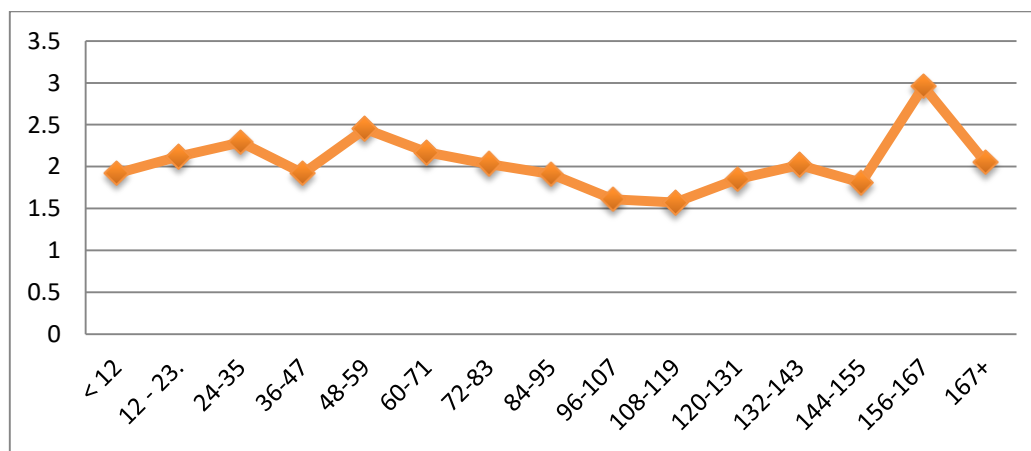


Fuente: Boleta recolectora de datos.

Se observan en x los grupos etarios en meses y en Y el valor de Índice de Kirby, el cual se mantiene en valores entre 250 a 400, en las diferentes edades, excepto en el grupo de 156 a 167 meses en donde se observa un valor de 200 como promedio.

Grafica No. 4

Distribución de los valores medios del índice de Oxigenación distribuidos por grupos etarios de 12 meses, al momento de la extubación de los pacientes extubados en el servicio de cuidado intensivo pediátrico de Hospital General San Juan de Dios

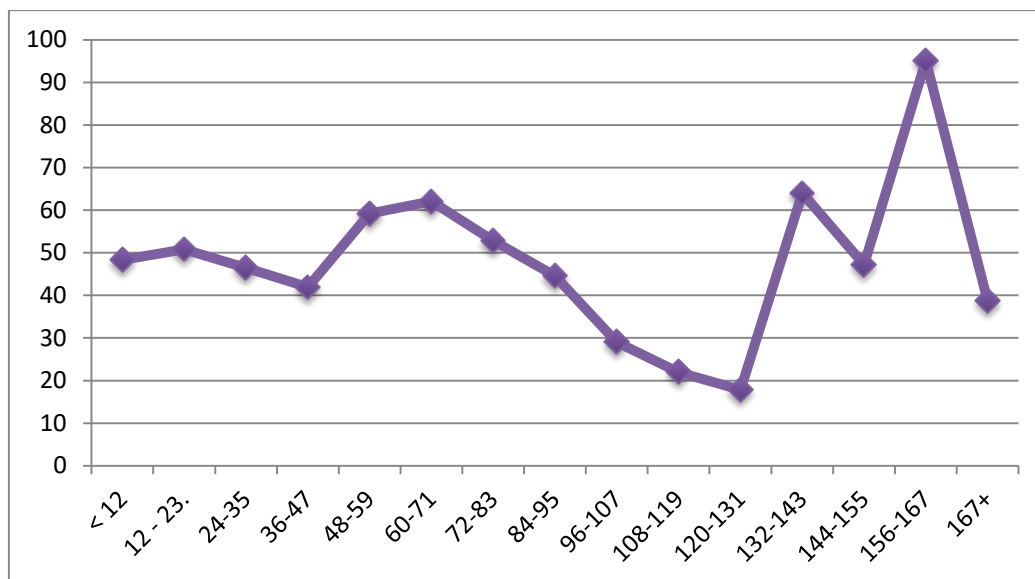


Fuente: Boleta recolectora de datos.

