

# Estrategias en el manejo de heridos en combate a bordo de las aeronaves militares

| Fecha de recibido: 11 de julio 2022 | Fecha de aprobado: 28 de septiembre 2022 |

| Reception date: July 11, 2022 | Approval date: September 28, 2022 |

| Data de recebimento: 02 de julho de 2022 | Data de aprovação: 28 de setembro de 2022 |

**Cristian Camilo  
Moyano Lesama**

<https://orcid.org/0000-0002-7403-1462>

✉ [cricamotaph@gmail.com](mailto:cricamotaph@gmail.com)

**Tecnólogo en Atención prehospitalaria**

Paramédico militar de vuelo

Fuerza Aérea Colombiana

Colombia

Rol del investigador: teórico y escritura

**Prehospital Care Technologist**

Military flight paramedic

Fuerza Aérea Colombiana

Colombia

Researcher's role: theoretical and writing

**Tecnólogo em Atendimento Pré-Hospitalar**

Paramédico de voo militar

Fuerza Aérea Colombiana

Colombia

O papel do pesquisador: teórico e escrito

**Cómo citar este artículo:** Moyano Lesama, C. C. (2023). Estrategias en el manejo de heridos en combate a bordo de las aeronaves militares. *Ciencia y Poder Aéreo*, 18(1), 25-34. <https://doi.org/10.18667/cienciaypoderaereo.762>



## Estrategias en el manejo de heridos en combate a bordo de las aeronaves militares

## Strategies in the management of combat casualties on board military aircraft

## Estratégias na gestão de baixas em combate a bordo de aeronaves militares

**Resumen:** Los avances en tecnología militar crecen a pasos agigantados tanto en la obtención de armamento, radares, aeronaves militares y drones, como en el campo de la medicina militar, la cual se enfoca en mitigar el índice de bajas en la evacuación de heridos en combate. La atención de estos combatientes requiere cinco estrategias de intervención oportuna por parte del personal sanitario de la Fuerza Aérea Colombiana, planteadas en este artículo por medio de la recopilación de información con un alto nivel de evidencia científica que garantice las condiciones fisiológicas en vuelo, con lo que se destaca la atención médica prehospitalaria como un pilar importante en la atención de pacientes. Este artículo resalta la importancia en la sinergia entre la aviación militar y las ciencias médicas para garantizar la tasa de supervivencia en las víctimas del conflicto armado integrantes de las Fuerzas Militares de Colombia, a través de los lineamientos doctrinales de la medicina táctica empleada en la fase del *tactical evacuation*. Por lo tanto, aplicar las estrategias expuestas en este artículo y fortalecer las condiciones de atención avanzada en la fase prehospitalaria mejorará las expectativas de vida de los heridos en combate y garantizará el cumplimiento del objetivo de la misión.

**Palabras clave:** ácido tranexámico; acidosis metabólica; diamante de la muerte; evacuación aeromédica; hipotermia; hipovolemia; medicina táctica.

**Abstract:** Advances in military technology are growing by leaps and bounds both in the development of weapons, radars, military aircraft and drones, as well as in the field of military medicine, which focuses on mitigating the casualty rate in the evacuation of combat wounded. The care of these combatants requires five strategies of timely intervention by the Colombian Air Force health personnel, proposed in this article through the collection of information with a high level of scientific evidence to ensure the physiological conditions in flight, thus highlighting the pre-hospital medical care as an important pillar in patient care. This article highlights the importance of the synergy between military aviation and medical sciences to guarantee the survival rate of victims of the armed conflict who are members of the Colombian Armed Forces, through the doctrinal guidelines of tactical medicine used in the *tactical evacuation* phase. Therefore, applying the strategies presented in this article and strengthening the conditions of advanced care in the prehospital phase will improve the life expectancy of the wounded in combat and guarantee the fulfillment of the mission's objective.

**Keywords:** Tranexamic acid; metabolic acidosis; death diamond; aeromedical evacuation; hypothermia; hypovolemia; tactical medicine.

**Resumo:** Os avanços na tecnologia militar estão crescendo a passos largos, tanto no desenvolvimento de armas, radares, aviões militares e drones, quanto no campo da medicina militar, que se concentra em mitigar o índice de baixas na evacuação de baixas em combate. O cuidado desses combatentes requer cinco estratégias para a intervenção oportuna do pessoal de saúde da Força Aérea Colombiana, conforme delineado neste artigo através da coleta de informações com alto nível de evidência científica para garantir condições fisiológicas em vôo, destacando assim o cuidado médico pré-hospitalar como um importante pilar no cuidado ao paciente. Este artigo destaca a importância da sinergia entre a aviação militar e as ciências médicas para garantir a taxa de sobrevivência das vítimas do conflito armado que são membros das Forças Armadas Colombianas, através das diretrizes doutrinárias da medicina tática utilizadas na fase de *evacuação tática*. Portanto, a aplicação das estratégias descritas neste artigo e o fortalecimento das condições de cuidados avançados na fase pré-hospitalar melhorará a expectativa de vida dos feridos em combate e garantirá o cumprimento do objetivo da missão.

