



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

**INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
UNIDAD MÉDICA DE ALTA ESPECIALIDAD
HOSPITAL GENERAL "DR. GAUDENCIO GONZÁLEZ
GARZA"
CENTRO MÉDICO NACIONAL LA RAZA"**

**CAPACIDAD RESIDUAL FUNCIONAL PULMONAR,
COMPLIANZA Y RESISTENCIAS PULMONARES EN
PACIENTES MENORES DE 2 AÑOS CON
MALFORMACIONES BRONCOPULMONARES Y
DIAFRAGMÁTICAS, EN CENTRO MÉDICO NACIONAL
LA RAZA, DE ENERO DE 2016 A ENERO DE 2022**

**TESIS
PARA OBTENER GRADO DE ESPECIALIDAD EN
NEUMOLOGÍA PEDIÁTRICA**

**PRESENTA:
DRA. ALEJANDRA SÁNCHEZ DINORÍN**

**ASESOR DE TESIS:
DRA. ALMA KARINA BERNARDINO GONZÁLEZ**

Facultad de Medicina



Ciudad Universitaria, CD. MX.

Abril 2024



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

CAPACIDAD RESIDUAL FUNCIONAL PULMONAR, COMPLIANZA Y RESISTENCIAS PULMONARES EN PACIENTES MENORES DE 2 AÑOS CON MALFORMACIONES BRONCOPULMONARES Y DIAFRAGMÁTICAS, EN CENTRO MÉDICO NACIONAL LA RAZA, DE ENERO DE 2016 A ENERO DE 2022.

HOJA DE AUTORIZACIÓN



Dra. María Teresa Ramos Cervantes

Directora Educación e Investigación en salud
Hospital General "Dr. Gaudencio González Garza" UMAE
Centro Médico Nacional La Raza



Dra. Alma Karina Bernardino González

Investigador Principal
Médico adscrito al servicio de Fisiología Pulmonar
Hospital General "Dr. Gaudencio González Garza" UMAE
Centro Médico Nacional La Raza



Dra. Alicia Buenrostro Gaitán

Coordinador del programa de Neumología Pediátrica
Médico adscrito al servicio de Neumología pediátrica
Hospital General "Dr. Gaudencio González Garza" UMAE
Centro Médico Nacional La Raza



Dra. Alejandra Sánchez Dinorín

Residente de Neumología Pediatría Médica
Hospital General "Dr. Gaudencio González Garza" UMAE
Centro Médico Nacional La Raza

Comité: 3502
Folio: F-2023-3502-128
Nº de registro: R-2024-3502-070



GOBIERNO DE
MÉXICO



DIRECCIÓN DE PRESTACIONES MÉDICAS
Unidad de Educación e Investigación
Coordinación de Investigación en Salud

Dictamen de Aprobado

Comité Local de Investigación en Salud **3502**.
HOSPITAL GENERAL Dr. GAUDENCIO GONZALEZ GARZA, CENTRO MEDICO NACIONAL LA RAZA

Registro COFEPRIS **18 CI 09 002 001**
Registro CONBIOÉTICA **CONBIOETICA 09 CEI 027 2017101**

FECHA **Jueves, 18 de abril de 2024**

Doctor (a) Alma Karina Bernardino Gonzalez

PRESENTE

Tengo el agrado de notificarle, que el protocolo de investigación con título **CAPACIDAD RESIDUAL FUNCIONAL PULMONAR, COMPLIANZA Y RESISTENCIAS PULMONARES EN PACIENTES MENORES DE 2 AÑOS CON MALFORMACIONES BRONCOPULMONARES Y DIAFRAGMÁTICAS, EN CENTRO MÉDICO NACIONAL LA RAZA, DE ENERO DE 2016 A ENERO DE 2022**, que sometió a consideración para evaluación de este Comité, de acuerdo con las recomendaciones de sus integrantes y de los revisores, cumple con la calidad metodológica y los requerimientos de ética y de investigación, por lo que el dictamen es **APROBADO**:

Número de Registro Institucional

R-2024-3502-070

De acuerdo a la normativa vigente, deberá presentar en junio de cada año un informe de seguimiento técnico acerca del desarrollo del protocolo a su cargo. Este dictamen tiene vigencia de un año, por lo que en caso de ser necesario, requerirá solicitar la reaprobación del Comité de Ética en Investigación, al término de la vigencia del mismo.

ATENTAMENTE

Doctor (a) Ricardo Ayilés Hernández
Presidente del Comité Local de Investigación en Salud No. 3502

Imprimir



AGRADECIMIENTOS

A mis padres Guille y Gerardo que pese a las adversidades que nos tocó vivir por la pandemia, siempre me apoyaron, se preocuparon por mi salud y hasta la fecha me siguen cuidando.

A mis hermanos Gera y Fer, que podemos disfrutar de conciertos juntos y me ayudan en las tareas que por ahora no puedo realizar.

A todos mis niños (mis 9 gatitos), en especial a mi gorda, Baby, que a sus casi 19 años de vida aun me sigue esperando para irnos a dormir, me acompaña en mis noches de estudio y me sigue cuidando como cuando éramos niñas.

A la Dra. Alma Karina Bernardino González, por sus enseñanzas, tiempo y dedicación en este proyecto.

A la Dra. Silvia Graciela Moysen Ramírez, la Dra. Alicia Buenrostro Gaitán y al Dr. Carlos Juárez Ortiz por su gran apoyo incondicional en estos dos años de formación. A todos los médicos adscritos del servicio de Neumología Pediátrica de la UMAE Hospital General “Dr. Gaudencio González Garza” Centro Médico Nacional La Raza por todas sus enseñanzas, ya que cada uno fue un pilar importante en mi formación.

Así mismo agradezco nuevamente a mi hermano Gerardo Sánchez Dinorín, quien es licenciado en psicología, con especialidad en neuropsicología, maestría en psicoterapia cognitiva y cuenta con doctorado en psicología, a quien admiro mucho y me oriento en el proceso de resultados del estudio.

IDENTIFICACIÓN DE LOS INVESTIGADORES

INVESTIGADOR PRINCIPAL:

Dra. Alma Karina Bernardino González
Médico adscrito de Fisiología Pulmonar
Lugar de trabajo: Fisiología Pulmonar del Hospital General “Dr. Gaudencio González Garza” UMAE Centro Médico Nacional La Raza
Matricula: 99158531
Correo electrónico: billiekarina@hotmail.com
Teléfono: 55 31 89 84 84

INVESTIGADOR ASOCIADO:

Dra. Alejandra Sánchez Dinorín
Médico residente de Segundo año de Neumología Pediátrica
Lugar de trabajo: Neumología Pediátrica del Hospital General “Dr. Gaudencio González Garza” UMAE Centro Médico Nacional La Raza
Matrícula: 96152445
Correo electrónico: as_dinorin@hotmail.com
Teléfono: 55 13 84 13 83

ÍNDICE

RESUMEN.....	07
MARCO TEÓRICO.....	08
PLANEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	19
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	19
JUSTIFICACIÓN.....	20
OBJETIVOS.....	21
HIPÓTESIS.....	22
MATERIAL Y MÉTODOS.....	23
DETERMINACIÓN DE RECURSOS.....	27
ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	28
CONSIDERACIONES ÉTICAS.....	29
RESULTADOS.....	31
DISCUSIÓN.....	36
CONCLUSIONES.....	38
ANEXOS.....	39
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	46

RESUMEN

ANTECEDENTES: Las malformaciones broncopulmonares congénitas son anomalías en el desarrollo pulmonar y las malformaciones diafragmáticas pueden contribuir a que haya malformaciones broncopulmonares, ambas mayormente identificadas en la etapa prenatal en el segundo trimestre de embarazo. La verdadera incidencia no está clara, una de las explicaciones es que ha mejorado la calidad de técnicas de ecografía fetal y hay mayor disponibilidad de atención prenatal en mujeres embarazadas. La Baby pletismografía corporal mide en lactantes la capacidad residual funcional pulmonar, complianza y las resistencias pulmonares de la vía aérea, sin que exista riesgo para la vida del paciente y así, poder valorar la función pulmonar.

OBJETIVOS: Determinar la función pulmonar (capacidad residual funcional pulmonar, complianza y resistencias pulmonares) en pacientes menores de 2 años con antecedente de malformaciones broncopulmonares y diafragmáticas en Centro Médico Nacional La Raza, de enero de 2016 a enero de 2022.

MATERIAL Y MÉTODOS: *Tipo de investigación:* Clínica. *Tipo de diseño de estudio:* Observacional, retrospectivo, analítico y transversal. *Lugar de estudio:* Servicio de Fisiología Pulmonar del Hospital General "Dr. Gaudencio González Garza", Centro Médico Nacional La Raza, Azcapotzalco, Ciudad de México. Revisión sistemática de los resultados de las Baby pletismografías realizadas a todo paciente lactante. *Muestra:* Todos los expedientes de pacientes pediátricos derechohabientes que hayan acudido al servicio de Fisiología Pulmonar con antecedente de malformación broncopulmonar congénita y/o diafragmática que hayan sido post operados. Se cumplirá en un tiempo estimado de un año y medio, de octubre de 2022 a abril de 2024. Para completar el análisis estadístico se tomará en cuenta X^2 o correlación de Spearman, dependiendo de la naturaleza de los datos. Para determinación de asociaciones se realizará mediante una prueba de Odds Ratio (OR) con un p valor ($p < 0.05$) específico para la significancia estadística.

ASPECTOS ÉTICOS: Basado en el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud, esta investigación se considera como "sin riesgo". Los investigadores no tienen conflicto de interés en este tema. Se salvaguardará la identidad de los pacientes de quienes se obtengan datos a través del análisis de sus expedientes clínicos.

RECURSOS E INFRAESTRUCTURA: *Recursos humanos:* Un Médico Especialista en Neumología Pediátrica: DRA. ALMA KARINA BERNARDINO GONZÁLEZ. Un Médico Residente Subespecialista en Neumología Pediátrica: DRA. ALEJANDRA SÁNCHEZ DINORÍN. *Recursos materiales:* Son utilizados de las instalaciones del Servicio de Fisiología Pulmonar del Hospital General de Centro Médico Nacional La Raza. El presente estudio no requiere recursos monetarios externos.

EXPERIENCIA DEL GRUPO: La institución cuenta con el único Baby pletismógrafo, por lo que se ha aprovechado su uso para brindar conocimiento, seguimiento y diagnóstico oportuno de pacientes lactantes por parte del servicio de Neumología pediátrica. Los médicos adscritos en el departamento de Fisiología pulmonar cuentan con una amplia experiencia en el uso del Baby pletismógrafo.

PALABRAS CLAVE: Malformaciones broncopulmonares congénitas. Malformaciones diafragmáticas. Baby pletismografía. Función pulmonar. Post operados.

MARCO TEÓRICO

1. ANTECEDENTES.

Las malformaciones broncopulmonares congénitas son anomalías del desarrollo pulmonar.^{1, 2} Las cuales se pueden clasificar de la siguiente manera por el tipo de alteración, se mencionan en la Tabla 1 ³:

Tabla 1. Clasificación de malformaciones pulmonares congénitas.³

ANOMALÍAS DEL CRECIMIENTO PULMONAR	MALFORMACIONES CONGÉNITAS DIFUSAS (BASE GENÉTICA)	MALFORMACIONES CONGÉNITAS LOCALES
Agenesia pulmonar Hipoplasia pulmonar Hiperplasia pulmonar	Déficit congénito de surfactante Displasia alveolar capilar Displasia acinar	Malformación adenomatoidea quística, actualmente llamada malformación congénita de la vía aérea pulmonar (MCVAP) Secuestro pulmonar (SP): Intralobar (SIL) y extralobar (SEL) Enfisema lobar congénito (ELC) Quiste broncogénico (QB) Atresia bronquial (AB)

La formación pulmonar, inicia con la separación de la tráquea del intestino anterior [Anexo 1], la yema pulmonar aparece como una bolsa de epitelio respiratorio de la parte ventral del intestino anterior.⁴ Hay 5 etapas del desarrollo pulmonar o estadios histológicos, como se muestra en la Tabla 2 ⁴:

Tabla 2. Etapas del desarrollo pulmonar.⁴

ETAPA	CARACTERÍSTICAS	DEFECTOS TÍPICOS
EMBRIONARIA (4-7 Semanas de Gestación)	Formación de yema pulmonar, tráquea, bronquios principales, lobares, segmentarios y arterias pulmonares (del sexto arco aórtico).	Atresia traqueal, laríngea y esofágica, estenosis traqueal, fistula traqueo-esofágica y malformaciones bronquiales.
PSEUDOGLANDULAR (8-16 Semanas de Gestación)	Formación de bronquios subsegmentarios, bronquiolos terminales, túbulos acinares, glándulas mucosas, cartílago y músculo liso.	Traqueobroncomalacia, malformación adenomatoidea quística, lóbulos ectópicos, quiste broncogénico y linfangiectasia pulmonar.
CANALICULAR (17-24 Semanas de Gestación)	Formación de bronquiolos, acino y de capilares apoyados contra el epitelio, así como diferenciación de Neumocitos tipo I y tipo II.	Hipoplasia pulmonar secundaria a compresión extrínseca u oligohidramnios.
SACULAR (25-35 Semanas de Gestación)	Formación, dilatación y subdivisión de sáculos alveolares, al final de las vías respiratorias y aumento de la superficie del intercambio gaseoso.	Hipoplasia pulmonar.
ALVEOLAR (4-5 años)	Formación de tabiques secundarios que subdividen a los sáculos en alveolos y maduración de la red alveolocapilar.	Hipoplasia pulmonar.

