

Conhecimentos essenciais de fisiologia aeroespacial necessários para atuação do enfermeiro no transporte aeromédico: revisão de literatura

Essential knowledge of aerospace physiology required for nurses' performance in aeromedical transportation: literature review

Conocimientos esenciales de la fisiología aeroespacial necesarios para el desempeño del enfermero en el transporte aéreo médico: revisión de la literatura

Recebido: 13/01/2022 | Revisado: 17/01/2022 | Aceito: 21/01/2022 | Publicado: 23/01/2022

Letícia Lima Borges

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2366-8092>
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Brasil
E-mail: lima.leticia.borges@gmail.com

Fábio José de Almeida Guilherme

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6484-2870>
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil
E-mail: profabioguilherme@gmail.com

Rafael Abrantes de Lima

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3843-7297>
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Brasil
E-mail: rafael.abrantes83@gmail.com

Beatriz Gerbassi Costa Aguiar

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6815-4354>
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Brasil
E-mail: beatriz.costa@unirio.br

Débora Fernanda Haberland

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5448-6278>
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil
E-mail: deborahaber@hotmail.com

Resumo

Os conhecimentos de fisiologia aeroespacial são essenciais para as equipes aeromédicas realizarem a assistência aos pacientes em voo. O Conselho Federal de Enfermagem (COFEN), entendendo a importância de regulamentar a atuação da enfermagem nesse contexto de atuação, publicou em 2017 a Resolução nº 0551 que determina quais são os conhecimentos essenciais de fisiologia aeroespacial necessários para a atuação do enfermeiro de voo. Desta forma, esse estudo desenvolveu-se com o Objetivo de realizar, por meio de levantamento bibliográfico, quais os conhecimentos de fisiologia aeroespacial são evidenciados na literatura como importantes para a atuação do enfermeiro aeroespacial. Material e Método: Estudo de revisão integrativa, de abordagem qualitativa elaborada em seis etapas: elaboração da pergunta norteadora; busca ou amostragem na literatura, coleta de dados, análise crítica dos estudos incluídos, discussão dos resultados e apresentação da revisão integrativa. Foram pesquisados artigos publicados no período de 2008 a 2021, nas bases Literatura Latino-americana e do Caribe em Ciências da Saúde - LILAC, Scientific Electronic Library Online - Scielo e Biblioteca Virtual em Saúde - BVS. Dos artigos encontrados 07 publicações apresentavam aderência ao tema em estudo. Resultados e Discussão: Foram evidenciados alguns efeitos importantes da fisiologia aeroespacial ao corpo humano e tais efeitos interferem sobre a assistência de enfermagem em voo. Sendo eles, a hipóxia de voo, o disbarismos, a alteração abrupta da temperatura e da umidade, a aerocinetose e as acelerações. Conclusão: o enfermeiro de voo, para realizar com segurança a assistência aos pacientes aerorremovidos, necessita de sólidos conhecimentos de fisiologia aeroespacial para realizar uma assistência de enfermagem eficiente, segura e baseada na cientificidade. Observou-se ainda que, apesar de haver consenso sobre a importância desse tipo de conhecimento para as tripulações aeromédicas, pouco material literário foi encontrado nas bases indexadas.

Palavras-chave: Medicina aeroespacial; Resgate aéreo; Transporte aéreo de pacientes.

Abstract

The knowledge of aerospace physiology is essential for aeromedical teams to perform the assistance of patients in flight. The Federal Council of Nursing (COFEN), understanding the importance of regulating the performance of nursing in this context, published in 2017 Resolution No. Thus, this study was developed with the objective of carrying out, through a bibliographic survey, which knowledge of aerospace physiology is evidenced in the literature as important for the performance of the aerospace nurse. Material and Method: An integrative review study, with a

qualitative approach, developed in six stages: elaboration of the guiding question; literature search or sampling, data collection, critical analysis of included studies, discussion of results and presentation of the integrative review. Articles published between 2008 and 2021 were searched in the Latin American and Caribbean Health Sciences Literature databases - LILAC, Scientific Electronic Library Online - Scielo and Virtual Health Library - VHL. Of the articles found, 07 publications showed adherence to the topic under study. Results and Discussion: Some important effects of aerospace physiology on the human body were evidenced and such effects interfere with in-flight nursing care. These are flight hypoxia, dysbarisms, abrupt changes in temperature and humidity, aerokinetosis and accelerations. Conclusion: the flight nurse, in order to safely assist air-removed patients, needs solid knowledge of aerospace physiology to perform efficient, safe and scientifically based nursing care. It was also observed that, despite the consensus on the importance of this type of knowledge for aeromedical crews, little literary material was found in the indexed databases.

Keywords: Aerospace medicine; Air rescue; Air ambulance.

