



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

CARACTERIZACIÓN EPIDEMIOLÓGICA DE TRASLADOS AEROMÉDICOS EN UNA EMPRESA PRIVADA DE AVIACIÓN CIVIL EN COLOMBIA 2015- 2017.

SEBASTIÁN CAMILO SUÁREZ GARCÍA

Universidad Nacional de Colombia
Departamento de Medicina interna
Especialidad Medicina Aeroespacial
Bogotá
2018

CARACTERIZACIÓN EPIDEMIOLÓGICA DE TRASLADOS AEROMÉDICOS EN UNA EMPRESA PRIVADA DE AVIACIÓN CIVIL EN COLOMBIA 2015- 2017.

SEBASTIÁN CAMILO SUÁREZ GARCÍA

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:

Especialista en Medicina Aeroespacial

Asesor:

Dr. Hugo Alberto Fajardo Rodríguez, MD, MsC. Esp. En Medicina Interna

Co-Asesores:

Dra. Liza Alexandra Pulido García MD. Esp. En Anestesiología y Reanimación
Luz Adriana Mora Escobar. Enf. Directora servicios de salud SARPA

**Universidad Nacional de Colombia
Departamento de Medicina interna
Especialidad Medicina Aeroespacial
Bogotá
2018**

*A mis padres por todo lo que han hecho por mi
formación.*

Agradecimientos

Mis más profundos agradecimientos a todo el personal de SARPA por su valiosa ayuda con la recolección de información, su calidad humana y su compromiso con el crecimiento como institución.

Un agradecimiento especial a Juan Sebastian Jimenez Msc en Farmacologia por su ayuda con el análisis de datos y al doctor Yamil Antonio Diab Especialista en medicina aeroespacial por labor como par evaluador de este trabajo

RESUMEN

Título: Caracterización epidemiológica de traslados aeromédicos en una empresa privada de aviación civil en Colombia 2015-2017.

Autor: Sebastián Camilo Suárez García (Residente tercer año medicina aeroespacial Universidad Nacional de Colombia).

Asesor: Hugo Alberto Fajardo Rodríguez (Coordinador programa de Medicina Aeroespacial Universidad Nacional de Colombia).

Coasesores: Liza Alexandra Pulido García (Coordinadora médica y entrenamiento servicios aéreos panamericanos (SARPA), Luz Adriana Mora Escobar (Directora de servicios de salud de SARPA).

Duración del proyecto: 10 meses

Resumen: Aunque existen diversas maneras formales e informales de trasladar pacientes por aire, tanto en ala fija con aviones presurizados y no presurizados y ala rotatoria con helicópteros con o sin presurización, diseñados para la operación ambulancia, otros adaptados para serlo, e inclusive traslados de pacientes en cabina de pasajeros dentro de la aviación civil en compañía o no de personal calificado, y evacuaciones por fuerzas militares; no todas estas formas de traslado cumplen estándares de calidad, y no siempre hay un registro de historia clínica ni documentación del paciente trasladado. En nuestro país hasta el momento solo se ha publicado un estudio que describa los traslados aéreos de pacientes en aviación civil. Se plantea la necesidad de generar una información estadística confiable en la población colombiana que permita analizar las diferentes variables demográficas y el impacto del traslado aéreo en las condiciones fisiológicas de los pacientes antes, durante y después del traslado aéreo. Además de buscar conocer el impacto que tiene el traslado aéreo de pacientes en zonas de difícil acceso geográfico y con limitación para el acceso a medicina especializada. Con base en estos resultados se busca plantear estrategias para mejorar los estándares de transporte de los pacientes.

Palabras clave: Ambulancia aérea, traslado aeromédico, aéreo.

Lugar de ejecución del proyecto: Bogotá DC.

Lugar específico de ejecución del proyecto: Sede principal de la empresa Servicios Aéreos Panamericanos (SARPA)

Contenido

Pág.

| | |
|--|-----------|
| 1. INTRODUCCIÓN..... | 12 |
| 2. MARCO TEÓRICO..... | 13 |
| 2.1 Estado del arte y contexto global del traslado aeromédico..... | 13 |
| 2.1.1 En el mundo:..... | 13 |
| 2.1.1 En Latinoamérica:..... | 16 |
| 2.1.2 En Colombia:..... | 16 |
| 2.2 Historia del traslado aeromédico..... | 17 |
| 2.2.1 Marie Marvingt y el desarrollo del traslado aeromédico..... | 21 |
| 2.2.2 Historia y contexto local de SARPA..... | 24 |
| 2.3 Fisiología del traslado aeromédico:..... | 26 |
| 2.3.1 Atmosfera..... | 26 |
| 2.3.2 Composición de la atmosfera..... | 26 |
| 2.3.3 Zonas fisiológicas..... | 27 |
| 2.3.4 Leyes de los gases..... | 28 |
| 2.3.5 Cambios en la presión atmosférica..... | 29 |
| 2.3.6 Contramedidas en los cambios de presión atmosférica..... | 30 |
| 2.3.7 Fuerzas gravitacionales..... | 32 |
| 2.3.8 Monitoreo en vuelo..... | 32 |
| 2.3.9 Medicamentos..... | 34 |
| 2.3.10 Hipoxia / hipoxemia..... | 35 |
| 2.3.11 Vibración y ruido:..... | 35 |
| 2.3.12 Termorregulación..... | 36 |
| 2.3.13 Humedad y deshidratación..... | 36 |
| 2.4 Creando un concepto de grupo de cuidado crítico para el traslado aeromédico..... | 36 |
| 2.4.1 Sistemas de cuidado en ruta..... | 37 |
| 2.4.2 Grupo de Cuidado crítico y Capacidad de traslado aéreo..... | 38 |
| 2.4.3 Selección de grupos y capacitación..... | 39 |
| 2.4.4 Suministros y equipo..... | 41 |
| 2.4.5 Operaciones del Grupo de cuidado crítico para el traslado aéreo..... | 43 |
| 2.4.6 Futuro del traslado aeromédico..... | 45 |
| 2.5 Escalas aplicadas en el traslado aeromédico..... | 46 |
| 2.5.1 Escala de Coma de Glasgow..... | 46 |
| 2.5.2 Escala de trauma..... | 47 |
| 2.5.3 Escala de trauma revisada..... | 48 |
| 2.5.4 Escala de severidad de lesión..... | 48 |

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 2.5.5 | Escala de trauma pediátrico | 49 |
| 2.5.6 | Escala fisiológica rápida aguda | 49 |
| 2.6 | El sistema de seguridad social en Colombia y el traslado aeromédico..... | 51 |
| 2.6.1 | Red de atención de salud en Colombia | 52 |
| 2.6.2 | Niveles de atención en salud en Colombia | 53 |
| 2.6.3 | Tipos de traslado aeromédico | 53 |
| 2.6.4 | Regulación en traslado de pacientes..... | 54 |
| 2.6.5 | Normatividad para el traslado aéreo de pacientes..... | 54 |
| 2.7 | Estandares internacionales..... | 54 |
| 2.8 | Tipos de aeronaves empleadas para el traslado | 55 |
| 2.8.1 | Lear Jet 45 | 55 |
| 2.8.2 | JetStream 32..... | 56 |
| 3. | JUSTIFICACION | 57 |
| 4. | OBJETIVOS..... | 58 |
| 4.1 | Objetivo general..... | 58 |
| 4.2 | Objetivos específicos | 58 |
| 5. | METODOLOGÍA | 59 |
| 5.1 | Método..... | 59 |
| 5.2 | Lugar de ejecución y marco temporal. | 59 |
| 5.3 | Población y muestra. | 59 |
| 5.3.1 | Criterios de inclusión: | 59 |
| 5.3.2 | Criterios de exclusión: | 59 |
| 5.4 | Definición de variables..... | 59 |
| 5.5 | Recolección de la información. | 61 |
| 5.6 | Análisis estadístico y epidemiológico. | 61 |
| 6. | CONSIDERACIONES ÉTICAS. | 62 |
| 7. | RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 64 |
| 7.1 | Análisis estadístico de la población que completa todo el traslado. | 65 |
| 7.1.1 | Caracterización demográfica de la población | 66 |
| 7.1.1 | Antecedentes | 66 |
| 7.1.1 | Entidad pagadora o contratista del servicio | 67 |
| 7.1.1 | Origen destino y rutas | 67 |
| 7.1.2 | Especialidad de la tripulación médica..... | 69 |
| 7.1.3 | Diagnósticos de pacientes trasladados | 70 |
| 7.1.4 | Signos vitales y monitorización respiratoria en vuelo..... | 73 |
| 7.1.1 | Soporte respiratorio..... | 77 |
| | 77 | |
| 7.1.2 | Monitorización respiratoria | 77 |
| 7.1.3 | Medicamentos..... | 79 |
| 7.1.1 | Invasiones o intervenciones previas..... | 80 |
| 7.1.2 | Intervenciones por parte del GCCTA en pacientes trasladados..... | 80 |
| 7.1.3 | Eventos médicos en vuelo y complicaciones..... | 81 |
| 7.1.4 | Mortalidad en vuelo | 82 |
| 7.2 | Discusión | 84 |

| | |
|--|-----------|
| 8. CONCLUSIONES | 88 |
| 9. LIMITACIONES Y RECOMENDACIONES | 89 |
| 10. BIBLIOGRAFÍA | 90 |
| 11. ANEXOS | 97 |
| 11.1 Cronograma de Actividades | 97 |
| 11.2 Presupuesto | 98 |

Lista de graficas

pag

| | |
|--|----|
| Grafica 1. Transferencia de un paciente a la camilla desde la ambulancia aérea DH9..... | 18 |
| Grafica 2 Sikorsky R-4(1945) Primer traslado aeromédico helicoportado..... | 19 |
| Grafica 3 Sikorsky S-51(1951) | 20 |
| Grafica 4 Pintura de Emile Friant de Marie y su propuesta de ambulancia aérea (1914)..... | 22 |
| Grafica 5 Estimación y proyección de población DANE Cálculos: Dirección Aseguramiento Minsalud | 51 |
| Grafica 6 Causas Para No Traslado De Pacientes..... | 64 |
| Gráfica 7 Antecedentes personales | 66 |
| Grafica 8 Tipo de entidad pagadora o contratista de servicio | 67 |
| Grafica 9 Especialidad tripulación médica..... | 70 |
| Grafica 10 Distribución de frecuencia de diagnósticos en relación a especialidad | 72 |
| Grafica 11 Número de casos clasificados por sistema afectado o especialidad | 73 |
| Grafica 12 Frecuencia cardiaca en crucero ajustada por grupos de edad..... | 74 |
| Grafica 13 Frecuencia respiratoria en crucero ajustada por grupos de edad..... | 74 |
| Grafica 14 Tensión arterial media en crucero ajustada por grupos de edad..... | 75 |
| Grafica 15 Saturación de oxígeno en crucero ajustada por grupos de edad | 75 |

Lista de tablas

pag

| | |
|--|----|
| Tabla 1 Lista de abreviaturas y glosario de términos usados en este documento. | 11 |
| Tabla 2 Zonas fisiológicas de la atmósfera terrestre..... | 28 |
| Tabla 3 Cambios fisiológicos con la altitud. | 30 |
| Tabla 4 Lista de medicamentos recomendados para el traslado aeromédico..... | 34 |
| Tabla 5 Elementos principales del plan de estudios para el curso inicial del grupo de cuidado crítico de transporte aéreo..... | 40 |
| Tabla 6 Equipos recomendados para la atención crítica | 42 |
| Tabla 7 Lista de suministros para resucitación y atención de emergencias | 42 |
| Tabla 8 Listado de elementos adicionales para el traslado aéreo de pacientes..... | 43 |
| Tabla 9 Condiciones médicas que pueden requerir traslado aéreo aeromédico..... | 44 |
| Tabla 10 Ejemplo de lista de chequeo pre-vuelo para traslado aeromédico | 44 |
| Tabla 11 Contraindicaciones absolutas y relativas del traslado aeromédico | 45 |
| Tabla 12 Escala de coma de Glasgow | 47 |
| Tabla 13 Escala de trauma..... | 47 |
| Tabla 14 Escala de trauma revisada | 48 |
| Tabla 15 Escala de Trauma Pediátrico..... | 49 |
| Tabla 16 Escala Rápida Fisiológica Aguda (Rapid Acute Physiology Score)..... | 50 |
| Tabla 17 escala PEWS (Pediatric Early Warning Score) | 50 |
| Tabla 18 Porcentaje de afiliación sistema de seguridad social en 2011, 2012 y 2013. | 52 |
| Tabla 19 Definición de variables en la etapa de implementación..... | 59 |
| Tabla 20 Características de la población que no se trasladó..... | 65 |
| Tabla 21 Clasificación de la población trasladada por grupo de edad | 66 |
| Tabla 22 Departamentos y Ciudades de Origen y Destino de los Traslados Aeromédicos.. | 68 |
| Tabla 23 Rutas más frecuentes y Tiempo Promedio De Vuelo Por Ruta..... | 69 |
| Tabla 24 Diagnósticos más frecuentes de pacientes trasladados..... | 71 |
| Tabla 25 Análisis y pruebas T para signos vitales en diferentes fases del vuelo | 76 |
| Tabla 26 Sistemas proveedores de oxígeno..... | 77 |
| Tabla 27 Análisis y pruebas T fracción inspirada de O ₂ en diferentes fases del vuelo | 77 |
| Tabla 28 Análisis y pruebas T presión del neumotaponador en diferentes fases del vuelo.. | 78 |
| Tabla 29 Análisis y pruebas T para ET CO ₂ en diferentes fases del vuelo | 78 |
| Tabla 30 Medicamentos utilizados durante el traslado de pacientes | 79 |
| Tabla 31 Invasiones o intervenciones previas. | 80 |
| Tabla 32 Eventos médicos en vuelo y complicaciones, intervención para su manejo..... | 82 |
| Tabla 33 Mortalidad de pacientes..... | 83 |

Lista de anexos

pag

| | |
|---------------------------------|----|
| Cronograma de Actividades | 90 |
| Presupuesto | 91 |

Lista de abreviaturas.

Tabla 1 Lista de abreviaturas y glosario de términos usados en este documento.

| ABREVIATURA | SIGNIFICADO |
|-----------------------------------|--|
| AIS | Escala Abreviada de Lesión (del inglés <i>Abbreviated Injury Scale</i> AIS) |
| CASEVAC | Evacuación de Víctimas (del inglés <i>Casualty evacuation</i>) |
| Crucero | Desde el momento en que termina el ascenso hasta donde inicia el descenso de la aeronave, fase de vuelo recto y nivelado |
| DE | Desviación Estándar |
| ECMO | Oxigenación con Membrana Extracorpórea (del inglés: <i>Extra Corporeal Membran Oxigenation</i>) |
| EE. UU. | Estados Unidos De América |
| Entrega | Incluye la fase de descenso, aterrizaje y entrega del paciente ya sea en plataforma o en su clínica de destino |
| EtCO₂ | Medición capnografía de la presión de dióxido de carbono al final de la expiración. (Del inglés <i>End-Tidal CO₂</i>) |
| FI_{O₂} | Fracción Inspiratoria de Oxígeno |
| ft | Altitud en pies (<i>feet</i>) un pie equivale a 30.48cm |
| GCCTA | Grupo de Cuidado Crítico para el Traslado Aeromédico (del inglés: <i>Critical Care Air Transport Team</i> CCATT) |
| GCS | Escala de Coma de Glasgow, (del inglés <i>Glasgow coma scale</i> , GCS) |
| HEMS | Servicios Médicos Helicoptero de Emergencias (del inglés: <i>Helicopter Emergency Medical Services</i> HEMS) |
| ISS | Escala de Severidad de Lesión (del inglés <i>Injury Severity Score</i> , ISS) |
| LPM | Latidos cardiacos por minuto |
| MEDEVAC | Evacuación Médica (del inglés <i>Medical evacuation</i>) |
| mmHg | Presión en milímetros de mercurio |
| paCO₂ | Presión de Dióxido de Carbono |
| pA_{O₂} | Presión Parcial de Oxígeno Alveolar |
| P_{ATM} | Presión Atmosférica |
| P_{H₂O} | Presión Parcial De Vapor De Agua |
| P_{total} | Presión Parcial de Oxígeno Alveolar |
| PTS | Escala de Trauma Pediátrico (del inglés <i>Pediatric Trauma Score</i> , PTS) |
| Recibo | desde el momento en que el grupo tiene contacto con el paciente, acomodación en plataforma, introducción al avión, despegue y ascenso de la aeronave |
| RPM | Respiraciones por minuto |
| RTS | Escala de Trauma Revisada (del inglés <i>Revised Trauma Score</i> , RTS) |
| Sat O₂ | Saturación de oxígeno |
| TA | Traslado Aeromédico |
| TAM | Tensión Arterial Media |
| TS | Escala de trauma, (del inglés <i>Trauma Score</i> , TS) |

1.INTRODUCCIÓN

El Traslado Aeromédico (TA), se define como el traslado de pacientes de un lugar a otro por vía aérea,¹ desde mediados del siglo XVIII, después de ver las demostraciones de los hermanos Mongolfier Jean Picot sugiere que el traslado en globo puede ser medicinal.^{2,3} En 1903 los hermanos Wright demuestran la capacidad de una aeronave de volar y con sus ventas posteriores se iniciaron proyectos para traslado pacientes por aire.^{2,4,5}

El traslado de pacientes ha tenido una evolución positiva y significativa hasta nuestros días, con el surgimiento del concepto de equipo de cuidado crítico para el traslado aeromédico en 1994 y los avances tecnológicos y en ciencia, hoy en día realizar un traslado aeromédico es seguro y presenta resultados eficientes, mejorando el pronóstico y la oportunidad de tratamiento para los pacientes.^{1,6-12}

En Colombia existen varias compañías dedicadas al traslado aéreo de pacientes, y estos se realizan tanto en el ámbito militar como en el civil, aunque el conocimiento de las características de estos traslados y sus desenlaces ha sido muy poco.

En 2011 se realizó un estudio en tres empresas de traslado aéreo civil en Colombia, el equipo de traslado estaba conformado por médicos generales y personal de enfermería, se obtuvo información de los años 2005, 2006 y 2007 para un total de 98 registros de traslados realizados en aeronave de ala fija. La tasa de complicaciones fue del 21%, siendo la más frecuente desaturación de oxígeno en el 30%, seguida por paro cardiorrespiratorio en el 20%, hipotensión 10% y shock 10%. La mortalidad fue del 4%, 2 adultos y 2 neonatos.¹³ A parte de este estudio no hay ningún otro estudio en Colombia. No se cuenta con información adicional que caractericé los traslados aeromedicos.

Por lo tanto, Se realizará un estudio retrospectivo descriptivo, con el objetivo de hacer una caracterización epidemiológica de los traslados aéreos en una empresa de Colombia, donde se evalúen diferentes variables demográficas, de morbimortalidad, complicaciones y otras alteraciones asociadas a la modificación fisiológica que implica el vuelo para los pacientes, antes, durante y después del traslado. Además de buscar conocer el impacto que tiene el traslado aéreo de pacientes en zonas de difícil acceso geográfico y con limitación para el acceso a medicina especializada. Con base en estos resultados se busca plantear estrategias para mejorar los estándares del transporte de los pacientes.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Estado del arte y contexto global del traslado aeromédico

2.1.1 En el mundo:

Se ha visto que la mayoría de los viajeros pueden completar sus viajes internacionales con normalidad, incluso ancianos y pacientes con enfermedades crónicas y menos del 0.8% requieren evacuación aeromédica.¹⁴

Múltiples estudios han sido publicados los cuales evalúan el impacto del traslado aeromédico en condiciones médicas específicas, la mayoría de estos estudios solo clasifican por patología o sistema afectado, se ha encontrado que condiciones neurológicas, cardiacas, obstétricas, ortopédicas y quirúrgicas son las que más se benefician del traslado aéreo.⁶⁻¹⁰

El papel del médico ha sido evaluado en los traslados aéreos de pacientes y se ha visto que son efectivos para mantener la estabilidad de los pacientes en condiciones críticas. Aunque la mayoría de estos estudios se ha realizado en escenarios militares, este contexto podría extrapolarse a la aviación civil y traslados civiles. Entre los aspectos médicos más importantes para conocer por parte de los médicos están: conocimientos en fisiología de vuelo en condiciones médicas, limitaciones de oxígeno y uso de medicamentos y suministros en condiciones fisiológicas especiales.^{15,16}

Sand M, et al. en 2010 presentan un trabajo de la epidemiología de evacuaciones aeromédicas internacionales en el que analizan 504 pacientes trasladados, 273 hombres, 231 mujeres, edad media 66 años, los pacientes tenían entre 42 días y 96 años, 480 eran adultos (≥ 18 años; 95%), 24 pacientes eran pediátricos (< 18 años, 5%) y seis pacientes (1%) eran menores de 12 meses. Los diagnósticos más frecuentes fueron: fractura de cadera ($n=74$, 15%), accidente cerebrovascular ($n=69$, 14%), infarto de miocardio ($n=39$, 8%), trauma cráneo encefálico ($n = 38$, 7.5%) y poli trauma ($n = 17$, 3.4%). El 78% de los traslados fueron hechos en ambulancia aérea, el 12% en un asiento de un vuelo comercial y 10% en un compartimento de un avión adaptado con una camilla.¹⁷

También se clasificaron los casos de acuerdo con especialidades las más frecuentes fueron cirugía de trauma ($n = 165$; 32.7%), medicina interna ($n = 123$; 24.4%) y neurología ($n = 73$; 14.5%). Los tres diagnósticos más frecuentes en la población pediátrica fueron meningitis ($n = 5$; 20.9%), trauma cráneo encefálico ($n = 4$; 16.7%), y fractura en extremidad inferior ($n = 2$; 8.4%). Cuando se clasifica las proporciones de grupos de edad por especialidad los pacientes ancianos (>70 años) presentan una proporción mayor para medicina interna (76%)

y neurología (81.4%), los pacientes en edad media (41–70 años) presentan la mayor proporción para psiquiatría (75%). Los pacientes jóvenes (18–40 años) fueron el grupo más grande para ginecología (66.7%), mientras que la proporción más grande de pacientes pediátricos estuvo en casos quirúrgicos (8.6%). La mayoría de los pacientes estuvieron en respiración espontánea ($n = 452$; 89.7%), pero algunos requirieron ventilación controlada por presión ($n = 49$; 9.7%), ventilación sincronizada intermitente mandatoria ($n = 2$; 0.4%) y presión positiva continua de la vía aérea ($n = 1$; 0.2%). En relación con las complicaciones un paciente requirió intubación endotraqueal ($n = 1$; 0.2%) y otro tuvo embolismo pulmonar ($n = 1$; 0.2%).²⁰

Butler WP et al. Publican en 2011 un estudio de evacuación militar entre 2006 y 2008 que evaluó las complicaciones posteriores al vuelo en 2329 pacientes trasladados, con edad media de 24 años, 91.8% masculinos. Se hace un análisis en el que evalúan si la restricción de altitud de cabina tiene alguna influencia en la tasa de complicaciones post vuelo. Es importante señalar que las complicaciones posteriores al vuelo podrían ser resultado del transporte terrestre previo al traslado, la atención clínica previa al traslado, al vuelo por sí mismo, al transporte terrestre posterior al vuelo y a la atención clínica posterior al vuelo.¹¹

Como resultado se han encontrado, complicaciones pulmonares en el 29% de pacientes, en el siguiente orden: Atelectasia en 177 pacientes, derrame pleural en 85, neumotórax en 23, edema pulmonar en 18, embolia pulmonar en 17, aspiración en 13, síndrome de distrés respiratorio agudo en 12, insuficiencia respiratoria aguda en 8 y neumotórax en 7. El 20% de los pacientes tuvieron complicaciones infecciosas, siendo infección por *acinetobacter*, neumonía, infección de heridas y sepsis las más frecuentes. En relación con alteraciones asociadas de resucitación hídrica o transfusional se presentaron un 19% de complicaciones, entre ellas Anemia o pérdida de sangre en 232 pacientes, hipovolemia, hemorragias y reacción transfusional en una menor proporción. Las alteraciones en la coagulación se presentaron en un 18% siendo la más frecuente coagulopatía en 189 pacientes. Las alteraciones gastrointestinales se presentaron en un 4% de pacientes, ortopédicas y renales en el 2% de pacientes; dermatológicas, metabólicas y neurológicas en el 1%; y las cardíacas en menos del 1% presentándose paro cardíaco en 2 pacientes y arritmia mayor en 2 pacientes.¹¹

Al hacer los análisis sugieren que la recomendación de restringir altitud de cabina puede tener un efecto favorable en las tasas de complicaciones posteriores al vuelo y hay una relación inversa entre la tasa de complicaciones y la restricción de altitud de cabina.¹¹

Glatstein M et al, en 2016 revisan las lesiones y enfermedades de niños entre el 2006 y el 2009 que requirieron traslado aéreo de la ciudad de Ho Chi Minh y Hanoi a una unidad de cuidados intensivos, donde se asignaron los pacientes menores de 17 años a uno de dos grupos: los que requieren evacuación aeromédica inmediata en ambulancia aérea y los que la condición permitió una evacuación no urgente por vuelo comercial. Se realizaron 19 evacuaciones médicas internacionales: 5 evacuaciones médicas inmediatas con ambulancia

aérea de estos 3 tenían condiciones que amenazaban la vida: cardiopatía congénita, falla hepática y meningitis. 14 evacuaciones no urgentes fueron en vuelos comerciales. Del total 6 pacientes requirieron oxígeno suplementario y 2 pacientes analgesia durante el traslado.¹⁸

Warner P et al, en 2016 revisaron la seguridad y los desenlaces asociados durante 6 años de traslado aéreo en pacientes pediátricos quemados, se buscaba determinar si existen diferencias cuando se utiliza un grupo experto al cuidado de niños quemados comparado con un grupo de traslado que no era experto, a través de una revisión retrospectiva, desde enero de 2007 hasta enero de 2013, se evaluaron un total un total de 333, de estos traslados 282 fueron en la primera semana de su ingreso hospitalario por quemadura.¹²

Se presentan los resultados para los pacientes que fueron transportados en la primera semana: la edad media fue de 6 años, y el porcentaje de superficie corporal quemado medio fue de 38%. La mitad de los pacientes tenían ventilación mecánica, dos pacientes fueron intubados por el equipo no especializado antes del vuelo.¹²

Los eventos clínicos en vuelo se presentaron en 45 pacientes (16%): 15 pacientes presentaron hipotensión que respondió a líquidos o vasopresores; 15 problemas de las vías respiratorias (uno de ellos fue emesis y los 14 restantes fueron desaturaciones que corrigieron con la colocación de la cánula nasal o aumento en FIO₂); 11 pacientes se agitaron y requirieron sedación y 4 pacientes perdieron acceso intravenoso periférico. Con tres pacientes que tenían acceso intravenoso adicional y un paciente que tenía una quemadura del 1% de área de superficie corporal, la pérdida de las líneas intravenosas periféricas se consideró que no era significativa y por lo tanto no se clasificaba como un evento. Entre otros eventos se mencionan equipos defectuosos, no llegada a tiempo de ambulancia terrestre, cambios en los aeropuertos de destino.¹²

En cuanto a las complicaciones clínicas ocurrieron en 18 pacientes (6,2%) e involucraron auto extubación durante el transporte en ambulancia de un paciente; dificultad respiratoria que requiere intubación al recibo del paciente en dos pacientes, intubación mono bronquial dos pacientes, sobrecarga de volumen en dos pacientes e hipotensión en el recibo en once pacientes. Un paciente con un abdomen abierto no comentado previo a la remisión podría considerarse como una intervención quirúrgica no planificada, un error de comunicación no causó ningún problema en el vuelo. No hubo ninguna muerte en vuelo. Las complicaciones mecánicas / de equipo ocurrieron en dos pacientes. Los tanques de oxígeno se agotaron en un paciente durante un vuelo internacional y un ventilador mecánico no funcionó en otro paciente por lo que requirió ventilación manual.¹²

Cuando se comparan los tipos de grupos de traslado se evidencio que los no especializados, tenían mayores tasas de hipotermia, temperatura <37°C, e hipotensión en la entrega y pasaron menos tiempo en la evaluación inicial del paciente que los grupos especializados en cuidado pediátrico, con una diferencia estadísticamente significativa. También se observó que los grupos no especializados transfirieron pacientes con mayor edad y recorrieron distancias más cortas con los pacientes. Sin embargo, no se observaron diferencias significativas con respecto a la transferencia de pacientes que recibían tratamiento con vasopresores o el número de eventos en vuelo y complicaciones entre ambos grupos.¹²

2.1.1 En Latinoamérica:

En 2001 en México Gonzales y Chavez publican un estudio de revisión en el cual mencionan las diferentes características del traslado aeromédico y se resalta su importancia en el desarrollo de la medicina intensiva, además recalca la importancia de contar con un personal capacitado para la atención de pacientes en condiciones de vuelo.²

En 2007 Hernández y Ramos publican una revisión en la revista mexicana de medicina, este documento hace un breve recuento histórico, menciona los tipos de transporte aeromédico, su correlación con la fisiología y medicina de aviación, los recursos físicos y humanos requeridos, criterios generales, contraindicaciones, preparación del paciente. Con base en esto sugieren la manera más adecuada para realizarlo y cuáles son las implicaciones que se tienen en diferentes ámbitos como seguridad, costo y uso adecuado del traslado aeromédico.¹⁹

2.1.2 En Colombia:

En 2008 se realizó revisión por parte de la universidad industrial de Santander (UIS) con respecto al tema de traslado aéreo donde encontraron grandes limitaciones a la hora de llevar pacientes críticos, puesto que los cambios fisiológicos generados en este transporte no son bien entendidos por la gran mayoría de los profesionales de la salud, lo cual resalta nuevamente la necesidad de tener un personal entrenado para el manejo de pacientes críticos en estos escenarios. Además, se considera que es importante una adecuada valoración y estabilización del paciente antes del vuelo.⁵

En las guías para el manejo de urgencias de 2009 del ministerio de protección social se menciona que para el traslado aéreo el médico debe contar con una capacitación mínima en medicina de aviación de 12 horas.²⁰

Gómez y Fajardo presentan en 2011 un estudio en tres empresas de traslado aéreo en civil en Colombia en los años 2005, 2006 y 2007; el equipo de traslado estaba conformado por médicos generales y personal de enfermería; una empresa hacía traslados con pediatra si la situación lo ameritaba. Se obtuvieron 98 registros de traslados realizados en aeronaves de ala fija, la mayoría de los traslados se realizaron durante el día, no se realizaron operaciones entre las 23:00 horas y las 04:59 horas. El 17% de los traslados fueron por requerimiento de valoración por un especialista. El 17% por necesidad de unidad de cuidados intensivos. Un

