

Entrenamiento aeróbico sobre cinta en un niño con bronquiolitis obliterante posinfecciosa. Reporte de un caso

Aerobic Treadmill Training in a Children with Postinfectious Bronchiolitis Obliterans. Case Report

Barbarito, Giselle^{1,2,3}; Barbarito, Ricardo R^{4,5,6}; Dolce Pablo^{1,7,8}

Recibido: 15/04/2025

Aceptado: 28/08/2025

Correspondencia

Pablo Dolce. Correo electrónico: pabloantoniodolce@gmail.com

RESUMEN

La bronquiolitis obliterante posinfecciosa es una enfermedad pulmonar caracterizada por obstrucción crónica al flujo de aire asociado a cambios inflamatorios, que conducen a fibrosis y obliteración de vía aérea pequeña. Esto genera una obstrucción crónica al flujo aéreo y reducción de la tolerancia a actividades de la vida diaria y al ejercicio. El objetivo de este trabajo es describir el plan de entrenamiento aeróbico sobre cinta en un paciente de 11 años de edad con bronquiolitis obliterante posinfecciosa, en el que se obtuvo un aumento de la distancia recorrida en la prueba de 6 minutos y la capacidad máxima de trabajo. Este es el primer reporte de un caso de una rehabilitación de la función pulmonar en un paciente pediátrico con bronquiolitis obliterante posinfecciosa que tengamos conocimiento.

Palabras claves: Bronquiolitis obliterante; Pediatría; ejercicio aeróbico; prueba de marcha

ABSTRACT

Postinfectious bronchiolitis obliterans (PIBO) is a lung disease characterized by chronic airflow obstruction associated with inflammatory changes, leading to fibrosis and small airway obliteration. This results in chronic airflow obstruction and reduced tolerance to activities of daily living and exercise. The objective of this study was to describe the aerobic treadmill training plan in an 11-year-old patient with postinfectious bronchiolitis obliterans, which resulted in an increase in the distance covered in the 6-Minute Treadmill Test and Maximal Work Capacity. This is the first case report of pulmonary function rehabilitation in a pediatric patient with postinfectious bronchiolitis obliterans to our knowledge.

Keywords: Bronchiolitis obliterans; Pediatrics; Aerobic exercise; Walk test

¹ Kinesióloga especialista en Kinesiología y Fisiatría Pediátrica y Neonatal (UBA).

² Especialista en kinesiología cardio-respiratorio (Universidad Favaloro).

³ Kinesióloga de Unidad de terapia intensiva Pediátrica y Neonatal. Hospital San Felipe, San Nicolás, Prov. Buenos Aires.

⁴ Kinesiólogo especialista en Kinesiología Cardio-respiratoria.

⁵ Coordinador del área de Kinesiología del Hospital Interzonal General de Agudos "San Felipe", San Nicolás, Buenos Aires, Argentina.

⁶ Coordinador Docente de la residencia de kinesiología en Cuidados progresivos, Hospital San Felipe, San Nicolás, Prov. Buenos Aires.

⁷ Curso Superior en Kinesiología en Cuidados Intensivos Pediátricos, (SATI) Sociedad Argentina de Terapia Intensiva, año 2024.

⁸ Kinesiólogo de Planta en el Hospital Interzonal de Agudos Especializado en Pediatría "Sor María Ludovica", La Plata, Buenos Aires, Argentina.

INTRODUCCIÓN

La bronquiolitis obliterante posinfecciosa (BOPI) es una enfermedad pulmonar obstructiva crónica grave que se desarrolla tras una lesión en las vías respiratorias inferiores, seguida de una inflamación persistente, lo que provoca una obstrucción crónica al flujo aéreo y fibrosis de los bronquiolos terminales.^{1,2} A consecuencia de ello, hay una pérdida progresiva de la fuerza de los músculos ventilatorios, disminución de la capacidad para realizar actividad física y la tolerancia al ejercicio.³

En nuestro país, la BOPI es más frecuente secundaria a infecciones virales graves, especialmente por adenovirus.^{4,5} En otros países, es más común a consecuencia de trasplantes de médula ósea o pulmonar.⁶

La BO posinfecciosa (BOPI) usualmente se presenta en niños menores de 12 meses. Inicialmente, durante el ingreso hospitalario, presentan síntomas que no difieren de la bronquiolitis grave, la mayoría presentan obstrucción grave de las vías respiratorias con hipoxemia y en muchos casos requieren ventilación mecánica. Una vez establecida la BOPI se caracteriza clínicamente por taquipnea, aumento del diámetro anteroposterior del tórax, crepitantes, sibilancias e hipoxemia durante al menos 30 días después de la lesión inicial. En la tomografía computarizada (TC) de tórax de alta resolución muestra patrones de mosaico característicos y bronquiectasias.⁷

