Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação — REASE

OPEN ACCESS

doi.org/10.51891/rease.v12i11.32806

HIPÓXIA HIPOBÁRICA COMO FATOR DE DESCOMPENSAÇÃO DA INSUFICIÊNCIA CARDÍACA CRÔNICA NO TRANSPORTE AEROMÉDICO: IMPLICAÇÕES FISIOLÓGICAS, CLÍNICAS E A ATUAÇÃO DO ENFERMEIRO

HYPOBARIC HYPOXIA AS A FACTOR IN THE DECOMPENSATION OF CHRONIC HEART FAILURE DURING AEROMEDICAL TRANSPORT: PHYSIOLOGICAL AND CLINICAL IMPLICATIONS AND THE ROLE OF THE NURSE

HIPOXIA HIPOBÁRICA COMO FACTOR DE DESCOMPENSACIÓN DE LA INSUFICIENCIA CARDÍACA CRÓNICA EN EL TRANSPORTE AEROMÉDICO: IMPLICACIONES FISIOLÓGICAS, CLÍNICAS Y LA ACTUACIÓN DEL ENFERMERO

Matheus Macêdo Santos[1]
Robson Vidal de Andrade[2]

RESUMO: Este artigo buscou abordar a complexidade da insuficiência cardíaca crônica e a necessidade de transporte aeromédico para transferência de pacientes. Nesse contexto, as alterações fisiológicas do voo, decorrentes da redução da pressão barométrica e da pressão parcial de oxigênio, podem ocasionar hipóxia hipobárica. Objetivo: Analisar a influência da hipóxia hipobárica na descompensação da insuficiência cardíaca crônica durante o transporte aeromédico, considerando suas implicações fisiológicas, clínicas e a atuação do enfermeiro. Materiais e métodos: Estudo descritivo, de abordagem qualitativa, realizado por meio de pesquisa bibliográfica. Foram selecionadas publicações dos últimos 15 anos sobre hipóxia hipobárica, insuficiência cardíaca, transporte aeromédico e enfermagem aeromédica. Os dados analisados por leitura exploratória, seletiva e interpretativa, com organização em categorias temáticas.Resultados: É evidenciado que a redução da pressão parcial de oxigênio desencadeia respostas respiratórias e cardiovasculares compensatórias. Em pacientes com reserva cardiovascular reduzida, essas respostas podem elevar a demanda fisiológica e favorecer a instabilidade clínica, especialmente diante de uma condição cardíaca preexistente. Outros estressores do voo também reforçam a necessidade de planejamento adequado.Conclusão: O conhecimento da fisiologia aeroespacial, a avaliação pré-voo, a monitorização contínua e o reconhecimento precoce de alterações clínicas são fundamentais para a atuação do enfermeiro no transporte aeromédico desses pacientes.

Palavras-chave: Enfermagem Aeroespacial. Frequência Cardíaca. Hipobárico.

[1] Graduando em Enfermagem. Centro de Ensino Superior de Ilhéus (CESUPI).
[2] Mestre (mestrado profissional). Professor. Orientador. Centro de Ensino Superior de Ilhéus (CESUPI).

ABSTRACT: This article addresses the complexity of chronic heart failure and the need for aeromedical transport for patient transfers. In this context, the physiological changes associated with flight—resulting from reduced barometric pressure and a decrease in the partial pressure of oxygen—can lead to hypobaric hypoxia. Objective: To analyze the influence of hypobaric hypoxia on the decompensation of chronic heart failure during aeromedical transport, considering its physiological and clinical implications, as well as the role of the nurse. Materials and Methods: A descriptive study using a qualitative approach, conducted through a literature review. Publications from the last 15 years concerning hypobaric hypoxia, heart failure, aeromedical transport, and aeromedical nursing were selected. Data were analyzed through exploratory, selective, and interpretive reading, and organized into thematic categories. Results: It is evident that a reduction in the partial pressure of oxygen triggers compensatory respiratory and cardiovascular responses. In patients with limited cardiovascular reserve, these responses can increase physiological demand and promote clinical instability, particularly in the presence of a pre-existing cardiac condition. Other flight-related stressors further underscore the need for careful planning. Conclusion: Knowledge of aerospace physiology, pre-flight assessment, continuous monitoring, and the early recognition of clinical changes are essential for the nurse's role in the aeromedical transport of these patients.