60% no se registró causa del traslado. Dos traslados se cancelaron debido a contraindicaciones para el traslado aéreo.¹³

El lugar más frecuente de origen fue Yopal con 26% de los casos, seguido por Cúcuta 17% de los casos y 2% internacional. El destino más frecuente fue Bogotá con el 63% de los casos seguido de Villavicencio con el 8% de los casos [13]. Se trasladaron 49 adultos, 20 menores de 18 años y 26 menores de 28 días. 61% de los traslados fueron masculinos y 38% femeninos. El 90% fueron con médico por la complejidad del traslado, según una escala aplicada 48% de los pacientes estaban moderadamente inestables y 27% inestables.¹³

La tasa de complicaciones fue del 21% de los casos, 44% en neonatos, 14% en adultos y 5% en niños, por tipo de complicación: la más frecuente fue desaturación en el 30%, paro cardiorrespiratorio en el 20%, seguido de hipotensión 10% y shock 10%. La mortalidad fue del 4%, 2 adultos y 2 neonatos.¹³

Se utilizó inotropia en un 46% de pacientes y sedación en un 28% de pacientes. En cuanto al tipo de diagnóstico el más común fue respiratorio un 36%(15 neonatos, 9 niños, 11 adultos), seguido por un diagnóstico traumatológico 15%(13 adultos, 1 niño), cardiovascular 14% (8 neonatos 3 adultos y 2 niños), digestivo 11%(5 adultos, 4 niños y 2 neonatos), neurológico 9% (6 adultos, 2 niños y 1 neonatos), ginecobstetricia 7% (7 adultos), quemaduras 3% (3 adultos), intoxicación 2% (2 niños) y renal 1%(1 adulto).¹³

De acuerdo con las guías básicas de atención médica pre hospitalaria del ministerio de salud y la universidad de Antioquia publicadas en 2012 se enfatiza en la necesidad de un personal que conozca bien los factores diferenciales desde el punto de vista fisiológico, operacional y ambiental a los que podrían estar expuestos ellos y su paciente, así como contar con el equipo adecuado con el fin de realizar una adecuada planificación para el traslado y las posibles complicaciones.²¹

2.2 Historia del traslado aeromédico.

La palabra ambulancia que deriva del francés ambulant (Móvil) + ance (Hospital), es decir un hospital móvil, se dice que este término fue acuñado por los reyes de católicos de España Fernando e Isabel en el siglo XV, a quienes se les atribuye el uso de ambulancias y hospitales de campaña. Sin embargo, desde tiempos bíblicos, se documentan situaciones en las que se buscan trasladar heridos, en caballos mulas o camellos. El término ambulancia aérea, trasladar pacientes en un vehículo aéreo fue usado por Julio Verne en su novela "Robur El Conquistador".²²

Desde 1784 Jean Picot plantea que el traslado en globo puede ser beneficioso para pacientes y que el aire de las alturas podría ser medicinal, después de ver las demostraciones de los

hermanos Mongolfier.^{2,3,5} A fines del siglo XVIII el cirujano francés Jean Dominique Larrey, miembro de los ejércitos napoleónicos, cambio el concepto de ambulancia al convertirla en un vehículo que trasladaba médicos con instrumental al campo de batalla; la denominó ambulancia aérea, pues los equipos médicos trabajaban cerca de la artillería aérea.^{22,23}

Durante la guerra Franco-Prusiana de 1870 a 1871 se han documentado más de 160 heridos trasladados en globo aerostático.^{3,5,22} Los hermanos Wright demostraron la capacidad de una aeronave de volar en 1903 y en 1909 vendieron aeronaves al ejército de EE. UU.⁴ El capitán George Gossman en 1909 construyó un aeroplano para traslado de pacientes, este proyecto no fue exitoso y se accidentó en un vuelo de prueba.^{2,4,5} Gossman and Rhoades, cirujanos del ejército de Estados Unidos presentaron su idea de un programa de traslado aeromédico al departamento de Guerra de EE.UU. de 1910 pero el gobierno negó financiarlo, en 1912 hicieron la recomendación al secretario de guerra, pero tampoco tuvieron éxito.²³

En 1915 está documentado el primer traslado aeromédico de un herido, hecho por ejército francés, en la retirada del ejército Serbio de Albania, fue trasladado del campo de batalla al hospital.^{19,22} Durante la primera guerra mundial en 1917 se trasladaron pacientes en biplano de construcción francesa Dorand AR II, los pacientes heridos eran llevados en una litera en una estrecha cabina de un avión abierto.^{2,5,23}

La Real Fuerza Aérea Inglesa, realiza el primer operativo aeromédico bien planeado 1920, llamado "La expedición Zed", fue en el nordeste de África durante la guerra por territorio musulmán en la frontera con Somalia a bordo de un DH9 (DeHavilland 9) que estaba adaptado para acomodar una camilla en su parte trasera para trasladar heridos desde el campo de batalla hasta una base en la que tenían atención médica.²⁴



Grafica 1. Transferencia de un paciente a la camilla desde la ambulancia aérea DH9.²⁴

En 1928 se diseña en Australia la primera ambulancia aérea que contaba con médico, enfermera y piloto como parte de su tripulación; el primer caso de un civil trasladado por este medio se documenta en 1933 en el reino unido.^{22,25}

Durante la segunda guerra mundial se aumentó el transporte aeromédico, se estima que fueron trasladados alrededor de un millón de pacientes, de sitios de conflicto a EEUU una mortalidad de 4/100000 pacientes.^{2,5} Se implementó el concepto de atención médica durante el transporte. En noviembre de 1942, el Departamento de Guerra comenzó programas para capacitar a los cirujanos de vuelo, enfermeras de vuelo y al personal médico alistado para la evacuación del aire. Tanto los aviones de mono motor como los de gran tamaño fueron usados.²³

Los estudios resultantes de estos traslados encontraron que los pacientes resistieron el transporte aéreo muy bien cuando se entrenó adecuadamente el personal acompañante. A cualquier paciente se le permitía volar si el avión si se mantenía por debajo de una altitud de 3,500 pies, si había dispositivos proveedores de oxígeno y si había personal médico apropiado. Algunos pacientes con mayor riesgo se les hacia triage, excepto cuando las medidas de salvamento disponibles en el hospital de destino no estaban disponibles en el punto de origen.²³

El diseño del primer helicóptero Bell 30 con el que se realiza rescate de dos pescadores en el helado lago Eire data de 1945, En 1950 se autorizan los helicópteros para la evacuación en campos de combate En 1951 y La primera evacuación aeromédica durante la guerra de Corea (1950-1953) el 4 de agosto de 1951 que utiliza un helicóptero Bell 47.^{2,4,22,23,26} También se menciona el uso de Sikorsky UH19b como uno de los helicópteros preferidos.^{3,5} Se estima que en esta guerra se evacuaron cerca de 20.000 pacientes lográndose disminuir la mortalidad del 4.5 muertes/100000 casos en la segunda guerra mundial a 2.5 muertes/100.000 durante las guerras de Corea y Vietnam. Con estos datos se logró demostrar que la evacuación en helicóptero es eficaz y eficiente para disminuir la mortalidad.^{2,4,5,19,22,23}



Grafica 2 Sikorsky R-4(1945) Primer traslado aeromédico helicoportado en abril de 1945.⁴



Grafica 3 Sikorsky S-51 (1951) paciente transportado en un protector que lo protegía del viento.⁴

Desafortunadamente el crecimiento en el transporte militar no fue tan significativo como el civil.²³ Con el surgimiento de los protocolos de resucitación cardiopulmonar: masaje cardiaco y respiración boca a boca, se llevó a que las tripulaciones aeromédicos debían ser entrenados adecuadamente en este tipo de situaciones.^{22,23,25} En 1962 Moiseiev publica en la Unión Soviética un artículo sobre el sistema de atención prehospitalario para pacientes con Shock y falla cardiaca.²² En 1966 nacen las unidades móviles de cuidados intensivos, en los años 70 el traslado materno infantil, en 1985 se documenta la primera terapia trombolítica y en 1991 se documenta el primer traslado de un paciente con ECMO (Extracorporeal membran oxygenation).²²

El primer país que establece un programa de helicópteros para traslado aeromédicos fue Alemania occidental.¹⁹ En marzo de 1970 el departamento de policía del estado de Maryland crea la primera agencia civil para el transporte de pacientes con trauma críticos por helicóptero.^{23,27} En 1972 el hospital San Antonio de Denver, Colorado fue establecido el primer servicio médico de transporte en ala rotatoria para traslado de pacientes, llamado: "Vuelo por la vida".^{19,22,23,27}

Para 1979 hay más de 500 aerotaxis en EE. UU. que realizan trabajo de ambulancia aérea y cerca de 200 que solo lo proveían en Alaska [2]. En 1980 cerca de 32 servicios médicos helicoportados (HEMS: helicopter emergency medical services) con 39 helicópteros en total trasladaron más de 17000 pacientes por año. Para 1990 estos servicios crecieron a 174 con 231 helicópteros transportando cerca de 160.000 pacientes al año.²⁷ Para 1990 existían ya más de 170 programas aeromédicos en EE. UU. [2]. En 2005 se reportan 272 servicios operaban 753 equipos de ala rotatoria (helicópteros) y 150 de ala fija, en 2007 se reportan casi medio millón traslados.²⁷

Además de los servicios creados en EE. UU. Se desarrollaron los servicios de ambulancias aéreas civiles en otros países: Flight Royal Doctor Servicio de Australia, el grupo REGA en Suiza, el grupo de Servicio de Atención Médica de Urgencia SAMU en Francia.²⁸ El

crecimiento del traslado aeromédico ha sido muy amplio tanto en el ámbito militar como civil que aplica tanto a traslado primario desde la escena, como servicios de referencia entre diferentes hospitales.^{19,29}

2.2.1 Marie Marvingt y el desarrollo del traslado aeromédico.

Es crucial contextualizar la historia de Mademoiselle Marie Marvingt, una mujer que se considera la madre del traslado aéreo de pacientes, quien ha sido reconocida como la mujer más importante de Francia desde Juana de Arco". En Francia, tiene calles, gimnasios, escuelas, clubes de vuelo, grupos de scouts e incluso un complejo de apartamentos que llevan su nombre. Aunque para el resto del mundo es poco conocida, a pesar del poco reconocimiento fue la mujer más influyente en el mundo en el desarrollo inicial del traslado aeromédico. Ella perseveró en apoyar este concepto para su época poco viable para su época, por el desinterés público y la abierta oposición del gobierno, el ejército, la aviación y los "expertos" médicos que decía era poco práctico.³⁰

Nacida en 1875, con una niñez complicada, se destacó en todos los deportes que practico pasando la mayor parte del tiempo en los que eran más peligrosos. Fue reconocida rápidamente en toda Francia como una atleta femenina. Durante el período anterior a la guerra, Marie y sus hazañas aparecían con frecuencia en revistas deportivas francesas. Toda la vida trato de cumplir su lema "Savoir Vouloir" (Las cosas son posibles hay que intentar hacerlas). En 1906, fue la primera mujer francesa en nadar de un lado a otro de París a través del Sena. Practico muchos deportes, pero con el alpinismo escalando montañas que ninguna mujer había recalcado antes fue sobresaliente. Fue ciclista, esquiadora. Participo en el tour de Francia en 1908 y completo el recorrido algo realizado por solo 36 de los 114 participantes masculinos iniciales. Para esta época Marie quiso incursionar en la aviación y deseaba ser piloto, Después de entrenar con Blanchet, Bachelard y Barbotte, comenzó a volar globos en 1901, y en 1909 se convirtió en la primera mujer en cruzar el Canal de la Mancha y el Mar del Norte como piloto en su propio globo "L'Etoile Filant" (El tiroteo Estrella). Ganando múltiples premios.³⁰

Enamorada de la aviación de ala fija después de un vuelo con Roger Somer en septiembre de 1909, inicio el entrenamiento de piloto de ala fija y fue en 1910 por haber sido la primera mujer en volar un monoplano. El 8 de noviembre de 1910 se convirtió en la tercera mujer en el mundo en obtener su licencia de piloto. Con más de 900 vuelos, sin accidentes. Aprendió a pilotar un helicóptero a la edad de 80 años.³⁰

Estudió drama, dibujo, escultura, medicina (aunque nunca obtuvo un título en medicina) Cuando no participaba en deportes o aventuras. Una excelente escritora, ganó premios de

poesía y literatura, fue periodista de varios periódicos y revistas regionales francesas y corresponsal de guerra. Era una enfermera totalmente entrenada y asistente de cirugía. Sirvió y entrenó con médicos distinguidos de su época, incluidos el profesor Gaston Michel y el profesor Gauthier de Luxeuil. En varias revistas, fue acreditada por innovaciones y varias patentes en el campo de los equipos quirúrgicos. Se le acredita haber sido ayudante del general DeMooy, el cirujano general holandés cuyo enfoque visionario a la evacuación en el campo de batalla por avión, globo y dirigible llevó a que se le diera el apodo de "Julio Verne de la medicina aeronáutica".³⁰

Patriota y aventurera, Marie se ofreció voluntaria para servir a Francia en la Primera Guerra Mundial como aviadora, pero fue rechazada debido al machismo de la época que no permitía mujeres en combate. En vista de no ser aceptada se unió a la Infantería francesa como soldado común (ocultó su sexo, con la complicidad de un teniente amistoso, y anecdóticamente con la participación directa del mariscal Foch) y sirvió durante un período en el frente de batalla en 1914 Fue identificada como mujer durante una inspección de las tropas detrás de las líneas y fue dada de alta del servicio. Durante toda la guerra, ella sirvió intermitentemente como enfermera de la Cruz Roja, brindando atención a las víctimas de la guerra. Ella sirvió con el Doctor Gauthier en el Hospital Parisien en la Rue Lhomond de Nancy, donde una vez realizaron 27 operaciones en dos noches y un día, sin salir de la sala de operaciones.³⁰

Marie dedico gran parte de su vida a crear un mecanismo que uniría para siempre sus habilidades aeronáuticas, su conocimiento médico y su amor por el ejército francés. Evacuación aeromédico, "l'aviation sanitaire". Marie fue una de las primeras en plantear públicamente el uso de aviones con fines médicos, y pasó gran parte de su larga vida, argumentando y convenciendo a las comunidades médicas, militares y civiles de la necesidad y la seguridad de las ambulancias aéreas. Después de sus primeros años en la aviación, no veía la aviación simplemente como un deporte, vio en esta un medio para ayudar a la humanidad. En 1910, vio el avión como el medio ideal para transportar heridos militares, y comenzó los esfuerzos para convencer al ejército francés de crear una sucursal de aviación médica, equipada con aviones que pudieran transportar enfermeras, material quirúrgico y brindar cuidado en vuelo.³⁰



Grafica 4 Pintura de Emile Friant de Marie y su propuesta de ambulancia aérea (1914).³⁰

Después de muchos proyectos infructuosos entre 1910 y 1916, en después de una 1917 tras una alianza con el Dr. Eugene Chassaing, finalmente pudo convencer al gobierno francés de que le permitiera probar el concepto de la ambulancia aérea, convirtiendo un antiguo Dorand AR-II en la primera ambulancia aérea documentada. Algunas autoridades describen dos o tres evacuaciones reales llevadas a cabo.³⁰

En las guerras coloniales francesas de la década de 1920 se evidencio el uso real de amplios sistemas de evacuación aérea, quedando clara la utilidad del avión ambulancia, no solo para los militares, sino también para la población civil, especialmente en las colonias remotas. Marie comenzó una gira mundial de conferencias de "publicidad" para popularizar el concepto, un esfuerzo que continuaría durante el resto de su vida. Se le acredita haber dictado entre 3000 y 6000 conferencias en todo el mundo sobre este tema. En 1929, ayudó a Richet, Charlet y Chassaing, junto con otros a organizar y dirigir el primer Congreso Internacional de Aviación Médica. Que tuvo delegados de 41 países. Su sueño de 1910 se estaba convirtiendo lentamente en realidad, pero sentía que todavía había mucho por hacer, especialmente en el mundo civil. Junto con Robert Charlet, fundó "Les Amies DeL'Aviation Sanitaire" (Amigos de la Aviación Médica), del cual fue vicepresidente.³⁰

Durante muchos años, este grupo publicó una revista titulada "L'Avion Sanitaire", que se convirtió en un punto de reunión para aquellos en todo el mundo, que apoyaron la causa. Aunque no ocupó un cargo editorial oficial en la revista, la experiencia de Marie como corresponsal y columnista es evidente a lo largo de su vida. En los años 30, Marie continuó su ronda de conferencias, que abarcaba no solo Francia y sus colonias norteafricanas, pero gran parte de las más grandes de Europa, América del Norte y América del Sur, el continente indio y el África subsahariana. Al mismo tiempo, también impartió conferencias sobre temas no aeromédicos, tales como sus viajes y hazañas. Desarrolló el concepto para el establecimiento de una organización civil de evacuación aeromédica en Túnez, que se retomó por Robert Charlet a fines de 1932. Este concepto innovador fue dilucidado por Marie en un momento en que el gobernador francés de Túnez tenía solo un avión disponible, que estaba reservado para el uso del Ejército. El mariscal Pétain dijo en 1931 que: "Los hombres han hecho del avión una gran actividad deportiva, comercial y de guerra. Mademoiselle Marvingt ha emprendido la más magnífica de las cruzadas: la de hacer que sirva a la causa de la caridad, la aviación médica está llamada a ofrecer un gran servicio ".³⁰

Para este mismo año, reconociendo que las capacidades aviones médicos existentes eran aun rudimentaria y la necesidad de hacerlos tener una mejor capacidad de rendimiento creó el Desafío Capitaine-E'cheman, El objetivo de la competencia era alentar iniciativas técnicas en el área de la aviación médica, y se debía otorgar el premio por el mejor uso de la ambulancia aérea. La primera competencia se celebró a fines de 1931. La segunda competencia se llevó a cabo juntamente con la Segunda Conferencia Internacional de Aviación Médica en Madrid (1-5 de junio de 1933). Aquí se reconoció que para una adecuada

evacuación aeromédico era necesaria disponibilidad de asistentes médicos capacitados, Marie trabajó en el desarrollo de cursos de capacitación. A principios de la década de 1930, ella desarrolló y ayudó en la organización de cursos para la capacitación de enfermeras y pilotos para tareas aeromédicas. Bajo los auspicios del Aero Club de Francia, el "Cuerpo de Infantes de Guerra" fue fundado en 1932 bajo el liderazgo de Madame de Noailles y Madame de Vendeuve. Marie colaboró en el desarrollo del programa de capacitación, incluida la teoría y la práctica de la enfermería de vuelo y fisiología de vuelo. Este curso de capacitación comenzó en 1934 y se graduó en la primera clase en 1935, de la cual Marie fue la primera en recibir su diploma. Participó en otras actividades de capacitación médica durante muchos años después. Más tarde, en junio de 1937, el cuerpo se expandió bajo el patrocinio de la Cruz Roja Francesa para convertirse en la "Amicale des Infirmières, Pilotes, et des Secouristes del 'ir" (IPSA). El IPSA tenía, entre sus funciones, entrenar y licenciar enfermeras de vuelo.³⁰

Reconociendo sus capacidades y experiencia en el área de la evacuación médica, en 1934 el ejército francés le pidió que estableciera un programa de ambulancia aeromédica en Marruecos, que entonces era una colonia francesa. Estableció "L'Aviation Sanitaire Civil" (de la que fue proclamada Presidenta Fundadora) y fue galardonada con la medalla de la paz de Marruecos. En la Segunda Guerra Mundial, durante la cual ella, sirvió de nuevo como enfermera quirúrgica la evacuación aeromédica fue utilizada por casi todas las naciones que participaron en la guerra para el transporte de millones de heridos. Después de la guerra, Marie continuó su serie de conferencias, principalmente en el norte de África. Pudiendo ver de nuevo los resultados de su trabajo, tanto en el ámbito militar y el civil (después del terremoto en Orleanville, Argelia en 1954).³⁰

Su papel importante en el desarrollo de la aviación médica fue reconocido por la Federación Nacional de Aeronáutica de Francia el 30 de enero de 1955, Al recibir una de sus muchas condecoraciones por su trabajo en el desarrollo de ambulancias aéreas ella declaró "Si le hemos dado alas al mundo, tenemos la obligación de garantizar que sean las alas de Paloma de la paz". Murió en 1963 a la edad de 88 años, la mujer más condecorada de la historia de Francia, con más de 34 medallas y decoraciones. En su tumba en Nancy, Francia, se lee "la fundadora de la medicina de aviación".³⁰

2.2.2 Historia y contexto local de SARPA

Servicios Aéreos Panamericanos, SARPA SAS es una empresa Colombiana que nace en 1980 con una amplia experiencia en la operación y administración de sistemas de ala fija y ala rotativa, cuenta con dos bases ubicadas en la ciudad de Medellín y Bogotá, desde las cuales desarrolla toda su operación para dar cobertura a nivel nacional e internacional. Estas

sedes cuentan con todo el recurso humano capacitado, los equipos técnicos pertinentes y las garantías de seguridad necesarias para cumplir con todos los requerimientos de la operación.

Sarpa en el 2001 inicia el primer sistema de ambulancias aéreas formal en Colombia, contribuyendo con la accesibilidad de los pacientes al sistema de salud, apoyando la exportación de servicios médicos en Colombia y brindado por primera vez, la oportunidad del traslado por vía aérea de pacientes críticos en el país. De esta manera se convirtió en la primera entidad colombiana certificada por la Autoridad Aeronáutica (2006) y habilitados como institución prestadora de servicios de salud por el ministerio de protección social (2008), para el traslado de pacientes previamente regulados por el sistema de salud con certificado de operación en transporte especial bajo la modalidad de ambulancia aérea.

Con el interés de mejorar sus estándares a nivel internacional, en el año 2012 la empresa comienza el proceso de acreditación bajo estándares especializados en traslado aéreo medicalizado, proceso en el cual obtuvo la categoría de "Full accreditation Special Care" por parte del European Aeromedical Institute (EURAMI) en el año 2013 y actualmente re acreditado en las 3 categorías: "Adult, Pediatric and Neonatal Critical Care" hasta el año 2020. Sarpa se encuentra nominada en la categoría como mejor compañía del año de ambulancias aéreas a nivel mundial, en los premios ITIJ en donde celebran la excelencia y la innovación en todos los sectores de la industria global de seguros de viaje y salud.³¹

En relación con su plataforma biomédica, la institución cuenta con equipos de última tecnología para el traslado Aeromédico y bajo su programa de tecnovigilancia y renovación tecnológica incorporaron en sus ambulancias ventiladores Hamilton T1 con capacidad adulta, pediátrica y neonatal y Monitores Zoll X series; desarrolló e implementó un software a la medida para sus procesos operacionales y administrativos, que permite integrar todos los componentes para el seguimiento de la seguridad del paciente y su articulación con la gestión de SMS (Safety, management systems) de la compañía.

De otro lado y con el objetivo de fomentar la formación continua del personal y el desarrollo de investigación en el sector, la empresa mantiene alianzas clínico científicas con hospitales de la máxima complejidad en el país, para la implementación del traslado de pacientes con ECMO y Balón de Contra Pulsación Aortica, además de la colaboración docencia-servicio con universidades acreditadas en las áreas de medicina aeroespacial, atención prehospitalaria, regencia farmacéutica e ingeniería biomédica.

En su programa de ambulancia aérea y durante estos años de crecimiento, la institución ha trasladado más de 10.000 pacientes de países de Centro, Sur América y el Caribe, como Aruba, Curaçao, San Marteen, Costa Rica, Venezuela, Perú, Ecuador y Panamá, Bolivia, Argentina, Brasil y Colombia entre otros, de los cuales se trasladan pacientes en los que el 80% de ellos se encuentran críticamente enfermos y lugares en los que cada vez la empresa amplía su cobertura y portafolio de servicios, ofertando hoy en día el acompañamiento médico en vuelos comerciales, rutas de la salud para programas corporativos y transporte de órganos o equipos médicos de rescate.³²

Finalmente Sarpa ha mantenido todo este servicio gracias a que cuenta con un modelo de gestión de calidad y seguimiento al riesgo clínico, basado en 10 estándares de construcción propia que se han moldeado desde el año 2007 y que se mantienen en continua actualización. Cuenta con 6 comités internos al proceso, que trabajan y son garantes de calidad y cuya gestión se mide a través de indicadores clínicos entre los que se encuentran principalmente: mortalidad en vuelo 0%, satisfacción global del cliente 98.5%, proporción de vigilancia de eventos adversos 100%, incidencia de eventos adversos 0.8%, reacciones medicamentosas del 0% y cumplimiento de prevención de infecciones del 99.5%, adherencia a guías y protocolos 97%.³³

2.3 Fisiología del traslado aeromédico:

2.3.1 Atmosfera

La evolución de los seres humanos ha surgido en el mar y en la tierra es por esto por lo que existen muy pocos mecanismos compensatorios para mantener una homeostasis normal cuando se somete a los retos fisiológicos que implican las grandes altitudes. La atmósfera de la Tierra está compuesta de diferentes capas de componentes gaseosos, donde hay presiones parciales variables y cambios de temperatura que tienen varios efectos fisiológicos en pacientes y tripulaciones de vuelo. Es crucial para el médico que el personal que realiza traslado aéreo conozca estos cambios pues esto permitirá anticipar y prepararse para trastornos fisiológicos adicionales en pacientes ya inestables.³⁴

2.3.2 Composición de la atmósfera

La atmósfera es un ambiente compuesto de concentraciones variables de gases en diferentes capas alrededor de la Tierra. Se extiende desde el nivel del mar hasta aproximadamente 1200 millas (2000km). La atmósfera de la tierra tiene 2 componentes gaseosos primarios: 78,08% de nitrógeno y 20,95% de oxígeno. En menor concentración se incluyen 1.25% de vapor de agua, 0.93% de argón, 0.04% de dióxido de carbono y rastros de hidrógeno y helio. Estas concentraciones se mantienen hasta aproximadamente 70000 pies (ft) (24000 metros) sobre el nivel del mar.³⁴

La presión atmosférica, se usa para describir la presión es decir la fuerza ejercida por la atmósfera en cualquier punto dado. Al nivel del mar, la presión atmosférica es de 760 mmHg (1 atm). A medida que aumenta la altitud, la presión atmosférica disminuye. Una disminución de la presión atmosférica reduce la presión parcial alveolar de oxígeno. Según la ecuación de gas alveolar:

$$pA_{O_2} = F_{I_{O_2}}(P_{ATM} - P_{H_2O}) - p_{a_{CO_2}}/RQ$$

Donde pA_{O_2} es la presión parcial de oxígeno alveolar, $F_{I_{O_2}}$ es la fracción de oxígeno inspirado, P_{ATM} es la presión atmosférica, P_{H_2O} es la presión parcial de vapor de agua, y $p_{a_{CO_2}}$ es la presión parcial del dióxido de carbono y RQ es el cociente respiratorio; para la mayoría de las condiciones, se estima que el RQ es 0,8. Debido a que la difusión del oxígeno a través de la membrana alveolar-capilar se basa en gradientes de presión, una reducción en la presión de oxígeno alveolar disponible disminuye el contenido de oxígeno arterial y puede afectar la función celular.³⁴

2.3.3 Zonas fisiológicas

La atmósfera también puede ser descrita por la presión parcial de los gases y los efectos fisiológicos impartidos en el cuerpo humano. Se puede dividir en 3 zonas fisiológicas según estos cambios. La primera: zona fisiológica eficiente, que se extiende desde el nivel del mar hasta aproximadamente 12500 pies. Aunque hay una reducción en la presión atmosférica, solo se producen alteraciones menores en el intercambio de gases y la oxigenación en las zonas más altas de esta zona.

Uno de los principales cambios que se evidencian en esta zona es la expansión de gases de acuerdo con la ley de Boyle: A medida que se reducen la presión las moléculas de gas se alejan más una de la otra, lo que da como resultado una expansión del gas con una densidad reducida. El fenómeno de expansión de gases puede causar molestias leves y se manifiesta como un dolor leve en el oído medio, los senos nasales o el tracto gastrointestinal, pero puede tener implicaciones significativas para el transporte de niños críticamente enfermos. En particular, los dispositivos que dependen de los manguitos inflados, tales como los tubos endotraqueales, las vías respiratorias con máscara laríngea y las sondas vesicales, generalmente se extienden más allá de las presiones de insuflación deseadas, lo que puede dar como resultado un trauma iatrogénico. Además, los pacientes con neumotórax, neumomediastino o cualquier otra afección con aire intratorácico o abdominal resultante requieren dispositivos de drenaje apropiados para prevenir los efectos de la expansión de gases.³⁵

La segunda zona es la zona fisiológica deficiente. Hay una reducción significativa tanto de la presión atmosférica como de la temperatura, lo que da como resultado un deterioro profundo de la función fisiológica normal sin intervención inmediata o uso de equipo de protección.

Además, esta es la zona donde ocurre la mayoría de la aviación comercial con cabinas típicamente presurizadas a aproximadamente 7000 pies para contrarrestar los efectos de la baja presión atmosférica.³⁵

La zona equivalente espacial se extiende desde aproximadamente 500 a 1000 millas sobre el nivel del mar. Temperaturas extremadamente bajas y bajas presiones hacen que esta zona sea incompatible con vida sin una atmósfera artificial. Los sesenta y tres mil pies sobre el nivel del mar se conocen como la línea de Armstrong. La presión atmosférica en esta altitud es de aproximadamente 47 mm Hg, que es equivalente a la presión parcial del agua en el cuerpo humano. A esta presión, el agua dentro del cuerpo se convierte en vapor, lo que hace que se presente el fenómeno de ebullición.³⁵

Tabla 2 Zonas fisiológicas de la atmósfera terrestre.³⁵

| Zona | Altitud | Presión | Característica |
|------------------------------------|---------------------------|--------------|---|
| Zona fisiológica eficiente | Nivel del mar a 12.500 ft | 760-523 mmHg | Mínimos problemas por el gas atrapado en cavidades, trompa de Eustaquio, los senos paranasales y el tracto gastrointestinal. Mareos, dolor de cabeza y fatiga si se expone prolongadamente. |
| Zona fisiológica deficiente | 12.500-50.000 ft | 523-87 mmHg | Se presenta hipoxia y enfermedad descompresiva. |
| Zona equivalente al espacio | Mayor a 50.000 ft | 87-0 mmHg | Se requiere un entorno presurizado para la supervivencia. "Línea de Armstrong" |

2.3.4 Leyes de los gases

En el entorno del traslado aeromédico es importante comprender las leyes de los gases para anticipar posibles complicaciones asociadas a esto.

