

Transporte aeromédico

Aspectos básicos del transporte aeromédico

DR. NICOLÁS ARROCHA RODRÍGUEZ, SERVICIO NACIONAL AERONAVAL DE PANAMÁ (SENAN)



Fotos suministradas por el autor

Introducción

El primer paso con el que la humanidad emprendió la aventura de conquistar el aire y el espacio quedó plasmado en la mente del hombre antiguo a través del relato de Dédalo y su hijo Ícaro. El mito griego expresa que los protagonistas consiguen escapar de su encierro, en la isla de Creta, valiéndose de sendas alas fabricadas por Dédalo, utilizando para ello plumas de aves unidas entre sí con cera. Con esta acción épica, ambos se convierten en los primeros en lograr la ansiada hazaña de volar y por lo tanto, se les considera pioneros de la aeronáutica.

No obstante, aquella aventura tuvo un final trágico cuando Ícaro, extasiado por el vuelo y la libertad recién adquirida, desobedece el consejo de su padre de evitar volar cerca del sol. Su acción trae como consecuencia que el calor derritiere la cera que mantenía unidas las alas del joven, precipitándose fatalmente hacia el mar.

El trasfondo de aquel mito cobraría realidad siglos después, cuando los hermanos Wilbur y Orville Wright, en los Estados Unidos, y Alberto Santos Dumont, en Brasil, retomaran aquella primitiva intención de surcar los aires, ahora bajo otras condiciones. Sería cuestión de tiempo para que la aviación lograra desarrollarse y sobresalir, cumpliendo su cometido histórico, el que abarcaría una diversidad de aportaciones en un amplio marco de actividades humanas.

La medicina fue una de las áreas directamente beneficiadas con el auge de la aviación. El transporte aéreo de pacientes se constituyó pronto en la mejor opción ante la necesidad de asegurar una vida o reducir posibles complicaciones y secuelas, derivadas de la tardanza en recibir atención, por la distancia hasta un centro médico.

Desde las primeras fases del desarrollo de la aeronavegación se consolida su relación con la medicina, mediante el transporte aeromédico o la evacuación aeromédica. Con estos términos se destaca el aprovechamiento del medio aeronáutico como elemento fundamental de trans-

porte ante la tarea de salvar vidas. Pronto se hace común la utilización de aeronaves de ala rotatoria o de ala fija para el traslado de personas lesionadas desde zonas de conflicto armado, en áreas de desastre natural o en ámbitos civiles, por causa de lesiones o enfermedades. El destino final del trayecto suele ser un centro hospitalario con la capacidad médico-quirúrgica suficiente ante las necesidades surgidas. Al hablar de forma coloquial sobre la aerotransportación de pacientes, se suele utilizar con mucha frecuencia el término Medevac (por sus siglas en inglés-*Medical evacuation*) para referirse específicamente a la evacuación aeromédica; no obstante, dentro del marco conceptual no necesariamente este término implica el uso de un medio aéreo. El término hace referencia a la movilización de enfermos o heridos indistintamente que sea por vía aérea o vía terrestre.

El equipo designado para la atención en las evacuaciones aeromédicas, está constituido por personal médico, de enfermería o técnico en urgencias médicas. Este personal, según sea la circunstancia, puede desenvolverse en dos



escenarios específicos, basándose en el hecho de que la intervención se dé como una acción primaria o secundaria. Una evacuación aeromédica primaria implica que el equipo médico de la aeronave es el primero en llegar a la escena. En este caso, le corresponderá realizar una evaluación y brindar la atención inicial en el lugar, con los recursos disponibles.

En una evacuación aeromédica secundaria, la intervención se produce cuando la víctima ya ha recibido atención previa a su arribo a la aeronave. Son casos como el de las personas que se encuentran hospitalizadas o que están

siendo atendidas en una unidad hospitalaria de urgencia. En ambos escenarios el transporte aéreo cumple la función de trasladar a personas para continuar la atención o para realizar evaluaciones diagnósticas, para lo cual no se cuenta con recursos en el punto de origen.

Antecedentes

Siempre existe un momento de inicio que nos sirve de marco de referencia en el contexto histórico. Para algunos autores, el empleo por primera vez del transporte aéreo como alternativa para acortar el tiempo de traslado de personas lesionadas, fue realizado en el siglo XIX, durante el sitio de París de 1870.

En pleno desarrollo de la Guerra Franco-Prusiana, y ante la imposibilidad de utilizar las rutas terrestres convencionales, en un momento de la batalla se tomó la decisión de evacuar a más de 160 soldados franceses heridos, mediante el empleo de globos aerostáticos.

