



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
HOSPITAL INFANTIL DE MÉXICO FEDERICO GÓMEZ

VENTILACIÓN MECÁNICA NO INVASIVA EN PACIENTES  
PEDIÁTRICOS EN UN SERVICIO DE URGENCIAS DE TERCER  
NIVEL

T E S I S

PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
ESPECIALISTA EN:

PEDIATRÍA

P R E S E N T A

DRA. PAULINA ESPADAS SAURI

ASESORES DE TESIS: DR. VÍCTOR OLIVAR LÓPEZ  
DRA IRAÍS ROMERO ALVARADO



Ciudad de México, Febrero 2016



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

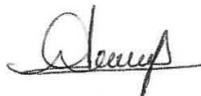
El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **HOJA DE FIRMAS**

**DRA. REBECA GÓMEZ CHICO VELASCO**  
**DIRECTORA DE ENSEÑANZA Y DESARROLLO ACADÉMICO**



**DR. VÍCTOR OLIVAR LÓPEZ**  
**JEFE DEL DEPARTAMENTO DE URGENCIAS**  
**HOSPITAL INFANTIL DE MÉXICO FEDERICO GÓMEZ**



**DRA. IRAIS ROMERO ALVARADO**  
**MÉDICO ADSCRITO AL DEPARTAMENTO DE URGENCIAS**  
**HOSPITAL INFANTIL DE MÉXICO FEDERICO GÓMEZ**

## **Dedicatorias y agradecimientos**

Primero que nada le agradezco a Dios por ser mi guía y permitirme realizar este sueño, teniéndome en sus manos día a día.

Al Dr. Oswaldo Espadas Sosa y Sra. Dora Esther Sauri Cruz, por impulsarme y apoyarme durante toda la especialidad en todos los ámbitos de mi vida. Papá y mamá muchas gracias por el esfuerzo, apoyo, paciencia y confianza que depositaron en mí a lo largo de estos años.

Al resto de mi extendida familia, por ser parte de todo este proceso en mi formación como pediatra, brindándome siempre el apoyo que necesitaba, cada uno a su manera.

A todos mis compañeros de la generación 2013-2016, en especial a mis amigos por acompañarme siempre durante todo este proceso, siendo en muchas ocasiones, ese impulso que me hizo seguir adelante.

A cada uno de los médicos y maestros que durante mi formación académica, me brindaron conocimientos y orientación con todo el profesionalismo y ética que los distingue.

A todos y cada uno de los pacientes que durante todo este tiempo depositaron confianza en mí y me brindaron experiencia para crecer y formarme como pediatra.

**MUCHAS GRACIAS**

## Índice

Resumen	1
Introducción	2
Marco teórico	3
Antecedentes	5
Planteamiento del problema	8
Pregunta de investigación	8
Justificación	9
Objetivos	10
Métodos	11
Descripción de variables	13
Plan de análisis estadístico	15
Resultados	16
Discusión	23
Conclusiones	25
Limitación del estudio	26
Cronograma	27
Referencias bibliográficas	28
Anexo I	29

## Resumen

**Introducción:** La ventilación mecánica no invasiva consiste en un tipo de asistencia ventilatoria sin la necesidad de invasión de la vía aérea, utilizando dispositivos externos. Su uso en la edad pediátrica es cada vez mayor, reduciendo así las complicaciones asociadas a la ventilación convencional invasiva. Se han realizado diversos estudios de índole internacional y nacional, orientados a conocer los factores que se asocian al éxito o fracaso de la ventilación no invasiva en niños, siendo la mayor parte de ellos, en unidades de terapia intensiva y orientados a alguna patología en específico así como a cierto grupo étnico. El objetivo de este trabajo fue conocer los factores asociados al éxito y fracaso de la ventilación mecánica no invasiva en pacientes pediátricos en un servicio de urgencias de tercer nivel de atención y compararlos con los descritos en la literatura previa.

**Sujetos y métodos:** Se trató de un estudio retrospectivo, observacional, analítico y longitudinal. Se incluyeron a todos los pacientes lactantes, preescolares, escolares y adolescentes que ingresaron al servicio de urgencias del Hospital Infantil de México Federico Gómez del 1 de abril de 2014 al 31 de marzo de 2015. Se estudiaron variables demográficas, como la edad, el sexo, estado nutricional, el diagnóstico de base, el motivo de uso de VMNI, uso de sedación, interfase utilizada y se recogieron datos de frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria e índice de Kirby al inicio, a la hora y a las 6 horas del uso de la ventilación no invasiva. Se definió como fracaso la necesidad de ventilación invasiva durante el curso de la enfermedad que llevo al paciente al uso de VMNI.

**Resultados:** La ventilación no invasiva tuvo éxito en el 82% de los 114 casos incluidos, 52.6% correspondieron al sexo masculino y 47.4% al femenino. 45.6% del total correspondieron a lactantes, 18.2% preescolares, 24.5% escolares y 11.4% al grupo de adolescentes. 47.4% pertenecieron al grupo de desnutridos, 45.6% al de eutróficos, 7% al de hipertróficos, con diagnóstico de sobrepeso/obesidad. En 53 de ellos se utilizó de interfase mascarilla nasal y en 61 mascarilla nasobucal. En 10.5% de los pacientes se utilizó sedación. En cuanto al motivo de uso de ventilación no invasiva, 66 pacientes pertenecieron al grupo de neumonía, 16 al de crisis asmática, 1 paciente al de SDRA, 2 al de edema pulmonar cardiogénico, 5 al de paciente terminal y 24 al grupo de post-extubación. Se identificó que 13 pacientes tuvieron de diagnóstico de base una patología oncológica, 20 cardiopatía congénita, 3 inmunodeficiencia adquirida, 24 patologías respiratorias crónicas, 4 enfermedades neuromusculares y 50 pertenecieron al grupo de otras, de las que 47 fueron pacientes sanos y 3 con síndrome de Down sin cardiopatía asociada. La disminución de la frecuencia cardíaca y respiratoria, así como el aumento del índice de Kirby durante la primera hora fue mayor en el grupo de éxito, La media de horas desde el inicio de la VMNI hasta la intubación en el grupo de fracaso fue de 8.11 horas.

Conclusiones: La VNI tiene un alto porcentaje de éxito en la población pediátrica. Los principales parámetros que pueden predecir su éxito son la disminución de la frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria y el aumento del índice de Kirby durante la primera hora.

### **Introducción**

La ventilación no invasiva (VNI) se refiere a la prestación de la asistencia ventilatoria y sin el uso de tubos endotraqueales o de traqueostomía. Se puede suministrar a través de dispositivos de presión negativa o a través de dispositivos que proporcionan presión positiva, ya sea continua o intermitentemente. Dispositivos de presión negativa, como el pulmón de acero o coraza en el pecho, eran populares en la década de 1950 cuando la poliomielitis epidémica. Se le otorgó a la ventilación mecánica invasiva en la década de 1960.

En la década de 1980, se convirtió en una modalidad aceptada para el tratamiento de pacientes adultos con trastornos pulmonares restrictivos, sobre todo en la presencia de hipoventilación, disfunción pulmonar severa o apnea del sueño. Pronto progresó hasta convertirse en una alternativa popular para el apoyo a la insuficiencia respiratoria aguda en adultos.

