

UNIVERSIDAD ABIERTA INTERAMERICANA



GENERALIDADES DEL TRASLADO AÉREO EN  
HELICÓPTERO DE PACIENTES Y SU RELACIÓN CON  
ALTERACIONES CARDIOVASCULARES DE BASE

---

TRABAJO PARA LA OBTENCIÓN DE TÍTULO DE ESPECIALISTA EN  
CARDIOLOGÍA

---

Facultad de Medicina Humana

**Dr. Ernesto Mispireta C.**  
Autor

**Dr. Ricardo Levin**  
Tutor

Septiembre de 2014

## I. TABLA DE CONTENIDO

|   |           |
|---|-----------|
| <b>I. TABLA DE CONTENIDO</b>  | <b>1</b>  |
| <b>II. LISTA DE ILUSTRACIONES</b>   | <b>3</b>  |
| <b>III. LISTA DE TABLAS</b>   | <b>3</b>  |
| <b>IV. INTRODUCCIÓN</b>   | <b>4</b>  |
| <b>V. MARCOHISTÓRICO</b>  | <b>5</b>  |
| LOS ORÍGENES DEL TRASLADO AÉREO SANITARIO   | 5         |
| <b>VI. MARCO TEORICO</b>  | <b>8</b>  |
| <b>1. CONCEPTOS AERONÁUTICOS BÁSICOS</b>  | <b>8</b>  |
| 1.1. SISTEMAS PARA EL FUNCIONAMIENTO DE UN HELICÓPTERO  | 8         |
| 1.2. SISTEMAS CONDUCTORES   | 8         |
| 1.2.1. Rotor Principal  | 8         |
| 1.2.2. Sistema antipar  | 8         |
| 1.2.3. Estabilizadores  | 8         |
| 1.2.4. Sistema propulsor  | 8         |
| 1.2.5. Sistemas de transmisión  | 8         |
| 1.2.6. Sistemas funcionales:  | 8         |
| 1.3. FACTORES QUE AFECTAN EL VUELO  | 9         |
| 1.3.1. Factores Meteorológicos  | 9         |
| a. <i>Altitud de densidad</i>   | 9         |
| 1.3.2. Maniobras de emergencia  | 10        |
| <b>2. CLASIFICACIÓN DE LOS HELICÓPTEROS</b>   | <b>11</b> |
| 2.1. CATEGORÍAS   | 11        |
| 2.2. HELICÓPTEROS SANITARIOS  | 11        |
| 2.2.1. Características  | 12        |
| a. <i>Ventajas y desventajas de los helicópteros sanitarios:</i>                                | 12        |
| b. <i>Medidas de seguridad Generales</i>  | 12        |
| c. <i>Medidas de seguridad durante el vuelo</i>   | 14        |
| d. <i>Normas de seguridad en operaciones del servicio de emergencias médicas en helicóptero</i> | 14        |
| e. <i>Tipos de traslados</i>  | 14        |
| Intervenciones Primarias:   | 14        |
| Transporte Secundario:  | 14        |
| 2.3. RELACIÓN MEDICA-AERONÁUTICA  | 15        |
| 2.3.1. Factores sobre la tripulación y preparación para el vuelo                                | 15        |

|  |                  |
|--|------------------|
| 2.3.2. Fisiopatología del transporte aéreo de pacientes  | 18               |
| a. Efectos de las leyes de los Gases   | 18               |
| Ley Boyle Mariotte   | 18               |
| Caída de la presión parcial de oxígeno   | 18               |
| b. Efectos conjuntos de las Aceleraciones y la Altura  | 19               |
| Hipoxia e hiperventilación   | 19               |
| Enfermedad Disbárica y Barotraumatismos  | 20               |
| c. Efectos de las aceleraciones en el organismo  | 20               |
| d. Efectos de las vibraciones, turbulencias y altitud  | 20               |
| <b>3. ALTERACIONES CARDIOVASCULARES DE BASE Y HELITRANSPORTE:</b>  | <b>22</b>        |
| 3.1. ESPECIFICACIONES DEL TRANSPORTE MEDICALIZADO EN PACIENTES CON ALTERACIONES CARDIOVASCULARES DE BASE | 22               |
| 3.1.1. Consideraciones:  | 23               |
| a. Transporte a corta distancia  | 23               |
| b. Transporte de larga distancia   | 25               |
| c. Traslado de Pacientes en vuelos comerciales acondicionados:   | 26               |
| d. Transporte de larga distancia en aviones ambulancia.  | 28               |
| 3.1.2. Uso de equipos cardiológicos en aeronaves.  | 28               |
| 3.1.3. Guías que recomiendan el traslado aéreo   | 31               |
| 3.2. EXPERIENCIA PROFESIONAL DEL AUTOR EN REPÚBLICA ARGENTINA  | 32               |
| 3.2.1. Caso 1  | 32               |
| 3.2.2. Caso 2  | 33               |
| 3.2.3. Caso 3  | 34               |
| <b><u>VII. CONCLUSIONES</u></b>  | <b><u>36</u></b> |
| <b><u>VIII. REFERENCIAS</u></b>  | <b><u>38</u></b> |

## II. LISTA DE ILUSTRACIONES

|   |    |
|---|----|
| ILUSTRACIÓN 1: AEROPLANO DEL DR. CHASSAING  | 5  |
| ILUSTRACIÓN 2: SIKORSKY YR-4  | 6  |
| ILUSTRACIÓN 5: ELEMENTOS DE UN HELICÓPTERO, BO 105 (LV-ZZW) PROPIEDAD DE AIR ENERGY SERVICES (HELISAFE)                               | 9  |
| ILUSTRACIÓN 7: ESQUEMATIZACIÓN DE UNA AUTORROTACIÓN   | 11 |
| ILUSTRACIÓN 10: AUGUSTA AW119 PROPIEDAD DE AIR ENERGY SERVICES (HELIMEDICAL VENEZUELA)  | 12 |
| ILUSTRACIÓN 14; ASISTENCIA Y TRASLADO SECUNDARIO DE PACIENTE POLITRAUMATIZADO, LIMA-PERU  | 15 |
| ILUSTRACIÓN 15: LA ATMOSFERA  | 16 |
| ILUSTRACIÓN 16: TRASLADO DE PACIENTE CON IMCST, CON “AUTOPULSE” COLOCADO  | 22 |
| ILUSTRACIÓN 17: AVIÓN COMERCIAL ACONDICIONADO PARA TRANSPORTE AEROMEDICO  | 27 |
| ILUSTRACIÓN 18: AVIÓN DE LUFTHANSA ACONDICIONADO PARA TRANSPORTE CON ESCOLTA MEDICA, Y CABINA DE PRIMERA CLASE ACONDICIONADO COMO UTI | 28 |
| ILUSTRACIÓN 19 PACIENTE DURANTE EL VUELO SOBRE EL OCÉANO  | 33 |
| ILUSTRACIÓN 20 TRANSBORDO DE PACIENTE HACIA LA AMBULANCIA TERRESTRE PARA ARRIBAR AL HOSPITAL DE DESTINO                               | 33 |
| ILUSTRACIÓN 21 TRANSBORDO DEL PACIENTE HACIA AMBULANCIA DEL HOSPITAL DE DESTINO EN NEUQUÉN  | 34 |
| ILUSTRACIÓN 22 PACIENTE CON SCSEST, EN EL PASO MONTAÑOSO, CHILECITO, LA RIOJA   | 35 |
| ILUSTRACIÓN 23 TRASLADO DEL PACIENTE EN HELIPUNTO DEL HOSPITAL, LA RIOJA.   | 35 |

## III. LISTA DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| TABLA 1: RESUMEN DE EVIDENCIAS DE TRASLADO A CORTA DISTANCIA                              | 24 |
| TABLA 2: RESUMEN DE EVIDENCIAS DE TRASLADO DE LARGA DISTANCIA.                            | 26 |
| TABLA 3: TIEMPO DE ESPERA DESPUÉS DE UN IM PARA REALIZAR TRASLADO AÉREO POR VÍA COMERCIAL | 31 |

#### IV. INTRODUCCIÓN

Al exponer la relación existente entre el Aerotransporte Médico en Helicóptero y las alteraciones Cardiovasculares de Base; se hace ineludible objetivar la presencia de un fenómeno paralelo -la Globalización- la cual ha hecho que, durante los minutos de oro de una emergencia, sea el medio de transporte más idóneo. Este medio de traslado se viene convirtiendo en el más utilizado para llegar a regiones donde habitualmente encontramos una atención en salud sin la complejidad necesaria para atender pacientes politraumatizados o gravemente enfermos.

En la actualidad, la implementación de redes de servicio de Aerotransporte Médico se encuentra en expansión a nivel mundial, debido principalmente a dos tendencias: A un aumento de viajes a regiones donde los accidentes automovilísticos y las enfermedades infecciosas son endémicas, pero el cuidado médico es insuficiente. Y por otro lado, el número y la edad de las personas que vuelan hace que estén más predispuestos a accidentes o enfermedades sin importar su edad o patologías crónicas asociadas.

Se define como Aerotransporte Médico, al transporte por vía aérea de heridos o enfermos, bajo una atención médica permanente y continua desde un hospital, zona de combate o catástrofe, hasta los centros de tratamiento definitivos. Existen diferentes tipos de evacuaciones, entre las que se destaca: rescate de paciente estabilizado, transporte de órganos, traslado de pacientes críticos y mixtas, siendo la de paciente crítico la más compleja y la que requiere el mayor despliegue de recursos.

El objetivo final de realizar el traslado de un paciente es llevarlo a un centro con mayor nivel de resolución, en donde se le pueda proporcionar una atención adecuada a sus necesidades, con especialistas entrenados y mayor experiencia. Hay que recordar que el beneficiario de una evacuación puede incluso estar siendo atendido en una Unidad de Cuidados Intensivos antes de su traslado. En ella el paciente cuenta con un conjunto de medios de apoyo de los cuales prescindirá durante el vuelo, por ejemplo banco de sangre, farmacia, pabellón quirúrgico, imagenología, etc. De este modo el traslado debe tener una muy sólida y fundada justificación y debe disponerse de los recursos necesarios, como para que el nivel de cuidado no decaiga durante el vuelo

El Aerotransporte Médico es una necesidad real en la actualidad, dado que en muchas ocasiones representa la única opción para brindarle al paciente una atención médica de alta prioridad en centros hospitalarios especializados, para ello, habrán de conocerse las ventajas y desventajas del tipo de transporte a utilizarse, así como tener conocimiento pleno de los cambios fisiológicos que experimenta el organismo durante el vuelo, ya que esto permitirá implementar las medidas médicas preventivas y terapéuticas para resolver las alteraciones que pudiera experimentar el paciente durante el aerotransporte, particularmente tratándose de un paciente en estado crítico, sujeto a compromiso multiorgánico y con soporte vital complejo y avanzado.

Siendo esta modalidad de transporte de pacientes una de las más empleadas en la actualidad por sus indiscutibles ventajas, el presente trabajo tiene la intención de brindar información, pautas y recomendaciones que pueden ser útiles para el médico poco familiarizado con el Aerotransporte Médico, así como colaborar en la definición del manejo de las alteraciones cardiovasculares de base de pacientes durante su traslado en helicóptero a un centro médico de mayor capacidad de resolución.

## V. MARCOHISTÓRICO

En Francia en 1783; Joseph y Jacques Montgolfier fueron los primeros en demostrar la tolerancia de los seres vivos terrestres a la altura cuando utilizaron a Mountaciél (una oveja) a un pato y a un gallo como aeronautas, en el globo aerostático que habían construido con tela y papel, sin imaginarse siquiera que más de un siglo después en 1903 los dueños de la fábrica de bicicletas Wright en Dayton, Ohio pilotearon el primer vuelo de un aparato más pesado que el aire a través de las dunas en Kitty Hawk, EEUU.