Entre los principales conflictos bélicos registrados durante el pasado siglo XX, se emplearía el transporte aéreo en forma creciente como una alternativa pronta y eficaz dada la necesidad de atender a los heridos en el campo de batalla. Al producirse la Primera Guerra Mundial (1914-1918), la aviación se desempeña por primera vez como elemento activo dentro de un conflicto. Estas primeras aeronaves tenían espacio reducido, además de estar diseñadas con el fin exclusivo de portar armamento para el combate. Su presencia como medio de transporte de los soldados enfermos o heridos es poco relevante. Las aeronaves de la época no contaban con las comodida-

des mínimas para el traslado de pacientes, y cuando se hacía los heridos eran aerotransportados sin la presencia de personal médico y muchas veces desprotegidos de los cambios ambientales como temperaturas bajas y la presencia de menor presión de oxígeno por la altitud de vuelo. En este periodo entra en escena el médico francés Eugene Chassaing (1876-1968), considerado por algunos como el padre de la aviación médica. En 1918 Chassaing realizó el histórico primer traslado médico en una aeronave, dando con ello inicio de manera más estructurada a la aerotransportación médica.

La Segunda Guerra Mundial (1939-1945) trajo cambios substanciales al transporte aéreo de pacientes. Como parte de la tripulación que acompañaría a los heridos durante su traslado aéreo, se pudo contar con personal entrenado en la atención médica, al igual que con conocimientos en fisiología de vuelo, beneficiando con ello una mejor atención durante el transporte. La Fuerza Aérea de los Estados Unidos instaura, en 1942, el primer Escuadrón Aéreo de Ambulancias Médicas, por mandato del Teniente Coronel David N. Grant, primer Cirujano de la Fuerza Aérea del Ejército. Con esta designación se establecen y definen los procedimientos médicos para el manejo de pacientes aerotransportados. En febrero de 1943, inició el primer entrenamiento para la formación de las *Flight Nurses* para consolidar el Servicio de Evacuación Aérea del Ejército.

El conflicto de Corea (1950-1953), representa, como campo de batalla, un escenario muy diferente al experimentado por Europa en las dos guerras anteriores. La mayoría del territorio que constituye la península coreana es agreste y con una topografía montañosa que dificultaba la movilización de vehículos terrestres. Esto hace que resulte fundamental contar con la posibilidad de una rápida movilización. Las unidades médicas de campaña tuvieron que recurrir a helicópteros para transportar a los heridos desde zonas distantes hacia los hospitales militares móviles, mejor conocidos como MASH (*Mobile Army Surgical Hospital*), popularizados luego a través de una serie de televisión de los años 70.

De forma particular se utilizó para los transportes aeromédicos, por su versatilidad y maniobrabilidad, el helicóptero Bell H-13, identificado fácilmente por su cabina en forma de burbuja. Por limitación del espacio físico, los heridos eran transportados en camillas colocadas en la parte externa del helicóptero, apoyadas sobre los patines a cada lado de la aeronave. Para brindar cierto grado de protección al paciente del viento, se le cubría el torso con una cápsula.

El traslado por vía aérea disminuyó en forma substancial el tiempo transcurrido entre el momento de producirse la lesión y la llegada al centro de atención durante el conflicto. Esto contribuyó a reducir la mortalidad a 2.4%, en comparación con un 8.8% durante la primera guerra mundial.

Durante la Guerra de Vietnam (1964-1975) el conflicto se produce en un escenario particular y muy diferente al experimentado en Corea. Vietnam es un país ubicado en el sudoeste de Asia,

en una región cubierta por abundante vegetación de selva tropical aunado a una geografía irregular, presencia de ríos caudalosos, los cuales se constituyeron en obstáculos naturales para la pronta movilización de heridos por vía terrestre. Este también fue el medio propicio para el uso de helicópteros de asistencia médica en zona de combate o Medevac. En este escenario será destacada y decisiva la contribución de los helicópteros Bell UH-1 *Iroquois*. Estas aeronaves realizaban las evacuaciones en zonas bajo fuego, en donde la posibilidad de daño directo al personal y al equipo de rescate era muy elevada.



Esto hizo obligatoria entre los equipos de evacuación la técnica *scoop and run* (“cargar y correr”), así como impuso la necesidad de iniciar o continuar la atención médica en vuelo. Durante este conflicto la atención a los heridos mejoró la supervivencia, llegando a disminuir la mortalidad hasta un 1.7%, beneficiados por la atención en el transporte aéreo.

