

# PREPARACIÓN DEL PACIENTE PARA EVACUACIONES AÉREAS

**I. Pérez Hidalgo**

Director Médico y Médico de Evacuaciones Aéreas.

TASISA (Transportes Aéreos Sanitarios Isleños S.A.) Servicio concertado con el Insalud de Canarias.

## Resumen

La evacuación aérea de pacientes en estado crítico es una realidad en zonas de insularidad como las Islas Canarias. Si nadie duda del papel que el transporte secundario juega en la cadena de supervivencia, éste cobra un interés especial en las islas, donde el transporte es obligado por vía aérea, y donde las infraestructuras hospitalarias de las islas periféricas (de nivel I) son muchas veces insuficientes para la asistencia a determinadas patologías críticas, por otra parte muy superiores en Canarias a la media Nacional (politraumatizados por accidentes de tráfico, prematuridad, cardiopatías congénitas...).

Este tipo de transporte exige una formación específica en el medio aéreo, así como experiencia en el manejo de este tipo de patologías. Además, es fundamental la adaptación a las limitaciones de espacio de la cabina y el manejo del soporte asistencial que conllevan estas evacuaciones (monitores, respiradores, oxigenoterapia, incubadoras, drenajes, bombas de infusión, fluidoterapia...) y que acompañan al paciente de cama a cama.

Nuestra experiencia (1.500 evacuaciones) en esta materia nos muestra como punto crítico del sistema el desconocimiento, del resto de los profesionales que participan en la cadena de supervivencia, del medio aéreo y por tanto del concepto de estabilización y

preparación del paciente para una evacuación aérea. Es el objetivo de este trabajo presentar un protocolo normalizado para la preparación de los pacientes para evacuarlos por vía aérea.

*Palabras clave:* Evacuación aeromédica. Estabilización. Hipoxia. Presión barométrica.

## Abstract

Airborne evacuation of critical patients is a reality in insular areas such as the Canary Islands. While there is no doubt about the role secondary transportation plays in the chain of survival, this takes on particular interest in the islands, where transportation is obligatorily airborne and where the hospitalary infrastructure of the peripheral islands (level I) is often insufficient for the care of certain critical conditions, which are moreover quite more frequent in the Canaries than the national mean (traffic accident polytraumatism, prematurity, congenital heart disease, etc.). This form of transportation requires a specific training in the airborne environment, as well as experience in the management of this type of conditions. Furthermore, two fundamental aspects are the adaptation to the limitations of the space of the cabin and the use of the assistential support instruments these evacuations imply and which accompany the patient from bed to bed (monitors, respirators, oxygen therapy, incubators, drainages, infusion pumps, fluid therapy, etc.). Our experience in these matters (1500 evacuations) discloses as the critical point in the system the lack of knowledge by the other professionals participating in the survival chain of the airborne environment and there-

*Correspondencia:* Ignacio Pérez Hidalgo. Paseo de Tomás Morales 50, Portal 8, 3.º D.  
35003 Las Palmas de Gran Canaria.

*fore of the concept of stabilization and preparation of the patient for airborne evacuation. The aim of the present paper is to present a standardized protocol for the preparation of patients for airborne evacuation.*

**Key words:** *Aeromedical evacuation. Stabilization. Hypoxia. Barometric pressure.*

La vida de un herido o de un enfermo frecuentemente depende del tiempo que transcurre hasta que se establecen los cuidados definitivos, que en algunos casos sólo pueden ser aplicados en centros especializados, y la rapidez del transporte en las mejores condiciones se revela como de la más alta importancia. El transporte por aire se constituye en estas circunstancias como el medio más rápido y confortable y seguro para el paciente.

Las ventajas de la evacuación aeronáutica comparada con otros medios de transporte debe ser medida en términos de vidas, tiempo y recursos empleados.

Debe prestarse el adecuado Soporte Vital Avanzado y establecerse las adecuadas medidas de reanimación-estabilización para que el enfermo llegue al lugar del destino en una situación clínicamente estable.

El tiempo empleado en el traslado dependerá del tipo de aeronave utilizada, que variará según los medios disponibles y la orografía o características especiales del lugar del accidente o del accidentado, cambiando según las medidas de reanimación-estabilización que precise<sup>1</sup>.

Los recursos son los medios esenciales o complementarios que directa o indirectamente contribuyen en la aeroevacuación.

La coordinación y control de la aeroevacuación es el elemento primordial a la hora de establecer el área de responsabilidad, preparación del campo más cercano, control del tráfico aéreo y comunicaciones con el centro hospitalario<sup>2</sup>.

La evacuación aeromédica es un eslabón en la cadena sanitaria que permite mejorar el pronóstico vital a corto plazo y el funcional a largo plazo. Es un acto médico en el que entran en juego personal y material especializado que necesita una organización estructurada en el seno de la cual el acto médico tiene indicaciones y contraindicaciones a veces distintas a la praxis convencional.

### Aspectos fisiopatológicos

Los efectos del descenso de la presión atmosférica, mediados por la altitud, son fundamentalmente de dos tipos: los derivados de la expansión de los gases y los relativos a la disponibilidad del oxígeno.

