

SOPORTE VENTILATORIO NO INVASIVO COMO PUENTE HACIA EL TRASPLANTE PULMONAR. REPORTE DE UN CASO

BRIDGING TO LUNG TRANSPLANT USING NONINVASIVE VENTILATORY SUPPORT: A CASE REPORT

Dr. Francisco J. Prado A.¹, Dra. Valeria A Oviedo C.¹, Dr. Carlos F. Valdebenito P.¹, Klga. Gloria C. Giménez², Klgo. Pedro I. Morales C.¹, Klgo. Gustavo D. Moscoso G.¹

1.- Departamento y Servicio de Pediatría, Universidad de Chile. Campus Central. Hospital Clínico San Borja Arriarán.

2.- Departamento de Rehabilitación Cardiopulmonar, Universidad Nacional de Asunción. Campus San Lorenzo.

INTRODUCCIÓN

El soporte ventilatorio no invasivo (SVNI), es útil para prolongar la supervivencia, fundamentalmente en pacientes con insuficiencia ventilatoria primaria (IVP), permitiendo la decanulación/extubación en aquellos sin estándares habituales para lograrlo y con enfermedades neuromusculares (ENM), definidos como no decanulables o no "destetables" (1, 2, 3, 4, 5). En pacientes con enfermedad pulmonar crónica (EPC), la ventilación no invasiva (VNI) prolongada se ha utilizado durante años para apoyar el trabajo respiratorio. En pediatría, la experiencia reportada con pacientes tratados con SVNI por EPC es escasa. Sin embargo, la VNI en fibrosis quística, ha sido usada como puente para trasplante pulmonar(6).

Se reporta una decanulación exitosa a SVNI en una paciente con EPC avanzada, demasiado débil para respirar sin apoyo. Ajustado al formato de reporte de casos y entrega de la información requerida (consulte Lista de verificación, Contenido digital suplementario 1, <http://links.lww.com/PHM/A640>) (7).

Este trabajo tiene la aprobación del Comité de ética científico del Servicio Metropolitano Central (acta N° 22; 20.4.2021).

REPORTE DE CASO

Adolescente de 14 años, con antecedente de bronquitis y neumonías recurrentes desde lactante. Se descartó discinesia ciliar primaria y fibrosis quística (4, 5). A los 4 años se observaron bronquiectasias bilaterales en tomografía computarizada de tórax (TAC). Desde los 5 años es usuaria de oxigenoterapia domiciliar, después de una neumonía grave secundaria a Adenovirus y *Staphylococcus Aureus* Metilino Resistente (SAMR), ocasión en que requirió intubación y ventilación mecánica (VMI). A los 9 años tuvo un segundo episodio de IRA por neumonía grave en el que requirió VMI, empeorando su EPC.

El 2018, con 12 años, presentaba un trastorno ventilatorio obstructivo grave con CVF

RESUMEN

El soporte ventilatorio no invasivo es una herramienta que ha demostrado mejorar la sobrevida de pacientes con falla muscular de la bomba respiratoria y el manejo de enfermedades pulmonares crónicas, incluso la ventilación no invasiva nocturna ha servido de puente hacia el trasplante pulmonar. Se presenta el caso de una adolescente de 14 años con enfermedad pulmonar crónica hipoxémica severa y falla ventilatoria secundaria, que requirió ventilación prolongada y traqueostomía en espera de trasplante pulmonar. Luego de reevaluar indemnidad de la vía aérea fue decanulada a soporte ventilatorio no invasivo, con uso alternado de mascarilla nasal nocturna y pieza bucal diurna, permitiendo descanso muscular respiratorio eficiente, y mejoría de flujo de tos con técnicas de apilamiento de aire. Este plan permitió una decanulación segura y realizar soporte continuo ventilatorio no invasivo con un programa de rehabilitación cardiopulmonar. Generalmente, el soporte ventilatorio no invasivo se utiliza en trastornos primarios de la bomba respiratoria. En este caso, se indicó para enfermedad pulmonar crónica hipoxémica, mostrando claros beneficios con oxigenación adecuada, buen rendimiento cardiovascular con mejor tolerancia al ejercicio y entrenamiento en el escenario de preparación al trasplante pulmonar..

