

# Resistência muscular inspiratória em adultos com asma: uma revisão sistemática

*Inspiratory muscle endurance in adults with asthma: a systematic review*

Cássia de Souza e Silva <sup>1</sup>, Francieli Almerinda Rodrigues da Silva <sup>1</sup>, Bruna dos Santos Pereira <sup>1</sup>, João Paulo Heinzmann-Filho <sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro Universitário Cenecista de Osório (UNICNEC). Osório, RS, Brasil.

## RESUMO

**Introdução:** A asma é uma doença crônica que pode acarretar no comprometimento da resistência muscular inspiratória (RMI).

**Objetivo:** Avaliar o comportamento da RMI em pacientes asmáticos.

**Materiais e Métodos:** Trata-se de uma revisão sistemática, realizada através do *Pubmed*, *Lilacs*, *Scielo* e *PEDro*. Foram selecionados estudos que avaliaram a RMI em adultos ( $\geq 18$  anos) com o diagnóstico de asma. Utilizaram-se as seguintes estratégias de busca: 1) *Asthma AND Respiratory Muscle AND Physical Endurance*; 2) *Asthma AND Respiratory Muscle AND Muscle Endurance*; 3) *Asthma AND Respiratory Muscle AND Muscle Resistance*; 4) *Asthma AND Inspiratory Muscle Endurance*. A qualidade metodológica foi avaliada pela *Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation*, adaptado.

**Resultados:** De um total de 904 artigos, apenas 04 foram incluídos. Os estudos totalizaram 137 indivíduos, compostos por asmáticos dependentes/não dependentes de corticoides ( $n=121$ ), além de sujeitos controles ( $n=16$ ). Para a avaliação da RMI, o equipamento mais frequente foi o uso de êmbolos inspiratórios (3/4), sendo que metade dos estudos utilizou o protocolo de carga incremental (2/4) e a outra parte o teste de carga fixa (2/4). Todos demonstraram redução da RMI em asmáticos adultos, tanto por meio da comparação com um grupo controle (1/4), como através dos pontos de corte (3/4).

**Conclusão:** A asma acarreta efeitos deletérios sobre a RMI, causando redução da capacidade dos músculos inspiratórios em tolerar uma determinada demanda ventilatória.

**Palavras-chave:** músculos respiratórios; resistência muscular; *endurance* física; adultos; asma.

## ABSTRACT

**Introduction:** Asthma is a chronic disease that can lead to impaired inspiratory muscle endurance (IME).

**Objective:** To evaluate the IME profile in asthmatic patients.

**Materials and Methods:** This is a systematic review conducted through the *Pubmed/Medline*, *Lilacs*, *Scielo* and *PEDro*. We selected studies that evaluated IME in adults ( $\geq 18$  years old) diagnosed with asthma. The following search strategies were used: 1) *Asthma AND Respiratory Muscle AND Physical Endurance*; 2) *Asthma AND Respiratory Muscle AND Muscle Endurance*; 3) *Asthma AND Respiratory Muscle AND Muscle Resistance*; 4) *Asthma AND Inspiratory Muscle Endurance*. The methodological quality was evaluated through the adapted *Grading of Recommendations Assessment, Development, and Evaluation*.

**Results:** In a total of 904 articles, only 04 were included. The studies totaled 137 individuals, including asthmatics dependent/non-dependent on corticoids ( $n=121$ ), as well as control subjects ( $n=16$ ). For the IME evaluation, the most frequent equipment was the use of inspiratory plungers (3/4), but half of the studies used the incremental load protocol (2/4) and the rest the permanent load test (2/4). All of them showed IME reduction in adult asthmatics, both by the comparison with a control group and by using cutoff points.

**Conclusion:** Asthma causes deleterious effects on IME, leading to an inspiratory muscle capacity reduction in tolerating a particular ventilatory demand.

**Keywords:** respiratory muscles; muscle endurance; physical endurance; adults; asthma.

## Correspondência:

JOÃO PAULO HEINZMANN-FILHO  
Centro Universitário Cenecista de Osório (UNICNEC)  
95520-000, Osório, RS, Brasil  
E-mail: [joaopauloheinzmann@hotmail.com](mailto:joaopauloheinzmann@hotmail.com)



## INTRODUÇÃO

A asma é uma doença crônica, inflamatória das vias aéreas, que afeta praticamente todas as faixas etárias<sup>1</sup>. Caracteriza-se por episódios recorrentes de sibilos, dispneia, opressão torácica e tosse, consequentes à obstrução reversível ao fluxo aéreo<sup>1,2</sup>. Atualmente, é considerada uma das doenças crônicas mais comuns na população adulta<sup>2</sup> com uma prevalência mundial de 1 a 18%<sup>3</sup> e acometendo em torno de 300 milhões de indivíduos de todas as faixas etárias<sup>2</sup>. No Brasil, há aproximadamente 20 milhões de indivíduos asmáticos<sup>2</sup>. A prevalência autorrelatada de diagnóstico de asma em adultos (>18 anos) a âmbito mundial é de 6%, enquanto que no Brasil, esses dados são de 12%<sup>4</sup>.

