



**ESCUELA
DE ENFERMERÍA
Y FISIOTERAPIA**



SAN JUAN DE DIOS

Grado en Fisioterapia

Trabajo Fin de Grado

Título:

***Fisioterapia respiratoria en prematuros
con displasia broncopulmonar intubados
en la UCIP.***

Alumno: Alicia Cepeda García

Tutor: Adela García González

Madrid, abril de 2022

ÍNDICE:

<i>ÍNDICE ILUSTRACIONES:</i>	3
<i>ÍNDICE DE TABLAS:</i>	3
<i>ÍNDICE DE GRÁFICOS:</i>	3
<i>TABLA DE ABREVIATURAS:</i>	4
<i>RESUMEN</i>	6
<i>ABSTRACT</i>	7
<i>ANTECEDENTES Y ESTADO ACTUAL DEL TEMA</i>	8
<i>EVALUACIÓN DE LA EVIDENCIA</i>	20
<i>ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA:</i>	20
<i>DIAGRAMA DE FLUJO</i>	32
<i>OBJETIVOS DEL ESTUDIO</i>	33
<i>HIPÓTESIS</i>	35
<i>METODOLOGÍA</i>	36
<i>DISEÑO</i>	36
<i>SUJETOS DE ESTUDIO</i>	38
<i>VARIABLES</i>	41
<i>HIPÓTESIS OPERATIVAS</i>	44
<i>RECOGIDA, ANÁLISIS DE DATOS Y CONTRASTE DE LA HIPÓTESIS</i>	47
<i>LIMITACIONES DEL ESTUDIO</i>	48
<i>EQUIPO INVESTIGADOR</i>	48
<i>PLAN DE TRABAJO</i>	49
<i>DISEÑO DE LA INTERVENCIÓN</i>	49
<i>ETAPAS DE DESARROLLO</i>	53
<i>DISTRIBUCIÓN DE TAREAS DE TODO EL EQUIPO INVESTIGADOR</i>	53
<i>LUGAR DE REALIZACIÓN DEL PROYECTO</i>	54
<i>LISTADO DE REFERENCIAS</i>	55
<i>ANEXOS:</i>	59
<i>ANEXO I</i>	59
<i>ANEXO II</i>	60
<i>ANEXO III</i>	61
<i>ANEXO IV</i>	62
<i>ANEXO V</i>	64
<i>ANEXO VI</i>	65

ÍNDICE ILUSTRACIONES:

Ilustración 1: Anatomía pulmonar, visión anterior	9
Ilustración 2: Hallazgos radiológicos y tomográficos DBP	10
Ilustración 3: Lactante en pletismógrafo con mascarilla y chaquetilla de compresión.....	18
Ilustración 4: Pletismografía corporal de lactantes	18
Ilustración 5: Resultados pletismografía	43
Ilustración 6: Lactante en pletismógrafo con mascarilla y chaquetilla de compresión.....	50
Ilustración 7: Imágenes fisioterapia respiratoria.....	52
Ilustración 8: Test de Silverman Anderson	59
Ilustración 9: Búsqueda PEDro.	60

ÍNDICE DE TABLAS:

Tabla 1: Abreviaturas.	5
Tabla 2: Diferencias fisiopatológicas en la clasificación de la DBP	11
Tabla 3: Cambios fisiopatológicos durante la fisioterapia respiratoria	14
Tabla 4: Drenaje postural.....	17
Tabla 5: Términos de búsqueda.	20
Tabla 6: Resumen búsquedas PUBMED.....	28
Tabla 7: Resumen búsquedas EBSCO.....	31
Tabla 8: Nivel de significación en relación al poder estadístico.....	39
Tabla 9: P valor de las variables	39
Tabla 10: Mediciones de las variables según momento	39
Tabla 11: Variables de estudio.....	41
Tabla 12: Etapas del desarrollo del estudio	53

ÍNDICE DE GRÁFICOS:

Gráfico 1: Proporción tipo de DBP dependiendo de la función pulmonar.....	12
Gráfico 2: Flujograma.....	32
Gráfico 3: Esquema del diseño de estudio.	36

TABLA DE ABREVIATURAS:

ABREVIATURA	TÉRMINO
BDR	Respuesta broncodilatadora
CEIC	Comité Ético de Investigación Clínica
CI	Consentimiento Informado
CPT	Capacidad Pulmonar Total
CV	Capacidad vital
DBP	Displasia broncopulmonar
EFL	Limitación del flujo espiratorio
EPOC	Enfermedad Pulmonar Obstructiva. Crónica
EPOC	Enfermedad Obstructiva Pulmonar Crónica
ERV	Volumen de Reserva Espiratoria
FC	Frecuencia Cardiaca
FEF	Flujo Espiratorio Medio
FEV 1	Volumen Espirado Forzado en 1 segundo
FEV 0,5	Volumen Espiratorio Forzado tras 0,5 segundos
FIO2	Fracción inspirada de oxígeno
FR	Frecuencia Respiratoria
FRC	Capacidad Residual funcional
FVC	Capacidad Vital Forzada
GAW	Conductancia de las vías respiratorias
HIP	Hoja de Información al Paciente
IC	Capacidad Inspiratoria
INEO	International Network for Evaluating Outcomes of Neonates
IRV	Volumen de Reserva Inspiratoria
O2	Oxígeno
P	Presión
PAO2	Presión arterial de oxígeno
PEEP	Presión positiva al final de la espiración
PEFR	Tasa de flujo espiratorio máximo
PERF/PIFR O VT/TI	Tasa de flujo inspiratorio medio
PIFR	Tasa de flujo inspiratorio máximo
PIP	Presión inspiratoria pico
RAW	Resistencia en las vías respiratorias
RN	Recién nacidos
RV	Volumen Residual
SA	Test de Silverman Anderson

SPO2	Saturación de oxígeno
SRAW	Resistencia específica en las vías respiratorias
TE	Tiempo espiratorio
TI	Tiempo inspiratorio
TI/TTOT	Ciclo de trabajo
TLC	Capacidad pulmonar total
TTOT	Tiempo total del ciclo respiratorio
UCIP	Unidad de Cuidados Intensivos Pediátrica
V	Volumen
VC	Capacidad Vital
VM	Ventilación Mecánica
VT	Volumen corriente
VT/TE	Tasa de flujo espiratorio medio

Tabla 1: Abreviaturas. Elaboración propia.

RESUMEN

La displasia broncopulmonar (DBP) es una enfermedad crónica de las vías respiratorias y el parénquima pulmonar que afecta a los recién nacidos, especialmente a los prematuros de bajo peso, con alteraciones del desarrollo pulmonar y que son sometidos a ventilación mecánica. Está asociada a distintas disfunciones en los alveolos pulmonares y cursa con disnea, dolor y producción de secreciones.

Habitualmente la enfermedad es tratada con farmacología; cafeína, terapia con surfactante pulmonar, vitamina A y glucocorticoides, y ventilación mecánica.

OBJETIVO

Comparar la eficacia del tratamiento farmacológico junto a fisioterapia respiratoria frente a solo tratamiento farmacológico en prematuros con displasia broncopulmonar intubados en la UCIP para la mejora de volúmenes pulmonares.

METODOLOGÍA

Se realiza un estudio analítico, longitudinal, prospectivo y experimental, con 346 prematuros con DBP que se encuentran intubados en la UCIP del Hospital Infantil Universitario Niño Jesús. Se dividen en dos grupos, uno control, que recibirá el tratamiento habitual, y otro experimental que, además del tratamiento convencional, se le aplicará fisioterapia respiratoria; vibración y drenaje postural. Las variables a medir son volumen corriente, de reserva inspiratoria y espiratoria, volumen residual, capacidad vital, pulmonar total, inspiratoria y la capacidad residual funcional.

PALABRAS CLAVE

Displasia broncopulmonar, volúmenes pulmonares, fisioterapia respiratoria.

ABSTRACT

Bronchopulmonary dysplasia (DBP) is a chronic disease of the airways and lung parenchyma that affects newborns, especially low birth weight preterm infants, with alterations in lung development and who are subjected to mechanical ventilation. It is associated with several dysfunctions. In the pulmonary alveoli and presents with dyspnea, pain, and secretion production.

The disease is usually treated with pharmacology: caffeine, pulmonary surfactant therapy, vitamin A and glucocorticoids, and mechanical ventilation.

OBJETIVE

Compare the efficacy of pharmacological treatment combined with respiratory physiotherapy versus just pharmacological treatment in preterm infants with bronchopulmonary dysplasia intubated in the PICU for the improvement of lung volumes.

METHOLOGY

An analytic, longitudinal, prospective, and experimental study was carried out with 346 preterm infants with BPD intubated in the PICU of the Hospital Infantil Universitario Niño Jesús. They are divided into two groups, a control group, which will receive the usual treatment, and an experimental group which, in addition to the conventional treatment, will receive respiratory physiotherapy, vibration and postural drainage. The variables to be measured are tidal volume, inspiratory and expiratory reserve volume, residual volume, vital, total pulmonary, inspiratory, and functional residual capacity.

KEY WORDS

Bronchopulmonary dysplasia, lung volumes, respiratory physiotherapy.

ANTECEDENTES Y ESTADO ACTUAL DEL TEMA

El nacimiento prematuro, producido antes de la semana 37 de gestación, está asociado a una inmadurez de los órganos, lo que puede desarrollar en los neonatos secuelas sistémicas, entre ellas, pulmonares (1).

El aparato respiratorio está formado por diversas estructuras anatómicas que se dividen en vía aérea superior y vía aérea inferior (2,3).

La vía aérea superior está formada por la nariz y fosas nasales, que es el inicio de la vía y comunica el exterior con la nasofaringe, y la cavidad oral que comunica el exterior con la orofaringe y el esófago (parte también del aparato digestivo), en esta se encuentra la lengua, un músculo que interviene en el gusto, deglución y habla. Esta vía termina con la faringe, una estructura con forma de tubo dividida en nasofaringe, orofaringe e hipofaringe, que une la nariz y la cavidad oral con la laringe (2,3).

La laringe es la primera estructura de la vía aérea inferior, es un tubo formado por nueve cartílagos donde se encuentra, entre otros elementos, la epiglotis que impide que los alimentos entren a las vías respiratorias, continúa por otro tubo, la tráquea, formada por 15/20 anillos cartilaginosos, que se termina dividiendo en dos bronquios donde comienza el árbol bronquial. Los bronquios principales son dos tubos fibrocartilaginosos que se ramifican en bronquios lobares, segmentarios, subsegmentarios, bronquiolos terminales y respiratorios, por ambos pulmones transportando el aire. La última ramificación del árbol bronquial son los alveolos, su conjunto forma los sacos alveolares donde se produce el intercambio gaseoso (2,3).

Finalmente encontramos los dos órganos más importantes del aparato respiratorio, los pulmones. El pulmón derecho, dividido en lóbulo superior, medio e inferior, es de mayor tamaño que el izquierdo, debido a que comparte espacio con el corazón, y está formado por dos únicos lóbulos, superior e inferior. La función de estos órganos es oxigenar la sangre que llega desde el ventrículo derecho por la arteria pulmonar cargada de dióxido de carbono, y enviarla a través de las venas pulmonares a la aurícula izquierda del corazón (2,3).

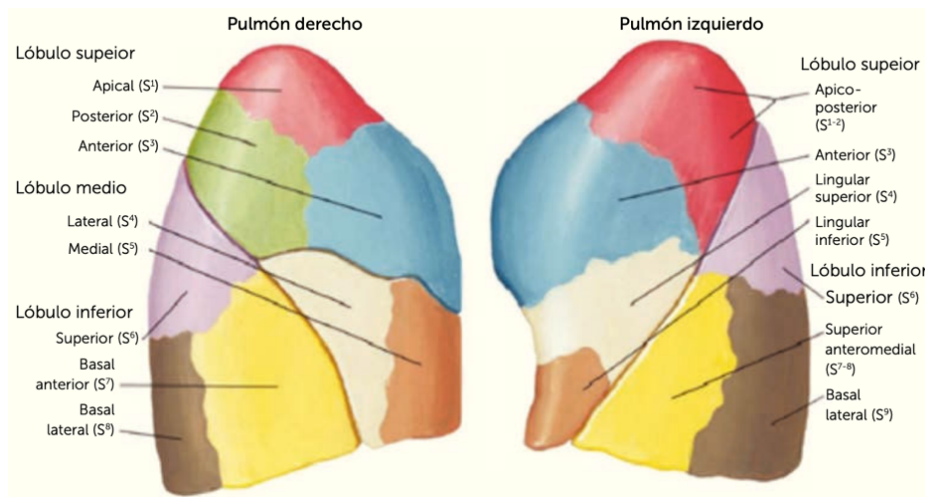


Ilustración 1: Anatomía pulmonar, visión anterior (3).

Los pulmones están protegidos por la caja torácica, compuesta por las vértebras dorsales, las clavículas, costillas, esternón y la musculatura respiratoria. Estos músculos se dividen en inspiratorios y espiratorios. Los músculos inspiratorios son el diafragma, el esternocleidomastoideo, los escalenos y los intercostales externos, se contraen permitiendo que entre el aire en los pulmones y se expandan. Durante la espiración normal, los músculos anteriores se relajan y sale el aire de los pulmones volviendo a su posición y tamaño normal, los músculos intercostales internos, oblicuos externos e internos, transversos abdominales y el recto abdominal participan activamente para realizar espiraciones forzadas (2,3).

El tiempo de respiración, el volumen total y la resistencia de las vías respiratorias están directamente relacionadas con la madurez de los recién nacidos (RN).