Ley de Dalton: Establece que la presión total de una mezcla de gases es igual a la suma de las presiones parciales de cada gas presente en la mezcla:

$$P_{\text{total}}: P_1 + P_2 + P_n$$

Donde P_{total} es la presión total, P_1 es la presión del primer gas, P_2 es la presión del segundo gas, y así sucesivamente. A medida que una aeronave despresurizada gana altitud, la presión atmosférica total y cada una de las presiones parciales que comprende la presión atmosférica total disminuyen. Durante el vuelo debido a las alturas que se manejan, presurizar la cabina

y agregar oxígeno son 2 maneras de contrarrestar la hipoxia experimentada debido a la menor presión parcial de oxígeno.

Ley de Boyle: Establece que el volumen de un gas es inversamente proporcional a su presión a temperatura constante:

$$P_1V_1 = P_2V_2 \text{ o } P_1 / V_2 = P_2 / V_1$$

Donde P1 es la presión de un gas y V1 es el volumen. Esta ley explica porque los gases se expanden y contraen en las cavidades del cuerpo a medida que los pacientes ascienden y descienden respectivamente.³⁵

Ley de Henry: dice que la cantidad de gas disuelto en una solución a una temperatura determinada varía directamente con la presión de ese gas sobre la solución:

$$C = k_H * P_{\text{gas}}$$

Donde C es la solubilidad del gas, k_H es la de la ley de Henry para ese gas y P_{gas} es la presión de ese gas. La ley de Henry explica la enfermedad descompresiva, conocida como "bends". De manera similar a los buzos, pacientes pueden enfermedad descompresiva a medida que la altitud de un avión aumenta rápidamente. La presión ejercida sobre los ocupantes disminuirá y el nitrógeno puede salir de la solución (es decir, el plasma). Sin embargo, esto no suele ser un problema en las cabinas presurizadas.

2.3.5 Cambios en la presión atmosférica

El modo de transporte que se utiliza para trasladar pacientes por aire está determinado por factores como: la gravedad de la enfermedad, la distancia de viaje, la disponibilidad del vehículo las necesidades de personal, el clima, operación y costo .

Específicamente, para abordar el transporte aeromédico, las aeronaves de ala fija permiten el transporte rápido a largas distancias, aunque pueden tener retos fisiológicos potenciales como resultado de la necesidad de crear una atmósfera artificial en la cabina. La presión barométrica en una cabina presurizada es mayor a la existente en altura de crucero y es significativamente mas baja que al nivel del mar. Los efectos del vuelo y la altura en el ser humano se conocen desde los primeros vuelos tripulados en globo en el siglo IX.^{34,36}

Tanto el transporte aéreo comercial como el aeromédico de ala fija han utilizado 8000 pies como máxima altitud de cabina para la presurización, para asegurar una presión parcial de oxígeno alveolar adecuada para una oxigenación tisular apropiada en personas sanas. Investigaciones previas han demostrado que, en los viajes aéreos prolongados en aerolíneas

comerciales con presión de cabina estándar en pacientes sanos, se presentaban disminuciones de saturación significativas debido a la presión parcial de oxígeno reducida en la cabina.^{34,37} Este efecto de la desaturación es más marcado en los niños.³⁸ La mayoría de las aeronaves de ala rotatoria, tienen cabinas no presurizadas que resultan en presiones de cabina idénticas a su altitud de crucero. Los cambios fisiológicos debidos a cambios en la altitud pueden ser similares a los de una aeronave de ala fija porque la mayoría de los helicópteros tienen techos operacionales similares a la altitud de cabina de una cabina comercial presurizada, aunque los cambios de altura pueden producir síntomas.

Tabla 3 Cambios fisiológicos con la altitud.^{39,40}

| Altitud (ft) | Presión (mmhg) | PO ₂ Alveolar FIO ₂ 21% | PO ₂ Alveolar FIO ₂ 100% | Expansión de gases (%) | Temperatura estándar (°C) | Consideración aeromedica |
|--------------|----------------|---|--|------------------------|---------------------------|--|
| 0 | 760 | 103 | 663 | 0 | 15 | |
| 1000 | 733 | 98 | 636 | 3,6 | 13 | Altitud mínima para transferencias en helicópteros |
| 2000 | 706 | 94 | 609 | 8 | 11 | Altitud ideal para vuelos en helicópteros sobre el nivel del mar |
| 3000 | 681 | 89 | 584 | 12 | 9 | Altitud de cabina ideal para vuelos ambulancia en turboprop |
| 4000 | 656 | 85 | 559 | 16 | 7 | Altitud de cabina estándar para vuelos ambulancia en aviones Jet |
| 7000 | 586 | 73 | 489 | 29 | 1 | Techo máximo de operación en helicópteros |
| 10.000 | 523 | 61 | 426 | 45 | -5 | Hipoxia en individuos no aclimatados |
| 15.000 | 429 | 45 | 332 | 77 | -14,5 | Altitud límite de operación de turboprop |
| 20.000 | 349 | 34 | 252 | 117 | -24,5 | |
| 25.000 | 282 | 30 | 185 | 170 | -34 | |
| 40.000 | 141 | 10 | 61 | 439 | -56 | Techo máximo de operación de Jet |

Además, el ascenso rápido puede causar síntomas disbaricos asociados a los cambios de presión en las cavidades corporales que tienen aire, como el oído medio, los senos paranasales y los intestinos.⁴¹

Se ha demostrado que a alturas mayores de 5000 pies se disminuye la oxigenación cerebral significativamente.⁴² Se ha visto también que pilotos sanos experimentaron disminuciones en su saturación de oxígeno y oxigenación cerebral cuando la cabina se despresurizo repentinamente.^{37,43}

2.3.6 Contramedidas en los cambios de presión atmosférica

Como se ha mencionado previamente los gases se expanden a medida que se aumenta de altura. Por ejemplo, 100 ml al nivel del mar se expanden a 130 ml a 6000 pies y a 400 ml a

32800 pies. Cuando esto ocurre dentro de las cavidades del cuerpo, como el espacio pleural, el intestino o el oído medio, las consecuencias pueden ser severas en ciertas poblaciones. Este fenómeno se denomina disbarismo, es decir el síndrome resultante de los cambios de los gases en el cuerpo.⁴⁴

Estos efectos sobre el volumen de los gases se presentan tanto en ascenso como descenso, pudiendo tener repercusiones en ambas fases. Cuando ocurre una víscera hueca y los senos nasales, un paciente puede experimentar dolor, otras manifestaciones de obstrucción o ruptura del tejido. Para pacientes con enfermedades que alteran el flujo de aire de la trompa de Eustaquio o los niños, se debe indicar que tomen líquidos o realizar maniobras de Valsalva si la condición lo permite.³

El aire gastrointestinal también aumenta durante el ascenso. El tracto gastrointestinal contiene aproximadamente 1000 ml de gas, la mayoría en el estómago e intestino grueso. Esto requiere la colocación o apertura de dispositivos de drenaje incluyendo: Sondas naso/oro gástricas, tubos de gastrostomía o drenajes quirúrgicos en pacientes con distensión previa al traslado. Además, los dispositivos e invasiones colocados para apoyar a pacientes críticamente enfermos deben ser cuidadosamente monitoreados, tubos endotraqueales con neumotaponador, sondas Foley y máscaras laríngeas.^{46,46} Si es posible, los brazaletes de tensiómetros y dispositivos inflados debe desinflarse antes del despegue o monitorizar su presión con manómetros y se debe monitorizar posteriormente en todo el traslado, e inflar y desinflar según presiones, para evitar lesiones asociadas a las altas presiones que se pueden alcanzar con los cambios de altitud principalmente en tubos endotraqueales. Si la medición no es posible, los neumotaponadores deben llenarse con solución salina o agua antes de la salida porque los líquidos no se expanden.³

Los cambios de presión también pueden hacer que los neumotórax aparentemente insignificantes evolucionen hacia lesiones ocupantes significativas que causan inestabilidad hemodinámica, especialmente en un niño inestable. Los tubos de tórax deben colocarse antes de la salida en pacientes con neumotórax, y todos los equipos deben llevar kits de toracentesis con aguja para la descompresión rápida en altitud. Los pacientes con otros síndromes de atrapamiento de aire que no pueden ser evacuados antes del traslado se deberían trasladar a altitudes más bajas o con presiones de cabina cercanas a 1 atmósfera, para evitar la expansión del aire atrapado o el empeoramiento de los síntomas. Se debe tener especial acatamiento de esta recomendación en pacientes con neumoencéfalo para prevenir la progresión de este y la herniación, aunque un estudio demostró que no hay deterioro, el diseño retrospectivo y la falta de pruebas objetivas hace que sus resultados no sean concluyentes.^{47,48}

Los cambios en la presión atmosférica podrían afectar la microvasculatura dando lugar a un tercer espacio, estos cambios generalmente se encuentran en exposición prolongada a la altura y no durante las exposiciones relativamente cortas del traslado aeromédico. Sin embargo, es prudente permanecer alerta cuando se evalúan los cambios de signos vitales, como la taquicardia, la hipotensión o la caída del gasto urinario. Ciertas poblaciones de

pacientes propensas a la fuga capilar pueden requerir mayor soporte vasoactivo o líquidos intravenosos adicionales.³

2.3.7 Fuerzas gravitacionales

Los pacientes críticamente enfermos con inestabilidad hemodinámica son susceptibles a los cambios en las fuerzas de gravedad ejercidas durante el traslado aéreo. En un paciente en decúbito supino con la cabeza colocada hacia la nariz del avión, las fuerzas gravitatorias positivas pueden provocar una acumulación venosa de sangre en las extremidades inferiores durante el ascenso.^{34,39} Tal acumulación puede perjudicar el retorno venoso y comprometer aún más el gasto cardíaco en determinadas circunstancias. Se ha demostrado que la presión positiva de las vías respiratorias puede exacerbar los efectos de estas fuerzas. Sin embargo, colocar al paciente en posición perpendicular o con la cabeza del paciente en la parte trasera del avión puede reducir estos efectos.⁴⁴ Otros autores han sugerido que el posicionamiento del paciente también puede contribuir a elevar o reducir la presión intracraneal durante el transporte aéreo.⁴⁹

2.3.8 Monitoreo en vuelo

El ambiente dinámico del transporte aeromédico hace que la evaluación clínica sea desafiante. La auscultación del tórax y el abdomen puede verse afectada por el ruido y la vibración. La monitorización cardiorrespiratoria y la oximetría de pulso pueden ser poco fiables debido a un artefacto de movimiento. El equipo de monitoreo debe tener una batería de respaldo que funcione, que se carga durante el vuelo, Se pueden utilizar elementos de monitoria estándar para toma de presión arterial no invasiva. Los médicos militares han demostrado que, además de la monitorización cardiorrespiratoria estándar, otros dispositivos como la capnografía, glucómetros y los analizadores i-STAT® de laboratorios Abbott, son importantes para ayudar a identificar trastornos corregibles durante el transporte.⁵⁰

Monitorización del dióxido de carbono: Capnografía y End Tidal CO₂.

El término capnógrafo se refiere a la medición no invasiva de la presión parcial del dióxido de carbono (CO₂) en el aliento exhalado expresado como la concentración de CO₂ a lo largo del tiempo. La relación de la concentración de CO₂ en el tiempo se representa gráficamente mediante la forma de onda de CO₂. Los cambios en la forma del capnograma son diagnósticos de diferentes patologías, mientras que los cambios en el CO₂ al final de la

expiración (EtCO_2), (del inglés *End tidal CO₂*) pueden utilizarse para evaluar la gravedad de la enfermedad y la respuesta al tratamiento además de tener una buena correlación con la PaCO_2 (Presión arterial de CO_2). La capnografía es el indicador más confiable de que se coloca un tubo endotraqueal en la tráquea después de la intubación para evaluar respuesta ventilatoria. La capnografía proporciona información instantánea sobre la ventilación (la eficacia de la eliminación del CO_2 por el sistema pulmonar), la perfusión (la eficacia con la que se transporta el CO_2 a través del sistema vascular) y el metabolismo (qué tan eficazmente se produce el CO_2 por el metabolismo celular).⁵¹

La capnografía cuantitativa usa radiación infrarroja para realizar mediciones. Las moléculas de CO_2 absorben radiación infrarroja a una longitud de onda muy específica (4.26 μm), y la cantidad de radiación absorbida tiene una relación casi exponencial con la concentración de CO_2 presente en la muestra de aliento.⁵¹ Los valores normales están entre 35 y 45mmHg y son los valores de referencia usados en esta investigación.

i-STAT[®]

El dispositivo ISTAT[®] es una computadora de mano que acelera el proceso de toma de decisiones en atención a pacientes con un sistema que hace que las pruebas en el paciente sean rápidas, fáciles y precisas. Es un sistema de análisis de sangre que brinda a los profesionales de la salud la información que necesitan para tomar decisiones de tratamiento rápido, lo que puede conducir a una mejor calidad de atención y una mejor eficiencia del sistema, es fácil de usar: insertar 2 o 3 gotas de sangre en el cartucho, insertar el cartucho en la computadora de mano y luego ver resultados de la prueba en tan solo 2 minutos para la mayoría de los cartuchos. Permiten hacer mediciones de gasometría arterial, hemoglobina, hematocrito y electrolitos.⁵²

Presión del neumotaponador en pacientes con intubación orotraqueal.}

Los pacientes que reciben ventilación mecánica requieren atención especial a la presión del neumotaponador de los tubos endotraqueales, para evitar comprometer la circulación de la mucosa traqueal. El flujo sanguíneo de la mucosa traqueal en humanos se ha visto comprometido a presiones superiores a 30 cm H_2O , con el cese de la circulación sobre los anillos traqueales y la valva traqueal posterior una presión de 50 cm H_2O (presión de perfusión crítica). La presión del neumotaponador se eleva a medida que aumenta la altura según la ley de Boyle, cuando el llenado con líquido no hay un cambio significativo en la presión .^{53,54}

En el uso clínico estándar se llena el neumotaponador de la tráquea con suficiente aire para evitar cualquier fuga de aire en el y el ideal es sostener unas presiones que permitan evitar las fugas pero que no lesionen los tejidos de la tráquea.⁵⁵

En un estudio de presiones in vivo del neumotaponador en el que a 10 pacientes en tierra se dejaban con 22 cm de H_2O se midió cual era la presión a 3000 ft de altura y se encontró una

presión media 45,4 cm H₂O habiendo una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.0001$).⁵⁵ Este valor es muy cercano a la presión de perfusión crítica, por ende, es importante realizar mediciones constantes para evitar superar los niveles de presión de normalidad y evitar lesiones adicionales, así como tener un valor muy bajo que permita la fuga de aire.

2.3.9 Medicamentos

Dada la naturaleza impredecible del transporte aeromédico, los equipos deben tener disponibilidad completa de medicamentos que puedan resolverlos. Desafortunadamente, los límites espacio de la cabina se convierten en el factor limitante. Los medicamentos inotrópicos y vasoactivos son importantes, en el caso de que se experimenten cambios hemodinámicos en altitud. La sedación y analgesia pueden ser útiles para un transporte seguro. Al reducir la ansiedad se disminuye la demanda metabólica. Además, evitará que el paciente inestable se deteriore aún más pueda alcanzar y retirar los dispositivos críticos de acceso o monitoreo. Finalmente, la relajación muscular puede ser necesaria cuando se transporta a pacientes ventilados mecánicamente. En la tabla 4 se mencionan los medicamentos que se recomiendan hagan parte del botiquín del grupo de TA.

Tabla 4 Lista de medicamentos recomendados para el traslado aeromédico.¹

| | | |
|------------------------|----------------|---------------------------|
| Acetaminofén | Adenosina | Albúmina (5%) |
| Albuterol | Amiodarona | Amoxicilina / clavulánico |
| Aspirina | Atropina | Cloruro de calcio |
| Cefazolina | Ceftriaxona | Clindamicina |
| Dexametasona | Diazepam | Digoxina |
| Diltiazem | Difenhidramina | Dobutamina |
| Dopamina | Enoxaparina | Epinefrina |
| Etomidato | Fentanil | Flumazenil |
| Furosemida | Gentamicina | Glucagon |
| Haloperidol | Heparina | Ipratropio |
| Ketorolaco | Labetalol | Lamivudina-zidovudina |
| Levofloxacina | Lidocaína | Sulfato de magnesio |
| Manitol | Meperidina | Metilprednisolona |
| Metoclopramida | Metoprolol | Midazolam |
| Morfina | Naloxona | Nitroglicerina |
| Nitroglicerina | Norepineprina | Oximetazolina |
| Fenilefrina | Fenitoina | Piperacilina-tazobactam |
| Cloruro de potasio | Procainamida | Prometazina |
| Propofol | Epinefrina | Bicarbonato de Sodio |
| Nitroprusiato de Sodio | Succinilcolina | Vancomicina |
| Vasopresina | Vecuronio | Prostaglandina |

2.3.10 Hipoxia / hipoxemia.

La hipoxia es un estado de deficiencia de oxígeno en la sangre (hipoxemia), tejidos o células, que provoca el deterioro de las funciones corporales. La respuesta fisiológica a la disminución del contenido de oxígeno arterial es la hiperventilación inducida por los mecanismos compensadores de hipoxia, con el objetivo principal de aumentar la ventilación minuto. El aumento del gasto cardíaco, principalmente a través de taquicardia, intenta compensar cualquier hipoxia o hipoxemia residual. El desarrollo de la hipoxia suele ser sutil en la mayoría de los casos y puede abordarse fácilmente en la mayoría de los casos. De acuerdo con la ecuación del gas alveolar, la fracción inspirada de oxígeno inspirado se puede aumentar para aumentar la presión alveolar de oxígeno. En pacientes con ventilación mecánica, se podría aumentar la presión positiva al final de la espiración para aumentar la oxigenación. Estas opciones se deben analizar idealmente antes del transporte aéreo, especialmente en pacientes hipóxicos que tienen niveles máximos de fracción inspiratoria de oxígeno.³⁴

2.3.11 Vibración y ruido:

Tanto en el ala rotatoria como en el ala fija tienen problemas relacionados con el ruido excesivo y la vibración durante el transporte. Estos aspectos del vuelo afectan directamente al cuidado de los pacientes y crean un entorno de trabajo potencialmente estresante para las tripulaciones de vuelo. Estos niveles de ruido y vibración pueden generar problemas auditivos en las tripulaciones, por lo cual se necesitan medidas de mitigación y prevención para evitar la pérdida auditiva asociada al ruido.⁵⁶ En cuanto al traslado de pacientes el ruido significativo en la cabina puede impedir una auscultación adecuada y hacer que los hallazgos sutiles del examen físico, como el uso de músculos accesorios, la frecuencia respiratoria, la inflamación nasal y el llenado capilar, que son cruciales a la hora de valorar un paciente no sean adecuadamente evidenciados. En este sentido se refuerza el uso del monitoreo con I i-STAT® y otros test que se puedan realizar en tiempo real para ayudar a la toma de decisiones en vuelo a la tripulación médica.

La vibración per se puede aumentar la demanda metabólica, empeorar el estado respiratorio, empeorar la inestabilidad hemodinámica y aumentar el dolor; También puede causar un mal funcionamiento del equipo de monitoreo. Entre las estrategias para mitigar la vibración se encuentra un mayor acolchado en la camilla y si es posible, trasladar a alturas con menos turbulencia.

2.3.12 Termorregulación

Debido a que la temperatura ambiente disminuye a medida que aumenta la altitud, mantener una temperatura de cabina adecuada es esencial para evitar la hipotermia. La hipotermia y los escalofríos aumentan el consumo de oxígeno y pueden agravar la acidosis metabólica y la hipoglicemia. Además, investigaciones previas han demostrado que la hipotermia en pacientes con traumatismos pediátricos causa alteraciones en su metabolismo basal, diuresis, estado ácido / base y arritmias cardíacas y aumenta el riesgo de mortalidad.^{57,58}

Los equipos de transporte pueden minimizar el riesgo de hipotermia al minimizar la cantidad de la exposición al ambiente externo; el uso de cubiertas de incubadora, incubadoras de doble pared, protectores de calor interno, colchones exotérmicos o envolturas de pañales tibios ayuda mantener temperaturas ambientales.⁵⁹

2.3.13 Humedad y deshidratación

Las aeronaves sometidas a presión utilizan aire extraído del entorno externo para presurizar sus cabinas. Este aire tiene un contenido de vapor de agua muy bajo, lo que hace que el aire circulante sea muy seco. A medida que la humedad disminuye con la altitud, se deben proporcionar fuentes adicionales de humidificación al oxígeno inspirado. El calentamiento del vapor de agua adicional también ayudará con el control de la temperatura, el balance de fluidos y la viscosidad de las secreciones. Las secreciones espesas pueden tener implicaciones clínicas significativas. La administración de líquidos intravenosos apropiados es esencial para asegurar una hidratación adecuada. La exposición al ambiente seco puede exacerbar pérdidas de líquido por lo que en algunas situaciones se puede requerir aumentar las tasas de infusión basal para compensar pérdidas.³⁴

2.4 Creando un concepto de grupo de cuidado crítico para el traslado aeromédico.

Desde la primera guerra mundial como se ha mencionado previamente se han hecho evacuaciones por aire, el ejército de los estados unidos organizo un grupo de traslado aéreo, para la segunda guerra mundial, desde 1990 se empleó un grupo específico para la

evacuación aeromédica, en el que se incluían funciones de comando y control, equipos entrenados, instalaciones móviles para la evaluación preliminar de los pacientes y un amplio apoyo logístico. Este sistema podía desplegar, instalar y evacuar rápidamente grandes cantidades de víctimas estables. Una limitación de este sistema era que carecía de la capacidad intrínseca de controlar pacientes críticamente enfermos y dependía de los asistentes médicos, los suministros y el equipo proporcionado por el centro médico que los enviaba. Con estos antecedentes, después de la Operación militar estadounidense Tormenta del Desierto en la región del Golfo Pérsico en 1990, hubo un llamado para la adición de médicos y equipos a capaces de manejar pacientes inestables en vuelo.^{1,60}

Durante la década de 1980 y principios de la de 1990, el Dr. Paul K. Carlton, Cirujano General de la Fuerza Aérea, desarrolló la estrategia para la estabilización y el transporte efectivos y rápidos de las víctimas. Esto debido a su experiencia en Wiesbaden, Alemania, recibiendo víctimas del bombardeo de Beirut, Líbano, donde se vio en la necesidad de transportar pacientes críticamente enfermos. La búsqueda de un sistema eficaz de transporte de víctimas culminó cuando el Dr. Carlton y el Dr. Joseph C. Farmer, intensivista médico, lanzaron el programa del grupo de cuidado crítico para el traslado aeromédico (GCCTA) del inglés Critical Care Air Transport Team (CCATT) en 1994. Tuvo una fase de prueba de 2 años, este programa fue realizado en los centros médicos de la Fuerza Aérea en San Antonio, Texas, y Biloxi, Massachusetts. Bajo el programa GCCTA, se desarrollaron equipos compuestos por un médico de cuidados intensivos, una enfermera de cuidados intensivos y un terapeuta respiratorio con los suministros y el equipo necesarios para proporcionar un entorno de cuidado crítico que se movería con el paciente durante la evacuación.¹

Se incluyó a un médico en el equipo para brindarle al paciente acceso continuo a la toma de decisiones médicas para que las terapias puedan ajustarse al estado del paciente, se inicien nuevas terapias si es necesario y los pacientes puedan continuar progresando hacia la estabilidad sin interrupción o retroceso durante el transporte. Después de 2 años de experiencia, el programa fue aprobado como un componente de la fuerza aérea de los estados unidos.¹ Este concepto aplica hoy en día tanto para la aviación civil de TA como la militar

2.4.1 Sistemas de cuidado en ruta

El programa GCCTA sirve como un componente pequeño, pero integral, de un sistema más grande de gestión de servicios conjuntos. La evacuación de víctimas (CASuality EVAcuation CASEVAC), se refiere al movimiento de víctimas no reguladas por unidades no médicas a bordo de vehículos no médicos sin atención en ruta por parte de profesionales médicos. El herido es llevado desde el lugar de la lesión hasta la instalación médica más apropiada, usualmente es militar, Por lo general, esta es una instalación de primer o segundo nivel de atención, pero en otros contextos tanto militares como civiles, pueden ir directamente a un

hospital de nivel III. En la misión CASEVAC se involucra cuidado en zonas de conflicto, y la velocidad y seguridad son más importantes que el cuidado médico avanzado en ruta.^{1,5}

La evacuación médica (MEDical EVAcuation MEDEVAC) se refiere a la capacidad de evacuación ya sea en ala rotatoria y ala fija, con tripulantes médicos alistados especialmente capacitados. En MEDEVAC, los pacientes se transportan a bordo de aeronaves bajo el cuidado de médicos. Este tipo de evacuación se puede usar desde el punto de lesión hasta una instalación médica o entre instalaciones, este término es tanto militar como civil.^{1,2}

El traslado aeromédico (TA) se refiere al movimiento aéreo regulado de pacientes desde instalaciones de primer, segundo o tercer nivel donde no se tiene capacidad resolutive a otra institución donde se pueda dar manejo integral Es el caso de nuestros pacientes de estudio, los cuales todos corresponden a este tipo de traslados en el ámbito civil.¹

El primer contacto que un paciente tiene típicamente con un sistema de TA es cuando su médico tratante crea una solicitud de movimiento del paciente, esto genera un enlace con la empresa de TA que despliega la logística para la gestión del traslado. A bordo de la aeronave, un equipo de TA compuesto por personal de enfermería y paramédicos de TA que han recibido capacitación especializada, podrían hacer el traslado, Si un paciente requiere más atención que este nivel básico o el paciente está críticamente enfermo se proporciona a los asistentes médicos en la forma de un GCCTA.¹

2.4.2 Grupo de Cuidado crítico y Capacidad de traslado aéreo

El GCCTA es un equipo médico compuesto por un médico que se especializa en cuidados críticos, neumología, anestesiología o Medicina de emergencia, pediatría, neonatología, enfermera de cuidados críticos y un terapeuta respiratorio. El equipo está diseñado para trasladar pacientes con ventilación mecánica con altos parámetros. El equipo tiene experiencia en el cuidado de pacientes críticamente enfermos o lesionados con trauma multisistémico, lesiones abiertas / de cabeza cerrada, shock, quemaduras, falla respiratoria, falla orgánica múltiple y otras complicaciones que amenazan la vida. El GCCTA asume el cuidado de los pacientes que se estabilizan en una instalación terrestre, observa la estabilidad durante un período de varias horas y lleva a los pacientes a través de transporte terrestre y/o aéreo para llegar a un hospital con mayor capacidad. El objetivo es que la atención se brinde sin problemas con la atención brindada por el GCCTA como la continuación de un plan de atención coherente que se ha desarrollado a lo largo de la cadena

de evacuación. La decisión de qué especialidades médicas incorporar en el programa debe representar un equilibrio deliberado de factores. El ambiente del GCCTA es fundamental contar con un entorno de cuidados críticos, y se ha demostrado que los equipos dirigidos por médicos intensivistas mejoran el resultado del paciente en la unidad de cuidados intensivos. Por esta razón, el reclutamiento de médicos de GCCTA está dirigido principalmente a los médicos que han completado formación en cuidados intensivos. La duración de la misión varía de 1 hora a raramente más de 18 horas; se produce un flujo fisiológico significativo que requiere un uso frecuente de la atención; y el ritmo de las misiones puede exigir una evaluación rápida y la priorización de la atención en un entorno médicamente austero, como es el caso de muchos escenarios en Colombia y otros países. Además se ha visto que las habilidades de los anestesiólogos y los médicos de urgencias se adaptan bien a la atención de los pacientes en el entorno GCCTA. Si el GCCTA disponible no satisface necesidades específicas, la misión se retrasa o la composición del equipo se modifica. Con poca frecuencia, esto significa la incorporación de un médico con habilidades que se ajustan a los requisitos específicos del paciente, como un cirujano cardíaco para un paciente con soporte extracorpóreo.⁸

La dinámica del equipo en un GCCTA difiere de la rutina normal en una unidad de cuidados intensivos. En un hospital, la enfermera de cuidados intensivos realiza la mayor parte de la atención directa al paciente para un paciente determinado, y la proporción habitual de enfermera a paciente es de 1: 1 o 1: 2. Un médico y un terapeuta respiratorio generalmente pasan menos tiempo a la cabecera de un paciente individual, pero son responsables de un número mayor de pacientes a la vez. Dentro de un GCCTA, es esencial cierto grado de entrenamiento cruzado y funcionalidad cruzada dependiendo del número de pacientes que se transporten.⁸

La función GCCTA exige que los miembros del equipo trabajen y se comuniquen estrechamente. Mientras están desplegados, los miembros del equipo viven en lugares cerrados y experimentan el estrés de basar y operar en condiciones austeras, a veces en extremos climáticos y otros factores de estrés.⁸

Las misiones de transporte de pacientes a menudo ocurren por la noche, y a menudo implican viajes internacionales de larga duración, añadiendo el trastorno del sueño por turno laboral y el desfase horario al estrés en el equipo. Al evaluar a los posibles miembros de GCCTA, es esencial considerar el trabajo en equipo, las habilidades de comunicación, además de la educación y las habilidades técnicas.⁸

2.4.3 Selección de grupos y capacitación

Desde el inicio del programa GCCTA en estados unidos, se ha desarrollado una línea de capacitación formal que incluye selección, capacitación inicial y mantenimiento de

habilidades. Los miembros potenciales de GCCTA son miembros de la Fuerza Aérea designados por sus comandantes para ocupar los puestos necesarios para cumplir con los requisitos de despliegue. En el contexto civil estos requisitos podrían extrapolarse para el GCCTA, en los procesos de selección todos los miembros deben pasar por un proceso específico denominado validación clínica. En este proceso, los miembros experimentados de GCCTA de la misma posición de la tripulación (médico, enfermera o terapeuta respiratorio) evalúan la capacitación y las competencias del candidato. El personal que es validado debe recibir entrenamiento sobre conceptos operacionales, fisiología de vuelo, estresores de vuelo y seguridad de vuelo, en la tabla se resume el plan de estudios recomendado. En la empresa en mención deben tener además certificación y entrenamiento clínico continuo en tierra.¹

El siguiente paso en la capacitación de un nuevo miembro de GCCTA es participar en un ejercicio que desarrolle el trabajo en equipo requerido para interactuar con los muchos otros componentes. Se sugiere que el personal tenga algún tipo de experiencia clínica, la exposición clínica en una variedad de entornos de cuidados críticos ayuda a estandarizar la práctica con respecto a los desarrollos recientes en cuidados intensivos. Se recomienda que sea la exposición intensiva a profesores experimentados que transmiten las lecciones aprendidas más recientes de las operaciones actuales.¹

Tabla 5 Elementos principales del plan de estudios para el curso inicial del grupo de cuidado crítico de transporte aéreo.¹

| | |
|----------------------------------|---|
| Traslado aeromédico | Suministros y equipos |
| Fisiología de la altitud | Farmacología del transporte |
| Estresores del vuelo | Gestión de recursos de tripulación |
| Instrucción en hipoxia | Prueba Aprobación del equipo de aeronavegabilidad |
| Fisiología de vuelo del paciente | Seguridad de la línea de vuelo |
| Insuficiencia respiratoria aguda | Sistemas de oxígeno terapia |
| Ventilación mecánica | Familiarización de equipos |
| Monitoreo hemodinámico | Carga / configuración de la aeronave |
| Manejo de quemaduras | Entrenamiento en supervivencia |
| Paciente médico y traumatológico | Manejo de la misión y documentación |
| Armas de destrucción masiva | Ejercicios de entrenamiento |
| Control de infecciones | |

2.4.4 Suministros y equipo

El sistema para equipar un GCCTA representa un equilibrio entre el deseo de replicar todas las capacidades de una unidad de cuidados intensivos basada en el hospital y las limitaciones prácticas aeronáuticas.