Keywords: Aerospace Nursing. Heart Rate. Hypobaric.

RESUMEN: Este artículo aborda la complejidad de la insuficiencia cardíaca crónica y la necesidad de transporte aeromédico para el traslado de pacientes. En este contexto, las alteraciones fisiológicas propias del vuelo, derivadas de la reducción de la presión barométrica y de la presión parcial de oxígeno, pueden provocar hipoxia hipobárica. Objetivo: Analizar la influencia de la hipoxia hipobárica en la descompensación de la insuficiencia cardíaca crónica durante el transporte aeromédico, considerando sus implicaciones fisiológicas y clínicas, así como el rol del personal de enfermería. Materiales y métodos: Estudio descriptivo de enfoque cualitativo, realizado mediante una revisión bibliográfica. Se seleccionaron publicaciones de los últimos 15 años sobre hipoxia hipobárica, insuficiencia cardíaca, transporte aeromédico y enfermería aeromédica. Los datos fueron analizados mediante lectura exploratoria, selectiva e interpretativa, organizándose en categorías temáticas. Resultados: Se evidencia que la reducción de la presión parcial de oxígeno desencadena respuestas respiratorias y cardiovasculares compensatorias. En pacientes con una reserva cardiovascular reducida, estas respuestas pueden aumentar la demanda fisiológica y favorecer la inestabilidad clínica, especialmente ante una afección cardíaca preexistente. Otros factores estresantes propios del vuelo refuerzan, asimismo, la necesidad de una planificación adecuada. Conclusión: El conocimiento de la fisiología aeroespacial, la evaluación previa al vuelo, la monitorización continua y la detección temprana de alteraciones clínicas resultan fundamentales para el desempeño del personal de enfermería en el transporte aeromédico de estos pacientes.

Palabras clave: Enfermería aeroespacial. Frecuencia cardíaca. Hipobárico.

1 INTRODUÇÃO

A insuficiência cardíaca (IC) é uma síndrome clínica complexa caracterizada pela incapacidade do coração de bombear sangue em quantidade suficiente para atender às necessidades metabólicas dos tecidos, ou de fazê-lo apenas sob elevadas pressões de enchimento (Sociedade Brasileira de Cardiologia, 2018). No Brasil, representa um importante problema de saúde pública, com aproximadamente 190 mil internações anuais pelo Sistema Único de Saúde (SUS). Nesse contexto, o transporte aeromédico constitui um recurso importante para o deslocamento rápido de pacientes críticos a centros especializados, especialmente quando há necessidade de assistência de maior complexidade (Scuissiato et al., 2012).

Entretanto, o ambiente de voo expõe o paciente a condições que podem comprometer a homeostase, como ruídos, vibrações, variações térmicas e alterações da pressão atmosférica (Haberland; Guilherme; Borges, 2022). Entre esses fatores, destaca-se a redução da pressão barométrica com o aumento da altitude, que diminui a pressão parcial de oxigênio no ar inspirado e favorece o desenvolvimento da hipóxia hipobárica (Calvo; Lemos, 2025). Essa condição pode comprometer a oxigenação dos tecidos e provocar alterações fisiológicas e cognitivas, especialmente quando não identificada precocemente (Costa, 2022).

Em pacientes com insuficiência cardíaca crônica, cuja reserva funcional cardiovascular pode estar reduzida, a exposição à hipóxia hipobárica representa um desafio adicional. A diminuição da oxigenação pode desencadear respostas compensatórias, como aumento da frequência cardíaca e da ventilação pulmonar, elevando o trabalho miocárdico e a demanda de oxigênio (Lemos, 2024). Quando esses mecanismos não são suficientes para manter o equilíbrio entre oferta e consumo de oxigênio, pode ocorrer instabilidade clínica, contribuindo para a piora do quadro cardiovascular.

Diante dessas condições, a assistência de enfermagem no transporte aeromédico exige conhecimento específico de fisiologia aeroespacial e planejamento adequado. A avaliação clínica antes da decolagem, a identificação de fatores de risco, a preparação de equipamentos e medicamentos e a monitorização contínua são medidas fundamentais para prevenir e reconhecer precocemente possíveis intercorrências. Nesse processo, o enfermeiro desempenha papel essencial na assistência direta, no gerenciamento do transporte e na implementação da Sistematização da Assistência de Enfermagem (SAE), contribuindo para a manutenção da estabilidade clínica e a continuidade do cuidado durante o voo (Haberland; Guilherme; Borges, 2022).