El patrón respiratorio de los RN prematuros puede aportarnos mucha información. Que las características estructurales y funcionales del pulmón sean buenas, tienen mayor importancia que la capacidad de respirar de forma autónoma. Los neonatos son capaces, gracias a la musculatura espiratoria, de elevar el flujo espiratorio y su capacidad residual funcional para mantener abiertas las vías aéreas más pequeñas y los alveolos, aumentar la frecuencia respiratoria y ajustar la resistencia de las vías respiratorias altas. Estas adaptaciones, normales en los neonatos, se encuentran alteradas en los prematuros con displasia broncopulmonar (DBP), lo que causa obstrucción de las vías y disminución de la capacidad pulmonar y de la difusión de los gases (4).

La DBP es una enfermedad crónica de las vías respiratorias y el parénquima pulmonar. La epidemiología que caracteriza esta enfermedad es que afecta al recién nacido, en mayor medida al prematuro, de bajo peso y con alteración del desarrollo pulmonar. Ser sometidos a

ventilación mecánica aumenta el riesgo de padecerla. La presencia del tubo endotraqueal dificulta el reflejo de la tos, la expulsión de secreciones y aumenta la producción de estas (5-8).

La BDP es la enfermedad más común en prematuros de bajo peso. En Estados Unidos, al año, de 50.000 prematuros nacidos, unos 18.000, es decir, el 35%, desarrollan DBP.

La *International Network for Evaluating Outcomes of Neonates* (iNEO) estima que la DBP a nivel mundial varía entre el 13 y el 32% de prematuros nacidos con menos de 1,5kg entre la semana 24 y 32, disminuyendo su prevalencia según aumenta el tiempo de gestación y el peso del bebé (9).

Aunque es la afección más frecuente en prematuros nacidos antes de la semana 32 de gestación, no se conoce de forma clara la fisiopatología, lo que dificulta encontrar tratamientos eficaces para prevenir y tratar la enfermedad (8).

Esta patología, se asocia a una disminución de la tabicación alveolar, hipoplasia alveolar, alteración de la proliferación y de los capilares alveolares pulmonares y envejecimiento de las células epiteliales alveolares, estas disfunciones las podemos observar a través de pruebas de radiodiagnóstico, radiografías y tomografía axial computarizada (TAC) (*Ilustración 2*). También se acompaña de bronquiolitis grave, fibrosis pulmonar y alveolar y daño en el aparato ciliar, lo que empeora los síntomas como la disnea, aumento de secreciones y dolor (6,7,10).



Ilustración 2: Hallazgos radiológicos y tomográficos DBP (11).

En ambas pruebas se puede observar que los pulmones se encuentran hiperinsuflados y muestran opacidades reticulares, lo que indica engrosamiento de las paredes alveolares (10,11).

La DBP se clasifica en leve, moderada y grave dependiendo del nivel de soporte respiratorio y de oxígeno que necesita el lactante:

- Grave: necesita un aporte mayor o igual al 30% de oxígeno (O₂).
- Moderada: el aporte que necesita de oxígeno es menor al 30%.
- Leve: no necesita aporte de O₂ (12,13).

En el estudio “*Infant Pulmonary Function Testing and Phenotypes in Severe Bronchopulmonary Dysplasia*” realizado entre 2003 y 2016, recopilaron los datos de la función pulmonar de 110 prematuros nacidos entre la semana 24 y 27 de gestación y un peso entre 581 y 925g que habían sido intubados en la Unidad de Cuidado Intensivos Pediátrica (UCIP) y diagnosticados de DBP grave, con el objetivo de clasificar a los pacientes por enfermedad restrictiva, obstructiva o mixta (12).

Las mediciones se realizaron en el laboratorio pulmonar infantil *nSpire Health*, y los prematuros fueron sometidos a una espirometría de compresión torácica rápida de volumen elevado y una pletismografía corporal obteniendo los resultados que aparecen en la siguiente tabla (12):

	Media de toda la muestra	Media de la DBP obstructiva	Media de la DBP restrictiva	Media de la DBP mixta	P valor
Distribución		51% (56/110)	9% (10/110)	40% (44/110)	
FVC	77 [62-93]	89 [75-106]	61 [60-67]	70 [60-81]	<0,001
FEV _{0,5}	46 [39-57]	43 [35-53]	59 [57-62]	46 [40-57]	0,002
FEF _{50%}	20 [11-42]	12 [8-21]	74 [53-90]	24 [15-42]	<0,001
FEF _{75%}	13 [7-26]	8 [6-16]	49 [40-82]	16 [9-25]	<0,001
FEF _{85%}	11 [27-22]	8 [6-15]	42 [34-58]	14 [8-17,7]	<0,001
FEF _{25-75%}	16 [9-36]	11 [7-18]	71 [55-82]	21 [13-36]	<0,001
TLC	91 [76-120]	120 [106-138]	72 [67-78]	78 [68-84]	<0,001
FRC	101 [67-144]	141 [104-173]	69 [53-96]	67 [59-92]	<0,001
RV	110 [73-169]	165 [122-189]	75 [63-112]	72 [55-97]	<0,001
Grado de restricción (suave o moderado)	49% (54/110)	0% (0/56)	100% (10/10)	100% (44/44)	<0,001
Grado de obstrucción (moderado o grave)	75% (82/110)	86% (48/56)	0% (0/10)	78% (34/44)	<0,001
Respuesta broncodilatadora	66% (61/93)	74% (35/47)	25% (2/8)	63% (24/38)	0,02

Datos en porcentaje (%)

Tabla 2: Diferencias fisiopatológicas en la clasificación de la DBP (12) .

Tras este estudio concluyeron que la DBP grave, dependiendo de su función pulmonar, se puede clasificar en:

- Obstructiva: es el fenotipo más prevalente y se asocia al mayor peso en el nacimiento. Presenta volumen espiratorio forzado tras 0,5 segundos ($FEV_{0,5}$) $< 80\%$ de la capacidad vital (CV) y Capacidad pulmonar total (TLC) $\geq 90\%$.
- Restrictiva: $TCL < 90\%$ y $FEV_{0,5}$ y $FVC \geq 90\%$.
- Mixta: $TCL < 90\%$ y $FEV_{0,5}$ y $FVC < 90\%$.

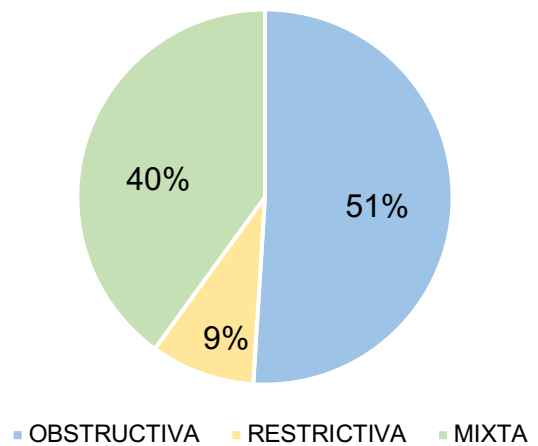


Gráfico 1: Proporción tipo de DBP dependiendo de la función pulmonar. Elaboración propia.

La diferencia más reseñable entre los tres tipos de DBP según la función pulmonar, es que los volúmenes pulmonares son significativamente más bajos en la DBP restrictiva y mixta que en la obstructiva (12).

En cuanto al tratamiento, el convencional en prematuros con DBP, se lleva a cabo en la UCIP, donde gran número de profesionales ofrecen a estos atención y cuidado continuo, y tiene como objetivo minimizar las lesiones pulmonares (6,7,14).

Según la bibliografía revisada el tratamiento convencional para estos pacientes es el siguiente:

- Cafeína: reduce el riesgo de padecer DBP y disminuye el tiempo del ventilador a la vez que el daño pulmonar.
- Terapia con surfactante pulmonar: minimiza el riesgo de una intubación endotraqueal y según diferentes artículos mejoran las condiciones del bebé y reducen su mortalidad (6,7).
- Vitamina A: para estimular el desarrollo pulmonar normal.
- Glucocorticoides:
 - o Dexametasona: reduce la inflamación permitiendo una extubación más temprana.
 - o Hidrocortisona: evita los efectos neurológicos adversos de la dexametasona.
 - o Con tensioactivos: aumenta la distribución de esteroides y reduce los efectos secundarios.

- Ventilador de alta frecuencia oscilatoria: aumenta el riesgo de padecer DBP, sin embargo, en muchas ocasiones es necesaria su utilización para mantener la respiración (9).

Los nacimientos prematuros provocan efectos en la función pulmonar a largo plazo, en mayor medida en los pacientes con DBP que necesitan durante más de 28 días soporte de oxígeno (16,2%) y durante más de 36 semanas (18,9%), debido a que la ventilación mecánica y la oxigenoterapia provoca inflamación de las vías pulmonares y déficit en el nivel de volumen espirado forzado en 1 segundo (FEV1). Estar sometido a ventilación mecánica también produce limitación de flujo espiratorio (EFL), el aire queda en los pulmones obstruyendo las vías respiratorias y aumenta la presión positiva al final de la espiración (PEEP) (15,16).

La fisioterapia respiratoria es el conjunto de técnicas aplicadas sobre la caja torácica con el objetivo de producir efectos en la mecánica pulmonar, aumenta el flujo espiratorio, la ventilación y facilita la eliminación de secreciones evitando así la obstrucción de las vías. Debido a la falta de evidencia, no está incluido en el tratamiento habitual de la DBP, aunque se está introduciendo de forma progresiva desde hace años. En neonatos ventilados mecánicamente en la UCIP, los fisioterapeutas aplican hiperinsuflación manual combinado con drenaje postural, vibración y percusión en la caja torácica (5,17,18).

Se realizó un estudio en 60 recién nacidos prematuros, "*Physiological effects of a single chest physiotherapy session in mechanically ventilated and extubated preterm neonates*"; la mitad de ellos fueron ventilados mecánicamente y la otra mitad habían sido extubados y respiraban de forma autónoma. Se midió en ambos grupos la frecuencia cardíaca (FC), saturación de oxígeno (SpO2) y frecuencia respiratoria (FR) y a los que no estaban sometidos a ventilación mecánica también se puntuó el Silverman Anderson (SA) ([ANEXO I](#)) tras una única sesión de drenaje postural, percusión y vibración torácica durante 10 minutos (18).

Se realizaron cuatro mediciones, obteniendo los siguientes datos:

Momento de medición	Frecuencia cardiaca	Saturación de oxígeno	Frecuencia respiratoria	Puntuación SA
Tras drenaje postural y pre aspiración	00,58 ± 06,18	00,63 ± 02,09	00,50 ± 01,37	00,10 ± 00,30
1 minuto después del drenaje postural	00,40 ± 21,13	02,22 ± 02,44	04,08 ± 03,06	00,95 ± 00,57
Tras aspiración de secreciones	00,18 ± 20,98	01,59 ± 02,69	04,58 ± 03,78	01,05 ± 00,59
15 minutos después del drenaje postural y aspirado	04,28 ± 04,88	02,73 ± 02,73	03,45 ± 03,37	03,45 ± 00,58

Representado en p valor.

Tabla 3: Cambios fisiopatológicos durante la fisioterapia respiratoria (18).

Entre los resultados encuentran que la percusión y vibración ayuda a la eliminación de secreciones mediante la aspiración de estas por parte del equipo de enfermería, además de que los cambios posturales favorecen la expansión pulmonar, el drenaje de secreciones y mejora la oxigenación.

El estudio concluye afirmando que la fisioterapia respiratoria en neonatos prematuros es segura y necesaria en casos puntuales e indicados, no como forma rutinaria, para generar cambios significativos en los parámetros cardiorrespiratorios. También indica la necesidad de investigar los efectos a largo plazo de este tipo de tratamiento (18).

El artículo *“Effects of early respiratory physiotherapy on spontaneous respiratory activity of preterm infants”* recoge el estudio que se realizó para analizar la eficacia de la fisioterapia respiratoria, las primeras 24 horas de vida y durante toda la estancia hospitalaria de prematuros que requieren un respirador no invasivo, para promover la actividad respiratoria espontánea y evitar o minimizar la utilización de un respirador invasivo. El papel tanto de los enfermeros como de los fisioterapeutas es fomentar el desarrollo del RN, la estabilidad de la saturación de oxígeno, la integridad esquelética, el control postural y la organización sensoriomotora (19).

Se midió durante la primera semana la SpO₂, la FC, FR, fracción inspirada de oxígeno (FiO₂), episodios de apnea sufridos (cese de la respiración más de 20s), pausas más cortas asociadas a desaturación de oxígeno y/o bradicardia (FC<80 lpm) o taquicardia (FC>180 lpm) y presencia de secreciones (19).

Durante este estudio la técnica de fisioterapia que se realizó fue la facilitación respiratoria basada en la estimulación refleja, aplicando una ligera presión sobre el “punto gatillo” de un hemitórax. La estimulación de este punto potencia la actividad respiratoria consiguiendo un aumento de la ventilación del pulmón ipsilateral y facilitando, a su vez, la expansión del contralateral. Esta técnica influye positivamente en la dinámica respiratoria del prematuro, aumenta la SaO₂ y la FiO₂, ayuda a la movilización de secreciones y estabiliza la frecuencia cardíaca y respiratoria. La estimulación del diafragma, desde el punto de vista neurológico, actúa sobre el nervio frénico y vago y a nivel ortosimpático. Desde el punto de vista de la circulación mayor y menor, además de mejorar la dinámica respiratoria, mejora el retorno venoso por la estimulación de la vena cava que atraviesa el diafragma (19).

