



EDITORIAL

El corazón de la Medicina Aeroespacial

The Heart of Aerospace Medicine

Enrique Melgarejo R.



Cardiólogo-electrofisiólogo-Medicina Aeroespacial. Profesor Emérito, Hospital Militar Central, Bogotá, Colombia

Recibido el 2 de diciembre de 2015; aceptado el 3 de diciembre de 2015

Disponible en Internet el 13 de enero de 2016

Desde mucho antes de que la humanidad tuviera la concepción del cosmos, ya la mitología griega, a través de Ícaro, narraba que habiendo sido apresado en Creta por el Rey Minos junto con su padre Dédalo, usó las alas que este había inventado y fabricado con enormes plumas de aves y pegadas con cera, para escapar de su confinamiento. Pese a las advertencias de su padre de no volar muy alto ni muy bajo, y fascinado por lo maravilloso del acto, el joven Ícaro se elevó por los aires y se sintió dueño del mundo y quiso llegar hasta el sol, derritiéndose la cera de las alas y muriendo al caer al mar. Es quizás desde aquí cuando el hombre intenta volar –dicen algunos- para huir de los lazos que lo ataban a la Tierra.

El primer registro histórico del hombre y el vuelo apareció hacia el año 850 de nuestra era en el emirato de Córdoba; el inventor andalusí Abbas Ibn Firnás construyó un par de alas y al parecer planeó por el aire recorriendo cierta distancia antes de que se precipitara a tierra, y mal herido, fue atendido por un médico (posiblemente el primer médico aeronáutico o aeroespacial, cuyo nombre no trascendió a la historia).

Pasaron muchas centurias, hasta que los hermanos Wilbur y Orville Wright, el 13 de diciembre de 1903, rompieron un principio físico que nadie se había atrevido a desafiar: un objeto más pesado que el aire no puede sostenerse debido a la fuerza de la gravedad. Hasta ese entonces no se había

pensado en que el empuje –y esto aplica en todo-, puede vencer cualquier fuerza negativa. Fue así como Orville voló durante 59 segundos una distancia de 260 metros empleando dos motores a gasolina, moviendo las hélices con cadenas de bicicleta. Este hecho solo fue publicado en la prensa meses después. Al poco tiempo - 12 de noviembre de 1906-, en Bois de Boologne en París, un latinoamericano, el brasilero Alberto Santos Dumont se convertía en el primer piloto del mundo al volar a una altura de 6 metros y recorrer una distancia de 220 metros a una velocidad de 42 Km/h, y en ese mismo año Louis Blériot atravesaba el canal de la Mancha. En ese entonces los aviones eran monoplaza (un solo tripulante: el piloto) y el oficio requería cierto entrenamiento, destrezas, habilidades, algunos conocimientos de física, geografía, aerodinámica y mucho de imaginación y arrojo, además de aptitudes psicofísicas.

De otra parte, la primera aplicación de la aviación fue el correo aéreo, cuando el 18 de febrero de 1911 Henri Péquet voló en la India 30 Km, con una duración de 27 minutos, y transportó un saco que contenía 6.000 cartas que fueron entregadas a un funcionario del Servicio de Correos de Su Majestad Británica. Pero, fue en la Primera Guerra Mundial cuando se aplicó la aviación para hacer espionaje a las filas enemigas y posteriormente para soltar bombas que eran lanzadas manualmente sobre los enemigos. No obstante, en la Batalla de Verdun, hubo una pérdida excesiva de pilotos de combate debido a su deficiente selección a pesar del entrenamiento. Es aquí cuando surgió la rama de Medicina de Aviación, creándose en Long Island (NY) el primer

Correo electrónico: enrique.melgarejo@gmail.com

<http://dx.doi.org/10.1016/j.rccar.2015.12.001>

0120-5633/© 2015 Sociedad Colombiana de Cardiología y Cirugía Cardiovascular. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

laboratorio de fisiología de vuelo. En la medida en que la aviación evolucionó con aviones y equipos de aeronavegación más completos y sofisticados, la era del *jet* y los vuelos supersónicos, hasta los inicios de los vuelos espaciales, se fueron descubriendo entidades médicas nuevas y específicas o magnificadas por la actividad de vuelo.

Fue así como apareció la *hipoxia* –detectada por encima de los 10.000 pies o 3.000 metros de altura y sus consecuencias cerebro-cardio-vasculares y peor aún la pérdida de conciencia. Tiene la particularidad de producir síntomas específicos en cada individuo, por tanto todo aerotripulante debe ser sometido a la «cámara de altura» para que conozca y reconozca sus propios síntomas, siendo el más frecuente la temida euforia. El tiempo útil de conciencia (TUC)-antes de la pérdida de conocimiento varía también entre los sujetos -si es fumador, obeso, diabético...-, desde 15 a 20 segundos a una altitud de 20.000 pies, hasta 10 a 25 minutos entre los 10.000 a los 18.000 pies. A causa de lo anterior, es obligatorio que todos los aviones de pasajeros dispongan de mascarillas de oxígeno que caigan automáticamente al detectarse hipoxia o despresurización – esta última empeora la función pulmonar y acorta el TUC.