Para la década del 90, las aeronaves de corto y largo alcance destinadas para el transporte de heridos durante la guerra de Irak en el golfo Pérsico, principalmente el Bell UH-1V y el UH-60 *Black Hawk*, aportan una capacidad de atención superior a todas sus predecesoras. Las muchas lecciones aprendidas proyectaron cambios trascendentales en el perfil de la medicina aeronáutica que fueron aplicados al transporte aéreo de personas. Los notables avances tecnológicos en aerotransportación de pacientes, principalmente en el entrenamiento del personal médico, así como los equipos de vuelo, han marcado nuevos rumbos en la atención de pacientes aerotransportados.

Efectos fisiológicos durante el vuelo

El exponer a una persona enferma o lesionada al medio aeronáutico genera una respuesta fisiológica muy diferente a la esperada durante un traslado por medio terrestre o marítimo. No podemos dejar de enfatizar los beneficios del transporte aeromédico; no obstante, se hace necesario reconocer, de manera oportuna, los efectos que el cuerpo va a experimentar ante los cambios fisiológicos.

Durante el desarrollo del transporte aeromédico, podemos considerar la presencia de cuatro variables con participación relevante en la supervivencia de la persona objeto del transporte aéreo. Estas variables que ejercen efectos directos o indirectos sobre la víctima son: la condición médica del paciente; los recursos disponibles a bordo para su atención; las generadas por la propia aeronave; y las condiciones del medio o del ambiente aeronáutico (figura 1).



Figura 1. Efectos fisiológicos durante el vuelo

La identificación oportuna de la interacción de esos componentes nos va a dar la oportunidad de generar acciones para contrarrestarlos o, al menos, mitigar sus efectos. Es por ello que prevalece un concepto que señala que el transporte aéreo de estos pacientes se inicia con la aeronave aún en tierra, dando la oportunidad de evaluar los riesgos o beneficios a los cuales vamos a exponer el paciente. Nuestra premisa siempre deberá tener la intención de reducir las complicaciones de los escenarios más probables que puedan presentarse durante el traslado. En pleno vuelo, el equipo responsable del paciente dependerá exclusivamente de sus conocimientos y experiencia, así como del equipo de soporte disponible a bordo.

Condición del paciente

El estado mórbido o traumático y las complicaciones derivadas de esas condiciones presentes en un paciente previo al traslado, pueden ponerlo en desventaja, dando lugar a consideraciones serias durante el trayecto. Eso justifica en gran medida la importancia y acuciosidad de la evaluación médica del paciente, aunados a una buena historia clínica. Es de relevancia el detectar situaciones médicas que comprometan la adecuada ventilación pulmonar, el tránsito a través de la membrana alveolo capilar y el transporte del oxígeno a los tejidos. Estas condiciones pueden deberse, por ejemplo, a una fractura de costillas, tórax inestable, neumonía, bronquitis, neumotórax, hemotórax, etc. También situaciones cardíacas que estén presentes como una arritmia, infarto miocárdico o insuficiencia cardíaca, que pueden empeorar o complicarse con el vuelo. Los pacientes con estas alteraciones en su estado de salud, desde un inicio presentan una pobre oxigenación, lo cual empeora al someterse a un ambiente hipóxico, si no se toman las medidas oportunas.

Recursos disponibles

Los elementos mínimos para dotar de soporte vital al paciente durante su traslado aéreo deben de estar presentes en la aeronave que lo transportará. El esfuerzo del personal en atención debe estar encaminado a mantener estable la condición del paciente además de ofrecerle la mejor comodidad posible.

Con tal fin se deberá contar con equipo para el manejo integral de la vía aérea y la administración de oxígeno suplementario, por lo cual la dotación deberá ser suficiente para cubrir las necesidades durante el vuelo. Se deberá de contar con la dotación de fármacos suficientes para la atención que pueda suscitarse. El monitor-desfibrilador cardíaco es imprescindible en el transporte aéreo, así como los equipos para el control de signos vitales, preferiblemente equipo digital, pues el ruido dentro de la aeronave puede hacer imposible la medición por medios convencionales. El uso de equipos portátiles para la administración de terapia intravenosa o para ventilación mecánica también resulta una opción oportuna para la atención del paciente en vuelo.

Todos estos equipos deberán tener la capacidad de funcionar de forma autónoma en viajes prolongados, para así evitar la interferencia con los equipos de la aeronave.

Aeronave

El espacio disponible en el interno de los vehículos de transporte aéreo puede ser un primer elemento a considerar. Este puede variar de acuerdo al tipo o modelo de la aeronave que esté siendo utilizada. En algunos casos el espacio reducido puede considerarse una limitante significativa, ya sea porque el paciente requiere espacio para que se le realicen maniobras, el uso de múltiples equipos de soporte o por la presencia de un número mayor de víctimas.