Resumen

El conocimiento de la fisiología aeroespacial es esencial para que los equipos aeromédicos realicen la atención de pacientes en vuelo. El Consejo Federal de Enfermería (COFEN), comprendiendo la importancia de regular la actuación de enfermería en este contexto, publicó en 2017 la Resolución No. Así, este estudio fue desarrollado con el objetivo de realizar, a través de un levantamiento bibliográfico, qué conocimiento de la fisiología aeroespacial se evidencia en la literatura como importante para la actuación del enfermero aeroespacial. Material y Método: Estudio de revisión integradora, con abordaje cualitativo, desarrollado en seis etapas: elaboración de la pregunta orientadora; búsqueda o muestreo bibliográfico, recopilación de datos, análisis crítico de los estudios incluidos, discusión de los resultados y presentación de la revisión integradora. Se buscaron artículos publicados entre 2008 y 2021 en las bases de datos de Literatura Latinoamericana y del Caribe en Ciencias de la Salud - LILAC, Scientific Electronic Library Online - Scielo y Biblioteca Virtual en Salud - BVS. De los artículos encontrados, 07 publicaciones mostraron adherencia al tema en estudio. Resultados y Discusión: Se evidenciaron algunos efectos importantes de la fisiología aeroespacial en el cuerpo humano y tales efectos interfieren con los cuidados de enfermería en vuelo. Estos son hipoxia de vuelo, disbarismos, cambios bruscos de temperatura y humedad, aerocinetosis y aceleraciones. Conclusión: el enfermero de vuelo, para asistir con seguridad a los pacientes en remoción de aire, necesita sólidos conocimientos de fisiología aeroespacial para realizar cuidados de enfermería eficientes, seguros y con base científica. También se observó que, a pesar del consenso sobre la importancia de este tipo de conocimiento para las tripulaciones aeromédicas, se encontró poco material literario en las bases de datos indexadas.

Palabras clave: Medicina aeroespacial; Salvamento aéreo; Transporte aéreo de pacientes.

1. Introdução

A utilização de veículos aéreos para o transporte de pacientes feridos não é uma tecnologia aplicada a saúde tão recente quanto se pensa. Em 1870, durante a Guerra Franco-Prussiana, foram relatados os primeiros casos de remoção aérea, quando 160 feridos foram resgatados em balões de ar quente (Sueoka, 2021).

Durante a evolução de pacientes na especialização em resgate aéreo, a Medicina aeroespacial, que tem como objetivo manter a saúde, segurança e a performance das pessoas que trabalham no ambiente aéreo, evoluiu e desenvolveu-se atrelada a evolução tecnológica dos vetores aeronáuticos trazendo novas possibilidades da assistência médica a pacientes graves.

As atividades aeromédicas tiveram início em 1950 no Brasil, no estado do Pará, com a criação do serviço que visa buscar e salvar, mais conhecido como SAR, que tinha como principal função a localização de aeronaves desaparecidas e realizar o resgate de sobreviventes Schweitzer et al. (2017). Posteriormente, com o crescimento do serviço que realiza resgate aéreo em saúde no Brasil, foram traçados objetivos a serem alcançados, as competências de cada tripulante da equipe de resgate médico aéreo que foram definidas, centros de comunicações foram estabelecidos e protocolos de procedimentos em voo foram implementados.

Segundo Gomes (2018), é fundamental que é os tripulantes aeromédicos estejam treinados e saibam avaliar as situações que possam ocorrer em altitude. Como a medicina aeroespacial é uma área específica, requer atenção e cuidado para avaliar o paciente, além de uma boa comunicação entre a equipe para avaliação e conduta (Borges et al., 2020).

Conforme a Portaria Nº 2.048/2002 do Ministério da Saúde (MS) define “ambulância como um veículo que se destina exclusivamente ao transporte de enfermos” (Ministério da Saúde, 2002). Para o transporte de resgate médico aéreo utilizado

no Atendimento que precede a área hospitalar ou APH refere-se ao “Tipo E”, que é definido “como aeronave de asa fixa ou rotativa utilizada para transporte inter-hospitalar de pacientes e aeronave de asa rotativa para ações de resgate, dotada de equipamentos médicos homologados pelo Departamento de Aviação Civil (DAC)” (Ministério da Saúde, 2002). É considerada sempre como uma viatura de suporte avançado. A Tripulação: piloto, um médico e um enfermeiro; um resgatista pode ser associado, se necessário (Libardi, 2019).

Segundo a Portaria MS Nº 2.048/2002, para atuar na aviação o profissional de enfermagem “deve ter conhecimentos básicas e necessários de aeronáutica, terminologia aeronáutica, procedimentos normais de emergência de voo, evacuação aérea de emergência, segurança no interior e entorno da aeronave, embarque e desembarque de pacientes e noções básicas de fisiologia de voo” (Ministério da Saúde, 2002).

Com o objetivo de normatizar a atuação dos enfermeiros atuantes no Atendimento Pré-Hospitalar Móvel e Inter-Hospitalar em aeronaves de asas fixas e rotativas, o Conselho Federal de Enfermagem (COFEN) publicou a Resolução COFEN Nº 551 de 2017, definindo os conceitos básicos de fisiologia aeroespacial necessárias para o enfermeiro de voo. Nesta resolução, as disciplinas que se referem ao conhecimento de atmosfera, sobre fisiologia respiratória, englobando hipóxia, disbarismo, forças acelerativas, aerocinetose, ritmo circassiano, ruídos e vibrações e cuidados de saúde com paciente em voo foram abordadas como essenciais para os referidos profissionais. (Conselho Federal de Enfermagem, 2017a; Conselho Federal de Enfermagem 2017b).

