ANÁLISIS DE LOS DATOS DE MONITORIZACIÓN DEL VENTILADOR PARA LA TOMA DE DECISIONES EN VENTILACIÓN MECÁNICA INVASIVA CRÓNICA

ANALYSIS OF VENTILATOR MONITORING DATA FOR DECISION-MAKING IN CHRONIC INVASIVE MECHANICAL VENTILATION

Dr. Mauricio Pincheira G.¹, Dra. Claudia Astudillo M.^{2,3}, Kigo. Gregory Villarroel S.^{3,4}, Kigo. Gonzalo Moscoso A.^{3,4}, Kigo. Patricio Baraño G.^{3,4}, Dr. Ignacio Oyarzún A.^{2,3}

1.- Hospital Las Higueras. Talcahuano. Chile.

2.- Departamento de Cardiología y Enfermedades Respiratorias Pediátricas, División de Pediatría, Facultad de Medicina, Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.

3.- Hospital Josefina Martínez. Santiago. Chile.

4.- Carrera Kinesiología, Departamento Ciencias de la Salud, Facultad de Medicina, Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago. Chile.

INTRODUCCIÓN

La ventilación mecánica invasiva (VMI) crónica es una realidad en la pediatría actual, fundamentalmente por el progreso en los cuidados intensivos pediátricos y neonatales. Distintas experiencias han reportado que la realización de traqueostomía por necesidad de soporte respiratorio prolongado se establece habitualmente antes del año de vida, siendo una de sus principales causas las enfermedades respiratorias crónicas como displasia broncopulmonar, enfermedades neuromusculares y cardiopatía congénita, entre otras (1-3). Distintos estudios han estimado que entre un 2 a un 19% de los niños que requieren VMI durante su estadía en UCI necesitaría traqueostomía, siendo variable según la realidad y complejidad de cada centro. De este grupo entre un 18 a 61% será dado de alta con ventilación mecánica crónica a su domicilio (4). En Chile, hace más de 10 años existe un programa nacional para el manejo de niños con ventilación crónica en domicilio. Se ha reportado que de un total de 1011 pacientes menores de 20 años usuarios de ventilación mecánica crónica, un 30% requiere soporte a través de traqueostomía (4,5).

La VMI crónica ha demostrado ser exitosa en mejorar la sobrevida y calidad de vida (6). Sin embargo, tiene efectos adversos que deben ser considerados en la indicación y seguimiento (7,8), como el daño pulmonar asociado a la ventilación mecánica, la colonización e infecciones respiratorias, las lesiones en vía aérea, el compromiso en los mecanismos de deglución e incluso la mortalidad secundaria a la oclusión o desplazamiento de la cánula. Esta terapia requiere de supervisión constante por un equipo especializado, responsable de optimizar su manejo y utilizar el mínimo de parámetros ventilatorios necesarios, así como de suspender la VMI cuando se presenten las condiciones clínicas para hacerlo. Distintas he-

RESUMEN

El uso de la ventilación mecánica invasiva crónica se ha incrementado progresivamente en pediatría. Su uso tiene importantes beneficios, pero también riesgos asociados. La terapia ventilatoria debe ser supervisada en forma constante y dentro de los métodos de evaluación clínica de la ventilación se encuentra el análisis de los datos de monitorización almacenados en la memoria interna del ventilador. Estos datos contienen información almacenada durante el uso del ventilador que puede ayudarnos a tomar decisiones. Es importante considerar que la precisión de la información depende de la tecnología del ventilador y los componentes utilizados. El objetivo de esta revisión es dar a conocer la utilidad y limitaciones de la información de monitorización del ventilador mecánico en pacientes usuarios de ventilación mecánica crónica por traqueostomía, junto con describir su interpretación estructurada en forma sencilla y con ejemplos clínicos.

Palabras claves: Ventilación mecánica crónica, pediatría, tarjeta de dispositivo.