**Palavras-chave:** Ácido tranexâmico; acidose metabólica; diamante da morte; evacuação aeromédica; hipotermia; hipovolaemia; medicina tática.

## Introducción

En el contexto histórico de la guerra en Colombia, se han desarrollado nuevas técnicas y procedimientos en la atención médica prehospitalaria. En los casi sesenta años de conflicto interno, se han adquirido múltiples experiencias en la evacuación de heridos en combate con traumas cada vez más complejos. Requieren, actualmente, una nueva mirada en dirección al fortalecimiento ante las recomendaciones y actualizaciones que van surgiendo para el manejo del paciente con compromiso orgánico por politraumatismos ocasionados por mecanismos de lesión con gran liberación de energía.

Se presentan, a continuación, unas estrategias de atención en trauma militar en la fase de evacuación aeromédica como recomendaciones de alta evidencia científica. Según Camargo *et al.* (2014), el impacto de la atención médica prehospitalaria de los heridos, en la larga guerra irregular de Colombia con guerrillas, narcotraficantes y bandas criminales emergentes, exige garantizar un manejo adecuado y rápido, eficaz y óptimo, con la mayor probabilidad de supervivencia de las víctimas y una rehabilitación satisfactoria. Depende del abordaje inicial en la atención suministrada desde los primeros eslabones de la cadena de supervivencia.

Según las guías del Tactical Combat Casualty Care (Joint Trauma System, 2021), las tres primeras causas de muerte en heridos de combate son las hemorragias exanguinantes en extremidad (61%), los traumas de tórax (33%) y la obstrucción de la vía aérea (31%). Mientras que en Colombia la mayor incidencia en la tasa de mortalidad, según Camargo *et al.* (2014), la tienen el trauma de tórax (34%), el desmembramiento por minas antipersonales (31%) y heridas en cráneo (17%), con “una cifra preocupante de mortalidad inmediata de los heridos en el campo de combate del 32%, así como la ausencia de la atención médica especializada después del evento traumático y el déficit de la logística de transporte médico, con tiempos muy prolongados para la evacuación”.

Las condiciones fisiológicas de vuelo durante el desarrollo de operaciones médicas militares son un gran reto para el personal sanitario de la Fuerza

Aérea Colombiana (FAC). Son mujeres y hombres que se enfrentan día a día a un sin número de situaciones adversas en el teatro de operaciones, tales como: el ambiente hostil, las condiciones meteorológicas, la limitación de recursos y las diversas condiciones atmosféricas, teniendo como resultado la afectación de los pacientes en plataforma. Por lo anterior, se hace importante que este personal conozca y comprenda muy bien concepciones básicas como el “diamante de la muerte”, concepto derivado de la aparición de los cuatro factores que lo componen: la hipotermia, la coagulopatía, la acidosis metabólica y la hipocalcemia. Su detección y tratamiento temprano puede marcar la diferencia entre la vida y la muerte, y mucho más cuando se exponen a un ambiente aeronáutico.

En el contexto de la situación, dentro del teatro de operaciones es común encontrar pacientes con heridas ocasionadas por arma de fuego de alto calibre o por artefactos explosivos improvisados (AEI). Eventos en los que pueden presentar pérdidas sanguíneas de gran proporción en un lapso corto, teniendo como resultado la aparición del *shock* hipovolémico clase III o clase IV, y por consiguiente, la alteración metabólica secundaria a la deficiencia en la entrega adecuada de oxígeno. Así lo describe Salamea (2013), quien hace referencia a la limitación producida por las pérdidas de hemoglobina (vehículo transportador del oxígeno), ocasionando una afectación mayor en el paciente, ya que de la disminución de la volemia se deriva una baja de temperatura (hipotermia) y da lugar a una alteración de la curva de disociación de la hemoglobina en la entrega del oxígeno a los tejidos.

En situaciones fisiológicas normales, por medio del metabolismo aeróbico, las células humanas producen en las mitocondrias 38 moléculas de adenosín trifosfato (ATP), pero en estas condiciones de hipoxia hipóxica el organismo empieza producir tan solo dos moléculas de ATP mediante un metabolismo anaeróbico; una condición que empeora la función celular y de los tejidos, llevando al paciente a una acidosis metabólica e incrementando la producción de ácido pirúvico y ácido láctico.