La prevalencia e incidencia de las malformaciones broncopulmonares congénitas son inespecíficas, ya que se limitan a estudios de series de casos ^{2,5}; se pueden asociar a otro tipo de malformaciones, alteraciones genéticas o ser aisladas. ^{2, 4, 5}

En este estudio nos enfocaremos en las malformaciones congénitas locales pulmonares y diafragmáticas:

2. MALFORMACIÓN CONGÉNITA DE LA VÍA AÉREA PULMONAR (MCVAP). [ANEXO 2]

Antes llamada malformación adenomatoidea quística, es la malformación congénita pulmonar más frecuente hasta en un 30-40% ⁶. La incidencia ha llegado a ser de 1 en 11 000 a 35 000 nacidos vivos^{7,8}. Su etiología es desconocida, presenta una proliferación anormal de las estructuras respiratorias terminales, dando como resultado una masa de tejido pulmonar y un desarrollo anormal de los alveolos; tiene

una conexión con el árbol traqueobronquial, se forman quistes donde el líquido es reemplazado con aire y el crecimiento es progresivo; el suministro de sangre es normal, pero puede haber alteración en el intercambio gaseoso.^{9,10} Stocker en 2002, crea una clasificación modificada donde cambia el nombre a “Malformaciones Congénitas de la Vía Aérea Pulmonar”¹¹, las divide en 5 tipos en base al nivel embriológico e histológico, como se muestra en la Tabla 3³:

Tabla 3. Características de los diferentes tipos de MCVAP.³

TIPO MCVAP	TIPO 0	TIPO 1	TIPO 2	TIPO 3	TIPO 4
DESCRIPCIÓN	Displasia o disgenesia acinar	Grandes quistes	Pequeños quistes	Adenomatosa	Periférica
ORIGEN	Tráquea/ Bronquio	Bronquio/ Bronquiolar	Bronquiolar	Bronquiolar/ Alveolar	Acinar distal
¿QUÍSTICA?	No	Sí	Sí, múltiple	No o diseminados	Sí
¿ADENOMATOIDEA?	No	No	No	Sí	No
PORCENTAJE	<2%	60-70%	15-20%	5-10%	10%
CARACTERÍSTICAS ÚNICAS	Afectación de todos los lóbulos, incompatible con la vida	--	--	Casi exclusiva de varones	Neumotórax a tensión
EDAD DE PRESENTACIÓN	Nacimiento	Intraútero si es grande, varios años de vida si es pequeña	Primer mes de vida	Intraútero o al nacimiento	Nacimiento a los 6 años de vida, incluso más tardía
SÍNTOMAS	Pulmones no ventilados, feto muerto o dificultad respiratoria grave	Asintomático (hallazgo casual), dificultad respiratoria neonatal, desplazamiento mediastínico, infección o tumor maligno	Asintomático o dificultad respiratoria leve	Mortinato o dificultad respiratoria grave	Asintomático (hallazgo casual), dificultad respiratoria neonatal, neumotórax a tensión, infección o tumor maligno
LESIÓN Y TAMAÑO DE LOS QUISTES	Pulmones pequeños	1-10cm	0.5-2cm	Todo un lóbulo o todo un pulmón	Quistes grandes multiloculares
RIESGO DE MALIGNIZACIÓN	No	Carcinoma bronquiolo alveolar	No	No	Blastoma pleuropulmonar

El diagnóstico confirmatorio es histopatológico, se recomienda la lobectomía antes del año de vida, para evitar infecciones, malignización y disminución de la función pulmonar.¹²

3. SECUESTRO PULMONAR (SP). [ANEXO 3]

Es una malformación congénita rara del tracto respiratorio inferior¹³; un segmento del pulmón no tiene comunicación identificable con el árbol pulmonar y recibe su irrigación a través de una arteria sistémica anormal¹⁴. La incidencia se estima entre el 0.15-1.8%, siendo la segunda malformación pulmonar congénita más común¹³. Se clasifica en intralobar (dentro del parénquima pulmonar sin su propia pleura visceral) y extralobar (fuera del parénquima pulmonar con su propia pleura visceral)¹³, el cual está asociado a otro tipo de malformaciones en 2/3 partes de los pacientes y 1/3 asociado a hernia diafragmática.¹⁴ Pueden ser asintomáticos o presentar infecciones respiratorias bajas de repetición dentro de los primeros 2 años de vida.^{14,15} Se puede diagnosticar en la etapa prenatal por ultrasonido y se sugiere tratamiento quirúrgico para evitar complicaciones.^{14, 15}

4. ENFISEMA LOBAR CONGÉNITO (ELC). [ANEXO 4]

Es una hiperinsuflación de ≥ 1 lóbulos pulmonares debido a la obstrucción parcial del bronquio, que provoca síntomas de compresión sobre los órganos adyacentes; es una malformación pulmonar rara, que afecta la ventilación y perfusión.¹⁶ La

incidencia es de 1 a 20 000-30 000 nacidos vivos.^{16, 17} Su etiología es desconocida, hasta un 50% de manera idiopática.¹⁶ La mayoría se diagnóstica en los primeros 6 meses de vida ¹⁶, siendo la tomografía computada (TC) de tórax el estándar de oro.^{16, 18, 19, 20} Asociada a malformaciones cardíacas en un 14-20%.^{16, 17} Uno de cada 8 pacientes asintomáticos, requieren lobectomía.¹⁶

5. QUISTE BRONCOGÉNICO (QB). [ANEXO 5]

Es una lesión mediastínica quística, recubierta de epitelio respiratorio más frecuente en niños, es una de las causas obstructivas unilaterales, pudiendo causar enfisema y desplazamiento del mediastino.^{21, 22} Representa el 20-30% de las malformaciones quísticas congénitas.²¹ La incidencia es de 1 en 42 000 a 1 en 68 000 nacidos vivos.²² El 25-30% son asintomáticos y se sugiere tratamiento quirúrgico para evitar complicaciones.^{21, 22}

6. ATRESIA BRONQUIAL (AB). [ANEXO 6]

Es una enfermedad rara caracterizada por una obliteración focal del segmento proximal de un bronquio^{23,24}, que no comunica con la vía aérea central.²⁵ Pueden ser o no sintomáticos, usualmente se diagnostican en la segunda o tercera década de la vida, siendo la tomografía computada (TC) de tórax el estándar de oro.^{23,24, 26} Se recomienda el tratamiento quirúrgico para evitar complicaciones y se ha asociado con la malformación congénita de la vía aérea pulmonar (MCVAP), secuestro pulmonar (SP) y enfisema lobar congénito (ELC).²³

7. HERNIA DIAFRAGMÁTICA (HD). [ANEXO 7]

Es la presencia de un orificio en el diafragma, que permite la herniación del contenido abdominal hacia el tórax, causado por la separación retrasada de los compartimentos torácicos y abdominales.²⁷ La hernia diafragmática de Bochdalek representa el 90% de las hernias en periodo neonatal, el defecto más frecuente ocurre en la región posterolateral izquierda del diafragma hasta en un 80%; puede ser derecho en el 15% o bilateral en el 1-2% de los casos.²⁷ La hernia diafragmática de Morgagni se presenta en el 2% de los casos y el defecto más frecuente es en la región anterior derecha del diafragma.²⁷ La incidencia es de 1 de cada 3000-5000 nacidos vivos y tiene una mortalidad alta.²⁸ El tamaño pulmonar es reducido²⁷, causando datos de dificultad respiratoria, por lo que requiere tratamiento quirúrgico al nacimiento por la alta incidencia de comorbilidades, con previa estabilización del paciente, descartar malformaciones asociadas y manejo de hipertensión pulmonar secundaria.^{27, 29, 30,31}

8. MALFORACIONES ASOCIADAS.

Las malformaciones asociadas en pacientes con malformaciones broncopulmonares congénitas se representan en la Figura 1 y 2:³²

Figura1. Distribución de las malformaciones asociadas en pacientes con malformaciones broncopulmonares congénitas.

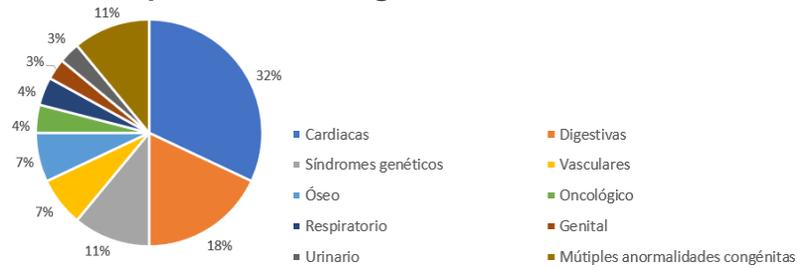
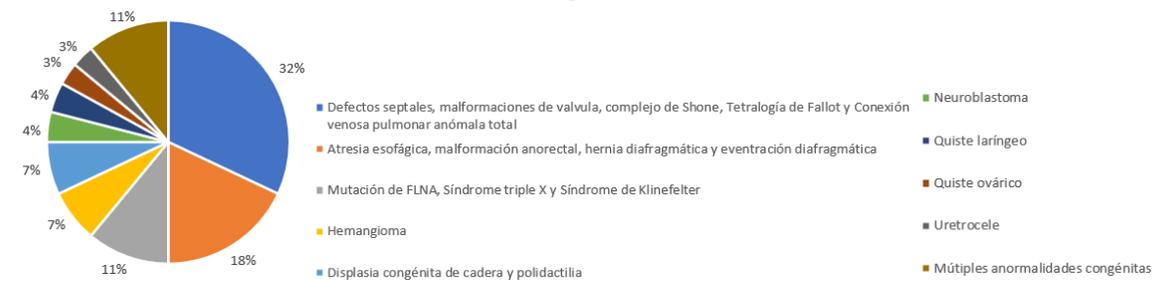


Figura 2. Subdivisión de malformaciones asociadas en pacientes con malformaciones broncopulmonares congénitas.



9. PRUEBAS DE FUNCIÓN PULMONAR.

Abordan tres propiedades funcionales de los pulmones: 1. El flujo de aire inspiratorio y espiratorio; 2. Volúmenes y capacidades pulmonares; 3. La transferencia de gas alveolocapilar.³³ Se pueden estudiar estas propiedades con las siguientes pruebas de función pulmonar que se presentan más adelante, nos sirven para el seguimiento a largo plazo, determinar la función pulmonar e identificar los riesgos para desarrollar problemas respiratorios, así como complicaciones pulmonares y orientar a una adecuada terapia respiratoria ³⁴.

9.1. ESPIROMETRÍA.

Es el estándar de oro para la valoración de la función pulmonar, mide el calibre de la vía aérea central y evalúa la función mecánica respiratoria.^{35, 36} Los parámetros están influenciados por el peso, altura, sexo, origen étnico, factores ambientales, cooperación y el esfuerzo del paciente.³⁷ El espirómetro debe cumplir con los estándares de calidad según la Sociedad Americana Torácica/Sociedad Respiratoria Europea (ATS/ERS).³⁷ Se debe de cumplir con los criterios de aceptabilidad, repetibilidad y la reproducibilidad de la prueba.³⁶ Se puede realizar a partir de los 6 años; en la Tabla 4 se incluye las indicaciones y contraindicaciones del estudio en niños.³⁷

Tabla 4. Indicaciones y contraindicaciones para realizar espirometría en niños.³³

INDICACIONES	CONTRAINDICACIONES
1. Diagnóstico de enfermedad pulmonar. 2. Evaluar la progresión de la enfermedad. 3. Evaluar la respuesta al tratamiento. 4. Evaluar el pronóstico. 5. Evaluar el riesgo preoperatorio. 6. Monitorear los efectos adversos de los medicamentos con toxicidad pulmonar conocida. 7. Investigación. 8. Servicio epidemiológico.	1. Neumotórax. 2. Infecciones de vías respiratorias, incluida la tuberculosis. 3. Hemoptisis. 4. Hipertensión pulmonar no controlada. 5. Embolismo pulmonar. 6. Arritmias significativas. 7. Insuficiencia cardíaca no controlada. 8. Cirugía abdominal, torácica, cerebral reciente (dentro de las 4 semanas), seno, oído medio, cirugía ocular (dentro de 1 semana).

Dentro de las variables que podemos medir en la espirometría se describen en la Tabla 5:³⁶

Tabla 5. Variables medibles en la espirometría.³⁶

VARIABLES	DEFINICIÓN
FVC (Capacidad Vital Forzada)	El máximo volumen de aire exhalado después de una inspiración máxima expresado en litros. Mide el tamaño pulmonar.
FEV1 (Volumen Espiratorio Forzado en el primer segundo)	Volumen de aire exhalado durante el primer segundo de la FVC expresado en mililitros. Mide aceleración del volumen y obstrucción bronquial.
FEV1/FVC (Cociente o relación FEV1/FVC)	Es la relación de FEV1 dividido entre la FVC y expresada en porcentaje.
PEF (Flujo Espiratorio Máximo o Pico)	Flujo máximo de aire alcanzado con un máximo esfuerzo, partiendo de una posición de inspiración máxima, expresada en litros por segundo.

No es posible medir el volumen de aire que se queda en el tórax después de una máxima exhalación, este volumen se llama volumen residual (RV) y cuando este se suma a la capacidad vital forzada (FVC), se constituye la capacidad pulmonar total (TLC).³⁶ Para la interpretación se debe de conocer el límite inferior de la normalidad (LIN) para la capacidad vital forzada (FVC), volumen espiratorio forzado en el primer segundo (FEV1) y la relación FEV1/FVC, los patrones se describen en la Tabla 6:³⁶

Tabla 6. Patrones espirométricos.^{36,33}

PATRÓN	DESCRIPCIÓN
NORMAL	Relación FEV1/FVC >LIN + FVC >LIN.
SUGESTIVO DE RESTRICCIÓN	Relación FEV1/FVC >LIN + FVC <LIN. Refiriéndose a un pulmón pequeño.
OBSTRUCTIVO	Relación FEV1/FVC <LIN, se determina la gravedad de la obstrucción con el FEV1. La resistencia al flujo de aire está aumentada y durante el primer segundo de la exhalación forzada sale menos aire de lo normal. Se clasifica la gravedad por Z-Score de la FEV1: Leve: -1.65 a -2.50; Moderado: -2.51 a -4.0; Severo: <-4.1.