La reducción de la tolerancia al ejercicio en pacientes con enfermedades respiratorias crónicas impacta negativamente su calidad de vida ya que aumentan las hospitalizaciones y el uso de medicamentos. Las pruebas funcionales, como la prueba de caminata de seis minutos (TM6M) y el ejercicio cardiopulmonar (CPET) son herramientas para medir la capacidad física general. El TM6M es especialmente valioso por su simplicidad y fiabilidad, con buenas correlaciones en niños con enfermedades respiratorias crónicas.^{8,9} Además, en los últimos años, ha aumentado en el uso del TM6M como marcador pronóstico de la gravedad para la fibrosis quística.

La mayoría de los estudios sobre BO se centran en la BO postrasplante y existe una escasez de datos sobre la BO posinfecciosa.¹⁰ Los trabajos sobre entrenamiento aeróbico principalmente se han centrado en adultos con EPOC. También se han reportado casos en niños asmáticos y con fibrosis

quística,^{11,12} no así en niños con BOPI. Por ello, el objetivo de este estudio es describir un plan de entrenamiento aeróbico realizado en un paciente con BOPI y su impacto en las variables clínicas.

PRESENTACIÓN DEL CASO

El niño, de 11 años de edad, con diagnóstico de BOPI y obstrucción crónica al flujo aéreo, es derivado por su pediatra para iniciar la rehabilitación pulmonar. Nació en el año 2013 por cesárea a las 38 semanas. Al año fue hospitalizado debido a una atelectasia masiva por pneumococo, donde se evidenció necrosis pulmonar izquierda con compromiso de base derecha. Tras un prolongado uso de asistencia respiratoria mecánica y dos intentos fallidos de extubación, se le realizó una traqueostomía y permaneció dos meses en cuidados intensivos pediátricos. Fue externado con requerimiento de oxígeno continuo, a los cuatro años de edad, fue decanulado y continuó hasta la actualidad con oxígeno domiciliario debido a una insuficiencia respiratoria crónica hipoxémica. El equipo de trabajo estuvo integrado por el pediatra de cabecera, neumonólogo, kinesiólogo respiratorio y motor, nutricionista, enfermera y el acompañamiento terapéutico en la escuela.

Intervención terapéutica

A los 11 años de edad, el paciente realizó un entrenamiento aeróbico, entre abril y mayo de 2024, en un consultorio particular de la ciudad de San Nicolás, provincia de Buenos Aires. Se evaluó al inicio y al final del tratamiento, utilizando el TM6M y una prueba cardiopulmonar incremental (TCI). El TM6M se realizó siguiendo las recomendaciones de la ATS,^{12,13} donde se registró la distancia final recorrida, frecuencia respiratoria (FR), frecuencia cardíaca (FC) y saturación de oxígeno (SpO₂) utilizando un oxímetro portátil Nonin (Nonin advantage 9590), en estado basal e inmediatamente después de finalizar la prueba (Tabla 1).

El TCI sobre cinta (Life Fitness T9i Treadmill, Illinois) se usó para establecer la intensidad máxima de trabajo. Se inició con un calentamiento de 3 min, luego se incrementó 0,5 km/h cada 1 min hasta la aparición de algún criterio de detención descrito por Torres-Castro y cols. (2016).¹⁴ Durante la prueba se registró la velocidad máxima alcanzada, FC, SpO₂ y disnea con la escala de Borg (Tabla 2).

TABLA 1. Valores obtenidos en las variables fisiológicas del TM6 pretratamiento y postratamiento

Variables fisiológicas	Pre	Pos	% cambio
FC reposo (lpm)	103	89	-13,59
FC final (lpm)	151	154	1,98
FR reposo (rpm)	30	27	11,11
FR final (rpm)	38	34	-1052
Sat O ₂ basal	95	96	1
Sat O ₂ final	90	93	-3,33
PAS / PAD basal (mmHg)	138/80	135/80	-2,17/0
PAS / PAD final (mmHg)	150/88	140/88	-15,66/0
TM6M (metros)	180	255	-41,66

FC: frecuencia cardíaca; **FR:** frecuencia respiratoria; **Sat O₂:** saturación de oxígeno; **PAS:** presión arterial sistólica; **PAD:** presión arterial diastólica; **TM6M:** test de marcha de 6 minutos.