Su uso en pediatría está ganando rápidamente aceptación. En la década de 1970, el uso de presión positiva continua (CPAP) se introdujo en neonatos. La ventilación no invasiva ahora se utiliza comúnmente en los niños y en este trabajo se revisan los factores que pudieran estar asociados al éxito o fracaso de esta modalidad.

## Marco teórico

La ventilación mecánica no invasiva (VNI) en pediatría es un procedimiento de uso creciente. Existen varias enfermedades asociadas a insuficiencia respiratoria aguda o crónica que pueden ser beneficiadas por el apoyo ventilatorio. La ventilación no invasiva puede ser aplicada mediante una interfase nasal o facial, ocasionando menos daño que la ventilación mecánica invasiva a través de un tubo endotraqueal o traqueostomía.

Esta debe ser capaz de mejorar, revertir o curar la insuficiencia respiratoria, facilitar el manejo de los enfermos y mejorar su pronóstico vital. Las condiciones básicas del paciente para poder implementar el procedimiento requieren tener algún grado de autonomía respiratoria, escasas secreciones, un mínimo de cooperación y no debe haber obstrucción nasal.

Es indispensable disponer de una interface adaptada a la anatomía facial del niño. Dentro de la VNI existen varias modalidades: en la modalidad continuous positive airway pressure (CPAP), el paciente recibe una presión positiva continua, aunque realiza todas las inspiraciones sin apoyo ni frecuencia programados; en la modalidad de presión soporte (PS), el paciente recibe dos tipos de presiones, una sincronizada con el esfuerzo inspiratorio, denominada IPAP (presión positiva durante la inspiración) en los respiradores específicos de VNI o PS en los respiradores convencionales con módulo de VNI; y otra durante la espiración o presión espiratoria, denominada EPAP o PEEP, respectivamente. Dado que la VNI se realiza en pacientes con respiración espontánea, la frecuencia y el tiempo inspiratorio pautados, solo se ven aplicados cuando el respirador no es capaz de detectar los esfuerzos respiratorios del paciente, pasando entonces a modalidad presión control (PC), con la frecuencia de rescate pautada (T).

Existen múltiples publicaciones del uso de ventilación mecánica no invasiva en adultos, en los que se ha encontrado que ésta es exitosa en pacientes con SDRA, siempre y cuando el paciente tenga no más de 2 fallas sistémicas, incluida la pulmonar. Así mismo, es útil en pacientes con exacerbación de enfermedad pulmonar obstructiva crónica que cursen con hipercapnia, acidosis respiratoria, así como polipnea y datos de dificultad respiratoria. La VNI puede ser utilizada para el tratamiento de pacientes adultos que desarrollan insuficiencia respiratoria aguda en el postoperatorio de cirugías de resección pulmonar o trasplante de órganos sólidos. En cuanto a las indicaciones de VNI en situaciones de insuficiencia respiratoria crónica, se ha encontrado que ésta es útil en casos de apnea obstructiva del sueño, malformaciones torácicas, enfermedades neuromusculares, encontrándose buenos resultados en cuanto a evolución clínica, disminución de intubación orotraqueal y estancia en unidad de cuidados intensivos.

La ventilación mecánica no invasiva es menos utilizada en niños, probablemente debido a que es técnicamente más difícil de aplicar en lactantes y niños pequeños que en adultos. Los estudios fisiológicos realizados en este grupo etéreo son escasos, no se ha definido el modo ventilatorio óptimo y la programación de los parámetros ventilatorios adecuada para cada condición. Se han realizado estudios en esta población, la mayoría de ellos son retrospectivos e incluyen cierto tipo de enfermedad o grupo etéreo. Esta moda ventilatoria se utiliza en niños en casos de insuficiencia respiratoria aguda hipoxémica, exacerbaciones de fibrosis quística, enfermedades neuromusculares y apnea obstructiva del sueño, con buen porcentaje de éxito, sin embargo no existen guías de manejo en este grupo de edad.

## Antecedentes

La ventilación no invasiva (VNI) se ha ido posicionando en los últimos años, como un arma terapéutica de probada eficacia en la población pediátrica y neonatal, tanto en pacientes agudos como crónicos, con una clara disminución de los efectos secundarios ocasionados por técnicas más invasivas, como la ventilación mecánica convencional. (1)

La VNI es una técnica de soporte respiratorio que se realiza sin necesidad de invadir la vía aérea del paciente más allá de las cuerdas vocales, por tanto no precisa un tubo endotraqueal ni una cánula de traqueostomía. Se puede realizar mediante presión negativa o presión positiva. Actualmente, se ha generalizado el uso de la presión positiva a través de diferentes tipos de interfases. Se entiende por interfase, el dispositivo que conecta el paciente al respirador, siendo de diversos tipos: mascarilla (nasal, buco- nasal, oral o facial), prótesis nasales, casco o tubo nasofaríngeo. (1)

Aunque no existen trabajos controlados y aleatorizados que comparen la VNI con la ventilación invasiva, los estudios fisiológicos y experiencias clínicas sugieren que la VNI puede ser útil en el manejo de diversas entidades clínicas asociadas a insuficiencia respiratoria aguda en pacientes pediátricos. La ventilación no invasiva permite reducir el trabajo ventilatorio y mejorar la ventilación alveolar, así como puede reducir las apneas y a su vez disminuir la necesidad de intubación en lactantes con bronquiolitis. La VNI, en especial la presión de soporte y ventilación a presión positiva en dos niveles (BiPAP), está indicada como primera opción durante la descompensación respiratoria aguda o crónica en pacientes con enfermedades neuromusculares o fibrosis quística. (2)

La VNI representa la primera opción terapéutica en niños con insuficiencia respiratoria aguda hipoxémica. En 28 niños, edad promedio 8 años, con insuficiencia respiratoria aguda hipoxémica principalmente secundaria a neumonía, hospitalizados en UCI pediátrica, la VNI mejoró significativamente su intercambio gaseoso, reduciendo significativamente la frecuencia respiratoria dentro de la primera hora de tratamiento. Sólo 3 de los 28 pacientes requirieron de intubación y conexión a ventilador. (3)

La indicación mejor aceptada de VNI de larga duración es la insuficiencia respiratoria global diurna que ocurre por hipoventilación alveolar crónica. También, los síntomas clínicos atribuibles a hipoventilación nocturna tales como sueño fraccionado, hipersomnolencia diurna, fatiga excesiva y cefalea matinal son importantes para decidir la indicación de VNI prolongada. Se recomienda en este caso confirmar la hipoventilación nocturna con una polisomnografía nocturna, pero no existe un criterio validado para el inicio de VNI en niños. Adicionalmente, una vez decidida la VNI en niños, es muy importante evaluar sus efectos en la PaCO<sub>2</sub> diurna, calidad del sueño, crecimiento y desarrollo neuropsicológico, como estado de alerta, atención, concentración y comportamiento. Guías clínicas

de inicio de VNI están disponibles sólo para pacientes con miopatía de Duchenne y otras enfermedades neuromusculares. La hipercapnia diurna es un criterio clásico para implementar el procedimiento, pero la iniciación de VNI con la sola existencia de hipercapnia nocturna puede ser una alternativa valiosa a considerar, como ha sido recientemente comunicado. (4)

Uno de los puntos clave dentro de la aplicación de la VNI es la identificación de aquellos pacientes con alto riesgo de fracaso de la técnica para cambiar precozmente la estrategia ventilatoria a VMC. En relación con esto han sido publicados diferentes artículos que intentan identificar los factores predictores de fracaso de la VNI en la población infantil. Los principales marcadores de éxito son derivados de la respuesta clínica, la edad y la gravedad del paciente. La respuesta clínica suele producirse en la primera hora, reduciéndose la taquipnea y el tiraje o bien en caso contrario, precipitándose la intubación por el incremento de trabajo respiratorio inducido por la desadaptación a la VNI o la progresión de la enfermedad de base. Los parámetros que han demostrado mayor sensibilidad para determinar la eficacia de la VNI son el descenso de la FiO<sub>2</sub>, el descenso de la frecuencia respiratoria y el aumento del volumen corriente administrado, así como la mejoría del pH y el índice de Kirby, que es la relación entre la presión arterial de O<sub>2</sub> (PaO<sub>2</sub>) y la fracción inspirada de O<sub>2</sub> (FiO<sub>2</sub>), multiplicado por 100. Este índice mide el grado de hipoxemia (5).