Assim, considerando os desafios impostos pelo ambiente hipobárico a pacientes com comprometimento cardiovascular, torna-se relevante compreender como essas alterações podem contribuir para a descompensação da insuficiência cardíaca crônica durante o transporte aeromédico. Diante disso, o presente estudo busca responder à seguinte questão: como a hipóxia hipobárica influencia a descompensação da insuficiência cardíaca crônica no transporte aeromédico e qual o papel do enfermeiro nesse contexto? Tem como objetivo analisar a hipóxia hipobárica como possível fator contribuinte para a descompensação da insuficiência cardíaca crônica, abordando seus mecanismos fisiológicos, repercussões clínicas e a atuação do enfermeiro.

2 MÉTODOS

Trata-se de um estudo descritivo, de abordagem qualitativa, desenvolvido por meio de pesquisa bibliográfica, com o objetivo de analisar a hipóxia hipobárica como possível fator contribuinte para a descompensação da insuficiência cardíaca crônica no transporte aeromédico, considerando suas implicações fisiológicas, clínicas e assistenciais. A abordagem qualitativa possibilitou interpretar as informações disponíveis na literatura e compreender as relações entre as alterações fisiológicas decorrentes da altitude, o comprometimento cardiovascular e a assistência de enfermagem.

O levantamento bibliográfico foi realizado em bases e portais científicos, incluindo Google Acadêmico, Scientific Electronic Library Online (SciELO) e Medical Literature Analysis and Retrieval System Online (MEDLINE), por meio da Biblioteca Virtual em Saúde (BVS). Foram utilizados os descritores e termos de busca “hipóxia hipobárica”, “insuficiência cardíaca”, “transporte aeromédico” e “enfermagem aeromédica”, de forma isolada e combinada, considerando publicações relacionadas às áreas de fisiologia aeroespacial, cardiologia, enfermagem e transporte aeromédico.

Como critérios de inclusão, foram considerados estudos disponíveis na íntegra, publicados em português, relacionados diretamente à temática e compreendidos no recorte temporal dos últimos 15 anos. Foram excluídas publicações duplicadas, materiais sem relação direta com o objeto de estudo e documentos que não apresentassem fundamentação científica adequada.

A análise das informações ocorreu por meio de leitura exploratória, seletiva e interpretativa das publicações selecionadas, buscando identificar e relacionar os conteúdos

pertinentes aos objetivos da pesquisa. Posteriormente, os achados foram organizados em categorias temáticas: fisiologia da hipóxia hipobárica; fisiopatologia da insuficiência cardíaca crônica; repercussões clínicas da altitude no paciente cardiopata; descompensação cardíaca no transporte aeromédico; atuação do enfermeiro; e segurança do paciente e prevenção de riscos.

3 RESULTADOS

Tabela 1 – Caracterização das publicações incluídas na síntese da literatura

AUTOR/ANO	OBJETO/ENFOQUE	CONTRIBUIÇÃO TEMÁTICA
Comitê Coordenador da Diretriz de Insuficiência Cardíaca (2018)	Diagnóstico, classificação, prevenção e tratamento da insuficiência cardíaca crônica e aguda.	Fundamenta a compreensão da fisiopatologia da insuficiência cardíaca e fatores associados.
Lemos (2024/2025)	Hipóxia hipobárica se modificam em aeronavegantes submetidos a exercícios em câmara hipobárica.	Compreensão da variabilidade dos sintomas de hipóxia e no seu reconhecimento precoce.
Borges et al. (2022)	Conhecimentos de fisiologia aeroespacial pertinentes à atuação do enfermeiro no transporte aeromédico.	Fundamenta a hipóxia de voo, disbarismos, cinetose, acelerações e capacitação específica do enfermeiro
Scuissiato et al. (2012)	Enfoque em enfermeiros de bordo e seu papel na equipe multiprofissional de transporte aeromédico.	Atribuições do enfermeiro no planejamento,organização,cuidado e articulação com equipe multiprofissional.
Calvo e Lemos (2025)	Etiologia,riscos,manifestações da hipóxia e os exercícios preventivos relacionados à segurança de voo.	Riscos fisiológicos do ambiente aéreo,alterações cardiovasculares e respiratórias e relação entre redução da pressão atmosférica, diminuição da pressão parcial de oxigênio.
Brasil — Comando da Aeronáutica (2017)	Currículo mínimo do Estágio de Adaptação Fisiológica	Importância da preparação dos profissionais para reconhecer e compreender os efeitos do ambiente aeroespacial.
Costa (2022)	Sintomas individuais de hipóxia mais prevalentes e o tempo médio de aparecimento e variáveis fisiológicas	Contextualização do transporte aeromédico, particularidades do ambiente de voo e competências necessárias à assistência.
Borges et al. (capítulo 7, Transporte aeromédico)	Aspectos do transporte aeromédico e conhecimentos necessários à assistência de enfermagem.	Apoiando a discussão do papel do enfermeiro e da segurança do paciente.

