



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO
HOSPITAL INFANTIL DE MÉXICO FEDERICO GÓMEZ

Evaluación de la función pulmonar en pacientes
escolares con antecedente de Displasia
Broncopulmonar en un periodo de
seguimiento de 5 años en el Hospital Infantil
de México "Federico Gómez"

T E S I S

PARA OBTENER EL TÍTULO DE
ESPECIALISTA EN :

NEUMOLOGÍA PEDIÁTRICA

P R E S E N T A:

Dra. Sarahí Osiris Barrera Hernández

TUTORES:

Dra. Lourdes María del Carmen Jamaica Balderas

Dra. Solange Gabriela Koretzky

CIUDAD DE MÉXICO, FEBRERO 2024





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

HOJA DE FIRMAS

**DR. SARBELIO MORENO ESPINOSA
DIRECTOR DE ENSEÑANZA Y DESARROLLO ACADÉMICO**



**DRA. LOURDES MARIA DEL CARMEN JAMAICA BALDERAS
PROFESOR TITULAR DEL CURSO DE NEUMOLOGÍA
HOSPITAL INFANTIL DE MÉXICO FEDERICO GÓMEZ
ASESORA DE TESIS**



**DRA. SOLANGE GABRIELA KORETZKY
MEDICO ADSCRITO DE INVESTIGACIÓN
HOSPITAL INFANTIL DE MÉXICO FEDERICO GÓMEZ
TUTOR METODOLÓGICO**

DEDICATORIAS

A mi madre, Teresa Hernández, por ser mi guía y el ejemplo de perseverancia y lucha, su fortaleza es uno de los pilares que sostiene mi vida y sus palabras de aliento y consejo son la luz que alumbran mi camino.

A mi padre, Eugenio Barrera, por construirme las alas con las que puedo volar alto, por nunca dejarme de ver como su pequeña niña y apoyarme en cada paso.

A mi esposo, César Jimenez, por ser el compañero que camina a mi lado, llenado mi vida de felicidad y sosteniendome cuando yo no puedo hacerlo.

A mis hermanos, Ciclaly y Josue Barrera, por ser mis amigos y confidentes, alegrando mi vida desde mi infancia y siendo la constancia que necesito.

A mis maestros, Dra. Lourdes Jamaica y Dr. Luis Lezana, por ser mis guías y compartir su conocimiento conmigo.

A mis compañeros, por recorrer este camino juntos, en los buenos y malos momentos, en especial a Huascar Vargas, a quien considero un hermano.

ÍNDICE

I.	Resumen.....	5
II.	Introducción.....	6
III.	Antecedentes.....	7
IV.	Marco teórico.....	8
V.	Planteamiento del problema.....	26
VI.	Pregunta de investigación.....	27
VII.	Justificación	28
VIII.	Hipótesis.....	29
IX.	Objetivos.....	30
	a. Objetivos generales.....	30
	b. Objetivos específicos.....	30
X.	Métodos.....	31
XI.	Implicaciones éticas.....	33
XII.	Plan de análisis estadísticos.....	34
XIII.	Operacionalización de variables.....	35
XIV.	Resultados del estudio.....	46
XV.	Discusión.....	48
XVI.	Conclusión.....	49
XVII.	Limitación del estudio.....	50
XVIII.	Cronograma de actividades.....	51
XIX.	Referencias bibliográficas.....	52
XX.	Anexos.....	58

I. RESUMEN

Introducción: La displasia broncopulmonar (DBP), es una enfermedad pulmonar crónica que se observa con mayor frecuencia en lactantes prematuros que requirieron ventilación mecánica y oxigenoterapia por dificultad respiratoria aguda. El riesgo de desarrollar alteraciones en la función pulmonar es resultado de un proceso multifactorial complejo en el que varios factores prenatales y posnatales comprometen el desarrollo normal en el pulmón inmaduro.¹

Objetivo: Evaluar la función pulmonar de los pacientes con DBP en edad escolar atendidos en la Clínica de Displasia Broncopulmonar del Hospital Infantil Federico Gómez en el periodo de marzo del 2018 a febrero del 2023. **Metodología:** Se diseñó un estudio descriptivo, observacional, retrospectivo y transversal; se revisaron expedientes clínicos y los datos se analizaron con SPSS.

Resultados: Dentro de un universo de 373 pacientes, cumplieron con los criterios de inclusión 207 expedientes. Sin embargo, se descartaron 57 pacientes por criterios de eliminación, y 129 pacientes por criterios de exclusión, por lo que solo se analizaron 31 expedientes. De los pacientes analizados, el patrón predominante fue el obstructivo, presente en el 74.2% (23) de los pacientes, 22.6% (7) tuvieron un patrón normal y el 3.2% (1) presentó un patrón sugerente de restricción. Dentro de los parámetros evaluados, el FEV1 se encontró disminuido en el 32.1% de los pacientes y la FVC se encontró disminuida en 14.3%.

Conclusiones: Se encontró que el patrón funcional predominante fue el patrón obstructivo, presentado principalmente en aquellos niños DBP moderada o severa. La importancia de las pruebas de función pulmonar en la población estudiada radicó principalmente en detectar a los pacientes con alteraciones en dicha función y el tratamiento inhalado instaurado, sin embargo, este estudio puede servir de parteaguas como seguimiento longitudinal en estos niños, así como en los pacientes que sigan ingresando a la Clínica de Displasia Broncopulmonar y en aquellos que ameriten seguimiento en su edad adulta, ser referidos de manera oportuna a un centro especializado en pro de mejorar la salud respiratoria.

I. INTRODUCCIÓN

La displasia broncopulmonar (DBP) es una enfermedad crónica pulmonar, que afecta a los recién nacidos pretérmino que requieren oxígeno suplementario por al menos 28 días, tras su nacimiento, siendo una causa frecuente de morbilidad respiratoria en niños pretérmino que sobreviven al periodo neonatal. A medida que la población de sobrevivientes de la UCIN aumente, es probable que las manifestaciones a largo plazo de la lesión pulmonar crónica con displasia broncopulmonar representen una carga mayor para los sistemas de salud.¹

El fenotipo que se observa con la DBP es el resultado de un proceso multifactorial complejo en el que varios factores prenatales y posnatales comprometen el desarrollo normal en el pulmón inmaduro. Entre los factores de riesgo encontramos ser hijos de padres con atopia, sobre todo asmáticos, además factores postnatales como la exposición pasiva al humo de tabaco y las infecciones respiratorias graves, que podrían producir alteraciones en la función pulmonar.¹

En este estudio se pretende identificar los patrones funcionales en los pacientes con DBP en edad escolar atendidos en la clínica de Displasia Broncopulmonar del Hospital Infantil Federico Gómez, para identificar aquellos niños con riesgo de desarrollar una enfermedad pulmonar persistente, con deterioro en la función pulmonar y obstrucción de la vía respiratoria pequeñas.

II. ANTECEDENTES

La displasia broncopulmonar (DBP), es una enfermedad pulmonar crónica que se observa con mayor frecuencia en lactantes prematuros que requirieron ventilación mecánica y oxigenoterapia por dificultad respiratoria aguda. Si bien los avances en la atención neonatal han resultado en mejores tasas de supervivencia en los bebés prematuros, se ha logrado un progreso limitado en la reducción de tasas de DBP.¹

En los pacientes con antecedente de DBP, la función pulmonar mejora con el desarrollo y crecimiento de los niños, sin embargo, en estudios de seguimiento a largo plazo se plantean preocupaciones sobre la disfunción pulmonar persistente, como son; el broncoespasmo, sibilancias e intolerancia al ejercicio en adultos jóvenes con antecedente de DBP. Estas patologías pulmonares, combinadas con exposiciones ambientales e infecciosas, pueden provocar secuelas pulmonares a largo plazo, representando una carga económica cada vez mayor para los sistemas de salud.²

Varios estudios longitudinales de la función pulmonar han demostrado que la mayoría de los sujetos prematuros con Displasia Broncopulmonar presentan una trayectoria de función pulmonar baja y nunca alcanzan su potencial de crecimiento completo de las vías respiratorias.³

Ah-Fong Hoo y cols., realizaron un estudio observacional en 2014, en niños con antecedente de prematuridad (menores de 27 semanas de gestación), donde refieren que la limitación del flujo de aire también afecta a los bebés prematuros sin DBP, aunque los bebés con un diagnóstico de previo de DBP muestran puntajes Z más bajos que los parámetros del flujo de aire.⁴ La limitación del flujo de aire espiratorio persiste en la edad escolar y más allá en los ex bebés prematuros con y sin DBP en comparación con sus pares nacidos a término, sin un aparente recuperación de la función pulmonar en los niños afectados por DBP.⁵

III. MARCO TEORÍCO

HISTORIA

La Displasia Broncopulmonar fue descrita inicialmente en 1967 por Norhway, y consistía en una patología pulmonar de los bebés prematuros con síndrome de dificultad respiratoria (SDR) o enfermedad de la membrana hialina (EMH) que requerían ventilación mecánica prolongada y, en lugar de evolucionar a la curación, presentaban signos de enfermedad pulmonar crónica.^{6,7}

En 1979, Eduardo Bancalari y cols. propusieron criterios diagnósticos más precisos para DBP.⁸ En 2001, el grupo de expertos reunidos por los Institutos Nacionales de Salud de los Estados Unidos (NIH), coordinados por Alan Jobe y Eduardo Bancalari, propusieron la definición actualmente vigente en leve, moderada y grave.⁹ En 2019, Erick Jensen y cols, clasificaron la gravedad de la DBP, según el soporte respiratorio en grados; No DBP, grado 1, grado 2 y grado 3.¹⁰

DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

La displasia broncopulmonar (DBP) es una enfermedad pulmonar crónica que afecta sobre todo a los recién nacidos prematuros con peso inferior a 1,500 gramos, secundaria a múltiples factores añadidos a la inmadurez de la vía aérea, provocando una interrupción del desarrollo pulmonar con lesión en el parénquima pulmonar y necesidad de requerir oxígeno suplementario a los 28 días de edad postnatal o a las 36 semanas de edad posmenstrual.^{11,12} La determinación de gravedad de la DBP permitirá predecir la evolución y el seguimiento a largo plazo en estos pacientes (Tabla 1).¹³

Tabla 1. Definición de Displasia Broncopulmonar: Criterios diagnósticos.

Edad gestacional	< 32 semanas	≥ 32 semanas
Edad al diagnóstico	36 semanas de edad postmenstrual o alta domiciliaria, lo que se cumpla primero.	>28 días, pero <56 días de vida o alta domiciliaria, lo que se cumpla primero.
Tratamiento con oxígeno FiO ₂ >21% por más de 28 días.		
DBP leve	Respirando aire ambiente a las 36 semanas de edad postmenstrual o al alta, lo que se cumpla primero.	Respirando aire ambiental a los 56 días de vida o al alta, lo que se cumpla primero.
DBP moderada	Necesidad de oxígeno <30% a las 36 semanas de edad postmenstrual o al alta, lo que se cumpla primero.	Necesidad de oxígeno <30% a los 56 días de vida o al alta, lo que se cumpla primero.
DBP severa	Necesidad de oxígeno ≥30% y/o presión positiva (CPAP o VPP) a las 36 semanas de edad postmenstrual o al alta, lo que se cumpla primero.	Necesidad de oxígeno ≥ 30% y/o presión positiva (CPAP o VPP) a los 56 días de vida o al alta, lo que se cumpla primero.

Definición de abreviaturas: DBP= Displasia broncopulmonar; CPAP= Presión nasal continua positiva en la vía aérea; VPP= Ventilación con presión positiva.

La clasificación propuesta por el consenso NICHD del 2001, divide a la Displasia Broncopulmonar en dos grupos principales, los prematuros nacidos antes de las 32 semanas de gestación y aquellos nacidos posterior a estas 32 semanas, a su vez, los subdivide en leve (cuando los prematuros respiran al aire a las 36 semanas postmenstrual o al alta, lo que ocurra primero), moderada (necesidad de <30% de oxígeno a las 36 semanas postmenstrual o al alta, lo que ocurra primero) y en grave (necesidad de ≥30% de oxígeno y/o presión positiva a través de ventilación con presión positiva VPP o presión nasal positiva continua de las vías respiratorias CPAP).¹⁴

En la revisión de NICHD del 2016, se concluyó que la definición anterior era limitada ya que no tenía en cuenta las intervenciones desarrolladas después del 2001 (es decir, asistencia respiratoria sin oxígeno suplementario), predecía de manera deficiente los resultados respiratorios a largo plazo y no tenía en cuenta la DBP letal temprana.¹⁵ Las mejoras sugeridas a la definición del NICHD del 2001 incluyen: adición de modos más nuevos de

ventilación no invasiva (por ejemplo; flujo de cánula nasal) no incluidos en la definición anterior de la NICHD del 2001, así como la reclasificación de la gravedad en función de los grados; I, III, III y IIIA (Tabla 2), en lugar del uso de los términos más subjetivos de leve, moderado y grave. La revisión agrega una nueva categoría (IIIA) para DBP letal temprana para bebés que mueren con enfermedad pulmonar entre 14 días y 36 semanas después del nacimiento.¹⁶

Tabla 2. Revisión de los criterios de NICHD del 2016 basados en la concentración de oxígeno (porcentaje).

Grados	IPPV Invasivo	CPAP o VNIPP	Cánula nasal a flujo de 1 a < 3 L/min	Cánula nasal a flujo <1 L/min	Capucha O2
I (leve)	-	21	22 a 29	22 a 70	22 a 29
II (moderado)	21	22 a 29	≥30	≥ 70	≥ 30
III (severa)	≥21	≥30	-	-	-
IIIA (muerte temprana)	-	-	-	-	-

Definición de abreviaturas: NICHD= Instituto Nacional de Salud Infantil y Desarrollo Humano. CPAP= Presión nasal continua positiva en la vía aérea. IVPP= Intubación y ventilación con presión positiva. VNIPP= Ventilación con presión positiva intermitente no invasiva.