En uno de los trabajos con mayor número de episodios estudiados (6) uno de los principales factores pronósticos encontrados fue la IRA tipo 1 (fracaso respiratorio hipoxémico). Otro estudio identificó el SDRA como factor predictivo de fracaso (7).

Se realizó un estudio en 2009 y 2010 en Uruguay que incluyó a 185 pacientes menores de 2 años, cursando con infección de vías aéreas e insuficiencia respiratoria con el objetivo de describir posibles factores predictivos de éxito y fracaso. Se trató de un estudio observacional, prospectivo y analítico, en el cual se constató éxito en 151 niños (81.6%). No se observaron diferencias estadísticamente significativas en la edad, peso y severidad al ingreso entre el grupo de niños con éxito versus fracaso terapéutico. A las 2 horas la frecuencia respiratoria (FR) mayor a 60 rpm, la frecuencia cardíaca (FC) mayor 140 cpm y la presión de soporte mayor a 9 se asoció con fracaso ( $p < 0,05$ ). El análisis multivariado mostró que a las 2 h la FR > 60 rpm incrementó el riesgo de fracaso 6.4 veces (IC 95% 1,9–21,7); la FC > 140 cpm 4,3 (IC 95% 1,5-11,8) y la PS >9 lo incrementó 8,7 veces (IC 95% 2,3-32,2). Se llegó a la conclusión de que el aumento de la FR, la FC y la PS a las 2 horas constituyen posibles factores predictivos de fracaso terapéutico. (8)

En los años de 2005 a 2008 se realizó un estudio en España con el objetivo de identificar los marcadores de fracaso de la ventilación no invasiva (VNI) y describir su uso en la bronquiolitis. En el estudio prospectivo observacional se incluyeron sujetos con bronquiolitis y puntuación clínica de asma modificada de Wood >5, o saturación de oxígeno (SO<sub>2</sub>) <92% o con presión parcial venosa de dióxido de carbono (pCO<sub>2</sub>) >60mmHg, sin respuesta al tratamiento médico y que recibieron VNI entre diciembre de 2005 y mayo de 2008. Se recogieron los datos clínicos previos al inicio de la VNI y a las 1, 6, 12, 24 y 48 horas. El fracaso de la VNI se definió como necesidad de intubación endotraqueal. La VNI tuvo éxito en el 83% de los 47 casos. Los sujetos en los que fracasó presentaron menor peso

( $5.2 \pm 2.2$  frente a  $3.5 \pm 0.8$ kg  $p=0,011$ ), menor edad ( $1.8 [0.3-12.3]$  frente a  $0.8 [0.4-4.3]$  meses;  $p=0,038$ ), menor frecuencia cardíaca (FC) pre-VNI ( $176.3 \pm 19.1$  frente a  $160.4 \pm 9.7$  latidos por minuto;  $p=0,010$ ), menor disminución de la FC a la hora ( $-16.0 \pm 17.3$  frente a  $+1.1 \pm 11.6$ ;  $p=0,005$ ) y a las 12h ( $-31.5 \pm 19.7$  frente a  $0.75 \pm 12.2$ ;  $p= 0,002$ ). También presentaron apneas (23.1% frente a 75%;  $p= 0,004$ ) y algún cuadro clínico predisponente (84.6% frente a 50%;  $p= 0,029$ ) con mayor frecuencia. El análisis multivariado identificó la ausencia de un cuadro clínico predisponente y una mayor disminución de la FC en la primera hora como factores relacionados con el éxito de forma independiente (odds ratio [OR] =0,004; intervalo de confianza [IC] del 95%, 0,000–0,664 y OR= 0,896; IC del 95%, 0,809–0,993, respectivamente). Se llegó a la conclusión de que la VNI tiene un alto porcentaje de éxito en la bronquiolitis. Los principales parámetros que pueden predecir su éxito son la ausencia de un cuadro clínico predisponente y una mayor disminución de la FC en la primera hora. (9)

### **Planteamiento del problema**

Se desconocen los factores asociados al éxito o fracaso del uso de la ventilación mecánica no invasiva en pacientes pediátricos en el Hospital Infantil de México, lo cual es de suma importancia ya que las patologías que llevan al uso de ventilación no invasiva son frecuentes, especialmente en el servicio de urgencias, y se trata de enfermedades propias de un tercer nivel de atención. El presente estudio se realizó con el fin de conocer si los factores de éxito y fracaso descritos en la bibliografía son aplicables a la población de este hospital, y de esa forma hacer una selección de pacientes candidatos al uso de este modo ventilatorio.

### **Pregunta de investigación**

¿Los factores de éxito y fracaso de la ventilación mecánica no invasiva previamente reportados, son aplicables en pacientes pediátricos en un servicio de urgencias de tercer nivel?

## **Justificación**

El Hospital Infantil de México Federico Gómez es un centro de atención de tercer nivel, que trata pacientes con patologías complejas, un gran porcentaje de ellas son patologías respiratorias que requieren manejo de la vía aérea de forma invasiva, lo cual lleva a múltiples complicaciones como son las infecciosas, relacionadas a barotrauma, así como la larga estancia hospitalaria en muchas ocasiones por el retraso o dificultad del destete a la ventilación invasiva.

El uso de la ventilación mecánica no invasiva cada vez es mayor en centros de atención de pacientes pediátricos, mostrando buenos resultados. El objetivo del presente trabajo fue comparar los factores relacionados al éxito o fracaso de la ventilación no invasiva en los pacientes del HIMFG para implementar con mayor frecuencia el uso de la misma con el conocimiento de quiénes son los mejores candidatos y en qué pacientes se espera un fracaso, con el fin de que la utilización de este sistema se lleve a cabo con mayor claridad.

## **Objetivos**

### General

- Describir los factores asociados al éxito o fracaso de la ventilación mecánica no invasiva en pacientes pediátricos en un servicio de urgencias de tercer nivel y compararlos con los encontrados previamente en la literatura

### Específicos

- Describir los factores asociados al éxito de la ventilación mecánica no invasiva en pacientes pediátricos en un servicio de urgencias de tercer nivel
- Describir los factores asociados al fracaso de la ventilación mecánica no invasiva en pacientes pediátricos en un servicio de urgencias de tercer nivel

## **Métodos**

- Diseño

Retrospectivo, observacional, longitudinal y analítico

- Universo

Pacientes que ingresaron al servicio de urgencias del Hospital Infantil de México Federico Gómez del 1 de abril de 2014 al 31 de marzo de 2015.

