



**FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA**  
MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA – TRABALHO FINAL

JOÃO BERNARDO CAMPOS CUNHA

***O Papel da Reabilitação Respiratória na Melhoria da  
Performance Física e Alívio Sintomático de Atletas com  
Broncoconstrição Induzida pelo Exercício***

ARTIGO DE REVISÃO

ÁREA CIENTÍFICA DE PNEUMOLOGIA

Trabalho realizado sob a orientação de:  
DR<sup>a</sup> DANIELA SOFIA MADAMA SANTOS SILVA  
PROFESSOR DOUTOR CARLOS ROBALO CORDEIRO

MARÇO/2018



## Resumo

A broncoconstrição induzida pelo exercício (BIE) define-se como uma constrição das vias aéreas que ocorre imediatamente após a execução da atividade física. É uma entidade comum em atletas de elite, principalmente em desportos que implicam um elevado esforço aeróbio e/ou realizados em condições ambientais adversas. Nestes indivíduos é responsável por vários sintomas respiratórios e pode prejudicar o seu desempenho desportivo, apesar desta relação e seus mecanismos adjacentes não estarem ainda estabelecidos.

A reabilitação respiratória (RR), um conjunto de procedimentos de âmbito multidisciplinar, tem sido aplicada com sucesso em diferentes patologias respiratórias, com destaque para a doença pulmonar obstrutiva crónica (DPOC). No presente trabalho, este grupo de técnicas foi alvo de uma investigação rigorosa na tentativa de perceber se poderia igualmente ser benéfico nos atletas com BIE, nomeadamente no seu alívio sintomático ou na melhoria da performance física.

Concluiu-se que, apesar de não terem sido encontradas referências sobre a aplicabilidade da RR em atletas de elite com BIE, algumas das técnicas incluídas no seu amplo espectro apresentam características com potencial para obterem reflexos positivos e deverão ser alvo de interesse em futuros estudos.

### **Palavras-chave:**

Broncoconstrição; Exercício; Diagnóstico; Terapêutica; Reabilitação; Respiração



## Abstract

Exercise-induced bronchoconstriction (EIB) is defined as a constriction of the airways that happens immediately after physical exercise. It is a common phenomenon in elite athletes, especially in sports that imply a significant aerobic effort and/or are performed in harsh environmental conditions. EIB is responsible for several respiratory symptoms in these individuals and may influence their physical performance, despite this relation and its mechanisms have yet to be established.

Pulmonary rehabilitation (PR), a group of multidisciplinary procedures, has been successfully applied in different respiratory diseases, with emphasis to chronic obstructive pulmonary disease (COPD). In the present work we performed a rigorous investigation in an attempt to understand if PR could also be beneficial in athletes with EIB, namely in the relief of symptoms or the improvement of their performance.

We concluded that, even though we could not find any references on the use of PR in elite athletes with EIB, some of its techniques present characteristics that might have potential to provide positive effects and should be the target of future studies.

### **Keywords:**

Bronchoconstriction; Exercise; Diagnosis; Therapeutics; Respiration; Rehabilitation



## Índice

<b>RESUMO</b> .....	<b>1</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>3</b>
<b>ÍNDICE</b> .....	<b>5</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS</b> .....	<b>7</b>
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>9</b>
<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>12</b>
<b>RESULTADOS</b> .....	<b>14</b>
<b>IMPACTO DO EXERCÍCIO NA OCORRÊNCIA DE BIE</b> .....	<b>15</b>
<b>O EFEITO DA BIE NO DESEMPENHO DESPORTIVO</b> .....	<b>18</b>
<b>DIAGNÓSTICO</b> .....	<b>21</b>
<b>TESTE DE HIPERPNEIA VOLUNTÁRIA EUCÁPNICA (HVE)</b> .....	<b>22</b>
<b>PROVA DO MANITOL</b> .....	<b>24</b>
<b>TERAPÊUTICA</b> .....	<b>25</b>
<b>REABILITAÇÃO RESPIRATÓRIA (RR)</b> .....	<b>29</b>
<b>TREINO DOS MÚSCULOS INSPIRATÓRIOS</b> .....	<b>36</b>
<b>TREINO INTERVALADO</b> .....	<b>37</b>
<b>ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA MUSCULAR TRANSCUTÂNEA (EEMT)</b> .....	<b>38</b>
<b>DISCUSSÃO E CONCLUSÃO</b> .....	<b>39</b>
<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	<b>43</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>44</b>



## Lista de Abreviaturas

AAAAI - Associação Americana de Alergia, Asma e Imunologia

AVD - atividades de vida diária

BIE - broncoconstrição induzida pelo exercício

CAAAI - Colégio Americano de Alergia, Asma e Imunologia

COI - Comitê Olímpico Internacional

CO<sub>2</sub> – dióxido de carbono

CVF – capacidade vital forçada

DPOC - doença pulmonar obstrutiva crônica

EEMT - estimulação elétrica muscular transcutânea

FEF50 - fluxo expiratório forçado a 50%

FEV1 - volume expiratório máximo no primeiro segundo

HAIE – hipoxemia arterial induzida pelo exercício

HRB - hiperreatividade brônquica

HVE - hiperpneia voluntária eucápnica

LABA - agonistas  $\beta_2$  de longa duração

N<sub>2</sub> - azoto

O<sub>2</sub> – oxigênio

PFE - pico de fluxo expiratório

RR - reabilitação respiratória

SABA - agonistas  $\beta_2$  de curta ação

SaO<sub>2</sub> - saturação arterial de O<sub>2</sub>

STA - Sociedade Torácica Americana

V<sub>m</sub> – volume minuto

VVM - ventilação voluntária máxima

VO<sub>2max</sub> – volume de oxigênio máximo



## Introdução

O exercício físico é uma atividade que pode atuar como um estímulo para o aparecimento de sintomas respiratórios em certos indivíduos (1). De facto, é considerado a principal causa de exacerbações em atletas de elite previamente diagnosticados com asma brônquica (2).

No entanto, e ao contrário do que se considerava anteriormente, o exercício físico pode induzir broncoconstrição tanto em atletas asmáticos como em atletas que não têm esta patologia. Devido a este facto, vários autores utilizam agora o termo “broncoconstrição induzida pelo exercício” (BIE) em vez de “asma induzida pelo exercício” (3). Esta distinção surgiu por constatação de diferenças entre os mecanismos destas entidades clínicas e permite distinguir dois grupos de atletas: atletas asmáticos que apresentam estreitamento transitório das vias aéreas após o exercício e atletas que apresentam igualmente obstrução brônquica induzida pelo exercício, mas que não têm um diagnóstico de asma subjacente (3).

Por outro lado, embora se considere que, teoricamente, a BIE tenha uma influência negativa na prestação física dos atletas de elite, na prática este impacto ainda não foi comprovado. *Ansley* e colegas (4) fizeram uma análise sistemática de 10 artigos sobre este tema, tendo concluído que os dados obtidos não são suficientes para confirmar a relação entre esta entidade e o desempenho desportivo. No entanto, referem igualmente que os métodos de avaliação muitas vezes utilizados em estudos referentes a este tema provavelmente não serão os ideais. Assim, apesar de não haver evidências suficientes de que a BIE afeta o rendimento dos atletas, o simples facto de poder influenciar os resultados desportivos, nem que de uma forma mínima, é

motivo de interesse. Este tema ganha ainda mais importância se considerarmos que em alguns grupos de atletas, nomeadamente nadadores ou atletas de esqui de fundo, o número de atletas de elite que apresentam BIE pode chegar a metade da sua totalidade (5).

No que toca ao diagnóstico, a presença de dispneia, pieira ou tosse é bastante comum em atletas de elite, sendo que estes sintomas respiratórios são muitas vezes considerados suficientes para fazer o diagnóstico de BIE nestes indivíduos. No entanto, as queixas respiratórias nem sempre são coincidentes com o estado de deterioração das vias aéreas, ou seja, vários atletas continuam a apresentar sintomas mesmo após tratamentos dirigidos adequados (6). Assim, neste grupo em particular, o diagnóstico de BIE não deve ser baseado apenas numa abordagem clínica, até porque isso pode na verdade estar a causar um número excessivo de atletas diagnosticados com esta condição. Neste sentido, vários testes têm sido propostos como alternativas possivelmente mais viáveis para o diagnóstico deste fenómeno e destes, o teste de hiperpneia voluntária eucápnica (HVE), tem ganho particular destaque (7). O objetivo deste teste, cuja positividade é avaliada por redução do volume expiratório máximo no primeiro segundo (FEV1), consiste na submissão do atleta a um período limitado de esforço intenso enquanto inala um gás seco, que irá provocar um estímulo osmótico (8) e assim desencadear a BIE de uma forma não natural. Um outro teste que merece destaque é a prova do manitol, uma vez que demonstrou uma associação sólida com a prova de HVE (9).