Palabras claves: Soporte ventilatorio no invasivo, decanulación, enfermedad pulmonar crónica, puente a trasplante pulmonar, reporte de caso.

ABSTRACT

Noninvasive Ventilatory Support has demonstrated to improve survival of patients with ventilatory pump muscle failure and nocturnal noninvasive ventilation is useful in chronic lung disease, even bridging to lung transplant. We present a 14 years old girl with severe hypoxemic chronic lung disease and secondary ventilatory failure, who required continuous long-term ventilation and underwent a tracheostomy waiting for lung transplant. After reevaluated the airway patency the patient was decannulated to Noninvasive Ventilation Support, alternating nocturnal nasal mask with diurnal mouth piece in order to provide efficient respiratory muscle rest, made air stacking and improved cough flow. This plan allows safe decannulation to continuous Noninvasive Ventilatory Support tailoring a rehabilitation cardiorespiratory program. Usually, Noninvasive Ventilation Support is prescribed for primary respiratory pump muscles failure, but in this case, it was applied for a hypoxemic chronic lung disease. Clear benefits were observed leading to appropriate oxygenation, good cardiovascular performance with better tolerance to exercise for training in the preparatory scenario of a lung transplant.

Keywords: Noninvasive ventilatory support, Successful Decannulation, chronic lung disease, bridging to lung transplant, case report.

0,71 l (31%); FEV1 0,46 l (23%); FEV1/FVC 71%, como se observa en Tabla 1. Sin cambios significativos después del broncodilatador y un curso de prednisona oral, asociada a TAC con patrón de bronquiolitis obliterante avanzada. En la saturometría continua de O₂ (SpO₂) presentó clusters de desaturación < 90% durante el sueño y pCO₂ venoso diurno de 45 mmHg,

con EB > 4. Presentaba disnea a mínimos esfuerzos, pérdida de peso y frecuentes exacerbaciones respiratorias con esputo bronquial purulento, sin mejoría pese a uso prolongado de antibióticos orales.

Durante marzo de 2019, después de un nuevo episodio de neumonía, se inició VNI nasal con modalidad de volumen promedio

Autor para correspondencia:

Francisco J. Prado

Departamento de Pediatría y Cirugía. Hospital San Borja Arriarán. Facultad de Medicina Universidad de Chile.

Francisco Bilbao 2140 Departamento 406 A. Santiago. Fono: 225748801

Correo: fpradoatlagic@gmail.com

asegurado en presión de soporte (AVAPS), presiones de vía aérea (PAP) bi-nivel con presión positiva inspiratoria (IPAP) 14-16 cm y presión positiva espiratoria (EPAP) 6 - 8 cm H₂O, más oxígeno 2 l/m. La SpO₂ nocturna mostró saturaciones < 93% en más del 10% del tiempo total. No se realizó monitorización simultánea de CO₂ no invasiva.

Tres meses más tarde luego de una endoscopia digestiva alta frustra, presentó una nueva exacerbación pulmonar severa que requirió ventilación oscilatoria de alta frecuencia (VAFO) por 10 días, óxido nítrico inhalado y antibióticos durante 21 días por cultivo de secreción traqueal positivo a *Pseudomona Aeruginosa* multiresistente más SAMR. Luego de fracasar la extubación, se realizó una traqueostomía a los 30 días de VMI y una gastrostomía percutánea, para lograr recuperación nutricional con alimentación enteral nocturna continua. Alcanzada una condición estable, se pasó a VMP por TQT con un ventilador domiciliario Trilogy 100, Philips®. Soporte de presión binivelado con IPAP 20 y EPAP 7 cm H₂O, modo S/T, 15 RPM, tiempo inspiratorio 1.5s y oxígeno 4 l/m.