En la revisión del NICHD del 2019: se realizó a partir de un estudio prospectivo del NICHD de 2677 bebés prematuros (<32 semanas de gestación) nacidos entre 2011 y 2015, para determinar la mejor definición de DBP de 18 definiciones evaluadas preespecificadas para predecir la muerte o la mortalidad respiratoria grave entre los 18 y los 26 meses de edad corregida, la cual se basó en el modo de asistencia respiratoria administrado a las 36 semanas postmenstrual, independiente si se utilizó oxígeno suplementario. En este estudio, la mejor definición diagnóstica fue una versión simplificada de las revisiones propuestas del 2016 que dependían únicamente del modo de asistencia respiratoria y no del grado de suplementación de oxígeno (Tabla 3).¹⁷

Tabla 3. Diagnóstico basado en el estudio prospectivo de NICHD del 2019.

Grados	PPV invasiva	CPAP o VNIPP	Cánula nasal a flujo >2 L/min	Cánula nasal a flujo <2 L/min
I (leve)	-	-	-	≥21
II (moderada)	-	≥21	≥21	-
III (severo)	≥21	-	-	-

Un bebé prematuro (<32 semanas de edad gestacional) con displasia broncopulmonar tiene una enfermedad pulmonar parenquimatosa persistente confirmada por radiografía y, a las 36 semanas de edad gestacional, requiere una de las intervenciones anteriores según los rangos de FiO₂.

Definición de abreviaturas: NICHD= Instituto Nacional de Salud Infantil y Desarrollo Humano. CPAP= Presión nasal continua positiva en la vía aérea. VPP= Ventilación con presión positiva. VNIPP= Ventilación con presión positiva intermitente no invasiva.

La Displasia broncopulmonar de grado 3, en comparación con los lactantes sin displasia broncopulmonar o con displasia broncopulmonar de grado 1 o 2 tenían más probabilidades de morir durante la hospitalización del parto o requerir soporte de oxígeno suplementario al alta.¹⁸

EPIDEMIOLOGÍA:

Tras la introducción del tratamiento con surfactante postnatal para el síndrome de dificultad respiratoria (SDR) después de 1990, el uso de la terapia prenatal con corticoesteroides, y las técnicas de ventilación menos agresivas en bebés prematuros, se ha reducido la mortalidad y morbilidad neonatal, con una dificultad respiratoria menos grave después del nacimiento, sin embargo, la incidencia de displasia broncopulmonar varía significativamente entre diferentes centros debido a las variaciones en las prácticas perinatales, las diferencias en los estilos de manejo y la falta de una definición consistente de DBP. La tasa más alta observada en DBP se encuentra en los bebés nacidos a una edad gestacional más baja y con un peso más bajo.^{19, 20} Los datos de la red de investigación neonatal informan que la incidencia de BPD fluctúa entre un 20% y un 35% en los menores de 1500 gramos y alcanza un 60% en los menores de 1000 gramos^{21,22}.

FISIOPATOLOGÍA:

Durante el desarrollo embrionario, el pulmón de un feto humano de 20 semanas se ha ramificado completamente para tener todas las vías respiratorias, pero la región potencial de intercambio de gases del pulmón se compone de saculares simples revestidas por epitelio cúbico.²³ No hay alvéolos, el lecho capilar está poco desarrollado y no muy opuesto al epitelio, y las células epiteliales no han comenzado a producir surfactante. A las 24 semanas, se ha producido la maduración suficiente para permitir el intercambio de gases al menos de forma transitoria en la mayoría de los lactantes si reciben surfactante poco después del nacimiento. Ocasionalmente, estos bebés tienen pulmones maduros, como se define empíricamente por valores normales de presión parcial de O₂ (pO₂) y presión parcial de CO₂ (pCO₂), mientras reciben un suplemento mínimo de O₂ y ventilación asistida. La alveolización normal, identificada por la tabicación que se origina a lo largo de las fibras de elastina, comienza después de las 28 semanas de gestación. Luego, la alveolización avanza rápidamente para lograr números alveolares que quizás sean del 20% al 50% del número adulto de 300, a 106 a término (40 semanas de gestación). Al mismo tiempo, los capilares pulmonares se elaboran, las células de tipo II se diferencian y el surfactante se acumula a niveles elevados a término. Estos eventos de desarrollo, que están estrechamente vinculados y regulados durante el desarrollo pulmonar normal, claramente pueden verse alterados por el parto prematuro.^{24, 25}

Los factores que contribuyen en el desarrollo de esta enfermedad se pueden separar en causas prenatales, perinatales y posnatales. Dentro de los factores prenatales y perinatales, la susceptibilidad genética, la inmadurez de la homeóstasis del surfactante, las infecciones intrauterinas y/o perinatales y la restricción del crecimiento pulmonar por insuficiencia placentaria son factores centrales que impactan en el desarrollo de la DBP.²⁶ Las terapias posnatales de ventilación mecánica y oxigenoterapia inducen una respuesta inflamatoria pulmonar, además el desarrollo pulmonar se ve afectado también por la sobrecarga de líquidos y los déficits nutricionales. A pesar del progreso en la comprensión mecánica de la patogenia de la DBP, las opciones terapéuticas para prevenir la enfermedad aún son

limitadas y las terapias farmacológicas son de baja eficacia, lo que da como resultado una reducción modesta de la incidencia de la DBP.²⁷

FACTORES DE RIESGO ASOCIADOS

TABAQUISMO PASIVO

El tabaquismo es un problema sanitario con elevada morbilidad y mortalidad por sus efectos cardiovasculares, cancerígenos, cerebrovasculares y broncopulmonares. A las personas no fumadoras expuestas al humo tabáquico en ambientes cerrados habitados por no fumadores, se les denomina como fumadores pasivos, siendo los pediátricos, la población con mayor riesgo a su exposición, siendo más susceptibles a las infecciones respiratorias.²⁸

La exposición pasiva del niño al tabaco se asocia con múltiples patologías, siendo la patología respiratoria una de las de las principales causas de enfermedad, asociándose a una prevalencia significativamente elevada de bronquiolitis, asma y otras enfermedades respiratorias crónicas, así como a una disminución de la función respiratoria en épocas posteriores de la vida.²⁹

El aparato respiratorio en el niño es especialmente vulnerable a los insultos medioambientales. Fisiopatológicamente, el tabaquismo produce cambios estructurales significativos en la mucosa respiratoria y el parénquima pulmonar. La irritación aguda se acompaña de hiperplasia e hipertrofia de las glándulas mucosas del epitelio respiratorio, aumento de la secreción mucosa, tos y expectoración (o vómitos de moco deglutido). La inflamación subaguda y crónica de las vías aéreas periféricas produce obstrucción de las mismas, destrucción de las paredes alveolares y, con el paso del tiempo, disminución de la elasticidad pulmonar y desarrollo de enfisema centrolobulillar.³⁰

Un estudio retrospectivo transversal realizado por Martín y Sanchez en Madrid, España, sobre el tabaquismo pasivo en la infancia y su asociación con patología respiratoria, el cual incluyó 506 pacientes pediátricos, refiere que la probabilidad de un lactante con antecedente de haber nacido antes de las 36 semanas de gestación de padecer bronquiolitis es mucho más altas que aquellos que nacieron a término.³¹

INFECCIONES RESPIRATORIAS.

Durante los primeros años de vida existe mayor mortalidad respiratoria en los niños de muy bajo peso o nacidos pretérmino, sobre todo si tienen DBP. Existe un mayor riesgo de sibilancias recurrentes así como una mayor susceptibilidad a las infecciones de las vías respiratorias bajas, sobre todo las víricas.³²

Además de la inmadurez estructural y función pulmonar, el parto prematuro también se asocia con la inmadurez del desarrollo de los sistemas inmunitarios innatos y adaptativos, así como una falta significativa en la interacción funcional entre los dos sistemas. Presentando niveles más bajos de citocinas inflamatorias, disminución de inmunoglobulinas específicas de antígeno, así como una producción y función limitadas de proteínas antimicrobianas, peptidasas y citocinas solubles.³³ También se ha observado una disminución de la capacidad para detectar y eliminar virus y otros patógenos debido a la reducción en la cantidad de linfocitos circulantes en bebés prematuros después de la administración prenatal de corticoesteroides, una práctica bien establecida para mejorar la maduración pulmonar fetal y reducir las complicaciones pulmonares cuando se sospecha trabajo de parto prematuro.³⁴

La interrupción del desarrollo pulmonar y la disminución de las respuestas inmunitarias colocan a los sobrevivientes de un parto prematuro en un riesgo de infección respiratoria grave durante los primeros años de vida, la cual, se ha asociado con mayores tasas de asma infantil, trastornos de sibilancias y función pulmonar subóptimas.^{35, 36} Si bien los bebés prematuros a menudo se etiquetan como asmáticos, es probable que los mecanismos subyacentes de las sibilancias asociadas con la prematuridad sean diferentes.³⁷ El riesgo de hospitalización en un bebé prematuro, por una infección respiratoria aguda es al menos tres veces mayor durante el primer año de vida en comparación con los bebés nacidos a término.³⁸

EVALUACIÓN DE LA FUNCIÓN PULMONAR

Los bebés prematuros que desarrollan lesión pulmonar ahora son generalmente muy pequeños y tienen antecedentes prenatales y posnatales que difieren de los bebés prematuros de épocas anteriores, entre los que encontramos ser pequeños para la edad gestacional, corioamnioitis o exposición al tabaco. Por lo tanto, los aspectos del desarrollo y la función pulmonar que se relacionan con la medicina clínica también difieren y pueden evaluarse de manera útil para identificar factores que son importantes para los resultados pulmonares de tales bebés.³⁹

Los avances significativos en el cuidado de los bebés prematuros en las últimas décadas, incluido el desarrollo de surfactante, así como modos de ventilación más nuevos y más suaves, ha producido un nuevo patrón de lesión pulmonar con detención del desarrollo alveolar y menos lesión estructural de las vías respiratorias y fibrosis intersticial, denominada como la nueva Displasia broncopulmonar.⁴⁰ Lo que trae consigo retrasos en el desarrollo neurológico, cambios estructurales dados por una función pulmonar reducida en la edad escolar, asociados con la edad gestacional y el muy bajo peso al nacer, hospitalizaciones y mortalidad.⁴¹ Los bebés con peso extremadamente bajo al nacer, que probablemente desarrollan lesión pulmonar generalmente nacen entre las 24 y 28 semanas de gestación con peso al nacer entre 0.5 y 1 kg.⁴²

Se han realizado estudios donde se ha evaluado la función pulmonar a largo plazo entre niños prematuros tratados en la era anterior al surfactante, basándose principalmente en medidas espirométricas en las que se evidencia obstrucción de las vías respiratorias y atrapamiento de aire, particularmente entre aquellos con antecedente de displasia broncopulmonar.^{43,44} Además, existen estudios de seguimiento entre los prematuros y controles de niños a término, reportando que los niños prematuros con displasia broncopulmonar tienen un volumen residual (RV) y un volumen residual/capacidad pulmonar total (RV/TLC) significativamente más altos que aquellos sin displasia broncopulmonar, lo que posiblemente represente un atrapamiento de aire.⁴⁵ Además, se ha especulado que la DBP leve en los lactantes extremadamente prematuros puede ser principalmente una

manifestación de inmadurez pulmonar en lugar de una lesión pulmonar, y que estos lactantes pueden no desarrollar enfermedad pulmonar crónica.⁴⁶

La importancia del estudio de la función pulmonar radica en la evaluación objetiva y seguimiento de pacientes con enfermedades que afectan el aparato respiratorio de forma crónica o recurrente.⁴⁷ Por lo que la espirometría es fundamental para medir el efecto del daño pulmonar en los recién nacidos prematuros que desarrollaron displasia broncopulmonar, monitorizar el curso de dicha enfermedad, así como conocer el pronóstico de estos pacientes a nivel pulmonar.

