



**UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO**

**CARRERA TERAPIA FÍSICA**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO  
DE LICENCIADO EN TERAPIA FÍSICA**

**TEMA**

POWERBREATHE EN LA MUSCULATURA RESPIRATORIA POSTERIOR A UN  
CUADRO DE NEUMONÍA, EN PACIENTES PEDIÁTRICOS DE 7 A 12 AÑOS  
DEL HOSPITAL GENERAL ALFREDO NOBOA MONTENEGRO. PERIODO  
ENERO - MAYO 2025.

**AUTORA**

CELIDA LILIANA TENELEMA ARELLANO

**TUTOR(A)**

LIC. LUPE ENRIQUETA MARIN PARRA MGTR.

**GUARANDA-ECUADOR**

**2025**

**Título**

Powerbreathe en la Musculatura Respiratoria Posterior a un Cuadro de Neumonía, en Pacientes Pediátricos de 7 a 12 años del Hospital General Alfredo Noboa Montenegro. Periodo Enero - Mayo 2025.

### **Dedicatoria**

Dedico el presente trabajo de investigación, en primer lugar, a Dios, fuente de vida, salud y sabiduría, quien ha guiado mi camino con fortaleza, fe y perseverancia, permitiéndome culminar esta importante etapa académica. A mis padres, por su apoyo incondicional, formación en valores y constante motivación, pilares fundamentales en mi desarrollo personal y profesional. También, a mis hermanos, por su acompañamiento, comprensión y estímulo permanente, que contribuyeron significativamente al logro de este objetivo, constituyéndose en un soporte esencial durante mi formación universitaria y en la consecución de esta meta académica.

### **Agradecimiento**

Primero agradezco a Dios por dar la oportunidad de continuar con nuestros estudios, otorgando salud y posibilidades, después a nuestros padres por el apoyo que nos ha brindado, a la Universidad Estatal de Bolívar por permitir ser parte de la carrera de Terapia Física de tan prestigiosa institución, a nuestros docentes tanto a los que se encuentran presentes como a los que no, por impartir sus conocimientos y ayudarnos a ser mejores cada día y de manera especial a nuestra tutora quien nos ha guiado de manera excepcional durante la realización de esta investigación.

**CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR**

Yo, Lcda. Lupe Enriqueta Marín Parra Mgtr., en calidad de Tutor del Proyecto de Investigación

**CERTIFICA**

Que el Proyecto de Investigación como requisito para la titulación de grado, con el tema: "Powerbreathe en la Musculatura Respiratoria Posterior a un Cuadro de Neumonía, en Pacientes Pediátricos de 7 a 12 años del Hospital General Alfredo Noboa Montenegro. Periodo Enero - Mayo 2025" realizado por la estudiante Tenelema Arellano Celida Liliana con C.I. 0250008232 ha cumplido con los lineamientos metodológicos, estructurales de la Carrera de Terapia Física, para ser sometido a revisión, de pares académicos nombrado por Consejo Directivo de la Facultad y posteriormente a la sustentación pública.

Guaranda, 18 de mayo del 2026

Atentamente,



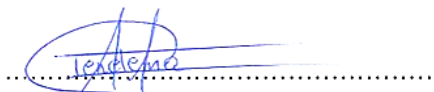
.....  
Lcda. Lupe Enriqueta Marín Parra Mgtr.

## DERECHOS DE AUTOR

Yo/nosotros Celida Liliana Tenelema Arellano portador/res de la Cédula de Identidad No 0250008232 en calidad de autor/res y titular/es de los derechos morales y patrimoniales del Trabajo de Titulación: "Powerbreathe en la Musculatura Respiratoria Posterior a un Cuadro de Neumonía, en Pacientes Pediátricos de 7 a 12 años del Hospital General Alfredo Noboa Montenegro. Periodo Enero - Mayo 2025" modalidad Proyecto de Investigación, de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN, concedemos a favor de la Universidad Estatal de Bolívar, una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos. Conservamos a mi/nuestro favor todos los derechos de autor sobre la obra, establecidos en la normativa citada.

Así mismo, autorizo/autorizamos a la Universidad Estatal de Bolívar, para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de titulación en el Repositorio Digital, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

El (los) autor (es) declara (n) que la obra objeto de la presente autorización es original en su forma de expresión y no infringe el derecho de autor de terceros, asumiendo la responsabilidad por cualquier reclamación que pudiera presentarse por esta causa y liberando a la Universidad de toda responsabilidad.



Tenelema Arellano Celida Liliana

## ÍNDICE

Título.....	II
Dedicatoria.....	III
Agradecimiento.....	IV
Certificado Emitido para la Calificación .....	V
Declaración de Autoría .....	VI
Resumen .....	XI
Abstract.....	XII
Introducción .....	XIII
<b>CAPÍTULO I: EL PROBLEMA.....</b>	<b>1</b>
1.1. Planteamiento del Problema .....	1
<b>1.2. Formulación del Problema .....</b>	<b>2</b>
1.3. Objetivos.....	3
1.3.1. Objetivo general .....	3
1.3.2. Objetivos específicos .....	3
1.4. Justificación .....	4
1.5. Limitaciones .....	5
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>6</b>
2.1. Antecedentes de la Investigación .....	6
2.2. Bases Teóricas .....	12
2.2.1. El sistema respiratorio .....	12
2.2.2. Neumonía .....	12

2.2.3.	Músculos de la respiración .....	19
2.2.4.	Rehabilitación respiratoria.....	21
2.2.5.	Entrenamiento de la musculatura inspiratoria .....	22
2.2.6.	Powerbreathe .....	26
2.2.7.	Fisioterapia respiratoria en niños con neumonía .....	27
2.2.8.	PI <sub>max</sub> y PE <sub>max</sub> .....	31
2.3.	Glosario .....	32
2.4.	Sistema de Hipótesis.....	34
2.5.	Sistemas De Variables .....	35
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO.....		37
3.1.	Nivel de Investigación .....	37
3.2.	Diseño de la Investigación.....	37
3.2.1.	Prospectivo .....	37
3.2.2.	Alcance .....	37
3.2.3.	Cohorte Longitudinal.....	38
3.3.	Población y Muestra .....	38
3.4.	Criterios de Inclusión y Exclusión .....	38
3.5.	Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	38
3.6.	Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos.....	41
CAPITULO IV: MARCO ADMINISTRATIVO.....		42
4.1.	Recursos humanos .....	42
4.2.	Recursos Materiales – Económicos.....	42

4.3. Cronograma de Actividades .....	43
CAPÍTULO V: RESULTADOS O LOGROS ALCANZADOS .....	44
Resultado según objetivo 1 .....	44
Resultado según objetivo 2 .....	46
Resultado según objetivo 3 .....	47
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	48
6.1. Conclusiones.....	48
6.2. Discusión .....	49
6.3. Recomendaciones .....	51
BIBLIOGRAFÍA .....	52
ANEXOS .....	61

**ÍNDICE DE TABLAS**

<b>TABLA 1.</b> ANATOMÍA DE SISTEMA RESPIRATORIO .....	12
<b>TABLA 2.</b> MÚSCULOS RESPIRATORIOS .....	20
<b>TABLA 3</b> CARGA DE POWERBREATHE EN CMH <sub>2</sub> O .....	27
<b>TABLA 4.</b> OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....	36
<b>TABLA 5.</b> CARGA DE POWERBREATHE EN CMH <sub>2</sub> O .....	40
<b>TABLA 6.</b> ENTRENAMIENTO DIARIO DE POWERBREATHE .....	40
<b>TABLA 7.</b> RECURSOS MATERIALES – ECONÓMICOS .....	42
<b>TABLA 8.</b> CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	43
<b>TABLA 9.</b> DEBILIDAD EN LOS MÚSCULOS RESPIRATORIOS.....	44
<b>TABLA 10.</b> VALORES DE P <sub>IMAX</sub> Y P <sub>EMAX</sub> POR SEXO Y RANGO DE EDAD .....	45
<b>TABLA 11.</b> REEVALUACIÓN DE LOS VALORES DE P <sub>IMAX</sub> Y P <sub>EMAX</sub> POR SEXO Y RANGO DE EDAD .....	47

## Resumen

La neumonía constituye una patología respiratoria frecuente en la población pediátrica, asociada a alteraciones funcionales que pueden persistir después de la fase clínica aguda, afectando la fuerza de los músculos respiratorios y la eficiencia ventilatoria. Frente a esta problemática, la fisioterapia respiratoria incorpora estrategias terapéuticas orientadas a la recuperación funcional mediante el entrenamiento muscular específico.

El objetivo del estudio fue determinar el efecto del dispositivo Powerbreathe en la fuerza muscular respiratoria de pacientes pediátricos de 7 a 12 años, posterior a un cuadro de neumonía atendidos en el Hospital General Alfredo Noboa Montenegro durante el periodo Enero – Mayo 2025. Se desarrolló una investigación de enfoque cuantitativo, diseño descriptivo y prospectivo, aplicando mediciones de presión inspiratoria máxima (PI<sub>max</sub>) y presión espiratoria máxima (PE<sub>max</sub>) antes y después de la intervención terapéutica. Se implementó un protocolo estructurado de entrenamiento muscular inspiratorio mediante resistencia progresiva, adaptado a las condiciones clínicas de los participantes. Posterior se realizó la reevaluación funcional para analizar los cambios obtenidos tras la intervención.

Los resultados evidenciaron mejoras en los parámetros de fuerza muscular respiratoria, lo que sugiere que el entrenamiento con Powerbreathe favorece la recuperación ventilatoria, optimiza la función pulmonar y contribuye al proceso de rehabilitación respiratoria pediátrica. Estos hallazgos respaldan la incorporación de protocolos de entrenamiento inspiratorio dentro del manejo fisioterapéutico posterior a un cuadro de neumonía.

**Palabras clave:** neumonía pediátrica, fisioterapia respiratoria, Powerbreathe, PIMAX, PEMAX, entrenamiento muscular inspiratorio.

### **Abstract**

Pneumonia is a common respiratory condition in the pediatric population, associated with functional impairments that may persist after the acute clinical phase, affecting respiratory muscle strength and ventilatory efficiency. In response to this issue, respiratory physiotherapy incorporates therapeutic strategies aimed at functional recovery through specific muscle training.

The objective of this study was to determine the effect of the Powerbreathe device on respiratory muscle strength in pediatric patients aged 7 to 12 years, following a pneumonia episode, treated at the General Hospital Alfredo Noboa Montenegro during the period January–May 2025. A quantitative, descriptive, and prospective research design was conducted, applying measurements of maximal inspiratory pressure (MIP) and maximal expiratory pressure (MEP) before and after the therapeutic intervention. A structured inspiratory muscle training protocol with progressive resistance was implemented, adapted to the clinical conditions of the participants. Subsequently, a functional reassessment was performed to analyze the changes obtained after the intervention.

The results showed improvements in respiratory muscle strength parameters, suggesting that training with Powerbreathe promotes ventilatory recovery, optimizes lung function, and contributes to the pediatric respiratory rehabilitation process. These findings support the incorporation of inspiratory muscle training protocols within physiotherapeutic management following a pneumonia episode.

**Keywords:** pediatric pneumonia, respiratory physiotherapy, Powerbreathe, MIP, MEP, inspiratory muscle training.

## Introducción

Las enfermedades respiratorias representan un problema relevante de salud pública en la población pediátrica, debido a su elevada incidencia, impacto funcional y posibles secuelas posteriores al proceso infeccioso. Entre estas patologías, la neumonía constituye una de las principales causas de hospitalización infantil, generando alteraciones en la mecánica ventilatoria, disminución de la fuerza muscular respiratoria y limitaciones en la capacidad funcional tras la fase aguda. Esto se manifiesta en los músculos respiratorios al presentar debilidad asociada a procesos inflamatorios y desacondicionamiento físico, lo cual repercute en la eficiencia del intercambio gaseoso y en la tolerancia al esfuerzo (Human, 2024).

En este contexto, la rehabilitación respiratoria adquiere un papel fundamental dentro del abordaje fisioterapéutico, orientado a restablecer la función pulmonar mediante intervenciones basadas en evidencia científica. El entrenamiento muscular inspiratorio con dispositivos de resistencia progresiva como Powerbreathe ha surgido como una herramienta útil, demostrando efectos favorables sobre la presión inspiratoria máxima (PI<sub>max</sub>) y la presión espiratoria máxima (PE<sub>max</sub>), parámetros utilizados para evaluar la fuerza de la musculatura respiratoria. Su aplicación permite dosificar cargas específicas, favoreciendo la adaptación fisiológica del sistema respiratorio y optimizando la recuperación funcional (Bhammar, 2022).

La investigación tiene como finalidad determinar el efecto del entrenamiento con Powerbreathe sobre la fuerza muscular respiratoria en pacientes pediátricos de 7 a 12 años posterior a un cuadro de neumonía atendidos en el Hospital General Alfredo Noboa Montenegro, contribuyendo al fortalecimiento de estrategias terapéuticas orientadas a la rehabilitación respiratoria infantil basada en mediciones objetivas y protocolos estandarizados.

## CAPÍTULO I: EL PROBLEMA

### 1.1. Planteamiento del Problema

Las afecciones respiratorias constituyen una de las principales causas de mortalidad, morbilidad y hospitalización infantil, con mayor impacto en regiones de bajos recursos como África, Asia y América Latina, donde factores como la pobreza, la desnutrición y el acceso limitado a servicios de salud incrementan el riesgo de complicaciones. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la neumonía representa aproximadamente el 14% de las muertes y afecta a más de 120 millones de niños cada año (Álvarez, 2024).

En Ecuador, el Ministerio de Salud Pública reportó que la neumonía forma parte de una de las enfermedades con mayor prevalencia, registrándose un total de 37.855 casos durante las primeras 20 semanas de 2022 (Vaccaro et al., 2023). Las provincias más afectadas fueron Pichincha, con un número significativo de infecciones, seguida por Guayas, que también presentó una elevada incidencia en este periodo.

En la ciudad de Guaranda, en el Hospital General Alfredo Noboa Montenegro, el estudio de Gavilánez Gaibor (2022) señala que las infecciones respiratorias agudas constituyen una causa frecuente de hospitalización infantil, especialmente en los meses de invierno, cuando el clima frío y húmedo incrementa su incidencia. Estas patologías, como asma, bronquitis y neumonía, pueden dejar secuelas en la musculatura respiratoria, afectando la capacidad pulmonar y generando síntomas persistentes como disnea, fatiga, debilidad muscular y disminución de la tolerancia al ejercicio.

La recuperación de la musculatura respiratoria es esencial para mejorar la calidad de vida de los niños afectados, por lo que resulta importante implementar estrategias terapéuticas que incluyan ejercicios respiratorios, fisioterapia pulmonar y un

adecuado seguimiento médico para minimizar el impacto de estas secuelas y favorecer una recuperación óptima (Figuerola, 2020).

Las secuelas posteriores a la neumonía pueden alterar la función respiratoria, comprometiendo la eficiencia ventilatoria. Como consecuencia, se produce una disminución de la capacidad respiratoria, asociada al deterioro de la musculatura respiratoria, con reducción de la fuerza y flexibilidad. Además, pueden presentarse alteraciones en los volúmenes pulmonares, especialmente en los volúmenes de reserva, mientras que el volumen corriente suele mantenerse normal. No obstante, la disminución de la expansión torácica limita la movilización del aire, comprometiendo la oxigenación y la realización de actividades cotidianas (Antalová et al., 2022).