No existen demasiados artículos que desarrollen los beneficios y/o perjuicios de realizar fisioterapia respiratoria en prematuros con DBP. Como se mencionó anteriormente, el tipo de DBP severa más prevalente es la obstructiva (12), por lo que ampliamos la búsqueda bibliográfica a pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica ya que los signos y síntomas son similares.





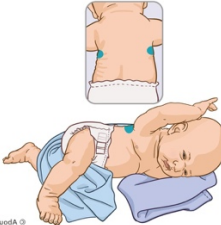
Se quiere estudiar los efectos fisiológicos de realizar compresión en la pared torácica en pacientes con enfermedad obstructiva pulmonar crónica (EPOC). El estudio, *“Effects of chest wall compression on expiratory flow rates in patients with chronic obstructive pulmonary disease”* se realiza en 28 pacientes, 14 sanos y 14 con la enfermedad que se encuentran decúbito supino. Se miden los cambios en el flujo de aire y volumen pulmonar en dos casos distintos, durante la respiración normal y a la vez que el fisioterapeuta realiza una compresión en la pared torácica, a través de un espirómetro. Se analizan los valores medios de tiempo inspiratorio (Ti), tiempo espiratorio (Te), tiempo total del ciclo respiratorio (Ttot), el ciclo de trabajo (Ti/Ttot) y volumen corriente (Vt), de las últimas cinco respiraciones de ambos procedimientos obteniendo la tasa de flujo inspiratorio máximo (PIFR), tasa de flujo espiratorio máximo (PEFR), tasa de flujo inspiratorio medio (PEFR/PIFR o Vt/Ti) y la tasa de flujo espiratorio medio (Vt/Te) (20).

Los resultados mostraron que la compresión de la pared torácica aumenta el PEFR con respecto a la respiración normal en ambos tipos de pacientes. El Vt/Vi durante la realización de la compresión torácica aumenta únicamente en los pacientes sanos. Es una técnica muy útil para la movilización de secreciones hacia las vías aéreas altas lo que permitirá que sean eliminadas a través de la tos o mediante un aspirador endotraqueal (20).

El abordaje fisioterapéutico que se propone consiste en combinar drenaje postural con vibración en el tórax de los recién nacidos.

El drenaje postural es una técnica donde se coloca al paciente en distintas posiciones, decúbito supino, prono y lateral y en sedestación sobre el fisioterapeuta, con el objetivo de, con la acción de la gravedad, movilizar las secreciones dentro del árbol bronquial hacia el exterior, para que sea expulsado a través de la tos o aspirándolo. Se combina con la vibración, técnica en la que el fisioterapeuta coloca las yemas de los dedos sobre el tórax del paciente y los agita incidiendo en cada posición, en un lóbulo pulmonar (5,21-26).

Existen nueve posiciones dependiendo del lóbulo pulmonar que se quiera drenar (24,26):

Lóbulo a tratar	Posición del paciente	Posición dedos del fisioterapeuta	Imagen
Superior de ambos pulmones.	Sedestación, espalda apoyada sobre el fisioterapeuta.	Bajo las clavículas del paciente.	
Superior derecho e izquierdo, segmento anterior.	Decúbito supino.	Bajo las clavículas del paciente.	
Inferior derecho e izquierdo, segmento anterior.	Decúbito supino.	Últimas costillas.	
Superior derecho, segmento posterior.	Decúbito lateral izquierdo.	Espina de la escápula.	
Inferior derecho, segmento lateral.	Decúbito lateral izquierdo.	Desde la axila a las últimas costillas.	

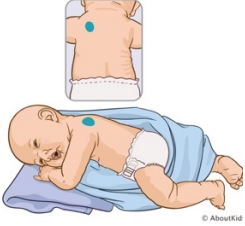
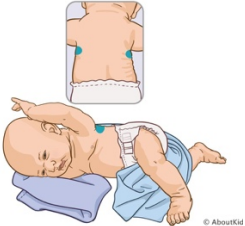
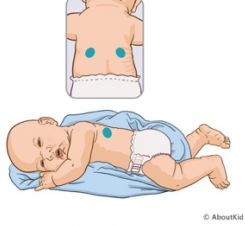
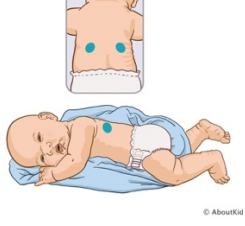
Superior izquierdo, segmento posterior.	Decúbito lateral derecho.	Espina de la escápula.	
Inferior izquierdo, segmento lateral.	Decúbito lateral derecho.	Desde la axila a las últimas costillas.	
Lóbulos superiores, segmento posterior.	Decúbito prono.	Escápula.	
Lóbulos medios e inferiores, segmento posterior.	Decúbito prono.	Desde el borde inferior de la escápula a la última costilla.	

Tabla 4: Drenaje postural. Elaboración propia (24,26).

Se realiza, por la mañana y por la tarde, antes de las comidas, durante 15-20 minutos.

Varios estudios como *“Chest physiotherapy for reducing respiratory morbidity in infants requiring ventilatory support”* o *“Effectiveness of chest physiotherapy in prone position on respiratory functions in ventilated neonates”* demuestran la mejora de la SpO₂, PaO₂, la PIP, ventilación y perfusión, la efectividad para prevenir atelectasias y otras complicaciones respiratorias y el descenso del trabajo respiratorio y cardiaco (5,21,22,24-26).

Tras la sesión es necesaria la colaboración del equipo de enfermería para llevar a cabo la aspiración de secreciones que se hayan movilizado durante esta (5,21-23,25,26).

Para medir los volúmenes pulmonares se emplea la pletismografía corporal completa. Esta técnica se basa en la ley de Boyle-Mariotte, que indica que, en un gas a temperatura constante, el volumen (V) y la presión (P) son inversamente proporcionales, siendo la relación $V \times P$ una constante (27-29).

Gracias a la pletismografía obtenemos los siguientes parámetros: volumen corriente (VT), volumen residual (RV), volumen de reserva espiratorio (ERV), volumen de reserva inspiratorio (IRV), capacidad inspiratoria (IC), capacidad residual funcional (FRC), capacidad vital (VC), capacidad pulmonar total (TLC), resistencia específica en las vías respiratorias (sRaw), resistencia en vías respiratorias (Raw) y la conductancia de las vías respiratorias (Gaw). Nos permite también evaluar el nivel de hiperinsuflación pulmonar y atrapamiento aéreo pulmonar (27-29).

La prueba se realiza colocando al lactante dormido decúbito supino con una ligera extensión de cuello en la cabina del pletismógrafo, se le retira la ventilación mecánica (VM) y se le ajusta una mascarilla a la cara por donde circulará el aire inspirado y espirado con el que se podrá medir los volúmenes pulmonares.

La prueba requiere una temperatura ambiental de entre 21 y 25°C y que el sistema del pletismógrafo haya sido calentado durante 20 minutos antes de comenzar. Debemos indicar el peso, talla, SpO₂, FC y FR del niño (26-31).



Ilustración 3: Pletismografía corporal de lactantes (36).



Ilustración 4: Lactante en pletismógrafo con mascarilla y chaquetilla de compresión (30).

Se recogen los datos de mínimo treinta respiraciones. Al ser un paciente no colaborador, para obtener los datos de flujo máximo, es necesario insuflar aire hasta su capacidad pulmonar total (CPT) para poder conseguir el IRV, y una chaquetilla de compresión, aplicando una ligera presión se obtiene el ERV y la FRC.

Con cada respiración obtenemos una curva de flujo-tiempo, una de flujo-volumen y una tabla con los resultados (26-31).

Tras la lectura de la bibliografía revisada, parece interesante comprobar si la aplicación de fisioterapia respiratoria, drenaje postural y vibración, junto con el tratamiento farmacológico, en estos pacientes provoca algún cambio en los volúmenes pulmonares, concretamente en relación al volumen corriente (VC); volumen inspirado y espirado en una respiración normal, de reserva inspiratoria (IRV); volumen de gas que entra en los pulmones tras una inspiración forzada máxima, y espiratoria (ERV); volumen de gas que puede espirarse tras hacerlo a volumen corriente, espiración forzada máxima, volumen residual (RV); volumen de aire que queda en los pulmones tras una espiración máxima, capacidad vital (VC); máximo volumen de aire que se mueve en los pulmones, pulmonar total (TLC); máximo volumen que pueden tener los pulmones, capacidad inspiratoria (IC); máximo volumen inspirado y residual funcional (FRC); es el volumen de aire que queda en los pulmones tras una espiración normal (32,33).

EVALUACIÓN DE LA EVIDENCIA

ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA:

Para realizar la búsqueda bibliográfica hemos empleado siete términos claves que guardan total relación con el estudio. Son los siguientes:

Palabra clave	MeSH	DeCS	Termino libre
Prematuro	Infant, Premature. Infant, Extremely Premature. Infant, Premature, Diseases.	Premature Birth.	Premature.
Fisioterapia respiratoria	Physical Therapy Modalities. Physical Therapy Specialty. Breathing exercises.	Physical Therapy Modalities. Physical Therapy Specialty. Respiratory Therapy.	Respiratory physiotherapy.
Displasia broncopulmonar	Bronchopulmonary Dysplasia. Displasia, Bronchopulmonary.	Bronchopulmonary Dysplasia.	Bronchopulmonary Dysplasia.
Respiración mecánica	Respiratory Mechanics.	Ventilator-Induced Lung Injury.	Respiratory Mechanic.
Volúmenes respiratorios	Lung Volume Measurements	Tidal volumen. Lung volume.	Lung Volume.
Enfermedades respiratorias	Respiratory disease.	Respiratory Tract Diseases.	Respiratory disease.
Pletismografía corporal	Body plethysmography	Plethysmography.	Plethysmography.

Tabla 5: Términos de búsqueda. Fuente propia.

Una vez establecidos los términos, llevamos a cabo las búsquedas en tres bases de datos, Pubmed, Ebsco y PEDro, relacionando dichas palabras claves con los booleanos AND y OR.

Acotamos la búsqueda estableciendo un límite de los últimos cinco años.

Debido a la escasez de información sobre la herramienta de medición, realizamos una búsqueda dirigida en Google Académico en los últimos quince años.

PUBMED:

Empleamos los siguientes términos de búsqueda:

- "Infant, Extremely Premature" OR "Infant, Premature" OR "Infant, Premature, Diseases" OR "Premature Birth"
- "Breathing Exercises" OR "Physical Therapy Modalities" OR "Physical Therapy Specialty"
- "Bronchopulmonary Dysplasia"
- "Respiratory Mechanics"
- "Lung Volume Measurements"
- "Respiratory Tract Diseases" OR "Respiration Disorders"
- "Body plethysmography"

Realizamos las búsquedas relacionando todos los términos con el booleanos AND siendo difícil obtener resultados, por lo que hacemos otras combinaciones uniendo menos términos.

Estrategia 1:

En esta estrategia de búsqueda se utilizan todos los términos anteriormente mencionados excepto "Respiratory Tract Diseases" OR "Respiration Disorders" y "Body plethysmography":

"Infant, Extremely Premature" OR "Infant, Premature" OR "Infant, Premature, Diseases" OR "Premature Birth"
AND
"Breathing exercises" OR "Physical Therapy Modalities" OR "Physical Therapy Specialty"
AND
"Bronchopulmonary Dysplasia"
AND
"Respiratory Mechanics"
AND
"Lung Volume Measurements"

Filtro: Últimos 5 años.

Resultados: 0

Estrategia 2:

En esta estrategia se utilizan los términos de la búsqueda anterior excepto "Lung Volume Measurements":

"Infant, extremely premature" OR "infant, premature" OR "infant, premature, diseases" OR "Premature Birth"

AND
"Breathing exercises" OR "Physical Therapy Modalities" OR "Physical Therapy Specialty"
AND
"Bronchopulmonary Dysplasia"
AND
"Respiratory Mechanics"

Filtro: Últimos 5 años.

Resultados: 0

Estrategia 3:

En esta estrategia se utilizan los términos de la estrategia 1 excepto "Respiratory Mechanics":

"Infant, extremely premature" OR "infant, premature" OR "infant, premature, diseases" OR "Premature Birth"
AND
"Breathing exercises" OR "Physical Therapy Modalities" OR "Physical Therapy Specialty"
AND
"Bronchopulmonary Dysplasia"
AND
"Lung Volume Measurements"

Filtro: Últimos 5 años.

Resultados: 1

Estrategia 4:

En esta estrategia se utilizan los términos de la estrategia 1 excepto "Respiratory Mechanics" y "Lung Volume Measurements":

"Infant, extremely premature" OR "infant, premature" OR "infant, premature, diseases" OR "Premature Birth"
AND
"Breathing exercises" OR "Physical Therapy Modalities" OR "Physical Therapy Specialty"
AND
"Bronchopulmonary Dysplasia"

Filtro: Últimos 5 años.

Resultados: 1

Estrategia 5:

En esta estrategia de búsqueda se utilizan todos los términos excepto “Bronchopulmonary Dysplasia” y “Body plethysmography”:

"Infant, extremely premature" OR "infant, premature" OR "infant, premature, diseases" OR "Premature Birth"
AND
"Breathing exercises" OR "Physical Therapy Modalities" OR "Physical Therapy Specialty"
AND
"Respiratory Tract Diseases" OR "Respiration Disorders"
AND
"Respiratory Mechanics"
AND
"Lung Volume Measurements"

Filtro: Últimos 5 años.