ABSTRACT

Long-term mechanical ventilation has increased in pediatric patients. Its use has important benefits, but also associated risks. Ventilatory therapy must be constantly monitored, and ventilator data analysis is one of the evaluation methods. The device data contains information stored during the ventilator use and can help us with therapy decisions. The information accuracy depends on ventilator technology and the components that are used for ventilation. The objective of this review is to present the usefulness and limitations of the information on mechanical ventilator monitoring devices in patients using chronic mechanical ventilation by tracheostomy describing and structured interpretation in a simple way with the use of clinical examples.

Keywords: Long term ventilation, pediatrics, device data.

rramientas permiten guiar y tomar decisiones en esta terapia, siendo una de ellas la información de monitorización almacenada en la memoria interna del ventilador, que puede ser extraída con una tarjeta de memoria, pendrive o vía tele monitorización (9,10).

En el Hospital Josefina Martínez, centro especializado en el cuidado de pacientes con enfermedades respiratorias crónicas dependientes de ventilación mecánica, utilizamos habitualmente la información de monitorización del ventilador para apoyar la toma de decisiones, coincidiendo con la experiencia publicada recientemente por Perrem L et al (11). El objetivo de esta

revisión es dar a conocer la utilidad y limitaciones de la información de monitorización del ventilador mecánico en pacientes usuarios de ventilación mecánica crónica por traqueostomía, junto con describir su interpretación estructurada en forma sencilla y con ejemplos clínicos.

REGISTRO Y CONFIABILIDAD DE LOS DATOS ALMACENADOS

Los ventiladores modernos son capaces de generar y guardar datos por periodos prolongados de tiempo. Los fabricantes disponen de formas de almacenamiento de datos me-

Autor para correspondencia:

Dr. Ignacio Oyarzún A

Pontificia Universidad Católica de Chile. Diagonal Paraguay 362. Santiago de Chile

E-mail: ijoyarzu@uc.cl

diente tarjetas propias (ej. Encore SmartCard® o ResScan DataCard®), mediante tarjetas Secure Digital (SD) o dispositivos con conexión a Internet o Bluetooth, permitiendo monitorización a distancia. Una vez almacenada la información puede recuperarse a través del software que cada fabricante ha diseñado, los cuales cuentan con características particulares, pero de todos ellos es posible obtener registros de: configuración de parámetros, patrones y tiempo de uso diario, frecuencia respiratoria, respiraciones iniciadas por el paciente (gatillo por el paciente), fuga, volumen tidal y volumen minuto. Es necesario tener presente que la precisión de los datos entregados, particularmente la fuga y el volumen tidal, han sido evaluados en diversas pruebas de laboratorio, observando que la variabilidad de los resultados ha puesto en duda la confiabilidad de los datos aislados o minuto a minuto, por lo que la interpretación de los mismos debe ser cuidadosa (12-15). La diferencia en la precisión entre lo registrado por el ventilador y lo real, dependerá de los componentes del ventilador y de los algoritmos matemáticos que éste utilice para generar los datos que requieren ser estimados o calculados (por ej.: fuga o volumen corriente)(16-18).

PASOS PARA EL ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Una vez descargados los datos y generado el reporte con el software, procederemos a su análisis. Se recomienda una revisión sistemática y estructurada. Se sugiere revisar: prescripción y adherencia (modo ventilatorio programado y tiempos de conexión), fuga del circuito, inspiratory positive airway pressure (IPAP) y expiratory positive airway pressure (EPAP) logrados, volumen tidal y volumen minuto obtenido, frecuencia respiratoria y respiraciones activadas por el paciente. Se debe registrar peso actualizado y edad para calcular el volumen tidal por kilo y determinar el rango de frecuencia respiratoria teórica. En la Figura 1 proponemos una secuencia de interpretación.