Según la literatura científica, la neumonía ha sido abordada mediante técnicas manuales destinadas al fortalecimiento de los músculos respiratorios (Angulo, 2022; Pereira & Curvelo, 2023; Tovar et al., 2021). No obstante, el uso del dispositivo Powerbreathe representa una alternativa innovadora, ya que permite aplicar cargas específicas mediante niveles de resistencia ajustables (0–10 cmH<sub>2</sub>O) para el entrenamiento de la musculatura respiratoria. Fernández et al. (2021) menciona que, su aplicación contribuye al fortalecimiento muscular, mejora la ventilación pulmonar y reduce las secuelas posteriores a la neumonía, facilitando además la realización de las actividades diarias.

## **1.2. Formulación del Problema**

¿Cuál es el efecto de la aplicación del Powerbreathe sobre la función de los músculos respiratorios en pacientes pediátricos de 7 a 12 años, posterior a un cuadro de neumonía atendidos en el Hospital General Alfredo Noboa Montenegro?

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo general**

Determinar el efecto del Powerbreathe sobre la fuerza muscular en pacientes pediátricos de 7 a 12 años, posterior a un cuadro de neumonía en el Hospital General Alfredo Noboa Montenegro en el periodo Enero a Mayo 2025.

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Evaluar la fuerza máxima de los músculos respiratorios, tanto en inspiración como en espiración, en pacientes pediátricos de 7 a 12 años posterior a un cuadro de neumonía, en el Hospital General Alfredo Noboa Montenegro, mediante la medición de P<sub>I</sub>max y P<sub>E</sub>max.
- Aplicar un protocolo de entrenamiento de los músculos respiratorios mediante el uso del Powerbreathe, según lo establecido por Gallego (2019) y Powerbreathe (2023).
- Reevaluar la fuerza máxima de los músculos respiratorios, tanto en inspiración como en espiración, mediante la medición de P<sub>I</sub>max y P<sub>E</sub>max, posterior a la aplicación del protocolo Powerbreathe.

#### 1.4. Justificación

Las secuelas posteriores a la neumonía, como la debilidad de la musculatura respiratoria, afectan la capacidad pulmonar y el rendimiento físico en la población pediátrica, limitando su recuperación funcional. Por ello, resulta fundamental implementar intervenciones fisioterapéuticas orientadas al fortalecimiento respiratorio, con el fin de optimizar la función ventilatoria (Almadana et al., 2021; Güell, 2021).

El entrenamiento muscular inspiratorio mediante el Powerbreathe se ha consolidado como una estrategia efectiva en la recuperación postneumonía, al favorecer la expansión diafragmática, aumentar la fuerza de los músculos respiratorios y mejorar la eliminación de secreciones. Su resistencia progresiva, clasificada en baja (17–98 cmH<sub>2</sub>O), media (23–186 cmH<sub>2</sub>O) y alta (29–274 cmH<sub>2</sub>O), permite una adaptación según a la condición del paciente. Estudios recientes, como el de Fernández et al. (2021), evidencian que su aplicación en protocolos estructurados mejora significativamente la presión inspiratoria máxima (P<sub>I</sub>max) y la eficiencia ventilatoria.

El objetivo de este estudio será determinar el efecto del Powerbreathe® y aplicar un protocolo estandarizado en el ámbito hospitalario, con el propósito de optimizar la rehabilitación respiratoria pediátrica mediante el uso de parámetros técnicos y mediciones precisas, como P<sub>I</sub>max y P<sub>E</sub>max, garantizando un enfoque fundamentado en evidencia científica (Crisp et al., 2020).

Los beneficiarios directos de esta investigación serán pacientes pediátricos de 7 a 12 años con debilidad muscular respiratoria posterior a un cuadro de neumonía, atendidos en el Hospital General Alfredo Noboa Montenegro. A través de esta intervención, se pretenderá fortalecer la musculatura respiratoria y mejorar significativamente parámetros funcionales claves, lo que contribuirá a optimizar la función ventilatoria y facilitar la eliminación eficiente de secreciones. Este enfoque

será fundamental para prevenir complicaciones respiratorias secundarias y mejorar el intercambio gaseoso, favoreciendo una recuperación más efectiva en la población pediátrica afectada (Boza et al., 2020).

La viabilidad del estudio radicará en la integración de un dispositivo clínicamente validado con una metodología práctica y reproducible en el ámbito hospitalario. El protocolo estandarizado permitirá obtener resultados medibles, promoviendo un enfoque integral en la rehabilitación respiratoria pediátrica y optimizando el manejo clínico basado en evidencia. Por otro lado, la factibilidad de la investigación se sustentará en la disponibilidad de recursos materiales, el acceso al dispositivo Powerbreathe y a la población pediátrica, así como en el tiempo y el entorno clínico adecuados para la aplicación del protocolo (Boza et al., 2020).

En cuanto a sus aportes, a nivel teórico el presente estudio contribuyó a la generación de conocimiento científico dirigido a la población y al área de la salud, específicamente en fisioterapia respiratoria; a nivel metodológico, la investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo mediante la aplicación de un protocolo estructurado de intervención durante seis semanas, con sesiones programadas dos veces al día; finalmente, a nivel práctico, la ejecución del programa permitió fortalecer la evidencia científica y aportar fundamentos clínicos aplicables a la comunidad en el manejo fisioterapéutico respiratorio.

### **1.5. Limitaciones**

El estudio presentó limitaciones debido al tamaño reducido de la muestra, lo que limita la generalización de los resultados. Las mediciones de P<sub>I</sub>max y P<sub>E</sub>max dependieron del esfuerzo de los pacientes, generando posible variabilidad en los datos. Además, el tiempo de intervención fue corto y se evidenció diferencias individuales en la respuesta al tratamiento.

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes de la Investigación

Según Fernández et al. (2021) en su estudio titulado "*Programa de entrenamiento muscular inspiratorio utilizando el Powerbreathe®: ¿Tiene potencial ergogénico para el rendimiento respiratorio y/o atlético?*", con el objetivo de investigar los efectos del entrenamiento muscular inspiratorio con Powerbreathe® en el rendimiento deportivo y la función pulmonar. Se observó que este dispositivo, al aplicar una carga de resistencia inspiratoria superior al 15% del máximo, mejora significativamente la presión inspiratoria máxima en un 54% y reduce los niveles de lactato en sangre a partir de la cuarta semana de entrenamiento. Los resultados concluyen que Powerbreathe® es una herramienta ergogénica útil tanto en la rehabilitación como en el rendimiento deportivo.

El aporte metodológico de la investigación proporcionó un enfoque para la aplicación del entrenamiento muscular inspiratorio con Powerbreathe, estableciendo parámetros como la carga óptima (>15% de PIM) y una duración mínima de 4 semanas, los cuales fueron aplicados en este estudio.

Según Martínez Vernaza et al. (2018), en su estudio titulado "*La neumonía adquirida en la comunidad (NAC) constituye un desafío de relevancia sanitaria significativa*", menciona que la incidencia alcanza los 162 casos por cada 100.000 habitantes, con un impacto estimado en 53.000 hospitalizaciones anuales y un coste aproximado de 115 millones de euros. En años recientes, los avances en el conocimiento de la etiología y en las herramientas diagnósticas han permitido una mayor comprensión de esta patología. Paralelamente, se han identificado problemas asociados al incremento de resistencias bacterianas y se han desarrollado nuevas estrategias terapéuticas.

El aporte de este estudio fue teórico, destacando la necesidad de optimizar el manejo de la NAC mediante diagnósticos y estrategias frente a resistencias bacterianas, mejorando la eficacia y el costo-efectividad en su atención.

Según Neidenbach et al. (2023) en su estudio titulado "*Efectos del entrenamiento muscular inspiratorio en pacientes pediátricos con circulación de Fontan en su investigación titulada* " con el objetivo de manifestar aspectos clínicos y entrenamiento muscular inspiratorio dirigido en niños y adolescentes con circulación de Fontan. Este ensayo controlado aleatorio incluyó 40 pacientes, quienes participaron en un programa de seis meses. Los resultados mostraron un aumento significativo en la saturación de oxígeno en reposo en el grupo de intervención ( $p = 0.014$ ), lo que sugiere beneficios clínicos relevantes, aunque no estadísticamente significativos en otros parámetros. Los autores recomendaron incluir este tipo de entrenamiento en programas de rehabilitación para mejorar el pronóstico y la calidad de vida de los pacientes.

El aporte de este estudio fue teórico, resaltando la inclusión del entrenamiento muscular inspiratorio en programas de rehabilitación para mejorar la saturación de oxígeno en reposo, el pronóstico y la calidad de vida en pacientes pediátricos.

Según Wu et al. (2024) en su estudio titulado "*Avances en la investigación sobre la efectividad de la rehabilitación pulmonar en niños con hipoxemia*", con el objetivo de analizar intervenciones de rehabilitación pulmonar en pacientes pediátricos hipoxémicos. Los hallazgos indicaron mejoras significativas en la capacidad física y mental de los pacientes, aunque destacaron la necesidad de más estudios que estandaricen estas intervenciones. La conclusión enfatiza el valor de la rehabilitación pulmonar como complemento en el manejo de la hipoxemia infantil.

El aporte teórico de este estudio resalta la rehabilitación pulmonar como complemento en el manejo de la hipoxemia infantil, mejorando la capacidad física y mental mediante entrenamiento muscular inspiratorio y ejercicios respiratorios.

Según Castilho et al. (2020) en su estudio titulado "*Efectos del entrenamiento muscular inspiratorio y los ejercicios respiratorios en niños con hipoxia*", con el objetivo de investigar el impacto de estas intervenciones en pacientes pediátricos con hipoxia. El estudio fue de enfoque cuantitativo, diseño cuasi-experimental, de tipo prospectivo y longitudinal, con evaluación pre y post intervención. Los resultados señalaron un aumento en la presión respiratoria máxima y mejoras en los patrones de ventilación, aunque no fue posible atribuir estos beneficios exclusivamente a las intervenciones. Los autores concluyen que el entrenamiento muscular inspiratorio y los ejercicios respiratorios son herramientas valiosas como parte del tratamiento integral de pacientes con hipoxia.

El aporte fue teórico, destacando el uso del entrenamiento muscular inspiratorio y ejercicios respiratorios como estrategias eficaces para el tratamiento de la hipoxia en infantes, mejorando la presión respiratoria máxima y los patrones ventilatorios.

Según Collaro et al. (2021) en su estudio titulado "*La neumonía en la primera infancia está asociada con una función pulmonar reducida en niños y adultos jóvenes de las Primeras Naciones Australianas*", realizaron la investigación con el objetivo de analizar la relación entre la neumonía presentada durante los primeros años de vida y la función pulmonar, así como el riesgo de desarrollar asma en etapas posteriores. La metodología de este estudio es transversal incluyó a 1276 niños y jóvenes y analizó la relación entre neumonía temprana y su función pulmonar. Los resultados mostraron una asociación significativa entre la neumonía antes de los cinco años y un mayor

riesgo de asma y déficits pulmonares en la infancia tardía. Los autores concluyen que abordar la neumonía en poblaciones de alto riesgo es una prioridad de salud pública.

El aporte de este estudio fue teórico, subraya la importancia de abordar la neumonía en la primera infancia, especialmente en poblaciones de alto riesgo, debido a su asociación significativa con déficits pulmonares en la infancia tardía y la juventud.

Según Silva et al. (2019) en su estudio "*Entrenamiento de músculos respiratorios en niños y adultos con enfermedades neuromusculares*", tuvo como objetivo analizar el impacto del entrenamiento muscular respiratorio en la capacidad funcional y la calidad de vida de pacientes pediátricos y adultos con enfermedades neuromusculares.. Los resultados indicaron que el entrenamiento mejora la capacidad pulmonar y la fuerza muscular respiratoria en algunos casos, aunque la evidencia varía según la enfermedad neuromuscular. Los autores subrayan la necesidad de más investigaciones para definir los beneficios del entrenamiento respiratorio en esta población específica.

El aporte de este estudio fue teórico, destaca que el entrenamiento de los músculos respiratorios puede mejorar la capacidad pulmonar y la fuerza respiratoria en pacientes con enfermedades neuromusculares, aunque los resultados varían según la enfermedad.

Según Stahl et al. (2018) en su estudio titulado "*Viabilidad multicéntrica del índice de depuración pulmonar en lactantes y niños en edad preescolar con fibrosis quística y otras enfermedades pulmonares*", cuyo objetivo fue la implementación de un protocolo estándar para medir el índice de depuración pulmonar en niños sedados de 0 a 5 años, utilizando pruebas de lavado pulmonar con gases trazadores en tres centros de investigación diferentes en Alemania. En el estudio participaron 73 niños, incluyendo 49 con fibrosis quística (CF), 14 con otras enfermedades pulmonares y 10 controles

sanos. La metodología incluyó sedación con hidrato de cloral y mediciones con un medidor de flujo ultrasónico. Los resultados mostraron tasas de éxito del 91.8% en todas las mediciones, con valores de LCI significativamente elevados en pacientes con CF y otras enfermedades pulmonares en comparación con los controles sanos ( $p < 0.05$ ). Se concluyó que el LCI es un indicador sensible y factible para detectar anomalías tempranas de la función pulmonar en ensayos multicéntricos en esta población pediátrica. Este estudio aporta una base sólida para utilizar el LCI como medida no invasiva en estudios clínicos enfocados en enfermedades pulmonares pediátricas.

El aporte teórico de este estudio destaca el índice de depuración pulmonar (LCI), medido mediante flujo ultrasónico, como una herramienta no invasiva y sensible para detectar alteraciones tempranas en la función pulmonar en niños con fibrosis quística y otras enfermedades respiratorias.

De acuerdo con Hsiao et al. (2003) en su estudio titulado "*Comparación de la efectividad de dispositivos de umbral de presión y resistencia dirigida para el entrenamiento muscular inspiratorio en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC)*", Su objetivo fue comparar la eficacia de dos métodos de entrenamiento muscular inspiratorio en la fuerza, resistencia, capacidad de ejercicio y calidad de vida en pacientes con EPOC moderada a severa. Se realizó un ensayo aleatorio con 42 pacientes, divididos en tres grupos (control, umbral de presión y resistencia dirigida), con sesiones domiciliarias de 15 minutos, dos veces al día durante ocho semanas. Los resultados mostraron un aumento significativo en la resistencia muscular ( $4.4 \pm 3.2$  min y  $3.0 \pm 2.9$  min) y en la distancia de caminata de seis minutos. Se concluyó que ambos métodos son efectivos, seguros y bien tolerados, destacando la resistencia dirigida como una alternativa económica en rehabilitación pulmonar.

El aporte de este estudio fue instrumental, destacando la utilización de la PImax y la PEmax como medidas accesibles para la evaluación de pacientes con enfermedades pulmonares, por lo que dichas escalas fueron empleadas también en el proyecto de investigación.

Según Gea et al. (2021) en su estudio titulado *"Mejoras en la saturación de oxígeno de niños preescolares con neumonía postratamiento mediante el uso de sopladores de molinete en un departamento pediátrico ambulatorio"* con el objetivo de manifestar el efecto de la modificación de la técnica de respiración con labios fruncidos (PLB) utilizando molinetes para incrementar la saturación de oxígeno. Se empleó un diseño cuasiexperimental, donde los niños del grupo de intervención realizaron ejercicios de soplado de molinete durante tres ciclos de cinco minutos. Los resultados mostraron un aumento significativo en la saturación de oxígeno del grupo de intervención ( $p = 0.002$ ), con un incremento promedio de 3.33 puntos comparado con 0.47 en el grupo control. Los autores concluyen que el uso de molinetes es una estrategia efectiva, económica y lúdica para mejorar la función pulmonar en niños con neumonía en recuperación, recomendando su implementación en protocolos de rehabilitación ambulatoria y en el hogar. Este estudio destaca el valor de integrar técnicas accesibles y atractivas en la terapia respiratoria pediátrica.