TABLA 2. Prueba de carga incremental pretratamiento y postratamiento aeróbico sobre cinta

Tiempo					Veloc					% de cambios
Tiempo	Veloc km/hora	Sat O ₂	FC	Disnea	Tiempo	Veloc km/hora	Sat O ₂	FC	Disnea	
1'	3	96	117	1	1'	3	96	110	0,5	
1'	3,5	94	130	2	1'	3,5	95	119	1	
1'	4	91	150	7	1'	4	94	130	2	
						4,5	92	146	4	
						5	91	151	5	
						5,5	90	160	7	
VAM 4 km/h					VAM 5,5 Km/h					-37,5

Veloc: velocidad; **Sat O₂:** saturación de oxígeno; **FC:** frecuencia cardíaca; **VAM:** velocidad aeróbica máxima.

Plan de entrenamiento sobre cinta

El plan consistió en 24 sesiones (3 semanales) con intervalos de intensidad moderada y alta y monitoreo constante de signos vitales. Las primeras tres sesiones se utilizaron cargas del 50 % y el 80 % de la velocidad obtenidos en el TCI; las 6 siguientes, intensidades del 50 % y el 85 %; las 15 sesiones restantes se trabajaron con intervalos de intensidad entre el 50 % y el 90%. El tipo de entrenamiento fue interválico intensivo.

Cada sesión contó con 3 min de entrada en calor con movilizaciones de las articulaciones del hombro, cadera y tobillo, rotaciones de tronco y elongación de cadena muscular posterior; luego 30 min de trabajo con intervalos de 1 min de estímulo por 2 minutos de pausa pasiva; y, finalmente, 2 min de vuelta a la calma con monitorización de FC, saturación de O₂ y disnea. En cada encuentro, se registró la fecha, duración de la sesión, intensidades de trabajo y los signos vitales al inicio y al final.

RESULTADOS

Los resultados del TM6M mostraron que la FC basal posentrenamiento fue menor al final del tratamiento (Tabla 1), lo que indica un menor esfuerzo cardiovascular para realizar la prueba. Aunque la FC final fue de 154 lpm con un cambio del 1,98 %, la distancia recorrida aumentó en un 41,66 %. En el TCI, la velocidad aeróbica máxima alcanzó los 5,5 km/h con una mejora de 1,5 km/h (Tabla 2). La disnea también mostró mejoría, ya que reflejó una readaptación vascular.

DISCUSIÓN

Este reporte de caso describe el plan de entrenamiento aeróbico en un niño con BOPI y muestra los cambios en las variables fisiológicas relacionadas con la capacidad física, reflejado en el TM6M y el TCI pretratamiento y postratamiento.

Las principales causas de intolerancia al ejercicio en pacientes con enfermedad pulmonar incluyen factores como fatiga en los miembros inferiores, disnea, hiperinsuflación dinámica, disfunción muscular periférica, anomalías en el transporte de oxígeno y desacondicionamiento físico por inactividad. La falta de reserva ventilatoria, evidenciada por una alta ventilación en la prueba de ejercicio cardiopulmonar, se relaciona con el bajo rendimiento físico, atribuible al patrón obstructivo que limita el flujo de aire.¹⁵

La distancia recorrida en el TM6M mejoró en un 41,66% luego del entrenamiento aeróbico sobre cinta; la FC basal postratamiento fue menor respecto al inicio, lo que indica menor esfuerzo cardiovascular para realizar la prueba (Tabla 1). Si bien el entrenamiento no genera cambios morfológicos, podemos ver cambios en los ámbitos cardiovascular y funcional. Este incremento fue reportado por Grumber y cols. y Latorre-Román y cols., quienes observaron mejoras significativas del 4% y 23%, respectivamente, en el TM6M luego de un protocolo de entrenamiento aeróbico en niños con fibrosis quística y asma.^{16, 17} En relación con las variables fisiológicas evaluadas en el TM6M, Moalla y cols., observaron un comportamiento similar de la FC en niños con enfermedad cardíaca congestiva y atribuyeron esta respuesta a cambios en el tono autonómico como resultado de un entrenamiento de resistencia.¹⁸

