



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

TRABAJO DE FIN DE GRADO

GRADO EN FISIOTERAPIA

“Eficacia de un programa de ejercicio interválico a alta intensidad frente a un programa de ejercicio continuo a intensidad moderada en niños con asma inducida por ejercicio: un proyecto de investigación”

“Efficacy of a high-intensity interval training versus a moderate-intensity continuous training in children with exercise-induced asthma: an investigation project”

“Eficacia dun programa de exercicio interválico a alta intensidade fronte a un programa de exercicio continuo a intensidade moderada en nenos con asma inducida por exercicio: un proxecto de investigación”



Facultade de
Fisioterapia

ESTUDIANTE: Dña. Andrea Villadóniga Veiga

DNI: 34.281.936 E

DIRECTORA: Dña. María Vilanova Pereira

CONVOCATORIA: Junio 2022

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, me gustaría mostrar mi agradecimiento a la directora y autora de la idea de este proyecto de investigación, Dña. María Vilanova Pereira. A pesar de ser su primer año tutorizando un TFG, me ha mostrado su apoyo y confianza desde el primer momento, suponiendo la realización del mismo, un reto para ambas. No ha sido fácil para ninguna de las dos, pero considero que hemos logrado trabajar y entendernos muy bien durante todo el desarrollo del proyecto.

Me gustaría agradecer también a mis amigos y compañeros, los cuales me han acompañado durante estos cuatro años, con los que me he divertido, he aprendido y evolucionado, convirtiéndose en uno de mis pilares fundamentales durante toda la carrera, sin los cuales estos cuatro años no hubieran sido lo mismo.

Por último, pero no por ello menos importante, quería agradecer todo el apoyo que he recibido por parte de mi familia, destacando especialmente la figura de mi madre, la cual me brindó su apoyo y cariño desde el primer minuto, ofreciéndome los mejores consejos y calmándome en momentos de estrés.

ÍNDICE

1. Resumen.....	1
1. Abstract.....	2
1. Resumen.....	3
2. Introducción.....	4
2.1 Tipo de trabajo.....	4
2.2 Motivación personal.....	4
3. Contextualización.....	5
3.1. Antecedentes.....	5
3.1.1 ¿Qué es el asma bronquial?.....	5
3.1.2. Epidemiología.....	5
3.1.3. ¿Qué es el EIB y por qué se produce?.....	6
3.1.4. Incidencia y prevalencia del EIB.....	6
3.1.5. ¿Cómo se valora/diagnostica el EIB?.....	7
3.1.6. Recomendaciones para evitar que se produzca EIB.....	8
3.1.7. Abordaje fisioterapéutico del asma.....	9
3.2. Justificación del trabajo.....	11
4. Hipótesis y objetivos.....	12
4.1 Hipótesis: nula y alternativa.....	12
4.2. Pregunta de investigación.....	12
4.3. Objetivos: generales y específicos.....	12
5. Metodología.....	13
5.1. Estrategia de búsqueda bibliográfica.....	13
5.2. Ámbito de estudio.....	18
5.3. Período de estudio.....	18
5.4. Tipo de estudio.....	18

5.5. Criterios de selección.....	18
5.6. Justificación del tamaño muestral.....	19
5.7. Selección de la muestra.....	20
5.8. Descripción de las variables a estudiar.....	20
5.8.1. Valores antropométricos.....	20
5.8.2. Signos vitales.....	20
5.8.3. Función pulmonar.....	20
5.8.4. Fuerza de la musculatura respiratoria.....	21
5.8.5. Fuerza de la musculatura periférica.....	21
5.8.6. Tolerancia al ejercicio.....	21
5.8.7. Nivel de actividad física diaria.....	22
5.8.8. Disnea y esfuerzo percibido.....	22
5.8.9. Calidad de vida.....	22
5.8.10. Control del asma.....	22
5.8.11. Toma de broncodilatadores.....	22
5.8.12. Exacerbaciones.....	22
5.9. Mediciones e intervención.....	24
5.9.1. Mediciones.....	24
5.9.2. Intervención.....	32
5.10. Análisis de datos.....	33
5.11. Limitaciones del estudio.....	33
6. Cronograma y plan de trabajo.....	35
7. Aspectos ético-legales.....	37
7.1. Aprobación del comité de ética.....	37
7.2. Protección de datos.....	37
7.3. Consentimiento informado.....	37

8. Aplicabilidad del estudio.....	38
9. Plan de difusión de los resultados.....	39
9.1. Congresos.....	39
9.2. Revistas.....	39
10. Memoria económica.....	40
10.1. Recursos necesarios y distribución del presupuesto.....	40
10.2. Posibles fuentes de financiación.....	42
11. Bibliografía	43
12. Anexos.....	50
Anexo 1. Consentimiento informado.....	50
Anexo 2. Contraindicaciones para la realización de pruebas de valoración.....	52
Anexo 3. Carta de invitación.....	56
Anexo 4. Hoja de información al paciente.....	58
Anexo 5. Hoja de registro inicial del paciente	62
Anexo 6. Diario del paciente	69
Anexo 7. Prueba de seis minutos marcha Escala de disnea Modified Medical Research Council.....	72
Anexo 8. Cuestionario de actividad física para niños.....	73
Anexo 9. Escala de disnea modified Medical Research	74
Anexo 10. Escala visual analógica	75
Anexo 11. Cuestionario de calidad de vida del asma: Pediatric Asthma Quality of Life Questionnaire	76
Anexo 12. Cuestionario de calidad de vida del asma: Pediatric Asthma Caregiver's Quality of Life Questionnaire	78
Anexo 13. Cuestionario de control del asma	80
Anexo 14. Programa de entrenamiento continuo de intensidad moderada (MICT).....	82
Anexo 15. Programa de entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT).....	87

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Búsqueda bibliográfica sobre broncoconstricción inducida por ejercicio.....	14
Tabla 2. Búsqueda bibliográfica sobre broncoconstricción inducida por ejercicio y fisioterapia.....	14
Tabla 3. Búsqueda bibliográfica sobre broncoconstricción inducida por ejercicio y ejercicio.....	15
Tabla 4. Búsqueda bibliográfica sobre ASMA y fisioterapia.....	16
Tabla 5. Búsqueda bibliográfica sobre ASMA y ejercicio.....	17
Tabla 6. Variables del estudio e instrumentos de medida.....	23
Tabla 7. Medidas de valoración inicial y sesiones.....	24
Tabla 8. Programa de entrenamiento continuo a moderada intensidad (MICT).....	32
Tabla 9. Programa de entrenamiento interválico a alta intensidad (HIIT).....	32
Tabla 10. Cronograma y plan de trabajo.....	36
Tabla 11. Presupuesto detallado.....	40

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

6MWT	Prueba de 6 minutos marcha
ABVDs	Actividades Básicas de la Vida Diaria
ACAAI	American College of Allergy Asthma and Immunology
ACSM	American College of Sports Medicine
ACQ	Asthma Control Questionnaire
ASHT	American Society of Hand Therapists
ATS	American Thoracic Society
ATS/ERS	American Thoracic Society/ European Respiratory Society
CEIC	Comité de Ética de Investigación Clínica
CHUAC	Complejo Hospitalario Universitario de A Coruña
CoFiGa	Colexio de Fisioterapeutas de Galicia
CPT	Capacidad Pulmonar Total
CRF	Capacidad Residual Funcional
CG	Grupo control
ECG	Electrocardiograma
EIB	Broncoespasmo Inducido por Ejercicio
ERS	European Resiratory Society
EVA	Escala Visual Analógica
FC	Frecuencia Cardíaca
FC_{máx}	Frecuencia Cardíaca Máxima
FEF	Flujo Espiratorio Forzado
FEV₁	Volumen Espiratorio Forzado en el Primer segundo
FEV₁/FVC	Relación entre el Volumen Espiratorio Forzado en el Primer segundo y la Capacidad Vital Forzada
FR	Frecuencia Respiratoria
FVC	Capacidad Vital Forzada
GEMA	Guía Española para el Manejo del Asma
GINA	Global Initiative for Asthma
HIG	Grupo de entrenamiento interválico a alta intensidad

HIIT	Entrenamiento Interválico a Alta Intensidad
HR_{máx}	Maximum Heart Rate
IAM	Infarto Agudo de Miocardio
IMC	Índice de Masa Corporal
IMT	Entrenamiento de la Musculatura Inspiratoria
JCR	Journal Citation Reports
MCID	Mínima Diferencia Clínicamente Significativa
MCG	Grupo de entrenamiento continuo a intensidad moderada
MICT	Entrenamiento Continuo a Intensidad Moderada
MMII	Miembros Inferiores
mMRC	Modified Medical Research Council (mMRC)
MMSS	Miembros Superiores
MVV	Máxima ventilación Voluntaria
PaCO₂	Presión Arterial de O₂
PACQLQ	Pediatric Asthma Caregiver's Quality of Life Questionnaire
PAQ-C	Physical Activity Questionnaire for Children
PAQLQ	Pediatric Asthma Quality of Life Questionnaire
PEF	Flujo Espiratorio Pico
PEM	Presión Espiratoria Máxima
PIM	Presión Inspiratoria Máxima
RM	Repeticiones Máximas
SABA	Agonistas B2 de acción corta
SEPAR	Sociedad Española de Neumología y Cirugía Torácica
SpO₂	Saturación de Oxígeno
TA	Tensión Arterial
TAD	Tensión Arterial Diastólica
TAS	Tensión Arterial Sistólica
UDC	Universidad de A Coruña
VE	Ventilación/minuto

VO₂máx	Consumo Máximo de Oxígeno
VR	Volumen Residual

1. RESÚMEN

Introducción: El asma bronquial es una enfermedad pulmonar obstructiva muy prevalente en la edad pediátrica, caracterizada por una broncoconstricción de la vía respiratoria. La etiología de aparición de la misma es variable, siendo una de las principales causas, la práctica de ejercicio físico, pudiendo encontrar pacientes con diagnóstico de asma y con broncoespasmo inducido por ejercicio físico (EIB). Esto supone una broncoconstricción espontánea y reversible de la vía aérea, ocasionando sintomatología asmática.

Objetivo: El objetivo de este estudio es comparar y analizar los efectos de un programa de ejercicio físico interválico a alta intensidad frente a un programa continuo de intensidad moderada en pacientes pediátricos con asma y con EIB, para así determinar que programa es más efectivo para la reducción de este último.

Material y método: Se plantea un ensayo clínico aleatorizado a simple ciego, con pacientes pediátricos de entre seis y doce años, reclutados de las listas de pacientes del Servicio de Neumología Pediátrica y del Servicio de Alergia e Inmunidad Infantil del Hospital Materno-Infantil Teresa Herrera, del Complejo Hospitalario Universitario de A Coruña (CHUAC). Se compararán tres grupos de 36 pacientes cada uno, dos de ellos constituyendo los grupos de intervención (sometidos a dos tipos de entrenamiento físico diferentes) y el otro, el grupo de control (CG) que no recibirá ningún entrenamiento físico. El programa tendrá una duración de 12 semanas, con 3 sesiones semanales de una hora/sesión, donde un grupo de intervención (MCG) realizará un entrenamiento de ejercicio continuo en tapiz rodante, a una intensidad de entre el 50-70% de la frecuencia cardíaca máxima ($FC_{máx}$) alcanzada durante una prueba de esfuerzo submáximo, y el otro grupo (HIG), un entrenamiento de ejercicio interválico por circuitos, a una intensidad $\geq 90\%$ de la $FC_{máx}$.

Serán analizados la función pulmonar, la fuerza y resistencia de la musculatura respiratoria y periférica, el nivel de tolerancia al ejercicio y de actividad física, el control del asma y calidad de vida, la disnea, sibilancias, toma de medicamentos, exacerbaciones y visita a urgencias, todos ellos analizados antes, durante, al finalizar la intervención y tres meses tras terminar del estudio.

Palabras clave: Asma; Broncoconstricción inducida por ejercicio; Entrenamiento continuo a intensidad moderada (MICT); Entrenamiento interválico a alta intensidad (HIIT); Fisioterapia.

1. ABSTRACT

Background: Bronchial asthma is an obstructive pulmonary disease with high prevalence in children, characterized by a bronchoconstriction of the respiratory tract. The etiology of its appearance is variable, being the practice of physical exercise, one of the main causes. So that, there are patients diagnosed with asthma and with exercise induced bronchoconstriction (EIB). This supposes a spontaneous and reversible bronchoconstriction of the airway, causing asthmatic symptoms.

Objective: The objective of this study is to compare and analyse the effects of a high-intensity interval training versus a moderate-intensity continuous training in paediatric asthmatic patients with EIB, in order to determine which program is more effective for EIB reduction.

Methods: It is proposed a simple blind randomized clinical trial, with paediatric patients between six and twelve years old, recruited from the patient lists of the Paediatric Pneumology Service and the Child Allergy and Immunity Service of the Teresa Herrera Maternal-Child Hospital, of the University Hospital Complex of A Coruña (CHUAC). Three groups of 36 patients each one, will be compared, two of them constituting the intervention groups (subjected to two different types of physical training) and the other one, the control group (CG) which will not receive any physical training. The program will last 12 weeks, with 3 weekly sessions of one hour/session, where an intervention group (MCG) will perform continuous exercise training on a treadmill, with an intensity between 50-70% of the maximum heart rate ($HR_{m\acute{a}x}$), reached in a submaximal stress test, and the other group (HIG), circuit interval training, with an intensity $\geq 90\%$ of $HR_{m\acute{a}x}$.

Parameters such as lung function, strength and endurance of the respiratory and peripheral muscles, level of tolerance to exercise and physical activity, asthma control and quality of life, dyspnea, wheezing, tacking medications, exacerbations and visits to the emergency system, all of them analysed before, during, at the end of the intervention and three months after finishing the study.

Keywords: Asthma; Exercise-induced bronchoconstriction; Moderate-intensity continuous training; High-intensity interval training; Physiotherapy.

1. RESUMO

Introdución: A asma bronquial é unha enfermidade pulmonar obstrutiva moi prevalente na idade pediátrica, caracterizada por unha broncoconstricción da vía respiratoria. A etioloxía de aparición da mesma é variable sendo unha das principais causas, a práctica de exercicio físico, puidendo encontrar pacientes con diagnóstico de asma e con broncoconstricción inducida por exercicio físico (EIB). Isto supón unha broncoconstricción espontánea e reversible da vía aérea, ocasionando sintomatoloxía asmática.

Obxectivo: O obxectivo deste estudo é comparar e analizar os efectos dun programa de exercicio físico interválico a alta intensidade, fronte a un programa de exercicio continuo a intensidade moderada en pacientes pediátricos con asma e con EIB, para así determinar que programa é máis efectivo para a redución deste último.

Material e método: Diseñase un ensaio clínico aleatorizado a simple cego, con pacientes pediátricos de entre seis e doce anos, recrutados das listas de pacientes do Servizo de Pneumoloxía Pediátrica e do Servizo de Alerxia e Inmunidade Infantil do Hospital Materno-Infantil Teresa Herrera, do Complexo Hospitalario Universitario da Coruña (CHUAC). Compararanse tres grupos de 36 pacientes cada un, dous de eles constituíndo os grupos de intervención (sometidos a dous tipos de adestramento físico diferentes) e o outro, o grupo de control (CG) que non recibirá ningún adestramento físico. O programa terá unha duración de 12 semanas, con 3 sesións semanais duna hora/sesión, onde un grupo de intervención (MCG) realizará un adestramento de exercicio continuo en tapiz rodante, a unha intensidade de entre o 50-70% da frecuencia cardíaca máxima ($FC_{máx}$) alcanzada durante unha proba de esforzo submáximo, e o outro grupo (HIG), un adestramento de exercicio interválico por circuitos, a unha intensidade $\geq 90\%$ da $FC_{máx}$.

Serán analizados a función pulmonar, a forza e resistencia da musculatura respiratoria e periférica, o nivel de tolerancia ao exercicio e de actividade física, o control da asma e calidade de vida, a disnea, sibilancias, toma de medicación, exacerbacións e visitas a urxencias, todos eles analizados antes, durante, ao finalizar a intervención e tres meses tras rematar o estudo.

Palabras chave: Asma; Broncoconstricción inducida por exercicio; Programa de adestramento continuo a intensidade moderada; Programa de adestramento interválico a alta intensidade; Fisioterapia.

2. INTRODUCCIÓN

2.1. Tipo de trabajo

El presente trabajo se trata de un proyecto de investigación, para el cual se propone un ensayo clínico aleatorizado y controlado a simple ciego. La finalidad del mismo es comparar a tres grupos de sujetos en edad pediátrica, con diagnóstico de asma bronquial y EIB, suponiendo uno de ellos el CG y, los dos restantes, los grupos de intervención sometidos a dos programas de entrenamiento físico, con la diferencia de la modalidad e intensidad con la que se impartan dichos entrenamientos.

2.2. Motivación personal

Este proyecto refleja mi evolución no sólo en el ámbito académico, sino también en el personal, que he alcanzado durante estos cuatro años, logrando conocer las distintas modalidades de Fisioterapia existentes, y descubriendo mi verdadera pasión hacia la Fisioterapia respiratoria, tras cursar este último año, estancias clínicas dentro de la categoría de Fisioterapia respiratoria y rehabilitación cardiopulmonar.

Por otra parte, el asma bronquial me resulta una patología realmente interesante, ya que tanto mi hermano como yo la presentamos desde la infancia, suponiendo dificultades a la hora de realizar ejercicio físico, y disponiendo en todo momento de medicación de rescate por si sufrimos alguna exacerbación. Por este motivo, me generó mucha curiosidad realizar este proyecto, para comprobar si el entrenamiento físico puede intervenir de manera positiva en la reducción del EIB. A mayores, la puesta en práctica de este estudio y las conclusiones extraídas, por consiguiente, podría suponer un avance en el abordaje de esta patología, permitiendo que todos los niños con asma puedan realizar actividad física sin perjuicio a causa de su sintomatología.

3. CONTEXTUALIZACIÓN

3.1. ANTECEDENTES:

ASMA

3.1.1. ¿Qué es el asma bronquial?

El asma clásicamente se define como una de las enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores más comunes en pediatría. Analizando esta definición, es importante aclarar que más que una enfermedad, es un síndrome ya que incluye diversos fenotipos clínicos que comparten manifestaciones clínicas similares, pero de etiologías probablemente diferentes (1).

Consiste en un trastorno inflamatorio crónico y estrechamiento de la vía aérea inferior, en cuya patogenia intervienen diversas células y mediadores de la inflamación, condicionada en parte por factores genéticos. La inflamación crónica se asocia con una hiperreactividad de las vías respiratorias que conduce a episodios recurrentes de tos, sibilancias, disnea, dificultad respiratoria y opresión torácica. Estos episodios generalmente se asocian con una obstrucción generalizada, pero variable, del flujo aéreo dentro de la vía aérea, total o parcialmente reversible, ya sea por la acción medicamentosa o espontáneamente (1–3).

3.1.2. Epidemiología

El asma es una de las enfermedades crónicas más prevalentes en el mundo (afectando aproximadamente a un 7% de la población en general) (4), considerándose la más frecuente dentro de las patologías inflamatorias que afectan al sistema respiratorio, ocupando el puesto 16 entre las principales causas de años vividos con discapacidad, y el puesto 28 de las principales causas de carga de enfermedad (5).

