



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

ANÁLISE DA VIABILIDADE DE RESSUSCITAÇÃO CARDIORRESPIRATÓRIA DURANTE VOO NAS AERONAVES DO BATALHÃO POLICIAL MILITAR DE OPERAÇÕES AÉREAS DO PARANÁ

ANALYSIS OF PERFORMING CARDIOPULMONARY RESUSCITATION DURING FLIGHT IN THE AIRCRAFT OF THE MILITARY POLICE AERIAL OPERATIONS BATTALION OF PARANÁ

ANÁLISIS DE LA VIABILIDAD DE LA REANIMACIÓN CARDIOPULMONAR DURANTE EL VUELO EN LAS AERONAVES DEL BATALLÓN POLICIAL MILITAR DE OPERACIONES AÉREAS DE PARANÁ

Marcus Vinicius Stuqui Mastine¹

e473488

<https://doi.org/10.47820/recima21.v4i7.3488>

PUBLICADO: 07/2023

RESUMO

Este artigo tem o objetivo discutir a viabilidade e as opções de técnicas de ressuscitação cardiopulmonar (RCP) adequadas para serem utilizadas em voo nas aeronaves de asas rotativas do Batalhão Policial Militar de Operações Aéreas do Paraná (BPMOA). A rapidez no atendimento pré-hospitalar influencia significativamente a sobrevivência de uma vítima. É importante que as equipes médicas estejam preparadas para realizar intervenções de emergência em qualquer ambiente, inclusive em aeronaves. A pesquisa realizada para embasar o artigo abrangeu a busca de artigos científicos nos meios especializados. O BPMOA utiliza três helicópteros do modelo EC 130 B4 para o serviço aeromédico. A realização de RCP em um helicóptero apresenta algumas dificuldades, como a limitação de espaço, a instabilidade do ambiente e a interferência de ruídos e vibrações. Estudos demonstraram os resultados eficazes das compressões torácicas em helicópteros, utilizando manequins, demonstraram que a qualidade das compressões torácicas pode ser afetada por fatores como a posição do paciente, a altura do socorrista e a frequência das compressões. Ao descrever o uso da mCPR durante o transporte por helicóptero, os dispositivos mecânicos de compressão torácica podem fornecer RCP de alta qualidade com segurança e durante longos períodos de transporte. A implementação rápida da desfibrilação, incluindo o uso imediato de desfibriladores externos automáticos (DEAs) por profissionais de emergência e indivíduos com treinamento adequado, resultou em um aumento significativo nas taxas de sobrevivência em casos de parada cardíaca fora do ambiente hospitalar.

PALAVRAS-CHAVE: Ressuscitação cardiopulmonar. Helicóptero. Compressão torácica. Desfibrilador.

ABSTRACT

This article aims to discuss the feasibility and options for appropriate cardiopulmonary resuscitation (CPR) techniques to be used during flight in the rotary-wing aircraft of the Military Police Aerial Operations Battalion of Paraná (BPMOA). The promptness of pre-hospital care significantly influences the survival of a victim. It is important for medical teams to be prepared to perform emergency interventions in any environment, including aircraft. The research conducted to support this article involved searching for scientific articles in specialized sources. The BPMOA utilizes three EC 130 B4 helicopters for aeromedical service. Performing CPR in a helicopter presents some challenges, such as limited space, environmental instability, and interference from noise and vibrations. Studies using mannequins have demonstrated the effective outcomes of chest compressions in helicopters, indicating that the quality of chest compressions can be affected by factors such as patient positioning, rescuer height, and compression rate. When describing the use of mechanical CPR (mCPR) during helicopter transport, mechanical chest compression devices can provide high-quality CPR safely and for extended transport durations. The rapid implementation of defibrillation, including the immediate use of automated

¹ Polícia Militar do Paraná - PMPR.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ANÁLISE DA VIABILIDADE DE RESSUSCITAÇÃO CARDIORRESPIRATÓRIA DURANTE VOO NAS AERONAVES DO BATALHÃO POLICIAL MILITAR DE OPERAÇÕES AÉREAS DO PARANÁ
Marcus Vinicius Stuuqui Mastine

external defibrillators (AEDs) by emergency professionals and individuals with adequate training, has resulted in a significant increase in survival rates in cases of out-of-hospital cardiac arrest.

KEYWORDS: *Cardiopulmonary resuscitation. Helicopter. Chest compression. Defibrillator.*

RESUMEN

Este artículo tiene como objetivo discutir la viabilidad y las opciones de técnicas adecuadas de reanimación cardiopulmonar (RCP) para ser utilizadas en vuelo en las aeronaves de alas rotatorias del Batallón Policial Militar de Operaciones Aéreas de Paraná (BPMOA). La rapidez en la atención prehospitalaria influye significativamente en la supervivencia de una víctima. Es importante que los equipos médicos estén preparados para realizar intervenciones de emergencia en cualquier entorno, incluyendo las aeronaves. La investigación realizada para respaldar el artículo abarcó la búsqueda de artículos científicos en medios especializados. El BPMOA utiliza tres helicópteros del modelo EC 130 B4 para el servicio aeromédico. La realización de RCP en un helicóptero presenta algunas dificultades, como la limitación de espacio, la inestabilidad del entorno y la interferencia de ruidos y vibraciones. Estudios han demostrado los resultados efectivos de las compresiones torácicas en helicópteros, utilizando maniqués, demostrando que la calidad de las compresiones torácicas puede verse afectada por factores como la posición del paciente, la altura del socorrista y la frecuencia de las compresiones. Al describir el uso de la mCPR durante el transporte en helicóptero, los dispositivos mecánicos de compresión torácica pueden proporcionar RCP de alta calidad de manera segura y durante períodos prolongados de transporte. La implementación rápida de la desfibrilación, incluido el uso inmediato de desfibriladores externos automáticos (DEA) por parte de profesionales de emergencias y personas con capacitación adecuada, ha resultado en un aumento significativo en las tasas de supervivencia en casos de paro cardíaco fuera del entorno hospitalario.

PALABRAS CLAVE: *Reanimación cardiopulmonar. Helicóptero. Compresión torácica. Desfibrilador.*

1. INTRODUÇÃO

Com a constante evolução das tecnologias, medicamentos e protocolos, os serviços de atendimento à saúde estão continuamente sendo questionados quanto a busca da melhor eficácia em relação aos custos, especialmente entre as intervenções mais onerosas (SCHWARTZ *et al.*, 1989).

É amplamente consolidado na literatura que a sobrevivência de uma pessoa vítima de trauma está profundamente relacionada à rapidez com que ela recebe o tratamento adequado (BLACKWELL *et al.*, 2002). Quanto mais breve um paciente com lesões graves chegar à assistência hospitalar, maiores serão as chances de sobrevivência. Ainda, realizar o controle efetivo do sangramento precocemente, reduzindo as chances de complicações, como o choque hipovolêmico relacionado ao trauma, influenciam diretamente a chance de sobrevivência. Portanto, a fase pré-hospitalar é crucial, visto que o tempo de atendimento da vítima é influenciado por fatores como hora do dia, tráfego, distribuição de ambulâncias e destino do paciente. Com o objetivo de proporcionar um tratamento eficaz no menor tempo possível, o resgate aéreo por helicóptero pode ser uma opção para acessar rapidamente a vítima, iniciar o tratamento primário e transportá-la com urgência para um centro médico adequado.

Os programas de atendimento aeromédico de asas rotativas já se mostraram capazes de reduzir o tempo de atendimento às vítimas e paciente, tanto nas estradas, áreas urbanas e rurais, seja para o encaminhamento a uma unidade especializada ou para alocar os profissionais de saúde na ocorrência (GABRAM *et al.*, 1990).



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ANÁLISE DA VIABILIDADE DE RESSUSCITAÇÃO CARDIORRESPIRATÓRIA DURANTE VOO NAS AERONAVES
DO BATALHÃO POLICIAL MILITAR DE OPERAÇÕES AÉREAS DO PARANÁ
Marcus Vinicius Stuqui Mastine

Ainda que a aviação de asas rotativas tenha se popularizado, em especial no atendimento pré-hospitalar, existe um pensamento incorreto de que todo modelo de aeronave pode ser usado, uma vez que se imagina todo helicóptero como uma possível “ambulância aérea”. Na realidade, certos modelos de aeronave não são possíveis de serem empregados no serviço aeromédico de emergência, todavia, também não existe uma aeronave ideal para todos os cenários de ocorrências possíveis (BLUMEN *et al.*, 1995).

O uso de helicópteros como meio de transporte não é inerentemente terapêutico, mas sim uma ferramenta que pode ser útil no transporte de pacientes para tratamento definitivo ou cuidados mais avançados. Em comparação com ambulâncias, os helicópteros geralmente são duas a três vezes mais rápidos, mas o tempo total de transporte pode incluir o tempo de acionamento, tempo de voo, tempo na cena, tempo de retorno e tempo de transporte secundário (SMITH J; SMITH B, 1993). Em alguns casos, os helicópteros são chamados para responder a uma equipe de ambulância já presente no local, o que pode diminuir a velocidade total do transporte.

O valor do uso do helicóptero está em fornecer uma equipe clínica especializada que pode implementar medidas avançadas no local e/ou durante o transporte de um número limitado de pacientes. Em algumas situações, o transporte por helicóptero pode ser a única opção disponível devido à dificuldade de acesso (KIVIOJA; SILFAST, 1997). No entanto, na maioria dos casos, espera-se que o helicóptero também transporte o paciente. Em alguns sistemas foi relatado o uso bem-sucedido de helicópteros menores para entregar equipes de cuidados avançados e equipamentos no local, seguido por transporte por estrada.

É importante lembrar que, em geral, pacientes com trauma contuso grave demonstraram ser mais beneficiados pelo transporte de helicóptero. Esse é o mesmo grupo que se beneficiaria com a equipe hospitalar capaz de implementar medidas avançadas de suporte à vida no trauma (*Advanced Trauma Life Support - ATLS*), em situações de tempo pré-hospitalar prolongado (BAXT; MOODY, 1983; BAXT; MOODY, 1987; GARNER *et al.*, 1999; MOYLAN *et al.*, 1988; SCHMIDT *et al.*, 1992). Portanto, se a tarefa de transporte de pacientes por helicóptero for apropriada e necessária, é seguro assumir que as medidas ATLS serão necessárias na cabine da aeronave, por conseguinte, é essencial que a aeronave utilizada possua características que permitam a implementação do ATLS. Um paciente estável o suficiente para ser transportado em uma aeronave que não atenda a esses padrões provavelmente não precisa de transporte por helicóptero. Embora, haja vantagens logísticas no transporte de pacientes estáveis por helicóptero, as aeronaves que não atendem a esses padrões devem ser reservadas apenas para tarefas específicas, pois problemas podem surgir se forem usadas para pacientes feridos.