El conjunto de engranajes GCCTA debe cumplir con los requisitos de cuidado continuo del paciente. Esto incluye la monitorización fisiológica del electrocardiógrafo, presiones vasculares invasivas y no invasivas, saturación de oxihemoglobina, dióxido de carbono al final de la espiración, presión intracraneal y temperatura corporal. El equipo debe ser capaz de entregar Terapia de infusión de líquidos y medicamentos, proporcionar ventilación mecánica a través de una variedad de entornos y realizar análisis de sangre. El conjunto de engranajes también debe apoyar la respuesta rápida a las emergencias que pueden ocurrir en la unidad de cuidados intensivos. Estas emergencias incluyen compromiso de la vía aérea, pérdida de vía aérea segura, pérdida de acceso vascular, neumotórax y otras causas de descompensación mayor. En las tablas se puede ver el listado de elementos recomendados.¹

El conjunto de accesorios suministros y equipos del GCCTA, debe ser portátil, que pueda instalarse y desmontarse rápidamente y de forma segura y efectiva en el entorno aeromédico. El artículo más fundamental es una camilla estandarizada hecha de lona o nylon con postes de madera o metal, que se monta dentro del avión sobre puntales. Los GCCTA utilizan un soporte de metal que se sujeta a los postes de la litera, donde se fijan el ventilador, el monitor, la bomba de infusión y el aparato de succión asegurados a su superficie. Para el transporte este equipo se empaqueta en mochilas diseñadas para GCCTA. El sistema de empaque está diseñado para ser escalable. El conjunto completo está dimensionado para permitir que el equipo funcione durante 5 días típicos sin reabastecimiento, pero en muchas circunstancias, transportar todo esto no es práctico, por lo que el conjunto se diseñó de modo que un subconjunto se pueda usar con menos cantidad, pero sin pérdida de capacidad. Las mochilas están diseñadas para colgar a lo largo del fuselaje de la aeronave y desenrollar para permitir el acceso a los elementos asegurados dentro de los bolsillos con cremallera.¹

Los equipos deben cumplir con criterios rigurosos de aeronavegabilidad e interoperabilidad antes de que pueda ser utilizado en GCCTA. Los principales obstáculos de prueba antes de la aprobación para su uso en vuelo incluyen el interfaz con los sistemas de oxígeno y eléctricos de la aeronave; evaluación de cómo funciona el dispositivo en el rango de altitud de la cabina de una misión típica (nivel del mar a 8,000 pies) y con descompresión rápida a la altitud de vuelo; si el dispositivo produce emisiones electromagnéticas que interfieren con los sistemas de la aeronave; si las emisiones electromagnéticas de la aeronave interfieren con la función del dispositivo y efecto de la vibración en el dispositivo. Otra consideración importante es cómo el equipo se conecta con el utilizado por las instalaciones que remiten pacientes a GCCTA. El objetivo es eliminar la necesidad de cambiar los dispositivos de soporte aplicados por el paciente cuando la atención se transfiere al GCCTA. Estos dispositivos incluyen conjuntos de goteo intravenoso, transductores de presión, cables de

oxímetros y cables de monitor. El cumplimiento de estos requisitos de funcionamiento seguro, efectivo e interoperable en el entorno GCCTA representa un obstáculo importante para la actualización rápida de los elementos del equipo, pero las consecuencias de no cumplir con estos requisitos es un riesgo inaceptable de falla.⁶¹

Tabla 6 Equipos recomendados para la atención crítica por parte del equipo de traslado aéreo.¹

| | |
|------------------------------------|---|
| Ventilador mecánico | 3 |
| Bomba de infusión de triple canal | 3 |
| Monitor fisiológico con capnógrafo | 3 |
| Monitor / desfibrilador | 1 |
| Aparato de succión | 3 |
| Manta de heridos | 3 |
| Paquete de ventriculostomía | 1 |
| Analizador de laboratorio i-STAT | 3 |

Tabla 7 Lista de suministros para resucitación y atención de emergencias.¹

| | |
|-----------------------------------|---|
| Amiodarona | Mango de laringoscopio |
| Bicarbonato de sodio | Hojas de laringoscopio Miller |
| Adenosina | Hojas de laringoscopio Macintosh |
| Atropina | Cánula de succión Yankauer |
| Cloruro de calcio | Cánula de succión traqueal |
| Epinefrina | Estilete de tubo endotraqueal |
| Lidocaína | Tubos endotraqueales con manguito |
| Sulfato de magnesio | Capnógrafo |
| Naloxona | Catéter de intercambio de tubo endotraqueal |
| Oximetazolina en spray | Guía Bougie |
| Succinilcolina | Cortador de alambre (tipo dental) |
| Vecuronio | Catéteres intravenosos |
| Soluciones cristaloides | Mascaras laríngeas |
| Pinza Kelly | Catéter con aguja, calibre 14 - 2 pulgadas |
| Pinza Magill | Transductores de presión |
| Depresores de lengua | Bolsas de infusión de presión |
| Kit de cricotirotomía | Guía venosa 2.5 pulgadas para marcapaso |
| Tijeras | Set de acceso intraóseo |
| Cánulas oro faríngeas | Kit de descompresión de neumotórax |
| Cánulas nasofaríngeas | Equipos de toracostomía |
| Kits de acceso venoso central | Intercambiadores de calor y humedad |
| Manómetro para neumotaponador | Ventilador compatible con fuselaje |
| Sistemas de bolsa-válvula-máscara | Kit de reanimación neonatal |

Tabla 8 Listado de elementos adicionales para el traslado aéreo de pacientes.^{1,62}

| | | |
|---|--|--|
| Camilla | Tanques de oxígeno de respaldo | Kit de medicamentos |
| Colchón | Ventilador compatible con fuselaje | Equipo electrocardiográfico |
| Tapones para los oídos | Paquetes de baterías con repuestos | Pequeño kit quirúrgico |
| Vendajes y apósitos | Termómetros | Material de limpieza |
| Oxímetro de pulso | Teléfono satelital | Guantes |
| Collar cervical | Equipo de supervivencia | Contenedores de basura |
| Cuenca de emesis | Sistema de eliminación de punzantes | Sábanas, almohadas y toallas |
| Sistemas de presión positiva continua en la vía aérea | Suministros de nutrición e hidratación para el paciente y la tripulación | Inversor de corriente para el uso de la fuente de energía de la aeronave |

2.4.5 Operaciones del Grupo de cuidado crítico para el traslado aéreo

La práctica de GCCTA se basa en el estándar actual de práctica en medicina de cuidados intensivos, enfermería y terapia respiratoria. El programa GCCTA se esfuerza por hacer un uso óptimo de las guías de práctica clínica como punto de partida para planificar y brindar atención, pero no como un sustituto del juicio clínico de los miembros individuales del equipo. Como el programa, pero debe adaptarlas al entorno único de la atención durante el vuelo. Las mayores tensiones del vuelo para el paciente son el entorno hipobárico que causa la expansión del gas; disminución de la presión parcial de oxígeno; humedad relativa severamente reducida; aceleración y cambio de posición durante el despegue, el aterrizaje, la vibración. El efecto de estos factores en la ventilación mecánica ha sido revisado.⁶¹ Los factores críticos de planificación incluyen asegurar suministros de oxígeno suficientes para la duración de la misión más un factor de seguridad para retrasos en el tránsito. También es esencial tener un plan para prevenir la expansión del gas en un manguito de tubo traqueal, como reemplazar el aire con solución salina normal o monitorear y ajustar con frecuencia la presión del manguito con cambios en la altitud de la cabina. No se han experimentado dificultades significativas de pacientes con síndrome de dificultad respiratoria severa (SDRA) descompensado durante vuelo. Los mecanismos que afectan a esto todavía no se comprenden completamente, pero un modelo experimental ha demostrado la eficacia de la presión positiva espiratoria final de la expiración para mantener la oxigenación en SDRA a una altura de presurización típica para las misiones de GCCTA.^{61,63}

La indicación principal para trasladar un paciente por un GCCTA es alejar al paciente de un escenario en el que los recursos son insuficientes para sus necesidades. En la tabla se especifican las principales indicaciones de TA, Una vez que el equipo se compromete al traslado, es esencial la preparación adecuada del paciente.¹

Tabla 9 Condiciones médicas que pueden requerir traslado aéreo aeromédico.^{62,64}

| | |
|--|--|
| Condiciones médicas que pueden requerir traslado aeromédico | Emergencias neurológicas, vasculares, quirúrgicas o cardíacas agudas que requieren intervención urgente |
| | Condiciones críticas en pacientes con función hemodinámica o respiratoria comprometida |
| | Condiciones críticas en pacientes obstétricas cuyo tiempo de transferencia debe ser minimizado para prevenir complicaciones de la paciente y el feto |
| | Condiciones críticas en pacientes neonatales o pediátricos con función hemodinámica o respiratoria comprometida |
| | Cualquier trauma que pueda amenazar la vida, extremidades y función de órganos |
| | Alteraciones hidroelectrolíticas y exposiciones tóxicas que requieren intervención inmediata para salvar vidas |
| | Fallo de órgano que requiere trasplante |
| | Condiciones que requieren tratamiento en una unidad de oxígeno hiperbárico |
| | Quemaduras que requieren tratamiento en un centro de tratamiento de quemaduras |

El equipo debe anticipar complicaciones que pueden ocurrir en tránsito y tomar acciones para prevenirlas. Este paso es común para todos los traslados de pacientes, ya sea dentro de un hospital para un procedimiento o para un vuelo internacional. Ver ejemplo de lista de chequeo en tabla, Es más fácil y seguro realizar procedimientos necesarios en tierra que en aire.

Tabla 10 Ejemplo de lista de chequeo pre-vuelo para traslado aeromédico.⁶²

| |
|---|
| Confirmar que no hay contraindicaciones para el traslado |
| Encuesta completa de trauma |
| Realice una radiografía de tórax para descartar neumotórax |
| Realizar radiografía o tomografía computarizada de trauma facial o craneal |
| Obtenga el consentimiento informado del paciente o un representante |
| Verifique que todo el equipo médico pertinente esté presente y funcionando |
| Calcule los requisitos de potencia eléctrica y oxígeno, incluidas las reservas |
| Asegure todas las líneas, tubos y equipos |
| Retire o desinfe las férulas de aire |
| Desinfe balones de aire (es decir, catéter Foley) o rellene con fluido no compresible |
| Recoja pasaportes y visas para el paciente, acompañante y el equipo de evacuación |
| Oriente al paciente (o escolta) a los procedimientos de salida de emergencia |
| Confirmar Ambulancia terrestre de reserva para los aeropuertos de salida y destino |
| Asegurar que los equipos de elevación estén disponibles en ambos aeropuertos |
| Asegúrese de que haya una cama y un médico disponibles en el lugar de recepción |
| Empaque todos los registros médicos, radiografías y documentos de cuidado |
| Revise las restricciones de altitud (si las hay) con la tripulación de vuelo |
| Discuta los planes de contingencia, incluidas las opciones de desviación, con la tripulación de vuelo |

Los principales riesgos que se deben tener en cuenta son: la expansión del gas anatómico atrapado con la altitud, una vía aérea no segura en un paciente con lesión por inhalación, estado mental fluctuante o empeoramiento de una condición pulmonar. Hemorragia que no ha sido controlada y lesiones en zonas de alto riesgo de síndrome compartimental, como extremidades lesionadas, abdomen cerrado o el cráneo, que no se han tratado previamente. Si se utiliza un yeso, debe tener cortes bivalvos realizados para permitir la expansión del aire

alrededor de la extremidad en altura y realizar fasciotomias prevuelo en caso de estar indicadas, la tabla 11 muestra contraindicaciones absolutas y relativas para el traslado aeromédico.¹ Sin embargo la única contraindicación absoluta para el traslado sería condiciones de vuelo inseguras, pues en circunstancias especiales se pueden trasladar pacientes con contraindicaciones absolutas.

Tabla 11 Contraindicaciones absolutas y relativas del traslado aeromédico.⁶²

| Contraindicaciones absolutas |
|---|
| Condiciones de vuelo inseguras según lo determinado por el piloto |
| Estado terminal del paciente |
| Infección o contaminación aguda en fase transmisible de la enfermedad |
| Estado combativo o incontrolable del paciente (riesgo para la aeronave o tripulación) |
| Contraindicaciones relativas |
| Paro cardiopulmonar del paciente |
| Neumotórax (Sin toracostomía) |
| Enfermedad descompresiva |
| Embolia arterial gaseosa |
| Obstrucción intestinal de cualquier causa (comúnmente postoperatoria) |
| Hernia encarcelada no reducida |
| Vólvulo |
| Intususcepción |
| Laparotomía o toracotomía en los últimos 7 días |
| Presencia de aire intracranial |
| Cirugía ocular en los últimos 7 a 14 días |
| Gangrena gaseosa |
| Accidente cerebrovascular hemorrágico dentro de los 7 días anteriores |
| Anemia severa no corregida (hemoglobina <7.0 g / ml) |
| Pérdida de sangre aguda con hematocrito por debajo del 30% |
| Disritmia no controlada |
| Infarto de miocardio irreversible |
| Insuficiencia cardíaca congestiva con edema agudo de pulmón |
| Fase aguda de enfermedad pulmonar obstructiva crónica |
| Agudización aguda del asma |
| Psicosis aguda |
| Delirio |
| Lesión espinal a menos que esté inmovilizada |
| Embarazo con parto inminente |

2.4.6 Futuro del traslado aeromédico.

Está realizando un gran esfuerzo para llevar a cabo una puesta al día de la tecnología para mejorar el rendimiento y la seguridad. Entre las opciones consideradas está una plataforma integrada con un monitor fisiológico, ventilador, bomba de infusión y posiblemente otros elementos, todos conectados a un controlador central. El siguiente avance importante en la práctica GCCTA es integrar más estrechamente la capacitación, el equipo, la documentación, los procedimientos y la mejora del rendimiento en todos los entornos de atención crítica que

comienzan inmediatamente después de la reanimación inicial. De la víctima y continuar a través de la rehabilitación.¹

2.5 Escalas aplicadas en el traslado aeromédico

Los sistemas de puntuación en medicina son resultado del deseo de crear medidas objetivas para el progreso de la ciencia y que permitan también ayudar a tomar decisiones clínicas de intervenciones y tratamientos. Los puntajes utilizados de esta manera proporcionan una "instantánea" del estado del paciente en el momento en que se calculó el puntaje. Los sistemas de puntuación también se pueden usar para predecir el resultado del paciente. Los sistemas de puntuación pueden ser una ayuda inestimable para explorar la eficacia del transporte médico aéreo. A continuación, se muestran algunas escalas que pueden ser útiles en el traslado aeromédico.⁶⁵

2.5.1 Escala de Coma de Glasgow

La Escala de Coma de Glasgow, GCS (del inglés Glasgow coma scale) es un sistema común de uso diario en medicina de urgencias y cuidados críticos, se desarrolló originalmente como indicador de resultado en pacientes con coma pero ha demostrado ser beneficioso en entornos de atención aguda [66]. Es un puntaje internacional de fácil aprendizaje y fácil de calcular. Sin embargo, la GCS tiene limitaciones importantes. Algunos parámetros son subjetivos especialmente los verbales y pueden estar influenciados por las percepciones del evaluador, las dificultades del lenguaje y otras condiciones concomitantes pueden dar un resultado erróneo. El parámetro de orientado es difícil de evaluar en pacientes que están intoxicados o sedados o que tienen dificultades de comunicación debido a accidentes cerebrovasculares, parálisis cerebral u otras lesiones cerebrales o faciales. Esta escala también es difícil de usar en niños por lo que se desarrolló una versión pediátrica, pero no se usa con frecuencia debido a diferencias en el cálculo del puntaje con la GCS tradicional (ver tabla 12).⁶⁵

Tabla 12 Escala de coma de Glasgow.⁶⁵

| APERTURA OCULAR | RESPUESTA VERBAL | RESPUESTA MOTORA | TOTAL |
|---|-------------------------|---------------------|-------|
| Ninguna | Ninguna | Ninguna | 1 |
| Al estímulo doloroso | Sonidos incomprensibles | Respuesta extensora | 2 |
| Al llamado | Palabras inapropiadas | Respuesta flexora | 3 |
| Espontáneo | Confundido | Retira al dolor | 4 |
| - | Orientado | Localiza al dolor | 5 |
| - | - | Sigue ordenes | 6 |
| Total escala coma de Glasgow= 3-15. Leve: 14-15, moderado: 13-9, severo: menor de 8 | | | |

2.5.2 Escala de trauma

La puntuación o score de trauma, TS (del inglés trauma score) es una de las primeras escalas desarrolladas para su uso en el entorno prehospitalario para ayudar en el triage del paciente lesionado. Desarrollado por Champion TS et al. Evaluá la presión sanguínea sistólica, frecuencia respiratoria, GCS, esfuerzo respiratorio y perfusión. El TS no tiene uso frecuente en la actualidad. Es subjetiva pues puede haber variabilidad en la evaluación de la GCS y en el esfuerzo respiratorio (ver tabla 13).⁶⁵

Tabla 13 Escala de trauma.⁶⁵

| PARÁMETRO | VALOR | PUNTAJE EN ESCORE DE TRAUMA |
|------------------------------------|---------------|-----------------------------|
| Escala De Coma De Glasgow | >14 | 5 |
| | 11-13 | 4 |
| | 8-10 | 3 |
| | 5-7 | 2 |
| | 3-4 | 1 |
| Frecuencia Respiratoria | 10-24 | 4 |
| | 24-35 | 3 |
| | >36 | 2 |
| | 1-9 | 1 |
| | Sin Respuesta | 0 |
| Esfuerzo Respiratorio | Normal | 1 |
| | Evidente | 0 |
| Presión Arterial Sistólica | > 90 | 4 |
| | 70-89 | 3 |
| | 50-69 | 2 |
| | 0-49 | 1 |
| | Sin Pulso | 0 |
| Llenado Capilar | Normal | 2 |
| | > 2 Segundos | 1 |
| | Sin Llenado | 0 |
| Score De Trauma Total= 0-16 | | |

2.5.3 Escala de trauma revisada

La escala de trauma revisada RTS (del inglés Revised Trauma Score) fue desarrollado mejorar algunas de las dificultades del TS. Se basa estrictamente en los criterios objetivos de presión arterial sistólica, frecuencia respiratoria y GCS [67]. Es útil junto con la escala de severidad de lesión para determinar la probabilidad de supervivencia de un paciente lesionado. Es probable que sea el criterio más objetivo en el uso para el triaje prehospitalario de pacientes traumatizados, y se calcula fácilmente tanto en la escena como en la revisión retrospectiva de los parámetros presentes en casi todos los servicios de urgencias y el registro hospitalario (ver tabla para observar escala).⁶⁵

Tabla 14 Escala de trauma revisada.⁶⁵

| ESCALA DE COMA DE GLASGOW | PRESIÓN ARTERIAL SISTÓLICA(mmHg) | FRECUENCIA RESPIRATORIA * min | PUNTAJE |
|---------------------------|----------------------------------|-------------------------------|---------|
| 13-15 | > 89 | 10-29 | 4 |
| 9-12 | 76/89 | 29 | 3 |
| 6-8 | 50-75 | 6-9 | 2 |
| 4-5 | 1-49 | 1-5 | 1 |
| 3 | 0 | 0 | 0 |

Total Escore de Trauma revisado = 0-12

2.5.4 Escala de severidad de lesión

La Escala de severidad de lesión ISS (del inglés Injury Severity Score) se desarrolló a partir de la escala abreviada de lesión AIS (Abbreviated Injury Scale). En resumen, se analizan las posibles lesiones por región corporal y el diagnóstico específico y asigna un puntaje de 1 a 5 para cada evento. Un 6 se le asigna una lesión que es indudablemente fatal. El puntaje aumenta a medida que las lesiones aumentan [68]. La ISS toma AIS como base y le pide al investigador que identifique las tres regiones corporales más afectadas y la lesión más grave dentro de cada región. Se asigna un valor porcentual al valor más grave en cada región de acuerdo a la AIS estos valores se elevan al cuadrado y se suman. Los puntajes del ISS varían de 3 a 75, donde 3 representa lesiones mínimas y 75 describe lesiones que son fatales. En general, la víctima de trauma "gravemente lesionado" está clasificada por una ISS de 15 o más. Aunque el cálculo del ISS puede ser engorroso, los paquetes de software comercial pueden calcular fácilmente.⁶⁵

2.5.5 Escala de trauma pediátrico

La Escala de trauma pediátrico, PTS (del inglés Pediatric Trauma Score) se desarrolló en un esfuerzo por tener una escala de trauma más apropiada para los niños [69]. Esta necesidad se explica por el hecho de que el RTS usa signos vitales de adultos y depende en gran medida de la GCS, donde los requisitos verbales y de órdenes pueden no pueden ser evaluados en la población pediátrica. No se encuentra en gran uso, el puntaje basado en parámetros subjetivos y las dificultades de cálculo parámetros subjetivos y dificultades en el cálculo (ver tabla 15).⁶⁵

Tabla 15 Escala de Trauma Pediátrico.⁶⁵

| COMPONENTE | 2 PUNTOS | 1 PUNTO | -1 PUNTO |
|------------------------------------|------------|-----------|-------------------|
| Peso (Kg) | >20 | 10-20 | <10 |
| Via aérea | Normal | Permeable | No permeable |
| Presión arterial sistólica* | >90 | 90-50 | < 50 |
| Sistema Nervioso Central | Consciente | Estupor | Coma |
| Herida abierta | Ninguna | Menor | Mayor/Penetrante |
| Fracturas | Ninguna | Cerrada | Abierta/Múltiples |

*Si no se puede medir la presión arterial, podría ser evaluada asignando 2 puntos si hay pulso palpable en la wrist, 1 punto si hay pulso palpable en el groin y -1 punto si no es palpable

2.5.6 Escala fisiológica rápida aguda

La Escala fisiológica rápida aguda RAPS (del inglés Rapid Acute Physiology Score, RAPS) es una escala útil para la investigación aeromédica y para la atención pre hospitalaria, es derivada de la del APACHE II (Acute Physiology and Chronic Health Evaluation). APACHE II es un sistema de puntuación de cuidados intensivos aplicable tanto a pacientes médicos como a pacientes con trauma, APACHE II no solo incluye los parámetros fisiológicos sino también los valores históricos y de laboratorio en su cálculo. Esto hace que no sea práctico para el uso fuera del hospital [70]. El RAPS se desarrolló para ofrecer las ventajas de la confiabilidad y el valor predictivo de la puntuación APACHE II en el contexto prehospitalario. Como tal, utiliza solo parámetros fisiológicos fácilmente disponibles en el entorno extrahospitalario. Se ha demostrado que es una medida confiable y predecible de la gravedad de la enfermedad y la estabilidad fisiológica en pacientes transportados por aire.⁷¹ Como un puntaje relativamente complejo, es difícil de memorizar. Sin embargo, su fuerte correlación con APACHEII y su capacidad para agregar un componente objetivo a la evaluación de los pacientes médicos fuera del hospital lo hace muy valioso para la investigación prehospitalaria y de transporte aeromédico (ver tabla 16 para observar escala).⁶⁵

Tabla 16 Escala Rápida Fisiológica Aguda (Rapid Acute Physiology Score).⁶⁵

| Puntaje | Presion Arterial Media | Frecuencia Cardíaca(Latidos/Min) | Frecuencia Respiratoria(Resp/Min) | Escala de coma de Glasgow |
|---------|------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|---------------------------|
| 4 | ≥160 | ≥180 | ≥50 | - |
| 3 | 130-159 | 140-179 | 35-49 | - |
| 2 | 110-129 | 110-139 | - | - |
| 1 | - | - | 25-35 | - |
| 0 | 70-109 | 70-109 | 12-24 | 14-15 |
| 1 | - | - | 10-11 | 11-13 |
| 2 | 50-69 | 55-69 | 6-9 | 8-10 |
| 3 | - | 40-54 | - | 5-7 |
| 4 | 49 | ≤39 | ≤5 | 3-4 |

En la actualidad esta validada la escala PEWS (Pediatric Early Warning Score) puntaje de alerta temprana pediátrica, que evalúa parámetros clínicos para pacientes pediátricos, en instituciones hospitalarias y esta validada para servicios de urgencias podría ser útil en el contexto del traslado aeromédico. Esta escala tiene en cuenta tres parámetros, el comportamiento, el sistema cardiovascular y respiratorio, y genera una alerta verde, amarilla o roja según los parámetros que cumpla en paciente, para determinar la frecuencia de vigilancia y las acciones a tomar si tienen que ser inmediatas o diferidas, el paciente que se encuentra en zona roja debe tener monitorización continua. En la tabla podemos observar la escala, los pacientes que se localicen en la columna 0 son verdes en la 1 y 2 son amarillos y en la tres son rojos, el paciente rojo es emergente y requiere intervenciones inmediatas (Ver tabla 17).^{72,73}

Tabla 17 escala PEWS (Pediatric Early Warning Score)^{72,73}

| Componente | Puntuación | | | |
|-----------------------|---------------------------------------|--|---|---|
| | 0 | 1 | 2 | 3 |
| Comportamiento | Juega/Apropiado | Duerme | Irritable | Letárgico/ Confuso |
| Cardiovascular | Rosado o Llenado capilar 1-2 segundos | Palido o Llenado capilar de 3 segundos | Gris o Llenado capilar 4 segundos o taquicardia 20 latidos encima de valor normal | Gris o moteado o Llenado capilar de 5 segundos taquicardia 30 latidos encima de valor normal o bradicardia |
| Respiratorio | Normal retracciones | sin > 10 respiraciones por encima de lo normal uso de músculos accesorios o FiO2 30% o 3 L / min | > 20 respiraciones por encima de lo normal uso de retracciones o FiO2 30% o 6 L / min | > 30 respiraciones por encima de lo normal o caída de 5 respiraciones por debajo de lo normal retracciones sonidos guturales o FiO2 50% o 8 L / min |

2 puntos extra por nebulizaciones cada cuarto de hora o vómitos persistentes después de cirugía.
FiO2 = fracción de oxígeno inspirado

Es importante considerar que todas estas escalas deben interpretarse apropiadamente para tener valor científico y clínico.

2.6 El sistema de seguridad social en Colombia y el traslado aeromédico

Es importante resaltar los aspecto de regulación en cuanto a las posibilidades de acceder al traslado aeromédico para la población colombiana En el 2007 la ley 115, genero el plan nacional de desarrollo 2006-2010 que menciona en el numeral 3.3.1 que una de las metas del plan es mejorar la accesibilidad a servicios de salud y la capacidad del estado de dar respuesta a emergencias y desastres; donde la creación de un sistema integral de transporte aéreo medicalizado mejorara, la garantía y accesibilidad a servicios de salud de los colombianos. Al expedir este plan Nacional de desarrollo, el Ministerio de la Protección Social designa a la Federación Nacional de Municipios como la entidad privada que administra los recursos pertinentes para dicho objetivo. Para el estado colombiano el traslado aeromédico, no reemplaza el traslado terrestre, aunque es una herramienta importante para garantizar oportunidad en la atención.²⁸

El trabajo presentado por Páez et al. en 2015 busca responder si en Colombia El transporte aéreo medicalizado puede ser una garantía para el acceso a los servicios de salud. Para responder esta pregunta realizaron una caracterización demográfica de la población, sus servicios de salud y la regulación en Colombia, encontrando que Colombia es el tercer país más poblado en Latinoamérica, después de México y Brasil. La población en Colombia para 2014 se estimó 47'661.790. “La ley 1122 de 2007 expedida por el Ministerio de la Protección social, habla de que los departamentos catalogados zonas dispersas en Colombia son Amazonas, Caquetá, Guainía, Guaviare, Putumayo, Vaupés y Vichada, sin embargo, siempre se han reconocido 14 regiones sumando a los anteriores mencionados San Andrés, Choco, Cesar, La Guajira, Casanare, Arauca y Meta y la zona especial de Urabá” donde la población muestra tendencia al aumento.^{28,74}



Grafica 5 Fuente: serie anual de afiliación a nivel nacional / Estimación y proyección de población DANE Cálculos: Dirección Aseguramiento Minsalud ⁷⁵

En Colombia como en el resto del mundo uno de los retos más importantes es lograr la cobertura universal de la población, en el sistema de seguridad social actual esto se lograría aumentando la formalización del empleo en el régimen contributivo y aumentar los recursos públicos para financiar el régimen subsidiado. En las poblaciones dispersas de Colombia se debe tener un tratamiento excepcional para garantizar acceso a servicios de salud, en departamentos como Guainía, Guaviare, vichada y Vaupés, Arauca y la Guajira la mayoría de la población se encuentra afiliada al régimen subsidiado, siendo la población perteneciente a régimen contributivo menor del 20% para 2013, y para el total de colombiana la mayoría de la población pertenece al régimen subsidiado.