- Muestra

Pacientes lactantes, preescolares, escolares y adolescentes que ingresaron al servicio de urgencias del Hospital Infantil de México Federico Gómez y fueron manejados con ventilación mecánica no invasiva del 1 de abril de 2014 al 31 de marzo de 2015.

- Criterios de selección

-Criterios de inclusión

Se incluyeron a todos los pacientes lactantes, preescolares, escolares y adolescentes que ingresaron al servicio de urgencias del Hospital Infantil de México Federico Gómez y fueron manejados con ventilación mecánica no invasiva del 1 de abril de 2014 al 31 de marzo de 2015.

-Criterios de exclusión

Pacientes lactantes, preescolares, escolares y adolescentes que ingresaron al servicio de urgencias del Hospital Infantil de México Federico Gómez que fueron manejados con ventilación mecánica no invasiva del 1 de abril de 2014 al 31 de marzo de 2015 y fallecieron durante el estudio.

-Criterios de eliminación

Pacientes lactantes, preescolares, escolares y adolescentes que ingresaron al servicio de urgencias del Hospital Infantil de México Federico Gómez que fueron manejados con ventilación mecánica no invasiva del 1 de abril de 2014 al 31 de marzo de 2015 y no contaron con datos completos en el expediente.

- Procedimientos para la recolección de la información

Se utilizó un formato que recabó la información necesaria para el estudio, que fue llenado por el investigador así como por el personal de urgencias encargado de los pacientes en cuestión durante

su manejo inicial. Posteriormente se revisaron los expedientes de los pacientes para completar la información requerida para el estudio.

- Consideraciones éticas

Según la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud, este estudio se considera una investigación sin riesgo, ya que no se realizó ningún tipo de intervención ni modificación intencionada en las variables fisiológicas, psicológicas y sociales de los individuos que participan en él. Se garantiza el anonimato y la confidencialidad de las personas.

- Recursos

Humanos

-Investigador: Paulina Espadas Sauri

Se encargó de recolectar la información necesaria para cumplir los objetivos del presente trabajo, así como analizar dicha información, llegando a conclusiones objetivas.

-Asesores de tesis: Dr. Víctor Olivar López y Dra. Irais Romero Alvarado

Se encargaron de revisar periódicamente el protocolo y avances del mismo, con el fin de corregir y orientar al investigador.

## Descripción de variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Tipo de variable	Escala	Unidad
<b>Variables dependientes</b>					
Fracaso	Falta de éxito o resultado adverso de una acción.	Necesidad de intubación orotraqueal durante el curso de la enfermedad o condición que llevó al paciente al uso de VMNI	Cualitativa	Nominal	0. Si requirió IOT
Éxito	Efecto o consecuencia acertada de una acción o de un emprendimiento.	Falta de necesidad de intubación orotraqueal durante el curso de la enfermedad o condición que llevó al paciente al uso de VMNI	Cualitativa	Nominal	1. No requirió IOT
<b>Variables independientes</b>					
Edad	Tiempo transcurrido desde el nacimiento de un ser vivo	Se dividió en 4 grupos: lactantes, preescolares, escolares y adolescentes	Cuantitativa	Intervalo	1. Lactante 2. Preescolar 3. Escolar 4. adolescente
Sexo	Condición orgánica que distingue a los hombres de las mujeres	Se definió como masculino o femenino	Cualitativa	Nominal	1. Hombre 2. Mujer
Interfase	Pieza que se utiliza para relacionar la vía aérea del paciente con el ventilador	Se definió como mascarilla nasal o naso-bucal	Cualitativa	Nominal	1. Mascarilla nasal 2. Mascarilla naso-oral
Sedación	Inducción farmacológica de un estado de disminución de la consciencia sin que se produzca una pérdida de la misma	Se definió como el uso o no de fármacos sedantes	Cualitativa	Nominal	0- No 1- Si
Estado nutricional	Grado de adecuación de las características anatómica y fisiológicas del individuo, con respecto a parámetro considerados normales, relacionados con la ingesta, la utilización y la excreción de nutrientes	Se midió como desnutrido, eutrófico o hipertrófico	Cualitativa	Nominal	1. Hipotrófico 2. Eutrófico 3. Hipertrófico
Causa de uso	Motivo que llevó	Neumonía, asma,	Cualitativa	Nominal	1. Neumonía

de VMNI	al paciente al uso de ventilación mecánica no invasiva	síndrome de distrés respiratorio agudo, edema pulmonar cardiogénico, enfermo terminal, post-extubación y otros.			<ol style="list-style-type: none"> <li>2. Asma</li> <li>3. Síndrome de distrés respiratorio agudo</li> <li>4. Edema pulmonar cardiogénico</li> <li>5. Enfermo terminal</li> <li>6. Post-extubación</li> <li>7. Otros</li> </ol>
Diagnóstico de base	Patología del paciente previa a la condición que lo llevó al uso de ventilación mecánica no invasiva	Oncológico, cardiopatía congénita, inmunodeficiencia, patología respiratoria, enfermedades neuromusculares y otras.	Cualitativa	Nominal	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Oncológico</li> <li>2. Cardiopatía congénita</li> <li>3. Inmunodeficiencia adquirida</li> <li>4. Patología respiratoria crónica</li> <li>5. Enfermedades neuromusculares</li> <li>6. Otras</li> </ol>
Evolución	Cambio o transformación gradual de algo, como un estado, una circunstancia, situación	Cambios en la frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria e índice de Kirby que presente el paciente durante las primeras 24 horas que se encuentre con la ventilación mecánica no invasiva	Cuantitativa	Continua	Latidos por minuto, respiraciones por minuto, fracción inspirada de oxígeno, presión arterial de oxígeno.

## **Plan de análisis estadístico**

Para la estadística descriptiva se utilizaron como medidas de tendencia central, dispersión y normalidad, calculando estimadores de media, desviación estándar, mínimo, máximo, error estándar; simetría y curtosis así como estadístico de Kolmogorov-Smirnov para las variables cuantitativas; por grupo de respuesta a VNI. Para resumen de variables cualitativas se utilizaron porcentajes como medidas de resumen.

Para la estadística analítica, se compararon las medias de dos muestras independientes, utilizando T Student si cumplieron con los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas, de no ser así se convirtieron las variables a escala logarítmica para su análisis; en caso de no cumplir normalidad y homogeneidad de varianzas para los logaritmos, se optó por prueba no paramétrica con U de Mann Whitney con un alfa de .05.

Se realizó análisis de tiempo al evento para el grupo de fracaso con VNI estratificado por diagnósticos de base y grupos étnicos.

