

Dr. Pedro J. Ortiz Garcia
Experto en Evacuación Aeromédica
Servicio Médico de Iberia, Lineas Aéreas de España

11 - TRANSPORTE DE PASAJEROS ENFERMOS (Ambulancias Aéreas)

Introducción

El transporte sanitario se divide clásicamente en **Primario** (desde el lugar donde ha ocurrido la emergencia hasta el centro sanitario) y **Secundario** (entre centros sanitarios). En ocasiones cuando el primer centro sanitario tiene un nivel inadecuado para manejar la emergencia y se precisa una evacuación urgente a un centro de referencia, se habla de **transporte primario diferido**.

Como norma general, antes de trasladar a un paciente hay que hacer una preparación del mismo, de forma que se eviten las complicaciones ligadas a su movilización (por ejemplo paradas cardíacas al someter a aceleraciones a pacientes chocados o lesiones añadidas al desplazar huesos fracturados).

Para estos tres tipos de transporte sanitario pueden utilizarse los medios aéreos, cuyas especiales características hacen que requieran una logística específica y una muy cuidadosa preparación del paciente.

Históricamente, los primeros transportes sanitarios aéreos fueron realizados por aeronaves y médicos o sanitarios militares, siendo utilizados a gran escala en la guerra de Vietnam.

Figura 1

A partir de 1960, con el desarrollo del turismo de masas, las Compañías de Asistencia en Viaje introducen en la sociedad civil el transporte sanitario por vía aérea de enfermos y accidentados. En los países más desarrollados, los sistemas modernos de emergencia sanitaria cuentan con aeronaves para el traslado de enfermos críticos. Es el caso de nuestro país, existen desde hace años aviones ambulancias en las islas.

En este tema trataremos los principios básicos que rigen la organización de los transportes sanitarios aéreos, las indicaciones y contraindicaciones de los mismos así como los tipos de aparatos y equipamiento utilizados.

1. Procedimientos generales

El procedimiento general para el transporte aéreo de pacientes se muestra en la Figura 2. Como para cualquier transporte sanitario, se parte de una evaluación del caso que debe tener en cuenta tanto los aspectos médicos del paciente, como los aspectos de la operación aérea, muy distintos de los que encontramos en el medio terrestre. Así, a los considerandos médicos clásicos (patología presente, pronóstico, tratamiento que se precisa), se deben añadir otros como son la meteorología, la hora (algunos aparatos no operan de noche), la ubicación del aeropuerto o de la helisuperficie y el tipo de aparato disponible.

Si el traslado se hace en aeronaves comerciales, será necesario hacer una tramitación y pedir autorizaciones. Además deberemos prever el traslado al aeropuerto y desde este al centro receptor.

Todo este proceso puede durar muchas horas, e incluso días, como es el caso de un traslado sanitario en línea aérea comercial, en el que habrá que tener en cuenta la disponibilidad de plazas. Habrá pues que valorar cuidadosamente la situación del paciente y su evolución previsible para determinar el momento más adecuado para el traslado.

Tampoco debemos olvidar el factor coste, pues el transporte aéreo es caro y los medios que utilicemos habrán necesariamente de ser pagados por una entidad pública, privada (en general seguros) o por el propio paciente o su familia.

Por todo lo anterior, vemos la imperiosa necesidad de analizar y organizar con rigor cada decisión de traslado aéreo de un paciente.

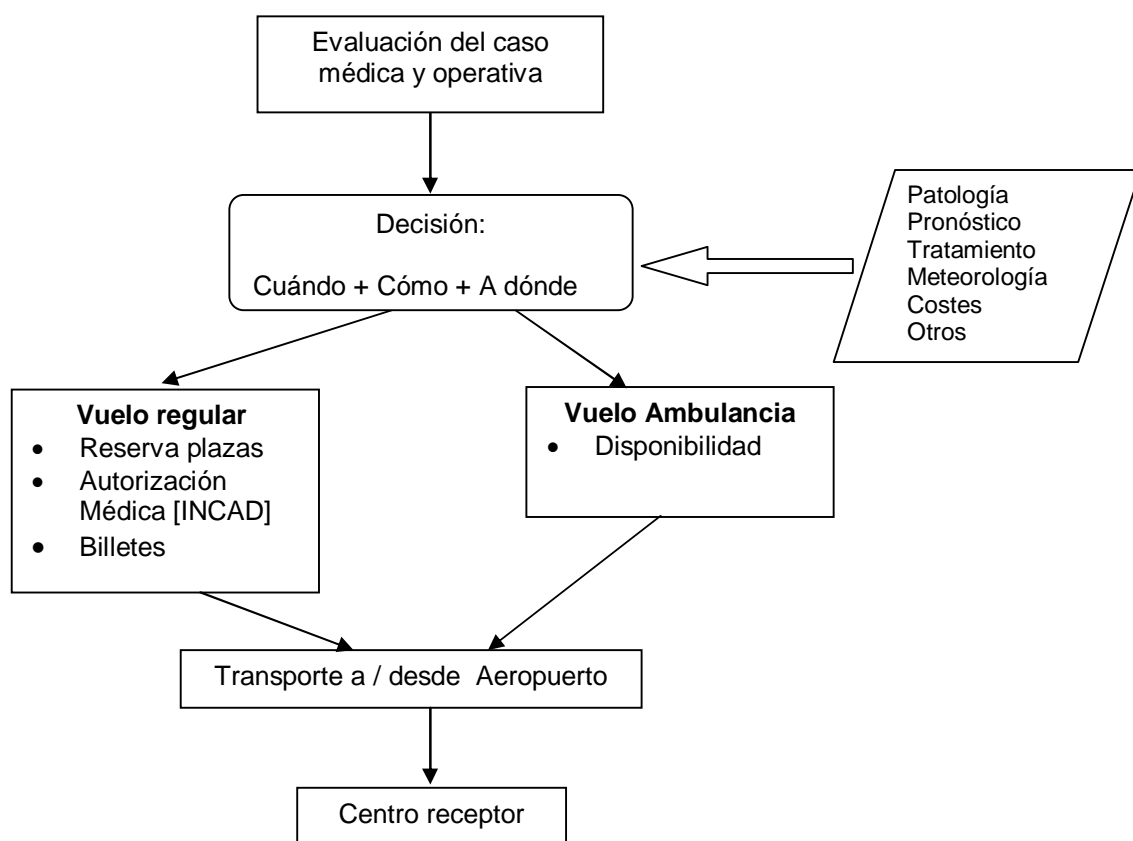


Figura 2: Procedimiento general para el transporte aéreo de pacientes.