No caso de trauma, a diferenciação arbitrária entre o transporte da cena do acidente e o transporte inter-hospitalar pode ser confusa. Por exemplo, um paciente gravemente ferido pode ser levado para um pequeno hospital local enquanto espera a chegada do helicóptero. A abordagem clínica para esse paciente é essencialmente a mesma, independentemente de o helicóptero pousar no local



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ANÁLISE DA VIABILIDADE DE RESSUSCITAÇÃO CARDIORRESPIRATÓRIA DURANTE VOO NAS AERONAVES
DO BATALHÃO POLICIAL MILITAR DE OPERAÇÕES AÉREAS DO PARANÁ
Marcus Vinicius Stuqui Mastine

ou em um hospital com capacidades mínimas. O serviço deve estar preparado, com pessoal e equipamentos adequados, para responder ao paciente em qualquer local ou complexidade das circunstâncias.

Os requisitos para escolha de um helicóptero também dependem do tipo de missão que ele será utilizado. Em alguns casos o resgate aéreo será por meio de guindaste ou por ancoragem de cordas, portanto, é necessário que a aeronave seja capaz de suportar o peso de uma maca de resgate. Em outras situações, será necessário o transporte de uma série de equipamentos que permitiram o atendimento e suporte a vida do paciente, isso exige que a aeronave tenha maior capacidade de carga, melhor desempenho e características especiais, como portas deslizantes, em especial, os helicópteros frequentemente usados para transportar pacientes críticos e médicos entre hospitais. Se o helicóptero for utilizado para transportes especializados, como neonatais, ele precisará de um espaço mínimo, o que pode exigir uma aeronave maior.

Uma característica única do transporte crítico em aeronaves de asas rotativas é que grande parte do cuidado ao paciente pode ocorrer fora da aeronave. O paciente é avaliado inicialmente remotamente e então transportado para o helicóptero, às vezes com a necessidade de uma etapa intermediária de transporte terrestre. O paciente sempre precisa ser transportado para a unidade receptora, novamente, às vezes com uma etapa intermediária de transporte terrestre. Não está claro como as equipes de transporte crítico em aeronaves de asas rotativas se preparam para a possibilidade de morte do paciente durante diferentes fases do atendimento.

Pacientes transportados por aeronaves de asas rotativas são um grupo com alta gravidade. Uma forma simples de se avaliar é comparando a taxa de intubação endotraqueal nos pacientes transportados por aeronaves de asas rotativas, em relação a população geral atendida nos serviços de emergência, a qual é estatisticamente muito mais frequente (SAKLES *et al.*, 1998. FRAKES *et al.*, 2004). Tais pacientes graves podem sofrer instabilidade a qualquer momento durante o transporte, este já intrinsecamente associado a riscos. Estudos sobre o transporte intra-hospitalar mostram que cerca de dois terços dos pacientes apresentam mudanças fisiológicas durante o transporte, e até 6,3% deles desenvolvem complicações relacionadas especificamente ao transporte (INDEK *et al.*, 1988; WAYDHAS *et al.*, 1994). O emprego de equipes de transporte, especialmente treinadas, com equipamentos adequados pode reduzir a ocorrência de eventos não planejados (EDGE *et al.*, 1994; FRAKES, 2002).

Dentro do transporte aeromédico, a parada cardíaca é uma condição constantemente encontrada pelas equipes de atendimento, seja no local da ocorrência ou no transporte para o hospital. A *American Heart Association* desenvolveu a "Cadeia de Sobrevivência", que consiste em uma sequência de intervenções destinadas a melhorar as chances de sobrevivência após a parada cardíaca (AHA, 2020). De acordo com estudos anteriores, a taxa de parada cardiorrespiratória, em iminência a um transporte aeromédico, foi estimada em cerca de 3,4-5,0% (HERRON *et al.*, 1995; FRAKES *et al.*, 2006).



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ANÁLISE DA VIABILIDADE DE RESSUSCITAÇÃO CARDIORRESPIRATÓRIA DURANTE VOO NAS AERONAVES DO BATALHÃO POLICIAL MILITAR DE OPERAÇÕES AÉREAS DO PARANÁ
Marcus Vinicius Stuqui Mastine

Os pacientes estão sujeitos a sofrer parada cardiorrespiratória em todas as etapas do transporte nas aeronaves de asas rotativas. Muitos serviços de emergência transportam o desfibrilador ao lado do paciente durante os voos do local do trauma, transporte entre hospitais ou de um pronto-socorro para um centro regional (FRAKES; NEHER, 2007). No entanto, devido aos altos níveis de ruído ambiente, limitações de espaço e movimento da aeronave, a eficácia de certas intervenções de suporte avançado de vida em cardiologia pode ser reduzida nos helicópteros em movimento (THOMAS *et al.*, 1994; HUNT *et al.*, 1991).

A discussão na assistência pré-hospitalar de emergência ainda continua em relação à escolha certa entre permanecer no local ou transportar rapidamente o paciente (HAVEL *et al.*, 2010). Um tema relevante nessa controvérsia é se é possível realizar a ressuscitação cardiopulmonar (RCP) em veículos médicos em movimento (ambulâncias e helicópteros) com qualidade suficiente. Em casos de afogamento, é fundamental uma RCP imediata e contínua, destacando não apenas as compressões torácicas (CT), mas também as ventilações, para alcançar o melhor resultado neurológico possível (TOPJIAN *et al.*, 2012; MARTINEZ; HOOPER, 2014).

Levando em conta os benefícios possíveis do transporte aéreo, a maioria dos países estabeleceu serviços de helicóptero para emergências (WIGMAN *et al.*, 2011). A utilização de helicópteros reduz o tempo de chegada ao hospital e agiliza o fornecimento de cuidados críticos como a RCP. Apesar disso, a limitação de espaço, movimentos e vibrações podem afetar a qualidade da RCP e oferecer riscos para os socorristas (HAVEL *et al.*, 2010; OLASVEENGEN *et al.*, 2008; PUTZER *et al.*, 2013).

O Batalhão Policial Militar de Operações Aéreas (BPMOA) do Paraná é a unidade especializada da Polícia Militar do estado que desempenha um papel fundamental nas operações de segurança pública e no apoio aéreo a diversas atividades. Ele foi criado pelo Decreto estadual nº 9.411, de 20 de novembro de 2013, como uma resposta à necessidade de fortalecer e aprimorar as operações de segurança no estado do Paraná, Brasil. A unidade foi concebida com o propósito de desenvolver ações aéreas e apoiar as operações terrestres da Polícia Militar, ampliando sua capacidade de resposta em situações de emergência, combate ao crime e em ações de resgate.

O BPMOA desempenha um papel crucial na segurança pública do Paraná, realizando operações de patrulhamento aéreo, vigilância, reconhecimento e apoio em ações de combate ao crime. Sua capacidade de sobrevoar áreas extensas rapidamente permite uma resposta ágil a ocorrências, além de proporcionar uma visão privilegiada das regiões monitoradas. O batalhão também é responsável por operações de resgate e salvamento em áreas de difícil acesso ou em situações emergenciais. Suas aeronaves e equipes estão preparadas para atuar em missões de busca e resgate de vítimas de acidentes, desastres naturais e atividades de montanhismo, proporcionando suporte e assistência médica pré-hospitalar.

O Serviço Aeromédico do Paraná é uma iniciativa que visa fornecer atendimento médico especializado e transporte aéreo de pacientes em situações de emergência, com recursos médicos



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ANÁLISE DA VIABILIDADE DE RESSUSCITAÇÃO CARDIORRESPIRATÓRIA DURANTE VOO NAS AERONAVES
DO BATALHÃO POLICIAL MILITAR DE OPERAÇÕES AÉREAS DO PARANÁ
Marcus Vinicius Stuuqui Mastine

escassos ou em áreas de difícil acesso. Sua parceria com Batalhão Policial Militar de Operações Aéreas foi estabelecida por convenio firmado entre a Secretaria de Estado da Segurança Pública e a Secretaria de Estado da Saúde, em 10 de março de 2017. A parceria teve como objetivo principal aprimorar a resposta em casos de emergência médica e permitir o acesso rápido e eficiente a áreas remotas ou de difícil acesso no estado do Paraná.

As operações aeromédicas do BPMOA desempenham um papel crucial no atendimento pré-hospitalar, levando médicos, enfermeiros e equipe de resgate diretamente ao local de ocorrência. A equipe médica especializada pode prestar cuidados avançados no local do acidente ou emergência médica, proporcionando tratamento imediato e estabilização dos pacientes antes do transporte para um centro médico adequado. Além do atendimento pré-hospitalar, também realiza o transporte inter-hospitalar de pacientes que necessitam de transferência para unidades de saúde com recursos médicos mais avançados. Essas transferências podem ser necessárias para casos de trauma, queimaduras graves, emergências cardíacas, vasculares ou outras condições médicas que exijam atenção especializada não disponível no local de origem.

Outra atuação relevante é o resgate de vítimas em áreas de difícil acesso, como regiões montanhosas, florestas ou locais isolados. Suas aeronaves podem pousar ou realizar o resgate por meio de guinchos, permitindo o acesso rápido a locais remotos e a evacuação segura de vítimas em situações críticas. O Batalhão Policial Militar de Operações Aéreas utiliza helicópteros especialmente equipados para missões aeromédicas. Essas aeronaves são configuradas com equipamentos médicos avançados, como desfibriladores, ventiladores pulmonares, monitores cardíacos, além de espaço para a equipe médica e para o transporte do paciente.

O objetivo principal deste artigo foi discorrer sobre a viabilidade e as opções de técnicas de ressuscitação cardiorrespiratória (RCP) adequadas para serem utilizadas em voo nas aeronaves de asas rotativas do Batalhão Policial Militar de Operações Aéreas do Paraná. Por meio da verificação e avaliação das opções de RCP adequadas para serem utilizadas nos helicópteros, levando em consideração os critérios de segurança, confiabilidade e eficiência.

2. MÉTODO

O levantamento de referências bibliográficas de literatura científica é uma etapa essencial em qualquer pesquisa acadêmica ou científica. Essa metodologia consiste em identificar, selecionar e analisar fontes relevantes e confiáveis de informação relacionadas ao tema de estudo. O primeiro passo no levantamento bibliográfico é identificar as palavras-chave relevantes para o tema de pesquisa. Essas palavras-chave serão usadas ao buscar fontes de literatura científica em bases de dados e catálogos de bibliotecas.

Os artigos científicos são fontes de informação primárias e contêm resultados originais de pesquisas. Eles são publicados em revistas científicas revisadas por pares e são considerados fontes



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ANÁLISE DA VIABILIDADE DE RESSUSCITAÇÃO CARDIORRESPIRATÓRIA DURANTE VOO NAS AERONAVES
DO BATALHÃO POLICIAL MILITAR DE OPERAÇÕES AÉREAS DO PARANÁ
Marcus Vinicius Stuqui Mastine

confiáveis e atualizadas. Os artigos científicos podem abordar diferentes tipos de pesquisa, como experimentos, estudos de caso, revisões sistemáticas, entre outros.

Existem várias bases de dados especializadas que abrangem uma ampla gama de disciplinas acadêmicas, nas quais é possível encontrar artigos científicos e outras publicações. Exemplos de bases de dados populares incluem o *PubMed* (biomedicina), *Scopus* e *Web of Science* (multidisciplinares), *IEEE Xplore* (engenharia e ciências da computação) e *Google Scholar* (ampla cobertura multidisciplinar).