### Disponibilidad de oxígeno

Aún cuando la proporción de los gases, que mezclados forman el aire, puede considerarse constante a cualquier altura de la troposfera (aproximadamente 21% de oxígeno, 78% de nitrógeno y 1% de otros gases, entre los que se encuentran el vapor de agua, anhídrido carbónico, gases nobles, entre otros), las presiones parciales de los mismos varían en función de la altitud sobre el nivel del mar: (ley de Charles, ley de Boyle).

La fracción de oxígeno inspirado ( $F_iO_2$ ) está pues en función del porcentaje de oxígeno disponible y será, si no se administra oxígeno suplementario, del 21%.

Sabemos que la presión atmosférica (Pa) decrece con la altitud. Así, va desde 760 mmHg a nivel del mar, hasta 380 mmHg a 18.000 pies, por lo que la presión parcial de oxígeno ( $PO_2$ ) se modifica desde 159 mmHg a nivel del mar, hasta 80 mmHg a dicha altitud, lo cual determina un deterioro de las presiones alveolar ( $PAO_2$ ) y arterial ( $PaO_2$ ) de oxígeno, que pueden ser agravadas en circunstancias patológicas.

La presencia cada vez más acentuada de anhídrido carbónico ( $CO_2$ ) en el alveolo (que ejerce una presión parcial proporcionalmente mayor a medida que aumenta la altitud, al disminuir la  $PAO_2$ ) se hace evidente de forma clínica a partir de 8.000 pies aproximadamente, cuando el  $CO_2$  es desplazado del alveolo (hiperventilación) en beneficio del oxígeno<sup>3</sup>.

Los mecanismos por los que fisiopatológicamente nuestro organismo trata de compensar estos parámetros son fundamentalmente el aumento del gasto cardíaco y la hiperventilación, lujos que, en ocasiones, pueden provocar en un paciente enfermo la entrada en una espiral de desestabilización.

En la cascada de oxígeno, debemos salvaguardar de forma permanente un mantenimiento del oxígeno mitocondrial por encima de los niveles de seguridad que garantice las reacciones aeróbicas.

La deficiencia de oxígeno puede provocar en el paciente una hipoxia hipoxémica que agrave su situación previa. Con mayor frecuencia estas situaciones se presentan en pacientes con:

- Enfermedades respiratorias agudas o crónicas.
- Trastornos isquémicos de cualquier localización, con especial incidencia en las coronarias.
- Anemias importantes.
- Situaciones patológicas que determinen un aumento del consumo de oxígeno.

De acuerdo con lo referido, se deberá proceder a la modificación de la  $F_iO_2$ , suministrando oxígeno suplementario por los sistemas convencionales o mediante ventilación mecánica, de forma que durante el trans-

TABLA I. Niveles de Aceleración – Deceleración, Ruidos y Vibraciones en distintos vehículos utilizados en transporte sanitario

|                                     | Aceleración – Deceleración (G) | Vibración (Hz) | Ruidos (dB) |
|-------------------------------------|--------------------------------|----------------|-------------|
| Avión                               | 0,10                           | Altas          | 60-70       |
| Ambulancia detenida motor en marcha | 0,07                           | 4              | 70          |
| Ambulancia 40-90 Km/h.              | 0,87                           | 4-16           | 75-80       |
| Helicópteros 1 pala                 | 0,10-0,20                      | 12             | 80-93       |
| Helicópteros 2 palas                |                                | 18             |             |
| Helicópteros 3 palas                |                                | 28             |             |

porte se garantice una adecuada oxigenación en los pacientes críticamente enfermos.

Todos estos aspectos deben ser controlados con una adecuada valoración clínica, gasométrica y hemodinámica del paciente con anterioridad a su evacuación, asegurando toda la serie de apoyos asistenciales necesarios, de acuerdo con los riesgos previstos: Vía aérea permeable espontánea o mecánicamente adecuada vía de entrada de líquidos, monitorización, sondaje uretral y nasogástrico y adecuación de drenajes, entre otros.

### *Cambios de volumen*

Sabemos que en los gases Presión, Volumen/Temperatura son siempre constantes. Por lo que, a temperatura constante, una disminución de la presión se sigue de un aumento proporcional del volumen.

En un transporte aéreo medicalizado, esta expansión puede producir problemas a dos niveles diferenciados: en el cuerpo humano y en el material utilizado.

Los cambios volumétricos en nuestro organismo afectan a varios sistemas:

- Sistema gastrointestinal: Agravamiento de ileos, producción de deshicencias de suturas, ulceraciones diverticulares, aumento de la presión diafragmática por distensión abdominal.

- Sistema respiratorio: Agravamiento de los neumotórax por aumento de su volumen, por lo que deben tratarse con anterioridad al transporte. No es infrecuente la rotura de bullas.

- Aumento de la presión intracraneal (PIC), pudiendo presentarse a veces en traumatismo craneoencefálico, descenso del nivel de conciencia que se recupera al bajar la altura de vuelo.

- Se intensifican los edemas e incluso aparece edema agudo de pulmón a grandes alturas.

- Las hemorragias intraparenquimatosas se acentúan.
- Oftalmología: Las estructuras oculares son muy sensibles a los cambios de presión, por lo que las heridas del globo ocular deben ser cuidadosamente evaluadas antes de su evacuación.

- Estomatología: Hay que recordar que los abscesos apicales producen gas que, al dilatarse, pueden provocar fuerte dolor.

- Otros sistemas, como el auditivo: los oídos son probablemente el área más comunmente afectada por los cambios de presión.