Segundo Sousa (2019), conhecer as consequências da atmosfera que são impostas no corpo do ser humano auxilia na compreensão de determinados fenômenos físicos que permitem prestar uma assistência em saúde de alta qualidade ao paciente aerotransportado.

As dificuldades encontradas no dia a dia de trabalho vão desde a condição do paciente às alterações ambientais do voo, ou seja, as que podemos controlar e as que não estão ao nosso alcance. Assim, torna-se oportuno conhecer o trabalho dos profissionais da saúde no transporte aéreo de pacientes, além de promover uma reflexão sobre sua prática cotidiana, entender como o ambiente de trabalho exerce influência sobre os atores envolvidos, na realização de suas ações, em suas posturas e em seus comportamentos (Dias et al., 2017, pp. 2409).

As atividades profissionais desenvolvidas pelos enfermeiros estão apresentadas conforme as etapas: pré-voo, trans voo e pós-voo (Raduanez, 2020). Portanto é essencial que os profissionais de enfermagem de nível superior que realizam transporte de pacientes por meio aéreo possuam conhecimento a respeito da fisiologia aeroespacial (Borges et al., 2020).

Diante do exposto, este estudo tem como objeto a compreensão essencial da fisiologia aeroespacial necessária para assistência de enfermagem holística e eficaz. Como objetivo: realizar, por meio de levantamento bibliográfico, quais as expertises acerca da fisiologia aeroespacial que são evidenciadas na literatura como importantes para a atuação do enfermeiro aeroespacial.

2. Metodologia

Trata-se de uma revisão integrativa de literatura, estruturada em seis etapas: elaboração da pergunta norteadora; busca ou amostragem na literatura, coleta de dados, análise crítica dos estudos incluídos, discussão dos resultados e apresentação da revisão integrativa (Souza et al., 2010). De acordo com Donato et al. (2019) por resumirem resultados de estudos originais de um determinado tema, esse tipo de estudo é considerado de alta evidência.

Na primeira etapa, usou-se o acrônimo PICo, onde P= *Population/ Problem*, C= *Concept or Phenomenon of Interest* e Co= *Context* (Cardoso et al., 2019). Determinou-se como P: Cuidados de enfermagem, I: Fisiologia aeroespacial e Co: Transporte aeromédico. O problema desse estudo é: Quais são as noções básicas de fisiologia aeroespacial necessárias para a assistência ao paciente aeroremovido de enfermagem ao paciente aeroremovido? O fenômeno de interesse se concentrou nos

contextos dos conhecimentos essenciais de fisiologia aeroespacial.

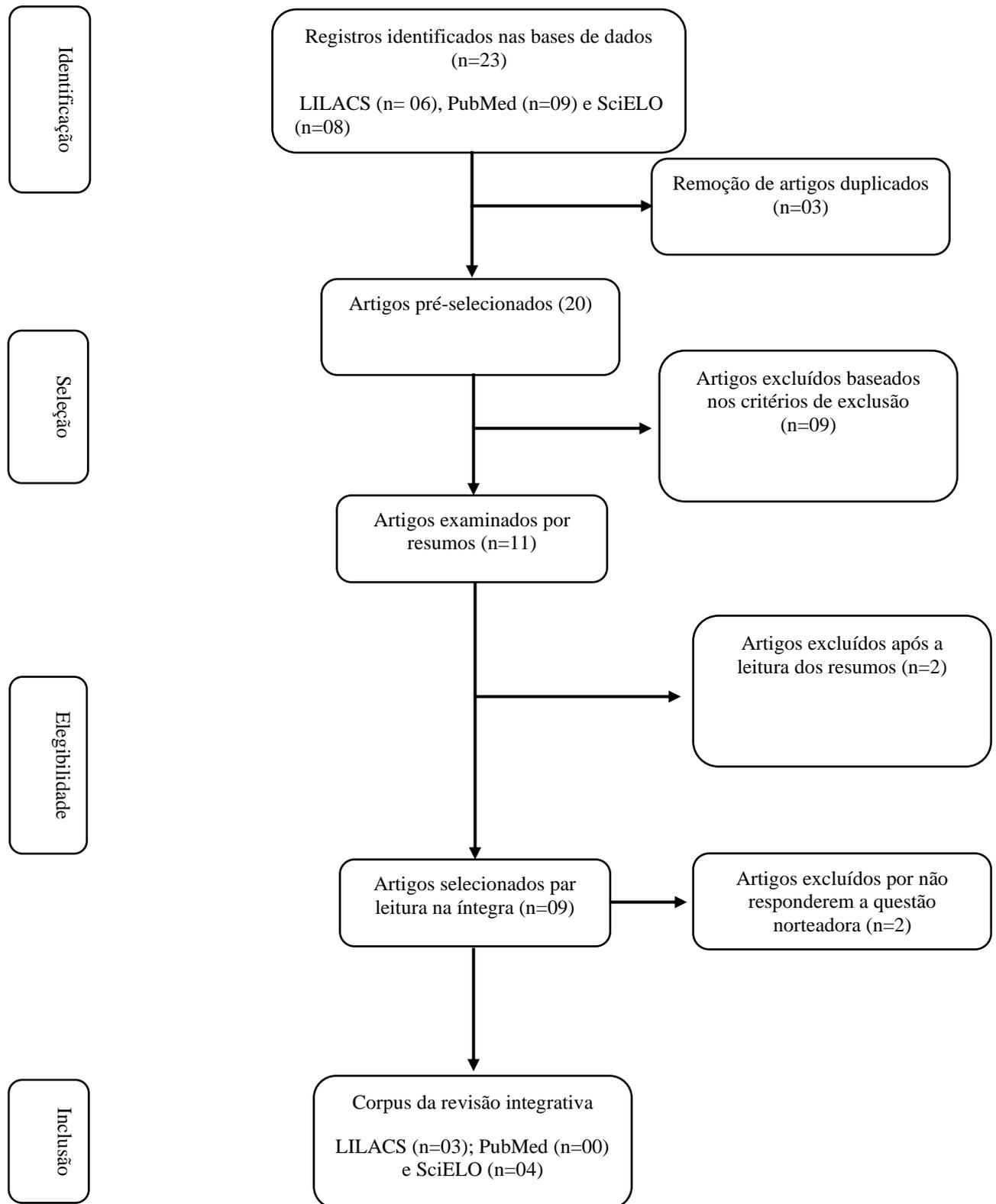
Na segunda etapa ocorreu a busca dos artigos que foram coletados de novembro a dezembro de 2021, onde utilizou-se o portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Ensino Superior (CAPES) para busca de base de dados, através da estratégia da comunidade acadêmica federada (CAFE). Foram usados os descritores de saúde (DeCS), Medicina aeroespacial, Resgate aéreo e Transporte Aéreo de Pacientes. Foram selecionadas as bases de dados, *Electronic Library Online* (SciELO), Literatura Latino Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS) e *SciVerse Scopus* (Scopus). Foi utilizado como critérios de inclusão: artigos originais publicados entre os anos de 2000 e 2021, o corte temporal foi ampliado por se tratar de uma especialização de enfermagem recente onde as publicações não são tão atuais e nos idiomas em português, espanhol ou inglês. E, como critérios de exclusão: foram excluídos artigos de reflexões, editoriais, resumos de anais, teses, dissertações, TCCs e estudos que não respondiam à pergunta de pesquisa estabelecida, inicialmente.