Para a confecção deste artigo, foram utilizadas fontes de literatura científica das principais referências e bases de dados disponíveis. O levantamento bibliográfico abrangeu a busca de artigos científicos em revistas especializadas, livros acadêmicos relevantes, teses e dissertações de instituições renomadas, bem como a análise de conferências e congressos científicos. A seleção criteriosa dessas fontes proporcionou embasamento teórico consistente, garantindo a precisão e a confiabilidade das informações apresentadas neste trabalho.

3. DISCUSSÃO

3.1. AS Aeronaves

O Batalhão Policial Militar de Operações Aéreas, atualmente, possui em sua frota 12 aeronaves, das quais 9 são de asas rotativas. A unidade é responsável pelo policiamento aéreo ostensivo, resgate e remoções aeromédicas, ações de defesa civil, operações policiais militares e bombeiros militares, além de fornecer apoio a órgãos federais, estaduais e municipais em todo o estado. Dentre as aeronaves de asas rotativas, para as missões aeromédicas, o BPMOA utiliza três helicópteros do modelo EC 130 B4.

O EC 130 B4 é um helicóptero leve de monoturbina, extremamente silencioso, espaçoso e eficiente, uma vez que oferece versatilidade, confiança, segurança, facilidade de operação e manutenção. Na configuração padrão, a aeronave acomoda o piloto e seis passageiros, podendo transportar até sete passageiros. Para transporte de cargas, o EC 130 B4 pode levar o piloto e 3,7 metros cúbicos de carga útil, ou 1.160 kg no gancho (EUROCOPTER, 2007). Essas características fazem do EC 130 B4 o helicóptero ideal para operações de turismo, resgate aeromédico, táxi aéreo e outros serviços em áreas metropolitanas. Em missões de transporte aeromédico, o EC 130 B4 é capaz de acomodar até dois pacientes em macas e dois médicos ou atendentes (EUROCOPTER, 2007).

Com grandes inovações tecnológicas, o EC 130 B4 se destaca pela substituição do rotor traseiro tradicional pelo fenestron, reduzindo consideravelmente o nível de ruído da aeronave. A aeronave está equipada com aviônicos modernos, com destaque para o sistema VEMD, um indicador multifuncional dos parâmetros da aeronave, um motor composto por dois módulos de computadores e um sistema hidráulico duplo. Um único ponteiro indica a configuração de motor/potência, facilitando assim o controle do piloto, que só precisa olhar para um único mostrador (EUROCOPTER, 2007). Em caso de falha do sistema de controle do motor, o piloto tem a garantia de concluir sua missão com



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ANÁLISE DA VIABILIDADE DE RESSUSCITAÇÃO CARDIORRESPIRATÓRIA DURANTE VOO NAS AERONAVES
DO BATALHÃO POLICIAL MILITAR DE OPERAÇÕES AÉREAS DO PARANÁ
Marcus Vinicius Stuqui Mastine

sucesso, pois o EC 130 B4 é equipado com dois canais principais do FADEC, juntamente com um terceiro canal de reserva. Por isso, não há necessidade de controle manual, uma tarefa executada pelos pilotos em diversos modelos de helicópteros em operação ao redor do mundo. Essas ferramentas auxiliam o trabalho do piloto em todas as fases do voo (EUROCOPTER, 2007).

Além de proporcionar maior segurança nas operações, as aeronaves do BPMOA contam com um sistema aeromédico desenvolvido pela Helibras para equipar as missões aeromédicas. O conjunto foi projetado para receber um paciente em maca e dois integrantes das equipes médicas (médico e enfermeiro), possibilitando mobilidade da equipe na cabine e permitindo permanente assistência à vítima durante o voo. Seja em operações de atendimento no local da ocorrência, ou em transporte entre hospitais, o médico posiciona-se ao lado do paciente e possui amplo acesso às principais regiões de intervenção, dentre elas tórax, cabeça e vias respiratórias, bem como tem ao seu lado o auxílio de um enfermeiro. O BPMOA, em missões aeromédicas, atua com dois pilotos, um paciente deitado em maca, um médico com acesso ao paciente, um enfermeiro e um tripulante operacional posicionado na porta traseira esquerda.

Recebendo testagem e certificações de diversos órgãos regulamentares, o sistema aeromédico, o qual permite a colocação e retirada rápida da maca e demais componentes, conta com suportes que permitem ao médico ter os principais equipamentos, tais como monitor cardíaco, cardioversor, oxímetro, respirador, cilindros de O₂ e bombas de infusão, ao seu alcance durante todo o voo. O conjunto aeromédico utilizado pelo BPMOA é um diferencial crucial na redução de riscos e nas chances de sobrevivência dos pacientes e vítimas transportados diariamente nas missões aeromédicas.

3.2. Compressões torácicas

Apesar de os pacientes transportados por helicóptero terem uma maior probabilidade intrínseca de estarem gravemente enfermos, muitos poucos estudos existem sobre os impactos do ambiente de transporte de helicóptero na capacidade de realizar RCP adequada. Apenas alguns artigos analisaram o desempenho da RCP no contexto pré-hospitalar. Uma pesquisa constatou que a efetividade da RCP realizada durante o transporte em maca foi comprometida por obstáculos comuns encontrados, como portas, corredores estreitos e declives (VAN STRALEN et al., 1992). Estudos anteriores, utilizando manequim para *feedback*, demonstraram que o ambiente de uma ambulância em movimento tem um impacto negativo na efetividade das compressões torácicas (STONE; THOMAS, 1993).

Pesquisas sobre pacientes que experimentaram uma parada cardiorrespiratória dentro do ambiente hospitalar revelam uma melhora nos resultados pós-RCP para aqueles com diagnóstico cardiovascular primário em comparação com pacientes internados por outras condições, como câncer, sepse ou pneumonia (EBELL, 1992). Como muitos programas de transporte aéreo de pacientes não traumáticos envolvem um número considerável de pacientes cardíacos (STONE; THOMAS, 1993), a



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ANÁLISE DA VIABILIDADE DE RESSUSCITAÇÃO CARDIORRESPIRATÓRIA DURANTE VOO NAS AERONAVES
DO BATALHÃO POLICIAL MILITAR DE OPERAÇÕES AÉREAS DO PARANÁ
Marcus Vinicius Stuqui Mastine

taxa de sobrevivência é relativamente alta pós-RCP (21% a 27%) nesse grupo (EBELL, 1992), desta forma, destaca a necessidade de que as equipes de transporte aéreo possuam a habilidade de realizar RCP adequada. A importância da RCP no contexto do transporte aéreo é ainda evidenciada por estudos que demonstram uma taxa de sobrevivência relativamente alta em populações de pacientes (por exemplo, parada cardiorrespiratória testemunhada em uma unidade de terapia intensiva) semelhantes às aquelas que provavelmente serão transportadas por helicóptero (ROBERTS *et al.*, 1990).

As diretrizes da *American Heart Association* para Suporte Básico de Vida recomendam que o socorrista posicione as mãos dois dedos acima da extremidade do esterno e realize compressões torácicas de 5cm de profundidade a uma taxa mínima de 100 por minuto (AHA, 2020). Essas orientações presumem a existência de espaço adequado e um ambiente estável para a execução da RCP. No entanto, a capacidade da equipe médica aérea de fornecer compressões torácicas adequadas durante o transporte em voo ainda não foi profundamente abordada em estudos. A realização precoce e adequada da RCP tem sido identificada como um fator significativo relacionado à sobrevivência em casos de parada cardíaca (ALBARRAN-SOTELO *et al.*, 1998; RITTER, *et al.*, 1985; CUMMINS *et al.*, 1985), sendo que as probabilidades de ocorrer uma parada cardíaca durante o voo são significativas. Esses dados ratificam a necessidade de discussão das opções disponíveis para os profissionais médicos aéreos do BPMOA de realizarem efetivamente a RCP durante o transporte do paciente, bem como quais alternativas de equipamentos.

Havel *et al.*, (2007) realizaram um estudo que comprova a viabilidade da aplicação da compressão torácica durante o transporte utilizando os equipamentos e veículos estudados, no caso ambulância e helicóptero. Foi relatado algumas diferenças na eficácia da compressão torácica em uma ambulância em movimento, em um helicóptero em voo e em um local fixo, porém essas diferenças não parecem ter relevância clínica (HAVEL *et al.*, 2007). Os três grupos apresentaram diferenças estatisticamente significativas em relação ao esforço aplicado ao longo do tempo, que é uma medida combinada da profundidade e frequência da compressão. Por meio de análises adicionais, essa diferença foi atribuída à comparação entre a ressuscitação realizada no local e no helicóptero em voo, sendo que não ocorreu diferença entre a ambulância em movimento e o helicóptero em voo (HAVEL *et al.*, 2007). Essa diferença resultou em uma profundidade de compressão ligeiramente menor nos grupos de transporte, porém, a diferença máxima foi de apenas 4 mm, a qual parece ser clinicamente insignificante. Em comparação com o esforço aplicado no local, os valores durante o voo de helicóptero foram de 86% e na ambulância em movimento foram de 95%. Não houve diferença na taxa de compressão (HAVEL *et al.*, 2007).

Quando comparado o tempo transcorrido com interrupção das compressões, Havel *et al.*, (2007) identificaram uma tendência de maior período sem a realização de compressões torácicas na ambulância em movimento, o que pode ser atribuído à instabilidade inevitável durante a condução em vias públicas. Em contrapartida, em condições climáticas favoráveis, o voo de helicóptero oferece uma experiência mais suave (HAVEL *et al.*, 2007). A discrepância desse parâmetro entre o helicóptero em



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ANÁLISE DA VIABILIDADE DE RESSUSCITAÇÃO CARDIORRESPIRATÓRIA DURANTE VOO NAS AERONAVES
DO BATALHÃO POLICIAL MILITAR DE OPERAÇÕES AÉREAS DO PARANÁ
Marcus Vinicius Stuqui Mastine

voo e a ambulância em movimento pode ser explicada pela maior presença de forças centrífugas no veículo de ambulância.

Ao analisar as circunstâncias de salvamento de indivíduos em ambientes aquáticos, os guarda-vidas devem executar os procedimentos de resgate e ressuscitação de maneira ágil, segura e com elevada qualidade. Abelairas-Gómez *et al.*, (2016) apontaram que os profissionais de resgate precisam passar por reeducação para aprimorar a qualidade da RCP, seja em solo ou em voo. Eles apresentaram falhas principalmente na taxa de compressões torácicas, ultrapassando em 10% o limite superior recomendado (120 batimentos por minuto); 75% a 80% dos participantes entregaram mais de 120 batimentos por minuto em solo e em voo, respectivamente. Embora a profundidade média das compressões torácicas estivesse dentro da faixa recomendada, 20% dos participantes em solo e 35% em voo não alcançaram o mínimo de 50 mm, que está associado a uma melhoria na sobrevida e nos desfechos neurológicos. A reexpansão inadequada do tórax também foi um erro frequente, ocorrendo na média em 19% das compressões torácicas em solo e 26% em voo (ABELAIRAS-GÓMEZ *et al.*, 2016).

