

Asma Brônquica: avanços na compreensão da fisiopatologia e abordagens terapêuticas

Bronchial Asthma: advances in understanding pathophysiology and therapeutic approaches

Asma Bronquial: avances en la comprensión de la fisiopatología y los enfoques terapéuticos

DOI: 10.5281/zenodo.14882248

Recebido: 15 jan 2025

Aprovado: 27 jan 2025

Ana Paula Nogueira Costa Silva

Graduando em Medicina

Instituição de formação: Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais – PUC-MG

Endereço: Betim – Minas Gerais, Brasil

E-mail: anancsilva@hotmail.com

Maria Lopes Magalhães Loiola

Graduando em Medicina

Instituição de formação: Faculdade da Saúde e Ecologia Humana – FASEH

Endereço: Vespasiano - Minas Gerais, Brasil

E-mail: loiolamarialm@gmail.com

Gabriela Ferreira da Silveira

Graduando em Medicina

Instituição de formação: Centro Universitário de Belo Horizonte – UNI-BH

Endereço: Belo Horizonte – Minas Gerais, Brasil

E-mail: gabrielaferreir00@hotmail.com

Vanessa Rodrigues de Oliveira Lopes

Graduando em Medicina

Instituição de formação: Faculdade da Saúde e Ecologia Humana – FASEH

Endereço: Vespasiano – Minas Gerais, Brasil

E-mail: vanessaoliveira197709@gmail.com

Victória Leandra Braga do Nascimento

Graduando em Medicina

Instituição de formação: Faculdade de Minas – FAMINAS BH

Endereço: Belo Horizonte – Minas Gerais, Brasil

E-mail: vicbraga04@icloud.com

Júlia Pinheiro Amantéa Vilela

Graduando em Medicina

Instituição de formação: Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais – PUC-MG

Endereço: Betim – Minas Gerais, Brasil

Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0005-7958-5834>

E-mail: jupinheiro1807@gmail.com

Luisa Fonseca Ramos

Graduando em Medicina

Instituição de formação: Faculdade da Saúde e Ecologia Humana – FASEH

Endereço: Vespasiano – Minas Gerais, Brasil

E-mail: luisa.ramos.1267285@sga.pucminas.br

Sofia Lopes Magalhães Loiola

Graduando em Medicina

Instituição de formação: Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais – PUC-MG

Endereço: Betim – Minas Gerais, Brasil

E-mail: sofialmloiola@gmail.com

Michelle da Silva Araujo Abreu

Graduando em Medicina

Instituição de formação: Faculdade da Saúde e Ecologia Humana – FASEH

Endereço: Vespasiano – Minas Gerais, Brasil

E-mail: michellesaabreu@gmail.com

Luma Friche Barcelos

Graduando em Medicina

Instituição de formação: Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais – PUC-MG

Endereço: Betim – Minas Gerais, Brasil

E-mail: lumafriche017@gmail.com

Leonardo Luiz Scaburri

Bacharel em Medicina

Instituição de formação: Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG

Endereço: Belo Horizonte – Minas Gerais, Brasil

E-mail: leonardoscaburri@gmail.com

Paola Andrade do Carmo

Graduando em Medicina

Instituição de formação: Faculdade da Saúde e Ecologia Humana – FASEH

Endereço: Vespasiano – Minas Gerais, Brasil

Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0001-2029-9922>

E-mail: paolaandrademed@gmail.com

Marinna Beatriz Roberto Aleixo

Graduando em Medicina

Instituição de formação: Faculdade Ciências Médicas de Minas Gerais - FCMMG

Endereço: Belo Horizonte – Minas Gerais, Brasil

Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0001-4723-6403>

E-mail: marinnabeatriz36@gmail.com

Edsoney Moreira Soares

Graduando em Medicina

Instituição de formação: Faculdade Ciências Médicas de Minas Gerais - FCMMG

Endereço: Belo Horizonte – Minas Gerais, Brasil

E-mail: soneymoreira@gmail.com

Yure Guimarães

Graduando em Medicina

Instituição de formação: Faculdade Ciências Médicas de Minas Gerais - FCMMG

Endereço: Belo Horizonte – Minas Gerais, Brasil

Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0004-8204-4206>E-mail: yureguimaraes0@gmail.com**RESUMO**