Ahora bien, más allá del contexto de la capacidad física, las aeronaves poseen algunas características inherentes, las cuales pueden afectar de manera directa el bienestar del paciente aerotransportado. Entre esto sobresalen tres elementos importantes: **el ruido, las vibraciones y la aceleración:**

- Los motores de las aeronaves son la fuente principal de **ruido**, cuya intensidad supera fácilmente nuestro rango de tolerancia de 85 dB, con lo cual puede limitar la capacidad de auscultación a los pacientes o el empleo de alguna otra variable de evaluación que dependa de la audición. El ruido es capaz de, además del trauma acústico directo, generar estados de estrés, ansiedad, cansancio, fatiga, mareos, náuseas o vómitos, tanto en los pacientes como en los tripulantes. Con el tiempo, la exposición continua de las tripulaciones al ruido, puede conducir a la pérdida de la audición, sino se toman medidas de protección.

- Las aeronaves generan **vibraciones** en una amplia gama de frecuencias. Los helicópteros, por ejemplo, registran vibraciones comprendidas entre los 12-28 Hz o más dependiendo de su estructura, siendo las más nocivas aquellas en el rango de 4-15 Hz. El efecto nocivo de las vibraciones se produce con el denominado *fenómeno de resonancia*. Este se manifiesta cuando las frecuencias generadas por los motores de la aeronave coinciden con las frecuencias naturales del cuerpo humano, con lo cual inducen a los órganos y tejidos a vibrar, lo que trae como consecuencia que se produzca un aumento en la fricción entre estos. El efecto nocivo de las vibraciones empeora si el paciente es sometido a un contacto directo con la estructura de la aeronave.
- El efecto producido por la **aceleración** de una aeronave se fundamenta en el principio contenido en la *Tercera Ley del Movimiento de Newton*. Tomando en cuenta que las fuerzas de aceleración operan en tres ejes, longitudinal (z), transversal (x) y lateral (y), sus efectos siempre se van a manifestar sobre la persona sea en menor o mayor grado, pero con mayor presencia en aeronaves de ala fija que en las de ala rotatoria.

Las fuerzas generadas en los dos primeros ejes son las que ejercen mayor carga fisiológica, dependiendo de la posición que adopte el paciente durante el vuelo. En una aeronave de ala fija, el mayor impacto de la fuerza de aceleración en el eje transversal se manifiesta cuando despegar o aterriza. Si en un aeroplano tenemos a un paciente acostado boca arriba (decúbito dorsal) con su cabeza dirigida hacia la nariz de la aeronave, al despegar la aeronave (acelerar), lo que se provoca es un desplazamiento de fluidos en el sentido del vector inercial; es decir, opuesto al sentido de desplazamiento de la aeronave, hacia los pies del paciente. Durante el proceso de aterrizar (desacelerar), manteniendo el paciente igual posición, el desplazamiento de fluidos y consecuentemente el vector inercial, estará dirigido hacia el sentido opuesto a la desaceleración, hacia la cabeza del paciente.

Ambiente

El ambiente aeronáutico siempre ha sido considerado hostil para el ser humano, tanto aún más para una persona físicamente comprometida. A medida que se asciende hacia el espacio, se produce una disminución de la presión atmosférica, esto a expensas de un descenso proporcional de la presión parcial de oxígeno, nitrógeno y los demás gases que la componen. Nuestro interés se centra en el oxígeno, el cual con esta disminución de presión va perdiendo la capacidad para difundir de los alveolos pulmonares al sistema circulatorio.

Esta privación del aporte de oxígeno al cuerpo humano al ir ganando altitud la aeronave, trae como consecuencia el estado conocido como hipoxia (Ley de Dalton). La hipoxia, dependiendo del tiempo de exposición e intensidad, conduce al deterioro de órganos y sistemas. Con este señalamiento es claro que toda la tripulación de la aeronave está expuesta al estado de hipoxia, pero se acentúan los efectos fisiológicos adversos en una persona lesionada o enferma.

Existe otra particularidad en el entorno ambiental aeronáutico también relacionado a la disminución de la presión atmosférica por la altitud. Esta consiste en la expansión o aumento de volumen de los gases a medida que se asciende (ley de Boyle). Dentro del cuerpo humano esta expansión afecta a todos los gases que estén contenidos o atrapados en cavidades. Los pacientes que presenten un cuadro gripal (o las tripulaciones), fácilmente pueden presentar un cuadro de barotitis o barosinusitis, por el aire atrapado en el oído medio o senos nasales, respetivamente.