Evolucionó con disnea de mínimo esfuerzo, ecocardiograma con hipertensión pulmonar severa, esputo bronquial purulento persistente que requirió tratamientos frecuentes con Ciprofloxacino oral, tos débil, pero sin evaluación del pico flujo tosido (PFT). Se logró recuperación nutricional después de 60 días, con

alimentación enteral continua lenta exclusiva por GTT, debido a trastorno de la deglución con penetración y aspiración laríngea confirmada por estudio videofluoroscópico y obstrucción pilórica secundaria a un síndrome ulceroso.

A los 6 meses de VMI por traqueostomía ingresó a nuestro hospital, derivada para la preparación previa a trasplante pulmonar. Eutrófica, con 39 kg de peso, síntomas graves de trastorno del ánimo, dificultad para respirar, frecuencia cardíaca de 120 LPM, frecuencia respiratoria de 25 RPM. Con capacidad ventilatoria libre de respirador (VFBA) menor a 1 minuto antes de presentar desaturación, tiempo suficiente para hablar con voz apagada ocluyendo la cánula de traqueostomía con cuff desinflado. SpO₂ en reposo 95% con los parámetros de VMI antes descritos, FiO₂ 0.35, pero con frecuentes episodios de desaturación a 90-93% que ocurrían con pequeños esfuerzos y caminar sólo algunos pasos. La pCO₂ venosa durante el día era de 44 mmHg con BE +5. El volumen corriente exhalado (VT) era de 300 ml y el flujo de fuga no intencional 30 LPM utilizando una cánula de traqueostomía 6.0 ID con cuff desinflado. La función pulmonar evaluada con espirometría con cánula de traqueostomía ocluida demostró CVF 0.77 l (30.2%); VEF1 0.56 l (24.4%); FEV1/FVC 72%. (Tabla 1).

La TAC de pulmón con medio de contraste mostraba extenso compromiso bilateral con bronquiectasias, patrón de mosaico y árbol en

brote (Fig. 1). La ecocardiografía demostró hipertensión pulmonar moderada a severa.

Se realizó prueba de tolerancia con la válvula de fonación y se obtuvo una medición máxima de presión de oclusión subglótica de 15 cm H₂O, sin presentar estridor u otro síntoma de obstrucción de las vías aéreas superiores al ocluir transitoriamente la cánula de traqueostomía, indicando permeabilidad de las vías respiratorias superiores y funcionalidad de las cuerdas vocales. Luego, se planificó la decanulación de la traqueostomía incluyendo los siguientes pasos:

Manteniendo ocluida la traqueostomía, fue invitada a usar SVNI con una máscara nasal Philips Dream®, con un respirador Trilogy 200®; 0,35 de FiO₂ y permitiendo fugas intencionales de 30 lpm. Modo binivel con AVAPS, TV de 400 ml, IPAP max 25, min 20, EPAP 6 cm H₂O. Frecuencia respiratoria 10 RPM y tiempo inspiratorio 1,5s.

Después de obtener SpO₂ > 95% y disminuir la frecuencia cardíaca a 90 RPM, el volumen pulmonar exhalado se evaluó con un respirómetro con pieza bucal y boquilla, registrando CV lenta de 1 l (25 ml/k), PFT no asistido de 150 l/m, el que mejoró a 250 l/m utilizando boquilla y ventilación con pieza bucal (MPV) en volumen control con 700 - 800 ml de VT y gatillo de frecuencia respiratoria a demanda con no más de 10 RPM.

Se indicó SVNI durante el día con venti-

Tabla 1. Función pulmonar durante evolución pre y post trasplante pulmonar.