Quanto à terapêutica, os agonistas  $\beta_2$  são os broncodilatadores mais eficazes no pré-tratamento da BIE (10). No entanto, a principal desvantagem destes fármacos é a sua predisposição para o desenvolvimento de tolerância à sua ação após utilização crónica, tolerância esta que se verifica tanto nos agonistas  $\beta_2$  de curta (SABA) como nos de longa duração (LABA). Algumas

estratégias farmacológicas e não farmacológicas alternativas têm sido desenvolvidas para evitar uma evolução significativa desta taquifilaxia, mas a frequente utilização desta classe farmacológica por parte dos atletas dificulta a aplicação bem-sucedida destas medidas. Aliás, no final dos anos 90 verificou-se um aumento significativo da percentagem de atletas olímpicos que recorriam a estes e outros fármacos antiasmáticos. Após perceção deste fenómeno, o Comité Olímpico Internacional (COI) tornou obrigatório que, a partir do ano 2001, todos os atletas que utilizavam estes fármacos demonstrassem que apresentavam de facto sintomas que justificassem o seu uso, fossem estes causados por asma, asma induzida pelo exercício, BIE ou hiperreatividade brônquica (HRB) (11). A principal causa para a aplicação desta medida foi o receio das consequências nefastas para a saúde dos atletas que recorriam a estes fármacos mesmo sem terem uma patologia que justificasse a sua utilização. Existem atualmente outras classes de fármacos que podem ser aplicadas no alívio sintomático da BIE em conjunto com os agonistas  $\beta_2$ , nomeadamente corticosteroides, antileucotrienos, anticolinérgicos, antihistamínicos ou cromonas. A abordagem da BIE no atleta inclui ainda estratégias não farmacológicas, estando estas principalmente relacionadas com os ambientes específicos de treino das várias modalidades. É de salientar que, embora alguns destas medidas tenham recomendações específicas consoante o doente é ou não atleta, o plano terapêutico utilizado na BIE é semelhante, independentemente do nível de atividade física dos pacientes ou quando têm ou não asma subjacente, apesar de os mecanismos patofisiológicos destas duas entidades poderem ser distintos (12).

Assim, torna-se importante a procura de possíveis formas terapêuticas alternativas ou complementares aos tratamentos já estabelecidos para a BIE nos atletas de elite. A reabilitação respiratória (RR), um programa terapêutico que consiste numa grande diversidade de técnicas e procedimentos de âmbito maioritariamente não farmacológico, tem sido aplicada com sucesso

em diversas patologias respiratórias crônicas, principalmente na DPOC. Sabendo este facto, surge a pergunta de investigação do presente trabalho: será a RR adequada como complemento terapêutico da BIE em atletas?

Este artigo pretende então, por um lado, fazer um estudo sobre o fenómeno da BIE em atletas de elite, com especial atenção na sua relação com a atividade física e a performance desportiva e ainda na forma como o seu diagnóstico e tratamento são abordados. Por outro lado, especificamente no tópico do tratamento, tem também o objetivo de rever os principais efeitos positivos que a reabilitação respiratória (RR) tem demonstrado nas patologias respiratórias onde tem sido aplicada e perceber se esses efeitos se poderiam verificar de alguma forma também na BIE em atletas, tentando assim responder à nossa pergunta de investigação.

## Materiais e métodos

Foi utilizada como principal base de dados a *PubMed da National Library of Medicine*, acessível através do site [www.pubmed.gov](http://www.pubmed.gov), recorrendo igualmente ao sistema de vocabulário MeSH para aumento da eficiência da pesquisa.

A pesquisa teve 2 objetivos principais: fazer um levantamento da investigação existente sobre o fenómeno da BIE em atletas de elite e tentar encontrar evidências na literatura do impacto que a RR poderia ter nestes indivíduos.

Para o primeiro objetivo foi efetuada uma pesquisa bibliográfica para os últimos 5 anos usando os seguintes parâmetros: ((exercise-induced) AND bronchoconstriction)) AND athlete), ativando a opção “*Best Match*”, que associou as 2 últimas palavras da pesquisa aos termos MeSH correspondentes. Foi realizada de seguida uma nova pesquisa utilizando os mesmos termos, mas restrita somente aos artigos de revisão.

Para o segundo objectivo, foi efectuada a seguinte pesquisa, inicialmente limitada aos últimos 10 anos: ("lung"[MeSH Terms] AND ("rehabilitation"[Subheading] OR "rehabilitation"[All Fields] OR "rehabilitation"[MeSH Terms])) AND ("athletes"[MeSH Terms] OR "athletes"[All Fields] OR "athlete"[All Fields]) AND ("2007/11/16"[PDat] : "2017/11/12"[PDat]).

Perante o resultado das pesquisas efetuadas, foram fornecidos pela orientadora e integrados nesta investigação um conjunto de artigos ( (13), (14), (15), (16)) cujo foco incidia na RR em si, de forma a ter uma visão mais aprofundada sobre os diferentes aspetos que esta engloba e assim perceber se esta podia de alguma maneira relacionar-se com os atletas e mais concretamente em atletas com BIE.

## Resultados

Surgiram 73 artigos como resultado da primeira pesquisa, sendo este número reduzido para 23 após filtragem exclusiva dos artigos de revisão. Para estes artigos, foram revistos os seus títulos e sumários para a escolha dos mais relevantes para o tema proposto, resultando num conjunto de 4 artigos ( (2), (17), (4), (7)) que foram alvo dum estudo aprofundado para consolidar uma primeira abordagem ao tema. Deste estudo resultou ainda a inclusão dum outro artigo, por ser um sumário de uma conferência do COI sobre a asma e o seu impacto em atletas de elite ( (11)).

Para a procura da relação entre a RR e a sua utilização em atletas, a 2ª pesquisa efetuada levou à obtenção de 14 artigos, sendo que nenhum demonstrava a existência de uma relação direta. Estendeu-se então esta pesquisa sem limitação temporal de onde surgiram 23 artigos, no entanto manteve-se o resultado de que nenhum destes associa RR a atletas. Na verdade, na maioria destes casos o termo “*athlete*” é apenas esporadicamente referido.

Deste modo, o estudo aprofundado dos 2 grupos de artigos anteriormente referidos constituíram a base deste trabalho e levaram à bibliografia usada, nomeadamente através da inclusão de um novo conjunto de referências que estes artigos citavam e que foram estudadas e relacionadas com os temas abordados. Adicionalmente, foi consultado o livro de referência “Temas de Reabilitação Respiratória” (18).

Desta forma, esta revisão incluiu um total de 58 referências nos quais efetuamos a procura da relação entre a BIE e o exercício físico, com particular incidência no seu efeito sobre a performance desportiva, bem como dos seus métodos de diagnóstico. Revemos igualmente os tratamentos da BIE e de outras doenças respiratórias utilizados hoje em dia, nomeadamente a

RR e o seu efeito em patologias como a DPOC, através de técnicas como o treino intervalado, a estimulação elétrica muscular transcutânea (EEMT) e o treino dos músculos inspiratórios. Finalmente, com base nas revisões dos temas acima descritos e na ausência de literatura específica, discutimos a possível utilização da RR no tratamento da BIE em atletas, tentando assim contribuir para a resposta à nossa pergunta de investigação.

### Impacto do exercício na ocorrência de BIE

O facto de surgir BIE em atletas sem qualquer história pessoal ou familiar de asma levou a que fosse colocada a hipótese de que esta poderia ser provocada pelo treino intenso a que os atletas estão sujeitos e às condições ambientais em que os treinos são realizados. Contudo, e apesar de existirem indícios da ligação da atividade física à BIE, não existem ainda grandes evidências que permitam afirmar que esta hipótese seja verdadeira em atletas não asmáticos (2).

Os desportos aquáticos têm sido usados para a procura desta relação. Por exemplo, através da realização de testes de HVE, foi avaliada a presença de BIE em jovens nadadores de elite, não tendo sido encontrada nenhum aumento significativo da sua prevalência quando em comparação com jovens não nadadores de idades semelhantes (19). Por outro lado, apesar dos nadadores serem um dos grupos de atletas com maior prevalência de BIE, não se sabe exatamente se a maior parte destes desportistas tinham esta entidade antes de iniciarem a prática deste desporto ou se surgiu como resultado da alta ventilação associada ao treino intenso e à exposição a agentes utilizados na manutenção das piscinas. Um dos motivos para esta dúvida é o facto das crianças asmáticas iniciarem a prática deste desporto desde uma idade muito precoce. Além disso, mesmo após vários anos de desporto de alto nível, existe a possibilidade

de alguma melhoria tanto da função pulmonar como dos sintomas respiratórios após a cessação da atividade física.

Ainda assim, Couto *et al.* (20) referem que fatores como o treino em piscinas e uma elevada exposição ao frio foram já efetivamente corroborados como contribuintes para o aparecimento de sintomas respiratórios em atletas sem asma prévia. Num artigo mais recente, o mesmo grupo (2) refere ainda que, no caso particular dos nadadores, a BIE se deve principalmente ao facto de nas piscinas ser comum o uso de desinfetantes químicos como o cloro e ainda devido à má circulação de ar presente nestas.

Por outro lado, noutros desportos aquáticos que não a natação, a BIE parece ser bastante menos comum, o que por si indicia que também a intensidade de treino pode ser determinante para a presença deste fenómeno. A título exemplificativo, quase metade dos atletas com autorização para usar medicação antiasmática nos Jogos Olímpicos de Inverno de 2006 referiram que apenas experienciaram os primeiros sintomas respiratórios no início da idade adulta (21), o que mais uma vez reforça a ideia de que os anos de treino acumulados são fatores indispensáveis para a sua ocorrência.

*Del Giacco* e associados (22) e Couto *et al.* (2) estruturaram vários desportos e modalidades quanto ao risco de desenvolvimento de BIE, podendo estes ser classificados como sendo de risco baixo, médio ou alto, consoante a duração, intensidade e condições ambientais em que é realizada a atividade física (tabela 1). Após uma análise cuidada é perceptível que o risco de desenvolvimento destes sintomas é mais elevado nos desportos aquáticos, de inverno e/ou de endurance.

