



**Università degli Studi di Padova**

**Dipartimento di Medicina**

**Corso di Laurea Magistrale in Scienze e Tecniche dell'Attività  
Motoria Preventiva e Adattata**

Tesi di laurea:

**Attività motoria adattata a quota elevata per soggetti asmatici  
pediatrici**

Relatore: Dott.ssa *Duregon Federica*

Laureanda: *Toniolo Camilla*

N° di Matricola: 2004094

ANNO ACCADEMICO

2021/2022



# INDICE

INDICE

RIASSUNTO

ABSTRACT

INTRODUZIONE

1. ASMA IN ETA' PEDIATRICA	1
1.1 – Definizione, sintomi e classificazione	1
1.2 – Incidenza	5
1.3 – Fattori di rischio	6
1.4 – Valutazioni e terapia	8
1.4.1 - <i>Riacutizzazioni</i>	10
2. ESERCIZIO FISICO E ASMA PEDIATRICO	11
2.1 – Linee guida esercizio fisico	11
2.2 – Effetti dell'esercizio	13
2.3 – Rischi e limitazioni	15
3. ASMA E AMBIENTE MONTANO	17
3.1 - Rischi e benefici	17
3.2 – Proposte di intervento	21
3.3 – Istituto Pio XXII - Misurina (BL)	23
4. ANALISI DELLA LETTERATURA	24
4.1 – Benefici dell'esercizio nei bambini asmatici	24
4.2 – Benefici dell'esercizio montano nei bambini asmatici	29

5. PROTOCOLLO DI ALLENAMENTO ADATTATO A BAMBINI ASMATICI IN AMBIENTE MONTANO	34
5.1 – Anamnesi	34
5.2 – Test di valutazione	34
5.3 – Obiettivi	37
5.4 – Proposta di esercizio	37
CONCLUSIONI	39
6. BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA	40

## RIASSUNTO

**Presupposti dello studio:** Analisi della letteratura finalizzata ai benefici dell'attività fisica a bassa, media ed alta quota in soggetti pediatrici asmatici.

**Materiali e metodi:** Utilizzo dei motori di ricerca "PubMed" e "Google Scholar". Per la ricerca riguardante l'attività fisica a livello del mare sono stati selezionati gli articoli contenenti nel titolo o nell'abstract le parole "asthma", "minors" e "exercise". Sono stati considerati solo gli RCT (randomized control trials), con campione dai 6 ai 18 anni e che trattassero la patologia ricercata. Per quanto riguarda la ricerca a quota elevata le parole utilizzate sono state "exercise", "asthma" e "altitude", tenendo poi in considerazione solo gli RCT, il campione voluto e la patologia analizzata. Gli articoli restanti sono stati trovati su "Google Scholar" attraverso la ricerca: "medium and high altitude exercise for children with asthma RCT".

**Procedura:** Da tale analisi si evince che per i piccoli soggetti asmatici l'HIIT (Winn et al., 2019), l'esercizio aerobico, gli esercizi respiratori (David et al., 2018) e anche i videogame attivi (Gomes et al., 2015) sono in grado di migliorare la qualità della vita, la capacità funzionale e diminuiscono le IgE totali (Andrade et al, 2014; Baserman et al., 2006; Moreira et al., 2008; Zhang et al., 2019).

Esistono anche programmi di allenamento adattati da svolgere a quota elevata con approccio multidisciplinare (Bersuch et al., 2017; Fieten et al., 2014) o un allenamento su pista a quota moderata (Ahmaidi et al., 1993) atti a migliorare la condizione fisica e psicologica del paziente. Infine, si possono applicare anche trattamenti in camere a pressione ipobarica (Bertesens et al., 2005).

Sulla base di questi dati, nell'ultima parte di questo lavoro si propone un protocollo di 5 giornate adattato a pazienti asmatici pediatrici da svolgere in ambiente montano per almeno 2 settimane. Inizialmente si fa l'anamnesi del soggetto, seguita dai test di valutazione, dalla proposta di esercizio e dal conseguente mantenimento da svolgere anche a bassa quota.

**Conclusioni:** I pazienti pediatrici asmatici hanno la tendenza a svolgere poca attività fisica; risulta quindi necessario incentivarne la pratica anche a quota elevata, visti gli innumerevoli benefici che si possono ottenere.

## ABSTRACT

**Introduction:** Literature analysis aimed at the benefits of low-, medium- and high-altitude physical activity in paediatric asthmatic subjects.

**Materials and methods:** Use of the search engines "PubMed" and "Google Scholar". For the search concerning physical activity at sea level, articles containing the words 'asthma', 'minors' and 'exercise' in the title or abstract were selected. Only RCTs (randomised control trials) were considered, with a sample size of 6 to 18 years and which dealt with the pathology sought.

For the high-altitude search, the words used were 'exercise', 'asthma' and 'altitude', with only RCTs, the desired sample and the pathology analysed being taken into account. The remaining articles were found on "Google Scholar" by searching: "medium and high altitude exercise for children with asthma RCTs".

**Procedure:** This analysis shows that for young asthmatic subjects HIIT (Winn et al., 2019), aerobic exercise, breathing exercises (David et al., 2018) and even active video games (Gomes et al., 2015) are able to improve quality of life, functional capacity and decrease total IgE (Andrade et al, 2014; Baserman et al., 2006; Moreira et al., 2008; Zhang et al., 2019).

There are also adapted training programmes to be carried out at high altitude with a multidisciplinary approach (Bersuch et al., 2017; Fieten et al., 2014) or track training at moderate altitude (Ahmaidi et al., 1993) aimed at improving the patient's physical and psychological condition. Finally, treatments in hypobaric pressure chambers can also be applied (Bertesens et al., 2005).

Based on these data, a 5 days protocol adapted for paediatric asthmatic patients to be proposed in a mountain environment for at least 2 weeks. First the anamnesis is taken, followed by the assessment tests, the exercise proposal and the subsequent maintenance to be carried out even at low altitude.

**Conclusion:** Paediatric asthmatic patients have a tendency to carry out little physical activity, it is therefore necessary to encourage their practice even at high altitude, given the countless benefits that can be obtained.

# INTRODUZIONE

La seguente tesi di laurea si basa su una revisione della letteratura allo scopo di dimostrare che l'esercizio fisico nei soggetti asmatici pediatrici può avere diversi benefici, non solo a livello del mare, ma anche in ambiente montano.

La tesi è composta da 5 capitoli.

Il primo è un'introduzione sulla patologia, la sua incidenza, i fattori di rischio e la terapia che può essere assunta.

Nel secondo capitolo, invece, si ribadisce l'importanza di fare attività fisica seguendo le linee guida proposta dalla GINA (Global Initiative for Asthma) e tenendo in considerazione non solo i benefici, ma anche gli eventuali rischi.

Nel terzo capitolo viene preso in considerazione l'asma in ambiente montano: vengono valutati i rischi e i benefici e le possibili proposte di intervento per migliorare la condizione clinica dei pazienti quali la speleoterapia, lo sci o un ricovero nelle cliniche specializzate come quella di Misurina (BL).

Nel quarto capitolo viene fatta un'analisi della letteratura circa i benefici che si possono ottenere sui soggetti asmatici pediatrici a bassa, media ed alta quota, anche se negli ultimi due casi c'è bisogno di ulteriori approfondimenti.

Nel quinto ed ultimo capitolo, infine, viene stilata una proposta di intervento da svolgere a quota elevata per pazienti asmatici pediatrici. I soggetti ne prendono parte dopo aver fatto l'anamnesi, i test di valutazione e dopo aver prefissato gli obiettivi. Il protocollo prevede 5 diversi allenamenti settimanali (gite in quota, sport e sessioni in palestra) per almeno 2 settimane.

Nelle conclusioni si fa una valutazione complessiva di ciò che si è trattato, evidenziando l'importanza di svolgere esercizio fisico costantemente al fine di garantire agli asmatici un miglioramento clinico, fisico e psicologico a lungo termine.

Inoltre, si consiglia sempre di tenere sotto controllo la patologia (con la terapia e gli esercizi di respirazione) e di fare in modo che l'ambiente familiare non influenzi negativamente il soggetto limitandolo nell'esercizio fisico.





# 1. ASMA IN ETA' PEDIATRICA

## 1.1 – Definizione, sintomi e classificazione

L'asma è una patologia che colpisce le vie aeree, portando ad una riduzione del flusso d'aria.

I principali determinanti sono:

- una maggiore resistenza al flusso per anomalie interne del lume, dovuta a neoplasie o inspessimento della mucosa
- un'alterazione della parete delle vie aeree per contrazione dei muscoli lisci o in presenza di edema
- una riduzione del ritorno elastico causato da un possibile enfisema.

L'asma è una patologia reversibile, ovvero può regredire in modo completo o quasi. Inoltre, si definisce anche episodica perché le fasi acute si alternano ad episodi asmatici. I sintomi dell'asma sono tipicamente fluttuanti. Pertanto, il monitoraggio (e lo studio) dell'asma richiede parametri di riferimento definiti e terminologia specifica. L'obiettivo, per tutti i pazienti, è di avere un'asma ben controllata indipendentemente dalla gravità della malattia.

La terminologia 'stato asmatico' descrive un broncospasmo grave, intenso e prolungato che non risponde al trattamento.

La gravità generalmente può essere valutata direttamente solo prima di iniziare il trattamento, in quanto i pazienti che hanno risposto bene a questo hanno pochi sintomi. La gravità dell'asma è classificata come: intermittente, lieve persistente, moderato persistente e grave persistente (vedi tabella 1 - National Heart, Lung, and Blood Institute: Expert Panel Report 3: Guidelines for the diagnosis and management of asthma, full report 2007. August 28, 2007).

**Tab. 1:** Classificazione di gravità dell'asma

Componenti di gravità	Intermittente	Lieve persistente	Moderato persistente	Grave persistente
Sintomi e misure del rischio	Tutte le età: ≤ 2 giorni/settimana	Tutte le età: > 2 giorni/settimana, non tutti i giorni	Tutte le età: ogni giorno	Tutte le età: tutto il giorno
Risvegli notturni	Adulti e bambini ≥ 5 anni: ≤ 2 volte al mese Bambini 0-4 anni: 0	Adulti e bambini ≥ 5 anni: 3-4 volte/mese Bambini 0-4 anni: 1-2 volte/mese	Adulti e bambini ≥ 5 anni: > 1 volta a settimana ma non di notte Bambini 0-4 anni: 3-4 volte/mese	Adulti e bambini ≥ 5 anni: spesso 7 volte al mese a settimana Bambini 0-4 anni: > 1 volta/settimana
Uso di inalatori a base di beta-agonisti a breve durata d'azione per i sintomi (non per prevenire il broncospasmo da esercizio fisico)	≤ 2 giorni/settimana	Adulti e bambini ≥ 5 anni: > 2 giorni/settimana ma non ogni giorno Bambini 0-4 anni: > 2 giorni/settimana ma non ogni giorno	Quotidianamente	Più volte/die