Resultados: 0

Estrategia 6:

En esta estrategia de búsqueda se utilizan todos los términos utilizados en la estrategia 5 excepto “Lung Volume Measurements”:

"Infant, extremely premature" OR "infant, premature" OR "infant, premature, diseases" OR "Premature Birth"
AND
"Breathing exercises" OR "Physical Therapy Modalities" OR "Physical Therapy Specialty"
AND
"Respiratory Tract Diseases" OR "Respiration Disorders"
AND
"Respiratory Mechanics"

Filtro: Últimos 5 años.

Resultados: 0

Estrategia 7:

En esta estrategia de búsqueda se utilizan todos los términos utilizados en la estrategia 5 excepto “Respiratory Mechanics”:

"Infant, extremely premature" OR "infant, premature" OR "infant, premature, diseases" OR "Premature Birth"
AND
"Breathing exercises" OR "Physical Therapy Modalities" OR "Physical Therapy Specialty"

AND
"Respiratory Tract Diseases" OR "Respiration Disorders"
AND
"Lung Volume Measurements"

Filtro: Últimos 5 años.

Resultados: 1

Estrategia 8:

En esta estrategia de búsqueda se utilizan todos los términos utilizados en la estrategia 5 excepto "Respiratory Mechanics" y "Lung Volume Measurements":

"Infant, extremely premature" OR "infant, premature" OR "infant, premature, diseases" OR "Premature Birth"
AND
"Breathing exercises" OR "Physical Therapy Modalities" OR "Physical Therapy Specialty"
AND
"Respiratory Tract Diseases" OR "Respiration Disorders"

Filtro: Últimos 5 años.

Resultados: 7

Estrategia 9:

En esta estrategia de búsqueda se utilizan dos términos y se añade un filtro por edad:

"Breathing exercises" OR "Physical Therapy Modalities" OR "Physical Therapy Specialty"
AND
"Respiratory Tract Diseases" OR "Respiration Disorders"

Filtro: Últimos 5 años AND Newborn: birth-1 month

Resultados: 21

Estrategia 10:

En esta estrategia de búsqueda se utilizan dos términos y se añade otro filtro de edad:

"Breathing exercises" OR "Physical Therapy Modalities" OR "Physical Therapy Specialty"
AND
"Respiratory Tract Diseases" OR "Respiration Disorders"

Filtro: Últimos 5 años AND Infant: 1-23 months

Resultados: 28

Estrategia 11:

Para esta búsqueda se unen términos que definen al paciente:

"Infant, extremely premature" OR "infant, premature" OR "infant, premature, diseases" OR "Premature Birth"
AND
"Bronchopulmonary Dysplasia"
AND
"Respiratory Mechanics"

Filtro: Últimos 5 años.

Resultados: 14

Estrategia 12:

Búsqueda simple para saber más sobre las variables a medir:

"Infant, extremely premature" OR "infant, premature" OR "infant, premature, diseases" OR "Premature Birth"
AND
"Bronchopulmonary Dysplasia"
AND
"Lung Volume Measurements"

Filtro: Últimos 5 años.

Resultados: 41

Estrategia 13:

En esta estrategia de búsqueda en lugar de añadir la variable prematuro como "infant, extremely premature" OR "infant, premature" OR "infant, premature, diseases" OR "Premature Birth", se añade por filtro:

"Breathing exercises" OR "Physical Therapy Modalities" OR "Physical Therapy Specialty"
AND
"Lung Volume Measurements"

Filtro: Últimos 5 años AND Infant: 1-23 months

Resultados: 1

Estrategia 14:

Búsqueda para saber más sobre las variables a medir:

"Infant, extremely premature" OR "infant, premature" OR "infant, premature, diseases" OR "Premature Birth"
AND
"Respiratory Mechanics "
AND
"Lung Volume Measurements"

Filtro: Últimos 5 años.

Resultados: 6

Estrategia 15:

Estrategia de búsqueda con la misma intención que la anterior:

"Infant, extremely premature" OR "infant, premature" OR "infant, premature, diseases" OR "Premature Birth"
AND
"Lung Volume Measurements"

Filtro: Últimos 5 años.

Resultados: 138

Estrategia 16:

Se añade el término "Body plethysmography" para encontrar información sobre la herramienta de medida:

"Infant, extremely premature" OR "infant, premature" OR "infant, premature, diseases" OR "Premature Birth"
AND
"Bronchopulmonary Dysplasia"
AND
"Lung Volume Measurements"
AND
"Body plethysmography"

Filtro: Últimos 5 años.

Resultados: 0

Estrategia 17:

Igual que la estrategia de búsqueda anterior, pero excluyendo "Lung Volume Measurements":

"Infant, extremely premature" OR "infant, premature" OR "infant, premature, diseases" OR "Premature Birth"
AND
"Bronchopulmonary Dysplasia"
AND
"Body plethysmography"

Filtro: Últimos 5 años.

Resultados: 2

Estrategia 18:

Igual que la estrategia de búsqueda anterior, pero cambiando los términos "infant, extremely premature" OR "infant, premature" OR "infant, premature, diseases" OR "Premature Birth" por filtro de edad:

"Bronchopulmonary Dysplasia"
AND
"Body plethysmography"

Filtro: Últimos 5 años AND Newborn: birth-1 month

Resultados: 8

RESUMEN ESTRATEGIAS DE BÚSQUEDA	RESULTADOS
Estrategia 1	0
Estrategia 2	0
Estrategia 3	1
Estrategia 4	1
Estrategia 5	0
Estrategia 6	0
Estrategia 7	1
Estrategia 8	7
Estrategia 9	21
Estrategia 10	28
Estrategia 11	14
Estrategia 12	41
Estrategia 13	1
Estrategia 14	6

Estrategia 15	138
Estrategia 16	0
Estrategia 17	2
Estrategia 18	8

Tabla 6: Resumen búsquedas PUBMED. Elaboración propia.

PEDRO:

Realizamos una búsqueda en PEDro indicando las siguientes categorías ([ANEXO II](#)):

- Abstract & Title: Bronchopulmonary Dysplasia
- Therapy: Respiratory therapy
- Body Part: Chest
- Subdiscipline: Paediatrics
- Topic: Chronic respiratory disease
- Published Since: 2016
- Return: 20
- When searching: Match all search term (AND)

Obtenemos 72 artículos que descartamos tras la lectura del título por no tener relación directa con nuestro estudio.

EBSCO:

En esta base de datos empleamos los siguientes términos:

- "Premature Birth"
- "Physical therapy modalities" OR "physical therapy specialty" OR "respiratory therapy"
- "Bronchopulmonary Dysplasia"
- "Ventilator-Induced Lung Injury"
- "Tidal volume" OR "Lung volume"
- "Respiratory Tract Diseases"
- "Plethysmography"

Además de imponer el filtro de fecha de publicación los últimos cinco años, en la tercera y quinta estrategia de búsqueda añadimos filtro edad: Infant, Newborn: birth- 1 month.

Realizamos búsquedas más dirigidas para obtener la información que no conseguimos en las realizadas en Pubmed:

Estrategia 1:

Buscamos con intención de encontrar sobre como afecta la fisioterapia respiratoria a los prematuros con DBP:

"Premature Birth"
AND
"Physical Therapy Modalities" OR "Physical Therapy Specialty" OR "Respiratory Therapy"
AND
"Bronchopulmonary Dysplasia"
AND
"Ventilator-Induced Lung Injury"
Filtro: Fecha de publicación: 20160101-20211231

Resultado: 3

Estrategia 2:

Buscamos con la misma intención que la búsqueda anterior, pero enfocado a como varían los volúmenes pulmonares, que son nuestras variables de estudio:

"Premature Birth"
AND
"Physical Therapy Modalities" OR "Physical Therapy Specialty" OR "Respiratory Therapy"
AND
"Bronchopulmonary Dysplasia"
AND
"Tidal Volume" OR "Lung Volume"
Filtro: Fecha de publicación: 20160101-20211231

Resultado: 39

Estrategia 3:

Misma búsqueda que antes, pero sin especificar la enfermedad que padecen los prematuros y, en lugar de añadir la variable “*Premature Birth*”, se añade un filtro por edad:

“*Physical Therapy Modalities*” OR “*Physical Therapy Specialty*” OR “*Respiratory Therapy*”

AND

“*Tidal Volume*” OR “*Lung Volume*”

Filtro: Fecha de publicación: 20160101-20211231 AND Edad: *Infant, Newborn: birth-1 month*

Resultado: 13

Estrategia 4:

Buscamos con intención de encontrar información sobre la herramienta de medición empleada:

“*Premature Birth*”

AND

“*Bronchopulmonary Dysplasia*”

AND

“*Tidal Volume*” OR “*Lung Volume*”

AND

“*Plethysmography*”

Filtro: Fecha de publicación: 20160101-20211231

Resultado: 0

Estrategia 5:

Misma búsqueda que anteriormente, pero cambiando el término “*Premature Birth*” por un filtro de edad:

“*Bronchopulmonary Dysplasia*”

AND

“*Tidal Volume*” OR “*Lung Volume*”

AND

“*Plethysmography*”

Filtro: Fecha de publicación: 20160101-20211231 *AND* Edad: Infant, Newborn: birth-1 month

Resultado: 2

RESUMEN ESTRATEGIAS DE BÚSQUEDA	RESULTADOS
Estrategia 1	3
Estrategia 2	39
Estrategia 3	13
Estrategia 4	0
Estrategia 5	2

Tabla 7: Resumen búsquedas EBSCO. Elaboración propia.

DIAGRAMA DE FLUJO

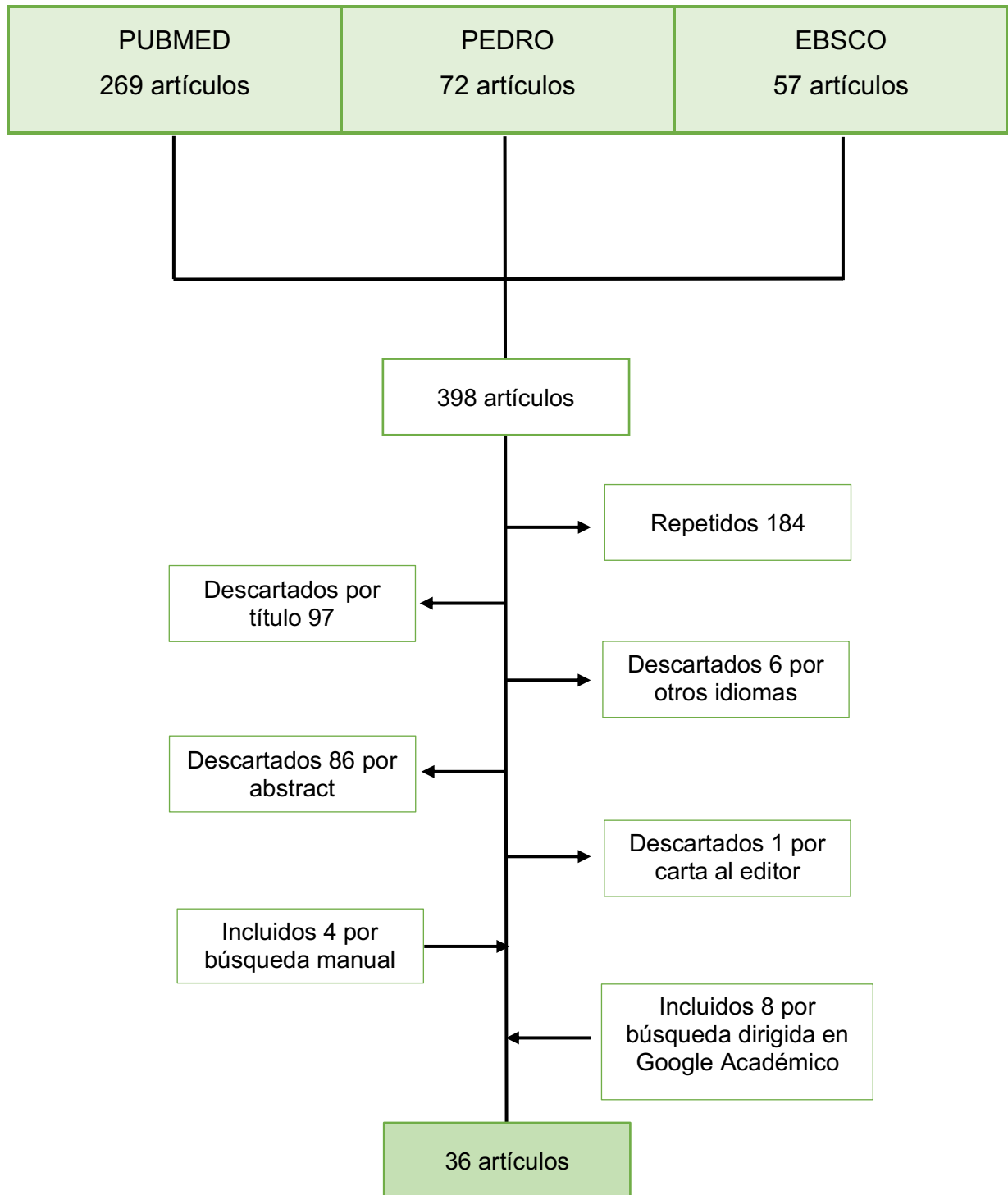


Gráfico 2: Flujograma. Elaboración propia.

OBJETIVOS DEL ESTUDIO

Objetivo principal:

Comparar la eficacia del tratamiento farmacológico junto a fisioterapia respiratoria frente a solo tratamiento farmacológico en prematuros con displasia broncopulmonar intubados en la UCIP para la mejora de volúmenes pulmonares.