2. Evaluación y Regulación en el transporte aéreo de pasajeros enfermos

La **evaluación** de un caso supone valorar múltiples factores tanto médicos como operativos, para tomar una decisión sobre la forma y el momento más adecuados de realizar un traslado; A continuación analizaremos los más importantes.

- **2.1.-Indicación médica del transporte**

En primer paso de la evaluación es establecer la Indicación médica del transporte. Para ello debemos conocer con exactitud el **tipo de patología** y el **nivel de cuidados in situ y en destino**, lo que nos permitirá establecer el beneficio esperado del traslado. Por otra parte valoraremos los **riesgos del transporte aéreo** que planeamos, como son las aceleraciones e hipoxia a las que someteremos al paciente, la importante limitación de medios diagnósticos y terapéuticos durante el traslado y la accesibilidad reducida al enfermo durante el vuelo. Si el beneficio supera el riesgo, es traslado estará médicamente indicado. Habitualmente tendremos que tener en cuenta el "beneficio social" de un traslado (deseo del enfermo de estar en su país, entre los suyos).

- **2.2.-Ventana para el transporte**

Tras la indicación, hay que determinar la "ventana para el transporte", esto es cuando es el mejor momento para realizar el mismo (precoz en los grandes quemados, tras la estabilización hemodinámica en chocados, entre episodios infecciosos en pacientes de UVI, etc).

- **2.3.-Ubicación del paciente y lugar a donde se le ha de trasladar**

Otro factor a considerar es la ubicación del paciente y lugar a donde deseamos trasladarle. A partir de esta información podremos saber qué aeropuertos o helisuperficies están situados cerca y cuales son sus características (tipos de aeronaves que pueden posarse en ellos, horarios de operación, combustible disponible, posibilidad de realizar trámites aduaneros, etc), las gestiones administrativas necesarias (visados y autorizaciones de sobrevuelo por ejemplo) y las escalas/transbordos necesarios (con los tiempos mínimos necesarios para las conexiones). Las rutas de acceso a los aeropuertos también han de tenerse en cuenta para elegir el más adecuado para el caso.

- **2.4.-Medios técnicos necesarios**

En función de la patología, de la ubicación del paciente y del centro de destino, se establecen los medios necesarios: Tipos de aeronave y de ambulancias en origen y destino, perfil del personal sanitario, y características del material de transporte (equipos médicos, cantidad de oxígeno, baterías necesarias, etc). El peso y la estatura de un paciente pueden influir en la elección del medio más adecuado.

Si nos planteamos hacer el traslado en un **vuelo regular**, deberemos tener en cuenta los **criterios médicos de aceptación** para los mismos, fundamentalmente la gravedad del caso, el riesgo de contagio, el aspecto del paciente y la posibilidad de generar molestias a los demás pasajeros (olor, agitación). Estas aeronaves pueden tener problemas de accesibilidad para los enfermos por su disposición interna o el espacio disponible (algunas camillas son muy altas y dejan poco espacio entre su superficie y el techo de la aeronave, impidiendo el uso de colchones de vacío y de goteros). Además, deberemos comprobar la **disponibilidad de plazas**, aspecto que se complica en nuestro caso ya que por debajo de un determinado número de plazas libres, las compañías no autorizan las camillas a bordo. No olvidaremos tener en cuenta el tiempo disponible para tránsitos y aceptación del paciente ["Check-in"], que generalmente debe estar en el aeropuerto 2 horas antes del vuelo.

- **2.5.-Aspectos legales**

Se debe solicitar y obtener el **consentimiento informado** del paciente para su traslado, con su expresa aceptación del medio de transporte elegido; Es muy frustrante descubrir un caso de fobia al vuelo en el momento de llegar al avión...

Hay que prestar especial atención a los casos judiciales, debiendo existir una autorización de los magistrados en aquellos casos en los que el paciente pudiera tener una responsabilidad civil y/o penal (situación relativamente frecuente en los accidentes de tráfico). El transporte de menores exige el consentimiento de sus padres o tutores.

La documentación del paciente necesaria para el viaje (pasaporte, documentos de identificación) , debe estar en todo momento disponible.

- **2.6.-Aspectos sociales**

En el transporte sanitario en general y en el aéreo en particular, el fenómeno de la presión social a favor o en contra de un traslado, es un hecho frecuente. En muchas ocasiones no existe una clara indicación médica para trasladar a un enfermo, pero sí un nítido componente "social". Así, es frecuente que las personas alejadas de su entorno familiar y sociocultural quieran regresar al mismo cuando enferman gravemente, o que ante ciertos diagnósticos de mal pronóstico, se busque el tratamiento salvador allí donde creamos poderlo obtener. En estas situaciones se suele producir un sesgo en la información médica recibida, y no es raro encontrarse con pacientes en una situación clínica muy distinta de la esperada.