1. Prescripción y configuración:

El primer paso será revisar la identificación en el informe y confirmar que corresponde al paciente. Luego, verificar el periodo de tiempo que se está revisando. Se recomienda considerar los últimos 15 a 30 días en pacientes con VMI crónica, es posible acotar el informe a periodos más breves cuando se requiera evaluar cambios recientes. En estos casos 48 o 72 horas con estabilidad clínica serían suficientes para el análisis. El siguiente paso es observar la configuración actual del ventilador, revisar si existe una configuración única o varias durante

1	Identificación y Configuración	Confirmar que la identificación y configuración de parámetros corresponde al paciente.
2	Adherencia	Verificar el periodo de tiempo que se está revisando y la adherencia al uso del ventilador por parte del paciente.
3	Fugas	Cuantificar la fuga (L/min)
4	Volumen Tidal	Verificar el valor absoluto del Vt y el cociente en ml/kg
5	Frecuencia respiratoria y gatillo	Evaluar el número de respiraciones realizadas y qué porcentaje de ellas fueron iniciadas (gatilladas) por el propio paciente.
6	Volumen garantizado y presiones alcanzadas	Chequear las presiones inspiratorias utilizadas para lograr el Vt programado en modo volumen garantizado o chequear si las presiones alcanzadas son acorde a las programadas en otros modos ventilatorios.
7	Conclusiones	Establecer una conclusión global que considere el contexto clínico y antecedentes del paciente.

Figura 1. Secuencia de interpretación de los datos de la monitorización del ventilador.

Figura 2. Informe de Encore Pro. Ejemplo de caída de gatillo debido a fuga. Se observa caída del gatillo durante distintos momentos de la noche. En el recuadro a las 6:00 se observa la mayor caída. Esta imagen se repite entre las 11:00 a 14:00 horas y entre las 20:00 a 21:00 horas. Se observa además un brusco aumento de la fuga lo que probablemente representa una desconexión.

el día, (habitualmente utilizadas para ventilación diferente durante sueño o vigilia), revisar los parámetros configurados y corroborar que sean los indicados.

2. Adherencia:

La adherencia es fundamental para asegurar el correcto uso de la ventilación, independiente del tiempo de uso diario indicado. La información obtenida nos permite identificar la hora de conexión y desconexión (informando las horas de ventilación diarias), evaluar el cumplimiento del tiempo libre de ventilación al día (ventanas) y además de la adherencia a modos de ventilación diferenciados en sueño/vigilia. Se puede configurar en el software el tiempo de uso diario que se considerará como buena adherencia, habitualmente se reporta como el número (o porcentaje) de días en que

se utilizó el ventilador por más de 4 o 6 horas en relación con el total de los días evaluados. Además, es posible ver gráficas que representen los días y las horas específicas en que el ventilador estuvo encendido y funcionando.

Revisar prescripción y adherencia nos ayudará a confirmar si la indicación (modo ventilatorio, parámetros y tiempos de uso) ha sido cumplida. Esta información es fundamental antes de considerar que nuestra terapia no cumple con los objetivos terapéuticos y definir un eventual reajuste de parámetros ventilatorios.

3. Fugas:

Todas las situaciones clínicas en que se entrega ventilación mecánica a presión positiva pueden presentar escapes de aire durante la terapia conocidos como fugas, estas pueden

ser intencionadas o no intencionadas. Las fugas intencionadas son aquellas planificadas por el fabricante como un método de eliminar el CO₂ exhalado del sistema a través del puerto o portal exhalatorio. De acuerdo con el portal exhalatorio utilizado existirá un incremento de la fuga intencionada a medida que se incrementa la presión positiva utilizada. Existe una relación lineal entre la presión utilizada y la tasa de fuga, por tanto a medida que se aumenta la presión existirá un incremento esperable de la fuga intencionada. La fuga no intencionada es aquella producida por fugas no planificadas.

En la ventilación no invasiva, la fuga no intencionada ocurre cuando no se logra el selle adecuado entre la interfase y la cara del paciente, en el caso de la VMI por traqueostomía, la fuga no intencionada puede producirse por desconexión, tamaño de cánula insuficiente, por fuga a través de un ostoma amplio o por escape de aire peri cánula hacia la vía aérea superior permeable si no se utiliza un cuff que permita el adecuado selle de la vía aérea en algunos casos (19).