<b>Risco</b>	<b>Características</b>	<b>Desportos</b>
Baixo	Desportos em que o esforço dura menos que 5-8 min.	<p>Atletismo:  <i>Sprint</i> (100, 200 e 400 m)  Média distância (800m, 1500m)  Barreiras (100, 110 e 400 metros) Lançamentos  Saltos  Heptatlo  Decatlo</p> <p>Ténis  Ginástica  Boxe  Esgrima  Culturismo  Halterofilismo  Golfe  <i>Ski Downhill</i>  Artes Marciais</p>
Médio	Desportos em que o esforço contínuo dura mais que 5-8 min.	<p>Futebol  Basquetebol  Voleibol  Críquete  Basebol  Râguebi  Andebol  Futebol americano  Hóquei de campo</p>
Alto	Desportos em que o esforço contínuo dura mais que 5-8 min. e/ou em ambientes secos/frios e/ou em ambientes nocivos (ex. exposição ao cloro, poluição atmosférica, etc.)	<p>Ciclismo  Biatlo  Natação  Ski de fundo  Patinagem no gelo  Desportos em altitude  Pólo aquático  Hóquei no gelo</p> <p>Atletismo:  Longa distância (5000 e 10000 metros)  Pentatlo  3000 metros obstáculos  Marcha (20 e 50 quilómetros)  Maratona</p>

*Tabela 1 – Diferentes desportos agrupados por risco de BIE (Adaptado de (2))*

## O efeito da BIE no desempenho desportivo

Apesar das suspeitas existentes sobre a possível relação entre a BIE e a diminuição da performance desportiva, o facto de os sintomas respiratórios desta condição surgirem normalmente depois da realização do exercício físico e não durante a sua execução levou à consideração da hipótese de que a BIE não teria qualquer influência sobre a atividade física em si.

Apesar de não ser ainda claro se a BIE pode realmente afetar a performance atlética, esta possível influência dependerá de fatores como a duração do esforço físico, pois embora em esforços muito curtos não seja expectável que a BIE tenha um efeito negativo na performance física, em esforços intensos mais prolongados poderá ter uma relevância importante.

Outro fator importante na ocorrência de BIE é o ambiente em que a atividade física é realizada. *Stensrud* e associados (23) (24) aplicaram uma prova de esforço em 2 estudos distintos a vários indivíduos com BIE. Ambos incluíam a realização do exame em condições climatéricas moderadas, sendo este depois comparado com uma prova de esforço idêntica em condições de humidade elevadas e num ambiente frio. Os resultados obtidos indicavam que, por comparação às condições climatéricas moderadas, os atletas tinham melhores prestações e menor queda do FEV1 no ambiente húmido e piores desempenhos associados a uma descida mais significativa do FEV1 em condições de baixa temperatura. É de salientar que a maioria dos indivíduos estudados praticavam atividade física regular mas sem objetivos competitivos, pelo que as suas conclusões não devem ser aplicadas diretamente a atletas de elite. No entanto, são indicativas do impacto que a BIE pode ter no desempenho desportivo pelo menos em determinadas condições.

Alguns mecanismos têm sido propostos como explicadores do possível impacto negativo que a BIE pode ter na performance desportiva. Um desses mecanismos defende que, quando há uma limitação grave do fluxo expiratório, é necessário um aumento do esforço respiratório que pode exigir até 15% do consumo de oxigénio ( $O_2$ ) total em vez dos 5-10% que a atividade física exige em indivíduos saudáveis (25). Este aumento das necessidades de  $O_2$  leva a uma fadiga dos músculos respiratórios, tanto do diafragma como dos músculos acessórios, provocando depois uma vasoconstrição do sistema músculo-esquelético e consequente fadiga deste sistema, limitando assim severamente a performance física. Por outro lado, já foi demonstrado que a BIE pode provocar um desequilíbrio na relação ventilação/perfusão, não só por benefício da pressão parcial de  $O_2$  arterial decorrente do aumento do débito cardíaco e do volume minuto ( $V_m$ ) - volume de ar expirado pelos pulmões num minuto - após o exercício, mas também provavelmente devido a um estreitamento assimétrico das vias aéreas (26). Este desequilíbrio pode levar a uma deficiente eliminação de  $CO_2$  (dióxido de carbono) e obtenção de  $O_2$ , provocando assim um fenómeno denominado hipoxemia arterial induzida pelo exercício (HAIE), definida como uma queda na saturação de  $O_2$  ( $SaO_2$ ) provocada por esforços intensos. Embora estes e outros mecanismos possam individualmente dificultar o exercício, é mais provável que o seu impacto seja consequente da sua ação conjunta (4) (figura 1).

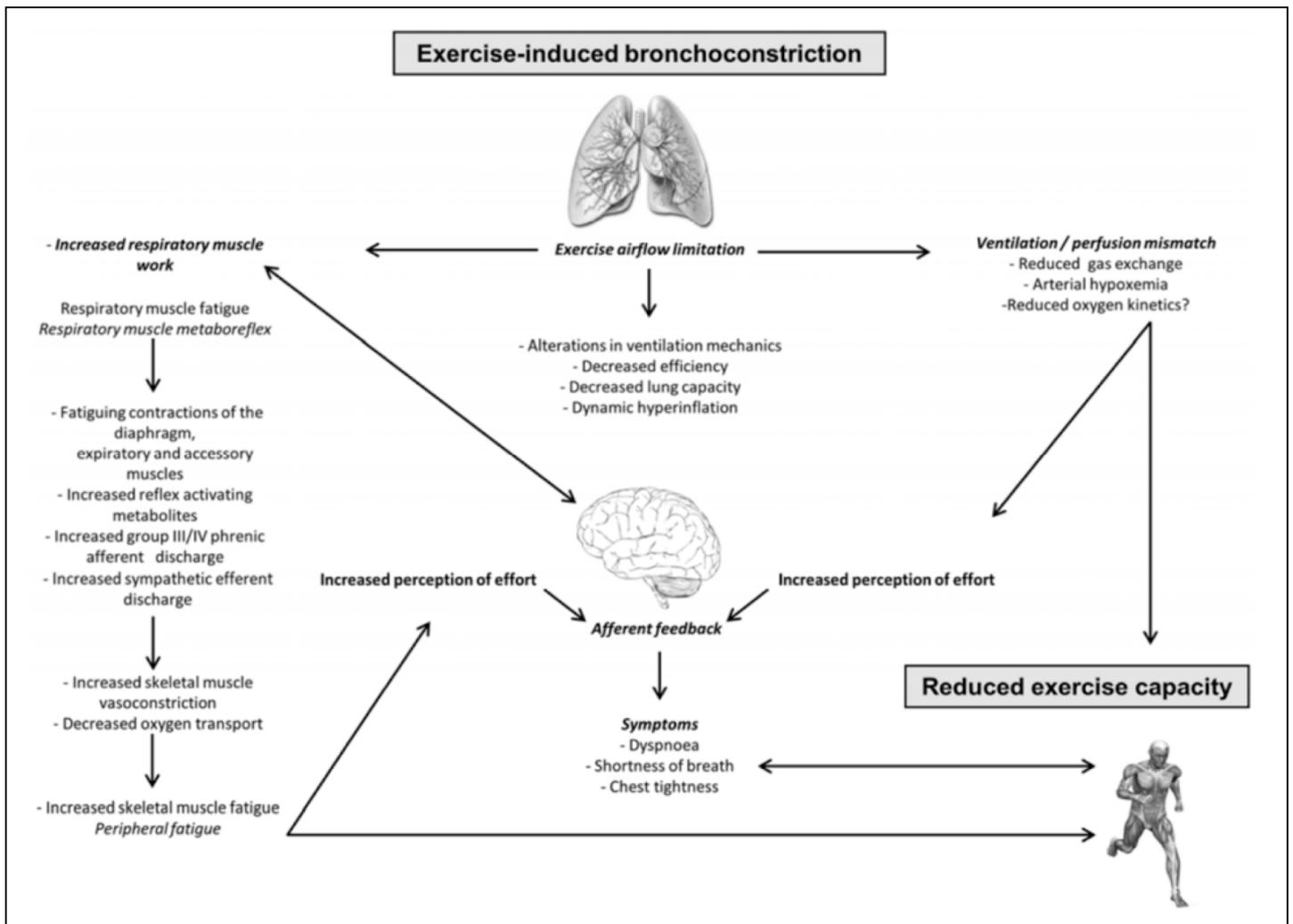


Figura 1 – Esquema de diferentes mecanismos propostos para associação da BIE e o impacto na performance desportiva (4)

Por outro lado, a inexistência de evidências robustas sobre a ação da BIE no desempenho desportivo pode dever-se aos métodos utilizados para o estabelecimento desta relação. Um dos parâmetros mais utilizados como indicador de uma boa prestação aeróbica é o  $VO_{2max}$ , que se define como o volume máximo de  $O_2$  por minuto e por quilograma de peso corporal que um indivíduo consegue utilizar em esforços intensos; este indicador é depois associado a uma prova de esforço aeróbico, normalmente realizado numa passadeira de corrida. No entanto, embora o

$VO_{2max}$  seja um bom indicador de performance aeróbica na população em geral, o mesmo não se poderá afirmar quando estamos perante um grupo homogéneo de atletas de elite (27). Teixeira e associados (28) realizaram um protocolo de esforço numa passadeira onde estudaram maratonistas com ou sem BIE, não tendo registado diferenças nos valores de  $VO_{2max}$ .

O facto destes testes serem normalmente realizados numa passadeira poderá não ser a melhor forma para avaliação dos resultados já que muitos desportos em que a BIE é prevalente têm uma natureza bastante distinta da corrida.

## Diagnóstico

A utilização de provas de esforço ou testes realizados em laboratório não serão os métodos de diagnóstico mais práticos. Por um lado, uma prova de esforço apresenta uma sensibilidade baixa no diagnóstico de BIE em atletas de elite (29); por outro, testes laboratoriais podem não simular corretamente o estímulo broncoconstritivo experienciado pelos atletas na prática da sua modalidade desportiva (30).

A BIE deveria ser diagnosticada de preferência por presença de HRB ou então por um aumento de pelo menos 12% do FEV1 após administração de um broncodilatador de curta ação (11). Por outro lado, a análise do FEV1 antes e imediatamente após a realização de um protocolo de exercício intenso é uma forma de diagnóstico de BIE que apresenta bastantes limitações e não deve ser considerado como um método de eleição.