Dentre as desvantagens mecânicas causadas por esta condição crônica, destacam-se a limitação cinética causada pela retificação do diafragma, como consequência do encurtamento da musculatura inspiratória, do aprisionamento aéreo e da hiperinsuflação pulmonar, assim como a fraqueza muscular relacionada aos efeitos do tratamento medicamentoso com corticosteroides<sup>5,6</sup>. Dados prévios indicam que durante o período de crise, os sujeitos asmáticos apresentam um aumento acentuado da carga ventilatória, gerado pela resistência anormal ao fluxo aéreo. Além disso, a capacidade dos músculos em tolerar uma carga pode estar comprometida devido à hiperinsuflação pulmonar<sup>7,8</sup>.

Neste sentido, torna-se essencial a avaliação da mecânica ventilatória através de testes objetivos<sup>9</sup>, como o teste de resistência muscular inspiratória (RMI). O teste de RMI destaca-se por ser uma ferramenta simples, rápida e de fácil aplicabilidade, podendo ser útil para a quantificação da capacidade dos músculos respiratórios em tolerar uma determinada carga e/ou tarefa ao longo de um período<sup>9,10</sup>. Estudos prévios demonstraram que a avaliação da RMI pode ser mais relevante do que a força em pacientes com doenças crônicas<sup>11,12</sup> devido à enorme demanda ventilatória desse grupo muscular durante a crise pulmonar aguda, tornando-os mais suscetíveis à fadiga e à falha ventilatória<sup>13</sup>. Além disso, embora os benefícios de programas de treinamento muscular já estejam claramente definidos<sup>14</sup>, ainda são escassas as informações relacionadas ao comportamento basal da RMI em pacientes com asma.

Portanto, considerando a importância da resistência muscular para os períodos de crise da doença e os diferentes mecanismos envolvidos na mecânica muscular dos indivíduos asmáticos, além da ausência de uma revisão crítica sobre o tema, tem-se a necessidade de buscar maiores informações sobre esse parâmetro pulmonar. Assim, o objetivo do estudo foi avaliar o comportamento da RMI em pacientes com o diagnóstico de asma.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de uma revisão sistemática. As buscas foram realizadas nas bases de dados *Pubmed*, *Lilacs*, *SciELO* e *PEDro*. Foram selecionados estudos observacionais e/ou ensaios clínicos nos idiomas inglês, português e espanhol, sem filtro quanto à idade e ao ano de publicação dos artigos. O período de seleção dos estudos foi de agosto a setembro de 2018.

Foram utilizados como critérios de inclusão estudos que avaliaram a RMI em indivíduos adultos ( $\geq 18$  anos), com o diagnóstico de asma (de acordo com os critérios de cada autor). Todos os artigos deveriam apresentar os resultados da RMI dos asmáticos, em comparação aos dados de um grupo controle. Nos casos em que somente houve a mensuração do grupo asma (sem a comparação descrita acima), esse deveria apresentar pelo menos os resultados da *endurance* em % da carga máxima (protocolo incremental) e/ou segundos (protocolo de carga máxima)<sup>15,16</sup>, para posterior categorização (redução e/ou preservação da RMI). Assim, os resultados médios de  $\geq 80\%$  da RMI (protocolo de carga incremental) e  $\geq 600$  segundos (protocolo de carga máxima) foram levados em conta para denominar a *endurance* como preservada<sup>15,16</sup>. Foram excluídos estudos de revisão, relatos de caso e opiniões de especialistas. Além disso, estudos com sujeitos portadores de doenças neurológicas, problemas ortopédicos, limitações cognitivas e/ou com doenças crônicas associadas também foram excluídos.

A busca foi realizada através de seis palavras-chave associadas com descritores *booleanos*. Foram utilizadas as seguintes estratégias de busca: 1) *Asthma AND Respiratory Muscle AND Physical Endurance*; 2) *Asthma AND Respiratory Muscle AND Muscle Endurance*; 3) *Asthma AND Respiratory Muscle AND Muscle Resistance*; 4) *Asthma AND Inspiratory Muscle Endurance*. Esses descritores deveriam constar, pelo menos, no título, no resumo ou nas palavras-chave.

Após a identificação dos descritores no título, resumo e/ou palavras-chave, foi realizada a leitura dos resumos para avaliar a adequação quanto aos critérios de elegibilidade. Os estudos que apresentavam os critérios foram selecionados para análise detalhada e extração dos dados. Foram registradas as seguintes características dos estudos: nome do primeiro autor e ano de publicação do estudo, país de origem da coleta de dados, grupos avaliados, faixa etária, tamanho amostral, diagnóstico de asma, severidade da doença, medicações utilizadas, função pulmonar (espirometria), equipamento utilizado para avaliação da RMI, tipo de protocolo, metodologia de avaliação, média da RMI obtida, resultados da RMI e dados adicionais.