Es frecuente que la patología comience en la niñez, aunque puede aparecer en cualquier momento a lo largo de la vida. Es más prevalente en niños que en adultos, pero el uso de atención médica sanitaria relacionada con el asma y la mortalidad es mayor en adultos (6).

BRONCOESPASMO INDUCIDO POR EJERCICIO (EIB):

3.1.3. ¿Qué es el EIB y por qué se produce?

El EIB se reconoció por primera vez como una condición en la década de 1960 (siendo denominado en ese momento como “asma inducida por ejercicio”), cuando se observó, en algunos pacientes con asma, que el Volumen Espiratorio Forzado en el Primer segundo (FEV₁) adquiría valores por debajo del nivel de reposo durante y después de la práctica de ejercicio físico, en comparación con otros pacientes con asma, cuyo FEV₁ volvía a adquirir valores normales pasados 10-15 minutos de realizar actividad física (7). Una disminución del FEV₁ de al menos un 10% desde el inicio de la práctica de ejercicio físico, determina la presencia del EIB (4). Por lo tanto, este concepto podría definirse como una manifestación de la hiperreactividad de la vía aérea; que hace referencia al estrechamiento agudo, transitorio y reversible de esta, como resultado a la práctica de ejercicio físico (4,7).

Ciertamente, existe controversia acerca de cuál es el mecanismo por el cual el ejercicio físico puede provocar EIB en el asma. No es la actividad física en sí la que desencadena el estrechamiento de la luz bronquial, sino que se postula que la hiperpnea y el cambio térmico asociado, son los principales culpables de este fenómeno (8). A esto, se le suma que la respiración durante el ejercicio suele ser buco-bucal, por lo que el aire inspirado no es humidificado por la mucosa nasal, obligando a la mucosa respiratoria a realizar esta humidificación, generando una consecuente pérdida de agua. Este proceso, afecta al gradiente osmótico en el epitelio y estimula la liberación de mediadores involucrados en el broncoespasmo por parte de las células nerviosas, epiteliales e inflamatorias, ocasionando un estrechamiento de la vía aérea (9,10) .

El EIB se presenta principalmente en pacientes con asma, pero también puede ser experimentado por personas que no padecen asma. Por lo tanto, podemos encontrar pacientes con EIB sin asma, pacientes con asma sin EIB y pacientes con ambas entidades (7). En este proyecto, nos centraremos principalmente en el último grupo.

3.1.4. Incidencia y prevalencia del EIB

Según lo mencionado en el apartado “epidemiología del asma”, la prevalencia de esta patología oscila alrededor de un 7%, dentro del cual, entre un 70-90% de ellos presentan EIB (4). Los niños con asma grave o mal controlada tienen más probabilidades de manifestar EIB frente a aquellos con asma bien controlada. Es probable que la mayoría de los pacientes con asma crónica experimenten un aumento transitorio de los síntomas después del ejercicio (7).

En base a la prevalencia media global, se estima que alrededor de 16,5 millones de niños y adolescentes con asma padecen EIB, oscilando dicho valor entre el 20-90% de la población de edad pediátrica (11).

3.1.5. ¿Cómo se valora/diagnostica el EIB?

El diagnóstico de EIB en pacientes con y sin asma es multifactorial, lo que lleva a que la afección a menudo sea subdiagnosticada o sobrediagnosticada (7). En pacientes con sospecha de EIB, es importante realizar pruebas de provocación bronquial acompañadas de una espirometría inicial de calidad, siguiendo las recomendaciones de la American Thoracic Society (ATS) (12).

Se puede realizar la prueba de provocación bronquial mediante ejercicio, realizando una prueba a alta intensidad durante 6-8 minutos, en cinta de correr o bicicleta ergométrica al 80-90% de la $FC_{máx}$. Se emplea esta prueba con el objetivo de alcanzar tasas ventilatorias altas rápidamente, para así maximizar el estímulo deshidratante de las vías respiratorias. Dos parámetros importantes a tener en cuenta son la humedad y temperatura ambiental, que deberán mantenerse en valores inferiores a 10 mg H_2O/L y 25°C respectivamente. La variable de resultado principal, es el FEV_1 , que se debe medir, mediante espirometría, antes del ejercicio y a los 5, 10, 15, 20, 25 y 30 minutos tras el ejercicio (13,14). Una caída del $FEV_1 \geq 10\%$ en dos puntos consecutivos se considerará diagnóstico positivo de EIB. Esta prueba carece de alta sensibilidad en condiciones en las que no se puede controlar en ambiente, o en deportistas que no logran alcanzar su capacidad máxima de ejercicio en una prueba de laboratorio, por lo que se desarrollaron métodos alternativos para el diagnóstico (13).

La prueba de hiperpnea voluntaria eucápnica, requiere que el paciente respire durante 6 minutos a un nivel de ventilación equivalente al 60% de la máxima ventilación voluntaria (MVV), una mezcla de gas seco que contiene un 21% de O_2 , un 4,9 - 5% de CO_2 y un balance de N_2 . Una caída del $FEV_1 \geq 10\%$ dentro de los 20 minutos posteriores al cese del desafío, se considera prueba positiva (15,16).

Otra prueba sería la provocación bronquial con manitol. Un estudio realizado en 2016 por *Attanasi et al.* (17) se centró en evaluar si existía relación entre la hiperreactividad de las vías aéreas al manitol y el EIB en niños con asma atópicos. Una caída del FEV_1 del 15% es considerada como prueba positiva (13), y se demuestra que la hiperreactividad de las vías aéreas al manitol se correlaciona con el grado de inflamación de las vías respiratorias en niños con asma con EIB (17).

Estas dos últimas pruebas reproducen de manera significativa los cambios osmóticos que ocurren durante el ejercicio en el EIB, por lo que son pruebas válidas para confirmar el diagnóstico de esta entidad (13).

3.1.6. Recomendaciones para evitar que se produzca EIB

Según el *American College of Allergy Asthma and Immunology (ACAAI)*, el EIB es causado por un enfriamiento y pérdida de agua de las vías respiratorias durante la práctica de ejercicio físico, debido a la respiración acelerada de aire seco (18).

En un estudio realizado en 2021 por *Nelo et al.* para examinar el impacto de la variabilidad climática en el desarrollo del EIB en adolescentes, concluye que las condiciones de temperatura y humedad relativas en el aire interfieren en la aparición de EIB. Los deportes más propensos a generarlo, son los que requieren actividad constante o se realizan en ambientes fríos y secos, lo cual participa negativamente en el FEV₁, provocando un descenso porcentual del mismo (19). alguna alternativa para promover el calentamiento y humidificación del aire con el ejercicio es el empleo de Agonistas β_2 de acción corta (SABA), una mascarilla de intercambio de calor y humedad que puede llegar a reducir la gravedad de la broncoconstricción (20,21).

Según la ATS, la prevalencia del EIB es mayor en corredores de grandes distancias que en la población general. Esto se debe a la práctica de ejercicio en entornos con alto contenido de alérgenos y ozono (8). Por lo tanto, se recomienda realizar actividad física en ambientes cálidos y húmedos, evitando la exposición excesiva a contaminantes aéreos y alérgenos (22,23).

Para las personas que desarrollan EIB durante el ejercicio, se recomienda el uso de medicamentos de acción rápida β_2 -agonistas, previo a la práctica deportiva (24).

Cabe destacar que la obesidad o un Índice de Masa Corporal (IMC) elevado, genera un aumento del EIB, por lo que mediante un entrenamiento físico adecuado, se puede actuar mejorando la condición física del paciente y, como consecuencia, reduciendo la probabilidad de padecer EIB (8).

Lang JE et al. (25), *Yin G et al.* (26) y *Wanrooij VHM et al.* (9), han evaluado los efectos del entrenamiento físico en niños con asma, mostrando que puede reducir la incidencia del EIB y de la hiperreactividad bronquial, así como mejorar ciertos parámetros pulmonares (FEV₁, Capacidad Vital Forzada (FVC), entre otros) (25,26) y cardiorrespiratorios (9). Se considera

que el ejercicio físico podría relajar la musculatura lisa bronquial, generando una disminución del EIB (26,27).

3.1.7. Abordaje fisioterapéutico del asma

Tanto la Guía Española para el Manejo del Asma (GEMA) como la Global Initiative for Asthma (GINA), concuerdan en la necesidad de incluir en el abordaje terapéutico del asma, tratamiento enfocado a reducir los factores de riesgo y a implementar la educación sanitaria, al igual que incorporar técnicas de fisioterapia respiratoria (1,28).

El ejercicio respiratorio (29,30), el entrenamiento de la musculatura inspiratoria (IMT) (29,31–33) y el entrenamiento físico, son las tres terapias físicas más relevantes para el tratamiento del asma dentro de la perspectiva fisioterapéutica.

En cuanto al ejercicio físico, temática en el cual se centrará este trabajo, es fundamental, ya que inducirá efectos positivos sobre los parámetros de aptitud cardiorrespiratoria. En dos revisiones sistemáticas, una publicada en 2012 por Bruurs et al., y la otra, en 2020 por *Zhang et al.*, se examina el efecto de la fisioterapia en niños con asma. Ambas concuerdan en que el entrenamiento físico en pacientes con asma produce una cierta mejora en la calidad de vida, reduciendo los síntomas de la enfermedad y mejorando la resistencia cardiopulmonar y el estado físico de pacientes con asma (29,34).

Existe cierta controversia sobre cuál es la intensidad y la modalidad de entrenamiento más adecuadas en pacientes pediátricos con asma.

Programa de alta intensidad:

Un estudio publicado en 2021 por C. Wiin et al., centró su investigación en comprobar el efecto de un programa de HIIT en adolescentes con asma. La duración del estudio fue de 6 meses, con una frecuencia de 3 sesiones semanales y 30 minutos/sesión. Las sesiones se basaban en circuitos y actividades lúdicas con una relación trabajo/descanso de [1:1]. Se registró, durante el ejercicio, una frecuencia cardíaca (FC) > 90% de la $FC_{máx}$. Finalmente, se obtuvo una mejora significativa de la aptitud cardiorrespiratoria, aumentando la condición física aeróbica máxima (35).

En muchas ocasiones, los niños evitan la práctica de actividad física con el objetivo de reducir la sintomatología relacionada con el EIB. Por ello, un estudio piloto realizado en 2016 por Westergren T et al., defendió que una intervención basada en juego activo podría ser efectiva en niños con asma, ya que incita a la práctica de ejercicio físico, fomentando la diversión y adherencia. La duración del programa fue de 6 semanas, 2 días/semana, con sesiones de 60

minutos. La sesión se basa en 10-15 minutos de calentamiento, 30-35 minutos de parte principal, la cual incluía ejercicios de resistencia como juegos en equipo, de relevos, etc. y los últimos 5-10 minutos de enfriamiento, con juegos a baja intensidad y relajación. Para registrar la intensidad del ejercicio, los niños utilizaron un monitor de FC durante la sesión, obteniendo una intensidad, de alrededor del 74% de la $FC_{máx}$. La mayor intensidad se registró durante las actividades de resistencia e intervalos (36).

El HIIT es un programa infrautilizado, ya que en muchas ocasiones es considerado demasiado exigente y poco seguro para los niños con asma (37), sin embargo, puede ser muy eficaz, ya que aumenta la condición física aeróbica y previene un aumento del IMC. La falta de exacerbaciones asmáticas durante el entrenamiento de HIIT sugiere que es una práctica de ejercicio bien tolerada y segura en niños con asma (35,38).

Programa de intensidad moderada:

Un ensayo clínico aleatorizado publicado en 2018 por *W. Abdelbasset, et al.*, tuvo como objetivo estudiar los efectos del MICT en niños con asma. Diseñó un programa de 10 semanas de duración, con 3 sesiones/semanales y 40 minutos/sesión. La intervención consistía en: 5 minutos de caminata en cinta rodante sin resistencia; 30 minutos en cinta rodante con 5° de inclinación, hasta lograr un 50-70% de la $FC_{máx}$ y 5 minutos de recuperación sin resistencia. Tras la intervención, se obtuvo una mejoría significativa en la función pulmonar, capacidad aeróbica y calidad de vida en los niños con patología asmática (39).

Programa que combina intensidad moderada y vigorosa:

Otros autores, se decantaron por el estudio del efecto de un programa de entrenamiento que combine ambas intensidades; moderada y vigorosa. La duración del programa fue de 9 semanas, con una frecuencia de 27 sesiones y 60 minutos la sesión. Se escogió como actividad de moderada intensidad el golf, y como actividad de alta intensidad la natación, cuya sesión se divide en: 30 minutos de natación a alta intensidad, 12-15 minutos de intervalos de 20-80 segundos a toda velocidad con un descanso [1:1], 5-7 minutos de carreras de relevos y los últimos 5-10 minutos, juegos. Los resultados obtenidos de este estudio fue que ambas modalidades de intensidad reducen significativamente los síntomas de asma pediátrica (40).

Aparte de la intensidad, el tipo de ejercicio también fue un tema de conflicto. Por ello, existen ciertos estudios que defienden un programa de entrenamiento continuo, frente a otros que prefieren un entrenamiento interválico. A mayores, hay autores que se decantan por la combinación de ambos.

Así pues, un estudio publicado en 2007 por *Fanelli et al.*, un ensayo controlado aleatorizado publicado en 2020 por *Sanz-Santiago et al.* y un estudio publicado en el “*Journal of Asthma*” en 2014 por *P. Latorre-Román et al.* tratan de evaluar el impacto del entrenamiento físico combinado (una parte del entrenamiento continua y otra parte a intervalos) en niños con asma y EIB. La duración de los estudios fue de 16, 12 y 12 semanas respectivamente, con una frecuencia de 3 sesiones semanales y duración variable entre 60 y 90 minutos. Todas ellas contenían un calentamiento de 10-15 minutos, seguido de 20-40 minutos de parte aeróbica en cicloergómetro o cinta rodante, 20-30 minutos de entrenamiento de resistencia y 5-10 minutos de enfriamiento (41,42). El último estudio, empleaba un programa de ejercicios de fuerza programando 20 segundos de trabajo y 10 de descanso, con una intensidad inicial del 40% de 5 Repeticiones Máximas (RM), pudiendo llegar hasta el 60% de 5RM al final del programa (43). La intensidad fue personalizada en función del umbral aeróbico ventilatorio. Esto es un factor a considerar, ya que el ejercicio aeróbico a intensidades acopladas al umbral ventilatorio es bien tolerado por pacientes con asma y puede resultar en una mejora considerable del consumo máximo de oxígeno ($VO_{2m\acute{a}x.}$) (41). Los resultados obtenidos fueron una mejora del estado cardiorrespiratorio (con un aumento significativo del $VO_{2m\acute{a}x.}$, tasa de trabajo y pulso de oxígeno), de la fuerza muscular, de la composición corporal y la calidad de vida (41–43).

Debido a estas incertidumbres, este proyecto se centrará en comparar un programa de MICT, considerado más seguro, frente a un programa de HIIT en niños con patología asmática y con síntomas de EIB.

3.2. JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO:

En base a la información obtenida tras la revisión de la literatura realizada para la contextualización de este proyecto, hoy en día, no existe evidencia científica que respalde que tipo de entrenamiento físico es más efectivo como tratamiento para reducir la EIB en niños con asma, aunque sí que se sabe que, el entrenamiento físico, resulta beneficioso para reducir el EIB (26,27), mejorando a su vez, la sintomatología característica del asma y la calidad de vida de los pacientes que lo padecen (44). Por lo tanto, y teniendo en cuenta esto, el objetivo principal de este trabajo será comparar un programa de HIIT frente a uno MICT en niños con patología asmática, para así determinar que modalidad de ejercicio sería más efectiva para reducir el EIB.

4. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

4.1. HIPÓTESIS: NULA Y ALTERNATIVA

Las hipótesis formuladas giran en torno a la reducción del EIB en niños con asma, mediante la realización de un análisis comparativo entre dos modalidades de entrenamiento físico.

Hipótesis nula (H_0): La efectividad, a efectos de reducir el EIB en niños con asma, de un programa de HIIT, será estadísticamente similar a los resultados obtenidos tras un programa de MICT.

Hipótesis alternativa (H_1): La efectividad, a efectos de reducir el EIB en niños con asma, de un programa de HIIT, será estadísticamente diferente a los resultados obtenidos tras un programa de MICT.

4.2. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Existen diferencias clínicamente significativas entre un programa de HIIT y uno de MICT, para reducir el EIB en niños con patología asmática?

4.3. OBJETIVOS: GENERALES Y ESPECÍFICOS

Objetivos generales:

Analizar si existen diferencias estadísticamente significativas en la instauración de EIB en niños con asma, tras una intervención terapéutica mediante un programa HIIT con respecto a un programa de MICT.

Objetivos específicos:

Analizar si existen diferencias estadísticamente significativas en niños con asma, tras una intervención terapéutica mediante un programa HIIT con respecto a un programa MICT, en relación a las siguientes variables:

- Broncoespasmo inducido por el ejercicio.
- Tolerancia al ejercicio físico.
- Disnea percibida.
- Actividad física diaria.
- Función pulmonar.
- Fuerza de la musculatura respiratoria y periférica.
- Calidad de vida.
- Exacerbaciones y seguridad de la intervención.

5. METODOLOGÍA

5.1. ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA BIBLIOGRÁFICA

La búsqueda bibliográfica para la contextualización de este proyecto de investigación fue realizada en las siguientes bases de datos: PubMed, PEDro y Scopus.

En primer lugar, se procedió a la búsqueda en PubMed, aplicando filtros en lo referente a la fecha de publicación, edad de población de estudio, tipo de artículo e idioma. Así pues, en cuanto a la fecha de publicación, se aplicó un filtro teniendo en cuenta el período de obsolescencia en fisioterapia, el cual es de 5,8 años (45). En función a esto, se buscaron artículos con fecha de publicación desde 2016. Debido al bajo número de publicaciones disponibles en lo relacionado con “EIB y fisioterapia” y “EIB y ejercicio”, se amplió la fecha de búsqueda, filtrando artículos desde 2014 y 2007 respectivamente. Por otra parte, se filtraron estudios clínicos, revisiones, revisiones sistemáticas, metaanálisis y ensayos controlados aleatorizados. En cuanto al filtro de “edad de la población de estudio”, se buscaron sólo publicaciones que incluían niños con edades ≤ 18 años. Para acabar, se buscaron artículos en español, inglés, portugués y francés.

En cuanto a la búsqueda en PEDro, se aplicó únicamente un filtro en lo referente a la fecha de publicación, recogiendo solo artículos a partir de 2016.

Finalmente, se realizó la búsqueda en Scopus, donde se filtraron artículos con fecha de publicación superior a 2016, incluyendo solamente “artículos” y “revisiones”, y aquellos que englobaran únicamente a niños de edad pediátrica, redactados en español, inglés, francés y portugués.