- **2.7.-Costes**

El transporte aéreo es caro en comparación con otras formas de traslado de enfermos, pero tiene sin embargo enormes ventajas en cuanto a seguridad para el paciente y ahorro de tiempo y de recursos. En efecto un traslado a 700 kilómetros supone una hora de vuelo en un reactor; Contando el vuelo de vuelta del avión y los tiempos para el traslado a/desde el aeropuerto, nuestros recursos están ocupados durante unas 4 -5 horas. En ambulancia terrestre este mismo traslado duraría unas 14 - 15 horas en total. En el primer caso, el tiempo en el que el paciente está fuera de una estructura hospitalaria es notablemente más corto que en el segundo, lo que es una ventaja en caso de que aparezcan complicaciones y se precisen realizar exploraciones o intervenciones complejas.

El análisis de la situación de cada caso se denomina **regulación** e incluye:

- **una valoración cuidadosa de la situación clínica y de la indicación,**
- **la elección del vector más adaptado,**
- **la preparación minuciosa de la logística, y**
- **el seguimiento del desarrollo del transporte.**

Además, la evacuación sanitaria exige la **preparación adecuada del paciente** antes del transporte; Cuando se utilizan medios aéreos, esta preparación ha de ser particularmente minuciosa.

3. Altitud y otros factores ligados al vuelo con importancia para los enfermos

A diferencia de las ambulancias convencionales, el transporte aéreo supone para el paciente y el personal sanitario la exposición a:

- Cambios bruscos de presión atmosférica,
- Movimientos en los tres ejes del espacio y cambio de referencias,
- Utilización de sistemas de propulsión mas potentes (mayores energías),
- Cambios rápidos de hora, higrometría y temperatura.

Estos factores han sido ya expuestos en otros capítulos de este libro, por lo que aquí nos limitaremos a comentar algunos aspectos de interés en el transporte aéreo de enfermos.

3.1.-Cambios bruscos de presión atmosférica.

Los cambios de presión producidos cuando la aeronave se eleva, suponen la aparición de hipoxia moderada y la dilatación de los gases contenidos en las cavidades neumáticas del organismo.

*.-Hipoxia

En personas sanas (pilotos, personal sanitario que acompaña a los pacientes), la hipoxia no plantea problemas importantes en los vuelos habituales, puesto que el organismo es capaz de tolerar sin alteraciones significativas las hipoxias moderadas merced a las características de la disociación de la hemoglobina; en estas circunstancias **el uso de oxígeno solo es obligatorio por encima de los 3500 m de altitud**. Sin embargo, a partir de los 10.000 pies / 3000 m, la cantidad de oxígeno empieza a ser lo suficientemente baja como para **aconsejar** un aporte suplementario, en particular en vuelos largos a esos niveles. Estas altitudes no se dan en condiciones normales en aeronaves presurizadas (cuya presión en cabina se sitúa en torno a los 5000 - 6000 pies, sin superar los 8000 pies).

En el transporte aéreo de pacientes, deben utilizarse aeronaves presurizadas, con lo que se evitan en gran medida los problemas ligados a la hipoxia. Cuando se utilizan helicópteros, la escasa altitud a la que operan no supone en general un obstáculo.

No obstante lo anterior, se debe valorar en cada caso la patología, la situación clínica, el tipo de vuelo (duración, altitud prevista) y el tipo de aeronave (con una presurización característica a altitudes de crucero) para **prever en su caso un aporte suplementario de oxígeno**.

Clásicamente, la **monitorización de las frecuencias cardíaca y respiratoria** así como la **utilización de fórmulas y tablas** permitían ajustar el aporte de oxígeno en función de la saturación arterial de oxígeno previa al vuelo (o de la FiO_2 en tierra), y de la altitud de la cabina. La fórmula aplicada para determinar la FiO_2 en vuelo (FiO_{2v}), es la siguiente:

$$(1) \quad FiO_{2v} = FiO_{2t} \times PB_t / PB_v$$

donde FiO_{2t} es la concentración de Oxígeno inhalado en tierra, PB_t es la presión barométrica en tierra y PB_v la presión barométrica en vuelo. En el tema 14 veremos una aplicación práctica de la fórmula.

En la actualidad esta fórmula tiene interés para el cálculo teórico de las necesidades en vuelo, si bien en la práctica se suele proceder teniendo disponible a bordo una cantidad de oxígeno que doble la que recibe en tierra el paciente, para el doble del tiempo previsto de transporte.

En la aeronave, la utilización de los **pulsioxímetros** ha simplificado enormemente el problema; Se administra oxígeno a una FiO_2 suficiente para mantener saturaciones de hemoglobina próximas a las basales del paciente.

Figura 3

Paralelamente se deben controlar aquellas situaciones que aumenten las necesidades de oxígeno del paciente, evitándose en lo posible traslados en situaciones de hipermetabolismo (fiebre). Otra

opción es sedar ligeramente al paciente antes del vuelo (el estrés genera un aumento de las necesidades tisulares de oxígeno).

En determinados pacientes, será preciso mantener durante el vuelo una alta presurización de la cabina, idéntica a la del lugar donde se encuentra el paciente; Esto solo puede realizarse en aviones ambulancia presurizados, y determina penalizaciones en la "performance" (rendimiento) de la aeronave (ver más adelante). La presurización necesaria puede calcularse a partir de la fórmula (1):

$$(1) \Leftrightarrow PB_v = Fi O_{2t} / Fi O_{2v} \times PB_t \quad (2)$$

La aeronave deberá volar a altitudes que permitan una presión de cabina de PB_v .

La hipoxia hipóxica puede empeorar la situación de pacientes afectados de **hipoxia anémica** (anemias de distinto origen) y de **hipoxia histotóxica** (envenenamientos por gas cianhídrico, intoxicaciones etílicas, etc).

En las aeronaves, es útil conocer en cada momento cual es la presión de cabina y los valores de la saturación de la hemoglobina: la aparición de una brusca disociación nos avisa de una alteración de la oxigenación. La altitud de la cabina de la aeronave nos la pueden dar los pilotos, pero es preferible utilizar altímetros portátiles (existen en el mercado relojes-altímetros).