Ahora bien, en referencia al *Manual de fisiología de vuelo* (FAC, 2010), se debe recordar que, por cada mil

pies de altura, la temperatura disminuye 2 °C y cuando el paciente alcanza temperaturas por debajo de 35 °C, los tiempos de coagulación se ven alterados en 1.5 veces sobre el rango normal, lo que impide la activación del inhibidor del plasminógeno y conlleva a una lisis del coágulo, que como medio compensatorio, se requería para controlar el sangrado, desencadenando así una coagulopatía, situación que empeora con la hipocalcemia secundaria a la pérdida de calcio, un ion importante en la activación de la cascada de coagulación; es por esto que, cada vez que se produce mayor hipotermia en el paciente, se provoca de manera indirecta, un aumento en la pérdida del volumen sanguíneo, más una acidosis metabólica que conlleva a una falla multiorgánica y como desenlace la muerte.

Según lo descrito por Thomas (2015), el estudio de Perel *et al.* (2012) sobre la aleatorización clínica de un antifibrinolítico en la hemorragia significativa (CRASH-2) y el estudio de Morrison *et al.* (2012) sobre la aplicación militar del ácido tranexámico (ATX) en emergencias de reanimación por trauma mostraron que cuando el ácido tranexámico puede administrarse dentro de las tres horas posteriores a la lesión, la mortalidad de los pacientes con lesiones graves, principalmente en cavidad torácica o abdominal, se reduce hasta en 30 % si se acompaña de resucitación con sangre total y en 20 % si solo se administra el ácido tranexámico.

Un segundo estudio CRASH-3, publicado en la revista *The Lancet* (2019), demostró que el ácido tranexámico era seguro y útil de administrar en pacientes con trauma craneoencefálico con escala coma Glasgow leve-moderado, y que por cada veinte minutos de retraso en su administración se limita su efectividad en 10 %, disminuyendo el índice de supervivencia por las lesiones secundarias ocasionadas en este tipo de traumatismo. El estudio ROC-ATX-TBI, publicado por el *Journal of the American Medical Association-JAMA* (Ghasabyan *et al.*, 2020), resaltó la importancia de administrar 2 g de ácido tranexámico en pacientes con trauma craneoencefálico moderado-severo, con al menos una pupila reactiva y una PAS de al menos 90 mmhg, el cual disminuyó en 18 % el índice de mortalidad en los próximos treinta días.

Estas condiciones fisiopatológicas a las que se expone una víctima de trauma derivada del teatro de operaciones requieren la implementación de recomendaciones fundamentadas en la ciencia. Entonces, ¿cuáles serán las mejores recomendaciones para el manejo de los pacientes heridos en combate a bordo de aeronaves militares con la finalidad de garantizar un aumento en la tasa de supervivencia?

## Metodología

El enfoque de este artículo de investigación es interpretativo-cualitativo. Se realizó una búsqueda sistemática en PubMed y MEDLINE utilizando los siguientes términos de búsqueda: evacuación aeromédica, heridos en combate, diamante de la muerte, ácido tranexámico.

Se compararon los resultados para identificar artículos que abordaran los términos de búsqueda, con un análisis temático de diferentes referencias bibliográficas emitidas por asociaciones científicas como el consenso de expertos en trauma militar Joint Trauma System, el comité del Tactical Combat Casualty Care, el Colegio Americano de Cirujanos y el Consenso de Hartford, con evidencia científica de alta fiabilidad en el manejo de heridos en trauma de guerra. Además, se hizo un análisis interpretativo aplicado a las misiones de la FAC, en el contexto misional de la multiplicación de la fuerza.

Es así como el objetivo de este enfoque es establecer cinco estrategias fundamentales para el manejo de pacientes en condiciones críticas, quienes van a ser sometidos a cambios de presión barométrica en vuelo y al impacto en la disminución de las tasas de morbilidad en esta población por parte de las tripulaciones aeromédicas.

## Resultados

Después de una revisión sistemática de la literatura disponible, se revisaron 46 artículos que abordan el

manejo de víctimas heridas en combate en la fase de evacuación aeromédica en aeronaves de ala rotatoria. Se encontraron recomendaciones actualizadas en el manejo de los pacientes que impactan en la tasa de supervivencia, por lo cual se establecen cinco estrategias que disminuyen la tasa de mortalidad. Se evidenció que cuando la aplicación del torniquete se hizo antes de que el paciente se descompensara y entrara en estado de *shock*, la supervivencia fue de 96%; cuando se colocó después de que el paciente presentara *shock*, la supervivencia fue de 4%”.

