

Artículo original

## Función pulmonar en pacientes de 6 a 12 años de edad con antecedente de displasia broncopulmonar

Lung function in patients aged 6 to 12 years with a history of bronchopulmonary dysplasia

Arturo Felipe Recabarren Lozada<sup>1,2</sup> <https://orcid.org/0000-0003-0257-9661>

Marcos Gustavo Llanos Rosas<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0002-5199-6712>

Alejandra Lucero Flores Ruelas<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0001-5549-4739>

Renzo Gonzalo Fuentes Ponce<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0003-1225-2769>

<sup>1</sup>Universidad Nacional de San Agustín. Arequipa, Perú.

<sup>2</sup>Hospital III Yanahuara EsSalud Arequipa. Arequipa, Perú.

\*Autor para la correspondencia: [arturorecabarren@gmail.com](mailto:arturorecabarren@gmail.com)

### RESUMEN

**Introducción:** La displasia broncopulmonar es la enfermedad más frecuente en neonatos prematuros con muy bajo peso al nacer.

**Objetivo:** Establecer la función pulmonar en niños de 6 a 12 años de edad con antecedente de displasia broncopulmonar en una ciudad de altura.

**Métodos:** Se realizó un estudio descriptivo en la Red EsSalud-Arequipa, se incluyeron niños con antecedente de displasia broncopulmonar entre los años 2007-2012, con edad gestacional al nacimiento de 28 a 32 semanas y de ambos sexos, los cuales se compararon en relación 2:1 con niños sin antecedentes de afección respiratoria atendidos en consulta externa de pediatría, emparejados por edad, sexo y talla. Se realizó una espirometría para hallar la capacidad vital forzada, volumen espiratorio en el primer segundo, flujo espiratorio pico, meso flujos, la relación volumen espiratorio

en el primer segundo/capacidad vital forzada y los flujos al 25, 50 y 75 % de la capacidad vital forzada.

**Resultados:** Se halló una incidencia de 104 niños con displasia broncopulmonar en el periodo 2007-2012, se trabajó con 18 niños y sus 36 controles respectivos. En la comparación de sus resultados hubo diferencia significativa ( $p < 0,050$ ) en los meso flujos y en todos los flujos espiratorios; además, tras analizar la relación volumen espiratorio en el primer segundo/capacidad vital forzada se halló 4 casos con patrón espirométrico obstructivo.

**Conclusiones:** La displasia broncopulmonar en una ciudad situada a 2335 msnm tiene tendencia a provocar, desde el punto de vista de la función pulmonar, un patrón espirométrico obstructivo, especialmente a nivel de la vía aérea pequeña.

**Palabras clave:** displasia broncopulmonar; espirometría; niño; altitud.

## ABSTRACT

**Introduction:** Bronchopulmonary dysplasia is the most common disease in preterm infants with very low birth weight.

**Objective:** Establish lung function in children aged 6 to 12 years with a history of bronchopulmonary dysplasia in a high altitude city.

**Methods:** A descriptive study was conducted in the EsSalud-Arequipa Network, including children with a history of bronchopulmonary dysplasia between 2007-2012, with gestational age at birth of 28 to 32 weeks and of both sexes, which were compared in a 2:1 ratio with children without a history of respiratory affection attended in an outpatient pediatric consultation, and matched by age, sex and size. A spirometry was performed to find the forced vital capacity, expiratory volume in the first second, peak expiratory flow, meso-flows, the ratio of expiratory volume in the first second/ forced vital capacity and flows at 25, 50 and 75% of the forced vital capacity.

**Results:** An incidence of 104 children with bronchopulmonary dysplasia was found in the period 2007-2012, and a work was performed with 18 children and their 36 respective controls. In the comparison of their results there was a significant difference ( $p < 0.050$ ) in the meso-flows and in all expiratory flows. In addition, after analyzing the ratio of expiratory volume in the first second / forced vital capacity, 4 cases with obstructive spirometric pattern were found.

**Conclusions:** Bronchopulmonary dysplasia in a city located at 2335 meters above sea level has a tendency to cause, from the point of view of lung function, an obstructive spirometric pattern, especially at the level of the small airway.

**Keywords:** bronchopulmonary dysplasia; spirometry; child; altitude.

Recibido: 12/12/2021

Aceptado: 09/01/2022

## Introducción

La displasia broncopulmonar (DBP) es una enfermedad que relaciona la edad gestacional con los requerimientos de oxígeno y apoyo ventilatorio,<sup>(1,2)</sup> es la afección crónica más frecuente en neonatos prematuros con muy bajo peso al nacer, esto debido a que en las últimas 2 décadas ha aumentado considerablemente la cantidad de prematuros viables a causa de la especialización de las unidades de neonatología. La incidencia de DBP fluctúa entre 20 y 35 % en los menores de 1500g y alcanza 60 % en los menores de 1000g.<sup>(3,4,5)</sup>