Es obligatorio el "chequeo" sistemático de los equipos de oxígeno a bordo, prestando especial atención a la presión del gas en la botella así como al estado y limpieza de los reguladores y conectores (tráquea, máscara).

Si durante el vuelo se detectan signos o síntomas compatibles con un cuadro de hipoxia, la respuesta debe ser inmediata, administrando al paciente oxígeno al 100 %.

*.-Dilatación / contracción de gases (Tabla I)

Este factor se debe tener en cuenta en el transporte de pacientes con **neumotórax, neumoperitoneo, ileo, otitis, sinusitis**, o que hayan sido sometidos a **cirugía laparoscópica** o ciertas pruebas diagnósticas como la **colonoscopia**. También debe considerarse cuando se utilizan **sueros en envases de cristal** (aumento de la velocidad de perfusión al ascender, con riesgo de aeroembolismo) y **equipos neumáticos: balones de sondas de intubación, colchones de vacío** (pierden rigidez al elevarse la aeronave) y **férulas neumáticas** (aumentan la presión con la altitud lo que puede producir isquemia de miembros). Resaltaremos una vez más que los líquidos no se dilatan en los aviones.

Tabla I

3.2.-Movimientos en los tres ejes del espacio y cambio de referencias

Los movimientos de las aeronaves pueden ser súbitos y en cualquier dirección. Pueden determinar la aparición de cinetosis, traumatismos en los pasajeros y aceleraciones considerables.

- **Cinetosis**

La cinetosis (o "motion sickness") se trata en el Tema 8.

- **Traumatismos**

La prevención de los traumatismos hace obligatorio una correcta sujeción del paciente (cinturones y arneses de seguridad) y estiba del material.

- **Aceleraciones y deceleraciones importantes.**

En aviación, las aceleraciones son en general inferiores a las de las ambulancias (excepto las aceleraciones angulares). Sin embargo, pueden ser lo suficientemente intensas como para redistribuir los líquidos corporales, lo que representa un riesgo en **pacientes chocados**. En un paciente chocado, 0,6G equivalen a 6G (G es la aceleración de la gravedad; $1G=9,806 \text{ m/s}^2$). En un frenazo de ambulancia se pueden alcanzar 0,9G; En un avión comercial no se suelen superar los 0,5G. Para prevenir los efectos de las aceleraciones, es preciso enfatizar una vez más en la importancia de una correcta estabilización del paciente antes de su transporte (reposición de volúmenes y estabilidad hemodinámica).

La llamada **Hipoxia por estancamiento** que aparece cuando parte de la sangre queda "estancada" en determinadas zonas del cuerpo, se produce cuando el cuerpo se somete a altas aceleraciones que provocan una redistribución de los fluidos corporales; En aceleraciones positivas (+ Gz / Fuerza de la inercia hacia los pies: nos "pegamos al asiento"), los cambios hemodinámicos hacen que un porcentaje variable de sangre quede almacenada en la mitad inferior del cuerpo, con lo que disminuye el riego cerebral [hipoxia cerebral], pudiéndose producir pérdida de conocimiento. Como veíamos más arriba, en pacientes chocados estos fenómenos pueden aparecer a bajas aceleraciones.

3.3.-Utilización de sistemas de propulsión más potentes

La mayor velocidad y el empleo de motores muy potentes (reactores) producen altos niveles de **ruido**, con una amplia gama de frecuencias (en los helicópteros se pueden alcanzar los 110 dB). El ruido es un excelente "estresante", que puede provocar nerviosismo, cefaleas, dificultades para la comunicación, etc , tanto en pacientes como en tripulantes técnicos y sanitarios. En neonatos niveles de 70 dB llegan a producir alteraciones de la frecuencia cardíaca; Estos niveles pueden alcanzarse dentro de incubadoras de transporte embarcadas en aeronaves. Pueden utilizarse tapones y auriculares para atenuar ruidos, además de elegir las aeronaves menos ruidosas, o las zonas más silenciosas dentro de las mismas (el nivel de ruido dentro de un aeronave puede variar de forma significativa en función del lugar donde nos encontremos, ubicación de los motores, fase del vuelo, velocidad, etc).

Además, pueden existir **vibraciones** importantes. Las vibraciones peligrosas se sitúan por debajo de los 12 Hz, frecuencias en las que se producen fenómenos de resonancia de órganos internos, que pueden provocar hemorragias en politraumatizados. Estas bajas frecuencias y elevadas intensidades pueden darse en algunos helicópteros bipala, donde se han descrito agravamiento de lesiones cerebrales. Los helicópteros actuales suelen tener frecuencias de vibración superiores (entre 12 y 28 Hz). La adecuada selección del vector y el uso de colchones de vacío permiten el control de este factor.

3.4.-Cambios rápidos de hora, temperatura, higrimetría y luz

El transporte en aeronaves tiene otros efectos, como son los cambios rápidos de hora, temperatura, higrimetría e iluminación.

- **Cambios rápidos de la hora**

El cruce rápido de múltiples husos horarios, tiene influencia sobre los **ritmos circadianos** de los pasajeros y tripulantes, con repercusión sobre el metabolismo y el ritmo sueño / vigilia. Las pautas de medicación pueden verse afectadas (por ejemplo en diabéticos) y se favorecen los fenómenos de desorientación de los pacientes.

- **Temperatura**

Los pacientes son sometidos a cambios más extremos y rápidos de la temperatura: entrada/salida en aeronave y edificios con exposición a la temperatura ambiente. En las aeronaves estacionadas en pista en países cálidos, en las horas centrales del día y con el aire acondicionado apagado, se llegan a alcanzar temperaturas muy altas. Debemos prever estas situaciones, llegando a utilizar ambulancias con aire acondicionado para los tránsitos. El uso de mantas térmicas (de salvamento) alivia asimismo este problema.