A qualidade metodológica foi avaliada por dois avaliadores, sendo qualquer divergência, resolvida por

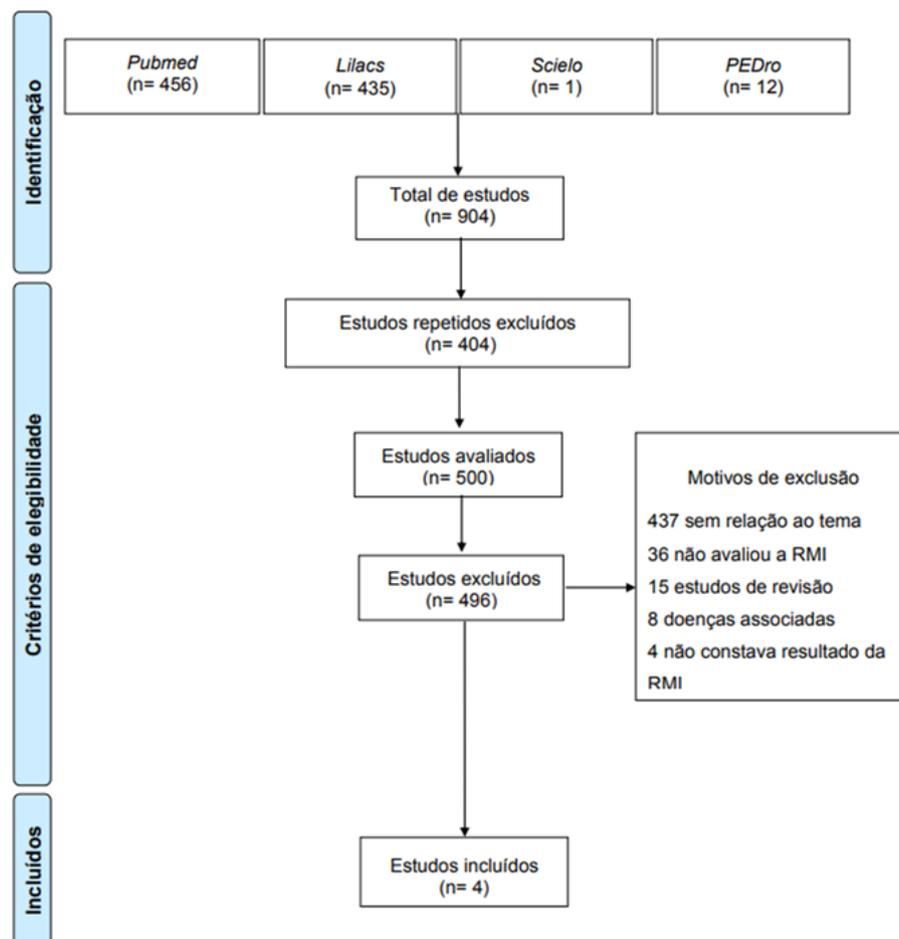
consenso. Utilizou-se um instrumento do *Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation*, adaptado. Essa ferramenta avalia ensaios clínicos e estudos observacionais de maneiras distintas<sup>17</sup>. Para avaliação dos estudos de intervenção, foram quantificadas as informações quanto à randomização, ocultação de alocação, cegamento, vieses de atrito e análise estatística. Já para os estudos observacionais, foram mensurados o desenho do estudo, os vieses, bem como a análise estatística. Os itens foram classificados como “adequado” ou “inadequado” ou como “sim” ou “não”<sup>17</sup>.

## RESULTADOS

Foram encontrados um total de 904 artigos, sendo 456 no *Pubmed*, 435 no *Lilacs*, 1 no *Scielo* e 12 no *PEDro*. Desses, 404 foram excluídos por estarem repetidos nas bases de dados utilizadas e 496 pelo fato de não preencherem os critérios de elegibilidade do presente estudo. Assim, foram incluídos 04 estudos que avaliaram a RMI em pacientes com o diagnóstico de asma (**Figura 1**).

Do total de estudos selecionados, dois deles (50%) foram conduzidos no continente Europeu (Espanha<sup>18</sup> e França<sup>11</sup>), enquanto os demais no continente Asiático (Israel<sup>20</sup>) e na Oceania (Austrália<sup>19</sup>). Os grupos incluíram pacientes com asma dependente/não dependente de corticoides, portadores de DPOC (não analisados nessa revisão) e indivíduos controles. Os artigos selecionados totalizaram uma amostra de 137 participantes (121 asmáticos e 16 controles), com predomínio de 82 do sexo masculino. O tamanho amostral dos grupos estudados variou entre 6 e 30 sujeitos, com uma média de idade oscilando entre 26 e 59 anos.

Metade dos estudos utilizou algum critério internacional para o diagnóstico da asma e dois (50%) deles classificaram os sujeitos de acordo com a gravidade da doença, com a severidade variando entre moderada e severa. Quanto ao uso das medicações, dois (50%) estudos selecionaram os pacientes em relação ao uso ou não de corticoide oral e os outros dois (50%) não alteraram/interromperam as medicações em uso devido à participação no estudo (**Tabela 1**).