### Los orígenes del traslado Aéreo Sanitario

Existe controversia por los inicios del primer vuelo aéreo con fines sanitarios, algunos historiadores refieren que fue en 1870 durante la Guerra Franco – Prusiana donde globos aerostáticos dejaron la ciudad sitiada de París. En parte de la bibliografía sobre esta guerra se dice que algunos globos llevaban hasta 160 heridos. No obstante en 1912 se publicó en *Le Caducee* una revista médica Francesa, el primer artículo referente a las ventajas del uso de aviones para traslados sanitarios “*The use of aeroplane for medical evacuation*”, en el momento de la publicación el tema pertenecía a la ficción, sin saber que los primeros vuelos sanitarios estaban ya cercanos.

En 1916 durante la Primera Guerra Mundial, heridos Serbios fueron trasladados en un avión Francés sin modificación alguna. Después de esto, el Dr. Chassaing médico Francés destinado para esta guerra, persuadió al gobierno francés de construir un avión que pudiera cargar 2 camillas siendo utilizado un año después para evacuar pacientes heridos desde la zona de batalla.



**Ilustración 1: Aeroplano del Dr. Chassaing**

Durante el periodo sucesivo, se implementaron este tipo de servicios tanto en Inglaterra, Islandia, Estados Unidos, entre otros. Utilizando este tipo de aeronave para zonas de conflictos y desastres naturales.

Fue la Segunda Guerra Mundial, la que propulsó el avance y creación de sistemas de evacuación rápida de las víctimas aliadas las cuales fueron trasladadas por vía aérea.

En 1942, Estados Unidos empieza a entrenar personal médico con el objetivo específico de realizar traslados aéreos sanitarios, creando la primera unidad para este fin (38TH Medical Air Ambulance Squadron). Refieren que este escuadrón habría

trasladado a Estados Unidos más de un millón de pacientes durante las guerras en las que han participado.

Paralelamente, en abril de 1944, durante la Segunda Guerra Mundial, el Lt Carter Harman de la fuerza aérea norte americana, empezó a utilizar el helicóptero para la búsqueda, rescate y traslado de soldados severamente heridos, utilizando para este fin la aeronave Sikorsky YR-4.



**Ilustración 2: Sikorsky YR-4**

No fue hasta la guerra de Vietnam, donde se evidencio la verdadera eficacia del uso de helicópteros para evacuaciones médicas. Durante la operación Dustoff se utilizó un escuadrón dedicado a este fin, conformados por una flota de UH-1 Iroquois (HUEY) donde fueron trasladados alrededor de 400,000 soldados heridos a hospitales o bases medicalizadas, con la finalidad de recibir los cuidados definitivos.

Las aplicaciones civiles surgen a partir del éxito de las misiones durante los conflictos bélicos, por lo que a partir de este momento se implementaron en muchos países ciudades y rutas el uso de helicópteros para traslados médicos, con la finalidad de lograr el acceso a lugares rurales y remotos. Una de las primeras aplicaciones civiles fue la REGA (Swiss Air Rescue Association) que en 1952 utilizaron helicópteros aeromédicos a pistón, cambiando luego su flota por helicópteros a turbina para mejorar el desempeño en territorio montañoso.

Uno de los pioneros del uso de este servicio en ciudades, para el traslado de pacientes enfermos o accidentados fue Bélgica, para después masificarse su uso en ciudades de los Estados Unidos, Alemania e Inglaterra; siendo uno de los primeros servicios integrados de emergencia en Maryland donde se interconecto a la policía, bomberos y hospitales, brindando finalmente cobertura a todo el Estado.

La experiencia de integración de diferentes servicios de asistencia como el de Maryland, se extendió dando paso a diversos servicios alrededor del mundo. Siendo así que para 1978 en Estados Unidos existían ya 20 hospitales con bases de helicópteros para la asistencia de accidentes y traslados interhospitalarios. Se calcula que en Estados Unidos al día de hoy existen más de 400 programas de HEMS (Helicopter Emergency Medical Service) y más de 200 programas en Europa. Poco a poco se instaurarían programas en Latino América, sin embargo su alto coste y los

inconvenientes socio económicos que padecen estos países emergentes hacen muy difícil la implementación de este tipo de programas.



**Imagen 3: C5 Galaxy, configuración sanitaria para evacuaciones masivas**

## **VI. MARCO TEORICO**

### **1. Conceptos aeronáuticos Básicos**

#### **1.1. Sistemas para el funcionamiento de un helicóptero**

Los helicópteros son aeronaves inestables de por sí, mientras un avión puede centrarse y volar prácticamente solo, si se le da libertad a un helicóptero este empezara a oscilar y podría ponerse en una situación comprometida. Por lo tanto son requeridos sistemas complejos de control, descritos a continuación:

#### **1.2. Sistemas Conductores**

##### *1.2.1. Rotor Principal*

Constituido por palas giratorias que provocan reacción aerodinámica de tal modo que permite el movimiento del helicóptero y proporcionan sustentación para elevarse. Además permite el desplazamiento del helicóptero en cualquier dirección del espacio a voluntad del piloto, que desde la cabina varia los ángulos de paso de las palas o el plano de rotación mediante los mandos de vuelo.

##### *1.2.2. Sistema antipar*

Todos los helicópteros monorrotores necesitan un sistema antagónico a la par de rotación, produce sustentación lateral a gran distancia del eje de giro del rotor principal, lo cual se traduce en la producción de momento opuesto al par de rotación mencionado.

##### *1.2.3. Estabilizadores*

Con el fin de obtener estabilidad tanto horizontal como vertical, a semejanza de los aviones convencionales.

##### *1.2.4. Sistema propulsor*

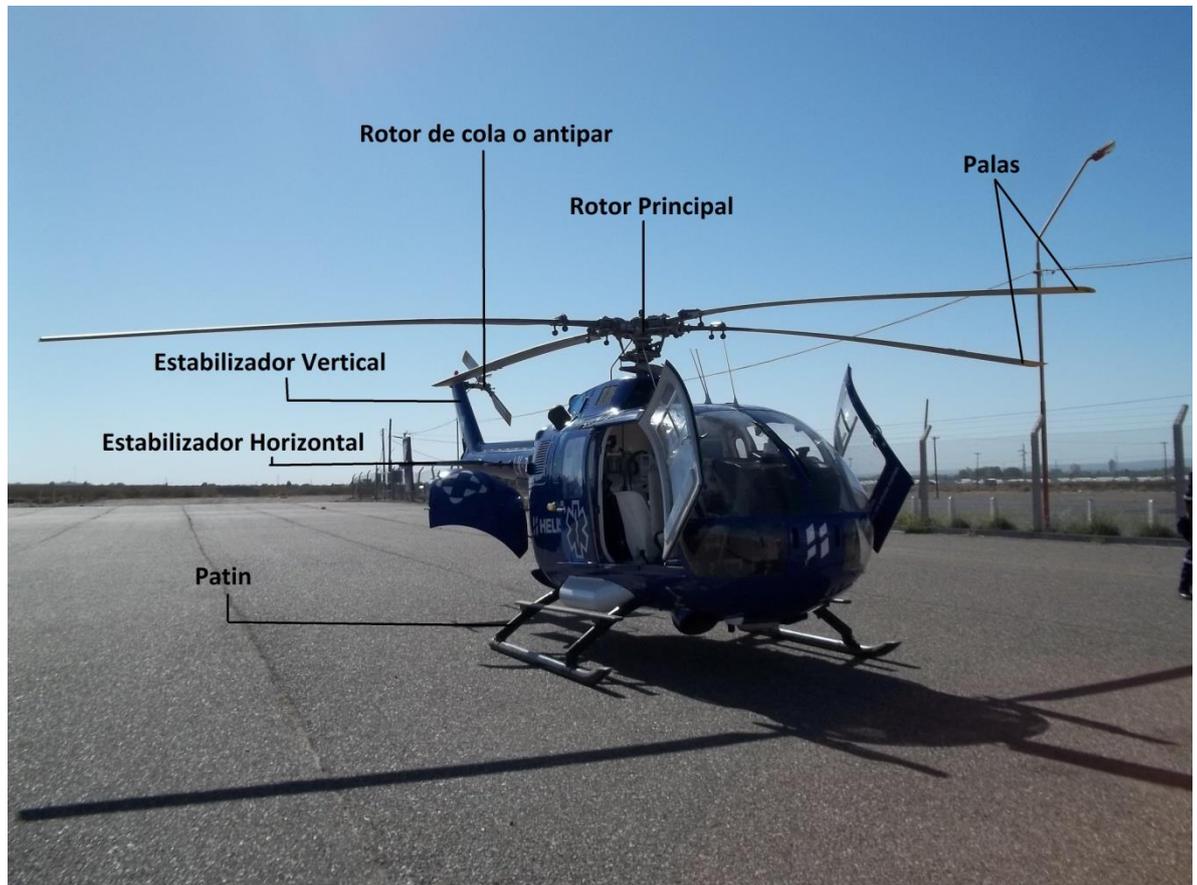
Genera la potencia necesaria para el movimiento de los elementos sustentadores y por consiguiente el desplazamiento del helicóptero.

##### *1.2.5. Sistemas de transmisión*

Encargados de transmitir el movimiento del motor al rotor, reduce la velocidad de giro en la proporción conveniente de modo que el rotor principal gire a velocidades seguras desde el punto de vista aerodinámico y estructural.

##### *1.2.6. Sistemas funcionales:*

Son sistemas subordinados, facilitan el pilotaje del helicóptero y ayudan a su buen funcionamiento. Se destacan el sistema hidráulico, instrumentos de aviónica, combustible, aceite, fuselaje entre otros.



**Ilustración 3: Elementos de un helicóptero, BO 105 (LV-ZZW) propiedad de Air Energy Services (Helisafe)**

### 1.3. Factores que afectan el vuelo

A continuación se mencionan los factores externos al mantenimiento o mal funcionamiento de la aeronave que pueden afectar el desempeño del mismo.

#### 1.3.1. Factores Meteorológicos

##### a. Altitud de densidad

Referencia teórica para determinar el rendimiento de la aeronave en función de las condiciones meteorológicas del ambiente, tomando como referencia una densidad teórica del aire en una atmosfera estándar ISA (International Standard Atmosphere).

La ISA supone que una superficie isobárica, es paralela a la superficie del nivel del mar, y se consideran:

Presión atmosférica al nivel del mar: 29,92 pulgadas de Hg o 1.013,2 mb.

Temperatura a nivel del mar: 15° C.

Disminución de la temperatura con la altura: -2° C cada 1000 pies hasta los 35 000 pies, desde donde se mantiene en -55° C.

Disminución de la presión con la altura:- 1 pulgada cada 1000 pies o 1mb cada 9 metros.

Humedad relativa del aire: 0%

**Los factores que afectan a la altitud de densidad son:**

**Altitud:** Cuanto mayor sea la elevación del punto de aterrizaje, menor será la presión atmosférica y en consecuencia, menos denso será el aire, por consiguiente el helicóptero necesitara una mayor potencia para poder realizar las maniobras.

**Presión atmosférica:** La presión atmosférica en la zona de aterrizaje puede variar de un día a otro, esto mantiene un efecto significativo en la performance del helicóptero, por tanto a menor sea la presión a una elevación dada, menor será la densidad del aire lo que disminuye el rendimiento del helicóptero.

**Temperatura:** La temperatura ocasiona grandes variaciones de la densidad del aire, la densidad del aire que ocupa una pulgada cubica a baja temperatura; a temperaturas más altas puede ocupar 2,3 o 4 pulgadas cubicas por consiguiente, al subir la temperatura el aire se hace menos denso, la altitud de densidad aumenta y el helicóptero pierde características.

**Humedad:** La humedad cambia la densidad del aire; cuando el contenido de humedad aumenta el aire se hace menos denso, aumentando la altitud de densidad y disminuyendo las actuaciones del helicóptero.