Já foi evidenciado que as características físicas de diferentes modelos de helicópteros têm impacto na qualidade das intervenções médicas realizadas (MUNFORD, 2003). Thomas *et al.*, (1994) demonstraram os resultados eficazes das compressões torácicas em um helicóptero modelo BK-117, enquanto constatou-se a baixa qualidade das compressões torácicas em um helicóptero modelo BO-105. Havel *et al.*, (2007) apresentaram informações relevantes sobre o EC-135, uma aeronave mais moderna e amplamente empregada pelos Serviços Médicos de Emergência de Helicóptero na Europa, na qual não se demonstraram alterações significativas na qualidade das compressões torácicas.

Uma abordagem que pode ser empregada para aprimorar a qualidade da RCP é o uso de *feedback* automatizado, uma ferramenta simples que poderia ser incorporada em cada desfibrilador. A RCP realizada em ambientes pré-hospitalares frequentemente apresenta qualidade menor que no ambiente hospitalar, conforme demonstrado por Odegaard *et al.*, (2009) e Olasveengen *et al.*, (2008), independentemente de ocorrer no local ou durante o transporte, foi possível comprovar que a qualidade da RCP aprimora por meio do uso de *feedback* automatizado em tempo real. Até mesmo na fase crítica do resgate, com a RCP em andamento durante o transporte do local para o helicóptero ou veículo de ambulância, é viável monitorar e potencialmente aprimorar a intervenção com o auxílio de um dispositivo de *feedback* (HAVEL *et al.*, 2010). Tais constatações podem ser aplicadas em situações de RCP convencional em que o transporte com a RCP em andamento é considerado, mas são especialmente relevantes em circunstâncias especiais de parada cardíaca (SOAR *et al.*, 2005), como hipotermia (NIELSEN *et al.*, 2005) ou intoxicação, onde o retorno de circulação espontânea não é alcançável no local.

O uso de dispositivos automáticos de compressão também poderia permitir uma RCP segura e eficaz (FORTI *et al.*, 2014). As possíveis vantagens dos Dispositivos Mecânicos de Compressão Torácica (DMCTs) incluem a garantia da continuidade das compressões torácicas, evitando intervalos



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ANÁLISE DA VIABILIDADE DE RESSUSCITAÇÃO CARDIORRESPIRATÓRIA DURANTE VOO NAS AERONAVES
DO BATALHÃO POLICIAL MILITAR DE OPERAÇÕES AÉREAS DO PARANÁ
Marcus Vinicius Stuqui Mastine

sem contato, e a manutenção constante da profundidade, taxa e ritmo de descompressão durante todo o procedimento (PIETSCH *et al.*, 2014; BARCALA-FURELOS *et al.*, 2014).

Apesar de as equipes dos serviços médicos de emergência por helicóptero (HEMS) serem altamente eficazes na prestação de cuidados de ressuscitação no solo, é desafiador manter o mesmo nível de eficácia no ar (ou mesmo durante o transporte terrestre). Diversos estudos têm indicado que os socorristas apresentam menor eficácia na realização da ressuscitação cardiopulmonar (RCP) durante o transporte terrestre e aéreo (THOMAS *et al.*, 1994; HAVEL *et al.*, 2007; OLASVEENGEN *et al.*, 2008; OGEGAARD *et al.*, 2009). Essa situação é particularmente evidente em helicópteros, nos quais as equipes médicas enfrentam o desafio de lidar com espaços limitados, restrições de movimento durante o voo e a necessidade de permanecerem presos aos assentos durante determinadas fases da viagem (THOMAS *et al.*, 1994; ABELAIRAS-GÓMEZ *et al.*, 2016; HOFFMAN *et al.*, 2019; VÖGELE *et al.*, 2021). Determinados estudos estão demonstrando que a ressuscitação cardiopulmonar mecânica (mCPR) poderia ser uma solução para superar as limitações no desempenho humano da RCP durante o transporte (LYON; NELSON, 2013; HOFFMAN *et al.*, 2019; SENER *et al.*, 2021).

Há evidências que indicam que a mCPR apresenta melhorias em métricas mensuráveis da RCP (SUNDE *et al.*, 1997; ONG *et al.*, 2012). Do ponto de vista teórico, a relação entre dispositivos mCPR e um melhor desempenho da RCP parece ser intuitiva. Os dispositivos mCPR, quando ajustados corretamente, podem oferecer compressões consistentes em termos de taxa e profundidade, além de serem menos afetados pelo movimento durante o transporte por estarem fixados aos pacientes. Ao contrário dos socorristas humanos, esses dispositivos não se cansam, e sua duração de bateria geralmente excede em muito a resistência média de um humano. Além disso, os dispositivos mCPR podem resultar em uma distribuição melhor da carga de trabalho durante a ressuscitação, permitindo que as equipes médicas se dediquem a outras tarefas, como gerenciamento das vias aéreas, desfibrilação, administração de medicamentos ou controle do ambiente. Ao mesmo tempo, em relação ao ambiente de transporte, a mCPR pode aumentar a segurança, uma vez que os prestadores de cuidados podem permanecer restritos (ONG *et al.*, 2012; RUBERTSSON *et al.*, 2014; PERKINS *et al.*, 2015; BONNES *et al.*, 2016; NEWBERRY *et al.*, 2018. POOLE *et al.*, 2018).

Putzer *et al.*, (2013) realizaram um experimento simulado de transporte em serviços médicos de emergência por helicóptero (HEMS) para comparar a eficácia da mCPR em comparação com as compressões manuais. Os resultados revelaram que a mCPR apresentou melhor qualidade de compressão em comparação com as compressões manuais, bem como maior amplitude de compressão torácica. Tazarourte *et al.*, (2013) expuseram diversos relatos de transportes por helicóptero com mCPR durante o voo. Primeiramente, verificou-se que o dispositivo de mCPR não interferia nos sistemas aviônicos ou de navegação do helicóptero. Mas também, as vibrações durante o voo não afetaram o desempenho da mCPR, permitindo sua continuidade durante todas as fases do voo. Esses resultados destacam a aplicabilidade e a segurança da mCPR durante o transporte aéreo de pacientes em situações de emergência (TAZAROURTE *et al.*, 2013).



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ANÁLISE DA VIABILIDADE DE RESSUSCITAÇÃO CARDIORRESPIRATÓRIA DURANTE VOO NAS AERONAVES
DO BATALHÃO POLICIAL MILITAR DE OPERAÇÕES AÉREAS DO PARANÁ
Marcus Vinicius Stuqui Mastine

Gässler *et al.*, (2015) efetuaram uma comparação entre três dispositivos de ressuscitação cardiopulmonar mecânica diferentes e as compressões torácicas manuais em um manequim de simulação. O estudo foi conduzido em um cenário simulado de parada cardíaca fora do hospital, que incluiu quatro fases distintas: RCP no local, RCP durante o transporte para o helicóptero e carregamento no helicóptero, RCP durante o voo de helicóptero simulado e RCP durante o descarregamento e transporte para o ponto de transferência. Para todas as fases, os dispositivos de mCPR evidenciaram um desempenho significativamente superior em relação à RCP manual (GÄSSLER *et al.*, 2015).

Forti *et al.* (2014) reportaram o caso de uma parada cardíaca fora do hospital, na qual o paciente foi submetido a transporte por helicóptero com mCPR em andamento. Inicialmente, tentaram-se realizar a ressuscitação no local, todavia, após cerca de uma hora, optou-se pelo transporte. Ao chegar à unidade de cuidados avançados, o paciente passou por procedimento de cateterismo cardíaco, ainda com as compressões torácicas em andamento. Após a intervenção coronária percutânea, o paciente apresentou retorno da circulação espontânea e proporcionou completa recuperação, sem danos neurológicos (FORTI *et al.*, 2014). Desta forma, o caso ressalta a capacidade da mCPR de prover compressões torácicas durante o transporte por helicóptero, bem como durante os procedimentos posteriores.

Pietsch *et al.*, (2014) descreveram um caso em que uma vítima foi encontrada em parada cardíaca, sendo iniciada a RCP manual. Cerca de uma hora após, a equipe de serviços médicos de emergência por helicóptero chegou ao local e iniciou a mCPR para o transporte de helicóptero. Após intervenções adicionais realizadas no hospital, houve retorno da circulação espontânea (ROSC). Os autores especulam, especificamente, que a mCPR possui a capacidade única de fornecer compressões torácicas contínuas durante o transporte em terrenos difíceis ou durante o transporte por helicóptero (PIETSCH *et al.*, 2014).

Forti *et al.*, (2019) relataram um fato em que foi executado quase 4 horas de mCPR (3 horas e 42 minutos) e 5 horas de suporte de vida extracorpóreo, com o desfecho de recuperação neurológica completa. Os autores aludiram que provavelmente foi a maior duração de mCPR já reportada em que a vítima obteve recuperação neurológica completa. Ao descrever o uso da mCPR durante o transporte por helicóptero, os autores enfatizaram que os dispositivos mecânicos de compressão torácica podem fornecer RCP de alta qualidade com segurança e durante longos períodos de transporte (FORTI *et al.*, 2019).

3.3. Desfibrilação

Inicialmente, a aplicação da eletricidade no processo de reviver pessoas estava focada em desfibrilar o coração para interromper a fibrilação ventricular (FV). A desfibrilação é descrita pelo Conselho Europeu de Ressuscitação como o ato de interromper a FV/TV (taquicardia ventricular) cinco segundos após a administração de uma corrente elétrica pelo músculo cardíaco, com intensidade



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ANÁLISE DA VIABILIDADE DE RESSUSCITAÇÃO CARDIORRESPIRATÓRIA DURANTE VOO NAS AERONAVES
DO BATALHÃO POLICIAL MILITAR DE OPERAÇÕES AÉREAS DO PARANÁ
Marcus Vinicius Stuqui Mastine

suficiente para despolarizar uma quantidade crítica de músculo cardíaco e permitir a retomada da atividade elétrica coordenada (DEAKIN *et al.*, 2010). Atualmente, a desfibrilação precoce e a cardioversão são componentes essenciais da "Cadeia de Sobrevivência" no contexto do Suporte Avançado de Vida. Essas intervenções são comprovadamente eficazes para melhorar o prognóstico em casos de parada cardíaca causada por fibrilação ventricular ou taquicardia ventricular (AHA, 2020, EISENBERG *et al.*, 1980). Os desfibriladores atuais possuem a capacidade de realizar estimulação externa, a qual pode ser utilizada como uma medida temporária em casos graves de bradiarritmias. Essa estimulação serve como uma ponte para a estimulação transvenosa ou até que a arritmia seja resolvida. A estimulação externa é empregada em pacientes com bradiarritmias sintomáticas que não respondem aos medicamentos anticolinérgicos (AHA, 2020).