Es necesario considerar que gran parte de la ventilación prolongada se realiza por una tubuladura de una sola salida, que como método de exhalación presenta un portal exhalatorio de fuga constante. Esto hace que los datos registrados por el ventilador para parámetros como presiones, volúmenes, gatillos ventilatorios y fugas, deban estar basados en una combinación de mediciones y cálculos a través de algoritmos, así, cuando existen fugas significativas, todos estos parámetros pueden ser menos confiables, por ello siempre debe evaluarse la fuga al interpretar el resto de los datos obtenidos (20). Durante la ventilación controlada por presión la presencia de fuga exagerada puede producir además dificultades en la terapia, dificultad que se logren las presiones objetivo, hace más difícil el gatillo del ventilador por el paciente y contribuye a la asincronía entre paciente y ventilador (13).

La fuga es informada como un valor de flujo (Litros/minuto), y puede ser informada como fuga total (intencional más no intencional) o como fuga no intencional. Es importante saber qué tipo de fuga es la que muestra el informe a revisar. Por ejemplo, al realizar la lectura con el software Encore Pro[®] se informa la fuga total, en ResScan[®] sólo se muestra la fuga no intencionada.

No está tan claro el límite para hablar de una fuga exageradamente alta, se ha reportado una fuga intencional programada de aproximadamente 200ml/segundo (12 L/min) a PEEP 5. Los ventiladores Trilogy[®], de acuerdo al fabricante, son capaces de compensar hasta el doble de su fuga, una fuga de hasta aproxima-

damente 25 L/min podría ser tolerada, siempre considerando que debe chequearse el motivo de la fuga(12)(19)(21-23).

En los reportes de los datos de monitorización de la tarjeta del ventilador es habitual observar caídas de gatillos relacionadas a fugas significativas y bruscas, las que muy probablemente reflejan desconexiones del sistema (22). Otro ejemplo frecuente corresponde a los aumentos o disminuciones bruscas en los volúmenes corrientes medidos, relacionados a fugas exageradas. Una fuga alta en forma sostenida en el contexto de una ventilación que no cumple con los objetivos debe hacerlos considerar resolver las causas de fuga exagerada.

4. Volumen corriente

Lograr un volumen corriente (VC) adecuado es la piedra angular del soporte ventilatorio. Como se mencionó, las mediciones de VC realizadas están determinadas por la tecnología de cada ventilador y algoritmos de software utilizados para compensar la fuga del circuito(24,25). Esas son algunas de las razones por la que se ha cuestionado la confiabilidad de los volúmenes informados. Recomendamos valorar tanto la tendencia de varios días como las mediciones individuales, contrastar los VC con las fugas y evaluar el comportamiento hora a hora además del promedio diario, así evitaremos tomar decisiones basadas solo en el promedio o solo en un evento específico. Habitualmente se sugiere un volumen objetivo de 6 a 8 ml/kg, sin embargo, como cualquier evaluación clínica esta debe relacionarse con la condición clínica del paciente y otros hallazgos sugerentes de hipo o hiperventilación.

5. Frecuencia respiratoria

La interpretación de la frecuencia respiratoria debe ser cuidadosa, el ventilador registrará solo el número de esfuerzos respiratorios que desencadenan una ventilación, en otras palabras, refleja el número de respiraciones efectivamente "gatilladas" y "entregadas" al paciente por minuto. Cuando las frecuencias respiratorias del paciente están cercanas o son iguales a la frecuencia de respaldo configurada, puede sospecharse que ocurra alguna de estas situaciones: esfuerzos respiratorios que no gatillan una ventilación, problemas en la generación del impulso ventilatorio central (drive) o que el paciente se acople a la frecuencia programada, "descansando" en el ventilador (19). Esta situación es habitual en pacientes en que se han programado frecuencias de respaldo sobre lo fisiológico para la edad o en pacientes neuromusculares que no logran un gatillo efectivo de todas sus respiraciones. Una correcta interpretación de la frecuencia respiratoria debe

realizarse en conjunto con la evaluación de las respiraciones gatilladas por el paciente.