9.2. PRUEBA DE DIFUSIÓN DE MONÓXIDO DE CARBONO.

La difusión pulmonar de monóxido de carbono (DLCO), se usa para evaluar la transferencia de oxígeno desde el espacio alveolar hasta la hemoglobina de los eritrocitos contenidos en los capilares pulmonares; es la principal prueba para evaluar el intercambio gaseoso a nivel pulmonar.³⁸ Durante la medición se agrega un gas inerte como el helio, metano o neón, que sirve para medir la capacidad pulmonar total (TLC) y el volumen residual (RV) por medio de la dilución del gas.³⁸ Requiere cumplir criterios de aceptabilidad y repetibilidad.³⁸ Las indicaciones y contraindicaciones se mencionan en la Tabla 7.³⁸

Tabla 7. Indicaciones y contraindicaciones de la difusión pulmonar de monóxido de carbono (DLCO).³⁸

INDICACIONES	CONTRAINDICACIONES
1. Evaluación diagnóstica y el seguimiento de enfermedades del parénquima pulmonar (Enfermedad pulmonar intersticial difusa, enfermedad pulmonar obstructiva crónica, bronquitis crónica, asma, etc.). 2. Evaluación de enfermedades vasculares pulmonares (Vasculitis, hipertensión pulmonar, tromboembolia pulmonar crónica). 3. Evaluación preoperatoria y post operatoria (Resección pulmonar, trasplante pulmonar). 4. Evaluación de efectos pulmonares de los agentes quimioterapéuticos y radioterapia). 5. Enfermedades infecciosas. 6. Diagnóstico y seguimiento en medicina ocupacional.	1. Hipoxemia grave (Saturación <75%). 2. Niveles de carboxihemoglobina elevados (COHb >10-15%).

Para la interpretación se deben considerar los valores ajustados por altitud, el valor de hemoglobina y carboxihemoglobina; en la Tabla 8, se define los patrones de transferencia del monóxido de carbono y la gravedad.^{33,38}

Tabla 8. Patrón de transferencia de monóxido de carbono y gravedad de la disminución.^{33,38}

PATRÓN DE TRANSFERENCIA	DESCRIPCIÓN	GRAVEDAD	DISMINUCIÓN DE LA DLCO
DLCO NORMAL	80-120%	LEVE	60% al LIN
DLCO DISMINUIDA	<80%	MODERADA	40-59%
DLCO AUMENTADA	>120%	GRAVE	<40%

9.3. PLESTISMOGRAFÍA CORPORAL. [ANEXO 8]

Es una prueba de mecánica de la respiración cuya principal medición directa es la capacidad funcional residual (FRCpleth), que corresponde al volumen de gas intratorácico (ITGV) medido al final de la espiración a un volumen corriente (VT) estable y la resistencia específica de la vía aérea (sRaw); es el estándar de oro para la medición de volúmenes pulmonares y resistencias, fue realizada por primera vez por DuBois en 1950 y la medición es basada en la ley de Boyle-Mariotte, la cual señala que a una temperatura constante, si se aumenta la presión, disminuye el volumen.^{39,40} La complianza es una medida de la elasticidad del sistema respiratorio, que relaciona el volumen corriente (VT) con la presión necesaria para introducir ese volumen en el pulmón.⁴¹

$$\text{Complianza (ml/cmH}_2\text{O)} = \text{Volumen (ml)}/\text{Presión (cmH}_2\text{O)}$$

Los parámetros funcionales de la pletismografía corporal se muestran en la Tabla 9^{37,40}:

Tabla 9. Parámetros funcionales de la pletismografía corporal.^{37,40}

PARÁMETROS	DEFINICIÓN
Volumen Corriente (VT)	Volumen de aire que es inspirado y espirado con cada ciclo durante una respiración normal.
Volumen Residual (RV)	Volumen de aire remanente en los pulmones después de una exhalación máxima.
Volumen de Reserva Espiratorio (ERV)	Es el máximo volumen de aire que puede ser exhalado desde el nivel previo de FRC.
Volumen de reserva inspiratorio (IRV)	Es el mayor volumen de aire que se puede inhalar desde un nivel previo al final de la inspiración de un ciclo respiratorio normal.
Capacidad Inspiratoria (IC)	Es el mayor volumen de aire que se puede inspirar desde un nivel previo de FRC, corresponde a la suma del VT y el IRV.
Capacidad Residual Funcional (FRCpleth o ITGV)	Es el volumen de aire dentro de los pulmones al final de la espiración de un ciclo respiratorio normal, corresponde a la suma del ERV y RV. Está determinada por el balance entre la retracción elástica del pulmón y el retroceso elástico de la pared del tórax mientras los músculos respiratorios se encuentran en reposo.
Capacidad Vital (VC)	Volumen máximo de aire que puede exhalarse desde capacidad pulmonar total hasta llegar a volumen residual (capacidad vital exhalatoria); o bien, inhalarse desde volumen residual hasta capacidad pulmonar total (capacidad vital inhalatoria). Corresponde a la suma de los volúmenes desplazables VT, IRV y ERV.
Capacidad Pulmonar Total (TLC)	El mayor volumen de aire contenido en los pulmones después de una inspiración máxima siendo la suma de los cuatro volúmenes pulmonares (IRV, VT, ERV, RV).
Relación RV/TLC	Porcentaje de la TLC ocupado por el volumen de aire que no puede ser exhalado, RV.
Resistencia específica en las vías respiratorias (sRaw)	Es la relación entre el flujo medido en la boca y el cambio de volumen medido en la cabina durante respiración a VT.
Resistencia en vías respiratorias (Raw)	Indica la presión alveolar necesaria para generar un flujo de 1 litro por segundo, se calcula ajustando la sRAW a la FRCpleth y al VT. $Raw = sRaw / (FRCpleth + VT/2)$; se mide en cmH ₂ O por litro, por segundo.
Conductancia de las vías respiratorias (Gaw)	Es el recíproco de la sRAW (1/sRAW) medida en (litro por segundo, por cmH ₂ O); corresponde a la conductancia. Este valor mantiene una relación lineal con el volumen.

El pletimógrafo es una cámara hermética con el tamaño para que entre una persona; su capacidad es entre 600 y 1000 litros.⁴⁰ El equipo y software deben cumplir con las especificaciones técnicas emitidas por la Sociedad Americana Torácica/Sociedad Respiratoria Europea (ATS/ERS) del 2005 y hay que evaluar el grado de calidad.⁴⁰ Las indicaciones y contraindicaciones de la pletismografía corporal de muestran en la Tabla 10.^{35, 39}

Tabla 10. Indicaciones y contraindicaciones para realizar una pletismografía corporal.

35, 39

INDICACIONES	CONTRAINDICACIONES
1. Confirmar procesos pulmonares restrictivos o la combinación de un proceso obstructivo y restrictivo. 2. Valoración preoperatoria. 3. Cuantificar la proporción del volumen pulmonar no ventilada. 4. Monitorización y vigilancia de la enfermedad con fines clínicos o de investigación.	1. Infarto reciente (< 4 semanas). 2. Insuficiencia cardíaca. 3. Inestabilidad cardiovascular. 4. Taquicardia reposo (FC > 130 lpm). 5. Cirugía de tórax, abdomen < 4 semanas o cirugía de ojos u oído en <8 semanas. 6. Tuberculosis pulmonar activa. 7. Influenza. 8. Hemoptisis. 9. Aneurismas (grandes arterias, cerebrales). 10. Embarazo avanzado o complicado. 11. Salud precaria. 12. Traqueostomía. 13. Sonda pleural. 14. Requerimiento continuo de oxígeno suplementario que no se pueda suspender durante la prueba. 15. Condiciones del paciente que no permitan introducirlo a la cabina, como claustrofobia, parálisis corporal, soluciones parenterales, etc.

En la Tabla 11 se muestra la clasificación de los impedimentos ventilatorios.^{33, 39}

Tabla 11. Clasificación de los impedimentos ventilatorios definidos por volúmenes pulmonares.^{33, 39}

CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
NORMAL	TLC >LIN, FRC >LIN, RV>LIN, FRC/TLC Normal, RV/TLC Normal
HIPERINSUFLACIÓN PULMONAR	FRC/TLC y RV/TLC aumentados
ATRAPAMIENTO DE AIRE PULMONAR	RV/TLC aumentada
RESTRICTIVO	TLC y FRC bajos

Las resistencias de las vías respiratorias (Raw) medidas por la pletismografía corporal y el volumen relacionado con la resistencia específica en las vías respiratorias (sRaw) o la conductancia específica de las vías respiratorias (sGaw), no se usan comúnmente para identificar la obstrucción del flujo de aire; son más sensibles para detectar el estrechamiento de las vías respiratorias extratorácicas o las vías respiratorias grandes intratorácicas.³³

9.4. BABY PLETISMOGRAFÍA. [ANEXO 9]

Sigue los mismos principios de la platismografía corporal de cabina grande pero es específicamente para lactantes, a diferencia de esta, se consigue la capacidad residual funcional (FRC) y es capaz de asemejar a la capacidad pulmonar total (TLC); además de medir la complianza y resistencias pulmonares.⁴² Las pruebas se hacen con el lactante en sueño y ofrecen los siguientes valores: Capacidad funcional residual (FRC) medida en mililitros, complianza medida en mililitros por kilopascales (ml/kPas) y las resistencias pulmonares medidas en kilopascales por mililitros (kPas/ml).⁴² Nos ayuda a monitorizar la función respiratoria en pacientes con mínima cooperación y sin requerir esfuerzo al momento de realizar el estudio.³⁴

El equipo, debe de cumplir criterios para poder considerarse con un adecuado funcionamiento: El volumen debe ser entre 70-100 litros para medir valores con mayor exactitud en pacientes de hasta 15 kilos y una longitud de 85 centímetros.⁴² La cobertura debe estar diseñada para permitir la visión y monitorización (pulso oximetría y frecuencia cardíaca) del paciente durante todo el proceso, así como un acceso rápido y fácil en cualquier momento.⁴² El obturador en el flujómetro debe ser controlado automatizado, así como manual para permitir la apertura del mismo en caso de falla del equipo o del software; la oclusión debe ser posible al final de la inspiración y al final de la espiración.⁴² La mascarilla utilizada deberá contener el menor espacio muerto, ser transparente, firme y producir un sello no permeable.⁴²

Con el paciente respirando a volumen corriente (VT), se irá registrando en el monitor; cuando se registre un nivel final de espiración estable ocurrirá una oclusión del flujo justo al final de la inspiración; esta oclusión se liberará por lo menos al completarse dos esfuerzos respiratorios completos en contra de esta oclusión, se repetirá la maniobra hasta conseguir por lo menos tres satisfactorias.⁴³ Para decir que una prueba es aceptable, debe de cumplir los siguientes criterios establecidos en la Tabla 12.^{42, 43}

Tabla 12. Criterios de aceptabilidad en Baby pletismografía.^{42, 43}

CRITERIOS DE ACEPTABILIDAD
1. Paciente deberá estar en sueño previo y durante la prueba.
2. EEL (nivel final espiratorio) estable: Variabilidad de EEL de las últimas 5 respiraciones previo a la oclusión <5-10% de la media del volumen tidal de esas mismas respiraciones.
3. No fuga durante la oclusión: No caída de la meseta de presión durante la pausa al final de la inspiración. No flujo de volumen por el pneumotómetro durante la oclusión, no cambios significativos del EEL después de liberar la oclusión.
4. Al menos dos esfuerzos respiratorios completos al ocluir: Es esencial para la corrección adecuada del volumen del pletismógrafo.
5. No retraso en la fase entre el Vpleth (volumen del pletismógrafo) y el Pao (presión de la apertura de la vía aérea durante los esfuerzos respiratorios en contra de la oclusión).
6. Basar reporte de resultado en al menos 3 oclusiones aceptables: Media, desviación estándar y/o coeficiente de variación, serán reportados.
7. Si es posible se recomienda validar resultados por un segundo experto.

Con el crecimiento, las resistencias disminuyen y los volúmenes aumentan, pero la resistencia específica se mantiene estable con la edad, la talla y el sexo.³⁹

10. PRUEBAS DE FUNCIÓN PULMONAR EN PACIENTES CON ANTECEDENTE DE MALFORMACIÓN BRONCOPULMONAR Y DIAFRAGMÁTICA.

En un estudio realizado en Italia por Fainardi y colaboradores, a 6 pacientes con diagnóstico de malformación congénita de la vía aérea pulmonar (MCVAP) en periodo prenatal, fueron seguidos en el tiempo por los autores. A 5 de los pacientes (71.4%) se les realizó cirugía torácica video asistida (VATS) a una edad media de 7 meses (0.5-16.5 meses); se realizó segmentectomía en 4 pacientes y lobectomía en un paciente. El estudio histopatológico reportó que 3 pacientes tenían una malformación congénita de la vía aérea pulmonar (MCVAP) tipo 2, un paciente tenía un tipo 3 y el resultado del último paciente no estaba disponible. El seguimiento fue cada 6 meses y se realizó una espirometría en 2 pacientes (ya que los demás eran demasiado jóvenes para realizar el estudio), se muestran en la Tabla 13.⁴⁴

Tabla 13. Resultados del primer estudio.⁴⁴

Paciente de 14 años sin tratamiento quirúrgico	Paciente de 5 años con lobectomía del lóbulo inferior izquierdo
FEV1 36%, FVC 64%, FEV1 /FVC 54%	FEV1 102.8%, FVC 87.9%, FEV1 /FVC 111%
Espirometría con patrón obstructivo y sugestivo de restricción	Espirometría normal

También reportaron a 6 pacientes con diagnóstico de hernia diafragmática; a 4 pacientes (66.6%) se les realizó el diagnóstico prenatal y se corrigió el defecto quirúrgicamente a las 48 horas de vida. Uno de los pacientes fue diagnosticado al nacimiento y operado a los 2 meses de vida. El último paciente fue diagnosticado a las 20 semanas de vida con una radiografía de tórax, la cual se toma por antecedente de infecciones de vías respiratorias de repetición y bajo crecimiento. El seguimiento fue cada 6 meses posterior a la cirugía. Cuatro de los pacientes requirieron hospitalización: Dos por exacerbación de asma entre los 8 y 14 años; y dos por neumonía en edad preescolar. En promedio, estos pacientes requirieron

tratamiento antibiótico 1.3 veces por año. Dos de los pacientes realizaron la espirometría con una edad de 12.1 ± 4.7 años, reportándose sugestiva de restricción con un FEV1 $61.9\% \pm 0.1$, FVC 55.5 ± 3.5 y FEV1 /FVC $100.3\% \pm 17.8$.⁴⁴