- **Higrometría**

La marcada disminución de la humedad del aire en las cabinas de las aeronaves favorece la deshidratación y hace que las secreciones sean menos fluidas. Hay que cuidar pues muy especialmente la hidratación de los pacientes.

- **Luz**

Hay un aumento de los estímulos visuales (efecto estroboscópico producido por las palas de helicópteros y al volar bajo nubes), que favorece la estimulación del SNC y la aparición de crisis convulsivas en pacientes epilépticos y/o con traumatismos cráneo encefálicos. El uso de máscaras para los ojos en estos pacientes resulta bastante eficaz.

3.5.-Otros factores ligados al vuelo

Existen otros factores ligados al vuelo que han de tenerse en cuenta a la hora de transportar enfermos:

- **Inmovilidad**

En pasajeros normales, la inmovilidad durante largos períodos de tiempo puede contribuir a incrementar el riesgo de sufrir trombosis venosa profunda (el popularmente denominado "Síndrome de la Clase Turista"). En enfermos este riesgo puede acrecentarse pues su movilidad está reducida y la patología de base puede aumentar el riesgo trombótico (cáncer, fracturas de miembros inferiores, cirugía abdominal reciente, discrasias sanguíneas, etc). Debemos pues extremar las medidas preventivas: uso de heparina de bajo peso molecular, movilización frecuente e hidratación adecuada.

La prevención de las escaras también debe hacerse a bordo, donde lo reducido del espacio dificulta la realización de las técnicas habituales. Los colchones de vacío usados durante largos períodos de tiempo favorecen la aparición de escaras; En estos casos el uso de mantas antiescara puede ser de utilidad.

- **Olores**

Existe una mayor gama de estímulos olfatorios (por ejemplo olor a keroseno, comida, etc), que en determinados pacientes pueden llegar a ser estresantes o contribuir a la desorientación.

- **Ansiedad por el vuelo**

La ansiedad ante el vuelo es un fenómeno relativamente frecuente en la población, que puede darse también en los pacientes, contribuyendo a la agitación y al aumento del consumo de oxígeno. La ansiedad puede llegar a provocar **hiperventilación**.

Si bien la hiperventilación es junto con la taquicardia el primer mecanismo adaptativo frente a la hipoxia, **el miedo, el dolor, la ansiedad**, las altas aceleraciones, las vibraciones y las temperaturas elevadas que a veces se alcanzan en cabina, también pueden provocarla. Las patologías que determinan una **acidosis metabólica** (diabetes, insuficiencia renal, intoxicaciones por salicilatos, metanol, etilenglicol, etc) producen asimismo hiperventilación. Si el cuadro de hiperventilación se desencadena durante el vuelo en un paciente en el que no se sospecha la existencia de alteraciones metabólicas, el origen es casi siempre es secundario a una hipoxia o a ansiedad.

Debido a la posibilidad de que este cuadro se asocie, o bien sea secundario, a una hipoxia, y a la similitud de alguno de los síntomas que podrían llevar a confusión, en ausencia de un control de la saturación de hemoglobina que permita un diagnóstico rápido, se recomienda aumentar inicialmente la oxigenación ($F_i O_2 = 100\%$), al tiempo que controlamos la frecuencia respiratoria. El respirar oxígeno puro no empeora los síntomas de la hiperventilación, ya que el lavado de CO_2 de lo que depende es de la frecuencia ventilatoria, y solucionará la hipoxia en el caso de que la hubiera.

La hiperventilación de origen psicógeno se controla con aumento de la concentración de CO_2 en el aire inspirado por el paciente (uso de balón de anestesia, de un AMBU™ con reservorio o de bolsa de mareo).

4. Medios de transporte sanitario aéreo

Las aeronaves utilizadas para el transporte sanitario aéreo son de tres tipos: helicópteros, aviones comerciales / de transporte y aviones ambulancia.

Los **helicópteros** tienen dos características fundamentales: despegue vertical (por lo que no precisan de aeropuerto convencional) y ausencia de presurización. Cuando se fletan para las evacuaciones, su horario se adapta a nuestras necesidades.

Los **aviones comerciales y de transporte** tienen también dos cualidades comunes: requieren una pista para el despegue y aterrizaje y están presurizados (en general). Los de compañías aéreas comerciales están sujetos a horarios y a disponibilidad de plazas, condicionantes a los que hay que adaptarse para transportar a los enfermos.

Los **aviones ambulancia** requieren como todos los aviones una pista de aterrizaje y están presurizados (los utilizados habitualmente en transporte sanitario). Son fletados para las evacuaciones por lo que su horario se adapta a nuestras necesidades.

Los helicópteros y aviones dedicados exclusivamente transporte sanitario suelen estar integrados en sistemas de emergencia médica.

Existen multitud de modelos de aeronaves, cada uno de los cuales tiene unas características propias: autonomía, velocidad, pista requerida (STOL), capacidad de pacientes sentados/ en camillas, presurización, necesidad de equipos de apoyo en tierra, tipo de combustible, etc.

La elección de la aeronave más adecuada para cada caso depende de las necesidades del paciente y de las características del vector, que determinan dos grandes grupos de condicionantes: los condicionante físicos de la aeronave y los condicionantes operativos.