Los resultados, según Shackelford *et al.* (2017), de hacer la transfusión de productos sanguíneos prehospitalarios en cuestión de minutos de la lesión se asociaron a una mayor supervivencia de 24 hrs y 30 días. Así mismo, el reconocimiento de fracturas del anillo pélvico secundario a amputaciones traumáticas al pisar AIE constituye un riesgo del 22% de presentar hemorragia masiva y *shock* hipovolémico clase III y IV en estos pacientes. Su adecuada inmovilización y el uso de cinturón pélvico se asocian a un aumento significativo en la tasa de supervivencia; cuando se adiciona el uso de ácido tranexámico en la primera hora y hasta las tres primeras horas, se reduce la tasa de mortalidad en 20%; y si se administra con hemoderivados, en 30%.

## Primera estrategia

Para hablar de un manejo adecuado de las hemorragias, es importante ahondar en el control oportuno y eficiente según su ubicación. En zonas anatómicas como extremidades, deben ser controladas con un torniquete tipo CAT o SAM-XT, según las recomendaciones descritas por el comité del Tactical Combat Casualty Care (Joint Trauma System, 2021). En la figura 1, se puede apreciar un herido en combate con su prenda militar impregnada de sangre; esta sería una indicación para controlar la hemorragia con un torniquete en la extremidad, justamente entre 5 y 7 cm por encima del sitio de la lesión exanguinante.

Por otro lado, en puntos de unión como el cuello, las axilas o la ingle la recomendación es realizar un empaquetamiento con presión constante en el sitio

por tres minutos. Se pueden usar: i) gasas hemostáticas impregnadas con un componente conocido como Kaolin (arcillas ricas en el mineral caolinita), el cual tiene propiedades absorbentes que provocan una aglutinación de los factores de coagulación, plaquetas y hematíes, favoreciendo la formación de un coágulo estable en gran variedad de heridas; o ii) quitosano (quitosano liofilizado), que es un derivado natural extraído de “la concha de los crustáceos, el cual posee propiedades hemostáticas, que cuando el apósito entra en contacto con la sangre, se vuelve extremadamente pegajoso y se adhiere a la herida sellándola con eficacia, mejorando la función plaquetaria y favoreciendo la formación del coágulo, siendo capaz de controlar incluso hemorragias moderadas y graves” (Ministerio de Defensa del Gobierno de España, 2014, p. 68).

Si se contara con un torniquete de unión como el SAM Junctional Tourniquet (STJ), sería lo ideal para controlar el sangrado en estas regiones. Sin embargo, cuando el orificio de la lesión es profundo puede requerir la utilización de dispositivos como el X-STAT 12 o 30, adicional al iT-Clamp. Este último, según las recomendaciones de las guías del Tactical Combat Casualty Care (Joint Trauma System, 2021), puede ser muy útil en heridas sangrantes en regiones anatómicas como el escapo y en cuello, siendo siempre muy vigilantes del compromiso de la vía aérea o de un hematoma expansivo y en cara. Si la lesión se encuentra cerca de la órbita ocular, debe colocarse a mínimo 1 cm de distancia.

Según Cross *et al.* (2017), las fracturas del anillo pélvico en trauma de guerra son consideradas situaciones de alto riesgo, debido al compromiso hemodinámico que este genera. Si desgarran uno de los grandes vasos que atraviesan esta zona anatómica, albergando toda la volemia de la víctima en esta área, el éxito de estos pacientes dependerá de una adecuada inmovilización por medio de cinturones pélvicos y el uso del ácido tranexámico IV en las tres primeras horas. Se demostró en este estudio que 77 militares que presentaron amputación traumática al pisar un AIE sufrieron fractura pélvica asociada por amputación unilateral (10%), amputación bilateral (30%) y amputación bilateral arriba de la rodilla (39%); en general, en 22% presentaron fractura pélvica.



Figura 1. Palacios (2020). Misión de recuperación de personal. Fuerza de Tarea Conjunta OMEGA.

Fuente: La Macarena-Meta [fotografía].

## Segunda estrategia

La importancia en el manejo adecuado de la vía aérea de un paciente es, precisamente, mantenerla permeable por medio de técnicas manuales como: la tracción mandibular o la elevación del mentón, el uso de accesorios como la cánula nasofaríngea y los dispositivos supraglóticos como la mascarilla de segunda generación tipo i-Gel. Esta última genera un mejor sello en la vía aérea del paciente al estar diseñada con gel en su extremo inferior y al no tener neumotaponador, pues es precisa para mitigar el riesgo de lesión en un paciente que sea sometido a diferentes cambios de presión atmosférica, como se describe en lo establecido por la Ley de Boyle-Mariotte (FAC, 2010). Este tipo de dispositivos de segunda generación limita el riesgo de aerogastría, evita la regurgitación y, como resultado final, disminuye la broncoaspiración, con lo que permite garantizar una adecuada ventilación a presión positiva mediante el dispositivo bolsa-válvula-mascarilla (BVM) con reservorio, que se traduce en un suministro óptimo del volumen corriente, una PEEP entre 5-6 cm de agua y una fracción inspirada de oxígeno para mantener una saturación de oxígeno por encima del 94%, lo cual sería ideal en estos pacientes. Cuando se presenta un trauma maxilofacial y se dificulta mantener

permeable la vía aérea y la ventilación del paciente, se debe recurrir a una cricotiroidotomía quirúrgica.