En la gráfica podemos ver la tendencia de cobertura como para el 2017 alcanza en Colombia el 94.88% de la población y hay una distribución simétrica en la proporción de afiliados al régimen subsidiado que al contributivo y en la tabla una discriminación de este comportamiento para 2011, 2012 y 2013.

Tabla 18 Porcentaje de afiliación sistema de seguridad social en 2011, 2012 y 2013.²⁸

| Año | % De afiliación régimen contributivo | % De afiliación régimen subsidiado | % Total de afiliación | % De población no afiliada |
|------|--------------------------------------|------------------------------------|-----------------------|----------------------------|
| 2011 | 42,61 | 48,26 | 91,67 | 8,33 |
| 2012 | 42,86 | 48,53 | 92,21 | 7,79 |
| 2013 | 42,76 | 48,11 | 91,69 | 8,31 |

La unificación del plan obligatorio de salud tanto subsidiado como contributivo se legalizo con la Sentencia T-760 de 2008 de la Corte Constitucional y entro en vigor en julio de 2012.⁵⁵ El decreto 5521 de 2013, define, aclara y actualiza integralmente el Plan Obligatorio de Salud (POS) en Colombia, en el título V, habla de transporte o traslado de pacientes, especifica que “Plan Obligatorio de Salud cubre el traslado acuático, aéreo y terrestre (en ambulancia básica o medicalizada), especialmente en la movilización de pacientes con patología de urgencias desde el sitio de ocurrencia de la misma hasta una institución hospitalaria, incluyendo el servicio prehospitalario y de apoyo terapéutico en unidades móviles. El servicio de traslado cubrirá el medio de transporte disponible en el medio geográfico donde se encuentre el paciente, con base en su estado de salud, el concepto del médico tratante y el destino de la remisión, de conformidad con la normatividad vigente”.^{28,76}

2.6.1 Red de atención de salud en Colombia.

Las Instituciones Prestadoras De Servicios De Salud (IPS) son entidades que tienen por finalidad la prestación de servicios de salud y se encuentran habilitadas por el Sistema

Obligatorio de Garantía de Calidad en Salud. Según datos de la Superintendencia de Salud, en el país existen 103 entidades aseguradoras (EPS) y administradoras de Planes de Beneficios y 19.917 IPS. La Organización Panamericana de la Salud (OPS) en el 2010 define “redes integradas de servicios de salud” como brindar servicios de tratamiento y prevención, de acuerdo a las necesidades poblacionales, a través de diferentes niveles de atención, en la ley 1438 de 2011, artículo 60 define redes integradas de servicios de salud, un organizaciones que hacen acuerdos para prestar algún servicio de salud a un individuo o población de acuerdo con sus necesidades.²⁸ Bajo estas regulaciones se pueden enmarcar los convenios de traslado aéreo entre diferentes instituciones y EPS para garantizar el acceso a los servicios de salud en casos emergentes.²⁸

2.6.2 Niveles de atención en salud en Colombia

Los niveles de atención en Colombia presentan la siguiente organización

Primer nivel: incluyendo puestos y centros de salud. Aquí se encuentran los hospitales locales donde solo se cuenta con médicos generales para la atención de consultas y no hacen procedimientos quirúrgicos.^{28,77}

Segundo nivel: también conocidos como hospitales regionales llamados hospitales regionales. Tienen mínimo cuatro especialistas: anesthesiólogo, cirujano, ginecólogo y de medicina interna. Poseen laboratorio clínico en el cual se pueden realizar exámenes básicos de orina, sangre y materia fecal.^{28,77}

Tercer nivel: hospital de referencia o especializados, llegan los pacientes remitidos del segundo nivel usualmente, poseen especialistas en diferentes áreas existe además centros supra especializados de cuarto nivel.^{28,77}

2.6.3 Tipos de traslado aeromédico

Traslado Primario: Se realiza desde el lugar de la emergencia a un centro que tenga capacidad de atención. Es un traslado prehospitario.⁷⁸

Traslado Secundario: Traslado desde un centro asistencial en salud, a otro o al domicilio del paciente.⁷⁸ Se realiza usualmente por no capacidad resolutive para la patología del paciente o por falta de convenios administrativos. Usualmente se realiza a un centro de nivel superior.

2.6.4 Regulación en traslado de pacientes

Transportar un paciente en una ambulancia está regulado en el acto médico, por lo cual tiene implicaciones, éticas y legales. “El Ministerio de Protección Social, promovió la creación de Centros Reguladores de Urgencias (CRU) como estructuras locales para direccionar Sistemas de Emergencias Médicas (SEM). En Bogotá se conformó el CRU en 1996 y se inició el programa de atención prehospitolaria (APH) en 1997. El CRU actualmente brinda la APH solicitada por la línea 123 y envía una ambulancia tripulada por conductor y médico, para el caso de Medellín, los sistemas prehospitolarios están adscrito a la Secretaria de Salud a través de la línea 123”. Para los colombianos es un derecho ser trasladado de un lugar donde no se cuenta con capacidad resolutoria de su patología a uno donde si se tengan un servicio de mayor nivel. Aunque se cuenta con un registro de ambulancias terrestres y fluviales, no se cuenta con un registro de las ambulancias aéreas, la mayoría de los servicios son prestados por aerolíneas comerciales y empresas privadas.²⁸

2.6.5 Normatividad para el traslado aéreo de pacientes

En resumen, el traslado aéreo de pacientes en Colombia está regulado por: Los artículos 48, 49, 50 y el 64 de la Constitución Política de Colombia garantizan el derecho a la salud, La ley 100 de 1993 establece también la salud como derecho y crea el Sistema General de Seguridad Social en Salud (SGSSS) [28] [77]. La ley 1151 de 2007 el plan nacional de desarrollo 2006- 2010, entre sus programas de inversión el numeral 3.3.1 en el que se busca mejorar la accesibilidad a servicios de salud y la capacidad de respuesta del estado en emergencias y desastres.²⁸

El decreto 5521 de 2013, que aclara define y actualiza el Plan Obligatorio de Salud (POS). Donde en el título V, se menciona transporte o traslado de pacientes, “el Plan Obligatorio de Salud cubre el traslado acuático, aéreo y terrestre (en ambulancia básica o medicalizada), especialmente en la movilización de pacientes con patología de urgencias desde el sitio de ocurrencia de esta hasta una institución hospitalaria, incluyendo el servicio prehospitolario y de apoyo terapéutico en unidades móviles”.⁷⁶

2.7 Estándares internacionales

Se mencionan dos referentes en relación a la estandarización y acreditación internacional en el traslado aeromédico: el instituto aeromédico europeo, EURAMI (European Aeromedical

Institute) y la comisión en acreditación de sistemas de transporte médico. CAMTS (Commission on Accreditation of Medical Transport Systems):

EURAMI para su certificación tiene en cuenta la experiencia operacional, con un límite de vuelos completados, recomendaciones de seguros, institución del gobierno y otras, y la presencia de personal competente para las labores.⁷⁹

CAMTS para la acreditación tiene en cuenta que las empresas hagan una autoevaluación, que el enfoque sea en la seguridad y el paciente y que busquen mejoría continua en calidad.⁸⁰

2.8 Tipos de aeronaves empleadas para el traslado

Solo se mencionarán las dos aeronaves en las que se están realizando TA en la empresa mencionada

2.8.1 Lear Jet 45

El Lear Jet 45 es una aeronave ejecutiva producido por Bombardier Aerospace, el primer vuelo fue el 7 de octubre de 1995, es impulsado por dos motores turbopropulsor Honeywell TFE731-20 controlados por computadora, una versión desarrollada específicamente para esta armadura de avión y tiene además una unidad de poder auxiliar proporciona la energía de tierra.

El avión estándar tiene capacidad para dos pilotos y 9 pasajeros, sin embargo, la versión para adaptación de ambulancia aérea tiene capacidad solo para 4 pasajeros y una camilla de paciente, o en su defecto una incubadora. Tiene una longitud de: 17,7 m (58 ft). La velocidad máxima operativa es 859 km/h. Velocidad crucero: 846 km/h, Alcance: 3 926 km y un Techo de vuelo: 15 545 m (51 000 ft).⁸¹

Un Lear jet adaptado para el traslado aeromédico es un avión que recorre distancias largas en pronto tiempo y puede alcanzar unos techos operacionales altos, la tripulación en su interior tendrá una experiencia confortable, pues alcanza alturas donde no hay vibración ni alteración por el viento, los materiales son altamente resistentes a y se pueden lograr presiones de cabina muy bajas.

2.8.2 JetStream 32

El Hundley Page Jetstream es un avión turbohélice diseñado para satisfacer las necesidades de pequeñas aerolíneas regionales pero que se ha adaptado como ambulancia aérea con muy buenos resultados, introducido al mercado en 1965 actualmente en servicio.

El modelo actualizado de 1985, que tenía un nuevo motor se conoció como Jetstream Super 31' o Jetstream 32. Este avión está diseñado para dos tripulantes y 16 pasajeros, tiene una longitud de 14.4 metros. La planta motriz es 2 Turbohélice Turbomeca Astazou XVI C2 turboprop.

Tiene una velocidad, Velocidad máxima operativa: 454km/h Velocidad crucero: 433 km/h, Alcance: 2 221 km y un techo de vuelo de 7 620 m (25 000 ft).⁸²

Esta aeronave en su adaptación para ambulancia aérea puede estar adaptada para dos camillas, una camilla y una incubadora, o para una camilla, con asientos adicionales para tres tripulantes médicos y para acompañantes, entre las desventajas de estos aviones es que e tienen menor velocidad máxima ósea que tardan más tiempo en hacer el recorrido del Lear jet, un techo operacional más bajo, hay más vibración y ruido por lo tanto es menos comfortable.

3.JUSTIFICACION

¿Cuál es la importancia de establecer una base de datos sobre los traslados aeromédicos que se realizan en el sector civil en Colombia?

En Colombia solo se ha publicado un trabajo de investigación de 90 pacientes que realiza caracterización de traslados aéreos a nivel nacional, Es importante realizar un estudio descriptivo con una muestra poblacional más representativa con datos de pacientes trasladados en ambulancia aérea que permita evaluar diferentes variables e indicadores en los traslados aeromédicos, el papel de los especialistas en el traslado y la manera de actuar ante posibles complicaciones, además de cómo se modifican diferentes variables fisiológicas en las diferentes fases del vuelo. Hasta el momento no hay un estudio en el país ni el mundo con estas características.

Esto favorecerá la creación de calidad con el fin de otorgar la mejor atención a los pacientes desde que se recibe hasta que se entrega en el lugar de destino y garantizar un adecuado manejo de cualquier eventualidad que se pueda presentar durante el vuelo buscando adicionalmente que este estudio se convierta en un estudio seminal del que surjan otras preguntas de investigación a partir de los resultados obtenidos. Se justifican los siguientes puntos

- No hay otros estudios que relaten de manera homogénea el asunto de los traslados aeromédicos en el país.
- Se encuentra muy poca literatura disponible respecto al tema planteado.
- Es importante realizar un nuevo estudio descriptivo con historias de pacientes que permita evaluar diferentes variables e indicadores en los traslados aeromédicos, el papel de los especialistas en el traslado, creación de altos estándares de calidad y de manejo del paciente abordo.
- La historia clínica de los traslados aéreos de pacientes cuenta con medición de variables fisiológicas en las diferentes fases del vuelo que permiten valorar el impacto de estas fases en dichas variables.
- Esta investigación puede servir como estudio seminal para plantear otras propuestas de investigación en el traslado aeromédico y en el transporte de pacientes por aire.

4.OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

Determinar las características epidemiológicas de los traslados aeromédicos realizados por una empresa colombiana con origen o destino en el país del año 2015 al año 2017.

4.2 Objetivos específicos

- Describir los diferentes indicadores epidemiológicos de los traslados aeromédicos en Colombia.
- Describir las rutas nacionales e internacionales operadas, tiempos de traslado y frecuencia de rutas operadas.
- Describir la morbilidad y mortalidad de los pacientes trasladados.
- Determinar las complicaciones mas frecuentes presentadas durante los traslados y describir las actividades llevadas a cabo para su resolución.

5. METODOLOGÍA

5.1 Método.

Se realiza un estudio retrospectivo descriptivo.

5.2 Lugar de ejecución y marco temporal.

Servicios aéreos panamericanos (SARPA), recolección de datos de historias clínicas manuales del archivo institucional entre enero y julio de 2018

5.3 Población y muestra.

- Universo y población: Pacientes trasladados por la institución entre 2015-2017 con disponibilidad de historia clínica manual
- Muestra: Pacientes que cumplían los criterios de inclusión y exclusión que tenían como origen o destino alguna ciudad de Colombia.

5.3.1 Criterios de inclusión:

Los individuos debían cumplir con todas las condiciones.

- Pacientes con historia clínica completa y diligenciada
- Que el traslado tuviera origen o destino Colombia

5.3.2 Criterios de exclusión:

- Pacientes cuyos traslados no tuvieron origen o destino en Colombia.
- No tener historia clínica completamente diligenciado

5.4 Definición de variables

Tabla 19 Definición de variables en la etapa de implementación.

| Variable | Definición | Sub variable | Indicadores o categorías | Tipo |
|----------------------------------|------------|--------------|--------------------------|-----------------------|
| Demográfica y Clínicas Generales | | Edad | 0-100 años | Cuantitativa continua |
| | | Genero | Femenino - Masculino | Nominal Dicotómica |

| | | | |
|---|--|---|-----------------------|
| Características generales que se presentan en una población | Régimen de seguridad social | Contributivo – Subsidiado – Particular– otros | Nominal Politómica |
| Características específicas que dependen de las condiciones de salud del paciente | Peso | Numérico en kg | Cuantitativa continua |
| | Antecedentes | Cardiovasculares– Neurológicos– Quirúrgicos– otros | Nominal Politómica |
| | Dx Principal CIE 10 | | Nominal Politómica |
| | Dx secundario CIE 10 | | Nominal Politómica |
| | Diagnostico por sistemas | Cardiovasculares– Neurológicos– Mulsitistemico– otros | Nominal Politómica |
| | Frecuencia Cardiaca (Recibo-Crucero y Entrega *) | Numérico en Latidos por minuto | Cuantitativa continua |
| | Tensión arterial sistólica (Recibo-Crucero y Entrega *) | Numérico en mmHg | Cuantitativa continua |
| | Tensión arterial diastólica (Recibo-Crucero y Entrega *) | Numérico en mmHg | Cuantitativa continua |
| | Tensión arterial media (Recibo-Crucero y Entrega *) | Numérico en mmHg | Cuantitativa continua |
| | Saturación de O2 | Numérico en % | Cuantitativa continua |
| | Frecuencia Respiratoria | Numérico en respiraciones por minuto | Cuantitativa continua |
| | Medicamentos utilizados | Cristaloides- vasopresores- inotrópicos- sedación-analgesia otros | Nominal Politómica |
| | Soporte respiratorio | Si o No | Nominal dicotómica |
| | Tipo de soporte respiratorio | Cánula nasal- ventilación mecánica- Venturi- otros | Nominal Politómica |
| | End Tidal CO2 (Recibo-Crucero y Entrega *) | Numérico en mmHg | Cuantitativa continua |
| | FiO2 (Recibo-Crucero y Entrega *) | Numérico en % | Cuantitativa continua |
| | Presion de neumotaponador (Recibo-Crucero y Entrega *) | Numérico en mmH ₂ O | Cuantitativa continua |
| Invasiones | Sondas- catéteres- otras | Nominal Politómica | |
| Procedimientos en vuelo | Intubación orotraqueal- glucometría-otros | Nominal Politómica | |
| Complicaciones | Si o No | Nominal dicotómica | |
| Fase en que ocurre la complicación | Recibo-crucero- entrega** | Nominal Politómica | |
| Tipo de complicación y Manejo | | Nominal Politómica | |

| Operacionales | Tipo de aeronave | Jet stream o Lear Jet | Nominal dicotómica |
|--|--------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Situaciones que están afectadas por diferentes condiciones operacionales | Lugar de origen | - | Nominal Politómica |
| | Lugar de destino | - | Nominal Politómica |
| | Hora despegue | - | Cuantitativa continua |
| | Hora aterrizaje | - | Cuantitativa continua |
| | Tiempo de vuelo | - | Cuantitativa continua |
| | Duración total de la operación | - | Cuantitativa continua |
| | Altura de Crucero | Numérica en ft | Cuantitativa discreta |

*Recibo: desde el momento en que el grupo tiene contacto con el paciente, acomodación en plataforma, introducción al avión, despegue y ascenso de la aeronave. Crucero: Desde el momento en que termina el ascenso hasta donde inicia el descenso de la aeronave, fase de vuelo recto y nivelado. Entrega: Incluye la fase de descenso, aterrizaje y entrega del paciente ya sea en plataforma o en su clínica de destino

5.5 Recolección de la información.

La información fue recolectada de la historia clínica física del archivo institucional. Las variables demográficas, clínicas y operacionales, fueron depositadas en el formato de historia en formularios de Excel® específicamente diseñados para ello.

5.6 Análisis estadístico y epidemiológico.

Los datos fueron sometidos a análisis descriptivo por medio de Microsoft Excel®. Además, se realizarán comparaciones de los signos vitales para diferentes grupos de edad en recibo crucero y entrega, Para estas comparaciones primero se evaluó la distribución normal de los datos. Después se procedió a hacer pruebas de inferencia estadística todas con un intervalo de confianza al 95%. Para ello se utilizó el programa informáticos IBM SPSS Statistics. La prueba estadística utilizada para los análisis inferenciales es el T-Student y se considera que hay significancia estadística si el valor de $p < 0.05$.

6. CONSIDERACIONES ÉTICAS.

Este trabajo fue aprobado por el comité de ética médica de la facultad de medicina de la Universidad Nacional de Colombia en el Acta de evaluación N: 003-045-18 del 21 de febrero de 2018

De acuerdo con la Resolución N° 008430 de 1993, por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud en nuestro país y a la cual se acoge la Universidad Nacional de Colombia el trabajo titulado: Caracterización epidemiológica de traslados aeromédico en una empresa privada de aviación civil en Colombia 2015-2017. es un trabajo de investigación que clasificaría como investigación sin riesgo, según el artículo 11 siendo este un estudio que emplea investigación documental retrospectiva, se hace revisión de datos documentados en historias clínicas, no se realiza ninguna intervención o modificación con intención en las variables biológicas, fisiológicas, psicológicas o sociales de los individuos.

El acceso a la información de las historias clínicas está aprobado por la empresa SARPA y el protocolo ha sido revisado y avalado por la dirección de servicios de salud y el comité técnico científico (artículo 6 numeral g).

En relación con el manejo confidencial de la información, ira en concordancia con el artículo 8 de la mencionada resolución, en el cual se manifiesta que se protegerá la privacidad del individuo sujeto de investigación, identificándolo solo cuando los resultados lo requieran y este lo autorice. El acceso a la información está enmarcado en las políticas de confidencialidad de SARPA.

El párrafo primero de dicha resolución expresa que, en las investigaciones con riesgo mínimo, el comité de ética de la institución podrá dispensar al investigador de la obtención del consentimiento informado por lo cual en este trabajo no se obtendrá.

Se relacionan los artículos a los que se hace mención y aplican para esta investigación.

ARTICULO 6. La investigación que se realice en seres humanos se deberá desarrollar conforme a los siguientes criterios:

a) Se ajustará a los principios científicos y éticos que la justifiquen. d) Deberá prevalecer la seguridad de los beneficiarios y expresar claramente los riesgos (mínimos), los cuales no deben, en ningún momento, contradecir el artículo 11 de esta resolución. g) Se llevará a cabo cuando se obtenga la autorización: del representante legal de la institución investigadora y de la institución donde se realice la investigación; el Consentimiento Informado de los participantes; y la aprobación del proyecto por parte del Comité de Ética en Investigación de la institución

ARTICULO 8. En las investigaciones en seres humanos se protegerá la privacidad del individuo, sujeto de investigación, identificándolo solo cuando los resultados lo requieran y éste lo autorice.

ARTICULO 11. Para efectos de este reglamento esta investigación se clasifica en la siguiente categoría:

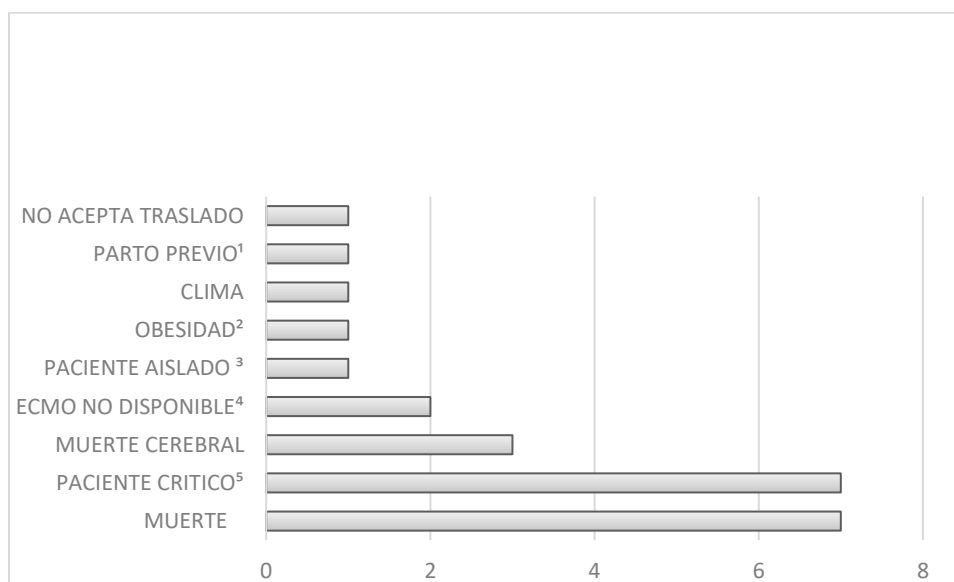
Investigación sin riesgo: Son estudios que emplean técnicas y métodos de investigación documental retrospectivos y aquellos en los que no se realiza ninguna intervención o modificación intencionada de las variables biológicas, fisiológicas, psicológicas o sociales de los individuos que participan en el estudio, entre los que se consideran: revisión de historias clínicas, entrevistas, cuestionarios y otros en los que no se le identifique ni se traten aspectos sensitivos de su conducta.

PARÁGRAFO PRIMERO. En el caso de investigaciones con riesgo mínimo, el Comité de Ética en Investigación de la institución investigadora, por razones justificadas, podrá autorizar que el Consentimiento Informado se obtenga sin formularse por escrito y tratándose de investigaciones sin riesgo, podrá dispensar al investigador de la obtención de este.

7.RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se revisaron un total de 1914 historias clínicas, de las cuales se excluyen para el análisis 29 traslados que no tuvieron origen o destino en Colombia y 5 traslados en aerolínea comercial con escolta médico, quedando un total de 1880 historias para el análisis de datos. De estos 1880 pacientes, 24 pacientes no se pudieron trasladar o se canceló el traslado antes de tener contacto con el GCCTA o porque el medico en cabeza del GCCTA determino que tenía alguna contraindicación para el TA.

El grafico 6 describe 24 pacientes que después del avión haber aterrizado en el sitio de origen del paciente no se pueden trasladar, son pacientes que por diferentes motivos, sea médicos u operacionales, estando en plataforma o en la institución de salud se avisa al grupo o se encuentra alguna situación que hace el traslado no viable, la principal causa encontrada es muerte del paciente y pacientes muy crítico, es decir que por su condición es más riesgoso el traslado, entre otras causas se describen condiciones climáticas adversas para la operación y no aceptación por parte de los pacientes. Ver grafica 6 y tabla 20.



Grafica 6 Causas Para No Traslado De Pacientes

¹ Motivo de remisión desproporción Feto-Pelvis, presenta parto previo a aterrizaje. ²Paciente no se ajusta a la camilla del avión. ³Paciente requiere aislamiento, iba en cabina con otro paciente. ⁴ requerimientos de oxigenación por membrana extracorporea. ⁵Post-reanimación cardiopulmonar, acidosis severa, múltiples soportes vasopresor e inotrópicos, SDRA o altos parámetros ventilatorios.

El análisis posterior de datos se realiza con un total de 1856 pacientes que fueron los que finalmente tuvieron contacto con el equipo de traslado aeromédico, de estos se excluyen 4

pacientes que murieron después de tener contacto con el GCCTA por lo tanto no tienen disponibles todas las variables de análisis. Mortalidad total 0,216% Ver análisis de mortalidad.

Tabla 20 Características de la población que no se trasladó.

| ORIGEN | DESTINO PREVISTO | EDAD | DIAGNÓSTICO | DESCENLACE | MES | AÑO |
|-------------|------------------|----------|--|-------------|-----------|------|
| Aruba | Bogotá | 42 años | Obesidad Mórbida | No Traslado | Enero | 2015 |
| Yopal | Bogotá | 16 años | Masa Cerebral | No Traslado | Marzo | 2015 |
| Yopal | Villavicencio | 2 meses | Cardiopatía Congénita | Muerte | Marzo | 2015 |
| Cumaribo | Villavicencio | 20 años | Desproporción Feto Pélvica | No Traslado | Abril | 2015 |
| Saravena | Cúcuta | 56 años | Infarto Agudo De Miocardio | Muerte | Mayo | 2015 |
| Quibdó | Medellín | 86 años | Accidente Cerebro Vascular hemorrágico | No Traslado | Junio | 2015 |
| Yopal | Bogotá | 46 años | Sepsis | No traslado | Julio | 2015 |
| Quibdó | Medellín | 33 años | Disfunción Multiorgánica | No Traslado | Agosto | 2015 |
| Apartado | Medellín | 2 meses | Atresia Tricúspidea | Muerte | Diciembre | 2015 |
| Apartado | Medellín | 14 años | Síndrome De Dificultad Respiratoria | Muerte | Diciembre | 2015 |
| St Marteen | Medellín | 52 años | Disfunción Multiorgánica | No Traslado | Marzo | 2016 |
| Apartado | Medellín | 3 años | Meningitis | No Traslado | Mayo | 2016 |
| Montería | Medellín | 40 años | Politraumatismo | Muerte | Mayo | 2016 |
| Cúcuta | Bucaramanga | 40 años | Síndrome De Dificultad Respiratoria | No Traslado | Agosto | 2016 |
| Curacao | Bogotá | 58 años | Fibrilación Auricular | No Traslado | Agosto | 2016 |
| Santa Marta | Bogotá | 63 años | Síndrome De Dificultad Respiratoria | No Traslado | Octubre | 2016 |
| St Marteen | Bogotá | 70 años | Masa Abdominal | No Traslado | Noviembre | 2016 |
| Bogotá | Villavicencio | 6 meses | Falla Ventilatoria | No Traslado | Marzo | 2017 |
| Caucasia | Medellín | 27 años | Síndrome Hemolítico Urémico | Muerte | Abril | 2017 |
| Yopal | Bogotá | 29 años | Trauma Cráneo Encefálico | Muerte | Mayo | 2017 |
| Aruba | Bogotá | 1 día | Falla Multiorgánica | No Traslado | Agosto | 2017 |
| Curacao | Bogotá | 49 años | Enfermedad Coronaria 3 Vasos | No Traslado | Noviembre | 2017 |
| Apartado | Medellín | 20 meses | Falla Ventilatoria | No Traslado | Noviembre | 2017 |
| Curacao | Bogotá | 25 años | Politrauma | Muerte | Diciembre | 2017 |

7.1 Análisis estadístico de la población que completa todo el traslado.

El análisis que se presenta a continuación corresponde a los 1852 pacientes que tuvieron contacto con el GCCTA y tuvieron un traslado completo.

Respecto al tipo de aeronave: 1494 pacientes (80.7%) fueron trasladados en Jet Stream y 358 pacientes (19.3%) en Lear Jet.

7.1.1 Caracterización demográfica de la población

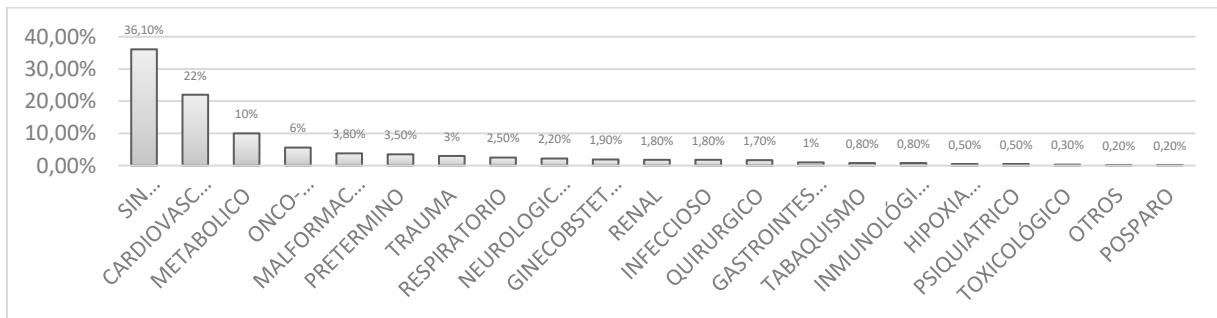
La mayor proporción corresponde al sexo masculino ($n = 1009$; 54.5%), en la tabla se pueden observar las frecuencias de traslados por edades, La mayor proporción de traslados corresponde a adultos mayores (> De 60 Años), ($n = 515$; 27.8%) Edad promedio 72.1 años (DE: $\pm 7,87$), seguidos por adulto joven (19-40 años) ($n = 411$; 22.2%) la menor proporción de traslados corresponde a niños (2 años-9 años) ($n = 89$; 4.8%) Edad promedio 5.9 años (DE: ± 1.89), en la tabla se puede ver el promedio de peso corporal por grupo de edad con sus respectivas desviaciones estándar (Tabla 21).