FECHA	EDAD	FEV1 (L)	CVF (L)	FEV1/CVf	FEV1 (%)	CVF (%)
2 años pre trasplante	12	0,46	0,71	71	23	31
6 meses con TQT (9 meses pre trasplante)	13	0,56	0,77	72	24,4	30,2
1 mes post trasplante	14	1,57	1,63	96	63,2	59,2
2 meses post trasplante	14	1,67	1,92	87	67,3	69,7
3 meses post trasplante	14	1,76	2,01	87	70,9	73

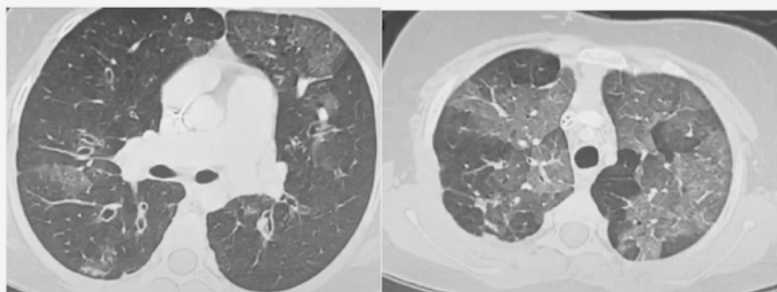


Figura 1. Tomografía axial computarizada con medio de contraste 4 meses previo a trasplante.

A: Corte subcarinal a nivel de bronquio-fuentes principales. Se observa bronquiectasias saculares, algunas con impacción de mucus. Patrón en vidrio esmerilado. **B:** Corte en espiración a nivel de tráquea media. Patrón en mosaico, vidrio esmerilado y patrón de adoquín desordenado (*crazy paving*).

lación con pieza bucal, cambiando a SVNI con mascarilla nasal y binivel con AVAPS nocturno.

Logrando la eficiente ventilación con SVNI en las modalidades detalladas, se llevó a cabo entrenamiento físico general y con cicloergómetro, utilizando cargas alternas de 25 y 50 watts (>40 RPM) en sesiones diarias de 10 minutos hasta llegar a los 30 minutos, con TQT ocluida y ventilación con mascarilla nasal o boquilla y una FiO_2 variable 0.35-0.4 con la programación antes descrita.

La terapia kinésica respiratoria incluyó maniobras de apilamiento de aire mediante una programación en MPV en volumen control con 700 - 800 ml de VT, permitiendo tos funcional, complementada con técnicas de aceleración de flujos.

Finalmente, cuatro semanas más tarde, se programó la decanulación definitiva a SVNI. Treinta días después de la decanulación y aún mejorando sus actividades diarias y optimizando su entrenamiento, tenía un test de marcha seis minutos (TM6M) de 340 metros (58% del valor previsto), $SpO_2 > 95\%$ día y noche, manteniendo FiO_2 0.35, espirometría con 770 ml de CVF (30,1%), VEF1 560 ml (24,4%), VEF/CVF (72,7%) (Tabla 1). La ecocardiografía mostró una sobrecarga menor en el ventrículo derecho con mejoría de la hipertensión pulmonar.

Dos meses post decanulación y de alta en su hogar, después de un rápido proceso de rehabilitación oral post-decanulación y haciendo una dilatación endoscópica de la obstrucción pilórica, reinició alimentación oral completa.

Se realizó trasplante bipulmonar, 9 meses después de ser decanulada, requiriendo 72 horas de VMI, 48 horas de circulación extracorpórea, pasando luego a oxigenoterapia por naricera, flujo decreciente y posteriormente suspensión de todo soporte, en coincidencia con recuperación funcional respiratoria: VEF 1,76 l (70,9%); CVF 2,01 l (73%); VEF1/ CVF 87% del valor predicho (Tabla 1). En la figura 2 se observa la evolución radiológica con imágenes pre y post trasplante.

DISCUSIÓN

Esta paciente, con EPC hipoxémica avanzada, deterioro funcional cardiorrespiratorio y trabajo respiratorio aumentado, fue manejada inicialmente con VNI con parámetros incapaces de corregir la hipoventilación y la sobrecarga secundaria de los músculos respiratorios. (5,6,7) Con baja presión de empuje, presión diferencial o drive pressure, frente a la distensibilidad pulmonar disminuida y obstrucción fija de las vías respiratorias distales, que determinaba CV baja y trastorno ventilatorio obstructivo avanzado y empeoramiento de la hipoxemia crónica.