O êxito da desfibrilação está diretamente relacionado ao tempo decorrido (EDELSON *et al.*, 2006), tal fator, aliado aos avanços tecnológicos e à redução de custos, contribuiu para o aumento da presença de desfibriladores externos automáticos em locais fora do ambiente de saúde, como supermercados, estádios esportivos e aviões comerciais (COLQUHOUN *et al.*, 2008). No campo dos cuidados de saúde, a diminuição do tamanho, peso e custo dos equipamentos de desfibrilação resultou no surgimento de unidades móveis de terapia intensiva fora do ambiente hospitalar na década de 1960. Essas unidades possibilitaram a prestação de serviços de desfibrilação em ambientes de transporte (KERNOHAN *et al.*, 1968; ADGEY *et al.*, 1969). À medida que o transporte aeromédico se torna mais frequente, cresce também a demanda por desfibrilação e cardioversão durante os voos aeromédicos.

A restrição de espaço, o ambiente metálico e a presença de equipamentos eletrônicos em helicópteros podem tornar um ambiente desfavorável para a descarga de altas quantidades de energia elétrica armazenada. Essas circunstâncias incitavam preocupações entre os profissionais médicos acerca da segurança da desfibrilação realizada em ambiente aéreo (DEDRICK *et al.*, 1989). Com a evolução dos estudos, a utilização de intervenções elétricas durante o transporte aeromédico mostrou-se uma prática essencial. No entanto, existem quatro principais riscos potenciais associados a essa prática: risco de incêndio, vazamento elétrico significativo, interferência com os sistemas eletrônicos da aeronave (aviônicos) e o transporte físico dos equipamentos necessários.

A maior preocupação em termos de segurança surge da possibilidade de que parte da corrente de descarga destinada ao paciente possa ser desviada. Esse desvio temporário normalmente envolve a presença de uma corrente alternada contínua em um equipamento alimentado por um circuito de 115 V. Essa corrente pode ser potencialmente perigosa para os membros da equipe ou causar interferência nos sistemas eletrônicos da aeronave (DEDRICK *et al.*, 1989).

A corrente máxima em um circuito, como aquele estabelecido entre o desfibrilador e o paciente, depende tanto da voltagem aplicada pelas pás quanto da resistência ao fluxo no desfibrilador e no próprio paciente. Essa corrente máxima é medida em amperes (A), enquanto a resistência é medida em ohms (Ω). Ao calibrar seus dispositivos, os fabricantes de desfibriladores consideram uma resistência nominal do paciente de 50 Ω . Portanto, o valor indicado pelo equipamento é a energia



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ANÁLISE DA VIABILIDADE DE RESSUSCITAÇÃO CARDIORRESPIRATÓRIA DURANTE VOO NAS AERONAVES
DO BATALHÃO POLICIAL MILITAR DE OPERAÇÕES AÉREAS DO PARANÁ
Marcus Vinicius Stuqui Mastine

esperada a ser entregue ao paciente (DEDRICK *et al.*, 1989). A resistência ao fluxo elétrico, também conhecida como impedância, no paciente pode variar de acordo com diversos fatores, como a forma do tórax, a fase da respiração, a posição, tamanho e composição dos eletrodos utilizados, bem como o material condutor (KERBER *et al.*, 1981; KERBER *et al.*, 1981). A medida da impedância em pacientes pode variar entre 15 e 143 ohms, com uma média de 67 a 80 ohms.

Dedrick *et al.*, (1989), conduziram um teste para medir a corrente de fuga transitória de um desfibrilador operando no modo alimentado por bateria, que é comumente utilizado durante o transporte em helicópteros. O teste considerou o pior cenário, no qual o operador entra em contato com as pás durante a descarga. Os resultados mostraram que a quantidade de corrente que uma pessoa poderia realmente receber ao acidentalmente entrar em contato com o paciente ou a maca seria significativamente menor do que a corrente medida no paciente. No estudo realizado, os valores medidos de corrente de pico de 1,5 mA e duração de 1 milissegundo estão bem abaixo dos limites de segurança recomendados de corrente de pico de 50 mA e duração de 10 milissegundos. Além disso, quando a corrente da rede foi considerada, o valor medido foi de 6 mA, o que também está dentro dos padrões de segurança (DEDRICK *et al.*, 1989). Os desfibriladores bifásicos atuais são provavelmente ainda mais seguros (LLOYD *et al.*, 2008), essa melhoria está refletida em mudanças de mentalidade em relação à continuidade da ressuscitação cardiopulmonar (RCP) durante o procedimento de desfibrilação.

A utilização de qualquer dispositivo elétrico dentro de uma aeronave apresenta um risco pequeno, porém significativo, de interferência com os equipamentos aviônicos essenciais para a operação segura da aeronave. No entanto, a corrente de vazamento proveniente da desfibrilação monofásica está bem abaixo dos limites de segurança e não parece causar interferência na eletrônica da aeronave (DEDRICK *et al.*, 1989). Nos testes conduzidos por Dedrick *et al.*, (1989), não foram observados quaisquer efeitos da desfibrilação em relação ao pessoal, aos equipamentos aviônicos ou ao equipamento médico. Foi proporcionado espaço adequado para que tanto a equipe médica quanto o piloto pudessem seguir as precauções padrão de segurança durante o procedimento de desfibrilação. Quaisquer preocupações relacionadas ao aterramento são infundadas. Não há diferença significativa entre estar em contato com o solo dentro de uma aeronave e estar de pé no solo em um ambiente hospitalar durante o procedimento de desfibrilação em um paciente (DEDRICK *et al.*, 1989).

O risco de incêndio em uma aeronave é particularmente grave e resultou na perda de várias aeronaves civis ao longo do tempo. Além do risco para a própria aeronave, faíscas e arcs elétricos durante o processo de desfibrilação em um ambiente rico em oxigênio podem ocasionar incêndios com implicações significativas para a segurança do paciente (THEODOROU *et al.*, 2003). Quando o oxigênio é utilizado em espaços confinados, como em um ambiente aeromédico, as concentrações de oxigênio podem aumentar significativamente devido à falta de ventilação adequada. A ECRI (anteriormente conhecida como Instituto de Pesquisa em Cuidados de Emergência), nos Estados Unidos, divulgou vários relatórios que descrevem incidentes em que pacientes e roupas de cama



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ANÁLISE DA VIABILIDADE DE RESSUSCITAÇÃO CARDIORRESPIRATÓRIA DURANTE VOO NAS AERONAVES
DO BATALHÃO POLICIAL MILITAR DE OPERAÇÕES AÉREAS DO PARANÁ
Marcus Vinicius Stuuqui Mastine

pegaram fogo durante procedimentos de desfibrilação realizados em hospitais (HERRON, 1994). O instituto e outras autoridades emitiram várias recomendações com o objetivo de diminuir o risco de incêndios relacionados ao uso de desfibriladores (MSDR, 1994; AHA, 2000). Até o presente momento, não foram localizados registro de casos de incêndio decorrentes do uso de eletrodos adesivos em vez de pás durante a desfibrilação, nem foram relatados incidentes de incêndio em aeronaves relacionados a esse procedimento.

Durante um estudo de dois anos conduzido em 30 hospitais dos Estados Unidos, constatou-se que a falha do equipamento foi o risco mais frequente para pacientes e equipe durante o processo de desfibrilação (FDA, 2011). A adoção de cuidados adequados e a manutenção regular do equipamento, juntamente com o treinamento da equipe, ajudarão a minimizar o risco de falha dos equipamentos durante a desfibrilação. No mesmo estudo, foram identificados dois casos de lesões da equipe devido a quedas de equipamentos, desta forma, tornando-se a causa mais provável de lesões da equipe durante o procedimento de desfibrilação (FDA, 2011). Durante a transferência do paciente, esses riscos, tanto para a equipe quanto para os pacientes, podem ser ampliados. É essencial que o interior de veículos terrestres ou aéreos usados para o transporte de pacientes seja planejado de forma a garantir fácil acesso ao equipamento, além de mantê-lo devidamente fixado para evitar qualquer soltura durante a transferência (THOMAS; GALVIN, 2008).

Os Desfibriladores Externos Automáticos são dispositivos projetados para fornecer um choque elétrico quando detectam ritmos cardíacos anormais, como fibrilação ventricular (FV) e taquicardia ventricular (TV), seguindo critérios específicos. Os modelos modernos de DEA foram desenvolvidos para evitar a administração de choques desnecessários quando o movimento causa perturbações que possam ser interpretadas erroneamente como FV. No contexto de operações aéreas, onde o movimento é uma ocorrência frequente e rotineira, essa questão tem sido destacada como um desafio a ser enfrentado (CHARLES, 2011; KATIS; DIAS, 2004).

Graças aos avanços tecnológicos mais recentes, os dispositivos de Desfibrilador Externo Automático (DEA) agora possuem a capacidade de filtrar os sinais de ruído ambiental que podem interferir na correta interpretação do Eletrocardiograma (ECG). Je *et al.*, (2011) realizaram testes com três modelos comerciais de DEA em um helicóptero em movimento. A precisão dos Desfibriladores Externos Automáticos não foi afetada pelo movimento do helicóptero nos modelos de manequim. Em todas as 880 tentativas de análise do DEA, independentemente do estado do helicóptero, não ocorreu nenhuma decisão de choque inadequado. No entanto, o movimento do helicóptero causou atrasos estatisticamente significativos nos intervalos de análise do DEA. As diferenças médias nos intervalos de análise entre o helicóptero parado e em movimento variaram de 0,2 a 2 segundos. Nenhum dos DEA foi capaz de atingir um intervalo inferior a 10 segundos em casos de fibrilação ventricular (FV). É importante destacar que pausas mais longas antes do choque estão associadas à falha na desfibrilação (EDELSON *et al.*, 2006).



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ANÁLISE DA VIABILIDADE DE RESSUSCITAÇÃO CARDIORRESPIRATÓRIA DURANTE VOO NAS AERONAVES
DO BATALHÃO POLICIAL MILITAR DE OPERAÇÕES AÉREAS DO PARANÁ
Marcus Vinicius Stuqui Mastine

De acordo com as diretrizes atuais de ressuscitação, é recomendado que o Desfibrilador Externo Automático (DEA) não seja colocado no modo de análise enquanto estiver ocorrendo o transporte em uma ambulância em movimento (E.R.C., 2000). No entanto, ao contrário do transporte médico terrestre, as aeronaves não podem prontamente interromper seus deslocamentos para permitir a análise do DEA. Portanto, o uso precoce do DEA se torna impreterível e tem demonstrado uma alta taxa de sucesso na entrega precisa de descargas em quase todos os casos de FV/TV (fibrilação ventricular/taquicardia ventricular) (O'ROURKE *et al.*, 1997; PAGE *et al.*, 2000). Dentro das diretrizes de segurança estabelecidas em 2001, a Administração Federal de Aviação (FAA), nos Estados Unidos, definiu que até 2004 todas as companhias aéreas comerciais deveriam estar equipadas com Desfibriladores Externos Automáticos e garantir o treinamento adequado de sua equipe no uso desses dispositivos (FAA, 2001). Em uma pesquisa envolvendo companhias aéreas que adotaram o uso rotineiro do DEA, constatou-se uma taxa de sobrevivência de 50% em casos de fibrilação ventricular/taquicardia ventricular durante o voo, e uma taxa de sobrevivência geral de 15% para parada cardíaca. Além disso, os DEA também são amplamente empregados para monitoramento durante o voo (BROWN *et al.*, 2010).