Tabla 21 Clasificación de la población trasladada por grupo de edad

| GRUPO DE EDAD | No. Pacientes | % | Edad Promedio | Desviación Estándar | Peso (Kg) | Desviación Estándar |
|------------------------------|---------------|------|---------------|---------------------|-----------|---------------------|
| Adulto Mayor (> De 61 Años) | 515 | 27,8 | 72,1 años | $\pm 7,87$ | 75,2 | $\pm 17,43$ |
| Adulto Joven (19-40 Años) | 411 | 22,2 | 29,6 años | $\pm 6,18$ | 73,0 | $\pm 17,11$ |
| Adulto (41-60 Años) | 400 | 21,6 | 51,8 años | $\pm 5,56$ | 81,4 | $\pm 21,30$ |
| Lactantes (28 Días-24 Meses) | 173 | 9,3 | 7,3 meses | $\pm 7,57$ | 5,9 | $\pm 4,43$ |
| Neonatos (0-28 Días) | 150 | 8,1 | 10,0 días | $\pm 8,30$ | 2,6 | $\pm 0,89$ |
| Adolescentes (10-18 Años) | 114 | 6,2 | 14,2 años | $\pm 2,61$ | 50,3 | $\pm 18,39$ |
| Niños (2 años-9 años) | 89 | 4,8 | 5,9 años | $\pm 1,98$ | 23,1 | $\pm 13,57$ |
| Total | 1852 | 100 | 24,9 años | -- | 59,65 | -- |

7.1.1 Antecedentes

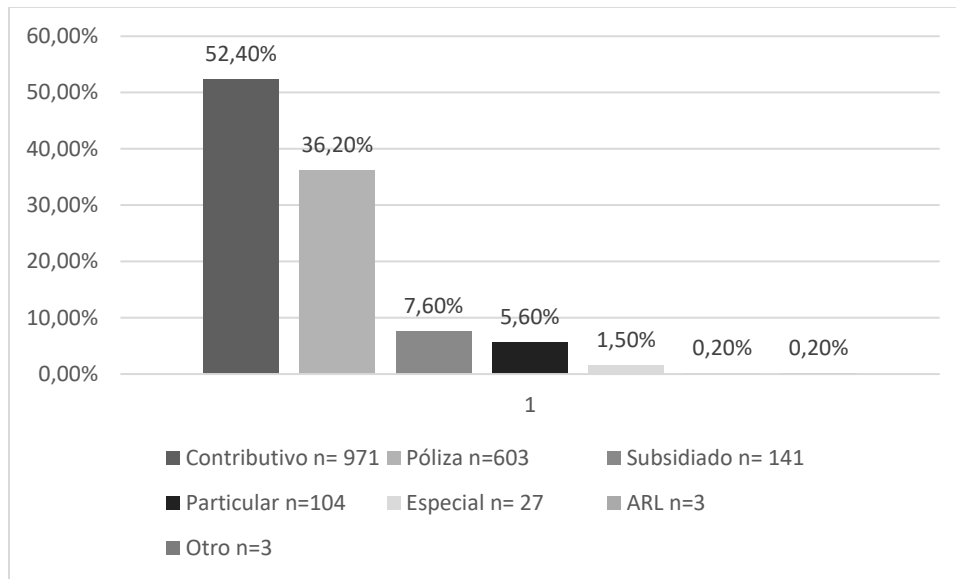
La grafica 7 resume antecedentes personales, agrupados por sistemas, el porcentaje más alto corresponde a población sin antecedentes, seguido por antecedentes cardiovasculares, principalmente hipertensión arterial y enfermedad coronaria, seguidos por antecedentes metabólicos, principalmente dislipidemia y diabetes mellitus tipo 2, el grupo de malformación se refiere a malformación congénita o alteración genética hereditaria.



Gráfica 7 Antecedentes personales

7.1.1 Entidad pagadora o contratista del servicio

La principal entidad pagadora o contratista de servicios en esos tres años fueron EPS del régimen contributivo ($n= 971$; 52,4%), seguidas por pólizas de seguros tanto nacionales como internacionales ($n= 603$; 36.2%) y en tercer lugar EPS del régimen subsidiado ($n=141$; 7.6%); seguidas por servicio particular ($n=104$; 5.6%), régimen especial de seguridad social en Colombia (Fuerzas militares, Ecopetrol, docentes) ($n= 27$; 1.5%) ARL y otros ($n=3$; 0.2%) respectivamente (Ver grafica 7).



Grafica 8 Tipo de entidad pagadora o contratista de servicio

7.1.1 Origen destino y rutas

En la tabla 22 se pueden observar los departamentos más frecuentes de origen y destinos de los traslados en en Colombia. La clasificación “internacional” corresponde a cualquier ciudad que este por fuera de Colombia. La mayor proporción de lugar de origen del traslado corresponde a internacional, seguido por el Departamento de Antioquia y después Norte de Santander, Choco, Arauca, Bogotá, Casanare y Amazonas. En orden descendente de las ciudades donde se originan más traslados son Curacao y Aruba Cúcuta, Apartado, Quibdó, Bogotá y Yopal. Bogotá D.C. encabeza como destino en un 36.4% de los traslados, seguido en departamentos por Antioquia, Santander, Meta, destino internacional, Valle y Atlántico; y en ciudades por Medellín Bucaramanga, Cali, Villavicencio, Rionegro y Barranquilla.

Tabla 22 Departamentos y Ciudades de Origen y Destino de los Traslados Aeromédicos

| Departamento Origen | n | % | Departamento Destino | n | % | Ciudad Origen | n | % | Ciudad Destino | n | % |
|---------------------|-------------|------------|----------------------|-------------|-----------------|------------------|-----|-----------------|----------------|-----|------|
| Internacional | 548 | 29,6 | Bogotá DC | 675 | 36,4 | Curacao | 287 | 15,5 | Bogotá DC | 675 | 36,4 |
| Antioquia | 154 | 8,3 | Antioquia | 473 | 25,5 | Aruba | 116 | 6,3 | Medellín | 387 | 20,9 |
| N de Santander | 123 | 6,6 | Santander | 168 | 9,1 | Cúcuta | 116 | 6,3 | Bucaramanga | 165 | 8,9 |
| Choco | 120 | 6,5 | Meta | 124 | 6,7 | Quibdó | 116 | 6,3 | Villavicencio | 124 | 6,7 |
| Arauca | 104 | 5,6 | Internacional | 90 | 4,9 | Apartado | 103 | 5,6 | Cali | 82 | 4,4 |
| Bogotá DC | 102 | 5,5 | Valle | 83 | 4,5 | Bogotá | 103 | 5,6 | Rionegro | 78 | 4,2 |
| Casanare | 102 | 5,5 | Atlántico | 75 | 4,0 | Yopal | 102 | 5,5 | Barranquilla | 75 | 4,0 |
| Amazonas | 62 | 3,3 | Norte De Santander | 63 | 3,4 | St Marteen | 70 | 3,8 | Cúcuta | 62 | 3,3 |
| Santander | 51 | 2,8 | Nariño | 26 | 1,4 | Arauca | 64 | 3,5 | Curacao | 37 | 2,0 |
| Vichada | 49 | 2,6 | Risaralda | 16 | 0,9 | Leticia | 60 | 3,2 | Aruba | 26 | 1,4 |
| Córdoba | 45 | 2,4 | Huila | 9 | 0,5 | Montería | 49 | 2,6 | Pasto | 26 | 1,4 |
| Meta | 40 | 2,2 | Casanare | 8 | 0,4 | Bucaramanga | 41 | 2,2 | Pereira | 16 | 0,9 |
| Nariño | 34 | 1,8 | Córdoba | 8 | 0,4 | Saravena | 39 | 2,1 | Neiva | 9 | 0,5 |
| Putumayo | 33 | 1,8 | Caldas | 5 | 0,3 | Bonaire | 32 | 1,7 | St Maarten | 9 | 0,5 |
| San Andrés | 30 | 1,6 | Amazonas | 4 | 0,2 | San Andrés | 30 | 1,6 | Montería | 8 | 0,4 |
| Huila | 26 | 1,4 | Bolívar | 3 | 0,2 | Medellín | 26 | 1,4 | Yopal | 8 | 0,4 |
| Magdalena | 26 | 1,4 | Boyacá | 3 | 0,2 | Santa Marta | 26 | 1,4 | Apartado | 4 | 0,2 |
| Valle | 25 | 1,3 | Magdalena | 3 | 0,2 | Pasto | 25 | 1,3 | Leticia | 4 | 0,2 |
| Bolívar | 24 | 1,3 | Sucre | 3 | 0,2 | Cali | 24 | 1,3 | Manizales | 4 | 0,2 |
| Cesar | 21 | 1,1 | Tolima | 3 | 0,2 | Neiva | 24 | 1,3 | Bello | 3 | 0,2 |
| Vaupés | 18 | 1,0 | Arauca | 2 | 0,1 | Puerto Inírida | 23 | 1,2 | Bonaire | 3 | 0,2 |
| Atlántico | 16 | 0,9 | Cesar | 2 | 0,1 | Puerto Leguizamo | 23 | 1,2 | Cartagena | 3 | 0,2 |
| Guainía | 15 | 0,8 | Choco | 2 | 0,1 | Villavicencio | 23 | 1,2 | Panamá | 3 | 0,2 |
| Risaralda | 14 | 0,8 | Guainía | 2 | 0,1 | Cartagena | 22 | 1,2 | Santa Marta | 3 | 0,2 |
| Caquetá | 13 | 0,7 | Guajira | 1 | 0,1 | Valledupar | 21 | 1,1 | Tunja | 3 | 0,2 |
| Sucre | 13 | 0,7 | Putumayo | 1 | 0,1 | Cumaribo | 18 | 1,0 | Arauca | 2 | 0,1 |
| Tolima | 11 | 0,6 | | | Barranquilla | 16 | 0,9 | Barrancabermeja | 2 | 0,1 | |
| Quindío | 8 | 0,4 | | | La Macarena | 14 | 0,8 | Caracas | 2 | 0,1 | |
| Guajira | 7 | 0,4 | | | Pereira | 14 | 0,8 | Corozal | 2 | 0,1 | |
| Boyacá | 5 | 0,3 | | | Puerto Carreño | 13 | 0,7 | Guayaquil | 2 | 0,1 | |
| Caldas | 4 | 0,2 | | | Florencia | 12 | 0,6 | Ibagué | 2 | 0,1 | |
| Cauca | 4 | 0,2 | | | Mitú | 11 | 0,6 | Puerto Inírida | 2 | 0,1 | |
| Guaviare | 4 | 0,2 | | | Barrancabermeja | 10 | 0,5 | Quibdó | 2 | 0,1 | |
| Cundinamarca | 1 | 0,1 | | | Chigorodó | 9 | 0,5 | Quito | 2 | 0,1 | |
| Total | 1852 | 100 | | 1852 | 100 | | - | - | | - | - |

En la tabla 23 se muestran las 20 rutas más frecuentes de traslados entre departamentos, el primer lugar ($n = 276$; 14.9%) fue originado en algún lugar del exterior con destino en Bogotá seguido por origen en alguna ciudad de Antioquia con destino otras ciudades de Antioquia, ($n = 121$; 14.9%), en los siguientes lugares Choco-Antioquia ($n = 114$; 6.2%), Internacional-Antioquia, ($n = 91$; 4.9%), Internacional-Atlántico, ($n = 65$; 3.5%), Norte de Santander-Bogotá, ($n = 62$; 3.3%), Casanare-Bogotá, ($n = 61$; 3.3%), como las siete rutas más frecuentes. Además, se muestran los tiempos promedios de vuelo en cada ruta.

Tabla 23 Rutas más frecuentes y Tiempo Promedio De Vuelo Por Ruta

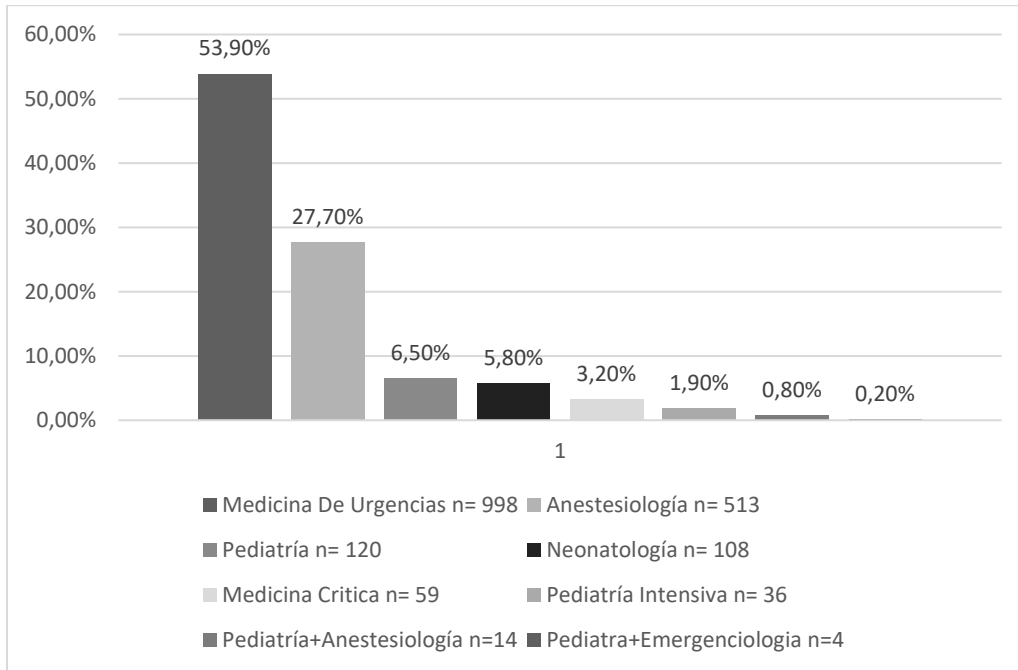
| RUTA | No. Pacientes | % | Tiempo promedio de vuelo (Min)* | DE |
|---------------------------|---------------|------|---------------------------------|-------|
| Internacional-Bogotá | 276 | 14,9 | 144,7 | ±47,1 |
| Antioquia-Antioquia | 121 | 6,5 | 42,8 | ±11,4 |
| Choco-Antioquia | 114 | 6,2 | 31,0 | ±6,0 |
| Internacional-Antioquia | 91 | 4,9 | 176,7 | ±64,7 |
| Internacional-Atlántico | 65 | 3,5 | 101,2 | ±31,6 |
| Norte De Santander-Bogotá | 62 | 3,3 | 71,7 | ±10,3 |
| Casanare-Bogotá | 61 | 3,3 | 45,8 | ±7,9 |
| Internacional-Santander | 61 | 3,3 | 92,4 | ±26,7 |
| Amazonas-Bogotá | 58 | 3,1 | 140,0 | ±35,4 |
| Arauca-Norte De Santander | 54 | 2,9 | 47,1 | ±21,4 |
| Bogotá-Internacional | 49 | 2,6 | 140,5 | ±39,3 |
| Internacional-Valle | 45 | 2,4 | 171,5 | ±57,4 |
| Vichada-Meta | 42 | 2,3 | 78,0 | ±21,2 |
| N. De Santander-Santander | 40 | 2,2 | 37,9 | ±10,1 |
| Córdoba-Antioquia | 37 | 2,0 | 50,6 | ±9,2 |
| Santander-Bogotá | 31 | 1,7 | 53,8 | ±8,3 |
| Casanare-Meta | 28 | 1,5 | 37,9 | ±7,0 |
| Arauca-Bogotá | 23 | 1,2 | 74,4 | ±12,1 |
| San Andrés-Bogotá | 19 | 1,0 | 143,6 | ±38,0 |
| Putumayo-Nariño | 17 | 0,9 | 59,4 | ±11,1 |

*Tiempo promedio de vuelo con paciente para determinada ruta corresponde desde hora de despegue hasta hora de aterrizaje. DE: Desviación Estándar

7.1.2 Especialidad de la tripulación médica.

El 100% de los traslados estaban acompañados por un enfermero profesional, un terapeuta respiratorio y un médico especialista de acuerdo con las características de los pacientes que se iban a trasladar. Medicina de urgencias $n=988$ (53.9%), fue la especialidad que más

traslados realizo, seguido por anestesiología n=513 (27.7%). En casos especiales con madres con alto riesgo de parto va un pediatra que se encarga de la atención al neonato y un médico especialista en medicina de urgencias o anestesiología para atención a la madre, igualmente pasa en casos en los que se traslada el binomio madre hijo. Hubo un total de 18 (0.97%) traslados de este tipo. Ver grafica 9.



Grafica 9 Especialidad tripulación médica

7.1.3 Diagnósticos de pacientes trasladados

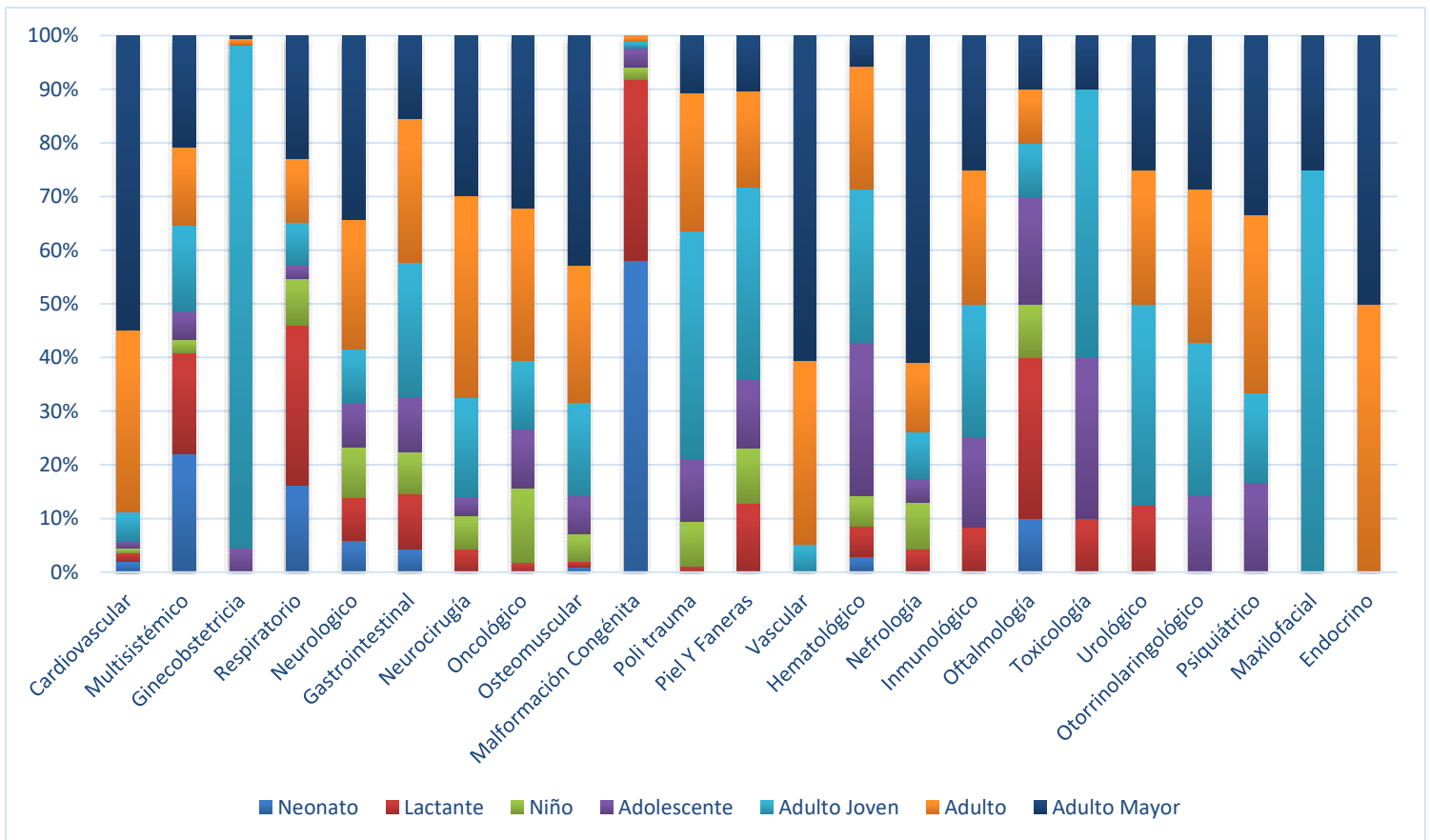
Los diagnósticos fueron analizados según la clasificación internacional de enfermedades CIE-10 de los diagnósticos reportados en la historia clínica como diagnostico principal. Algunos pacientes tenían reportes de diagnóstico relacionado y diagnostico secundario. En la tabla 24 se presenta el resultado del análisis de la frecuencia de los 25 diagnósticos más comunes. El diagnóstico más prevalente fue enfermedad coronaria isquémica, ($n=211$; 11.4%) seguido por accidente cerebrovascular, sea hemorrágico, isquémico o hemorragia cerebral, ($n= 124$; 6.7%), el diagnostico siguiente, otros traumas ($n= 106$; 5.7%), corresponde a todos los diagnósticos de trauma o fracturas que no corresponden a fractura de fémur o trauma cráneo encefálico. En cuanto a las malformaciones congénitas, las cardiacas son las

más comunes ($n= 99$, 5.3%), pero las malformaciones congénitas no cardíacas se encuentran en este grupo ($n= 23$, 1.2%). El siguiente diagnóstico son otras neoplasias ($n= 91$, 4.9%), que agrupa todos los diagnósticos oncológicos diferentes a tumor cerebral ($n= 22$, 1.2%), que fue el diagnóstico oncológico más frecuente. El diagnóstico obstétrico más común fue un trastorno hipertensivo relacionado con el embarazo ($n= 35$, 1.9%), seguido por amenaza de parto pretérmino ($n= 22$, 1.2%) y ruptura prematura de membranas ovulares ($n= 20$, 1.1%).

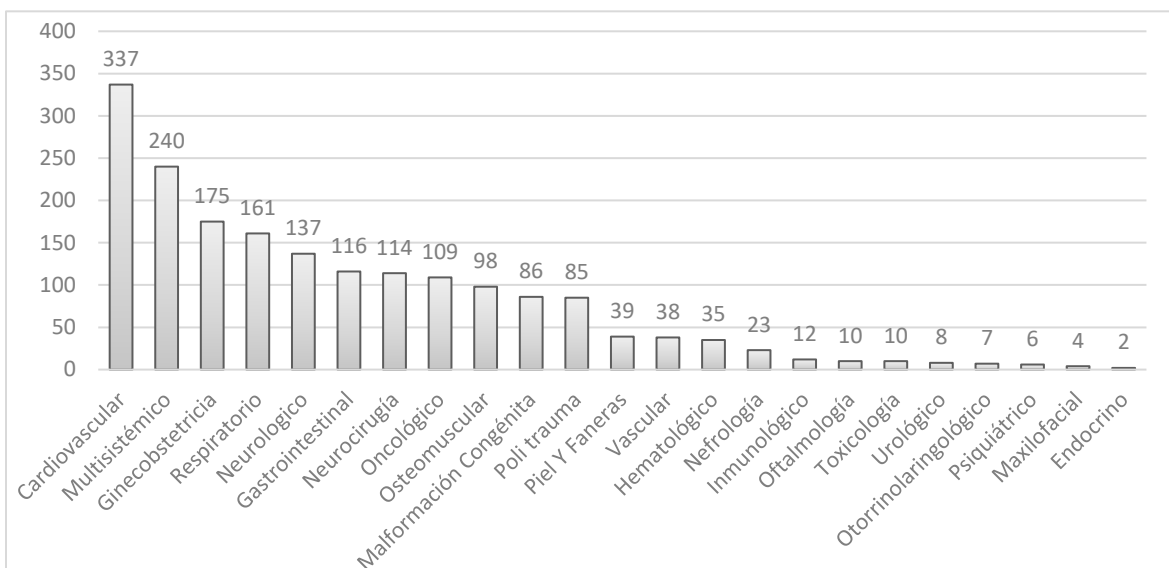
Tabla 24 Diagnósticos más frecuentes de pacientes trasladados

| DIAGNÓSTICO | N Pacientes | % |
|--|--------------------|----------|
| Síndrome coronario agudo | 211 | 11,4 |
| Accidente Cerebrovascular | 124 | 6,7 |
| Otros Traumas | 106 | 5,7 |
| Malformación Cardíaca Congénita | 99 | 5,3 |
| Otras Neoplasias | 91 | 4,9 |
| Neumonía | 73 | 3,9 |
| Trauma Craneoencefálico | 45 | 2,4 |
| Fractura de Fémur | 39 | 2,1 |
| Falla Cardíaca | 37 | 2,0 |
| Quemaduras | 35 | 1,9 |
| Trastorno Hipertensivo Relacionado Con El Embarazo | 35 | 1,9 |
| Insuficiencia Respiratoria | 31 | 1,7 |
| Aneurisma y Disección De Aorta | 31 | 1,7 |
| Apendicitis Aguda | 24 | 1,3 |
| Sepsis | 23 | 1,2 |
| Otras Malformaciones Congénitas | 23 | 1,2 |
| Amenaza de Parto Pretérmino | 22 | 1,2 |
| Tumor Cerebral | 22 | 1,2 |
| Ruptura Prematura de Membranas | 20 | 1,1 |
| Polineuropatía | 19 | 1,0 |
| Dificultad Respiratoria del Recién Nacido | 18 | 1,0 |
| Sepsis del Recién Nacido | 18 | 1,0 |
| Bloqueo Aurículo-ventricular | 17 | 0,9 |
| Choque no Clasificado | 15 | 0,8 |
| Pancreatitis Aguda | 13 | 0,7 |

Adicionalmente se hizo otro análisis por sistemas afectados o especialidad que maneja el caso, los 5 grupos más frecuentes fueron: cardiovascular, ($n = 337$; 18.2%), multisistémico (compromiso de dos o más sistemas) ($n = 240$; 12.96%), ginecología ($n = 175$; 9.45%), respiratorio ($n = 161$; 8.69%), y neurológico ($n = 137$; 7.4%). Cuando se analiza la distribución de sistemas afectados por grupo de edad encontramos que en adulto mayor (>61 años) presentan una proporción alta de casos en los grupos de nefrología (61%), vascular periférico (61%), cardiovascular (55%). Los adultos (41-60 años) presentan más altas proporciones en los casos de endocrinología (50%) neurocirugía (38%), cardiovascular (34%) y vascular (34%). Los adultos jóvenes (19-40 años) presentan la más alta proporción en ginecología (95%), maxilofacial (75%), toxicología (50%) y politrauma (42%). Los adolescentes (10-18 años) por su parte presentan las más altas proporciones en los grupos toxicológico (30%) y hematológico (29%). La proporción más alta de niños (2-9 años) estuvo en el grupo oncológico y oftalmología (10%). Entre Neonatos (0-28 días) y lactante (29 días-24 meses) se encuentran el 94% de las malformaciones congénitas. El grupo de multisistémico presenta proporciones similares en todos los grupos de edad. Ver grafica 10 y 11.



Gráfica 10 Distribución de frecuencia de diagnósticos en relación a especialidad o sistema afectado por grupo etareo (Neonato: 0-28 días, lactante: 29 días-4 meses, niño: 2-9 años, adolescente: 10-18 años, adulto joven: 19-40 años, adulto: 41-60 años, adulto mayor: > De 61 Años)

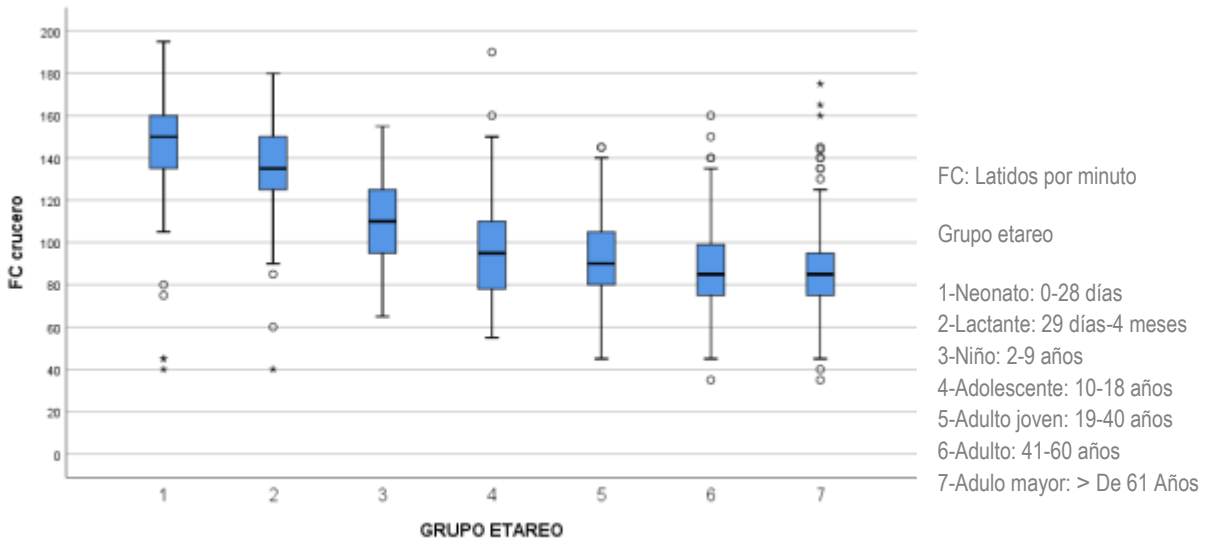


Grafica 11 Número de casos clasificados por sistema afectado o especialidad a la cual se dirige el paciente.

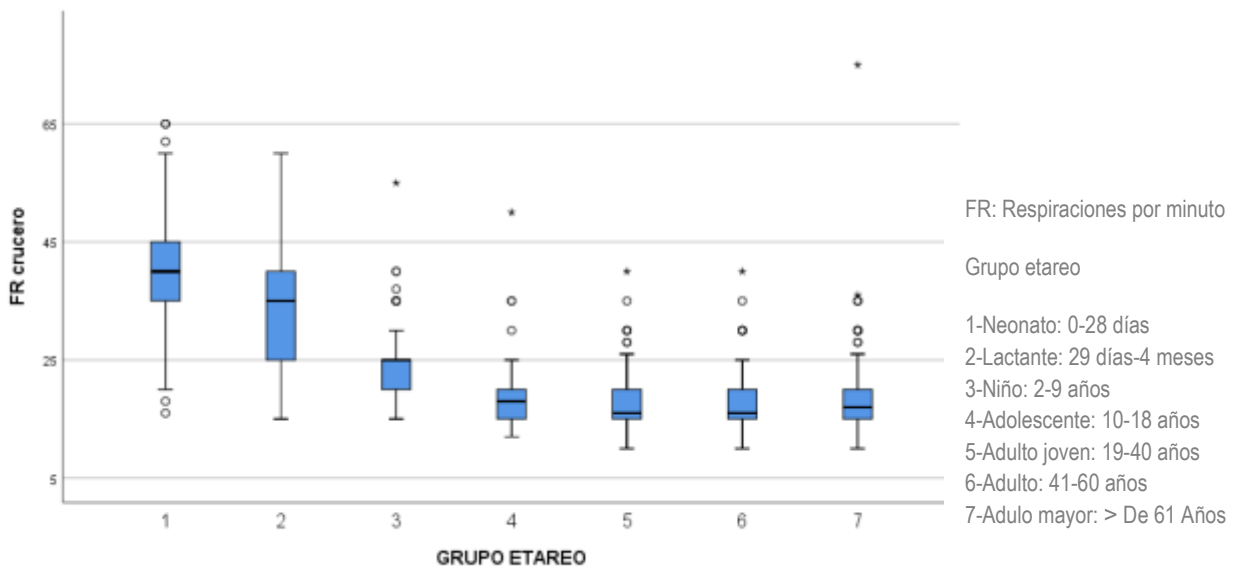
7.1.4 Signos vitales y monitorización respiratoria en vuelo.