Es necesario recordar también qué exploraciones que utilizan gas como medio de contraste (neumoencefalografía, neumoartrografía) practicadas recientemente pueden desaconsejar una evacuación por medio aéreo.

Sobre el material utilizado o equipo técnico, las alteraciones de volumen mediadas por la altitud afectan de modo especial al equipamiento neumático, en el sentido de modificar sus presiones, con el consiguiente deterioro de su función si no son corregidas.

Se ven afectadas fundamentalmente las férulas de inmovilización, los pantalones antishock, los balones intratraqueales, los elementos de aspiración, así como el contenido aéreo de los frascos de sueros<sup>4</sup>.

Además de las alteraciones volumétricas de los gases, y de la disponibilidad del oxígeno, otros factores pueden afectar negativamente al transporte asistido:

- La aceleración y desaceleración pueden inducir desplazamientos de líquidos y de masas dentro del organismo, así como reacciones vagales, vómitos y malestar general. Los mareos y los vómitos ocasionan

serias complicaciones, no sólo al paciente, sino también al personal encargado de su asistencia. La aceleración-desaceleración es baja en aviones y helicópteros (0,1 g), resultando un transporte confortable en comparación con una ambulancia terrestre que trepida 9 veces más (0,9 g). Este factor es importante en traumatismos craneo-encefálicos, politraumatizados y accidentes embólicos (Tabla I).

– Las vibraciones biológicamente peligrosas se sitúan entre los 4-12 Hz por conllevar fenómenos de resonancia en órganos. Los helicópteros producen vibraciones entre 12-28 Hz, según el número de palas que tengan (a mayor número de palas, vibraciones de más alta frecuencia y por lo tanto menos dañinas); son, por tanto, vehículos sanitarios en este sentido poco nocivos. Menos nocivas aún son las vibraciones producidas en aviones (las de más altas frecuencias –Hz–). Sin embargo, las ambulancias terrestres con 4-16 Hz están en la zona más peligrosa. Las vibraciones inducen efectos negativos en traumatismos craneoencefálicos y accidente vasculocerebral (Tabla I).

– Ruidos: A pesar de las buenas condiciones de los helicópteros para el transporte de pacientes, el nivel de ruido en el interior de los mismos es francamente alto (80-90 dB). Podemos aislar al paciente con cascos auriculares, que permitan el contacto verbal. El ruido también impide auscultar y determinar la tensión arterial con un fonendoscopio; por lo que la auscultación deberá ser minuciosa antes de introducir al paciente en el helicóptero y debemos llevar los aparatos de monitorización adecuados para tomar presión sanguínea no invasiva en el aparato<sup>3</sup>. El nivel de ruido es menor en avión y ambulancia detenida con el motor en marcha (70 dB) y algo más en ambulancias en marcha a 40-90 Km/h. (75-80 dB) (Tabla I).

– Los cambios bruscos de temperatura, el miedo por lo inhabitual del medio, la ansiedad, la sed, el hambre e incluso la necesidad de evacuar sus propios residuos, pueden inducir alteraciones de la tensión arterial y taquicardia, y aumento, en definitiva, del consumo de oxígeno. La tendencia a convulsionar es mayor en pacientes predisuestos por la disminución de la tasa metabólica de oxígeno, tanto primaria como secundaria; así como por el efecto estroboscópico de las palas del rotor principal (en helicópteros), por lo que se debe, en estos individuos, proteger los ojos de la luz solar. Del mismo modo, tienden a incrementarse las cifras de tensión arterial y respuesta taquicárdica a las anemias.

– Existen otros factores de tipo técnico que pueden condicionar el transporte aéreo medicalizado: la adaptabilidad del equipo médico, las limitaciones del espacio

interior, limitaciones en el acceso a la aeronave, accesibilidad al paciente, suministro energético y material electromédico (utilización de equipos blindados que no introduzcan interferencias en los equipos de navegación y en caso de tener que desfibrilar, el piloto tiene que ser advertido con anterioridad, a fin de fijar sus equipos de ayuda a la navegación durante ese tiempo)<sup>5</sup>.

### **Preparación del paciente para el transporte**

Podemos decir que los medios aéreos son más confortables que los terrestres, ya que poseen bajos niveles de aceleración-deceleración y vibraciones, pero tienen graves inconvenientes debido a la altitud, muy manifiesto en aviones no presurizados y mínimos en helicópteros, ya que la altura de vuelo es muy baja (500 a 1.500 m). Por ello el vuelo en helicóptero a bajas cotas y en avión presurizado no tiene contraindicaciones claras, aunque es preciso tomar algunas medidas de precaución con carácter general que permitan detectar y corregir cualquier incidencia que deba ser compensada de forma inmediata antes del transporte:

– Es prioritario estabilizar la vía aérea antes de proceder al traslado del paciente.

– Es preciso determinar los gases arteriales en todos los pacientes antes del vuelo y administrar oxígeno según sus necesidades y la altura prevista de vuelo. Durante la Evacuación Aérea debemos monitorizar la saturación de la hemoglobina por el oxígeno mediante monitores de pulsioximetría, que nos orientarán sobre la situación de los gases arteriales con las debidas correcciones.

– Deben drenarse los neumotórax antes del transporte y sustituir el sistema normal de drenaje torácico por un aparato con válvula de un solo sentido.