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

4 DISCUSSÃO

A análise dos estudos selecionados permite compreender que a hipóxia hipobárica representa um fator fisiológico relevante para a segurança do transporte aeromédico, especialmente em pacientes com insuficiência cardíaca crônica. As publicações abordam as alterações decorrentes da exposição à baixa pressão barométrica, os mecanismos fisiopatológicos da insuficiência cardíaca e as competências necessárias à assistência de enfermagem. Embora não investiguem diretamente, de forma uniforme, a descompensação

cardíaca durante o transporte aéreo, seus achados permitem estabelecer relações entre esses fenômenos e discutir os possíveis riscos envolvidos.

A redução da pressão barométrica durante o voo diminui a pressão parcial de oxigênio inspirado, podendo comprometer a oxigenação dos tecidos e desencadear respostas compensatórias. Borges et al. (2022) e Calvo e Lemos (2025) contribuem para compreender essas alterações e os riscos fisiológicos do ambiente aéreo. Entretanto, estudos como os de Costa (2022) e Lemos (2024), direcionados principalmente às condições de exposição de aeronavegantes, precisam ser interpretados com cautela, pois seus resultados não podem ser diretamente generalizados para pacientes com insuficiência cardíaca. Ainda assim, evidenciam a importância do reconhecimento precoce da hipóxia e da avaliação das condições clínicas antes e durante o voo.

Ao relacionar esses conhecimentos à insuficiência cardíaca crônica, observa-se que a redução da reserva funcional cardiovascular pode limitar a capacidade de adaptação do organismo diante de alterações na disponibilidade de oxigênio. A Diretriz Brasileira de Insuficiência Cardíaca Crônica e Aguda (2018) demonstra a complexidade dessa síndrome e a influência de diferentes fatores na deterioração clínica. Nesse sentido, a hipóxia hipobárica pode representar um estressor adicional, aumentando as exigências fisiológicas do paciente. Contudo, sua contribuição para a descompensação depende das condições clínicas individuais, da gravidade da doença e da estabilidade antes do embarque, não sendo possível considerá-la uma causa isolada comprovada.

Nesse cenário, a atuação do enfermeiro torna-se fundamental para a segurança do transporte aeromédico. Scuissiato et al. (2012) e Haberland, Guilherme e Borges (2022) ressaltam a importância do preparo profissional e do conhecimento específico sobre as particularidades da assistência em voo. Para pacientes cardiopatas, a avaliação prévia, a identificação de sinais de instabilidade, a disponibilidade de equipamentos e medicamentos e a monitorização de parâmetros como saturação de oxigênio, frequência cardíaca, pressão arterial, perfusão e nível de consciência são medidas essenciais. Além disso, o reconhecimento de alterações clínicas, a comunicação com a equipe multiprofissional e a transferência adequada das informações favorecem a continuidade do cuidado.