El aporte fue teórico, demostró que el uso de sopladores de molinete mejora la saturación de oxígeno en niños con neumonía en recuperación, constituyendo una estrategia efectiva, económica y lúdica aplicable en la rehabilitación pulmonar.

## 2.2. Bases Teóricas

### 2.2.1. El sistema respiratorio

El sistema respiratorio es un sistema biológico responsable del intercambio gaseoso entre el cuerpo y el medio ambiente, proporcionando suministro de oxígeno y dióxido de carbono ya que consiste en estructuras anatómicas especializadas que facilitan efectivamente este proceso (Sanchez, 2020).

#### 2.2.1.1. División anatómica

**Tabla 1.** *Anatomía de Sistema Respiratorio*

<b>División Anatómica</b>	<b>Estructuras Principales</b>	<b>Funciones Principales</b>
<b>Vías Respiratorias Superiores</b>	Nariz, cavidad nasal, senos paranasales, faringe	Filtra, hidrata y calienta el aire antes de ingresar a los pulmones
<b>Vías Respiratorias Inferiores</b>	Laringe, tráquea, bronquios, bronquiolos	Conduce el aire hacia los pulmones y protege contra partículas mediante moco y cilios
<b>Pulmones</b>	Lóbulos pulmonares (3 derechos, 2 izquierdos), alvéolos	Realizar el intercambio gaseoso mediante difusión en la membrana alveolocapilar
<b>Músculos Respiratorios</b>	Diafragma, músculos intercostales, músculos accesorios (en esfuerzo)	Permite la ventilación pulmonar modificando la presión intratorácica

*Nota:* Se describen las principales estructuras anatómicas y funciones del sistema respiratorio de acuerdo a Sánchez (2020).

### 2.2.2. Neumonía

La neumonía adquirida en la comunidad es una de las enfermedades con mayor prevalencia en la comunidad pediátrica en nuestro país. De las diferentes etiologías que pueden causarlas, la neumonía ocasionada por *Streptococcus pneumoniae* puede ser prevenida con el uso de inmunización. Actualmente se disponen de tres tipos de

vacunas antineumocócicas conjugadas autorizadas de uso pediátrico de forma sistemática (Reyes et al., 2023).

La neumonía adquirida en la comunidad (NAC) es una condición cuya definición puede variar significativamente entre distintas guías. Mientras algunas se centran exclusivamente en criterios clínicos, otras incorporan también evidencia radiológica y datos de laboratorio. En términos generales, se describe como una infección aguda que afecta el parénquima pulmonar en personas expuestas a microorganismos en entornos fuera del ámbito hospitalario (Cemeli et al., 2020).

La Neumonía Adquirida en la Comunidad (NAC) es una patología aguda caracterizada por un proceso inflamatorio del parénquima pulmonar, causado por agentes infecciosos y desarrollada en entornos comunitarios. Los signos y síntomas suelen aparecer en un período aproximado de 48 horas. Esta enfermedad afecta a todas las edades, aunque su gravedad es más prevalente en lactantes, preescolares y escolares (File & Ramirez, 2023). Las bacterias son la causa más común de la NAC. La neumonía bacteriana puede presentarse de forma primaria o como complicación tras infecciones virales, como el resfriado o la gripe. Entre las bacterias más frecuentes se encuentran: *Streptococcus pneumoniae*, *Legionella pneumophila* (causante de la enfermedad del legionario), *Mycoplasma pneumoniae*, *Chlamydia pneumoniae* y *Haemophilus influenzae* tipo b (Yun, 2023). Por otro lado, la neumonía viral suele ser más leve y puede resolverse espontáneamente en pocas semanas. Sin embargo, en ciertos casos, puede alcanzar la severidad suficiente para requerir tratamiento hospitalario. Además, una persona con neumonía viral tiene mayor riesgo de desarrollar neumonía bacteriana como complicación secundaria (Bergmann et al., 2023).

### 2.2.2.1. Neumonía en pacientes pediátricos

La neumonía es un tipo de infección respiratoria aguda que afecta a los pulmones. Estos están formados por pequeños sacos, llamados alvéolos, que en las personas sanas se llenan de aire al respirar. Los alvéolos de los enfermos de neumonía están llenos de pus y líquido, lo que hace dolorosa la respiración y limita la absorción de oxígeno. La neumonía afecta a niños y a sus familias de todo el mundo, pero el número de muertes es mayor en Asia meridional y África subsahariana (Ambroggio et al., 2023). Puede protegerse a los niños mediante intervenciones sencillas contra esta enfermedad, que puede tratarse con medicación y cuidados de bajo costo y tecnología sencilla (Song et al., 2023).

Diversos agentes infecciosos de virus, bacterias y hongos causan neumonía. Los más comunes son los siguientes: *Streptococcus pneumoniae* es la causa más común de neumonía bacteriana en niños. *Haemophilus influenzae* de tipo b (Hib) es la segunda causa más común de neumonía bacteriana. El virus sincitial respiratorio es la causa más frecuente de neumonía vírica. *Pneumocystis jiroveci* es una causa importante de neumonía en menores de seis meses con infección por VIH, y es responsable de al menos una de cada cuatro muertes por neumonía en lactantes seropositivos al VIH (Bergmann et al., 2023). La neumonía puede propagarse por diversas vías. Los virus y bacterias presentes comúnmente en la nariz o garganta de los niños pueden infectar los pulmones al inhalarse. También pueden propagarse por vía aérea, en gotículas producidas al toser o estornudar. Además, la neumonía puede propagarse por medio de la sangre, sobre todo en el parto y en el periodo inmediatamente posterior. Se necesita investigar más sobre los diversos agentes patógenos que causan la neumonía y sobre sus modos de transmisión, ya que esta información es fundamental para el tratamiento y la prevención de la enfermedad (Song et al., 2023).

### **2.2.2.2. Etiología**

La etiología de la NAC varía de acuerdo con el grupo etario. Sin embargo, solo se logra identificar al agente en un 30-40 % de los casos. En pacientes de menos de dos años, las causas más frecuentes son las virales (80%), producidas por el virus sincitial respiratorio, rinovirus, para influenza y adenovirus. A partir que se aumenta la edad, predomina la causa bacteriana, como el *Streptococcus pneumoniae*, *Mycoplasma pneumoniae* y *Chlamydia pneumoniae*. El *Streptococcus pneumoniae* es el principal microorganismo bacteriano que produce neumonía adquirida en la comunidad. Su prevalencia alcanza entre el 37 % y el 44 %, afectando a todos los grupos de edad, y su importancia principal es que es el causante de neumonía grave (File & Ramirez, 2023).

Las reinfecciones causan más inflamación y síntomas clínicos que las infecciones bacterianas o virales por sí solas. Por lo tanto, los pacientes que los padecen a menudo deben ser hospitalizados. La reinfección viral es común en niños menores de tres años y es posible un factor de mal pronóstico que llegan causar neumonía grave. Aunque no está demostrado, se piensa que las infecciones víricas facilitan las infecciones bacterianas e incluso potencian su efecto. Alrededor de entre el 20-30% de las NAC son causadas por infecciones mixtas virus-bacteria, siendo el neumococo la bacteria que se presenta con mayor riesgo asociada a virus sincitial respiratorio.

### **2.2.2.3. Epidemiología**

La neumonía adquirida en la comunidad es una de las patologías más habituales de morbi-mortalidad a nivel mundial, se menciona que mató a 920.136 niños <5 años. En Ecuador, según la Dirección Nacional de vigilancia epidemiológica en lo que va del 2024 hasta la semana 3 se ha reportado 8.358 casos de neumonía, la provincia de Pichincha representa el 40.8 % de los casos seguida de la provincia de Guayas con el

7.2% y Tungurahua con el 6.2% de casos notificados a nivel nacional. El grupo de edad más afectado es el de 1 a 4 años, seguida del grupo de 65 años y más años y el grupo de 9 a 14 años; con predominancia masculina. A partir del año 2020 en pandemia por el virus COVID-2019 la incidencia y mortalidad por NAC disminuyeron gracias al confinamiento, además se ha comprobado que este virus afecta y complica más a los adultos que ha a los niños (Reyes et al., 2023).

#### **2.2.2.4. Factores de riesgo**

Muchos factores ambientales y del huésped se han asociado con una mayor incidencia de NAC en varios estudios, aunque los resultados son inconsistentes. Los factores precipitantes incluyen enfermedades crónicas, parto prematuro, problemas sociales, desnutrición, infecciones respiratorias recurrentes, falta o alimentación inadecuada de leche, asma e hiperreactividad bronquial, enfermedades crónicas (cardiorrespiratorias, inmunitarias) esquema de vacunas incompleto y/o bajos recursos socioeconómicos. Gracias a la vacunación neumocócica, la incidencia de enfermedades invasivas (sepsis, meningitis) ha disminuido en general. Sin embargo, en algunas poblaciones, cuando los serotipos no vacunales colonizan la nasofaringe, aumenta la incidencia de la enfermedad causada por estas variantes (fenómeno de reemplazo) (Ambroggio et al., 2023). Los beneficios derivados de las vacunas superan este fenómeno. Los microorganismos atípicos, como *Chlamydia pneumoniae* y *Mycoplasma pneumoniae*, son más comunes en niños en edad escolar y adolescentes, sin predominio estacional. Se ha demostrado que ciertos polimorfismos en genes implicados en respuestas inmunes innatas o específicas están asociados con una mayor susceptibilidad a ciertas infecciones, a pesar de la importancia de ellas como factores de riesgo de NAC que deben estudiarse en mayor profundidad (Bergmann et al., 2023).

### **2.2.2.5. Fisiopatología**

Desde un punto de vista fisiopatológico, la neumonía se localiza en el parénquima pulmonar; especialmente en las zonas de intercambio gaseoso (bronquiolos terminales y bronquiolos respiratorios, alvéolos e intersticio). Una vez que llegan a los alvéolos, los microorganismos se multiplican y provocan una respuesta inflamatoria. Los mecanismos protectores del sistema respiratorio son barreras anatómicas, celulares y proteicas capaces de generar una respuesta efectiva reconociendo la invasión microbiana y eliminando partículas exógenas y células tumorales y material endógeno. Cualquier proceso altera estos mecanismos de protección normales, provocando que se desarrolle la infección afectando el parénquima pulmonar (neumonía) (Teresinha et al., 2024).

Las infecciones pulmonares causadas por agentes virales tienen tres formas patológicas: bronquiolitis, neumonía intersticial e infecciones parenquimatosas. La neumonía viral se determina por infiltración de neutrófilos en la luz de las vías respiratorias junto con infiltración de linfocitos en el intersticio y el parénquima pulmonar. Formación de células gigantes y acumulación de virus en el interior del núcleo. Las células respiratorias se detectan histológicamente en muchas infecciones virales, incluidas las causadas por adenovirus, sarampión, varicela, citomegalovirus y virus de Epstein-Barr, especialmente en niños inmunodeprimidos. El estancamiento del aire ocurre cuando hay un cambio en la relación ventilación-perfusión cuando las vías respiratorias pequeñas se obstruyen u obliteradas y los tabiques engrosados impiden la difusión de oxígeno (Liu et al., 2023; Meyer, 2024).

La neumonía bacteriana puede manifestarse en cinco formas patológicas distintas. En primer lugar, se caracteriza por la infección, inflamación y engrosamiento del parénquima pulmonar de un lóbulo completo o de una parte de este. Una de sus

presentaciones clásicas es la neumonía lobular, también conocida como neumonía lobulillar, típicamente asociada a *Streptococcus pneumoniae*. Otra forma es la infección primaria del tracto respiratorio y del intersticio, conocida como bronconeumonía, que frecuentemente se relaciona con *Streptococcus pyogenes* y *Staphylococcus aureus*. Asimismo, la enfermedad puede evolucionar hacia necrosis del parénquima pulmonar debido a la inhalación de bacterias anaeróbicas o de ciertas cepas específicas. Por último, puede presentarse como granulomatosis caseiforme, causada por *Mycobacterium tuberculosis*. En todos estos casos, los espacios aéreos pulmonares se llenan de trasudado y secreciones ricas en neutrófilos, lo que dificulta significativamente la difusión de oxígeno, comprometiendo la función respiratoria (Yang et al., 2024).

#### **2.2.2.6. Signos y Síntomas**

La neumonía suele manifestarse con fiebre, generalmente superior a 37.5°C, acompañada de una tos persistente y dificultad para respirar o disnea. Otros signos frecuentes incluyen respiración rápida o taquipnea y la presencia de ruidos respiratorios anormales, como estertores. Adicionalmente, pueden observarse síntomas como dolor torácico, aleteo nasal, tirajes subcostales y, en casos graves, hipoxemia, caracterizada por una saturación de oxígeno baja. Estos signos y síntomas son indicativos de complicaciones respiratorias severas y resultan clave para diferenciar clínicamente la neumonía, particularmente en pacientes pediátricos, orientando el diagnóstico inicial (Liu et al., 2023; Meyer, 2024).

#### **2.2.2.7. Complicaciones tras neumonía**

Entre las complicaciones más frecuentes de la neumonía se encuentran los niveles bajos de oxígeno en el torrente sanguíneo, una condición potencialmente mortal que puede causar sensación de ahogo o disnea. En casos graves, la neumonía puede

impedir que el oxígeno llegue adecuadamente al torrente sanguíneo, lo que agrava el estado del paciente (Song et al., 2023).

Otra complicación crítica es la disminución de la presión arterial, conocida como sepsis, que puede surgir cuando el microorganismo responsable de la neumonía entra en el torrente sanguíneo o cuando la respuesta inflamatoria del organismo es excesiva, poniendo en riesgo la vida del paciente. En algunos casos, la neumonía puede derivar en la formación de un absceso pulmonar o un empiema. Un absceso pulmonar es una acumulación de pus en una zona donde el tejido pulmonar ha muerto. Por su parte, el empiema se caracteriza por la acumulación de pus en el espacio entre el pulmón y la pared torácica. Además, una infección severa o una respuesta inflamatoria descontrolada puede causar lesiones graves en los pulmones, manifestadas como síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA) (Ambroggio et al., 2023; Teresinha et al., 2024). Este síndrome provoca dificultad respiratoria acompañada de respiración rápida y superficial, lo que generalmente requiere apoyo respiratorio prolongado mediante un ventilador mecánico para estabilizar al paciente.

### **2.2.3. Músculos de la respiración**

Son aquellos que intervienen en el proceso respiratorio, ayudando a expandir y contraer el tórax para permitir la entrada y salida de aire. Los músculos principales incluyen el diafragma, los músculos intercostales y, en situaciones de esfuerzo, los músculos abdominales y accesorios del cuello (Benditt, 2018).

#### **2.2.3.1. Músculos inspiratorios**

Los músculos respiratorios incluyen varias estructuras clave que desempeñan funciones específicas en el proceso de la respiración. El diafragma, un músculo en forma de domo situado debajo de los pulmones, separa la cavidad torácica de la abdominal y es el principal músculo implicado en la respiración. Los músculos

intercostales, localizados entre las costillas, desempeñan un papel importante durante la respiración, especialmente durante la actividad física. Por otro lado, los músculos abdominales colaboran en la exhalación rápida, como ocurre durante el ejercicio intenso (Gartman, 2018).