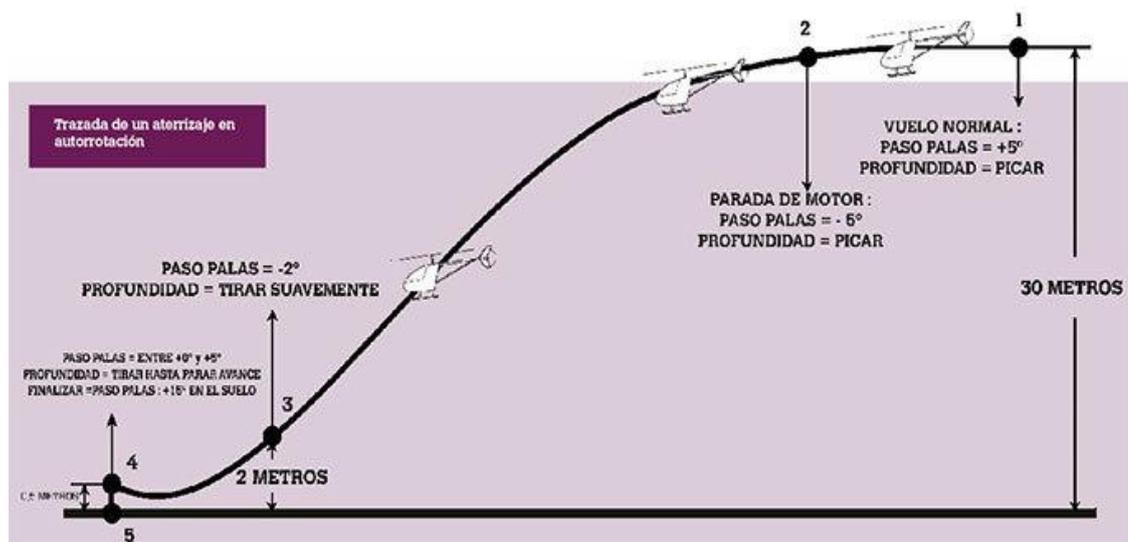
**Viento:** El viento puede afectar considerablemente la velocidad de crucero ya que según la dirección puede sumar o restar velocidad de este.

Adicionalmente a los factores mencionados, el peso es un factor que puede afectar considerablemente el performance de la aeronave, ya que a mayor sea el peso bruto del helicóptero, mayor será la sustentación necesaria para hacer el vuelo estacionario o vuelo en general.

### *1.3.2. Maniobras de emergencia*

En condiciones de emergencia, se determinan maniobras específicas diseñadas para mejorar la performance del helicóptero en situaciones adversas. Ya sea por condiciones meteorológicas o por daños en la instrumentación de la aeronave; una de las principales maniobras de emergencia conocidas es la denominada *autorrotación*, la cual es utilizada en caso de fallo del motor, fallo en la transmisión de potencia al rotor y está diseñada a modo que cuando se detenga el motor, se desconecta y permite que el rotor principal gire libremente.

Durante el descenso, el flujo de aire hace girar las palas que se transforman en una especie de ala, que al llegar cerca al suelo provocan que la velocidad de las palas brinden sustentación a la aeronave para que al disminuir la velocidad de descenso se logre aterrizar suave y controladamente.



**Ilustración 4: Esquematación de una autorrotación**

## 2. Clasificación de los helicópteros

Debido a la cantidad de misiones que se realizan y a la diferencia de prestaciones entre ellos, cabe resaltar la clasificación JAR-OPS 3 (Joint Aviation Requirements) emitida por las autoridades Nacionales de Aviación Civil de los Estados Europeos, en base a la normativa emanada de la OACI (Organización de Aviación Civil Internacional) la misma basa la clasificación en categoría y performance.

### 2.1. Categorías

**Categoría A:** Helicópteros multimotor, diseñado con aislamiento de motores y sistemas que en caso de fallo de un motor crítico, asegura la continuación del vuelo a una zona de aterrizaje adecuada.

**Categoría B:** Helicópteros monomotor o multimotor que no cumplen los estándares de la categoría A, no tienen garantizada la segura continuación de vuelo en caso de fallo de motor y se asume un aterrizaje no planeado.

### 2.2. Helicópteros Sanitarios

Son aeronaves ligeras, versátiles y de dimensiones reducidas, especialmente diseñadas y equipadas para esta función, permiten el traslado de la tripulación tal cual sea su configuración (piloto, medico, enfermero, mecánico) y paciente(s). Deben tener como norma general una camilla con sujeción y soporte homologado para uso en helicóptero así como dispositivos de soporte: sean monitores, sistema autónomo de oxígeno, luz, medicación, equipos de asistencia respiratoria entre otros. Todos los equipos deben ser homologados para uso aeronáutico y el personal involucrado debe ser entrenado para desempeñarse en este tipo de aeronave.

Los helicópteros utilizados certificados en Argentina para realizar esta labor a la fecha son los BO-105 de empresas particulares o de las fuerzas armadas, otros como el Bell-212 y Augusta 119 se utilizan pero no están certificados para su uso, por no cumplir con la normativa según sus prestaciones en el caso del Bell-212, o cumplen con las prestaciones pero se utilizan para el traslado de pasajeros, normalmente estos se medicalizan en caso de emergencias, como es el caso del Augusta 119.



**Ilustración 5: Augusta AW119 Propiedad de Air Energy Services (Helimedical Venezuela)**

### *2.2.1. Características*

#### *a. Ventajas y desventajas de los helicópteros sanitarios:*

La vida del paciente depende en gran parte del tiempo que transcurre desde la asistencia inicial hasta que se establecen los cuidados definitivos, que normalmente se aplican en centros especializados. Por tanto la rapidez del transporte en las mejores condiciones se releva como la más importante.

El helicóptero es un eslabón en la cadena de supervivencia que permite mejorar el pronóstico vital a corto plazo y el funcional a largo plazo.

Entre las desventajas se encuentran el elevado coste pasajero/km, radio de acción limitado, complejidad mecánica, la altitud para ciertos tipos de lesiones (se minimiza disminuyendo la altura de vuelo), el ruido (minimizado por los protectores de oídos, cascos, etc.) el cual impide escuchar, realizar un examen físico adecuado o medir parámetros de forma ordinaria (estetoscopio, tensiómetro, etc.); siendo reemplazados por equipos electrónicos que tienen alarmas visuales y sonoras.

El reducido espacio de algunos helicópteros, impiden realizar otras maniobras de manera convencional sean intubación, drenajes, etc. Esto se disminuye con el entrenamiento del personal sanitario en la aeronave a desempeñarse.

En cuanto a las ventajas; se resaltan el menor tiempo de respuesta y evacuación que una ambulancia terrestre, el poseer bajos niveles de aceleración, desaceleración y vibraciones, presentes en otros medios aéreos o terrestres y la posibilidad de atención en lugares remotos o de difícil acceso.

Cabe resaltar que, la utilización del helicóptero complementa pero no sustituye a los restantes medios de transporte y su eficacia depende del conjunto del sistema, el uso del helicóptero en misiones sanitarias presenta limitaciones relacionadas sobre todo con fenómenos meteorológicos o visibilidad reducida.

#### *b. Medidas de seguridad Generales*

- **Indumentaria:** ropa acorde a la misión, casco, zapatos de seguridad sin cordones, no hebillas ni accesorios que puedan engancharse.
- **Consulta previa:** no se debe tocar si no se conoce y preguntar antes de realizar alguna acción.

- Comprobación de equipos: se debe comprobar los equipos baterías, funcionamiento y estar familiarizado con el correcto uso de estos, además de verificar el correcto cerrado de puertas y bodegas.
- Sistemas de comunicación: Conocer y comprobar el buen funcionamiento de cascos y auriculares para tener una buena comunicación.
- Procedimientos de emergencia: tener conocimiento de los procedimientos en caso de emergencia, como actuar y comunicarse en caso de la misma.
- Normas de seguridad básicas: lo ideal es acercarse al helicóptero en FRIO, es decir con el motor parado, de no ser este el caso ,siempre por la parte delantera y con el consentimiento del piloto o tripulación teniendo en cuenta la altura del rotor principal, irregularidades del terreno y/o elevación.
- Nunca portar objetos que puedan volarse y ocasionar daños al helicóptero, nunca acercarse con camillas u otros dispositivos en forma vertical, siempre en forma horizontal y a la altura de la cintura, sujetar cualquier objeto que pudiera salir expedido (Sábanas, máscaras, etc.)
- No fumar dentro del helicóptero o a una distancia inferior a 50 metros del mismo.
- Zona de aterrizaje: Debe ser lo más llana posible, libre de obstáculos, sin polvo o gravilla, evitar ondanadas o zonas confinadas, ver la dirección del viento o velocidad del mismo, verificar que no accedan vehículos o personal durante el aterrizaje, mantener comunicación con el personal en tierra para mantener una zona segura. De ser posible el personal de tierra debe recibir un entrenamiento básico previo sobre estas medidas de seguridad y otras maniobras a realizar.
- Aproximarse o alejarse: Acercarse siempre por delante, con vista y autorización del piloto, si se encuentra en la parte posterior evitar siempre el rotor de cola, agacharse para evitar al oscilación de las palas del helicóptero, Si cargan objetos alargados siempre en forma horizontal y bajo la cintura, si pierde la visión por polvo u o cuerpos extraños, mantenerse agachado y quieto, Sujetar o retirarse antes de acercarse objetos o prendas que pudieran salir expedidas, vigilar siempre el terreno, si uno duda, pida instrucciones.



**Ilustración 11: Equipamiento y configuración sanitaria, LV-ZZW y LV-CVE, propiedad de Air Energy Services (Helisafe Argentina)**

### *c. Medidas de seguridad durante el vuelo*

- Mantener cinturones de seguridad durante todo el vuelo, de tener que retirarlo por alguna causa, avisar al piloto.
- Durante el vuelo: asegurar puertas y bodegas adecuadamente y comprobar, mantener el cinturón de seguridad abrochado, mantener comunicación con el resto de la tripulación, no interferir durante las comunicaciones del piloto, avisar sobre la presencia de otras aeronaves, no agarrar al piloto o su asiento en caso de maniobras bruscas, no abrir puertas ni desembarcar sin autorización del piloto.

### *d. Normas de seguridad en operaciones del servicio de emergencias médicas en helicóptero*

Según los requisitos de aviación para licencias de tripulación, todo el personal implicado en operaciones de HEMS debe formarse en una serie de conocimientos aeronáuticos y reciclarlos periódicamente.

Entre las principales normas se encuentran las normas en tierra, durante el vuelo, embarque y desembarque de pacientes, transferencia de pacientes y en situaciones especiales descritas brevemente en capítulos anteriores.

### *e. Tipos de traslados*

#### **Intervenciones Primarias:**

Cuando el helicóptero y la tripulación acuden al lugar del hecho sea un accidente u otra contingencia, se debe tener en cuenta los procedimientos de seguridad y las coordinaciones necesarias para disminuir los riesgos que esta operación conlleva.

El personal debe tener indumentaria adecuada, calzado diseñado para tal fin, mameluco o buzo de vuelo ignífugo, equipo médico acorde a las situaciones, medicación adecuada, personal entrenado, coordinaciones con el personal en la zona del hecho, autoridades entre otros.

Entre las principales intervenciones primarias tenemos: Accidentes por tráfico, laborales, deporte, enfermos graves, incidentes con múltiples víctimas, búsquedas y rescates, entre otros.

#### **Transporte Secundario:**

Es el traslado que se ejecuta desde un centro de menor complejidad a uno de mayor complejidad, también denominados traslados interhospitalarios.

En estos no hay intervención pre-hospitalaria, se realiza en muchos países que tienen abundante tránsito lo cual demoraría el tratamiento definitivo del paciente o para realizar intervenciones urgentes, algunas veces solo son transportes de compañías de seguros privados para destinarlos a su lugar de cobertura.