Respecto al TCI, si bien la velocidad aeróbica máxima (VAM) aumentó solo en 1,5 km/h, el paciente toleró mayor tiempo de carga y desarrolló una adecuada resistencia al estímulo. (Tabla 2). En cuanto a la disnea en el TCI previo al tratamiento, finalizó con una disnea de 7 a los 3 min, y postratamiento llegó a una disnea de 7 luego de 6 min, por lo que ha generado una readaptación vascular significativa. En estudios longitudinales, se ha observado que los volúmenes espiratorios forzados experimentan incrementos significativos entre los 5 y 20 años de edad; sin embargo, la CVF se incrementa de forma desproporcionada (+11% por año) con el VEF1 (+9%) y se reduce de forma progresiva el índice VEF1/CVF (-1,9%)¹⁹. Es probable que esto se deba a la neoalveolización durante la infancia y la adolescencia (Narayanan y cols., 2013)²⁰.

En pacientes pediátricos con enfermedad respiratoria crónica (ERC), la medición de la aptitud física se considera parte de la evaluación multidimensional,

ya que evalúa la interacción entre los sistemas cardíaco, ventilatorio, muscular y metabólico. Estos hallazgos conducen a la importancia del equipo de trabajo en evaluar exhaustivamente a estos sujetos, teniendo en cuenta que otros factores como el nivel habitual de actividad física, el acondicionamiento físico y la capacidad muscular (periférica y respiratoria), también puede tener un papel importante en su aptitud aeróbica.³ La guía publicada por Torres-Castro y cols. (2016), actualmente vigente en nuestro país, recomienda la realización de entrenamiento físico (EF) general de forma regular a una intensidad umbral, con el fin de desencadenar mecanismos de respuesta y adaptación.¹⁴

Por ahora no existen estudios dirigidos a evaluar el efecto del EF en pacientes con BOPI. Los trabajos existentes se realizaron en pacientes con BO postrasplante y en sujetos con otras ERC, como la fibrosis quística.¹⁹ La evidencia redunda en que los protocolos de entrenamiento físico son efectivos en mejorar la capacidad física, tolerancia al ejercicio y CVS de los pacientes con ERC.^{20- 23}

Dentro de las limitaciones de este trabajo es que por tratarse de un solo caso los resultados no pueden trasladarse a otros pacientes, aunque podría ser un punto de partida para futuros estudios con mayor número de pacientes y trabajos multicéntricos, debido a que es una patología poco frecuente.

CONCLUSIÓN

Se observó una mejora en la capacidad de ejercicio de un niño con BOPI tras un plan de entrenamiento aeróbico sobre cinta, con aumentos en la distancia recorrida en el TM6M y una mayor tolerancia al tiempo de carga en el TCI. A pesar de los desafíos en la salud pulmonar, el paciente experimentó avances en su capacidad física general.

Conflictos de intereses

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

REFERENCIAS

1. Teper A, Colom AJ, Schubert R, Jerkic PS. Update in postinfectious bronchiolitis obliterans. *Pediatr Pulmonol.* 2024;59:2338-48. <https://doi.org/10.1002/ppul.26570>.
2. Mauad T, Dolhnikoff M. Histology of childhood bronchiolitis obliterans. *Pediatr Pulmonol.* 2002;33:466-74. <https://doi.org/10.1002/ppul.10097>.
3. Rodrigues CM, Schiwe D, Campos NE, Niederauer F, Heinzmann-Filho JP. EXERCISE CAPACITY IN CHILDREN AND ADOLESCENTS WITH POST-INFECTIOUS