Cumprindo a terceira etapa da revisão integrativa, foram estabelecidos os dados a serem coletados de cada estudo: nome dos autores, ano de publicação do artigo, país de origem, metodologia de pesquisa, objetivo e conclusão. Em seguida, os estudos incluídos foram submetidos à classificação por nível de evidência (Centre for Evidence, 2009). Por fim, procedeu-se à síntese do material encontrado e à respectiva discussão. O corte temporal selecionado se deu devido à escassez de publicações recentes acerca da temática selecionada.

3. Resultados

Após leitura flutuante e posteriormente baseadas em critérios científicos dos artigos selecionados e a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, a amostra final foi composta por 7 artigos conforme representado no Fluxograma 1, que mostra os resultados das buscas nas bases de dados.

Fluxograma 1. Resultado das buscas nas bases de dados. Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2021;



Fonte: Autores (2021).

Os quadros 1 e 2 apresentam a caracterização dos artigos incluídos na revisão de acordo com os autores, o ano de publicação, o país de origem e tipo de pesquisa, objetivo e conclusão.

Quadro 1. Caracterização dos artigos incluídos no estudo de acordo com o nome dos autores, ano de publicação, o país de origem e tipo de pesquisa. Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2021.

Nº	Autores	Ano/País	Revista	Método
1	Raduenz et al.	2019/Brasil	Revista Brasileira de Enfermagem	Pesquisa exploratório-descritiva
2	Schweitzer	2017/Brasil	Revista Brasileira de Enfermagem	Pesquisa qualitativa descritiva
3	Dias et al.	2017/Brasil	Revista de Enfermagem UFPE	Pesquisa qualitativa
4	Schweitzer et al.	2011/Brasil	Revista Brasileira de Enfermagem	Pesquisa convergente assistencial
5	Passos et al.	2011/Brasil	Revista Brasileira de Enfermagem	Pesquisa qualitativa descritiva
6	Schweitzer et al.	2011/Brasil	Texto e Contexto Enfermagem	Pesquisa convergente assistencial
7	Reis et al.	2000/Brasil	Acta Paul Enf	Pesquisa qualitativa descritiva

Fonte: Autores (2021).

Quadro 2. Caracterização dos artigos incluídos segundo o objetivo e conclusão do estudo. Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2022.