Se realizan cinco búsquedas diferentes, en las que se relacionan los sinónimos con el operador booleano OR, y los términos que se relacionan para la búsqueda con el operador AND. Las búsquedas realizadas aparecen detalladas en las siguientes tablas: EIB en la *Tabla 1*, EIB y fisioterapia en la *Tabla 2*, EIB y ejercicio en la *Tabla 3*, asma y fisioterapia en la *Tabla 4* y asma y ejercicio en la *Tabla 5*.

Tabla 1: Búsqueda bibliográfica sobre broncoconstricción inducida por ejercicio

Base de datos	Caja de búsqueda	Artículos	Artículos seleccionados	Filtros
Pubmed	("Asthma, Exercise-Induced"[Mesh] OR "Exercise-induced bronchospasm"[tiab] OR "Exercise-induced bronchoconstriction"[tiab] OR "Bronchial Hyperreactivity"[Mesh])	44	7	Desde 2016. Estudios clínicos, revisiones, revisiones sistemáticas, metaanálisis y ensayos controlados aleatorizados. En niños hasta 18 años. Inglés, español, francés y portugués.
PEDro	"Exercise induced asthma" [Title]	6	3 (1 repetido)	Desde 2016.
Scopus	TITLE-ABS-KEY ("Exercise induced bronchoconstriction")	203	12 (2 repetidos)	Desde 2016. Artículos y revisiones. En niños. Inglés, español, francés y portugués.

Tabla 2: Búsqueda bibliográfica sobre broncoconstricción inducida por ejercicio y fisioterapia.

Base de datos	Caja de búsqueda	Artículos	Artículos seleccionados	Filtros
Pubmed	("Asthma, Exercise-Induced"[Mesh] OR "Exercise-induced bronchospasm"[tiab] OR "Exercise-induced bronchoconstriction"[tiab] OR "Bronchial	4	2 (1 repetido)	Desde 2014. Estudios clínicos, revisiones, revisiones sistemáticas, metaanálisis y ensayos

	Hyperreactivity"[Mesh]) AND ("Physical Therapy Modalities"[Mesh] OR "Physical Therapy Specialty"[Mesh] OR "Physical Therapy Department, Hospital"[Mesh] OR "Physical Therapist Assistants"[Mesh])			controlados aleatorizados En niños hasta 18 años. Inglés, español, francés y portugués.
PEDro	"Exercise induced asthma" AND "Physical Therapy"	1	1 (1 repetido)	Desde 2016.
Scopus	TITLE-ABS-KEY ("Exercise induced asthma") AND (KEY ("Physical Therapy") OR KEY ("Physiotherapy") OR KEY ("Physio therapists")	1	1 (1 repetido)	Desde 2016. Artículos y revisiones. En niños. Inglés, español, francés y portugués.

Tabla 3: Búsqueda bibliográfica sobre broncoconstricción inducida por ejercicio y ejercicio.

Base de datos	Caja de búsqueda	Artículos	Artículos seleccionados	Filtros
Pubmed	("Asthma, Exercise-Induced"[Mesh] OR "Exercise-induced bronchospasm"[tiab] OR "Exercise-induced bronchoconstriction"[tiab] OR "Bronchial Hyperreactivity"[Mesh]) AND ("Exercise Therapy"[Mesh] OR "Endurance	7	5 (2 repetidos)	Desde 2007. Estudios clínicos, revisiones, revisiones sistemáticas, metaanálisis y ensayos controlados aleatorizados. En niños hasta 18 años.

	Training"[Mesh] OR "High-Intensity Interval Training"[Mesh] OR "HIIT"[TIAB] OR "Interval Training"[TIAB] OR "Continuous Training"[TIAB] OR "Moderate Intensity Continuous Training"[TIAB])			Inglés, español, francés y portugués.
PEDro	"Exercise induced asthma" AND "Exercise Therapy"	1	1 (1 repetido)	Desde 2016.
Scopus	TITLE-ABS-KEY ("Exercise induced asthma") AND (KEY ("Exercise therapy"))	2	1 (1 repetido)	Desde 2016. Artículos y revisiones. En niños. Inglés, español, francés y portugués.

Tabla 4: Búsqueda bibliográfica sobre ASMA y fisioterapia.

Base de datos	Caja de búsqueda	Artículos	Artículos seleccionados	Filtros
Pubmed	("Asthma"[MESH]) AND ("Physical Therapy Modalities"[Mesh] OR "Physical Therapy Specialty"[Mesh] OR "Physical Therapy Department, Hospital"[Mesh] OR "Physical Therapist Assistants"[Mesh])	30	8 (3 repetidos)	Desde 2016. Estudios clínicos, revisiones, revisiones sistemáticas, metaanálisis y ensayos controlados aleatorizados. En niños hasta 18 años.

				Inglés, español, francés y portugués.
PEDro	"Asthma" AND "Physical Therapy"	8	2 (2 repetidos)	Desde 2016.
Scopus	TITLE-ABS-KEY ("Asthma") AND (KEY ("Physical Therapy"))	11	3 (2 repetidos)	Desde 2016. Artículos y revisiones. En niños. Inglés, español, francés y portugués.

Tabla 5: Búsqueda bibliográfica sobre ASMA y ejercicio.

Base de datos	Caja de búsqueda	Artículos	Artículos seleccionados	Filtros
Pubmed	("Asthma"[MESH]) AND ("Exercise Therapy" [Mesh] OR "Endurance Training"[Mesh] OR "High-Intensity Interval Training"[Mesh] OR "HIIT"[TIAB] OR "Interval Training"[TIAB] OR "Continuous Training"[TIAB] OR "Moderate Intensity Continuous Training"[TIAB])	14	5 (3 repetidos)	Desde 2016. Estudios clínicos, revisiones, revisiones sistemáticas, metaanálisis y ensayos controlados aleatorizados. En niños hasta 18 años. Inglés, español, francés y portugués.
PEDro	"Asthma" AND "Exercise Therapy"	12	3 (3 repetidos)	Desde 2016.
Scopus	TITLE-ABS-KEY ("Asthma") AND (KEY ("Exercise therapy"))	11	3 (3 repetidos)	Desde 2016. Artículos y revisiones. En niños.

Inglés, español,
francés y
portugués.

5.2. ÁMBITO DE ESTUDIO

Este estudio se realizará en la ciudad gallega de A Coruña. Los sujetos que participarán en el mismo serán derivados del Servicio de Neumología Pediátrica y del Servicio de Alergia e Inmunidad Infantil del Hospital Materno-Infantil Teresa Herrera, del CHUAC. Serán citados en las instalaciones de la Facultad de Fisioterapia de la Universidad de A Coruña (UDC), para las mediciones y la intervención.

5.3. PERÍODO DE ESTUDIO

La duración estimada de este estudio es de 28 meses, en los que se realizará el reclutamiento de pacientes, la valoración inicial, la intervención terapéutica (que tendrá una duración de 12 semanas) y la reevaluación, una vez terminada la intervención y tres meses tras la finalización de la misma. Se prevé comenzar en septiembre de 2022 y concluir dicha investigación a lo largo del año 2024.

5.4. TIPO DE ESTUDIO

El presente estudio es un ensayo clínico aleatorizado a simple ciego (solo la persona encargada de las mediciones desconoce a que grupo pertenece cada sujeto). La asignación de los sujetos a uno u otro grupo se realizará de manera aleatoria, a través del servicio web <http://randomization.com>. Se generará una lista numérica con la distribución, y los participantes serán asignados a el número que corresponda por orden de reclutamiento.

5.5. CRITERIOS DE SELECCIÓN

Criterios de inclusión:

- Niños con edades comprendidas entre los 6 y 12 años.
- Personas que deseen acceder y participar voluntariamente en el estudio.
- Consentimiento informado firmado por su tutor legal (*Anexo 1*).
- Sujetos con diagnóstico médico de asma.

Criterios de exclusión:

Serán excluidos del presente estudio todos aquellos sujetos que presenten al menos una de las siguientes condiciones:

- Contraindicaciones, absolutas y relativas, para realizar pruebas de esfuerzo cardiopulmonar, según criterios recogidos por la Sociedad Española de Neumología y Cirugía Torácica (SEPAR) (46) (*Anexo 2*).
- Contraindicaciones recogidas por la American Thoracic Society/ European Respiratory Society (ATS/ERS) o por la SEPAR para la realización la prueba de 6 minutos marcha (6MWT) (47)(*Anexo 2*).
- Cumplir alguna de las contraindicaciones para realizar espirometrías recogidas por la ATS/ERS (12) o por la SEPAR (48) (*Anexo 2*).
- Diagnóstico de patología respiratoria adyacente al asma bronquial.
- Presencia de alteraciones cognitivas que dificulten la comprensión de las pruebas.
- Haber padecido infecciones respiratorias en el último mes.
- Participación en un programa de rehabilitación pulmonar en los últimos 3 meses.
- Participación en sesiones de entrenamiento vigoroso con frecuencia superior a 5 días/semana.
- Exacerbaciones asmáticas en las últimas 12 semanas (3).
- No colaboración en los requerimientos del estudio.

5.6. JUSTIFICACIÓN DEL TAMAÑO MUESTRAL

Para realizar el cálculo del tamaño muestral, se emplea una herramienta creada por la Unidad de Epidemiología Clínica y Bioestadística del CHUAC (www.fisterra.com). Este cálculo se realiza en función a la variable de “sensación de disnea” ya que se ha demostrado que un cambio ≥ 2 centímetros en esta variable medida mediante una Escala Visual Analógica (EVA), se correlaciona con un cambio significativo en el valor de FEV₁ (valor usado para determinar la presencia de EIB). El tamaño muestral no será calculado en función al FEV₁ ya que, hasta la fecha, no ha sido determinada la mínima diferencia clínicamente significativa (MCID) en este dato de función pulmonar (49–51).

Por tanto, usando la herramienta arriba mencionada, suponiendo una precisión (MCID) de 2 puntos en la EVA de disnea, una desviación típica de 2,8 (52), para una hipótesis bilateral, un nivel de confianza del 95%, un poder estadístico del 80% y un porcentaje de pérdidas del 15%, calculamos el tamaño muestral, indicando que se trata de una hipótesis unilateral. Con todos estos valores, el tamaño muestral ajustado a las pérdidas obtenido será de **36 sujetos por grupo, 108 en total**.

5.7. SELECCIÓN DE LA MUESTRA

Para el proceso de selección de los pacientes, se informará sobre las características del estudio al Servicio de Neumología Pediátrica y al Servicio de Alergia e Inmunidad Infantil del Hospital Materno-Infantil Teresa Herrera, del CHUAC, ofreciéndoles una pertinente carta de invitación para su participación en el mismo (*Anexo 3*), con los criterios de selección del estudio adjuntos, para asegurar un buen cribado de los candidatos. Se proporcionará también a dichos centros, unos informes que deberán ser leídos y firmados por los tutores legales de los menores participantes en el estudio, con información relativa a la metodología que se utilizará (*Anexo 4*).

La asignación de los sujetos del CG y de los grupos de intervención, será llevada a cabo mediante muestreo aleatorio simple. Con un programa informático (<http://randomization.com>), un sujeto ajeno a la investigación generará una lista numérica ordenada, en la que se asignará a cada número uno de los grupos de estudio. En estricto orden de reclutamiento, esta persona, que tampoco conocerá las características de los sujetos, asignará a cada uno un número para determinar a qué grupo pertenece.

5.8. DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES A ESTUDIAR

A continuación, se plasman las variables del estudio, resumidas en la *Tabla 6* junto los instrumentos empleados para su medición.

5.8.1. Valores antropométricos

Se registra la talla y el peso de los niños participantes en este estudio, mediante una báscula con tallímetro. Se procederá al posterior cálculo del IMC de cada uno.

5.8.2. Signos Vitales

Se mide la FC y Saturación de Oxígeno (SpO₂) mediante un pulsioxímetro. Se calcula la Frecuencia Respiratoria (FR) con la ayuda de un cronómetro, y se evaluará la Tensión Arterial (TA) mediante un esfigmomanómetro. Todos estos parámetros serán recogidos en la hoja de registro inicial del paciente (*Anexo 5*).

5.8.3. Función Pulmonar

La función pulmonar se medirá dos veces mediante una espirometría forzada (una en cada día de medición). Una de las mediciones será completa: obteniendo así el valor del FEV₁, FVC, la relación entre ambos (FEV₁/FVC), el Flujo Espiratorio Forzado (FEF) y el Flujo Espiratorio Forzado entre el 25-75% (FEF_{25-75%}) con un espirómetro seco portátil, tomando la

mejor de tres medidas, siguiendo las directrices de la ATS (12). La otra, que se realizará con el mismo material, será una medición incompleta, orientada a obtener el valor de FEV₁ antes y después de la prueba de tolerancia al ejercicio, pero sin obtener el valor de FVC. Se realizará de forma incompleta según las guías de referencia, con el objetivo de no fatigar en exceso al paciente (8,13).

Los resultados obtenidos en las espirometrías serán recogidos en la hoja de registro inicial del paciente (*Anexo 5*).

Por último, el paciente deberá realizar por su cuenta, de manera domiciliaria, una medición diaria del flujo espiratorio pico (PEF), con un medidor pico flujo. El valor del PEF obtenido será registrado diariamente en el “diario del paciente” (*Anexo 6*).

5.8.4. Fuerza de la musculatura respiratoria

Para valorarla, emplean pruebas de Presión Inspiratoria Máxima (PIM) y de Presión Espiratoria Máxima (PEM) determinadas en boca. Se requerirá de un transductor de presiones (53). Tanto el valor de la PIM como de la PEM serán recogidos en la hoja de registro inicial del paciente (*Anexo 5*).

5.8.5. Fuerza de la musculatura periférica

Se procederá a evaluar la fuerza de prensión manual mediante un dinamómetro.

El valor obtenido será recogido en la hoja de registro inicial del paciente (*Anexo 5*).

5.8.6. Tolerancia al ejercicio

Para calcular la tolerancia al ejercicio de los pacientes, se utiliza el 6MWT (*Anexo 7*), prueba funcional submáxima que refleja y evalúa la capacidad física. Se seguirán las pautas reflejadas en la ATS para llevar a cabo esta prueba (54).

A mayores, para poder calcular la intensidad del ejercicio, se empleará una prueba de esfuerzo cardiopulmonar submáxima incremental en tapiz rodante, siguiendo las recomendaciones de la SEPAR (55). Antes y después de la prueba se evaluará la disnea con la EVA, y la función pulmonar, para detectar la presencia de EIB.

Los resultados del 6MWT y de la prueba de esfuerzo submáxima, serán recogidos en la hoja de registro inicial del paciente (*Anexo 5*).

5.8.7. Nivel de actividad física diaria

El nivel de actividad física de cada sujeto se registrará mediante el *Physical Activity Questionnaire for Children (PAQ-C)* (Anexo 8) (56).

5.8.8. Disnea y esfuerzo percibido

Para medir la sensación subjetiva de falta de aire, se emplea la Modified Medical Research Council (mMRC) (Anexo 9) (54).

A su vez, se empleará una tabla o gráfico que muestre los grados de esfuerzo percibido, donde el paciente deberá ir registrando sus sensaciones de manera numérica cada 2 minutos, durante la prueba de esfuerzo. Se empleará la EVA (Anexo 10) para su correcta medición (55).

5.8.9. Calidad de vida

Se registra mediante el *Pediatric Asthma Quality of Life Questionnaire (PAQLQ)* (Anexo 11) y el *Pediatric Asthma Caregiver's Quality of Life Questionnaire (PACQLQ)* (Anexo 12), ambos validados por Juniper et al. (57) en castellano (58,59).

5.8.10. Control del asma

Se registra mediante el Asthma Control Questionnaire (ACQ) (Anexo 13) desarrollado por Juniper et al. (60), validado en niños con edades comprendidas entre los 6 y 16 años en castellano (61).

5.8.11. Toma de broncodilatadores

A través del diario del paciente (Anexo 6), quedará registrada la toma de medicamentos (frecuencia, dosis y marca comercial).

5.8.12. Exacerbaciones

Serán registradas mediante el diario del paciente (Anexo 6), donde se tendrán en cuenta el número y grado de severidad de las mismas.

Tabla 6: Variables del estudio e instrumentos de medida

VARIABLE DEL ESTUDIO	INSTRUMENTO DE MEDIDA
Datos sociodemográficos	- Entrevista clínica
Antecedentes clínicos de interés	- Entrevista clínica
Valores antropométricos: talla, peso e IMC	- Báscula con tallímetro
Signos vitales: FC, SpO ₂ , FR, TA	- Pulsioximetría
	- Cronómetro
	- Esfingomanómetro
Función pulmonar	- Espirometría
	- Medición del PEF
Fuerza de la musculatura respiratoria	- Transductor de presiones, MicroRPM®, Carefusion
Fuerza de la musculatura periférica	- Dinamómetro Jamar®
Tolerancia al ejercicio	- 6MWT
	- Tapiz rodante MasterTrack® 428
Nivel de actividad física diaria	- PAQ-C
	- mMRC
Disnea y esfuerzo percibido	- EVA
Calidad de vida	- PAQLQ
	- PACQLQ
Control del asma	- ACQ
Toma de broncodilatadores	- Diario del paciente.
Exacerbaciones	- Diario del paciente.

6MWT: test 6 minutos marcha; ACQ: *Asthma Control Questionnaire*; EVA: escala visual analógica; FC: frecuencia cardíaca; FR: frecuencia respiratoria, IMC: índice de masa corporal; mMRC: *modified Medical Research Council*, PACQLQ: *Pediatric Asthma Caregiver's Quality of Life Questionnaire*; PAQ-C: Cuestionario de Actividad Física para Niños; PAQLQ: *Pediatric Asthma Quality of Life Questionnaire*; PEF: flujo espiratorio pico; SpO₂: saturación de oxígeno; TA: tensión arterial.

5.9. MEDICIONES E INTERVENCIÓN

5.9.1. Mediciones

En este epígrafe se desarrollan las mediciones resumidas en el apartado anterior, que serán llevadas a cabo por el mismo fisioterapeuta, entrenado para tal fin, y el cual será distinto al que supervise el entrenamiento pertinente. Todas ellas se valorarán, en la Facultad de Fisioterapia de la UDC, antes de comenzar la intervención, al terminarla y a las 12 semanas de la finalización de la misma.

El estudio se compondrá de 3 grupos de niños en edades comprendidas entre 6 y 12 años. El primer grupo será el CG, el cual no recibirá ningún tipo de entrenamiento físico. El segundo y tercer grupo se someterán a un entrenamiento físico de MICT y HIIT respectivamente, siendo ambos grupos, los de intervención. Las mediciones aplicadas serán las mismas independientemente del grupo, realizándose de manera individual, citando a los pacientes a horas distintas, con un total de dos sesiones destinadas a realizar una valoración inicial. Tendrán una duración total de 4 horas; 2 horas por sesión. Las variables a medir en cada sesión se recogen en la *Tabla 7*.