Kerber *et al.*, (1997) verificaram que três Desfibriladores Externos Automáticos demonstraram precisão na análise do ritmo cardíaco em um helicóptero em movimento, excedendo os critérios de desempenho estabelecidos pela *American Heart Association* (AHA) em todas as categorias de ritmo cardíaco avaliadas. Há evidências adicionais que indicam a viabilidade segura do uso do DEA em veículos em movimento, como navios mercantes e barcos infláveis rígidos (NEUBAUER; GREEN, 2005; DE VRIES *et al.*, 2006).

Cho *et al.*, (2008) conduziram um estudo no qual testaram o desempenho de cinco Desfibriladores Externos Automáticos disponíveis no mercado. Os testes foram realizados em uma ambulância em movimento, utilizando um modelo de manequim. Os resultados demonstraram que todos os DEA avaliados recomendaram corretamente a administração do choque em uma ambulância em movimento. Yun *et al.*, (2010) conduziram um estudo no qual avaliaram o desempenho de dois Desfibriladores Externos Automáticos em diferentes níveis de vibração simulada. Utilizando um gerador de vibração, eles aplicaram intensidades de vibração variando de 0,5 a 5 m/s² nos manequins e no modelo. Os resultados indicaram que o desempenho do DEA foi afetado negativamente nos níveis mais altos de vibração simulada. A intensidade das vibrações foi medida apenas no peito do manequim dentro da ambulância em movimento.

Hung *et al.*, (2018) constataram que a intensidade de vibração no piso do helicóptero (mediana de 6,6 m/s², IQR 5,5-7,7 m/s²) era maior do que a intensidade de vibração simulada (0,5-5 m/s²). No entanto, os três DEA testados não apresentaram erros na análise dos ritmos cardíacos. Acredita-se que a natureza diferente das vibrações pode ter influenciado nos resultados do teste. As vibrações em um helicóptero são predominantemente senoidais, resultantes do motor, das pás do rotor e de suas harmônicas. Em contraste, o ambiente de transporte terrestre apresenta vibrações aleatórias de banda



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ANÁLISE DA VIABILIDADE DE RESSUSCITAÇÃO CARDIORRESPIRATÓRIA DURANTE VOO NAS AERONAVES
DO BATALHÃO POLICIAL MILITAR DE OPERAÇÕES AÉREAS DO PARANÁ
Marcus Vinicius Stuqui Mastine

larga com picos e variações. O terreno, a estrada e as irregularidades da superfície, bem como o sistema de suspensão, podem afetar todas essas vibrações (HUNG *et al.*, 2018).

Durante um estudo realizado, observou-se uma diminuição significativa das vibrações medidas no helicóptero (mediana do assoalho 6,6 m/s², IQR 5,5-7,7 m/s²; mediana da maca 4,6 m/s², IQR 3,8-5,4 m/s²) quando transmitidas do manequim ou voluntário deitado para a parede do peito (mediana do manequim 3,1 m/s², IQR 2,2-4,0 m/s²; mediana do voluntário humano 0,95 m/s², IQR 0,65-1,25 m/s²). Muitos estudos anteriores (por exemplo, carros 0,5 m/s², ônibus 0,6 m/s², helicópteros 0,8 m/s²) demonstraram as intensidades de vibração de referência em assentos de diferentes veículos comerciais (HUNG *et al.*, 2018). O ruído no ponto de contato entre o eletrodo e a pele pode causar artefatos no ECG e potencialmente afetar a análise do DEA. Portanto, é importante minimizar o ruído no ponto de contato, o que pode ser alcançado se as vibrações na parede do peito forem reduzidas. Além disso, observou-se que as vibrações na maca eram menores do que as do assoalho do helicóptero. Se uma maca com capacidade de absorção de vibração fosse utilizada, seria possível reduzir ainda mais as vibrações medidas nos pacientes (JE *et al.*, 2011).

Houve poucos estudos que investigaram o desempenho dos DEAs em condições adversas. Em um estudo realizado por Je *et al.*, (2011), três DEAs comerciais foram testados em um manequim e em um voluntário humano, tanto em um helicóptero parado quanto em movimento. Os resultados mostraram que todos os DEAs foram capazes de analisar corretamente o ritmo cardíaco do manequim e recomendar a administração do choque quando necessário. Em um estudo realizado por Cho *et al.*, (2008), foi observado que cinco DEAs disponíveis comercialmente estavam administrando corretamente os choques em uma ambulância em movimento. Além disso, De Vries *et al.*, (2006) demonstraram que os DEAs podem operar de maneira eficaz em barcos de resgate, que são outro ambiente desafiador sujeito a movimentos contínuos.

A implementação rápida da desfibrilação, incluindo o uso imediato de desfibriladores externos automáticos (DEAs) por profissionais de emergência e indivíduos com treinamento adequado, resultou em um aumento significativo nas taxas de sobrevivência em casos de parada cardíaca fora do ambiente hospitalar (NICHOL *et al.*, 1999; VALENZUELA *et al.*, 2000; CAFFREY *et al.*, 2002). De acordo com Hallstrom *et al.*, (2004), a necessidade de desfibrilação precoce se torna particularmente crucial em situações em que profissionais de emergência treinados ou cuidados avançados com capacidade de desfibrilação estão prontamente disponíveis, todavia os centros hospitalares especializados estejam inacessíveis ou distantes, como em voos aéreos ou regiões rurais.

4. Conclusão

O serviço aeromédico em helicópteros é uma opção viável e valiosa para o atendimento de emergência e transporte rápido de pacientes em situações críticas. Os helicópteros têm a capacidade de chegar a áreas de difícil acesso, como zonas rurais, montanhas e áreas urbanas congestionadas.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ANÁLISE DA VIABILIDADE DE RESSUSCITAÇÃO CARDIORRESPIRATÓRIA DURANTE VOO NAS AERONAVES
DO BATALHÃO POLICIAL MILITAR DE OPERAÇÕES AÉREAS DO PARANÁ
Marcus Vinicius Stuqui Mastine

Isso permite que a equipe médica chegue rapidamente ao local da emergência, reduzindo o tempo de resposta e aumentando as chances de sobrevivência para os pacientes.

A redução do tempo de transporte pode ser crucial em casos de emergência, especialmente em situações em que cada minuto conta, como acidentes graves ou eventos cardiovasculares agudos. No entanto, é importante ressaltar que o serviço aeromédico em helicópteros apresenta desafios, portanto, é essencial uma avaliação cuidadosa de cada situação e uma análise de risco adequada antes de decidir sobre o transporte aéreo.

É importante considerar as limitações e desafios do ambiente aéreo ao realizar ressuscitação cardiopulmonar (RCP) durante o transporte de pacientes, em situações de emergência, e buscar alternativas de equipamentos e treinamentos adequados para garantir a sua eficácia. Realizar RCP em um helicóptero pode ser desafiador devido ao ambiente instável e limitações de espaço, movimento e vibrações. Além disso, o alto nível de ruído ambiente pode afetar a qualidade da RCP e oferecer riscos para os socorristas. As equipes de transporte aéreo precisam possuir a habilidade de realizar ressuscitação cardiopulmonar adequada e escolher o equipamento e treinamento cruciais para a redução de riscos e melhora nas chances de sobrevivência dos pacientes e vítimas transportados diariamente nas missões aeromédicas.

O Batalhão Policial Militar de Operações Aéreas (BPMOA) possui em sua frota 12 aeronaves, sendo 9 de asas rotativas. Para as missões aeromédicas, o BPMOA utiliza três helicópteros do modelo EC 130 B4, que é um helicóptero leve de monoturbina, extremamente silencioso, espaçoso e eficiente. As aeronaves do BPMOA contam com um conjunto aeromédico desenvolvido pela Helibras para missões de resgate aeromédico, que foi instalado para acomodar um paciente em maca e dois integrantes das equipes médicas. O BPMOA, em missões aeromédicas, atua com dois pilotos, um paciente deitado em maca, um médico com acesso às vias respiratórias do paciente, um enfermeiro e um tripulante operacional posicionado na porta traseira esquerda.

Por conseguinte, foram apresentados argumentos consistentes que sustentam a capacidade dos helicópteros do BPMOA para realizar resgate aeromédico. Uma vez que foi destacado que essas aeronaves são especialmente equipadas para missões aeromédicas, contando com equipamentos médicos avançados, como desfibriladores, ventiladores pulmonares, monitores cardíacos, além de espaço para a equipe médica e para o transporte do paciente.

É possível realizar compressões torácicas efetivas em helicópteros. Embora existam diferenças na eficácia da compressão torácica em uma ambulância em movimento, em um helicóptero em voo e em um local fixo, essas diferenças não parecem ter relevância clínica. Estudos mostram que a qualidade das intervenções médicas realizadas em helicópteros pode ser afetada pelas características físicas de diferentes modelos de helicópteros. No entanto, é importante ressaltar que a realização de compressões torácicas em helicópteros requer treinamento e equipamentos adequados para garantir a segurança do paciente e da equipe médica.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ANÁLISE DA VIABILIDADE DE RESSUSCITAÇÃO CARDIORRESPIRATÓRIA DURANTE VOO NAS AERONAVES
DO BATALHÃO POLICIAL MILITAR DE OPERAÇÕES AÉREAS DO PARANÁ
Marcus Vinicius Stuqui Mastine

Dispositivos mecânicos de compressão torácica, como o LUCAS®, têm sido apontados como alternativas eficazes para realizar compressões de alta qualidade durante o transporte aéreo. Expõe-se informações importantes sobre a possibilidade de utilizar a massagem cardíaca realizada por dispositivo mecânico (mCPR) em helicópteros durante o transporte aeromédico. A disponibilidade de dispositivos mecânicos de compressão torácica em helicópteros pode contribuir para a efetividade das manobras de ressuscitação cardiopulmonar, incluindo compressões torácicas adequadas.

Destaca-se que estudos comparativos entre a mCPR e as compressões manuais mostraram que a mCPR apresentou melhor qualidade de compressão e maior amplitude de compressão torácica. Além disso, foi apontado que o dispositivo de mCPR não interfere nos sistemas aviônicos ou de navegação do helicóptero. Em suma, a utilização de mCPR em helicópteros pode ser uma opção eficaz para a realização de massagem cardíaca em situações de emergência médica, desde que sejam observados os cuidados necessários e que a equipe médica esteja devidamente treinada e equipada.