Los signos vitales se registran durante todas las fases del vuelo. En la fase de recibo usualmente se registran los últimos signos vitales del sitio de origen del paciente, ya sea los que tenía en la ambulancia que lleva el paciente a plataforma, los que se encuentran en el monitor de la institución de origen, o los primeros que se toman por el GCCTA con los cuales se inicia la toma de decisiones clínicas y la planeación de intervenciones. En la fase crucero se registran los signos vitales durante todo el vuelo recto y nivelado y en la fase de entrega los signos con los que el paciente es entregado a la ambulancia o institución de destino.

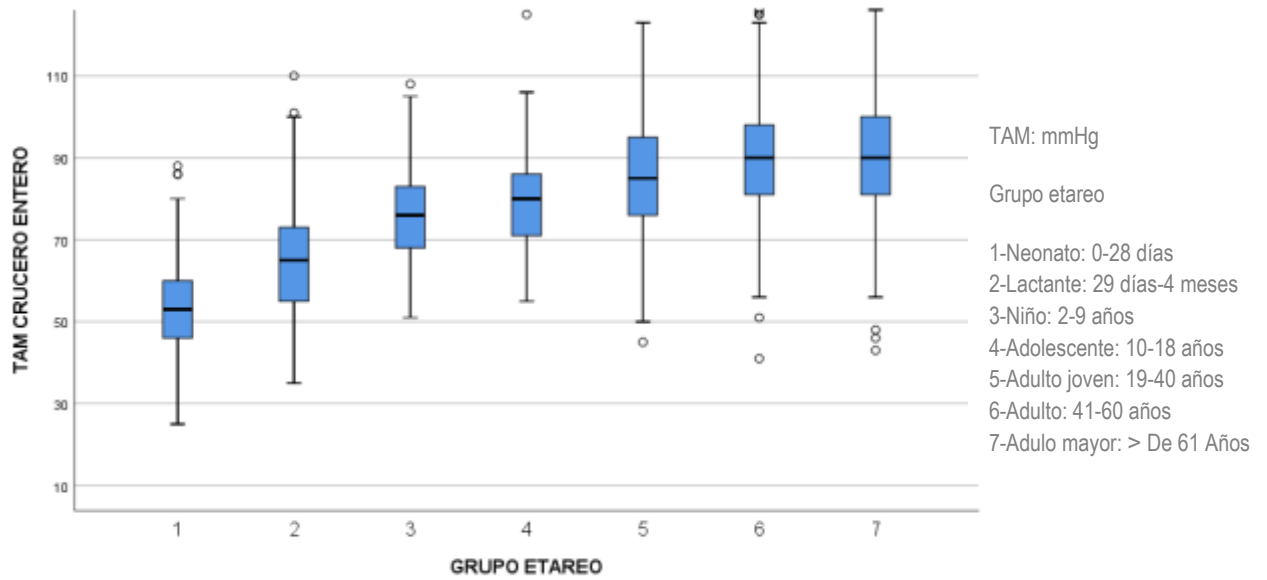
En las gráficas 12, 13, 14 y 15 se presenta el comportamiento de la frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria, tensión arterial media y saturación de oxígeno durante la fase de crucero, estos datos están discriminados por grupos de edad. En las gráficas mencionadas se pueden observar las tendencias de comportamiento normales de los signos vitales para el grupo de edad en que se encuentran los pacientes. Los neonatos suelen tener más altas frecuencias cardiacas y respiratorias, tensiones medias menores y saturación de comportamiento similar a la población adulta, aunque el gran rango en la saturación puede estar explicado por la alta prevalencia de cardiopatía congénita cianósante que usualmente se presenta con saturaciones inferiores a los rangos de normalidad.



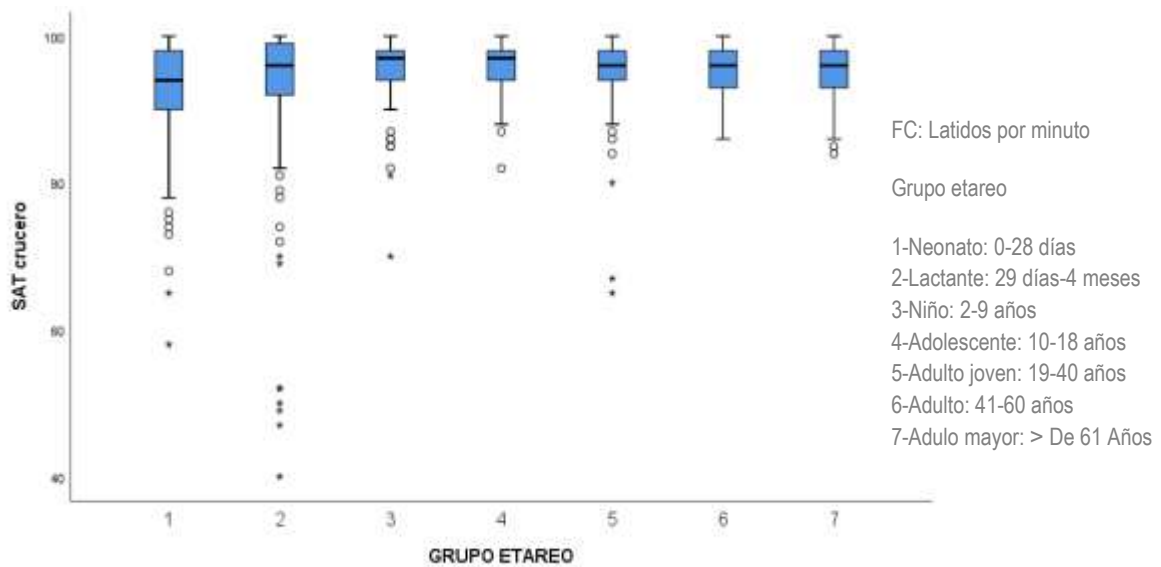
Grafica 12 Frecuencia cardiaca en crucero ajustada por grupos de edad



Grafica 13 Frecuencia respiratoria en crucero ajustada por grupos de edad



Grafica 14 Tensión arterial media en crucero ajustada por grupos de edad



Grafica 15 Saturación de oxígeno en crucero ajustada por grupos de edad

La tabla 25 nos presenta el análisis de los signos vitales comparando las diferentes variables FC, FR, TAM y Sat O₂ en las diferentes fases de vuelo para toda la población en que se midió determinada variable mediante la prueba estadística T student. Cuando se compara la TAM en las diferentes fases se encuentra que hay diferencia estadísticamente significativa ($p=0,007$) entre el recibo y el crucero, con una tendencia a la disminución en crucero. Para la

FC ocurre lo mismo ($p=0,001$) con una disminución en la media de FC en crucero. La FR tiene diferencia estadísticamente significativa en todas las fases ($p=0,000$) con una tendencia a disminuir en crucero respecto a recibo o entrega. Finalmente, cuando se compara la SAT O₂ se comporta de manera similar en todas las fases. Los datos incompletos en la población total corresponden a pacientes que no se les registró ese parámetro en la historia clínica.

Tabla 25 Análisis y pruebas T para signos vitales en diferentes fases del vuelo

| SIGNOS VITALES | FASE DE VUELO | MEDIA | N | DE | VALOR DE T | VALOR p |
|------------------------------------|---------------|--------|------|--------|------------|---------|
| Tensión arterial media mmHg | Recibo | 84,20 | 1839 | 18,03 | 0,363 | 0,717 |
| | Entrega | 84,10 | 1839 | 17,21 | | |
| Tensión arterial media mmHg | Recibo | 84,20 | 1839 | 18,03 | 2,713 | 0,007 |
| | Crucero | 83,40 | 1839 | 18,84 | | |
| Tensión arterial media mmHg | Crucero | 83,35 | 1840 | 18,93 | -2,484 | 0,013 |
| | Entrega | 84,05 | 1840 | 17,31 | | |
| Frecuencia Cardíaca LPM | Recibo | 100,20 | 1851 | 33,623 | 2,150 | 0,032 |
| | Entrega | 98,57 | 1851 | 37,204 | | |
| Frecuencia Cardíaca LPM | Recibo | 100,23 | 1852 | 33,642 | 3,464 | 0,001 |
| | Crucero | 98,51 | 1852 | 28,326 | | |
| Frecuencia Cardíaca LPM | Crucero | 98,57 | 1851 | 37,204 | 0,079 | 0,937 |
| | Entrega | 98,52 | 1851 | 28,332 | | |
| Frecuencia respiratoria RPM | Recibo | 22,80 | 1852 | 10,958 | 3,782 | 0,000 |
| | Entrega | 22,25 | 1852 | 9,916 | | |
| Frecuencia respiratoria RPM | Recibo | 22,80 | 1852 | 10,958 | 8,313 | 0,000 |
| | Crucero | 21,66 | 1852 | 9,714 | | |
| Frecuencia respiratoria RPM | Crucero | 21,66 | 1852 | 9,714 | 5,185 | 0,000 |
| | Entrega | 22,25 | 1852 | 9,916 | | |
| Saturación O₂ % | Recibo | 96,29 | 1851 | 21,581 | 0,918 | 0,359 |
| | Entrega | 95,84 | 1851 | 4,660 | | |
| Saturación O₂ % | Recibo | 96,29 | 1851 | 21,581 | 1,103 | 0,270 |
| | Crucero | 95,53 | 1851 | 21,593 | | |
| Saturación O₂ % | Crucero | 95,53 | 1852 | 21,587 | 0,632 | 0,528 |
| | Entrega | 95,53 | 1851 | 21,593 | | |

7.1.1 Soporte respiratorio

Del total de la población trasladada, 1185 pacientes (el 63.94%) requirieron algún tipo de soporte respiratorio. La mayor proporción corresponde a oxígeno por cánula nasal ($n = 670$; 56.54%), seguido por ventilación mecánica invasiva ($n = 395$; 33.33%) y sistemas de Venturi ($n = 44$; 3.71%) en la tabla 26 se amplía esta información.

Tabla 26 Sistemas proveedores de oxígeno

| Sistema Proveedor De Oxígeno | <i>n</i> | % |
|------------------------------------|----------|-------|
| Cánula Nasal | 670 | 56,54 |
| Ventilación Mecánica Invasiva | 395 | 33,33 |
| Venturi | 44 | 3,71 |
| Tienda de traqueostomía | 31 | 2,62 |
| Mascara de no Reinhalación | 19 | 1,60 |
| Mascara De Hood | 9 | 0,76 |
| O ₂ Libre En Incubadora | 8 | 0,68 |
| Ventilación Mecánica No Invasiva | 5 | 0,42 |
| CPAP* | 4 | 0,34 |

Tc *CPAP: Presión Positiva Continua de la vía aérea.

7.1.2 Monitorización respiratoria

En las historia clínica todos los pacientes tienen un registro de fracción inspiratoria de oxígeno (FIO₂) en las tres fases del vuelo. La tabla 27 muestra el análisis inferencial para esta variable, se puede evidenciar que hay diferencia estadísticamente significativa ($p=0,000$) entre el recibo y el crucero, con media más alta de FIO₂ en crucero, igualmente cuando se compara recibo con entrega hay diferencia estadísticamente significativa ($p=0,000$) con una media más alta para la entrega, estos resultados indican que hay diferencias significativas en la FIO₂ después de recibir al paciente, es decir la FIO₂ promedio requerida para garantizar una saturación adecuada aumenta.

Tabla 27 Análisis y pruebas T fracción inspirada de O₂ en diferentes fases del vuelo

| | Fase del vuelo | Media | N | DE | Valor T | Valor p |
|---|----------------|--------|------|-------|---------|---------|
| Fracción Inspiratoria de oxígeno FIO ₂ | Recibo | 0,3139 | 1852 | 0,193 | -5,901 | 0,000 |
| | Crucero | 0,3281 | 1852 | 0,192 | | |
| Fracción Inspiratoria de oxígeno FIO ₂ | Crucero | 0,3281 | 1852 | 0,192 | -1,785 | 0,074 |
| | Entrega | 0,3312 | 1852 | 0,194 | | |
| Fracción Inspiratoria de oxígeno FIO ₂ | Entrega | 0,3312 | 1852 | 0,194 | 6,204 | 0,000 |
| | Recibo | 0,3139 | 1852 | 0,193 | | |

En la tabla 28 se presenta la medición del neumotaponador del tubo orotraqueal en 249 (63.04%) de los 395 pacientes con intubación orotraqueal en las tres fases del vuelo. La tabla 26 muestra el análisis inferencial para esta variable, y las medias de presión del neumotaponador en las diferentes fases del vuelo, se puede evidenciar que hay diferencia estadísticamente significativa ($p=0,000$) entre el recibo y el crucero, con media más alta de presión 31.89 cm H₂O en recibo, igualmente cuando se compara recibo con entrega hay diferencia estadísticamente significativa ($p=0,000$) con una media más alta para recibo, pero no hay diferencia entre las fases de crucero y entrega ($p=0,198$) en la presión del neumotaponador.

Tabla 28 Análisis y pruebas T presión del neumotaponador en diferentes fases del vuelo

| | Fase del vuelo | Media | N | DE | Valor T | Valor p |
|---|----------------|-------|-----|-------|---------|---------|
| Presión Neumotaponador _{cm H₂O} | Recibo | 31,89 | 249 | 18,17 | 5,81 | 0,000 |
| | Crucero | 25,09 | 249 | 6,11 | | |
| Presión Neumotaponador _{cm H₂O} | Crucero | 25,09 | 249 | 6,11 | 1,29 | 0,198 |
| | Entrega | 24,68 | 249 | 3,94 | | |
| Presión Neumotaponador _{cm H₂O} | Entrega | 24,68 | 249 | 3,94 | -6,44 | 0,000 |
| | Recibo | 31,89 | 249 | 18,17 | | |

El análisis descriptivo e inferencial para el ET-CO₂ es mostrado en la tabla 29. La medición del ET-CO₂ se realizó en las tres fases del vuelo en 243 (61.55%) de los 395 pacientes con intubación orotraqueal. Se puede evidenciar que hay diferencia estadísticamente significativa ($p=0,000$) entre el recibo y el crucero, con una presión media de 39.9 mmHg en recibo vs 36.0 mmHg en crucero, igualmente cuando se compara recibo con entrega hay diferencia estadísticamente significativa ($p=0,000$) teniendo una media de presión más baja en la entrega del paciente, pero no hay diferencia entre las fases de crucero y entrega ($p=0,041$) en la medición del ET-CO₂.

Tabla 29 Análisis y pruebas T para ET CO₂ en diferentes fases del vuelo

| | Fase del vuelo | Media | N | DE | Valor T | Valor p |
|--------------------------------|----------------|-------|-----|------|---------|---------|
| End Tidal CO ₂ mmHg | Recibo | 39,9 | 243 | 12,8 | 6,1 | 0,000 |
| | Crucero | 36,0 | 243 | 7,2 | | |
| End Tidal CO ₂ mmHg | Crucero | 35,9 | 245 | 7,2 | 2,1 | 0,041 |
| | Entrega | 35,4 | 245 | 6,1 | | |
| End Tidal CO ₂ mmHg | Entrega | 35,3 | 243 | 6,1 | -6,4 | 0,000 |
| | Recibo | 39,9 | 243 | 12,8 | | |

7.1.3 Medicamentos

En la tabla 30 se describen en orden de frecuencia los medicamentos utilizados durante el traslado de pacientes. El más frecuente corresponde a solución salina normal ($n=482$). La benzodiacepina más utilizada fue midazolam ($n=268$) y el opioide más utilizado fue fentanilo ($n=246$), estos dos medicamentos se utilizaron la mayoría de las veces juntos como esquema de sedación y analgesia para los pacientes con intubación orotraqueal. En segundo lugar de uso de soluciones esta la dextrosa ($n=192$) y en tercer lugar el lactado de ringer ($n=178$). El segundo opioide más empleado es la morfina ($n=122$) y la segunda benzodiacepina fue el alprazolam oral ($n=43$). El vasopresor más utilizado fue noradrenalina ($n=113$), seguido por dopamina ($n=61$). El inotrópico más utilizado fue dobutamina ($n=53$). El relajante muscular que más se utilizó fue vecuronio ($n=62$) y el analgésico no opioide más empleado fue acetaminofén ($n=482$). La prostaglandina E1 se utilizó en infusión venosa en 35 pacientes todos ellos neonatos con cardiopatía congénita dependiente del ductus.

Tabla 30 Medicamentos utilizados durante el traslado de pacientes

| Medicamento | <i>n</i> | Medicamento | <i>n</i> | Medicamento | <i>n</i> | Medicamento | <i>n</i> |
|--------------------------|----------|---------------------|----------|-------------------------|----------|-------------------|----------|
| Cloruro de Sodio 0,9% | 482 | Nitroprusiato | 14 | Inmunoglobulina | 5 | Diazepam | 1 |
| Midazolam | 268 | Hidrocortisona | 13 | Fenitoína | 5 | Clonazepam | 1 |
| Fentanilo | 246 | Rocuronio | 12 | SS Hipertónica | 5 | Ketamina | 1 |
| Dextrosa | 192 | Dexametasona | 12 | Etilefrina | 4 | Bupivacaina | 1 |
| Lactato De Ringer | 178 | Adrenalina | 11 | Atropina | 4 | Ácido Tranexámico | 1 |
| Morfina | 122 | Milrinone | 11 | Ácido Acetil Salicílico | 4 | Albumina | 1 |
| Noradrenalina | 113 | Broncodilatadores | 11 | Tirofiban | 4 | Pregabalina | 1 |
| Vecuronio | 62 | Nifedipino | 11 | Bicarbonato | 4 | Atosiban | 1 |
| Dopamina | 61 | Furosemida | 11 | Hidromorfona | 3 | Tiopental | 1 |
| Dobutamina | 53 | Labetalol | 10 | Omeprazol | 3 | Clopidrogrel | 1 |
| Nitroglicerina | 47 | Fenoterol | 10 | Ranitidina | 3 | Terbutalina | 1 |
| Acetaminofén | 46 | Ondasentrón | 10 | Heparina no fraccionada | 3 | Octreotide | 1 |
| Alprazolam | 43 | Hioscina | 10 | Difenhidramina | 3 | Oxitocina | 1 |
| Prostaglandina | 35 | Diclofenaco | 9 | Remifentanil | 2 | Alteplasa | 1 |
| Otros Anti-hipertensivos | 33 | Cloruro De Potasio | 9 | Fenobarbital | 2 | Levosimendan | 1 |
| Antibiótico | 25 | Amiodarona | 9 | Metilprednisolona | 2 | Bumetanida | 1 |
| Dipirona | 24 | Vasopresina | 8 | Enoxaparina | 2 | Clobasan | 1 |
| Metoclopramida | 23 | Insulina | 8 | Hemoderivados | 2 | N Acetil Cisteína | 1 |
| Tramadol | 22 | Gluconato De Calcio | 7 | Manitol | 2 | Pregabalina | 1 |
| Nutrición Parenteral | 20 | Ácido Valproico | 6 | Digoxina | 1 | | |
| Propofol | 17 | Levetiracetam | 6 | Dexmedetomidina | 1 | | |

7.1.1 Invasiones o intervenciones previas.

La tabla 31 presentan el tipo de dispositivos invasivos o intervenciones que se encontraron en los pacientes previo al recibo, se muestra la proporción de población para cada ítem, el porcentaje está calculado sobre los 1852 pacientes. El dispositivo invasivo encontrado más frecuentemente en los pacientes fue el catéter venoso periférico ($n=1404$; 75.8%), seguido por sonda vesical ($n=597$; 32.2%), sonda oro o naso gástrica ($n=433$; 23.4%), catéter venoso central ($n=247$; 13.3%), línea arterial ($n=148$; 8%) y catéter central de inserción periférica ($n=86$; 4.5%). En la tabla se especifican otros ítems asociados.

Tabla 31 Invasiones o intervenciones previas.

| Tipo de invasión o procedimiento | N | % |
|------------------------------------|------|------|
| Vena periférica | 1404 | 75,8 |
| Sonda vesical | 597 | 32,2 |
| Sonda naso-oro gástrica o duodenal | 433 | 23,4 |
| Catéter venoso central | 247 | 13,3 |
| Línea arterial | 148 | 8,0 |
| PICC* | 86 | 4,6 |
| Ostomías abdominales | 54 | 2,9 |
| Catéter venoso umbilical | 38 | 2,1 |
| Drenes | 25 | 1,3 |
| Tubo a tórax | 24 | 1,3 |
| Inmovilización o tracción | 22 | 1,2 |
| Catéter Mahurkal | 12 | 0,6 |
| Marcapaso venoso o cutáneo | 9 | 0,5 |
| Ventriculostomía o DVP** | 9 | 0,5 |
| Otros catéteres | 9 | 0,5 |
| Tubo Sengtaken | 1 | 0,1 |

*PICC catéter central de inserción periférica.

**DVP derivación ventrículo peritoneal

7.1.2 Intervenciones por parte del GCCTA en pacientes trasladados.

El procedimiento más común realizado por el personal del GCCTA fue glucometría ($n=298$; 16.09%), seguido por uso del analizador ISTAT® ($n=67$; 3.62%) principalmente para toma de gases arteriales o electrolitos. El tercer procedimiento fue colocación de catéter periférico

($n = 54$; 2.91%) ya sea por cambio por vena previa no permeable o colocación de nuevo catéter porque el paciente no tenía vena canalizada. Intubación orotraqueal ($n = 19$; 1.02%). Aislamiento ($n = 4$; 0.21%) para pacientes con indicaciones por enfermedad infecto contagiosa. Cambio de tubo orotraqueal ($n = 3$; 0.16%). Se pasaron dos catéteres venosos centrales, dos sonda orogástricas y se usó la camilla de vacío en dos pacientes (0.11%). Se colocó una línea arterial, un catéter yugular, un catéter umbilical y una sonda vesical (0.05%).

7.1.3 Eventos médicos en vuelo y complicaciones.

En total 688 pacientes (37.14%) presentaron eventos médicos en vuelo, de estos 147 presentaron dos o más eventos o complicaciones relacionadas, para un total de 835 eventos médicos descritos. La fase del vuelo en la que ocurrieron más eventos fue en crucero ($n = 353$; 51,3%), seguido por la fase de recibo ($n = 240$; 34.88%). Se presentaron también eventos en ambas fases de recibo-crucero ($n = 47$; 6.83%), en todas las fases ($n = 19$; 2.76%), en entrega ($n = 18$; 2.61%) y finalmente eventos en las fases de recibo y entrega ($n = 7$; 1.07%).

En la tabla 32 se describen en orden de frecuencia los eventos médicos en vuelo y su porcentaje respecto al total de pacientes; el evento más común fue desaturación o necesidad de suplementar oxígeno ($n = 284$; 15.3%), por protocolo institucional si un paciente se desatura por debajo de 94% o tiene alguna patología pulmonar que lo predisponga a desaturación se indica iniciar oxígeno al iniciar el vuelo. El siguiente evento médico es la presencia de dolor, en el cual se administró algún tipo de analgésico sea opioide o no opioide ($n = 146$; 7.88%). El siguiente evento corresponde a hipotensión o signos de hipoperfusión ($n = 63$; 3.4%), en los cuales fue necesario optimizar la perfusión con líquidos intravenosos, inicio o ajuste de vasopresor o inotrópico. El siguiente evento fue la presencia de inadecuada sedación, paciente agitado o ansioso ($n = 58$; 3.13%), en los cuales fue necesario ajustar los esquemas de sedación, analgesia o iniciar un sedante; se incluye en este grupo los pacientes a los que se les administró alprazolam para disminuir la ansiedad por el vuelo. El desacople a la ventilación mecánica se presentó en un quinto lugar ($n = 56$; 3.02%) requiriendo para su manejo optimizar la sedación-analgesia y/o uso de relajante muscular. 19 pacientes que tenían Glasgow bajo o riesgo de falla ventilatoria (1.03%), requirieron intubación orotraqueal. 7 pacientes presentaron convulsiones (0.38%) que requirieron manejo con medicación anticonvulsivante. 2 pacientes presentaron paro cardiorrespiratorio (0.11%), con requerimiento de maniobras de reanimación cardiopulmonar, ritmo no desfibrilable, con recuperación del ritmo sinusal.

Tabla 32 Eventos médicos en vuelo y complicaciones, intervención para su manejo.

| Eventos médicos en vuelo (Intervención) | n | % |
|---|------------|------------|
| Desaturación, paciente con indicación de O₂ (aumento de la FIO ₂) | 284 | 15,33 |
| Dolor (Administración de analgesia) | 146 | 7,88 |
| Hipotensión y/o Hipoperfusión (Líquidos y/o inicio vasopresor y/o inotrópicos) | 63 | 3,40 |
| Paciente despierto o agitado (Optimizar Sedación-analgesia) | 58 | 3,13 |
| Desacople ventilación mecánica (Optimizar sedo analgesia y/o relajación Muscular) | 56 | 3,02 |
| Hipertensión arterial (Antihipertensivo o Titular Vasopresor) | 39 | 2,11 |
| Vena periférica no Permeable (Cambio de vena) | 25 | 1,35 |
| Náuseas y/o vomito (Antiemético) | 20 | 1,08 |
| Hipoglicemia (Dextrosa) | 19 | 1,03 |
| Falla ventilatoria o Glasgow bajo (Intubación Orotraqueal) | 19 | 1,03 |
| Arritmia (Cardioversión eléctrica o farmacológica) | 16 | 0,86 |
| Falla De Dispositivos: Catéteres, Marcapasos, Sondas (Ajuste o cambio) | 15 | 0,81 |
| Fiebre (Antipirético) | 14 | 0,76 |
| Deshidratación (Líquidos endovenosos) | 9 | 0,49 |
| Fuga o falla de tubo oro-traqueal (Cambio o ajuste) | 8 | 0,43 |
| Convulsión (Benzodiazepinas y/o fenitoína) | 7 | 0,38 |
| Alteración hidroelectrolítica (Corrección) | 5 | 0,27 |
| Hipercapnia (Ajuste ventilador) | 4 | 0,22 |
| Hiperglicemia (Líquidos endovenosos o Insulina) | 4 | 0,22 |
| Cierre aeropuerto, cambio De Ruta, daño de avión | 4 | 0,22 |
| Bradicardia (Atropina, Marcapasos o manejo expectante) | 4 | 0,22 |
| SDRA* o edema agudo de pulmón (Sedación, diurético o ajuste ventilador) | 4 | 0,22 |
| Broncoespasmo (Broncodilatadores, esteroides iv, sulfato de mg) | 3 | 0,16 |
| Hipertensión Intracraneana (Manitol, solución hipertónica) | 3 | 0,16 |
| Apnea (Presión Positiva) | 2 | 0,11 |
| Paro cardiorrespiratorio (RCP** básica o avanzada) | 2 | 0,11 |
| Actividad Uterina (Útero-inhibidor) | 1 | 0,05 |
| Cinetosis (Antihistamínico) | 1 | 0,05 |
| Total | 835 | 100 |

*SDRA: Síndrome de Dificultad Respiratoria del Adulto. **RCP Reanimación Cardiopulmonar.

7.1.4 Mortalidad en vuelo

Mortalidad en vuelo para este estudio se define como muerte de un paciente desde el momento del recibo hasta el momento de la entrega es decir una muerte cuando el paciente está en contacto o bajo responsabilidad el GCCTA, En el análisis en total para esta definición se incluyen 4 pacientes de 1856, mortalidad total 0,216%, dos de estos pacientes murieron

al ser entregados en su hospital de destino sin embargo el GCCTA estaba presente y registro el evento en la historia clínica. La mayoría de las muertes fue en fase de entrega involucrando pacientes adultos jóvenes y adultos. Ningún paciente murió en vuelo. En la tabla 33 se amplía la información de la mortalidad.

Tabla 33 Mortalidad de pacientes

| Ruta | Sexo | Edad (años) | Diagnostico | Observación | Fase Vuelo* |
|----------------------------|-------------|--------------------|---------------------------------|--|--------------------|
| Quibdó-Rionegro | F | 30 | Malaria complicada | Regulares condiciones en vuelo, paro en sitio de entrega, RCP, muere | Entrega |
| Pto. Carreño-Bogotá | M | 55 | Cetoacidosis diabética | Regular condición se realiza SIR, hace paro cardiaco muere | Entrega |
| Apartadó-Medellín | M | 61 | Neumotórax | Paro cardiaco en crucero, RCP, muere en sitio de entrega | Entrega |
| Apartadó-Medellín | M | 59 | Enfermedad coronaria multi-vaso | Bradycardia sinusal, Paro cardiaco cuando es introducido al avión | Recibo |

* Fase del vuelo en que paciente se declara muerto. SIR: Secuencia de intubación rápida. RCP: Reanimación cardiopulmonar

7.2 Discusión

El traslado aeromédico en Colombia es una forma rápida, segura y eficaz, para proveer servicios de salud en los diferentes niveles de atención a pacientes que por una u otra razón no se les puede proveer atención en sus sitios de origen o de consulta inicial.