Aquellos pacientes que presenten alguna enfermedad o lesión que afecte la motilidad intestinal (íleo paralítico), que haya necesitado cirugías abdominales recientes o en los que, para realizar estudios diagnósticos, han requerido la insuflación de gas en el abdomen, manifestarán esos efectos. La expansión de los gases atrapados se produce en una proporción que oscila entre 5-7% del volumen por cada 1000 pies (300 m) de ascenso.

La temperatura ambiental también presenta modificación en proporción directa a altitud de vuelo. La temperatura disminuye a una razón aproximada de 2°C por cada 1,000 pies de ascenso. Con esta variación se aumenta el riesgo de hipotermia en los pacientes si no se toman las medidas correctivas.

Finalmente, en viajes prolongados o a grandes altitudes se adhiere otro factor al entorno, el cual es provocado la disminución del vapor de agua. Como consecuencia de esta disminución se acentúa la deshidratación en las personas, demostrando signos de resequead de la conjuntiva de los ojos y las cavidades oral y nasal. El riesgo de pérdida de líquidos es mayor en el transporte de pacientes con quemaduras.

Competencias del personal

Las características de prontitud, versatilidad y autonomía de movilización de una aeronave proporcionan una gran ventaja en la sobrevida de las personas lesionadas. Esto sobre todo en lugares donde la topografía de la región represente una restricción al transporte terrestre. No obstante, esta invaluable ventaja táctica ve disminuida su potencial de manera significativa si, aunado a estos beneficios, no contamos con la debida atención a bordo, de forma tal que permita que los cuidados necesarios se inicien o se mantengan durante el tiempo de vuelo.

Eso sustenta la necesidad de que todo el personal involucrado en la atención directa del paciente durante el transporte aéreo, cuente con las debidas competencias básicas y específicas en la atención en emergencias médicas además de conocer los principios de la fisiología de vuelo.

La preparación del personal responsable en su momento de brindar la atención en vuelo, obliga de manera taxativa el tener conocimientos sobre la fisiología aeroespacial o de vuelo y comprender cómo esa agresión continua que el cuerpo humano resiente al exponerse a ese ambiente, puede traer consecuencias no deseadas en el manejo del paciente, objetivo de la atención.

La inducción en torno a los contenidos de fisiología aeroespacial como herramienta angular, se inicia con el conocimiento de los principios expresados en las leyes de los gases (cuadro 1), las cuales explican el comportamiento y efecto de los gases en el cuerpo humano. En aerotransportación es importante determinar el alcance de los efectos de los gases en el cuerpo humano, así como en algunos equipos utilizados para la atención.

Cuadro 1

Leyes de los gases y su significado fisiológico

Ley de Boyle. Señala una relación inversa entre el volumen y la presión de un gas a una altitud determinada. Nos explica la aerodilatación de los gases contenidos al incrementarse la altitud.

Ley de Dalton. Expresa que la suma de las presiones parciales de los gases que componen nuestra atmósfera constituye la presión de la atmosférica. Nos explica por qué se produce la hipoxia por la altitud.

Ley de Graham. Los gases se difunden de un lugar en donde su presión esta elevada hacia otro, en donde la presión del mismo gas es menor. Explica el transporte pasivo del oxígeno a través de la membrana alveolo-capilar alveolos hacia la sangre.

Ley de Henry. La cantidad de gas disuelto en un líquido está en proporción directa con la presión parcial que ejerce ese gas sobre la superficie del líquido. Nos explica cómo se produce la enfermedad descompresiva, un riesgo visto con más frecuencia en las personas que realizan buceo y muy raro en personal aeronáutico.

También forma parte de la preparación del personal el entrenamiento en programas de soporte vital básico, soporte vital avanzado, soporte cardíaco vital avanzado, soporte vital de trauma prehospitalario, triage, extricación, entre otras competencias. Deberá estar familiarizado con la ubicación y el uso de los materiales y equipos biomédicos dentro de la aeronave.

Esta preparación y cuidados indudablemente representan una serie de ventajas para los pacientes, entre las cuales podemos destacar la prolongación de los cuidados en tránsito desde el centro médico referente. Sobre este punto es de gran importancia la calidad de la atención inicial, ya que esto puede prevenir en muchos casos, complicaciones para la evolución del afectado o de un aborde del tratamiento definitivo. También es de gran interés conocer la forma como preparar adecuadamente a la persona que va a ser trasladada, tomando en cuenta la naturaleza de la lesión o enfermedad que aqueja a la persona a trasladarse. Incluso el personal que realiza traslados programados no complicados de un hospital de menor capacidad técnica a uno de mayor complejidad, también debe tener estos conocimientos generales.