Los músculos de la cara, la boca y la faringe también contribuyen al proceso respiratorio al controlar los labios, la lengua, el paladar blando y otras estructuras. La faringe, situada detrás de la boca, juega un papel fundamental; problemas en estos músculos pueden provocar un estrechamiento de las vías respiratorias, dificultando la respiración y contribuyendo a condiciones como la apnea del sueño. Finalmente, los músculos del cuello y de la zona de la clavícula son esenciales para facilitar la inhalación, especialmente en situaciones de respiración forzada (Benditt, 2018).

### 2.2.3.2. Músculos respiratorios

**Tabla 2.** Músculos Respiratorios

Categoría	Músculo	Ubicación	Función Principal
Músculo principal	Diafragma	Debajo de los pulmones	Separa la cavidad torácica de la abdominal; responsable de la expansión del tórax durante la inhalación.
Músculos auxiliares	Músculos intercostales	Entre las costillas	Ayudan a elevar las costillas y expandir el tórax durante la inhalación, especialmente en actividad física.
Músculos abdominales	Oblicuos, recto abdominal, transversos	Pared abdominal	Colaboran en la exhalación rápida, como durante el ejercicio intenso.
Músculos del cuello	Escalenos y esternocleidomastoideo	Zona del cuello	Facilitan la inhalación forzada al elevar la clavícula y las costillas superiores.
Músculos faciales y faríngeos	Músculos de la boca, lengua, paladar blando, faringe	Cara y garganta	Controlan estructuras relacionadas con las vías respiratorias, previniendo su colapso y mejorando el flujo de aire.

*Nota:* Se detallan los principales músculos involucrados en el proceso respiratorio y sus funciones de acuerdo a Benditt (2018).

#### **2.2.4. Rehabilitación respiratoria**

Los niños con ERC se caracterizan por presentar síntomas respiratorios permanentes que los acompañan por toda la vida, o por un largo período de ella, lo que lleva a una frecuencia elevada de controles y tratamiento farmacológico prolongados y variados. Su función pulmonar está deteriorada y la capacidad física, tanto para realizar ejercicios como para las actividades de la vida diaria, está disminuida, lo que incide en el deterioro de su calidad de vida y la de su familia.

La rehabilitación respiratoria (RR) es una estrategia de manejo de las ERC que tiene como objetivos centrales obtener en el niño, el mayor potencial en cuanto a funcionalidad física, emocional y social y con ello, permitir el mayor grado de independencia y participación en su comunidad con la menor sintomatología posible.

La RR es una intervención multidisciplinaria, basada en la evidencia, que se realiza con protocolos personalizados en pacientes con ERC y alteración de las actividades de la vida diaria. Su objetivo es reducir síntomas, optimizar el estado funcional, aumentar la participación social y reducir los gastos en salud. Los programas de RR buscan controlar, aliviar y revertir, tanto como sea posible, los síntomas, mejorar la capacidad de ejercicio y aumentar la independencia en las actividades básicas de la vida diaria.

Un Programa de RR tiene tres características principales:

1. Los pacientes deben ser evaluados individualmente y las metas de los programas deben ser realistas de acuerdo a las condiciones basales, de avances y adaptación del paciente a las características del programa.
2. La RR integra de acuerdo con las necesidades del paciente, y al diseño del programa, a diversas disciplinas del ámbito de la salud.

3. Para el éxito del programa, el equipo multidisciplinario debe evaluar y tratar la discapacidad física del niño, así como también estar atento a prestar atención a los problemas psicológicos, emocionales y sociales que estén influyendo en su calidad de vida.

No existe un criterio específico de función pulmonar que indique la necesidad de RR, por lo tanto, son los síntomas, las discapacidades y la falta de participación social las que determinan la inclusión en un programa. Se debe tener en cuenta, que uno de los factores principales para lograr una adherencia adecuada al programa, es la motivación del niño y su familia (Homeroy y Rosales, 2020).

Durante el programa, aprenderá ejercicios y técnicas de respiración. También podemos aplicar un programa supervisado de ejercicios y técnicas de fisioterapia destinados a mejorar la función pulmonar. La rehabilitación respiratoria es esencial para pacientes que han sufrido infecciones respiratorias, como la neumonía, ya que ayuda a recuperar la capacidad pulmonar y a reducir las secuelas respiratorias (Li et al., 2023).

### **2.2.5. Entrenamiento de la musculatura inspiratoria**

El entrenamiento de la musculatura inspiratoria (EMI) es una estrategia terapéutica eficaz y segura para el fortalecimiento respiratorio y ha demostrado numerosos beneficios, como aumento de la fuerza y la resistencia muscular inspiratoria, que mejora la función pulmonar, incremento de la capacidad para el ejercicio, disminución de la disnea, y reducción del riesgo de complicaciones pulmonares. A pesar de que las investigaciones se han centrado, sobre todo, en los beneficios del EMI sobre el sistema cardiorrespiratorio, la mejora de la fuerza muscular respiratoria también podría tener algún efecto en la recuperación tras la neumonía. Hodges et al. (2001) afirman que el diafragma tiene una función estabilizadora y actúa

tanto indirectamente, aumentando la presión intraabdominal y apoyando la columna vertebral, como directamente, mediante la contracción continua que contribuye a la estabilización postural. La eficacia del entrenamiento general se basa en los principios básicos de la fisiología del ejercicio. En los sujetos sanos, el establecimiento de la intensidad del entrenamiento se basa en la frecuencia cardíaca máxima (60-90% de la frecuencia cardíaca máxima) o en el máximo consumo de oxígeno (50-80% del predicho) alcanzados durante el entrenamiento. La intensidad que debería mantenerse durante 20-45 min, en periodo de 3-5 veces/semana. En estas condiciones, individuos sanos, la capacidad de esfuerzo máximo, los músculos periféricos se adaptan y la función cardíaca mejora (Villa et al., 2023). El alcance de parte de los programas de rehabilitación incluye entrenamientos de tipo resistencia, periodos con cargas sostenidas durante 20-30 min. Sin embargo, en algunos pacientes muy graves con hipoxemia e hipercapnia, el entrenamiento de tipo resistencia de alta intensidad ser mal tolerado, por lo que el entrenamiento de tipo intervalo, donde alternan períodos de entrenamiento de alta intensidad con equivalentes sin carga, aparece como una alternativa interesante para estas enfermedades (Villa et al., 2023).

La especificidad del entrenamiento se basa en el hecho de que el beneficio depende de las actividades entrenadas. Si bien difícil en la práctica clínica, implica que la carga administrada durante el entrenamiento debería tener un objetivo como primario la mejoría de las actividades de la vida diaria de los pacientes con EPOC (Sánchez et al., 2023).

En los pacientes con EPOC, los músculos de la cintura escapular y el ancho dorsal actúan como accesorios de los reubicados. Cuando participan en las actividades de la vida cotidiana, su contribución en la ventilación es menor y, por lo tanto, el diafragma ha de trabajar más. Estudios sobre el entrenamiento de los brazos han

mostrado efectos beneficiosos en ejercicios de resistencia de las que se mantienen específicos de así, como una disminución de los requerimientos metabólicos durante sus actividades. A pesar de los estudios contundentes al respecto del entrenamiento de brazos mejora el estado funcional de los pacientes, en general se recomienda su inclusión en los programas de rehabilitación de los pacientes con EPOC (Hodges et al., 2001).

Como ya se ha mencionado anteriormente, la disfunción muscular periférica es uno de los factores más implicados en la medida de la capacidad de los pacientes con EPOC. Las estrategias más comúnmente utilizadas en el entrenamiento de las piernas en los pacientes con EPOC son ejercicios como caminar sobre cinta rodante y pedaleo en bicicleta en sesiones 3-5/semana durante 6 períodos-12 semanas. Diversos estudios han puesto de manifiesto la adaptación de los músculos de las piernas en forma de un aumento de su capacidad aeróbica tras un programa de entrenamiento de resistencia. Por ejemplo, se ha demostrado una menor producción de láctico y de CO<sub>2</sub> en respuesta al ejercicio (Yang et al., 2024). En otros estudios se ha demostrado tras entrenamiento de resistencia de alta intensidad de 6-15 semanas de 53, un aumento en la proporción de fibras tipo I con una reducción de la reducción de las de tipo IIb, al igual que el paso de un FENO rápido a lento de los proferentes contráctiles musculosos. Otros trabajos también han sido puestos de manifiesto el aumento del tamaño de las fibras tipo I y el número de condritas, como un aumento de la actividad de diversas enzimas mitocondriales tras este tipo de entrenamiento. Por otro lado, también se ha visto la existencia de un aumento de los valores de mioglobina y de capilares, facilitando el aporte y extracción de oxígeno en el músculo. Todos estos se relatan signos de un menor aumento en la concentración de ácido láctico en sangre y en el músculo para un mismo grado de ejercicio intenso, reflejando, por tanto, un

aumento en la capacidad oxidativa de los músculos entrenados. Se sabe además de que la adaptación muscular en un entrenamiento de resistencia se caracteriza por un aumento de la masa y fuerza musculares, de las fibras tipo IIa, y por un descenso de las fibras de tipo IIb, y finalmente por una hipertrofia de ambos tipos de fibras. En resumen, los cambios a nivel funcional, molecular y estructural tienen lugar en el músculo entrenado en la medida que el estímulo sobre ese músculo aplicado en términos de frecuencia, intensidad y duración.

La función de los músculos respiratorios, sobre todo de los inspiratorios, está comprometida en los pacientes con EPOC, lo que contribuye a la aparición de la disnea, neumonías etc., a su ejercicio de limitación al desarrollo de hipercapnia. En este tipo de entrenamientos, la función de los músculos inspiratorios mejora en la medida en que la intensidad del entrenamiento se considera que se ha prolongado y supera el 30% de la presión inspiratoria máxima. En diversos estudios, se habla que demostrará que el entrenamiento de los músculos inspiratorios añadidos a un entrenamiento general resultó en una mejoría de la capacidad de esfuerzo en pacientes con una limitación ventilatoria al 74,75. En un estudio de nuestro grupo, se puede seguir demostrar un aumento en la fuerza y resistencia de los músculos respiratorios en pacientes con EPOC grave se somete a un entrenamiento inspiratorio de tipo umbral de duración 5 semanas, superiores y cargas al 40% de la presión en aspiración máxima. A su vez, esa mejoría funcional se asoció a un aumento en la proporción de las fibras tipo I y en el tamaño de la desrotero II del músculo intercostal externo, sin mostrar en los cambios en los músculos control (cuádriceps) no entrenado. En otro trabajo muy reciente de nuestro grupo, también se ha dado trabajo en manifiesto de una de las acalladas en la capacidad de, el ejercicio sintomatología clínica y la calidad de vida de pacientes con EPOC grave a un programa de entrenamiento específico de los músculos espirados de

tipo umbral de 5 semanas de duración, y cargas del 50% de la presión máxima de la aspiración de los pacientes. Estudios futuros se conocerán las modificaciones estructurales de los músculos espirados sometidos a un programa de entrenamiento específico (Li et al., 2023).

#### **2.2.6. Powerbreathe**

El Powerbreathe es un dispositivo diseñado para optimizar la fuerza y resistencia de los músculos inspiratorios, como el diafragma y los intercostales, mediante la aplicación de cargas ajustables en  $\text{cmH}_2\text{O}$ . Su estructura incluye una boquilla de TPE (elastómero termoplástico), una válvula de silicona y un mecanismo de ajuste con indicador de carga, permitiendo personalizar la resistencia según las necesidades del paciente. Los niveles disponibles abarcan desde BR (Baja Resistencia), con un rango de 17 a 98  $\text{cmH}_2\text{O}$ , hasta MR (Media Resistencia), entre 23 y 186  $\text{cmH}_2\text{O}$ , para pacientes en transición hacia un mayor rendimiento, y AR (Alta Resistencia), que alcanza de 29 a 274  $\text{cmH}_2\text{O}$ , ideal para deportistas avanzados (Gallego, 2019; Vicente et al., 2022). Este dispositivo, utilizado en programas de rehabilitación, fortalece los músculos respiratorios mediante un protocolo de 30 inhalaciones dos veces al día, siendo seguro y efectivo bajo un uso adecuado, ya que mejora la oxigenación tisular, optimizando la capacidad funcional del sistema respiratorio. Además, de mejorar la función pulmonar, el dispositivo contribuye a reducir la frecuencia y duración de hospitalizaciones, lo que beneficia al paciente, aunque es contraindicado en patologías como neumotórax reciente o hipertensión pulmonar severa (Gallego, 2019; Powerbreathe, 2023).

También es un dispositivo de entrenamiento que ayuda a fortalecer los músculos inspiratorios. Funciona generando una resistencia que el paciente debe superar al inhalar, lo que mejora la fuerza y resistencia de estos músculos con el

tiempo. Los ajustes de carga exactos pueden variar a causa de: (1) la naturaleza analógica del tensor de resorte calibrado y la precisión con la que se selecciona la carga; (2) un pequeño efecto del flujo inspiratorio sobre la compresión del resorte, de forma que un mayor flujo inspiratorio produce una mayor compresión del resorte y un pequeño aumento de la carga (Vicente et al., 2022). Este efecto es común en todos los dispositivos de carga por resorte y su tamaño aumenta al aumentar el rango del resorte (es mayor en un resorte con un rango máximo de 90cmH<sub>2</sub>O que en uno con la mitad de este rango) y también es mayor con un ajuste de carga absoluta inferior (Caine & McConnell, 2000).

**Tabla 3** Carga de Powerbreathe en cmH<sub>2</sub>O

Modelo	Carga (-cmH <sub>2</sub> O)										
	Ajustes de carga										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
BR	17	25	33	41	49	58	66	74	82	90	98
MR	23	39	55	72	88	104	121	137	153	170	186
AR	29	53	78	102	127	151	176	200	225	249	274

*Nota:* Se presentan los niveles de resistencia del dispositivo Powerbreathe según el modelo y ajuste de carga mencionados por Caine & McConnell (2000).

### 2.2.7. Fisioterapia respiratoria en niños con neumonía

La neumonía es una infección que afecta los tejidos pulmonares, provocando la acumulación de fluidos y mediadores inflamatorios en el tejido pulmonar y los alvéolos. Este proceso interfiere con la función pulmonar adecuada al dificultar el flujo normal de aire hacia los pulmones. La fisioterapia respiratoria desempeña un papel fundamental en la recuperación de los pacientes con neumonía. Sus beneficios incluyen la mejora de la función pulmonar mediante la optimización de la capacidad respiratoria, la eliminación efectiva de secreciones que facilita la limpieza de las vías aéreas, el fortalecimiento de los músculos respiratorios que promueve una respiración

más eficiente y la reducción de la fatiga, contribuyendo al bienestar general del paciente. Entre las técnicas utilizadas en fisioterapia respiratoria para la recuperación de la neumonía se encuentran las ventilaciones dirigidas, que ayudan a mejorar el intercambio gaseoso, el drenaje de secreciones para liberar las vías respiratorias obstruidas, la utilización de dispositivos instrumentales como los incentivadores respiratorios para optimizar la capacidad pulmonar y los ejercicios de fortalecimiento de los músculos respiratorios (Villa et al., 2023).

El tratamiento de la neumonía varía según el tipo de infección, la gravedad del cuadro, la edad del paciente y la presencia de otras condiciones de salud. Los objetivos principales son curar la infección y prevenir complicaciones. El uso de medicamentos recetados por el médico es esencial. En los casos de neumonía bacteriana, se administran antibióticos, que deben tomarse completamente, incluso si los síntomas mejoran en pocos días, para evitar recaídas o el desarrollo de resistencia bacteriana. En caso de neumonía viral, los antibióticos no son efectivos (Yang et al., 2024).