## Tercera estrategia

El neumotórax a tensión es una de las tres primeras causas de muerte en trauma de guerra, secundario a lesiones por onda explosiva producto del mecanismo de lesión primario y secundario. Entre estas causas se encuentra el neumotórax abierto, que genera una afectación en la integridad de la pared torácica que requiere la colocación de un sello de tórax con válvula unidireccional, el cual inhibe el ingreso de aire en la fase inspiratoria y, a su vez, permite su descompresión en fase espiratoria. La otra causa es un neumotórax a tensión secundario a trauma cerrado de tórax, que genera un colapso cardiovascular por aumento de la presión intratorácica, dado que disminuye la precarga y el volumen minuto cardíaco, con lo cual provoca la caída de la presión de perfusión cerebral y lleva a hipotensión, ingurgitación yugular y disnea.

Uno de los factores que produce la aparición súbita de esta patología traumática es el aumento del volumen de aire contenido en el espacio pleural, secundario a la pérdida de presión barométrica (Ley de Boyle Mariotte). Cuando no se reconoce antes de la evacuación en la aeronave de ala rotatoria, aumenta considerablemente el riesgo de muerte en los primeros minutos de vuelo. Por tanto, es necesario implementar una buena clínica basada en una minuciosa inspección médica prehospitalaria antes del ascenso de la aeronave y durante el crucero, a fin de detectar los cambios fisiológicos en vuelo y, así, realizar la respectiva descompresión del neumotórax a tensión. Esto último, mediante un catéter n.º 14 tipo ARS de 8 cm de longitud, en el quinto espacio intercostal con línea axilar anterior o segundo espacio intercostal con línea media clavicular, por encima de la tercera costilla en el hemitórax afectado.

## Cuarta estrategia

La relación con la reanimación hídrica debe estar basada en el concepto de la *hipotensión permisiva* del

Dr. Cannon en 1918, “donde se debe mantener una tensión arterial que no sea tan baja que no permita perfundir a los órganos, ni tan alta que pueda generar una ruptura del coagulo reactivando el sangrado” (Salamea, 2013). Por tanto, la meta es conseguir una TAS: 90 mmHg o que el paciente recupere su estado de consciencia.

Las guías del Tactical Combat Casualty Care (Joint Trauma System, 2021) recomendaban el uso de expansores de volumen que, a diferencia de los cristaloides, permiten mantener la expansión del sistema cardiovascular por las próximas ocho horas y se requiere administrar tan solo 500 ml de volumen 6% o Hextastarch (Hespan®), en comparación con 3000 ml de cristaloides para mantener una adecuada presión de perfusión cerebral (PPC) = 65 mmHg. Una limitación marcada de los coloides y cristaloides es, precisamente, la deficiencia en el transporte de oxígeno, ya que no cuenta con glóbulos rojos (hemoglobina) para corregir la hipoperfusión tisular. Es debido tener en cuenta que, por su alto costo en el mercado, los coloides no siempre están a la mano; además, algunos coloides generan compromiso de tipo renal y otros pueden generar hipersensibilidad. Por tal razón, la literatura recomienda el uso del lactato de Ringer en cuanto a cristaloides, dada su concentración de Na<sup>+</sup> y Cl<sup>-</sup>, siendo mucho menor en comparación con la solución salina al 0,9%, ya que puede empeorar la acidosis en el paciente y, por ende, llevarlo a una acidosis hiperclorémica después de infundir dos litros. Además, esta solución balanceada contiene lactato, el cual al metabolizarse en el hígado produce bicarbonato (*buffer* amortiguador en la acidosis metabólica), favoreciendo al metabolismo celular.

Con lo anterior, la resucitación agresiva con líquidos endovenosos puede llevar a una coagulopatía por hemodilución de los componentes sanguíneos, inhibiendo el proceso de coagulación y generando un incremento en la presión hidrostática dentro del vaso sanguíneo. Esto aumenta la permeabilidad capilar y, en consecuencia, agrava el estado hemodinámico del paciente, dado que dichos líquidos pasarían al espacio intersticial en 75% durante la primera hora de haber sido administrados, produciendo edema pulmonar. El líquido en el espacio alveolar limita el intercambio

gaseoso de oxígeno por dióxido de carbono a través de la membrana alveolo-capilar. Sin embargo, el Tactical Combat Casualty Care (Joint Trauma System, 2021), en su actualización del 15 de diciembre de 2021, ya no recomienda el uso de cristaloides o coloides para la resucitación hídrica de pacientes con *shock* hemorrágico.