Objetivos secundarios:

1. Comparar la eficacia del tratamiento farmacológico junto a fisioterapia respiratoria frente a solo tratamiento farmacológico en prematuros con displasia broncopulmonar intubados en la UCIP con relación al volumen corriente medido con pletismografía corporal completa.
2. Comparar la eficacia del tratamiento farmacológico junto a fisioterapia respiratoria frente a solo tratamiento farmacológico en prematuros con displasia broncopulmonar intubados en la UCIP con relación al volumen de reserva inspiratoria medido con pletismografía corporal completa.
3. Comparar la eficacia del tratamiento farmacológico junto a fisioterapia respiratoria frente a solo tratamiento farmacológico en prematuros con displasia broncopulmonar intubados en la UCIP con relación al volumen de reserva espiratoria medido con pletismografía corporal completa.
4. Comparar la eficacia del tratamiento farmacológico junto a fisioterapia respiratoria frente a solo tratamiento farmacológico en prematuros con displasia broncopulmonar intubados en la UCIP con relación al volumen residual medido con pletismografía corporal completa.
5. Comparar la eficacia del tratamiento farmacológico junto a fisioterapia respiratoria frente a solo tratamiento farmacológico en prematuros con displasia broncopulmonar intubados en la UCIP con relación a la capacidad vital medido con pletismografía corporal completa.
6. Comparar la eficacia del tratamiento farmacológico junto a fisioterapia respiratoria frente a solo tratamiento farmacológico en prematuros con displasia broncopulmonar intubados en la UCIP con relación a la capacidad pulmonar total medido con pletismografía corporal completa.

7. Comparar la eficacia del tratamiento farmacológico junto a fisioterapia respiratoria frente a solo tratamiento farmacológico en prematuros con displasia broncopulmonar intubados en la UCIP con relación a la capacidad inspiratoria medido con pletismografía corporal completa.
8. Comparar la eficacia del tratamiento farmacológico junto a fisioterapia respiratoria frente a solo tratamiento farmacológico en prematuros con displasia broncopulmonar intubados en la UCIP con relación a la capacidad residual funcional medido con pletismografía corporal completa.

HIPÓTESIS

Hipótesis conceptual:

Incorporar la fisioterapia respiratoria al tratamiento habitual farmacológico en niños prematuros con displasia broncopulmonar intubados en la UCIP mejora los volúmenes pulmonares en comparación a aplicar el tratamiento farmacológico habitual.

METODOLOGÍA

DISEÑO

Es un estudio analítico, longitudinal, prospectivo y experimental con aleatorización simple. No aplicamos ninguna técnica de enmascaramiento, tanto los profesionales como los pacientes conocen el tratamiento administrado, exceptuando el estadístico para evitar así sesgos.

Nuestro objetivo es valorar la eficacia de aplicar fisioterapia respiratoria en pacientes prematuros con DBP que se encuentran intubados en la UCIP, estos pacientes serán la muestra de población que escogeremos para realizar la intervención.

La muestra la dividiremos en dos grupos de forma aleatoria, según los padres de los pacientes acepten que estos participen en el estudio, se generará aleatoriamente un número identificador entre 1 y 346, si es par pertenecerá al grupo control y si es impar al experimental. El grupo control seguirá el tratamiento farmacológico habitual y el grupo experimental, además, se le aplicará fisioterapia respiratoria, consistiendo este en una combinación de drenaje postural y vibración torácica.

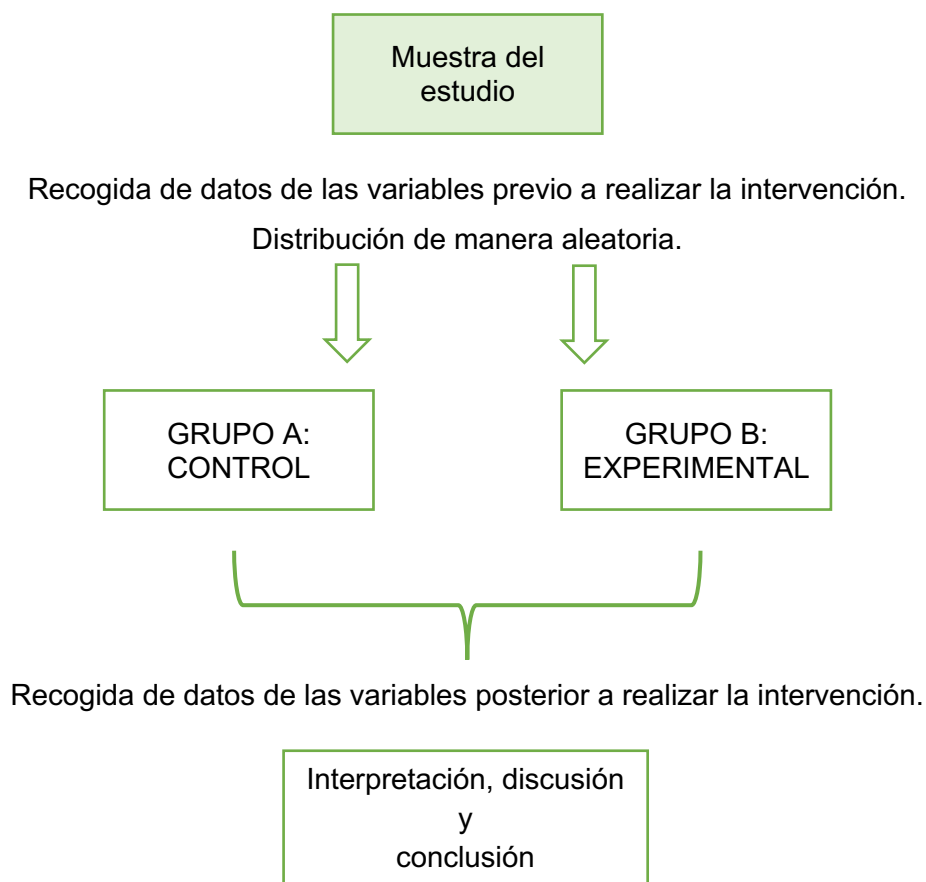


Gráfico 3: Esquema del diseño de estudio. Elaboración propia.

Para poder realizar el proyecto, se solicitará la aprobación del Comité Ético de Investigación Clínica (CEIC) ([ANEXO III](#)) del Hospital Infantil Universitario Niño Jesús y obtendremos la aprobación por escrito por parte de la dirección del servicio de neumología y UCI pediátrica de este hospital.

El estudio respetará la Declaración de Helsinki, aprobada en 1964 por la Asamblea Médica Mundial para regular que durante la investigación clínica el médico siga una ética basada en sus responsabilidades e integridad moral, también la Declaración de Tokio de la OMS. Se llevará a cabo siguiendo la normativa nacional RD 223/2004 y la internacional, las Normas de Buena Práctica Clínica, la ley de protección de datos y derecho ARCO, de acceso, rectificación y oposición, 15/1999 de 13 de diciembre, además incluiremos dentro de la hoja de información al paciente, una invitación formal y el consentimiento informado.

El proyecto, a parte de ser valorado y autorizado por el CEIC del Hospital Infantil Universitario Niño Jesús, tendrá que ser aceptado por los sujetos y, en nuestro caso, sus tutores legales, estos serán informados a través de la hoja de información al paciente (HIP) ([ANEXO IV](#)) de los objetivos, métodos, beneficios previstos, peligros del estudio y de las molestias que puedan ocasionarse durante la intervención y deberán firmar el consentimiento informado (CI) ([ANEXO V](#)) según el principio de autonomía y presentar un informe con sus datos personales ([ANEXO VI](#)).

Deben saber que en cualquier momento tienen el derecho y la posibilidad de retirarse libremente del estudio por lo que se les proporcionará una hoja de renuncia ([ANEXO VII](#)).

En todo momento los pacientes se encontrarán protegidos por la Ley de Investigación Biomédica 14/2007 de 3 de Julio y por las normas de Buena Práctica Clínica y RD 223/2004. También se protegerán sus datos personales a través de la Ley, 15/1999 de 13 de diciembre, de protección de datos y derechos ARCO, de acceso, rectificación, cancelación y oposición, actualizada por la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos personales. Para asegurar que se lleve a cabo, crearemos dos bases de datos, una de ellas con los datos personales a la que solo tendrá acceso el investigador principal, y la segunda con códigos de identificación y los datos de estudio.

SUJETOS DE ESTUDIO

La población diana del estudio serán lactantes que padecen DBP y se encuentran con ventilación mecánica en la UCIP.

La población de estudio serán los sujetos de la población diana que se encuentren hospitalizados en el Hospital Universitario Infantil Niño Jesús.

La muestra la definimos por los siguientes criterios de inclusión y exclusión:

Inclusión:

- Lactantes muy prematuros nacidos entre la semana 28 y 32.
- De muy bajo peso, menos de 1500g.
- Padecer DBP.
- Estar sometidos a ventilación mecánica invasiva.

Exclusión:

- Tener una edad gestacional mayor de 32 semanas.
- Estar sometido a ventilación mecánica no invasiva.
- No precisar aporte de oxígeno.
- Padecer una enfermedad respiratoria distinta a la DBP.
- Padecer, además de DBP, otra enfermedad.
- Fracturas en la caja torácica.

Para conseguir nuestra muestra utilizamos un muestreo no probabilístico consecutivo. A medida que los pacientes ingresen en la UCIP del Hospital Infantil Universitario Niño Jesús, cumplan los criterios de inclusión y exclusión y los padres acepten la participación del menor, serán seleccionados para el estudio.

Calculamos el tamaño de la muestra para poder extrapolar los datos a la población diana, esto nos permitirá saber si existen diferencias significativas entre el grupo experimental y el grupo control.

Para ello emplearemos la siguiente fórmula:

$$n = \frac{2K \times SD^2}{d^2}$$

Siendo:

- n = tamaño de la muestra
- k = parámetro dependiente del nivel de significación (α) y potencia estadística (1- β).

- SD = desviación típica.
- d = precisión.

Se establece un nivel de significación del 5% ($\alpha = 0,05$), lo que indica que hay un 5% de probabilidad de que se de un error tipo I, y un poder estadístico del 80%, dando un valor k igual a 7,8.

Poder estadístico (1- β)	Nivel de significación (α)		
	5%	1%	0,1%
80%	7,8	11,7	17,1
90%	10,5	14,9	20,9
95%	13,0	17,8	24,3
99%	18,4	24,1	32,6

Tabla 8: Nivel de significación en relación al poder estadístico. Elaboración propia.

Para calcular el tamaño muestral hemos empleado el artículo “*Effects of manual hyperinflation in preterm newborns under mechanical ventilation*” de donde obtendremos los valores de la desviación típica y precisión (34).

Time-points	p value
Inspiratory volume (mL)	
A5 versus C1 - NV	0.026
A5 versus B - NV	0.365
A5 versus C30 - NV	0.202
Expiratory volume (mL)	
A5 versus C1-NV	0.001
A5 versus B - NV	0.358
A5 versus C30 - NV	0.416

Tabla 9: P valor de las variables (34).

A5: 5 minutos antes de la maniobra. B: inmediatamente después de la maniobra. C1: 1 minuto después de la aspiración. C30: 30 minutos después de la aspiración.

	NVA5	NVB	NVC1	NVC30
Inspiratory volume (mL)	8.52 ± 4.67	9.13 ± 5.1	10.03 ± 5.79	9.38 ± 4.7
Expiratory volume (mL)	9.21 ± 5.17	10.08 ± 6.47	12.47 ± 8.76	9.98 ± 5.23
Inspiratory resistance (hpa/L/s)	105.18 ± 49.83	95.36 ± 55.58	86.46 ± 53.73	84.86 ± 52.43
Expiratory resistance (hpa/L/s)	29.14 ± 29.27	36.68 ± 33.46	41.11 ± 38.01	25.21 ± 31.41

Tabla 10: Mediciones de las variables según momento (34).

Calculamos el tamaño de la muestra con los datos que nos aporta el artículo sobre el volumen inspiratorio y espiratorio de los prematuros antes de haber aplicado fisioterapia respiratoria:

1. Según los valores del volumen inspiratorio medido 5 minutos antes de realizar la maniobra:

- $SD = 4,67$
- $d = P1 - P2 = 10,03 - 8,52$

$$n = \frac{(2 \times 7,8) \times 4,67^2}{(10,03 - 8,52)^2} = 149,21 = \mathbf{150 \text{ sujetos}}$$

2. Según los valores del volumen espiratorio medido 5 minutos antes de realizar la maniobra:

- $SD = 5,17$
- $d = P1 - P2 = 12,47 - 9,21$

$$n = \frac{(2 \times 7,8) \times 5,17^2}{(12,47 - 9,21)^2} = 39,23$$

Seleccionamos el valor obtenido en el primer cálculo por ser el más elevado, 150 sujetos. Cada grupo de intervención, control y experimental tendrá el mismo número de sujetos. A los calculados anteriormente debemos sumarle un 15% por posibles pérdidas durante el estudio, siendo 173 sujetos los necesarios en cada grupo de intervención y 346 los totales.

VARIABLES

Las variables a estudiar son el volumen corriente, de reserva inspiratoria, de reserva espiratoria y residual y la capacidad vital, pulmonar total, inspiratoria y la capacidad residual funcional.