– No se deben usar a grandes alturas sistemas cerrados de drenaje; sin embargo, no presentan inconveniente alguno los sistemas conectados a bolsa (sonda nasogástrica –SNG–, sonda de Foley, etc.).

– Sangre y sueros deben ir en envases de plástico que permitan infundir a presión y eviten los cambios de presión en la cámara de aire.

– Control de la tensión por la onda de pulso (monitorización).

– En algunos casos será preciso colocar una SNG. También es conveniente la colocación de una sonda uretral.

– Todos los pacientes llevarán monitorización ECG y de constantes.

– Es necesario disponer de una vía venosa central o dos vías venosas periféricas permeables de un calibre apropiado (Abbocath de ancho diámetro). Si se preci-

sa de ciertos fármacos para su estabilidad hemodinámica (aminas vasoactivas, etc.) la vía venosa central será imprescindible (bien mediante abordaje directo o a través de vía venosa periférica –drum–). Es muy importante comprobar el estado de estas vías antes del transporte y conseguir una buena fijación de éstas.

– Si es posible, antes del vuelo se practicará una radiografía de tórax para conocer exactamente la situación de drenajes y tubo endotraqueal.

– Es conveniente disponer antes de la evacuación de un control de laboratorio que incluya al menos hematocrito, Hb, glucemia e iones<sup>3</sup>.

– Debe realizarse una comprobación de todos los sistemas antes de la evacuación (preferiblemente en la aproximación al lugar de origen), monitores, sistema de aspiración, equipo de ventilación, bombas de perfusión, etc.

– Realizar una correcta inmovilización del paciente: estabilización de cuello y espalda ante sospechas de traumatismos medulares, movilización de los pacientes en bandeja y en «camilla de tijeras o cuchara», disponer de colchón de vacío y sábana isotérmica.

– Comprobar que se ha realizado una correcta inmovilización de fracturas<sup>6</sup>.

## Cuidados especiales en relación con el vuelo

### *Condiciones que pueden verse afectadas por la Hipoxia*

Un enfermo crítico podría no tolerar pequeñas deficiencias de O<sub>2</sub> por razón de la propia enfermedad, respiratoria o cardiovascular, y fracasar en su respuesta al disminuir la presión de O<sub>2</sub> con la altitud. A continuación se especifican algunos de los problemas que hacen necesario O<sub>2</sub> suplementario durante la evacuación<sup>2</sup>:

- Pérdidas significativas de sangre: más de 1.000 ml.
- Shock.
- Traumatismo torácico severo:
  - Tórax inestable.
  - Neumotórax.
  - Hemotórax.
  - Fracturas costales bilaterales.
  - Blast injury (lesión por onda explosiva).
- Infarto de miocardio-angina de pecho.
- Edema agudo de pulmón.
- Insuficiencia respiratoria aguda:
  - Neumonía.
  - Asma.
  - Embolismo pulmonar.
- Traumatismo de columna, especialmente cervical o torácico, con lesión medular.

– Síndrome de hipertensión endocraneal.

– Quemaduras del árbol respiratorio.

– Intoxicación por monóxido de carbono.

– Fallo cardiorrespiratorio.

1. *Enfermedades respiratorias*: A 6.000 pies (1.830 m) de altitud de cabina, la presión parcial de oxígeno en el alveolo cae desde los 103 mmHg que encontramos a nivel del mar a tan sólo 77 mmHg; sin embargo, gracias a la forma sigmoide de la curva de disociación de la hemoglobina, su saturación apenas habrá variado en un 3%. Y en altitudes de 8.000 pies (2.440 m), la saturación de hemoglobina no habrá bajado del 90%. Tales modificaciones no tienen ninguna repercusión en el sujeto sano, pero pueden exacerbar determinados procesos médicos. Así, los pacientes con bronquitis crónica, enfisema o cor pulmonale, que tienen comprometida de antemano su capacidad de oxigenación, pueden presentar un cuadro de hipoxia grave. La mayoría de estos enfermos, no obstante, pueden ser transportados por vía aérea siempre que se les suministre O<sub>2</sub> durante el vuelo. Sin embargo, no podemos olvidar que el uso de O<sub>2</sub> al 100% puede empeorar algunos casos, ya que es precisamente la hipoxia relativa que padecen estos sujetos la que estimula la ventilación adecuada. Evidentemente hacer una gasometría en vuelo no es fácil, la oximetría en el lóbulo de la oreja o la yema de los dedos puede orientarnos satisfactoriamente sobre el nivel de saturación de la Hb.

En general, a cualquier paciente con disnea de reposo se le debe contraindicar el desplazamiento por vía aérea hasta su completa estabilización. Aquellos otros que presenten disnea a pequeños esfuerzos (caminar 50 m en llano) requieren un estudio detenido de su función pulmonar y posibilidad de utilizar O<sub>2</sub> en vuelo<sup>7</sup>.

Los asmáticos, bien controlados médicamente, pueden volar en principio.

En el caso de transporte de pacientes con insuficiencia respiratoria, el médico debe seleccionar al paciente y adaptar el tratamiento convencional del insuficiente respiratorio a las limitaciones del transporte aéreo. La utilización de presión inspiratoria positiva intermitente se ha demostrado útil en estos pacientes ya sea mediante conexión a tubo de traqueostomía, tubo nasotraqueal u orotraqueal.