Durante los primeros años de vida, un niño con DBP padece de una alta morbilidad respiratoria,<sup>(6)</sup> su función pulmonar y rendimiento permanecen disminuidos a lo largo de toda su niñez y su adolescencia en comparación con aquellos sin este antecedente;<sup>(3,7,8)</sup> posteriormente, hay una disminución a los 18 años, mayor de lo esperado, lo que sugiere declinación más rápida de la función pulmonar a lo largo de la vida.<sup>(9)</sup>

La alta morbilidad respiratoria condiciona a los niños a un aumento en el número de evaluaciones médicas (no solo neumológicas), de hospitalizaciones, mayor probabilidad de enfermedad obstructiva bronquial al ingresar a la edad adulta y reducción de la función pulmonar con respecto a los niños sin antecedentes; además, su calidad de vida se afecta, al igual que su rendimiento escolar y capacidad física, elementos que pueden limitar su desenvolvimiento social y perjudicar el desarrollo emocional del niño.<sup>(6,9,10)</sup>

En el Perú no se han realizado estudios que evalúen el estado de la función pulmonar en niños con DBP en la etapa de la niñez; además, la producción de investigación en esta afección es escasa tanto a nivel regional como nacional.

De acuerdo con los resultados de esta investigación puede incentivarse la creación de un protocolo que permita el adecuado desenvolvimiento de niños con antecedente de DBP como los ya realizados en otros países del mundo,<sup>(5,11)</sup> tal como un programa de ejercicios, que se ha demostrado en diversos estudios, mejora la función pulmonar en niños con enfermedades respiratorias crónicas<sup>(12,13,14)</sup> e incluye un adelanto en el seguimiento a largo plazo que pueda mejorar la calidad de vida y permita a estos niños tener un comportamiento normal en la sociedad.

Por lo expuesto, el objetivo del presente estudio fue establecer la función pulmonar en niños de 6 a 12 años con el antecedente de DBP en una ciudad de altura.

## Métodos

### Diseño y población de estudio

Se realizó un estudio descriptivo de corte transversal, dentro de la Red Asistencial Arequipa-EsSalud, ciudad ubicada a 2335 msnm. al sur del Perú. El reclutamiento de casos se llevó a cabo entre los meses de enero y mayo de 2019, y de controles entre los meses de junio y setiembre de 2019.

La selección de la población de estudio se realizó en el Hospital Nacional Carlos Alberto Seguí Escobedo perteneciente a la Red Asistencial Arequipa-EsSalud, hospital de referencia dentro de la red EsSalud en el sur del Perú.

Se presentaron los documentos respectivos a la Oficina de Capacitación Investigación y Docencia de EsSalud para acceder al libro de ingresos y altas correspondientes a los años 2007-2012 del servicio de neonatología; luego, se procedió a registrar a aquellos niños que fueron diagnosticados con DBP al tener el criterio de requerir oxígeno, más de 21 % por más de 28 días una vez que fueron evaluados a las 36 semanas de edad corregida (aquellos con edad gestacional al nacimiento menor a 32 semanas), o al ser evaluados a los 56 días de vida (en el caso de edad gestacional al nacimiento mayor o igual a 32 semanas), o al alta domiciliaria (de acuerdo a la definición de la nueva displasia broncopulmonar).<sup>(1)</sup>

Se obtuvieron los datos de los niños previamente mencionados, de sus respectivas historias clínicas almacenadas en la Unidad de Registros Médicos, se incluyeron aquellos con edad gestacional al nacimiento menor de 34 semanas, que cumplieran los criterios diagnósticos para DBP y de ambos sexos, se excluyeron aquellos con diagnóstico de cardiopatía congénita, síndromes dismórficos, aquellos que presentaran alguna contraindicación para espirometría tales como cirugías recientes o que presentaran dolor como el provocado por alguna afección de la vía respiratoria alta; además, se recolectaron sus datos personales para poder contactar con los padres de los menores, hacerles presente los alcances del estudio, el consentimiento informado a los padres, el asentimiento informado a los niños (cuando correspondía de acuerdo a su edad) y la programación de la espirometría.

Los controles del estudio fueron niños sin afección respiratoria crónica o aguda ni enfermedad extrapulmonar que pudiese afectar su patrón ventilatorio, edad

gestacional al nacimiento a término (mayor a 36 semanas y 6 días), que acudieron a consulta externa de pediatría del Hospital III Yanahuara EsSalud e Arequipa, emparejados por sexo, edad y talla con los casos en una relación de 2:1, se excluyeron a aquellos que presentaran alguna contraindicación para espirometría; inmediatamente después de su selección, de haber brindado la información necesaria en el consentimiento informado a sus padres y a los niños a través del asentimiento informado (cuando correspondía de acuerdo a su edad), se procedió a la realización de la espirometría.