Realizamos la siguiente clasificación:

VARIABLE	TIPO	CLASE/ESCALA	HERRAMIENTA MEDICIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
VOLUMEN CORRIENTE	Dependiente	Cuantitativa continua	Pletismografía corporal completa	Mililitros (mL)
VOLUMEN DE RESERVA INSPITRATORIA	Dependiente	Cuantitativa continua	Pletismografía corporal completa	Mililitros (mL)
VOLUMEN DE RESERVA ESPIRATORIA	Dependiente	Cuantitativa continua	Pletismografía corporal completa	Mililitros (mL)
VOLUMEN RESIDUAL	Dependiente	Cuantitativa continua	Pletismografía corporal completa	Mililitros (mL)
CAPACIDAD VITAL	Dependiente	Cuantitativa continua	Pletismografía corporal completa	Mililitros (mL)
CAPACIDAD PULMONAR TOTAL	Dependiente	Cuantitativa continua	Pletismografía corporal completa	Mililitros (mL)
CAPACIDAD INSPIRATORIA	Dependiente	Cuantitativa continua	Pletismografía corporal completa	Mililitros (mL)
CAPACIDAD RESIDUAL FUNCIONAL	Dependiente	Cuantitativa continua	Pletismografía corporal completa	Mililitros (mL)
TIPO DE TRATAMIENTO	Independiente	Cualitativa nominal dicotómica	0=experimental 1=control	
MOMENTO DE MEDICIÓN	Independiente	Cualitativa nominal dicotómica	0=pre 1=post	

Tabla 11: Variables de estudio. Elaboración propia.

- Volumen corriente (VT): volumen inspirado y espirado en una respiración normal.
- Volumen de reserva inspiratoria (IRV): volumen de gas que entra en los pulmones tras una inspiración forzada máxima.
- Volumen de reserva espiratoria (ERV): volumen de gas que puede espirarse tras hacerlo a volumen corriente, espiración forzada máxima.
- Volumen residual (RV): volumen de aire que queda en los pulmones tras una espiración máxima.
- Capacidad vital (VC): máximo volumen de aire que se mueve en los pulmones. Se calcula sumando:

$$VC = VT + IRV + ERV$$

- Capacidad pulmonar total (TLC): máximo volumen que pueden tener los pulmones:

$$TLC = VT + IRV + ERV + RV$$

- Capacidad inspiratoria (IC): es el máximo volumen inspirado, se calcula sumando:

$$IC = VC + IRV.$$

- Capacidad residual funcional (FRC): es el volumen de aire que queda en los pulmones tras una espiración normal, es la suma de (32,33):

$$FRC = ERV + RV$$

Mediremos estas variables con un pletismógrafo:

Es una cabina transparente donde se coloca al paciente dormido, decúbito supino, con ligera extensión de cuello y con una mascarilla ajustada a la cara que capta el flujo de aire.

Esta técnica se basa en la ley de Boyle-Mariotte; indica que, en un gas a temperatura constante, el V y la P son inversamente proporcionales, dando como resultado que $V \times P$ es una constante.

El pletismógrafo extrae los resultados de unas 30 respiraciones obteniendo curvas de flujo-tiempo, flujo-volumen y una tabla de resultados (26-31).

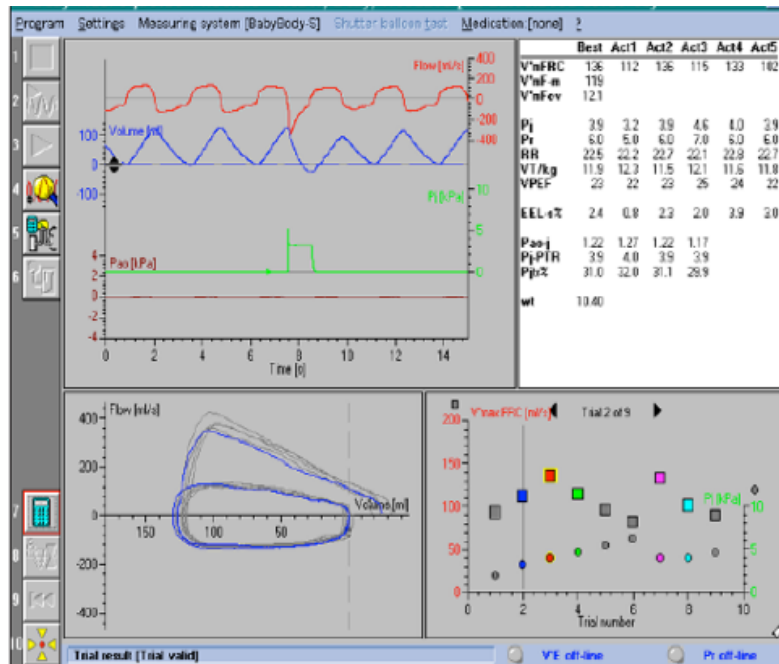


Ilustración 5: Resultados pletismografía (30).

Para obtener los datos de flujo máximo, al ser un paciente no colaborador, se necesita insuflar aire hasta la CPT para poder calcular el IRV, y una chaquetilla de compresión, se aplican unos 2 kPa de presión, para obtener el ERV y la FRC (26-31).

Se realizan dos mediciones, una antes de realizar la intervención, para saber los valores iniciales, y otra tras las dos semanas de tratamiento, para comprobar si la fisioterapia respiratoria ha provocado algún cambio en los volúmenes pulmonares de los prematuros.

HIPÓTESIS OPERATIVAS

Hipótesis operativa:

En referencia al volumen corriente:

- H0: no existen diferencias estadísticamente significativas en el volumen corriente al combinar fisioterapia respiratoria y tratamiento farmacológico en prematuros con displasia broncopulmonar intubados en la UCIP frente al tratamiento habitual farmacológico.
- H1: existen diferencias estadísticamente significativas en el volumen corriente al combinar fisioterapia respiratoria y tratamiento farmacológico en prematuros con displasia broncopulmonar intubados en la UCIP frente al tratamiento habitual farmacológico.

En referencia al volumen de reserva inspiratoria:

- H0: no existen diferencias estadísticamente significativas en el volumen de reserva inspiratoria al combinar fisioterapia respiratoria y tratamiento farmacológico en prematuros con displasia broncopulmonar intubados en la UCIP frente al tratamiento habitual farmacológico.
- H1: existen diferencias estadísticamente significativas en el volumen de reserva inspiratoria al combinar fisioterapia respiratoria y tratamiento farmacológico en prematuros con displasia broncopulmonar intubados en la UCIP frente al tratamiento habitual farmacológico.

En referencia al volumen de reserva espiratoria:

- H0: no existen diferencias estadísticamente significativas en el volumen de reserva espiratoria al combinar fisioterapia respiratoria y tratamiento farmacológico en prematuros con displasia broncopulmonar intubados en la UCIP frente al tratamiento habitual farmacológico.
- H1: existen diferencias estadísticamente significativas en el volumen de reserva espiratoria al combinar fisioterapia respiratoria y tratamiento farmacológico en prematuros con displasia broncopulmonar intubados en la UCIP frente al tratamiento habitual farmacológico.

En referencia al volumen residual:

- H0: no existen diferencias estadísticamente significativas en el volumen residual al combinar fisioterapia respiratoria y tratamiento farmacológico en prematuros con displasia broncopulmonar intubados en la UCIP frente al tratamiento habitual farmacológico.

- H1: existen diferencias estadísticamente significativas en el volumen residual al combinar fisioterapia respiratoria y tratamiento farmacológico en prematuros con displasia broncopulmonar intubados en la UCIP frente al tratamiento habitual farmacológico.

En referencia a la capacidad vital:

- H0: no existen diferencias estadísticamente significativas en la capacidad vital al combinar fisioterapia respiratoria y tratamiento farmacológico en prematuros con displasia broncopulmonar intubados en la UCIP frente al tratamiento habitual farmacológico.
- H1: existen diferencias estadísticamente significativas en la capacidad vital al combinar fisioterapia respiratoria y tratamiento farmacológico en prematuros con displasia broncopulmonar intubados en la UCIP frente al tratamiento habitual farmacológico.

En referencia a la capacidad pulmonar total:

- H0: no existen diferencias estadísticamente significativas en la capacidad pulmonar total al combinar fisioterapia respiratoria y tratamiento farmacológico en prematuros con displasia broncopulmonar intubados en la UCIP frente al tratamiento habitual farmacológico.
- H1: existen diferencias estadísticamente significativas en la capacidad pulmonar total al combinar fisioterapia respiratoria y tratamiento farmacológico en prematuros con displasia broncopulmonar intubados en la UCIP frente al tratamiento habitual farmacológico.

En referencia a la capacidad inspiratoria:

- H0: no existen diferencias estadísticamente significativas en la capacidad inspiratoria al combinar fisioterapia respiratoria y tratamiento farmacológico en prematuros con displasia broncopulmonar intubados en la UCIP frente al tratamiento habitual farmacológico.
- H1: existen diferencias estadísticamente significativas en la capacidad inspiratoria al combinar fisioterapia respiratoria y tratamiento farmacológico en prematuros con displasia broncopulmonar intubados en la UCIP frente al tratamiento habitual farmacológico.

En referencia a la capacidad residual:

- H0: no existen diferencias estadísticamente significativas en la capacidad residual funcional al combinar fisioterapia respiratoria y tratamiento farmacológico en prematuros con displasia broncopulmonar intubados en la UCIP frente al tratamiento habitual farmacológico.

- H1: existen diferencias estadísticamente significativas en la capacidad residual funcional al combinar fisioterapia respiratoria y tratamiento farmacológico en prematuros con displasia broncopulmonar intubados en la UCIP frente al tratamiento habitual farmacológico.

RECOGIDA, ANÁLISIS DE DATOS Y CONTRASTE DE LA HIPÓTESIS

La recogida de datos la llevaremos a cabo a través del pletismógrafo, herramienta que nos ofrece una curva de volumen-flujo, una de volumen-tiempo y una tabla con los parámetros que nos ayudarán a calcular los volúmenes y capacidades pulmonares necesarios. Una vez obtenidos los datos, los recogeremos en una hoja Excel en la que a cada sujeto se le ha identificado con un número, y más tarde serán procesados en el programa estadístico *IBM SPSS statistics versión 26.0*.

Se realizarán dos mediciones a todos los participantes, tanto a los del grupo control como a los del experimental. La primera antes de que sean sometidos a la intervención y la segunda tras dos semanas para ver los cambios que se han generado en uno y otro grupo.

El análisis estadístico se inicia con un análisis descriptivo de los resultados obtenidos antes y después de realizar la intervención para obtener las características básicas de nuestra muestra y analizarlas. Como las variables volumen corriente, de reserva inspiratoria, de reserva espiratoria, residual, capacidad vital, pulmonar total, inspiratoria y capacidad residual funcional son cuantitativas, se describirán las medidas de tendencia central como la media, mediana y moda, de dispersión como el rango y la desviación típica, de posición como percentiles y cuartiles y de forma como la asimetría y curtosis. Las variables serán representadas mediante un histograma o un diagrama de cajas y bigotes.

Una vez realizada la estadística descriptiva, pasamos a la inferencial para llevar a cabo el contraste de hipótesis de las variables que nos confirmará si existen diferencias significativas entre las medidas pre y post del grupo experimental y control.

Comenzamos comprobando la homogeneidad de varianzas realizando el Test de Levene:

- Si p es mayor que 0,05 → existe homogeneidad de varianzas.
- Si p es menor que 0,05 → no existe homogeneidad de varianzas.

Seguidamente evaluamos la normalidad de la muestra de cada grupo realizando la prueba de Kolmogorov-Smirnov, pudiendo obtener los siguientes resultados:

- Si p es mayor que 0,05 → la muestra tiene una distribución normal.
- Si p es menor que 0,05 → la muestra no tiene una distribución normal.

Dado que las variables del estudio son cuantitativas en dos muestras independientes, se nos presentan dos posibilidades:

- Si la distribución es normal, realizamos una prueba T-Student para muestras independientes; si el resultado p de esta prueba es mayor de 0,05, aceptamos la hipótesis nula (H0) y rechazamos la alternativa (H1), si p es menor que 0´05 aceptamos la H1.
- Si la distribución de la muestra no es normal, realizaremos una prueba de U de Mann-Whitney para muestras independientes, si el resultado p de esta prueba es mayor de 0´05, aceptamos la H0 y rechazamos la H1, si es menor de 0,05 rechazamos la H0 y aceptamos ña H1.

LIMITACIONES DEL ESTUDIO

- La poca información y evidencia que hay sobre los prematuros, la DBP y los volúmenes pulmonares de estos, ha complicado la recogida de datos y frenado el desarrollo del proyecto.
- Las complicaciones médicas que puedan desarrollar los pacientes pueden interferir en el desarrollo normal de la investigación.
- El agobio y sentimiento de angustia de los padres puede llevar a retirar a sus hijos del estudio.
- Falta de sujetos que cumplan los criterios de inclusión y exclusión, podría extenderse mucho en el tiempo el conseguir los 346 pacientes necesarios.

EQUIPO INVESTIGADOR

El equipo estará formado por:

- Investigador principal.
- Coordinador de la UCIP del Hospital Infantil Universitario Niño Jesús.
- Neumólogo pediátrico del Hospital Infantil Universitario Niño Jesús.
- Pediatra de la UCIP Hospital Infantil Universitario Niño Jesús.
- Tres fisioterapeutas especializados en pediatría y fisioterapia respiratoria con mínimo 5 años de experiencia.
- Dos enfermeras con mínimo 5 años de experiencia en UCIP.
- Un estadístico.