Deberían realizarse en helicópteros con equipamiento de alta complejidad y previamente coordinados, se debe saber la patología a trasladar, los requerimientos para el paciente sean respirador, marcapasos transitorios, medicación, uso de bombas de perfusión entre otros así como lugar de hospitalización, el lugar de derivación, contactos y zonas de aterrizaje, muchas veces se requiere de apoyo terrestre para la culminación del mismo, al no haber helipuerto en el lugar de derivación o de hospitalización.

Traslado de órganos, acorde al sistema de traslado de órganos del país, se solicita el traslado del órgano o persona dadora del mismo.



**Ilustración 6; Asistencia y traslado secundario de paciente politraumatizado, Lima-Perú**

### **2.3. Relación Medica-aeronáutica**

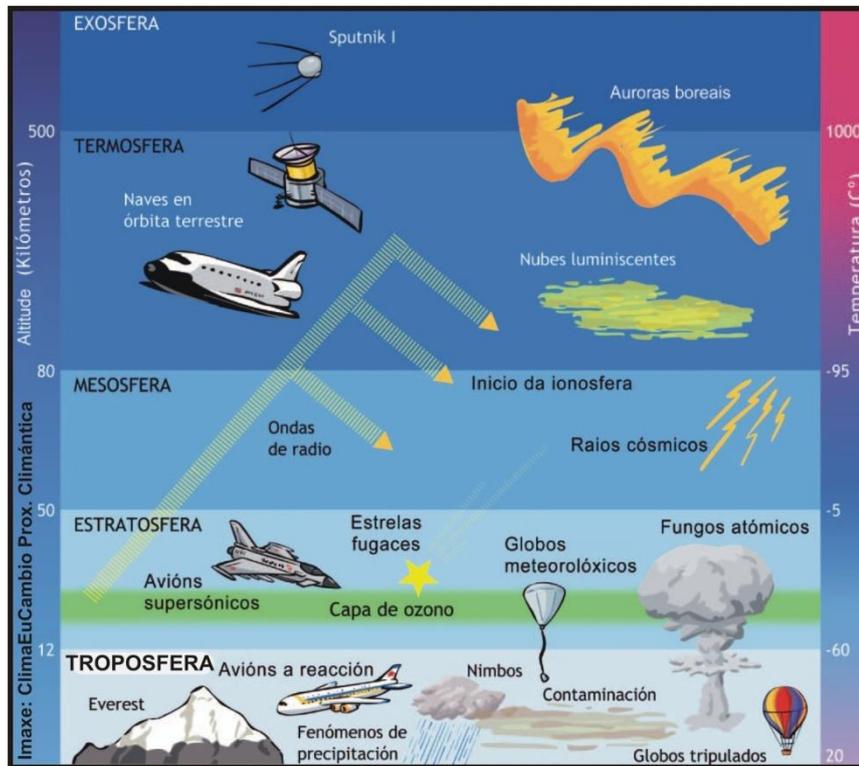
#### *2.3.1. Factores sobre la tripulación y preparación para el vuelo*

El entorno de las Emergencias Médicas en helicóptero (HEMS, Helicopter Emergency Medical Service) es un medio desconocido para el profesional sanitario que recién se integra al mismo para la realización de servicios de asistencia inicial, estabilización y evacuación.

El medio aéreo es la capa más baja de la atmosfera conocida como la troposfera, que se extiende desde el nivel del mar hasta los 9 – 20 km dependiendo de la latitud, los vuelos en helicóptero se realizan en los estratos más bajos así no se necesita soporte artificial

Este medio aeronáutico tiene características, limitaciones y riesgos a los que se somete la tripulación y el paciente los cuales se describen brevemente.

- Atmosfera: capa gaseosa que envuelve la tierra, filtra las radiaciones y permite mantener la temperatura de la superficie terrestre, compuesta por gases como nitrógeno en un 78%, oxígeno en un 21% y otros en un 1%.
- Troposfera: Capa que se encuentra inmediatamente por encima de la superficie terrestre y su espesor varia acorde a la latitud, en latitudes medias tiene un espesor de 45 000 pies (15km), es menor en los polos. Se caracteriza por una disminución de la temperatura constante de  $-2^{\circ}$  C cada 1000 pies, humedad variable del aire, turbulencia en forma de vientos.



### Ilustración 7: La atmósfera

Cabe resaltar que en esta capa es donde se desarrollan los fenómenos meteorológicos

- Presión barométrica: Conforme nos alejamos del nivel del mar la presión barométrica disminuye, las alteraciones principales que produce el descenso de la misma son la disminución de la concentración de oxígeno y la expansión de los gases.

**Leyes de los Gases.-** Para explicar el comportamiento de los gases en el cuerpo humano tenemos.

- Ley de difusión gaseosa: Todo gas difunde de un área de mayor presión a un área de menor presión hasta igualar presiones: Esta ley se observa en la difusión de gases a nivel pulmonar y celular del organismo durante el intercambio gaseoso.
- Ley de Dalton o de las presiones parciales: Quiere decir que si la presión barométrica disminuye, la presión de oxígeno disminuirá proporcionalmente pudiendo producir hipoxia.
- Ley de Boyle-Mariotte: Los gases están atrapados en cavidades orgánicas, estos van a aumentar sus volúmenes al disminuir la presión barométrica.
- Ley de Charles: Un cilindro de oxígeno al ser enfriado de forma importante hará que la presión en su interior disminuya y viceversa.

- Ley de Henry: El oxígeno y el nitrógeno se disuelven en la sangre para penetrar en el organismo, con la altura de vuelo se produce una expansión de estos, provocando distensión de cavidades y sintomatología.
- Leyes de Movimiento:
  - ✓ Ley de la inercia: Todo cuerpo permanece en su estado de reposo o de movimiento rectilíneo uniforme a velocidad constante a menos que otra fuerza actúe sobre él.
  - ✓ Dinámica: La fuerza que actúa sobre un cuerpo es directamente proporcional a su aceleración.
  - ✓ Principio de acción y reacción: Cuando un cuerpo ejerce una fuerza sobre otro, este ejerce sobre el primero una fuerza igual y en sentido opuesto.
  - ✓ Aceleraciones: Es la variación de la velocidad por unidad de tiempo, la aceleración de la gravedad terrestre se denomina  $g$  y  $1 g$  hace que un cuerpo aumente su velocidad  $9,81 \text{ m/s}$  por cada segundo de caída libre cerca de la superficie de la tierra.
    - Longitudinal
      - Aceleraciones  $G$ : pueden ser positivas o negativas.
      - Positiva ( $+G_z$ ): es el cambio de velocidad hacia la cabeza de la persona, en sentido cefálico del eje longitudinal del individuo.
      - Negativa ( $-G_z$ ): Es el cambio de velocidad hacia los pies de la persona en sentido caudal del eje longitudinal.
    - Transversal:
      - Positiva: ( $+G_x$ ): inercia en sentido antero posterior, se produce en las aceleraciones.
      - Negativa: ( $-G_x$ ): inercia en sentido postero - anterior, se produce en las desaceleraciones.
- En los helicópteros las aceleraciones normalmente son bajas ( $0,1 - 0,3 G$ ) salvo algunas situaciones, siempre deben tenerse en cuenta en pacientes hemodinámicamente inestables, sobretodo sobre  $0,5 G$ .
- Las aceleraciones longitudinales positivas son las más frecuentes, la sangre se desplaza en sentido caudal, produce descenso de la presión vascular por encima del corazón y un aumento por debajo del mismo produciendo taquicardia y taquipnea. Otro efecto es la disminución de la perfusión ocular la cual produce visión borrosa o gris. Puede haber pérdida de la consciencia, aumento del gradiente de presión a nivel pleural lo que disminuye la oxigenación de la sangre arterial.

- Aceleraciones longitudinales “g” negativas. Originan un desplazamiento de la sangre hacia la cabeza, con aumento de la presión arterial y venosa por encima del corazón, provoca cefalea, náuseas, visión roja, bradicardia, disminución de la capacidad vital por elevación del diafragma.
  - Además en algunas circunstancias o maniobras puede haber cizallamiento de órganos que tienen fijación como el hígado, bazo, arteria aorta entre otros así como hematomas de órganos y cerebrales.
- ✓ Ruido: El nivel de ruido llega hasta los 90-110Db, esto impide auscultar al paciente, oír fugas de oxígeno, alarmas sonoras de equipos y escuchar al paciente o compañeros. La exposición a ruidos desagradables puede producir sensación de incomodidad, fatiga auditiva, sordera neurosensorial por afectación del órgano de Corti.
  - ✓ Vibraciones: En el helicóptero se sitúan entre 12 y 28 Hz, mientras que en el transporte terrestre se encuentran entre 4 – 16, siendo estas más nocivas. Por esto los helicópteros producen menos efectos de resonancia en los órganos.

### 2.3.2. Fisiopatología del transporte aéreo de pacientes

El helicóptero opera normalmente en la baja troposfera, y dada la composición de la atmósfera, hay una tendencia natural de los elementos más pesados como el oxígeno a permanecer en capas bajas, esto explicaría porque la mayor parte del oxígeno se encuentra por debajo de los 35000 pies y a medida que se asciende disminuye la cantidad del mismo.

#### a. Efectos de las leyes de los Gases

##### *Ley Boyle Mariotte*

A partir de 8000 pies (2438 mts) los gases se expanden 25 %, los cilindros de O<sub>2</sub> aumentan su presión a 25 bar, por esta razón se deben purgar para que no excedan el límite de seguridad. Un litro de gas a nivel del mar ocupa 1,3 Litros cuando se encuentra a 6000 pies; a 10000 pies (3000 mts) el volumen aumenta un 50%, y a 27000 pies (8200 mts) un 400%. Pudiendo producirse Barotraumatismos, baropatía intestinal, baro-sinusitis, barodontálgias entre otras.

Esto también está relacionado con la fluidoterapia, al ascender el aire dentro de la bolsa se expande empujando el fluido y aumentando su velocidad de perfusión, de igual manera al descender ocurre lo contrario. Los balones de taponamiento del tubo endotraqueal alteran su volumen, las férulas inflables aumentan de volumen, pudiendo producir síndrome compartimental, las férulas de vacío pierden rigidez.

##### *Caída de la presión parcial de oxígeno*

Según la ley de Dalton, la hipoxia va a producir en el paciente una respuesta compensadora en forma de incremento del gasto cardiaco, hiperventilación, alcalosis

respiratoria, llegando incluso a producir espasmos tetánicos e inconsciencia. Por lo tanto empeoraran las situaciones de insuficiencia respiratoria de cualquier etiología, sean EPOC, enfisema, crisis de asma, edema pulmonar, shock cardiogénico o no, estados anémicos e isquemia coronaria.

Recordemos que el Shock se caracteriza por la deficiencia de oxigenación tisular, el transporte de oxígeno depende del Gasto Cardíaco y del contenido arterial de O<sub>2</sub>. El gasto cardíaco depende del Volumen Sistólico y de la Frecuencia Cardíaca, a su vez el Volumen Sistólico depende de las presiones de llenado, precarga, resistencias periféricas, poscarga y contractilidad miocárdica. El contenido arterial de oxígeno depende de la concentración de hemoglobina y de la saturación de la misma.

*Alteración de la presión atmosférica:* A medida que asciende, disminuye la presión, aumenta el volumen proporcionalmente, pudiendo producir aumento de la presión intracraneal, provocando neumotórax y agravamiento de este, distensión del tubo digestivo, alteración del ritmo de infusión de los sueros, modificación de las férulas, entre las más comunes están, extubación, agitación, shock hipovolémico, oclusión del tubo por secreciones, pérdida de vías venosas.

#### b. Efectos conjuntos de las Aceleraciones y la Altura

##### *Hipoxia e hiperventilación*

Hipoxia: resultado de mantener una baja concentración de oxígeno en sangre y en consecuencia en los tejidos. En sujetos sanos una discreta hipoxia por caída de la presión parcial de oxígeno no genera efectos importantes (salvo en fumadores), en pacientes críticos estos mínimos cambios pueden generar hiperventilación y aumento del gasto cardíaco.