	Objetivo	Conclusão
1	Caracterizar os enfermeiros que atuam no ambiente aeroespacial e identificar as atribuições mais frequentes desenvolvidas por eles durante os períodos pré-voo, voo e pós voo.	A força de trabalho dos enfermeiros que atuam no ambiente aeroespacial é majoritariamente masculina e com formação acadêmica/complementar adequada para atuação em cenários críticos de cuidado. Dentre as atribuições dos enfermeiros, destacaram-se ações organizacionais e de cuidado à vítima durante todas as etapas do voo, resultando em uma assistência integral e segura às vítimas atendidas.
2	Analisar as intervenções de emergência realizadas nas vítimas de trauma de um serviço aeromédico, considerando o tempo na cena do trauma e a gravidade das vítimas.	Os procedimentos executados pelo serviço aeromédico demonstraram a relevância desse tipo de atendimento a pacientes vítimas de trauma que necessitaram de um tempo-resposta reduzido, cuidados específicos ao ambiente aeroespacial, transporte rápido e tratamento definitivo em um menor período.
3	Compreender o cotidiano de trabalho dos profissionais da saúde no transporte aéreo de pacientes.	A realização deste estudo permitiu mostrar que os profissionais da saúde que atuam no transporte aéreo possuem diferentes interpretações a respeito do trabalho que realizam e o trabalho em equipe assume posição de destaque.
4	Apresentar um protocolo de cuidados de enfermagem na pré-remoção aeroespacial de pacientes adultos vítimas de trauma.	O método utilizado nesta investigação propiciou aos enfermeiros a oportunidade de repensar a prática do cuidado. O protocolo apresentado possibilitará aos enfermeiros sistematizar a assistência, orientando as ações necessárias para o cuidado. Além disso, poderá servir para dar visibilidade ao papel do enfermeiro de bordo no trato ao paciente traumatizado.
5	Caracterizar a produção científica acerca do transporte aéreo de pacientes, em bases de dados indexadas.	Atualmente, a remoção aérea vem crescendo consideravelmente, devido à rapidez, pois se percorrem grandes distâncias em intervalos de tempo menores, e pelas condições de trânsito, principalmente nas grandes cidades. Destaca-se a escassa regulamentação no que se refere às atribuições do enfermeiro de bordo, enfatizando a complexidade e a especificidade na remoção dos pacientes do local do acidente até o ambiente hospitalar. É evidente que esse tipo de remoção, ainda recente em nosso país, requer treinamento específico e constante atualização, visando uma assistência de enfermagem de qualidade.
6	Identificar os cuidados de enfermagem necessários para construir um protocolo de atendimento a pacientes adultos traumatizados, aerorremovidos, específico aos períodos durante e após o voo, baseado nos princípios do Prehospital Trauma Life Support.	A assistência de enfermagem prestada no ambiente aeroespacial deve ser embasada principalmente nas alterações fisiológicas decorrentes do voo, utilizando a cientificidade nos cuidados prestados, visando o aperfeiçoamento desta atividade. A utilização de protocolos de cuidados se torna um importante instrumento na tomada de decisão do enfermeiro de bordo, uma vez que prioriza e organiza as ações de enfermagem ao paciente vítima de trauma, geralmente grave, que requer avaliação constante num ambiente com muitos estressores de voo.
7	Conhecer a fisiologia de voo e seus efeitos na tripulação aeromédica e no paciente aerorremovidos, para o estabelecimento de uma assistência de enfermagem holística e eficaz.	A partir do estudo realizado, pudemos estabelecer uma assistência de enfermagem ao paciente aerorremovidos, fundamentado na fisiologia aérea e seus efeitos nos pacientes e na tripulação aeromédica. Para maior segurança durante a remoção aeromédica torna-se vital que o paciente esteja hemodinamicamente estável e que haja indicação médica baseada na patologia e na fisiologia aérea.

Fonte: Autores (2021).

O Ano de 2011 foi o que apresentou maior número de publicações com três artigos 42,8% (Schweitzer et al., 2011; Passos et al., 2011; Schweitzer et al., 2011), dos sete artigos incluídos 100% foram publicados em periódico da área de conhecimento da enfermagem, tendo como autores enfermeiros. Quanto ao país de origem, destaca-se o Brasil com todas os

artigos publicados. Revista Brasileira de Enfermagem (REBEn) foi a com maior número de artigos publicados, totalizando quatro artigos 57% (Raduenz et al., 2019; Schweitzer 2017; Schweitzer et al., 2011 e Passos et al., 2011). O corte temporal, que inicialmente seria de publicações dos últimos cinco anos, dado a escassez de material, precisou ser ampliado.

4. Discussões

Foram evidenciados na literatura conhecimentos básicos e essenciais de fisiologia aeroespacial necessários para uma assistência de enfermagem de qualidade, sendo os cinco: Hipóxia, Aerocinetose, Disbarismo, Umidade do ar e temperatura e Acelerações.

Consideramos que estes conhecimentos, associados aos preceitos de segurança em saúde são preponderantes para o planejamento da assistência de enfermagem ao paciente que será transportado por aeronave, contribuindo assim para a continuidade do tratamento e reduzindo ao máximo os possíveis danos advindos da atividade aérea.

Hipóxia

O oxigênio é o produto importante e vital para a manutenção do organismo e o fornecimento deficiente nos tecidos é denominado hipóxia (Cheever & Hinkle, 2020). Entretanto, na aviação esse sintoma é comumente causado, quando do aumento da altitude, pela diminuição da pressão atmosférica e conseqüente diminuição da pressão parcial de oxigênio (Almeida, 2019).

O percentual de oxigênio na atmosfera é constante, porém, quando o corpo humano se ascende no voo, tende a diminuir, a pressão parcial reduz a pressão diferencial entre o fluxo sanguíneo no alvéolo pulmonar e o oxigênio atmosférico, dificultando assim a troca gasosa entre eles (Temporal, 2012).