PLAN DE TRABAJO

DISEÑO DE LA INTERVENCIÓN

El estudio comienza con el planteamiento y redacción del proyecto, se desarrollan los objetivos e hipótesis para así tener claro el propósito de este.

Una vez planteado como se desarrollará el proyecto, se realiza la solicitud al comité ético de investigación clínica ([ANEXO III](#)) del Hospital Infantil Universitario Niño Jesús y a su servicio de neumología y UCI pediátrica para poder aplicar el tratamiento en los pacientes ingresados en esta que cumplan los criterios, y realizar las medidas en el pletismógrafo del laboratorio pulmonar de neumología.

Tras la aprobación del comité ético, el investigador principal se reunirá con el responsable del servicio de neumología pediátrica y el coordinador de la UCIP del Hospital Infantil Universitario Niño Jesús para explicarles en que consistirá el estudio y para que le faciliten una lista con los pacientes que cumplen los criterios de inclusión y su información personal para contactar con ellos.

Durante este tiempo, el investigador principal se habrá reunido con los integrantes del equipo investigador y les habrá explicado cuales serán las tareas que tendrá que realizar cada uno.

A continuación, el investigador principal y el neumólogo pediátrico se reunirán con los padres o tutores legales de los pacientes que cumplan los criterios de inclusión en el Hospital Infantil Universitario Niño Jesús para explicarles con detalle en que consiste el estudio. Se les realizará una entrevista para recabar los datos personales ([ANEXO VI](#)) del paciente necesarios, se les asignará aleatoriamente un número identificativo y se les facilitarán los documentos imprescindibles para participar en el proyecto: la hoja de información al paciente del diseño del estudio ([ANEXO V](#)), el consentimiento informado ([ANEXO VI](#)) y la hoja de renuncia ([ANEXO VII](#)). Los tutores rellenarán y firmarán, en nombre del prematuro, el consentimiento informado y el informe de datos del paciente, la hoja de información y de renuncia las tendrán en su poder por si las necesitaran durante la investigación.

Los pacientes se agruparán en dos grupos, uno control y otro experimental, cada uno de 173 sujetos. Durante la entrevista a los tutores legales, se les asignará a los pacientes aleatoriamente un número entre 1 y 346, si el número es par, pertenecerá al grupo control y si es impar, formarán parte del grupo experimental.

Los datos personales y los recogidos durante el estudio serán almacenados en un Excel bajo un código identificativo que preserve el anonimato de los participantes en todo momento.

Una vez terminado este proceso y habiendo sido asignado el número identificador y el grupo de intervención, comenzamos con las mediciones pre-intervención mediante una pletismografía corporal.

Antes de dar comienzo a la prueba, el pletismógrafo debe ser calentado durante 20 minutos y la temperatura ambiental debe estar entre 21 y 25°C. Indicamos peso, talla, SaO₂, FC y FR del prematuro, le retiramos la ventilación mecánica y le colocamos en la cabina del pletismógrafo decúbito supino, con ligera extensión de cuello, con una mascarilla ajustada a la cara por donde entrará y saldrá el aire y será medido, y una chaquetilla de compresión que ayudará, en algunos casos, a expulsar el aire durante la espiración (26-31).



Ilustración 6: Lactante en pletismógrafo con mascarilla y chaquetilla de compresión (30).

Se cogen los datos de unas treinta respiraciones, comenzamos con respiraciones normales de donde obtendremos el volumen corriente. Seguidamente, al ser un paciente no colaborador, para obtener el volumen de reserva inspiratoria, espiratoria y la capacidad residual funcional, durante la inspiración insuflaremos aire a través de la mascarilla hasta su capacidad pulmonar total y durante la espiración, la chaquetilla de compresión aplicará una ligera presión. Esta técnica la realizaremos entre 5 y 10 veces (26-31).

Una vez obtenido estos datos, VC, IRV, ERV y FRC, podremos calcular el resto de los volúmenes y capacidades necesarios:

- $VR = FRC - ERV$
- $CV = VT + IRV + ERV$
- $TLC = VT + IRV + ERV + RV$

- $IC = VC + IRV$ (32,33)

Durante las mediciones estarán presentes el investigador principal que supervisará el procedimiento y recogerá los datos en el Excel, el neumólogo pediátrico que se asegurará de que todo funcione correctamente y una enfermera que tomará las medidas y colocará al paciente en la cabina. En todo momento los tutores acompañarán al bebé y verán el desarrollo de la intervención.

Una vez realizada la primera medición, comienza el tratamiento. El grupo control se someterá al tratamiento convencional, farmacológico, y el experimental, combinará el anterior con fisioterapia respiratoria.

El tratamiento de fisioterapia respiratoria se aplicará cada dos días durante dos semanas, por la mañana y por la tarde, dejando siempre dos horas de diferencia entre la comida y el tratamiento. Este consistirá en realizar vibraciones con la yema de los dedos en diferentes puntos de la caja torácica dependiendo de la posición de drenaje postural en la que coloquemos al paciente, para drenar todos los lóbulos pulmonares. Existen nueve posiciones diferentes (5,21-23,25):



Drenaje del lóbulo superior de ambos pulmones.



Drenaje del segmento anterior del lóbulo superior de ambos pulmones.



Drenaje del segmento anterior del lóbulo inferior de ambos pulmones.



Drenaje del segmento posterior del lóbulo superior del pulmón derecho.



Drenaje del segmento lateral del lóbulo inferior del pulmón derecho.



Drenaje del segmento posterior del lóbulo superior del pulmón izquierdo.



Drenaje del segmento lateral del lóbulo inferior del pulmón izquierdo.



Drenaje del segmento posterior del lóbulo superior de ambos pulmones.



Drenaje del segmento posterior del lóbulo medio e inferior de ambos pulmones.

Ilustración 7: Imágenes fisioterapia respiratoria. Elaboración propia.

Una vez hayan pasado las dos semanas, se realiza la medición post-intervención en el pletismógrafo de la misma forma que se hizo la primera y se recogerán los datos en el Excel. Una vez que tengamos ambas mediciones de todos los sujetos del estudio, el estadístico valorará si existen diferencias significativas entre ambos momentos de medición y entre ambos grupos con el programa estadístico *IBM SPSS versión 26.0*.

Por último, se expondrán los resultados y se redactarán las conclusiones que nos ha aportado la investigación para, posteriormente, ser publicado.

ETAPAS DE DESARROLLO

ETAPAS	PERIODO DE REALIZACIÓN
Redacción del proyecto	Septiembre 2021 – Abril 2022
Solicitud y aprobación del proyecto al comité ético de investigación del Hospital Infantil Universitario Niño Jesús	Mayo 2022
Reunión con el equipo colaborador	Junio 2022 – Julio 2022
Reclutamiento de sujetos	Agosto 2022 – Reclutamiento total de la muestra
Primera reunión con los sujetos, firma del CI y asignación de grupos del estudio	Agosto 2022 – Reclutamiento total de la muestra
Realización de la intervención	Agosto 2022, durante 2 semanas a cada paciente – 2 semanas después de haber aceptado al último sujeto
Segunda medición de variables	Agosto de 2022, 2 semanas después de haber aceptado al primer paciente y llevado a cabo la intervención – 2 semanas después de haber aceptado al último sujeto
Análisis estadísticos de los datos	Durante 2 meses desde la finalización de la intervención
Elaboración de resultados, redacción del trabajo final y publicación	Durante 2-3 meses desde la finalización del análisis de datos

Tabla 12: Etapas del desarrollo del estudio. Elaboración propia.

DISTRIBUCIÓN DE TAREAS DE TODO EL EQUIPO INVESTIGADOR

- El investigador principal se encargará del diseño del proyecto, controlar que siga su desarrollo normal y toma de datos.
- Coordinador de la UCIP del Hospital Infantil Universitario Niño Jesús facilitará al investigador los pacientes que cumplen los criterios de inclusión y el personal para la realización del estudio.
- Neumólogo pediátrico, valorará y diagnosticará al prematuro, llevará su seguimiento médico relacionado con aparato respiratorio y realizará la pletismografía.
- Peditra la UCIP del Hospital Infantil Universitario Niño Jesús, realizará los controles médicos rutinarios e informará si hubiera algún problema para participar en el estudio.

- Tres fisioterapeutas especializados en pediatría y fisioterapia respiratoria que llevarán a cabo las técnicas en los pacientes.
- Dos enfermeras que ayuden en la colocación, toma de constantes y aspiración de secreciones de los pacientes.
- Un estadístico que estudie los datos obtenidos.

LUGAR DE REALIZACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto se llevará a cabo en el Laboratorio de Función Pulmonar del servicio de Neumología Pediátrica del Hospital Infantil Universitario Niño Jesús, en Madrid, Av. de Menéndez Pelayo, 65, 28009, Madrid.

LISTADO DE REFERENCIAS

- (1) Lavizzari A, Zannin E, Ophorst M, Ciuffini F, Gangi S, Farolfi A, et al. Tidal Breathing Measurements in Former Preterm Infants: A Retrospective Longitudinal Study. *The Journal of pediatrics* 2021 Mar;230:112-118.e4.
- (2) Tortora GJ, Bryan H. Derrickson. *Principios de Anatomía y Fisiología*. 15ª ed.: Editorial Médica Panamericana; 2018.
- (3) Carlos DR, Asenjo A, Ricardo A, Pinto. Características anátomo-funcional del aparato respiratorio durante la infancia function and anatomy of respiratory system during the childhood. *Rev. Med. Clin. Condes* 2017;28(1):7.
- (4) Usemann J, Suter A, Zannin E, Proietti E, Fouzas S, Schulzke S, et al. Variability of Tidal Breathing Parameters in Preterm Infants and Associations with Respiratory Morbidity during Infancy: A Cohort Study. *The Journal of pediatrics* 2019 Feb;205:61-69.e1.
- (5) Rocha G, Soares P, Gonçalves A, Silva AI, Almeida D, Figueiredo S, et al. Respiratory Care for the Ventilated Neonate. *Canadian respiratory journal* 2018 Aug 13;2018:7472964-12.
- (6) Jobe AH, Steinhorn R. Can We Define Bronchopulmonary Dysplasia? *The Journal of pediatrics* 2017 September;188:19-23.
- (7) Guo WL, Eli IM, Ripoll JG, Baker SE, Shepherd JRA, Wiggins CC, et al. Bronchopulmonary Dysplasia Patients Have Preserved CT-Measured Central Airway Luminal Area. *The FASEB journal* 2020 Apr;34(S1):1.
- (8) Jobe AH, Jobe AH. Mechanisms of Lung Injury and Bronchopulmonary Dysplasia. *Amer J Perinatol* 2016;33(11):1076.
- (9) Thébaud B, Goss KN, Laughon M, Whitsett JA, Abman SH, Steinhorn RH, et al. Bronchopulmonary dysplasia. *Nat Rev Dis Primers* 2019 -11-14;5(1):78.
- (10) Notejane M, Vomero A, Pinchak C, García L editors. *Abordaje diagnóstico y terapéutico del niño menor de 5 años con sibilancias recurrentes*. 1ª ed. Uruguay: SUP; 2016.

- (11) Lattari Balest A. Displasia broncopulmonar (DBP) [Internet]. 2019; Disponible en: <https://www.msmanuals.com/es/professional/pediatr%C3%ada/problemas-respiratorios-en-reci%C3%a9n-nacidos/displasia-broncopulmonar-dbp>.
- (12) Shepherd EG, Clouse BJ, Hasenstab KA, Sitaram S, Malleske DT, Nelin LD, et al. Infant Pulmonary Function Testing and Phenotypes in Severe Bronchopulmonary Dysplasia. *Pediatrics* (Evanston) 2018 May;141(5):e20173350.
- (13) Principi N, Di Pietro GM, Esposito S. Bronchopulmonary dysplasia: clinical aspects and preventive and therapeutic strategies. *Journal of translational medicine* 2018 Feb 20;16(1):36.
- (14) Tamez RN. *Enfermería en la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatal*. 5ª ed.: Editorial Médica Panamericana; 2016.
- (15) Junhasavasdikul D, Telias I, Grieco DL, Chen L, Gutierrez CM, Piraino T, et al. Expiratory Flow Limitation During Mechanical Ventilation. *Chest* 2018 Oct;154(4):948-962.
- (16) Martinez FD. Early-Life Origins of Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *The New England journal of medicine* 2016 Sep 01;375(9):871-878.
- (17) Jacob W, Dennis D, Jacques A, Marsh L, Woods P, Hebden-Todd T. Ventilator hyperinflation determined by peak airway pressure delivered: A randomized crossover trial. *Nursing in critical care* 2021 Jan;26(1):14-19.
- (18) Mehta Y, Shetye J, Nanavati R, Mehta A. Physiological effects of a single chest physiotherapy session in mechanically ventilated and extubated preterm neonates. *Journal of neonatal-perinatal medicine* 2016;9(4):371-376.
- (19) Di Polito A, Del Vecchio A, Tana M, Papacci P, Vento AL, Campagnola B, et al. Effects of early respiratory physiotherapy on spontaneous respiratory activity of preterm infants: study protocol for a randomized controlled trial. *Trials* 2021 Jul 26;22(1):492.
- (20) Nozoe M, Mase K, Ogino T, Murakami S, Takashima S, Domen K. Effects of chest wall compression on expiratory flow rates in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Revista brasileira de fisioterapia (São Carlos (São Paulo, Brazil))* 2016 Mar 15;20(2):158-165.
- (21) Hough JL, Flenady V, Johnston L, Woodgate PG, Hough JL. Chest physiotherapy for reducing respiratory morbidity in infants requiring ventilatory support. *Cochrane library* 2008 Jul 16;2010(1):CD006445.