La hipoxia más frecuente generada por el medio aéreo se relacionan con las Aceleraciones, por disminución de oxígeno relacionado a la altura.

##### • Fases:

- ✓ Indiferente: entre 0 – 10000 pies, el sujeto no presenta sintomatología, aparece menor agudeza visual nocturna a partir de 6 000 pies.
- ✓ Fase de compensación: 10 000 a 15 000 pies, el organismo compensa el déficit aumentando la ventilación, el gasto cardíaco, aparece cefalea y náuseas a los 20 min.
- ✓ Fase clínica: 15 000 y 20 000 pies, aparecen síntomas evidentes de hipoxia, por agotamiento o falla de los mecanismos compensadores.
- ✓ Fase crítica: 20 000 pies
- ✓ Hiperventilación: Están aumentados el ritmo y la profundidad de la ventilación, esto provoca lavado del CO<sub>2</sub> del organismo, aparece como mecanismo compensatorio de la hipoxia.

##### • Causas más comunes

- ✓ Ambientales: Hipoxia, aceleraciones, vibraciones, variación de temperaturas.
- ✓ Psicológicas: ansiedad, miedo, dolor, emociones.
- ✓ Farmacológicas: Salicilatos, estrógenos, catecolaminas.
- ✓ Patológicas: hipoglucemia, fiebre, acidosis metabólica, anemia.

La sintomatología más común son alteraciones visuales, auditivas, aumento de la frecuencia cardíaca, vasoconstricción arterial, alteraciones del comportamiento, intelecto además vértigos, mareos, hormigueo en las extremidades e incardinación.

#### *Enfermedad Disbárica y Barotraumatismos*

Debida a los ascensos y descensos de la presión de la cabina, todas las cavidades tanto reales como virtuales tienden a expandirse y producir sintomatología local. Los que mayormente se afectan son el oído, tracto gastrointestinal, piezas dentarias, senos paranasales, y pacientes post operados.

Equilibrio (cinetosis): Es variable desde tripulantes experimentados es poco frecuente, no obstante en vuelos con mucha turbulencia se presenta en un 100% de la tripulación. Representa la aparición de síntomas progresivos que van desde la sensación de malestar gástrico, frío, calor, vomito, mareos, desvanecimientos y/o desmayos.

#### c. Efectos de las aceleraciones en el organismo

Fuerza Gz inercial (cabeza a pies): Hay una sensación de aumento de peso corporal, si se incrementa la aceleración se incrementa el peso, esto produce limitación de movimientos, visión gris, visión negra, Hipoxia por estancamiento, distorsión facial, taquicardia, taquipnea, hemorragias o hematomas por rotura de capilares, confusión mental, convulsiones, amnesia y pérdida del conocimiento.

Fuerza -Gz (pies a cabeza): En los Helicópteros que tienen la configuración de la camilla con la cabeza hacia la parte posterior del helicóptero, se producen elevación de la Tensión arterial, elevación de la presión venosa central, bradicardia e incluso PCR por estimulación de baroreceptores.

Las aceleraciones positivas en configuración cabeza hacia delante producen descenso de la Tensión Arterial, de la Presión Venosa Central, taquicardia, modificaciones del segmento ST, alargamiento de la onda P en el ECG.

Al despegar, la sangre tendera a ocupar las partes bajas del cuerpo. Si se mantiene al paciente en posición semi-fowler o cabeza a 30°, la sangre permanecerá a la misma altura, con lo que, si el cuerpo sube, al final la sangre tendera a salir de la cabeza para alojarse en zonas más declives, como si se produjera hipotensión ortostática.

#### d. Efectos de las vibraciones, turbulencias y altitud

- **Vibraciones:** las vibraciones peligrosas se sitúan entre 3 – 20 Hz, por inducir fenómenos de resonancia como sucede en un columpio que cada vez que se empuja adquiere más velocidad, esto sucede en los órganos, especialmente en los vasos sanguíneos, los que se llegan a romper o lacerar, con el consiguiente riesgo de hemorragia o shock en pacientes con trauma grave.
- **Turbulencias:** Causan sacudidas bruscas, con serias consecuencias para el personal y el paciente, así como al equipamiento que de no ir fijado correctamente, se convertirán en proyectiles.
- **Altitud y cambios de temperatura:** A medida que ascendemos, la temperatura desciende 2° C cada 1000 pies, 6,5° C cada 1000 mts, Existe por tanto riesgo de hipotermia, sobretodo en pacientes con quemaduras, cardiopatías, recién nacidos, debemos monitorizar la temperatura de manera continua.

Factores predisponentes: Insomnio, pocas horas de sueño, volar en ayunas, factores psicológicos como ansiedad, reflejos condicionados como la sensación nauseosa al oler combustible, temor al vuelo.

- **Ilusiones ópticas**

Flicker o vértigo de parpadeo: Se origina por la rotación de las palas del helicóptero, produce náuseas, vómitos cuando la frecuencia oscila entre 4 y 20 ciclos/s

Ilusión de Coriolis: Vértigo muy intenso asociado a nistagmos al girar la cabeza y mirar hacia abajo.

Vértigo alternobárico: Producido por estímulo del oído interno generado por cambios bruscos de presión que aparecen en el ascenso y descenso, suele ocurrir en personas con alteraciones agudas o crónicas que interfieren con la correcta apertura de la trompa de Eustaquio.

Vértigo por instrumentos: Se produce discordancia entre las sensaciones propioceptivas y los instrumentos.

### 3. Alteraciones Cardiovasculares de Base y Helitransporte:

Al igual que los países industrializados, en Argentina, las alteraciones Cardiovasculares son causa principal de años perdidos y de mortalidad prematura.

A fin de controlar la elevada mortalidad prehospitalaria de las primeras horas, muchos países han ido incorporando progresivamente los HEMS, todos estos factores han contribuido a reducir los intervalos de acceso a la aplicación de técnicas modernas de perfusión, tanto la fibrinólisis in situ y en vuelo o la disponibilidad de unidades de hemodinámica.

La reducción de la mortalidad por alteraciones cardiovasculares es máxima cuando se realiza dentro de las primeras 2-3 horas y prácticamente es ineficaz después de (6-12 hrs.), esto justifica la necesidad de tomar medidas de intervención de carácter prehospitalario, bien sea acelerando la llegada del paciente o realizando la fibrinólisis de acuerdo a un plan acordado y la disponibilidad de recursos en el momento y lugar de los hechos.

Estas técnicas son de vital importancia en aquellos territorios donde las distancias o geografía desde el lugar del incidente al hospital son largas; en este caso el helicóptero cumple un rol vital brindando rapidez en la asistencia y traslado.

#### 3.1. Especificaciones del transporte medicalizado en pacientes con Alteraciones Cardiovasculares de Base



**Ilustración 8:** Traslado de Paciente con IMCST, con “Autopulse” colocado

El traslado de pacientes con Alteraciones Cardiovasculares de Base por medio de helicópteros está justificado por diversas circunstancias tales como:

- Tener la posibilidad de brindar asistencia precoz y complejidad al paciente que este en zonas rurales, geografía compleja o bajos recursos, que en otras condiciones demoraría la asistencia por tierra. El objetivo principal se basa en el tratamiento de arritmias potencialmente mortales y administrar las medidas de soporte generales brindadas por las guías de tratamiento.
- Realizar el triage para la toma de decisiones en función a la distancia, situación del paciente, y si hay contraindicaciones para el traslado o tratamiento.
- Rapidez del traslado interhospitalario.

### *3.1.1. Consideraciones:*

Teniendo en cuenta que durante el traslado de pacientes con alteraciones cardiovasculares de base y a la vez descompensados hemodinámicamente; es necesario evitar que en el momento de ser atendido y trasladado se incremente la ansiedad o miedo por traslado en helicóptero, esta situación puede alterar por sí misma las constantes fisiológicas tales como la frecuencia cardiaca, presión arterial, la frecuencia respiratoria, entre otras que pueden empeorar la patología cardiovascular.

En el caso de que se inicie la terapia fibrinolítica en el lugar, hay que prestar especial cuidado a los traumatismos o microtraumatismos que se pueden producir durante el manejo físico del paciente hasta que esté ubicado en el helicóptero; evitar contusiones craneales incluso es recomendable proteger el cráneo con recursos de fortuna (improvisados) o especialmente diseñados para ello.

La asistencia y traslado en helicóptero no está contraindicada para el paciente con alteraciones cardiovasculares y teniendo en cuenta el riesgo/beneficio se aconseja su utilización. Se recomienda no olvidar que el traslado en helicóptero no es inocuo, sabiendo las posibles complicaciones que pueden surgir podemos anticiparnos y prevenirlas.

A continuación se presentan algunas de las principales experiencias en el manejo de pacientes con patología coronaria a bordo de helicópteros:

#### *a. Transporte a corta distancia*

Dentro de las primeras experiencias del Transporte Aeromédico en Helicóptero de pacientes con alteraciones Cardiovasculares de Base que fueron trasladados de cortas distancias con infarto de miocardio en etapas tempranas.

**Kaplan et al;** reporto 104 pacientes con sospecha de infarto de miocardio transportados por helicóptero para reperfusión de emergencia, con instauración de síntomas antes de las 36 horas y en los cuales no se reportaron muertes en vuelo, sin embargo las complicaciones que se presentaron durante este fueron: hipotensión y arritmias que requerían tratamiento. Estas se presentaron en el 12% de pacientes trasladados.

**Bellinger et al;** describió 250 pacientes trasladados por helicóptero para cateterización de emergencia, en pacientes con instauración de síntomas antes de las 12 horas. De los cuales 240 pacientes habían recibido trombolíticos antes o durante el vuelo, estos presentaron hipotensión 10%, arritmias 10%, la arritmia más común

presentada durante el vuelo fue Taquicardia Ventricular NS y Bloqueo AV 3º. No se reportaron muertes o morbilidad posterior.

**Topol et al;** reporto 150 pacientes con infarto evolucionado, transportados por helicóptero a centros de atención terciaria para una intervención aguda. No hubo muertes, ni se presentó ninguna descompensación hemodinámica, ni sangrado durante el traslado. 55 pacientes recibieron fibrinolíticos antes del traslado.

La prevalencia de complicaciones se presentó en el grupo que recibió fibrinolíticos presentando bloqueo aurículo-ventricular de 3º grado, y taquicardia ventricular.

**Fromm et al;** comparó 95 infartos agudos de miocardio transportados por helicóptero, antes de las 12 horas de recibir fibrinolíticos vs 119 pacientes que no se transportaron y se trataron similarmente. Las complicaciones durante el vuelo fueron, hipotensión en 18 pacientes, no se presentaron casos de muerte, no aumento el riesgo de sangrado, comparado con los que quedaron hospitalizados.

**Spangler et al,** describió 192 pacientes con infarto de miocardio transportados en helicóptero, 110 recibieron fibrinolíticos antes del traslado, los restantes recibieron fibrinolíticos después del mismo. Los pacientes con infarto de miocardio inferior fueron tratados antes del traslado, presentaron bradicardia sintomática e hipotensión, que requirieron atropina, comparado con el grupo que se trató después que no presentaron estas sintomatologías. No hubo muertes durante el vuelo en ninguno de los grupos.

El primer estudio randomizado en sugerir beneficios del traslado en helicóptero de pacientes con patología isquémica vs el transporte terrestre fue publicado por Air Primary Angioplasty in Myocardial Infarction, Se randomizaron 138 pacientes con Infarto Agudo de Miocardio de alto riesgo, de los 71 pacientes transportados, 21% fueron en helicóptero, con una distancia media de 57 millas, se transportaron por ambulancia terrestre 79% con una distancia media de 26 millas, A pesar de la demora de 155 min vs 51 min para recibir el tratamiento, los pacientes randomizados para el traslado tuvieron una disminución de la estancia hospitalaria de 6,1 día vs 7.5 días  $p = 0,015$  y una reducción del 38% de eventos adversos cardiacos mayores como muerte, reinfarto, stroke en 30 días.