El tratamiento puede incluir medicamentos antivirales, aunque en muchos casos basta con controlar los síntomas y permitir el descanso adecuado. La mayoría de las personas pueden manejar sus síntomas en casa con medidas como el control de la fiebre con medicamentos adecuados, una hidratación abundante para facilitar la expulsión de flemas, la evitación del humo para proteger los pulmones, y el descanso suficiente, evitando esfuerzos físicos hasta lograr la recuperación completa. En casos graves que requieren hospitalización, el tratamiento puede incluir la administración de líquidos y antibióticos por vía intravenosa, oxigenoterapia y, en ocasiones, fisioterapia respiratoria para acelerar la recuperación y mejorar la función pulmonar (Hodges et al., 2001).

La recuperación de una neumonía puede llevar tiempo y varía entre cada persona. Algunas personas logran sentirse mejor y retomar sus actividades normales en aproximadamente una semana, mientras que otras pueden requerir un mes o más para recuperarse completamente (Teresinha et al., 2024). Durante este período, es común experimentar fatiga persistente, que puede durar alrededor de un mes. El descanso adecuado es fundamental para consolidar el progreso hacia una recuperación total y prevenir recaídas. Es recomendable limitar el contacto cercano con familiares y amigos para evitar la propagación de los gérmenes. Además, se debe cubrir la boca y la nariz al toser, desechar los pañuelos usados en un contenedor cerrado y lavarse las manos con frecuencia para minimizar el riesgo de contagio. Si el tratamiento incluyó antibióticos, el médico probablemente realizará un seguimiento para verificar que la radiografía de tórax vuelva a la normalidad una vez finalizado el tratamiento. Sin embargo, es importante tener en cuenta que la recuperación completa de los pulmones, visible en la radiografía, puede tardar varias semanas en concretarse (Ambroggio et al., 2023).

Las personas con mayor probabilidad de sufrir complicaciones por neumonía incluyen a los adultos mayores y los niños muy pequeños, aquellos con un sistema inmunitario debilitado y personas que padecen enfermedades graves preexistentes, como diabetes o cirrosis hepática (File & Ramirez, 2023). Entre las complicaciones más comunes se encuentran la insuficiencia respiratoria, que limita la capacidad de los pulmones para oxigenar el cuerpo; la sepsis, una inflamación sistémica descontrolada que puede derivar en un fallo orgánico generalizado; y el síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA), una forma severa de insuficiencia respiratoria que puede requerir ventilación mecánica prolongada. Otra complicación menos frecuente pero grave es la formación de abscesos pulmonares, que son acumulaciones de pus dentro o alrededor del pulmón y, en algunos casos, pueden requerir drenaje quirúrgico.

La fisioterapia respiratoria es una especialidad dentro de la fisioterapia que se enfoca en la prevención, tratamiento y estabilización de trastornos respiratorios. A través de técnicas específicas, busca mejorar la ventilación pulmonar, facilitar la eliminación de secreciones y fortalecer los músculos respiratorios, contribuyendo significativamente a la recuperación de los pacientes con enfermedades pulmonares.

La fisioterapia respiratoria se utiliza ampliamente como un tratamiento coadyuvante en pacientes con neumonía, contribuyendo de manera significativa a su recuperación. Este enfoque terapéutico facilita la eliminación de los exudados inflamatorios y el exceso de secreciones que obstruyen las vías respiratorias, además de reducir la resistencia de estas, mejorando así la respiración y el intercambio gaseoso.

Los fisioterapeutas desempeñan un papel fundamental en la rehabilitación de pacientes con neumonía, enfocándose en fortalecer las capacidades respiratorias comprometidas por la enfermedad. Dentro de este ámbito, se abordan aspectos clave para la recuperación del paciente. En primer lugar, se trabaja en la recuperación de las funciones respiratorias tras episodios de insuficiencia, ayudando a superar las secuelas derivadas de esta condición. Además, se gestionan las secreciones respiratorias mediante técnicas avanzadas de drenaje bronquial, lo que facilita su eliminación y previene complicaciones.

Otro aspecto esencial es la reeducación del control ventilatorio y el aumento de la capacidad pulmonar mediante técnicas que optimizan la ventilación. En casos asociados a patologías como EPOC, trastornos neuromusculares o secuelas de ictus, se aplican abordajes específicos. Además, se entrena la tos eficaz y se promueve la movilización temprana, favoreciendo la expansión pulmonar y mejorando la función respiratoria global.

### 2.2.8. PImax y PEmax

Es una herramienta para evaluar la fuerza respiratoria, resistencia, y la función muscular, en el caso de los músculos respiratorios se utiliza la presión inspiratoria máxima (PImax), la presión espiratoria máxima (PEmax), junto con la función pulmonar y el estado de la ventilación mediante la capacidad vital forzada (CVF, VEF1 y PFE) (Rodrigues et al., 2014; Prado et al., 2016; Torres et al., 2019; Elnaggar et al., 2019; Wenzel, 2019; Crisp et al., 2020; Lolascon et al., 2020).

Para determinar los efectos del entrenamiento muscular respiratorio en los pacientes con enfermedades respiratorias crónicas se sugiere medir la fuerza de los músculos respiratorios por medio de la presión inspiratoria máxima (PImax) a partir del volumen residual y la presión espiratoria máxima (PEmax) desde la capacidad pulmonar total, con el máximo esfuerzo respiratorio, en intervalos de 1 minuto y manteniendo la maniobra durante 1 segundo, en periodos a corto plazo (< 3 meses), mediano plazo (> 3 meses, pero < 1 año) y largo plazo (> 1 año), así mismo, la función de deglución (Rueda et al., 2020).

### 2.3. Glosario

**Calidad de vida:** Percepción del bienestar físico, mental y social de una persona; en pacientes respiratorios, se ve afectada por la capacidad de realizar actividades cotidianas debido a problemas de respiración (Cruz & Hart, 2023).

**Capacidad pulmonar:** Volumen total de aire que los pulmones pueden albergar. Es un indicador importante de la salud respiratoria y se ve afectado en condiciones como la neumonía (Delgado & Bajaj, 2023).

**Debilidad muscular:** Ocurre cuando hay una disminución de la capacidad para generar fuerza de contracción en un músculo; condición que no restituye con el reposo y que trae como consecuencia hipoventilación y retención de CO<sub>2</sub> (Vogiatzis et al., 2020).

**Dificultad respiratoria:** Sensación de falta de aire o dificultad para respirar, común en enfermedades respiratorias y agravada en infecciones como la neumonía (Beiyao & Shan, 2024).

**Fatiga central:** Condición en la que la generación de la fuerza del músculo durante la contracción se ve limitada debido a una disminución de la actividad de los centros motores (Pethick & Tallent, 2022).

**Fatiga muscular:** La fatiga muscular es la incapacidad del músculo para generar fuerza y velocidad contráctil adecuadas ante una demanda, recuperándose con el reposo. En el caso de la musculatura respiratoria, puede presentarse en estados fisiopatológicos asociados a insuficiencia respiratoria. Su detección no se basa en una sola medición de fuerza, sino en la disminución progresiva de su capacidad durante evaluaciones seriadas en el tiempo (Pethick & Tallent, 2022).

**Fatiga periférica:** La generación de la fuerza del músculo se ve limitada como consecuencia a una falla de nivel de la unión neuromuscular o distal a la estructura

(alteraciones en la unión neuromuscular, cambios en la propagación de los potenciales de acción en la membrana del sarcolema o en los túbulos T, cambios en el acoplamiento excitación-contracción o alteraciones dentro de la célula (Pethick & Tallent, 2022)).

**Función pulmonar:** Capacidad general de los pulmones para realizar intercambio de oxígeno y dióxido de carbono, crucial para una respiración eficiente (National Heart, 2022).

**Músculos inspiratorios:** Conjunto de músculos, como el diafragma y los intercostales, que participan en la inspiración o entrada de aire a los pulmones (National Heart, 2022).

**Neumonía:** Infección respiratoria aguda que afecta a los pulmones, causando inflamación en los alvéolos, los cuales se llenan de pus y líquido, dificultando la respiración y la absorción de oxígeno (National Heart, 2022).

**PEmax:** Evalúa los músculos intercostales y abdominales (Crisp et al., 2020).

**PImax:** Evalúa principalmente la fuerza diafragmática (Crisp et al., 2020).

**Powerbreathe:** Dispositivo utilizado para el entrenamiento de los músculos inspiratorios, diseñado para fortalecer la capacidad respiratoria, especialmente en pacientes con dificultades pulmonares (Rueda et al., 2020).

**Rehabilitación respiratoria:** Programa de ejercicios y técnicas de fisioterapia destinados a mejorar la función pulmonar en personas con enfermedades respiratorias (Rueda et al., 2020).

**Secuelas respiratorias:** Efectos o complicaciones en la función pulmonar que persisten después de una enfermedad respiratoria aguda, como la neumonía, afectando la respiración (Yang et al., 2024).

## **2.4. Sistema de Hipótesis**

### **2.4.1. Hipótesis Investigativa**

El Powerbreathe fortalece la musculatura respiratoria en pacientes pediátricos, posterior a un cuadro de neumonía.

### **2.4.2. Hipótesis Nula**

El Powerbreathe no fortalece la musculatura respiratoria en pacientes pediátricos, posterior a un cuadro de neumonía.

## **2.5. Sistemas De Variables**

### **2.5.1. Variable Dependiente**

Musculatura respiratoria en pacientes pediátricos posterior a un cuadro de neumonía.

### **2.5.2. Variable Independiente**

Powerbreathe

### 2.5.3. Operacionalización de Variables

**Tabla 4.** Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicadores	Escala de medición	Fuente
Musculatura Respiratoria (Dependiente)	Fuerza muscular	Evaluación de debilidad muscular respiratoria	PI <sub>max</sub> y PE <sub>max</sub>	7 a 12 años Presión negativa y positiva CmH <sub>2</sub> O Leve Moderado Severo	Nominal PI <sub>max</sub> =-60 a -80 PE <sub>max</sub> = 60 a 100 PI <sub>max</sub> = -40 a - 59 PE <sub>max</sub> = 40 a 59 PI <sub>max</sub> =-<-40 PE <sub>max</sub> = <40	Pereira Rodríguez & Curvelo Celedón, (2023)
Powerbreathe en el entrenamiento muscular respiratorio (Independiente)	Mejora la fuerza y resistencia de los músculos respiratorios	Protocolo con Powerbreathe para fortalecer la musculatura inspiratoria en pacientes pediátricos, posterior a un cuadro de neumonía.	6 semanas 2 veces al día 2 sesiones por semana 30 Repeticiones 2min descanso Inspiración Espiración	Resistencia Baja Resistencia Media Resistencia Alta  1 a 2 seg. 6 a 8 seg.	Nominal	Vicente-Campos et al., (2022)

*Nota:* Se presentan las variables con sus dimensiones y escalas de medición utilizadas en la investigación.

## **CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO**

### **3.1. Nivel de Investigación**

Se realizó una investigación cuantitativa, ya que implicó medir y cuantificar cambios en variables físicas, mediante el P<sub>I</sub>max y P<sub>E</sub>max, permitiendo una medición precisa y objetiva de los resultados.

### **3.2. Diseño de la Investigación**

Se basó en un diseño cuasiexperimental con un solo grupo, ya que se aplicó una intervención en el entrenamiento de los músculos respiratorios con Powerbreathe y se evaluó su efecto en los niños, posterior a un cuadro de neumonía.

#### **3.2.1. Prospectivo**

El proyecto de investigación fue prospectivo porque siguió a los participantes desde el presente hacia el futuro. La investigadora diseñó el estudio y comenzó a recolectar datos desde el inicio de la investigación, observando los efectos del entrenamiento de los músculos de respiración con Powerbreathe a lo largo del tiempo. Este enfoque permitió evaluar cómo la intervención impacta en la función pulmonar de los participantes, estableciendo así relaciones causales.

#### **3.2.2. Alcance**

El proyecto de investigación tuvo un alcance explicativo, debido a que buscó determinar el efecto del dispositivo Powerbreathe sobre la fuerza de la musculatura respiratoria en pacientes pediátricos posterior a un cuadro de neumonía. Mediante la aplicación de un protocolo de entrenamiento muscular inspiratorio y la evaluación de los valores de P<sub>I</sub>max y P<sub>E</sub>max antes y después de la intervención, se analizó la relación entre el uso del dispositivo y los cambios funcionales respiratorios obtenidos en la población estudiada

### **3.2.3. Cohorte Longitudinal**

Permitió seguir el desarrollo de los niños, posterior a un cuadro de neumonía, a medida que participaron en el protocolo de entrenamiento de los músculos respiratorios, facilitó la observación del cambio gradual que tuvieron en su función pulmonar antes y después de participar en el proyecto.

## **3.3. Población y Muestra**

### **3.3.1. Población**

La población objetivo estuvo conformada por 20 niños, posterior a un cuadro de neumonía en el Hospital General Alfredo Noboa Montenegro.

### **3.3.2. Muestra**

No se seleccionó una muestra, puesto que la población fue reducida y se trabajó con el total de la población pediátrica encontrada en el Hospital General Alfredo Noboa Montenegro.

## **3.4. Criterios de Inclusión y Exclusión**

### **3.4.1. Criterios de inclusión**

- Pacientes pediátricos de 7 a 12 años con diagnóstico de neumonía.
- Pacientes atendidos en el Hospital General Alfredo Noboa Montenegro.
- Representantes que aceptaron las condiciones del proyecto de investigación.

### **3.4.2. Criterios de exclusión**

- Pacientes con alteraciones cognitivas o neuromusculares.
- Pacientes con algún tipo de discapacidad.
- Pacientes con lesiones en el tímpano.

## **3.5. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos**

El proyecto de investigación empezó con la cátedra de Titulación I, donde se aceptaron los temas con la resolución Nro. DFCS-RCD-096-2025 (Anexo 1), misma

dada en la Facultad de Ciencias de la Salud y del Ser Humano. Posteriormente se acercó al Hospital General Alfredo Noboa Montenegro con la propuesta de proyecto de investigación, seguido de una charla con los representantes para la firma del asentimiento informado (Anexo 2), mismo que respalda la aplicación del proyecto en sus representados.

Se utilizó las herramientas especializadas para evaluar el impacto del dispositivo en el entrenamiento muscular respiratorio en pacientes pediátricos postneumonía. Se realizó también una evaluación funcional respiratoria utilizando pruebas de Presión Inspiratoria Máxima (PI<sub>max</sub>) y Presión Espiratoria Máxima (PE<sub>max</sub>), antes de su aplicación (Anexo 3), a través de un manómetro digital calibrado para medir la fuerza de los músculos respiratorios. Además, se implementó un protocolo de entrenamiento con el Powerbreathe Plus, ajustando las cargas de resistencia entre 17 y 274 cmH<sub>2</sub>O según las necesidades de cada paciente, realizó 30 inhalaciones dos veces al día durante seis semanas (Anexo 4).

Los participantes se colocaron en bipedestación o sedestación para el entrenamiento inspiratorio; se utilizó una pinza nasal para evitar fugas y, una vez preparados, se colocó la boquilla en la boca indicando mantener los labios fruncidos.