Hoy en día, la medicina basada en la evidencia avala la transfusión, en el ámbito prehospitalario, de sangre total o productos sanguíneos, seguido de la infusión de 10 ml de cloruro de calcio 10% o 30 ml de gluconato de calcio 10%, iv/ío después de haber administrado la primera unidad, con el fin de limitar la aparición de hipocalcemia secundario al aumento en los niveles de citrato en sangre. El estudio PROPPR (Holcomb *et al.*, 2015) evidenció que la reanimación en relación 1:1:1 (plaquetas, plasma, glóbulos rojos) logró la hemostasia en corto tiempo y experimentó una menor cantidad de muertes por exanguinación a las 24 horas. Otros estudios como el PAMPER (Pusateri *et al.*, 2020) evidenciaron que la administración de plasma prehospitalario durante el transporte médico aéreo en pacientes traumatizados con riesgo de *shock* hemorrágico mejora la tasa de supervivencia a las 24 horas y 30 días, disminuyendo el riesgo de morbimortalidad, en comparación con la reanimación con cristaloides.

Según las guías del Tactical Combat Casualty Care (Joint Trauma System, 2021), para pacientes que presenten quemaduras con superficie corporal quemada superior al 20%, se debe emplear el uso de la regla de 10. Esta regla consiste en calcular el porcentaje de la superficie corporal quemada (%SCQ), multiplicando dicho porcentaje x 10 ml/h en adultos de 40-80 kg de peso, y por cada 10 kg por encima de 80 kg se debe aumentar la velocidad de infusión inicial 100 ml/h. El fluido a administrar será el lactato de Ringer vía iv/ío por medio de catéter n.º 18, y en caso de que la víctima también presente *shock* hipovolémico hemorrágico, este último tiene prevalencia sobre la reanimación de la quemadura.

## Quinta estrategia

Entre las recomendaciones importantes por parte del comité del Tactical Combat Casualty Care (Joint

Trauma System, 2021) se incluye la administración de líquidos tibios a una temperatura de 38 °C por medio de calefactores de líquidos intravenosos, los cuales controlan que dicha administración sea segura y brindan una autonomía entre seis y ocho horas, disminuyendo la aparición de la hipotermia y la coagulopatía. Otra recomendación es el uso del НРМК (*kit* de prevención de hipotermia), que puede generar una temperatura hasta de 40 °C hasta por ocho horas, razón por la cual no debería colocarse directamente sobre la piel del paciente para evitar riesgo de quemadura.

En caso de que el paciente presente un trauma craneoencefálico, se debe considerar la prevención de cualquier fuente que origine hemorragias sistémicas, ya que la anemia no ayudará a superar la hipoxia. Para esto, use 2 g de ácido tranexámico IV/IO, será una muy buena opción para estos pacientes en las tres primeras horas. En referencia a las guías del Prehospital Trauma Life Support PHTLS (National Association of Emergency Medical Technicians, 2019), se debe prevenir la hipoxia, manteniendo una ventilación asistida de 10 ventilaciones por minuto en adulto para así mantener los niveles de dióxido de carbono espiratorio final (EtCO<sub>2</sub>) entre 35 y 45 mmhg, ya que la hipo o hipercapnea lleva a vasoconstricción o vasodilatación y agrava la hipoperfusión cerebral.

La hipotensión no es un buen indicador en un paciente con trauma craneoencefálico. Es por ello que se debe mantener una TAS mínima de 110 mmhg para pacientes entre 15 y 59 años y de 100 mmhg en mayores de 60 años. Se deben garantizar unos niveles adecuados de glucemia (por encima de 40 mg/dl) en el paciente, pues la hipo o hiperglucemia solo agravará el metabolismo a nivel cerebral. Este tipo de pacientes suelen desarrollar edema cerebral; por lo tanto, es ideal el uso de manitol (0,25-1 g/kg), en referencia a lo descrito en las guías del Prehospital Trauma Life Support PHTLS (National Association of Emergency Medical Technicians, 2019), o usar soluciones hipertónicas como la SSN 3% para disminuir la PIC, según recomendaciones del Tactical Combat Casualty Care (Joint Trauma System, 2021). Sin embargo, se debe vigilar la diuresis intensiva en estos pacientes, ya que este tipo de soluciones osmóticas puede inducir a hipovolemia y empeora la perfusión

del encéfalo. Además de tener especial cuidado con las soluciones hipertónicas, ya que al pasarlas muy rápido puede generar mielosis pontina.