De realçar ainda que algumas patologias também frequentes em atletas podem apresentar sintomas semelhantes aos da asma e BIE. Rinite, refluxo gastroesofágico ou síndrome da hiperventilação são exemplos de entidades que devem ser consideradas como hipóteses diagnósticas quando os testes aplicados forem inconclusivos ou quando há uma resposta terapêutica pouco eficaz (31).

Como já referido anteriormente, as queixas respiratórias nos atletas nem sempre são coincidentes com o estado de deterioração das vias aéreas. É com base neste raciocínio que vários exames de diagnóstico têm sido considerados como hipóteses complementares à avaliação clínica, sendo que o teste de HVE é provavelmente o que tem ganho maior destaque recentemente, sendo inclusivamente recomendado pela Comissão Médica do COI para diagnóstico de BIE em atletas olímpicos (32).

### Teste de hiperpneia voluntária eucápnica (HVE)

Este teste consiste na sujeição de um indivíduo a um elevado esforço físico, enquanto inala continuamente um gás com uma constituição de 21% O<sub>2</sub>, 5% CO<sub>2</sub> e o restante azoto (N<sub>2</sub>) (7). Além da vantagem de poder simular ambientes específicos de treino, o teste de HVE parece igualmente ser bem tolerado, tanto por atletas como por não atletas. É normalmente considerado positivo se for registada uma queda do valor de FEV1 igual ou superior a 10%, até 20 minutos após cessação do teste (7). Embora alguns autores contestem que este não deve ser o limiar de positividade do teste, é normalmente considerado como uma referência devido ao equilíbrio demonstrado entre os valores da sensibilidade e da especificidade na utilização deste valor.

Um outro parâmetro importante para a classificação da broncoconstrição durante a realização do exame é o  $V_m$ , ou seja, o volume de ar expirado pelos pulmões num minuto. O seu valor deve ser conjugado com a queda do FEV1, pois quanto menor for o  $V_m$  obtido no teste mais significativa é a queda do FEV1 e conseqüentemente maior é a gravidade da broncoconstrição (7) (Figura 2).

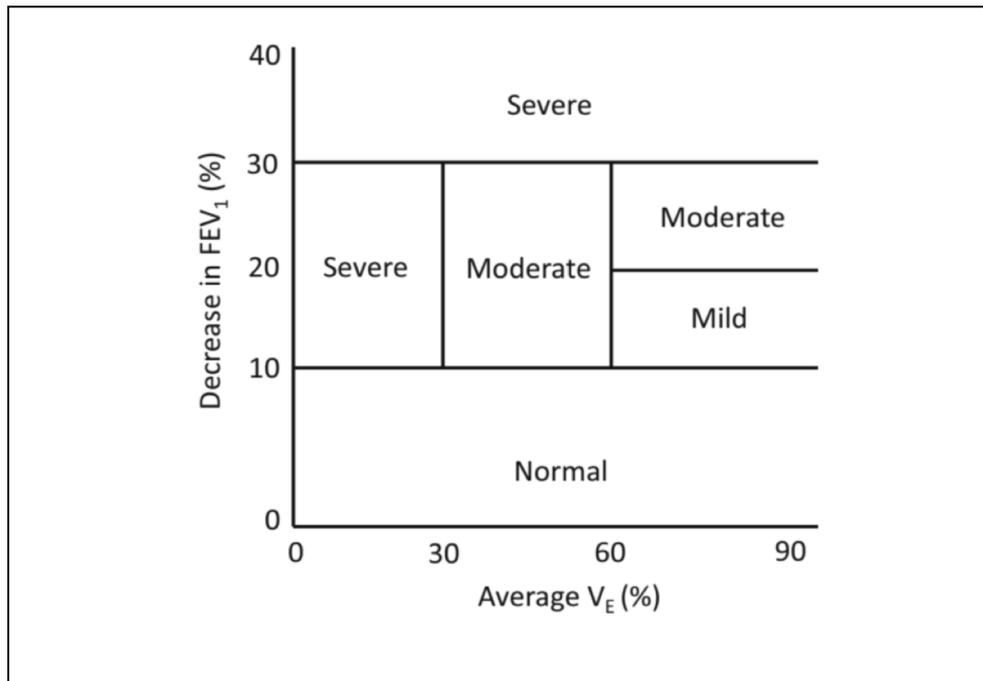


Figura 2 – Gravidade da broncoconstrição segundo a queda do FEV1 e o  $V_m$  (7)

É importante realçar que a gravidade da broncoconstrição também influencia a eventual necessidade de repetição do teste. Estudos demonstram que, embora em casos de BIE moderada ou severa este teste tenha uma boa reprodutibilidade, para graus ligeiros de BIE um único teste de HVE positivo não deve ser critério suficiente para o diagnóstico desta (33).

Outros parâmetros respiratórios como o fluxo expiratório forçado a 50% (FEF50) ou o pico de fluxo expiratório (PFE) foram já considerados como alternativas ao FEV1, mas o seu valor diagnóstico ainda não está totalmente esclarecido.

Apesar da importância que este exame tem ganho, este não deve, pelo menos por enquanto, ser visto como o principal método de diagnóstico em atletas de elite. Stickland e associados (34) fizeram uma análise sistemática de 7 estudos, abrangendo um total de 138 atletas, que comparavam o teste de HVE com uma prova de esforço, tendo verificado que os valores obtidos da sensibilidade e especificidade do teste do HVE eram muito discrepantes, discrepância esta que se verificava independentemente de os indivíduos serem atletas ou não.

Por outro lado, ainda não foi possível estabelecer se os resultados obtidos neste teste têm a mesma credibilidade quando estamos a testar atletas somente com BIE ou se têm igualmente asma subjacente. Além disso, um outro teste indireto de broncodilatação – a prova do manitol - demonstrou resultados muito promissores, podendo vir a ser considerada como uma alternativa válida ao teste de HVE.

### Prova do manitol

Conforme já referido anteriormente, existem vários métodos de diagnóstico da BIE estabelecidos na literatura médica, apesar da validade diagnóstica ser bastante distinta entre estes. A prova do manitol, um exame que consiste na inalação de doses progressivamente maiores deste açúcar, pode ter um valor diagnóstico semelhante ao teste da HVE no diagnóstico de BIE em atletas. *Holzer* e associados (9) aplicaram esta prova juntamente com um teste de HVE num grupo de 50 atletas, tendo estabelecido como valor diagnóstico para ambos os testes uma queda do FEV1 igual ou superior a 10%. Por comparação direta com o teste de HVE, a

prova do manitol registou um valor de 96% tanto para a sensibilidade como para o valor preditivo negativo e 92% para a especificidade e o valor preditivo positivo. A principal vantagem que este e outros testes osmóticos têm por comparação ao teste do HVE ou a prova de esforço é a dispensabilidade de aparelhos sofisticados. Por outro lado, a sua metodologia implica a aplicação de uma dose gradualmente maior, permitindo assim um controlo rigoroso após cada administração. Embora a importância que este exame pode desempenhar no diagnóstico de BIE em atletas não esteja ainda totalmente esclarecida, os resultados obtidos e as vantagens práticas que demonstra levam a crer que pode vir a ser um método de diagnóstico de BIE a ter em consideração.

## Terapêutica

O tratamento da asma e BIE em atletas é principalmente baseado em opiniões especializadas, pois existem poucos estudos adequados sobre a gestão destas entidades em atletas de elite (17). Estas recomendações podem ser observadas no quadro 1.

<b>Objetivos de tratamento</b>
Controlo da asma – atingir e manter
Inibir ou minimizar BIE para evitar alterações na performance
Prevenir exposição a fatores de risco para eventos agudos
Adequação com os regulamentos das autoridades desportivas
Diminuir o risco de agravamento da função pulmonar
<b>Principais medidas de gestão</b>
Identificação de indutores e estímulos
Nadadores – redução da formação e exposição a cloramina nas piscinas
Desportos de inverno – uso de máscaras no treino e evitar treino se frio extremo
Todos os atletas – impedir exposição a alergénios ou poluentes durante a atividade física
Identificação e tratamento de comorbilidades – Ex: doença do refluxo gastroesofágico, rinite...
Incentivo à educação e autogestão da asma
Referenciar quando possível para um profissional especializado
Explicar como gerir o controlo da asma e o que fazer em caso de exacerbação
Promover adesão terapêutica
Verificar técnica de inalação
<b>Prevenção da BIE</b>
Execução de aquecimento antes de iniciar a atividade física
Assegurar controlo asmático efetivo
Usar um SABA antes do exercício quando necessário; cromonas podem ser uma segunda hipótese
<b>Tratamento farmacológico</b>
Orientação por <i>guidelines</i> para aferir medicação
Fornecer terapêutica de manutenção (1ª linha - corticosteroides inalados; 2ª linha - antileucotrienos)
Fornecer terapêutica em SOS (ex.: SABA na mínima dose e frequência necessárias)
<b>Se corticosteroides inalados isolados forem insuficientes associar um LABA ou antileucotrieno após avaliação do estado de saúde geral e contribuição das comorbilidades</b>
<i>Quadro 1 – Gestão do tratamento da asma e BIE em atletas (Adaptado de (17))</i>

Nos atletas de elite a exposição ambiental é uma das vertentes onde a prevenção poderá ser mais eficaz, podendo ser aplicadas várias medidas consoante o ambiente de treino. Atletas que treinam ao ar livre, principalmente em ambientes frios e secos, podem utilizar máscaras para humidificação e aquecimento do ar inalado. Para os que treinam em piscina de competição

poderá ser útil uma tentativa de redução dos derivados de cloro normalmente utilizados na manutenção destas instalações. Uma outra estratégia recomendada para todos os doentes com BIE é a realização de um aquecimento antes de iniciar a atividade física, embora em atletas nem sempre permita um alívio sintomático (3). Estas medidas ganham ainda mais importância se tivermos em conta que alguns fármacos utilizados no tratamento da BIE, nomeadamente os corticosteróides, parecem ser menos eficazes na melhoria de sintomas respiratórios em atletas do que em doentes que não praticam atividade física regular (35) (36). Em asmáticos esta diferença pode ter várias causas possíveis, nomeadamente a coexistência de outras patologias, técnica de inalação inadequada ou a não adesão à terapêutica prescrita (17).