### Recolección y registro de datos

La espirometría se realizó según la guía de la Asociación Americana de Tórax,<sup>(15)</sup> con el paciente erguido, sin pinza nasal y se les pidió que hicieran una inspiración profunda y luego exhalaran en forma vigorosa y sostenida por los menos 3 segundos, se repitió este procedimiento por un mínimo de 3 registros y un máximo de 8. Se consideraron válidos para el análisis los registros que se realizaron con una maniobra ejecutada en forma correcta y que no tuviera artefactos (situación que aparece durante el procedimiento y que altera los resultados), el registro que quedó, y de acuerdo a lo establecido, es el que sumando el volumen espiratorio forzado en el primer segundo ( $VEF_1$ ) y la capacidad vital forzada (CVF), tuvo el mayor valor.

Se utilizó un espirómetro MIR I Spirolab, producido en Italia, que posee un sensor de turbina que debe ser reemplazado cada 6 meses aproximadamente, por lo que los registros obtenidos que se envían al software del equipo son en ese periodo exactos y fidedignos.

Se obtuvieron datos tanto de manera gráfica (trazado de curvas tiempo/volumen y flujo/volumen) como en forma numérica (espirograma numérico); con todo ello, se hallaron las variables correspondientes a las curvas tiempo-volumen y flujo-volumen, CVF,  $VEF_1$ , flujo espiratorio pico (FEP), mesoflujos ( $FEF_{25-75}$ ), la relación  $VEF_1/CVF$  y los flujos al 25, 50 y 75 % de la capacidad vital forzada ( $FEF_{25}$ ,  $FEF_{50}$ ,  $FEF_{75}$ , respectivamente).

Es importante mencionar que en nuestra ciudad y país no existen estudios que muestren los valores espirométricos normales para niños que viven en altura, por lo que se utilizaron los valores de Knudson (preestablecidos en el espirómetro como referenciales para niños), y se consideraron los registros obtenidos como fuera del rango de normalidad si los mismos estaban por debajo del límite inferior de la normalidad (LIN) que estadísticamente son los valores por debajo del percentil 5. Se consideró alteración ventilatoria obstructiva si la relación  $VEF_1/CVF$  era menor del LIN y alteración

ventilatoria restrictiva si la CVF estaba por debajo del LIN con una relación  $VEF_1/CVF$  normal.

Adicionalmente, se realizó una prueba de provocación bronquial con el ejercicio (PPBE) en aquellos niños que mostraron un patrón obstructivo. La prueba está estandarizada y se puede realizar en bicicleta ergométrica, treadmill o por carrera libre; este último procedimiento se adapta mejor en el paciente pediátrico ya que permite realizar la prueba en forma simultánea a varios niños, lo que constituye un estímulo para que realicen su mejor esfuerzo.

El procedimiento consistió en tomar un registro basal del FEP y luego hacer correr al paciente por 6-8 minutos, tomando a los 2 minutos de iniciada la carrera registros del FEP y frecuencia cardíaca; luego de finalizada la carrera, se tomaron registros secuenciales del FEP a los 3, 5, 10, 20 y 30 minutos.

Para su interpretación, se tomó el valor más bajo posejercicio y se restó del registro basal; el resultado se dividió entre el registro basal y se expresó en porcentaje. La prueba se consideró positiva si la caída era mayor que 11 % respecto al registro basal. La PPBE tiene alta sensibilidad y especificidad para el diagnóstico de enfermedad obstructiva (asma).

### Análisis estadístico

La información recolectada de cada niño se registró en una ficha de recolección de datos y se almacenó en una base de datos en el paquete estadístico SPSS 23. Se procedió a aplicar estadística descriptiva considerando las medidas de resumen tales como centralización, dispersión y las variables que se consideraron pertinentes; se realizó un análisis descriptivo bivalente para conocer los resultados de la función pulmonar en relación con la edad, sexo biológico y mediciones antropométricas como la talla y peso corporal.

Se manejó el análisis estadístico imperioso para las características que se requirió evaluar y se consideró para todo propósito estadístico un valor de  $p < 0,050$  equivalente a estadísticamente significativo e igualmente las medidas de intervalo de confianza; para ello se utilizó la prueba t de *Student* y se graficó en modelo de caja y bigote. Se utilizó la prueba de *Levene* para contrastar la diferencia entre varianzas.

### Aspectos éticos

El estudio fue aprobado por el Comité Institucional de Ética en Investigación de la Red Asistencial de Arequipa-EsSalud, se dio un consentimiento informado, según protocolo de EsSalud, a los padres de los niños en el que se explicó los alcances, el anonimato del

estudio y sus beneficios; además, se dio un asentimiento informado a los niños de 8-12 años, en el que se les explicó de forma adecuada para su edad los detalles del estudio.

## Resultados

La incidencia hallada (de acuerdo a los libros de ingresos y altas) fue de 21 casos en el año 2007, 14 en 2008, 19 en 2009, 17 en 2010, 25 en 2011 y 8 en 2012, para 104 casos de DBP en un periodo de 6 años. Del total de casos, tras descartar a aquellos niños que tenían datos personales en la historia clínica desactualizados, incorrectos, ininteligibles o ausentes, y tras descartar a aquellos cuyos padres rechazaron ser parte de este estudio, se obtuvo un total de 18 niños con antecedente de DBP, y sus 36 controles respectivos.