En un artículo de revisión por Wong y colaboradores, se realizaron dos revisiones sistemáticas y dos estudios comparativos donde se demostró que la toracoscopia conlleva a menos complicaciones postoperatorias y menos estancia hospitalaria. Se describió un patrón restrictivo en la función pulmonar en pacientes antes de la intervención quirúrgica; a corto plazo, parece no haber disminución de la función pulmonar después de la cirugía, por lo que se debe de estudiar si hay una disminución de la función pulmonar a largo plazo.⁴⁵ Aunque se puede desarrollar un síndrome restrictivo si la resección no se realiza alrededor de los 6 meses de vida, evitando el beneficio del crecimiento compensatorio pulmonar.⁴⁶

Se realizó un estudio en China por Chin-Tung y colaboradores, donde comparan la función pulmonar a largo plazo después de una lobectomía toracoscópica y una abierta en pacientes post operados entre el 2000-2008. Donde a 28 pacientes se les realizó lobectomía por malformación congénita de la vía aérea pulmonar (MCVAP); durante el seguimiento, a 4 pacientes, el resultado de las pruebas de función pulmonar no estaba disponible. De los 24 pacientes restantes, 12 se sometieron a toracotomía (n= 9 hombres y n=3 mujeres) y 12 a toracoscopia (n=5 hombres y n=7 mujeres). La edad media de la de cirugía en la toracotomía fue de 20.0 ± 13.3 meses y en toracoscopia fue de 16.6 ± 8.5 meses. Las pruebas de función pulmonar se realizaron a los 7 años posterior a la cirugía con una media de 12.2 ± 1.4 años en pacientes con toracotomía y de 9.8 ± 0.9 en pacientes con toracoscopia, no se observó deformidad en la pared torácica en ambos grupos. En la Tabla 14 se reportan los resultados:⁴⁷

Tabla 14. Resultados de espirometría y prueba de difusión de monóxido de carbono (DLCO).⁴⁷

	GRUPO DE TORACOTOMIA	GRUPO DE TORACOSCOPIA	p
FEV1 (% del predicho)	76.1 ± 3.3 (63–95)	88.5 ± 4.7 (72–121)	0.04
FVC (% del predicho)	84.3 ± 4.7 (57–117)	98.9 ± 4.2 (81–123)	0.03
FEV1/FVC (% del predicho)	96.5 ± 3.3 (77–116)	97.8 ± 4.0 (75–116)	0.81
DLCO (% del predicho)	91.4 ± 3.3 (71–107)	106.4 ± 5.5 (83–124)	0.03
TLC (% del predicho)	92.4 ± 3.8 (81–109)	91.2 ± 5.0 (73–125)	0.86
RV (% del predicho)	73.4 ± 2.1 (53–98)	74.8 ± 8.1 (62–105)	0.95

El grupo de toracotomía fue más bajo a comparación del grupo de toracoscopia en el volumen espiratorio forzado en el primer segundo (FEV1).⁴⁷ En cuanto a la capacidad vital forzada (FVC) fue significativamente mayor en el grupo de toracoscopia que en el de toracotomía.⁴⁷ No hubo diferencia estadística entre la relación FEV1/FVC, capacidad pulmonar total (TLC) y el volumen residual (RV) de los dos grupos.⁴⁷ El resultado de las pruebas de función pulmonar a largo plazo después de la lobectomía toracoscópica fue mejor que la lobectomía abierta, esto puede deberse a la musculatura respiratoria deteriorada después de la toracotomía.⁴⁷

Se realizó un estudio por Jones y colaboradores, en Indianápolis y Columbus, para medir el flujo espiratorio forzado (FEF, siendo el flujo espiratorio forzado entre 50%, 75%, 85%, 25-75% de la capacidad vital forzada o FVC) a partir de los volúmenes pulmonares de lactantes sanos, donde se obtuvieron mediciones de 155 pacientes sanos entre 3-149 semanas de edad, con una media de 48 semanas; 43% fueron mujeres y 57% hombres; historia familiar de asma en el 56.8%, tabaquismo materno durante el embarazo positivo en el 26.5% y la exposición al humo del tabaco ambiental postnatal por cuidadores o padres hasta en un 49% de los pacientes.⁴⁸ Se encontró que la capacidad vital forzada (FCV) y el flujo espiratorio forzado (FEF 50, FEF75, FEF 85 y FEF 25-75) estaban altamente correlacionados con la longitud de los pacientes; sin embargo, la edad también fue significativa, para la misma longitud del cuerpo y edad mayor, se vio que tenían una mayor capacidad vital forzada (FCV) y el volumen espiratorio forzado en el primer medio segundo (FEV 0.5).⁴⁸ Los pacientes con antecedente de tabaquismo materno prenatal y exposición al humo de tabaco ambiental posnatal se vio una disminución en la capacidad vital forzada (FVC) y el flujo espiratorio forzado (FEF).⁴⁸ Así mismo se vio que los hombres presentaban flujo espiratorio forzado (FEF) más bajos que las mujeres.⁴⁸ Este estudio ha proporcionado valores de referencia para las mediciones de maniobras espiratorias forzadas en lactantes y niños pequeños, ha demostrado la capacidad para detectar diferencias en la función pulmonar relacionada con la exposición al humo de tabaco, sexo y longitud de los pacientes.⁴⁸ Los parámetros de la función pulmonar se encuentran en la Tabla 15.⁴⁸

Tabla 15. Seguimiento de la función pulmonar (Z-Score).⁴⁸

VARIABLE	PENDIENTE DE LONGITUD	ERROR ESTÁNDAR	VALOR p
FVC	0.005	0.0146	0.73
FEF50	0.019	0.0140	0.18
FEF75	0.002	0.0106	0.85
FEF85	-0.0008	0.0129	0.95
FEF25-75	0.017	0.0135	0.21
RC50-75	0.014	0.0130	0.29
FEV0.5	0.012	0.0157	0.45
FEV0.5/FVC	0.005	0.0121	0.69

Por último, se reportó un estudio en Reino Unido y Canadá por Diem y colaboradores para mejorar la interpretación pulmonar infantil en < 2 años, recopilándose pacientes que hayan nacido a las 36 semanas de gestación, sanos sin anomalías congénitas o enfermedad respiratoria neonatal entre 1998-2011, como casos controles y pacientes con diagnóstico de fibrosis quística (FQ).⁴⁹ Se realizó un estudio de Baby pletismografía, donde se observó datos de hiperinsuflación pulmonar secundaria a la obstrucción de las vías respiratorias en pacientes con fibrosis quística (FQ).⁴⁹ Los resultados indican que la longitud es el determinante más fuerte de la función pulmonar en la infancia.⁴⁹ Se recomienda que los resultados de las pruebas de función pulmonar se interpreten utilizando ecuaciones de predicción apropiadas.⁴⁹ Las ecuaciones de referencia derivadas de este estudio representan una etapa importante en este proceso, como se observa en la Tabla 16; Ya que, al no contar con estudios de función pulmonar de pacientes < 2 años, se puede utilizar estos valores de referencia como controles.⁴⁹

Tabla 16. Resultados de la función pulmonar y demográficos.⁴⁹

VARIABLE	MEDIDA	RANGO
MASCULINO	98 (42.2%)	--
EDAD, semanas	35.5	2.6-104.7
PESO, kg	8.3 (2.6)	3.2-14.7
PESO, Z-Score	0 (0.9)	-2.4- -3.2
TALLA, cm	71.1 (10.3)	50.6-91.1
TALLA, Z-Score	0.7 (0.9)	-1.9- -3.4
VT, ml	81.5 (28.2)	30-153
VT, ml *kg ⁻¹	9.7 (1.3)	6.3-13.7
RR, min	31.5 (7.7)	16-60
tPTEF/tE, %	26.7 (8.9)	12-64
Crs, ml * kPa ⁻¹	99.4 (38.0)	43-192
Crs, ml * kPa ⁻¹ *kg ⁻¹	12.5 (2.0)	8.6-19.5
Rrs, kPa* L ⁻¹ *sec	4.0 (1.3)	2.2-7.6
FRCp, ml	169.9 (54.7)	63-294
FRCp, ml*kg ⁻¹	19.0 (3.4)	11.9-27.9

La literatura sobre las pruebas de función pulmonar en pacientes <2 años es escasa, no se encontró otros estudios relacionados. **[ANEXO 10].**

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las malformaciones broncopulmonares y diafragmáticas son patologías poco frecuentes. La malformación congénita de la vía aérea pulmonar (MCVAP), antes llamada malformación adenomatoidea quística, es la malformación pulmonar más frecuente. La incidencia de estas patologías es incierta, ya que solo se cuenta con reportes de casos aislados. La detección prenatal ha mejorado el diagnóstico oportuno, pero no se cuenta con el seguimiento a largo plazo sobre la función pulmonar, por lo que se sugiere la siguiente pregunta:

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cómo se encuentra la función pulmonar determinada por la capacidad residual funcional pulmonar, la complianza y resistencias pulmonares en pacientes menores de 2 años con antecedente de malformaciones broncopulmonares y diafragmáticas, en Centro Médico Nacional La Raza, de enero de 2016 a enero de 2022?

JUSTIFICACIÓN

Para la sospecha diagnóstica prenatal nos podemos apoyar realizando una ecografía, localizando una masa dentro del parénquima pulmonar o que desplaza el parénquima pulmonar, de manera unilateral. El pronóstico de la mayoría de las malformaciones es favorable siempre y cuando se haga un diagnóstico y tratamiento oportuno. Dado que este tipo de patologías suelen tener deficiencia de alvéolos y/o alveolos anormales, se considera necesario valorar la capacidad residual funcional pulmonar, complianza y resistencias pulmonares en un hospital de tercer nivel de atención, ya que sirven para el seguimiento a largo plazo, determinar la función pulmonar e identificar los riesgos para desarrollar problemas respiratorios, así como complicaciones pulmonares y orientar a una adecuada terapia respiratoria.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

Determinar la función pulmonar (capacidad residual funcional pulmonar, complianza y resistencias pulmonares) en pacientes menores de 2 años con antecedente de malformaciones broncopulmonares y diafragmáticas en Centro Médico Nacional La Raza, de enero de 2016 a enero de 2022.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Identificar cuál es la malformación broncopulmonar predominante en Centro Médico Nacional La Raza, en pacientes que acuden al laboratorio de pruebas de función pulmonar en dicho hospital.
- Identificar cuáles fueron las malformaciones extrapulmonares en estos pacientes.
- Describir si la capacidad residual funcional pulmonar de estos pacientes es alta, normal o baja.
- Describir si la complianza pulmonar de estos pacientes es alta, normal o baja.
- Describir si las resistencias pulmonares de estos pacientes es alta, normal o baja.

HIPÓTESIS

El presente estudio no requiere generar una hipótesis al tener características observacionales y descriptivas, no obstante, de requerirse sería: Habrá una alteración en la capacidad residual funcional pulmonar, la complianza y las resistencias pulmonares en pacientes menores de 2 años con antecedente de malformaciones broncopulmonares y diafragmáticas en Centro Médico Nacional La Raza, de enero de 2016 a enero de 2022.

MATERIAL Y METODOS

Se realizó un estudio de tipo observacional, analítico, retrospectivo y transversal en el servicio de Fisiología Pulmonar del Hospital General Dr. Gaudencio González Garza del Centro Médico Nacional La Raza, tomando en cuenta un periodo de evaluación que comprende desde enero de 2016 a enero de 2022, se hizo una revisión sistemática de los resultados de las Baby pletismografías realizadas a todo paciente lactante, con antecedente de malformación broncopulmonar congénita y/o diafragmática que hayan sido post operados.

Las variables sociodemográficas: Edad, sexo, tipo de malformación y resultados de la Baby pletismografía.

Se determinó la sintomatología al momento de realizar la prueba y los antecedentes personales patológicos. Para el análisis de datos se usó estadística descriptiva con frecuencias y proporciones para variables numéricas.

▪ DISEÑO METODOLÓGICO

Tipo de investigación: Clínica.

Tipo de diseño:

De acuerdo con el grado de control de la variable: **Observacional.**

De acuerdo con el momento en que se obtuvieron y evaluaron los datos: **Retrospectivo y Analítico.**

De acuerdo con el número de veces que se miden las variables: **Transversal.**

Lugar del estudio: Servicio de Fisiología Pulmonar del Hospital General "Dr. Gaudencio González Garza", Centro Médico Nacional La Raza, Azcapotzalco, Ciudad de México.

Muestra: Todos los expedientes de pacientes pediátricos derechohabientes que hayan acudido al servicio de Fisiología Pulmonar con antecedente de malformación broncopulmonar congénita y/o diafragmática que hayan sido post operados, cumpliendo con la definición operacional, que fueron atendidos en el Hospital General La Raza Azcapotzalco, Ciudad de México, en el periodo enero de 2016 a enero de 2022.

▪ CRITERIOS DE SELECCIÓN DE LA MUESTRA

Criterios de inclusión:

- Expedientes de pacientes que se les haya realizado Baby pletismografía.
- Expedientes de pacientes atendidos en el Hospital General de Centro Médico Nacional La Raza, en el Servicio de Fisiología Pulmonar.
- Pacientes que cumplan con definición operacional de antecedente de malformaciones broncopulmonares congénitas y/o diafragmáticas.
- Pacientes con comorbilidades aceptadas serán persistencia de conducto arterioso, retinopatía del prematuro, alergia a proteínas de la leche de vaca,

hipertensión pulmonar, antecedentes de hemorragia cerebral y displasia broncopulmonar.

Criterios de exclusión:

- Pacientes que no cuenten con el expediente clínico completo y no sea posible obtener todos los datos inherentes a esta investigación.
- Pacientes que no hayan podido realizar la Baby pletismografía.
- Pacientes que, a pesar de cumplir con la definición operacional, no se les haya completado la Baby pletismografía.
- Pacientes que, al momento de realizar la Baby pletismografía, ameritaban aporte de oxígeno complementario.
- Pacientes que por cuestiones personales o clínicas no pudieron realizar la de Baby pletismografía completa.