A asma brônquica é uma doença inflamatória crônica das vias aéreas que afeta milhões de pessoas mundialmente, com impacto significativo na qualidade de vida e sobrecarga dos sistemas de saúde. A gravidade da doença varia entre os indivíduos, e o controle da asma, especialmente em casos refratários, representa um desafio na prática clínica. Este estudo teve como objetivo analisar a fisiopatologia e as abordagens terapêuticas da asma brônquica, com foco nos avanços recentes nas terapias e nos fatores que influenciam o controle da doença, como a inflamação eosinofílica, a obesidade e a sobreposição com a Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC). A pesquisa foi conduzida por meio de uma revisão sistemática da literatura, com análise de estudos publicados nos últimos 10 anos em bases de dados como PubMed, SciELO e LILACS. Os resultados indicaram que terapias biológicas, como benralizumabe, dupilumabe, mepolizumabe e reslizumabe, têm mostrado eficácia significativa na redução de exacerbações e melhora da função pulmonar. Além disso, intervenções não farmacológicas, como treinamento aeróbico e exercícios respiratórios, demonstraram benefícios no controle da asma. A termoplastia brônquica também se apresenta como uma opção promissora para casos graves não controlados. Conclui-se que a asma exige abordagens terapêuticas personalizadas, e a combinação de terapias farmacológicas e não farmacológicas pode otimizar o manejo da doença.

Palavras-chave: Asma Brônquica, Fisiopatologia, Inflamação eosinofílica, Terapia Biológica, Treinamento aeróbico, Tratamento, Imunoterapia, Terapias biológicas.

ABSTRACT

Bronchial asthma is a chronic inflammatory disease of the airways that affects millions of people worldwide, with a significant impact on quality of life and burden on health systems. The severity of the disease varies among individuals, and asthma control, especially in refractory cases, represents a challenge in clinical practice. This study aimed to analyze the pathophysiology and therapeutic approaches of bronchial asthma, focusing on recent advances in therapies and factors that influence disease control, such as eosinophilic inflammation, obesity, and overlap with Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD). The research was conducted through a systematic review of the literature, with analysis of studies published in the last 10 years in databases such as PubMed, SciELO, and LILACS. The results indicated that biological therapies, such as benralizumab, dupilumab, mepolizumab, and reslizumab, have shown significant efficacy in reducing exacerbations and improving lung function. Furthermore, non-pharmacological interventions, such as aerobic training and breathing exercises, have demonstrated benefits in asthma control. Bronchial thermoplasty also appears to be a promising option for severe uncontrolled cases. It is concluded that asthma requires personalized therapeutic approaches, and the combination of pharmacological and non-pharmacological therapies can optimize disease management.

Keywords: Bronchial Asthma, Pathophysiology, Eosinophilic Inflammation, Biological Therapy, Aerobic Training, Treatment, Immunotherapy, Biological Therapies.

RESUMEN

El asma bronquial es una enfermedad inflamatoria crónica de las vías respiratorias que afecta a millones de personas en todo el mundo, con un importante impacto en la calidad de vida y una sobrecarga en los sistemas de salud. La gravedad de la enfermedad varía entre individuos y el control del asma, especialmente en casos refractarios, representa un desafío en la práctica clínica. Este estudio tuvo como objetivo analizar la fisiopatología y los enfoques terapéuticos del asma bronquial, centrándose en los avances recientes en terapias y factores que influyen en el control de la enfermedad, como la inflamación eosinofílica, la obesidad y la superposición con la Enfermedad Pulmonar

Obstrutiva Crónica (EPOC). La investigación se realizó a través de una revisión sistemática de la literatura, con análisis de estudios publicados en los últimos 10 años en bases de datos como PubMed, SciELO y LILACS. Los resultados indicaron que las terapias biológicas, como benralizumab, dupilumab, mepolizumab y reslizumab, han demostrado una eficacia significativa para reducir las exacerbaciones y mejorar la función pulmonar. Además, las intervenciones no farmacológicas como el entrenamiento aeróbico y los ejercicios de respiración han demostrado beneficios en el control del asma. La termoplastia bronquial también parece ser una opción prometedora para casos graves y no controlados. Se concluye que el asma requiere enfoques terapéuticos personalizados y la combinación de terapias farmacológicas y no farmacológicas puede optimizar el manejo de la enfermedad.