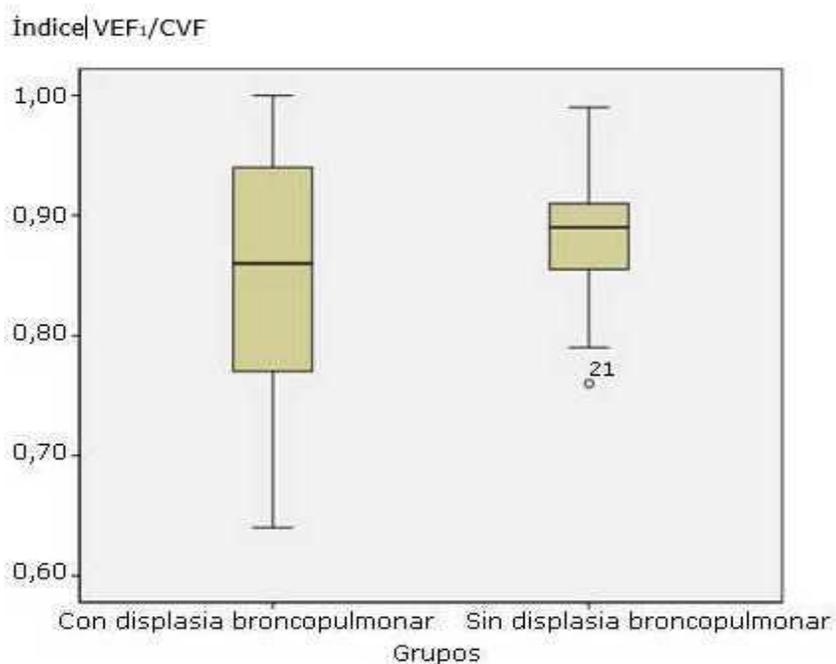
Los casos tenían una edad promedio de 8,78 años  $\pm$  1,48; una talla promedio de 134,17 cm  $\pm$  9,60; un peso promedio de 32,67 kg  $\pm$  10,66; de los cuales 7 eran niñas y 11 eran niños. Comparado con los controles, los niños con DBP tuvieron una diferencia significativa ( $p < 0,050$ ), en los siguientes registros de función pulmonar: FEF<sub>25-75</sub>, FEF<sub>25</sub>, FEF<sub>50</sub> y FEF<sub>75</sub> (Tabla).

**Tabla - Comparación de variables espirométricas en niños con displasia broncopulmonar y sus controles**

Variable	Grupo	$\bar{x}$	DE	E	Prueba Levene		Prueba T para la igualdad de medias					
					F	Sig.	t	Sig. bilat.	Dif. de medias	ED	IC95%	
											m	M
CVF	Con DBP	2,09	0,70	0,16	1,77	0,189	-	0,295	-0,17	0,16	-0,51	0,16
	Sin DBP	2,27	0,50	0,08								
VEF <sub>1</sub>	Con DBP	1,78	0,66	0,15	2,43	0,125	-	0,171	-0,20	0,15	-0,49	0,09
	Sin DBP	1,99	0,41	0,07								
FEF <sub>25-75</sub>	Con DBP	1,90	0,77	0,18	0,90	0,348	-	0,002	-0,64	0,20	-1,04	-0,23
	Sin DBP	2,53	0,65	0,11								
FEF <sub>25</sub>	Con DBP	3,02	1,05	0,25	3,7	0,061	-	0,005	-0,76	0,26	-1,29	-0,24
	Sin DBP	3,79	0,83	0,14								
FEF <sub>50</sub>	Con DBP	1,99	0,82	0,19	1,32	0,255	-	0,000	-0,79	0,21	-1,22	-0,37
	Sin DBP	2,78	0,69	0,11								
FEF <sub>75</sub>	Con DBP	0,99	0,48	0,11	0,68	0,413	-	0,031	-0,27	0,12	-0,52	-0,03
	Sin DBP	1,26	0,40	0,07								
FEP	Con DBP	3,58	1,17	0,27	1,01	0,319	-	0,110	-0,47	0,29	-1,05	0,11
	Sin DBP	4,05	0,92	0,15								