Tabla 7: Medidas de valoración inicial y sesiones

SESIÓN	VARIABLES DEL ESTUDIO	DURACIÓN
Primera sesión	<ul style="list-style-type: none">- Entrevista clínica.- Exploración física.- Espirometría forzada.- Fuerza de la musculatura respiratoria (PIM/PEM).- Fuerza de la musculatura periférica (Handgrip).	2 horas
Segunda sesión	<ul style="list-style-type: none">- 6 MWT.- Prueba de esfuerzo en tapiz rodante (con espirometría forzada incompleta)- Cuestionario PAQ-C del nivel de actividad física diaria.- Escala mMRC y EVA para la disnea y esfuerzo percibido.	2 horas

- Cuestionarios PAQLQ, PACQLQ, para calidad de vida
- Cuestionario ACQ para control del asma.

6MWT: test 6 minutos marcha; ACQ: *Asthma Control Questionnaire*; EVA: escala visual analógica; mMRC: *modified Medical Research Council*, PACQLQ: *Pediatric Asthma Caregiver's Quality of Life Questionnaire*; PAQ-C: Cuestionario de Actividad Física para Niños; PAQLQ: *Pediatric Asthma Quality of Life Questionnaire*; PEM: presión espiratoria máxima; PIM: presión inspiratoria máxima.

Toda esta información quedará reflejada en la hoja de registro inicial (*Anexo 13*). El apartado de “antecedentes clínicos de interés”, recogido en esta hoja, será rellenado mediante información obtenida a través del neumólogo encargado de derivar al niño.

Terminada la intervención, se realizará una reevaluación siguiendo el mismo patrón.

Entrevista clínica y exploración física

En primer lugar, el fisioterapeuta encargado de la valoración explicará a los pacientes y tutores legales, el objetivo, mediciones e intervención que se llevará a cabo; información la cual ha sido suministrada previamente de manera escrita por parte de los centros sanitarios (*Anexo 4*). También deberán entregar firmado el consentimiento informado (*Anexo 1*), para poder participar en el presente estudio. A continuación, se procederá a la entrevista personal con los niños y sus tutores legales, recogiendo información que quedará plasmada en la hoja de registro inicial del paciente (*Anexo 5*), contemplando información relativa a:

- Datos sociodemográficos: nombre y apellidos, fecha de nacimiento, sexo, nacionalidad y datos de contacto.
- Antecedentes familiares y personales de interés: patologías respiratorias, cardíacas, neurológicas, renales, etc, que puedan suponer problemas para la participación en el estudio.
- Tratamiento farmacológico actual.
- Número de exacerbaciones previas que supusieran la necesidad de tratamiento ambulatorio y/o ingreso hospitalario.
- Participación en un programa de rehabilitación pulmonar y tiempo transcurrido desde dicha participación.

Posteriormente, se procede a una exploración física donde se recogen los siguientes parámetros, que también serán anotados en la hoja de registro inicial (*Anexo 5*):

- Valores antropométricos: Se procederá a cálculo de la talla y peso mediante una báscula con tallímetro (Seca® 700, Hamburgo, Alemania) y, posteriormente, se realizará el cálculo del IMC.
- Signos vitales: Desde posición de decúbito supino y con el cabecero ligeramente elevado, procederemos a la toma de la FC y SpO₂ mediante un pulsioxímetro de dedo Onyx® Vantage N9590 (Nonin, Minnesota, USA). Se tomará la TA con un esfigmomanómetro R1 shock-proof® (Riester, Jungingen, Alemania) y se calculará la FR mediante un cronómetro.

Tolerancia al ejercicio

La evaluación de la tolerancia al ejercicio se realizará mediante el 6MWT (*Anexo 7*), siguiendo las recomendaciones de la ATS (54) y mediante una prueba de esfuerzo submáxima en tapiz rodante, siguiendo las indicaciones recogidas por la SEPAR (55).

Test de 6 minutos marcha (6MWT) (*Anexo 7*):

Ya que la mayoría de las actividades básicas de la vida diaria (ABVDs) se realizan a niveles submáximos de esfuerzo, el 6MWT será una prueba muy eficaz para reflejar el nivel de ejercicio funcional (62).

Esta prueba será realizada siguiendo las indicaciones recogidas por la ATS (62). Los pacientes recibirán información previa acerca de las características de la prueba, que consiste en recorrer la mayor distancia posible, sin correr, y a un ritmo que pueda ser soportado durante 6 minutos. Se lleva a cabo en un pasillo interior de 30 metros de largo, delimitados por dos conos situados a 29 metros entre ellos, quedando 0,5 metros a ambos lados, para realizar los giros. El examinador debe acompañar en todo momento y siempre por detrás al paciente, dándole incentivos verbales estandarizados. En condiciones de reposo, y antes de iniciar la prueba, se tomarán las constantes vitales (FC y SpO₂) y el grado de disnea mediante la EVA (*Anexo 10*). A cada minuto de la prueba, debe ir registrándose la FC, SpO₂. Una vez finalizada la prueba, el examinador registra, además de la FC y la SpO₂, el grado de disnea y fatiga de MMII.

Se calculan los metros finales recorridos por el paciente y se plasmará toda la información obtenida en la hoja de registro inicial del paciente (*Anexo 5*).

Prueba de esfuerzo submáxima

Esta prueba de esfuerzo cardiopulmonar es útil tanto para valorar la tolerancia al ejercicio como para estimar indirectamente el $VO_{2máx.}$, que aporta información relativa a la aptitud aeróbica del paciente.

Será realizada en tapiz rodante, siguiendo el protocolo de cinta rodante de Bruce. Antes, durante y tras la prueba se comprueba la FC y SpO_2 con un pulsioxímetro de dedo y la sensación de disnea mediante la EVA (*Anexo 10*) por su relación con la caída del FEV_1 (49). Así pues, este protocolo consta de 7 etapas de 3 minutos, con una duración máxima de 21 minutos. Se comienza con una caminata durante 3 minutos, a una velocidad aproximada de 2,735 km/h y con un 10% de pendiente. La velocidad se incrementa cada 3 minutos en 1,367 km/h y la inclinación, en un 2%, hasta llegar finalmente a una velocidad de 9,6 km/h y una pendiente del 22%. Es muy complicado completar las 7 etapas, por lo que el paciente deberá hacer una señal cuando considere que no puede continuar con la prueba. Esta será suspendida en el caso de que la FC alcance el 85% de la máxima teórica, calculada mediante la siguiente fórmula enunciada por *Karvonen et al. 1957*:

$$FC_{máx.} = 220 - \text{edad}$$

El objetivo principal de esta prueba es comprobar si tras realizar un esfuerzo físico, se genera una disminución del calibre bronquial, con un consecuente aumento de la resistencia al paso de flujo aéreo. Para ello, se realizará una espirometría forzada incompleta, orientada a obtener el valor del FEV_1 , pero no la FVC, con el objetivo de no fatigar en exceso al paciente, como se ha manifestado previamente. Esta espirometría será realizada antes de iniciar la prueba, que a su vez será repetida a los 5, 10, 15 y 20 minutos tras la finalización de la misma. Estas últimas se compararán con la espirometría basal realizada antes del esfuerzo (44). Se considera una prueba positiva y, como consecuencia, criterio diagnóstico de EIB, una caída del $FEV_1 \geq 10\%$ con respecto a la basal en dos puntos temporales consecutivos. (13,63).

Toda la información recaudada será recogida en la hoja de registro inicial del paciente (*Anexo 5*).

Nivel de actividad física

Durante la entrevista clínica, se valorará el nivel de actividad física mediante el cuestionario PAQ-C (*Anexo 8*), el cual presenta una buena fiabilidad y validez para determinar el nivel de actividad física en niños españoles (64).

Este cuestionario consta de una serie de ítems acerca del tipo y frecuencia de actividad física realizada en los últimos siete días (56).

Función pulmonar

Las espirometrías se realizarán siguiendo las recomendaciones internacionales de la ATS/ERS (12) se empleará un espirómetro Datospir 120C® (Sibelmed, Barcelona, España). Mediante la espirometría forzada, se obtienen valores de FEV₁, FVC, FEV₁/FVC, FEF y el FEF entre el 25-75% (48).

Previo a la medición, se requiere la calibración del espirómetro mediante una jeringa de 3L y los datos de temperatura ambiente, presión atmosférica y humedad relativa.

Para el desarrollo de esta prueba, se debe identificar al paciente (edad, sexo y fecha de nacimiento), seguido de la medición de altura y peso del mismo. El paciente debe estar sentado y relajado al menos 5-10 minutos antes de la prueba, tiempo en el cual recibirá las explicaciones necesarias para el correcto desarrollo de la misma. En el momento de comenzar la prueba, se le facilita al paciente una boquilla desechable que deberá colocar en su boca, con los labios bien sellados para evitar fugas. También se le aportan unas pinzas nasales.

La prueba de espirometría forzada comienza pidiéndole al paciente que se vacíe por completo (hasta llegar a Capacidad Residual Funcional (CRF)). Desde ahí, se le pedirá que inspire rápidamente hasta llegar a Capacidad Pulmonar Total (CPT), acompañado de una pausa teleinspiratoria ≤ 2 segundos y, a continuación, deberá expirar con la máxima fuerza posible hasta llegar a volumen residual (VR). Se debe recalcar el mantenimiento de una postura erguida durante toda la maniobra (12,48).

Además, como se detalla en la explicación de la realización de la prueba submáxima de ejercicio, antes y después de esta, se realizará una espirometría forzada incompleta, para obtener el valor de FEV₁, relacionado con el broncoespasmo inducido por ejercicio, pero sin necesidad de completar la prueba hasta alcanzar el FVC, con el objetivo de no cansar en exceso al niño (8).

Por otro lado, el paciente realizará de manera autónoma una medición diría del PEF a través de del medidor de pico flujo para niños Asmaplan® (Vitalograph, Buckingham, UK). Para ello, deberá colocar el indicador a 0 y efectuar una inspiración máxima seguida de una espiración explosiva lo más rápido y fuerte posible. Para la espiración, colocará los labios alrededor de la boquilla. Se repite este proceso tres veces, y se registrará en el diario del paciente (*Anexo 6*) el valor más alto obtenido (65).

Fuerza de la musculatura respiratoria

La fuerza de la musculatura inspiratoria y espiratoria, se medirá a través de la PIM y la PEM, siguiendo las recomendaciones de la SEPAR (53). Se empleará el transductor de presiones MicroRPM® (Vyaire Medical GmbH, Hoechberg, Germany) conectado al software PUMA® (Vyaire Medical GmbH, Hoechberg, Germany). El paciente se sentará con la espalda recta, colocando la boquilla bien sellada con los labios, y unas pinzas nasales ocluyendo la nariz. Además, colocaremos nuestras manos alrededor de sus labios y encima de las mejillas, para impedir fugas aéreas y oscilaciones debido a la musculatura buccinadora .

Para medir la PEM, el paciente realizará una inspiración máxima hasta CPT, momento en el cual, el fisioterapeuta dará incentivos verbales al paciente para que realice una espiración forzada y mantenida durante 3 - 5 segundos hasta alcanzar el VR (53,66)

Para medir la PIM, el proceso será el mismo, pero a la inversa. El paciente realiza una espiración máxima hasta VR, momento en el cual el fisioterapeuta incentiva al paciente en inspirar lo más fuerte y rápido posible durante 3 - 5 segundos, hasta llegar a CPT.

Entre la maniobra de PIM y PEM, el paciente debe descansar 5 minutos, y entre maniobra y maniobra, 1 minuto (53).

Fuerza de la musculatura periférica

La evaluación de la fuerza de prensión manual muestra una correlación directa con la disnea y capacidad funcional de este perfil de pacientes, por lo que podría ser utilizada como herramienta complementaria en el seguimiento del asma en la práctica clínica diaria (67).

La evaluación de esta variable se realizará mediante un dinamómetro de mano Jamar® (Performance Health, Warrenville, IL, USA), siguiendo las recomendaciones de la *American Society of Hand Therapists* (ASHT) (68). El dinamómetro se colocará en la segunda posición, de tal forma que las falanges de los dedos descansen alrededor del mismo. El evaluador realizará una demostración de cómo se efectúa la prueba, centrada en realizar la máxima fuerza de agarre posible. A continuación, el paciente, sentado en una silla sin reposabrazos, con el brazo a evaluar pegado al cuerpo en posición neutra de pronosupinación, con 90° de flexión de codo y con los pies apoyados en el suelo, realizará el mismo movimiento mostrado previamente por el evaluador. Se realizarán 3 mediciones con duración de al menos 3 segundos y 15 segundos de descanso. Se realiza en ambas manos, de manera que, al finalizar la prueba, obtendremos dos valores, siendo importante especificar cuál es el correspondiente al miembro superior dominante (69). Es una prueba con baja investigación

científica en niños, pero que se puede considerar una herramienta de medición fiable para evaluar la fuerza de prensión manual isométrica en niños de edades comprendidas entre 7 y 13 años (70).

Disnea y esfuerzo percibido

Durante la entrevista clínica, se valorará la sensación subjetiva de falta de aire mediante la Escala mMRC, la cual mide la disnea de forma indirecta, cuantificando el impacto de esta sobre las actividades de la vida diaria (*Anexo 9*) (54).

Antes, durante y tras el entrenamiento físico, se pasará la EVA (*Anexo 10*) (55), escala la cual evalúa la sensación de disnea y de esfuerzo percibido durante el ejercicio físico.

Esta escala, la EVA, se proporcionará también al finalizar la prueba submáxima de tolerancia al ejercicio, por tener correlación con el valor del FEV₁.

Calidad de vida

Durante la entrevista clínica, se registra el PAQLQ (*Anexo 11*) y PACQLQ (*Anexo 12*). Fueron validados en 1996 por *Juniper et al.* (57), encargándose de valorar la calidad de vida del niño con asma, desde su propia perspectiva y la de su cuidador, respectivamente (58,59).

Control del asma

Para realizar un registro del control del asma, se emplea el ACQ (*Anexo 13*), que valora los síntomas de asma que el niño presentó en la última semana, validado en castellano (61).

Toma de broncodilatadores

El tutor legal deberá anotar en el diario del paciente (*Anexo 6*), la frecuencia y dosis de medicamentos administrados para el alivio de los síntomas.

Exacerbaciones

Se llevará a cabo el registro de las mismas en el diario del paciente (*Anexo 6*), incluyendo el número de veces que acude a urgencias o al centro médico el grado de severidad de las exacerbaciones y si el médico le pauta algún cambio en la medicación o tratamiento.

5.9.2. Intervención

Una vez realizada la valoración inicial, descrita previamente, se asignarán a los sujetos de manera aleatoria en tres grupos. El primer grupo será de control (CG) y no recibirá ningún tipo de intervención terapéutica. El grupo de intervención lo compondrán el resto de los sujetos,

que formarán los dos grupos restantes; uno de ellos estará sometido a un programa de MICT (MCG), mientras que el otro, a un programa de HIIT (HIG).

El programa de entrenamiento se basa en las recomendaciones de la ATS para la rehabilitación pulmonar (71), así como en el estudio de *Weisgerber et al.* (40), el cual compara un programa de intensidad moderada, frente a uno de alta intensidad, en niños con asma de entre 7 y 14 años, manifestando la necesidad de futuras investigaciones para comprobar la efectividad de uno u otro programa de entrenamiento, con tamaños muestrales más amplios.

Se requerirán para el desarrollo de las sesiones, los siguientes elementos: conos y pelotas para realizar ejercicios por circuitos, tapiz rodante TrackMater TMX 428 (Full Vision, Kansas, USA) para el programa a intensidad moderada y reloj medidor de frecuencia cardíaca Polar® H10 beat (Polar Electro, Kempele, Finlandia), para controlar la intensidad del ejercicio en uno u otro programa de entrenamiento físico.

La duración del programa de entrenamiento, de ambos grupos de intervención (MCG y HIG) será de 12 semanas, tiempo necesario para obtener beneficios del ejercicio aeróbico (9,72,73). Según el American College of Sports Medicine (ACSM), la prescripción de ejercicio recomendado para pacientes con asma será de una frecuencia de 3-5 días a la semana (24), por lo que nuestro estudio se desarrollará 3 días a la semana, con un total de 36 sesiones y 60 minutos por sesión. Siguiendo las recomendaciones de la ATS sobre asma y ejercicio, será fundamental recalcar a la familia, la toma del broncodilatador pautado por el médico de cabecera, al menos 15 minutos antes de la sesión de entrenamiento físico pertinente (8).

Ambos programas contemplan el ejercicio aeróbico, con la diferencia del tipo de entrenamiento al que se someten, y su dosificación. La intervención será realizada por un fisioterapeuta distinto al que realiza las mediciones, y a su vez, distinto al que analiza los datos.

El entrenamiento físico a realizar está recogido en las *Tablas 8 y 9*, que serán explicados de manera más detallada, en los *Anexos 14 y 15*.

Tabla 8: Programa de entrenamiento continuo a moderada intensidad (MICT)

	Tiempo	Tipo de ejercicio
Calentamiento	15 minutos	5 minutos de movilidad articular y estiramientos. 10 minutos de tapiz rodante sin carga.
Parte principal	30 minutos	Entrenamiento aeróbico en tapiz rodante. Se inicia al 50% de la $FC_{máx}$ alcanzada en la prueba de esfuerzo. Se irá incrementando la intensidad, hasta alcanzar un 70% de la $FC_{máx}$ (39).
Vuelta a la calma	15 minutos	10 minutos de estiramientos. 5 minutos de relajación.

Tabla 9: Programa de entrenamiento interválico a alta intensidad (HIIT)

	Tiempo	Tipo de ejercicio
Calentamiento	15 minutos	5 minutos movilidad articular y estiramientos. 10 minutos de trote por la sala, hasta alcanzar el 50% de la $FC_{máx}$.
Parte principal	30 minutos	Circuito de ejercicios. La relación trabajo-descanso será 1:2, con 45 segundos de trabajo y 90 segundos de descanso. $FC_{máx} \geq 90\%$
Vuelta a la calma	15 minutos	10 minutos de estiramiento. 5 minutos de relajación.

Las sesiones del grupo de intervención serán los lunes, miércoles y viernes, ajustando el horario de tal forma que puedan acudir todos los integrantes de ambos grupos.

Ambos programas de entrenamiento serán llevados a cabo en la Facultad de Fisioterapia de A Coruña, en un espacio cerrado, libre de contaminantes aéreos y alérgenos, con valores de humedad entre el 30-50%, y temperaturas relativas a 20-22° (8), ya que algunos autores manifiestan que las condiciones climatológicas son una variable indispensable a tener en cuenta, pudiendo exacerbar el EIB (8,19).

5.10. Análisis estadístico de los datos

Para realizar el análisis estadístico de los datos del estudio, se empleará el programa estadístico SPSS versión 28.0 para Windows.

Primeramente, se realiza un análisis descriptivo de las variables del presente estudio. Las variables cuantitativas, se representarán como una medida de tendencia central (media) y de dispersión (desviación estándar) si la distribución es normal. Si no lo es, se usarán la mediana y cuartiles, respectivamente.

Con el objetivo de analizar la normalidad de la muestra, se emplea el test de Shapiro-Wilk. Para detectar diferencias intragrupo pre y postintervención, se usarán pruebas T pareadas, si la distribución es normal, y una prueba de Wilcoxon si la distribución de la variable es no paramétrica. Intergrupos, se usarán prueba ANOVA, en caso de distribución normal y Kruskal-Wallis en caso de distribución no paramétrica. El análisis post-hoc se realizará con la prueba Holm-Sidak y test de Dunn.

