

# Presión inspiratoria mantenida en pacientes pediátricos traqueostomizados como indicador de tolerancia al uso de cánula tapada

GONZALO MOSCOSO A.\* \*\*, GREGORY VILLARROEL S.\* \*\*, NICOLÁS IBÁÑEZ U.\* ,  
CLAUDIA ASTUDILLO M.\*\*\*, \*\*\*\*, y YORSCHUA JALIL C.\* ,\*\*\*\*\*

## Maintained inspiratory pressure in pediatric tracheostomized patients as an indicator of tolerance of capped tracheostomy

**Introduction:** The prolonged use of tracheostomy leads to several complications, being necessary a prompt and safe decannulation. Maintained Inspiratory Airway Pressure (PiMant) is a functional evaluation of the dynamic changes of upper airway in inspiration which could indicate the tolerance to capped tracheostomy and adapting to this new airflow resistance, prior to decannulate. **Methods:** Sixteen tracheostomized patients were evaluated with PiMant using a vacuum gauge, recording pressure value, oxygen saturation, respiratory rate, heart rate, accessory muscles use and presence of stridor during 15 minutes. **Results:** Median age 60 months-old, pressure range -2 to -40 cmH<sub>2</sub>O. PiMant values > -7 cmH<sub>2</sub>O were associated with better tolerance to capped tracheostomy. Stridor was associated to increase of respiratory effort being the best criteria to bring to a halt the test. **Conclusions:** PiMant is a safe assessment, and indicates tolerance to capped tracheostomy when values > -7 cmH<sub>2</sub>O are found.

**Key words:** Tracheostomy; Decannulation; Capped Tracheostomy; child.

## Resumen

**Introducción:** El uso prolongado de traqueostomía (TQT) conlleva a complicaciones que pueden minimizarse con una decanulación segura y temprana. La presión inspiratoria mantenida (PiMant) evalúa el comportamiento dinámico de la vía aérea en inspiración, la que puede relacionarse con la tolerancia a la oclusión de la TQT en pacientes en vía de decanulación. El objetivo es el de describir la medición de PiMant y relacionar su valor con la tolerancia al uso de cánula tapada. **Metodología:** Se evaluó la PiMant a 16 pacientes traqueostomizados, con vacuómetro anaeroide, registrando la moda de las presiones obtenidas, saturación de oxígeno, frecuencias respiratoria y cardíaca, uso de musculatura accesoria y estridor; a los minutos 1, 5, 10 y 15 de la oclusión de la TQT. **Resultados:** mediana edad 60 meses, rango de presiones -2 a -40 cmH<sub>2</sub>O. Valores de PiMant > -7 cmH<sub>2</sub>O se asocian a mejor tolerancia al uso de cánula tapada. El estridor severo, asociado a aumento en frecuencia respiratoria, frecuencia cardíaca y uso de musculatura accesoria fueron los principales indicadores de fin de la prueba. **Conclusiones:** PiMant es una prueba segura. PiMant > -7cmH<sub>2</sub>O, presentan mejor tolerancia a uso de cánula tapada.

**Palabras clave:** Traqueostomía; Decanulación; Cánula Tapada; niños.

\* Kinesiólogo Hospital Josefina Martínez, Puente Alto. Santiago, Chile.

\*\* Instructor Adjunto Carrera Kinesiología, Departamento Ciencias de la Salud, Facultad de Medicina, Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.

\*\*\* Pediatra Broncopulmonar, Hospital Josefina Martínez. Puente Alto. Santiago, Chile.

\*\*\*\* Instructor Adjunto. Departamento de Cardiología y Enfermedades Respiratorias. División de Pediatría. Escuela de Medicina Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.

\*\*\*\*\* Escuela de Kinesiología, Facultad de Ciencias de la Rehabilitación, Universidad Andrés Bello, Santiago, Chile.

## Introducción

El avance en las tecnologías en los cuidados intensivos neonatales y pediátricos, ha significado un aumento en la supervivencia de niños gravemente enfermos<sup>1,2</sup>, generando necesidad de cuidados especiales<sup>3</sup>, lo que incluye aspectos emocionales, técnicos y otros funcionales como ventilación mecánica prolongada (VMP) a través de traqueostomía (TQT)<sup>4</sup>, entre otras.