## Resultados

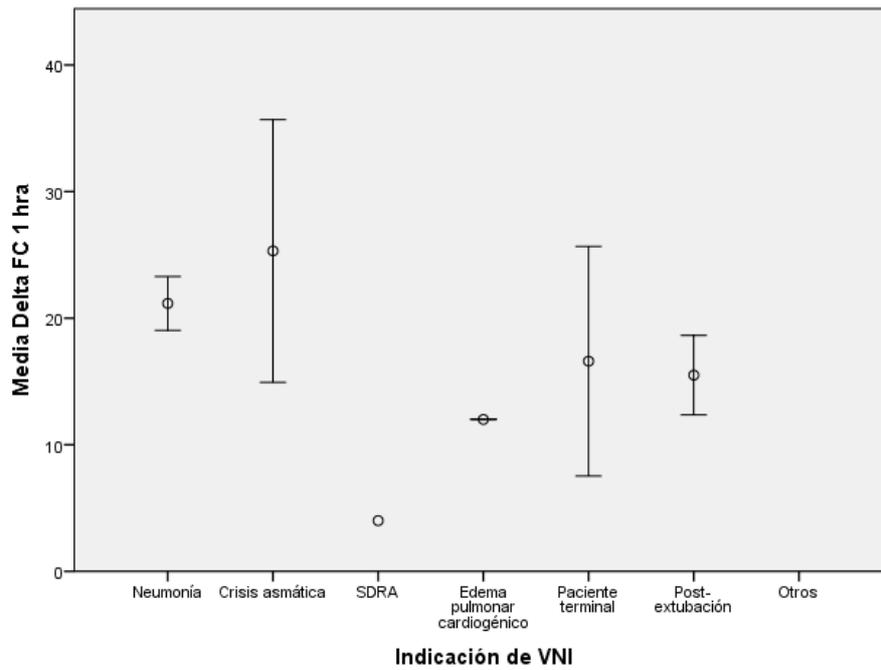
De los pacientes que ingresaron al servicio de urgencias en el tiempo definido, se incluyeron a 114 pacientes que ameritaron ventilación mecánica no invasiva, de los cuales se tuvo éxito en 82% (n=94) y fracaso en el 18% (n=20). Del total de la muestra, 60 pacientes (52.6%) correspondieron al sexo masculino y 54 al femenino (47.4%).

En cuanto al grupo de edad 45.6% del total correspondieron a lactantes (n=52), 18.2% preescolares (n=21), 24.5% escolares (n=28) y 11.4% (n=13) al grupo de adolescentes. 47.4% del total de los pacientes pertenecieron al grupo de desnutridos (n=54), 45.6% al de eutróficos (n=52) y 7% al de hipertróficos, con diagnóstico de sobrepeso/obesidad (n=8).

Del total de pacientes que ameritaron el uso de VMNI, en 53 de ellos se utilizó de interfase mascarilla nasal (46.6%) y en 61 mascarilla naso-bucal (53.4%). En 12 de los pacientes se utilizó sedación (10.5%), en comparación con el 89.5% (n=102) en los que no se utilizó.

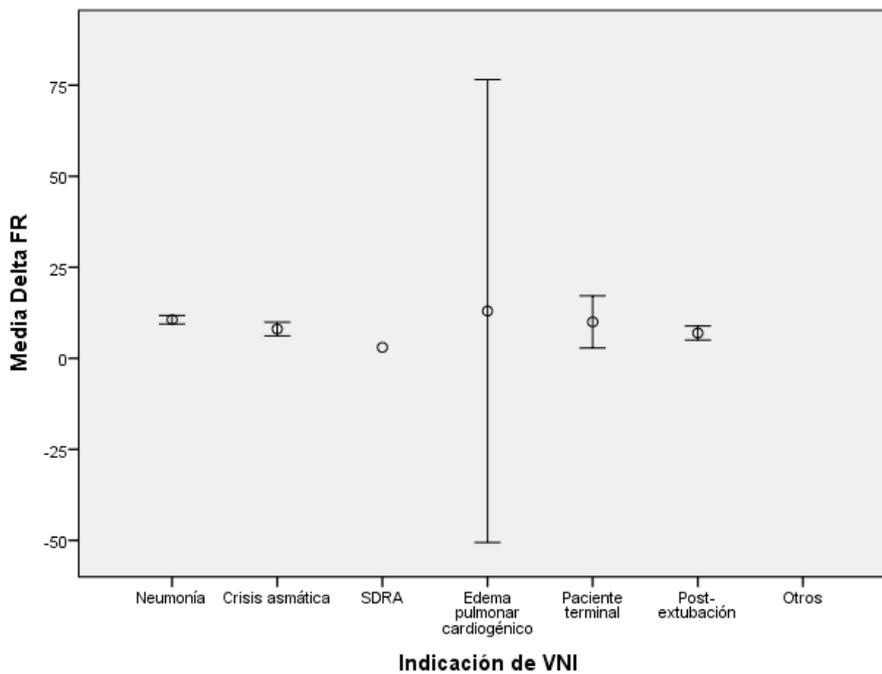
En cuanto al motivo de uso de ventilación no invasiva, 66 (57.8%) pacientes pertenecieron al grupo de neumonía, 16 (14%) al de crisis asmática, 1 paciente al de SDRA (0.8%), 2 (1.6%) al de edema pulmonar cardiogénico, 5 (4.4%) al de paciente terminal y 24 (21%) al grupo de post-extubación. Se identificó que 13 pacientes (11.4%) tuvieron de diagnóstico de base una patología oncológica, 20 cardiopatía congénita (17.5%), 3 inmunodeficiencia adquirida (2.6%), 24 patologías respiratorias crónicas (21%), 4 enfermedades neuromusculares (3.5%) y 50 (43.8%) pertenecieron al grupo de otras, de las que 47 fueron pacientes sanos y 3 con síndrome de Down sin cardiopatía asociada

En cuanto a la evolución, la frecuencia cardíaca tuvo una media de delta global durante la primera hora de 20.04, encontrándose mayor en el caso de los pacientes que ameritaron ventilación no invasiva secundaria a crisis asmáticas y enfermedad terminal (Gráfica 1). En el grupo de éxito, la frecuencia cardíaca de inicio tuvo una media de 149.3, con un delta en la primera hora de 22.6, en comparación con el grupo de fracaso, en el que la media de inicio fue de 149.7 y el delta durante la primera hora fue de 8.11.