Componenti di gravità	Intermittente	Lieve persistente	Moderato persistente	Grave persistente
Interferenza con la normale attività	Assente	Limitazione minore	Alcune limitazioni	Estrema limitazione
FEV1	<p>Adulti e bambini ≥ 5 anni: &gt; 80%</p> <p>Bambini 0-4 anni: non applicabile</p>	<p>Adulti e bambini ≥ 5 anni: &gt; 80%</p> <p>Bambini 0-4 anni: non applicabile</p>	<p>Adulti e bambini ≥ 5 anni: 60-80%</p> <p>Bambini 0-4 anni: non applicabile</p>	<p>Adulti e bambini ≥ 5 anni: &lt; 60%</p> <p>Bambini 0-4 anni: non applicabile</p>
FEV1/CVF	<p>Adulti e bambini ≥ 12 anni: normale†</p> <p>Bambini 5-11 anni: &gt; 85%</p> <p>Bambini 0-4 anni: non applicabile</p>	<p>Adulti e bambini ≥ 12 anni: normale†</p> <p>Bambini 5-11 anni: &gt; 80%</p> <p>Bambini 0-4 anni: non applicabile</p>	<p>Adulti e bambini ≥ 12 anni: ridotto del 5%†</p> <p>Bambini 5-11 anni: 75-80%</p> <p>Bambini 0-4 anni: non applicabile</p>	<p>Adulti e bambini ≥ 12 anni: ridotto &gt; 5%†</p> <p>Bambini 5-11 anni: &lt; 75%</p> <p>Bambini 0-4 anni: non applicabile</p>
Rischio di acutizzazioni dell'asma che richiedono somministrazioni di dosi orali	0-1/anno	<p>Adulti e bambini ≥ 5 anni: ≥ 2/anno</p> <p>Bambini 0-4 anni: ≥ 2 a 6 mesi o wheezing ≥ 4</p>	Eventi più frequenti e intensi indicano una maggiore gravità	Eventi più frequenti e intensi indicano una maggiore gravità

Componenti di gravità	Intermittente	Lieve persistente	Moderato persistente	Grave persistente
-----------------------	---------------	-------------------	----------------------	-------------------

abbondanti di corticosteroidi‡

volte all'anno per > 1 giorno E fattori di rischio persistenti di asma

\*La gravità è classificata in base al grado di compromissione e al rischio di esacerbazioni che richiedono corticosteroidi orali. Il danno è valutato nelle precedenti 2-4 settimane e il rischio è valutato nell'ultimo anno. La severità è meglio classificata alla prima visita prima che venga iniziata una terapia di controllo (né beta-2 agonisti a breve durata di azione, né corticosteroidi sistemici abbondanti per sintomi o esacerbazioni).

† L'evidenza relativa dell'ostruzione del flusso d'aria si basa su un rapporto FEV1/CVF inferiore ai valori normali attesi per fascia d'età. Rapporti normali FEV1 (volume espiratorio forzato in 1 secondo)/CVF per fascia di età: 8-19 anni = 85%; 20-39 anni = 80%; 40-59 anni = 75%; 60-80 anni = 70%.

‡Al momento, non ci sono dati sufficienti per correlare frequenze di esacerbazioni con diversi livelli di gravità dell'asma. In generale, riacutizzazioni più frequenti e gravi (p. es., che necessitano di un intervento urgente non programmato, di ricovero in ospedale o in unità di terapia intensiva) indicano una maggiore gravità della malattia di base. Ai fini del trattamento, i pazienti con esacerbazioni ≥ 2 possono essere considerati con asma persistente.

FEV1 = volume espiratorio forzato in 1 secondo; CVF = capacità vitale forzata.

Adattato dal National Heart, Lung, and Blood Institute: Expert Panel Report 3: Guidelines for the diagnosis and management of asthma, full report 2007. August 28, 2007. Disponibile all'indirizzo: <http://www.nhlbi.nih.gov/guidelines/asthma/asthgdln.htm>.

È importante ricordare che la categoria di gravità non predice l'insorgenza di riacutizzazioni. Per esempio, un paziente che ha asma lieve, con periodi lunghi senza sintomi e normale funzione polmonare può avere una riacutizzazione grave e pericolosa per la vita. La perdita di funzione può essere misurata dalla spirometria, la quale misura il volume d'aria espirato dopo il primo secondo (FEV1) e il rapporto tra FEV1 e capacità vitale forzata (CVF).

Si controllano anche le caratteristiche cliniche quali: frequenza di sintomi, numero di volte in cui il paziente si sveglia di notte, quante volte il paziente utilizza beta2-agonisti a breve durata d'azione per ridurre i sintomi e quanto l'asma influenza la vita quotidiana del soggetto.

## **1.2 – Incidenza**

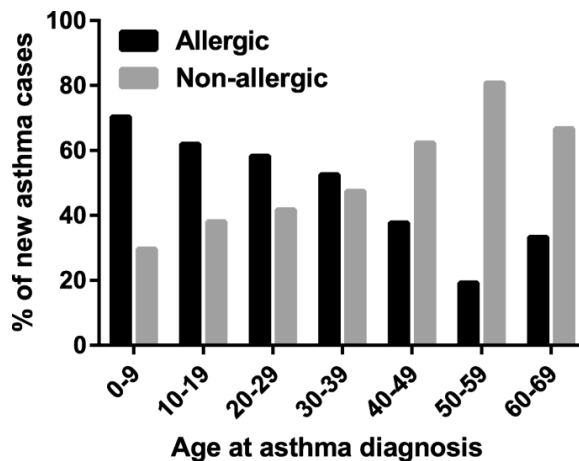
Secondo l'Organizzazione mondiale della sanità, ci sono tra i 100 e i 150 milioni di persone asmatiche. Circa 180 mila persone muoiono per questa malattia ogni anno. Secondo la Global Initiative for Asthma (GINA) 1 persona su 20 soffre di asma. In Europa, secondo GINA, ci sono oltre 30 milioni di asmatici.

In Italia 9 milioni di persone (pari al 15/20%) presentano allergie e 4 milioni ricorrono a cure. Tale fenomeno è in crescita soprattutto nei giovani e nelle donne. L'Italian Study on Asthma in Young Adults (ISAYA), un'indagine multicentrica condotta tra il 1998 e il 2000 su nove città italiane su 3000 persone tra i 20 e i 44 anni, ha permesso di evidenziare una notevole differenza delle manifestazioni asmatiche sul territorio nazionale. La malattia è più presente nelle zone mediterranee che in quelle continentali e la sua prevalenza cresce all'aumentare della temperatura media e al diminuire dell'escursione termica.

La patologia è in continuo aumento: in Europa occidentale il numero di malati è raddoppiato nel giro di 10 anni, negli USA è aumentato del 60% dagli anni '80 e il numero di morti è raddoppiato, in Gran Bretagna e Irlanda è aumentata di 5 volte negli ultimi 25 anni e si stima che in Germania ci siano 4 milioni di ammalati (Istituto superiore di Sanità, 2021).

Secondo uno studio eseguito in Finlandia, si è visto che l'incidenza dell'asma allergico è maggiore durante l'infanzia e diminuisce gradualmente all'aumentare dell'età, mentre l'incidenza dell'asma non allergico raggiungeva il picco nella tarda età adulta. Inoltre, chi ha

un esordio infantile, nella maggior parte dei casi, è portato ad avere asma allergico, mentre chi ha un esordio dopo i 40 anni ha tendenza ad avere asma non allergico (Ilmarinen et al., 2020).



**Fig. 1:** Proporzioni relative di casi allergici (soggetti con rinite allergica) e non allergici (soggetti senza rinite allergica) di nuove diagnosi di asma in diversi gruppi di età (Ilmarinen et al., 2020).

### 1.3 – Fattori di rischio

L'asma è una malattia infiammatoria cronica delle vie aeree, le cui cellule principali sono: mastociti, eosinofili, neutrofili (soprattutto nell'insorgenza improvvisa, nelle esacerbazioni fatali, nell'asma professionale e nei fumatori), T linfociti, macrofagi e cellule epiteliali. I sintomi principali per questi soggetti sono episodi ricorrenti di tosse (soprattutto di notte o al mattino presto), respiro sibilante, dispnea, oppressione toracica e rinite allergica (Stern et al., 2020).

La carenza di vitamina D aggrava i sintomi, in quanto ha proprietà immunomodulanti ed antinfiammatorie. La vitamina D può ridurre gli effetti infiammatori innati e adattativi per mezzo dei suoi effetti sulle cellule dendritiche, sui macrofagi e sui linfociti T e B. Inoltre, bassi livelli materni di vitamina D durante la gravidanza aumentano il rischio di insorgenza del respiro sibilante nei bambini. Tuttavia, sono necessari ulteriori studi per capire qual è la dose ottimale di questa vitamina per prevenire e trattare l'asma (Stern et al., 2020).

È ormai risaputo che i bambini europei che vivono in campagna hanno tassi più bassi di

asma, probabilmente a causa della maggiore esposizione a diversi microrganismi. Tuttavia, altri studi hanno dimostrato che le esposizioni precoci in zone non agricole possono presentare effetti protettivi sullo sviluppo atopico. Per queste persone le esposizioni possono avvenire attraverso animali domestici e il contatto umano. Questo può essere il motivo per cui la presenza di fratelli e animali domestici in casa riduce il rischio di malattia atopica nei bambini (Stern et al., 2020).

La somministrazione di antibiotici può portare a cambiamenti a lungo termine nel microbioma intestinale. Non è ancora noto quanto sia dannosa l'esposizione agli antibiotici come i tempi e l'intensità di esposizione, il tipo o la classe di questi. Studi epidemiologici hanno dimostrato che esiste una correlazione tra l'esposizione agli antibiotici nei primi anni di vita e lo sviluppo di asma e allergie (recensione in Wypych e Marshland) (Stern et al., 2020).

È risaputo che l'esposizione al fumo durante la gravidanza e l'infanzia (+20%) aumenta il rischio di episodi di respiro sibilante e di asma infantile, così come il fumo paterno. Tale esposizione determina una diminuzione del flusso espiratorio di picco e una diminuzione della compliance polmonare. Questo determina cambiamenti nella metilazione del DNA, alterazioni nell'espressione genica, e una maggiore propensione per i T helper 2 (Th2) (Stern et al., 2020).

Uno studio in Europa ha scoperto che il 14% dei casi di asma pediatrica e il 15% di tutte le sue esacerbazioni ha una correlazione con l'inquinamento atmosferico. I principali inquinanti sono: ozono, biossido di zolfo, ossido di azoto e particolato. Questi agenti provengono tipicamente dai veicoli e dalla produzione di energia, compreso l'uso di combustibili fossili. L'inquinamento atmosferico contribuisce all'asma determinandone il danno ossidativo, che stimola il rimodellamento delle vie aeree; l'aumento dell'infiammazione e il miglioramento della sensibilizzazione agli aero allergeni (Stern et al., 2020).

Dal punto di vista dell'ereditarietà, molti geni sono stati anche implicati nello sviluppo dell'asma. Ad oggi, sono stati clonati 8 geni posizionali per l'asma: ADAM33, DPP10, PHF11, NPSR1, HLA-G, CYFIP2, IRAK3 e OPN3. Come per altri disturbi complessi, per gli studi genetici sull'asma c'è ancora incoerenza o mancanza di replicazione universale.

Questo perché sono presenti differenze nella definizione del fenotipo, nelle popolazioni, nelle strutture genetiche (effetti di altri geni e interazioni gene-gene), e nelle esposizioni (interazioni gene-esposizione) (Stern et al., 2020).

I fattori di stress influenzano la patogenesi avviando stati comportamentali mal regolati che portano a cambiamenti fisiologici, i quali influenzano il rischio di malattia. Lo stress interrompe la funzione immunitaria, neuroendocrina e autonoma determinando cambiamenti nella crescita e nello sviluppo polmonare. L'aumento dello stress prenatale e della quantità di cortisolo sono stati associati a fattori immunitari che aumentano il rischio di insorgenza di asma infantile (ad esempio, T helper (TH) 2 risposta, Th17 pathway) (Stern et al., 2020).