Preparación para el transporte aeromédico

La información en detalle es fundamental en el transporte aeromédico. Las solicitudes de las evacuaciones deberán estar debidamente documentadas, de forma tal que se pueda conocer el diagnóstico que está sustentando la aerotransportación del paciente. También deberán de contar con elementos que permitan sugerir y determinar el tipo de aeronave más adecuada, así como el personal que deberá de acompañar en el vuelo, equipo de soporte necesario, destacar el número de víctimas o enfermos, destino final de la aeronave. Igualmente la verificación y recepción del transporte en tierra del paciente una vez el vuelo se complete. Por otra parte también hay que tener presente la posibilidad de que no siempre se podrá contar con una aeronave con todos los requerimientos necesarios, como por ejemplo la no disponibilidad de una aeronave presurizada para el traslado de pacientes en grandes altitudes.

Al momento de ser requerido el uso del transporte aeromédico, el equipo responsable de la misión debe de plantearse al menos tres interrogantes básicas en relación a la solicitud:

- ¿La condición clínica del paciente no puede ser corregida en las instalaciones en donde se encuentra?
- ¿El estado del paciente podría verse agravado por las condiciones propias del medio aeronáutico?
- ¿Contamos a bordo de la aeronave con el soporte vital mínimo necesario para brindar la atención durante el vuelo?

La intención de las dos primeras interrogantes es conocer la justificación y valorar con ello el riesgo de realizar el traslado del paciente por vía aérea, tomando en cuenta que ha sido considerada como mejor opción. También tiene que ser valorado a que grado el estado del paciente puede verse comprometido con los cambios fisiológicos durante el vuelo. La tercera interrogantesirve para evaluar la capacidad para realizar el traslado, basada tanto en las competencias de las tripulaciones médicas así como los recursos disponibles. En los servicios de urgencias o de terapia intensiva, el paciente va a contar con todo el personal especializado así como los equipos de soporte necesarios, además de un entorno controlado. Durante el vuelo esta capacidad operativa podría verse limitada.

Consideraciones previas al vuelo

Entre los procesos que pueden llegar a comprometer la vida del paciente o enfermo durante el transporte aéreo, podemos acotar dos procesos ya conocidos: nos referimos a la hipoxia y la expansión de los gases atrapados.

La preparación y cuidados del paciente deberán de estar dirigidas precisamente en estas dos direcciones, para tomar las medidas oportunas. Inicialmente se deberá determinar la presencia de afecciones o lesiones que pueden verse afectadas por la altitud. Con esto hacemos énfasis a todas aquellas situaciones que afecten la adecuada ventilación pulmonar, siendo el neumotórax

y el hemotórax la causa de mayor riesgo al traslado, por lo que debe ser resuelto antes de pensar siquiera en aerotransportar al paciente. En el caso de un paciente que presente fractura de la base del cráneo, la presencia de aire atrapado dentro de la cavidad craneal, presenta un escenario que exige valorar el riesgo contra el beneficio del traslado aéreo.

Aquellos pacientes que están internados en una Unidad de Tratamiento Intermedio o atendidos en el servicio de urgencias, tienen la ventaja de poder contar con exámenes complementarios, que permitan definir más aun el perfil clínico.

La información sobre el estado del paciente a través de sus signos vitales, se complementa en gran medida con las pruebas de laboratorio disponibles: glicemia, un hemograma completo, valores de gases arteriales recientes, etc. Una opción adecuada, de no contar con gasometría, es



la determinación de la saturación de oxígeno mediante la oximetría de pulso. Se recomienda también que la hemoglobina del paciente mantenga un valor por encima de 7.5 gm/dl, para favorecer su condición durante el traslado aéreo. Igualmente el aporte de estudios especiales realizados como radiografías, tomografías computarizadas etc., son de gran importancia.