Ainda assim, segundo o COI, os corticosteróides por via inalatória são os fármacos mais eficazes no tratamento a longo prazo da BIE, enquanto que os SABA inalados são os mais eficazes na inibição imediata da BIE e alívio sintomático (11). Em atletas com BIE e asma subjacente é inclusivamente recomendado o uso diário de corticosteroides inalados em associação com outros fármacos (12).

Apesar da sua eficácia broncodilatadora, o uso prolongado de agonistas- $\beta_2$  predispõe os atletas a desenvolverem uma tolerância a estes fármacos, sendo necessário uma dose progressivamente maior para que estes tenham efeito. Este efeito abrange tanto os SABA como os LABA, ou seja, se for necessário a utilização da classe de curta duração numa exacerbação da doença o alívio dos sintomas respiratórios não será tão eficaz. Por outro lado, a utilização crónica destes fármacos pode também provocar agravamento dos sintomas se por ventura os doentes não os tomarem antes de iniciarem a atividade física (11). A melhor maneira para prevenção do desenvolvimento desta tolerância seria recomendar aos atletas que utilizassem esporadicamente

estes medicamentos em vez de regularmente. Contudo, como estes treinam todos os dias, esta medida poderá não ser muito prática.

Apesar deste risco, e segundo as *guidelines* da Sociedade Torácica Americana (STA) (3), os SABA deveriam ser os primeiros fármacos a considerar na prevenção de sintomas, devendo ser inalados poucos minutos antes de iniciar a atividade física. Estes fármacos eram considerados não eficazes quando não forneciam alívio sintomático ou quando era necessário a sua utilização com uma frequência no mínimo diária, devendo nessas alturas considerar outros fármacos como possíveis complementares à terapêutica. Segundo *guidelines* conjuntas da Academia Americana de Alergia, Asma e Imunologia (AAAAI) e do Colégio Americano de Alergia, Asma e Imunologia (CAAAI) (12), tanto os SABA como os LABA podem ser usados individualmente ou em conjunto de uma forma intercalar, sempre com precaução devido ao já referido risco de desenvolvimento de tolerância. As cromonas e os anticolinérgicos são alternativas possíveis para melhoria da BIE, embora os anticolinérgicos apresentem por vezes resultados irregulares no seu controlo (12). As *guidelines* da STA (3) referiam que os antihistamínicos podiam igualmente ser utilizados nos casos resistentes aos SABA e com alergias concomitantes, mas as da AAAAI/CAAAI afirmam que a eficácia destes fármacos era inconsistente, além de serem necessários mais estudos para perceção da sua utilidade (12). Os antileucotrienos são igualmente alternativas terapêuticas viáveis, podendo reduzir a BIE em 50% dos doentes e sem o risco inerente de desenvolvimento de tolerância (12).

É importante referir que apesar da existência de várias classes terapêuticas possíveis nenhuma consegue a resolução total da BIE (12). Por outro lado, considerando a natureza inalatória de

vários dos fármacos referidos, é igualmente importante ensinar aos doentes a técnica correta de inalação, devendo este ensinamento ser reforçado nas consultas subsequentes.

### Reabilitação respiratória (RR)

A RR é uma intervenção complexa que se baseia na realização de terapias personalizadas que incluem, mas não exclusivamente, exercício físico, educação e alteração de comportamentos, sendo desenhada para melhorar a condição física e psicológica de pessoas com doenças respiratórias crónicas e para promover a aderência a longo prazo a comportamentos benéficos para a saúde (37). Tem demonstrado efeitos benéficos em várias áreas, incluindo a nível fisiológico, psicológico e sintomático, conferindo igualmente uma melhoria da qualidade de vida (13).

O quadro 2 apresenta um resumo das principais vantagens da RR, com níveis de comprovação diferentes consoante a patologia respiratória em causa (13).

Redução de tempo de internamento
Melhoria da capacidade de exercício
Redução de visitas domiciliárias não programadas
Diminuição de dispneia e desconforto dos membros inferiores
Melhoria da qualidade de vida
Aumento da força muscular dos membros e endurance
Desenvolvimento de autonomia e conhecimento
Aumento da capacidade funcional
Melhorias a nível emocional
Potencial para melhoria dos níveis de atividade física
Desenvolvimento de gestão autónoma em cooperação

*Quadro 2 – Diferentes vantagens da RR (Adaptado de (13))*

Para a obtenção dos efeitos anteriormente referidos, a RR dispõe de várias estratégias terapêuticas para as quais podem ser aplicadas diversas técnicas (18):

- Correção da postura
- Diminuição da tensão muscular e psicológica – através do ensino de posições de relaxamento, ou associação destas posições à atividade física (ex: yoga)
- Permeabilização das vias respiratórias – por recurso a técnicas de expulsão ou de mobilização das secreções presentes nas vias aéreas, podendo estas ter um efeito sinérgico entre si
- Controlo da ventilação – por estimulação da mobilidade torácica, melhoria da mecânica ventilatória ou treino dos diferentes grupos musculares envolvidos no processo respiratório

- Acomodação ao exercício físico – prescrição de programas de treino adaptados à condição física do doente
- Terapia ocupacional

A motivação à prática do exercício físico é uma das principais medidas da RR, existindo atualmente diferentes protocolos de treino, como treino dos músculos inspiratórios, exercício aeróbio de intensidade baixa a moderada, treino das extremidades superiores e inferiores, reforço muscular ou treino intervalado. Outras técnicas incluídas no seu espectro são a EEMT, a ventilação não invasiva ou a oxigenoterapia, sendo esta última normalmente utilizada como adjuvante terapêutica.

Apesar da sua eficácia comprovada, a frequência com que a RR é utilizada é bastante menor do que seria expectável. Existem várias razões para o seu reduzido uso, onde se incluem os poucos recursos disponibilizados para a sua aplicação, muito devido à falta de conhecimento generalizado sobre esta terapêutica, não só por parte dos doentes, mas também da falta de equipas especializadas para o efeito (13). É normalmente utilizada na DPOC, sendo que nesta patologia é eficaz não só no seu acompanhamento a longo prazo mas também nas suas exacerbações. Numa revisão sistemática que incluiu vários artigos de diferentes nacionalidades, *Cambach* e seus associados (38) puderam verificar que, em doentes com esta patologia e também em doentes asmáticos, a RR melhorava diversos parâmetros, onde se incluíam a duração da endurance, a distância percorrida, a capacidade de exercício máxima e ainda a qualidade de vida destes doentes.

É de realçar que as melhorias observadas em vários destes parâmetros mantêm-se por períodos que oscilam entre os 12 e os 18 meses, duração esta que ganha uma relevância significativa se considerarmos que uma boa proporção dos programas de RR tem uma duração relativamente curta, em média entre as 6 e as 12 semanas.

Até muito recentemente os estudos existentes permitiam apenas assumir que alguns efeitos que se verificam na DPOC após RR, nomeadamente redução da disfunção muscular, redução da sensação de dispneia e fadiga ou melhoria da qualidade de vida também podiam surgir noutras patologias. Referiam que os programas de RR poderiam sofrer algumas alterações específicas consoante a patologia a ser abordada pois os seus objetivos para pacientes com outras doenças pulmonares crónicas que não a DPOC provavelmente seriam diferentes das metas estabelecidas para os pacientes com esta patologia (14), principalmente devido às diferentes naturezas das várias doenças respiratórias.

Apesar da maior parte dos programas de RR ainda serem orientados para a DPOC, nos últimos anos têm sido publicados vários ensaios clínicos randomizados com foco no efeito da RR noutras patologias respiratórias, demonstrando que esta também é vantajosa em patologias como doença pulmonar intersticial, fibrose quística, transplante pulmonar, cancro do pulmão ou hipertensão pulmonar (13), além de outras patologias que se podem observar no quadro 3. Além das suas técnicas serem seguras e práticas, a RR pode melhorar parâmetros como a qualidade de vida, queixas sintomáticas e tolerância à atividade física em várias patologias respiratórias de um modo semelhante às melhorias verificadas em doentes com DPOC (39).

<b>Outras patologias com obstrução das vias aéreas</b>
Asma
Fibrose Quística
Bronquiectasia difusa não associadas a Fibrose Quística
<b>Patologias com padrão restritivo</b>
Doenças difusas do parênquima pulmonar/Fibrose pulmonar idiopática
Escoliose ou cifose
Pacientes selecionados com doenças neuromusculares
Problemas respiratórios associados a obesidade
Sobreviventes de Síndrome do Desconforto Respiratório Agudo
<b>Outras patologias respiratórias</b>
Cancro pulmonar
Hipertensão Pulmonar
Antes e após transplante pulmonar
Compromisso respiratório por lesão medular

*Quadro 3 – patologias em que a RR também pode ser vantajosa (Adaptado de (39))*

Na asma, algumas técnicas de controlo da respiração e a prática de atividades como o yoga poderão auxiliar no alívio sintomático destes doentes, apesar de ainda não ser possível estabelecer com exatidão a veracidade destes benefícios na prática clínica (40). Por outro lado, o treino dos músculos inspiratórios pode ser eficaz na redução da dispneia e na restituição da função pulmonar principalmente quando utilizada em associação com exercício aeróbio (41).