Na atmosfera, são identificados quatro níveis que impõem graus progressivos de hipóxia ao organismo com conseqüentes alterações fisiológicas, dependendo da altitude. Entre 0 e 6.000 pés, pouca ou quase nenhuma alteração fisiológica é observada, exceto no trauma, nos casos de choque e pneumotórax. Sem um mecanismo compensatório como a administração de oxigênio suplementar, a saturação de hemoglobina que é de 98% no nível do mar cai para 87% a 10.000 pés e a 60% a 22.000 pés. (Schweitzer et al., 2011).

Os sintomas de hipóxia são variáveis, podem causar alterações no estado emocional, na capacidade de realizar atividades motoras ou de raciocínio, distúrbios visuais, parestias, cianose entre outros. É uma condição perigosa na aviação por não causar sintomas comuns como a dispneia.

De acordo com os estudos de Russumano (2012) diversos fatores conflitam para o surgimento dos sinais e sintomas de condição hipóxica, sendo eles: altitude absoluta de voo, média da velocidade ascensional (razão de subida da aeronave), duração da exposição à baixa pressão atmosférica, temperatura ambiental e corporal e fatores individuais.

Aerocinetose

Aerocinetose, resulta da exposição ao movimento da aeronave que, dependendo do estímulo e da suscetibilidade dos pacientes e dos tripulantes da equipe aeromédica, poderá levar a um quadro que se inicia com desconforto abdominal, seguido de náuseas e vômitos (Gutierrez & Pereira, 2017).

Segundo Silva (2018), a aerocinetose é comumente gerada por acelerações corporais ainda desconhecidas pelo organismo, a indução da aerocinetose pode ocorrer durante a locomoção passiva de aeronaves, às quais o indivíduo não se adaptou por completo, ou por um conflito Inter sensorial entre estímulos vestibulares e visuais. A cinetose é caracterizada por diversos sintomas, como fadiga, sonolência, tontura, náuseas e, até mesmo, vômitos, nos casos mais críticos (Silva & Silva, 2018).

Disbarismo

Trata-se de uma repercussão para o corpo humano do ambiente aeronáutico também relacionada à redução da pressão atmosférica por altitude. Consiste na expansão do volume dos gases à medida que é promovido o aumento da altitude de voo da aeronave. Ressaltamos que essa referida expansão afeta também os gases que estão contidos ou presos em cavidades, corroborado pelos estudos de Rodrigues (2019), ao identificar que a expansão de gases intestinais aprisionados ocorre em uma proporção que varia de 5 a 7% do volume por 1000 pés (300 m) de subida.

Segundo Schweitzer et al. (2011), devido às alterações da pressão barométrica decorrentes da altitude, os respiradores volumétricos podem apresentar aumento do volume corrente, do tempo inspiratório e expiratório, diminuição da frequência das ventilações e alterações imprevisíveis da relação inspiração/expiração. Diante disso, é importante relacionarmos a assistência de enfermagem frente a um paciente que faz uso de ventilador mecânico, pois os parâmetros ventilatórios precisam ser frequentemente reavaliados durante o voo.

Um exemplo é o barotrauma de ouvido médio, que segundo Bezzerra, et al (2018), é uma patologia que pode ocorrer devido a uma ineficaz equalização entre as pressões externa e interna do ouvido médio e pode ser causado por condições cotidianas, as quais por vezes não atentamos antes de um voo.

Salientamos que não somente durante a decolagem e no decorrer do voo há o risco de barotrauma. Na descida também a diferença de pressão entre a orelha média e a pressão ambiental deve ser equalizada para prevenir barotrauma. Para uns, este equilíbrio pode ser facilmente conseguido por meio da deglutição, movimentos da mandíbula e bocejos. Já para outros é necessário realizar a manobra de Valsalva várias vezes na descida e mesmo assim muitos passageiros não obtêm resultado (Richardson, 2005 apud Bezzerra, et al 2018).

Nas aeronaves pressurizadas, a diferença de pressão entre o meio ambiente atmosférico é muito atenuada, o que facilita a equalização da pressão entre ambos. Dentre os cuidados de enfermagem, devem estar a orientação ao paciente sobre os disbarismos que possam ocorrer e orientação para que relate, caso ocorra durante o transporte.

Umidade do ar e temperatura

Dentre os principais fatores de estresse presentes durante o voo estão a umidade do ar e a temperatura. Conforme Reis et al., (2000), a temperatura ambiente é alterada conforme a altitude de voo. Diminui em média 2°C a cada 1.000 pés. Segundo Schweitzer et al., (2011), destaca-se a importância de prevenir a hipotermia, colocar manta térmica e cobertor.

Durante a assistência ao paciente é importante observar que as alterações súbitas de temperatura. Considerar que pode haver calor intenso quando a aeronave ainda não decolou e quanto ao frio, destaca-se em aeronaves não pressurizadas.

Em baixas temperaturas, existe grande dispersão de calor corporal, acarretando hipotermia nos pacientes cujos mecanismos de regulação estejam comprometidos, em especial nos casos de libação alcoólica, idosos, pacientes sob efeito de substâncias anestésicas, intoxicações exógenas e grandes queimados. Nas pacientes vítimas de acidente de mergulho, as roupas molhadas gravam a situação. (Schweitzer et al., 2011, pp.1063).