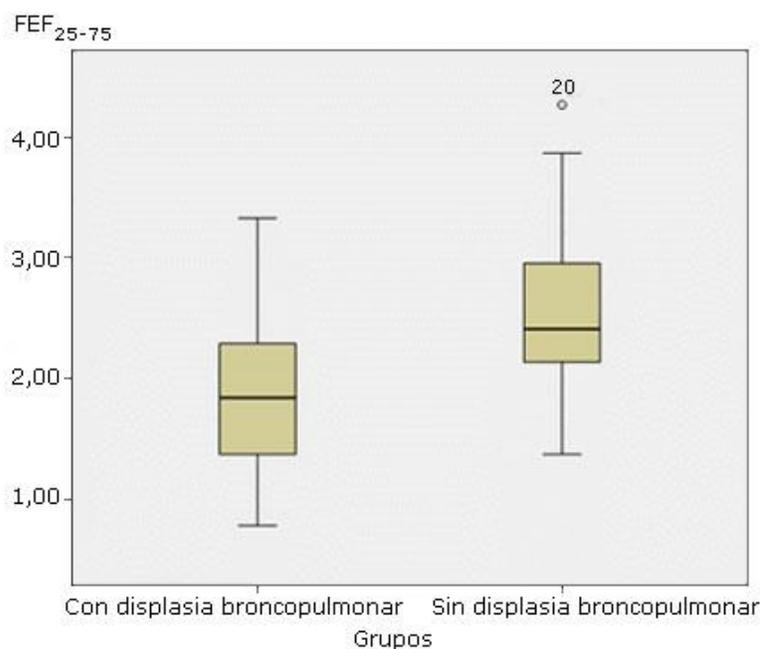
En la comparación de las variables espirométricas asumimos varianzas iguales en todos los caso;  $\bar{x}$ : promedio; DE: desviación estándar; E: error típico de la media; Sig.: significación estadística; Sig bilat.: significación (bilateral); ED: error típico de la diferencia; IC95%: Intervalo de confianza al 95 % para la diferencia de medias; m límite inferior de IC95 %; M: límite superior de IC95 %.

La evaluación de la relación  $VEF_1/CVF$  en los niños con DBP (Fig. 1), se halló que 4 presentaron un patrón obstructivo, por lo que se sometieron adicionalmente a una prueba de provocación bronquial con el ejercicio que fue positivo en 2 de ellos (caída del PEF posejercicio a más del 11 % con respecto al registro previo al ejercicio), sugiriendo cuadro de asma bronquial.

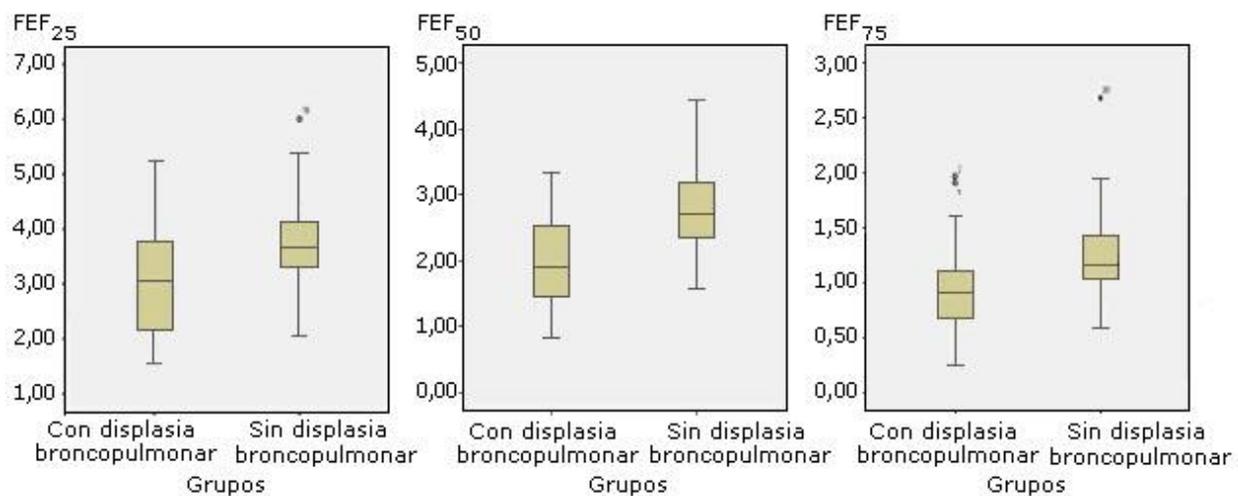


**Fig. 1** - Comparación índice  $VEF_1/CVF$  en niños con displasia broncopulmonar y sus respectivos controles.

En las figuras 2 y 3 observamos que la prolongación de la mediana no intercepta a la caja paralela lo que se interpreta como un análisis visual correspondiente a un resultado estadísticamente significativo que guarda concordancia con los valores indicados en las variables en estudio de  $p < 0,050$ , tal como se muestra en la tabla 1.



**Fig. 2 -** Comparación FEF<sub>25-75</sub> en niños con displasia broncopulmonar y sus respectivos controles.



**Fig. 3 -** Variables de la curva espirométrica flujo-volumen. FEF<sub>25</sub>, FEF<sub>50</sub> y FEF<sub>75</sub> en niños con displasia broncopulmonar en comparación con sus respectivos controles.