Palabras clave: Asma bronquial, Fisiopatología, Inflamación eosinofílica, Terapia biológica, Entrenamiento aeróbico, Tratamiento, Inmunoterapia, Terapias biológicas.

1. INTRODUÇÃO

A asma brônquica é uma doença inflamatória crônica das vias aéreas caracterizada por hiperresponsividade brônquica e limitação do fluxo aéreo, resultando em sintomas como dispneia, chiado, opressão torácica e tosse recorrente (MALINOVSKI et al., 2020). Estima-se que a asma afete cerca de 300 milhões de pessoas em todo o mundo, impondo um impacto significativo na qualidade de vida dos pacientes e sobrecarregando os sistemas de saúde pública (PETERS et al., 2022). A gravidade da asma varia amplamente entre os indivíduos, e o controle da doença ainda representa um desafio para a prática clínica, especialmente em casos refratários aos tratamentos convencionais (JONES et al., 2021).

Apesar dos avanços na compreensão da fisiopatologia da asma, muitas lacunas ainda permanecem. O papel dos eosinófilos na inflamação das vias aéreas é amplamente reconhecido, mas a identificação de biomarcadores específicos que predigam a resposta ao tratamento ainda está em desenvolvimento (MALINOVSKI et al., 2020). Além disso, a sobreposição entre asma e Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) levanta questionamentos sobre a abordagem terapêutica ideal para pacientes que apresentam características de ambas as doenças (CAZZOLA et al., 2019). Da mesma forma, a obesidade tem sido apontada como um fator de risco modificável associado ao pior controle da asma, mas as interações entre essas condições ainda carecem de elucidação completa (PETERS et al., 2022).

Em relação ao tratamento, os avanços recentes na terapia biológica revolucionaram o manejo da asma grave, sendo que medicamentos como benralizumabe, dupilumabe, mepolizumabe e reslizumabe demonstraram eficácia significativa na redução das exacerbções e na melhora da função pulmonar (CHARLES et al., 2022). No entanto, ainda existem dúvidas sobre a comparação direta entre esses agentes e sua seleção ideal para diferentes perfis de pacientes. Ademais, a termoplastia brônquica desponta como uma opção promissora para casos de asma grave não controlada, mas sua indicação e segurança a longo prazo ainda estão sob investigação (JONES et al., 2021).

Diante desse panorama, esta revisão sistemática tem como objetivo analisar criticamente a fisiopatologia e o tratamento da asma brônquica, identificando os avanços recentes na compreensão da doença e as principais abordagens terapêuticas disponíveis. Especificamente, buscamos: explorar o papel dos eosinófilos na fisiopatologia da asma e sua influência na resposta ao tratamento; avaliar as interações entre asma e DPOC e seu impacto na abordagem clínica; investigar a relação entre obesidade e controle da asma; comparar a eficácia e segurança das terapias biológicas utilizadas no manejo da asma grave; e examinar o papel da termoplastia brônquica como opção terapêutica. Com isso, esperamos contribuir para a otimização do manejo da asma e fornecer subsídios para futuras pesquisas na área.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

A asma brônquica é uma doença inflamatória crônica das vias aéreas, caracterizada por hiperresponsividade brônquica e obstrução do fluxo aéreo, resultando em sintomas recorrentes de dispneia, sibilância, opressão torácica e tosse (MALINOVSKI et al., 2020). Essa patologia é influenciada por fatores genéticos e ambientais, tornando seu manejo um desafio constante na prática clínica.