El nivel de significación estadística que se tomará de referencia para todos los análisis estudiados será $p \leq 0.05$.

5.11. Limitaciones del estudio

El planteamiento para la realización del presente estudio conlleva una serie de limitaciones:

- La variable principal para realizar el cálculo del tamaño muestral en este proyecto es mediante la puntuación obtenida en la EVA. Sería más correcto realizar el cálculo con el FEV₁ tras la realización de ejercicio físico, pero hasta el momento no se ha determinado el valor de la MCID en esta variable.
- Falta de sensibilidad en la prueba de provocación bronquial. Sin embargo, el impacto de esta limitación se verá limitado al controlar las condiciones ambientales en el momento de la prueba (14).
- La realización del entrenamiento físico en unas condiciones de laboratorio muy controladas puede suponer una limitación a la hora de establecer las conclusiones del estudio, debido a que el contexto diario del paciente no está controlado.

- El diario del paciente no ha sido previamente validado, por lo que servirá tanto como instrumento de medida, como objeto de estudio, ya que con los resultados obtenidos podremos determinar su validez.

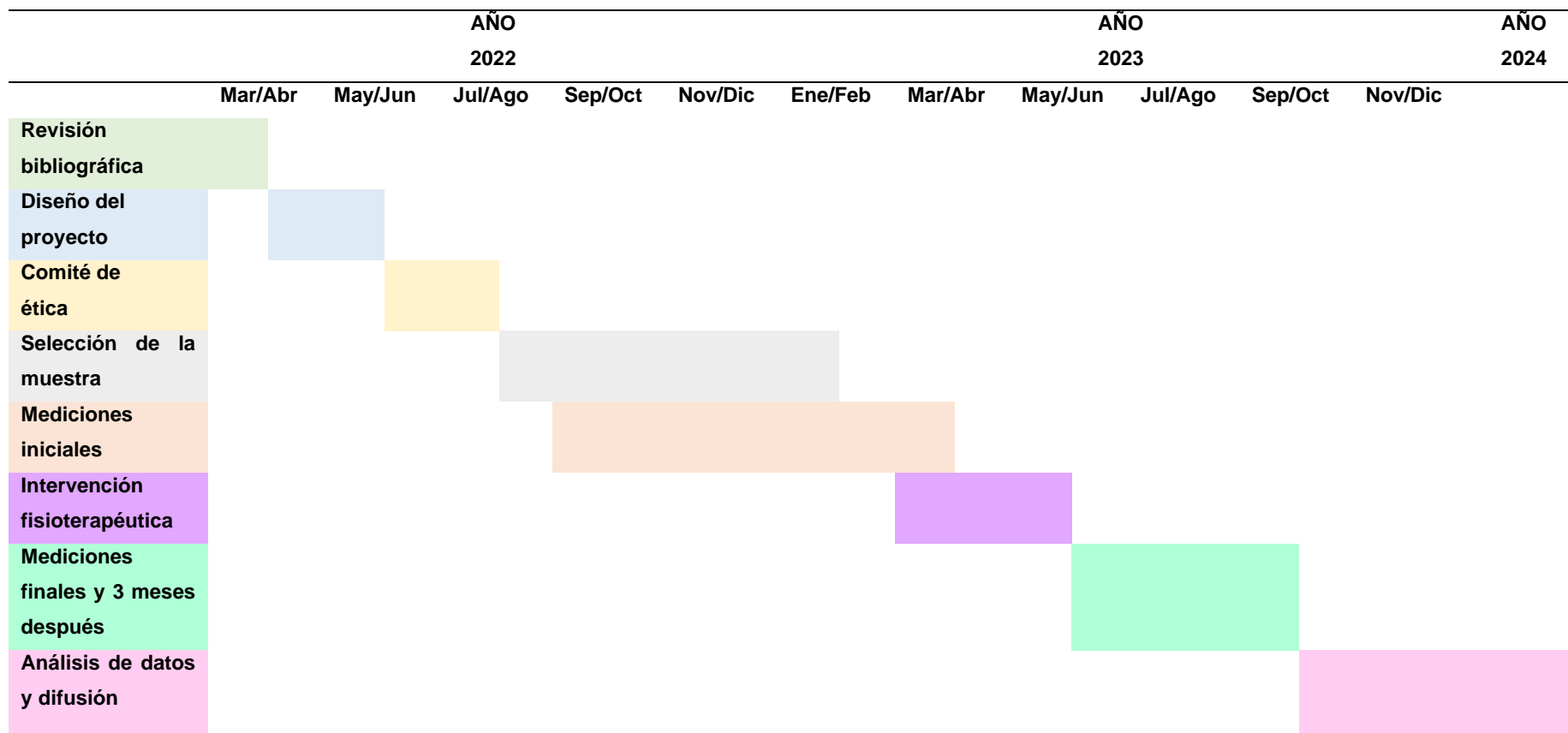
6. CRONOGRAMA Y PLAN DE TRABAJO

El proyecto comenzó en marzo de 2022, revisando la literatura existente acerca de los programas de entrenamiento físico empleados en niños con EIB. Esta etapa duró un mes, a partir del cual se comenzó con el diseño y redacción del proyecto de investigación. En junio de este mismo año, finaliza el diseño del proyecto, momento en el cual será enviado al Comité de Ética de Investigación Clínica (CEIC) de Galicia, que se encargará de la revisión del proyecto.

A partir de septiembre de 2022, una vez obtenida la aprobación del CEIC, se comenzará a reclutar la muestra de sujetos, contactando con los centros encargados de derivar a los pacientes, y aportando la información y características pertinentes del presente estudio. Durante el curso escolar 2022/2023 se reclutarán a los participantes, realizando las mediciones y la intervención de forma superpuesta: cada 15 participantes reclutados se comenzarán las mediciones y la aleatorización en los tres grupos, para iniciar también la intervención. Se espera completar el trabajo de campo con las últimas mediciones finales en junio de 2023, coincidiendo con el fin del curso escolar. Al inicio del curso 2023/2024, durante el mes de septiembre, se citará de nuevo a los participantes para realizar las mediciones de seguimiento a los tres meses. En los meses restantes del año (octubre, noviembre y diciembre) se realizará el análisis de datos, para poder, a lo largo del año 2024 difundir los resultados y conclusiones del estudio.

El cronograma de este estudio se verá resumido en la *Tabla 10*.

Tabla 10: Cronograma y plan de trabajo



7. ASPECTOS ÉTICO-LEGALES

7.1. Aprobación del comité de ética

Una vez finalizada la redacción del proyecto de investigación, este será remitido al CEIC de Galicia para la aprobación y posterior desarrollo del mismo. Junto al documento del proyecto, se enviará para su consulta: el consentimiento informado (*Anexo 1*), la hoja de información al paciente (*Anexo 4*) y la hoja de registro inicial (*Anexo 13*).

7.2. Protección de datos

De acuerdo con lo establecido en el artículo 7 de la Ley 41/2002, así como en la Ley Orgánica 3/2018 de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales y en el Reglamento Europeo 2016/679 del 27 de abril de 2016, relativo a la protección de las personas físicas en lo que respecta al tratamiento de datos personales, se respetará rigurosamente la confidencialidad de los datos relativos a la salud y de carácter personal de todos los integrantes del estudio.

Una vez recogidos, los datos serán seudonimizados y guardados en una carpeta que permanecerá bajo llave en la Facultad de Fisioterapia de la UDC. Serán introducidos en una base de datos digital, guardada bajo contraseña, a la que solo tendrá acceso la persona que analiza los datos.

7.3. Consentimiento informado

Se proporcionará información veraz y comprensible a los participantes del proyecto, dejando claro los objetivos, las pruebas y el protocolo de intervención que se van a llevar a cabo para el desarrollo del mismo. Deberá adjuntarse información relativa a las contraindicaciones y posibles complicaciones que puedan llegar a surgir. Esta información se facilitará tanto de forma verbal como escrita (*Anexo 4*) siendo necesariamente firmado por los tutores legales de los participantes. Se deberá firmar también el consentimiento informado (*Anexo 1*): este documento ha sido elaborado de acuerdo a lo establecido en el artículo 8 de la Ley 41/2002, del 14 de noviembre, básica reguladora de la autonomía del paciente y de derechos y obligaciones en materia de información y documentación clínica.

8. APLICABILIDAD DEL ESTUDIO

Con este estudio se pretende, conocer si es más eficaz un programa de entrenamiento de tipo HIIT o de tipo MICT, para reducir el EIB en niños con edades entre 6 y 12 años que presentan asma bronquial. En caso de que ambos demuestren ser beneficiosos, el ejercicio físico podrá postularse como un tratamiento barato, de fácil implementación y, probablemente, buena aceptación en la población infantil, pudiendo integrarse dentro su rutina de forma lúdica. Además, si se demuestra un mejor control del asma y de los síntomas asociados y, por tanto, la reducción de las exacerbaciones, de las visitas a urgencias y de la necesidad de usar medicación de rescate, implicaría la reducción de los costes sociosanitarios de forma directa e indirecta.

Si el HIIT es eficaz (o más eficaz que el MICT), y se demuestra seguro para la población infantil con asma, se rechazaría la creencia de que este es un tipo de entrenamiento de riesgo para estos niños (37).

9. PLAN DE DIFUSIÓN DE LOS RESULTADOS

La difusión de los resultados obtenidos en el estudio, serán realizados una vez finalizado en análisis de los mismos, es decir, durante el año 2024.

Se tratará de difundir los resultados en congresos y revistas de relevancia en el ámbito de la Fisioterapia.

9.1. Congresos

El Congreso Nacional de la SEPAR, se realiza con la finalidad de mostrar los logros de la actividad clínica e investigación referente al ámbito respiratorio. Por ello, se buscará presentarlo en dicho congreso en el año 2024.

Otros congresos de interés serán el Congreso de la Asociación Española de Fisioterapeutas y el congreso internacional de la European Respiratory Society (ERS).

9.2. Revistas

Se enviarán los resultados a una revista indexada, *Journal Citation Reports* (JCR).

10. MEMORIA ECONÓMICA

10.1. Recursos necesarios y distribución del presupuesto

En la *Tabla 11* se recoge el material necesario y su correspondiente coste económico, para el desarrollo de este proyecto.

Tabla 11: Presupuesto detallado

MATERIALES	UNIDADES	IMPORTE TOTAL (CON IVA)
MATERIAL INVENTARIABLE		
Báscula con tallímetro (Seca® 700, Hamburgo, Alemania)	1	599,51€
Pulsioxímetro Onyx® Vantage N9590 (Nonin, Minnesota, USA)	2	399,90€
Esfingomanómetro R1 shock-proof® (Riester, Jungingen, Alemania)	1	60,21€
Cronómetro ONSTART 110 Negro	1	9,99€
Pulsómetro Polar® H10 beat (Polar Electro, Kempele, Finlandia)	2	120,00€
Espirómetro Datspir 120C® (Sibelmed, Barcelona, España)	1	1.836,36€
Jeringa de calibración S3000-3L	1	417,56€
Estación metereológica digital Oregon Scientific®	1	45,13€
Pinzas nasales	5	9,95€
Medidor de presiones MicroRPM® (Vyair Medical GmbH, Hoechberg, Germany)	1	1.331,00€
Cable conexión del medidor de presiones respiratorias máximas a ordenador para uso del software PUMA® (Vyair Medical GmbH, Hoechberg, Germany)	1	58,00€
Asmaplan® (Vitalograph, Buckingham, UK)	72	1.832,40€
Dinamómetro Jamar® (Performance Health, Warrenville, IL, USA)	1	523,63€
Tapiz rodante TrackMater TMX 428 (Full Vision, Kansas, USA)	2	14.500€
Conos	10	5,98€
Balón medicinal 1kg	5	49,75€

Eficacia de un programa de ejercicio interválico a alta intensidad frente a un programa de ejercicio continuo a intensidad moderada en niños con asma inducida por ejercicio: un proyecto de investigación

Balón medicinal 3kg	5	49,75€
Step	5	274,50€
Boquillas de submarinista	10	169,40€

MATERIAL FUNGIBLE

Desinfectante de superficies 750 mL	1	12,95€
Guantes de nitrilo	10 cajas de 100	135€
Caja de 100 filtros antibacterianos espirometría	4	491,44€
Papel térmico para la impresora del espirómetro (pack 10 unidades)	1	21,78€

OTROS GASTOS

Gastos de imprenta del consentimiento informado, carta de invitación, hoja de información al paciente, diario del paciente y hoja de registro inicial	<p>Consentimiento informado: <u>216 hojas</u>. Carta de invitación otorgada a los centros sanitarios: <u>4 hojas</u>. Hoja de información al paciente: <u>432 hojas</u>. Diario del paciente: <u>324 hojas</u>. Hoja de registro inicial: <u>1404 hojas</u>. TOTAL: 2380 hojas</p>	119€
Botellas de agua (0,5L)	350	72€
Gastos de difusión ERS (inscripción)	1	625€
Gastos de difusión de la SEPAR (inscripción)	1	784€
Gastos de difusión AEF (inscripción)	1	240€
Congresos de ERS, SEPAR y AEF	1	2.270€
Desplazamientos, alojamientos y dietas a los congresos ERS, SEPAR y AEF	1	2.150€

GASTO TOTAL

29.241,19€

Teniendo en cuenta que algunos de los equipos inventariables se encuentran disponibles en la Facultad de Fisioterapia de A Coruña (báscula con tallímetro, pulsioxímetros, pulsómetros, esfingomanómetro, espirómetro con jeringa de calibración, estación meteorológica y transductor de presiones), se solicitará permiso para su uso con la finalidad de reducir costes. Teniendo en cuenta esto, el presupuesto total se reduce a 25.702,52€.

10.2. Posibles fuentes de financiación

Para llevar a cabo este estudio, se buscará financiación a través de organizaciones e instituciones públicas:

- Ayudas a la investigación de la SEPAR: Estas ayudas van destinadas a proyectos de investigación que centran su estudio en aspectos relacionados con la salud pulmonar y las enfermedades respiratorias/torácicas. Cada año se distribuyen becas con importe máximo de 18.000 euros por proyecto de investigación.
- “Ayudas Respira”: La SEPAR destina anualmente 20.000 euros en ayudas para la presentación de comunicaciones en el Congreso Nacional SEPAR. Dichas ayudas suplen el coste económico del desplazamiento y alojamiento de los interesados, con el objetivo de facilitar su asistencia al congreso.
- Ayuda a la investigación “Beca investiga” del Colexio de Fisioterapeutas de Galicia (CoFiGa): Se destinan 5.000 euros en ayudas, siendo repartidas entre un total de 5 investigadores.
- Ayuda a la investigación “Beca Material Inventariable” del CoFiGa. Se destinan 6.000 euros a un proyecto para la compra de material inventariable.
- Serán solicitadas también ayudas procedentes de entidades del Ministerio de Educación, la Xunta de Galicia, la Obra Social “La Caixa”, el Banco Santander y La Fundación Mapfre.

11. BIBLIOGRAFÍA

1. Álvarez Gutiérrez FJ, López-Viña A. Sociedad Española de Neumología y Cirugía Torácica. GEMA 2022: Guía Española para el manejo del asma. Madrid: Luzán 5; 2022.
2. Hargreave FE, Nair P. The definition and diagnosis of Asthma. *Clin Exp Allergy*. 2009 Nov;39(11):1652–8.
3. Global Strategy for Asthma Management and Prevention. In: Global Initiative for Asthma. 2019. p. 1–199.
4. Côté A, Turmel J, Boulet LP. Exercise and Asthma. *Semin Respir Crit Care Med*. 2018 Feb 1;39(1):19–28.
5. Dharmage SC, Perret JL, Custovic A. Epidemiology of Asthma in Children and Adults. *Front Pediatr*. 2019;7(JUN):246.
6. Raghavan D, Jain R. Increasing awareness of sex differences in airway diseases. *Respirology* 2016; 21: 449-459.
7. Aggarwal B, Mulgirigama A, Berend N. Exercise-induced bronchoconstriction: prevalence, pathophysiology, patient impact, diagnosis and management. *NPJ Prim Care Respir Med*. 2018;28(1):31.
8. Parsons JP, Hallstrand TS, Mastronarde JG, Kaminsky DA, Rundell KW, Hull JH, et al. An official American Thoracic Society clinical practice guideline: exercise-induced bronchoconstriction. *Am J Respir Crit Care Med*. 2013;187(9):1016–27.
9. Wanrooij VHM, Willeboordse M, Dompeling E, Van De Kant KDG. Exercise training in children with asthma: a systematic review. *Br J Sports Med*. 2014;48(13):1024–31.
10. David MMC, Gomes EL de FD, Mello MC, Costa D. Noninvasive ventilation and respiratory physical therapy reduce exercise-induced bronchospasm and pulmonary inflammation in children with asthma: randomized clinical trial. *Ther Adv Respir Dis*. 2018;12:1–11.
11. de Aguiar KB, Anzolin M ZL. Global prevalence of exercise-induced bronchoconstriction in childhood: A meta-analysis. *Pediatr Pulmonol*. 2018;53(4):412–25.

12. Graham BL, Steenbruggen I, Miller MR, Barjaktarevic IZ, Cooper BG, Hall GL, et al. Standardization of Spirometry 2019 Update. *Am Thorac Soc Doc.* 2019;200(8):70–88.
13. Brannan JD, Kippelen P. Bronchial Provocation Testing for the Identification of Exercise-Induced Bronchoconstriction. *J allergy Clin Immunol Pract.* 2020;8(7):2156–64.
14. Minic PB, Sovtic AD. Exercise intolerance and exercise-induced bronchoconstriction in children. *Front Biosci (Elite Ed).* 2017;9(1):21–32.
15. Hull JH, Ansley L, Price OJ, Dickinson JW, Bonini M. Eucapnic Voluntary Hyperpnea: Gold Standard for Diagnosing Exercise-Induced Bronchoconstriction in Athletes? *Sports Med.* 2016 Aug 1;46(8):1083.
16. Couto M, Jacinto T. Objective measurements for diagnosis of exercise-induced bronchoconstriction. *Rev Port Imunoalergologia.* 2019;27(4):309–25.
17. Attanasi M, Consilvio NP, Rapino D, Di Nicola M, Scaparrotta A, Cingolani A, et al. Bronchial hyperresponsiveness to mannitol, airway inflammation and Asthma Control Test in atopic asthmatic children. *Arch Med Sci.* 2016;12(1):137.
18. Yoshikawa T. Exercise-Induced Bronchoconstriction (EIB). *Japanese J Clin Med.* 2016;74(10):1688–92.
19. Nelo EM de A, Correia Júnior JL, Santos HFA, Lima Júnior JP de, Brandão JTS, Moraes JFVN de, et al. Impact of climate variability on exercise-induced bronchospasm in adolescents living in a semi-arid region. *Einstein.* 2021;19:1–7.
20. Stelmach I, Sztafińska A, Jerzyńska J, Podlecka D, Majak P, Stelmach W. New insights into treatment of children with exercise-induced asthma symptoms. *Allergy asthma Proc.* 2016;37(6):466–74.
21. Gerow M, Bruner PJ. Exercise Induced Asthma. *StatPearls.* Treasure Island (FL). StatPearls Publishing; 2021.
22. Klain A, Indolfi C, Dinardo G, Contieri M, Decimo F MDGM. Exercise-Induced Bronchoconstriction in Children. *Front Med.* 2021;8:814976.
23. Marefati H, Vizvari E, Esmaeilizadeh M, Boskabady MH. The effect of climatic conditions on exercise-induced bronchoconstriction in 10–12 year old students. *J Bodyw Mov Ther.* 2016;20(3):549–53.