La maggior parte dei bambini in età scolare con asma sono sensibilizzati ad almeno un allergene interno. L'acaro della polvere (Der p 1 e Der f 1) è uno degli allergeni più comuni implicati nello sviluppo dell'asma e la sensibilizzazione è stata collegata all'esacerbazione dell'asma. Tra gli allergeni interni troviamo la muffa e i funghi e tra quelli esterni alberi, erba ed erbacce.

Livelli aumentati di IgE (immuno globuline E) specifiche agli allergeni perenni durante i primi anni di vita sono stati associati con un aumento del rischio di asma in età scolare, mentre un rilevabile livello di IgE agli allergeni stagionali era associato ad un aumento del rischio di rinite. La presenza di allergia clinica rischia di peggiorare il controllo dell'asma. (Stern et al., 2020)

## **1.4 – Valutazioni e terapia**

Prima di scegliere il trattamento per i soggetti asmatici va fatta una prima osservazione in cui si valuta: la gravità della malattia, l'efficacia e il rischio di effetti collaterali, l'aderenza al trattamento e la valutazione delle comorbidità.



Il respiro sibilante è correlato all'asma solo dopo i 5 anni ed esiste secondo due categorie: wheezing episodico (intermittente e asintomatico di tipo virale), wheezing da fattori multipli (scatenato da virus, allergeni e sforzo).

Si è visto, però, che l'allontanamento da fattori scatenanti non previene il rischio dell'insorgenza della patologia.

La diagnosi viene fatta tramite la spirometria che valuta la limitazione del flusso aereo, la reversibilità e la variabilità dell'ostruzione bronchiale. Con un incremento di FEV1 > 12%, dopo la somministrazione di un broncodilatatore, indica la presenza di asma. Anche la misurazione del Picco di Flusso Espiratorio (PEF) serve per fare la diagnosi e determinare il trattamento della malattia. Inoltre, si utilizza anche il test da sforzo che è facilmente applicabile, ma meno sensibile di quello della metacolina.

Il monitoraggio della malattia è essenziale per mantenere il controllo della stessa, minimizzare i costi e aumentare la sicurezza. Inizialmente i pazienti devono fare un follow-up ogni 3 mesi, poi, in relazione alla gravità, anche ogni 6.

Durante il controllo si può aumentare la dose terapeutica parlando quindi di step-up o ridurla (step-down).

La terapia ha un approccio per step da 1 (più leggero) a 5:

- i farmaci vengono usati solo per alleviare i sintomi ( $\beta$ 2- agonisti al bisogno);
- monoterapia con corticosteroidi inalatori a basse dosi o anti-leucotrieni o cromoni;
- combinazione di corticosteroidi inalatori a basse dosi e  $\beta$ 2- agonisti a lunga durata d'azione;
- corticosteroidi inalatori a medie dosi e in alcuni casi si aggiungono farmaci come anti-leucotrieni o teofillina;
- combinazione di corticosteroidi inalatori ad alta dose e  $\beta$ 2- agonisti a lunga durata e possibile aggiunta di anti-leucotrieni, omalizumab e teofilline.

Nell'asma grave si utilizzano tutte le opzioni terapeutiche in maniera progressiva in base all'efficacia. I corticosteroidi andrebbero solo per brevi periodi. Gli anticorpi monoclonali (omalizumab) si possono usare anche in pazienti in cui la terapia non è controllata.

Esiste anche l'immunoterapia specifica (ITS) che riduce l'infiammazione dell'organo bersaglio, facendo sì che si riduca la rinite allergica e l'evoluzione asmatica.

La terapia di combinazione con l'aggiunta di un broncodilatatore, un antileucotrieno o

teofillina non risulta essere funzionante nel bambino come la terapia con soli corticosteroidi a dosi medio-basse. La somministrazione per via inalatoria tramite una bomboletta pressurizzata (MDI) con una camera di espansione risulta essere la via più efficace per i pazienti pediatrici. Inoltre, è stato riscontrato che l'uso regolare di montelukast previene il rischio di riacutizzazioni (Linee Guida GINA, 2009).

#### 1.4.1 - *Riacutizzazioni*

Le riacutizzazioni d'asma sono un progressivo deterioramento dei sintomi e conseguente aumento dell'ostruzione bronchiale. Questo fenomeno può durare ore, giorni o settimane. I fattori responsabili possono essere specifici (allergeni, inquinanti, virus) o non specifici (sforzo, alimenti, fattori metereologici).

Ogni riacutizzazione è indipendente dalle precedenti e può avere un severo impatto sulla qualità di vita. Possono essere curate con broncodilatatori a rapida azione o in casi gravi anche con ossigenoterapia, corticosteroidi per via inalatoria o con l'aggiunta di solfato di magnesio per via venosa.

Per prevenirle si consiglia di: controllare la terapia di mantenimento, avere una terapia al bisogno, educare i pazienti ad uno stile di vita sano ed attivo, sottoporli a vaccinazione anti-influenzale ed identificare quelli a maggior rischio (solitamente chi soffre di ventilazione meccanica, acidosi respiratoria, ricovero in terapia intensiva, terapia con più di 3 farmaci, uso eccessivo di  $\beta_2$ -agonisti) (Linee Guida GINA, 2009).

## **2. ESERCIZIO FISICO E ASMA PEDIATRICO**

### **2.1 – Linee guida esercizio fisico**

L'esercizio fisico è in grado di migliorare il condizionamento dei soggetti asmatici: sia per quanto riguarda la forma fisica, ma anche per la qualità di vita. Porta a risultati positivi sulle riduzioni della necessità di farmaci, sugli ingressi al pronto soccorso, diminuisce la paura e l'ansia legate all'esercizio e riduce il sedentarismo.

Alcuni studi hanno dimostrato che l'esercizio porta ad un'ottimizzazione della spirometria (diminuzione della variabilità del flusso di picco e aumento del FEV1), mentre altri sostengono che l'esercizio di condizionamento è buono per i pazienti con asma, ma probabilmente non porta ad una diminuzione della reattività delle vie aeree.

Gli studi di intervento sull'esercizio fisico come trattamento modulatore della malattia per i bambini con asma sono scarsi e tendono a concentrarsi sui miglioramenti clinici come risultati primari. Mentre i cambiamenti nei marcatori di infiammazione sono registrati come risultato secondario, ma senza capire come questi siano influenzati. (Freeman et al., 2019).

La prima figura professionale coinvolta nel controllo del soggetto asmatico è il medico di riferimento per la patologia specifica, che deve immaginare il bambino calato nella sua realtà al di fuori dall'ospedale, alle prese con la vita normale e con normali aspettative. Deve saper proporre la pratica di attività fisica allo scopo di migliorare il benessere psico-fisico del suo paziente, senza aspettare di essere sollecitato dal paziente o dalla famiglia. Quando il percorso comincia in ospedale, sarebbe opportuno che già nella lettera di dimissione il medico referente sottolineasse l'importanza di questo aspetto. Successivamente, il pediatra che riceve in carico il piccolo paziente può indirizzarlo a riprendere un'attività fisica o sportiva, eventualmente con l'ausilio del medico specialista in medicina dello sport. Quest'ultimo valuta le condizioni del bambino, ne verifica la tolleranza allo sforzo, prepara un programma di attività fisica in relazione alle condizioni cliniche e ha la responsabilità di un'eventuale certificazione agonistica (Ministero della Salute, 2017). Successivamente il

paziente può essere preso in carico dai chinesioologi, dagli specialisti dell'esercizio e dai tecnici sportivi.

Nonostante il Ministero della Salute ribadisca l'importanza di fare attività fisica, è risaputo che i soggetti asmatici hanno la tendenza ad essere meno impegnati in questa rispetto ai controlli sani, soprattutto per chi soffre di asma grave. Nei bambini, fortunatamente, i livelli di attività fisica sono indipendenti dalla gravità dell'asma.

Le linee guida statunitensi per bambini e adolescenti raccomandano almeno 1 ora di attività fisica moderata-vigorosa ogni giorno, con la maggior parte di questo tempo da dedicare all'attività aerobica. Anche le attività di rafforzamento muscolare e osseo sono raccomandate. Invece gli adulti dovrebbero prender parte ad una frequente attività fisica e ridurre il tempo sedentario in modo da spendere almeno 2.5-5 h a settimana facendo attività ad intensità moderata. Coloro i quali trascorrono più di 5 ore a settimana facendo esercizio fisico possono aspettarsi benefici per la salute proporzionalmente maggiori. Un buon riscaldamento è fortemente indicato per questi soggetti al fine di ridurre i sintomi indotti dall'esercizio (Lang et. al., 2019).

L'ATS (American Thoracic Society) e l'ACSM (American College of Sport Medicine) raccomandano l'allenamento dal 60% al 75% del lavoro massimale idealmente per 20-30 minuti da 2 a 5 volte a settimana. Per i pazienti che non possono tollerare 20 minuti di attività, suggeriscono come alternativa da 2 a 3 minuti di intervalli ad alta intensità. Quest'ultima, per l'appunto, è forse la componente più variabile tra gli studi pubblicati sul condizionamento, che vanno dall'intensità determinata dal paziente al 60% - 75% della frequenza cardiaca massima prevista.

Le attività che hanno dimostrato portare ad una migliore forma fisica nei pazienti con asma includono camminare, nuotare, andare in bicicletta, correre, remare, fare calisthenics e ginnastica. Lucas e gli altri autori, però, affermano che camminare e giocare quotidianamente sembrano avere maggiori effetti dell'attività intensa svolta per un breve periodo (Lucas et. al., 2005).

Si sottolinea, anche, l'importanza di avere sempre con sé i broncodilatatori e di fare attenzione agli agenti che possono dare broncocostrizione, quali aria fredda e cloro. La

broncocostrizione indotta da esercizio fisico (EIB) è caratterizzata da tosse, sibili espiratori e sensazione di costrizione toracica; tipicamente si sviluppa 5-15 minuti dopo la fine dell'attività fisica e si risolve spontaneamente nell'arco di 30-90 minuti.

## **2.2 – Effetti dell'esercizio**

I benefici fisici e/o psicosociali dell'esercizio sono evidenti. Innanzitutto, l'allenamento migliora la capacità aerobica, diminuisce la gravità dell'EIB aumentando la soglia di innesco del broncospasmo. Quasi il 50% degli individui affetti può sperimentare questo periodo refrattario fino a 4 ore dopo l'esercizio iniziale, con conseguente diminuzione della broncocostrizione durante l'esercizio successivo. Si consiglia comunque di fare un riscaldamento 30/45' prima dell'attività per ridurre i successivi sintomi asmatici e migliorare la capacità di esercizio e la qualità della vita (Philpott et al., 2010). Con l'esercizio aerobico vengono aumentati l'ossigeno e le richieste ventilatorie, che portano ad una rapida e profonda respirazione. Se tale respirazione viene svolta correttamente si avrà lo stiramento della muscolatura liscia delle vie aeree, broncodilatazione e mantenimento del calibro delle fibre muscolari. Questo tipo di esercizio, inoltre, sembra portare miglioramenti sia nel VO<sub>2</sub>max, ovvero la massima quantità di ossigeno consumata al minuto, che nella VE max, cioè la ventilazione al minuto.