Figura 4

- **Condicionantes físicos de las aeronaves**

En comparación con el espacio disponible para la atención al paciente en hospitales y en ambulancias convencionales, los medios de transporte sanitario aéreo tienen una serie de condicionantes propias:

- ESPACIO DISPONIBLE: Limitación de las dimensiones de los accesos y del espacio dentro de la aeronave
- ACCESIBILIDAD: Manejo de camillas en escaleras y a través de las puertas de acceso de las aeronaves
- LIMITACIONES DE CARGA
- RESTRICCIONES EN RELACION CON EL CENTRADO DE LA AERONAVE (Tanto en tierra como en vuelo).
- SISTEMA ELECTRICO: limitaciones en la cantidad y tipo de equipo que puede ser alimentado; pérdida de potencia eléctrica cuando los motores están parados, con el consiguiente apagado de la calefacción o refrigeración de la cabina.
- RADIACIONES ELECTROMAGNETICAS (EM): limitaciones en los niveles de radiación EM del material médico por la sensibilidad de los equipos de navegación; No todos los equipos pueden ser utilizados a bordo.
- PERMANENCIA PROLONGADA A BORDO: dificultad para el reaprovisionamiento y la atención de las funciones excretoras
- SEGURIDAD: Chorros de aire de reactores. Palas de las hélices (acceso a las aeronaves)
- MAYOR VARIEDAD DE TAMAÑO Y TIPOS DE VEHICULO EN COMPARACION CON LAS AMBULANCIAS: Se deben utilizar las aeronaves más adaptadas, siendo imposible homologar y/o sistematizar los equipamientos.
- VARIEDAD DE ESTIMULOS QUE GENERAN "EXCITACION" TANTO EN EL PACIENTE COMO EN EL PERSONAL MEDICO: hecho de volar, ruido, aceleraciones en todos los ejes, cambios bruscos de temperatura e iluminación, moderada hipoxia, espacio reducido, ausencia de intimidad (vuelos comerciales).

• **Condicionantes operativos**

Además de los condicionantes físicos, existen otros que denominamos operativos, que influyen de forma determinante en la utilización de las aeronaves para el transporte sanitario aéreo. A continuación indicamos los principales:

- ESPACIO Y CAPACIDAD DE CARGA: espacio y peso disponibles. Determinan el número de personas que pueden viajar / número de camillas y equipamiento de las mismas.
- AUTONOMÍA DE VUELO: es el tiempo durante el que la aeronave puede estar en vuelo (la unidad es la hora / minuto).
- ALCANCE: en la distancia a la que puede llegar la aeronave (U= Millas náuticas / Km). En función de la DISTANCIA, el vector de transporte en teoría más apropiado sería el/los siguiente/s:
 - 0 - 300 km: Ambulancia / Helicóptero
 - 300 - 1500 km: Avión sanitario / Vuelo regular
 - > 1500 Km: Vuelo regular
- LONGITUD DE PISTA REQUERIDA Y TIPO DE COMBUSTIBLE: en vuelos ambulancia es un factor determinante puesto que puede condicionar el uso de pistas tanto en origen como en destino.
- METEOROLOGÍA: Es un factor fundamental ya que la operación de una aeronave es muy dependiente de la misma. Un viento fuerte de cara disminuye de forma dramática el alcance y la carga de la aeronave.
- PRESURIZACIÓN: para el transporte sanitario se utilizan siempre que es posible aeronaves presurizadas. En aviones ambulancia se puede llegar a mantener en cabina presiones del nivel de mar, si bien esto penaliza fuertemente la altitud de

crucero y por ende el alcance de la aeronave. En efecto, en estas circunstancias es preciso volar a menor altura, puesto que la estructura de la aeronave soporta unas determinadas presiones diferenciales (diferencia de presión entre el interior y el exterior de la cabina). Al volar a menores altitudes el aire es más denso; Además para presurizar más hay que sangrar más aire de los motores. Estas circunstancias hacen que aumente el consumo de combustible y disminuye en consecuencia el alcance. Se hacen necesarios un mayor número de escalas.

Figura 5

En la Tabla II se indican las características principales de algunos Aviones comerciales y de transporte: Denominación, autonomía, velocidad, pista requerida, capacidad (sentados, camillas), presurización, y necesidades de pista (STOL : Short Take Off Landing: capacidad de despegue y aterrizaje en pistas cortas):

Tabla II

En la Tabla III se indican las características de algunos modelos de AVIONES AMBULANCIA: Denominación, autonomía, velocidad, pista requerida, capacidad (sentados, camillas), presurización, necesidades de la pista (STOL).

Tabla III

En la Tabla IV se indican las características de algunos modelos de helicópteros (DZ: superficie de aterrizaje necesaria).

Tabla IV

Es importante resaltar que todas las características sobre autonomía indicadas en las Tablas II, III y IV son las facilitadas por los fabricantes y se refieren a condiciones óptimas de operación. En la realidad se deben estimar valores al menos un 30% inferiores.

5. Indicaciones y contraindicaciones del transporte sanitario aéreo

La **indicación médica** fundamental para el transporte sanitario en general y para el aéreo en particular, es **facilitar el acceso a medios más adecuados para el tratamiento**. En situaciones de aislamiento (buques, montaña, etc), las aeronaves y en concreto los helicópteros, pueden ser el único medio utilizable, permitiendo además llevar otro tipo de

ayuda hasta el lugar donde se encuentran los afectados (agua, alimentos, medicinas, combustible, etc).

Las **indicaciones sociales** son también importantes. En nuestra sociedad se producen millones de desplazamientos cada año; cuando uno de estos viajeros cae enfermo lejos de su hogar, el regreso requiere en muchas ocasiones el uso de aeronaves (generalmente aviones).

En cuanto a las **contraindicaciones**, debemos considerar:

- Desde el punto de vista técnico, no existiría hoy en día una contraindicación absoluta para el transporte aéreo de pacientes, si se dispone de los medios adecuados para hacerlo con seguridad y de un vector apropiado (ambulancia aérea o helicóptero medicalizado).
- Desde la perspectiva médica, la contraindicación sería la ausencia de indicación: no se gana nada con trasladar al paciente y/o se añaden riesgos sin una ventaja clara.
- Las contraindicaciones tienen un carácter relativo: Muchas veces es un mero problema de elegir el momento en el que las ventajas superen a los riesgos, esto es determinar la “ventana” para el traslado.
- Las situaciones de inestabilidad hemodinámica y respiratoria deben estar resueltas antes de iniciar un traslado aéreo. Los pacientes con infecciones abiertas no deben viajar en aeronaves comerciales por el riesgo de contagio.