6. Respiraciones gatilladas por el paciente

Corresponde al número de ventilaciones que fueron iniciadas por el paciente, del total de ventilaciones entregadas por el ventilador en un minuto, generalmente se expresa como porcentaje y depende de las respiraciones gatilladas y del número de ventilaciones configuradas en el ventilador. Un gatillo de 100% corresponderá a que 100 de 100 ventilaciones que entregó el ventilador, fueron gatilladas por el paciente. Un gatillo bajo puede producirse por fuga que dificulte detectar el esfuerzo del paciente, esfuerzos que no gatillan ventilaciones (por ej. flujo mínimo para iniciar la ventilación muy altos para el paciente), por la programación de una frecuencia respiratoria muy alta que no permita al paciente el tiempo necesario para gatillar una ventilación o por alteraciones del drive ventilatorio. El modo S (espontáneo) y en el modo CPAP no se configura una frecuencia de respaldo e informarán siempre un gatillo del 100%, ya que todas las ventilaciones son gatilladas por el paciente. No será posible conocer alteraciones del drive a través del análisis del gatillo y dependeremos de la interpretación de la frecuencia respiratoria registrada. Se recomienda realizar un análisis diferenciado entre sueño y vigilia, y no sólo ver el gatillo promedio, ya que es posible que existan diferencias en la activación de la ventilación entre ambas etapas. En caso de sospecharse que el paciente pudiese tener un compromiso de drive respiratorio esto debe confirmarse con estudios más precisos como por ejemplo poligrafía o polisomnografía.

7. Ventilación con presión de soporte y volumen promedio asegurado (Ej. Función Average Volume Assured Pressure Support (AVAPS))

Es una función especial de ventilación que puede evaluarse con ayuda del informe de datos y corresponde a la ventilación con presión de soporte y volumen garantizado. En este modo, se programa un volumen corriente objetivo y un rango de IPAP (con un IPAP máximo y un IPAP mínimo), esto permite que el ventilador responda a cambios en el volumen corriente entregado con cambios compensatorios en la presión inspiratoria para mantener el volumen corriente objetivo. Las presiones inspiratorias requeridas para lograr el volumen objetivo pueden variar en el tiempo, en situaciones como sueño/vigilia, aumento de secreciones, o exacerbaciones respiratorias donde puede existir cambios en las cargas resistivas y/o elásticas del sistema toracopulmonar. En el reporte de la monitorización ventilatoria la tarjeta pue-

de: interpretar las IPAP utilizadas durante el día-noche y sus variaciones, observar si estas se acercan a las máximas o mínimas configuradas, objetivar si se cumple el volumen objetivo programado y con qué presiones se logra. Su monitorización durante el tiempo puede ser útil para seguimiento indirecto de la ventilación, la necesidad de menores presiones a las previas para movilizar la misma cantidad de volumen corriente puede estar indicando cambios favorables en la mecánica ventilatoria.

CASOS CLÍNICOS Y EJEMPLOS DE INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS DE MONITORIZACIÓN

Caso 1. Evaluación de la fuga y su relación con caída en gatillo

Escolar de 5 años con miopatía congénita no precisada. Usuario de VMI 24 horas desde lactante, cánula n° 4,5 sin cuff. Actualmente VM modo S/T 12/6 FR 15x' Ti 0,8 (tiempo inspiratorio). Presenta desaturaciones intermitentes durante el sueño hasta 88%. En la Figura 2 puede verse parte del informe de tarjeta. Se observa caída del gatillo durante distintos momentos de la noche, siendo más marcada a las 6:00, que se relaciona a un aumento de la fuga en forma considerable hasta 100 L/min, probablemente debido a una desconexión. Es importante destacar que la media de Fuga es de 22.9 L/min lo cual es aceptable.