Per quanto concerne i bambini, l'esercizio è variabilmente efficace nel ridurre la reattività bronchiale (soprattutto quando si pratica il nuoto). L'allenamento, inoltre, è in grado di ridurre lo stress ossidativo diminuendo la quantità degli eosinofili e dei leucociti totali dell'espettorato (Panagiotou et al., 2020).

I programmi di allenamento all'esercizio fisico nei bambini con asma hanno mostrato miglioramenti significativi nella qualità della vita. Questi sono stati associati a progressi nel BMI (Body Mass Index) nei bambini obesi e nell'infiammazione legata all'asma. Sono anche stati riscontrati incrementi nei punteggi della QoL (Quality of Life), attraverso la somministrazione di alcune domande rilevanti per la morbilità psicosociale, l'aumento della dopamina post-esercizio e il miglioramento del controllo dei sintomi. A livello meccanicistico, cambiamenti molecolari e biochimici indotti dall'esercizio possono sostenere i miglioramenti dello stato psicologico, soprattutto per quanto riguarda lo stress

ossidativo implicato nella depressione e l'aumento dei livelli di antiossidanti post trattamento antidepressivo.

Ansia e depressione sono prevalenti nell'asma, in particolare nell'asma difficile e grave, e la depressione è correlata a livelli più alti di ricovero in ospedale, uso di corticosteroidi e a una peggiore qualità della vita. D'altra parte, l'esercizio fisico ha mostrato un effetto benefico sui sintomi di ansia e depressione portando i soggetti ad avere un maggior benessere psicosociale (Freeman et al., 2019).

Si può concludere, quindi, che una maggiore aderenza all'attività fisica è associata a risultati clinici favorevoli per il miglioramento della funzione polmonare, il controllo dell'asma, il tasso di esacerbazione e il ricorso all'assistenza sanitaria. Tuttavia, l'evidenza mostra che l'attività fisica nell'asma rimane bassa, specialmente nella forma grave.

Fortunatamente, nell'era moderna il servizio sanitario è incentrato sul paziente, e invertire il ciclo negativo verso un ciclo virtuoso di maggiore attività fisica e controllo dell'asma rappresenta un obiettivo significativo e raggiungibile. Per raggiungere questo traguardo, però, sono urgentemente necessari studi ben progettati che esaminano le interrelazioni tra attività fisica, infiammazione delle vie aeree, funzione polmonare e risultati clinici, così come l'effetto degli interventi che promuovono uno stile di vita fisicamente attivo negli individui asmatici (Panagiotou et al., 2020).



BEI: broncocostrizione indotta dall'esercizio; PADL: attività fisica nella vita quotidiana; BHR: iperreattività bronchiale.

**Fig. 2:** Modello concettuale per l'interrelazione tra asma, attività fisica e interventi mirati (Panagiotou et al., 2020).

### 2.3 - Rischi e limitazioni

I decessi legati all'asma di individui di età inferiore ai 20 anni, sebbene rari, sono stati riportati sia negli sport a livello agonistico che amatoriale (per esempio, basket e atletica). Fare esercizio è buono per i pazienti con asma, ma probabilmente non porta ad una diminuzione della reattività delle vie aeree (Lucas et. al., 2005). Per di più, quello ad alta intensità può scatenare la EIB (calo del FEV1 10/15%) aumentando la ventilazione minuta e le perdite respiratorie di calore/acqua che portano ad un maggiore calo del volume espiratorio forzato FEV1.

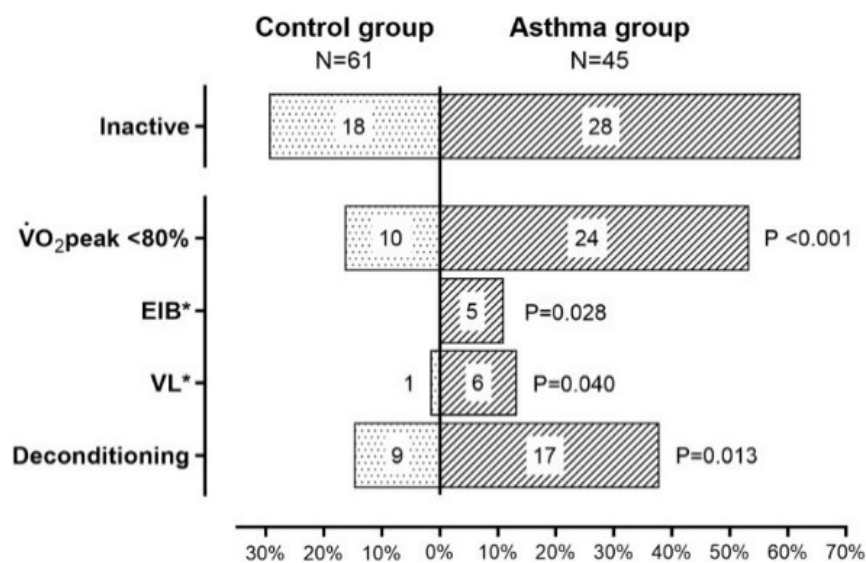
Possono verificarsi alterazioni bronchiali permanenti negli atleti di resistenza, che sembrano avere tassi più elevati di iperreattività bronchiale. Alcuni sport espongono gli individui ad aria secca e fredda, agli allergeni ambientali e alle sostanze inquinanti, e possono scatenare infiammazioni. Gli atleti che praticano la corsa e gli sport invernali hanno più sintomi riportati. Respirare aria umida durante il nuoto può essere protettivo, ma ci sono rischi potenziali di un aumento del tono parasimpatico (riflesso di immersione) e irritazione delle vie aeree legata al cloro, tali fattori fanno sì che si scateni la broncocostrizione.

Per quanto riguarda i bambini con asma, essi sono in grado di partecipare a qualsiasi attività fisica se i sintomi sono ben controllati. Inoltre, è risaputo che il nuoto è meno probabile scatenare l'EIB rispetto alla corsa. È necessario, però, che si tenga una storia accurata dei sintomi, delle esposizioni, dei trattamenti e degli episodi di broncospasmo. Si dovrebbero usare inibitori dei leucotrieni, corticosteroidi inalatori e/o beta2-agonisti a lunga durata d'azione per un controllo ottimale della malattia a lungo termine, ed evitare un uso eccessivo di beta2-agonisti a breve durata d'azione 15/30 minuti prima dell'esercizio (Philpott et. al., 2010).

In uno studio condotto in Grecia su 106 bambini (45 con asma lieve/moderato e 61 sani) è risultato che una ridotta capacità di esercizio cardiopolmonare (equazione picco di VO<sub>2</sub> <80% del predetto) è stata osservata nel 53,3% dei bambini con asma e nel 16,4% dei controlli (P <0,001) (Fig. 3). A cinque bambini, tutti con asma, è stata diagnosticata la EIB. La limitazione della ventilazione è stata osservata nel 13,3% di quelli con asma e nell'1,6% dei controlli. I bambini con asma e quelli con BMI (Body Mass Index) aumentato o

decondizionamento fisico avevano maggiori probabilità di raggiungere un picco di equazione di VO<sub>2</sub> inferiore.

È stato riscontrato che la maggior parte delle volte le restrizioni all'esercizio imposte si riferiscono principalmente alla percezione dei genitori e/o dei bambini che attività più faticose possono far precipitare i sintomi dell'asma e influenzare le prestazioni fisiche, portando così alla svalutazione da parte dell'ambiente sociale. A questo proposito, i risultati del presente studio sono importanti, poiché dimostrano che i bambini con asma da lieve a moderato sono meno tolleranti all'esercizio a causa del decondizionamento fisico e non a causa dei meccanismi cardio-respiratori sottostanti che limitano la loro capacità di esercizio. È chiaro, quindi, che per vincere questa barriera, è necessario migliorare l'impatto psicologico e incoraggiare questa popolazione a svolgere attività fisica senza alcun vincolo (Lagiou et al., 2022).



EIB: broncocostrizione indotta dall'esercizio; VL: limitazione ventilatoria

**Fig 3:** Numeri (nelle caselle) e percentuali (asse x) di bambini con picco di equazione VO<sub>2</sub> basso, EIB, VL e decondizionamento fisico nei due gruppi di studio (Lagiou et al., 2022).



## **3. ASMA E AMBIENTE MONTANO**

### **3.1 - Rischi e benefici**

In ambiente montano, la percentuale d'umidità è molto più bassa rispetto al livello del mare. L'ambiente montano è caratterizzato da aria secca e pulita e con livelli ridotti di acari della polvere domestica (HDM). Proprio per questo motivo, quando i bambini asmatici atopici vengono ricoverati in una clinica d'alta e media quota, FEV1, tasso e variabilità del PEF (picco di flusso) migliorano rapidamente.

In uno studio effettuato nel 1879 si è visto che l'ambiente di Davos, a 1600m di altitudine, ha fatto sì che si riducessero gli attacchi d'asma dei pazienti entro 2 o 3 giorni principalmente grazie all'aria rarefatta e priva di fattori nocivi.

In uno studio effettuato da Storm van Leeuwen et al., si è visto che a partire dai 1200m e all'aumentare dell'altitudine il numero di allergeni si riduce proporzionalmente portando così gli asmatici ad avere una riduzione della sintomatologia. Questo è stato confermato quando i pazienti sono stati lasciati per una notte in una camera d'aria priva di allergeni. Tale studio, inoltre, ha mostrato che in campioni di polvere di diverse altitudini (900–1200–1400–1600 m), non solo la concentrazione di acari nella polvere, ma anche i livelli di IgE totali e specifiche nei bambini allergici agli acari variano inversamente con l'altitudine. I livelli di umidità estremamente bassi, che impediscono la crescita di HDM produttori di allergeni, sembrano quindi in grado di contribuire alle condizioni climatiche favorevoli a quota elevata. Il clima di montagna non solo è privo di HDM, ma è anche relativamente privo di altri allergeni presenti nell'aria associati all'asma grave, comprese le spore fungine e le muffe.

In aggiunta a quanto detto sopra, il clima a quota elevata ha una minore viscosità dell'aria e una minore concentrazione di ossigeno, i quali sono in grado di determinare un beneficio fisiologico immediato. La diminuzione della densità dell'aria riduce le resistenze respiratorie e aumenta i flussi inspiratori ed espiratori, favorendo la piena espansione dei polmoni e

diminuendo la resistenza polmonare, il che rende più facile respirare. Questo può anche aiutare a migliorare la capacità di esercizio e la forma fisica nei pazienti con asma grave.

Terzo, spostandosi in montagna, i pazienti si allontanano dallo stress psicologico. È stato dimostrato che tale stress ottimizza l'infiammazione delle vie aeree perché modula la funzione delle cellule immunitarie attraverso percorsi neurali e ormonali. Lo stress cronico, invece, è associato a una ridotta reattività ai corticosteroidi e provoca esacerbazioni di asma nei bambini. È stato dimostrato che interventi in ambiente montano sono in grado di ridurre notevolmente lo stress. Naturalmente, questo non si riferisce solo alla montagna, bensì a qualsiasi luogo rilassante lontano da casa.

In quarto luogo, in montagna la presenza di luce abbonda. L'esposizione alla luce UV stimola la fotosintesi della vitamina D nella pelle e può modulare il sistema immunitario, riducendo potenzialmente la gravità delle malattie croniche, come l'asma. In quinto luogo, il clima esterno montano è molto meno inquinato del clima in altre parti d'Europa a livello del mare. Ad esempio, nel 2005, il particolato (PM10) nelle Alpi era <10 µg/m<sup>3</sup>, mentre era 20–40 µg/m<sup>3</sup> nei Paesi Bassi e >45 µg/m<sup>3</sup> in alcune parti dell'Italia settentrionale.