El uso de una vía aérea artificial genera que estos pacientes enfrenten problemas recurrentes, como exacerbaciones, decanulaciones accidentales, oclusiones, granulomas en la vía aérea, traqueo y broncomalacias, trastornos de deglución, pérdida del gusto y de la olfacción<sup>5,6,7</sup>. Frente a ésta problemática es necesario que la rehabilitación respiratoria guíe a una decanulación segura y precoz. Con este fin, en la literatura, se proponen diversos protocolos de decanulación, que incluyen evaluación clínica<sup>8,9,10,11</sup>, polisomnografía<sup>12,13,14</sup> y/o fibrobroncoscopia<sup>10,13</sup>.

La fibrobroncoscopia evalúa de forma estructural la vía aérea y la polisomnografía nos permite el diagnóstico de apneas e hipopneas, pero pueden no ser suficientes para determinar la tolerancia que tendrá un paciente al ventilar espontáneamente y sin cánula de TQT, ya que ninguno de estos estudios determinan el comportamiento dinámico de la vía aérea superior. Es por esto, que surge la necesidad de evaluaciones funcionales de la vía aérea.

En el año 2012, nuestro grupo de trabajo, publicó valores para la medición de presión espiratoria mantenida (PEMant) en pacientes pediátricos traqueostomizados, como un indicador de permeabilidad de la vía aérea en fase espiratoria, lo que permite predecir la tolerancia al uso de válvula de fonación (VF)<sup>7</sup>. Si bien esta evaluación es importante, es insuficiente para establecer la funcionalidad global de la vía aérea, ya que no considera la fase inspiratoria. En nuestra experiencia, un grupo importante de pacientes que usan VF, no toleran el uso de cánula tapada en gran medida por el comportamiento dinámico de la vía aérea extratorácica que durante una inspiración reduce su lumen, dejándola en riesgo de colapso cuando no se cuenta con una estructura anatómica indemne.

De esta manera parece clave poder valorar en forma objetiva el esfuerzo necesario para vencer la resistencia al paso de aire en inspiración en niños con TQT. Poder contar con esta herramienta, como prueba de significancia funcional, puede aportar a la protocolización de estándares de cuidado en el manejo de pacientes con TQT,

puediendo predecir una decanulación exitosa<sup>16,17</sup>.

Nuestro grupo propone una nueva herramienta, que denominamos presión inspiratoria mantenida (PiMant) y corresponde a la presión meseta, la cual podría aproximarse al esfuerzo ventilatorio realizado por el paciente en fase inspiratoria, reflejo de la resistencia al flujo de aire que atraviesa la vía aérea superior (VAS) en inspiración. El objetivo de este estudio es describir la técnica de PiMant y relacionar su valor con la tolerancia clínica al uso de cánula tapada en niños traqueostomizados del Hospital Josefina Martínez.

## Método

Estudio observacional analítico de una cohorte retrospectiva, donde se revisaron fichas clínicas entre enero de 2015 y noviembre de 2017, de pacientes traqueostomizados, sin dependencia de ventilación mecánica diurna, para describir la técnica de presión inspiratoria mantenida (PiMant) y su tolerancia clínica durante la oclusión de la cánula de traqueostomía (TQT). Este estudio cuenta con aprobación del Comité de Ética del Servicio de Salud Metropolitano Sur Oriente.

**Criterios de Inclusión:** pacientes traqueostomizados, hospitalizados en el hospital Josefina Martínez, usuarios de VF (PEMant < 12 cmH<sub>2</sub>O); Fibrobroncoscopia en los últimos 6 meses sin estenosis subglótica grados III o IV, sin presencia de granuloma oclusivo por más de un 70% del lumen y sin malacia proximal, con estabilidad clínica en las últimas 4 semanas.

**Criterios de Exclusión:** Pacientes con requerimientos de presión positiva continua y enfermedad neuromuscular de mal pronóstico.