Barras de error: 95,% IC

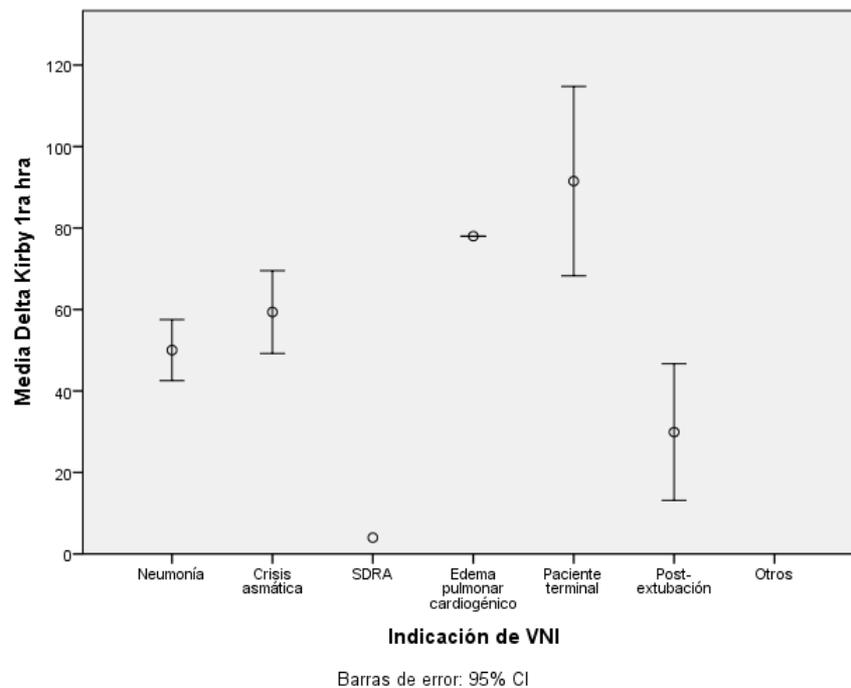
Gráfica 1



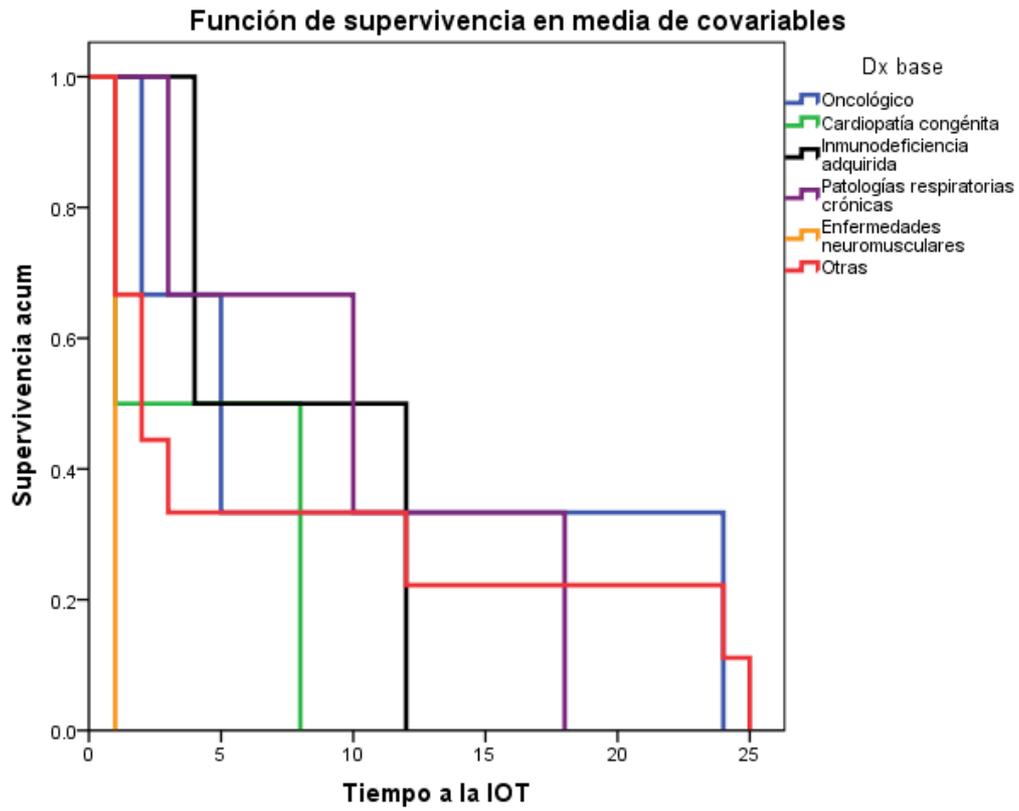
Barras de error: 95% CI

De la frecuencia respiratoria, el delta durante la primera hora en global fue de 9.43, siendo mayor en los casos de edema pulmonar cardiogénico y enfermo terminal, como se observa en la gráfica 2. Al inicio, en el grupo de éxito la media de la frecuencia respiratoria fue de 43.58, con un delta durante la primera hora de 10.87. En el grupo de fracaso, la media al inicio fue de 44.75 con un delta de 2.79.

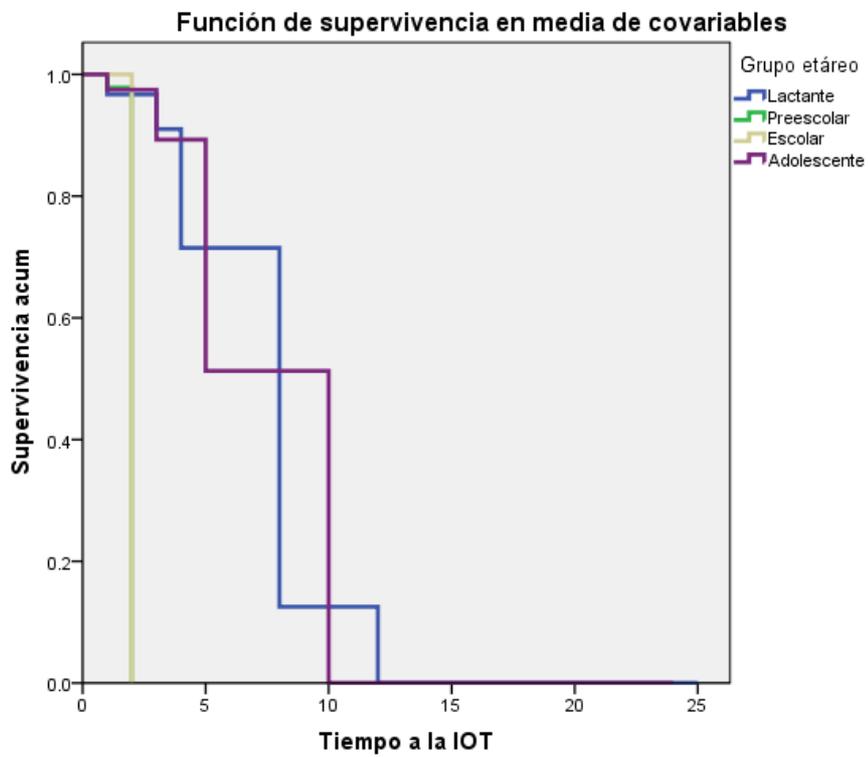
El delta del índice de Kirby global durante la primera hora tuvo una media de 48.64, siendo mayor en enfermos terminales y post-extubación (Gráfica 3). La media del índice de Kirby inicial en el grupo de éxito fue de 113.3, con una media de delta de 59.37. En comparación con el grupo de fracaso, en el que la media de Kirby inicial fue de 109.75, con una media de delta de -4.47.



En los pacientes en los que se requirió intubación orotraqueal durante algún momento del estudio, la media de horas desde el inicio de la VMNI hasta el momento de la intubación fue de 8.11 horas, con un mínimo de 1 y un máximo de 25 horas. Se analizó el tiempo a la intubación con el grupo etéreo, encontrándose que en el grupo de adolescentes el tiempo a la intubación del 100% de los casos fue de 5 horas, y en de lactantes de 8-9 horas., en comparación con el grupo de escolares y preescolares en los que fue 1 hora. En cuanto al diagnóstico de base y el tiempo a la intubación, no hubo diferencia significativa. (Gráficos 4 y 5)



Gráfica 4



Para la estadística analítica, se compararon las medias de dos muestras independientes (éxito y fracaso), dada la  $n < 30$  en uno de los grupos se evaluaron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas, no cumpliendo ninguno. Por lo que se realizó transformación logarítmica de las variables DeltaFC1hra, DeltaFR1hra y DeltaKirby1ra hora; posteriormente al evaluarse la normalidad no se cumplió, por lo que se realizó prueba U de Mann Whitney como método no paramétrico, siendo la hipótesis nula la igualdad de medias, con alfa 0.05.