Vom y cols realizaron un seguimiento a niños escolares con antecedente de prematuridad (edad media, 9,5 años), encontrando que los síntomas respiratorios (36 % frente a 8 %) y la recepción de medicación para el asma (21 % frente a 0 %) fueron significativamente más frecuentes en los niños prematuros con DBP previa que en aquellos sin antecedentes de dicha enfermedad. Los niños con antecedentes de DBP tuvieron valores significativamente más bajos de volumen espiratorio forzado en el primer segundo, además, presentaron una tasa de flujo espiratorio forzado al 50% de la capacidad vital forzada en comparación con el grupo de control de prematuros.⁴⁸

PRUEBAS DE FUNCIÓN PULMONAR

ESPIROMETRÍA

La espirometría es una prueba fisiológica que mide el volumen máximo de aire que un individuo puede inspirar y espirar con el máximo esfuerzo, siendo la principal medida la Capacidad Vital Forzada (FVC) que es el volumen entregado durante una espiración realizada a partir de una inspiración forzada, y el Volumen Espiratorio forzado en el primer segundo (FEV1), dado por el volumen espiratorio en el primer segundo de una maniobra de FVC.⁴⁹

Criterios de aceptabilidad

Al ser una prueba dependiente del esfuerzo del paciente, esta debe cumplir con criterios estandarizados para poder interpretar el estudio de forma adecuada, entre estos encontramos los criterios de aceptabilidad, los cuales son: 1) Inicio adecuado, con elevación abrupta y vertical en la curva flujo/volumen y esta debe de ser de forma triangular, con volumen extrapolado menor a 100 mL o 5% de la FVC; 2) Terminación adecuada con exhalación de al menos 6 segundos en niños mayores de 10 años de edad y al menos 3 segundos en niños menores de 10 años de edad, así como lograr una meseta de un segundo, sin cambios mayores a 0.025 L (25 mL) por al menos 1 segundo en la curva volumen/tiempo, que el sujeto no pueda continuar exhalando o se niegue a hacerlo; 3) Libre de artefactos, es decir, no haber evidencia de terminación temprana, esfuerzo variable, tos en el primer segundo, cierre glótico, exhalaciones repetidas, obstrucción en boquilla o fuga alrededor de la misma, errores de línea de base (sensores de flujo) o fugas en el sistema.⁵⁰

Criterios de repetibilidad

Una vez que se logran obtener tres maniobras aceptables, se debe evaluar la repetibilidad de la prueba bajo los siguientes criterios; la diferencia entre los dos valores más altos de FVC deber ser menor a 150 mL; cuando el volumen pulmonar es bajo (FVC menor a 1.00 L), como en las enfermedades graves o en los niños, la repetibilidad deberá ser menor de 100 mL.⁵⁰

Prueba de respuesta al broncodilatador

Determinar si la obstrucción al flujo aéreo es reversible con la administración de fármacos broncodilatadores inhalados. Los estándares internacionales de interpretación establecen que una respuesta significativa al broncodilatador está definida por una mejoría en FEV1 o FVC mayor al 10%, con respecto al valor basal. Este cambio es por lo general estadísticamente significativo con respecto al cambio esperado en la población sana y puede ser clínicamente relevante. Una respuesta ligeramente menor no puede ser clínicamente significativa, pero debe interpretarse en el contexto de la reproducibilidad de la prueba pre y post-broncodilatador.^{51,52}

Criterios de calidad

Para poder realizar una adecuada interpretación de la espirometría, primero se debe graduar la calidad de la prueba. Por lo que se determina si la prueba cuenta con tres maniobras aceptables y si estas a su vez son repetibles, se procede a graduar la calidad. Se han descrito siete grados de calidad que van desde espirometrías muy aceptables y repetibles (Grado A y B) a pruebas con aceptabilidad y repetibilidad muy pobre (C,D y E), útil (U) o no evaluable (F) Tabla 4.⁴⁹ En la práctica es posible interpretar una espirometría de cualquier grado de calidad, pero cuando la calidad es mala, los resultados son menos concluyentes o son pocos confiables.⁵¹

Tabla 4. Sistema de clasificación para FEV1 y FVC (clasificado por separado)

Grado	Numero de maniobras	Repetibilidad: > 6 años	Repetibilidad: < 6 años
A	≥3 aceptables	Menor de 0.150 L	Menor de 0.100 L*
B	2 aceptables	Menor de 0.150 L	Menor de 0.100 L*
C	≥2 aceptables	Menor de 0.200 L	Menor de 0.150 L*
D	≥2 aceptables	Menor de 0.250 L	Menor de 0.200 L*
E	≥2 aceptables o 1 aceptable	> 0.250 L N/A	> 0.200 L* N/A
U	0 aceptables y ≥ 1 usable	N/A	N/A
F	0 aceptables y 0 usables	N/A	N/A

Definición de abreviaturas: N/A= No aplica

El grado de repetibilidad se determina para el conjunto de maniobras pre broncodilatador y el conjunto de maniobras post broncodilatador por separado. Los criterios de repetibilidad se aplican a las diferencias entre los valores de FVC más grandes y los dos valores de FEV más grandes. El grado U indica que solo se obtuvieron medidas utilizables pero no aceptables. Aunque algunas maniobras pueden ser aceptables o utilizables en niveles de calificación inferiores a A.

*O el 10% del valor más alto, el que sea mayor; se aplica solo para menores de 6 años.

Patrones espirométricos

Patron funcional normal

La interpretación de la espirometría implica observar los valores absolutos de FEV1, FVC y FEV1/FVC, compararlos con los valores predichos y examinar la forma de los espirogramas. En un paciente con función pulmonar normal, la curva volumen-tiempo debe aumentar rápida y suavemente y estabilizarse en 3 a 4 segundos. Con grados crecientes de obstrucción de las vías respiratorias, se tarda más en expulsar el aire (hasta 15 segundos) y la pendiente ascendente del espirograma es mucho menos pronunciada.⁵¹

Patrón obstructivo

En la patología obstructiva existe un obstáculo a la salida de aire contenido en los pulmones, lo que va a condicionar la existencia de menores flujos y enlentecimiento de la salida de aire. En la curva flujo-volumen es similar a la normal, es decir, tiene un ascenso rápido de los flujos, sin embargo no llega al PEF (Pico Flujo Espiratorio), éste estará disminuido en la relación directa con el grado de obstrucción. La última parte de la curva muestra una pendiente muy suave hasta cortar el eje de volumen. Esta última será mas larga y cóncava cuanto mayor sea el grado de obstrucción.⁵³

En la curva volumen-tiempo se aprecia que el aire tarda más en expulsarse, lo que se manifiesta por una disminución de la pendiente de la curva (la curva se “deplaza” hacia la derecha). Como existe una espiración alargada, la fase meseta no se alcanza o se alcanza muy tardíamente; de

igual manera la FVC se alcanza mucho más tarde que la curva normal (en casos de obstrucción grave puede tardar más de 12 segundos). Figura 1.⁵³

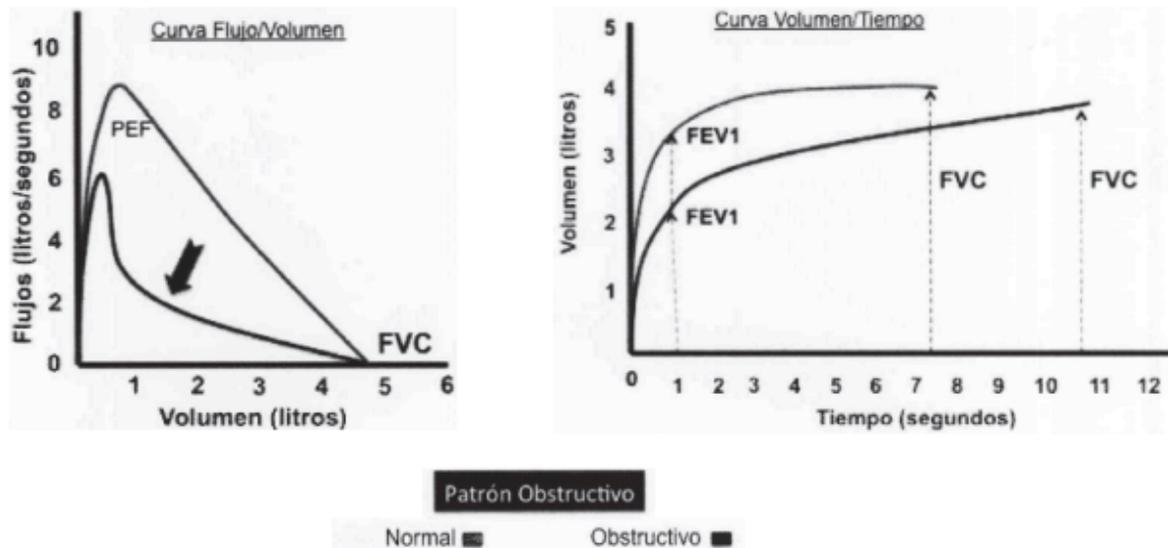


Figura 1. Comparación de curvas de un patrón normal vs un patrón obstructivo: 1) Curva F/V similar a la normal, a) PEF disminuido, b) Curva con pendiente larga y concava. 2) Curva V/T: disminución de la pendiente de la curva.

Una vez hecho el diagnóstico de patrón obstructivo el siguiente paso es determinar cuál es el grado de obstrucción. El FEV1 tiene una relación directa con el grado de obstrucción. Figura 2.⁵⁴

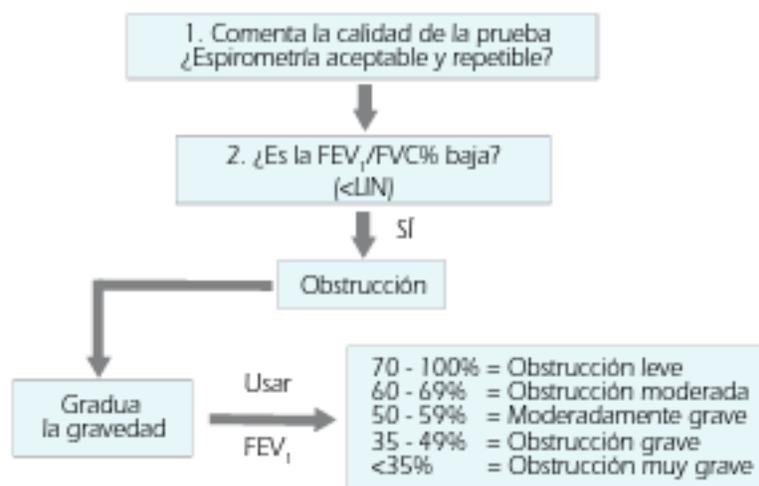


Figura 2. Diagrama de flujo recomendado para determinar si el patrón respiratorio en espirometría es obstructivo y la gravedad del mismo. La interpretación siempre comienza con una valoración de la calidad de la prueba, sigue determinar si la relación FEV1/FVC es baja, lo que define la obstrucción al flujo de aire. Posteriormente, se determina la gravedad de la obstrucción con base en el FEV1.

Patrón restrictivo

La restricción supone una incapacidad para mover la misma cantidad de aire que en circunstancias normales. El término de restricción se refiere a pulmones pequeños.

La curva flujo-volumen tiene una forma similar a la normal, pero más picuda, más estrecha por la disminución de la FVC, lo que da su característico aspecto picudo. La principal característica del patrón restrictivo es la limitación de la FVC, lo que condiciona que el FEV1 se reduzca en parecida proporción. Así, la curva de volumen-tiempo será similar a una normal, pero con volúmenes reducidos. En este caso, el grado de la restricción viene dado por la limitación de volumen; por lo tanto, la curva será más pequeña cuando mayor grado de restricción exista.

Figura 3.⁵³

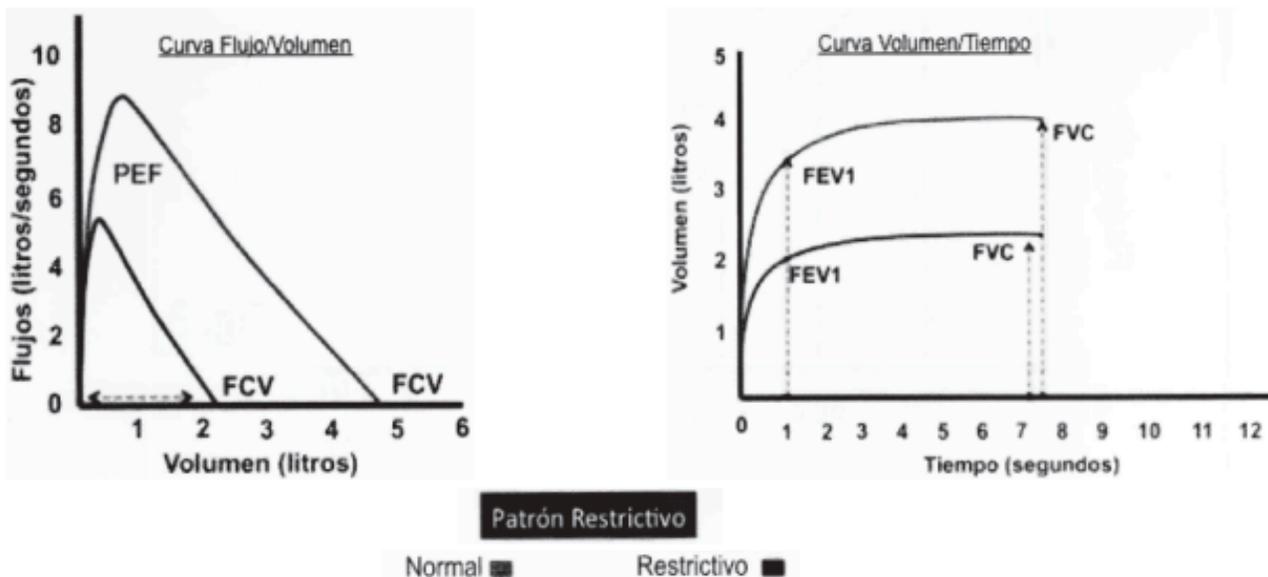


Figura 3. Comparación de curvas de un patrón normal vs un patrón restrictivo. 1) La curva F/V tiene forma similar a la normal, pero más picuda y más estrecha por la disminución de la FVC. 2) La curva de V/T volumen-tiempo será similar a una normal, pero con volúmenes reducidos.

Es importante señalar que la espirometría sólo muestra una sospecha clínica del patrón restrictivo, ya que sólo mide el volumen de aire que desplaza y no el que permanece en los alvéolos (RV), por lo tanto para corroborar el diagnóstico se requiere de técnicas más complejas como son la pletismografía, lavado de nitrógeno y/o lavado de helio.⁵⁵ Es común que un patrón obstructivo grave se pueda confundir con un pulmón pequeño o con un patrón restrictivo, ya que en ambos existe en común una disminución del flujo.

Por lo anterior, existen 3 patrones de curvas espirométricas para reconocer:⁵⁶

- Normal: FEV1 y FVC por encima del 80%.
 - Relación FEV1/FVC predicho por encima de 0.7.
- Obstrutivo: FEV1 por debajo del 80% previsto.
 - La FVC puede ser normal o reducida, generalmente en menor grado que el FEV1
 - Relación FEV1/FVC por debajo de 0.7.
- Sugere de restricción: FEV1 normal o FVC levemente reducido por debajo del 80% previsto.
 - Relación FEV1/FVC normal o superior a 0.7.