Acelerações

As forças acelerativas estão dentre os fatores de estresse presentes durante o voo aeroespacial (Schweitzer et al., 2011). Assim como manter fixos e bem acondicionados os materiais na aeronave (Schweitzer et al., 2020).

As acelerações que ocorrem durante o voo, são de grande relevância, principalmente no quadro dos pacientes em estado crítico (Beard, 2016). Já que as acelerações podem causar alterações no sistema cardiovascular e aumento da pressão intracraniana (PIC), dado importante para pacientes que já possuem alterações de PIC (Fratin & Mendes, 2019).

Além da reação do organismo do paciente, é importante considerar a segurança de voo. Para Raduenz et al., (2020), é de responsabilidade do enfermeiro realizar em conjunto com o médico a organização dos equipamentos, materiais e medicamentos, estabelecendo sua disposição na aeronave a fim de oferecer uma remoção segura ao paciente. Fixar o soro ou outros equipamentos próximos ao paciente e sobre a maca rígida ao levá-lo para a aeronave, evitando sua queda acidental (Schweitzer et al., 2011).

Além dos conhecimentos necessários, relacionados a fisiologia aeroespacial. A utilização de protocolos de cuidados se torna um importante instrumento na tomada de decisão do enfermeiro de bordo, uma vez que prioriza e organiza as ações de enfermagem ao paciente e requer avaliação constante num ambiente com muitos estressores de voo. (Schweitzer et al., 2011).

5. Conclusão

Os efeitos fisiológicos da altitude e da atividade aérea evidência que este conhecimento por parte da equipe de Enfermagem que compõe a tripulação, é de suma importância para que aconteça um planejamento da assistência em voo que contemple os efeitos apresentados, utilizando a cientificidade nos cuidados prestados.

Neste estudo no intuito de atuar preventivamente e na presença destes que sejam rapidamente identificados, propiciando uma intervenção rápida e de qualidade, garantido a segurança deste transporte e atividade de saúde.

Verificou-se que a produção de estudos que envolvam essa temática ocorre mais nos últimos anos e ainda há poucas produções acerca do tema. Com isso, sugerem-se que estudos voltados para a atuação do enfermeiro de bordo e suas correlações com a fisiologia aeroespacial podem contribuir com a melhoria da assistência prestada ao paciente aerorremovido.

Referências

- Almeida, M. F. (2019). *A fisiologia na atividade aérea e os possíveis danos causados aos aeronautas*. Monografia, Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça. <https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/8308/1/TCC%20-20Marcelo%20de%20Freitas%20Almeida.pdf>.
- Anacleto, R. (2016). *Instrução aeromédica*. PUC Goiás. <http://professor.pucgoias.edu.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/16442/material/Slides%20usados%20em%20sala%202016.1.pdf>
- Beard, L., Laz, P.; & Tindal, M. (2016). Efeitos fisiológicos na transferência de pacientes críticos. *Anaesthesia Tutorial of the week*, Tutotial 330, 1-8 <https://tutoriaisdeanestesia.paginas.ufsc.br/files/2016/06/330-Efeitos-fisiol%C3%B3gicos-na-transferencia-de-pacientes-criticos.pdf>.
- Bezerra, T. A. R., Viola, J. C., Rocha, A. D., Alves, P. B. L., & Santos, R. R. F. (2018) Incidência de barotrauma na formação dos cadetes aviadores na força aérea brasileira. *Coleção Pesquisa em Educação Física*, 17(01), 55-62. https://www.fontouraeditora.com.br/periodico/upload/artigo/1354_1522497211.pdf.
- Borges, L. L., Guimarães, C. C. V., Aguiar, B. G. C., & Felipe, L. A. F. (2020). Military Nursing in “Operation Return to Brazil”: aeromedical evacuation in the coronavirus pandemic. *Rev. Bras. Enferm*, 73(suppl 2), e20200297. <https://doi.org/10.1590/0034-7167-2020-0297>
- Cardoso, V., Trevisan, I., Cicolella, D. A., & Waterkemper, R. (2019). Revisão sistemática de métodos mistos: método de pesquisa para a incorporação de evidências na enfermagem. *Texto & Contexto – Enfermagem*, 28(e20170279), 1-12. <https://dx.doi.org/10.1590/1980-265X-TCE-2017-0279>
- Centre for Evidence-Based Medicine. (2009). Oxford Centre for Evidence-Based Medicine: levels of evidence (march 2009). *CEBM*. <https://www.cebm.ox.ac.uk/resources/levels-of-evidence/oxford-centre-for-evidence-based-medicine-levels-of-evidence-march-2009>
- Cheever, K. H.; & HinkIE, J. L. (2020). Brunner & Suddarth *Tratado de enfermagem médico-cirúrgica*. 14 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.
- Conselho Federal de Enfermagem (COFEN). (2017a). *COFEN normatiza atuação do enfermeiro aeroespacial*. http://mt.corens.portalcofen.gov.br/cofen-normatiza-atuacao-do-enfermeiro-aeroespacial_3955.html.
- Conselho Federal de Enfermagem (COFEN). (2017b). *Resolução N° 551, de 26 de maio de 2017*. Normaliza a atuação do Enfermeiro no atendimento Pré-Hospitalar Móvel e Inter-Hospitalar em Veículo Móvel Aéreo. <http://www.cofen.gov.br/wp-content/uploads/2017/06/Resolu%C3%A7%C3%A3o-551-2017.pdf>.
- Dias, C. P., Ferreira, F. L., & Carvalho, V. P. (2017). A importância do trabalho em equipe no transporte aéreo de pacientes. *Rev enferm UFPE on line*, 11(6), 2408-2414. <https://doi.org/10.5205/1981-8963-v11i6a23404p2408-2414-2017>.
- Fratin, G., & Mendes, N. A. (2019). Aspectos gerais do transporte aéreo de pacientes em helicóptero no que se refere a alterações cardiovasculares. *Anais do Segundo Congresso Aeromédico Brasileiro*. Resgate Aeromédico. <https://www.resgateaeromedico.com.br/wp-content/uploads/2019/01/TRANSPORTE-AEREO-DE-PACIENTES-EM-HELICOPTERO-NO-QUE-SE-REFERE-A-ALTERA%C3%87%C3%95ES-CARDIOVASCULARES.pdf>.