La mayor proporción de traslados corresponde a adultos de sexo masculino (ver tabla 22) similar a los estudios de Gomez y Fajardo y Sand M, et al.^{13,17}

En el trabajo se encontró que la zona de origen más común es internacional, encontramos que Quibdó ($n=116$; 6.3%) en el departamento del Choco es la primera ciudad de Colombia compartiendo este puesto con Cúcuta, Norte de Santander como las ciudades donde se originan más traslados. En segundo lugar, se encuentra Apartado ($n=103$; 5.6%) compartiendo este lugar con Bogotá DC que en su mayoría es origen de remisiones de contrareferencia para algún destino internacional. En esta lista de las ciudades que encabezan el origen del traslado encontramos altas frecuencias de origen en ciudades consideradas dispersas según la ley 1122 de 2007⁷⁴: Yopal - Casanare; Arauca y Saravena - Arauca; Leticia - Amazonas, San Andrés, Puerto Inírida - Guainía; Puerto Leguizamo - Putumayo; La Macarena - Meta; Puerto Carreño, Cumaribo -Vichada; Florencia - Caquetá; Mitú - Vaupés y Chigorodó - Urabá antioqueño. Mas de un 50% de los traslados son de estas zonas dispersas de Colombia hacia un destino de ciudades con ofertas de instituciones de tercer y cuarto nivel que poseen alta capacidad resolutive. Los principales destinos son en su orden Bogotá DC, Medellín, Bucaramanga, Cali y Villavicencio, lo que indica que la oferta medica de mayor complejidad esta centralizada en zonas específicas del país. En este trabajo podemos evidenciar que se brindo cobertura a todas las zonas dispersas de Colombia.

Comparando estos datos con el único estudio en Colombia, el lugar más frecuente de origen fue Yopal, Casanare ($n=20$; 26%) y la ciudad de destino más común fue Bogotá ($n=62$; 63%) seguido por Villavicencio ($n=8$; 8%).¹³

En nuestro estudio se encontró que el antecedente más prevalente es cardiovascular 36.1%, principalmente hipertensión arterial, seguido por metabólicos 10% y onco-hematologicos 6%, aunque no todos los pacientes tenían registros de sus antecedentes. Los demás estudios no reportan antecedentes de los pacientes. La principal entidad pagadora fue el régimen contributivo

En cuanto a los diagnósticos de traslados el diagnostico más frecuente en nuestro estudio fue síndrome coronario agudo ($n=211$; 11.4%), seguido por accidente cerebrovascular, ($n=124$; 6.7%) y otros traumas ($n=106$; 5.7%), que corresponde a todos los diagnósticos de trauma o fracturas que no corresponden a fractura de fémur o trauma cráneo encefálico. En cuanto a las malformaciones congénitas las cardiacas son las más comunes ($n=99$, 5.3%), pero las malformaciones congénitas no cardiacas se encuentran en este grupo ($n=23$, 1.2%).

El siguiente diagnóstico son otras neoplasias ($n= 91$, 4.9%), que agrupa todos los diagnósticos oncológicos diferentes a tumor cerebral ($n= 22$, 1.2%), que fue el diagnóstico oncológico más frecuente. El diagnóstico obstétrico más común fue un trastorno hipertensivo relacionado con el embarazo ($n= 35$, 1.9%), seguido por amenaza de parto pretérmino ($n= 22$, 1.2%) y ruptura prematura de membranas ovulares ($n= 20$, 1.1%). En el estudio de Sand et al, 2010; el diagnóstico más frecuente fue fractura de cadera ($n=74$, 15%), enfermedad cerebrovascular ($n=69$, 14%), infarto de miocardio ($n=39$, 8%), trauma craneo encefálico ($n = 38$, 7.5%) y politrauma ($n = 17$, 3.4%).¹⁷

En el análisis de sistema afectado o especialidad tratante podemos observar cómo se comportan los diferentes grupos de edad en cada uno de estos grupos (ver gráfica 11 y 12), los 5 grupos más frecuentes fueron: cardiovascular, ($n = 337$; 18.2%), multisistémico (compromiso de dos o más sistemas) ($n = 240$; 12.96%), ginecobstetricia ($n = 175$; 9.45%), respiratorio ($n = 161$; 8.69%), y neurológico ($n = 137$; 7.4%). Cuando se analiza la distribución de sistemas afectados por grupo de edad encontramos que en adulto mayor (>61 años) presentan una proporción alta de casos en los grupos de nefrología (61%), vascular periférico (61%), cardiovascular (55%). Los adultos (41-60 años) presentan más altas proporciones en los casos de endocrinología (50%) neurocirugía (38%), cardiovascular (34%) y vascular (34%). Los adultos jóvenes (19-40 años) presentan la más alta proporción en ginecología (95%) de los casos, maxilofacial (75%), toxicológico (50%) y politrauma (42%). Los adolescentes (10-18 años) por su parte presentan las más altas proporciones en los grupos toxicológico (30%) de los casos y hematológico (29%). La proporción más alta de niños (2-9 años) estuvo en el grupo oncológico y oftalmología (10%). Entre Neonatos (0-28 días) y lactante (29 días-24 meses) se encuentran el 94% de las malformaciones congénitas. El grupo de multisistémico presenta proporciones similares en todos los grupos de edad.

Previamente se encontró para Colombia en el grupo respiratorio un 36% de diagnósticos (15 neonatos, 9 niños, 11 adultos), seguido por un diagnóstico traumatológico 15%(13 adultos, 1 niño), cardiovascular 14% (8 neonatos 3 adultos y 2 niños), digestivo 11%(5 adultos, 4 niños y 2 neonatos), neurológico 9% (6 adultos, 2 niños y 1 neonatos), ginecobstetricia 7% (7 adultos), quemaduras 3% (3 adultos), intoxicación 2% (2 niños) y renal 1%(1 adulto) [13]. En el estudio de Sand M, Et al. la cirugía de trauma fue la especialidad que en el grupo de adultos (41-60 años) presentan la frecuencia mas alta de población trasladada ($n = 165$; 32.7%), seguido por medicina interna ($n = 123$; 24.4%) y neurología ($n = 73$; 14.5%). Los tres diagnósticos más frecuentes en la población pediátrica fueron meningitis ($n = 5$; 20.9%), trauma craneo encefálico ($n = 4$; 16.7%), y fractura en extremidad inferior ($n = 2$; 8.4%). Cuando se clasifica las proporciones de grupos de edad por especialidad los pacientes ancianos (>70 años) presentan una proporción mayor para medicina interna (76%) y neurología (81.4%), los pacientes en edad media (41-70 años) presentan la mayor proporción para psiquiatría (75%). Los pacientes jóvenes (18-40 años) fueron el grupo más grande para ginecología (66.7%), mientras que la proporción más grande pacientes pediátricos estuvo en casos quirúrgicos (8.6%).¹⁷ En nuestro estudio se evidencio de forma similar al estudio de Sand M, et al que la mayoría de pacientes adultos mayores fueron trasladados por alguna patología de medicina interna, siendo la causa cardiovascular la mas

común; la mayoría de adultos jóvenes y pacientes jóvenes con patologías relacionadas con trauma.

En cuanto a la monitorización de signos vitales (tabla 25, graficas 12, 13, 14 y 15) se puede evidenciar que los rangos de normalidad son muy similares a los de la población sana para los rangos de edad evaluados, con sus respectivas desviaciones.^{83,84} La tensión arterial media tiene una tenencia al aumento a medida que aumenta la edad. La frecuencia cardiaca y la frecuencia respiratoria tienen tendencia a la disminución con el aumento del edad hasta un punto de estabilidad en la edad adulta. La Saturación de oxígeno se mantiene en niveles de normalidad durante las fases de vuelo, para todos los grupos de edad, con rangos más bajos para los neonatos por la alta prevalencia en este grupo de edad de condiciones dependientes del ductus que usualmente se presentan con baja saturación de oxígeno.

Podemos ver que 1185 pacientes (63.94%) tuvieron necesidad de algún soporte respiratorio. En la mayoría de los casos a través de cánula nasal, con una FIO₂ promedio durante el vuelo en fase de crucero 32.89% la cual muestra una diferencia estadísticamente significativa en la fase de crucero respecto a la fase de recibo ($p= 0.000$) indicando que se requiere aumento de la FIO₂. Este hallazgo está en concordancia con los cambios fisiológicos esperados en personas que se someten a los cambios de presión barométrica en una aeronave presurizada donde hay una disminución de la saturación promedio.^{34,37,43} Solo 284 pacientes (15.34%) requirieron inicio de oxígeno de novo por desaturación o por indicación según los protocolos de la empresa. Es importante resaltar que en la actualidad no hay claras indicaciones a la luz de la evidencia para recomendar el uso de oxígeno sin tener una patología de base que lo amerite.

En los pacientes con intubación orotraqueal y ventilación mecánica invasiva ($n=395$) a 249 (63.04%) se les midió la presión del neumotaponador y a 243 (61.55%) se les midió el ET-CO₂. De estas mediciones se puede inferir que medir la presión del neumotaponador tiene un impacto positivo teniendo en cuenta que presiones superiores a 30 cm H₂O comprometen la perfusión normal de la tráquea.⁵³⁻⁵⁵ La presión promedio en el recibo fue 31.89 cm H₂O, medirla permite tener un nivel basal de medición y ajustarla a un valor en el que no se genere daño tisular ni fugas de aire. Este ajuste debe ser realizado de manera constante.

La medición del ET-CO₂ permite evaluar la eficiencia de la ventilación y el metabolismo celular y es un buen parámetro de seguimiento de la ventilación mecánica en vuelo.⁵¹ En el estudio se encontró una diferencia estadísticamente significativa entre las fases de crucero y entrega con las de recibo del paciente, de lo que se puede inferir que mientras el paciente está en manos del personal del GCCTA presenta mejor perfusión tisular.

Se presentaron un total de 825 eventos médicos y/o complicaciones asociadas al vuelo aunque varios pacientes tuvieron dos o tres eventos que están sumados en este total.

El estudio de Gomez y fajardo encontro que el evento más frecuente fue desaturación en el 30%, paro cardiorrespiratorio en el 20%, seguido de hipotensión 10% y shock 10% de los

pacientes trasladados.¹³ Sand et al, encontraron que un paciente requirió intubación endotraqueal ($n = 1$; 0.2%) y otro tuvo embolismo pulmonar ($n = 1$; 0.2%).²⁰

Glatstein M et al, en 2016 revisan 19 evacuaciones médicas del total 6 pacientes requirieron oxígeno suplementario y 2 pacientes analgesia durante el traslado.¹⁸

Warner P et al, en 2016 en su estudio de 282 pacientes encontró que los eventos clínicos en vuelo se presentaron en 45 pacientes (16%): 15 pacientes presentaron hipotensión que respondió a líquidos o vasopresores; 15 problemas de las vías respiratorias (uno de ellos fue emesis y los 14 restantes fueron desaturaciones que corrigieron con la colocación de la cánula nasal o aumento en FIO₂); 11 pacientes se agitaron y requirieron sedación y 4 pacientes perdieron acceso intravenoso periférico. Con tres pacientes que tenían acceso intravenoso adicional y un paciente que tenía una quemadura del 1% de área de superficie corporal, la pérdida de las líneas intravenosas periféricas se consideró que no era significativa y por lo tanto no se clasificaba como un evento y dos pacientes requirieron intubación antes del vuelo. Entre otros eventos se mencionan equipos defectuosos, no llegada a tiempo de ambulancia terrestre, cambios en los aeropuertos de destino.¹²

En el mismo estudio se evidenciaron complicaciones clínicas en el 18 pacientes (6,2%) e involucraron auto extubación durante el transporte en ambulancia de un paciente; dificultad respiratoria que requiere intubación al recibo del paciente en dos pacientes, intubación mono bronquial en dos pacientes, sobrecarga de volumen en dos pacientes e hipotensión en el recibo en once pacientes. No hubo ninguna muerte en vuelo. Las complicaciones mecánicas / de equipo ocurrieron en dos pacientes. Los tanques de oxígeno se agotaron en un paciente durante un vuelo internacional y un ventilador mecánico no funcionó en otro paciente por lo que requirió ventilación manual.¹²

En las complicaciones mencionadas tienen en común con nuestro estudio que la mas alta fue desaturacion en vuelo. Una complicación que es esperable si se entiende el comportamiento de la presión barométrica de la cabina y que se ve incluso en pacientes sin ninguna patología de base.

La tasa de mortalidad que se encontró en nuestro estudio fue del 0.22% y todos los pacientes que murieron estaban en una crítica condición médica, con ventilación mecánica y soportes inotrópicos y/o vasoactivos. La mortalidad en el estudio de gomez y fajardo fue del 4%, 2 adultos y 2 neonatos los cuales también se encontraban en una situación crítica.¹³

La tabla 20 muestra las causas de no traslado de 24 pacientes, estas son principalmente: paciente en estado muy crítico, muerte del paciente previo al contacto con el GCCTA, condiciones meteorológicas difíciles o no aceptación del traslado. En los estudios mencionados no se mencionan causas de no traslado.

8. CONCLUSIONES

- Este estudio permitió caracterizar los traslados llevados a cabo por el operador con mayor número de traslados en el territorio nacional.
- El estudio dio a conocer las principales causas y diagnósticos que originaron los traslados.
- Se pudo evidenciar que el traslado aeromédico fue seguro, con muy bajas tasas de mortalidad y con buena capacidad resolutive para las complicaciones que se presentaron por parte del equipo clínico que acompaña a los pacientes.
- Un gran porcentaje de los traslados provienen de zonas dispersas del país, en relación a la ley 1122 de 2007 en el cual se catalogan como zonas dispersas en Colombia: Amazonas, Caquetá, Guainía, Guaviare, Putumayo, Vaupés, Vichada, San Andrés, Choco, Cesar, La Guajira, Casanare, Arauca, Meta y la zona especial de Urabá y se regula el traslado aeromédico en estas zonas.
- La mayor parte de traslados realizados tienen un origen internacional.
- El uso de elementos de monitorización del paciente como la medición de la presión del neumotaponador en los pacientes con intubación orotraqueal o el uso de la monitorización capnográfica, es útil y podría contribuir a disminuir la presentación de complicaciones y tener en tiempo real una referencia de la ventilación del paciente.

9.LIMITACIONES Y RECOMENDACIONES

Unas de las mayores limitaciones de este estudio fue que no se pudo recolectar el puntaje de escala de Glasgow de todas las historias clínicas por lo tanto no se pudo aplicar ninguna escala de severidad en los pacientes. Se recomienda estandarizar una escala en la historia clínica que sea aplicable a todos los pacientes para posteriores investigaciones.

En los pacientes ventilados no hubo registro en todos de la presión de CO₂ de final de espiración, ni de la presión del neumotaponador del tubo orotraqueal en todas las fases del vuelo. Se recomienda, por lo tanto llevar a cabo este monitoreo en todos los pacientes que se encuentren con ventilación mecánica.

10. BIBLIOGRAFÍA

1. Beninati W, Meyer MT, Carter TE. The critical care air transport program. *Crit Care Med*. 2008 Jul;36(7 Suppl):S370-6.
2. González F, Chávez E. Transporte aeromédico: Ficción y realidad. *TRAUMA*. 2001;7:70-6.
3. Polikoff LA, Giuliano JS. Up, Up, and Away: Aeromedical Transport Physiology. *Clin Pediatr Emerg Med*. 2013;14(3):223-230 .
4. Carter G, Couch R, O'Brien DJ. The evolution of air transport systems: a pictorial review. *J Emerg Med*. 1988 Nov-Dec;6(6):499-504 .
5. Romero-Torres AH, Contreras E. Transporte aeromédico de pacientes. revista de estudiantes de medicina de la universidad industrial de Santander "medicas UIS".2008; 21(2): 94- 102. .
6. Davis DP, Peay J, Serrano JA, et al. The impact of aeromedical response to patients with moderate to severe traumatic brain injury. *Ann Emerg Med* 2005;46:115- 22 .
7. Castillo CY, Lyons TJ. The transoceanic air evacuation of unstable angina patients. *Aviat Space Environ Med* 1999;70: 103-6. .
8. Straumann E, Yoon S, Naegeli B, et al. Hospital transfer for primary coronary angioplasty in high risk patients with acute myocardial infarction. *Heart* 1999;82:415- 9.
9. 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;39:1713-9.
10. Gore JM, Corrao JM, Goldberg RJ, et al. Feasibility and safety of emergency interhospital transport of patients during early hours of acute myocardial infarction. *Arch Intern Med* 1989;149:353-5. .
11. Butler WP, Steinkraus LW, Burlingame EE, Fouts BL, Serres JL. Complication Rates in Altitude Restricted Patients Following Aeromedical Evacuation. *Aerosp Med Hum Perform*. 2016 Apr;87(4):352-9 .
12. Warner P, Bailey JK, Bowers L, Hermann R, James LE, McCall JE. Aeromedical Pediatric Burn Transportation: A Six-Year Review. *J Burn Care Res*. 2016 Mar-Apr;37(2):e181-7 .

13. Gómez AM, Fajardo HA, TRASLADO AEREO CIVIL DE PACIENTES, BOGOTA 2005-2007. Universidad nacional de Colombia. Fac Med. 2011 .
14. Aerospace Medical Association Medical Guidelines Task Force. Medical guidelines for airline travel. 2nd ed. Aviat Space Environ Med 2003; 74:Suppl 5:A1-A19. .
15. Lyons TJ, Connor SB. Increased flight surgeon role in military aeromedical evacuation. Aviat Space Environ Med 1995;66: 927-9 .
16. Hurd WW, Montminy RJ, De Lorenzo RA, et al. Physician roles in aeromedical evacuation: current practices in USAF operations. Aviat Space Environ Med. 2006 Jun;77(6):631-8 .
17. Sand M, Bollenbach M, Sand D, Lotz H, Thrandorf C, Cirkel C, Altmeyer P, Bechara FG. Epidemiology of aeromedical evacuation: an analysis of 504 cases. J Travel Med. 2010 Nov-Dec;17(6):405-9 .
18. Glatstein M, Halevy J, Atzmon Y, Kot RJ, Scolnik D. International medical evacuation in children: a primary care pediatric clinic's 3-year experience. Aviat Space Environ Med 2011; 82(2):133–6.
19. Hernández NM, Ramos CE. Transporte aeromédico del paciente crítico. Rev Asoc Mex Med Crit y Ter 2007;(21) 4:200-6.
20. Ministerio de protección social. Guías para el manejo de urgencias. Imprenta Nacional de Colombia. 2009. Tomo 1.
21. Ministerio de salud y protección social, UdeA. guías básicas de atención médica prehospitalaria. Convenio de Cooperación 323 de 2012 .
22. Cruz-Martínez E, Borja-Terán , Arzola-Torres A. La historia de la ambulancia Rev Asoc Mex Med Crit y Ter Int 2006;20(3):103-04 .
23. McKenny S. Aeromedical Evolution A brief synopsis of the evolution of aeromedical transport in the world. AeroMedical Journal 1986;1(2):22-23 .
24. Scholl MD, Gesheker CL The Zed Expedition: the world's first air ambulance?. J of the Royal Soc of Med 1989;82:679.
25. Marty. FFRS, Associate, Missouri, USA. The evolution of ambulance. [Internet] [Consultado 2018/09/25] Disponible en: <http://www.firefightersrealstories.com/>. Abbott Point of Care. i-STAT Handheld [Internet] [Consultado 2018 Oct 01] Disponible en: <https://www.pointofcare.abbott/int/en/offerings/istat/istat-handheld>.
26. The history of the Air Ambulance. [Internet] [Consultado 2018/09/25] Disponible en : <http://www.bellhelicopter.textron.com/>
27. McGinnis KK, Air Medical Services: future development as an integrated component of the Emergency Medical Services(EMS) System: a guidance document by the

Air Medical Task Force of the National Association of State EMS Physicians, Association of Air Medical Service, *Prehosp Emerg Care* 2007;11(4):353-68.

28. Paez-Rojas PL, Tabares-Restrepo DM, Vergara-Crespo C. El transporte aéreo medicalizado como una garantía para el acceso a los servicios de salud en Colombia. *Revista CES Derecho* 2015; 6(1):124-36 .
29. Varon J, Wenker OC, Fromm RE. Aeromedical Transport: Facts and Fiction. *The Internet Journal of Emergency and Intensive Care Medicine* 1996; 1(1):1-8
30. Lam DM. Marie Marvingt and the development of aeromedical evacuation. *Aviat Space Environ Med* 2003; 74:863– 8 .
31. 16 th annual ITIJ Awards ceremony/2018[Internet] [Consultado 2018/10/25] Disponible en: <https://awards.itij.com/>.
32. Informe de gestion gerencial desde el inicio de operación hasta el año 2007, comité técnico Sarpa SAS.
33. Cuadro de mando indicadores de gestión clínica y seguridad del paciente 2017, programa de seguridad del paciente Sarpa SAS.
34. Dehart RL. Davis JR. *Fundamentals Of Aerospace Medicine: Translating Research Into Clinical Applications*, 4rd Edition. United States: Lippincott Williams And Wilkins. 2011. ISBN 978-0-7817-2898-0. .
35. Venticinque SG, Grathwohl KW. Critical care in the austere environment: providing exceptional care in unusual places. *Crit Care Med* 2008;36:S284–92.
36. Affleck J, Angelici A, Baker S, et al. Cabin cruising altitudes for regular transport aircraft. *Aviat Space Environ Med* 2008; 79:433–9.
37. Hampson NB, Kregenow DA, Mahoney AM, et al. Altitude exposures during commercial flight: a reappraisal. *Aviat Space Environ Med* 2013; 84:27. .
38. Lee AP, Yamamoto LG, Relles NL. Commercial airline travel decreases oxygen saturation in children. *Pediatr Emerg Care* 2002;18:78–80. .
39. Milligan JE, Jones CN, Helm DR, Munford BJ. The principles of aeromedical retrieval of the critically ill. *Curr Anaesth Crit Care*. 2011;1(1): 22-26 .
40. Everest E, Munford B. Transportation of the critically ill. Chapter 3. *Oh's intensive care manual*. 5th ed. Philadelphia: Butterworth-Heinemann; 2003.
41. Theis MK, Honigman B, Yip R, et al. Acute mountain sickness in children at 2835 meters. *Am J Dis Child* 1993;147:143–5. .

42. Stroud MH, Gupta P, Prodhon P. Effect of altitude on cerebral oxygenation during pediatric interfacility transport. *Pediatr Emerg Care* 2012;28:329–32.
43. Muehleemann T, Holper L, Wenzel J, et al. The effect of sudden depressurization on pilots at cruising altitude. *Adv Exp Med Biol* 2013;765:177–83. .
44. Samuels MP. The effects of flight and altitude. *Arch Dis Child* 2004;89:448–55. .
45. Miyashiro RM, Yamamoto LG. Endotracheal tube and laryngeal mask airway cuff pressures can exceed critical values during ascent to higher altitude. *Pediatr Emerg Care* 2011;27:367–70.
46. Smith RP, McArdle BH. Pressure in the cuffs of tracheal tubes at altitude. *Anaesthesia* 2002;57:374–8. .
47. Donovan DJ, Iskandar JI, Dunn CJ, et al. Aeromedical evacuation of patients with pneumocephalus: outcomes in 21 cases. *Aviat Space Environ Med* 2008;79:30–5.
48. Goodman MD, Makley AT, Lentsch AB, Barnes SL, Dorlac GR, Dorlac WC, Johannigman JA, Pritts TA. Traumatic brain injury and aeromedical evacuation: when is the brain fit to fly? *J Surg Res.* 2010 Dec;164(2):286-93 .
49. Morris M. Transport considerations for the head-injured patient: are we contributing to secondary injury? *J Air Med Transp* 1992;11:9–13.
50. Venticinque SG, Grathwohl KW. Critical care in the austere environment: providing exceptional care in unusual places. *Crit Care Med* 2008;36:S284–92.
51. Krauss B, Falk JL. Carbon dioxide monitoring (capnography). Post TW, ed. *UpToDate*. Waltham, MA: UpToDate Inc. <http://www.uptodate.com> (Accedido en octubre 01, 2017).
52. Abbott Point of Care. i-STAT Handheld [Internet] [Consultado 2018 Oct 01] Disponible en: <https://www.pointofcare.abbott/int/en/offerings/istat/istat-handheld>.
53. Smith RP, McArdle BH. Pressure in tracheal cuffs at altitude. *Anaesthesia* 2002; 57: 374–8. .
54. Seegoblin RD, Van Hasselt GL. Endotracheal cuff pressure and tracheal mucosal blood flow: endoscopic study of the effects of four large volume cuffs. *Br Med J* 1984; 288:965-8.
55. Henning J, Sharley P, Young R. Pressures within air-filled tracheal cuffs at altitude--an in vivo study. *Anaesthesia.* 2004 Mar;59(3):252-4 .
56. Federal Aviation Administration, Civil Aerospace Medical Institute, Aeromedical Education Division, AAM-400. [Internet] [Consultado 2018/11/01] FAA aeromedical training programs for civil aviation pilots. Available at: http://www.faa.gov/pilots/training/airman_education/media/IntroAviation .

57. Corneli HM. Accidental hypothermia. *Pediatr Emerg Care* 2012;28:475–80. .
58. Sundberg J, Estrada C, Jenkins C, et al. Hypothermia is associated with poor outcome in pediatric trauma patients. *Am J Emerg Med* 2011;29:1019–22 .
59. Macnab AJ, Schweers D, Kendall MD, et al. Improved transport incubator temperature control with insulating thermal cover. *Air Med J* 1995;14:65–8 .
60. Mabry EW, Munson RA, Richardson LA: The wartime need for aeromedical evacuation physicians: The U.S. Air Force experience during Operation Desert Storm. *Aviat Space Environ Med* 1993; 64:941–946 .
61. Beninati W, Jones KD: Mechanical ventilation during long range air transport. *Respir Care Clin* 2002; 8:51-65 .
62. Teichman PG, Donchin Y, Kot RJ. International aeromedical evacuation. *N Engl J Med*. 2007 Jan 18;356(3):262-70 .
63. Lawless N, Tobias S, Mayorga MA: FIO₂ and positive end-expiratory pressure as compensation for altitude-induced hypoxemia in an acute respiratory distress syndrome model: Implications for air transportation of critically ill patients. *Crit Care Med* 2001; 29:2149–2155.
64. Medical condition list and appropriate use of air medical transport. In: *Air medical physician handbook*. Salt Lake City: Air Medical Physician Association, 1999;7:4-9. .
65. Rodenberg H Scoring systems in air medical transport: a primer. *Air Med J*1996; Oct-Dec;15(4):184-90 .
66. Gormican SP. CRAMS Scale: field triage of trauma victims. *Ann Emerg Med* 1982;11:132-5 .
67. Champion HR, Sacco WJ, Copes WS, et al. Are. vision of the Trauma Score. *J Trauma* 1989;29:623-9 .
68. Greenspan L, McLellan BA, Greig H. Abbreviated injury scale and Injury Severity Score: a scoring chart. *J Trauma* 1985; 25:604 .
69. Tepas JJ, Mollitt DL, Talbert JL, et al. The Pediatric Trauma Score as a predictor of injury severity in the injured child. *J Pediatr Surg* 1987;22:148 .
70. Knaus WA, Draper EA, Wagner DP, et al. APACHE II: a severity of disease classification system. *Crit Care Med* 1985;13:818-29 .
71. Rhee KJ, MacKenzie JR, Bumey RE, et al. Rapid acute physiology scoring in transport systems. *Crit Care Med* 1990; 18:1119-23 .

72. Gold DL, Mihalov LK, Cohen DM. Evaluating the Pediatric Early Warning Score (PEWS) System for Admitted Patients in the Pediatric Emergency Department Acad Emerg Med. 2014; 21(11): 1249–56. .
73. Monaghan A. Detecting and managing deterioration in children. Pediatr Nurs 2005;17:32–5. .
74. Ministerio de protección social Colombia. Ley 1122 de 2007 [Internet] [Consultado 2018/09/25] Disponible en: URL <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/ley-1122-de-2007.pdf>,» [En línea].
75. Fuente: serie anual de afiliación a nivel nacional / Estimación y proyección de población DANE Cálculos: Dirección Aseguramiento Minsalud 2007 [Internet] [Consultado 2018/09/25] Disponible en : <https://www.minsalud.gov.co/proteccionsocial/Regimensubsidiado/Paginas/coberturas-del-regimen-subsidiado.aspx>.
76. Colombia. Ministerio de Salud. Decreto 5521 de 2013, diciembre 27, por el cual se define, aclara y actualiza integralmente el Plan Obligatorio de Salud (POS).Diario oficial, 49019 (Diciembre 27 2013) [Internet] [Consultado 2018/08/25] Disponible en : <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/resolucion-5521-de-2013.pdf>.
77. Colombia. Congreso de la República de Colombia. Ley 100 de 1993, diciembre 23, por la cual se crea el Sistema de Seguridad Social integral y se dictan otras disposiciones. Bogotá: El Congreso; 1993. [Internet] [Consultado 2018/09/25] Disponible en: <http://www.colombia.com/actualidad/images/2008/leyes/ley100.pdf>.
78. Colombia. Ministerio de salud. Resolución número 9279 de 1993, noviembre 17 Por la cual se adopta el manual de Normatización del Competente Traslado para la Red Nacional de Urgencias y se dictan otras disposiciones. [Internet] [Consultado 2018/09/25] Disponible en: https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/RESOLUCI%C3%93N%209279%20DE%201993.pdf.
79. European Aeromedical Institute, EURAMI [Internet] [Consultado 2018/12/05] Disponible en: <https://eurami.org/eurami-accreditation/application-eligibility-criteria/>
80. Commission on Accreditation of Medical Transport Systems, CAMTS [Internet] [Consultado 2018/12/05] Disponible en: <https://www.camts.org/standards/>,» [En línea].
81. WIKIPEDIA Enciclopedia Libre. Learjet 45. [Internet] [Consultado 2018/10/01] Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Learjet_45
82. WIKIPEDIA Enciclopedia Libre. Jet Stream . [Internet] [Consultado 2018/10/01] Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Handley_Page_Jetstream

83. Drutz JA. The pediatric physical examination: General principles and standard measurements. Post TW, ed. UpToDate. Waltham, MA: UpToDate Inc. <http://www.uptodate.com> (Accedido en octubre 10, 2017.)
84. Universidad de Rochester Medical Center. Signos vitales normales [Internet] [Consultado 2018/10/05] Disponible en: <https://www.urmc.rochester.edu/encyclopedia/content.aspx?ContentTypeID=85&ContentID=P03963>

11.2 Presupuesto

| Rubro | Valor |
|---|---------------------|
| Talento Humano (Recolección de información y análisis de datos) | \$ 4.800.000 |
| Honorarios personal auxiliar | \$ 1.750.000 |
| Materiales y suministros | \$ 225.000 |
| Otros gastos administrativos | \$ 559.000 |
| Gastos logísticos | \$ 425.000 |
| Total | \$ 7.759.000 |

Se financiará con recursos propios