Esto llevó a un deterioro funcional respiratorio progresivo, y necesidad de VMI por insuficiencia ventilatoria aguda grave y luego ventilación mecánica a traqueotomía (VMT), al avanzar el deterioro.

El SVNI es más eficaz para descansar y apoyar la bomba respiratoria, asociado a maniobras de reclutamiento activa de volúmenes pulmonares con apilamiento de aire, que evita las consecuencias cardiovasculares secundarias a hipertensión pulmonar, como sucede en pacientes con enfermedades neuromusculares, con insuficiencia ventilatoria crónica primaria (8, 9, 10).

En nuestra paciente la VMT había deteriorado su calidad de vida, limitando su comunicación y asistencia a la escuela. También, como en otros pacientes sin compromiso primario de los músculos bulbares innervados, la TQT causó un trastorno secundario de la deglución y mayor exposición al riesgo de infecciones agudas o crónicas de la vía aérea. Agregando además morbimortalidad y colonización bacteriana difícil de tratar (11).

En esta niña, al igual que en las ENM y en adultos con EPC e hipoxia secundaria, se logró una decanulación rápida. Mejoró la ventilación y tos, la oxigenación y el rendimiento cardiovascular, promoviendo una muy buena tolerancia al ejercicio y al entrenamiento. También corrigió rápidamente los trastornos secundarios de la deglución, optimizando su calidad de vida.

La permeabilidad de las vías respiratorias, comprobada con pruebas de tolerancia a la válvula de fonación, además de la necesidad de oxígeno suplementario estable con $FiO_2 < 0.4$ y una buena aceptación y tolerancia al SVNI nasal nocturno y al MPV diurno, permitieron la decanulación (4, 5, 8, 9, 10, 11). El apilamiento de aire con boquilla y SVNI para mejorar el clearance mucociliar, no hizo necesario el uso de dispositivos mecánicos para la tos asistida, como en algunos pacientes adultos con EPOC y otras enfermedades pulmonares con bronquiectasias primarias o secundarias (12), en forma similar a los pacientes con ENM (5, 13).

En el escenario preparatorio para un trasplante de pulmón, incluso el SVNI convencional (VNI), tiene logros postquirúrgicos mejores que la VMT. La disminución de la carga de colonización endobronquial crónica lograda post decanulación también es importante para los resultados post-trasplante. Los resultados notificados en este caso están respaldados con publicaciones anteriores en el campo de la VNI como puente para el trasplante de pulmón (14, 15, 16, 17).

Este caso clínico nos permite ilustrar las consideraciones principales que permiten me-

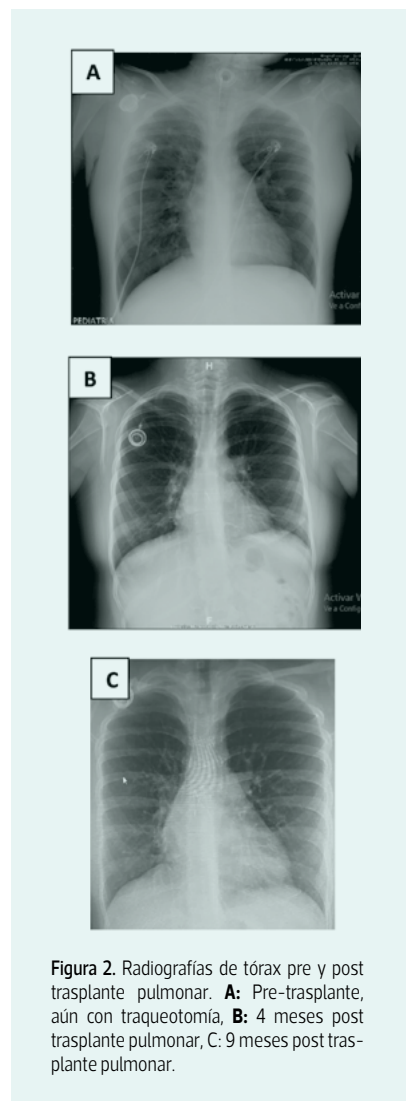


Figura 2. Radiografías de tórax pre y post trasplante pulmonar. **A:** Pre-trasplante, aún con traqueotomía, **B:** 4 meses post trasplante pulmonar, **C:** 9 meses post trasplante pulmonar.

orar la atención respiratoria del paciente con EPC e insuficiencia ventilatoria secundaria, las que se enumeran en la Tabla 2.