A inflamação eosinofílica é um dos principais mecanismos envolvidos na asma, sendo mediada por interleucinas como IL-4, IL-5 e IL-13, que contribuem para a ativação e sobrevivência dos eosinófilos nas vias aéreas (PETERS et al., 2022). Estudos sugerem que fenótipos diferenciados da asma, como a eosinofílica e a neutrofílica, demandam abordagens terapêuticas específicas para controle adequado da doença (JONES et al., 2021).

As terapias biológicas surgiram como uma alternativa eficaz no manejo da asma grave, visando alvos específicos do processo inflamatório. Medicamentos como benralizumabe, dupilumabe, mepolizumabe e reslizumabe demonstraram reduzir exacerbações e melhorar a função pulmonar (CHARLES et al., 2022). Contudo, a seleção do agente biológico ideal ainda carece de estudos comparativos diretos.

A sobreposição entre asma e Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) é um fenômeno desafiador, pois pacientes que apresentam características de ambas as doenças podem responder de forma diferente às terapias convencionais (CAZZOLA et al., 2019). Além disso, a obesidade é reconhecida como um fator que piora o controle da asma, reduzindo a resposta a corticosteroides e aumentando a inflamação sistêmica, o que sugere a necessidade de abordagens personalizadas para esses pacientes (PETERS et al., 2022).

Estudos recentes têm demonstrado que intervenções como treinamento aeróbico e exercícios respiratórios podem contribuir para a melhora da função pulmonar e qualidade de vida dos pacientes

asmáticos (SANTINO et al., 2020). Apesar dos benefícios relatados, ainda são necessárias investigações adicionais para estabelecer os protocolos mais eficazes para cada perfil de paciente.

Embora os avanços no tratamento da asma tenham sido significativos, ainda existem desafios na compreensão dos biomarcadores preditivos de resposta terapêutica, na estratificação fenotípica e na seleção ideal de terapias para cada perfil de paciente (JONES et al., 2021). Dessa forma, estudos futuros devem focar na otimização do manejo da doença, considerando abordagens integradas e individualizadas.

3. METODOLOGIA

Este estudo trata-se de uma revisão sistemática da literatura, conduzida de acordo com as diretrizes do PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), com o objetivo de analisar criticamente a fisiopatologia e o tratamento da asma brônquica.

Seleção da Amostra A busca por artigos foi realizada nas bases de dados PubMed, SciELO, LILACS e Biblioteca Virtual em Saúde (BVS). Foram incluídos estudos publicados nos últimos 10 anos, disponibilizados gratuitamente e sem restrição de idioma. Os critérios de inclusão envolveram estudos originais, revisões sistemáticas, ensaios clínicos randomizados e meta-análises que abordassem a fisiopatologia da asma brônquica e suas abordagens terapêuticas. Estudos duplicados, relatos de caso, cartas ao editor e artigos sem relevância direta ao tema foram excluídos.

Métodos de Coleta e Análise de Dados A estratégia de busca utilizou combinação de palavras-chave e descritores indexados nos Medical Subject Headings (MeSH) e Descritores em Ciências da Saúde (DeCS), incluindo "Asthma", "Bronchial Hyperreactivity", "Inflammation", "Biological Therapy", "Bronchial Thermoplasty", "Corticosteroids" e suas respectivas traduções.

Os títulos e resumos dos artigos recuperados foram triados por dois pesquisadores de forma independente. Em caso de discordância, um terceiro revisor foi consultado. Os dados extraídos dos artigos incluídos foram sintetizados em uma tabela contendo informações sobre autor e ano de publicação, objetivo do estudo, metodologia utilizada, principais resultados, conclusões e limitações do estudo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos a partir da revisão sistemática indicam avanços significativos na compreensão da fisiopatologia e no tratamento da asma brônquica. Estudos recentes demonstram que a inflamação eosinofílica desempenha um papel central na patogênese da doença, sendo um alvo terapêutico essencial para novos tratamentos (PETERS et al., 2022). A terapia biológica com anticorpos monoclonais tem mostrado eficácia na redução das exacerbações e na melhora da função pulmonar (CHARLES et al., 2022).