- BRONCHIOLITIS OBLITERANS: A SYSTEMATIC REVIEW. *Rev Paul Pediatr*. 2019;37:234-40. <https://doi.org/10.1590/1984-0462/2019;37;2;00017>.
4. Comité Nacional de Neumonología. Bronquiolitis obliterante posinfecciosa [Postinfectious bronchiolitis obliterans]. *Arch Argent Pediatr*. 2018;116:s48-s58. Spanish. <https://doi.org/10.5546/aap.2018.s48>.
 5. Colom AJ, Teper AM, Vollmer WM, Diette GB. Risk factors for the development of bronchiolitis obliterans in children with bronchiolitis. *Thorax*. 2006;61:503-6. <https://doi.org/10.1136/thx.2005.044909>.
 6. Murtagh P, Giubergia V, Viale D, Bauer G, Pena HG. Lower respiratory infections by adenovirus in children. Clinical features and risk factors for bronchiolitis obliterans and mortality. *Pediatr Pulmonol*. 2009;44:450-6. <https://doi.org/10.1002/ppul.20984>.
 7. Colom AJ. Función pulmonar en bronquiolitis obliterante postinfecciosa. *Neumol Pediatr* 2019;14:29-33. <https://doi.org/10.51451/np.v14i1.83>
 8. Rodríguez-Núñez I, Zenteno D. Pulmonary rehabilitation in children and adolescents with post-infectious bronchiolitis obliterans. *Neumol Pediatr*. 2017;12:175-81. <https://doi.org/10.51451/np.v14i4.253>
 9. Bartels B, de Groot JF, Terwee CB. The six-minute walk test in chronic pediatric conditions: a systematic review of measurement properties. *Phys Ther*. 2013;93:529-41. <https://doi.org/10.2522/ptj.20120210>.
 10. Gur M, Masarweh K, Toukan Y, et al. Six-minute walk, lung clearance index, and QOL in bronchiolitis obliterans and cystic fibrosis. *Pediat Pulmonol*. 2018;54:451-6. <https://doi.org/10.1002/ppul.24223>.
 11. Bradley J, Moran F. Physical training for cystic fibrosis. *Cochrane Database Syst Rev*. 2002;(2):CD002768. doi: 10.1002/14651858.CD002768.
 12. Villarroel G, Faúndez M, Moscoso G, et al. Entrenamiento sobre cinta rodante en niños con enfermedades respiratorias crónicas. Serie clínica. *Rev Chil Enferm Respir*. 2020;36:109-14. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-73482020000200109>
 13. ATS Committee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories. ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med*. 2002;166(1):111-7. <https://doi.org/10.1164/ajrccm.166.1.at1102>.
 14. Torres-Castro R, Zenteno D, Rodríguez-Niñez I, et al. Guías de Rehabilitación Respiratoria en Niños con Enfermedades Respiratorias Crónicas: Actualización. *Pulmonary Rehabilitation Guidelines in Children with Chronic Respiratory*. *Neumol Pediatr*. 2026;11:114-31. <https://doi.org/10.51451/np.v11i3.297>
 15. Urquhart DS, Vendrusculo FM. Clinical interpretation of cardiopulmonary exercise testing in cystic fibrosis and implications for exercise counselling. *Paediatr Respir Rev*. 2017;24:72-8. <https://doi.org/10.1016/j.prrv.2015.09.009>
 16. Sección Rehabilitación Respiratoria de la Asociación Argentina de Medicina Respiratoria. Nuevo consenso Argentino de Rehabilitación Respiratoria Actualización. *Revista Medicina Buenos Aires*. 2008;68:325-44.
 17. Gruber W, Orenstein DM, Braumann KM, Hu G. Health-Related Fitness and Trainability in Children With Cystic Fibrosis. *Pediatric Pulmonology* 2008; 964: 953-64. <https://doi.org/10.1002/ppul.20881>.
 18. Moalla W, Gauthier R, Maingourd Y, Ahmaidi S. Six-Minute walking test to assess exercise tolerance and cardiorespiratory responses during training program in children with congenital heart disease. In *J Sports Med* 2005;26:756-62. <https://doi.org/10.1055/s-2004-830558>
 19. Colom AJ, Maffey A, Garcia Bournissen F, Teper A. Pulmonary function of a paediatric cohort of patients with postinfectious bronchiolitis obliterans. A long term followup. *Thorax* 2015;70(2):169-74.
 20. Narayanan M, Beardsmore CS, Owers-Bradley J, et al. Catch-up alveolarization in ex-preterm children. Evidence from 3He magnetic resonance. *Am J Respir Crit Care Med* 2013;187:1104-9. <https://doi.org/10.1164/rccm.201210-1850OC>
 21. Eun Jung Choi, MDa,b, Won Kim, et al. Intensive pulmonary rehabilitation in a pediatric lung transplantation patient. A case report. *Medicine* 2021;100:17(e25523). <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000025523>.
 22. Mattiello R, Sarria EE, Stein R, et al. Functional capacity assessment during exercise in children and adolescents with post-infectious bronchiolitis obliterans. *J Pediatr (Rio J)*. 2008;84(4):337-43. <https://doi.org/10.2223/JPED.1807>.
 23. Tran J, Norder EE, Diaz PT, Phillips GS, et al. Pulmonary rehabilitation for bronchiolitis obliterans syndrome after hematopoietic stem cell transplantation. *Biology of blood and marrow transplantation. Biol Blood Marrow Transplant* 2012;18(8):250-4. <https://doi.org/10.1016/j.bbmt.2012.01.017>