**Figura 1.** Sistematização dos estudos incluídos nessa revisão.

**Tabela 1.** Identificação e características dos estudos incluídos nessa revisão.

Autor (ano)	Grupos avaliados	Faixa etária†	Amostra	Diagnóstico	Severidade	Função pulmonar (%)	Medicações
Perez et al. <sup>11</sup> (1996)	G1: Asma DE G2: Asma NDE G3: DPOC G4: Controle	G1: 52±9 G2: 45±3 G3: 57±1 G4: 49±2	G1: 19 G2: 16 G3: 30 G4: 16	Consenso internacional para o diagnóstico de asma (1992)	Severa	G1: VEF <sub>1</sub> -50±3 CVF- 80±3 G2: VEF <sub>1</sub> -55±3 CVF-81±2 G3: VEF <sub>1</sub> -47±2 CVF-83±3 G4: VEF <sub>1</sub> -107±3 CVF-107±3	G1: uso de corticoide oral em longo prazo G2: uso de corticoide (<2 semanas) G3: nunca receberam tratamento regular com corticoide oral G4: NC
Gorman et al. <sup>19</sup> (1992)	G1: Asma	G1: 26±7	G1: 06	NC	NC	G1: VEF <sub>1</sub> -55±11 CVF-NC	Nenhum sujeito utilizava corticosteroides
Weiner et al. <sup>20</sup> (1992)	G1: Asma (TMI)# G2: Asma (Controle)	G1: 42±7 G2: 38±6	G1: 15 G2: 15	American Thoracic Society (1962)	Moderada a severa	G1: VEF <sub>1</sub> -57±6 CVF-76±7 G2: VEF <sub>1</sub> -60±5 CVF-73±6	Corticosteroides utilizados em 27 pacientes Não foi alterado durante o estudo
Picado et al. <sup>18</sup> (1989)	G1: Asma DE G2: Asma NDE	G1: 58±7 G2: 59±8	G1: 10 G2: 10	NC	NC	G1: VEF <sub>1</sub> -52,±9 CVF-74±13 G2: VEF <sub>1</sub> -69±19 CVF-83±10	G1: Uso regular diário de corticoide G2: Tratamento regular com beta-adrenérgicos

G1: Grupo 1; G2: Grupo 2; G3: Grupo 3; G4: Grupo 4; DE: dependente de esteroides; NDE: não dependente de esteroides; DPOC: doença pulmonar obstrutiva crônica; TMI: treinamento muscular inspiratório; NC: não consta a informação.

† Apresentado somente números inteiros (sem casas decimais) de média e desvio-padrão, levando em conta uma melhor padronização dos dados.

# Valores basais de RMI (antes do TMI).

Os indivíduos asmáticos apresentaram um comprometimento pulmonar leve a moderado, avaliado pelas variáveis espirométricas (% do previsto). De acordo com os estudos incluídos, a média do volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF<sub>1</sub>) variou entre 47±2 e 107±3. Três (75%) estudos utilizaram êmbolos inspiratórios modificados e apenas um (25%) estudo fez uso de um dispositivo inspiratório, acoplado a um transdutor de pressão, ligado a um pletismógrafo corporal. Dois (50%) artigos utilizaram o protocolo de carga incremental, com a pressão inicial variando de 20 a 30% da PIMAX, e os outros dois (50%) o protocolo de carga máxima, com a carga fixa oscilando entre 50 a 60% (Tabela 2).

Todos os artigos selecionados demonstraram que a presença de asma acarreta efeitos negativos sobre a RMI, causando redução da capacidade de um grupo muscular em sustentar uma determinada tarefa ou carga ao longo do tempo (Tabela 3). Além disso, quanto à qualidade metodológica dos artigos selecionados, o estudo de intervenção incluído foi considerado adequado em relação ao cegamento, análise estatística e não apresentou viés de atrito. Já os estudos observacionais utilizaram um delineamento transversal e não apresentaram vieses de desempenho, atrito e detecção (Tabela 4).

**Tabela 2.** Características e aspectos metodológicos dos artigos selecionados.

Autor (ano)	Equipamento de RMI	Tipo de protocolo	Metodologia utilizada
Perez et al. <sup>11</sup> (1996)	Embolo inspiratório proposto por Nickerson e Keens (1982)	Carga incremental	– Início do teste em 20% da PIMAX – Aumento de 10% a cada 2 min – RMI foi definida como a pressão sustentada por no mínimo 2 min
Gorman et al. <sup>19</sup> (1992)	Pletismógrafo corporal	Carga máxima	– 18 esforços inspiratórios máximos contra uma válvula ocluída – Cada contração foi sustentada por 10 s, seguido de 10 s de repouso entre elas – Duração total de 6 minutos (50% contração e 50% repouso) – RMI foi definida como o maior esforço inspiratório
Weiner et al. <sup>20</sup> (1992)	Embolo inspiratório proposto por Nickerson e Keens (1982)	Carga incremental	– Início do teste em 30% da PIMAX – Aumento de peso (25 a 100 gramas) a cada 2 min – RMI foi definida como a pressão sustentada por 60 s
Picado et al. <sup>18</sup> (1989)	Embolo inspiratório proposto por Nickerson e Keens (1982)	Carga máxima	– Início em 60% da PIMAX – Mantido até exaustão do paciente – RMI foi definida como o tempo limite sustentado

RMI: resistência muscular inspiratória; PIMAX: pressão inspiratória máxima; min: minutos; s: segundos.