**Variables de interés en Evaluación de PiMant:** desde planilla de evaluación de PiMant, se rescataron el nombre, edad, fecha de prueba, diámetros interno (ID) y externo de cánula (OD) y variables clínicas en estado basal y al minuto y a los 5, 10 y 15 min durante los que se mantuvo la cánula tapada.

Las variables clínicas consignadas fueron: frecuencia respiratoria, frecuencia cardíaca, saturometría de pulso, uso de musculatura accesoria inspiratoria (UMA), permeabilidad de vía aérea (PVA), determinada por presencia de secreciones y estridor inspiratorio.

**Evaluación con cánula tapada:** en la cánula de traqueostomía se conectó un adaptador de codo de capnografía unido a un adaptador múltiple 15/22 mm que fue ocluido con tapón de circuito de ventilación mecánica de 15 mm de diámetro. Se conectó a vacuómetro aneroides (Modelo EN 837, tectis, MULTEC 0 - -160

cmH<sub>2</sub>O) por medio de una silicona de 20 cm (Figura 1). Luego se dio inicio al cronómetro. Desde el segundo 0 a 59, se consideró como período de adaptación a la prueba. En el minuto 1, se registraron las presiones negativas obtenidas por el paciente en cada inspiración. Fueron consideradas las que mostraron una meseta de presión. Se mantuvo la cánula tapada durante todo el período de evaluación. Al finalizar el minuto 15, se observaron las mediciones realizadas y se consignó la moda en cada minuto de registro. Este valor fue considerado como la PiMant.



Figura 1. Vacuómetro aneroide, con circuito para medir PiMant

Tabla 1. Criterios de detención de la prueba de presión inspiratoria mantenida: PiMant

Dificultad respiratoria	+++	Retracción Supraclavicular
Saturación de oxígeno		< 90%
Estridor Intenso	+++	>3 ciclos ventilatorios
Frecuencia cardiaca		↑ ó ↓ > a 50% de la basal

↑= aumento ↓= disminución

Tabla 2. Caracterización de los 16 pacientes traqueostomizados

Edad	Mediana [rango] en meses	60 (20-93)
Hombres	n (%)	9 (56,25%)
Diagnósticos	n (%)	
Daño pulmonar crónico		9 (56,3%)
Obstrucción de la Vía Aérea Superior		
(Estenosis subglótica, Laringomalacia y/o traqueomalacia)		5 (31,3%)
Enfermedades Neuromusculares		2 (12,4%)
Diámetro externo	media ± DS mm	5,7 ± 0,7

Tabla 3. Variables obtenidas durante la medición de presión inspiratoria mantenida: PiMant

	Edad (m)	PeMant (cmH <sub>2</sub> O)	OD (mm)	ID (mm)	PiMant (cmH <sub>2</sub> O)	P°Peak (cmH <sub>2</sub> O)	SpO <sub>2</sub>	FC	FR	UMA	Estridor
Mín	20	0	4,9	3,5	-40	-50	88	86	18	0	0
Máx	93	10	7,1	5	-2	-10	98	158	60	2	2
p50	60	3	5,5	4	-7	-20	94,5	117,5	32,5	0	0

OD = diámetro externo; ID = diámetro interno; SPO<sub>2</sub> = saturación de O<sub>2</sub>; FC = frecuencia cardiaca; FR = frecuencia respiratoria; UMA: uso de músculos accesorios inspiratorios; Pe = presión espiratoria; P°peak = presión inspiratoria cúspide.

**Criterios de suspensión de prueba:** para velar por la seguridad del paciente, la prueba se detuvo cuando el niño presentó dificultad ventilatoria de 3 puntos (retracción supraclavicular), saturación de pulso <90%, presencia de estridor inspiratorio intenso y persistente por más de 3 ciclos ventilatorios y/o un aumento o disminución en la frecuencia cardiaca en más de un 50% del valor basal (Tabla 1).

Los datos fueron analizados con el programa estadístico Stata 13.0, aplicándose estadísticas descriptivas porcentuales, de frecuencia, de posición central (mediana), de dispersión (rango) y de posición relativa como percentiles. Se utilizó la prueba de Shapiro Wilk para establecer la distribución normal de la muestra en sus diferentes variables, considerando significativo un valor de p < 0,05. Dado el comportamiento no paramétrico de las variables principales de interés se utilizó el test de Spearman para establecer el grado de correlación.