Es importante mantener una constante vigilancia en la escala de valoración neurológica, en especial si se presentan signos de herniación cerebral como:

1. ECG < 8 o disminución de 2 puntos en la ECG por debajo de la valoración inicial.
2. Focalización del lado opuesto de la lesión.
3. Pupilas anisocorias.
4. Flexión o extensión anormal.

Dado lo anterior, se debe garantizar que durante la evacuación aeromédica la tabla rígida se encuentre a nivel de cabecera, con elevación de 30 ° para disminuir el riesgo de broncoaspiración y el aumento de la presión intracraneal; realizar hiperventilación terapéutica solo mientras disminuye alguno de los cuatro signos especificados antes, aumentando las ventilaciones a 20 por minuto, es decir, una ventilación cada tres segundos. Si las condiciones de seguridad en vuelo para la aeronave de ala rotatoria lo permiten, se deberá descender a una menor altura, ya que es posible que la causa de la herniación sea un neumoencéfalo, secundario a una fractura de tabla ósea en cráneo.

## Conclusiones

Las heridas generadas por los mecanismos de lesión con gran liberación de energía en el teatro de operaciones pueden tener un fuerte impacto en la tasa de mortalidad de las víctimas. Este artículo se centró en el enfoque del abordaje de las lesiones que requieren una intervención rápida y eficaz en la evacuación aeromédica para garantizar la tasa de supervivencia.

La primera causa de muerte en trauma de combate son las hemorragias exanguinantes. Por lo tanto, el *gold estándar* (según los estudios revisados en este artículo) se centra en el uso de torniquetes aprobados por diferentes consensos y asociaciones internacionales, así como el uso de agentes hemostáticos.

Garantizar la permeabilidad de la vía aérea en un paciente que ha sido víctima del trauma de guerra, quien es incapaz de mantenerla permeable, es una de las principales maniobras a realizar en el contexto de la evacuación aeromédica, teniendo en cuenta el orden escalonado en el abordaje por medio de diferentes técnicas manuales, accesorios, aditamentos supraglóticos o técnicas quirúrgicas en los casos más críticos.

Las consideraciones de manejo y abordaje en una víctima por mecanismo de lesión, provocada por la expansión de una onda explosiva o heridas por arma de fuego, pueden generar un traumatismo de tórax cerrado o abierto y lesiones de alta incidencia en la mortalidad en esta zona anatómica. Teniendo en cuenta la interacción de las lesiones con los cambios barométricos de presión atmosférica en vuelo, se convierten en un factor deletéreo en la condición médica del herido. La implementación de las estrategias planteadas en este artículo permite una atención segura durante la evacuación aeromédica.

El enfoque de las condiciones fisiopatológicas del trauma expuesto en este artículo permite reconocer las consecuencias de las demandas metabólicas y las fallas multiorgánicas que llevan a la muerte del herido antes de que llegue a un centro hospitalario de referencia para recibir un manejo definitivo. Una de las estrategias que cuenta con una fuerte recomendación es la resucitación con hemoderivados desde el punto de la evacuación aeromédica. El uso de antifibrinolíticos y resucitación balanceada, que se plantea por medio de la hipotensión permisiva, toma relevancia en el contexto operacional para el abordaje de heridos en el teatro de operaciones.

Las condiciones medioambientales del vuelo determinan la baja temperatura del herido en la fase de evacuación aeromédica. Las estrategias para mitigar el impacto de la hipotermia mejoran las condiciones metabólicas y de supervivencia del herido al inhibir la aparición del diamante de la muerte. En conclusión, aplicar las estrategias expuestas en este artículo y fortalecer las condiciones de atención avanzada en la fase prehospitalaria mejorarán las expectativas de vida de los heridos en combate y garantizarán el cumplimiento del objetivo de la misión.