OSCILOMETRÍA

La Oscilometría de Impulso (IOS) es una prueba que evalúa la mecánica respiratoria a través de la aplicación de pequeños impulsos de presión (1 cmH₂O) generados por una bocina, que producen oscilaciones de flujo a una frecuencia determinada que se superponen al patrón natural del flujo respiratorio y viajan por la vía aérea hasta el alvéolo.^{57,58} Las frecuencias de oscilación a las cuales se analizan los parámetros funcionales son a 5, 10, 15, 20 y 25 Hertz (Hz).

La IOS mide los siguientes parámetros:

La impedancia del sistema respiratorio (Z) evalúa la relación entre la presión y los cambios de flujo oscilatorio dentro y fuera del sistema respiratorio, la cual, está compuesta por la resistencia de la vía aérea (R), la elastancia del tórax y pulmón (E) y la inercia propia del gas y de los tejidos (I).⁵⁹

Los componentes de la R incluyen la resistencia central (proximal) y periférica (distal) de la vía aérea, representando los cambios en la fase de entrada de las oscilaciones de presión y refleja el calibre de la vía aérea. La resistencia a 5 Hz (R5) mide la resistencia de vía aérea total, mientras que la resistencia a 20 Hz (R20) mide la resistencia de la vía aérea central.^{58,59}

La reactancia del sistema respiratorio (X) representa los cambios en la fase de salida de los flujos dependientes de los cambios de volumen e incluye las fuerzas que mueven la columna de aire en las vías aéreas de conducción, definida como inercia y las propiedades elásticas del pulmón, denominada capacitancia.⁵⁹

La frecuencia de resonancia (F_{res}) es el punto en el cual, las magnitudes de la reactancia capacitativa e inercial son iguales y tienen un valor igual a cero a distintas frecuencias.⁶⁰

El área de reactancia (AX) corresponde al índice cuantitativo de la X respiratoria total en todas las frecuencias entre los 5 Hz y la F_{res} . Este índice integrativo refleja los grados de cambios de obstrucción en la vía aérea periférica y se correlaciona estrechamente con la frecuencia dependiente de la R y permite evaluar en forma más sensible la respuesta broncodilatadora, así como los cambios que ocurren en tratamientos a largo plazo.⁶¹

La IOS es útil en la evaluación de pacientes poco cooperadores en estudios dependientes de esfuerzo, pero además, es particularmente relevante en el estudio de las enfermedades que afectan la vía aérea pequeña, dado que esta región de la anatomía bronquial no es posible evaluarla mediante la espirometría.⁵⁷

Criterios de aceptabilidad.

Al igual que la espirometría, la IOS es una prueba dependiente del esfuerzo del paciente, por lo que las maniobras deben cumplir con criterios de aceptabilidad. Al realizar tres mediciones de 30 segundos cada una deben tener los siguientes criterios: 1) El paciente debe tener al menos cuatro respiraciones en volumen corriente y de forma regular; 2) La morfología de las curvas deben estar libres de artefactos: tos, cierre glótico o respiración agitada.⁶²

Criterios de repetibilidad.

Las mediciones deben contar con los siguientes criterios de repetibilidad: 1) La medición debe durar 30 segundos, si existe algún artefacto, debe eliminarse y recalcularse; 2) Debe de pasar un minuto entre las mediciones realizadas; 3) Debe haber un espectro de

frecuencia entre 5 Hz y 25 Hz; 4) La coherencia que determina la correlación que existe entre las señales que entran y salen debe ser de 0.6 a 5 Hz y de 0.9 a 10 Hz; 5) Debe existir una variabilidad entre las mediciones menores al 10% en frecuencias mayores a 5 Hz.⁶³

Una vez obtenido las primeras tres mediciones se procede a administrar un broncodilatador de acción corta (salbutamol) 200 mcg en niños, con cámara espaciadora, el paciente permanece en reposo y se repite el procedimiento. La IOS se consedra positiva cuando existe una disminución de más en las resistencias a 5Hz de más del 40%.⁵⁷

Una vez que se cuenta con una prueba aceptable y repetible, se toman los valores promedios para la interpretación.⁵⁷ Figura 4

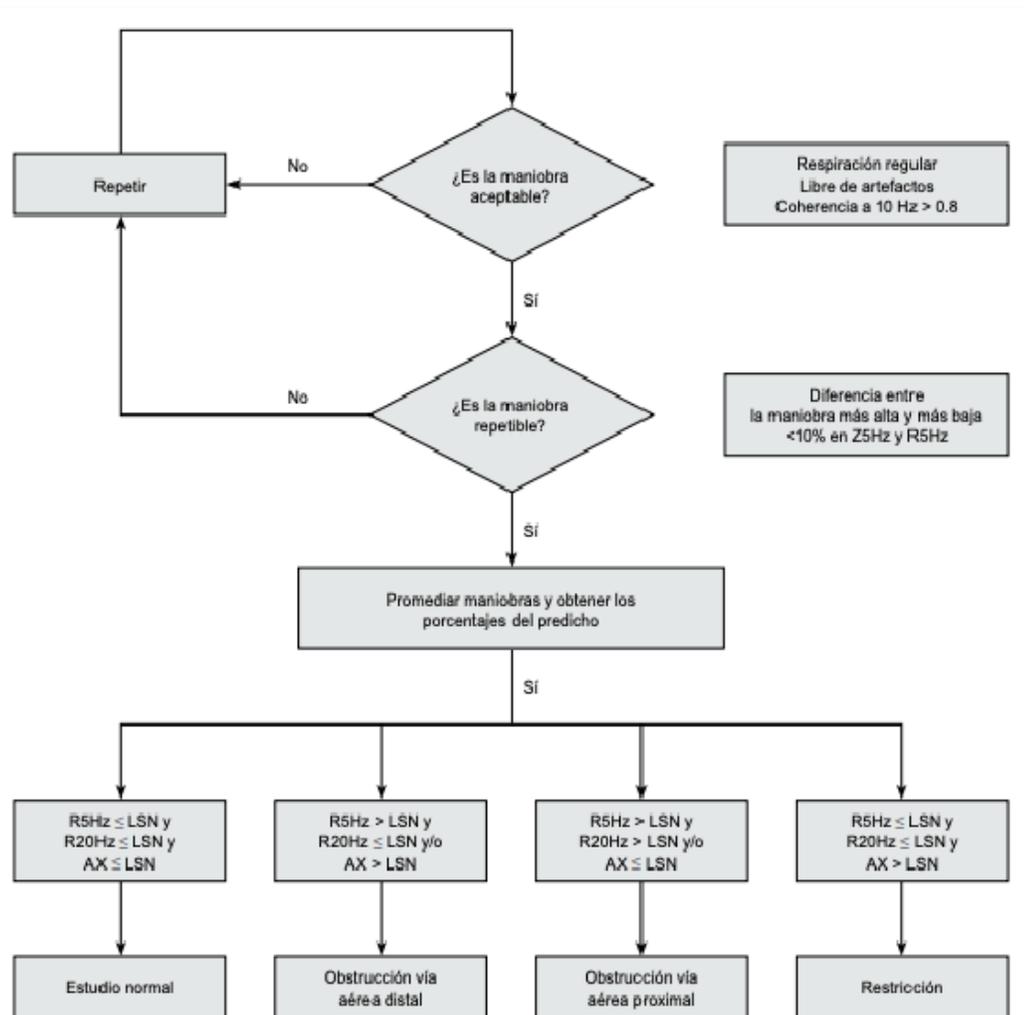


Figura 4. Algoritmo propuesto para la interpretación de la IOS.

Patrones funcionales evidenciados en la IOS

Patrón normal

Se considera una IOS normal cuando la R5 Hz, la R20 Hz y el AX se encuentran por debajo del límite superior de la normalidad (LSN) o en ± 1.64 valores Z del predicho, o aquellos que no excedan el 150% del valor predicho.⁵⁷

Patrón obstructivo

Si el valor de R5 Hz se encuentra por arriba del LSN, o mayor de 1.64 valores del Z predicho, con R20 Hz y AX normal, el resultado habla de obstrucción distal. Este patrón es frecuente en pacientes con asma donde la R aumenta a bajas frecuencias de oscilación y disminuye en altas frecuencias de oscilación; es decir, el aumento de las R es a expensas de R5 Hz. Cuando la R5 Hz y la R20 Hz se encuentran por arriba del LSN y el AX es normal, el patrón de obstrucción se considera central o proximal ya que el aumento de R es independiente de la frecuencia de oscilación.⁵⁷

Patrón restrictivo

Se ha sugerido que cuando las R a 5 Hz y 20 Hz se encuentran normales con un $AX \geq LSN$, se sugiere un patrón restrictivo.⁵⁷

IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las tasas de parto prematuro (edad gestacional <37 semanas) han aumentado a nivel mundial y ahora representan el 11% de los nacidos vivos. Los avances en su conocimiento y manejo han producido que más del 95% de los sujetos que nacen prematuros sobrevivan y lleguen a la edad adulta. Sin embargo, los pulmones de los sobrevivientes con DBP enfrentan un crecimiento vascular y parenquimatoso alterado, varios de estos pacientes no logran alcanzar un pico óptimo de función pulmonar en la edad adulta temprana.⁶⁴

En México, se ha realizado diversas publicaciones para describir las características fisiopatológicas de la Displasia Broncopulmonar, los aspectos clínicos, el diagnóstico, así como el tratamiento de esta patología, sin embargo, existen pocos trabajos sobre la epidemiología de esta enfermedad a nivel nacional y aun menos, sobre el seguimiento de estos pacientes a nivel de la función pulmonar.

El Hospital Infantil de México “Federico Gómez” es uno de los pocos hospitales que cuenta con una Clínica de Displasia Broncopulmonar en la República Mexicana, la cual fue creada en el año 2017, siendo desde entonces, un centro de referencia para los pacientes pediátricos con diagnóstico de displasia broncopulmonar sin derechohabiencia a otros sistemas de salud como ISSSTE, IMSS o PEMEX.

V. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuáles son los patrones funcionales pulmonares de los pacientes con Displasia Broncopulmonar atendidos en el Hospital Infantil de México Federico Gómez en un periodo de seguimiento de 5 años?

VI. JUSTIFICACIÓN

Los avances en el cuidado neonatal en las últimas décadas han permitido un incremento en la sobrevivencia de los prematuros. Una de las secuelas más frecuentes en esta población es la displasia broncopulmonar, siendo una enfermedad crónica con alta mortalidad y morbilidad.⁶⁵

En los prematuros que desarrollan alteraciones en el desarrollo alveolar, se ha observado una disminución de la superficie de intercambio gaseoso. Sin embargo, el patrón funcional de los niños con DBP no es patognomónico, presentándose patrones desde normales hasta limitación al flujo aéreo de distinta gravedad.⁸

En el año 2022, Jamaica y cols publicaron un estudio donde se describían las características demográficas, factores asociados y comorbilidades en pacientes con displasia broncopulmonar que asistieron a la consulta externa de Neumología del Hospital Infantil de México entre los años 2014 y 2018.⁶⁶

Es importante conocer los patrones respiratorios de nuestra población, ya que identificar a los pacientes con limitación al flujo aéreo, nos permitirá en estos niños, un abordaje individualizado y específico con el fin de minimizar las complicaciones y contribuir en la mejoría de la calidad de vida de estos pacientes.

Los pacientes con DBP y alteraciones en la función pulmonar, pueden desarrollar limitaciones ventilatorias durante las actividades físicas que pongan a prueba su capacidad pulmonar, ya que presentan síntomas relacionados con la disminución del flujo aéreo tales como tos, disnea o sibilancias. Por lo que es importante conocer los patrones respiratorios de nuestra población para lograr un abordaje precoz e identificar aquellos pacientes que se beneficiarían con un tratamiento a base de broncodilatadores y/o esteroides inhalados, que ayuden a estos pacientes a mejorar su función pulmonar.

VII. HIPOTESIS

No es necesaria debido a la naturaleza descriptiva del estudio.

VIII. OBJETIVOS

a) Objetivo general

Evaluar la función pulmonar en los niños de edad escolar, atendidos en la Clínica de Displasia Broncopulmonar del Hospital Infantil de México “Federico Gómez” en el periodo de marzo del 2018 a febrero del 2023.

b) Objetivos específicos

- 1.** Describir los patrones pulmonares de la población de estudio.
- 2.** Graduar la severidad de los patrones encontrados según la clasificación usada por ALAT (Asociación Latinoamericana del Tórax).
- 3.** Identificar a los pacientes que presenten respuesta significativa a broncodilatador.
- 4.** Describir la presencia de factores de riesgo asociados en los pacientes con DBP e identificar si se correlacionan con los patrones pulmonares encontrados y su gravedad.

IX. MATERIAL Y MÉTODOS

a) AREA DE ESTUDIO

Se incluyeron a los pacientes mayores de 5 años de edad y menores de 12 años, con diagnóstico de displasia broncopulmonar atendidos en la Clínica de Displasia Broncopulmonar en el Hospital Infantil de México, durante el período de marzo del 2018 a febrero 2023.

b) TIPO DE ESTUDIO

Estudio observacional, descriptivo, retrospectivo, transversal.

c) CARACTERIZACIÓN DE LA POBLACIÓN

Se trató de una serie de casos, a través de la revisión del expediente clínico de los pacientes atendidos en la Clínica de Displasia Broncopulmonar del Hospital Infantil de México en edad escolar durante el periodo de marzo del 2018 a febrero del 2023.

- **CRITERIOS DE INCLUSIÓN**

- 1) Pacientes que cumplan con los criterio de DBP según Bancalari
- 2) Edad entre 5 a 12 años durante el periodo de estudio
- 3) Espirometrías con grado de calidad A, B, C, D, E y U.
- 4) Oscilometrías que cumplan con criterios de aceptabilidad y repetibilidad.