2. *Anemias*: Las anemias importantes, con una concentración de hemoglobina de 7,5 g/dl o menos, constituyen una contraindicación relativa para los desplazamientos aéreos, dependiendo fundamentalmente de la cronicidad de la enfermedad y de la duración del vuelo. Un valor del hematocrito inferior al 30% debe igualmente desaconsejar el transporte aéreo, si éste no

TABLA II. Pp de O<sub>2</sub> Traqueal y Alveolar respirando aire a distintas alturas

| Altitud (m)   | P. Barométrica (mmHg) | PO <sub>2</sub> Traqueal (mmHg) | PO <sub>2</sub> Alveolar (mmHg) | pCO <sub>2</sub> Alveolar (mmHg) | pO <sub>2</sub> Arterial (mmHg) |
|---------------|-----------------------|---------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| Nivel del mar | 760                   | 149                             | 103                             | 40                               |                                 |
| 5.000 Pies    | 632                   | 122                             | 79                              | 38                               | 79                              |
| 10.000 Pies   | 523                   | 100                             | 61                              | 36                               | 50-60                           |
| 15.000 Pies   | 429                   | 80                              | 46                              | 33                               |                                 |
| 20.000 Pies   | 349                   | 63                              | 33                              | 30                               |                                 |
| 22.000 Pies   | 321                   | 57                              | 30                              | 28                               |                                 |

se realiza en helicóptero o avión medicalizado y con oxígeno suplementario. Hemos evacuado pacientes con anemia crónica con hasta 4 g/dl de hemoglobina, sin ninguna repercusión durante el vuelo una vez programado éste con la FiO<sub>2</sub> necesaria para el paciente y la altura de vuelo.

Se han descrito en la literatura médica casos de crisis de anemia falciforme desencadenadas por la exposición a las bajas concentraciones de oxígeno que encontramos en vuelo, y en las que parece participar también, sobre todo en viajes de larga duración, la posición, sentado y con compresión abdominal, y el éxtasis venoso.

Los grupos de especial riesgo son los portadores de Hb C y beta talasemia. Las formas heterocigóticas no presentan aumento del riesgo de crisis anémicas por el vuelo.

3. *Enfermedades cardiovasculares:* La discreta disminución de la tensión de O<sub>2</sub> en el aire inspirado puede, igualmente, comprometer seriamente la actividad cardíaca en aquellos sujetos que se encuentran previamente en los límites normales. Aquellos pacientes capaces de caminar 80 m en llano o 10 ó 12 escalones sin presentar síntomas, pueden en principio volar sin riesgo de incidente desagradable. Naturalmente la insuficiencia cardíaca no controlada es una contraindicación.

A los enfermos cardiovasculares se les debe tratar de controlar antes de comenzar la evacuación. Es importante una monitorización exhaustiva: ECG, frecuencia cardíaca, pulso, diuresis horaria. Todo ello nos lleva a detectar signos de bajo gasto, teniendo en cuenta las dificultades acústicas y vibratorias normales en la aeronave.

En cualquier caso, siempre que no haya peligro de depresión del centro respiratorio, la norma debe ser la utilización de O<sub>2</sub> continuo, mediante máscara tipo Venturi o cánula nasal, a presiones de cabina cercanas a 10.000 pies (Tabla II)<sup>2</sup>.

La incidencia de nuevos episodios de isquemia

coronaria desencadenados por la discreta hipoxia de la cabina es significativamente elevada, por lo que se precisará una buena oxigenación para el traslado.

#### *Condiciones que pueden verse afectadas por los cambios de presión*

La presión barométrica disminuye cuando se asciende, y de acuerdo con ley de Boyle (el volumen de un gas es inversamente proporcional a la presión, cuando la temperatura se mantiene constante) los gases atrapados se expanden cuando disminuye la presión; esto puede ser causa de alteraciones en diversos órganos y sistemas y cuando exista cierta patología subyacente. Independientemente de la cantidad de oxígeno que se suministre, los cambios de presión en sí pueden producir alteraciones en el organismo, los conocidos Disbarismos.

A 6.000 pies, el volumen de los gases se incrementa en un 30% aproximadamente; entonces aquellas cavidades semicerradas de nuestro organismo que contengan aire, sufrirán las consecuencias. Mientras el equilibrio de presiones con el ambiente exterior sea posible, no aparecerá ningún problema; éstos surgirán cuando dicha comunicación se vea dificultada.

1. *ORL:* Tal es el caso de los catarros de vías altas, faringitis y demás cuadros que dificulten la normal ventilación del oído medio a través de la trompa de Eustaquio, o de los senos paranasales. Las barotitis y barosinusitis pueden aparecer entonces, llegando incluso a producir rotura de la membrana timpánica. Una tasa de descenso que no exceda de 300 pies/min suele servir para prevenir la aparición de molestias óticas y/o sinusales. En pacientes conscientes se puede evitar realizando maniobras de Valsalva.