## Discusión

La DBP es una de las enfermedades crónicas más frecuentes en pediatría actualmente, ya que recién nacidos prematuros con escasas opciones de supervivencia en el pasado ahora tienen altas probabilidades de vivir gracias al apoyo que reciben en unidades de cuidados intensivos neonatales, pero la exposición del pulmón inmaduro a diversos factores puede llevar a daño del parénquima pulmonar y de la vía aérea que se expresa en un alto índice de hospitalización de estos niños especialmente durante los 2 primeros años de vida y usualmente por problemas respiratorios.<sup>(1,3,4)</sup>

La espirometría es la prueba de función pulmonar utilizada con mayor frecuencia y permite obtener diversos parámetros que se analizan usualmente en dos formas de presentación: la curva tiempo-volumen y la curva flujo-volumen, para lo cual existen escasas referencias a nivel nacional (y nula a nivel local) que puedan describir alteraciones espirométricas en niños con DBP pasados los 5 años de vida.

### Curva tiempo-volumen

La CVF es un parámetro que nos ayuda a determinar si el niño tiene o no un problema de restricción pulmonar, de tal manera que su disminución por debajo del LIN manteniendo una relación  $VEF_1/CVF$  normal, será un hallazgo que se puede observar en niños que tengan un compromiso pleural, alteraciones en la conformación de la caja torácica o neumonías extensas; sin embargo, en algunas ocasiones este valor puede estar disminuido en niños con procesos obstructivos severos en los que la disminución de la CVF será por aumento del volumen residual asociado a atrapamiento aéreo.<sup>(16,17)</sup>

El hecho de que la CVF en este estudio sea similar en ambos grupos, al igual que en otras publicaciones,<sup>(17,18)</sup> sugiere que el niño prematuro extremo, una vez que supera la etapa aguda de la noxa recibida por ventilación mecánica u oxigenoterapia, continúa su periodo de alveolización normal,<sup>(19)</sup> y en forma global se observaría que no tienen tendencia a la restricción.

El  $VEF_1$  es un parámetro de función pulmonar que puede encontrarse disminuido tanto en problemas obstructivos como en trastornos restrictivos y la diferencia es que en los problemas obstructivos su disminución ocurre con CVF normal.

En el presente estudio, el análisis global no encontró diferencia; sin embargo, de los 18 casos, 4 tuvieron espirometría con  $VEF_1$  bajo y CVF conservada, vale decir, espirometrías que expresaron un patrón ventilatorio obstructivo; a estos niños se les realizó adicionalmente una PPBE que corroboró obstrucción bronquial con la actividad física en 2 de ellos, es difícil discernir si estos niños tenían una predisposición genética para desarrollar asma o si fue la prematuridad y el antecedente de displasia

broncopulmonar, factores condicionantes para desarrollar asma, tal como sugieren algunos estudios.<sup>(3,20,21,22)</sup>

Un estudio longitudinal realizado en Italia en el que se realizó seguimiento a un grupo de pacientes con antecedente de DBP desde el nacimiento hasta los 24 años, demostró que el VEF<sub>1</sub> se mantenía por debajo de lo esperado incluso hasta la edad, lo que demuestra la persistencia de un problema obstructivo a largo plazo.<sup>(23)</sup>

FEF<sub>25-75</sub>, también conocido como mesoflujo, es un parámetro de la curva tiempo volumen que permite tener una idea de lo que ocurre a nivel de la vía aérea pequeña, valores bajos son comunes en estadios iniciales de enfermedades pulmonares obstructivas; en el presente estudio se encontraron valores más altos en los controles que en los niños con antecedente de prematuridad (Fig. 2), tal como fue hallado en algunos estudios longitudinales en niños con DBP,<sup>(24,25)</sup> lo que sugiere 2 posibilidades: la primera es que las condiciones a las que fue expuesto el prematuro extremo, ventilación mecánica, produjo un daño a nivel de la vía aérea pequeña, más no en la alveolización pulmonar que se mencionó anteriormente; la otra posibilidad es que los cuadros obstructivos pueden describirse como obstrucciones mínimas cuando hay compromiso de los mesoflujos, lo que apoya la teoría de que la prematuridad es un factor de riesgo para presentar obstrucción de la vía aérea pequeña.

### Curva flujo-volumen

Respecto al FEP, lo encontramos dentro de límites normales en ambos grupos, lo que era de esperarse, ya que está descrito que junto al VEF<sub>1</sub> de la curva flujo volumen guardan una buena correlación, que fue mayor de 0,8, por lo que en algunas ocasiones ambos valores pueden ser extrapolables; por otro lado, alteraciones del FEP expresan daño de la vía aérea grande, aspecto que no ocurre necesariamente en la DBP.

Respecto a los otros parámetros de la curva flujo-volumen, vale decir, el FEF<sub>25</sub>, FEF<sub>50</sub> y FEF<sub>75</sub> (Fig. 3), miden aproximadamente lo que está sucediendo en la vía aérea grande, mediana y pequeña, respectivamente. La disminución de los valores en el FEF<sub>50</sub> y FEF<sub>75</sub> sugieren que la disminución de los mesoflujos anteriormente descritos es algo real, ya que se reproduce también en la curva flujo volumen, lo que sugiere nuevamente que puede existir un daño estructural en la vía aérea mediana y pequeña en los niños con antecedente de prematuridad extrema; sin embargo, llama la atención que el FEF<sub>25</sub> también está disminuido en la curva flujo volumen, que indica que de alguna manera podría existir daño en la vía aérea superior. *Doyle* y otros,<sup>(18)</sup> hallaron igualmente en un estudio longitudinal una diferencia significativa en niños de 8 años con antecedente de DBP en dichas variables, que persistían incluso hasta los 18 años.