En todo paciente que va a ser aerotransportado es de rigor el cumplir con algunos lineamientos esenciales, en paralelo con los procedimientos que la condición médica, motivo del traslado, requiera de su continuidad:

- Es prioritario garantizar una vía aérea permeable o establecerla según la condición del paciente, con la finalidad de asegurar el adecuado aporte de oxígeno durante el vuelo. En caso de que el paciente requiera la administración de oxígeno suplementario, las opciones van desde utilizar una mascarilla simple, emplear bolsa de respiración, hasta la opción de entubarlo para obtener una vía aérea permanente.
- Se debe mantener una o dos vías venosas permeables, según la necesidad del paciente, disponibles para la corrección de volemia o para la administración de medicamentos. Proporcionar estabilidad de las lesiones osteo-musculares que haya recibido el paciente, sean estas en sus extremidades o columna vertebral, mediante el uso de la tabla para trauma, cuello cervical, férulas etc. Prever la posibilidad de hipotermia, sobre todo en el traslado de pacientes en estado de choque o de tratarse de pacientes pediátricos.
- En aquellas personas con acumulación de gas en su sistema digestivo por hilio paralítico, intervenciones quirúrgicas o tratamientos, se puede recurrir al empleo de sonda nasogástrica o rectal. También en pacientes con historia de sangrado digestivo, colocar una sonda es aconsejable pues la distensión del tubo digestivo puede reactivar un sangrado contenido.
- Debe verificarse la correcta instalación y funcionamiento de los equipos de monitoreo y soporte del paciente: tubo pleural, medidor de presión arterial, monitor cardíaco, ventilador mecánico, capnómetro, oxímetro de pulso, manómetro del tanque de oxígeno etc. Se deberá de poner atención a todos aquellos dispositivos de apoyo que puedan contener aire, como los tubos endotraqueales, las sondas o férulas inflables entre otros, los cuales al expandirse el aire contenido en su interior pueden aumentar la presión sobre los tejidos o estructuras alrededor. El reemplazo del aire por aguas sería lo aconsejable. Se tomarán medidas de seguridad para verificar que todos los equipos estén fijos y asegurados

antes de iniciar el vuelo. De haber varios pacientes en el traslado, se recomienda que embarque de último el paciente que está más severamente comprometido, así será el primero en evacuar la aeronave luego de aterrizar. En algunos pacientes, es posible que su propia condición médica genere un estado de ansiedad, condición que además puede verse magnificada por el vuelo. Esto último puede ser por razón que la persona nunca haya volado o que haya tenido una experiencia no adecuada previamente. En ambos casos, si la persona está consciente, es oportuno interactuar con el propósito de disminuir la ansiedad.

Consideraciones durante el vuelo

Las acciones en vuelo deberán de estar dirigidas al monitoreo del paciente, para detectar cambios en su estado clínico, así como de los equipos de soporte que está utilizando. La intención es realizar el mínimo de intervenciones posibles durante el vuelo, salvo aquellas que se produzcan como resultado de la propia condición del paciente. El control del estado del paciente con el uso del monitor cardíaco y la oximetría de pulso son de gran ayuda durante el vuelo. El uso de oxígeno complementario, de ser necesaria su administración, debe estar acorde con los niveles de saturación del paciente según la altitud de vuelo.

También se puede requerir realizar un procedimiento en vuelo cuando, por razones de seguridad, la aeronave haya tenido que abandonar rápidamente la escena o porque el sitio donde está el evacuando se trata de una zona hostil. La presencia de turbulencia no es extraña en un vuelo y esto, sumado al estrés al que está sometido el paciente, puede inducir un estado nauseoso o provocar que el paciente vomite, por lo que se hace necesario tener un equipo de succión a bordo.

Consideraciones al término del vuelo

Las acciones previas al descenso van dirigidas a verificar el aseguramiento del equipo de soporte y del paciente. Aquellos procedimientos cuya ejecución no sea imprescindible, deberán de esperar luego del aterrizaje. Una vez en tierra debe esperarse, de parte de la tripulación de la aeronave, la orden clara para iniciar el desembarco. La entrega del paciente al equipo receptor en tierra es una formalidad que no debe ser obviada bajo ninguna circunstancia. Se debe reportar la condición del paciente durante el vuelo, los procedimientos que se le realizaron, y los medicamentos en el caso que se le hayan administrado.

Perspectiva de la evacuación aeromédica

La aerotransportación médica ha presentado, desde sus inicios, grandes desafíos a la medicina. Tales retos se van a seguir proyectando hacia el futuro. Son incalculables los beneficios que ha representado la aerotransportación en la tarea de salvar vidas.

La preparación del personal para actuar en los escenarios más diversos, es garantía de poder brindar una respuesta pronta y acorde con las necesidades. Para cumplir este principio, deben elaborarse programas de entrenamiento para mejorar la preparación del personal que cumple esa misión. Como se ha determinado, el transporte aeromédico dista mucho de ser simplemente el traslado expedito de un persona lesionada o enferma, pues representa la suma de esfuerzos humanos y tecnológicos para garantizar una atención continua y de calidad. □

Bibliografía

Acuña, Faustino, y Eduardo Chávez Márquez. "Transporte Aeromédico: Ficción y realidad". *Trauma* 4, n°2 (2001): 70-76. www.medigraphic.com/pdfs/trauma/tm-2001/tm012f.pdf

Hernández, Noé. M., y Carlos E. Ramos Olivera. "Transporte aeromédico del paciente crítico". *Revista de la Asociación Mexicana de Medicina Crítica y Terapia Intensiva* 21, n° 4 (2007): 200-6. www.medigraphic.com/pdfs/medcri/ti-2007/ti074h.pdf.