Na fibrose quística os avanços obtidos têm sido particularmente positivos, já que várias atividades físicas têm demonstrado melhorar a força muscular e capacidade física, resultados estes que se verificam tanto em adultos como crianças e em diferentes graus de gravidade da doença (39). Além disso, estas atividades podem igualmente ajudar na desobstrução das vias aéreas através da expulsão das secreções respiratórias que frequentemente se acumulam nestes

doentes. Por outro lado, nos doentes com algumas dificuldades na execução do exercício podem ser utilizadas a oxigenoterapia, a EEMT ou então o treino intervalado. Os exercícios de alongamento e de correção da postura podem igualmente ser úteis já que a presença de desvios como a cifose são frequentes nesta patologia.

Na doença pulmonar intersticial a estimulação de um programa de RR é importante na medida em que atividade física se encontra frequentemente limitada como resultado de desequilíbrios a nível cardiovascular, ventilatório ou de trocas gasosas (42). Por outro lado, a prescrição de um programa de RR é útil no caso particular da fibrose pulmonar idiopática (43).

Também na hipertensão pulmonar a atividade física pode ser restrita por um conjunto de fatores, nomeadamente limitações pulmonares e cardiovasculares e ainda alterações músculo-esqueléticas. *Mereles et al.* (44) concluíram que a atividade física em conjunto com técnicas de controlo respiratória permitem obter melhorias na qualidade de vida e na capacidade física destes doentes, permitindo ainda uma redução ligeira da pressão arterial pulmonar sistólica.

Nos doentes que padecem de cancro pulmonar a RR pode ser aplicada com 2 objetivos: redução da carga sintomática a que estes estão sujeitos e melhoria da condição física, pois uma baixa tolerância ao exercício físico está associada a um pior prognóstico pós-cirúrgico (45). Pacientes com uma patologia em estado mais avançado e, portanto, sem possibilidade de execução de exercício convencional, podem beneficiar de técnicas como a EEMT.

Em doentes candidatos a transplante pulmonar a RR pode ser aplicada tanto antes como depois da cirurgia, apesar de não existirem *guidelines* específicas para estes casos. No período pré-operatório pode permitir a redução de complicações pós-cirúrgicas e a identificação de casos em que a cirurgia poderá não ser benéfica (39), além que a melhoria da condição física também pode diminuir a duração do internamento (46). Após o transplante a aplicação da RR ganha particular destaque não só por permitir a melhoria da capacidade funcional ou da qualidade de vida (47) mas também porque nestes doentes frequentemente se verifica uma má adaptação à atividade física, intolerância esta que persiste por um longo período após a cirurgia independentemente de uma boa recuperação pulmonar ou da patologia de base que propiciou à necessidade do transplante.

Conforme já foi perceptível, a RR abrange uma grande variedade de técnicas e estratégias, algumas delas bastante recentes. No que toca à sua aplicabilidade em atletas, vários componentes do treino, como o treino das extremidades, exercício aeróbio pouco intenso ou o reforço muscular são compreensivelmente dispensáveis pois estes são métodos normalmente adaptados para doentes pouco ativos. A ventilação não invasiva foi descartada pois esta é utilizada principalmente em doentes mais graves, conferindo apenas melhorias modestas (14). Não foram encontradas relações plausíveis entre o uso da oxigenoterapia e o seu efeito em atletas.

Embora inicialmente não tenham sido encontradas ligações específicas entre este processo terapêutico e a sua utilização em atletas, a análise das *guidelines* conjuntas de 2007 do Colégio Americano de Médicos Pneumologistas e da Associação Americana de Reabilitação Cardiovascular e Pulmonar (14) permitiu descobrir que pelo menos uma das suas técnicas - o

treino dos músculos inspiratórios – já foi estudada nestes indivíduos. Outros procedimentos, como o treino intervalado ou a estimulação elétrica muscular transcutânea, têm demonstrado benefícios interessantes em doentes crónicos e igualmente em indivíduos saudáveis. Estas estratégias foram então alvo de um estudo mais aprofundado pelo autor desta revisão, na tentativa de perceber se poderiam ser igualmente vantajosas especificamente em atletas com BIE.

### Treino dos músculos inspiratórios

Um dos motivos para as queixas de dispneia e limitação da prática do exercício físico em doentes com patologia obstrutiva, principalmente na DPOC, é a presença de uma reduzida força dos músculos inspiratórios destes indivíduos, limitação esta que pode ocorrer inclusivamente em estadios pouco graves desta patologia. Embora não seja utilizado frequentemente nestes doentes devido ao facto de os estudos publicados não incluírem uma quantidade suficiente destes indivíduos, os resultados obtidos nestes mesmos estudos têm demonstrado melhorar a força inspiratória muscular e endurance, além da dispneia associada às AVD (atividades de vida diária) e ao exercício físico (48). Estes protocolos também são utilizados em atletas, tendo demonstrado melhorar a força e endurance respiratórias nestes indivíduos, isto apesar de os atletas de endurance terem à partida uma maior força e endurance inspiratórias que indivíduos não treinados (49).

Por outro lado, a ocorrência de HAIE frequentemente verificada em atletas de elite quando estes se submetem a esforços aeróbicos intensos parece influenciar o  $VO_{2max}$  obtido (50). *Inbar* e associados (51) submeteram atletas bem treinados e indivíduos que não praticavam atividade

física a esforços aeróbicos máximos, enquanto estes inalavam hélio, ar atmosférico ou um composto rico em O<sub>2</sub>. Este estudo permitiu concluir que a HAIE só se verificava no grupo dos atletas e que esta se devia a uma resposta hipoventilatória ao exercício, podendo limitar o VO<sub>2max</sub> e a performance aeróbica. Num estudo posterior (52), baseando-se nestes achados e no facto de os músculos inspiratórios poderem estar afetados quando há necessidades ventilatórias excessivas (53), o mesmo grupo de trabalho procurou perceber se seria possível melhorar a performance de atletas através da realização de um programa de treino respiratório. Este foi aplicado durante um período de 6 semanas num grupo de atletas treinados, tendo-se verificado que o grupo de treino demonstrou melhorias significativas tanto na força como na endurance respiratórias por comparação com o grupo de controlo (realizou treino inspiratório sem resistência). No entanto, não foram detetadas melhorias na capacidade aeróbica (determinada pelo VO<sub>2max</sub>), capacidade vital forçada, FEV1, SaO<sub>2</sub> ou ventilação voluntária máxima (VVM) em nenhum dos grupos após a aplicação do treino.

### Treino intervalado

Treino intervalado corresponde a um plano de treino que inclui períodos curtos de intensidade muito elevada intercalado com períodos de descanso mais prolongados. Este método tem sido eficaz não só em doentes com DPOC mas também em indivíduos saudáveis. Dentro da categoria de doentes com DPOC, vários estudos demonstraram que aqueles que realizavam treino intervalado apresentavam fadiga muscular e dispneia bastante menos frequentes que aqueles que recorriam ao treino contínuo (54).

*Burgomaster* e colegas (55) submeteram um grupo de pessoas saudáveis a várias sessões de treino durante um período de 2 semanas, sessões estas que consistiam em várias repetições de testes de *Wingate*, cada um com uma duração de 30 segundos. Os resultados obtidos demonstraram uma melhoria não só do potencial muscular oxidativo (avaliado por medição dos valores da citrato sintetase) mas principalmente da duração do esforço aeróbio, tendo esta duplicado. Contudo, é de salientar que este estudo recorreu a uma quantidade muito reduzida de indivíduos não atletas, pelo que estes resultados não devem ser interpretados como um reflexo do que aconteceria se este estudo fosse aplicado em atletas ou numa amostra populacional mais ampla.

### Estimulação elétrica muscular transcutânea (EEMT)

Esta técnica pode ser utilizada para aumentar a força muscular ou a endurance, devendo a frequência dos estímulos elétricos ser alterada consoante o protocolo de treino que se deseja aplicar. Quando o objetivo é aumentar a endurance são aplicadas ondas elétricas curtas e de frequência muito reduzida, em várias repetições, durante um período de tempo prolongado.

*Neder* e colegas (56) realizaram estimulação do quadríceps em doentes com DPOC, mostrando que esta permitiu aumentar parâmetros como a força muscular, o aporte de oxigénio ou a endurance. Nestes doentes, esta técnica pode igualmente melhorar a qualidade de vida na ocorrência de exacerbação da doença.

Em indivíduos saudáveis, este protocolo demonstrou melhorar não só a endurance muscular, mas também a densidade capilar e atividade enzimática oxidativa (57). Por outro lado, pode igualmente ter um papel importante na melhoria da performance física. Após a aplicação desta técnica num grupo de indivíduos saudáveis e sedentários, *Perez e associados* (58) concluíram que foi eficaz na melhoria da eficiência da aplicação do trabalho em esforços de intensidade moderada a alta neste grupo populacional, progressos esses obtidos ao fim de um período de tempo relativamente curto (6 semanas).

## Discussão e conclusão

Conforme podemos perceber após análise cuidada desta revisão, os atletas de elite são um grupo populacional onde os sintomas respiratórios associados a HRB, BIE ou asma são frequentes, sendo estes provavelmente provocados pelo intenso treino diário e pelas condições em que o treino é realizado.

Apesar destes indivíduos serem obrigados a notificar devidamente quando usam agonistas- $\beta_2$  para tratamento destas condições e do risco de desenvolvimento de tolerância, estes fármacos continuam a ser importantes na prevenção de sintomas respiratórios, sendo recomendado a sua utilização tanto nestes indivíduos como em doentes não atletas (12), podendo a terapêutica ser complementada com outras classes farmacológicas como corticosteróides, cromonas, anticolinérgicos, antihistamínicos ou os antileucotrienos. Estas estratégias são maioritariamente baseadas na experiência médica e não em evidências científicas, já que existem poucos estudos sobre o controlo da BIE especificamente em atletas.