24. Eves ND, Davidson WJ. Evidence-based risk assessment and recommendations for physical activity clearance: respiratory disease. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2011;36 Suppl 1(S1):S80–100.
25. Lang JE. The impact of exercise on asthma. *Curr Opin Allergy Clin Immunol.* 2019;19(2):118–25.
26. Yin G, Xie Z, Wu P, Zeng Q, Xu C, Lu G, et al. Appropriate physical training helps to relieve clinical symptoms of pediatric asthma: a meta-analysis. *Int J Clin Exp Med.* 2019;12(3):2079–87.
27. S. Mustafa. Heating-induced contraction in airways smooth muscle: A possible causative factor of exercise-induced bronchoconstriction. *Respir Physiol Neurobiol.* 2019;259:162–5.
28. Reddel HK, Bateman ED, Becker A, Boulet LP, Cruz AA, Drazen JM, et al. A summary of the new GINA strategy: a roadmap to asthma control. *Eur Respir J.* 2015;46(3):622.
29. Bruurs MLJ, Van Der Giessen LJ, Moed H. The effectiveness of physiotherapy in patients with asthma: A systematic review of the literature. *Respir Med.* 2013;107(4):483–94.
30. Macêdo TMF, Freitas DA, Chaves GSS, Holloway EA, Mendonça KMPP. Breathing exercises for children with asthma. *Cochrane database Syst Rev.* 2016;4(4).
31. Cano-De La Cuerda R, Useros-Olmo A, Muñoz-Hellín E. Effectiveness of Therapeutic Education and Respiratory Rehabilitation Programs for the Patient with Asthma. *Arch Bronconeumol.* 2010;46(11):600–6.
32. Shei RJ, Paris HLR, Wilhite DP, Chapman RF, Mickleborough TD. The role of inspiratory muscle training in the management of asthma and exercise-induced bronchoconstriction. *Phys Sportsmed.* 2016;44(4):327–34.
33. Duruturk N, Acar M, Doğrul MI. Effect of Inspiratory Muscle Training in the Management of Patients With Asthma: A RANDOMIZED CONTROLLED TRIAL. *J Cardiopulm Rehabil Prev.* 2018;38(3):198–203.
34. Zhang W, Wang Q, Liu L, Yang W, Liu H. Effects of physical therapy on lung function in children with asthma: a systematic review and meta-analysis. *Pediatr Res.* 2021;89(6):1343–51.
35. Winn CON, Mackintosh KA, Eddolls WTB, Stratton G, Wilson AM, McNarry MA, et al.

- Effect of high-intensity interval training in adolescents with asthma: The exercise for Asthma with Commando Joe's® (X4ACJ) trial. *J Sport Heal Sci.* 2021;10(4):488–98.
36. Westergren T, Fegran L, Nilsen T, Haraldstad K, Kittang OB, Berntsen S. Active play exercise intervention in children with asthma. *BMJ Open.* 2016;6(1):9721.
37. Winn CON, Mackintosh KA, Eddolls WTB, Stratton G, Wilson AM, Rance JY, et al. Perceptions of asthma and exercise in adolescents with and without asthma. *J Asthma.* 2018;55(8):868–76.
38. McNarry MA, Lewis MJ, Wade N, Davies GA, Winn C, Eddolls WTB, et al. Effect of asthma and six-months high-intensity interval training on heart rate variability during exercise in adolescents. *J Sports Sci.* 2019;37(19):2228–35.
39. Abdelbasset WK, Alsubaie SF, Tantawy SA, Elyazed TIA, Kamel DM. Evaluating pulmonary function, aerobic capacity, and pediatric quality of life following a 10-week aerobic exercise training in school-aged asthmatics: a randomized controlled trial. *Patient Prefer Adherence.* 2018;12:1015–23.
40. Weisgerber M, Webber K, Meurer J, Danduran M, Berger S, Flores G. Moderate and vigorous exercise programs in children with asthma: safety, parental satisfaction, and asthma outcomes. *Pediatr Pulmonol.* 2008;43(12):1175–82.
41. Fanelli A, Cabral ALB, Neder JA, Martins MA, Carvalho CRF. Exercise training on disease control and quality of life in asthmatic children. *Med Sci Sports Exerc.* 2007;39(9):1474–80.
42. Latorre-Román PÁ, Navarro-Martínez AV, García-Pinillos F. The effectiveness of an indoor intermittent training program for improving lung function, physical capacity, body composition and quality of life in children with asthma. *J Asthma.* 2014;51(5):544–51.
43. Sanz-Santiago V, Diez-Vega I, Santana-Sosa E, Lopez Nuevo C, Iturriaga Ramirez T, Vendrusculo FM, et al. Effect of a combined exercise program on physical fitness, lung function, and quality of life in patients with controlled asthma and exercise symptoms: A randomized controlled trial. *Pediatr Pulmonol.* 2020;55(7):1608–16.
44. Lu KD, Forno E. Exercise and Lifestyle Changes in Pediatric Asthma. *Curr Opin Pulm Med.* 2020;26(1):103–11.
45. G. Paseiro Ares. Obsolescencia e idiomática de la revista de Fisioterapia durante los

- años 1989, 1999 y 2000. *Fisioterapia*. 2002;24(1):40–6.
46. Burgos Rincón F CCP. Procedimientos de evaluación de la función pulmonar. In: *Manual Separ de procedimientos*. 2004. p. 65–6.
 47. Holland AE, Spruit MA, Troosters T, Puhan MA, Pepin V, Saey D, et al. An official European respiratory society/American thoracic society technical standard: Field walking tests in chronic respiratory disease. *Eur Respir J*. 2014 Dec 1;44(6):1428–46.
 48. Maestu LP. Procedimientos de evaluación de la función pulmonar. *Man Separ procedimientos*. 2002;3:4–16.
 49. Lammers N, van Hoesel MHT, van der Kamp M, Brusse-Keizer M, van der Palen J, Visser R, et al. The Visual Analog Scale detects exercise-induced bronchoconstriction in children with asthma. *J asthma*. 2020;57(12):1347–53.
 50. Bonini M, Di Paolo M, Bagnasco D, Baiardini I, Braido F, Caminati M, et al. Minimal clinically important difference for asthma endpoints: an expert consensus report. *Eur Respir Rev*. 2020;29(156):1–14.
 51. Perez T, Chanez P, Dusser D, Devillier P. Prevalence and reversibility of lung hyperinflation in adult asthmatics with poorly controlled disease or significant dyspnea. *Allergy Eur J Allergy Clin Immunol*. 2016 Jan 1;71(1):108–14.
 52. Tosca MA, Del Barba P, Licari A, Ciprandi G. The Measurement of Asthma and Allergic Rhinitis Control in Children and Adolescents. *Children*. 2020;7(5).
 53. Burgos Rincón F CCP. Procedimientos de evaluación de la función pulmonar II. *Manual Separ de procedimientos*. 2004. p. 123–5.
 54. Launois C, Barbe C, Bertin E, Nardi J, Perotin JM, Dury S, et al. The modified Medical Research Council scale for the assessment of dyspnea in daily living in obesity: a pilot study. *BMC Pulm Med*. 2012 Oct;12(1):1–7.
 55. Burgos Rincón F CCP. Procedimientos de evaluación de la función pulmonar II. *Manual Separ de procedimientos*. 2004. p. 64–100.
 56. Benito Pérez González. Cuestionario PAQ-C: midiendo la actividad física de los pequeños con fiabilidad y consistencia. *deporcam*. 2017;48–9.
 57. Juniper EF, Guyatt GH, Feeny DH, Ferrie PJ, Griffith LE, Townsend M. Measuring quality of life in children with asthma. *Qual Life Res* 1996 51. 1996;5(1):35–46.

58. Badia X, García-Hernández G, Cobos N, López-David C, Nocea G, Roset M. Validación de la versión española del Pediatric Quality of Life Questionnaire en la valoración de la calidad de vida del niño asmático. *Med Clin (Barc)*. 2001;116(15):565–72.
59. Vidal A, Duffau G, Ubilla C. Calidad de vida en el niño asmático y su cuidador. *Rev Chil Enf Respir*. 2007;23:160–6.
60. Juniper EF, O'Byrne PM, Guyatt GH, Ferrie PJ, King DR. Development and validation of a questionnaire to measure asthma control. *Eur Respir J*. 1999;14(4):902–7.
61. Falcón MAR. Manual 34. Cuestionarios de utilidad en el asma bronquial by SEPAR - Issuu. Manual Separ de procedimientos. 2017. p. 25–38.
62. Crapo RO, Casaburi R, Coates AL, Enright PL, MacIntyre NR, McKay RT, et al. ATS Statement: Guidelines for the Six-Minute Walk Test. *Am Thorac Soc*. 2002;166(1):111–7.
63. Solange Caussade D, Marcela Linares D, Hortensia Barrientos D, Homero Puppo K, Nadinne Clerc D, Viviana Aguirre D, et al. Actualización de la prueba de provocación bronquial con ejercicio (PPBE). *Neumol Pediátrica*. 2019;14(4):216–21.
64. -González M, Bagur-Calafat ;, Girabent-Farrés. Reliability of the spanish version of the physical activity questionnaire PAQ-C. *Rev int med cienc act fís Deport*. 2017;17(65):139–52.
65. Miquel-Gomara Perelló J, Román Rodríguez M. Medidor de peak-flow: Técnica de manejo y utilidad en atención primaria. *MEDIFAM - Rev Med Fam y Comunitaria*. 2002;12(3):206–13.
66. Mora-Romero U, Gochicoa-Rangel G-ZS et al. Presiones inspiratoria y espiratoria máximas: Recomendaciones y procedimiento. *NCT Neumol y Cirugía Tórax*. 2019;78(2):135–41.
67. Pedro Ángel Latorre-Román, Ana Vanesa Navarro-Martínez, Alfonso Mañas-Bastidas FG-P. Handgrip Strength Test as a Complementary Tool in Monitoring Asthma in Daily Clinical Practice in Children. *Iran J Allergy Asthma Immunol*. 2014;13(6):396–403.
68. American Society of Hand Therapists (ASHT) [Internet]. Available from: <https://asht.org/>
69. El-gohary TM, Abd Elkader SM, Al-shenqiti AM, Ibrahim MI. Assessment of hand-grip

- and key-pinch strength at three arm positions among healthy college students: Dominant versus non-dominant hand. *J Taibah Univ Med Sci*. 2019;14(6):566–71.
70. Gąsior JS, Pawłowski M, Jeleń PJ, Rameckers EA, Williams CA, Makuch R, et al. Test–Retest Reliability of Handgrip Strength Measurement in Children and Preadolescents. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(21):1–11.
71. Weisman IM, Marciniuk D, Martinez FJ, Testing Measurements Frank Scirba E, Sue D, Myers Bruce Johnson J, et al. ATS/ACCP Statement on Cardiopulmonary Exercise Testing. *Am Thorac Soc Am Coll Chest Physicians*. 2012;167(2):211–77.
72. Varray AL, Mercier JG, Terral CM, Prefaut CG. Individualized aerobic and high intensity training for asthmatic children in an exercise readaptation program: Is training always helpful for better adaptation to exercise? *Chest*. 1991;99(3):579–86.
73. Bonsignore MR, La Grutta S, Cibella F, Scichilone N, Cuttitta G, Interrante A, et al. Effects of exercise training and montelukast in children with mild asthma. *Med Sci Sports Exerc*. 2008;40(3):405–12.

12. ANEXOS:

ANEXO 1: CONSENTIMIENTO INFORMADO

DOCUMENTO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA LA PARTICIPACIÓN EN UN ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN

Título del Proyecto: “Efectividad de un programa de ejercicio interválico a alta intensidad frente a un programa de ejercicio continuo a intensidad moderada en niños con asma inducida por ejercicio.”

Investigador Principal: Andrea Villadóniga Veiga

Yo, _____

como tutor legal de _____

(Nombre y apellidos en MAYÚSCULAS)

Declaro que:

- He leído la hoja de información que me han facilitado.
- He podido formular las preguntas que he considerado necesarias acerca del estudio.
- He recibido información adecuada y suficiente por el investigador/a indicado sobre:
 - Los objetivos del estudio y sus procedimientos.
 - Los beneficios e inconvenientes del proceso.
 - Que mi participación es voluntaria y altruista.
 - El procedimiento y la finalidad con que se utilizarán mis datos personales y las garantías de cumplimiento de la legalidad vigente.
 - Que en cualquier momento puedo revocar mi consentimiento (sin necesidad de explicar el motivo y sin que ello afecte a mi atención médica) y solicitar la eliminación de mis datos personales.
 - Que tengo derecho de acceso y rectificación a mis datos personales.

CONSIENTO EN LA PARTICIPACIÓN EN EL PRESENTE ESTUDIO:

SÍ NO

(marcar lo que corresponda)

EN CUANTO A LOS RESULTADOS DE LAS PRUEBAS REALIZADAS:

- DESEO conocer los resultados de mis pruebas.**
- NO DESEO conocer los resultados de mis pruebas.**

Para dejar constancia de todo ello:

Tutor legal:

Investigador/a:

Fecha:

Fecha:

Firma:

Firma:

ANEXO 2: CONTRAINDICACIONES PARA LA REALIZACIÓN DE PRUEBAS DE VALORACIÓN

1. CONTRAINDICACIONES PARA REALIZAR PRUEBAS DE ESFUERZO, SEGÚN LA SEPAR

1.1 Absolutas:

- Infarto agudo de miocardio (IAM) reciente.
- Alteraciones del electrocardiograma (ECG) sugestivas de cardiopatía isquémica aguda.
- Angina inestable.
- Arritmias cardíacas no controladas.
- Bloqueo aurículo-ventricular de 3^{er} grado.
- Estenosis aórtica grave o aneurisma disecante aórtico conocido o sospechado.
- Pericarditis o miocarditis aguda.
- Insuficiencia cardíaca no controlada o edema de pulmón.
- Hipertensión no controlada (Tensión arterial Sistólica (TAS) >250, Tensión Arterial Diastólica (TAD) >120 mmHg).
- Insuficiencia respiratoria (saturación de oxígeno < 85% respirando aire ambiente) o elevación de la Presión arterial de CO₂ (PaCO₂) > 50mmHg.
- Asma no controlada.
- Tromboembolismo pulmonar reciente.
- Anomalías graves de los electrolitos.
- Enfermedad febril aguda.
- Enfermedad metabólica no controlada (diabetes, tirotoxicosis).
- Psicosis graves.
- Tuberculosis activa.
- Enfermedades transmisibles (si el sistema no permite la desinfección de alto nivel).

1.2. Relativas:

- Enfermedad vascular descompensada.
- Aneurisma ventricular.
- Taquicardia en reposo (FC >120 latidos por minuto (lpm)).
- Extrasístoles ventriculares frecuentes o complejos.
- Otras enfermedades valvulares moderadas o graves.

- Alteraciones electrolíticas conocidas (hipocalcemia, hipomagnesemia).
- Diabetes no controlada.
- Limitaciones ortopédicas al ejercicio.
- Enfermedades reumáticas, neuromusculares o musculoesqueléticas que se exacerben con el ejercicio.
- Embarazo avanzado o complicado.
- Miocardiopatías.
- Epilepsia.
- Enfermedad cerebrovascular.

Los criterios enumerados no sustituyen al buen juicio clínico.

La prueba de esfuerzo supervisada se considera relativamente segura, con un índice de complicaciones graves de 1 en 10.000 pruebas y mortalidad de 2 por 10.000 pruebas en pacientes en los que no hay antecedentes ni clínica de cardiopatía isquémica ni enfermedades valvulares.

2. CONTRAINDICACIONES PARA EL 6MWT SEGÚN LA ERS/ATS Y LA SEPAR

2.1. Absolutas

- Infarto agudo de miocardio reciente (3-5 días).
- Angina inestable.
- Arritmias no controladas que generen síntomas o compromiso hemodinámico.
- Síncope.
- Endocarditis activa.
- Miocarditis o pericarditis agudas.
- Estenosis aórtica severa y sintomática.
- Fallo cardíaco no controlado.
- Embolismo pulmonar agudo o infarto pulmonar.
- Trombosis en las extremidades inferiores.
- Sospecha de aneurisma disecante.
- Asma no controlada.
- Edema pulmonar.
- SpO₂ <85% en reposo.
- Fallo respiratorio agudo.

- Presencia de algún desorden no cardiopulmonar agudo que pueda afectar a la capacidad de ejercicio o ser agravado por el mismo (infección, fallo renal, tirotoxicosis).
- Alteración psíquica que implique incapacidad para cooperar.

2.2. Relativas

- Estenosis coronaria izquierda.
- Enfermedad cardíaca valvular estenótica moderada.
- Hipertensión arterial severa no controlada (>180mmHg sistólica, >100mmHg diastólica en reposo).
- Taquiarritmias o bradiarritmias.
- Bloqueo auriculoventricular severo.
- Cardiomiopatía hipertrófica.
- Hipertensión pulmonar significativa.
- Embarazo avanzado o complicado.
- Anomalías electrolíticas y disfunción ortopédica que impide la marcha.

3. CONTRAINDICACIONES PARA REALIZAR ESPIROMETRÍAS SEGÚN LA ATS/ERS Y LA SEPAR

Siempre son relativas y dependen del paciente y su circunstancia:

3.1. Relativas

- Falta de comprensión o colaboración en el entendimiento y realización de la prueba.
- Infarto agudo de miocardio en la primera semana.
- Hipotensión sistémica o hipertensión severa.
- Arritmia auricular/ventricular significativa.
- Insuficiencia cardíaca no compensada.
- Enfermedades que cursan con dolor torácico inestable (neumotórax, angor, etc.)
- Hipertensión pulmonar no controlada.
- Cor pulmonale agudo.
- Embolia pulmonar clínicamente inestable.
- Antecedentes de síncope relacionado con espiración forzada/tos.
- Aneurisma torácico o cerebral.
- Cirugía cerebral dentro de las 4 semanas.

- Conmoción cerebral reciente con síntomas persistentes.
- Desprendimiento de retina o cirugía de cataratas reciente.
- Traqueostomía, ausencia de piezas dentales.
- Cirugía de los senos nasales o cirugía del oído medio o infección dentro de una semana.
- Cirugía torácica o abdominal dentro de las 4 semanas.
- Embarazo tardío.
- Infecciones respiratorias o sistémicas activas o presuntamente transmisibles, incluida la tuberculosis.
- Condiciones físicas que predisponen a la transmisión de infecciones, como hemoptisis, secreciones significativas o lesiones/sangrado oral.