En función de la patología, se han establecido tradicionalmente unos intervalos orientativos para autorizar el transporte por vía aérea de los pacientes. Estas tablas están dirigidas fundamentalmente al transporte en aeronaves comerciales, y se incluyen en el capítulo 14: Guía Médica del Pasajero Discapacitado ó Enfermo.

6. Recursos Humanos y Materiales

6.1.- Personal

Las normativas de las distintas CCAA sobre cualificación del personal para en transporte sanitario están diseñadas básicamente para en transporte terrestre. Los profesionales sanitarios que realicen traslados sanitarios aéreos deben tener en todo caso una formación en medicina de emergencias y estar familiarizados con el medio aéreo y sus condicionantes (conocimientos básicos de medicina aeronáutica y de la operación aérea).

6.2.- Material y equipamiento médico básico

El material y equipamiento utilizado en el transporte sanitario aéreo no difiere del utilizado en el transporte sanitario en general. Sin embargo, hay que tener en cuenta algunos condicionantes del medio aéreo para su uso adecuado. A continuación se exponen los aspectos más relevantes:

→ Fármacos

Los envases de los sueros deben ser de plástico para evitar los efectos de la altura (dilatación del aire). En caso de tener que utilizar envases de cristal, utilizar agujas de altitud (catéteres largos prolongados por un tubo flexible, que ponen en comunicación el aire de dentro de la botella con el exterior; El extremo del tubo se fija por encima del nivel del suero). La medicación se debe preservar de temperaturas extremas.

→ Fungibles

Incluir agujas de altura para sueros en envases de cristal. Evitar el uso de los Dial-a-Flow™ en aeronaves por su poca fiabilidad. Prever un envase para residuos biológicos y sanitarios, que nos llevaremos al salir de la aeronave para su destrucción adecuada.

→ **Material básico de exploración**

Toma de la tensión arterial sistólica por pulso o utilizando aparatos oscilométricos (el ruido dificulta la toma de la tensión con fonendoscopio).

→ **Equipo de intubación**

Regulación de la presión en el balón conforme ascendemos / descendemos para evitar sobrepresiones sobre traquea y fugas. Una alternativa es rellenar el balón con suero fisiológico.

→ **Pulsioxímetro**

Gran utilidad de este equipo para la monitorización de los efectos del vuelo sobre los pacientes.

→ **Monitor desfibrilador**

Deben usarse equipos en los que se pueda monitorizar y desfibrilar en su caso a través de parches (por ejemplo el adaptador Fast Patch™ de Physio Control™). Los equipos deben estar homologados para su uso en aeronaves (ausencia de interferencias sobre los sistemas de las mismas).

→ **Equipo Oxigenoterapia**

En aeronaves se debe utilizar O2 seco, y cilindros homologados para aviación, que deben estar situados en contenedores. Pese a utilizar estos equipos, las compañías aéreas no suelen aceptarlos a bordo, exigiendo el uso de equipos suministrados por ellas. Estos equipos no tienen salida rápida, con lo que no se pueden utilizar en respiradores neumáticos. Algunas compañías ofrecen OBOGS (On Board Oxygen Generating Systems), sistemas que extraen el oxígeno del aire ambiente mediante bombeo del mismo a través de cilindros porosos (en los que el O2 difunde más deprisa que el nitrógeno). Se consigue así O2 indefinidamente, pero a baja presión (del todo insuficiente para ser utilizado en respiradores neumáticos).

→ **Respirador**

Los respiradores más extendidos son los de tipo volumétrico que funcionan con aire u oxígeno a presión. Plantean un problema de autonomía, pues se requieren grandes cantidades de oxígeno a presión para los vuelos largos. Existen ya respiradores eléctricos de transporte que han resuelto este problema. Se debe colocar un filtro-humidificador ("nariz") entre el respirador y la sonda de intubación.

→ **Bombas de infusión**

Deben utilizarse bombas de tipo jeringa eléctrica. Las bombas que miden gotas son muy sensibles a los movimientos.

→ **Aspiración**

Tanto eléctrica como mecánica (de reserva). Algunos aspiradores antiguos emiten ondas electromagnéticas por lo que no deben ser utilizados en aeronaves.

→ **Bandeja de drenaje torácico con válvula doble de Heimlich - Almoyna**

Este equipo se precisa para transporte de pacientes con neumotórax.

Figura 6

→ **Colchón de vacío**

Debe prestarse atención a la pérdida de consistencia por efecto de la altura (se dilata el aire que queda en el colchón) y a las frecuentes roturas en las puertas de acceso a las aeronaves.

→ **Férulas neumáticas**

Atención al aumento de la presión sobre miembros como consecuencia de la dilatación de gases en altura.

→ **Maletas para material**

El material debe acondicionarse en maletas que no sean estancas.

→ **Otro Material**

El reloj altímetro / barómetro es muy útil como se ha indicado anteriormente. Otro equipamiento puede ser necesario, en función del tipo de paciente: Capnógrafos, Monitores de TA, PIC, PaO₂, Balón de contrapulsación, etc.

Finalmente, resaltaremos que las baterías del material eléctrico deben ser secas y que nuestro equipo debe ser completamente autónomo con respecto a la aeronave.

Pese a los progresos conseguidos en el material, estamos asistiendo a limitaciones crecientes en su uso debidos a las interferencias con los equipos de a bordo, mucho más sofisticados y sensibles en la actualidad que en el pasado.