## Referencias

- Camargo, J., Pérez, L. E., Franco, C., Rodríguez, E. y Sánchez, W. (2014). "Plan pantera", trauma militar en Colombia. *Revista Colombiana de Cirugía*, 29(4), 293-304. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2011-75822014000400005](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2011-75822014000400005)
- CRASH-2 Trial Collaborators, Shakur, H., Roberts, I., Bautista, R., Caballero, J., Coats, T., Dewan, Y., El-Sayed, H., Gogichaishvili, T., Gupta, S., Herrera, J., Hunt, B., Iribhogbe, P., Izurieta, M., Khamis, H., Komolafe, E., Marrero, M. A., Mejía-Mantilla, J., Miranda, J., Morales, C., et al. (2010). Effects of tranexamic acid on death, vascular occlusive events, and blood transfusion in trauma patients with significant haemorrhage (CRASH-2): a randomised, placebo-controlled trial. *Lancet*, 376(9734), 23-32. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(10\)60835-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(10)60835-5)
- CRASH-3 Trial Collaborators. (2010). Effects of tranexamic acid on death, disability, vascular occlusive events and other morbidities in patients with acute traumatic brain injury (CRASH-3): a randomised, placebo-controlled trial. *The Lancet*, 394(10210), 1713-1723. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(10\)32233-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(10)32233-0)
- Cross, A. M., Davis, C., Penn-Barwell, J., Taylor, D. M., De Mello, W. F. y Matthews, J. J. (2014). The incidence of pelvic fractures with traumatic lower limb amputation in modern warfare due to improvised explosive devices. *Journal of the Royal Naval Medical Service*, 100(2), 152-156. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25335309/>
- Ditzel, R., Anderson, J., Eisenhart, W., Rankin, C., DeFeo, D., Oak, S. y Siegler, J. (2019). A review of transfusion — and trauma-induced hypocalcemia: Is it time to change the lethal triad to the lethal diamond? *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, 88(1), 434-439. <https://doi.org/10.1097/TA.0000000000002570>
- Holcomb, J. B., Tilley, B. C., Baraniuk, S., Fox, E. E., Wade, C. E., Podbielski, J. M., Del Junco, D. J., Brasel, K. J., Bulger, E. M., Callcut, R. A., Cohen, M. J., Cotton, B. A., Fabian, T. C., Inaba, K., Kerby, J. D., Muskat, P., O'Keeffe, T., Rizoli, S., Robinson, B. R. H., et al. (2015). Transfusion of plasma, platelets, and red blood cells in a 1:1:1 vs a 1:1:2 ratio and mortality in patients with severe trauma: The PROPPR randomized clinical trial. *Journal of the American Medical Association*, 313(5), 471-482. <https://doi.org/10.1001/jama.2015.12>

- Fuerza Aérea Colombiana (FAC). (2010). *Manual de fisiología de vuelo*. EPFAC.
- Joint Trauma System. (2021). *Guideline TCCC (Tactical Combat Casualty Care)*. <https://www.deployedmedicine.com/content/40>
- Ministerio de Defensa del Gobierno de España. (2014). *Manual de soporte vital avanzado en combate*. <https://publicaciones.defensa.gob.es/fileuploader/download/download/?d=0&file=custom%2Fupload%2FPDF566.pdf>
- Morrison, J. J., Dubose, J. J., Rasmussen, T. E. y Midwinter, M. J. (2012). Military application of tranexamic acid in trauma emergency resuscitation (MATTERS) study. *Archives of Surgery*, 147(2), 113-119. <https://doi.org/10.1001/archsurg.2011.287>
- National Association of Emergency Medical Technicians. (2019). *Prehospital Trauma Life Support PHTLS* (9.ª ed.). Intersistemas.
- Palacios, J. (2020). *Misión de recuperación de personal. Fuerza de Tarea Conjunta Omega. La Macarena-Meta* [fotografía].
- Perel, P., Prieto-Merino, D., Shakur, H., Clayton, T., Lecky, F., Bouamra, O., Russell, R., Faulkner, M., Roberts, I. y Steyerberg, E. W. (2012). Predicción de muerte temprana en pacientes con hemorragia traumática: desarrollo y validación del modelo de pronóstico. *The BMJ*, 345. <https://doi.org/10.1136/bmj.e5166>
- Pusateri, A. W., Moore, E. E., Moore, H. B., Le, T. D., Guyette, F. X., Chapman, M. P., Sauaia, A., Ghasabian, A., Chandler, J., McVane, K., Brown, J. B., Daley, B. J., Miller, R. S., Harbrecht, B. G., Claridge, J. A., Phelan, H. A., Witham, W. R., Putnam, A. T. y Sperry, J. L. (2020). Association of prehospital plasma transfusion with survival in trauma patients with hemorrhagic shock when transport times are longer than 20 minutes: A post-hoc analysis of the PAMPER and COMBAT Clinical Trials. *Journal of the American Medical Association*, 155(2). <https://doi.org/10.1001/jamasurg.2019.5085>
- Salamea, J. C. (2013). *Trauma: abordaje inicial en los servicios de urgencias* (5.ª ed.). Salamandra.
- Shackelford, S. A., Del Junco, D. J., Powell-Dunford, N., Mazuchowski, E. L., Howard, J. F., Kotwal, R. S., Gurney, J., Butler Jr., F. K., Gross, K. y Stockinger, Z. T. (2017). Association of prehospital blood product transfusion during medical evacuation of combat casualties in Afghanistan with acute and 30-day survival. *Journal of the American Medical Association*, 318(16), 1581-1591. <https://doi.org/10.1001/jama.2017.15097>
- Thomas, J. E. (2015, 5 de agosto). *Los beneficios del ATX*. EMS World. <https://www.hmpgloblearningnetwork.com/site/emsworld/article/12072360/revista---los-beneficios-de-atx>