- Gomes, E. D. (2018). *Necessidade de atualização do treinamento fisiológico na Força Aérea Brasileira*. Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais da Aeronáutica (EAOR). Rio de Janeiro: FAB.
- Gutierrez, P. M., & Pereira, E. A. (2017) Revisión bibliográfica y propuesta de guía de manejo para la prevención y rehabilitación de pilotos con predisposición a la aparición de cinetos. *Hosp Aeronaut Cent*, 12(2), 114-124. https://docs.wixstatic.com/ugd/1f503c_084b3c51e4fe4a2b9e1d24dfa6963cfd.pdf.
- Libardi, M. B. O. (2019). *Transporte do Paciente Crítico e Resgate Aeromédico* [Pós-Graduação Lato Sensu em Enfermagem Aeroespacial, Universidade Unyleya, Brasília].
- Ministério da Saúde (Brasil). (2002). *Portaria Nº 2.048 de 05 de novembro de 2002*. Aprova, na forma do Anexo desta Portaria, o Regulamento Técnico dos Sistemas Estaduais de Urgência e Emergência. https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2002/prt2048_05_11_2002.html
- Moraes Filho, A. V. (2018). *Sociedade, saúde e meio ambiente*. Aparecida de Goiania: Faculdade Alfredo Nasser. <http://www.faculdadealfredonasser.edu.br/files/docBiblioteca/ebooks/%C2%B0%C2%B0513529334.pdf>
- Moraes, R. A. (2018) A importância do sensor Tubo Pitot nas aeronaves: Um estudo de caso do voo AF 447 da Air France. *Revista Conexão Sipaer*, 9(2), 73-81. <http://conexaosipaer.com.br/index.php/sipaer/article/view/507/420>
- Reis, M. C. F., Vasconcellos, D. R. L., Saiki, J., & Gentil, R. C. (2000). Os efeitos da fisiologia aérea nas assistências ao paciente aerorremovido e na tripulação aeromédica. *Acta Paul Enf*, 13(2), 16-25. <https://acta-ape.org/article/os-efeitos-da-fisiologia-aerea-na-assistencia-de-enfermagem-ao-paciente-aerorremovido-e-na-tripulacao-aeromedica/>
- Rodríguez, N. A. (2019). Aspectos Básicos do Transporte Aeromédico. *Revista Profissional da Força Aérea dos EUA*, 1(1), 109-119. https://www.airuniversity.af.edu/Portals/10/JOTA/journals/Volume%201%20Issue%201/07-Arrocha_port.pdf?ver=2019-05-02-121712-533
- Russumano, T., & Castro, J. C. (2012). *Fisiologia Aeroespacial: Conhecimentos essenciais para voar com segurança*. Editora: EDPUCRS.
- Schweitzer, G., Nascimento, E. R. P., Nascimento, K. C., Moreira, A. R., & Bertoncello, K. C. G. (2011). Protocolo de cuidados de enfermagem no ambiente aeroespacial à pacientes traumatizados: cuidados durante e após o voo. *Texto Contexto Enferm*, 20(3), 478-485. <https://doi.org/10.1590/S0104-07072011000300008>
- Schweitzer, G., Nascimento, E. R. P., Nascimento, K. C., Moreira, A. R., Amante, L. N., & Malfussi, L. B. H. (2017). Intervenções de emergência realizadas nas vítimas de trauma de um serviço aeromédico. *REBEn*, 70(1), 54-60. <https://doi.org/10.1590/0034-7167-2016-0311>
- Silva, J. P. S., & Silva, T. A. (2018). A Aerocinetose e seus efeitos na instrução de pilotos privados. *Revista Conexão Sipaer*, 9(2), 82-94. <http://104.236.28.163/index.php/sipaer/article/viewFile/508/421>
- Sousa, V. V. (2019). *Fisiologia e Fisiopatologia de Voo*. Pós-Graduação Lato Sensu em Enfermagem Aeroespacial, Universidade Unyleya, Brasília.
- Sueoka, J. S. et al. *Transporte e Resgate Aeromédico*. Guanabara Koogan, 2021. 9
- Temporal, W. F. (2005). Apresentação. In W. F. Temporal (org). *Medicina Aeroespacial*. 13-14. Editora Luzes.