Caso 2. El efecto de la fuga en el gatillo y en la efectividad de la ventilación

Paciente de 5 años, con antecedente de parálisis cerebral, daño pulmonar crónico. Usuario de ventilación las 24 horas del día, cánula 4,5 sin cuff. En el registro de la figura 3A se observa una fuga promedio de 38 L/min, con caída de gatillo predominantemente en la noche y gatillo promedio de 68%. En consideración de la edad y los antecedentes clínicos se decide paso a cánula 4,5 con cuff inflado. En el registro de la figura 3B se observa que existe una mejoría en la fuga a niveles aceptables (23 L/min) con aumento del gatillo de aproximadamente 10% y con caída de la FR de 39 a 29 por minuto, reflejando posiblemente una ventilación mas eficiente.

Caso 3. Evaluación del registro en paciente usuario de ventilación en modo S/T AVAPS®

Lactante de 1 año 2 meses, 12 kilos, antecedentes de displasia broncopulmonar, traqueomalacia y hemorragia intracraneana grado IV, usuario TQT cánula n° 4,0, VM modo S/T 10/6, FR 15, Ti 0,8, PaCO₂ hasta 60 mmHg. Se cambia a modo S/T AVAPS VC 70 ml (6 ml/kg) IPAP 12-16 y EPAP 6. En la Figura 4 se puede observar que la IPAP media es de 14 cmH₂O

Figura 3. Informe de Encore Pro. Ejemplo de caída de gatillo debido a fuga que mejora con uso de cuff. A: Se observa fuga elevada, gatillo que baja significativamente durante la noche y frecuencia respiratoria de 39 por min. En la figura B se ha inflado el cuff de la cánula, se observa una caída de la fuga, mejor gatillo y disminución de la frecuencia respiratoria media.

Figura 4. Informe de Encore Pro. Ejemplo presiones logradas durante uso de modo AVAPS. Observamos el aumento del IPAP durante las horas de la noche (en el recuadro) para lograr el volumen programado, asociada a un VC constante y una caída en el gatillo. Sugiriendo la dependencia a la frecuencia y soporte ventilatorio durante la noche.

Figura 5. Informe de Encore Pro. Ejemplo de indicación de ventanas en la ventilación. Se observa que las ventanas sin registro son de aproximadamente 4 horas en la mañana y 7 horas en la tarde, más largas de lo planificado.

para lograr el volumen corriente programado. Existe un aumento transitorio del IPAP en asociación a una caída del volumen corriente, de la frecuencia respiratoria y del gatillo del paciente durante sueño. Posiblemente durante algunos periodos de la noche, en relación con distintas etapas de sueño, el paciente requiere mayores presiones para lograr una adecuada ventilación. Por otro lado, el bajo número de respiraciones activadas por paciente sugiere que podría presentar compromiso del drive el que podría ser evaluado con un estudio de sueño.

Caso 4. Evaluación del tiempo de uso y patrón de uso utilizando el registro de otras variables medidas.

Lactante de 8 meses, portador de síndrome de Down, traqueobroncomalacia severa y apnea obstructiva del sueño severa; usuario de TQT n° 4,0. Ventilado en modo S10/6. Dado evolución favorable se indica ventanas a CPAP 6 cmH2O de 2 horas en la mañana y 2 horas en la tarde en forma progresiva. Evolucionó con peso estacionario y somnolencia diurna. En la Figura 5 se observan que las ventanas son más extensas de lo planificado. Se refuerza la indicación de ventanas e importancia de cumplimiento terapéutico con mejoría del estado nutricional y disminución de los síntomas.

CONCLUSIÓN

La información de los datos de monitorización de las tarjetas de registro de los ventiladores es fácil de obtener y puede ser una herramienta de gran ayuda para guiar la terapia ventilatoria crónica. El conocimiento de las limitaciones de los datos entregados, junto con una evaluación estructurada y correlación con los fundamentos de la ventilación mecánica y los antecedentes clínicos del paciente (mecánica respiratoria, gases arteriales/venosos, capnografía, oximetría de pulso, poligrafía o

polisomnografía entre otros) nos permitirá una interpretación correcta para tomar decisiones. Creemos que la lectura periódica de esta información de manera crítica enriquece la discusión de los equipos tratantes y permite generar mayor evidencia en el manejo de pacientes con ventilación crónica invasiva. Con esta revisión esperamos acercar este instrumento a quienes no lo conocen e incentivar su uso y análisis crítico en quienes ya lo ocupan en el seguimiento habitual de sus pacientes.