En X se observan los grupos etarios y en Y el valor promedio de Índice de Oxigenación, observándose que en todos se mantienen el promedio entre los rangos de 1.5 a 3 puntos sin mostrar variaciones significativas en los diferentes grupos etarios.

Grafica No. 5

Distribución de los valores medios del Gradiente alveolo-capilar distribuidos por grupos etarios de 12 meses, al momento de la extubación de los pacientes extubados en el servicio de cuidado intensivo pediátrico de Hospital General San Juan de Dios



Fuente: Boleta recolectora de datos.

En el eje vertical se presenta el valor promedio del gradiente alveolo-capilar y en el eje horizontal se presenta la edad distribuida en intervalos de 12 meses. Observándose un valor promedio menor de gradiente en la edad comprendida entre 120 a 131 meses. Se puede observar además que el promedio en las edades menores a 95 meses se mantiene constante.

Tabla No. 5

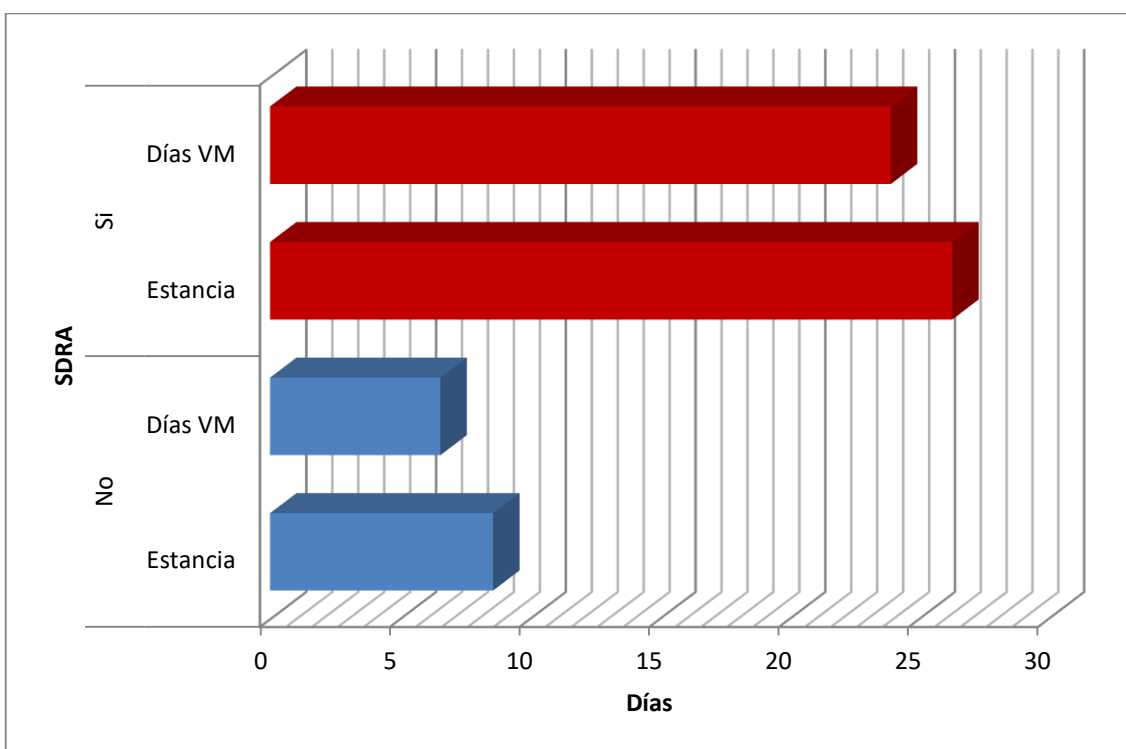
Días de en ventilación mecánica y días de estancia de los pacientes extubados en el servicio de Intensivo Pediátrico del Hospital San Juan de Dios según desarrollo de SDRA ó no, durante la estadía en dicho servicio.