En primer lugar, exhalaban tanto como pueda, hasta llegar al volumen residual, entonces inhalaban tan rápido y fuerte como pueda a través de su boca. Se repitió este proceso 30 veces. Para obtener los beneficios de entrenamiento óptimos, se completaron las repeticiones lo más rápido posible. El pecho y la espalda deben mantenerse extendidos. Tal y como indica el manual de uso del Powerbreathe Plus Competición, antes de realizar el EMI, se efectuó un precalentamiento de 2 series de 30 repeticiones con 2 minutos de descanso entre ellas y 5-10 minutos antes del

entrenamiento, y en el cual se ajustó la carga del Powerbreathe al 80% de su resistencia de entrenamiento (Powerbreathe International, 2015), siguiendo la siguiente tabla:

**Cargas entrenamiento vs precalentamiento (Powerbreathe International, 2015)**

Carga actual de Entrenamiento	Carga ideal de Precalentamiento
10 CmH <sub>2</sub> O	8 CmH <sub>2</sub> O
9 CmH <sub>2</sub> O	7 CmH <sub>2</sub> O
8 CmH <sub>2</sub> O	6 CmH <sub>2</sub> O
7 CmH <sub>2</sub> O	5,5 CmH <sub>2</sub> O
6 CmH <sub>2</sub> O	4,5 CmH <sub>2</sub> O
5 CmH <sub>2</sub> O	4 CmH <sub>2</sub> O
4 CmH <sub>2</sub> O	3 CmH <sub>2</sub> O
3 CmH <sub>2</sub> O	2 CmH <sub>2</sub> O
2 CmH <sub>2</sub> O	1,5 CmH <sub>2</sub> O
1 CmH <sub>2</sub> O	1 CmH <sub>2</sub> O
0 CmH <sub>2</sub> O	0 CmH <sub>2</sub> O

*Nota:* Se describe la distribución y frecuencia del protocolo de entrenamiento respiratorio.

**Tabla 5. Carga de Powerbreathe en cmH<sub>2</sub>O**

Modelo	Carga (-cmH <sub>2</sub> O)										
	Ajustes de carga										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
BR	17	25	33	41	49	58	66	74	82	90	98
MR	23	39	55	72	88	104	121	137	153	170	186
AR	29	53	78	102	127	151	176	200	225	249	274

*Nota:* Se detallan las cargas aplicadas durante el protocolo de entrenamiento.

**Entrenamiento Diario**

**Tabla 6. Entrenamiento diario de Powerbreathe**

Semana	Día 1		Día 2		Día 3		Día 4		Día 5		Día 6	
1,2,3,4,5,6												
Repeticiones completadas	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T
RIR												
Carga												

*Nota:* Se describe la distribución y frecuencia del protocolo de entrenamiento siendo M= Mañana T= Tarde RIR= Respiraciones en Reserva.

Al finalizar el protocolo, se realizó una evaluación final de los músculos respiratorios (Anexo 5). Finalmente se obtuvo el certificado de cumplimiento y culminación del proyecto de investigación (Anexo 6), otorgado por el Hospital General Alfredo Noboa Montenegro, institución donde se ejecutó el estudio.

### **3.6. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos**

Para recopilar datos en la investigación sobre el Powerbreathe en la Musculatura Respiratorio en Pacientes Pediátricos, Posterior a un Cuadro de Neumonía en el Hospital General Alfredo Noboa Montenegro se emplearon diversas técnicas e instrumentos de recopilación de datos como el SPSS versión 25, y como prueba estadística se empleó la prueba no paramétrica de Wilcoxon.

## CAPITULO IV: MARCO ADMINISTRATIVO

### 4.1. Recursos humanos

- Una asesora de tesis de la Facultad de Terapia Física.
- Un estudiante de la Facultad de Terapia Física.
- Pacientes atendidas en área de pediatría del Hospital General Alfredo Noboa Montenegro
- Personal que labora en el área de estadística y pediatría del Hospital
- Director del Hospital General Alfredo Noboa Montenegro

### 4.2. Recursos Materiales – Económicos

*Tabla 7. Recursos Materiales – Económicos*

<b>Descripción</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo Total</b>
<b>Tiempo de uso de ordenador con internet</b>	4 meses	4horas	25
<b>Powerbreathe</b>	1	126.50	126.50
<b>Traslados</b>	4 meses	5 horas	180
<b>Impresiones de ejemplares finales</b>	1	1hora	50
<b>Impresiones varias</b>	1	1hora	10
<b>Anillado</b>	3	6horas	18
<b>CD</b>	1	1hora	2.50
<b>Total</b>			412 \$

*Nota: Recursos económicos financiados por la autora.*

### 4.3. Cronograma de Actividades

Tabla 8. Cronograma de Actividades

Actividades	Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre			
Semana	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Observación de la problemática actual del Hospital General Alfredo Noboa Montenegro	■	■	■	■												
Búsqueda del tema de investigación					■	■										
Planteamiento de problema							■	■								
Formulación del problema							■	■								
Objetivos									■							
Justificación										■						
Capítulo II: Marco Teórico											■	■				
Capítulo III: Marco Metodológico													■	■		
Capítulo IV: Marco Administrativo															■	■
Actividades	Febrero				Marzo				Abril				Mayo			
Semana	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Aprobación para la ejecución de proyecto					■											
Aprobación de la recolección de datos en el Hospital General Alfredo Noboa Montenegro						■										
Asentimiento informado						■	■									
Primera evaluación								■								
Aplicación del protocolo de intervención									■	■	■	■	■	■		
Segunda evaluación														■		
Análisis de los resultados obtenidos															■	
Presentación del proyecto de investigación																■

*Nota: Cronograma de actividades para la realización del proyecto de investigación.*

## CAPÍTULO V: RESULTADOS O LOGROS ALCANZADOS

### Resultado según objetivo 1

Evaluar la fuerza máxima de los músculos respiratorios, tanto en inspiración como en espiración, en pacientes pediátricos de 7 a 12 años posterior a un cuadro de neumonía, en el Hospital General Alfredo Noboa Montenegro, mediante la medición de P<sub>I</sub>max y P<sub>E</sub>max.

**Tabla 9.** *Debilidad en los músculos respiratorios*

		Frecuencia	Porcentaje
Válido	Leve: 60 a -80	3	15,0
	Moderado: - 40 a - 59	8	40,0
	Severo: < -40	9	45,0
	Total	20	100,0

*Nota:* Se presentan los niveles de debilidad de la musculatura respiratoria identificados en los pacientes pediátricos evaluados.

En tabla 9, muestra que la mayoría de los participantes presenta debilidad muscular en los músculos respiratorios, tanto en inspiración como en espiración. Un 45 % se encuentra en categoría severa y un 40 % en moderada, evidenciando que gran parte de los sujetos tiene fuerza reducida. Esto indica una limitación en la capacidad de generar presión respiratoria y destaca la necesidad de un entrenamiento específico para mejorar la función de estos músculos.

**Tabla 10.** *Valores de PImax y PEmax por sexo y rango de edad*

Sexo	Rango Edad (años)	Talla (cm)	PImax 1 (cmH <sub>2</sub> O)	Límite inferior PImax	PEmax 1 (cmH <sub>2</sub> O)	Límite inferior PEmax
Hombres	7 – 9	128.0 ± 6.3	-76.3 ± 22.1	-100	64.7 ± 28.0	56
Hombres	10 – 12	141.5 ± 0.0	-88.0 ± 0.0	-88	104.0 ± 0.0	104
Mujeres	7 – 9	126.5 ± 3.5	-68.7 ± 7.5	-80	80.0 ± 0.0	80
Mujeres	10 – 12	138.6 ± 11.3	-81.3 ± 10.6	-100	94.3 ± 18.1	72

*Nota:* La tabla 10 muestra la evaluación con PImax y PEmax inicial en pacientes pediátricos posterior a un cuadro de neumonía.

En la Tabla 10 se evidencia que los niños de 7 a 9 años presentaron un PImax promedio de  $-76.3 \pm 22.1$  cmH<sub>2</sub>O y un PEmax de  $64.7 \pm 28.0$  cmH<sub>2</sub>O, valores cercanos o ligeramente superiores al límite inferior esperado ( $-100$  y  $56$  cmH<sub>2</sub>O, respectivamente). En los niños de 10 a 12 años, los valores fueron de  $-88.0$  cmH<sub>2</sub>O para PImax y  $104.0$  cmH<sub>2</sub>O para PEmax, igualando los límites inferiores de referencia. En las niñas de 7 a 9 años, el PImax promedio fue  $-68.7 \pm 7.5$  cmH<sub>2</sub>O y el PEmax  $80.0$  cmH<sub>2</sub>O, mientras que, en el rango de 10 a 12 años, los valores fueron  $-81.3 \pm 10.6$  cmH<sub>2</sub>O para PImax y  $94.3 \pm 18.1$  cmH<sub>2</sub>O para PEmax.

**Resultado según objetivo 2**

Se aplicó el protocolo de entrenamiento muscular inspiratorio mediante el dispositivo Powerbreathe en los pacientes pediátricos incluidos en el estudio, conforme a los parámetros establecidos. El protocolo empleado se detalla en la Tabla 5 y Tabla 6.

### Resultado según objetivo 3

Reevaluar los resultados pre y post de la fuerza máxima de los músculos respiratorios, tanto en inspiración como en espiración, mediante la medición de P<sub>I</sub>max y P<sub>E</sub>max.

**Tabla 11.** Reevaluación de los valores de P<sub>I</sub>max y P<sub>E</sub>max por sexo y rango de edad

Sexo	Rango Edad (años)	Talla (cm)	P <sub>I</sub> max 2 (cmH <sub>2</sub> O)	Límite inferior P <sub>I</sub> max	P <sub>E</sub> max 2 (cmH <sub>2</sub> O)	Límite inferior P <sub>E</sub> max
Hombres	7 – 9	126.0 ± 6.3	-76.7 ± 19.3	-100	63.3 ± 21.2	56
Hombres	10 – 12	141.8 ± 5.7	-94.7 ± 12.5	-100	108.0 ± 13.2	104
Mujeres	7 – 9	125.9 ± 2.6	-72.0 ± 6.9	-80	78.3 ± 5.2	72
Mujeres	10 – 12	139.2 ± 10.8	-84.0 ± 12.0	-100	98.0 ± 14.7	84

*Nota:* La tabla 11 muestra la reevaluación con P<sub>I</sub>max y P<sub>E</sub>max en pacientes pediátricos posterior a un cuadro de neumonía.

La Tabla 11 presenta un análisis de la fuerza respiratoria, categorizada por género y grupo de edad. Los niños de 7 a 9 años mostraron valores promedio de P<sub>I</sub>max de  $-76,7 \pm 19,3$  cmH<sub>2</sub>O y valores de P<sub>E</sub>max de  $63,3 \pm 21,2$  cmH<sub>2</sub>O. Se observó un aumento significativo en el grupo de 10 a 12 años, con una P<sub>I</sub>max que alcanzó  $-94,7 \pm 12,5$  cmH<sub>2</sub>O y una P<sub>E</sub>max que alcanzó  $108,0 \pm 13,2$  cmH<sub>2</sub>O. Las niñas de 7 a 9 años tenían valores de P<sub>I</sub>max de  $-72,0 \pm 6,9$  cmH<sub>2</sub>O y valores de P<sub>E</sub>max de  $78,3 \pm 5,2$  cmH<sub>2</sub>O. El grupo de 10 a 12 años demostró una mejoría, con una P<sub>I</sub>max de  $-84,0 \pm 12,0$  cmH<sub>2</sub>O y una P<sub>E</sub>max de  $98,0 \pm 14,7$  cmH<sub>2</sub>O. Estos hallazgos indican una mejora gradual de la fuerza inspiratoria y espiratoria después del entrenamiento Powerbreathe Plus. Esto sugiere una mejor eficiencia de los músculos respiratorios y una adaptación funcional positiva en pacientes pediátricos que se recuperan de una neumonía.

## CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1. Conclusiones

- Los pacientes pediátricos postneumonía presentaron una disminución significativa de la fuerza muscular respiratoria, con predominio de rangos moderados y severos en P<sub>I</sub>max y P<sub>E</sub>max, lo que confirma un compromiso ventilatorio residual posterior al cuadro infeccioso.
- Se aplicó un protocolo de entrenamiento de los músculos respiratorios mediante el uso del dispositivo Powerbreathe, basado en parámetros de resistencia progresiva, el cual fue bien tolerado por los pacientes pediátricos y se ejecutó conforme a lo establecido en la literatura.
- Posterior a la aplicación del protocolo, se evidenció un incremento en los valores de P<sub>I</sub>max y P<sub>E</sub>max, lo que demuestra una mejora en la fuerza de los músculos respiratorios y un efecto positivo del entrenamiento muscular inspiratorio.

## 6.2. Discusión

El estudio muestra que la aplicación de ejercicios respiratorios con Powerbreathe en pacientes pediátricos de 7 a 12 años postneumonía produjo mejoras significativas en la fuerza de los músculos respiratorios, evidenciada por el incremento de los valores de P<sub>I</sub>max y P<sub>E</sub>max en la reevaluación. En los niños, la P<sub>I</sub>max pasó de  $-36.0 \pm 15.4$  a  $-77.1 \pm 18.5$  cmH<sub>2</sub>O, y la P<sub>E</sub>max de  $36.6 \pm 13.6$  a  $90.9 \pm 22.8$  cmH<sub>2</sub>O; mientras que en las niñas, la P<sub>I</sub>max aumentó de  $-42.5 \pm 13.0$  a  $-77.3 \pm 10.9$  cmH<sub>2</sub>O y la P<sub>E</sub>max de  $45.5 \pm 14.0$  a  $89.2 \pm 14.2$  cmH<sub>2</sub>O. Estos hallazgos concuerdan con los reportados por Fernández et al. (2021), quienes demostraron que el entrenamiento muscular inspiratorio con Powerbreathe incrementa significativamente la presión inspiratoria máxima (>15% de P<sub>I</sub>M) y mejora parámetros fisiológicos como la reducción de lactato, sugiriendo un efecto ergogénico que también podría favorecer la recuperación respiratoria en pediatría.

Tras seis semanas de entrenamiento muscular inspiratorio con Powerbreathe®, se evidenció un incremento progresivo en las presiones máximas inspiratorias - espiratorias en ambos sexos y en todos los rangos de edad. Este comportamiento fisiológico es compatible con lo reportado por Fernández et al. (2021) junto con Castilho et al. (2020), quienes reportaron respuestas favorables dentro de un intervalo de 4 a 8 semanas, periodo en el que se optimizan la fuerza respiratoria, así como la eficiencia ventilatoria. De forma complementaria, Neidenbach et al. (2023) documentaron mejorías clínicas sostenidas durante un programa de seis meses; Wu et al. (2024) demostraron beneficios funcionales progresivos en población pediátrica según la duración e intensidad de la intervención. Hsiao et al. (2003) también registraron incrementos relevantes después de ocho semanas de entrenamiento, mientras que Gea et al. (2021) observaron efectos inmediatos sobre la saturación de

oxígeno tras una intervención respiratoria breve. En conjunto, estos hallazgos confirman que la duración del programa modula la magnitud de la respuesta terapéutica, por lo que las seis semanas aplicadas en el presente estudio representan un periodo clínicamente adecuado para favorecer adaptaciones respiratorias significativas en niños en recuperación postneumonía.

Finalmente, la literatura de Hsiao et al. (2003) y Silva et al. (2019) respalda que tanto dispositivos de resistencia dirigida como umbral de presión logran mejoras significativas en P<sub>I</sub>max y P<sub>E</sub>max, reforzando que la elección de Powerbreathe® es adecuada para implementar protocolos estructurados de fortalecimiento respiratorio en niños postneumonía. En conjunto, los resultados de este estudio se alinean con la evidencia internacional, indicando que la intervención es eficaz para aumentar la fuerza respiratoria y podría mejorar la recuperación funcional y la calidad de vida de los pacientes pediátricos.