Infine, i bambini sottoposti al trattamento in ambiente montano hanno interrotto la somministrazione di corticosteroidi orali fino a 6 mesi dopo il ritorno a casa, aumentando la funzionalità ipofisi-surrenale e conseguentemente la crescita staturale. L'adenosina e l'esercizio fisico sono i marker più adeguati di infiammazione delle vie aeree rispetto all'iperreattività delle vie aeree (AHR) e rispetto alla metacolina. Pertanto, il trattamento a quota elevata ha un effetto benefico su QoL, AHR e marcatori di infiammazione delle vie aeree non solo per i bambini con asma allergico alla polvere domestica (HDM) lieve-moderato, ma anche per i bambini allergici con asma più grave che rimangono sintomatici nonostante il trattamento con alte dosi di inalazione corticosteroidi e β<sub>2</sub>-2 -agonisti a lunga durata d'azione.

Per l'appunto, le cliniche specifiche per la cura dell'asma forniscono piani terapeutici su misura strutturati e controllati di qualità per bambini e adulti con asma grave, che includono il raggiungimento del pieno controllo dell'asma, la riduzione dei corticosteroidi (orali) al livello più basso effettivo, l'allenamento fisico, l'educazione e l'autogestione dell'asma e il

supporto psicologico. Stando a tutti i punti sopraindicati, è probabile che tali programmi portino a risultati migliori rispetto a interventi simili a livello del mare, sebbene ciò debba essere confermato da studi randomizzati e controllati.

Nel complesso, il clima montano offre livelli più che ridotti di allergeni HDM. Offre, inoltre, una ridotta esposizione a pollini, spore fungine e inquinamento atmosferico, nonché un minore lavoro respiratorio, sollievo dallo stress e un'elevata esposizione ai raggi UV con un potenziale effetto immunomodulatore. A causa di queste caratteristiche, fornisce l'ambiente ideale per i pazienti con asma, sia atopico che non, e potrebbe essere una valida opzione di trattamento nei pazienti con malattia grave e refrattaria (Rijssenbeek-Nouwens et al., 2011).

D'altra parte, però, l'elevata altitudine porta anche a rischi nei soggetti asmatici. L'esposizione a tali condizioni ambientali aumenta l'infiammazione neutrofila delle vie aeree dovuta ad ipossia, esercizio fisico e freddo; l'esposizione al freddo aumenta l'ostruzione delle vie aeree.

Per di più, si è notato che i pazienti impegnati nel trekking ad alta e media quota hanno avuto un uso frequente di broncodilatatori (>3 volte a settimana) e in bassa percentuale alcuni soggetti hanno avuto gravi esacerbazioni e un aumento dell'uso dei farmaci. Studi hanno documentato livelli più elevati di catecolamine e corticosteroidi durante le prime 2 settimane di esposizione in quota.

Si ipotizza che la causa dell'aumento dell'infiammazione sia la combinazione di aria fredda (fino a  $-16^{\circ}\text{C}$ ) e dell'alto tasso di ventilazione che provoca l'ostruzione delle vie aeree. In questi pazienti con asma che l'esposizione a breve termine all'aria fredda (24 ore a  $\leq -5^{\circ}\text{C}$  in normossia) prima del ricovero effettivo induceva anche l'ostruzione delle vie aeree con un aumento significativo dei neutrofili nell'espettorato senza influenzare i livelli di FeNO (infiammazione polmonare).

Per quanto riguarda gli atleti, coloro che sono esposti all'aria fredda hanno anche un numero leggermente maggiore di cellule epiteliali bronchiali nelle vie aeree rispetto ai soggetti sani e la loro quantità di neutrofili nell'espettorato è correlata positivamente con la durata dell'allenamento. Questo suggerisce che l'aria fredda, combinata o meno con l'esercizio fisico, può influenzare negativamente la funzione polmonare e indurre un tipo di

infiammazione neutrofila diverso dall'infiammazione eosinofila che avviene normalmente negli asmatici.

Inoltre, un alto tasso di ventilazione o un'esposizione a lungo termine all'aria fredda possono danneggiare direttamente l'epitelio delle vie aeree e attivare il sistema immunitario. L'esposizione ad altitudini elevate determina ipossia e conseguentemente la saturazione di ossigeno è progressivamente diminuita e la frequenza cardiaca a riposo è aumentata. È dimostrato che VEGF-A sia indotto dall'ipossia e contribuisce all'aumento dei neutrofili delle vie aeree dopo un'esposizione prolungata.

L'ambiente montano ha portato ad una riduzione sia del FEV1 che della CVF che però è parzialmente reversibile dopo l'acclimatazione. Questa compromissione restrittiva è presente sia nei soggetti asmatici che in quelli sani. I principali fattori del declino legato alla funzione polmonare sono: l'insorgenza di edema polmonare (subclinico), l'aumento del volume ematico centrale, la riduzione della forza muscolare respiratoria o una combinazione di questi.

Tutto ciò ha una correlazione tra la bassa saturazione di ossigeno arterioso e l'incidenza di asma grave. Chi ha un'elevata saturazione di ossigeno arterioso a riposo e dopo l'esercizio in ambiente montano è meno incline a sviluppare AMS (mal di montagna). La fisiopatologia dell'AMS non è del tutto conosciuta, sebbene sia probabile che siano coinvolti ipoventilazione, alterazione dello scambio gassoso, aumento dell'attività simpatica, ritenzione e redistribuzione dei liquidi e aumento della pressione intracranica. L'ipossia aumenta il flusso sanguigno per vasodilatazione e, insieme ad un'alterata permeabilità della barriera ematoencefalica, predispone all'edema cerebrale. È consigliata l'esecuzione di un test da sforzo ipossico per vedere quali soggetti asmatici sono a rischio di incorrere a mal di montagna.

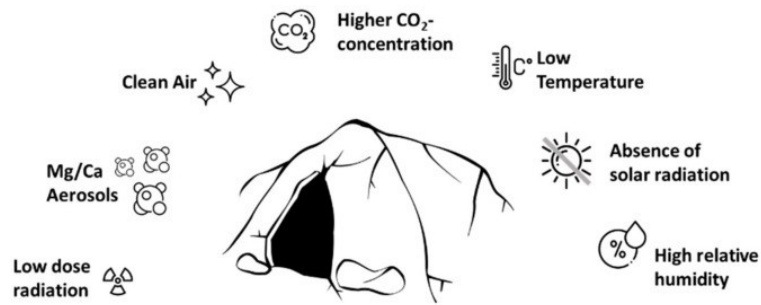
In conclusione, quindi, viaggiare a media ed alta quota e svolgere esercizio fisico non presenta eccessive controindicazioni in soggetti asmatici, ma è necessario un buon controllo della patologia e diversi follow-up ravvicinati (Seys et al., 2013).

### 3.2 – Proposte di intervento

Attualmente esistono ancora pochi studi per quanto riguarda le proposte di intervento ad alta efficacia che possono essere messe in atto ad alta e media quota. Due di queste sono la speleoterapia e l'attività sciistica.

➤ *Speleoterapia:*

Questa opzione terapeutica deriva dal greco “speleon”, ossia grotta, ed è un tipo di terapia inalatoria che usa il microclima delle grotte al fine di curare una patologia cronica delle vie aeree. Questo tipo di clima è caratterizzato da temperatura stabile, assenza di inquinanti e radiazioni solari, alta percentuale di umidità (93-98%) e CO<sub>2</sub> e alta concentrazione di iodio. L'altissimo contenuto di vapore forma un elettro-aerosol con la reazione acida, la carica elettrica negativa, la ionizzazione e l'alto contenuto di calcio e magnesio. Grazie all'attività muco secretolitica e spasmolitica, l'autodepurazione delle vie aeree diventa più efficace. Tale ambiente, inoltre, permette una buona riuscita per gli esercizi di respirazione e rilassamento e, grazie al clima rilassante, anche gli incontri psicoterapici hanno una buona riuscita. Questo tipo di terapia è consigliato soprattutto per chi ha un'elevata secrezione di muco. Infine, è stato confermato che la speleoterapia può assicurare una migliore qualità di vita per un certo tempo, in quanto la parte reversibile dell'ostruzione delle vie aeree può essere controllata facilmente, le reazioni allergiche ridotte, mentre la capacità somatica e la tolleranza psichica aumentano (Horvath et al., 1986). Dallo studio di Freidl et al., si evince che un intervento di dieci giorni con speleoterapia e/o esercizio invernale migliora i sintomi allergici e la qualità della vita correlata alla salute negli adulti con rinite allergica e/o asma. D'altro canto, però, sono necessari ulteriori studi con campioni di dimensioni maggiori per studiare gli effetti specifici della speleoterapia associata all'esercizio invernale (Freidl et al., 2020).



**Fig. 4:** Complessità della speleoterapia. Le miniere e le grotte sono caratterizzate da un microclima specifico (Freidl et al., 2020).

➤ *Sci:*

L'asma da sci è l'iperreattività bronchiale alla metacolina che viene a svilupparsi durante l'attività sciistica. Questo avviene perché si genera un danno epiteliale dovuto al forte aumento della ventilazione durante l'esercizio intensivo con l'esposizione all'aria fredda che aumenta la perdita di acqua e provoca un aumento dell'attività nervosa parasimpatica, aumento della contrazione della muscolatura liscia bronchiale, aumento della produzione di muco bronchiale e aumento dell'infiammazione delle vie aeree che porta all'insorgenza di sintomi asmatici attraverso la generazione di mediatori quali cisteinil leucotrieni e inducendo l'ipersecrezione di muco. L'aumento ventilatorio fa sì che il soggetto inizi a respirare per via orale invece che per via nasale. Inoltre, per limitare l'insorgenza di sintomi asmatici è necessario svolgere l'attività in zone a bassa percentuale di ozono e fattori inquinanti.

Per di più, si consiglia di non svolgere esercizio fisico a temperature inferiori a 15°C e come strumento di prevenzione secondaria usare scambiatori di calore e acqua oltre che gli steroidi inalatori al bisogno (Carlsen, 2012). Nonostante queste limitazioni, ogni anno viene organizzato in Colorado l'"Asthma Ski Day", in cui vengono esaminati i picchi di flusso espiratorio dei bambini che vi partecipano per vedere come lo sci alpino e di fondo possano generare broncospasmo. I risultati ottenuti dimostrano che le velocità di flusso di picco possono essere stabilizzate e persino migliorate durante l'esercizio fisico a basse temperature e questo significa che l'asma

non deve limitare lo svolgimento di esercizio in ambiente montano (Silvers et al., 1994).

### **3.3 – Istituto Pio XXII - Misurina (BL)**

Durante la stesura di questa tesi, ho avuto l'opportunità di affiancare un operatore dell'Istituto Pio XII di Misurina (1756 slm) che è uno dei tre centri europei di eccellenza per il trattamento dell'asma in ambiente residenziale. I pazienti, la cui età va dai 5 ai 18 anni con qualche eccezione fino ai 26, sono valutati in modo approfondito dal punto di vista clinico, funzionale, pedagogico e comportamentale. Durante la giornata nella clinica bellunese, ho potuto vedere direttamente come viene sottoposto il 6-MWT (Six - Minute Walking Test) e come la frequenza cardiaca e la saturazione vengono confrontate tra il test svolto all'inizio del ricovero e quello prima della dimissione. Inoltre, mi è stato spiegato come l'equipe multidisciplinare di fisioterapisti, medici e psicologi organizza le attività sportive per i ricoverati e come sono le loro giornate tipo.