Se concluye que la información sobre el transporte de pacientes con alteraciones cardiovasculares isquémicas de base por medio de helicóptero es seguro basado en la ausencia de muertes en vuelo, o presentación de morbilidades inducidas por este. La mayoría de problemas médicos presentados en vuelo como hipotensión o arritmias, fueron manejados por los médicos tripulantes mediante medicación y otras maniobras.

**Tabla 1: Resumen de evidencias de traslado a corta distancia**

| Fuente                        | Año  | Diagnostico | No. Pacientes | Evento cardiaco adverso en vuelo  |
|-------------------------------|------|-------------|---------------|---|
| Kaplan et al <sup>19</sup>    | 1987 | MI          | 104           | Hipotensión (n=9)<br>Arritmia (n=4)   |
| Bellinger et al <sup>20</sup> | 1988 | MI          | 250           | Hipotensión transitoria (n = 21)<br>Hipotensión sostenida (n = 4)<br>Bloque AV de 3er grado (n = 8)<br>Taquicardia ventricular no sostenida (n = 7) |

| Fuente                             | Año  | Diagnostico | No. Pacientes | Evento cardiaco adverso en vuelo       |
|------------------------------------|------|-------------|---------------|--|
|                                    |      |             |               | Taquicardia ventricular (n = 3)        |
|                                    |      |             |               | Bradicardia Sinusal (n = 4)            |
|                                    |      |             |               | fibrilación o aleteo auricular (n = 3) |
| <b>Topol et al<sup>21</sup></b>    | 1986 | MI          | 150           | Taquicardia ventricular (n = 7)        |
|                                    |      |             |               | Bloque AV de 3er grado (n = 1)         |
| <b>Fromm et al<sup>22</sup></b>    | 1991 | MI          | 95            | Hipotensión (n = 18)                   |
|                                    |      |             |               | Sangrado (n = 41)                      |
| <b>Spangler et al<sup>23</sup></b> | 1991 | MI          | 192           | Bradicardia (n = 24)                   |
|                                    |      |             |               | Hipotensión (n = 21)                   |

#### b. Transporte de larga distancia

La efectividad del Helicóptero para el traslado de pacientes, se basa en un escenario específico, donde la distancia tiene una gran importancia acorde a la autonomía de la aeronave. Después de superados los 400 kilómetros, el helicóptero no es la mejor opción en cuanto a traslados aéreos se refiere, no obstante, otras variables tales como la velocidad o el sitio de aterrizaje determinan la eficiencia del mismo.

Si bien el helicóptero es en sí más beneficiosos que el traslado terrestre pierde eficacia al tener autonomía limitada; en vuelo crucero se alcanza una velocidad de 120 nudos aproximadamente 200 km/hr, y son requeridas cargas de combustible cada 2 o 3 horas dependiendo del modelo del helicóptero. Al comparar estos factores con los de un avión es evidente que su uso en distancias superiores a los 400 kilómetros, resulta más beneficioso, si existen en el lugar recursos aeronáuticos para la operatoria del mismo.

**Incenogle;** describió el traslado de 11 pacientes en shock cardiogénico de los cuales en su totalidad requerían soporte inotrópico y balón de contra pulsación intra-aórtico, los cuales fueron transportados a una distancia media de 1160 millas. De estos 6 pacientes fueron transportados en ambulancias aéreas, 5 fueron transportados por vía terrestre. Todos los pacientes sobrevivieron al transporte sin ningún tipo de complicación durante el viaje.

**Connor y Lyons;** reportaron la evacuación de 7 pacientes después de sufrir un infarto agudo de miocardio, fueron trasladados por US Air Force, todos los pacientes fueron trasladados desde zonas remotas a lugares con capacidad de brindar cuidados médicos adecuados, los pacientes fueron transportados dentro de los 7 días de instauración de los síntomas, con 24 horas de estabilidad hemodinámica después de realizada la fibrinólisis. El tiempo de traslado fue de 4.4 horas hasta 12, 2 horas, no hubo complicaciones durante el vuelo.

Además **Connor y Lyons;** reportaron en 1999, evacuaciones transoceánicas de 59 pacientes con angina inestable que requerían cuidados no disponibles en el lugar que se encontraron, 31 pacientes tuvieron complicaciones menores como dolor de pecho, desaturación e hipertensión arterial. Los reportes médicos de los hospitales de derivación, confirmaron enfermedad de vasos coronarios significativa, en la mayoría de pacientes, y la ausencia de complicaciones ocasionadas por el vuelo durante su admisión.

**Tabla 2: Resumen de evidencias de traslado de larga distancia.**

| Fuente                | Año  | Tipo de transporte          | de | Diagnostico              | No. De Pacientes | No. De días después de presentación | Evento cardiaco adverso en vuelo             |
|-----------------------|------|-----------------------------|----|--------------------------|------------------|-------------------------------------|--|
| <b>Incenogle</b>      | 1988 | Ambulancia Aérea emergencia | de | Shock Cardiológico       | 6                | No disponible                       | Ninguno                                      |
| <b>Connor y Lyons</b> | 1995 | Ambulancia Aérea emergencia | de | MI                       | 7                | 2 - 7                               | Ninguno                                      |
| <b>Connor Lyons</b>   | 1999 | Ambulancia Aérea emergencia | de | Angina inestable         | 59               | 1                                   | Dolor de pecho (n = 3)                       |
|                       |      |                             |    |                          |                  |                                     | Desaturación < 90%(n = 1)                    |
|                       |      |                             |    |                          |                  |                                     | Hipertensión (n = 1)                         |
| <b>Cox et al</b>      | 1996 | Electiva comercial          |    | MI                       | 196              | 3 -53                               | Dolor de pecho (n = 3)                       |
|                       |      |                             |    |                          |                  |                                     | Disnea (n = 1)                               |
|                       |      |                             |    |                          |                  |                                     | Hipotensión (n = 1)                          |
|                       |      |                             |    |                          |                  |                                     | Bradicardia (n = 1)                          |
| <b>Zhger et al</b>    | 2000 | Electiva comercial          |    | Síndrome coronario agudo | 21               | 18,2 ± 11                           | Ninguno                                      |
| <b>Roby et al</b>     | 2002 | Electiva comercial          |    | MI                       | 38               | 10 - 27                             | Dolor de pecho (n = 2)                       |
|                       |      |                             |    |                          |                  |                                     | Desaturación < 90%(n = 5)                    |
|                       |      |                             |    |                          |                  |                                     | Depresión segmento ST (n = 2)                |
|                       |      |                             |    |                          |                  |                                     | Ectopia Ventricular (n = 3)                  |
|                       |      |                             |    |                          |                  |                                     | Taquicardia ventricular no sostenida (n = 2) |
| <b>Essebag</b>        | 2001 | Ambulancia Aérea electiva   |    | MI                       | 51               | 2 - 31 (mean 8)                     | Dolor de pecho (n = 2)                       |

**c. Traslado de Pacientes en vuelos comerciales acondicionados:**

Existen 3 publicaciones relevantes que reportaron la seguridad de los vuelos comerciales para el transporte de pacientes después de un Infarto agudo de miocardio.

**Cox et al;** describió el traslado de 196 pacientes con post Infarto agudo de miocardio desde el día 3 hasta el día 53, hubo 9 incidentes que requirieron la intervención de un médico, de los cuales 6 se clasificaron como potencialmente cardiacos (dolor de pecho, disnea, hipotensión transitoria, bradicardia), 4 de estos pacientes fueron trasladados dentro de los 14 días después del infarto. Todos los eventos se solucionaron con la intervención del médico acompañante. Los autores concluyeron que es seguro realizar traslados de pacientes post Infarto agudo de miocardio en vuelos comerciales en compañía de un médico, después de 2 semanas de haberse presentado el infarto.

**Zahger;** en un estudio prospectivo siguió a 21 turistas con Síndrome coronario agudo, en Jerusalén, que eran considerados de alto riesgo basados en cambios extensos en el electrocardiograma, angina recurrente, insuficiencia cardiaca congestiva, disfunción ventricular, y arritmias malignas. A todos se les realizó una cinecoronariografía, de los cuales a 5 se les realizó una intervención coronaria percutánea. Los 21 pacientes retornaron a su país en vuelo comercial, con una duración media de  $12,5 \pm 3$  horas, con  $18,2 \pm 11$  días de estadía después de su admisión. Se les realizó seguimiento telefónico a los días  $21 \pm 13$  después de regresar su país, revelando que ningún paciente presentó síntomas cardiacos durante el vuelo de regreso, concluyendo que es seguro el vuelo comercial después de 2 a 3 semanas después del Infarto agudo de miocardio.

**Roby;** condujo un estudio randomizado con 38 pacientes escoltados a su destino en vuelos comerciales después de aproximadamente 2 semanas de haber sufrido un episodio isquémico coronario, todos los pacientes llevaban un Holter y pulsoxímetro. Al grupo tratado de 19 pacientes se le colocó oxígeno suplementario a 2 litros/min, por medio de una cánula nasal durante el vuelo. Los 19 pacientes de control, solo recibieron oxígeno suplementario si presentaban síntomas de desaturación o cambios electrocardiográficos. En 8 pacientes del control y 6 tratados se presentó depresión del segmento ST transitoria, arritmias, dolor de pecho, y  $SpO_2$  menor a 90%, fueron manejados por el médico acompañante sin ninguna consecuencia. Concluyendo que las escoltas médicas y el monitoreo continuo en los vuelos comerciales de pacientes que sufrieron un episodio isquémico coronario es seguro después de las 2 semanas de sufrir un infarto no complicado.



**Ilustración 9: Avión comercial acondicionado para transporte aeromédico**



**Ilustración 10: Avión de Lufthansa acondicionado para transporte con escolta médica, y cabina de primera clase acondicionado como UTI**

d. Transporte de larga distancia en aviones ambulancia.

**Essebag;** publicó un artículo titulado *The safety of elective long distance air medical transportation of cardiac patients by air ambulance* (“La seguridad de elegir transporte médico de larga distancia en pacientes cardíacos por ambulancia aérea”); en los que describió los resultados de un estudio retrospectivo; en el cual 83 pacientes fueron transportados por ambulancia aérea, sin complicaciones mayores, 51 pacientes fueron transportados después del infarto agudo de miocardio, de los cuales 26 fueron clasificados complicados, Killip y Kimball II-IV, las complicaciones menores como desaturación o dolor de pecho se presentaron en 5 pacientes, todos fueron transportados dentro de los 7 días después de su admisión hospitalaria. La incidencia de complicaciones menores fue mayor en los que tuvieron infarto agudo de miocardio complicado transportado dentro de 72 horas post infarto, y los pacientes con infarto agudo de miocardio no complicado que fueron trasladados dentro de las 48 horas después de la resolución del dolor precordial.

El estudio sugiere que es seguro el transporte de pacientes después de un infarto agudo de miocardio en avión ambulancia después de 7 días de la admisión o 48 a 72 horas después de resolverse el dolor de pecho.

### *3.1.2. Uso de equipos cardiológicos en aeronaves.*

La tecnología de los dispositivos cardíacos para uso aeronáutico sean monitores, desfibriladores, cardioversores, marcapasos entre otros, han mejorado exponencialmente en los últimos 15 años de la mano con los avances en computación, chips, etc. Estas mejoras van desde la autonomía, prestaciones, tamaño, peso, interferencias electromagnéticas entre otros, que resultan en un mejor equipamiento, ahorro de espacio y de peso. Factores que en las aeronaves resultan muy necesarios, poseen una mayor tasa de éxito y menos daño al paciente como es el caso de los desfibriladores bifásicos.