SDRA		N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
No	Estancia	201	2	43	8.60	4.637
	Días VM	201	1	40	6.57	4.295
Si	Estancia	27	12	140	26.30	26.695
	Días VM	27	10	132	23.93	24.926

Fuente: Boleta recolectora de datos.

Grafica No. 6

Comparación de los días promedio de estancia en el servicio de cuidados intensivos y días en ventilación mecánica en pacientes quienes desarrollaron SDRA durante su hospitalización versus los pacientes que no lo desarrollaron.

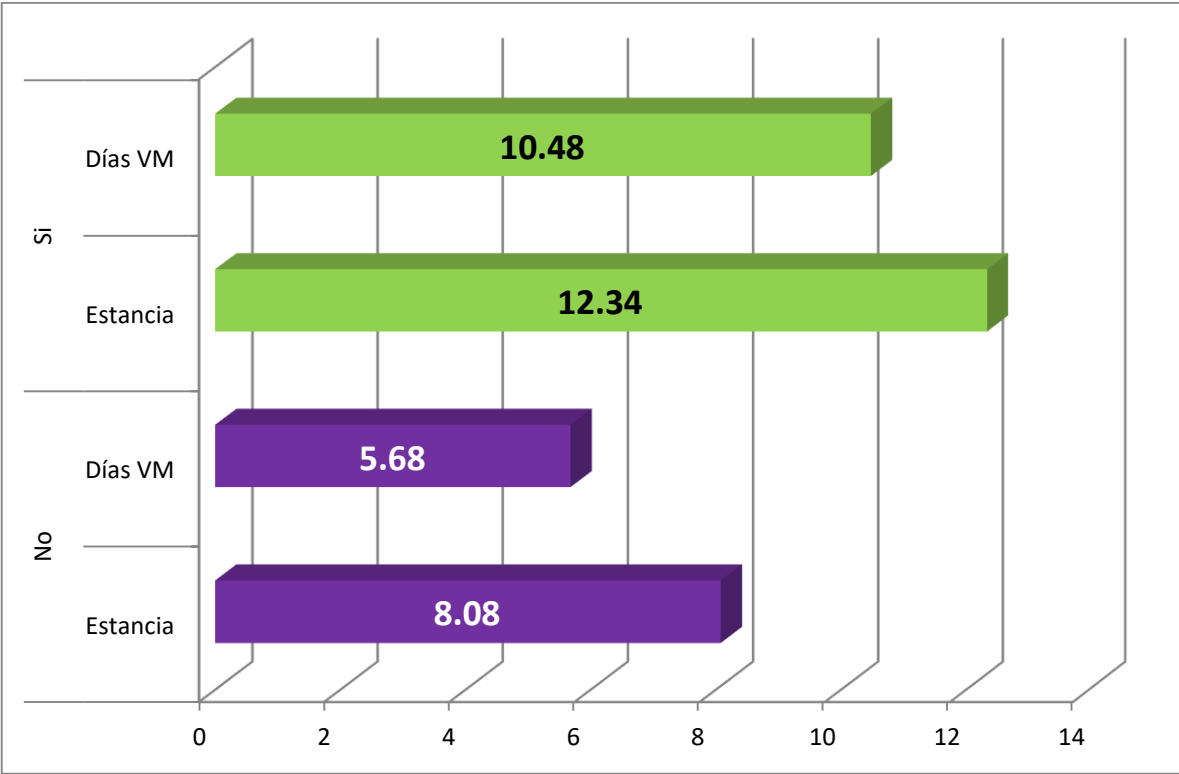


Fuente: Boleta recolectora de datos.