## Resultados

Dieciséis niños cumplieron con los criterios de inclusión, siendo la mayoría hombres, con un diagnóstico mayoritario de Daño Pulmonar Crónico (DPC) (Tabla 2).

Los resultados de PiMant obtenidos (Tabla 3), presentaron un rango de -2 a -40 cmH<sub>2</sub>O, con mediana de -7 cmH<sub>2</sub>O. El rango de PeMant fue de 0 a 10 cmH<sub>2</sub>O, con una mediana de 3 cmH<sub>2</sub>O.

Dentro de las complicaciones clínicas asociadas a la prueba, solo un paciente presentó desaturación, al igual que un solo paciente presentó frecuencias respiratorias > 50% del basal. Dos pacientes (12,59%) presentaron frecuencias cardiacas > 20% del basal, tres pacientes (18,75%) presentaron UMA moderada (de 2 puntos). Tres pacientes (18,75%) presentaron estridor moderado a severo (≥ a 2 puntos) asociado a aumento de la FR, FC y UMA. Éstas complicaciones fueron observadas en 5 pacientes, en quienes se evidenció valores de PiMant entre -8 y -40 cmH<sub>2</sub>O. La prueba fue suspendida solo en 4 de ellos, cuyos

valores de PiMant fueron menores a  $-16 \text{ cmH}_2\text{O}$ , dos de ellos al minuto 0, uno al minuto 5 y uno al minuto 10.

De los 11 pacientes que toleraron la prueba sin complicaciones, 9 de ellos presentó valores más positivos que  $-7 \text{ cmH}_2\text{O}$ , correspondiente al percentil 50 de la PiMant. Es decir que 80% de los niños que toleraron la prueba exhibieron valores menos negativos que  $-7 \text{ cmH}_2\text{O}$ .

La PiMant presentó una correlación negativa de magnitud considerable con la tolerancia clínica a la cánula tapada, con un valor de Rho de Spearman de  $-0,6865$ . Observándose que valores más negativos de PiMant se relacionaron a pobre tolerancia a la oclusión ( $p = 0,0033$ ).

## Discusión

Existen estudios internacionales que refieren utilizar criterios clínicos y signos vitales para decidir el uso de cánula traqueal. Dellweg et al<sup>18</sup> exponen que los cambios en el trabajo ventilatorio, se deben principalmente a los cambios de resistencia de la vía aérea post decanulación, que en ciertos casos, puede llevar a dificultad respiratoria y necesidad de reanulación. Pasqua et al<sup>8</sup> en un estudio retrospectivo, registraron a 48 pacientes adultos en rehabilitación pulmonar, donde 63% de ellos tuvieron una decanulación exitosa, mientras tuviera estabilidad clínica, adecuada fuerza muscular espiratoria, vía aérea sin granulomas, con deglución normal y adecuada ventilación y oxigenación, pero sin considerar pruebas funcionales que pudiesen explicar el 37% de no tolerancia. Una consideración importante respecto a la evaluación de la vía aérea, involucra la valoración estructural de ella, a través de fibrobroncoscopia. Este procedimiento, realizado bajo sedación es probable que afecte el tono muscular laríngeo<sup>14</sup>, afectando la funcionalidad, mostrando falsos positivos, es decir, manteniendo canulados a pacientes que sin sedación presentan adecuada permeabilidad de la vía aérea superior. Por estos motivos, es de vital importancia la medición de PiMant, ya que se realiza en un paciente vigil, lo que estima cómo será el comportamiento de la vía aérea en forma dinámica, principalmente en la fase inspiratoria, donde ofrece una mayor resistencia al flujo del aire<sup>11</sup>. En el año 2009, Johnsons et al<sup>15</sup> propusieron la medición de presiones en forma directa sobre la cánula de TQT y según resultado, optar a VF o cánula tapada en adultos y sugiere que con presiones cúspides más negativas de  $-3 \text{ cmH}_2\text{O}$  no debería utilizarse cánula tapada. Por otro lado, Santus et al, realizaron una revisión sistemática sobre decanulación, proponiendo

un puntaje cuantitativo - semi cuantitativo, que daba un rango de seguridad para decanular. En él, la cánula tapada se consideraba como un criterio mayor, cuando era bien tolerada durante 24 h, además de la presión espiratoria máxima y flujo espiratorio tusígeno  $> 160 \text{ l/min}$ . Wirtz et al<sup>10</sup>, explican que en pacientes agudos, la CT en menores de 2 años, con patología aguda, las primeras fallas podrían producirse dentro de las primeras 12 h de oclusión, lo que para la realidad del paciente crónico, podría ser algo prematuro.