### 6.3. Recomendaciones

- Se recomienda evaluar la P<sub>I</sub>max y P<sub>E</sub>max en pacientes pediátricos postneumonía para identificar alteraciones en la fuerza de la musculatura respiratoria y establecer un tratamiento fisioterapéutico adecuado.
- Se recomienda implementar el uso del dispositivo Powerbreathe como parte del tratamiento de rehabilitación respiratoria en población pediátrica postneumonía por sus beneficios en el fortalecimiento de la musculatura respiratoria y la mejora de la función ventilatoria.
- Se recomienda realizar seguimientos a mediano y largo plazo en pacientes pediátricos postneumonía para la sostenibilidad de los resultados obtenidos y la evolución de la función respiratoria.

**BIBLIOGRAFÍA**

- Abrate, V., Carlés, D., Khoury, M., López, A. M., Ortiz, M. C., Wustten, S., Abrate, V., Carlés, D., Khoury, M., López, A. M., Ortiz, M. C., & Wustten, S. (2024). Encuesta a neumonólogos sobre la elección de guías de enfermedades respiratorias. *Revista americana de medicina respiratoria*, 24(1), 104-114.  
<https://doi.org/10.56538/RAMR.ESNJ3391>
- Almadana, V., Marín, L., Ríos, M. J., & Valido, A. S. (2021). Valoración de secuelas clínica, radiológicas y funcionales en pacientes supervivientes de neumonía por SARS-CoV-2. *Atencion Primaria*, 53(8), 102083.  
<https://doi.org/10.1016/J.APRIM.2021.102083>
- Álvarez, G. (2020). Entrenamiento muscular respiratorio en niños y adolescentes con fibrosis quística . *UNAM*, 17(4),  
<https://doi.org/https://doi.org/10.22201/eneo.23958421e.2020.4.763>
- Álvarez, G. (2024). Relación entre desnutrición crónica y enfermedades infecciosas en niños. *Ciencia y Desarrollo. Universidad Alas Peruanas*, 1-134.  
<https://doi.org//orcid.org/0009-0005-0226-4709>
- Álvarez, L., & Rodríguez, F. (2024). Guías para el manejo de la neumonía comunitaria del adulto que precisa ingreso en el hospital. *España: Área de Tuberculosis e Infección Respiratoria*. <https://doi.org/10.1016>
- Álvarez, L., Alos, J. I., Blanquer, J., Álvarez, F., Garau, J., Guerrero, A., Torres, A., Cobo, J., Jorda, R., Menéndez, R., Olaechea, P., & Rodríguez, F. (2005). Guías para el manejo de la neumonía comunitaria del adulto que precisa ingreso en el hospital. *Medicina Intensiva*, 29(1), 21-62. [https://doi.org/10.1016/S0210-5691\(05\)74199-1](https://doi.org/10.1016/S0210-5691(05)74199-1)

- Ambroggio, L., Cotter, J., Hall, M., Shapiro, D. J., Lipsett, S. C., Hersh, A. L., Shah, S. S., Brogan, T. V., Gerber, J. S., Williams, D. J., Blaschke, A. J., Cogen, J. D., & Neuman, M. I. (2023). Management of Pediatric Pneumonia: A Decade After the Pediatric Infectious Diseases Society and Infectious Diseases Society of America Guideline. *Clinical Infectious Diseases*, 77(11), 1604-1611.  
<https://doi.org/10.1093/CID/CIAD385>
- Angulo, P. (2022). *Efectos de un protocolo de entrenamiento de la musculatura inspiratoria en mujeres futbolistas adultas*.  
<https://repositori.tecnocampus.cat/handle/20.500.12367/1991>
- Antalová, N., Klučka, J., Říhová, M., Poláčková, S., Pokorná, A., & Štourač, P. (2022). Ventilator-Associated Pneumonia Prevention in Pediatric Patients: Narrative Review. En *Children* (Vol. 9, Número 10). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/children9101540>
- Benditt, J. O. (2018). Pathophysiology of Neuromuscular Respiratory Diseases. *Clinics in Chest Medicine*, 39(2), 297-308. <https://doi.org/10.1016/J.CCM.2018.01.011>
- Bergmann, F., Pracher, L., Sawodny, R., Blaschke, A., Gelbenegger, G., Radtke, C., Zeitlinger, M., & Jorda, A. (2023). Efficacy and Safety of Corticosteroid Therapy for Community-Acquired Pneumonia: A Meta-Analysis and Meta-Regression of Randomized, Controlled Trials. *Clinical Infectious Diseases*, 77(12), 1704-1713.  
<https://doi.org/10.1093/CID/CIAD496>
- Bhammar, D. M. (2022). Entrenamiento de rehabilitación muscular inspiratoria en pediatría: ¿cuál es la evidencia? *PMC PubMed Central*, 5(12-29), 5680311.  
<https://doi.org/10.1155>
- Boza, M. L., Melo, J., Barja, S., Codner, E., Gomolan, P., Hernández, R., Astorga, L., Barrientos I., H., Bozzo H., R., Calderón R., M., Cáceres V., J., Chávez C., E.,

- Contreras E., I., Henríquez Y., M. T., Fielbaum C., O., Jakubson S., L., Jara H., B., Jorquera P., P., Kogan A., R., & Wong L., C. (2020). Consenso chileno para la atención integral de niños y adultos con fibrosis quística. *Revista chilena de enfermedades respiratorias*, 36(4), 268-333. <https://doi.org/10.4067/S0717-73482020000400268>
- Caine, & McConnell. (2000). Development and evaluation of a pressure threshold inspiratory muscle trainer for use in the context of sports performance. *Sports Engineering*, 3(3), 149-159. <https://doi.org/10.1046/J.1460-2687.2000.00047.X>
- Celedón, J. E. (2023). Entrenamiento muscular respiratorio en el paciente pediátrico con enfermedad respiratoria crónica. *IberAM*, 16 (2), 23-36. <https://doi.org/https://doi.org/10.33881/2011-7191.mct.16204>
- Cemeli, M., Laliena, S., Valiente, J., Martínez, B., Bustillo, M., & García, C. (2020). Características clínicas y evolutivas de la neumonía adquirida en la comunidad en pacientes hospitalarios. *Pediatría Atención Primaria*, 22(85), 23-32. [https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1139-76322020000100005&lng=es&nrm=iso&tlng=pt](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1139-76322020000100005&lng=es&nrm=iso&tlng=pt)
- Escribano, A., & J.Figuerola, A. (2020). Neumonía en niños . *Pubmed*, 56(11), pg. 725-741. <https://doi.org/10.1016/j.arbres.2020.03.025>
- Fernández, D., Gallego, D., Corchete, L. A., Fernández, D., González, J. J., García, B., & Mielgo, J. (2021). Inspiratory muscle training program using the powerbreath®: Does it have ergogenic potential for respiratory and/or athletic performance? a systematic review with meta-analysis. En *International Journal of Environmental Research and Public Health*. MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/ijerph18136703>

- Figuerola , J. (2020). Documento de consenso sobre la neumonía comunitaria-acobada en la infancia. SENP-SEPAR-SEIP. *Pubmed*, 56(11), 725-741.  
<https://doi.org/10.1016>
- File, T., & Ramirez, J. A. (2023). Community-Acquired Pneumonia. *New England Journal of Medicine*, 389(7), 632-641. <https://doi.org/10.1056/NEJMCP2303286>
- Gallego, D. (2019). *Powerbreathe, dispositivo especilizado en fisioterapia para el entrenamiento de la musculatura*. <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/38641>
- Galviz, L. S., Almánzar, & F., & Vecino, & L. (2020). Diagnóstico etiológico de la neumonía: un problema en la práctica clínica pediátrica. *Neumología pediátrica*, V33(N1-2020005), 1a 14. <https://doi.org/doi: 10.18273/REVMED>.
- Gartman, E. J. (2018). Pulmonary Function Testing in Neuromuscular and Chest Wall Disorders. *Clinics in Chest Medicine*, 39(2), 325-334.  
<https://doi.org/10.1016/J.CCM.2018.01.005>
- Gavilánez Gaibor , D. (2022). Efectividad de la Terapia Respiratoria en Niños con Neumonía. 1-60.
- González, A. T. (2021). Efectos del entrenamiento muscular inspiratorio sobre la función respiratoria y el equilibrio en supervivientes de ictus: un ensayo clínico controlado aleatorizado. *neurologia.com*, 72(04), pg. 112-120. <https://doi.org/>  
<https://doi.org/10.33588/rn.7204.2020532>
- González, N., & Pawluk, V. (2024). *Encuesta a neumonólogos sobre la elección de guías de enfermedades respiratorias* (ramr ed., Vol. 24). buenos Aires, Argentina. <https://doi.org/10.56538>
- Güell, M. R. (2021). Rehabilitación respiratoria: del arte a la evidencia. *Open Respiratory Archives*, 4(1), 100143.  
<https://doi.org/10.1016/J.OPRESP.2021.100143>

- Hidalgo, P. (2022). Efectos de un protocolo entrenamiento de la musculatura inspiratoria en mujeres futbolistas adultas. *Tecno Campus*(5), 1 - 34.
- Hodges, P. W., Heijnen, I., & Gandevia, S. C. (2001). Postural activity of the diaphragm is reduced in humans when respiratory demand increases. *The Journal of physiology*, 537(Pt 3), 999-1008. <https://doi.org/10.1111/J.1469-7793.2001.00999.X>
- Homero, K., & Rosales, J. (2020). Enfermedades respiratorias infantiles. *ELSEVIER*, 28(1), 5-156. <https://doi.org/10.1016>
- Human, A. &. (2021). Entrenamiento muscular inspiratorio en población pediátrica. *PMC PubMed Central*, 77(1), 1577. <https://doi.org/10.4102>
- Human, A. C.-R. (2024). Entrenamiento muscular inspiratorio en niños con trastornos neuromusculares. *PMC PubMed Central*, 80(1), 8-80. <https://doi.org/10.4102>
- Li, W., Liu, T., Yao, M., Yu, R., Shu, M., Zhang, M., & Huang, J. (2023). Effect of interesting respiratory rehabilitation training for the treatment of refractory *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia in children. *BMC Infectious Diseases*, 23(1), 1-7. <https://doi.org/10.1186/S12879-023-08513-4/TABLES/5>
- Liu, C., Zhu, Z., Du, L., Li, S., Zhao, Q., & Wang, X. (2023). Urine metabolites and viral pneumonia among children: a case-control study in China. *Translational Pediatrics*, 12(6), 1192-1203. <https://doi.org/10.21037/TP-23-199/COIF>
- Marsñach, S., Santafé, M. C., Gascón, I., Marsñach, S., Santafé, M. C., & Gascón, I. (2021). Experiencia enfermera en la realización de espirometrías en un equipo pediátrico. *Pediatría Atención Primaria*, 23(92), e137-e145. [https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1139-76322021000400004&lng=es&nrm=iso&tlng=pt](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1139-76322021000400004&lng=es&nrm=iso&tlng=pt)

- Martínez, S., Soto, M. J., Mckinley, E., & Gualtero, S. (2018). Neumonía adquirida en la comunidad: una revisión narrativa. *Universitas Médica*, 59(4), 1-10.  
<https://doi.org/10.11144/JAVERIANA.UMED59-4.NEUM>
- Marsñach, S., Santafé, M., & Gascón, I. (13 de 03 de 2023). Experiencia enfermera en la realización de espirometrías en un equipo pediátrico. *Scielo*, 23(92). Retrieved 10 - 12 de 2021, from  
[https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1139-76322021000400004](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1139-76322021000400004)
- Melo, S., & Barja, L. (2020). Consenso chileno para la atención integral de niños y adultos con fibrosis quística. *Scielo*, 36 (4 ), pg. 1 a 42.  
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4067/S0717-73482020000400268>
- Meyer, P. M. (2024). Childhood community-acquired pneumonia. *European Journal of Pediatrics*, 183(3), 1129-1136. <https://doi.org/10.1007/S00431-023-05366-6/TABLES/4>
- Mosquera, M., Rondón, J., & Llaque, P. (2023). Prevalence and factors associated with admission to the intensive care unit in children hospitalized for community-acquired pneumonia. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*, 40(4), 406. <https://doi.org/10.17843/RPMESP.2023.404.12872>
- National Heart. (2022). *Neumonía*. <https://www.nhlbi.nih.gov/health/pneumonia>.
- Pereira, J. E., & Curvelo, G. C. (2023). Entrenamiento muscular respiratorio en el paciente pediátrico con enfermedad respiratoria crónica. *Movimiento científico*, 16(2), 23-36. <https://doi.org/10.33881/2011-7191.MCT.16204>
- Pereira, J. E., & Curvelo, G. C. (2023). Entrenamiento muscular respiratorio en el paciente pediátrico con enfermedad respiratoria crónica. *Movimiento científico*, 16(2), 23-36. <https://doi.org/10.33881/2011-7191.mct.16204>

- PowerBreathe. (2023). *PowerBreathe Plus*. [https://www.powerbreathe.com/wp-content/uploads/2023/07/3688\\_PB\\_PLUS\\_A3\\_Spanish-V7.pdf](https://www.powerbreathe.com/wp-content/uploads/2023/07/3688_PB_PLUS_A3_Spanish-V7.pdf)
- Powerbreathe Plus. (2023). 7. [https://www.powerbreathe.com/wp-content/uploads/2023/07/3688\\_PB\\_PLUS\\_A3\\_Spanish-V7.pdf](https://www.powerbreathe.com/wp-content/uploads/2023/07/3688_PB_PLUS_A3_Spanish-V7.pdf)
- Ramos, D. J. (2022). Efectos sobre las presiones respiratorias, los biomarcadores de espirometría y el rendimiento deportivo después del entrenamiento muscular inspiratorio en una población físicamente activa por Powerbreath ®: una revisión sistemática y meta-análisis. *MDPI Biología*, 1(56), 12. <https://doi.org/10.3390>
- Reyes , L., & Erazo , C. (2023). Neumonía bacteriana en niños en Ecuador: una mirada al impacto de las vacunas. *scielo*, 40(4), 1. <https://doi.org/10.4067>
- Reyes, L., & Erazo, C. (2023). Neumonía bacteriana en niños en Ecuador: una mirada al impacto de las vacunas. *Vacunología*, 40(4), 1-6. <https://doi.org/10.4067>
- Sanchez, I. (2020). Sistema Respiratorio. *Cuadernos de Música, Artes Visuales y Artes Escénicas*, 15(2), 1-22. <https://doi.org/10.11144/javeriana.mavae15-2.cano>
- Sánchez, A., García, C., Marquina, M., & de la Rubia, A. (2023). Influence of Strength Training Variables on Neuromuscular and Morphological Adaptations in Prepubertal Children: A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2023, Vol. 20, Page 4833, 20(6), 4833. <https://doi.org/10.3390/IJERPH20064833>
- Silva, L. G., Callejas, D., Silva, C. A., & Silva, G. S. (2022). Perfil Epidemiológico De Infecciones Respiratorias Agudas En Pacientes Pediátricos En Ecuador. *Enfermería Investiga*, 7(2), 87-92. <https://doi.org/10.31243/ei.uta.v7i2.1620.2022>
- Song, Z., Jia, G., Luo, G., Han, C., Zhang, B., & Wang, X. (2023). Global research trends of *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia in children: a bibliometric analysis.

*Frontiers in Pediatrics*, 11, 1306234.

<https://doi.org/10.3389/FPED.2023.1306234/BIBTEX>

Teresinha, H., Bueno, G., Danezi, J., de Oliveira, J., Feijó, C., & Bush, A. (2024).