De otro lado, se reportaron el *soroche* y la *hipobaria* (disminución de las fuerzas gravitacionales progresivas a mayores altitudes), la cual se evidencia en los diferentes órganos –incluyendo el sistema cardiovascular, cerebral, auditivo y músculo-esquelético y contrario a los buzos que están expuestos a la hiperbaria, lo cual repercute en los gases y fluidos, incluyendo la sangre, además de la estasis venosa que facilita la trombosis; el *barotrauma*, resultante de la expansión de los gases a mayor altura, afectando principalmente el oído medio y los intestinos –meteorismo-, por lo que volar con gripa u obstrucción de senos paranasales u otitis empeora críticamente estas situaciones; el *trauma acústico*, que se manifestaba como sordera, predominantemente del oído izquierdo a causa del ruido de los motores a pistón, cuyo torque se concentraba más hacia ese lado; los *efectos de las vibraciones sobre el cuerpo*, especialmente en la columna vertebral, y los de los *otolitos* en los aviones turbo-hélice y helicoportados; los *efectos de las radiaciones solares* durante vuelos prolongados y finalmente las *alteraciones biometabólicas* y del *ritmo circadiano* durante los vuelos transmeridianos o transoceánicos, lo cual repercute directamente en el cortisol plasmático y el sistema adrenérgico e indirectamente en el sistema renina-angiotensina, que en su conjunto constituyen la entidad conocida como fatiga de vuelo, que hace que un piloto no pueda volar más de 90 horas al mes, máximo 10 horas diarias e idealmente no realice más de 4 aterrizajes, aunado al *estrés operacional* de máxima concentración especialmente durante la aproximación para el aterrizaje y el descolaje, aumentado por el «encabinamiento» en los vuelos largos, que requiere además un trabajo sincronizado en equipo, la mayoría de las veces con aerotripulantes –copilotos, etc.- diferentes y desconocidos, hecho que forzosamente amerita capacidad para trabajo en equipo.

Así mismo, se detectó la *desorientación espacial*, para lo cual el piloto debe ser entrenado para creerle solamente a los instrumentos y no a lo que sienta (al desacelerar puede sentir que está cayendo y al acelerar sentir la sensación de estar subiendo, entre nubes, en la noche perder la orientación natural del horizonte).

De otro lado, se observó la *urolitiasis* –enfermedad profesional de muchos pilotos-, generando la grave situación de desorientación espacial con consecuencias funestas dado el microclima de las aeronaves, el cual impide sudar y por el que se aumenta la densidad urinaria.

También surgieron entidades como la *fobia al vuelo* y la *detección de los riesgos para discapacidad aguda en vuelo*, principalmente de origen cardiovascular (infarto, angina, arritmias, síncope, ataque cerebrovascular, muerte súbita, entre otras). Por ende, la Medicina de Aviación–cumpliendo normas vigentes internacionales- realiza un control clínico semestral y uno mucho más completo cada año (se incluye prueba de esfuerzo a partir de los 50 años de edad), y propende para mantener el riesgo global de los pilotos en el rango de bajo riesgo o idealmente en riesgo nulo.

Adicionalmente, emergieron condiciones riesgosas como la *descompresión explosiva* que en caso de fatiga de material o cualquier ruptura u orificio que se produzca en vuelo, no solo los equipajes sino los pasajeros se convierten en verdaderos misiles letales.

Así mismo, debido a que el cuerpo humano es flexible y deformable, las fuerzas gravitacionales (G) positivas alteran la presión arterial y la circulación cerebral. Cuando se alcanzan los 5 G en vuelos acrobáticos o de combate (equivalente a 49 m/s), hay pérdida de conciencia por disminución del flujo sanguíneo cerebral. De ahí que los pilotos de combate y los astronautas requieran trajes anti-G los cuales pueden soportar hasta 9 G (88 m/s). No obstante, la velocidad requerida para dejar la tierra (velocidad de escape) es de 11,2 (m/s), lo que implica el uso vital de trajes anti-G mucho más sofisticados para los astronautas. De ahí que cualquier valvulopatía o enfermedad estructural cardíaca sea inhabilitante. Durante los vuelos espaciales, se crece en promedio 7,6 cm por elongación de los discos intervertebrales, hay pérdida de masa muscular y ósea y por ende debilidad para caminar al regreso, edema facial incluso osteopenia por redistribución del flujo sanguíneo y linfático y alteraciones del sistema vestibular y algunas alteraciones inmunológicas debidas a la falta de gravedad, reversibles mediante un proceso de readaptación. De otra parte, se han descrito tanto en los astronautas como en los pilotos, problemas familiares, psicológicos y psiquiátricos significativos, debido a los tiempos prolongados lejos de la familia, a los cambios repetitivos de costumbres y de ciclos de trabajo-sueño, sumados al estrés operacional inducido por cambios no predecibles en la meteorología, entre otros.