En nuestros resultados, observamos que mientras menos negativa sea la presión generada en VAS con cánula tapada, menos apremio ventilatorio presenta el paciente. Podemos considerar que una PiMant menos negativa que  $-7 \text{ cmH}_2\text{O}$ , es un criterio de tolerancia al uso de cánula tapada. Sin embargo, dado el bajo número de pacientes del estudio, es necesario tener más reportes. Por otro lado, el análisis de la FR, FC y UMA nos entrega un rango de seguridad a la prueba, pese a que el principal indicador de fin de prueba es el estridor intenso.

Pese a que todos los pacientes presentaban una adecuada permeabilidad de la vía aérea en fase espiratoria (presentaron PeMant  $< 10 \text{ cmH}_2\text{O}$ ), existe un porcentaje no despreciable de pacientes que no toleró la cánula tapada (18,75%). Esto deja en evidencia el comportamiento diferencial de la vía aérea extratorácica en la espiración versus la inspiración, demostrando la necesidad de una valoración funcional de la tolerancia a la CT, a través de la PiMant, en pacientes candidatos a decanulación, a pesar de presentar buena tolerancia al uso de VF.

Finalmente, la caída en el tono muscular laríngeo<sup>12,13,14</sup> que se produce en etapas de sueño profundo, genera un aumento en la resistencia de la vía aérea al paso de aire, haciendo necesario proyectar nuestra investigación hacia la evaluación de cánula tapada con polisomnografía, para una decanulación segura.

## Conclusión

La PiMant es una prueba segura para el paciente, simple de realizar y de bajo costo, constituyendo una valoración funcional de la vía aérea en fase inspiratoria, como método de tolerancia al uso de cánula tapada, como adaptación a la ventilación por vía aérea fisiológica previa decanulación y complementaria a evaluaciones previas como fibrobroncoscopia y PeMant. Valores menos negativos que  $-7 \text{ cmH}_2\text{O}$  se asociaron a mejor tolerancia al uso de cánula tapada.

**Tabla 4. Pauta de evaluación de la presión inspiratoria mantenida: PiMant**

PAUTA DE EVALUACIÓN DE LA PRESIÓN INSPIRATORIA MANTENIDA EN TRAQUEOSTOMÍA									
NOMBRE	FECHA								
EDAD	Eval								
DIAGNÓSTICO	PeMant								
	OD/ID								
MEDICIONES		P <sub>insp</sub>			TOLERANCIA				
TIEMPO		Moda	SpO <sub>2</sub>	FC	FR	PVA	UMA	Estridor	
0									
1									
5									
10									
15									
OBSERVACIONES									

**Bibliografía**

- 1.- KNOLLMAN PHILLIP D and BAROODY FUAD M. Pediatric Tracheotomy Decannulation: A protocol for success. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg* 2015; 23: 485-90
- 2.- COM G, KUO D Z, BAUER M L, LENKER C V, MEL-GUIZO-CASTRO M M, NICK T G, et al. Outcomes of children treated with tracheostomy and positive pressure ventilation at home. *Clinical Pediatrics* 2012; 52: 54-61.
- 3.- COHEN E, KUO D Z, AGRAWAL R, BERRY J G, BHAGAT S K, SIMON T D, et al. Children With Medical Complexity: An Emerging Population for Clinical and Research Initiatives. *Pediatrics* 2011; 127: 529-38.
- 4.- LIPTZIN D R, CONNELL E A, MARABLE J, MARKS J, THRASHER J, BAKER C D. Weaning Nocturnal Ventilation and Decannulation in a Pediatric Ventilator Care Program. *Pediatr Pulmonol.* 2016; 51: 825-9.
- 5.- FAN E, DOWDY D W, COLANTUONI E, MENDEZ-TELLEZ P A, SEVRANSKY J E, SHANHOLTZ C, et al. Physical Complications in Acute Lung Injury Survivors: A Two-Year Longitudinal Prospective Study. *Crit Care Med* 2014; 42: 849.
- 6.- MARTIN A D, SMITH B K, GABRIELLI A. Mechanical ventilation, diaphragm weakness and weaning: A rehabilitation perspective. *Respir Physiol & Neurobiol* 2013; 189: 377-83.
- 7.- VILLARROEL G, JALIL Y, MOSCOSO G, BARAÑO P, ASTUDILLO C, CHATEAU B, et al.