- (22) Diwate A, Khatri S. Effectiveness of chest physiotherapy in prone position on respiratory functions in ventilated neonates: a case series. 2016 sep 29,.
- (23) Tavares AB, Treichel L, Ling CC, Scopel GG, Lukrafka JL. Chest physical therapy does not alter acute physiological parameters or pain levels in preterm infants with respiratory distress syndrome in intensive care unit. 2019 Dec 4,.
- (24) Charach A, De Souza C, Benoit D, Roberge J. Cardiopulmonary physiotherapy treatment (CPT) in a baby (0-12 months). 2020 Jun 12,.
- (25) Goñi-Viguria R, Yoldi-Arzo E, Casajús-Sola L, Aquerreta-Larraya T, Fernández-Sangil P, Guzmán-Unamuno E, et al. Fisioterapia respiratoria en la unidad de cuidados intensivos: Revisión bibliográfica. Enfermería intensiva 2018 Oct;29(4):168-181.
- (26) Chaves GS, Freitas DA, Santino TA, Nogueira PAM, Fregonezi GA, Mendonça KM. Chest physiotherapy for pneumonia in children. Cochrane Database of Systematic Reviews 2019 - 01-02;2019(9).
- (27) de Mir Messa I, Sardón Prado O, Larramona H, Salcedo Posadas A, Villa Asensi JR. Pletismografía corporal (I): estandarización y criterios de calidad. Anales de pediatría (Barcelona, Spain : 2003) 2014;83(2):136.e1-136.e7.
- (28) Guerrero-Zúñiga S, Vázquez-García JC, Gochicoa-Rangel L, Cid-Juárez S, Benítez-Pérez R, del-Río-Hidalgo R, et al. Pletismografía corporal: recomendaciones y procedimiento. Neumología y cirugía de tórax 2019;78(S2):113-123.
- (29) Reyes MA, Leal Quevedo F, Aristizábal Duque G. Neumología Pediátrica/ Pediatric Neumology: Infeccion, Alergia Y Enfermedad Respiratoria En El Niño. 5ª ed.: Ed. Médica Panamericana; 2007.
- (30) Open Course Ware [Internet]. 2011. Manual de la efr del lactante. Disponible en: https://www.hospital-hispania.com/opencms/opencms/division/respiratorio/index.html?Equipamiento=/_categories/_equipamiento/equipamiento-cardio-respiratorio/tecnicas-para-lactantes/
- (31) Sivieri EM, Abbasi S. Evaluation of Pulmonary Function in the Neonate. In: Polin RA, Fox WW, Abman SH, editors. Fetal and Neonatal Physiology. 4ª ed. Philadelphia: W.B. Saunders; 2011. P. 1011-1025.

(32) Cienfuegos Agustín I, De la Torre Carazo, Salvador, García Ríó F, Gómex Mendieta MA. Monografías NEUMOMADRID. Exploración funcional respiratoria. XVIII ed. Madrid.; 2011.

(33) González Pérez-Yarza EE, Aldasoro Ruiz A, Korta J, Mintegui MJ, Sardón Prado AO editors. La Función Pulmonar en el Niño Principios y Aplicaciones. Asociación Española de Pediatría (AEP) Sociedad Española de Neumología Pediátrica (SENP). 1ª ed. Madrid.: Ergon.; 2007.

(34) Viana CC, Nicolau CM, Juliani, Regina Celia Turola Passos, Carvalho wbd, Krebs VLJ. Effects of manual hyperinflation in preterm newborns under mechanical ventilation. Revista Brasileira de terapia intensiva 2016 Sep;28(3):341-347.

(35) Test de Silverman [Internet]. 2019; Disponible en: <https://especialidadeir.com/capsula-4-test-de-silverman/>.

(36) CareFusion [Internet]. 2017. Equipo de función pulmonar / pletismógrafo de lactantes masterscreen babybody. Disponible en: https://www.hospital-hispania.com/opencms/opencms/division/respiratorio/index.html?Equipamiento=/_categories/equipamiento/equipamiento-cardio-respiratorio/tecnicas-para-lactantes/.

ANEXOS:

ANEXO I: Test de Silverman Anderson:

















Signos clínicos	0 punto	1 punto	2 puntos
Aleteo nasal	 Ausente	 Mínima	 Marcada
Quejido respiratorio	 Ausente	 Audible con el estetoscopio	 Audible
Tiraje intercostal	 Ausente	 Apenas visible	 Marcada
Retracción esternal	 Sin retracción	 Apenas visibles	 Marcada
Disociación toracoabdominal	 Sincronizado	 Retraso en inspiración	 Bamboleo


Ilustración 8: Test de Silverman Anderson (35).


ANEXO II: Búsqueda PEDro:


Abstract & Title:

Therapy: 

Problem:

Body Part: 

Subdiscipline: 

Topic: 

Method:

Author/Association:


Title Only:

Source:

Published Since: [YYYY]

New records added since: [DD/MM/YYYY]

Score of at least: [/10]

Return:  records at a time

When Searching: Match all search terms (AND)
 Match any search term (OR)

Start Search

Ilustración 9: Búsqueda PEDro. Elaboración propia.

ANEXO III: Solicitud al Comité Ético de Investigación Clínica (CEIC)

Yo, Dña. Alicia Cepeda García, como investigadora principal del proyecto “Fisioterapia respiratoria en prematuros con displasia broncopulmonar intubados en la UCIP” solicito la evaluación de este al Comité Ético de Investigación Clínica del Hospital Infantil Universitario Niño Jesús.

Las mediciones de este proyecto se llevarán a cabo en el pletismógrafo del Laboratorio de Función Pulmonar del servicio de Neumología Pediátrica del Hospital Infantil Universitario Niño Jesús, en Madrid, Av. de Menéndez Pelayo, 65, 28009, Madrid.

El estudio será realizado tal y como se ha planteado, respetando la normativa legal aplicable para los ensayos clínicos que se realicen en España y siguiendo las normas éticas internacionalmente aceptadas (Helsinki última revisión).

Por lo expuesto, solicita: le sea autorizada la realización de este ensayo cuyas características son las que se indican en la hoja de resumen del ensayo y en el protocolo.

Para lo cual se adjunta la siguiente documentación:

- 4 copias del protocolo de ensayo clínico.
- 3 copias del Manual del Investigador.
- 3 copias de los documentos referentes al consentimiento informado, incluyendo la hoja de información para el sujeto de ensayo.
- 3 copias de la Póliza de Responsabilidad Civil.
- 3 copias de los documentos sobre la idoneidad del investigador principal y sus colaboradores.
- Propuesta. De compensación económica para los sujetos, el centro y los investigadores.

Firmado:

El. Promotor:

D/Dña Alicia Cepeda García.

En Aranjuez, Madrid a 19 de abril de 2022.

ANEXO IV: Hoja de Información al Paciente (HIP)

Usted tiene el derecho de conocer el procedimiento al que va a ser sometido como participante del estudio, los objetivos dispuestos y las posibles complicaciones que puedan darse.

Con la firma de este documento confirma que ha sido informado de todos los riesgos que presenta la terapia que se le va a realizar, ha consultado todas las dudas que se le han planteado sobre el desarrollo y riesgos del estudio y han sido resueltas con claridad.

Para que le podamos realizar el procedimiento, usted o su representante legal deberá firmar el siguiente consentimiento informado.

Título del estudio: *“Fisioterapia respiratoria en prematuros con displasia broncopulmonar intubados en la UCIP”.*

Lugar donde se realizará la investigación: Hospital Infantil Universitario Niño Jesús, en su Laboratorio de Función Pulmonar del servicio de Neumología Pediátrica. En Av. Menéndez Pelayo, 6, 28009, Madrid.

Criterios de inclusión:

- Lactantes muy prematuros nacidos entre la semana 28 y 32.
- De muy bajo peso, menos de 1500g.
- Padecer DBP.
- Estar sometidos a ventilación mecánica invasiva.

Criterios de exclusión:

- Tener una edad gestacional mayor de 32 semanas.
- Estar sometido a ventilación mecánica no invasiva.
- No precisar aporte de oxígeno.
- Padecer una enfermedad respiratoria distinta a la DBP.
- Padecer, además de DBP, otra enfermedad.
- Fracturas en la caja torácica.

Proceso del estudio:

De forma aleatoria, se generará a cada paciente un número entre 1 y 346, si es par, pertenecerá al grupo control y si es impar, al experimental.

Se cogerán los datos de talla, peso, saturación de oxígeno, frecuencia cardiaca y frecuencia respiratoria y se valorará el volumen corriente, de reserva inspiratoria y espiratoria, volumen de espiración forzada, capacidad vital, pulmonar total, inspiratoria y la capacidad residual funcional de cada paciente en el pletismógrafo del Laboratorio de Función Pulmonar del servicio de Neumología Pediátrica del hospital.

Retiraremos al paciente la ventilación invasiva y le tumbaremos decúbito supino con ligera extensión de cuello en la cabina del pletismógrafo, le ajustaremos una mascarilla a la boca y nariz y le pondremos una chaquetilla de compresión. Recogeremos las medidas de unas treinta mediciones siendo algunas de estas forzadas, insuflaremos aire hasta capacidad pulmonar total y lo exhalará a la vez que se le aplica una ligera presión con la chaquetilla hasta volumen residual.

Tras la primera medición de la función pulmonar, se aplicarán los tratamientos:

- Grupo control: tratamiento farmacológico habitual que establecerá el neumólogo.
- Grupo experimental: tratamiento farmacológico junto a fisioterapia respiratoria, vibración combinada con drenaje postural. Se aplicará por la mañana y por la tarde, dejando siempre dos horas de diferencia entre la comida y el tratamiento, tres días por semana durante dos.

Pasadas dos semanas se realizará la segunda medición en la pletismografía, de la misma manera que la primera, para comprobar si ha habido algún cambio significativo. Se recogerán los datos en un Excel para que posteriormente un estadístico los analice.

Posibles riesgos y contraindicaciones:

- Si el paciente presenta fracturas costales o vertebrales se excluirá del proyecto inmediatamente.
- Si tiene fiebre, hemoptisis o frecuencia cardiaca alta no se realizará el tratamiento durante ese día.
- Aplicar fisioterapia respiratoria no tiene riesgos demasiado importantes; si el fisioterapeuta aplica más presión de la que la caja torácica puede soportar, podría causar una fisura o fractura ósea. También existe la posibilidad de que el paciente se desature, extubarlo de forma accidental o que se produzca un broncoespasmo, pero al estar en la UCIP estaría totalmente controlado y el problema solucionado de forma rápida por médicos y enfermeros.

Contacto:

Si en cualquier momento tiene que resolver alguna duda, puede contactar personalmente con cualquier miembro del equipo investigador o a través de las siguientes vías:

MOVIL: 685478034

CORREO ELECTRÓNICO: proyectodbp@hiunj.com

Firmado: Equipo investigador.

ANEXO V: Consentimiento Informado (CI)

ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN: "Fisioterapia respiratoria en prematuros con displasia broncopulmonar intubados en la UCIP".

D/Dña: _____ con DNI _____, confirmo que he obtenido la información acerca de la terapia que se le va a realizar a mi hijo/a, y me han destacado la relevancia de precisar este documento firmado. Contando con la disponibilidad de realizar cuestiones a cerca de las intervenciones y/o procedimientos utilizados en la investigación. La próxima firma declara mi consentimiento para que sea tratado con los procesos y/o intervenciones entendiéndolo y teniendo conocimiento suficiente de ello.

Comprendo mi derecho a poder retirarle de manera previa al estudio o a lo largo de este. Al igual que conozco su tratamiento y consiento su ejecución por un fisioterapeuta colegiado.

Declarando no estar dentro de los casos contraindicados explícitos en el estudio. Afirmo haber proporcionado de manera legal, consciente, voluntaria y veraz los datos acerca del estado de salud y físicos personales que pudieran influir en el tratamiento, dando mi conformidad para participar dentro del estudio de investigación.

Firmado por:

En Madrid a __ de _____ de 20__

ANEXO VI: Informe de datos personales del paciente

Los siguientes datos serán guardados de forma confidencial por los integrantes del equipo de estudio con el objetivo de organizar la información y recopilar datos que puedan serles útil.

Por favor, rellene el siguiente cuestionario de forma clara:

Nombre y apellidos: _____

Fecha de nacimiento: _____

Edad gestacional: _____ Edad corregida: _____

Nacionalidad: _____

Sexo: Mujer / Hombre

Nombre padre / tutor legal: _____ DNI: _____

Nombre madre / tutora legal: _____ DNI: _____

Problemas de salud de los progenitores: _____

Hábitos no saludables de los progenitores: _____

Correo electrónico del padre, madre o tutor: _____

Teléfono de contacto: _____ / _____ / _____

Dirección domiciliaria: _____

Localidad: _____ Provincia: _____ Código postal: _____

Código asignado en la investigación: _____

Grupo: CONTROL / EXPERIMENTAL

Firmado por:

En Madrid a __ de _____ de 20__

ANEXO VII: Hoja de renuncia

REVOCACIÓN:

D/Dña. _____ con DNI _____ a
fecha de __ de _____ de 20 __, solicito revocar el consentimiento informado declarado
en la fecha __ de _____ de 20 __ en el estudio de investigación “Fisioterapia
respiratoria en prematuros con displasia broncopulmonar intubados en la UCIP”. Gracias a
mi derecho otorgado, verificando mi revocación con la firma explícita de este documento.

Firmado por:

En Madrid a __ de _____ de 20 __