I programmi prevedono:

- Valutazione completa del paziente dal punto di vista clinico e funzionale; analisi dell'aderenza alla terapia e della capacità di gestione della patologia.
- Preparazione di un programma di esercizio fisico personalizzato.
- Interventi educativi sulla gestione della patologia.
- Supporto pedagogico e comportamentale durante il ricovero.
- Preparazione di un programma personalizzato per il post-ricovero.

Al termine del soggiorno gran parte dei pazienti risulta avere benefici sulla funzionalità respiratoria, sull'infiammazione bronchiale e, inoltre, ha una riduzione sull'utilizzo di farmaci. La gestione dell'asma presso queste cliniche specializzate rappresenta, quindi, una vera e propria opzione terapeutica non farmacologica che contribuisce significativamente al miglioramento globale dell'asma ed alla riduzione dei costi sanitari, per la minore necessità di ospedalizzazioni e di ricorso alle strutture sanitarie.

## 4. ANALISI DELLA LETTERATURA

### 4.1 – Benefici dell'esercizio nei bambini asmatici

Lo scopo della ricerca è quello di indagare l'efficacia dell'esercizio nei bambini che soffrono d'asma, i quali vengono sempre confrontati con un gruppo di controllo. La strategia di ricerca ha previsto l'uso del motore di ricerca "PubMed". Sono stati cercati tutti gli articoli contenenti nel titolo o nell'abstract le parole "asthma", "minors" e "exercise". I primi due collegati tramite l'indicatore "OR", a loro volta uniti al terzo dall'indicatore "AND". Inizialmente sono stati trovati 5036 articoli. Successivamente sono stati aggiunti diversi filtri: free full text, randomised control trial ed età compresa tra 6-12 e 13-18 anni. Così, sono rimasti 81 articoli, dei quali sono stati letti i titoli e/o gli abstract. Alla fine sono stati selezionati 7 articoli, in quanto gli altri o non sono pertinenti con la ricerca effettuata o presentano il campione sbagliato o non si riferiscono alla patologia presa in esame.

**Tab. 2:** Dati degli studi a bassa quota.

<b>AUTORE E ANNO</b>	<b>NR. PARTECIPANTI</b>	<b>ETÀ (anni)</b>	<b>PARAMETRI VALUTATI</b>
<i>Winn et al., 2019</i>	616	13 ± 1,1	BMI, FEV1, CVF, FEV1/CVF, FeNO (infiammazione polmonare), ACQ (Asthma Control Questionnaire), PAQLQ (Pediatric Asthma Quality of Life Questionnaire), PedsQL (Pediatric Quality of Life Inventory), shuttle 20m, picco VO2.



<i>Zhang et al., 2019</i>	72	8 ± 4	QoL (quality of life), FEV1, FEV1/CVF, PADQLQ (Pediatric Disease Quality of Life Questionnaire).
<i>Gomes et al., 2015</i>	36	7.5 ± 1.9	BMI, MET (dispendio energetico), FeNO (infiammazione polmonare), protocollo Bruce (capacità di esercizio), ACQ (Asthma Control Questionnaire), FEV1.
<i>Andrade et al., 2014</i>	33	11 ± 6	FEV1, CVF, FEV1/CVF, PEF, 6MWT, forza muscolare respiratoria, PAQLQ (Pediatric Asthma Quality of Life Questionnaire).
<i>Moreira et al., 2008</i>	34	12,7±3,4	FeNO (infiammazione polmonare), CRP (proteina C-reattiva), Ig(immunoglobuline), ECP (proteine cationiche eosinofile), MET (dispendio energetico), spirometria, PEF, PAQLQ (Pediatric Asthma Quality of Life Questionnaire).
<i>Basaran et al., 2006</i>	62	10,4±2,1	6MWT (six minute walking test), PAQLQ (Pediatric Asthma Quality of Life Questionnaire), PWC 170 test (capacità di lavoro fisico ad una

			frequenza cardiaca di 170 battiti al minuto).
<i>David et al., 2018</i>	68	10 ± 6	BMI, FEV1, PEF, FeNO (infiammazione polmonare), ACQ6 (Asthma Control Questionnaire), forza muscolare respiratoria.

**Tab. 2:** elenco degli studi selezionati concernenti i benefici dell'esercizio nei bambini asmatici con: nr. di partecipanti, età media ± deviazione standard e parametri valutati.

**Tab. 3:** Metodi e risultati degli studi a bassa quota.

<b>AUTORE E ANNO</b>	<b>DURATA INTERVENTO</b>	<b>TIPO DI INTERVENTO</b>	<b>RISULTATI OTTENUTI NEL GRUPPO DI CONTROLLO</b>	<b>RISULTATI OTTENUTI NEL GRUPPO DI INTERVENTO</b>
<i>Winn et al., 2019</i>	24 settimane (30' x 3 a settimana)	Circuiti ed attività di gioco tramite HIIT (1:1).	↓ FeNO > IG, ↑ FEV1, ↑ PAQLQ e ACQ** < IG, ↑ BMI*, ↑ picco VO2* < IG.	↓ FEV1*, ↓ FeNO, ↑ PAQLQ e ACQ*, ↑ BMI*, ↑ picco VO2*, ↑ FC (frequenza cardiaca) oltre la soglia.
<i>Zhang et al., 2019</i>	6 settimane (40' x 3 a settimana)	Allenamento aerobico aggiunto	FEV1 invariata (> IG), QoL invariata,	Miglioramento sintomi**, ↑ QoL**, ↑ PADQLQ**, ↓

		alla terapia con Montelakust.	FEV1/CVF invariata (< IG).	FEV1 e FEV1/CVF.
<i>Gomes et al., 2015</i>	8 settimane (40' x 2 a settimana)	Allenamento con il videogioco attivo "Reflex Ridge" di Kinect Adventure (XBOX 360) Kinect) o su treadmill (>5% di intensità ogni 2 sessioni).	Gruppo treadmill: ↑ BMI < IG, ↑ FEV1/CVF > IG ↑, ↓ FeNO > IG, FCmax < IG, ↑ doppio prodotto* > IG, ↑ VO2 max* > IG.	↑ FEV1/CVF, ↓ FeNO*, METS*, ↑ VO2max*, ↑ FCmax**, ↑ controllo dei sintomi*, ↑ doppio prodotto.
<i>Andrade et al., 2014</i>	6 settimane (1 ora x 3 a settimana)	Allenamento su tapis elettrico (FC max 70-80%).	FEV1 < IG, PEF < IG, BMI < IG, distanza 6MWT < IG (99m), PAQLQ < IG.	↑ forza muscolare respiratoria**, ↑ PEF**, ↓ dispnea**, ↑ distanza 6MWT**, ↑ PAQLQ, nessun cambio di terapia.
<i>Moreira et al., 2008</i>	12 settimane (50' x 2 a settimana)	Esercizio aerobico submassimale degli arti inferiori e superiori, esercizi di forza, equilibrio e	eNO > IG, FEV1 > IG, BMI analogo, PAQLQ < IG.	↓ eNO (ossido nitrico esalato), ↓ FEV1 Nessun cambiamento terapeutico durante il

		coordinazione e giochi ricreativi.		programma, ↓ IgE totali sieriche*, ↑ PAQLQ.
<i>Basaran et al., 2006</i>	8 settimane (1 ora x 3 a settimana)	Allenamento moderatamente intenso (submassimale) per la pallacanestro.	Sintomi > IG, ↑ PAQLQ < IG, distanza 6MWT < IG, ↑ punteggio dei farmaci**.	↑ PAQLQ**, ↑ distanza 6MWT**, ↑ PWC 170*, ↑ punteggio dei farmaci, ↑ PEF*.
<i>David et al., 2018</i>	5 settimane (1 ora x 2 a settimana)	Esercizi di rieducazione e consapevolezza respiratoria: es. per il diaframma, inalazioni frazionate e flebo.respirazione labiale (10 REPS x 3).	FeNO invariato, ↑ forza muscoli respiratori, FEV1 > IG.	↓ FeNO*, differenze significative nel controllo dell'asma (↓ ACQ6), ↑ forza muscoli respiratori*, ↓ EIB, ↓ FEV1* (solo dopo 5 e 10 minuti).

\*\* :  $p < 0.01$

\* :  $p < 0.05$

IG: intervention group, CG: control group

**Tab. 3:** elenco degli studi selezionati concernenti i benefici dell'esercizio nei bambini asmatici con: durata e tipo di intervento e risultati ottenuti nel gruppo di controllo e di intervento.

L'HIIT è un metodo efficace per migliorare la fitness, in quanto la patologia di cui si sta trattando non influisce sulla capacità di allenamento e questo protocollo non provoca attacchi

d'asma indotti dall'esercizio fisico ed è anche in grado di migliorare la qualità di vita di tali soggetti (Winn et al., 2019). Si è visto che l'esercizio aerobico solo, che preveda anche giochi ricreativi, (Andrade et al., 2014; Basaran et al., 2006) o aggiunto alla terapia con Montelukast può alleviare i sintomi, migliorare la qualità di vita (QoL) e la capacità funzionale in modo significativo (Zhang et al., 2019). Questo, inoltre, porta ad una significativa diminuzione delle IgE totali sieriche e specifiche degli acari nei bambini asmatici (Moreira et al., 2008). Anche i videogame attivi hanno un impatto positivo sul controllo dei sintomi nei piccoli pazienti asmatici perché sono in grado di migliorare la capacità di esercizio e ridurre l'infiammazione polmonare, oltre che essere uno stimolo per il bambino (Gomes et al., 2015).

Non solo la costante attività fisica, ma anche lo svolgimento di esercizi respiratori è utile nei pazienti asmatici per ridurre l'infiammazione polmonare, il broncospasmo indotto dall'esercizio (EIB) e per aumentare il controllo dell'asma (David et al., 2018). Si può, quindi, affermare che tutti gli studi presi in esame sostengono che l'attività fisica nei soggetti asmatici deve essere consigliata se la malattia è ben controllata, in quanto gli effetti positivi sono maggiori di quelli negativi (Tab. 2 e Tab. 3).

## **4.2 – Benefici dell'esercizio montano nei bambini asmatici**

Rispetto alla ricerca fatta nel sotto capitolo precedente, in questo si vogliono indagare quali benefici si possono ottenere dall'esercizio fisico nei bambini asmatici in ambiente montano, più precisamente a media ed alta quota.

Per questa ricerca sono stati utilizzati due diversi motori di ricerca: "PubMed" e "Google Scholar". Con PubMed si sono cercati tutti gli articoli contenenti "exercise", "asthma" e "altitude" uniti tra di loro dall'indicatore "AND". Inoltre, il primo vocabolo è stato cercato sul database Mesh prima di essere aggiunto su PubMed. Con questa ricerca sono usciti 15 articoli; successivamente è stato aggiunto il filtro per cercare solo Randomized Control Trials e da qui sono rimasti 5 articoli. Di questi, sono stati scelti solo quelli di Bertesen et al. e di Ahmaidi et al., in quanto gli altri non riguardano l'argomento o perché hanno la popolazione sbagliata. I restanti due articoli presi in esame sono stati trovati su "Google Scholar" attraverso la ricerca: "medium and high altitude exercise for children with asthma

RCT". Da questa ricerca sono stati trovati 2 articoli pubblicati da Fieten et al. e uno da Bersuch et al..