Criterios de eliminación:

- Expedientes de pacientes en quienes, a la valoración del expediente, no reúnan criterios completos, con antecedente de malformaciones broncopulmonares congénitas y/o diafragmáticas y que hayan sido post operados.

▪ DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE DEPENDIENTE				
VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	ESCALA DE MEDICIÓN	INDICADOR
CAPACIDAD RESIDUAL FUNCIONAL PULMONAR.	Volumen de aire dentro de los pulmones al final de la espiración en un ciclo respiratorio normal, medido en mililitros.	Valor que se obtendrá de los resultados plasmados en la Baby pletismografía, realizada en el servicio de Fisiología Pulmonar. La Baby pletismografía es una prueba que, mediante una mascarilla en el rostro en el menor 2 años, acostado y dormido dentro de una cabina pletismográfica, que le permite respirar normalmente, se obtienen valores numéricos de volumen corriente, resistencias de vía aérea, complianza pulmonar y capacidad residual funcional pulmonar.	Cuantitativa. Continua.	Valor de la capacidad residual funcional, medida en mililitros.
RESISTENCIAS PULMONARES.	Resistencia que existe al paso de la sangre a través de los pulmones. Medido en kilo pascales por litro.	Valor que se obtendrá de los resultados plasmados en la Baby pletismografía, realizada en el servicio de Fisiología Pulmonar.	Cuantitativa. Continua.	Valor de la resistencia vascular pulmonar en kilo pascales por litro.
COMPLIANZA PULMONAR.	Es una medida de la elasticidad del sistema respiratorio, que relaciona el volumen corriente con la presión necesaria para introducir ese volumen en el pulmón. Medido en	Valor que se obtendrá de los resultados plasmados en la Baby pletismografía, realizada en el servicio de Fisiología Pulmonar.	Cuantitativa. Continua.	Valor de complianza pulmonar medido en mililitros por kilo pascales.

	mililitros por kilo pascales.			
--	-------------------------------	--	--	--

VARIABLES INDEPENDIENTES				
VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	ESCALA DE MEDICIÓN	INDICADOR
EDAD.	Tiempo transcurrido a partir del nacimiento de un individuo.	Edad reportada en el expediente clínico, corroborada con la fecha de nacimiento del número de seguridad social.	Cuantitativa. Discreta.	Años cumplidos.
SEXO.	Conjunto de las peculiaridades que caracterizan a los individuos de una especie, dividiéndolos en masculinos o femeninos y hacen posible la reproducción que se caracteriza por una diversificación genética.	Esta variante se obtendrá por medio de la revisión del expediente clínico de los pacientes.	Cualitativa. Nominal. Dicotómica	Femenino. Masculino.
MALFORMACIÓN BRONCOPULMONAR Y/O DIAFRAGMÁTICA.	Las malformaciones broncopulmonares congénitas son anomalías en el desarrollo pulmonar y las malformaciones diafragmáticas pueden contribuir a que haya malformaciones broncopulmonares.	Esta variante se obtendrá por medio de la revisión del expediente clínico de los pacientes.	Cualitativa. Nominal.	Tipo de malformación broncopulmonar y/o diafragmática.
TIEMPO DE EVOLUCIÓN DEL CUADRO CLÍNICO.	Tiempo transcurrido desde que se hizo el diagnóstico y la primera atención médica en consulta externa de pediatría o de neumología pediátrica.	Tiempo transcurrido desde que se hizo el diagnóstico y la primera atención médica en consulta externa de pediatría o de neumología pediátrica, que se encuentre reportado en la nota de envío a fisiología pulmonar.	Cuantitativa. Discreta.	Días.
MALFORMACIONES ASOCIADAS.	Malformaciones congénitas que no sean broncopulmonares ni diafragmáticas.	Esta variante se obtendrá por medio de la revisión del expediente clínico de los pacientes.	Cualitativa. Nominal.	Otras malformaciones asociadas.
TORACOTOMÍA.	Técnica quirúrgica de cirugía mayor que consiste en realizar una incisión lateral o posterior del tórax, accediendo entre las costillas a los órganos torácicos.	Esta variante se obtendrá por medio de la revisión del expediente clínico de los pacientes.	Cualitativa. Nominal.	Toracotomía.
TORACOSCOPIA.	Técnica quirúrgica mínimamente invasiva en la cual se introduce un toracoscopio en la cavidad torácica para examinar el espacio pleural y los pulmones sin realizar una incisión grande en la pared del tórax.	Esta variante se obtendrá por medio de la revisión del expediente clínico de los pacientes.	Cualitativa. Nominal.	Toracoscopia.
OXÍGENO SUPLEMENTARIO.	Tratamiento en el que se usa un tanque de oxígeno o un compresor para administrar oxígeno a las personas con problemas respiratorios, que no alcancen valores normales de saturación parcial de oxígeno al medio ambiente.	Este dato se obtendrá al revisar el expediente clínico, interrogatorio directo al cuidador principal o de la nota de envío a fisiología pulmonar. Previo a la realización de la Baby pletismografía.	Cualitativa. Nominal. Dicotómica.	Requerimiento de oxígeno suplementario. No requerimiento de oxígeno suplementario.

SÍNTOMAS.	Síntomas presentados antes del diagnóstico de malformación broncopulmonar y/o diafragmática: Dificultad respiratoria y taquipnea.	Se obtendrá al revisar la nota del primer contacto en esta unidad, ya sea que se describa de manera objetiva o subjetiva.	Cuantitativa. Nominal. Dicotómica.	Síntomas presentados antes del diagnóstico.
------------------	---	---	--	---

▪ **DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ESTUDIO**

Se presentó el protocolo de tesis al Comité Local de Investigación del Hospital. Una vez obtenida la autorización recolectaron los datos.

- Se acudió al servicio de Fisiología Pulmonar del Centro Médico Nacional La Raza, Hospital General "Dr. Gaudencio González Garza, en busca de los resultados de la Baby pletismografía realizada a los pacientes afines al presente proyecto.
- En la hoja de productividad del servicio de Fisiología Pulmonar, se detectaron los pacientes atendidos con antecedente de malformación broncopulmonar y/o diafragmática que se les haya realizado Baby pletismografía.
- Se recopilaron los datos de los pacientes pediátricos con diagnóstico de malformación broncopulmonar y/o diafragmática.
- Se clasificó a los pacientes de acuerdo con lo descrito en el instrumento de recolección de datos, al mismo tiempo se obtendrán las variables de interés inherentes a este estudio de investigación.
- Posterior a la captura de la información se transcribieron los datos de los pacientes a una hoja prediseñada de Excel.
- El investigador responsable presenta el Informe de Seguimiento Técnico final.

DETERMINACIÓN DE RECURSOS

Recursos humanos:

- Un Médico Especialista en Neumología Pediátrica: DRA. ALMA KARINA BERNARDINO GONZÁLEZ.
- Un Médico Residente Subespecialista en Neumología Pediátrica: DRA. ALEJANDRA SÁNCHEZ DINORÍN.

Recursos materiales:

- Los recursos materiales utilizados son de las instalaciones del Servicio de Fisiología Pulmonar del Hospital General de Centro Médico Nacional La Raza.
- Los componentes necesarios para el vaciamiento de datos es el equipo de papelería (hojas y plumas), impresiones, equipo de cómputo, sistema de vigencias de la red informática del Servicio de Fisiología Pulmonar y Neumología Pediátrica del Hospital General de Centro Médico Nacional La Raza.
- Para el presente estudio no se utilizaron recursos monetarios externos a los materiales disponibles del Servicio de Fisiología Pulmonar y Neumología Pediátrica del Hospital General de Centro Médico Nacional La Raza.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se recolectaron los datos, con toda la información previamente descrita, cumpliendo los criterios de inclusión, cada paciente es renombrado con un código alfanumérico. Posterior a completar la información requerida se pasa todo el archivo de forma codificada al programa SPSS para Windows.

Al contar con toda la información ya plasmada se depuró la misma para determinar veracidad de datos poco confiables, posterior a esto se inició con un análisis univariado para llegar a la conclusión de las variables cuantitativas, previamente mencionadas, si el comportamiento es normal o no. De ser normal, se indica calcular medidas de tendencia central (media y dispersión de la desviación estándar), o de no cumplir criterio (mediana, así como rango intercuartílico) además se describen las variables cualitativas con frecuencias específicas.

Para completar el análisis estadístico se tomó en cuenta χ^2 o correlación de Spearman, dependiendo de la naturaleza de los datos. Para determinación de asociaciones se realizará mediante una prueba de Odds Ratio (OR) con un p valor ($p < 0.05$) específico para la significancia estadística.

CONSIDERACIONES ÉTICAS

Este protocolo está diseñado de acuerdo con los lineamientos del Instituto Mexicano del Seguro Social y los anotados en los siguientes códigos:

- **Reglamento de la Ley General de Salud:**

De acuerdo con el reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación, para la salud, Títulos del primero al sexto y noveno 1987. Norma Técnica No. 313 para la presentación de proyectos e informes técnicos de investigación en las instituciones de Atención a la Salud. Se trata de un estudio sin Riesgo (ARTÍCULO 17), por lo que a consideración del comité de ética de acuerdo con el artículo 23 de la Ley solicitamos que no requiera consentimiento informado. El presente trabajo corresponde a una investigación sin riesgo para el paciente con base en el artículo 17 de la Ley Federal de Salud en materia de investigación para la salud en nuestro país, éste (Capítulo I/título segundo. De los aspectos éticos de la investigación en seres humano: Se considera como riesgo de la investigación a la probabilidad de que el sujeto de investigación sufra algún daño como consecuencia inmediata o tardía del estudio). Debido a que se revisará el expediente clínico, resultados de pruebas fisiológicas ya realizadas bajo un protocolo y vigilancia de personal capacitado, no implica riesgo para el paciente por lo que es Categoría I. Investigación sin riesgo, y se mantendrá la confidencialidad de los pacientes.

La identidad de los sujetos observados no será conocida. Se registrarán datos de identidad que serán transformados a un código alfanumérico para encriptar la información personal de los pacientes de los que derivan los expedientes que se analizarán. Reglamento Federal: Título 45, sección 46, que tiene consistencia con las buenas prácticas clínicas.

- **Declaración de Helsinki:**

Principios éticos en las investigaciones médicas en seres humanos, con última revisión en Escocia, octubre 2000.

- **Ley Federal de Protección de Datos Personales en Posesión de los Particulares:**

Los datos personales serán tratados lícitamente, sólo se iniciará el estudio hasta tener aceptación por el comité de investigación local. Los fines de investigación no lesionan los intereses de diagnóstico y tratamiento para los que fueron obtenidos. Y los datos se mantendrán conservados por un tiempo de 10 años.

El investigador se rige bajo un código de ética y discreción, por lo tanto, no existe la posibilidad de que la información recabada del expediente clínico con respecto a los pacientes se filtre de manera total o parcial y atente contra la vida e integridad de este.

Conflicto de interés:

Los investigadores que realizarán esta investigación declaran que no tienen conflicto de interés relacionados con la realización de este estudio.

Beneficios para los pacientes:

Existe un beneficio social de la realización de esta investigación pues los resultados generados permitirán generar protocolos de diagnóstico y vigilancia que mejoren la atención de pacientes futuros atendidos por los motivos que se atienden en este protocolo. Los pacientes de quienes deriva la información que se obtendrá de los expedientes no obtendrán un beneficio directo o indirecto de la realización de este estudio, ni en términos económicos ni de ventaja diagnóstica o terapéutica durante la realización y publicación de dicho protocolo.

RESULTADOS

Fueron 15 expedientes revisados de menores de 2 años con malformaciones broncopulmonares y/o diafragmáticas, de los cuales 2 no completaron la prueba y 3 no contaban con los datos completos requeridos, por lo cual se excluyeron del estudio.

Los resultados presentados en este estudio serán con una muestra final de 10 pacientes (n=10). En la Tabla 17 podemos observar los datos descriptivos de la muestra. Con una edad mínima de 3 meses, una máxima de 24 meses y una media de 13 meses; una talla mínima de 50cm, una máxima de 83 cm y una media de 72.9cm; un peso mínimo de 3kg, un máximo de 10.4kg y una media de 8.7kg; y el requerimiento de oxígeno máximo en horas del dormir del 0.5l/min; se realizan las Baby pletismografías sin eventualidades.

Tabla 17. Datos descriptivos de la muestra (n=10).

	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar (DE)
Edad (meses)	3	24	13	6.4
Talla (cm)	50	83	72.9	11.7
Peso (kg)	3	10.4	8.7	2.2
Oxígeno actual (l/min)	0	0.5	0.05	0.2

En la Tabla 18 se mencionan las variables categóricas, el número de muestra y el porcentaje de la muestra. Cabe mencionar que dos pacientes con hipoplasia pulmonar también presentaban hernia diafragmática izquierda.

Tabla 18. Datos descriptivos para las variables categóricas.

Variables categóricas	n	%
Sexo		
Masculino	4	40
Femenino	6	60
Tipo de Malformación Broncopulmonar y Diafragmática		
Malformación Congénita de la Vía Aérea Pulmonar	1	10
Secuestro pulmonar	0	0
Enfisema Lobar Congénito	3	30
Quiste Broncogénico	1	10
Hipoplasia Pulmonar	4	40
Hernia Diafragmática Izquierda	2	20
Evetración Diafragmática	1	10
Capacidad Residual Pulmonar		
Normal	3	30
Alta	7	70
Compliance		
Baja	1	10
Normal	4	40
Alta	5	50
Resistencia Pulmonar		
Baja	2	20
Alta	8	80

Malformaciones asociadas		
Cardiopatía congénita	2	20
Capurro		
Pretérmino	2	20
Término	7	70
Postérmino	1	10
Toxicomanías Maternas		
Ninguna	6	60
Tabaquismo	2	20
Alcoholismo	1	10
Alcoholismo + Tabaquismo	1	10
Complicaciones Posnatales		
Ninguna	3	30
Neumonía	1	10
Sepsis	5	50
Neumonía + Enterocolitis + Sepsis	1	10
Evolución Clínica		
Ninguna	7	70
Sibilancias	2	20
HAP + Sibilancias	1	10

En la Tabla 19 se presentan las tablas cruzadas empleadas para los análisis de Chi cuadrada, que consideran la relación entre el tipo de malformación broncopulmonar, diafragmática y la capacidad residual funcional (FRC). Contamos con una con $p < 0.05$ en hipoplasia pulmonar y hernia diafragmática izquierda, las cuales son estadísticamente significativas; De los cuatro pacientes con hipoplasia pulmonar, tres presentaron una FRC normal y uno presento una FRC aumentada; De los dos pacientes con hernia diafragmática, ambos presentaron FRC normal.