CONCLUSIONES

A través del soporte ventilatorio no invasivo, fue posible decanular a un paciente con enfermedad pulmonar crónica avanzada e hipoventilación, usuaria de ventilación mecánica prolongada por traqueostomía, optimizando su condición cardio-respiratoria para la rehabilitación previa al trasplante pulmonar ■

Declaración de autores:

Se declara no tener conflictos de intereses ni financiamiento que reportar en este artículo.

Tabla 2. Principales consideraciones para mejorar el manejo respiratorio en pacientes con enfermedad pulmonar crónica severa (avanzada).

I.	El SVNI mejora la condición cardiorespiratoria en pacientes con EPC hipoxemia e insuficiencia ventilatoria secundaria, permitiendo el eficiente descanso de los músculos respiratorios.
II.	A diferencia del SVNI, la VNI, se refiere a programaciones de presión diferencial o de empuje (<i>driving pressure</i>) bajas e insuficientes para normalizar la ventilación alveolar.
III.	El SVNI (e inusualmente la VNI) permite retirar los tubos de traqueotomía en pacientes con hipoxemia y función pulmonar (capacidad vital) muy baja.
IV.	Es necesario evitar el paradigma falso de que la ventilación mecánica prolongada debe ser hecha con PAP bi-nivel con programaciones de baja presión diferencial, en contraste con la utilización de presiones de empuje optimizadas, en SVNI.
V.	El SVNI continuo combinado con apilamiento de aire a través de ventilación con pieza bucal puede evitar complicaciones pulmonares, mejorando las capacidades para una tos funcional, disminuyendo la severidad de la infección endobronquial crónica después de retirar los tubos de traqueotomía, teniendo un importante impacto positivo en mejorar la calidad de vida de los pacientes.

Revisores de este artículo
Dra. Alejandra Zamorano
Profesora Asistente Adjunta
Pontificia Universidad Católica de Chile

Dr. José Perillán
Profesor Asistente
Universidad de Chile
Universidad Finis Terrae