En el país, para poder instalar equipamiento médico, el mismo tiene que estar homologado para uso aeronáutico y aprobado por normas y pruebas internacionales, luego deben ser verificados por la autoridad aeronáutica tanto en vuelo como en tierra para garantizar que no interfieren con las luces de los instrumentos durante el vuelo nocturno, no emitan radiaciones electromagnéticas que puedan interferir con las comunicaciones o los instrumentos de vuelo, así como el aislamiento eléctrico del STC sanitario (Supplemental Type Certificate) conformado por: camillas, cabina, panel, piso así como de la cabina del piloto y sus sistemas aeronáuticos, de no ser así, por

ejemplo podría haber shocks eléctricos al desfibrilar un paciente, pudiendo esto tener consecuencias fatales.

Además los equipos deben garantizar su buen funcionamiento en temperaturas extremas, variaciones de presión y vibraciones.

Se recomienda disponer de marcapasos transcutáneos o transvenosos; por lo descrito por **Vukov y Jhonson** sobre el uso de marcapasos durante la primera hora de presentación de infarto agudo de miocardio, dado que el 99% de pacientes que investigaron presento bradicardia sintomática durante el transporte de lugares rurales a centros de mayor complejidad. El 16% de estos pacientes no requirieron terapia, 43% respondieron a la atropina, a los pacientes que no respondieron satisfactoriamente se les colocó un marcapaso transvenoso.

Los desfibriladores externos automáticos, son avances relativamente novedosos para el tratamiento del arresto cardiaco así como de las arritmias ventriculares. No hay hasta el momento reportes de mal funcionamiento o shocks inapropiados durante el vuelo.

El balón de contrapulsación intra-aórtico, es un gran aliado para el tratamiento del paciente con shock cardiogénico que espera tratamiento definitivo, su uso ha sido validado mayormente en estudios de traslados aéreos de zonas rurales a hospitales de referencia. Los estudios describen que los problemas presentados durante el vuelo son el desacople de los tubos de inflado y cables eléctricos. Ninguno de estos problemas causó complicaciones clínicas, lo que los autores sugieren es que el médico que realiza el traslado, debe estar familiarizado con el dispositivo, y saber realizar ajustes o reparaciones pequeñas.

Los efectos de la expansión de los gases deben tenerse en cuenta para el inflado del balón; un estudio de laboratorio demostró que el balón de contrapulsación incrementaba su volumen de 25 a 62,5 % dependiendo del modelo, a 10500 pies, los autores del estudio recomendaron que se debiera ajustar la presión cada 1000 pies para asegurar el buen inflado.

Los equipos de asistencia corazón-pulmón, han sido probados mayormente por las fuerzas armadas de los Estados Unidos, en sus equipos móviles de cirugía transportable, durante el periodo de enero de 1989 a enero de 1992, 5 pacientes requirieron Circulación Extra Corpórea durante el traslado a un centro de trauma de referencia para darle los cuidados definitivos. Usando un circuito femoro-femoral 4 hombres y 1 mujer fueron transportados 140 millas en avión, helicóptero y vía terrestre. Solo 2 pacientes sobrevivieron la hospitalización, no se reportaron complicaciones durante el traslado.

**NOVACOR left ventricular assist system;** reporto que se han realizado más de 37 transportes aéreos alrededor de Europa tanto en aviones como helicópteros, pacientes que llevaban su dispositivo, sin reportar incidentes.

Otros dispositivos cardiacos útiles durante el vuelo tales como los dispositivos de asistencia para el masaje cardiaco como son el Autopulse (ZOLL) o LUCAS (PHYSIO CONTROL), resultan necesarios por el espacio reducido o el transporte del paciente con un solo tripulante sanitario, estos dispositivos ayudan a realizar el masaje cardiaco según los requerimientos de las guías actuales.

Cabe destacar que los equipos de asistencia como bombas de perfusión, respiradores, sistemas autónomos de oxígeno, de aspiración, equipos de diagnóstico por laboratorio portátiles entre otros, que son diseñados y comprobados para el uso en las aeronaves, facilitan y mejoran la atención durante el traslado de pacientes.

### 3.1.3. Guías que recomiendan el traslado aéreo

Las guías actuales están limitadas al transporte aéreo comercial, la ACC (American College of Cardiology) y la AHA (American Heart Association), recomiendan que los infartos de miocardio no complicados en estado estable, sin miedo al vuelo, pueden viajar en línea aérea comercial después de 2 semanas de iniciados los síntomas, acompañado de una escolta médica, que lleve medicación necesaria y que el paciente tenga transporte asistido en el aeropuerto.

Pacientes en estado inestable, sintomáticos, o experimentaron hipotensión, arritmias serias, bloqueo aurículo ventricular de grado alto, insuficiencia cardiaca congestiva, recomiendan el traslado aéreo después de 2 semanas de su estabilización.

Las guías del AsMA (Aerospace Medical Association) consideran que los vuelos de aerolínea sin escolta medica están contraindicados en pacientes post infarto agudo de miocardio no complicado dentro de las 3 semanas de presentación de la enfermedad, y los que presentan infarto agudo de miocardio complicado dentro de las 6 semanas.

Otras contraindicaciones a los vuelos comerciales están, la angina inestable, insuficiencia cardiaca congestiva descompensada, crisis hipertensivas, taquicardias sintomáticas supraventriculares o ventriculares y valvulopatías **sintomáticas**.

La AMA (American Medical Association), indica que el vuelo comercial está contraindicado dentro de las 4 semanas de presentación del infarto agudo de miocardio, dentro de las 2 semanas de haber sufrido un accidente cerebro vascular, y para cualquier paciente con Hipertensión severa o descompensación de alguna enfermedad cardiaca.

**Tabla 3: Tiempo de espera después de un IM para realizar traslado aéreo por vía comercial**

| Variables                      | ACC/AHA  | AsMA   | AMA  |
|--------------------------------|--|--|--|
| Después de un IM no complicado | 2 semanas                                      | 3 semanas  | 4 semanas  |
| Después de un IM complicado    | 2 semanas después de compensación hemodinámica | 6 semanas  | 4 semanas  |
| Después de CRM                 | N/A  | 2 semanas  | N/A  |
| Otras contraindicaciones       | N/A  | Angina inestable, insuficiencia cardiaca descompensada, hipertensión incontrolada, arritmia incontrolada | Hipertensión severa, descompensación de alguna enfermedad cardiovascular |

### 3.2. Experiencia profesional del autor en República Argentina

Cabe resaltar que actualmente en la Argentina, se vienen desarrollando programas de traslado aéreo sanitario, mayormente con el uso de aviones desde hace muchos años, tanto en el ámbito privado como estatal.

El uso de helicópteros fuera de experiencias bélicas y uso militar, viene desarrollándose en el ámbito privado, las experiencias que se nombran a continuación hacen parte de este.

Desde el año 2008, la empresa Air Energy Services (Helisafe) en la Argentina, viene desarrollando programas de evacuación médica en lugares remotos, con experiencia en otros países como Perú (Helimedical/Helisafe/Great Slave Helicopters), Venezuela (Helimedical), entre otros. Brindando servicios de atención primaria y secundaria a mineras, petroleras en tierra (on shore) y plataformas marítimas (off shore) entre otras.

La mayoría de casuística de los pacientes son: traumatismos, enfermedades quirúrgicas, accidentes entre otras.

Se toman como referencia para este documento casos que se presentaron desde Mayo del 2011 a Diciembre del 2013.

#### 3.2.1. Caso 1

Durante la exploración de un barco de sísmica contratado por una empresa nacional, en el océano atlántico entre Rio Grande y las islas Malvinas, aproximadamente a 130 millas de las costas argentinas, un tripulante de dicho barco de 49 años con antecedentes de hipertensión arterial, obeso, dislipidémico, es diagnosticado de Angina inestable; para su traslado se utilizó un Helicóptero Augusta Westland AW-139, transportándose al paciente desde el barco hasta la ciudad de Rio Grande, durante el traslado el paciente presento precordialgia y disnea que cedió con la administración de nitroglicerina y oxígeno. El paciente fue trasladado con éxito al hospital de referencia en dicha ciudad, donde recibió tratamiento médico, la distancia del traslado aéreo fue de 170 kilómetros, con una duración de 180 minutos. En este caso, el traslado por otro medio era casi imposible.



**Ilustración 24: Traslado de Paciente desde el tópic del buque hacia el helipuerto**



**Ilustración 11 paciente durante el vuelo sobre el océano**



**Ilustración 12 transbordo de paciente hacia la ambulancia terrestre para arribar al hospital de destino**

### 3.2.2. Caso 2

En el año 2012, en la ciudad de Cañadón Amarillo, Mendoza, un paciente de 54 años con antecedentes de infarto agudo de miocardio, diabetes mellitus, cirugía de revascularización miocárdica, hipertensión arterial y obesidad, es diagnosticado y evaluado por presentar un nuevo episodio de infarto agudo de miocardio con elevación del segmento ST. Durante el traslado el paciente presentó precordialgia, la cual cedió a la administración de Isosorbide SL.

El tipo de helicóptero ambulancia utilizado para el transporte fue un modelo BO-105 y el tiempo de traslado desde el aviso hasta el Hospital de Neuquén –donde se le realizó una intervención coronaria percutánea- fue de 115 minutos. Habrá de resaltar que, de haber sido movilizado en una unidad terrestre, el mismo habría demorado al menos 6 horas.



**Ilustración 13 transbordo del paciente hacia ambulancia del hospital de destino en Neuquén**

### 3.2.3. Caso 3

En el año 2013, en la ciudad de Guandacol, La Rioja; un paciente de 42 años hipertenso y dislipidémico, es diagnosticado y evaluado por síndrome coronario agudo sin elevación del segmento ST, siendo trasladado desde dicha ciudad a la ciudad de la Rioja, durante un paso montañoso, el paciente no presentó sintomatología durante el traslado, las funciones biológicas se mantuvieron estables, se utilizó oxígeno a bajo flujo; la altura de vuelo fue de 5000 pies, excepto en el paso montañoso que fue de 10000 pies por 15 min aproximadamente. La evacuación tuvo una duración de 120 minutos a una distancia de 170 Km. En caso de haber recurrido a un traslado terrestre el mismo hubiese durado 8 horas.

Finalmente debemos de resaltar que en los 3 casos, los pacientes fueron pre medicados con Aspirina, clopidogrel, atorvastatina, ranitidina, morfina y dimehidrinato antes del traslado, a algunos se les medicó con bajas dosis de midazolam o diazepam, con monitorización de funciones vitales y realizados por un médico.



**Ilustración 14** Paciente con SCSEST, en el paso montañoso, Chilecito, La rioja



**Ilustración 15** Traslado del paciente en helipunto del hospital, La rioja.

## VII. CONCLUSIONES

1. **Con la premisa “Tiempo es Corazon”**, esta demostrado que un diagnostico, traslado y atencion rapida, mejoran el pronostico y la sobrevida del paciente con alteraciones cardiovasculares de base.
2. El traslado aéreo por medio de helicopteros, otorga al paciente un soporte igual o mejor que el recibido en zonas alejadas o rurales, con el beneficio extra de un traslado mas rapido. Adicionalmente y en virtud de la información recopilada, nos encontramos frente a un medio seguro y eficaz para el transporte de los mismos, siendo necesario que esta movlización sea realizada por personal médico experto, calificado y consiente de las alteraciones que podrían producirse durante el vuelo en el paciente.
3. La implementacion de este servicio tanto en zonas rurales como urbanas, complementaría y mejoraria de forma exponencial la calidad de atención, rápido acceso a los servicios de salud, tratamientos oportunos y mejoraría la morbi-mortalidad de muchos pacientes a corto, mediano y largo plazo, ahorrando recursos y dinero al estado, compensando asi el alto coste del servicio.
4. Los centros medicos de alta resolucion deberían contar con helipuertos o lugares de aterrizaje cercanos para realizar traslados interhospitalarios o primarios, contando además con planes de contingencia ante accidentes multiples así como contar con centrales de emergencia coordinadas y centros de comunicaciones que mejorarian la eficiencia del sistema de salud actual.
5. El traslado de pacientes con Alteraciones Cardiovasculares de Base por medio de helicópteros está justificado al tener la posibilidad de brindar asistencia precoz y de complejidad al paciente que este en zonas rurales, con geografía compleja o de bajos recursos, que en otras condiciones demoraría la asistencia por tierra.
6. Debemos de considerar que durante el helitransporte de pacientes con alteraciones cardiovasculares, se hace sumamente necesario evitar que al ser atendido antes y durante el vuelo, se incremente la ansiedad o miedo por el traslado, esta situación puede alterar por sí misma las constantes fisiológicas tales como la frecuencia cardiaca, presión arterial, la frecuencia respiratoria, entre otras que pueden empeorar la patología cardiovascular.
7. A su vez tener en cuenta que, en el caso de ser requerida la utilización de terapia fibrinolítica antes o durante el vuelo, se deberá de prestar especial atención y cuidado a la generación de traumatismos o microtraumatismos que se pueden producir durante el manejo físico del paciente hasta que esté ubicado en el helicóptero, con la finalidad de proteger el cráneo de posibles contusiones, inclusive utilizando recursos de fortuna (improvisados) o especialmente diseñados para ello.