ANEXO 3: CARTA DE INVITACIÓN

Estimados responsables del centro sanitario:

Me complace comunicarles que estamos realizando un estudio de investigación con título “Eficacia de un programa de ejercicio interválico a alta intensidad frente a un programa de ejercicio continuo a intensidad moderada en niños con asma inducida por ejercicio”, el cual requiere de vuestra ayuda. Para llevar a cabo dicho estudio, se requiere de niños/as de edades comprendidas entre los 6 y 12 años, con diagnóstico de asma bronquial.

El desarrollo de dicho programa tendrá lugar en la Facultad de Fisioterapia de la Universidad de A Coruña, requiriendo de dos sesiones de valoración inicial con duración aproximada de 2 horas cada una. Los integrantes deberán acudir acompañados de un tutor legal, al cual se le aportará información referente al desarrollo del estudio, y deberá firmar el consentimiento informado adjunto. En el caso de querer conocer los resultados obtenidos en estas pruebas, los tutores legales marcarán la casilla correspondiente a esto en el consentimiento informado que se les presenta.

El perfil de paciente que buscamos debe encuadrarse en las siguientes características:

Criterios de inclusión:

- Niños con edades comprendidas entre los 6 y 12 años.
- Personas que deseen acceder y participar voluntariamente en el estudio.
- Niños con tutor legal capaz de firmar el consentimiento informado.
- Sujetos con diagnóstico médico de asma

Criterios de exclusión:

Serán excluidos del presente estudio todos aquellos sujetos que presenten al menos una de las siguientes condiciones:

- Contraindicaciones, absolutas y relativas, para realizar pruebas de esfuerzo cardiopulmonar, según criterios recogidos por la SEPAR.
- Contraindicaciones recogidas por la ATS/ERS o por la SEPAR para la realización la prueba de 6 minutos marcha (6MWT).
- Cumplir alguna de las contraindicaciones para realizar espirometrías recogidas por la ATS/ERS o por la SEPAR.
- Diagnóstico de patología respiratoria adyacente al asma bronquial.
- Presencia de alteraciones cognitivas que dificulten la comprensión de las pruebas.

- Haber padecido infecciones respiratorias en el último mes.
- Comorbidades que generen dificultad para la realización de ejercicio físico (anemia, hipotiroidismo...)
- Participación en un programa de rehabilitación pulmonar en los últimos 3 meses.
- Participación en sesiones de entrenamiento vigoroso con frecuencia superior a 5 días/semana.
- Presentar asma severa, mal controlada o exacerbaciones en las últimas 12 semanas.
- No colaboración en los requerimientos del estudio.

Su ayuda en la búsqueda de pacientes es fundamental para el desarrollo de nuestro estudio, por lo que, si está interesado en participar, si quiere recibir más información, o si presenta alguna duda, puede contactar con nosotros a través de la siguiente dirección de correo electrónico:

andrea.villadoniga@udc.es

Deberá indicar: nombre y apellidos, edad, datos del contacto (correo electrónico, número de teléfono y dirección) y centro sanitario de referencia (CHUAC o Hospital Materno-Infantil Teresa Herrera)

MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

Todos los datos de carácter personal son confidenciales y serán tratados de acuerdo con el Reglamento europeo 2016/679 y la Ley Orgánica 3/2018 de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales.

ANEXO 4: HOJA DE INFORMACIÓN AL PACIENTE

TÍTULO DEL ESTUDIO: “Eficacia de un programa de ejercicio interválico a alta intensidad frente a un programa de ejercicio continuo a intensidad moderada en niños con asma inducida por ejercicio”

INVESTIGADOR/A: Andrea Villadóniga Veiga

CENTRO: Facultad de Fisioterapia de la Universidad de A Coruña

Este documento tiene por objeto ofrecerle información relevante acerca de un estudio de investigación en el que se le invita a participar. Este proyecto ha sido aprobado por el Comité de Ética de la UDC.

Antes de tomar la decisión o no de participar en este estudio, debe recibir información personalizada del investigador, leer este documento y hacer todas las preguntas necesarias para conocer con detalle la finalidad de dicho estudio. En caso de que lo desee, puede llevarse el documento, consultarlo con otras personas y tomar el tiempo necesario para emitir una decisión final.

La participación en este estudio es completamente voluntaria. Usted puede decidir no participar o, por el contrario, si desea hacerlo, puede cambiar de parecer retirando el consentimiento en cualquier momento, sin dar explicaciones. Le aseguramos que esta decisión no afectará a la relación con los profesionales sanitarios que le atienden en su centro médico, ni a la asistencia sanitaria a la que tiene derecho.

¿Cuál es la finalidad del estudio?

El principal objetivo de este estudio es analizar los efectos que produce un programa de entrenamiento interválico a alta intensidad (HIIT), frente a un programa de entrenamiento continuo a intensidad moderada (MICT), sobre la disminución del asma inducida por ejercicio físico en aquellos niños con diagnóstico de asma bronquial.

Para desarrollar esta investigación, se requiere la participación voluntaria de una muestra de niños con edades comprendidas entre 6 y 12 años, con diagnóstico médico de asma bronquial, para realizar una serie de pruebas de valoración respiratoria y funcional no invasivas, y para entrar en un programa de entrenamiento de 12 semanas de duración.

¿Por qué me ofrecen participar a mí?

Ud. es invitado a participar debido a que aparece en las listas del Servicio de Neumología Pediátrica y Alergia e Inmunidad Infantil del Hospital Materno-Infantil Teresa Herrera o del

Complejo Hospitalario Universitario de A Coruña (CHUAC), además de cumplir con los criterios de selección establecidos para el reclutamiento de la muestra de este estudio.

¿En qué consiste mi participación?

Su participación comenzará con una valoración inicial, donde se le realizará una entrevista clínica de carácter personal, seguida de un conjunto de mediciones funcionales sencillas no invasivas. También se le pasarán diversos cuestionarios (tanto al participante como al tutor legal), para determinar su calidad de vida y control del asma. Esta primera valoración se llevará a cabo en dos días, con una duración aproximada de 2 horas la sesión. En ellas, se llevarán a cabo las siguientes pruebas:

- Una espirometría forzada: Consiste en soplar a través de un dispositivo, con el objetivo de conocer los volúmenes y flujos pulmonares que maneja el paciente. Deberá seguir las rigurosas indicaciones del profesional responsable.
- Medición de las presiones respiratorias máximas: El paciente, al igual que en la prueba anterior, deberá soplar por una boquilla, con el objetivo esta vez de determinar la fuerza de la musculatura inspiratoria y espiratoria.
- Prueba de fuerza muscular con dinamómetro: Se solicitará un agarre a máxima fuerza posible mediante un dispositivo que registrará la fuerza de ambas manos.
- Test de 6 minutos marcha: La prueba consiste en caminar el mayor número de metros posibles, a una velocidad que el paciente pueda mantener durante 6 minutos seguidos.
- Prueba de esfuerzo submáxima en tapiz rodante: Consiste en caminar sobre una cinta de correr durante 21 minutos, con una pendiente y velocidad que se incrementará cada 3 minutos.

Este programa tendrá una duración de 12 semanas, realizando una reevaluación al finalizar la intervención y tres meses tras la finalización de la misma, para comprobar si se producen cambios a causa del entrenamiento.

¿Qué molestias o inconvenientes tiene mi participación?

Su participación no implica molestias adicionales a las de la práctica asistencial habitual y de la realización de ejercicio físico.

¿Obtendré algún beneficio por participar?

No se espera que Ud. obtenga beneficio directo por su participación en dicho estudio. Esta investigación pretende incrementar el conocimiento acerca de que programa de entrenamiento físico es más beneficioso para reducir el asma inducida por ejercicio, en niños

con asma. Además, gracias a su participación, puede llegar a obtener beneficios en la función pulmonar, calidad de vida, control del asma, tolerancia al ejercicio, entre otras muchas cosas.

¿Recibiré la información que se obtenga del estudio?

Ud. posee la completa decisión de recibir o no información acerca de los resultados obtenidos tras el estudio, al igual que los obtenidos en las pruebas que se le han realizado.

¿Se publicarán los resultados de este estudio?

Los resultados obtenidos en este estudio serán remitidos a publicaciones científicas para su difusión, con el objetivo de aumentar la investigación científica en este campo.

A pesar de esto, no se transmitirá ningún dato que posibilite la identificación de los participantes, ya que la información extraída se anonimiza de forma inmediata.

Información referente a sus datos:

La obtención, tratamiento, conservación, comunicación y cesión de sus datos se hará conforme a lo dispuesto en el Reglamento General de Protección de Datos (Reglamento UE 2016-679 del Parlamento Europeo y del Consejo, del 27 de abril de 2016) y la normativa española sobre protección de datos de carácter personal vigente.

Los datos necesarios para llevar a cabo este estudio están recogidos y conservados de modo anonimizado. La anonimización (codificación) es el tratamiento de datos personales de manera tal que no pueden atribuirse a ninguna persona.

La normativa que regula el tratamiento de datos personales le otorga el derecho a acceder a sus datos, oponerse, corregirlos, cancelarlos, limitar su tratamiento, restringir o solicitar la supresión de los mismos. También puede solicitar una copia de éstos o que ésta sea remitida a un tercero (derecho de portabilidad).

Únicamente el equipo investigador y las autoridades sanitarias, que tienen el deber de guardar la confidencialidad, tendrán acceso a todos los datos recogidos por el estudio.

Para poder ejercer sus derechos con respecto a estos datos, puede contactar con la investigadora del estudio en el correo andrea.villadoniga@udc.es.

¿Existen intereses económicos en este estudio?

Los investigadores participantes de ese estudio no reciben retribución específica por su dedicación.

Ud. no recibirá compensación económica por participar. En el caso de que los resultados del estudio derivasen productos comerciales o patentes, Ud. no recibirá beneficios económicos.

¿Cómo contactar con el equipo investigador de este estudio?

Ud. puede contactar con Andrea Villadóniga Veiga, a través de la dirección de correo electrónico proporcionada a continuación:

andrea.villadoniga@udc.es

MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

ANEXO 5: HOJA DE REGISTRO INICAL DEL PACIENTE

**EFICACIA DE UN PROGRAMA EJERCICIO
INTERVÁLICO A ALTA INTENSIDAD FRENTE A
UN PROGRAMA DE EJERCICIO CONTINUO A
INTENSIDAD MODERADA EN NIÑOS CON
ASMA INDUCIDA POR EJERCICIO**

HOJA DE REGISTRO INICIAL

NUMID:

ENTREVISTA CLÍNICA

1. DATOS SOCIODEMOGRÁFICOS

Nombre: _____

Apellidos: _____

Fecha de nacimiento: _____

Sexo: _____ Nacionalidad: _____

Teléfono: _____

Correo electrónico: _____

2. ANTECEDENTES FAMILIARES DE INTERÉS:

SI	NO
----	----

En el caso de haber marcado que sí, ¿Cuál/es?: _____

3. ANTECEDENTES CLÍNICOS DE INTERÉS (información obtenida a través del neumólogo que encargado de derivar al niño)

Patologías que presenta y fecha de aparición:

4. TRATAMIENTO FARMACOLÓGICO

¿Está el niño tomando algún medicamento actualmente?

SI	NO
----	----

En caso afirmativo, ¿qué medicamento/s está consumiendo?

5. EXACERBACIONES

Frecuencia de las exacerbaciones (en días/semana, días/mes, días/año):

¿Requirieron tratamiento ambulatorio?

SI	NO
----	----

En el caso de haber seleccionado que sí, ¿en cuantas ocasiones? _____

¿Requirieron ingreso hospitalario?

SI	NO
----	----

En el caso de haber seleccionado que sí, ¿en cuantas ocasiones? _____

6. ¿HA PARTICIPADO EN UN PROGRAMA DE REHABILITACIÓN PREVIAMENTE?

SI	NO
----	----

En el caso de haber seleccionado que sí, ¿cuánto tiempo ha transcurrido desde dicha participación? _____

EXPLORACIÓN FÍSICA

VALORES ANTROPOMÉTRICOS

TALLA (cm)	PESO (kg)	IMC (kg/m ²)
------------	-----------	--------------------------

SIGNOS VITALES

FR (lpm)	FR (rpm)	SpO ₂ (%)	TA (mmHg)
----------	----------	----------------------	-----------

PATRÓN RESPIRATORIO

- Costal superior
- Costro-diafragmático
- Diafragmático-abdominal
- Abdominal

MODO RESPIRATORIO

- Naso-nasal
- Naso-bucal
- Buco-nasal
- Buco-bucal

RITMO RESPIRATORIO

- 1:1
- 1:2
- 1:3

ESPIROMETRÍA

ESPIROMETRÍA FORZADA

Parámetro	Valor obtenido	% de referencia
FVC		
FEV₁		
FEV₁/FVC		
FEF		
FEF_{25-75%}		

FEF: flujo espiratorio forzado, FEF_{25-75%}: flujo espiratorio forzado entre el 25-75%, FEV₁: volumen espiratorio forzado en el primer segundo, FEV₁/FVC: relación entre el volumen espiratorio forzado en el primer segundo y la capacidad vital forzada, FVC: capacidad vital forzada

FUERZA DE LA MUSCULATURA RESPIRATORIA

PEM/PIM (cm/H₂O)

Parámetro	Mejor valor obtenido	% de referencia
PIM		
PEM		

PEM: presión espiratoria máxima, PIM: presión inspiratoria máxima

FUERZA DE LA MUSCULATURA PERIFÉRICA

HANDGRIP (kg)

Intentos	1 ^{er}	2 ^o	3 ^{er}	Media
Miembro superior derecho				
Miembro superior izquierdo				

TOLERANCIA AL EJERCICIO

PRUEBA DE SEIS MINUTOS MARCHA – 6MWT

Nombre _____

Fecha _____

Sexo (H/M) _____ Edad (años) _____

Peso (kg) _____ Talla (m) _____

Diagnóstico _____

Examinador _____

Medicación (incluir dosis y horario) _____

6MWT N°1 30 metros				
Valores basales				
SpO ₂		(%)		
FC		(ppm)		
Disnea		(EVA)		
Fatiga EEII		(Borg)		
Vueltas	Metros	Tiempo	SpO ₂	FC
1	30			
2	60			
3	90			
4	120			
5	150			
6	180			
7	210			
8	240			
9	270			
10	300			
11	330			
12	360			
13	390			
14	420			
15	450			
16	480			
17	510			
18	540			
19	570			
20	600			
Valores finales 6MWT				
SpO ₂		(%)		
FC		(ppm)		
Disnea		(EVA)		
Fatiga EEII		(Borg)		
Distancia total caminada		(m)		
Nº paradas		-		
Tiempo total paradas		(m)		

SpO₂ (sentado, en reposo aire ambiente (%))

Oxígeno suplementario (lpm)

SpO₂ (con O₂ suplement. (%))

Incentivo	
Min 1	<i>"Lo está haciendo muy bien, faltan 5 minutos"</i>
Min 2	<i>"Perfecto, continúe así, faltan 4 minutos"</i>
Min 3	<i>"Está en la mitad del tiempo de la prueba, lo está haciendo muy bien"</i>
Min 4	<i>"Perfecto, continúe así, faltan dos minutos"</i>
Min 5	<i>"Lo está haciendo muy bien, falta un minuto"</i>
Min 6	Quince segundos antes de finalizar: <i>"deberá detenerse cuando se lo indique"</i> Al minuto 6: <i>"pare, la prueba ha finalizado"</i>

PRUEBA DE ESFUERZO SUBMÁXIMA EN TAPIZ RODANTE

	Antes de la prueba	Durante la prueba							Después de la prueba
		1 ^a subida	2 ^a subida	3 ^a subida	4 ^a subida	5 ^a subida	6 ^a subida	7 ^a subida	
Disnea en la EVA									
FC									
SpO ₂									

FC alcanzada	
Velocidad alcanzada	
Pendiente alcanzada	

EVA: escala visual analógica, FC: frecuencia cardíaca, SpO₂: saturación de oxígeno

ANEXO 6: DIARIO DEL PACIENTE

EFICACIA DE UN PROGRAMA DE EJERCICIO INTERVÁLICO A ALTA INTENSIDAD FRENTE A UN PROGRAMA DE EJERCICIO CONTINUO A INTENSIDAD MODERADA EN NIÑOS CON ASMA INDUCIDA POR EJERCICIO

DIARIO DEL PACIENTE

INICIALES PACIENTE:

Fecha:

Marque con una cruz o un círculo donde corresponda, en función a si el niño presenta o no las siguientes entidades:

SÍNTOMAS:

Pitidos en el pecho (Sibilancias)

SI	NO
----	----

Tos

SI	NO
----	----

Sensación de falta de aire (Disnea)

Indique con un círculo, en una escala del 1 al 10, que sensación de falta de aire presenta



PEF (L/min) _____

MEDICAMENTOS

SI	NO
----	----

En caso de haber tomado medicamentos, ¿cuáles?: _____

VISITA A URGENCIAS

SI	NO
----	----

ACTIVIDAD FÍSICA

SI	NO
-----------	-----------

En caso de haber realizado actividad física, ¿cuál?: _____

¿Tuviste sensación de falta de aire durante la actividad física realizada?

SI	NO
-----------	-----------

OBSERVACIONES:

ANEXO 7: PRUEBA DE 6 MINUTOS MARCHA

PRUEBA DE SEIS MINUTOS MARCHA – 6MWT

Nombre _____

Fecha _____

Sexo (H/M) _____ Edad (años) _____

Peso (kg) _____ Talla (m) _____

Diagnóstico _____

Examinador _____

Medicación (incluir dosis y horario) _____

6MWT N°1 30 metros				
Valores basales				
SpO ₂		(%)		
FC		(ppm)		
Disnea		(EVA)		
Fatiga EEII		(Borg)		
Vueltas	Metros	Tiempo	SpO ₂	FC
1	30			
2	60			
3	90			
4	120			
5	150			
6	180			
7	210			
8	240			
9	270			
10	300			
11	330			
12	360			
13	390			
14	420			
15	450			
16	480			
17	510			
18	540			
19	570			
20	600			
Valores finales 6MWT				
SpO ₂		(%)		
FC		(ppm)		
Disnea		(EVA)		
Fatiga EEII		(Borg)		
Distancia total caminada		(m)		
Nº paradas		-		
Tiempo total paradas		(m)		

SpO₂ (sentado, en reposo aire ambiente (%))

Oxígeno suplementario (lpm)

SpO₂ (con O₂ suplement. (%))

Incentivo	
Min 1	<i>"Lo está haciendo muy bien, faltan 5 minutos"</i>
Min 2	<i>"Perfecto, continúe así, faltan 4 minutos"</i>
Min 3	<i>"Está en la mitad del tiempo de la prueba, lo está haciendo muy bien"</i>
Min 4	<i>"Perfecto, continúe así, faltan dos minutos"</i>
Min 5	<i>"Lo está haciendo muy bien, falta un minuto"</i>
Min 6	Quince segundos antes de finalizar: <i>"deberá detenerse cuando se lo indique"</i> Al minuto 6: <i>"pare, la prueba ha finalizado"</i>

ANEXO 8: CUESTIONARIO DE ACTIVIDAD FÍSICA PARA NIÑOS

Cuestionario de actividad física para niños (PAQ-C)

Nombre:

Edad:

Sexo: M: F:

Investigador/a:

Queremos conocer cuál es tu nivel de actividad física en los últimos 7 días (última semana). Esto incluye todas aquellas **actividades como deportes, gimnasia o danza** que hacen sudar o sentirte cansado/a, o juegos que hagan que se acelere tu respiración como jugar al pillapilla, saltar a la comba, correr, trepar y otras.