O levantamento do referencial bibliográfico apresentou informações importantes sobre a possibilidade de utilizar desfibriladores em helicópteros durante o transporte aeromédico, visto que indicam que o uso de desfibriladores em helicópteros é seguro, sem interferência nos sistemas de aviação ou equipamentos médicos. Foi destacado que a restrição de espaço, o ambiente metálico e a presença de equipamentos eletrônicos em helicópteros podem tornar esse ambiente desfavorável para a descarga de altas quantidades de energia elétrica armazenada. No entanto, foi apontado que a utilização de intervenções elétricas durante o transporte aeromédico mostrou-se uma prática essencial, e que existem equipamentos e técnicas que permitem a realização segura e eficaz de desfibrilação e cardioversão em helicópteros.

Algumas alternativas de equipamentos podem ser consideradas, como o uso de Desfibriladores Externos Automáticos (DEA) que são capazes de analisar corretamente o ritmo cardíaco em veículos em movimento, como helicópteros e ambulâncias. Por fim, foi ressaltado que a presença de desfibriladores em helicópteros pode ser crucial para salvar vidas em situações de emergência médica, e que os profissionais da área devem estar preparados para utilizar esses equipamentos com segurança e eficácia. Em suma, a utilização de desfibriladores em helicópteros é uma prática essencial para o transporte aeromédico, e é importante que os profissionais da área estejam preparados para realizar essa modalidade de atendimento com segurança e eficácia.

Em resumo, com as precauções apropriadas e o treinamento adequado da equipe, é possível realizar compressões torácicas efetivas, utilizar o MRCP e desfibriladores ou DEA's em helicópteros. Essas práticas podem desempenhar um papel crucial no suporte de vida durante o transporte aéreo de pacientes, aumentando as chances de sobrevivência em situações de emergência médica.

Tendo em vista o embasamento teórico e as conclusões apresentadas neste artigo, sugere-se que é possível a realização de ressuscitação cardiopulmonar de forma eficaz nas aeronaves do BPMOA, uma vez que são adequadas para realização do serviço aeromédico. Como técnicas e equipamentos a serem empregados, verifica-se que a melhor opção é a combinação de dispositivos



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ANÁLISE DA VIABILIDADE DE RESSUSCITAÇÃO CARDIORRESPIRATÓRIA DURANTE VOO NAS AERONAVES
DO BATALHÃO POLICIAL MILITAR DE OPERAÇÕES AÉREAS DO PARANÁ
Marcus Vinicius Stuuqui Mastine

mecânicos de compressão torácica com desfibriladores ou DEAs que possuam eletrodos adesivos, visto que apresentam melhor desempenho e segurança, além de não exigirem que as equipes realizem movimentações na cabine durante o voo. Todavia, caso os equipamentos não estejam disponíveis, com o estabelecimento de treinamentos periódicos, as equipes aeromédicas do BPMOA serão capazes de realizar RCP eficaz em voo.

REFERÊNCIAS

ABELAIRAS-GÓMEZ, C. *et al.* Cardiopulmonary resuscitation quality by helicopter rescue swimmers while flying. **Air Med J**, v. 35, p. 288-291, 2016.

ADGEY, A. A. *et al.* Management of ventricular fibrillation out of Hospital. **Lancet**, v. 1, p. 1169-1171, 1969.

ALBARRAN-SOTELO, R. *et al.* **Healthcare provider's manual for Basic Cardiac Life Support**. Dallas, TX: American Heart Association, 1988, p. 40-43.

AMERICAN HEART ASSOCIATION (AHA). Guidelines CPR. **Destaques das diretrizes da American Heart Association 2020 para RCP e ACE**. Dallas: American Heart Association, 2020. Disponível em: https://cpr.heart.org/-/media/CPR-Files/CPR-Guidelines-Files/Highlights/Hghlghts_2020ECCGuidelines_Portuguese.pdf. Acesso em: 23 maio 2023.

AMERICAN HEART ASSOCIATION. In collaboration with The International Liaison Committee On Resuscitation. Guidelines 2000 for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. Part 6: Advanced Cardiovascular Life Support. **Circulation**, v. 102, p. 186-1172, 2000.

BARCALA-FURELOS, R. *et al.* Influence of automatic compression device and water rescue equipment in quality lifesaving and cardiopulmonary resuscitation. **Hong Kong J Emerg Med**, v. 21, p. 391-399, 2014.

BAXT, W. G.; MOODY, P. The impact of a physician as part of the aeromedical prehospital team in patients with blunt trauma. **JAMA**, v. 257, p. 3246, 1987.

BAXT, W. G.; MOODY, P. The impact of a rotorcraft aeromedical emergency care service on trauma mortality. **JAMA**, v. 249, n. 22, p. 3047, 1983.

BLACKWELL, T. H.; KAUFMAN, J. S. Response time effectiveness: comparison of response time and survival in an urban emergency medical services system. **Acad Emerg Med**, v. 9, n. 4, p. 288-295, 2002.

BLUMEN, I. J. Considerations in vehicle selection for air medical transport. *In*: BLUMEN, I. J.; RODENBERG, H. (Eds.). **Air medical physician handbook**. Salt Lake City: AMPA, 1995.

BONNES, J. L. *et al.* Manual cardiopulmonary resuscitation versus CPR including a mechanical chest compression device in out-of-hospital cardiac arrest: a comprehensive meta-analysis from randomized and observational studies. **Ann Emerg Med**, v. 67, p. 349-360, 2016.

BROWN, A. M. *et al.* In-flight automated external defibrillator use and consultation patterns. **Prehosp Emerg Care**, v. 14, p. 235-239, 2010.

CAFFREY, S. L. *et al.* Public use of automated external defibrillators. **N Engl J Med**, v. 347, p. 1242-1247, 2002.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ANÁLISE DA VIABILIDADE DE RESSUSCITAÇÃO CARDIORRESPIRATÓRIA DURANTE VOO NAS AERONAVES DO BATALHÃO POLICIAL MILITAR DE OPERAÇÕES AÉREAS DO PARANÁ
Marcus Vinicius Stuuqui Mastine

CHARLES, R. A. Cardiac arrest in the skies. **Singapore medical journal**, v. 52, n. 8, p. 582-585, 2011.

CHO, J. H. *et al.* Accuracy of automated external defibrillators during ambulance transport: simulation study. **J Korean Soc Emerg Med**, v. 19, p. 449-453, 2008.

COLQUHOUN, M. C. *et al.* A national scheme for public access defibrillation in England and Wales: early results. **Resuscitation**, v. 78, p. 275-280, 2008.

CUMMINS, R. O. *et al.* Survival of out-of-hospital cardiac arrest with early initiation of cardiopulmonary resuscitation. **Am J Emerg Med**, v. 3, p. 114-119, 1985.

DE VRIES, W. *et al.* Moderate sea states do not influence the application of an AED in rigid inflatable boats. **Resuscitation**, v. 70, p. 247-253, 2006.

DEAKIN, C. D. *et al.* European Resuscitation Council Guidelines of Resuscitation 2010 Section 3. Electrical therapies: automated external defibrillators, defibrillation, cardioversion and pacing. **Resuscitation**, v. 82, p. 1293-1304, 2010.

DEDRICK, D. K. *et al.* Defibrillation safety in emergency helicopter transport. **Ann Emerg Med**, v. 18, p. 69-71, 1989.

EBELL, M. H. Prearrest predictors of survival following in-hospital cardiopulmonary resuscitation: A meta-analysis. **J Fam Pract**, v. 34, p. 551-558, 1992.

EDELSON, D. P. *et al.* Effects of compression depth and pre-shock pauses predict defibrillation failure during cardiac arrest. **Resuscitation**, v. 71, p. 137-145, 2006.

EDGE, W. E. *et al.* Reduction in morbidity in interhospital transport by specialized pediatric staff. **Crit Care Med**, v. 22, p. 1186-1191, 1994.

EISENBERG, M. S. *et al.* Treatment of out-of-hospital cardiac arrests with rapid defibrillation by emergency medical technicians. **N Engl J Med**, v. 302, p. 1379-1383, 1980.

EUROCOPTER. **EC 130 B4**: technical data. Eurocopter, 2007. Disponível em: http://www.skydance.aero/assets/files/TD_EC130B4.pdf. Acesso em: 29 maio 2023.

EUROPEAN RESUSCITATION COUNCIL. Part 4: the automated external defibrillator: key link in the chain of survival. **Resuscitation**, v. 46, p. 73-91, 2000.

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION (FAA), DOT. Emergency medical equipment. Final rule. **Fed Regist**, v. 66, p. 19028-19046, 2001.

FOOD AND DRUG ADMINISTRATION (FDA). External Defibrillators: MedSun Small Sample Survey Summary **MedSun: Newsletter**, n. 66, 2011. Disponível em: <http://wayback.archive-it.org/7993/20170113120618/http://www.fda.gov/downloads/MedicalDevices/Safety/MedSunMedicalProductSafetyNetwork/Newsletters/UCM422131.pdf>. Acesso em: 1 jun. 2023.

FORTI, A. *et al.* Full recovery after prolonged cardiac arrest and resuscitation with mechanical chest compression device during helicopter transportation and percutaneous coronary intervention. **J Emerg Med**, v. 47, p. 632-634, 2014.

FORTI, A. *et al.* Hypothermic cardiac arrest with full neurologic recovery after approximately nine hours of cardiopulmonary resuscitation: management and possible complications. **Ann Emerg Med**, v. 73, p. 52-57, 2019.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ANÁLISE DA VIABILIDADE DE RESSUSCITAÇÃO CARDIORRESPIRATÓRIA DURANTE VOO NAS AERONAVES
DO BATALHÃO POLICIAL MILITAR DE OPERAÇÕES AÉREAS DO PARANÁ
Marcus Vinicius Stuuqui Mastine

FRAKES, M. A. Description and clinical features of patients intubated by a flight team. **Air Med J**, v. 23, p. 77-79, 2004.

FRAKES, M. A. Flight team management of in-place endotracheal tubes. **Air Med J**, v. 21, p. 29-31, 2002.

FRAKES, M. A.; NEHER, S. W. Defibrillator availability on rotor-wing critical care transports. **Air Med J**, v. 26, p. 144-146, 2007.

FRAKES, M. *et al.* Need for defibrillation during cardiac arrest management by rotor wing critical care transport teams. **Air Med J**, v. 25, p. 211, 2006.

GABRAM, S. G. *et al.* The impact of emergency medical helicopters on prehospital care. **Emerg Med Clin North Am**, v. 8, p. 85-102, 1990.

GARNER, A. *et al.* Addition of physicians to paramedic helicopter services decreases blunt trauma mortality. **Aust N Z J Surg**, v. 69, p. 697, 1999.

GÄSSLER, H. *et al.* Mechanical chest compression: an alternative in helicopter emergency medical services? **Int Emerg Med**, v. 10, p. 715-720, 2015.

HALLSTROM, A. P. *et al.* Public Access Defibrillation Trial Investigators. Public-access defibrillation and survival after out-of-hospital cardiac arrest. **N Engl J Med**, v. 351, p. 637-646, 2004.

HAVEL, C. *et al.* Quality of closed chest compression in ambulance vehicles, flying helicopters and at the scene. **Resuscitation**, v. 73, p. 264-270, 2007.