- **CRITERIOS DE EXCLUSIÓN**

- 1) Pacientes con contraindicaciones para realizar pruebas de función pulmonar.
- 2) Pacientes con alteraciones neurológicas que impidan obedecer órdenes.
- 3) Pacientes con alteraciones anatómicas que limiten realizar las pruebas de función pulmonar.
- 4) Pacientes poco cooperadores.

- **CRITERIOS DE ELIMINACIÓN**

- 1) Pacientes que perdieron seguimiento

d)TAMAÑO DE LA MUESTRA

La intención del trabajo fue realizar un registro clínico de los pacientes con esta enfermedad, por lo que se incluyeron los que presentaban pruebas de función pulmonar en el periodo propuesto.

El muestre fue por conveniencia de casos consecutivos de acuerdo a la reunición de los criterios de selección.

X. IMPLICACIONES ETICAS

Se trata de una investigación con riesgo menor al mínimo: Se considera como tal, toda vez que se emplearon técnicas y métodos de investigación documental retrospectivos y no se realizó ninguna intervención o modificación intencionada en las variables fisiológicas, psicológicas y sociales de los individuos que participaron en el estudio. La información obtenida se manejó confidencialmente.

XI. PLAN DE ANALISIS ESTADISTICO

MÉTODO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Se revisaron los expedientes en el área de archivo clínico del hospital de México Federico Gómez que fueron atendidos en el periodo comprendido de marzo del 2018 a febrero del 2023. Se aplicó un instrumento de recolección de datos y se analizaron según los criterios de inclusión, exclusión y eliminación.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos se recopilaron en una ficha con preguntas elaboradas o cerradas en base a las variables de estudio. Los datos se almacenaron y se analizaron en el software SPSS.

XII. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable.	Definición conceptual	Definición operacional	Unidad de medida	Valores de referenica	Escala de medición.
Sexo	Variable biológica y genética que divide a los seres humanos en mujer u hombre	Masculino o femenino	0 y 1	0= Masculino 1= Femenino	Cualitativa Dicotomica
Edad al momento de la prueba	Tiempo trascurrido en años desde el momento del nacimiento del individuo hasta la fecha estudiada.	Número de años cumplidos del sujeto de investigación	Años	5-11	Cuantitativa Numérica
Semanas de edad gestacional	Número de semanas entre el primer día del último período menstrual normal de la madre y la fecha de parto.	Número de semanas cumplidas de gestación del sujeto de investigación	Semanas	25 a <u><36.6</u>	Cuantitativa Numérica
Peso al nacimiento	Atracción ejercida sobre un cuerpo por la fuerza de gravedad de la tierra, se mide a veces en unidades de fuerza, como newtons o pondios, pero por lo general se expresa en kilogramos.	Resultado de pesar a una persona en una báscula.	Kilogramos	0 a 100	Cuantitativa Numérica

Clasificación de Displasia broncopulmonar	Necesidad de FIO2 > 21% durante al menos 28 días, siendo el momento del diagnóstico para los menores de 32 semanas de gestación las 36 semanas postmenstruales y para los de 32 semanas de gestación o mayores, los 56 día de vida postnatal o el alta, lo que ocurriese primero.	Necesidad de oxígeno suplementario durante más de 28 días de vida extrauterina en los recién nacidos pretérmino.	1,2 y 3	1= leve 2=moderada 3=severa	Cualitativa Ordinal
Días de ventilación mecánica	Período de 24 horas, que corresponde aproximadamente al tiempo en que la Tierra da una vuelta completa sobre su eje.	Período de tiempo en el que una persona es sometida a un procedimiento que suplente la función respiratoria del paciente o le asiste para que pueda llevarla a cabo.	Días	0 a 100	Cuantitativa Numérica
Antecedente familiar de asma	Información familiar relevante de una enfermedad del aparato respiratorio que se caracteriza por una respiración anhelosa y difícil, tos, sensación de ahogo y ruidos sibilantes en el pecho.	Información de padres, y hermanos portadores de asma.	0 y 1	0= No 1= Sí	Cualitativa Dicotómica

Antecedente familiar de tabaquismo	Información familiar sobre la adicción que el tabaco provoca, principalmente por unos de sus componentes activos: la nicotina.	Información de padres o cuidadores del paciente que fumen	0 y 1	0= No 1= Sí	Cualitativa Dicotomica
Antecedente de uso de humo de leña en la familia	Se forma humo cuando se quema leña y otra materia orgánica, el cual, contiene muchos contaminantes tóxicos	Información sobre la quema de leña y otra materia orgánica en la familia	0 y 1	0= No 1= Sí	Cualitativa Dicotomica
Antecedente de neumonía adquirida en la comunidad de etiología viral	Infección del parénquima pulmonar que, originada en el ámbito extrahospitalario, cursa con fiebre, clínica respiratoria variable e infiltrados radiológicos pulmonares de etiología viral.	Diagnóstico de neumonía viral	0 y 1	0= No 1= Sí	Cualitativa Dicotomica
Historial de asma	Presencia de una enfermedad del aparato respiratorio que se caracteriza por una respiración anhelosa y difícil, tos, sensación de ahogo y ruidos sibilantes en el pecho	Diagnóstico de asma	0 y 1	0= No 1= Sí	Cualitativa Dicotomica

Historial de rinitis	Inflamación de la mucosa nasal y los síntomas suelen ser los típicos de un resfrado, con pico nasal, estornudos, mucosidad y congestión nasal.	Diagnóstico de rinitis	0 y 1	0= No 1= Sí	Cualitativa Dicotomica
Peso al momento de la prueba	Atracción ejercida sobre un cuerpo por la fuerza de gravedad de la tierra, se mide a veces en unidades de fuerza, como newtons o pondios, pero por lo general se expresa en kilogramos.	Resultado de pesar a una persona en una báscula.	Kilogramos	0 a 100	Cuantitativa Numérica
Talla al momento de la prueba	Medida de la estatura del cuerpo humano desde los pies hasta el techo de la bóveda del cráneo.	Resultado de medir a una persona de pie, sin zapatos con un estadímetro.	Metros	0 a 2	Cuantitativa Numérica
Espirometria basal	Estudio que mide el volumen máximo de aire que un individuo puede inspirar y expirar con el máximo esfuerzo.	Medición del volumen o flujo en función de tiempo	0 y 1	0= No 1= Sí	Cualitativa Dicotomica

Indice de FEV1/FVC en espirometría basal (%)	Cociente entre el volumen espiratorio forzado en el primer segundo (FEV1) y la capacidad vital forzada (FVC)	Resultado de dividir el volumen espiratorio forzado en el primer segundo (FEV1) y la capacidad vital forzada (FVC)	Porcentaje	0 a 100	Cuantitativa Numérica
FEV1 basal (%)	Cantidad de aire que puede sacar un individuo un segundo después de iniciar la exhalación teniendo los pulmones completamente inflados y haciendo su máximo esfuerzo.	Volumen espiratorio forzado en el primer segundo tras hacer su máximo esfuerzo	Porcentaje	0 a 150	Cuantitativa Numérica
FEV1 basal (L)	Volumen espiratorio forzado en el primer segundo	Volumen espiratorio forzado en el primer segundo	Litros	0 a 4	Cuantitativa Numérica
FVC basal (%)	Máximo volumen de aire que puede movilizarse dentro y fuera de los pulmones	Cantidad de aire que se puede expulsar después de inhalación profunda	Porcentaje	0 a 150	Cuantitativa Numérica

FVC basal (L)	Máximo volumen de aire que puede movilizarse dentro y fuera de los pulmones	Cantidad de aire que se puede expulsar después de inhalación profunda	Litros	0 a 4	Cuantitativa Numérica
Patrón espirometrico	Morfología de las curvas flujo-volumen y volumen-tiempo, determinadas por los volúmenes y capacidades pulmonares del paciente.	Características del flujo del aire inhalado y exhalado durante espirometría.	0,1, 2, 3, 4 5 y 6	0= Normal 1= Obstrucción leve 2= Obstrucción moderada 3= Obstrucción moderadamente grave 4= Obstrucción grave 5= Obstrucción muy grave 6= Restricción	Cualitativa Ordinal
Espirometria postbroncodilatador	Estudio que mide el volumen máximo de aire que un individuo puede inspirar y expirar con el máximo esfuerzo posterior a la administración de broncodilatador.	Medición del volumen o flujo en función de tiempo tras administración de broncodilatador	0 y 1	0= No 1= Sí	Cualitativa Dicotómica

Relación FEV1/FVC en espirometría postbroncodilatador (%)	Cociente entre el volumen espiratorio forzado en el primer segundo (FEV1) y la capacidad vital forzada (FVC) posterior a la administración de broncodilatador	Resultado de dividir el volumen espiratorio forzado en el primer segundo (FEV1) y la capacidad vital forzada (FVC) tras administración de broncodilatador	Porcentaje	0 a 100	Cuantitativa Numérica
FEV1 postbroncodilatador (%)	Cantidad de aire que puede sacar un individuo un segundo después de iniciar la exhalación teniendo los pulmones completamente inflados y haciendo su máximo esfuerzo, posterior a la administración de broncodilatador	Volumen espiratorio forzado en el primer segundo tras hacer su máximo esfuerzo tras administración de broncodilatador	Porcentaje	0 a 150	Cuantitativa Numérica
FEV1 postbroncodilatador (L)	Volumen espiratorio forzado en el primer segundo, posterior a la administración de broncodilatador	Volumen espiratorio forzado en el primer segundo tras administración de broncodilatador	Litros	0 a 4	Cuantitativa Numérica
FVC postbroncodilatador (%)	Máximo volumen de aire que puede movilizarse dentro y fuera de los pulmones, posterior a la administración de broncodilatador	Cantidad de aire que se puede expulsar después de inhalación profunda tras administración de broncodilatador	Porcentaje	0 a 150	Cuantitativa Numérica

FVC postbroncodilatador (L)	Máximo volumen de aire que puede movilizarse dentro y fuera de los pulmones, posterior a la administración de broncodilatador	Cantidad de aire que se puede expulsar después de inhalación profunda tras administración de broncodilatador	Litros	0 a 4	Cuantitativa Numérica
Respuesta significativa al broncodilatador	Determinar si la obstrucción al flujo aéreo es reversible con la administración de fármacos broncodilatadores inhalados.	Mejoría en FEV1 o FVC del 10% con respecto al valor basal	0 y 1	0= No 1= Sí	Cualitativa Dicotómica
Porcentaje de reversibilidad	Porcentaje de reversibilidad de la obstrucción al flujo aéreo tras administración de fármacos broncodilatadores inhalados .	Porcentaje de mejoría en FEV1 o FVC respecto al valor basal	Porcentaje	0 a 100	Cuantitativa Numérica
Tratamiento	Conjunto de medios que se emplean para curar o aliviar una enfermedad	Medicamento inhalado usado	0,1,2 y 3	0=Ninguno 1=Broncodilatador 2=Esteroide 3=Broncodilatador con esteroide	Cualitativa Ordinal
Oscilometría de impulso	Prueba de función respiratoria que permite evaluar la impedancia del sistema respiratorio (Z) a diferentes frecuencias de oscilación	Prueba de función respiratoria utilizada para el diagnóstico de diversas enfermedades respiratorias	0 y 1	0= No 1= Sí	Cualitativa Dicotómica

R5	Valor de la resistencia de la vía aérea a una frecuencia de oscilación producida por una bocina a traves de impulso a 5 Hertz que se sobrepone al patrón natural del flujo respiratorio	Valor de la resistencia de la vía aérea a una frecuencia de oscilación a 5 Hertz a las cuales se analiza los parámetros funcionales.	k/Pa//s	0 a 4	Cuantitativa Numérica
R5	Valor de la resistencia de la vía aérea a una frecuencia de oscilación producida por una bocina a traves de impulso a 5 Hertz que se sobrepone al patrón natural del flujo respiratorio	Valor de la resistencia de la vía aérea a una frecuencia de oscilación a 5 Hertz a las cuales se analiza los parámetros funcionales.	Porcentaje	0 a 200	Cuantitativa Numérica
R20	Valor de la resistencia de la vía aérea a una frecuencia de oscilación producida por una bocina a traves de impulso a 20 Hertz que se sobrepone al patrón natural del flujo respiratorio	Valor de la resistencia de la vía aérea a una frecuencia de oscilación a 20 Hertz a las cuales se analiza los parámetros funcionales.	k/Pa//s	0 a 4	Cuantitativa Numérica
R20	Frecuencia de oscilación producida por una bocina a traves de impulso a 20 Hertz que se sobrepone al patrón natural del flujo respiratorio	Frecuencia de oscilación a 20 Hertz a las cuales se analiza los parámetros funcionales.	Porcentaje	0 a 200	Cuantitativa Numérica

R5-R20/R5	Ecuación para calcular el delta del valor de R5 menos R20 entre el valor de R5	Calculo usado cuando un patrón obstructivo y determinar si es distal	Porcentaje	0 a 100	Cuantitativa Numérica
Patron oscilometria de impulso	Patrón del flujo aéreo determinado por las resistencias y la reactancia de la vía aérea.	Características del flujo del aire inhalado y exhalado durante las oscilometría de impulso	0,1, 2 y 3	0=Normal 1= Obstrucción proximal 2= Obstrucción distal 3= Sugerente de restricción	Cualitativa Ordinal
R5 post broncodilatador	Valor de la resistencia de la vía aérea a una frecuencia de oscilación producida por una bocina a través de impulso a 5 Hertz que se sobrepone al patrón natural del flujo respiratorio, tras administración de broncodilatador	Valor de la resistencia de la vía aérea a una frecuencia de oscilación a 5 Hertz a las cuales se analiza los parámetros funcionales, tras administración de broncodilatador	k/Pa//s	0 a 4	Cuantitativa Numérica
R5 post broncodilatador	Valor de la resistencia de la vía aérea a una frecuencia de oscilación producida por una bocina a través de impulso a 5 Hertz que se sobrepone al patrón natural del flujo respiratorio, tras administración de broncodilatador	Valor de la resistencia de la vía aérea a una frecuencia de oscilación a 5 Hertz a las cuales se analiza los parámetros funcionales, tras administración de broncodilatador	Porcentaje	0 a 200	Cuantitativa Numérica