Estudos comparativos indicam que o benralizumabe e o dupilumabe são eficazes para diferentes fenótipos da asma, destacando a necessidade de uma abordagem personalizada para o tratamento (MALINOVSKI et al., 2020).

Outro ponto relevante é a interação entre obesidade e asma, sendo evidenciado que indivíduos obesos apresentam pior resposta ao tratamento com corticosteroides inalatórios (JONES et al., 2021). A relação entre asma e Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) também foi explorada, indicando que pacientes com sobreposição entre as patologias necessitam de abordagens diferenciadas (CAZZOLA et al., 2019).

As limitações dos estudos analisados incluem amostras reduzidas, heterogeneidade nas metodologias e falta de comparação direta entre diferentes intervenções. Pesquisas futuras devem focar na estratificação fenotípica dos pacientes para um manejo mais preciso da asma, bem como na investigação de novos biomarcadores que possam prever a resposta terapêutica com maior acurácia.

revela um panorama multifacetado das abordagens terapêuticas e seus impactos na saúde dos pacientes. Os resultados, extraídos de pesquisas que englobam desde exercícios respiratórios até terapias biológicas de ponta, proporcionam informações valiosas para aprimorar o manejo da asma e personalizar o cuidado ao paciente.

No que tange aos exercícios respiratórios, os estudos de Santino et al. (2020a) e outros demonstram uma melhora significativa na qualidade de vida dos pacientes, com efeitos mais evidentes a partir do terceiro mês de prática regular. Embora os resultados relacionados aos sintomas da asma sejam considerados inconclusivos, há uma tendência de melhora com a prática consistente de tais exercícios. Adicionalmente, observa-se uma redução notável nos sintomas de hiperventilação e uma melhora na função pulmonar, especialmente no volume expiratório forçado em 1 segundo (VEF1), conforme apontado por Santino et al. (2020a).

Em relação ao treinamento aeróbico, os estudos de Santino et al. (2020b) e outros revelam que essa prática está associada a uma melhora significativa no controle da asma, refletida na redução dos sintomas e do uso de medicamentos. Além disso, o treinamento aeróbico promove uma melhora na função pulmonar, particularmente no VEF1, sem, contudo, apresentar um efeito significativo na inflamação das vias aéreas, conforme destacado por Santino et al. (2020b).

No âmbito das terapias biológicas, os estudos de Andrew et al. (2023) e outros demonstram que essas terapias, como anti-IgE, anti-IL-5, anti-IL-4R α e anti-TSLP, são eficazes na redução da hiperreatividade das vias aéreas e na atenuação das respostas alérgicas, tanto as imediatas quanto as tardias. No entanto, é importante ressaltar que os efeitos das terapias biológicas podem variar consideravelmente

dependendo do tipo de terapia, da gravidade da asma e de outros fatores individuais, conforme apontado por Andrew et al. (2023).

A reabilitação pulmonar baseada em exercícios, conforme demonstrada por Feng et al. (2021) e outros, também se mostra promissora, com melhorias significativas na qualidade de vida, tolerância ao exercício e função pulmonar, especialmente no VEF1. Contudo, é importante notar que essa abordagem não apresentou melhora significativa no controle da asma e nos dias sem sintomas, conforme destacado por Feng et al. (2021).

A prática regular de exercícios, conforme evidenciado por Jaakkola et al. (2019) e outros, melhora o controle da asma, reduz a falta de ar e não afeta a variabilidade do pico de fluxo expiratório (PEF). Da mesma forma, o treinamento muscular respiratório, conforme demonstrado por Lista et al. (2022) e outros, fortalece a musculatura respiratória, melhora a função pulmonar, a capacidade de exercício, os sintomas relacionados à asma e a qualidade de vida, sem impactar o uso de medicação de resgate, conforme apontado por Lista et al. (2022).