**Tab. 4:** Dati degli studi in ambiente montano.

<b>AUTORE E ANNO</b>	<b>NR. PARTECIPANTI</b>	<b>ETÀ (anni)</b>	<b>PARAMETRI VALUTATI</b>
<i>Bersuch et al., 2017</i>	124	11 ± 7	FeNO (infiammazione polmonare), IgE specifiche (sensibilizzazione atopica), FEV1, PEF, ICS (dose corticosteroidi per inalazione), sensibilizzazione all'HDM o polline.
<i>Fieten et al., 2014</i>	80	13 ± 5	CDQLI (questionario per I livelli di coping), JUCKKI (questionario per la qualità della vita, SA-EASI (questionario per l'attività della malattia), uso di farmaci, TARC (timo e chemochine regolate dall'attivazione), IgE totali e specifiche (immunoglobulina E), parametri di controllo dell'asma come FeNO (frazione di ossido nitrico esalato), ACQ (questionario di controllo dell'asma), PAQLQ (questionario sulla qualità della vita dell'asma pediatrico), BHR (iperreattività bronchiale), FEV1, CVF, FEV1/CVF.

<i>Bertesens et al., 2005</i>	20	30 ± 12	FEV1, CVF, FEF (flusso espiratorio forzato), SpO2 al VO2 di picco (saturazione al picco). del consumo di ossigeno), VE, FC, saturazione.
<i>Ahmaidi et al., 1993</i>	48	14 ± 2,5	CVF, FEV1, VE, FC max, 20-MST (shuttle test per capacità aerobica), soglia ventilatoria.

**Tab. 4:** elenco degli studi selezionati concernenti i benefici dell'esercizio nei bambini asmatici a media ed alta quota con: nr. di partecipanti, età media e parametri valutati.

**Tab. 5:** Metodi e risultati degli studi in ambiente montano.

<b>AUTORE E ANNO</b>	<b>DURATA INTERVENTO</b>	<b>TIPO DI INTERVENTO</b>	<b>RISULTATI OTTENUTI NEL GRUPPO DI CONTROLLO</b>	<b>RISULTATI NEL GRUPPO DI INTERVENTO</b>
<i>Bersuch et al., 2017</i>	> 2 settimane	Diagnosi, programma educativo e riabilitativo per pazienti e genitori, attività fisica quotidiana a moderata altitudine (1500-2500m).	Assente.	↓ FeNO**, ↑ FEV1**, ↑ MEF**.

<i>Fieten et al., 2014</i>	6 settimane	Attività fisica quotidiana di gruppo a 1590m (fitness, nuoto o attività all'aperto) e trattamento multidisciplinare settimanale.	Gruppo ambulatoriale: controllo più facile, ma si saltano giorni di scuola per la valutazione.	Miglioramento clinico, aumento aderenza al trattamento. I benefici effettivi verranno visti a lungo termine.
<i>Bertesens et al., 2005</i>	2 test da sforzo	Determinazione BEI su treadmill ad intensità sub-massimale (fino al 90-95%) per 6-8 minuti con pressione barometrica ipobarica (2500m).	Ambiente normobarico: ↓ SPO2 al VO2 di picco > IG, ↓ FEV1 e ↓ FEF nessuna differenza significativa con IG.	↓ FEV1, ↓ FEF senza salbutamolo, ↓ VO2 di picco**, ↓ SPO2 al VO2 di picco**, ↑ FEV1, ↑ FEF con salbutamolo.
<i>Ahmaid et al., 1993</i>	12 settimane	Corsa su pista all'aperto a moderata altitudine (1300m) 3 volte a settimana per 1 ora con FC monitorata.	Vo2 max < IG, FC max < IG, potenza massima < IG, impulso O2 < IG.	↑ FC max**, ↑ VO2 max*, ↑ impulso O2, ↑ potenza max**.



\*\* :  $p < 0.01$

\* :  $p < 0.05$

IG: intervention group ; CG: control group

**Tab. 5:** elenco degli studi selezionati concernenti i benefici dell'esercizio nei bambini asmatici a media ed alta quota con: durata e tipo di intervento e risultati ottenuti nel gruppo di controllo e di intervento.

Nonostante gli studi a quota elevata siano limitati rispetto a quelli a livelli del mare, esiste una clinica a Davos, situata in Svizzera a 1590m di altitudine, famosa per essere un centro di riabilitazione ospedaliera d'eccellenza per chi soffre d'asma. Un programma della durata minima di 2 settimane è in grado di migliorare le condizioni polmonari (FEV1, PEF e FeNO) nei bambini indipendentemente dalla sensibilizzazione agli allergeni (Bersuch et al., 2017). In questa clinica, inoltre, i pazienti vengono seguiti con un approccio multidisciplinare (medico, psicologo, infermiere, fisioterapista) in modo da garantire loro un buon controllo ed un miglioramento clinico della malattia anche a lungo termine. Inoltre, l'idea di andare in un ambiente lontano da casa e dai genitori aumenta l'aderenza dei piccoli pazienti (strategia di coping) (Fieten et al., 2014). Oltre agli studi sul campo, ne sono stati fatti altri sempre su soggetti asmatici in cui si simula l'alta quota con camere a pressione ipobarica, corrispondente a 2500 m di altitudine. Si è visto che questa condizione non ha aumentato l'EIB. La bassa temperatura e il conseguente ridotto contenuto d'acqua nell'aria dell'area montuosa possono influenzare sia sulla dispersione termica che sulla disidratazione delle vie aeree, a differenza dell'ambiente ipobarico in cui la saturazione (SpO2) è minore. Perciò i bambini che soffrono di questa patologia possono svolgere attività sportive come alpinismo, sci e tracking senza alcun tipo di limitazione (Bertesens et al., 2005). È stato dimostrato che il test più adatto per valutare l'idoneità cardiorespiratoria in soggetti asmatici anche a quota elevata è il Shuttle test su 20m, in quanto può valutare il VO2 max e le modifiche cardiorespiratorie. Attraverso la valutazione basata su questo test si è visto che l'allenamento a quota moderata su pista per 3 volte a settimana ha effetti positivi sul paziente perché aumenta VO2max, FC max, l'impulso di ossigeno e la potenza massima (Ahmaidi et al., 1993) (Tab. 4 e Tab. 5).

## **5. PROTOCOLLO DI ALLENAMENTO ADATTATO A BAMBINI ASMATICI IN AMBIENTE MONTANO**

Come dimostrato fino ad ora, l'attività fisica porta a benefici nei soggetti asmatici pediatrici sia a livello del mare che ad alta quota. Lo scopo di questo capitolo è quello di proporre un allenamento adattato a questi individui da svolgere in ambiente montano. La proposta di intervento inizia con il colloquio iniziale, è seguita dalla valutazione funzionale, dalla spiegazione degli obiettivi e dalla proposta effettiva da mettere in atto. Il protocollo, infine, prevede anche un mantenimento da svolgere a lungo termine.

### **5.1 – Anamnesi**

Lo pneumologo fornisce all'equipe specializzata nell'intervento fisico e cognitivo tutte le informazioni cliniche dei singoli soggetti: gli esami fatti dalla diagnosi, la terapia attuale e le eventuali complicanze che si sono riscontrate nel corso della loro storia clinica. Una volta fornito il materiale, però, il medico resta in contatto con le figure di riferimento garantendo al paziente ed alla sua famiglia un approccio continuo.

Successivamente viene fatto il colloquio tra chinesiologo, psicologo, infermiere e paziente, genitori ed eventuali fratelli e sorelle. Lo scopo è quello di capire la condizione fisica e sociale del piccolo soggetto, se attualmente fa sport, se la malattia lo ha limitato in questo, nella scuola e nei rapporti con i coetanei. In secondo luogo, si vuole indagare sulla sua storia familiare per capire se c'è predisposizione alla malattia, come viene affrontato il problema e educare la famiglia al cambiamento.

### **5.2 – Test di valutazione**

Prima di mettere in atto il protocollo di allenamento i soggetti pediatrici presi in esame si sottopongono ad un test motorio specifico per la loro patologia prima, durante e dopo l'applicazione del protocollo di allenamento. Il test si chiama TGlittre-P e consiste nel completare 5 giri di un circuito trasportando uno zaino con peso che va da 0,5 a 2,5 kg a seconda dell'età e del sesso del bambino. Ogni giro inizia con il bambino che parte da seduto,

si alza e percorre un percorso pianeggiante lungo 10m e salendo e scendendo da un rialzo pari a 2 gradini a metà della distanza. Percorsi i 10m si raggiunge una libreria. Raggiunta questa, gli viene chiesto di riposizionare degli oggetti di 0,5kg sia nel ripiano superiore sia in quello inferiore rispetto all'altezza dei suoi occhi e tornare alla posizione di partenza. Viene, quindi, tenuto in considerazione il tempo impiegato per compiere l'intero percorso e confrontato con il tempo ottenuto negli altri test, eseguiti a metà e alla fine del percorso rieducativo (Muserrefe Nur Keles, 2021).



**Fig. 5:** TGlittre-P test per pazienti pediatrici (Muserrefe Nur Keles, 2021).

Oltre a questo test fisico, ogni paziente compila un questionario di controllo per capire se il piano di trattamento che si sta usando è funzionante o se necessita di qualche modifica. Anche questo viene ripetuto prima, a metà e al termine del protocollo proposto ed è diverso per i pazienti fino a 11 anni e per gli adolescenti. Se il punteggio ottenuto è inferiore a 19, significa che l'asma non è ben controllato e, in questi casi, il risultato deve essere preso in considerazione dallo pneumologo ed eventualmente cambiata la terapia (Nathan RA et al., 2004).



### **5.3 – Obiettivi**

L'obiettivo del protocollo è quello di migliorare la salute e la qualità di vita del paziente non solo dal punto di vista fisico, ma anche psicologico. Si lavora principalmente sul miglioramento cardiorespiratorio, ma anche sugli schemi motori di base quali correre, camminare, saltare, rotolarsi, arrampicarsi, lanciare in quanto tali soggetti non sono ancora completamente formati e necessitano di questi nella vita quotidiana. L'attività viene proposta a piccoli gruppi in modo da migliorare anche la socializzazione, la fiducia in sé e verso gli altri e la gestione delle emozioni. Il programma effettuato in ambiente montano ha una durata di minimo 2 settimane, a seconda della gravità della malattia; a questo viene poi aggiunto un programma di mantenimento che può essere svolto anche a livello del mare. L'obiettivo del mantenimento è quello di conservare a lungo termine gli schemi motori e i miglioramenti ottenuti non solo durante la fanciullezza, ma anche in età adulta dato che il paziente ha già familiarizzato con l'esercizio fisico e i suoi benefici rispetto ai pari età che non hanno svolto alcun tipo di attività in tenera età.

### **5.4 – Proposta di esercizio**

Prima di intraprendere una qualsiasi attività fisica i pazienti asmatici necessitano di un buon riscaldamento, meglio se di tipo aerobico o ad intervalli, e di esercizi di respirazione diaframmatica. Si consigliano 10 inspirazioni ed espirazioni per 3-5 volte (inspirare con una mano sulla pancia e una sul torace per verificare l'uso del diaframma. Successivamente si può aggiungere un pesetto sulla pancia come ad esempio un libro).