R20 post broncodilatador	Valor de la resistencia de la vía áreas a una frecuencia de oscilación producida por una bocina a traves de impulso a 20 Hertz que se sobrepone al patrón natural del flujo respiratorio, tras administración de broncodilatador	Valor de la resistencia de la vía áreas a una frecuencia de oscilación a 20 Hertz a las cuales se analiza los parámetros funcionales, tras administrar brocodilatador	k/Pa//s	0 a 4	Cuantitativa Numérica
R20 post broncodilatador	Valor de la resistencia de la vía áreas a una frecuencia de oscilación producida por una bocina a traves de impulso a 20 Hertz que se sobrepone al patrón natural del flujo respiratorio, tras administración de broncodilatador	Valor de la resistencia de la vía áreas a una frecuencia de oscilación a 20 Hertz a las cuales se analiza los parámetros funcionales, tras administrar brocodilatador	Porcentaje	0 a 200	Cuantitativa Numérica
Reversibilidad	Disminución del 40% de la resistencias de la vía aérea a 5 Hz	Disminución del 40% de la resistencias de la vía aérea a 5 Hz	Porcentaje	0 a 100	Cuantitativa Numérica

XIII. RESULTADOS

Se realizó un estudio sobre los patrones funcionales pulmonares de los pacientes con displasia broncopulmonar atendidos en el Hospital Infantil de México Federico Gómez en el periodo comprendido entre marzo del 2018 a febrero del 2023. Dentro de un universo de 373 pacientes, cumplieron con los criterios de inclusión 207 expedientes. Sin embargo, se descartaron 57 pacientes por criterios de eliminación, y 129 pacientes por criterios de exclusión, por lo que solo se analizaron 31 expedientes.

Datos demográficos

De los pacientes evaluados, el 45.2% (14) eran hombres mientras que el 54.8% (17) fueron mujeres (ver tabla 1). Con respecto a la edad en el momento de la prueba, la mediana fue de 8.04, con percentil 25 de 7.03 y percentil 75 de 9.10 años, en relación con el peso de la población; la mediana fue de 24 kilos y en cuanto la talla; la mediana fue 122 cm (ver tabla 2).

Características generales de los pacientes con DBP

El peso al nacer de los pacientes tuvo una media de 1115 gr con percentil 25 de 990 gr y percentil 75 de 1470 gr. Las semanas de edad gestacional tuvo una media de 29 SDEG, con un percentil 25 de 28 semanas y percentil 75 de 33 SDEG (ver tabla 3). Todos los pacientes tenían diagnóstico de DBP, el 9.7% se catalogó con DBP leve, el 35.5% como moderada y 54.8% como severa (ver tabla 4).

Factores de riesgo asociados al desarrollo de Displasia Broncopulmonar

El tiempo en el requerimiento de ventilación mecánica tuvo una media de 40 días, con percentil 25 de 20 días y percentil 75 de 60 días (ver tabla 5).

Factores de riesgo asociados a patología respiratoria.

El 22.6% de los sujetos estaban expuestos pasivamente al humo de tabaco, 6.5% presento exposición al humo de leña (biomasa: positivo), mientras que el 77.4% no estuvieron expuestos al humo del tabaco y el 93.5% no estuvieron expuesto al humo de leña. El 83,9% de los familiares de los sujetos del estudio no tienen atopia o asma, solo un 16.1% si tienen familiares

con atopia o asma. El 45.2% de los pacientes presentó en algún momento de la vida, neumonías adquiridas en la comunidad de etiología viral (ver tabla 6).

Evolución de los pacientes con DBP seguidos por la consulta externa de neumología.

El 35.5% de los pacientes con DBP fueron diagnosticados con asma, mientras que el 64.5% no son asmáticos, el 54.8% contaba con diagnóstico de rinitis alérgica y el 45.5% no presentaba dicho diagnóstico (ver tabla 6).

El tratamiento que recibieron los pacientes fue con broncodilatador inhalado de acción corta (salbutamol) en esquema de rescate en el 16.11%, el 35.5% de los pacientes recibió tratamiento combinado con broncodilatador inhalado de acción prolongada (formoterol) y esteroide (budesónida), mientras que 48.4% de los sujetos no recibieron tratamiento inhalado (ver tabla 7).

Evaluación de la función pulmonar

De los pacientes analizados, el patrón predominante fue el obstructivo, presente en el 74.2% (23) de los pacientes, 22.6% (7) tuvieron un patrón normal y el 3.2% (1) presentó un patrón sugerente de restricción. Dentro de las pruebas realizadas, solo 28 pacientes pudieron realizar una espirometría con criterios calidad aceptables para su interpretación, de los cuales, el 25% (7) tuvo un patrón normal, el 50% (14) un patrón obstructivo leve, 10.7% (3) un patrón obstructivo moderado, 7.1% (2) un patrón obstructivo moderadamente grave, 3.57% (1) un patrón obstructivo grave y el 3.57% (1) un patrón sugerente de restricción. De ellos, solo 24 pacientes contaron con una espirometría post broncodilatador, encontrando que el 45.9% (11) de los sujetos presentaba respuesta significativa a broncodilatador (ver tabla 10). Dentro de los parámetros evaluados, el FEV1 se encontró disminuido en el 32.1% de los pacientes y la FVC se encontró disminuida en 14.3% (ver tabla 11).

Se evaluaron 7 pacientes con oscilometría de impulso, de los cuales, 42.9% (3) tuvieron un patrón obstructivo distal, 57.1% (4) tuvieron un patrón normal (ver tabla 12).

XIV. DISCUSIÓN

Dentro del seguimiento a los pacientes atendidos en la Clínica con Displasia Broncopulmonar, se evaluó la función pulmonar con espirometría pre y postbroncodilatador y oscilometría de impulso pre y post broncodilatador. Debemos recordar que la espirometría es el método más útil para el seguimiento longitudinal del crecimiento pulmonar y obstrucción de las vías respiratorias.

En relación con las características demográficas de los pacientes en estudio, la edad promedio en la que se realizaron las pruebas de función pulmonar fue de 8.04 años, con discreto predominio en mujeres.

En nuestro estudio, los pacientes con antecedente de Displasia Broncopulmonar el patrón funcional pulmonar más frecuente encontrado fue el patrón obstructivo, lo cual coincide con estudios previos como el de Vollsaeter M et al (2013)⁴⁴, donde refieren que los recién nacidos pretérmino tienen una obstrucción de las vías respiratorias. Entre los factores que pueden alterar la función pulmonar se encuentra principalmente el tabaquismo pasivo, las neumonías principalmente de etiología viral, el asma y la hiperreactividad de las vías aéreas, con riesgo de aparición prematura de enfermedad pulmonar crónica, lo cual coincide con nuestro estudio. Dentro las variables más utilizadas se estudiaron la VEF1 y la FVC, las cuales se encontraron disminuidas en el 32.1% y 14.3% respectivamente.

Otro hallazgo importante encontrado es que los pacientes con DBP y patrones obstructivos moderados a graves se presentaron con mayor frecuencia en los niños clasificados en DBP moderada y severa. Al evaluarse la respuesta significativa a broncodilatador, el 32.25% (10) de los pacientes contaron con antecedente de atopía, y el 16.12% (5) ya tenían el diagnóstico de asma.

XV. CONCLUSIONES

En relación con las características de los pacientes con displasia broncopulmonar y la función pulmonar, se encontró que el patrón funcional predominante fue el patrón obstructivo, presentado principalmente en aquellos niños DBP moderada o severa.

Sin embargo, no se pudo correlacionar si la gravedad de la obstrucción es influenciada por la severidad de la displasia broncopulmonar, debido a que los pacientes estudiados contaban con diversos factores de riesgo que también afectan la función pulmonar, entre los que destacan el tabaquismo pasivo, las neumonías adquiridas en la comunidad de etiología viral, así como pacientes con diagnóstico de asma.

Los pacientes que presentaron patrones obstructivo de moderados a graves fueron manejados en su mayoría con tratamiento inhalado a base broncodilatador o con esteroide combinado con broncodilatador, en cuanto a los niños con patrón obstructivo leve el tratamiento fue indicado de acuerdo a la clínica de los pacientes y a criterio médico.

La importancia de las pruebas de función pulmonar en la población estudiada radicó principalmente en detectar a los pacientes con alteraciones en dicha función y el tratamiento inhalado instaurado, sin embargo, este estudio puede servir de parteaguas como seguimiento longitudinal en estos niños, así como en los pacientes que sigan ingresando a la Clínica de Displasia Broncopulmonar y en aquellos que ameriten seguimiento en su edad adulta, ser referidos de manera oportuna a un centro especializado en pro de mejorar la salud respiratoria.

XVI. LIMITACIÓN DEL ESTUDIO

Por ser un estudio retrospectivo, podríamos encontrar en los expedientes clínicos de algunos pacientes datos postnatales incompletos.

Por otro lado, la muestra estuvo limitada por la capacidad de los pacientes para realizar una espirometría con adecuada calidad, por lo que muchos fueron descartados cuando la calidad de la prueba fue F.

XVII. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

	Junio -noviembre 2022	Diciembre -enero 2023	Febrero - abril 2023	Mayo - junio 2023
Revisión bibliográfica	X			
Realización y aprobación del protocolo		X		
Recolección de datos			X	
Análisis y procesamiento de los datos			X	
Elaboración del reporte final (discusión y conclusiones)				X
Entrega de trabajo completo				X

XVIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Davidson L.M. Berkelhamer S.K. Bronchopulmonary Dysplasia: Chronic Lung Disease of Infant and Long-Term Pulmonary Outcomes. *J. Clin. Med.* 2017, Jan 6;6(1):4.
2. Tracy M.K., Berkelhamer S. K. Bronchopulmonary Dysplasia and Pulmonary Outcomes of Prematurity. *Pediatr Ann.* 2019 Apr 1; 48 (4): e148-e153.
3. Mochino L, Bonadies L, Baraldi E. Lung growth and pulmonary function after prematurity and bronchopulmonary dysplasia. *Pediatr Pulmonol.* 2021 Nov; 56 (11): 3499-3508.
4. Hoo A.F., Gupta A., Lum S., Costeloe K.L, Huertas-Ceballos A, Marlow N, Stocks J. Impact of ethnicity and extreme prematurity on infant pulmonary function. *Pediatr Pulmonol.* 2014 Jul; 49(7): 679-87.
5. Islam J.Y, Keller R.L, Aschner J.L Harter T.V, Moore P.E. Understanding the Short-and Long-Term Respiratory Outcomes of Premature and Bronchopulmonary Dysplasia. *Am J Respir Crit Care Med.* 2015 Jul 15; 192(2) 134-56.
6. Northway WH, Rosan RD, Porter DY. Pulmonary disease following respiratory therapy of hyaline membrane disease: Bronchopulmonary dysplasia. *N Eng J Med* 1967; 276(7): 357-68.
7. Pérez J, Elorza D, Sánchez AM. Displasia broncopulmonar. *An Pediatr Contin.* 2009; 7(1): 1-7
8. Guibergia V, Renteria F. Seguimiento neumológico de los niños con displasia broncopulmonar al alta de la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales. Parte 1: Epidemiología, fisiopatología y clínica. *Arch Arg Pediatr* 2013; 111(2): 165-172.
9. Sánchez Luna M., Moreno Hernando J., Botet Mussons F., Fernández Lorenzo J.R., Herranz Carrillo G. et al. Displasia broncopulmonar: definiciones y clasificación. *An Pediatr (Barc).* 2013; 79(4): 262.e1-262-e6.
10. Jensen E.A, Dysart K, Gantz M.G. The Diagnosis of Bronchopulmonary Dysplasia in Very Preterm Infants. An Evidence-based Approach. *Am J Respir Crit Care Med.* 2019; 200 (6); 751-759.
11. Wilmott RW, Deterding R, Li A, Ratjen F, Sly P, Zar HJ, Bush A. (2019) *Kendrick Enfermedades respiratorias en niños*, 9ª ed, Elsevier, España.
12. Linares M.B. La nueva displasia broncopulmonar desde el punto de vista del neumólogo pediatra. *Neumol Pediatr* 2015; 10 (3): 111-117.