Naturalmente los cuadros activos de otitis media y sinusitis antes de iniciar un vuelo desaconsejan formalmente éste, pues el agravamiento será la norma. Aque-

TABLA III. Efectos de la Altitud sobre el Flujo

| Flujo de O <sub>2</sub> (l/m) | Flujo de O <sub>2</sub> a una altitud de: |            |            |
|-------------------------------|---|------------|------------|
|                               | 2.000 Pies                                | 5.000 Pies | 8.000 Pies |
| 2                             | 2,1                                       | 2,4        | 2,6        |
| 4                             | 4,2                                       | 4,7        | 5,3        |
| 6                             | 6,3                                       | 7,1        | 7,9        |
| 8                             | 8,4                                       | 9,4        | 10,6       |
| 10                            | 10,5                                      | 11,8       | 13,2       |
| 12                            | 12,6                                      | 14,1       | 15,8       |

Los pacientes con intervenciones quirúrgicas de oído medio recientes constituyen un grupo de especial riesgo desde este punto de vista, y deben evitar someterse a cambios de presión hasta que la cavidad del oído medio esté seca y bien aireada. En los casos en que se ha realizado una estapedectomía, es preciso tener en cuenta el riesgo de que la prótesis pueda introducirse en el laberinto, originando un importante cuadro vertiginoso, en caso de cambios bruscos de presión, y fallo coclear.

2. *Alteraciones del tracto gastrointestinal:* Dependiendo fundamentalmente de la cantidad de aire atrapado, la presión de cabina, la capacidad de eliminar gases y la sensibilidad al dolor.

Por tanto, deben eliminarse todas aquellas fuentes que puedan originar el atrapamiento del gas en el tubo digestivo, fundamentalmente por deglución y por la ingesta de alimentos ricos en residuos, así como las bebidas gaseosas. Teniendo en cuenta que cuando exista una patología de fondo (hernia estrangulada, apendicitis aguda, diverticulitis, intervenciones abdominales recientes, parálisis intestinal) los cambios de presión pueden ser de origen de complicaciones como náuseas, vómitos, insuficiencia respiratoria secundaria, dolor abdominal, e incluso, rotura de una víscera.

En una evacuación reglada, debe considerarse el control de la alimentación del enfermo desde 24-48 horas antes. En evacuaciones urgentes, se recomienda la colocación de una sonda nasogástrica o rectal. La presencia de intervenciones recientes de vejiga, con posibilidad de aire atrapado, debe ser tenida en cuenta antes de emprender el vuelo.

Las intervenciones quirúrgicas recientes requieren una especial atención; la deshidratación de la herida abdominal, y de las suturas y anastomosis internas son riesgos a tener en cuenta, por lo que conviene dejar un intervalo de unos días desde la intervención, siempre que sea posible. Este período debe alargarse si en el postoperatorio presentó ileo paralítico.

TABLA IV. Concentración de Oxígeno (%) requerida para mantener una Pa O<sub>2</sub> de 100 mmHg

| Metros            | 0   | 600   | 1.200 | 1.800 | 2.400                     | 3.000  |
|-------------------|-----|-------|-------|-------|---------------------------|--------|
| Pies              | 0   | 2.000 | 4.000 | 6.000 | 8.000                     | 10.000 |
| Fi O <sub>2</sub> | 21  | 23    | 25    | 27    | 29                        | 32     |
|                   | 30  | 33    | 35    | 38    | 42                        | 45     |
|                   | 40  | 44    | 47    | 51    | 55                        | 60     |
|                   | 50  | 54    | 59    | 64    | 69                        | 75     |
|                   | 60  | 65    | 70    | 76    | 83                        | 90     |
|                   | 70  | 76    | 82    | 90    | 97                        | 100    |
|                   | 80  | 87    | 94    | 100   | Necesita presión positiva |        |
|                   | 90  | 98    | 100   |       |                           |        |
|                   | 100 | 100   |       |       |                           |        |

Por su parte las hemorragias digestivas pueden reactivarse por la distensión de la pared del tracto gastrointestinal. Los vómitos producidos en caso de mareos pueden agravar el problema.

Los pacientes con ileostomías o colostomías deben ser advertidos de los problemas digestivos originados por los cambios de presión; puede ser necesario dejar salir los gases con más frecuencia y deben llevar a mano bolsas de recambio suficientes.

3. *Alteraciones torácicas:* Al aumentar el volumen del aire atrapado en la cavidad pleural, un neumotórax asintomático puede originar dolor intenso e incluso, si existe mecanismo valvular en neumotórax a tensión, desviación mediastínica, dolor progresivo y disnea. La actuación debe ser rápida, colocando un tubo de drenaje y bajando a cotas inferiores a 2.000 metros. El diagnóstico «in situ» por los equipos de emergencia médica puede resultar muy comprometido y dificultado por el elevado ruido ambiental en el lugar del impacto y en la cabina asistencial. En caso de transporte interhospitalario debe hacerse un buen diagnóstico y valoración del paciente antes de la evacuación.

El enfisema mediastínico puede condicionar una evacuación obligando a volar a baja altura. La presencia de enfermedades granulomatosas no contraindica el transporte aéreo, pero se aconseja la administración de oxígeno suplementario<sup>8</sup>.