**Tabela 3.** Principais resultados dos estudos incluídos nessa revisão.

Autor (ano)	Média da RMI <sup>†</sup>	Resultados da RMI	Resultados adicionais
Perez et al. <sup>11</sup> (1996)	G1: 43±3% G2: 65±4% G3: 55±3% G4: 76±2%	RMI reduzida no grupo asmático DE (G1), em comparação ao asmático NDE (G2) [p<0,0001], DPOC (G3) [P=0,0073] e o controle (G4) [p<0,0001]	PIMAX foi menor no G3, quando comparado ao G1/G2 (p<0,05) e o G4 (p<0,0001) RMI foi menor no grupo G1, em comparação ao G2 (p<0,0001), G3 (p=0,0008) e ao G4 (p<0,0001) Correlação inversa da PIMAX (r=-0,42; p<0,0001) e RMI (r=-0,44; p<0,0001) com a hiperinsuflação A dosagem de esteroides pode predizer a RMI (R <sup>2</sup> =0,40; p<0,01)
Gorman et al. <sup>19</sup> (1992)	G1: 70±10%	RMI reduzida, em comparação ao ponto de corte utilizado no presente estudo (RMI <80%)	Broncoconstrição induzida pela histamina não influenciou significativamente (p>0,05) sobre a PIMAX e a RMI
Weiner et al. <sup>20</sup> (1992)	G1: 67±3% G2: 66±2%	RMI reduzida em ambos os grupos, em comparação ao ponto de corte utilizado no presente estudo (RMI <80%)	Aumento do VEF <sub>1</sub> (p<0,005), CVF (p<0,005), PIMAX (p<0,0001), RMI (p<0,0001) após 6 meses de TMI no G1 Melhora dos sintomas de asma (p<0,05), incluindo a asma noturna e diária, aperto no peito de manhã e tosse após 6 meses de TMI no G1 Melhora na pontuação do cartão diário (p<0,05) para o uso de beta-2-inalatório, número de hospitalizações e atestados médicos devido à asma (p<0,05)
Picado et al. <sup>18</sup> (1989)	G1: 372±175 s G2: 384±193 s	RMI reduzida em ambos os grupos, em comparação ao ponto de corte utilizado no presente estudo (RMI <600s)	Não foram encontradas diferenças na força muscular respiratória (PIMAX e PEMAX), esquelética e na RMI entre os grupos estudados Houve correlações da força muscular do deltoide com a PIMAX (r= 0,52; p<0,001) e a PEMAX (r=0,50; p<0,001) Não houve correlações da PIMAX, PEMAX, tratamento com esteroides e o peso com a RMI

G1: Grupo 1; G2: Grupo 2; G3: Grupo 3; G4: Grupo 4; RMI: resistência muscular inspiratória; DE: dependente de esteroides; NDE: não dependente de esteroides; DPOC: doença pulmonar obstrutiva crônica; s: segundos; PIMAX: pressão inspiratória máxima; VEF<sub>1</sub>: volume expiratório forçado no primeiro segundo; TMI: Treinamento muscular inspiratório; PEMAX: pressão expiratória máxima.

<sup>†</sup> Apresentado somente números inteiros (sem casas decimais) de média e desvio-padrão, levando em conta uma melhor padronização dos dados.

**Tabela 4.** Avaliação da qualidade metodológica dos incluídos.

ENSAIO CLÍNICO						
Autor (ano)	Randomização	Ocultação de alocação	Cegamento	Viés de atrito	Análise estatística	
Weiner et al. <sup>20</sup> (1992)	Inadequada*	Inadequada*	Adequado	Não	Adequada <sup>†</sup>	
ESTUDOS OBSERVACIONAIS						
Autor (ano)	Desenho do estudo	Viés de seleção	Viés de desempenho	Viés de detecção	Viés de atrito	Análise estatística
Perez et al. <sup>11</sup> (1996)	Transversal	Não	Não	Não	Não	Adequada <sup>†</sup>
Gorman et al. <sup>19</sup> (1992)	Transversal	Não	Não	Não	Não	Inadequada <sup>†</sup>
Picado et al. <sup>18</sup> (1989)	Transversal	Não	Não	Não	Não	Adequada <sup>†</sup>

\* Não apresenta informações no artigo; <sup>†</sup> Não apresenta cálculo amostral.

## DISCUSSÃO

Na presente revisão, foram identificados quatro estudos<sup>11,18-20</sup> que avaliaram o comportamento da RMI em pacientes com diagnóstico de asma. Os achados demonstram redução da *endurance* muscular, tanto avaliada através do protocolo de carga incremental<sup>11,20</sup>, como no teste de carga máxima<sup>18,19</sup>. Esses resultados indicam que a presença dessa condição clínica causa efeitos deletérios sobre o desfecho

investigado, causando comprometimento da capacidade dos músculos inspiratórios<sup>6</sup>.

Enquanto o estudo de Perez et al.<sup>11</sup>, utilizou um grupo controle para a quantificação do *status* da RMI, os outros artigos<sup>18-20</sup> obtiveram apenas o grupo asmático. Dessa forma, foram adotados pontos de corte para a avaliação da resistência de acordo com o tipo de protocolo utilizado. Para avaliação da RMI por meio do protocolo de carga incremental, estudos têm considerado valores  $\geq 80\%$  da PIMAX, como um

ponto de normalidade<sup>15,16</sup>. Já quanto ao protocolo de carga máxima, os valores  $\geq 600$  segundos podem ser considerados preservados<sup>16,21</sup>. Nossos achados confirmam a hipótese de que a avaliação da resistência pode ser mais relevante do que a força em pacientes com doença pulmonar crônica<sup>11,12</sup>, tendo em vista os achados conflitantes de força muscular ventilatória<sup>22,23</sup>, enquanto a *endurance* parece ser reduzida em adultos asmáticos, baseado em nosso estudo. Além disso, esses resultados destacam a necessidade de avaliar a *endurance* muscular ao longo do acompanhamento clínico desses pacientes, considerando que essa musculatura torna-se mais utilizada durante os períodos de crise aguda da doença<sup>13</sup>.