8. Finalmente podemos decir que; la asistencia y el traslado en helicóptero no está contraindicada para el paciente con alteraciones cardiovasculares de base y teniendo en cuenta el riesgo/beneficio se aconseja su utilización. No olvidando que el traslado en helicóptero no es inocuo y que conociendo ya las posibles complicaciones que pueden surgir podemos anticiparnos y prevenirlas.

## VIII. REFERENCIAS

- 1.\_T.Martin (2006) Aeromedical Transportation, 2nd edition, Ashgate: England
- 2.\_T.Martin (1993) Transportation of patients by Air, Aviation Medicine, 3rd edition, BMJ: London
- 3.\_ D.R Meier and Samper E.R (1989) Evolution of civil aeromedical helicopter evacuation, South Med J 82 (7):885-891.
- 4.\_Alfredo Serrano y David Fernández Ayuso (2008) Manual de helitransporte Sanitario, Elsevier, Madrid
- 5.\_Austin.TK (2008) Aeromedical evacuation the first 100 years. [http://www.defence.gov.au/healthinfocentre/journals/ADFHJ\\_apr02/ADFHealthApr02\\_3\\_1\\_43-46.pdf](http://www.defence.gov.au/healthinfocentre/journals/ADFHJ_apr02/ADFHealthApr02_3_1_43-46.pdf)
- 6.\_De Lorenzo RA. Military and civilian aeromedical services: Common goals and different approaches. Aviat Space Environment Med. 1995; 66: 927-929.
- 7.\_Manual Básico de Helicopteros.U.S Department of transportation, Federal Aviation Administration, Flight standards service.Thompson-Parainfo; 2008.
- 8.\_Cmd. Hunicken H. Fisiología de vuelo, 2009. Documento interno. Curso de formación del Instituto Nacional de medicina aeronáutica y aeroespacial de la fuerza aérea argentina, Bs. Aires, Argentina.
- 9.\_Continuus improvement of global aviation safety, [www. Flightsafety.org](http://www.flightsafety.org)
- 10.\_Blumen I and UCAN Safety Committee. A safety Review of Risk Assessment in Air Medical Transport. Supplement to the air Medical Physician Handbook. Salt Lake City, Utah: Air Medical Physician Association; 2002
- 11.\_Guzzetti J. Emergency Medical Services (EMS).Aviation Operations. National Transportation Safety Board NTSB. Office of aviation safety. [http](http://www.ntsb.gov)
- 12.\_Emergency Medical Flight accidents. [http](http://www.flightsafety.org)
- 13.\_Peter G. Teichman, Yoel Donchin International medical evacuation. New England Journal of Medicine Jan. 2007; 356: 262-270
- 14.\_Isakov A. Helicopter Emergency Medical Services and safety. Ann Emerg Med. 2006; 47:357-60
- 15.\_ Garner AA, Keetelaar DM, Konemann J. Safety of emergency medical service helicopters. Med J aust. 2005; 182:17-9.
- 16.\_Ledesma M. Meteorología aplicada a la aviación. Madrid: Parainfo; 2003
- 17.\_ Medicina Aeronáutica. European College of Aeronautics. (2012) Escuela de pilotos, Eurocopter, Deutchland.
- 18.\_ Pérez Hidalgo I. Preparación del paciente para evacuaciones aéreas. Emergencias. 1997; 9: 35-43

- 19.\_ Betriu Gibert A. Importancia del factor tiempo en la elección de la terapia de re perfusión. Rev Esp Cardiol. 2007; 60: 791-3
- 20.\_ Froufe J. Indicaciones de la fibrinólisis prehospitalaria. Rev Esp Cardiol. 2001; 54:927-8
- 21.\_Pacheco Rodríguez A. Manejo extrahospitalario del paciente con infarto de miocardio. <http://www.medynet.com/usuarios/jraquilar/pacheco.pdf>
- 22.\_P. Widimsky, T. Budesinsky, D. Vorac (2003) Long distance transport for primary angioplasty vs immediate thrombolysis in acute myocardial infarction (final results of the randomized national multicentre trial-PRAGUE-2. European Heart Journal, 24, 94-104.
- 23.\_Zahn R, Schiele R. (2001), Impact of prehospital delay on mortality in patients with acute myocardial infarction treated with primary angioplasty and intravenous thrombolysis. Am Heart J, 142: 105-11
- 24.\_Jose Ignacio Garrote, Jose Moureau, Ricardo Crespo. (2013) Traslado en helicópteros de pacientes con síndrome coronario agudo con elevación del segmento ST (SCACEST) para reperfusión por angioplastia primaria. Rev Esp Cardiol. 66; Supl 1:102
- 25.\_Straumann E., Yoon S., Naegeli B. (1999) Hospital transfer for primary coronary angioplasty in high risk patients with acute myocardial infarction. Heart 1999, 82: 415-419
- 26.\_Lars Knudsen, Carsten Stengaard, Troels Martin. (2012) Earlier reperfusion in patients with ST-elevation Myocardial infarction by use of helicopter. Scandinavian journal of trauma, resuscitation and emergency medicine, 20:70.
- 27.\_Pinto DS, Frederick PD, et al: Benefit of transferring ST-Segment Elevation Myocardial infarction patients for percutaneous coronary intervention compared with administration on site fibrinolytic declines as delays increase. (2011). Circulation 2011, 124:2512-2521.
- 28.\_Vidal Essebag, MD, Abdul R. Halabi, MSc, et all. Air medical transport of cardiac patients. (2003). Chest 2003; 124:1937-1945.
- 29.\_Guyton y Hall, Tratado de fisiología medica, 12va edición, 2011. Editorial Elsevier, 463-476.
- 30.\_Kaplan L, Walsh D. Emergency aeromedical transport of patients with acute myocardial infarction. Ann emerg med 1987; 16:79-81
- 31.\_Bellinger R, Califf R, Mark D, et all, Helicopter transport of patients during acute myocardial infarction. Am J cardiol 1988; 61:718-722
- 32.\_Topol E, Fung A, et all, safety of helicopter transport and out hospital intravenous fibrinolytic therapy in patients with evolving myocardial infarction. Catheter Cardiovasc Diagn. 1986; 12:151-155

- 33.\_Fromm R, Hoskins E, Cronin L, et al. Bleeding complications following initiation of thrombolytic therapy for acute myocardial infarction: a comparison of helicopter-transported and non transported patients. *Ann Emerg Med* 1991; 20:892-895
- 34.\_ Spangler D, Rogers W, Gore J et al. Early tPA treatment and aeromedical transport of patients with acute myocardial infarction. *J Interv Cardiol* 1991; 4:81-89
- 35.\_Grines CL, Westerhausen DR, Grines LL, et al. A randomized trial of transfer for primary angioplasty versus on site thrombolysis in patients with high-risk myocardial infarction: The air primary Angioplasty in Myocardial Infarction Study. *J Am Coll Cardiol* 2002; 39:1713-1719
- 36.\_Incenogle T. long distance transport of cardiac patients in extremis: the Mobile Intensive care (MOBI) concept. *Aviat Space Environ Med* 1988; 59:571-574
- 37.\_ Connor S, Lyons TJ. A Review of United States Air Force aeromedical evacuation of acute myocardial infarction patients in Europe. *Mil Med* 1995; 160:491-493.
- 38.\_ Castilla CY, Lyons Tj. The transoceanic air evacuation of unstable angina patients. *Aviat Space Environ Med* 1996; 67:976-982
- 39.\_Cox G, Peterson J, et al. Safety of commercial air travel following myocardial infarction. *Aviat Space Environ med* 1996; 67:976-982
- 40.\_Zahger D, Leibowitz D, Tabb IK, et al. Long-Distance air travel soon after an acute coronary syndrome: a prospective evaluation of triage protocol. *AM Heart J* 2000; 140:241-242
- 41.\_ Roby II, Lee A, Hopkins A. Safety of air travel following acute myocardial infarction. *Aviat Space Environ Med* 2002; 73:91-96
- 42.\_Essebag V, Iutchmedial S, Churchill-Smith M. Safety of long distance aeromedical transport of the cardiac patient: a retrospective study. *Aviat Environ Med* 2001; 72:182-187
- 43.\_ Vukow L, Johnson D. External transcutaneous pacemakers in interhospital transport of cardiac patients. *Ann Emerg Med* 1989; 18:738-740
- 44.\_Aerospace Medical Association, Medical guidelines for airline travel. Alexandria, VA:1997
- 45.\_ Mertlich G, Quall S, Borgmeier R, et al. Effect of increased intra-aortic balloon pressure on catheter volume: relationship to changing altitudes. *Crit Care Med* 1992; 20:297-303
- 56.\_Manual de operaciones especiales AIR ENERGY SERVICES, conceptos de seguridad, operaciones aeromédicas, entrenamientos, conceptos generales de vuelo, Aprobado por la ANAC (2011) Documento interno.
- 57.\_ Standard Operations Procedures (SOP) Air Energy Services, manejo del Síndrome coronario agudo con elevación del segmento ST y sin elevación del segmento ST. Elaborado en 2012. Documento Interno.
- 58.\_ Historias Clínicas de Air Energy Services, documentos internos.

- 59.\_ Guía de práctica clínica de la ESC para el manejo de infarto agudo de miocardio en pacientes con elevación del segmento ST. Rev EspCardiol, 2013; 66(1); 53, e1-e46.
- 60.\_ Manual de reglas JAR-OPS-3, BOE 2007 69:1-140.
- 61.\_ Circular de asesoramiento ANAC, Raac 135-15 (2003)  
[http://www.anac.gov.ar/anac/web/uploads/normativa/circ\\_as/ca-135-15.pdf](http://www.anac.gov.ar/anac/web/uploads/normativa/circ_as/ca-135-15.pdf)
- 62.\_ Circular de asesoramiento ANAC, RAAC 135-5B (1995)  
[http://www.anac.gov.ar/anac/web/uploads/normativa/circ\\_as/ca-135-5b.pdf](http://www.anac.gov.ar/anac/web/uploads/normativa/circ_as/ca-135-5b.pdf)
- 63.\_ RAAC 91 Subparte 91.21, ANAC, 2008 3:21-23  
[http://www.fmed.uba.ar/depto/toxico1/plaguicidas/site/ndn\\_05\\_files/reglamento%20vuelo.pdf](http://www.fmed.uba.ar/depto/toxico1/plaguicidas/site/ndn_05_files/reglamento%20vuelo.pdf)
- 64.\_ 2013 ACC/AHA Guideline for management of ST elevation myocardial infarction. Circulation 2013; 127:e362-e425.