Durante las intervenciones quirúrgicas en tórax, se introduce una cierta cantidad de aire en el mismo; su expansión, al disminuir la presión en una evacuación postoperatoria inmediata, produciría una importante restricción ventilatoria que puede comprometer seriamente la vida del paciente. Es aconsejable dejar pasar 2-3 semanas para que ese aire se reabsorba completamente,

TABLA V. Efectos de la altura secundarios a hipoxia

|                      |   |
|----------------------|---|
| NM - 4.000 Pies      | Sin Alteraciones.   |
| 4.000 - 5.000 Pies   | Disminución de la visión nocturna.  |
| 5.000 - 8.000 Pies   | Disminución de la capacidad de esfuerzo.  |
| 8.000 - 10.000 Pies  | Disminución de la capacidad física y psíquica, dolor de cabeza.   |
| 10.000 - 14.000 Pies | Disfonía, disminución del juicio crítico, dificultad para cálculos mentales, aumento de la fatiga.                  |
| 14.000 - 16.000 Pies | Alt. del control neuromuscular, alt. psicomotoras, hiperventilación, cefaleas intensas, disnea a mínimos esfuerzos. |
| 16.000 - 18.000 Pies | Incapacidad para atender mínimos esfuerzos inducen coma.  |
| 18.000 - 20.000 Pies | Inconsciencia y coma, convulsión y fallecimiento sino mejoran las condiciones.                                      |

y confirmar radiológicamente la completa reexpansión pulmonar, antes de que se traslade por vía aérea. En caso de tratarse de una «Urgencia Vital» y la evacuación aérea obligada, es necesario planificar el soporte del paciente así como el vuelo (plan de vuelo y altura).

4. *Traumatismos Craneoencefálicos:* Ciertos tipos de fracturas (sobre todo en las que existe comunicación con alguna cavidad natural, oído medio, celdas mastoideas o senos paranasales), así como la realización de pruebas diagnósticas como la neumocencefalografía, ocasionan la entrada de aire en la cavidad cerebral y las burbujas gaseosas pueden originar por su expansión con la altura aumento de la presión intracraneal. Se necesitarán al menos 7 días para que este aire se reabsorba.

Tras la cirugía ocular, al igual que en las heridas penetrantes del globo ocular, puede quedar atrapado aire dentro del ojo y su expansión puede originar lesión hística o pérdida del contenido intraocular. La hipoxia puede contribuir a la dilatación de los vasos coroidales y retinianos; la administración de oxígeno en tales casos es obligatoria, o al menos mantener una altitud de cabina no superior a 4.000 pies. Por otra parte, la hipoxia puede aumentar la tensión intraocular y disminuir el diámetro pupilar.

En cuanto al resto de traumatismos hay que tener en cuenta que en las inmovilizaciones con escayola, tras fracturas o esguinces, el aire que queda entre la misma y el miembro edematoso puede ser suficiente para que se produzca una isquemia distal al aumentar el volumen del gas atrapado. En los casos en que el traslado sea imprescindible tras una inmovilización reciente, será obligatorio realizar un corte longitudinal a lo largo de toda la escayola para evitar un anillo de compresión en torno al miembro afectado.

5. *Alteraciones Psiquiátricas:* La ansiedad que el vuelo produce en muchas personas, asociada con una gran variedad de estímulos no habituales, como el ruido, las vibraciones, o las alteraciones del ritmo sueño-vigilia, puede resultar lo suficientemente intensa como

para que determinadas alteraciones psiquiátricas se manifiesten o reagudicen. Sólo a pacientes psiquiátricos bien controlados se les deben permitir los desplazamientos aéreos, y únicamente si van acompañados por personal cualificado.

En ocasiones en que el traslado es inevitable, la sedación puede ser la única manera de transportar a un paciente en condiciones de seguridad, pero no debemos olvidar que los fármacos con actividad anticolinérgica producen, entre otros efectos secundarios, disminución del peristaltismo intestinal con aumento de la cantidad de gases retenidos en el tracto digestivo.

Pacientes depresivos o con ansiedad, con alteraciones emocionales, pueden ser causa de problemas para el médico que está a su cuidado en una aeronave. Hay dos factores particulares que diferencian a este tipo de enfermos:

1. Algunos pueden mantener conductas no previsibles; su forma de actuar suele ser brusca, autodestructiva y a veces rara, su conversación ininteligible y socialmente inaceptable. Ante ellos, los miembros de la tripulación pueden sentirse ansiosos y con sensación de peligro.

2. Otros pacientes no se consideran a sí mismos enfermos y rechazan cualquier tipo de ayuda médica o tratamiento.

Por ello, la decisión del transporte aéreo de un enfermo mental ha de ser especialmente valorada por su psiquiatra y disponer de los medios adecuados para prevenir cualquier incidencia médica durante el vuelo.

Los enfermos psiquiátricos pueden clasificarse en:

– Psicóticos severos: enfermos que requieren un especial cuidado, habitualmente están confinados y para su transporte aéreo deben estar sedados y debidamente controlados.

– Enfermos normalmente ingresados en régimen cerrado, pero que no requieren confinamiento: su aerotransporte debe realizarse bajo sedación.

– Enfermos psiconeuróticos y con alteraciones de

conducta: generalmente no requieren confinamiento ni sedación y habitualmente están bajo tratamiento ambulatorio.

En relación con los enfermos mentales debemos considerar que el vuelo puede producir ansiedad. Recabar información sobre experiencias previas puede ser útil para valorar el comportamiento emocional del paciente durante el vuelo.

A veces, en la atmósfera extraña de la aeronave resulta difícil reconocer ciertos síntomas, que en este caso se encuentran condicionados por la motivación y forma de viaje.