El presente estudio posee limitaciones, una de ellas es la cantidad de niños incluidos en esta investigación, esto debido a la dificultad para ser hallados por lo deficiente que fue el registro de sus datos personales en algunas historias clínicas, lo que imposibilita igualmente la búsqueda de controles con su misma edad gestacional al nacimiento (prematuros), otra limitación hace referencia al sesgo que produce la aceptación de aquellos niños con displasia broncopulmonar que se encontraban en una situación estable de salud, pues varios padres negaron la participación de niños que presentaban una enfermedad severa y que podrían haber modificado los resultados. Consideramos que los hallazgos del estudio permiten tener un nuevo panorama de la displasia broncopulmonar en nuestra ciudad y en el Perú, debido a la poca investigación que se realiza en torno a dicha afección en nuestra región.

En conclusión, este estudio muestra que la displasia broncopulmonar en una ciudad situada a 2335 msnm tiene tendencia a provocar, desde el punto de vista de función pulmonar, patrón espirométrico obstructivo, especialmente a nivel de la vía aérea pequeña.

Recomendamos enriquecer el llenado de historias clínicas que puedan permitir el desarrollo de investigaciones, también se recomienda realizar una investigación que pueda establecer valores espirométricos normales en niños de nuestra región, ya que estos poseen características étnicas, sociales y económicas e incluso geográficas (por ser Arequipa una ciudad de altura) que no pueden ser comparados con valores estandarizados para niños propuestos en otras regiones.

## Referencias bibliográficas

1. Shukla V, Ambalavanan N. Recent Advances in Bronchopulmonary Dysplasia. Indian J Pediatr. 2021;88:690-5. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12098-021-03766-w>
2. Sanchez-Solis M, Perez-Fernandez V, Bosch-Gimenez V, Quesada JJ, Garcia-Marcos L. Lung function gain in preterm infants with and without bronchopulmonary dysplasia. Pediatr Pulmonol. 2016;51(9):36-42. DOI: [10.1002/ppul.23393](https://doi.org/10.1002/ppul.23393)
3. Sucasas-Alonso A, Pértega-Díaz S, Sáez-Soto R, Ávila-Álvarez A. Epidemiología y factores de riesgo asociados a displasia broncopulmonar en prematuros menores de 32 semanas de edad gestacional. An pediatr 2021. (De próxima aparición). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anpedi.2021.03.002>
4. Bonadies L, Zaramella P, Porzionato A, Perilongo G, Muraca M. Present and Future of Bronchopulmonary Dysplasia. J Clin Med. 2020;9(5):1539. DOI: <https://doi.org/10.3390/jcm9051539>