De acordo com dados prévios, a redução da RMI pode estar relacionada à gravidade da obstrução pulmonar, causada pela restrição cinética gerada pela retificação do diafragma, como consequência do encurtamento dos músculos inspiratórios, da presença de aprisionamento aéreo e da hiperinsuflação pulmonar<sup>10,11</sup>. Todos os estudos<sup>11,18-20</sup> avaliados avaliaram a função pulmonar por meio da espirometria, identificando um distúrbio ventilatório obstrutivo leve a moderado, mensurado pelo VEF<sub>1</sub> e pelo índice de *tiffeneau*. Além disso, os estudos de Gorman et al.<sup>19</sup>, e Perez et al.<sup>11</sup>, incluídos nessa revisão também avaliaram os volumes pulmonares, observando presença de hiperinsuflação pulmonar mensurada pela capacidade pulmonar total (CPT) e a capacidade residual funcional (CRF). Ainda, o estudo de Perez et al.<sup>11</sup> encontrou uma relação inversa da PIMAX e da RMI com a hiperinsuflação pulmonar, demonstrando que quanto maior grau de hiperinsuflação menor a força e a *endurance* muscular desses pacientes.

Em adição a isso, informações prévias sugerem que o uso prolongado ou doses elevadas de corticoides, incluindo a hidrocortisona, prednisona e o dexametasona, podem causar efeitos deletérios sobre a capacidade muscular inspiratória, causando redução do tamanho do diafragma, diminuição da força e *endurance* muscular<sup>11,24,25</sup>. Na presente revisão, dois estudos<sup>11,18</sup> se propuseram investigar os efeitos do uso de esteroides e identificaram-se resultados conflitantes. Enquanto Picado et al.<sup>18</sup> identificou que o uso de corticoides não influenciou na redução da RMI, Perez et al.<sup>11</sup> observou influência desse fator. Tais divergências podem ser atribuídas ao fato de que estudo de Perez et al.<sup>11</sup> incluiu somente asmáticos severos, enquanto Picado et al.<sup>18</sup> não relatou os critérios de diagnóstico da doença e a classificação da severidade, o que pode ter influenciado nesses resultados. Somando-se a isso, Perez et al.<sup>11</sup> utilizou uma dosagem diária maior de prednisona ( $20 \pm 2$  mg/dia; variação entre 10 e 40), por um período de 5 anos, diferente de Picado et al.<sup>18</sup> que usou doses de  $13 \pm 4$  mg/d, por um período de 10 anos.

A maioria dos estudos<sup>11,18,20</sup> utilizou um dispositivo de êmbolo inspiratório como proposto por Nickerson e Keens<sup>26</sup>, que se baseia nos princípios dos resistores lineares. A utilização desse tipo de resistor diminui a variabilidade causada pela frequência respiratória e o volume corrente, tornando os resultados de *endurance* muscular mais acurados<sup>7,26</sup>. Metade dos estudos incluídos utilizou o protocolo de carga incremental<sup>11,20</sup>, variando a carga inicial entre 20 e 30% da PIMAX e com aumentos de peso do êmbolo ou do percentual da PIMAX, a cada dois minutos. Ainda, definiram a RMI final como a carga máxima sustentada por no mínimo 1 ou 2 minutos. Já a outra parte dos estudos selecionados, realizou o protocolo de carga máxima<sup>18,19</sup>, com cargas fixas entre 50 e 60%, sendo a *endurance* definida como o tempo limite até a exaustão do paciente. Embora ambos os protocolos sejam utilizados na avaliação da RMI, dados da literatura demonstram que existe uma maior variabilidade no teste de carga máxima, em comparação ao protocolo de carga incremental<sup>27,28</sup>.

A presente revisão apresentou como limitações o fato de apenas um estudo incluído nessa revisão conter um grupo controle<sup>20</sup>. Tal ponto poderia ser considerado um viés de mensuração dos dados, causando superestimativas dos resultados encontrados. No entanto, acredita-se que tal resultado seja representativo do comportamento da RMI, levando em conta que o ponto de corte de 80% ou 600 segundos para a *endurance* é recomendado por alguns estudos<sup>15,16</sup>. Recomenda-se que futuros estudos normalizem (% do previsto) os resultados de RMI através dos valores de referência disponíveis<sup>29,30</sup> para facilitar a interpretação dos resultados. Cabe citar ainda, o pequeno tamanho amostral do estudo de Gorman et al.<sup>19</sup>, além da falta de estudos recentes sobre o tema. Tais aspectos também podem comprometer nossas interpretações, considerando que metodologias mais antigas e/ou características clínicas diferentes dos pacientes podem limitar a inferência dos resultados para atualidade. Entretanto, os estudos avaliados<sup>11,18-20</sup> apresentaram uma qualidade metodológica adequada, em sua grande maioria, o que de certo modo, fortalece nossos achados.