6. *Embarazadas*: En principio, un embarazo normal no debe contraindicar un transporte aéreo. La mayor parte de las compañías aéreas, sin embargo, no suelen transportar pacientes por encima de las 35 ó 36 semanas de gestación, debido a la posibilidad de que se desencadene el parto durante el vuelo. Por otro lado, no podemos olvidar que la dilatación de gases en el tubo digestivo puede resultar especialmente molesta en un abdomen ya dilatado por un útero grávido, y contribuir a un aumento de la presión abdominal y moderada sensación de mareo, náuseas y vómitos.

En aquellos casos de placenta insuficiente, el discreto grado de hipoxia de la cabina asistencial puede empeorar la ya deficiente oxigenación fetal.

7. *Recién nacidos*: Durante las primeras 48 horas, los alveolos pulmonares no se encuentran completamente expandidos y la relación-perfusión es baja. Incluso un recién nacido normal puede presentar, en estas primeras horas, una presión parcial de oxígeno (PO<sub>2</sub>) de 65-80 mm de Hg, que se vería disminuida con la baja PO<sub>2</sub> ambiental de la cabina.

Cuando el traslado es absolutamente imprescindible para que el neonato sea tratado en algún centro especializado, deberá realizarse en una incubadora que mantenga la temperatura y el nivel de oxigenación adecuados. Dicha incubadora deberá poder conectar con el sistema de la aeronave. Deberá contarse asimismo con monitorización ECG y constantes (PSNI y Sat. O<sub>2</sub> para prematuros), bombas de infusión que permitan infundir hasta 0,1 ml y respirador neonatal.

8. *Otros problemas*: Un diabético bien controlado no presenta mayor problema en cuanto a su traslado aéreo, salvo el riesgo de que se descompense, fundamentalmente por las alteraciones horarias de su particular régimen de vida (en vuelos transatlánticos o de muy largo recorrido). Por otra parte, el estrés psicofísico puede jugar un papel nada despreciable en dicha descompensación.

La disminución de la temperatura y de la densidad

del aire en la cabina asistencial puede originar una menor eficacia de la tos.

Cualquier sujeto y en especial enfermos o heridos pueden experimentar cinetosis. Debe ser prevenida la posibilidad de aspiración de contenido gástrico por vómito. La administración de oxígeno continuo puede aminorar estos síntomas.

El elevado nivel de ruido en cabina puede aumentar la ansiedad del paciente.

Los pacientes que portan un cerclaje mandibular por fractura a ese nivel no deben volar por el riesgo siempre existente de que la cinetosis se manifieste, y un vómito incontenible produzca una aspiración pulmonar, al no poder evacuarse. Sólo si el mecanismo del cerclaje permite el desmontaje inmediato se podrá permitir el vuelo.

En los enfermos terminales es preciso evaluar la posibilidad de muerte durante el traslado y los problemas legales, especialmente en traslados entre diferentes países, que se desencadenarían.

## Bibliografía

1. Edward L. McNeil. Airborne Care of the Ill and Injured. Ed. Springer-Verlag. New York 1989.
2. Ríos Tejeda F, Salinas Sánchez JC. Evacuaciones Aeromédicas. CIMA (Centro Instructor de Medicina Aeroespacial). Madrid. Jano, 24 octubre-4 noviembre 1985. Vol. XXIX, n.º 663-M, pág. 67.
3. Alvarez Leiva C, Olavarría Govantes L, Felices Nieto A, Galera Díaz JR, Herrera Rojas D, y de la Fuente González F. Transporte aéreo del paciente crítico. Servicio de Medicina Intensiva del H. Militar de Sevilla. Medicina Intensiva, n.º 8, 1984, pág. 161-165.
4. Chuliá V, Marruenda A. Fisiología del transporte. Hospital Clínico Universitario de Valencia.
5. Dedrick et al. Desfibrillation Safety in Emergency Helicopter transport. Annals of Emergency medicine. 18: 1, January 1989, pág. 69-125.
6. Curso de formación en Resucitación Cardiopulmonar Avanzada (RCP). Sociedad Española de Medicina Intensiva y Unidades Coronarias. Plan Nacional de RCP. Ed. Arán. Madrid, 1989.
7. Mendez Martín A, Velasco C, Velamazán V. Medicina Clínica Aeronáutica. Centro de Instrucción en Medicina Aeroespacial (CIMA). Sanidad Militar, Ejército del Aire. Febrero, 1994.
8. Azofra J, Cantón JJ, Velasco C, Velamazán V, Sieiro JM, Ríos F, Alonso C. Manejo aeromédico del Neumotórax Espontáneo.
9. Aguilar Llopis A, García-Montaner J, Hidalgo E, y Carbajosa V. Transporte de Neonatos en estado crítico. SAMU Valencia. Rev. Emergencias. Vol. 5, n.º 5, Sept-Oct. 1993, pág. 38-194.
10. Cañamares M, Carballo JM, Elizondo M, Suárez R y Alvarez JA. Transporte neonatal medicalizado en la Comunidad Autónoma de Madrid. Servicio de Urgencias 061 del Insalud. Madrid. Rev. Emergencias, Vol. 5, n.º 5, Sep-Oct. 1993; pág. 40-196.
11. Ortiz García PJ. (Servicios Médicos de Iberia). Transporte aéreo en catástrofes. Rev. Aeronáutica y Astronáutica. Octubre 1991, pág. 914.