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Ln Delta FC	.184	104	.000	.749	104	.000
LnFR	.297	104	.000	.787	104	.000
LnKirby	.165	104	.000	.799	104	.000

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Cuadro 8

	Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
<b>1</b>	La distribución de Delta FC 1 hora es la misma entre las categorías de Grupo de respuesta.	Prueba U de Mann-Whitney de muestras independientes	.000	Rechazar la hipótesis nula.
<b>2</b>	La distribución de Delta FR es la misma entre las categorías de Grupo de respuesta.	Prueba U de Mann-Whitney de muestras independientes	.000	Rechazar la hipótesis nula.
<b>3</b>	La distribución de Delta Kirby 1ra hora es la misma entre las categorías de Grupo de respuesta.	Prueba U de Mann-Whitney de muestras independientes	.000	Rechazar la hipótesis nula.

Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es .05.

## Discusión

En el presente estudio se investigaron factores asociados al éxito o fracaso de la ventilación mecánica no invasiva en pacientes pediátricos, incluyéndose todos los pacientes que tuvieron tal manejo en un servicio de urgencias. Se trató de un estudio retrospectivo y observacional, lo cual puede ser un sesgo en los resultados, ya que participaron pacientes de diversas edades, sexos, patologías de base así como enfermedades que llevaron al uso de ventilación no invasiva. De igual manera, al no contar con un grupo de control y al ser tan escasos los pacientes en los que hubo fracaso, las conclusiones deben ser tomadas con precaución.

Al comparar los resultados con estudios previos, se encuentra algo similar a lo encontrado por Colunga et al en un estudio en septiembre de 2008, en el que se estudiaron a pacientes con bronquiolitis que ameritaron ventilación no invasiva, encontrándose 83% de éxito. Se encontró como factor de éxito la disminución de la frecuencia cardíaca de 11 latidos durante la primera hora. En este estudio participaron únicamente pacientes con diagnóstico de bronquiolitis, que en su totalidad fueron lactantes. Aunque se trató de un estudio observacional, se establecieron criterios específicos para iniciar la ventilación mecánica en estos pacientes. Si bien, la población de los dos estudios es diferente, en ambos se encontró la disminución de la frecuencia cardíaca durante la primera hora como marcador de éxito, por lo que es importante controlar esta constante vital en los pacientes que ameriten ventilación mecánica no invasiva, sea cual sea el factor desencadenante. En el presente estudio la disminución de la frecuencia cardíaca fue mayor, como se observa en el apartado de resultados.

En el estudio de Colunga se encontró igual, una enfermedad predisponente como factor de fracaso, sin embargo en el presente estudio no hubo tal resultado ya que se incluyeron a todos los pacientes que ameritaron ventilación no invasiva, la mayoría de los cuales por tratarse de un hospital de tercer nivel, cursan con alguna patología de base.

Lo anterior nos indica que los parámetros clínicos de la evolución de los pacientes son los más importantes a tomar en cuenta para predecir éxito o fracaso. Variables como la edad, el sexo, la patología de base y la que llevó al uso de ventilación no invasiva, como se comenta en la sección de resultados, no tuvo diferencia estadísticamente significativa, por lo que en esta población estudiada, estos factores no deben ser tomados en cuenta para el inicio de este tipo de ventilación.

Estos resultados son comparables con lo encontrado por Alonso y colaboradores en un estudio en Uruguay publicado en el año 2012, en el que se estudiaron factores de éxito y fracaso en ventilación no invasiva, participaron pacientes menores de dos años con infecciones de vías respiratorias bajas que ameritaron este tipo de manejo ventilatorio. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la edad, sexo ni estado nutricional. Se encontró que el aumento de la frecuencia respiratoria, de la frecuencia cardíaca y de la presión soporte en las primeras dos horas de manejo se asociaron a fracaso terapéutico.

Muñoz-Bonet y colaboradores en 2010, realizaron un estudio en España en el que participaron pacientes de 1 a 16 años que ameritaron ventilación no invasiva en el servicio de terapia intensiva, con el objetivo de establecer factores de éxito y fracaso, tratándose de un estudio similar al presente, retrospectivo y observacional. Se encontró fracaso en el 19% de los pacientes, estableciéndose como factores de fracaso la edad menor (4 años versus 7 años en promedio), el diagnóstico de distrés respiratorio y el empeoramiento radiológico de los pacientes. En el grupo de éxito se encontró una disminución de la frecuencia cardíaca en las horas dos y cuatro de iniciada la ventilación no invasiva, con diferencia estadísticamente significativa comparada con el grupo de fracaso. No se encontraron diferencias significativas en cuanto a edad, sexo y estado nutricional en ambos grupos.

En este mismo estudio se encontró el aumento de la frecuencia respiratoria en las primeras dos horas de uso de VMNI como actor de fracaso. En el presente estudio, si bien el aumento de la frecuencia respiratoria no se asoció a fracaso, la disminución de la misma si fue estadísticamente significativa para el grupo de éxito. Lo anterior aunado a la disminución de la frecuencia cardíaca como factor para predecir éxito, concluye que la evolución clónica de los pacientes es el factor más importante en el uso de VMNI.

No se encontró en la literatura el Kirby como factor asociado a éxito. En el estudio de se asoció la presión soporte mayor a 9 en las primeras 2 horas como factor de fracaso, sin embargo en el presente estudio no se contó con tal información. Se tomó en cuenta la fracción inspirada de oxígeno y presión arterial de oxígeno al inicio y a la hora del uso de la VMNI, encontrándose que el aumento de la relación entre estas dos variables (Índice de Kirby) fue significativamente mayor en el grupo de éxito, por lo que se consideró un factor asociado al éxito de la VMNI.

El hecho de que no haya habido diferencia estadísticamente significativa en el tipo de interfase utilizada, nos indica que en estos pacientes se ha escogido de forma correcta. Como ya se comentó, un bajo porcentaje de pacientes tuvo sedación durante el uso de la ventilación no invasiva, sin considerarse el uso de ésta como factor de éxito o fracaso, aunque debe tomarse en cuenta que al ingresar un paciente al servicio de urgencias y encontrarse irritable, probablemente no se inicie esta forma de ventilación por tratarse de paciente poco cooperador, razón por la que probablemente en este estudio se encontró poco porcentaje de uso de sedación.

En los estudios de Larrar y Campion, la puntuación PRISM fue identificada como predictor de fracaso o de éxito, sin embargo en el presente trabajo no se tomó en cuenta esta escala de mortalidad en pacientes pediátricos, ya que no se contaron con todos los datos necesarios en el expediente, lo cual pudo haber sido criterio de unificación de todos los pacientes participantes y brindarle mayor valor estadístico a la investigación.

Los grupos en los que se encontró mayor tiempo para la intubación fueron en los lactantes y adolescentes, en comparación con los escolares y preescolares, probablemente debido a que estos últimos son menos cooperadores y no se retrasó la intubación en el servicio de urgencias. La mayoría de los pacientes en los que fracasó la ventilación no invasiva fueron intubados durante las

primeras horas de su evolución, por lo que es importante la vigilancia de las constantes vitales en las primeras horas, en las que generalmente son manejados en un servicio de urgencias. Lo anterior con el fin de disminuir complicaciones.

## Conclusiones

Deben establecerse criterios específicos para iniciar la ventilación mecánica no invasiva en pacientes pediátricos, así como evaluarse escalas de mortalidad para unificar criterios de gravedad.

La ventilación no invasiva en pacientes pediátricos tiene un alto porcentaje de éxito.