Em conclusão, os achados do presente estudo indicam que a asma acarreta efeitos negativos sobre a mecânica ventilatória em pacientes adultos, causando redução da resistência muscular inspiratória. Esses resultados demonstram a necessidade de uma avaliação precoce desse desfecho ventilatório, considerando que a *endurance* muscular torna-se essencial para os períodos de maior demanda ventilatória, como os eventos de crise aguda da doença. Assim, devem-se desenvolver medidas terapêuticas efetivas na prevenção e no tratamento das alterações musculares, a fim de evitar a fadiga e a falência respiratória.

## REFERÊNCIAS

1. Boulet LP, FitzGerald JM, Reddel HK. The revised 2014 GINA strategy report: opportunities for change. *Curr Opin Pulm Med*. 2015;21(1):1-7. <https://doi.org/10.1097/mcp.0000000000000125>
2. Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia. Diretrizes da Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia para o manejo da asma: 2012. *J Bras Pneumol*. 2012;38(suppl 1):1-46. <https://doi.org/10.1590/s1806-37132005000400013>
3. Reppold CT, Antunes ADP, Corrêa LM, Zanon C, Dal Lago P. Características clínicas e psicológicas de pacientes asmáticos de um ambulatório de pneumologia. *Psico-USF*. 2014;19(2):199-208. <https://doi.org/10.1590/1413-82712014019002005>
4. Menezes AMB, Wehrmeister FC, Hortal B, Szwarcwald CL, Vieira ML, Malta DC. Prevalência de diagnóstico médico de asma em adultos brasileiros: pesquisa nacional de saúde, 2013. *Rev Bras Epidemiol*. 2015;18(suppl 2):204-13. <https://doi.org/10.1590/1980-5497201500060018>
5. Akkoca O, Mungan D, Karabiyikoglu G, Misirligil Z. Inhaled and systemic corticosteroid therapies: do they contribute to inspiratory muscle weakness in asthma? *Respiration*. 1999;66(4):332-7. <https://doi.org/10.1159/000029403>
6. Oliveira CMG, Lanza FC, Solé D. Força dos músculos respiratórios em crianças e adolescentes com asma: similar à de indivíduos saudáveis? *J Bras Pneumol*. 2012;38(3):308-14. <https://doi.org/10.1590/s1806-37132012000300005>
7. Sette L, Ganassini A, Boner AL, Rossi A. Maximal inspiratory pressure and inspiratory muscle endurance time in asthmatic children: reproducibility and relationship with pulmonary function tests. *Pediatr Pulmonol*. 1997;24(6):385-90. [https://doi.org/10.1002/\(sici\)1099-0496\(199712\)24:6<385::aid-ppul2>3.0.co;2-g](https://doi.org/10.1002/(sici)1099-0496(199712)24:6<385::aid-ppul2>3.0.co;2-g)
8. Rochester DF. The diaphragm: contractile properties and fatigue. *J Clin Invest*. 1985;75(5):1397-402.
9. Ratnovsky A, Elad D, Halpern P. Mechanics of respiratory muscles. *Respir Physiol Neurobiol*. 2008;163(1-3):82-9. <https://doi.org/10.1016/j.resp.2008.04.019>
10. Laghi F, Tobin MJ. Disorders of the respiratory muscles. *Am J Respir Crit Care Med*. 2003;168(1):10-48. <https://doi.org/10.1164/rccm.2206020>
11. Perez T, Becquart LA, Stach B, Wallaert B, Tonnel AB. Inspiratory muscle strength and endurance in steroid-dependent asthma. *Am J Respir Crit Care Med*. 1996;153(2):610-5. <https://doi.org/10.1164/ajrccm.153.2.8564106>
12. Brancaleone P, Perez T, Robin S, Neviere R, Wallaert B. Clinical impact of inspiratory muscle impairment in sarcoidosis. *Sarcoidosis Vasc Diffuse Lung Dis*. 2004;21(3):219-27.
13. Lands L, Desmond KJ, Demizio D, Pavilanis A, Coates AL. The effects of nutritional status and hyperinflation on respiratory muscle strength in children and young adults. *Am Rev Respir Dis*. 1990;141(6):1506-9. <https://doi.org/10.1164/ajrccm/141.6.1506>
14. Bruurs ML, van der Giessen LJ, Moed H. The effectiveness of physiotherapy in patients with asthma: a systematic review of the literature. *Respir Med*. 2013;107(4):483-94. <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2012.12.017>
15. de Jong W, van Aalderen WM, Kraan J, Koëter GH, van der Schans CP. Inspiratory muscle training in patients with cystic fibrosis. *Respir Med*. 2001;95(1):31-6. <https://doi.org/10.1053/rmed.2000.0966>
16. Troosters T, Gosselink R, Decramer M. Respiratory muscle assessment. *Eur Respir Mon*. 2005;31:57-71. <https://doi.org/10.1183/1025448x.00031004>
17. Atkins D, Best D, Briss PA, Eccles M, Falck-Ytter Y, Flottorp S, Guyatt GH, Harbour RT, Haugh MC, Henry D, Hill S, Jaeschke R, Leng G, Liberati A, Magrini N, Mason J, Middleton P, Mrukowicz J, O'Connell D, Oxman AD, Phillips B, Schünemann HJ, Edejer T, Varonen H, Vist GE, Williams JW Jr, Zaza S; GRADE Working Group. Grading quality of evidence and strength of recommendations. *BMJ*. 2004;328(7454):1490. <https://doi.org/10.1186/1472-6963-5-25>
18. Picado C, Fiz JA, Montserrat JM, Grau JM, Fernandez-Sola J, Luengo MT, Casademont J, Agusti-Vidal A. Respiratory and skeletal muscle function in steroid-dependent bronchial asthma. *Am Rev Respir Dis*. 1990;141(1):14-20. <https://doi.org/10.1164/ajrccm/141.1.14>
19. Gorman RB, McKenzie DK, Gandevia SC, Plassman BL. Inspiratory muscle strength and endurance during hyperinflation and histamine induced bronchoconstriction. *Thorax*. 1992;47(11):922-7. <https://doi.org/10.1136/thx.47.11.922>
20. Weiner P, Azgad Y, Ganam R, Weiner M. Inspiratory muscle training in patients with bronchial asthma. *Chest*. 1992;102(5):1357-61. <https://doi.org/10.1378/chest.102.5.1357>
21. Hart N, Hawkins P, Hamnegård CH, Green M, Moxham J, Polkey MI. A novel clinical test of respiratory muscle endurance. *Eur Respir J*. 2002;19(2):232-9. <https://doi.org/10.1183/09031936.02.00247602>
22. Pereira LFF, Mancuzo EV, Rezende CF, Côrrea RA. Six-minute walk test and respiratory muscle strength in patients with uncontrolled severe asthma: a pilot study. *J Bras Pneumol*. 2015;41(3):211-8. <https://doi.org/10.1590/s1806-37132015000004483>
23. Sampaio LMM, Jamami M, Pires VA, Silva AB, Costa D. Força muscular respiratória em pacientes asmáticos submetidos ao treinamento muscular respiratório e treinamento físico. *Rev Fisioter Univ São Paulo*. 2002;9(2):43-8. <https://doi.org/10.11606/t.5.2017.tde-20062017-151204>
24. Dekhuijzen PN, Decramer M. Steroid-induced myopathy and its significance to respiratory disease: a known disease rediscovered. *Eur Respir J*. 1992;5(8):997-1003.