Bibliografía

1. Espinosa Ramírez S et Al. Transporte sanitario urgente. En Avances en emergencias y resucitación II. N. Perales y Rodríguez de Viguri et Al. Ed Edikamed. Barcelona 1997.
2. Green RL, Mooney SE. Carriage of invalid passengers by civil airlines. En: Aviation Medicine. Ernsting King. 2 Ed., pp 551-557. Oxford Ed. Butterworth Heinemann. 1995.
3. Lesmes Gómez R, Romo González P, López Sánchez V, Sánchez Peytavi, Delmas JJ. Transporte medicalizado de larga distancia. Med Aeroesp Ambiental. Vol II, nº4, noviembre 1998, 183-191.
4. Mari Solivellas B. Iniciación al aerotransporte sanitario y en ambulancias asistidas. Palma de Mallorca. Ed. Govern Balear. 1986.
5. Mc Neil EL. Airborne care of the ill and injured. Nueva York. Ed. Springer Verlag 1983.
6. Olavarría Govantes L, Galera Díaz JR, de la Fuente González F, Alvarez Leiva C. Medios aéreos en transporte sanitario. Jano 652 M, Mayo 1985, 27-32.
7. Ríos Tejada F, Salinas Sanchez JC. Evacuaciones aeromédicas. Jano, 663 M Oct 1985, 1187-1199.
8. Von Kay Grossmann. Flugmedizin. Colonia-Lövenich. Ed. Deutscher Ärzte-Verlag GmbH. 1985.

TABLAS

Altitud de la aeronave		Altitud de la cabina presurizada		Presión de la cabina		Volumen relativo: 1 litro de aire a nivel del mar pasa a ocupar ...
m	ft	m	ft	mbar	mm Hg	l
0-7315	0-24000	nivel del suelo		1013	760	1
7925	26000	305	1000	977	733	1,03
8534	28000	914	3000	908	681	1,12
9144	30000	1219	4000	875	656	1,17
9754	32000	1525	5000	843	632	1,22
10363	34000	1829	6000	812	609	1,27
11278	37000	2134	7000	782	587	1,32
12497	41000	2438	8000	753	565	1,37

Tabla I: Volumen relativo de los gases del interior de nuestro organismo, en función de la altitud. Los volúmenes relativos son los correspondientes a la altitud de la cabina presurizada.

Tipo de aparato	Autonomía (dist. en km)	Velocidad (km / h)	Pista d:despegue a:aterriaje (m)	Capacidad		Observaciones
				sentados	camilla/acomp.	
Aviocar C212	760 (1)	386 (2)	d 370 a 280	18	12+2	No presurizado STOL
CN 235	1260 (1)	452	800	53	24+4	Presurizado STOL
Hercules C 130	4130 (1)	600	518	92	72+2	Presurizado
Boeing 737 200	3800	840	3000	136	40	Presurizado Birreactor
Airbus A300 B4	5300	840	3000	345	110	Presurizado Birreactor
Boeing 747 200	10400	870	3000	500	160	Presurizado Cuatrirreactor

Tabla II: Características operativas de algunos tipos de aviones comerciales y de transporte.
(1) Alcance con máxima carga (2) Velocidad máxima de crucero.

Tipo de aparato	Autonomía (dist. en km)	Velocidad (km / h)	Pista d:despegue a:aterriaje (m)	Capacidad camilla / acompañantes	Observaciones
Beech King Air C90	1770	338	670	1 + 4	Presurizado Biturbohélice
Beech King Air 200	2415	450	878	1 + 5	Presurizado Biturbohélice
Cessna Citation I	2415	603	1000	1 + 5	Presurizado Birreactor
Learjet 36A	4990	740	1515	1 + 4	Presurizado Birreactor
Falcon 20	3220	708	1590	2 cam + 4 acomp	Presurizado Birreactor
Falcon 50	6118	7245	1363	2 cam + 5 acomp	Presurizado Trirreactor

Tabla III: Características operativas de algunos tipos de aviones ambulancia.

Tipo de aparato	Autonomía		Velocidad media (km / h)	DZ mínima (m)	Capacidad	
	tiempo h:m	distancia en km			sentados	camilla/acomp.
Ecureuil	4:30	700	230	20 x 20	5	2 + 2
Puma	2:30	550	260	30 x 25	20	6 + 4
Super Puma	3:00	300	280	30 x 25	20	6 + 4
BO 105	3:50	575	234	20 x 20	5	2 + 2*
BK 117	2:50	500	234	20 x 20	11	2 + 2*
Chinook CH47	5:30	1180	250	35 x 30	45	24**

Tabla IV: Características de algunos modelos de helicópteros

* 1 camilla en caso de transporte asistido (vigilancia-reanimación).

** 12 camillas en caso de transporte asistido (vigilancia-reanimación).

FIGURAS

Figura 1: Transporte de heridos en aeronave militar francesa de los años treinta.
(Diapositiva 1)

Figura 2: Procedimiento general para el transporte aéreo de pacientes.
(en el texto)

Figura 3: Pulsioxímetro. Permite conocer de forma no invasiva la saturación en oxígeno de la hemoglobina así como el pulso.
(Diapositiva 2)

Figura 4: Las aeronaves tienen importantes condicionantes de espacio y accesibilidad. En la Figura 4a se muestra una camilla montada en un avión comercial; El espacio desde la cabeza del paciente hasta el techo es escaso. La Figura 4b ilustra la dificultad de acceso con camillas anchas a las aeronaves; Se debe disponer siempre de camillas tipo cuchara para el embarque y desembarque de pacientes que viajen en camilla.
(Diapositiva 3 = Figura 4a / Diapositiva 4 = Figura 4b)

Figura 5: Interior de un avión ambulancia especialmente acondicionado para el transporte de dos pacientes en camilla.
(Diapositiva 5)

Figura 6 : Válvula doble de Heimlich - Almoyna para drenaje torácico, utilizadas para el transporte por vía aérea de pacientes con neumotórax.
(Diapositiva 6)