O diagnóstico de BIE em atletas pode ser difícil de realizar por diferentes razões. A relação entre a clínica e o estado das vias aéreas pode ser muito variável consoante os indivíduos, para além de que existem várias entidades com sintomas semelhantes à BIE que podem mimetizar este fenómeno. Por outro lado, os diferentes exames diagnósticos atualmente existentes parecem demonstrar resultados inconsistentes. Até o teste de HVE apresenta valores de sensibilidade e especificidade bastante díspares, isto apesar das recomendações do seu uso em atletas. Ainda assim, não deixa de ser um dos principais métodos de diagnóstico deste fenómeno, pelo que deve ser utilizado como uma ferramenta de auxílio quando estamos perante uma clínica sugestiva deste fenómeno. Por outro lado, outros exames de diagnóstico como a prova de manitol poderão tornar-se alternativas tão ou mais eficazes que os exames atualmente utilizados. São assim necessários mais estudos para perceber qual será efetivamente a abordagem diagnóstica mais correta.

Embora seja aceitável a suspeita que a BIE tenha uma influência prejudicial na performance atlética, não há evidências suficientes que o permitam afirmar, não só pelos resultados obtidos mas também pela forma como os diversos estudos são executados. O  $VO_{2max}$  é utilizado numa grande maioria desses estudos e os indivíduos participantes apresentam entre si um intervalo de  $VO_{2max}$  muito amplo. O desempenho parece ser prejudicado em indivíduos com BIE quando o exercício é realizado num ambiente frio, mas estas condições climatéricas também não foram testadas com protocolos específicos de cada desporto ou exclusivamente em atletas, pelo que não podemos afirmar com certeza a sua influência negativa. Por outro lado, apesar de existirem vários mecanismos propostos para a influência da BIE na performance desportiva, estes não foram ainda comprovados [4].

Quanto à RR, é importante referir que a grande maioria dos programas e técnicas utilizadas e seus benefícios foram obtidas no âmbito de estudos realizados em doentes com DPOC e dirigem-se principalmente a doentes com um estado de gravidade da patologia bastante avançado, onde este já afeta significativamente as suas AVD e consequentemente também a sua qualidade de vida. No entanto, as vantagens que esta tem demonstrado numa grande diversidade de outras patologias devem ser consideradas como um incentivo para o alargamento do seu espetro de ação, espetro esse que poderá incluir também os atletas de elite com BIE. Embora estes indivíduos não apresentem dificuldades significativas na execução da atividade física, têm igualmente queixas respiratórias prevalentes que prejudicam o seu estado de saúde, qualidade de vida e possivelmente também a prestação física. Neste sentido, algumas das técnicas e procedimentos utilizados frequentemente no âmbito da RR poderão também ter o seu grau de utilidade neste grupo, uma hipótese que esta revisão procurou esclarecer.

A hipótese de o treino dos músculos inspiratórios poder ser útil na performance de atletas de elite com BIE surgiu após constatação que, conforme referido anteriormente, esta poderá afetar a prática do exercício por fadiga precoce dos músculos respiratórios ou ainda por HAIE. Apesar da melhoria verificada na força e endurance inspiratórias, os resultados obtidos sobre a sua influência na capacidade aeróbica não foram esclarecedores, pelo que deverá ser incentivada a realização de futuras investigações para perceber se esta técnica poderá de facto ser um método eficaz na melhoria da performance destes atletas.

O treino intervalado é normalmente aplicado em doentes que apresentam dificuldades na realização de atividade física contínua, pelo que poderá não ser muito prático para a maioria

dos atletas de elite com BIE já que estes são essencialmente atletas de endurance e, portanto, terão planos de treino bastante distintos. No entanto, as melhorias verificadas em indivíduos saudáveis num curto período de 2 semanas são bastante significativas, pelo que seria interessante aplicar em atletas planos de treinos semelhantes e adaptados ao seu nível físico, de forma a verificar se este poderá ser um plano de treino alternativo ou complementar. O facto de serem treinos com períodos de atividade muito curtos poderá ser uma mais-valia na prevenção de sintomas respiratórios em atletas com BIE. Por outro lado, enquanto que os doentes por vezes necessitam de um período de adaptação a este tipo de treino de forma a que possam aprender na íntegra a gerir as intensidades e os intervalos de descanso, este aspeto não deverá ser um problema para os atletas tendo em consideração toda a sua experiência de treino.

O estudo desenvolvido sobre a EEMT surgiu com o propósito de que um dos mecanismos possíveis de influência da BIE na performance desportiva era a fadiga do sistema músculo-esquelético por diminuição do fluxo sanguíneo e consequente redução do  $O_2$ , algo que a EEMT já demonstrou ser eficaz na DPOC. Esta técnica também já foi aplicada em indivíduos saudáveis, demonstrando que pode contribuir para um melhor desempenho desportivo, nomeadamente através da melhoria da eficiência de execução da atividade física. No entanto, *Perez e associados (58)* ressaltam que são necessários mais estudos, nomeadamente em atletas treinados, para melhor perceção da importância da EEMT na adaptação do atleta ao esforço intenso e consequentemente à obtenção de melhores resultados.

Desta forma, foi possível com o presente trabalho rever a literatura da BIE e das suas técnicas de diagnóstico mais usadas e perceber que ainda não foram definidas conclusões específicas sobre este fenómeno em atletas de elite. Relativamente aos tratamentos, para além da revisão

geral das abordagens usadas, foram revistos os principais efeitos benéficos específicos da RR reportados na literatura e perspectivado o seu efeito terapêutico complementar às terapias medicamentosas em atletas com esta condição, assim obtendo uma resposta à nossa pergunta de investigação.

## Agradecimentos

Agradeço aos meus orientadores, nomeadamente à Dra. Daniela Sofia Madama Santos Silva, pela enorme disponibilidade e prontidão que sempre demonstrou durante a realização deste artigo de revisão. Gostaria igualmente de expressar a minha gratidão aos meus pais, especialmente ao meu pai, por todo o apoio que prestaram ao longo de todo este percurso.

## Referências

1. Weiler JM, Bonini S, Coifman R, Craig T, Delgado L, Capão-Filipe M, et al. American Academy of Allergy, Asthma & Immunology Work Group report: exercise-induced asthma. *J Allergy Clin Immunol.* 2007;; p. 1349-1358.
2. Couto M, Kurowski M, Moreira A, Bullens DM, Carlsen KH, Delgado L, et al. Mechanisms of exercise-induced bronchoconstriction in athletes: Current perspectives and future challenges. *European Journal of Allergy and Clinical Immunology.* 2017;; p. 1-9.
3. Parsons JP, Hallstrand TS, Mastronade 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): p. 1016–1027.
4. Price OJ, Hull JH, Backer V, Hostrup M, Ansley L. The impact of exercise-induced bronchoconstriction on athletic performance: a systematic review. *Sports Med.* 2014; 44(12): p. 1749-1761.
5. Price OJ, Ansley L, Menzies-Gow A, Cullinan P, Hull JH. Airway dysfunction in elite athletes—an occupational lung disease? *Allergy.* 2013; 68(11): p. 1343-1352.
6. Simpson AJ, Romer LM, Kippelen P. Self-reported symptoms after induced and inhibited bronchoconstriction in athletes. *Med Sci Sports Exerc.* 2015;; p. 2005-2013.

7. 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; 46(8): p. 1083-1093.
8. Anderson SD, Argyros GJ, Magnussen H, Holzer K. Provocation by eucapnic voluntary hyperpnoea to identify exercise induced bronchoconstriction. *Br J Sports Med.* 2001;: p. 344-347.
9. Holzer K, Anderson SD, Chan HK, Douglass J. Mannitol as a Challenge Test to Identify Exercise-induced Bronchoconstriction in Elite Athletes. *Am J Respir Crit Care Med.* 2003; 167(4): p. 534-537.
10. Bateman ED, Hurd SS, Barnes PJ, Bousquet J, Drazen JM, FitzGerald M, et al. Global strategy for asthma management and prevention: GINA executive summary. *Eur Respir J.* 2008; 31(1): p. 143-178.
11. Fitch KD, Sue-Chu M, Anderson SD, Boulet LP, Hancox RJ, McKenzie DC, et al. Asthma and the elite athlete: summary of the International Olympic Committee's consensus conference, Lausanne, Switzerland, January 22-24, 2008. *J Allergy Clin Immunol.* 2008;: p. 254-260.
12. Weiler JM, Brannan JD, Randolph CC, Hallstrand TS, Parsons J, Silvers W, et al. Exercise-induced bronchoconstriction update-2016. *J Allergy Clin Immunol.* 2016 November; 138(5).
13. Rochester CL, Vogiatzis I, Holland AE, Lareau SC, Marciniuk DD, Puhan MA, et al. An Official American Thoracic Society/European Respiratory Society Policy Statement:

- Enhancing Implementation, Use, and Delivery of Pulmonary Rehabilitation. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 2015; 192(11): p. 1373-1386.
14. Ries AL, Bauldoff GS, Carlin BW, Casaburi R, Emery CF, Mahler DA, et al. Pulmonary Rehabilitation: Joint ACCP/AACVPR Evidence-Based Clinical Practice Guidelines. *Chest*. 2007; 131(5 Suppl): p. 4S-42S.
  15. Simão P, Almeida P. Reabilitação respiratória. Uma estratégia para a sua implementação. *Revista Portuguesa de Pneumologia*. 2009; 15(1): p. S93-S99.
  16. Goldstein RS, Hill K, Brooks D, Dolmage TE. Pulmonary Rehabilitation A Review of the Recent Literature. *American College of Chest Physicians*. 2012.
  17. Boulet LP, O'Byrne PM. Asthma and exercise-induced bronchoconstriction in athletes. *N Engl J Med*. 2015; 372(7): p. 641-648.
  18. Branco PS, Barata S, Barbosa J, Cantista M, Lima A, Maia J. Temas de reabilitação Reabilitação Respiratória Porto: Medesign; 2012.
  19. Pedersen L, Lund TK, Barnes PJ, Kharitonov SA, Backer V. Airway responsiveness and inflammation in adolescent elite swimmers. *J Allergy Clin Immunol*. 2008; 122: p. 322-327.
  20. Couto M, Stang J, Horta L, Stensrud T, Severo M, Mowinckel P, et al. Two distinct phenotypes of asthma in elite athletes identified by latent class analysis. *J Asthma*. 2015; 52(9): p. 897-904.
  21. Fitch KD. Beta2-agonists at the olympic games. *Clin Rev Allergy Immunol*. 2006; 31: p. 259-268.