Recuerda:

1. No hay preguntas buenas o malas. Esto NO es un examen.
2. Contesta las preguntas de la forma más honesta y sincera posible. Esto es muy importante.

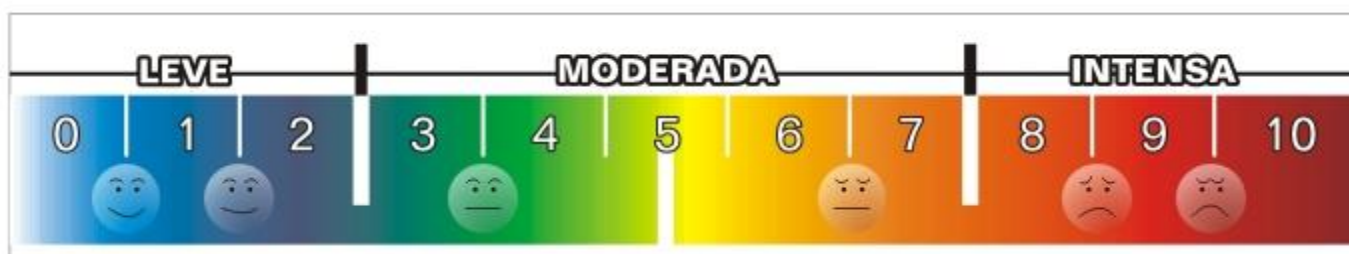
1. Actividad Física en tu tiempo libre: ¿Has hecho alguna de estas actividades en los últimos 7 días (última semana)? Si tu respuesta es sí: ¿cuántas veces las has hecho? *(Marca un solo círculo por actividad)*

Actividad	NO	1-2 veces	3-4 veces	5-6 veces	7 veces o más
Saltar a la comba					
Patinar					
Jugar a juegos como el pillapilla					
Montar en bicicleta					
Caminar (como ejercicio)					
Correr/footing					
Aeróbic/spinning					
Natación					
Bailar/danza					
Bádminton					
Rugby					
Montar en monopatín					
Fútbol/fútbol sala					
Voleibol					
Hockey					
Baloncesto					
Atletismo					
Musculación/pesas					
Artes marciales (judo, kárate...)					
Otros					

ANEXO 9: ESCALA DE DISNEA MODIFIED MEDICAL RESEARCH COUNCIL

GRADO	ACTIVIDAD
0	Ausencia de disnea excepto al realizar ejercicio intenso.
1	Disnea al andar deprisa en llano, o al andar subiendo una pendiente poco pronunciada.
2	La disnea le produce una incapacidad de mantener el paso de otras personas de la misma edad caminando en llano o tener que parar a descansar al andar en llano al propio paso.
3	La disnea hace que tenga que parar a descansar al andar unos 100 metros o después de pocos minutos de andar en llano.
4	La disnea impide al paciente salir de casa o aparece con actividades como vestirse o desvestirse

ANEXO 10: ESCALA VISUAL ANALÓGICA



ANEXO 11: CUESTIONARIO DE CALIDAD DE VIDA DEL ASMA: PEDIATRIC ASTHMA QUALITY OF LIFE QUESTIONNAIRE

Pediatric asthma quality of life questionnaire (PAQLQ)

En las líneas siguientes escribe las tres actividades en las que el asma te haya molestado más. Queremos saber cuánto te ha molestado el asma para hacer estas cosas durante los últimos 7 días. Marca con una X la casilla que describa mejor hasta qué punto te has sentido molesto.

¿Cuánto te ha molestado durante los últimos 7 días...							
	Me ha molestado muchísimo	Me ha molestado mucho	Me ha molestado bastante	Me ha molestado regular	Me ha molestado poco	Me ha molestado casi nada	No me ha molestado nada
1. la tos?							
2. los ataques de asma?							
3. los pitidos o silbidos en el pecho?							
4. la dificultad para respirar y opresión en el pecho							
5. la falta de aire?							
En general, ¿con qué frecuencia durante los últimos 7 días te has sentido...							
	Siempre	Casi siempre	Muchas veces	Bastantes veces	Algunas veces	Casi siempre	Nunca
6. desilusionado o triste por no haber podido hacer lo que querías debido al asma?							
7. cansado debido al asma?							
8. preocupado o inquieto debido al asma?							
9. enfadado debido al asma?							
10. irritable o de mal humor a causa del asma?							
11. diferente o que te han dejado de lado debido al asma?							
En general, ¿con qué frecuencia durante los últimos 7 días te has sentido...							

Eficacia de un programa de ejercicio interválico a alta intensidad frente a un programa de ejercicio continuo a intensidad moderada en niños con asma inducida por ejercicio: un proyecto de investigación

	Siempre	Casi siempre	Muchas veces	Bastantes veces	Algunas veces	Casi siempre	Nunca
13. te has despertado por la noche debido al asma?							
14. te has sentido nervioso o molesto debido al asma?							
15. has notado que te quedabas sin aire?							
16. has notado que no podías seguir el ritmo de los demás debido al asma?							
17. dormiste mal por la noche debido al asma?							
18. has tenido miedo durante un ataque de asma?							
19. te ha costado respirar hondo?							
Piensa en todas las actividades o cosas que hiciste durante los últimos 7 días...							
	Me ha molestado muchísimo	Me ha molestado mucho	Me ha molestado bastante	Me ha molestado regular	Me ha molestado poco	Me ha molestado casi nada	No me ha molestado nada
20. ¿Cuánto te molestó el asma mientras las hacías?							

ANEXO 12: CUESTIONARIO DE CALIDAD DE VIDA DEL ASMA: PEDIATRIC ASTHMA CAREGIVER'S QUALITY OF LIFE QUESTIONNAIRE

Pediatric asthma caregiver's quality of life questionnaire (PACQLQ)

Marque con un círculo en donde corresponda, en función a las siguientes preguntas realizadas:

DURANTE LA SEMANA PASADA...

¿Con que frecuencia:	Siempre	Casi siempre	Con bastante frecuencia	Algunas veces	De vez en cuando	Casi nunca	Nunca
1. Se ha sentido asustado/a cuando su hijo/a ha tenido tos, pitidos o le faltaba la respiración	1	2	3	4	5	6	7
2. Su familia ha tenido que cambiar de planes debido al asma de su hijo/a?	1	2	3	4	5	6	7
3. Se ha sentido impaciente cuando su hijo/a estaba irritable a causa del asma?	1	2	3	4	5	6	7
4. El asma de su hijo/a ha interferido en su trabajo o tareas domésticas?	1	2	3	4	5	6	7
5. Se ha sentido molesto/a a causa de la tos, los pitidos o la falta de respiración de su hijo/a?	1	2	3	4	5	6	7
6. No ha podido dormir a causa del asma de su hijo/a?	1	2	3	4	5	6	7
7. Se ha sentido preocupado/a cuando el asma de su hijo/a ha dificultado las relaciones familiares?	1	2	3	4	5	6	7
8. Se ha despertado por la noche a causa del asma de su hijo/a?	1	2	3	4	5	6	7
9. Debido al asma de su hijo/a ha estado de mal humor?	1	2	3	4	5	6	7

¿En qué medida...	Muchísimo	Mucho	Bastante	Algo	Un poco	Casi nada	Nada
10. Le ha preocupado o angustiado la manera como su hijo/a ha llevado a cabo sus actividades cotidianas?	1	2	3	4	5	6	7
11. Le ha preocupado o angustiado la medicación que recibe su hijo/a (cantidades, efectos)?	1	2	3	4	5	6	7
12. Le ha preocupado o angustiado estar sobreprotegiendo a su hijo/a	1	2	3	4	5	6	7
13. Se ha preocupado o angustiado porque su hijo/a pueda llevar una vida normal?	1	2	3	4	5	6	7

ANEXO 13: CUESTIONARIO DE CONTROL DEL ASMA

Cuestionario de control del asma (ACQ)

Marque con un círculo la opción correcta en función a las siguientes preguntas:

1. Durante las últimas 4 semanas, ¿con qué frecuencia ha tosido durante el día en ausencia de resfriado/constipado?

- 4. Más de una vez al día
- 3. Una vez al día
- 2. De 3 a 6 veces por semana
- 1. Una o 2 veces por semana
- 0. Nunca

2. Durante las últimas 4 semanas, ¿con qué frecuencia ha tosido durante la noche con ausencia de resfriado/constipado?

- 4. Más de una vez al día
- 3. Una vez al día
- 2. De 3 a 6 veces por semana
- 1. Una o 2 veces por semana
- 0. Nunca

3. Durante las últimas 4 semanas, ¿con qué frecuencia ha tenido pitidos o silbidos durante el día?

- 4. Más de una vez al día
- 3. Una vez al día
- 2. De 3 a 6 veces por semana
- 1. Una o 2 veces por semana
- 0. Nunca

4. Cuando el niño hace ejercicio (juega, corre, etc.) o ríe a carcajadas, ¿tiene tos o pitidos/silbidos?

- 4. Siempre
- 3. Casi siempre
- 2. A veces
- 1. Casi nunca
- 0. Nunca

5. Durante las últimas 4 semanas, ¿con qué frecuencia le ha costado respirar durante la noche?

- 4. Más de una vez por noche
- 3. Una vez por noche
- 2. De 3 a 6 veces por semana
- 1. Una o 2 veces por semana
- 0. Nunca

6. Durante las últimas 4 semanas, ¿cuántas veces ha tenido que ir a urgencias debido al asma?

- 4. Más de tres veces
- 3. Tres veces
- 2. Dos veces
- 1. Una vez
- 0. Ninguna

7. Durante las últimas 4 semanas, ¿con qué frecuencia ha tenido pitidos o silbidos durante la noche?

- 4. Más de una vez por noche
- 3. Una vez por noche
- 2. De 3 a 6 veces por semana
- 1. Una o 2 veces por semana
- 0. Nunca

6. Durante las últimas 4 semanas, ¿cuántas veces han ingresado en el hospital al niño debido al asma?

- 4. Más de tres veces
- 3. Tres veces
- 2. Dos veces
- 1. Una vez
- 0. Ninguna

9. Durante las últimas 4 semanas, ¿con qué frecuencia le ha costado respirar durante el día?

- 4. Más de una vez al día
- 3. Una vez al día
- 2. De 3 a 6 veces por semana
- 1. Una o 2 veces por semana
- 0. Nunca

ANEXO 14: PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO CONTINUO A INTENSIDAD MODERADA (MICT)

CALENTAMIENTO

MOVILIDAD ARTICULAR

Todos los ejercicios se realizarán durante 1 minuto, con una duración total de 5 minutos.



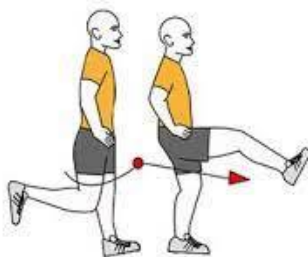
Rotaciones humerales



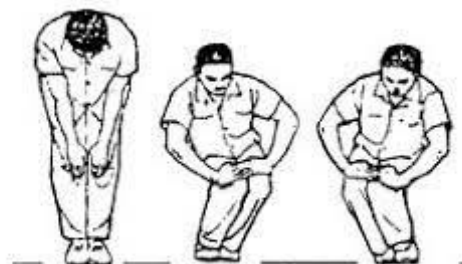
Rotaciones de cadera



Rotaciones de tobillo



Flexo-extensión de cadera



Circunducciones de rodilla

CALENTAMIENTO EN TAPIZ RODANTE

Se realizarán 10 minutos de marcha en tapiz rodante sin carga, a velocidad constante.

PARTE PRINCIPAL

Los integrantes realizarán 30 minutos continuos de marcha en tapiz rodante.

Se comienza calculando el 50% de la $FC_{máx.}$ obtenida durante la prueba de esfuerzo submáxima.

La intensidad se irá incrementando de manera progresiva, hasta terminar el entrenamiento físico con un 70% de la $FC_{máx.}$



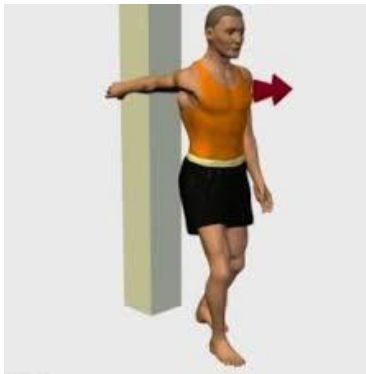
VUELTA A LA CALMA

ESTIRAMIENTOS

Esta parte tendrá una duración de 10 minutos, en la que cada estiramiento se mantendrá durante 50 segundos.



Estiramiento de trapecio



Estiramiento de pectoral



Estiramiento de tríceps



Estiramiento de cuádriceps



Estiramiento de isquiotibiales



Estiramientos de dorsal ancho



Estiramiento de glúteo



Estiramiento de gemelos



Estiramiento de psoas



Estiramiento de lumbar

RELAJACIÓN

Se realizarán 5 minutos de relajación. Con el paciente tumbado en una colchoneta en decúbito supino, se le pedirá que se concentre en la respiración, realizando una respiración naso-bucal con patrón diafragmático.

ANEXO 15: PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO INTERVÁLICO A ALTA INTENSIDAD (HIIT)

CALENTAMIENTO

MOVILIDAD ARTICULAR

Todos los ejercicios se realizarán durante 1 minuto, con una duración total de 5 minutos.



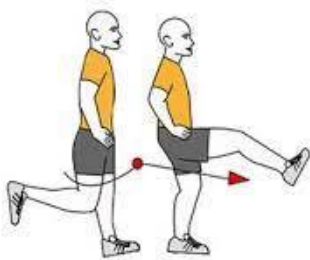
Rotaciones humerales



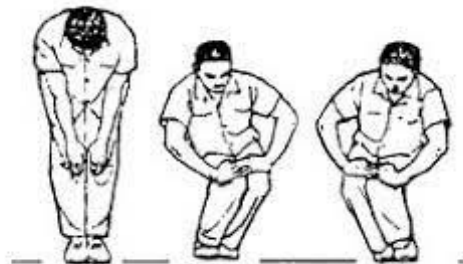
Rotaciones de cadera



Rotaciones de tobillo



Flexo-extensión de cadera



Circunducciones de rodilla

CALENTAMIENTO POR LA SALA

Se realizarán 10 minutos trote por la sala, controlando que la FC se mantenga alrededor de un 50% de la $FC_{máx}$.

PARTE PRINCIPAL

Los integrantes realizarán 30 minutos de ejercicios por circuitos.

La intensidad durante todo el entrenamiento se mantendrá en unos valores $\geq 90\%$ de la $FC_{máx}$, registrada mediante el Pulsómetro Polar® H10 beat (Polar Electro, Kempele, Finlandia).

La relación trabajo/descanso será de 1:2, suponiendo 45 segundos de trabajo frente a 90 segundos de descanso.

Los ejercicios a realizar serán los siguientes:



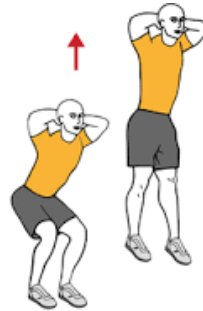
Subir y bajar escaleras de manera continua.



Saltos de tijera: abrir y cerrar piernas y brazos de manera alternada.



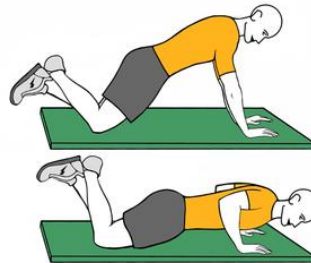
Zancadas alternas con ambos miembros inferiores.



Sentadilla con salto.



Skipping: rodillas al pecho de manera alterna y continuada.



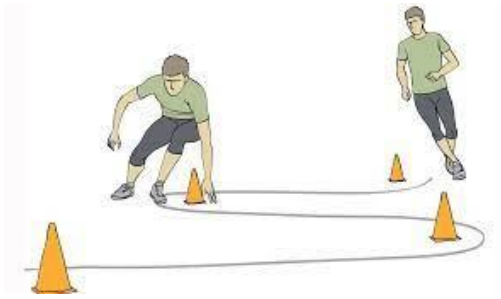
Flexiones de brazos con rodillas apoyadas. En el caso de poder, hacer las flexiones con apoyo de pies.



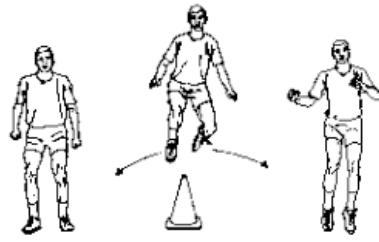
Abdominales para trabajar oblicuos. El ejercicio consiste en llevar el codo a la rodilla contraria, trabajando así, el oblicuo externo homolateral y el interno contralateral.



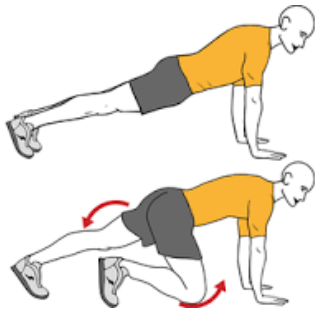
Sentadilla con balón medicinal.



Ejercicio de zigzag con conos.



Salto lateral de cono. Se le pedirá al niño que salte a un lado y al otro del cono de manera consecutiva.



Mountain climber: en posición de plancha con apoyo en las manos, llevar las rodillas al pecho de forma alterna.



Correr en el sitio, llevando los talones al glúteo.



Carrera de relevos: El niño correrá, con un pañuelo, en sprint durante 45 segundos, hasta llegar a su compañero. En ese momento, se lo entregará y descansará durante 90 segundos.

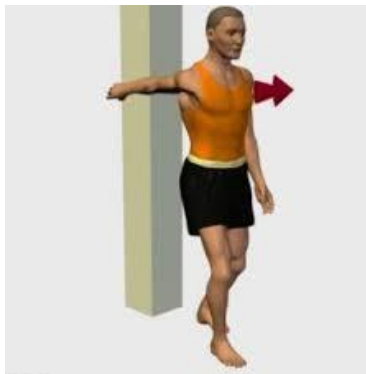
VUELTA A LA CALMA

ESTIRAMIENTOS

Esta parte tendrá una duración de 10 minutos, en la que cada estiramiento se mantendrá durante 50 segundos.



Estiramiento de trapecio



Estiramiento de pectoral



Estiramiento de tríceps



Estiramiento de cuádriceps



Estiramiento de isquiotibiales



Estiramientos de dorsal ancho



Estiramiento de glúteo



Estiramiento de gemelos



Estiramiento de psoas



Estiramiento de lumbar

RELAJACIÓN

Se realizarán 5 minutos de relajación. Con el paciente tumbado en una colchoneta en decúbito supino, se le pedirá que se concentre en la respiración, realizando una respiración naso-bucal con patrón diafragmático.