Fecha de recepción: marzo 2021
Fecha de publicación: septiembre 2021

REFERENCIAS

- Bach JR, Gonçalves MR, Hon A, Ishikawa Y, De Vito EL, Prado F, et al. Changing trends in the management of end-stage neuromuscular respiratory muscle failure: Recommendations of an international consensus. *Am J Phys Med Rehabil.* 2013 Mar;92(3):267-77. DOI: 10.1097/PHM.0b013e31826edcf1
- Bach JR, Alba AS. Management of chronic alveolar hypoventilation by nasal ventilation. *Chest.* 1990 Jan;97(1):52-7. PMID: 2104793
- Bach JR. Noninvasive respiratory management of patients with neuromuscular disease. Vol. 41, *Annals of Rehabilitation Medicine.* 2017. p. 519-38. DOI: 10.5535/arm.2017.41.4.519
- Bach J, Giménez G, Chiou M. Mechanical In-exsufflation-Expiratory Flows as Indication for Tracheostomy Tube Decannulation. *Am J Phys Med Rehabil.* 2019;98(3):E18-20. DOI: 10.1097/PHM.0000000000000999
- Bach J, Saporito L, Shah H, Sinquee D. Decanulation of patients with severe respiratory muscle insufficiency: Efficacy of mechanical insufflation-exsufflation. *J Rehabil Med.* 2014;46(10):1037-41. DOI: 10.2340/16501977-1874
- Flight WG, Shaw J, Johnson S, Webb AK, Jones AM, Bentley AM, et al. Long-term non-invasive ventilation in cystic fibrosis - Experience over two decades. *J Cyst Fibros.* 2012 May;11(3):187-92. DOI: 10.1016/j.jcf.2011.11.006
- Riley DS, Barber MS, Kienle GS, Aronson JK, von Schoen-Angerer T, Tugwell P, et al. CARE guidelines for case reports: explanation and elaboration document. *J Clin Epidemiol.* 2017 Sep;89:218-35. PMID: 28529185
- Salinas P, Prado F, Pinchak C, Herrero MV, Giménez GC, García C, et al. Cuidados respiratorios para pacientes con enfermedades neuromusculares. *Neumol pediátr (En línea) [Internet].* 2017;12(3):103-13. Available from: <http://www.neumologia-pediatria.cl/wp-content/uploads/2017/08/103-113.pdf>
- Prado F, Valdebenito C, Sassarini I, Morales P, Madrid V, Barrientos C. Soporte ventilatorio no invasivo en insuficiencia ventilatoria aguda severa en adolescentes con enfermedad neuromuscular y obesidad: estudio de casos. *Neumol pediátr (En línea) [Internet].* 2020;15(1):270-7. Available from: <https://www.neumologia-pediatria.cl/wp-content/uploads/2020/04/soporte.pdf> <https://doi.org/10.51451/np.v15i1.52>
- Giménez GC, Prado F, Herrero MV, Bach JR. Alternativas de tratamiento en pacientes con patologías neuromusculares y afecciones respiratorias. *An Fac Cienc Méd [Internet].* 2017;50(2):79-88. Available from: <http://fi-admin.bvsalud.org/document/view/pxs8j>
- Pronello D, Gimenez G, Prado F, Salinas P, Herrero MV. Traqueostomía en niños: Los desafíos de la decanulación, revisión y propuesta de trabajo. *Neumol Pediátrica.* 2019;14(3):164-74. <https://doi.org/10.51451/np.v14i3.100>
- Winck JC, Gonçalves MR, Lourenço C, Viana P, Almeida J, Bach JR. Effects of mechanical insufflation-exsufflation on respiratory parameters for patients with chronic airway secretion encumbrance. *Chest.* 2004 Sep;126(3):774-80. DOI: 10.1378/chest.126.3.774
- Eymin G, Aizman A, Lopetegui M, Manjarrez E. The discharge process. Vol. 142, *Revista Medica de Chile.* 2014. p. 229-37. doi: 10.4067/S0034-98872014000200012
- Storre JH, Callegari J, Magnan FS, Schwarz SB, Duiverman ML, Wijkstra PJ, et al. Home noninvasive ventilatory support for patients with chronic obstructive pulmonary disease: Patient selection and perspectives. Vol. 13, *International Journal of COPD.* 2018. p. 753-60. DOI: 10.2147/COPD.S154718
- Murphy PB, Rehal S, Arbane G, Bourke S, Calverley PMA, Crook AM, et al. Effect of home noninvasive ventilation with oxygen therapy vs oxygen therapy alone on hospital readmission or death after an acute COPD exacerbation: A randomized clinical trial. *JAMA - J Am Med Assoc.* 2017 Jun 6;317(21):2177-86. PMID: 28528348
- Köhnlein T, Windisch W, Köhler D, Drabik A, Geiseler J, Hartl S, et al. Non-invasive positive pressure ventilation for the treatment of severe stable chronic obstructive pulmonary disease: A prospective, multicentre, randomised, controlled clinical trial. *Lancet Respir Med.* 2014 Sep;2(9):698-705. DOI: 10.1016/S2213-2600(14)70153-5
- Windisch W, Haenel M, Storre JH, Dreher M. High-intensity non-invasive positive pressure ventilation for stable hypercapnic COPD. *Int J Med Sci.* 2009;6(2):72-6. PMID 19277252