22. Del Giacco SR, Firinu D, Bjermer L, Carlsen KH. Exercise and asthma: an overview. *Eur Clin Respir J*. 2015; 2(1).
23. Stensrud T, Berntsen S, Carlsen KH. Humidity influences exercise capacity in subjects with exercise-induced bronchoconstriction (EIB). *Respir Med*. 2006; 100(9): p. 1633-1641.
24. Stensrud T, Berntsen S, Carlsen KH. Exercise capacity and exercise-induced bronchoconstriction (EIB) in a cold environment. *Respir Med*. 2007; 101(7): p. 1529-1536.
25. Aaron EA, Seow KC, Johnson BD, Dempsey JA. Oxygen cost of exercise hyperpnea: implications for performance. *J Appl Physiol* (1985). 1992; 72(5): p. 1818-1825.
26. Muñoz PA, Gómez FP, Manrique HA, Roca J, Barberà JA, Young IH, et al. Pulmonary gas exchange response to exercise- and mannitol-induced bronchoconstriction in mild asthma. *J Appl Physiol* (1985). 2008; 105(5): p. 1477-1485.
27. Legaz-Arrese A, Munguia-Izquierdo D, Nuviala Nuviala A, Serveto-Galindo O, Moliner Urdiales D, Reverter Masia J. Average VO<sub>2</sub>max as a function of running performances on different distances. *Sci Sports*. 2007; 22(1): p. 43-49.
28. Teixeira RN, Teixeira LR, Costa LA, Martins MA, Mickleborough TD, Carvalho CR. Exercise-induced bronchoconstriction in elite long-distance runners in Brazil. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*. 2012; 38(3).
29. Rundell KW, Anderson SD, Spiering BA, Judelson DA. Field exercise vs laboratory eucapnic voluntary hyperventilation to identify airway hyperresponsiveness in elite cold weather athletes. *Chest*. 2004; 125(3): p. 909-915.

30. Anderson SD, Lambert S, Brannan JD, Wood RJ, Koskela H, Morton AR, et al. Laboratory protocol for exercise asthma to evaluate salbutamol given by two devices. *Med Sci Sports Exerc.* 2001; 33(6): p. 893-900.
31. Rundell KW, Weiss P. Imitators of exercise-induced bronchoconstriction. *Allergy Asthma Clin Immunol.* 2009; 5(1): p. 7.
32. Rundell KW, Slee JB. Exercise and other indirect challenges to demonstrate asthma or exercise-induced bronchoconstriction in athletes. *J Allergy Clin Immunol.* 2008; 122(2): p. 238-246.
33. Price OJ, Ansley L, Hull JH. Diagnosing exercise-induced bronchoconstriction with eucapnic voluntary hyperpnoea: is one test enough? *J Allergy Clin Immunol Pract.* 2015; 3(2): p. 243-249.
34. Stickland MK, Rowe BH, Spooner CH, Vandermeer B, Dryden DM. Accuracy of eucapnic hyperpnea or mannitol to diagnose exercise-induced bronchoconstriction: a systematic review. *Ann Allergy Asthma Immunol.* 2011; 107(3): p. 229-234.
35. Sue-Chu M, Karjalainen EM, Laitinen A, Larsson L, Laitinen LA, Biermer L. Placebo-controlled study of inhaled budesonide on indices of airway inflammation in bronchoalveolar lavage fluid and bronchial biopsies in cross-country skiers. *Respiration.* 2000; 67(4): p. 417-425.
36. Subbarao P, Duong M, Adelroth E, Otis J, Obminski G, Inman M, et al. Effect of ciclesonide dose and duration of therapy on exercise-induced bronchoconstriction in patients with asthma. *J Allergy Clin Immunol.* 2006; 117(5): p. 1008-1013.

37. Spruit MA, Singh J, Garvey C, ZuWallarek R, Nici L, Rochester C, et al. ATS/ERS Task Force on Pulmonary Rehabilitation. An official American Thoracic Society/European Respiratory Society statement: key concepts and advances in pulmonary rehabilitation. *Am J Respir Crit Care Med.* 2013; 188: p. e13–e64.
38. Cambach W, Wagenaar RC, Koelman TW, van Keimpema AR, Kemper HC. The long-term effects of pulmonary rehabilitation in patients with asthma and chronic obstructive pulmonary disease: a research synthesis. *Arch Phys Med Rehabil.* 1999; 80(1): p. 103-111.
39. Rochester CL, Fairburn C, Crouch RH. Pulmonary rehabilitation for disorders other than chronic obstructive pulmonary disease. *Clin Chest Med.* 2014; 35(2): p. 369-389.
40. Freitas DA, Holloway EA, Bruno SS, Chaves GS, Fregonezi GA, Mendonça KP. Breathing exercises for adults with asthma. *Cochrane Database Syst Rev.* 2013; 10.
41. Shaw BS, Shaw I. Pulmonary function and abdominal and thoracic kinematic changes following aerobic and inspiratory resistive diaphragmatic breathing training in asthmatics. *Lung.* 2011; 189(2): p. 131-139.
42. Holland AE. Exercise limitation in interstitial lung disease - mechanisms, significance and therapeutic options. *Chron Respir Dis.* 2010; 7(2): p. 101-111.
43. Raghu G, Collard HR, Egan JJ, Martinez FJ, Behr J, Brown KK, et al. An official ATS/ERS/JRS/ALAT statement: idiopathic pulmonary fibrosis: evidence-based guidelines for diagnosis and management. *Am J Respir Crit Care Med.* 2011; 183(6): p. 788-824.

44. Mereles D, Ehlken N, Kreuscher S, Ghofrani S, Hoeper MM, Halank M, et al. Exercise and respiratory training improve exercise capacity and quality of life in patients with severe chronic pulmonary hypertension. *Circulation*. 2006; 114(14): p. 1482-1489.
45. Brunelli A, Kim AW, Berger KI, Addrizzo-Harris DJ. Physiologic evaluation of the patient with lung cancer being considered for resectional surgery: Diagnosis and management of lung cancer, 3rd ed: American College of Chest Physicians evidence-based clinical practice guidelines. *Chest*. 2013 May; 143(5 Suppl): p. e166S-e190S.
46. Li M, Mathur S, Chowdhury NA, Helm D, Singer LG. Pulmonary rehabilitation in lung transplant candidates. *J Heart Lung Transplant*. 2013; 32(6): p. 626-632.
47. Pulmonary rehabilitation following lung transplantation. *Transplant Proc*. 2009 Jan-Feb; 41(1): p. 292-295.
48. Lötters F, van Tol B, Kwakkel G, Gosselink R. Effects of controlled inspiratory muscle training in patients with COPD: a meta-analysis. *Eur Respir J*. 2002; 20(3): p. 570-576.
49. Martin BJ, Stager JM. Ventilatory endurance in athletes and non-athletes. *Med Sci Sports Exerc*. 1981; 13(1): p. 21-26.
50. Powers SK, Lawler J, Dempsey JA, Dodd S, Landry G. Effects of incomplete pulmonary gas exchange on VO<sub>2</sub> max. *J Appl Physiol*. 1989; 66(6): p. 2491-2495.
51. Inbar O, Weinstein Y, Kowalski A, Epstein S, Rotstein A. Effects of increased ventilation and improved pulmonary gas-exchange on maximal oxygen uptake and power output. *Scand. J. Med. Sci. Sports*. 1993; 3: p. 81-88.

52. Inbar O, Weiner P, Azgad Y, Rotstein A, Weinstein Y. Specific inspiratory muscle training in well-trained endurance athletes. *Med Sci Sports Exerc.* 2000; 32(7): p. 1233-1237.
53. Leith DE, Bradley M. Ventilatory muscle strength and endurance training. *J Appl Physiol.* 1976; 41(4): p. 508-516.
54. Vogiatzis I, Terzis G, Nanas S, Stratakos G, Simoes DC, Georgiadou O, et al. Skeletal muscle adaptations to interval training in patients with advanced COPD. *Chest.* 2005; 128(6): p. 3838-3845.
55. Burgomaster KA, Hughes SC, Heigenhauser GJ, Bradwell SN, Gibala MJ. Six sessions of sprint interval training increases muscle oxidative potential and cycle endurance capacity in humans. *J Appl Physiol.* 2005; 98(6): p. 1985-1990.
56. Neder JA, Sword D, Ward SA, Mackay E, Cochrane LM, Clark CJ. Home based neuromuscular electrical stimulation as a new rehabilitative strategy for severely disabled patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD). *Thorax.* 2002; 57(4): p. 333-337.
57. Thériault R, Boulay MR, Thériault G, Simoneau JA. Electrical stimulation-induced changes in performance and fiber type proportion of human knee extensor muscles. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1996; 74(4): p. 311-317.
58. Pérez M, Lucia A, Santalla A, Chicharro JL. Effects of electrical stimulation on VO<sub>2</sub> kinetics and delta efficiency in healthy young men. *Br J Sports Med.* 2003; 37: p. 140-143.