De modo geral, os achados permitem relacionar os mecanismos fisiológicos da hipóxia hipobárica à vulnerabilidade cardiovascular dos pacientes com insuficiência cardíaca crônica, além de evidenciar a importância das intervenções de enfermagem na prevenção de

complicações. Entretanto, a predominância de estudos voltados à fisiologia aeroespacial e à exposição de aeronavegantes, em vez de pacientes cardiopatas submetidos ao transporte aeromédico, representa uma limitação da literatura analisada. Assim, embora seja possível estabelecer uma relação fisiopatológica plausível, ainda são necessárias pesquisas específicas para compreender a influência direta da hipóxia hipobárica nessa população. A segurança do transporte depende, portanto, de avaliação individualizada, planejamento assistencial e monitorização contínua.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise realizada permitiu compreender que a hipóxia hipobárica representa uma alteração fisiológica relevante no transporte aeromédico, especialmente para pacientes com insuficiência cardíaca crônica. A redução da pressão parcial de oxigênio pode desencadear respostas compensatórias respiratórias e cardiovasculares, aumentando as exigências fisiológicas de indivíduos com reserva cardiovascular reduzida. Entretanto, sua relação com a descompensação cardíaca deve ser compreendida como um possível fator agravante, considerando também as condições clínicas prévias e os demais estressores presentes durante o voo.

Nesse contexto, o transporte aeromédico exige avaliação individualizada e planejamento adequado, contemplando a identificação de sinais de instabilidade, a avaliação respiratória e cardiovascular e a preparação dos equipamentos e medicamentos necessários. Essas medidas contribuem para a prevenção de intercorrências e para a manutenção da estabilidade clínica durante o deslocamento.

A atuação do enfermeiro destaca-se na avaliação pré-voo, na monitorização contínua, no reconhecimento precoce de alterações clínicas e no gerenciamento da assistência. Além disso, a capacitação em fisiologia aeroespacial e o conhecimento sobre a fisiopatologia da insuficiência cardíaca são fundamentais para orientar a tomada de decisão, favorecer a comunicação multiprofissional e garantir a continuidade do cuidado.

Por fim, o estudo evidencia a importância de ampliar as pesquisas sobre as repercussões da hipóxia hipobárica em pacientes com insuficiência cardíaca crônica submetidos ao transporte aeromédico, considerando a limitação de estudos específicos sobre essa população. Dessa forma, o aprofundamento científico nessa área poderá contribuir para o desenvolvimento de estratégias

preventivas e para o fortalecimento de uma assistência de enfermagem mais segura e qualificada.

REFERÊNCIAS

BORGES, Letícia Lima *et al.* Conhecimentos essenciais de fisiologia aeroespacial necessários para atuação do enfermeiro no transporte aeromédico: revisão de literatura. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 2, e20911225713, 2022.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Portaria nº 2.312-T/DCP, de 16 de outubro de 2017: Aprova a reedição do Currículo Mínimo do Estágio de Adaptação Fisiológica (EAF). *Boletim do Comando da Aeronáutica*, Brasília, n. 182, 24 out. 2017.

CALVO, Adriano Percival Calderaro; LEMOS, Danielle Filippo de. Hipóxia hipobárica em tripulações: uma breve revisão sobre etiologia, riscos e exercícios preventivos. *Revista da UNIFA*, Rio de Janeiro, v. 38, n. 1, p. 1-28, 2025.

COSTA, Gustavo Messias. Prevalência e tempo de instalação do primeiro sintoma de hipóxia em pilotos da Força Aérea Brasileira durante voos simulados em câmara hipobárica – análise de um preditor de alerta situacional. 2022. 54 f. Dissertação (Mestrado em Desempenho Humano Operacional) – Universidade da Força Aérea, Rio de Janeiro, 2022.

DE INSUFICIÊNCIA, Comitê Coordenador da Diretriz; COLABORADORES, Cardíaca; ROHDE, Luis Eduardo Paim. Diretriz brasileira de insuficiência cardíaca crônica e aguda. Arq Bras Cardiol, v. 111, n. 3, p. 436-539, 2018.

HABERLAND, Débora Fernanda; GUILHERME, Fábio José de Almeida; BORGES, Letícia Lima. O ambiente aéreo e a importância da capacitação para a assistência de enfermagem em voo. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 3, e38011326323, 2022.

LEMOS, Danielle Filippo de. Exposição sucessiva à hipóxia em câmara hipobárica: uma revisão sistemática sobre alterações dos sintomas dos aeronavegantes. 2024. 42 f. Dissertação (Mestrado em Desempenho Humano Operacional) – Universidade da Força Aérea, Rio de Janeiro, 2024.

SCUISSIATO, Dayane Reinhardt *et al.* Compreensão de enfermeiros de bordo sobre seu papel na equipe multiprofissional de transporte aeromédico. *Revista Brasileira de Enfermagem*, v. 65, n. 4, p. 614-620, 2012.