Tabla 19. Tablas cruzadas del tipo de malformación broncopulmonar, diafragmática y capacidad residual funcional (FRC).

Tipo de malformación broncopulmonar y diafragmática		Capacidad Residual Pulmonar (n)		Chí-cuadrada	p
		Normal	Alta		
MCVAP	Ausencia	3	6	0.48	0.49
	Presencia	0	1		
Secuestro Pulmonar	Ausencia	3	7	NA	NA
	Presencia	0	0		
Enfisema Lobar Congénito	Ausencia	3	4	1.84	0.17
	Presencia	0	3		
Quiste Broncogénico	Ausencia	3	6	0.48	0.49
	Presencia	0	1		
Hipoplasia Pulmonar	Ausencia	0	6	6.4	0.01
	Presencia	3	1		
Hernia Diafragmática Izq	Ausencia	1	7	5.8	0.02
	Presencia	2	0		
Eventración Diafragmática	Ausencia	3	6	0.48	0.49
	Presencia	0	1		

En la Tabla 20 se presentan las tablas cruzadas empleadas para los análisis de Chi cuadrada, que consideran la relación entre el tipo de variable categórica de interés y la capacidad residual pulmonar (FRC). En donde nuestra p no es estadísticamente significativa en ninguna de las variables. Para el cálculo del Odds Ratio se tiene que realizar multiplicaciones, divisiones y en cada casilla por lo menos se encontraba un

cero, a excepción del Sexo, por lo que se calcula un Odds Ratio de 5, dando 5 veces más probabilidad de tener un FRC alto siendo del sexo femenino.

Tabla 20. Tablas cruzadas de las Variables categóricas de interés y la Capacidad Residual Pulmonar (FRC).

Variable categórica de interés		Capacidad Residual Pulmonar (n)		Chí-cuadrada	p
		Normal	Alta		
Cardiopatía Congénita	Ausencia	3	5	1.07	0.3
	Presencia	0	2		
Sexo	Masculino	2	2	1.27	0.26
	Femenino	1	5		
Capurro	Pretérmino	0	2	1.84	0.4
	Término	3	4		
	Postérmino	0	1		
Toxicomanías maternas	Ninguna	1	5	3.65	0.3
	Tabaquismo	1	1		
	Alcoholismo	1	0		
	Tabaquismo y alcoholismo	0	1		
Complicaciones posnatale:	Ninguna	0	3	4.29	0.23
	Neumonía	1	0		
	Sepsis	2	3		
	Neumonía + Enterocolitis + Sepsis	0	1		
Evolución clínica	Ninguna	3	4	1.84	0.4
	Sibilancias	0	2		
	HAP + Sibilancias	0	1		

En la Tabla 21 se presentan las tablas cruzadas empleadas para los análisis de Chi cuadrada, que consideran la relación entre el tipo de malformación broncopulmonar, diafragmática y la resistencia pulmonar. En donde nuestra p no es estadísticamente significativa en ninguna de las malformaciones.

Tabla 21. Tablas cruzadas del tipo de malformación broncopulmonar, diafragmática y la resistencia pulmonar.

Tipo de malformación broncopulmonar y diafragmática		Resistencia Pulmonar (n)		Chí-cuadrada	p
		Baja	Alta		
MCVAP	Ausencia	2	7	0.28	0.6
	Presencia	0	1		
Secuestro Pulmonar	Ausencia	2	8	NA	NA
	Presencia	0	0		
Enfisema Lobar Congénito	Ausencia	1	6	0.48	0.49
	Presencia	1	2		
Quiste Broncogénico	Ausencia	2	7	0.28	0.6
	Presencia	0	1		
Hipoplasia Pulmonar	Ausencia	1	5	0.1	0.74
	Presencia	1	3		
Hernia Diafragmática Izq	Ausencia	1	7	1.4	0.24
	Presencia	1	1		
Eventración Diafragmática	Ausencia	2	7	0.28	0.6
	Presencia	0	1		

En la Tabla 22 se presentan las tablas cruzadas empleadas para los análisis de Chi cuadrada, que consideran la relación entre el tipo de variable categórica de interés y la Resistencia Pulmonar. En donde nuestra p no es estadísticamente significativa

en ninguna de las variables. Se calcula del Odds Ratio del Sexo, dando un resultado de 1.67, dando 1.67 veces más probabilidad de tener la resistencia pulmonar alta siendo del sexo femenino.

Tabla 22. Tablas cruzadas de las Variables categóricas de interés y la Resistencia Pulmonar.

Variable categórica de interés		Resistencia Pulmonar (n)		Chí-cuadrada	p
		Baja	Alta		
Cardiopatía Congénita	Ausencia	2	6	0.62	0.43
	Presencia	0	2		
Sexo	Masculino	1	3	0.1	0.75
	Femenino	1	5		
Capurro	Pretérmino	1	1	1.52	0.47
	Término	1	6		
	Postérmino	0	1		
Toxicomanías maternas	Ninguna	2	4	1.68	0.64
	Tabaquismo	0	2		
	Alcoholismo	0	1		
	Tabaquismo y alcoholismo	0	1		
Complicaciones posnatale:	Ninguna	0	3	2.5	0.47
	Neumonía	0	1		
	Sepsis	2	3		
	Neumonía + Enterocolitis + Sepsis	0	1		
Evolución clínica	Ninguna	2	5	1.07	0.58
	Sibilancias	0	2		
	HAP + Sibilancias	0	1		

En la Tabla 23 se presentan las tablas cruzadas empleadas para los análisis de Chi cuadrada, que consideran la relación entre el tipo de malformación broncopulmonar, diafragmática y la complianza. En donde nuestra p no es estadísticamente significativa en ninguna de las malformaciones.

Tabla 23. Tablas cruzadas del tipo de malformación broncopulmonar, diafragmática y la complianza.

Tipo de malformación broncopulmonar y diafragmática		Complianza (n)			Chí-cuadrada	p
		Baja	Normal	Alta		
MCVAP	Ausencia	1	4	4	1.1	0.57
	Presencia	0	0	1		
Secuestro Pulmonar	Ausencia	1	4	5	NA	NA
	Presencia	0	0	0		
Enfisema Lobar Congénito	Ausencia	0	3	4	2.6	0.27
	Presencia	1	1	1		
Quiste Broncogénico	Ausencia	1	3	5	1.7	0.43
	Presencia	0	1	0		
Hipoplasia Pulmonar	Ausencia	1	3	2	1.9	0.39
	Presencia	0	1	3		
Hernia Diafragmática Izq	Ausencia	1	4	3	2.5	0.29
	Presencia	0	0	2		
Eventración Diafragmática	Ausencia	1	3	5	1.7	0.43
	Presencia	0	1	0		

En la Tabla 24 se presentan las tablas cruzadas empleadas para los análisis de Chi cuadrada, que consideran la relación entre el tipo variable categórica de interés y la complianza. En donde nuestra p es estadísticamente significativa en la variable de

toxicomanías maternas, habiendo relación entre las madres que no consumían alcohol y tabaco durante el embarazo y el aumento de la complianza. Dentro de la evolución clínica post quirúrgica dos pacientes presentaron sibilancias y un paciente presentó hipertensión arterial pulmonar más sibilancias.

Tabla 24. Tablas cruzadas de las Variables categóricas de interés y la Complianza.

Variable categórica de interés		Complianza (n)			Chí-cuadrada	p
		Baja	Normal	Alta		
Cardiopatía Congénita	Ausencia	1	3	4	0.31	0.85
	Presencia	0	1	1		
Sexo	Masculino	1	1	2	1.87	0.39
	Femenino	0	3	3		
Capurro	Pretérmino	0	0	2	3.71	0.45
	Término	1	3	3		
	Postérmino	0	1	0		
Toxicomanías maternas	Ninguna	0	2	4	14	0.03
	Tabaquismo	0	2	0		
	Alcoholismo	0	0	1		
	Tabaquismo y alcoholismo	1	0	0		
Complicaciones posnatale:	Ninguna	0	2	1	4.6	0.6
	Neumonía	0	1	0		
	Sepsis	1	1	3		
	Neumonía + Enterocolitis + Sepsis	0	0	1		
Evolución clínica	Ninguna	1	3	3	1.46	0.83
	Sibilancias	0	1	1		
	HAP + Sibilancias	0	0	1		

En la Tabla 25 se presentan las correlaciones entre las variables clínicas continuas y las variables sobre la función pulmonar con el coeficiente de correlación de Spearman; teniendo en cuenta que el coeficiente de correlación va de -1 (correlación negativa perfecta) +1 (correlación positiva perfecta), entre más se acerca a cero no se relaciona nada.⁵² En donde nuestra p no es estadísticamente significativa en ninguna de las variables, la más cercana fue el peso con una p 0.07, pudiendo haber una correlación negativa entre el peso y la resistencia pulmonar (entre menor peso, más resistencia pulmonar y viceversa).

Tabla 25. Correlaciones entre variables clínicas continuas y variables sobre la función pulmonar.

	Variables relacionadas con la función pulmonar r (p)		
	Capacidad Residual Pulmonar	Complianza	Resistencia Pulmonar
Edad	0 (1)	-0.30 (0.39)	-0.39 (0.26)
Talla	-0.38 (0.28)	-0.31 (0.38)	-0.35 (0.32)
Peso	-0.39 (0.26)	-0.13 (0.72)	-0.58 (0.07)
Ventilación Mecánica	-0.04 (0.91)	0.26 (0.46)	-0.18 (0.62)
Oxígeno Actual	0.22 (0.54)	-0.26 (0.47)	0.17 (0.64)

Por último, dentro de la muestra dos pacientes presentaron cardiopatía congénita, sin encontrarse alguna otra malformación asociada; un paciente cuenta con alergia a la proteína de la leche de vaca. Así mismo ninguno de los pacientes presento complicaciones post quirúrgicas, como por ejemplo neumotórax, hemorragia alveolar o atelectasias.

DISCUSIÓN

Nuestras principales variables fueron la Capacidad Residual Funcional (FRC), resistencias pulmonares y la complianza pulmonar. Dentro las malformaciones más destacadas en este estudio, donde nuestra p fue estadísticamente significativa o cercada a <0.05 fueron: El Enfisema Lobar Congénito, la Hipoplasia pulmonar y la Hernia Diafragmática, se describen en la Tabla 25. Donde los tres pacientes con enfisema lobar congénito presentaron una FRC alta; tres de los cuatro pacientes con hipoplasia pulmonar presentaron una FRC normal y uno con una FRC alta; los dos pacientes con hernia diafragmática presentaron una FRC normal; teniendo en cuenta que una FRC alta nos traduce hiperinsuflación pulmonar. Dos de los pacientes con hipoplasia pulmonar presentaron hernia diafragmática, manteniendo una FRC normal postquirúrgica, pareciendo ser un factor protector; esto puede deberse a que el aparato respiratorio se sigue desarrollando hasta los primeros 8 años y a medida que el paciente vaya aumentando edad, todas las estructuras aumentarán de longitud y tamaño, siguiendo el desarrollo de la caja torácica hasta aproximadamente los 25 años, después de lo cual la función pulmonar empezara a disminuir cada año según la American Thoracic Society.⁵³ La FEV1 en los Mexicanos aumenta progresivamente hasta los 20 años, a partir de los 30 años empieza la disminución del FEV1 30ml/ años.⁵⁴

Tabla 25. Malformaciones broncopulmonares, diafragmáticas y resultado de la Baby pletismografía.

Malformación	n	FRC	Resistencias pulmonares	Complianza	Interpretación
Enfisema Lobar Congénito	3	3: Alta*	1: Baja 2: Alta	1: Baja 1: Normal 1: Alta	Hiperinsuflación pulmonar
Hipoplasia pulmonar	4	1: Alta 3: Normal*	1: Baja 3: Alta	1: Normal 3: Alta	1: Hiperinsuflación pulmonar 3: Normal
Hernia Diafragmática	2	2: Normal	1: Baja 1: Alta	2: Alta	Normal

* $p<0.05$, estadísticamente significativo.

En la revisión de los expedientes no se mencionaba el tipo de cirugía: Tocacosopia y Toracotomía; por lo que no se pudo hacer la relación entre el tipo de cirugía y la evolución del paciente. Tampoco contamos con el tipo de malformación de nuestro paciente con MCVAP, teniendo en cuenta que el tipo 1 es la más frecuente entre un 60-70% de las veces³; dentro del estudio realizado en Italia por Fainardi y colaboradores, en donde en su estudio de 5 pacientes post operados por MCVAP se logró identificar el reporte histopatológico de 3 pacientes con MCVAP tipo 2, un paciente con tipo 3 y uno en donde el resultado no estaba disponible. ⁴

Dentro de las malformaciones asociadas que presentaron nuestros pacientes fueron dos con cardiopatía congénita, siendo la malformación más frecuente en pacientes con malformaciones broncopulmonares hasta en un 32%.³²

La incidencia de neumopatía crónica en pacientes sobrevivientes con corrección quirúrgica de hernia diafragmática es del 33-52%, aunque clínicamente mejoran con el tiempo, casi el 50% de los adultos con antecedente de hernia diafragmática muestran alteraciones en el estudio de la función pulmonar.⁵⁵ Dentro de la evolución clínica durante los primeros dos años de vida, dos pacientes presentaron eventos de sibilancias y un paciente presentó hipertensión arterial pulmonar más eventos de sibilancias, cabe mencionar que ningún paciente curso con neumonía recurrente.