No contexto das terapias biológicas no mundo real, os estudos de Charles et al. (2022) e outros revelam que essas terapias, como benralizumab, dupilumab, mepolizumab e reslizumab, são eficazes na redução das exacerbações, com melhorias no VEF1 e no óxido nítrico fracionário exalado (FeNO), conforme destacado por Charles et al. (2022).

Por fim, a terapia de manutenção e alívio com budesonida-formoterol, conforme avaliada por Beasley et al. (2022) e outros, demonstra ser uma estratégia eficaz para prolongar o tempo até a primeira exacerbação grave em pacientes com asma mal controlada, conforme apontado por Beasley et al. (2022).

Em suma, a análise abrangente dos estudos incluídos nesta revisão sistemática revela um panorama promissor de intervenções eficazes no tratamento da asma, com destaque para os benefícios dos exercícios respiratórios, treinamento aeróbico, terapias biológicas, reabilitação pulmonar, exercício regular, treinamento muscular respiratório e terapia de manutenção e alívio com budesonida-formoterol. A escolha da intervenção mais adequada deve ser individualizada, considerando as necessidades específicas de cada paciente e as características da doença. Abrangendo diversos estudos sobre a influência de diferentes tipos de intervenções no manejo da asma em adultos, incluindo exercícios respiratórios, treinamento aeróbico, reabilitação pulmonar baseada em exercícios, treinamento muscular respiratório e terapias biológicas.

O estudo de Santino et al. (2020) demonstrou que os exercícios respiratórios contribuíram para a melhora na qualidade de vida e na função pulmonar dos pacientes asmáticos, particularmente no volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF1). Além disso, esses exercícios mostraram uma redução dos

sintomas de hiperventilação. Entretanto, os resultados foram inconclusivos quanto à melhoria dos sintomas da asma, sugerindo a necessidade de estudos adicionais com maior rigor metodológico.

Outro estudo conduzido por Santino et al. (2020) indicou que o treinamento aeróbio resultou em um melhor controle da asma, com redução dos sintomas e menor necessidade de medicação. Também foi observada uma melhoria no VEF1, mas sem alterações significativas na inflamação das vias aéreas. Esses achados sugerem que o treinamento aeróbio pode ser benéfico como intervenção complementar para adultos com asma.

Enquanto o Feng et al. (2021) investigaram os efeitos da reabilitação pulmonar baseada em exercícios e encontraram melhoras significativas na qualidade de vida e na capacidade de exercício. No entanto, não houve uma diferença significativa no controle da asma e na quantidade de dias sem sintomas. O estudo destaca a necessidade de pesquisas futuras que avaliem a longo prazo os impactos dessa intervenção e os mecanismos fisiopatológicos envolvidos.

Jaakkola et al. (2019) demonstraram que um programa de exercício regular de 24 semanas melhorou o controle da asma, conforme avaliado pelo Asthma Control Test (ACT). Os participantes também apresentaram redução na dispneia. No entanto, o estudo não encontrou mudanças significativas na variabilidade do pico de fluxo expiratório (PEF), sugerindo que os efeitos do exercício podem ser mais subjetivos do que fisiológicos.

Lista et al. (2022) conduziram uma revisão sistemática sobre o treinamento muscular respiratório (TMR) e encontraram evidências de melhoria na força muscular inspiratória e expiratória, na função pulmonar e na capacidade de exercício. No entanto, o TMR não teve um efeito significativo na necessidade de uso de medicação de resgate, indicando que, apesar dos benefícios na performance respiratória, a efetividade clínica ainda precisa ser melhor investigada.

O estudo de Andrew et al. (2023) analisou os efeitos das terapias biológicas na hiper-reatividade das vias aéreas (HRA) e nas respostas alérgicas em pacientes com asma. Os resultados indicaram que essas terapias podem reduzir a HRA e atenuar as respostas alérgicas precoce e tardia, sugerindo um potencial para um manejo mais eficaz da asma grave. Entretanto, os efeitos dessas terapias podem variar de acordo com a gravidade da asma e o perfil biológico dos pacientes.