Todos estos aspectos, *grasso modo*, han hecho que la Medicina de aviación contemple la división entre Médico Militar, de Aero-Línea y Aeroespacial.

La Medicina de Aviación Militar-Espacial, por ejemplo, es en gran parte responsable de la calificación y clasificación de los aerotripulantes. Obviamente el nivel de exigencia psico-emocional y físico-fisiológico es diferente para un astronauta que para un piloto de combate o que para un piloto de pasajeros o de carga. También es responsable de supervisar y lograr el mantenimiento de dicha aptitud, detectar precozmente los problemas que impliquen riesgo operacional (prima la seguridad más que la misión), coordinar la evacuación aeromédica en desastres, investigar y no dejar de permanecer investigando en la medida en que la aviónica y la tecnología evolucionan, y actualmente, en el

comportamiento biológico y psico-fisiológico que se está llevando a cabo en la Estación Aeroespacial Internacional.

Para finalizar, el cuerpo humano es monomotor. De ahí que un infarto en un piloto, automáticamente lo descalifica para continuar su actividad de vuelo y lo que es peor, su profesión o *modus vivendi*. En este sentido, la función prioritaria de la Medicina de Aviación será la de propender realmente hacia una promoción y prevención cardiovascular cumpliendo normatividades internacionales relacionadas con condiciones fisiológicas y el conocimiento de una larga lista de medicamentos con efectos secundarios que repercutan en el tiempo de reacción ante una emergencia. Algunos aerotripulantes pueden ver a esta disciplina como un inquisidor, pero su real función es acompañarlos durante todo los procesos que les facilitan a quienes escogieron esta profesión o misión, permitirles cumplir con seguridad propia –y la de sus pasajeros- sus sueños de ser “Ícaros” acorde con las leyes físicas y médico-biológicas reales.

Este es el corazón o el motor de la Medicina Aeroespacial.

Bibliografía recomendada

- Melgarejo E. ¿Qué es Medicina de aviación? Rev Aeronáutica. 1997;144:87–90.
- Russel R, Hasting H, Kruyer W, Jevy R. Clinical Aviation Medicine. 3rd. Edition. EE. UU.: Castelen Connolly Graduate Medical Publishing; 2000. Disponible en: <http://www.ccgmp.com/>
- Ernsting's Aviation Medicine. 4th. Ed. USA: CRC Press; 2006.
- Davis J, Johnson R. Fundamentals of Aerospace Medicine. 4th. Ed. Philadelphia (PA, USA): Lippincott William & Wilkins; 2012.
- Reinhart R. Basic Flight Physiology. 3th Ed. New York, USA: Mc Graw Hill; 2007.
- Buckley J. Space Physiology. London: Oxford University Press; 2006.
- Joy M. First european workshops in aviation cardiology. Cardiovascular aspects of aviation safety-the new European perspective. Eur Heart J. 1992;13 suppl H:21–6.
- Van Leusden AJ, Prendergast PR, Gray GW. Permanent grounding and flying restrictions in Canadian Forces Pilots: A 10-year review. Aviat Space Environ Med. 1991;62:513–6.
- Kaji M, Tango T, Asukata I, Tajima N, Yamamoto K, Yamamoto Y, et al. Mortality experience of cockpit crewmembers from Japan Airlines. Aviat Space Environ Med. 1993;64:748–50.
- Osswald S, Miles R, Nixon W, Celio P. Review of cardiac events in UAF aviators. Aviat Space Environ Med. 1996;67:1023–7.
- Celio PV. Aeromedical disposition for coronary artery disease. En: Lecture Series 189: Cardiopulmonary aspects in aerospace medicine, AGARD-LS-189(NATO). Loughton, Essex, UK: Specialized Printing Services Limited; 1993.
- Bruschke AVG, Van Der Wall EE, Cats VM. First European Workshop in aviation cardiology. The natural history of angiographically demonstrated coronary artery disease. Eur Heart J. 1992;13 suppl H:70–5.
- Hoiberg A. Longitudinal study of cardiovascular disease in U.S. Navy pilots. Aviat Space Environ Med. 1986;57:438–42.
- Chua TP, Sigwart U. Second European workshop in aviation cardiology. What is acceptable revascularization of the myocardium in the context of certification to fly? Eur Heart J. 1999;1 suppl D:D78–83.
- Lavalee PJ, Fonseca VP. Survey of USAF flight surgeons regarding clinical preventive services, using CHD as an indicator. Aviat Space Environ Med. 1999;70:1029–37.
- Hardy JC. Screening echocardiography in USAF pilot candidates (abstract). Aviat Space Environ Med. 1998;69:205.
- AGARD Aerospace Medical Panel Working Group 18. Echocardiographic findings in NATO pilots: Do acceleration (Gz) stresses damage the heart? Aviat Space Environ Med. 1997;68:596–600.
- Osswald SS, Gaffney FA, Hardy JC, Jackson WG. Mitral valve prolapse in 404 military members: Long-term follow-up and clinical risk analysis. Aviat Space Environ Med. 1997;68:628.