Necrotizing Pneumonia In Children: A Review. *Paediatric Respiratory Reviews*, 52, 51-57. <https://doi.org/10.1016/J.PRRV.2024.02.003>

Tovar, A., de Oliveira Sousa, S. L., Garzón, M. C. L., & González Carrillo, M. J.

(2021). Efectos del entrenamiento muscular inspiratorio sobre la función respiratoria y el equilibrio en supervivientes de ictus: un ensayo clínico controlado aleatorizado. *Revista de neurología, ISSN 0210-0010, Vol. 72, Nº 4, 2021, págs. 112-120, 72(4), 112-120.*

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7835823&info=resumen&idioma=SPA>

Tuvechien, P., & Nimmannit, A. (06 de 07 de 2022). Efecto del umbral Formación

muscular inspiradora en la fidad funcional y la fuerza muscular respiratoria en comparación con la espirometría de incentivos en niños y adolescentes con obesidad: un juicio controlado aleatorio. *Pulmonología pediátrica*, 10.

<https://doi.org/10.3389>

Vaccaro, G. F., Jurado, M. C., Gonzabay, E. M., & Witt, P. de las M. (2023). Desafíos y problemas de la salud pública en Ecuador. *RECIAMUC*, 7(2), 10-21.

[https://doi.org/10.26820/RECIAMUC/7.\(2\).ABRIL.2023.10-21](https://doi.org/10.26820/RECIAMUC/7.(2).ABRIL.2023.10-21)

Vicente, D. (2022). POWERbreathe® Entrenamiento muscular inspiratorio en la

esclerosis lateral amiotrófica . *PMC PubMed Central*, 22(6655), 11.

<https://doi.org/10.3390>

Vicente, D., Sanchez, S., Chicharro, J. L., Becerro, R., Rodriguez, D., García, A. R.,

Rivoire, M., Benet, A., Boubekour, S., & Calvo-Lobo, C. (2022).

POWERbreathe® Inspiratory Muscle Training in Amyotrophic Lateral Sclerosis.

*Journal of Clinical Medicine* 2022, Vol. 11, Page 6655, 11(22), 6655.

<https://doi.org/10.3390/JCM11226655>

Villa, E., Barranco, Y., García, A., & Faigenbaum, A. D. (2023). Efficacy of school-based interventions for improving muscular fitness outcomes in children: A systematic review and meta-analysis. *European Journal of Sport Science*, 23(3), 444-459. <https://doi.org/10.1080/17461391.2022.2029578>

Vinolo-Gil, M. J., Herrera-Sánchez, C., Martín-Vega, F. J., Martín-Valero, R., Gonzalez-Medina, G., & Pérez-Cabezas, V. (2022). Eficacia de la tele-rehabilitación en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica: una revisión sistemática. *Anales del Sistema Sanitario de Navarra*, 45(2), e0999.

<https://doi.org/10.23938/ASSN.0999>

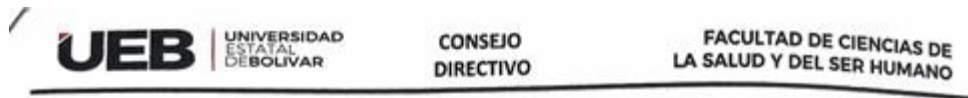
Vogiatzis et al., B. e. (2020). Eficacia de la rehabilitación temprana en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica e insuficiencia respiratoria aguda en unidades de cuidados intensivos: un estudio de caso y control. *Enfermedad Respiratoria Cronica*. <https://doi.org/10.1177>

Yang, S., Lu, S., Guo, Y., Luan, W., Liu, J., & Wang, L. (2024). A comparative study of general and severe mycoplasma pneumoniae pneumonia in children. *BMC Infectious Diseases*, 24(1), 1-9. <https://doi.org/10.1186/S12879-024-09340-X/TABLES/4>

Yun, K. W. (2023). Community-acquired pneumonia in children: updated perspectives on its etiology, diagnosis, and treatment. *Clinical and Experimental Pediatrics*, 67(2), 80. <https://doi.org/10.3345/CEP.2022.01452>

## ANEXOS

## Anexo 1. Resolución del Consejo Directivo con Nro. DFCS-RCD-096-2025.



Guaranda, 13 de febrero del 2025  
FCSSH- CD- 096 -2025

SEÑORAS  
LIC. CYHNTIA PILCO                      COORDINADORA TERAPIA FÍSICA  
LIC. AJESSENIA CARRASCO            COORDINADORA UNIDAD DE TITULACIÓN  
FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO  
UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR  
Presente

De mi consideración:

Con un saludo cordial, hago referencia al Memorando Nro. UEB-RECT-2025-0333-M suscrito por el Dr. Arturo Rojas Sánchez Rector de la Universidad Estatal de Bolívar, en que agradece la invaluable labor el frente de la Facultad Ciencias de la Salud, indicando también la culminación de las labores como Decana a la Dra. Silvana López Paredes, hasta el 31 de enero del 2025.

Al haberse desarrollado la Sesión Ordinaria Nro. 3 de Consejo Directivo de la Facultad Ciencias de la Salud y del Ser Humano, misma que culminó a la 16H45 de ese día; y al haber sido notificada desde el rectorado con el cese de funciones a las 17 horas 16 minutos 52 segundos; la Dra. Silvana López al encontrarse en pleno uso de sus funciones como Decana de la Facultad Ciencias de la Salud, legaliza la Resolución de Consejo Directivo DFCS-RCD- 096-2025 tratada en la sesión ordinaria (03), del 31 de enero del 2025, y que adjunto al presente.

Particular que comunico para los fines pertinentes.

Atentamente,

  
Ing. Carlos Ramirez Chimbo Mgtr.  
DECANO



Cc.

CR/TH



	LLUMIGUANO PAOLA MISHELL.		Mayo 2025.		
12	-PUNGAÑA SIMALIZA CINTHIA ALEXANDRA.  -SANTILLAN LUMBI NAYELY BELEN.	Proyecto de Investigación	Liberación Miofascial Vs Terapia Tradicional para la Flexo-Extensión en Pacientes de 25 a 40 Años con Tendinitis del Manguito Rotador en la Asociación de Discapacitados de Chimborazo. Periodo Enero-Mayo 2025.	Salud y Bienestar  Específico Salud	Lic. Jesenia Carrasco Mg.
13	-TENELEMA ARELLANO CELIDA LILIANA.	Proyecto de Investigación	Powerbrenthe en la Musculatura Respiratoria Posterior a un Cuadro de Neumonía, en Pacientes Pediátricos de 7 a 12 años del Hospital Alfredo Noboa Montenegro. Periodo Enero-Mayo 2025.	Salud y Bienestar  Específico Salud	Lic. Lupe Marin MSc.

**CONSEJO DIRECTIVO RESUELVE:** SOBRE LA BASE DEL DOCUMENTO PRESENTADO POR LA LICENCIADA CYNTHIA PILCO COORDINADORA DE LA CARRERA TERAPIA FÍSICA, SE APRUEBA LOS TEMAS PROPUESTOS PARA EL DESARROLLO DE LOS PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN Y SUGERENCIA DE TUTORES DE LOS ESTUDIANTES DEL NOVENO CICLO DE LA CARRERA DE TERAPIA FÍSICA, PERIODO ACADÉMICO ENERO – MAYO 2025, COMO SE INDICA:

GRUPO	NOMBRES DE LOS ESTUDIANTES	MODALIDAD DE TITULACIÓN	TEMA	AREA DE INVESTIGACIÓN	SUGERENCIA DE TUTOR
1	-ALARCON ALARCON LUCERO JAQUIRA. -SISALEMA BARRAGAN LUZ ESTEFANIA.	Proyecto de Investigación	Mecanismos de Lesión del Ligamento Cruzado Anterior, durante la Práctica Deportiva de Fútbol en el Personal Militar del Hospital Básico 11 BCB Galápagos. Periodo Enero-Mayo 2025.	Salud y Bienestar  Específico Salud	Lic. Andrea Moreano Mg.
2	-ALVARADO BENALCAZAR DEREK LUIGL -CASIERRA ANGULO GENESIS YULISA.	Proyecto de Investigación	Ejercicios Pliométricos en la Velocidad de Disparo del Balón al Arco, en Futbolistas de la Categoría Juvenil del Centro Deportivo Olmedo. Periodo Enero-Mayo 2025.	Salud y Bienestar  Específico Salud	Dra. Sandy Fierro
3	-ANDRADE CALERO ANDRES SEBASTIAN. -POVEDA AGUALONGO DENNIS PAOLA.	Proyecto de Investigación	Aplicación del Método Pilates Vs Ejercicios del Core en Adultos Mayores con Riesgos de Caídas en el Hospital Básico Eduardo Montenegro. Periodo Enero-Mayo 2025.	Salud y Bienestar  Específico Salud	Lic. Andrea Moreano.
4	-BALLESTEROS MILLAN ANTHONNY FABRICIO. -CANDO TELLO MAURICIO RAMIRO.	Proyecto de Investigación	Ejercicios de Kegel en Pacientes de 40 a 64 Años con Incontinencia Urinaria del Hospital Básico Eduardo Montenegro. Periodo Enero-Mayo 2025.	Salud y Bienestar  Específico Salud	Lic. Patricia Villota Mg.
5	-BARRAGAN	Proyecto de	Equinoterapia en Niños	Salud y Bienestar	Lic. Cynthia

*Nota:* Documento emitido por el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Salud y del Ser Humano, mediante el cual se autoriza el desarrollo del proyecto de investigación

## Anexo 2. Asentimiento informado.



## CARRERA DE TERAPIA FÍSICA

FACULTAD DE  
CIENCIAS DE  
LA SALUD Y  
DEL SER HUMANO

## ASENTIMIENTO INFORMADO

Te estamos invitando a participar en el proyecto de titulación: "Powerbreathe en la Musculatura Respiratorio Posterior a un Cuadro de Neumonía, en Pacientes Pediátricos de 7 a 12 años del Hospital Alfredo Noboa Montenegro".

Hola soy Celida Liliانا Tenelema Arellano, estudiante de la Carrera Terapia Física de la Universidad Estatal de Bolívar.

Te invitamos, se tomará aproximadamente treinta minutos. Te solicitamos responder sinceramente la información para que la investigación arroje resultados válidos. Además, te tomarán la fuerza máxima en los músculos Respiratorios. El procedimiento se realizará en el Hospital Alfredo Noboa Montenegro actualmente.

Tu participación en el estudio es voluntaria, es decir, aun cuando uno de tus padres o representante haya dicho que puedes participar, si tú no quieres hacerlo puedes decir que no. Es tu decisión si participas o no en el estudio. También es importante que sepas que, si en un momento dado ya no quieres continuar en el estudio, no habrá ningún problema, o si no quieres responder en particular, tampoco habrá problema.

Esta información será confidencial. Esto quiere decir que no diremos a nadie tus respuestas (O RESULTADOS DE MEDICIONES), solo lo sabrán las personas que forman parte del equipo de este estudio.

Si aceptas participar, te pido que por favor pongas una ( ) en el cuadrado de abajo que dice "Si quiero participar" y escribe tu nombre.

Si no quieres participar, no pongas ninguna ( ), ni escribas tu nombre.

Si quiero participar

Nombre: *Elvis Tuobunda*

Nombre y firma de la persona que obtiene el asentimiento:

*María Espinosa*

Fecha: *10.02.2025*

Dirección: Av. Ernesto Che Guevara y Gabriel Secaira  
Guaranda Ecuador  
Teléfono: (031) 2220 6050  
www.ueb.edu.ec

*Nota: Documento mediante el cual se informó a los pacientes pediátricos sobre su participación en la investigación.*

### Anexo 3. Evaluación inicial.

#### Primera evaluación Pimax y Pemax (CmH<sub>2</sub>O)

ID	Pimax	Pemax	
H1	20	24	severo
H2	44	40	moderado
M3	24	32	severo
H4	32	28	severo
M5	48	44	moderado
M6	24	20	severo
H7	32	24	severo
M8	48	40	moderado
M9	40	48	moderado
M10	32	36	severo
M11	52	56	moderado
M12	60	64	leve
H13	20	32	severo
M14	44	48	moderado
H15	40	44	moderado
H16	64	68	leve
M17	60	68	leve
M18	28	32	severo
M19	44	52	moderado
M20	24	28	severo

CLASIFICACION DE LOS CASOS		
ID	PIMAX(CmH <sub>2</sub> O)	PEMAX(CmH <sub>2</sub> O)
Leve 3	-60 a -80	60 a 100
Moderado 8	-40 a - 59	40 a 59
Severo 9	<-40	<40

*Nota:* Registro de la valoración inicial de la fuerza de la musculatura respiratoria mediante la medición de Pimax y PEmax antes de la intervención.

**Anexo 4.** Ejecución del protocolo mediante el dispositivo Powerbreathe.



*Nota:* Evidencia de la aplicación del protocolo de entrenamiento muscular inspiratorio utilizando el dispositivo Powerbreathe en pacientes pediátricos postneumonía.

## Anexo 5. Evaluación final.

### Segunda Evaluación de Pimax y Pemax

#### Pimax y Pemax (CmH<sub>2</sub>O) Valores normales de hombres.

ID	Pimax (CmH <sub>2</sub> O) > -80	Pemax (CmH <sub>2</sub> O) > 100
1	-80	100
2	-88	104
3	-92	108
4	-84	100
5	-80	100
6	-96	112
7	-100	120

#### Pimax y Pemax (CmH<sub>2</sub>O) Valores normales de Mujeres.

ID	Pimax (CmH <sub>2</sub> O) > -70	Pemax (CmH <sub>2</sub> O) > 80
1	-72	80
2	-80	84
3	-72	80
4	-76	84
5	-84	92
6	-80	96
7	-72	80
8	-84	96
9	-100	120
10	-72	80
11	-76	84
12	-80	88
13	-92	112

*Nota:* Registro de la reevaluación de la fuerza de la musculatura respiratoria mediante la medición de Pimax y PEmax posterior a la aplicación del protocolo.

**Anexo 6.** Certificado de cumplimiento y culminación de proyecto de investigación.



**REPÚBLICA  
DEL ECUADOR**

Ministerio de Salud Pública  
Coordinación Zonal 5 - Salud

**LCDA. CYNTHIA PILCO TOSCANO MG**  
**COORDINADORA DE LA CARRERA DE TERAPIA FÍSICA**

**ASUNTO: CERTIFICADO DE CUMPLIMIENTO Y CULMINACIÓN DE  
APLICACIÓN DEL PROYECTO DE TITULACIÓN**

De mi consideración:

Mediante la presente, CERTIFICO que: TENELEMA ARELLANO CELIDA LILIANA con C.I.: 0250008232, ha dado cumplimiento con su proyecto de investigación titulado "Powerbreathe en la musculatura respiratoria posterior a un cuadro de neumonía en pacientes pediátricos de 7 a 12 años del Hospital General Alfredo Noboa Montenegro. Periodo enero - mayo 2025", aplicándose el respectivo protocolo de intervención en el área de fisioterapia de nuestra institución.

Cabe recalcar que la estudiante cumplió con responsabilidad, seriedad y puntualidad.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

Atentamente,



**Lcda. Janina Figsé Váscquez**  
**Fisioterapeuta**  
**HOSPITAL ALFREDO NOBOA MONTENEGRO**

Dirección: Av. 17 de Septiembre y Av. Cristóbal Colón, Milagro, Ecuador  
Código postal: 08015 | Milagro - Manabí - Ecuador  
Teléfono: 094 110 200  
www.salud.gov.ec



*Nota:* Documento que certifica el cumplimiento y culminación del proyecto de investigación desarrollado por la autora.