La disminución de la frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria así como aumento del índice de Kirby en la primera hora de uso de VMNI son los factores más importantes para predecir éxito y fracaso.

La disminución de la frecuencia cardiaca en la primera hora fue mayor en los casos de crisis asmática y post-extubación. Los pacientes con edema pulmonar cardiogénico presentaron mayor disminución de la frecuencia respiratoria en la primera hora. El índice de Kirby tuvo un mayor aumento en los casos de enfermos terminales y post-extubación.

Los factores demográficos como el sexo, la edad y el estado nutricional no se asocian a éxito o fracaso de la ventilación mecánica no invasiva.

El uso de sedación así como la interfase no son factores predictivos de éxito o fracaso en la VMNI.

El manejo de pacientes con ventilación no invasiva en un servicio de urgencias es de suma importancia ya que es el primer contacto del paciente y en donde se le otorga el manejo agudo.

Es necesario identificar factores asociados con éxito o fracaso de la ventilación mecánica no invasiva que tengan un comportamiento predictivo para tomar decisiones en forma oportuna. Los factores predictivos de fracaso indicarían necesidad de iniciar soporte ventilatorio convencional y así disminuir las complicaciones en los pacientes. El pasaje de una modalidad ventilatoria a otra requiere optimizar tiempo y condiciones.

La capacitación del personal de salud, en especial médico y de enfermería, y el equipamiento adecuado de un área específica resultan esenciales para la aplicación de ventilación no invasiva en un servicio de urgencias, con lo cual disminuye la demanda de camas en unidades de terapia intensiva en el periodo más crítico y las complicaciones vinculadas a la ventilación mecánica convencional.

## **Limitaciones del estudio**

Al tratarse de un estudio que incluya a pacientes de amplio rango de edad y patologías, los resultados pueden ser muy variables y llegar a conclusiones con sesgo.

En cuanto a la variabilidad de los pacientes de la muestra, no fue posible homogeneizar mediante escalas de mortalidad como la de PIM o PRISMA ya que no se contaron con los datos en el expediente necesarios para completar la escala.

Además los grupos de éxito y fracaso fueron cuantitativamente diferentes, por lo que un estudio de mayor tiempo podría tener mayor valor estadístico al ser más grande la muestra.

Al ser un estudio retrospectivo, el investigador no tiene el control de las variables al 100%, por lo que puede haber errores en los datos de los expedientes de los pacientes, disminuyendo así el valor estadístico de la investigación. Así mismo, existe un menor control de los pacientes que ingresaron al estudio, sin poder unificar criterios de inicio de ventilación no invasiva.

No se tomaron en cuenta las complicaciones en los pacientes que participaron en el estudio, las cuales pudieran asociarse a fracaso terapéutico y tomarse en cuenta en todos los pacientes que ameriten ventilación no invasiva con el fin de disminuirlas y así evitar tal fracaso.

## Cronograma

Actividad	Mes 1-3	Mes 4-5	Mes 6-7	Mes 8-9	Mes 10-12	Mes 13-14
Recolección de la información	X					
Realización del protocolo	X					
Recolección de datos		X	X	X	X	
Procesamiento de los datos			X	X	X	
Descripción y análisis de datos				X	X	X
Elaboración del informe final					X	X

## Referencias bibliográficas

1. Vivanco A, Medina A, Mayordomo J. Ventilación no invasiva en pediatría. Bol. Pediatr 2012; 52: 4-13.
2. Corrales R. Ventilación mecánica no invasiva en pediatría. Rev Chil Enf Respir 2008; 24: 263-265
3. Teague GT. Non invasive ventilation in the pediatric intensive care unit for children with acute respiratory failure. Pediatr Pulmonol. 2003; 35: 418-26
4. Pirret A, Sherring C, Tai J, Galbraith N, Patel R, Skinner S. Local experience with the use of nasal bubble CPAP in infants with bronchiolitis admitted to a combined adult/paediatric intensive care unit. Intensive Crit Care Nurs 2005; 21: 314-9.
5. Fortenberry J, Del Toro J, Jefferson L, Ebey L, Haase D. Management of pediatric acute hypoxemic respiratory insufficiency with bilevel positive pressure (BiPAP) nasal mask ventilation. Chest 1995; 108: 1059-64.
6. Ward S, Chatwin M, Heather S, Simonds A. Randomised controlled trial of non-invasive ventilation (NIV) for nocturnal hypoventilation in neuromuscular and chest wall disease patients with daytime normocapnia. Thorax 2005; 60: 1019-24.
7. Lobete Prieto C, Medina Villanueva A, Modesto I Alapont V, Rey Galán C, Mayordomo Colunga J, los Arcos Solas M. Prediction of PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> ratio from SpO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> ratio adjusted by transcutaneous CO<sub>2</sub> measurement in critically ill children. An Pediatr (Barc). 2011; 74: 91-6.
8. Mayordomo-Colunga J, Medina A, Rey C, et al. Predictive factors of non invasive ventilation failure in critically ill children: a prospective epidemiological study. Intensive Care Med. 2009; 35: 527-36.
9. Essouri S, Chevret L, Durand P, Haas V, Fauroux B, Devictor D. Noninvasive positive pressure ventilation: five years of experience in a pediatric intensive care unit. Pediatr Crit Care Med. 2006; 7: 329-334.
10. Alonso B, Boulay M, Dall P, Allegretti M, Berterretche R, Solá L, et al. Ventilación no invasiva en menores de dos años internados en sala con infección respiratoria baja, posibles factores predictivos de éxito y fracaso. Arch Pediatr Urug 2012; 83(4): 250-255
11. Mayordomo J, Medina A, Rey C, Los Arcos M, Concha A. Predictores de éxito y de fracaso en la ventilación no invasiva en la bronquiolitis aguda. An Pediatr (Barc) 2009; 70(1): 34-39

## Anexo I

### Proyecto de tesis: Ventilación mecánica no invasiva en pacientes pediátricos en un servicio de urgencias de tercer nivel

Fecha \_\_\_\_\_ Edad \_\_\_\_\_ Peso \_\_\_\_\_

Expediente \_\_\_\_\_ Sexo \_\_\_\_\_ Talla \_\_\_\_\_

- Diagnóstico de base

1) Oncológico 2) Cardiopatía congénita 3) Inmunodeficiencia 4) Respiratorio 5) Otro \_\_\_\_\_

- Diagnóstico de ingreso

\_\_\_\_\_

- Motivo de uso de VMNI

1) Neumonía 2) Asma 3) SDRA 4) Edema pulmonar cardiogénico 5) Enfermo terminal 6) Post-extubación

7) Otro \_\_\_\_\_

- ¿Uso de sedación?

Sí \_\_\_\_\_ Sedante \_\_\_\_\_ Dosis \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

- Tipo de ventilador utilizado

\_\_\_\_\_

- Tipo de interfase utilizada

1) Mascarilla nasal 2) Mascarilla naso-bucal

- Evolución

	Parámetros	FC	FR	GASA	FiO2	PO2/FiO2 (Kirby)
Inicio	Modo IPAP EPAP			PO2 PCO2		
Hora 1	Modo IPAP EPAP			PO2 PCO2		
Hora 6	Modo IPAP EPAP					
Hora 12	Modo IPAP EPAP			PO2 PCO2		

Hora 18	Modo IPAP EPAP					
Hora 24	Modo IPAP EPAP			PO2 PCO2		