Los autores declaran no tener conflicto de interés.

Agradecimientos

Dra. Solange Caussade por participar en la revisión del manuscrito.

REFERENCIAS

- Watters KF. Tracheostomy in infants and children. *Respir Care*. 2017;62(6):799-825. doi:10.4187/respcare.05366
- Wood D, McShane P, Davis P. Tracheostomy in children admitted to paediatric intensive care. *Arch Dis Child*. 2012;97(10):866-9. doi:10.1136/archdischild-2011-301494
- Gergin O, Adil EA, Kawai K, Watters K, Moritz E, Rahbar R. Indications of pediatric tracheostomy over the last 30 years: Has anything changed? *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2016;87:144-7. doi:10.1016/j.ijporl.2016.06.018
- McCorry MC, Lee KJ, Scanlon MC, Wakeham MK. Predictors of need for mechanical ventilation at discharge after tracheostomy in the PICU. *Pediatr Pulmonol*. 2016;51(1):53-9. doi:10.1002/ppul.23195
- Deidán RC, Valenzuela M, Valdivieso J, Dubos CG. Traqueostomía en niños: 7 años de experiencia Hospital Roberto del Río. Santiago de Chile. *Rev Ped Elec*. [Internet] 2008 [citada 11 enero 2021];5(3):12-24. Disponible en: http://www.revistapediatria.cl/volumenes/2008/vol-5num3/pdf/TRAQUEOSTOMIA_NINOS.pdf
- Paiva Reinerio R, Vera Uribe R, Torres-Castro R, Valenzuela R, Pontoni P. *European Respiratory Journal* Sep 2017; 50 (suppl 61) PA2009; doi:10.1183/13930003.congress-2017.PA2009
- González R, Bustinza A, Fernández SN, García M, Rodríguez S, García-Teresa MA et al. Quality of life in home-ventilated children and their families. *Eur J Pediatr*. 2017;176(10):1307-17. doi:10.1007/s00431-017-2983-z
- Chiang J, Amin R. *Respiratory Care Considerations for Children with Medical Complexity*. *Children* [Internet] 2017 Feb [cited 2021 Jan 11];4(5):41. Available from: <https://www.mdpi.com/2227-9067/4/5/41/pdf> doi:10.3390/children4050041
- Doherty C, Neal R, English C, Cooke J, Atkinson D, Bates L et al. Multidisciplinary guidelines for the management of paediatric tracheostomy emergencies. *Anaesthesia*. 2018;73(11):1400-17. doi:10.1111/anae.14307
- Janssens JP, Borel JC, Pépin JL. Nocturnal monitoring of home non-invasive ventilation: The contribution of simple tools such as pulse oximetry, capnography, built-in ventilator software and autonomic markers of sleep fragmentation. *Thorax*. 2011;66(5):438-45. doi:10.1111/anae.14307
- Sandoz JS, LeBlanc C, McKim DA. Data downloads for effective noninvasive ventilation in patients with neuromuscular respiratory failure. *Respir Care*. [Internet] 2014 [cited 2021 Jan 11];59(3):e35-40. doi:10.4187/respcare.02153
- Perrem L, Mehta K, Syed F, Baker A, Amin R. How to use noninvasive positive airway pressure device data reports to guide clinical care. *Pediatr Pulmonol*. 2020;55(1):58-67. doi:10.1002/ppul.24555
- Contal O, Vignaux L, Combescure C, Pepin JL, Joliet P, Janssens JP. Monitoring of noninvasive ventilation by built-in software of home bilevel ventilators: A bench study. *Chest*. 2012;141(2):469-76. doi:10.1378/chest.11-0485
- Fresnel E, Muir J-F, Letellier C. Performances of domiciliary ventilators compared by using a parametric procedure. *EPJ Nonlinear Biomed Phys*. 2016; 4(1):1-27. doi:10.1140/ep-jnbp/s40366-016-0033-9
- Luján M, Pomares X, Sogo A. Monitoring accuracy of home mechanical ventilators: Key technical elements and clinical implications. En: *Esquinas, Noninvasive Mechanical Ventilation: Theory, Equipment, and Clinical Applications*. Second Edition. Springer International Publishing; 2016. p. 173-8.
- Pasquina P, Adler D, Farr P, Bourqui P, Bridevaux PO, Janssens J-P. What does built-in software of home ventilators tell us? An observational study of 150 patients on home ventilation. *Respiration*. 2012;83:293-9. doi:10.1159/000330598