En la tabla No. 5 y en la Grafica No. 6 podemos observar los días promedios de estancia de los pacientes tanto que desarrollaron SRDA durante su estadía en UTIP con barras de color rojo, así como los que no desarrollaron con barras de color azul. Se observa que tanto los días que requirieron ventilación mecánica como los días de estancia en el servicio se ven aumentados en los pacientes que desarrollaron SDR, con un aumento de 17.7 días en su estancia y de 17.36 días en ventilación mecánica en promedio. Solamente 27 pacientes desarrollaron SDR de los pacientes en comparación a 201 que no lo desarrollaron, con una proporción de 0.13.

Grafica No. 7

Comparación de los días promedio de estancia en el servicio de cuidados intensivos y días en ventilación mecánica en pacientes quienes ingresaron con patología pulmonar durante su hospitalización versus los pacientes que no la tenían.



Fuente: Boleta recolectora de datos.

Las barras de color verde muestran los pacientes que ingresaron con patología pulmonar, y las barras moradas los pacientes que no la tenían. Se observa que los días promedio de

estancia son mayores en los pacientes con patología pulmonar al igual que los días en ventilación mecánica, aumentando 4.26 días en su estancia y 4.8 días de ventilación mecánica.

Tabla No. 6

Comparación de las Medias de los índices predictores de extubación exitosa en pacientes con que desarrollaron SDRA durante su estancia versus los pacientes que no desarrollaron SDRA

SDRA		N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.	Varianza
No	paO2	201	59	207	113.55	32.296	1043.009
	I O2	201	1	4	1.97	0.653	0.426
	Kirby	201	157.7778	676.6667	319.928966	94.6694618	8962.307
	Gradiente	201	-301.8	174.75	47.253234	45.9025446	2107.044
Si	paO2	27	68	167	104.93	22.261	495.533
	I O2	27	1	3	2.02	0.481	0.231
	Kirby	27	226.6667	440	308.981481	60.5959338	3671.867
	Gradiente	27	-11.55	105.1	47.112963	26.530855	703.886

Fuente: Boleta recolectora de datos.

El cuadro No. 6 de doble entrada, representa los valores medios de la paO2 y los índices predictores de extubación. Los pacientes que no desarrollaron SDRA fueron un total de 201 en comparación con los que si desarrollaron SDRA de 27 pacientes con una relación 100:13. Es importante ver que los pacientes poseen adecuados índices dentro del 95% de seguridad tanto los que desarrollaron SDRA como los que no.

VI. DISCUSIÓN Y ANALISIS

La edad de los pacientes estudiados corresponde a una edad joven, con la mayoría dentro de los primeros 24 meses de vida. A pesar de la edad los pacientes que fueron extubados exitosamente poseen indicadores de éxito de extubación similares, sin salirse de las 2 desviaciones estándar, lo que hace al estudio significativo con mas de 95% de certeza.

La distribución tanto del índice de Kirby, índice de Oxigenación y gradiente alveolo arterial, es simétrica, con una distribución normal, con respecto a las medidas de tendencia central.

El sexo no fue un factor que dispersara los resultados de los predictores de extubación.

Los días de ventilación de los pacientes con patología pulmonar fueron de aproximadamente 5 días mas y de los que desarrollaron SDRA de 15 días mas. Sin embargo esta condición no afecto a los predictores de extubación, observándose índices sin distinción a los de los pacientes sin patología pulmonar.

Los parámetros de ventilación promedios que se utilizan para la extubación son variables. A pesar de observarse levemente mayores a los recomendados por protocolos internacionales, los pacientes que obtuvieron adecuados predictores de extubación resultaron con extubación exitosa con el seguimiento del protocolo utilizado en la unidad de terapia intensiva y cuidados críticos pediátricos.

Al evaluar la relación entre los pacientes que desarrollaron SDRA y no SDRA no existió una diferencia significativa, esto es posible si se cuenta con un protocolo que estandarice el proceso de extubación y destete.