La proposta che i soggetti pediatrici svolgono a quota elevata prevede 5 giorni di attività motoria per una durata minima di 2 settimane. I soggetti lavoreranno in gruppi di 6/7 in modo da controllarli al meglio e spingerli maggiormente alla socializzazione. Il giorno A, C ed E prevedono tre gite di mezza giornata in quota, come il trekking o mountain bike in estate o sci discesa o fondo o ciaspole in inverno. Il giorno B prevede un allenamento a circuito in palestra della durata di 45'. Ogni stazione dura 15'. La prima su treadmill e la seconda sulla cyclette entrambe a velocità prima costante, poi incrementale ed infine ad intervalli. La terza stazione, invece, prevede due circuiti da ripetere 3 volte ciascuno con 1' di recupero tra le serie. Il circuito 1 prevede plank,

esercizi in quadrupedia, ponte con varianti, isometria in semi accosciata e salto della corda. Il circuito 2, invece, crunch, affondi con varianti, equilibrio sulla tavoletta e piegamenti sulle braccia. In tutti i casi serie e ripetizioni vengono scelte in base al singolo soggetto. L'allenamento D, infine, si basa su uno sport di squadra o individuale. Il chinesio clinico proporrà una sorta di allenamento tenendo in considerazione l'importanza del riscaldamento e degli esercizi di respirazione.

Alla fine di ogni sessione di allenamento, inoltre, viene chiesto loro di scannerizzare un QR code con il telefono o con il tablet e di completare un questionario online in cui viene valutato lo sforzo percepito durante la seduta (scala di Borg) e il benessere psico-fisico ottenuto da questo. A fine percorso si avrà, così, la possibilità di capire se l'intervento è stato efficace. Affinché un soggetto possa essere dimesso, nel test TGlittre-P finale non deve desaturare (% SpO<sub>2</sub> < 90%) e non devono esserci picchi sulla frequenza cardiaca che vadano a sovrapporsi con la saturazione.

Una volta finito il protocollo in quota, vengono consigliati degli esercizi di mantenimento da svolgere a casa. In primis si chiede agli asmatici di continuare a fare gli esercizi di respirazione diaframmatica con costanza, seguiti da lavaggi nasali soprattutto nei periodi di maggior catarro, allergia o fatica respiratoria. In più, si chiede loro di continuare con l'esercizio fisico per almeno 3 volte a settimana ad intensità moderata per 30/90" (75-80% della FC Max (220 – età)), alternati a 60/120" di intensità lieve. Il tutto curando un buon riscaldamento e defaticamento.

## CONCLUSIONI

L'asma è una patologia cronica ostruttiva delle vie aeree molto diffusa soprattutto nei paesi più sviluppati, visto l'alto tasso di allergeni presenti nell'aria e l'alta probabilità di soffrire di stress ed esposizione al fumo.

La maggior parte degli asmatici, anche di età pediatrica, ha la tendenza ad essere più sedentaria dei pari età sani sia per il timore di non “reggere” l'esercizio fisico sia perché molte volte vengono influenzati dalla famiglia e dagli insegnanti.

È dimostrato che questi soggetti non presentano alcuna limitazione nello svolgere esercizio fisico, a meno che la patologia non sia mal controllata. Proprio per questo essi possono svolgere attività fisica a diverse intensità ed ottenere un miglioramento della loro condizione clinica e anche della qualità di vita (QoL). Devono, però, prestare attenzione al riscaldamento e al defaticamento, entrambi necessari al fine di non avere complicanze durante e dopo l'attività.

Come si evince dalla letteratura i benefici dell'attività fisica nei soggetti asmatici pediatrici si possono ottenere sia a livello del mare che in ambiente montano, anche se gli studi in questo campo sono ancora limitati.

Proprio per questo motivo, l'obiettivo di questo lavoro è quello di stimolare sempre più soggetti asmatici pediatrici a fare attività fisica in ambiente montano. Viene proposto un protocollo che preveda attività diverse per ogni giorno feriale della settimana, da svolgere per almeno 15 giorni. L'obiettivo a lungo termine è, invece, quello di incentivare sempre più strutture come quella di Misurina o di Davos a mettere in pratica protocolli rieducativi individualizzati per garantire agli asmatici uno stile di vita migliore dal punto di vista fisico e psicologico e ridurre il rischio di ulteriori ricoveri.

## 6. BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

**A. Moreir, L. Delgado, T. Haahtela, J. Fonseca, P. Moreira, C. Lopes, J. Motae, P. Santose, P. Rytala and M.G. Castel-Branco (2008).** *Physical training does not increase allergic inflammation in asthmatic children.*

**Anna T. Freeman, Karl J. Staples, Tom M.A. Wilkinson (2019).** *Defining a role for exercise training in the management of asthma.*

**Charles O.N. Winn a,b , Kelly A. Mackintosh b , William T.B. Eddolls b , Gareth Stratton b , Andrew M. Wilson c , Melitta A. McNarry b, \*, Gwyneth A. Davies (2019).** *Effect of high-intensity interval training in adolescents with asthma: The eXercise for Asthma with Commando Joe's (X4ACJ) trial.*

**Claudia Galassi, Francesco Forastiere (2005).** *Studi italiani sui disturbi respiratori nell'infanzia e l'ambiente.*

**Evelim L. F. D. Gomes, Celso R. F. Carvalho, Fabiana Sobral Peixoto-Souza, Etiene Farah Teixeira-Carvalho, Juliana Fernandes Barreto Mendonça, Roberto Stirbulov, Luciana Maria Malosá Sampaio, Dirceu Costa1 (2015).** *Active Video Game Exercise Training Improves the Clinical Control of Asthma in Children: Randomized Controlled Trial*

**<https://clinicaltrials.gov/ct2/show/study/NCT03985956>.**

**Jason E. Lang (2019).** *The impact of exercise on asthma.*

**Jessica Stern, Jennifer Pier, Augusto A. Litonjua (2020).** *Asthma epidemiology and risk factors. Seminars in Immunopathology 42:5–15.*



**Johanna Freidl , Daniela Huber, Herbert Braunschmid, Carina Romodow, Christina Pichler, Renate Weisböck-Erdheim, Michaela Mayr and Arnulf Hartl (2020).** *Winter Exercise and Speleotherapy for Allergy and Asthma: A Randomized Controlled Clinical Trial.*

**John F. Philpott, Kristin Houghton, Anthony Luke (2010).** *Physical Activity Recommendations for Children with Specific Chronic Health Conditions: Juvenile Idiopathic Arthritis, Hemophilia, Asthma, and Cystic Fibrosis.*

**Kai-Håkon Carlsen (2012).** *Sports in extreme conditions: The impact of exercise in cold temperatures on asthma and bronchial hyper-responsiveness in athletes.*

**L. H. Rijssenbeek-Nouwens, E. H. Bel (2011).** *High-altitude treatment: a therapeutic option for patients with severe, refractory asthma?*

**Lăzărescu H., Simionca I., Hoteteu M., Mirescu L. (2014).** *Speleotherapy – modern bio-medical perspectives.*

**Lívia Barboza de Andrad, Murilo C.A. Britto, Norma Lucena-Silva, Renan Garcia Gomes, José N. Figueroa (2014).** *The efficacy of aerobic training in improving the inflammatory component of asthmatic children. Randomized trial.*

**Eugen Bersuch, Florian Gräf, Ellen D. Renner, Andreas Jung, Claudia Traidl-Hoffmann, Roger Lauener, Caroline Roduit (2017).** *Lung function improvement and airways inflammation reduction in asthmatic children after a rehabilitation program at moderate altitude.*

**Karin B Fieten, Wieneke T Zijlstra, Harmieke van Os-Medendorp, Yolanda Meijer, Monica Uniken Venema, Lous Rijssenbeek-Nouwens, Monique P l'Hoir, Carla A Bruijnzeel-Koomen and Suzanne GMA Pasmans (2014).** *Comparing high altitude treatment with current best care in Dutch children with moderate to severe*

*atopic dermatitis (and asthma): study protocol for a pragmatic randomized controlled trial (DAVOS trial).*

**S. Berntsen, T. Stensrud, F. Ingjer, A. Vilberg, K.-H. Carlsen (2005).** *Asthma in medium altitude – exercise-induced bronchoconstriction in hypobaric environment in subjects with asthma.*

**Said B. Ahmaidi, Alain L. VafTay, Anne M. Savy-Pacaux, and Christian G. Prefaut (1993).** *Cardiorespiratory Fitness Evaluation by the Shuttle Test in Asthmatic Subjects During Aerobic Training.*

**Maisi Muniz Cabral David, Evelim Leal de Freitas Dantas Gomes , Maryjose Carvalho Mello and Dirceu Costa (2018).** *Noninvasive ventilation and respiratory physical therapy reduce exercise-induced bronchospasm and pulmonary inflammation in children with asthma: randomized clinical trial.*

**Marios Panagiotou, Nikolaos G. Koulouris, Nikoletta Rovina (2020).** *Physical Activity: A Missing Link in Asthma Care.*

**Ministero della Salute, Direzione Generale della Prevenzione Sanitaria Ufficio 8 (2017).** *Linee di indirizzo sull'attività fisica per le differenti fasce d'età e con riferimento a situazioni fisiologiche e fisiopatologiche e a sottogruppi specifici di popolazione.*

**Nathan RA et al., J Allergy Clin Immunol (2004).** *Childhood Asthma Control Test for children and Asthma Control Test<sup>TM</sup> for teens 12 years and older.*

**National Heart, Lung, and Blood Institute (2007).** *Expert Panel Report 3: Guidelines for the diagnosis and management of asthma.*

**Olga Lagiou, Sotirios Fouzas, Dimosthenis Lykouras, Xenophon Sinopidis, Ageliki Karatza, Kiriakos Karkoulias, Gabriel Dimitriou, Michael B Anthracopoulos**

(2022). *Exercise Limitation in Children and Adolescents with Mild-to-Moderate Asthma. Journal of asthma and allergy.*

**Pakkasela Ilmarinen , Honkamaki Leena E. Tuomisto, Heidi Andersen (2020).** *Age-specific incidence of allergic and non-allergic asthma.*

**Progetto ASMA/GINA (2017).** *Linee-Guida Italiane.*

**Sean R. Lucas, Thomas A. E. Platts-Mills (2005).** *Physical activity and exercise in asthma: Relevance to etiology and treatment.*

**Sibel Basaran, Fusun Guler-Uysal, Nilay Ergen, Gulsah Seydaoglu, Gulbin Bingol-Karakoc and Derya Ufuk Altintas (2006).** *Effects Of Physical Exercise On Quality Of Life, Exercise Capacity And Pulmonary Function In Children With Asthma.*

**Sven F. Seys, Marc Daenen, Ellen Dilissen, Ruud Van Thienen, Dominique M. A. Bullens, Peter Hespel, Lieven J. Dupont (2013).** *Effects of high altitude and cold air exposure on airway inflammation in patients with asthma.*

**T. Horvath (1986).** *Speleotherapy: a special kind of climatotherapy , its role in respiratory rehabilitation.*

**W. Silvers, M. Morrison, M. Wiener (1994).** *Asthma ski day: cold air sports safe with peak flow monitoring.*

**Yan-Feng Zhang, MB, Lin-Dong Yang (2019).** *Exercise training as an adjunctive therapy to montelukast in children with mild asthma.*