Rajdl, Eduardo. "Aerotransporte: Aspectos básicos y clínicos". *Revista Médica Clínica Las Condes* 22 n°3 (2011): 389-396.

www.clc.cl/clcprod/media/contenidos/pdf/MED_22_3/389-396-dr-rajdl.pdf

Illescas Fernández, Gerardo J. *Manual de transportación aeromédica por helicóptero*. Madrid: Editorial Alfíl, 2007.

Pérez Hidalgo, Ignacio. "Preparación del paciente para evacuaciones aéreas". *Emergencias* vol 9, n°1 (1997): 35-43.

www.medynet.com/usuarios/jraguilar/helicopt%202.pdf

Russomano, Thais, y João de Carvalho. *Fisiología aeroespacial: conhecimentos essenciais para voar com segurança*. Porto Alegre: Edipucrs, 2012.

Canaveris, Gerardo. *Historia de la Medicina Aeronáutica*. Buenos Aires: Editorial Dunken, 2014.

Temporal, Waldo, Avelino M. Ottoni de Carvalho, Cláudia Paraizo Garcia, Geraldo da Fonseca Oliveira, Luiz E. Neves Pannain, Marcia Fajer, Maria Luiza P. Santiago Pereira, et al. *Medicina Aeroespacial*. Rio de Janeiro: Editora Luzes, 2005.

Velasco, Carlos. Francisco Ríos, Juan José Cantón, Vicente Velamazán, y José Azofra García. *Medicina Aeronáutica: Actuaciones y limitaciones humanas*. Madrid: Thompson Editores, 2002.

Martin, Terence. *Aeromedical Transportation: A clinical guide*. Hampshire: Ashgate publishing, 2006.

Hurd, Williams W., y John G. Jernigan. *Aeromedical Evacuation: Management of Acute and Stabilized Patients*. New York: Springer-Verlag: 2003.

McNeil, Edward L. *Airbone Care of the Ill and Injured*. New York: Springer-Verlag, 1983.

Torres, Andrés, y Eduardo Contreras. "Alteraciones fisiológicas durante el transporte aéreo de pacientes". *Revista Médicas UIS* vol 21, n°2 (2008): 86-93.

revistas.uis.edu.co/index.php/revistamedicasuis/article/download/1130/1528/

Torres, Andrés, y Eduardo Contreras. "Transporte aeromédico de pacientes". *Revista Médicas UIS* vol 2 n°2 (2008): 94-102.

revistas.uis.edu.co/index.php/revistamedicasuis/article/download/1131/1529/

Soto Figueroa, Rodrigo, Sandra Pintos Toledo, y Carolina Jeria Huerta. "Evacuación aeromédica de pacientes críticos: experiencia institucional, revisión de principios técnicos y recomendaciones". *Revista Chilena de Medicina Intensiva* vol 23, n°2 (2008): 65-74. medicina-intensiva.cl/revistaweb/revistas/indice/2008-2/3.pdf.

Abarca Villarroel, Sebastián. "Evacuación aeromédica de pacientes críticos adultos. Consideraciones de enfermería". *Revista Chilena de Medicina Intensiva* vol 28, n°1 (2013): 19-26.

<https://www.medicina-intensiva.cl/revistaweb/revistas/indice/2013-1/pdf/4.pdf>.



Dr. Nicolás Arrocha Rodríguez. Ejerce funciones en el Servicio Nacional Aeronaval de Panamá (SENAN), como coordinador de Aeromedicina del Departamento de Medicina Aeronaval. Médico Examinador Aeronáutico. Curso de Especialización en Medicina Aeroespacial, Universidad de la Fuerza Aérea Brasileña. Factores Humanos en Aviación, Instituto Superior de Formación profesional Aeronáutica (ISFPA). Postgrado en Docencia Superior, Diplomado en Medicina de Urgencias. Miembro de la Asociación Iberoamericana de Medicina Aeroespacial. Profesor de Aerotransportación Médica en la Licenciatura de Urgencias Médicas y Desastres, Universidad Especializada de las Américas (UDELAS).