Es importante mencionar que dentro de los resultados se excluyeron los pacientes que habían tenido extubación fallida, por lo tanto, dichos pacientes se desconoce su evolución clínica, así como los posible índices predictores de extubación, si en un momento dado lograron ser extubados.

6.1 CONCLUSIONES

Los resultados de los predictores de extubación no varían respecto a la edad, ni a la patología pulmonar.

Los pacientes con lesión pulmonar severa que desarrollan SDRA, tienen los mismos valores promedio de índices de extubación que los pacientes que no tienen lesión pulmonar severa.

El índice de Kirby, índice de oxigenación y gradiente alveolo capilar pueden utilizarse en conjunto o individualmente como predictores de extubación.

6.2 RECOMENDACIONES

Es indispensable realizar estudios que comparen los valores medios de los predictores de extubación de los pacientes de extubaciones exitosas con los pacientes con extubaciones fallidas.

Fomentar el uso del índice de Kirby, índice de oxigenación y gradiente alveolo capilar para su monitoreo previo al destete y extubación, así como su uso como predictores en conjunto o individuales de extubación.

La implementación de protocolos que conlleven la medición de los diferentes predictores de extubación lograra un manejo adecuado del destete del paciente.

VII. REFERENCIAS

1. A. Martínez de Azagra, J. Casado Flores y R. Jiménez García, ventilación mecánica en pediatría. ¿cómo y cuándo extubar?, med intensiva 2003;27(10):673-5
2. Alvarado Jimenez Gabriela, Barragan José Ramón, Aguilera Mayela del Carmen, Incidencia de extubaciones fallidas y factores de riesgo concomitantes en los pacientes de la unidad de terapia intensiva pediátrica, Medicina Universitaria 2007;9(34): 7-12
3. Apezteguia, Carlos.,Aplicación De Protocolos En El Destete De La VM / Extubación XXXIV Congreso Brasileño de Neumología VI ALAT - Buenos Aires Asociación Latinoamericana del Tórax V Congreso Luso-Brasileño de Neumología X Congreso Brasileño de Endoscopía Respiratoria SBPT 2008 / Brasíla – DF
4. Blackwood,Bronagh, Burns Karen, clinician scientist, Chris Cardwell, lecturer in medical statistics, Gavin Lavery, consultant in intensive care medicine Use of weaning protocols for reducing duration of mechanical ventilation in critically ill adult patients: Cochrane systematic review and meta-analysis, Britain Medical Journal BMJ 2011;342:c7237
5. Cook Deborah J., Gordon H. Guyatt and James K. Stoller E. Wesley Ely, Maureen O. Meade, Edward F. Haponik, Marin H. Kollef, Practice Guidelines Professionals: Evidence-Based Clinical Driven by Nonphysician Health-Care Mechanical Ventilator Weaning Protocols, Chest 2001;120;454S-463S
6. E. Wesley Ely, Patricia A. Bennett, David L. Bowton, Sean M. Murphy, Allison M. Florance, And Edward F. Haponik Large Scale Implementation of a Respiratory Therapist–driven Protocol for Ventilator Weaning Department of Internal Medicine, Section on Pulmonary/Critical Care Medicine, Wake Forest University School of Medicine, Winston-Salem, North Carolina
7. Edward H. Karotkin, MD. Editorial W.B. Ventiacion Asistida Neonatal, Saunders Company, Philadelphia, Pennsylvania, EEUU, 2006, cap. 2, pags 41-61.