13. Jobe A, Bancalari E, Bronchopulmonary Dysplasia-NICHD/ NHLB/ ORD Workshop Summary. *Am J Respir Crit Care Med* 2001; 163 (7): 1723-9.
14. Ehrenkranz RA, Walsh MC, Vor BR, Jobs AH, Wriggt LL, Fanaroff AA, Wrage La, Poole K. National Institutes of Child Health and Human Development Neonatal Research Network. Validation of the National Institutes of Health consensus definition of bronchopulmonary dysplasia. *Pediatrics*. 2005 Dec; 116 (6); 1353-60.
15. Maitre N.L, Ballard R.A, Ellenberg J.H, Davis S.D, Greenberg J.M, Hamvas A, Pryhuber GS. Prematurity and Respiratory Outcomes Program. Respiratory consequents of prematurity: evolution of a diagnosis and development of comprehensive approach. *J Perinatol*. 2015 May; 35 (5): 313-321.
16. Higgins R.D, Jobe A.H, Koso-Thomas M, Bancalari E, Viscardi R.M, Hartet T.V, Ryan R.M, Kallapur S.G, Steinhorn R.H, Konduri G.G, Davis S.D, Thebaud B, Clyman R.I, Collaco J.M, Martin C.R, Woods J.C, Finer N.N, Raju T.NK. Bronchopulmonary Dysplasia: Executive Summary of a Workshop. *J Pediatr*. 2018 Jun; 197:300-308.
17. Jensen E.A. Schmidt, B. Epidemiology of Bronchopulmonary dysplasia. *Birth Defect. Res. Part A Clin. Mol. Teratol*. 2014, 100, 145-157.
18. Jensen E.A, Edwards E.M, Greenberg LT, Soll R.F, Ehret D.EY, HorbarJ.D. Severity of Bronchopulmonary Dysplasia Among Very Preterm Infants in the United States. *Pediatrics*. 2021 Jul; 148 (1).
19. Jobe AH, Ikegami M. Lung development and function in preterm infants in the surfactant treatment era. *Annu Rev Physiol* 2000;62:825–846.
20. Ibrahim J, Bhandari V. The definition of bronchopulmonary dysplasia: and evolving dilemma. *Pediatr Res* 84, 586-588 (2018)
21. Sahni M, Mowes A.K, Bronchopulmonary Dysplasia StatPearls Publishing LLC. NCBI. Feb 2023; 1-14
22. Stoll B.J, Hnasen N.I, Bell E.F, Shankaran S, Laptook A. R, Walsh M.C, Hale E. C, Newman N.S, Schibler K, Carlo W.A, Kennedy K. A, Poindexter B.B, Finer N.N, Ehrenkranz R.A, Duara S, Sánchez P.J, O´Shea T.M, Goldeberg R.N, Van Meurs K.P, Faix R.G, Phelps D.L, Frantz I.D 3rd, Watterberg K.L, Saha S, Das A, Higgins R.D Eunice Kennedy Shiver National Institute of Child Health and Human Development Neonatal Research Network. Neonatal

outcomes of extremely preterm infants from NICHD Neonatal Research Network. *Pediatrics*. 2010 Sep; 126(3): 443-56.

23. Massaro GD, Massaro D. 1996. Formation of pulmonary alveoli and gas- exchange surface area: quantitation and regulation. *Annu. Rev. Physiol.* 58:73–92.

24. Jobe A.H. Mechanisms of Lung Injury and Bronchopulmonary dysplasia. *Am J Perinatol* 2016; 33: 1076-1078.

25. Mullassery D, Smith NP. Lung development. *Semin Pediatr Surg.* 2015 Aug; 24 (4): 152-5.

26. Shahzad T, Radejewski S, Chao CM, Bellusci S, Ehrhardt H. Pathogenesis of bronchopulmonary dysplasia: when inflammation meets organ development. *Mol Cell Pediatr*. 2016 Dec; 3(1): 23.

27. McEvoy CT, Jan L, Schmidt B, Ajman S, Bancalari E, Aschner JL. Bronchopulmonary dysplasia: NHLBI Workshop on the Primary Prevention of Chronic Lung Diseases. *Ann Am Thorac Soc.* 2014 Apr; 11 Supple 3.

28 Organización Mundial de la Salud. Informe OMS sobre la epidemiología mundial de tabaquismo, 2021: hacer frente a productos nuevos y emergentes. Resumen. Geneva, Suiza, WHO 2021.

29. Suárez López de Vergara. Exposición al humo de tabaco. *An Pediatr (Barc).* 2010; 72 (espec Cong 1): 15-22.

30. Ferrís Tortajada J, Alonso López Andreu J, García Castell J, Pérez Tarazona S, Cortell Aznar I. Enfermedades pediátricas asociadas al tabaquismo pasivo. *An Esp Pediatr* 1998; 49: 339-347.

31. Martín Martín R, Sanchez Bayle M. Tabaquismo pasivo en la infancia y patología de las vías bajas en una consulta de Atención primaria. *Rev Pediatr Aten Primaria (online).* 2009, vol.11, N. 44, pp.587-595.

32. Pérez Pérez G, Navarro Merino M. Displasia broncopulmonar y prematuridad. Evolución respiratoria a corto y a largo plazo. *An Pediatr (Barc).* 2010; 72(1): 79.e1-79.e16.

33. Melville JM, Moss TJ. The immune consequences of preterm birth. *Front Neurosci.* 2013 May 21;7:79.

34. Chabra S, Cottrill C, Rayens MK, Cross R, Lipke D, Bruce M. Lymphocyte subsets in cord blood of preterm infants: effect of antenatal steroids. *Biol Neonate.* 1998; 74(3):200-7.

35. Kouzouna A, Gilchrist FJ, Ball V, Kyriacou T, Henderson J, Pandyan AD, Lenney W. A systematic review of early life factors which adversely affect subsequent lung function. *Pediatr Respir Rev.* 2016 Sep; 20:67-75.
36. Townsi N, Laing IA, Hall GL, Simpson SJ. The impact of respiratory viruses on lung health after preterm birth. *Eur Clin Respir J.* 2018 Aug 1;5(1): 1487214.
37. Edwards MO, Kotecha SJ, Lowe J, Richards L, Watkins WJ, Kotecha S. Management of Prematurity-Associated Wheeze and Its Association with Atopy. *PLoS One.* 2016 May 20; 11(5).
38. Pramana IA, Latzin P, Schlapbach LJ, Hafen G, Kuenhi CE, Nelle M, Riedel T, Frey U. Respiratory symptoms in preterm infants: burden of disease in the first year of life. *Eur J Med Res.* 2011 May 12;16(5):223-30.
39. Stevenson DK, Wright LL, Lemons JA, Oh W, Korones SB, et al. 1998. Very low birth weight outcomes of the National Institute of Child Health and Human Development Neonatal Research Network, January 1993 through December 1994. *Am. J. Obstet. Gynecol.* 179: 1632–39.
40. Ballard A.R., Mallett L.H., Pruszyński J.E., Cantey J.B. Chorioamnionitis and subsequent bronchopulmonary dysplasia in very-low-birth weight infants: A 25-year cohort. *J Perinatol.* 2016; 36: 1045-1048.
41. Kennedy J, Edward L, Bates D (et al.). Effects of birthweight and oxygen supplementation on lung function in late childhood in children of very low birth weight. *Pediatr Pulmonol.* 2000,30,32-40.
42. Burri PW. 1985. Developmental and growth of the human lung. In *Handbook of Physiology: the Respiratory System*, ed. AP Fishman, AB Fisher, pp. 1–46. Bethesda, MD: *Am. Physiol. Soc.*
43. Cazzato, S., Ridolfi, L., Bernardi, F., Faldella, G. and Bertelli, L. (2013), Lung function outcome at school age in very low birth weight children. *Pediatr. Pulmonol.*, 48: 830-837. <https://doi.org/10.1002/ppul.22676>
44. Vollsaeter M, Roksund OD, Eide GE, Markestad T, Halvorsen T. Lung function after preterm birth: development from mid- childhood to adulthood. *Thorax* 2013;68:767–776.
45. Ronkainen E, Dunder T, Peltoniemi O, Kaukola T, Marttila R, Hallman M. New DBP Predicts lung function at school age. *Pediatric Pulmonology.* Wiley Online Library, Nov.,2014.

46. Kinsella JP, Greenough A, Abman SH. Bronchopulmonary dysplasia. *Lancet* 2006;367:1421–1431.
47. Caussade S, Saavedra M, Barrientos H, Linares M, Aguirre V, Puppo H, Lewinson D, Ubilla C, Meyer R, Moscoso G, Alvarez C, Pavón D, Maturana P, Clerc N, Actualización de espirometría y curva Flujo/Volumen en escolares y adolescentes, *Neumol Pediatr*, 2019; 14 (1): 41-51.
48. Vom Hove M, Prenzel F, Uhlig HH, Robel-Tillig E. Pulmonary outcome in former preterm, very low birth weight children with bronchopulmonary dysplasia: a case-control follow-up at school age. *J Pediatr*. 2014 Jan;164(1):40-45.e4. doi: 10.1016/j.jpeds.2013.07.045. Epub 2013 Sep 20.
49. Graham BL, Steenbruggen I, Miller MR, Barjaktarevic IZ, Cooper BG, Hall GL, Hallstrand TS, Kaminsky DA, McCarthy K, McCormack MC, Oropez CE, Rosenfeld M, Stanojevic S, Swanney MP, Thompson BR. Standardization of Spirometry 2019 Update, An Official American Thoracic Society and European Respiratory Society Technical Statement, *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine* Volume 200, Number 8/ October 15, 2019.
50. Benítez-Pérez RA, Torre-Bouscoulet L, Villca-Alá N, Del-Río-Hidalgo RF, Pérez-Padilla R, Vázquez-García JC, Silva-Cerón M, Cid-Juárez S, Gochicoa-Rangel L. Espirometría: recomendaciones y procedimiento. *Neumol Cir Torax*, Vol 75, No. 2, abril-junio 2016.
51. Vázquez García JC, Pérez Padilla R. Manual para el uso y la interpretación de la espirometría por el médico. Asociación Latinoamericana del Tórax ALAT, 1º edición, 2007, México. Pag 5-76.
52. Stanojevic S, Kaminsky DA, Miller M, Thompson B, Aliverti A, Barjaktarevic I, Cooper BG, Culver B, Derom E, Hall GL, Hallstrand TS, Leuppi JD, MacIntyre N, McCormack M, Rosenfeld M, Swenson ER. ERS/ATS technical standard on interpretive strategies for routine lung function tests. *Eur Respir J* 2021.
53. Corona Hernández MA, Álvarez Cruz E, Segura Fernández T. La espirometría: Lo que el anesthesiólogo debe saber. *Rev Mex Anestesiología*, Volumen 37, suplemento1, abril-junio 2014. pp S321-S328.
54. Vázquez García JC, Pérez Padilla R. Manual de Espirometría. Graphimedica, 3ra edición, Nov 2018, pp 87-108.

55. Vargas Domínguez C, Goicochea Rangel L, Velázquez Uncal M y cols. Pruebas de función respiratoria ¿cuál y a quién? *Neumol Cir Tórax*. 2011;70: 101-107.
56. Spirometry for health Care providers. Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD). GOLD Spirometry 2010. <https://goldcopd.org>
57. Gochicoa Rangel L, Cantú González G, Miguel Reyes JL, Rodríguez Moreno L, Torre Bouscoulet L. Oscilometría de impulso. Recomendaciones y procedimiento. *Neumol Cir Torax*. 2019;78(Supl 2: S124-S134
58. Alvarez GC, Meyer PR. Función pulmonar: oscilometría de impulso en pediatría. Procedimiento y aplicación clínica. *Neumol Pediatr* 2022;17(3):80-85.
59. Al-Mutairi SS, Sharma PN, Al-Alawi A, Al-Deen JS. Impulse oscillometry: an alternative modality to the conventional pulmonary function test to categorise obstructive pulmonary disorders. *Clin Exp Med* 2007; 7(2): 56-64.
60. Smith HJ, Reinhold P, Goldman MD, Forced oscillation technique and impulse oscillometry. *Eur Respir Mon* 2005; 31:72-105.
61. Larsen GL, Morgan W, Heldt GP, et al.; Childhood Asthma Research and Education Network of the National Heart, Lung, and Blood Institute. Impulse oscillometry versus spirometry in a long-term study of controller therapy for pediatric asthma. *J Allergy Clin Immunol* 2009; 123 (4): 861-867.
62. Malmberg LP1, Mälelä MJ, Mattila PS, Hammarén-Malmi S, Pelkonen AS. Exercise-induced changes in respiratory impedance in young wheezy children and nonatopic controls. *Pediatr Pulmomol* 2008;43(6): 538-544.
63. Mauer MP, Cummings KR. Impulse oscillometry and respiratory symptoms in World Trade Center responder, 6 years post-9/11. *Lung* 2010;188(2):107-113.
64. Priante E, Moschino L, Mardegan V, Manzoni P, Salvadori S, Baraldi E. Respiratory Outcome after Preterm Birth: A long and Difficult Journey. *Am J Perinatol*. 2016 Sep; 33(11): 1040-2.
65. Kair LR, Leonard DT, Anderson JM. Bronchopulmonary dysplasia. *Pediatr Rev*. 2012;33:255-63.
66. Jamaica-Balderas LMC, Fonseca-Larios WM, Romero-Mena Fm Barragán-González A. Seguimiento ambulatorio de pacientes con displasia broncopulmonar. *Neumol Cir Torax*. 2022; 81 (1): 26-34. <https://dx.doi.org/10.35366/105529>.

XVIII. ANEXOS

Formulario de recolección de datos

CARACTERÍSTICAS DE LOS PACIENTES CON DISPLASIA BRONCOPULMONAR Y FUNCIÓN PULMONAR ATENTIFOS EN EL HOSPITAL INFANTIL DE MÉXICO FEDERICO GÓMEZ EN EL PERIODO COMPRENDIDO ENTRE MARZO DEL 2018 Y FEBRERO DEL 2023.