HAVEL, C. *et al.* Quality of closed chest compression on a manikin in ambulance vehicles and flying helicopters with a real-time automated feedback. **Resuscitation**, v. 81, p. 59-64, 2010.

HERRON, H. *et al.* Trauma and non-trauma cardiopulmonary arrest: a national survey. **Air Med J**, v. 14, p. 61-64, 1995.

HOFFMAN, D. V. *et al.* The efficacy of chest compressions in the Bell 407. **Air Med J**, v. 38, p. 281-284, 2019.

HUNG, K. K. *et al.* Performance of automated external defibrillators under conditions of in-flight turbulence. **Resuscitation**, v. 130, p. 41-43, 2018.

HUNT, R. C. *et al.* Inability to assess breath sounds during air medical transport by helicopter. **JAMA**, v. 265, p. 1982-1984, 1991.

INDEK, M. *et al.* Risk, cost, and benefit of transporting ICU patients for special studies. **J Trauma**, v. 28, p. 1020-1025, 1988.

JE, S. M. *et al.* Performance of an automated external defibrillator during simulated rotor-wing critical care transports. **Resuscitation**, v. 82, p. 454-458, 2011.

KATIS, P. G.; DIAS, S. M. Potential error in the use of an automated external defibrillator during an in-flight medical emergency. **Can J Emerg Med**, v. 6, n. 1, p. 45-47, 2004.

KERBER, R. E. *et al.* Automatic external defibrillators for public access defibrillation: recommendations for specifying and reporting arrhythmia analysis algorithm performance, incorporating new waveforms, and enhancing safety. **Circulation**, v. 95, p. 1677-1682, 1997.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

ANÁLISE DA VIABILIDADE DE RESSUSCITAÇÃO CARDIORRESPIRATÓRIA DURANTE VOO NAS AERONAVES
 DO BATALHÃO POLICIAL MILITAR DE OPERAÇÕES AÉREAS DO PARANÁ
 Marcus Vinicius Stuqui Mastine

KERBER, R. E. *et al.* Elective cardioversion: Influence of paddle-electrode location and size on success rates and energy requirements. **N Engl J Med**, v. 305, p. 658-662, 1981.

KERBER, R. E. *et al.* Transthoracic resistance in human defibrillation. **Circulation**, v. 63, p. 676-682, 1981.

KERNOHAN, R. J.; MCGUKEN, R. B. Mobile intensive care in myocardial infarction. **British Med J**, v. 3, p. 178-180, 1968.

KIVIOJA, A.; SILFAST, T. A physician staffed helicopter in the Helsinki area. *In: ADAC/International Society of Aeromedical Services AIRMED'96 Congress Report*. Munich: Wolfsellner Medizin Verlag, 1997. p. 397-398.

LLOYD, M. S. *et al.* An analysis of electrical current flow through rescuers in direct contact with patients during biphasic external defibrillation. **Circulation**, v. 117, p. 2425-2427, 2008.

LYON, R. M.; NELSON, M. J. Helicopter emergency medical services (HEMS) response to out-of-hospital cardiac arrest. **Scand J Trauma Resusc Emerg Med**, v. 21, p. 1-5, 2013.

MARTINEZ, F. E.; HOOPER, A. J. Drowning and immersion injury. **Anaesth Intens Care Med**, v. 15, p. 420-423, 2014.

MEDICAL SAFETY DEVICE REPORTS (MSDR). Fires from defibrillation during oxygen administration. **Health Devices**, v. 23, p. 307-308, 1994.

MOYLAN, J. *et al.* Factors improving survival in multisystem trauma patients. **Ann Surg**, v. 207, p. 679, 1988.

MUNFORD, B. J. What is the right helicopter for air medical scene response? **Injury**, v. 34, n. 10, p. 800-803, 2003.

NEUBAUER, B.; GREEN, W. G. Automated external defibrillators on board Merchant vessels? Preliminary report article for discussion. **Int Marit Health**, v. 56, p. 78-89, 2005.

NEWBERRY, R. *et al.* No benefit in neurologic outcomes of survivors of out-of-hospital cardiac arrest with mechanical compression device. **Prehosp Emerg Care**, v. 22, p. 338-344, 2018.

NICHOL, G. *et al.* A cumulative meta-analysis of the effectiveness of defibrillator-capable emergency medical services for victims of out-of-hospital cardiac arrest. **Ann Emerg Med**, v. 34, p. 517-525, 1999.

NIELSEN, N. *et al.* Successful resuscitation with mechanical CPR, therapeutic hypothermia and coronary intervention during manual CPR after out-of-hospital cardiac arrest. **Resuscitation**, v. 65, p. 111-113, 2005.

ODEGAARD, S. *et al.* The effect of transport on quality of cardiopulmonary resuscitation in out-of-hospital cardiac arrest. **Resuscitation**, v. 80, p. 843-848, 2009.

OLASVEENGEN, T. M. *et al.* Quality of cardiopulmonary resuscitation before and during transport in out-of-hospital cardiac arrest. **Resuscitation**, v. 76, p. 185-190, 2008.

ONG, M. E. *et al.* Mechanical CPR devices compared to manual CPR during out-of-hospital cardiac arrest and ambulance transport: a systematic review. **Scand J Trauma Resusc Emerg Med**, v. 20, p. 1-10, 2012.

O'ROURKE, M. F. *et al.* An airline cardiac arrest program. **Circulation**, v. 96, p. 2849-2853, 1997.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ANÁLISE DA VIABILIDADE DE RESSUSCITAÇÃO CARDIORRESPIRATÓRIA DURANTE VOO NAS AERONAVES
DO BATALHÃO POLICIAL MILITAR DE OPERAÇÕES AÉREAS DO PARANÁ
Marcus Vinicius Stuuqui Mastine

PAGE, R. L. *et al.* Use of automated external defibrillators by a US airline. **N Engl J Med**, v. 343, p. 1210-1216, 2000.

PERKINS, G. D. *et al.* Mechanical versus manual chest compression for out-of-hospital cardiac arrest (PARAMEDIC): a pragmatic, cluster randomised controlled trial. **Lancet**, v. 385, p. 947-955, 2015.

PIETSCH, U. *et al.* Benefit of mechanical chest compression devices in mountain HEMS: lessons learned from 1 year of experience and evaluation. **Air Med J**, v. 33, p. 299-301, 2014.

POOLE, K. *et al.* Mechanical CPR: Who? When? How? **Crit Care**, v. 22, p. 1-9, 2018.

PUTZER, G. *et al.* LUCAS compared to manual cardiopulmonary resuscitation is more effective during helicopter rescue – a prospective, randomized, cross-over manikin study. **Am J Emerg Med**, v. 31, p. 384-389, 2013.

RITTER, G. *et al.* The effect of bystander CPR on survival of out-of-hospital cardiac arrest victims. **Am Heart J**, v. 110, p. 932-937, 1985.

ROBERTS, D. *et al.* Early predictors of mortality for hospitalized patients suffering cardiopulmonary arrest. **Chest**, v. 97, p. 413-419, 1990.

RUBERTSSON, S. *et al.* Mechanical chest compressions and simultaneous defibrillation vs conventional cardiopulmonary resuscitation in out-of-hospital cardiac arrest: the LINC randomized trial. **JAMA**, v. 311, p. 53-61, 2014.

SAKLES, J. C. *et al.* Airway management in the emergency department. **Ann Emerg Med**, v. 31, p. 325-332, 1998.

SCHMIDT, U. *et al.* On-scene helicopter transport of patients with multiple injuries—comparison of a German and American system. **J Trauma**, v. 33, p. 548, 1992.

SCHWARTZ, R. J. *et al.* Impact of pre-trauma center care on length of stay and hospital charges. **J Trauma**, v. 29, p. 1611-1615, 1989.

SENER, A. *et al.* Mechanical versus manual chest compression: a retrospective-cohort in out-of-hospital cardiac arrest. **Acta Medica**, v. 52, p. 325-331, 2021.

SMITH, J. S.; SMITH, B. J. When is air medical service faster than ground transport? **J Air Med Transport**, v. 12, p. 258, 1993.

SOAR, J. *et al.* European Resuscitation Council guidelines for resuscitation 2005. Section 7. Cardiac arrest in special circumstances. **Resuscitation**, v. 67, p. S135-S170, 2005.

STONE, C. K.; THOMAS, S. H. Interhospital transfer of cardiac patients by air. **Am J Emerg Med**, v. 11, p. 651-652, 1993.

SUNDE, K. *et al.* Quality of mechanical, manual standard and active compression–decompression CPR on the arrest site and during transport in a manikin model. **Resuscitation**, v. 34, p. 235-242, 1997.

TAZAROURTE, K. *et al.* Refractory cardiac arrest in a rural area: mechanical chest compression during helicopter transport. **Acta Anaesthesiol Scand**, v. 57, p. 71-76, 2013.

THEODOROU, A. *et al.* Fire attributable to a defibrillation attempt in a Neonate. **Pediatrics**, v. 112, p. 677-679, 2003.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

ANÁLISE DA VIABILIDADE DE RESSUSCITAÇÃO CARDIORRESPIRATÓRIA DURANTE VOO NAS AERONAVES
 DO BATALHÃO POLICIAL MILITAR DE OPERAÇÕES AÉREAS DO PARANÁ
 Marcus Vinicius Stuqui Mastine

THOMAS, A. N.; GALVIN, I. Patient safety incidents associated with equipment in critical care: a review of reports to the UK National Patient Safety Agency. **Anaesthesia**, v. 63, p. 1193-1197, 2008.

THOMAS, S. H. *et al.* Effect of an in-flight helicopter environment on the performance of ALS interventions. **Air Med J**, v. 13, p. 9-12, 1994.

THOMAS, S. H. *et al.* The ability to perform closed chest compressions in helicopters. **Am J Emerg Med**, v. 12, p. 296-298, 1994.

TOPJIAN, A. A. *et al.* Brain resuscitation in the drowning victim. **Neurocrit Care**, v. 17, p. 441-467, 2012.

VALENZUELA, T. D. *et al.* Outcomes of rapid defibrillation by security officers after cardiac arrest in casinos. **N Engl J Med**, v. 343, p. 1206-1209, 2000.

VAN STRALEN, D. *et al.* Decrease in quality of CPR chest compressions during patient transports. **Prehosp Dis Med**, v. 7, p. 27S (Suppl 1) (abstr), 1992.

VÖGELE, A. *et al.* Effect of acute exposure to altitude on the quality of chest compression-only cardiopulmonary resuscitation in helicopter emergency medical services personnel: a randomized, controlled, single-blind crossover trial. **J Am Heart Assoc**, v. 10, p. e021090, 2021.

WAYDHAS, C. *et al.* Deterioration of respiratory function after intrahospital transport of critically ill surgical patients. **Intens Care Med**, v. 21, p. 784-789, 1994.

WIGMAN, L. D. *et al.* Trauma-related dispatch criteria for helicopter emergency medical services in Europe. **Injury**, v. 42, p. 525-533, 2011.

YUN, J. G. *et al.* Performance of an automated external defibrillator in a moving ambulance vehicle. **Resuscitation**, v. 81, p. 457-462, 2010.