17. Luján M, Sogo A, Monsó E. Software de monitorización de ventilación mecánica domiciliaria: ¿medir más o medir mejor? Arch Bronconeumol. 2012;48(5):170-8.
18. Borel J, Palot A, Patout M. Technological advances in home non-invasive ventilation monitoring: Reliability of data and effect on patient outcomes. *Respirology*. 2019;24(12):1143-51. doi: 10.1111/resp.13497
19. Mansell SK, Cutts S, Hackney I, Wood MJ, Hawksworth K, Creer DD et al. Using domiciliary non-invasive ventilator data downloads to inform clinical decision-making to optimise ventilation delivery and patient compliance. *BMJ Open Respir Res*. [Internet]. 2018 Mar [cited 2021 Jan 11];5(1):e000238. Available from: <https://bmjopenrespres.bmj.com/content/5/1/e000238>. doi: 10.1136/bmjresp-2017-000238
20. Esquinas AM. Noninvasive mechanical ventilation: Theory, equipment, and clinical applications: Second edition [Internet]. 2016th ed. Esquinas AM, editor. *Noninvasive Mechanical Ventilation: Theory, Equipment, and Clinical Applications: Second Edition*. Springer International Publishing; 2016.
21. Luján M, Sogo A, Grimau C, Pomares X, Blanch L, Monsó E. Influence of dynamic leaks in volume-targeted pressure support noninvasive ventilation: A bench study. *Respir Care*. 2015;60(2):191-200. doi: 10.4187/respcare.03413
22. Zhu K, Rabec C, Gonzalez-Bermejo J, Hardy S, Aouf S, Escourrou P et al. Combined effects of leaks, respiratory system properties and upper airway patency on the performance of home ventilators: A bench study. *BMC Pulm Med*. [Internet] 2017 Nov [cited 2021 Jan 11];17:145. Available from: <https://bmcpulmed.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12890-017-0487-2> doi: 10.1186/s12890-017-0487-2
23. Esquinas A, Rabec C. Letter to the Editor: Noninvasive ventilation to breathe but not to leak: That is the question! *Respiration*. 2013;86:261. doi: 10.1159/000350425
24. Rabec C, Georges M, Kabeya NK, Baudouin N, Massin F, Reybet-Degat O et al. Evaluating noninvasive ventilation using a monitoring system coupled to a ventilator: A bench-to-bedside study. *Eur Respir J*. 2009;34(4):902-13. doi: 10.1183/09031936.00170508
25. Sogo A, Montanyà J, Monsó E, Blanch L, Pomares X, Luján M. Effect of dynamic random leaks on the monitoring accuracy of home mechanical ventilators: A bench study. *BMC Pulm Med* [Internet]. 2013 Dec 10 [cited 2020 Mar 20];13(1):75. Available from: <http://bmcpulmed.biomedcentral.com/articles/10.1186/1471-2466-13-75>
26. Luján M, Lalmolda C, Ergon B. Basic concepts for tidal volume and leakage estimation in non-invasive ventilation. *Turkish Thorac J*. 2019;20(2):140-6. doi: 10.5152/TurkThoracJ.2018.177