Pudimos obtener el Odds Ratio del sexo femenino:

- Dando 5 veces más probabilidad de tener un FRC alto siendo del sexo femenino.
- Dando 1.67 veces más probabilidad de tener la resistencia pulmonar alta siendo del sexo femenino.

Su p no fue estadísticamente significativa, por lo que nos hubiera favorecido una población más grande para tener un mejor resultado.

Por último, se realizó un estudio por Jones y colaboradores, en Indianápolis y Columbus, para medir el flujo espiratorio forzado (FEF, siendo el flujo espiratorio forzado entre 50%, 75%, 85%, 25-75% de la capacidad vital forzada o FVC) a partir de los volúmenes pulmonares de lactantes sanos, se encontró que la capacidad vital forzada (FCV) y el flujo espiratorio forzado (FEF 50, FEF75, FEF 85 y FEF 25-75) estaban altamente correlacionados con la longitud de los pacientes; sin embargo, la edad también fue significativa, para la misma longitud del cuerpo y edad mayor, se vio que tenían una mayor capacidad vital forzada (FCV) y el volumen espiratorio forzado en el primer medio segundo (FEV 0.5).⁴⁸ En nuestro estudio sacamos la Correlación de Spearman para el peso, ya que nuestra p no es estadísticamente significativa en ninguna de las variables clínicas continuas, la más cercana fue el peso con una p 0.07, pudiendo haber una correlación negativa entre el peso y la resistencia pulmonar (entre menor peso, más resistencia pulmonar y viceversa); sin encontrarse relación con la longitud como se menciona en el estudio realizado por Jones y colaboradores. Nuevamente, nos hubiera favorecido una población más grande para tener un mejor resultado.

CONCLUSIONES

La malformación broncopulmonar predominante en Centro Médico Nacional La Raza fue: 1° Hiperplasia pulmonar. 2° Enfisema Lobar Congénito.

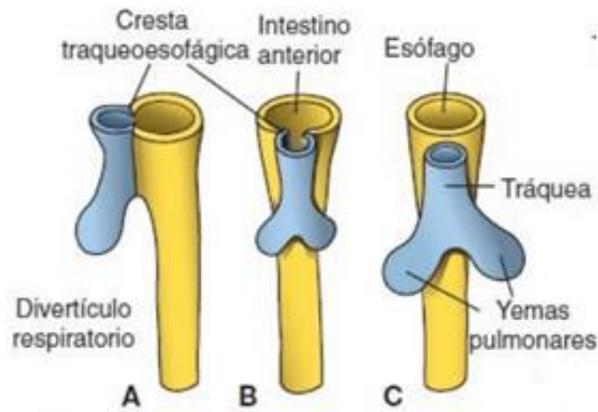
La malformación extrapulmonar que presentaron nuestros pacientes fue la cardiopatía congénita.

Los pacientes que nacen con hernia diafragmática dependiendo del tamaño del defecto, presentan hipoplasia pulmonar, lo ideal en este tipo de pacientes es que se realice la corrección quirúrgica al nacimiento para evitar complicaciones como la hipertensión arterial pulmonar secundaria, además cuenta con una alta mortalidad y se deben de buscar malformaciones asociadas. Nuestros pacientes con hernia diafragmática mantuvieron una FRC normal, pareciera que el nacer con hernia diafragmática fuera un factor protector, ya que la corrección quirúrgica es casi inmediata y aun continua el desarrollo y crecimiento del aparato respiratorio. En cambio, a los pacientes con enfisema lobar congénito, todos los pacientes presentaron una FRC baja con un índice predictor positivo, lo que nos indica que pacientes con esa malformación van a presentar una FRC baja pese al tratamiento quirúrgico.

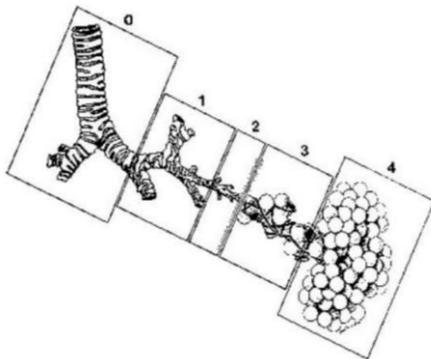
En México no contamos con estudios de pruebas de función pulmonar para lactantes con antecedentes de malformaciones broncopulmonares y diafragmáticas, por lo que es importante el seguimiento de nuestros niños en el tiempo y así poder obtener valores de referencia de nuestra población.

ANEXOS

ANEXO 1. FORMACIÓN PULMONAR.⁵⁰



ANEXO 2. MALFORMACIÓN CONGÉNITA DE LA VÍA AÉREA PULMONAR (MCVAP).⁶

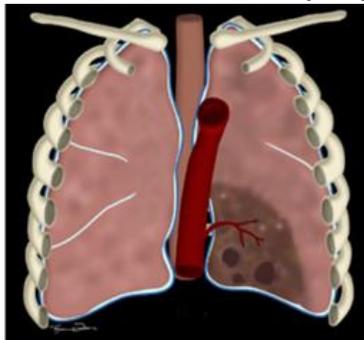


Tipos de MCVAP según el nivel en que se produce la lesión en la época prenatal:

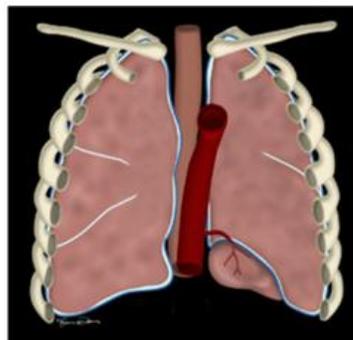
- 0) traqueobronquial (disgenesia acinar)
- 1) bronquial/bronquiolar (quistes grandes)
- 2) bronquiolar (quistes pequeños)
- 3) bronquiolar/ductoalveolar (adenomatoidea)
- 4) distal acinar (periférica)

ANEXO 3. SECUESTRO PULMONAR (SP).⁶

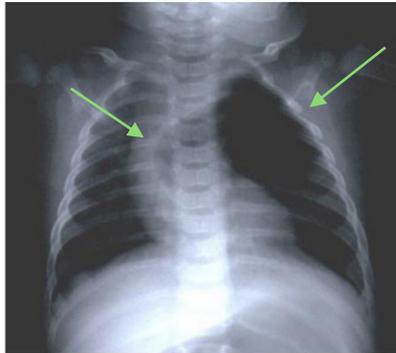
Secuestro Intralobar (SIL)



Secuestro Extralobar (SEL)



ANEXO 4. ENFISEMA LOBAR CONGÉNITO (ELC).⁶



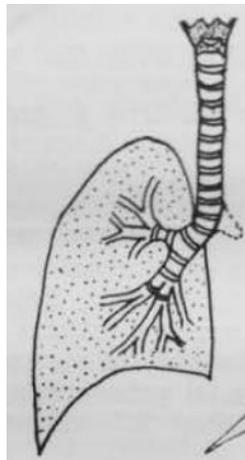
Radiografía de tórax anteroposterior. Enfisema lobar congénito en el lóbulo superior izquierdo. Se observa una herniación del lóbulo superior izquierdo hacia mediastino (Flechas verdes).

ANEXO 5. QUISTE BRONCOGÉNICO (QB).⁵¹



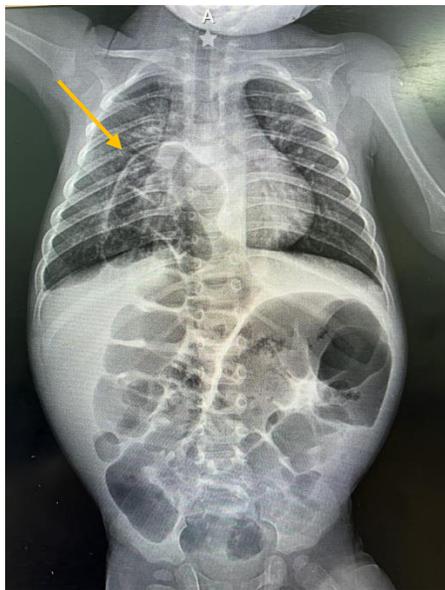
Tomografía computada (TC) de tórax, corte coronal, ventana para mediastino: Se observa quiste subcarinal 1.1 x 1 cm con densidad homogénea y compresión significativa del bronquio principal derecho.

ANEXO 6. ATRESIA BRONQUIAL (AB).²⁵



Ausencia de pulmón, bronquios y arteria pulmonar uni o bilateral.

ANEXO 7. HERNIA DIAFRAGMÁTICA (HD). PACIENTE PEDIÁTRICO DE CENTRO MÉDICO NACIONAL LA RAZA.



Radiografía de tórax y abdomen anteroposterior. Se observa el desplazamiento de asas intestinales en hemitórax derecho (Flecha naranja).

ANEXO 8. PLETISMÓGRAFO DEL DEPARTAMENTO DE FISIOLÓGIA PULMONAR DEL HOSPITAL GENERAL DE CENTRO MÉDICO NACIONAL LA RAZA.



ANEXO 9. BABY PLETISMOGRAFÍA DEL DEPARTAMENTO DE FISIOLÓGIA PULMONAR DEL HOSPITAL GENERAL DE CENTRO MÉDICO NACIONAL LA RAZA.



ANEXO 10. ABREVIATURAS.

ABREVIATURAS		
<p>AB: Atresia bronquial.</p> <p>ATS/ERS: Sociedad Americana Torácica/ Sociedad Respiratoria Europea.</p> <p>DLCO: Difusión pulmonar de monóxido de carbono.</p> <p>ELC: Enfisema lobar congénito.</p> <p>ERV: Volumen de reserva espiratorio.</p> <p>FEF: Flujo espiratorio forzado.</p> <p>FEV0.5: Volumen espiratorio forzado en el primer medio segundo.</p> <p>FEV1: Volumen espiratorio forzado en el primer segundo.</p> <p>FEV1/FVC: Cociente o relación FEV1/FVC.</p> <p>FQ: Fibrosis quística.</p>	<p>FRC: Capacidad residual funcional.</p> <p>FVC: Capacidad vital forzada.</p> <p>Gaw: Conductancia de las vías respiratorias.</p> <p>HD: Hernia diafragmática.</p> <p>IC: Capacidad inspiratoria.</p> <p>IRV: Volumen de reserva inspiratorio.</p> <p>ITGV: Volumen de gas intratorácico.</p> <p>kPa/ml: Kilopascales por mililitro.</p> <p>LIN: Límite inferior de la normalidad.</p> <p>MCVAP: Malformación congénita de la vía aérea pulmonar.</p> <p>PEF: Flujo respiratorio máximo o pico.</p> <p>QB: Quiste broncogénico.</p> <p>Raw: Resistencia en vías respiratorias.</p>	<p>RV: Volumen residual.</p> <p>RV/TLC: Relación RV/TLC.</p> <p>SDG: Semanas de gestación.</p> <p>SEL: Secuestro extralobar.</p> <p>sGaw: Conductancia específica de las vías respiratorias.</p> <p>SIL: Secuestro intralobar.</p> <p>SP: Secuestro pulmonar.</p> <p>sRaw: Resistencia específica de la vía aérea.</p> <p>TC: Tomografía computada.</p> <p>TLC: Capacidad pulmonar total.</p> <p>VATS: Cirugía torácica video asistida.</p> <p>VC: Capacidad vital.</p> <p>VT: Volumen corriente.</p>

ANEXO 11. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.

CAPACIDAD RESIDUAL FUNCIONAL PULMONAR, COMPLIANZA Y RESISTENCIAS PULMONARES EN PACIENTES MENORES DE 2 AÑOS CON MALFORMACIONES BRONCOPULMONARES Y DIAFRAGMÁTICAS, EN CENTRO MÉDICO NACIONAL LA RAZA, DE ENERO DE 2016 A ENERO DE 2022.

P= PROGRAMADO

R= REALIZADO

ACTIVIDAD 2022- 2024	OCTUBRE - DICIEMBRE 2022	ENERO 2023	FEBRERO 2023	MARZO 2023	ABRIL- MAYO 2023	JUNIO - JULIO 2023	AGOSTO 2023	SEPTIEMBRE 2023	OCTUBRE 2023	NOVIEMBRE- DICIEMBRE 2023	ENERO 2024	FEBRERO 2024	MARZO- ABRIL 2024
DELIMITACIÓN DEL TEMA A ESTUDIAR	R												
INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA		R	R	R									
ELABORACIÓN DEL PROTOCOLO HASTA PRESENTACIÓN AL COMITÉ					R	R							
REVISIÓN DEL PROTOCOLO POR EL COMITÉ LOCAL DE INVESTIGACIÓN							R	R	R	R	R	R	
REGISTRO DEL NÚMERO DE PROTOCOLO													R
RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN													R
ANÁLISIS DE RESULTADOS													R
PRESENTACIÓN FINAL DEL TRABAJO													R

ANEXO 12. INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.

	INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL. UMAE CMN "LA RAZA" HOSPITAL GENERAL "DR. GAUDENCIO GONZÁLEZ GÁRZA". Instrumento de Recolección de Información.		
	<i>CAPACIDAD RESIDUAL FUNCIONAL PULMONAR, COMPLIANZA Y RESISTENCIAS PULMONARES EN PACIENTES MENORES DE 2 AÑOS CON MALFORMACIONES BRONCOPULMONARES Y DIAFRAGMÁTICAS, EN CENTRO MÉDICO NACIONAL LA RAZA, DE ENERO DE 2016 A ENERO DE 2022.</i>		
Número de folio de identificación: _____			
Cédula de recolección de datos			
Edad: <input type="text"/>	Sexo:	Masculino	Femenino
¿Cuenta con alguna malformación broncopulmonar y/o diafragmática?	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	
¿Qué edad tenía cuando le realizaron el diagnóstico? _____			
¿Qué síntomas presentó cuando se realizó el diagnóstico? _____			
¿Cuál es la malformación broncopulmonar y/o diafragmática? _____			
¿Se identifico otra malformación?	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	
¿Cuál es? _____			
¿Se realizó intervención quirúrgica para corrección de la malformación broncopulmonar y/o diafragmática?	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	
Tipo de cirugía:	Toracotomía <input type="checkbox"/>	Toracoscopía <input type="checkbox"/>	
¿Requirió oxígeno suplementario?	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	
¿Cuántos litros de oxígeno suplementario requirió? _____			
Fecha de realización de la Baby Pletismografía: _____			
Resultados de la Baby Pletismografía:			
CAPACIDAD RESIDUAL FUNCIONAL PULMONAR	COMPLIANZA PULMONAR	RESISTENCIAS PULMONARES	
_____ ml	_____ ml/kPa	_____ kPa/L	
DRA. ALEJANDRA SÁNCHEZ DINORÍN DEPARTAMENTO DE NEUMOLOGÍA PEDIÁTRICA			

ANEXO 13. SOLICITUD DE EXCEPCIÓN DE LA CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO.