8. Esteban, A., F. Frutos, M. J. Tobin, I. Alia, J. F. Solsona, I. Valverdu, R. Fernandez, M. A. de la Cal, S. Benito, and R. Tomas A comparison of four methods of weaning patients from mechanical ventilation.. 1995. N. Engl. J. Med. 332:345–350.
9. Henneman, Elizabeth, RN, PhD, Kathleen Dracup, RN, DNSc, Tomas Ganz, MD, PhD, Orna Molayeme, RRT, MA, and Christopher B. Cooper, MD.Using a collaborative weaning plan to decrease duration of mechanical ventilation and length of stay in the intensive care unit for patients receiving long-term ventilation, american journal of critical CARE, March 2002, Volume 11, No. 2
10. Lellouche Francois, Jordi Mancebo A Multicenter Randomized Trial of Computer-driven Protocolized Weaning from Mechanical Ventilation, , American Journal Of Respiratory And Critical Care Medicine Vol 174 2006
11. McLean Suzanne E., Louise A. Jensen, Dallas G. Schroeder, Noel R. T. Gibney and Neil M. Skjodt ,Improving Adherence to a Mechanical Ventilation Weaning Protocol for Critically Ill Adults: Outcomes After an Implementation Program American Journal Critical Care 2006;15:299-309
12. Tapia Rombo Carlos Antonio, Cortez Ortiz Reyna Edith, Tena Reyes Daniel, Facatores asociados para falla en la extubación de recién nacidos de termino de una unidad de cuidados intensivos neonatales, Revista de Investigacion clínica, Vol. 63, Num 5, Septiembre-Octubre 2011, pp 484-493
13. Tapia Rombo Carlos Antonio, Galindo Alvarado Ángel Melquiades, Saucedo Zavala Victor Joel, Factores predictores de falla en la extubación en recién nacidos de pretermino, Gaceta Medica Mexicana, Vol. 143, No. 2, 2007, pp 101-108.
14. Tobin Martin J. M.D. ADVANCES IN MECHANICAL VENTILATION, New England Journal of Medicine,Vol. 344, No. 26· June 28, 2001
15. VierraMarc Roby Gregory P. Marelich, Susan Murin, Felix Battistella, John Inciardi, Terry Ventilator-Associated Pneumonia Effect on Weaning Time and Incidence of

RespiratoryCare Practitioners and Nurses* : in Medical and Surgical Patients by
Protocol Weaning of Mechanical Ventilation Chest 2000;118;459-467

16. Violi,Damián. Repasando los Datos y nuevas metodologías, Curso de Ventilación Mecánica Comité de Neumonología Crítica SATI

VIII. ANEXOS

I. CONCLUSIONES

La utilización de los índices predictores de éxito pulmonar del destete y extubación pueden aplicarse a cualquier edad pediátrica sin cambios en el valor normal.

El índice de Kirby, el Índice de Oxigenación y el Gradiente Alveolo capilar pueden utilizarse indistinta e individualmente como predictor de éxito pulmonar del destete y extubación, si se cumple con el protocolo establecido previamente en la institución.

Las patologías pulmonares y la lesión pulmonar severa aumentan los días de ventilación mecánica, pero no afectan los resultados de los índices predictores de éxito pulmonar del destete y extubación.

El estudio excluyo a los pacientes que tuvieron extubación fallida, por lo tanto el desenlace, y la morbi-mortalidad de los mismos no son descritas dentro del estudio.

II. RECOMENDACIONES

El seguir un protocolo de destete y extubación estandarizará el proceso, pudiéndose utilizar cualquiera de los tres índices de predicción mencionados en este estudio.

La medición de los índices predictores de extubación exitosa debe realizarse en todo paciente a quien se le realizará la extubación.

Realizar nuevos estudios en pacientes con extubación fallida, para observar el desenlace de los pacientes según los índices de predicción utilizados en el fallo del destete.

El autor concede permiso para reproducir total o parcialmente y por cualquier medio la tesis titulada: **PREDICTORES DE EXTUBACIÓN EXITOSA DEL PACIENTE PEDIÁTRICO EN ESTADO CRÍTICO** en la unidad de terapia intensiva pediátrica del Hospital General San Juan de Dios para propósitos de consulta académica. Sin embargo, quedan reservados los derechos de autor que confiere la ley, cuando sea cualquier otro motivo diferente al que se señala lo que conduzca a su reproducción o comercialización total o parcial.