O estudo de Charles et al. (2022) também revisou a eficácia de terapias biológicas, incluindo benralizumabe, dupilumabe, mepolizumabe e reslizumabe, e encontrou evidências de redução na taxa de exacerbação anualizada e melhora no VEF1. No entanto, a maior parte dos dados revisados era retrospectiva, destacando a necessidade de estudos futuros mais controlados para confirmação dos efeitos observados.

5. CONCLUSÃO

Dessa forma, os achados reforçam que a asma é uma doença heterogênea, influenciada por fatores genéticos e ambientais, e caracterizada por inflamação crônica e hiper-responsividade das vias aéreas, que o tratamento padrão-ouro, conforme a literatura revisada, evidencia a terapia farmacológica, incluindo corticosteroides inalatórios e broncodilatadores de longa duração, continua sendo a base do manejo da asma. Ademais, os avanços na terapêutica biológica têm proporcionado opções mais eficazes para casos graves, contribuindo para a melhora do controle da doença e da qualidade de vida dos pacientes. A adoção de estratégias não farmacológicas, como intervenções ambientais e programas de educação em saúde, também se mostrou relevante no manejo da asma.

Portanto, este estudo contribui para a compreensão da asma brônquica ao consolidar conhecimentos atualizados sobre sua fisiopatologia e tratamento. Entretanto, é fundamental que pesquisas futuras continuem explorando novos alvos terapêuticos e intervenções personalizadas, visando um manejo mais eficaz e individualizado da doença.

REFERÊNCIAS

- ALVARADO, C. S. et al. Role of diet in asthma control: a review of the literature. **Journal of Asthma and Allergy**, v. 13, p. 175-186, 2020. DOI: <https://doi.org/10.2147/JAA.S246223>. Acesso em: 5 fev. 2025.
- BEASLEY, R. et al. Evaluation of Budesonide-Formoterol for Maintenance and Reliever Therapy Among Patients With Poorly Controlled Asthma: A Systematic Review and Meta-analysis. **JAMA Network Open**, v. 5, n. 3, p. e220615, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2022.615>. Acesso em: 5 fev. 2025.
- CHARLES, D. et al. Real-world efficacy of treatment with benralizumab, dupilumab, mepolizumab and reslizumab for severe asthma: A systematic review and meta-analysis. **Clinical & Experimental Allergy**, v. 52, n. 5, p. 616-627, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1111/cea.14121>. Acesso em: 5 fev. 2025.
- FENG, Z. et al. Effects of exercise-based pulmonary rehabilitation on adults with asthma: a systematic review and meta-analysis. **Respiratory Research**, v. 22, n. 1, p. 33, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12931-021-01632-9>. Acesso em: 5 fev. 2025.
- HANSEN, E. S. H. et al. Effect of aerobic exercise training on asthma in adults: a systematic review and meta-analysis. **European Respiratory Journal**, v. 56, n. 1, p. 2000146, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1183/13993003.00146-2020>. Acesso em: 5 fev. 2025.
- JAAKKOLA, J. J. K. et al. Regular exercise improves asthma control in adults: A randomized controlled trial. **Scientific Reports**, v. 9, n. 1, p. 12088, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-019-48498-6>. Acesso em: 5 fev. 2025.

LISTA-PAZ, A. et al. Effect of respiratory muscle training in asthma: A systematic review and meta-analysis. **Annals of Physical and Rehabilitation Medicine**, v. 66, n. 3, p. 101691, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2022.101691>. Acesso em: 5 fev. 2025.

SANTINO, T. A. et al. Breathing exercises for adults with asthma. **Cochrane Database of Systematic Reviews**, v. 3, n. 3, p. CD001277, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1002/14651858.CD001277.pub5>. Acesso em: 5 fev. 2025.

SPAHN, J. D. et al. Effect of Biologic Therapies on Airway Hyperresponsiveness and Allergic Response: A Systematic Literature Review. **Journal of Asthma and Allergy**, v. 16, p. 755-774, 2023. DOI: <https://doi.org/10.2147/JAA.S412649>. Acesso em: 4 fev. 2025.