SOLICITUD DE EXCEPCIÓN DE LA CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Para dar cumplimiento a las disposiciones legales nacionales en materia de investigación en salud, solicito al Comité de Ética en Investigación del Hospital General "Dr. Gaudencio González Garza" de Centro Médico Nacional La Raza que apruebe la excepción de la carta de consentimiento informado, debido a que el protocolo de investigación **"CAPACIDAD RESIDUAL FUNCIONAL PULMONAR, COMPLIANZA Y RESISTENCIAS PULMONARES EN PACIENTES MENORES DE 2 AÑOS CON MALFORMACIONES BRONCOPULMONARES Y DIAFRAGMÁTICAS, EN CENTRO MÉDICO NACIONAL LA RAZA, DE ENERO DE 2016 A ENERO DE 2022"**, es una propuesta de investigación sin riesgo, que implica la recolección de los siguientes datos ya contenidos en los expedientes clínicos:

- Edad/Sexo/Peso/Talla.
- Tipo de malformación broncopulmonar o diafragmática.
- Otro tipo de malformaciones
- Tipo de cirugía realizada.
- Capacidad residual funcional pulmonar, complianza y resistencias pulmonares.

Manifiesto de confidencialidad y protección de los datos. En apego a las disposiciones legales de protección de datos personales, me comprometo a recopilar sólo la información que sea necesaria para la investigación y esté contenida en el expediente clínico y/o base de datos disponible, así como codificarla para imposibilitar la identificación del paciente, resguardarla, mantener la confidencialidad de ésta y no hacer mal uso o compartirla con personas ajenas a este protocolo.

La información recabada será utilizada exclusivamente para la realización del protocolo **"CAPACIDAD RESIDUAL FUNCIONAL PULMONAR, COMPLIANZA Y RESISTENCIAS PULMONARES EN PACIENTES MENORES DE 2 AÑOS CON MALFORMACIONES BRONCOPULMONARES Y DIAFRAGMÁTICAS, EN CENTRO MÉDICO NACIONAL LA RAZA, DE ENERO DE 2016 A ENERO DE 2022"**, cuyo propósito es producto comprometido (tesis, artículo, cartel, presentación, etc.) estando en conocimiento de que en caso de no dar cumplimiento, se procederá acorde a las sanciones que procedan de conformidad con lo dispuesto en las disposiciones legales en materia de investigación en salud vigentes y aplicables.

ATENTAMENTE

Dra. Alma Karina Bernardino González

Categoría contractual: Médico adscrito de Fisiología Pulmonar

Hospital General Dr. Gaudencio González Garza de Centro Médico Nacional La

Raza

Investigador principal

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Maneenil G., Ruangnapa K., Thatrimontrichai A., et al. Clinical presentation and outcome in congenital pulmonary malformation: 25 year retrospective study in Thailand. *Pediatrics International*. 2019; 61: 812-816.
2. Mohan K., Singh M., Ram K., et al. Congenital Lung Malformations: Experience From a Tertiary Care Center in India. *Indian Pediatrics*. 2020; 58: 129-133.
3. Pletcher B., Turcios N. Pulmonary Manifestations of Genetic Disorders in Children. *Pediatr Clin N Am* 68. 2021; 1-24.
4. Cunningham M., Mann N. Pulmonary Agenesis: A Predictor of Ipsilateral Malformations. *American Journal of Medical Genetics*. 1997; 70: 391–398.
5. Ruchonnet I., Leroy E., Stirnemann J., et al. Neonatal Outcomes of Prenatally Diagnosed Congenital Pulmonary Malformations. *Pediatrics*. 2014; 133 (5): e1285-e1291.
6. Mondéjar P., Sirvent J. Malformaciones pulmonares congénitas. Malacia y otras malformaciones congénitas de la vía aérea. *Protoc diagn ter pediatr*. 2017; 1: 273-297.
7. Verhalleman Q., Richter J., Proesmans M., et al. Congenital cystic adenomatoid malformations of the lung: a retrospective study of diagnosis, treatment strategy and postoperative morbidity in surgically treated patients. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*. 2022; 62(4): ezac464.
8. Calvert J., Lakhoo K. Antenatally suspected congenital cystic adenomatoid malformation of the lung: postnatal investigation and timing of surgery. *Journal of Pediatric Surgery*. 2007; 42: 411-414.
9. Bernardo D., Torres R., Campos A. Malformación adenomatoidea quística, reporte de caso y revisión de la literatura. *Neumol Cir Tórax*. 2018; 77 (1): 34-37.
10. Alshamiri K., Abbod H. Congenital cystic adenomatoid malformation. *International Journal of Pediatrics and Adolescent Medicine*. 2017; 4: 159-160.
11. Solórzano S., Patiño J., Gil F., et al. Malformación adenomatoidea quística pulmonar. Consideraciones acerca del abordaje radiológico a propósito de un caso. *Anales de Radiología México*. 2007; 3: 201-208.
12. Vega R., González J., Arias E., et al. Malformación adenomatoidea quística pulmonar. Diagnóstico prenatal. *Clin Invest Gin Obst*. 2015; 42(2): 83-85.
13. Mang H., Ai-Rhan E., Chung S., et al. Extralobar pulmonary sequestration in neonates: The natural course and predictive factors associated with spontaneous

Regression. *Eur Radiol.* 2017; 27:2489–2496.

14. Corbett H. Pulmonary sequestration. *Paediatric respiratory reviews.* 2004; 5: 59–68.

15. Coughlin M., Gupta V., Ebanks A., et al. Incidence and outcomes of patients with congenital diaphragmatic hernia and pulmonary sequestration. *Journal of Pediatric Surgery.* 2021; 56: 1126-1129.

16. Faruk O., Hangul M., Kose M. Congenital lobar emphysema: diagnosis and treatment options. *International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease.* 2019;14: 921–928.

17. Ibrahim R., Ali S., Darwish B. Congenital lobar emphysema case report: A frequently misdiagnosed disease. *Annals of Medicine and Surgery.* 2022; 78:103766.

18. Kojun T., Rissato D., Franchi T., et al. Congenital lobar emphysema. Case report: A frequently misdiagnosed disease. *Radiol Bras.* 2019; 52 (1): 60-67.

19. Badiu L., Hiriscau A., Lupan L., et al. Congenital Lobar Emphysema in Infants. *MAEDICA – a Journal of Clinical Medicine.* 2017;12(2):133-135.

20. Mussi F., Pereira H., Dinoá V., et al. Congenital lobar emphysema. *Radiol Bras.* 2018; 51 (3): 200-208.

21. Robinson L., Kishore R., Premanand A., et al. Unilateral Obstructive Emphysema in Infancy due to Mediastinal Bronchogenic Cyst-Diagnostic Challenge and Management. *Journal of Clinical and Diagnostic Research.* 2015;9(5): TD03-TD05.

22. Almatrafi S. Intramural Bronchogenic Cysts in the Pediatric Population. *Cureus.* 2020;12(2): e71111.

23. Hutchison M., Winkler L. Bronchial Atresia. *StatPearls.* 2022; 1-5.

24. Alamo L., Vial Y., Gengler C. Imaging findings of bronchial atresia in fetuses, neonates and infants. *Pediatr Radiol.* 2016; 46:383–390.

25. Santamaría S., Alix J. Agenesia, aplasia e hipoplasia pulmonares. *Revista Clínica Española.* 1954; LIV (II): 65-72.

26. Severo A. Diagnostic imaging in bronchial atresia. *Radiol Bras.* 2021; 54 (2): V.

27. Tovar J. Congenital Diaphragmatic Hernia. *Orphanet Journal of Rare Diseases.* 2012; 7:1.

28. Salas G., Otaño J., Cannizzaro C., et al. Congenital diaphragmatic hernia: postnatal predictors of mortality. *Arch Argent Pediatr.* 2020;118(3):173-179.
29. Losty P. Congenital diaphragmatic hernia: Where and what is the evidence? *Seminars in Pediatric Surgery.* 2014; 278–282.
30. Dingeldein M. Congenital Diaphragmatic Hernia: Management & Outcomes. *Advancez in Pediatrics.* 2018; 65: 241-247.
31. Kotecha S., Barbato A., Bush A., et al. Congenital diaphragmatic hernia. *Eur Respi J.* 2012; 39: 820-829.
32. Hermelijn S., Zwartjes R., Tiddens H., et al. Associated Anomalies in Congenital Lung Abnormalities: A 20-Year Experience. *Neonatology.* 2020; 117: 697–703.
33. Stanojevic S., Kaminsky D., Miller M., et al. ERS/ATS technical standard on interpretive strategies for routine lung function tests. *Eur Respi J.* 2022; 60: 2101499.
34. Li W., Niu B., Henderson K., et al. Reproducibility of Oxygen Saturation Monitoring During Six-Minute Walk Test and Exercise Stress Test in Patients with Pulmonary Arteriovenous Malformations Associated With Hereditary Hemorrhagic Telangiectasia. *Pediatr Cardiol.* 2011; 32:590–594.
35. Murphy J., Pierucci P., Chyun D., et al. Results of Exercise Stress Testing in Patients with Diffuse Pulmonary Arteriovenous Malformations. *Pediatr Cardiol.* 2009; 30:978–984.
36. Vázquez G., Pérez R. Manual para el uso y la interpretación de la espirometría por el médico. Asociación Latinoamericana del Tórax. 2007.
37. Ram K., Agarwal S. Lung Function Tests in Infants and Children. *Indian Journal of Pediatrics.* 2023.
38. Vázquez J., Gochicoa L., Francisco R., et al. Prueba de difusión pulmonar de monóxido de carbono con técnica de una sola respiración (DL,COsb). Recomendaciones y procedimiento. *Neumol Cir Tórax.* 2016;75 (2): 161-172.
39. Mir I., Sardón O., Larramona H., et al. Pletismografía corporal (I): estandarización y criterios de calidad. 2015; 83 (2): 136e1-136e7.
40. Guerrero S., Vázquez J., Gochicoa L., et al. Pletismografía corporal: recomendaciones y procedimiento. *Neumol Cir Tórax.* 2016; 75 (4): 296-307.
41. López J. Monitorización de la función respiratoria en el niño con ventilación mecánica (II): complianza, resistencia, hiperinsuflación dinámica, espacio muerto y trabajo respiratorio. *An Pediatr.* 2003; 59 (3): 252-85.

42. Gappa M., Hulskamp G. Infant Whole-Body Plethysmography. Paediatric Pulmonary Function Testing, Basel: KARGER. 2005; 44–53.
43. Hulskamp G., Hoo AF., Ljungberg H., et al. Progressive decline in plethysmographic lung volumes in infants: Physiology or technology? Am J Respir Crit Care Med. 2003;168:1003–1009.
44. Fainardi V., Nicoletti L., Conte C., et al. Congenital malformations potentially affecting respiratory function: multidisciplinary approach and follow-up. Acta Biomed. 2021; 92 (1): e2021069.
45. Wong K., Flake A., Tibboel D., et al. Congenital pulmonary airway malformation: advances and controversias. Published online February 16, 2018 [http://dx.doi.org/10.1016/S2352-4642\(18\)30035-X](http://dx.doi.org/10.1016/S2352-4642(18)30035-X).
46. Leblanc C., Baron M., Desselas E., et al. Congenital pulmonary airway malformations: state-of-the-art review for pediatrician's use. Eur J Pediatr. 2017; 176:1559–1571.
47. Lau C., Wong K. Long-term pulmonary function after lobectomy for congenital pulmonary airway malformation: is thoracoscopic approach really better than open? Journal of Pediatric Surgery. 2018; 53: 2383–2385.
48. Jones M., Castile R., Davis S., et al. Forced Expiratory Flows and Volumes in Infants Normative Data and Lung Growth. AMERICAN JOURNAL OF RESPIRATORY AND CRITICAL CARE MEDICINE. 2000; 161: 353-359.
49. Diem T., Hoo A., Lum S., et al. New Reference Equations to Improve Interpretation of Infant Lung Function. Pediatric Pulmonology. 2013; 48:370–380.
50. Sadler T. Embriología médica. Langman. 2010.11ª Ed. Wolters Kluwer.
51. Alradhi A., Al-Shamrani A., Yousef A. A 4-Month-Old Girl with Persistent Respiratory Distress and Multiple Admissions to the Pediatric Intensive Care Unit Due to a Congenital Bronchogenic Cyst. Am J Case Rep. 2022; 23: e935247.
52. Field A. Discovering Statistics Using IBM SPSS STATISTICS. 2013. 4ª Ed. Sage.
53. American Thoracic Society. Pruebas de función pulmonar. Am J Respir Crit Care Med. 2014; 189; 17-18.
54. Pérez J. (2015). Acta de la sesión 4 de noviembre de 2015. La función pulmonar en alturas moderadas: El caso de la Ciudad de México. Academia Nacional de Medicina. <https://www.anmm.org.mx/actas2015/Acta-SO-4-Noviembre2015.pdf>

55. Section on Surgery and the Committee on Fetus and Newborn. Seguimiento tras el alta de los neonatos con hernia diafragmática congénita. *Pediatrics (Ed esp)* 2008; 65 (3): 149-154.