25. Weiner P, Azgad Y, Weiner M. The effect of corticosteroids on inspiratory muscle performance in humans. *Chest*. 1993; 104(6):1788-91. <https://doi.org/10.1378/chest.104.6.1788>
26. Nickerson BG, Keens TG. Measuring ventilatory muscle endurance in humans as sustainable inspiratory pressure. *J Appl Physiol Respir Environ Exerc Physiol*. 1982;52(3):768-72. <https://doi.org/10.1152/japopl.1982.52.3.768>
27. Reiter M, Totzauer A, Werner I, Koessler W, Zwick H, Wanke T. Evaluation of inspiratory muscle function in a healthy Austrian population: practical aspects. *Respiration*. 2006;73(5):590-6. <https://doi.org/10.1159/000091392>
28. Hill K, Jenkins SC, Philippe DL, Shepherd KL, Hillman DR, Eastwood PR. Comparison of incremental and constant load tests of inspiratory muscle endurance in COPD. *Eur Respir J*. 2007; 30(3):479-86. <https://doi.org/10.1183/09031936.00095406>
29. Woszezenki CT, Heinzmann-Filho JP, Vendrusculo FM, Piva TC, Levices I, Donadio MV. Reference values for inspiratory muscle endurance in healthy children and adolescents. *PLoS One*. 2017;12(1):e0170696. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0170696>
30. Johnson PH, Cowley AJ, Kinnear WJ. Incremental threshold loading: a standard protocol and establishment of a reference range in naive normal subjects. *Eur Respir J*. 1997;10(12): 2868-71. <https://doi.org/10.1183/09031936.97.10122868>

**Autores:**

CÁSSIA DE SOUZA E SILVA  
Acadêmica do curso de Fisioterapia do Centro Universitário Cenecista de Osório (UNICNEC). Osório, RS, Brasil.  
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-4095-7195>  
E-mail: [cassiadesouzaesilva@gmail.com](mailto:cassiadesouzaesilva@gmail.com)

FRANCIELI ALMERINDA RODRIGUES DA SILVA  
Acadêmica do curso de Fisioterapia do Centro Universitário Cenecista de Osório (UNICNEC). Osório, RS, Brasil.  
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5057-6863>  
E-mail: [francielli.rs@hotmail.com](mailto:francielli.rs@hotmail.com)

BRUNA DOS SANTOS PEREIRA  
Acadêmica do curso de Fisioterapia do Centro Universitário Cenecista de Osório (UNICNEC). Osório, RS, Brasil.  
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5052-0894>  
E-mail: [brunasantos230198@gmail.com](mailto:brunasantos230198@gmail.com)

JOÃO PAULO HEINZMANN-FILHO  
Fisioterapeuta. Doutor em Saúde da Criança pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS). Professor do Curso de Fisioterapia do Centro Universitário Cenecista de Osório (UNICNEC).  
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-8426-0250>  
E-mail: [joapauloheinzmann@hotmail.com](mailto:joapauloheinzmann@hotmail.com)