No: _____ RM: _____ Fecha de nacimiento: _____ Edad: _____

Masculino: _____ Femenino: _____ Edad gestacional (sem): _____

Peso al nacer (gr) _____ Días de ventilación mecánica: _____

Clasificación DBP: Leve: _____ Moderada: _____ Severa: _____

Asma/atopia familiar: _____ Exposición a tabaco: _____ Exposición a humo de leña: _____

Antecedente de neumonía viral: _____ Antecedente asma: _____ Antecedente rinitis: _____

Tratamiento inhalado: Ninguno: _____ Broncodilatador: _____ Esteroides: _____

Broncodilatador/esteroide: _____

Espirometría: _____ Fecha de realización: _____ Peso: _____ Talla: _____

Espirometría basal: _____

Relación FEV1/FVC: _____ FEV1 (L): _____ FEV1 (%): _____ FVC (L): _____ FVC(%) _____

Espirometría postbroncodilatador: _____

Relación FEV1/FVC: _____ FEV1 (L): _____ FEV1 (%): _____ FVC (L): _____ FVC(%) _____

Respuesta significativa a brocodilatador: _____

Oscilometría: _____ Fecha de realización: _____ Peso: _____ Talla: _____

Oscilometría basal: _____

R5 (kPa): _____ R5 (%): _____ R20 (kPa): _____ R20 (%): _____ R5-R20/R5: _____

Oscilometría postbroncodilatador: _____

R5 (kPa): _____ R5 (%): _____ R20 (kPa): _____ R20 (%): _____ R5-R20/R5: _____

Respuesta significativa a brocodilatador: _____

Tabla 1. Genero de la población

		Recuento	%
Sexo	Hombre	14	45.2%
	Mujer	17	54.8%

Tabla 2. Edad y somatometría al momento de la Prueba

	Mediana	Percentil 25	Percentil 75
Edad (años)	8.04	7.03	9.10
Peso (kg)	24	20	29
Talla (cm)	122	117	132

Tabla 3. Características generales de los pacientes con DBP

	Mediana	Percentil 25	Percentil 75
SEG	29	28	33
Peso al nacimiento (gr)	1115	990	1470

Tabla 4. Clasificación de la Displasia broncopulmonar

		Recuento	%
Clasificación de la Displasia Broncopulmonar	LEVE	3	9.7%
	MODERADA	11	35.5%
	SEVERA	17	54.8%

Tabla 5. Factores de riesgo asociados al desarrollo de Displasia Broncopulmonar

	Mediana	Percentil 25	Percentil 75
Días de ventilación mecánica	40	20	60

Tabla 6. Características descriptivas de la población

		Recuento	%
Antecedente Familiar de Asma	NO	26	83.9%
	SI	5	16.1%
Antecedente Familiar de Tabaco	NO	24	77.4%
	SI	7	22.6%
Exposición a Humo Leña	NO	29	93.5%
	SI	2	6.5%
Antecedente de NAC Viral	NO	17	54.8%
	SI	14	45.2%
Historial de Asma	NO	20	64.5%
	SI	11	35.5%
Historial de Rinitis	NO	14	45.2%
	SI	17	54.8%

Tabla 7. Tratamiento inhalado usado en la población

		Recuento	% del N válido de subtabla
Tratamiento	Ninguno	15	48.4%
	Broncodilatador	5	16.1%
	Esteroide	0	0.0%
	Broncodilatador y esteroide	11	35.5%

Tabla 8. Patrones encontrado con las pruebas de función pulmonar

Patrón	Recuento	%
Normal	7	22.6%
Obstructivo	23	74.2%
Sugerente de restricción	1	3.2%

Tabla 9. Evaluación de la función pulmonar por espirometría

		Recuento	% del N válido de subtabla
Patrón Espirometrico	NORMAL	7	25.0%
	OBSTRUCTIVO LEVE	14	50.0%
	OBSTRUCTIVO MODERADO	3	10.7%
	OBSTRUCTIVO MODERADAMENTE GRAVE	2	7.1%
	OBSTRUCTIVO GRAVE	1	3.6%
	OBSTRUCTIVO MUY GRAVE	0	0.0%
	SUGERENTE DE RESTRICCIÓN	1	3.6%

Tabla 10. Respuesta a broncodilatador en espirometría.

	Recuento	%
Respuesta significativa a broncodilatador	11	45.9%
Sin respuesta significativa a broncodilatador	13	54.1%

Tabla 11. Parámetros evaluados con espirometría.

	Recuento	%
VEF1 menor 80%	9	32.10%
VEF1 mayor 80%	19	67.90%
FVC menor 80%	4	14.30%
FVC mayor 80%	24	85.70%

Tabla 12. Evaluación de la función pulmonar por oscilometría.

	Recuento	% del N válido de subtabla
	4	57.1%
	3	42.9%
Patrón por oscilometría	0	0.0%
	0	0.0%
	0	0.0%

Grafico 1. Genero de la población

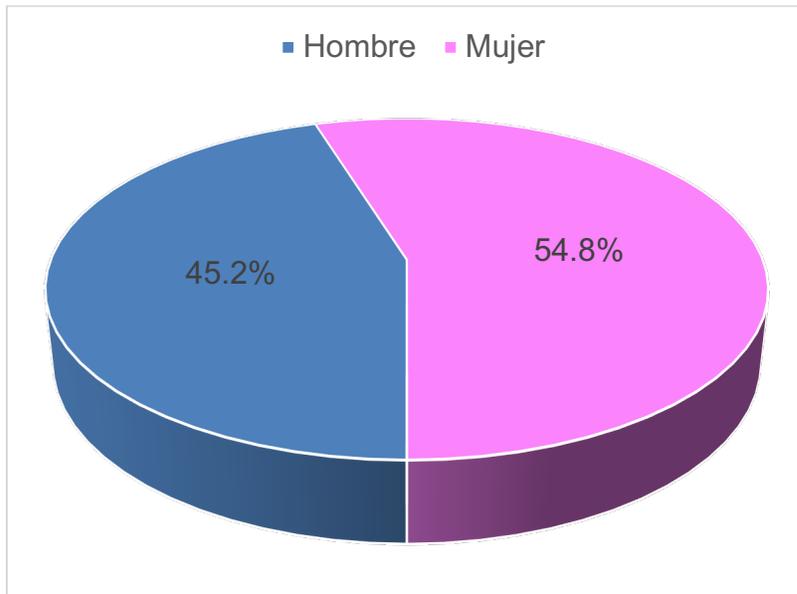
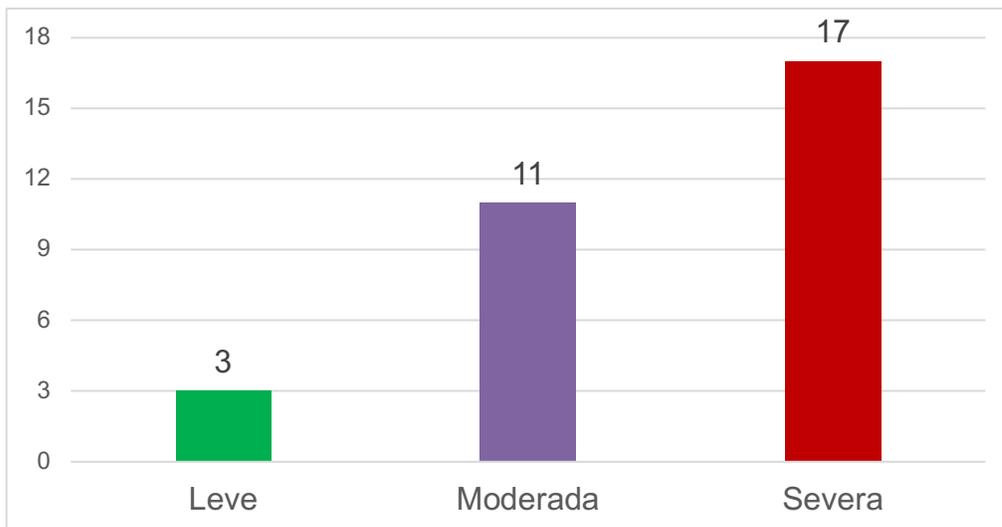
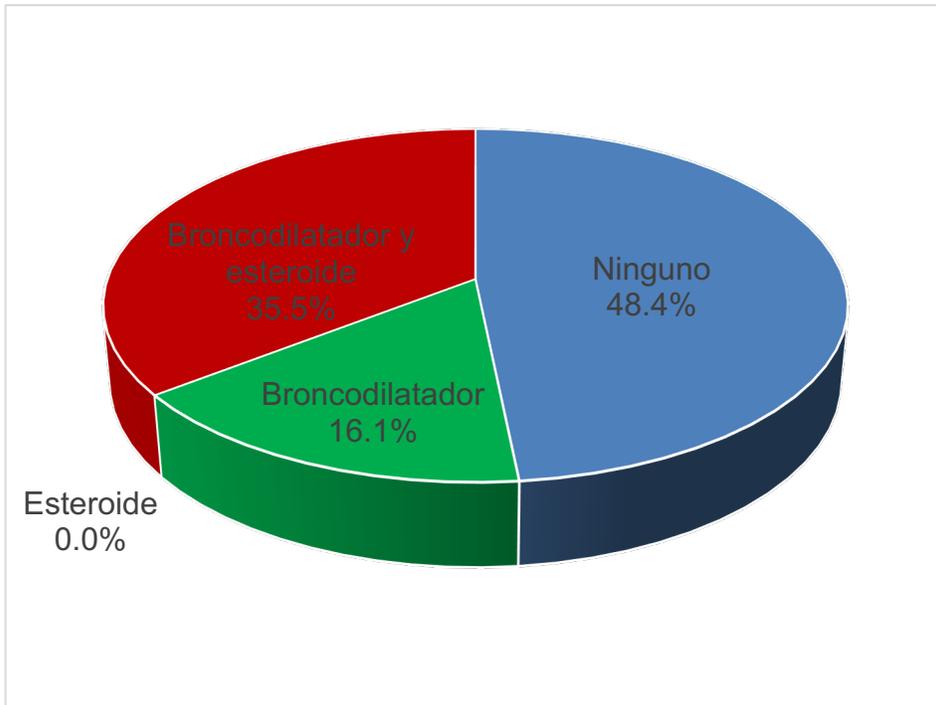


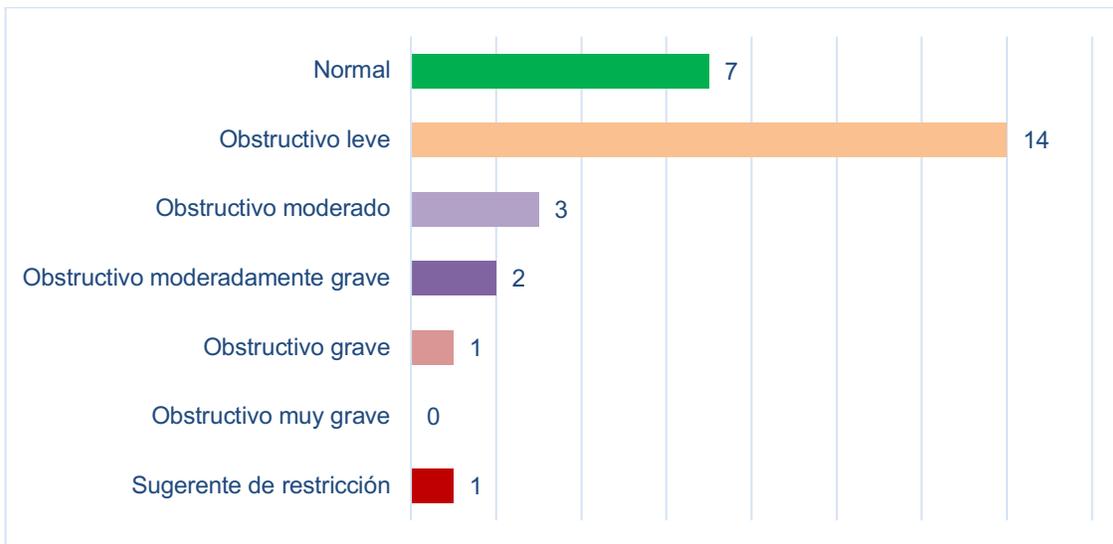
Grafico 2. Clasificación de la Displasia Broncopulmonar



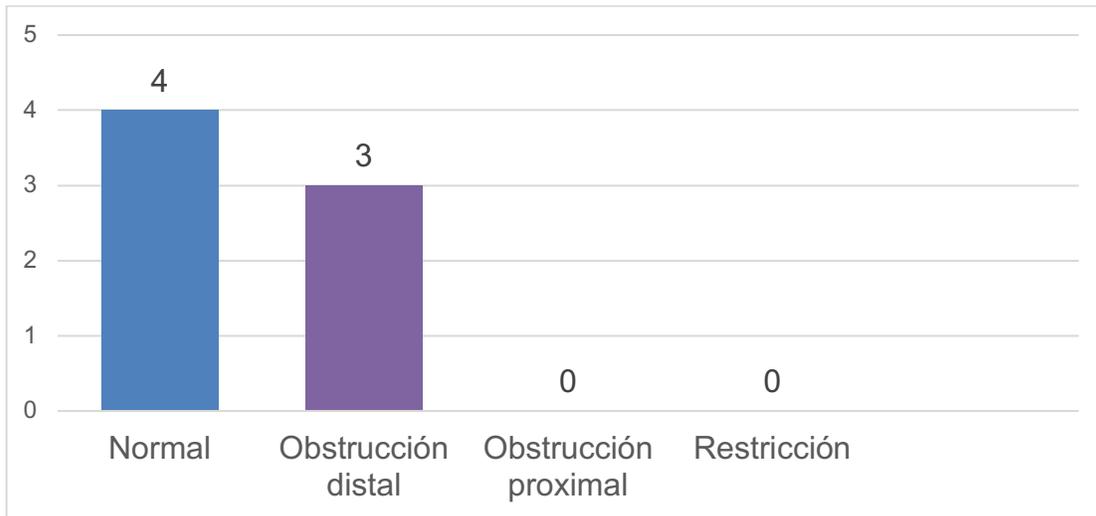
Grafica 3. Tratamiento inhalado usado en la población



Grafica 4. Patrones funcionales encontrados en la espirometría.



Grafica 5. Patrones funcionales encontrados en la oscilometría



Grafica 6. Pacientes con respuesta significativa a broncodilatador