5. Ministerio de salud. Guía clínica de Displasia Broncopulmonar del prematuro. Perú: Ministerio; 2016 [acceso 07/01/2019]. Disponible en: <http://www.bibliotecaminsal.cl/wp/wp-content/uploads/2016/04/Displasia-Broncopulmonar-del-Prematuro.pdf>
6. Siffel C, Kistler K, Lewis J, Sarda S. Global incidence of bronchopulmonary dysplasia among extremely preterm infants: a systematic literature review. *J Matern-Fetal Neonatal Med.* 2021;34(11):1721-31. DOI: <https://doi.org/10.1080/14767058.2019.1646240>
7. Dartora D, Flahault A, Luu T, Cloutier A, Simoneau J, White M, *et al.* Association of Bronchopulmonary Dysplasia and Right Ventricular Systolic Function in Young Adults Born Preterm. *Chest.* 2021;160(1):287-96. DOI: [HTTPS://DOI.ORG/10.1016/J.CHEST.2021.01.079](https://doi.org/10.1016/j.chest.2021.01.079)
8. Griscom N, Wheeler W, Sweezey N, Kim Y, Lindsey J, Wohl M. Bronchopulmonary dysplasia: radiographic appearance in middle childhood. *Radiology.* 1989;171(3):811-4.
9. Pizarro M, Oyarzún M. Actualización en displasia broncopulmonar. *Neumol Pediatr.* 2016 [acceso 17/03/2020];11(2):76-80. Disponible en: [https://www.savagnet.cl/revistas/neumo\\_ped\\_abril\\_2016/files/assets/common/downloads/N EUMOLOG.pdf](https://www.savagnet.cl/revistas/neumo_ped_abril_2016/files/assets/common/downloads/N EUMOLOG.pdf)
10. Gray P, O'Callaghan M, Poulsen L. Behaviour and quality of life at school age of children who had bronchopulmonary dysplasia. *Early Hum Dev.* 2008;84(1):1-8.
11. Duijts L, van Meel E, Moschino L, Baraldi E, Barnhoorn M, Bramer W, *et al.* European Respiratory Society guideline on long-term management of children with bronchopulmonary dysplasia. *Eur Respir J* 2020;55:1900788. DOI: <https://doi.org/10.1183/13993003.00788-2019>
12. Liao WH, Chen JW, Chen X, Lin L, Yan HY, Zhou YQ, *et al.* Impact of resistance training in subjects with COPD: a systematic review and meta-analysis. *Respir Care.* 2015;60:1130-45. DOI: [10.4187/respcare.03598](https://doi.org/10.4187/respcare.03598)
13. Lahham A, McDonald C, Holland A. Exercise training alone or with the addition of activity counseling improves physical activity levels in COPD: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis.* 2016;11:3121-36. DOI: [10.2147/COPD.S121263](https://doi.org/10.2147/COPD.S121263)
14. Morales N, Papaleo A, Morales V, Caty G, Reyckler G. Physical Activity Program Improves Functional Exercise Capacity and Flexibility in Extremely Preterm Children With Bronchopulmonary Dysplasia Aged 4-6 Years: A Randomized Controlled Trial. *Arch Bronconeumol.* 2018;54:607-13. DOI: [10.1016/j.arbres.2018.05.001](https://doi.org/10.1016/j.arbres.2018.05.001)
15. Graham B, Steenbruggen I, Miller M, Barjaktarevic I, Cooper B, Hall G, *et al.* Standardization of Spirometry 2019 Update. An Official American Thoracic Society and European Respiratory Society Technical Statement. *Am J Respir Crit Care Med.* 2019;200(8):e70-e88. DOI: [10.1164/rccm.201908-1590ST](https://doi.org/10.1164/rccm.201908-1590ST)
16. Hall J, Guyton A. *Tratado de Fisiología Médica.* 14 ed. Barcelona: Elsevier; 2021.
17. Moschino L, Bonadies L, Baraldi E. Lung growth and pulmonary function after prematurity and bronchopulmonary dysplasia. *Pediatr Pulmonol.* 2021;1-10. DOI: <https://doi.org/10.1002/ppul.2538010>
18. Doyle L, Faber B, Callanan C, Freezer N, Ford G, Davis N. Bronchopulmonary Dysplasia in Very Low Birth Weight Subjects and Lung Function in Late Adolescence. *Pediatrics.* 2006;118(1):108-13. DOI: <https://doi.org/10.1542/peds.2005-2522>

19. Sadler T. Langman Embriología médica. 14 ed. Barcelona: Lippincott Williams & Wilkins; 2019.
20. Filippone M, Sartor M, Zacchello F, Baraldi E. Flow limitation in infants with bronchopulmonary dysplasia and respiratory function at school age. *Lancet*. 2003;361(9359):753-4.
21. Mahut B, De blic J, Emond S, Benoist M, Jarreau P, Lacaze-Masmonteil T, *et al*. Chest computed tomography findings in bronchopulmonary dysplasia and correlation with lung function. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*. 2007;92(6):459-64.
22. Northway W, Moss R, Karlisle K, Parker B, Popp R, Pitlick P, *et al*. Late Pulmonary Sequelae of Bronchopulmonary Dysplasia. *N Engl J Med*. 1990;323(26):1793-9.
23. Moschino L, Stocchero M, Filippone M, Carraro S, Baraldi E. Longitudinal Assessment of Lung Function in Survivors of Bronchopulmonary Dysplasia from Birth to Adulthood. The Padova BPD Study. *Am J Respir Crit Care Med*. 2018;198(1):134-7. DOI: <https://doi.org/10.1164/rccm.201712-2599LE>
24. Fortuna M, Carraro S, Temporin E, Berardi M, Zanconato S, Salvadori S, *et al*. Mid-childhood lung function in a cohort of children with “new bronchopulmonary dysplasia”. *Pediatr pulmonol*. 2016;51(10):1057-64. DOI: [10.1002/ppul.23422](https://doi.org/10.1002/ppul.23422)
25. Malleske D, Chorna O, Maitre N. Pulmonary sequelae and functional limitations in children and adultswith bronchopulmonary dysplasia. *Paediatr Respir Rev*. 2018;26:55-9. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.prrv.2017.07.002>

### Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses en la publicación del artículo.

### Contribución de los autores

*Arturo Felipe Recabarren Lozada*: ha participado en la conceptualización del artículo, la curación de datos y ha participado en la visualización, redacción revisión y edición de la versión final.

*Marcos Gustavo Llanos Rosas*: ha participado en la conceptualización del artículo, el análisis formal de los datos y ha participado en la visualización, redacción revisión y edición de la versión final.

*Alejandra Lucero Flores Ruelas*: ha participado en la conceptualización del artículo, la curación de datos y ha participado en la visualización, redacción revisión y edición de la versión final.

*Renzo Gonzalo Fuentes Ponce*: ha participado en la conceptualización del artículo, la curación de datos y ha participado en la visualización, redacción revisión y edición de la versión final.

## Financiamiento

Autofinanciado-