Maintained expiratory airway pressure values as an indicator of tolerance of speaking valve in tracheostomized patients. *Rev Chil Enferm Respir* 2012; 28: 104-8.

- 8.- PASQUA F, NARDI I, PROVENZANO A, MARI A. Weaning from tracheostomy in subjects undergoing pulmonary rehabilitation. *Multidisciplinary Respiratory Medicine* 2015; 10: 35.
- 9.- PANDIAN V, MILLER C R, SCHIAVI A J, YARMUS L, CONTRACTOR A, HAUT E R, et al. Utilization of a standardized tracheostomy capping and decannulation protocol to improve patient safety. *Laryngoscope* 2014; 124: 1794-1800.
- 10.- WIRTZ N, TIBESAR R J, LANDER T, SIDMAN J A. Pediatric Decannulation Protocol: Outcomes of a 10-Year Experience. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2016; 154: 731-4.
- 11.- SANTUS P, GRAMEGNA A, RADOVANOVIC D, RACCANELLI R, VALENTI V, RABBIOSI D, et al. A systematic review on tracheostomy decannulation: a proposal of a quantitative semiquantitative clinical score *BMC Pulmonary Med* 2014; 14: 201.
- 12.- CRISTEA A I, JALOU H E, GIVAN D C, DAVIS S D, SLAVEN J E, ACKERMAN V L. Use of Polysomnography to Assess Safe Decannulation. *Pediatric Pulmonology* 2016, 51: 796-802.
- 13.- GURBANI N, PROMYOTHIN U, RUTTER M, FENCHEL M C, SZCZESNIAK R D, SIMAKAJORNBOON N. Using Polysomnography and Airway Evaluation to Predict Successful Decannulation in Children. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2015; 153: 649-55.
- 14.- LEE J, SOMA M A, TENG A Y, THAMBIPILLAY G, WATERS K A, CHENG A T. The role of polysomnography in tracheostomy decannulation of the paediatric patient. *Int J Ped Otorhinolaryngol* 2016; 83: 132-6.
- 15.- JOHNSON D C, CAMPBELL S L, RABKIN J D. Tracheostomy tube manometry: evaluation of speaking valves, capping and need for downsizing. *Clin Respir J* 2009; 3: 8-14.
- 16.- BEATON F, BAIRD T A, CLEMENT W A, KUBBA H. Tracheostomy decannulation at the Royal Hospital for Sick Children in Glasgow: Predictors of success and failure. *Int J Ped Otorhinolaryngol* 2016; 90: 204-9.
- 17.- VILLALBA DE, LEBUS J, QUIJANO A, BEZZI M, PLOTNIKOW G. Retirada de la cánula de traqueostomía. Revisión bibliográfica. Capítulo de Kinesiólogía en el Paciente Crítico. *Sociedad Argentina de Terapia Intensiva. Medicina Intensiva* 2014 -31 n° 1.
- 18.- DELLWEG D, BARCHFELD T, HAIDL P, APPEL-HANS P, KOHLER D. Tracheostomy Decannulation: Implication on Respiratory Mechanics. *Head Neck* 2007; 29: 1121-7.

Correspondencia a:  
 Klgo. Gonzalo Moscoso Altamira  
 Hospital Josefina Martínez  
 Dirección: Av. Camilo Henríquez #3691, Puente Alto.  
 Santiago, Chile.  
 Email: gomoscoso@uc.cl